

# Obstojnost in kakovost prstnih sledi na lepilnih trakovih pri ekstremno nizki temperaturi, povzročeni s tekočim dušikom

Andrej Gerjevič<sup>1</sup>

## Namen prispevka:

Prstne sledi so na lepilnih trakovih pogosto tudi na njihovi lepljivi strani, zato je za njihovo obdelavo treba lepilni trak najprej uspešno odstraniti s podlage. To lahko storimo s preprostim fizičnim odstranjevanjem traku, ki pa je enkrat bolj in drugič manj uspešen. Lepilne trakove je možno odstraniti tudi z uporabo tekočega dušika. Ker so prstne sledi precej občutljive na zunanje dejavnike, se poraja vprašanje, ali lahko ekstremno nizka temperatura tekočega dušika, ki znaša  $-195,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ , vpliva na prstne sledi. Namen prispevka je odgovoriti na vprašanje o primernosti tekočega dušika kot sredstva za odstranjevanje lepilnih trakov ter kakšen vpliv ima tako nizka temperatura na obstojnost in kakovost prstnih sledi.

## Metode:

Glede tega smo opravili empirično raziskavo, v kateri smo primerjali rezultate izzivanja prstnih sledi na lepilnih trakovih, ki smo jih s podlage odstranili ročno in z uporabo tekočega dušika. Raziskavo smo opravili na 80 vzorcih in na skupno 240 prstnih sledih. Za izzivanje prstnih sledi smo uporabili *Sticky-side* prašek, kakovost izzvanih prstnih sledi pa smo merili s številom dobro vidnih in definiranih morfoloških značilnosti, za kar smo uporabili računalniški sistem AFIS.

## Ugotovitve:

Rezultati raziskave so pokazali, da je tekoči dušik primerno sredstvo za odstranjevanje lepilnih trakov in da kljub ekstremno nizki temperaturi ne vpliva na obstojnost in kakovost izzvanih sledi.

## Omejitve/uporabnost raziskave:

Omejitve raziskave so povsem laboratorijski pogoji, vendar rezultati kažejo, da so uporabljene metode uporabne v praksi.

## Izvirnost/pomembnost prispevka:

Gre za prispevek, ki v Sloveniji prvi empirično preučuje vpliv tekočega dušika na prstne sledi in je namenjen vsem, ki se ukvarjajo s področjem daktiloskopije in forenzike.

<sup>1</sup> Zahvaljujem se Juretu Peliconu in dr. Katji Drobnič za njun prispevek pri opravljeni raziskavi, ki je bila podlaga za nastanek tega članka. Rezultati raziskave so bili v določeni meri že predstavljeni v diplomskem delu Jureta Pelicona (2010).

---

**UDK: 343.983****Ključne besede:** prstne sledi, lepilni trakovi, tekoči dušik, *Sticky-side* prašek

## **Durability and Quality of Latent Fingerprints on Adhesive Tapes Exposed to Extremely low Temperatures of Liquid Nitrogen**

### **Purpose:**

Latent fingerprints can usually be found on adhesive side of adhesive tapes so for the purpose of latent fingerprint development adhesive tapes have to be removed from the surface first. This can be done simply by hands but results can vary significantly. Adhesive tapes can also be removed using liquid nitrogen. Since latent fingerprints are very fragile type of evidence the question is whether extremely low temperature of liquid nitrogen (-195.8 °C) could tamper latent fingerprints. Purpose of this article is to answer if liquid nitrogen is suitable for removing adhesive tapes and what is the influence of extremely low temperature on quantity and quality of developed fingerprints.

### **Design/Methods/Approach:**

An empirical research was conducted by comparing fingerprint development results on adhesive tapes that were removed by hands and those removed by liquid nitrogen. Research was conducted on 80 samples and 240 latent fingerprints. For development of fingerprints *Sticky-side* powder was used and their quality was assessed by the number of clearly visible morphological characteristics measured by AFIS system.

### **Findings:**

Research results have shown that liquid nitrogen is suitable for removing of adhesive tapes and that extremely low temperature does not temper latent fingerprints.

### **Research Limitations/Implications:**

Strict laboratory conditions represent limitation of research results but despite this, the results indicate that methods from the research could be applied in everyday practice.

### **Originality/Value:**

This article is the first in Slovenia that empirically studies influence of liquid nitrogen on latent fingerprints and it is intended for fingerprint experts and forensic experts in general.

**UDC: 343.983****Keywords:** latent fingerprints, adhesive tapes, liquid nitrogen, *Sticky-side* powder

## **1 UVOD**

Pri preiskovanju kaznivih dejanj se lepilni trakovi občasno pojavljajo kot preiskovani material. Čeprav se v praksi ne pojavljajo pogosto, pa se kot preiskovani

material pojavijo praviloma pri hujših oblikah kaznivih dejanj, kot so umori, ropi ali kazniva dejanja v povezavi s prepovedanimi drogami. Storitvi kaznivih dejanj jih lahko uporabijo za vezanje žrtve ali za lepljenje materiala, v katerega je zavito truplo, pri kaznivih dejanjih v povezavi s prepovedanimi drogami pa lepilne trakove pogosto uporabijo kot material za pakiranje ovojev prepovedanih drog. V večini primerov so lepilni trakovi uporabljeni tako, da so prilepljeni na nosilno podlago ter zatem prelepljeni še v več plasteh. Na lepilnih trakovih je lahko več različnih vrst sledi, med katerimi so tudi prstne sledi. Slednje so lahko na zgornji, nelepljivi strani lepilnih trakov, pogosto pa so tudi na lepljivi strani. Če so prstne sledi na zgornji, zunanji in nelepljivi plasti izpostavljene hitremu uničenju, so prstne sledi na lepljivi strani traku relativno varno shranjene ter dobro zaščitene pred destruktivnimi dejavniki. Nelepljiva stran lepilnega traku ne predstavlja kakšnih večjih težav za izzivanje<sup>2</sup> prstnih sledi, saj lahko uporabimo skoraj vse tiste postopke izzivanja, ki so uporabni za gladke ter neporozne površine in se v praksi tudi vsakodnevno uporabljajo. Lepljiva stran lepilnega traku pa predstavlja svojevrsten izziv. Lepilni trak je namreč treba s površine ali z nelepljive strani lepilnega traku, če je ta v več plasteh, najprej primerno odstraniti, izzivanje sledi pa opraviti na lepljivi površini<sup>3</sup>.

Običajno odstranjevanje<sup>4</sup> lepilnih trakov je precej težavno in nemalokrat neuspešno opravilo, pri tem pa lahko pride do poškodovanja lepilnega traku (raztrganja, razvlečenja) in posledično do uničenja ali deformiranja prstnih sledi na lepljivi površini traku. Ena od redkih metod, ki omogoča ločevanje lepilnih trakov brez poškodb in sprememb lepilnega traku, je uporaba tekočega dušika<sup>5</sup>. Bergeron (2009) je v svojem eksperimentu uporabil tekoči dušik za ločevanje lepilnih trakov, ki so bili medsebojno zlepljeni – zlepljeni na obeh lepljivih površinah ali zlepljena lepljiva in nelepljiva površina. Z uporabo tekočega dušika je lahko lepilne trakove uspešno odlepil ter zatem na lepljivi površini uspešno izzval prstne sledi, o čemer poroča v svojem članku. Tekoči dušik je preizkusil na dvajsetih različnih vrstah lepilnih trakov, le deset med njimi pa je bilo takšnih, da so bili primerni za obdelavo<sup>6</sup> s tekočim dušikom.

Prstna sled je mešanica izločkov ekernih in apokrinih žlez, zaščitnega mastno-kislega plašča kože ter snovi iz okolja. V tej mešanici je veliko različnih organskih in anorganskih snovi. Prevladujoča komponenta v tej mešanici je voda, ki predstavlja več kot 99 % prstne sledi, v njej pa so raztopljene soli mlečne kisline, aminokisline, sečnina, amonijak, manjše beljakovine ter anorganske snovi,

---

2 Termin izzivanje se nanaša na vse postopke, s katerimi lahko naredimo prstne sledi vidne, saj so te v osnovi s prostim očesom nevidne (latentne) ali pa zelo slabo vidne.

3 Postopki izzivanja sledi se praviloma opravljajo na gladkih in različno poroznih površinah, ki pa niso lepljive, zato je izzivanje prstnih sledi na lepljivih površinah posebnost.

4 Odstranjevanje lepilnih trakov z rokami, brez uporabe fizikalnih ali kemijskih postopkov.

5 Tekoči dušik se pridobiva industrijsko s frakcionirano destilacijo tekočega zraka. Pri atmosferskem tlaku se dušik utekočini pri  $-195,8$  stopinjah Celzija. Tekoči dušik se lahko uporablja kot hladilno sredstvo za zamrzovanje prehranskih izdelkov ter med drugim tudi za ohranjanje teles in reproduktivnih celic (sperme in jajčeca) ter za stabilno hranjenje bioloških vzorcev v biologiji.

6 Primerni za obdelavo pomeni, da je bilo po obdelavi s tekočim dušikom lepilne trakove možno odlepiti, pri tem pa se niso zdobili in lepilo ni odstopilo od nosilne podlage.

če omenimo le nekatere od komponent (Almog, 2000). Kot vrsta sledi so prstne sledi precej občutljive na zunanje dejavnike in so podvržene hitremu uničenju. Če želimo izzvati prstne sledi na lepljivi strani lepilnega traku, ki smo ga pred tem s podlage odlepili s pomočjo tekočega dušika, se glede na njihovo občutljivost pojavi vprašanje, kako na prstne sledi deluje ekstremno nizka temperatura, saj je temperatura tekočega dušika  $-195,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Glede izzivanja prstnih sledi na lepljivih površinah sta najpogosteje uporabljena postopka *gentian violet* in *Sticky-side* prašek. Pri tem je treba pojasniti, da se *Sticky-side* prašek ne uporablja v prašni obliki kot nakazuje samo ime, ampak se pripravi v obliki srednje goste – pol tekoče paste. Da bi ugotovila, kateri od postopkov je učinkovitejši, je Grayeva (1996) v svojem eksperimentu primerjala oba omenjena postopka. Pri tem je ugotovila, da so bile prstne sledi, izzvane z *gentian violet*, šibke, večinoma slabe kakovosti in jih je bilo težko fotografirati. Za razliko od teh so bile sledi, izzvane s *Sticky-side* praškom, dobro vidne ter glede na podlago precej kontrastne in jih je bilo lažje fotografirati. S *Sticky-side* praškom je bilo izzvanih tudi več uporabnih prstnih sledi za nadaljnjo obdelavo kot z *gentian violet*.

V Nacionalnem forenzičnem laboratoriju smo zato opravili manjšo raziskavo. Namen raziskave je bil ugotoviti, ali je tekoči dušik primerno sredstvo za odstranjevanje lepilnih trakov s podlage in ali zaradi svoje ekstremno nizke temperature vpliva na obstojnost in kakovost prstnih sledi. Pri izvedbi raziskave smo izhajali iz dveh hipotez. Prva hipoteza je bila, da tekoči dušik omogoča lažje odstranjevanje lepilnih trakov, druga hipoteza pa, da uporaba tekočega dušika vpliva na obstojnost in kakovost prstnih sledi – na lepilnih trakovih, izpostavljenih delovanju tekočega dušika, bomo izzvali manj sledi, ki bodo tudi manj kakovostne, v primerjavi s tistimi, ki so bili odstranjeni ročno. Za preveritev prve hipoteze smo kot bolj primeren način odstranjevanja ocenili tistega, pri katerem ni prišlo do poškodb traku ali podlage. Za preveritev druge hipoteze pa smo primerjali količino izzvanih sledi na lepilnih trakovih, odstranjenih ročno, v primerjavi s tistimi, odstranjenih s tekočim dušikom, in koliko morfoloških značilnosti bomo lahko zaznali v izzvanih sledeh. Večje število izzvanih sledi in več morfoloških značilnosti sta pomenila boljši rezultat. Na podlagi ugotovitev Grayeve (1996) smo za izzivanje prstnih sledi v naši raziskavi uporabili *Sticky-side* prašek proizvajalca BVDA.

## 2 METODOLOGIJA

V okviru raziskave smo preverjali, ali izpostavljenost zelo nizki temperaturi vpliva na obstojnost prstnih sledi. Pri tem smo spremljali, koliko od povzročenih prstnih sledi smo po uporabi tekočega dušika še lahko izzvali ter to število primerjali s številom izzvanih prstnih sledi na kontrolnih vzorcih – lepilnih trakovih, ki smo jih odstranili brez uporabe tekočega dušika.

Pri raziskavi smo ravno tako preverjali, ali lahko uporaba tekočega dušika vpliva na kakovost izzvanih prstnih sledi. Kakovost izzvanih prstnih sledi smo

merili s številom vidnih morfoloških značilnosti<sup>7</sup> v prstnih sledih. Za podajo objektivne ocene o številu morfoloških značilnosti na izzvanih sledih smo uporabili računalniški sistem AFIS (angl. *Automated Fingerprint Identification System*). Kriterij za oceno o tem, ali je izzvana prstna sled kvalitetna ali ne, je bilo vsaj 24 jasno vidnih morfoloških značilnosti. Čeprav za individualizacijo<sup>8</sup> prstne sledi zadostuje že 12 morfoloških značilnosti, smo jih kot kriterij za kvalitetno sled v raziskavi postavili dvakrat več. Vse sledi so namreč nastale v idealnih razmerah, celotna raziskava pa je potekala v laboratorijskih pogojih, zato smo posledično pričakovali, da bodo tudi izzvane sledi dovolj kakovostne. Laboratorijski pogoji namreč v večini primerov znatno odstopajo od pogojev, ki so jim sledi izpostavljene v dejanskih zadevah. Glede na to, da lahko pri dejanskih zadevah na kakovost sledi vpliva veliko nepredvidljivih dejavnikov, je posledično tudi kakovost takšnih sledi slabša. Če bi v dejanskih zadevah z enakim postopkom pričakovali za 50 % manj kvalitetno sled kot v opravljeni raziskavi, bi bila takšna sled še vedno dovolj kvalitetna, da bi jo lahko individualizirali. Na koncu smo z metodo analize empiričnih rezultatov in s primerjalno metodo primerjali količino in kakovost izzvanih prstnih sledi na vzorcih, ki smo jih z nosilne podlage odstranili brez tekočega dušika (kontrolni vzorci), in tistih, ki smo jih odstranili z uporabo tekočega dušika. Ker strokovne literature, ki bi obravnavala podobno temo, skoraj da ni, naših rezultatov nismo mogli primerjati neposredno z rezultati kakšne druge podobne raziskave.

### 2.1 Priprava vzorcev

Za izvedbo empirične raziskave smo uporabili dva različna lepilna trakova, ki se pogosto pojavljata tudi v praksi. Šlo je za srebrni, vodoodporni lepilni trak proizvajalca Tesa (*Tesa extra power Universal*), širine 50 mm, in embalažni rjavi lepilni trak podjetja Aero, širine 48 mm. Skupno smo pripravili 16 serij lepilnih trakov. V vsaki seriji je bilo 5 vzorcev (vsak vzorec je meril približno 10 cm) ter na lepljivi strani vsakega vzorca 3 prstne sledi. Prstne sledi smo povzročili sami,

---

7 Morfološke značilnosti predstavljajo t. i. drugi nivo informacije v prstnih sledih, pri čemer je prvi nivo osnovni vzorec, ki ga tvorijo papilarne linije (krožni, ločni, zanke), tretji nivo pa oblika robov papilarnih linij ter razpored in oblika por na papilarnih linijah. Kot morfološko značilnost štejemo vsak odklon od normalnega poteka papilarne linije ob predpostavki, da je normalni potek papilarne linije z ene strani blazinice prsta na drugo stran in poteka v rahlem loku. Morfološke značilnosti so definiranih oblik, najpogostejša ali osnovna vrsta teh oblik sta t. i. končujoča linija in vilica. Morfološke značilnosti so tista vrsta značilnosti v prstnih sledih in prstnih odtisih, po katerih se posamezniki med seboj najbolj razlikujemo, in ki omogočajo individualizacijo prstnih sledi.

8 V kontekstu primerjave prstnih sledi le-to individualiziramo, če lahko potrdimo, da se s primerjalnim odtisom ujema v zadostnem številu morfoloških značilnosti. Individualizacija pomeni, da smo na podlagi količine ujemanja ugotovili in potrdili, da določena sled izvira samo od točno določenega, enega samega vira (npr. to sled je povzročila točno ta oseba ali to sled je povzročil točno ta predmet). S prstnimi sledmi lahko individualiziramo osebe, saj je potek papilarnih linij na blazinicah prstov individualna lastnost posameznika. Individualizacija je v forenziki končna stopnja primerjave, ki pa je ni mogoče vedno potrditi. V strokovni literaturi in tudi na strokovnem področju daktiloskopije nasploh se nemalokrat in nekoliko površno, predvsem pa zaradi dolgoletne rabe namesto termina individualizirati/individualizacija napačno uporablja termin identificirati/identifikacija, ki pa glede na samo definicijo tega termina ne pomeni povsem enako kot individualizacija.

in sicer smo na vsakem vzorcu odtisnili kazalec, sredinec in prstanec desne roke iste osebe. Skupno je bilo torej v raziskavi zajetih 80 vzorcev lepilnih trakov in 240 prstnih sledi.

40 vzorcev (20 vzorcev srebrnih lepilnih trakov in 20 vzorcev rjavih lepilnih trakov) smo prilepili na nelepljivo stran enakega lepilnega traku, s čimer smo simulirali odstranjevanje lepilnega traku pri nanosu več plasti le-tega, 40 vzorcev pa smo prilepili na črno vrečo za smeti. Del pripravljenih vzorcev je prikazan na slikah 1 in 2.



**Slika 1:**  
Ena od serij s petimi vzorci rjavih lepilnih trakov. Povsem desno je viden še testni vzorec.



**Slika 2:**  
Dve seriji rjavih in dve seriji srebrnih lepilnih trakov na črni plastični vreči

Polovico vseh vzorcev smo s podlage odstranili v uri do dveh po tistem, ko smo jih prilepili. Drugo polovico vzorcev smo v zaprtem prostoru in pri sobni temperaturi pustili prilepljene teden dni in s tem simulirali staranje prstih sledi. Polovico vseh vzorcev smo s podlage odstranili z uporabo tekočega dušika, drugo polovico vzorcev pa smo s podlage odstranili »ročno« – brez uporabe tekočega dušika. Vzorci, ki so bili odstranjeni brez uporabe tekočega dušika, so služili kot kontrolni vzorci, saj sledi na njih niso bile izpostavljene delovanju ekstremno nizke temperature. Pričakovali smo, da bomo na njih izzvali vse povzročene sledi. V tabeli 1 je prikazana razdelitev števila serij, vzorcev in sledi glede na vrsto lepilnega traku, po kolikšnem času so bili vzorci s podlage (čas) odstranjeni, vrsto podlage, na kateri so bili prilepljeni, in način odstranjevanja.



**Tabela 1:**  
Prikaz števila serij, vzorcev in sledi

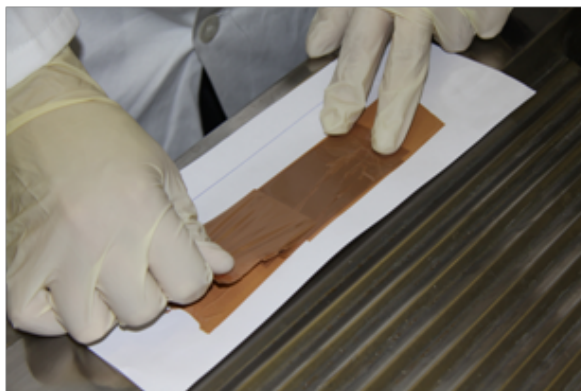
LEPILNI TRAK	ČAS	NELEPLJIVA STRAN LEPILNEGA TRAKU (tekoči dušik)	NELEPLJIVA STRAN LEPILNEGA TRAKU (kontrolni)	VREČA ZA SMETI (tekoči dušik)	VREČA ZA SMETI (kontrolni)
Srebrni	1 –2 uri	1S, 5V, 15 SL	1S, 5V, 15 SL	1S, 5V, 15 SL	1S, 5V, 15 SL
	1 teden	1S, 5V, 15 SL	1S, 5V, 15 SL	1S, 5V, 15 SL	1S, 5V, 15 SL
Rjavi	1–2 uri	1S, 5V, 15 SL	1S, 5V, 15 SL	1S, 5V, 15 SL	1S, 5V, 15 SL
	1 teden	1S, 5V, 15 SL	1S, 5V, 15 SL	1S, 5V, 15 SL	1S, 5V, 15 SL

*Prikaz števila serij (S), vzorcev (V) in sledi (SL) glede na vrsto lepilnega traku, časa odstranitve, podlage, na katero so bili prilepljeni, in načina odstranitve*

## 2.2 Odstranjevanje vzorcev lepilnih trakov od nosilne podlage

Ko smo pripravljene vzorce lepilnih trakov prilepili na nosilne površine (na nelepljivo stran enakega lepilnega traku ali na črno vrečo za smeti), smo jih po določenem času s površine odlepili. Pri običajnem (ročnem) odstranjevanju lepilnih trakov je to potekalo brez večjih težav pri tistih vzorcih, ki smo jih s podlage odlepili v uri do dveh po lepljenju. Težave so se pojavile pri trakovih, ki so bili teden dni prilepljeni na vreči za smeti. Pri odstranjevanju posameznih vzorcev se je namreč podlaga raztrgala, deli podlage pa so ostali prilepljeni na vzorcih in so prekrivali dele prstnih sledi na lepljivi površini traku. Na slikah 3 in 4 je prikazano običajno odstranjevanje vzorcev s podlage.

**Slika 3:**  
Običajno odstranjevanje lepilnega traku z nelepljive površine drugega lepilnega traku



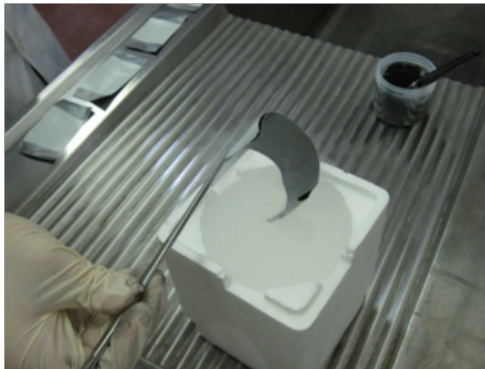
**Slika 4:**  
Običajno odstranjevanje lepilnega traku s črne plastične vrečke za smeti



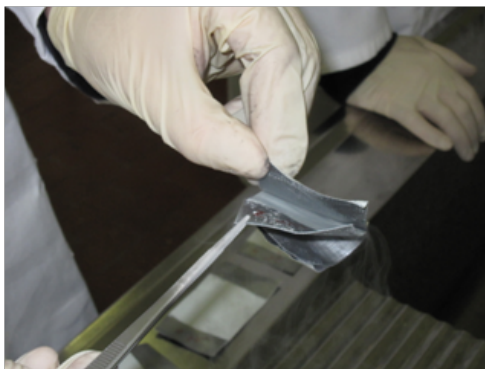
Pri odstranjevanju vzorcev s pomočjo tekočega dušika smo vzorce najprej za 30 sekund potopili v tekoči dušik. Čas 30 sekund je bil določen na podlagi ugotovitev Bergerona (2009), ki je pri svojem eksperimentu ugotovil, da pri različnih časih v trajanju do 30 sekund obstajajo razlike v učinkovitosti delovanja tekočega dušika na vzorce lepilnih trakov. 30-sekundna izpostavljenost lepilnih trakov tekočemu dušiku pa je tisti čas, v katerem dosežemo maksimalno učinkovitost le-tega. Tudi če čas podaljšujemo na več minut, boljšega učinka ne bomo dosegli (Bergeron, 2009). Po 30 sekundah smo vzorce potegnili iz tekočega dušika ter jih v prav vseh primerih brez težav ločili z obeh vrst podlage, ne glede na to, koliko časa so bili na podlago prilepljeni. Na slikah od 5 do 8 je prikazan postopek odstranjevanja lepilnega traku s podlage z uporabo tekočega dušika.



**Slika 5:**  
Vzorec  
lepilnega traku  
za 30 sekund  
potopljen v  
kopel tekočega  
dušika



**Slika 6:**  
Jemanje vzorca  
lepilnega  
traku iz kopeli  
tekočega  
dušika



**Slika 7:**  
Odstranjevanje  
lepilnega traku  
s podlage



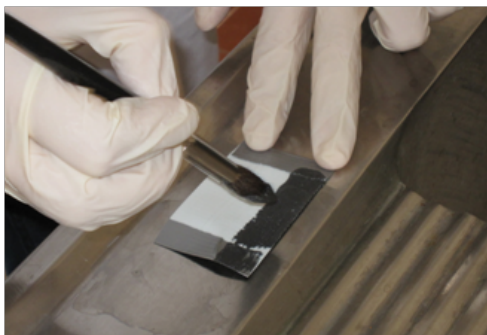
Slika 8:  
Odstranjevanje  
lepilnega traku  
s podlage



### 2.3 Izzivanje sledi s *Sticky-side* praškom

Na lepljivi strani vzorcev, ki smo jih odlepili iz nosilne površine, smo s *Sticky-side* praškom izzvali prstne sledi. Po navodilih proizvajalca smo pripravili pol tekočo pasto za izzivanje sledi, in sicer tako, da smo zmešali 2 zvrhani žlički *Sticky-side* praška z 10 kapalkami fotografskega razvijalca Kodak Photo-flo 200. Tako smo dobili gladko zmes v obliki pol tekoče paste. Prašek, žlička, fotografski razvijalec in kapalka se nahajajo v priročnem kompletu. *Sticky-side* pasto smo s čopičem previdno nanesli na vzorec in pri tem pazili, da ne bi poškodovali prstnih sledi. Pasto smo vedno nanašali le v eni smeri, in sicer od leve proti desni, jo na vzorcu pustili delovati 15 sekund, na kar smo vzorec sprali s hladno tekočo vodo. Spiranje vzorcev je vedno potekalo od zgornjega proti spodnjemu robu. Po končanem spiranju smo vzorec položili na papirno brisačo ter pustili, da se posuši pri sobni temperaturi. Celoten postopek je prikazan na slikah od 9 do 12.

Slika 9:  
Nanašanje  
*Sticky-side*  
paste na  
lepljivo stran  
lepilnega traku  
s čopičem

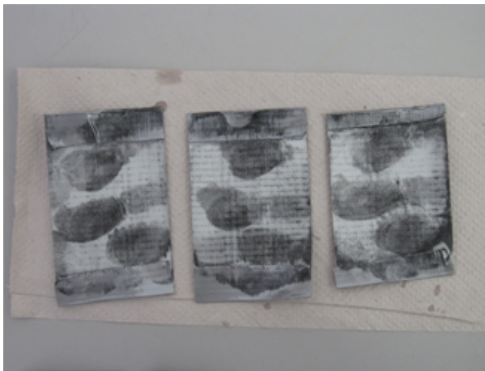


Slika 10:  
Spiranje  
*Sticky-side*  
paste pod  
hladno tekočo  
vodo po 15  
sekundah  
delovanja





Slika 11:  
Spiranje  
*Sticky-side*  
paste pod  
hladno tekočo  
vodo



Slika 12:  
Sušenje vzorcev  
po spiranju  
*Sticky-side*  
paste

Po obdelavi in sušenju vzorcev smo jih najprej vizualno pregledali in zapisali ugotovitve. Pri vizualnem pregledu vzorcev smo bili pozorni na število izzvanih prstnih sledi v vzorcu (ali smo uspešno izzvali vse tri prstne sledi na posameznem vzorcu) ter na kvaliteto izzvanih prstnih sledi – na intenzivnost obarvanja izzvanih prstnih sledi, na intenzivnost obarvanja ozadja vzorca in na vidnost posameznih detajlov (morfoloških značilnosti) v izzvanih prstnih sledeh s prostim očesom.

### 3 REZULTATI

Po opravljeni obdelavi vzorcev izzivanju ter pregledu izzvanih sledi smo ugotovili, da smo na vseh vzorcih uspešno izzvali vse povzročene sledi. Glede količine izzvanih sledi tako ni bilo nobenih razlik med kontrolnimi vzorci (tistimi, ki smo jih s podlage odstranili po običajnem postopku) in vzorci, ki smo jih s podlage odstranili s pomočjo tekočega dušika. Razlike ni bilo ne pri vzorcih, ki smo jih s podlage odstranili v uri do dveh, kakor tudi ne pri vzorcih, ki smo jih s podlage odstranili po tednu dni. Rezultatov nismo dobili samo pri enem od vzorcev srebrnih lepilnih trakov, ki smo ga po tednu dni z običajnim postopkom želeli odlepiti s črne plastične vreče. Podlaga je bila tako močno prilepljena na lepilni trak, da je ni bilo mogoče odstraniti. Glede na te rezultate lahko sklepamo, da uporaba tekočega dušika ne vpliva na količino izzvanih sledi na lepljivi strani lepilnih trakov.

Pri vizualnem pregledu izzvanih sledi smo ocenili, da je kakovost vseh sledi dobra, brez večjega odstopanja v vidnosti morfoloških značilnosti. Iz vseh serij smo

tako izbrali po en vzorec, ki je glede kakovosti izzvanih prstnih sledi predstavljal povprečje. Iz vsakega vzorca smo v sistem AFIS vnesli vedno tisto prstno sled, ki je bila povzročena s kazalcem desne roke. Sistem AFIS smo uporabili kot orodje za objektivno oceno kakovosti izzvanih prstnih sledi, ki smo jo merili s številom jasno vidnih in definiranih morfoloških značilnosti v prstni sledi. Kot jasno vidne in definirane značilnosti smo upoštevali tiste, ki jih sistem samodejno zazna in označi v prstni sledi. Sledi smo v sistem vnesli s pomočjo digitalne kamere, ki je integralni del omenjenega sistema in ki sled zajame z ločljivostjo 1000 dpi pri velikosti 1:1. Pri vsaki zajeti prstni sledi smo opravili še rahle ročne korekcije. Sistem namreč v prstni sledi kot morfološke značilnosti zazna in označi tudi takšne stvari, ki to dejansko niso (npr. večino papilarnih linij na robovih sledi označi kot končujoče linije), zgodi pa se tudi, da kakšno dejansko morfološko značilnost spregleda, zato smo jo označili ročno.

Rezultati meritev kakovosti izzvanih prstnih sledi, ki smo jih opravili s sistemom AFIS, so prikazani v tabelah 2 in 3. Tabela 2 vsebuje podatke za prstne sledi iz kontrolnih vzorcev, tabela 3 pa vsebuje podatke za prstne sledi iz vzorcev, ki so bili s podlage odstranjeni s tekočim dušikom.

**Tabela 2:**  
Število samodejno označenih morfoloških značilnosti

OZNAKA VZORCA	PODLAGA, S KATERE JE BIL VZOREC ODSTRANJEN	ŠT. SAMODEJNO OZNAČENIH ZNAČILNOSTI	ŠT. ZNAČILNOSTI PO ROČNI KOREKCIJI
1/3 (srebrni)	lepilni trak	19	24
1/5 R (rjavi)	lepilni trak	65	67
1T 1/5 (srebrni)	lepilni trak	56	58
1T 1/5 R (rjavi)	lepilni trak	64	66
3/5 (srebrni)	plastična vreča	61	65
3/1 R (rjavi)	plastična vreča	52	63
1T 3/2 (srebrni)	plastična vreča	58	62
1T 3/3 R (rjavi)	plastična vreča	54	58
	SKUPAJ	429	463

*Število samodejno označenih morfoloških značilnosti in število morfoloških značilnosti po ročni korekciji v sistemu AFIS za sledi na kontrolnih vzorcih*

**Tabela 3:**  
Število samodejno označenih morfoloških značilnosti

OZNAKA VZORCA	PODLAGA, S KATERE JE BIL VZOREC ODSTRANJEN	ŠT. SAMODEJNO OZNAČENIH ZNAČILNOSTI	ŠT. ZNAČILNOSTI PO ROČNI KOREKCIJI
1/5 N (srebrni)	lepilni trak	27	29
1/5 R N (rjavi)	lepilni trak	59	61
1T 1/1 N (srebrni)	lepilni trak	53	56
1T 1/2 R N (rjavi)	lepilni trak	46	52
3/1 N (srebrni)	plastična vreča	73	70
3/2 R N (rjavi)	plastična vreča	57	64
1T 3/2 N (srebrni)	plastična vreča	60	63
1T 3/1 R N (rjavi)	plastična vreča	58	63
	SKUPAJ	428	458

*Število samodejno označenih morfoloških značilnosti in število morfoloških značilnosti po ročni korekciji v sistemu AFIS za sledi na vzorcih, ki so bili s podlage odstranjeni s tekočim dušikom*

Na podlagi predstavljenih rezultatov je razvidno, da glede kakovosti izzvanih prstnih sledi med kontrolnimi vzorci in vzorci, ki so bili s podlage odstranjeni s

tekočim dušikom, ni prav nobenih razlik. Na podlagi tega lahko zatrdimo, da tekoči dušik kljub ekstremno nizki temperaturi ne vpliva na kakovost izzvanih sledi. Glede na predhodno postavljen kriterij za merilo o kakovosti izzvanih prstnih sledi (24 morfoloških značilnosti) lahko vidimo, da so prav vse izzvane sledi zadostile postavljenemu kriteriju. Število zaznanih morfoloških značilnosti pri vseh izzvanih sledeh znatno presega kvantitativni kriterij za individualizacijo prstne sledi, ki je 12. Če bi v dejanski zadevi izzvali tudi znatno manj kvalitetne sledi, v smislu količine morfoloških značilnosti, bi to zadostovalo za individualizacijo takšne sledi. Pri uporabi tekočega dušika torej ne obstaja nobena bojazen, da bi s tem prstne sledi na lepljivi strani lepilnega traku poškodovali, uničili ali poslabšali njihovo kakovost.

Ocenjujemo, da se je prednost tekočega dušika pokazala predvsem pri lažjem odstranjevanju lepilnih trakov s podlage, na kateri so bili dlje časa. Pri običajnem odstranjevanju obstaja bojazen, da bo del podlage ostal prilepljen na lepilni površini traku, kar bi onemogočilo izzvanje sledi v tistem delu traku. To se je v nekaj primerih zgodilo tudi v opravljenem eksperimentu, v enem primeru podlage sploh nismo mogli odlepiti.

## 4 RAZPRAVA

Izzivanje prstnih sledi na lepilnih trakovih se v glavnem opravlja na njihovi nelepljivi strani, z uporabo vseh uveljavljenih postopkov za izzivanje sledi na gladkih in neporoznih površinah, kot so npr. cianoakrilatni estri pa tudi različni daktiloskopski praški (Champod, Lennard, Margot in Stoilovic, 2004). Prstne sledi pa so lahko tudi na lepljivi strani lepilnega traku, kjer so varno shranjene in zaščitene pred večino zunanjih destruktivnih vplivov. Prva od težav, ki se pojavi glede izzivanjem prstnih sledi na lepljivi površini lepilnih trakov, je, kako lepilni trak uspešno odlepiti od podlage. Običajno ločevanje je sicer vedno izvedljivo, vprašljiva pa je uspešnost takšnega ločevanja, kar se je pokazalo tudi pri izvedbi naše raziskave. Še zahtevnejše je ločevanje lepilnih trakov, ki so medsebojno zlepljeni na lepljivih površinah. V raziskavi smo lahko potrdili, da je ločevanje lepilnih trakov od podlage z uporabo tekočega dušika neprimerno lažje, kot je običajno ločevanje lepilnih trakov. To sicer velja v tistih primerih, ko je lepilni trak prilepljen na nelepljivo stran lepilnega traku ali na plastično vrečo. V primeru zlepljenja lepljivih strani pa je tudi tekoči dušik žal velikokrat neučinkovit. Tudi sami smo na začetku raziskave poskusili z ločevanjem lepilnih trakov, ki so bili medsebojno zlepljeni z lepljivimi stranmi, vendar trakov nismo mogli ločiti. Enako je ugotovil tudi že Bergeron (2009), ki jih je od dvajsetih različnih lepilnih trakov, ki jih je uporabil v svojem eksperimentu, lahko s tekočim dušikom uspešno odlepil le deset. Uspešnost ločevanja lepilnih trakov, ki so med seboj prilepljeni z lepljivo stranjo, je odvisna predvsem od lastnosti njihovega lepila, vendar se s posameznimi vrstami lepil in njihovimi lastnostmi v naši raziskavi nismo ukvarjali.

Z raziskavo smo med drugim želeli pokazati, da je uporaba tekočega dušika za ločevanje lepilnih trakov od podlage uspešna metoda, ki je tudi enostavna za izvedbo. Pri tem se seveda zavedamo omejitev opravljene raziskave, saj so bili

vzorci pripravljene v takšni velikosti, da so bili obvladljivi in na način, da nismo imeli večjih težav pri njihovem odstranjevanju s podlage. Zavedamo se, da je v dejanskih primerih, ko je preiskovani lepilni trak lahko le velika lepljiva gmota, to precej težje. Glede na rezultate raziskave lahko prvo hipotezo delno potrdimo, saj se je tekoči dušik izkazal kot primernejša izbira za odstranjevanje tistih lepilnih trakov, ki so bili na površini prilepljeni teden dni. Pri lepilnih trakovih, ki so jih odstranili v uri do dveh po lepljenju, opaznejših razlik pri načinu odstranjevanja ni bilo.

V celoti pa lahko zavrneemo drugo hipotezo, saj so rezultati raziskave pokazali, da ne glede na način odstranjevanja lepilnih trakov, ni nobenih razlik v količini izzvanih sledi, kakor tudi ne v kakovosti izzvanih sledi. Pri obeh načinih odstranjevanja lepilnih trakov smo izzvali enako količino sledi, v katerih smo zaznali skoraj povsem enako število morfoloških značilnosti. Zavrnitev druge hipoteze pomeni, da tekoči dušik ne vpliva na obstojnost in kakovost prstnih sledi.

Z opravljeno raziskavo pa smo dodatno ugotovili, katera sta tista dejavnika, ki imata na kakovost izzvanih sledi neposreden vpliv. Gre za način priprave *Sticky-side* paste ter čas delovanja te paste na sled.

Za izzivanje sledi na pripravljenih vzorcih smo *Sticky-side* pasto pripravili po navodilih proizvajalca, in sicer smo dve žlički praška zmešali z desetimi kapalkami fotografskega razvijalca. Težava pri tem je, da količina praška, ki jo zajamemo z žličko, zelo variira, posledično pa je gostota pripravljene paste lahko precej različna. Pri enakem času delovanja paste (15 sekund) pride pri bolj gosti pasti do obarvanja podlage prstne sledi, kar moti vidnost sledi in detajlov v njej. Pri bolj redki pasti pa se zgodi, da sledi niso dovolj izzvane, so šibke in slabo vidne, s slabo vidnimi detajli. Pri izvedbi eksperimenta se nam je zgodilo, da smo zaradi slabih rezultatov izzivanja morali ponoviti dve seriji vzorcev. Šele takrat smo ugotovili, kakšen vpliv ima gostota pripravljene mešanice na kakovost izzvanih sledi. Naknadno smo opravili več testov z meritvami in ugotovili, kolikšne so razlike v količini zajetega praška na način, kot je podan v navodilih proizvajalca. Opravili smo več tehtanj količine praška, ki ga zajamemo z dvema žličkama, in pri tem ugotovili, da količina praška variira od 5,5 g do 7 g. Razlika v količini lahko znaša tudi 20 %. Tudi pri zajemu fotografskega razvijalca s kapalko prihaja do razlik. Na podlagi več opravljenih testov smo ugotovili, da lahko količina razvijalca, ki jo zajamemo z 10 kapalkami, variira od 7 ml do 7,8 ml. Razlike v gostoti pripravljene *Sticky-side* paste so tako lahko precejšnje, kakovost izzvanih sledi pa odvisna od občutka osebe, ki postopek izvaja. Navodila proizvajalca so torej vse preveč ohlapna, še posebej ob upoštevanju dejstva, da gre za dejavnik, ki neposredno vpliva na kakovost izzvanih sledi. Ker se postopek izzivanja prstnih sledi vedno opravlja v laboratoriju, bi morala biti navodila za pripravo mešanice podana bolj eksaktno, količina praška izražena vsaj v gramih in količina fotografskega razvijalca pa v ml.

Drugi dejavnik, ki neposredno vpliva na kvaliteto izzvanih sledi, je čas delovanja *Sticky-side* paste na sledi. Priporočljiv čas 15-ih sekund se je izkazal za primernega, seveda ob primerno gosti *Sticky-side* pasti. Daljši čas delovanja paste se odraža v obarvanju podlage prstne sledi, kar negativno vpliva na vidnost sledi in detajlov v njej. Pri krajšem delovanju se to odraža v šibko vidnih sledih in

slabo vidnih detajlih. Če je šibko vidnost morda mogoče izboljšati z dodatnim nanosom *Sticky-side* paste, pa je obarvanost podlage zaradi predolgega delovanja paste nepopravljiva.

Glede izzivanja prstnih sledi na lepljivi strani lepilnih trakov je torej kombinacija tekočega dušika in *Sticky-side* paste zelo učinkovita. Ob pravilni uporabi slednje lahko torej pričakujemo, da bomo prstne sledi na lepljivi strani lepilnega traku uspešno izzvali. Pri tem moramo ponovno poudariti, da se rezultati raziskave nanašajo na sledi, ki so bile hranjene v zaprtem prostoru pri sobni temperaturi. Pri sledeh, ki bi bile izpostavljene delovanju atmosferskih dejavnikov in višje temperature, pa menimo, da bi bili rezultati izzivanja lahko slabši. Ali bi se kombinacija tekočega dušika in *Sticky-side* paste enako dobro obnesla tudi na drugih vrstah lepilnih trakov in na lepilnih trakovih, izpostavljenih atmosferskim dejavnikom in daljšemu staranju, bo treba preveriti še v prihodnje.

## UPORABLJENI VIRI

- Almog, J. (2000). Visualization. V J. A. Siegel, P. J. Saukko in G. C. Knupfer (ur.), *Encyclopedia of forensic sciences* (vol. 2, str. 890–900). San Diego: Academic Press.
- Bergeron, J. W. (2009). Use of liquid nitrogen to separate adhesive tapes. *Journal of Forensic Identification*, 59(1), 7–25.
- Gray, M. L. (1996). Sticky-side powder versus gentian violet: The research for the superior method for processing the sticky side of adhesive tapes. *Journal of Forensic Identification*, 46(3), 268–272.
- Champod, C., Lennard, C., Margot, P. in Stoilovic, M. (2004). *Fingerprints and other ridge skin impressions*. Boca Raton: CRC Press.
- Pelicon, J. (2010). *Vpliv tekočega dušika na izzivanje prstnih sledi na lepljivi strani lepilnega traku* (Diplomsko delo). Ljubljana: Fakulteta za varnostne vede.

## O avtorju:

**Andrej Gerjevič**, specialist kriminalističnega preiskovanja, zaposlen v Nacionalnem forenzičnem laboratoriju v Ljubljani kot vodja kakovosti, pred tem pa kot izvedenec za področje daktiloskopije in preiskave sledi obuval. E-pošta: andrej.gerjevic@policija.si