

Individualnost rokopisa kot znanstvena podlaga forenzičnih preiskav rokopisov

Dorijan Keržan¹

Preiskave rokopisov in podpisov so bile med prvimi preiskavami, ki so se uporabljale pri dokazovanju kaznivih dejanj. Kljub dolgoletni tradiciji in zgodovini preiskav rokopisov se je znanstveno preučevanje rokopisa in utemeljevanje znanstvene vrednosti preiskav rokopisov začelo razmeroma pozno. V prispevku so najprej predstavljene empirične študije, ki dokazujejo, da se rokopisi posameznikov razlikujejo med seboj (to velja tudi za enojajčne dvojčke). Razlikovanje med rokopisi posameznikov je prvi korak k znanstveno podkrepjenemu forenzičnemu preiskovanju rokopisov, kar je treba tudi utemeljiti. V nadaljevanju poskušamo pokazati, da je poleg kulturnih mogoče najti tudi povsem objektivne, nevrobiološke vzroke, ki privedejo do individualizacije rokopisa posameznika, kar omogoča objektivno interpretacijo ugotovitev forenzičnih preiskav rokopisov.

Ključne besede: rokopis, individualizacija, nevroznanost, forenzika

UDK: 343.982.4

1 Uvod

Razvoj rokopisnega izraza kot kulturnega načina prenosa informacij s trajnim medijem običajno povežemo bodisi z jamskimi slikarjimi, ki so se prvič pojavile v obdobju od 30.000 do 10.000 let pred našim štetjem, bodisi z nastankom prvih pisnih artefaktov, slikovnih pisav in piktogramov iz petega tisočletja pred našim štetjem na Bližnjem vzhodu. Toda morda bi se morali ozreti še dlje v preteklost, saj so podlage za nastanek rokopisa obstajale in se razvijale že mnogo prej. Nekateri evolucijski biologi menijo, da je bil razvoj človeške roke, ki je pravzaprav ključna evolucijska anatomska prednost človeške vrste, tisti, ki je s povratnim delovanjem omogočil razvoj možganov, kakršne ima človek danes (McGinn, 2015). Še več, nekateri raziskovalci ugotavljajo, da bi lahko bilo gestikuliranje podlaga za nastanek jezikovnega izraza, ki je pogoj za razvoj rokopisa, to pa krožno pripelje od razvoja komunikacije z roko (gestikuliranje) preko razvoja jezika do ponovne uporabe spretnosti roke za zapisovanje jezika (Kelly, Manning in Rodak, 2008).

Uporaba različnih sistemov dokumentiranja in zapisovanja je s seboj prinesla tudi zlorabo pisnih medijev, kar je vzrok, da se je že zelo zgodaj pojavila potreba po dokazovanju pristnosti zapisov (Keržan, 2004).

2 Edinstvenost rokopisa?

Preiskave in primerjave rokopisov ter podpisov² za potrebe preiskovalnega in sodnega procesa temeljijo na predpostavki, da je rokopis (in podpis) posameznika edinstven in lasten samo njemu (Huber in Headrick, 1999; Morris, 2000), toda zdi se, da to v literaturi pogosto ostane le implicitna predpostavka, ki je avtorji ne potrjujejo z ustreznimi znanstvenimi dokazi oziroma se z njimi sploh ne ukvarjajo (Ellen, 2005; Hilton, 1993; Huber in Headrick, 1999; Koppenhaver, 2007; Kelly in Lindblom, 2006; Morris, 2000). Implicitna predpostavka izhaja iz definiranja rokopisa kot ene izmed biometričnih modalitet, kot so prstni odtisi, profil DNK, značilnosti obraza, telesna geometrija, način hoje in podobno.³ Poudariti je treba, da gre pri rokopisu in podpisovanju za nekoliko drugačno biometrično značilnost, ki ni nespremenljiva – je neka kšna vedenjska biometrična značilnost, ki v času posameznikovega življenja prehaja skozi štiri faze in se spreminja. Te faze so čas učenja, ko se učenec uči uporabljati roko na podlagi v šolskem sistemu predvidenega (in specifičnega) oblikovanja znakov (slika 1); faza adolescence oziroma počasnega zorenja rokopisa, ki ga (lahko) označuje velika variabilnost in hkrati bolj zavestno oblikovan rokopis; zrela faza rokopisnega izraza,

¹ Dr. Dorijan Keržan, kriminalistični svetnik, Nacionalni forenzični laboratorij, Generalna policijska uprava, Slovenija.
E-pošta: dorijan.kerzan@policijska.si

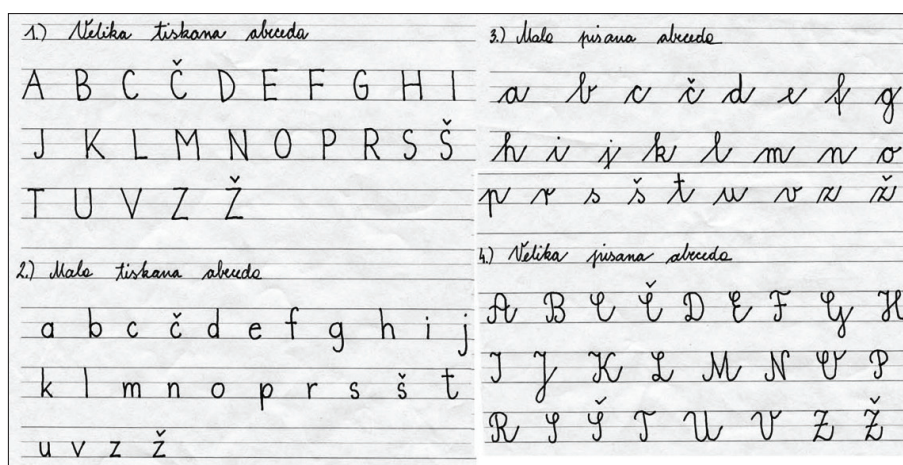
² Čeprav se rokopis in podpis v svojem izvedbenem aktu razlikujeta (slednji je običajno bolj individualiziran), je sam način preiskave in primerjave enak, zato v nadaljevanju govorim le o rokopisu, ki vključuje tudi podpise.

³ Didier Meuwly z Univerze v Twenteju je naštel kar 24 različnih biometričnih modalitet, pri čemer je kakšno verjetno tudi izpustil (osebna komunikacija).

ki je lahko stalna tudi v daljših časovnih obdobjih, morebitne spremembe pa so lahko posledica krajših bolezenskih stanj (v času katerih pride do sprememb), včasih tudi poklicnih vplivov in podobno, vendar ni sporno, da so razlike v rokopisu v tem obdobju najmanj verjetne in opazne;⁴ četrta pa je degenerativna faza, ko zaradi zunanjih dejavnikov (starost, bolezen ipd.) pride do sprememb v rokopisnem izrazu, rokopis pa lahko tudi povsem razpade.⁵

posledica notranjih in zunanjih okoliščin nastanka vsakokratnega rokopisnega izdelka.

Težava predpostavke o edinstvenosti rokopisa vsakega posameznika je, da za takšno trditev nimamo znanstvene podlage. Raziskave, ki bi z znanstveno ustrezno zasnovo potrjevale predpostavko, je v strokovni literaturi težko najti, večinoma pa so nastale po letu 2000, in to predvsem na podlagi poročila



Slika 1: Primer črkopisa, ki se ga učijo otroci v slovenskih šolah

Če je rokopis posameznika edinstven in lasten le njemu, to pomeni, da dva posameznika nikoli ne pišeta povsem enako (Morris, 2000), iz česar sledi, da je rokopise posameznikov mogoče ločiti med seboj. To omogoča individualizacijo rokopisa posameznika in na podlagi tega identifikacijo⁶ pisca določenega rokopisnega izdelka. Pri tem je treba upoštevati notranjo ali naravno variabilnost piščevega rokopisnega izraza, saj je rokopis variabilen tudi pri enem samem piscu, kar je

ameriške akademije za forenzične znanosti (Harralson, Waites in Will, 2015; NAS Report, 2009).⁷ Zato je predpostavka o edinstvenosti rokopisa dolgo temeljila na izkustveni zaznavi strokovnjakov, ki naj bi bila nesporna podlaga za forenzične preiskave rokopisov. Nove raziskave, torej tiste, katerih rezultati so bili objavljeni v zadnjih 20 letih, se niso ukvarjale z edinstvenostjo rokopisa posameznika, ampak so se osredotočile na nekoliko drugačno trditev, in sicer da se rokopisi posameznikov med seboj razlikujejo, kar bi lahko bila podlaga za verjetnostno trditev, da je neki rokopis na podlagi njegove individualizacije⁸ mogoče pripisati točno določenemu posamezniku.

V eni izmed najboljšežnejših nadzorovanih študij individualnosti rokopisa so Shrihari, Cha, Arora in Lee (2002) zbrali rokopise 1.500 posameznikov. Ti so morali napisati vnaprej pripravljeno besedilo, ki je vsebovalo vse znake angleške abecede (velike in male črke ter vse števke). Analiza je

⁴ Razen v primeru zlorabe alkohola ali psihoaktivnih substanc oziroma v primeru uporabe nekaterih zdravil.

⁵ Zaključna faza, ko rokopis počasi razpada, ni nujna, saj nekateri, morda celo večina piscev, do konca življenja ohranjajo svojo rokopisno spretnost in sposobnost.

⁶ Izraz identifikacija sicer ni najprimernejši, saj pri forenzičnih preiskavah rokopisov (in načeloma tudi pri vseh drugih forenzičnih preiskavah) ne gre za absolutne, končne ugotovitve, ampak za ugotavljanje stopnje verjetnosti, da je nekdo napisal določeno besedilo. Identifikacija v forenzičnem procesu je lahko tudi najdba in ovrednotenje sledi, denimo prstnega odtisa, njegovo zavarovanje ter dokončna ugotovitev, da gre za prstni odtis, in ne za kaj drugega. Prav zaradi tega je velik del forenzične stroke začel govoriti o individualizaciji, kar pa na koncu vendarle ponovno pripelje do identifikacije kot končne in kategorične ugotovitve ter potrditve individualnosti (Fraser, 2010).

⁷ V Harralson et al. (2015) so našteje še nekatere druge raziskave. Te so večinoma nekoliko manj holistične kot tu obravnavane raziskave.

⁸ Tudi sam pojem individualizacije ni povsem brez težav, saj, kot menijo Biedermann, Bozza in Taroni (2016), gre pogosto le za preklap na nekoliko drugačno semantiko brez uporabe ustreznega teoretičnega okvira. O težavah z identifikacijo in individualizacijo prim. še Saks (2010) ter Kohler in Saks (2010).

bila opravljena s strojnimi učenjem, pri čemer so uporabili natančne meritve posameznih značilnosti in strukture rokopisa, ki so jih nato statistično ovrednotili. Raziskava je statistično pomembno dokazala, da se rokopisi posameznikov med seboj brez dvoma razlikujejo, pri tem pa je treba opozoriti, da razlike med posamezniki variirajo, kar pomeni, da razločevanje rokopisov posameznikov ni vedno predvidljivo oziroma mogoče. Individualiziranost posameznikovega rokopisa je bila potrjena s 96-odstotno verjetnostjo, kar je pri poskusu dokazovanja skladnosti rokopisa enega samega posameznika

rokopisa pri otrocih, na podlagi česar je avtorica sklenila, da je preiskava rokopisa s statističnega vidika ustrezno znanstveno podprta in omogoča ugotavljanje avtorstva posameznega rokopisa.

V slovenskem prostoru smo zasnovali podobno raziskavo (Rome, Keržan in Gerjevič, 2017), ki je analizirala rokopise 55 desetletnikov. Ti so morali napisati besedilo, v katero so bile vključene vse črke slovenske abecede, in sicer vse male pisane črke in velike začetnice ter vse števke (slika 2).

Dragi Žiga!
Tvoji prijatelji Kostja, Uroš, Igor in sosedove deklice Sara, Zoja in Vera, te vabimo na zabavo. Piknik bo v četrtek v Škofji Loki. Ob 14. uri bo začetek. Najprej se bomo skupaj s Cirilom, Mojco in Goranom igrali z žogo. Nato bom ob 16. uri odšli k Bojanu Čufarju, ki stanuje na Erjavčevi 379. Tam nas bo že 15. Hrane bo dovolj za vse. Ko bo ura 18, se bomo odpravili še k Jani in Robertu na Finžgarjevo 286. A tudi tam se ne bomo ustavili. Šli bomo še h Karlu na Mirovniško 408, kjer bomo za finale gledali TV. Šele od tam se bomo utrujeni in veseli odpravili domov.
Upamo, da se nam boš pridružil. Ali prideš?
Tvojih 6 prijateljev in prijateljic: Sara, Zoja, Vera, Kostja, Uroš in Igor

Slika 2: Otroško pismo, ki vsebuje vse potrebne znake slovenskega rokopisa

(na podlagi zbranih podatkov 1.500 prostovoljcev) omogočilo pripisovanje avtorstva rokopisa konkretnemu posamezniku v 98 % primerov. Shrihari et al. (2002) navajajo, da bi z bolj prefinjenim pristopom in vključevanjem forenzičnih strokovnjakov, ki bi dobljene rezultate interpretirali še na podlagi natančnih metod forenzične preiskave rokopisov, temelječih zlasti na mikroskopskih preiskavah, to številko lahko še povečali.

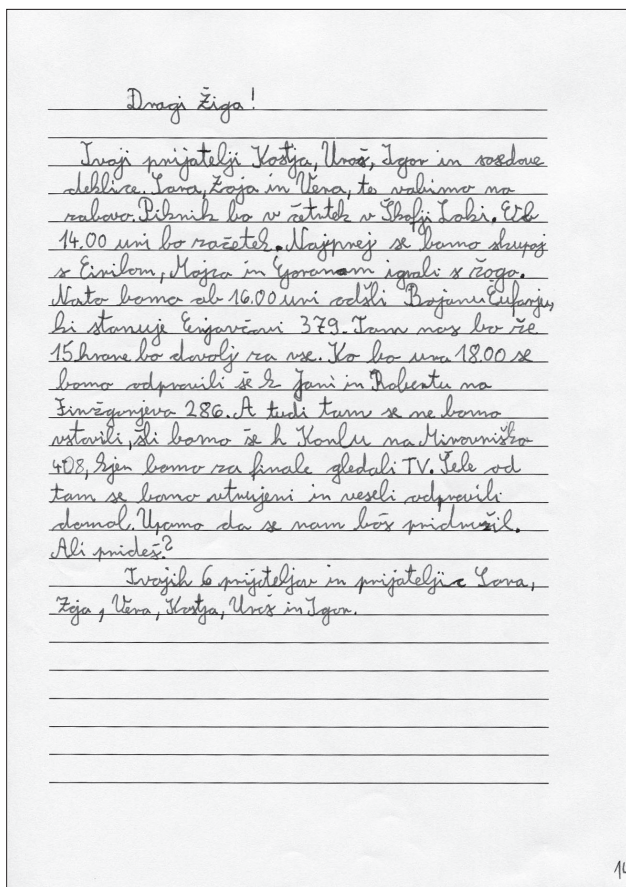
Podobno obširno raziskavo je za potrebe ameriškega pravosodnega ministrstva opravila Lisa Hanson (Hanson, 2016; Shrihari, Meng in Hanson, 2016), ki se je osredotočila na spreminjanje rokopisa pri otrocih, ki šele razvijajo svoj rokopisni izraz. V raziskavi je sodelovalo 1.800 otrok, ki so morali v treh zaporednih šolskih letih vsakič štirikrat napisati kratko besedilo. Raziskovalka se je potem osredotočila na eno samo besedo (and) in jo primerjala pri posameznem piscu v treh zaporednih letih ter med posameznimi pisci v istem časovnem obdobju (torej pri isti starosti). Raziskava je nedvoumno pokazala razmeroma zgodnji razvoj individualnih značilnosti

Ker bi bila analiza vseh znakov preobsežna naloga, smo se v raziskavi osredotočili na izmišljeno povprečno dolgo slovensko besedo (sedem znakov) ter poskušali ugotoviti, na koliko načinov jo je mogoče napisati. Najprej smo izbrali črke, ki so morale zadostiti merilom, ki jih forenzični strokovnjaki za rokopise pogosto ocenjujejo, in sicer smo izbrali črke z diakritičnimi znamenji (č, i in j), podosnovničnim delom (j), zgornjo višinsko potezo (k), krožno potezo (a), spodnjo (sedlasto) potezo (u) in zgornjo (kopasto) potezo (n). Delovno gradivo je bilo torej neobstoječa beseda »čukinja«. Za vsak posamezni znak so bili določeni deskriptorji, ki so predvideli različne možne načine oblikovanja posameznih znakov, v praksi pa se je izkazalo, da je možnosti seveda več (slika 3).

ČRKA a	
okroglina	okroglo 
	ovalno 
	pokončno 
sklenjenost	sklenjeno 
	nesklenjeno 
višina zaključka	normalno 
	visoko 
	nizko 
zanka (desno oz. v zaključku)	da 
	ne 

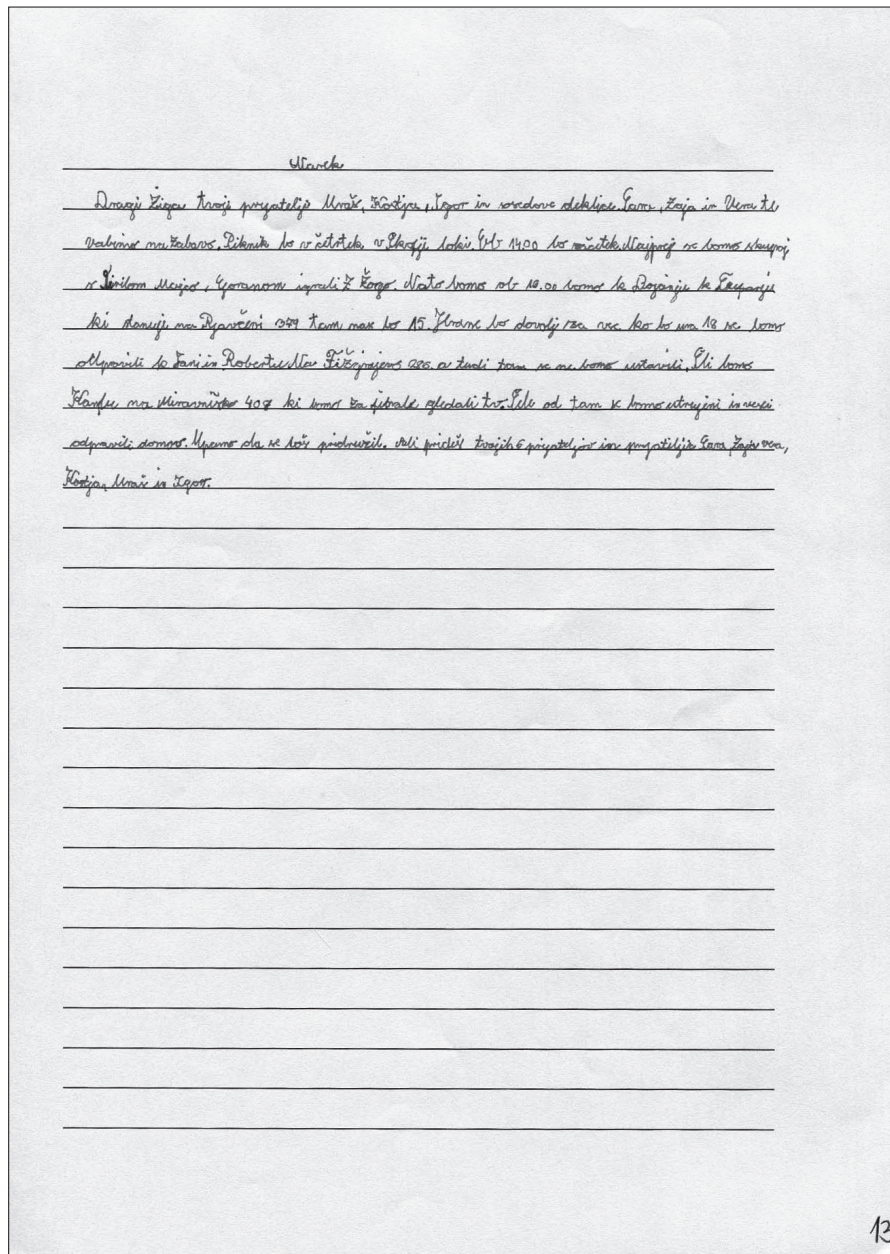
Slika 3: Izbrani deskriptorji za črko a

Teoretično je tako uporabljene črke mogoče napisati na določeno število načinov, in sicer glede na deskriptorje: »č«, »n« in »u« imajo po devet teoretičnih deskriptorjev, »i« jih ima šest, »a« deset, »k« 11 in »j« 13, pri čemer se deskriptorji pri oblikovanju znakov seveda lahko ponavljajo. Tako smo ugotovili, da je črka »č« mogoče napisati na 20, »k« na 54 in »j« na 96 načinov, kar seveda kaže na zgodnje oddaljevanje rokopisnega izraza od idealnega načina zapisa.⁹ Raziskava je sicer pokazala, da so posamezniki znake pisali na en sam način (to pomeni, da je posameznik določen znak vedno napisal strukturno enako) ali na več načinov (denimo »i« in »č« na največ štiri, »k« na osem in »j« na 24 načinov), kar priča tudi o zgodnjem razvoju naravne variabilnosti rokopisa. Trije najzanimivejši rokopisi so na slikah 4, 5 in 6.

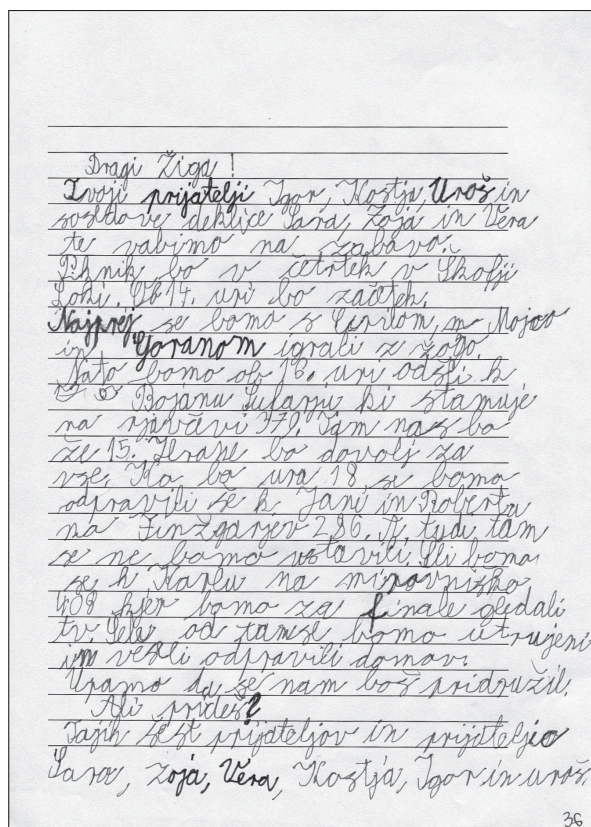


Slika 4: Šolsko, skoraj lep opisno oblikovan rokopis, ki pa že kaže znamenja individualizacije

⁹ V nasprotju s pričakovanji je bila najbolj variabilna črka j, čeprav je konstrukcijsko najkompleksnejša črka k (zanka zgoraj, zanka v končni potezi itn.).



Slika 5: Najbolj drobno izpisan rokopis s precej izrazitimi individualnimi odkloni



Slika 6: Izrazito velik in okoren, individualiziran rokopis

Na podlagi skupnega števila kombinacij, ki izhajajo iz pregleda rokopisov 55 otrok, se je izkazalo, da je sedemčrkovno besedo (teoretično) mogoče napisati na 14.511.882.240 načinov, pri čemer bi rokopisno najstabilnejši pisec lahko izbrano besedo napisal na štiri načine, večina rezultatov pa je pokazala od 16 do 128 različic zapisa, kar je seveda izjemno malo glede na skupno možno število kombinacij.¹⁰ Upoštevajoč navedene številke se je izkazalo, da je rokopise posameznikov mogoče razlikovati že od njihovih mladih let, kar, kot so predvidele druge raziskave, omogoča zelo zanesljivo indivi-

¹⁰ Opozoriti je treba, da je bilo uporabljenih le sedem malih pisanih črk slovenske abecede. Številke bi se bistveno povečale, če bi uporabili vse rokopisne elemente, ki se uporabljajo v slovenskem zapisovanju, torej vse črke, napisane kot mali pisani, mali tiskani in veliki tiskani znaki (velike tiskane znake lahko bolj ali manj zanemarimo, saj so le redko v uporabi in jih hitro nadomestijo drugačne inačice), številke, ločila, in če bi upoštevali še druge, denimo prostorske značilnosti rokopisa (sliki 5 in 6).

dualizacijo posameznikovega rokopisa oziroma razlikovanje med rokopisi različnih posameznikov.

Pomemben prispevek k raziskovanju različnosti rokopisnega izraza so tudi raziskave rokopisa eno- in dvojajčnih dvojčkov. Študija Shriharija, Huanganga in Srinivasana (2008) je na podlagi rokopisov 206 parov dvojčkov, od katerih jih je bilo 169 enojajčnih, ugotovila, da je rokopise enojajčnih dvojčkov težje razlikovati kot rokopise v splošni populaciji, pri dvojajčnih dvojčkih pa je razlika glede na splošno populacijo manjša, čeprav še vedno opazna. Shrihari et al. (2008: 446) trdijo, da so ugotovitve »konsistentne z biometričnimi metodami, ki temeljijo na povsem fizioloških temeljih, kot denimo prstni odtisi in DNK«. Poljska raziskava (Dziedzic, Fabianska in Topeplitz, 2007) je na podlagi 54 parov dvojčkov, od katerih je bilo 31 enojajčnih, pokazala, da se rokopisi dvojčkov, zlasti pri natančnem pregledu podrobnosti rokopisa, med seboj razlikujejo, pri čemer so razlike nekoliko manj vidne pri enojajčnih dvojčkih. Razlikovanje rokopisov dvojčkov, zlasti enojajčnih, in po drugi strani statistično večja stopnja podobnosti med njihovimi rokopisi kaže na možnost genetskega vpliva na rokopisni izraz,¹¹ kar je lahko pomembna razlaga za razlikovanje rokopisov posameznikov, ki skupaj z drugimi okoliščinami, ki vplivajo na nastanek posameznega rokopisnega izdelka, omogoča forenzično preiskovanje rokopisov.

3 Biološki temelj individualizacije rokopisa

Temelj rokopisnega izraza kot biometričnega pojava izhaja iz medsebojnega vplivanja več organskih sistemov, tj. možganov, živcev in živčnega sistema ter mišičja in skeleta posameznika, pri čemer je treba upoštevati tudi povratne informacije vizualnega in senzoričnega sistema ter propriocepcijo. Rokopis, kot pove že pomen besede, izhaja predvsem iz uporabe roke. Roka je najkompleksnejše orodje človekove motorike, njena evolucija pa je tesno povezana z evolucijo možganov v zadnjih skoraj dveh milijonih let. Za povezanost njunega razvoja je na voljo mnogo dokazov (Caligiuri in Mohammed, 2012) in prav fina motorika rok ter razvoj govornega sistema sta najbolj vplivala na povečanje in kompleksnost možganov, hkrati pa sta prav spretna roka in razvoj jezika osnova za nastanek rokopisa kot komunikacijskega sredstva.

Človeška roka je sestavljena iz 27 kosti, približno 30 mišic in treh živcev, ki nadzirajo motorično gibanje oziroma prenašajo ukaze za motorično akcijo k roki in senzorične odzive nazaj

¹¹ To je v skladu s predpostavko, da ista genetska predispozicija vodi k različnim motoričnim in psihološkim izidom, ki so odvisni od posebnosti konkretnega fizičnega in kulturnega okolja posameznika (Gazzaniga, 2012).

v možgane. Roka lahko s predmeti ravna na različne načine, denimo z natančnim oprijemom (angl. grip), močnim oprijemom, kombinacijo obeh itd. Obenem je pomemben vir za občutenje, kar seveda vpliva na vse dejavnosti, ki jih opravljamo z roko, tudi na rokopis. Spretno roke zaradi svoje edinstvene anatomije omogočajo izjemno natančne gibe, ki jih za uresničevanje rokopisnih nalog nadzorujejo spodnji in zgornji temenski možganski režnji ter senzomotorična skorja možganov (Caligiuri in Mohammed, 2012).¹² Poudariti je treba, da je hiter razvoj metod in aparatov, ki omogočajo globoko slikanje možganov, sicer res omogočil, da danes za veliko dejavnosti, vključno z rokopisom, poznamo dele možganov, ki skrbijo za to, vendar za forenzično preiskovanje to nima tolikšnega pomena, kot bi si želeli.¹³ Razvoj in struktura posameznikovih možganov sta povezana z njegovim genetskim zapisom, zavedati pa se je treba, da je celoten živčni sistem z možgani vred nevroplastičen in se v posameznikovem življenju spreminja (Constandi, 2016) na podlagi interakcije z okoljem in izkušenj, to pa omogoča prefinjene možganske »nastavitve« zlasti v otroštvu, pa tudi kasneje v življenju, kar je pomembno pri učenju novih spretnosti v katerem koli življenjskem obdobju. Pri nastajanju rokopisa ima pomemben vpliv tudi vizualna spodbuda, ki omogoča nadzor nad delom roke tako na kognitivni kot na povsem oblikovni, vzorčni ravni nastajanja in razvoja rokopisa.

Rokopisa se priučimo z vajo, ki s časom omogoči, da pisanje (podpisovanje) postane čedalje bolj avtomatizirano in neodvisno od kognitivne funkcije možganov – še več, dejansko se z avtomatizacijo pisanja med samim pisanjem zmanjša dejavnost možganov (Constadi, 2016; Gazzaniga, 2012; Pasingham, 2019), kar je posledica tega, da vaja v roki omogoči rast oziroma dodatno razvejanje dendritov (izrastkov živčnih celic) ter povečanje števila sinaps med živčnimi celicami, s čimer postane del motoričnega, mišičnega spomina oziroma gre za nekakšen notranji, motorični program (Caligiuri in Mohammed, 2012). Rokopis je tako priučena motorična spretnost, ki z vajo postaja čedalje bolj avtomatizirana, in sicer kot motorični ali mišični spomin, pri čemer seveda spomin ni hranjen v mišicah. Po drugi strani prav učenje in vadba motorične funkcije omogočata, da se možgani in živčni sistem spreminjajo z rastjo novih sinaps in razvejanjem dendritov. Motorično učenje je pravzaprav nekakšna koadaptacija živčnega sistema in strukturne anatomije (Wolpert, Ghahramani in Flanagan, 2001). Motorično učenje je rezultat sinaptične reorganizacije in motorični spomin temelji na stabilnih nevronske povezavah (Gazzaniga, 2012). Vaja je ključno orodje motoričnega oziroma mišičnega spomina, saj omogoča, da

motorično delovanje postaja lažje in bolj tekoče, mišična aktivacija pa postane rezultat notranjega modela motorične akcije. Posebno zanimivo je, da ne le praksa, ampak tudi opazovanje lahko pripomore k izboljšanju motoričnih sposobnosti (Krakauer in Shadmehr, 2006).

Avtomatiziranost rokopisnega izraza pomeni, da pri pisanju besedila razmišljamo o njegovi vsebini, ne ukvarjamo pa se s tem, kako posamezne rokopisne poteze, znake, besede in povedi spretna roka s pisalom prenese na papir (ali tablico oziroma drugo podlago). Pri tem je pomembno vedeti, da so raziskave pokazale, da so deli možganov, ki nadzorujejo delo rok in jezikovno izražanje, povezani (Kelly et al., 2008; Medwell in Wray, 2008; Planton, Jucla, Roux in Demonet, 2013).¹⁴ Zanimivo je tudi, da pri govoru, branju in poslušanju delujejo različni deli možganov (Gazzaniga, 2012), kar pomeni, da se tudi pri rokopisu vključujejo novi deli, hkrati pa pogosto ni mogoče ločiti med jezikovnimi in za pisanje specifičnimi procesi v možganih (Planton et al., 2013).

Ne zavedamo se, da pri pisanju kljub zmanjšani neposredni kognitivni dejavnosti (pri oblikovanju rokopisa) aktivno deluje neizmerljivo veliko možganskih celic in njihovih medsebojnih povezav (sinaps), ki vsaka v pravem trenutku opravi svojo nalogo; živci v možganih definirane signale/ukaze prenašajo k mišičnim vlaknom, ki nalogo izvedejo, senzorične/čutne informacije in dražljaji pa se preko kože prenašajo nazaj v možgane. Ti prejete informacije analizirajo in povratno popravljajo ter prilagajajo že izvedene motorične akcije. Tudi to je lahko eden, morda celo najpomembnejši vzrok, da je rokopis individualen in da je priučene gibe (in torej tudi zapisane vzorce) zelo težko spreminjati. To pomeni, da je lasten rokopis zelo težko, čeprav seveda ne nemogoče, spreminjati, saj ga upravljajo povsem nezavedne nevrološke strukture in posamezniku lasten motorični sistem.

Povezanost več možganskih področij kaže kompleksnost razmerij med motoričnim, jezikovnim in vizualnim sistemom, ki sodelujejo pri različnih jezikovnih nalogah, med katerimi je pisanje izjemno pomembno. Vizualni sistem oziroma vizualno zaznavanje je nekoliko počasnejše od gibanja pisala, torej zaostaja za oblikovanjem rokopisa, kar bi lahko pomenilo, da je pravzaprav vizualni vpliv na rokopisno akcijo na videz manj pomemben, saj je hitrost izvajanja rokopisa večja od hitrosti vizualnega zaznavanja (Hardy in Fagel, 2018).¹⁵

¹² Gre seveda za nadzor vseh dejavnosti roke, in ne le rokopisnega izraza.

¹³ Res pa je, da danes precej natančno vemo, kakšne so posledice poškodb določenih delov možganov za rokopisno sposobnost in spretnost posameznikov (Caligiuri in Mohammed, 2012: 29).

¹⁴ Pisani jezik oziroma uporaba rokopisnih spretnosti ima pomemben vpliv na razvoj možganov.

¹⁵ Smiselno je opozoriti na Libetov zamik oziroma zaostajanje zaveznega zavedanja dejavnosti za dejansko dejavnostjo, kar kaže na vsaj delno avtonomijo motoričnega delovanja v povezavi z zavestnimi in intelektualnimi procesi (Blackmore, 2013).

Upoštevati pa je treba, da vizualna analiza lastnega zapisa-rokopisa omogoča naknadne popravke in prilagoditve pisanja vnaprej.

Motorični spomin lahko pojasni tudi razliko v produkciji rokopisa in podpisa. Za produkcijo rokopisa je potreben miselni, kognitivni napor, saj je treba oblikovati besede, besedne zveze in povedi, ki jih je treba napisati. Pri tem je treba nadzorovati pomen besedila, to pa je treba nato zapisati z motoričnim delovanjem roke, ki je pod kognitivnim in vizualnim nadzorom. Pri podpisovanju je potrebnega bistveno manj miselnega oziroma kognitivnega napora, saj gre (vsaj običajno) za mnogo bolj avtomatizirano motorično delovanje, ki ne potrebuje vizualnega in kognitivnega nadzora. Podpisati se je mogoče brez razmišljanja o vsebini in brez opazovanja podpisnega akta (torej povsem na slepo). To pomeni, da je podpisovanje povsem samostojno motorično dejanje, ki je neodvisno od kognitivnih dejavnosti možganov.

Produkcija rokopisa torej izhaja iz bioloških sposobnosti in omejitev človekove roke ter možganov in pomeni delo evolucijske dediščine človeštva ter predstavlja pomembno vez z našimi predniki, pri katerih se je začelo oblikovanje potenciala, ki se je uresničil z rokopisnim izrazom. Rokopis je dovršeno zlitje gibanja, orodja in misli (McGinn, 2015). Zanimiva je tudi teza, da motorični proces ni le proces učenja v času posameznikovega življenja, ampak se prenaša tudi z generacije na generacijo (Wolpert et al., 2001). Na podlagi tega lahko torej upravičeno predvidimo, da ima sicer zgodovinsko gledano povsem kulturna iznajdba rokopisa v svoji izvedbi poleg kulturnega tudi biološki temelj, kar je za forenzične preiskave izjemno pomembno, saj omogoča umeščanje rokopisa med tiste biometrične značilnosti posameznika, ki imajo znanstveno utemeljen potencial za ugotavljanje posameznikove identitete (v procesu individualizacije).

4 Sklep

Spretnost rokopisa je shranjena v mišičnem oziroma motoričnem spominu v človeških možganih in je odvisna tako od procesa učenja kot od anatomije možganov. Število vlaken in sinaps se med posamezniki razlikuje in možgani posameznikov so med seboj različni tako kot prstni odtisi, podobno pa velja tudi za anatomijo rok (Gazzaniga, 2012). Vse te razlike, ki pomenijo značilnosti človeškega telesa, vplivajo na posameznikovo (motorično in kognitivno) delovanje in tako pritrjujejo predpostavki, da je vsaka dejavnost določenega posameznika (potencialno) individualno značilna in izvedena (nekoliko) drugače kot katera koli dejavnost nekega drugega posameznika. Iz tega je možno izpeljati tudi individualnost rokopisa posameznika.

Raziskave statistično pomembno potrjujejo predpostavko, da se rokopisi posameznikov medsebojno razlikujejo, to pa je (zaposnili) temelj forenzičnih preiskav in primerjav rokopisov ter podpisov. Samo razlikovanje med pisci seveda ni dovolj.¹⁶ Pri rokopisu gre namreč za deterministični proces, saj je povsem jasno, kaj je namen gibov, ki se izražajo kot rokopisni zapis na neki podlagi, a izkustvo kaže, da gre očitno tudi za kaotičen proces, ki ima lasten vnaprej predviden program (Caligiuri in Mohammed, 2012). Ta pa ni naključen in ima kompleksne, vedno nekoliko drugačne in nepredvidljive posledice, kar zaradi številnih spremenljivk zahteva zelo zahteven meritveni postopek oziroma je lahko za meritve preveč kompleksen (Gazzaniga, 2012).

Forenzično preiskovanje rokopisov in podpisov je torej utemeljeno z raziskavami, ki kažejo visoko stopnjo razlikovanja med rokopisi različnih posameznikov. Razlogi za te razlike so kulturni, socialni in biološki. Prvi se nanašajo na model rokopisa, ki se ga posameznik priuči¹⁷, šolski sistem, trajanje šolanja in podobno. Socialni vpliv na rokopisni izraz izhaja iz okolice pišočega in njegovih rokopisnih navad, izhajajočih iz njegovega socialnega in/ali poklicnega statusa (piše veliko ali malo, piše zase ali za druge in podobno). Za forenzično preiskovanje je najverjetneje najpomembnejša biološka podstat rokopisa, ki rokopis kot dejavnost umešča med biometrične značilnosti posameznika, kar omogoča znanstveno utemeljeno preiskovanje rokopisov. Pri tem je ključnega pomena, da se upoštevajo opisane posebnosti rokopisa in statistično ovrednotenje potencialnega razlikovanja med rokopisi. Nesporno se zdi potrebno, da se tako preiskava vedno osredotoči najprej na iskanje razlik med spornim in primerjalnim gradivom; pri tem je na podlagi natančne analize treba ugotavljati, ali so razlike del naravne variabilnosti (v spornem in primerjalnem gradivu) ali pa naravna variabilnost rokopisa posameznika razlik ne more pojasniti. Če je razlike mogoče pojasniti z naravno variabilnostjo (razpon naravne variabilnosti je pomembna individualna značilnost), je treba individualne značilnosti ustrezno ovrednotiti na podlagi gibalnih, kinematičnih značilnosti, ki jih pri rokopisu oblikuje motorični spomin posameznika, ki se izraža z delom roke. Interpretacija teh individualnih značilnosti je podlaga za podajo ustrezno strokovno podkrepljenega mnenja, s katerim se prikaže verjetnost avtorstva zapisa v skladu s postavljenimi hipotezami. Pri tem je treba poudariti, da sta rezultat preiskave in (verjetnostna) identifikacija nekoliko odvisna tudi od povsem subjektivnih odločitev ustrezno usposobljenega strokovnjaka, ki je predpostavljeni nosilec vednosti.

¹⁶ Razen kadar je namen preiskave oziroma njen rezultat, da se ugotovi, da posameznik ni napisal ali podpisal nekega dokumenta.

¹⁷ Za dober pregled sistemov učenja prim. denimo Huber in Healdrick (1999).

Forenzično preiskovanje rokopisov in podpisov je znanstveno utemeljena metoda, ki deluje v okviru sistema, ki ni naključen, je pa nedvomno nepredvidljiv in izhaja iz sebi lastne variabilnosti ter je zaradi tega preveč kompleksen za natančne meritve (ki jih sicer ne gre zanemariti). Izhaja iz prepoznavanja variabilnih vzorcev, ki so posledica spremenljivk produkcije rokopisov in podpisov, forenzičnih zakonitosti, nevroznanosti in statistike. Z razumevanjem biomehanskih, nevroloških, kulturnih in socialnih okoliščin nastajanja rokopisa (podpisa) je mogoče forenzično preiskavo rokopisa in podpisa utemeljiti na znanstveno zanesljivih temeljih, s čimer ustrezno zasnovana preiskava zagotavlja metodološko zanesljive in pravilne rezultate.

Literatura

- Biedermann, A. Bozza, S. in Taroni, F. (2016). The decisionalization of individualization. *Forensic Science International*, 266, 29–38.
- Blackmore, S. (2013). *Zavest*. Ljubljana: Krtina.
- Caligiuri, M. P. in Mohammed, L. A. (2012). *The neuroscience of handwriting: Applications for forensic handwriting examiner*. Boca Raton, London, New York: CRC Press.
- Constandi, M. (2016). *Neuroplasticity*. Cambridge, London: MIT Press.
- Dziedzic, T., Fabianska, E. in Toeplitz, Z. (2007). Handwriting of monozygotic and dizygotic twins. *Problems of Forensic Sciences*, LXIX, 30–36.
- Ellen, D. (2005). *Scientific examination of documents: methods and techniques* (3rd ed.). Boca Raton, London, New York: CRC Press.
- Fraser, J. (2010). *Forensic science: A very short introduction*. Oxford: Oxford University Press.
- Gazzaniga, M. S. (2012). *Who's in charge*. London: Robinson.
- Hanson, L. M. (2016). *Development of individual handwriting characteristics in ~1800 students: statistical analysis and likelihood ratios that emerge over an extended period of time*. Pridobljeno na <https://www.ncjrs.gov/pdffiles1/nij/grants/250165.pdf>
- Harralson, H., Waites, E. in Will, E. J. (2015). A survey of forensic handwriting examination research in response to the NAS report. V C. Rémi, L. Prévost in E. Anquetil (ur.), *Drawing, handwriting processing analysis: New advances and challenges: Proceedings of the 17th Biennial Conference of the International Graphonomics Society, Pointe-à-Pitre, Guadeloupe, France, 21–24 June* (str. 107–110). Martinique: Université de Antilles.
- Hardy, H. in Fagel, W. (2018). Methodological aspects of handwriting identification. *Journal of Forensic Document Examination*, 28, 33–69.
- Hilton, O. (1993). *Scientific examination of documents, Revised edition*. Boca Raton, London, New York: CRC Press.
- Huber, R. A. in Headrich, A. M. (1999). *Handwriting identification: Facts and fundamentals*. Boca Raton, New York: CRC Press.
- Kelly, J. S. in Lindblom, B. S. (2006). *Scientific examination of questioned documents*. Boca Raton, New York: CRC Press.
- Kelly, S. D., Manning, S. M. in Rodak, S. (2008). Gesture gives a hand to language and learning: perspectives from neuroscience, developmental psychology and education. *Language and Linguistic Compass*, 2(4), 1–20.
- Keržan, D. (2004). *Forenzične preiskave rokopisov in podpisov*. V D. Maver (ur.), *Kriminalistika: Uvod, taktika in tehnika* (str. 557–568). Ljubljana: Uradni list Republike Slovenije.
- Koehler, J. J. in Saks, M. J. (2010). Individualization claims in forensic science: Still unwarranted. *Brooklyn Law Review*, 75, 1187–1208.
- Koppenhaver, K. M. (2007). *Forensic document examination: principles and practice*. Totoma: Humana Press.
- Krakauer, J. W. in Shadmehr, R. (2006). Consolidation of motor memory. *Trend in Neurosciences*, 29(1), 58–64.
- Medwell, J. in Wray, D. (2008). Handwriting – A forgotten language skill. *Language and Education*, 22(1), 34–47.
- McGinn, C. (2015). *Prehension*. Cambridge & London: MIT Press.
- Morris, R. N. (2000). *Forensic handwriting identification*. San Diego: Academic Press.
- NAS Report. (2009). *Strengthening forensic science in the United States: A path forward*. Washington: National Academies Press. Pridobljeno na <https://www.ncjrs.gov/pdffiles1/nij/grants/228091.pdf>
- Passingham, R. (2016). *Cognitive neuroscience: A very short introduction*. Oxford: Oxford University Press.
- Planton, S., Jucla, M., Roux, F. E. in Demonet, J. F. (2013). The »handwriting brain«: A meta-analysis of neuroimaging studies of motor versus orthographic processes. *Cortex*, 49(10), 2772–2787.
- Rome, Š., Keržan, D. in Gerjevič, A. (2017). Combinatorics and handwriting examination. V *Forensic handwriting: How do we report our findings?: 11th ENFHEx Conference and business meeting 2017, Bled*. Pridobljeno na https://www.policija.si/images/stories/GPUNFL/PDF/Dogodki/NFL_konferenca_enfhex_2017.pdf
- Saks, M. J. (2010). Forensic identification: From a faith-based »Science« to a scientific science. *Forensic Science International*, 201, 14–17.
- Shrihari, N. S., Cha, S., Arora, H. in Lee, S. (2002). Individuality of Handwriting. *Journal of Forensic Sciences*, 47(4), 856–872.
- Shrihari, N. S., Huang, C. in Srinivasan, H. (2008). On the discriminability of the handwriting of twins. *Journal of Forensic Sciences*, 53(2), 430–446.
- Shrihari, N. S., Meng, L. in Hanson, L. (2016). Development of individuality in children handwriting. *Journal of Forensic Sciences*, 61(5), 1–9.
- Wolpert, D. M., Ghahramani, Z. in Flanagan R. (2001). Perspectives and problems in motor learning. *Trends in Cognitive Sciences*, 5(11), 487–494.

The Individuality of Handwriting as Scientific Basis of Forensic Handwriting Examination

Dorijan Keržan, Ph.D., Criminal Police Superintendent, National Forensic Laboratory, Slovenian Police, Slovenia.
E-mail: dorijan.kerzan@policija.si

Handwriting and signature examination have been historically among the first examinations used as evidence in criminal proceedings. Despite a long tradition and history, scientific research and justification of the scientific foundation of handwriting examination, is a relatively late achievement. This paper presents empirical studies that demonstrate the differentiation of the handwriting of individuals (monozygotic twins as well), which is the first step towards scientific justification of forensic handwriting analysis. We then demonstrate that, regardless of cultural reasons one can demonstrate objective, neurobiological causes that lead to individualization of the handwriting of the individual and enables objective interpretation of findings of forensic handwriting examination.

Keywords: handwriting, individualization, neuroscience, forensics

UDC: 343.982.4