

# **Překonávání cylindrických vložek metodou elektropick podle tříd odolnosti**

Bc. Petr Čabla

---

Diplomová práce  
2015



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta aplikované informatiky

---

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta aplikované informatiky  
akademický rok: 2014/2015

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Petr Čabla**  
Osobní číslo: **A13304**  
Studijní program: **N3902 Inženýrská informatika**  
Studijní obor: **Bezpečnostní technologie, systémy a management**  
Forma studia: **prezenční**

Téma práce: **Překonávání cylindrických vložek metodou elektropick podle tříd odolnosti**  
Téma anglicky: **Overcoming Cylinders using the Elektropick Method and According to Resistance Classes**

Zásady pro vypracování:

1. Provedte teoretický rozbor překonávání cylindrických vložek třídy odolnosti 3 a 4 pomocí metody elektropick.
2. Analyzujte třídy odolnosti cylindrických vložek a provedte zařazení do RC dle průlomových norem ČSN EN 1627.
3. Vyjádřete míry destrukce cylindrických vložek překonané elektropick metodou.
4. Verifikujte z naměřených hodnot vliv tvrdosti materiálu cylindrické vložky na míru poškození.
5. Uvedte nové trendy ve vývoji ochrany cylindrických vložek a nové trendy v oblasti nedestruktivního překonávání metodou elektropick.

Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování diplomové práce: tištěná/elektronická

Seznam odborné literatury:

1. IVANKA, Ján. Mechanické zábranné systémy. Vyd. 1. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2010. ISBN 978-807-3189-105.
2. BUBL, Michael. Tajemství zámečnictví: Návod k otevírání zámku. Vyd. 1. Rakousko: Vl.n., 2007. 360 s. ISBN 978-3-9502213-2-9.
3. UHLÁŘ, Jan. Technická ochrana objektů. Praha: Vydavatelství PA ČR. ISBN 80-725-1172-6.
4. IVANKA, J., ŠTEFÍK, J. Diferencie nedeštruktivních technik prekonávania zámkových systémov na čase. In: Security magazín – Alarm, Vyd. Plettac Security, ročník XIII, č.: 2/2011, Infodom s.r.o., Slovenská republika, s. 24-27, ISSN 1335 504 X.
5. HAMERNÍK, Zdeněk. Verifikace destrukce materiálových součástí zámkových systémů SG metodou. Zlín, 2014. Diplomová práce. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. Fakulta aplikované informatiky. Vedoucí práce Ing. Ján Ivanka.
6. HÁNEČKA, Lubomír. Průlomová odolnost a spolehlivost cylindrických vložek. Zlín, 2010. Bakalářská práce. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. Fakulta aplikované informatiky. Vedoucí práce Ing. Ján Ivanka.
7. Elektropick. Multipick mit hoher Akkulaufzeit und sehr starkem Motor. [online]. 4.2.2015 [cit. 2015-02-04]. Dostupné z: [http://www.shop.alarm.de/Profi\\_Elektropick\\_Multipick\\_mit\\_hoher\\_Akkulaufzeit\\_und\\_sehr\\_starkem\\_Motor\\_schall](http://www.shop.alarm.de/Profi_Elektropick_Multipick_mit_hoher_Akkulaufzeit_und_sehr_starkem_Motor_schall)

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Ján Ivanka

Ústav bezpečnostního inženýrství

Datum zadání diplomové práce:

12. ledna 2015

Termín odevzdání diplomové práce:

15. května 2015

Ve Zlíně dne 6. února 2015

doc. Mgr. Milan Adámek, Ph.D.  
děkan



doc. RNDr. Vojtěch Křesálek, CSc.  
ředitel ústavu

### **Prohlašuji, že**

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k prezenčnímu nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen v příruční knihovně Fakulty aplikované informatiky Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen připouští-li tak licenční smlouva uzavřená mezi mnou a Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně s tím, že vyrovnání případného přiměřeného příspěvku na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše) bude rovněž předmětem této licenční smlouvy;
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

### **Prohlašuji,**

- že jsem na diplomové práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
- že odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Ve Zlíně

.....  
podpis diplomanta

## **ABSTRAKT**

Předložena diplomová práce je zaměřena na zjištění průlomové odolnosti cylindrického zámku proti metodě elektropick a na míry poškození při používání této metody. V teoretické části jsou definovány cylindrické vložky, princip jejich překonávání pomocí metody elektropick a zařazení do tříd odolnosti podle ČSN EN 1627. V praktické části je rozpracována elektropick metoda překonávání cylindrických vložek. Je prezentována analýza a verifikace laboratorního měření cylindrických vložek průlomové odolnosti proti metodě elektropick. Dále jsou verifikovány míry poškození stavítek cylindrické vložky vzniklých následkem metody elektropick a při běžném používání vložky. V další části jsou analyzovány a verifikovány míry poškození v závislosti na použití materiálu stavítek. V závěrečné části jsou uvedeny nové trendy ve vývoji ochrany před nedestruktivními metodami a ve vývoji metody elektropick při překonávání zámkových systémů.

Klíčová slova: cylindrická vložka, elektropick, průlomová odolnost, stavítka, magnetická cylindrická vložka.

## **ABSTRACT**

Submitted thesis is focused on finding breakthrough resistance against the cylinder lock elektropick method and extent of damage when using this method. The theoretical part defines the cylinder, is the principle of solving them using methods elektropick and a classification of resistance according to EN 1627. The practical part is elaborated elektropick method of overcoming cylinders. It presents analysis and verification laboratory measurements cylinders breakthrough resistance method elektropick. Furthermore verified damage rate tumblers cylinder arise following methods elektropick and during normal use of the insert. The other parts are analyzed and verified rate of damage depending on the use of the material tumblers. The final section lists the new trends in protection against non-destructive methods and in developing methods for overcoming elektrpocik locking systems.

Keywords: Cylinder, Elektropick, Breakthrough Resistance, Pins, Magnetic Cylinder.

Rád bych tímto poděkoval svému vedoucímu diplomové práce Ing. Jánů Ivankovi za neodmítnutí pomoci, ochotu, cenné rady, připomínky, za věnovaný čas k úpravě a návrhům formy zpracování diplomové práce.

Motto:

„Čím výše vystoupíš, tím větší rozhled.“

České přísloví

# OBSAH

<b>ÚVOD</b> .....	<b>11</b>
<b>I TEORETICKÁ ČÁST</b> .....	<b>13</b>
<b>1 MECHANICKÉ ZÁBRANÉ SYSTÉMY</b> .....	<b>14</b>
1.1 ROZDĚLENÍ TECHNICKÝCH OCHRAN MZS .....	14
1.2 PRŮLOMOVÁ ODOLNOST MZS .....	14
1.3 STUPNĚ RIZIKA OHROŽENÝCH OBJEKTŮ .....	15
<b>2 CYLINDRICKÁ VLOŽKA</b> .....	<b>17</b>
2.1 KONSTRUKCE CYLINDRICKÉ VLOŽKY .....	18
2.2 OCHRANY CYLINDRICKÉ VLOŽKY .....	19
2.3 KLÍČ CYLINDRICKÉ VLOŽKY .....	19
<b>3 TEORETICKÝ ROZBOR PŘEKONÁVÁNÍ CYLINDRICKÝCH VLOŽEK TŘÍDY ODOLNOSTI 3 A 4 POMOCÍ METODY ELEKTROPICK</b> .....	<b>21</b>
3.1 ELEKTROPICK.....	22
3.1.1 Lockpicking.....	22
3.1.2 Raking .....	22
3.1.3 Pickgun.....	23
3.1.4 Electropick .....	24
3.2 PLANŽETY .....	26
3.3 VADY ZÁMKŮ.....	27
3.3.1 Cylindr.....	27
3.3.2 Souosost .....	27
3.4 FAB 200 .....	28
3.5 FAB 1000 .....	28
3.6 FAB 2000 .....	29
3.7 ABUS D10.....	30
3.8 EVVA GPI-CR.....	31
<b>II PRAKTICKÁ ČÁST</b> .....	<b>32</b>
<b>4 TŘÍDY ODOLNOSTI CYLINDRICKÝCH VLOŽEK A ZAŘAZENÍ DO RC - TŘÍD DLE PRŮLOMOVÝCH NOREM ČSN EN 1627</b> .....	<b>33</b>
4.1 TŘÍDY ODOLNOSTI.....	33
4.1.1 ČSN EN 1627.....	34
4.1.2 ČSN EN 1303.....	36
4.1.2.1 Pevnost klíče .....	37
4.1.2.2 Životnost .....	37
4.1.2.3 Hmotnost dveří .....	37
4.1.2.4 Požární odolnost .....	37
4.1.2.5 Bezpečnost při používání.....	37
4.1.2.6 Odolnost proti korozi .....	38
4.1.2.7 Minimální počet efektivních kombinací .....	38
4.1.2.8 Minimální počet pohyblivých stavítek .....	38
4.1.2.9 Maximální počet zářezů stejné hloubky .....	39
4.1.2.10 Odolnost proti napadení vrtáním.....	39

4.2	ZAŘAZENÍ DO RC DLE PRŮLOMOVÝCH NOREM ČSN EN 1627 .....	39
4.2.1	FAB 200 .....	39
4.2.2	FAB 1000 .....	40
4.2.3	FAB 2000 .....	40
4.2.4	ABUS D10 .....	40
4.2.5	EVVA GPI .....	41
<b>5</b>	<b>PRŮLOMOVÁ ODOLNOST CYLINDRICKÝCH VLOŽEK PŘEKONÁVANÝCH METODOU ELEKTROPICK.....</b>	<b>42</b>
5.1	ÚSPĚŠNOST PŘEKONÁVÁNÍ CYLINDRICKÝCH VLOŽEK METODOU ELEKTROPICK .....	42
5.1.1	FAB 200 .....	42
5.2	POTŘEBNÝ ČAS NA PŘEKONÁNÍ CYLINDRICKÝCH VLOŽEK METODOU ELEKTROPICK .....	43
5.2.1	FAB 200 .....	43
5.3	POTŘEBNÝ ČAS NA PŘEKONÁNÍ CYLINDRICKÝCH VLOŽEK METODOU ELEKTROPICK .....	45
5.3.1	FAB 200 .....	45
5.4	ANALÝZA PRŮLOMOVÉ ODOLNOSTI.....	47
<b>6</b>	<b>MÍRA DESTRUKCE CYLINDRICKÝCH VLOŽEK PŘEKONANÉ ELEKTROPICK METODOU .....</b>	<b>49</b>
6.1.1	Vlastnosti materiálů .....	49
6.1.2	Mechanické zkoušky .....	49
6.2	STATICKE ZKOUŠKY .....	50
6.2.1	Tvrdost .....	50
6.3	DYNAMICKÉ ZKOUŠKY .....	50
6.4	MÍRY DESTRUKCE .....	50
6.4.1	Nový zámek .....	51
6.4.2	250 použití.....	52
6.4.3	1500 použití.....	53
6.4.4	5000 použití.....	54
6.5	MÍRY DESTRUKCE PO POUŽITÍ ELEKTROPICK .....	55
<b>7</b>	<b>VLIV TVRDOSTI MATERIÁLU CYLINDRICKÉ VLOŽKY NA MÍRU POŠKOZENÍ .....</b>	<b>58</b>
7.1	MĚŘENÍ TVRDOSTI MATERIÁLU .....	58
7.1.1	Tvrdost .....	58
7.1.2	Mikrotvrdost.....	58
7.1.3	Drsnost .....	58
7.1.4	Použitý materiál .....	59
7.1.5	Způsob měření.....	59
7.1.6	Naměřené hodnoty při běžném používání.....	60
7.1.7	Naměřené hodnoty u nových stavítek při působení elektropick .....	61
7.1.8	Naměřené hodnoty u použitých stavítek při působení elektropick .....	63
7.1.9	Naměřené hodnoty u opakovaného působení elektropick.....	64
7.2	ANALÝZA VLIVU TVRDOSTI MATERIÁLŮ NA MÍRU POŠKOZENÍ.....	66
<b>8</b>	<b>NOVÉ TRENDY VE VÝVOJI OCHRANY CYLINDRICKÝCH</b>	



<b>VLOŽEK A NOVÉ TRENDY V OBLASTI NEDESTRUKTIVNÍHO PŘEKONÁVÁNÍ METODOU ELEKTROPICK.....</b>	<b>67</b>
8.1 MECHANICKÁ OCHRANA PROTI DYNAMICKÝM METODÁM.....	67
8.2 KOMBINOVANÉ DRUHY OCHRANY PROTI DYNAMICKÝM METODÁM .....	68
8.2.1 Cylindrické vložky s magnetickými prvky .....	68
8.2.2 Cylindrické vložky s elektronickými systémy .....	68
8.3 CYLINDRICKÉ VLOŽKY DOPOSUD NEPŘEKONANÉ METODOU ELEKTROPICK .....	69
8.3.1 Abloy Protect .....	69
8.3.2 EVVA MCS .....	70
8.3.3 DOM Diamant.....	71
8.3.4 Tokoz Pro 400.....	71
8.4 NOVÉ TRENDY ELEKTROPICK .....	73
8.4.1 Nové planžety.....	73
<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>75</b>
<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....</b>	<b>77</b>
<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....</b>	<b>79</b>
<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>80</b>
<b>SEZNAM TABULEK.....</b>	<b>81</b>
<b>SEZNAM GRAFŮ .....</b>	<b>82</b>
<b>SEZNAM PŘÍLOH.....</b>	<b>83</b>
8.5 ÚSPĚŠNOST PŘEKONÁVÁNÍ CYLINDRICKÝCH VLOŽEK METODOU ELEKTROPICK .....	84
8.5.1 FAB 200 .....	84
8.5.2 FAB 1000 .....	85
8.5.3 FAB 2000 .....	86
8.5.4 ABUS D10 .....	87
8.5.5 EVVA GPI .....	88
8.6 PLANŽETA SNAKE.....	89
8.6.1 FAB 200 .....	89
8.6.2 FAB 1000 .....	90
8.6.3 FAB 2000 .....	91
8.6.4 ABUS D10 .....	92
8.6.5 EVVA GPI .....	93
8.7 PLANŽETA RAKE.....	94
8.7.1 FAB 200 .....	94
8.7.2 FAB 1000 .....	95
8.7.3 FAB 2000 .....	96
8.7.4 ABUS D10 .....	97
8.7.5 EVVA GPI .....	98
8.8 POTŘEBNÝ ČAS NA PŘEKONÁNÍ CYLINDRICKÝCH VLOŽEK METODOU ELEKTROPICK .....	99
8.8.1 FAB 200 .....	99
8.8.2 FAB 1000 .....	100
8.8.3 FAB 2000 .....	101
8.8.4 ABUS D10 .....	102

8.8.5	EVVA GPI.....	103
8.9	PLANŽETA SNAKE.....	104
8.9.1	FAB 200.....	104
8.9.2	FAB 1000.....	105
8.9.3	FAB 2000.....	106
8.9.4	ABUS D10.....	107
8.9.5	EVVA GPI.....	108
8.10	PLANŽETA RAKE.....	109
8.10.1	FAB 200.....	109
8.10.2	FAB 1000.....	110
8.10.3	FAB 2000.....	111
8.10.4	ABUS D10.....	112
8.10.5	EVVA GPI.....	113

## ÚVOD

Životní úroveň, hodnota i majetek lidí se zvyšuje v České republice každý rok. Na druhé straně stoupá kriminalita krádeží, vloupání do bytů či domů. S tím se zvyšuje potřeba lidí chránit svůj osobní nebo rodový majetek chránit. Zvyšují se nároky a individuální požadavky zákazníku na bezpečnostní technologie. Ať už to byly ohrady z větví pro dobytek, zajištění vchodů do obydlí, ploty, samotný movitý majetek, ale také speciální firemní technologické postupy a patenty, které dávají firmám jedinečné uplatnění na trhu. Instalace rozsáhlých elektronických monitorovacích technologií mají své opodstatnění a uvedené technologie mají důležité postavení v systému ochrany majetku a osob. Nicméně nedovedou fyzicky zabránit proniknutí nepovolaným osobám do chráněného objektu. K tomuto účelu slouží mechanické zábranné prostředky, které považujeme za základní prvek ochrany osob a majetku. Mechanické zábranné systémy jako jediné staví nepovolaným osobám do cesty fyzickou překážku a ztěžuje násilné vniknutí především přes oplocení nebo cestou dveřních nebo okenních otvorů, případně i manipulace s chráněnými předměty v zabezpečeném objektu.

V současné době jsou mechanické zábranné prostředky velmi kvalitní a důmyslné. Jejich nedílnou součástí jsou zámkové systémy ovládané ve velké většině cylindrickou vložkou, která je jedním z nejvíce zranitelných prvků celého zábranného systému. Právě na zámkovou vložku bývá zaměřeno velké množství útoků. Lidé často podceňují investici do kvalitní cylindrické vložky, které často nesplňují žádnou bezpečnostní třídu. V dnešní době pachatelé nemají problém sehnat kvalitní a sofistikované přístroje či metody na nedestruktivní překonávání zámkových systémů, proto bezpečnostní komunita s nimi musí neustále držet krok a okamžitě reagovat na jakýkoliv výskyt nové metody. V současnosti existuje velké množství cylindrických vložek odolné proti dynamickým metodám. Bezpečnostní prvky jsou často vkládány přímo do těla cylindrických vložek nebo do dveřního zámku. Kombinací zámkových systému spolu s dalšími bezpečnostními technologiemi můžeme dosáhnout velmi kvalitních systémů. Dnešní bezpečnostní systémy slouží nejen k zabezpečení objektu, ale také mají další doplňkové funkce (správa docházky, ovládání topení). Kombinace biometrických nebo čipových karet často slouží jako přístupové systémy.

Je potřeba, aby veřejnost byla informována o kvalitách cylindrických vložek, že jsou podle norem stupně odolnosti bezpečnostních prvků, která je nutná k zajištění ochrany majetku.

V současnosti jsou cenově dostupné kvalitní bezpečnostní cylindrické vložky a zámkové systémy. Bezpečnostní prvky jsou v moderních vložkách instalovány uvnitř, takže uživatel je při běžném používání ani nepostřehne. Nejsou tedy omezující. Každý uživatel při výběru a instalaci bezpečnostního zařízení si musí stanovit priority a stupeň ochrany jaký je pro jeho účely nejvhodnější, jestli použije bezpečnostní zámkové systémy k ochraně svého majetku a jaký druh. Bohužel, zájem o bezpečnostní cylindrické vložky a zámky není trvalý a zvyšuje se vždy podle ohrožení dané lokality, popřípadě jestli v minulosti nebyla osoba obětí loupeže.

## **I. TEORETICKÁ ČÁST**

## 1 MECHANICKÉ ZÁBRANÉ SYSTÉMY

Mechanické zábranné systémy považujeme za základní prvek ochrany objektů a osob v průmyslu komerční bezpečnosti. Pod mechanické zábranné systémy (dále jen MZS) řadíme veškeré mechanické prvky, které stěžují násilné vniknutí nepovolaných osob do chráněné zóny nebo objektu především přes oplocení nebo cestou dveřních nebo okenních otvorů, případně manipulací nepovolaných osob s chráněnými předměty v zabezpečeném objektu.

MZS poskytují ochranu svou mechanickou pevností, na jejich překonání musí pachatel vynaložit v mnohých případech delší dobu, než je pro pachatele únosné. Základní úlohou MZS je vytvářet překážku definovanou určitým odporem proti destruktivnímu narušení. Má za úkol tedy zabránit:

- násilnému vniknutí osoby do chráněné zóny,
- znehodnocení techniky a zařízení uvnitř chráněné zóny,
- krádeži předmětů a dalších hodnot z prostoru chráněné zóny,
- možnosti umístění nebezpečného předmětu ve chráněném prostoru.

### 1.1 Rozdělení technických ochran MZS

Mechanické zábranné systémy tvoří páteř technického zabezpečení v průmyslu komerční bezpečnosti. MZS dělíme do třech základních okruhů ochranných zón:

- obvodová ochrana,
- plášťová ochrana,
- předmětová ochrana.

### 1.2 Průlomová odolnost MZS

Mechanické zábranné systémy mají svou zásadní nezastupitelnost zejména proto, že jsou schopny poskytnout ochranu objektu mechanickou odolností, kterou jednotlivé komponenty mají a jsou tím charakteristické.

Průlomová odolnost je doba, kterou musí vynaložit pachatel na překonání mechanické pevnosti MZS.

Každý mechanický zábranný systém je překonatelný, avšak rozlišnost jednotlivých MZS je dána množstvím vydané energie, času a druhu nářadí, kterých je třeba k překonání MZS. Tím je dána úroveň bezpečnosti jednotlivých objektů.

Postavení mechanických zábranných systémů v systému komplexního zabezpečení je dáno jejich schopností vytvořit kvalifikovanou zábranu proti průniku pachatelů do objektů chráněného zájmu, to je vyjádřeno maximálním prodloužením časového intervalu  $\Delta t$ , který pachatel potřebuje k překonání překážky a tím dosažení chráněného zájmu. Tento vztah vyjádříme následovně:

- $\Delta t$  časový interval potřebný k překonání překážky,
- $t_1$  čas zahájení útoku na překážku,
- $t_2$  čas konečného překonání překážky.

Pro otvorové výplně (dveře, okna, vrata, mříže) platí, že minimální čas potřebný pro překonání, je uveden v klasifikaci třídy odolnosti (dále jen RC tab. 1). Tento čas je nutno ještě 2 - 3 navýšit, protože se jedná o zkušební čas. Tím dostaneme čas reálný, za který lze otvorovou výplň překonat. Tento čas aplikujeme i pro jednotlivé komponenty dveřních a jiných uzávěrů. Doby průlomové odolnosti zámku nebo použití klasifikace podle nižší bezpečnostní třídy obou těchto komponentů jsou principem kritických míst.

### 1.3 Stupně rizika ohrožených objektů

Charakteristickým znakem dané zábrany je její bezpečnostní úroveň, reprezentovaná pasivní bezpečností neboli průlomovou odolností. Za obecně kvantitativní ohodnocení překážky považujeme časový interval, který pachatel potřebuje k jejímu překonání. Tento vztah můžeme vyjádřit:

---

Platí zde podmínka  $t_i > 1$  kde:

- R stupeň rizika ohrožení objektu,
- $T_{\text{vloupání}}$  doba minimální průlomové odolnosti úschovného objektu,
- $t_i$  čas potřebný k zásahu orgánů P ČR, bezpečnostní služby.

Skutečné riziko ohrožení chráněného objektu zájmu bude tím menší, čím bude koeficient R větší. Máli být aplikovaná ochrana účelná, musí být jeho hodnota větší než 1. Bude-li rovna 1 nebo menší, nemůžeme hovořit o jakékoliv efektivitě ochrany. Naopak, čím bude tento koeficient větší, tím se bude riziko ohrožení snižovat a systém zabezpečení chráněného zájmu bude kvalitnější.



## 2 CYLINDRICKÁ VLOŽKA

Od té doby co Linus Yale a jeho syn vynalezli v roce 1860 cylindrický zámek, nastoupil tento zámek své vítězné tažení a v dnešní době je nejrozšířenějším zámkem vůbec. Důvodem pro to jsou jasné výhody, které tyto zamky nabízí. Bezpočet možností, jak zámek zavřít, z něj činí jeden z nejbezpečnějších systémů vůbec.

Byl to vlastně první zámek, který od sebe oddělil závorovou konstrukci a uzavírací systém. To mělo tu výhodu, že klíč už nemusel přímo hýbat těžkou závorou a mohl být tedy menší a lehčí. Poprvé lidé sebou nemuseli tahat kila železa. Objevili tak také do té doby zcela neznámou variantu- uzamykací zařízení.

Díky normování se podařilo umožnit kombinování různých součástek od různých výrobců. Montáž nových zámků nebo také výměna zámků se tak mnohem zjednodušily, a to bez ztráty bezpečnosti. Moderní cylindrické zamky tak převažují téměř nad všemi ostatními mechanickými uzavíracími systémy. Důležitým faktorem je také to, že díky masové průmyslové výrobě můžeme zamky vyrábět za příznivé ceny. To mimo jiné přispělo k obrovskému rozšíření těchto zámků.

Existují různé typy cylindrických zámků, z nich nejrozšířenější je cylindrický zámek se stavákovými zarážkami. Skoro 90 % cylindrických zámků využívá stavítka (pins). Můžeme je najít prakticky kdekoliv. Jako další tvary zarážek se využívají disky nebo lamely.

Cylindrické vložky dělíme podle různých hledisek do několika kategorií. Dělíme je podle délky, podle tvaru těla vložky, dále na symetrické a nesymetrické. Vložky můžeme dále dělit podle počtu stavítek a to na 3, 4, 5, 6 a vícestavítkové, podle počtu řad stavítek je lze dělit na jednořadé, dvouřadé a víceřadé.

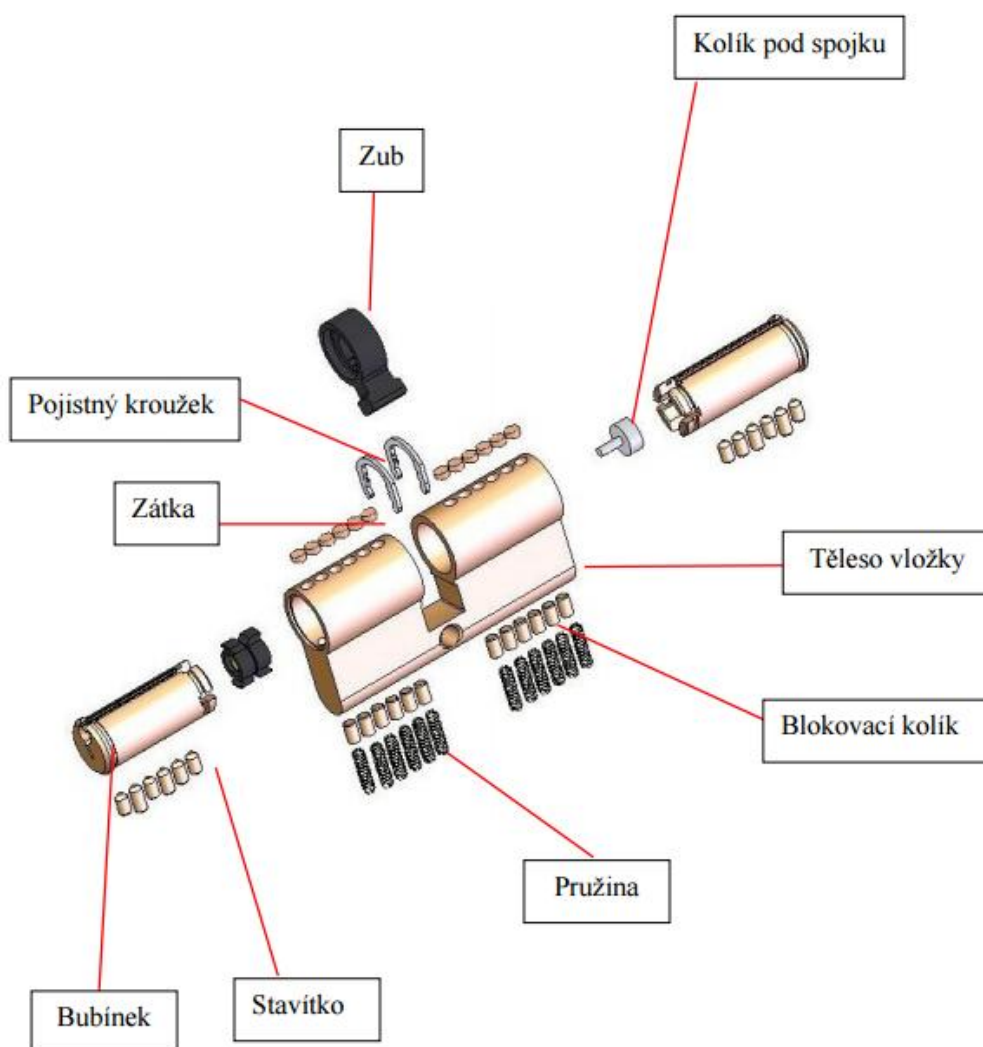
Největším důvodem rozšíření cylindrických vložek je jejich vysoká bezpečnost a potřeba lidí chránit svůj majetek. Bezpečnostní vložka by měla splňovat minimálně tyto parametry:

- 6- ti stavítkový mechanismus,
- překrytý profil,
- oboustranná blokace 1 až 4 bočních neodpružených blokovacích kolíků,
- zvýšenou odolnost proti odvrtní v tělese bubínku,
- standardní DIN zub,
- certifikát dle normy ČSN EN 1627 v třídě bezpečnosti 4 „BT4“, [2]

- právní ochranu proti kopírování klíče.

## 2.1 Konstrukce cylindrické vložky

Princip otvírání cylindrických vložek je u všech stejný. V domku (tělese) zámku se protáčí cylinder (válec). V cylindru a v domku jsou vyvrtané otvory, ty leží přesně naproti sobě a říká se jim stavítkové kanálky. V jádru se nachází stavítka a v domku blokovací kolíky. Jestliže v zámku není zastrčený klíč, tlačí pružinky zespoda blokovací kolíky a stavítka do stavítkového kanálu jádra. Tímto způsobem je cylinder zablokovaný. Teprve správný klíč vrátí všechna stavítka na správnou pozici a dělicí rovina (rozhraní) je volná. Zámek můžeme otáčet. [2]



Obr. 1 Popis cylindrické vložky[2]

Cylindrická vložka je mechanická funkční jednotka, kterou lze principiálně rozdělit na tři části:

- vnější pevná část (tvoří obal vložky),
- vnitřní pohyblivá část (otočný cylindr, válec),
- klíč (párový ke každé vložce).

Mezi obalovou a otáčivou částí je soustava válečků, která podle profilů klíče uvolní stykovou plochu mezi otáčivou a obalovou částí a potom můžeme otočit klíčem.

Součástky cylindrické vložky:

- blokovací kolík,
- stavítka,
- mezistavítka,
- pružiny,
- zátky,
- zábrany proti odvrtání,
- zub cylindrické vložky,
- spojka,
- těleso cylindrické vložky,
- válec cylindrické vložky.

## 2.2 Ochrany cylindrické vložky

Cylindrická vložka může obsahovat podle konstrukce a funkce např. kotoučky, kuličky, hranolky atd. k zvýšení pasivní bezpečnosti může být ještě doplněna o zábrany proti:

- zábrany proti odvrtání,
- zábrany proti rozlomení,
- zábrany proti vytržení,
- zábrany proti vyfrézování. [2]

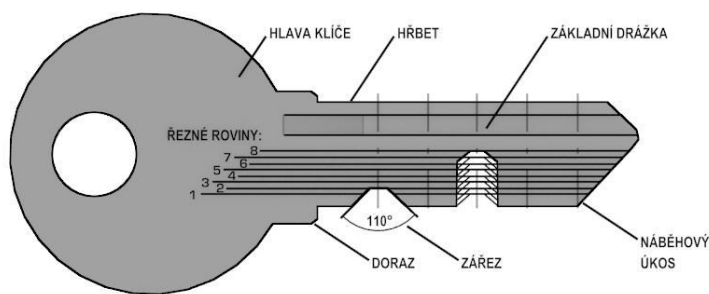
## 2.3 Klíč cylindrické vložky

Ke každé cylindrické vložce je samozřejmě dodáváno několik klíčů a karta originality, pokud se nejedná o vložku v systému hlavního a generálního klíče, ale o běžnou cylindrickou vložku, odpovídá každé vložce jeden typ klíče.

V dnešní době již není možné, aby se daly bezpečnostní klíče kdekoliv „zkopírovat“ v železářství. Každý klíč má veliké množství zabezpečovacích prvků, které brání zkopírování. Ať už jde o unikátní boční profil, speciální profil klíče nebo neobvyklá konstrukce (ostávají je pouze autorizovaní a prověření zámečníci).

Klíč tvoří jakýsi mechanický identifikační prvek, pomocí kterého lze otevřít odpovídající párovou vložku. Kód klíče je tvořen jeho profilem a ozubením. Obě tyto vlastnosti (tvary) nesou jedinečnou informaci, která odpovídá jednak profilu štěrbinu cylindru tak délkám jednotlivých stavítek a klíčem jde otočit. Materiál, ze kterého jsou klíče vyrobeny, musí být teplotně stálý a nesmí být náchylný na opotřebování. Pokud by tomu tak nebylo, docházelo by ke zkreslování informace, kterou klíč nese a časem by byl nepoužitelný. Zároveň musí být klíč pevný, aby nedošlo k jeho zlomení. Tloušťka klíčů se v současnosti pohybuje mezi 1,8 - 2,8 milimetru. Klíče jsou většinou vyrobeny z mosazi. Klasický klíč cylindrické vložky se skládá z následujících částí:

- hlava klíče,
- hřbet,
- základní drážka,
- řezné roviny,
- náběhový úkos,
- zářezy,
- doraz.[2]



Obr. 2 Detail klíče[2]

### **3 TEORETICKÝ ROZBOR PŘEKONÁVÁNÍ CYLINDRICKÝCH VLOŽEK TŘÍDY ODOLNOSTI 3 A 4 POMOCÍ METODY ELEKTROPICK**

Pro mou práci bylo potřeba si předem určit výběr cylindrických vložek 3 a 4 třídy odolnosti. Na doporučení vedoucího mé diplomové práce pana Ing. Jána Ivanky jsem spolupracoval s firmou Rovel spol. s r.o. sídlící ve Zlíně. Po vzájemné konzultaci jsme vybrali pět druhu nejpoužívanějších cylindrických vložek od tří firem, a to:

- FAB 200,
- FAB 1000,
- FAB 2000,
- ABUS D10 N,
- EVVA GPI CR.

V České republice jsou nejvíce rozšířeny cylindrické zámky od firmy FAB původně česká společnost, která byla založena roku 1911 pány Fáborský a Šeda. Dnes se jedná o českou značka, která zastřešuje produkty dveřního vybavení, zejména již zmiňovaných cylindrických vložek, zadlabací zámky, otvírače, zavírače, dveřní kování a další. V roce 1997 se stala společnost FAB členem globální skupiny Assa Abloy. Jméno společnosti vstoupilo do českého slovníku jako synonymum k cylindrické vložce, tzv. „fabka“, a proto je u nás tak masivně používána. Z tohoto důvodu se budu věnovat nejvíce této značce, kde se postupně zaměřím na všechny typy cylindrických zámků vyráběné v dnešní době.

Dále se podíváme na německou firmu ABUS, která patří mezi největší světové výrobce mechanického zabezpečení. Firma byla založena roku 1924, firma vyrábí kromě cylindrických vložek dále visací zámky, petlice, přídavné dveřní a okenní zámky, zámky na kola a motocykly.

A nakonec se podíváme na cylindrické zámky od firmy EVVA taktéž německá. Tato firma byla založena ještě dříve a to roku 1919 jako rodinná firma a to platí do dnes, ale firma se nespécializovala přímo na zabezpečení. V roce 1937 získali první patent na visací zámek, tak bylo zřejmé, jakým směrem se bude jejich specializace odvíjet. Na český trh firma vstoupila roku 1991.

### 3.1 Elektropick

Elektropick slouží k nedestruktivní metodě překonávání zámkových systémů, především cylindrických vložek. Patří do tzv. lockpickingové metody, kdy se používají rozličné nástroje k vyhmatání stavítek a uvolnění blokovacích kolíků. Pro lepší pochopení si vysvětlíme předchůdce elektropicku, díky čemuž pochopíme princip otevření zámku touto metodou.

#### 3.1.1 Lockpicking

Lockpicking je všeobecný název pro překonávání zámkových systému nedestruktivním způsobem bez originálního klíče, pomocí planžety a napínáku. Existují dvě základní metody, vyhmatávání a raking. Planžet a napínáků je velké množství a jednotlivé typy jsou uvedeny dále.

Základní technikou lockpickingu je tzv. vyhmatání správných pozic stavítek. Středem zámku (cylindrem) se snažíme pomocí napínáku (Tension Wrench) otáčet, tak, aby cylindr působil na stavítka slabý tlak a postupným „zamačkáváním“ stavítek dostaneme všechny do správné polohy, kdy je mezera mezi horním a dolním stavítkem na úrovni, kdy je možné cylindrem otočit (shear line). Díky tlaku působenému na cylindr se stavítka při „cestě zpátky“ zaseknou o okraj „dírků“ v cylindru. Jde v podstatě o pořadí, ve kterém jednotlivá stavítka zamačkáme. To, že je, stavítka ve správné pozici poznáme jednoduše podle toho, že mírně cvakne a přestane pružit.

Podrobnější popis je následující. Do zámku vložíme napínák a začneme jím napínat na cylindr, který bude tlak přenášet na stavítka. Pak začneme planžetou jedno stavítka po druhém tlačit směrem dolů. Díry v cylindru nejsou přesně v jedné řadě, ale jsou mírně mimo osu. To způsobí, že když zatlačíme stavítka, které má díru nejdál od osy, spodní stavítka se zasekne o okraj cylindru a horní stavítka přestane pružit. Protože stavítka už nebrání cylindru v otáčení, cylindr se s tichým cvaknutím trochu pootočí, nyní je na řadě další stavítka. U této metodě je důležité pořadí, v jakém stavítka stlačíme. Jakmile se nám povede pod shear line zaseknout poslední stavítka, cylindrem je možné otáčet. [3]

#### 3.1.2 Raking

Raking je velice jednoduchá metoda. Do zámku vložíme napínák a začneme na něj tlačit (tentokrát trochu míň, než u vyhmatávání). Vezmeme planžetu, zasuneme jí nakonec

zámku, maličko zatlačíme na stavítka a planžetou trhneme směrem ven. Tím způsobíme, že stavítka odskočí od planžety směrem dolů a pokud správně tlačíme na napínák, jedno, nebo víc, se zasekne pod shear line. Maličko přidáme tlak na napínák a postup se opakuje, dokud zámek nepovolí. Další variantou rakingu je planžetou po stavítkách jezdit sem a tam jak pilkou.

Raking je velice jednoduchý, ale ne vždy funguje. Proto bych vám doporučil soustředit se spíš na vyhmatávání. Oba způsoby je samozřejmě možné kombinovat. V případě obou technik je velice důležitý správný tlak na napínák – při rakingu by měl začít na co nejmenším a potom se velice pomalu zvyšovat, u vyhmatávání není většinou potřeba začínat tak nízko, ale i tak se jedná spíš o jemný dotyk, než o nějaké křečovitě mačkání. Právě v přehnaném tlaku na napínák spočívá chyba, kterou dělá ze začátku snad každý.

### 3.1.3 Pickgun

Pickgun nebo Snapgun volně přeloženo je planžetová pistole. Podle informací prodejců se jedná o nástroj vymyšlený původně pro pomoc při otevírání zámků policistům, kteří nebyli cvičeni v umění otevírání zámků planžetami. Používání je velice jednoduché a přesto je jeho účinnost vysoká – i moderní zámky se s pickgunem dají otevřít poměrně bez problémů, zvláště pokud se nejedná o zámky s překrytým profilem. Jak název napovídá, tvarem se jedná o pistoli (gun), s „jehlou“ místo hlavně. Při stisknutí spouště se napne vnitřní mechanismus a následně „vystřelí“ jehlu proti stavítkům a při dopadu na stavítka jim předá svojí energii. Síla úderů je nastavitelná a reguluje se kolečkem v zadní části pistole. Při pickování s „pistolí“ se používají stejné napínáky jako při pickování s planžetami, jediný rozdíl je v používání o něco jemnějšího dotyku (menší síly) na napínák. Přestože snapgun otevírání zámků značně zjednodušuje, závisí úspěšnost značnou měrou na schopnostech. Setkat se můžete se dvěma základními provedeními a to EURO pickguny a “normální” pickguny – jediný rozdíl je, že v EURO verzi jsou úderové směrovány dolů, u “normální”, americké verze směrem nahoru (z důvodů odlišné konstrukce zámků). Použití není ovšem konkrétním modelem omezeno na daný typ zámků, jen je potřeba obrátit pistoli vždy tak, aby jehla mířila “proti” stavítkům. Pistole jsou všeobecně účinné, ale zvláště dobře fungují na promazané zámky. [3]

### 3.1.4 Electropick

Elektrická planžeta Electropick je moderní verze manuálního pickgunu - funguje na stejném principu, ale místo jednotlivých silných úderů do stavítek pickovací jehla vytváří údery, čímž způsobuje zapadnutí stavítek. Jak je z názvu patrné, jedná se o elektrický přístroj, napájení bývá zabezpečováno buď bateriemi, nebo vestavěným akumulátorem. Směr úderů je nutné předem nastavit, je možné vybírat ze dvou směrů, přičemž oba jsou ve vertikálním směru. Směr úderu nastavíme pomocí ovládacího kolíku, který je umístěn na rukojeti přístroje a to buď směrem dolů, nebo nahoru. Síla úderů je nastavitelná pomocí aretačních šroubů na hlavě přístroje, ale bývá menší, než v případě pickgunu. Vzhledem k rychlosti úderům oproti manuálnímu pickgunu by byla na místě domněnka, že elektricky poháněná planžeta bude o mnoho rychlejší v otevření zámku, než manuální pistole, ale není tomu vždycky tak – vzhledem k menší použité síle, je většinou potřeba, aby byl zámek dobře namazaný, jinak je úspěšnost s tímto nástrojem dost sporná. Pro elektrickou planžetu se používají stejné napínáky jako v případě ručních planžet.

Pro práci mi byl zapůjčen vedoucím diplomové práce přístroj elektropick KLOM. Přístroj je napájen akumulátorem 3,6 V a má rozsah otáček do 12 000 ot/min. V balení je celkem 20 planžet dle požadavků. Pro práci jsem si vybral jednoduchou rovnou planžetu, planžeta snake a planžeta rake.

Metoda se jeví jako nejjednodušší nedestruktivní metoda v překonávání zámků, ale opak je pravdou. U této metody je nezbytný dlouhodobý trénink a cit v rukou. Nejdůležitější je správná napínací síla na napínák. Elektropick je velmi rychlá metoda, proto je nutné vyvinout dostatečný tlak v momentě, kdy přístroj zapínáme. Při správné metodě zámek otevřeme hned, ale pokud nejsme dostatečně šikovní, jako většina začínajících lidí, budeme mít velké problémy zámek otevřít. Když dlouho neúspěšně otevíráme cylindrickou vložku metodou elektropick, zámek pomalu pilujeme. Tím dochází k destrukci stavítek a někdy i cylindru. Mezi amatéry je totiž milně rozšířený způsob otevírání zmiňovanou metodou, že vložíme elektropick do zámku, spustíme přístroj a tlačíme na napínák a čekáme, kdy se zámek otevře. [3]

Proto je nutné dodržovat zásady správného použití přístroje.





Obr. 3 Elektropick

Elektropick je přenosné ruční elektronické zařízení, které není závislé na externím napájení, přístroj je napájen bateriemi. Baterie jsou uloženy v zadní části přístroje. V přední části se nachází otočné tlačítko, otáčením se nastavuje intenzita úderů a samotným tlačítkem se spouští přístroj. V přední části je hlavice, ve které je uchycena planžeta, výměna planžet je velice jednoduchá a rychlá.

K otevření zámku je nutný napínák a to buď pružný, nebo pevný (preferuji pružný), který vložíme do klíčové dírky nahoru. Napínák se vzpříčí, aby se točivý moment přenesl na cylindr, nesmíme však tlačit příliš velkou silou, aby se nevzpříčily blokovací kolíky a nebylo by možné je zasunout dolů. Přístroj elektropick vytváří údery. Energie způsobená údery je předávána přes hlavici a planžetu až na stavítka, které se pohybují nahoru a dolů.



Obr. 4 Napínáky- vlevo pružný, vpravo pevný

V zámku jsou meze a malé nepřesnosti způsobené při výrobě, které nám umožní zaseknutí blokovacích kolíků na požadované shear line. Když tlačíme napínákem na cylindr, stavítka spolu s blokovacími kolíky jsou tlačeny vibracemi dolů a pružina jej odráží zase nahoru. To se několikrát opakuje, dokud nedojde k zaseknutí stavítek na již zmíněné shear line. Blokovací kolíky se zaseknou o mírně pootočený cylindr. Přístrojem elektropick jezdíme v zámku tam a zpět dokud zámek neotevřeme, přičemž síla na napínák vzrůstá.

### 3.2 Planžety

Planžeta je speciální nástroj, který slouží na manipulaci s jednotlivými stavítky. Používají se různé druhy planžet s různým tvarem špičky. Důležitý faktor je tloušťka planžet, protože příliš měkká planžeta výrazně zhoršuje účinnost. Energie, která se přenáší z přístroje na planžetu a má dále pokračovat na stavítka, je pohlcována planžetou. Je dobré trénovat s menším počtem planžet a osvojit si vybrané planžety. Výběr správné planžety je velmi důležitý a určuje celkový čas překonání zámku. [3]



Obr. 5 Planžety

### 3.3 Vady zámků

Aby vůbec zámek mohl jít otevřít, musí mít nějaké vady. Jedná se o malé odchylky způsobené při výrobě v řádech setin nebo dokonce tisícín milimetru, najdeme je u každého zámku. Při otvírání zámku náradím tedy využíváme těchto nedostatků. S rostoucí kvalitou se tolerance zmenšují a otvírání je čím dál složitější, ale čistě teoreticky je to vždy možné. Samozřejmě jsou zámky, které otevřít nejdou nedestruktivní metodou.

#### 3.3.1 Cylindr

Každý cylindr lze v domku zámku pootočit o několik stupňů, někdy pouze o několik minut či sekund. Tato vada vyplývá z přesnosti lícování stavítek v domku, které potřebují určitý „prostor“, aby se vůbec mohly hýbat. Bez tohoto minimálního otáčivého pohybu by otevření náradím nebylo možné, protože by jinak nešlo natáhnout zámek.

#### 3.3.2 Souosost

Otvory vyvrtané pro stavítkové kanály nejsou nikdy přesně na středové ose. Mohou vést mimo osu směrem dozadu, nebo mohou být různě přemístěny. Tato skutečnost pak rozhoduje o tom, které stavítko se první usadí, každý zámek má svůj rytmus při otvírání.

[4]

### 3.4 FAB 200

Výše uvedený typ cylindrické vložky je u nás nejrozšířenější a také se nejvíce prodává. Cena zámku totiž není nijak velká cca 300,- Kč. Vložka spadá do bezpečnostní třídy 3 a poskytuje vysokou ochranu. Vhodná pro zabezpečení vchodových dveří do rodinných domů či bytů. Cylindrický zámek je taktéž zhotoven z mosazi a vybaven 5 stavítky. Masivní rozšíření má zřejmě za následek cena a uspokojivou ochranu. Myslím si, že by lidé měli uvědomit, že cylindrická vložka je jedním ze základních prvků MZS, která chrání většinou celý náš majetek. A proto by se neměli bát více investovat do této položky.



Obr. 6 FAB 200

### 3.5 FAB 1000

Velmi oblíbená se stala řada 1000, která je druhou nejrozšířenější řadou. Cylindrická vložka FAB 1000 poskytuje tu nejvyšší ochranu. Vložka splňuje požadavky pojišťoven na zabezpečení ve 4. bezpečnostní třídě velmi vysoká ochrana. Vhodná pro zabezpečení vchodových dveří do bytů a rodinných domů. K vložce je dodávána bezpečnostní karta spolu s pěti klíči, bez které není možné přidělat klíč- poskytuje právní ochranu klíče proti neoprávněnému kopírování. Povrchová úprava cylindrické vložky je saténový nikl, jedná se velmi tvrdý materiál, který brání odvrtání či rozlomení. Zmiňovaná vložka má celkem 9 speciálně tvarovaných stavítek odolných proti bumping metodě, ve vertikální poloze je 5 stavítek, boční stavítka jsou 4. Cena zámku se je okolo 1000,- Kč, není příliš vysoká a myslím, že i nejlepší v poměru cena a kvalita.



Obr. 7 FAB 1000

### 3.6 FAB 2000

Poslední cylindrickou vložkou od firmy Assa Abloy, kterou si popíšeme v následujícím odstavci, je FAB 2000. Jedná se o nevyšší a nejbezpečnější řadu od zmiňované firmy. Cylindrická vložka je vhodná pro zabezpečení vchodových dveří do rodinných domů či bytů. Splňuje požadavky bezpečnostní třídy BT 4 velmi vysoká ochrana. Povrchová úprava je stejná jako v předchozím případě a to saténový nikl, zámek je vybaven 5 stavítky vertikálně orientovaných spolu se 3 bočními blokovacími lamely, cena je cca 1700,- Kč. Vložka je odolná proti nedestruktivní metodě dumpingu speciálně tvarovanými stavítky a přídatnými bočními blokovacími prvky, dále má ochranu proti vyhmatání překrytým profilem. Můžeme si vybrat z 3 vyráběných variant a to oboustranná, knoflíková nebo jednostranná vložka, která je dodávána spolu s bezpečnostní kartou, bez které není možné přidělat klíč- poskytuje právní ochranu klíče proti neoprávněnému kopírování, standardně dodávána s 5 klíči. Na přání zákazníka je možné u této i předchozí vložky nechat udělat deseti nebo dvanácti zubé vložky.



Obr. 8 FAB 2000

### 3.7 ABUS D10

Nejpoužívanější cylindrickou vložkou od firmy Abus představuje vložka D 10- 10 stavítek, přičemž 6 stavítek je klasicky vertikálně a další 4 jsou taktéž vertikálně, ale ty jsou blokovány mimo osou směrem nahoru. Její orientační cena je 750,- Kč. Vložka je vhodná k zabezpečení rodinných domů či bytů, která splňuje bezpečnostní třídu BT 3. Podobně jako v předchozích případech je vložka dodávána s pěti klíči a bezpečnostní kartou proti neoprávněnému kopírování klíče. Vložka je vyrobena z niklu a je odolná proti odvrtání, vyplanžetování. Výhodou zmiňovaného zámku je oboustranný důlkový klíč.

Cylindrická vložka je částečně odolná proti vyplanžetování, proto by neměla jít otevřít metodou elektropick. Vybrali jsme ji záměrně, abychom vyzkoušeli, jestli tomu tak bude.





Obr. 9 EVVA GPI

### 3.8 EVVA GPI-CR

Firmu Evva zastupuje cylindrická vložka typu GPI, která splňuje požadavky BT 2 a taktéž má ochranu proti protiprávnímu kopírování klíče. Bezpečnostní cylindrická vložka s ochranou proti odvrtání tělesa i cylindru, je vyrobena z chromu. Jedná se o integrovaný, vícekrát překrytý profil, a je nutno použít tenké planžety na metodu elektopick, proto má vyšší odolnost proti lockpick. Cylindrická vložka je dodávána spolu s pěti klíči a je vhodná pro zabezpečení vchodových dveří do bytů a rodinných domů, orientační cena je 310,- Kč.



Obr. 10 ABUS D10

## **II. PRAKTICKÁ ČÁST**



## 4 TŘÍDY ODOLNOSTI CYLINDRICKÝCH VLOŽEK A ZAŘAZENÍ DO RC - TŘÍD DLE PRŮLOMOVÝCH NOREM ČSN EN 1627

Všechna laboratorní měření probíhala na Fakultě aplikované informatiky v laboratoři U 53/315. Laboratoř je vybavena profesionálními zařízeními pro překonávání cylindrických vložek. Veškerá měření probíhala při teplotě 21,7 °C.

### 4.1 Třídy odolnosti

Odborným rádcem při orientaci ve škále výrobků poskytujících různou míru zabezpečení Vám je třída odolnosti. Šest barevně odlišené stupňů odolnosti reprezentují jednotlivé úrovně zabezpečení dle normy ČSN EN 1627, která definuje odolnost výrobků např. proti odvtání, vyhmatání, vytržení, hrubému násilí, atd. Jednotlivé stupně bezpečnosti jsou na obalech výrobků odlišeny barvou a číslem. Okamžitě tak poznáte, jakou úroveň zabezpečení výrobek poskytuje. Třídy odolnosti (dále jen RC) nabízí jednoduchou orientaci při výběru mechanických zábran, pomůže klientovi pojišťovny dosáhnout snížení škod způsobených násilným vstupem do pojištěného prostoru. Značení výrobků podle třídy odolnosti je v souladu s požadavky na zabezpečení majetku.

Klasifikací zámků se v tuzemsku zabývá společnost Trezortest. Na jejích internetových stránkách [www.trezortest.cz](http://www.trezortest.cz) se můžete podívat, zda zabezpečení, jež jste si zvolili, získalo certifikát a pro jakou kategorii odolnosti. Údaje o certifikovaných, a tedy odzkoušených zámcích můžete najít také na stránkách Ministerstva vnitra. Zařazení cylindrických vložek do příslušné třídy odolnosti se řídí příslušnými normami a mimo jiné určuje, jak dlouho trvá jeho násilné otevření.

Každá vložka obsahuje stavítka (piny, odb.v. stiff), jejichž počet je důležitý pro zařazení do bezpečnostních tříd. Většina vložek s pěti stavítky nedostane klasifikaci pro třídu čtyři. Ovšem je-li ve vložce stavítek více než šest, nemá to už další vliv na zvýšení bezpečnosti zámku. Více stavítek však poskytuje více možností pro zavedení systému generálního klíče. Vybírat si můžete ze zámků s klasickými klíči, s trojhrannými klíči nebo těmi, které mají po stranách klíče důlky či boční lamely (tvarované drážky). [5]

#### 4.1.1 ČSN EN 1627

V lednu 2012 vstoupil v platnost soubor tzv. průlomových norem ČSN EN 1627. Jedná se již o řádné evropské normy, kdy platí, že členské státy EU jsou povinni zrušit všechny národní normy a předpisy, které jsou s těmito normami v rozporu. Usnadňují orientaci ve výběru mechanických bezpečnostních prvků.



Obr. 11 Třídy odolnosti ČSN EN 1627

Šest odlišných stupňů bezpečnosti reprezentuje jednotlivé úrovně zabezpečení dle normy ČSN EN 1627. Ta definuje odolnost výrobků např. proti vrtání, páčení, vytržení, hrubému násilí, atd. Hodnocení a certifikaci výrobků zajišťuje nezávislá akreditovaná zkušební laboratoř a certifikační orgán. Grafické provedení bezpečnostních tříd usnadňuje volbu při výběru vhodných výrobků splňujících požadovanou úroveň zabezpečení majetku.

Třídy odolnosti představují různé úrovně zabezpečení. Výrobky jsou tak rozřazeny do pěti skupin na základě certifikace podle normy ČSN EN 1627. Jednotlivé stupně bezpečnosti jsou uvedeny v certifikátech výrobků, výrobních štítcích a také na obalech výrobků. Okamžitě tak poznáte, jakou úroveň zabezpečení výrobek poskytuje.

Stupeň bezpečnosti výrobku vychází z bezpečnostní třídy stanovené certifikátem. Základním předpokladem je jeho přezkoušení zkušební laboratoří a u certifikačního[3] orgánu pak následná certifikace odolnosti výrobku proti násilnému vniknutí (ČSN EN 1627). Současně musí výrobce prokázat, že je schopen dodávat výrobek na trh ve stálém

provedení a kvalitě. Způsobilost výrobku i výrobce musí být osvědčena akreditovanými certifikačními orgány. [3]

Třída odolnosti RC/ čas odolnosti	Předpokládané metody a pokusy o vloupání
1 Neaplikují se	Příležitostný zloděj se pokouší o vloupání s použitím malého jednoduchého náradí a fyzickým násilím např. Kopáním, narážením ramenem, zdviháním, vytrhování. Příležitostný zloděj typicky zkouší získat výhodu příležitosti, nemá zvláštní informace o úrovni odolnosti poskytnuté stavebním výrobku a znepokojuje se dobou a hlukem. Nepředpokládají se žádné zvláštní znalosti o pravděpodobné kořisti a úroveň rizika, které je zloděj ochotný přijmout, je nízká.
2 3 min	Příležitostný zloděj se navíc pokouší o vloupání s použitím jednoduchého náradí a fyzické násilí např. šroubovák, kleště, klín nebo v případě mříží a nechráněných závěsů malé ruční pilky. Mechanické ruční vrtačky nejsou v této úrovni zloděje zahrnuty, protože jsou požadované cylindrické vložky proti odvtání. Při typickém náhodném pokusu o vloupání zloděj přijímá možné výhody příležitosti, má malé znalosti o pravděpodobné úrovni odolnosti a znepokojuje se dobou a hlukem. Zloděj nemá žádné znalosti o pravděpodobném výsledku a počítá jen s nepatrným rizikem.
3 5 min	Zloděj se pokouší získat přístup při použití páčidla a dalšího šroubováku, ručního náradí jako malé kladivo, důlčiky a mechanickou ruční vrtačku. S použitím páčidla má zloděj příležitost aplikovat zvýšenou sílu. S mechanickou ruční vrtačkou je zloděj schopen napadnout zranitelné uzamykací zařízení. Při typickém pokusu o vloupání zloděj přijímá možné výhody, má nějaké znalosti o pravděpodobné úrovni odolnosti a znepokojuje se dobou a hlukem. Žádné zvláštní znalosti o pravděpodobném prospěchu nejsou předvídané a úroveň rizika, kterou je zloděj ochotný přijmout, je střední.
4 10 min	Zkušený zloděj navíc používá těžké kladivo, sekeru, dláta a přenosnou akumulátorovou vrtačku. Těžké kladivo, sekera a vrtačka dávají zloději možnost zvýšení počtu metod napadení. Zloděj předvídá přiměřený prospěch a je pravděpodobně odhodlaný pokračovat ve vloupání. Je také méně znepokojený s úrovní hluku, který vytváří a je připraven přijmout větší riziko.
5 15 min	Velmi zkušený zloděj používá navíc elektrické náradí např. vrtačky, přímočarou pilu a úhlovou brusku o průměru kotouče maximálně 125 mm. Použití úhlové brusky kromě toho rozšiřuje rozsah pravděpodobně úspěšných metod napadení. Zloděj předvídá přiměřený výsledek, je odhodlaný pokračovat ve vloupání a je dobře organizován. Je také málo znepokojený s úrovní hluku, který vytváří, a je připraven přijmout velké riziko.
6 20 min	Velmi zkušený zloděj používá navíc sekáč, výkonné elektrické náradí např. vrtačky, přímočarou pilu a úhlovou brusku o průměru kotouče maximálně 230 mm. Náradí může ovládat jedna osoba, má vysokou úroveň výkonnosti a je potenciálně velmi efektivní. Zloděj předvídá dobrou úroveň prospěchu, je odhodlaný pokračovat ve vloupání a je velmi dobře organizován. Není také znepokojený s úrovní hluku, který vytváří, a je připraven přijmout vysoké riziko.

Tab. 1 Třída odolnosti RC[6]

#### 4.1.2 ČSN EN 1303

Stavební kování - Cylindrické vložky pro zámky - Požadavky a zkušební metod

Tato evropská norma obsahuje ustanovení pro funkční vlastnosti cylindrických vložek a jejich originálních klíčů včetně dalších požadavků na pevnost, bezpečnost proti vloupání, životnost a odolnost proti korozi. Stanovuje dvě kategorie použití podle funkčních vlastností a pět tříd bezpečnosti podle konstrukčních požadavků a zkoušek, které simulují mechanický útok. Tato evropská norma zahrnuje zkoušky na uspokojivou funkční schopnost při teplotách od -20 °C do +80 °C. Obsahuje ustanovení o zkušebních metodách cylindrických vložek a výrobci doporučená ochranná opatření pro tyto cylindrické vložky. Odolnost proti korozi je stanovena odkazem na požadavky evropské normy prEN 1670 o ochraně zámků a stavebního kování. Způsobnost cylindrické vložky pro použití do protipožárních a proti kouřových dveřních sestav je určena zkouškou schopnosti požární odolnosti, která je dodatečně požadována ke zkoušce funkčních vlastností podle této normy. Protože tato vlastnost pro ochranné protipožární dveře se v každé situaci nevyžaduje, je ponecháno na volbě výrobce, zda uvede, že cylindrické vložky musí těmto dodatečným požadavkům vyhovovat či nikoli. Pokud je toto deklarováno, musí cylindrické vložky vyhovovat ustanovením uvedeným v prEN 1634-1. Příležitostně mohou být požadovány některé dodatečné funkce v provedení některých cylindrických vložek. Odběratelé by se měli přesvědčit, že dané výrobky jsou vhodné pro jejich předpokládané použití. To je obzvláště důležité, pokud jsou takové funkce relevantní z hlediska bezpečnosti. Z tohoto důvodu obsahuje tato norma závazné stanovení těchto vlastností cylindrických vložek, pokud jsou tyto v některých provedeních realizovány.

ČSN EN 1303 klasifikuje bezpečnostní kování do odolnosti na základě několika kritérií:

- minimální počet efektivních kombinací,
- minimální počet pohyblivých stavítek,
- maximální počet zářezů stejné hloubky,
- značení zářezů na klíči,
- odolnost proti odvrtání,
- odolnost proti napadení sekáčem,
- odolnost proti krutu,
- odolnost proti vytržení cylindrické vložky a/nebo válce, [7]

- ovládání bezpečnostního mechanismu (odolnost proti otevření nesprávným klíčem),
- odolnost cylindrické vložky a/nebo válce v krutu.

#### 4.1.2.1 Pevnost klíče

Při zkoušce nesmí dojít při použití síly maximálně 2,5 Nm ke zlomení klíče.

Po ukončení zkoušky musí být možné klíč vysunout z cylindrické vložky a musí být schopen danou cylindrickou vložku znovu uzamknout momentem síly nepřesahující 1,5 Nm.

#### 4.1.2.2 Životnost

U zkoušek musí být možno ovládat cylindrickou vložku novým originálním klíčem momentem síly nepřesahujícím 1,5 Nm i po provedení daného počtu zkušebních cyklů, jak je uvedeno v tabulce.

Životnost	Počet cyklů
Třída životnosti 4	25 000 cyklů
Třída životnosti 5	50 000 cyklů
Třída životnosti 6	100 000 cyklů

Tab. 2 Životnost

#### 4.1.2.3 Hmotnost dveří

Bez požadavků.

#### 4.1.2.4 Požární odolnost

- třída 0: bez požadavků;
- třída 1: cylindrická vložka musí odpovídat EN 1634-1 kompletní dveře nebo prEN 1634-2.

Cylindrické vložky reprezentující jednotlivé typy musí být podrobeny zkoušce hoření podle EN 1634-1, k prokázání účinnosti výrobku na požární odolnosti kompletních dveřních sestav. [7]

#### 4.1.2.5 Bezpečnost při používání

Bez požadavků.

#### 4.1.2.6 *Odolnost proti korozi*

Při zkoušce musí být cylindrická vložka ovladatelná příslušným klíčem momentem síly maximálně 1,5 Nm jak při -20 °C tak při +80 °C.

Třída 0: bez požadavku na odolnost proti korozi a bez požadavku na teplotní odolnost,

Třída A: požadavek na vysokou odolnost proti korozi a požadavek na teplotu.

Třída B: bez požadavku na odolnost proti korozi a požadavek na teplotu.

Třída C: požadavek na vysokou odolnost proti korozi a požadavek na teplotu. [7]

#### 4.1.2.7 *Minimální počet efektivních kombinací*

Minimální počet efektivních kombinací musí odpovídat údajům v tabulce.

Třída odolnosti související s klíčem	Minimální počet efektivních kombinací
1	100
2	300
3	15 000
4	30 000
5	30 000
6	100 000

Tab. 3 Efektivní kombinace

#### 4.1.2.8 *Minimální počet pohyblivých stavítek*

Minimální počet pohyblivých stavítek musí odpovídat údajům v tabulce.

Třída odolnosti související s klíčem	Minimální počet pohyblivých stavítek
1	2
2	3
3	5
4	5
5	6
6	6

Tab. 4 Počet pohyblivých stavítek

#### 4.1.2.9 Maximální počet zářezů stejné hloubky

Volba zářezů klíče stejné hloubky je pohyblivá stavítka omezena údaji v tabulce.

Třída odolnosti související s klíčem	Minimální počet zářezů stejné hloubky
1	100%
2	70 % nejvýše 2 vedle sebe
3	60 % nejvýše 2 vedle sebe
4	60 % nejvýše 2 vedle sebe
5	60 % nejvýše 2 vedle sebe
6	50 % nejvýše 2 vedle sebe

Tab. 5 Počet zářezů

#### 4.1.2.10 Odolnost proti napadení vrtáním

Pro zkoušku platí požadavky doby trvání podle tabulky.

Třída odolnosti proti napadení	Nejdelší čistá doba vrtání min	Celková doba zkoušky min
0	-	-
1	3	5
2	5	10

Tab. 6 Odolnost proti vrtání

## 4.2 Zařazení do RC dle průlomových norem ČSN EN 1627

### 4.2.1 FAB 200

Cylindrická vložka FAB 200 RSD 29+35 Ms je dle certifikačního systému 5 Pokyn ISO/IEC 67 a certifikačního postupu NBÚ verze 2012 ve shodě s požadavky kladenými na bezpečnostní třídu RC3. Včetně odolnosti proti nedestruktivní metodě dumping podle ČSN EN 1627:2012 kapitoly 4, platnost do 1. 4. 2016.

Cylindrická vložka tedy odolává 5 min proti předpokládané metodě a pokusu o vloupání:

zloději se pokouší získat přístup při použití páčidla a dalšího šroubováku, ručního nářadí jako malé kladivo, důlčiky a mechanickou ruční vrtačku. S použitím páčidla má zloděj příležitost aplikovat zvýšenou sílu. S mechanickou ruční vrtačkou je zloděj schopen napadnout zranitelné uzamykací zařízení. Při typickém pokusu o vloupání zloděj přijímá možné výhody, má nějaké znalosti o pravděpodobné úrovni odolnosti a znepokojuje se dobou a hlukem. Žádné zvláštní znalosti o pravděpodobném prospěchu nejsou předvídané a úroveň rizika, kterou je zloděj ochotný přijmout, je střední.

#### 4.2.2 FAB 1000

Cylindrická vložka FAB 1000 U4BDNs 29+35 Ni je dle certifikačního systému 5 Pokyn ISO/IEC 67 a certifikačního postupu NBÚ verze 2012 ve shodě s požadavky kladenými na bezpečnostní třídu RC4. Včetně odolnosti proti nedestruktivní metodě dumping podle ČSN EN 1627:2012 kapitoly 4, platnost do 16. 4. 2018.

Cylindrická vložka tedy odolává 10 min proti předpokládané metodě a pokusu o vloupání:

Zkušený zloděj navíc používá těžké kladivo, sekeru, dláta a přenosnou akumulátorovou vrtačku. Těžké kladivo, sekera a vrtačka dávají zloději možnost zvýšení počtu metod napadení. Zloděj předvídá přiměřený prospěch a je pravděpodobně odhodlaný pokračovat ve vloupání. Je také méně znepokojený s úrovní hluku, který vytváří a je připraven přijmout větší riziko.

#### 4.2.3 FAB 2000

Cylindrická vložka FAB 2000 BDNs 29+35 Ni je dle certifikačního systému 5 Pokyn ISO/IEC 67 a certifikačního postupu NBÚ verze 2012 ve shodě s požadavky kladenými na bezpečnostní třídu RC4. Včetně odolnosti proti nedestruktivní metodě dumping podle ČSN EN 1627:2012 kapitoly 4, platnost do 26. 9. 2016.

Cylindrická vložka tedy odolává 10 min proti předpokládané metodě a pokusu o vloupání:

Zkušený zloděj navíc používá těžké kladivo, sekeru, dláta a přenosnou akumulátorovou vrtačku. Těžké kladivo, sekera a vrtačka dávají zloději možnost zvýšení počtu metod napadení. Zloděj předvídá přiměřený prospěch a je pravděpodobně odhodlaný pokračovat ve vloupání. Je také méně znepokojený s úrovní hluku, který vytváří a je připraven přijmout větší riziko.

#### 4.2.4 ABUS D10

Cylindrická vložka ABUS D10 N 30/30 Ni je dle certifikačního systému 5 Pokyn ISO/IEC 67 a certifikačního postupu NBÚ verze 2012 ve shodě s požadavky kladenými na bezpečnostní třídu RC3. Včetně odolnosti proti nedestruktivní metodě dumping podle ČSN EN 1627:2012 kapitoly 4, platnost do 1. 11. 2015.

Cylindrická vložka tedy odolává 5 min proti předpokládané metodě a pokusu o vloupání:

zloději se pokouší získat přístup při použití páčidla a dalšího šroubováku, ručního nářadí jako malé kladivo, důlčiky a mechanickou ruční vrtačku. S použitím páčidla má zloděj



příležitost aplikovat zvýšenou sílu. S mechanickou ruční vrtačkou je zloděj schopen napadnout zranitelné uzamykací zařízení. Při typickém pokusu o vloupání zloděj přijímá možné výhody, má nějaké znalosti o pravděpodobné úrovni odolnosti a znepokojuje se dobou a hlukem. Žádné zvláštní znalosti o pravděpodobném prospěchu nejsou předvídané a úroveň rizika, kterou je zloděj ochotný přijmout, je střední.

#### 4.2.5 EVVA GPI

Cylindrická vložka EVVA GPICR 27/27 Ni je dle certifikačního systému 5 Pokyn ISO/IEC 67 a certifikačního postupu NBÚ verze 2012 ve shodě s požadavky kladenými na bezpečnostní třídu RC3. Včetně odolnosti proti nedestruktivní metodě dumping podle ČSN EN 1627:2012 kapitoly 4, platnost do 24. 7. 2017.

Cylindrická vložka tedy odolává 5 min proti předpokládané metodě a pokusu o vloupání:

zloději se pokouší získat přístup při použití páčidla a dalšího šroubováku, ručního nářadí jako malé kladivo, důlčiky a mechanickou ruční vrtačku. S použitím páčidla má zloděj příležitost aplikovat zvýšenou sílu. S mechanickou ruční vrtačkou je zloděj schopen napadnout zranitelné uzamykací zařízení. Při typickém pokusu o vloupání zloděj přijímá možné výhody, má nějaké znalosti o pravděpodobné úrovni odolnosti a znepokojuje se dobou a hlukem. Žádné zvláštní znalosti o pravděpodobném prospěchu nejsou předvídané a úroveň rizika, kterou je zloděj ochotný přijmout, je střední.

## 5 PRŮLOMOVÁ ODOLNOST CYLINDRICKÝCH VLOŽEK PŘEKONÁVANÝCH METODOU ELEKTROPICK

Pro dostatečné získání dat jsem měření prováděl ve spolupráci se studenty Fakulty aplikované informatiky oboru Bezpečnostní technologie, systémy a management. Studenti mají v laboratorním cvičení překonávání zámků metodou picking a raking, tudíž jsou s konstrukcí a funkcí zámků seznámeni. Metoda elektropick jim byla známá, ale až na několik studentů s touto metodou zkušenosti neměli. Po krátké ukázce a vysvětlení ovládání zařízení, si postupně studenti vyzkoušeli přístroj a následovalo samotné měření. Většinu studentů nakonec otevřít zámek nedělalo problém. Dohromady bylo provedeno 1500 měření, každý zámek byl měřen 300x, přičemž jsem měl k dispozici 20 studentů. Překonávání bylo prováděno postupně třemi různými planžetami:

- rovná planžeta,
- snake planžeta,
- rake planžeta.

### 5.1 Úspěšnost překonávání cylindrických vložek metodou elektropick

#### 5.1.1 FAB 200

Cylindrická vložka FAB 200, která je ve třídě odolnosti 3, byl stanoven maximální čas na otevření zámku 15 min. Z celkových 100 pokusů o překonání vložky elektropickem při použití rovné planžety byla úspěšnost 82%. Postupně bylo provedeno měření všech cylindrických vložek s použitím zmiňovaných planžet. Všechny tabulky jsou uvedeny v příloze.

Student/ Pokus	1	2	3	4	5
1	O	O	O	O	O
2	O	O	O	O	O
3	N	O	O	O	N
4	O	O	O	O	O
5	O	O	O	O	O
6	O	O	O	O	O
7	N	N	O	O	N
8	O	O	O	O	O
9	O	O	O	O	O
10	N	N	N	O	O
11	N	O	N	O	O
12	O	O	O	O	O
13	O	O	O	O	O
14	O	O	O	O	O
15	O	O	O	O	O
16	O	O	N	O	O
17	N	O	N	O	O
18	O	O	O	O	O
19	O	O	O	O	O
20	N	N	N	N	N

Tab. 7 Úspěšnost překonání FAB 200

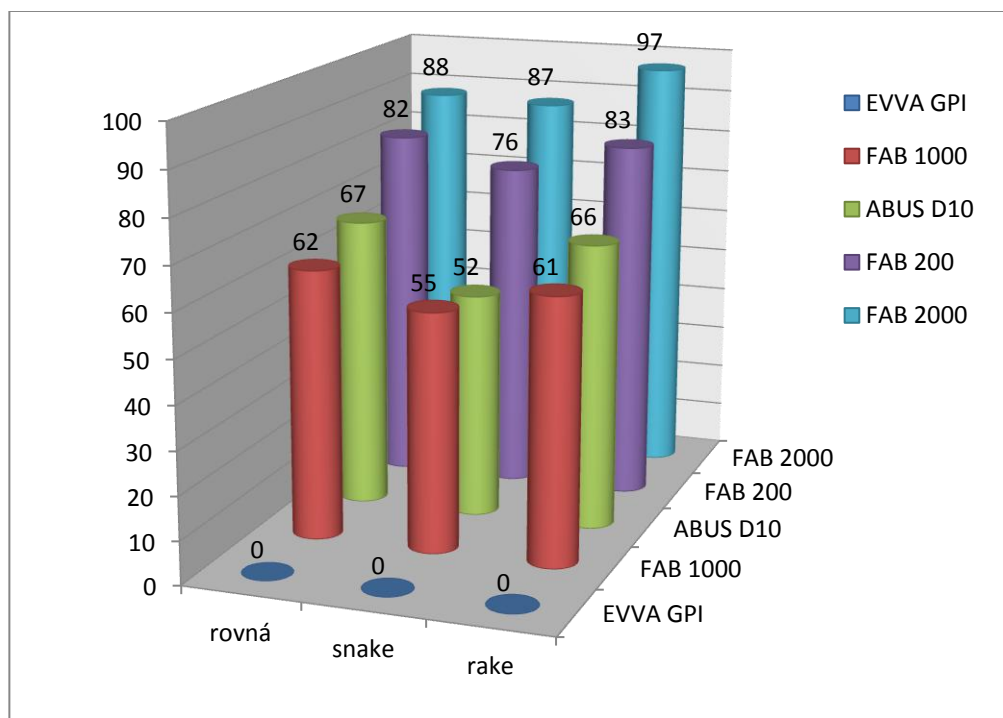
## 5.2 Potřebný čas na překonání cylindrických vložek metodou elektropicj

### 5.2.1 FAB 200

Cylindrickou vložka FAB 200 trvalo v průměru překonat nedestruktivní metodou elektropicj s rovnou planžetou 250 sekund při 82% úspěšnosti. Nejkratší čas překonání vložky byl 16 sekund. Postupně bylo provedeno měření všech cylindrických vložek s použitím zmiňovaných planžet. Všechny tabulky jsou uvedeny v příloze.

Student/ Pokus	1	2	3	4	5
1	80	41	20	32	36
2	238	201	423	126	198
3	-	638	793	812	-
4	66	49	22	28	18
5	123	161	173	111	263
6	636	521	328	664	486
7	-	-	826	624	-
8	96	86	93	93	71
9	293	356	201	126	198
10	-	-	-	263	726
11	-	578	-	453	698
12	53	78	92	25	16
13	489	105	89	36	28
14	278	302	378	259	248
15	67	53	40	59	69
16	485	507	-	698	354
17	-	456	-	752	661
18	16	32	34	26	33
19	112	148	169	100	67
20	-	-	-	-	-

Tab. 8 Doba překonání FAB 200



Graf 1 Úspěšnost překonávání cylindrických vložek

Z výsledného grafu je zřejmé, že cylindrická vložka EVVA GPI (tmavě modrá), nebyla ani jednou překonána i při výměny planžet, protože má překrytý profil a planžetu se do profilu vůbec nepodařilo zasunout.

Při použití rovné planžety se nejlépe dařilo překonávat nejdražší vložku FAB 2000 (světle modrá) s úspěšností 88%. Dále to byla vložka FAB 200 (fialová) s úspěšností 82%. Na třetím místě se umístila vložka ABUS D10 (zelená) s úspěšností překonání 67%. Vložka FAB 1000 (červená) byla s úspěšností 62% na čtvrtém místě. Nejdolnější byla samozřejmě již zmiňovaná vložka EVVA GPI (tmavě modrá).

V dalším měření byla použita planžeta typu snake, výsledky dopadly podobně. Nejlépe se dařilo překonávat opět cylindrickou vložku FAB 2000 s úspěšností 87%. S úspěšností 76% to byla vložka FAB 200. Na třetím místě tentokrát byla vložka FAB 1000 s úspěšností 55%. A o tři procenta je odolnější cylindrická vložka ABUS D10. Vložku EVVA GPI se nepodařilo překonat ani jednou.

V poslední fázi byla použita k překonávání cylindrických vložek planžeta typu rake. Z grafu je patrné, že s touthle planžetou byli studenti nejúspěšnější u všech typu překonaných vložek. Vložku FAB 2000 téměř překonali všichni, pouze ve 3 případech se to nepodařilo, což znamená úspěšnost překonávání 97%. Cylindrickou vložku FAB 200 se dařilo překonávat s úspěšností 83%. Dále to byla vložka ABUS D10 s úspěšností 66% a z překonaných vložek byla nejdolnější vložka FAB 1000 s úspěšností 61%.

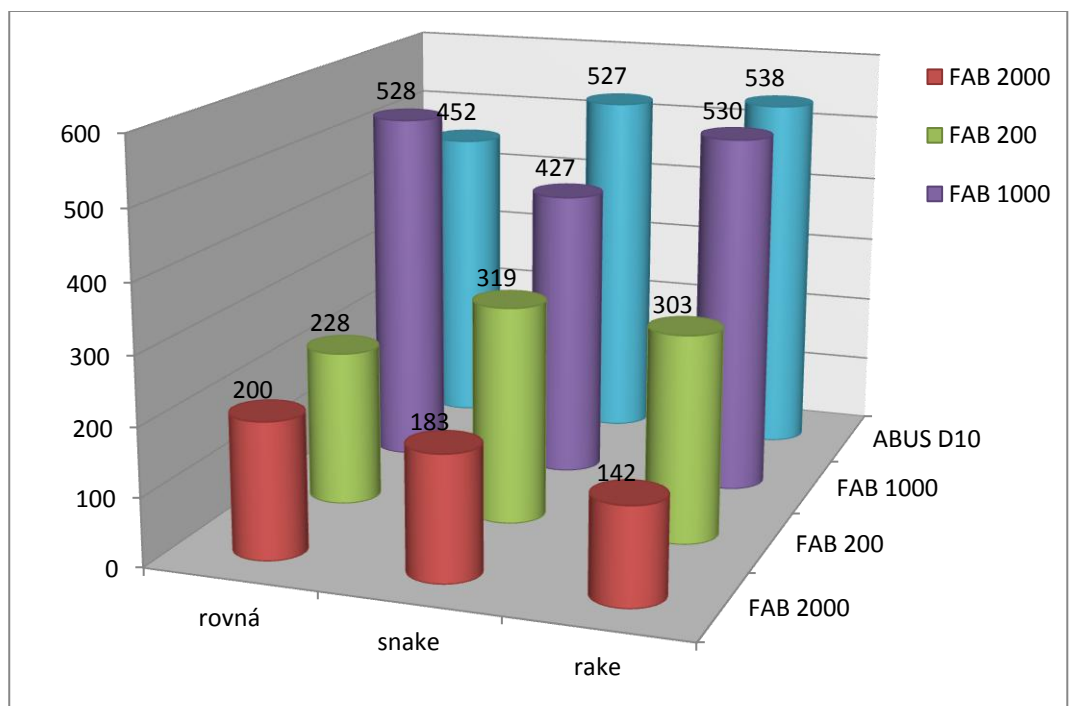
### **5.3 Potřebný čas na překonání cylindrických vložek metodou elektropick**

#### **5.3.1 FAB 200**

Cylindrickou vložku FAB 200 trvalo v průměru překonat nedestruktivní metodou elektropick s rovnou planžetou 250 sekund při 82% úspěšnosti. Nejkratší čas překonání vložky byl 16 sekund. Postupně bylo provedeno měření všech cylindrických vložek s použitím zmiňovaných planžet. Všechny tabulky jsou uvedeny v příloze.

Student/ Pokus	1	2	3	4	5
1	80	41	20	32	36
2	238	201	423	126	198
3	-	638	793	812	-
4	66	49	22	28	18
5	123	161	173	111	263
6	636	521	328	664	486
7	-	-	826	624	-
8	96	86	93	93	71
9	293	356	201	126	198
10	-	-	-	263	726
11	-	578	-	453	698
12	53	78	92	25	16
13	489	105	89	36	28
14	278	302	378	259	248
15	67	53	40	59	69
16	485	507	-	698	354
17	-	456	-	752	661
18	16	32	34	26	33
19	112	148	169	100	67
20	-	-	-	-	-

Tab. 9 Doba překonání FAB 200



Graf 2 Průměrná doba překonání cylindrických vložek

V grafu jsou uvedeny průměrné časy na překonání cylindrických vložek metodou elektropick při již zmiňované úspěšnosti.

Při použití rovné planžety byl průměrný čas u vložky FAB 2000 (červená) 200 sekund s úspěšností 88%, nejkratší čas k překonání této vložky byla 1 sekunda. Vložka FAB 200 (zelená) měla průměrný čas k překonání 228 sekund s úspěšností 82%, přičemž nejkratší potřebný čas byl 16 sekund. Pro vložku ABUS D10 (modrá) byl průměrný čas 452 sekund s úspěšností 67%, nejkratší potřebný čas k překonání byl 94 sekund. Nejdelší průměrný potřebný čas k překonání byl 528 sekund u vložky FAB 1000 (fialová), s nejkratším časem překonání 102 sekund.

Planžeta typu snake dělala studentům největší potíže při překonávání cylindrických vložek. Vložka FAB 2000 měla průměrný čas překonání 183 sekund s úspěšností 87% a nejkratším časem k překonání 2 sekundy. S průměrným časem 319 sekund byla vložka FAB 200 a úspěšností 76%, přičemž nejkratší potřebný čas k překonání byl 15 sekund. Vložka FAB 1000 měla průměrný čas k překonání 427 sekund s úspěšností 55% a nejkratším změřeným časem k překonání 87 sekund. Nejdelší průměrný čas k překonání vyžadovala vložka ABUS D10 a to čas 527 sekund při úspěšnosti 52%, nejkratší potřebný čas k překonání byl 123sekund.

V posledním případě byla použita planžeta rake. Nejkratší průměrný čas k překonání měla vložka FAB 2000 s časem 142 sekund, úspěšností 97 % a nejkratší překonání bylo za 1 sekundu. Vložka FAB 200 měla průměrný čas překonání 303 sekund s úspěšností 83%, nejkratší potřebný čas k překonání byl 19 sekund. S průměrným časem 530 sekund a úspěšností 61 % to byla vložka FAB 1000. Nejdolnější z překonaných vložek byla vložka ABUS D10 s průměrným časem k překonání 538 sekund, úspěšnost byla 66% a nejkratší čas k překonání byl 247 sekund.

#### **5.4 Analýza průlomové odolnosti**

Výsledkem experimentu průlomové odolnosti metodou elektropick bylo zjištění, jak jsou dnešní cylindrické vložky odolné vůči této metodě. Porovnat jestli jsou dražší vložky odolnější, než ty levnější.

Příjemné zjištění bylo, že na překonání cylindrické vložky EVVA GPI není k dispozici žádná planžeta, kterou by bylo možné vsunout do zámku, proto je nejdolnější vůči metodě elektropick. Pořizovací cena okolo 600,- Kč, z vybraných vložek druhá nejlevnější.

Z měření vyšlo najevo, že studentům nejvíce vyhovovala planžeta rake, se kterou byli v překonávání zámků nejúspěšnější. V druhém pořadí to byla rovná planžeta a nejméně se dařilo s planžetou snake.

Nejhorší průlomovou odolnost proti metodě elektropick má nejdražší ze zkoušených cylindrických vložek FAB 2000, při pořizovací ceně 1600,- až 1932,- Kč. Tato vložka propadla ve všech měření, nejkratší potřebný čas k překonání této vložky byla 1 sekunda, úspěšnost překonávání u planžety byla dokonce 97%.

Potíže studentům dělala vložka ABUS D10 stejně jako vložka FAB 1000, tyto vložky dopadly většinou podobně. O něco lépe dopadla vložka ABUS D10. Ale odolnost i cena je téměř podobná u obou vložek.



## 6 MÍRA DESTRUKCE CYLINDRICKÝCH VLOŽEK PŘEKONANÉ ELEKTROPICK METODOU

### 6.1.1 Vlastnosti materiálů

Materiály mají nejrozmanitější vlastnosti, které jsou dány především jejich chemickým složením a strukturou. Pro použitelnost v technické praxi se dělí na vlastnosti:

- fyzikální (souvisí hlavně s krystalickou stavbou - hustota, elektrická a tepelná vodivost, magnetické vlastnosti ap.),
- chemické (elektrochemické, korozní ap.),
- mechanické (pružnost, pevnost, houževnatost, tvrdost, tečení, únava ap.),
- technologické (tvárnost, slévatelnost, obrobitelnost, svařitelnost ap.).

Dle vlivu struktury:

- vlastnosti strukturně citlivé (závislé na dokonalosti krystalové mřížky, způsobu tepelného a mechanického zpracování - většina mechanických vlastností, elektrické ap.),
- vlastnosti strukturně necitlivé (hmotnost, měrné teplo, teplota tání ap.).

### 6.1.2 Mechanické zkoušky

Mechanické vlastnosti umožňují kvantitativně hodnotit chování materiálů za působení vnějších sil, př. i dalších vlivů. Některé hodnoty mají fyzikální význam - lze je tedy přepočítávat pro jiný tvar a rozměr, jiné vystihují chování za určitých podmínek (nelze převádět) pro posouzení vlastností a zpracování materiálů (vrubová houževnatost). Celkové zkoušení je nezbytné pro kontrolu jakosti výrobků, jako důležitý poznatek výzkumných prací i k hodnocení úrovně technologie výroby. Mechanické zkoušky můžeme dělit podle:

- charakteru zatěžování (statické, dynamické),
- zjišťovaných vlastností (pevnostní, tvrdost, únavy ap.),
- druhu namáhání (tah, tlak, ohyb, krut ap.),
- teploty a prostředí.

Pro zabezpečení reprodukovatelnosti a porovnatelnosti je nutnost jejich normování. Způsob odebrání vzorků může podstatně ovlivnit obdržené výsledky[8] (materiál není

homogenní a izotropní) - zkušební kus - zkušební vzorek místo odebrání - volba průměrných vlastností - nejvíce exponované místo ČSN udává počet zkušebních vzorků dle množství a druhu výroby, potřeby bezpečnosti ap. Obecné zásady pro odběr jsou:

- reprezentace určité dávky, výroby, tavby ap.,
- vyhnout se místům s předpokládanými vadami,
- vzorek musí prodělat celý výrobní proces,
- odběrem se nesmí ovlivnit vlastnosti,
- brát ohled na anizotropii,
- značení (nepoškozovat zkušební část, zůstat zachováno).

## 6.2 Statické zkoušky

### 6.2.1 Tvrdost

Viz kapitola 6.1 Měření tvrdosti materiálu

## 6.3 Dynamické zkoušky

Zjišťují odolnost proti křehkému porušení, používají se zkoušky analogické statickým význam zkouška rázem v ohybu. Těž materiál se může porušit houževnatě nebo křehce dle podmínek. Vznik náhlých křehkých lomů bez předchozí varující deformace za nižších napětí může být příčinou havárií. Vznik křehkého lomu podporují:

- nízká teplota,
- složitý stav napjatosti,
- rychlost deformace.[8]

## 6.4 Míry destrukce

Hlavním zdrojem míry destrukce cylindrických vložek je horní stavítko, které je v kontaktu s planžetou. Můžeme také vidět zanechané stopy na cylindru, jestliže není planžeta správně zastrčena, dochází ke kontaktu se stěnami cylindru. Pokud je planžeta vložena příliš hluboko do zámku, můžou být stopy znatelné na spojce zámku. Ve své práci se zaměřím na míry destrukce na horních stavítkách a to jak na mosazném, tak i na mosazném nerezově povrchově upraveném.

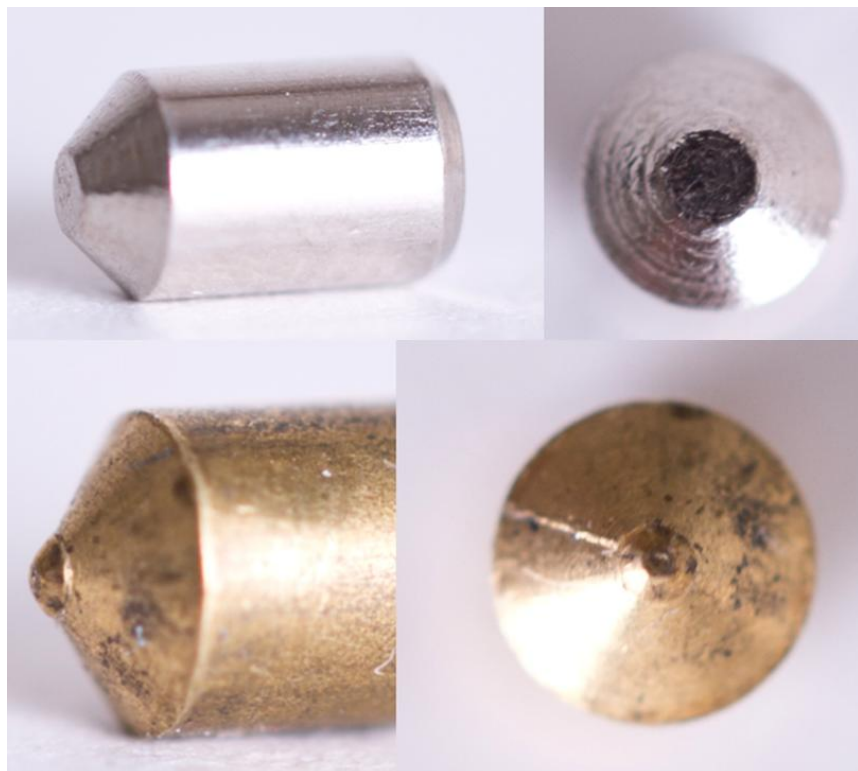
Abych mohl určit míry destrukce, je důležité si nejprve ukázat cylindrické vložky opotřeбенé běžným užíváním.

Výše uvedené vyjádřené opotřeбенí se liší, protože je závislá na více parametrech a to použití zámku, klíče a komponent materiálu. Nejpoužívanějším materiálem pro stavítka je mosaz, novější stavítka jsou také z mosazi, ale mají povrchovou úpravu z niklu. Klíče jsou vyrobeny z celé řady materiálů, jako je mosaz, nikl-stříbro, hliník, železo, ocel a další různé slitiny.

Vyjádření míry destrukce bylo provedeno pomocí fotoaparátu Nikon Coolpix L810, postupně jsem nafotil jednotlivé fotografie v režimu makro a makro objektivem.

#### 6.4.1 Nový zámek

Nepoužité stavítka jsou čistá, bez prachu, mastnoty, nebo nečistot. Mohou být patrné lehké oděrky a koroze v závislosti na tom, jak byly stavítka skladována před použitím v samotném zámku. Na nových stavítkách můžeme jasně vidět, že nenesou stopy používání, nesou pouze čerstvé frézovací stopy kolem špičky stavítka.



Obr. 12 Nové stavítka

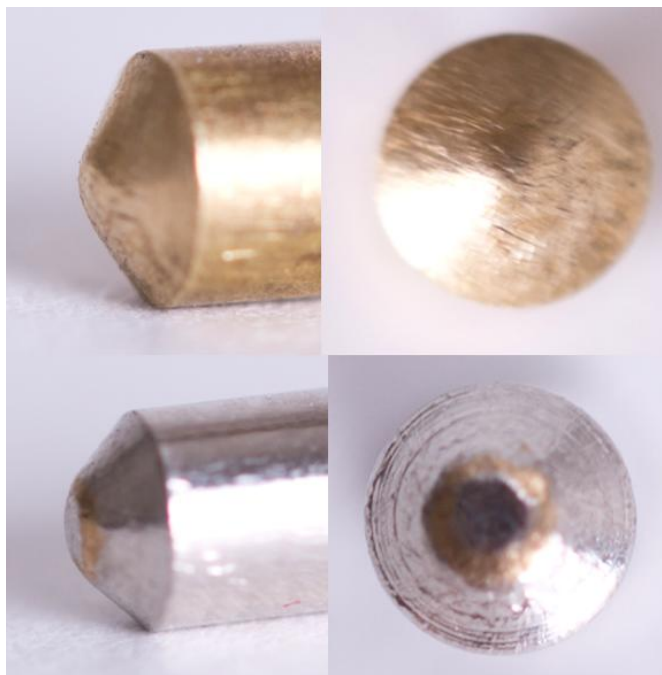
Při mikroskopickém zvětšení je vidět mnoho malých nedokonalostí ve špičce stavítka. Velmi lehké škrábance, promáčknutí, a hrboly jsou viditelné. Prohyby a hrboly jsou způsobené vlastnostmi materiálu a nedostatky při výrobě.



Obr. 13 Nové stavítko

#### 6.4.2 250 použití

Po 250 použití (asi 3-6 měsíců) se kroužek kolem špičky stavítka zaobluje. Opotřebení je rovnoměrné na celé ploše, protože při zastrčení a vyjmutí klíče dochází k pomalému pootáčení stavítka.

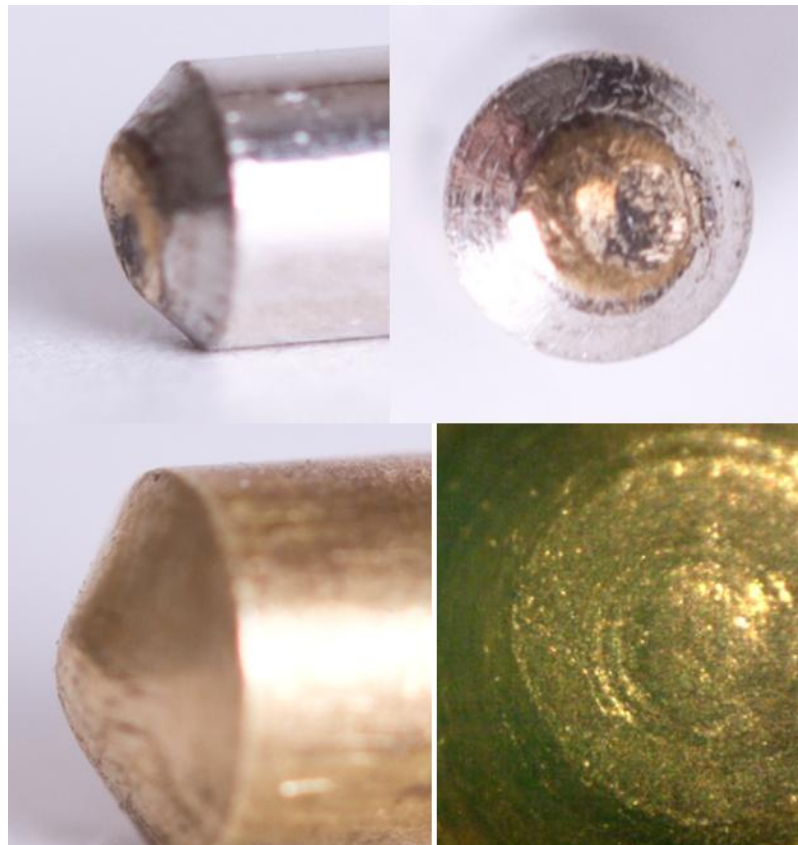


Obr. 14 Stavítko po 250 použití

Zblízka můžeme vidět, že stopy po frézování z výroby se postupně ztrácejí a stavítko se leskne. Drobné škrábance jsou způsobené klíčem.

#### 6.4.3 1500 použití

Po 1500 použití (1,5-2 roky) můžeme vidět zřetelnou změnu, oproti nepoužitému stavítku (Obr. 12), nejsou téměř viditelné stopy po frézování. Drobné škrábance jsou způsobené klíčem.



Obr. 15 Stavítka 1500 použití

#### 6.4.4 5000 použití

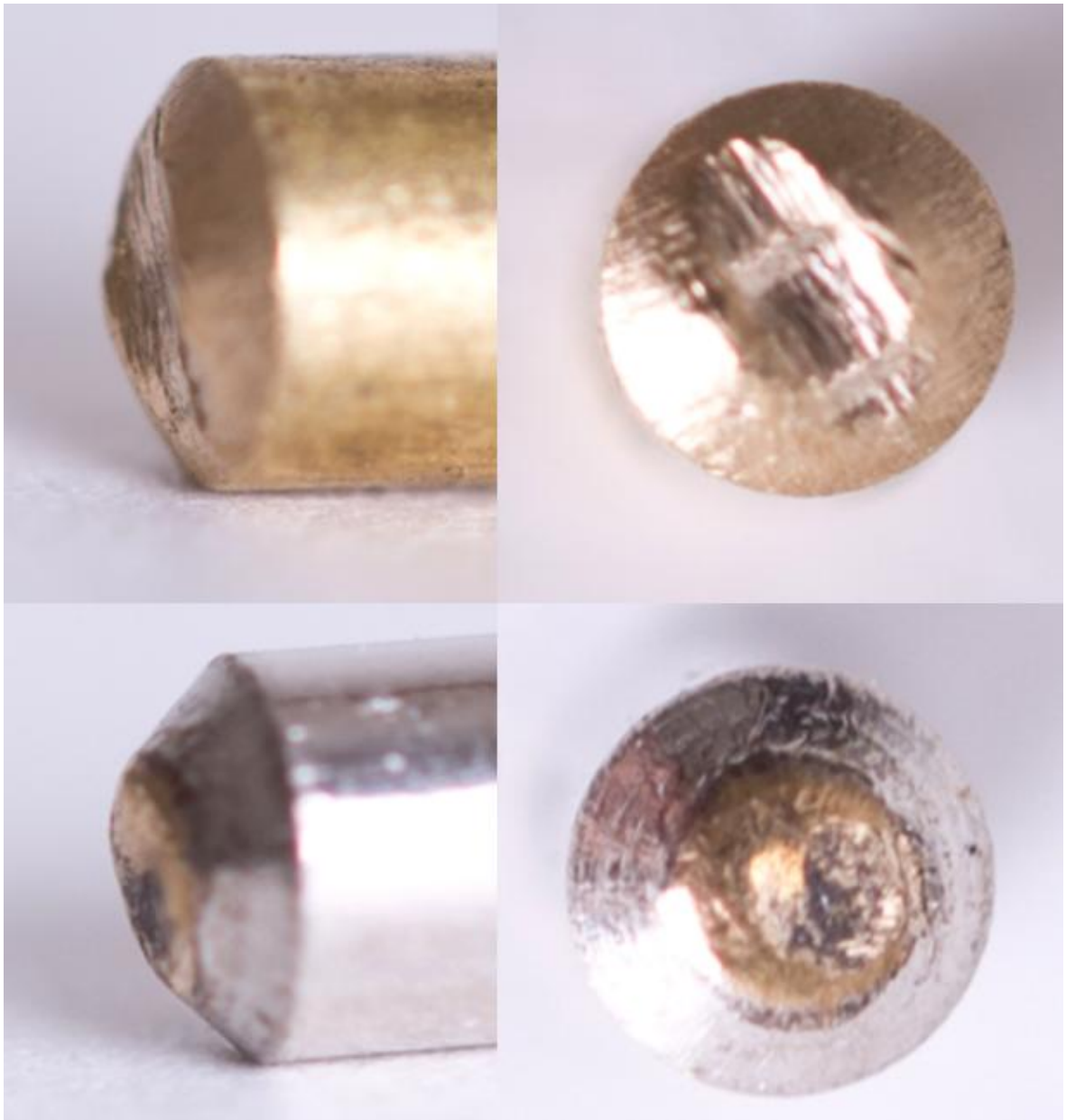
Povrch stavitka se výrazně leskne, nerovnosti jsou způsobené používáním klíče. Z obrázku je patrné velké opotřebení, které však nemá vliv na funkci zámku, protože dosedací plocha je stále veliká. Je zde vidět, že opotřebení není rovnoměrné na tomto stavitku, stavitko vykazuje oválný tvar.



Obr. 16 Poslední stavitko 5000 použití

## 6.5 Míry destrukce po použití elektropick

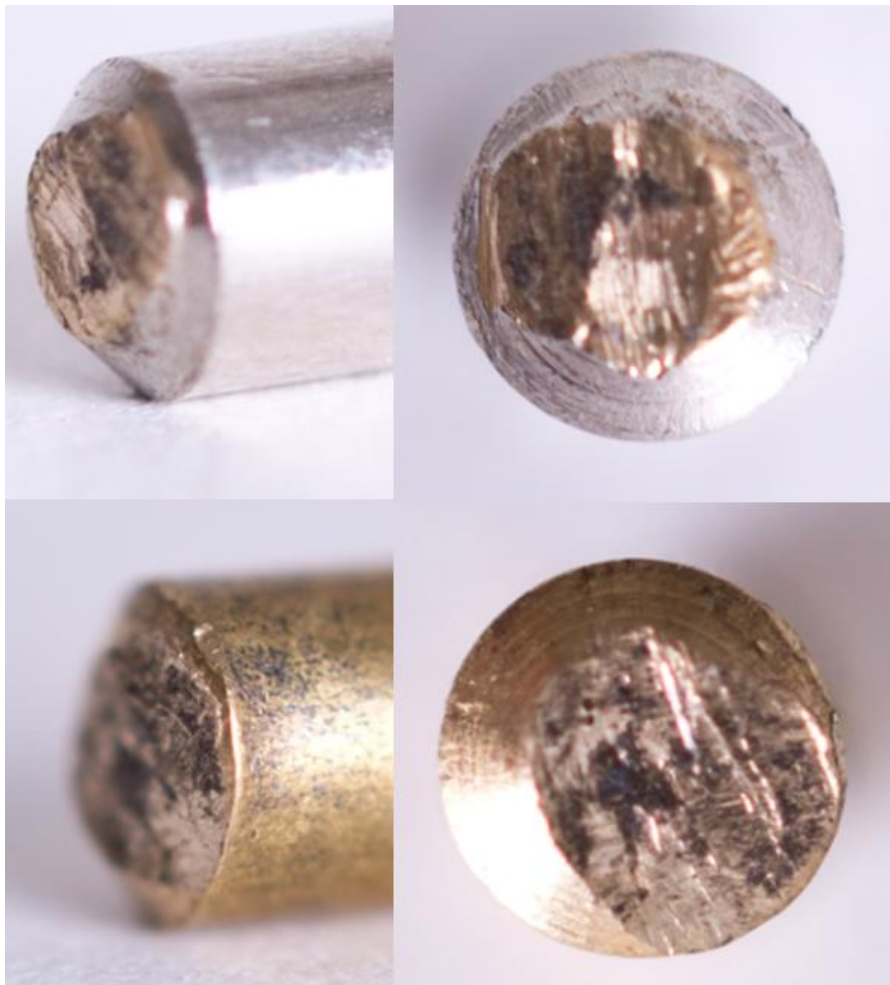
Planžeta způsobuje rázy na stavítko. Jsou jasně patrné důkazy opotřebení. Planžeta ovládaná metodou elektropick zanechává vtisknuté stopy na stavítkách. Je jasně čitelné, že metoda byla několikrát použita.



Obr. 17 Míry destrukce elektropick

Stopy jsou ve srovnání se zbytkem stavítek patrné na první pohled, v některých případech je možné i spočítat kolik bylo potřeba úderů k otevření zámku. Stavítko se může pootáčet, což umožňuje zkoumat jednotlivé stopy.





Obr. 18 Míry destrukce elektropick

Při delším používání elektropick je patrné, že dochází k destrukci, protože z klíčové dírky vypadávají mosazné částice. Na fotografii je patrné delší používání elektrpick.





Obr. 19 Velké míry destrukce

Při neodborném používání elektropick se planžeta začne „pracovat“ jako pilník. Dochází ke značné míře destrukce. Na fotografiích jsou velké míry destrukce, zámek už byl zničený, protože ho nebylo možné otevřít klíčem. Dosedací plocha klíče byla úplně zničena. Metoda elektropick má sloužit ke krátkému rázovému použití. Nikoliv k metodě, že zastrčím elektropick do zámku a čekám, kdy se mi náhodou podaří otevřít zámek.

## 7 VLIV TVRDOSTI MATERIÁLU CYLINDRICKÉ VLOŽKY NA MÍRU POŠKOZENÍ

### 7.1 Měření tvrdosti materiálu

#### 7.1.1 Tvrdost

Tvrdost je definována jako odpor materiálu proti pronikání cizího tělesa. Klasická tvrdost materiálu je měřena různými tvary vnikajících tělísek - pak je označována tvrdost HB, HRC, HV apod. Měření probíhá tak, že se po určité době zvyšuje zátěž až do maximální hodnoty, pak následuje odtížení a odečet hodnoty, která koresponduje s hloubkou respektive s velikostí stopy. Z těchto údajů se zjišťuje výsledná tvrdost.

#### 7.1.2 Mikrotvrdost

Je určována zejména pro tenké vrstvy, definice je stejná jako u „klasické“ tvrdosti, ale hlavní rozdíl spočívá ve volbě velikosti maximální zátěže. V tomto případě je maximální zátěž v řádu desítek mN (milinewtonů což odpovídá gramům). Důvodem použití tak nízkých zátěžných sil spočívá v nutnosti měření tvrdosti samotné vrstvy bez vlivu materiálu, na kterém je vrstva nanášena. Tyto přístroje jsou vhodné pro měření tvrdostí tenkých vrstev jako otěruvzdorných vrstev, galvanických povlaků, laků apod. Hlavní výhodou těchto typů přístrojů je měření tvrdosti v průběhu zatěžování i během odtěžování. Výsledkem měření je pak nejen výsledné číslo odpovídající tvrdosti materiálu, ale i tvar zatěžovací a odtěžovací křivky. Na ní je možné rozpoznat nejen nehomogenity, vměstky v různých hloubkách apod., ale mezi hlavní výhody patří rozpoznání podílu elastické a plastické deformace. Přístroje tohoto typu jsou prakticky jedinými široce využívanými nástroji pro zjišťování tvrdostí vrstev tenkých několik tisícín milimetru.

#### 7.1.3 Drsnost

Drsnost je souhrn nerovností povrchu s relativně malou vzdáleností, které nevyhnutelně vznikají při výrobě nebo jejím vlivem. V případě nanášení PVD vrstev je drsnost způsobená jak vlastním opracováním nástroje, tak i odprašovaným materiálem, který je deponován na nástroj. Při měření drsnosti se nepočítají vady povrchu, tj. náhodné nepravidelné nerovnosti, které se vyskytují jen ojediněle (rysky, trhlinky, důlky apod.) a které vznikají vadami materiálu, poškozením aj. Z důvodu eliminace vlivu předchozího opracování nástroje se provádí měření drsnosti na speciálně leštěných etalonech, jejichž

výchozí drsnost  $R_a$  je 0,01 - 0,02  $\mu\text{m}$ . Měřená výsledná drsnost není pak ovlivněná opracováním původního nástroje, ale jen vznikající vrstvou. [9]

#### 7.1.4 Použitý materiál

Použitý materiál stavítek byl z mosazi a také niklem povrchově upravené mosazi, ve srovnání s pružinovou ocelí použitou u planžet. Mosaz je asi 5 x měkčí materiál než pružinová ocel, proto budeme porovnávat jednotlivé míry destrukce.

#### 7.1.5 Způsob měření

Samotné měření probíhalo pomocí mikrometru, byla měřena celková délka stavítek. Stavítka byla měřena jak nová, tak i použitá, byla měřena míra opotřebení běžným používáním zámku. Dále bylo prováděno měření po použití metody elektropick a měřila se míra destrukce, jak u stavítek nových, tak i použitých.



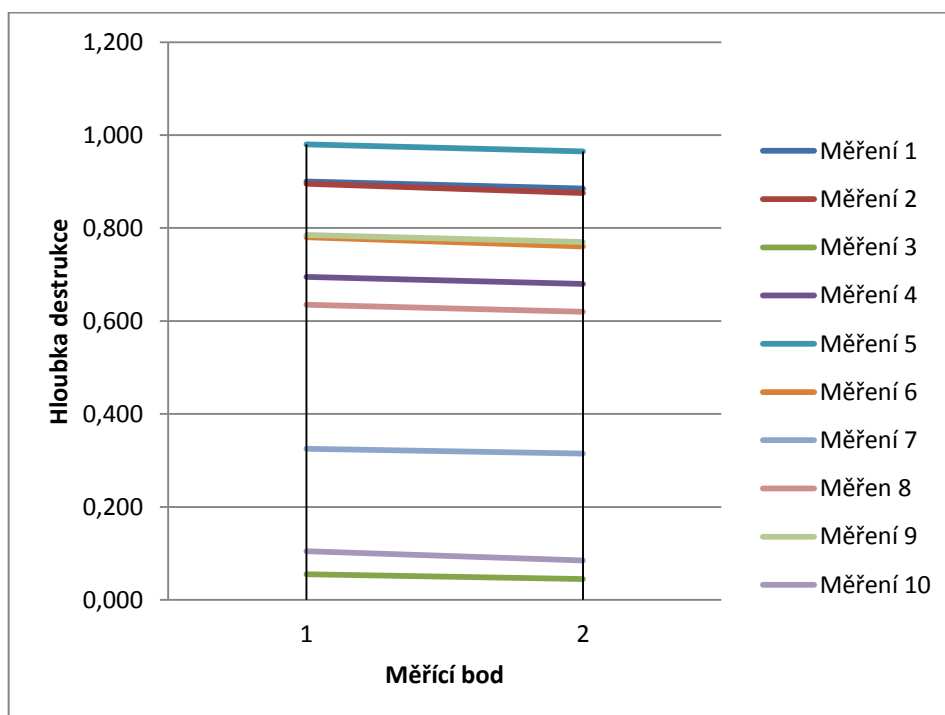
Obr. 20 Mikrometr

## 7.1.6 Naměřené hodnoty při běžném používání

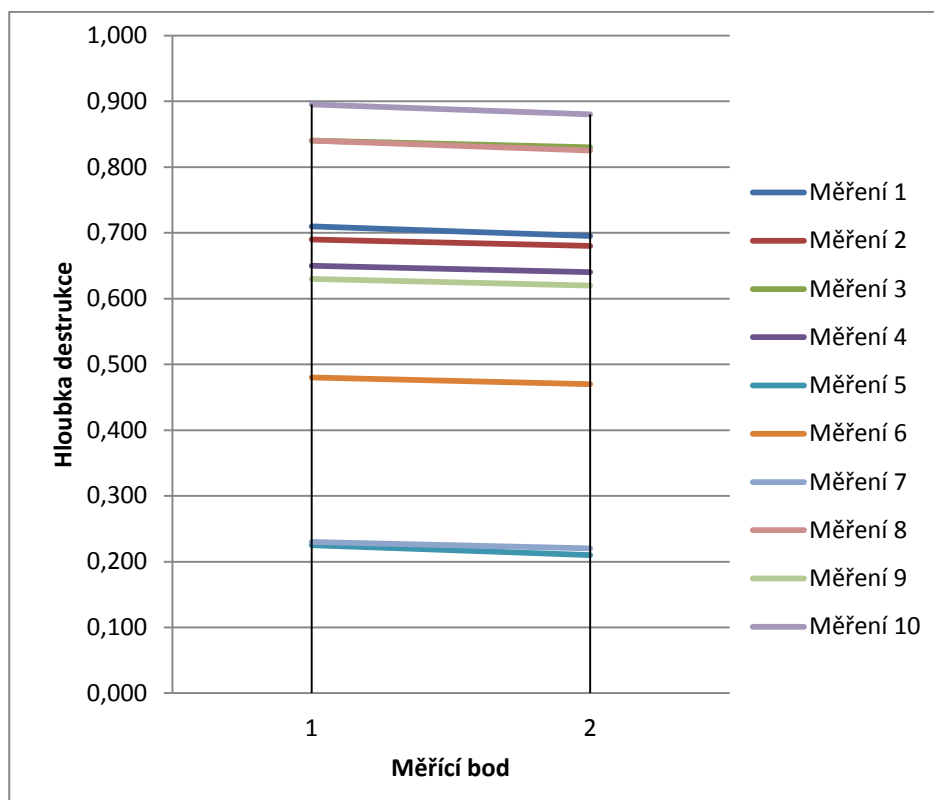
Mosaz	Nové	250 použití	Nerez	Nové	250 použití
1	5,900	5,885	1	7,710	7,695
2	5,895	5,875	2	7,690	7,680
3	5,055	5,045	3	5,840	5,830
4	5,695	5,680	4	7,650	7,640
5	4,980	4,965	5	5,225	5,210
6	6,780	6,760	6	5,480	5,470
7	5,325	5,315	7	6,230	6,220
8	5,635	5,620	8	5,840	5,825
9	5,785	5,770	9	5,630	5,620
10	6,105	6,085	10	5,895	5,880

Tab. 10 Míra opotřebení

U mosazi dochází k větší destrukci u běžného opotřebení v průměru o 0,016 mm. U mosazi povrchově upravené niklem dochází u běžného opotřebení materiálu o 0,012 mm. U upravené mosazi tedy dochází k menšímu opotřebení. Z důvodu velkého množství v archivaci dat uvádím v práci pouze 10 základních měření (viz graf 3).



Graf 3 Míra opotřebení mosaz



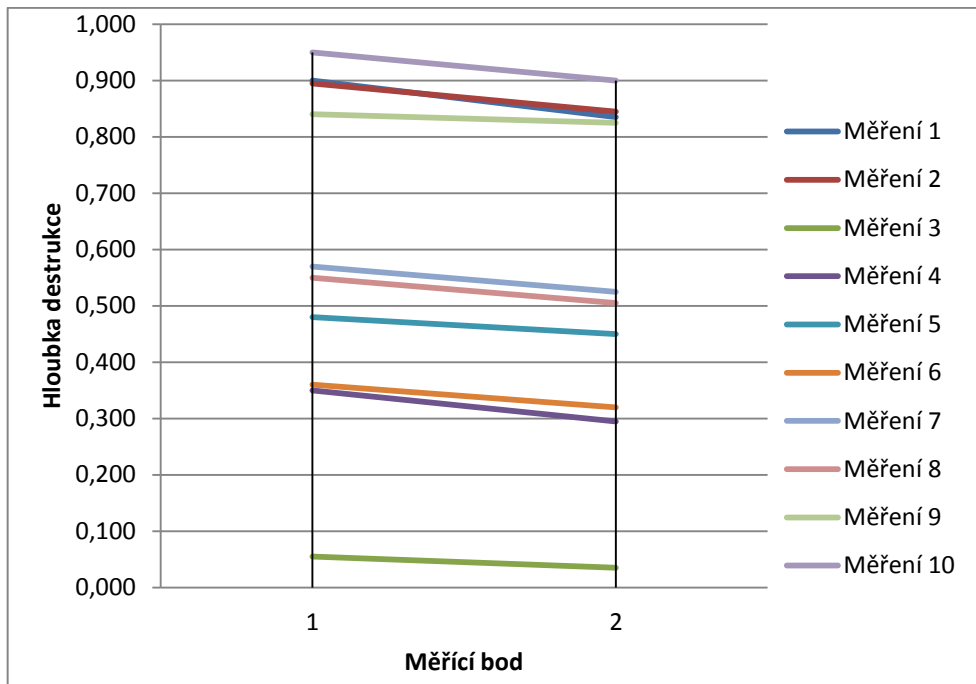
Graf 4 Míra opotřebení mosaz, povrchová úprava nikl

### 7.1.7 Naměřené hodnoty u nových stavitěk při působení elektropick

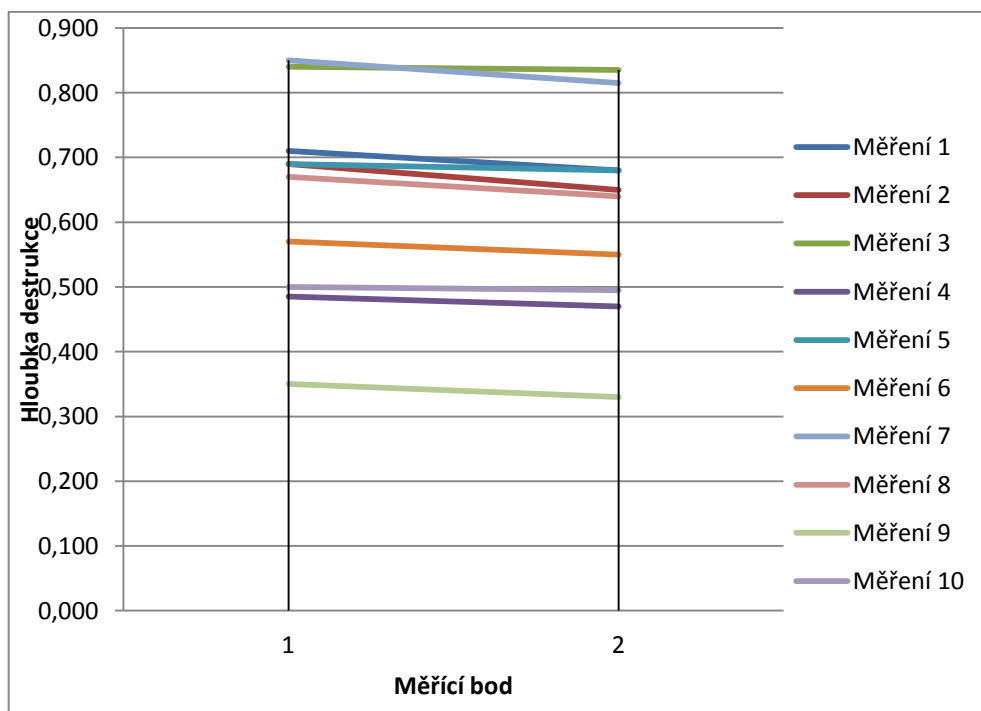
Mosaz	Nový	Elektropick	Nikl	Nový	Elektropick
1	5,900	5,835	1	7,710	7,680
2	5,895	5,845	2	7,690	7,650
3	5,055	5,035	3	5,840	5,835
4	6,350	6,295	4	5,485	5,470
5	5,480	5,450	5	5,690	5,680
6	6,360	6,320	6	6,570	6,550
7	6,570	6,525	7	6,850	6,815
8	5,550	5,505	8	5,670	5,640
9	7,840	7,825	9	6,350	6,330
10	6,950	6,900	10	7,500	7,495

Tab. 11 Nové stavitka, elektropick

U mosazných nepoužitých stavitěk při krátkém působení elektropick (do 30 sekund) dochází k destrukci v průměru o 0,042 mm. U stavitěk povrchově niklem upravených dochází k destrukci o 0,021 mm, je to přesně o polovinu menší než u obyčejné mosazi.



Graf 5 Nové stavítka, mosaz, elektropick



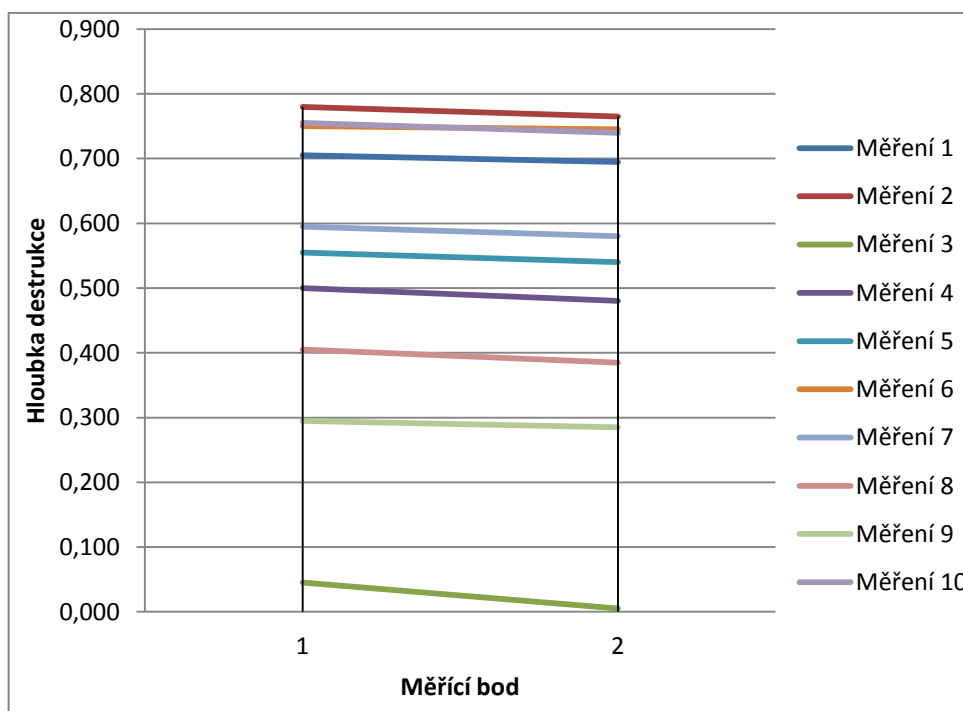
Graf 6 Nové stavítka, nikl, elektropick

## 7.1.8 Naměřené hodnoty u použitých stavitěk při působení elektropick

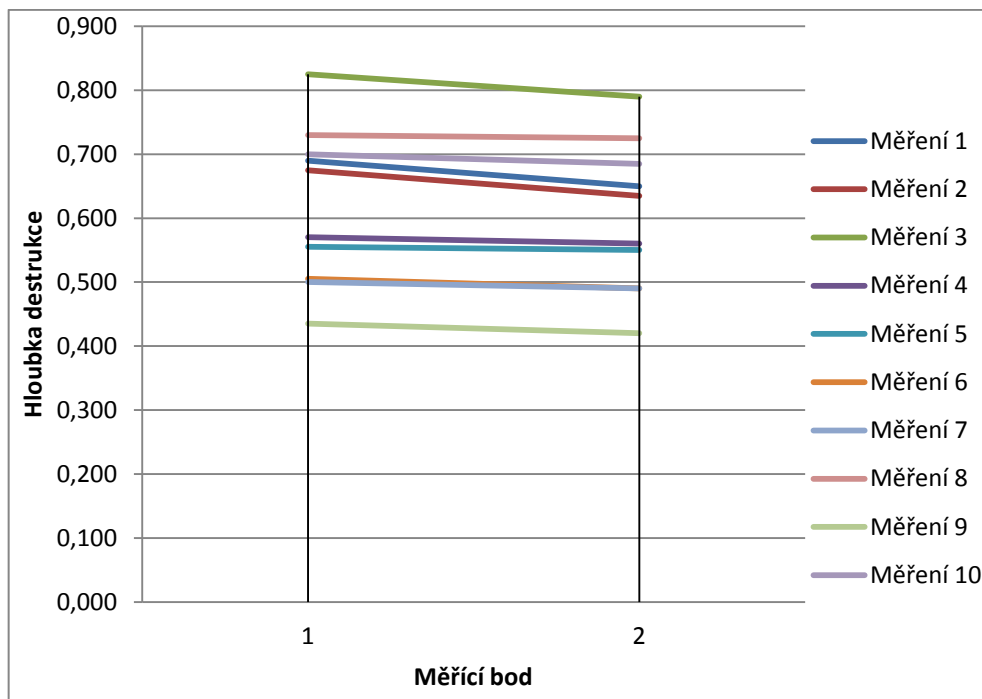
Mosaz	Použitý	Elektropick	Nikl	Použitý	Elektropick
1	5,705	5,695	1	7,690	7,650
2	5,780	5,765	2	7,675	7,635
3	5,005	4,965	3	5,825	5,790
4	5,500	5,485	4	7,570	7,560
5	5,555	5,540	5	7,555	7,550
6	4,750	4,745	6	5,700	5,685
7	4,595	4,580	7	7,505	7,490
8	4,405	4,385	8	7,500	7,490
9	4,295	4,285	9	5,730	5,725
10	4,755	4,740	10	6,435	6,420

Tab. 12 Použité stavitka, mosaz, elektropick

U mosazných použitých stavitěk při krátkém působení elektropick (do 30 sekund) dochází k destrukci v průměru o 0,017 mm. U stavitěk povrchově niklem upravených dochází k destrukci o 0,019 mm. Je to nepatrně větší destrukce než u obyčejné mosazi, spíše srovnatelná destrukce.



Graf 7 Použité stavitka, mosaz, elektropick



Graf 8 Použité stavitka, nikl, elektropick

### 7.1.9 Naměřené hodnoty u opakovaného působení elektropick

Měření probíhalo z důvodu zjištění, jestli dochází k dalším další destrukci materiálu při opětovném působení metody elektropick. Jestli je destrukce přímo úměrná počtu použití v závislosti na materiálu.

Mosaz	Použité	1. elektropick	2. elektropick	3. elektropick
1	6,915	6,835	6,805	6,770
2	5,055	5,035	5,010	4,980
3	6,870	6,860	6,855	6,855
4	5,705	5,695	5,690	5,660
5	5,780	5,765	5,740	5,725
6	5,600	5,585	5,540	5,515
7	5,640	5,625	5,600	5,565
8	4,850	4,845	4,835	4,805
9	5,275	5,260	5,245	5,230
10	4,350	4,340	4,305	4,280

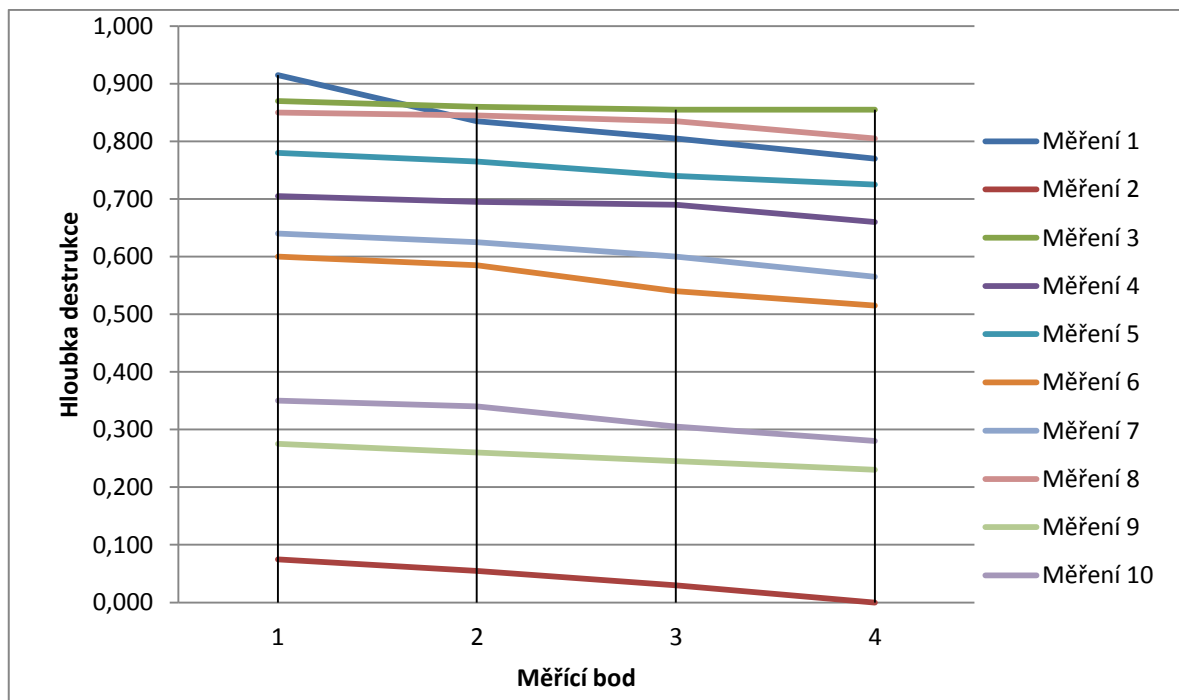
Tab. 13 Opakované působení elektropick, mosaz



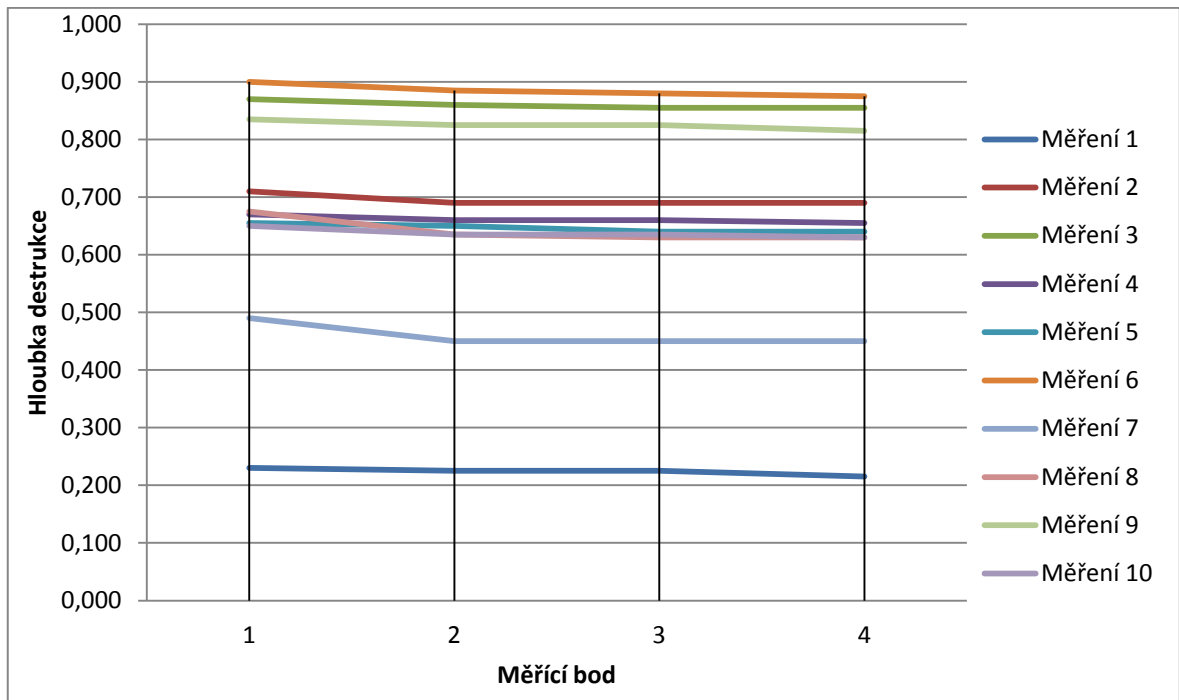
Nikl	Použité	1. elektropick	2. elektropick	3. elektropick
1	5,230	5,225	5,225	5,215
2	7,710	7,690	7,690	7,690
3	6,870	6,860	6,855	6,855
4	7,670	7,660	7,660	7,655
5	7,655	7,650	7,640	7,640
6	5,800	5,885	5,880	5,875
7	7,490	7,450	7,450	7,450
8	7,675	7,635	7,630	7,630
9	5,835	5,825	5,825	5,815
10	7,650	7,635	7,635	7,630

Tab. 14 Opakované působení elektropick, nikl

Z měření a grafů vychází najevo, že stavítka vyrobená z mosazi se opotřebovávají pořád stejně. Dochází k podobnému úbytku materiálu při dalším působení metody elektropick. Zato u stávek povrchově upravených niklem dochází při prvním působení (graf 10) metody elektropick ke značnému úbytku, ale v dalších působení už téměř ke změně nedochází, stavítka se tedy, už opotřebují minimálně.



Graf 9 Opakované působení elektropick, mosaz



Graf 10 Opakované působení elektropick, nikl

## 7.2 Analýza vlivu tvrdosti materiálů na míru poškození

Měření bylo zjištěno, že použití materiálu stavítek má v řadě případů vliv na míru poškození metodou elektropick.

Mosazné stavítka se opotřebovávají rovnoměrně, jejich životnost je také menší. Při všech měření byl úbytek materiálu podobný, nedá se tedy tvrdit, že by při nějaké zmíněné metodě byl neměřitelný nebo naopak příliš velký.

U mosazných stavítek povrchově upravených niklem dochází k rozdílnému opotřebení. U nových stavítek je opotřebení minimální, je chráněn vrstvou niklu. Po delším používání, kdy už stavítka není chráněna niklem, dochází k rovnoměrnému opotřebení. Při působení metody elektropick u nových i použitých stavítek byl úbytek materiálu podobný. Ale při opakovaném působení elektropick metody docházelo k rozdílné destrukci. Při prvotním působení elektropick dochází ke značné destrukci, ale při opakované destrukci, už dochází k minimální destrukci nebo žádné.

## **8 NOVÉ TRENDY VE VÝVOJI OCHRANY CYLINDRICKÝCH VLOŽEK A NOVÉ TRENDY V OBLASTI NEDESTRUKTIVNÍHO PŘEKONÁVÁNÍ METODOU ELEKTROPICK**

Bezpečnost cylindrických vložek se neustále vyvíjí, a to z řady důvodů. Výrobci se předhánějí, aby vyrobili právě oni co nejbezpečnější vložku, to se opravdu výrobcům daří, ale cena je často velmi vysoká. Na druhé straně je zákazník, který chce sice kvalitní bezpečnostní vložku, ale už není ochotný tolik investovat do zabezpečení. Proto se vyrábějí různé bezpečnostní prvky, které jsou odolnější vůči dynamickým metodám překonávání, a také investice už není tak velká. Vyvíjí se odolné vložky nejen proti metodě lockpick (vyhmatání) v našem případě elektropick, ale také pro metodu SG (bumping).

Jelikož povědomí o nedestruktivních dynamických metodách otevírání zámkových systémů je ve veřejnosti malé, podle toho jak je v dané době medializováno, byla v roce 2002 ochrana před těmito metodami v České republice, zahrnuta do podmínek certifikace. Česká republika je v tomto směru jediným státem Evropské unie, který certifikuje zámkové systémy proti těmto metodám. Základem pro certifikaci bezpečnosti cylindrických vložek je evropská norma ČSN EN 1627, která navíc stanovuje parametry certifikace cylindrických vložek proti různým metodám překonání, jako je vyhmatání, odvtání a další. Zámkové systémy jsou podle certifikace zařazovány do tříd odolnosti. Od třídy odolnosti 3 jsou již cylindrické vložky chráněny některým ze způsobů ochrany proti metodě vyhmatání a SG metodě. V současné době jednotliví výrobci vlastní u svých výrobků množství patentů. Ochranu proti dynamickým metodám lze aplikovat různými způsoby. Od nejjednodušších mechanických prvků až po kombinace mechanických a elektronických systémů (mechatronické systémy).

### **8.1 Mechanická ochrana proti dynamickým metodám**

Přidání různých mechanických prvků patří mezi nejpoužívanější druhy ochrany proti dynamickým metodám. Mechanická ochrana nevyžaduje přídavnou instalaci žádných dalších podpůrných prvků (baterie, elektroinstalace) a uživatel si bezpečnostní prvky prakticky ani neuvědomuje. [2]

## 8.2 Kombinované druhy ochrany proti dynamickým metodám

Pro další zvýšení bezpečnosti výrobci doplňují cylindrické vložky magnetickými prvky nebo elektronickými systémy. Výhodou zejména elektronických kombinovaných systémů je jejich možnost programování přístupových práv. Nevýhodou je nutnost napájení.

### 8.2.1 Cylindrické vložky s magnetickými prvky

Cylindrické vložky doplněné magnetickými prvky odolávají vyhatání, protože magnetické prvky nejsou ovlivněny dynamickými rázy. Principiálně fungují tak, že magnety podle své polarizace uvolňují nebo natáčejí bezpečnostní prvky ve vložce, které mohou být rovněž magnetické do požadované polohy. Podle výrobce znovu existují různé mechanismy.

### 8.2.2 Cylindrické vložky s elektronickými systémy

Cylindrické vložky doplněné o elektronický systém se v bezpečnostní komunitě nazývají mechatronické vložky. Princip činnosti je založen na elektronickém systému, který identifikuje správný klíč, na základě kterého odblokuje mechanický systém, který pak lze otevřít. U mechatronických vložek klíč obvykle funguje jako aktivní prvek, který je tvořen elektronickým čipem. Po zasunutí klíče je čipem aktivován elektronický obvod uvnitř cylindru, který ovládá cívku a ta vysune blokovací kolík uvolňující cylindr vložky. Na trhu existuje velká variabilita mechatronických systémů.

Jiné druhy ochrany s použitím mechatronických systémů spočívají v kombinaci klasické mechanické cylindrické vložky s určitým stupněm ochrany a přídatným elektronickým systémem který je umístěn v zámku vložky. Elektronický systém pak neblokuje funkci samotné vložky, ale blokuje dveře prostřednictvím závory. Systém může být ovládán například klávesnicí po zadání přístupového kódu. Jiné systémy mohou být vybaveny RFID čtečkou s použitím RFID karet nebo čipů. Může být použit systém biometrické identifikace a mnoho dalších.

Mechatronické systémy byly už v minulosti používány k zabezpečení objektů s nejvyšší prioritou, jako jsou letiště, vládní budovy, objekty státní důležitosti, armádní objekty a jiné. Pro jejich cenovou dostupnost jsou ovšem uvedené systémy v současné době hojně využívány i v soukromých firmách a jiných institucích jako přístupové systémy se všemi jejich funkcemi, které umožňují. [2]

## 8.3 Cylindrické vložky doposud nepřekonané metodou elektropick

### 8.3.1 Abloy Protect

Abloy Protect je jednostranná cylindrická vložka unikátní konstrukce na principu 11 rotujících kombinačních disků bez pružin a stavítek. Nabízí 1,97 miliardy kombinací, tím nám zaručuje neopakovatelnost klíče a zároveň nabízí rozsáhlé systémy generálního klíče. Tento systém ochrany je patentován do roku 2019 ve více než 50 zemích. Zuby klíče jsou při výrobě frézovány pod dvěma různými poloměry a přísná kontrola výroby duplikátů klíče zaručuje jedinečnost klíčů. Vložka je zabezpečena několika bezpečnostními prvky – všechny zámky obsahují „Disk kontrolér“, který umožňuje otočení klíčem až po jeho úplné, zasunutí do vložky, první disk z tvrzené oceli rotuje pod vrtacím nástrojem, ochranu proti odvrtání, ochrana proti otevření planžetou, odolnost válce vložky proti vytržení a falešné zářezy na kombinačních discích. Velkou výhodou je garance spolehlivosti a zachování funkce zámků v extrémních klimatických podmínkách. Abloy Protec mohou být integrovány s elektromechanickým Cliq technologií. Tento elektromechanický systém je inteligentní a vysoce přizpůsobitelný. To umožňuje flexibilní a bezpečné řízení přístupu, včetně časové funkce, do vašeho denního provozu. A v případě ztráty nebo odcizení klíče lze jej snadno elektronicky odstranit. Montáž a výrobu klíčů v České republice a na Slovensku provádí Abloy Czech a Abloy Slovakia. [10]



Obr. 21 Abloy Protect[10]

### 8.3.2 EVVA MCS

Rozšířený profilový systém je dalším vývojovým stupněm osvědčených stavítkových systémů EVVA. Vyznačuje se patentovaným, na několika místech se překrývajícím profilem klíče. Ověření přístupových práv se provádí ve více úrovních zabezpečení.

MCS (systém s magnetickým kódováním) zajišťuje 3násobnou bezpečnost díky:

- jednomu magnetickému kódování,
- dvěma mechanickým kódováním.



Obr. 22 EVVA MCS[11]

V jádře cylindru se nachází 8 otočných magnetických rotorů, kterým jsou přiřazeny 4 magnety na klíči. Při vytažení klíče zaujmou pokaždé jinou pozici. Každý magnet klíče může být nezávisle na dalších oboustranně magnetizován. Pokud se zavede MCS klíč s příslušným magnetickým kódem, tak se všechny magnetické rotory uvedou do pozice pro odemknutí klíčem. 2 tlačná stavítka se poté posunou vpřed a klíč odemkne popř. uzamkne. Magnety nereagují na magnetická pole vyskytující se v běžném životě. Permanentní magnety zaručují dlouhou životnost a nelze je dostupnými prostředky jak odmagnetizovat tak i přemagnetizovat. Mechanická kontrola probíhá prostřednictvím profilového systému (podélný profil) a prostřednictvím řízené detekce požadované pozice stavítek na obou hřbetech klíče s kontrolou proti manipulaci.

Bezpečnost vložky je zajištěna následujícími prvky- firma zaručuje, že každý vyrobený zámek a klíč je unikát, 6 aktivních a až 20dalších pozic detekce ověřující oprávnění uzamykat a odemykat, patentovaný podélný profil, trojnásobné zabezpečení prostřednictvím jedné magnetické a dvou mechanických úrovní kódování, magnety nelze

přemagnetizovat ani odmagnetizovat, při otočení klíče o 360° se 2x nezávisle prověřuje kódování, technologická ochrana před duplikáty, bezpečnostní karty a patenty klíčů. Velká četnost variací umožňuje komplexní hierarchii přístupové kontroly. [11]

### 8.3.3 DOM Diamant

Ocelová cylindrická vložka diamant se vyznačuje novými materiály těla a novou koncepcí zámkového mechanismu. Dle určení cylindrické vložky (vchodové dveře, interiérové dveře apod.) je použit materiál těla cylindrické vložky a to vysoce jakostní slitina oceli (MIM Steel Technology) či technologie Duracast případně jejich kombinace.



Obr. 23 DOM Diamant[12]

Zámkový mechanismus Dom Diamant využívá speciální technologii lamelových kotoučů, ochrana klíče je zajištěna pomocí třírozměrného kódování, cylindrická vložka s 21 rotujícími nezávislými segmenty (lamelami) uložených na každé straně zámku vyrobenými z oceli, dva kontrolní segmenty na začátku pro kontrolu profilu klíče, klíč obsahuje 35 autorizačních bodů, 10 volně rotujících ocelových omykacích segmentů na ložiscích, vysoká hodnota uzavíracího momentu celého systému je docílena pomocí tří uzavíracích a jedné uzamykací závory. [12]

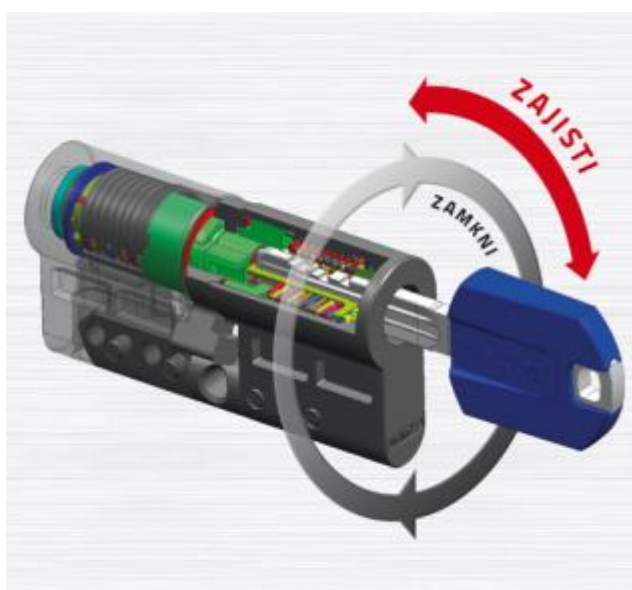
### 8.3.4 Tokoz Pro 400

Cylindrická vložka Tokoz Pro představuje vrchol bezpečnosti mezi cylindrickými vložkami. Tento nový uzamykací systém je zvláště odolný proti tzv. Nedestruktivním metodám překonání (planžetování, bumpingu, apod.). Klíčový zákryt z tvrzené oceli při pokusu o odvrtání rotuje. Tyto atributy společně s odolností vnitřního mechanismu proti vytržení staví tento typ cylindrické vložky a další výrobky s uzamykacím systémem tokoz pro na nejvyšší bezpečnostní úroveň.

Základ uzamykacího systému Tokoz Pro tvoří řada otočných stavítek rotujících ve speciálních vložkách, které tvoří samotný základ rotoru cylindrické vložky. Tento nový patentovaný systém je ovládán symetrickým klíčem, kterým je možné otočit až po úplném zasunutí klíče do vložky. Tím je znemožněno poškození vložky neoprávněnou nebo neodbornou manipulací. Zářezy klíče unáší otočná stavítka, která tvoří kombinační kód vložky. Stavítka jsou v obou směrech unášena klíčem. Není třeba žádných pružin k jejich vrácení do původní polohy. Tato základní výhoda umožňuje bezproblémové použití tohoto uzamykacího mechanismu i v extrémních klimatických podmínkách (voda, vlhkost, sníh, mráz, prach).

S tím také souvisí velice nízké opotřebení vnitřních součástí a následně i celková životnost a spolehlivost vložky, která po statisících cyklech odemčení a zamčení nevykazuje žádné problémy v chodu uzamykacího mechanismu. Je tedy vhodná pro velmi časté používání.

Jedinečnost této konstrukce oproti ostatním typům cylindrických vložek dále potvrzuje i fakt, že vložka po zasunutí klíče není ještě připravená k odemčení. Stavítka stále nejsou na úrovni share line a tudíž vložku nejde překonat vyhmatáním planžetou.



Obr. 24 Tokoz Pro[13]

Je nutné nejprve otočit klíčem o 90°, aby se stavítka srovnala do pozice „odemykání“ a teprve pak při dalším otáčení se odemkne – jedná se o „zajištění“ uzamykacího mechanismu. Jde o zásadní konkurenční výhodu, která cylindrickou vložku Tokoz Pro staví na vrchol odolnosti proti nedestruktivním metodám překonání, v poslední době značně se rozmáhajícím.



Kombinatoriku uzamykacího systému je možné navyšovat jednotlivými klíčovými profily, které jsou rovněž patentovány. Tím je zaručen vysoký počet uzávěrových kombinací, což ve svém důsledku přináší neopakovatelnost klíče.

U generálních klíčů je možné rozlišovat jednotlivé úrovně systému barevnými návleky u jednotlivých skupin klíčů. Další nespornou výhodou zámkové vložky Tokoz Pro je vysoká pasivní ochrana klíče, což znamená, že jakákoliv výroba duplikátů je možná pouze po předložení bezpečnostní karty. Ta je standardně dodávána k vložce. [13]

## 8.4 Nové trendy elektropick

U metody elektropick jsou nové trendy pouze u nových planžet a materiálu, z nichž jsou planžety vyrobeny, u samotného přístroje se jedná pouze o design, popř. o tvar rukojeti, aby se lépe držel. Se snahou výrobců vyrábět důmyslnější a bezpečnější zámky, je snaha i tyto zámky otevírat nedestruktivní metodou. Proto s příchodem nových typů zámku, přicházejí na trh i nové planžety.

### 8.4.1 Nové planžety

Nové planžety se liší hlavně tvarem, trendem dnešní doby je dělat tenké planžety, aby je bylo možné zasunout do zámků s překrytím profilem. Ovšem u tenkých planžet nastává problém s pevností a přenášením energie, aby se tyto negativní vlivy nestávaly, začali se planžety vyrábět z dalších druhů materiálů.

Pružinová ocel se upravuje ještě povrchovou úpravou nerez, déle jsou to government steel (vládní oceli), při použití této oceli je možné dosáhnout tloušťky planžety 0,38 mm, se kterou máme spousty místa pro manipulaci v překrytém profilu.



Obr. 25 Tenká planžeta [14]

Trendem poslední doby jsou planžety vyráběné z carbonu, nezanechávají totiž tak velké stopy, jako planžety vyrobené z kovových materiálů. Nevýhodou těchto planžet je jejich vysoká křehkost, proto se ještě pořádně nehodí na tuto metodu. Ale při vysoké citlivosti a zkušenostech nebude problém s planžetou pracovat.



Obr. 26 Planžeta z carbonu [14]

## ZÁVĚR

I když od ledna 2012 je v platnosti nová norma ČSN EN 1627 nahrazující normu dřívější, je veřejnost klamána, protože výrobci stále uvádějí na svých výrobcích starou normu označovanou ve 4 BT (bezpečnostní třída). Nová norma přitom stanovuje 6 tříd bezpečnosti a k ní navazující třídy odolnosti s označením RC 1 – 6. Samotná norma přitom nestanovuje požadavky na cylindrickou vložku z hlediska jejího překonání dynamickou nedestruktivní metodou elektropick, tak, aby mohla být zařazena do třídy odolnosti. Jelikož na úspěšnou aplikaci metody elektropick je potřeba znalost principu činnosti zámkového systému, zkušenost, zručnost, trénink techniky a v neposlední řadě samotná technika, bych navrhol zařadit cylindrické vložky s ochranou proti elektropick do třídy odolnosti RC 2. Nepříjemným zjištěním bylo, že z měřených vložek metodě elektropick nejméně odolávala finančně nejdražší vložka FAB 2000 zařazená do BT 4, přitom této metodě výrazně lépe odolávaly mnohonásobně levnější vložky jako FAB 200 či EVVA GPI. Z měřených vložek nejlépe dopadla vložka EVVA GPI, kterou se metodou elektropick nepodařilo ani jednou otevřít, protože má bezpečnostní ochranu překrytého profilu a planžetu se dovnitř vůbec nepodařilo zasunout. Dále dobře odolávaly v měřeném časovém intervalu vložka ABUS D10 a vložka FAB 1000.

Důležitou roli v konstrukci cylindrických vložek hrají i materiály používané pro výrobu jak celé vložky, tak samotných součástí jako jsou i stavítka. Experimentální měření aplikace elektropick metody na vzorkových vložkách ukázala, že rozdíl použitého materiálu na stavítka vede k rozdílné životnosti samotných vložek a má zásadní vliv při projevu destrukce cylindrických vložek při otevírání metodou elektropick, kdy v případě obyčejných mosazných stavítek dochází k jednotné destrukci a úbytku jak při běžném používání, tak i při použití metody elektropick, kdy úbytek je v obou případech podobný. Když jsou ve vložce použita novější stavítka také z mosazi, ale povrchově upravena niklem, dochází k rozdílné destrukci při běžném používání, když u nové vložky je destrukce stavítek minimální, stavítka jsou chráněna niklem, ale po asi roce užívání je povrch stavítka poškozen vlivem působení klíče. Povrchová úprava niklu je zničena a dochází k výraznější destrukci, přičemž měřením bylo zjištěno, že maximální možná míra destrukce stavítek je 1 mm. Tak hluboká je dosedací plocha klíče, při větší deformaci není možné vložku otevřít klíčem. Při používání metody elektropick docházelo jak u nových tak u použitých stavítek k podobné míře destrukce. Měřením bylo zjištěno, že u niklem povrchově upravených stavítek, při opakovaném působení elektropick přístroje dochází

k výrazné destrukci pouze v prvním kontaktu. Při opětovném působení dochází k minimální nebo žádné destrukci. Kdy jednotlivé působení metody elektropick trvalo do 30 sekund.

Na základě uvedeného, lze konstatovat, že při napadení cylindrické vložky metodou elektropick je destrukce na stavítka jak viditelná, tak ji můžeme i změřit. Problém je, že většinou nejsme schopni vědět míru destrukce vložky opotřebením. Proto je těžké změřit míru poškození. U novějších a tvrdších stavítek, se dá konstatovat, že ke značné destrukci metodou elektropick dochází jen v prvním použití, v dalším použití je téměř neměnná. Na základě uvedeného je nutné zvážit tyto fakta při zabezpečení majetku a zvážit použití zámkových vložek, které mají ochranu proti dynamickým nedestruktivním metodám. Diplomová práce dává ucelený přehled o metodách překonávání zámkových vložek se zaměřením na metodu elektropick. Podobně popisuje aplikaci elektropick a následnou destrukci vzniklou na stavítkách vložky. Uvádí nové trendy v ochraně před dynamickými nedestruktivními metodami překonávání cylindrických vložek. V současné době je mnoho zámků, které ještě nebyly dynamickými metodami překonány a je tedy na zvážení každého uživatele jakou ochranu svého majetku si zvolí.

**SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY**

- [1] IVANKA, Ján. *Mechanické zábranné systémy*. Vyd. 1. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2010, 151 s. ISBN 978-80-7318-910-5.
- [2] HAMERNÍK, Zdeněk. *Verifikace destrukce materiálových součástí zámkových systémů SG metodou*. Zlín, 2014. Dostupné z: <http://hdl.handle/10563/29918>. Diplomová práce. FAI UTB Zlín. Vedoucí práce Ing. Ján Ivanka.
- [3] IVANKA, Ján, ŠTEFÍK, Jan. Diferencie nedeštruktivných technik prekonávania zámkových systémov na čase. In: Security magazín – Alarm. Plettac Security, ročník XIII, č.:2/2011, Infodom s.r.o., Slovenská republika, 24-27 s. ISSN 1335-504 X.
- [4] BÜBL, Michael. *Tajemství zámečnictví: classic : návod k otevírání zámků*. Ernstbrunn: M. Bübl, 2007, 360 s. ISBN 978-3-9502213-2-9.
- [5] AD Security: *Klíčové systémy* [online]. [cit. 2015-02-22].  
Dostupné z: [http://www.adsecurity.cz/katalog/index.php?static\\_TB=2](http://www.adsecurity.cz/katalog/index.php?static_TB=2)
- [6] ČSN EN 1627: *Dvěře, okna, lehké obvodové pláště, mříže a okenice - Odolnost proti vloupání - Požadavky a klasifikace*. Praha: Český normalizační institut, 2012.
- [7] ČSN EN 1303: *Stavební kování - Cylindrické vložky pro zámkové - Požadavky a zkušební metody*. Praha: Český normalizační institut, 2005.
- [8] HÁNEČKA, Lubomír. *Průlomová odolnost a spolehlivost cylindrických vložek*. Zlín, 2010. Dostupné z: <http://hdl.handle.net/10563/12032>. Bakalářská práce. FAI UTB Zlín. Vedoucí práce Ing. Ján Ivanka.
- [9] *Tepelné zpracování a slinování: Cvičení TZS* [online]. [cit. 2015-03-29]. Dostupné z: <http://tzs.kmm.zcu.cz/material2.pdf>
- [20] ASSA ABLOY: *Cylindrické vložky* [online]. [cit. 2015-04-09]. Dostupné z: <http://www.assaabloy.cz/cs/local/cz/Produkty1/Cylindricke-vloky/Cylindricke-vloky/?groupId=286&productId=293>
- [31] EVVA: *Technologie - Systémy MCS* [online]. [cit. 2015-04-09]. Dostupné z: <http://www.evva.cz/produkty/mechanicke-uzamykaci-systemy/system-mcs/technologie/cz/>
- [42] ZAMKNUTO: *Dom Diamant - Vložky* [online]. [cit. 2015-04-15]. Dostupné z: <http://www.zamknuto.eu/produkty/vlozky/dom/dom-diamant.html>

- [53] *TOKOZ PRO: Cyindrické vložky - Tokoz Pro 400* [online]. [cit. 2015-04-15].  
Dostupné z: <http://tokozpro.cz/cs/produkty/cylindricke-vlozky/tokoz-pro-400/oboustranna/>
- [64] *Lockpick: Fórum českých lockpickerů* [online]. [cit. 2015-05-10]. Dostupné z:  
<http://www.lockpick.cz/>

**SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK**

MZS	Mechanické zábranné systémy.
ČSN	Česká technická norma.
EN	Evropská norma.
DIN	Německá průmyslová norma.
BT	Bezpečnostní třída.
RC	Třída odolnosti.
EU	Evropská unie.
prEN	Návrh evropské normy.
NBÚ	Národní bezpečnostní ústav.
ISO	Mezinárodní organizace pro normalizaci.
IEC	Mezinárodní elektrotechnická komise.
HB	Zkouška tvrdosti podle Brinella.
HRC	Zkouška tvrdosti podle Rockwella.
HV	Zkouška tvrdosti podle Vickerse.
PVD	Nanášení otěruvzdorného povlaku.
Ap.	A podobně.
Ra	Drsnost v mikrometrech.
MCS	Systém s magnetickým kódováním.
Min	Minuta.
mm	Milimetr.
Nm	Newtonmetr.
Ms	Milisekunda.
μm	Mikrometr.
mN	Milnewton.

**SEZNAM OBRÁZKŮ**

Obr. 1 Popis cylindrické vložky[2].....	18
Obr. 2 Detail klíče[2].....	20
Obr. 3 Elektropick.....	25
Obr. 4 Napínáky- vlevo pružný, vpravo pevný .....	26
Obr. 5 Planžety .....	27
Obr. 6 FAB 200 .....	28
Obr. 7 FAB 1000 .....	29
Obr. 8 FAB 2000 .....	30
Obr. 9 EVVA GPI.....	31
Obr. 10 ABUS D10.....	31
Obr. 11 Třídy odolnosti ČSN EN 1627 .....	34
Obr. 12 Nové stavítko .....	51
Obr. 13 Nové stavítko .....	52
Obr. 14 Stavítko po 250 použití.....	52
Obr. 15 Stavítka 1500 použití.....	53
Obr. 16 Poslední stavítko 5000 použití.....	54
Obr. 17 Míry destrukce elektropick .....	55
Obr. 18 Míry destrukce elektropick .....	56
Obr. 19 Velké míry destrukce.....	57
Obr. 20 Mikrometr.....	59
Obr. 21 Abloy Protect[10] .....	69
Obr. 22 EVVA MCS[11] .....	70
Obr. 23 DOM Diamant[12] .....	71
Obr. 24 Tokoz Pro[13].....	72
Obr. 25 Tenká planžeta [14] .....	73
Obr. 26 Planžeta z carbonu [14] .....	74



**SEZNAM TABULEK**

Tab. 1 Třída odolnosti RC[6].....	35
Tab. 2 Životnost.....	37
Tab. 3 Efektivní kombinace.....	38
Tab. 4 Počet pohyblivých stavítek.....	38
Tab. 5 Počet zářezů.....	39
Tab. 6 Odolnost proti vrtání.....	39
Tab. 7 Úspěšnost překonání FAB 200.....	43
Tab. 8 Doba překonání FAB 200.....	44
Tab. 9 Doba překonání FAB 200.....	46
Tab. 10 Míra opotřebení.....	60
Tab. 11 Nové stavítka, elektropick.....	61
Tab. 12 Použité stavítka, mosaz, elektropick.....	63
Tab. 13 Opakované působení elektropick, mosaz.....	64
Tab. 14 Opakované působení elektropick, nikl.....	65

**SEZNAM GRAFŮ**

Graf 1 Úspěšnost překonávání cylindrických vložek .....	44
Graf 2 Průměrná doba překonání cylindrických vložek .....	46
Graf 3 Míra opotřebení mosaz .....	60
Graf 4 Míra opotřebení mosaz, povrchová úprava nikl .....	61
Graf 5 Nové stavítka, mosaz, elektropick .....	62
Graf 6 Nové stavítka, nikl, elektropick .....	62
Graf 7 Použité stavítka, mosaz, elektropick .....	63
Graf 8 Použité stavítka, nikl, elektropick .....	64
Graf 9 Opakované působení elektropick, mosaz .....	65
Graf 10 Opakované působení elektropick, nikl .....	66

## SEZNAM PŘÍLOH

P I Měření průlomové odolnosti cylindrických vložek

## PŘÍLOHA P I: MĚŘENÍ PRŮLOMOVÉ ODOLNOSTI CYLINDRICKÝCH VLOŽEK

### 8.5 Úspěšnost překonávání cylindrických vložek metodou elektropick

#### 8.5.1 FAB 200

Cylindrická vložka FAB 200, která je ve třídě odolnosti 3, byl stanoven maximální čas na otevření zámku 15 min. Z celkových 100 pokusů o překonání vložky elektropickem při použití rovné planžety byla úspěšnost 82%.

Student/ Pokus	1	2	3	4	5
1	O	O	O	O	O
2	O	O	O	O	O
3	N	O	O	O	N
4	O	O	O	O	O
5	O	O	O	O	O
6	O	O	O	O	O
7	N	N	O	O	N
8	O	O	O	O	O
9	O	O	O	O	O
10	N	N	N	O	O
11	N	O	N	O	O
12	O	O	O	O	O
13	O	O	O	O	O
14	O	O	O	O	O
15	O	O	O	O	O
16	O	O	N	O	O
17	N	O	N	O	O
18	O	O	O	O	O
19	O	O	O	O	O
20	N	N	N	N	N

Tab. 15 Úspěšnost překonání FAB 200

### 8.5.2 FAB 1000

Cylindrická vložka FAB 1000, která je ve třídě odolnosti 4, byl stanoven maximální čas na otevření zámku 20 min. Z celkových 100 pokusů o překonání vložky elektropickem při použití rovné planžety byla úspěšnost 62%.

Student/ Pokus	1	2	3	4	5
1	N	O	N	O	O
2	N	O	O	N	O
3	O	N	N	O	N
4	O	O	O	O	O
5	O	N	O	O	N
6	O	O	O	O	O
7	N	N	N	N	N
8	O	O	O	O	O
9	O	N	O	N	O
10	O	O	N	N	O
11	O	O	O	O	O
12	O	O	O	O	O
13	N	N	N	O	O
14	N	O	N	O	O
15	N	O	N	N	O
16	N	O	N	O	O
17	O	O	N	O	O
18	N	O	O	O	O
19	O	N	O	N	N
20	N	N	N	N	N

Tab. 16 Úspěšnost překonání FAB 1000

### 8.5.3 FAB 2000

Cylindrická vložka FAB 2000, která je ve třídě odolnosti 4, byl stanoven maximální čas na otevření zámku 20 min. Z celkových 100 pokusů o překonání vložky elektropickem při použití rovné planžety byla úspěšnost 88%.

Student/ Pokus	1	2	3	4	5
1	O	O	O	O	O
2	O	O	O	O	O
3	N	N	O	O	O
4	O	O	O	O	O
5	O	O	O	O	O
6	O	O	O	O	O
7	O	N	O	O	N
8	O	O	O	O	O
9	O	O	O	O	O
10	O	O	O	O	O
11	O	O	O	O	N
12	O	O	N	O	O
13	O	N	O	O	O
14	N	O	O	O	O
15	N	N	O	O	O
16	O	O	O	O	O
17	O	N	O	O	O
18	O	O	O	O	O
19	O	O	O	O	O
20	O	O	O	O	N

Tab. 17 Úspěšnost překonání FAB 2000

#### 8.5.4 ABUS D10

Cylindrická vložka ABUS D10, která je ve třídě odolnosti 3, byl stanoven maximální čas na otevření zámku 15 min. Z celkových 100 pokusů o překonání vložky elektropickem při použití rovné planžety byla úspěšnost 67%.

Student/ Pokus	1	2	3	4	5
1	O	O	O	O	O
2	O	O	N	N	O
3	N	N	N	N	N
4	O	O	O	O	O
5	O	N	O	N	O
6	O	O	O	O	O
7	O	N	N	O	N
8	O	O	O	O	O
9	O	O	O	O	N
10	O	O	O	N	O
11	O	N	N	O	O
12	O	O	N	N	O
13	N	O	O	O	N
14	O	O	O	O	O
15	O	N	O	N	O
16	N	O	O	N	O
17	O	N	N	O	N
18	O	N	N	O	N
19	O	N	O	O	N
20	O	O	N	N	O

Tab. 18 Úspěšnost překonání ABUS D10

### 8.5.5 EVVA GPI

Cylindrická vložka EVVA GPI, která je ve třídě odolnosti 3, byl stanoven maximální čas na otevření zámku 15 min. Z celkových 100 pokusů o překonání vložky elektopickelem při použití rovné planžety byla úspěšnost 0%.

Student/ Pokus	1	2	3	4	5
1	N	N	N	N	N
2	N	N	N	N	N
3	N	N	N	N	N
4	N	N	N	N	N
5	N	N	N	N	N
6	N	N	N	N	N
7	N	N	N	N	N
8	N	N	N	N	N
9	N	N	N	N	N
10	N	N	N	N	N
11	N	N	N	N	N
12	N	N	N	N	N
13	N	N	N	N	N
14	N	N	N	N	N
15	N	N	N	N	N
16	N	N	N	N	N
17	N	N	N	N	N
18	N	N	N	N	N
19	N	N	N	N	N
20	N	N	N	N	N

Tab. 19 Úspěšnost překonání EVVA GPI



## 8.6 Planžeta snake

### 8.6.1 FAB 200

Cylindrická vložka FAB 200, která je ve třídě odolnosti 3, byl stanoven maximální čas na otevření zámku 15 min. Z celkových 100 pokusů o překonání vložky elektropickem při použití snake planžety byla úspěšnost 76%.

Student/ Pokus	1	2	3	4	5
1	O	O	O	O	O
2	O	O	N	O	O
3	N	N	O	O	N
4	O	O	O	O	O
5	O	N	O	N	O
6	O	O	O	O	O
7	N	N	O	N	O
8	O	O	O	O	O
9	O	N	O	N	O
10	O	O	O	O	N
11	N	O	N	O	O
12	O	N	O	O	O
13	N	O	N	O	O
14	O	N	N	O	O
15	N	O	O	N	O
16	O	O	O	O	O
17	N	O	O	O	O
18	O	O	O	O	O
19	O	O	N	O	O
20	N	O	O	O	O

Tab. 20 Úspěšnost překonání FAB 200

### 8.6.2 FAB 1000

Cylindrická vložka FAB 1000, která je ve třídě odolnosti 4, byl stanoven maximální čas na otevření zámku 20 min. Z celkových 100 pokusů o překonání vložky elektropickem při použití snake planžety byla úspěšnost 55%.

Student/ Pokus	1	2	3	4	5
1	N	O	N	N	O
2	O	N	O	N	N
3	N	N	O	N	N
4	O	O	O	O	O
5	N	O	O	O	O
6	O	O	O	O	O
7	N	N	N	O	N
8	O	O	O	O	O
9	N	N	N	O	N
10	N	N	N	N	O
11	O	O	N	O	N
12	O	O	O	O	N
13	N	O	O	N	O
14	O	O	O	N	N
15	N	N	N	O	O
16	O	O	O	O	O
17	N	O	O	N	N
18	N	N	O	O	O
19	N	N	N	O	N
20	N	N	N	O	O

Tab. 21 Úspěšnost překonání FAB 1000

### 8.6.3 FAB 2000

Cylindrická vložka FAB 2000, která je ve třídě odolnosti 4, byl stanoven maximální čas na otevření zámku 20 min. Z celkových 100 pokusů o překonání vložky elektropickem při použití snake planžety byla úspěšnost 87%.

Student/ Pokus	1	2	3	4	5
1	O	O	O	O	O
2	O	O	O	O	O
3	N	N	N	N	O
4	O	O	O	O	O
5	O	N	O	O	O
6	O	O	O	O	O
7	O	N	O	O	N
8	O	O	O	O	O
9	O	O	O	O	O
10	O	O	O	N	O
11	O	N	O	O	O
12	O	O	O	N	O
13	N	O	O	O	O
14	O	O	O	O	O
15	O	O	O	O	O
16	N	O	O	O	O
17	O	O	O	O	O
18	O	O	O	O	O
19	O	O	N	O	O
20	O	O	O	O	O

Tab. 22 Úspěšnost překonání FAB 2000

#### 8.6.4 ABUS D10

Cylindrická vložka ABUS D10, která je ve třídě odolnosti 3, byl stanoven maximální čas na otevření zámku 15 min. Z celkových 100 pokusů o překonání vložky elektropickelem při použití snake planžety byla úspěšnost 52%.

Student/ Pokus	1	2	3	4	5
1	N	O	N	O	O
2	N	O	N	N	O
3	N	N	N	N	N
4	O	N	O	O	O
5	N	N	O	N	N
6	O	N	N	O	N
7	O	N	N	O	N
8	N	N	N	N	N
9	N	O	O	O	N
10	O	O	O	O	O
11	N	N	O	N	O
12	O	N	N	O	O
13	O	O	N	O	O
14	O	N	O	N	O
15	O	O	O	O	O
16	N	O	N	O	N
17	N	O	O	O	O
18	O	O	O	N	N
19	N	N	N	O	N
20	O	O	N	N	O

Tab. 23 Úspěšnost překonání ABUS D10

### 8.6.5 EVVA GPI

Cylindrická vložka EVVA GPI, která je ve třídě odolnosti 3, byl stanoven maximální čas na otevření zámku 15 min. Z celkových 100 pokusů o překonání vložky elektropickem při použití snake planžety byla úspěšnost 0%.

Student/ Pokus	1	2	3	4	5
1	N	N	N	N	N
2	N	N	N	N	N
3	N	N	N	N	N
4	N	N	N	N	N
5	N	N	N	N	N
6	N	N	N	N	N
7	N	N	N	N	N
8	N	N	N	N	N
9	N	N	N	N	N
10	N	N	N	N	N
11	N	N	N	N	N
12	N	N	N	N	N
13	N	N	N	N	N
14	N	N	N	N	N
15	N	N	N	N	N
16	N	N	N	N	N
17	N	N	N	N	N
18	N	N	N	N	N
19	N	N	N	N	N
20	N	N	N	N	N

Tab. 24 Úspěšnost překonání EVVA GPI

## 8.7 Planžeta rake

### 8.7.1 FAB 200

Cylindrická vložka FAB 200, která je ve třídě odolnosti 3, byl stanoven maximální čas na otevření zámku 15 min. Z celkových 100 pokusů o překonání vložky elektropickem při použití rake planžety byla úspěšnost 0%.

Student/ Pokus	1	2	3	4	5
1	O	O	O	O	O
2	O	O	O	N	O
3	O	O	N	O	O
4	O	O	O	O	O
5	O	N	O	O	O
6	O	O	O	N	O
7	N	N	N	O	N
8	O	O	O	O	O
9	O	O	O	O	O
10	O	O	N	O	O
11	O	N	O	O	O
12	O	O	O	O	O
13	O	N	O	O	O
14	O	O	O	O	O
15	O	O	O	N	O
16	O	O	O	O	O
17	N	O	O	N	O
18	O	N	O	O	O
19	O	N	N	O	O
20	O	O	O	O	O

Tab. 25 Úspěšnost překonání FAB 200

### 8.7.2 FAB 1000

Cylindrická vložka FAB 1000, která je ve třídě odolnosti 4, byl stanoven maximální čas na otevření zámku 20 min. Z celkových 100 pokusů o překonání vložky elektropickem při použití rake planžety byla úspěšnost 61%.

Student/ Pokus	1	2	3	4	5
1	O	O	N	O	N
2	N	O	O	N	O
3	N	N	N	O	N
4	N	O	O	O	N
5	O	N	O	O	N
6	O	O	O	O	O
7	N	O	O	N	N
8	O	N	O	O	N
9	O	N	N	N	O
10	N	O	N	N	O
11	O	N	O	N	O
12	N	O	O	O	O
13	O	O	O	N	O
14	O	O	N	O	N
15	O	O	O	O	O
16	O	O	O	N	O
17	N	N	O	O	O
18	N	N	N	N	N
19	O	N	O	O	O
20	N	O	O	O	O

Tab. 26 Úspěšnost překonání FAB 1000

### 8.7.3 FAB 2000

Cylindrická vložka FAB 2000, která je ve třídě odolnosti 4, byl stanoven maximální čas na otevření zámku 20 min. Z celkových 100 pokusů o překonání vložky elektropickem při použití rake planžety byla úspěšnost 97%.

Student/ Pokus	1	2	3	4	5
1	O	O	O	O	O
2	O	O	O	O	O
3	O	O	O	O	O
4	O	O	O	O	O
5	O	O	O	O	O
6	O	O	O	O	O
7	O	O	N	O	O
8	O	O	O	O	O
9	O	O	O	O	O
10	O	O	O	O	O
11	O	O	O	O	O
12	O	O	O	O	O
13	O	O	O	O	O
14	O	O	O	O	O
15	O	N	O	O	O
16	O	O	O	O	O
17	O	O	O	O	O
18	O	O	O	O	O
19	N	O	O	O	O
20	O	O	O	O	O

Tab. 27 Úspěšnost překonání FAB 2000



#### 8.7.4 ABUS D10

Cylindrická vložka ABUS D10, která je ve třídě odolnosti 3, byl stanoven maximální čas na otevření zámku 15 min. Z celkových 100 pokusů o překonání vložky elektopickelem při použití rake planžety byla úspěšnost 66%.

Student/ Pokus	1	2	3	4	5
1	N	N	O	O	O
2	O	O	O	O	O
3	N	N	O	N	N
4	O	O	O	O	O
5	N	O	N	N	O
6	O	O	N	O	O
7	N	N	N	N	N
8	O	O	N	O	O
9	O	N	O	O	N
10	O	O	O	O	O
11	N	N	O	O	O
12	O	O	N	N	O
13	O	O	O	N	O
14	O	O	O	O	O
15	N	N	N	O	O
16	N	N	O	O	O
17	O	O	O	O	O
18	O	O	N	O	O
19	N	N	N	N	N
20	O	O	O	O	O

Tab. 28 Úspěšnost překonání ABUS D10

### 8.7.5 EVVA GPI

Cylindrická vložka EVVA GPI, která je ve třídě odolnosti 3, byl stanoven maximální čas na otevření zámku 15 min. Z celkových 100 pokusů o překonání vložky elektopickelem při použití rake planžety byla úspěšnost 0%.

Student/ Pokus	1	2	3	4	5
1	N	N	N	N	N
2	N	N	N	N	N
3	N	N	N	N	N
4	N	N	N	N	N
5	N	N	N	N	N
6	N	N	N	N	N
7	N	N	N	N	N
8	N	N	N	N	N
9	N	N	N	N	N
10	N	N	N	N	N
11	N	N	N	N	N
12	N	N	N	N	N
13	N	N	N	N	N
14	N	N	N	N	N
15	N	N	N	N	N
16	N	N	N	N	N
17	N	N	N	N	N
18	N	N	N	N	N
19	N	N	N	N	N
20	N	N	N	N	N

Tab. 29 Úspěšnost překonání EVVA GPI

## 8.8 Potřebný čas na překonání cylindrických vložek metodou elektropick

### 8.8.1 FAB 200

Cylindrickou vložka FAB 200 trvalo v průměru překonat nedestruktivní metodou elektropick s rovnou planžetou 228 sekund při 82% úspěšnosti. Nejkratší čas překonání vložky byl 16 sekund.

Student/ Pokus	1	2	3	4	5
1	80	41	20	32	36
2	238	201	423	126	198
3	-	638	793	812	-
4	66	49	22	28	18
5	123	161	173	111	263
6	636	521	328	664	486
7	-	-	826	624	-
8	96	86	93	93	71
9	293	356	201	126	198
10	-	-	-	263	726
11	-	578	-	453	698
12	53	78	92	25	16
13	489	105	89	36	28
14	278	302	378	259	248
15	67	53	40	59	69
16	485	507	-	698	354
17	-	456	-	752	661
18	16	32	34	26	33
19	112	148	169	100	67
20	-	-	-	-	-

Tab. 30 Doba překonání FAB 200

### 8.8.2 FAB 1000

Cylindrickou vložka FAB 1000 trvalo v průměru překonat nedestruktivní metodou elektropick s rovnou planžetou 528 sekund při 62% úspěšnosti. Nejkratší čas překonání vložky byl 102 sekund.

Student/ Pokus	1	2	3	4	5
1	-	333	-	129	490
2	-	513	773	-	231
3	880	-	-	632	-
4	308	425	469	572	320
5	701	-	824	868	-
6	269	735	809	639	129
7	-	-	-	-	-
8	322	112	159	224	284
9	489	-	583	599	408
10	527	409	-	-	147
11	113	187	259	102	279
12	665	473	593	628	482
13	-	-	-	1005	1119
14	-	900	-	687	982
15	-	1179	-	-	963
16	-	879	-	429	853
17	471	359	-	287	429
18	321	389	347	201	199
19	483	-	1153	-	-
20	-	-	-	-	-

Tab. 31 Doba překonání FAB 1000

### 8.8.3 FAB 2000

Cylindrickou vložka FAB 2000 trvalo v průměru překonat nedestruktivní metodou elektropick s rovnou planžetou 200 sekund při 88% úspěšnosti. Nejkratší čas překonání vložky byl 1 sekunda.

Student/ Pokus	1	2	3	4	5
1	7	3	1	1	3
2	42	18	42	37	29
3	-	-	429	531	371
4	4	2	1	5	2
5	26	27	34	8	26
6	352	429	93	187	224
7	692	-	882	631	-
8	74	23	18	49	55
9	44	28	37	94	70
10	326	204	231	127	99
11	237	492	359	789	-
12	230	349	-	473	591
13	19	12	7	11	6
14	-	489	69	10	19
15	-	-	972	689	125
16	13	2	1	3	1
17	492	-	582	429	278
18	123	189	248	62	29
19	29	37	46	23	17
20	749	540	348	776	-

Tab. 32 Doba překonání FAB 2000

#### 8.8.4 ABUS D10

Cylindrickou vložka ABUS D10 trvalo v průměru překonat nedestruktivní metodou elektropick s rovnou planžetou 452 sekund při 67% úspěšnosti. Nejkratší čas překonání vložky byl 94 sekund.

Student/ Pokus	1	2	3	4	5
1	124	385	196	201	101
2	493	567	-	-	542
3	-	-	-	-	-
4	428	595	400	390	159
5	493	-	808	-	549
6	120	101	94	224	156
7	424	-	-	796	-
8	262	492	583	429	308
9	460	629	771	490	-
10	631	635	147	-	592
11	789	-	-	691	756
12	546	371	-	-	765
13	-	428	743	584	-
14	244	396	276	221	349
15	329	-	749	-	258
16	-	894	279	-	698
17	662	-	-	509	-
18	306	-	-	350	-
19	759	-	639		-
20	367	720	-	-	806

Tab. 33 Doba překonání ABUS D10

### 8.8.5 EVVA GPI

Cylindrickou vložka EVVA GPI se žádnému ze studentů nepodařilo překonat, protože vložka má překrytý profil a planžetu do něj nebylo možné zasunout.

Student/ Pokus	1	2	3	4	5
1	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-
3	-	-	-	-	-
4	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-
11	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-
13	-	-	-	-	-
14	-	-	-	-	-
15	-	-	-	-	-
16	-	-	-	-	-
17	-	-	-	-	-
18	-	-	-	-	-
19	-	-	-	-	-
20	-	-	-	-	-

Tab. 34 Doba překonání EVVA GPI

## 8.9 Planžeta snake

### 8.9.1 FAB 200

Cylindrickou vložka FAB 200 trvalo v průměru překonat nedestruktivní metodou elektropick s snake planžetou 319 sekund při 76% úspěšnosti. Nejkratší čas překonání vložky byl 15 sekund.

Student/ Pokus	1	2	3	4	5
1	99	84	69	35	96
2	458	324	-	845	423
3	-	-	701	874	-
4	126	89	24	19	15
5	539	-	721	-	767
6	418	303	247	405	383
7	-	-	639	-	534
8	73	56	49	78	39
9	799	-	809	-	621
10	726	585	763	426	-
11	-	627	-	536	207
12	308	-	408	638	279
13	-	128	-	359	278
14	789	-	-	639	504
15	-	439	287	-	101
16	20	29	18	20	19
17	-	498	297	80	66
18	87	53	45	33	39
19	157	681	-	327	202
20	-	459	158	100	69

Tab. 35 Doba překonání FAB 200



### 8.9.2 FAB 1000

Cylindrickou vložka FAB 1000 trvalo v průměru překonat nedestruktivní metodou elektropick s snake planžetou 427 sekund při 55% úspěšnosti. Nejkratší čas překonání vložky byl 87 sekund.

Student/ Pokus	1	2	3	4	5
1	-	124	-	-	836
2	400	-	661	-	-
3	-	-	591	-	-
4	429	584	463	555	321
5	-	660	709	833	485
6	309	329	101	87	142
7	-	-	-	489	-
8	501	424	326	480	593
9	-	-	-	843	-
10	-	-	-	-	881
11	637	883	-	1008	-
12	589	426	1139	874	-
13	-	997	1136	-	689
14	389	578	772	-	-
15	-	-	-	789	854
16	129	259	147	226	177
17	-	789	956	-	-
18	-	-	1035	634	578
19	-	-	-	927	-
20	-	-	-	697	986

Tab. 36 Doba překonání FAB 1000

### 8.9.3 FAB 2000

Cylindrickou vložka FAB 2000 trvalo v průměru překonat nedestruktivní metodou elektropick s snake planžetou 183 sekund při 87% úspěšnosti. Nejkratší čas překonání vložky byl 2 sekundy.

Student/ Pokus	1	2	3	4	5
1	12	19	29	17	29
2	48	21	10	8	14
3	-	-	-	-	329
4	4	3	5	2	7
5	99	-	129	377	142
6	11	8	24	29	19
7	793	-	735	601	-
8	92	67	61	59	24
9	199	107	29	135	267
10	433	548	589	-	397
11	569	-	268	879	359
12	256	248	987	-	239
13	-	429	357	330	258
14	10	9	5	2	2
15	35	33	27	49	19
16	-	489	129	69	101
17	16	10	17	35	9
18	67	89	120	69	92
19	482	975	-	789	452
20	5	9	7	4	2

Tab. 37 Doba překonání FAB 2000

#### 8.9.4 ABUS D10

Cylindrickou vložka ABUS D10 trvalo v průměru překonat nedestruktivní metodou elektropick s snake planžetou 527 sekund při 52% úspěšnosti. Nejkratší čas překonání vložky byl 123 sekund.

Student/ Pokus	1	2	3	4	5
1	-	426	-	893	421
2	-	502	-	-	698
3	-	-	-	-	-
4	123	-	429	203	169
5	-	-	666	-	-
6	893	-	-	851	-
7	609	-	-	832	-
8	-	-	-	-	-
9	-	438	572	499	-
10	550	-	-	-	689
11	-	-	879	-	637
12	789	-	-	659	751
13	654	357	-	459	570
14	350	-	780	-	555
15	201	127	185	271	323
16	-	741	-	858	-
17	-	782	539	127	254
18	206	193	547	477	896
19	-	-	-	757	-
20	659	459	-	-	878

Tab. 38 Doba překonání ABUS D10

### 8.9.5 EVVA GPI

Cylindrickou vložka EVVA GPI se žádnému ze studentů nepodařilo překonat, protože vložka má překrytý profil a planžetu do něj nebylo možné zasunout.

Student/ Pokus	1	2	3	4	5
1	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-
3	-	-	-	-	-
4	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-
11	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-
13	-	-	-	-	-
14	-	-	-	-	-
15	-	-	-	-	-
16	-	-	-	-	-
17	-	-	-	-	-
18	-	-	-	-	-
19	-	-	-	-	-
20	-	-	-	-	-

Tab. 39 Doba překonání EVVA GPI

## 8.10 Planžeta rake

### 8.10.1 FAB 200

Cylindrickou vložka FAB 200 trvalo v průměru překonat nedestruktivní metodou elektropick s rake planžetou 303 sekund při 83% úspěšnosti. Nejkratší čas překonání vložky byl 19 sekund.

Student/ Pokus	1	2	3	4	5
1	23	31	28	21	23
2	826	739	627	-	526
3	449	309	-	631	844
4	28	19	39	26	27
5	293	-	321	473	766
6	609	658	733	-	845
7	-	-	-	889	-
8	67	66	56	51	59
9	99	86	148	77	93
10	900	742	-	669	524
11	455	-	324	200	176
12	23	45	36	22	28
13	578	-	558	689	357
14	125	129	187	85	129
15	355	189	205	-	647
16	122	63	45	56	28
17	-	556	300	-	429
18	369	-	548	222	454
19	455	-	-	665	701
20	21	45	29	24	38

Tab. 40 Doba překonání FAB 200

### 8.10.2 FAB 1000

Cylindrickou vložka FAB 1000 trvalo v průměru překonat nedestruktivní metodou elektropick s rake planžetou 530 sekund při 61% úspěšnosti. Nejkratší čas překonání vložky byl 149 sekund.

Student/ Pokus	1	2	3	4	5
1	392	584	-	149	-
2	-	618	704	-	553
3	-	-	-	800	-
4	-	487	327	632	-
5	486	-	299	576	-
6	333	271	456	238	492
7	-	524	429	-	-
8	467	-	669	689	-
9	445	-	-	-	732
10	-	529	-	-	586
11	987	-	536	-	725
12	-	993	321	516	565
13	298	335	498	-	598
14			-		-
15	365	201	169	587	989
16	654	369	458	789	452
17	-	-	1109	987	498
18	-	-	-	-	-
19	459	-	326	208	578
20	-	598	898	1012	789

Tab. 41 Doba překonání FAB 1000

### 8.10.3 FAB 2000

Cylindrickou vložka FAB 2000 trvalo v průměru překonat nedestruktivní metodou elektropick s rake planžetou 142 sekund při 97% úspěšnosti. Nejkratší čas překonání vložky byl 1 sekunda.

Student/ Pokus	1	2	3	4	5
1	1	1	2	3	1
2	22	23	17	18	29
3	236	289	196	121	353
4	5	6	7	1	3
5	12	10	11	4	7
6	238	100	149	122	83
7	356	489	-	202	794
8	44	35	36	42	29
9	84	129	74	88	77
10	222	256	327	193	259
11	159	126	89	15	98
12	77	99	123	56	78
13	4	6	7	3	2
14	100	356	126	459	359
15	892	-	326	157	1129
16	10	19	8	7	18
17	56	68	15	75	23
18	157	145	28	108	63
19	-	859	645	357	157
20	56	69	45	78	35

Tab. 42 Doba překonání FAB 2000

#### 8.10.4 ABUS D10

Cylindrickou vložka ABUS D10 trvalo v průměru překonat nedestruktivní metodou elektropick s rake planžetou 538 sekund při 66% úspěšnosti. Nejkratší čas překonání vložky byl 247 sekund.

Student/ Pokus	1	2	3	4	5
1	-	-	536	487	692
2	381	489	516	698	306
3	-	-	726	-	-
4	393	481	380	516	400
5	-	495	-	-	881
6	677	879	-	391	797
7	-	-	-	-	-
8	487	790	-	644	501
9	499	-	359	618	-
10	397	454	673	894	493
11	-	-	856	623	458
12	575	665	-	-	857
13	323	369	405	-	570
14	656	354	454	356	789
15	-	-	-	898	758
16	-	-	799	356	354
17	456	247	359	289	303
18	578	898	-	350	578
19	-	-	-	-	-
20	545	300	453	245	487

Tab. 43 Doba překonání ABUS D10



### 8.10.5 EVVA GPI

Cylindrickou vložka EVVA GPI se žádnému ze studentů nepodařilo překonat, protože vložka má překrytý profil a planžetu do něj nebylo možné zasunout.

Student/ Pokus	1	2	3	4	5
1	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-
3	-	-	-	-	-
4	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-
11	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-
13	-	-	-	-	-
14	-	-	-	-	-
15	-	-	-	-	-
16	-	-	-	-	-
17	-	-	-	-	-
18	-	-	-	-	-
19	-	-	-	-	-
20	-	-	-	-	-

Tab. 44 Doba překonání EVVA GPI