

Hardwarová realizace testovacího zařízení pro zámkové systémy

Bc. Adam Klinčůch

Diplomová práce
2020



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta aplikované informatiky

Ústav elektroniky a měření

Akademický rok: 2019/2020

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE (projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Bc. Adam Klinčůch**
Osobní číslo: **A18317**
Studijní program: **N3902 Inženýrská informatika**
Studijní obor: **Bezpečnostní technologie, systémy a management**
Forma studia: **Prezenční**
Téma práce: **Hardwarová realizace testovacího zařízení pro zámkové systémy**
Téma práce anglicky: **Hardware Realisation of a Testing Device for Lock Systems**

Zásady pro vypracování

1. Seznamte se v teoretické části diplomové práce s problematikou zámkových systémů.
2. Seznamte se s problematikou statického a dynamického testování cylindrických vložek a proveďte specifikaci vybraných uzamykacích systémů.
3. Proveďte hardwarovou realizaci tvořenou krokovými motory SX 23 a SX 24 pro testování mechanického opotřebení vybraných typů cylindrických vložek.
4. Proveďte experiment pro zjištění materiálové únavy testovaných cylindrických vložek.
5. Verifikujte výsledky a graficky zpracujte.

Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**

Seznam doporučené literatury:

1. Tobolski E.: Uncertainty in Hardness testing. (part 2). Advanced materials & processes. 2003, Vol. 161, No. 5, p. 25. ISSN 0882-7958.
2. Plura J.: Planning and continuous improvement of quality, Computer Press, Praha, 2001, p. 142-154. ISBN 80-7226-543-1.
3. Wehrstedt, A.: „Situation of standardization in the field of mechanical testing and measurement“, VDI Berichte 1685, Joint International Conference IMEKO 2002, Celle, S. 209-220, ISBN 3-18-091685-0
4. Bělohávek R., Sklenář V., Zaccal J.: Formal concept analysis with hierarchically ordered attributes. Int. J. General Systems 33(4)(2004), 283-294.
5. Tokoz: Zámky a kování. Dostupné z: <https://www.tokoz.cz/zamky>

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Ján Ivanka
Ústav bezpečnostního inženýrství

Datum zadání diplomové práce: 9. prosince 2019
Termín odevzdání diplomové práce: 29. května 2020



L.S.

doc. Mgr. Milan Adámek, Ph.D.
děkan

Ing. Milan Navrátil, Ph.D.
ředitel ústavu

Ve Zlíně dne 9. prosince 2019

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové 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 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 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 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 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 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, dne

.....
podpis diplomanta

ABSTRAKT

Diplomová práca je zameraná na hardwarovú realizáciu testovacieho zariadenia určeného pre materiálové opotrebenie zámkových systémov. Teoretická časť diplomovej práce sa zaoberá podrobným popisom statických a dynamických skúšok materiálov cylindrických vložiek a problematikou zámkových systémov ako podsystémov dverných konštrukcií. Praktická časť diplomovej práce pozostáva z hardwarovej realizácie testovacieho zariadenia tvorenou krokovým motorom Microcon SX23-2727 (D), napájacím zdrojom PS 35 a riadiacou jednotkou Microcon CD30x. V ďalšej časti práce sú vybrané cylindrické vložky otestované na dvojosej vyrovnávacej testovacej lavici na vopred určený počet cyklov. Získané výsledky sú prezentované grafickou formou v závere práce.

Kľúčové slová: zámkový systém, cylindrická vložka, krokový motor, kontrolér, testovanie, materiálová únava, obvod 1486

ABSTRACT

The diploma thesis is focused on the hardware implementation of a test device designed for material wear of locking systems. The theoretical part of the diploma thesis deals with a detailed description of static and dynamic tests of materials of cylindrical inserts and the issue of locking systems as subsystems of door constructions. The practical part of the diploma thesis consists of a hardware implementation of a test device consisting of a stepper motor Microcon SX23-2727 (D), a power supply PS 35 and a control unit Microcon CD30x. In the next part of the work, selected cylindrical inserts are tested on a biaxial leveling test bench for a predetermined number of cycles. The obtained results are presented in graphical form at the end of the work.

Keywords: locking system, cylindrical insert, stepper motor, controller, testing, material fatigue , circuit 1486

Na tomto mieste by som sa rád poďakoval vedúcemu mojej diplomovej práce Ing. Jánovi Ivankovi za cenné odborné rady pri vedení práce.

Ďalej sa chcem poďakovať svojej rodine a priateľom za podporu počas celého štúdia.

OBSAH

ÚVOD	8
I TEORETICKÁ ČASŤ	9
1 MATERIÁLOVÉ SKÚŠKY TVRDOSTI KOVOV	10
1.1 STATICKÉ SKÚŠKY TVRDOSTI KOVOV	10
1.1.1 Brinellova skúška tvrdosti.....	10
1.1.2 Rockwellova skúška tvrdosti.....	11
1.1.3 Vickersova skúška tvrdosti.....	11
1.1.4 Knoopova skúška tvrdosti.....	12
1.2 DYNAMICKÉ SKÚŠKY TVRDOSTI KOVOV	12
1.2.1 Baumanove kladívko	12
1.2.2 Metóda pružného odrazu.....	12
1.2.3 Shoreho skleroskop	13
1.2.4 Duroskop	13
2 TVRDOSŤ MATERIÁLU CYLINDRICKEJ VLOŽKY A VPLYV NA JEJ OPOTREBENIE	14
2.1 TVRDOSŤ	14
2.2 MIKROTVRDOSŤ	14
2.3 DRSNOSŤ	15
2.4 ADHÉZIA	15
3 PEVNOSŤ, BEZPEČNOSŤ A ŽIVOTNOSŤ CYLINDRICKÝCH VLOŽIEK	16
3.1 ŽIVOTNOSŤ	16
4 MECHANICKÉ KĽÚČOVÉ ZÁMKY	18
4.1 ZÁMKY S OBOJSTRANNÝMI KRÍDLAMI.....	18
4.1.1 Prvý variant	18
4.1.2 Druhý variant.....	19
4.2 CYLINDRICKÁ VLOŽKA	19
4.2.1 Komponenty cylindrickej vložky	20
4.3 KĽÚČ.....	21
4.3.1 Zúbkový kľúč jednostranný	21
4.3.2 Jamkový jednoradový kľúč	22
4.3.3 Zúbkovo jamkový kľúč	22
4.3.4 Jamkový viacradový kľúč	23
4.3.5 Kľúč do visiacich zámkov od výrobcu TOKOZ.....	23
4.3.6 Kľúč schránkový od výrobcu Elko	24
4.3.7 Kľúč viacdrážkový	24
4.3.8 Tvarový kľúč	24
4.3.9 Magnetický kľúč	25
4.3.10 Dózický kľúč	25
4.3.11 Zúbkovaný dvojstranný kľúč	26
4.3.12 Trezorový kľúč	26
4.3.13 Rúrkový kľúč	27
4.3.14 Pichací kľúč.....	27
4.3.15 Kľúč pre cylindrickú vložku s teleskopickými stavítkami.....	28

4.4	BEZPEČNOSŤ ZÁMKOVÉHO KEÚČA.....	28
II	PRAKTICKÁ ČASŤ	30
5	NÁVRH KOMPONENTOV V PROGRAME AUTOCAD.....	31
6	KROKOVÝ MOTOR SX23-2727 (D)	36
6.1	ZAPOJENIE KROKOVÉHO MOTORU MICROCON SX23-2727 (D)	37
7	JEDNOTKA PRE RIADENIE KROKOVÝCH MOTOROV TYP CD30X.....	38
8	NAPÁJACÍ ZDROJ PS 35	40
8.1	WAGO TYP 741	40
9	HARDWAROVÁ REALIZÁCIA TESTOVACIEHO ZARIADENIA.....	42
9.1	KUSOVNÍK	42
9.2	PROCES MONTÁŽEA OSADENIA JEDNOTLIVÝCH KOMPONENTOV NA PODSTAVEC	46
10	FORMÁLNA KONCEPTUÁLNA ANALÝZA.....	52
10.1	CONEXP	52
11	TESTOVANÉ CYLINDRICKÉ VLOŽKY	54
11.1	FIRMA TOKOZ A.S.....	54
11.2	FIRMA FAB ASSA ABLOY S.R.O	54
11.2.1	FAB 200 RSG	55
11.3	TESTOVACÍ SOFTWARE INMOTION PC UTILITIES PRE RIADENIE KROKOVÉHO MOTORU MICROCON SX23-2727 (D)	56
11.3.1	Programovacie prostredie Inmotion PC utilities	56
11.3.2	Časť výpisu základných riadiacich povelových inštrukcií s podprogramom (SUBPROGRAM & MICROSTEPPING) pre slučkové povely.....	58
12	VÝSLEDKY DIPLOMOVEJ PRÁCE.....	59
	ZÁVER.....	62
	ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY.....	63
	ZOZNAM POUŽITÝCH SYMBOLOV A SKRATIEK	65
	ZOZNAM OBRÁZKOV	67
	ZOZNAM TABULIEK	69
	ZOZNAM PRÍLOH – VÝKRESOVÁ DOKUMENTÁCIA	70

ÚVOD

Predložená diplomová práca je zameraná na hardwarovú realizáciu testovacieho zariadenia pre zámkové systémy. Diplomová práca je rozdelená na teoretickú a praktickú časť.

Teoretická časť je zameraná na statické a dynamické skúšky tvrdosti kovov, problematiku tvrdosti materiálov cylindrickej vložky a vplyv na jej opotrebenie. Samostatná kapitola je venovaná pevnosti, bezpečnosti a životnosti cylindrických vložiek. Ďalšia časť diplomovej práce je tvorená popisom jednotlivých typov zámkových systémov, cylindrickej vložky a jednotlivých typov kľúčov.

Praktická časť diplomovej práce pozostáva z výkresovej časti dvojosej vyrovnávacej testovacej lavice a všetkými jej súčasťami navrhnutými a vytvorenými v programe a prostredí AutoCAD. Ďalšia časť patrí samotnej hardwarovej realizácii s podrobným popisom jednotlivých krokov montáže a priloženou fotodokumentáciou. Po zrealizovaní a skompletovaní hardwarového testovacieho zariadenia dôjde k otestovaniu vybraných typov cylindrických vložiek k účelu zistenia ich materiálového opotrebenia. Test bude pozostávať z polcyklu, ktorý je tvorený zasunutím kľúča do jadra valca cylindrickej vložky a následného vysunutia. Pred začiatkom testu materiálového opotrebenia sú fotograficky zadokumentované jednotlivé kľúče, z dôvodu následného porovnania kľúčov po otestovaní na dvojosej vyrovnávacej testovacej lavici.

V závere práce sú zistené výsledky prezentované grafickou formou a vo forme konceptuálneho zväzu.

I. TEORETICKÁ ČASŤ

1 MATERIÁLOVÉ SKÚŠKY TVRDOSTI KOVOV

Tvrdosť je mechanická vlastnosť, ktorá sa využíva v spojitosti s kovovými materiálmi. Podľa tvrdosti materiálu vieme určiť ďalšie jeho vlastnosti.

Definícia tvrdosti: „Tvrdosť je definovaná ako odpor, ktorý kladie materiál proti vnikaniu cudzieho telesa.“

Hodnoty tvrdosti sa uvádzajú bezrozmerné, prípadne jednotkou $N.mm^{-2}$ [1].

Rozdelenie skúšok tvrdosti:

1. statické,
2. dynamické.

1.1 Statické skúšky tvrdosti kovov

Označované sú tiež ako tzv. „vnikacie skúšky“. Indentor je vtlačovaný v kolmom smere ku skúšanému povrchu kľudnou silou.

Pri statických skúškach je rozhodujúcich niekoľko činiteľov:

1. teplota,
2. tvar kryštálových elementov,
3. jemnosť kryštalizácie,
4. cudzie prímеси,
5. vnútorné pnutie.

Indentor je vnikacie teliesko, ktoré má stanovenú presnú veľkosť a tvar [1].

Pri technických materiáloch sa tvrdosť určuje nasledovnými metódami:

- podľa Brinella – označenie **HB**,
- podľa Vickersa – označenie **HV**,
- mikrotvrdosť podľa Vickersa – označenie **HVm**,
- podľa Rockwella – označenie **HR**.

1.1.1 Brinellova skúška tvrdosti

Brinellova skúška tvrdosti spočíva v zatlačaní kalenej guľôčky priemeru D do vyleštenej plochy skúšaného kovu s určitým konštantným zaťažením.

Vzťah tvrdosti je vyjadrený vzťahom :

$$HB = \frac{0,1022F}{D(D - \sqrt{D^2 - d^2})} \quad (1)$$

F = záťažová sila, vyjadrená v Newtonoch [N],

D = priemer guľôčky, vyjadrený v milimetroch [mm],

d = priemer vytlačenej jamky, vyjadrený v milimetroch [mm].

Následne po vykonaní skúšky je potrebné zmerať priemer alebo hĺbku vtláčenia kalenej guľôčky. Toto sa vykonáva za použitia meracieho mikroskopu, avšak pri sériových skúškach sa používa klasický tvrdomer, z ktorého sa dá hodnota hĺbky priamo odčítať. Pre určenie presnej hodnoty je nutné vychádzať z priemeru vtláčenia kalenej guľôčky [2].

1.1.2 Rockwellova skúška tvrdosti

Rockwellova skúška tvrdosti spočíva v zatláčaní indentoru ku skúšanému povrchu v kolmom smere. V tomto prípade je indentor vyrobený z diamantu. Z dôvodu, že trenie vznikajúce pri vnikaní indentoru je menšie, čím je väčší jeho vrcholový uhol využil Rockwell kužel z diamantu s vrcholovým uhlom o veľkosti 120° s polomerom zaoblenia 0,2 mm.

Vzťah tvrdosti je vyjadrený:

$$HR = K - e \quad (2)$$

K = základná hĺbka [v Rockwellových jednotkách],

e = hĺbka odtlačku [v Rockwellových jednotkách].

Metóda je prevažne využívaná pri sériových kontrolných skúškach kalenej alebo tepelne spracovanej ocele. Nie je nutná žiadna úprava skúšaného povrchu ako napríklad pri Vickersovej skúške tvrdosti.

Pri skúšaní tvrdosti najtvrdších materiálov môže dôjsť k poškodeniu diamantového indentora, preto sa pri týchto druhoch kovov využíva maximálne možné zaťaženie iba 588 N [1].

1.1.3 Vickersova skúška tvrdosti

Vickersova skúška tvrdosti spočíva tak ako aj v predchádzajúcich prípadoch v zatláčaní indentoru ku skúšanému povrchu v kolmom smere. Avšak indentorom je štvorboký diamantový ihlan s vrcholovým uhlom o veľkosti 136° , tým pádom pri zatláčaní vznikajú pravidelné štvorhranné odtlačky. Po vykonaní odtlačku sa odmeria jeho uhlopriečka. Táto dĺžka je následne dosadená do vzťahu:

$$HV = 0,189 \frac{F}{u^2} \quad (3)$$

F = záťažová sila, vyjadrená v Newtonoch [N],

u = priemerná hodnota uhlopriečky, vyjadrená v milimetroch [mm].

Pri tejto metóde je výhodou, že namerané hodnoty tvrdosti sú vcelku presné. Odtlačky sú malé, tým pádom sa nepoškodzuje ani obrobená plocha.

Nevýhodou tejto metódy je však nutnosť použiť iba povrch s určitou drsnosťou opracovanej plochy [1].

1.1.4 Knoopova skúška tvrdosti

Knoopova skúška tvrdosti spočíva v zatlačaní diamantového ihlanu v tvare kosoštvorca. V tomto prípade má odtlačok tvar kosoštvorca s uhlopriečkami v pomere približne 1:7. Meria sa však iba dĺžka dlhšej uhlopriečky. Pri tejto metóde je výhodou, že najväčšie deformácie sú zaznamenané pri krátkej uhlopriečke, tzn. že v tomto smere je pri odľahčení najväčšie odpruženie. V prípade dlhšej uhlopriečky je toto odpruženie zanedbateľné. Ďalšou výhodou oproti Vickersovmu indentoru je možnosť lepšie zachytiť zmeny tvrdosti. Táto metóda sa odporúča použiť pri materiáloch s malou povrchovou úpravou [1].

Tvrdosť sa stanovuje podľa vzťahu:

$$HK = 1,451 \frac{F}{l^2} \quad (4)$$

F = záťažová sila, vyjadrená v Newtonoch [N],

l = hodnota dlhšej uhlopriečky [mm].

1.2 Dynamické skúšky tvrdosti kovov

Označované sú tiež ako tzv. „rázové skúšky“. Indentor preniká v kolmom smere do skúmaného materiálu rázovou silou [3].

1.2.1 Baumanove kladivko

Odtlačok sa vytvára pomocou rázovej energie vytvorenej pružinou s definovanou tuhosťou. Z tohto dôvodu sú do skúšaného materiálu guľičky vtlačané s rovnakou silou [3].

1.2.2 Metóda pružného odrazu

Metóda pružného odrazu pracuje na princípe merania pružného odrazu štandardného telesa, ktoré padá z určitej výšky na skúšaný povrch. Z toho vyplýva, že tvrdosť skúšaného materiálu je určená na základe výšky alebo uhla odrazu štandardného telesa odrazeného od skúšaného povrchu [3].

1.2.3 Shoreho skleroskop

Shoreho skleroskop je zložený z kalibrovanej trubky, ktorá obsahuje malé pohybujúce sa valcovité teleso s váhou približne 2,5 gramu. Na spodnej časti tohoto telesa sa nachádza zabrúsený diamant do guľovitého tvaru. Teleso padá voľne z výšky 254 mm.

Výška odrazu telesa od skúšaného povrchu udáva tvrdosť materiálu [3].

1.2.4 Duroskop

Duroskop pracuje na princípe dopadania kladivka z určitej výšky na skúšaný povrch. Kladivko obsahuje guľový oceľový vrcholík na čele. Z toho vyplýva, že tvrdosť skúšaného povrchu závisí od výšky odrazu kladivka [3].

2 TVRDOSŤ MATERIÁLU CYLINDRICKEJ VLOŽKY A VPLYV NA JEJ OPOTREBENIE

2.1 Tvrdosť

Tvrdosť materiálu je definovaná ako odpor materiálu proti prenikaniu cudzieho telesa. Meraná je pomocou rôznych tvarov vnikajúcich teliesok. Podľa toho je tvrdosť označovaná ako HB, HRC, HV a iné. Meranie tvrdosti prebieha tak, že je po určitú dobu zvyšovaná záťaž až na maximum, nasleduje odľahčenie a odčítanie nameranej hodnoty, ktorá je rovnaká ako veľkosť stopy (hĺbka). Z týchto údajov sa určuje výsledná tvrdosť [2].

2.2 Mikrotvrdosť

Definícia mikrotvrdosti je rovnaká ako pre „klasickú“ tvrdosť, rozdiel je iba vo veľkosti maximálnej záťaže. Mikrotvrdosť sa používa pri meraní tenkých vrstiev materiálu. V tomto prípade sa využíva veľkosť maximálnej záťaže v desiatkach mN.

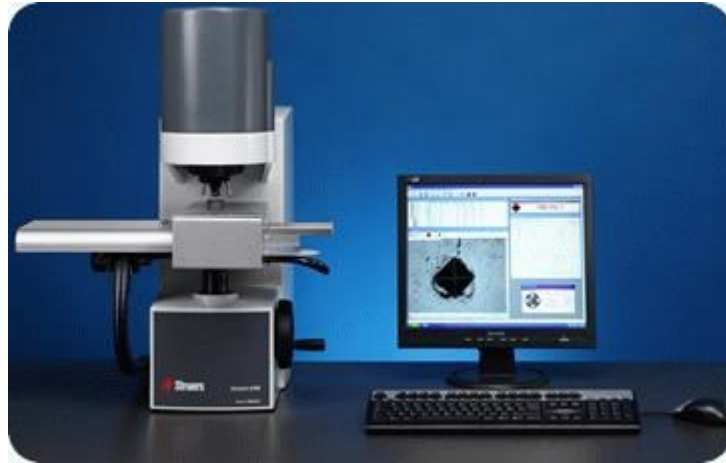
Mikrotvrdosť sa stanovuje podľa vzťahu:

$$HV = 0,189 \frac{F}{u^2} \quad (5)$$

F = záťažová sila, vyjadrená v Newtonoch [N],

u = priemerná hodnota uhlopriečky, vyjadrená v milimetroch [mm].

Použitie tak nízkych záťažových síl sa deje z dôvodu merania tvrdosti vrstvy samotnej bez ohľadu na vplyv materiálu na ktorom je vrstva nanosená. Takýto prístroj (Obr.1.) je vhodný na meranie oderu vzdorných vrstiev, rôznych povlakov, lakov a pod. Hlavnou výhodou takéhoto typu prístroja je meranie tvrdosti v procese zaťažovania a odťažovania zároveň. Výsledkom merania je nielen zaťažovacia a odťažovacia krivka ale aj výsledné číslo zodpovedajúce tvrdosti materiálu [2].



Obr. 1. Automatický mikrotvrdometer Duramin A-300D
[19]

2.3 Drsnost'

Drsnost' povrchu je definovaná ako súčet nerovností s pomerne malými vzdialenosťami vznikajúcimi pri výrobe v dôsledku použitej technológie. Pri meraní drsnosti sa nepočíta s vadami povrchu vyskytujúcimi sa náhodne a ojedinele (priehlbiny, trhliny, atď.) a spôsobnými poškodením materiálu alebo jeho vadami. Z toho dôvodu je nutné merať drsnosť na špeciálne leštených etalónoch, kde dochádza k eliminácii povrchových väd. Drsnosť etalónového povrchu R_a je $0,01 - 0,02 \mu\text{m}$. Potom výsledná meraná drsnosť je ovplyvnená len vznikajúcou vrstvou [2].

2.4 Adhézia

Pri adhézii sa vyhodnocuje príľnavosť vrstvy vzhľadom ku povlakovanému nástroju. Takéto vyhodnocovanie sa deje pomocou postupného zvyšovania záťažnej sily na diamantový Rockwellov hrot, zároveň sa však posúva špička hrotu po meranej vrstve. Veľkosť záťažnej sily sa pohybuje v intervale $20 - 120 \text{ N}$. Pri odtrhnutí vrstvy je detegovaná tzv. akustická emisia, ktorá sa mení a je vyjadrená v jednotkách N. Táto hodnota pri ktorej dochádza k odtrhnutiu vrstvy je nazývaná adhéznou vrstvou. Pomocou mikroskopu sa dá presne určiť podľa vzniknutej dráhy miesto na ktorom došlo k odtrhnutiu vrstvy a zároveň sa odčíta hodnota kritickej záťaže [2].

3 PEVNOST', BEZPEČNOST' A ŽIVOTNOST' CYLINDRICKÝCH VLOŽIEK

Pevnosťou, bezpečnosťou a životnosťou cylindrických vložiek sa zaoberá Norma 1303, ktorá definuje požiadavky na cylindrické vložky a im prislúchajúce kľúče.

„Táto norma definuje požiadavky na pevnosť, bezpečnosť, životnosť a odolnosť voči korózii cylindrických vložiek a k nim príslušných kľúčov.“

Cylindrické vložky sú klasifikované použitím typického 8-miestneho kódu, ktorého jednotlivé číslice označujú vlastnosti cylindrickej vložky [4].

Význam jednotlivých číslic kódu:

1. Kategória použitia
2. Skúšobné cykly (životnosť)
3. Rozmery dverí
4. Požiarna odolnosť
5. Ochrana
6. Odolnosť proti koróziám
7. Bezpečnosť
8. Odolnosť proti napadnutiu

V našom prípade je pre nás dôležitá životnosť, bezpečnosť ktorá súvisí s kľúčom a odolnosť proti napadnutiu.

3.1 Životnosť

Pri testovaní životnosti cylindrických vložiek sa využíva počet cyklov otvorenia/zatvorenia, t.j. koľko cyklov cylindrická vložka vydrží v dobrom stave ovládania. Za stav dobrého ovládania je považované otočenie novým kľúčom so silou menšou ako 1,5 Nm.

Jeden testovací cyklus je zložený z 6 častí:

- vsunutie kľúča,
- otočenie o 360°,
- vysunutie kľúča,
- opätovné vsunutie kľúča,
- otočenie o 360° do druhej strany,
- vysunutie kľúča.

Testovanú cylindrickú vložku je počas testu nutné mazat' a kľúč čistiť [4].

Triedy životnosti a počet testovacích cyklů:

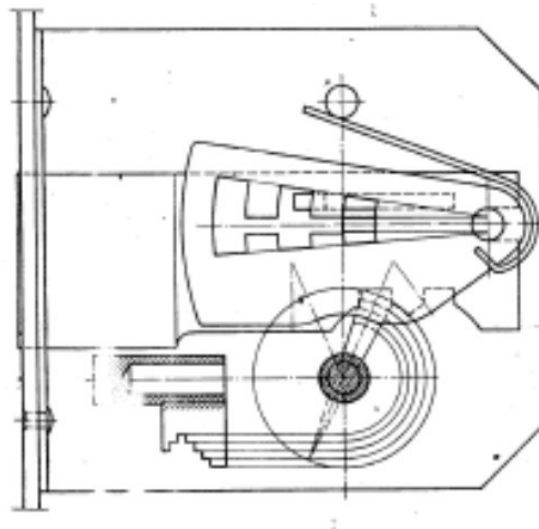
- trieda 4 = 25000 testovacích cyklů,
- trieda 5 = 50000 testovacích cyklů,
- trieda 6 = 100000 testovacích cyklů.

4 MECHANICKÉ KLÚČOVÉ ZÁMKY

Kódový identifikačný mechanizmus kľúčových zámkov je závorový kolík, ktorý vstupuje do stavítkového priechodu zväzku stavítok v prípade, že sú všetky stavítká správne vyrovnané. Správne vyrovnanie je dosiahnuté kľúčom so zubami k príslušnému zámku. Na obrázku (Obr. 2.) je uvedený princíp funkcie stavítok zámkového systému [7].

Medzi základné typy mechanických zámkových kľúčov patria:

- zámky s obojstrannými krídlami,
- cylindrické vložky,
- trezorové zámky typu Rosengrens,
- a iné.



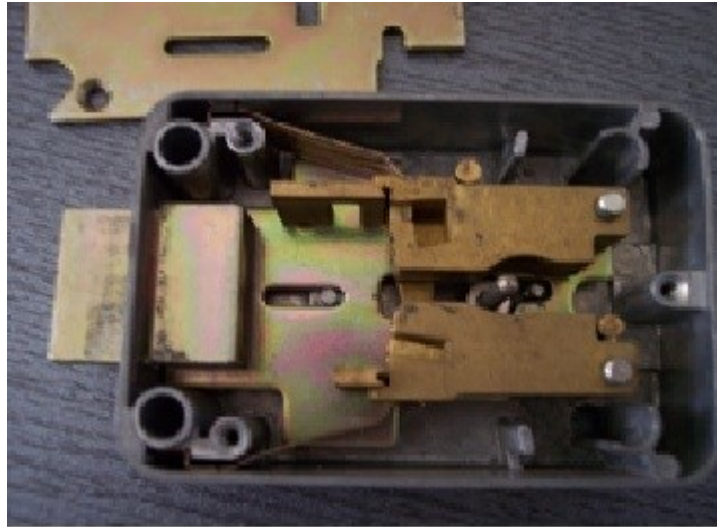
Obr. 2. Funkcia stavítok [7]

4.1 Zámky s obojstrannými krídlami

Jedná sa o zámky obsahujúce 7 až 12 alebo aj viac stavítiek, ktoré sú odpružené alebo nasilu vedené s hrúbkou 1 až 2 mm. Stavítka zámkového systému sa vyrábajú s jednou alebo dvomi západkami vo dvoch variantoch [7].

4.1.1 Prvý variant

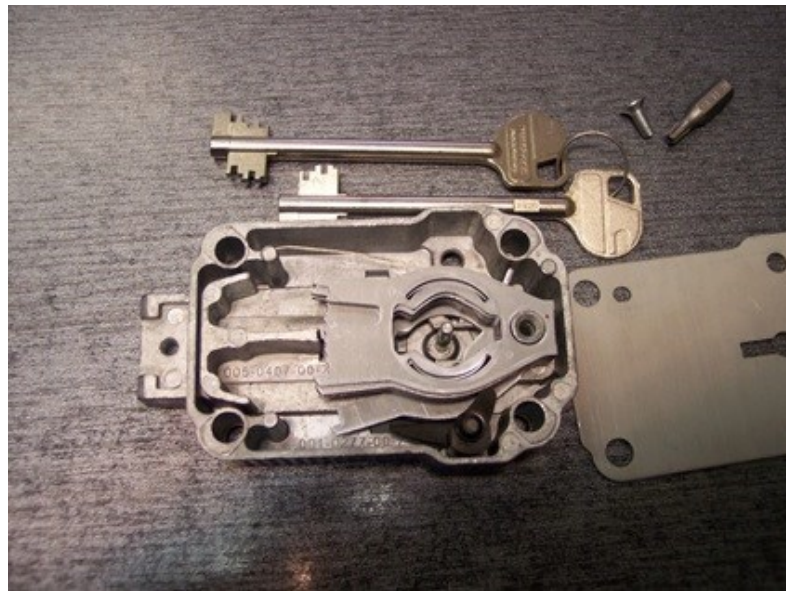
Skupina stavítiek je ovládaná každou stranou kľúča, tieto stavítka sú umiestnené paralelne po stranách vodiaceho kolíka [7].



Obr. 3. Prvý variant zámkového systému [7]

4.1.2 Druhý variant

Klíč sa zasúva priamo do stavítiek, stavítká majú oblé zakrivenie pre zuby kľúča, tým pádom vychylujú stavítká do polohy k priechodu závorového kolíka. Vodiaci kolík pre zasunutie kľúča je umiestnený priamo vnútri vo vnútri kruhových otvorov zväzku stavítiek [7].



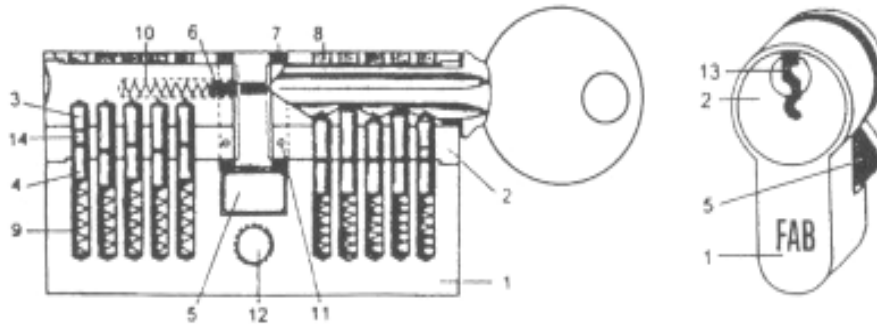
Obr. 4. Druhý variant zámkového systému [7]

4.2 Cylindrická vložka

„Cylindrická vložka je valec, ktorý obsahuje otvor pre kľúč, v ktorom sa nachádzajú odpružené stavítká a blokovacie kolíky. Pri vložení kľúča sa stavítká a blokovacie kolíky posúvajú do správnej polohy, v ktorej sa môže valec cylindrickej vložky otáčať [5].“

Cylindrické vložky delíme do jednotlivých kategórií podľa určitých parametrov.

4.2.1 Komponenty cylindrickej vložky



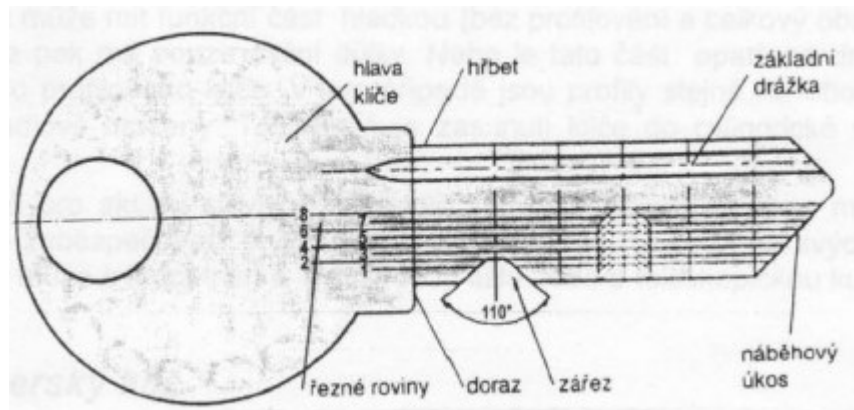
Obr. 5. Komponenty cylindrickej vložky [6]

Na obrázku (Obr. 5.) môžeme vidieť cylindrickú vložku FAB a jej konkrétne komponenty z ktorých sa skladá.

1. **Teleso** – drží všetky komponenty cylindrickej vložky pohromade.
2. **Valec** – umožňuje odomknutie a zamknutie.
3. **Stavítka** – pohyblivé časti cylindrickej vložky, uvoľňujú valec pri vložení „správneho“ kľúča.
4. **Blokovacie kolíky** – blokujú otočenie cylindra pomocou svojich hrán. Slúžia proti tzv. „vyhmataniu“ planžetou.
5. **Zub** – otáčavá časť spojená s valcom, pri svojom pohybe posunie odomykacím mechanizmom.
6. **Spojka** – spojuje valec a zub v jeden celok.
7. **Poistný krúžok** – znemožňuje vytiahnutie valca z cylindrickej vložky.
8. **Zátka** – uzatvára otvor v telese cylindrickej vložky.
9. **Pružina** – stláča alebo posúva blokovací kolík a stavítko.
10. **Pružina spojky** – zaisťuje odpruženie spojky.
11. **Zaisťovací kolík** – udržiava poistný krúžok v stabilnej polohe.
12. **Otvor pre upevňovaciu skrutku**
13. **Profilový otvor kľúča** – chráni cylindrickú vložku pred otvorením „nežiadúcim“ kľúčom.
14. **Medzistavítko** – využívané v systéme SGHK (Systém generálneho kľúča). S pomocou jedného kľúča je možné otvoriť všetky cylindrické vložky [6].

4.3 Klíč

Ku každé zámkovéj vložce je potřebný klíč, bez neho by nebolo možné daný zámok otvoriť. Na každom takomto klúči (Obr. 6.) je veľké množstvo zabezpečovacích prvkov, ktoré zabraňujú kopírovaniu klúča [7].



Obr. 6. Popis jednotlivých částí zámkového klíče [7]

Jedná sa o najbežnejšie používaný typ klúča cylindrickej vložky.

4.3.1 Zúbkový klíč jednostranný

Najbežnejší typ klúča vďaka jednoduchej a lacnej výrobe. Cylindrické vložky s takýmto typom klúča sa radia medzi nízke až stredné úrovne bezpečnosti. Pri tomto type klúča (Obr. 7.) je možné dosiahnuť až 45 000 kombinácií za použitia 5 stavítkového mechanizmu cylindrickej vložky [8].



Obr. 7. Jednostranný zúbkový klíč [8]

4.3.2 Jamkový jednoradový klíč

Druhý najrozšírenejší typ klúča pre cylindrické vložky vďaka zvýšenej ochrane proti metóde picking a špecifickému vzhľadu. Cylindrické vložky s takýmto typom klúča sa radia medzi strednú úroveň bezpečnosti. Pri tomto type klúča (Obr. 8.) je možné dosiahnuť až 30 000 kombinácií za použitia 5 stavítkového mechanizmu [8].



Obr. 8. Jamkový jednoradový klíč [8]

4.3.3 Zúbkovo jamkový klíč

Menej rozšírený typ klúča z dôvodu zložitejšej konštrukcie cylindrickej vložky. Cylindrické vložky s týmto typom klúča sa radia medzi vysokú úroveň bezpečnosti. Pri takomto type klúča (Obr. 9.) je možných až 3 200 000 kombinácií za použitia 5 stavítkového mechanizmu cylindrickej vložky. K výrobe klúča je potrebná bezpečnostná karta [8].



Obr. 9. Zúbkovo jamkový klíč [8]

4.3.4 Jamkový viacrádový klíč

Menej rozšírený typ kľúča z dôvodu zložitejšej konštrukcie cylindrickej vložky. Cylindrické vložky s týmto typom kľúča (Obr. 10.) sa radia medzi špičkovú úroveň bezpečnosti [8].



Obr. 10. Jamkový viacrádový kľúč [8]

Možný počet kombinácií:

- 3 radová cylindrická vložka = 149 miliárd kombinácií,
- 5 radová cylindrická vložka = 907 miliárd kombinácií.

K výrobe kľúča je potrebná bezpečnostná karta [8].

4.3.5 Kľúč do visiaticich zámkov od výrobcu TOKOZ

Používaný výhradne pre visiace zámky vyrobené firmou TOKOZ. Kľúč (Obr. 11.) je odolný proti drsnému zaobchádzaniu a nečistotám. Zámkové vložky s týmto typom kľúča sa radia medzi nízku až strednú úroveň bezpečnosti [8].



Obr. 11. Kľúč do visiaticich zámkov od výrobcu TOKOZ [8]

4.3.6 Klíč schránkový od výrobce Elko

Najčastejšie používaný v poštových schránkach. Zámky s týmto typom kľúča (Obr. 12.) sa radia medzi nízku úroveň bezpečnosti [8].



Obr. 12. Schránkový kľúč od výrobcu Elko [8]

4.3.7 Klúč viacdrážkový

Používaný v cylindrických vložkách pri potrebe dosiahnutia vysokej bezpečnosti. Na kľúči (Obr. 13.) sa nachádza 6 drážok a 2 posuvnú závary, ktoré slúžia ku kontrole kľúča. K výrobe kľúča je potrebná bezpečnostná karta [8].



Obr. 13. Viacdrážkový kľúč [8]

4.3.8 Tvarový kľúč

Používaný v klasických zámkoch na interiérových dverách. Bezpečnosť sa radí k najnižšej úrovni. K výrobe duplikátu je potrebné poznať výrobcu zámku (označenie na čele zámku), prípadne aj číslo kľúča. Tieto typy kľúčov (Obr. 14.) sa nevyrábajú v kľúčových službách

ale dajú sa zakúpiť ako hotový produkt. Výrobcovia takýchto typov zámkov sú napríklad: Tesla, Hobes, GEGE, AGB, ASSA ABLOY a iný [8].



Obr. 14. Tvarový kľúč [8]

4.3.9 Magnetický kľúč

Používaný v zámkových vložkách, kde je potrebné dosiahnutie vysokej bezpečnosti. Pre výrobeniu duplikátu kľúča je potrebné vytvoriť objednávku a overenie bezpečnostnej karty. Na obrázku (Obr. 15.) je magnetický zámkový kľúč od výrobcu cylindrických vložiek EVVA konkrétneho typu MCS [8].



Obr. 15. Magnetický kľúč [8]

4.3.10 Dózický kľúč

Dózický kľúč sa podobá na kľúč tvarový (Obr.14.) avšak s tým rozdielom, že dózický kľúč ma vyrezané zuby. Oproti tvarovému kľúču je preto bezpečnejší. V súčasnej dobe je jeho používanie minimálne. Na obrázku (Obr. 16.) je dózický zámkový kľúč od výrobcu HOBES [8].



Obr. 16. Dózický klúč [8]

4.3.11 Zúbkovaný dvojstranný klúč

Zúbkovaný dvojstranný klúč je používaný väčšinou pri poštových schránkach a rôznych priemyselných zámkoch (napr. strešné nosiče na autách). Na obrázku (Obr. 17.) je zámkový klúč používaný pre strešné nosiče od výrobcu THULE typ N092 [8].



Obr. 17. Zúbkovaný dvojstranný klúč [8]

4.3.12 Trezorový klúč

Trezorový klúč sa používa predovšetkým na trezoroch, ich využitie však nie je limitované. Tento typ klúča (Obr. 18.) je možné použiť pri niektorých typoch bezpečnostných dverí alebo zámkoch na garáži. Radia sa medzi vyššiu triedu bezpečnosti. Sú náročné na výrobu [8].



Obr. 18. Trezorový klíč [8]

4.3.13 Růrkový klíč

Růrkový klíč sa používa v priemyselných zámkoch alebo rozvodových skrinách. Výroba takéhoto typu klúča (Obr. 19.) je náročná na výrobu [8].



Obr. 19. Růrkový klíč [8]

4.3.14 Pichací klíč

V súčasnej dobe používaný minimálne. V minulosti sa používal v starých trezoroch alebo rôznych bezpečnostných zámkoch. Výroba takéhoto typu klúča (Obr. 20.) sa robí ručne pomocou pilníka [8].



Obr. 20. Pichací klíč [8]

4.3.15 Klíč pre cylindrickú vložku s teleskopickými stavítkami

Klíč je vyrábany spoločnosťou Mul-T-Lock. Jedná sa o patentovaný zámkový systém. V každej vyfrézovanej jamke sa nachádza ešte výbežok z dôvodu dutých stavítok v cylindrickej vložke. Každá jamka na kľúči ovláda dve stavítká cylindrickej vložky naraz. Výroba tohto typu kľúča (Obr. 21.) je náročná a je nutná bezpečnostná karta [8].



Obr. 21. Klíč pre cylindrickú vložku s teleskopickými stavítkami [8]

4.4 Bezpečnosť zámkového kľúča

Bezpečnosť zámkového kľúča závisí od mnoho aspektov. Predovšetkým sa jedná o minimálny počet efektívnych kombinácií, minimálny počet zarážok, maximálny počet rovnakých zárezov a iné. V tabuľke (Tab. 1.) sú uvedené požiadavky, triedy bezpečnosti a k nim prislúchajúce hodnoty pre jednotlivé parametre.

Tab. 1. Požadavky a třídy vzhľadom k bezpečnosti kľúča

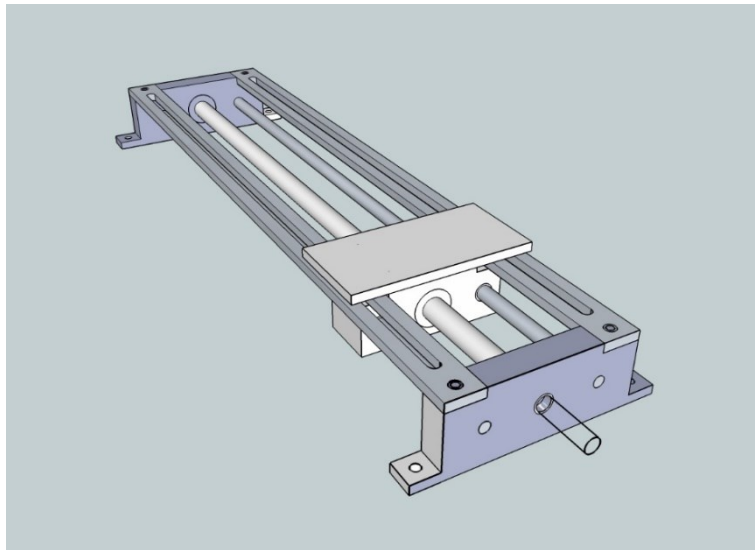
Požadavky	Triedy					
	1	2	3	4	5	6
minimálny počet efektívnych kombinácií	100	300	15000	30000	30000	100000
minimálny počet pohyblivých zarážok	2	3	5	5	6	6
maximálny počet rovnakých zárezov	100%	70%	60%	60%	60%	50%
priame značenie uzáveru kódom na kľúči	áno	áno	nie	nie	nie	nie
sila ovládania bezpečnostného mecha- nizmu	1,5Nm	1,5Nm	1,5Nm	1,5Nm *	1,5Nm *	1,5Nm *
odolnosť valca/vložky proti krútiacemu momentu	2,5Nm	5Nm	15Nm	15Nm	15Nm	15Nm
* po vykonaní skúšok životnosti						

II. PRAKTICKÁ ČASŤ

5 NÁVRH KOMPONENTOV V PROGRAME AUTOCAD

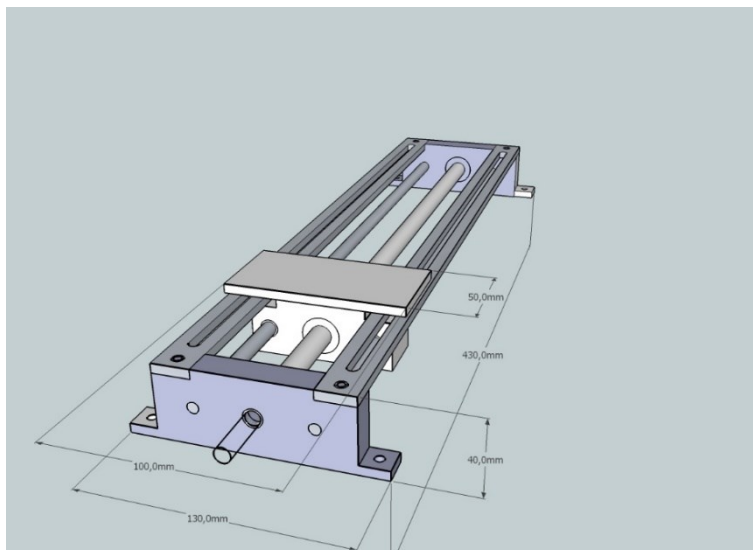
Software AutoCAD od spoločnosti Autodesk je 2D editor určený na projektovanie a konštruovanie. K práci s ukladaním dát využíva štandardizovaný DWG formát, tým je zabezpečená kompatibilita a integrita dát medzi užívateľmi [9].

Pre potreby diplomovej práce bolo potrebné vytvoriť návrhy jednotlivých komponentov testovacieho zariadenia. Na nižšie uvedenom obrázku (Obr. 22.) je návrh dvojosej vyrovnávacej testovacej lavice vytvorený v programe a prostredí AutoCAD.

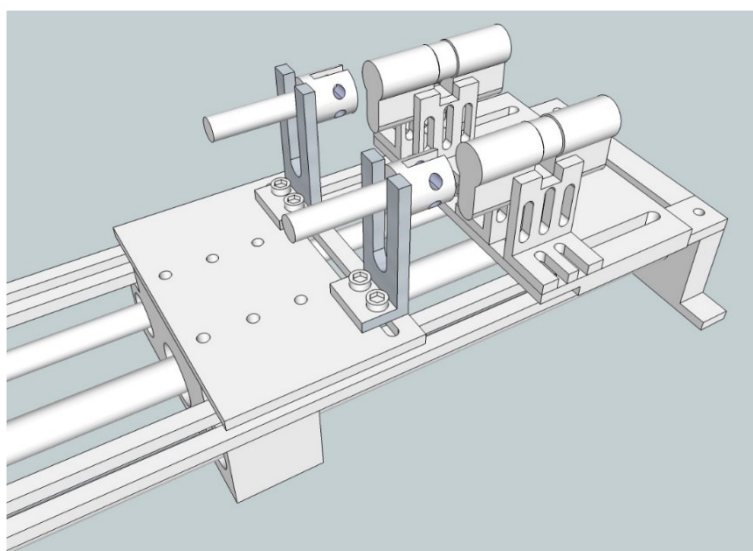


Obr. 22. Testovacia lavica – návrh v programe AutoCAD
[Vlastný zdroj]

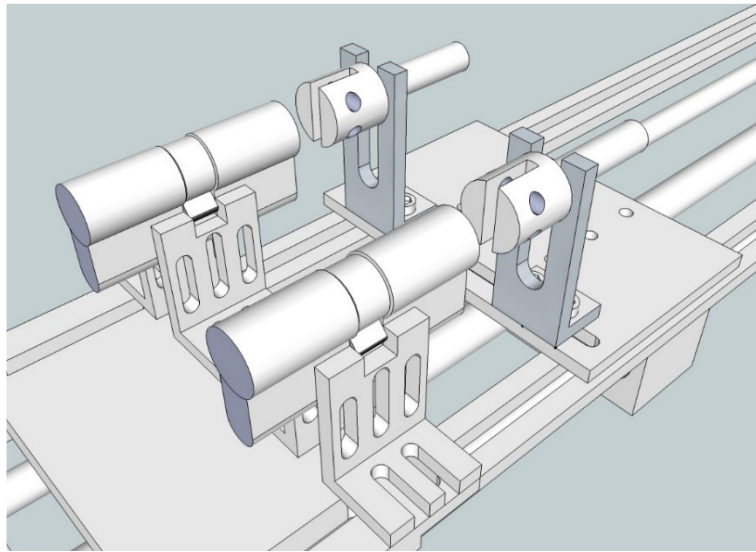
Testovacia lavica (Obr. 23.) s dĺžkou hrany 430 mm, celkovou šírkou vrátane stabilizačných a upevňovacích nožičiek 130 mm a výškou 40 mm je nadimenzovaná k možnému budúcemu rozšíreniu o druhú nadstavbu nad testovaciu lavicu. V tom prípade bude možné testovať ďalšie 2 cylindrické vložky súčasne s predchádzajúcimi.



Obr. 23. Testovacia lavica s presnými rozmermi [Vlastný zdroj]

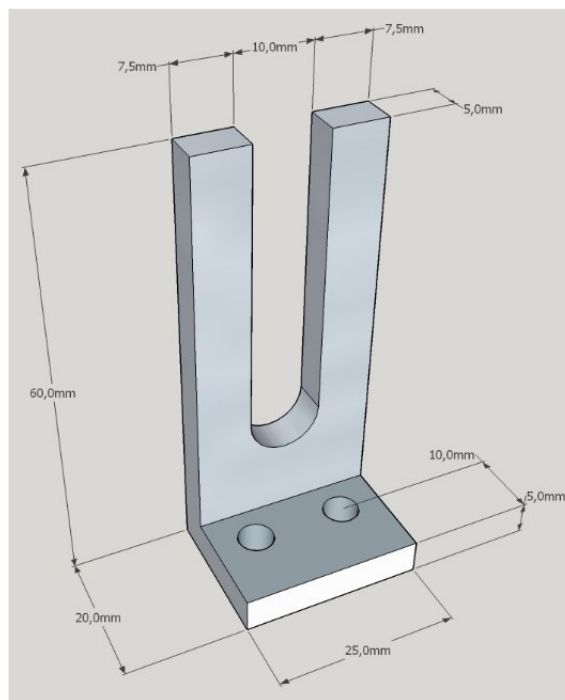


Obr. 24. Testovacia lavica - návrh s úchytmi pre cylindrickú vložku [Vlastný zdroj]

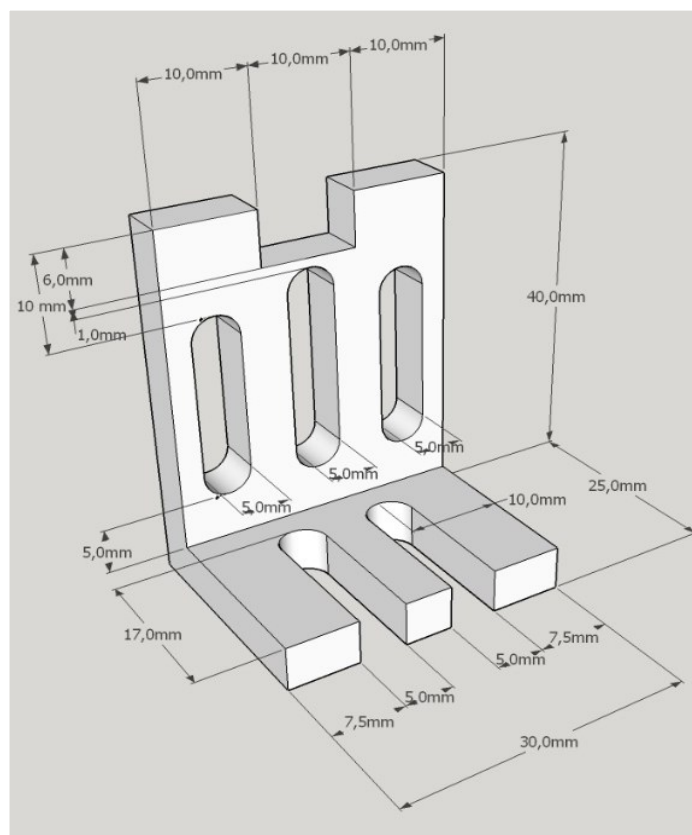


Obr. 25. Testovacia dvojosá lavica – návrh s úchytmi pre kľúč [Vlastný zdroj]

Úchyt pre štvorstupový držiak na kľúč (Obr. 26.) s dvomi otvormi na uchytenie na dvojosú vyrovnávaciu testovaciu lavicu so šírkou hrany 25 mm, dĺžkou 20 mm a celkovou výškou 60 mm. Štvorstupový držiak na kľúč (Obr. 27.) je uchytený do úchytu s pomocou matice (Matica DIN 934 M10 |08).

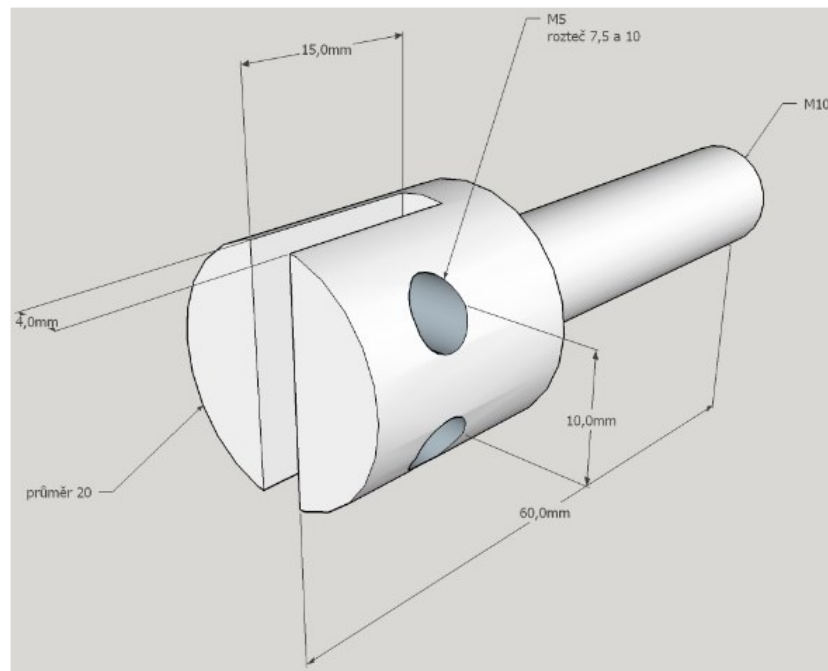


Obr. 26. Úchyt pre štvorvstupový držiak na zámkový kľúč [Vlastný zdroj]

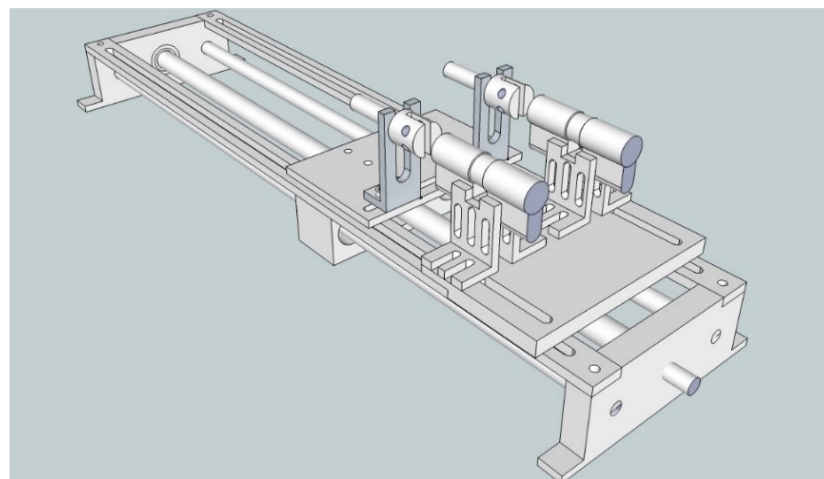


Obr. 27. Úchyt pre cylindrickú vložku [Vlastný zdroj]

Štvorstupový držiak na zámkový kľúč (Obr. 28.) je dimenzovaný na viacero rozmerov zámkových kľúčov. Na pevné a nepohyblivé uchytenie zámkového kľúča sa nachádzajú na držiaku 4 otvory pre skrutky (Skrutka valcová nízka hl.- imbus DIN 7984 M6x20-8.8).



Obr. 28. Štvorstupový držiak na zámkový kľúč [Vlastný zdroj]



Obr. 29. Skompletovaná testovacia lavica [Vlastný zdroj]

6 KROKOVÝ MOTOR SX23-2727 (D)

Z dôvodu technických parametrov a optimalizácie finančných nákladov komponentov je pre potreby diplomovej práce použitý krokový motor SX23-2727 (D) (Obr. 30). U vyššie uvedenému typu krokového motoru typu SX23-2727 (D) sa jedná o dvojfázový bipolárny krokový motor. To znamená, že krokový motor umožňuje dvojfázové budenie súčasne.



Obr. 30. Dvojfázový krokový motor Microcon SX23-2727
[Vlastný zdroj]

Vzhľadom na malé rozmery sa vyznačuje vysokým momentom so štandardnou dĺžkou kroku $1,8^\circ$ a možnosťou ďalšieho elektronického zmenšenia. Najväčší statický moment pri krokovom motore v príruce NEMA23 je 2,8 Nm. V tabuľke (Tab. 2.) sú uvedené technické parametre krokového motoru Microcon typu SX23-2727 (D) a k nim prislúchajúce hodnoty.

Tab. 2. Technické parametre krokového motoru SX23-2727 (D) [10]

Para- metre	Statický moment (Nm)	Menovitý prúd (A)	Indukč- nosť (mH)	Odpor (Ω)	Moment zotrvač- nosti ro- toru ($\text{kgm}^2 \times 10^{-3}$)	Hmot- nosť (kg)
	2,7	2,7 / 5,4	6,4 / 1,6	1,5 / 0,375	0,053	1,18

6.1 Zapojenie krokového motoru Microcon SX23-2727 (D)

V tabuľke (Tab. 3.) sú prehľadnou formou uvedené jednotlivé zapojenia krokového motoru Microcon typu SX23-2727 (D).

Tab. 3. Zapojenia vinutia krokového motoru Microcon SX23-2727 (D) [11]

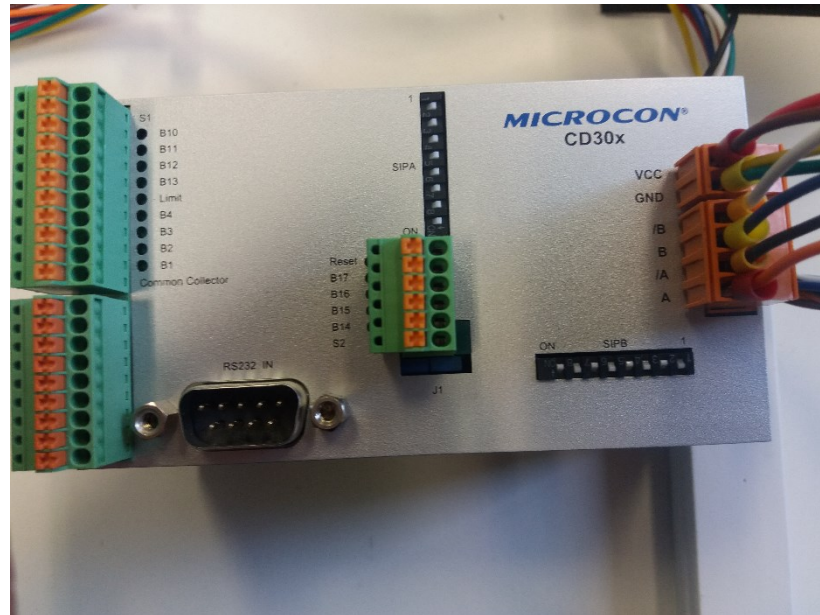
Zapojenie vinutia bipolárne	Sériové	Paralelné
Spojené (nepripojsť k výkonovému zosilňovaču)	Červený s hnedým	
Spojené (nepripojsť k výkonovému zosilňovaču)	Žltý s oranžovým	
A (1. fáza)	oranžový	oranžový + hnedý
/A (1. fáza)	čierny	červený + čierny
B (2. fáza)	modrý	modrý + zelený
/B (2. fáza)	biely	žltý + biely

Pre potreby diplomovej práce som krokový motor SX23-2727 (D) pripojil a realizoval k riadiacej jednotke CD30X sériovým spôsobom. Z dôvodu lepšieho kontaktu kábla so svorkovnicou som použil lisovacie dutinky vyrobené z galvanicky cínovanej medi.

Izoláciu lisovacích dutiniek tvorí polypropylén. Teplotná stálosť izolácie je v intervale -55°C do $+105^{\circ}\text{C}$. Lisovacie dutinky spĺňajú a sú vyrobené v súlade s normou DIN 46228 [14].

7 JEDNOTKA PRE RIADENIE KROKOVÝCH MOTOROV TYP CD30X

Riadiaca jednotka (Obr. 31.) obsahuje všetky komponenty pre zapojenie krokového motoru rady SX23-2727 (D) vid'. (Tab. 3).



Obr. 31. Riadiaca jednotka CD30x [Vlastný zdroj]

Riadiaca jednotka obsahuje:

- riadiacu časť realizovanú kontrolérom rady M1486,
- výkonový zosilňovač s pulznou reguláciou prúdu a možnosťou mikrokrokovania.

Nastavenie amplitúdy výstupného prúdu je realizované pomocou spínačov SIPB v intervale od 0,4 A do hodnoty 3,3 A na fázy v šestnástich stupňoch. Riadiaca jednotka môže byť pripojená k počítaču cez rozhranie RS232 pričom sériová linka je galvanicky oddelená. Jednotka je programovateľná, tzn. vykonáva činnosť podľa nahraného súboru s inštrukciami. Obvod M1486E obsahuje EEPROM pamäť, v ktorej sú uložené inštrukcie aj po odpojení napájania. V prípade nutnosti je možné tento povelový súbor zmeniť, jednotku opäť pripojiť k počítaču a preprogramovať podľa potreby. Jednotka CD30x obsahuje iba jedno neregulované napájanie v intervale od 12 do 48 VDC s kapacitou 440 μ F na jednotke a obsahuje interný spínaný zdroj slúžiaci pre napájanie riadiacich obvodov. Technické parametre riadiacej jednotky typu CD30x sú uvedené v tabuľke (Tab. 4) [12].

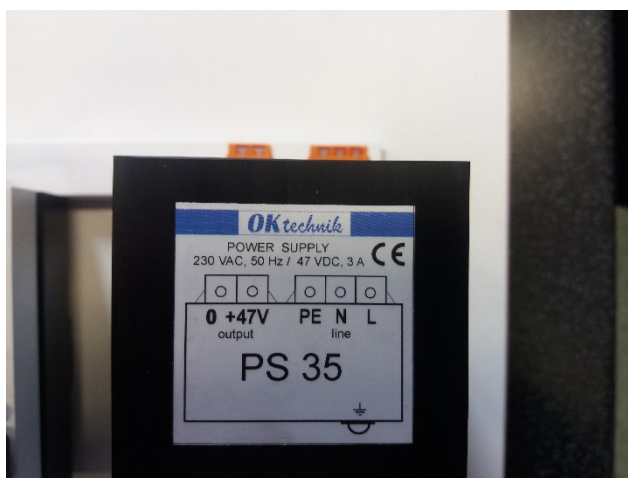
Tab. 4. Technické parametre riadiacej jednotky typu CD30x [12]

Max. napätie	Max. amplitúda prúdu	Delenie krokov na max.	Min. indukčnosť vinutia	Skladovacia teplota	Prevádzková teplota
48 VDC	3,3 A	4 (16) mikrokrokov	2 mH	-20 °C až +105 °C	0 °C až +40 °C

Osadenie riadiacej jednotky na podstavec testovacieho zariadenia je realizované DIN lištou.

8 NAPÁJACÍ ZDROJ PS 35

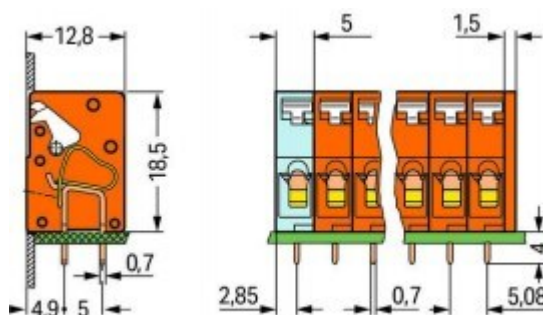
Nestabilizovaný napájecí zdroj jednosměrného napětí s prepět'ovou ochranou a odrušovací filtrem na výstupu. Zdroj (Obr. 32.) je určený pro napájení jednotek krokových motorů s maximálním proudovým odberem do 3 A. Na spodnej hrane napájecieho zdroja PS 35 sa nachádza pružinová svorkovnica WAGO typu 741 (Obr.33.), slúžiaci na zapojenie prírodného kábla do elektrickej siete (230 V, 50 Hz) striedavého napätia alebo (47 V, 3 A) jednosměrného napätia a prepojenie napájecieho zdroja s radiacou jednotkou Microcon CD30x.



Obr. 32. Napájecí zdroj PS 35 [Vlastný zdroj]

8.1 WAGO typ 741

Jedná sa o pružinovú svorkovnicu slúžiacu na zapojenie napájecieho zdroja do elektrickej siete. Princíp zapojenia spočíva v zatlačení pružinového kolíka a zasunutia kábla do svorkovnice, kde pri uvoľnení pružinového kolíka dochádza k zastabilizovaniu kábla.



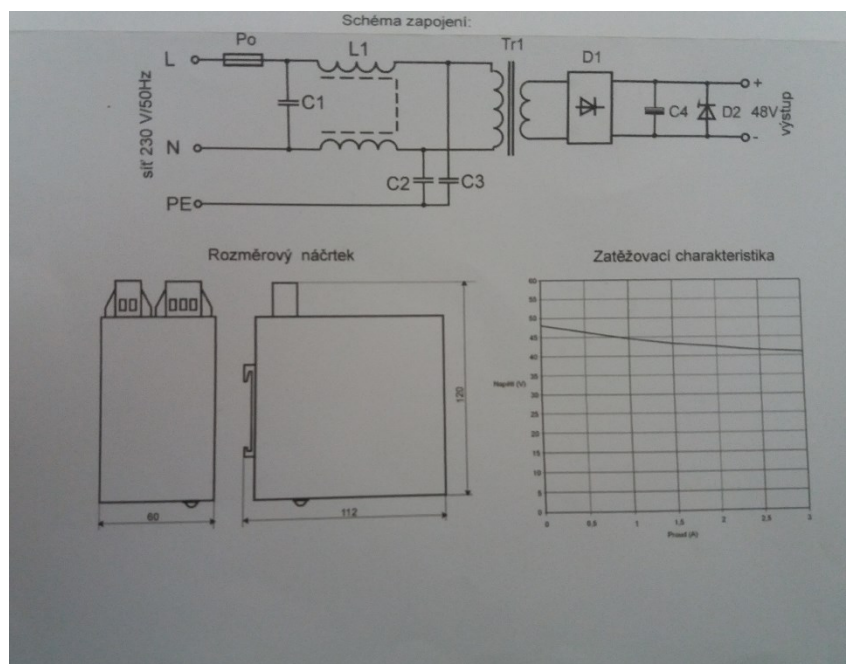
Obr. 33. WAGO typ 741- vizualizácia, rozmery, princíp mechanickej funkčnosti [20]

V nižšie uvedenej tabuľke (Tab. 5.) môžeme v prehľadnej forme vidieť technické parametre napájacieho zdroja PS 35.

Tab. 5. Technické parametre napájacieho zdroja PS 35 [13]

Meno- vité na- pájacie napätie	Vý- stupné napätie (pri za- ťažení 0,5 A)	Meno- vitý vý- stupný prúd	Rozsah pracov- ných teplôt	Odrúše- nie s jed- notkou riadenia	Izolačná pevnosť vstup- výstup	Pripoje- nie	Hmot- nosť
230 VAC, 50 Hz	47 VDC	3 A (5 A max. v špičke)	-10 °C až +40°C	Pod medz B podľa ČSN EN 55011	Mín. 4 kV AC	Svorky do prie- rezu vo- diča 2,5 mm ²	2,6 kg

Osadenie napájacieho zdroja PS 35 na podstavec testovacieho zariadenia je realizované DIN lištou. Na nižšie uvedenom obrázku (Obr. 34.) môžeme vidieť schému zapojenia, zaťažovaciu charakteristiku a rozmerový náčrtok napájacieho zdroja PS 35.



Obr. 34. Schéma zapojenia, rozmerový náčrtok a zaťažovacia charakteristika napájacieho zdroja PS 35 [Vlastný zdroj]

9 HARDWAROVÁ REALIZÁCIA TESTOVACIEHO ZARIADENIA

Testovacie zariadenie pozostáva z nasledujúcich hlavných častí, ktoré tvoria celok:

1. Podstavec
2. Krokový motor SX23-2727 (D)
3. Jednotka pre riadenie krokového motoru CD30x
4. Napájací zdroj PS 35
5. Testovacia lavica
6. Úchyt pre upevnenie štvorstupového držiaka na zámkový kľúč
7. Štvorstupový držiak na zámkový kľúč
8. Úchyt pre upevnenie cylindrickej vložky

9.1 Kusovník

Kusovník tvorí dôležitú súčasť praktickej časti diplomovej práce, pretože sú v ňom uvedené všetky komponenty pre subsystémy testovacieho zariadenia potrebné k montáži vlastného zariadenia. Z dôvodu jednoduchšieho prehľadu je kusovník rozdelený do troch tabuliek. Tabuľka (Tab. 6.) je tvorená komponentami pre skompletovanie testovacej lavice.

Tab. 6. Kusovník pre dvojosú vyrovnávaciu testovaciu lavicu

Špecifikácia	Množstvo
Doska pre zámky	1
Dosky	2
Dosky – ľavá a pravá	2
Dístančný krúžok	2
Nadstavba nad dvojosú vyrovnávaciu testovaciu lavicu	1
Dvojosá vyrovnávaciu testovaciu lavicu	1
Tyč	2
Skrutka	1

V tabuľke (Tab. 7.) je uvedený kusovník pre úchyty cylindrickej vložky (Obr. 27.), úchyty pre štvorstupový držiak na kľúč (Obr. 26.) a držiaky na kľúče (Obr. 28).

Tab. 7. Kusovník pre držiaky

Špecifikácia	Množstvo
Držiak na kľúč	4
Držiak na držiak na kľúč	4
Úchyt na cylindrickú vložku	4

V tabuľke (Tab. 8.) sú uvedené všetky spájacie komponenty potrebné k montáži jednotlivých častí testovacieho zariadenia. Všetky tieto komponenty spĺňajú normy DIN.

Tab. 8. Kusovník pre upevňovacie skrutky, matice a podložky

Špecifikácia	Množstvo
Matica DIN 934 M5 nerez A2	30
Skrutka stavacia s hrotom-imbus DIN 914 M5x6	10
Skrutka stavacia s hrotom -imbus DIN 914 M5x6 nerez A2	10
Poistný krúžok na hriadeľ DIN 471 - 6 mm nerez A1	10
Poistný krúžok na hriadeľ DIN 471 – 6 mm	10
Poistný krúžok do diery DIN 472 - 21 mm nerez A1	10
Poistný krúžok do diery DIN 472 - 21 mm	10
Matica DIN 934 M5 10	30
Matica nízka DIN 439B M5 04	30
Matica nízka DIN 439B M5 nerez A2	30

Špecifikácia	Množstvo
Matica nízka DIN 439B M6 04	30
Matica nízka DIN 439B M6 nerez A2	30
Matica DIN 934 M6 08	30
Matica DIN 934 M6 nerez A2	30
Matica DIN 934 M10 08	10
Podložka plochá pod valcovú hlavu DIN 433 M5 / 5,3 nerez A2	50
Podložka plochá pod valcovú hlavu DIN 433 M6 / 6,4 nerez A2	50
Podložka plochá pod valcovú hlavu DIN 433 M10 / 10,5 nerez A2	10
Podložka kruhová DIN 7349 M5 / 5,3 nerez A2	50
Podložka kruhová DIN 7349 M6 / 6,4 nerez A2	50
Podložka vymedzovacia DIN 988 PS 5x10x0,1	10
Podložka vymedzovacia DIN 988 PS 5x10x0,2	10
Podložka vymedzovacia DIN 988 PS 6x12x0,2	10
Podložka vymedzovacia DIN 988 PS 6x12x0,1	10
Podložka vymedzovacia DIN 988 PS 3x6x0,1	10
Podložka vymedzovacia DIN 988 PS 3x6x0,2	10

Špecifikácia	Množstvo
Skrutka valcová nízka hl.- imbus DIN 7984 M3x8-8.8 pozink	20
Skrutka valcová nízka hl.- imbus DIN 7984 M3x10-8.8 pozink	20
Skrutka valcová nízka hl.- imbus DIN 7984 M4x10 nerez A2	20
Skrutka valcová nízka hl.- imbus DIN 7984 M5x12-8.8	50
Skrutka valcová nízka hl.- imbus DIN 7984 M5x16-8.8	50
Skrutka valcová nízka hl.- imbus DIN 7984 M5x20-8.8	50
Skrutka valcová nízka hl.- imbus DIN 7984 M6x18-8.8	20
Skrutka valcová nízka hl.- imbus DIN 7984 M6x20-8.8	20
Skrutka valcová nízka hl.- imbus DIN 7984 M6x25-8.8	20
Skrutka šesťhranná DIN 933 M5x14 nerez A4-70 celý závit	20
Skrutka šesťhranná DIN 933 M5x16 nerez A2-70 celý závit	20
Skrutka šesťhranná DIN 933 M6x20 nerez A2-70 celý závit	20
Skrutka šesťhranná DIN 933 M6x22 nerez A2-70 celý závit	20
Skrutka šesťhranná DIN 933 M6x25 nerez A2-70 celý závit	20

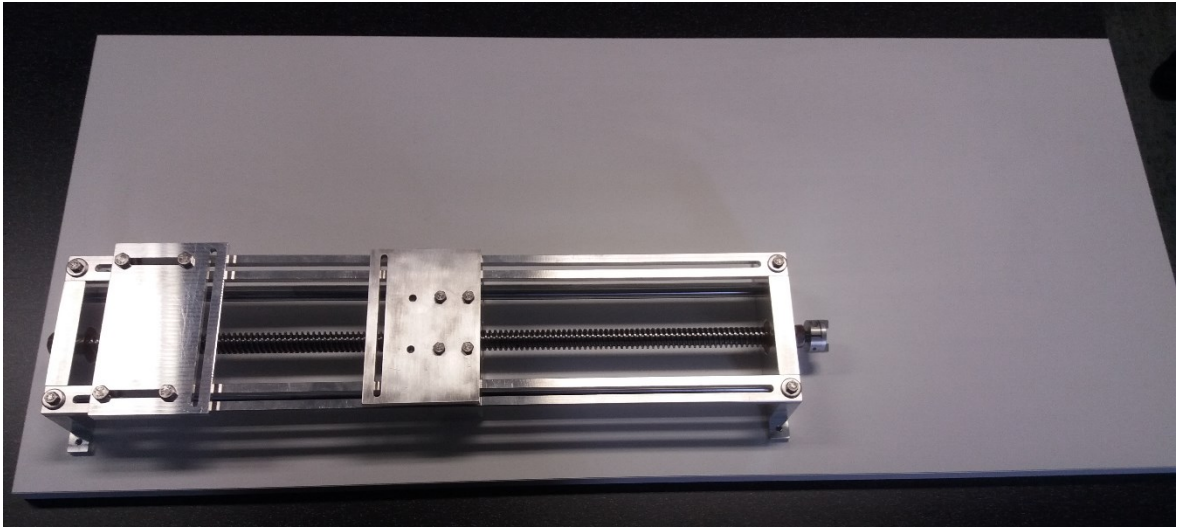
9.2 Proces montáže a osadenia jednotlivých komponentov na podstavec

Na začiatku hardwarovej realizácie zariadenia bolo potrebné zvoliť podstavec vhodných rozmerov na osadenie jednotlivých komponentov testovacej lavice. Po uvážení a zistení praktických skúseností s podobnými zariadeniami od renomovaných firiem na území Českej republiky bola vybraná doska s rozmermi 900 x 400 mm s hladkým povrchom z dôvodu jednoduchšieho čistenia a prístupu k jednotlivým častiam fyzickým kontaktom, vid' (Obr. 35).



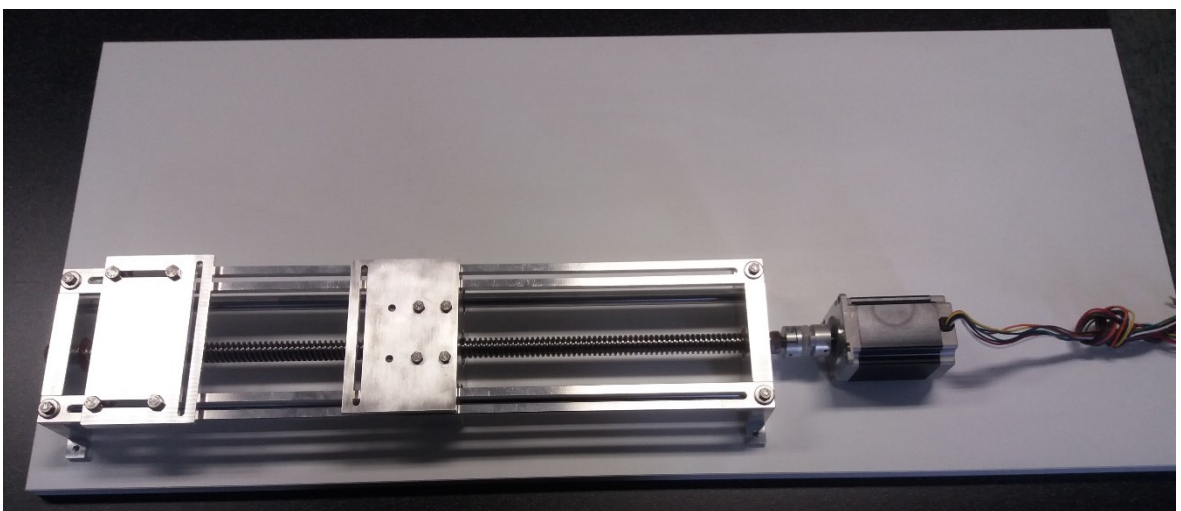
Obr. 35. Podstavec [Vlastný zdroj]

Prvý krok montáže a realizácie testovacieho zariadenia spočíval vo vyvrtaní otvorov do podstavca s prevedením zápusných spojov z dôvodu zahľadania základnej dosky do rovného pôdorysu, následne bola priložená testovacia lavica, ktorá sa upevnila o podstavec upevňovacími skrutkami (skrutka valcová vysoká hl.- imbus DIN 7984 M4x10 nerez A2) s podložkami (podložka kruhová DIN 7349 M6 / 5,3 nerez A2) a maticami (Matica DIN 934 M6 nerez A2). Pod upevňovacími nožičkami sa nachádzajú tlmiace gumové podložky z dôvodu tlmenia vibrácií od krokového motora.



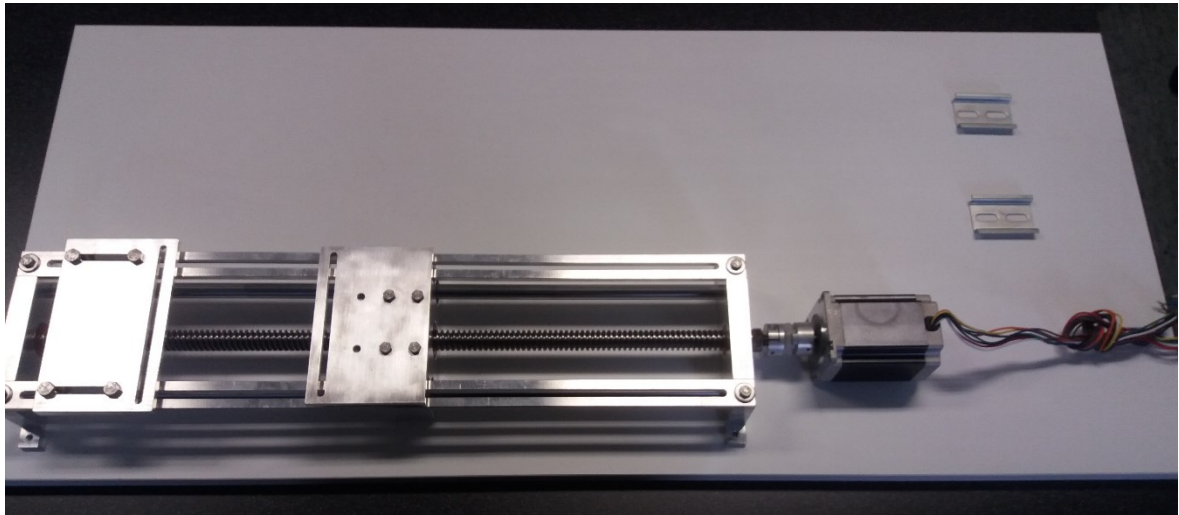
Obr. 36. Umiestnenie a vlastné osadenie dvojosej vyrovnávací testovacej lavice na podstavci [Vlastný zdroj]

Druhý krok montáže spočíval v osadení krokového motoru Microcon SX23-2727 (D). Pod krokový motor bolo nutné nalepiť tlmiacu gumovú podložku z dôvodu tlmenia vibrácií. Krokový motor je spojený s testovacou lavicou pomocou hriadeľu a nylonovej spojky. Osadenie krokového motoru spočívalo v predvrtaní otvorov na drevenú dosku, tým sa dosiahlo spojenia dosky s podstavcom pomocou samo-rezných skrutiek a prevedenie rovinné synchronizácie s hlavným posuvným otočným hriadeľom. Následne sa predvrtali otvory s ihlano vým prierezom do drevenej dosky a spojenia pomocou skrutiek (skrutka valcová nízka hl.-imbus DIN 7984 M6x20-8.8) a matic (matica DIN 934 M6 |08|).



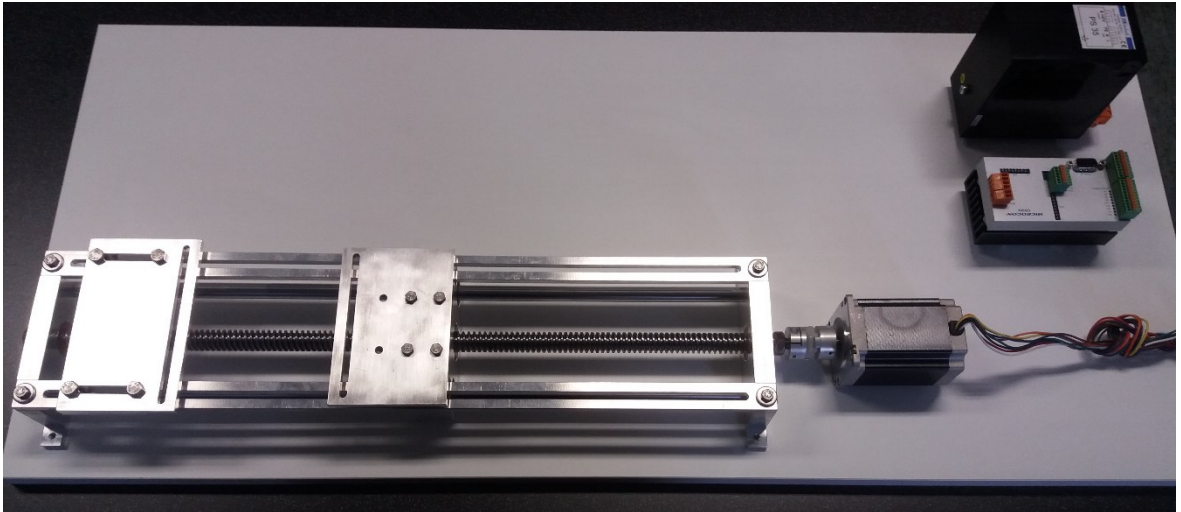
Obr. 37. Proti-vibračné osadenie krokového motoru Microcon SX23-2727 (D) k testovacej lavici [Vlastný zdroj]

Tretí krok spočíval v predvrtaní otvorov do podstavca a následnom upevnení DIN lišt na podstavec pomocou skrutiek (skrutka šesťhranná DIN 933 M6x20 nerez A2-70 celý závit), slúžiacich na upevnenie riadiacej jednotky Microcon CD30x a napájacieho zdroja PS 35.



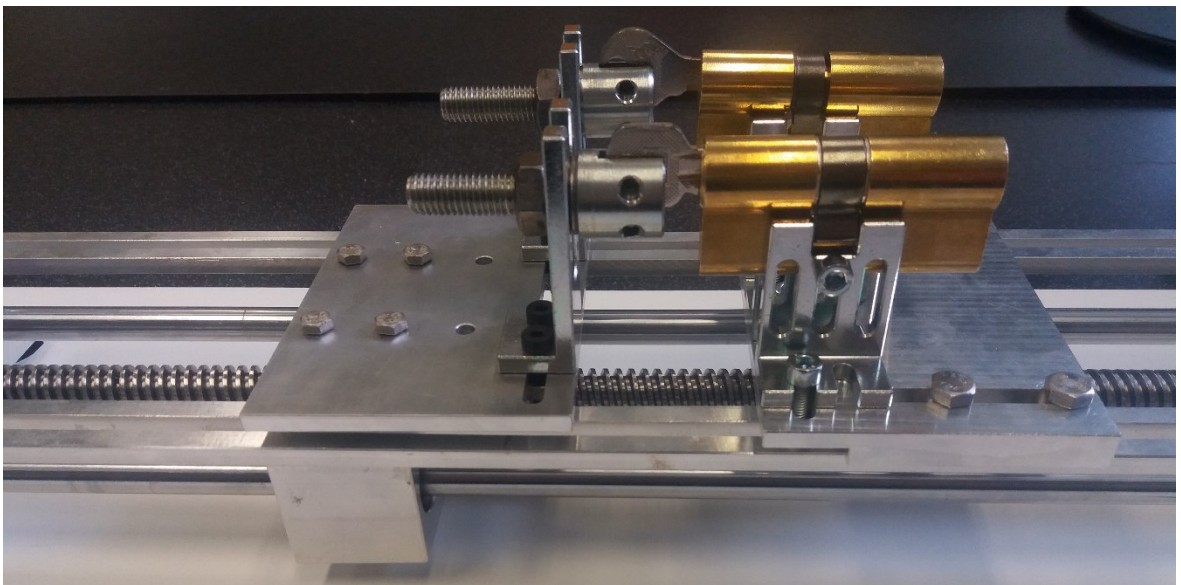
Obr. 38. Osadenie DIN lišt [Vlastný zdroj]

Ďalším krokom je osadenie riadiacej jednotky Microcon CD30x a napájacieho zdroja PS 35 na DIN lištu. Prepojenie napájacieho zdroja PS 35 s riadiacou jednotkou Microcon CD30x bolo riešené pomocou Wago svorkovnic typu 741 a dvoch káblov, z toho jeden sa pripojil na svorkovnicu riadiacej jednotky do otvoru VCC a na napájacom zdroji do otvoru svorkovnice +47 V. Druhý kábel sa pripojil na svorkovnici riadiacej jednotky do otvoru GND a na napájacom zdroji do svorkovnice s označením 0.



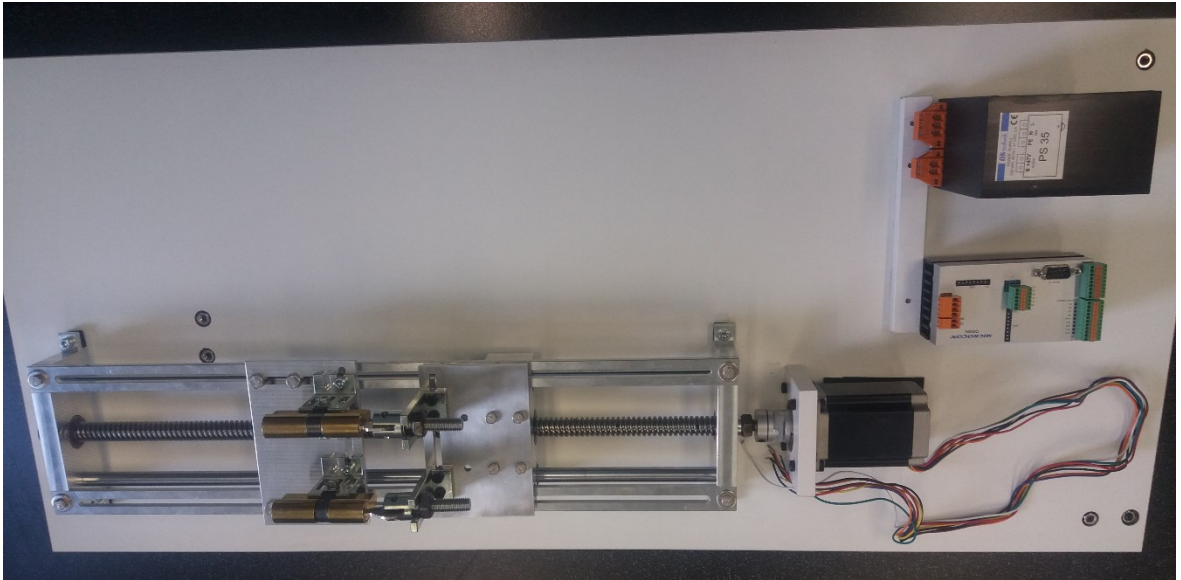
Obr. 39. Osadenie napájacieho zdroja PS 35 s riadiacou jednotkou [Vlastný zdroj]

Piaty krok spočíval v osadení úchytov pre cylindrické vložky a kľúčov na testovacej lavici. Úchyty boli osadené s pomocou skrutiek (Skrutka valcová nízka hl.- imbus DIN 7984 M6x20-8.8), podložiek (Podložka vymedzovacia DIN 988 PS 6x12x0,1) a matic (Matica DIN 934 M6 nerez A2).



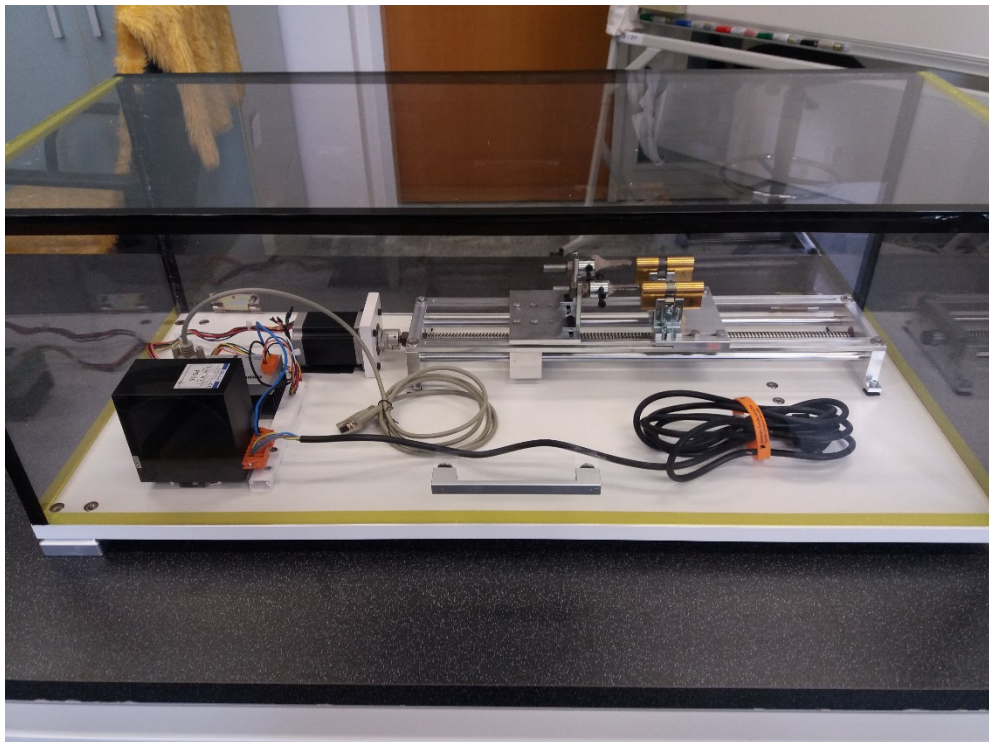
Obr. 40. Bočný pohľad na uchytenie cylindrických vložiek a kľúčov na pohyblivej časti testovacej lavici [Vlastný zdroj]

Skompletovaná dvojosá vyrovnávacia testovacia lavica v ose „X“ (Obr. 41).



Obr. 41. Celkový pohľad na skompletovanú testovaciu lavicu [Vlastný zdroj]

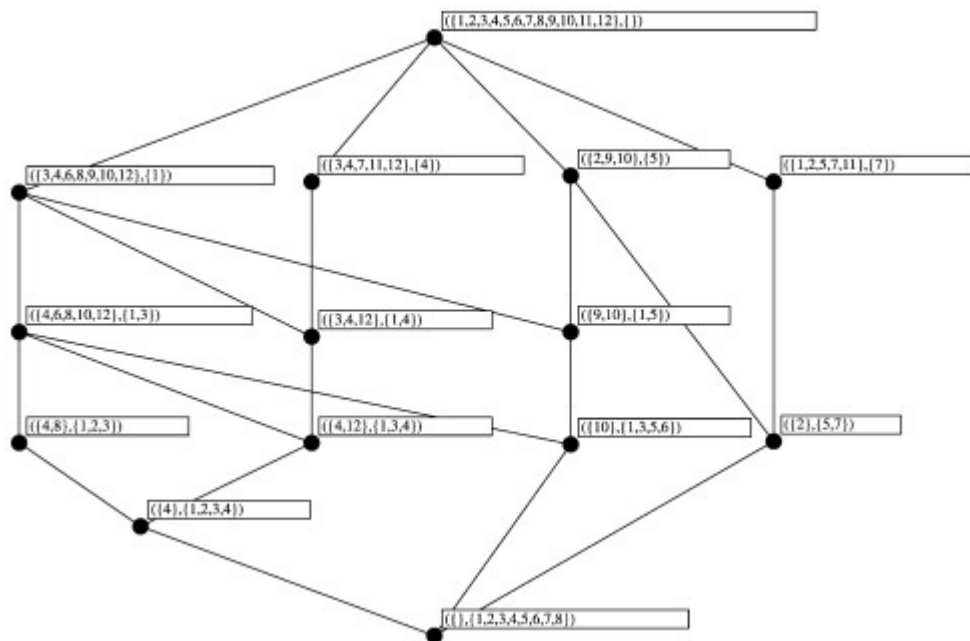
Kryt testovacieho zariadenia je tvorený plexisklom s dĺžkou hrany 900 mm šírkou 400 mm a výškou 300 mm. Plexisklo je k podstavcu testovacieho zariadenia pripevnené pomocou dvoch otočných pántov s pomocou 4 kusov samorezných skrutiek. Pre účel otvárania plexiskla a jednoduchému fyzickému prístupu k jednotlivým komponentom je na plexisklo pripevnené držadlo s pomocou samorezných skrutiek a dvoch podložiek (Podložka kruhová DIN 7349 M5 / 5,3 nerez A2). Na dekoráciu krytu testovacieho zariadenia sú použité lepiace pásy čiernej a žltej farby.



Obr. 42. Predný pohľad na kompletne testovacie zariadenie [Vlastný zdroj]

10 FORMÁLNA KONCEPTUÁLNA ANALÝZA

Pre prezentáciu výsledkov v závere práce je na tento účel zvolená formálna konceptuálna analýza (ďalej len FCA). FCA sa zaoberá prácou s objektmi a atribútmi, z ktorých sa vytvárajú konceptuálne zväzy alebo generujú atribútové implikácie. Za atribút je označovaná vlastnosť objektu. Uvedený príklad (Obr. 43.) ilustruje hlavný prínos FCA, tzn. jednoduchú prácu s informáciami, ktoré sprevádzajú danú množinu atribútov a ich hierarchiu [15].

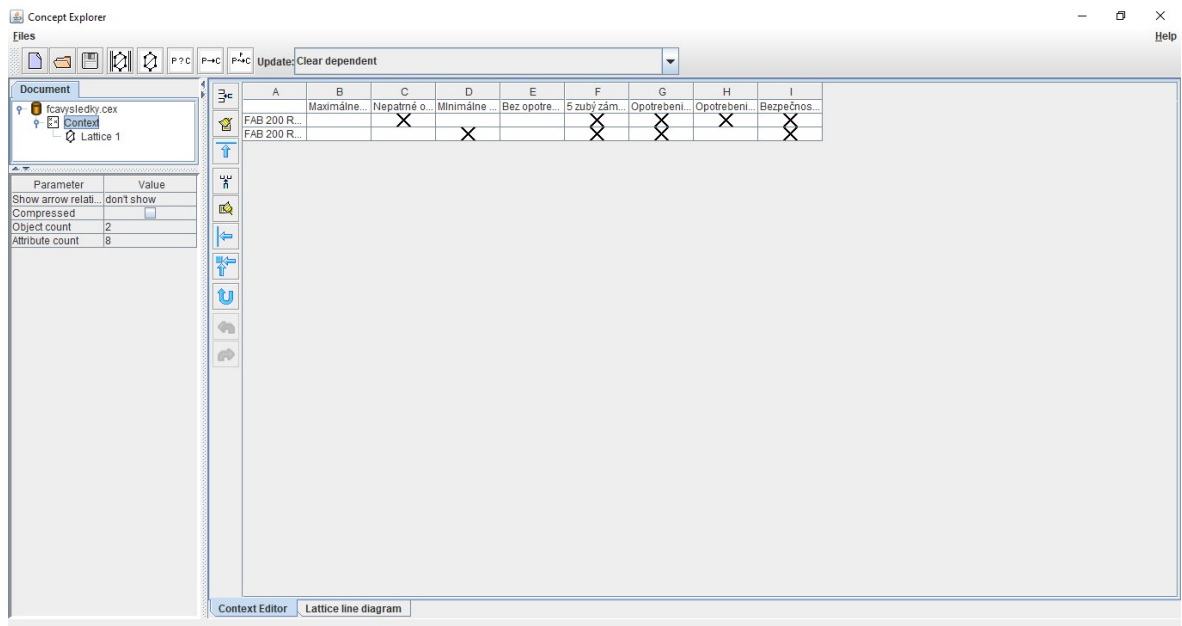


Obr. 43. Obmedzená koncepcia mriežky [15]

Pre vygenerovanie konceptuálneho zväzu sa použil program Concept Explorer (ConExp), ktorý je voľne dostupný.

10.1 ConExp

„Po zoznámení sa s užívateľským prostredím a pre následnú prácu s atribútmi a objektami potrebnými pre vytvorenie tabuľky a následného konceptuálneho zväzu je potrebné nastaviť počet objektov v poli s názvom Object count a počet atribútov v poli s názvom Attribute count. Následne môžeme začať vyplňať potrebnú tabuľku. Ak objekt má daný atribút do tabuľky sa zapíše X, táto hodnota reprezentuje hodnotu 1. V opačnom prípade pole vynecháme, to znamená, že objekt nemá daný atribút a toto prázdne pole reprezentuje hodnotu 0 [5]“.



Obr. 44. Náhl'ad z programu ConExp [Vlastný zdroj]

11 TESTOVANÉ CYLINDRICKÉ VLOŽKY

Pre vykonanie experimentu opotrebenia cylindrických vložiek boli vybrané bezpečnostné cylindrické vložky od výrobcu FAB, ktoré spĺňajú podmienky bezpečnostnej triedy 3. Z dôvodu finančného zaťaženia nebolo možné zakúpiť cylindrické vložky od výrobcu TOKOZ. Pre tento účel bola zvolená obojstranná cylindrická vložka typu FAB 200 RSG (Obr. 45).

11.1 Firma TOKOZ a.s

Firma založená v roku 1920 Jaroslavom Josefom Rouskom v Českej republike, so sídlom v Žďári nad Sázavou. Zaoberá sa výrobou visacích zámkov a v súčasnej dobe je ich najväčším českým výrobcom. Od roku 2001 patrí firma TOKOZ k členom Českej asociácie výrobcov zámkov a stavebného kovania. V súčasnej dobe firma zamestnáva približne 500 zamestnancov [16].

Firma TOKOZ a.s. disponuje certifikátmi [16]:

- ISO 9001: 2015,
- IATF 16949: 2016,
- ISO 14001: 2015,
- BS OHSAS 18001: 2007.

11.2 Firma FAB ASSA ABLOY s.r.o

Firma FAB založená v roku 1911 Aloisom Fáborským a Františkom Šedom. Firma ASSA ABLOY založená v roku 1994 spojením spoločností ASSA vo Švédsku a ABLOY vo Fínsku, v roku 1997 toto konzorcium odkúpilo všetky akcie spoločnosti FAB. V roku 2008 sa spoločnosť FAB zlúčila so spoločnosťou Abloy spol. s.r.o a došlo k vzniku novej spoločnosti ASSA ABLOY Czech & Slovakia s.r.o. Zameriava sa predovšetkým na výrobu cylindrických vložiek, zadlabávacích zámkov, bezpečnostného dverného kovania a dverných a podlahových zatváračov [17].

Firma FAB ASSA ABLOY s.r.o disponuje certifikátmi:

- ISO 9001,
- ISO 14001.

11.2.1 FAB 200 RSG

K prevedeniu testovacích skúšok som sa rozhodol pre obojstrannú cylindrickú vložku FAB 200 RSG z dôvodu finančných nákladov pre diplomovú prácu a jednoduchšieho prístupu kľúča do valca cylindrickej vložky spĺňajúcu kritéria bezpečnostnej triedy BT 3.



Obr. 45. Celkový náhľad na obojstrannú cylindrickú vložku typu FAB 200 RSG [18]

Pre názornosť uvádzam technické dáta o obojstrannej cylindrickej vložke FAB 200 RSG, jedná sa konkrétne o jej použitie, výhody, popis a vyrábané varianty vyššie uvedenou firmou [18].

Použitie:

- pre dvere vyžadujúce vysoké zabezpečenie,
- pre veľmi dôležité objekty a miestnosti.

Výhody:

- certifikácia podľa ČSN EN 1627:2012 v bezpečnostnej triede BT 3,
- spĺňa požiadavky NBÚ podľa zákona 412/2005 Sb. ,
- patentová ochrana systému,
- vysoká úroveň zabezpečenia.

Popis:

- 5 stavítkový mechanizmus,

- patentové technológie RSG s dorazom,
- nesymetrická neúplná spojka,
- bezpečnostná karta,
- mosadzné telo a bubienok.

Vyrábané varianty:

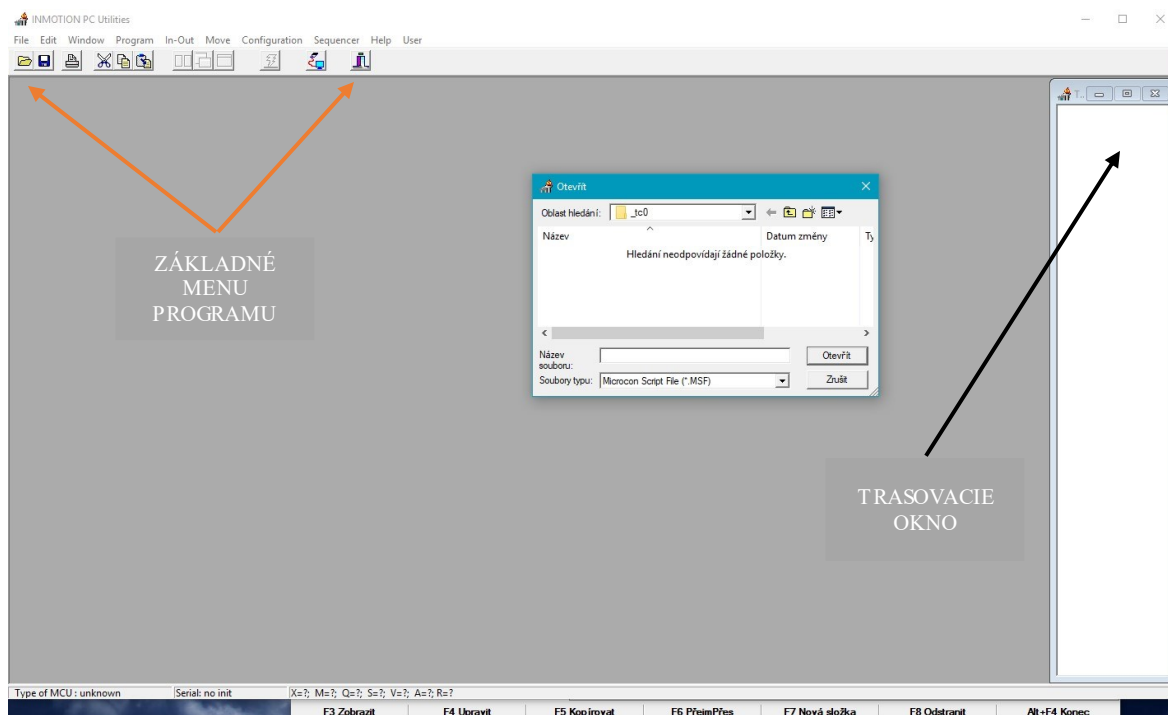
- rozmer od 30 + 30, ďalšie rozmery sú odstupňované po 5mm,
- maximálny rozmer jednej strany 90mm, celkový maximálny rozmer 180mm,
- povrchová úprava tvorená leštenou mosadzou,
- štandardne dodávaná s tromi kľúčmi a bezpečnostnou kartou [18].

11.3 Testovací software Inmotion PC Utilities pre riadenie krokového motoru Microcon SX23-2727 (D)

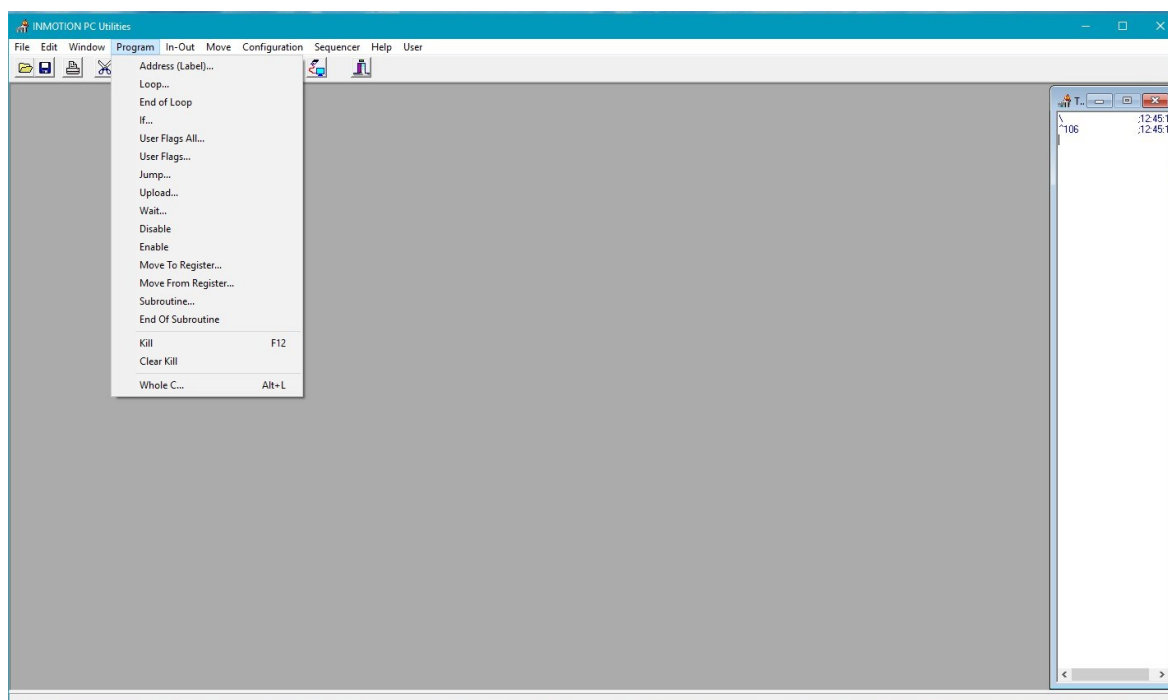
Testovací software Inmotion PC Utilities slúži na programovanie riadiacich jednotiek od výrobcu Microcon. V našom prípade sa jednalo o naprogramovanie inštrukcií riadiacej jednotky Microcon CD30x pre pohyb krokového motoru Microcon SX23-2727 (D). Na prepojenie PC s riadiacou jednotkou Microcon CD30x je potrebné využiť sériové spojenie cez rozhranie RS-232.

11.3.1 Programovacie prostredie Inmotion PC utilities

Vyššie uvedený program je určený pre vytváranie, editovanie a overenie užívateľského programu kontroléru M1486 prostredníctvom sériového rozhrania RS 232 (COM1 až COM4). Program využíva integrované mnohvrstvé prostredie, využíva prekryvanie a zmeny veľkosti okien. Využíva hlavné povely ako príkazy k manipulácii so súbormi alebo často sa opakujúce príkazy k ovládaniu pohybu motoru. Na obrázku (Obr. 46.) je čiernou šípkou naznačené trasovacie okno a oranžovou šípkou je vyznačené základné menu programu.



Obr. 46. Základné okno pre rýchlu prácu s povelovým súborom [Vlastný zdroj]



Obr. 47. Menu programu pre riadiace povelý pre kontrolér [Vlastný zdroj]

11.3.2 Část výpisu základných riadiacich povelových inštrukcií s podprogramom (SUBPROGRAM & MICROSTEPPING) pre slučkové povely

```
[
S200   Štart/stop
V1000
A5000   Akcelerácia           Podprogram pre zmenu parametrov pohybu („If“)
H27     ────────────────────▶ [
F39616   @5
L5       Povely vykonané 5x    I2H2
R                                               I1H1
W250     V370
E       Koniec slučky        J6
]                                               ;
                                               @1
                                               V1230
                                               J6
                                               ;
                                               @2
                                               I1H3
                                               ;
                                               V1450
                                               J6
                                               ;
                                               R
                                               J5
                                               ]
```

12 VÝSLEDKY DIPLOMOVEJ PRÁCE

Pre testovanie vybraných cylindrických vložiek na dvojosej vyrovnávacej testovacej lavici bolo využitých a realizovaných 14424 polcyklov, ktoré spočívali v zasunutí a vysunutí kľúča do valca testovanej cylindrickej vložky. Testovanie cylindrických vložiek prebiehalo v intervale 5 polcyklov za minútu z dôvodu predchádzania vytvárania teplotného driftu pri ktorom dochádza k skresleniu výsledkov testovania. Po otestovaní boli porovnávané jednotlivé opotrebenia kľúčov označených ako vzorka A (Obr. 48.) a vzorka B (Obr. 49).

Kľúč označený ako vzorka A (Obr. 48.) k cylindrickej vložke FAB 200 RSG s dvomi vodiacimi lištami a piatimi zárezmi na zuboch (5 stavítkový mechanizmus cylindrickej vložky), uchytený do štvorstupového držiaka na kľúč. Uchytenie kľúča do štvorstupového držiaka bolo realizované bez podložky štvorstupového držiaka a uchytený 4 kusmi skrutiek (Skrutka valcová nízka hl.- imbus DIN 7984 M6x20-8.8).



Obr. 48. Vzorka kľúča A – bočný pohľad pred začiatkom testovania [Vlastný zdroj]

Kľúč označený ako vzorka B (Obr. 49.) k cylindrickej vložke FAB 200 RSG s dvomi vodiacimi lištami a piatimi zárezmi na zuboch (5 stavítkový mechanizmus cylindrickej vložky), uchytený do štvorstupového držiaka na kľúč. Z dôvodu väčšej šírky štvorstupového držiaka a dilatácie bol kľúč podložený podložkou (podložka kruhová DIN 7349 M6 / 5,3 nerez A2) a uchytený 4 kusmi skrutiek (Skrutka valcová nízka hl.- imbus DIN 7984 M6x20-8.8).



Obr. 49. Vzorka klíča B – bočný pohľad pred začiatkom testovania [Vlastný zdroj]

Vzorka A (Obr. 50.) vykazuje nepatrné opotrebenie ako vzorka B (Obr. 51.), avšak toto opotrebenie nemá žiadny vplyv na mechanickú funkčnosť zámkového systému. Nepatrné opotrebenie vzorky A na úkose klíča mohlo byť spôsobené nesúosím nábehom klíča do valca cylindra pri testovaní.



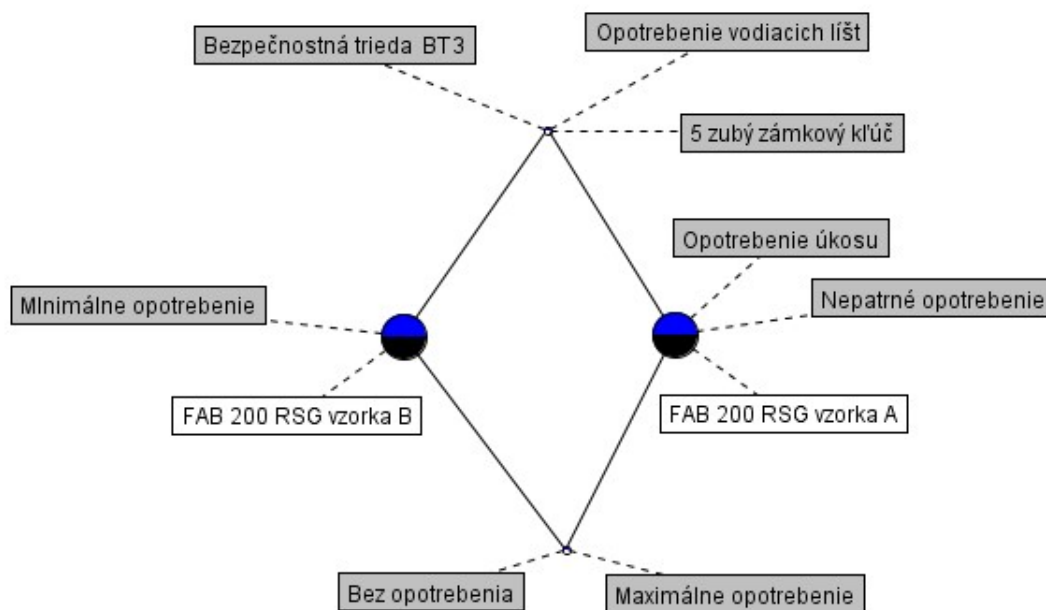
Obr. 50. Vzorka klíča A – bočný pohľad po otestovaní [Vlastný zdroj]

Vzorka B (Obr. 51.) vykazuje minimálne opotrebenie materiálu oproti vzorke A (Obr. 50.), avšak toto opotrebenie nemá žiadny vplyv na mechanickú funkčnosť zámkového systému.



Obr. 51. Vzorka klůčca B – bočný pohľad po otestovaní [Vlastný zdroj]

Pre prehľadnosť získaných výsledkov uvádzam tieto vo forme konceptuálneho zväzu vygenerovaného v programe ConExp (Obr. 52). V tomto prípade sú ako objekty zámkové klůčce prislůchajúce cylindrickej vložke FAB 200 RSG označené ako vzorka A a vzorka B. Atribúty v konceptuálnom zväze sú vyznačené šedou farbou, konkrétne sa jedná o bezpečnostnú triedu BT 3, opotrebenie vodiacich lišt, opotrebenie úkosu a iné.



Obr. 52. Konceptuálny zväz pre vzorku A a vzorku B [Vlastný zdroj]

ZÁVER

Hlavným cieľom teoretickej časti diplomovej práce bolo popísať problematiku statických a dynamických skúšok tvrdosti kovov, problematiku tvrdosti materiálov cylindrickej vložky a vplyvu na jej opotrebenie. V ďalšej kapitole bola spracovaná tematika pevnosti, bezpečnosti a životnosti cylindrických vložiek. Posledná kapitola teoretickej časti diplomovej práce popisovala typy zámkových systémov, princíp zloženia cylindrickej vložky a jednotlivé druhy zámkových kľúčov.

Praktická časť diplomovej bola venovaná samotnej hardwarovej realizácii testovacieho zariadenia pre zámkové systémy, ktorá pozostávala z výkresovej časti dvojosej vyrovnávacej testovacej lavice a jej komponentami navrhnutými v programe a prostredí AutoCAD. Testovacie zariadenie bolo tvorené krokovým motorom Microcon typu SX23-2727 (D), riadiacou jednotkou Microcon typu CD30x a napájacím zdrojom typu PS 35. Po zrealizovaní a skompletovaní hardwarového testovacieho zariadenia a následnej vizuálnej kontroly zapojenia jednotlivých komponentov došlo k testovaniu vybraných cylindrických vložiek k účelu ich materiálového opotrebenia formou polcyklu, ktorý spočíval v zasunutí a vysunutí zámkového kľúča do a z cylindrickej vložky. Pred otestovaním boli testované zámkové kľúče fotograficky zadokumentované pre účel neskoršieho porovnania opotrebenia. Po otestovaní boli znova fotograficky zadokumentované otestované zámkové kľúče.

V závere diplomovej práce sú tieto výsledky vyhodnotené a prezentované graficky vo forme obrázkov a formou konceptuálneho zväzu.

ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY

- [1] Tobolski, E.: Uncertainty in Hardness testing (part 2). *Advanced materials & processes*. (2003), Vol. 161, No. 5, p. 25. ISSN 0882-7958.
- [2] Plura J.: *Planning and continuous improvement of quality*, Computer Press, Praha, 2001, p. 142-154. ISBN 80-7226-543-1.
- [3] A. Wehrstedt, "Situation of standardization in the field of mechanical testing and measurement", *VDI Berichte 1685*, Joint International Conference IMEKO 2002, Celle, S. 209- 220, ISBN 3-18-091685-0
- [4] MORAVČÍK, Marián. NORMA 1303 - Klúčová služba - PROFIL MM [online]. 6.9.2017 [cit. 2020-07-28]. Dostupné z: <https://klucemm.sk/2017/06/norma-1303/>
- [5] KLINČÚCH, Adam. Aplikace formální konceptuální analýzy jako obecné metody na speciální zámkové systémy. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2017, 62 s. Dostupné také z: <http://hdl.handle.net/10563/43315>. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. Fakulta aplikované informatiky, Ústav bezpečnostního inženýrství. Vedoucí práce Klimeš, Jiří.
- [6] MACH, V – RAČKO, A. 2004. *Technické bezpečnostné mechanizmy*. Košice: FŠI ŽU, 2004.]
- [7] IVANKA, Ján. *Mechanické zábranné systémy* [online]. Druhé. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2014 [cit. 2020-07-29]. ISBN 978-80-7454-427-9.
- [8] HORVÁTH, Eman. *Výroba klúčov Banská Bystrica* [online]. [cit. 2020-07-29]. Dostupné z: http://kovania.eu/vyroba_klucov.html#nazvoslovie_klucov
- [9] *Co je to AutoCAD?* [online]. 2016 [cit. 2020-07-29]. Dostupné z: <https://www.autocadblog.cz/co-je-to-autocad/>
- [10] *Microcon: Motory_SX_122018*. [online]. 2018, s. 4 [cit. 2020-07-29]. Dostupné z: http://www.microcon.cz/PDF082018/motory_SX_122018.pdf
- [11] *Microcon: SX23-2727 (D)*. [online]. 2018, s. 1 [cit. 2020-07-29]. Dostupné z: [http://www.microcon.cz/zapojenivnuti2012web/zapojenivnutipdf2012/SX23-2727%20\(D\).pdf](http://www.microcon.cz/zapojenivnuti2012web/zapojenivnutipdf2012/SX23-2727%20(D).pdf)
- [12] *Microcon: Jednotka pro řízení krokových motorů CD30x*. 2014.
- [13] *OK technik-emc, s.r.o: Napájecí zdroj PS 35*. Praha 9, 2014.

- [14] Lisovacie dutinky s izoláciou: Elektroinštalčný materiál Foxel [online]. 2020 [cit. 2020-07-29]. Dostupné z: <https://www.foxel.cz/kabelove-koncovky1/lisovaci-dutinky/lisovaci-dutinky-izolovane/>
- [15] Bělohávek R., Sklenář V., Zecpal J.: *Formal concept analysis with hierarchically ordered attributes*. Int. Journal of General Systems 33(4)(2004), s 283?294.
- [16] Tokoz: Zámky a kování. Dostupné z: <https://www.tokoz.cz/zamky>
- [17] FAB Czech & Slovakia: FAB chrání váš svět [online]. [cit. 2020-07-29]. Dostupné z: <https://www.fab.cz/sk/site/fabcz/>
- [18] Cylindrická vložka FAB 200RSG: oboustranná bezpečnostní - mosaz [online]. 2020 [cit. 2020-07-29]. Dostupné z: <https://www.entryshop.cz/cylindricke-vlozky-fab/cylindricka-vlozka-fab-200rsg-oboustranna-bezpecnostni/>
- [19] Automatický mikrotvrdomer: Duramin A 300D [online]. [cit. 2020-07-29]. Dostupné z: <https://www.poziadavka.sk/ponuky/ponuka-133307/Automaticky-mikrotvrdomer-Duramin-A-300D>
- [20] WAGO: PCB terminal block (741-206) [online]. [cit. 2020-07-29]. Dostupné z: <https://www.wago.com/global/pcb-terminal-blocks-and-pluggable-connectors/feedthrough-terminal-strip/p/741-206>

ZOZNAM POUŽITÝCH SYMBOLOV A SKRATIEK

A	Ampér
BS	Britská Národná Norma
BT	Bezpečnostná Trieda
ČSN	Československá Štátna Norma
d	Priemer vytlačenej jamky
D	Priemer guľôčky
DIN	Deutsche Norm (Nemecká norma)
DWG	Drawing
e	Hĺbka odtlačku
EEPROM	Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory
EN	European Norm (Európska Norma)
F	Zát'azová sila
FCA	Formal Conceptual Analysis
HB	Tvrdosť podľa Brinella
HR	Tvrdosť podľa Rockwella
HV	Tvrdosť podľa Vickersa
HVm	Mikrotvrdosť podľa Vickersa
Hz	Hertz
IATF	International Standard For Automotive Quality Management Systems
ISO	International Organization for Standardization
K	Základná hĺbka
Kg	Kilogram
l	Hodnota dlhšej uhlopriečky
mH	Mikrohenry

mm	Milimeter
N	Newton
NBÚ	Národní Bezpečnostný Úrad
OHSAS	Occupational health and safety management
PC	Personal Computer
SGHK	System Generálneho a Hlavného Kľúča
u	Priemerná hodnota uhlopriečky
V	Volt
VDC	Volts Direct Current
μF	Mikro Farad

ZOZNAM OBRÁZKOV

<i>Obr. 1. Automatický mikrotvrdometer Duramin A-300D [19]</i>	15
<i>Obr. 2. Funkcia stavítok [7]</i>	18
<i>Obr. 3. Prvý variant zámkového systému [7]</i>	19
<i>Obr. 4. Druhý variant zámkového systému [7]</i>	19
<i>Obr. 5. Komponenty cylindrickej vložky [6]</i>	20
<i>Obr. 6. Popis jednotlivých častí zámkového kľúča [7]</i>	21
<i>Obr. 7. Jednostranný zúbkový kľúč [8]</i>	21
<i>Obr. 8. Jamkový jednoradový kľúč [8]</i>	22
<i>Obr. 9. Zúbkovo jamkový kľúč [8]</i>	22
<i>Obr. 10. Jamkový viacradový kľúč [8]</i>	23
<i>Obr. 11. Kľúč do visiacich zámkov od výrobcu TOKOZ [8]</i>	23
<i>Obr. 12. Schránkový kľúč od výrobcu Elko [8]</i>	24
<i>Obr. 13. Viacdrážkový kľúč [8]</i>	24
<i>Obr. 14. Tvarový kľúč [8]</i>	25
<i>Obr. 15. Magnetický kľúč [8]</i>	25
<i>Obr. 16. Dózický kľúč [8]</i>	26
<i>Obr. 17. Zúbkovaný dvojstranný kľúč [8]</i>	26
<i>Obr. 18. Trezorový kľúč [8]</i>	27
<i>Obr. 19. Rúrkový kľúč [8]</i>	27
<i>Obr. 20. Pichací kľúč [8]</i>	28
<i>Obr. 21. Kľúč pre cylindrickú vložku s teleskopickými stavítkami [8]</i>	28
<i>Obr. 22. Testovacia lavica – návrh v programe AutoCAD [Vlastný zdroj]</i>	31
<i>Obr. 23. Testovacia lavica s presnými rozmermi [Vlastný zdroj]</i>	32
<i>Obr. 24. Testovacia lavica - návrh s úchytmi pre cylindrickú vložku [Vlastný zdroj]</i>	32
<i>Obr. 25. Testovacia dvojsoá lavica – návrh s úchytmi pre kľúč [Vlastný zdroj]</i>	33
<i>Obr. 26. Úchyt pre štvorvstupový držiak na zámkový kľúč [Vlastný zdroj]</i>	34
<i>Obr. 27. Úchyt pre cylindrickú vložku [Vlastný zdroj]</i>	34
<i>Obr. 28. Štvorvstupový držiak na zámkový kľúč [Vlastný zdroj]</i>	35
<i>Obr. 29. Skompletovaná testovacia lavica [Vlastný zdroj]</i>	35
<i>Obr. 30. Dvojfázový krokový motor Microcon SX23-2727 [Vlastný zdroj]</i>	36
<i>Obr. 31. Riadiaca jednotka CD30x [Vlastný zdroj]</i>	38

<i>Obr. 32. Napájecí zdroj PS 35 [Vlastný zdroj]</i>	<i>40</i>
<i>Obr. 33. WAGO typ 741- vizualizácia, rozmery, princíp mechanickej funkčnosti [20]</i>	<i>40</i>
<i>Obr. 34. Schéma zapojenia, rozmerový náčrtok a zaťažovacia charakteristika napájacieho zdroja PS 35 [Vlastný zdroj]</i>	<i>41</i>
<i>Obr. 35. Podstavec [Vlastný zdroj]</i>	<i>46</i>
<i>Obr. 36. Umiestnenie a vlastné osadenie dvojosej vyrovnávacej testovacej lavice na podstavec [Vlastný zdroj]</i>	<i>47</i>
<i>Obr. 37. Proti-vibračné osadenie krokového motoru Microcon SX23-2727 (D) k testovacej lavici [Vlastný zdroj]</i>	<i>47</i>
<i>Obr. 38. Osadenie DIN líšt [Vlastný zdroj]</i>	<i>48</i>
<i>Obr. 39. Osadenie napájacieho zdroja PS 35 s riadiacou jednotkou [Vlastný zdroj]</i>	<i>49</i>
<i>Obr. 40. Bočný pohľad na uchytenie cylindrických vložiek a kľúčov na pohyblivej časti testovacej lavici [Vlastný zdroj]</i>	<i>49</i>
<i>Obr. 41. Celkový pohľad na skompletovanú testovaciu lavicu [Vlastný zdroj]</i>	<i>50</i>
<i>Obr. 42. Predný pohľad na kompletné testovacie zariadenie [Vlastný zdroj]</i>	<i>51</i>
<i>Obr. 43. Obmedzená koncepcia mriežky [15]</i>	<i>52</i>
<i>Obr. 44. Náhľad z programu ConExp [Vlastný zdroj]</i>	<i>53</i>
<i>Obr. 45. Celkový náhľad na obojstrannú cylindrickú vložku typu FAB 200 RSG [18]</i>	<i>55</i>
<i>Obr. 46. Základné okno pre rýchlu prácu s povelovým súborom [Vlastný zdroj]</i>	<i>57</i>
<i>Obr. 47. Menu programu pre riadiace povelý pre kontrolér [Vlastný zdroj]</i>	<i>57</i>
<i>Obr. 48. Vzorka kľúča A – bočný pohľad pred začiatkom testovania [Vlastný zdroj]</i>	<i>59</i>
<i>Obr. 49. Vzorka kľúča B – bočný pohľad pred začiatkom testovania [Vlastný zdroj]</i>	<i>60</i>
<i>Obr. 50. Vzorka kľúča A – bočný pohľad po otestovaní [Vlastný zdroj]</i>	<i>60</i>
<i>Obr. 51. Vzorka kľúča B – bočný pohľad po otestovaní [Vlastný zdroj]</i>	<i>61</i>
<i>Obr. 52. Konceptuálny vzťah pre vzorku A a vzorku B [Vlastný zdroj]</i>	<i>61</i>

ZOZNAM TABULIEK

Tab. 1. Požiadavky a triedy vzhľadom k bezpečnosti kľúča	29
Tab. 2. Technické parametre krokového motoru SX23-2727 (D) [10]	36
Tab. 3. Zapojenia vinutia krokového motoru Microcon SX23-2727 (D) [11]	37
Tab. 4. Technické parametre riadiacej jednotky typu CD30x [12].....	39
Tab. 5. Technické parametre napájacieho zdroja PS 35 [13].....	41
Tab. 6. Kusovník pre dvojosú vyrovnávaciu testovaciu lavicu	42
Tab. 7. Kusovník pre držiaky.....	43
Tab. 8. Kusovník pre upevňovacie skrutky, matice a podložky	43

ZOZNAM PRÍLOH – VÝKRESOVÁ DOKUMENTÁCIA

P I Dvojosá vyrovnávacía testovacia lavica

P II Nadstavba nad testovaciú lavicu

P III Dosky

P IV Doska pre zámky

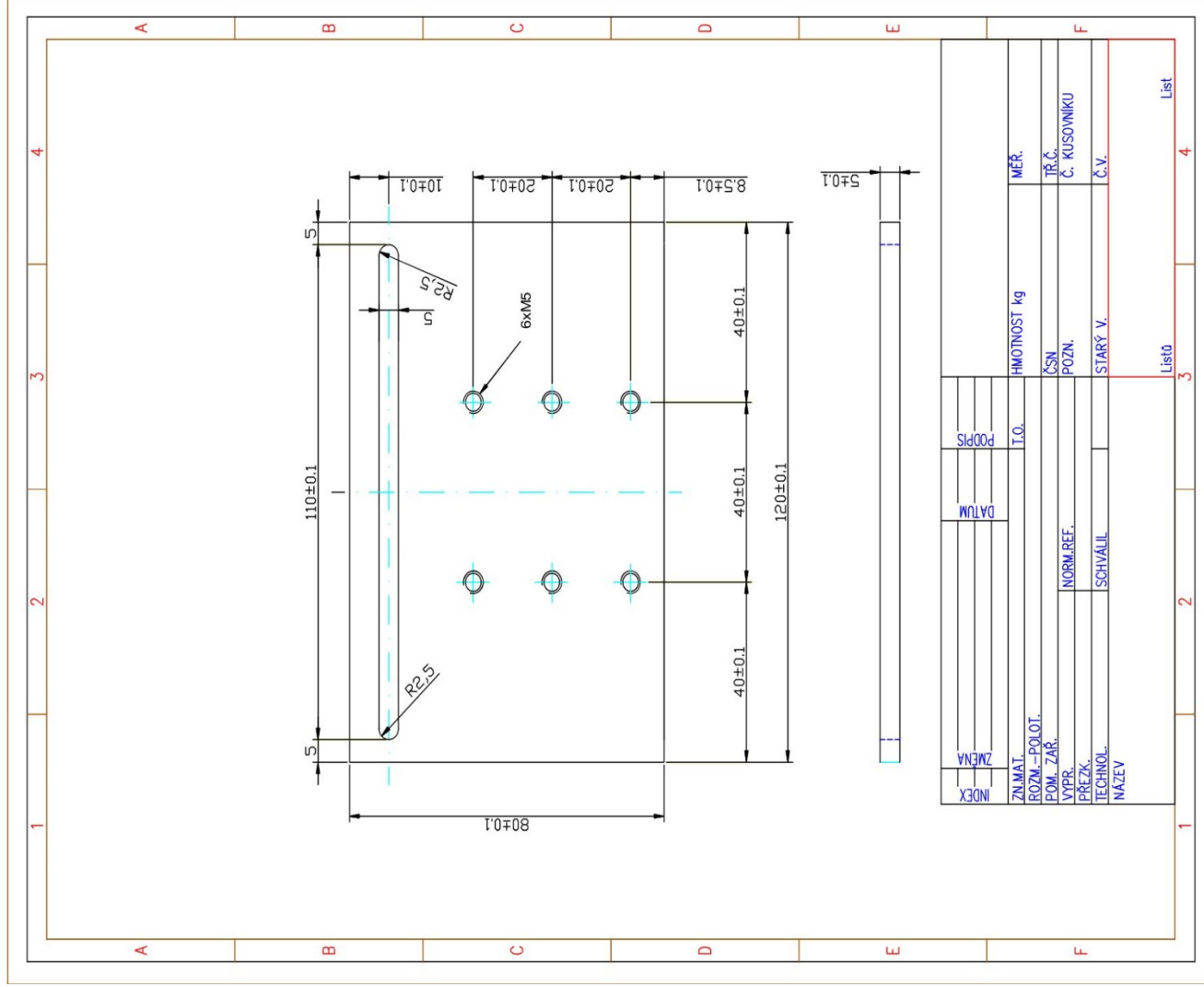
P V Ľavá a pravá doska

P VI Nadstavba nad testovaciú lavicu

P VII Tyče

P VII Skrutka

PRÍLOHA P II: NADSTAVBANAD TESTOVACIU LAVICU



List 1 2 3 4

