

# Falszerstwo podpisów za pomocą urządzenia mechaniczno-cyfrowego. Założenia projektu *Rękopis*

asp. Łukasz Kocielnik<sup>1</sup>

ORCID 0000-0002-9738-7074

<sup>1</sup> Centralne Laboratorium Kryminalistyczne Policji, lukasz.kocielnik@policja.gov.pl

## Streszczenie

Problematyka falszerstwa z wykorzystaniem urządzeń mechaniczno-cyfrowych coraz częściej pojawia się w opracowaniach kryminalistycznych. Badania przeprowadzone przez znawców tematu nie pozwoliły jak dotąd na kategorię wnioskowanie na temat genezy danej próby pisma. W Polsce i na świecie nie wypracowano metody umożliwiającej identyfikację podpisów nakreślonych z wykorzystaniem różnego rodzaju urządzeń mechaniczno-cyfrowych. Wychodząc naprzeciw wątpliwościom i pytaniom, Centralne Laboratorium Kryminalistyczne Policji wraz z partnerami konsorcjum naukowego, tj. Polskim Towarzystwem Kryminalistycznym i JAS Technologie Sp. z o.o., rozpoczęło w 2020 roku projekt badawczy pt. *Inteligentny system do identyfikacji falszerstwa cech biometrycznych pisma ręcznego*, funkcjonujący pod kryptonimem *Rękopis*. Projekt jest w fazie realizacji, dlatego w niniejszym artykule zawarto główne założenia tego przedsięwzięcia. Publikację rozpoczęto jednak od wprowadzenia w problematykę falszerstwa podpisów, skupiając się na opisie poszczególnych jego rodzajów. Jednocześnie przedstawiono możliwości wykorzystania urządzeń mechaniczno-cyfrowych odwzorowujących podpisy w Stanach Zjednoczonych oraz opisano poprzednie próby badań nad rękopisami wytworzonymi mechanicznie.

**Słowa kluczowe:** falszerstwo podpisów, podpis nakreślony przez urządzenie, urządzenie mechaniczno-cyfrowe CNC, projekt badawczy *Rękopis*

## Wstęp

Pismo ręczne jest indywidualnym śladem każdej osoby. Przez całe życie, poprzez wielokrotne powtarzanie, u człowieka powstaje nawyk, który wyróżnia charakter pisma oraz go indywidualizuje. Szczególnym rodzajem pisma ręcznego są podpisy i to im w głównej mierze poświęcony jest niniejszy artykuł. To wyróżnienie wynika z jednej strony z powszechności ich stosowania w obrocie prawnym i gospodarczym oraz pełnionych wówczas funkcji<sup>1</sup>, z drugiej strony – z częstotliwości podpisywania się, a przez to pewien stopień automatyzmu i uproszczeń w ich realizacji. W związku z tym, iż podpisy są wytworami stosunkowo krótkimi, ale bardzo wartościowymi pod kątem np. czynności prawnych, dość często podlegają próbom falszerstwa.

## Falszerstwo podpisów metodami tradycyjnymi

W literaturze przedmiotu przyjmuje się następujące rodzaje falszerstwa podpisów (Goc, 2016; Gruza, Goc, Moszczyński, 2011):

- kopiowanie techniczne bezpośrednie, tzw. na prześwit,
- kopiowanie techniczne pośrednie – przez kalkę,
- naśladownictwo ściste,
- naśladownictwo z pamięci,
- naśladownictwo wyuczone,
- naśladownictwo intelektualne,
- autofalszerstwo.

Naśladownictwo bezpośrednie, tzw. na prześwit, w podpisach tradycyjnych polega na odrysowywaniu

<sup>1</sup> Podpis jako składnik zwykłej formy pisemnej czynności prawnych pełni funkcje: konstrukcyjną, finalizacyjną, wolicjonalną, akceptacyjną, ostrzegawczą, gwarancyjną, ochronną, identyfikacyjną i kreacyjną (Kaspryszyn, 2007).

konturów podpisu autentycznego, widocznych na podłożu nowego dokumentu. W przypadku kopiowania pośredniego wykorzystuje się kalkę techniczną, za pomocą której kontury autentycznego podpisu przenosi się na nowy dokument, a następnie odrysowuje innym narzędziem pisarskim.

Naśladownictwo ścisłe polega na kreśleniu podpisu naśladowanego przy jednoczesnym obserwowaniu autentycznego wzorca. Realizacja podpisu fałszowanego odbywa się w wolnym tempie, co ma odzwierciedlenie w przebiegu linii graficznej podrobionego podpisu. W takim przypadku pomiędzy podpisem autentycznym a podpisem naśladowanym występują ogólne analogie, ale także istotne różnice. Z tego względu możliwe jest wykluczenie autentyczności podpisu, natomiast niemożliwe jest wskazanie jego wykonawcy.

Naśladownictwo z pamięci polega na kreśleniu podpisu na wzór zapamiętanego w przeszłości wzorca. Odzwierciedlenie w lepszym lub gorszym stopniu podpisu autentycznego zależy od zdolności pisarskich fałszerza.

Naśladownictwo intelektualne to wykreowanie przez fałszerza podpisu innej osoby, bez znajomości autentycznego wzorca. Podpis taki stanowi efekt wyobrażeń fałszerza o możliwym wyglądzie podpisu autentycznego. Celem jest więc stworzenie kompozycji jak najbardziej wiarygodnej, stwarzającej pozory autentyczności. W przypadku naśladownictwa intelektualnego istnieje szansa kategorię wskazanego wykonawcy.

Naśladownictwo wyuczone to realizacja sfalszowanego podpisu poprzedzona treningiem ciągłego obserwowania i powtarzania podpisu autentycznego. Celem fałszerza jest przede wszystkim wiarygodne wyuczenie się podpisu autentycznego i jednocześnie zachowanie pozorów autentyczności. Sposób wyćwiczenia, podobnie jak w przypadku naśladownictwa z pamięci, zależy przede wszystkim od zdolności pisarskich fałszerza.

Specyficznym rodzajem falsyfikacji podpisów jest autofalszerstwo, polegające na celowej zmianie własnego podpisu przy zachowaniu oznak jego naturalności. Celem autofalszerstwa jest stworzenie złudnego przeświadczenia, że wykonawcą sygnatury jest inna osoba (Koziczak, Owoc, 2007).

### **Falszowanie podpisów urządzeniami mechanicznymi**

W literaturze przedmiotu coraz częściej podejmuje się temat podpisów sfalszowanych przy użyciu różnego rodzaju urządzeń mechanicznych. Nie chodzi tu jednak o kopie kserograficzne lub wydruki, które są weryfikowalne dla doświadczonego eksperta badań pisma,

ale podpisy nakreślone przez urządzenie wyposażone w narzędzie pisarskie. Mowa tu przede wszystkim o ploterach i nowoczesnych obrabiarkach typu CNC<sup>2</sup>. Podpis taki jest nakreślony bezpośrednio na podłożu, dowolnym narzędziem pisarskim i koreluje konstrukcyjnie z autentycznym wzorcem. W badaniach pismoznawczych zasadniczym jest fakt, iż nie ma dwóch identycznych podpisów i nikt nie jest w stanie podpisać się chociażby dwukrotnie dokładnie w taki sam sposób. Jeżeli zatem stwierdzi się występowanie dwóch identycznych podpisów, jeden z nich jest sfalszowany lub stanowi kopię tego drugiego (Hołyst, 2000). Nie można także wykluczyć, że oba podpisy stanowią kopie kolejnego, którym podczas badań nie dysponujemy. Obecnie brak jest odpowiednich narzędzi, które pozwoliłyby w sposób jednoznaczny ustalić, czy dany podpis jest tworem odręcznym, czy też został wytworzony przez urządzenie mechaniczne wyposażone w końcówkę piszącą. Należy podkreślić, że stały rozwój urządzeń mechaniczno-cyfrowych i programów do obróbki graficznej może doprowadzić do wykorzystania takich tworców graficznych do różnego rodzaju czynów przestępczych. Gramatyka i Widła (2006) wskazują na wykorzystanie takich maszyn do fałszowania wartościowych autografów.

Hecker (2002) opisał komercyjne działanie tego typu urządzeń w Stanach Zjednoczonych. Do najpopularniejszych maszyn należą Autopen i Autosign pracujące na zasadzie szablonów podpisów wzorcowych. W wymienionych urządzeniach system sterowania zbudowany jest z układu mechanicznego przenośników dźwigniowych i sprężyn oporowych. Stworzone szablony rotują dzięki silnikom elektrycznym, przy czym prędkość rotacji może być zmienna. Przegub kulkowy umożliwia mocowanie dowolnego narzędzia pisarskiego oraz zmianę kąta pisania. Badania przeprowadzone przez Heckera wykazały, iż nie wystąpiło oczekiwane pokrycie podpisów reprodukowanych w przypadku celowej lub niecelowej zmiany kąta nachylenia narzędzia pisarskiego, co jednocześnie uniemożliwiło rozpoznanie podpisu *automatycznego*. Takie zmiany w podpisach spowodowane były ponadto poluzowaniem śrub mocujących narzędzie pisarskie, jego silnym napięciem lub innymi czynnikami zewnętrznymi. Istotnym zagrożeniem dla eksperta z zakresu badań pisma jest fakt, iż różnego rodzaju zaburzenia w reprodukowanych podpisach mogą być uznane za wynik naturalnych czynników egzogennych lub endogennych.

W przeszłości w Polsce podejmowano próby badań nad tego typu podpisami. Popławski (2006) przeprowadził badania z wykorzystaniem obrabiarki CNC,

<sup>2</sup> Computerized Numerical Control - komputerowe sterowanie urządzeniami numerycznymi (JP-tech, 2020).

stanowiącej wówczas sprzęt zaawansowany technologicznie. Linia odtwarzanych podpisów została zdefiniowana na całej długości tysiącami punktów określonych współrzędnymi  $x$ ,  $y$ ,  $z$ . Zeskanowany obraz podpisu autentycznego został przeniesiony do wersji cyfrowej z zastosowaniem programów 3D opartych na systemach CAD/CAM. Cyfrowa wersja podpisu została następnie przeniesiona do komputera maszyny, która realizowała zleczone podpisy na podłożu papierowym. Do badań wykorzystano długopisy z czarną i niebieską pastą długopisową, żelopis i cienkopis. Badania nie wykazały jednoznacznych różnic pomiędzy porównywanymi grupami zapisów, które przyczyniłyby się do identyfikacji podpisów stworzonych przez obrabiarkę CNC. Autor badań wskazał jednocześnie na ukierunkowanie dalszych analiz tego typu zapisów na ocenę jakości reliefu i sposobu zróżnicowania amplitudy bruzdy.

Kolejnym przykładem badań z wykorzystaniem obrabiarki CNC były te przeprowadzone przez Szczepańczyka (2014). Do badań wykorzystano wówczas frezarko-grawerkę CNC z autorskim dwuosiowym uchwytem narzędzia pisarskiego, umożliwiającym nastawienie kąta podczas cyklu pisarskiego. System sterowania urządzeniem został oparty na oprogramowaniu typu CAD/CAM. Urządzenie pozwalało na płynne sterowanie kształtem znaków w płaszczyźnie (współrzędne  $x$ ,  $y$ ), ale także głębokością bruzdy w podłożu (współrzędne  $z$ ). Oryginalne rękopisy przekształcono do formy wektorowej, a następnie odtworzono na urządzeniu CNC. W wyniku przeprowadzonych badań ustalono, iż rękopisy nakreślone przez urządzenie charakteryzowały się w przypadku długopisu – tępym finalizowaniem linii graficznych, brakiem adiustacji (urządzenie imitowało linie włosowate poprzez dostawianie narzędzia pisarskiego), gwałtowną zmianą wysycenia pasty długopisowej, a w przypadku cienkopisu żelowego – uskokami linii graficznej realizowanej przez maszynę, wzmożonym naciskiem oraz brakiem adiustacji (dostawianiem linii, podobnie jak długopis). Elementy te nie mogą zostać jednak uznane za jednoznaczne wyróżniki pisma wykonanego przez maszynę, ponieważ mogą wystąpić w rękopisach nakreślonych przez człowieka. Autor badań wskazuje na istotne zagrożenia wynikające z wykorzystania tego typu urządzeń, albowiem ich dokładność i praca w dużych rozdzielczościach daje możliwość dokonania fałszerstwa z bardzo dużą precyzją. Dodatkowo przeniesienie podpisu z wersji papierowej do wersji cyfrowej możliwe jest dzięki zastosowaniu domowych urządzeń typu skaner/aparat.

### Projekt Rękopis

Z nadejściem 2021 roku Centralne Laboratorium Kryminalistyczne Policji wraz z konsorcjantami, tj. Polskim

Towarzystwem Kryminalistycznym i innowacyjną firmą JAS Technologie Sp. z o.o., rozpoczęło pracę nad projektem badawczym finansowanym ze środków Narodowego Centrum Badań i Rozwoju pt. *Inteligentny system do identyfikacji fałszerstwa cech biometrycznych pisma ręcznego*, funkcjonującym pod kryptonimem *Rękopis*. Pomysł realizacji projektu powstał po uwzględnieniu realnych zagrożeń wynikających z rozwijającej się przestępczości w obszarze różnego rodzaju dokumentów. Konieczne było także poszerzenie możliwości badawczych ekspertów zajmujących się tą problematyką i stworzenie odpowiednich metod i środków walki z przestępczością przeciwko wiarygodności dokumentów. Nie bez znaczenia było także wypełnienie istniejącej luki w obszarze omawianej specjalności kryminalistycznej. Projekt nie był zamyślem w zupełności oderwanym od ustaleń poprzednich badaczy, ale miał stanowić pogłębienie poprzednich analiz i wypracować to, czego nie udało się uzyskać. Współcześnie nie istnieje bowiem rozwiązanie, które obejmowałoby technologie i funkcjonalność budowanego w ramach projektu prototypu systemu.

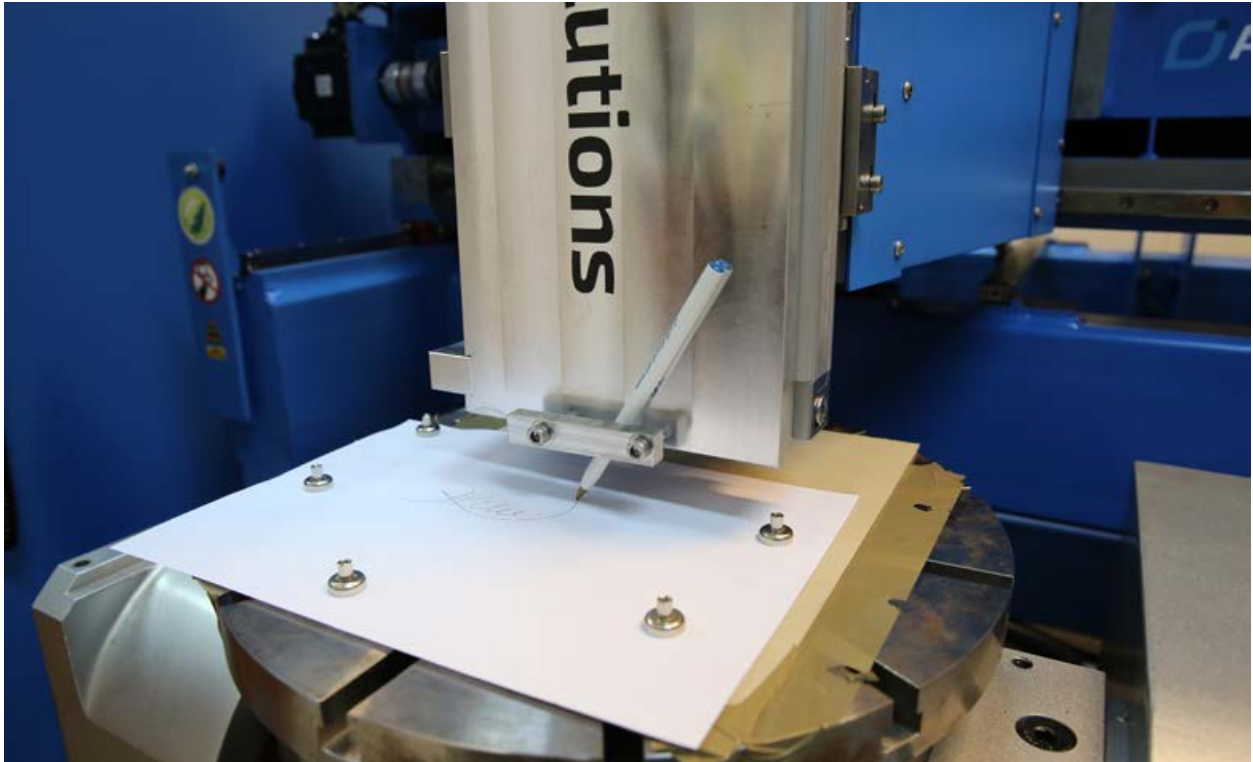
Celem głównym projektu jest opracowanie metodyki badań umożliwiającej identyfikację fałszerstwa cech biometrycznych pisma odwzorowanego przy użyciu urządzenia mechaniczno-cyfrowego. Realizacja zadań projektu będzie miała wpływ na skuteczność, a także standaryzację i obiektywizację badań identyfikacyjnych pisma ręcznego, poprzez rozszerzenie zakresu analitycznego pisma ręcznego. Efektem końcowym będzie prototyp inteligentnego systemu do identyfikacji fałszerstwa cech biometrycznych pisma ręcznego, rozpoznającego w sposób zautomatyzowany, czy dana próbka pisma pochodzi od człowieka, czy od maszyny. Cele szczegółowe projektu omówiono poniżej.

1. Budowa stanowiska do odwzorowania próbek pisma ręcznego przy użyciu urządzenia mechaniczno-cyfrowego typu CNC.

Omawiana technika fałszowania pisma ręcznego za pomocą urządzenia typu CNC, ze względu na bardzo wysoki stopień zaawansowania technologicznego oraz dokładność, w praktyce może być wykorzystana do przestępstw o dużym ciężarze gatunkowym, tj. w sprawach skomplikowanych, wielowątkowych o charakterze gospodarczym, w których przedmiotem będzie mienie wielkiej wartości. Istotne było zatem zakupienie w ramach projektu urządzenia najwyższej jakości, umożliwiającego realizację rękopisów w pięciu osiach, tzn. pozwalającego na płynną zmianę kąta pisania (podczas jednej kreacji) i prędkości kreślenia, a także sterowania głębokością bruzdy pozostawionej przez narzędzie

pisarskie (sterowanie naciskiem). Na rycinach nr 1-2 zaprezentowano zakupione w ramach projektu urządzenie mechaniczno-cyfrowe typu CNC pełniące rolę fałszerza podpisów i zapisów odręcznych.

2. Przygotowanie próbek nakreślonych przez probantów, a następnie odtworzenie ich przez maszynę CNC, przy stopniowym zwiększaniu jakości odtwarzanych zapisów.



Ryc. 1. Urządzenie mechaniczno-cyfrowe CNC



Ryc. 2. Urządzenie mechaniczno-cyfrowe CNC

W ramach projektu przygotowano zestawy próbek sporządzonych przez różne osoby, szerokim wachlarzem narzędzi pisarskich, składającym się z długopisów, żelopisów, cienkopisów, piór kulkowych, piór wiecznych, z podziałem na tusze, atramenty, wkłady, rozmiary stalówek. Do badań zakupiono wieloraki zestaw podłoży pisarskich w postaci arkuszy papieru różnej gramatury (od 80 do 200 g/m<sup>2</sup>), arkuszy papieru samokopiującego i ozdobnego, m.in. kredowego. Jedynie różnorodność stosowanych materiałów pozwoli na wszechstronne przeprowadzenie zamierzonych badań, co nie pozostanie bez konsekwencji dla rzetelności i dokładności wypracowanej metody badawczej. Czynniki te będą uwzględnione w opracowaniu charakterystyk cech badanych zapisów wskazujących na ich nierękopiśmienną genezę, jak np. sposób inicjowania i finalizowania linii graficznych, kształt krańcówki linii, rozkład cieniowania i wysycenia środka pisarskiego, nacisku, struktury reliefów i bruzd, budowy znaków i wiązań pomiędzy nimi.

Następnie odręczne próbki pisma zostały poddane skanowaniu 3D na optycznym profilografie, łączącym pracę takich urządzeń jak konturograf, wspomniany skaner 3D, mikroskop pomiarowy, laserowy i stereoskop. Urządzenie pozwoliło na skanowanie odręcznych rękopisów z uwzględnieniem głębokości bruzdy pozostawionej przez narzędzie pisarskie. Zróżnicowanie głębokości bruzdy będzie wykorzystane podczas prób dokładniejszego odzwierciedlenia zapisów przez maszynę. **Na rycinach nr 3 i 4** zaprezentowano zeskanowany podpis z kolorystycznym określeniem głębokości reliefu. Obecnie pliki graficzne odręcznych zapisów poddawane są obróbce do postaci krzywych Béziera i w takiej formie implementowane do urządzenia CNC. **Na rycinie nr 5** zaprezentowano przykładowe rękopisy: a - wytworzone przez człowieka, b - wytworzone przez maszynę (na podstawie wzorca a).



Ryc. 3. Podpis z kolorystycznym określeniem głębokości reliefu



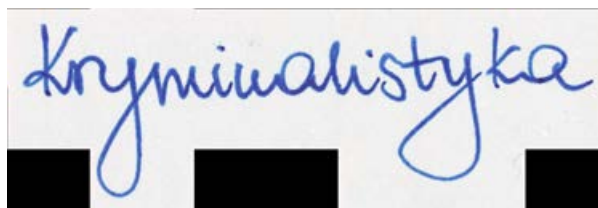
Ryc. 4. Podpis z kolorystycznym określeniem głębokości reliefu



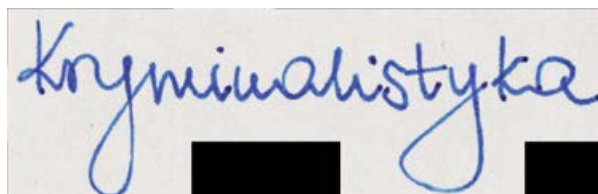
a.



b.



a.



b.

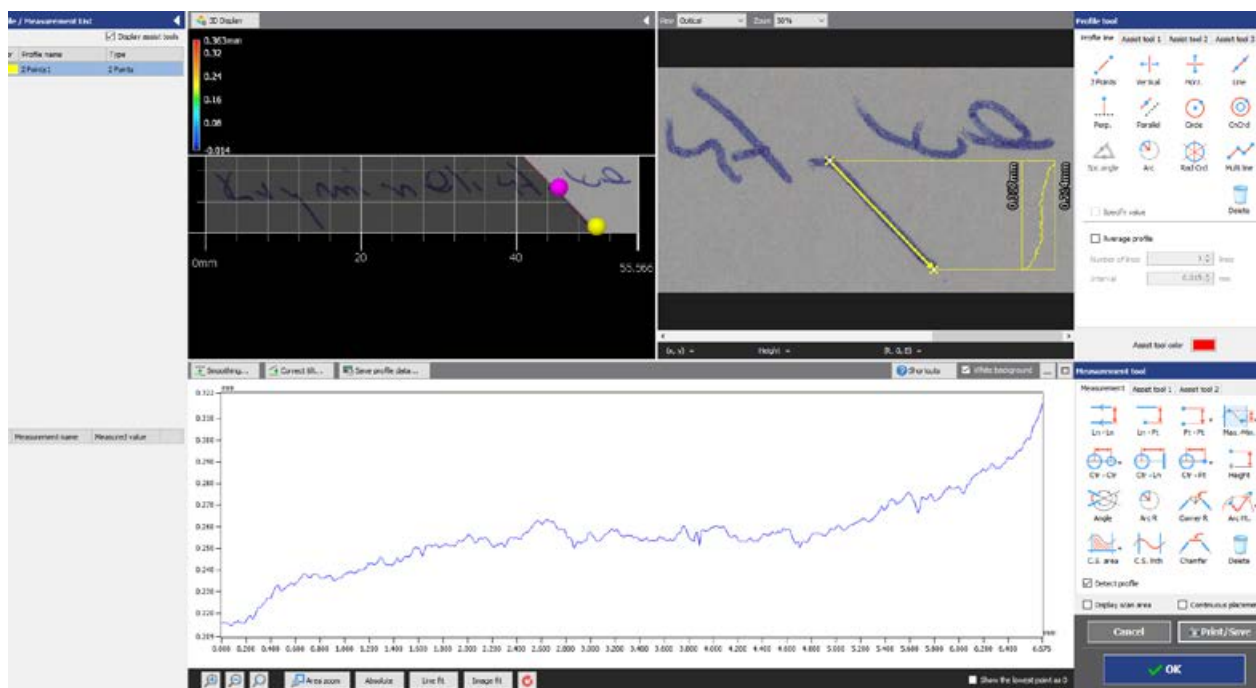
**Ryc. 5.** Rękopisy: a - wytworzone przez człowieka, b - odwzorowane przez maszynę

3. Ocena skuteczności rozwiązań stosowanych obecnie w kryminalistycznych badaniach dokumentów (w trakcie realizacji).

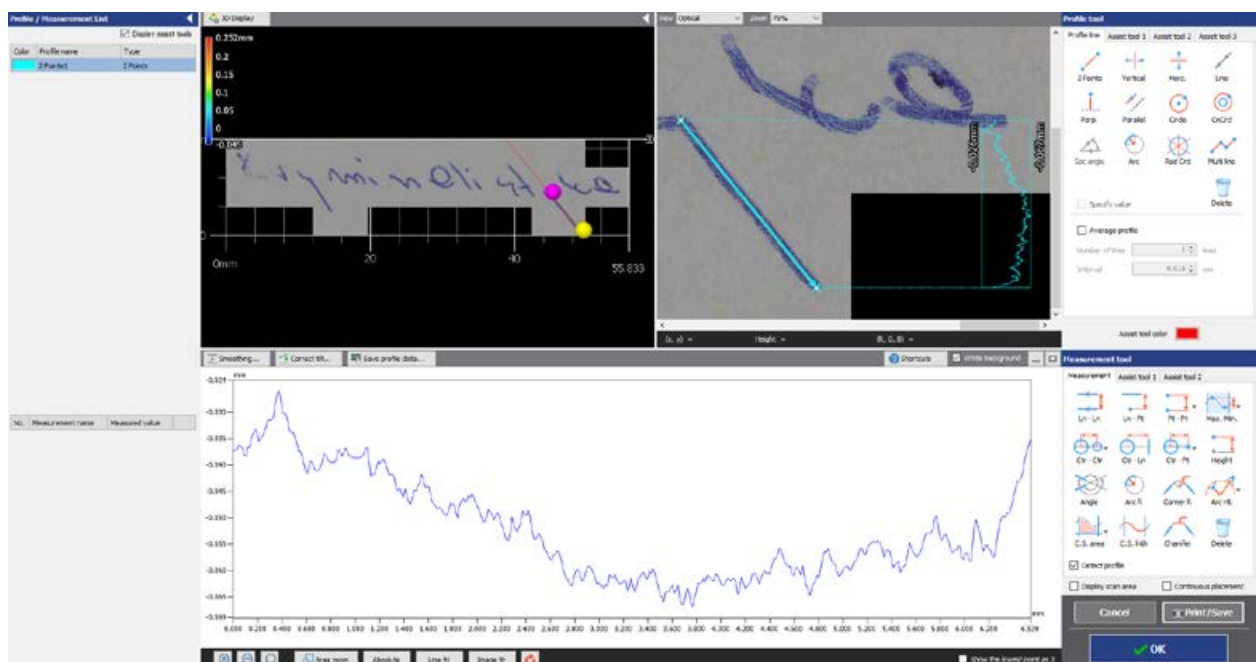
Zgromadzone w ramach projektu próby pisma, nakreślone przez człowieka i przez maszynę, zostaną poddane analizie przez doświadczonych ekspertów badań pisma ręcznego w celu ustalenia, czy dotychczasowe metody i narzędzia stosowane w analizie pismoznawczej pozwolą na stwierdzenie genezy danej próbki. Eksperti udzielą odpowiedzi na następujące pytania:

- Która z przekazanych do badań próbek ma rękopiśmienny charakter, tj. pochodzi od człowieka?
- Która z przekazanych do badań próbek ma nierękopiśmienny charakter, tj. pochodzi od maszyny?
- Na podstawie jakich cech dokonano powyższych ustaleń?
- Czy istnieją cechy, które są wyróżnikiem pisma wytworzonego przez maszynę?

Powyższe badania będą prowadzone z wykorzystaniem standardowego wyposażenia pracowni badań dokumentów, czyli mikroskopów stereoskopowych,



Ryc. 6. Analiza reliefu



Ryc. 7. Analiza reliefu

mikroskopów cyfrowych 3D, videospektrokomparatorów VSC 8000, urządzeń do analizy pisma wgłębiowego ESDA (analiza reliefu w podłożu) i profilometrów. Z uwagi na ciągłe zwiększanie jakości fałszowanych próbek pisma badania ekspertów będą prowadzone na każdym etapie projektu. Na rycinach nr 6-7 przedstawiono proces analizy reliefu.

4. Budowa koncepcji systemu opartego na rozwiązaniach informatycznych i optyczno-mechanicznych.

Na podstawie prowadzonych analiz i stwierdzonych różnic pomiędzy rękopisami kreślonymi przez człowieka i maszynę zostaną wyekstrahowane dane, które w konsekwencji będą stanowiły podstawę funkcjonowania sztucznej inteligencji. Należy zasignalizować, że pewnej grupie cech pisma ręcznego nie można przypisać określonych wartości świadczących o tym, że dana próbka pochodzi od człowieka lub od maszyny. Tego rodzaju grupy zmiennych podlegały jak dotąd subiektywnej ocenie eksperta. W projektowanym

rozwiązaniu zakłada się wykorzystanie sztucznej inteligencji, która na podstawie obszernej ilości danych trenujących będzie w stanie zweryfikować genezę powstania określonej próby pisma.

Techniki informatyczne wykorzystane w projekcie będą pracowały na cyfrowo przetworzonych próbach pisma oraz algorytmach analizy danych. W związku z tym, iż na rynku istnieje wiele gotowych rozwiązań programistycznych, projektowany system nie zakłada tworzenia nowego oprogramowania, ale wykorzystanie rozwiązań gotowych. System będzie miał charakter aplikacji uruchamianej lokalnie, na komputerze wyposażonym w określony system operacyjny.

5. Opracowanie dokumentacji technicznej oraz podręcznika użytkownika systemu zawierającego opis szczegółowej metodyki i techniki badań umożliwiających identyfikację fałszerstwa pisma wytworzonego przez urządzenie mechaniczno-cyfrowe.

Projekt zakłada stworzenie metody badawczej umożliwiającej pełną analizę cech pisma ręcznego i wytworzonego przez maszynę, stanowiącej istotny krok w kierunku obiektywizacji badań. Opracowanie metodyki przyczyni się do podniesienia rangi wydawanych ekspertyz z zakresu badań dokumentów i zwiększenia skuteczności działania różnych służb. Zaproponowana metoda badawcza znajdzie swoje zastosowanie w policyjnych laboratoriach kryminalistycznych, laboratoriach uniwersyteckich, ABW, Straży Granicznej, Żandarmerii Wojskowej. Z uwagi na innowacyjność docelowego produktu może mieć on charakter globalny, tj. znaleźć zastosowanie w ośrodkach zagranicznych.

### Podsumowanie

Trwający w Centralnym Laboratorium Kryminalistycznym Policji projekt badawczy pod kryptonimem *Rękopis* jest bardzo istotnym i przełomowym etapem kryminalistycznych badań dokumentów, zarówno w Polsce, jak i na świecie. Postęp technologiczny, widoczny dla nas każdego dnia, spowodował zmianę lub przekształcenie dawnych zachowań przestępców. Rola organów ścigania jest w tym aspekcie wyjątkowa. Musimy stworzyć skuteczne narzędzia do wykrywania i zwalczania przestępstw popełnianych przy użyciu coraz to nowszych metod. Takim narzędziem niewątpliwie będzie efekt opisywanego w niniejszym artykule projektu. Należy jednak pamiętać, że projektowana aplikacja będzie elementem wspomagającym pracę biegłego i nigdy go nie zastąpi. Rolę programów komputerowych do analizy pisma ręcznego podkreślał już

Goc (2016). Ostateczna interpretacja wyników badań, a w konsekwencji prawidłowość opiniowania, będzie zależała zawsze od kompetencji, rzetelności i doświadczenia biegłego. Nie stoi to w sprzeczności z twierdzeniem, że aplikacja wzbogaci dotychczas stosowany katalog cech pisma ręcznego i podniesie wartość wydanej opinii.

### Źródła zdjęć:

Ryc. 1-7: opracowanie własne

### BIBLIOGRAFIA

1. Gramatyka, M., Widła, T. (2006). Podrabianie podpisów z wykorzystaniem plotera. W: Z. Kegel (red.), *Wpływ badań eksperymentalnych na wartość dowodową ekspertyzy dokumentów*. Materiały XII Wrocławskiego Sympozjum Badań Pisma. Wrocław: Uniwersytet Wrocławski.
2. Goc, M. (2016). *Współczesny model ekspertyzy pismoznawczej. Wykorzystanie nowych metod i technik badawczych*. Warszawa-Szczecin: Polskie Towarzystwo Kryminalistyczne.
3. Gruza, E., Goc, M., Moszczyński, J. (2011). *Kryminalistyka – czyli rzecz o metodach śledczych*. Warszawa: Wydawnictwa Akademickie i Profesjonalne.
4. Hecker, M. (2002). *Podpisy wykonane automatycznie*. W: Z. Kegel (red.), *Problematyka dowodu z ekspertyzy dokumentów*. Wrocław: Uniwersytet Wrocławski.
5. Hołyst, B. (2000). *Kryminalistyka*. Warszawa: Wydawnictwa Prawnicze PWN.
6. JP-tech. (2020). *Maszyny CNC – co to jest? Jak działają obrabiarki CNC?*. <https://www.automatyka.pl/artykuly/maszyny-cnc-co-to-jest-jak-dzialaja-obrabiarki-cnc-sprawdz--164963-6> (dostęp: 21.11.2022).
7. Kaspryszyn, J. (2007). *Podpis własnoręczny jako element zwykłej formy pisemnej czynności prawnych*. Warszawa: Wolters Kluwer Polska.
8. Koziczak, A., Owoc, M. (red.) (2007). *Słownik Terminów Pismoznawczych*. Kraków: Instytut Ekspertyz Sądowych.
9. Popławski, B. (2006). *Wykorzystanie urządzeń kopiujących w fałszowaniu podpisów*. Warszawa: Laboratorium Kryminalistyczne Komendy Stołecznej Policji Pracownia Badań Dokumentów.
10. Szczepańczyk, S. (2014). Podrobienie pisma ręcznego. W: B. Hołyst (red.), *Technika kryminalistyczna w pierwszej połowie XXI wieku. Wybrane problemy*. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.