



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

ÚSTAV STROJÍRENSKÉ TECHNOLOGIE

INSTITUTE OF MANUFACTURING TECHNOLOGY

NÁVRHY ZMĚN VE VÝROBĚ SOUČÁSTI „SPOUŠŤ REVOLVERU“

SUGGESTIONS FOR CHANGES IN THE PRODUCTION OF A PART
“REVOLVER TRIGGER“

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Jan Jiráček

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Milan Kalivoda

BRNO 2019

Zadání diplomové práce

Ústav:	Ústav strojírenské technologie
Student:	Bc. Jan Jiráček
Studijní program:	Strojní inženýrství
Studijní obor:	Strojírenská technologie a průmyslový management
Vedoucí práce:	Ing. Milan Kalivoda
Akademický rok:	2018/19

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:

Návrhy změn ve výrobě součástí "spoušť revolveru"

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Na základě rozboru současné výroby jsou formulovány návrhy na úpravu technologie. Zdůvodněné změny jsou realizovány v následném experimentu.

Cíle diplomové práce:

- Současná výroba.
- Výrobní chyby a jejich příčiny.
- Návrhy na provedení úprav.
- Realizace navržených změn.
- Experimentální ověření.
- Vyhodnocení.

Seznam doporučené literatury:

FOREJT, Milan a Miroslav PIŠKA. Teorie obrábění, tváření a nástroje. 1. vyd. Brno: CERM, s. r. o., 2006. 225 s. ISBN 80-214-2374-9.

FREMUNT, Přemysl a Tomáš PODRÁBSKÝ. Konstrukční oceli. 1. vyd. Brno: CERM, s. r. o., 1996. 262 s. ISBN 80-85867-95-8.

HUMÁR, Anton. Materiály pro žezné nástroje. 1. vyd. Praha: MM publishing, s. r. o., 2008. 240 s. ISBN 978-80-254-2250-2.

LEINVEBER, Jan, Jaroslav ŘASA a Pavel VÁVRA. Strojnické tabulky. 3. vyd. Praha: Scientia, s. r. o., 2000. 986 s. ISBN 80-7183-164-6.

MÁDL, Jan et al. Jakost obráběných povrchů. 1. vyd. Ústí nad Labem: UJEP, 2003. 180 s. ISBN 80-7044-639-4.

PERNKÁŘ, Jiří a Miroslav TYKAL. Strojírenská metrologie II. 1. vyd. Brno: CERM, s. r. o., 2006. 180 s. ISBN 80-214-3338-8.

PÍŠKA, Miroslav et al. Speciální technologie obrábění. 1. vyd. Brno: CERM, s. r. o., 2009. 252 s. ISBN 978-80-214-4025-8.

Přiučka obrábění, kniha pro praktiky. 1. vyd. Praha: Sandvik CZ, s. r. o. a Scientia, s. r. o., 1997. 857 s. ISBN 91-972299-4-6.

SHAW, Milton Clayton. Metal Cutting Principles. 2nd ed. Oxford: Oxford University Press, 2005. P. 651. ISBN 0-19-514206-3.

ZEMČÍK, Oskar. Nástroje a přípravky pro obrábění. 1. vyd. Brno: CERM, s. r. o., 2003. 193 s. ISBN 80-214-2336-6.

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2018/19

V Brně, dne

L. S.

prof. Ing. Miroslav Piška, CSc.
ředitel ústavu

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

ABSTRAKT

Studie pojednává o technologii výroby součásti „spoušť revolveru“. Finální sestavou je krátká ruční palná zbraň ALFA Steel a její modelové řady společnosti ALFA-PROJ spol. s r.o. V úvodu se studie zabývá spouští a její technologičností. Následuje seznámení s průběhem výroby podle současného technologického postupu a jejími nedostatky. Byla zjištěna hlavní příčina výrobní nepřesnosti a provedla se analýza návrhů změn včetně úpravy technologického postupu. Na základě experimentu se v technické kontrole měřily rozměry na poskytnutých vzorcích odlitků navržené výroby. V experimentu se ověřovaly i rozměry spouští vyrobených současnou výrobou. Výsledky naměřených hodnot se navzájem porovnaly a na základě shody produktů vyhodnotily. V konečné fázi studie se porovnaly výrobní náklady na práci jednoho kusu spouště s nově navrženou technologií.

Klíčová slova

Výroba, technologie, zbraň, revolver, spoušť

ABSTRACT

The study deals with production technology of “revolver trigger“. Final assembly is short firearm ALFA Steel and its model series of ALFA-PROJ, Ltd company. Introduction submits an explanation of trigger technology suitability. The following analysis describes current manufacturing process, which has manufacturing inaccuracy problem. Furthermore rootcause of manufacturing inaccuracy was determined and analysis of suggestions for changes (including modifications of technological process) was realized. Based on experiment dimensions were measured on provided samples of suggest production in Technical Control Department. Dimensions of triggers manufactured by current production were verified during the experiment too. Results were compared according to the rejects of production. In the final phase of the study manufacturing labor costs were compared for the one piece of trigger with the new suggested technology.

Key words

Production, technology, firearm, revolver, trigger

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

JIRÁČEK, Jan. Návrhy změn ve výrobě součásti "spoušť revolveru". Brno, 2019. Dostupné také z: <https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/116819>. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Ústav strojírenské technologie. Vedoucí práce Milan Kalivoda.

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma Návrhy změn ve výrobě součásti „spoušť revolveru“ vypracoval samostatně na základě konzultací, pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury včetně pramenů uvedených v seznamu použitých zdrojů.

.....
Datum

.....
Bc. Jan Jiráček

PODĚKOVÁNÍ

Děkuji tímto panu Ing. Milanu Kalivodovi za odborné vedení a cenné připomínky během tvorby diplomové práce.

Chtěl bych poděkovat jednateli společnosti ALFA-PROJ spol. s r.o., panu Ing. Rudolfu Vepřekovi za souhlasné stanovisko k využití informací týkajících se ocelové spouště, Ing. Tomáši Vepřekovi za poskytnutí informací o nákladech na práci, panu Václavu Karáskovi za odborné připomínky k technologii výroby, panu Ing. Danielu Hlavačkovi za poskytnutí veškeré výkresové dokumentace související s diplomovou prací, paní Monice Sedláčkové za informace o nástrojích, panu Otu Stratilovi za rady vztahujících se ke kontrole rozměrů součástí, panu Vladimíru Zemanovi a Drahomíru Novákovi za poskytnutí cenných informací o zámečnické práci a frézování spouště, Pavlu Horáčkovi za způsoby dokončování spouště a Stanislavu Sabovi za instrukce ke způsobu brynění.

Dále bych chtěl poděkovat panu Ing. Karlu Kouřilovi, Ph.D. za informace ohledně řezných nástrojů, panu Ing. Janu Eksteinovi za poskytnuté informace k odlitkům spouští, panu Ing. Janu Haluzovi za informace týkajících se tepleného zpracování, panu Stanislavu Jabůrkovi o pomoc s výběrem vhodného CNC přípravku, panu Ing. Lubomíru Vlčkovi za ochotu vybrat vhodnou alternativu stroje k dokončování.

Na závěr bych chtěl poděkovat své rodině a přátelům za plnou podporu během celého studia na Vysokém učení technickém v Brně.

OBSAH

ÚVOD.....	10
1 ROZBOR TECHNOLOGIČNOSTI SPOUŠTĚ.....	11
1.1 Zbraně a jejich charakteristika	11
1.1.1 Hlavňové palné zbraně	11
1.2 Revolver.....	13
1.2.1 Revolvery společnosti ALFA-PROJ	14
1.3 Technologičnost spouště	18
1.3.1 Spoušť revolveru ALFA Steel	18
1.3.2 Materiál spouště	19
1.3.3 Funkční tvary spouště.....	21
2 SOUČASNÁ VÝROBA SPOUŠTĚ	24
2.1 Výroba odlitku	25
2.1.1 Odlévání spouští.....	25
2.2 Obrábění.....	26
2.2.1 Obrábění děr.....	26
2.2.2 Frézování.....	26
2.2.3 CNC obrábění.....	29
2.2.4 Dokončování – broušení.....	32
2.2.5 Dokončování – omílání	36
2.2.6 Ruční úpravy.....	40
2.3 Tepelné zpracování ocelí.....	43
2.4 Brynýrování.....	44
2.5 Technická kontrola.....	46
2.5.1 Vyrovnání na vzdálenost děr	47
2.6 Současný technologický postup	47
2.6.1 Operace 010	49
2.6.2 Operace 020	49
2.6.3 Operace 030	49
2.6.4 Operace 040	51
2.6.5 Operace 050	52
2.6.6 Operace 060	52
2.6.7 Operace 070	52
2.6.8 Operace 080	52
2.6.9 Operace 090	52
2.6.10 Operace 100	53

2.6.11 Operace 110	53
2.6.12 Operace 120	54
2.6.13 Operace 130	54
2.6.14 Operace 140	54
2.7 Výrobní chyby a jejich příčiny	54
2.7.1 Problematické upínání do CNC přípravku	55
2.7.2 Chyba operátora	56
2.7.3 CNC přípravek je nevhodný.....	56
2.7.4 Součást se upíná za neobrobenou plochu	56
2.7.5 Vtok brání obroušení ploch.....	56
3 NOVĚ NAVRŽENÁ VÝROBA SPOUŠTĚ	58
3.1 Problematika současné výroby	58
3.2 Racionalizační změny ve výrobě	58
3.2.1 Vyloučení výrobních operací	59
3.2.2 Nová forma na odlitky	60
3.2.3 Nové přípravky.....	62
3.2.4 Změny ve výrobní dokumentaci.....	66
3.2.5 Změny v technologickém postupu	67
3.3 Nově navržený technologický postup	69
3.3.1 Operace 010	69
3.3.2 Operace 020	69
3.3.3 Operace 030	69
3.3.4 Operace 040	70
3.3.5 Operace 050	70
3.3.6 Operace 060	70
3.3.7 Operace 070	71
3.3.8 Operace 080	71
3.3.9 Operace 090	71
3.3.10 Operace 100	71
3.3.11 Operace 110	72
3.3.12 Operace 120	72
3.3.13 Operace 130	72
3.3.14 Operace 140	72
3.3.15 Operace 150	72
3.3.16 Operace 160	72
4 EXPERIMENTÁLNÍ OVĚŘENÍ	73
4.1 Ověřování spouští současné výroby.....	73

4.1.1	Ověřování kalibry.....	73
4.1.2	Měření výškoměrem	74
4.2	Naměřené hodnoty spouští současné výroby.....	82
4.3	Ověřování spouští nově navržené výroby	84
4.4	Naměřené hodnoty spouští navržené výroby	86
5	VYHODNOCENÍ.....	87
5.1	Ověření upínání spouští do CNC přípravků.....	87
5.1.1	Ověření upínání spouští současné výroby	88
5.1.2	Ověření upínání spouští navržené výroby	90
5.1.3	Porovnání současné a navržené výroby z hlediska upínání.....	93
5.2	Rovnoběžnost ploch zkušebních vzorků	95
5.3	Náklady na práci.....	96
5.3.1	Spotřeba času.....	96
5.3.2	Porovnání nákladů na práci.....	97
5.3.3	Celkové zhodnocení	101
6	DISKUZE	102
	ZÁVĚR	103
	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ.....	104
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	107
	SEZNAM PŘÍLOH.....	108

ÚVOD

Studie se zabývá podrobným rozбором současné technologie výroby ocelové spouště revolveru a návrhů změn, které mohou mít pozitivní účinek na přesnost výroby dané součásti.

Spoušť je součástí celkové sestavy krátké ruční palné zbraně – revolveru. Výrobce konkrétní zbraně je česká společnost ALFA-PROJ spol. s r.o.

Výrobní proces spouště dle současného technologického postupu byl v této studii podroben rozboru. Byla zjištěna kritická místa ve výrobě a navrhly se změny, respektive teoretická protipatření, které mohou nepřesnost výroby eliminovat.

Výstupem celé studie je představení navržených změn a jejich implementace do výrobního procesu. Uvedení změn do výroby umožnilo v rámci experimentu měřit a vzájemně porovnat nově navrženou výrobu se současnou. Zkušební vzorky odlitků z upravené licí formy prošly několika výrobními operacemi. Dospěly do takové fáze, kdy bylo možné určité rozměry změřit v Oddělení technické kontroly. Stejně kóty se také v rámci experimentu naměřily na spouštích současné výroby, u nichž tyto změny neproběhly. Porovnáním současné a nově navržené výroby se prakticky ověřilo, zda je implementace navržených změn správným krokem ke zvýšení přesnosti ve výrobě spouští.

Vzhledem k tomu, že se jedná o výrobu zbraní, nelze zveřejnit některé ukazatele.

ALFA-PROJ spol. s r.o. – profil společnosti:

Výrobce zbraní – společnost ALFA-PROJ spol. s r.o. (dále jen ALFA-PROJ) byla založena v roce 1993 v Brně. Společnost se zaměřuje na výrobní a obchodní činnost. Již od svého založení se zabývá výrobou krátkých ručních zbraní určených pro civilní účely a udržuje tak zvučné jméno tradičního brněnského zbrojního průmyslu [1,2].

Výrobní program se člení na zbraně určené k sebeobraně, volnočasovým aktivitám či ke sportovní střelbě. Sortiment zbraní tvoří zbraně určené pro držitele zbrojního průkazu (ZP) a zbraně volně prodejné. Nabízenými zbraněmi pro držitele ZP jsou revolvery, dlouhé zbraně (tzv. karabiny) a samonabíjecí pistole. U volně prodejných zbraní se jedná o zbraně s energií střely menší než 7,5 J (vzduchové pušky a pistole, flobertky či signální revolvery). Výrobní program je uzavřen výrobou a prodejem služebních předváděcích pout [1,2].

Firma ALFA-PROJ je v současné době druhý největší výrobce krátkých zbraní v České republice. Roční výrobní kapacita firmy je 25 000 zbraní a 20 000 služebních pout. Celkem má společnost 60 zaměstnanců [2].

1 ROZBOR TECHNOLOGIČNOSTI SPOUŠTĚ

V úvodu již bylo uvedeno, že spoušť je součástí celkové sestavy krátké ruční palné zbraně – revolveru. Před rozбором součásti a její výroby, jež je předmětem této studie, se úvod této kapitoly zaměřuje na obecné definice z oblasti rozboru zbraní.

1.1 Zbraně a jejich charakteristika

Zákon o střelných zbraních a střelivu definuje zbraň jako užší množinu podle určitých technických hledisek specifikovaných předmětů [3].

Zbraně se rozdělují na chladné, úderné a střelné [3,4]:

- Chladná zbraň se definuje jako studená či ostrá zbraň. Bodnutím čepelí působí bodná poranění. Jedná se například o nůž, meč, sekeru nebo oštěp.
- Úderné zbraně – jejich použití spočívá zasažením cílové oblasti značnou energií. Úder způsobuje cíli destruktivní následky. Příkladem úderné zbraně je kyj nebo palcát.
- Střelnou zbraní se dle definice zákona o střelných zbraních a střelivu rozumí zbraň, u které je funkce odvozena od okamžitého uvolnění energie při výstřelu, zkonstruovaná pro požadovaný účinek na definovanou vzdálenost.

1.1.1 Hlavňové palné zbraně

Palné zbraně jsou druhem střelných zbraní, u kterých je funkce odvozena od okamžitého uvolnění chemické energie. Chemicko-tepelnou přeměnou střeliviny se docílí prudkého vývinu plynu a ten svojí energií předává střele [3,5].

Hlavňové palné zbraně se člení [1]:

- podle druhu zbraně,
- způsobu držení při střelbě,
- dle ráže,
- stupně automatizace,
- způsobu uzamčení nábojové komory a jiné.

Klasifikace hlavňových palných zbraní podle druhu

Klasifikace jednotlivých hlavňových palných zbraní je důležitá pro správný popis konstrukce dané zbraně. Jako příklad byla zvolena pistole CZ 75 B (obr. 1.1). Jedná se tak o samonabíjecí krátkou zbraň – pistoli s uzamčeným závěrem, pro jejíž činnost je využíván impuls výstřelu [5].

Obecně se zbraně klasifikují podle druhu na [5]:

- pistole,
- revolvery,
- pušky,
- brokovnice,
- kombinované zbraně,
- samopaly,
- osobní ochranné zbraně,
- kulometry,
- granátometry,
- minometry,
- děla.



Obr. 1.1 Samonabíjecí pistole CZ 75 B [6].

Klasifikace zbraní podle držení při střelbě

Klasifikace zbraní podle držení během střelby lze určovat pouze u zbraní, které střelec může obsluhovat jednou či oběma rukama [3]:

- krátká zbraň je zbraň, jejíž konstrukce umožňuje střelci použití pouze jedné ruky během střelby (pistole a revolvery),
- dlouhou zbraní se označuje zbraň, jejíž konstrukce umožňuje střelci použití obou rukou během střelby (pušky, brokovnice, samopaly, přenosné kulometry a jiné).

Poznámka: Do tohoto způsobu dělení nelze zahrnovat všechny druhy zbraní.

Zbraně se klasifikují několika dalšími způsoby (podle ráže, způsobu automatizace a jiné). Další členění zbraní nejsou tak úzce spjaty s revolvery a vzhledem k předmětu této studie není zapotřebí tato kritéria definovat.

Následující kapitola 1.2 popisuje typ zbraně, krátkou ruční palnou zbraň – revolver.

1.2 Revolver

Revolver lze klasifikovat jako krátkou zbraň s pevnou hlavní a otáčivým válcem, v němž se nacházejí nábojové komory. Během stisknutí spouště či natažení kohoutu se jedna z nábojových komor vždy natočí do osy hlavní. Rotace válce je řešena tak, aby se válec otočil vždy o přesně danou rozteč a byl spolehlivě aretován vůči hlavní. Takto nabitá zbraň umožňuje střele během výstřelu opustit tuto nábojovou komoru ve válci a umožnit střele průchod hlavní revolveru [5].

Technický vývoj započal v první polovině 19. století. Vynálezce revolveru Samuel Colt se mechanismem otočného válce inspiroval během plavby na moři, kdy pozoroval kormidlo a způsob otáčení lodního navijáku. Na obr. 1.2 je jeden z prvních modelů revolverů Colt Paterson, No. 5. U této zbraně je spoušť ukryta v rámu. Vyklopí se až během natažení kohoutu [7].



Obr. 1.2 Colt Paterson, No. 5 [8].

O revolvery byl v 19. století obrovský zájem a vyrábělo se několik různých typů (s výklopnou hlavní, s výklopným válcem a jiné). Revolver s výklopným revolverovým válcem a centrálním vytahovačem se vyrábějí dodnes. Válec se vyklápí do strany a držák válce se opírá o dno drážky v rámu. Zatlačením na osu centrálního vytahovače dojde k výhozu prázdných nábojnic ze všech komor najednou. Lze tak jednoduše a zároveň i rychle revolver přebíjet. [1].

V 21. století se revolvery již zřídka využívají k vojenským účelům. Jako krátké zbraně jsou dnes v oblibě převážně pistole. Nahradily revolvery jako ruční krátké zbraně například u vojenských složek. Dnes se s revolvery dá nejčastěji setkat jako se zbraněmi pro civilní účely (sebeobranu či sportovní střelbu). Společnost ALFA-PROJ se právě na tuto skupinu zákazníků – civilních uživatelů zbraní (a ozbrojených sborů včetně) v rámci svého předmětu podnikání zaměřuje.

1.2.1 Revolvery společnosti ALFA-PROJ

Revolvery společnosti ALFA-PROJ mají pověst spolehlivých, odolných zbraní s jednoduchým ovládním. Produkce plynových i ostrých předloh byla z počátku založena na rámu z lehké zinkové slitiny. V současnosti společnost již běžně na svých zbraních určených pro držitele ZP nabízí rám ocelový. Ocelový rám se začal vyrábět kvůli zavedení zbraně s možností střelby výkonného náboje .357 Magnum. Náboj .357 Magnum se oproti náboji .38 Special liší převážně větší délkou nábojnice o 4 mm (obr. 1.3). Větší délka náboje .357 Magnum dovoluje nábojnici opatřit větším množstvím prachové náplně. Revolvery využívají výše zmíněného výklopného systému revolverového válce, jež se vyklápí na levou stranu z pohledu střelce [9].



Obr. 1.3 Porovnání délek nábojnic .38 Special a .357 Magnum [10].

Společnost nabízí několik typů revolverů. Jsou zmíněny pouze ty, které v sestavě používají ocelovou spoušť, jež je předmětem této práce. Mají ji v sestavě pouze celooceľové konstrukce s názvem ALFA Steel.

ALFA Steel

Z názvu již vyplývá, že se jedná o celooceľovou konstrukci. Ze zinkové slitiny je u zmiňovaného výrobku zhotoveno pouze odemykácí tlačítko na vyklopení válce. Mířidla jsou pevná nebo výškově a stranově stavitelná. Povrchová úprava se provádí černěním. Každému střelci vyhovují různé typy střenek. ALFA Steel (obr. 1.4) nabízí střenky pryžové či z ořechového dřeva [9].

Zbraně ALFA Steel jsou dodávány v ráži .22 Long Rifle (dále jen .22 LR), .22 Winchester Magnum Rimfire (dále jen .22 WMR), .32 Smith&Wesson (dále jen .32 S&W), .38 Special či .357 Magnum.

Další modely vycházejí z revolveru ALFA Steel, avšak s určitými odlišnostmi.



Obr. 1.4 ALFA Steel s hlavní o délce 3“.

ALFA Steel model Carbine

Jedná se o prodlouženou verzi revolveru – karabinu (obr 1.5). Oproti revolveru ALFA Steel je karabina opatřena dřevěnou pažbou, předpažbím a prodlouženou hlavní. Kvůli přesné a prodloužené hlavní má trojnásobný účinný dostřel oproti krátké zbrani. Jsou nabízené ve všech rážích jako ALFA Steel kromě .32 S&W [11].



Obr. 1.5 ALFA Steel model Carbine s hlavní o délce 12“.

ALFA Steel model Sport

Model Steel Sport (obr. 1.6) patří mezi častou volbu sportovních střelců. Zbraň je oproti revolveru ALFA Steel opatřena sportovními mířidly, ergonomickou dřevěnou pažbičkou a sportovním pláštěm hlavně. Plášť hlavně revolveru má ve své horní části rybinové vedení, které slouží k montáži kolimátoru či puškohledu. Jsou nabízené pouze ve všech rážích jako ALFA Steel [1].



Obr. 1.6 Revolver ALFA Steel model Sport s hlavní o délce 6“.

ALFA Steel model Para

Revolver ALFA Para Steel (obr. 1.7) je určen pro všechny držitele ZP, kteří chtějí často střílet z velkorážových zbraní, avšak při nižších nákladech na střelivo. Pistolový náboj 9 mm Luger (neboli 9 mm Parabellum) je cenově dostupným a zároveň celosvětově rozšířeným střelivem. Revolverový válec této verze je zkrácený [11].

ALFA Steel model Para Classic

Jedná se o stejnou zbraň jako revolver ALFA Para Steel, avšak tato verze Classic (obr. 1.8) má nezkrácený revolverový válec. Nábojové komory ve válci jsou navrženy tak, aby nábojnice vypadávaly vlastní vahou vlivem gravitační síly, popř. je lze vytahovat s minimálním odporem [11].



Obr. 1.7 ALFA Steel model Para s hlavní o délce 2“.



Obr. 1.8 ALFA Steel model Para Classic s hlavní o délce 4“.

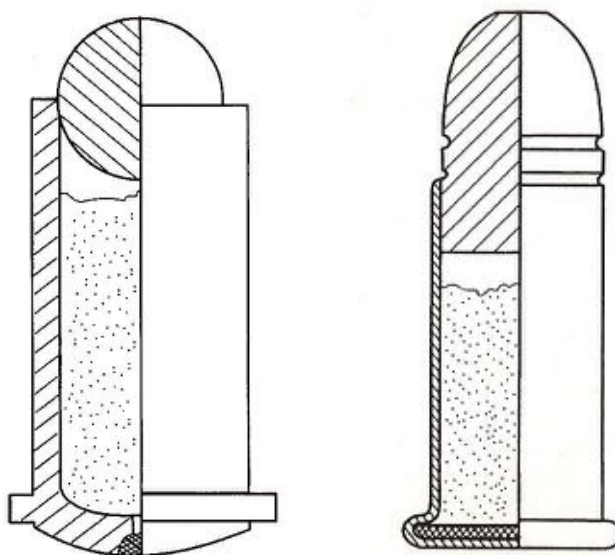
1.3 Technologičnost spouště

Studie se v této kapitole zabývá podrobným rozбором spouště a její technologičnosti. Vyrábí se z odlitku metodou přesného lití. Materiálem spouště je ocel třídy 12 (kapitola 1.3.2). Technologický postup je ve standardním provedení a spoušť lze podle tohoto vydaného postupu vyrobit až do konečné podoby. K výrobě spouště se využívá určitého frézovacího CNC obráběcího centra (kapitola 2.2.3) ze strojového parku CNC strojů, který se nachází v obrobně společnosti. Kromě CNC strojů se používají i ostatní konvenční stroje (frézky, vrtačky, brusky a jiné).

1.3.1 Spoušť revolveru ALFA Steel

U revolverů je spoušť jednou z hlavních součástí nezbytnou k požadovanému účinku každé zbraně – výstřelu střely.

Jedná se o páku, která svým pohybem napíná a zároveň uvolňuje kohout. Ten po svém uvolnění vytváří kinetickou energii a udeří kladivovou částí do úderníku. Úderník naráží do zadní části nábojnice, tzv. zápalky (u nábojů se středovým zápalem) či zážehové složky (náboje s okrajovým zápalem), a předává nábojnici vytvořenou energii. Nárazem úderníku se zápalka (příp. zážehová složka) vznítí a zažehne výmetnou prachovou náplň, která vyvolá silnou explozi uvnitř náboje. Ta předává energii střele v přední části náboje. Většina potenciální energie exploze se mění v kinetickou a střela se začne pohybovat ve směru vývrtnu hlavně revolveru. Střela během svého pohybu hlavní získává rotační pohyb kolem své podélné osy. Vlivem rotace se během svého letu mimo hlaveň stabilizuje (snižuje rozptyl zásahové oblasti) a následně si nachází svůj cíl [5].

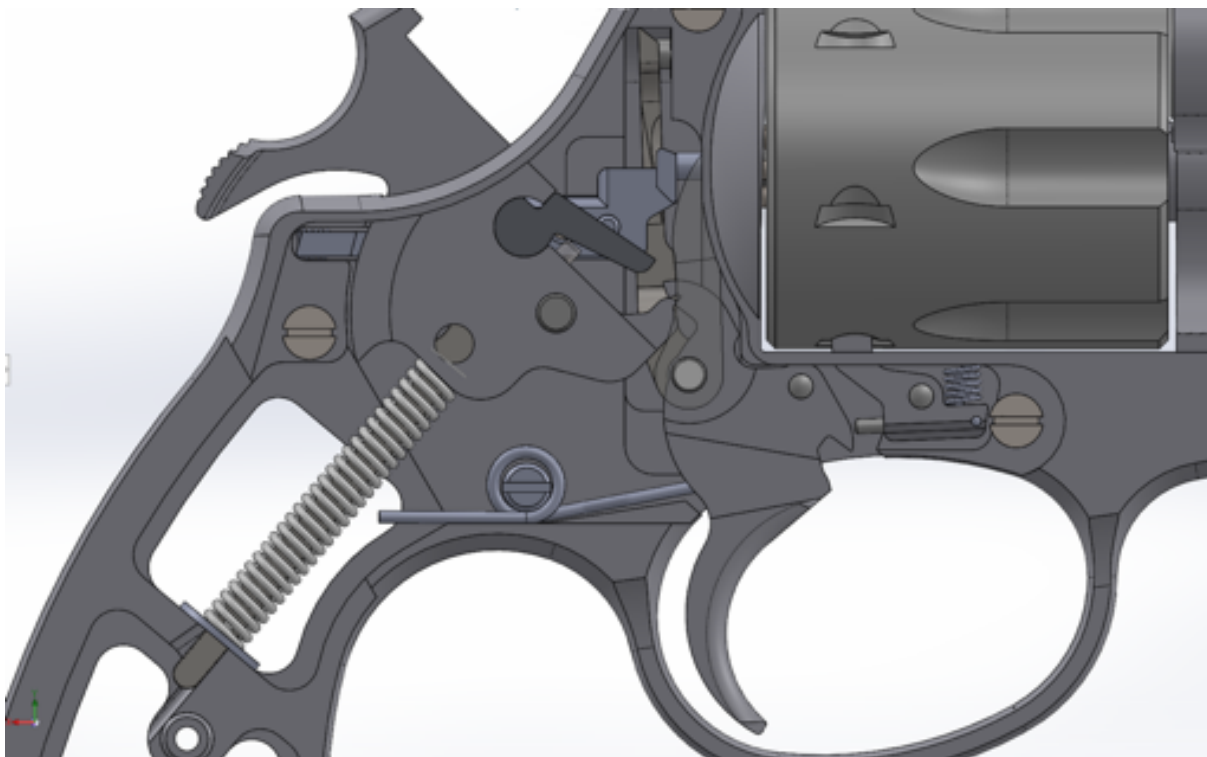


Obr. 1.9 Nábojnice se středovým (vlevo) a okrajovým (vpravo) zápalem [12].

Pro konstrukci spoušťového mechanismu je rozhodujícím požadavkem, jaký odpor klade spoušť při jejím stlačení. Odpor spouště se liší především podle druhu a určení zbraně. Nemá při stlačení konstantní hodnotu síly. Během celého průběhu stlačování se odpor mění. U moderních revolverů se využívá jednočinného a dvojčinného režimu bicího ústrojí [5]:

- Jednočinný režim (Single Action – SA) je stav již napnutého kohoutu a krátkým stiskem spouště se kohout z této polohy uvolní (obr. 1.10).
- Dvojčinný režim (Double Action – DA) umožňuje také střelbu SA režimem. Kromě toho je možné vystřelit stisknutím spouště i v případě, kdy kohout není předchozí manipulací natažen do napnuté polohy.

Nejmenší odpor spouště revolveru ALFA Steel v SA režimu se při montáži reguluje na 10-15 N. U revolverů pro sportovní střelbu, zejména ALFA Steel model Sport, lze odpor spouště nastavit na mnohem nižší hodnoty. Při střelbě v DA režimu se maximální odpor spouště u revolverů pohybuje okolo 50-55 N [5, 9].



Obr. 1.10 Detail sestavy revolveru ALFA Steel v SA režimu.

1.3.2 Materiál spouště

Ve společnosti probíhá výroba 3 typů spouští, které se od sebe materiálově liší. Předmětem studie je spoušť určená pro modely ALFA Steel. Materiálem spouště je konstrukční nelegovaná ocel 12 051. Materiálová označení spouště jsou uvedena v tab. 1.1.

Tab. 1.1 Materiál zkoumané spouště [13].

MATERIÁL ZKOUMANÉ SOUČÁSTI				
OZNAČENÍ OCELI 12 051				
ČSN OZNAČENÍ	ČÍSELNÉ OZNAČENÍ	TŘÍDA OCELI	ZNAČKA	SKUPINA OCELI DLE ÚČELU UŽITÍ
42 2819.04	1.1206	12	C50E	Ocel k zušlechtování

V průběhu studie se k označení oceli bude používat 12 051. Tato ocel je vhodná k tepelnému zpracování [14]:

- normalizační žíhání,
- žíhání naměkko,
- kalení,
- popouštění.

Tvarově složité spouště se vyrábějí z odlitků v rámci kooperace s dodavatelem. Odlitky se před zasláním do společnosti ALFA-PROJ žíhají (kapitola 2.3).

V tab. 1.2 je zobrazen teoretický přehled mechanických vlastností výše uvedené oceli při pokojové teplotě po normalizačním žíhání a v tabulce 1.3 po stavu zušlechtění.

Tab. 1.2 Přehled mechanických vlastností oceli po normalizačním žíhání [15].

MECHANICKÉ VLASTNOSTI PRO PLOCHÉ VÝROBKY TLOUŠŤKY t				
OZNAČENÍ OCELI		$t \leq 8 \text{ mm}$		
ZNAČKA	ČÍSELNÉ OZNAČENÍ	R_{emin} [MPa]	R_m [MPa]	A_{min} [%]
C50E	1.1206	355	650	13

Tab. 1.3 Přehled mechanických vlastností oceli po zušlechtění [15].

MECHANICKÉ VLASTNOSTI PRO PLOCHÉ VÝROBKY TLOUŠŤKY t				
OZNAČENÍ OCELI		$t \leq 8 \text{ mm}$		
ZNAČKA	ČÍSELNÉ OZNAČENÍ	R_{emin} [MPa]	R_m [MPa]	A_{min} [%]
C50E	1.1206	520	750-900	13

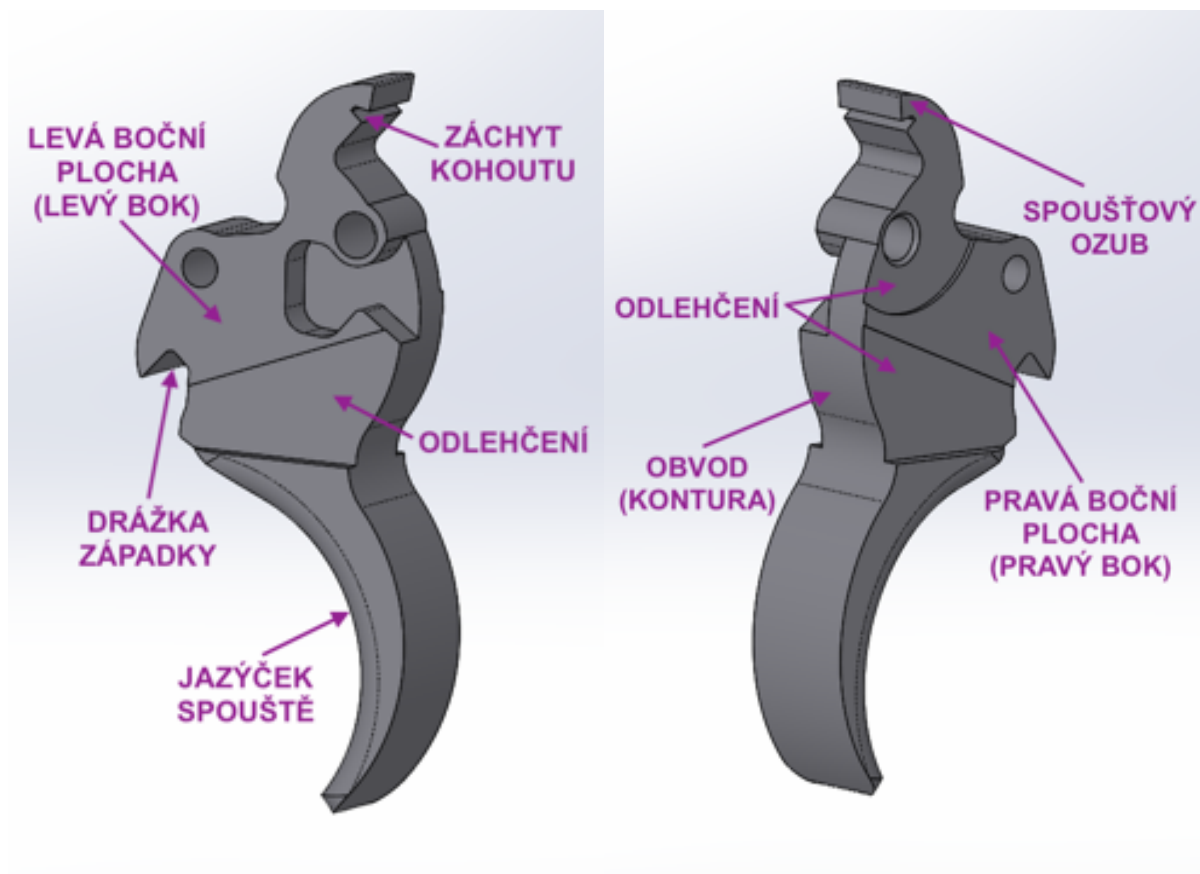
V revolvrech společnosti ALFA-PROJ se objevují i jiné 2 typy spouští. Liší se zejména materiálem:

- Spouště z oceli 12 050, ČSN 42 2660, značky C45E a číselného označení GS-Ck45. Spouště z tohoto materiálu se vyráběly již pro první revolvry společnosti, které mají většinu dílů ze zinkové slitiny. Oproti ocelové spoušti 12 051 se liší svým tvarem, zejména její tloušťkou, která je téměř po celé ploše neměnná. Na této spoušti se netvoří drážky na jazýčku spouště, nýbrž je celá délka přední části jazýčku tvořena radiusem [13].
- Spouště z korozivzdorné oceli 17 023, ČSN 42 2819.04, značky X30Cr13 a číselného označení 1.4028. Spouště z korozivzdorné oceli byly navrženy z důvodu, aby splnily požadavky náročných uživatelů, kteří vyžadovali na zbraních zvýšenou odolnost vůči korozi. Oproti probírané spoušti z oceli 12 051 se tvarově neliší.

1.3.3 Funkční tvary spouště

Na spoušti se nacházejí tvarové složitosti, jež mají významný vliv na funkčnost součásti v sestavě. V průběhu studie se často budou řešit určité funkční tvary spouště. Pro snadnou orientaci v problematice jednotlivých tvarů jsou v této kapitole definovány (obr. 1.11).

Spoušť má boční plochy, které jsou vůči sobě rovnoběžné. Orientace pravého a levého boku je zohledněna z pozice držení zbraně a pohledu střelce. V následujících kapitolách je takovéto rozdělení významné.



Obr. 1.11 Názvosloví jednotlivých tvarů spouště.

Jazýček spouště

Jedná se o část spouště, která je v přímém kontaktu s prstem střelce během střelby. Má typický obloukovitý tvar a je opatřena rýhováním, které zabraňuje nechtěnému skluzu prstu střelce po spoušti. Oproti spoušti ze zinkové slitiny je tato ocelová spoušť v oblasti jazýčku rozšířena. Střelba ze zbraně s „tenkou“ spouští zinkové slitiny režimem DA bývá pro střelce bez rukavic po nějaké době bolestivá. Rozšířená tloušťka jazýčku zabraňuje otlaku konečku prstu.

Záchyt kohoutu

Záchyt kohoutu je částí spouště, která je v přímém kontaktu s kohoutem revolveru. Jedná se o vyfrézovanou drážku v oblasti spoušťového ozubu. Její přesná výroba v předepsaných tolerancích hraje klíčovou roli ve spolehlivém chodu spouště.

Drážka západky

Západka slouží k otáčení revolverového válce během stlačení spouště. Tato páka je v přímém kontaktu se spouští právě v místě drážky západky. Drážka spouště se neobrábí, vzniká již během odlévání. Důležitou plochou drážky je plocha ve

vzdálenosti 2,25 mm od díry $\varnothing 2,5$ D9 mm (dle výrobního výkresu odlitku, viz příloha 1).

Odlehčení

Termín odlehčení se používá v místech odstranění přebytečného materiálu. Odstraňuje se frézováním na CNC obráběcím centru a tím se snižuje hmotnost spouště a zároveň i celé sestavy revolveru.

2 SOUČASNÁ VÝROBA SPOUŠTĚ

V této části bude detailně popsána výroba spouště podle aktuálního technologického postupu. Důležitou částí v celé technologii procesu výroby spouště je pozice vtokového kanálu (obr. 2.1). Dle aktuální výkresové dokumentace (příloha 1) se vtokový kanál (vtok) nachází na pravém boku spouště (orientace pravého a levého boku je zohledněna z pozice držení zbraně a pohledu střelce, viz kapitola 1.3.3). Vtok má výšku v průměru 3 mm. Vzhledem k výšce vtokového kanálu je vhodným způsobem k jeho odstranění frézování celé pravé boční plochy spouště.



Obr. 2.1 Pozice vtoku na odlitku spouště.

Následující kapitoly tedy popisují celkový proces výroby dle aktuálního technologického postupu a výrobní dokumentace. Kapitola 3 se následně bude zabývat možnými návrhy na změnu, které mohou teoreticky zlepšit přesnost výroby spouští.

Spoušť je v současné době vyráběna již konvenčními způsoby výroby, kdy polotovarem spouště je odlitek. Celková výroba spouště obsahuje:

- výroba odlitku,
- CNC obrábění (frézování a vrtání),
- frézování,
- dokončovací operace – broušení,
- omílání,
- ruční úpravy,
- tepelné zpracování (normalizační žíhání, žíhání naměkko a kalení),
- brynýrování (neboli černění),
- kontrola v OTK.

2.1 Výroba odlitku

Výroba přesných odlitků (nebo také přesné slévárenství) je prvopočátkem celého výrobního procesu spouště. V praxi se tento způsob lití označuje jako „přesné lití“. Takové označení je z hlediska přesnosti odlitých tvarů zavádějící. Pokud by základem přesnosti byla přesnost vyrobených dílů třískovým obráběním, neexistovalo by označení „přesné lití“ vůbec. Odlité tvary totiž nemohou splňovat takovou přesnost, kterou zaručují obráběcí stroje. Hovořilo by se tedy o „odlitcích přesnějších“, než je možné vyrobit běžným slévárenským způsobem. Srovnání některých metod odlévání z hlediska přesnosti je zobrazeno v tab. 2.1 [16].

Tab. 2.1 Přehled přesností výroby určitými způsoby lití [16].

LICÍ METODA	OPTIMÁLNÍ TOLERANCE MĚŘENÉ HRANY O DÉLCE 50 mm
Vytavitelný model	$\pm 0,03$ mm – $\pm 0,1$ mm
Tlakové lití	$\pm 0,05$ mm – $\pm 0,2$ mm
Kokilové lití	$\pm 0,1$ mm – $\pm 0,3$ mm
Lití do písku	± 1 mm – ± 2 mm

V porovnání například s konvenčním frézováním jde stále o vysoké hodnoty tolerance. Frézování na frézce může dosahovat přesnosti $<0,01$ mm na délku hrany 50 mm.

2.1.1 Odlévání spouští

Odlévání spouště probíhá v rámci kooperace s dodavatelem. K odlévání se využívá výroba přesných odlitků metodou vytavitelného modelu. Nejprve se odlévá z formy (příloha 7) model z montánního vosku. Model spouště se připevní ke vtoku ze stejného materiálu. Tento celek se opatří keramickým obalem SiO_2 . Ztuhnutím pojiva vznikne okolo voskového celku keramická forma. Ohřátím na příslušnou teplotu se vosk vytaví a ve formě vznikne dutina. Keramická forma se po vypálení pomocí gravitační licí pánve samonosně vyplní roztavenou ocelí 12 051 (kapitola 1.3.2). Tavení materiálu probíhá v elektrické středofrekvenční indukční peci. Po ochlazení odlitku se keramická forma odstraní vibracemi a tryskáním. Jednotlivé odlitky se řezáním oddělí od vtokového stromečku a hrany zbytkové části vtoku se zabrušují. Broušení představuje jednu z dokončovacích metod při výrobě řešené součásti. Na obr. 2.2 je fotografie odlitku spouště se zbytkem vtoku po odřezu. Váha odlitého stromečku (vtok + součásti) je 6,6 kg. Počet spouští na jednom stromečku je 49 ks [17].



Obr. 2.2 Odlitek spouště se zbytkem vtoku [17].

2.2 Obrábění

Jedná se o technologický proces, při kterém obráběcí nástroj odebírá z polotovaru určitou část materiálu. Polotovarem je obrobek a výstupem celého procesu je vznik požadovaných ploch (popř. tvarů) na obrobku. Pro přesnost výroby musí obrobené tvary splňovat požadované rozměry v předepsaných tolerancích dle výrobní výkresové dokumentace [1, 18, 19].

Studie se zabývá pouze obráběním, které úzce souvisí s výrobou spouště ALFA Steel.

2.2.1 Obrábění děr

Vrtání je metoda zhotovení děr zcela nebo zvětšení již předpracovaných děr (předlité, předkované, předvrtané a jiné). Hlavní pohyb je rotační. Vedlejší pohyb (posuvný) je ve směru osy vrtání. Oba pohyby nejčastěji koná nástroj (vrták) [1, 20].

Na spoušti se zhotovují 2 díry v rámci CNC obrábění. Díra $\varnothing 2,5$ D9 mm je předlitá a díra $\varnothing 2,98$ H7 mm se obrábí bez předpracování.

2.2.2 Frézování

Frézování je metoda obrábění tvarů (rovné i tvarové plochy, drážky) obrobku rotujícím nástrojem. Hlavním pohyb je rotační a koná jej nástroj (fréza). Vedlejší pohyb (posuvný) je přímočarý a koná jej obrobek. Obráběcí proces frézování je přerušovaný. Fréza je obvykle vybavena větším počtem zubů. Tvoří se třísky kratších rozměrů [1, 6, 19].

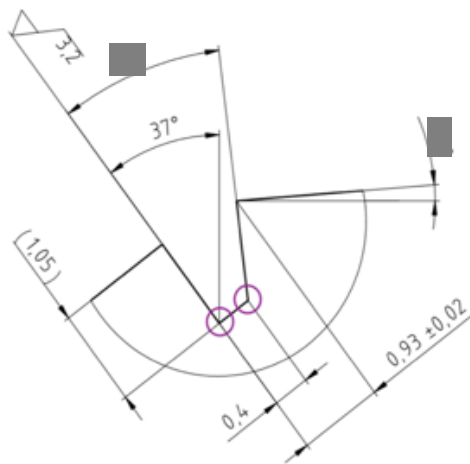
Frézování záchyty kohoutu na horizontální frézce

Na konzolové horizontální frézce (obr. 2.4) se frézuje drážka (záchyt kohoutu), která po sestavení revolveru bude v kontaktu s kohoutem. Tvar drážky kopíruje tvar nástroje. Nástrojem je speciální stopková fréza APN-00095.

Spoušť se upíná do speciálního přípravku určeného přímo pro tento typ ocelových spouští (obr. 2.5). Název přípravku bohužel nebyl dohledatelný. Přípravek vychází z neměnné rozteče děr na spoušti a pomocí kolíků, jež jsou součástí přípravku, lze spoušť upnout nasunutím do zmíněných děr $\varnothing 2,5$ D9 mm a $\varnothing 2,98$ H7 mm.

Frézovaná drážka se nehrubuje. Operace je pouze dokončovací a nástroj frézuje obrobek na jeden záběr. Dříve se drážka hrubovala, avšak vznikal problém s ustavením spouště do stejné pozice, aby se dokončovací frézou trefilo přesně do vyhrubované drážky. Vynecháním hrubování se dokončovací nástroj rychleji opotřebovává a zároveň se snižuje jeho životnost. Opotřebením frézy se nejdříve projeví v rozích vyfrézované drážky (viz zakroužkovaná místa v obr. 2.3). Tento způsob opotřebením frézy je pro výrobu záchyty kohoutu ještě v normě a na funkčnost zbraně vzniklé poloměry v rozích nemají vliv.

Při frézování záchyty kohoutu je nutné dodržet její hloubku. Hloubka souvisí s ostatními rozměry drážky. Pokud se drážka vyfrézuje na hodnotu menší, než je dolní mezní úchylna kóty $0,93 \pm 0,02$ mm (tedy menší než 0,91 mm), drážka bude malých rozměrů a tím by mohlo dojít k samovolnému uvolnění kohoutu a zároveň výstřelu po jeho natažení. Na druhou stranu, pokud bude hodnota větší než horní mezní úchylna, tj. větší než 0,95 mm, tak může dojít k zapadnutí zobáku kohoutu do větší hloubky drážky, než je vyžadováno, a chod spouště nebude tak plynulý.



Obr. 2.3 Detail záchyty kohoutu na spoušti.



Obr. 2.4 Frézka konzolová horizontální.



Obr. 2.5 Spoušť upnutá ve speciálním přípravku k frézování záchytu kohoutu.

2.2.3 CNC obrábění

CNC obráběním se ve studii označuje obrábění na CNC obráběcích centrech. Ve své podstatě je CNC obráběcí centrum číslicově řízený obráběcí stroj. Zkratka CNC byla převzata z angličtiny jako computer numerically controlled machine. Označují se tak stroje, které jsou schopny [1, 21, 22]:

- realizovat obráběcí operace při jednom upnutí na 1 či více obrobků,
- nastavení vzájemné polohy mezi obrobkem a nástrojem,
- volby a výměny nástroje,
- řídit velikost otáček, posuvů a dalších pomocných úkonů.

Společnost ALFA-PROJ má 7 CNC frézovacích center. Pro výrobu spouští se nejčastěji využívá CNC obráběcí centrum Cincinnati Arrow 2 (obr. 2.6). Jedná se o vertikální obráběcí (frézovací) centrum využívané k výrobě nerotačních součástí. CNC stroj k řízení využívá řídicí systém Acramatic A2100.



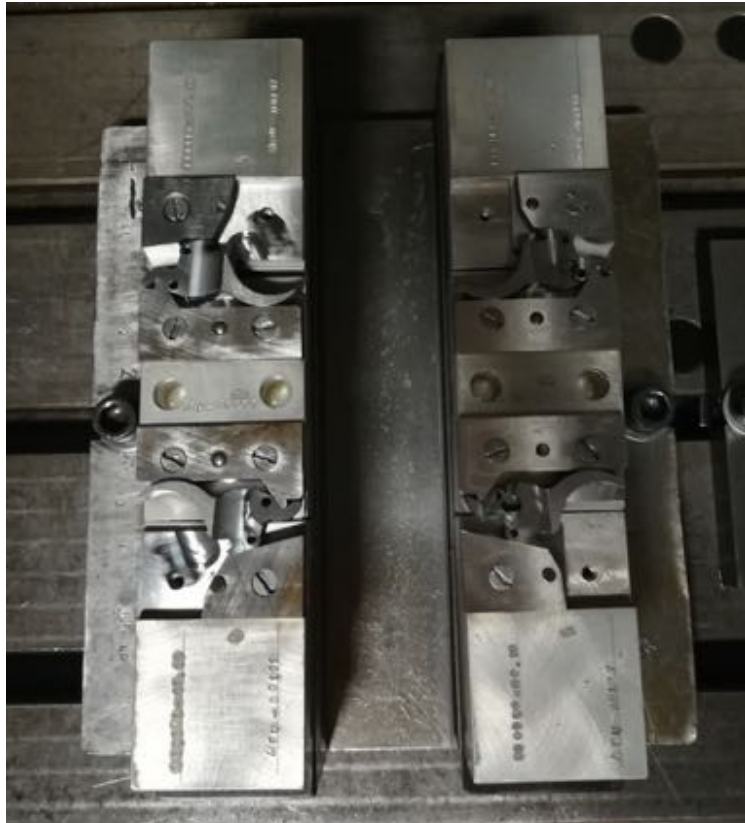
Obr. 2.6 CNC obráběcí centrum Cincinnati Arrow 2.

K výrobě spouště se využívá frézování ploch i vnějšího tvaru (kontury) součástí a zároveň i vrtání děr $\varnothing 2,5$ D9 mm a $\varnothing 2,98$ H7 mm. Vyjma frézování záchyty kohoutu veškeré obráběcí úseky probíhají na CNC obráběcím centru.

Přípravek APU-00197

V současné výrobě se k upnutí součásti do CNC obráběcího centra využívá přípravek APU-00197. V příloze 9 se nachází výrobní výkres tohoto přípravku.

V přípravku APU-00197 je možné upnout a zároveň obrábět 2+2 spouště najednou (obr. 2.7). To znamená, že u dvou spouští se nejprve obrábějí tvary na pravé straně (ležící levou stranou na přípravku) a u dalších 2 spouštích se obrábějí tvary na levé straně (ležící pravou stranou na přípravku).



Obr. 2.7 Upnutí spouští v přípravku APU-00197 ležících na levé boční straně (vlevo) a pravé boční straně (vpravo).

Poznámka: Aby bylo možné obrábět pravou stranu prvních 2 kusů výrobní dávky, je nutné mít připraveny 2 již z pravé strany obrobene kusy z předchozí vyrobené dávky. To znamená, že na 2 posledních kusech z výrobní dávky se neobrábí levá strana spouště (obr. 2.8) a nechávají se na určitém místě k použití u budoucí výrobní dávky. Obr 2.8 představuje ukázkou obrobeneí pravé strany spouští. Nejedná se však o spoušť současné výroby.



Obr. 2.8 Spouště s neobrobenou levou stranou určené pro výrobu budoucí výrobní dávky.

Přípravek APU-00219

Slouží k upnutí spouště během výroby poloměru R2,5 mm kolem již obrobené díry $\varnothing 2,5$ D9 mm. Okolo této díry je na odlitku navrhnutý přídavek o poloměru R3 mm. Kvůli tomu, že přípravek APU-00197 neumožňuje obrobení součásti v těchto místech, je nutné využít přípravku APU-00219 (obr. 2.9) v samostatné operaci. Ukázka upnutí spouště je znázorněna na obr. 2.10.



Obr. 2.9 CNC přípravek APU-00219.



Obr. 2.10 Detail upnutí spouště do CNC přípravku APU-00219.

2.2.4 Dokončování – broušení

Broušení je metoda obrábění mnohobřítým nástrojem vytvořeným ze zrn brusiva, která jsou spojena pojivem. Během procesu broušení mají jednotlivá zrna nepravidelný úběr třísky.

Broušení tloušťky spouště

Broušení tlouštěk 5,99-0,03 mm a 6,09 mm probíhá v brusírně na rovinné brusce BPH 20 (obr. 2.11). Součást se upíná ve speciálním přípravku APU-00019 opatřeného spojovacími kolíky. Díry součásti se na tyto kolíky nasouvají. Spoušť se nehybně ustaví doražením její plochy k ploše přípravku (obr. 2.12).

Poznámka: Obr. 2.12 slouží pouze pro vizuální představu upínání spouští do přípravku. Spoušť na obrázku není určena k broušení.

Spolehlivé upnutí součásti závisí na výrobní přesnosti rozteče vyvrtaných děr, resp. dodržení vzdáleností 4,2 mm a 10,7 mm mezi oběma vyvrtanými dírami na spoušti, které slouží jako technologické díry (kapitola 2.5.1).



Obr. 2.11 Rovinná vodorovná bruska BPH 20.



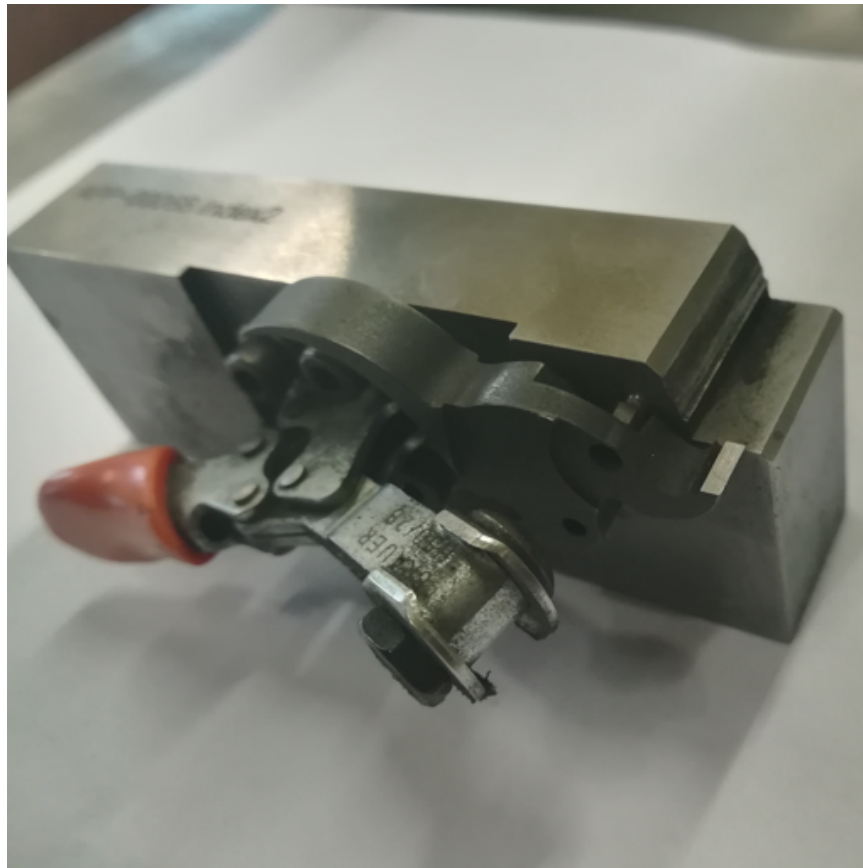
Obr. 2.12 Upnutí spouště za díry v přípravku APU-00019.

Broušení plochy spoušťového ozubu

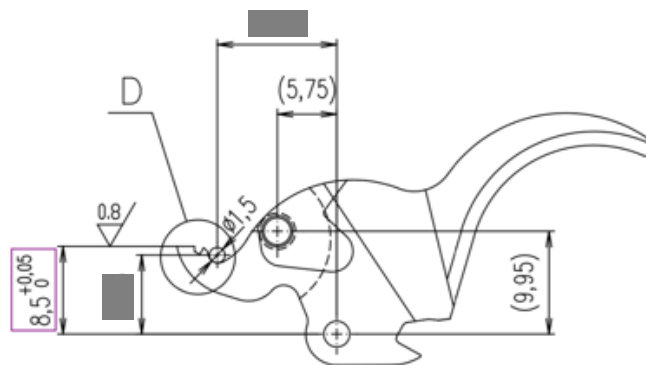
Jedná se o specifické broušení plochy v místech spoušťového ozubu (blízko záchytu kohoutu). Součást se upíná do speciálního přípravku APP-00068 (obr. 2.13). Přídavek na obrábění blízko záchytu je nutné pro spolehlivou funkci chodu spouště odstranit broušením na rozměr $8,5+0,05$ mm od díry $\varnothing 2,5$ D9 mm (obr. 2.14). Vzdálenost $8,5+0,05$ mm vychází z vyrovnání technologických děr ve vzdálenostech 5,75 mm a 9,95 mm. K broušení je opět využita rovinná vodorovná bruska BPH 20 (obr. 2.11).

V příloze 3 je vyobrazen výrobní výkres sestavy 138108 (spoušť 138318 + nalisovaný kolík 138399). Výše zmíněné rozměry jsou uvedeny ve výrobním výkresu sestavy.

Poznámka: Plocha se brousí po brynýrování z důvodu snadnějšího rozeznání spouští na spouště, které jsou již po této operaci (absence povlaku na ploše) a těch, které broušení této plochy teprve čeká.



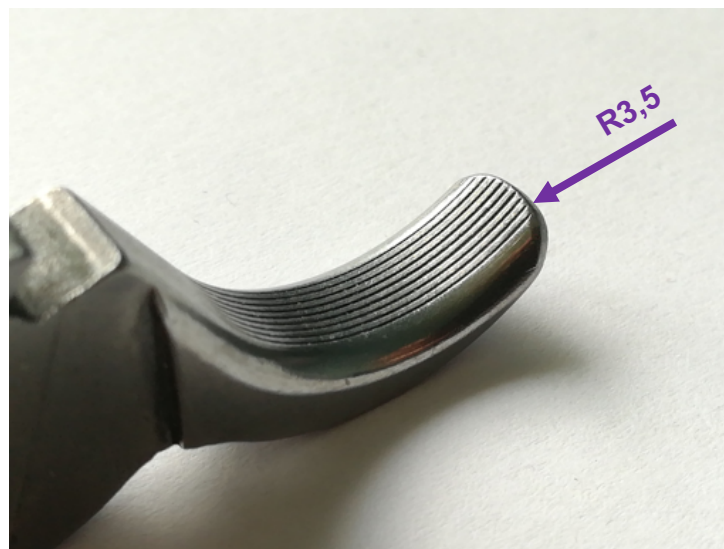
Obr. 2.13 Spoušť upnutá v přípravku APU-00068.



Obr. 2.14 Detail vyrovnání sestavy spoušť + kolík v operaci 140.

Broušení jazýčku spouště

Na dvoukotoučové leštící brusce BNT se dokončuje tvar konce jazýčku spouště na poloměr R3,5 mm (obr. 2.15). Součást se k broušicímu kotouči přikládá ručně. K této operaci je nutné, aby pracovník byl dostatečně obeznámen, jakým způsobem jazýček brousit. Jazýček spouště je viditelnou částí na zbrani, proto broušení musí dosahovat patřičných kvalit. Ukázka přikládání spouště k broušicímu kotouči je znázorněna na obr. 2.16.



Obr. 2.15 Tvar jazýčku spouště R3,5 mm.



Obr. 2.16 Způsob broušení konce jazýčku spouště keramickým brousicím kotoučem.

2.2.5 Dokončování – omílání

Omílání se charakterizuje jako chemicko-mechanické opracování povrchu obrobků ve vibračních omílacích bubnech. Brousicí tělíška (abraziva) a obrobky se v omílacím bubnu uvedou do vzájemného relativního pohybu a třením dojde k [1]:

- odstranění ostřin vzniklých na povrchu obrobku během obrábění v předchozích operacích,
- vyhlazování povrchu,
- leštění.

Společnost ALFA-PROJ hojně využívá omílání většiny svých výrobků. K omílání spouští se používá omílací stroj Rösler (obr. 2.17) nebo omílací stroj Walt (obr. 2.19). Odlitky přicházejí do společnosti žíhané normalizačně a naměkko. Na povrchu vlivem tepelného zpracování vzniká opal a k jeho odstranění se spouště vkládají do omílacích strojů. Omílání také nahrazuje ruční úpravu spouští – odstranění ostřin. Spouště se vyrábějí v početných dávkách a ometí celé dávky bývá ve výsledku rychlejší než postupné odstranění ostřin jednotlivých součástí ručně.

Omílací stroj Rösler

Primárně se k omílání spouští používá omílací stroj Rösler, alternativně stroj Walt. Stroj Rösler je však využíván u většiny součástí ve výrobě, zejména u součástí s většími dírami (rámy revolverů, pláště hlavně, držák válce atd.).

Rösler je vysoký cca 120 cm. Manipulace se součástmi ve stroji je mnohem jednodušší než u nízkého omílacího stroje Walt.

Omílací tělesa (kameny) jsou ve tvaru kužele (obr. 2.20). Čisticím médiem je emulze voda + čisticí směs FC 111 Rösler. Směs slouží k čištění součástí a ochraně proti korozi.

Na stroji Rösler je instalována dopravní šachta. Součásti se po omlení dopraví do dalšího vibračního zařízení Rösler (obr. 2.17 a 2.18). V tomto zařízení se nachází kukuřičná zrna, kterých se využívá k vysoušení povrchů omlětých součástí.



Obr. 2.17 Omílací a sušící stroje Rösler. Hrubovací (vlevo dole), dokončovací (vpravo nahoře) a sušící stroj (uprostřed nahoře) [1].

Poznámka: Každý stroj má určitý druh omílacích kamenů. Na obr. 2.17 vlevo dole je zachyceno omílací zařízení Rösler určené k hrubování vybraných součástí. Spouště se v tomto zařízení neomílají. Využívají se pouze omílací zařízení s kameny určených k dokončování, tedy stroj Rösler na obr. 2.17 (vpravo nahoře) a stroj Walt (obr. 2.19).



Obr. 2.18 Sušicí stroj Rösler s kukuřičnými zrny.

Omílací stroj Walt

Stroj Walt (obr. 2.19) je poměrně nízký a manipulace s ním je více náročná.

Omílací tělesa jsou ve tvaru kvádrů (obr. 2.20). Velikostně je kvádr menších rozměrů než kužel využívaný ve stroji Rösler. Pokud by se součásti s většími dírami (Rám revolveru, plášť hlavně) použily ve stroji Walt, hrozilo by uvíznutí omílacího kamene uvnitř díry. U stroje Rösler s kužely k uvíznutí kamenů v dírách nedochází.

Ve stroji se používá omílací přípravek Pragopol 520. Je určen pro omílání ocelových součástí a chrání povrch proti korozi.

Sušicí zařízení Rösler je od stroje Walt vzdáleno přibližně 5 metrů. K dopravě mokrých součástí do vibračního zařízení se využívá ocelové vědro a doprava je ruční. Pro obsluhu je přeprava všech výrobků z omílacího stroje Walt k sušicímu zařízení náročná z hlediska hmotnosti výrobní dávky.

Využití stroje Walt nebo Rösler nemá vliv na kvalitu. Omletý povrch součástí u obou strojů je shodný. Počet kusů v dávce spouští u obou strojů je také stejný.



Obr. 2.19 Omílací stroj Walt.



Obr. 2.20 Omílací tělíska, zleva: k dokončování, ke hrubování (Walt), ke hrubování (Walt), ke hrubování (Rösler).

2.2.6 Ruční úpravy

Po obrobení dochází ve společnosti k ručním úpravám celé výrobní dávky. Se spouští souvisí následující ruční úpravy, které jsou samostatně v technologickém postupu odděleny na operace a do technologického postupu zahrnuty dle postupného sledu operací.

Srážení hran u vyvrtaných děr

Během vrtání děr na CNC obráběcím centru vznikají na hranách děr ostřiny. Vzniklé ostřiny brání využití děr v dalších operacích (např. lisování kolíku do $\varnothing 2,98$ H7 mm) nebo také mohou poranit pracovníky během manipulace s obrobkem.

U děr $\varnothing 2,5$ D9 mm a $\varnothing 2,98$ H7 mm je zapotřebí srazit hrany z obou stran (obr. 2.21). Hrany se srážejí ručně pomocí běžného HSS vrtáku $\varnothing 4$ mm na stolní vrtačce (obr. 2.22).



Obr. 2.21 Ruční srážení hran u děr $\varnothing 2,5$ D9 mm a $\varnothing 2,98$ H7 mm.



Obr. 2.22 Stolní vrtačka.

Odstranění ostřin po frézování

Během frézování záchytu kohoutu na konzolové horizontální frézce vznikají ostřiny mezi drážkou a bočními plochami součásti. Tato ruční úprava se zaměřuje na odstranění ostřin pomocí pilníku (obr. 2.23). Ostřiny se odstraňují na obou stranách spouště.

Vystružení díry $\varnothing 2,98$ H7 mm

Dle technologického postupu se již vyvrtaná díra $\varnothing 2,98$ H7 mm vystružuje. Využívá se speciální přípravek k nehybnému upnutí spouště (obr. 2.24). Používá se jakýkoliv výstružník o rozměrech $\varnothing 2,98$ mm a stolní vrtačka. Do díry je následně nalisován kolík. Je proto nutné díru vystružit, aby nedošlo ke komplikacím během lisování.



Obr. 2.23 Odstranění ostřin pilníkem.



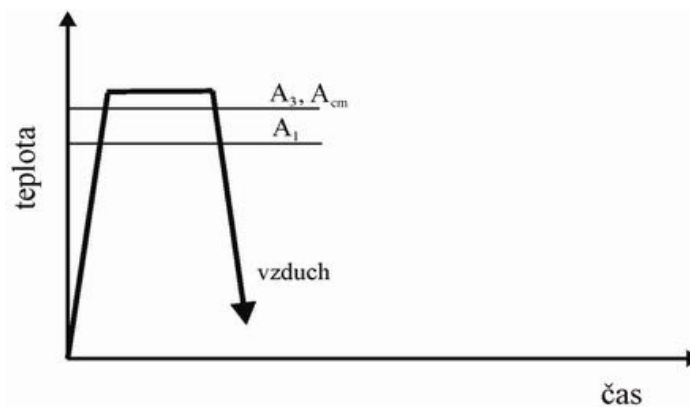
Obr. 2.24 Vystružení díry $\varnothing 2,98$ H7 mm.

2.3 Tepelné zpracování ocelí

Spouště se zpravidla tepelně, případně chemicko-tepelně upravují pro jejich lepší vlastnosti. Pro vlastní tepelné zpracování součástí nemá společnost ALFA-PROJ kapacity. Je tedy nutné tepelně zpracovávat vlastní vyrobené součásti v rámci kooperace.

Žihání normalizační

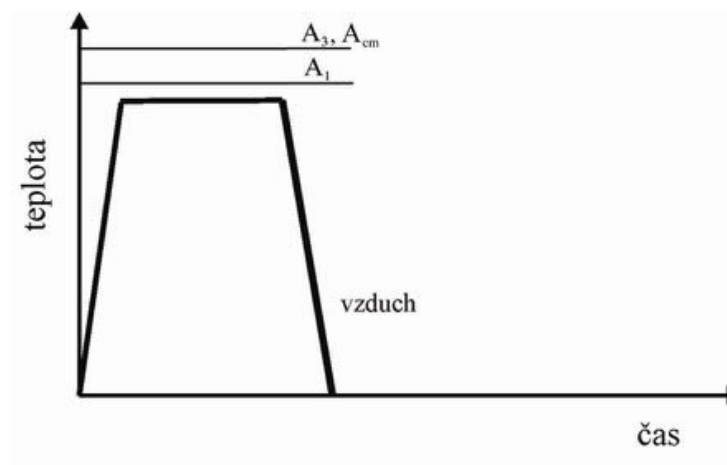
Normalizační žihání se provádí za účelem zjemnění austenitického zrna a ke zrovnoměrnění sekundární struktury. Ohřev a výdrž je nad teplotou A_3 (graf 2.1). Chladicím médiem je vzduch [23].



Graf 2.1 Normalizační žihání [24].

Žihání naměkko

Žihání naměkko zlepšuje obrobiteľnosť oceli a snižuje její tvrdost. Ohřev a výdrž je pod teplotou A_1 (graf 2.2). Chladicím médiem je opět vzduch.



Graf 2.2 Žihání naměkko [23].

Cementování

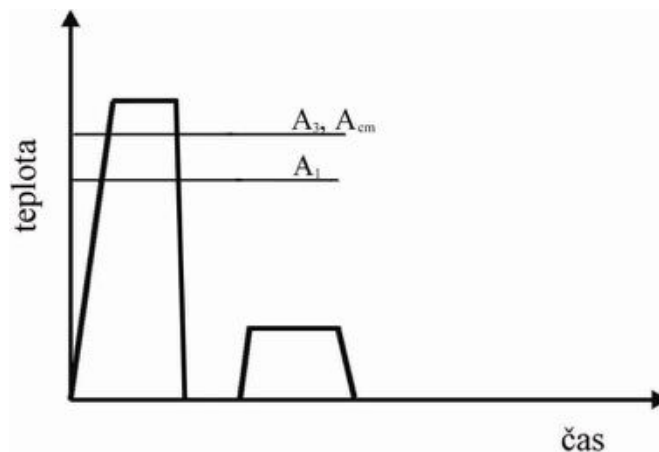
Jedná se o difúzní sycení povrchu součásti uhlíkem, které probíhá za zvýšených teplot (850–950 °C). Tloušťka cementované vrstvy je v rozmezí 0,5 – 1,5 mm. Po cementaci této oceli následuje kalení a nízkoteplotní popouštění k dosažení požadovaných mechanických vlastností materiálu [23].

Kalení

Kalení je metoda tepelného zpracování k zajištění martenzitické struktury na povrchu součásti. U oceli 12 051 (podeutektoidní oceli) se využívá ohřev nad teplotu A_3 a dochází k nepřetržitému chlazení v olejové lázni.

Popouštění

Po zakalení následuje nízkoteplotní ohřev na teplotu okolo 350 °C, který zajišťuje snížení vnitřního pnutí, jež vzniklo během prudkého ochlazení kalicích teplot. Chladicím médiem je vzduch. V grafu 2.3 jsou zobrazeny průběhy kalení a popouštění.



Graf 2.3 Kalení a popouštění [23].

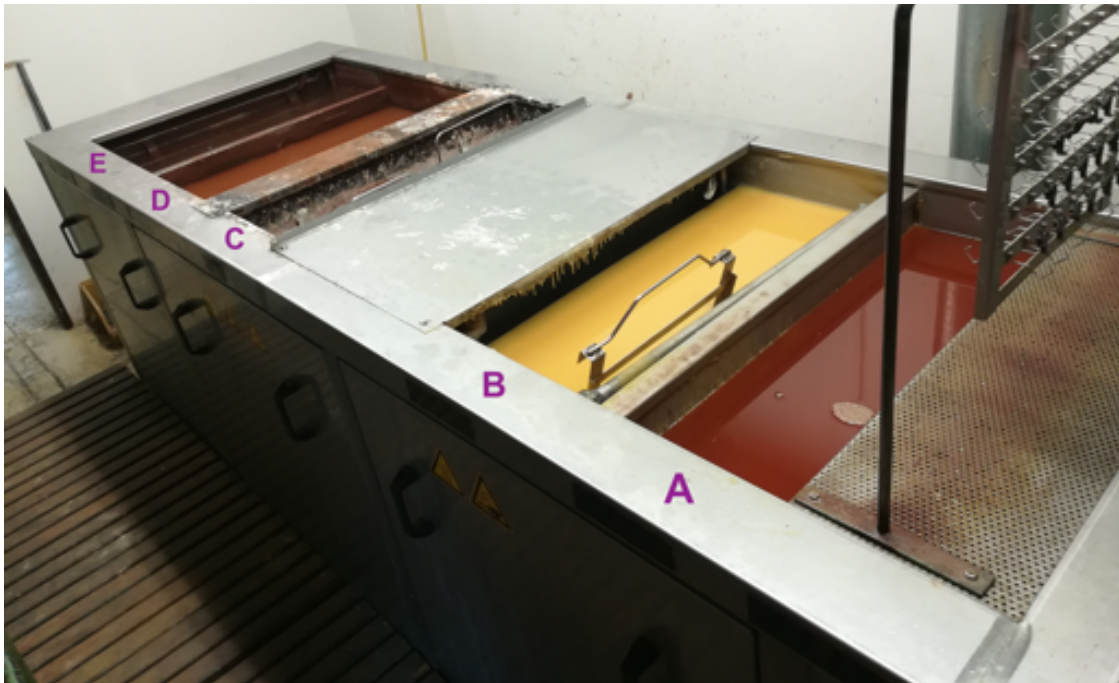
2.4 Brynýrování

Brynýrování (neboli černění) je povrchová úprava materiálu, která se využívá ke změně vzhledu. Jejím účelem je také zvýšení odolnosti materiálu vůči korozi [25].

Ocelové spouště se ve společnosti ALFA-PROJ brynýrují za tepla. ocel 12 051 je pro černění vhodnou alternativou.

Způsob černění lze postupně popsat pomocí obr. 2.25 s označenými lázněmi A, B, C, D, E. Procesu brynýrování předchází odmaštění spouští v odmašťovací lázni (B) o teplotě 75 °C po dobu 20 minut a oplach součástí v destilované vodě (D), v níž se spouště opláchnou rychlým ponorem do lázně. Součást se následně ponoří do brynýrovací lázně (C). Lázeň má přibližně 140 °C. Po 30 minutách dojde

k postupnému oplachu. Nejprve v lázni (D), kde se součásti omyjí, pak v lázni (E) s destilovanou vodou o teplotě 70 °C a nakonec se součásti ponoří do destilované vody v lázni (A) na dobu 30 min. Spouště jsou zavěšené na háčcích z koroziivzdorné oceli (obr. 2.26).



Obr. 2.25 Proces brynýrování, zprava: (A) Destilovaná voda, (B) odmašťovací lázeň, (C) brynýrovací lázeň, (D) destilovaná voda, (E) destilovaná voda.



Obr. 2.26 Příprava spouští k procesu brynýrování.

2.5 Technická kontrola

Technická kontrola je důležitou částí většiny strojírenských podniků. Jejím cílem je předcházení vzniku chyb ve výrobě a na základě kontroly vyřazovat nejakostní výrobky. Oddělení technické kontroly (OTK) ve společnosti ALFA-PROJ na výrobcích zjišťuje veškeré reálné rozměry a správnost obrobených (popř. odlitých) tvarů a ploch [26].

Reálné rozměry musejí vyhovovat předepsané toleranci v aktualizované výkresové dokumentaci. Kontrola v OTK ve společnosti ALFA-PROJ sestává z 5 hlavních částí.

Vstupní kontrola

Zajišťuje, aby všechny vstupy (polotovary, odlitky, výkovky, nástroje atp.) odpovídaly předepsaným požadavkům na jakost [26].

Kontrola prvních kusů (výrobní)

Kontrola prvních kusů je kontrolou všech rozměrů, tvarů a ploch, které jsou v důsledku předchozí operace obrobeny. Kontrola prvních kusů probíhá u prvně vyrobených součástí na stroji. Zpravidla k ní dochází po seřízení stroje (upnutí přípravku, výměna nástroje a jiné) [26].

Průběžná pooperační kontrola

Jedná se o výrobní technickou kontrolu, která probíhá během výroby celé výrobní dávky při dané operaci. Slouží k ověření výrobního procesu (např. správného upínání součástí do přípravku, opotřebení nástroje a jiné). Stroj se během měření nezastavuje. Obrábí se dle předchozích požadavků až do té doby, dokud nedojde k nařízení z OTK o zavedení potřebných změn.

Výstupní kontrola

Kontroluje funkci a úplnost zhotovených výrobků před expedicí. Především kontroluje komplexnost expedovaného zboží (příslušenství, náhradní díly, návod, a jiné) [26].

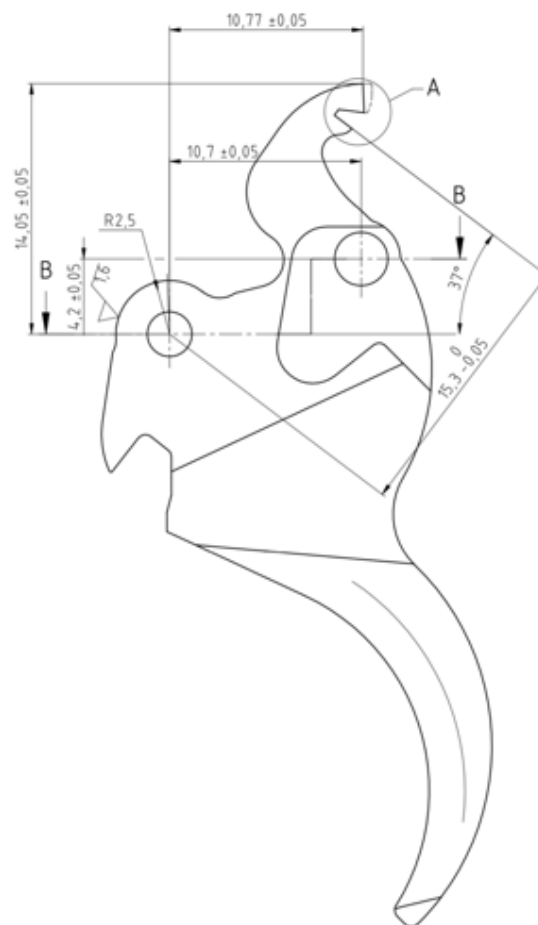
Kontrola pracovních prostředků

Jedná se především o ověření přesnosti nástrojů. Na základě této kontroly se v OTK ověřuje opotřebení nástrojů. Výsledkem je znovuuvedení nástroje do výroby nebo jeho vyřazení [26].

2.5.1 Vyrovnání na vzdálenost děr

Tvarová složitost spouště a absence rovných dlouhých ploch po obvodu brání součást vyrovnávat metodou 3-2-1 (rovina, linka a bod). Bohužel tato metoda vyrovnání u tvarově složité spouště nelze uplatnit, neboť na součásti není žádná přesná a rovná hrana představující linku v souřadnicovém systému.

U spouště se využívá vyrovnání pomocí technologických děr. Určení polohy vychází z navzájem na sebe kolmých vzdáleností 4,2 mm a 10,7 mm mezi dírami $\varnothing 2,5$ D9 mm a $\varnothing 2,98$ H7 mm (obr. 2.27). Osy děr musejí být kolmé k rovině. Ostatní kóty na výkresu z tohoto systému vycházejí.



Obr. 2.27 Znázornění kót 4,2 mm a 10,7 mm.

2.6 Současný technologický postup

Jedná se o technologický postup ke stávající výrobě spouště společnosti ALFA-PROJ. Technologický postup je ve standardním provedení a součást lze podle postupu vyrábět. Výroba probíhá ve 14 operacích. Pouze v jedné operaci se využívá CNC obráběcího centra. Frézování na konvenční frézce slouží pouze k vytvoření záchyty kohoutu na spoušti (kapitola 2.6.7).

Číslování operací je převzato z technické dokumentace společnosti a neodpovídá plně standardu technologických postupů.

Současný technologický postup má strukturu dle tab. 2.2.

Tab. 2.2 Struktura současného technologického postupu

TECHNOLOGICKÝ POSTUP - STRUKTURA		LIST / LISTŮ: 1 / 1	
NÁZEV SOUČÁSTI:	SPOUŠŤ	ČÍSLO SOUČÁSTI:	138318
MATERIÁL:	12 051	VÝROBCE:	ALFA-PROJ

ČÍSLO OPERACE:	POPIS OPERACE:
010	Žihání normalizační Žihání naměkko
020	Omílání
030	CNC Frézování, vrtání děr Kontrola rozměrů v OTK
040	CNC Frézování
050	Omílání
060	Zámečnická práce – sražení hran
070	Frézování záchyту kohoutu Kontrola rozměrů v OTK
080	Zámečnická práce – odstranění ostřin
090	Broušení – tloušťka součásti
100	Broušení – tvar jazýčku spouště
110	Kalení Popouštění
120	Brynýrování
130	Vystružení díry
140	Broušení – plocha na spoušťovém ozubu

2.6.1 Operace 010

Operace 010 se zaměřuje na tepelné zpracování odlitků spouště. Odlitky se v rámci kooperace žihají (kapitola 2.3). Nejprve dochází k normalizačnímu žihání. Následuje žihání naměkko.

Informace o způsobu tepelného zpracování v rámci kooperace s dodavatelem nejsou veřejně dostupné. Obecně můžeme předpokládat, že se jedná o normalizační žihání s teplotou ohřevu odpovídající přibližně teplotě kalení, tzn. v rozmezí 800–900 °C (nad teplotu A_3). Při žihání naměkko se procesní teplota pohybuje pod teplotu A_1 , tj. teplota menší než 723 °C. Chladicím médiem je vzduch.

2.6.2 Operace 020

Operace 020 je zaměřena na omílání tepelně zpracovaných odlitků spouští. Žihání vytváří na povrchu součásti opal, který se odstraňuje omíláním.

V kapitole 2.2.5 se nacházejí podrobné informace o procesu omílání spouští. K omílání se používá omílací stroj Rösler (obr. 2.17) nebo omílací stroj Walt (obr. 2.19).

Omílací stroje Walt nebo Rösler se dávkuje po 200 kusech spouští. Vyrobená dávka se dle technologického postupu omílá 120 ± 20 minut.

2.6.3 Operace 030

Operace 030 probíhá na CNC obráběcím centru Cincinnati Arrow 2. K opracování spouští se využívá speciální přípravek APU-00197 (kapitola 2.2.3). Přípravek je schopen upnout 4 kusy odlitků spouště (obr. 2.7) a obrobit je během jediné etapy. Po operaci 030 proběhne kontrola rozměrů operátorem v obrobě s četností každého 10. kusu.

V příloze 9 se nachází výrobní výkres daného přípravku. V tab. 2.3 představuje ukázkou popisu jednotlivých úkonů v operaci 030 v technologickém postupu společnosti. V tab. 2.4 nástrojového listu je zahrnut seznam nástrojů využívaných k CNC obrábění v operaci 030.

Tab. 2.3 Technologický postup – operace 030.

TECHNOLOGICKÝ POSTUP – OPERACE 030		LIST / LISTŮ: 1 / 1
NÁZEV SOUČÁSTI:	SPOUŠŤ	ČÍSLO SOUČÁSTI: 138318
MATERIÁL: 12 051	VÝROBCE: ALFA-PROJ	

ČÍSLO OPERACE:	STŘEDISKO:	NÁZEV STROJE:	POPIS OPERACE:
030	50021000	Cincinnati Arrow 2 0481301	<p>Upnout 2+2 kusy</p> <p>Odfrézovat vtok</p> <p>Frézovat na tloušťku 6,3+0,05 (+ přídavek pro broušení)</p> <p>Frézovat tvar jazýčku spouště</p> <p>Frézovat drážkování do hloubky 0,2</p> <p>Frézovat zaoblení jazýčku spouště R2</p> <p>Frézovat odlehčení spouště na šířku 5,7-0,15</p> <p>Navrtat, vrtat, vystružit Ø2,98 H7 a Ø2,5 D9</p> <p>Odstranit ostříny!</p> <p>KONTROLOVAT</p> <p>1) Ø2,98 H7</p> <p>2) Ø2,5 D9</p> <p>3) 6,3+0,05 (5,99-0,03 + přídavek pro broušení)</p> <p>4) 5,7-0,15</p> <p>KONTROLA V OTK</p>

Tab. 2.4 Nástrojový list k operaci 030.

NÁSTROJOVÝ LIST – OPERACE 030		LIST / LISTŮ: 1 / 1	
STROJ: CINCINNATI ARROW 2		ČÍSLO SOUČÁSTI: 138318	
NÁZEV NÁSTROJE:	VÝROBCE:	OZNAČENÍ VÝROBCE:	MATERIÁL:
Vrták (Ø2,8 mm)	ZCC-CT	1534SU03-0280	SK
Vrták (Ø2,4 mm)	ZCC-CT	1534SU03-0240	SK
Výstružník (Ø2,5 D9 mm)	FINAL Tools s. r. o.	6307-010	SK
Speciální výstružník (Ø2,98 mm)	-	-	HSS
Středící vrták (Ø2 mm)	MASTERCUT	700-304	HSS
Stopková fréza (Ø10 mm)	MASTERCUT	309-228	SK
Stopková fréza (Ø4 mm)	MASTERCUT	309-214	SK
Stopková fréza (R2)	NACHREINER	E.7659.0.0200	SK
Speciální drážkovací fréza R0,5	-	-	HSS

Kontrola v OTK

Kontrola v OTK je ve společnosti ALFA-PROJ v technologickém postupu zahrnuta do operace 030.

Kontrola se vždy provádí dle schválené výrobní dokumentace (kapitola 2.5). Četnost průběžné pooperační kontroly je 2× za směnu a obvykle se rozměry kontrolují během začátku a konce směny. Náhodným výběrem se vybere určitý počet již obrobených součástí ze série a odešlou se do OTK. Kontrolují se pouze vybrané rozměry, u kterých hrozí vlivem upínání do CNC přípravku nedodržení tolerance.

2.6.4 Operace 040

Operace 040 spočívá ve frézování tvaru okolo díry Ø2,5 D9 mm na poloměr R2,5 mm. Jedná se o CNC frézování. To znamená, že se využívá CNC obráběcí centrum – Cincinnati Arrow 2 (jako u předchozí operace 030). Nástrojem je SK stopková fréza (Ø4 mm) MASTERCUT 309-214 a spouště se upínají do CNC přípravku APU-00219 (kapitola 2.2.3). Lze obrábět 5 obrobků najednou.

2.6.5 Operace 050

Operace 050 je omílací. Obrobky vzniklé předešlou operací mají ostré hrany po celém obvodu obrobku. Ostřiny se procesem omílání odstraňují.

V kapitole 2.2.5 se nacházejí podrobné informace o procesu omílání spouští. K omílání spouští se v této operaci používá opět omílací stroj Rösler (obr. 2.17) či omílací stroj Walt (obr. 2.17).

Omílací stroje Walt nebo Rösler se dávkují po 200 kusech spouští. Vyrobená dávka se dle technologického postupu omílá 120 ± 20 minut.

2.6.6 Operace 060

V operaci 060 se srážejí hrany u již vyvrtaných děr $\varnothing 2,98$ H7 mm a $\varnothing 2,5$ D9 mm (kapitola 2.2.6). Hrany děr se srážejí z obou stran na $0,3 \times 45^\circ$ pomocí standardního HSS vrtáku $\varnothing 4$ mm na stolní vrtačce.

2.6.7 Operace 070

V operaci 070 se frézuje záchyt kohoutu (drážka) na spoušti. Spoušť se upíná do speciálního přípravku na horizontální frézce. K frézování drážky se používá speciální fréza APN-00095.

Drážka se nehrubuje, vytváří se na jeden záběr frézy (kapitola 2.2.2). V OTK se u prvního kusu z výrobní dávky zjistí pozice záchyty kohoutu vůči díře $\varnothing 2,5$ D9 mm a její hloubka dle předepsaných rozměrů ve výrobní dokumentaci (příloha 2). U dalších kusů se dle nařízení z OTK upraví nastavení pozic na frézce. V průběžné pooperační kontrole se kontroluje každý 100. kus. Kontrola v OTK je podle technologického postupu zahrnuta do operace 070.

2.6.8 Operace 080

Operace 080 – odstranění ostřin na stranách spouště vzniklých po vyfrézování záchyty kohoutu. Ostřiny se odstraňují ručně pomocí pilníku (kapitola 2.2.6).

2.6.9 Operace 090

U spouští v operacích 090 a 100 probíhá dokončovací operace – broušení (kapitola 2.2.4).

Nejprve se brousí pravá strana spouště na tloušťku 6,09 mm. Na konečný rozměr 5,99-0,03 mm se součást brousí na levé straně spouště. Pomocí posuvného měřidla se kontrolují obě tloušťky 6,09 mm a 5,99-0,03 mm.

V Operaci 090 se brousí plochy na rovinné brusce BPH 20. K upnutí spouští se používá speciální magnetický přípravek APU-00019. K této dokončovací operaci

ocelových spouští se používá brousicí kotouč TYROLIT 250×40×75 98A60K9V3. Materiál kotouče je umělý korund s keramickým pojivem. Jako procesní kapalina se využívá emulzní olej PARAMO ERO-SB.

2.6.10 Operace 100

V operaci 100 se brousí pouze tvar jazýčku spouště. Operace probíhá na brusce BNT, kde se součást ručně přikládá k brousicímu kotouči.

K broušení jazýčku spouště se postupně využívají tyto nástroje:

- keramický brousicí kotouč – hrncový TYROLIT, TN 427846, 200×40×51 mm umělý korund,
- brousicí lamelový kotouč OK FLEX, 175×30 P180 CZ, smirkové lamely + speciální pojivo,
- kotoučový kartáč KART 250×25, 1211050, ocelové dráty 0,1 mm.

2.6.11 Operace 110

V rámci kooperace se spouště zasílají do kalírny. Tepelnému zpracování (kapitola 2.3) předchází odmaštění součástí a jejich předehřev. Na spouštích probíhá kalení a zároveň popouštění na 53-5 HRC. Procesu kalení předchází cementování součástí.

Předehřev

- ohřev na teplotu 780 °C,
- výdrž na teplotě 10 minut.

Cementace

- ohřev na teplotu 900–920 °C,
- výdrž na teplotě 90 minut.

Kalení

- ohřev na teplotu 840–850 °C,
- výdrž na teplotě 10 min,
- chlazení v olejové lázni o teplotě 60 °C,
- výdrž v lázni 15 min.

Popouštění

- ohřev na teplotu 360–380 °C,
- výdrž na teplotě 120 min,
- chlazení vzduchem.

Po zhotovení se spouště zasílají zpět do společnosti ALFA-PROJ spolu s protokolem o měření tvrdosti.

2.6.12 Operace 120

Operace 120 je brynýrovací. V brynýrovací lázni jsou spouště ponořeny minimálně na 30 minut. Čím déle jsou součásti ponořeny v lázni, tím je spolehlivější požadované povrchové úpravy spouště. Teplota procesu je 140 °C. Po procesu se spouště opět oplachují a následně ponoří do konzervační lázně, aby se zamezilo vzniku koroze na povrchu (kapitola 2.4).

2.6.13 Operace 130

V operaci 130 dochází k ruční úpravě – vystružení díry Ø2,98 H7 mm (kapitola 2.2.6). Dle technologického postupu se již vyvrtaná díra vystružuje pomocí běžného HSS výstružníku Ø2,98 mm. Využívá se stolní vrtačka a speciální přípravek (obr. 2.18) k nehybnému upnutí spouště.

Do díry Ø2,98 H7 mm se po operaci 140 lisuje kolík 138399 (příloha 14). Ze součásti se tak stává sestava spoušť + kolík s výrobním výkresem 138108 (příloha 3).

2.6.14 Operace 140

Operace 140 je dokončovací. Spouště se zasílají do brusírny ve společnosti, kde se na rovinné brusce BPH 20 (obr. 2.11) odstraňuje přídavek na obrábění spouště v místech spoušťového ozubu. Používá se přípravek APU-00068 (příloha 11). Přídavek se brousí na rozměr 8,5+0,05 mm od díry Ø2,5 D9 mm (kapitola 2.2.4).

2.7 Výrobní chyby a jejich příčiny

Spouště vyráběné v současných přípravcích dle aktuálního technologického postupu se potýkají se značnou nepřesností jejich výroby. Reálné rozměry jednotlivých spouští se často pohybují ve větších odchylkách od nominálních rozměrů, než má výkresová dokumentace předepsanou toleranční mez. Výsledkem je množství neshodujících se součástí, které se v oddělení montáže podle vyrobených rozměrů třídí pro montáž výběrem. Pokud obrobené díry nebudou kolmé k plochám, hrozí

problém s montáží dílů do sestavy a zároveň potíž s celkovou funkčností součásti v revolveru. Jednotlivé sestavy revolverů se však důkladně otestují a je nepravděpodobné, že by se k zákazníkovi dostaly vadné revolvery. Doba montáže a testů se kvůli těmto výrobním chybám značně prodlužuje.

Tato kapitola 2.7 se zaměřuje na výrobní chyby v současné výrobě spouště. Z nich se následně vychází u vytvořených návrhů v následující kapitole. Ke zjištění základní příčiny nepřesnosti výroby se dospělo využitím praktického zjišťování vzniklých problémů – metodou 5 Proč.

5 Proč

Jedná se o metodu (z anglického názvu 5 Whys) zjištění skutečné příčiny, kterou je u výroby spouště nepřesnost obráběných ploch. Postup hledání příčiny vzniká na základě kladení otázky „Proč?“. Na obr. 2.27 je tento postup hledání příčiny zobrazen.



Obr. 2.27 Zjištění příčiny metodou 5 Proč.

2.7.1 Problematické upínání do CNC přípravku

Nepřesnost vzniká v samém počátku výroby – v operaci 030, kdy dochází k CNC obrábění většiny ploch na odlitku (kapitola 2.6.3). Odlitky se opírají svou neobrobenou levou boční plochou o dno přípravku APU-00197 (kapitola 2.2.3). Čelistmi přípravku se součást upíná v místech jejího obvodu.

Největším problémem je upnutí každé součásti do stejné pozice. Přípravek je uzpůsoben tak, že v něm, bohužel, lze spouště upnout v několika pozicích a je jen na zkušenostech a znalostech operátora, zda dokáže těmto chybám rektifikací předejít.

2.7.2 Chyba operátora

Výrobní proces ve společnosti nejčastěji probíhá ve dvousměnném provozu. Provedení operace 030 na CNC obráběcím centru není přidělena jedinému operátorovi. Absencí znalostí v upínání a někdy i lehkomyšlným přístupem pracovníků mohou vznikat chyby v upínání, které se projevují na vzniklých obrobených plochách.

Původem vzniku chyb může být i pracovní prostředí a manipulace. Spouště jsou malých rozměrů i nízké hmotnosti a jejich upínání do CNC přípravku může způsobovat potíže. Navíc Cincinnati Arrow 2 nemá instalované osvětlení a pracovník tak může mít omezenou viditelnost.

Obecně každý přípravek by měl být navržen tak, aby předcházel vzniku chyb v důsledku změny operátora.

2.7.3 CNC přípravek je nevhodný

Pokud vznikají problémy s upínáním, které opakovaně způsobují operátoři, je zapotřebí vytvořit přípravek, kterým se součásti budou upínat do stejných pozic. Přípravek APU-00197 je pro počáteční operaci CNC obrábění nevhodný.

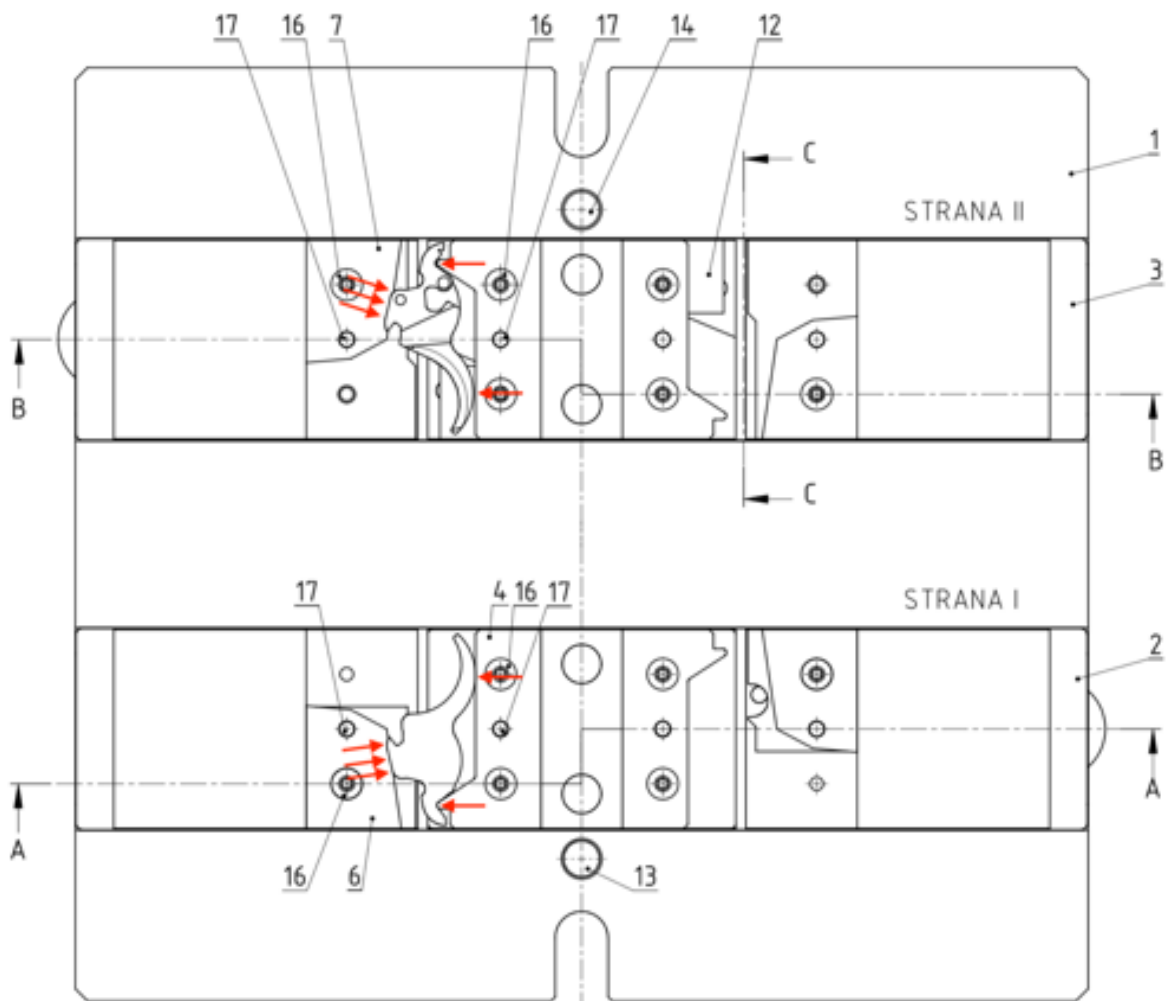
2.7.4 Součást se upíná za neobrobenou plochu

Čelistmi přípravku APU-00197 se součást upíná v místě jejího obvodu (obr. 2.28). Čelisti mají rovné kontaktní plochy, které jsou vůči dnu přípravku kolmé. I když se jedná o výrobu přesných odlitků metodou vytavitelného modelu, jež je jednou z nejpresnějších metod lití, odlité plochy spouští malých rozměrů nejsou ideálně rovné. Pokud se upne součást s nerovnými plochami, čelisti přípravku přilnou ke křivé ploše na obvodu spouště a celá součást se nakloní. Čelisti jsou chybně navržené a namísto toho, aby součást svým tvarem tlačily do přípravku, tak se z něj spouště během obrábění uvolňují. Obrobek může nepatrně změnit svou polohu.

Levý bok odlitku nesedí celou svou plochou na ploše přípravku, neboť je na této straně odlitku několik nedostatků. Na levém boku spouště se nacházejí nálitky a označení ze slévárny (obr. 2.29). Obě boční roviny je vhodné obrousit a odstranit tak nerovnosti na plochách. Tvar odlitku však brání dokončovací operaci provést.

2.7.5 Vtok brání obroušení ploch

Současná pozice zbytkové části vtoku (obr. 2.1) zabraňuje odstranit plochy broušením před CNC obráběním. Jednou z možností je frézováním odstranit vtok pomocí konvenční frézky a následně plochy upravit na vodorovné rovinné brusce. Tato metoda se však pro společnost projevila jako nevyhovující. Pro zlepšení přesnosti výroby spouští je nejvhodnější alternativou změnit pozici vtokového kanálu na odlitku. S tím je spojena úprava licí formy.



Obr. 2.28 Oblast kontaktu CNC přípravku se součásti.



Obr. 2.29 Detail levé boční plochy odlitku spouště.

3 NOVĚ NAVRŽENÁ VÝROBA SPOUŠTĚ

V návaznosti na zjištění výrobních chyb technologického postupu se vytvořil soubor návrhů ke změně výroby spouště. Navržené změny se během časového rozpětí tvorby diplomové práce ve společnosti ALFA-PROJ začaly postupně realizovat. Autor diplomové práce byl součástí pracovního kolektivu zabývajícího se zmíněnými návrhy na změnu ve výrobě spouště.

Veškeré návrhy změn jsou v rámci terminologie pojaty jako nové možnosti řešení. Změny ve výrobě byly detailně projednávány v době zadávání studie. Výhodou bylo poskytnutí 20 kusů zkušebních vzorků odlitků ze slévárny, u kterých během tvorby této studie proběhly určité výrobní operace. Navržená výroba spouští se tak mohla reálně otestovat. Na obrobených vzorcích se na základě experimentu v kapitole 4 ověřily důležité rozměry při měření v OTK. Vzorky se následně porovnaly se současnou výrobou spouště a výsledky vyhodnotily v kapitole 5.

3.1 Problematika současné výroby

Současná výroba spouští dle aktuálního technologického postupu se potýká se značnou nepřesností její výroby. Na základě dlouhodobého měření rozměrů v OTK bylo zjištěno, že reálné rozměry většího množství spouští se často pohybují v odchylkách od nominální hodnoty větších, než je na výkresové dokumentaci předepsaná toleranční mez.

Hlavní problematika výroby spouště současným způsobem je detailně popsána v kapitole 2.7 Výrobní chyby a jejich příčiny. Metodou 5 Proč byla zjištěna kořenová příčina nepřesnosti výroby (obr. 2.27).

3.2 Racionalizační změny ve výrobě

Přesnost výroby je ve zbrojním průmyslu důležitá a se spouštěmi je, kvůli současnému stavu odlitku, problém požadované přesnosti spolehlivě dosáhnout. Kvůli tomu se navrhly racionalizační změny.

Cílem bylo navrhnout postup výroby, při kterém dojde ke zvýšení přesnosti vyrobených dílů. U tvarově složitého odlitku vzniká problém s upínáním v přípravcích. Tento problém se týká i spouští. Z výše uvedeného důvodu se přistoupilo k několika úpravám ve výrobě.

- Upnutí součásti v CNC přípravku nikoliv za konturu, ale za její boční plochy během obrábění děr, z jejichž osové vzdálenosti (X a Y) se celá součást vyrovnává. Hlavním důvodem upínání součásti za boční broušené plochy je dodržení kolmosti vůči obráběným dířům. Ve výrobní dokumentaci navíc není tato kolmost zahrnuta, i když hraje významnou roli pro funkčnost spouště v sestavě.
- Zbrousit boční plochy odlitků na přesné, vzájemně rovnoběžné roviny. Z této rovnoběžnosti lze následně vycházet při upínání do nového CNC přípravku. Obrobek se do přípravku uchytí za broušené roviny.

- Změnou licí formy úpravou pozice vtokového kanálu lze realizovat operaci broušení (kapitola 2.7.5).
- Na CNC obrábění děr byl navrhnout přípravek na APU-00292 (obr. 3.5) během tvorby této studie. Přípravek však není určen ani navrhnout k CNC obrábění ostatních ploch, které se provádějí během jediné operace. To znamená, že operace 030 se musí rozdělit na více operací.

Kvůli tomu, že se již ve společnosti odsouhlasil návrh změny licí formy z důvodu pozice vtokového kanálu, navrhly se další úpravy ve formě, které mohou výrobu spouště ještě zefektivnit.

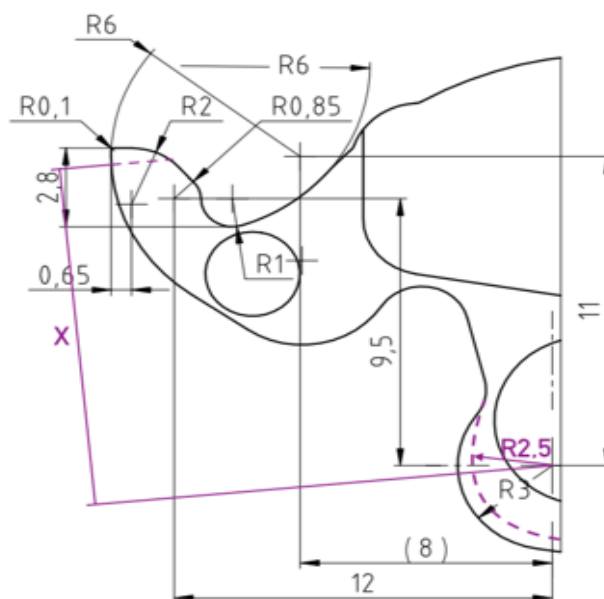
3.2.1 Vyloučení výrobních operací

Dalším návrhem změn souvisejícím se úpravou licí formy spouští je vynechání výrobních operací, ve kterých se obrábí technologické přídavky na odlitku. Jedná se o obrábění, v němž vzniká plocha a upravuje se velikost poloměru.

Zrušení operace 040

Operace 040 (kapitola 2.6.4), při které dochází k CNC obrábění přídavku R3 mm na poloměr R2,5 mm (obr. 3.1), lze zcela vyřadit pouhou úpravou licí formy na poloměr R2,5 mm.

Poznámka: Obr. 3.1 vychází z výkresové dokumentace odlitku navržené výroby (příloha 4). Slouží pouze jako vizuální pomůcka k pochopení dané problematiky (úhel plochy či tvar poloměru se u reálných součástí a na novém výkresu mohou lišit).



Obr. 3.1 Obrábění obrobku v operaci 040 a 140.

Zrušení operace 140

V operaci 140 se brousí plocha na spoušťovém ozubu (blízko záchyty kohoutu) ve vzdálenosti 8,5+0,05 mm od díry $\varnothing 2,5$ D9 mm (obr. 2.14). Během této operace dochází k častým problémům při upínání součástí do přípravku APP-00068 (kapitola 2.2.4). Vyrovnání součásti v přípravku vychází z výrobního výkresu sestavy 138108 (příloha 3).

Přípravek je nevhodně navržen a každou součást je zapotřebí individuálně vyrovnávat natočením přípravku. Samotné vyrovnání je pro tuto operaci jedinečné a liší se od vyrovnání v ostatních operacích.

Navíc je měření vzdálenosti 8,5+0,05 mm v OTK komplikované. Vzdálenost je nutné měřit na měřicím mikroskopu Carl Zeiss – Jena. K měření se používá speciální přípravek APM-00310, který není pro tento způsob vyrovnání vhodný. Upnout soustavu přípravku + spoušť do mikroskopu způsobuje značné problémy.

Shrnutí: Pokud se licí forma na odlitky upraví v místě poloměru R2 na rovinu (obr. 3.2), je možné celou operaci 140 vynechat. Výroba přesných odlitků metodou vytavitelného modelu by měla teoreticky zajistit takovou přesnost v této části odlitku, že se spoušťový ozub nebude muset obrábět.

3.2.2 Nová forma na odlitky

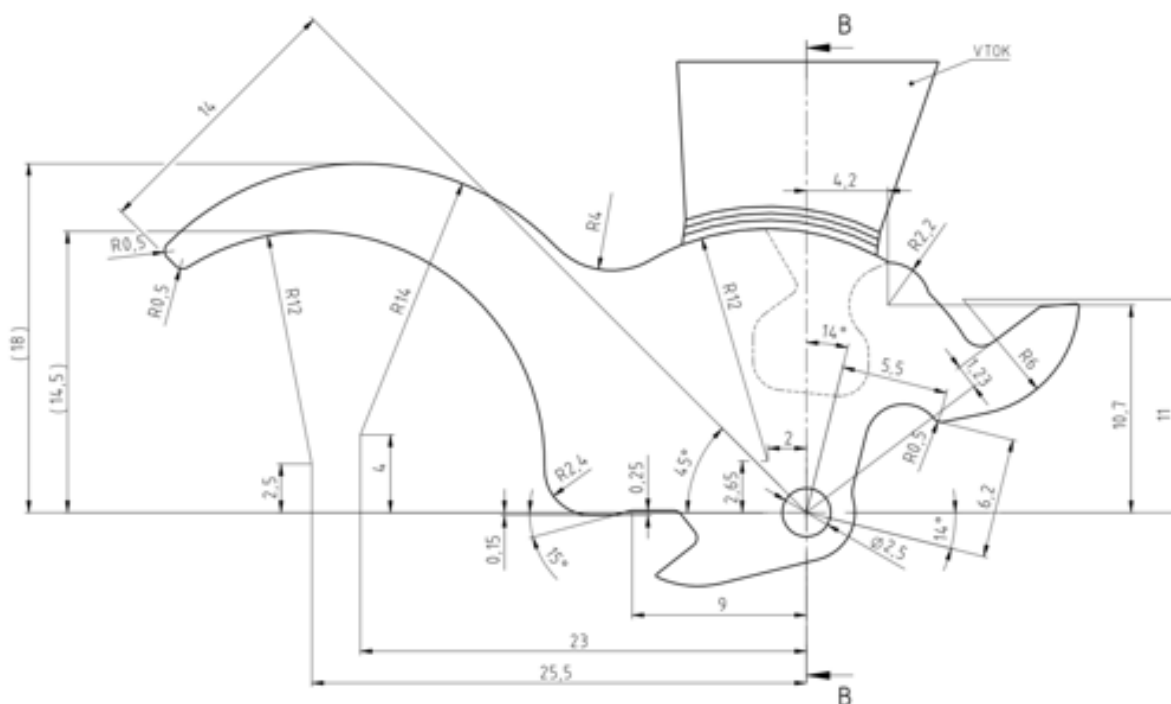
Současná pozice vtokového kanálu brání návrhu brousit boční plochy před CNC obráběním technologických děr $\varnothing 2,5$ D9 mm a $\varnothing 2,98$ H7 mm, na jejichž přesném obrobení je závislá celková přesnost výroby této součásti. Pokud by došlo k přemístění vtokového kanálu mimo tyto plochy, je možné tento návrh změny realizovat.

Poznámka: Kvůli tomu došlo již před zadáváním této studie k návrhu změny licí formy.

Vtokový kanál

Z důvodu možnosti broušení bočních ploch je nutné vtokový kanál vhodně umístit po obvodu spouště. Pozice se zkonzultovala s odborníky ve slévárně (dodavatelé) a dospělo se k závěru, že nejvhodnější umístění vtokového kanálu bude v místech poloměru R12 mm (obr. 3.2). Aby se odlitek mohl upnout do CNC přípravků v obrobě společnosti ALFA-PROJ, zadal se požadavek na délku zbytku vtoku maximálního rozměru 2 mm. Licí forma se upravila následně tak, aby bylo možné zajistit jeho odstranění. Spouště se od vtokového kanálu nebudou již oddělovat řezáním. Vtok se oddělí odlomením v místech vzdálených cca max. 2 mm od odlitku spouště (obr. 3.3). Na obr. 3.4 je zobrazena ukázka odlitého stromečku se 49 spouštěmi.

Poznámka: Vtokový kanál je upraven tak, aby se dal jednoduše v těchto místech odlomit. Na způsob lití to nemá žádný vliv a zároveň se snižuje i pracnost výroby odlitků [17].



Obr. 3.2 Nová pozice vtokového kanálu na odlitku.



Obr. 3.3 Tvar nového odlitku [17].



Obr. 3.4 Odlitý stromeček (vtok + 49 spouští) [17].

Přidavky na obrábění

Odstraněním přídavku poloměru R3 a nahrazením jej konečným poloměrem R2,5 mm okolo díry $\varnothing 2,5$ D9 mm z operace 040 (kapitola 3.2.1) umožní vynechat tuto operaci a již spoušť v těchto místech neobrábět.

Vytvořením plochy v místech poloměru na spoušťovém ozubu broušení plochy na vzdálenost $8,5+0,05$ mm od díry $\varnothing 2,5$ D9 mm (obr. 2.14) z operace 140 ztrácí význam.

Z obr. 3.3 je patrné, že se odlitek opatřil přídavkem na obrábění v místech budoucího vzniku díry $\varnothing 2,98$ H7 mm. Do díry se lisuje kolík, prodloužená díra kolík lépe zajistí. Kolíky současné výroby vlivem malé hloubky vyvrtané díry se často uvolňují.

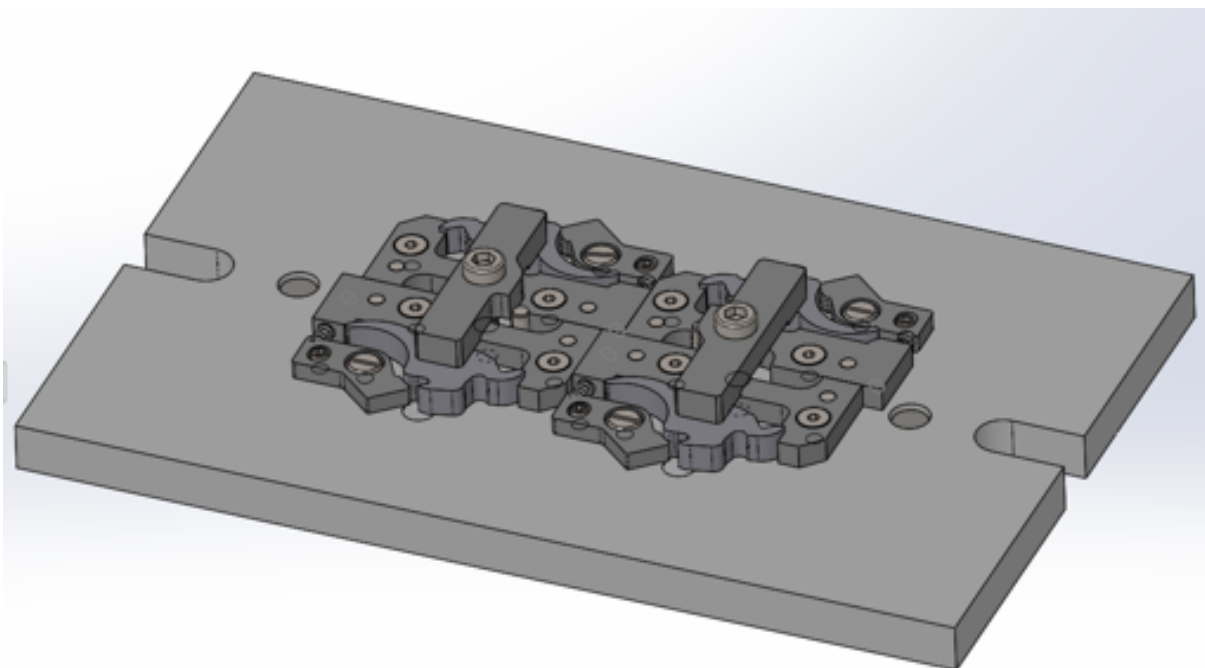
3.2.3 Nové přípravky

Se změnou způsobu výroby souvisí i nahrazení současných přípravků za nové. Změna se týká obráběcí operace 030 na CNC obráběcím stroji a dokončovací operace 090.

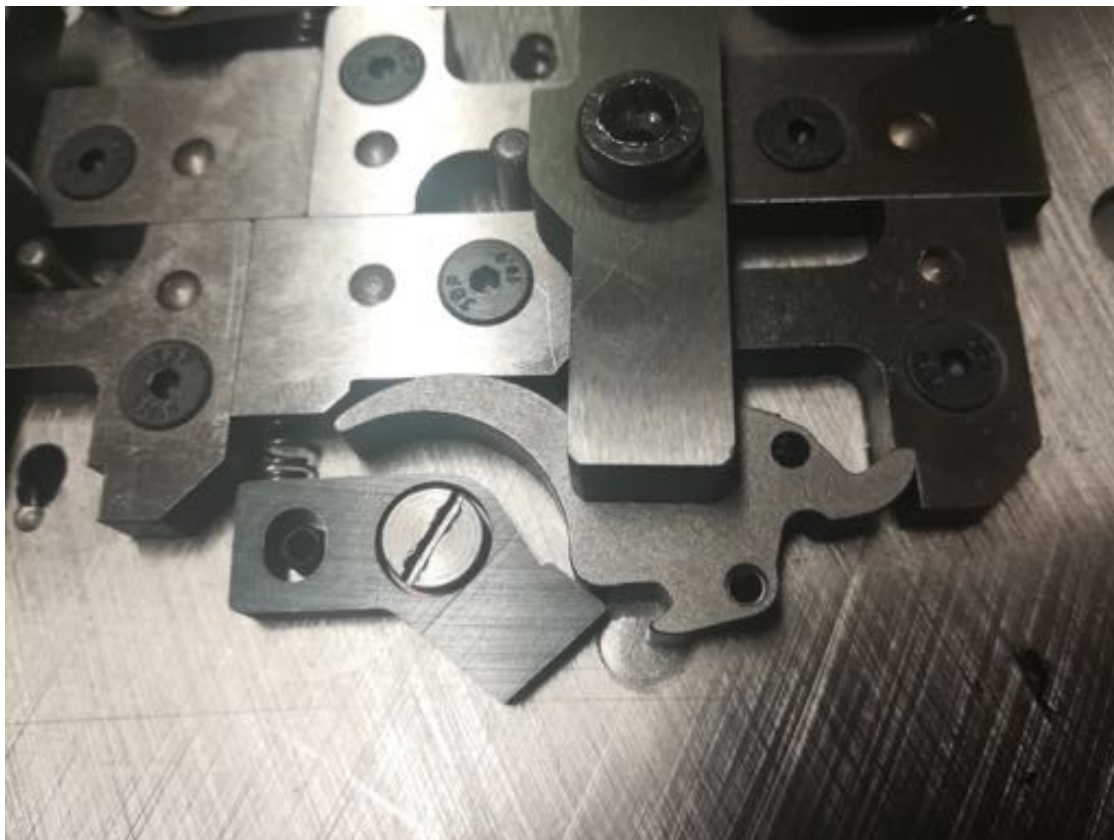
Přípravek na CNC obrábění děr APU-00292

Nově navržený přípravek APU-00292 je určen k obrábění děr $\varnothing 2,5$ D9 mm a $\varnothing 2,98$ H7 mm. Upíná se do CNC obráběcího centra Cincinnati Arrow 2. Opět se jedná o obrábění z obou stran 2+2 (stejně jako u přípravku APU-00197, kapitola 2.2.3). Na obr. 3.5 je zobrazeno upnutí spouští do přípravku.

Přípravek je navržen pouze k obrábění děr. Spouště se pokládají na desku přípravku vždy jednou ze svých bočních ploch. Maximalizuje se tak vzájemný kontakt mezi přípravkem a obrobkem. Deska přípravku je opatřena dírami. Nacházejí se v místech vytvoření děr $\varnothing 2,5$ D9 mm a $\varnothing 2,98$ H7 mm na součásti. Důvodem jejich výskytu v přípravku je bezpečné obrobení děr zcela. Každá spoušť je uchycena boční otočnou opěrou opatřenou tlačnou pružinou. Čelisti již nemají kolmé plochy vůči desce přípravku, nýbrž jsou zkosené. Tato skutečnost zabraňuje nežádoucímu naklonění součásti během upínání. K desce jsou obrobky uchyceny dvěma přídržnými upínkami. Spouště jsou tak pevně uchyceny ze všech stran a teoreticky není možné, že by došlo k jejich uvolnění během obrábění.



Obr. 3.5 Způsob upnutí spouští do přípravku APU-00292.



Obr. 3.6 Reálné upnutí spouště do přípravku APU-00292.

Přípravek na CNC obrábění děr APU-00294

Protože zmíněnými návrhy došlo ke změně pozice vtoku na odlitku, vznikl problém s jeho odstraněním. Jak CNC přípravek APU-00197, tak ani nový CNC přípravek na obrábění děr nejsou navrženy tak, aby bylo možné vtok na nové pozici frézovat. Byl tedy dočasně navrhnout přípravek APU-00294 (obr. 3.7), který slouží pouze k odstranění zbytkové části vtoku. Způsob upínání součástí je podobné jako u přípravku APU-00292 (obr. 3.8). Nejedná se však o obrábění obou stran, nýbrž jsou obrobky na desku přípravku pokládány svou pravou boční stranou. Přípravek je sestaven tak, aby došlo k odstranění vtoku u 4 spouští během jednoho cyklu. Boční čelisti jsou opatřeny prostorem v místech zbytkové části vtoku.



Obr. 3.7 Způsob upnutí spouští do přípravku APU-00294.



Obr. 3.8 Detail upnutí spouště do přípravku APU-00294.

Přípravek na broušení tloušťky

Pokud dojde ke zbroušení bočních ploch již v prvních fázích výroby spouště, je možné zefektivnit operaci finálního broušení přídavek. Použitím nového přípravku (obr. 3.9) upínajícího spouště za boční plochy, lze celkovou operaci broušení teoreticky zefektivnit. Přípravek nahrazuje speciální magnetický přípravek APU-00019. Navrženým přípravkem je možné obrábět plochy na třech spouštích najednou. Obrobky se k desce přípravku uchycují čelistmi za část jazýčku spouště. Výhodou tohoto přípravku je, že po obrobení jedné strany na tloušťku 6,09 mm stačí přípravek se spouštěmi otočit a lze obrábět druhou stranu spouště na konečných 5,99-0,03 mm. Vše probíhá na jediném upnutí všech 3 spouští.

Poznámka: Upnutá spoušť na obr. 3.9 je neshodný produkt a ilustruje pouze způsob uchycení do přípravku. Tento přípravek zatím nemá žádné označení a je ve fázi testování.



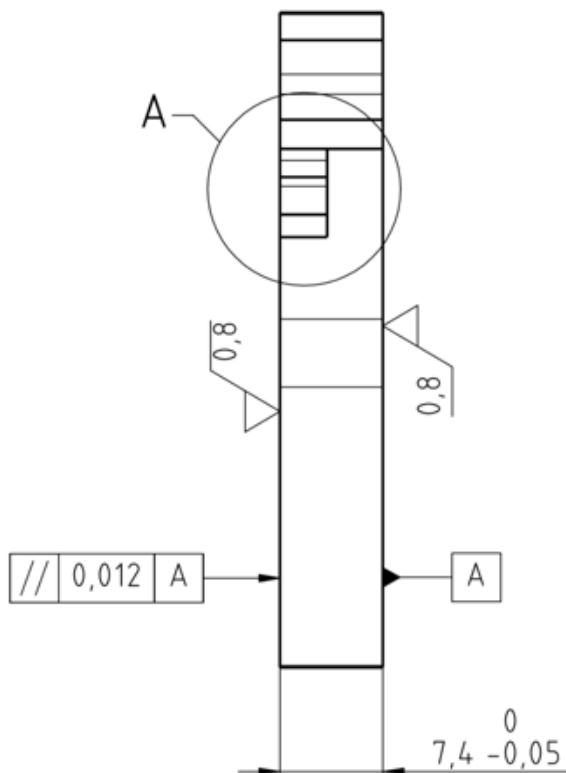
Obr. 3.9 Upnutí spouště ve speciálním přípravku pro broušení tloušťky.

3.2.4 Změny ve výrobní dokumentaci

Nově navrženou výrobu spouště je nutné zahrnout do výrobní dokumentace. Zejména výrobní výkresy bylo nutné upravit dle navržených požadavků. Výrobní dokumentaci obsahuje:

- hlavní výrobní výkres 138318L1 (příloha 5),
- výrobní výkres k dokončování ploch 138318L2 (příloha 6),
- výrobní výkres odlitku 138318L3 (příloha 4).

Výrobní dokumentaci tým konstruktérů upravil do nové podoby. K dokončování ploch se vytvořil nový výrobní dokument 138318L2, ve kterém je již zahrnuta geometrická tolerance – rovnoběžnost s maximální odchylkou 0,012 mm (obr. 3.10).



Obr. 3.10 Požadavek na broušení – rovnoběžnost ploch 0+0,012 mm.

3.2.5 Změny v technologickém postupu

Nově navrženou výrobu spouště je nutné zahrnout do TPV dokumentace. Technologický postup se v rámci změn upravil tak, aby se provedené návrhy neprováděly jen u jednotlivých zkušebních vzorků, ale bylo možné je okamžitě uvést do sériové výroby spouští. Úpravou licí formy je možné vynechat určité operace (kapitola 3.2.2) a zároveň některé přibyly v rámci návrhu teoretického zlepšení přesnosti výroby.

Tab. 3.1 představuje přehled nově navržené struktury technologického postupu. Oranžovým písmem jsou v tabulce zvýrazněny operace se zásadními změnami do postupu.

Tab. 3.1 Struktura nově navrženého technologického postupu

TECHNOLOGICKÝ POSTUP - STRUKTURA		LIST / LISTŮ: 1 / 1
NÁZEV SOUČÁSTI:	SPOUŠŤ	ČÍSLO SOUČÁSTI: 138318
MATERIÁL: 12 051	VÝROBCE: ALFA-PROJ	

ČÍSLO OPERACE:	POPIS OPERACE:
010	Žihání normalizační Žihání naměkko
020	Omílání
030	Broušení ploch
040	Omílání
050	CNC Frézování
060	CNC Vrtání děr
070	CNC Frézování Kontrola rozměrů v OTK
080	Omílání
090	Zámečnická práce – sražení hran
100	Frézování záchyту kohoutu Kontrola rozměrů v OTK
110	Zámečnická práce – odstranění ostřin
120	Broušení – tloušťka součásti
130	Broušení – tvar jazýčku spouště
140	Kalení Popouštění
150	Brynýrování
160	Vystružení díry

3.3 Nově navržený technologický postup

Stejně jak tomu bylo v technologickém postupu současné výroby (kapitola 2.6), je i v této kapitole podrobně rozepsán sled operací. Změny ve výrobním procesu se projeví jen v určitých etapách výroby. Operace, ve kterých nedošlo ke změnám, se odkazují na operace současné výroby.

3.3.1 Operace 010

Tepelné zpracování – žíhání spouští se v rámci kooperace v návrzích nemění. Průběh operace je vysvětlen v kapitole 2.6.1 aktuálního technologického postupu – operace 010.

3.3.2 Operace 020

Omílání po tepelném zpracování se v návrzích nemění. Průběh operace je vysvětlen v kapitole 2.6.2 aktuálního technologického postupu – operace 020.

3.3.3 Operace 030

V operaci 030 dochází k broušení ploch (levé i pravé) odlitku spouště na výslednou tloušťku 7,4-0,05 mm (obr. 3.1).

Plochy odlitku se brousí na rovinné brusce BPH 20 (obr. 2.11). Na obr. 3.11 je znázorněn způsob umísťování spouští na stroji. Opět se jedná o ilustrativní neshodné produkty.

K této dokončovací operaci ocelových spouští se používá stejný brousicí kotouč a procesní kapalina jako v současné výrobě (kapitola 2.6.9).



Obr. 3.11 Ukázka umísťování spouští v rovinné brusce BPH 20.

3.3.4 Operace 040

Po broušení ploch vzniknou na kontuře spouští ostré hrany, které mohou ohrozit bezpečnost při následné manipulaci. Spouště se tedy před CNC obráběním omílají.

V kapitole 2.2.5 je vysvětlen omílací proces ve společnosti ALFA-PROJ. Dávka po 200 kusech spouští se omílá 120 ± 20 min.

3.3.5 Operace 050

V této operaci je nutné odfrézovat zbytkovou část vtokového kanálu. Probíhá na CNC obráběcím centru Cincinnati Arrow 2. Spouště se upínají do přípravku APU-00294 (obr 3.7, příloha 13) o celkovém počtu 4 ks. Tato operace je dočasnou metodou odstranění vtoku, neboť uzpůsobení přípravku APU-00292 či APU-00197 neumožňují frézování v těchto místech.

3.3.6 Operace 060

V operaci 060 dochází k obrábění děr $\varnothing 2,5$ D9 mm a $\varnothing 2,98$ H7 mm.

Spouště mají již zbroušené plochy, které jsou vůči sobě téměř rovnoběžné. Z této rovnoběžnosti ploch se v operaci 060 vychází a spouště se upínají za tyto plochy novým přípravkem APU-00292 do CNC obráběcího centra Cincinnati Arrow 2 (kapitola 3.2.3). V tab. 3.2 nástrojového listu je zahrnut seznam nástrojů využívaných k CNC obrábění děr v operaci 060.

Tab. 3.2 Nástrojový list k operaci 060.

NÁSTROJOVÝ LIST – OPERACE 060		LIST / LISTŮ: 1 / 1	
STROJ:	CININNATI ARROW 2	ČÍSLO SOUČÁSTI:	138318

NÁZEV NÁSTROJE:	VÝROBCE:	OZNAČENÍ VÝROBCE:	MATERIÁL:
Vrták ($\varnothing 2,8$ mm)	ZCC-CT	1534SU03-0280	SK
Vrták ($\varnothing 2,4$ mm)	ZCC-CT	1534SU03-0240	SK
Výstružník ($\varnothing 2,5$ D9 mm)	FINAL Tools s. r. o.	6307-010	SK
Speciální výstružník ($\varnothing 2,98$ mm)	-	-	HSS
Středicí vrták ($\varnothing 2$ mm)	MASTERCUT	700-304	HSS

3.3.7 Operace 070

CNC obrábění – frézování se v návrzích téměř nemění. Vynechány jsou pouze úseky vrtání děr $\varnothing 2,5$ D9 mm a $\varnothing 2,98$ H7 mm včetně využití nástrojů k jejich obrábění a kontroly rozměrů. Průběh operace je vysvětlen v kapitole 2.6.3 současného technologického postupu – operace 030. V tab. 3.3 nástrojového listu je zahrnut seznam nástrojů využívaných k CNC obrábění v operaci 070.

Tab. 3.3 Nástrojový list k operaci 070.

NÁSTROJOVÝ LIST – OPERACE 070		LIST / LISTŮ: 1 / 1	
STROJ: CINCINNATI ARROW 2		ČÍSLO SOUČÁSTI: 138318	
NÁZEV NÁSTROJE:	VÝROBCE:	OZNAČENÍ VÝROBCE:	MATERIÁL:
Stopková fréza ($\varnothing 10$ mm)	MASTERCUT	309-228	SK
Stopková fréza ($\varnothing 4$ mm)	MASTERCUT	309-214	SK
Stopková fréza (R2)	NACHREINER	E.7659.0.0200	SK
Speciální drážkovací fréza R0,5	-	-	HSS

3.3.8 Operace 080

Omilání po se po CNC obrábění v návrzích nemění. Průběh operace je vysvětlen v kapitole 2.6.5 současného technologického postupu – operace 050.

3.3.9 Operace 090

Zámečnická práce – srážení hran se v návrzích nemění. Průběh operace je vysvětlen v kapitole 2.6.6 současného technologického postupu – operace 060.

3.3.10 Operace 100

Frézování záchytu kohoutu a kontrola rozměrů v OTK se v návrzích nemění. Průběh operace je vysvětlen v kapitole 2.6.7 současného technologického postupu – operace 070.

3.3.11 Operace 110

Zámečnická práce – odstranění ostřin se v návrzích nemění. Průběh operace je vysvětlen v kapitole 2.6.8 současného technologického postupu – operace 080.

3.3.12 Operace 120

V Operaci 120 se brousí plochy na rovinné brusce BPH 20. K upnutí spouští do stroje se nově používá speciální přípravek. Název není zahrnut v TPV dokumentaci. Do speciálního přípravku (obr. 3.9) se upínají 3 spouště v místě jazýčku. Nejprve se brousí pravá strana spouště na tloušťku 6,09 mm. Přípravek se následně otočí a dokončuje se levá strana spouště na konečný rozměr 5,99-0,03 mm. Pomocí posuvného měřidla se kontrolují obě tloušťky 6,09 mm a 5,99-0,03 mm.

K této dokončovací operaci ocelových spouští se používá stejný brousicí kotouč a procesní kapalina jako v současné výrobě (kapitola 2.6.9).

3.3.13 Operace 130

Dokončování – broušení tvaru jazýčku spouště se v návrzích nemění. Průběh operace je vysvětlen v kapitole 2.6.10 současného technologického postupu – operace 100.

3.3.14 Operace 140

Tepelné zpracování – kalení a popouštění spouště se v návrzích nemění. Průběh operace je vysvětlen v kapitole 2.6.11 současného technologického postupu – operace 110.

3.3.15 Operace 150

Brynýrování spouště se v návrzích nemění. Průběh operace je vysvětlen v kapitole 2.6.12 současného technologického postupu – operace 120.

3.3.16 Operace 160

Vystružování díry $\varnothing 2,98$ H7 mm se v návrzích nemění. Průběh operace je vysvětlen v kapitole 2.6.13 současného technologického postupu – operace 130.

4 EXPERIMENTÁLNÍ OVĚŘENÍ

V předchozí kapitole 3 se studie zabývala návrhy změn ve výrobě, které mohou teoreticky zlepšit výrobní přesnost ocelových spouští. V kapitole 4 je provedeno experimentální ověřování spouští vyrobených současnou a nově navrženou výrobou.

Dodavatel v rámci kooperace dodal společnosti ALFA-PROJ zkušební vzorky odlitků z nové licí formy. Během tvorby této studie proběhly hlavní výrobní operace.

Experiment se provedl v rámci měření rozměrů v Oddělení technické kontroly. Využily se konvenční měřidla a přístroje, kterými se běžně ve společnosti ocelové spouště měří. Vzorky nově navržených změn se následně v kapitole 5 porovnají se současnou výrobou spouště.

4.1 Ověřování spouští současné výroby

Experiment ověřuje splnění předepsané tolerance určitých rozměrů na spouštích. Jedná se o spouště vyrobené dle technologického postupu (kapitola 2.6). Měřených součástí bylo 20 ks a jednalo se o již zhotovené spouště připravené k montáži do zbraní.

Omezující podmínky

Vzhledem k tomu, že zkušebních vzorků nově navržené výroby je 20 ks, použil se k měření rozměrů stejný počet spouští současné výroby. Z důvodu nízkého počtu kontrolovaných kusů nebudou vyhodnocené údaje stoprocentně věrohodné ve vztahu k celkové výrobě, avšak se lze k přibližnému výsledku tímto počtem kusů alespoň teoreticky přiblížit.

Kontrolované rozměry (příloha 2):

- $\varnothing 2,5$ D9 mm,
- $\varnothing 2,98$ H7 mm,
- $14,05 \pm 0,05$ mm,
- $10,77 \pm 0,05$ mm,
- 2,25 mm.

Veškeré rozměry byly měřeny pomocí konvenčních ručních měřidel a přístrojů splňující podmínky uvedených v zákonu o metrologii. Zákon se zabývá povinností subjektů zajistit jednotnost a správnost měřidel a způsobu měření.

4.1.1 Ověřování kalibry

Kalibry jsou měřidla, která se běžně používají v sériové výrobě. Kontrola rozměrů pomocí kalibrů je rychlá a velmi spolehlivá [26].

K měření průměrů děr o průměru $\varnothing 2,98$ H7 mm a $\varnothing 2,5$ D9 mm byla použita sada válečkových kalibrů 1,00÷9,99 mm Zbrojovka Brno PN25 (obr. 4.1), jež je standardně používána k měření vnitřních děr v OTK. Měření vychází z principu porovnávání jednotlivých kalibrů v sadě, které se ve svém průměru liší o 0,01 mm.



Obr. 4.1 Sada válečkových kalibrů Zbrojovka Brno PN25.

4.1.2 Měření výškoměrem

Výškoměry jsou přístroje se svislou osou měření. Základnou měření je průměrná deska, po které se výškoměr posouvá a zároveň je na ní umístěna kontrolovaná součást [27].

Rozměry $14,05 \pm 0,05$ mm, $10,77 \pm 0,05$ mm a 2,25 mm (obr. 2.27) se měřily výškoměrem Mitutoyo 192-613-10. K měření bylo zapotřebí na výškoměr instalovat páčkový číselníkový úchylkoměr – setinový Mitutoyo 513-404-10. Nutno podotknout, že výškoměrem je možné měřit pouze vertikální vzdálenosti (výška, popř. hloubka).

Základnou měření byla žulová průměrná deska s podstavcem Mitutoyo 901-131. Před měřením bylo nutné desku očistit od možných nečistot a prachu. Nečistoty by mohly ovlivnit výsledek měření.

Využívá se speciální přípravek APM-00310 (obr. 4.2), jehož součástí jsou dva kolíky. Kolík pro díru $\varnothing 2,98$ H7 mm je zalisován v přípravku. Kolík $\varnothing 2,5$ mm (pro díru $\varnothing 2,5$ D9 mm) je kvůli možnosti upnout spoušť v přípravku volně uložen s minimální vůlí. Tímto upnutím se součást (vzhledem ke dvěma kolmým plochám na přípravku) vyrovná přesně na rozměry mezi dírami, a to na požadovanou vzdálenost 4,20 mm a 10,70 mm (příloha 2). Pro správné upnutí je nutné spoušť opřít o plochu přípravku (obr. 4.2).

Měření jmenovaných rozměrů výškoměrem má vždy stejný průběh. Liší se pouze polohou soustavy přípravek + součást vzhledem k průměrné desce. Dle výrobního výkresu (příloha 2) výše uvedené rozměry vycházejí ze středu díry $\varnothing 2,5$ D9 mm. Pomocí posuvného měřidla či mikrometru se před měřením ověří průměr kolíku $\varnothing 2,5$ mm. Naměřenou hodnotu, kvůli zjištění poloměru kolíku, podělíme dvěma (např. 1,25 mm). Dotykem úchylkoměru se výškoměr ručním posuvem po průměrné desce přiblížil k vrcholu kolíku (v místech co nejbližší ke spoušti) a za pomoci analogového číselníku na úchylkoměru se našel vrchol, resp. nejvyšší bod na kolíku (obr. 4.2). Na této pozici je nutné srovnat ručičku číselníku na nulovou hodnotu (obr. 4.3). Tlačítkem „ZERO“ na výškoměru se vynuluje hodnota na digitálním displeji (obr. 4.4). Ve volném prostoru se poníží (popř. navýší) hodnotu na digitálním displeji (obr. 4.5) o poloměr kolíku o -1,25 mm (popř. +1,25 mm) a opět vynuluje tlačítkem „ZERO“. Výškoměr je tak vynulován v místě středu kolíku, tedy díry $\varnothing 2,5$ D9 mm. Nyní je soustava vyrovnaná a stačí pouze jazýčkem najet na konkrétní místo, jež je zapotřebí měřit. Vždy se vychází z výrobního výkresu, ve kterém se daný rozměr vyskytuje. S přípravkem ani součásti se již nesmí manipulovat.



Obr. 4.2 Zaměření vrcholu kolíku.



Obr. 4.3 Regulace úchylkoměru na nulovou hodnotu.



Obr. 4.4 Vynulování výšky tlačítkem „ZERO“.



Obr. 4.5 Vyrovnání výškoměru na střed díry $\varnothing 2,5$ D9 mm.

Měření vzdálenosti $10,77 \pm 0,05$ mm

Vzdálenost $10,77 \pm 0,05$ mm od středu díry $\varnothing 2,5$ D9 mm ke spoušťovému ozubu se měří ve vodorovné poloze soustavy přípravek + součást (obr. 4.6). Soustava je položena na přesném ocelovém kvádru. Důvodem využití kvádru je zlepšení pracovních podmínek během měření a výsledek měření není ovlivněn.

Na spoušťovém ozubu se dotykem výškoměru hledá vrchol, respektive jeho nejvyšší poloha vůči středu díry $\varnothing 2,5$ D9 mm (obr. 4.6). Na obr. 4.7 je zachycena na displeji výškoměru naměřená hodnota jednoho ze vzorků spouští.



Obr. 4.6 Měření kóty $10,77 \pm 0,05$ mm – detail měření.



Obr. 4.7 Měření kóty $10,77 \pm 0,05$ mm.

Měření vzdálenosti $14,05 \pm 0,05$ mm

Kóta $14,05 \pm 0,05$ mm je opět vzdáleností mezi středovým bodem díry $\varnothing 2,5$ D9 mm a vrcholem spoušťového ozubu. Jedná se však o kolmou vzdálenost vůči kótě $10,77 \pm 0,05$ mm.

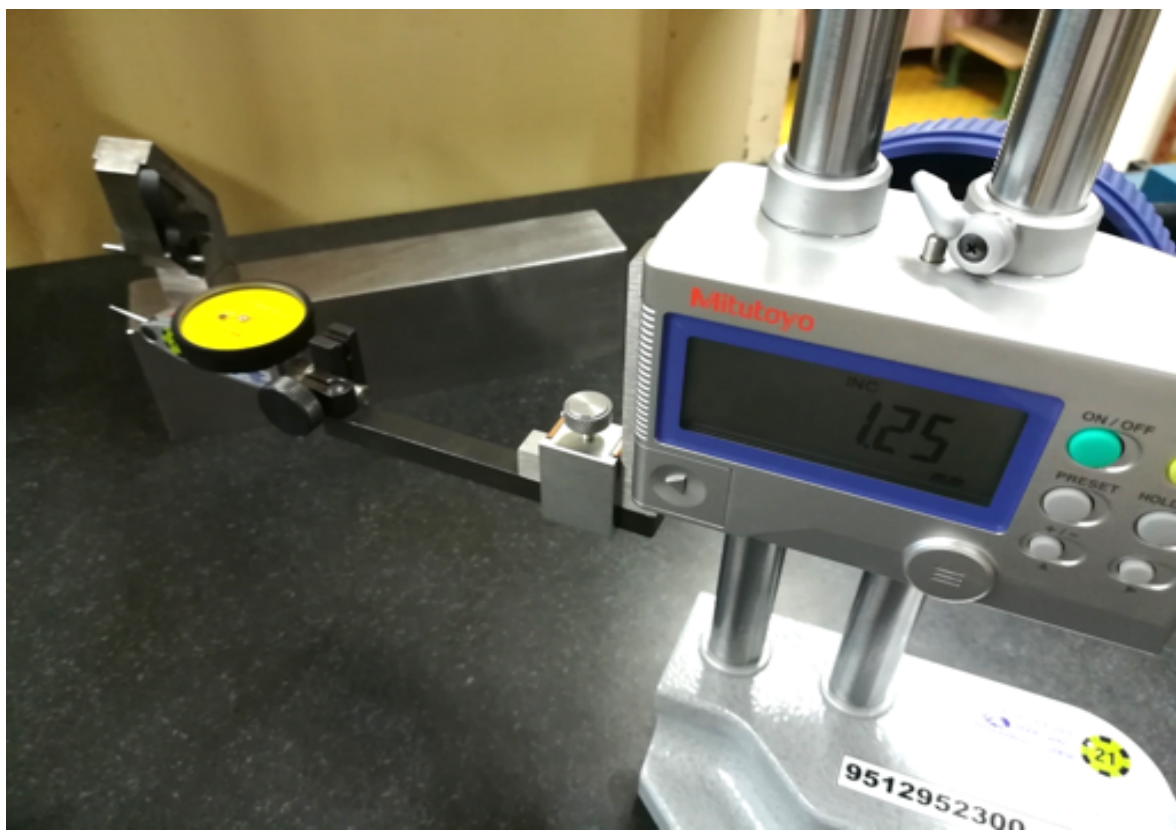
Měření probíhalo obdobným způsobem jako u předchozího případu. V důsledku změny orientace v souřadném systému spouště bylo před měřením nutné:

- otočit soustavu přípravek + součást o 90° (obr. 4.8),
- naklonit dotyk úchylkoměru směrem vzhůru – opačná poloha vůči předchozí pozici.

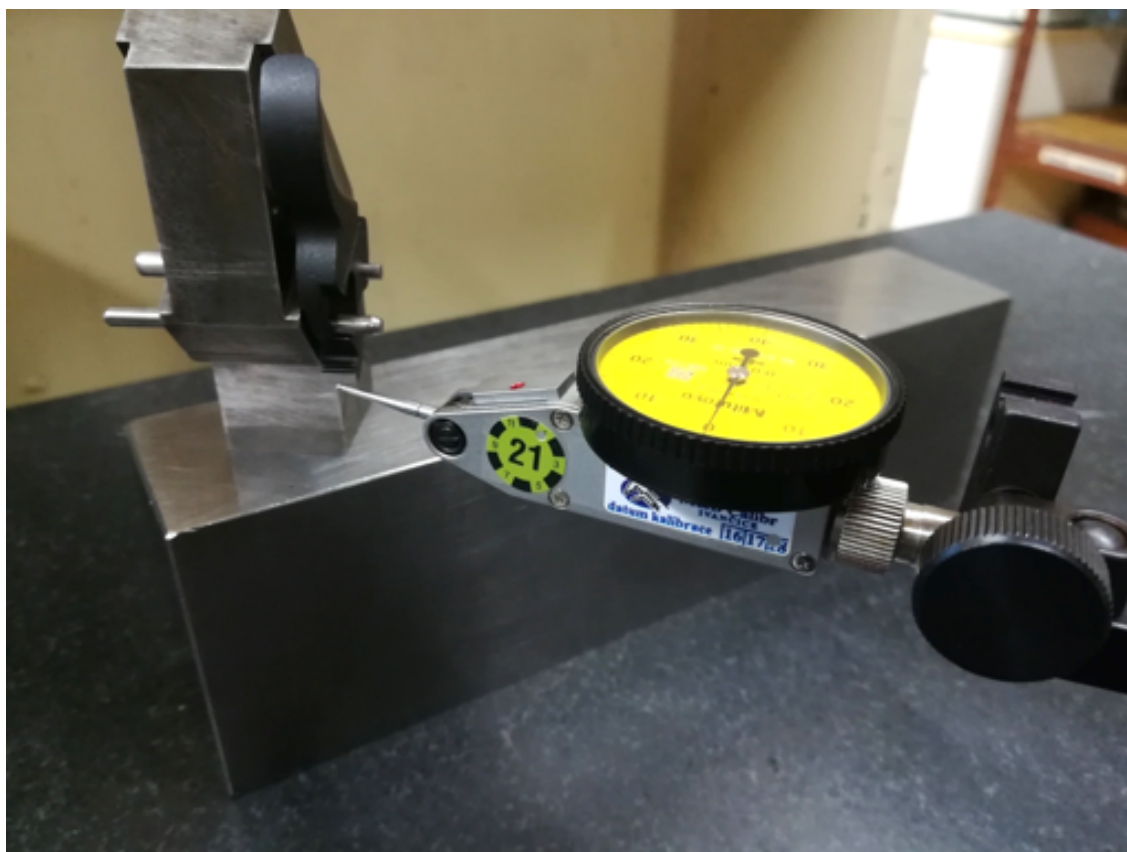
Pro zjištění nulového bodu vyrovnání bylo zapotřebí během měření díry $\varnothing 2,5$ D9 mm dotykem nalézt nejnižší bod na kolíku (obr. 4.8). Po vynulování výškoměru v tomto bodě se nastavila hodnota $+1,25$ mm (obr. 4.9) a vynulovala se tlačítkem. Tímto se soustava vyrovnala na střed díry. Během měření vzdálenosti $14,05 \pm 0,05$ mm se hledal nejnižší bod na zobáku spouště (obr. 4.10) a výsledek se zaznamenal do měřicího protokolu.



Obr. 4.8 Měření minima kolíku u díry $\varnothing 2,5$ D9 mm.



Obr. 4.9 Nastavení středového bodu díry $\varnothing 2,5$ D9 mm.

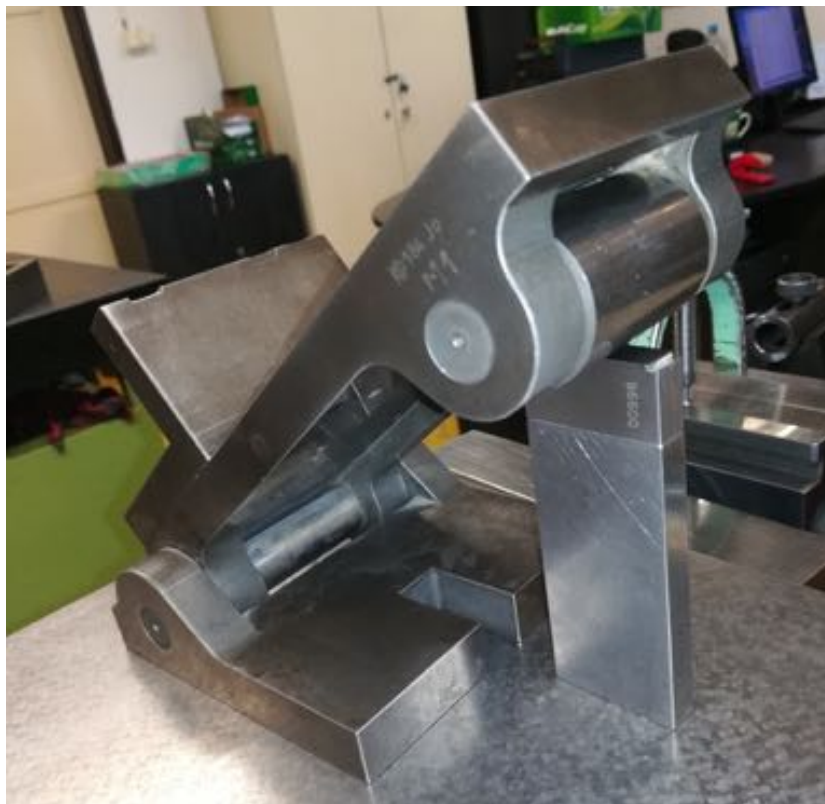


Obr. 4.10 Vzdálenost $14,05 \pm 0,05$ mm – detail měření.

Měření vzdálenosti 2,25 mm

Vzdálenost 2,25 mm je opět kótou související se středem díry $\varnothing 2,5$ D9 mm, avšak nejedná se již o vzdálenost ke spoušťovému ozubu, nýbrž k ploše drážky západky (příloha 2).

Plocha západky je vzhledem k ose X dle výkresu nakloněna o určitý úhel. Abychom mohli kótu 2,25 mm spolehlivě změřit, je nutné soustavu přípravek + spoušť o tento úhel naklonit. Přípravek se nakloní takovým způsobem, aby plocha drážky západky byla v rovnoběžné poloze vůči průměrné desce. K naklonění soustavy se využívá sinusové pravítko (obr. 4.11). Jedná se o přípravek, který se stává přestavitelnou úhlovou mírou ve spojení s koncovými (Johanssonovy) měrkami Somet S21. Měřený úhel se stanoví na základě výpočtu Pythagorovy věty. Zjišťuje se výška potřebných koncových měrek k dosažení požadovaného úhlu [26].



Obr. 4.11 Sinusové pravítko.

Koncové měrky se spojují tzv. nasáváním. Očištěné plochy nasunutím na sebe vytlačí vzduch mezi nimi a přitažlivé síly molekul je drží při sobě. Tímto způsobem se nasunul takový počet měrek, aby ve výsledku splňovaly vypočítanou výšku z Pythagorovy věty. Válcová část sinusového pravítka se následně opře o koncovou měrku na vrcholu.

Poznámka: Velikost tohoto úhlu je firemním tajemstvím, jeho velikost se nemůže v rámci studie zveřejnit. Jakékoliv nečistoty mezi měrkami a průměrnou deskou by mohly ovlivnit výsledek měření. Na pořadí přikládání koncových měrek nezáleží, výsledná výška bude vždy stejná.

Na sinusové pravítko se nasáváním (stejně jako u koncových měrek) vložila soustava přípravek + součást, aby plocha drážky západky byla v rovnoběžné poloze vůči průměrné desce (obr. 4.12). Před měřením vzdálenosti 2,25 mm je nutné zkontrolovat vodorovnost plochy. Pokud není plocha západky vodorovná, existují 2 možnosti této příčiny:

- plocha západky neleží pod úhlem dle výkresu,
- mezi přípravky či pracovní deskou se vyskytují nečistoty ovlivňující úhel,
- během přípravy měřidel a přípravků se pracovník dopustil chyby.

Pokud celá soustava přípravků byla sestavena bezchybně a stále není plocha vodorovná, je zapotřebí upravit velikost úhlu. To znamená, že se postupně budou

zvyšovat (popř. snižovat) velikosti koncových měrek do té doby, než bude rovina západky rovnoběžná vůči desce.

Během experimentu byly všechny plochy drážek západky v rovnoběžnosti s průměrnou deskou.

Měření vzdálenosti 2,25 mm bylo obdobné jako u předchozích měření. Stejně jako u měření kóty $10,77 \pm 0,05$ mm se dotyk úchylkoměru naklonil směrem dolů. Naklonění však musí být mírné. Při větším naklonění dotyku má střelka na číselníku úchylkoměru mnohem větší citlivost a měření se stává obtížnější.



Obr. 4.12 Měření vzdálenosti 2,25 mm.

4.2 Naměřené hodnoty spouští současné výroby

V této části experimentu se měřily nejdůležitější rozměry související s upínáním do přípravků na již vyrobených spouštích dle současného technologického postupu. Zkoumalo se, zda vybraných 20 kusů spouští bylo vyrobeno v toleranci dle výrobního výkresu. Tab. 4.1 zobrazuje výsledky naměřených hodnot.

Tab. 4.1 Tabulka naměřených hodnot spouští vyrobených současnou výrobou.

		TABULKA HODNOT SOUČASNÉ VÝROBY		LIST / LISTŮ: 1 / 1	
		NÁZEV SOUČÁSTI:	SPOUŠŤ	ČÍSLO SOUČÁSTI:	138318
KONTROLOVÁNO KUSŮ: 20 ks			CNC PŘÍPRAVEK: APU-00197		

NAMĚŘENÉ HODNOTY [mm]:						
POŘ:	Ø2,98 H7	Ø2,5 D9	14,05±0,05	2,25	10,77±0,05	
1	2,98 O	2,52 O	14,08 O	2,22 O	10,86 X	
2	2,98 O	2,51 X	14,05 O	2,11 X	10,83 X	
3	2,98 O	2,52 O	14,12 X	2,19 O	10,88 X	
4	2,98 O	2,52 O	14,05 O	2,20 O	10,86 X	
5	2,98 O	2,52 O	14,09 O	2,14 X	10,82 O	
6	2,98 O	2,52 O	14,09 O	2,25 O	10,79 O	
7	2,98 O	2,53 O	14,15 X	2,21 O	10,87 X	
8	2,98 O	2,52 O	14,10 O	2,17 O	10,81 O	
9	2,98 O	2,52 O	14,06 O	2,16 O	10,86 X	
10	2,98 O	2,52 O	14,10 O	2,17 O	10,83 X	
11	2,98 O	2,53 O	14,08 O	2,18 O	10,84 X	
12	2,98 O	2,53 O	14,07 O	2,17 O	10,88 X	
13	2,98 O	2,53 O	14,09 O	2,18 O	10,85 X	
14	2,98 O	2,53 O	14,17 X	2,15 O	10,86 X	
15	2,98 O	2,54 O	14,07 O	2,18 O	10,87 X	
16	2,98 O	2,54 O	14,14 X	2,19 O	10,84 X	
17	2,99 O	2,51 X	14,11 X	2,20 O	10,80 O	
18	2,98 O	2,52 O	14,10 O	2,11 X	10,83 X	
19	2,98 O	2,52 O	14,13 X	2,17 O	10,82 O	
20	2,98 O	2,53 O	14,16 X	2,18 O	10,86 X	

Poznámka: Pokud výsledné rozměry vyhovují toleranci dle výkresové dokumentace, nacházejí se v zabarveném zeleném poli se znakem „O“ v pravé části pole. Pokud výsledné hodnoty jsou mimo toleranci jednotlivých rozměrů, pole je zabarveno červeně a označeno „X“.

Pro rozměry, které nemají předepsanou výrobní toleranci, se ve společnosti ALFA-PROJ využívají tolerance střední třídy přesnosti (tab. 4.2).

Tab. 4.2 Nepředepsané tolerance střední třídy přesnosti dle normy ČSN ISO 2768-1.

TŘÍDA PŘESNOSTI		MEZNÍ ÚCHYLKY [mm]							
OZNAČENÍ	NÁZEV		PŘES	PŘES	PŘES	PŘES	PŘES	PŘES	PŘES
		0,5	3	6	30	120	400	1000	2000
		DO	DO	DO	DO	DO	DO	DO	DO
		3	6	30	120	400	1000	2000	4000
m	STŘEDNÍ	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2	±2

4.3 Ověřování spouští nově navržené výroby

Měření probíhalo stejným způsobem jako u měření výrobků současné výroby (kapitola 4.1). K měření bylo poskytnuto 20 ks zkušebních spouští nové výroby. Vzorky spouští během experimentu však nebyly ve finálním stavu po výrobě a určeny k montáži do zbraní (obr. 4.13). Měření rozměrů $\varnothing 2,5$ D9 mm, $\varnothing 2,98$ H7 mm, 2,25 mm, $10,77 \pm 0,05$ mm a $14,05 \pm 0,05$ mm probíhalo po operaci 090.

Ověření rovnoběžnosti ploch

V rámci experimentu se na vzorcích výškoměrem ověřila rovnoběžnost bočních ploch dle výkresu (příloha 6). Odchylna rovnoběžnosti dvou rovin je rozdíl největší a nejmenší vzdálenosti mezi rovinami v rozsahu vztaženého úseku. Tato část experimentu probíhala po operaci 060 obrábění děr na CNC obráběcím centru. Každý testovaný vzorek se plochou základny (příloha 6) způsobem nasávání umístila na přesný ocelový kvádr (obr. 4.14). Důvodem využití kvádrů je zlepšení pracovních podmínek během měření.

Vzhledem k možnostem měření pomocí měřidel v společnosti OTK se výsledky vyhodnocovaly v setinách milimetru. Poskytnutými měřidly nebylo možné tuto rovnoběžnost měřit s větší přesností.

K měření rozměrů bylo využito stejných metod, postupů, přístrojů a měrek z předchozí kapitoly 4.1. Postup zde tedy není uveden. Dále je nutné brát v potaz fakt, že součásti vyrobené dle nově navrženého technologického postupu nebyly tepelně zpracovány a neproběhlo brynýrování. Rychlá změna teploty tepelným zpracováním může spoušť tvarově deformovat a nanesený povlak na povrch součásti ovlivnit její rozměry. Spouště jsou však součásti malých rozměrů a takové změny jsou velmi málo pravděpodobné.

Výsledky jsou uvedeny v tab. 4.3.



Obr. 4.13 Měřené spouště nově navržené výroby.



Obr. 4.14 Ověření rovnoběžnosti bočních ploch.

4.4 Naměřené hodnoty spouští navržené výroby

V tab. 4.3 jsou zobrazené výsledky naměřených hodnot. Barva pole a znak napravo od hodnoty uvádějí, zda hodnota splňuje toleranci dle výkresové dokumentace. Pro rozměr 2,25 mm s nepředepsanou výrobní tolerancí jsou opět využívány tolerance střední jemnosti (tab. 4.2).

Tab. 4.3 Tabulka naměřených hodnot spouští vyrobených navrženou výrobou.

		TABULKA HODNOT NAVRŽENÉ VÝROBY		LIST / LISTŮ: 1 / 1	
		NÁZEV SOUČÁSTI:	SPOUŠŤ	ČÍSLO SOUČÁSTI:	138318
KONTROLOVÁNO KUSŮ: 20 ks			CNC PŘÍPRAVEK: APU-00292		

POŘ:	NAMĚŘENÉ HODNOTY [mm]:						// 0,012
	Ø2,98 H7	Ø2,5 D9	14,05±0,05	2,25	10,77±0,05		
1	2,98 O	2,52 O	14,08 O	2,32 O	10,80 O	0,02 X	
2	2,98 O	2,53 O	14,05 O	2,34 O	10,74 O	0,02 X	
3	2,98 O	2,53 O	14,06 O	2,20 O	10,76 O	0,00 O	
4	2,98 O	2,53 O	14,02 O	2,34 O	10,77 O	0,03 X	
5	2,98 O	2,53 O	14,02 O	2,22 O	10,79 O	0,00 O	
6	2,98 O	2,53 O	14,00 O	2,22 O	10,76 O	0,00 O	
7	2,98 O	2,53 O	14,12 X	2,19 O	10,79 O	0,00 O	
8	2,98 O	2,53 O	14,00 O	2,22 O	10,70 X	0,01 O	
9	2,98 O	2,53 O	14,11 X	2,23 O	10,77 O	0,00 O	
10	2,98 O	2,52 O	14,10 O	2,35 O	10,80 O	0,00 O	
11	2,98 O	2,53 O	14,04 O	2,32 O	10,80 O	0,01 O	
12	2,98 O	2,53 O	14,10 O	2,25 O	10,80 O	0,01 O	
13	2,98 O	2,53 O	14,03 O	2,38 X	10,82 O	0,00 O	
14	2,98 O	2,53 O	14,12 X	2,19 O	10,78 O	0,01 O	
15	2,98 O	2,53 O	14,05 O	2,31 O	10,71 X	0,00 O	
16	2,98 O	2,53 O	14,09 O	2,31 O	10,80 O	0,00 O	
17	2,98 O	2,53 O	14,04 O	2,25 O	10,79 O	0,00 O	
18	2,98 O	2,53 O	13,96 X	2,31 O	10,75 O	0,01 O	
19	2,98 O	2,53 O	14,00 O	2,32 O	10,78 O	0,03 X	
20	2,98 O	2,53 O	14,06 O	2,32 O	10,82 O	0,00 O	

5 VYHODNOCENÍ

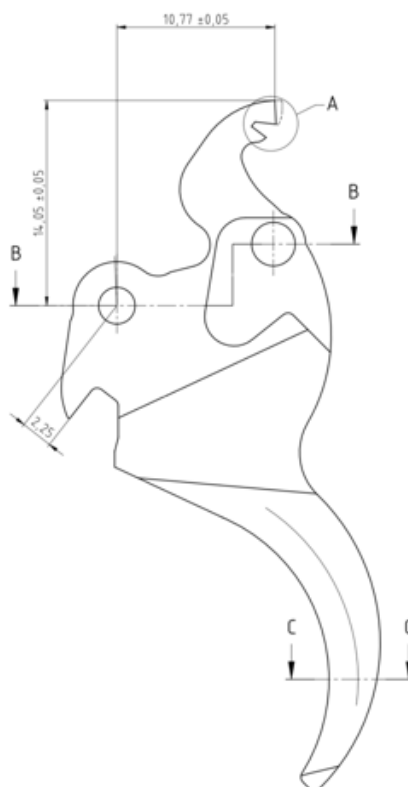
Naměřené hodnoty současné a nově navržené výroby spouště z předchozí kapitoly 4 Experimentální ověření se v této kapitole vyhodnocují a vzájemně porovnávají. Jedná se o 20 kusů spouští vyrobené současnou výrobou a 20 testujících vzorků spouští s implementovanými návrhy do výroby.

5.1 Ověření upínání spouští do CNC přípravků

V kapitole 5.1 se ověřuje a porovnává shoda (neshoda) obrobeneých spouští na CNC obráběcím centru Cincinnati Arrow 2, respektive upnutých ve speciálních CNC přípravcích.

S upínáním do CNC přípravku souvisí poloha obrobeneých děr $\varnothing 2,5$ D9 mm a $\varnothing 2,98$ H7 mm. Díry se obrábějí v jedné operaci najednou. Vychází se z přesné výroby osových vzdáleností 4,2 mm a 10,7 mm. Pokud se v OTK naměří hodnota 4,2 mm na mikroskopu, výsledkem vzdálenosti děr v kolmé ose by měla vycházet na 10,7 mm (na setiny milimetru přesně). Samozřejmě se tato přesnost odráží v přesnosti CNC obráběcího centra. Přesná poloha děr se dle vedoucího OTK určuje vůči ploše západky a vrcholu spoušťového ozubu. Jedná se zejména o vzdálenosti (obr. 5.1):

- 2,25 mm (k ploše západky),
- $10,77 \pm 0,05$ mm (vrchol spoušťového ozubu),
- $14,05 \pm 0,05$ mm (vrchol spoušťového ozubu).



Obr. 5.1 Přehled kót souvisejících s upnutím do přípravku.

Z výsledných tabulek v kapitole 4 Experimentálního ověření se použily naměřené hodnoty výše uvedených 3 rozměrů a pro přehlednost se vytvořily samostatné tabulky k současné a navržené výrobě.

5.1.1 Ověření upínání pouští současné výroby

Tab. 5.1 představuje přehled měřených kót (obr. 5.1), které souvisí, resp. jsou výsledkem upínání do přípravku APU-00197 během CNC obráběcí operace 030 současné výroby.

Tab. 5.1 Kontrolní protokol ověření přípravku současné výroby APU-00197.

KONTROLNÍ PROTOKOL SOUČASNÉ VÝROBY		LIST / LISTŮ: 1 / 1	
CNC PŘÍPRAVEK:	APU-00197	ČÍSLO SOUČÁSTI:	138318

KONTROLOVANÝ ROZMĚR	POŘ:	2,25 [mm]	10,77±0,05 [mm]	14,05±0,05 [mm]
NAMĚŘENÝ ROZMĚR	1	2,22 O	10,86 X	14,08 O
	2	2,11 X	10,83 X	14,05 O
	3	2,19 O	10,88 X	14,12 X
	4	2,20 O	10,86 X	14,05 O
	5	2,14 X	10,82 O	14,09 O
	6	2,25 O	10,79 O	14,09 O
	7	2,21 O	10,87 X	14,15 X
	8	2,17 O	10,81 O	14,10 O
	9	2,16 O	10,86 X	14,06 O
	10	2,17 O	10,83 X	14,10 O
	11	2,18 O	10,84 X	14,08 O
	12	2,17 O	10,88 X	14,07 O
	13	2,18 O	10,85 X	14,09 O
	14	2,15 O	10,86 X	14,17 X
	15	2,18 O	10,87 X	14,07 O
	16	2,19 O	10,84 X	14,14 X
	17	2,20 O	10,80 O	14,11 X
	18	2,11 X	10,83 X	14,10 O
	19	2,17 O	10,82 O	14,13 X
	20	2,18 O	10,86 X	14,16 X

Plocha západky, se kterou souvisí vzdálenost 2,25 mm, se ve společnosti neobrábí. Jedná se však o důležitou kótu na odlitku určující polohu díry Ø2,5 D9. Taktéž i výše uvedený vrchol se vzdálenostmi 10,77±0,05 mm a 14,05±0,05 mm určují polohu vůči této díře. Vrchol se v operaci 140 dokončuje na rovinné vodorovné brusce BPH 20 takovým způsobem, aby došlo k obrobení právě na tyto vzdálenosti. S touto operací však vznikaly problémy (kapitola 2.3.4) a z výsledků z tab. 5.1 jsou patrné její nedostatky.

Z testovaných spouští vyrobených současnou výrobou se na základě výsledků z tab. 5.1 vyhodnotily následující výsledky obsažené v tab. 5.2.

Tab. 5.2 Zhodnocení shody testovaných vzorků vyrobených **současnou** výrobou.

ZHODNOCENÍ SHODY MĚŘENÝCH SPOUŠTÍ	
CELKOVÝ POČET MĚŘENÝCH KUSŮ N_c [ks]	20
POČET SHODNÝCH VÝROBKŮ N_s [ks]	2
POČET NESHODNÝCH VÝROBKŮ N_n [ks]	18
POČET NESHODNÝCH VÝROBKŮ OPRAVITELNÝCH N_{no} [ks]	15
POČET NESHODNÝCH VÝROBKŮ NEOPRAVITELNÝCH N_{nn} [ks]	3

Na základě níže uvedených výpočtů se stanovilo procentuální zhodnocení naměřených výsledků.

Poznámka: Jedná se vždy o výpočty týkající se jednoho výrobku (homogenní produkce). Z toho důvodu se jednotky uvádějí v kusech.

Míra neshody produktů

Výpočtem míry neshody produktů Z_m se určí procentuální vyjádření vyrobených neshodných spouští současnou výrobou v CNC přípravku APU-00197 [28].

$$Z_m = \frac{N_n}{N_c} \cdot 100 [\%] \quad (5.1)$$

kde: N_n ... počet neshodných produktů [ks],
 N_c ... celkový počet zkoumaných produktů [ks].

$$Z_m = \frac{18}{20} \cdot 100 = \mathbf{90} \% \quad (5.2)$$

Míra neshody produktů současné výroby je na základě experimentálního ověření 20 kusů v procentuálním vyjádření 90 %. Shodných produktů jsou na základě tabulky 2 kusy, jedná se tedy o 10% shodu měřených součástí.

Opravitelnost neshodných produktů

S neshodnými produkty souvisí i jejich tzv. opravitelnost Z_o . Jedná se o chyby na výrobcích, které mohou být opravitelné. U těchto rozměrů (obr. 5.1) lze hodnoty upravit pouze u součástí, u kterých výsledné hodnoty přesahují horní mezní úchylku tolerance. Většinou se opravitelné chyby upravují ruční úpravou. Spouště s hodnotami menšími, než je dolní mezní úchylka, jsou již neopravitelnými kusy.

$$Z_o = \frac{N_{no}}{N_n} \cdot 100 [\%] \quad (5.3)$$

kde: N_n ... počet neshodných produktů [ks],
 N_{no} ... počet neshodných produktů opravitelných [ks].

$$Z_o = \frac{15}{18} \cdot 100 = 83,33 \% \quad (5.4)$$

Opravitelnost neshodných produktů současné výroby je v procentuálním vyjádření 83,33 %. Neopravitelných součástí jsou 3 ks (tab. 5.2), jedná se tedy o 16,67 % neshodných produktů z experimentu.

5.1.2 Ověření upínání spouští navržené výroby

Tab. 5.3 představuje přehled měřených kót, které souvisí, resp. jsou výsledkem upínání do přípravku APU-00292 během CNC obráběcí operace 060 navržené výroby.

Plocha západky, se kterou souvisí vzdálenost 2,25 mm, se v rámci nově navržené výroby taktéž neobrábí. Navíc se upustilo od dokončování plochy na spoušťovém ozubu v operaci 140 současné výroby. Vrchol se vzdálenostmi $10,77 \pm 0,05$ mm a $14,05 \pm 0,05$ mm tak určuje polohu vůči díře $\varnothing 2,5$ D9 mm již svou neobrobenou částí na odlitku.

Z testovaných spouští vyrobených současnou výrobou se na základě výsledků z tab. 5.3 vyhodnotily následující výsledky obsažené v tab. 5.4.

Tab. 5.3 Kontrolní protokol ověření navrženého přípravku APU-00292.

KONTROLNÍ PROTOKOL NAVRŽENÉ VÝROBY		LIST / LISTŮ: 1 / 1	
CNC PŘÍPRAVEK:	APU-00292	ČÍSLO SOUČÁSTI:	138318

KONTROLOVANÝ ROZMĚR:	POŘ:	2,25 [mm]	10,77±0,05 [mm]	14,05±0,05 [mm]
NAMĚŘENÝ ROZMĚR:	1	2,32 O	10,80 O	14,08 O
	2	2,34 O	10,74 O	14,05 O
	3	2,20 O	10,76 O	14,06 O
	4	2,34 O	10,77 O	14,02 O
	5	2,22 O	10,79 O	14,02 O
	6	2,22 O	10,76 O	14,00 O
	7	2,19 O	10,79 O	14,12 X
	8	2,22 O	10,70 X	14,00 O
	9	2,23 O	10,77 O	14,11 X
	10	2,35 O	10,80 O	14,10 O
	11	2,32 O	10,80 O	14,04 O
	12	2,25 O	10,80 O	14,10 O
	13	2,38 X	10,82 O	14,03 O
	14	2,19 O	10,78 O	14,12 X
	15	2,31 O	10,71 X	14,05 O
	16	2,31 O	10,80 O	14,09 O
	17	2,25 O	10,79 O	14,04 O
	18	2,31 O	10,75 O	13,96 X
	19	2,32 O	10,78 O	14,00 X
	20	2,32 O	10,82 O	14,06 X

Tab. 5.4 Zhodnocení shody testovaných vzorků vyrobených navrženou výrobou.

ZHODNOCENÍ SHODY MĚŘENÝCH SPOUŠTÍ	
CELKOVÝ POČET MĚŘENÝCH KUSŮ N_c [ks]	20
POČET SHODNÝCH VÝROBKŮ N_s [ks]	13
POČET NESHODNÝCH VÝROBKŮ N_n [ks]	7
POČET NESHODNÝCH VÝROBKŮ OPRAVITELNÝCH N_{no} [ks]	4
POČET NESHODNÝCH VÝROBKŮ NEOPRAVITELNÝCH N_{nn} [ks]	3

Na základě níže uvedených výpočtů se opět stanovilo procentuální zhodnocení naměřených výsledků.

Míra neshody produktů

Výpočtem míry neshody produktů Z_m se určí procentuální vyjádření vyrobených neshodných součástí nově navrženou výrobou v CNC přípravku APU-00292 [28]:

$$Z_m = \frac{N_n}{N_c} \cdot 100 [\%] \quad (5.1)$$

kde: N_n ... počet neshodných produktů [ks],
 N_c ... celkový počet zkoumaných produktů [ks].

$$Z_m = \frac{7}{20} \cdot 100 = 35 \% \quad (5.5)$$

Míra neshody produktů navržené výroby je na základě experimentálního ověření 20 kusů v procentuálním vyjádření 35 %. Shodných produktů je 13 ks (tab. 5.4), jedná se tedy o 65% shodu měřených součástí.

Opravitelnost neshodných produktů

S neshodnými produkty souvisí i jejich opravitelnost Z_o (kapitola 5.1.1). U navržené výroby se na základě hodnot z tab. 5.4 opravitelnost vyhodnotila:

$$Z_o = \frac{N_{no}}{N_n} \cdot 100 [\%] \quad (5.3)$$

kde: N_n ... počet neshodných produktů [ks],
 N_{no} ... počet neshodných produktů opravitelných [ks].

$$Z_o = \frac{4}{7} \cdot 100 = 57,14 \% \quad (5.6)$$

Opravitelnost neshodných produktů současné výroby je v procentuálním vyjádření 57,14 %. Neopravitelných součástí jsou 3 ks (tab. 5.4), jedná se tedy o 42,86 % neshodných produktů z experimentu.

5.1.3 Porovnání současné a navržené výroby z hlediska upínání

Výsledky měřených hodnot obou výrobních procesů se už ve vzájemném porovnání tab. 5.1 a 5.3 podstatně liší. Z výsledků hodnot (kapitola 5.1.1 a 5.1.2) se pro přehlednost obou výrob vytvořila porovnávací tabulka 5.5.

Tab. 5.5 Porovnání současné a nové výroby z hlediska upínání.

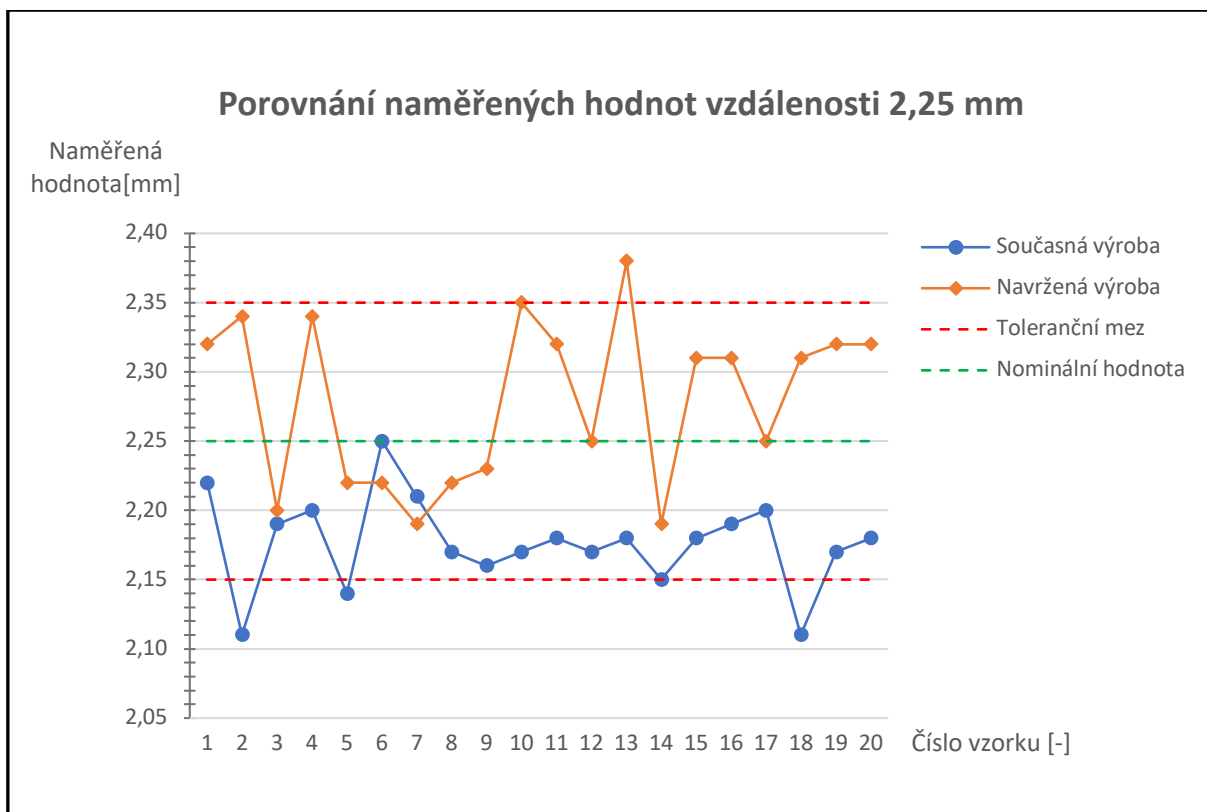
ZHODNOCENÍ SHODY MĚŘENÝCH SPOUŠTÍ	VÝROBA		ROZDÍL VÝROB N-S
	SOUČASNÁ	NAVRŽENÁ	
CELKOVÝ POČET MĚŘENÝCH KUSŮ [ks]	20	20	0
POČET SHODNÝCH VÝROBKŮ [ks]	2	13	11
POČET NESHODNÝCH VÝROBKŮ [ks]	18	7	11
POČET NESHODNÝCH VÝROBKŮ OPRAVITELNÝCH [ks]	15	4	11
POČET NESHODNÝCH VÝROBKŮ NEOPRAVITELNÝCH [ks]	3	3	0
MÍRA NESHODY PRODUKTŮ [%]	90	35	55

Z měřených 20 kusů spouští z každé výroby je z tab. 5.5 evidentní výrazný pokles míry neshody produktů z hodnoty 90 % na 35 %. Na základě tohoto výsledku lze zkonstatovat, že výroba vyvrtaných děr v CNC přípravku APU-00292 je z hlediska přesnosti pro společnost přínosem. Je však nutné brát v potaz nízký počet měřených součástí v rámci studie. Pokud se navržené změny zavedou do výroby, reálné výsledky se pravděpodobně budou lišit z důvodu vyššího počtu měřených součástí. Celkovou hodnotu neshody produktů výroby spouští současnou výrobou nebylo možné v této studii zveřejnit a porovnat s výslednými hodnotami.

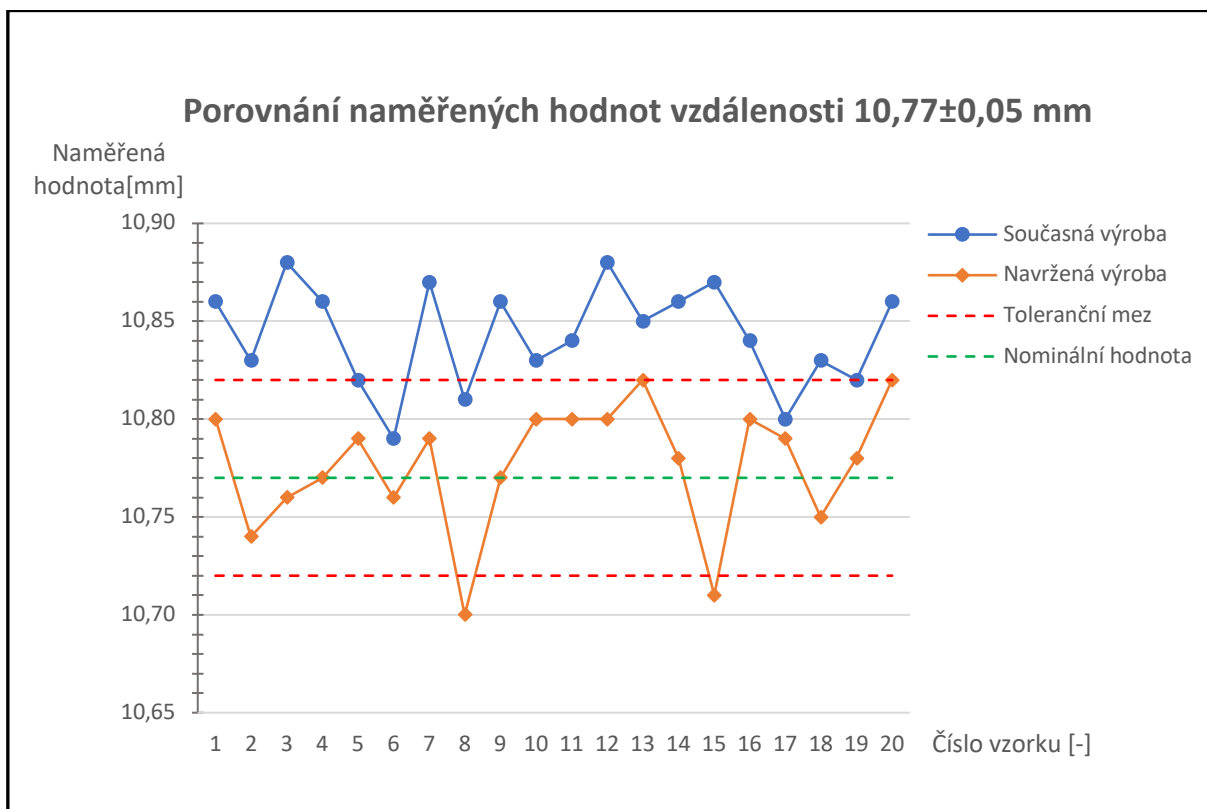
Z měřených hodnot je patrné, že se mezi neshodnými produkty obou výrob vyskytly opravitelné výrobky, které další úpravou lze uvést do shody. S tím souvisí další vícenáklady na výrobu.

Porovnání jednotlivých naměřených hodnot

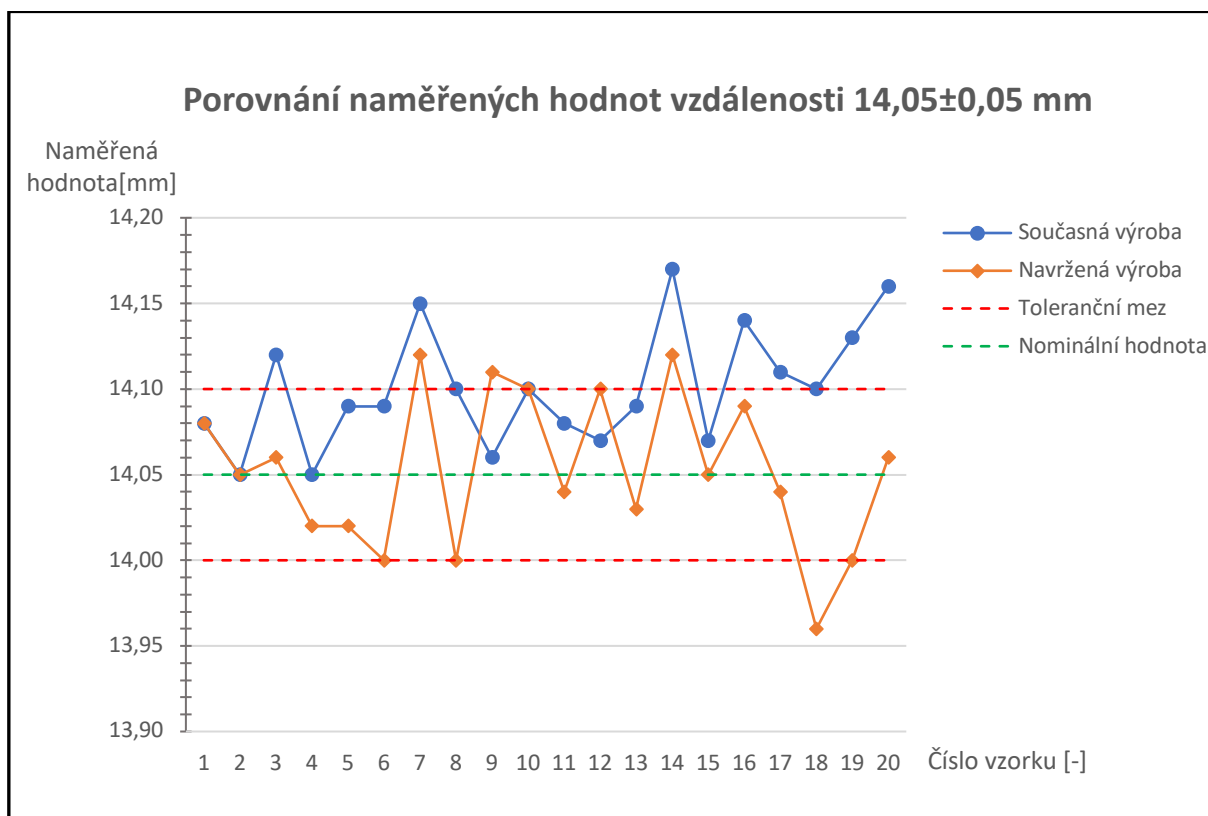
Grafy 5.1, 5.2 a 5.3 představují vizuální porovnání současné a navržené výroby u jednotlivých měřených vzdáleností souvisejících s upínáním do přípravků. Každý graf je opatřen horním a dolním mezním rozměrem vyznačující hranice (meze) rozměrové tolerance jednotlivých rozměrů. Nominální hodnota představuje jmenovitý rozměr vycházející z výkresové dokumentace. Pokud výsledná hodnota leží na toleranční mezi, jedná se o shodující se (dovolený) výsledek vůči rozměrové toleranci [29].



Graf 5.1 Grafické porovnání naměřených hodnot vzdálenosti 2,25 mm.



Graf 5.2 Grafické porovnání naměřených hodnot vzdálenosti 10,77±0,05 mm.



Graf 5.3 Grafické porovnání naměřených hodnot vzdálenosti $14,05 \pm 0,05$ mm.

Poznámka: Spojitost jednotlivých výsledků se v grafech vyskytuje pouze pro lepší přehlednost a rozlišení mezi výsledky současné a navržené výroby. Nejedná se o žádnou návaznost mezi jednotlivými zkušebními vzorky.

V grafech je z pohledu evidentní výrazné přiblížení výsledných hodnot navržené výroby k jmenovitým rozměrům (nominálním hodnotám) oproti výsledkům současné výroby. Studie se nebude zabývat statistickým vyhodnocením z důvodu nízkého počtu zkoumaných součástí. Zároveň pro společnost jsou důležité pouze výsledky shody, popř. neshody produktů.

5.2 Rovnoběžnost ploch zkušebních vzorků

Po operaci 060 nově navržené výroby došlo k ověření rovnoběžnosti 20 testovaných spouští. Výsledky jednotlivých naměřených hodnot jsou uvedeny v tab. 4.3. Zhodnocení shody rovnoběžnosti vzorků jsou uvedeny v tab. 5.6.

Tab. 5.6 Zhodnocení shody rovnoběžnosti vzorků vyrobených **navrženou** výrobou.

ZHODNOCENÍ SHODY MĚŘENÝCH SPOUŠTÍ	
CELKOVÝ POČET MĚŘENÝCH KUSŮ N_c [ks]	20
POČET SHODNÝCH VÝROBKŮ N_s [ks]	16
POČET NESHODNÝCH VÝROBKŮ N_n [ks]	4

Míra neshody produktů

$$Z_m = \frac{N_n}{N_c} \cdot 100 [\%] \quad (5.1)$$

kde: N_n ... počet neshodných produktů [ks],
 N_c ... celkový počet zkoumaných produktů [ks].

$$Z_m = \frac{4}{20} \cdot 100 = 20 \% \quad (5.7)$$

Míra neshody v rovnoběžnosti ploch vzorků navržené výroby je na základě experimentálního ověření 20 kusů v procentuálním vyjádření 20 %. Shodných produktů je 16 ks (tab. 5.6), jedná se tedy o 80% shodu měřených součástí.

Součásti po operaci 030 by měly mít vzhledem ke zvýšení přesnosti výroby 100% výskyt shodných produktů.

5.3 Náklady na práci

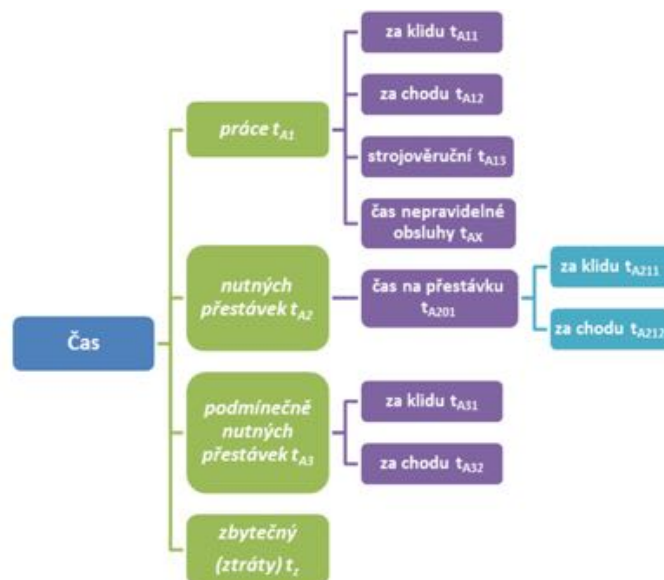
Na základě poskytnutých informací se mohlo zhodnotit porovnání nákladů na práci v jednotlivých operacích. Náklady většiny operací souvisí se spotřebou času.

5.3.1 Spotřeba času

Spotřeba času ve výrobě souvisí s určením časové a cenové náročnosti výrobního procesu. Na obr. 5.2 je zobrazeno obecné třídění spotřeby času. Třídění času se vztahuje k operaci nebo ke směně. Základní činitelé spotřeby času z hlediska výrobního procesu je pracovník, výrobní zařízení (popř. pracovní prostředek), výrobek (popř. předmět práce) [30,31].

Ve výrobním postupu se obecně uvádějí časy [30]:

- jednotkové s přírážkou času směnového t_{AC} ,
- dávkové s přírážkou času směnového t_{BC} ,
- jednotkové s přírážkou času dávkového t_{ABC} .



Obr. 5.2 Třídění spotřeby času [31].

Ve společnosti ALFA-PROJ se spotřeba času uvádí v technologickém postupu u každé operace, výjimkou jsou operace spojeny s kooperací s dodavatelem. Ve spotřebě času výroby spouště se v technologickém postupu výroby spouště lze setkat pouze uvedenými hodnotami t_{AC} u jednotlivých operacích. Tyto hodnoty ve společnosti uvádějí celkovou spotřebu času operací a jsou vztaženy na jeden vyrobený kus.

5.3.2 Porovnání nákladů na práci

Současná a nově navržená výroba mají podstatné odlišnosti v počtu operací a velikostí jednotkových časů t_{AC} . Společnost ALFA-PROJ poskytla hodnoty t_{AC} v jednotlivých operacích. Přehled hodnot t_{AC} v porovnání současné a nově navržené výroby jednoho kusu spouště je uveden v tab. 5.7.

Tab. 5.7 Přehled jednotkových časů t_{AC} současné a nově navržené výroby.

PŘEHLED t_{AC} U OPERACÍ		LIST / LISTŮ: 1 / 1		
NÁZEV SOUČÁSTI: SPOUŠŤ		ČÍSLO SOUČÁSTI: 138318		
ČÍSLO OPERACE:	SOUČASNÁ VÝROBA	t_{AC} [min]	NAVRŽENÁ VÝROBA	t_{AC} [min]
010	Žihání normalizační Žihání naměkko	-	Žihání normalizační Žihání naměkko	-
020	Omílání	0,60	Omílání	0,60
030	CNC Frézování, vrtání děr	5,50	Broušení ploch	0,67
040	CNC Frézování R2,5 mm	0,60	Omílání	0,60
050	Omílání	0,60	CNC Frézování vtoku	1,92
060	Zámečnická práce – sražení hran	1,00	CNC Vrtání děr	2,00
070	Frézování záchyty kohoutu	0,80	CNC Frézování	3,17
080	Zámečnická práce – odstranění ostřin	0,60	Omílání	0,60
090	Broušení – tloušťka součásti	0,80	Zámečnická práce – sražení hran	1,00
100	Broušení – tvar jazýčku spouště	0,50	Frézování záchyty kohoutu	0,80
110	Kalení Popouštění	-	Zámečnická práce – odstranění ostřin	0,60
120	Brynýrování	1,16	Broušení – tloušťka součásti	0,80
130	Vystružení díry	0,33	Broušení – tvar jazýčku spouště	0,50
140	Broušení – plocha na spoušťovém ozubu	1,00	Kalení Popouštění	-
150			Brynýrování	1,16
160			Vystružení díry	0,33

Tepelné zpracování se provádí v rámci kooperace s dodavatelem. Cena za 1 kus spouště v jednotlivých kooperacích je následující:

- žíhání, $N_z = 1,2$ Kč/ks,
- kalení + popouštění, $N_{KP} = 4,3$ Kč/ks.

Byly zjištěny náklady na 1 minutu provozu v jednotlivých střediscích:

- náklady na mechanickou dílnu $N_D = 7$ Kč/min,
- náklady na CNC stroje $N_{CNC} = 8,05$ Kč/min,
- náklady na montáž zbraní $N_M = 7,21$ Kč/min.

Vzhledem k zaměřenosti studie jsou pro stanovení výrobních nákladů důležité náklady mechanické dílny N_D (frézování, zámečnické práce, brynění, omílání) a CNC strojů N_{CNC} . Přehled rozdělení operací dle t_{AC} je v tab 5.8.

Tab. 5.8 Rozdělení operací dle nákladů na 1 minutu t_{AC} [2].

ROZDĚLENÍ OPERACÍ DLE NÁKLADŮ NA 1 MINUTU t_{AC}							
SOUČASNÁ VÝROBA				NAVRŽENÁ VÝROBA			
N_D		N_{CNC}		N_D		N_{CNC}	
OPERACE	t_{AC} [min]	OPERACE	t_{AC} [min]	OPERACE	t_{AC} [min]	OPERACE	t_{AC} [min]
020	0,60	030	5,50	020	0,60	050	1,92
050	0,60	040	0,60	030	0,67	060	2,00
060	1,00			040	0,60	070	3,17
070	0,80			080	0,60		
080	0,60			090	1,00		
090	0,80			100	0,80		
100	0,50			110	0,60		
120	1,16			120	0,80		
130	0,33			130	0,50		
140	1,00			150	1,16		
				160	0,33		
CELKEM	7,39	CELKEM	6,10	CELKEM	7,66	CELKEM	7,09

Náklady na práci u současné výroby N_{SV}

Z tab. 5.8 se použil celkový součet t_{AC} u jednotlivých operací, jejichž výroba probíhá ve středisku mechanické dílny a na CNC strojích. Součinem jednotlivých hodnot s náklady na 1 minutu provozu (popř. práce) se stanovily celkové náklady na práci u současné výroby N_{SV} [2, 32].

$$N_{SV} = (N_D \times t_{ACDS}) + (N_{CNC} \times t_{ACCNCs}) + N_Z + N_{KP} \text{ [Kč/ks]} \quad (5.8)$$

Kde: N_D ... náklady na mechanickou dílnu [Kč/min],
 t_{ACDS} ... celkový jednotkový čas mechanické dílny současné výroby [min],
 N_{CNC} ... náklady na CNC stroje [Kč/min],
 t_{ACCNCs} ... celkový jednotkový čas CNC strojů současné výroby [min],
 N_Z ... Náklady na žihání [Kč/ks],
 N_{KP} ... Náklady na kalení a popouštění [Kč/ks].

$$N_{SV} = (7 \times 7,39) + (8,05 \times 6,10) + 1,2 + 4,3 \quad (5.9)$$

$$N_{SV} = 106,34 \text{ Kč/ks} \quad (5.10)$$

Celkové náklady na práci 1 ks spouště vyrobené současnou výrobou jsou 106,34 Kč/ks.

Náklady na práci u navržené výroby N_{NV}

Z tab. 5.8 se opět použila hodnota celkového součtu t_{AC} u jednotlivých operací, jejichž výroba probíhá ve středisku mechanické dílny a na CNC strojích. Součinem jednotlivých hodnot s náklady na 1 minutu provozu (popř. práce) se stanovily celkové náklady na práci u navržené výroby N_{NV} [2, 32].

$$N_{NV} = (N_D \times t_{ACDN}) + (N_{CNC} \times t_{ACCNCN}) + N_Z + N_{KP} \text{ [Kč/ks]} \quad (5.11)$$

Kde: N_D ... náklady na mechanickou dílnu [Kč/min],
 t_{ACDN} ... celkový jednotkový čas mechanické dílny navržené výroby [min],
 N_{CNC} ... náklady na CNC stroje [Kč/min],
 t_{ACCNCN} ... celkový jednotkový čas CNC strojů navržené výroby [min],
 N_Z ... Náklady na žihání [Kč/ks],
 N_{KP} ... Náklady na kalení a popouštění [Kč/ks].

$$N_{NV} = (7 \times 7,66) + (8,05 \times 7,09) + 1,2 + 4,3 \quad (5.12)$$

$$N_{NV} = \mathbf{116,19 \text{ Kč/ks}} \quad (5.13)$$

Celkové náklady na práci 1 ks spouště vyrobené navrženou výrobou jsou 116,19 Kč/ks. Hodnota t_{AC} a hodnoty nákladů na 1 minutu provozu mají reálnou podobu, používanou v zázemí společností ALFA-PROJ.

5.3.3 Celkové zhodnocení

Vzhledem k celkovým nákladům na práci jednoho kusu se jedná o náklady spojené s jednotkovým časem s přírůžkou času směnového. Z výše uvedených výpočtů tedy vyplývá, že současná výroba jednoho kusu spouště je sice o cca 10 Kč levnější, avšak s porovnáním s nově navrženým technologickým postupem je toto nové technické řešení z hlediska výsledků přesnosti výroby vhodnější.

Při kontrole většího množství vyrobených kusů je pravděpodobné zvýšení míry shody produktů. Tím je teoreticky možné ušetřit na nákladech spojených s menším počtem neshodných kusů.

6 DISKUZE

Z výsledků v kapitole 5 Vyhodnocení je patrné výrazné zlepšení upínání při výrobě děr $\varnothing 2,5$ D9 mm a $\varnothing 2,98$ H7 mm na základě použití nového CNC přípravku APU-00292. Uvedení navržených změn do výroby tak splňuje očekávání. Navzdory tomu, že se zvýšila přesnost, se bohužel zvýšily náklady na výrobu spouště. Jedná se však o předběžné řešení výroby, které se může upravit případně následujícími návrhy.

Dokončování

Z výsledků rovnoběžnosti bočních ploch (kapitola 5.2) lze zhodnotit, že vodorovná rovinná bruska BPH 20 společnosti nezajistí požadovanou přesnost na tuto geometrickou toleranci v maximální možné odchylce 0,012 mm. Bylo by tedy vhodné obě plochy na tloušťku 7,4-0,05 mm dokončovat v rámci kooperace na brusce, jež zajistí požadovanou rovnoběžnost, například svislá rovinná bruska BRV 30.

Přípravky na obrábění

CNC obrábění spouští s novou pozicí vtoku proběhlo na 3 CNC přípravních (odstranění vtoku, obrábění děr, frézování tvaru), z nichž je přípravek na frézování tvaru z hlediska upínání pouze za obvod spouště nevhodný. V nejlepším případě by se v budoucnu měl navrhnout jeden CNC přípravek s upínáním za boční plochu spouště, kterým je možné obrobek součást v jediné operaci. Dále i možnost využít pracovního prostoru stroje a navýšit počet obrobků během jednoho cyklu. Vzniká však problém s upínáním obrobku za boční plochu spouště přídržnými upínkami. Možnou alternativou se jeví využít CNC přípravek s elektro-permanentním magnetickým systémem, kde se součást upíná vlivem magnetické síly za broušenou plochu spouště s deskou přípravku. Pro nehybné upnutí spouště by se deska opatřila čelistmi (zkosenými) vycházejícími z přípravku na obrábění děr APU-00292 (kapitola 3.2.3). Pro možnost obrábění obou děr spouště by se deska přípravku v místech obrábění opatřila dírami větších průměrů. Vhodnou alternativou se jeví CNC přípravek Quad Extra.

K dokončování bočních ploch na vzdálenost 5,99-0,05 mm byl použit nový speciální přípravek (kapitola 3.2.3) upínající 3 obrobky najednou upínkami v místech (již obrobeného) jazýčku spouště. Použitím více těchto přípravků (s ohledem na pracovní prostor brusky) se navýší počet obráběných spouští. Dokončování se tak stává efektivnější.

Výrobní dokumentace

Ve výrobním výkresu jsou uvedené osové vzdálenosti mezi obráběnými dírami s tolerancí $\pm 0,05$ mm (příloha 2 a 5). Vzhledem k jejich funkci v sestavě revolveru se zároveň z jejich osové vzdálenosti při výrobě vychází (kapitola 2.5.1). Toleranci je nutné snížit, v ideálním případě na toleranci $\pm 0,005$ mm. S tím však souvisí přesnost výroby na CNC obráběcím stroji.

Pokud by se Technologický postup společnosti dělal v jiné verzi, je třeba operace číslovat dle standardu (01/01) a kontrole v OTK přiřadit vlastní samostatnou operaci.

ZÁVĚR

Cílem studie byl rozbor technologického postupu součásti spoušť revolveru ALFA Steel a návrhů možných změn, které mohou přesnost výroby součástí zlepšit.

- Byl proveden detailní rozbor současné výroby.
- Na základě vzniklých chyb byla zjištěna hlavní příčina výrobní nepřesnosti.
- Provedla se analýza návrhů změn a úprava technologického postupu.
- V průběhu tvorby studie byly poskytnuty vzorky odlitků nově navržené výroby, jejichž skutečná technologičnost se v určitých operacích výrobního procesu ve společnosti ověřila.
- Vyrobyly se nové přípravky k upínání spouště. Na základě experimentu se kontrolou rozměrů v OTK měřily konvenčními metodami ručního měření kóty související s upínáním do CNC přípravků.
- V experimentu se ověřovaly rozměry spouští vyrobených současnou a nově navrženou výrobou.
- Výsledky naměřených hodnot se navzájem porovnaly.
- Přínosem pro společnost bylo zjištění shody nově navržených produktů.
- V konečné fázi studie byly zjištěny výrobní náklady na práci jednoho kusu spouště v porovnání s nově navrženou technologií.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] JIRÁČEK, Jan. *Technologie výroby součásti plášť hlavně*. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Ústav strojírenské technologie. Brno, 2017. 59 s.
- [2] VEPŘEK, Tomáš. *Citace dopisu* [elektronická pošta]. Message to: h.jiracek@seznam.cz. 17. května 2019 12:38 [cit. 2019-05-21]. Osobní komunikace.
- [3] *Zákon č. 119/2002 Sb.* [online] 2002 [cit. 2019-05-08] Dostupné z: www.zakonyprolidi.cz/cs/2002-119
- [4] KOVÁRNÍK, Libor. *Otázky a odpovědi – vymezení pojmu zbraň*. Bezpečnostní sbory.cz [online]. 2010, (5) [cit. 2019-05-11]. ISSN 1803-6856. Dostupné z: http://bezpecnostni-sbory.wbs.cz/clanky/5-2010/otazky_a_odpovedi_vymezeni_pojmu_zbran.htm
- [5] JANKOVÝCH, Róbert. *Hlavně zbraně a střelivo*. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky. Brno, 2012. 115 s. ISBN 978-80-260-2384-5.
- [6] *Limitovaná luxusní edice pistole CZ 75* [online]. [cit. 2019-05-11]. Dostupné z: <https://www.armyweb.cz/clanek/pistole-cz-75-se-dockala-luxusni-limitovane-edice>
- [7] TUCKER, Spencer C. a William E. WHITE. *The Civil War Naval Encyclopedia*. 2011, 122–123 s. ISBN 978-1-59884-338-5.
- [8] *Colt Paterson, No.5* [online]. [cit. 2019-05-11]. Dostupné z: <https://sk.pinterest.com>
- [9] REDAKCE. *Alfa steel*. Střelecká revue [online]. 2001 [cit. 2019-05-11]. Dostupné z: <http://www.streleckarevue.cz/kategorie.aspx/archivclanku/clanek/alfa-steel>
- [10] *.38 Special and .357 Magnum* [online]. [cit. 2019-05-11]. Dostupné z: <https://www.quora.com/Does-357-caliber-ammunition-have-more-stopping-power-than-38-cal-ammo>
- [11] *Zbraně na zbrojní průkaz*. ALFA-PROJ spol. s r. o. [online]. 2004 [cit. 2019-05-11]. Dostupné z: - <http://www.strelivo-zbrane.cz/zbrane-na-zbrojni-prukaz/>
- [12] *Náboje s okrajovým zápalem* [online]. [cit. 2019-05-11]. Dostupné z: <https://www.valka.cz/Naboje-s-okrajovym-zapalem-t112586>

-
- [13] SVOBODA, Pavel a Jan BRANDEJS. *Výběry z norem pro konstrukční cvičení*. Vyd. 5. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2013, 234 s. ISBN 978-80-7204-838-0.
- [14] *Ušlechtilé uhlíkové konstrukční oceli třídy 12, jejich složení a tepelné zpracování*. Tumlíkovo.cz [online]. [cit. 2019-05-11]. Dostupné z: <http://www.tumlíkovo.cz/uslechtilé-uhlíkové-konstrukční-oceli-třídy-12-jejich-složení-a-tepelne-zpracování/>
- [15] *Přehled mechanických vlastností*. Bohdan Bolzano s.r.o. [online]. 2019 [cit. 2019-05-11]. Dostupné z: <https://www.bolzano.cz/cz/technicka-podpora/technicka-prirucka/tycove-oceli-uhlíkové-konstrukční-a-legované/oceli-k-zuslechtování-podle-en-10083-1>
- [16] DOŠKÁŘ, Josef, Otakar KAŠTÁNEK, Jan GABRIEL a Otakar VALIHRACH. *Přesné lití do keramických forem: určeno pro stř. a vyš. techn. kádry slévárenské, prac. vývoje a výzkumu ve strojírenství*. Praha: SNTL, 1961, 351 s.
- [17] EKSTEIN, Jan. *Citace dopisu* [elektronická pošta]. Message to: h.jiracek@seznam.cz. 13. května 2019 15:13 [cit. 2019-05-21]. Osobní komunikace.
- [18] KALIVODA, Milan. *Technologie strojího obrábění: všeobecný přehled*. Ústav materiálových věd a inženýrství [online]. 2011, Brno [cit. 2019-05-08]. Dostupné z: <http://ime.fme.vutbr.cz/index.php/cs/studium/podklady-pro-vyuku-letni-semestr>
- [19] KOČMAN, Karel a Jaroslav PROKOP. *Technologie obrábění*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2001, 270 s. ISBN 80-214-1996-2.
- [20] HUMÁR, Anton. *Technologie I: Technologie obrábění – 2. část*. Ústav strojírenské technologie [online]. 2004, [cit. 2019-05-08]. Dostupné z: http://ust.fme.vutbr.cz/obrabeni/opory-save/TI_TO-2cast.pdf
- [21] HUMÁR, Anton. *Technologie I: Technologie obrábění – 1. část*. Ústav strojírenské technologie [online]. 2003, [cit. 2019-05-08]. Dostupné z: http://ust.fme.vutbr.cz/obrabeni/opory-save/TI_TO-1cast.pdf
- [22] *Obráběcí centra*. Strojimport [online]. [cit. 2019-05-20]. Dostupné z: <http://www.strojimport.cz/produkty/obrabeci-centra/>
- [23] BENEŠ, Libor. *Materiálem letem světem*. [online]. [cit. 2019-05-20]. Dostupné z: <http://users.fs.cvut.cz/libor.benes/vyuka/mattech/>
-

- [24] VĚCHET, Stanislav. *Tepelné zpracování ocelí* [online]. [cit. 2019-05-20]. Dostupné z: <https://slideplayer.cz/slide/2810347/>
- [25] *Alkalické černění ocelí*. MM Průmyslové spektrum [online]. 2008 [cit. 2019-05-08]. ISSN 1212-2572. Dostupné z: <https://www.mmspektrum.com/clanek/alkalicke-cerneni-oceli.html>
- [26] ČECH, Jaroslav, Jiří PERNIKÁŘ a Kamil PODANÝ. *Strojírenská metrologie*. 4. přeprac. vyd., 2. v nakl. CERM. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2005, 176 s. ISBN 80-214-3070-2.
- [27] Výškoměry [online]. [cit. 2019-05-20]. Dostupné z: <https://eluc.kr-olomoucky.cz/verejne/lekce/1083>
- [28] KLEINOVÁ, Jana *Ekonomické zhodnocení výrobních procesů* [online]. [cit. 2019-05-20]. Dostupné z: https://www.old.fst.zcu.cz/files_web_FST/dokumenty_FST/akreditace-FST-09/DATA/ukazky/ehv_sylaby_2009.pdf
- [29] SVOBODA, Pavel, Jan BRANDEJS a Jiří DVOŘÁČEK. *Základy konstruování*. Vyd. 5. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2013, 236 s. ISBN 978-80-7204-839-7.
- [30] *Normování časů* [online]. [cit. 2019-05-20]. Dostupné z: <https://eluc.kr-olomoucky.cz/verejne/lekce/1345>
- [31] *Stanovení optimální trvanlivosti a výrobních nákladů* [online]. [cit. 2019-05-20]. Dostupné z: <https://coptkm.cz/portal/reposit.php?action=0&id=32881&revision=-1&instance=2>


SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

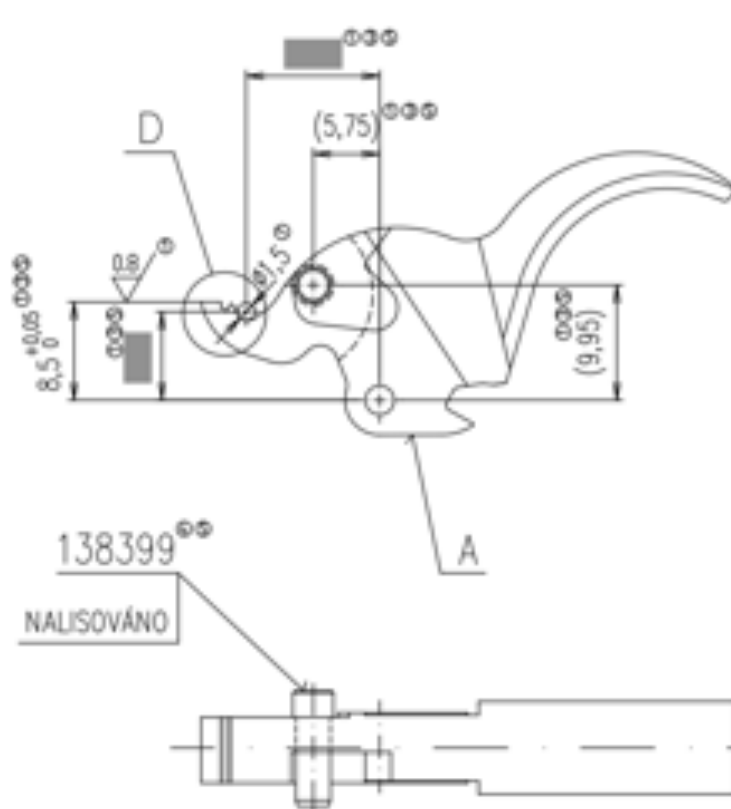
Zkratka/Symbol	Jednotka	Popis
5 Whys	–	5 Proč – metoda zjištění příčiny
A	%	Tažnost
Carbine	–	Karabina (anglický překlad)
Classic	–	Klasický (označení revolveru s nezkráceným válcem)
CNC	–	Computer Numeric Control – číslicové řízení
ČSN	–	Československé normy
DA	–	Double Action – dvojčinný režim
E	J	Energie (odpor spouště)
HSS	–	High Speed Steel – rychlořezná ocel
ISO	–	International Organization for Standardization – Mezinárodní organizace pro normalizaci
LR	–	Long Rifle (označení náboje)
Nc	ks	Zhodnocení shody měřených spouští
N _{CNC}	Kč/min	Náklady na CNC stroje
N _D	Kč/min	Náklady na mechanickou dílnu
N _{KP}	Kč/ks	Náklady na kalení a popouštění
N _M	Kč/min	Náklady na montáž zbraní
N _n	ks	Počet shodných výrobků
N _{nn}	ks	Počet neshodných výrobků neopravitelných
N _{no}	ks	Počet neshodných výrobků opravitelných
N _{NV}		Celkové náklady na práci u navržené výroby
No. 5	–	Označení revolveru
Ns	ks	Celkový počet měřených kusů
N _{SV}	Kč/ks	Celkové náklady na práci
N _Z	Kč/ks	Náklady na žihání
OTK	–	Oddělení technické kontroly
Re	MPa	Mez kluzu
Rm	MPa	Mez pevnosti
S&W	–	Smith&Wesson
SA	–	Single Action – jednočinný režim
SK	–	Slinutý karbid
t	mm	Tloušťka
t _{ABC}	min	Jednotkové s přírážkou času dávkového
t _{AC}	min	Jednotkové s přírážkou času směnového
t _{ACCNCN}		Celkový jednotkový čas CNC strojů navržené výroby
t _{ACCNCS}	min	Celkový jednotkový čas CNC strojů současné výroby
t _{ACDN}		Celkový jednotkový čas mechanické dílny navržené výroby
t _{ACDS}	min	Celkový jednotkový čas mechanické dílny současné výroby
t _{BC,}	min	Dávkové s přírážkou času směnového
TPV	–	Technologická příprava výroby
WMR	–	Winchester Magnum Rimfire (označení náboje)
Z	%	Kontrakce
ZERO	–	Nula (angl. překlad, tlačítko vynulování výškoměru)
Z _m	%	Míra neshody produktů
Z _o	%	Opravitelnost (procentuální vyjádření opravitelných neshodných kusů)
ZP	–	Zbrojní průkaz

SEZNAM PŘÍLOH

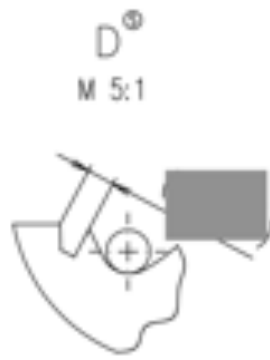
P1	Příloha 1	Výkres součásti Spoušť současné výroby – Odlitek
P2	Příloha 2	Výkres součásti Spoušť současné výroby – Hlavní výkres
P3	Příloha 3	Výkres sestavy Spoušť + kolík současné výroby
P4	Příloha 4	Výkres součásti Spoušť nově navržené výroby – Odlitek
P5	Příloha 5	Výkres součásti Spoušť nově navržené výroby – Hlavní výkres
P6	Příloha 6	Výkres součásti Spoušť nově navržené výroby – Broušení ploch
P7	Příloha 7	Licí forma z vosku současné výroby
P8	Příloha 8	Licí forma z vosku navržené výroby
P9	Příloha 9	Výkres přípravku APU-00197
P10	Příloha 10	Výkres přípravku APU-00219
P11	Příloha 11	Výkres přípravku APU-00068
P12	Příloha 12	Výkres přípravku APU-00292
P13	Příloha 13	Výkres přípravku APU-00294
P14	Příloha 14	Výkres kolíku spouště

P3: Výkres sestavy Spoušť + kolík současné výroby.


 KONZERVováNO




138399
NALISOVÁNO



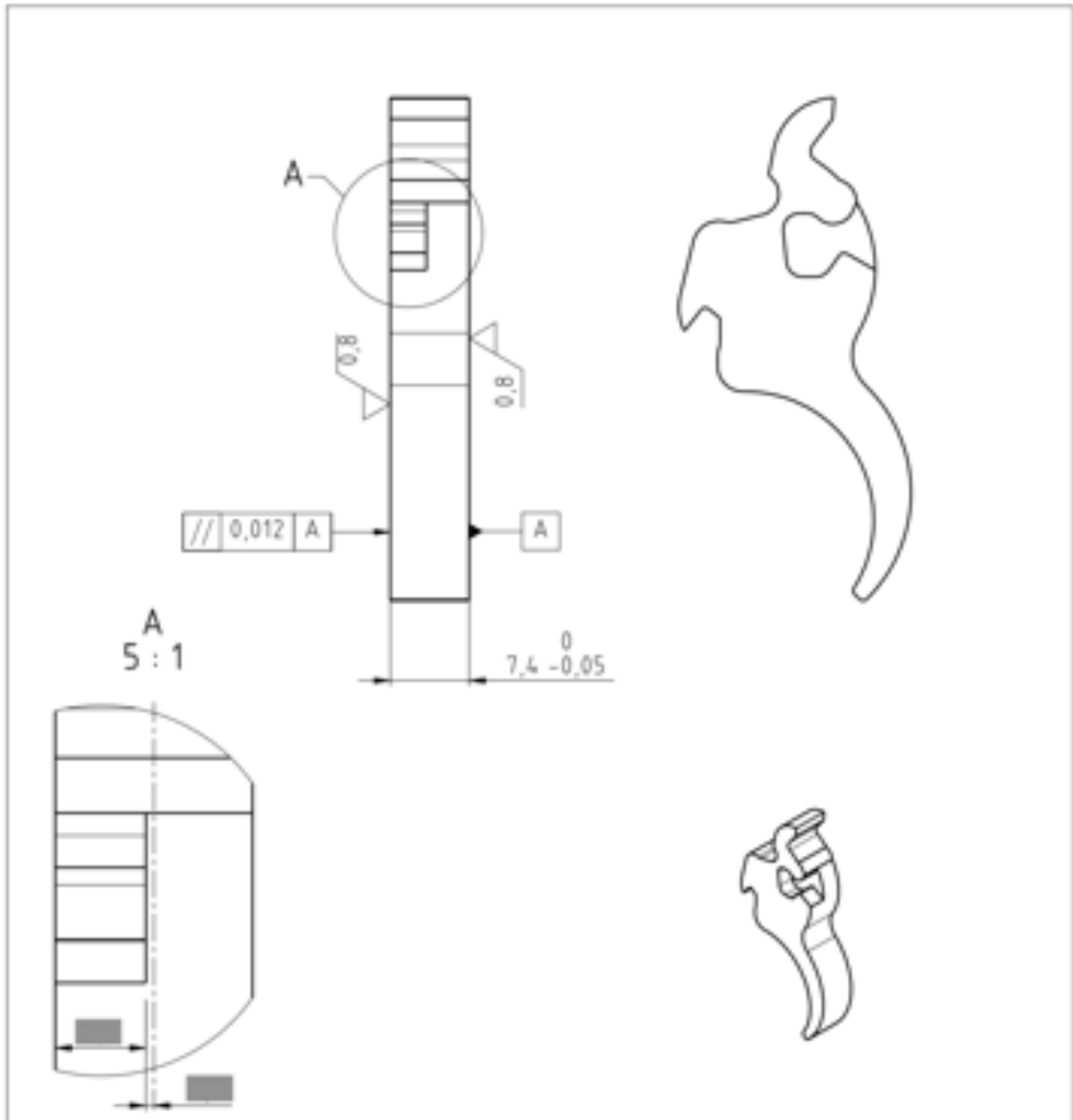
D
M 5:1

Č. POL.	A	POZN.
138108	138318	ČERNĚNÍ (████████████████████)
138157	138400	BEZ PŮVRCH. OCHRANY (mož. nerez)

SPOLEČNÝ VÝKRES PRO SOUČÁSTI DLE TABULKY
NETOLEROVANÉ ROZMĚRY DLE ČSN ISO 2768-mH

	Materiál	1	Klasif. výkresu sest.				
	Podstava						
	Mřížko	Kresl	Č. kresl.	Značka			
		Překresl					
		Výz. projechtal					
		Schwab	W. kresl.				
		Dne	Tř. odpob.				
Rozměr	Čísly	Název					Index
		SPOUŠŤ SEST. OCEL/NEREZ			138108		6
copyright Alfa-praj 1987							Lib.

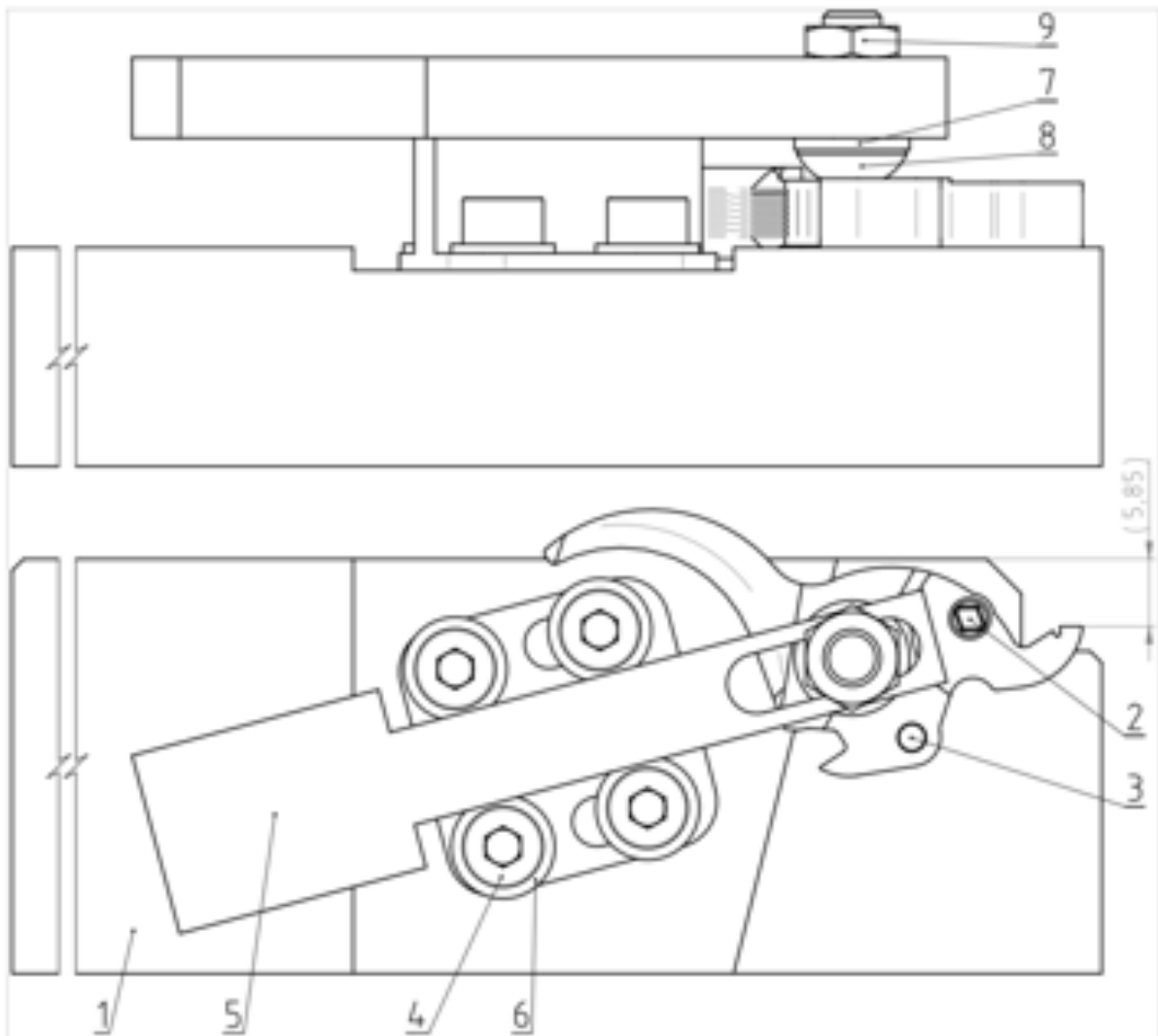
P6: Výkres součásti Spoušť nově navržené výroby – Broušení ploch.



Č. DÍLU	MATERIÁL	FCM	NÁZEV
138318L3	42 2819.04 (1.1206/CK 50)	20219	SPOUŠŤ Ocel
138400.1	42 2907.04 (1.4028/G-X30Cr13)	20424	SPOUŠŤ Nerez

Struktura povrchu ISO 1302 		Materiál Die tabulky Poleťovací 138318L3 FOR							
Rozměr 0.5-6 6-30 30-120 120-400 400-1000	Číslyčka r0.1 r0.2 r0.3 r0.5 r0.8	První díl 2:1 A4	Materiál Křesit Technologie Schvádit Dna	Tolerován ISO 8015 A40	Přesnost ISO 2768 mH Chráněno ISO 16026 0.022 Inverzní díl	Změna 0	Dne 0	Podpis 0	In 0
		Název SPOUŠŤ BRUS Typ ALFA Steel/Stainless		Č. dílu 138318L2		Číslo verze 0		Index 0	
						Počet listů: 1		List: 1	

P11: Výkres přípravku APU-00068.



Pos.	Ks.	Číslo výkresu	Položovar	Materiál	Hm	Název
1	1	APP-00068-01	PL 0 48x20-100	14 220 (1.1715/8MnCr5)	0 497	KOSTKA
2	1	APP-00068-02	ISO 8734 - 3 x 22	Upolofovaný	0 001	ČEP PLOCHÝ
3	1	ISO 8734 - 2,5 x 24			0 12	KOLÍK KALENÝ VÁLCOVÝ
4	4	ISO 4762 M4 x 8			0 235	ŠROUB IMBUS
5	1	klapacka_H50_2B			0 007	MRNAT. HORIZ. RYCHLOUPLŇAČ - KIPP K0069 0050
6	4	ISO 7089-4			0 000	PODLOŽKA
7	1	ISO 7089-5			0 000	PODLOŽKA
8	1	ISO 7380-M5x12			0 003	ŠROUB
9	1	ISO - 4035 - M5			0 109	MATICE

Struktura povrchu ISO 1302

Materiál =
Položovar FOR
=

Rozměr	Schýtko	Prostředí	Tolerován	Přesnost
0,5-4	±0,1		ISO 80/5 AND	ISO 2768 mH
6-30	±0,2	M37 Inco Kresl		Dřevěná
30-100	±0,3	2:1 Technologie		ISO 1616
100-400	±0,5	Schvál		0 528
400-1000	±0,8	A4 Dne		maturov kol

Sestava kompletně předložena		2
Běžné změny na dílech		1
Změna	Dne	Podpis



Název **BROUSÍČÍ POMŮČKA - SPOUŠŤ**
Typ Brousíčí pomůčka - Spoušť

Č. dílu 138318L1_j11
138318L2_j4
Číslo výkresu **APP-00068-00_L1**
Index **2**
Počet listů: 1
List: 1

P13: Výkres přípravku APU-00294.

