VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
ÚSTAV STROJÍRENSKÉ TECHNOLOGIE
FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
INSTITUTE OF MANUFACTURING TECHNOLOGY

ŘEŠENÍ TECHNOLOGIE SOUČÁSTI "VENTIL S KONDENZAČNÍ SMYČKOU"

TECHNOLOGY SOLUTION FOR COMPONENTS: A VALVE WITH CONDENSING LOOP

DIPLOMOVÁ PRÁCE
MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE Bc. Marcel JARKOVSKÝ
AUTHOR

VEDOUCÍ PRÁCE Ing. Milan KALIVODA
SUPERVISOR

BRNO 2014

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství

Ústav strojírenské technologie
Akademický rok: 2013/14

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

student(ka): Bc. Marcel Jarkovský

který/která studuje v **magisterském studijním programu**

obor: **Strojírenská technologie (2303T002)**

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:

Řešení technologie součásti "ventil s kondenzační smyčkou"

v anglickém jazyce:

Technology Solution for Components: a Valve with Condensing Loop

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

1. Úvod.
2. Představení firmy a výrobního sortimentu.
3. Rozbor součásti "ventil s kondenzační smyčkou".
4. Stávající technologie.
5. Návrh nových variant obráběcího procesu.
6. Výběr varianty pro podmínky firmy.
7. Technicko-ekonomické zhodnocení.
8. Diskuze.
9. Závěr.

Cíle diplomové práce:

Technologický projekt navrhující různé varianty výroby zadané součásti. Zohlednění firemních podmínek a stanovení výhodné varianty.

Seznam odborné literatury:

1. FOREJT, Milan a Miroslav PÍŠKA. Teorie obrábění, tváření a nástroje. 1. vyd. Brno: CERM, s. r. o., 2006. 225 s. ISBN 80-214-2374-9.
2. PÍŠKA, Miroslav et al. Speciální technologie obrábění. 1. vyd. Brno: CERM, s. r. o., 2009. 247 s. ISBN 978-80-214-4025-8.
3. ZEMČÍK, Oskar. Technologická příprava výroby. 1. vyd. Brno: CERM, s. r. o., 2002. 158 s. ISBN 80-214-2219-X.
4. ŠTULPA, Miloslav. CNC obráběcí stroje a jejich programování. 1. vyd. Praha: Technická literatura BEN, 2007. 128 s. ISBN 978-80-7300-207-7.
5. Příručka 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.
6. LEINVEBER, Jan, Jaroslav ŘASA a Pavel VÁVRA. Strojnické tabulky. 3. vyd. Praha: Scientia, s. r. o., 2000. 986 s. ISBN 80-7183-164-6.

Vedoucí diplomové práce: Ing. Milan Kalivoda

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2013/14.

V Brně, dne 27.11.2013

L.S.

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ DĚKANÁT

prof. Ing. Miroslav Píška, CSc.
Ředitel ústavu

prof. RNDr. Miroslav Doupovec, CSc., dr. h. c.
Děkan

ABSTRAKT

Diplomová práce se zabývá technologii výroby tělesa ventilu ve firmě Armaturka Vranová Lhota, a.s.

V první části je představení firmy a vyráběného sortimentu. Druhá část je zaměřena na rozbor součásti, kde je řešena konstrukce, materiál a výběr polotovaru ze tří variant vzhledem k minimálním nákladům.

Ve třetí části jsou představeny stávající technologické postupy montáže, svařence a výroby tělesa ventilu. K současnému technologickému postupu výroby tělesa ventilu jsou navrženy nové dvě varianty pomocí jiných nástrojů a přípravků. Pro stanovení časů výroby jsou vypočítány výrobní návodky.

V závěru práce je výběr vhodné varianty vzhledem ke zvyklostem a podmínkám firmy. Pro tuto zvolenou variantu je vypočítáno technicko-ekonomické zhodnocení.

Klíčová slova

Těleso ventilu, technologie výroby, soustružení, vrtání.

ABSTRACT

This Master's thesis focuses on technology of production of the valve body produced by company Armaturka Vranová Lhota, a.s.

First part introduces the company and their range of products. Second part of the Dissertation focuses on analysis of the part with details on construction, material and choice of three options of semi-finished product based on minimum expenses.

In the third part are introduced current technological processes of assembling, weldment and valve body production. There are proposed two new production options to the current technological production process of body valve using different tools and jigs. New production instructions are calculated to establish times of production.

In the conclusion of dissertation is the choice of optimal option considering habitual practice and conditions of company. For this chosen option is calculated technical-economic evaluation.

Key words

The valve body, technology of production, turning, drilling.

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

JARKOVSKÝ, Marcel. *Řešení technologie součásti "Ventil s kondenzační smyčkou"*. Brno 2014. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Ústav strojírenské technologie. 53 s. 8 příloh. Vedoucí práce Ing. Milan Kalivoda.

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma **Řešení technologie součásti "Ventil s kondenzační smyčkou"** vypracoval samostatně s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených na seznamu, který tvoří přílohu této práce.

Datum

Bc. Marcel Jarkovský

PODĚKOVÁNÍ

Děkuji tímto firmě Armaturka Vranová Lhota a jejím pracovníkům za umožnění zpracování diplomové práce v podniku. Jmenovitě děkuji Josefu Havlíčkovi, Stanislavě Unzeitigové, Janu Vychodilovi, Radku Deutschovi a Ing. Aleši Krškovi za cenné připomínky a rady při vypracování diplomové práce.

Děkuji tímto Ing. Milanu Kalivodovi za cenné připomínky a rady při vypracování diplomové práce.

V neposlední řadě děkuji své rodině a přátelům za podporu během celého studia.

OBSAH

ABSTRAKT 4
PODĚKOVÁNÍ 6
OBSAH 7
ÚVOD 9
1 PŘEDSTAVENÍ FIRMY A VÝROBNÍHO SORTIMENTU 10
1.1 Historie firmy 10
1.2 Strojní vybavení podniku 13
1.2.1 Obráběcí stroje 13
1.2.2 Měřicí a zkušební technika 14
1.2.3 Ostatní zařízení 14
1.3 Výrobní sortiment firmy 14
1.3.1 Průmyslové a vysokotlaké armatury 15
1.3.2 Zbylé výrobky 17
2 ROZBOR SOUČÁSTI „VENTIL S KONDENZAČNÍ SMYČKOU“ 18
2.1 Rozbor tělesa ventilu 19
2.1.1 Konstrukce 19
2.1.2 Materiál 20
2.2 Kontrola volby polotovaru a výpočet spotřeby materiálu 20
2.2.1 Přířez z tyče 20
2.2.2 Výkovek 24
2.2.3 Výpalek 26
3 STÁVAJÍCÍ TECHNOLOGIE 28
3.1 Zachovaná verze technologie 28
3.2 Současný technologický postup 32
4 NÁVRH NOVÝCH VARIANT OBRÁBĚCÍHO PROCESU 35
4.1 Navrhovaná varianta 1 35
4.2 Navrhovaná varianta 2 38
5 VÝBĚR VARIANTY PRO PODMÍNKY FIRMY 41
5.1 Stávající varianta 41
5.2 Nová varianta 1 41
5.3 Nová varianta 2 42
5.4 Výběr varianty 42
6 TECHNICKO-EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ 43
6.1 Stroje 43

6.2 Dělníci 44
6.3 Nástroje 45
7 DISKUZE 47
ZÁVĚR 48
SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ 49
SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ 51
SEZNAM PŘÍLOH 53

ÚVOD

Jako konstruktér speciálních výrobních pomůcek ve firmě vyrábějící armatury mi projde pod rukama velké množství výkresů výrobků, pro které je třeba navrhnout speciální nástroj, přípravek nebo měřidlo. Ventil s kondenzační smyčkou je výrobek, který zahrnuje jak dlouho vyráběné součásti, tak i tvarově nové. Tvar výrobku a tělesa ventilu mě zaujal a proto jsem se rozhodl pro tuto součást navrhnout zefektivnění výroby.

Na začátku práce je představení firmy Armaturka Vranová Lhota, a.s., její historie, strojového parku a vyráběného sortimentu.

Druhá kapitola představuje rozbor výrobku ventil s kondenzační smyčkou a dále přesněji tělesa ventilu, jehož výroba představuje největší prostor pro zlepšení. Rozbor součásti zahrnuje posouzení konstrukce součásti, představení materiálu a volbu vhodného polotovaru.

V další části jsou představeny současné výrobní postupy tělesa ventilu, svařence a montáže sestavy. Dále jsou navrhnuty dvě nové varianty výroby tělesa, díky kterým by se mělo dojít ke zlepšení výroby. Následují výrobní návodky všech tří variant, pomocí kterých se stanoví výrobní časy potřebné k porovnání a volbě nejvhodnější varianty.

Pro tuto zvolenou variantu je spočítáno technicko-ekonomické zhodnocení, díky kterému se zjistí, kolik strojů a nástrojů bude zapotřebí pro zajištění výroby součásti.

Obr. 1 Ventil s kondenzační smyčkou.

1 PŘEDSTAVENÍ FIRMY A VÝROBNÍHO SORTIMENTU

Armaturka Vranová Lhova, a.s. je tradiční česká firma na výrobu průmyslových armatur. V posledních 20 letech je také dodavatelem rozmanitých dílců v oblasti kovoobrábění pro automobilový, chemický, potravinářský i všeobecný průmysl. Je držitelem certifikátu systému řízení jakosti EN ISO 9001 i dodatku pro automobilový průmysl VDA 6.1 a certifikátu environmentálního managementu EN ISO 14001. V současné době má okolo 170 zaměstnanců, 2 výrobní haly, 1 montážní halu a 3 sklady.

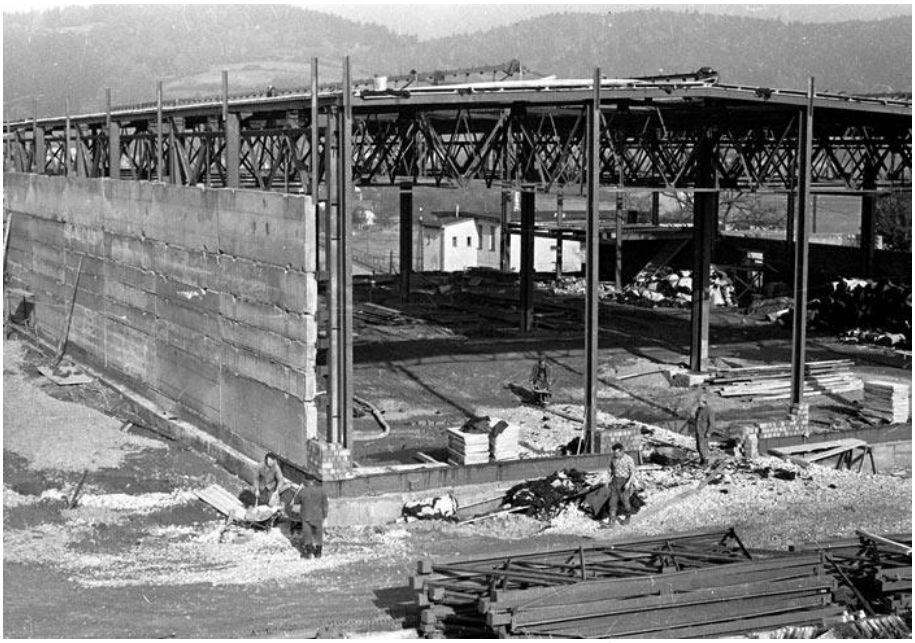
Obr. 1.1 Znak [2].

1.1 Historie firmy

Závod Modřanské strojírny ČKD – odštěpený závod Česká armaturka Česká Třebová jako dominantní dodavatel drobných průmyslových armatur měl zájem o výrobu náročnějších armatur, zejména regulačních ventilů, na kterou ovšem neměl dostatečnou kapacitu. Z tohoto důvodu uvažoval o zřízení nového provozu, kde by se zajistila podstatná část výroby. Volba padla na budovu ve Vranové Lhotě, kde končila výroba nábytku. Po potřebných úpravách byl dne 1. června 1966 založen provoz České armatury a později Východočeské armatury Česká Třebová n. p. Provoz začínal se 40 zaměstnanci, do konce roku se jejich počet zdvojnásobil a začalo se pracovat na 2 směny. Na přelomu 60. a 70. let je z České Třebové do Vranové Lhoty přemístěn kompletní sortiment tzv. drobných armatur [1].

Obr. 1.2 Původní (stará) výrobní budova [1].

Reorganizacemi v 70. letech mění závod Východočeská armaturka název a statut. Z počátku patří pod Sigmu Lutín n. p., poté se od 1. 1. 1979 stává koncernovým podnikem Sigma Olomouc se sídlem v České Třebové (SČT), s pobočnými provozy Parník a Vranová Lhota. Součástí změn je projekt výstavby nového provozu s názvem „Rozšíření provozu VČA Vranová Lhota“. Jednalo se o komplet jedné výrobní haly typu M1a, energocentra s úpravnou vody, komunikací, inženýrských sítí, střediska údržby a sociálního zařízení odpovídajícího zamýšlenému nárůstu zaměstnanců. Po dokončení výstavby v roce 1976 byla provedena asanace a rekonstrukce bývalé ubytovny stavebních dělníků na kanceláře pro odborné technické a ostatní pracovníky. Na přelomu let 1976 a 1977 jsou obráběcí stroje přestěhovány do nové haly, ve staré budově zůstává montáž, zkušebna a expedice [1].



Obr. 1.3 Stavba nové haly [1].

V 80. letech už provoz disponoval uceleným programem specifického druhu drobných průmyslových armatur, v oboru tlakoměrových armatur se stal výhradním výrobcem v tehdejší ČSSR a zaměstnával rekordní počet 216 zaměstnanců. Základnímu sortimentu dominovaly kohouty K 310, uzavírací, redukční, pojistné, horkovodní ventily vypouštěcí a napouštěcí, odvaděče kondenzátu a další [1].

Po roce 1989 je podnik zařazen i se svými provozy do 1. vlny kupónové privatizace, vzniká samostatný koncernový podnik Sigma Česká Třebová po třech letech pak Armaturka Česká Třebová. Mezi roky 1991 až 1993 byl zaveden počítačový systém pro řízení výroby ORFERT, který nahradil tehdejší „ruční“ plánování výroby a zakoupeny první CNC soustruhy Traub TND 310, které slouží dodnes [1].

Na konci roku 1993, vlivem chybných podnikatelských rozhodnutí a obchodních strategii mateřského podniku, vzniká odtržením od České Třebové samostatný subjekt Armaturka Vranová Lhota, a.s. Bylo nutné vybudovat vlastní technické, administrativní, logistické i odbytové oddělení. Na jaře v roce 1996 je AVL plně privatizována. Zavádí se nové výrobky, jako jsou např. zpětné bezpřírubové klapky. Po mnoha jednáních zintenzivňuje podnik spolupráci s německým zákazníkem firmou Armaturenfabrik F. Schneider [1].

V reakci na stagnující poptávku po armaturách je koncem 90. let přehodnocena strategie podniku. Dochází k podstatnému rozšíření výroby v oblasti kovoobrábění přesných dílců z různých materiálů, převážně soustružení součástí z mosazných tyčí. Pro zajištění nové strategie firmy, byla nutná modernizace strojního vybavení. Jednalo se o stroje Traub TND, frézky Mikron a Haas, vícevřetenové automaty Tornos MultiDeco a Deco, soustruhy Index ABC a Traub TNK. Současně byly zakoupeny 3D souřadnicový měřicí přístroj Wenzel a provozní měřící zařízení Contour pro zkvalitnění kontroly [1].

V roce 2002 dochází k dostavbě druhé výrobní haly. Ta je rozdělena na dvě části, v první je kompletní linka na výrobu tlakoměrových kohoutů, odmašťovací zařízení včetně ČOV a místnost pro provozní kontrolu. Ve druhé části je zřízen sklad tyčového materiálu, odlitků výkovků a hotových výrobků. Samozřejmostí jsou kanceláře, nakládkový a vykládkový prostor. Do strojového parku přibývá ultrazvuková pračka Summa a bruska nástrojů Ewag. Pro rozšíření výrobního sortimentu o komponenty vysokotlakých armatur pro klasickou i jadernou energetiku byla v roce 2008 vybudována třetí výrobní hala. Do haly byly postupně zakoupeny nové vysoce výkonné stroje firmy Mori Seiki, Matsuura, FPT a další strojí vybavení potřebné pro tuto výrobu [1].

Obr. 1.4 Výrobní hala 3.

1.2 Strojní vybavení podniku

Armaturka Vranová Lhota, a.s. disponuje velkým množstvím různých strojů a zařízení sloužícím k výrobě, montáži, kontrole, zkoušení armatur a jiných dílců.

1.2.1 Obráběcí stroje

Tato kapitola zahrnuje největší část strojního vybavení firmy, přehled hlavního obráběcího vybavení je v tabulce 1.1. Jedná se o stroje s řízením CNC, PNC a konvenční stroje. Velká rozmanitost zařízení dovoluje soustružení v rozsahu průměrů od 8 mm do 430 mm, frézování až 7,5 tunového polotovaru o maximálních rozměrech 6000 x 2000 x 1250 mm. Vhodné jsou jak pro kusovou, sériovou, tak i hromadnou výrobu. Parametry vybraných strojů v podniku viz příloha 1.

Tab. 1.1 Přehled hlavního obráběcího vybavení.

Kategorie [-]	Stroj [-]	Počet [ks]
Revolverové CNC soustruhy přírubové	Traub TND 310	4
	MAS/ZPS SPT 16	1
Revolverové CNC soustruhy tyčové	Traub TND 310	7
	Traub TNK 36	9
	Index ABC 52	3
Obráběcí a frézovací centra	Mikron VCE 750	1
	Haas VF-2	1
	Haas VF-2 SSHE	3
Vícevřetenové automaty	Tornos MultiDeco 26/6	3
	Tornos MultiDeco 20/6	1
	Tornos MultiDeco 32/6i	1
	MAS/ZPS SAY 8/40	1
CNC dlouhotočné automaty	Tornos Deco 2000/26	1
	Manurhin KMX 432	1
Horizontální frézka s přestavitelným sloupem	FPT AREA-M	2
CNC soustružnické centrum	Mori Seiki NL2500SY/700	1
	Mori Seiki NL3000Y/2000	1
Horizontální obráběcí centrum	Mori Seiki MH633	1
	Matsuura H PLUS-630	1
Nástrojová bruska	EWAG WS 11 WSP	1
Konvenční soustruhy	RH-36	2
	SV18RA	1
	BRT-50	3
	ZZM C10TMS	1
Stroje na dělení materiálu	Behringer HBP 530	1
	ARG 230 NC	1
Vrtačky	FLOTT 4STW	1
	VS 13	1
	V 20P	1

1.2.2 Měřicí a zkušební technika

Nedílnou součástí každé výroby je kontrola. Kontrolují se rozměry a jakosti povrchu u vyráběných součástí ale také těsnost a funkčnost u smontovaných výrobků.

Základem každé kontroly jsou ruční měřidla, jako posuvná měřítka, mikrometry, dutinoměry, úchylkoměry, závitové, třmenové, válečkové a speciální kalibry, které jsou nejvhodnější pro použití u stroje. Přesnější vyhodnocení rozměrů lze provést pomocí souřadnicového měřícího stroje Wenzel a Etalon derby, pro vnější rozměry optickým přístrojem Opticline Contour, popřípadě ramenem Faro PowerGage a měřícím mikroskopem. Jakost povrchu a materiálu je kontrolována pomocí drsnoměru, penetrační zkoušky, zkoušky ultrazvukem, odrazové zkoušky a spektrálního analyzátoru.

Zkoušení armatur na pevnost, nepropustnost, těsnost a funkci se provádí na speciálních strojích, kde zkušební látkou je voda, vzduch a pro vyšší tlaky petrolej. Maximální možný zkoušený tlak je 95 MPa, kterému přibližně odpovídá PN630, protože zkouší se 1,5 x PN. Vše podléhá normám ČSN 13 3060-2 a ČSN EN 12266-1.

Fotografie vybraných měřících a zkušebních strojů viz příloha 2.

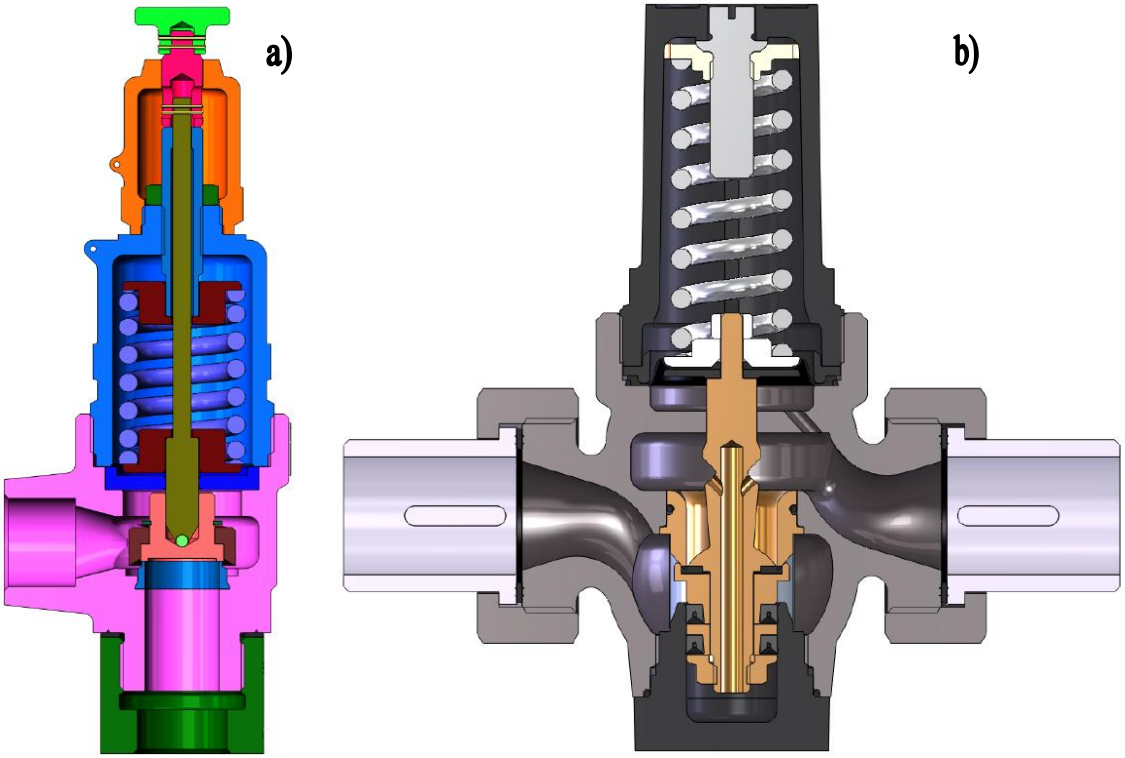
1.2.3 Ostatní zařízení

Ve vlastnictví podniku jsou také stroje, které nemohou být v předchozích kategoriích, ale jsou nutné pro výrobu. Nejdůležitější jsou odmašťovací stroje DC 3-Al a DC 3-Ocel, ultrazvuková pračka DA 4V, žíhací pece CAN 10.20.10/8 a CAN 15.25.17/8 s maximální vsázkou 4000 kg a teplotou 800°C, svářecí automat KSK SL800, jeřáby Adamec s maximální nosností 5000 kg.

1.3 Výrobní sortiment firmy

V průběhu let se produkty podniku měnily v závislosti na poptávce. Výroba průmyslových armatur v menší míře přetrvala a díky rozvoji energetického průmyslu se zvedla poptávka po vysokotlakých armaturách, které byly přidány do sortimentu firmy nedávno. Druhou část výrobků tvoří kovoobrábění na zakázku.

Obr. 1.5 Ukázka armatur [2].



Obr. 1.6 Řezy armaturami: a) pojistný ventil, b) redukční ventil.

1.3.1 Průmyslové a vysokotlaké armatury

Výrobou tohoto specifického sortimentu jsou spjaty počátky podniku. Armatura je část potrubí, která spojuje nebo zakončuje trubky a slouží k uzavírání, redukci, řízení či omezení průtoku nebo tlaku media ve vytápění, v klimatizaci, tlakových nádobách, různých rozvodech a systémech.

Současný sortiment armatur:

- Armatury pro odvod kondenzátu,
  - Slouží k samočinnému vypouštění kondenzátu z potrubí a těles nízkotlakých soustav ústředního topení,
  - Zabraňuje průtoku páry do kondenzačního potrubí.
- Kondenzační smyčky,
  - Připojuje se a chrání tlakoměry před škodlivými účinky nebo vysokou teplotou měřené provozní látky.

Obr. 1.7 Ukázka smyček a příslušenství [2].

- Pojistné ventily,
  - Používá se k jištění tlakových nádob a jiných tlakových zařízení proti překročení stanoveného tlaku.
- Tlakoměrové ventily a kohouty,
  - Uzavírá průtok provozní látky a připojují se k němu tlakoměry.

Obr. 1.8 Ukázka ventilů a kohoutů [2].

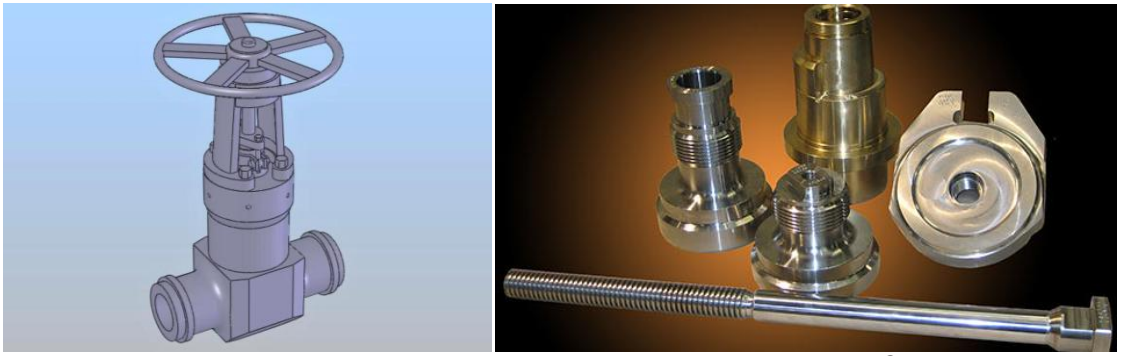
- Tlumiče rázu,
  - Chrání tlakoměry před účinky tlakového rázu při otevření tlakoměrového ventilu nebo kohoutu.
- Ventily pro vytápění,
  - Mechanicky odvzdušňují topná tělesa a potrubí ústředního topení.
- Ventily pro regulaci tlaku vody,
  - Automaticky redukuje vstupní tlak na konstantní výstupní tlak média.

Obr. 1.9 Ukázka redukčních a pojistných ventilů [2].

- Zpětné klapky,
  - Slouží jako uzavírací armatura proti zpětnému proudění provozního média.

Obr. 1.10 Ukázka zpětných klapek [2].

- Příslušenství a náhradní díly,
- Vysokotlaké armatury.
  - jedná se o část předchozích výrobků, které jsou stavěny na vyšší tlaky, některé až do PN630.



Obr. 1.11 Ukázka vysokotlaké armatury a jejích součástí [2].

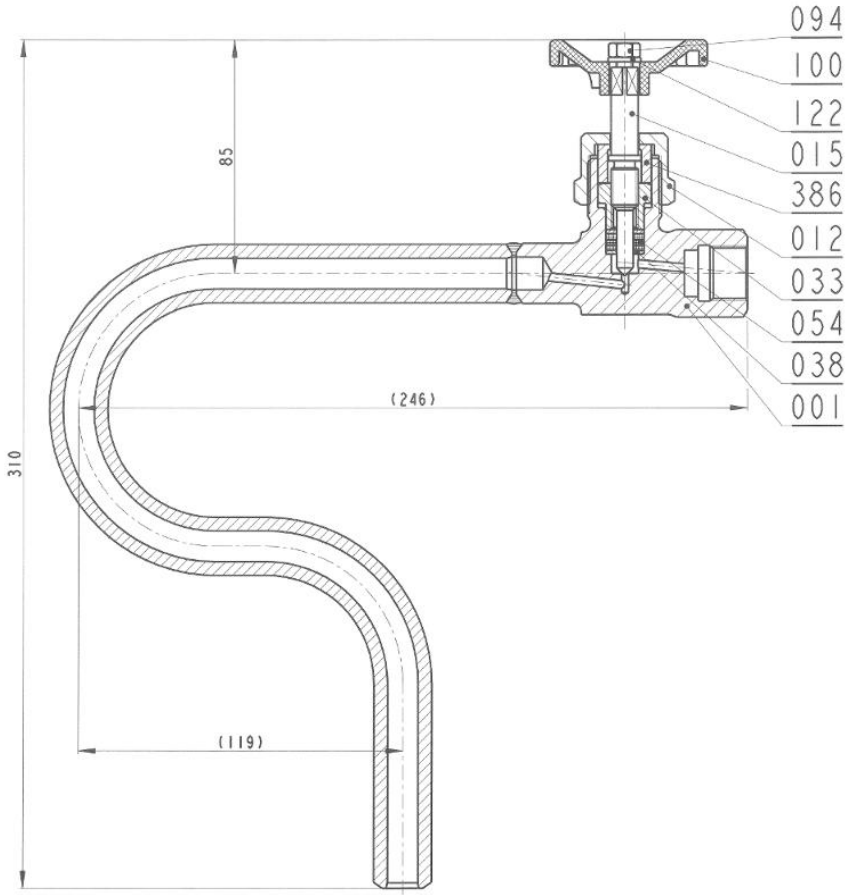
1.3.2 Zbylé výrobky

Druhá část výroby je zaměřena na zakázkové obrábění součástí převážně dle dokumentace odběratele. Nejčastěji se jedná o firmy: Abner, Armatruka Krnov, Armatury Group, Avoner, DGF, GCE Chotěboř, Kendrion, Mecawel, Mostro, MPower, MSA, Schneider. Příklady výrobků jsou zobrazeny na obrázku č. 1.12.

Obr. 1.12 Ukázka zakázkové výroby [2].

2 ROZBOR SOUČÁSTI „VENTIL S KONDENZAČNÍ SMYČKOU“

Ventil s kondenzační smyčkou, zobrazen na obrázku 2.1, slouží k připojení a ochraně tlakoměrů při měření na potrubí. V tělesu ventilu je závit, do kterého se našroubuje manometr a druhá strana, konec smyčky, se přivaří na potrubí. Tato armatura chrání manometr proti rázům a vysoké teplotě měřeného média tak, že kondenzát vyplní 180° ohyb a působí jako ochranná bariéra mezi vysokou teplotou provozní látky a manometrem.



Obr. 2.1 Náhled výkresu ventilu s kondenzační smyčkou.

Sestava se skládá z 9 součástí a 1 podsestavy, kde nejtěžší na výrobu je těleso ventilu, obrázek 2.2, které je s kondenzační smyčkou součástí svařované podsestavy, pozice 001 na obrázku 2.1. Dále na pozici 012 je přesuvná matice, 015 vřeteno, 033 matice vřetene, 038 kroužek, 054 kroužek těsnící, 094 matice, 100 ruční kolo, 122 podložka a 386 vložka. Jmenovitá světlost armatury je 15 a jmenovitý tlak 400. Je plánováno 1000 ks za rok.

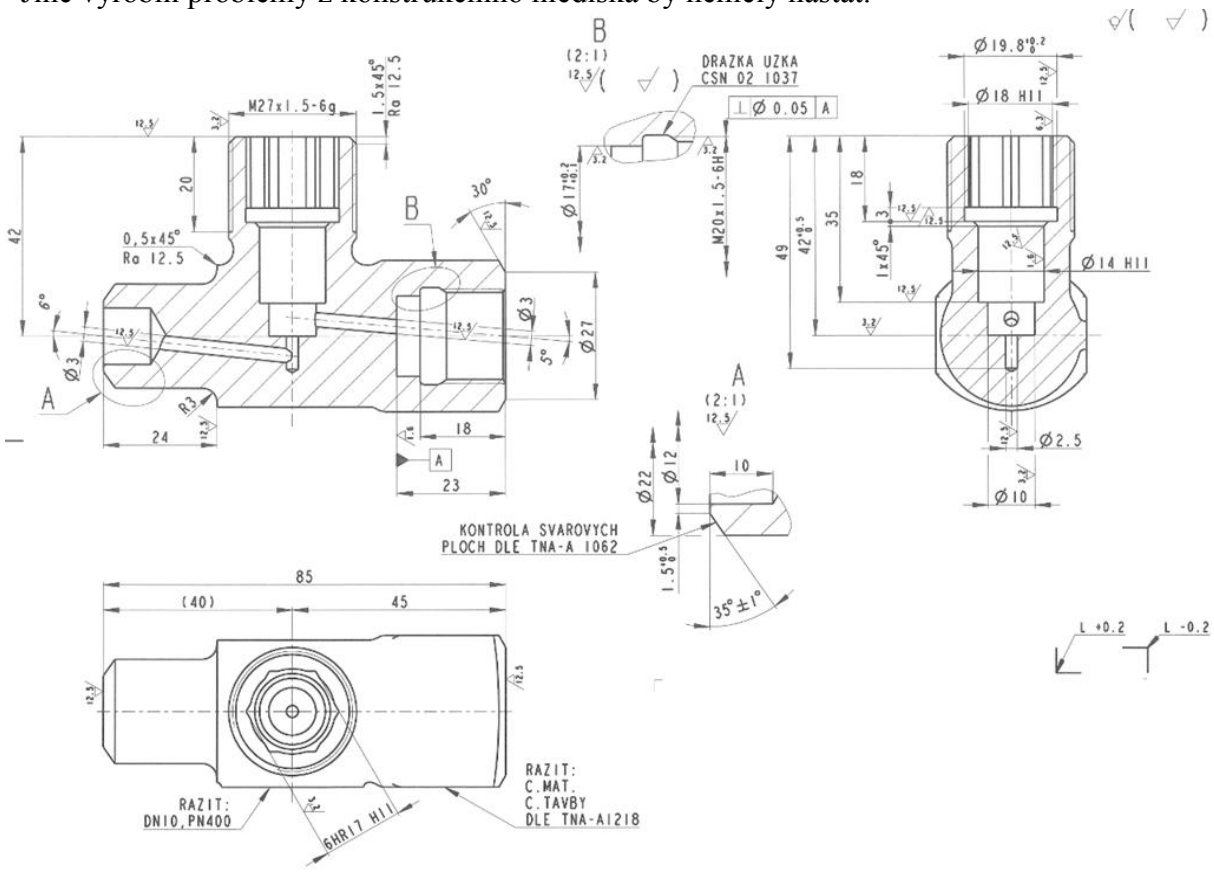
Jelikož se jedná o relativně nový výrobek, bude se práce zabývat zlepšením technologie výroby tělesa ventilu, protože zbylých 9 součástí se dlouho vyrábí nebo nakupuje.

2.1 Rozbor tělesa ventilu

Důležitá část přípravy, kdy je zkoumána vyrobitelnost součásti.

2.1.1 Konstrukce

Vzhledem k nerotačnímu tvaru součásti je největší potíž s upínáním při soustružení. Jiné výrobní problémy z konstrukčního hlediska by neměly nastat.



Obr. 2.2 Náhled výkresu tělesa ventilu.

Součást je jednoduše vyrobitelná, protože přesnost většiny rozměrů tělesa je řízena podle obecné tolerance ISO 2768-mK až na vyjímky, které jsou zobrazeny v tabulce 2.1.

Tab. 2.1 Důležité rozměry.

Rozměr [mm]	Horní úch. [mm]	Dolní úch. [mm]	Povrch [µm]	Funkce
1,5	+0,5	0	Ra 12,5	Kořen svaru
ϕ14 H11	+0,11	0	Ra 1,6	Těsnění
ϕ17	+0,2	+0,1	Ra 3,2	Těsnění
6HR 17 H11	+0,11	0	Ra 3,2	Pro zabránění pootočení vnitřních součástí
ϕ18,376	+0,3	0	Ra 3,2	Malý ϕ závitu M20 x 1,5-6H
M20 x 1,5-6H			Ra 3,2	Závit pro připojení manometru
ϕ25,92	0	-0,05	Ra 3,2	ϕ pro válcování závitu M27 x 1,5-6g
M27 x 1,5-6g			Ra 3,2	Závit pro upevnění vnitřních součástí
ϕ27	-0,032	-0,268	Ra 3,2	ϕ pro řezání závitu M27 x 1,5-6g
35°	+1°	-1°	Ra 12,5	Úhel plochy pro svar

2.1.2 Materiál

Materiál tělesa je ocel 1.7380 (10CrMo9-10; 15 313). Jedná se o konstrukční nízkolegovanou žáropevnou ocel, dobře tvárnou za tepla a dobře obrobitelnou. Mez pevnosti v tahu R_m 620 MPa. Tažnost A min 17%. Je odolná proti korozi v prostředí vodní páry do teploty 590°C. Při tlaku nad 9,8 MPa odolává vodíku do teploty 500°C, při nižších tlacích do teploty 600°C. Vhodná pro tlakové součásti energetických a chemických zařízení pracujících do teploty 530°C. Popouštěcí teplota mezi 650 ÷ 750°C s ochlazováním na vzduchu, kalení při teplotě 920 ÷ 980°C s možností ochlazování v oleji, na vzduchu nebo ve vodě a normalizační žíhání za identických teplot jako kalení, ale s ochlazováním pouze na vzduchu. Chemické složení viz tabulka 2.2 [4, 5].

Tab. 2.2 Chemické složení oceli 1.7380 [5].

Chemické složení [hm. %]								
C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Cu	N
0,08 ÷ 0,14	max 0,5	0,4 ÷ 0,8	max 0,02	max 0,01	2 ÷ 2,5	0,9 ÷ 1,1	max 0,3	max 0,012

2.2 Kontrola volby polotovaru a výpočet spotřeby materiálu

Při zavádění nové výroby nebo při jejím zefektivnění, je volba nebo kontrola zvoleného polotovaru jednou z hlavních činností. Je velice důležité, pro danou součást najít vhodný polotovar. Může se jednat nejčastěji o přířez z tyče, výkovek, odlitek a výpalek. Nejčastěji se návrh ubírá cestou minimálních nákladů. Záleží především na velikosti série, materiálu součásti, možnostech a potřebách podniku. Současná technologie počítá s polotovarem ve formě výkovku.

2.2.1 Přířez z tyče

Jedná se o součást nehřídelovitého tvaru, kde polotovar bude mít tvar kvádru, proto jsou tři možnosti tyčí v závislosti na jeho natočení.

1) ROZMĚRY POLOTOVARU

Minimální velikost polotovaru bude stanoven tak, že ke každému charakteristickému rozměru budou přičteny 3 mm jako minimální přídavek na obrobení:

$$l_p = l + 3 \text{ [mm]} \tag{2.1}$$

Kde: l … rozměr součásti v určitém směru [mm]

$l_{pd} = l_d + 3 = 85 + 3 = 88$ mm

$l_{pš} = l_š + 3 = 27 + 3 = 30$ mm

$l_{pv} = l_v + 3 = 26 / 2 + 42 + 3 = 58$ mm

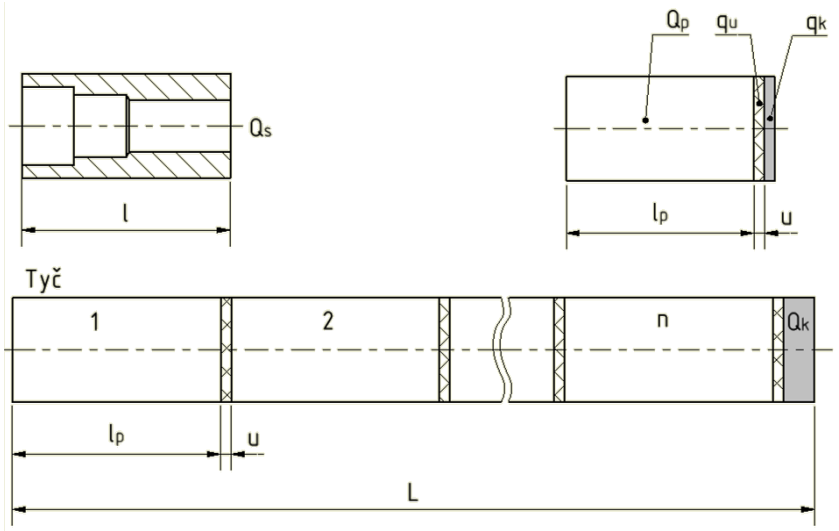
Minimální velikost polotovaru vyšla 88 . 58 . 30 mm. Ideální by bylo, použít tyč o dvou z těchto rozměrů pro maximální využití materiálu. Jednalo by se ovšem o cenově dražší tyč, která by se vyráběla speciálně. Pro minimální náklady bude zvolena tyč dle normy ČSN EN 10058. Tato norma určuje standardní rozměry plochých tyčí válcovaných za tepla.

2) VOLBA ROZMĚRU TYČE

Dle normy ČSN EN 10058 byly zvoleny tyto 2 možnosti rozměrů tyče: 60 . 30; 90 . 30 v délkách 3000 a 6000 mm. Pro obě možnosti bude vypočítána norma spotřeby materiálu. Tyče se budou dělit pomocí pásové pily s uvažovaným prořezem pilového listu 2 mm.

Při zpracování tyčí, viz obr. 2.3, vznikají ztráty:

- při dělení q_u,
- při obrábění přídavků Q_s,
- z konce tyče, který není rozměrově využitelný Q_k.



Obr. 2.3 Ztráty materiálu u polotovarů z tyče.

A. Varianta 1: tyč 60 . 30; délka přířezu l_{pd} = 88 mm

Pro polotovary z tyčí – přířezy se stupeň využití získává následovně (rovnice 2.2 až 2.9 jsou převzaty ze zdroje [6]):

$$n = \frac{L}{l_p + u} \text{ [-]} \tag{2.2}$$

Kde: n … počet přířezů z tyče [-]
L … délka tyče [mm]
u … prořez pilového listu [mm]

$$n_{d3000} = \frac{L_{3000}}{l_{pd} + u} = \frac{3000}{88 + 2} = 33{,}3 \cong 33$$

$$n_{d6000} = \frac{L_{6000}}{l_{pd} + u} = \frac{6000}{88 + 2} = 66{,}7 \cong 66$$

Vydatnost z obou tyčí vyšla úměrná, proto bude zvolena varianta s 3000 mm dlouhou tyčí, se kterou se bude lépe manipulovat a dále počítat.

$$Q_k = \frac{60 \,.\, 30}{1000^2} \,.\; l_z \,.\; \rho \text{ [kg]} \tag{2.3}$$

Kde: Q_k … ztráta materiálu z nevyužitého konce tyče [kg]
l_z … délka nevyužitého konce tyče [m]
ρ … hustota materiálu [kg . m^{-3}]

$$Q_{kd} = \frac{60\,.\,30}{1000^2}\,.\left(\frac{L_{3000} - (l_{pd} + u)\,.\,n_{d3000}}{1000}\right).\rho = \frac{60\,.\,30}{1000^2}\,.\left(\frac{3000 - (88 + 2)\,.\,33}{1000}\right).7850 = 0{,}424 \text{ kg}$$

$$q_k = \frac{Q_k}{n}\,[\text{kg}] \qquad (2.4)$$

Kde: q_k … ztráta materiálu z nevyužitého konce tyče připadající na jednici [kg]

$$q_{kd} = \frac{Q_{kd}}{n_{d3000}} = \frac{0{,}424}{33} = 0{,}013 \text{ kg}$$

Q_{pd} = 1,243 kg (vypočítáno pomocí softwaru SolidWorks 2010)
Q_p … hmotnost polotovaru [kg]

Q_{sd} = 0,468 kg (vypočítáno pomocí softwaru SolidWorks 2010)
Q_s … hmotnost hotové součásti [kg]

$$q_o = Q_p - Q_s\,[\text{kg}] \qquad (2.5)$$

Kde: q_o … ztráta vzniklá obráběním přídavku [kg]

$$q_{od} = Q_{pd} - Q_{sd} = 1{,}243 - 0{,}468 = 0{,}775 \text{ kg}$$

$$q_u = \frac{60\,.\,30}{1000^2}\,.\frac{u}{1000}\,.\rho\,[\text{kg}] \qquad (2.6)$$

Kde: q_u … ztráta materiálu vzniklá dělením připadající na jednici [kg]

$$q_{ud} = \frac{60\,.\,30}{1000^2}\,.\frac{u}{1000}\,.\rho = \frac{60\,.\,30}{1000^2}\,.\frac{2}{1000}\,.7850 = 0{,}028 \text{ kg}$$

$$Z_m = q_k + q_u + q_o\,[\text{kg}] \qquad (2.7)$$

Kde: Z_m … celkové ztráty materiálu na jednici [kg]

$$Z_{md} = q_{kd} + q_{ud} + q_{od} = 0{,}013 + 0{,}028 + 0{,}775 = 0{,}816 \text{ kg}$$

$$N_m = Q_s + Z_m\,[\text{kg}] \qquad (2.8)$$

Kde: N_m … norma spotřeby materiálu [kg]

$$N_{md} = Q_{sd} + Z_{md} = 0{,}468 + 0{,}816 = 1{,}284 \text{ kg}$$

$$k_m = \frac{Q_s}{N_m}\,[-] \qquad (2.9)$$

Kde: k_m … stupeň využití materiálu [-]

$$k_{md} = \frac{Q_{sd}}{N_{md}} = \frac{0{,}468}{1{,}284} = 0{,}364$$

$$T = \frac{N}{n}\,[\text{ks}] \qquad (2.10)$$

Kde: T … počet tyčí na sérii [ks]
N … počet výrobků na sérii [ks]

$$T_d = \frac{N}{n_{d3000}} = \frac{1000}{33} = 30{,}3 \cong 31 \text{ ks}$$

$$Z = T\,.\,n - N\,[\text{ks}] \qquad (2.11)$$

Kde: Z … počet nevyužitých kusů z poslední tyče [ks]

$$Z_d = T_d\,.\,n_{d3000} - N = 31\,.\,33 - 1000 = 23 \text{ ks}$$

B. Varianta 2: tyč 90 . 30; délka přířezu l_{pv} = 58 mm

$$n_{v3000} = \frac{L_{3000}}{l_{pv} + u} = \frac{3000}{58 + 2} = 50$$

$$n_{v6000} = \frac{L_{6000}}{l_{pv} + u} = \frac{6000}{58 + 2} = 100$$

Vydatnost z obou tyčí vyšla úměrná, proto bude zvolena varianta s 3000 mm dlouhou tyčí, se kterou se bude lépe manipulovat a dále počítat.

$$Q_{kv} = \frac{90\,.\,30}{1000^2} \cdot \left(\frac{L_{3000} - (l_{pv} + u)\,.\,n_{v3000}}{1000}\right) . \rho = \frac{90\,.\,30}{1000^2} \cdot \left(\frac{3000 - (58 + 2)\,.\,50}{1000}\right) . 7850 = 0 \text{ kg}$$

$$q_{kv} = \frac{Q_{kv}}{n_{v3000}} = \frac{0}{50} = 0 \text{ kg}$$

Q_{pv} = 1,229 kg (vypočítáno pomocí softwaru SolidWorks 2010)

Q_{sv} = 0,455 kg (vypočítáno pomocí softwaru SolidWorks 2010)

$$q_{ov} = Q_{pv} - Q_{sv} = 1{,}229 - 0{,}455 = 0{,}774 \text{ kg}$$

$$q_{uv} = \frac{90\,.\,30}{1000^2} \cdot \frac{u}{1000} \cdot \rho = \frac{90\,.\,30}{1000^2} \cdot \frac{2}{1000} \cdot 7850 = 0{,}042 \text{ kg}$$

$$Z_{mv} = q_{kv} + q_{uv} + q_{ov} = 0 + 0{,}042 + 0{,}774 = 0{,}816 \text{ kg}$$

$$N_{mv} = Q_{sv} + Z_{mv} = 0{,}455 + 0{,}816 = 1{,}271 \text{ kg}$$

$$k_{mv} = \frac{Q_{sv}}{N_{mv}} = \frac{0{,}455}{1{,}271} = 0{,}358$$

$$T_v = \frac{N}{n_{v3000}} = \frac{1000}{50} = 20 \text{ ks}$$

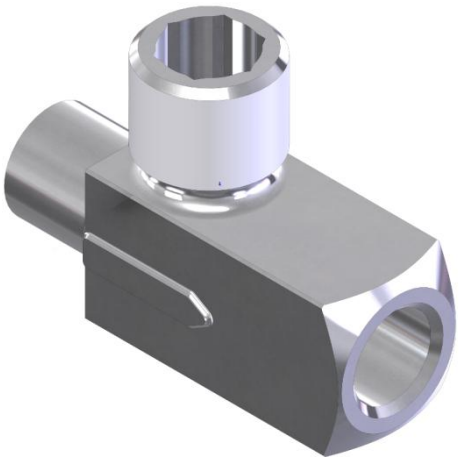
$$Z_d = T_v \,.\, n_{v3000} - N = 20 \,.\, 50 - 1000 = 0 \text{ ks}$$

Tab. 2.3 Porovnání vypočítaných hodnot dvou variant přířezů.

Vypočítané hodnoty	Varianta 1	Varianta 2
Délka použité tyče [mm]	3000	3000
Počet přířezů z tyče [-]	33	50
Ztráta z nevyužitého konce tyče na jednici [kg]	0,013	0
Hmotnost hotové součásti [kg]	0,468	0,455
Celkové ztráty materiálu na jednici [kg]	0,816	0,816
Stupeň využití materiálu [-]	0,364	0,358
Počet tyčí na sérii [ks]	31	20
Počet nevyužitých kusů z poslední tyče [ks]	23	0

Pomocí výpočtů a jejich porovnání v tabulce 2.3 je zjištěno, že z přířezů je vhodnější varianta 1, protože stupeň využití materiálu vyšel vyšší než u druhé varianty. Pokud by byla zvolena druhá varianta, mohl by vzniknout problém při neopravitelném neshodném kusu, kdy nebude z čeho vyrobit náhradní. Z tohoto důvodu by musela být zakoupena jedna tyč navíc.

Na obrázku 2.4 je zobrazen model obrobeného tělesa ventilu, kde jako polotovar byl zvolen přířez z tyče.



Obr. 2.4 Model tělesa z přířezu.

2.2.2 Výkovek

Pro polotovary ve formě výkovku se stupeň využití získává následovně (rovnice 2.12 až 2.18 jsou převzaty ze zdroje [18, 20]):

Q_v = 0,712 kg (vypočítáno pomocí softwaru SolidWorks 2010)
Q_v … hmotnost výkovku [kg]

Q_s = 0,440 kg (vypočítáno pomocí softwaru SolidWorks 2010)

$$q_{op} = (0{,}025 \div 0{,}035) \,.\, Q_v \text{ [kg]} \tag{2.12}$$

Kde: q_{op} … ztráta materiálu opalem [kg]

$q_{op} = 0{,}03 \,.\, Q_v = 0{,}03 \,.\, 0{,}712 = 0{,}021$ kg

$$\text{Pro } Q_v \leq 5 \text{ kg} \Rightarrow q_v = \max 0{,}2 \,.\, Q_v \text{ [kg]} \tag{2.13}$$

Kde: q_v … ztráta materiálu výronkem [kg]

$q_v = 0{,}15 \,.\, Q_v = 0{,}15 \,.0{,}712 = 0{,}107$ kg

$$Q_c = Q_v + q_{op} + q_v \text{ [kg]} \tag{2.14}$$

Kde: Q_c … hmotnost vsázky do pece pro ohřev [kg]

$Q_c = Q_v + q_{op} + q_v = 0{,}712 + 0{,}021 + 0{,}107 = 0{,}840$ kg

$$V_c = \frac{Q_c}{\rho} \text{ [m}^3\text{]} \tag{2.15}$$

Kde: V_c … objem vsázky [m^3]

$V_c = \frac{Q_c}{\rho} = \frac{0{,}84}{7850} = 0{,}000107 \text{ m}^3$

Jako polotovar pro výkovek bude použit přířez z tyče.

$$D_{pv} = 1{,}08 \,.\, \sqrt[3]{\frac{V_c}{\lambda}} \text{ [m]} \tag{2.16}$$

Kde: D_{pv} … teoretický průměr tyče [m]
D_p … reálný průměr tyče [mm]

Koeficient λ se pohybuje v rozmezí 1,5 ÷ 2,8 [-]. Bude zvolena střední hodnota.

$$D_{pv} = 1{,}08\,.\,\sqrt[3]{\frac{V_c}{\lambda}} = 1{,}08\,.\,\sqrt[3]{\frac{0{,}000107}{2{,}15}} = 0{,}03973\ \text{m} = 39{,}73\ \text{mm} \Rightarrow D_p = 40\ \text{mm}$$

$$L_{pv} = \frac{4\,.\,10^6\,.\,V_c}{\pi\,.\,D_p^2}\ [\text{m}] \qquad (2.17)$$

Kde: L_{pv} … teoretická délka tyče [m]
L_p … reálná délka tyče [mm]

$$L_{pv} = \frac{4\,.\,1000^2\,.\,V_c}{\pi\,.\,D_p^2} = \frac{4\,.\,1000^2\,.\,0{,}000107}{\pi\,.\,40^2} = 0{,}08515\ \text{m} = 85{,}15\ \text{mm} \Rightarrow L_p = 85{,}5\ \text{mm}$$

$$n_p = \frac{L_{6000}}{L_p + u} = \frac{6000}{85{,}5 + 1} = 69{,}4 \cong 69$$

$$Q_{kp} = \frac{\pi\,.\,D_p^2}{4\,.\,1000^2}\,.\left(\frac{L_{6000} - (L_p + u)\,.\,n_p}{1000}\right).\rho = \frac{\pi\,.\,40^2}{4\,.\,1000^2}\,.\left(\frac{6000 - (85{,}5 + 1)\,.\,69}{1000}\right).7850 = 0{,}311\ \text{kg}$$

$$q_{kp} = \frac{Q_{kp}}{n_p} = \frac{0{,}311}{69} = 0{,}005\ \text{kg}$$

$$q_{up} = \frac{\pi\,.\,D_p^2}{4\,.\,1000^2}\,.\frac{u}{1000}\,.\rho = \frac{\pi\,.\,40^2}{4\,.\,1000^2}\,.\frac{2}{1000}\,.7850 = 0{,}020\ \text{kg}$$

$$N_m = Q_c + q_u + q_k\ [\text{kg}] \qquad (2.18)$$

$$N_m = Q_c + q_{up} + q_{kp} = 0{,}840 + 0{,}020 + 0{,}005 = 0{,}865\ \text{kg}$$

$$Z_m = N_m - Q_s\ [\text{kg}] \qquad (2.19)$$

$$Z_m = N_m - Q_s = 0{,}865 - 0{,}440 = 0{,}425\ \text{kg}$$

$$k_m = \frac{Q_s}{N_m} = \frac{0{,}440}{0{,}865} = 0{,}509$$

K počtu 1000 ks výkovku bude objednáno 1% = 10 ks jako rezerva pro možnou neshodnou výrobu.

Na obrázku 2.5 je zobrazen model obrobeného tělesa ventilu, kde jako polotovar byl zvolen výkovek.

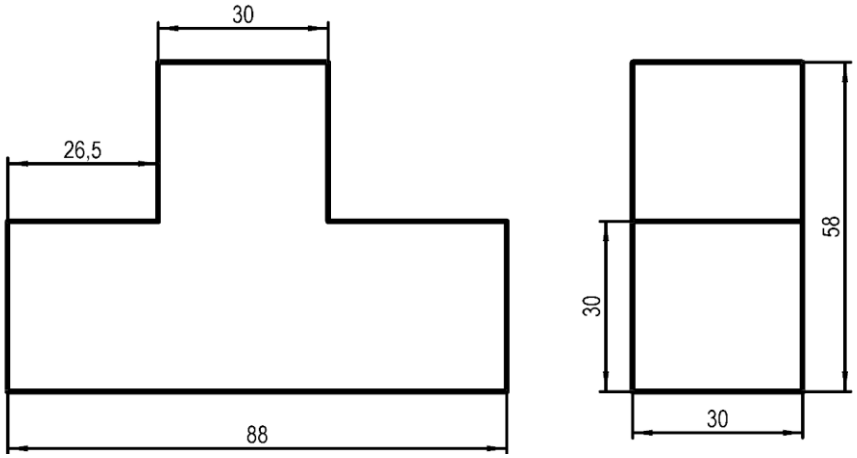
Obr. 2.5 Model výkovku.

2.2.3 Výpalek

Na obrázku 2.6 jsou zobrazeny minimální rozměry výpalku. Délka, šířka a výška byly převzaty z minimálních rozměrů přířezu, zbylé dílčí hodnoty byly vypočítány pomocí rovnice 2.1.

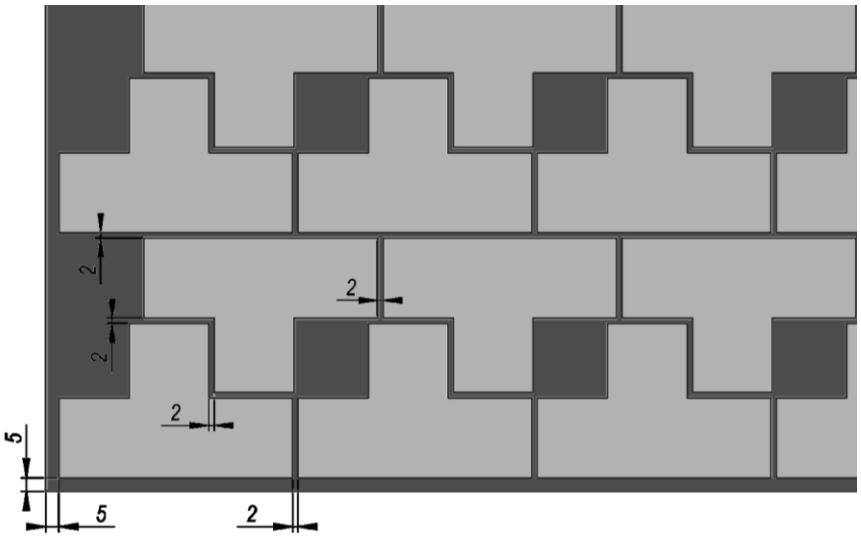
$l_{p1} = l_1 + 3 = 27 + 3 = 30$ mm

$l_{p2} = l_2 + 3 = 27 + 3 = 30$ mm



Obr. 2.6 Rozměr výpalku.

Řezání výpalku bude realizováno plazmou. Je uvažována 2 mm šířka spáry řezu. Rozmístění výpalků na tabuli je zobrazeno na obrázku 2.7, kde tmavě šedá barva je tabule plechu a světle šedá barva výpalek.



Obr. 2.7 Poloha výpalku na tabuli plechu.

Z důvodu co nejnižších nákladů budou zvoleny plechy dle normy ČSN EN 10029. Vybrány byly tyto rozměry plechů: č.1: 2000 . 1000 . 30; č.2: 3000 . 1500 . 30; č.3: 3000 . 2000 . 30. Pro všechny tři bude spočítána vydatnost, dále pro nejvhodnější spotřeba materiálu.

Pomocí softwaru SolidWorks 2010 bylo vypočítáno 452 ks výpalku pro plech 2000 . 1000; 1040 ks pro plech 3000 . 1500 a 1398 ks pro plech 3000 . 2000.

Vzhledem k sérii 1000 ks bude zvolena tabule plechu číslo 2.

$N_{t2} = 1040$
n_t … počet výpalků na tabuli plechu [-]

$Q_{t2} = 1059{,}75$ kg (vypočítáno pomocí softwaru SolidWorks 2010)
Q_t … hmotnost tabule plechu [kg]

$Q_s = 0{,}457$ kg (vypočítáno pomocí softwaru SolidWorks 2010)

$$N_m = \frac{Q_t}{n_t}\,[\mathrm{kg}]^{18,\,20} \tag{2.20}$$

$$N_m = \frac{Q_{t2}}{n_{t2}} = \frac{1059{,}75}{1040} = 1{,}019\ \mathrm{kg}$$

$$Z_m = N_m - Q_s\ [\mathrm{kg}]^{18,\,20} \tag{2.21}$$

$$Z_m = N_m - Q_s = 1{,}019 - 0{,}457 = 0{,}562\ \mathrm{kg}$$

$$k_m = \frac{Q_s}{N_m} = \frac{0{,}457}{1{,}019} = 0{,}449$$

Tab. 2.4 Porovnání vypočítaných hodnot polotovarů.

Vypočítané hodnoty	**Přířez z tyče**	**Výkovek**	**Výpalek**
Hmotnost hotové součásti [kg]	0,468	0,440	0,457
Celkové ztráty materiálu na jednici [kg]	0,816	0,425	0,562
Stupeň využití materiálu [-]	0,364	0,509	0,449
Počet nevyužitých kusů [ks]	23	10	40

Dle tabulky 2.4 všechny porovnané hodnoty vyšly nejlépe pro výkovek. Z tohoto důvodu, a protože se vyrábí více součásti podobného tvaru, je současná volba výkovku ideální vzhledem k maximálnímu využití polotovaru.

3 STÁVAJÍCÍ TECHNOLOGIE

Technologické postupy budou vytvořeny dle zvyklostí firmy, tzn. jednoduchý popis prací, s osobními úpravami. Do firemních postupů jsou vloženy i další informace důležité pro výrobu, které budou v této práci vynechány. Příklad firemního technologického postupu výroby kondenzační smyčky je uveden v příloze 4.

3.1 Zachovaná verze technologie

V této kategorii jsou data, která jsou důležitá pro výrobu součásti, ale nejsou součástí zefektivnění technologie.

Převážná část obrábění je realizována na stroji Traub TND 310. Jedná se o starší stroj používaný velmi často na netyčovou výrobu. Technické údaje jsou zobrazeny v tabulce 3.1. Používaná procesní kapalina je Houghton Hocut 795H.

Obr. 3.1 Traub TND 310.

Tab. 3.1 Technické údaje Traub TND 310 [7].

Maximální otáčky:	5000 min^{-1}
Maximální průměr tyče:	56 mm
Maximální délka obrobku:	560 mm
Rychloposuv:	10000 mm . min^{-1}
Maximálně nástrojů:	12 ks
Řídicí systém:	Traub
Max. výkon:	20 kW

V tabulce 3.2 je postup výroby svařence z kondenzační smyčky a tělesa ventilu, v tabulce 3.3 je postup montáže ventilu s kondenzační smyčkou. Čísla pracovišť použité v postupech jsou převzaty z podnikové normy.

Při předepisování nářadí, přípravků a měřidel v postupech se používají firemní zkratky: NK – nástroj nakupovaný, NS – nástroj speciální (vyráběný), PV – přípravek vyráběný, MN – měřidlo nakupované, MS – měřidlo speciální (vyráběné).

Pro nářadí konstruované v podniku je zavedeno speciální číslování, kde první číslice značí: 2 – nástroj, 4 – přípravek, 5 – měřidlo. Další čtyři číslice mají smysl třídicí do skupin a podskupiny. Zbylá čísla mají přírůstkový charakter.

Tab. 3.2 Technologický postup výroby svařence.

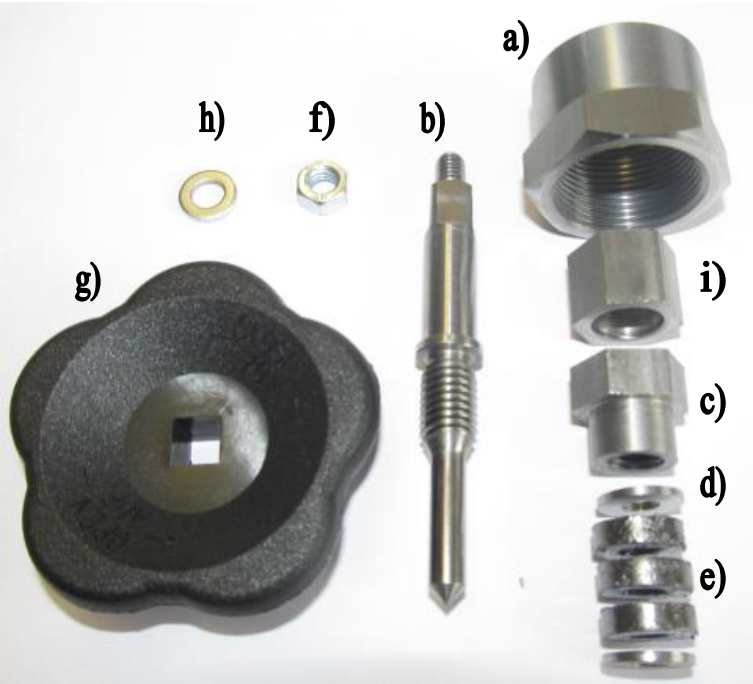
Technologický postup			
Součást: Těleso s kondenzační smyčkou – Ventil s kondenzační smyčkou			
Materiál: 1.7380 (15 313)		Hmotnost: Čistá 1,33 kg	
Číslo operace	Pracoviště, typ stoje	Popis práce	Nástroje, pomůcky
10	Kontrola 98633	Provést kontrolu vychystaných součástí dle kusovníku včetně předepsaných materiálů a provedení předepsaných NDT kontrol – zkoušek těleso – smyčky. Četnost každý kus.	
20	Svařování 92900	Svařit kondenzační smyčku s tělesem dle výkresu a svařovacího plánu. Značka svařence. Očistit svar a vizuální kontrola svaru.	Nástroje a přípravky: PV 408 01 318
30	Kontrola 98651	Provést vizuální kontrolu svaru dle TNA-A1062 a výkresu, včetně vyhodnocení případných vad. Vystavit dokumentaci o této kontrole. Četnost každý kus.	
Datum: 25. 8. 2013		Vyhotovil:	Schválil:

Obr. 3.2 Svařenec.

Tab. 3.3 Technologický postup montáže.

Technologický postup			
Součást: Ventil s kondenzační smyčkou			
Materiál: 1.7380 (15 313)		Hmotnost: Čistá 1,62 kg	
Číslo operace	Pracoviště, typ stoje	Popis práce	Nástroje, pomůcky
10	Kontrola 98633	Provést kontrolu vychystaných součástí dle kusovníku; specifikace TNA-K1298; včetně jakosti materiálu a provedení předepsaných NDT kontrol – zkoušek. Vystavit KOKA. Četnost každý kus.	
20	Montáž celku 95310	Odhrotovat těleso v dělící rovině; na šipku značit „K10-15/500“ dle specifikace výrobního konta 40042. Celková montáž pomocí přípravku nasunout do tělesa slisované těsnící kroužky; do matice vřetene našroubovat vřeteno; vložit do tělesa; vložit vložku a našroubovat přesuvnou matici; dotáhnout. Závity mazat mazivem M 8048 ANTISEIZE.	Nástroje a přípravky: PV 403 01 1340 PV 403 01 1342
30	Zkušebna 98770	Zkoušet dle TNA-K1302 na pevnost a nepropustnost. Razit osobní značku.	Nástroje a přípravky: PV 403 01 2871
40	Zámeč. práce 94210	Zaslepit vstup a výstup záslepkami.	
50	Výstupní kontrola 98631	Provést výstupní kontrolu. Kontrola je zaměřena na kontrolu rozměrů a požadovaných znaků jakosti; popřípadě vystavení dokumentace. Kontrola úplnosti provedených prací. Kontrola značení na výrobku. Kontrola nepoškozenosti výrobku. Kontrola rozměru dle výkresu. Kontrola provedení předepsaných NDT kontrol – zkoušek. Četnost každý kus.	
Datum: 25. 8. 2013		Vyhotovil:	Schválil:

V příloze 2 je fotografie zkušebního zařízení, na kterém je realizována zkouška výrobku. Na obrázku 3.3 je ukázka montovaných součástí a obrázku 3.4 smontovaný ventil.



Obr. 3.3 Montážní součásti: a) přesuvná matice, b) vřeteno, c) matice vřetene, d) kroužek, e) těsnící kroužek, f) matice M6, g) ruční kolo, h) podložka 6, i) vložka.

Obr. 3.4 Detail smontovaného ventilu.

3.2 Současný technologický postup

Současný technologický postup tělesa v tabulce 3.4 byl navržen pro výrobu zkušebních vzorků.

Tab. 3.4 Technologický postup výroby tělesa.

Technologický postup			
Součást: Těleso ventilu – Ventil s kondenzační smyčkou			
Materiál: 1.7380 (15 313)		Hmotnost: Hrubá 0,712 kg; čistá 0,44 kg	
Číslo operace	Pracoviště, typ stoje	Popis práce	Nástroje, pomůcky
10	CNC soustruh Traub TND 310 30241	Program %2210. Upnout do sklíčidla za ϕ30 na doraz. Zarovnat čelo; srazit hranu pod 30° na ϕ27; navrtat středicí důlek a předvrtat ϕ16 do hloubky 23. Soustružit ϕ17,1 +0,1; vnitřní zápich ČSN 02 1037 (šířky 3 ÷ 3,5 na ϕ20,2 +0,2 a úhlem 30 ÷ 45°) v hloubce 18; ϕ18,376 +0,3 a srazit hrany pro závit M20 x 1,5-6H. Řezat závit M20 x 1,5-6H. Vyčistit vzduchem. Kontrola: Po seřízení předložit první kus ke kontrole na pracoviště 98630 ke schválení. Kontrola závitu M20 x 1,5-6H 2 ks . hod^{-1}. Kontrola ostatních rozměrů dle výkresu 1 ks . hod^{-1}.	Nástroje a přípravky: NK SCLCR 2020 K12 VBD CCMT 120404-PS NK SDQCR 2020 K11 VBD DCMT 11T304-PS NK ϕ3,15 10415315 NK ϕ16 10720160 NK A12M-SDQCK07-D160 VBD DCMT 070202-PS NK SIR0013 M16 VBD 16IR 1,5 ISO Kontrolní měřidla: MN Mzt M20 x 1,5-6H ČSN 25 4020 MN Posuvné měřítko 150
20	CNC soustruh Traub TND 310 30241	Program %2211. Našroubovat upínací trn na závit M20 x 1,5-6H a upnout do sklíčidla na doraz. Zarovnat čelo; soustružit ϕ22 v délce 24; zakončit R3 a srazit hranu 0,5 x 45°. Srazit hranu pro svar pod úhlem 35° tak aby vzniklo mezikruží 1,5 +0,5. Navrtat středicí důlek a vrtat ϕ12 do hloubky 10. Vyčistit vzduchem. Kontrola: Po seřízení předložit první kus ke kontrole na pracoviště 98630 ke schválení. Kontrola rozměrů dle výkresu 1 ks . hod^{-1}.	Nástroje a přípravky: NK SCLCR 2020 K12 VBD CCMT 120404-PS NK SDQCR 2020 K11 VBD DCMT 11T304-PS NK ϕ3,15 10415315 NK ϕ12 ČSN 22 1121 PV 414 01 2177 Kontrolní měřidla: MN Posuvné měřítko 150
30	CNC soustruh Traub TND 310 30241	Program %2212. Upnout do sklíčidla na doraz. Zarovnat čelo; soustružit ϕ27 -0,032 -0,268 a srazit hranu pro závit M27 x 1,5-	Nástroje a přípravky: NK SDQCR 2020 K11 VBD DCMT 11T304-PS NK ϕ3,15 10415315

		6g. Navrtat středicí důlek a předvrtat ϕ16 do hloubky 18; vrtat ϕ2,5 do hloubky 49; ϕ10 do hloubky 42 +0,5; ϕ14 H11 do hloubky 35. Soustružit ϕ18 H11 a zápich šířky 3 na ϕ19,8 +0,2 v hloubce 18. Řezat závit M27 x 1,5-6g v délce 20. Vyčistit vzduchem. Kontrola: Po seřízení předložit první kus ke kontrole na pracoviště 98630 ke schválení. Kontrola závitu M27 x 1,5-6g každý 20. kus. Kontrola rozměru ϕ18 H11, ϕ14 H11 2 ks . hod^{-1}. Kontrola ostatních rozměrů dle výkresu 1 ks . hod^{-1}.	NK ϕ16 10520160 NK ϕ2,5 ČSN 22 1121 + prodloužení NK ϕ10 10720100 NK ϕ14 10720140 NK A12M-SDQCK07-D160 VBD DCMT 070202-PS NS 214 01 719 NK SER 1616 H16 VBD 16ER 1,5 ISO Kontrolní měřidla: MN Mt ϕ14 H11 ČSN 25 3110 MN Mt ϕ18 H11 ČSN 25 3110 MN Mzk M27 x 1,5-6g ČSN 25 4025 MN Mzk-z M27 x 1,5-6g ČSN 25 4047 MS 513 01 263 MN Dutinové hmatadlo 200 ČSN 25 1217 MN Posuvné měřítko 150
40	Stolní vrtačka V 20P 46150	Upnout do vrtacího přípravku. Navrtat středicí důlek pro ϕ3 pod 6°. Otočit; navrtat středicí důlek pro ϕ3 pod 5°. Vyčistit vzduchem. Kontrola: Po seřízení předložit první kus ke kontrole na pracoviště 98630 ke schválení.	Nástroje a přípravky: PV 418 02 557 NK ϕ1,25 10415125
50	Stolní vrtačka V 20P 46150	Upnout do vrtacího přípravku. Vrtat ϕ3 pod 6°. Otočit; vrtat ϕ3 pod 5°. Vyčistit vzduchem. Kontrola: Po seřízení předložit první kus ke kontrole na pracoviště 98630 ke schválení. Kontrola každého kusu na provrtání válcové plochy ϕ2,5 a ϕ10.	Nástroje a přípravky: PV 418 02 557 NK ϕ3 ČSN 22 1125
60	Lis 33890	Prorazit šestihran 17 H11. Vyčistit vzduchem. Kontrola: Po seřízení předložit první kus ke kontrole na pracoviště 98630 ke schválení.	Nástroje a přípravky: NS 220 01 52 Kontrolní měřidla: MS 513 01 264

		Kontrola rozměru 17 H11 1 ks . 1 hod^{-1}.	
70	Bruska stoja. 56810	Brousit šipku na ražení. Začistit plochu pro klíč na ražení. Kontrola: Po seřízení předložit první kus ke kontrole na pracoviště 98630 ke schválení. Vizuální kontrola každý kus.	
80	Odmašť. Stroj DC 3-Ocel 62133	Odmastit.	
90	Značící stroj Mikrouder 84734	Razit označení dle výkresu: materiál: „1.7380“ tavba: „10A3B“	
100	Kontrola 98651	Provést vizuální popřípadě kapilární kontrolu svarových ploch dle TNA-A1062 a výkresu; včetně vyhodnocení případných vad. Záznam do TP. Četnost každý kus.	
110	Převod 98646	Kontrola úplnosti provedených prací. Kontrola popisu (značení) na výrobku. Nepoškozenost výrobku manuálně popřípadě skladováním. Kontrola rozměru dle výkresu četnost 10% zakázky. Kontrola dokumentace kapilární zkoušky každého kusu.	
Datum: 25. 8. 2013		Vyhotovil:	Schválil:

Obr. 3.5 Těleso ventilu.

4 NÁVRH NOVÝCH VARIANT OBRÁBĚCÍHO PROCESU

Návrh variant je založen hlavně na použití nových nástrojů a přípravků, změn jednotlivých operací a prací je méně.

4.1 Navrhovaná varianta 1

Varianta 1 je navrhnuta za použití nových nakupovaných nástrojů a menších úprav postupu.

Tab. 4.1 Návrh nového technologického postupu výroby tělesa.

Technologický postup			
Součást: Těleso ventilu – Ventil s kondenzační smyčkou			
Materiál: 1.7380 (15 313)		Hmotnost: Hrubá 0,712 kg; čistá 0,44 kg	
Číslo operace	Pracoviště, typ stoje	Popis práce	Nástroje, pomůcky
10	CNC soustruh Traub TND 310 30241	Program %3313. Upnout do sklíčidla za ϕ30 na doraz. Zarovnat čelo; srazit hranu pod 30° na ϕ27; navrtat středicí důlek a předvrtat ϕ16 do hloubky 23. Soustružit ϕ17,1 +0,1; vnitřní zápich ČSN 02 1037 (šířky 3 ÷ 3,5 na ϕ20,2 +0,2 a úhlem 30 ÷ 45°) v hloubce 18; ϕ18,376 +0,3 a srazit hrany pro závit M20 x 1,5-6H. Řezat závit M20 x 1,5-6H. Vyčistit vzduchem. Kontrola: Po seřízení předložit první kus ke kontrole na pracoviště 98630 ke schválení. Kontrola závitu M20 x 1,5-6H 2 ks . hod^{-1}. Kontrola ostatních rozměrů dle výkresu 1 ks . hod^{-1}.	Nástroje a přípravky: NK PCLNR 2020 K-12 VBD CNMG 120404-GN NK SDJCR 2020 K-11 VBD DCMT 11T304-PF NK ϕ3,15 10415315 NK ϕ16 10720160 NK E12P SDUCR-07 VBD DCMT 070202-SM NK SIR0013 M16 VBD 16IR 1,5 ISO Kontrolní měřidla: MN Mzt M20 x 1,5-6H ČSN 25 4020 MN Posuvné měřítko 150
20	CNC soustruh Traub TND 310 30241	Program %3314. Našroubovat upínací trn na závit M20 x 1,5-6H a upnout do sklíčidla na doraz. Zarovnat čelo; soustružit ϕ22 v délce 24; zakončit R3 a srazit hranu 0,5 x 45°. Srazit hranu pro svar pod úhlem 35° tak aby vzniklo mezikruží 1,5 +0,5. Navrtat středicí důlek a vrtat ϕ12 do hloubky 10. Vyčistit vzduchem. Kontrola: Po seřízení předložit první kus ke kontrole na pracoviště 98630 ke schválení. Kontrola rozměrů dle výkresu 1 ks . hod^{-1}.	Nástroje a přípravky: PV 414 01 2177 NK PCLNR 2020 K-12 VBD CNMG 120404-GN NK SDJCR 2020 K-11 VBD DCMT 11T304-PF NK ϕ3,15 10415315 NK ϕ12 5511 Kontrolní měřidla: MN Posuvné měřítko 150

30	CNC soustruh Traub TND 310 30241	Program %3315. Upnout do speciální čelisti. Zarovnat čelo; soustružit ϕ27 -0,032 - 0,268 a srazit hranu pro závit M27 x 1,5-6g. Navrtat středicí důlek a předvrtat ϕ16 do hloubky 18 tak aby vzniklo sražení 0,5 x 45° v hloubce 18; vrtat ϕ2,5 do hloubky 49; ϕ10 do hloubky 42 +0,5; ϕ14 H11 do hloubky 35. Soustružit ϕ18 H11 a zápich šířky 3 na ϕ19,8 +0,2 v hloubce 18. Řezat závit M27 x 1,5-6g v délce 20. Vyčistit vzduchem. Kontrola: Po seřízení předložit první kus ke kontrole na pracoviště 98630 ke schválení. Kontrola závitu M27 x 1,5-6g každý 20. kus. Kontrola rozměru ϕ18 H11, ϕ14 H11 2 ks . hod^{-1}. Kontrola ostatních rozměrů dle výkresu 1 ks . hod^{-1}.	Nástroje a přípravky: PV 414 03 451 NK SDJCR 2020 K-11 VBD DCMT 11T304-PF NK ϕ3,15 10415315 NK ϕ16 A1115 NK ϕ2,5 ČSN 22 1121 + prodloužení NK ϕ10 A7191TFT NK ϕ14 10720140 NK E12P SDUCR-07 VBD DCMT 070202-SM NS 214 01 719 NK SER 1616 H16 VBD 16ER 1,5 ISO Kontrolní měřidla: MN Mt ϕ14 H11 ČSN 25 3110 MN Mt ϕ18 H11 ČSN 25 3110 MN Mzk M27 x 1,5-6g ČSN 25 4025 MN Mzk-z M27 x 1,5-6g ČSN 25 4047 MS 513 01 263 MN Dutinové hmatadlo 200 ČSN 25 1217 MN Posuvné měřítko 150
40	CNC frézka Mikron VCE 750 34853	Našroubovat upínací trn na závit M27 x 1,5-6g a upnout do sklíčidla na doraz. Polohovat, navrtat středicí důlek a vrtat ϕ3 pod 6°. Polohovat, navrtat středicí důlek a vrtat ϕ3 pod 5°. Začistit plochu pro klíč na ražení. Vyčistit vzduchem. Kontrola: Po seřízení předložit první kus ke kontrole na pracoviště 98630 ke schválení. Kontrola každého kusu na provrtání válcové plochy ϕ2,5 a ϕ10.	Nástroje a přípravky: PV 414 01 2184 NK ϕ1,25 10415125 NK ϕ3 5525 NK ϕ20 54227200
50	Lis 33890	Prorazit šestihran 17 H11. Vyčistit vzduchem. Kontrola: Po seřízení předložit první kus ke kontrole na pracoviště 98630 ke schválení. Kontrola rozměru 17 H11 1 ks . 1 hod^{-1}.	Nástroje a přípravky: NS 220 01 52 Kontrolní měřidla: MS 513 01 264

60	Bruska stoja. 56810	Brousit šipku na ražení. Kontrola: Po seřízení předložit první kus ke kontrole na pracoviště 98630 ke schválení. Vizuální kontrola každý kus.	
70	Odmašť. Stroj DC 3-Ocel 62133	Odmastit.	
80	Značící stroj Mikrouder 84734	Razit označení dle výkresu: materiál: „1.7380“ tavba: „10A3B“	Nástroje a přípravky: PV 403 01 2877
90	Kontrola 98651	Provést vizuální popřípadě kapilární kontrolu svarových ploch dle TNA-A1062 a výkresu; včetně vyhodnocení případných vad. Záznam do TP. Četnost každý kus.	
100	Převod 98646	Kontrola úplnosti provedených prací. Kontrola popisu (značení) na výrobku. Nepoškozenost výrobku manuálně popřípadě skladováním. Kontrola rozměru dle výkresu četnost 10% zakázky. Kontrola dokumentace kapilární zkoušky každého kusu.	
Datum: 4. 2. 2014		Vyhotovil:	Schválil:

4.2 Navrhovaná varianta 2

Varianta 2 je navrhnuta za použití maximálního možného počtu speciálních nástrojů, přípravků a s tím souvisejících úprav postupu.

Tab. 4.2 Návrh nového technologického postupu výroby tělesa.

Technologický postup			
Součást: Těleso ventilu - Ventil s kondenzační smyčkou			
Materiál: 1.7380 (15 313)		Hmotnost: Hrubá 0,712 kg; čistá 0,44 kg	
Číslo operace	Pracoviště, typ stoje	Popis práce	Nástroje, pomůcky
10	CNC soustruh Traub TND 310 30241	Program %3316. Upnout do speciální čelisti. Zarovnat čelo; srazit hranu 25° pro válcování závitu. Soustružit ϕ25,92 -0,05 a sražení 15° pro válcování závitu. Navrtat středicí důlek; předvrtat ϕ17 do hloubky 17; ϕ9 do hloubky 40. Vrtat ϕ2,5 do hloubky 49. TV vrtat ϕ18 H11; ϕ14 H11; ϕ10 a srazit hranu. Soustružit zápich šířky 3 na ϕ19,8 +0,2 v hloubce 18. Vyčistit vzduchem. Kontrola: Po seřízení předložit první kus ke kontrole na pracoviště 98630 ke schválení. Kontrola rozměru ϕ18 H11, ϕ14 H11, ϕ25,92 -0,05 2 ks . hod^{-1}. Kontrola ostatních rozměrů dle výkresu 1 ks . hod^{-1}.	Nástroje a přípravky: PV 414 03 451 NK SDJCR 2020 K11 VBD DCMT 11T304-PM5 NK ϕ3,15 10415315 NK ϕ17 A3289DPL NK ϕ9 A3289DPL NK ϕ2,5 ČSN 22 1121 + prodloužení NS 217 02 1319 NS 214 01 719 PV 417 02 26 Kontrolní měřidla: MN Mt ϕ14 H11 ČSN 25 3110 MN Mt ϕ18 H11 ČSN 25 3110 MS 513 01 263 MN Mikrometr 25 – 50 MN Dutinové hmatadlo 200 ČSN 25 1217 MN Posuvné měřítko 150
20	CNC soustruh Traub TND 310 30241	Program %3317. Upnout do speciální čelisti. Zarovnat čelo, srazit hranu pod 30° na ϕ27; navrtat středicí důlek a předvrtat ϕ12 do hloubky 20. TV vrtat ϕ17,1 +0,1, ϕ18,376 +0,3 a srazit hrany pro závit M20 x 1,5-6H. Soustružit vnitřní zápich ČSN 02 1037 (šířky 3 ÷ 3,5 na ϕ20,2 +0,2 A úhlem 30 ÷ 45°). Řezat závit M20 x 1,5-6H. Vyčistit vzduchem. Kontrola: Po seřízení předložit první kus ke kontrole na pracoviště 98630 ke schválení.	Nástroje a přípravky: PV 414 03 452 NK SCLCR 2020 K12 VBD CNMG 120404-NM4 NK SDJCR 2020 K11 VBD DCMT 11T304-PM5 NK ϕ3,15 10415315 NK ϕ12 A3289DPL NS 217 02 2538 NS 214 01 687 NK A20Q-NTS-IR11-16 VBD NTS-IR-11 1,50 ISO Kontrolní měřidla: MN Mzt M20 x 1,5-6H ČSN 25 4020

		Kontrola závitu M20 x 1,5-6H 2 ks . hod^{-1}.	MN Posuvné měřítko 150
30	CNC soustruh Traub TND 310 30241	Program %3318. Upnout do speciální čelisti. Zarovnat čelo, soustružit ϕ22 v délce 24; zakončit R3; a srazit hranu 0,5 x 45°. Srazit hranu pro svar pod úhlem 35° tak aby vzniklo mezikruží 1,5 +0,5. Navrtat středicí důlek a vrtat ϕ12 do hloubky 10. Vyčistit vzduchem. Kontrola: Po seřízení předložit první kus ke kontrole na pracoviště 98630 ke schválení. Kontrola rozměrů dle výkresu 1 ks . hod^{-1}.	Nástroje a přípravky: PV 414 03 453 NK SCLCR 2020 K12 VBD CNMG 120404-NM4 NK SDJCR 2020 K11 VBD DCMT 11T304-PM5 NK ϕ3,15 10415315 NK ϕ12 A3289DPL Kontrolní měřidla: MN Posuvné měřítko 150 ČSN 25 1238
40	CNC frézka Mikron VCE 750 34853	Upnout do speciálních čelistí za ϕ25,92 -0,05. Polohovat, navrtat středicí důlek a vrtat ϕ3 pod 6°. Polohovat, navrtat středicí důlek a vrtat ϕ3 pod 5°. Začistit plochu pro klíč na ražení. Vyčistit vzduchem. Kontrola: Po seřízení předložit první kus ke kontrole na pracoviště 98630 ke schválení. Kontrola každého kusu na provrtání válcové plochy ϕ2,5 a ϕ10.	Nástroje a přípravky: PV 414 02 297 NK ϕ1,25 10415125 NK ϕ3 A6685TFP NK ϕ20 54227200
50	Válcovačka 39140	Válcovat závit M27 x 1,5-6g. Kontrola: Po seřízení předložit první kus ke kontrole na pracoviště 98630 ke schválení. Kontrola závitu M27 x 1,5-6g každý 20. kus.	Nástroje a přípravky: NK ϕ150s x 40 ČSN 22 3410 PV 412 01 20 00 Kontrolní měřidla: MN Mzk M27 x 1,5-6g ČSN 25 4025 MN Mzk-z M27 x 1,5-6g ČSN 25 4047
60	Lis 33890	Prorazit šestihran 17 H11. Vyčistit vzduchem. Kontrola: Po seřízení předložit první kus ke kontrole na pracoviště 98630 ke schválení. Kontrola rozměru 17 H11 1 ks . 4 hod^{-1}.	Nástroje a přípravky: NS 220 01 52 Kontrolní měřidla: MS 513 01 264
70	Bruska stoja. 56810	Brousit šipku na ražení. Kontrola:	

		Po seřízení předložit první kus ke kontrole na pracoviště 98630 ke schválení. Vizuální kontrola každý kus.	
80	Odmašť. stroj DC 3-Ocel 62133	Odmastit.	
90	Značící stroj Mikrouder 84734	Razit označení dle výkresu: materiál: „1.7380“ tavba: „10A3B“	Nástroje a přípravky: PV 403 01 2877
100	Kontrola 98651	Provést vizuální popřípadě kapilární kontrolu svarových ploch dle TNA-A1062 a výkresu, včetně vyhodnocení případných vad. Záznam do TP. Četnost každý kus.	
110	Převod 98646	Kontrola úplnosti provedených prací. Kontrola popisu (značení) na výrobku. Nepoškozenost výrobku manuální prací popřípadě skladováním. Kontrola rozměru dle výkresu četnost 10% zakázky. Kontrola dokumentace kapilární zkouškou každého kusu.	
Datum: 4. 4. 2014		Vyhotovil:	Schválil:

Obr. 4.1 Vyrobená tělesa ventilu.

5 VÝBĚR VARIANTY PRO PODMÍNKY FIRMY

Vhodná varianta bude stanovena podle nejkratšího času výroby tělesa. Převážnou část použitých nástrojů má firma ve vlastnictví, proto jejich cena pořízení nemá velký vliv na výběr. Výrobní časy jsou spočítány pro soustružení, vrtání a řezání nebo válcování závitu. K prvnímu a poslednímu úseku v každé operaci je přičten čas na upnutí nebo odepnutí součásti, otevření a zavření krytu stroje a spuštění. Přípravný čas je stanoven na 120 minut pro Traub TND 310 a Mikron VCE 750, 36 minut pro válcovačku.

Vzorce potřebné pro výpočet výrobních časů:

$$n = \frac{v_c \,.\, 1000}{\pi \,.\, D}\ [\mathrm{min}^{-1}] \tag{5.1}$$

$$t_{AS} = \frac{l}{n \,.\, f}\ [\mathrm{min}] \tag{5.2}$$

$$t_{AS} = \frac{\pi \,.\, \left((D+2 \,.\, l_p)^2 - (d-2 \,.\, l_n)^2\right)}{4 \,.\, 10^3 \,.\, v_c \,.\, f}\ [\mathrm{min}]\ (\text{při } v_c = \text{konst.}) \tag{5.3}$$

$$t_{AV} = \frac{L}{v_{fr}}\ [\mathrm{min}] \tag{5.4}$$

5.1 Stávající varianta

Návodky jsou umístěny v příloze 4. Časy jednotlivých operací jsou v tabulce 5.1.

Tab. 5.1 Výrobní časy stávající varianty.

Operace	t_{AS} [min]	t_{AV} [min]	tk [min]
10	0,255	1,156	1,411
20	0,235	0,907	1,143
30	0,502	1,449	1,952
40 + 50	0,424	1,666	2,090
Σ	1,417	5,179	6,596

5.2 Nová varianta 1

Návodky jsou umístěny v příloze 5. Časy jednotlivých operací jsou v tabulce 5.2.

Tab. 5.2 Výrobní časy nové varianty 1.

Operace	t_{AS} [min]	t_{AV} [min]	tk [min]
10	0,244	1,156	1,400
20	0,121	0,907	1,028
30	0,559	1,349	1,909
40	0,165	1,181	1,346
Σ	1,089	4,595	5,683

5.3 Nová varianta 2

Návodky jsou umístěny v příloze 6. Časy jednotlivých operací jsou v tabulce 5.3.

Tab. 5.3 Výrobní časy nové varianty 2.

Operace	t_{AS} [min]	t_{AV} [min]	tk [min]
10	0,295	1,114	1,409
20	0,264	1,100	1,374
30	0,106	0,777	0,883
40	0,158	1,081	1,240
50	0,115	0,398	0,513
Σ	0,938	4,481	5,419

5.4 Výběr varianty

V tabulce 5.4 je srovnání nových variant se stávající. Úspory času v % jsou vypočítány takto:

$$U_{AS} = \frac{Ut_{ASn} \cdot 100}{t_{ASs}} \, [\%] \tag{5.5}$$

Kde: U_{AS} … úspora strojního času [%]
Ut_{ASn} … úspora strojního času [min]
t_{ASs} … stávající strojní čas [min]

$$U_{AS1} = \frac{Ut_{ASn1} \cdot 100}{t_{ASs}} = \frac{0{,}292 \cdot 100}{1{,}497} = 19{,}5\ \%$$

$$U_{AS2} = \frac{Ut_{ASn2} \cdot 100}{t_{ASs}} = \frac{0{,}483 \cdot 100}{1{,}497} = 32{,}3\ \%$$

$$U_{AV} = \frac{Ut_{AVn} \cdot 100}{t_{AVs}} \, [\%] \tag{5.6}$$

Kde: U_{AV} … úspora vedlejšího času [%]
Ut_{AVn} … úspora vedlejšího času [min]
t_{AVs} … stávající vedlejší čas [min]

$$U_{AV1} = \frac{Ut_{AVn1} \cdot 100}{t_{AVs}} = \frac{0{,}839 \cdot 100}{3{,}021} = 27{,}8\ \%$$

$$U_{AV2} = \frac{Ut_{AVn2} \cdot 100}{t_{AVs}} = \frac{1{,}162 \cdot 100}{3{,}021} = 38{,}5\ \%$$

Tab. 5.4 Srovnání výrobních časů.

Varianta	t_{AS} [min]	t_{AV} [min]	Úspora t_{AS} [min]	Úspora t_{AV} [min]	Úspora t_{AS} [%]	Úspora t_{AV} [%]
Stávající	1,417	5,179	0	0	0	0
Nová 1	1,089	4,595	0,328	0,584	23,1	11,3
Nová 2	0,938	4,481	0,479	0,698	33,8	13,5

Dle vypočítaných hodnot srovnaných v tabulce 5.4 je zvolena nová varianta 2, která by měla dosáhnout 33,8% úspory strojního času a 13,5% úspory vedlejších časů oproti stávající technologii.

Fotografie použitých speciálních výrobních pomůcek a měřidel v příloze 7 a ukázka jejich výkresů jsou v příloze 8.

6 TECHNICKO-EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ

V technicko-ekonomickém zhodnocení je vypočítán počet strojů, dělníků a nástrojů potřených pro výrobu součásti v navrhované variantě 2. Strojní časy jsou v příloze 6.

6.1 Stroje

Výpočet množství a využití strojů potřebných k výrobě součásti.

$$P_{th} = \frac{tk \,.\, N}{60 \,.\, E_m \,.\, S_s \,.\, k_{pns}} \text{ [-]}^{19} \tag{6.1}$$

Kde: P_{th} … teoretický počet strojů pro danou operaci [-]
tk … čas potřebný pro provedení dané operace na daném stroji [min]
E_m … měsíční fond strojního pracoviště [h]
S_s … směnnost strojního pracoviště [-]
k_{pns} … koeficient překračování strojních norem [-]

$$\eta = \frac{P_{th}}{P_{sk}} \,.\, 100 \text{ [\%]}^{19} \tag{6.2}$$

Kde: η … využití stroje pro danou operaci [%]
P_{sk} … reálný počet strojů pro danou operaci [-]

E_m = 150 h pro duben 2014 (při 7,5 h na směnu, mínus jeden den servisní opravy)
S_s = 2
k_{pns} = 1 (nepoužívá se)
N = 1000 ks

operace 10 (Traub TND 310)

$$P_{th10} = \frac{tk_{10} \,.\, N}{60 \,.\, E_m \,.\, S_s \,.\, k_{pns}} = \frac{120 + 1{,}409 \,.\, 1000}{60 \,.\, 150 \,.\, 2 \,.\, 1} = 0{,}085 \Rightarrow P_{sk10} = 1$$

$$\eta_{10} = \frac{P_{th10}}{P_{sk10}} \,.\, 100 = \frac{0{,}085}{1} \,.\, 100 = 8{,}5\ \%$$

operace 20 (Traub TND 310)

$$P_{th20} = \frac{tk_{20} \,.\, N}{60 \,.\, E_m \,.\, S_s \,.\, k_{pns}} = \frac{120 + 1{,}374 \,.\, 1000}{60 \,.\, 150 \,.\, 2 \,.\, 1} = 0{,}083 \Rightarrow P_{sk20} = 1$$

$$\eta_{20} = \frac{P_{th20}}{P_{sk20}} \,.\, 100 = \frac{0{,}083}{1} \,.\, 100 = 8{,}3\ \%$$

operace 30 (Traub TND 310)

$$P_{th30} = \frac{tk_{30} \,.\, N}{60 \,.\, E_m \,.\, S_s \,.\, k_{pns}} = \frac{120 + 0{,}883 \,.\, 1000}{60 \,.\, 150 \,.\, 2 \,.\, 1} = 0{,}056 \Rightarrow P_{sk30} = 1$$

$$\eta_{30} = \frac{P_{th30}}{P_{sk30}} \,.\, 100 = \frac{0{,}056}{1} \,.\, 100 = 5{,}6\ \%$$

operace 40 (Mikron VCE 750)

$$P_{th40} = \frac{tk_{40} \,.\, N}{60 \,.\, E_m \,.\, S_s \,.\, k_{pns}} = \frac{120 + 1{,}24 \,.\, 1000}{60 \,.\, 150 \,.\, 2 \,.\, 1} = 0{,}076 \Rightarrow P_{sk40} = 1$$

$$\eta_{40} = \frac{P_{th40}}{P_{sk40}} \,.\, 100 = \frac{0{,}076}{1} \,.\, 100 = 7{,}6\ \%$$

operace 50 (Válcovačka)

$$P_{th50} = \frac{tk_{50} \,.\, N}{60 \,.\, E_m \,.\, S_s \,.\, k_{pns}} = \frac{36 + 0{,}513 \,.\, 1000}{60 \,.\, 150 \,.\, 2 \,.\, 1} = 0{,}031 \Rightarrow P_{sk50} = 1$$

$$\eta_{50} = \frac{P_{th50}}{P_{sk50}} \,.\, 100 = \frac{0{,}031}{1} \,.\, 100 = 3{,}1\ \%$$

Celkové využití stroje Traub TND 310

$$\eta_{10,20,30} = \eta_{10} + \eta_{20} + \eta_{30} = 8{,}5 + 8{,}3 + 5{,}6 = 22{,}4\ \%$$

Tab. 6.1 Využití strojů.

Operace	10	20	30	40	50
Stroj	TND 310	TND 310	TND 310	VCE 750	Válcovačka
η [%]	8,5	8,3	5,6	7,6	3,1

Operace 10, 20 a 30 budou postupně realizovány na jednom stroji. Jeho využití pro tyto tři operace bude 22,4 %.

6.2 Dělníci

Výpočet množství dělníků, kteří obsluhují stroje.

$$D_{VST} = \frac{tk \,.\, N}{60 \,.\, E_m \,.\, k_{pns}}\ [-]\ ^{19} \tag{6.4}$$

D_{VST} … teoretický počet dělníků pro danou operaci [-]

$$D_{eVST} = D_{VST} \,.\, \frac{E_s}{E_d}\ [-]\ ^{19} \tag{6.5}$$

D_{eVST} … evidenční počet dělníků pro danou operaci [-]
E_d … efektivní měsíční časový fond dělníka [h]

E_d = 142,5 h pro duben 2014 (při 7,5 h na směnu, mínus dva dny možné dovolené)

operace 10, 20, 30

$$D_{VST10,20,30} = \frac{(tk_{10} + tk_{20} + tk_{30}) \,.\, N}{60 \,.\, E_m \,.\, k_{pns}} = \frac{(1{,}409 + 1{,}374 + 0{,}883) \,.\, 1000}{60 \,.\, 150 \,.\, 1} = 0{,}407 \Rightarrow 1$$

$$D_{eVST10} = D_{VST10,20,30} \,.\, \frac{E_m}{E_d} = 1 \,.\, \frac{150}{142{,}5} = 1{,}053 \Rightarrow 2$$

operace 40

$$D_{VST40} = \frac{tk_{40} \,.\, N}{60 \,.\, E_m \,.\, k_{pns}} = \frac{1{,}24 \,.\, 1000}{60 \,.\, 150 \,.\, 1} = 0{,}138 \Rightarrow 1$$

$$D_{eVST40} = D_{VST40} \,.\, \frac{E_m}{E_d} = 1 \,.\, \frac{150}{142{,}5} = 1{,}053 \Rightarrow 2$$

operace 50

$$D_{VST50} = \frac{tk_{50} \,.\, N}{60 \,.\, E_m \,.\, k_{pns}} = \frac{0{,}513 \,.\, 1000}{60 \,.\, 150 \,.\, 1{,}2} = 0{,}057 \Rightarrow 1$$

$$D_{eVS50} = D_{VST50} \,.\, \frac{E_m}{E_d} = 1 \,.\, \frac{150}{142{,}5} = 1{,}053 \Rightarrow 2$$

Počty dělníků jsou stanoveny na jednu směnu. Pro dvousměnný provoz se tyto počty vynásobí dvěma, viz tabulka 6.2.

Tab. 6.2 Potřební dělníci.

Operace	D_{VST} [-]	D_{eVST} [-]
10, 20, 30	2	4
40	2	4
50	2	4
Σ	6	12

6.3 Nástroje

Výpočet množství nástrojů potřebných pro zajištění výroby je důležitý vzhledem ke skladovým zásobám.

$$P = \frac{t \,.\, N}{x \,.\, T} \text{ [ks]} \tag{6.6}$$

P … počet nástrojů pro výrobu série [ks]
t … čas nástroje v záběru [min]
x … počet použitelných ostří nebo přebroušení [-]
T … trvanlivost nástroje [min]

T = 15 min
$x_1 = 1$
$x_2 = 2$
$x_3 = 3$
$x_4 = 4$

VBD1 CNMG 120404-NM4 WPP10:

$$P_{VBD1} = \frac{t_1 \,.\, N}{x_4 \,.\, T} = \frac{(0{,}024+0{,}053) \,.\, 1000}{4 \,.\, 15} \cong 2 \text{ ks}$$

VBD2 DCMT 11T304-PM5 WPP10:

$$P_{VBD2} = \frac{t_2 \,.\, N}{x_2 \,.\, T} = \frac{(0{,}032+0{,}023+0{,}039) \,.\, 1000}{2 \,.\, 15} \cong 4 \text{ ks}$$

VBD3 NTS-IR-11 1,5 ISO WMP32:

$$P_{VBD3} = \frac{t_3 \,.\, N}{x_3 \,.T} = \frac{0{,}043 \,.\, 1000}{3 \,.\, 15} \cong 1 \text{ ks}$$

Vrták1 ϕ9 A3289DPL:

$$P_{V1} = \frac{t_4 \,.\, N}{x_1 \,.\, T} = \frac{0{,}028 \,.\, 1000}{1 \,.\, 15} \cong 2 \text{ ks}$$

Vrták2 ϕ2,5 ČSN 22 1121:

$$P_{V2} = \frac{t_5 \,.\, N}{x_2 \,.\, T} = \frac{0{,}039 \,.\, 1000}{2 \,.\, 15} \cong 2 \text{ ks}$$

Vrták3 217 02 1319:

$$P_{V3} = \frac{t_6 \,.\, N}{x_3 \,.\, T} = \frac{0{,}157 \,.\, 1000}{3 \,.\, 15} \cong 4 \text{ ks}$$

Vrták4 ϕ12 A3289DPL:

$$P_{V4} = \frac{t_7 \,.\, N}{x_1 \,.\, T} = \frac{(0{,}019+0{,}015) \,.\, 1000}{1 \,.\, 15} \cong 3 \text{ ks}$$

Vrták5 217 02 2538:

$$P_{V5} = \frac{t_8 \,.\, N}{x_3 \,.\, T} = \frac{0{,}136 \,.\, 1000}{3 \,.\, 15} \cong 4 \text{ ks}$$

Vrták6 ϕ3 A6685TFP:

$$P_{V6} = \frac{t_9 \,.\, N}{x_1 \,.\, T} = \frac{(0{,}046+0{,}039) \,.\, 1000}{1 \,.\, 15} \cong 6 \text{ ks}$$

Nůž1 214 01 719:

$$P_{N1} = \frac{t_{10} \,.\, N}{x_2 \,.\, T} = \frac{0{,}018 \,.\, 1000}{2 \,.\, 15} \cong 1 \text{ ks}$$

Nůž2 214 01 687:

$$P_{N2} = \frac{t_{11} \,.\, N}{x_2 \,.\, T} = \frac{0{,}02 \,.\, 1000}{2 \,.\, 15} \cong 1 \text{ ks}$$

Tab. 6.3 Minimální počet nástrojů.

Nástroj	CNMG	DCMT	NTS-IR	ϕ9 A3289	ϕ2,5 ČSN	217 02 1319
Počet [ks]	2	4	1	2	2	4
Nástroj	217 02 2538	ϕ3 A6685	214 01 719	214 01 687	ϕ12 A3289	
Počet [ks]	4	6	1	1	3	

Počty nástrojů v tabulce 6.3 jsou minimální pro zajištění výroby součásti, jelikož má firma dostačující skladové zásoby není nutné speciálně objednávat nakupované nástroje. Speciální nástroje se musí nechat vybrousit.

7 DISKUZE

Diskuze je rozčleněna do více částí, ve kterých jsou rozebrány další úvahy pro možné zefektivnění výroby součásti.

Při zvýšení poptávky by stálo za úvahu více dopodrobna prověřit volbu polotovaru. V současné době se jedná o výkovek určený pro více různých součástek a to má za příčinu, že pro naše těleso jsou ve dvou místech, na dvou protilehlých čelech, zbytečně velké přídavky na obrobení. Přepracováním výkovku by se mohly zkrátit obráběcí časů a zlepšit využití polotovaru. Druhou možností je vypracovat studii, ve které by jako polotovar byl použit odlitek, díky kterému by se mohlo dosáhnout kratších výrobních časů.

Postupy řešené v této práci mají výhody i nevýhody, proto by stálo za pokus vypracovat další technologický postup, který je kombinací předešlých tří variant a sjednocuje jejich výhodná řešení.

V práci jsou použity dva druhy nástrojů nakupované a speciální. U nakupovaných je počítáno pouze s těmi, které firma stabilně objednává. Tyto nástroje jsou použity za doporučených řezných podmínek, nicméně tyto podmínky nemusí být optimální pro zadanou výrobu. Vhodné by bylo provést experiment, kdy se budou měnit tyto řezné podmínky a tím hledat ideální variantu. Další možností pro zkrácení výrobních časů je vyzkoušet alternativní výrobce a použít pro firmu nové nástroje. Použité speciální nástroje jsou vyrobeny z rychlořezné oceli. Pokud by se tyto nástroje vyrobily ze slinutého karbidu, mělo by to za příčinu zlepšení řezných podmínek a zvýšení trvanlivosti nástroje. Další eventualitou u speciálních nástrojů je přepracování jejich konstrukce. Tato možnost byla vyzkoušena u tvarového vrtáku 217 02 1319, který je půlený rovný a nahrazena vrtákem 217 02 1323, který je také půlený, ale je zatočený do šroubovice. Oba nástroje jsou v příloze 7.

Při výpočtu strojních a vedlejších časů bylo zjištěno omezení ze strany stroje v prvních třech operacích. Trab TND 310 je starý stroj, který hůře dodržuje vyšší přesnosti, s maximem otáček 5000 min^{-1} a rychloposuvem maximálně 10 m . min^{-1} prodlužuje výrobu součásti. Proto by bylo vhodné, přesunout výrobu na novější stroj, který má lepší technické podmínky. Jelikož firma v současné době nemá stroj, na kterém by šla výroba zrealizovat, jedinou možností je zakoupení nového. Tato možnost by přicházela v úvahu při navýšení výroby součásti.

ZÁVĚR

Diplomová práce je orientována na technologii výroby součásti ve firmě Armaturka Vranová Lhota. Jedná se o součást nehřídelovitého tvaru, přesněji tělesa ventilu. Cílem práce je zefektivnění výroby a s tím související zkrácení výrobních časů.

Součást je z konstrukčního hlediska vyrobitelná, nejsou použity velmi přesné tolerance, zvýšené nároky jsou ovšem kladeny na její upínání při obráběcích operacích. Tyto nároky si vyžádaly návrh speciálních upínacích čelistí.

V současné době se jako polotovar pro součást používá výkovek. Kontrola vhodnosti použití tohoto polotovaru ukázala, zda je toto použití nutné nebo zbytečné. Současný stav byl srovnán s variantami ve formě přířezu z tyče a výpalku z tabule plechu. Pro tyhle tři varianty byl vypočítán koeficient využití materiálu. Nejvyšší koeficient vyšel 0,509 pro výkovek, pak 0,449 výpalek a nejhorší využití materiálu bylo u přířezu z tyče 0,364. Zvolení výkovku jako polotovaru pro těleso byla správné.

Ke stávající technologii výroby byly navrženy dva nové postupy, kdy ten první se ve sledu a smyslu operací liší minimálně, jenom byly použity jiné nástroje různých výrobců. Druhá varianta upřednostňuje použití nástrojů firmy Walter, velkého počtu speciálních nástrojů a přípravků. Pro všechny tři postupy byly vypočítány výrobní časy pro soustružení, vrtání a řezání popřípadě válcování závitu. Pro současnou variantu vyšel výrobní čas 6,596 minut, pro variantu 1 je stanoven čas 5,683 minut a při použití varianty 2 se bude součást vyrábět 5,419 minut. Vzhledem k těmto výpočtům byla vybrána varianta 2, pro kterou vyšla úspora 33,8% na strojním a 13,5% na vedlejším čase.

Pro zvolenou variantu technologického postupu výroby tělesa ventilu bylo vypočítáno technicko-ekonomické zhodnocení. Tento výpočet stanovil množství a využití strojů, které činí u nejvytíženějšího soustruhu Traub TND 310 22,4%, počet dělníků nutných pro obsluhu strojů a minimální množství nástrojů. U nakupovaných nástrojů díky dostatečným skladovým zásobám nevznikla nutnost přiobjednání, avšak speciální se musí nechat vybrousit.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

1. PUŽÍK, Miroslav. 40 let Armaturky Vranová Lhota, VYDAVATELSTVÍ A NAKLADATELSTVÍ JIŘÍ FRÉGL – VEGA, Praha 2006. 62 s. ISBN 80-86933-040.
2. Armaturka Vranová Lhota a.s. [online]. 2013 [vid. 2014-04-05]. Dostupné z: http://www.avl.cz/
3. ŘAŠA, Jaroslav, ŠVERCL, Josef. Strojnické tabulky 2 pro školu a praxi, NAKLADATELSTVÍ SCIENTIA, spol. s r.o., Praha 2007. 586 s. ISBN 978-80-86960-20-3.
4. ČSN 41 5313. Ocel 15 313 Cr-Mo. 1979. Český normalizační institut. Praha. 8 s.
5. FÜRBACHER, Ivan. Lexikon ocelí: materiálové listy se zahraničními materiály. Praha: Verlag Dashöfer, 2014, ca 600 s. ISBN 80-868-9712-5.
6. KOCMAN, Karel, PERNIKÁŘ, Jiří. Ročníkový projekt II - obrábění [online]. Studijní opory pro kombinovanou formu bakalářského studia v oboru 23-07-7 Strojírenská technologie. ÚST, FSI-VUT v Brně. 2002. 27 s. [vid. 20. února 2014]. Dostupné na World Wide Web: <http://ust.fme.vutbr.cz/obrabeni/opory-save/RocnikovyProjekt_II-obrabeni.pdf>.
7. TRAUB Drenhmaschinen GmbH & Co. Návod k provozu TND 310. Reichenbach 1990.
8. TRAUB Drenhmaschinen GmbH & Co. Návod k provozu TNK 36. Reichenbach 2008. 643 912 – 07.2008.
9. Mikron Holding AG. Návod k provozu Mikron VCE 750. Biel 2001.
10. Tornos SA. Návod k provozu MultiDeco 32/6i. Moutier 2003. TT 5320_9_de.
11. FPT INDUSTRIE S.p.A. Příručka k použití a údržbě AREA-M. Camposampiero 2008.
12. Matsuura Machinery Corporation. Instalační manuál H.Plus-630. FUKUI-CITY 2007.
13. ISCAR ČR, s.r.o. Plzeň, Česká republika. Nástroje [online]. [vid. 16. května 2014]. Dostupné na World Wide Web: <http://www.iscar.com/eCatalog/Index.aspx>.
14. Walter CZ, s.r.o. Kuřim, Česká republika. Nástroje [online]. [vid. 16. května 2014]. Dostupné na World Wide Web: <http://www.walter-tools.com/SiteCollectionDocuments/downloads/global/catalogues/cs-cz/general-catalogue-2012-cz.pdf>.
15. Tungaloy Czech, s.r.o. Brno, Česká republika. Nástroje [online]. [vid. 16. května 2014]. Dostupné na World Wide Web: <http://www.imc-companies.com/Tungaloy/tcat/open.asp>.
16. WNT Česká republika, s.r.o. Velké Meziříčí, Česká republika. Vrtáky [online]. [vid. 16. května 2014]. Dostupné na World Wide Web: <https://www.toolingcenter.com/CS/category/Hlavní%20katalog/Vrtání>.
17. Gühring, s.r.o. Líně - Sulkov, Česká republika. Vrtáky [online]. [vid. 16. května 2014]. Dostupné na World Wide Web: <http://navigator.guehring.de/navigator/index.php?mod=boh&act=wss>.
18. ZEMČÍK, Oskar. Technologická příprava výroby. Brno: CERM, 2002, 158 s. Učební texty vysokých škol (Vysoké učení technické v Brně). ISBN 80-214-2219-X.

19. ÚST, FSI VUT. Brno, Česká republika. Technologický projekt dílny [online]. [vid. 16. května 2014]. Dostupné na World Wide Web: < http://ust.fme.vutbr.cz/obrabeni/podklady/tech_projekt/technologicke_projektovani_navody.pdf >.
20. VIGNER, A. - ZELENKA, A. – KRÁL, M. Metodika projektování výrobních procesů. SNTL – Nakladatelství technické literatury, Praha, 1984. 592 s.

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

A	[%]	tažnost
d	[mm]	konečný průměr soustružení
CNC	[-]	Computer Numeric Control
D	[mm]	průměr válcové plochy
D_{eVST}	[-]	evidenční počet dělníků pro danou operaci
DN	[-]	světlost armatury
D_p	[mm]	reálný průměr tyče
D_{pv}	[m]	teoretický průměr tyče
D_{VST}	[-]	teoretický počet dělníků pro danou operaci
E_d	[h]	efektivní časový fond dělníka
E_m	[h]	měsíční fond strojního pracoviště
f	[mm]	posuv na otáčku
i	[-]	úsek
k_m	[-]	stupeň využití materiálu
KOKA	[-]	kontrolní karta
k_{pns}	[-]	koeficient překračování strojních norem
l	[mm]	rozměr součásti v určitém směru
l	[mm]	obráběná délka
L	[mm]	délka tyče
L	[mm]	délka překonaná rychloposuvem
l_d	[mm]	délka součásti
l_n	[mm]	délka přířezu
l_p	[mm]	délka nájezdu
L_p	[mm]	reálná délka tyče
l_{pd}	[mm]	minimální délka polotovaru
$l_{pš}$	[mm]	minimální šířka polotovaru
l_{pv}	[mm]	minimální výška polotovaru
L_{pd}	[m]	teoretická délka tyče
$l_š$	[mm]	šířka součásti
l_v	[mm]	výška součásti
l_z	[m]	délka nevyužitého konce tyče
MN	[-]	měřidlo nakupované
MS	[-]	měřidlo speciální (vyráběné)
n	[-]	počet přířezů z tyče
n	[min^{-1}]	otáčky
N	[ks]	počet výrobků na sérii
NDT	[-]	nedestruktivní
NK	[-]	nástroj nakupovaný
N_m	[kg]	norma spotřeby materiálu
NS	[-]	nástroj speciální (vyráběný)
n_t	[-]	počet výpalků na tabuli plechu
P	[ks]	počet nástrojů pro výrobu série
PN	[-]	jmenovitý tlak
P_{sk}	[-]	reálný počet strojů pro danou operaci
P_{th}	[-]	teoretický počet strojů pro danou operaci
PV	[-]	přípravek vyráběný
Q_c	[kg]	hmotnost vsázky do pece pro ohřev

q_k	[kg]	ztráta materiálu z nevyužitého konce tyče připadající na jednici
Q_k	[kg]	ztráta materiálu z nevyužitého konce tyče
q_o	[kg]	ztráta materiálu vzniklá obráběním přídavku
q_{op}	[kg]	ztráta materiálu opalem
Q_p	[kg]	hmotnost polotovaru
Q_s	[kg]	hmotnost hotové součásti
Q_t	[kg]	hmotnost tabule plechu
q_u	[kg]	ztráta materiálu vzniklá dělením připadající na jednici
q_v	[kg]	ztráta materiálu výronkem
Q_v	[kg]	hmotnost výkovku
R_m	[MPa]	mez pevnosti v tahu
S_s	[-]	směnnost strojního pracoviště
t	[min]	čas nástroje v záběru
T	[ks]	počet tyčí na sérii
T	[min]	trvanlivost nástroje
t_{AS}	[min]	strojní čas
t_{ASs}	[min]	stávající strojní čas
t_{AV}	[min]	vedlejší čas
t_{AVs}	[min]	stávající vedlejší čas
tk	[min]	čas potřebný pro provedení dané operace na daném stroji
u	[mm]	prořez pilového listu
U_{AS}	[%]	úspora strojního času
U_{AV}	[%]	úspora vedlejšího času
Ut_{ASn}	[min]	úspora strojního času
Ut_{AVn}	[min]	úspora vedlejšího času
VBD	[-]	vyměnitelná břitová destička
v_c	[$m.min^{-1}$]	řezná rychlost
V_c	[m^3]	objem vsázky
v_{fr}	[$mm.min^{-1}$]	rychlost rychloposuvu
x	[-]	počet použitelných ostří nebo přebroušení
Z	[ks]	počet nevyužitých kusů z poslední tyče
Z_m	[kg]	celkové ztráty materiálu připadající na jednici
η	[%]	využití stroje pro danou operaci
ρ	[$kg.m^{-3}$]	hustota materiálu

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1 Technické údaje a fotografie vybraných obráběcích strojů
Příloha 2 Fotografie vybraných měřících a zkušebních strojů
Příloha 3 Technologický postup výroby kondenzační smyčky
Příloha 4 Návodky stávající technologie
Příloha 5 Návodky nově navrhované technologie 1
Příloha 6 Návodky nově navrhované technologie 2
Příloha 7 Speciální výrobní pomůcky a měřidla
Příloha 8 Vybrané výkresy speciálních výrobních pomůcek

PŘÍLOHA 1 (1/3)

Technické údaje a fotografie vybraných obráběcích strojů.

Traub TNK 36.

Technické údaje Traub TNK 36 [8].

Maximální otáčky:	6300 min^{-1}
Maximální průměr tyče:	36 mm
Maximální délka obrobku:	200 mm
Rychloposuv:	30000 mm . min^{-1}
Maximálně nástrojů:	22 ks
Řídicí systém:	Traub
Max. výkon:	22 kW

Mikron VCE 750.

Technické údaje Mikron VCE 750 [9].

Maximální otáčky:	7500 min^{-1}
Max. rozměr obrobku:	600 x 400 x 300 mm
Maximální zatížení stolu:	400 kg
Rychloposuv:	15000 mm . min^{-1}
Maximálně nástrojů v zásobníku:	20 ks
Max. rozměr nástroje:	D200 x 160 mm
Maximální hmotnost nástroje:	8 kg
Řídicí systém:	Haas
Výkon:	11 kW

PŘÍLOHA 1 (2/3)

Technické údaje a fotografie vybraných obráběcích strojů.

Tornos MultiDeco 32/6i.

Technické údaje Tornos MultiDeco 32/6i [10].

Maximální otáčky:	6300 min^{-1}
Maximální průměr tyče:	32 mm
Maximální délka obrobku:	130 mm
Rychloposuv:	mm . min^{-1}
Počet vřeten:	6
Maximálně nástrojů:	ks
Řídicí systém:	Fanuc + Tornos
Výkon:	35 kW

FPT AREA-M.

Technické údaje FPT AREA-M [11].

Maximální otáčky:	5000 min^{-1}
Maximální rozměr obrobku:	5950 x 1950 x 1200 mm
Maximální zatížení stolu:	7500 kg
Rychloposuv:	25000 mm . min^{-1}
Maximálně nástrojů v zásobníku:	26 ks
Řídicí systém:	Siemens
Výkon:	77 kW

PŘÍLOHA 1 (3/3)

Technické údaje a fotografie vybraných obráběcích strojů.

Matsuura H PLUS-630.

Technické údaje Matsuura H PLUS-630 [12].

Maximální otáčky:	12000 min^{-1}
Max. rozměr obrobku:	D1050 x 1000 mm
Maximální zatížení stolu:	1200 kg
Rychloposuv:	50000 mm . min^{-1}
Maximálně nástrojů v zásobníku:	240 ks
Max. rozměr nástroje:	D110 x 500 mm
Maximální hmotnost nástroje:	20 kg
Řídicí systém:	Matsuura
Výkon:	65 kW

PŘÍLOHA 2 (1/3)
Fotografie vybraných měřících a zkušebních strojů.

Etalon derby 454.

Opticline Contour 204-1SS 230.

PŘÍLOHA 2 (2/3)
Fotografie vybraných měřících a zkušebních strojů.

Měřící mikroskop.

Faro PowerGage.

PŘÍLOHA 2 (3/3)
Fotografie vybraných měřících a zkušebních strojů.

Spektrální analyzátor.

Zkušební zařízení.

PŘÍLOHA 3 (1/4)

Technologický postup výroby kondenzační smyčky.

```
Z153                TECHNOLOGICKY POSTUP                                    Datum: 17.04.2014 14:32   List:    1
AVL a.s.                                                                   Vytvořil: novaks
================================================================================================================
Výrobek                      SMYČKA KONDENZAČNÍ                                                Platný od:
================================================================================================================
Číslo operace  Tř. práce                Čas kusový        Čas přípravný        Čas technolog.  Norma ověřena
Stroj číslo    Název                   Na množství              Obsluha
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------
    1                                  1
22222          POZNAMKA                 1.00
  Text:        Smycka o 10 mm delsi od 20.2  2014
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------
   10          44                      12.000              15.000                          N
45967          PAS.PILA                10.00                1
  Text:
               Rezat trubky na delku 461 +1

                Znacit dle TNA-A 1218 a vykresu  jakost materialu  " 1.7380 "

                                                   cislo tavby .............

                                         a pripadne cislo kusu .............

               Kontrola: 1) po serizeni predlozit prvni kus ke kontrole na pracoviste 98630
                            ke schvaleni. (Bez schvaleneho kusu neni vyroba povolena.)
                         2) kontrola rozmeru 451 - cetnost 2ks/hod.
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------
   20          44                      9.000               12.000                          N
41250          SV18RA                  1.00                 1
  Text:
               Upnout do celisti na doraz
               -zarovnat celo
               -sraz. hranu z pr.12 pod 10 st.do otvoru cca 11,3
               -sr.hranu pod 35st. tak aby zustalo mezikruzi 1,5+0,5 -(z pr.15+1)
               prepnout
               -zarovnat celo na delku 460 a totez co prvni strana
               -sraz. hranu z pr.12 pod 10 st.do otvoru cca 11,3
               -sr.hranu pod 35st. tak aby zustalo mezikruzi 1,5+0,5 -(z pr.15+1)


               Kontrola: 1) po serizeni predlozit prvni kus ke kontrole na pracoviste 98630
                            ke schvaleni. (Bez schvaleneho kusu neni vyroba povolena.)
                         2) kontrola rozmeru 1.5+0.5 cetnost kazdy kus.
                         3) kontrola rozmeru dle 450 cetnost 2ks/hod.

               POMUCKY:
               ~~~~~~~
               *NS 206 01 290                        valcova freza se stopkou

               *MN CSN251231                         posuvna meritka se stavitke
               *MN PZO-6696                          opticky uhlomer
               *MN CSN251238                         posuvne meritko s hloubkomerem 150
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------
   30          44                      1.100               24.000                          N
38712          OHYBACKA                1.00                 1
  Text:        OHNUTI
               Ocistit od trisek
               Ohnout v pripravku za studena
```

PŘÍLOHA 3 (2/4)

Technologický postup výroby kondenzační smyčky.

```
Z153                TECHNOLOGICKY POSTUP                                    Datum: 17.04.2014 14:32   List:    2
AVL a.s.                                                                   Vytvořil: novaks
================================================================================================================
Výrobek                      SMYČKA KONDENZAČNÍ                                          Platný od:
================================================================================================================
Číslo operace  Tř. práce                Čas kusový         Čas přípravný         Čas technolog.  Norma ověřena
Stroj číslo    Název                   Na množství               Obsluha
Technologický postup operace pokračuje
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------
   30          44                           1.100                24.000                          N
38712          OHYBACKA                     1.00                  1
  Text:        OHNUTI

               Kontrola: 1) po serizeni predlozit prvni kus ke kontrole na pracoviste 98630
                            ke schvaleni. (Bez schvaleneho kusu neni vyroba povolena.)
                         2) kontrola deformace trubky kazdy  10 kus.
                         3) kontrola tvaru dle meridla kazdy 20 kus.
                         4) kontrola ostatnich rozmeru dle vykresu kazdy 20 kus.

               POMUCKY: +
               ~~~~~~~
               *PV 425 01 07                        pripravek
               *PV 425 01 08                        pripravek
               *PV 425 01 14                        pripravek
               *PV 425 01 17                        pripravek

               *MV 513 01 153                       meridlo specialni
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------
   40          54                           1.200                15.000                          N
84734          MIKROUDER                    1.00                  1
  Text:
                Znacit dle TNA-A 1218 a vykresu  jakost materialu  " 1.7380 "

                                                     cislo tavby  .............

                                            a pripadne cislo kusu .............


               Poznamka: z duvodu viditelnosti znaceni nastavit mikrobod:
                         vyska pisma 4 mm
                         sirka pisma 2.5 mm
                         sila razeni :stupnice 7
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------
   50                                       1
98651          Kontrola                      1.00
  Text:
                 Provest visuelni popr. kapilarni kontrolu svarovych ploch  dle TNA-A1062
                 a vykresu vcetne vyhodnoceni pripadnych vad
                 Vystavit dokumentaci o teto kontrole.
                 Cetnost kazdy kus.
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------
   60                                       1                                                          N
98631          VYS.KONTR.                    1.00
  Text:
               Provest vystupni kontrolu.

               Kontrola je zamerena na kontrolu rozmeru a pozadovanych znaku jakosti ,
               popripade vystaveni dokumentace.
```

PŘÍLOHA 3 (3/4)

Technologický postup výroby kondenzační smyčky.

Z153 TECHNOLOGICKY POSTUP Datum: 17.04.2014 14:32 List: 3
AVL a.s. Vytvořil: novaks

Výrobek	SMYČKA KONDENZAČNÍ				Platný od:
Číslo operace	Tř. práce	Čas kusový	Čas přípravný	Čas technolog.	Norma ověřena
Stroj číslo	Název	Na množství	Obsluha		
Technologický postup operace pokračuje					
60		1			N
98631	VYS.KONTR.	1.00			

Text:

1) kontrola uplnosti provedenych praci.
2) kontrola popisu (znaceni) na vyrobku.
3) neposkozenost vyrobku man. popr. skladovanim
4) kontrola rozmeru dle vykresu

Cetnost kontroly kazdy kus.

70	1		N
22224	1.00		

Text:

Mezni uchylky netolerovanych rozmeru dle TNA-A1270.

	Mezni uchylky pro zakladni rozsah rozmeru						
		od	do				
trida presnosti	pres0,5 do 6	6 30	30 120	120 400	400 1000	1000 2000	2000 4000
stredni m	+- 0,10	+-0,20	+-0,30	+-0,50	+-0,80	+-1.20	+-2

Mezni uchylky polomeru zaobleni a srazeni hran	
Rozsah jm.rozmeru pres	do	Meyni uchylky rozmeru
0.3	0.9	+- 0.1
0.9	3	+- 0.2
3	6	+- 0.3
nad 6		+- 0.4

Mezni uchylkly prumeru hridelu a der					
Rozsah jmenovitych rozmeru		Mezni uchylky rozmeru			
		Hridelu		Der	
od	do	dolni	horni	dolni	horni
1	6	-0.1	0	0	+0.1

PŘÍLOHA 3 (4/4)

Technologický postup výroby kondenzační smyčky.

Z153 TECHNOLOGICKY POSTUP Datum: 17.04.2014 14:32 List: 4

AVL a.s. Vytvořil: novaks

Výrobek SMYČKA KONDENZAČNÍ Platný od:

Číslo operace Stroj číslo	Tř. práce Název	Čas kusový Na množství	Čas přípravný Obsluha	Čas technolog.	Norma ověřena
Technologický postup operace pokračuje					
70		1			N
22224		1.00			

Text:

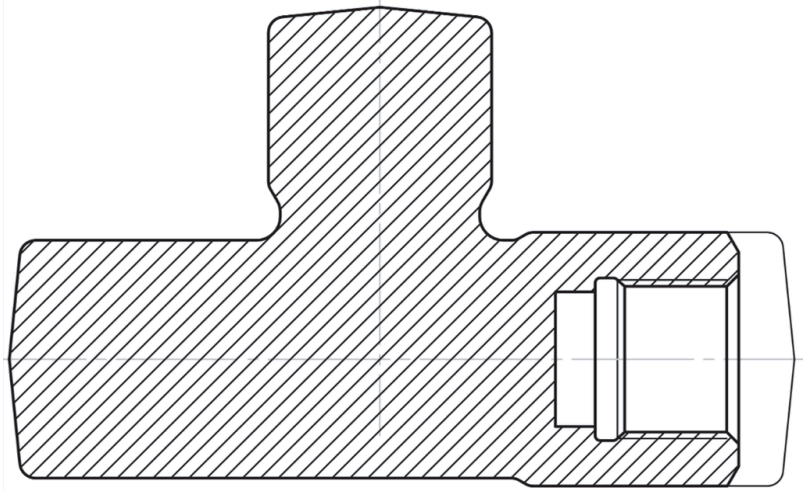
6	30	-0.2	0	0	+0.2
30	120	-0.3	0	0	+0.3
120	400	-0.5	0	0	+0.5
400	1000	-0.8	0	0	+0.8
1000	2000	-1.2	0	0	+1.2

PŘÍLOHA 4 (1/4)

Návodky stávající technologie.

Výrobní návodka č. 1

Stávající technologie		
Stroj: Traub TND 310	Číslo pracoviště: 30241	Číslo operace: 10



Úsek	i	v_c [m.min^{-1}]	n [min^{-1}]	f [mm]	a_p [mm]	l [mm]	t_{AS} [min]	t_{AV} [min]	Nástroj
Hrubování	1	230	1800	0,25	2x 2	42	0,048	0,485	1
Dokončování	2	200	1600	0,2	1	25	0,040	0,109	2
Vrtání	3	80	1600	0,28	16	28	0,067	0,110	3
Dokončování	4	200	3550	0,2	2x 0,5	40	0,058	0,116	2
Řezání závitu	5	160	2550	1,5	8x 0,1	160	0,042	0,338	5
Σ							0,255	1,156	

Datum: 15. 4. 2014	Navrhl: Jarkovský Marcel	Schválil:

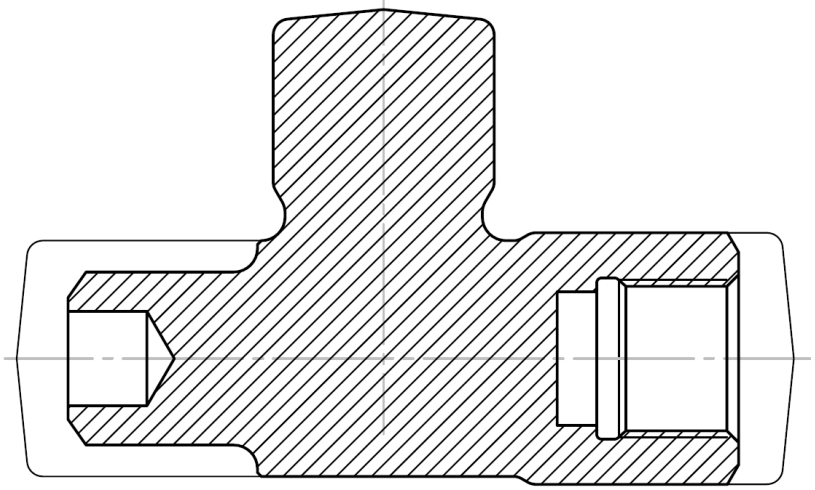
1 – Hrubovací nůž SCLCR 2020 K12 [15] + VBD CCMT 120404-PS T9115 [15]
2 – Dokončovací nůž SDQCR 2020 K11 [15] + VBD DCMT 11T304-PS T9115 [15]
3 – Vrták ϕ16 10720160 [16]
4 – Dokončovací nůž A12M-SDQCK07-D160 [15] + VBD DCMT 070202-PS T9115 [15]
5 – Závitový nůž SIR0013 M16 [13] + VBD 16IR 1,5 ISO IC908 [13]

PŘÍLOHA 4 (2/4)

Návodky stávající technologie.

Výrobní návodka č. 2

Stávající technologie		
Stroj: Traub TND 310	Číslo pracoviště: 30241	Číslo operace: 20



Úsek	i	v_c [m.min^{-1}]	n [min^{-1}]	f [mm]	a_p [mm]	l [mm]	t_{AS} [min]	t_{AV} [min]	Nástroj
Hrubování	1	230	3200	0,25	2x 2	95	0,094	0,488	1
Dokončování	2	200	2800	0,2	1	38	0,058	0,111	2
Vrtání	3	60	1600	0,15	12	15	0,084	0,309	3
Σ							0,235	0,907	

Datum:	Navrhl:	Schválil:
15. 4. 2014	Jarkovský Marcel	

1 – Hrubovací nůž SCLCR 2020 K12 [15] + VBD CCMT 120404-PS T9115 [15]

2 – Dokončovací nůž SDQCR 2020 K11 [15] + VBD DCMT 11T304-PS T9115 [15]

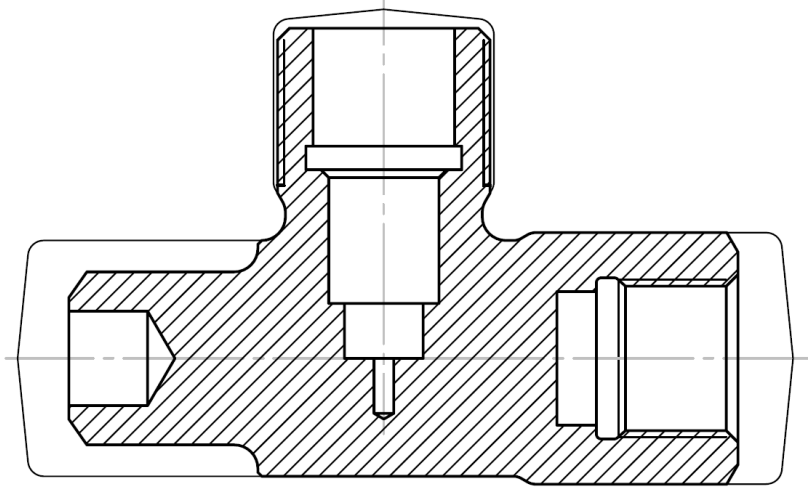
3 – Vrták ϕ12 ČSN 22 1121

PŘÍLOHA 4 (3/4)

Návodky stávající technologie.

Výrobní návodka č. 3

Stávající technologie		
Stroj: Traub TND 310	Číslo pracoviště: 30241	Číslo operace: 30



Úsek	i	v_c [m.min^{-1}]	n [min^{-1}]	f [mm]	a_p [mm]	l [mm]	t_{AS} [min]	t_{AV} [min]	Nástroj
Dokončování	1	200	2400	0,2	1	35	0,071	0,480	1
Vrtání	2	100	2000	0,2	16	23	0,063	0,110	2
Vrtání	3	30	3800	0,1	2,5	35	0,107	0,114	3
Vrtání	4	80	2550	0,22	10	30	0,075	0,113	4
Vrtání	5	80	1800	0,25	14	22	0,066	0,112	5
Dokončování	6	200	3550	0,2	1	25	0,035	0,110	6
Zapichování	7	60	1000	0,1	1	3	0,018	0,112	7
Řezání závitu	8	160	1900	1,5	8x 0,1	190	0,067	0,298	8
Σ							0,502	1,449	

Datum:	Navrhl:	Schválil:
15. 4. 2014	Jarkovský Marcel	

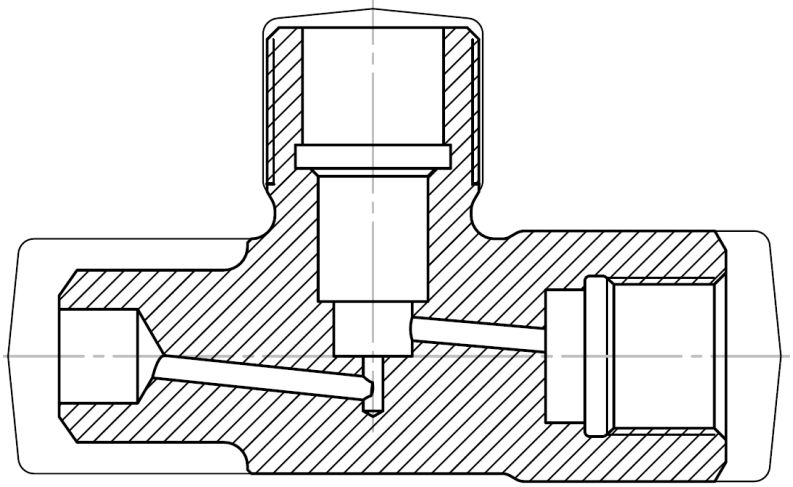
1 – Dokončovací nůž SDQCR 2020 K11 [15] + VBD DCMT 11T304-PS T9115 [15]
2 – Vrták ϕ16 10522160 [16]
3 – Vrták ϕ2,5 ČSN 22 1121 + prodloužení
4 – Vrták ϕ10 10720100 [16]
5 – Vrták ϕ14 10720140 [16]
6 – Dokončovací nůž A12M-SDQCK07-D160 [15] + VBD DCMT 070202-PS T9115 [15]
7 – Zápichový nůž speciální 214 01 719
8 – Závitový nůž SER 1616 H16 [13] + VBD 16ER 1,5 ISO IC908 [13]

PŘÍLOHA 4 (4/4)

Návodky stávající technologie.

Výrobní návodka č. 4

Stávající technologie		
Stroj: V 20P	Číslo pracoviště: 46150	Číslo operace: 40 + 50



Úsek	i	v_c [m.min^{-1}]	n [min^{-1}]	f [mm]	a_p [mm]	l [mm]	t_{AS} [min]	t_{AV} [min]	Nástroj
Navrtání	1	5	1300	0,1	1,25	5	0,039	0,515	1
Navrtání	2	5	1300	0,1	1,25	5	0,039	0,315	1
Vrtání	3	15	1600	0,1	3	30	0,189	0,518	2
Vrtání	4	15	1600	0,1	3	25	0,157	0,318	2
Σ							0,424	1,666	

Datum: 15. 4. 2014	Navrhl: Jarkovský Marcel	Schválil:

1 – Středicí vrták ϕ1,25 10415125 [16]

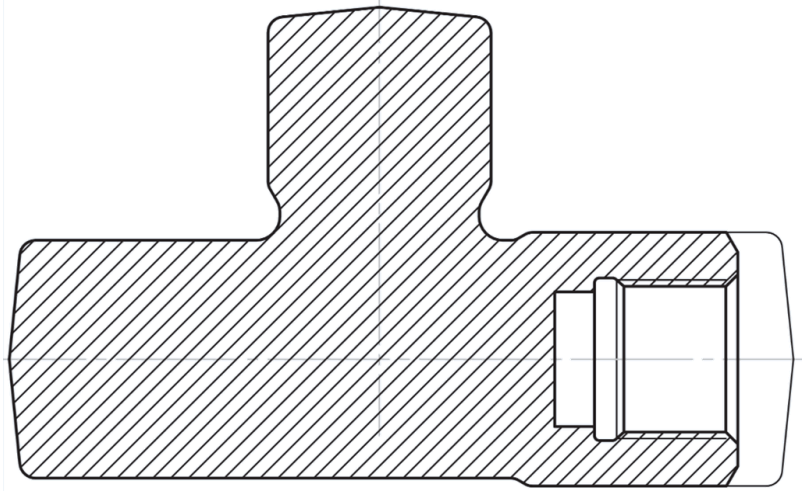
2 – Vrták ϕ3 ČSN 22 1125

PŘÍLOHA 5 (1/4)

Návodky nově navrhované technologie 1.

Výrobní návodka č. 1

Nová varianta 1		
Stroj: Traub TND 310	Číslo pracoviště: 30241	Číslo operace: 10



Úsek	i	v_c [m.min^{-1}]	n [min^{-1}]	f [mm]	a_p [mm]	l [mm]	t_{AS} [min]	t_{AV} [min]	Nástroj
Hrubování	1	280	2250	0,35	2x 2	42	0,028	0,484	1
Dokončování	2	260	2100	0,2	1	25	0,031	0,109	2
Vrtání	3	80	1600	0,28	16	28	0,067	0,110	3
Dokončování	4	180	2950	0,18	2x 1	40	0,076	0,116	2
Řezání závitu	5	160	2550	1,5	8x 0,1	160	0,042	0,338	5
Σ							0,244	1,156	

Datum: 17. 4. 2014	Navrhl: Jarkovský Marcel	Schválil:

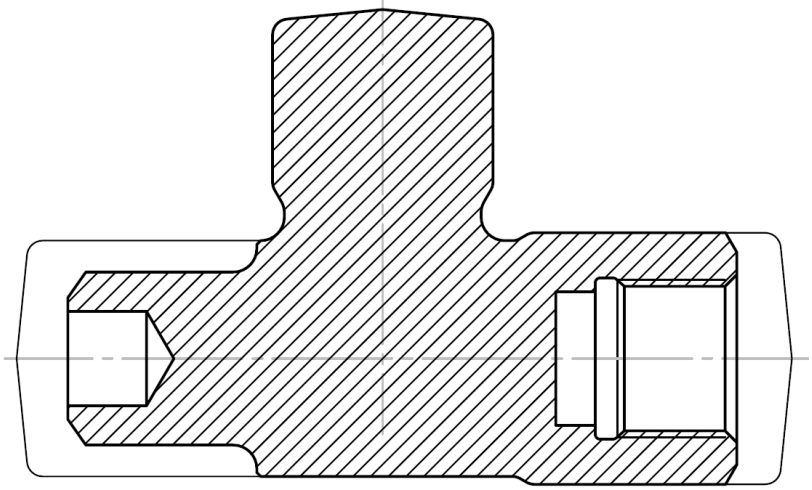
1 – Hrubovací nůž PCLNR 2020 K-12 [13] + VBD CCMG 120404-GN IC8250 [13]
2 – Dokončovací nůž SDJCR 2020 K-11 [13] + VBD DCMT 11T304-PF IC8250 [13]
3 – Vrták ϕ16 10720160 [16]
4 – Dokončovací nůž E12P SDUCR-07 [13] + VBD DCMT 070202-SM IC807 [13]
5 – Závitový nůž SIR0013 M16 [13] + VBD 16IR 1,5 ISO IC908 [13]

PŘÍLOHA 5 (2/4)

Návodky nově navrhované technologie 1.

Výrobní návodka č. 2

Nová varianta 1		
Stroj: Traub TND 310	Číslo pracoviště: 30241	Číslo operace: 20



Úsek	i	v_c [m.min^{-1}]	n [min^{-1}]	f [mm]	a_p [mm]	l [mm]	t_{AS} [min]	t_{AV} [min]	Nástroj
Hrubování	1	280	3750	0,35	2x 2	95	0,055	0,488	1
Dokončování	2	260	3750	0,2	1	38	0,045	0,111	2
Vrtání	3	120	3200	0,3	12	15	0,021	0,309	3
Σ							0,121	0,907	

Datum: 17. 4. 2014	Navrhl: Jarkovský Marcel	Schválil:

1 – Hrubovací nůž PCLNR 2020 K-12 [13] + VBD CCMG 120404-GN IC8250 [13]

2 – Dokončovací nůž SDJCR 2020 K-11 [13] + VBD DCMT 11T304-PF IC8250 [13]

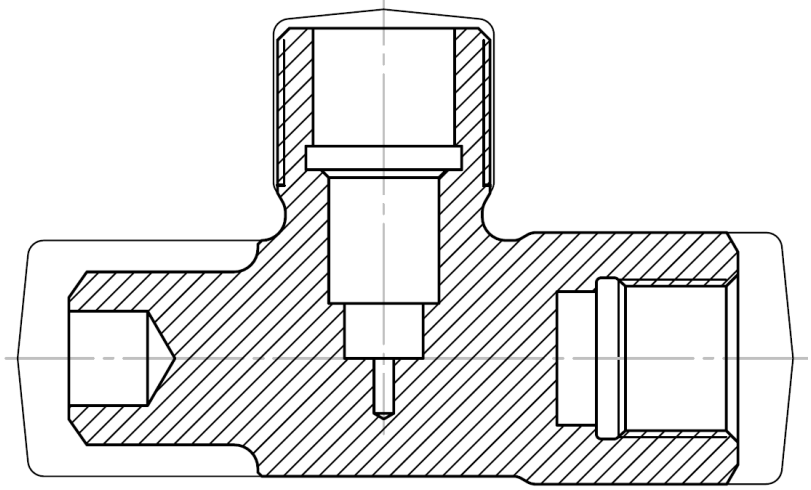
3 – Vrták ϕ12 5511 [17]

PŘÍLOHA 5 (3/4)

Návodky nově navrhované technologie 1.

Výrobní návodka č. 3

Nová varianta 1		
Stroj: Traub TND 310	Číslo pracoviště: 30241	Číslo operace: 30



Úsek	i	v_c [m.min^{-1}]	n [min^{-1}]	f [mm]	a_p [mm]	l [mm]	t_{AS} [min]	t_{AV} [min]	Nástroj
Dokončování	1	260	3050	0,2	1	35	0,054	0,380	1
Vrtání	2	32	650	0,27	16	23	0,145	0,110	2
Vrtání	3	30	3800	0,1	2,5	35	0,107	0114	3
Vrtání	4	120	3800	0,2	10	30	0,055	0,113	4
Vrtání	5	80	1850	0,25	14	22	0,066	0,112	5
Dokončování	6	170	3000	0,18	1	25	0,046	0,110	6
Zapichování	7	60	1000	0,1	1	3	0,018	0,112	7
Řezání závitu	8	160	1900	1,5	8x 0,1	190	0,067	0,298	8
Σ							0,559	1,349	

Datum: 17. 4. 2014	Navrhl: Jarkovský Marcel	Schválil:

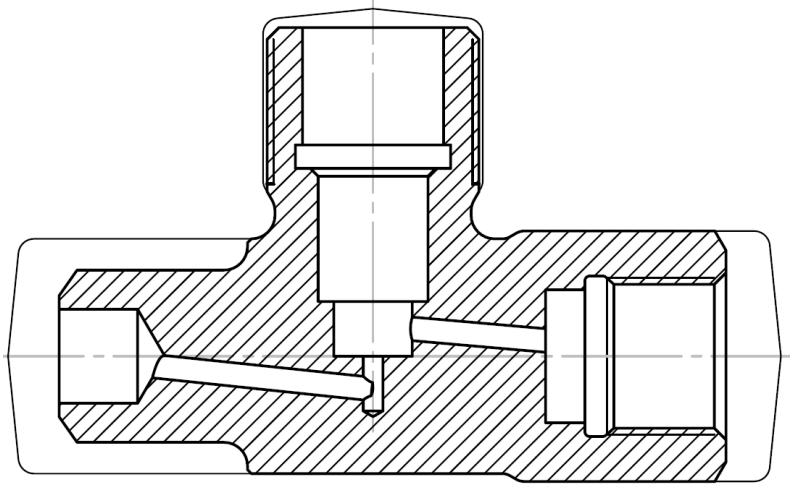
1 – Dokončovací nůž SDJCR 2020 K-11 [13] + VBD DCMT 11T304-PF IC8250 [13]
2 – Vrták ϕ16 A1115 [14]
3 – Vrták ϕ2,5 ČSN 22 1121 + prodloužení
4 – Vrták ϕ10 A7191TFT [14]
5 – Vrták ϕ14 10720140 [16]
6 – Dokončovací nůž E12P SDUCR-07 [13] + VBD DCMT 070202-SM IC807 [13]
7 – Zápichový nůž speciální 214 01 719
8 – Závitový nůž SER 1616 H16 [13] + VBD 16ER 1,5 ISO IC908 [13]

PŘÍLOHA 5 (4/4)

Návodky nově navrhované technologie 1.

Výrobní návodka č. 4

Nová varianta 1		
Stroj: Mikron VCE 750	Číslo pracoviště: 34853	Číslo operace: 40



Úsek	i	v_c [m.min^{-1}]	n [min^{-1}]	f [mm]	a_p [mm]	l [mm]	t_{AS} [min]	t_{AV} [min]	Nástroj
Navrtání	1	5	1300	0,1	1,25	5	0,039	0,517	1
Vrtání	2	60	6400	0,1	3	32	0,050	0,149	2
Navrtání	3	5	1300	0,1	1,25	5	0,039	0,197	1
Vrtání	4	60	6400	0,1	3	23	0,036	0,319	2
Σ							0,165	1,181	

Datum: 17. 4. 2014	Navrhl: Jarkovský Marcel	Schválil:

1 – Středicí vrták ϕ1,25 10415125 [16]
2 – Vrták ϕ3 5525 [17]
3 – ϕ20 54227200 [16]

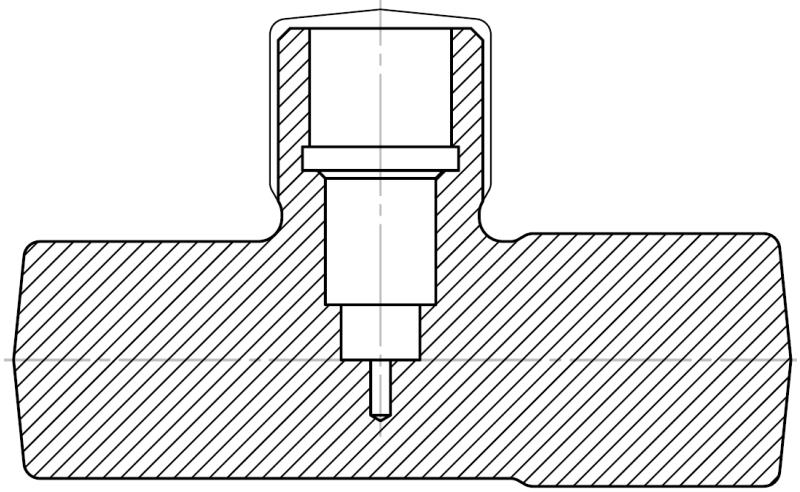
Časy začištění plochy frézováním nebyly počítány.

PŘÍLOHA 6 (1/5)

Návodky nově navrhované technologie 2.

Výrobní návodka č. 1

Nová varianta 2		
Stroj: Traub TND 310	Číslo pracoviště: 30241	Číslo operace: 10



Úsek	i	v_c [m.min^{-1}]	n [min^{-1}]	f [mm]	a_p [mm]	l [mm]	t_{AS} [min]	t_{AV} [min]	Nástroj
Dokončování	1	350	4300	0,25	1	35	0,032	0,350	1
Vrtání	2	170	3200	0,35	17	22	0,020	0,109	2
Vrtání	3	120	4250	0,25	9	30	0,028	0,111	3
Vrtání	4	30	3800	0,1	2,5	15	0,039	0,118	4
Vrtání	5	60	1300	0,15	1	30	0,157	0,114	5
Zapichování	6	60	1000	0,1	1	3	0,018	0,282	6
Σ							0,295	1,114	

Datum: 18. 4. 2014	Navrhl: Jarkovský Marcel	Schválil:

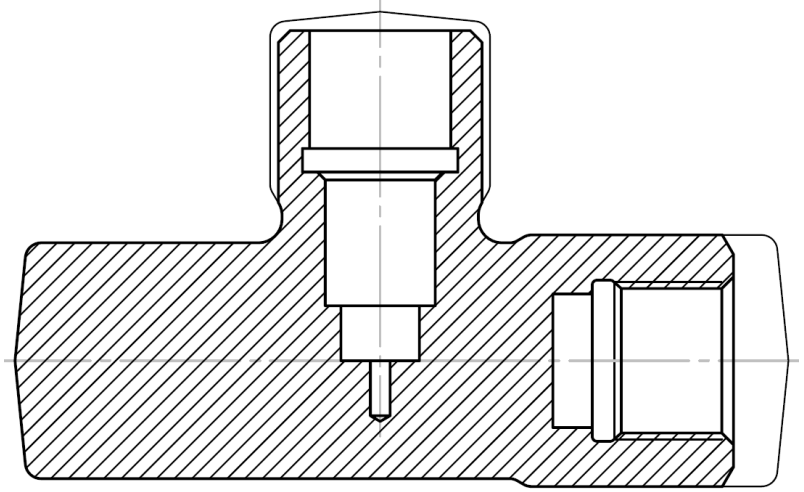
1 – Dokončovací nůž SDJCR 2020 K11 [14] + VBD DCMT 11T304-PM5 WPP10 [14]
2 – Vrták ϕ17 A3289DPL [14]
3 – Vrták ϕ9 A3289DPL [14]
4 – Vrták ϕ2,5 ČSN 22 1121 + prodloužení
5 – Vrták speciální 217 02 1319
6 – Zápichový nůž speciální 214 01 719

PŘÍLOHA 6 (2/5)

Návodky nově navrhované technologie 2.

Výrobní návodka č. 2

Nová varianta 2		
Stroj: Traub TND 310	Číslo pracoviště: 30241	Číslo operace: 20



Úsek	i	v_c [m.min^{-1}]	n [min^{-1}]	f [mm]	a_p [mm]	l [mm]	t_{AS} [min]	t_{AV} [min]	Nástroj
Hrubování	1	380	3000	0,3	2x 2	42	0,024	0,384	1
Dokončování	2	350	2800	0,2	1	25	0,023	0,109	2
Vrtání	3	170	4500	0,3	12	25	0,019	0,110	3
Vrtání	4	80	1400	0,15	6	28	0,136	0,11	4
Zapichování	5	60	1000	0,1	1	3	0,020	0,101	5
Řezání závitu	6	155	2500	1,5	8x 0,1	160	0,043	0,296	6
Σ							0,264	1,110	

Datum:	Navrhl:	Schválil:
18. 4. 2014	Jarkovský Marcel	

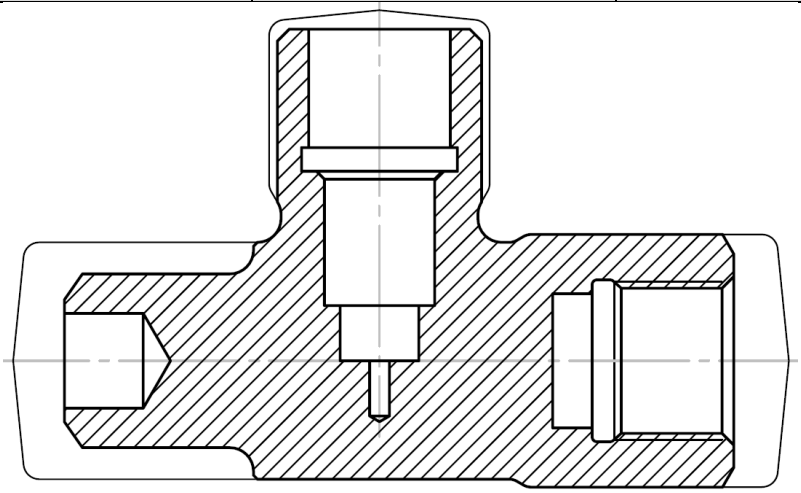
1 – Hrubovací nůž SCLCR 2020 K12 [14] + VBD CNMG 120404-NH4 WPP10 [14]
2 – Dokončovací nůž SDJCR 2020 K11 [14] + VBD DCMT 11T304-PM5 WPP10 [14]
3 – Vrták ϕ12 A3289DPL [14]
4 – Vrták speciální 217 02 2538
5 – Zápichový nůž speciální 214 01 687
6 – Závitový nůž A20Q-NTS-IR11-16 [14] + VBD NTS-IR-11 1,5ISO WMP32 [14]

PŘÍLOHA 6 (3/5)

Návodky nově navrhované technologie 2.

Výrobní návodka č. 3

Nová varianta 2		
Stroj: Traub TND 310	Číslo pracoviště: 30241	Číslo operace: 30



Úsek	i	v_c [m.min^{-1}]	n [min^{-1}]	f [mm]	a_p [mm]	l [mm]	t_{AS} [min]	t_{AV} [min]	Nástroj
Hrubování	1	340	4550	0,3	2x 2	95	0,053	0,388	1
Dokončování	2	300	4350	0,2	1	38	0,039	0,111	2
Vrtání	3	170	4500	0,3	12	15	0,015	0,279	3
Σ							0,106	0,777	

Datum:	Navrhl:	Schválil:
18. 4. 2014	Jarkovský Marcel	

1 – Hrubovací nůž SCLCR 2020 K12 [14] + VBD CNMG 120404-NH4 WPP10 [14]

2 – Dokončovací nůž SDJCR 2020 K11 [14] + VBD DCMT 11T304-PM5 WPP10 [14]

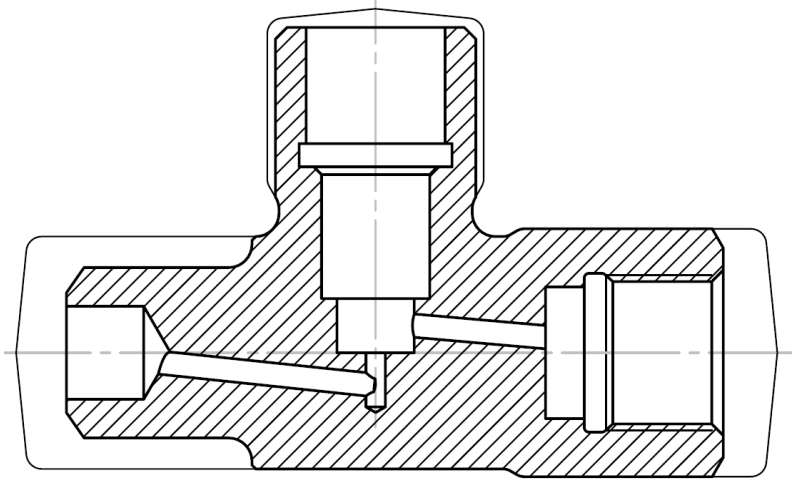
3 – Vrták ϕ12 A3289DPL [14]

PŘÍLOHA 6 (4/5)

Návodky nově navrhované technologie 2.

Výrobní návodka č. 4

Nová varianta 2		
Stroj: Mikron VCE 750	Číslo pracoviště: 34853	Číslo operace: 40



Úsek	i	v_c [m.min^{-1}]	n [min^{-1}]	f [mm]	a_p [mm]	l [mm]	t_{AS} [min]	t_{AV} [min]	Nástroj
Navrtání	1	5	1300	0,1	1,25	5	0,039	0,417	1
Vrtání	2	65	6900	0,1	3	32	0,046	0,149	2
Navrtání	3	5	1300	0,1	1,25	5	0,039	0,197	1
Vrtání	4	65	6900	0,1	3	23	0,033	0,319	2
Σ							0,158	1,081	

Datum: 18. 4. 2014	Navrhl: Jarkovský Marcel	Schválil:

1 – Středicí vrták ϕ1,25 10415125 [16]
2 – Vrták ϕ3 A6685TFP [14]
3 – Fréza ϕ20 H4033217 [14]

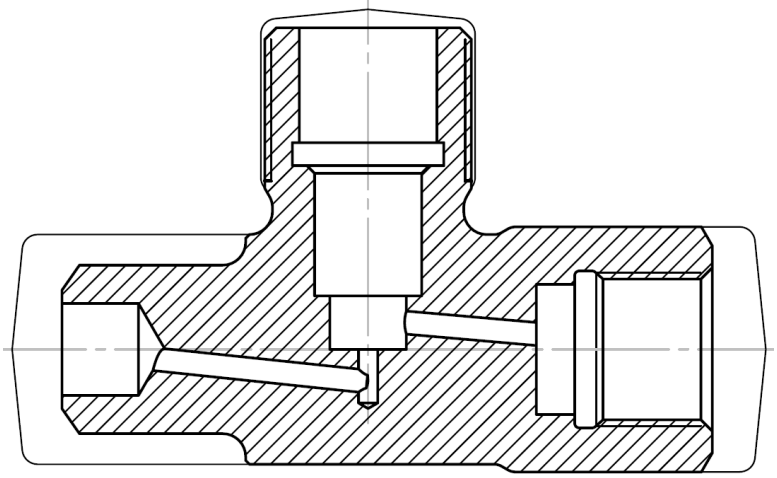
Časy začištění plochy frézováním nebyly počítány.

PŘÍLOHA 6 (5/5)

Návodky nově navrhované technologie 2.

Výrobní návodka č. 5

Nová varianta 2		
Stroj: Válcovačka	Číslo pracoviště: 39140	Číslo operace: 50



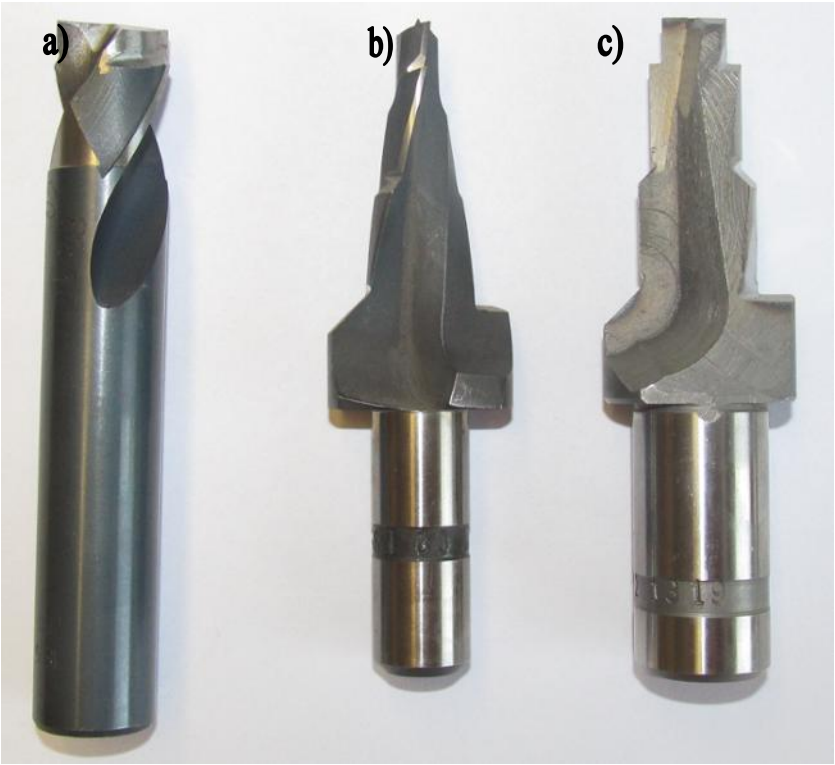
Úsek	i	v_c [m.min^{-1}]	n [min^{-1}]	f [mm]	a_p [mm]	l [mm]	t_{AS} [min]	t_{AV} [min]	Nástroj
Válcování závitu	1						0,115	0,398	1

Datum: 18. 4. 2014	Navrhl: Jarkovský Marcel	Schválil:

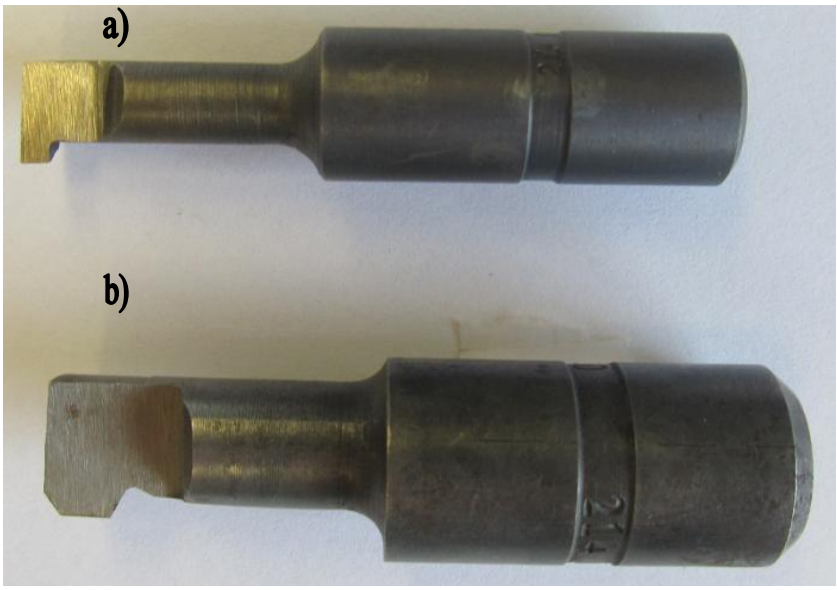
1 – Válcovací kotouč ϕ150s x 40 ČSN 22 3410

Časy pro válcování závitu M27 x 1,5-6g byly převzaty z normativu na válcování závitu CNN 10-50-0-0/I vydán v Praze 1966.

PŘÍLOHA 7 (1/3)
Speciální výrobní pomůcky a měřidla.

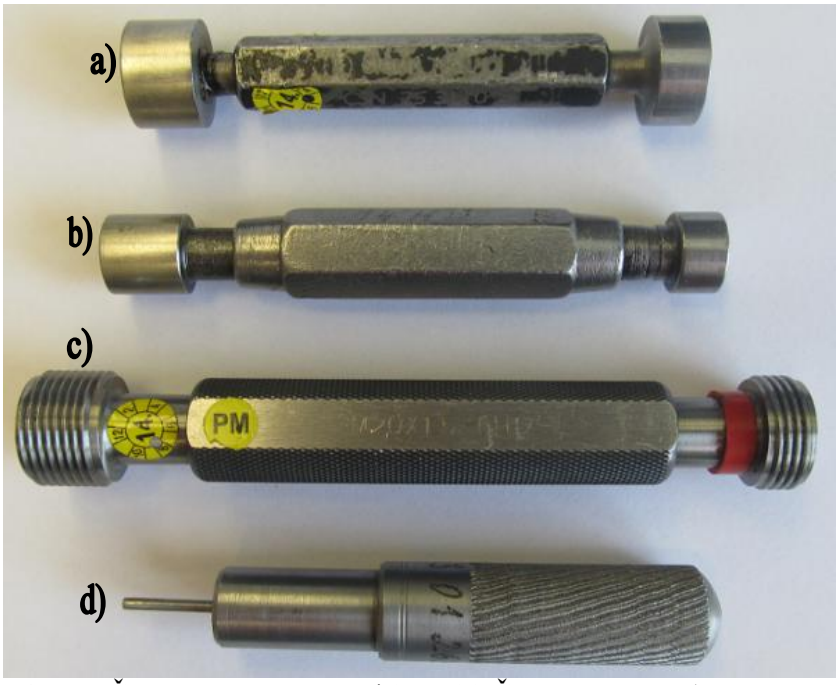


Tvarové vrtáky z HSS: a) 217 02 2538, b) 217 02 1323, c) 217 02 1319.

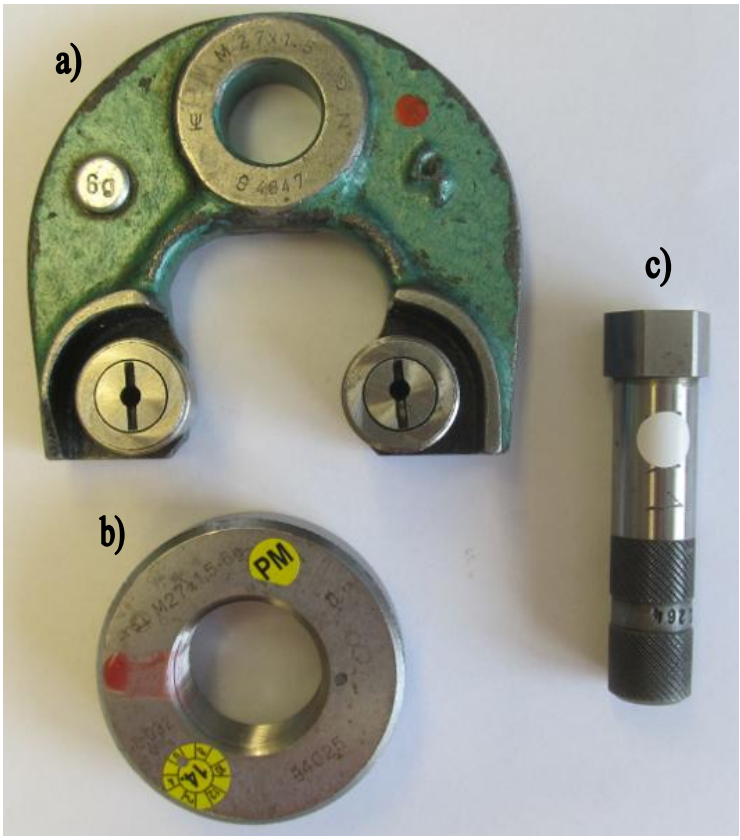


Zápichové nože z HSS: a) 214 01 719, b) 214 01 687.

PŘÍLOHA 7 (2/3)
Speciální výrobní pomůcky a měřidla.

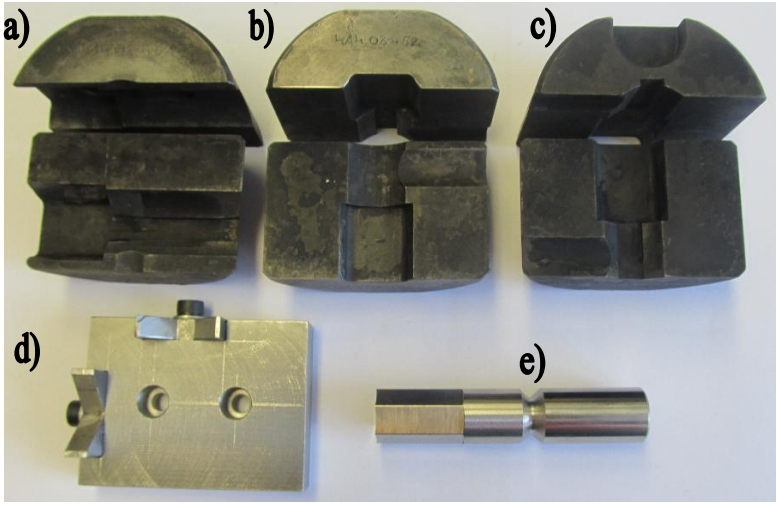


Kalibry: a) Mt ϕ14 H11 ČSN 25 3110, b) Mt ϕ18 H11 ČSN 25 3110, c) Mzt M20 x 1,5-6H ČSN 25 4020, d) 513 01 263.

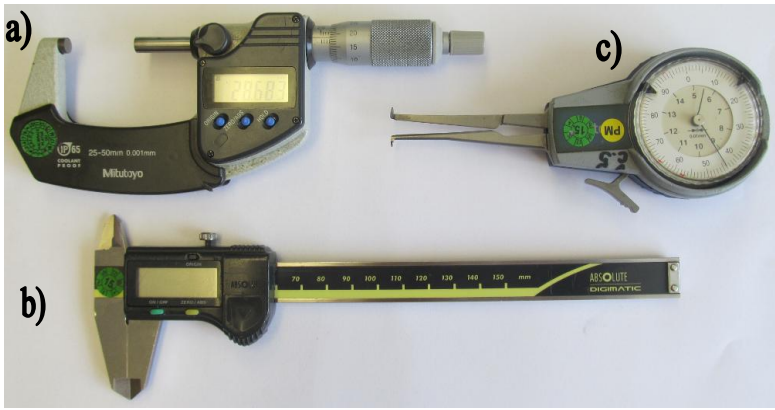


Kalibry: a) Mzk-z M27 x 1,5-6g ČSN 25 4047, b) Mzk M27 x 1,5-6g ČSN 25 4025, c) 513 01 264.

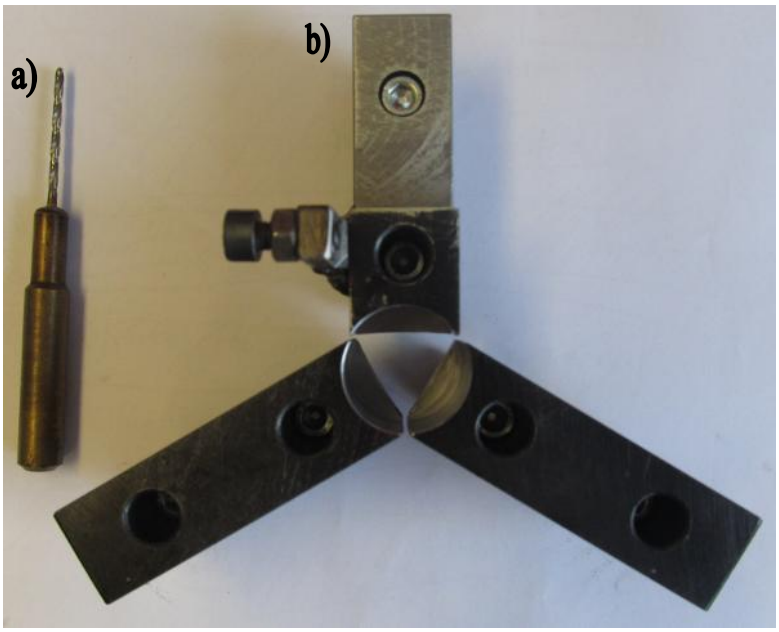
PŘÍLOHA 7 (3/3)
Speciální výrobní pomůcky a měřidla.



Přípravky a prorážecí trn: a) 414 03 451, b) 414 03 452, c) 414 03 453, d) 403 01 2877, e) 220 01 52.



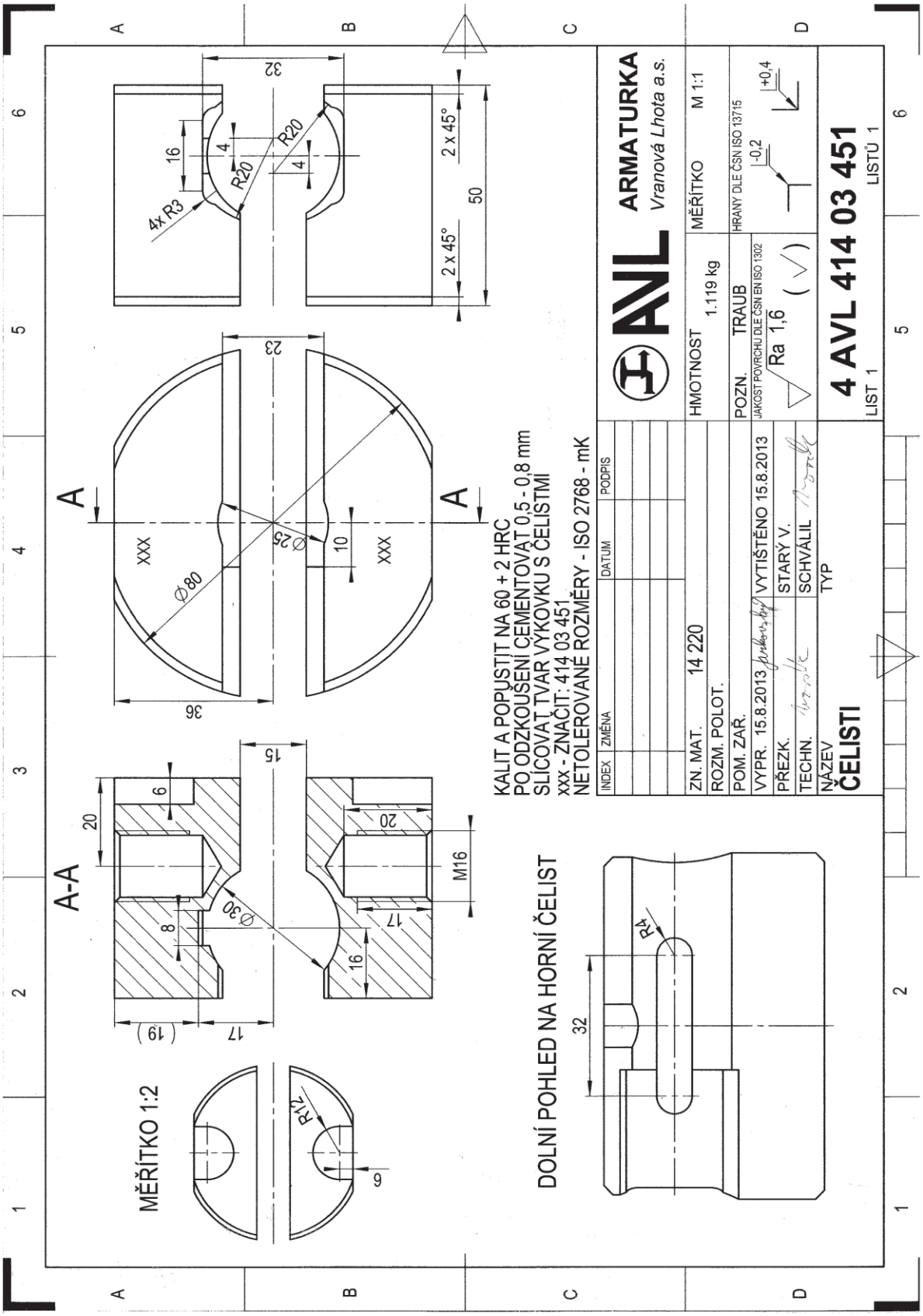
Měřicí přístroje: a) Mikrometr 25 - 50, b) Posuvné měřítko 150, c) Dutinové hmatadlo 200 ČSN 25 1217.



Čelisti a vrták: a) ϕ2,5 ČSN 22 1121 + prodloužení, b) 414 02 297.

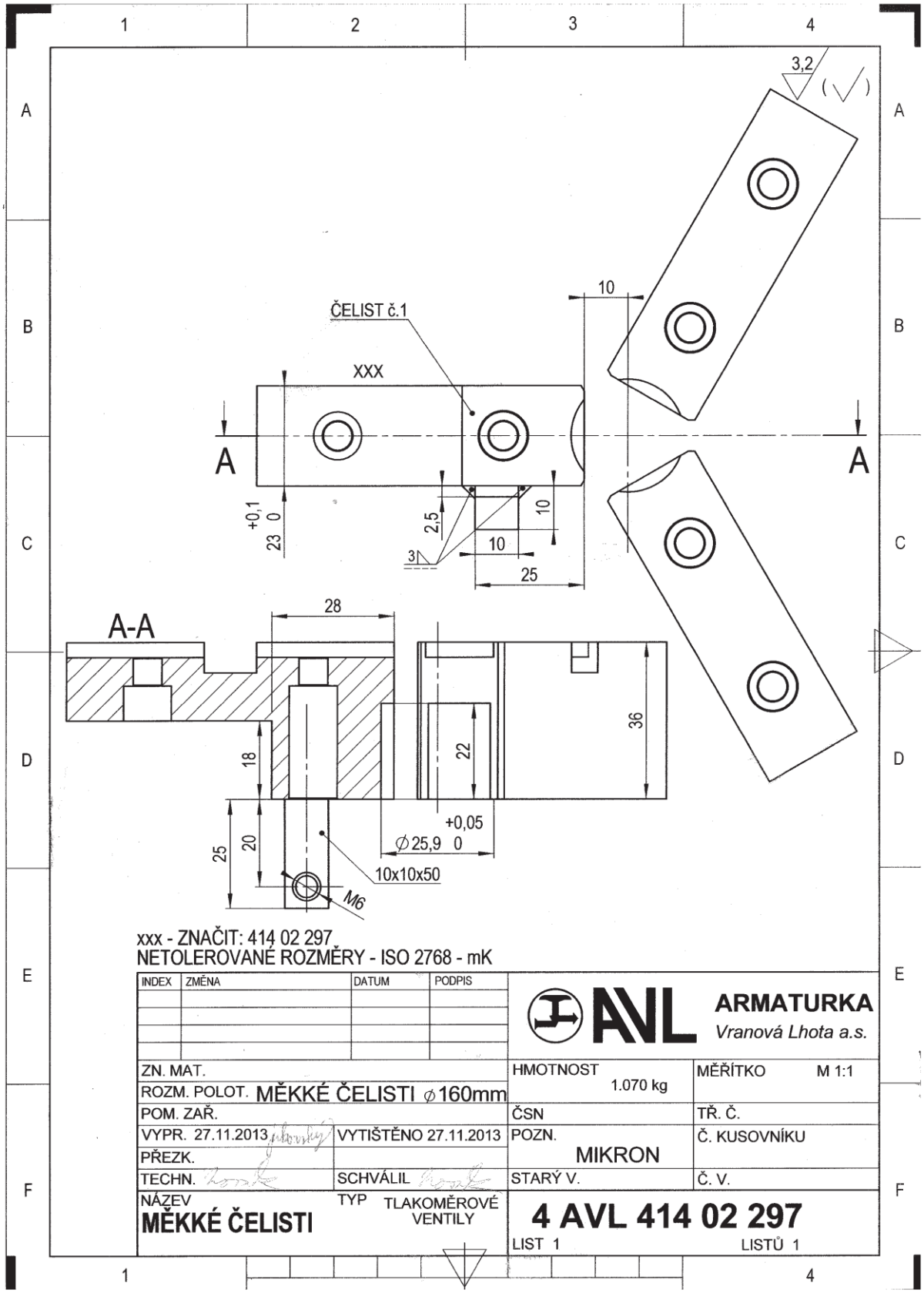
PŘÍLOHA 8 (1/4)

Vybrané výkresy speciálních výrobních pomůcek.



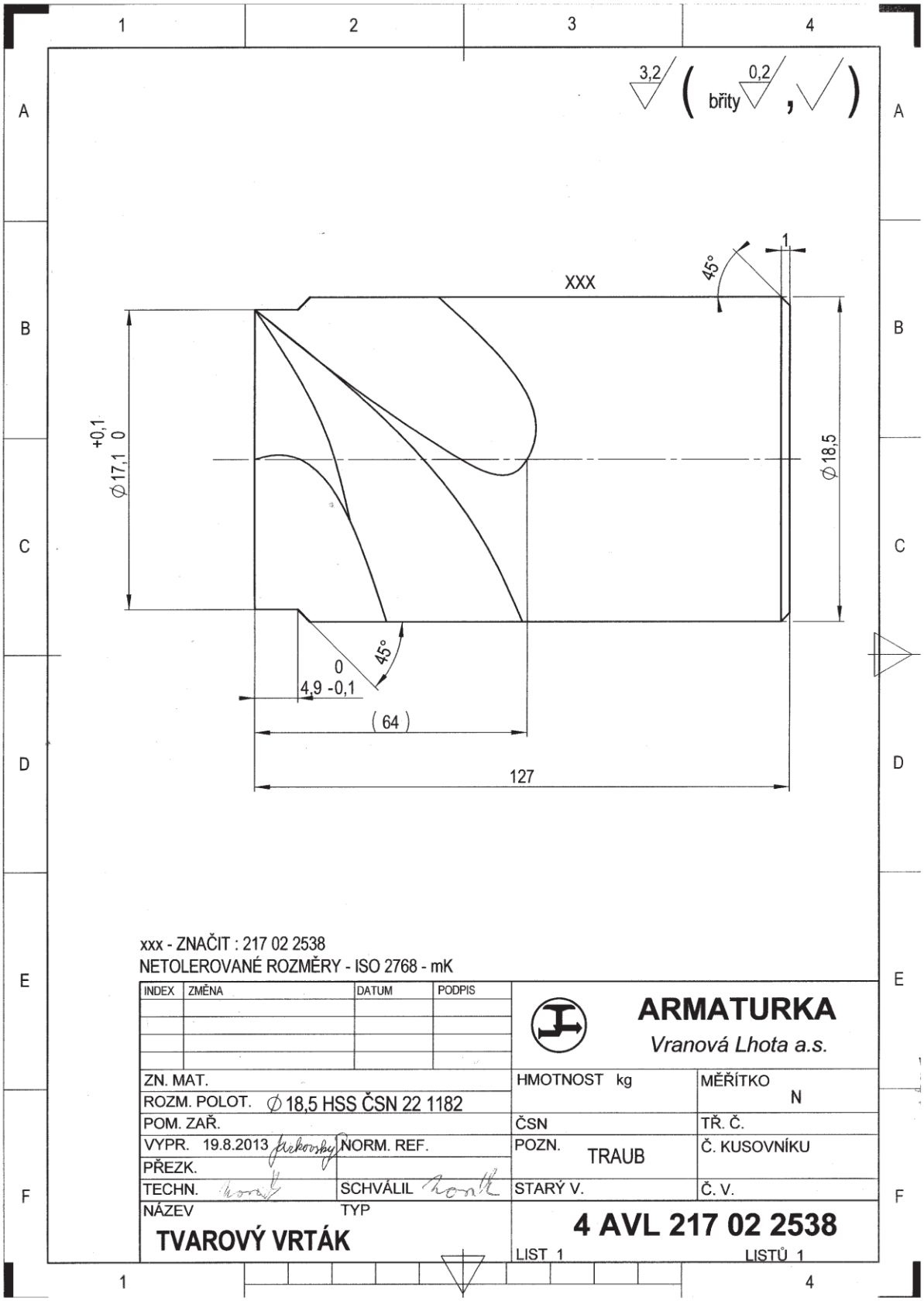
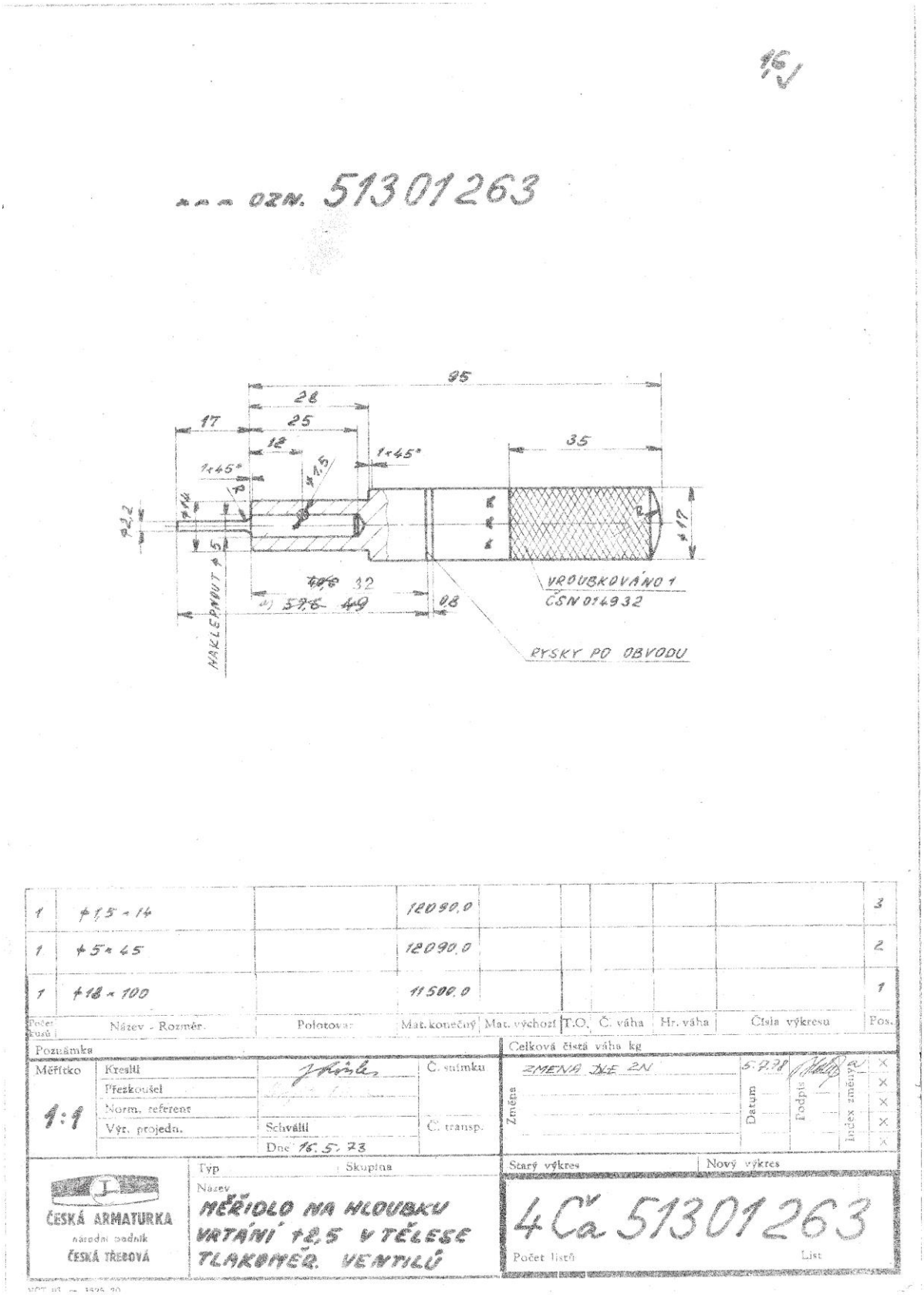
PŘÍLOHA 8 (2/4)

Vybrané výkresy speciálních výrobních pomůcek.



PŘÍLOHA 8 (3/4)

Vybrané výkresy speciálních výrobních pomůcek.



PŘÍLOHA 8 (4/4)
Vybrané výkresy speciálních výrobních pomůcek.