

Przegląd wybranych farb specjalnych stosowanych do produkcji dokumentów

Rozwój przemysłu poligraficznego wymusił na producentach dokumentów poszukiwanie nowych form zabezpieczeń przed fałszerstwami. Okazało się, że zastosowanie farb specjalnych w połączeniu z odpowiednimi technikami druku spowodowało znaczne podniesienie poziomu protekcji. Celem niniejszego artykułu jest omówienie obecnie stosowanych farb specjalnych pod kątem zastosowań oraz sposobów ich weryfikacji.

Farby penetrujące (przenikające)

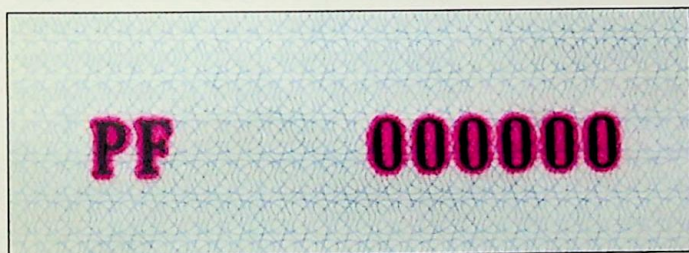
Stosuje się je do drukowania numerów seryjnych dokumentów. Nakładane są typograficznie za pomocą

rozpoznawalne jest na pierwszym poziomie weryfikacji i nie wymaga stosowania specjalistycznych urządzeń. Do farb penetrujących dodaje się pigmenty uaktywniające się w określonym zakresie promieniowania UV lub IR – co podnosi efektywność zabezpieczenia.

Farby zmienne optycznie (OVI)

Elementy wykonywane farbami OVI są obecnie „mocnym” punktem protekcji dokumentów. Używa się ich do produkcji dokumentów publicznych oraz banknotów. O efektywności tego typu zabezpieczeń stanowi możliwość ich szybkiej weryfikacji

przez każdego użytkownika dokumentu bez stosowania urządzeń specjalistycznych, a obecnie także możliwość skutecznej reprodukcji oraz imitacji. Elementami nadającymi farbom OVI specjalne właściwości są zaawansowane technologicznie pigmenty wielowarstwowe osadzone na mikrokryształkach miki lub ciekłych kryształkach. Dzięki wielokrotnym odbiciom światła padającego powstaje zjawisko interferencji optycznej, co wywołuje efekty zmiany barwy w zależności od zmiany kąta obserwacji (ryc. 2, 2a). Farby zmienne optycznie drukowane są metodą starytu lub sitodrukiem – na różnych podłożach. Charakteryzują się bar-



Ryc. 1, 1a. Numerator wykonany farbą penetrującą. Po obu stronach papieru widoczne są charakterystyczne „krwawienia”
Fig. 1, 1a. Number stamp made by penetrating paint. Characteristic bleeding effect visible on both paper sides

numeratorów, zintegrowanych z maszyną offsetową. Utrwalają się na papierze przez wsiąkanie, destylację lub polimeryzację. Zasadniczą właściwością farb penetrujących jest charakterystyczne „krwawienie” wokół właściwych konturów znaków numeratora obserwowane po obu stronach arkusza (ryc. 1, 1a). Efekt ten powoduje jeden ze składników farby, który wraz z rozpuszczalnikami przenika do struktury papieru i trwale się z nim wiąże. Efekt „krwawienia” jest nieodwracalny, zaś próba mechanicznego lub chemicznego usunięcia farby powoduje zniszczenie karty dokumentu. Omawiane zabezpieczenie

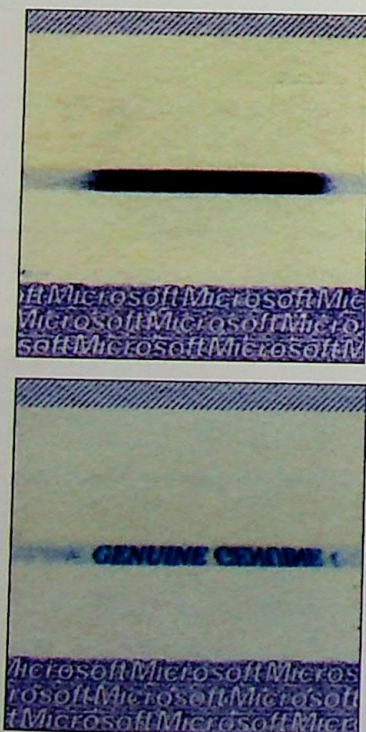


Ryc. 2, 2a. Element wykonany farbą zmienną optycznie (OVI). Kolory farby zmieniają się w zależności od kąta odbicia światła ze złotego na zielony
Fig. 2, 2a. Element made in optically variable ink (OVI). Paint colours change from golden to green, depending on the light reflection angle

dzo dużą trwałością. Jeden ze znanych producentów farb specjalnych zarezerwował dla dokumentów o wysokim stopniu zabezpieczenia pięć niepowtarzalnych par kolorów: zielony przechodzący w niebieski, magenta przechodząca w zielony, zielony przechodzący w magentę, złoty przechodzący w zielony, niebieski przechodzący w czerwony. Każda z wymienionych par barw ma swój niepowtarzalny kolor oraz własną charakterystykę absorpcji w podczerwieni. W farbach OVI mogą być zawarte pigmenty o właściwościach luminescencyjnych.

Farby termochromowe

Podstawową właściwością farb termochromowych jest reakcja na zmianę temperatury (podwyższenie lub obniżenie). Przekroczenie temperatury graficznej powoduje zmianę, przyjmowanie lub zanik barwy. Naj-



Ryc. 3, 3a. Zabezpieczenie wydrukowane farbą termochromową. Po przekroczeniu temperatury granicznej farba zanika i ujawnia się napis
Fig. 3, 3a. Security printed with thermochromium paint. After exceeding threshold temperature, paint disappears and entry is revealed

częściej spotykane temperatury graniczne dla farb dostępnych na rynku polskim to: 5°C, 10°C, 27°C, 35°C, 45°C. Pożądany efekt powodują pigmenty termochromowe, w tym także ciekłe kryształy, modyfikujące swoją strukturę dzięki aplikacji ciepła. Wówczas na dokumencie ujawnia się zabezpieczenie w postaci napisów lub wypełnienie elementów dokumentu (ryc. 3, 3a). Zjawisko to jest zazwyczaj odwracalne – powrót do temperatury wyjściowej powoduje zanik efektu. Wyjątek stanowią farby wykorzystywane w przemyśle farmaceutycznym i przetwórczym jako indykatory procesu sterylizacji, w których proces zmiany barwy jest nieodwracalny. Farby termochromowe nadrukowywane są najczęściej techniką offsetową, fleksograficzną oraz typograficzną. Weryfikacja takich zabezpieczeń może nastąpić przez każdego użytkownika dokumentu, bowiem nie wymaga stosowania urządzeń specjalistycznych.

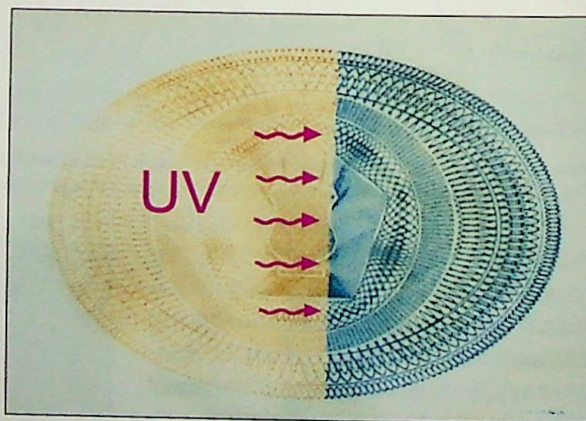
Farby fotochromowe

Ta grupa farb specjalnych uczulona jest na promieniowanie UV. Na skutek działania promieniowania ultrafioletowego farba zmienia swoją barwę (ryc. 4). Za zjawisko to odpowiedzialne są pigmenty fotochromowe, zmieniające swoją strukturę chemiczną poprzez irradację ultrafioletową. Proces zmiany barwy jest odwracany po usunięciu źródła promieniowania i jest powtarzalny. Wyjątek stanowią farby znacznikowe – stosowane w przemyśle farmaceutycznym, gdzie proces jest nieodwracalny. Na rynku dostępne są farby zmieniające kolor z bezbarwnego na niebieski, z żółtego na zielony, z pomarańczowego na szary, z czerw-

nego na purpurowy. Omawiane farby występują jako offsetowe, typoffsetowe oraz sitodrukowe. W dokumentach o wysokim stopniu zabezpieczenia farby fotochromowe są jeszcze rzadko stosowane z uwagi na liczne niedoskonałości, np. mały opór na zmęczenie, relatywnie słabą światłoczułość, małą szybkość konwersji barw. Gdy te parametry ulegną poprawie, farby fotochromowe mogą stanowić skuteczną i szybko weryfikowaną zabezpieczenie dokumentów.

Farby magnesowe

Niektóre ze wspomnianych dokumentów umożliwiają weryfikowanie, przechowywanie i aktualizację różnego typu informacji do odczytu automatycznego. Nośnikiem informacji na takich dokumentach oprócz mikroprocesorów mogą być farby magnetyczne. Zapis i odczyt danych możliwy jest dzięki właściwościom ferromagnetycznym farby (uporządkowaniu domen Weissa w jej strukturze na



Ryc. 4. Na część elementu drukowanego farbą fotochromową oddziaływało promieniowanie UV o dużym natężeniu i farba zmieniła barwę

Fig. 4. Fragment of element printed with thermochromium paint was affected by UV radiation of high intensity resulting in change of paint colour

skutek działania pola magnetycznego). Farbom magnesowalnym stawiane są bardzo wysokie wymagania technologiczne. Poza właściwościami typowymi dla danego rodzaju far-

by musi ona zachować odpowiednią charakterystykę magnetyczną, tj.: korekcyjne natężenie pola magnetycznego, szczątkową indukcję strumienia magnetycznego, właściwe namagnesowanie szczątkowe, namagnesowanie nasycenia, właściwe nasycenie namagnesowania, namagnesowanie szczątkowe, względną szczątkową indukcję strumienia magnetycznego. Składnikami umożliwiającymi namagnesowalność są pigmenty magnetyczne, w skład których wchodzi tlenek żelaza lub żelazian baru. Stosowanie tych pigmentów znacznie ogranicza zakres palety barw i powoduje absorpcję promieni IR. Farby namagnesowalne mogą być drukowane różnymi technikami: offsetowo, fleksograficznie, typograficznie (do numeratorów), stalorytem (do wzorów geometrycznych), jednak podłoże nie może być chropowate ani zbyt elastyczne. Sprawdzanie farby odbywa się w warunkach laboratoryjnych za pomocą magnetometrów wibracyjnych (VSM), a wynik przedstawiony jest w postaci pętli histerezy. Z uwagi na możliwość specyficznych zastosowań (np. do produkcji kart telefonicznych, płatniczych, rabatowych) dystrybucja farb namagnesowalnych kontrolowana jest przez producentów.

Farby aktywne chemicznie (REA)

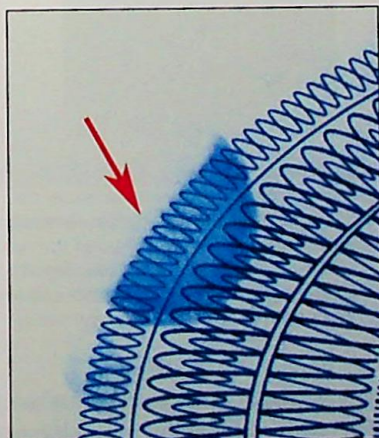
Farby te mają bardzo dobrą charakterystykę relacji na odczynnikach typu REA (20% wybielacz atramentu – NaOCl, 96% etanol – C_2H_5OH , 2% ług sodowy NaOH, 5% kwas solny HCl). Reakcja – w zależności od rodzaju farby – może przejawiać się w rozmyciu, wywabieniu, zmianie koloru lub odcienia farby (ryc. 5). Z tego powodu są one istotnym zabezpieczeniem przed fałszerstwem dokumentów metodą przerobienia, polegającym na chemicznym usunięciu treści pierwotnych (zapisów, podpisów, odcisków stempli). Najczęściej farby REA stosuje się do druku tła gi-

loszowego, rozet lub innych ornamentów. Nanoszone są na podłoże na maszynach do druku symultanicznego (druk wypukły), suchego offsetu albo przerobionych maszynach do mokrego offsetu (w przypadku zwilżania alkoholem jego zawartość w wodzie nie może przekraczać 10%, ponieważ alkohol jest reagentem). Utrwalane są wyłącznie przez wsiąkanie, dlatego podłożem dla nich mogą być tylko chłonne gatunki papieru. Farby aktywne chemicznie REA sprawdza się na tzw. wyższym poziomie weryfikacji za pomocą specjalnych pisaków – testerów dostarczanych przez ich producenta, nasączone odpowiednim dla danej farby wywoływaczem.

Farby wykazujące luminescencję w UV

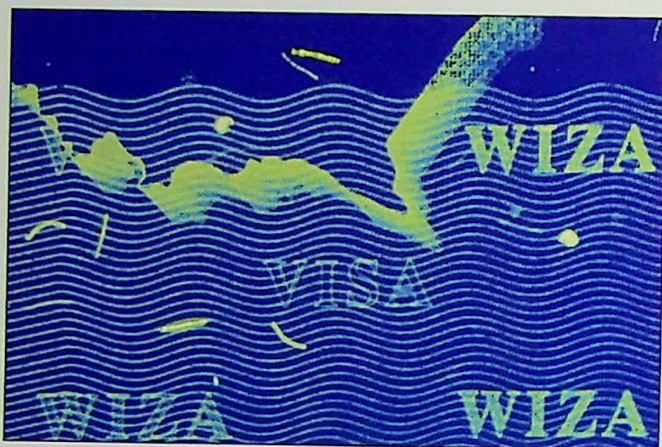
Luminescencją określamy wszystkie procesy świecenia zachodzące bez promieniowania cieplnego. Zjawisko fosforescencji występuje, gdy świecenie trwa dłużej niż 10–8 s. Jeżeli świecenie trwa krócej niż 10–8 s mówimy o zjawisku fluorescencji. Czas wygasania farby mierzony jest w warunkach laboratoryjnych za pomocą fluorometru. Zdecydowana większość emitowa-

nych obecnie dokumentów publicznych i banknotów zawiera zabezpieczenia ujawniające się w promieniowaniu UV. Luminescencję farb wzbudzaną promieniowaniem UV powodują pigmenty pochodzenia organicznego lub nieorganicznego. Pigmenty nieorganiczne mają dobrą światłotrwłość, natomiast ich podstawową wadą jest zła charakterystyka dyspersji oraz niewielka intensywność świecenia. W przypadku pigmentów pochodzenia organicznego dużą intensywność fluorescencji może poważnie osłabiać działanie związków chlorowodorowych, aromatycznych i alkoholi. Pigmenty fosforyzujące są wyłącznie pochodzenia nieorganicznego. Wzbudzenie farby promieniowaniem UV w odpowiednim zakresie powoduje zmianę koloru podstawowego (widzialnego w świetle białym) na kolor emisyjny. Farby fluorescencyjne produkowane są z przeznaczeniem do druku we wszystkich technikach. W przypadku farb fosforescencyjnych znaczna wielkość cząsteczek pigmentu oraz wrażliwość na procesy dyspersji ograniczają ich stosowanie do druku na maszynach sitodrukowych oraz rzadko na maszynach wkłesłodrukowych i stalorytniczych. Najbardziej popularne farby fluorescencyjne emitują światło żółte, zielone, niebieskie, pomarańczowe i czerwone, przy czym kolory emisyjne: żółty i niebieski uznawane są za mniej bezpieczne, ze względu na dużą dostępność na rynku. Farby fluorescencyjne sprawdza się przy użyciu lamp UV, emitujących światło o długości fali 254 nm, 313 nm, 365 nm. Do sprawdzania farb fosforescencyjnych – z uwagi na dynamiczny charakter zjawiska – należy używać specjalnych testerów. Współcześnie produkowane farby luminescencyjne łączą cechy bezpieczeństwa i występują jako dwuzakresowe – w zakresach długości fal 254 nm oraz 365 nm emitują dwa różne kolory



Ryc. 5. Element drukowany farbą aktywną chemicznie. Na skutek działania reagenta farba uległa rozmyciu

Fig. 5. Element printed with chemically active paint. Due to reagent influence, paint was washed off



Ryc. 6, 6a. Zabezpieczenie farbą dwuzakresową wykazującą luminescencję w UV. W zakresach długości fal 365 nm oraz 254 nm farba emituje dwa różne kolory

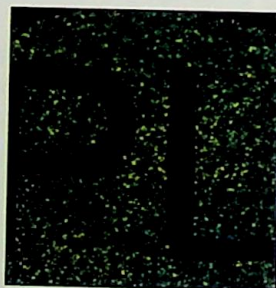
Fig. 6, 6a. Securing with bi-range paint showing UV luminescence. At 365 nm and 254 nm wavelengths, paint emits two different colors

(ryc. 6, 6a) lub jako farby o jednoczesnych właściwościach fluorescencyjnych i fosforescencyjnych.

Farby wykazujące luminescencję w IR (antystokesowską)

W farbach tych wykorzystano zjawisko „luminescencji odwrotnej” (up-conversion, luminescencji antystokesowskiej) polegające na świeceniu związków chemicznych światłem widzialnym, wzbudzonym przez źródło podczerwieni – o większej długości fali. Zjawisko up-conversion powodują znajdujące się w farbie pigmenty zawierające jony pierwiastków ziem rzadkich – lantanowców o liczbach atomowych 58–71, objęte nazwą handlową REAS (Rare Earth Anti-Stokes). W zależności od mieszanki jonów po wzbudzeniu uzyskuje się różne kolory emisji: zielony – dla związku Yb–Er (ryc. 7), czerwony – dla związku Yb–Ho, niebieski dla związku Yb–Tu. Luminescencję antystokesowską można wywołać po wzbudzeniu falą IR o długości ok. 978 nm. Należy zwrócić uwagę, że pasma absorpcyjne f–f jonów lantanowców są bardzo wąskie i mieszczą się w przedziale ± 5 nm, stąd do weryfikacji tego zabezpieczenia należy używać specjalistycznych te-

sterów z laserami półprzewodnikowymi. Intensywność świecenia zależy od mocy diody laserowej testera, a także od koncentracji i wielkości ziaren pigmentu. W farbach stalorytnicznych wielkość ziaren wynosi 40–70 μm , zaś w farbach offsetowych – 5 μm . Jony lantanowców charakteryzują się znaczną trwałością, odpornością na warunki atmosferyczne oraz działaniem promieniowania UV. Farby wykazujące luminescencję w IR stosuje się do produkcji dokumentów o wysokim stopniu zabezpieczenia. Jedno z państw europejskich zaczęło tak zabezpieczać banknoty nowej emisji.



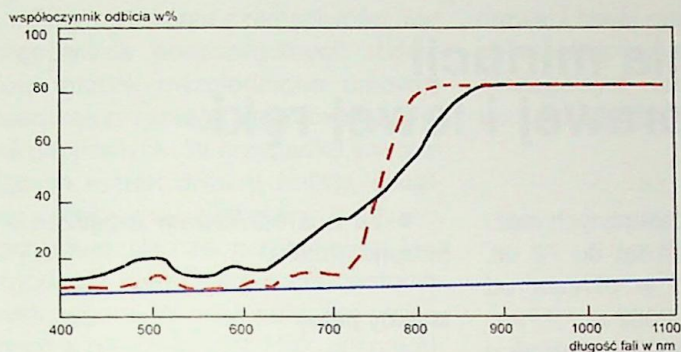
Ryc. 7. Element drukowany farbą wykazującą luminescencję w IR. Po zbudzeniu uzyskuje zielony kolor (wg katalogu Dokumenty potwierdzające tożsamość, Top Arh)

Fig. 7. Element printed with paint showing IR luminescence. Following excitation, it becomes green (according to Top Arh catalogue)

feryczne oraz działaniem promieniowania UV. Farby wykazujące luminescencję w IR stosuje się do produkcji dokumentów o wysokim stopniu zabezpieczenia. Jedno z państw europejskich zaczęło tak zabezpieczać banknoty nowej emisji.

Farby absorbujące podczerwień

Stosowane są do zabezpieczania dokumentów oraz banknotów. Do autentyfikacji tego zabezpieczenia wykorzystuje się zjawisko absorpcji tzw. bliskiego promieniowania IR mieszczącego się w zakresie 700–110 nm. Tej długości fale elektromagnetyczne nie są widoczne dla ludzkiego oka, stąd do obserwacji wykorzystywane są urządzenia przetwarzające podczerwień na światło widzialne dla człowieka, np. infraskopy, kamery z przetwornikami IR, kolorymetry z opcją IR. Omawiane zjawisko może mieć charakter monotoniczny (odcienie konturów zadrukowanego elementu dokumentu nie różnicują się) lub niemonotoniczny (zadrukowany element dokumentu widoczny jest jako kontur o zróżnicowanych odcieniach). Farby odbijające promieniowanie podczerwone – oglądane w tych samych warunkach – są niewidoczne i wyglądają jak miejsca białe. Do niedawna absorpcję w IR uzyskiwano jedynie w farbach o barwach ciemnych, w których pigmentem pochłaniającym były związki węgla. Wprowadzenie zaawansowanych technologicznie pigmentów umożliwia uzyskanie właściwości absorp-



Legenda:

linia czarna – farba czarna xx xxxx odbijająca promieniowanie IR (odbijanie od ok. 900 nm),

linia czerwona – farba czarna yy yyyy odbijająca promieniowanie IR (odbijanie od ok. 800 nm),

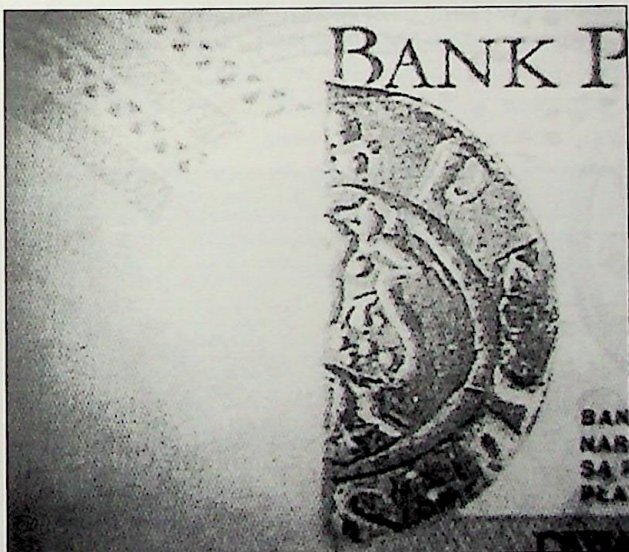
linia niebieska – farba czarna zz zzzz absorbująca promieniowanie IR.

Ryc. 8. Odbicie farb do druku papierów wartościowych absorbujących i odbijających promienie IR produkowanych przez jednego z producentów (pomiar urządzeniem ASC II przy długości fali 800 nm – papier 88,2%)

Fig. 8. Reflection of paints used for printing absorptive and IR reflecting valuable papers manufactured by one producer (measurement with ASC II device at 800 nm wavelength – 88,2% paper)

cyjnych w farbach o odcieniach jasnych. Farby absorbujące podczerwień produkuje się jako symultaniczne oraz stalorytowe. Zjawisko pochłaniania promieniowania IR wykorzystane zostało w tzw. efekcie metamerycznym. Efekt ten polega na kojarzeniu par farb o tym samym kolorze w zakresie widzialnym, lecz o odmiennych charakterystykach absorpcyjnych w paśmie bliskiej podczerwieni (ryc. 8). Jest on łatwo autoryzowany z zastosowaniem urządzeń z przetwornikiem IR i występuje w dokumentach o wysokim stopniu zabezpieczenia oraz w banknotach (ryc. 9).

ce prąd elektryczny – stosowane do prostego kodowania tak/nie, farby zapachowe – wydzielające zapach po przetarciu powierzchni, farby wyma-



Ryc. 9. Zabezpieczenie banknotu polegające na stosowaniu pary farb metamerycznych o tym samym kolorze. Podczas obserwacji przez infraskop jedna z farb staje się niewidoczna

Fig. 9. Securing of banknote involving metameric paint vapours of the same colour. During infrascop observation, one paint becomes invisible

Inne farby specjalne

Do innych farb specjalnych zaliczyć można: farby zdrapkowe – stosowane w druku wypukłym, służące do przykrywania uprzednio zadrukowanych motywów, farby przewodzą-

zywalne – usuwane zwykłą gumką, stosowane do druku tła giloszowego jako zabezpieczenie przed działaniem mechanicznym, farby metalizowane – dające efekt metalicznego połysku, farby opalizujące – dające efekt tęczowy. Powyżej wymienione

farby z różnych względów są rzadko stosowane jako zabezpieczenia dokumentów. W laboratoriach producentów cały czas trwają prace nad poprawą właściwości farb oraz nad nowymi produktami, które być może przyczynią się do skuteczniejszego zabezpieczania dokumentów.

Podsumowanie

Zastosowanie do produkcji dokumentów farb specjalnych, nawet o niepowtarzalnych właściwościach, nie gwarantuje skutecznej ochrony przed fałszerstwem. W celu zminimalizowania potencjalnego ryzyka podrobienia lub przerobienia dokumentu producenci powinni łączyć cechy bezpieczeństwa. System zabezpieczeń powinien w równym stopniu polegać na tajności i pełnej autoryzacji ich części, jak i jawności oraz skutecznej rozpoznawalności przez przeciętnego użytkownika niektórych, propagowanych przez emitenta elementów protekcyjnych.

Tomasz Luśnia

BIBLIOGRAFIA

1. Jakucewicz S.: Farby drukowe, Michael Huber Polska, Wrocław 2001.
2. Katalog. Dokumenty potwierdzające tożsamość, Top Arh, Warszawa 2001.
3. Kochl M.: Farby drukowe, WNT, Warszawa 1984.
4. Materiały informacyjne firmy Michael Huber Polska 2003.
5. Materiały informacyjne firmy Branner Central Europe 2004.
6. Papadimitriou P.: Farby bezpieczeństwa stosowane w dokumentach publicznych, w: Materiały II Konferencji TKBADP, Wydawnictwo Poznańskie, Poznań 2003.
7. Podbielska H., Stręk W.: Zastosowanie antystokesowskiej luminescencji do zabezpieczania papierów wartościowych, ważnych dokumentów i cennych przedmiotów, w: Materiały I Konferencji TKBADP, Wydawnictwo Poznańskie, Poznań 2003.