

Mladá veda

Young Science



Mladá veda

Young Science

MEDZINÁRODNÝ VEDECKÝ ČASOPIS MLADÁ VEDA / YOUNG SCIENCE

Číslo 5, ročník 14., vydané v septembri 2026

ISSN 1339-3189, EV 167/23/EPP

Kontakt: info@mladaveda.sk, tel.: +421 908 546 716, www.mladaveda.sk

Fotografia na obálke: Pohorie Čergov. © Branislav A. Švorc, foto.branisko.at

REDAKČNÁ RADA

prof. Ing. Peter Adamišín, PhD. (Katedra environmentálneho manažmentu, Prešovská univerzita, Prešov)

doc. Dr. Pavel Chromý, PhD. (Katedra sociálnej geografie a regionálneho rozvoje, Univerzita Karlova, Praha)

prof. Dr. Paul Robert Magocsi (Chair of Ukrainian Studies, University of Toronto; Royal Society of Canada)

Ing. Lucia Mikušová, PhD. (Ústav biochémie, výživy a ochrany zdravia, Slovenská technická univerzita, Bratislava)

doc. Ing. Peter Skok, CSc. (Ekomos s. r. o., Prešov)

Mgr. Monika Šavelová, PhD. (Katedra translatológie, Univerzita Konštantína Filozofa, Nitra)

prof. Ing. Róbert Štefko, Ph.D. (Katedra marketingu a medzinárodného obchodu, Prešovská univerzita, Prešov)

prof. PhDr. Peter Švorc, CSc., predseda (Inštitút histórie, Prešovská univerzita, Prešov)

doc. Ing. Petr Tománek, CSc. (Katedra verejnej ekonomiky, Vysoká škola báňská - Technická univerzita, Ostrava)

doc. Mgr. Michal Garaj, PhD. (Katedra politických vied, Univerzita sv. Cyrila a Metoda, Trnava)

REDAKCIA

Mgr. Branislav A. Švorc, PhD., šéfredaktor (Inštitút pre vedu, kultúru a spoločenský rozvoj)

Mgr. Martin Hajduk, PhD. (Banícke múzeum, Rožňava)

PhDr. Magdaléna Keresztesová, PhD. (Fakulta stredoeurópskych štúdií UKF, Nitra)

RNDr. Richard Nikischer, Ph.D. (Ministerstvo pro místní rozvoj ČR, Praha)

PhDr. Veronika Trstianska, PhD. (Ústav stredoeurópskych jazykov a kultúr FSŠ UKF, Nitra)

Mgr. Veronika Zuskáčová (Geografický ústav, Masarykova univerzita, Brno)

VYDAVATEĽ

Inštitút pre vedu, kultúru a spoločenský rozvoj

IČO: 57728038, Bajkalská 12B, 080 01 Prešov, Slovensko

v spolupráci s vydavateľstvom UNIVERSUM-EU, spol. s r. o.

NEDEŠTRUKTÍVNE MANIPULAČNÉ PREKONÁVANIE CYLINDRICKÝCH VLOŽIEK V KONTEXTE CERTIFIKÁCIE BEZPEČNOSTNÝCH ZÁMKOV

NON-DESTRUCTIVE MANIPULATION ATTACKS ON LOCK CYLINDERS IN THE
CONTEXT OF SECURITY LOCK CERTIFICATION

Michal Majiroš¹

Autor je externým doktorandom, ktorý študuje na Vysokej škole bezpečnostného manažérstva v Košiciach. Vo svojej dizertačnej práci sa venuje problematike nových prístupov k certifikácii bezpečnostných zámkov v kontexte dynamiky bezpečnostných rizík. Výskum je orientovaný najmä na odolnosť cylindrických vložiek voči moderným nedeštruktívnym formám prekonávania a na mechanoskopické skúmanie stôp, ktoré vznikli s súvislosťou s uvedenými technikami.

The author is a part-time doctoral student at the University of Security Management in Košice. His dissertation focuses on new approaches to the certification of security locks in the context of dynamically evolving security risks. His research is primarily concerned with the resistance of lock cylinders to modern non-destructive methods of compromise and with the forensic examination of toolmarks resulting from the use of these techniques.

Abstract

Non-destructive manipulation attacks on lock cylinders pose a specific security risk because they may enable an intruder to gain unauthorized and difficult-to-detect access to a protected area, particularly without causing visible damage to the lock or door. This review and conceptual article classifies selected methods, particularly single pin picking, raking, bumping, impressioning and decoding, and analyses their significance for certification and forensic examination without providing procedural instructions. It also reflects the transition from EN 1303:2015 to EN 1303:2026, which introduced requirements and evaluation methods for manipulation resistance and extended its scope to Master-Key Systems. The exploratory observations are used solely to formulate research hypotheses and are not presented as generalizable experimental results. It should be emphasized that the outcome of a

¹ Adresa pracoviska: Ing. Michal Majiroš, Vysoká škola bezpečnostného manažérstva v Košiciach, Košťova 1, 040 01 Košice
E-mail: michal.majiros@vsbm.sk, michal.majiros@icloud.com

manipulation attempt depends on numerous factors, particularly the tester's proficiency and knowledge, the condition of the test sample and the ability to interpret mechanical feedback. The article therefore proposes supplementary assessment criteria: time to functional opening, tester qualification, prior knowledge of the mechanism, repeatability across testers and samples, wear, and the forensic detectability of toolmarks.

Key words: lock cylinder, lock picking, manipulation resistance, EN 1303:2026

Abstrakt

Nedeštruktívne manipulačné prekonávanie cylindrických vložiek predstavuje špecifické bezpečnostné riziko, pretože môže narušiteľovi umožniť neoprávnený a ťažko zistiteľný vstup do chráneného priestoru a to najmä bez zjavného poškodenia zámku a dverí. Prehľadový a koncepčný článok definuje vybrané metódy, najmä single pin picking, raking, bumping, impressioning a dekódovanie, a bez uvádzania návodových postupov analyzuje ich význam pre certifikáciu a forenzné skúmanie. Zohľadňuje pritom aktualizáciu normy EN 1303:2015 na EN 1303:2026, ktorá doplnila požiadavky a hodnotiace metódy manipulačnej odolnosti a rozšírila pôsobnosť na systémy generálneho kľúča. Orientačné pozorovania slúžia výlučne na formulovanie výskumných hypotéz a nie sú prezentované ako experimentálne výsledky. Je nutné podotknúť, že výsledok manipulácie závisí od mnohých faktorov, ale najmä od zručnosti skúšajúceho, jeho znalostí, stavu vzorky a schopnosti interpretovať mechanickú spätnú väzbu. Článok preto navrhuje doplnkové hodnotenia: čas do funkčného otvorenia, kvalifikáciu skúšajúceho, predchádzajúcu znalosť mechanizmu, opakovateľnosť medzi skúšajúcimi a vzorkami, opotrebenie a mechanoskopickú detekovateľnosť.

Kľúčové slová: cylindrická vložka, lockpicking, manipulačná odolnosť, EN 1303:2026

Úvod

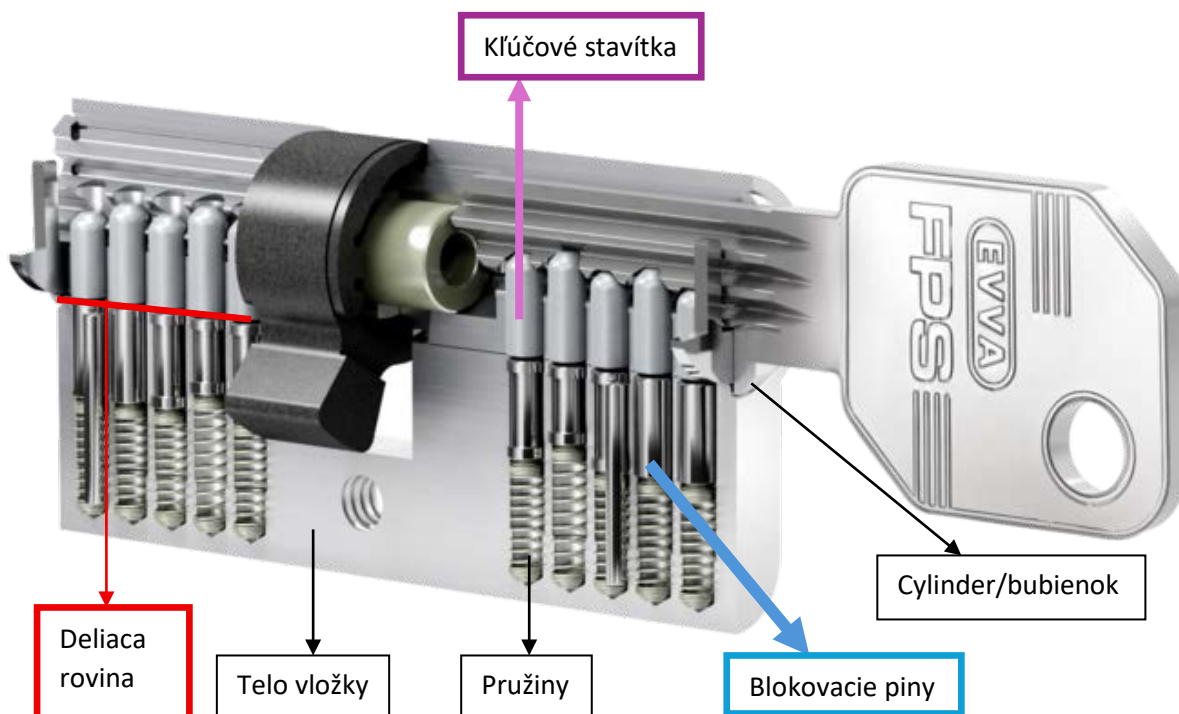
Cylindrické vložky patria medzi najdôležitejšie mechanické zabezpečovacie prvky ochrany objektov. V praxi plnia funkciu mechanickej bariéry, ktorá má zabrániť neoprávnenému vstupu a najmä predĺžiť čas potrebný na ich prekonanie. Ich bezpečnostná hodnota však nezávisí iba od odolnosti proti násilnému pôsobeniu. Významná je aj schopnosť odolávať manipulačným metódam, pri ktorých nemusí vzniknúť zjavné makroskopické poškodenie. Označenie „nedeštruktívne“ preto v tomto článku neznamená úplnú absenciu stôp, ale absenciu bežne viditeľného deštruktívneho zásahu.

V odbornej aj aplikačnej praxi sa pri hodnotení bezpečnostných zámkov tradične zdôrazňujú najmä deštruktívne formy útoku, napríklad odvrátenie, vytrhnutie, rozlomenie alebo mechanické násilie pôsobiace na telo vložky. Súčasná dynamika bezpečnostných rizík však ukazuje, že významné riziko predstavujú aj skryté a nedeštruktívne formy prekonávania. Ich spoločným znakom je snaha využiť konštrukčné tolerancie, vnútorné usporiadanie zámkového mechanizmu alebo mechanickú spätnú väzbu systému bez potreby zjavnej deštrukcie.

Predkladaný článok má tri ciele: Vymedziť lockpicking² a jeho manipulačné metódy ako osobitný bezpečnostný problém. Zhodnotiť význam prechodu od STN EN 1303:2015 k STN EN 1303:2026. Navrhnuť metodiku a metodológiu pre budúce experimentálne

² Slovensky sa jedná o vyhmatávanie planžetou.

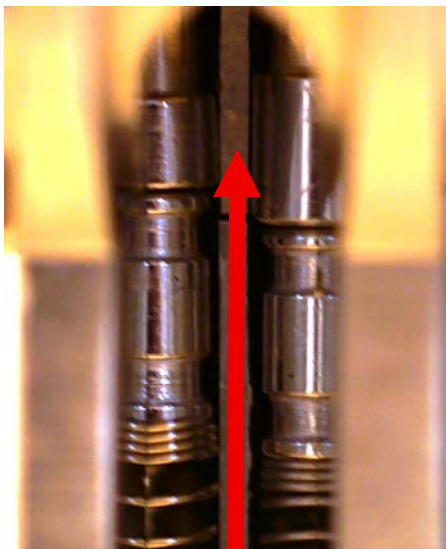
hodnotenie manipulačnej odolnosti. Článok vytvára teoretické východisko pre následné kontrolované časové testovanie, porovnanie konštrukčných riešení a mechanoskopické skúmanie stôp.



Obrázok 1 – Prierez cylindrickej vložky
Zdroj: www.evva.com

Obrázok 1 znázorňuje prierez cylindrickej vložky, ktorá je výmennou súčasťou zámku a ktorá prostredníctvom správneho kľúča umožňuje ovládanie uzamykacieho mechanizmu. Jej základ tvorí telo vložky, cylinder, kľúčové stávitka, blokovacie piny a pružiny. Bez vloženého kľúča blokované kolíky zasahujú do deliacej roviny (znázornená červenou), ktorá sa nachádza medzi bubienkom a telom vložky, čím zabráňujú jeho otočeniu. Správny kľúč nastaví styčné plochy kľúčových stávítok a blokovacích pinov do úrovne deliacej roviny, tým pádom sa bubienok môže otočiť a následne je bubienkom ovládaný uzamykací mechanizmus.

Detailné zobrazenie uzamykacieho mechanizmu cylindrickej vložky je znázornené na Obrázku 2. Kde zľava zhora sa nachádza časť kľúčového stávitka a pod ním sa nachádza blokovací pin a pružina. Styčné plochy prvého páru sú mimo deliacej roviny (znázornené červenou šípkou) cylindra a tela vložky a teda sa nachádzajú v blokovanom stave. Druhý pár simulovane zobrazuje situáciu, kedy styčné plochy stávítok a pinov sú v zhode s deliacou rovinou a teda uzamykací mechanizmus je v odblokovanom stave.



Obrázok 2 – Detail prierezu cylindrickej vložky
Zdroj: vlastné spracovanie

Metodika a limity článku

Článok využíva analytický prehľad domácej a zahraničnej odbornej literatúry a komparáciu dvoch po sebe nasledujúcich vydaní normy STN EN 1303. Zdroje boli vybrané v súvislosti s testovaním cylindrických vložiek, manipulačnými metódami, mechanoskopickými stopami a certifikačným hodnotením. Nejde o systematický prehľad literatúry a z jeho rozsahu preto nemožno vyvodzovať úplnosť zachytenia všetkých publikovaných prác.

Orientačné pozorovania a skúšky autora boli vykonané na obmedzenom množstve cylindrických vložiek. Keďže nebol použitý jednotný experimentálny postup, náhodný výber ani dostatočný počet opakovaní, pozorovania sa v tomto článku nepovažujú za experimentálne výsledky. Slúžia iba na formulovanie pracovných hypotéz pre nadväzujúci výskum.

Literárna rešerš

V slovenskom odbornom prostredí je problematika mechanických zábranných prostriedkov rozpracovaná najmä vo vzťahu k fyzickej ochrane objektov, prielomovej odolnosti a skúšaniu mechanických bariér. Mach (2015) sa zaoberal testovaním prielomovej odolnosti vybraných mechanických zábranných prostriedkov a poukázal na význam certifikačného hodnotenia mechanických bariér v podmienkach ochrany chránených objektov. Boroš a Mach (2021) opisujú podmienky testovania mechanických zábranných prostriedkov v prostredí Fakulty bezpečnostného inžinierstva Žilinskej univerzity a uvádzajú aj spoluprácu s certifikačnou autoritou pri testovaní mechanických bariér.

Prekonávaniu cylindrických vložiek sa venuje článok Boroša a Šisera (2018), publikovaný v časopise Mladá veda. Autori sa venovali možnostiam prekonania cylindrických vložiek vybranými metódami. Deštruktívne skúšky opierali o ustanovenia STN EN 1303 a nedeštruktívne metódy testovali podľa vlastných podmienok z dôvodu vtedajšej absencie príslušnej technickej normy. Nedeštruktívna časť bola orientovaná najmä na bumping

(dynamická metóda). Práca predstavuje dôležité domáce východisko a zároveň historicky dokumentuje stav pred doplnením požiadaviek na manipulačnú odolnosť do EN 1303:2026.

Česko-slovenská odborná literatúra obsahuje práce z oblasti kriminalistiky a mechanoskopie, ktoré upozorňujú na problém dokazovania pri manipulačných formách prekonania zámkov. Vilím (2023) uvádza, že pri použití pakľúča, planžety alebo vyklepávacieho kľúča nemusí byť vždy možné individuálne stotožniť konkrétny nástroj; v niektorých prípadoch možno určiť iba jeho druh alebo metódu otvorenia. Toto zistenie je významné z hľadiska mechanoskopickkej detekovateľnosti a dôkaznej hodnoty stôp.

Zahraničná literatúra sa manipulačnými zásahmi do zámkov zaoberá najmä vo forenzej rovine. Plumtree (1975) skúmal stopy po nástrojoch na diskových a kolíkových zámkoch.

Volkov a kol. (2014) sa sústredili na charakteristické znaky špecializovaného nástroja určeného pre vysokobezpečnostný cylindrický systém Mul-T-Lock. Význam týchto prác spočíva v prepojení metódy otvorenia s otázkou, či možno dodatočne rozpoznať kategóriu použitého nástroja alebo spôsob zásahu.

Dôležité sú aj práce o novších metódach neautorizovaného otvorenia. Fullár, Kutnyánszky a Leiner (2020) analyzovali jamkové vložky, v ktorých sa našli fragmenty hliníkovej fólie a špecifické stopy súvisiace s foil impressioningom. Ich práca prepája mechanoskopické stopy s možnosťou získania biologického dôkazného materiálu. Mayuoni-Kirshenbaum a kol. (2022) experimentálne skúmali prenos DNA pri foil impressioningu a rozlíšili scenár samotnej prípravy fólie od jej použitia pri otvorení. Aronson, Pertsev a Cohen (2026) následne ukázali význam porovnávania výrobných a nástrojových stôp na použitej fólii. Wang a kol. (2020) skúmali stopy zanechané na mechanickom zámku po použití 3D tlačeného kľúča, čím rozšírili problematiku skrytého prekonania o zneužitie aditívnej technológie.

Výsledky literárnej rešerše poukazujú na pomerne obmedzené odborné rozpracovanie časového hodnotenia odolnosti cylindrických vložiek proti nedeštruktívnym manipulačným metódam. V slovenskej a českej odbornej literatúre boli publikované najmä práce zamerané na vložky nižších a stredných bezpečnostných tried. V analyzovanom súbore domácich a zahraničných zdrojov však nebola identifikovaná porovnateľná práca, ktorá by hodnotila čas do funkčného otvorenia vysokobezpečnostných cylindrických vložiek pri zapojení viacerých kvalifikovaných skúšajúcich a súčasne posudzovala opakovateľnosť výsledkov v rozdielnych podmienkach skúšania. Navrhovaný výskum preto nadväzuje na doterajšie poznatky a rozširuje ich o oblasť, ktorá zostáva v dostupnej odbornej literatúre spracovaná iba okrajovo.

Vývoj normy EN 1303

STN EN 1303:2015 upravovala požiadavky a skúšobné metódy pre cylindrické vložky a ich originálne kľúče. Stanovovala šesť stupňov bezpečnosti súvisiacej s kľúčom a päť stupňov odolnosti založených na skúškach simulujúcich útok. Samostatne štruktúrované požiadavky a metódy hodnotenia manipulačnej odolnosti však neobsahovala.

V auguste 2026 bola vydaná STN EN 1303:2026, ktorá nahradila vydanie z roku 2015. Medzi jej významné technické zmeny patrí rozšírenie pôsobnosti na cylindrické vložky vhodné na použitie v uzamykacích systémoch vrátane systémov generálneho kľúča, ako aj

doplnenie požiadaviek a metód hodnotenia manipulačnej odolnosti. Norma v tejto oblasti posudzuje všeobecnú odolnosť proti manipulácii prostredníctvom bodového hodnotenia použitých konštrukčných opatrení, nemožnosť odvodenia kódovania vložky uvedením blokovacích prvkov do ich koncovej polohy a odolnosť proti manipulácii založenej na súčasnom stlačení blokovacích prvkov. Posledná uvedená požiadavka reaguje na konštrukčný princíp využívaný pri metóde označovanej ako comb picking.

Vymedzenie nedeštruktívneho manipulačného prekonávania

Nedeštruktívne manipulačné prekonávanie možno na účely tohto článku chápať ako súbor metód smerujúcich k odomknutiu alebo ovládaniu zámkového mechanizmu bez zjavného násilného poškodenia vložky. Neznamená to, že zásah nezanechá mechanoskopické stopy. Na rozdiel od deštruktívneho útoku nie je primárnym cieľom zničiť mechanický zabezpečovací prostriedok, ale ovplyvniť vnútorné blokovacie prvky alebo získať informáciu o kódovaní systému.

V bezpečnostnom hodnotení je potrebné rozlišovať medzi jednoduchými hromadnými manipulačnými technikami, individuálnou manipuláciou blokovacích prvkov, dynamickými metódami, metódami založenými na získavaní informácií o mechanizme a metódami smerujúcimi k vytvoreniu neautorizovanej kópii kľúča. Spoločným menovateľom je, že ich úspešnosť nezávisí iba od samotného nástroja. Rozhodujúca je kombinácia konštrukcie vložky, výrobných tolerancií, opotrebenia, kvality bezpečnostných prvkov a najmä zručnosti a odborných vedomostí narušiteľa.

Z pohľadu certifikácie je manipulačná odolnosť odlišným typom vlastnosti než odolnosť proti hrubému mechanickému útoku. Vložka odolná proti odvrtnutiu alebo vytrhnutiu nemusí automaticky dosahovať rovnakú úroveň odolnosti proti manipulácii vnútorných prvkov.

Prehľad základných techník nedeštruktívnej manipulácie

Opis jednotlivých techník je v odbornom článku potrebný preto, aby bolo možné pochopiť podstatu bezpečnostného rizika. Zároveň však musí zostať vo všeobecnej a typologickej úrovni. V nasledujúcej časti preto nie sú uvádzané praktické kroky, názvy nástrojov, konkrétne modely zámkov ani návody použiteľné na neoprávnené prekonanie zámku.

Single pin picking možno charakterizovať ako metódu individuálnej manipulácie vnútorných blokovacích prvkov cylindrickej vložky. Jej podstatou je práca s jednotlivými prvkami mechanizmu a interpretácia mechanickej spätnej väzby, ktorú záмок pri manipulácii poskytuje. Z bezpečnostného hľadiska ide o metódu, pri ktorej významne rastie význam zručnosti narušiteľa. Pri bezpečnostných vložkách vyššej úrovne býva rozhodujúca aj znalosť alebo kvalifikovaný odhad vnútorného konštrukčného usporiadania vložky, najmä typu a správania bezpečnostných blokovacích prvkov.

Orientačné pozorovania naznačujú, že pri mechanizmoch s doplnkovými bezpečnostnými prvkami nie je samotná dostupnosť manipulačného nástroja postačujúcim predpokladom úspechu. Výsledok môže výraznejšie závisieť od schopnosti rozpoznať reakciu mechanizmu a prispôbiť pôsobenie jeho vnútornému usporiadaniu. Ide o pracovnú hypotézu, ktorú treba overiť kontrolovanými skúškami s viacerými testermi a vzorkami.

Raking predstavuje hromadnejší, menej selektívny typ manipulácie vnútorných prvkov. Jeho úspešnosť môže zvyšovať kombinácia jednoduchšieho blokovacieho mechanizmu, priaznivých výrobných tolerancií a opotrebenia. Bez experimentálneho porovnania však nemožno túto vlastnosť spoľahlivo odvodzovať iba z ceny výrobku alebo z jeho obchodného označenia.

Pri mechanizmoch s komplexnejšou geometriou, tvarovanými bezpečnostnými prvkami, viacerými úrovňami kódovania alebo doplnkovými blokovacími prvkami možno predpokladať nižšiu účinnosť tejto techniky. Ide však o hypotézu, ktorú treba overovať na viacerých vzorkách a pri rôznych testeroch. Raking preto môže tvoriť jednu čiastkovú skúšku, nie jediný ukazovateľ manipulačnej odolnosti.

Bumping je dynamická nedeštruktívna metóda, pri ktorej sa krátkodobým mechanickým impulzom ovplyvňuje poloha blokovacích prvkov. V slovenskej odbornej literatúre bola táto metóda predmetom pilotného testovania v článku Boroša a Šisera (2018). Význam bumpingu spočíva v tom, že poukazuje na špecifický typ rizika, pri ktorom nejde o klasickú individuálnu manipuláciu každého prvku, ale o využitie dynamickej reakcie mechanizmu.

Z certifikačného hľadiska je bumping dôležitý najmä preto, že môže byť vnímaný ako skúška odolnosti voči impulznému pôsobeniu na blokovací systém. Na Slovensku sa odolnosť cylindrických vložiek proti bumpingu posudzuje ako odolnosť proti nedeštruktívnej dynamickej metóde otvorenia podľa Skúšobného postupu NBÚ SR č. 1/2012. V súčasnosti je možné techniku bumping považovať za obsolentnú, nakoľko trh reflektoval na toto bezpečnostné riziko.

Comb picking možno charakterizovať ako metódu súčasnej manipulácie vnútorných blokovacích prvkov cylindrickej vložky ich stlačením. Jej podstatou je vytlačenie kľúčových stavítok spolu s blokovacími kolíkmi mimo priestoru bubienka tak, aby žiadny z týchto prvkov nezasahoval do deliacej roviny medzi bubienkom a telesom vložky. Na rozdiel od metódy single pin picking nejde o individuálne nastavovanie jednotlivých stavítok, ale o využitie konkrétneho konštrukčného a rozmerového usporiadania mechanizmu.

Použitelnosť tejto metódy je obmedzená najmä geometriou vložky, hĺbkou otvorov pre blokovacie prvky, celkovou dĺžkou zostavy pružiny a kolíkov a prítomnosťou doplnkových bezpečnostných prvkov. Samotná dostupnosť vhodného nástroja preto nepredstavuje dostatočný predpoklad úspešného prekonania. Norma STN EN 1303:2026 túto problematiku upravuje všeobecnejšie ako manipuláciu blokovacích prvkov stlačením (manipulation of detainers by compression) a teda je možné aj túto metódu považovať za v súčasnosti v Európe za obsolentnú.

Osobitnú skupinu predstavujú voľne dostupné špecializované manipulačné nástroje, ktoré sú konštrukčne prispôsobené konkrétnemu kľúčovému profilu. Ich tvar, rozmery a usporiadanie pracovných častí vychádzajú z geometrie príslušného kľúčového kanála a vnútorného mechanizmu vložky. Spravidla preto nejde o univerzálne nástroje a ich použitelnosť je obmedzená na mechanizmy, pre ktoré boli navrhnuté.

Voľná dostupnosť týchto nástrojov môže znižovať technickú bariéru pre pokus o neoprávnenú manipuláciu, sama osebe však nezaručuje úspešné prekonanie vložky. Výsledok závisí od presnej kompatibility nástroja s kľúčovým profilom, konštrukcie a stavu vložky,

prítomnosti doplnkových bezpečnostných prvkov, ako aj od schopnosti používateľa interpretovať mechanickú spätnú väzbu. Z hľadiska hodnotenia bezpečnosti preto predstavujú dôvod na posudzovanie odolnosti vložky nielen všeobecnými nástrojmi, ale aj profilovo špecifickými prostriedkami dostupnými v čase vykonania skúšky.

Voľne dostupné manipulačné prostriedky určené pre vložky s rotačnými diskovými blokovacími prvkami. Ich konštrukcia je prispôbená nielen tvaru vstupného profilu, ale aj vnútornému usporiadaniu konkrétneho diskového mechanizmu. Niektoré z nich majú modulárnu konštrukciu, ktorá umožňuje výmenu pracovných a polohovacích prvkov podľa skúmaného typu vložky. Napriek spoločnému základnému princípu preto nejde o úplne univerzálne nástroje a ich použiteľnosť zostáva obmedzená kompatibilitou s príslušnou konštrukciou zámkového systému.

Z metodického hľadiska je potrebné odlišovať použitý nástroj od samotnej metódy prekonávania. Nástroj predstavuje technický prostriedok, zatiaľ čo metódu možno charakterizovať ako individuálnu rotačnú manipuláciu diskových blokovacích prvkov, prípadne spojenú s priebežným určovaním ich polohy. Dostupnosť konštrukčne prispôbeného nástroja môže znižovať náročnosť manipulácie, úspešnosť však naďalej závisí od znalosti mechanizmu, presnej kompatibility nástroja a schopnosti interpretovať mechanickú spätnú väzbu.

Impressioning a príbuzné dekódovacie postupy predstavujú metódy, pri ktorých sa narušiteľ snaží získať informácie o požadovanej geometrii alebo kódovaní zámkového systému. Nemusí ísť iba o okamžité otvorenie vložky. Bezpečnostný význam spočíva v tom, že získané poznatky môžu byť využité pri príprave funkčného kľúčového prvku alebo pri následnej cielej manipulácii.

V kontexte moderných bezpečnostných rizík treba dekódovanie chápať širšie. Môže zahŕňať nielen fyzickú interakciu so zámkom, ale aj digitálne spracovanie dostupných informácií, fotografií, stôp, opotrebenia alebo tvarových znakov. Táto časť problematiky priamo nadväzuje na riziká aditívnej výroby a neautorizovanej reprodukcie kľúčových prvkov, ktorým sa môže venovať samostatný odborný článok.

Orientačné pozorovania a pracovné hypotézy

Na účely výskumu boli uskutočnené orientačné skúšky nedeštruktívneho prekonávania obmedzeného množstva komerčne dostupných cylindrických vložiek v laboratórnom prostredí. Vzhľadom na to, že sa výskum nachádzal vo fáze orientačného pozorovania, nebolo potrebné uvádzať v článku konkrétne modely cylindrických vložiek a špecifikácie použitých nástrojov.

Pozorovania ukázali, že existuje rozdiel medzi neselektívnymi a individuálnymi technikami, nemožno ich však zovšeobecniť na celé trhové alebo bezpečnostné triedy. Pri konštrukčne jednoduchších vzorkách sa častejšie prejavovala citlivosť na menej selektívne pôsobenie. Pri vzorkách s doplnkovými blokovacími prvkami nadobúdala väčší význam individuálna manipulácia, znalosť alebo odhad vnútorného usporiadania a interpretácia mechanickej odozvy.

Pre budúci experiment je podstatné hodnotiť odolnosť ako vzťah medzi časom, úrovňou zručnosti, predchádzajúcou znalosťou, stavom vzorky, dostupnosťou nástrojov a

pravdepodobnosťou vzniku identifikovateľných stôp. Takýto viacrozmerný profil je presnejší než označenia typu „neprekonateľný“.

Z orientačných pozorovaní boli formulované tieto pracovné hypotézy:

Typ konštrukčného riešenia	Manipulačná náročnosť	Pracovná hypotéza
Konvenčný kolíkový mechanizmus bez doplnkových blokovacích prvkov	Vyššia možná citlivosť na menej selektívne techniky.	Úspešnosť bude významne ovplyvnená toleranciami a opotrebením.
Mechanizmus s bezpečnostnými prvkami alebo zložitejším profilom	Vyššia potreba presnosti a interpretácie spätnej väzby a použitie selektívnych techník.	Výsledok bude výraznejšie závisieť od zručnosti skúšajúceho.
Viacradový alebo viacsový mechanizmus	Potreba koordinovať viac blokovacích rovín alebo prvkov.	Predchádzajúca znalosť konštrukcie zníži čas a variabilitu pokusov.
Alternatívny konštrukčný princíp	Odlišný charakter spätnej väzby a manipulačných prekážok.	Vyžaduje samostatný postup podľa typu mechanizmu.

Tabuľka 1 – Pracovné hypotézy z vykonaných orientačných pozorovaní

Zdroj: vlastné spracovanie

Mechanoskopický význam manipulačných metód

Manipulačné prekonanie cylindrickej vložky je z mechanoskopického hľadiska osobitne problematické. Pri deštruktívnom útoku bývajú stopy často výrazné a zjavné. Pri manipulácii môžu byť jemné, lokalizované vo vnútri mechanizmu a pri bežnej obhliadke nemusí byť zrejmé, že došlo k neoprávnenému otvoreniu. Práve existencia mikroskopických stôp zároveň potvrdzuje, že pojem „nedeštruktívne“ treba používať iba vo vzťahu k absencii zjavného poškodenia.

Zahraničné forenzné práce ukazujú, že niektoré manipulačné metódy môžu zanechávať charakteristické triedne znaky, ktoré umožňujú určiť typ použitého nástroja alebo spôsob zásahu. Volkov a kol. (2014) skúmali triedne znaky špecializovaného nástroja v stopách na vysokobezpečnostnom mechanizme. Fullár, Kutnyánszky a Leiner (2020) poukázali na to, že fragmenty materiálu zanechané vo vložke môžu byť nielen mechanoskopickým, ale aj biologickým dôkazným nosičom.

Zároveň však treba zdôrazniť, že nie každá stopa po lockpickingu umožňuje individuálnu identifikáciu nástroja. V mnohých prípadoch môže byť možné určiť iba typ metódy alebo všeobecnú kategóriu pôsobenia. To znižuje dôkaznú jednoznačnosť a zvyšuje význam kombinácie mechanoskopického, biologického, trasologického a operatívneho vyhodnotenia prípadu.

Pre výskum certifikačných postupov z toho vyplýva potreba zaznamenať nielen úspech alebo neúspech otvorenia, ale aj charakter vzniknutých stôp. Mechanoskopická detekovateľnosť stôp nie je totožná s manipulačnou odolnosťou.

STN EN 1303:2026 a zostávajúce výskumné otázky

Normované skúšky sú nevyhnutné pre objektivizáciu bezpečnostnej úrovne výrobkov. STN EN 1303:2026 urobila v oblasti manipulácie zásadný krok tým, že zaviedla príslušné

požiadavky a hodnotiace metódy a výslovne smeruje k obmedzeniu vplyvu človeka na výsledok. Reprodukovateľnosť je pritom kľúčovou podmienkou porovnateľnej certifikácie.

Reprodukovateľná normovaná skúška a realistický útok kvalifikovaného narušiteľa však sledujú čiastočne odlišné ciele. Prvá potrebuje kontrolované a porovnateľné podmienky; druhý je adaptívny a jeho úspešnosť môže závisieť od tréningu, predchádzajúcej znalosti, voľby postupu a schopnosti interpretovať spätnú väzbu.

Za otvorené výskumné otázky preto možno považovať najmä zhodu výsledkov medzi normovanou skúškou a skúškami s kvalifikovanými skúšajúcimi, variabilitu medzi kusmi rovnakého modelu, vplyv opotrebenia, rozdiel medzi testovaním so znalosťou a bez znalosti mechanizmu a vzťah medzi časom otvorenia a mechanoskopickou detekovateľnosťou.

Návrh doplnkového a rizikovo orientovaného hodnotenia

Navrhovaný rizikovo orientovaný model nemá nahrádzať STN EN 1303:2026 ani vytvárať paralelnú certifikáciu. Jeho účelom je vytvoriť výskumný protokol, pomocou ktorého bude navrhnutá normovaná skúška a analýza faktorov typických pre ľudské konanie a možnosti ich opakovania.

Dôležité doplnkové faktory:

- čas do dosiahnutia vopred definovaného funkčného otvorenia,
- vopred testovanú úroveň zručnosti a skúseností skúšajúceho,
- variant skúšky bez znalosti, s čiastočnou znalosťou a s detailnou znalosťou mechanizmu,
- rozdiel medzi neselektívnymi a individuálnymi manipulačnými technikami,
- variabilitu medzi kusmi rovnakého modelu a medzi rôznymi konštrukčnými princípmi,
- rôzne laboratórne podmienky simulujúce rôzne priestorové usporiadanie,
- stav vzorky, najmä mieru opotrebenia a históriu používania,
- charakter a forenznú detekovateľnosť vzniknutých stôp,
- opakovateľnosť výsledkov medzi skúšajúcimi, pokusmi a vzorkami.

Takto koncipovaný protokol by umožnil skúmať manipulačnú odolnosť ako interakciu technických a ľudských faktorov. Výsledky by sa nemali redukovať na jediný najlepší čas. Vhodnejšie je zaznamenávať úspešnosť v sérii pokusov, medián a rozptyl času, neúspešné pokusy, úroveň testera, informačný režim a vzniknuté stopy. Takéto údaje možno následne porovnať s výsledkom normovanej skúšky.

Výskumný dôvod	Dôvod normovanej skúšky	Navrhované ukazovatele
Čas do funkčného otvorenia	Umožňuje porovnať praktickú časovú náročnosť pri definovanom limite.	Medián, rozptyl a podiel úspešných a neúspešných pokusov.
Úroveň skúšajúceho	Oddeľuje vplyv konštrukcie od vplyvu zručnosti.	Vopred definované kritériá tréningu, skúseností a výkonu v kalibračnej úlohe.
Predchádzajúca znalosť	Overuje informačnú výhodu pri adaptívnom útoku.	Bez znalosti / čiastočná znalosť / detailná znalosť mechanizmu.
Mechanoskopické stopy	Doplňa výsledok otvorenia o detekovateľnosť zásahu.	Makroskopické a mikroskopické stopy; lokalizácia, opakovateľnosť a diagnostická hodnota.
Opakovateľnosť	Vyjadruje stabilitu výsledku medzi osobami, pokusmi a kusmi.	Viacero skúšajúcich, viac pokusov a viac kusov rovnakého modelu.

Tabuľka 2 – Návrh premenných pre doplnkové výskumné hodnotenie manipulačnej odolnosti

Zdroj: vlastné spracovanie

Etické a bezpečnostné limity publikovania

Výskum nedeštruktívneho prekonávania cylindrických vložiek sa nachádza na hranici medzi výskumom a potenciálne zneužitelnými poznatkami. Z tohto dôvodu musí byť odborný text spracovaný tak, aby prispieval k ochrane objektov, certifikácii výrobkov a nie k možnému praktickému zneužitiu.

V článku preto nie sú uvedené konkrétne postupy, rozmery nástrojov, poradie úkonov, fotografie vnútorných konfigurácií, modely zámkov ani časy otvorenia konkrétnych komerčných výrobkov. Techniky sú opísané iba na teoretickej úrovni a výsledky predbežných pozorovaní sú anonymizované. Takýto prístup umožňuje vedecky diskutovať o bezpečnostnom riziku bez toho, aby došlo k jeho zneužitiu.

Z etického hľadiska je zároveň potrebné zdôrazniť, že experimentálne skúšky boli vykonávané iba na cylindrických vložkách, ku ktorým má auto článku oprávnený prístup, v kontrolovaných podmienkach a s jasným výskumným cieľom. Výsledky by mali byť publikované tak, aby posilňovali preventívnu, certifikačnú a forenznú hodnotu poznania. Pri uvádzaní konkrétnych výrobcov a modelov je potrebné postupovať zodpovedne, aby zverejnené informácie nespôsobili výrobcovi resp. držiteľovi ochrannej známky bezpečnostnú alebo majetkovú ujmu.

Záver

Používanie nedeštruktívnych techník na prekonávanie cylindrických vložiek predstavuje významnú výzvu pre fyzickú bezpečnosť, kriminalistiku a certifikáciu bezpečnostných zámkov. Absencia zjavného poškodenia môže komplikovať rozpoznanie aj dokazovanie neoprávneného vstupu, avšak existencia mechanoskopických stôp má veľký význam.

Rešerš domácej literatúry ukazuje práce venované mechanickým zábranným prostriedkom, prielomovej odolnosti a vybraným spôsobom prekonávania cylindrických vložiek. Zahraničná literatúra poskytuje podklady najmä k forenznému skúmaniu mechanoskopických a biologických stôp po špecializovaných nástrojoch, foil impressioningu a 3D tlačených kľúčoch.

Orientačné pozorovania autora nemožno vzhľadom na obmedzený súbor a absenciu jednotného protokolu zovšeobecňovať. Podporujú však formulovanie hypotézy, že výsledok manipulácie vzniká interakciou konštrukcie vložky, stavu vzorky, zručnosti skúšajúceho, predchádzajúcej znalosti a interpretácie mechanickej spätnej väzby. Budúci výskum by mal tieto premenné konkretizovať.

Nadväzujúci výskum by mal kontrolované porovnať výsledky novej normovanej manipulačnej skúšky s časovými skúškami kvalifikovaných skúšajúcich, využívať viac kusov každého modelu, zaznamenávať neúspešné pokusy a stav opotrebenia a súčasne dokumentovať mechanoskopické stopy.

Tento článok odporúča na publikovanie vo vedeckom časopise Mladá veda:

Ing. Peter Havaj, PhD., DBA

Autor článku ďakuje spoločnosti EVVA security technology GmbH za odbornú súčinnosť a materiálnu podporu pri realizácii výskumu, svojmu školiteľovi za odborné vedenie, cenné pripomienky a konzultácie a svojej rodine za trpezlivosť, pochopenie a dlhodobú podporu počas jeho vedeckej práce.

Použitá literatúra

1. ARONSON, Ayal, Roman PERTSEV a Amit COHEN, 2026. *A novel method for extracting forensic evidence from aluminum foil that has been used as part of a foil impressing kit, using toolmarks comparison techniques*. In: Journal of Forensic Sciences [online]. Vol. 71, no. 1, s. 211–221 [cit. 2026-08-27]. DOI: 10.1111/1556-4029.70211. Dostupné z: <https://doi.org/10.1111/1556-4029.70211>
2. BOROŠ, Martin a Vlastimil MACH, 2021. *Testovanie mechanických zábranných prostriedkov v podmienkach Fakulty bezpečnostného inžinierstva Žilinskej univerzity*. In: Krízový manažment [online]. Roč. 20, č. 1, s. 51–61 [cit. 2026-08-27]. DOI: 10.26552/krm.C.2021.1.51-61. Dostupné z: https://krm.uniza.sk/artkey/krm-202101-0006_testovanie-mechanickych-zabrannych-prostriedkov-v-podmienkach-fakulty-bezpecnostneho-inzinierstva-zilinskej-uni.php
3. BOROŠ, Martin a Anton ŠISER, 2018. *Možnosti prekonania cylindrických vložiek pomocou vybraných metód*. In: Mladá veda [online]. Roč. 6, č. 3, s. 1–8 [cit. 2026-08-27]. Dostupné z: https://www.mladaveda.sk/casopisy/2018/03/03_2018_01.pdf
4. FULLÁR, Alexandra, Vera KUTNYÁNSZKY a Norbert LEINER, 2020. *Identification of burglars using foil impressing based on tool marks and DNA evidence*. In: Forensic Science International [online]. Vol. 316, 110524 [cit. 2026-08-27]. DOI: 10.1016/j.forsciint.2020.110524. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2020.110524>
5. MACH, Vlastimil, 2015. *Testovanie prielomovej odolnosti vybraných mechanických zábranných prostriedkov*. In: Krízový manažment [online]. Roč. 14, č. 2, s. 69–75 [cit. 2026-08-27]. DOI: 10.26552/krm.C.2015.2.69-75. Dostupné z: <https://krm.uniza.sk/>
6. MAYUONI-KIRSHENBAUM, Lina, Ortal WAISKOPF, Nir FINKELSTEIN a Zohar PASTERNAK, 2022. *How did the DNA of a suspect get to the crime scene? A practical study in DNA transfer during lock-picking*. In: Australian Journal of Forensic Sciences [online]. Vol. 54, no. 1, s. 15–25 [cit. 2026-08-27]. DOI: 10.1080/00450618.2020.1793384. Dostupné z: <https://doi.org/10.1080/00450618.2020.1793384>
7. PLUMTREE, W. G., 1975. *The examination of disc and pin tumbler locks for tool marks*. In: Journal of Forensic Sciences. Vol. 20, no. 4, s. 656–667. DOI: 10.1520/JFS10317J
8. STN EN 1303, 2015. *Stavebné kovanie. Cylindrické vložky do zámok. Požiadavky a skúšobné metódy*. Bratislava: Úrad pre normalizáciu, metrológiu a skúšobníctvo Slovenskej republiky.
9. STN EN 1303, 2026. *Stavebné kovanie. Cylindrické vložky a systém generálneho kľúča (SGHK) pre zámky. Požiadavky a skúšobné metódy* [online]. Bratislava: Úrad pre normalizáciu, metrológiu a skúšobníctvo Slovenskej republiky [cit. 2026-08-27]. Dostupné z: <https://normy.normoff.gov.sk/norma/142823/>
10. VILÍM, Frederik František, 2023. *Možnosti mechanoskopického stotožnenia nástroja so zameraním na krádeže vlámaním: diplomová práca* [online]. Praha: Univerzita Karlova, Právnická fakulta [cit. 2026-08-27]. Dostupné z: <https://dspace.cuni.cz/handle/20.500.11956/186384>
11. VOLKOV, Nikolai, Nir FINKELSTEIN, Yehuda NOVOSELSKY a Tsadok TSACH, 2014. *The class characteristic mark of the H&M Mul-T-Lock picking tool in toolmarks examination*. In: Journal of Forensic Sciences [online]. Vol. 59, no. 4, s. 1109–1112 [cit. 2026-08-27]. DOI: 10.1111/1556-4029.12512. Dostupné z: <https://doi.org/10.1111/1556-4029.12512>
12. WANG, Zhen, Hao ZHOU, Chao YE, Changjiang SONG a Taiqi ZANG, 2020. *Study on traces left on a mechanical lock picked by a 3D printed key in toolmarks examination*. In: Forensic Science International [online]. Vol. 317, 110514 [cit. 2026-08-27]. DOI: 10.1016/j.forsciint.2020.110514. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2020.110514>

Mladá veda

Young Science

ISSN 1339-3189