

Forenzične preiskave mehanskih sledi

Miha Vojir¹

V forenzičnih laboratorijih opravljajo več vrst preiskav, vključno s preiskavami mehanskih sledi. V splošnem so mehanske sledi poškodbe, ki jih neko orodje naredi na predmetu. Preiskovalci v forenzičnih laboratorijih opravljajo predvsem analize tistih mehanskih sledi, ki nastanejo med kaznivimi dejanji, delovnimi nesrečami, prometnimi nesrečami, eksplozijami in požari. Za kakovostne laboratorijske analize sta ključnega pomena dobra oprema, predvsem optični stereomikroskop in primerjalni mikroskop, ter strokovna usposobljenost preiskovalca. Preiskovalci forenzičnih laboratorijev podajajo strokovna mnenja na podlagi mikroskopskih analiz spornih mehanskih sledi. Z mikroskopsko analizo se ugotovljajo splošne in individualne značilnosti preiskovanih sledi. Glede na splošne značilnosti sledi je možno določiti vrsto orodja, ki je bilo uporabljeno pri kaznivem dejanju, oziroma vrsto orodja, ki je naredilo sporne sledi. Glede na individualne značilnosti sledi pa je možno identificirati orodje, ki je naredilo sporne sledi. Kadar je ugotovljena enakost splošnih in individualnih značilnosti spornih sledi s splošnimi in individualnimi značilnostmi preiskovanega orodja, se poda mnenje, da je točno določeno, torej preiskovano, orodje naredilo preiskovane sporne mehanske sledi.

Ključne besede: forenzične preiskave, mehanske sledi, orodje, mikroskop

UDK: 343.983.2

1 Uvod

Identifikacija uporabljenega vlomilskega orodja je v povezavi s pričanji in preostalimi sledmi eden izmed ključnih materialnih dokazov o navzočnosti osumljenca na kraju kaznivega dejanja. Posest identificiranega vlomilskega orodja je neposredna povezava z obravnavanim kaznivim dejanjem. Posledično je to neprecenljiv podatek za kriminalističnega preiskovalca, v sodnem postopku pa ključni dokaz (Sablič in Pezdir, 2004). Med uporabo orodja se določene njegove značilnosti vtisnejo, prenesejo na predmet na mestu, kjer je bilo orodje uporabljeno. V forenzičnih laboratorijih je možno z mikroskopsko preiskavo značilnosti mehanskih sledi, ki so nastale med kaznivim dejanjem, ugotoviti:

- vrsto orodja, ki je bilo uporabljeno za nastanek spornih sledi,
- identifikacijo sledi (povezava med spornimi sledmi), ki so bile narejene z istim orodjem,
- identifikacijo orodja (oziroma predmeta), ki je bilo uporabljeno med kaznivim dejanjem.

Za forenzične preiskave mehanskih sledi so primerne predvsem naslednje vrste sledi: vtisnine, zdrsnine, prereznine, prelomnine, pretrganine, prežaganine in izvrtine. Tovrstne

sledi nastanejo med vlomi, delovnimi nesrečami, prometnimi nesrečami, požari in tudi pri drugih vsakodnevnih dogodkih, ki niso predmet predkazenskega postopka (Baldwin, Birkett, Facey in Rabey, 2013). V splošnem velja, da so mehanske sledi vtisnine in zdrsnine, ki jih orodje naredi v material (Petrao, 2010). Identifikacija orodja, torej potrditev, da je sporne mehanske sledi naredilo točno določeno preiskovano orodje, temelji na subjektivnem mnenju preiskovalca. Pri preiskavah mehanskih sledi, ki jih naredi orodje, ne poznamo numeričnega modela, ki bi določal število značilnosti, ki so potrebne za identifikacijo orodja. Pri preiskavah mehanskih sledi ni vnaprej določenega najmanjšega števila individualnih značilnosti, glede na katere bi lahko sklepali o enakosti med značilnostmi spornih in primerjalnih sledi (Herad, 1997).

Kakovost preiskave orodja in mehanskih sledi je odvisna predvsem od usposobljenosti in izkušenj preiskovalca na področju tovrstnih preiskav. Preiskovalec mora biti natančen in imeti dober občutek za analizo mehanskih značilnosti v tri-dimenzionalnem prostoru. Na preiskavo vsekakor vplivata tudi vrsta in kakovost uporabljene opreme (Hueske, 2006). Med opremo, ki ima glavni pomen pri identifikaciji orodja, je optični primerjalni mikroskop. Na trgu so se poleg optičnih mikroskopov začeli pojavljati tudi digitalni mikroskopi in optični bralniki (skenerji). Digitalni mikroskopi preiskovalcu delno olajšajo postopek identifikacije orodja. Nekatere naprave so opremljene s programsko opremo za točno določeno vrsto preiskav. Opravijo meritve razdalj in kotov ter delno tudi statistično obdelajo deformacije oziroma značilnosti analizi-

¹ Miha Vojir, višji kriminalistični inšpektor – forenzični izvedenec, Nacionalni forenzični laboratorij, Generalna policijska uprava, Slovenija. E-pošta: miha.vojir@policijska.si

ranih sledi. Določijo število enakih značilnosti sledi na spornih in primerjalnih sledih. Rezultate podajo z določeno verjetnostjo, zato se mora preiskovalec še vedno sam, predvsem na podlagi izkušenj, odločiti, ali je možno z gotovostjo potrditi oziroma zanikati, ali je sporne sledi naredilo prav preiskovano orodje (Anderson in Whitcomb, 2015).

Subjektivno oceno nastanka in ujemanja mehanskih sledi je možno matematično opredeliti le do določene stopnje verjetnosti. Pomembno je, da preiskovalec ugotovitve oziroma mnenje glede nekaterih preiskav lahko utemelji s fotografijami in meritvami, v določenih primerih, če je možno, tudi s preračuni. Tako je možno sodišču kakovostno predstaviti, na podlagi katerih meril oziroma značilnosti sledi je bila narejena identifikacija orodja (Haag, 2006). Identifikacija orodja in mehanskih sledi se opravi glede na procese izdelave orodja in glede na deformacije, ki nastajajo med vsakokratno uporabo. Identifikacija orodja se torej opravi glede na splošne in individualne mehanske značilnosti sledi, ki jih orodje med uporabo pusti na predmetu. Tudi rjavenje orodja je proces, ki vpliva na mehanske značilnosti orodja. Ni možno točno določiti, kako močno mora orodje zarjaveti po tem, ko je bilo uporabljeno med kaznivim dejanjem, da ga ne bi bilo več možno identificirati (Warlow, 2003).

Za preiskavo mehanskih sledi je ključno, kaj se z orodjem dogaja po tem, ko je bilo uporabljeno pri kaznivem dejanju, zato je za preiskovalca pomembno, da sporno orodje prejme v preiskavo čim prej po storjenem kaznivem dejanju. Prej, ko ga dobi v preiskavo, večja je verjetnost, da ga bo možno identificirati, saj bo s tem manj možnosti za nastanek novih individualnih značilnosti na njem oziroma za spremembo obstoječih. Petraco (2010) je predstavil splošne značilnosti mehanskih sledi, ki jih naredi večina različnega orodja, vendar pa vnaprej nikakor ni možno točno določiti in predvideti, kakšne individualne značilnosti bodo zaradi določenih vplivov nastale na orodju. Vsak nastanek individualnih značilnosti je specifičen.

2 Splošna pravila za zavarovanje mehanskih sledi

Sporni preiskovani material, torej orodje in mehanske sledi, mora biti med zavarovanjem opisno in fotografsko dokumentiran. Razvidni morajo biti mesto najdbe, splošen videz in posebnosti, ki so pomembne za forenzično preiskavo. Sporni material mora biti označen, zapakiran in poslan v preiskavo tako, da se sledi, ki so predmet preiskave, ne uničijo in da se prepreči njihova zamenjava ali izguba. Orodje se po zasegu oziroma zavarovanju ne sme uporabljati, z njim pa je treba pazljivo ravnati. To velja predvsem za čeljusti orodja, saj na teh ne sme priti do mehanskih sprememb. Prav tako se po zavarovanju ne smejo poškodovati sporne mehanske sledi, ki

jih je naredilo orodje ali predmet. Med zavarovanjem, pakiranjem in transportom na spornem materialu ne smejo nastati dodatne raze in zdrsne. Možno je, da so na predmetih z mehanskimi sledmi tudi biološke, papilarne, kemijske ali druge sledi, zato je v zvezi z različnimi vrstami laboratorijskih preiskav treba upoštevati navodila glede zavarovanja in transporta sledi.

Na orodju, ki je bilo najdeno na kraju kaznivega dejanja, oziroma orodju, katerega uporabnik ni poznan, je treba najprej opraviti biološke in daktiloskopske preiskave. Z biološkimi preiskavami je uporabnika orodja možno ugotoviti glede na DNK, ki je lahko prisoten na orodju, z daktiloskopskimi preiskavami pa glede na prstne odtise oziroma papilarne linije na orodju. V primeru, da po omenjenih preiskavah uporabnik orodja še vedno ni znan, se opravi le preliminarna mikroskopska preiskava mehanskih sledi. Večina laboratorijev opravi natančne mikroskopske preiskave mehanskih sledi, ki jih naredi orodje, katerega uporabnik ni poznan, le v posebnih primerih oziroma po odredbi sodišča.

2.1 Vrste preiskav mehanskih sledi

Za uspešne preiskave mehanskih sledi imajo nekateri laboratoriji, ki opravljajo te preiskave, zbirke poškodovanih, nasilno odklenjenih in zlomljenih cilindričnih vložkov ključavnic. Tako lahko sledi, ki nastanejo med lomljenjem cilindričnih vložkov ključavnic, medsebojno primerjamo tudi v primerih, ko orodje, s katerim so bili vložki poškodovani, še ni najdeno ali zaseženo. Primerjalne sledi, ki se v laboratoriju naredijo z zaseženim orodjem, z mikroskopom primerjamo s sledmi, za katere obstaja sum, da so bile narejene prav s tem orodjem. Primerjamo jih tudi s tovrstnimi sledmi, ki so hranjene v zbirki.

Za preprostejše mikroskopske preiskave, kot so:

- zlomljen lok ključavnice obešanke (prelomnina) – s silo na vzvod, montirnim železom ali podobnim kovinskim koničastim predmetom,
- prerezan lok ključavnice obešanke (prerezna) – s škarjami za rezanje betonskega železa,
- nasilno odpiranje oken, vrat (zdrsnina) – z večjim izvijačem ali montirnim železom,
- žaganje cevi, kablov, lesa ipd. (prežaganina) – z žago,
- vrtanje (izvrtina) – s svodom,
- ni treba uporabljati zahtevne optične opreme, ampak je možno že s preprostejšo opremo ugotavljati vrsto orodja, s katerim je bilo storjeno kaznivo dejanje. To je možno v primerih, ko sporno orodje še ni zaseženo, mehanske poškodbe, ki so nastale med vlomom, pa imajo izrazite splošne značilnosti (Baldwin et al., 2013).

2.2 Zavarovanje orodja in mehanskih sledi

Forenzični laboratoriji oziroma oddelki področnih kriminalističnih tehnik imajo določena pravila glede zavarovanja sledi. Navodila se sicer v nekaterih delih lahko rahlo razlikujejo, vendar pa so splošni postopki za zavarovanje enaki. Orodje se po zasegu in pred forenzično preiskavo ne sme uporabljati. Orodje oziroma čeljusti orodja namreč po zavarovanju ne smejo biti dodatno mehansko poškodovane. Material mora biti transportiran tako, da na sledeh ne pride do nastanka dodatnih mehanskih poškodb. Če med zavarovanjem ali transportom kljub temu nastanejo dodatne poškodbe (npr. med zavarovanjem cilindričnega vložka, ko je ta izvlečen iz ležišča ključavnice), je treba zapisati lokacijo dodatno nastalih poškodb. Velika verjetnost je, da so na čeljusti zaseženega ali najdenega orodja delci kovin, barve, lakov ali plastične izolacije. Da ne bi prišlo do uničenja tovrstnih delcev, se čeljusti

dli od orodja, zato sledi ne čistimo ali brišemo oziroma se jim čim manj dotikamo, da tovrstnih delcev ne uničimo. Postopek opisovanja, pakiranja in transporta je enak postopku, ki velja za preiskovano orodje.

2.2.1 Lomljenje cilindričnega vložka ključavnice

Kadar je vlomljeno tako, da vlomilec zlomi cilindrični vložek ključavnice, je največkrat uporabljeno standardno ročno orodje, kot so nastavljivi viličasti ključ, grip klešče, univerzalne klešče, natični ključ, dvojni viličasti ključ št. 10 itd. Ključavnico je možno nasilno odkleniti tudi z vrtanjem (v nekaterih primerih je možna celo identifikacija svedra), sicer pa je cilindrični vložek možno zlomiti tudi s specialnim orodjem, ki je posebej prirejeno za lomljenje cilindričnih vložkov ključavnic (na primer viličasti nastavek, kocka, smenalnik (tako imenovani abciger) in podobno prirejeno orodje) (slika 1).



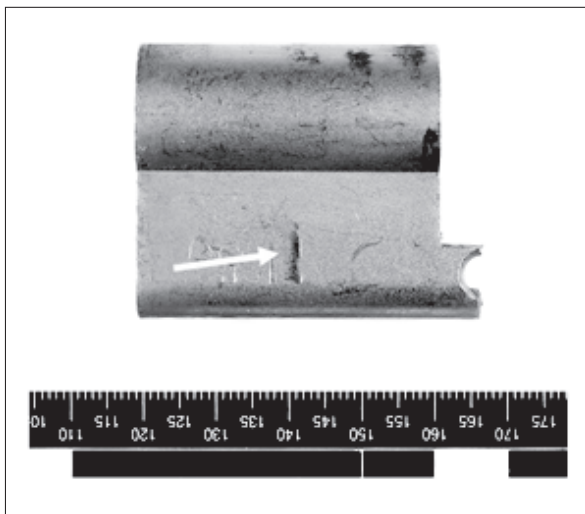
Slika 1: Ročno orodje za lomljenje cilindričnega vložka ključavnice

pred preiskavo ne smemo dotikati, jih čistiti ali brisati. Orodje je treba oviti v papirnati ovoj ali zapakirati v kartonsko škatlo. V primeru zavarovanja več kosov orodja je dobro, da posebej ovijemo vsak kos orodja. Med transportom več kosov orodja namreč ne sme priti do stika oziroma medsebojnega trenja med enim in drugim kosom orodja.

Sporne mehanske sledi se zavarujejo enako kot orodje. Tudi pri mehanskih sledeh moramo biti pozorni, da ne pride do deformacij značilnosti sledi. Kot velja za orodje, so tudi v mehanskih sledeh lahko delci kovin, barve ali laka, ki so odpa-

Med ogledom kraja kaznivega dejanja je smiselno zavarovati poškodovani cilindrični vložek ključavnice z vsemi pripadajočimi deli (slika 2). Med vlomom marsikdaj nastanejo mehanske poškodbe tudi na varnostnem ščitcu cilindričnega vložka oziroma ključavnice. To so najpogostejše vtisnine in zdrsnine, ki so narejene z izvijačem ali podobnim orodjem. Če so na varnostnem ščitcu vidne poškodbe, ki so nastale med vlomom, moramo zavarovati in poslati v preiskavo tudi varnostni ščit. Če varnostni ščit med demontažo dodatno poškodujemo, poškodbe nedvoumno označimo in opišemo, katere so nastale med demontažo in niso predmet forenzične

preiskave. Vložka ne označujemo z ostrimi predmeti oziroma s skalpelom. Kadar je na kraju kaznivega dejanja najden in zavarovan le odlomljeni del cilindričnega vložka, ki je bil pred lomljenjem na notranji strani vrat, je ta shranjen v zbirko področnega oddelka za kriminalistično tehniko.

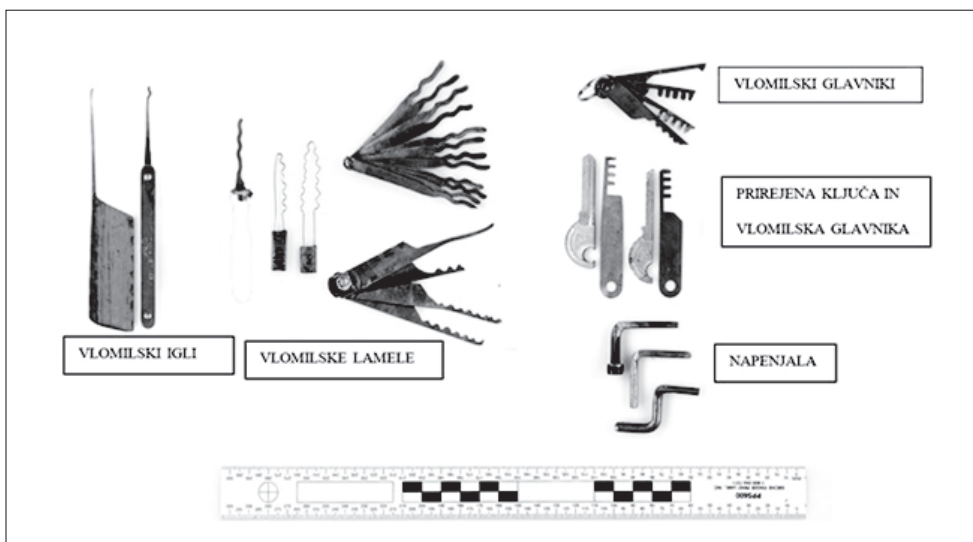


Slika 2: Zlomljen cilindrični vložek z mehanskimi poškodbami na ohišju

2.2.2 Nasilno odklepanje ključavnic s specialnim orodjem

V forenzičnih laboratorijih se opravljajo tudi preiskave ključavnic oziroma njihovih delov (cilindrični vložki, ključavnice obešanke, avtomobilske ključavnice ipd.), za katere obstaja sum, da so bile nasilno odklenjene s specialnim orodjem. Specialno orodje za nasilno odklepanje ter lomljenje stavbnih in avtomobilskih ključavnic je orodje, ki je izdelano ali posebej prirejeno za vlome v stavbe, prostore, ograjena območja in vozila. Tovrstno orodje se uporablja samo za vlom. Najpogostejše vrste specialnega orodja za nasilno odklepanje ter lomljenje stavbnih in avtomobilskih ključavnic so vlomilska igla, vlomilska lamela, vlomilski glavnik, prirejeni ključ, napenjalo, orodje za odklepanje zaklepa, vlomilska kocka, vlomilski viličasti nastavek, snemalnik za lomljenje vložka ključavnice in podobno orodje (slika 3).

Med zavarovanjem je treba sporni cilindrični vložek previdno izvleči iz ležišča; če je možno, se to stori z notranje strani vrat. Označiti moramo, kateri del preiskovanega cilindričnega vložka je bil na notranji in kateri na zunanji strani vrat. Če je le možno, se poleg spornega cilindričnega vložka ključavnice, sporne ključavnice obešanke ali vložka avtomobilske ključavnice zavarujejo in v laboratorijsko preiskavo pošljejo tudi pripadajoči ključi – tako izvorniki kot kopije.



Slika 3: Specialno orodje za nasilno odklepanje ključavnic

Med vlomom v vozilo, pri katerem je vložek ključavnice vrat vozila zlomljen, se zaporne lamele vložka ključavnice tako poškodujejo, zlomijo oziroma zdrobijo, da je ključavnico možno odkleniti. Med zavarovanjem poškodovanih avtomobilskih ključavnic je treba biti previden, da na vložku ključavnice med izvlekom iz ležišča ključavnice vrat (ali ležišča volanske ključavnice) ne nastanejo dodatne mehanske poškodbe. V nekaterih primerih je demontaža vložka ključavnice tako zapletena, da je treba vložek zavarovati s pomočjo strokovnjakov iz servisnih delavnic ali pooblaščenih servisov, ki imajo posebna orodja in znanje za demontažo vložka. V primeru poškodb, nastalih med zavarovanjem, torej med izvlekom vložka, je treba opisati lokacijo poškodbe. Če je le možno, se v preiskavo pošljejo tudi ključi, ki pripadajo preiskovani ključavnici.

2.2.3 Lomljenje in rezanje zapornega loka ključavnice obešanke

Ohišje in zaporni lok ključavnice obešanke sta med vlomom največkrat poškodovana z montirnim železom ali podobnim kovinskim koničastim orodjem, s silo na vzvod ali pa tako, da je lok obešanke prerezan s škarjami za rezanje betonskega železa (sliki 4 in 5). Med ogledom kraja kaznivega dejanja je treba zavarovati vse najdene dele poškodovane ključavnice obešanke. Če je le možno, poleg poškodovane obešanke zavarujemo tudi pripadajoče ključe.



Slika 4: Orodje za poškodovanje ključavnic obešank



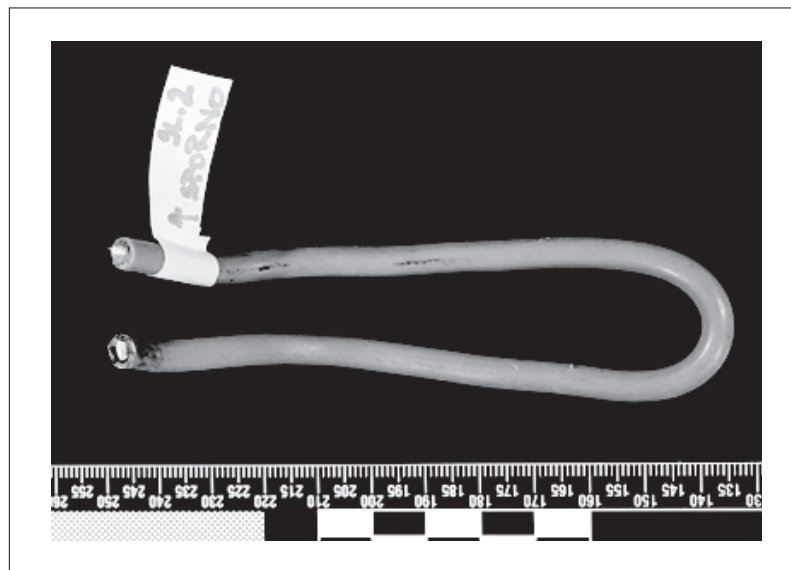
Slika 5: Prerezan lok ključavnice obešanke

2.2.4 Mehanske sledi na kabljih, žicah ter kovinskih, plastičnih in lesenih predmetih

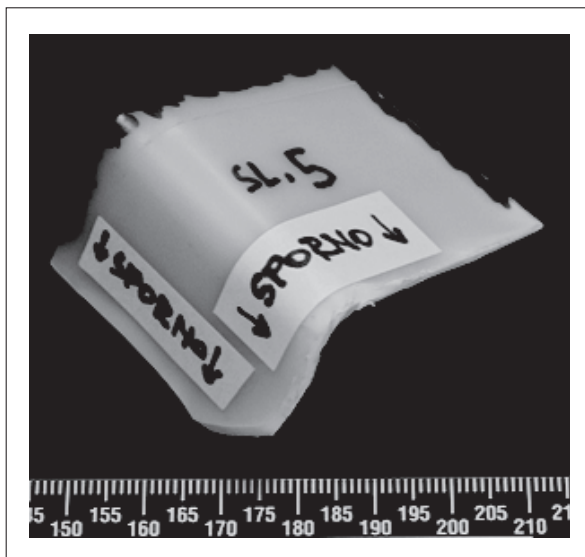
Sporne mehanske poškodbe na prerezanih kabljih, žicah ter podobnih kovinskih, plastičnih in lesenih predmetih morajo biti med zavarovanjem nedvoumno označene. Te sledi so na poškodovanem kosu žice lahko označene tako, da na sporni konec, ob mehansko poškodbo, ovijemo nalepko, na katero zapišemo SPORNO – tako označimo sporno prerezino na enem koncu žice. Drugi konec žice, na katerem je bila prerezina narejena denimo med samim zavarovanjem, lahko pobarvamo s flomastrom oziroma označimo, da ta konec žice ni predmet forenzične preiskave. Podobno tudi na poškodovanem kosu, denimo, plastike po robovih označimo sporne mehanske sledi. Preostale robove predmeta, ki so nastali med zavarovanjem, pobarvamo s flomastrom oziroma

nedvoumno označimo, da niso predmet forenzične preiskave (sliki 6 in 7).

krat najdejo na vratnih krilih, okvirjih vrat, oknih in ohišjih varnostnih blagajn. Predmeti, na katerih so narejene tovrstne



Slika 6: Sporna prereznina kabla



Slika 7: Sporne prereznine na predmetu

2.2.5 Silikonski odlitki sledi

Sledi, ki jih naredijo orodja, kot so izvijač, montirno železo ali sekira, se v zvezi z mehanskimi preiskavami največ-

mehanske sledi, so lahko iz različnih materialov, kot so kovina, les in plastična masa. Mehanskih sledi v nekaterih primerih ni možno zavarovati tako, da bi predmete s sledmi poslali v preiskavo v forenzični laboratorij. V primerih, ko oblika mehanskih sledi nakazuje, da so te dovolj tipične za forenzično preiskavo, predmeta s spornimi sledmi pa v laboratorij ni možno poslati zaradi njegove velikosti ali teže, se sporne sledi zavarujejo s silikonsko pasto (slika 8).

Mehanske sledi na kraju se označijo in fotografirajo z merilom. Izmeri in opiše se lokacija sledi, na primer, na kateri višini podboja vrat je sled. Silikonski odlitek spornih sledi se naredi po navodilih uporabe silikonske paste za zavarovanje sledi. Sledi lahko označujemo tako, da med strjevanjem silikonske paste na hrbtno stran odlitka položimo nalepko ali kos papirja. Po končanem procesu strjevanja paste se lepilni trak samodejno zlepi skupaj s pasto. Na hrbtno stran nalepke nato zapišemo številko sledi.



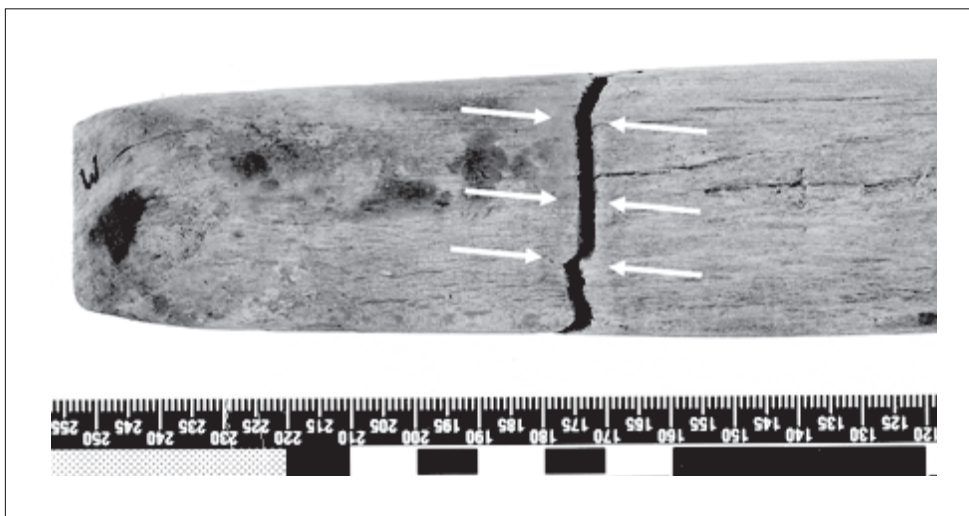
Slika 8: Zdrsnine, zavarovane s silikonskim odlitkom

2.2.6 Prelomnine in raztrganine (pretrganine)

Nekatere preiskave ugotavljanja ujemanja prelomnin in pretrganin, na primer avtomobilskega vzvratnega ogledala, prelomnine konice ali stbla izvijača, ročaja krampa, sekire ali podobnih predmetov in orodja, je možno opraviti že s preprostejšo mikroskopsko opremo. Za kakovostno preiskavo ugotavljanja ujemanja manjših prelomnin ploskev potrebujemo zahtevno optično opremo. Na splošno velja, da tako opremo potrebujemo za preiskave prelomnin in pretrganin, ki merijo manj kot 1 cm. Tovrstne preiskave so preiskave pretrganine lepilnega traku, jeklenice in žice (slika 9).

3 Tvorbe in enakost značilnosti mehanskih sledi

Med ogledi krajev kaznivih dejanj, kjer je bilo uporabljeno orodje, so v večini primerov, poleg preostalih sledi, zavarovane tudi mehanske sledi. V njih so pod stereomikroskopom običajno vidne značilnosti sledi, ki jih je naredilo točno določeno orodje (slika 10). Zato lahko mehanske sledi kriminalistične preiskovalce pripeljejo do storilca. Kadar orodje s silo deluje na predmet, se na del predmeta, kjer je bilo uporabljeno, nekatere mehanske značilnosti orodja vtisnejo oziroma prenesejo. Na predmet se prenesejo splošne in individualne značilnosti orodja. Med preiskavo površine orodja je pod mikroskopom, z uporabo poševne svetlobe, vidna hrapavost v obliki raz oziroma brazd. Hrapavost površine in poškodbe se med uporabo orodja zrcalno prenesejo na mehkejše dele predmeta,



Slika 9: Ujemanje dveh prelomnin po obodu, kar pomeni, da sta dela pred lomljenjem sestavljala celoto

kjer je orodje uporabljeno. Kadar orodje deluje na predmet z določeno silo, se splošne in individualne značilnosti (raze) s trde površine delov orodja prenesejo na mehkejši material predmeta. Za identifikacijo orodja mora preiskovalec s preiskovanim orodjem najprej narediti primerjalno sled in jo nato primerjati s sporno sledjo, ki je bila zavarovana med ogledom kraja kaznivega dejanja.

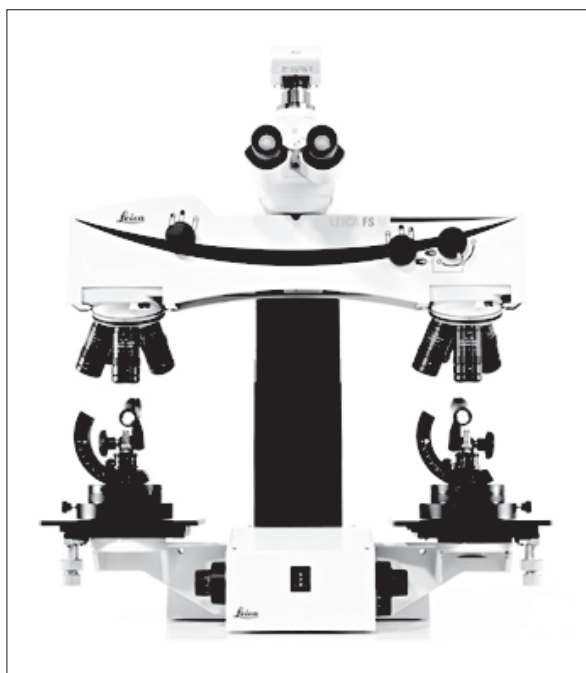


Slika 10: Optični stereomikroskop
(vir: SpachOptics, 2020)

3.1 Splošne značilnosti sledi, ki jih naredi orodje

Istovrstno orodje, ki ga izdelajo različni proizvajalci, ima lahko enake splošne mehanske značilnosti. Tudi različni modeli istega proizvajalca imajo lahko podobne splošne mehanske značilnosti, vendar imajo običajno različne individualne značilnosti sledi. Individualne mehanske značilnosti orodja istega proizvajalca in istega tipa so si med seboj sicer podobne, vendar se običajno, odvisno od načina izdelave, med seboj vendarle razlikujejo. Izraz splošne značilnosti mehanskih sledi pomeni predvsem vrsto in model orodja. Glede na splošne značilnosti sledi lahko ugotovimo, ali je mehanska sled nastala med lomljenjem, rezanjem oziroma ščipanjem ali zdrsom. Splošne značilnosti pomenijo tudi število ter usmerjenost in širino obdelovalnih linij čeljusti orodja. Velikost in oblika splošnih značilnosti na predmetu sta ključnega pomena pri določanju vrste in modela orodja, ki je bilo uporabljeno med dejanjem, vendar pa samo glede na splošne

značilnosti mehanskih sledi identifikacija orodja ni možna (slika 11).



Slika 11: Primerjalni optični mikroskop
(vir: Leica Microsystems, 2020)

3.2 Individualne značilnosti sledi, ki jih naredi orodje

Kadar je s preliminarno mikroskopsko preiskavo ugotovljena enakost med splošnimi značilnostmi spornih sledi, ki so bile zavarovane med ogledom kraja kaznivega dejanja, in primerjalnimi sledmi, ki jih naredi preiskovalec z zaseženim orodjem, med seboj primerjamo še individualne značilnosti sledi. V splošnem velja, da so individualne značilnosti čeljusti orodja (na primer na rezilih škarij za rezanje betonskega železa ali na krakih čeljusti viličastega ključa) predvsem tiste značilnosti, ki jih stroj naredi med izdelavo čeljusti orodja, značilnosti, ki nastanejo med uporabo orodja, in značilnosti, ki nastanejo med rjavenjem. Med procesom mehanske obdelave čeljusti orodja (na primer rezkanje, frezanje, brušenje, struženje, vrtanje, ročno piljenje in poliranje) se stroj obrablja, kar lahko vpliva na nastanek individualnih mehanskih značilnosti izdelanega orodja. Med izdelavo orodja nastajajo kovinski delci, odrezki, ki se lahko vtisnejo tako v obdelovanec kot tudi v del stroja, ki obdeluje surovec. Kovinski odrezki vplivajo na nastanek individualnih značilnosti orodja, po drugi strani pa vplivajo na nastanek novih značilnosti, poškodb stroja (denimo skrhanost stroja). Običajno končni proces poliranja obde-

lovanca na individualne značilnosti ne vpliva tako močno, da bi se te popolnoma spremenile.

Preiskovalec mehanskih sledi mora med preiskavo orodja vedeti, kako je bilo orodje izdelano, oziroma poznati postopke mehanske in toplotne obdelave kovin. Procesi obdelave orodja vplivajo na to, ali bo imelo več kosov orodja istega proizvajalca in istega tipa različne individualne značilnosti ali pa bodo te enake, torej bodo to splošne mehanske značilnosti orodja. Več individualnih značilnosti, ki nastanejo med izdelavo orodja, ostane na čeljustih orodja vso uporabno dobo orodja. Med uporabo oziroma po določenem času lahko na orodju nastanejo tudi nove individualne mehanske značilnosti. Individualne značilnosti se lahko spremenijo oziroma na novo nastanejo tudi med čiščenjem z agresivnimi mazivi. Individualne značilnosti orodja se lahko preprečijo razvijajo in spreminjajo.

3.3 Sledi, ki nastanejo med izdelavo predmetov

Preiskovalec mehanskih sledi se mora zavedati, da so tudi na predmetu, na katerem je bilo pri kaznivem dejanju uporabljeno preiskovano orodje (na primer na ohišju zlomljenega cilindričnega vložka ključavnice), določene mehanske sledi, ki jih je naredil stroj med izdelavo predmeta. Tovrstne sledi so lahko moteče za preiskavo, možno pa je tudi, da preiskovalca zavedejo. Na nekaterih ohišjih cilindričnih vložkov ključavnice so pod optičnim mikroskopom vidne izrazite raze, ki nastanejo med procesom izdelave. Preiskovalec mora med preiskavo zaseženega orodja (na primer univerzalnega viličastega ključa) in spornega cilindričnega vložka ključavnice, ki je bil zlomljen med vlomom, ugotoviti, katere sledi je na ohišju vložka dejansko naredilo vlomilsko orodje, katere pa so nastale med izdelavo ohišja cilindričnega vložka ključavnice.

3.4 Identifikacija tipa orodja

Glede na splošne značilnosti spornih mehanskih sledi je možno ugotoviti vrsto, v nekaterih primerih pa tudi tip orodja, ki je naredilo sporne mehanske sledi. Tip orodja je možno določiti predvsem glede na obliko, usmerjenost in velikost mehanske sledi, ki jo je naredilo orodje. Tak primer je vlom s poškodovanjem zapornega loka ključavnice obešanke s škarijami za rezanje betonskega železa. Med izdelavo rezil škarij nastanejo obdelovalne linije, ki jih na rezila naredi stroj za obdelavo. Značilnosti obdelovalnih linij rezil se med vlomom prenesejo na prereznino, na zaporni lok ključavnice. Splošne značilnosti rezil škarij so usmerjenost oziroma kot, širina in razmik med obdelovalnimi linijami. Kadar poznamo modele škarij, ki jih izdeluje proizvajalec, je glede na splošne značilnosti prereznine v nekaterih primerih možno določiti model škarij za rezanje betonskega železa, ki so bile uporabljene med rezanjem spornega zapornega loka ključavnice obešanke.

3.5 Težavni primeri

Identifikacija orodja in mehanskih sledi, ki jih naredi to orodje, je lahko težavna v primerih, ko je orodje dlje časa izpostavljeno procesu rjavenja. Identifikacija je lahko otežena, če je bilo orodje izpostavljeno rjavenju pred storjenim kaznivim dejanjem, predvsem pa v primerih, ko je bilo izpostavljeno močnemu rjavenju po sporni uporabi, torej po storjenem kaznivem dejanju, pred forenzično preiskavo. Proces identifikacije je lahko zapleten tudi v primerih, ko je orodje izdelano tako, da čeljusti nimajo izrazitih individualnih značilnosti oziroma je proces izdelave tak, da orodje nima individualnih značilnosti, dokler ni uporabljeno. Identifikacija orodja ali mehanskih sledi ni možna, kadar so individualne značilnosti po storitvi kaznivega dejanja spremenjene.

3.6 Obstojnost individualnih značilnosti

Individualne značilnosti se sčasoma lahko spreminjajo. Z uporabo orodja in procesom rjavenja nastanejo nove poškodbe, ki vplivajo na spremembo teh značilnosti. Večkrat je orodje uporabljeno po kaznivem dejanju in več časa preteče od kaznivega dejanja, večja je verjetnost, da se bodo individualne značilnosti spremenile in bo identifikacija orodja za mehanske sledi, ki so bile narejene v preteklem obdobju, zahtevnejša. Ni možno točno določiti, koliko časa po kaznivem dejanju lahko preteče, da je orodje še možno identificirati. Na to vpliva več dejavnikov, kot so kakovost materiala in način izdelave delov orodja, način hranjenja in skrb za orodje ter pogostost in način uporabe po storitvi kaznivega dejanja. Če se orodje pravilno uporablja in se čeljusti orodja pravilno vzdržujejo ter ščitijo proti rjavenju, je možno, da se individualne značilnosti orodja celotno dobo uporabnosti ne bodo bistveno spremenile. Identifikacija orodja je v takih primerih možna tudi več let po sporni uporabi oziroma storjenem kaznivem dejanju.

Konstantne spremembe na čeljusti orodja lahko sčasoma povzročijo nastanek novih, tako izrazitih individualnih značilnosti, da je identifikacija možna le pri sledih, ki so narejene zaporedno, ena za drugo. Nastanejo lahko tudi tako velike spremembe značilnosti orodja, da za sledi, ki so bile narejene v časovnem razmiku nekaj mesecev, ali pa celo za sledi, ki so bile narejene v različnih serijah, ni možno trditi, da so bile narejene z istim orodjem.

3.7 Izdelava primerjalnih sledi

Za identifikacijo orodja poleg spornih sledi, ki so bile zavarovane na kraju kaznivega dejanja, potrebujemo še primerjalne sledi, ki jih z zaseženim orodjem naredimo v laboratoriju. Pred tem, ko naredimo primerjalno sled, je treba čeljusti orodja natančno pregledati z optičnim stereomikroskopom.

Dokumentirati je treba dele orodja, ki so ključnega pomena za preiskavo. To velja predvsem v primerih, ko je velika verjetnost, da se bodo med izdelavo primerjalnih sledi mehanske značilnosti orodja spremenile. Po potrebi orodje pred uporabo previdno očistimo in označimo dele čeljusti, na katerih bomo naredili primerjalno sled. Način označevanja se razlikuje glede na vrsto orodja, ki ga preiskujemo, oziroma vrsto primerjalne sledi, ki jo želimo narediti. V nekaterih primerih moramo z orodja odstraniti odvečno mast, olje ali prisotne kovinske delce, ker ti lahko vplivajo na nastanek dodatnih značilnosti na primerjalnih sledih in otežijo mikroskopsko primerjalno analizo. Prisotnost masti lahko vpliva na silo, delno omili pritisk oziroma udarec orodja na predmet in prepreči prenos značilnosti orodja na del predmeta, kjer bo nastala primerjalna sled. Možno je tudi, da predmet, na katerem želimo narediti primerjalno sled, s primerno silo nekatere odkrušene delce vtisne v čeljust orodja. To lahko spremeni značilnosti orodja. V takih primerih bo imela vsaka naslednja mehanska sled, ki bo narejena s preiskovanim orodjem, drugačne mehanske značilnosti. Na te dejavnike moramo biti pozorni predvsem pri izdelavi prvih primerjalnih sledi, ki jih naredimo v laboratoriju. Pred čiščenjem nečistoč z orodja moramo z mikroskopom temeljito pregledati površino čeljusti orodja. Na čeljust orodja (tudi v nečistoče ali olje) se lahko vtisnejo mehanske značilnosti predmeta ali delci predmeta, na katerem je bilo orodje nazadnje uporabljeno. Po fotografiranju in pripravi orodja naredimo primerjalno sled. Če je možno, naredimo več primerjalnih sledi. Te je priporočljivo narediti na enak predmet (na primer ključavnica obešanka, cilindrični vložek ključavnice), v material istega proizvajalca in istega tipa, kakršen je material sporne sledi. Že majhne razlike v trdnosti in prožnosti materiala lahko močno vplivajo na prenos značilnosti z orodja na predmet oziroma obratno.

V večini primerov lahko primerjalne sledi naredimo s standardno uporabo orodja, torej tako, kot naj bi se orodje pravilno uporabljalo. V nekaterih primerih je za preiskavo treba narediti več primerjalnih sledi. Med uporabo nekaterih vrst orodja namreč obstaja velika verjetnost, da bo sila, s katero uporabimo orodje, vsakič drugačna. Najbolje je, da sta velikost in smer sile, s katero uporabimo orodje, enaki tistima, ki sta bili uporabljeni med nastankom spornih sledi. Primerjalne sledi bodo kakovostne in uporabne v primeru delovanja sile, ki ima enako velikost in smer kot sila, ki je delovala med nastajanjem spornih sledi. Velikost in smer sile sta pri izdelavi primerjalnih sledi še toliko pomembnejši v primerih, ko za izdelavo primerjalnih sledi nimamo na voljo enakega materiala, kot je material spornih sledi. Opraviti je treba več primerjav med spornimi in/ali primerjalnimi sledmi, saj tako ugotovimo, katere značilnosti sledi so ključnega pomena za identifikacijo, katere pa so zanemarljive.

3.8 Metode primerjalne mikroskopske analize

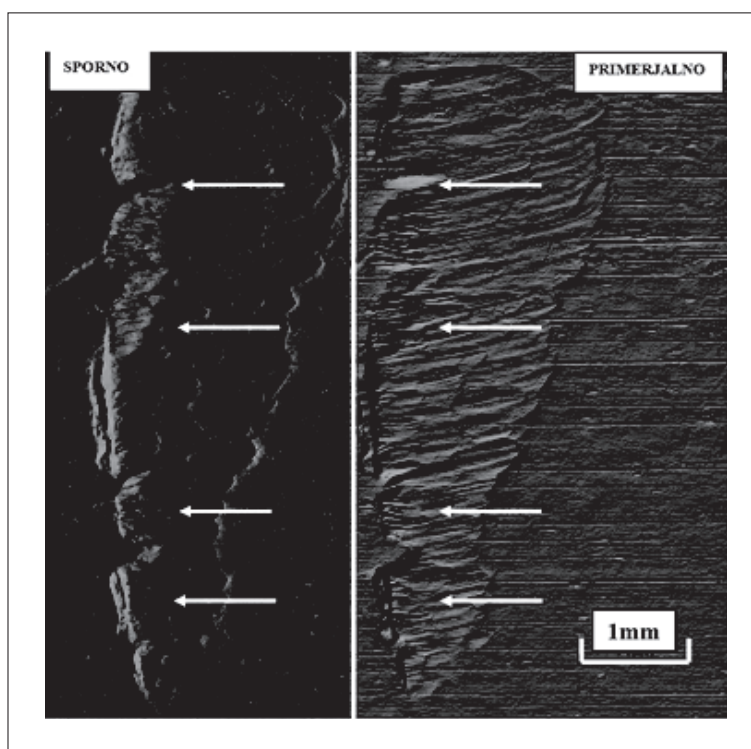
Preiskave individualnih značilnosti sledi se običajno opravijo z optičnim stereomikroskopom in optičnim primerjalnim mikroskopom. Z optičnim stereomikroskopom opravimo preliminarno preiskavo mehanskih sledi in orodja, s primerjalnim mikroskopom pa je možno med seboj hkrati primerjati dva vzorca, dvoje mehanskih sledi – torej spornih, zavarovanih med ogledom kraja kaznivega dejanja, in primerjalnih, ki jih preiskovalec naredi s preiskovanim orodjem. Primerjalni mikroskop ima dve vpenjalni mizi in dva ločena objektivna, ki obe sliki združita v eno sliko. Omogoča opazovanje dveh vzorcev hkrati v vseh smereh ter rotacijo vzorcev in več različnih povečav. Uporabimo lahko več načinov poševne osvetlitve opazovane površine. Vzorce osvetljujemo z belo ali rumeno svetlobo, uporabimo pa lahko tudi različne svetlobne filtre. Moteči element mikroskopske analize mehanskih sledi je refleksija svetlobe, ki se pojavlja predvsem pri analizah sledi na gladkih kovinskih materialih. Pomembna spoznanja, ki jih pridobimo s primerjalno mikroskopijo (enakost ali neenakost značilnosti sporne in primerjalne sledi), lahko s kamero, ki je nameščena na mikroskopu, zajamemo v digitalno obliko. Glede na ugotovitve, to je enakost oziroma neenakost splošnih in individualnih značilnosti spornih in primerjalnih sledi, lahko preiskovalec poda strokovno mnenje.

Walls je že leta 1968 objavil članek o tem, da se pri dveh mehanskih sledih (na primer dve različni prereznini zapornih lokov ključavnic obešank), ki nista bili narejeni z istim orodjem (na primer z dvojimi škarjami za rezanje betonskega železa), lahko ujema tudi do 25 % raz, individualnih značilnosti sledi. Pri sledih, ki sta narejeni z istim orodjem, pa naj bi bilo enakih vsaj 75 % raz. Takšna stopnja naključno ujemanj je relativno visoka, zato se s tako trditvijo mnogi strokovnjaki ne strinjajo. Kljub temu ni možno izpodbijati dejstva, da so nekatere izmed več tisoč linij dveh prereznin zapornih lokov ključavnic obešank, narejenih z različnimi škarjami, skladne (Herad, 1997).

Z mikroskopsko analizo mora preiskovalec vsako naključno skladnost med spornimi in primerjalnimi sledmi, glede na svoje izkušnje in ugotovitve, spoznati za neustrezno. Naključna skladnost med značilnostmi sledi lahko nastane tudi glede na zelo veliko število raz v sledi. Skladnost nekaterih raz mora preiskovalec izločiti in je ne sme upoštevati. Dopustiti mora, da ugotovitve temeljijo na značilnostih, ki imajo bistven pomen za identifikacijo. Ocenovano relevantnosti značilnosti lahko opravimo tudi tako, da med seboj najprej primerjamo značilnosti več primerjalnih sledi, ki smo jih naredili s preiskovanim orodjem. Sledi medsebojno primerjamo, dokler ne najdemo reprezentativnega ujemanja značilnosti med primerjalnimi sledmi. Pri primerjavi med spornimi in

primerjalnimi sledmi se opremo na ugotovljeno enakost med primerjalnimi sledmi. Pri iskanju reprezentativne, dejanske enakosti moramo poiskati vzorec izstopajočih in prepoznavnih raz. Vzorec značilnosti si je treba zapomniti in ga uporabiti pri primerjavi značilnosti med primerjalnimi in spornimi sledmi. Kakovostna preiskava mehanskih sledi je lahko opravljena le na podlagi izkušenj, pridobljenih z večletnim prei-

dela sta vidna robova sledi. Robova je naredil nastavljivi viličasti ključ širine približno 7 mm. Velikost in oblika roba kažeta splošne značilnosti preiskovane sledi. Puščice na sliki označujejo individualne značilnosti sledi oziroma enakost med individualnimi značilnostmi spornih sledi in individualnimi značilnostmi primerjalnih sledi. Individualne značilnosti so nastale med poškodbami nastavljivega viličastega ključa.



Slika 12: Enakost mehanskih značilnosti sledi

skovanjem tovrstnih značilnosti sledi. Teoretično znanje brez večletnih praktičnih izkušenj običajno ne zadošča, da bi bile tovrstne preiskave opravljene kakovostno. Kadar preiskovalec ni z gotovostjo prepričan, ali so bile sporne sledi narejene s preiskovanim orodjem, jih mora primerjati z več primerjalnimi sledmi. Brez dvoma mora dognati, ali je skladnost značilnosti sledi naključna ali pa dejansko obstaja.

Slika 12 prikazuje skladnost med spornimi sledmi, ki so bile zavarovane med ogledom kraja kaznivega dejanja – lomljenje cilindričnega vložka ključavnice z univerzalnim nastavljivim viličastim ključem med vlomom –, in primerjalnimi sledmi, ki so bile narejene v laboratoriju z zaseženim univerzalnim viličastim ključem. Na levih delih spornega in primerjalnega

4 Sklep

Pri vsakem kaznivem dejanju storilec za seboj pusti sledi. Mehanske sledi oziroma sledi, ki jih naredi orodje, so pogosto zavarovane med ogledi krajev kaznivih dejanj. Tovrstne tehnične preiskave so zelo zanesljive in temeljijo predvsem na znanju in izkušnjah preiskovalca. Preiskave mehanskih sledi pripomorejo k razrešitvi marsikaterega kaznivega dejanja, saj je identifikacija uporabljenega vlomilskega orodja v povezavi s pričanji in preostalimi sledmi eden ključnih materialnih dokazov o navzočnosti osumljenca na kraju kaznivega dejanja. Preiskave mehanskih sledi so pomembne in koristne predvsem za preiskovanje premoženjske kriminalitete. Kot pri vseh področjih preiskav sledi, ki so zavarovane med ogledi

krajev kaznivih dejanj, se tudi na področju preiskav mehanskih sledi poskušajo digitalizirati preiskave nekaterih sledi oziroma segmenti preiskav mehanskih sledi. Nekatere sledi je že možno analizirati z optičnimi bralniki (skenerji), kar preiskovalcu lahko olajša del procesa preiskave sledi. Avtomatska primerjava ujemanja enakosti med sledmi z mikroskopskimi napravami na področju mehanskih sledi še ne obstaja. Strokovnjaki sicer poskušajo razviti programsko opremo, ki bi omogočala avtomatsko primerjavo med mehanskimi sledmi, vendar zaradi kompleksnosti preiskav mehanskih sledi v bližnji prihodnosti na trgu še ne bo opreme, ki bi lahko nadomestila preiskovalca. Ugotovitve in mnenja glede identifikacije orodja bodo zato v prihodnje še vedno temeljila na subjektivnem mnenju preiskovalca, saj pri preiskavah mehanskih sledi ni numeričnega modela oziroma vnaprej določenega najmanjšega števila individualnih značilnosti, ki so potrebne za identifikacijo orodja oziroma sklepanje o enakosti med značilnostmi spornih in primerjalnih sledi.

Literatura

1. Anderson, M. J. in Whitcomb P. J. (2015). *DOE simplified – Practical tools for effective experimentation*. Sebastopol: Productivity Press O'Reilly Media.
2. Baldwin D., Birkett J., Facey O. in Rabey G. (2013). *The forensic examination and interpretation of tool marks*. Oxford: John Wiley & Sons Ltd.
3. Haag, L. (2006). *Shooting incident reconstruction*. New York: Elsevier.
4. Herad, B. (1997). *Handbook of firearms and ballistic – Examining and interpreting*. New Jersey: John Wiley & Sons Ltd.
5. Hueske, E. (2006). *Practical analysis and reconstruction of shooting incidents*. Boca Raton: Taylor & Francis Group.
6. Leica Microsystems. (2020). *Motorized Forensic Comparison Macroscope Leica FS C*. Pridobljeno na <https://www.leica-microsystems.com/products/light-microscopes/p/leica-fs-c/>
7. Petraco, N. (2010). *Color atlas of forensic toolmark identification*. Boca Raton: CRC Press - Taylor & Francis Group.
8. Sablič, F. in Pezdir, G. (2004). *Fizikalne preiskave*. V D. Maver (ur.), *Kriminalistika: Uvod, taktika in tehnika* (str. 487–512). Ljubljana: Uradni list Republike Slovenije.
9. SpachOptics. (2020). *Zeiss Stereo Discovery.V12 Stereo Zoom Microscope*. Pridobljeno na <https://www.spachoptics.com/Zeiss-V12-Stereo-Microscope-p/zeiss-v12-discovery.html>
10. Warlow, T. (2003). *Firearms, the law and forensic ballistics*. Boca Raton: Taylor & Francis Group.

The Forensic Examination of Tool Marks

Miha Vojir, Senior Criminalistic Inspector – Forensic Examiner, National Forensic Laboratory, General Police Directorate, Slovenia. E-mail: miha.vojir@policija.si

Different types of examinations, including examinations of mechanical traces, are conducted in the forensic laboratory. Mechanical traces are damages, caused by a tool, on the object under examination. The examiners at the forensic laboratory analyze mainly those mechanical traces, which occur during criminal offences, work accidents, traffic accidents, explosions, and fires. Proper equipment (in particular, an optical stereo microscope and a comparison microscope), as well as long term experience and expertise of the examiner, are crucial for conducting successful laboratory analyses. Examiners in the forensic laboratory provide expert opinions based on a microscopic analysis of the mechanical traces at issue. General and individual characteristics of the examined traces are determined by microscopic analysis. Depending on the general characteristics of the traces, it is possible to determine the type of tool which was used in the criminal act, and, depending on the individual characteristics of the traces, it is possible to identify the tool which made the conflicting traces.

Keywords: forensic examination, mechanical traces, tool, microscope

UDC: 343.983.2