



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

## FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

## ÚSTAV STROJÍRENSKÉ TECHNOLOGIE

INSTITUTE OF MANUFACTURING TECHNOLOGY

# INOVACE UPÍNACÍHO PŘÍPRAVKU A TECHNOLOGIE PRO FRÉZOVÁNÍ A DŮLKOVÁNÍ KLÍČŮ

INNOVATION OF A CLAMPING JIG AND TECHNOLOGY FOR MILLING AND PUNCHING OF KEYS

## DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

## AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Dominik Štancl

## VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Martin Slaný, Ph.D.

BRNO 2022

## Zadání diplomové práce

Ústav:	Ústav strojírenské technologie
Student:	<b>Bc. Dominik Štanc</b>
Studijní program:	Strojírenská technologie
Studijní obor:	Strojírenská technologie
Vedoucí práce:	<b>Ing. Martin Slaný, Ph.D.</b>
Akademický rok:	2021/22

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma diplomové práce:

### **Inovace upínacího přípravku a technologie pro frézování a důlkování klíčů**

#### **Stručná charakteristika problematiky úkolu:**

Téma diplomové práce se zaměřuje na návrh nového zařízení pro frézování drážek a důlkování klíčů. Práce bude rozdělena do několika hlavních částí. V první části bude proveden rozbor typů frézovaných a důlkovaných polotovarů a dále rozbor současného stavu technologie a technologického postupu výroby klíčů. Hlavní náplní práce je navržení inovovaného přípravku a podávacího mechanismu, pro zajištění podávání klíčů a jejich spolehlivým upnutím při obrábění. V další části práce bude provedena analýza profilu povrchu obrobených ploch obrobené v inovovaném přípravku a bude porovnána s dosavadním řešením. Závěry budou směřovat k hodnocení nového zařízení a budou jej porovnávat z hlediska vytypovaných parametrů, které budou vyspecifikovány v práci a mají vliv na funkční vlastnosti finálního výrobku.

#### **Cíle diplomové práce:**

- Analýza typů polotovarů a technologického postupu výroby klíče.
- Analýza současného řešení a specifikace požadavků na nové řešení.
- Konstrukční návrh nového zařízení a příprava výroby.
- Hodnocení vytypovaných parametrů a srovnání výchozího a inovovaného řešení.
- Závěry plynoucí z řešení.

#### **Seznam doporučené literatury:**

MRKVICA, Miloš. Přípravky a obráběcí nástroje-I.díl. Řezné nástroje. 3. vyd. Ostrava: VŠB-Technická univerzita, 2001, 188 s. ISBN 80-7078-941-7.

MRKVICA, Miloš. Přípravky a obráběcí nástroje-II.díl. Přípravky 1. vyd. Ostrava: Vysoká škola báňská, 1988, 182 s.

BRYCHTA, Josef. Nové směry v progresivním obrábění [online]. Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita, [2008] [cit. 2021-10-22]. ISBN isbn978-80-248-1505-3.

BORSKÝ, Václav. Obráběcí stroje. Brno: VUT, 1992. ISBN isbn80-214-0470-1.

BORSKÝ, Václav. Základy stavby obráběcích strojů. 2. přeprac. vyd. Brno: Vysoké učení technické, 1991.

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2021/22

V Brně, dne

L. S.

---

Ing. Jan Zouhar, Ph.D.  
ředitel ústavu

---

doc. Ing. Jaroslav Katolický, Ph.D.  
děkan fakulty

## **ABSTRAKT**

Diplomová práce se zabývá návrhem nového zařízení pro frézování drážek a důlkování klíčů. Úvodní část se věnuje historii a vývoji klíčů až po současnost. Dále se pojednává o jednotlivých typech frézovaných a důlkovaných polotovárů a je rozebrán postup výroby klíčů. V hlavní části je navržený přípravek a podávací mechanismus, které zajišťuje podávání klíčů a spolehlivé upnutí při obrábění. Následně bude provedena analýza profilu povrchu obrobených ploch. V závěru bude zhodnoceno nové zařízení a porovnáno z hlediska vytypovaných parametrů, které mají vliv na funkční vlastnosti finálního výrobku.

### **Klíčová slova**

frézování, frézovací přípravek, frézování klíčů, důlkování klíčů, výroba klíčů

## **ABSTRACT**

The thesis deals with the design of a new device for grooving and punching keys. The introductory part is devoted to the history and development of the keys up to the present. It also deals with the individual types of milled and punched semi-finished products and discusses the process of key manufacturing. In the main part, a jig and a feeding mechanism are designed, which ensures the feeding of keys and reliable clamping during machining. Afterwards, the profile surface analysis of the machined surfaces will be made. In the end, the new equipment will be evaluated and compared in terms of selected parameters that affect the functional properties of the final product.

### **Key words**

milling, milling jig, key milling, key punching, key manufacturing

---

## **BIBLIOGRAFICKÁ CITACE**

ŠTANCL, Dominik. *Inovace upínacího přípravku a technologie pro frézování a důlkování klíčů* [online]. Brno, 2022 [cit. 2022-03-09]. Dostupné z: <https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/140270>. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Ústav strojírenské technologie. Vedoucí práce Martin Slaný.

---

## PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma Inovace upínacího přípravku a technologie pro frézování a důlkování klíčů vypracoval samostatně s využitím uvedené literatury a podkladů, na základě konzultací a pod vedením vedoucího práce.

Brno, 20. 5. 2022

místo, datum

Bc. Dominik Štancl

---

## **PODĚKOVÁNÍ**

Děkuji tímto Ing. Martinu Slanému, Ph.D. za cenné připomínky a rady, které mi poskytl při vypracování diplomové práce.

Dále bych chtěl poděkovat firmě SKM Litomyšl, konkrétně Ing. Lukáši Kubíčkoví a Ing. Davidu Kmoškovi za důležité podklady k vypracování konstrukčního návrhu frézovacího přípravku a zařízení a měření klíčů.

Na závěr bych poděkoval rodičům za podporu při studiu.

---

**OBSAH**

ÚVOD.....	9
1 PRINCIPY KLÍČŮ A ZÁMKŮ .....	10
1.1 Historie .....	10
1.1.1 Egypt.....	10
1.1.2 Řecko .....	11
1.1.3 Řím.....	11
1.1.4 Německo .....	12
1.1.5 Velká Británie.....	12
1.1.6 USA .....	15
1.2 Současnost .....	17
1.2.1 Systémy generálního klíče .....	18
2 ROZBOR CYLINDRICKÉ VLOŽKY A KLÍČE .....	19
2.1 Cylindrická vložka .....	19
2.1.1 Princip odemknutí a zamknutí.....	19
2.1.2 Komponenty cylindrické vložky .....	19
2.1.3 Princip rozpoznání správného klíče.....	23
2.1.4 Zabezpečení proti neoprávněnému odemknutí.....	23
2.2 Rozbor klíče .....	25
2.2.1 Základní části klíče .....	25
2.2.2 Ukázka vlivu funkčních ploch klíče na funkčnost soustavy vložka-klíč .....	26
2.3 Požadavky na cylindrické vložky a klíče .....	28
3 PŘEHLED OPERACÍ VÝROBY BEZPEČNOSTNÍHO KLÍČE .....	33
3.1 Vystřížení polotovaru.....	33
3.2 Frézování hřbetu .....	34
3.3 Frézování profilu.....	34
3.4 Důlkování .....	35
3.5 Frézování zářezů .....	36
3.6 Vyražení označení.....	37
3.7 Odstranění ořepů.....	37
3.8 Nalisování loga .....	37
3.9 Navléknutí na kroužek.....	37
3.10 Kontrola profilu .....	37
3.11 Kontrola zářezů.....	38
4 NÁVRH ZAŘÍZENÍ PRO FRÉZOVÁNÍ A DŮLKOVÁNÍ KLÍČŮ .....	39
4.1 Původní stroj.....	39
4.1.1 Popis funkce zařízení .....	39
4.1.2 Konstrukce zařízení .....	41
4.1.3 Technická specifikace a požadavky na nové zařízení .....	45
4.2 Návrh nového zařízení.....	46
4.2.1 Popis rekonstruovaného zařízení .....	46
4.2.2 Parametry zařízení .....	48
4.2.3 Dotykový panel zařízení .....	49

---

5	ANALÝZA PROFILU POVRCHU OBROBENÝCH PLOCH .....	51
5.1	Kontrola profilu klíčů IKON .....	51
5.2	Měření hloubky a pozic důlků na klíčích FAB .....	53
6	DISKUZE .....	56
	ZÁVĚR .....	58
	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ .....	59
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK .....	61
	SEZNAM PŘÍLOH .....	62

---

## ÚVOD

Každý z nás je vlastníkem alespoň jednoho klíče, který denně používáme. Klíčů se tak vyrábí velké množství. Výroba bezpečnostních klíčů je z pohledu výrobních strojů poměrně specifickou oblastí. Stále více komplexní a složitější principy zámků jsou patentovány a uváděny do praxe. Jako v každém průmyslovém odvětví je hlavním cílem dosažení co nejvyšší kvality a produktivity výrobků při nejnižších možných nákladech. Proto se pro zvýšení efektivity výroby a snížení výrobních nákladů konstruuje jednoúčelové stroje a zařízení na míru zákazníka, s velmi specifickými požadavky a nároky na zástavbové prostory. Výroba bezpečnostního klíče v sobě zahrnuje jak obrábění, tak tvářeni za studena.

Předním světovým výrobcem bezpečnostních klíčů je společnost ASSA ABLOY Opening Solutions CZ s.r.o., která ve svém koncernu zahrnuje více jak 150 značek z celého světa. Mezi tyto značky patří i ochranná známka FAB. Tato firma ve spolupráci s konstrukční kanceláří firmy SKM Litomyšl s.r.o. vyrábí jednoúčelové stroje a zařízení právě pro výrobu bezpečnostních klíčů a je rovněž zadavatelem projektu, ze kterého vychází diplomová práce.

Diplomová práce se zaměřuje na návrh nového zařízení, na kterém se provádí podřez profilů klíčů typu IKON a důlkování klíčů značky FAB. Součástí zařízení je mechanismus, který zajišťuje podávání klíčů a spolehlivé upnutí při obrábění. Téma podrobně vysvětluje funkci sestavy mechanické cylindrické vložky a klíče. Pojednává se také o jednotlivých funkčních plochách bezpečnostního klíče a jejich vlivu na samotné fungování klíče. V práci je dále proveden rozbor typů polotovarů a popis výroby bezpečnostních klíčů, od vystřížení polotovaru po navléknutí na kroužek, a následné kontroly profilu klíče. Na závěr je na klíčích, vyrobených v nově navrženém zařízení, provedena analýza povrchu profilu obrobených ploch.

## 1 PRINCIPY KLÍČŮ A ZÁMKŮ

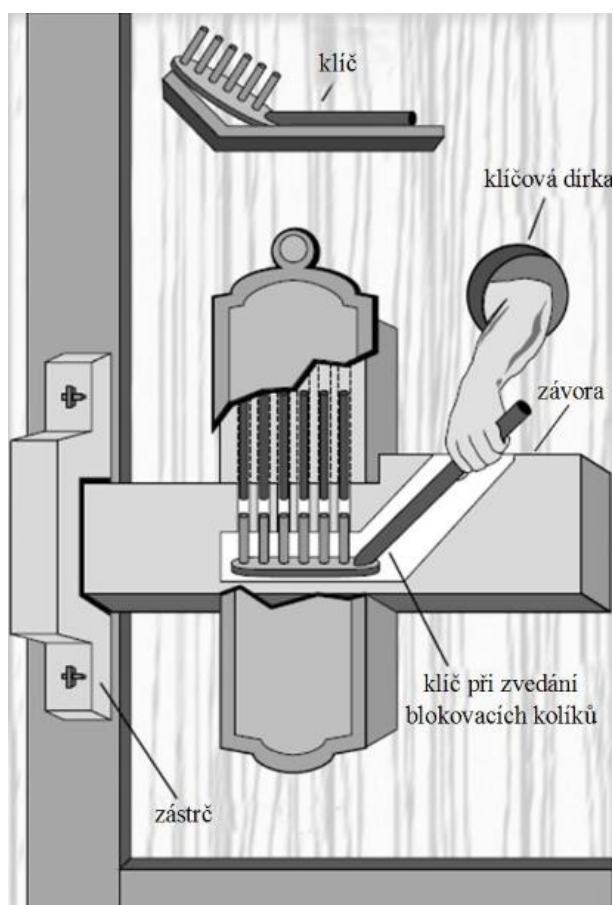
V této kapitole je popsán vývoj zámku od nejstarších dob po současnost se zaměřením na nejdůležitější modely. Každý výrobce klíčů a zámků by s nimi měl být obeznámený, neboť tvoří základ pro všechny ostatní zámky. V následujících kapitolách je uvedeno a popsáno mnoho konstrukčních principů a typů zámků. [1]

### 1.1 Historie

Zámky a klíče jsou lidmi využívány už tisíce let. Snaha uzamknout vchod příbytku nebo zabezpečit majetek existuje už od pradávna. Konstrukční principy, které jsou staré stovky let, jsou dnes využity u mnoha typů zámků. Mechanické zámky a klíče se začaly používat už ve starověkém Egyptě, Řecku a Římě. Archeologické nálezy ukázaly, že již v této době byly klíče vyrobeny z bronzu nebo ze železa. [1; 2; 3]

#### 1.1.1 Egypt

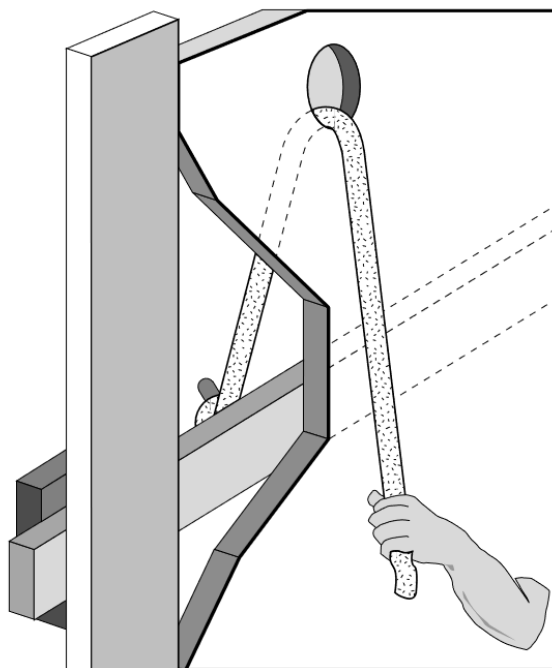
Nejstarší zámky, jejichž vznik se odhaduje na dobu 2 000 let před našim letopočtem, byly vyrobeny ve starověkém Egyptě. Princip, na kterém zámek fungoval, je velmi podobný tomu, který je dnes použit v mnoha typech zámků. Sestava se skládala z velké dřevěné závoře, těla zámku a kolíků. V těle zámku a závoře byly vytvořeny díry o stejných průměrech a roztečích, ve kterých byly umístěny blokovací kolíky. Ve dveřích byl dostatečně velký otvor pro prostrčení klíče i paže. Klíčem byla zahnutá dřevěná páka, na jejímž konci byly upevněny železné kolíky, které přesně zapadaly do děr v závoře. Po zasunutí klíče se daly kolíky v zámku jednoduše zvednout a bylo možné vytáhnout závoru. Vzhled a princip zámku lze vidět na obr. 1. [1; 2; 3; 4]



Obr. 1 Egyptský typ zámku [1].

### 1.1.2 Řecko

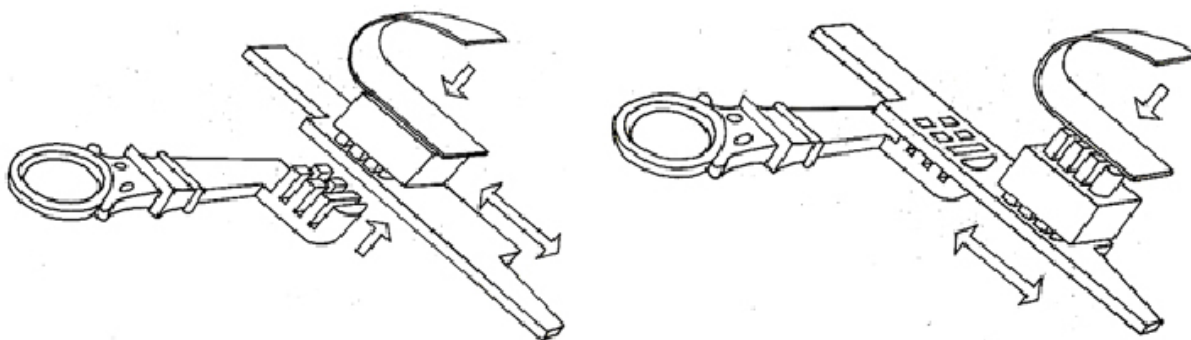
Ve starověkém Řecku se ve většině případů používaly otočné dveře, které byly upevněny ve středu pomocí čepů a zajištěny provazy, zavázanými do složitých uzlů. Chytré uvázané uzly, společně s přesvědčením, že za jejich rozvázání bude člověk proklet, poskytovaly určitou bezpečnost. Pro větší bezpečnost se používaly závory nebo zámky, které však byly primitivní a daly se snadno otevřít. Klíč srpovitého tvaru se prostrčil otvorem ve dveřích a otočil, přičemž hrot klíče se zachytil za závoru na vnitřní straně dveří a vytáhl ji. Takové zámky neposkytovaly příliš velkou ochranu a mohly být otevřeny pouhým vyzkoušením několika klíčů různých velikostí. Funkce tohoto typu zámku je zobrazena na obr. 2. [1; 2; 3; 4]



Obr. 2 Primitivní typ řeckého zámku [1].

### 1.1.3 Řím

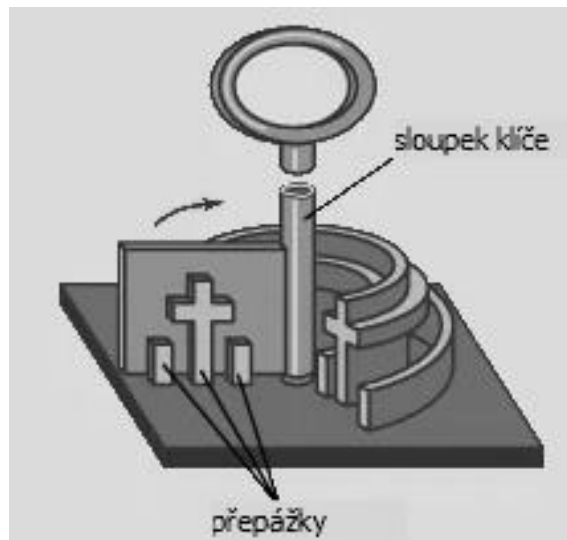
Římané začali zámky a klíče vyrábět z kovu, obvykle zámky ze železa a klíče z bronzu. Zámek byl zasazen do kovového pouzdra a byl vybaven ocelovými pružinami, které přitlačovaly kolíky. Klíč se vložil do výřezu v závoře a vytlačil kolíky, což umožnilo vytáhnout závoru. Tento princip je znázorněn na obr. 3. Protože římské oděvy neměly kapsy, byly klíče často zdobené a nosily se jako šperky. Římané vynalezli ochranné kryty, výstupky kolem klíčové dírky uvnitř zámku, které zabraňují otáčení klíče v případě použití nesprávného klíče. Římanům se taktéž připisuje vynalezení visacího zámku. [1; 2; 3; 4; 5]



Obr. 3 Římský železný zámek s pružinami [5].

### 1.1.4 Německo

K dalšímu rozvoji zámečnictví došlo hlavně v německém Norimberku. Během středověku se pokračovalo ve výrobě zámků bez výrazných bezpečnostních změn. Zámečníci se zaměřovali více na vzhled, a tak klíče a zámky byly spíše uměleckými díly. Postupem času se začaly vyrábět klíče, které se v zámku mohly otáčet kolem sloupku a posunout pohyblivou západku. Bezpečnost zámku se odvíjela od složitosti tvaru klíče, a tedy i zámku. Zámečníci vyráběli složité zámky s mnoha přepážkami a klíč s mnoha drážkami. Klíč, který byl dokonale tvarovaný, se v zámku vyhýbal přepážkám, až se dostal k západkovému mechanismu. I tento systém se dal obejít, a to pomocí vhodně tvarovaného paklíče, většinou z ohebného drátu. Jak takový klíč a zámek mohli vypadat lze vidět na obr. 4. Zámky také obsahovaly některá bezpečnostní vylepšení jako falešné a skryté klíčové dírkky. [1; 2; 3; 4; 6]

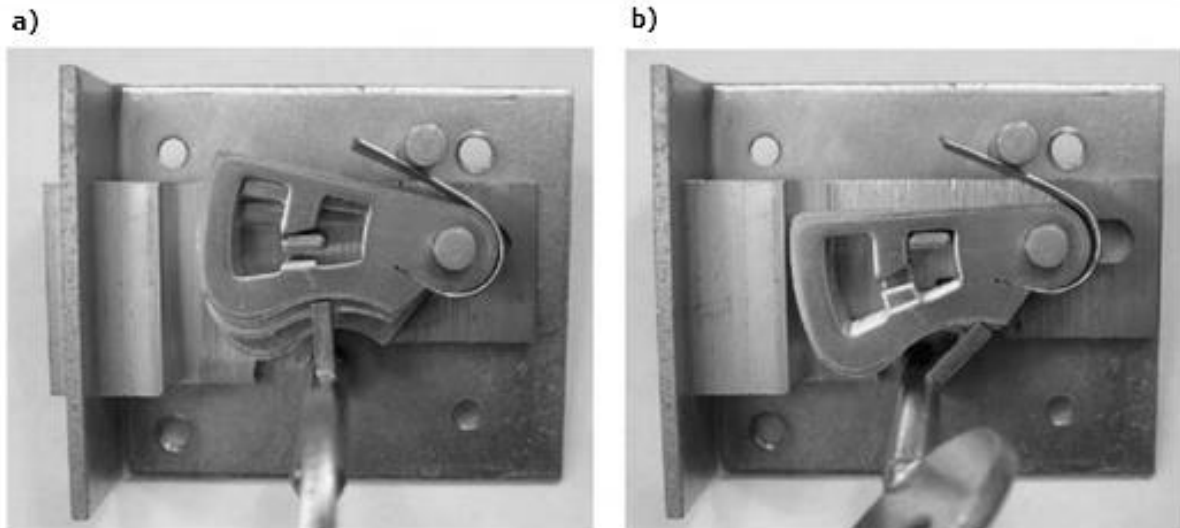


Obr. 4 Zámek s přepážkami [4].

### 1.1.5 Velká Británie

Až do osmnáctého století nedošlo k výraznému pokroku v systému zabezpečování zámků. Ve Velké Británii se v době průmyslové revoluce začala objevovat poptávka po novějších a bezpečnějších zámečích. S rozmachem strojů a nástrojů vznikla možnost průmyslové výroby zámků a klíčů. Došlo ke zdokonalení soustružů a vynálezu frézky, což umožnilo nejen snazší výrobu klíčů, ale také hromadnou výrobu komponent, které se daly vyměnit s minimálními úpravami nebo kompletně bez úprav. Ve Velké Británii se o zdokonalení zámků nejvíce zasloužili Angličané Robert Barron, Joseph Bramah a Jeremiah Chubb. [1; 2; 3; 4; 7]

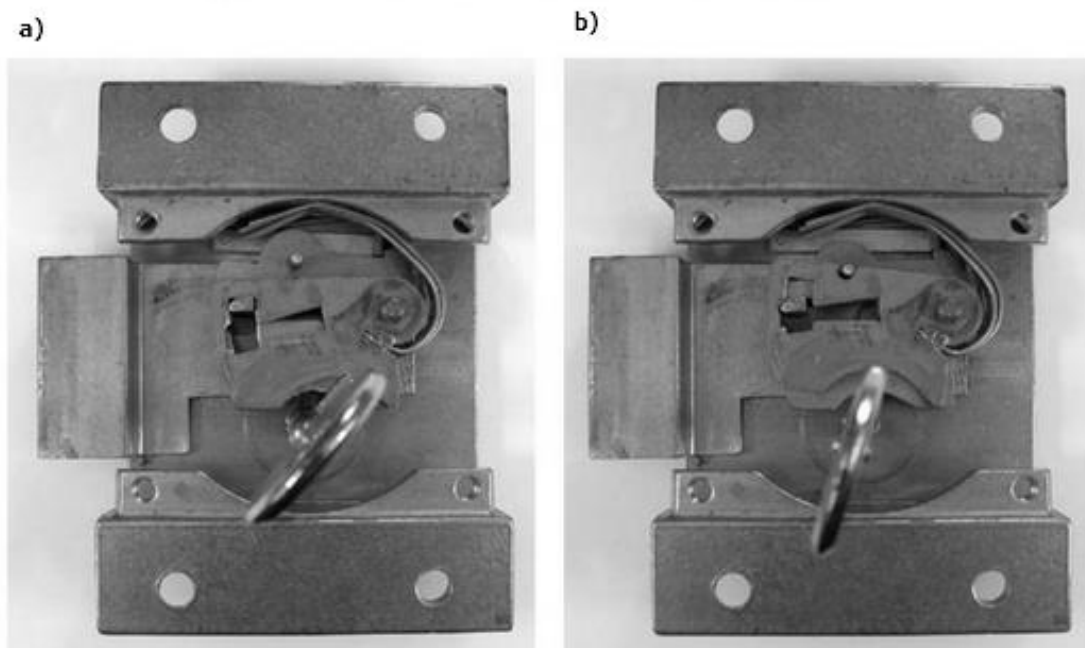
První z nich, Robert Barron, si nechal roku 1778 patentovat první dvojčinný západkový zámek, který byl bezpečnější než kterýkoliv jiný zámek dostupný v té době. Barronův zámek fungoval na principu zvedání dvou západek do přesně dané polohy, přičemž každá západka se zvedla o jinou hodnotu, která byla definována profilem klíče. Jakmile byly všechny západky ve správné poloze, došlo k uvolnění čepu zástrčky, kterou bylo možné posunout a tím otevřít zámek. Barron později přidal do svých zámků z důvodů zvýšení bezpečnosti až šest západek. Tento obrovský pokrok v konstrukci zámku se stal základním principem všech pákových zámků. Včetně těch, které se používají dnes ve dveřích v domácnostech a využívají stavítka. Na obr. 5 lze vidět západkový zámek v jednotlivých fázích odemykání. [1; 2; 3; 4]



Obr. 5 Dvojčinný západkový zámek [7]:

- a) západky jsou zvednuty do správné polohy a lze posunout zástrčku,  
 b) odemčený zámek, čep zástrčky je zaklíněný v drážkách západek.

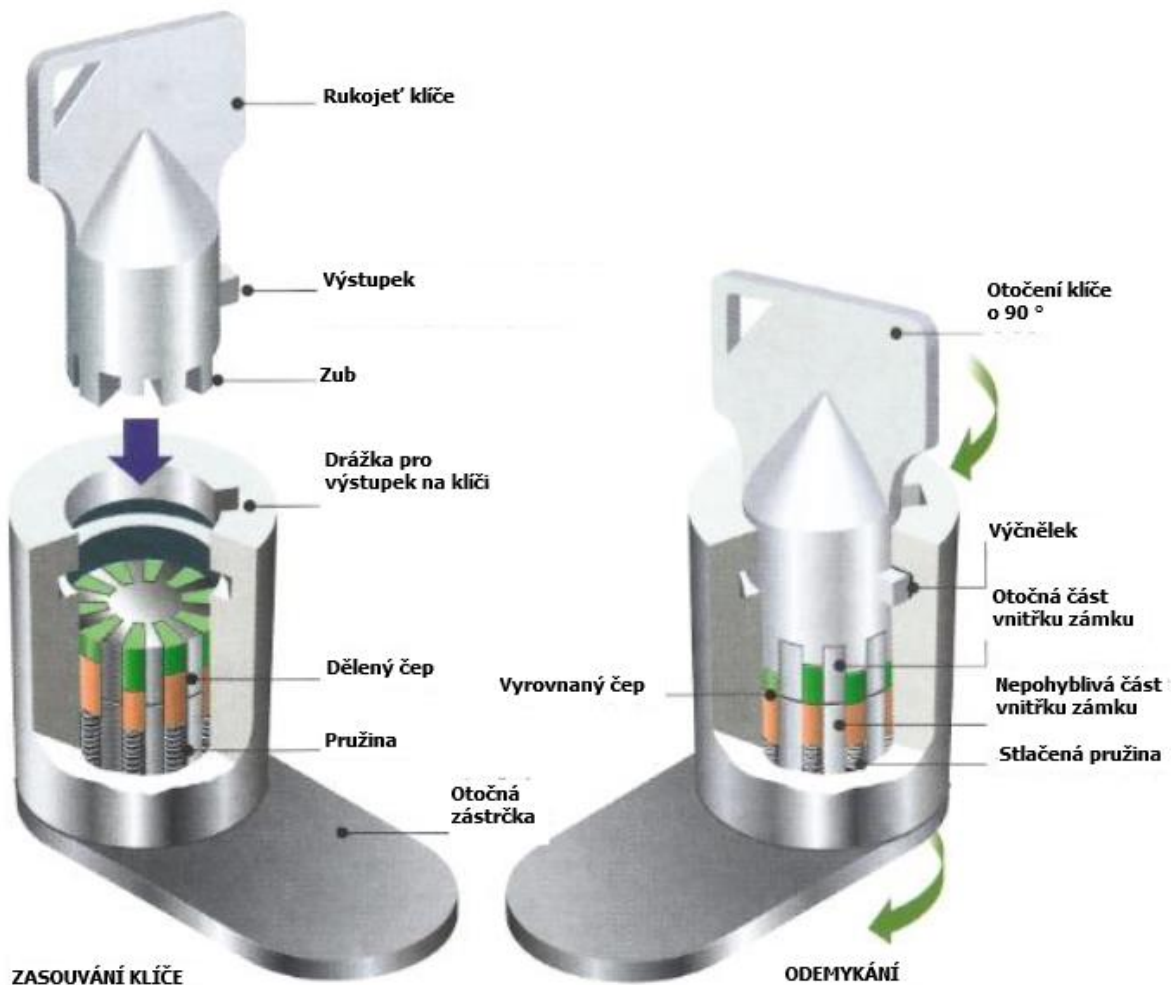
Roku 1818 inovoval Barronův západkový zámek Jeremiah Chubb. Mezi hlavní změny zámku patřilo přidání kovové clony a páky detektoru. Jakmile se mechanismus začal otáčet, clona spadla přes klíčovou díрку. Pákou detektoru byla ovládána přídržná pružina. Ta zachytila a přidržela jakoukoliv západku, která byla během páčení zvednuta příliš vysoko. Tím došlo k zablokování zámku a zabránění vytažení zástrčky. Díky tomu se také ukázalo, že se zámek bylo neoprávněně manipulováno. Ukázka Chubbova zámku je na obr. 6. Zablokovaný zámek se uvolnil otočením správného klíče dozadu a zpět. Tato vylepšení vedla k tomu, že se značně ztížila práce při odemykání zámku paklíčem nebo špatně tvarovaným klíčem. Zámek byl považován za naprosto bezpečný až do roku 1851, kdy zámek dokázal otevřít americký zámečník Alfred C. Hobbs. [1; 2; 4; 7]



Obr. 6 Chubbův zámek s detektorem [7]:

- a) výchozí stav před odemknutím zámku,  
 b) uvolnění páky detektoru a zablokování zámku.

Se zcela novým typem klíče přišel Joseph Bramah, který si roku 1798 nechal patentovat axiální zámek. Zámek a klíč byly válcového tvaru. Princip zámku spočívá ve stlačování dělených čepů proti tlačným pružinám. Klíč má na konci vyříznuté zuby. Každý zub má jinou výšku, stejně tak každý čep je dělený v jiném místě a odpovídá mu jeden zub klíče. Na klíči je také výstupek, který ukazuje správnou orientaci při zasouvání. Když se do zámku zasune správný klíč, dojde ke stlačení čepů. Teprve když jsou všechny čepy stlačeny do správné hloubky a jednotlivé čepy jsou srovnány do jedné dělicí roviny, lze otočit klíčem a odemknout zámek. Byl to první zámek, kdy byl rotační pohyb konán nejen klíčem, ale i součástmi zámku. Stejný princip se dnes využívá např. u zámků kol. Bramah si byl tak jistý bezpečností svého zámku, že ho nechal vystavit ve svém londýnském obchodě a nabídl finanční odměnu tomu, kdo jej jako první otevře. Stejně jako Chubbův zámek i Bramahův zámek dokázal otevřít Alfred C. Hobbs. Jak Bramahův zámek funguje je ilustrováno na obr. 7. [1; 2; 4; 7]



Obr. 7 Bramahův axiální zámek [8].

### 1.1.6 USA

Zámky vyrobené ranými americkými zámečníky se neprodávaly dobře. V polovině 18. století jen málo kolonistů používalo dveřní zámky a většina z nich byly kopiemi evropských modelů. Počátky zámečnictví v USA bylo také komplikováno politikou Velké Británie, kterou vedla proti svým zkušeným řemeslníkům. Tato politika měla zabránit tomu, aby neopustili zemi a nedošlo tak i k jejich odlivu za oceán. S pokrokem průmyslu však došlo k nárůstu krádeží a tím i poptávky po lepších zámčích. Američtí zámečníci si brzy osvojili výrobu britských typů zámků, vylepšili je a také vyrobili některé z nejnovativnějších zámků na světě. Do roku 1920 bylo v USA patentováno na 3000 různých zamykacích zařízení. [1]

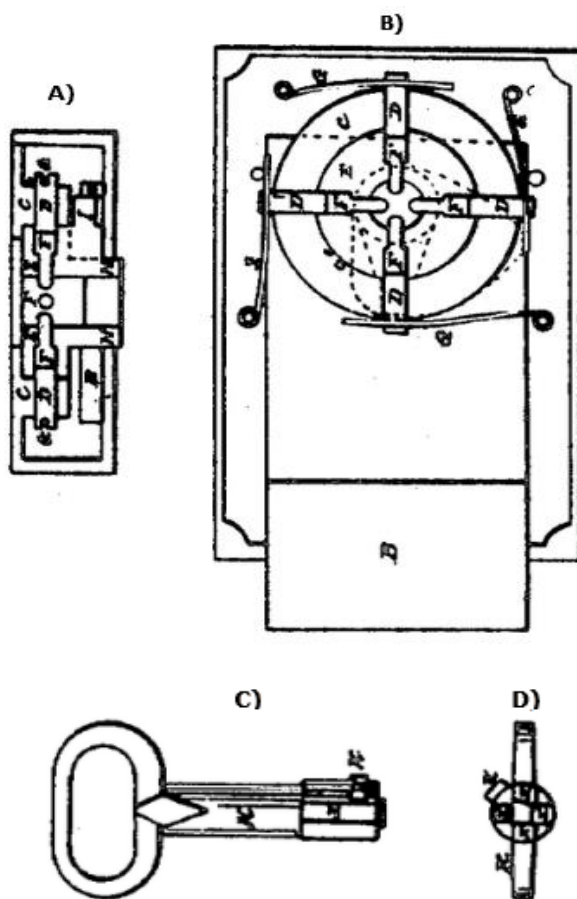
Zámečnický průmysl byl v rozkvětu v polovině 19. století. S první velkou novinkou přišel vynálezce Robert Newell. Klíče měly vyměnitelná stavitka, která lze rozebrat a přeskládat. Před zamčením mohl majitel přeuspořádat stavitka v klíči dle své libosti. Zámek šel poté odemknout pouze při stejném uspořádání stavitek. Některé klíče měly až 10 vyměnitelných stavitek. I kdyby se zloděj zmocnil klíče, zabralo by mu spoustu času najít správnou kombinaci k odemčení zámku. Jak takové klíče vypadaly lze vidět na obr. 8. Další ochranu zámku poskytoval mosazný štítek, který při otočení klíče zakryl klíčovou díрку. Tento druh zámku se používal také na bankovních trezorech. [1; 2; 3; 9]



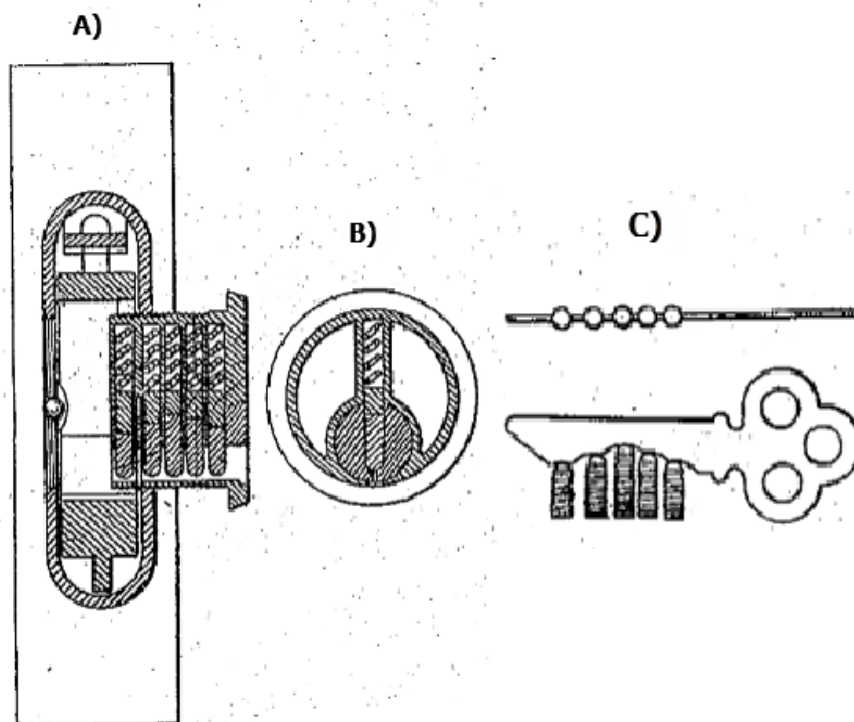
Obr. 8 Newellovy klíče s vyměnitelnými stavitky [9].

V roce 1844 si nechal Linus Yale, Sr. patentovat svůj „čtyřnásobný“ bankovní zámek, který vycházel z principu staroegyptského a Bramahova zámku. Tento vynález je považován za předchůdce dnešních zámků, protože v něm byla využita válcová stavitka a otočné válcové jádro. Zámek fungoval na principu srovnání dělicích rovin stavitek do odemykací roviny, v tomto případě odemykací roviny válcového tvaru. Stejně tak klíč byl válcového tvaru. Zámek je zobrazen na obr. 9. [1; 2; 3; 7; 10]

Jeho syn, Linus Yale, Jr., roku 1865 vyvinul cylindrický zámek s malým, plochým klíčem se zoubkovaným okrajem. Tento zámek se stal základem pro konstrukci moderních cylindrických vložek, které jsou dnes nejznámější a nejpoužívanější bezpečnostním zámekem na světě. Díky změně tvaru mohl být zámek zasazen přímo do dveří a klíč se podstatně zmenšil. Princip je stejný jako u vynálezu jeho otce, jenom stavitka a odemykací rovina nejsou umístěny po obvodu jádra, ale po jeho délce. Tvar odemykací roviny se tím pádem změnil z válcového na rovinný. Stavitka jsou v cylindrické vložce zvednuta do patřičné výšky díky zoubkování. Počet kombinací výšek kolíků, spolu s ochranným efektem tvarovaného klíče a klíčové dírky, poskytuje téměř neomezený počet variací a přináší celkové zvýšení bezpečnosti zámku na velmi vysokou úroveň. Velikou výhodou je také usnadnění výroby všech komponentů a umožnění sériové výroby. Návrh zámku je na obr. 10. [1; 2; 3; 7; 11]



Obr. 9 Nákres Yaleova bankovního zámku [10]:  
 A) podélný řez zámku, B) příčný řez zámku, C) boční pohled na klíč, D) čelní pohled na klíč.

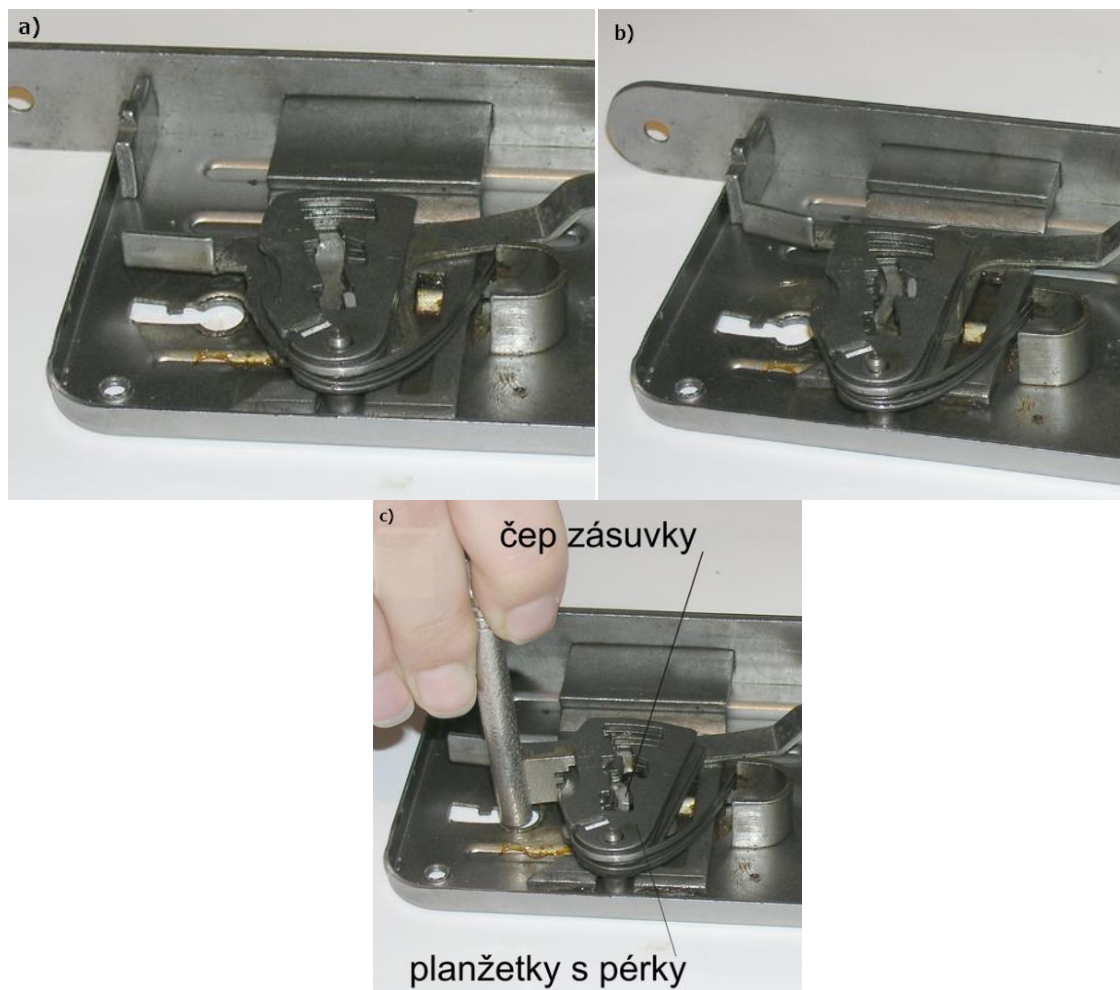


Obr. 10 Nákres Yaleova cylindrického zámku [11]:  
 A) podélný řez zámku, B) příčný řez zámku, C) čelní a spodní pohled na klíč se stavítky.

## 1.2 Současnost

Během let byly zkonstruovány zámky s mnoha specializovanými funkcemi, např. zámky odolávající rozstřelení. Jiné, tzv. nevyjímatelné zámky, jsou navrženy tak, aby zabránily zloději v prozkoumávání pozic částí zámku z klíčové dírky. Nebo v tom, aby pomocí nástroje pro vybírání zámku zaznamenaly nepatrné změny odporu při působení tlaku na zástrčku. Existují i zámky, které využívají magnetické síly. Klíč nemá zoubkovaný okraj. Místo toho obsahuje určité množství malých magnetů. Při zasunutí klíče do zámku tyto magnety odpuzují zmagnetizované odpružené kolíky a zvedají je stejným způsobem, jako by byl zvedán mechanicky tvarovaným klíčem. Když jsou kolíky zvednuty do správné výšky, může se bubínek v zámku volně otáčet. [3]

Mezi dnes běžně používané druhy zámku patří dozický zámek, který lze najít u některých dveří nebo starších skříní. Mechanismus je vidět na obr. 11. Hlavní část zamykacího mechanismu tvoří planžetky s pérky a zástrčka. Jsou-li dveře odemčeny, pérka zatlačí planžetky dolů a čep, který je spojený se zástrčkou, je vytlačen nahoru do výřezu. Při otáčení správným klíčem dochází k nadzdvihování planžetek do pozice, ve které se čep nachází uprostřed výřezu a může se pohybovat. Při zamykání se čep posouvá dopředu, při odemykání dozadu. Po vysunutí zástrčky jsou planžetky pérky opět přitlačeny dolů a čep je vsunut do dalšího výřezu. Dozický zámek je obvykle dělaný na zamykání na dva západy. Co se bezpečnosti týče, pro zkušené zloděje nepředstavuje tento zámek velkou překážku, protože velká klíčová dírka poskytuje lepší přístup k vnitřním součástem, a tedy i snazší manipulaci s nimi. [12]



Obr. 11 Dozický zámek [12]:

a) poloha odemčeno, b) poloha zamčeno, c) poloha čepu uprostřed výřezu při zamykání.

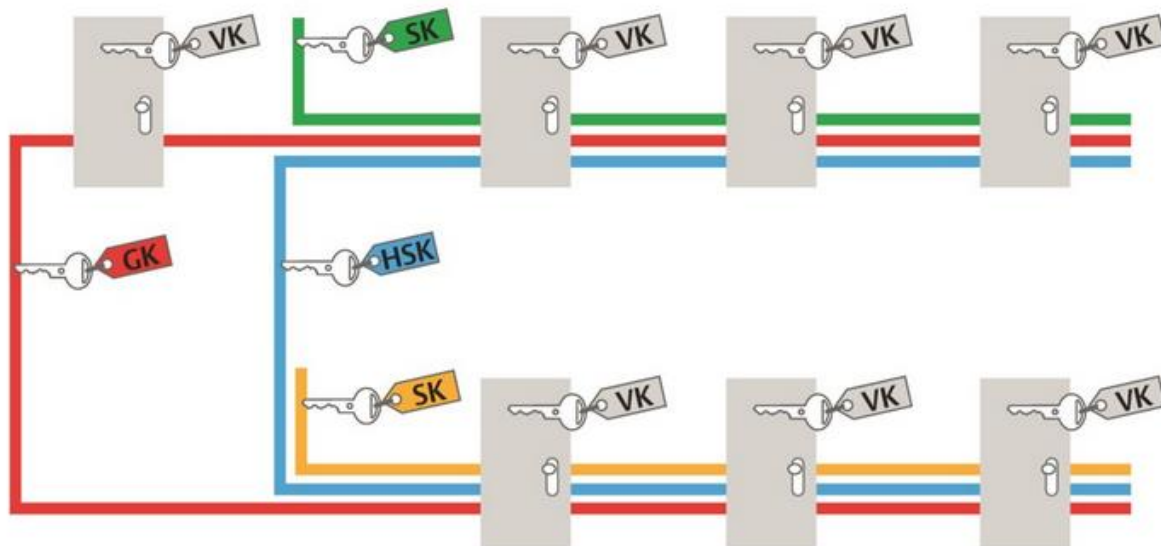
Nejnámějším a asi dnes nejpoužívanějším druhem zámku je tzv. vložkový zámek, který najdeme ve většině vchodových dveří. Jeho hlavní součástí je cylindrická vložka. Využívá se stejný princip jako u Yaleova cylindrického zámku. Pozměněno bylo především provedení zámku. Zatímco dříve byl zámek vyroben z jednoho kusu, dnes se skládá z několika částí. Podrobnějším popisem cylindrické vložky se zabývá kapitola 2.1. [1; 12]

### 1.2.1 Systémy generálního klíče

V dnešní době je občas nutné mít klíče od více dveří. Princip je takový, že vlastník systému disponuje tzv. univerzálním nebo generálním klíčem, který odemkne všechny dveře v rámci daného systému. Další klíče, které jsou tomuto klíči podřízené, mají už omezený přístup pouze k určitým dveřím. Lze si to představit na situaci, kdy je potřeba, aby každý zaměstnanec měl klíč od hlavních dveří a svého pracoviště, ale jeho vedoucí potřebuje odemknout všechny dveře. Hlavním záměrem je snížení množství klíčů, které vlastník potřebuje. Tento tzv. systém generálního klíče se dnes využívá ve veřejných i soukromých institucích, firmách, školách a všude tam, kde je nutné přidělit prostřednictvím klíčových práv přístup do jednotlivých prostor daného objektu. Do tohoto systému se obvykle zahrnuje jak klíč, tak cylindrické vložky. Schéma systému generálního klíče je znázorněno na obr. 12. [12; 13]

Systém generálního klíče se skládá z těchto čtyř skupin klíčů:

- Generální klíč (GK) – přístup do všech dveří v daném uzamykacím systému,
- Hlavní skupinový klíč (HSK) – přístup do všech dveří v rámci dané skupiny nebo podskupiny,
- Skupinový klíč (SK) – přístup do všech dveří v rámci dané skupiny,
- Vlastní klíč (VK) – přístup pouze do konkrétních dveří.



Obr. 12 Schéma systému generálního klíče [13].

## 2 ROZBOR CYLINDRICKÉ VLOŽKY A KLÍČE

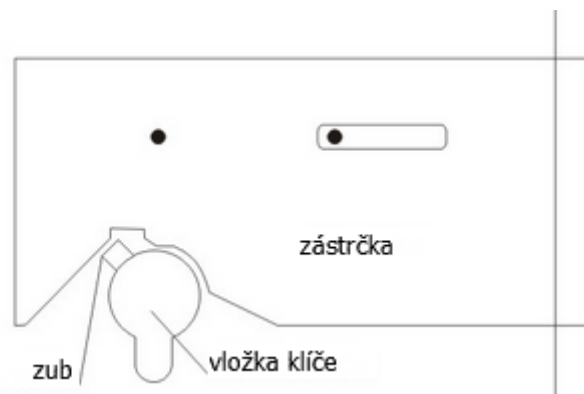
V této kapitole je detailně rozebrána funkce cylindrické vložky, z jakých komponent se skládá a jaké se používají materiály na výrobu cylindrických vložek. V další části je proveden rozbor konkrétního typu klíče, na jehož výrobu je navržen upínací přípravek. Jsou zde zmíněny i požadavky, které jsou kladeny na cylindrické vložky a klíče.

### 2.1 Cylindrická vložka

Cylindrická vložka je hlavní součástí vložkového zámku, dnes asi nejpoužívanějšího typu zámku, který lze najít ve většině vchodových dveří. Cylindrická vložka se skládá z několika částí, které mohou být zkombinovány libovolně dle přání zákazníka. Vložky se vyrábějí v různém provedení a z různých materiálů, od čehož se odvíjí i bezpečnost zámku. [1; 12; 14]

#### 2.1.1 Princip odemknutí a zamknutí

Cylindrická vložka je profilové těleso, které je nepohyblivě ukotveno, nejčastěji šroubem, v zámku dveří. V tomto profilovém tělese se nachází válec (tzv. bubínek), kterým lze otáčet po zasunutí správného klíče. Bubínek je pevně spojen k zubu, a to pomocí spojky a pojistného kroužku. Při otáčení klíčem dochází k otáčení bubínku a zubu, který vytahuje a zasouvá zástrčku zámku do zárubně. Tento princip je zobrazen na obr. 13. [1; 12]



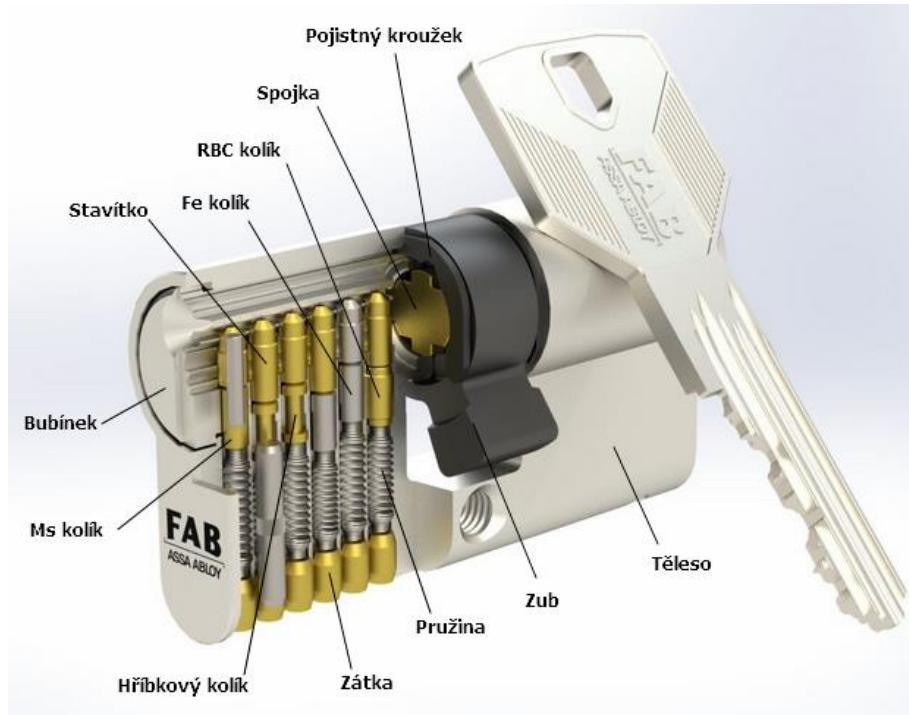
Obr. 13 Princip odemknutí/zamknutí zámku [12].

#### 2.1.2 Komponenty cylindrické vložky

Základní cylindrická vložka se skládá z těchto komponent:

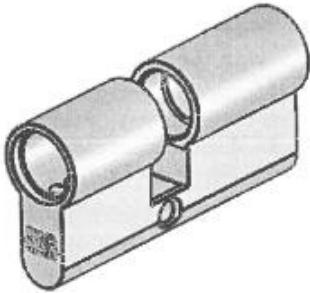

- profilové těleso,
- bubínek,
- zub,
- spojka,
- pojistný kroužek,
- stavítko,
- blokovací kolík (RBC, hříbkový, Ms válcový, Fe válcový),
- pružina,
- zátka.


Na obr. 14 lze vidět, jak vypadá sestava cylindrické vložky. Těles se vyrábí několik typů. Mohou být oboustranná i jednostranná, vyrábí se v různých délkách, z různých materiálů v 5-ti stavítkovém a 6-ti stavítkovém provedení. Díry v tělese zámku jsou vždy plněny nejprve stavítky, poté blokovacími kolíky, dále pružinami. Na konec dojde k zalisování zátek do tělesa. K plnění tělesa se používají čtyři druhy blokovacích kolíků – RBC, hříbkový, mosazný válcový a železný válcový kolík. Pořadí blokovacích prvků uvnitř sestavy se řídí podle požadavků zákazníka. Od toho všeho se odvíjí úroveň bezpečnosti zámku. Přehled komponent, ze kterých se skládá cylindrická vložka lze najít v tab. 1.



Obr. 14 Sestava cylindrické vložky [14].

Tab. 1 Komponenty cylindrické vložky.

Název	Obrázek	Poznámky
Těleso		<p><u>Materiál:</u> EN 12 167 - CuZn39Pb3</p> <p><u>Povrchová úprava:</u> Bez povrchové úpravy nebo leštěno</p>
Bubínek		<p><u>Materiál:</u> EN 12 164 – CW614N</p> <p>Bez otřepů Odjehlit po protažení profilu klíče</p>

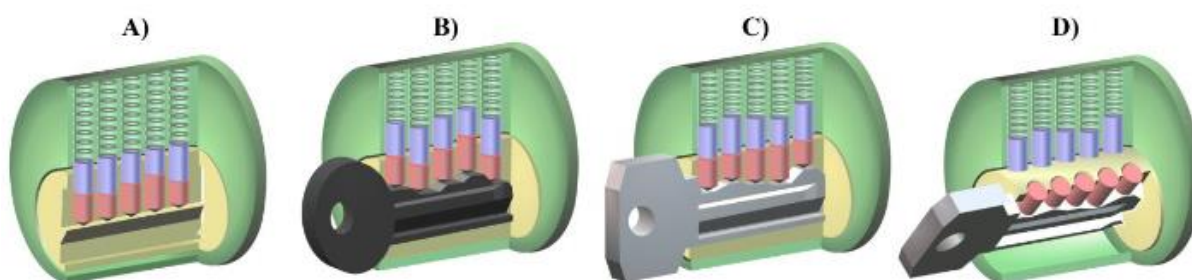
Zub		Nakupovaný díl <u>Norma, materiál:</u> DIN 30910, Sint-C11 <u>Povrchová úprava:</u> Černěno
Spojka		Nakupovaný díl, dvě části <b>Nýt trubkový</b> <u>Norma, materiál:</u> DIN 7340 – A3 x 0,3 x 7 – CuZn <b>Spojka</b> <u>Norma, materiál:</u> DIN 30910, Sint-C11
Pojistný kroužek		Nakupovaný díl <u>Norma, materiál:</u> ČSN 42 5350.11, 12 071.31
Stavítko		<b>1) Fe stavítko</b> <u>Materiál:</u> 1.4034+S (X46Cr13+S) <u>Povrchová úprava:</u> Kaleno na 48 HRC <b>2) MKS stavítko</b> <u>Materiál:</u> EN 12 166 - CuZn39Pb3 Bez povrchové úpravy
RBC kolík		<u>Materiál:</u> EN 12 166 - CuZn39Pb3

<p><b>Hříbkový kolík</b></p>		<p><u>Materiál:</u> EN 12 166 - CuZn39Pb3 Hrany bez otřepů</p>
<p><b>Mosazný kolík</b></p>		<p><u>Materiál:</u> EN 12 166 - CuZn39Pb3</p>
<p><b>Železný kolík</b></p>		<p><u>Materiál:</u> 1.4034+S (X46Cr13+S) <u>Povrchová úprava:</u> Kaleno na 48 HRC</p>
<p><b>Pružina</b></p>		<p><u>Materiál:</u> EN 10270-3 <u>Charakteristika pružiny:</u> Závity menší než <math>\varnothing 2,7</math> mm se musí stlačit do závitu <math>\varnothing 2,7</math> mm a bez deformace se vrátit zpět. Soustřednost průměrů trvale dosedajících závitů na sebe: <math>\pm 0,05</math> mm</p>
<p><b>Zátka</b></p>		<p><u>Materiál:</u> EN 12 166 - CuZn39Pb3</p>

### 2.1.3 Princip rozpoznání správného klíče

Aby měl zámek smysl a plnil bezpečně svoji funkci, musí být zajištěno, aby došlo k odemknutí zámku při zasunutí správného klíče do bubínku a jeho následným otočením. V bubínku jsou vyvrtány otvory pro stavítka a kolíky. Otvorů v bubínku bývá zpravidla 5 až 6, podle toho, zda se jedná o 5-ti stavítkové nebo 6-ti stavítkové provedení. Stavítka mají odlišnou délku, aby byly zuby správného klíče zatlačeny do odemykací roviny zámku. Kolíky, které jsou umístěny pod stavítky, mají délku stejnou, ale podle úrovně bezpečnosti se mohou lišit tvarem. Pod kolíky se ještě nachází pružiny, které zajišťují návrat komponent do původní polohy po vyjmutí klíče. [1; 12]

Odpružená stavítka jsou do bubínku zasunuta jen zčásti, čímž brání jeho otočení. Při zasunutí klíče dochází ke stlačení stavítek a kolíků do takové hloubky, která je určena tvarem klíče. Při zasunutí správně tvarovaného klíče jsou všechna stavítka a kolíky zatlačeny do takové hloubky, kdy všechny kolíky jsou vytlačeny ven z bubínku do nepohyblivého tělesa a stavítka zůstávají v bubínku přesně na úrovni otáčivé části, v odemykací rovině. V tomto případě lze otočit bubínkem a zubem, který uvede celý mechanismus zámku do pohybu. Je-li do bubínku zastrčen nesprávný klíč, zatlačená stavítka a kolíky nevytvoří dělicí rovinu. Z tohoto důvodu tedy není možné otočit bubínkem a nedojde tak k odemknutí nebo zamknutí zámku. Tento princip je zobrazen na obr. 15. [1; 12]



Obr. 15 Princip cylindrické vložky [15]:

A) bez klíče,

B) se špatným klíčem, není možné otočit bubínkem – stavítka nejsou srovnána do odemykací roviny,

C) se správným klíčem, lze otočit bubínkem – stavítka srovnána do odemykací roviny,

D) odemknutá cylindrická vložka.

Další ochrana před použitím nesprávného klíče je zajištěna také tvarem profilu v bubínku. Aby bylo možné klíč zasunout, musí být po stranách klíče vyfrézovány drážky tak, aby klíč zapadl do zámku. Abychom mohli klíč do zámku vsunout a zase vysunout, je také důležité, aby zuby na klíči nebyly kolmé, ale byly dostatečně zkoseny po obou stranách. [1; 12]

### 2.1.4 Zabezpečení proti neoprávněnému odemknutí

Společnost ASSA ABLOY Opening Solutions CZ s.r.o. vyrábí několik druhů cylindrických vložek různých velikostí a kombinací, které udávají úroveň zabezpečení. Pro označení úrovně zabezpečení a doplňkových funkcí u výrobků napomáhá tzv. Pyramida bezpečnosti a specifické piktogramy. Pyramida bezpečnosti (obr. 16) je certifikována podle normy ČSN P ENV 1627. Výrobky jsou rozřazeny do čtyř bezpečnostních tříd, přičemž 1. třída představuje nejnižší úroveň zabezpečení a 4. třída pak nejvyšší úroveň. Jednotlivé stupně bezpečnosti jsou na obalech výrobků odlišeny barvou a číslem. Dnešní moderní zámky poskytují tři základní druhy ochrany. [14; 16]



Obr. 16 Pyramida bezpečnosti [16].

### **Zvýšená odolnost proti odvrtání**

Jedním ze základních bezpečnostních opatření je zvýšená odolnost proti odvrtání cylindrické vložky. Tato ochrana spočívá v umístění kalených kolíků v těle cylindrické vložky. Cylindrická vložka většinou obsahuje 1 až 2 takovéto kolíky. U některých úprav však může být počet kolíků vyšší. [17]

### **Odolnost proti dynamické metodě**

Dynamická metoda, anglickým slovem bumping, je nedestruktivní metoda, při jejímž použití nedochází k žádnému poškození cylindrické vložky. Nedá se tedy jednoznačně určit, jestli byl zámek otevřen nedovoleným způsobem. Pro otevření zámku touto metodou je zapotřebí speciálně upravený klíč s vybroušenými zuby na univerzální pozici. Po zasunutí do zámku se kladivem udeří do klíče. Zuby klíče převedou energii z nárazu na stavítka a náhodně je rozpohybují. V tomto okamžiku lze otočit bubínkem a otevřít dveře. K překonání zámku je však potřeba určitá dávka zručnosti, a i tak je překonání zámku dílem náhody. Jako ochrana proti této metodě slouží přítomnost RBC kolíku v sestavě cylindrické vložky. [17; 18]

### **Ochrana proti planžetování**

Další nedestruktivní metoda, kterou lze otevřít zámek bez použití klíče a nelze jednoznačně prokázat násilné vniknutí, je tzv. planžetování. Při planžetování se do zámku vsune pružný kovový napínák, kterým se začne tlačít na bok bubínku. Planžetou se pak zatlačují jednotlivá stavítka do jejich krajní pozice. Díky mírnému vychýlení zámku, které svým tlakem způsobí napínák, se spodní kolíky nevrátí do stavu blokování a zámek lze posléze otevřít. Hlavním zabezpečením proti vsunutí planžety bývá překrytý profil bubínku. Jako další ochranný prvek proti této metodě slouží hříbkový kolík. Ve většině 5-ti stavítkových a 6-ti stavítkových cylindrických vložkách se vyskytují dva hříbkové kolíky. Ty zároveň slouží i ke zvýšení ochrany proti vyhatávání háčkem. [17]

## 2.2 Rozbor klíče

Většina dnešních klíčů má zoubkovaný okraj a jsou ploché. Jak již bylo zmíněno v kapitole 2.1.3, tento tvar klíče zajišťuje zatlačení stavítek a kolíků v bubínku do správné hloubky a odemčení správného zámku. Díky tomuto tvaru klíče se zefektivnila výroba, neboť je možno vyrábět klíče sériově a také se klíč podstatně zmenšil. Profil klíče se odvíjí podle cylindrické vložky, do které se klíč zasouvá. Dnes se klíče vyrábějí především z alpaky, což je slitina mědi, niklu a zinku, a z mosazi. Tyto dva materiály jsou zapsány v tab. 2. [1]

Tab. 2 Přehled materiálů používaných na výrobu klíčů.

Materiál	Alpaka	Mosaz
Označení	CuNi13Zn24Pb1	CuZn39Pb2
Výhody	vyšší pevnost není nutná povrchová úprava	nižší cena
Nevýhody	vyšší cena	nižší pevnost nutná povrchová úprava

Povrchová úprava klíčů je prováděna podle normy ISO 1456 chemickým niklováním (Cu/Ni2b), které zvyšuje odolnost proti opotřebení. Tloušťka povlakované vrstvy se pohybuje mezi 10 až 15  $\mu\text{m}$ .

### 2.2.1 Základní části klíče

V závislosti na výrobci existuje mnoho typů klíčů s různou geometrií. V zásadě se však každý klíč skládá z následujících částí [1]:

- hlava,
- trn,
- patka,
- špička.

#### Hlava

Tato část slouží k uchopení a manipulaci s klíčem, ať už ve fázi výroby nebo při odemýkání a zamykání zámku. Hlava se liší dle potřeb zákazníka. Jsou na ní vyraženy údaje o výrobcu a samotném klíči. Zpravidla v ní bývá otvor, který slouží pro navlečení na kroužek. Hlava přechází do trnu. [1]

#### Trn

Trn je funkční část klíče. Obsahuje definovanou geometrii podle principu uzamykacího systému jako vyfrézovaný profil a drážky, které umožňují zapadnutí klíče do klíčové dírky. Některé typy klíčů mají na této části mj. vyvrtané důlky. [1]

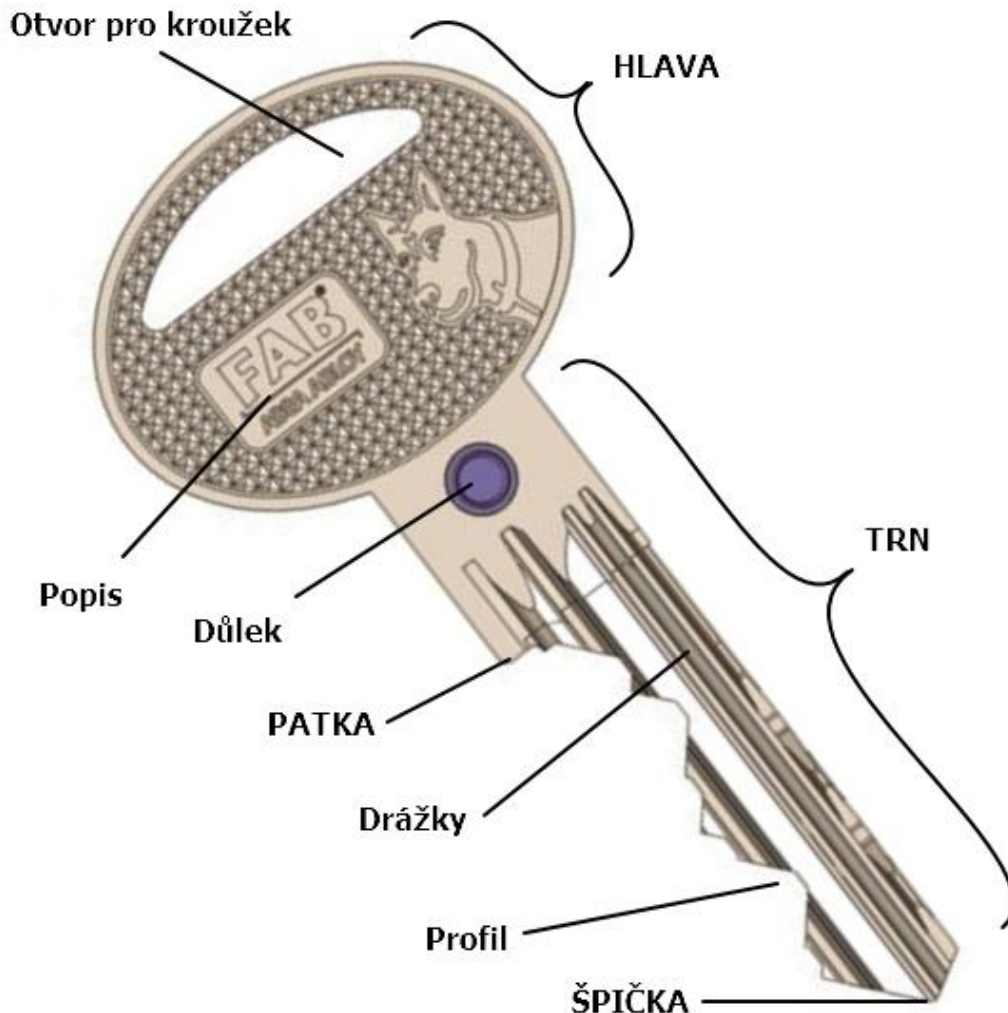
#### Patka

Další důležitou definovanou součástí je patka. Ta slouží jako doraz, aby byl klíč v zámku zasunut do správné hloubky. [1]

## Špička

Klíč je zakončen špičkou, která bývá zkosená pod určitým úhlem. Tento úkos usnadňuje zasouvání klíče do vložky. U některých klíčů, které nemají patku, slouží jako doraz právě špička. [1]

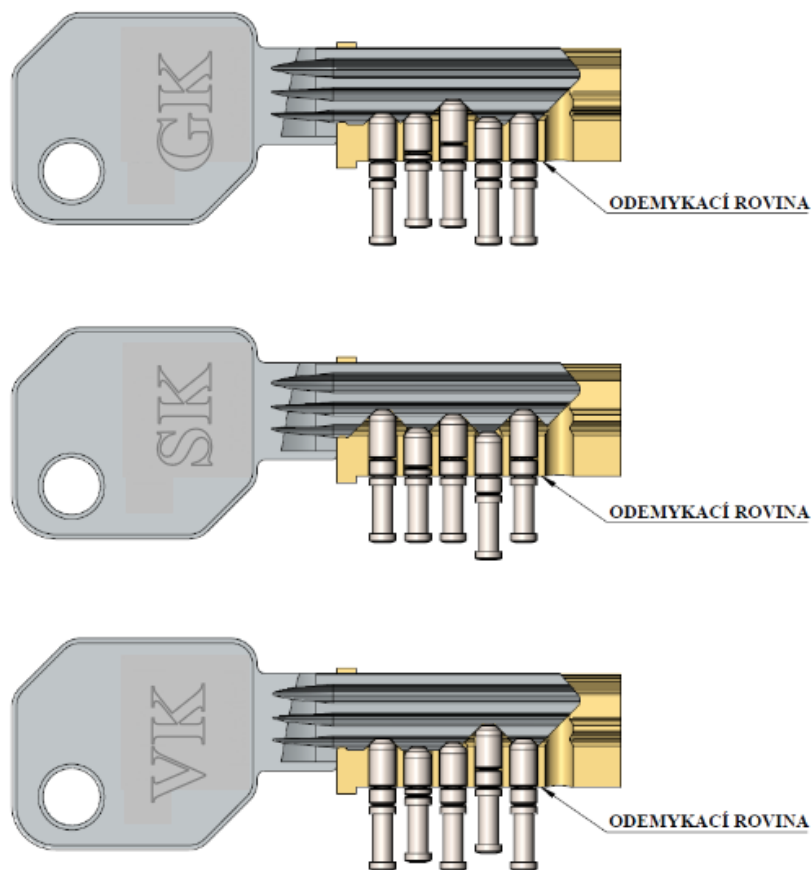
Vzhled klíče, společně s popisem jeho jednotlivých částí, je ukázán na obr. 17.



Obr. 17 Základní části klíče [19].

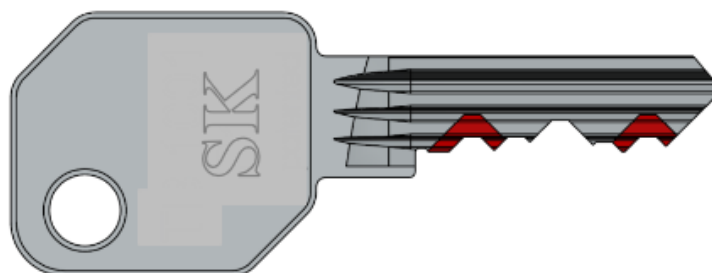
### 2.2.2 Ukázka vlivu funkčních ploch klíče na funkčnost soustavy vložka-klíč

Hlavními dvěma prvky, které mají největší vliv na funkčnost klíče, jsou podélný profil a příčné zářezy. Oba tyto prvky jsou vyfrézovány na trnu. Jak tyto jednotlivé prvky fungují je ukázáno na příkladu různých klíčů, které patří do jednoho systému generálního klíče. Jedná se o tyto tři klíče – vlastní klíč (VK), skupinový klíč (SK) a generální klíč (GK). Přestože tyto klíče mají rozdílný profil i zářezy, je s nimi možné odemknout stejnou cylindrickou vložku. Rozdíly mezi jednotlivými klíči a vliv těchto rozdílů na funkci jednotlivých klíčů je detailně zobrazen na následujících obrázcích. Na obr. 18 lze vidět, že při zasunutí všech klíčů jsou stavítka a blokovací kolíky srovnány do odemykací roviny a lze tak otočit bubínkem v cylindrické vložce. [8]



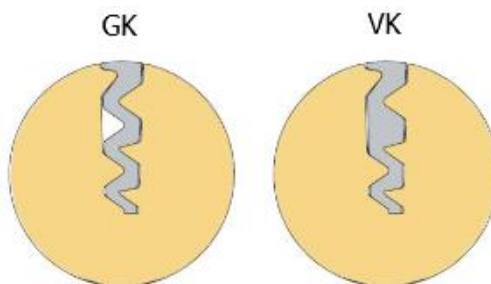
Obr. 18 Porovnání různých zářezů u klíčů [8].

Na dalším obrázku (obr. 19) je vidět, že generální a skupinový klíč, které jsou na obrázku překryté, mají na třech pozicích stejnou hloubku zářezu. Zbylé dva zářezy jsou na skupinovém klíči hlubší.



Obr. 19 Porovnání zářezů klíčů SK (šedý) a GK (červený). [8].

Poslední obrázek (obr. 20) porovnává profily generálního a vlastního klíče, zasunuté ve stejném bubínku.



Obr. 20 Porovnání profilů GK a VK [8].

## 2.3 Požadavky na cylindrické vložky a klíče

Požadavky na cylindrické vložky a klíče jsou definovány normou ČSN EN 1303. Tato norma specifikuje vlastnosti a další požadavky na dané parametry cylindrické vložky a klíče. Podle výsledků testů jsou poté rozděleny do příslušných tříd. Je možné, aby si sám výrobce určil třídy, do kterých spadá jeho produkt a následně se testuje splnění požadavků daných tříd. [20]

### Pevnost klíče

Do cylindrické vložky, která je pevně upnuta v přípravku, je zasunut klíč, na který je působeno momentem síly 2,5 Nm. Při použití tohoto krouticího momentu se klíč nesmí zlomit. Po provedení zkoušky musí být možné klíč vysunout, opět zasunout a znovu použít k ovládní cylindrické vložky. Moment síly při zamykání nesmí přesáhnout hodnotu 1,5 Nm. [20]

### Životnost

Zkoušenou cylindrickou vložku musí být možné ovládat novým originálním klíčem po daný počet cyklů. V tab. 3 je zobrazeno do jakých tříd životnosti se cylindrické vložky dělí podle počtu testovacích cyklů. [20]

Tab. 3 Životnost cylindrických vložek [20].

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

### Hmotnost dveří

V tomto bodě norma neudává žádné požadavky. [20]

### Protipožární odolnost

Požární odolnost není vyžadována u všech cylindrických vložek. Je-li však tato odolnost vyžadována, musí být cylindrická vložka podrobena úspěšné požární zkoušce podle normy EN 1634-1 nebo EN 1634-2. Zkouška proti kouři se provádí podle normy EN 1634-3. [20]

### Bezpečnost při používání

V tomto bodě norma neudává žádné požadavky. [20]

### Odolnost proti korozi

Zde je definována odolnost cylindrické vložky proti korozi. Při zkoušce musí být umožněno zasunutí a otáčení správným klíčem v cylindrické vložce. Tento postup se provádí několikrát. V tomto bodě je také zahrnuta funkčnost při extrémních teplotách (-25 °C a 65 °C). [20]

### Bezpečnost související s klíčem

V tomto požadavku je zahrnuto několik parametrů, které jsou spolu úzce spjaty. Splnění podmínek jednotlivých parametrů zvyšuje náročnost výroby falešného klíče. [20]

#### 1) Minimální počet efektivních kombinací

Počet efektivních kombinací se rovná počtu teoretických kombinací po odečtení kombinací vyloučených výrobcem, způsobených technickými omezeními. Minimální počet efektivních kombinací lze vidět v tab. 4. [20]

Tab. 4 Minimální počet efektivních kombinací [20].

<b>Třída bezpečnosti</b>	<b>Minimální počet efektivních kombinací</b>
<b>1</b>	100
<b>2</b>	300
<b>3</b>	15 000
<b>4</b>	30 000
<b>5</b>	30 000
<b>6</b>	100 000

2) Minimální počet pohyblivých stavítek

Stavítka, která jsou použita v cylindrické vložce, se musí lišit v umístění, výšce nebo technickém rozlišení. V tab. 5 je zapsáno, jaký musí být minimální počet odlišných stavítek v závislosti na třídě bezpečnosti. [20]

Tab. 5 Minimální počet pohyblivých stavítek [20].

<b>Třída bezpečnosti</b>	<b>Minimální počet pohyblivých stavítek</b>
<b>1</b>	2
<b>2</b>	3
<b>3</b>	5
<b>4</b>	5
<b>5</b>	6
<b>6</b>	6

3) Maximální počet stejných zářezů

Maximální počet zářezů stejné hloubky musí být omezen. Toto omezení je znázorněno v tab. 6. [20]

Tab. 6 Maximální počet stejných zářezů [20].

Třída bezpečnosti	Maximální počet stejných zářezů
1	100 %
2	70 %, maximálně 2 vedle sebe
3	60 %, maximálně 2 vedle sebe
4	60 %, maximálně 2 vedle sebe
5	60 %, maximálně 2 vedle sebe
6	50 %, maximálně 2 vedle sebe

4) Přímé značení zářezů na klíči

Na klíčích, patřících do bezpečnostních tříd 3 až 6, není dovoleno značit zářezy. [20]

5) Odolnost proti otevření nesprávným klíčem

Před zkouškou životnosti musí být zajištěno, aby nebylo možné ovládat cylindrické vložky bezpečnostních tříd 1 až 3 při použití momentu síly 1,5 Nm klíčem, který se nejméně liší od klíče náležícímu k cylindrické vložce. [20]

Po zkoušce životnosti nesmí být možné ovládat cylindrické vložky bezpečnostních tříd 4 až 6 při použití momentu síly 1,5 Nm klíčem, který se nejméně liší od klíče náležícímu k cylindrické vložce. [20]

6) Odolnost bubínku/cylindrické vložky v krutu vztažené k bezpečnosti související s klíčem

Při zkoušce odolnosti v krutu musí být zajištěno, aby nebylo možné otáčet bubínkem nebo cylindrickou vložkou, která je upnuta v přípravku, použitím aplikovaného krouticího momentu pro danou bezpečnostní třídu (tab. 7). Cylindrická vložka musí být považována za vyhovující, pokud na ni nemůže být aplikován požadovaný krouticí moment. [20]

Tab. 7 Hodnoty krouticího momentu u zkoušky odolnosti v krutu [20].

Třída bezpečnosti	Aplikovaný moment síly [Nm]
1	2,5
2	5
3	15
4	15
5	15
6	15

## Odolnost proti napadení

Cylindrické vložky se podle odolnosti proti napadení dělí to tříd 0, A, B, C a D, kde 0 znamená nejmenší odolnost a D největší odolnost. Třídy odolnosti proti napadení jsou aplikovány na vnější straně cylindrické vložky. Po dobu zkoušek nesmí být možné ovládat cylindrickou vložku použitím maximálního momentu síly 5 Nm bez správného klíče. Zároveň není požadováno, aby po zkoušce správný klíč ovládal cylindrickou vložku. [20]

### 1) Odolnost proti napadení vrtáním

Cylindrická vložka je upnuta do přípravku. Zkouška se provádí ruční vrtačkou s příkonem 700 W ( $\pm 10\%$ ) a s otáčkami  $500 \text{ min}^{-1}$  až  $800 \text{ min}^{-1}$ . Na vrták musí bez nárazu působit síla 300 N ( $\pm 25 \text{ N}$ ). Pro každou vložku lze použít jen tři vrtáky. Během celkové povolené zkušební doby, která zahrnuje samotné vrtání (čistá doba) a dobu manipulace s cylindrickou vložkou, nesmí být možné, aby se zub ve vložce otočil do otevřené pozice zámku. Trvání zkoušky pro jednotlivé třídy odolnosti je předepsáno v tab. 8. [20]

Tab. 8 Odolnost proti napadení vrtáním [20].

Třída odolnosti	Nejdelší čistá doba vrtání [min]	Celková doba zkoušky [min]
<b>0</b>	-	-
<b>A</b>	3	5
<b>B</b>	5	10
<b>C</b>	3	5
<b>D</b>	5	10

### 2) Odolnost proti napadení sekáčem

Cylindrická vložka se namontuje do zkušební bloku. Zkouška se provádí ocelovým sekáčem s předepsanými rozměry a tvrdostí (52 + 6) HRC. Vložky třídy odolnosti A a C se testují 30-ti údery, vložky třídy odolnosti B a D se testují 40-ti údery. Pokud je zřejmé, že požadavky nebudou splněny, zkouška se přerušuje. Jestliže je výrobcem cylindrická vložka chráněna štítem nebo bezpečnostním kováním proti použití sekáče, považuje se za vyhovující i bez provedení zkoušky. [20]

### 3) Odolnost proti napadení krutem

Cylindrická vložka, namontovaná ve zkušebním zařízení, se testuje uchopením pomocí vhodného nástroje a při napadení musí být vložka nebo ochranný prvek ukroucený maximálním krouticím momentem 250 Nm. Pro třídy odolnosti A a C se provádí maximálně 20 kroucení, pro třídy odolnosti B a D 30 kroucení. Vždy je polovina kroucení prováděna ve směru a polovina proti směru otáčení hodinových ručiček. Pokud vložka nebo ochranné prvky nemohou být uchopeny, je zkouška splněna. [20]

### 4) Odolnost proti napadení vytržením bubínku/cylindrické vložky

Cylindrická vložka je upnuta do kovového přípravku. Do bubínku nebo vložky se zašroubuje samořezný tažný šroub s největším průměrem 5,5 mm a za použití zkušební stroje se provádí vytahování bubínku či vložky. Vytahování probíhá po předepsaný čas a působící síla se postupně bez nárazu zvyšuje na maximální hodnotu.

Na vložce je dovoleno zkoušet více šroubů během zkušební doby, ale ve stejnou dobu je povoleno provádět zkoušku tahem pouze s jedním šroubem. Zkušební doba začíná zašroubováním tažného šroubu. Čistá doba zkoušky zahrnuje zašroubování šroubů, dobu požadovanou k aplikaci tažné síly a pro aplikaci momentu síly na zub. Použité síly a doby zkoušky jsou zapsány v tab. 9. [20]

Tab. 9 Odolnost proti vytržení bubínku nebo cylindrické vložky [20].

<b>Třída odolnosti</b>	<b>Největší použitá síla [kN]</b>	<b>Nejdelší čistá doba [min]</b>	<b>Celková doba zkoušky [min]</b>
<b>0</b>	-	-	-
<b>A</b>	-	-	-
<b>B</b>	-	-	-
<b>C</b>	10	5	15
<b>D</b>	15	5	15

5) Torzni pevnost bubínku/cylindrické vložky v krutu vztažená k odolnosti proti napadení

Cylindrická vložka musí být upnuta v kovovém přípravku. Při zkoušce odolnosti v krutu se nesmí otočit bubínek nebo vložka při použití krouticího momentu určeného pro danou třídu (tab. 10). Vložka se považuje za vyhovující, pokud nelze aplikovat požadovaný moment síly. [20]

Tab. 10 Hodnoty krouticího momentu u zkoušky odolnosti v krutu [20].

<b>Třída odolnosti</b>	<b>Největší krouticí moment [Nm]</b>
<b>0</b>	<sup>1)</sup>
<b>A</b>	20
<b>B</b>	30
<b>C</b>	20
<b>D</b>	30

<sup>1)</sup> Viz požadavek na bezpečnost související s klíčem

### 3 PŘEHLED OPERACÍ VÝROBY BEZPEČNOSTNÍHO KLÍČE

V následující kapitole jsou stanoveny jednotlivé operace, které jsou použity při výrobě klíčů, a to od samotného vystřížení polotovaru až po navléknutí na kroužek a kontrolu profilu obrobenejších ploch klíče. Tento výrobní postup se používá především pro malosériovou výrobu pro zakázkové uzamykací systémy. Zmíněný postup se zaměřuje na konkrétní klíč z daného uzamykacího systému.

Samotná výroba bezpečnostního klíče se skládá z 8 až 9 operací, které zahrnují obrábění i tváření za studena. Operace zahrnující obrábění se provádí na jednoúčelových speciálních strojích, ale pro tváření se používají konvenční tvářecí stroje. Po skončení výroby klíče se provádí kontrola profilů a zářezů na klíči. Tyto kontroly se využívají zejména pro ověření správného seřízení stroje, aby nedošlo k vyrobení zmetků.

Jednotlivé operace při výrobě jsou detailněji rozepsány v kapitolách 3.1 až 3.9. Kapitoly 3.10 a 3.11 jsou zaměřeny na postup kontroly profilů a zářezů na klíči. Přílohy 1 až 3 obsahují výkresy klíčů, na nichž se bude provádět důlkování a frézování podřezové drážky.

Seznam operací použitých při výrobě a kontrole klíče:

- vystřížení polotovaru,
- frézování hřbetu,
- frézování profilu,
- důlkování,
- frézování zářezů,
- vyražení označení,
- odstranění otřepů,
- nalisování loga,
- navléknutí na kroužek,
- kontrola profilu,
- kontrola zářezů.

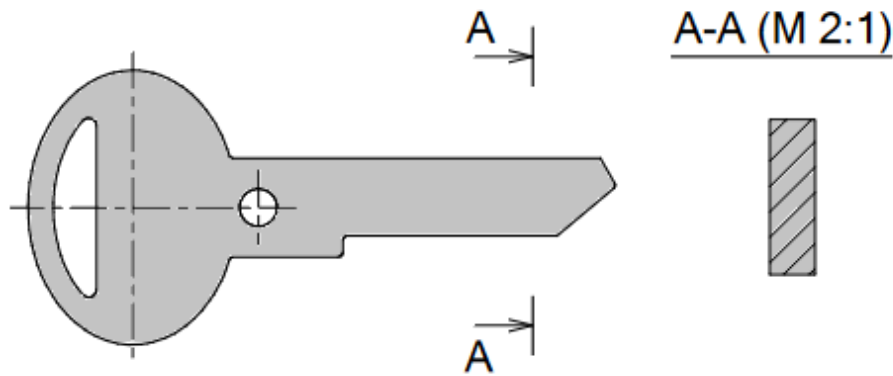
#### 3.1 Vystřížení polotovaru

Vystřížení polotovaru se provádí na výstředníkovém lisu. Vnější obrys polotovaru se vyrábí metodou přesného stříhání, a to z důvodu potřeby vysoké přesnosti a kvality povrchu. Výhodou použití této výrobní metody je, že vystřížený polotovar se nemusí opracovávat jinde než na funkčních plochách. Jako polotovar je použit pás potřebné tloušťky.

Stříhání polotovaru se provádí postupně. Nejprve je vystřížen otvor na kroužek, který je proveden klasickým stříháním bez nátláčné hrany. Poté je vystřížen vnější obrys klíče, který je proveden přesným stříháním s nátláčnou hranou.

Střížný nástroj, použitý v této operaci, je vyroben z nástrojové oceli pro práci za studena. Jeho označení podle normy EN ISO 4957 je 45NiCrMo16, podle normy ČSN to je 19 655. Nejdůležitějšími vlastnostmi, kterými tato nástrojová ocel disponuje, jsou dobrá pevnost v tlaku a vysoká houževnatost. To je důvod, proč je tato ocel používána na střížné nástroje, které jsou vystavené velké síle. [8]

Na konci této operace je výsledkem přesně vystřížený polotovar (obr. 21), který je potřeba obrobit pouze na funkčních plochách.



Obr. 21 Hotový výstřižek klíče.

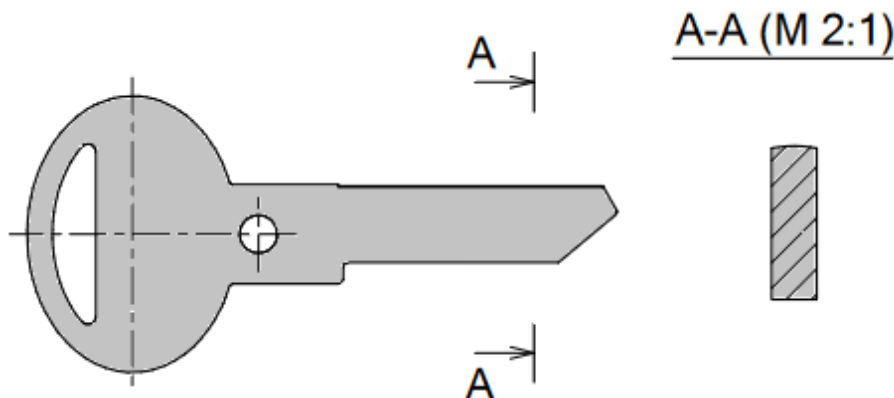
### 3.2 Frézování hřbetu

Operace frézování hřbetu se provádí na poloautomatické CNC frézce. Jedná se o nesousledné frézování. Frézování hřbetu se provádí z důvodu lepšího lícování klíče a bubínku, snížení opotřebení hřbetu a také zjednodušení následné výroby ostatních funkčních ploch. Poloměr zaoblení hřbetu klíče je stejný jako poloměr vnitřního otvoru cylindrické vložky.

Již předem zorientované klíče jsou navléknuté do zásobníku. Klíče jsou po jednom odebrány ze sloupce a přesouvány ve vodorovné pozici do upínačů, kde jsou automaticky upnuty dotlačením na dorazovou plochu klíče a zasunuty pod frézovací místo. Po ofrézování hřbetu je klíč vysunut, odepnut z upínače a volně přesunut do připravené přepravky. Každé frézování hřbetu je provedeno na jeden řez.

Jako nástroj je použita tvarová jemnozubá válcová nástrčná fréza ze slinutého karbidu (SK). Pro zajištění plynulejšího chodu obrábění jsou zuby frézy umístěny na šroubovici. [8]

Výsledkem této operace je technologická plocha (obr. 22), z níž se vychází při dalších operacích frézování drážek, zářezů klíče a vrtání důlků. Zároveň je dosaženo dostatečné přesnosti a drsnosti povrchu.



Obr. 22 Klíč po ofrézování hřbetu.

### 3.3 Frézování profilu

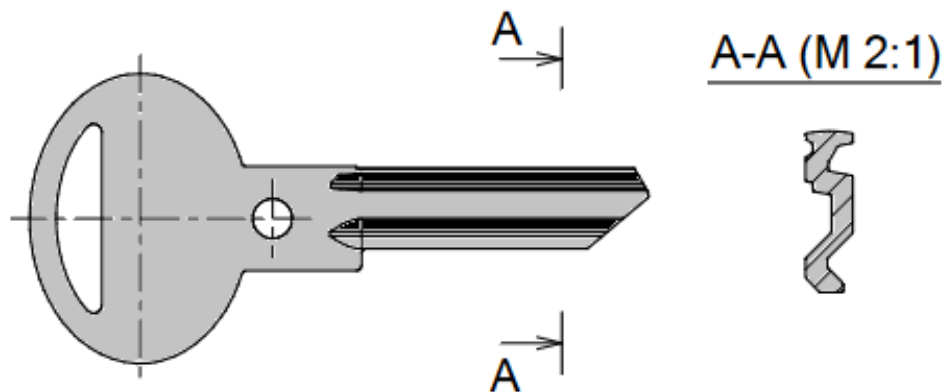
Frézování profilu se provádí na poloautomatické CNC frézce. Společně se zářezy je profil nejdůležitější částí pro správnou funkci klíče. Profil je zároveň tvarově nejsložitější a jsou na něj kladeny vysoké požadavky na přesnost a drsnost obrobenej plochy. K dodržení těchto podmínek je zapotřebí provést obrábění přesnými nástroji na speciálním stroji za daných řezných podmínek.

Předem zorientované klíče jsou navléknuté do zásobníku, odkud jsou po jednom odebírány ze sloupce a přesouvány ve vodorovné pozici do upínačů, kde jsou automaticky upnuty a dotlačeny dorazem klíče na upínač. Profil se frézuje na jedno upnutí. Profil se frézuje nejprve z horní strany a poté ze spodní. Klíč je při frézování opřen o podpěru z příslušné opačné strany z důvodu zajištění dostatečného upnutí. Stejným postupem se frézuje druhá strana klíče. Po vyfrézování profilu je klíč vysunut, odepnut z upínače a volně přesunut do připravené přepravky.

Jako nástroj je použita tvarová jemnozubá válcová nástrčná fréza s přímými podbroušenými zuby. Fréza má takový tvar, který se shoduje s výsledným profilem klíče. Pro každý profil je tedy potřeba jiný nástroj. Fréza je vyrobena z nepovlakovaného slinutého karbidu, který je určený pro obrábění neželezných kovů a jejich slitin. [8]

Součástí této operace je vyfrézování podřezové drážky na klíči, která se provádí až po vyfrézování profilu. Postup je obdobný jako při samotném frézování profilu. Rozdíl je v tom, že při zasunutí klíče pod frézu dojde k otočení upínače s upnutým klíčem o požadovaný úhel, aby byl fréze umožněn přístup k místu obrábění. Pro frézování podřezové drážky jsou použity speciální tvarové frézy, které jsou umístěny v přílohách 4 a 5.

Výsledkem je klíč s hotovým profilem, který je zobrazen na obr. 23. V této operaci je dosaženo vysoké přesnosti rozměrů a kvality povrchu vzhledem ke zvoleným podmínkám obrábění. Není tedy nutné provádět žádné dokončování profilu.



Obr. 23 Klíč s vyfrézovaným profilem.

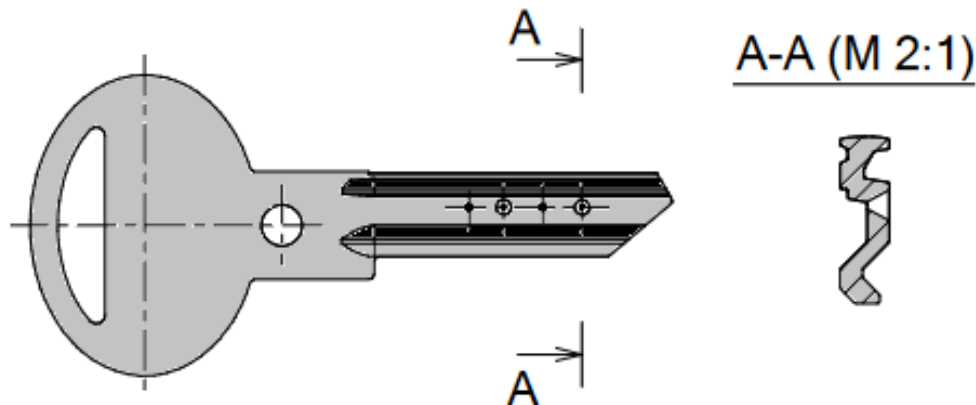
### 3.4 Důlkování

Důlkování klíčů se provádí na poloautomatické CNC frézce. Důlkování se provádí technologií vrtání. Některé typy klíčů obsahují důlky, které slouží jako přídavný ochranný prvek, nebo kompletně nahrazují zářezy klíče. Proto se na některých typech klíčů důlky vůbec nevyrábí, nebo naopak jsou zásadní operací při výrobě klíčů. Důležitou podmínkou je vyvrtání důlků do správné hloubky podle požadavků zákazníka. Od hloubky vyvrtání se odvíjí výsledný průměr díry na ploše klíče, který je funkčním parametrem pro správnou funkci klíče.

Postup je shodný s předchozími operacemi. Správně zorientované klíče jsou navléknuté do zásobníku. Ze sloupce v zásobníku jsou postupně odebírány a přesouvány ve vodorovné pozici do upínačů, kde jsou automaticky upnuty a zasunuty pod nástroj, kterým jsou vyvrtány důlky. Po dokončení operace důlkování je klíč vysunut, odepnut z upínače a přesunut do připravené přepravky.

Nástroj, který je použit pro důlkování klíčů, je speciální tvarový vrták ze slinutého karbidu. Výkres tohoto speciálního vrtáku je vložen v příloze 6. Vrtání důlků se provádí až při 3x vyšších otáčkách než frézování profilu a podřezové drážky. Obrábění je prováděno na sucho.

Výsledkem této operace je klíč s vyvrtanými důlky. Podle typu klíče může být po této operaci zhotoven klíč, kterým je umožněno ovládat daný zámek. V případě důlkování klíčů se zářezy je získán vylepšený bezpečnostní klíč. Nákres klíče s vyvrtanými důlky lze vidět na obr. 24.



Obr. 24 Klíč s hotovým důlkováním.

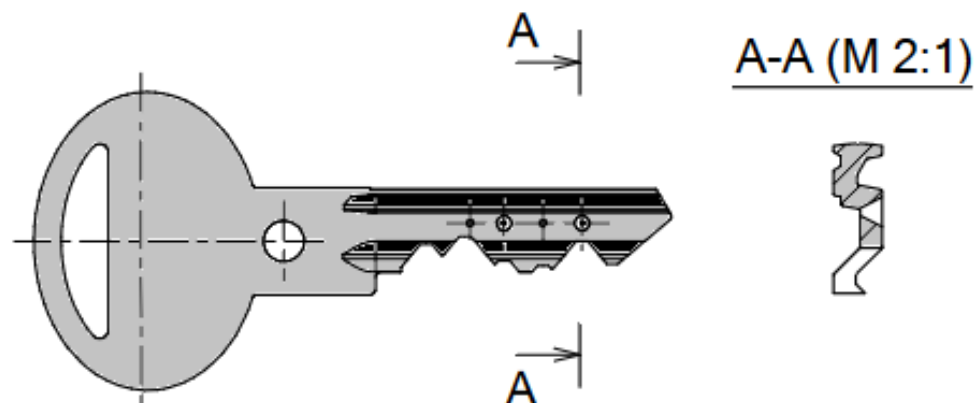
### 3.5 Frézování zářezů

Operace frézování zářezů se provádí na poloautomatické CNC frézce. Zářezy jsou frézovány zapichovacím způsobem. To znamená, že fréza je posunuta nejprve na rozteč zářezů a následně směrem do klíče na požadovanou hloubku konkrétního zářezu. Poté se vrátí do původní pozice a je posunuta k dalšímu uzávěru.

Stejně jako při frézování profilu a hřbetu jsou správně naorientované klíče navléknuté do zásobníku, odkud jsou po jednom odebírány ze sloupce a přesouvány do upínačů, kterými automaticky upnuty. Zapichovací způsob frézování zářezů snižuje nároky na upnutí. Obrobek je totiž nástrojem tlačěn proti zadní stěně upínače a díky malým posuvům na zub nedochází k velkému zatížení na ohyb. Po vyfrézování zářezů je klíč vysunut a volně přesunut do připravené přepravky.

Nástrojem je tvarová kotoučová fréza, která má stejný tvar zubu, jako má tvar stavítka vložky. Jako v případě frézování profilu klíče, je i tady použita fréza z nepovlakovaného slinutého karbidu, který je určený pro obrábění neželezných kovů a jejich slitin. Průměr frézy musí být minimálně 130 mm z důvodu zajištění minimální odchylky v příčném rozměru zářezu. [8]

Protože je dosaženo dostatečné přesnosti tvaru a rozměrů, není potřeba zářezy dále obrábět. Po dokončení této operace je získán funkční klíč (obr. 25) se schopností ovládat příslušnou cylindrickou vložku.



Obr. 25 Klíč s vyfrézovanými zářezy.

### 3.6 Vyražení označení

Kvůli snadné identifikaci je na klíči provedena operace vyražení označení. Označení se provádí mikroúderem na jednoúčelovém stroji, který je ovládán programem přes PC. K označení je použita značící hlava e10R-i53. Stroj také zajišťuje upnutí klíče pod značící hlavou. Na stroji je možné vyrazit kód o velikosti 2,5 mm do minimální hloubky 0,1 mm. Rychlost popisu je 4 znaky za sekundu.

### 3.7 Odstranění otřepů

Odstranění otřepů po obrábění se provádí na speciálním jednoúčelovém stroji. Nejprve je provedeno odjehlení. To je realizováno protažením klíče kulisou, o kterou jsou vzniklé otřepy strženy. Prostor za kulisou je odsáván průmyslovým vysavačem. Poté následuje kartáčování trnu klíče. K této činnosti jsou použity dva protisměrně se otáčející kotouče s ocelovými drátky. Otáčení kotoučů je realizováno asynchronním motorem, který je řízen frekvenčním měničem.

Manipulace s klíčem je řešena průmyslovým robotem. Připravený klíč je uchopen robotem a uložen do manipulační jednotky, která provádí pohyb nutný k protažení klíče kulisou a zpět při odjehlení. Poté je klíč opět uchopen robotem a přesunut do kartáčovací stanice. Po zbavení klíče otřepů po obrábění je klíč umístěn do připravené přepravky.

### 3.8 Nalisování loga

Tato operace se provádí na hydraulickém lisu. Síla, kterou se působí na klíč, má hodnotu 7 kN. Lisovací nástroj s razníkem a raznicí lze kdykoliv vyměnit, v závislosti na typu loga a tvaru hlavy klíče. Nalisování loga není automatizované, tuto operaci musí provést pracovník manuálně.

Lisovací nástroj je vyroben z nástrojové oceli pro práci za studena, jehož pracovní plocha je obrobena technologií gravírování. Po gravírování je nástroj kalen ve vakuu, aby nedošlo k zoxidování a následnému porušení gravírovaného povrchu. [8]

### 3.9 Navléknutí na kroužek

Klíče sériových výrobků se kroužkují do svazků. Po očištění a nalisování loga se klíče ukládají do lůžka tzv. svazkovacího ramene. Po naplnění lůžka definovaným počtem klíčů se rameno otočí do prostoru tvarování kroužku. Tažený drát ze spodní části rámu prochází rolnami, které ho natvarují na definovaný průměr. Na závěr je tvarový drát kroužku odštířen oddělovacím nožem. Výsledný svazek klíčů je z lůžka svazkovacího ramene odebrán.

### 3.10 Kontrola profilu

Kontrola profilu se provádí na prosvětlovacím přístroji tzv. profilprojektoru. Kontrola se provádí zejména při změně nastavení stroje při výrobě nové série a výměně nástrojů při výrobě jiných typů klíčů, aby se ověřilo, že je stroj správně seřízen a nedojde k výrobě zmetků. Aby bylo možné klíč zasunout do zámku, musí být profil klíče shodný s profilem bubínku cylindrické vložky.

Kontrola profilu je destruktivní metoda. Aby bylo možné zkontrolovat správné obrobení profilu, je nutné z klíče odříznout část profilu u špičky a u dorazu klíče a odstranit otřepy, aby mohl být profil prosvícen a promítnut na kontrolní plochu. Na kontrolní ploše je porovnáván tvar vyrobeného profilu s tvarem na přiložené zvětšenině výkresu v měřítku 20:1. Lze tak zkontrolovat i správný úhel natočení vyfrézovaných drážek.

Vzhled profilprojektoru od firmy Mitutoyo je ukázán na obr. 26.



Obr. 26 Prosvětlovací přístroj na kontrolu profilu klíče.

### 3.11 Kontrola zářezů

Poslední operací je kontrola zářezů. U zářezů se kontroluje pozice i hloubka zářezů. Pozice lze kontrolovat na profilprojektoru nebo digitálním mikroskopu. Hloubka zářezů se měří pomocí digitálního mikrometru. Při měření hloubky zářezů je klíč upnut do přípravku. K dispozici zpravidla bývá štítek s vypsáním hodnotami a dovolenými úchylkami. V případě, že jsou naměřeny hodnoty, které se liší a nevejdou se do povolených úchylek, je klíč vyhodnocen jako vadný. Tím, že je klíč ve speciálním přípravku přesně ustaven, je možné začít měřit ihned po upnutí klíče, což urychluje celý postup kontroly. Na rozdíl od kontroly profilu není klíč zničen i v případě kontroly zářezů na prosvětlovacím přístroji, tudíž se jedná o nedestruktivní metodu kontroly. Na obr. 27 je zobrazena měřicí aparatura při kontrole zářezů klíče FAB.



Obr. 27 Kontrola hloubky zářezů klíče.

## 4 NÁVRH ZAŘÍZENÍ PRO FRÉZOVÁNÍ A DŮLKOVÁNÍ KLÍČŮ

V kapitole bude proveden rozbor původního stroje pro frézování a důlkování klíčů. Bude rozebrána konstrukce stroje, jeho funkce a funkce upínacího mechanismu. Následně bude navrženo nové zařízení, na kterém se provádí operace „podřez“ profilů klíčů IKON a dále důlkování klíčů FAB. Návrh vychází z původního konstrukčního řešení. Budou také stanoveny technické požadavky na nové zařízení a určeny jeho parametry.

### 4.1 Původní stroj

Stroj (obr. 28), kterým se tato práce zabývá a ze kterého se vychází při novém návrhu nese pracovní název „Zařízení MULTIBIT“. Zařízení je určeno k obrábění klíčů. Provádí se na něm operace „podřez“ dvou typů profilů klíčů IKON (IKON 0122594 a WSW IKON 0120W02) a dále důlkování klíčů FAB. Cyklus automatického dekódování klíčů je naprogramován, spravován a řízen aplikací umístěnou ve stolním počítači. V této aplikaci se vybírá konkrétní program obrábění, nastavení a korekce programů, ruční ovládání apod.

Zařízení je určeno pro profesionální použití v oblasti výroby klíčů a zámek. Zařízení bylo navrženo tak, aby fungovalo samostatně. Není tedy vyžadována kombinace s jinými provozními jednotkami nebo začlenění do výrobních linek. Použití tohoto typu zařízení vyžaduje nepřetržitou přítomnost alespoň jednoho pracovníka, který je patřičně vyškolený a přidělený k používání a běžné údržbě.

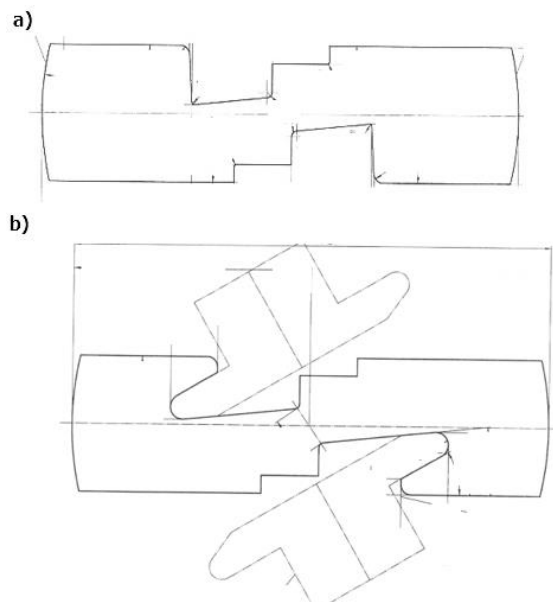


Obr. 28 Pracoviště původního zařízení MULTIBIT.

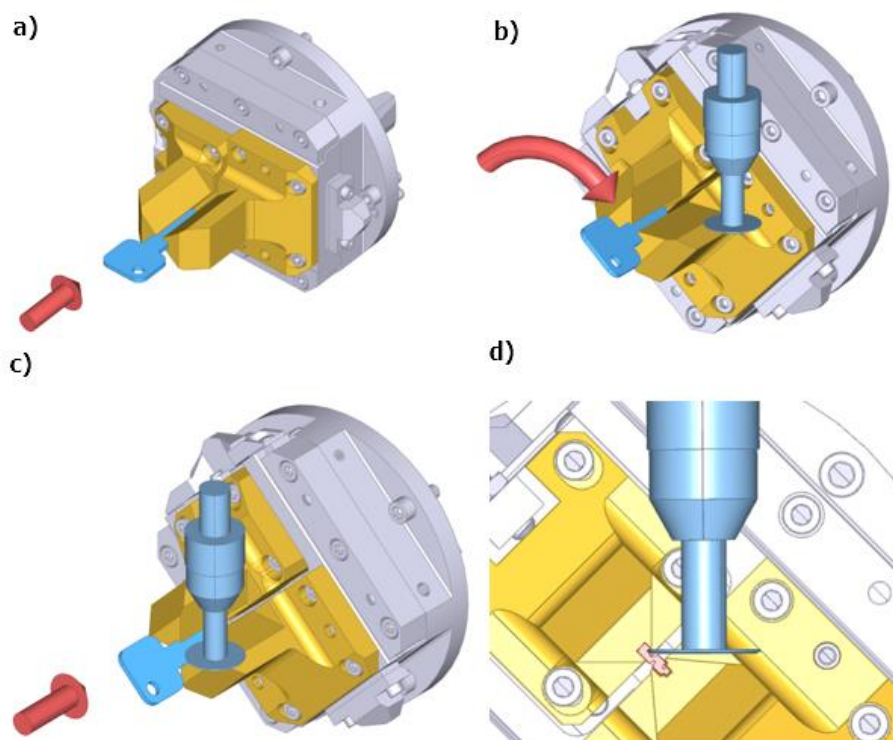
#### 4.1.1 Popis funkce zařízení

Do stroje jsou ručně založeny již předem zorientované klíče navléknuté do zásobníku. Na klíčích je již vyfrézován profil. Klíč je po jednom odebrán ze sloupce a přesouván pomocí posuvné lžice do upínačů pod místem obrábění, kde je dotlačen dorazem klíče na upínač. Klíč je upnut mezi pevnou a pohyblivou čelist. V případě frézování podřezové drážky u klíčů IKON je celý upínač s klíčem natočen o předem daný úhel dle konkrétního provedení. Stopkovou tvarovou frézou se najede ke klíči a je vyfrézována drážka pod úhlem do již vyhotovené drážky v profilu klíče. Fréza koná vodorovný pohyb od dorazu klíče směrem ke špičce. Obrábění se provádí na sucho bez chlazení. Po vyfrézování drážky se upínače otočí zpět do výchozí vodorovné polohy. K výměně klíčů dochází tak, že při zpětném pohybu posuvné lžice propadne hotový klíč do skluzu, který odvede klíče ze stroje do připravené přepravky a na jeho místo je ze sloupce odebrán další klíč. Výměna prázdné přepravky za plnou je provedena ručně obsluhou stroje a klíče jsou odneseny k dalšímu zpracování.

V případě frézování oboustranného podřezu u klíčů WSW IKON probíhá obrábění podřezové drážky nadvakrát. Po vyfrézování jedné drážky je klíč s upínačem ještě otočen o  $180^\circ$  a vyfrézuje se druhá drážka na klíči. Následná výměna klíčů je stejná, jako ve výše zmíněném postupu. Jak funguje operace „podřez“ u klíčů typu IKON je nakresleno na obr. 29. Na obr. 30 je znázorněn postup frézování podřezové drážky tohoto typu klíče. Délka vyložení frézy je 60 mm.

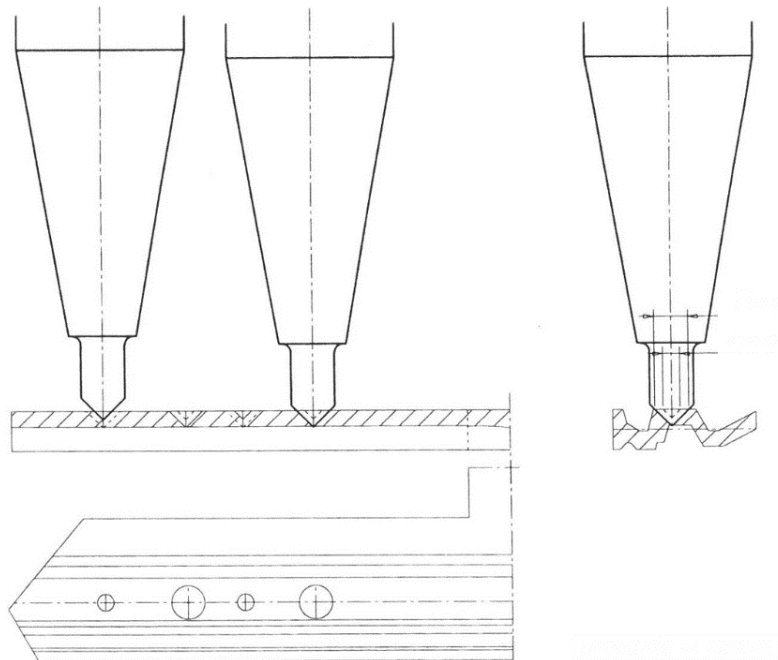


Obr. 29 Princip podřezu klíčů IKON:  
a) profil bez podřezu, b) profil s podřezem.

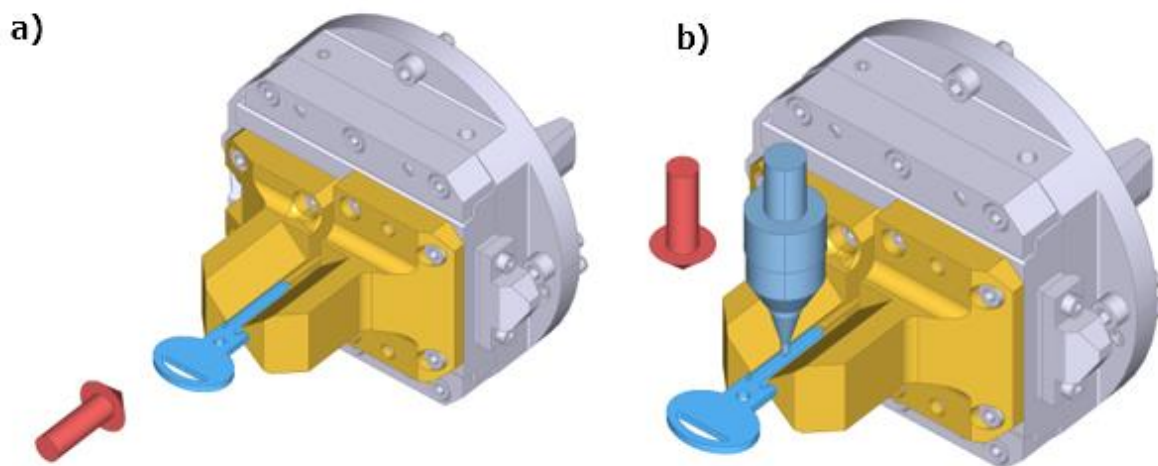


Obr. 30 Postup frézování podřezové drážky klíčů IKON v sestavě upínačů:  
a) zasunutí a upnutí klíče, b) natočení upínačů o požadovaný úhel a najetí nástroje svisle dolů,  
c) najetí nástroje ke klíči ve vodorovném směru a frézování drážky od dorazu klíče ke špičce,  
d) čelní pohled na frézování drážky klíče.

Stroj je také uzpůsoben na důlkování klíčů FAB. Celý cyklus zůstává stejný. Jediný rozdíl je v tom, že v tomto případě nejsou klíč s upínačem nakláněny. Po upnutí v čelistech zůstává klíč ve vodorovné poloze a v předepsaných hloubkách a roztečích jsou do něj vyvrtány důlky. Na obr. 31 je znázorněn princip důlkování. Postup při důlkování klíče v sestavě upínačů lze vidět na obr. 32. Délka vyložení vrtáku je 62 mm.



Obr. 31 Princip důlkování klíčů FAB.



Obr. 32 Postup důlkování klíčů FAB v sestavě upínačů:  
a) zasunutí a upnutí klíče, b) najetí nástroje a vrtání důlků od dorazu klíče ke špičce.

#### 4.1.2 Konstrukce zařízení

Základ zařízení tvoří C rám, který tvoří hlavní kostru celé konstrukce a zároveň slouží k zakrytí některých elektrických a pneumatických prvků. Rám je usazen na výškově stavitelných nohách. Na rámu je umístěn vypínač pro ovládání zařízení. Uvnitř rámu se nachází křížový suport s mechanikou řízených lineárních os X, Y, Z a rotačního upínače. Dále zařízení obsahuje jednotky zakládání klíčů a podávání klíčů. Pod nimi je umístěn gravitační skluz, kterým jsou odváděny hotové klíče do připravené přepravky.

## **Křížový suport**

Křížový suport, jehož funkcí je provádění obráběcích cyklů na klíčích, je umístěn uvnitř C rámu. Jednotka zajišťuje jak upnutí klíčů, tak samotný proces obrábění. Hlavní komponenty, které tvoří procesní jednotku jsou:

- vřeteno,
- lineární osy X, Y, Z,
- rotační upínač.

### a) Vřeteno

Funkcí vřetena je umožnění otáčení nástroje. Zařízení je vybaveno vřetenem HITACHI. Vřeteno je vybaveno chladicím systémem, který zabráňuje jeho přehřátí a tlakovým systémem pro regulování tlaku stlačeného vzduchu. Součástí vřetena je držák, který slouží k upevnění nástroje, v tomto případě speciální tvarové frézy a vrtáku.

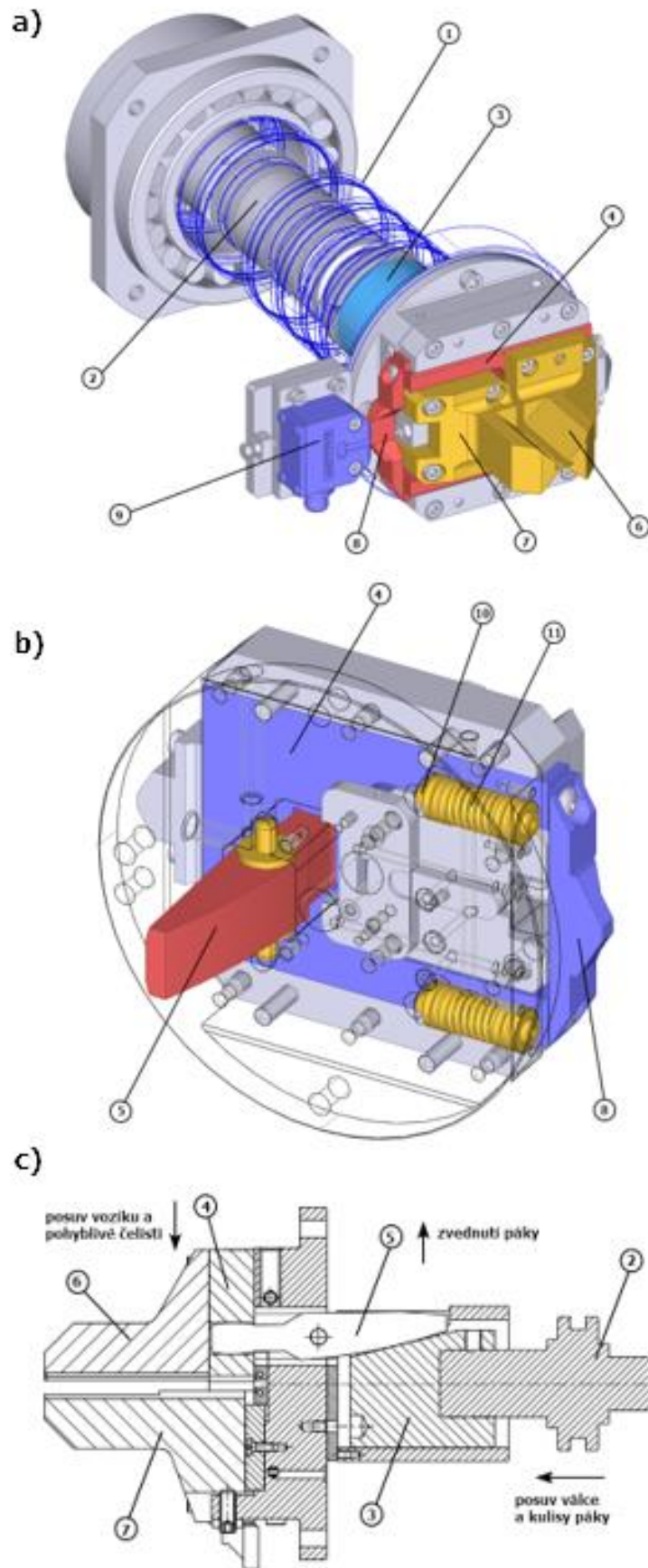
### b) Lineární osy X, Y, Z

Zařízení je vybaveno mechanikou lineárních os X, Y a Z. Osy jsou poháněny servomotory a zajišťují pohyb nástroje podél dané osy. Toto lineární vedení se skládá z profilových kolejnic a vozíků, které jsou opatřeny čtyřmi řadami kuliček, zajišťující hladký a přesný přímočarý pohyb.

### c) Rotační upínač

Upínač slouží k pevnému upnutí klíče při procesu obrábění. Upínač se skládá z pevné a pohyblivé čelisti. Protože každý typ klíče se upíná jinými čelistmi, jsou obě čelisti výměnné. Upínací mechanismus, tedy otevření a zavření čelistí, je ovládán nastavitelným tlakem stlačeného vzduchu. Čtvrtá řízená osa (rotační osa W) zajišťuje otočení upínacího mechanismu i s upnutým klíčem o daný úhel dle konkrétního provedení. Otáčení je poháněné servomotorem.

Na obr. 33 je vidět uspořádání a funkce upínacího mechanismu. V tělese upínače se nachází rotační vřeteno (1), přes které je přenášen rotační pohyb na sestavu upínání. Rotační vřeteno je na obrázku zobrazeno v drátovém modelu. Uvnitř rotačního vřetena je uložen válec (2), který je uváděn do pohybu stlačeným vzduchem. Na válci je namontována kulisa (3) ovládací páky, která je při posunutí válce nadzvednuta. Pohyb je dále přenesen na vozík čelisti (4), který se při nadzvednutí ovládací páky (5) posune a dojde tak k posunu pohyblivé čelisti (6), která je přišroubována na vozík. Tím dojde k zavření pohyblivé a pevné čelisti (7). Upínací čelisti jsou kaleny a popuštěny na  $58 \pm 2$  HRC. Při posunutí vozíku se zároveň posune dolní narážka (8), čímž dojde ke kontaktu s mechanickým snímačem (9), kterým je detekováno upnutí klíče. Při upnutí jsou pomocí válcových kolíků (10), namontovaných na vozíku, stlačeny pružiny (11), které při vypuštění vzduchu vrátí celý mechanismus do výchozí polohy, čímž dojde k otevření čelistí a odepnutí klíče.



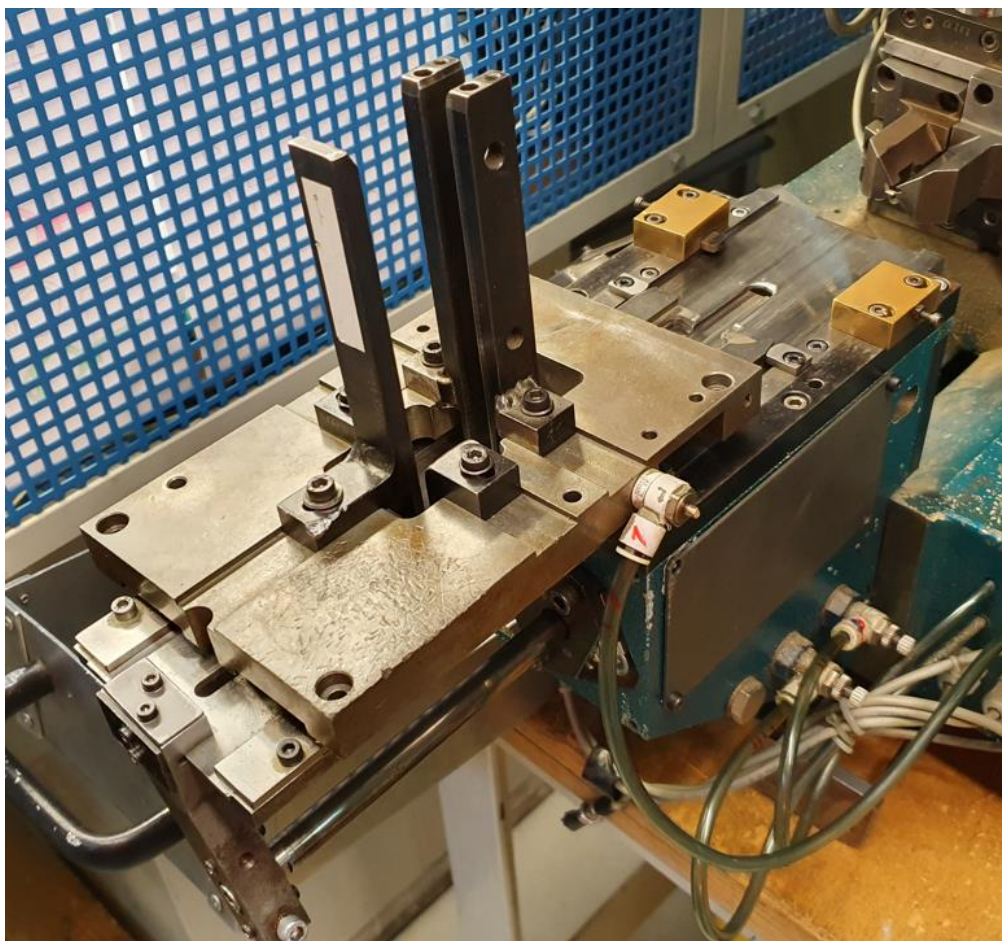
Obr. 33 Model upínacího mechanismu:  
 a) izometrický pohled, b) pohled do vnitřní části upínače, c) pohled v řezu.

### **Zásobník klíčů**

Obráběné klíče se ručně zakládají do sloupce do zásobníku, který je upevněn v přední části C rámu. Zásobník se skládá z několika kluzných opěrek s drážkami, díky nimž jsou opěrky libovolně nastavitelné. Správně nastavené opěrky zajišťují správnou orientaci klíče, vedení a zarovnání do sloupce. Pro každý typ klíče je nutné opěrky přenastavit na správnou velikost klíče. Zásobník je zakrytován nerezovým svařencem.

### **Podavač klíčů**

Jednotka podávání klíčů je umístěna v přední části zařízení přímo pod zásobníkem klíčů. Klíče po jednom propadávají ze zásobníku přes základnu do podávací lžice. Podávací mechanismus je ovládán pneumatickým válcem, který je přes unašeč spojen se zasouvací lžicí, která je posouvána po vodících lištách. Zasouvací lžice se vysune i s klíčem do upínače pod místo obrábění. Po dokončení obráběcího cyklu je lžice zasunuta zpět na místo dávkování. Při zpětném pohybu zasouvací lžice dojde k vysunutí vyhazovače, hotový klíč propadne gravitačním skluzem do připravené přepravky a vyhazovač je tažnou pružinou vrácen na původní pozici. Podávání klíčů je zakrytováno svařencem z nerezových plechů. Na obr. 34 lze vidět zásobník a podavač klíčů v rozebraném stavu. Gravitační skluz je dále na obr. 35.



Obr. 34 Zásobník a podavač klíčů v rozebraném stavu



Obr. 35 Gravitační skluz pod podavačem klíčů.

### 4.1.3 Technická specifikace a požadavky na nové zařízení

Z důvodu poruchy a neúspěšných pokusů o opravu stroje je navrženo nové zařízení. U stroje nelze opravit řízení os a vyskytují se problémy s otevřením upínače. Stroj ztrácí referenční bod a vřeteno následně nabourává do upínače. Mechanický stav stroje před poruchou řízení os vyhovoval rozměrovým požadavkům na obrobené polotovary.

Z konstrukčního hlediska by na novém stroji měla být zachována konstrukce podávacích lžic pro podávání klíčů. Čtyři řízené osy (X, Y, Z a otáčení upínače W) budou nahrazeny novými, včetně kompletního řízení os. Z důvodu nespolehlivého otevírání upínače je třeba navrhnout nový upínací mechanismus. Nahrazeno bude také vřeteno, u něž jsou požadovány otáčky s plynulou regulací od 5 000 do 25 000  $\text{min}^{-1}$ . Obrábění bude probíhat na sucho bez chlazení. Obrobené polotovary budou volně sklouzávat do přepravky o rozměrech 200 x 300 x 130 mm. Je tedy potřeba vhodně uzpůsobit skluz a místo pro přepravku. Stávající stůl, na kterém je stroj usazen, bude nahrazen svařovanou, vhodně zakrytovanou konstrukcí dle platných bezpečnostních předpisů. Ve spodní konstrukci je třeba vyhradit místo pro chlazení vřetena a zajistit její odvětrávání. Má být zajištěn prostor pro uložení pěti plastových KLT přepravek o rozměru 300 x 400 x 70 mm pro výměnné sady lžic a nástrojových držáků. U nového zařízení je rovněž požadováno odsávání třísek ze stroje. Maximální půdorysná plocha zařízení je 1 200 x 1 200 mm.

Původní stroj je řízen stolním počítačem s monitorem s řídicí aplikací, kde se vybírá konkrétní program obrábění z databáze, nastavení korekce programů atd. Je nutné zajistit přehlednost a funkčnost ovládání. Nové zařízení bude řízeno PLC programem a ovládáno přes dotykovou obrazovku. Hlavní ovládací tlačítka budou vyvedena mimo obrazovku na řídicí panel. Diagnostika poruch se bude zobrazovat na ovládacím panelu zařízení, na kterém má být rovněž umístěno počítadlo kusů. Je požadováno umožnění vzdáleného přístupu k zařízení a přepínání mezi ručním a automatickým režimem.

Je požadována také korekce rozměrů ve 4 osách s minimální přesností nastavení 0,01 mm a korekce rezných podmínek. Optimální rezné podmínky je potřeba navrhnout. Zařízení bude použito pro 2-směnný provoz. Požadovaný takt zařízení je:

- jednostranný podřez IKON: 5 s/ks,
- oboustranný podřez WSW IKON: 7 s/ks,
- důlkování FAB: 7 s/ks.

## 4.2 Návrh nového zařízení

Zařízení je určeno k frézování podřezové drážky na klíčích typu IKON a důlkování klíčů FAB. Ze stávajícího stroje je na novém zařízení použita kompletní mechanika lineárních os X, Y, Z a otáčení upínače W. Všechny osy jsou osazeny novými servomotory s absolutním odměřováním. Dále je použit zásobník a podávací mechanismus. Podávací mechanismus je osazen novým pneumatickým válcem. Zařízení je nově usazeno na novém stole a bezpečně zakrytováno.

### 4.2.1 Popis rekonstruovaného zařízení

Základem zařízení je nový svařovaný stůl. Jeho horní rovina je osazena frézovanou deskou, která je výchozí rovinou všech částí mechanismů. V přední části podstavce je upevněn zásobník s podavačem klíčů. V zadní části zařízení je umístěn prostor pro uložení pěti plastových KLT přepravek o rozměru 300 x 400 x 70 mm pro výměnné sady lžic. Dále je zde umístěn odkládací prostor pro tři nástrojové držáky, ve kterých jsou upevněny nástroje pro obrábění zadaných výrobků. Zařízení je vybaveno novými pneumatickými prvky a rozvody. Zařízení je zakryto konstrukčním duralovým systémem s výplněmi z transparentního plexiskla. V krytu jsou umístěny skříň řízení a bezpečnostní dveře.

#### Stůl

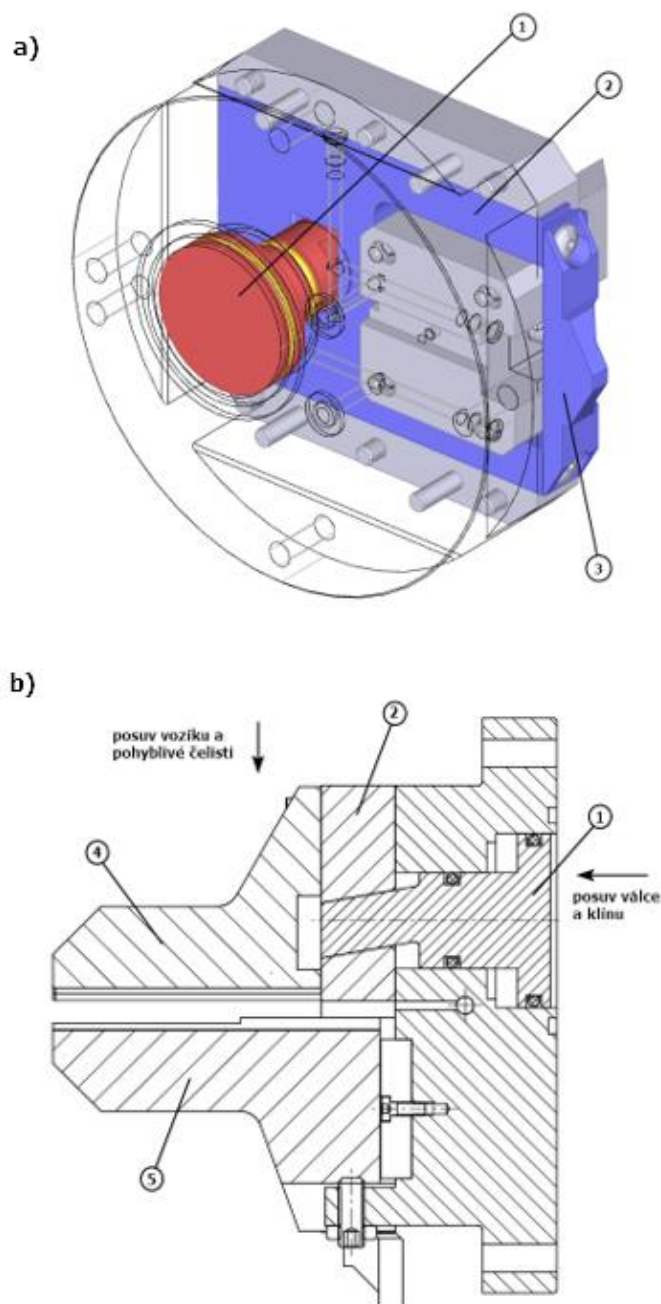
Stůl je svařen z ocelových tlustostěnných profilů a plechů. Je usazen na výškově stavitelných nohách. Na horní části je usazena frézovaná základní deska, která tvoří výchozí rovinu všech částí mechanismů. Na ní je přivařen svařovaný podstavec, který tvoří základnu pro křížový suport. Vlevo je připraveno místo pro umístění skříň řízení. Ve vnitřní části stolu je umístěno chladicí zařízení s ohledem na dostatečné větrání a s ohledem na místo obsluhy.

#### Křížový suport

Konstrukce křížového suportu je shodná s provedením na původním stroji. Konstrukce je umístěna na svařovaném podstavci stolu. Křížový suport je osazen novým frézovacím vřetenem IBAG, které je vnitřně chlazeno kapalinou. Dále je vybaveno ručním nástrojovým systémem HSK C32 a umožňuje maximální otáčky 30 000 min<sup>-1</sup>. Frézovací vřeteno je mazané trvalou tukovou náplní. Není vhodné pro provoz v režimu 24/7, či nonstop režimu, bez zastavení. Tukem mazaná vřetena vyžadují po dvou hodinách provozu regenerační přestávku o délce cca 10 minut pro regeneraci mazacího tuku.

Kompletní mechanika lineárních os X, Y, Z a otáčení upínače W je zachována z původního stroje. Všechny osy jsou osazeny novými servomotory s absolutním odměřováním. Pohyb podél dané lineární osy je zajištěn vedením z profilových kolejnic a vozíků, které jsou opatřeny čtyřmi řadami kuliček.

Návrh nového upínacího mechanismu je zobrazen na modelu v obr. 36. Z upínacího mechanismu jsou odstraněny válcové kolíky a tlačné pružiny. Ovládací páka je nahrazena samosvorným klínem (1), která je přimontována k válci. Ten je uváděn do pohybu stlačením vzduchem, stejně jako v předchozím případě. Při posunutí válce dojde k posunutí samosvorného klínu v axiálním směru. Současně dojde pomocí klínu k posunutí vozíku čelisti (2). Na vozíku je opět přišroubována pohyblivá čelist (4), která se pohybuje současně s vozíkem. Dojde tak k zavření pohyblivé a pevné čelisti (5) a upnutí klíče. Upínací čelisti jsou kaleny a popuštěny na 58 ± 2 HRC. Zachována je i dolní narážka (3) a mechanický snímač, jejichž vzájemným kontaktem je kontrolováno upnutí klíče. Otevření upínače je zajištěno také pneumaticky, kdy se válec zasune do výchozí polohy a současně samosvorný klín vytáhne vozík, otevře čelisti a uvolní klíč.



Obr. 36 Model nově navrženého upínacího mechanismu:  
a) pohled do vnitřní části upínače, b) pohled v řezu.

### **Podavač a zásobník klíčů**

V přední části stolu je upevněn zásobník s podavačem klíčů. Konstrukce a princip podávání klíčů jsou shodné s původním provedením kromě použití nového pneumatického válce, kterým je podávací mechanismus osazen. Prostor nalevo pod podavačem klíčů je vyhrazen pro výstupní přepravku o rozměru 200 x 300 x 130 mm. Klíče jsou do ní usměrňovány po gravitačním skluzu.

Zásobník klíčů je vybaven indukčním snímačem, který detekuje množství klíčů ve sloupci zásobníku a v případě vyprázdnění zásobníku způsobí zastavení cyklu.

Podavač i zásobník klíčů jsou zakrytované nerezovými svařenci. Kryty jsou z důvodu bezpečnosti nově opatřeny bezpečnostními senzory, které podmiňují funkci podavače klíčů. V případě, že nejsou obě jednotky zakrytované, nelze uvést zařízení do provozu.

**Odsávání**

Zařízení je nově vybaveno jednotkou zajišťující odsávání třísek. Místo obrábění je zakrytáno svařeným nerezovým boxem. Z boxu jsou třísky usměřovány tlakovým vzduchem do odsávacího místa pomocí hadice, která je vedena vnitřní částí stolu. Vysavač je možné připojit pomocí třífázové zásuvky. K boxu je dále přišroubováno víko, které lze jednoduše demontovat v případě výměny obráběcího nástroje nebo upínacích čelistí.

**Rám krytování**

V horní části zařízení je vystavěn bezpečnostní rám z hliníkového profilového systému. Celá stavba je posazena na spodním stole. Do vnitřní části je umožněn přístup po vysunutí předního krytu nebo otevření dveří, které jsou vybaveny elektromagnetickým zámekem a jsou umístěny v zadní části zařízení. V zadní části je místo pro připojení jednotky na úpravu vzduchu. V horní části krytu je upevněn vizualizační maják pro zběžnou informaci o aktuálním stavu zařízení. Součástí krytu je skříň řízení, která je umístěná na levé straně zařízení. Na boku skříně směrem k obsluze je umístěn ovládací panel řídicího systému Sinumerik a hlavní ovládací tlačítka.

Fotografie nového zařízení na frézování a důlkování klíčů jsou umístěny v příloze 7.

**4.2.2 Parametry zařízení**

V tab. 11 jsou vypsána hlavní technická data zařízení.

Tab. 11 Hlavní technická data zařízení.

<b>Zastavěná plocha</b>	<b>1,2 x 1,2 [m]</b>
<b>Výška</b>	2,35 [m]
<b>Hmotnost</b>	560 [kg]
<b>Obsluha zařízení</b>	1 pracovník
<b>Pracovní takt</b>	9-12 ks/min dle polotovaru
<b>Proudová soustava</b>	3/N/PE TN-S
<b>Jmenovité napětí napájecí sítě</b>	AC 230/400 [V] ± 10 %
<b>Jmenovitá frekvence napájecí sítě</b>	50 [Hz] ± 1 %
<b>Celkový instalovaný příkon zařízení</b>	12 [kVA]
<b>Maximální proud</b>	17 [A]
<b>Napětí snímačů</b>	DC 24 [V]
<b>Napětí řídicích obvodů</b>	DC 24 [V]
<b>Napětí signalizace</b>	DC 24 [V]
<b>Pracovní tlak přívodu tlakového vzduchu</b>	0,6 [MPa]
<b>Doporučená světlost přívodního potrubí</b>	1/4" max. 10 m

K obrábění klíčů jsou použity nástroje, které jsou uvedeny v přílohách 4 až 6. Obrábění se provádí nasucho bez chlazení. Řezné podmínky jsou navrženy dle aktuálních nástrojů, obráběných materiálů a výkonových parametrů zařízení. Použité otáčky vřetena pro jednotlivé operace:

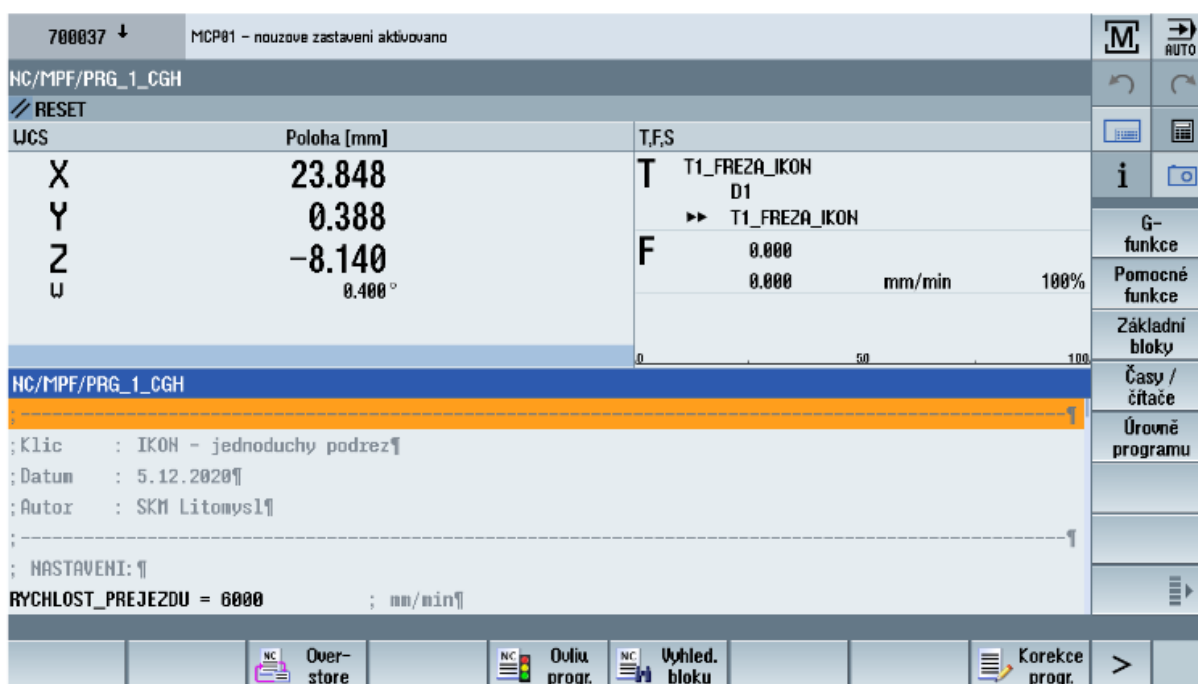
- důlkování klíčů FAB: 18 000 min<sup>-1</sup>,
- frézování podřezové drážky klíčů IKON: 6 000 min<sup>-1</sup>.

Použité nástroje jsou upevněny v nástrojových držácích HSK C32. Výměna nástrojových držáků ve vřetenu je provedena ručně. Otáčky vřetena jsou plynule regulovatelné v rozsahu od 5 000 do 25 000 min<sup>-1</sup>. Zařízení zajišťuje možnost optimalizace a korekce řezných podmínek a korekce rozměrů ve 4 osách s minimální přesností nastavení 0,01 mm. Takt zařízení je:

- podřez IKON – jednostranný podřez: 5 s/ks,
- podřez IKON – oboustranný podřez WSW: 7 s/ks,
- důlkování FAB: 7 s/ks.

#### 4.2.3 Dotykový panel zařízení

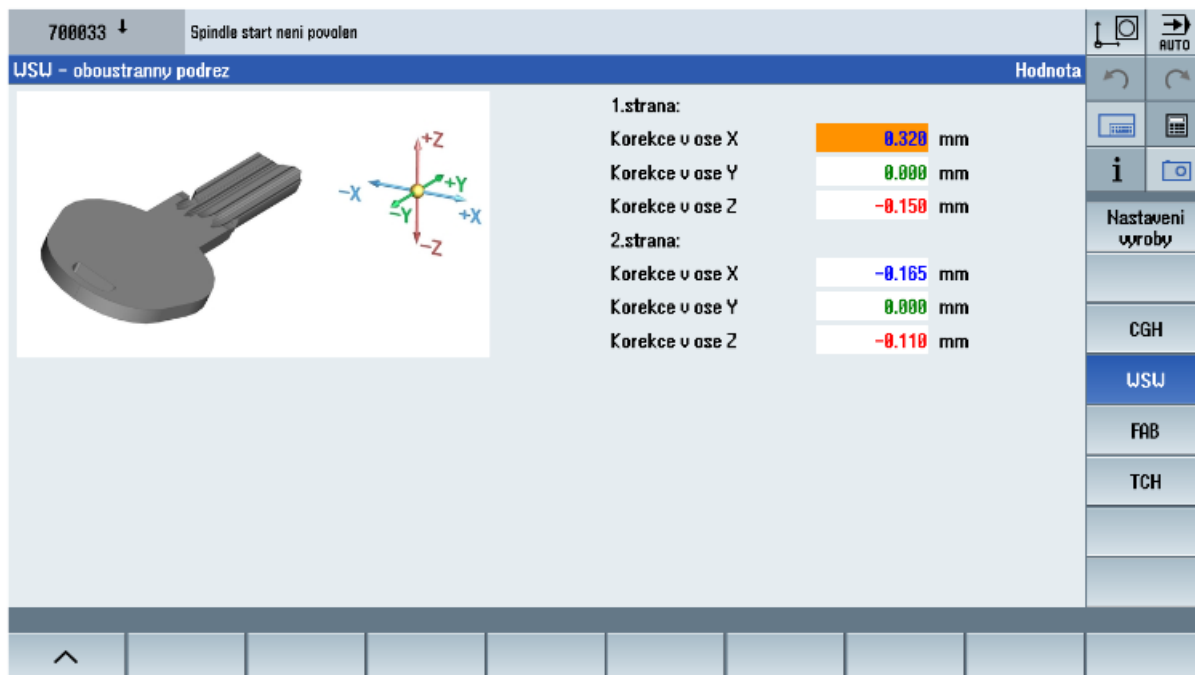
Na ovládacím panelu zařízení je umístěno počítadlo vyrobených kusů a dotykový panel, který slouží pro ovládání NC systému. Požadované obrábění zadaných výrobků je umožněno řídicím systémem Sinumerik. Nastavení způsobu obrábění je uloženo v PLC programu. Ovládací tlačítka jsou umístěna v dolní liště obrazovky, v horním řádku se pak zobrazují alarmy a hlášení. Na základní obrazovce (obr. 37) se vypisují polohy os, zvolený nástroj a aktuálně zvolený program.



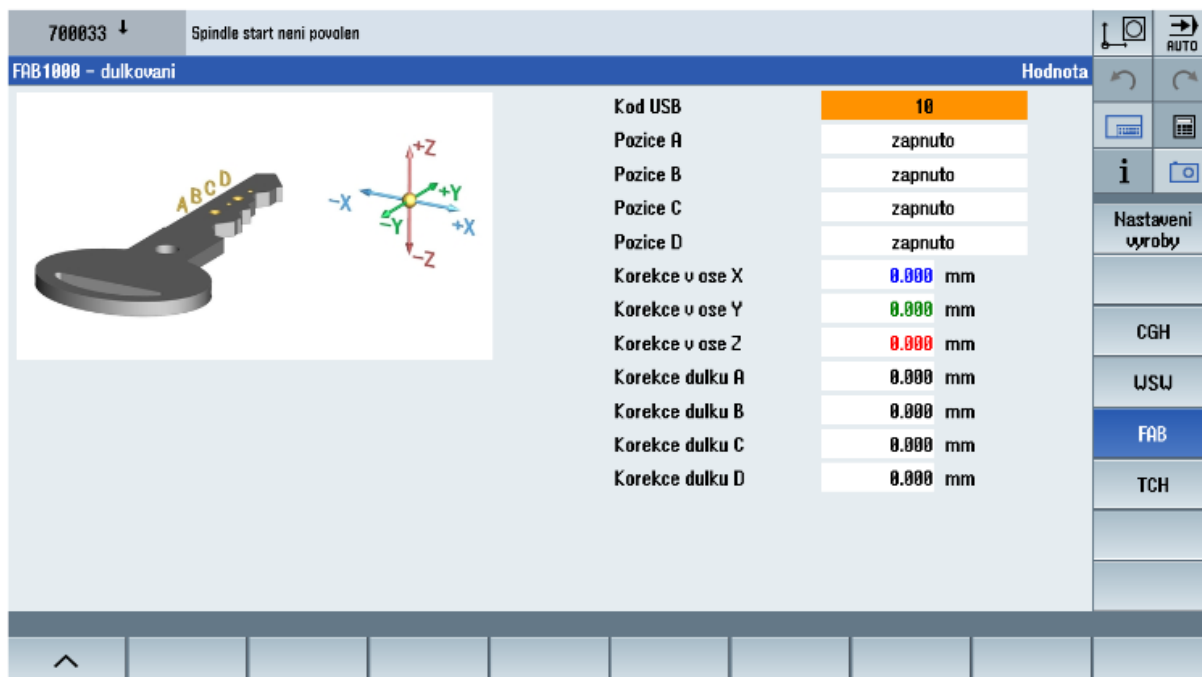
Obr. 37 Základní obrazovka NC systému.

Na obrazovce je možné si navolit ze seznamu nástroj ve vřetenu. V seznamu jsou rovněž uvedeny rozměry nástroje. Důležitá je délka nástroje, kterou je nutné vždy dodržet. Případná korekce skutečné délky je možná, ale jen v rozsahu  $\pm 1$  mm. Volba nástroje se provádí automaticky na základě navoleného NC programu. Stejně tak se automaticky volí otáčky nástroje. Lze si i navolit požadovaný počet obroběných kusů. Obráběcí cyklus se po nastaveném počtu vyrobených kusů zastaví. Nulování aktuálního počtu se provádí automaticky se startem

nového cyklu. Parametry obrábění je možné u daných typů klíčů editovat. Na obr. 38 je ukázka z dotykového panelu parametrů obrábění pro oboustranný podřez klíčů WSW IKON. Ukázka parametrů obrábění pro důlkování klíčů FAB je na obr. 39.



Obr. 38 Parametry obrábění u klíče typu WSW IKON.



Obr. 39 Parametry obrábění u klíče typu FAB.

## 5 ANALÝZA PROFILU POVRCHU OBROBENÝCH PLOCH

V závěrečné kapitole bude provedena analýza profilu povrchu obrobků ploch klíčů. U klíčů IKON se jedná o měření tvaru a úhlu drážky. Provádí se kontrola správného posazení podřezové drážky na profilprojektoru, rovinnosti podřezové drážky ve speciálním přípravku a profilu tvarovým kalibrem. U klíčů typu FAB se mikroskopem měří pozice důlků a hloubka pomocí digitálního úchylkoměru.

### 5.1 Kontrola profilu klíčů IKON

V zařízení MULTIBIT je obráběno velké množství bezpečnostních klíčů IKON, u kterých je nutná přesná výroba. Z důvodu kontroly správného seřízení stroje se provádí série měření pro zajištění a ověření správnosti výroby. Měření se provádí především na začátku výrobního cyklu při seřizování stroje a na konci pro kontrolu správně vyrobené dávky. Při seřizování stroje pro novou výrobní dávku se měření opakuje až třikrát, dokud není provedena správná korekce a seřízení stroje. Při výrobě větší dávky se měření provádí častěji, zpravidla každou hodinu výrobního času.

Kontrola profilu klíčů IKON probíhá ve třech krocích. Nejprve je klíč zastrčen do tvarového kalibru. Klíč musí jít do kalibru volně zasunut až po doraz. Tato jednoduchá zkouška je prvním ukazatelem, zda klíč není vyroben špatně. Na obr. 40 lze vidět zastrčený klíč v tvarovém kalibru. Fotografie kalibrů jsou umístěny v příloze 8.



Obr. 40 Kontrola klíče tvarovým kalibrem.

Druhým krokem je kontrola rovinnosti podřezové drážky. Klíč je upnut do speciálního přípravku s tvarovou drážkou s podřezem (příloha 8). Opět musí jít klíč volně zasunut do přípravku. Pro měření rovinnosti podřezové drážky je použit digitální úchylkoměr značky Mitutoyo. Úchylkoměr je nejprve vynulován na horní plochu přípravku. Rovinnost drážky se kontroluje na hřbetu klíče (obr. 41). Kontrola je provedena na dvou místech hřbetu, u špičky a dorazu klíče. Klíč je vyhodnocen jako správně vyrobený, jestliže hodnoty naměřené úchylkoměrem spadají do tolerance  $\pm 0,015$  mm. Pro účely diplomové práce byla provedena kontrola rovinnosti podřezové drážky pro deset klíčů typu IKON (tab. 12) a deset klíčů typu WSW IKON (tab. 13).



Obr. 41 Princip měření rovinnosti podřezové drážky.

Tab. 12 Naměřené hodnoty posazení podřezové drážky od hřbetu klíčů IKON.

Zkoušený klíč	Rovinnost drážky (doraz klíče) [mm]	Rovinnost drážky (špička klíče) [mm]
1	0,008	0,008
2	0,005	0,008
3	0,005	0,006
4	0,006	0,006
5	0,008	0,007
6	0,010	0,010
7	0,010	0,008
8	0,007	0,007
9	0,010	0,010
10	0,008	0,008

Tab. 13 Naměřené hodnoty posazení podřezové drážky od hřbetu klíčů WSW IKON.

Zkoušený klíč	Rovinnost drážky (doraz klíče) [mm]	Rovinnost drážky (špička klíče) [mm]
1	0,008	0,007
2	0,005	0,005
3	0,005	0,006
4	0,006	0,008
5	0,008	0,010
6	0,010	0,010
7	0,008	0,008
8	0,007	0,008
9	0,010	0,010
10	0,008	0,007

Z naměřených hodnot posazení podřezové drážky u obou typů klíčů vyplývá, že stroj je správně seřízen a klíče byly vyrobeny v požadované toleranci.

Na konec je klíč kontrolován prosvětlením šablony na profilprojektoru. Profil klíče musí být shodný s profilem bubínku cylindrické vložky. K provedení této kontroly je zapotřebí odříznout část profilu klíče mezi špičkou a dorazem klíče. Odříznutý plátek se musí obrousit z důvodu odstranění otřepů a lepší čitelnosti na profilprojektoru. Profil se porovnává s prosvícenou zvětšeninou, která je zobrazena v měřítku 20:1. Na zvoleném měřítku jsou dobře vidět případné nerovnosti a nedostatky vyrobeného klíče. Na šablonách bývá znázorněna jmenovitá hodnota profilu klíče. Rozměrová tolerance profilu je  $\pm 0,015$  mm. Na obr. 42 lze vidět, že měřený profil klíče je shodný s prosvícenou zvětšeninou, z čehož vyplývá, že klíč je vyroben správně a stroj je pro patřičnou výrobní dávku správně seřízen.

Na fotografii v příloze 9 je ukázán průběh kontroly profilu na prosvětlovacím přístroji.

Na závěr je provedeno vyhodnocení o způsobilosti stroje. Naměřené hodnoty z tabulek jsou napsány do programu, který vyhodnotí, zda je stroj způsobilý pro danou výrobu a vypočítá i pravděpodobnost výskytu neshodných výrobků. Výsledky zkoušky způsobilosti stroje po provedených měřeních jsou umístěny v přílohách 10 a 11.



Obr. 42 Kontrola profilu klíče WSW IKON na profilprojektoru.

## 5.2 Měření hloubky a pozic důlků na klíčích FAB

Stejně jako v případě klíčů IKON i při důlkování klíčů FAB se provádí měření za účelem správného seřízení stroje a ověření dokončené výrobní dávky. U klíčů FAB se kontroluje pozice a hloubka důlků. Pozice důlků se měří pomocí digitálního mikroskopu od firmy Mitutoyo. Pozice důlků se měří ve dvou směrech. V jednom směru se měří vzdálenost důlku od dorazu klíče, ve druhém směru se měří vzdálenost důlku od hřbetu klíče. Tolerance pozic všech důlků je  $\pm 0,03$  mm. Měřicí zařízení je zobrazeno na obr. 43. V tab. 14 jsou zapsány naměřené hodnoty vzdáleností důlků měřených od dorazu klíče. Naměřené vzdálenosti od hřbetu klíče jsou zapsány v tab. 15. Měření hloubky a pozic důlků bylo provedeno pro deset kusů klíčů typu FAB.



Obr. 43 Digitální mikroskop Mitutoyo

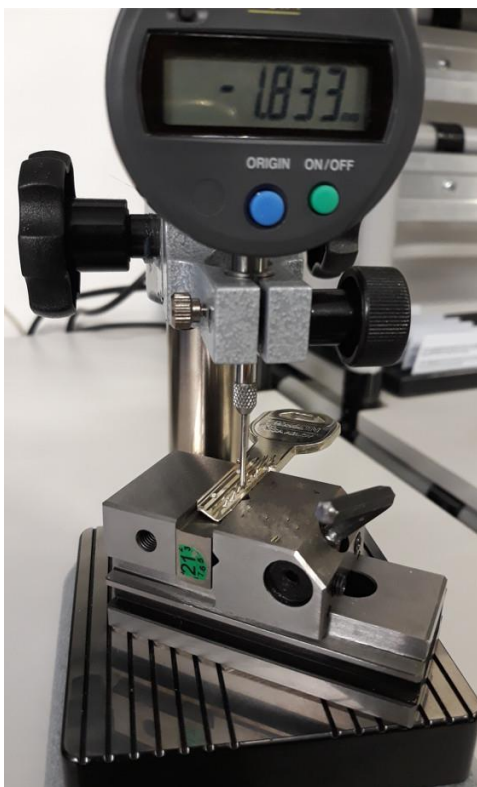
Tab. 14 Naměřené pozice důlek měřených od dorazu klíčů FAB.

Zkoušený klíč	Důlek A [mm]	Důlek B [mm]	Důlek C [mm]	Důlek D [mm]
1	9,221	14,223	17,218	21,215
2	9,220	14,220	17,218	21,223
3	9,222	14,221	17,219	21,220
4	9,222	14,220	17,219	21,222
5	9,223	14,217	17,220	21,220
6	9,224	14,215	17,215	21,225
7	9,219	14,216	17,223	21,219
8	9,225	14,216	17,222	21,221
9	9,218	14,215	17,225	21,222
10	9,217	14,215	17,222	21,218

Tab. 15 Naměřené pozice důlek měřených od hřbetu klíčů FAB.

Zkoušený klíč	Důlek A [mm]	Důlek B [mm]	Důlek C [mm]	Důlek D [mm]
1	3,518	3,522	3,515	3,517
2	3,518	3,515	3,525	3,522
3	3,521	3,522	3,516	3,525
4	3,519	3,516	3,523	3,519
5	3,525	3,515	3,515	3,524
6	3,523	3,517	3,520	3,520
7	3,522	3,520	3,519	3,522
8	3,520	3,519	3,521	3,522
9	3,520	3,520	3,518	3,523
10	3,518	3,523	3,515	3,521

Po kontrole pozic následuje kontrola správné hloubky důlků. Klíč je upnut do speciálního přípravku tak, aby důlky směřovaly vzhůru. Přípravek je opatřen kostkou, na kterou je klíč položen a při upnutí je zarovnan s horní plochou přípravku. Pro měření hloubky důlků je použit digitální úchylkoměr značky Mitutoyo. Upnutí klíče a způsob měření lze vidět na obr. 44. Úchylkoměr je nejprve vynulován na horní plochu přípravku. Jestliže se naměřené hodnoty vejdou do tolerance  $\pm 0,05$  mm, je klíč vyhodnocen jako správně vyrobený. Změřené hodnoty hloubek důlků jsou zapsány v tab. 16.



Obr. 44 Princip měření hloubky důlků klíčů FAB.

Tab. 16 Naměřené hodnoty hloubek důlků na klíčích FAB.

Zkoušený klíč	Důlek A [mm]	Důlek B [mm]	Důlek C [mm]	Důlek D [mm]
1	0,882	1,973	0,879	1,977
2	0,878	1,982	0,880	1,979
3	0,875	1,983	0,875	1,977
4	0,878	1,980	0,880	1,979
5	0,879	1,982	0,878	1,978
6	0,881	1,979	0,878	1,977
7	0,879	1,983	0,880	1,976
8	0,878	1,970	0,875	1,973
9	0,877	1,976	0,878	1,978
10	0,878	1,977	0,882	1,980

Z přiložených tabulek s naměřenými hodnotami pozic a hloubek důlků je patrné, že je stroj správně seřízen a klíče byly vyrobeny v požadované toleranci.

V příloze 12 jsou umístěny výsledky zkoušky způsobilosti stroje po provedených měřeních pozic a hloubek důlků klíčů FAB. Do programu jsou zapsány hodnoty z tabulek odečtené od jmenovitého rozměru měřeného prvku.

## 6 DISKUZE

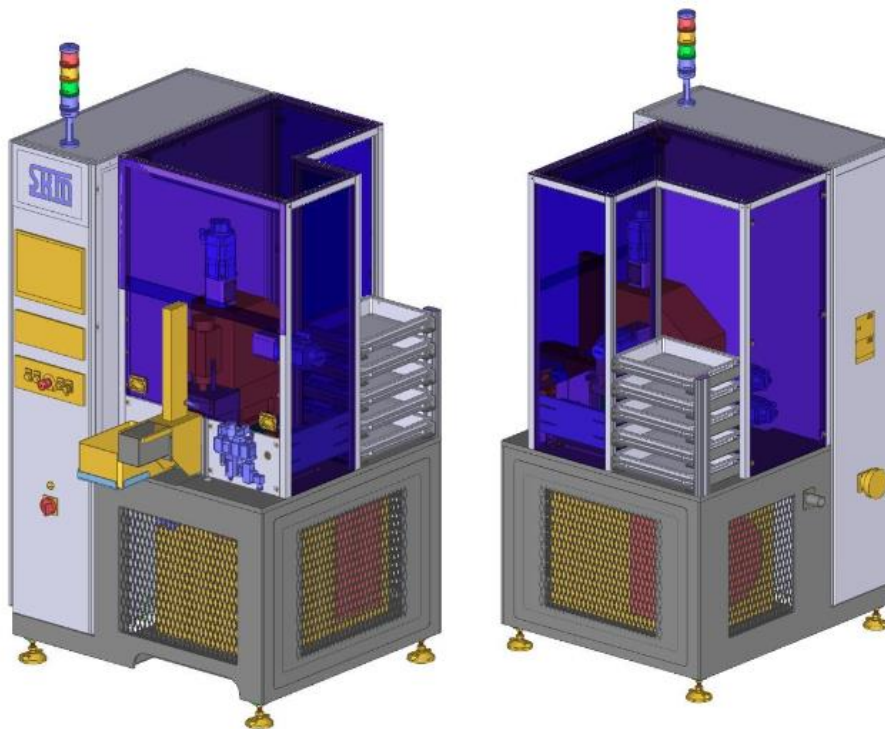
Vzhledem k obsáhlosti tématu nebylo možné jednotlivé operace postupu výroby klíčů detailněji rozpracovat. Rovněž nebylo možné detailně rozebrat jednotlivé výrobní technologie, jako jsou frézování a přesné stříhání.

U každého návrhu stroje či jiné konstrukce existuje několik variant řešení. Ať už to je z hlediska funkce, bezpečnosti nebo designu.

Nejprve bylo uvažováno, že zásobník klíčů a gravitační skluz, který se nachází pod zásobníkem, budou umístěny uvnitř bezpečnostního rámu krytování. Stejně tak výstupní přepravka pro hotové klíče měla vymezený prostor uvnitř zařízení. Nakonec byla přepravka i se zásobníkem vysunuta ven ze zařízení, aby nebylo nutné při výměně přepravky vysouvat přední kryt a tím zastavit stroj. Zásobník klíčů byl zakrytován nerezovým svařencem, který je z důvodu bezpečnosti snímán bezpečnostním senzorem.

Z upínacího mechanismu byly odstraněny válcové kolíky a tlačné pružiny. V případě mechanického opotřebení pružin a zasekávání při otevírání upínacích čelistí by bylo k výměně komponent nutné rozebrat celý upínací mechanismus. Z toho důvodu je celý mechanismus poháněn pneumaticky. Dojde-li k poškození pneumatického válce či přísunu vzduchu, není potřeba rozsáhlé demontáže, čímž se ušetří čas potřebný na servis zařízení.

Nejvýraznější změnu mezi původním a finálním návrhem prodělal rám krytování. Na obr. 45 lze vidět jeden z původních návrhů konstrukce zařízení MULTIBIT. Jednotka úpravy vzduchu se nejprve nacházela v přední části zařízení, vpravo od podávání klíčů. Přístup do stroje by byl umožněn vysunutím předního plexiskla. Dále bylo uvažováno, že pravý boční kryt a zadní kryt budou uchyceny šrouby na 6 místech, které by v případě servisní potřeby umožňovaly demontáž výplně. Z důvodu lepšího čištění a přístupu do stroje však byla pneumatika přemístěna z pravého předního rohu zařízení do prostoru nad zásobník náhradních dílů. Přední kryt byl následně prodloužen až k vrchní desce. Návrh pravého bočního plexiskla zůstal zachován a zadní kryt byl nahrazen servisními dveřmi. Přední kryt a zadní bezpečnostní dveře byly vybaveny elektromagnetickými zámky.



Obr. 45 Původní koncepce zařízení MULTIBIT.

V budoucnu by se dalo zapracovat na možnosti dokončení celé zakázky bez zastavení stroje. Je-li domluvená zakázka, při níž je potřeba vyrobit více klíčů, než kolik se jich vejde do zásobníku, je zapotřebí zásobník doplňovat dalšími klíči. K doplnění zásobníku je nutné sundat bezpečnostní kryt, přičemž dojde k zastavení stroje. Kvůli větší plynulosti a urychlení procesu výroby klíčů by bylo vhodné nalézt kompromis v bezpečnostním krytování, při němž by šlo do zásobníku průběžně vkládat nové klíče bez nutnosti zastavit stroj.

---

## ZÁVĚR

V diplomové práci byl proveden rozbor typů frézovaných a důlkovaných polotovarů a byl zde popsán přehled jednotlivých operací použitých při výrobě klíčů. Hlavní náplní diplomové práce je návrh a výroba nového upínacího přípravku a zařízení pro frézování a důlkování klíčů. Zařízení a upínací přípravek, zajišťující spolehlivé upnutí klíče při obrábění, byly vyrobeny ve firmě SKM Litomyšl s.r.o. se sídlem v Litomyšli. Součástí zařízení je mechanismus, který zajišťuje podávání klíčů.

Z důvodu poruchy a neúspěšných pokusů o opravu stroje byla požadována výroba nového zařízení. Návrh nového upínacího přípravku a nového zařízení vychází z původní konstrukce reálného stroje. Nejprve byla popsána konstrukce a funkce původního stroje. Následně byly popsány problémy na stávajícím stroji a specifikovány požadavky na nové zařízení.

Rozměry nově navrženého zařízení jsou 1200 x 1200 mm. Podle požadavků zákazníka je nové zařízení usazeno na svařovaném stole a zakrytováno bezpečnostním konstrukčním systémem z hliníkových profilů. Zařízení vyžaduje přítomnost jednoho pracovníka. V levé části je na skříni řízení umístěn ovládací panel, který slouží jak k ovládní zařízení, tak i k informování obsluhy o jeho stavu. V přední části je upevněn podavač klíčů a zásobník, do něhož jsou obsluhou ručně zakládány klíče. Je zde také vyhrazen prostor pro přepravku, do níž jsou usměrňovány hotové klíče. V zadní části je odkládací prostor pro uložení plastových přepravek a nástrojových držáků. Výměna nástroje je prováděna ručně obsluhou. Do vnitřní části je umožněn přístup po vysunutí předního plexiskla nebo otevřením bezpečnostních dveří umístěných v zadní části. Zařízení je nově vybaveno jednotkou zajišťující odsávání třísek.

Důležitou součástí je návrh nového upínacího mechanismu. U původního stroje se vyskytovaly problémy s otevřením pohyblivého upínače, které bylo zajištěno mechanicky pomocí válcových kolíků a tlačných pružin. Upínací čelisti jsou nově ovládány samosvorným klínem, který je pneumaticky uveden do pohybu přes válec. Tím je eliminováno mechanické opotřebení pružin a zajištěno spolehlivé upnutí a odepnutí klíče pomocí stlačeného vzduchu.

Dále byly všechny čtyři řízené osy osazeny novými servomotory s absolutním odměřováním z důvodu nefunkčního řízení os. Původní stroj ztrácel referenční bod a docházelo k nabourávání vřetena do upínače. Řezné podmínky jsou navrženy dle aktuálních nástrojů, obráběných materiálů a výkonových parametrů zařízení. Zařízení zajišťuje možnost optimalizace a korekce řezných podmínek a korekce rozměrů ve 4 osách s minimální přesností nastavení 0,01 mm.

Na závěr práce byla provedena kontrola profilu obráběných klíčů. Měření bylo provedeno z důvodu ověření správného seřízení stroje a jeho funkčnosti. Z analýzy profilu povrchu obroběných ploch vyplývá, že měřené podřezové drážky na klíčích IKON a důlky na klíčích FAB byly vyrobeny v požadované toleranci. Lze tedy konstatovat, že bylo navrženo funkční a spolehlivé zařízení pro výrobu bezpečnostních klíčů.

---

## SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

1. PHILLIPS, Bill. 2005. *The complete book of locks and locksmithing* [online]. 6th ed. New York: McGraw-Hill, 588 s. [cit. 2022-03-18]. ISBN 00-714-4829-2.  
Dostupné z: [https://ia800201.us.archive.org/17/items/  
The Complete Book of Locks and Locksmithing 6th Ed/The Complete Book of Locks and Locksmithing 6th Ed.pdf](https://ia800201.us.archive.org/17/items/The%20Complete%20Book%20of%20Locks%20and%20Locksmithing%206th%20Ed/The%20Complete%20Book%20of%20Locks%20and%20Locksmithing%206th%20Ed.pdf)
  2. ASHLEY, Steven. Under lock and key. *Mechanical Engineering*, srpen 1993, roč. 115, č. 8, s. 62-67. ISSN 00256501.
  3. MAURIS, Maurice. 1879. The Iron-Smith. *The Art Journal (1875-1887)* [online]. roč. 5, 202-208 [cit. 2022-03-18]. DOI: 10.2307/20569381. ISSN 2152243x.  
Dostupné z: <https://www.jstor.org/stable/20569381?seq=1>
  4. Lock. In: *Encyclopædia Britannica Online* [online]. [cit. 2022-03-18].  
Dostupné z: <https://www.britannica.com/technology/lock-security>
  5. Roman door locks. *Historical locks: Roman door locks* [online]. [cit. 2022-03-23].  
Dostupné z: [https://www.historicallocks.com/en/site/h/other-locks/  
19-keys-and-locks-from-imperial-rome/Roman-door-locks/](https://www.historicallocks.com/en/site/h/other-locks/19-keys-and-locks-from-imperial-rome/Roman-door-locks/)
  6. How It works. In: *Bowley Lock Company* [online]. [cit. 2022-03-23].  
Dostupné z: <https://www.bowleylockcompany.com/how-it-works.html>
  7. PULFORD, Graham W. 2007. *High-security mechanical locks: an encyclopedic reference* [online]. Boston: Elsevier Butterworth-Heinemann, 597 s. [cit. 2022-03-29]. ISBN 978-0-7506-8437-8. Dostupné z: [https://books.google.cz/  
books?id=7m41LA8WsvUC&lpg=PP1&hl=cs&pg=PR4#v=onepage&q&f=false](https://books.google.cz/books?id=7m41LA8WsvUC&lpg=PP1&hl=cs&pg=PR4#v=onepage&q&f=false)
  8. BOUŠE, R. *Technologický postup výroby bezpečnostního klíče*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2016. 49 s. 17 příloh. Vedoucí bakalářské práce Ing. Milan Kalivoda. Dostupné z: [https://www.vut.cz/www\\_base/zav\\_prace\\_soubor\\_verejne.php?file\\_id=126997](https://www.vut.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=126997)
  9. Historical Safe Locks and Keys. *Newell Parautoptic Lock - 1851* [online]. [cit. 2022-04-01]. Dostupné z: [https://safelockcollector.com/safe-locks/  
newell-parautoptic-lock-1851/](https://safelockcollector.com/safe-locks/newell-parautoptic-lock-1851/)
  10. YALE, Linus, Sr. *Door Lock*. USA. US 3630 A. Uděleno 13.6.1844.  
Dostupné z: <https://www.google.com/patents/US3630>
  11. YALE, Linus, Jr. *Improvement in locks*. USA. US48475 A. Uděleno 2.7.1865. Zapsáno 27.7.1865. Dostupné z: <https://www.google.com/patents/US48475>
  12. FyzWeb. *Jak fungují klíče a zámky*. [online]. [cit. 2022-04-03].  
Dostupné z: <http://fyzweb.cz/clanky/index.php?id=93>
  13. ASSA ABLOY. *Systémy generálního klíče*. [online]. [cit. 2022-04-06].  
Dostupné z: <https://www.assaabloy.com/cz/cz/solutions/topics/sgk>
  14. ASSA ABLOY. *Cylindrické vložky*. [online]. [cit. 2022-04-06].  
Dostupné z: [https://www.assaabloy.com/cz/cz/solutions/products/mechanical-solutions/  
cylinders](https://www.assaabloy.com/cz/cz/solutions/products/mechanical-solutions/cylinders)
  15. Wikipedia: The Free Encyclopedia. *Pin tumbler lock*. [online]. [cit. 2022-04-06].  
Dostupné z: [https://en.wikipedia.org/wiki/Pin\\_tumbler\\_lock](https://en.wikipedia.org/wiki/Pin_tumbler_lock)
  16. FAB. *Pyramida bezpečnosti*. [online]. [cit. 2022-04-09].  
Dostupné z: <https://www.fab.cz/cz/cs/campaigns/pyramida-bezpecnosti>
-

- 
17. Čapek – Klíčové centrum. *Jaké jsou známé metody překonání cylindrické vložky*. [online]. [cit. 2022-04-09]. Dostupné z: <https://www.klicetrinec.cz/rady-a-tipy/28-jake-jsou-zname-metody-prekonani-cylindricke-vlozky>
  18. Pražské zámečnictví. *Bumping - princip a ochrana proti němu*. [online]. [cit. 2022-04-09]. Dostupné z: <https://prazskezamecnictvi.cz/zamecnictvi/tipy-k-zabezpeceni/bumping-princip-a-ochrana-proti-nemu/>
  19. ASSA ABLOY. *FAB 3000HD/ FAB 3000*. [online]. [cit. 2022-04-13]. Dostupné z: <https://www.assaabloy.com/cz/cz/solutions/products/access-control/systemy-generalniho-klice/mechanicke-systemy/fab-3000hd-fab-3000>
  20. ČSN EN 1303. *Stavební kování - Cylindrické vložky pro zámky - Požadavky a zkušební metody*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2016. 31 s. Třídící znak 165191.

---

## SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

### Zkratky

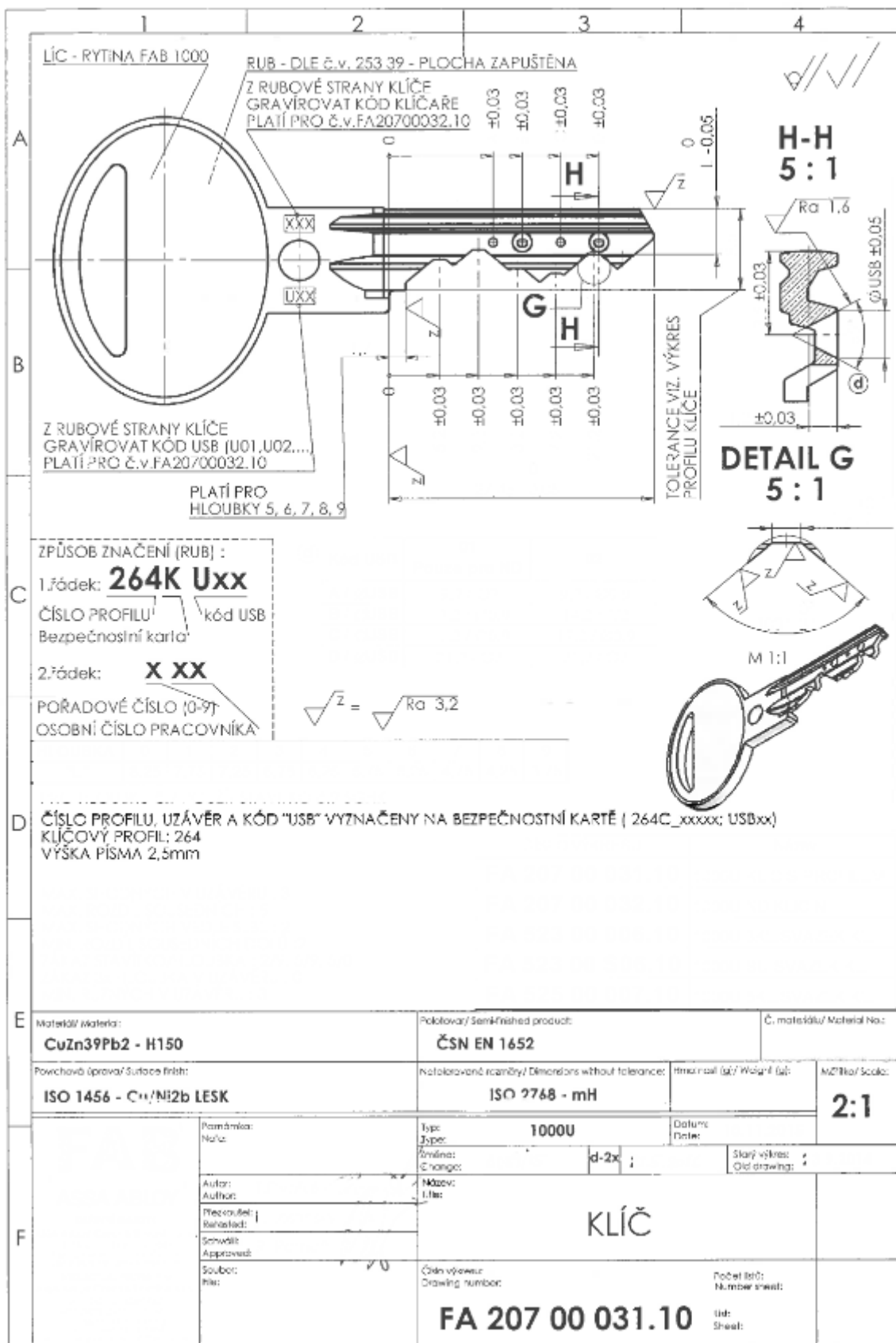
Označení	Legenda
CNC	Computer Numerical Control
GK	generální klíč
HSK	hlavní skupinový klíč
HRC	tvrdost dle Rockwella
NC	Numerical Control
PLC	Programmable Logic Controller
SK	skupinový klíč
SK	slinutý karbid
VK	vlastní klíč

---

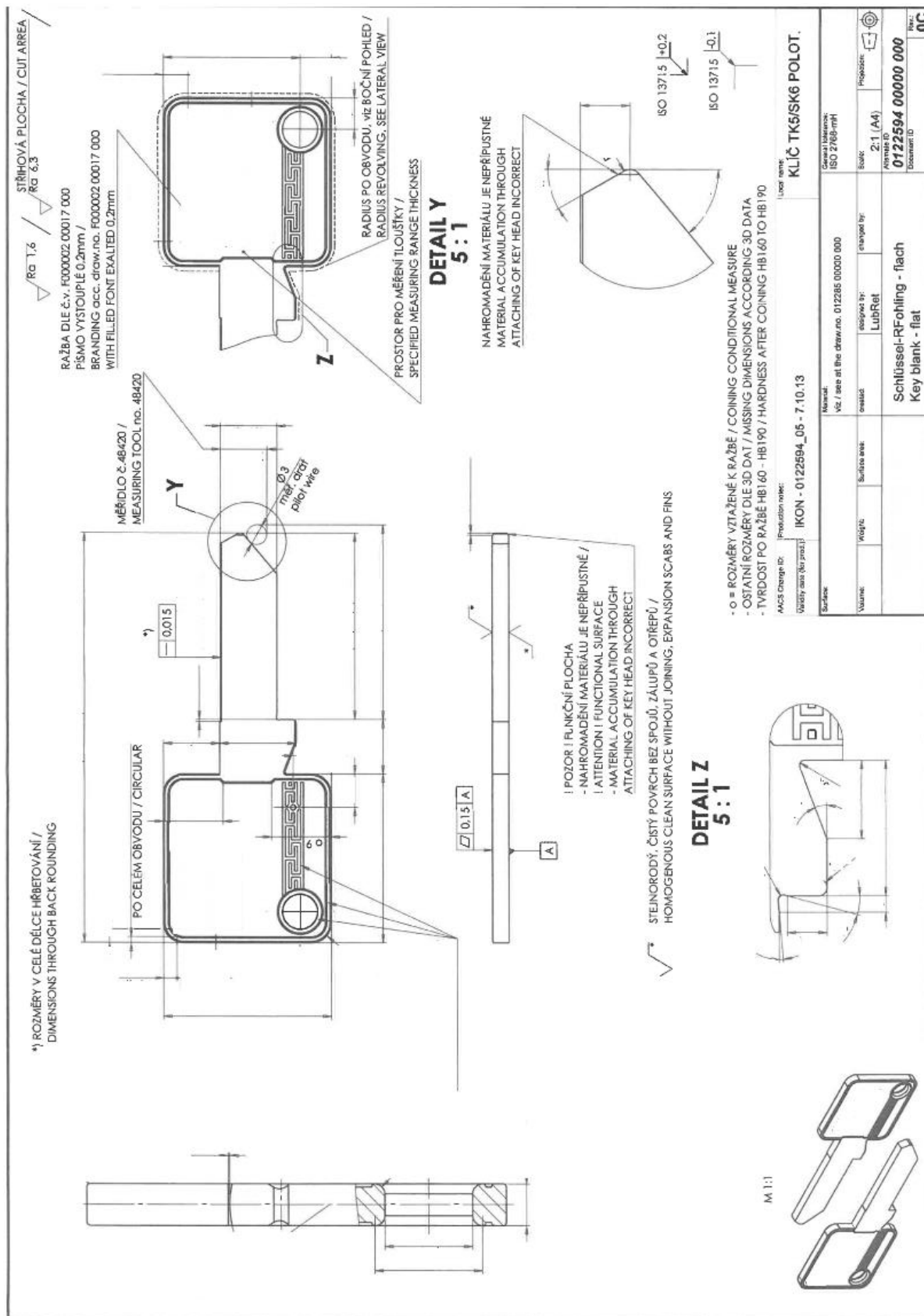
## SEZNAM PŘÍLOH

- Příloha 1 Výkres klíče FAB, na kterém je provedena operace „DŮLKOVÁNÍ“.
- Příloha 2 Výkres klíče IKON, na kterém je provedena operace „PODŘEZ“.
- Příloha 3 Výkres klíče WSW IKON, na kterém je provedena operace „OBOUSTRANNÝ PODŘEZ“.
- Příloha 4 Výkres speciální tvarové frézy pro jednostranný podřez.
- Příloha 5 Výkres speciální tvarové frézy pro oboustranný podřez.
- Příloha 6 Výkres speciálního vrtáku pro důlkování klíčů.
- Příloha 7 Fotografie nového zařízení na frézování a důlkování klíčů.
- Příloha 8 Fotografie kalibrů klíčů a speciálního upínacího přípravku s tvarovou drážkou s podřezem.
- Příloha 9 Fotografie průběhu kontroly profilu na profilprojektoru.
- Příloha 10 Zkouška způsobilosti stroje pro měření rovinnosti podřezu klíče IKON.
- Příloha 11 Zkouška způsobilosti stroje pro měření rovinnosti podřezu klíče WSW IKON.
- Příloha 12 Zkouška způsobilosti stroje pro měření pozic a hloubek důlků klíčů FAB.

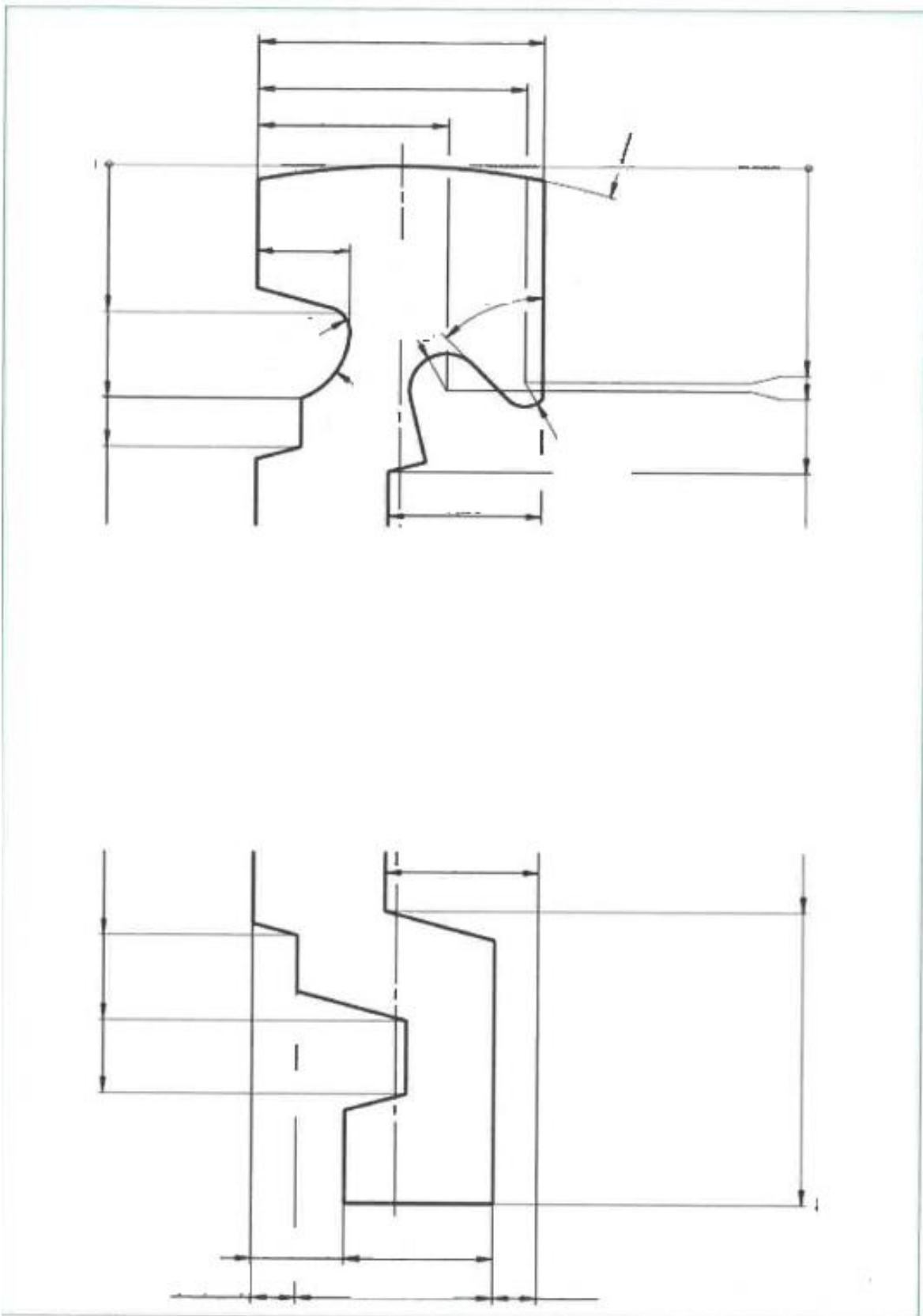
Výkres klíče FAB, na kterém je provedena operace „DŮLKOVÁNÍ“.  
 Na práni společnosti ASSA ABLOY nemohou být kóty zveřejněny.



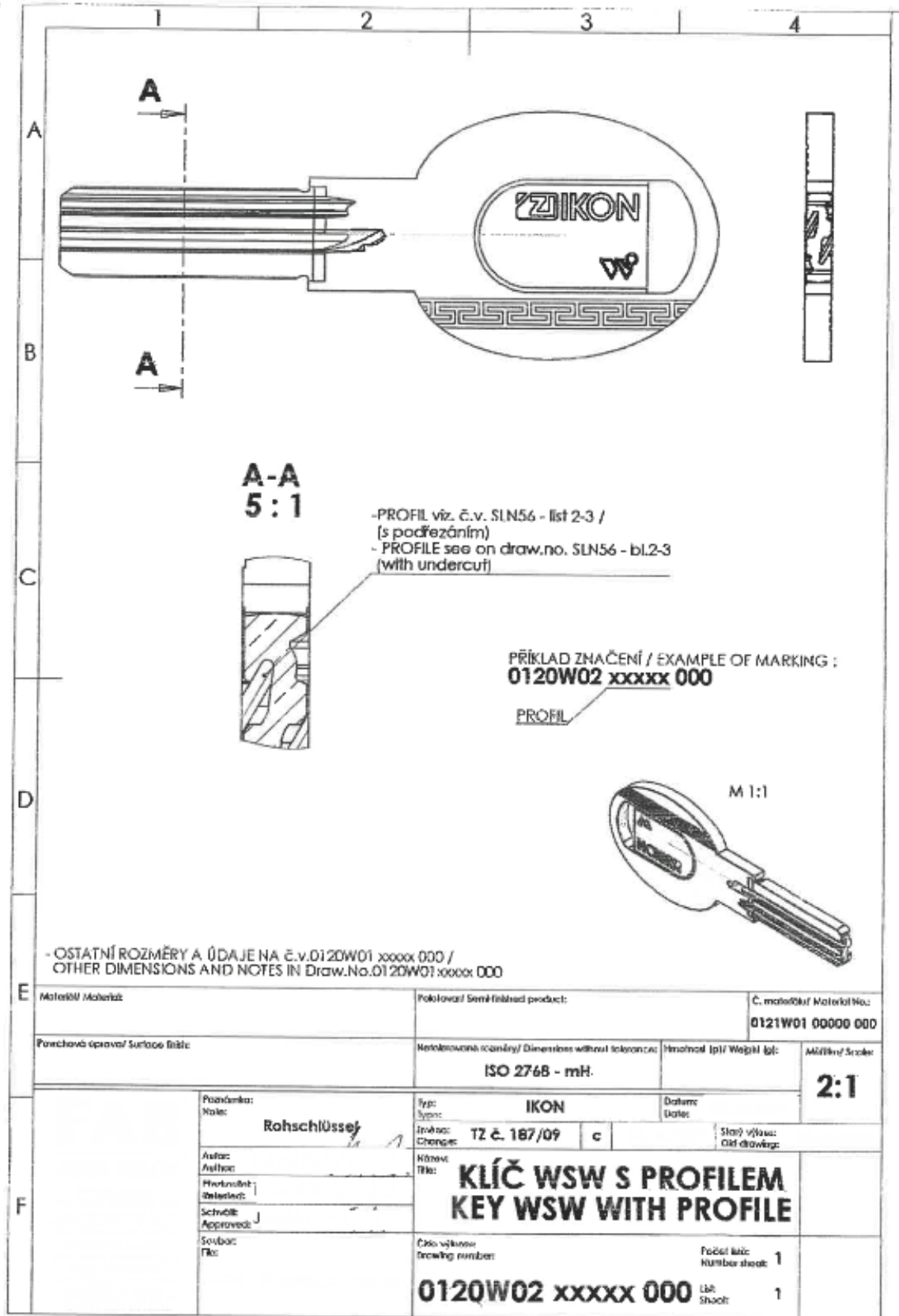
Výkres klíče IKON, na kterém je provedena operace „PODŘEZ“. Na  
 přání společnosti ASSA ABLOY nemohou být kóty zveřejněny.

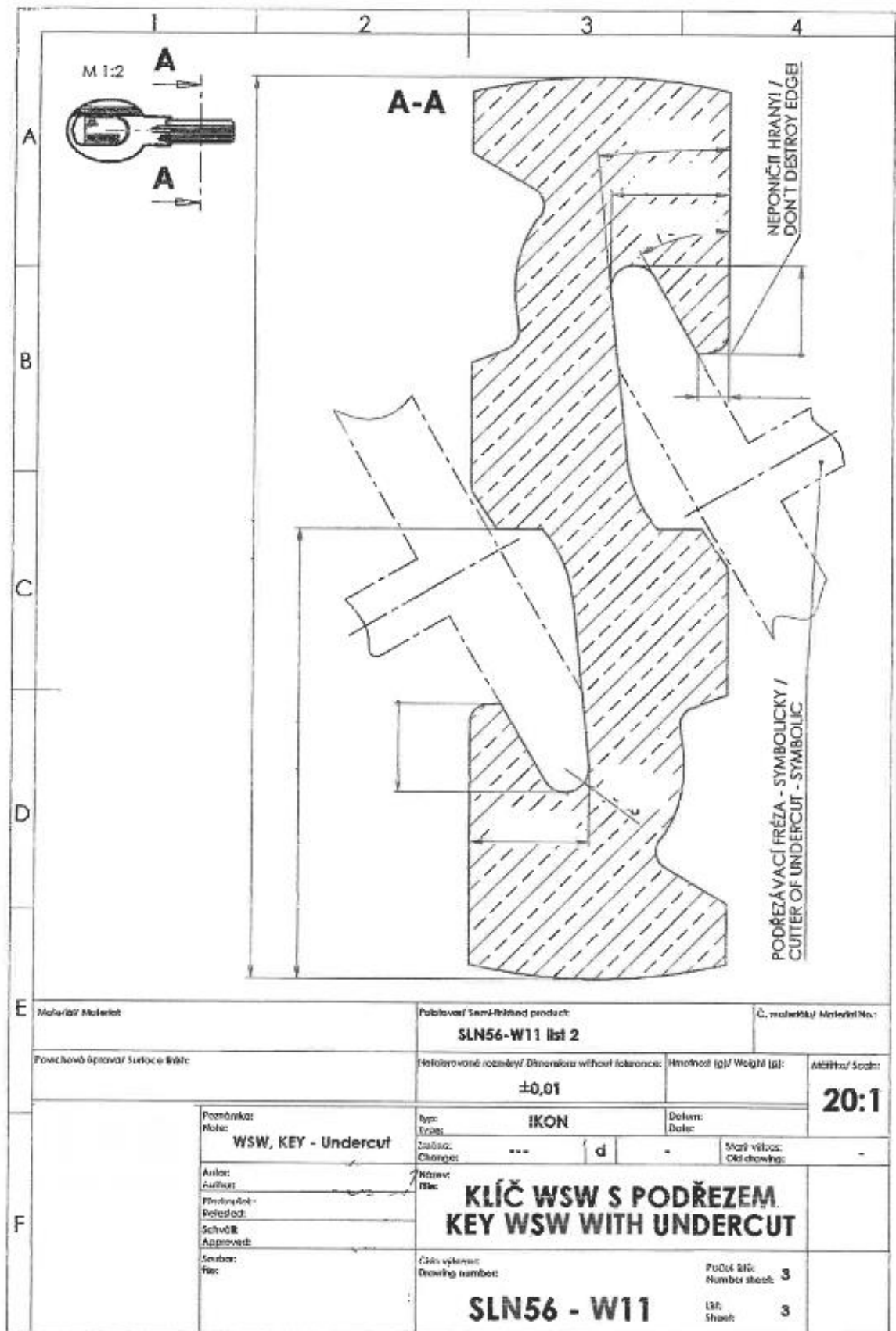


- o = ROZMĚRY VZTAŽENÉ K RAŽBĚ / COINING CONDITIONAL MEASURE  
 - OSTATNÍ ROZMĚRY DLE 3D DAT / MISSING DIMENSIONS ACCORDING 3D DATA  
 - TVRDOT PO RAŽBĚ HB1.60 - HB1.90 / HARDNESS AFTER COINING HB1.60 TO HB1.90



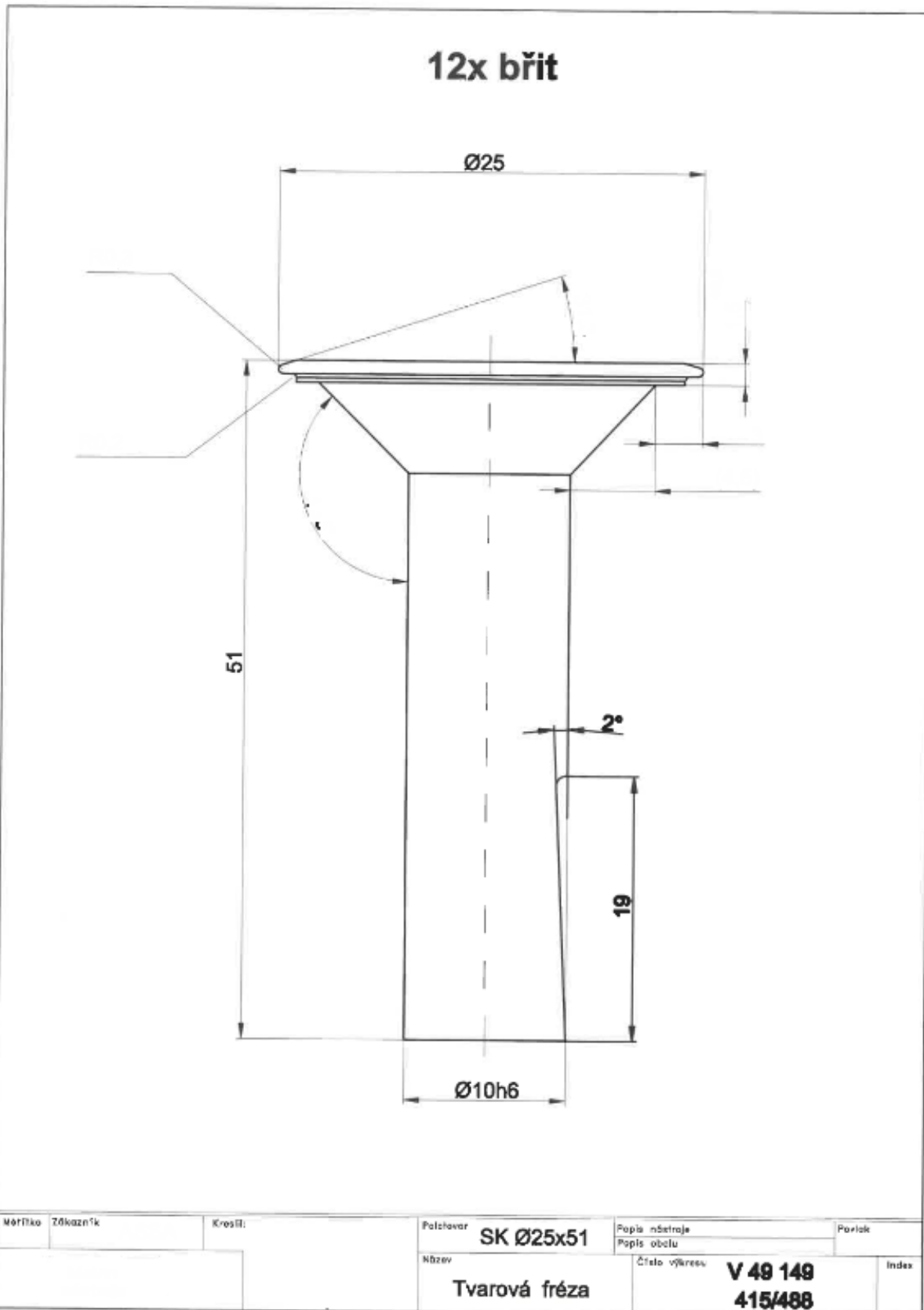
Výkres klíče WSW IKON, na kterém je provedena operace „OBOUSTRANNÝ PODŘEZ“: Na přání společnosti ASSA ABLOY nemohou být kóty zveřejněny.



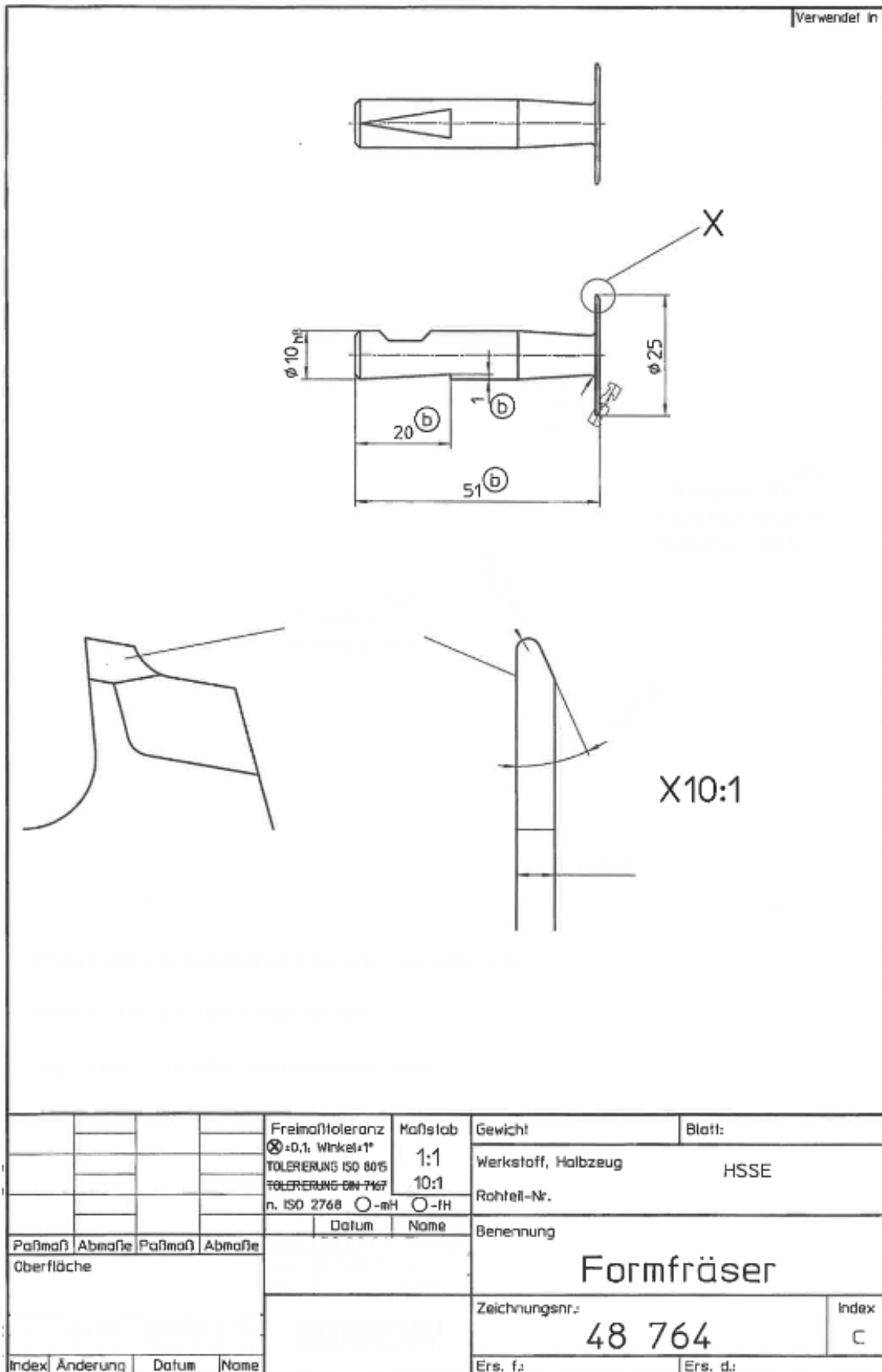


E	Název/Name: <b>SLN56-W11 list 2</b>		Č. materiálu/Material No.:	
	Povrchová úprava/Surface finish:		Nejmenší rozměr/Dimension without tolerance: <b>±0,01</b>	Hmotnost (g)/Weight (g):
F	Poznámka/Note: <b>WSW, KEY - Undercut</b>		Typ/Type: <b>IKON</b>	Datum/Date:
	Autor/Author:		Změna/Change: <b>---</b>	Starší verze/Old drawing: <b>-</b>
	Převzato/Received:		<b>KLÍČ WSW S PODŘEZEM</b> <b>KEY WSW WITH UNDERCUT</b>	
	Schválil/Approved:			
Seznam/Title:		Číslo výkresu/Drawing number: <b>SLN56 - W11</b>	Podíl listů/Number sheets: <b>3</b>	Číslo stránek/Number sheets: <b>3</b>

Výkres speciální tvarové frézy pro jednostranný podřez. Na přání společnosti ASSA ABLOY nemohou být kóty zveřejněny.

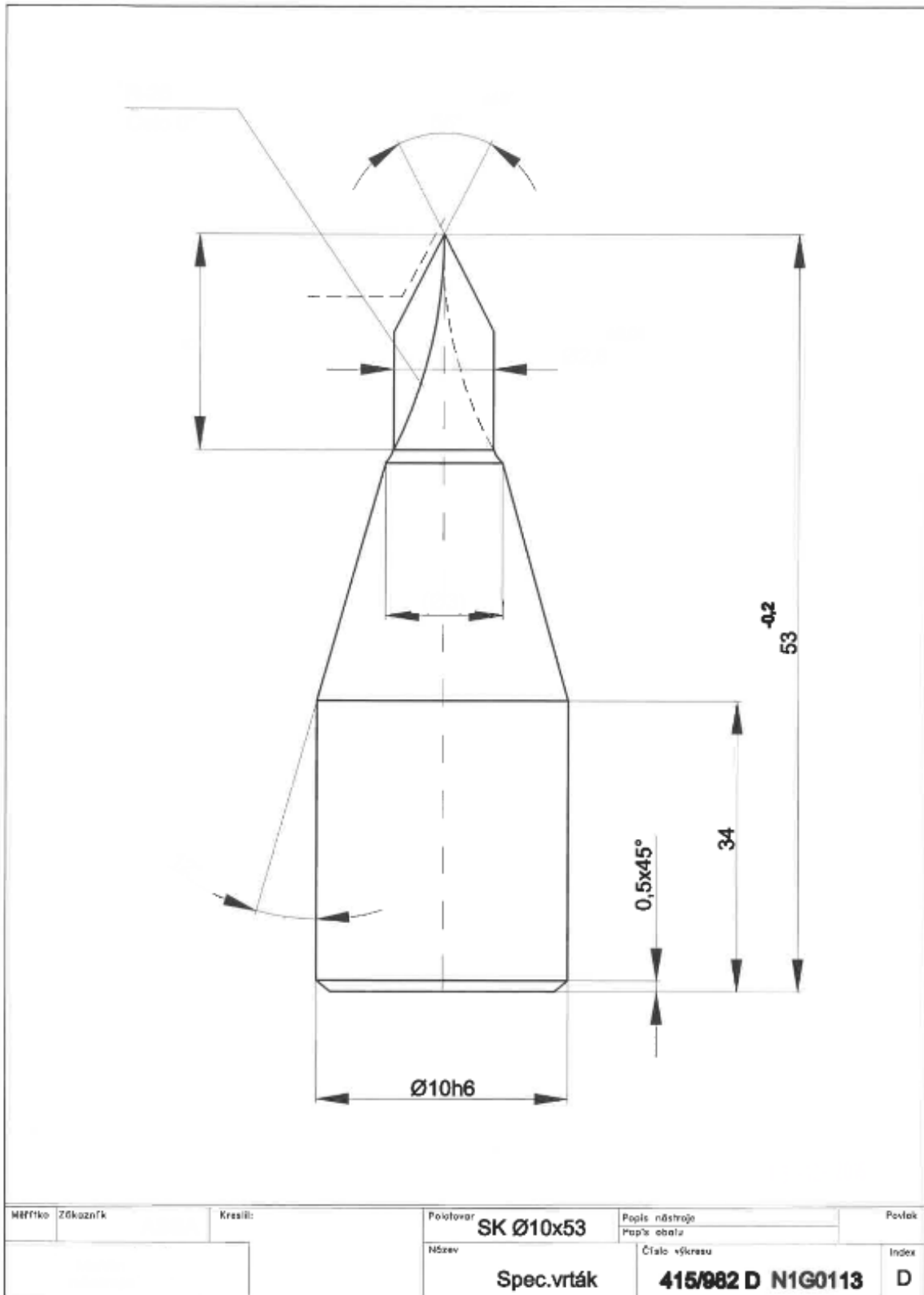


Výkres speciální tvarové frézy pro oboustranný podřez. Na přání společnosti ASSA ABLOY nemohou být kóty zveřejněny.



				Freimaßtoleranz ⊗ ±0,1 Winkel=1° TOLERIERUNG ISO 80% TOLERIERUNG DIN 7167 n. ISO 2768 ○-mH ○-fH	Maßstab 1:1 10:1	Gewicht	Blatt:
				Datum	Name	Werkstoff, Halbzeug HSSE	Rohteil-Nr.
Paßmaß	Abmaße	Paßmaß	Abmaße	Benennung <b>Formfräser</b>			
Oberfläche				Zeichnungsnr.: <b>48 764</b>			Index C
Index	Änderung	Datum	Name	Ers. f.:		Ers. d.:	

Výkres speciálního vrtáku pro důlkování klíčů. Na přání společnosti ASSA ABLOY nemohou být kóty zveřejněny.



Fotografie nového zařízení na frézování a důlkování klíčů.



Fotografie kalibrů klíčů a speciálního upínacího přípravku s tvarovou drážkou s podřezem.

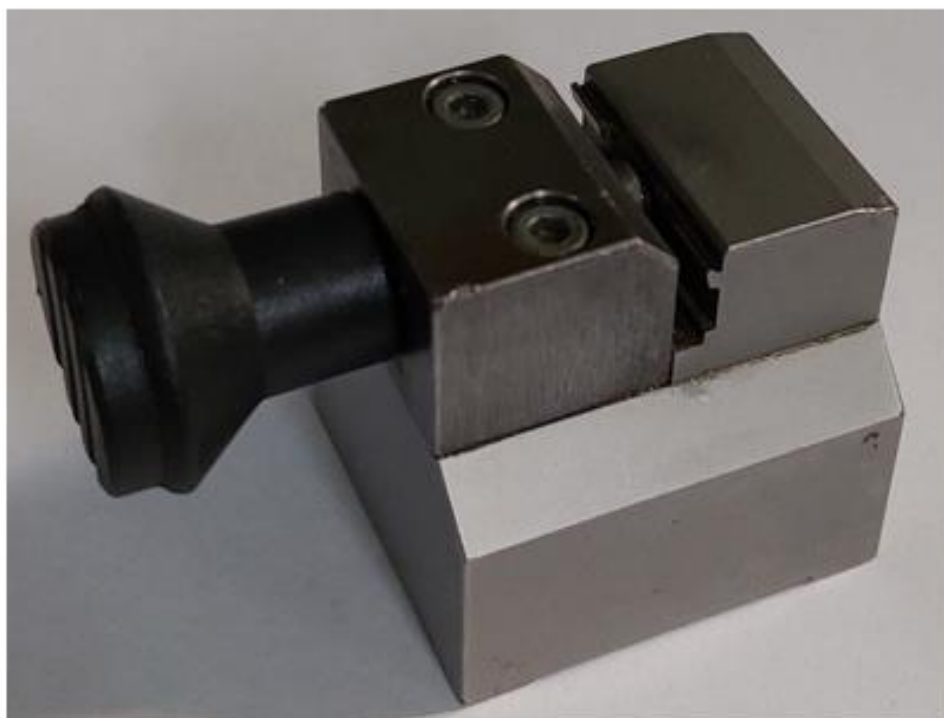
a) Kalibr a klíč IKON



b) Kalibr a klíč WSW IKON



c) Upínací přípravek s tvarovou drážkou s podřezem



Fotografie průběhu kontroly profilu na profilprojektoru.



Zkouška způsobilosti stroje pro měření rovinnosti podřezu klíče IKON.

		Stroj:	ZAŘÍZENÍ MULTIBIT		inv.č.:	
		Měřidlo:	DIGITÁLNÍ UCHYLKOMER MITUTOYO		DKP:	
číslo:	naměřeno:	Název dílu:	klíče IKON		Č.dílu:	122594
1.	0,008	Měřený rozměr:	posazení podřezu od hřbetu			
2.	0,008					
3.	0,005					
4.	0,008	Horní tolerance:	0,015	Zadavatel:		
5.	0,005	Dolní tolerance:	-0,015	Zadavatelem požadovaná hodnota:		
6.	0,006	Jmenovitá hod.:	0,000	Cm ; Cmk		
7.	0,006	Šířka tolerance:	0,030	<input type="radio"/> 1.00	<input checked="" type="radio"/> 1.33	<input type="radio"/> 1.67 <input type="radio"/> 2.00
8.	0,006					
9.	0,008					
10.	0,007	Počet měřených kusů:	20	z toho v toleranci:	20	to je: 100% vyhovujících
11.	0,010			z toho mimo toleranci:	0	to je: 0% nevyhovujících
12.	0,010					
13.	0,010	Aritmetický průměr:	0,008			
14.	0,008	Směrodatná odchylka:	0,002	$C_M =$	3,0296	
15.	0,007			$C_{MK} =$	1,4643	
16.	0,007	Maximální naměřená hodnota:	0,010			
17.	0,010	Minimální naměřená hodnota:	0,005			
18.	0,010	Rozpětí naměřených hodnot:	0,005			
19.	0,008	Pravděpodobnost neshodných výj.	0,00%			
20.	0,008					
21.						
22.						
23.						
24.						
25.						
26.						
27.						
28.						
29.						
30.						
31.						
32.						
33.						
34.						
35.						
36.						
37.						
38.						
39.						

**STROJ JE ZPŮSOBILÝ**

**Histogram:**

			v třídě	kumul.	% kumul.
↑	0,051		0	20	100,00%
	0,021		0	20	100,00%
	0,018		0	20	100,00%
0,015	0,012		5	20	100,00%
	0,009		10	15	75,00%
	0,006		5	5	25,00%
	0,003		0	0	0,00%
	0,000		0	0	0,00%
	-0,003		0	0	0,00%
	-0,006		0	0	0,00%
	-0,009		0	0	0,00%
	-0,012		0	0	0,00%
-0,015	-0,018		0	0	0,00%
	-0,021		0	0	0,00%
↓	-0,051		0	0	0,00%

Zkouška způsobilosti stroje pro měření rovinnosti podřezu klíče WSW IKON.

		Stroj: <b>ZAŘÍZENÍ MULTIBIT</b>	inv.č.:
		Měřidlo: <b>DIGITÁLNÍ UCHYLKOMER MITUTOYO</b>	DKP:
číslo:	naměřeno:	Název dílu: <b>klíče WSW IKON</b>	Č.dílu: <b>0120W02</b>
1.	<b>0,008</b>	Měřený rozměr: <b>posazení podřezu od hřbetu</b>	
2.	<b>0,007</b>		
3.	<b>0,005</b>		
4.	<b>0,005</b>	Horní tolerance: <b>0,015</b>	Zadavatel:
5.	<b>0,005</b>	Dolní tolerance: <b>-0,015</b>	Zadavatelem požadovaná hodnota:
6.	<b>0,006</b>	Jmenovitá hod.: <b>0,000</b>	Cm ; Cmk
7.	<b>0,006</b>	Šířka tolerance: <b>0,030</b>	<input type="radio"/> 1.00 <input checked="" type="radio"/> 1.33 <input type="radio"/> 1.67 <input type="radio"/> 2.00
8.	<b>0,008</b>		
9.	<b>0,008</b>		
10.	<b>0,010</b>	Počet měřených kusů: <b>20</b>	z toho v toleranci: <b>20</b> to je: <b>100%</b> vyhovujících
11.	<b>0,010</b>		z toho mimo toleranci: <b>0</b> to je: <b>0%</b> nevyhovujících
12.	<b>0,010</b>		
13.	<b>0,008</b>	Aritmetický průměr: <b>0,008</b>	
14.	<b>0,008</b>	Směrodatná odchylka: <b>0,002</b>	$C_M = 2,9072$
15.	<b>0,007</b>		$C_{MK} = 1,4148$
16.	<b>0,008</b>	Maximální naměřená hodnota: <b>0,010</b>	
17.	<b>0,010</b>	Minimální naměřená hodnota: <b>0,005</b>	
18.	<b>0,010</b>	Rozpětí naměřených hodnot: <b>0,005</b>	
19.	<b>0,008</b>	Pravděpodobnost neshodných vý: <b>0,00%</b>	
20.	<b>0,007</b>		
21.		<b>STROJ JE ZPŮSOBILÝ</b>	
22.			
23.		<b>Histogram:</b>	
24.			v třídě kumul. % kumul.
25.	↑	0,051	0 20 100,00%
26.		0,021	0 20 100,00%
27.		0,018	0 20 100,00%
28.	0,015	0,012	5 20 100,00%
29.		0,009	10 15 75,00%
30.		0,006	5 5 25,00%
31.		0,003	0 0 0,00%
32.		0,000	0 0 0,00%
33.		-0,003	0 0 0,00%
34.		-0,006	0 0 0,00%
35.		-0,009	0 0 0,00%
36.		-0,012	0 0 0,00%
37.	-0,015	-0,018	0 0 0,00%
38.		-0,021	0 0 0,00%
39.	↓	-0,051	0 0 0,00%

Zkouška způsobilosti stroje pro měření pozic a hloubek důlků klíčů FAB.

		Stroj: <b>ZÁŘÍZENÍ MULTIBIT</b>	inv.č.:
		Měřidlo: <b>DIGITÁLNÍ MIKROSKOP MITUTOYO</b>	DKP:
číslo:	naměřeno:	Název dílu: <b>klíče FAB 1000U</b>	Č.dílu: <b>A 207 00 031.10</b>
1.	-0,021	Měřený rozměr: <b>vzdálenosti důlku od dorazu</b>	
2.	-0,023		
3.	-0,018		
4.	-0,015	Horní tolerance: <b>0,030</b>	Zadavatel: <b>ASSA ABLOY</b>
5.	-0,020	Dolní tolerance: <b>-0,030</b>	Zadavatelem požadovaná hodnota:
6.	-0,020	Jmenovitá hod.: <b>0,000</b>	Cm ; Cmk
7.	-0,018	Šířka tolerance: <b>0,060</b>	☉ 1.00 ☉ 1.33 ☉ 1.67 ☉ 2.00
8.	-0,023		
9.	-0,022		
10.	-0,021	Počet měřených kusů: <b>40</b>	z toho v toleranci: <b>40</b> to je: <b>100%</b> vyhovujících
11.	-0,019		z toho mimo toleranci: <b>0</b> to je: <b>0%</b> nevyhovujících
12.	-0,020		
13.	-0,022	Aritmetický průměr: <b>-0,020</b>	
14.	-0,020	Směrodatná odchylka: <b>0,003</b>	<b>C<sub>M</sub> = 3,3459</b>
15.	-0,019		<b>C<sub>MK</sub> = 1,1292</b>
16.	-0,022	Maximální naměřená hodnota: <b>-0,015</b>	
17.	-0,023	Minimální naměřená hodnota: <b>-0,025</b>	
18.	-0,017	Rozpětí naměřených hodnot: <b>0,010</b>	
19.	-0,020	Pravděpodobnost neshodných vý: <b>0,04%</b>	
20.	-0,020		
21.	-0,024		
22.	-0,015	<b>STROJ JE PODMÍNĚNĚ ZPŮSOBILÝ</b>	
23.	-0,015	<i>Histogram:</i>	
24.	-0,025		v třídě kumul. % kumul.
25.	-0,019	↑ 0,102	0 40 100,00%
26.	-0,016	0,042	0 40 100,00%
27.	-0,023	0,036	0 40 100,00%
28.	-0,019	0,024	0 40 100,00%
29.	-0,025	0,018	0 40 100,00%
30.	-0,016	0,012	0 40 100,00%
31.	-0,022	0,006	0 40 100,00%
32.	-0,021	0,000	0 40 100,00%
33.	-0,018	-0,006	0 40 100,00%
34.	-0,015	-0,012	9 40 100,00%
35.	-0,025	-0,018	27 31 77,50%
36.	-0,022	-0,024	4 4 10,00%
37.	-0,017	-0,036	0 0 0,00%
38.	-0,015	-0,042	0 0 0,00%
39.	-0,022	↓ -0,102	0 0 0,00%
40.	-0,018		

		Stroj:	ZAŘÍZENÍ MULTIBIT		inv.č.:	
		Měřidlo:	DIGITÁLNÍ MIKROSKOP MITUTOYO		DKP:	
číslo:	naměřeno:	Název dílu:	klíče FAB 1000U		Č.dílu:	FA 207 00 031.10
1.	-0,018	Měřený rozměr:	vzdálenosti dříčku od hřbetu			
2.	-0,022					
3.	-0,015					
4.	-0,017	Horní tolerance:	0,030	Zadavatel:	ASSA ABLOY	
5.	-0,018	Dolní tolerance:	-0,030	Zadavatelem požadovaná hodnota:		
6.	-0,015	Jmenovitá hod.:	0,000			
7.	-0,025	Šířka tolerance:	0,060		<input type="checkbox"/> 1.00 <input type="checkbox"/> 1.33 <input checked="" type="checkbox"/> 1.67 <input type="checkbox"/> 2.00	
8.	-0,022					
9.	-0,021					
10.	-0,022	Počet měřených kusů:	40	z toho v toleranci:	40	to je: 100% vyhovujících
11.	-0,016			z toho mimo toleranci:	0	to je: 0% nevyhovujících
12.	-0,025					
13.	-0,019	Aritmetický průměr:	-0,020			
14.	-0,016	Směrodatná odchylka:	0,003			
15.	-0,023				$C_M = 3,3459$	
16.	-0,019	Maximální naměřená hodnota:	-0,015			
17.	-0,025	Minimální naměřená hodnota:	-0,025			
18.	-0,015	Rozpětí naměřených hodnot:	0,010			
19.	-0,015	Pravděpodobnost neshodných vý:	0,04%			
20.	-0,024					
21.	-0,023					
22.	-0,017					
23.	-0,020					
24.	-0,020					
25.	-0,022					
26.	-0,020					
27.	-0,019					
28.	-0,022					
29.	-0,020					
30.	-0,019					
31.	-0,021					
32.	-0,022					
33.	-0,020					
34.	-0,020					
35.	-0,018					
36.	-0,023					
37.	-0,018					
38.	-0,023					
39.	-0,015					
40.	-0,021					

**STROJ JE PODMÍNĚNĚ ZPŮSOBILÝ**

*Histogram:*

			v třídě	kumul.	% kumul.
↑	0,102		0	40	100,00%
	0,042		0	40	100,00%
	0,036		0	40	100,00%
0,030	0,024		0	40	100,00%
	0,018		0	40	100,00%
	0,012		0	40	100,00%
	0,006		0	40	100,00%
	0,000		0	40	100,00%
	-0,006		0	40	100,00%
	-0,012		9	40	100,00%
	-0,018		27	31	77,50%
	-0,024		4	4	10,00%
-0,030	-0,036		0	0	0,00%
	-0,042		0	0	0,00%
↓	-0,102		0	0	0,00%

		Stroj:	ZAŘÍZENÍ MULTIBIT		inv.č.:	
		Měřidlo:	DIGITÁLNÍ UCHYLKOMÉR MITUTOYO		DKP:	
číslo:	naměřeno:	Název dílu:	klíče FAB 1000U		Č.dílu:	A 207 00 031.10
1.	0,018	Měřený rozměr:	odchylky hloubek důlků			
2.	0,027					
3.	0,021					
4.	0,023	Horní tolerance:	0,050	Zadavatel:	ASSA ABLOY	
5.	0,022	Dolní tolerance:	-0,050	Zadavatelem požadovaná hodnota:		
6.	0,018	Jmenovitá hod.:	0,000	Om ; Omk		
7.	0,020	Šířka tolerance:	0,100	<input type="radio"/> 1.00	<input type="radio"/> 1.33	<input checked="" type="radio"/> 1.67
8.	0,021			<input type="radio"/> 2.00		
9.	0,025					
10.	0,017	Počet měřených kusů:	40	z toho v toleranci:	40	to je: 100% vyhovujících
11.	0,025			z toho mimo toleranci:	0	to je: 0% nevyhovujících
12.	0,023					
13.	0,022	Aritmetický průměr:	0,022			
14.	0,020	Směrodatná odchyška:	0,003		$C_M = 5,9995$	
15.	0,020				$C_{MK} = 3,3867$	
16.	0,021	Maximální naměřená hodnota:	0,030			
17.	0,021	Minimální naměřená hodnota:	0,017			
18.	0,018	Rozpětí naměřených hodnot:	0,013			
19.	0,022	Pravděpodobnost neshodných vý:	0,00%			
20.	0,022					
21.	0,019					
22.	0,021					
23.	0,022					
24.	0,023					
25.	0,021					
26.	0,017					
27.	0,020					
28.	0,024					
29.	0,022					
30.	0,030					
31.	0,025					
32.	0,027					
33.	0,023					
34.	0,024					
35.	0,022					
36.	0,022					
37.	0,022					
38.	0,023					
39.	0,018					
40.	0,020					

**STROJ JE ZPŮSOBILÝ**

**Histogram:**

			v třídě	kumul.	% kumul.
↑	0,170		0	40	100,00%
	0,070		0	40	100,00%
	0,060		0	40	100,00%
0,050	0,040		0	40	100,00%
	0,030		28	40	100,00%
	0,020		12	12	30,00%
	0,010		0	0	0,00%
	0,000		0	0	0,00%
	-0,010		0	0	0,00%
	-0,020		0	0	0,00%
	-0,030		0	0	0,00%
	-0,040		0	0	0,00%
-0,050	-0,060		0	0	0,00%
	-0,070		0	0	0,00%
↓	-0,170		0	0	0,00%