



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

ÚSTAV VÝROBNÍCH STROJŮ, SYSTÉMŮ A ROBOTIKY

INSTITUTE OF PRODUCTION MACHINES, SYSTEMS AND ROBOTICS

ANALÝZA POSTUPU POSOUZENÍ SHODY KOHOUTU SE SPECIFIKACÍ

ANALYSIS OF CONFORMITY ASSESSMENT PROCEDURE OF A HAMMER

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Eva Úlehlová

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Matej Harčarík

BRNO 2018

Zadání bakalářské práce

Ústav:	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky
Studentka:	Eva Úlehlová
Studijní program:	Strojírenství
Studijní obor:	Kvalita, spolehlivost a bezpečnost
Vedoucí práce:	Ing. Matej Harčarik
Akademický rok:	2017/18

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 bakalářské práce:

Analýza postupu posouzení shody kohoutu se specifikací

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

V rámci práce studentka zanalyzuje postup posuzování shody bicího kohoutu s jeho specifikací a navrhne případné možnosti zlepšení.

Cíle bakalářské práce:

Analýza specifikace součásti
Analýza postupu posouzení shody
Doporučení pro praxi

Seznam doporučené literatury:

HOCKEN, Robert J., ed., 2012. Coordinate measuring machines and systems. 2nd ed. Boca Raton, Fla: CRC Press. ISBN 978-142-0017-533.

MEADOWS, James D., c1998. Measurement of geometric tolerances in manufacturing. New York: Marcel Dekker. ISBN 978-082-4701-635.

PLACKO, Dominique, ed., 2006. Metrology in industry: the key for quality. Newport Beach, CA: ISTE. ISBN 978-1-905209-51-4.

WHITEHOUSE, D. J., 2010. Handbook of surface and nanometrology. 2nd ed. Boca Raton: CRC Press. ISBN 978-1-4200-8201-2.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2017/18.

V Brně, dne 2. 10. 2017



doc. Ing. Petr Blecha, Ph.D.
ředitel ústavu

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

ABSTRAKT

Tato bakalářská práce se zabývá analýzou postupu posouzení shody kohoutu se specifikací. Práce je zaměřena na kohout revolveru a je vypracována ve spolupráci s firmou vyrábějící revolvery. Kromě popisu a analýzy specifikace a postupu posouzení shody kohoutu bylo cílem práce také doporučení pro praxi. V teoretické části se věnuje zásadám pro předepsání požadované geometrie výrobku na technických výkresech. Výstupem práce je návrh na zlepšení specifikace a návrh úpravy postupu posouzení shody se specifikací.

ABSTRACT

This bachelor thesis deals with the analysis of the conformity assessment procedure of a hammer with its specification. The work is focused on a revolver hammer and was developed in cooperation with a company producing revolvers. In addition to describing and analyzing the hammer's specification and conformity assessment procedure, the aim of the work was also to propose improvements. The theoretical part deals with the principles for prescribing the required product geometry on technical drawings. The output of the thesis is a proposal to improve the specification and a proposal to modify the conformity assessment procedure

KLÍČOVÁ SLOVA

Posouzení shody, ISO GPS, jednoznačná specifikace, shoda se specifikací

KEYWORDS

Conformity assessment, ISO GPS, unambiguous specification, conformity with specification

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

ÚLEHLOVÁ, E. *Analýza postupu posouzení shody kohoutu se specifikací*, Brno, Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství. 2016, 55 s., Vedoucí bakalářské práce Ing. Matej Harčarik.

PODĚKOVÁNÍ

Ráda bych poděkovala Ing. Mateji Harčaríkovi za cenné rady, připomínky a vstřícnost při vypracování této bakalářské práce. Dále bych chtěla poděkovat zaměstnancům firmy za pomoc, ochotu a rady při zpracování praktické části.

ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že tato práce je mým původním dílem, zpracovala jsem ji samostatně pod vedením Ing. Mateje Harčaríka a s použitím literatury uvedené v seznamu.

V Brně dne 25. 5. 2018

.....

Úlehlová Eva

OBSAH

ÚVOD	15
1 MOŽNOSTI SPECIFIKACE.....	17
1.1 Tolerování ISO 8015	17
1.2 Tolerování délkových a úhlových rozměrů	18
1.2.1 Výchozí operátory specifikace rozměru	18
1.2.2 Předepsané tolerance délkových a úhlových rozměrů	18
1.2.3 Nepředepsané mezní úchytky délkových a úhlových rozměrů	19
1.2.4 Hrany neurčitých tvarů	19
1.2.5 Vyhodnocování rozměrových tolerancí.....	20
1.3 Tolerance odchylek tvaru a polohy.....	21
1.3.1 Teoreticky přesné rozměry	22
1.3.2 Tolerance rovinnosti	23
1.3.3 Tolerance tvaru ploch (se vztahem k základně)	24
1.3.4 Tolerance kolmosti	24
1.3.5 Tolerance polohy	24
1.3.6 Tolerance souměrnosti.....	25
1.3.7 Nepředepsané tolerance odchylek tvaru a polohy	25
1.4 Textura povrchu	25
2 FUNKCE REVOLVERU.....	27
2.1 Princip činnosti bicího ústrojí	27
2.2 Důležité funkční prvky	28
3 MĚŘICÍ VYBAVENÍ FIRMY.....	29
3.1 Výškoměr Mitutoyo	29
3.2 Mikroskop Carl Zeiss.....	29
3.3 2 sady válcových kalibrů	30
3.4 Sada koncových měrek	31
3.5 Souřadnicový měřicí stroj DeMeet	31
4 POPIS SPECIFIKACE A POSTUPU POSOUZENÍ SHODY.....	33
4.1 Popis aktuálního stavu specifikace	33
4.1.1 Popisové pole.....	33
4.2 Popis postupu měření.....	34
4.2.1 Měření výškoměrem	34
4.2.2 Měření na dílenském mikroskopu	36
4.2.3 Měření na souřadnicovém měřicím stroji	36
5 ANALÝZA SPECIFIKACE A POSTUPU POSOUZENÍ SHODY	39
5.1 Analýza specifikace	39
5.2 Analýza postupu posouzení shody.....	40
5.2.1 Měření výškoměrem	40
5.2.2 Měření na dílenském mikroskopu	41
5.2.3 Shrnutí	41
6 DOPORUČENÍ PRO PRAXI	43
ZÁVĚR	45
SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	47

SEZNAM OBRÁZKŮ.....	49
SEZNAM TABULEK	51
SEZNAM ZKRATEK A SYMBOLŮ.....	53
SEZNAM PŘÍLOH.....	55

ÚVOD

Při výrobě součástí dochází ke vzniku nepřesností vlivem zvolené technologie, výrobního procesu a lidské chyby. Proto je nutné při procesu výroby provádět kontrolu výrobků, aby bylo možné zachytit jakékoliv odchylky kvality. Při návrhu součásti konstruktér definuje přijatelnou míru odchylek od ideální geometrie. Pro ověření, zda nepřesnosti nepřekračují definované meze, slouží proces posouzení shody se specifikací.

Postup posouzení shody se specifikací se odvíjí od samotné specifikace. Při nejednoznačně zakótovaném výkresu nelze očekávat průkazné výsledky měření. Jednoznačný výkres je proto základem pro zajištění rozměrové a geometrické přesnosti součásti a tím i vzájemné zaměnitelnosti a vyměnitelnosti součásti. [2]

S rostoucími požadavky na přesnost ovšem rostou i náklady na výrobu a kontrolu. Proto je důležité najít optimální rovnováhu mezi ekonomickými náklady a požadovanou přesností součásti. [1]

Práce se zabývá součástí bicího ústrojí revolveru, jeho kohoutem. Konkrétněji se zaměřuje na analýzu stávajícího stavu výkresu a postupu posuzování shody kohoutu se specifikací. Práce byla vypracována ve spolupráci s firmou vyrábějící revolvéry. Jméno firmy a podrobné údaje z výkresu nejsou v práci uvedeny z důvodu ochrany obchodního tajemství.

Cíle této bakalářské práce jsou analýza specifikace součásti a analýza postupu posouzení shody. Dalším cílem je doporučení pro praxi.

Bakalářská práce se v první kapitole věnuje možnostem specifikace a to především z pohledu norem. Z teoretického hlediska se zabývá zejména specifikacemi vyskytující se na aktuálním výkrese součásti. Správná funkce součásti může být na výkrese předepsána například pomocí rozměrové přesnosti, textury povrchu a také pomocí tolerancí odchylek tvaru a polohy.

Dále v teoretické části pojednává o funkci revolveru a jeho prvcích podstatných z hlediska funkce. Čtvrtá kapitola popisuje měřidla ve firmě, použitá při kontrole kohoutu.

Praktická část je zaměřena na popis a analýzu stávajícího stavu specifikace a ověřování shody kohoutu se specifikací. Je v ní popsán nynější stav specifikace formou aktuálního výkresu jako přílohy společně s aktuálními postupy měření při posuzování shody kohoutu s danou specifikací. Dále jsou postup i specifikace zanalyzovány.

Doporučení pro praxi v kapitole 6. znamená především návrh nového kótovacího schématu, který zajistí funkčnost kohoutu a přitom nedojde k razantnímu zvýšení ekonomických nákladů na výrobu a kontrolu.

1 MOŽNOSTI SPECIFIKACE

Požadavek na geometrii součásti lze předepsat několika způsoby. Pro rozměry a geometrii, které jsou podstatné z funkčního hlediska a jsou na ně tudíž kladeny vyšší nároky, se předepisují tolerance délkových a úhlových rozměrů a tolerance odchylek tvaru a polohy. [3]

Pro méně podstatné rozměry lze použít pouze všeobecné tolerance rozměrové a úhlové a všeobecné tolerance odchylek tvaru a polohy. Další specifikací a požadavkem na geometrii může být textura povrchu. [3]

1.1 Tolerování ISO 8015

Geometrická specifikace produktu GPS (Geometrical product specification) označuje souhrn norem týkajících se požadavků na geometrii strojírenských výrobků. GPS zahrnuje kromě veškerých zákonitostí, termínů a pravidel objasňujících požadavky na bezchybnou funkci, také samotné měřicí postupy, požadavky na měřicí zařízení jako i veškeré tolerance, texturu povrchu a vyhodnocování odchylek. Tento systém si klade za cíl umožnit jednotný výklad norem a zajistit koordinovaný přístup ke všem normám geometrické přesnosti. [4]

Mezi stěžejní normy celého GPS systému patří norma ISO 8015, která předepisuje základní pojmy, principy a pravidla pro aplikaci norem týkajících se GPS. Vybrané principy jsou vysvětleny níže.

Použití systému GPS bývá na výkresech vyjádřeno slovy: „Tolerování 8015“ vyskytující se blízko popisového pole. Tato indikace ovšem není povinná a pro samotné zavedení GPS systému stačí pouze použít jakoukoliv GPS specifikaci na výkrese. O procesu zavádění mluví **invokační princip**. [4]

Základním pravidlem pro tolerování je **princip nezávislosti**. Princip říká, že každý z uvedených údajů, který se vztahuje k rozměru nebo geometrii, musí být posuzován nezávisle na ostatních, pokud není vztah speciálně specifikován. [4]

Dalším principem je **princip konečného výkresu**, který říká, že všechny požadavky musí být indikovány pomocí GPS symbolů spolu s výchozími nebo speciálními pravidly a odkazy na ostatní dokumenty. Mezi ostatní dokumenty patří například podnikové normy. Požadavky, které nejsou uvedeny na výkrese, nelze vymáhat. [4]

Princip prvku říká, že výrobek musí být považován za součást složenou u z několika prvků, omezenou přirozenou hranicí. Každá GPS specifikace týkající se prvku nebo vztahu mezi prvky je aplikována pouze na jeden celý prvek nebo jeden vztah mezi prvky. [4]

Výchozí princip říká, že úplný operátor specifikace může být indikován pomocí základních ISO GPS specifikací. Pokud je použita základní ISO GPS specifikace pak platí, že požadavek je založen na výchozím operátoru specifikace. [4]

Princip funkční kontroly říká, že funkce každého obrobku je na výkrese vyjádřena pomocí funkčních operátorů a může být simulována souborem operátorů specifikace. [4]

Dle **principu všeobecné specifikace** všeobecná specifikace platí pro každý prvek, charakteristiku a vztah mezi prvky, pokud není uvedena jiná GPS specifikace stejného typu. [4]

Princip duality stanoví, že GPS specifikace definuje operátor specifikace nezávisle na jakémkoliv měření a měřicím vybavení. Operátor specifikace je realizován ověřovacím operátorem, který není závislý na GPS specifikaci. [4]

Princip zodpovědnosti říká že, kvůli principu duality a funkční kontroly je nutno popsat blízkost operátorů specifikace a funkce a blízkost operátorů ověření a specifikace. Dvoznačnosti při popisu funkce a specifikace jsou v zodpovědnosti konstruktéra. Ovšem nejistota měření je v zodpovědnosti strany, která poskytuje důkaz o shodě nebo neshodě se specifikací. [4]

1.2 Tolerování délkových a úhlových rozměrů

Tolerování délkových rozměrů je možno rozdělit na předepsané tolerance, tedy takové, které jsou explicitně vyjádřeny přímo na výkrese součásti a nepředepsané na které je uveden odkaz v popisovém poli. [5]

1.2.1 Výchozí operátory specifikace rozměru

Výchozí operátor specifikace rozměru je aplikován, pokud je pro lineární rozměr použita základní GPS indikace. [4] Výchozí operátory se rozdělují:

- a) Výchozí GPS operátory specifikace ISO
Výchozím ISO operátorem specifikace pro rozměr je dvoubodový rozměr. Takový operátor je aplikován, pokud není na výkrese indikace odkazující na jiný výchozí operátor. Na dvoubodový rozměr se odvolávají požadavky zapsané jako:
 - jmenovitý rozměr s mezními úchytkami,
 - jmenovitý rozměr s toleranční třídou,
 - horní a dolní mezní rozměr. [4]
- b) Speciální GPS operátor specifikace na výkrese
Pokud je takový operátor pro rozměr aplikován, musí být blízko nebo přímo v popisovém poli uveden odkaz na normu ISO 14405 a operátor specifikace zvolen pro výchozí definici rozměru. [5]
- c) Změněný výchozí GPS operátor specifikace
Takový operátor musí být detailně, jednoznačně a úplně stanoven v relevantním dokumentu. Na výkrese nebo v popisovém poli musí být uvedeno: „tolerování/tolerování ISO 8015“, symbol AD (altered default) v oválu a úplná identifikace relevantního dokumentu. [4]

1.2.2 Předepsané tolerance délkových a úhlových rozměrů

Základní normou pro kótování a tolerování je norma ISO 129-1, která předepisuje, jak mohou být délkové a úhlové tolerance předepsány na výkrese. [6] Předpis je uskutečněn použitím:

- a) Mezních úchylek

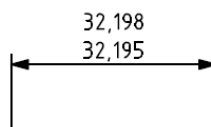
Dle ISO 129-1 má být horní mezní úchytkou zapsaná nad nebo před dolní mezní úchytkou, zápis je uveden na obrázku 1. Je-li tolerance symetrická, mezní úchytku vyjádříme pomocí symbolu \pm . [6]



Obr. 1) Předpis pomocí mezních úchylek [6]

b) Mezních rozměrů

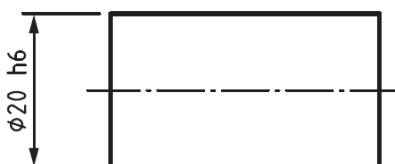
Další způsob zápisu předepsaných délkových a úhlových tolerancí je pomocí mezních rozměrů uvedených na obrázku 2. U kóty je uveden horní mezní rozměr a dolní mezní rozměr tj. minimum a maximum. [6]



Obr. 2) Předpis pomocí mezních rozměrů [6]

c) Tolerančních tříd

Posledním způsobem zápisu jsou toleranční třídy, uvedeny na obrázku 3, které se zapisují dle normy ISO 286-1. Toleranční třída je vyjádřena kombinací písmene a čísla. Číslo předepisuje stupeň přesnosti a písmeno udává polohu tolerančního pole vzhledem k nulové čáře. [7]



Obr. 3) Předpis pomocí toleranční třídy [7]

1.2.3 Nepředepsané mezní úchytky délkových a úhlových rozměrů

Aby se předešlo dvojznačným nebo obecně nejasným při výkladu výkresu, tolerují se všechny rozměry uvedené na výkresu. Nepředepsané mezní úchytky délkových a úhlových rozměrů (všeobecné tolerance) se stanovují pro prvky, které nemají jednotlivě předepsány rozměrové a úhlové tolerance. Jsou určeny značkou v popisovém poli. Používají se u méně důležitých rozměrů z hlediska funkce. [8]

Pro uplatnění všeobecných tolerancí musí být v popisovém poli uvedena informace „ISO 2768 – x“. Údaj na místě x stanovuje mezní úchytku délkových rozměrů, poloměrů zaoblení, zkosení hran a úhlů. Jsou členěny do čtyřech tříd přesnosti: f (jemný), m (střední), c (hrubý), v (velmi hrubý). [8]

Z pohledu posouzení shody se specifikací je nutné zdůraznit informaci z normy, že pokud není uvedeno jinak, tak obrobky přesahující mezní úchytky délkových a úhlových rozměrů nejsou automaticky vyřazovány, pokud není narušena funkčnost obrobku. [8]

1.2.4 Hrany neurčitých tvarů

Předpisem hran neurčitých tvarů je požadováno například odstranění otřepů u vnějších hran nebo předpis minimální či maximální velikosti vnitřních a vnějších hran. Zapisuje se v popisovém poli a platí pro všechny hrany, které nemají uvedený předpis explicitně na výkrese,

nebo se mohou předepsat pouze ke konkrétním hranám. Na obrázku 4 je zobrazen předpis hran neurčitých tvarů. [3]



Obr. 4) Hran neurčitých tvarů

1.2.5 Vyhodnocování rozměrových tolerancí

Vyhodnocování je upravováno modifikátory specifikace. Podstatnou informací normy ISO 14405-1 je že, pokud není kóta doplněna modifikátorem, vyjadřuje rozměr ze dvou bodů a výchozí měření rozměrových tolerancí je dvoubodové měření. Výchozím modifikátorem je tedy modifikátor dvoubodového rozměru. Značka modifikátoru je uvedena na obrázku 5. [5]

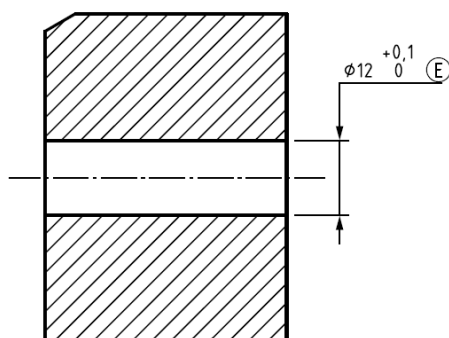


Obr. 5) Značka modifikátoru pro rozměr ze dvou bodů [5]

Skutečná hodnota rozměru závisí nejen na měřené geometrii ale také na použitém operátoru kontroly. Norma ISO 14405-1 stanovuje výchozí operátory právě pro lineární rozměry. [5]

Lineární rozměr se dá popsat jako průměr válce, koule nebo kruhu, jako vzdálenost dvou rovnoběžných protilehlých rovin, jako dvě rovnoběžné protilehlé přímky nebo jako vzdálenost dvou soustředných kružnic. [5]

Požadavek obalové plochy, zobrazen na obrázku 6, je modifikátor specifikace, který se předepisuje na prvky sdružené v uložení. Vyjadřuje vzájemnou závislost rozměrových tolerancí a tolerancí odchylek tvaru a polohy. Předepisuje kontrolu prvků pomocí obalové plochy s rozměrem maxima materiálu pro hřídele a minimem pro součást s charakterem díry. [3]



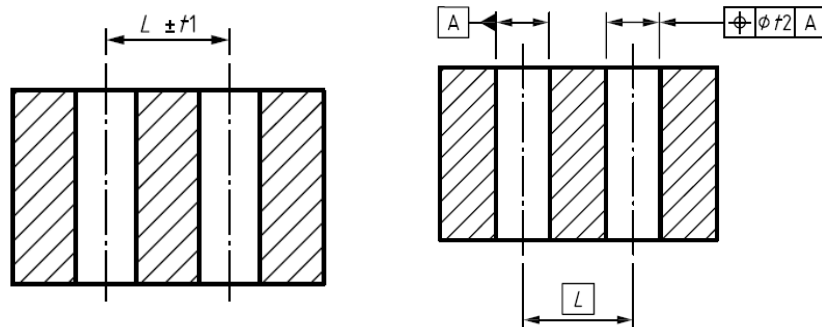
Obr. 6) Předpis požadavku obalové plochy [5]

Nejednoznačnost kótování

Nejednoznačnost vzniká z použití rozměrových kót pro kótování prvků jiných než rozměrových. Norma ISO 14405-2 popisuje použití tolerancí odchylek tvaru a polohy pro

rozměry, které nejsou lineární, za účelem zabránit dvojznačnosti při kótování pomocí rozměrových tolerancí. [9]

Na obrázku 7a je uveden příklad nejednoznačnosti při kótování a zároveň i příklad jednoznačného kótování s použitím tolerancí odchylek tvaru a polohy. Jedná se o příklad lineární vzdálenosti mezi dvěma derivovanými prvky. Na obrázku 7b je zároveň uvedeno řešení za použití geometrických tolerancí, kde je osa jedné díry použita jako základna A a pozice druhé díry je vztažena k této základně pomocí tolerance polohy. Vzájemná vzdálenost os děr je řešena pomocí teoreticky přesného rozměru L. [9]



Obr. 7) a) Nejednoznačná kóta

b) Jednoznačné kótování [9]

1.3 Tolerance odchylek tvaru a polohy

Tolerance odchylek tvaru a polohy se zavádí pro popis složitější geometrie. Řídí se normou ISO 1101. I u tolerancí odchylek tvaru a polohy lze rozlišovat předepsané a nepředepsané tolerance. Předepsané tolerance odchylek tvaru a polohy se vždy vztahují pouze k tolerovanému prvku a jsou explicitně uvedeny na výkrese u jednotlivých prvků. [10][3]

Toleranční pole může být tvořeno například kruhem, válcem, mezikružím, dvěma rovnoběžnými přímkami, dvěma rovnoběžnými rovinami a dvěma sousými válci. Velikost tolerančního pole je určena velikostí tolerance. Uvnitř tolerančního pole se musí nacházet skutečný prvek. [10]

Tolerance odchylek tvaru a polohy se značí tolerančním rámečkem, uvedeným na obrázku 8. Jedná se o pravoúhlý rámeček rozdělený na několik polí v závislosti na počtu základen. V prvním poli se nachází značka tolerance, ve druhém je hodnota velikosti tolerance. Ve třetím rámečku se v případě potřeby uvádí písmeno nebo písmena označující základnu nebo soustavu základen. [10]



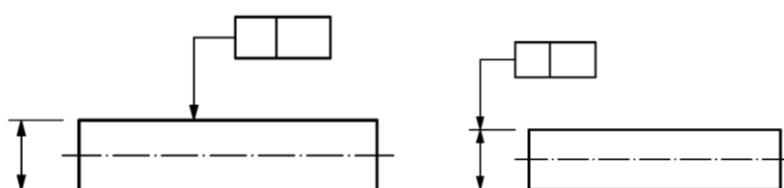
Obr. 8) Příklady tolerančních rámečků [10]

Teoreticky přesný geometrický prvek, ke kterému se vztahuje tolerovaný prvek, se nazývá základna. Základna je označena velkým písmenem v pravoúhlém rámečku, čarou spojeným s trojúhelníkem. Trojúhelník může být vyplněný nebo nevyplněný jako je uvedeno na obrázku 9. Skupina dvou až tří základen se nazývá soustava základen a společně vytvářejí soustavu souřadnic, k níž se předepisují některé tolerance odchylek tvaru a polohy. [11]



Obr. 9) Značky základny [11]

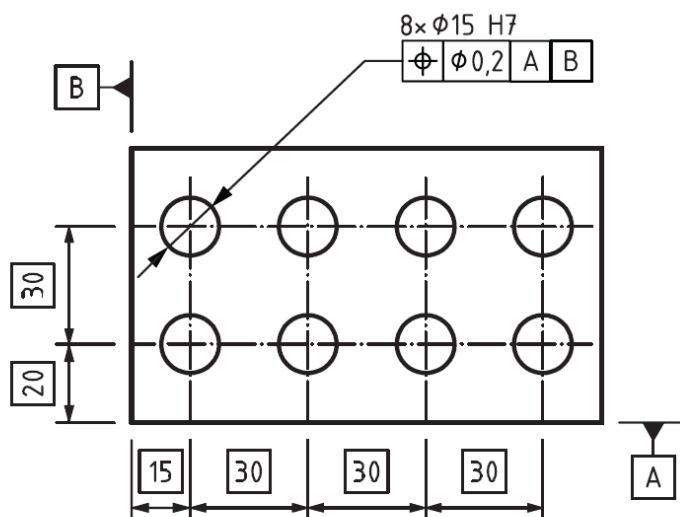
Základnu lze umístit na obrysovou čáru, nebo její prodloužení. V takovém případě je za základnu označená náležitá čára nebo plocha, jako je uvedeno na obrázku 10a. Ve druhém případě na obrázku 10b může být symbol základny umístěn na prodlouženou kótovací čáru a za základnu je považována osa nebo rovina souměrnosti. [11]



Obr. 10) a) Plocha jako základna b) Osa jako základna [11]

1.3.1 Teoreticky přesné rozměry

Při použití tolerance umístění, směru nebo profilu se používají teoreticky přesné rozměry pro určení teoreticky přesné polohy. Rozměry se zapisují v pravoúhlém rámečku a nesmí být tolerovány. Označují se zkratkou TED (Theoretically exact dimensions) a jejich použití je znázorněno na obrázku 11. [10]



Obr. 11) Teoreticky přesné rozměry [10]

Pokud se tolerance odchylek tvaru a polohy vztahují pouze k vymezené oblasti a neplatí na celý obrys, musí být předepsáno, na jakou oblast se vztahují. Jednou z možností je použití

modifikátoru UF (United feature). Tento modifikátor ruší princip nezávislosti, více prvků se tedy posuzuje jako jeden. Uvádí se nad toleranční rámeček zkratkou UF. [10]

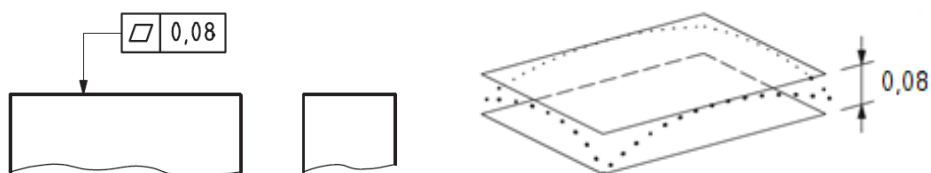
V tabulce 1 jsou uvedeny jednotlivé druhy tolerancí odchylek tvaru a polohy společně s jejich značkami, rozdělené na tolerance tvaru, směru, umístění a házení.

Tab 1) Tolerance odchylek tvaru a polohy [10]

Tolerance	Charakteristika	Značka
Tvaru	Přímost	—
	Rovinnost	▭
	Kruhovitost	○
	Válcovitost	∅
	Tvar čáry	⤿
	Tvar plochy	⤿
Směru	Rovnoběžnost	//
	Kolmost	⊥
	Sklon	∠
Umístění	Poloha	⊕
	Soustřednost a souosost	◎
	Souměrnost	≡
Házení	Kruhové házení	↗
	Celkové házení	↗↗

1.3.2 Tolerance rovinnosti

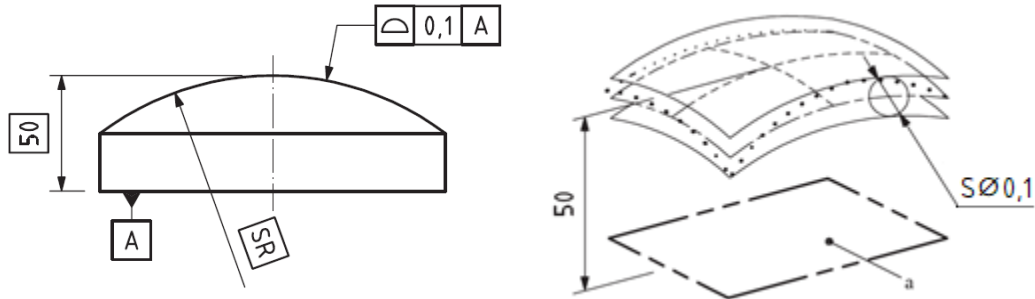
U tolerance rovinnosti na obrázku 12 je toleranční pole vymezeno dvěma rovnoběžnými rovinami vzájemně vzdálené o hodnotu tolerance rovinnosti. Reálná plocha musí ležet právě mezi těmito rovinami. [10]



Obr. 12) a) Tolerance rovinnosti b) Toleranční pole [10]

1.3.3 Tolerance tvaru ploch (se vztahem k základně)

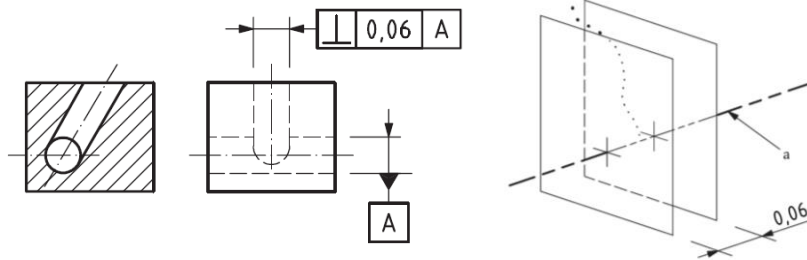
Při toleranci tvaru ploch uvedené na obrázku 13 je toleranční pole vymezeno dvěma ekvidistantními obálkovými plochami koulí o průměrech rovných toleranci tvaru plochy. Středové koule leží na povrchu, který je definován pomocí geometricky přesných rozměrů. Tvar tolerovaného prvku musí být vždy na výkrese přesně popsán. [10]



Obr. 13) a) Tolerance tvaru plochy b) Toleranční pole [10]

1.3.4 Tolerance kolmosti

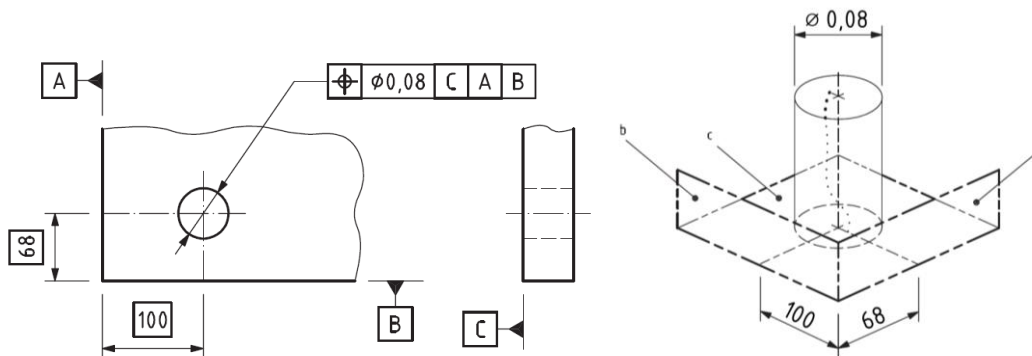
Na obrázku 14 je uveden příklad tolerance kolmosti osy díry, jejíž toleranční pole je vymezeno dvěma rovnoběžnými rovinami vzdálené o hodnotu tolerance. Roviny jsou zároveň kolmé k základně A. [10]



Obr. 14) a) Tolerance kolmosti b) Toleranční pole [10]

1.3.5 Tolerance polohy

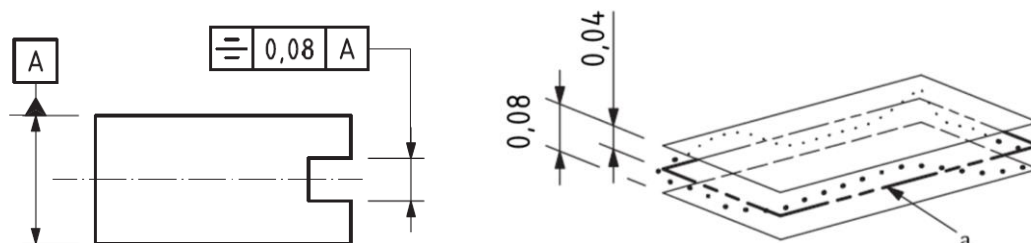
Tolerance polohy je rozdělena na tolerance polohy bodu, polohy rovinné plochy nebo roviny a tolerance polohy osy. Obrázek 15 znázorňuje toleranci polohy osy díry, jejíž toleranční pole je vymezeno válcem o průměru velikosti tolerance. Zároveň je osa válce kolmá na primární základnu C a poloha osy je určena pomocí teoreticky přesných rozměrů. [10]



Obr. 15) a) Tolerance polohy b) Toleranční pole [10]

1.3.6 Tolerance souměrnosti

Toleranční pole je vymezeno dvěma rovnoběžnými rovinami vzdálenými o velikost tolerance souměrnosti a jsou symetricky rozloženy vzhledem k rovině základny. Příklad tolerance souměrnosti společně s obrázkem tolerančního pole je uveden na obrázku 16. [10]



Obr. 16) a) Tolerance souměrnosti b) Toleranční pole [10]

1.3.7 Nepředepsané tolerance odchylek tvaru a polohy

Pro případ funkčně méně podstatných prvků lze jejich toleranci předepsat společným zápisem za použití všeobecných tolerancí. Platí pro prvky, které nemají jednotlivě předepsány tolerance odchylek tvaru a polohy a řídí se normou ISO 2768-2. Nepředepsané tolerance odchylek tvaru a polohy jsou stanoveny značkou v popisovém poli. Pro uplatnění všeobecných tolerancí musí být v popisovém poli uvedena informace „ISO 2768 – Y“. [12]

Na místě Y je uvedena všeobecná tolerance geometrických prvků rozdělena do třech tříd přesnosti a to: H (jemný), K (střední), L (hrubý). [12]

I v případě všeobecných tolerancí odchylek tvaru a polohy norma dovoluje překročení tolerance. Pokud nebylo uvedeno jinak, je dovoleno překročit toleranci v případě, že daná součást i přes překročení plní požadovanou funkci. [12]

1.4 Textura povrchu¹

Při sériové výrobě patří mezi podmínku zaměnitelnosti a vyměnitelnosti, také udržení požadované textury povrchu funkčních ploch [13]. Termín textura povrchu označuje opakované nebo náhodně uspořádané odchylky (úchytky) od geometrického tvaru, které tvoří třírozměrnou topografii povrchu. [14]

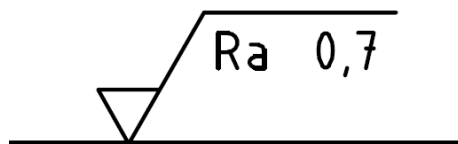
Profil drsnosti je profil odvozený od základního profilu pomocí potlačení dlouhovlnných složek za použití profilového filtru λc . Profil drsnosti slouží jako základ pro hodnocení parametrů drsnosti. Profilový filtr λc definuje rozhraní mezi složkami drsnosti a vlnitosti. [15]

Průměrná aritmetická úchytka posuzovaného profilu R_a patří mezi nejčastější specifikace textury povrchu uváděné na technických výkresech. Parametr R_a je definován jako aritmetický průměr absolutních hodnot souřadnic a je dán rovnicí 1:

¹ Při překladu norem z anglického jazyka do českého je termín „surface texture“ překládán jako struktura povrchu i jako textura povrchu. Dle pokynů vedoucího práce bude v této práci použit termín textura povrchu.

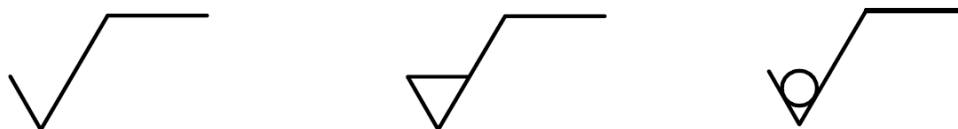
$$Ra = \frac{1}{lr} \int_0^{lr} |Z(x)| dx, \quad (1)$$

kde $Z(x)$ je hodnota výškových souřadnic a lr je základní délka. [15] Obrázek 17 uvádí vhodný předpis parametru Ra .

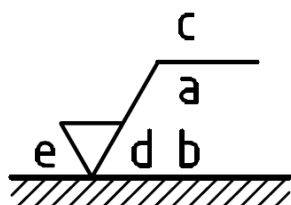


Obr. 17) Příklad předpisu úplné značky s parametrem Ra

Na technických výkresech jsou požadavky na texturu povrchu označeny několika různými grafickými značkami dle normy ISO 1302. Základní grafická značka se skládá ze dvou nestejně dlouhých čar. Úplná grafická značka znázorněna na obrázku 18 se používá, pokud je nutno předepsat doplňující požadavek k textuře povrchu. Každý doplňující požadavek musí být předepsán na správné pozici v úplné značce jako na obrázku 19. [16]



Obr. 18) a) Libovolný výrobní proces b) Požadavek odebrání materiálu c) Zákaz odebrání materiálu [16]



Obr. 19) Pozice doplňujících požadavků [16]

Na pozici **a** se jako doplňující požadavek uvádí jediný požadavek na texturu povrchu, pozice **b** slouží pro uvedení dvou nebo více požadavků na texturu povrchu a před ní se uvádí orientace nerovností jako pozice **d**. Nad vodorovnou čáru (pozice **c**) úplné značky se uvádí výrobní proces daného povrchu. Na místě **e** se předepisuje přídatek na obrábění. [16]

2 FUNKCE REVOLVERU

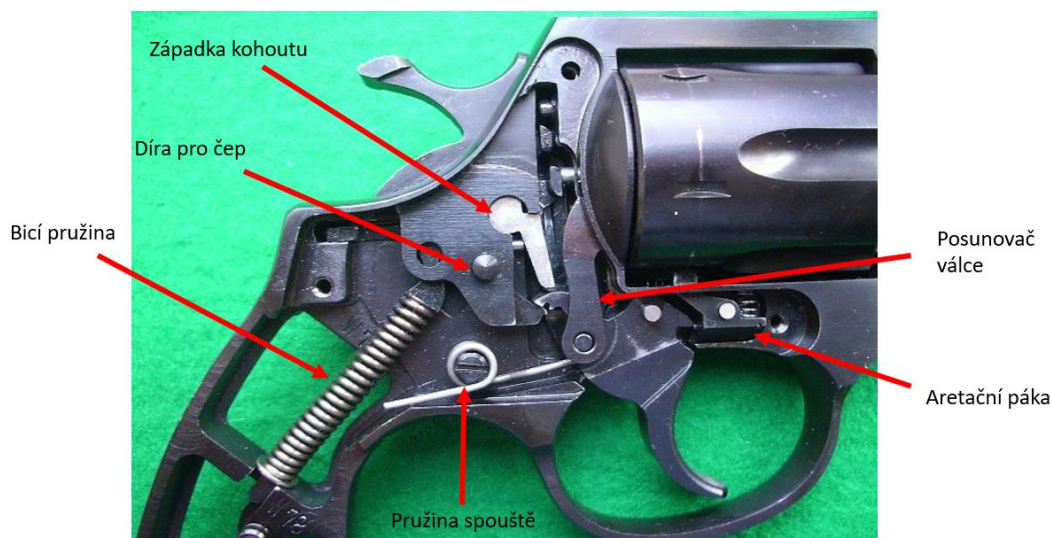
Revolver je palná zbraň, u níž se otáčí válec s několika komorami kolem své osy. Podle konstrukce bicího a spoušťového ústrojí dělíme revolyery na jednočinné a dvojčinné. [17]

U dvojčinného mechanismu tlak na spoušť v první fázi napne kohout dozadu a otočí válcem, poté uvolní bicí ústrojí a dojde k výstřelu. U moderních dvojčinných revolverů má střelec možnost zvolit si jednočinný nebo dvojčinný způsob střelby. Při střelbě z jednočinného revolveru je nutno pro napnutí bicího mechanismu a pootočení válce, ručně stáhnout kohout dozadu. Poté k výstřelu stačí již lehké stisknutí spouště. [18]

V situacích ve kterých střelec požaduje přesnější střelbu, napne kohout ručně, naopak při požadavku rychlého výstřelu zvolí spoušťové napínání. Anglickým termínem pro označení dvojčinného režimu je double action a jednočinného je single action. Většina dnešních revolverů je vyráběna jako dvojčinné. [17]

Většina válců moderních revolverů má od pěti do deseti komor. Šest komor je nejčastější počet komor válce. Počet komor může být limitován například požadavkem na velikost revolveru nebo ráží. [17]

Hlavní výhodou revolveru je princip mechanismu, který téměř vylučuje zaseknutí náboje a při jeho selhání stačí pouze opět stisknout spoušť. [18] Mechanismus revolveru je popsán na obrázku 20.



Obr. 20) Vnitřní mechanismus revolveru [20]

2.1 Princip činnosti bicího ústrojí

Při tlaku na spoušť se kohout posune dozadu a stlačuje dozadu bicí pružinu, zároveň posunovač válce, který je připevněn ke spoušti otočí válcem o jednu komoru. Následně se zvedne aretační páka, která je také připevněna ke spoušti a zamezí tak pohybu válce. [19][17]

Zatlačením spouště úplně dozadu, je uvolněn kohout a vysune se převodní kulisa. Bicí pružina dodá kohoutu potřebnou energii, kohout udeří do převodní kulisy. Převodní kulisa převede úder na hlavu úderníku, který je zabudovaný uvnitř rámu revolveru. Úderník realizuje přenos energie na zápalku. Zápalku zasáhne zápalku náboje a dochází k výstřelu. [17]

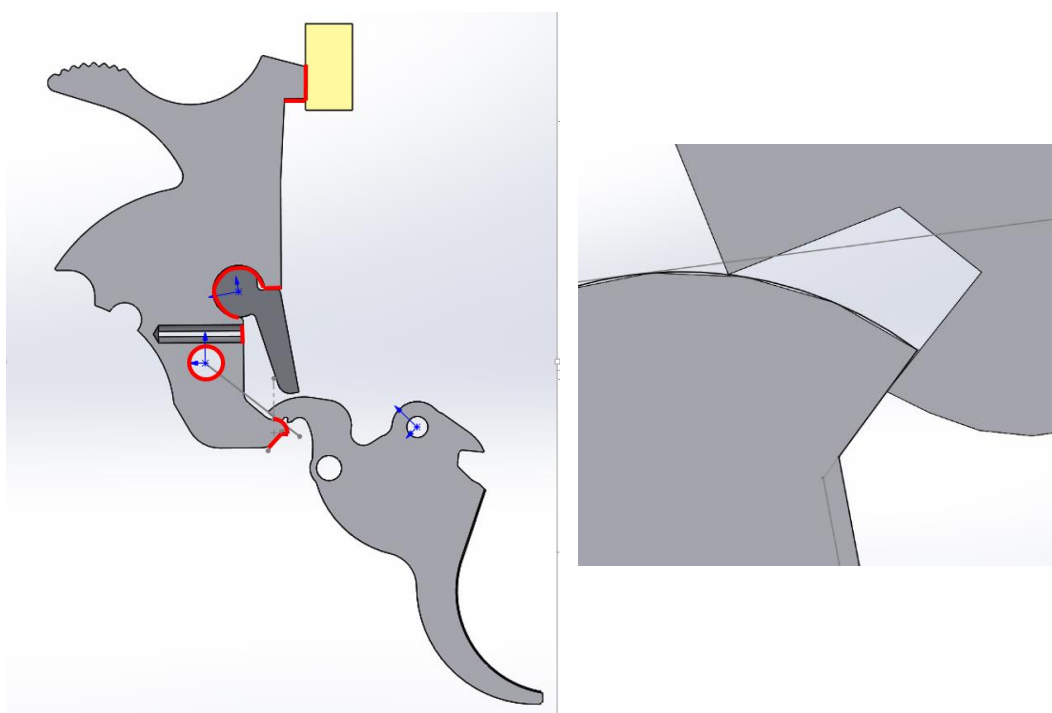
Bicí kohout dosáhne na zápalník pouze prostřednictvím tzv. přenosové páky, která je napojena na spoušť. Jedná se o součástku, která se vysune před kohout a to pouze při úplném zmáčknutí spouště a převádí úder kohoutu na úderník. Přenosová páka může být označena jako forma pojistného mechanismu u revolveru. [18]

2.2 Důležité funkční prvky

Na obrázku 21a je zobrazena interakce kohoutu se spouští a červeně jsou vyznačeny důležité rozměry kohoutu.

Velkou roli z hlediska funkce hraje díra, skrz kterou je veden čep, kolem kterého kohout rotuje. Dalším velmi podstatným prvkem je zub kohoutu. Zub kohoutu se dotýká zářezu na zubu spouště. Obrázek 21b zobrazuje jejich dotyk. Velký vliv na funkci má výška zubu a vzdálenost špičky zubu od osy rotace kohoutu. Na výkrese kohoutu jde o kóty 4 a 3.

Podstatným rozměrem je také úderná plocha kohoutu, která po uvolnění nataženého kohoutu udeří na převodní kulisu. Dále je podstatná díra pro západku kohoutu a díra těsně pod ní, sloužící pro pružinu západky.



Obr. 21) a) Funkční prvky b) Dotek kohoutu a spouště

3 MĚŘICÍ VYBAVENÍ FIRMY

V této kapitole jsou popsány měřidla sloužící ke kontrole kohoutu.

3.1 Výškoměr Mitutoyo

Výškoměry se používají tam, kde je vyžadováno rychlé a přesné měření. Měří rozměry ve svislé souřadnici. Výškoměr s výkyvným dotekem je ukončen kuličkou, která se dotýká měřeného povrchu. [21]

Výškoměr na obrázku 22 je doplněn páčkovým úchylkoměrem, díky němuž je možno při měření zajistit stejnou přítlačnou sílu kuličky výškoměru. Rozlišení výškoměru je 0,01 mm



Obr. 22) Výškoměr Mitutoyo

3.2 Mikroskop Carl Zeiss

Měřicí mikroskopy patří mezi dvousouřadnicové měřicí přístroje, měřící na principu optické metody. Jsou určeny k bezdotykovému měření délek a úhlů. Na mikroskopu lze měřit v pravoúhlých souřadnicích v případě otočného stolu lze měřit i v souřadnicích polárních. K měření je využíván okulár s nitkovým křížem. [21]

Hlavní metoda využívána při měření je pomocí stínového obrazu, kdy je součást osvětlena paralelním svazkem paprsků a mikroskopem se pozoruje stínový obraz [21]. Na obrázku 23 je zobrazen mikroskop, který je vybaven elektrickým odměřováním společně s číslicovými indikátory ve dvou osách. Rozlišení mikroskopu je 0,001 mm.



Obr. 23) Dílenský mikroskop Carl Zeiss

3.3 2 sady válcových kalibrů

Kalibry jsou pevná měřidla umožňující velmi rychlý způsob měření. Pouze jeden rozměr nebo tvar je zhmotněn pomocí kalibru. Válcový kalibr požadovaného rozměru se jen vsune do měřené součásti a ihned se zjistí, zda měřený rozměr odpovídá požadavkům. Měřené plochy musí těsně přiléhat k plochám kalibru. Kalibr se musí dát lehce zasunout. [21]

Ve firmě se nachází dvě sady válcových kalibrů, první sada je zobrazena na obrázku 24 a má rozsah od 1,00 – 5,99 mm a druhá sada je uvedena na obrázku 25 s rozsahem od 6,00 do 9,99 mm.



Obr. 24) Sada válcových kalibrů 1,00 – 5,99 mm



Obr. 25) Sada válcových kalibrů 6,00 – 9,99 mm

3.4 Sada koncových měrek

Základní tisícinová sada koncových měrek zobrazena na obrázku 26 se skládá z 91 koncových měrek. Koncové měrky jsou vyrobeny ve druhé třídě přesnosti, tedy dílenské pro běžné měření.



Obr. 26) Sada koncových měrek

3.5 Souřadnicový měřicí stroj DeMeet

Souřadnicový měřicí stroj DeMeet 400 zobrazen na obrázku 27, je 3D multisenzorový souřadnicový měřicí stroj. Je vybaven telecentrickou optikou, pomocí níž je schopen provádět měření bezkontaktní metodou. Jeho součástí je také sonda značky Renishaw pro dotykové měření. Jedno měření může být kombinací optické i dotekové metody ovšem je doporučeno jedno měření provádět pouze jednou metodou. Pro ovládání, programování a interpretaci výsledků měření slouží software Approve for DeMeet. [22][23]



Obr. 27) Souřadnicový měřicí stroj DeMeet 400

4 POPIS SPECIFIKACE A POSTUPU POSOUZENÍ SHODY

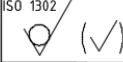

V následující části je popsán stávající výkres kohoutu a postup, jakým dochází k jeho měření, zároveň je zdůrazněno, které rozměry jsou důležité z hlediska plnění funkce.

4.1 Popis aktuálního stavu specifikace

Na výkrese (příloha 1) je popsán aktuální stav kótování a značení specifikace kohoutu. Všechny specifikace jsou označeny čísly 1 až 71.

4.1.1 Popisové pole

V popisovém poli na obrázku 28 jsou uvedeny různé informace týkající se kohoutu a jeho výkresu, jako je například číslo dílu a výkresu, měřítko, promítání nebo hmotnost. V rámci specifikace jsou zmíněny pouze podstatné informace z popisového pole odkazující na normy týkající se předpisu specifikace.

Č.dílu	Materiál	FCM	Název	Povrchová úprava
Textura povrchu ISO 1302 	Materiál Dle tabulky		Nekótované hrany odjehlit 0,3x45° včetně ø4,ø6,15 Kaleno na 48+5 HRC	
	Polotovár Dle tabulky	FCM	* Značka pro nerezový díl	
Rozměr 0,5+6	Úchylka ± 0,1	Promítání 	Tolerování ISO 8015 ANO	Přesnost ISO 2768 mH
6+30	± 0,2	Měřítko 5:1	Kreslil Technologie	Chráněno ISO 16016
30+120	± 0,3	A2	Schválil	
120+400	± 0,5		Dne 17.6.2016	Hmotnost [kg]
400+1000	± 0,8			
Název KOHOUT		Č.dílu		
Typ		Číslo výkresu		
		Index		
		Počet listů		
		List:		

Obr. 28) Popisové pole

Podstatnou informací v popisovém poli je tolerování ISO 8015 ANO. Vzhledem k invokačnímu principu se tato informace uvedená v popisovém poli odvolává na ISO GPS systém vztahující se na všechny specifikace uvedené na výkrese. Tento předpis je doplněn zápisem nepředepsaných tolerancí délkových a úhlových rozměrů a nepředepsaných tolerancí odchylek tvaru a polohy. Jedná se o rámeček: Přesnost ISO 2768 mH, kde m je střední třída přesnosti tolerance délkových a úhlových rozměrů a H je jemná třída přesnosti tolerancí odchylek tvaru a polohy. Nepředepsané tolerance platí pro všechny rozměry, které nemají toleranci vyjádřenou explicitně na výkrese.

Značka pro drsnost povrchu uvedená v popisovém poli v rámečku: Textura povrchu ISO 1302, platí pro všechny povrchy, pro které není zvlášť předepsaná drsnost na výkrese. Značka zakazuje odebrání materiálu.

Pod texturou povrchu je uvedena tabulka rozměrů a jejich odpovídajících úchylek. Tato tabulka je vyňata z normy ISO 2768-1 a odpovídá nepředepsaným mezním úchytkám délkových rozměrů pro střední třídu m.

Dalším podstatným údajem v popisovém poli z hlediska specifikace je datum nebo datum poslední změny tj. 17. 6. 2016. Nejzazší datum uvedeno v popisovém poli určuje platné varianty norem vztahující se na výkres.

4.2 Popis postupu měření

Měření kohoutu probíhá dvěma postupy. Jako první postup je možno celý kohout změřit na dílenském mikroskopu. Druhým postupem je měření části rozměrů výškoměrem a zbytek dílenským mikroskopem.

Existuje ještě možnost měření na souřadnicovém měřicím stroji, kde však aktuálně probíhá pouze částečné měření nedokončeného kohoutu.

4.2.1 Měření výškoměrem

Prvním krokem před samotným měřením výškoměrem je určení průměru děr v kohoutu a usazení kohoutu do správné pozice. Do díry pro čep je umístěn válcový kalibr. Na výkrese kohoutu je průměr dané díry označen kótou s číslem 1. Výběr kalibru ze sady kalibrů je přizpůsoben velikosti dané díry. Při výběru válcového kalibru se dbá na to, aby při uložení nevznikala žádná vůle, protože kohout je při dalším měření uchycen v prizma, které je na obrázku 29, právě za daný válcový kalibr.

Pomocí válcového kalibru je rovněž určen průměr otvoru pro západku kohoutu, který je na výkrese kohoutu označen kótou s číslem 20. Tento válcový kalibr však již není při dalším měření ani uchycení použit. Průměr díry pro západku kohoutu je pouze využit pro vyrovnávání kohoutu.

Po zvolení správného válcového kalibru pro díru pro čep je kohout společně s kalibrem uchycen do měřicího prizma se svorkou. Prizma je možné otáčet a uchycený kohout měřit ve více směrech. Následné měření probíhá na broušené granitové desce.

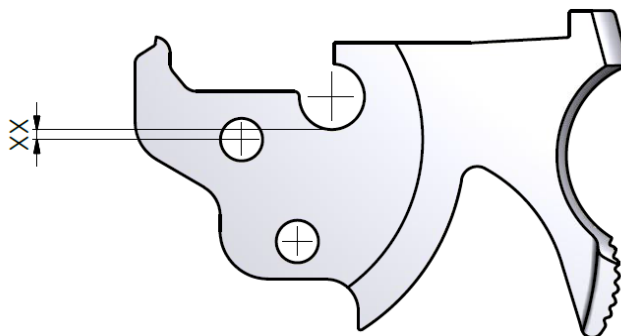


Obr. 29) Prizma společně s válcovým kalibrem

Po upevnění do prizma je nutné kohout správně vyrovnat. Pro učení správné pozice vychází měření ze vzdálenosti osy díry pro čep a díry určené pro západku kohoutu. Vzdálenost je zakótovaná na obrázku 30.

Výškoměrem je nalezen nejvyšší bod válcového kalibru a výškoměr je následně vynulován. Po vynulování je snížen o velikost poloměru díry pro čep, určené válcovým

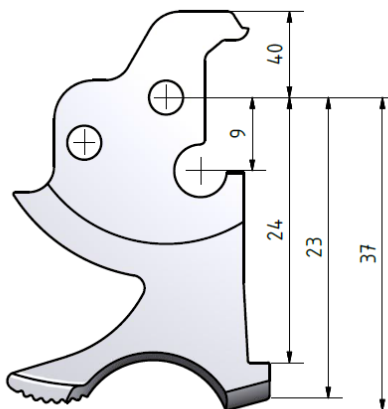
kalibrem a tak je nalezen střed díry pro čep, výškoměr je opět vynulován. Dále je na výškoměru nastavena vzdálenost středu díry pro čep a nejnižšího bodu díry pro západku kohoutu. Tato vzdálenost se vypočítá z výkresu kohoutu jako vzdálenost děr s průměry 1 a 20, od níž je odečten poloměr díry 20, který byl zjištěn válcovým kalibrem. Následně je kohout vyrovnán, aby se kulička výškoměru dotýkala nejnižšího bodu díry pro západku kohoutu. Vyrovnání je ovlivněno i slabým dotknutím kohoutu a pro vyrovnání stačí slabé ťuknutí nebo mírné zvednutí kohoutu.



Obr. 30) Pozice kohoutu po vyrovnání a rozměr pro vyrovnání

Následuje samotné měření rozměrů. Na výkrese součásti je většina rozměrů kótována od osy díry rotace. Metrolog vychází právě z kótování na výkrese. Stejným způsobem jako při vyrovnání je opět nalezen střed válcového kalibru a dochází k měření všech rozměrů, které jsou zakótovány „na výšku“ vzhledem k nastavené pozici kohoutu.

Poté je kohout společně s prizma otočen o 90° a opět jsou od středu díry změřeny požadované rozměry. Na obrázku 31 je příklad otočení kohoutu a některých kót, k jejichž měření dochází právě pomocí výškoměru.



Obr. 31) Otočení kohoutu o 90°

Ne všechny rozměry však lze měřit výškoměrem. Měření výškoměrem je limitováno velikostí doteku, proto je nutné při prvním postupu použít i mikroskop. Mikroskop je použit především na zub kohoutu a postup měření je popsán níže.

4.2.2 Měření na dílenském mikroskopu

Další měření probíhá na dílenském mikroskopu. Zde se měří rozměry, které nelze změřit pomocí výškoměru, tedy nelze realizovat dotyk kuličkou. Jedná se především o malé plochy a rádiusy. Ve skutečnosti lze většinu rozměrů kohoutu změřit pouze na mikroskopu a záleží pouze na osobní volbě metrologa, který postup zvolí.

Při měření na dílenském mikroskopu dochází k podložení kohoutu, které je nutné kvůli širšímu palečníku a zajistí tak stabilitu. Při podložení kohoutu se mohou postupy lišit. Kohout může být podložen pouze koncovou měrkou (obr. 32a) nebo speciální podložkou (obr. 32b). Také dochází k opření úderné plochy o koncovou měrku a zároveň je špička zubu opřena o koncovou měrku, která je přidána k původní měrce. Velikost přidané koncové měrky odpovídá vzdálenosti špičky zubu a úderné plochy. Na stávajícím výkresu se jedná o rozměr číslo 25.



Obr. 32) a) Podložení koncovou měrkou b) Speciální podložka

Vzhledem k tomu, že na kohoutu není žádná dostatečně velká rovina, ověřovacím rozměrem pro správné ustavení se opět stává vzdálenost osy díry pro čep a osy díry pro západku kohoutu. Na výkresu kohoutu uvedena jako kóta číslo 10. Posuvem stolu je nalezen střed díry pro čep. Pro nalezení středu díry slouží nitkový kříž. První je nalezen střed díry v jednom směru, dojde k vynulování číslicové indikace v dané ose a následně je střed nalezen i ve směru osy druhé.

Pokud vzdálenost středů děr neodpovídá specifikaci, dochází k natočení stolu mikroskopu. Metrolog při natáčení využívá osobních zkušeností. Natočení není velké, jedná se pouze o několik stupňů. Natáčení probíhá tak dlouho, dokud vyrovnávací rozměr odpovídá specifikaci, poté dochází k samotnému měření ostatních rozměrů.

Měření rozměrů je prováděno analogicky jako měření ověřovacího rozměru. Metrolog vychází z kót na výkresu a podle nich měří jednotlivě zadané rozměry. Využívá při tom vodorovných a svislých nitkových čar mikroskopu a číslicovou indikaci. Nitková čára je zarovnána s požadovanou hranou, dojde k vynulování číslicové indikace a posuvu stolu aby byla nitková čára opět zarovnána s protilehlou hranou.

Na mikroskopu dochází také ke kontrole palečníku. Na něm se však nekontrolují přesné rozměry, ale pouze se kontroluje, zda hrany nejsou ostré a zda neobsahuje otřepy.

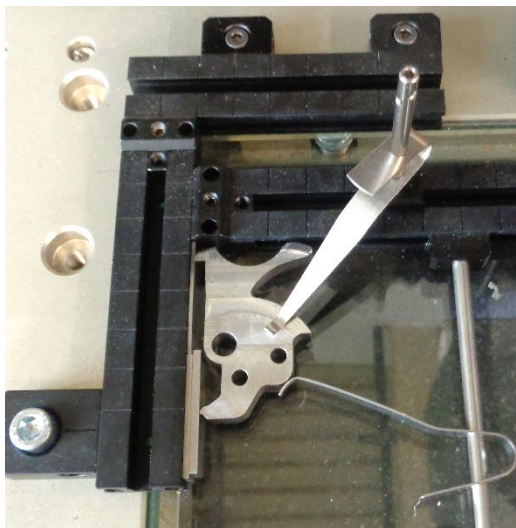
4.2.3 Měření na souřadnicovém měřicím stroji

Měření na souřadnicovém měřicím stroji není zahrnuto jako další způsob postupu posouzení shody se specifikací, protože je kohout na stroji měřen po jeho obrobení a vystružení děr, není

tedy měřena finální verze kohoutu. Při měření je třeba počítat s přídatkem na broušení. K broušení kohoutu dochází později.

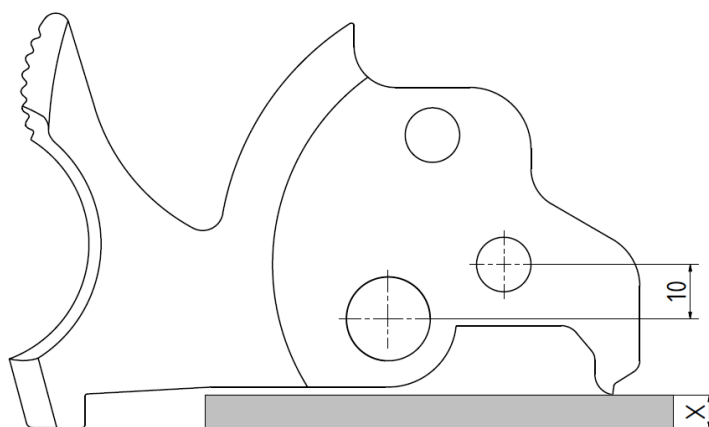
Měření na souřadnicovém měřicím stroji je zaměřeno především na kontrolu vzdálenosti vystružených děr.

Jako první je kohout upevněn do souřadnicového stroje podle obrázku 33. Upevnění probíhá opět za pomoci podložky pro vyrovnání a zub kohoutu je opřen o koncovou měrku o velikosti, jako je na výkresu kohoutu kóta číslo 25.



Obr. 33) Upevnění kohoutu v souřadnicovém stroji

První spuštěný program zajišťuje vyrovnání kohoutu. Souřadnicový měřicí přístroj kohout přeměří a vypočítá velikost, kterou je nutno ubrat nebo přidat při opření zubu. Program při vyrovnávání vychází ze stejného rozměru jako na mikroskopu. Jedná se o vzdálenost osy díry rotace a osy díry pro západku kohoutu. Ideální případ na obrázku 34 nastane, když velikost koncové měrky i vzdálenost os děr odpovídá specifikace a není potřeba dalších úprav.




Obr. 34) Ideální případ při opření

Výstupem prvního programu je tabulka 2 udávající skutečnou vzdálenost děr a informaci o kolik milimetrů je nutno zub kohoutu podložit. Program je nastaven tak, že pokud je v tabulce uvedena rozteč děr větší než jmenovitá, je nutno podepírající koncovou měrku zmenšit,

v případě menšího čísla se rozměr koncové měřky musí o hodnotu danou ve spodním řádku zvětšit.

Tab 2) Výstup prvního programu

Prvek	Hodnota	Nominální	Min	Max	Dev	Lt	Ut	Schéma
Vzdálenost 4 MM	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	
Vzdálenost X	4.01	4.00	3.99	4.01	0.01	-0.01	0.01	
Vzdálenost JOHANSONKA	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	
Vzdálenost X	0.07							

Po vyrovnaní následuje samotné měření a je spuštěn druhý program. První část programu se shoduje s programem prvním a je opět provedeno vyrovnaní. Poté program změří kolmost základny A, jedná se o kótu číslo 59. Dále jsou změřeny všechny tři průměry děr kohoutu (kóty 1, 2, 20).

Poté probíhá měření zubu kohoutu a to rozměrů 4 a 3. Vzhledem k velikosti zubu není měření realizovatelné dotekem, proto je měření prováděno opticky. Poté stroj opět opticky měří rozměr 23. Následuje dotykové měření vzdáleností os děr (kóty číslo 22 a 21). Dále jsou změřeny poloměry R49 a R51. Na konec se měří úhly číslo 46, 7 a 9.

5 ANALÝZA SPECIFIKACE A POSTUPU POSOUZENÍ SHODY

Po popisu stávajícího stavu specifikace a postupu, v této kapitole je zanalyzován nynější přístup ke specifikaci a postupu měření.

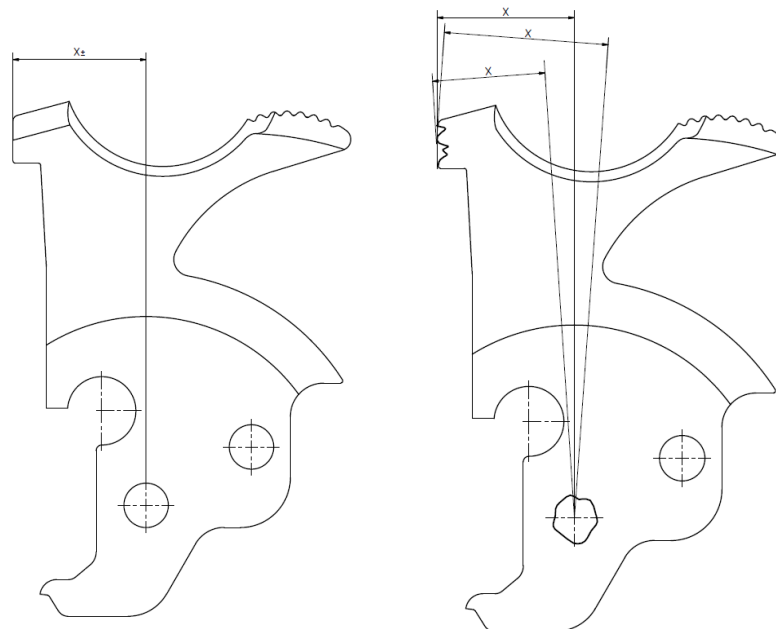
5.1 Analýza specifikace

Nynější stav specifikace nechává značný prostor pro zlepšení. Výkres obsahuje především nejednoznačné kótování. Nejednoznačnosti lze odstranit s pomocí nástrojů systému GPS zmíněných v kapitole 1.

Veškeré nejednoznačné specifikace jsou označeny barevně na výkresu kohoutu v příloze 1. Žlutá barva znázorňuje použití rozměrových kót na geometrii, která neodpovídá definici rozměru. Modrá barva vymezuje značky drsnosti, které neodpovídají nynějším normám pro předpis textury povrchu. Červenou barvou jsou označeny tolerance odchylek tvaru a polohy, u kterých chybí předpis základny.

Důležitými kótami k analýze jsou kóty, které neodpovídají lineárnímu rozměru. V prvním případě se jedná o kóty vztažené ke středu díry. Takový zápis je nejednoznačný a může vést k různým interpretacím. U kót na funkčně důležité geometrii je pro jednoznačný popis geometrie nutno předepsat tolerance odchylek tvaru a polohy.

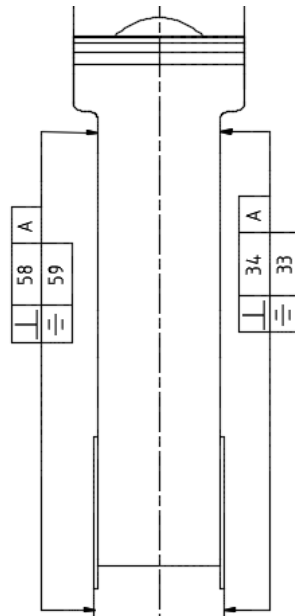
Na obrázku 35 je vyjádřen vznik nejednoznačnosti použitím rozměrové tolerance na prvku jiném, než je prvek rozměrový. Na levé straně je zobrazena specifikace a na pravé straně jsou některé možné způsoby interpretace daného požadavku. Není jasné, která z interpretací vypovídá o funkci dílu resp. kterou zvolit pro měření.



Obr. 35) Nejednoznačná specifikace a její možné interpretace

Kóty, které neodpovídají definici lineárního rozměru, jsou kótovány v pravoúhlém souřadnicovém systému. Není však zřejmé, které prvky určují polohu a zejména natočení tohoto souřadného systému.

Na výkrese je uvedena tolerance odchylek tvaru a polohy, přesněji tolerance souměrnosti. Tolerance však není předepsána správně, protože patří do skupiny vyžadující předepsání k základně, základna však chybí. Příklad předpisu tolerance souměrnosti bez základny je uveden na obrázku 36.



Obr. 36) Chybějící základna u tolerance souměrnosti

U značek drsnosti je uvedeno pouze číslo a chybí označení daného parametru nebo dle principu invokace, odkaz na interní dokument, který by dovoloval takové značení textury povrchu. Pokud situace vyžaduje uvedení hodnoty parametru textury povrchu je nutno uvést i značku daného parametru. Značky drsnosti povrchu se na výkrese používají hlavně kvůli informaci o výrobním procesu dané plochy. Výrobní proces však na výkrese uveden není. Hodnoty parametrů drsnosti se na součásti obvykle nekontrolují.

5.2 Analýza postupu posouzení shody

Vzhledem k více používaným postupům při měření, nejsou analyzovány jednotlivé postupy měření, ale analýze jsou podrobeny jednotlivá měřidla. Ve firmě není zaveden jednotný postup posouzení shody kohoutu se specifikací. Každý měřící technik využívá různá měřidla dle vlastního uvážení.

5.2.1 Měření výškoměrem

Mezi hlavní omezení výškoměru patří jeho schopnost měřit pouze v jednom směru. V případě měření zubu kohoutu, který má velmi malou plochu je dotková kulička výškoměru příliš velká a špatně se měří malé plochy a zaoblení.

Volba válcového kalibru je ovlivněna následujícím uchycením v prizma, z důvodu pevnosti upnutí je volen vždy kalibr s mírným přesahem a určení průměru díry pro čep může být zkresleno. Při zasouvání válcového kalibru do díry osy rotace je použita značná síla,

v krajních případech i kladivo. Při takovém postupu může dojít k deformaci válcového kalibru i samotné součásti.

Vyrovnání kohoutu vychází z rozměru rozteče dvou děr, jejichž vzdálenost se při postupu nekontroluje a již se předpokládá, že jsou díry takto vzdáleny.

Vyrovnání je závislé na vzniku přesahu při zasouvání kalibru do díry rotace. Při vyrovnávání je kohout upevněn v držáku pouze za válcový kalibr. Při otáčení kohoutu společně s držákem nebo i při samotném měření a dotýkání se kohoutu kuličkou výškoměru může dojít k mírnému pootočení kohoutu a zkreslení výsledků měření.

Na druhou stranu je výškoměr rychlé a snadno ovladatelné měřidlo s dostatečnou přesností.

5.2.2 Měření na dílenském mikroskopu

Při měření na mikroskopu je součást osvětlena světlem a je pozorován stínový obraz. Takové měření je ovlivněno stavem jednotlivých hran kohoutu a nedokonalosti jeho povrchu. Nevýhodou je jistá subjektivita, závisující na kvalitě zraku. Metrolog sám určuje, zda nitková čára lícuje s hranou kohoutu.

Ani při měření na mikroskopu není kohout ve vyrovnávací poloze stabilně uchycen. Oproti měření na výškoměru je zde menší pravděpodobnost, že se kohout vychýlí z vyrovnané polohy, protože se v případě mikroskopu jedná o bezdotykové měření. Jenže při prudkém posunutí stolu může taková situace nastat i zde.

Vyrovnání kohoutu probíhá úhlovým natočením, které je opravdu jemné a závisí na zkušenostech a jisté trpělivosti obsluhy. Vyrovnání opět vychází ze vzdálenosti os dvou děr, u které se předpokládá, že je správná.

Mikroskop také není v nejlepším technickém stavu, některé stupnice jsou již špatně viditelné a tak může docházet k nepřesnostem při měření.

Výhodou mikroskopu je vyšší rozlišitelnost, než výškoměru. Při měření nedochází k dotyku součásti, měření je bezkontaktní.

5.2.3 Shrnutí

Vzhledem k tomu, že výše popsané postupy měření vycházejí z jiných principů, dochází ke vnášení různých chyb do výsledku měření. Projevuje se to nízkou reprodukovatelností měření. Proto je potřeba dané postupy sjednotit. Odlišné přístupy k měření jsou v konečném důsledku způsobené nejednoznačnou specifikací. Proto je nutné, aby sjednocení postupů předcházela jednoznačná definice na výkresu.

6 DOPORUČENÍ PRO PRAXI

Hlavním doporučením pro praxi je návrh nové specifikace. Výkres je prvním krokem pro zlepšení současného stavu. Po vytvoření výkresu by bylo již možné navrhnout jednotný postup měření, který by vycházel z nové jednoznačné specifikace.

Výkres je uveden jako příloha_2. Nejedná se o kompletní návrh včetně velikosti daných tolerancí. Jde pouze o navržení nového kótovacího schématu. Výkres především vyzdvihuje to, které plochy jsou důležité z hlediska funkce a na které, by při kontrole měl být brán větší zřetel.

Pro větší přehlednost a kvůli novým tolerancím odchylek tvaru a polohy byl změněn formát výkresu na A1. Nově byl také přidán částečný řez na předním pohledu kvůli díře pro pružinu západky kohoutu. Kromě těchto drobných změn zůstalo rozložení kohoutu stejné jako na původní specifikaci.

V novém návrhu byly odstraněny nejednoznačnosti za použití tolerancí odchylek tvaru a polohy ve smyslu normy ISO 14405-2.

Původní nejednoznačný pravoúhlý souřadný systém byl nahrazen souřadným systémem odvozeným od funkčních prvků součásti. Systém základen tvoří osa díry pro čep jako základna A, osa díry pro západku kohoutu tvoří základnu B a osa kohoutu v pohledu zprava tvoří základnu C.

Na zub kohoutu byla použita tolerance tvaru plochy, protože zub je jeden z funkčně podstatných prvků a je potřeba zajistit jeho správnou geometrii. Teoreticky přesnými rozměry byly zakótovány tři body geometrie zubu, které tvoří ideální prvek. Nad tolerancí je uveden doplňkový modifikátor UF (United feature) vyjadřující, že dva prvky zubu kohoutu budou považovány za jeden prvek.

Další nové tolerance polohy byly přidány k díře pro západku kohoutu, pro bicí pružinu a pro pružinu západky kohoutu. Tolerance polohy byla rovněž přidána k úderné ploše kohoutu i z její dolní strany. Úderná plocha je zároveň opatřena i tolerancí rovinnosti. Samozřejmostí tolerance polohy je i doplnění teoreticky přesných rozměrů.

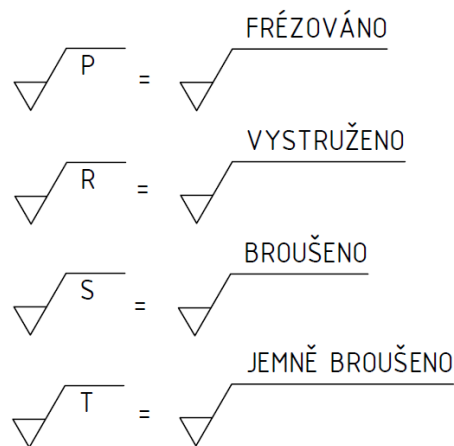
Poslední přidanou tolerancí tvaru a polohy je tolerance rovinnosti dolních ploch kohoutu v pohledu zprava. K horním plochám již rovinnost není předepsána, protože jsou z funkčního hlediska méně podstatné a rovinnost by pouze zvyšovala nároky na přesnost.

Tolerance odchylek tvaru a polohy vyskytující se v aktuální specifikaci byly zachovány i ve výkresu novém, pouze byly graficky opraveny v souladu s platnými normami.

Vedle popisového pole byl předepsán požadavek na úpravu hran neurčitých tvarů. Tento požadavek platí pro všechny hrany, které nemají jiný předpis explicitně předepsaný na výkrese.

Poloha značek drsností byla zachována dle původní specifikace. Nový výkres obsahuje vedle popisového pole legendu uvedenou na obrázku 37, která uvádí, jaké výrobní procesy byly na dané povrchy použity. Protože se parametr Ra ve firmě obvykle nekontroluje, byl na novém výkrese vypuštěn a značky textury povrchu pouze popisují výrobní proces daného povrchu.

Po vytvoření jednoznačné specifikace kohoutu by bylo příhodné zavést jednotný způsob měření kohoutu. Jednotný postup měření by měl být vytvořen v návaznosti na jednoznačnou specifikaci. V případě zachování více postupů měření by bylo vhodné ke každému postupu vytvořit příslušnou dokumentaci metodiky měření.



Obr. 37) Výrobní procesy povrchů

Z aktuálně dostupných měřidel ve firmě by bylo nejvhodnější kontrolovat kohout na souřadnicovém měřicím stroji. Do budoucna by bylo vhodné pořídit konturograf, kterým by bylo možné kontaktně měřit malé prvky, především zub kohoutu a texturu jeho povrchu.

Z ekonomických důvodů byly některé rozměry zachovány stejné, jako jsou v původním výkresu, i když byly zvýrazněny jako nejednoznačné. Jedná se především o rozměry méně podstatné z hlediska funkce. Tolerování takových rozměrů jinak než všeobecnými tolerancemi by pouze zvýšilo náročnost na další kontrolu a výrobu a tím by se zvýšila celková cena kohoutu. Na novém výkresu se například jedná o rozměry číslo: R17,35,16,R31, 30, 32, R55, R54

Je patrné, že s nárůstem použití tolerancí odchylek tvaru a polohy se zřejmě zvýší také finanční náročnost kontroly kohoutu. Zároveň se také ale zvýší její úspěšnost tedy identifikace neshodných součástí a bude možné jejich včasné vyřazení. Včasné vyřazení může být základ pro zlepšení technologie výroby. Je ovšem podstatné najít optimální rovnováhu mezi požadovanou přesností a náklady na kontrolu a výrobu.

Po zpřesnění specifikace kohoutu a zavedení jednotného postupu měření by mělo následovat důkladné školení zaměstnanců s důrazem na nově zavedený postup měření. Díky tomu, by byly odstraněny různé výsledky měření v rámci stejné součásti.

ZÁVĚR

Bakalářská práce je zaměřená na specifikaci kohoutu a následnou kontrolu zda odpovídá dané specifikaci. Kromě popisu je orientována i na analýzu stavu výkresu a postupu měření.

Prvním cílem bakalářské práce byla analýza specifikace součásti, která je provedena v kapitole 5.1. Analýze specifikace předchází popis stávající specifikace kohoutu, v kapitole 4.1. Aktuální výkres je uveden jako příloha 1 a jsou v něm zároveň zvýrazněny oblasti pro zlepšení stavu specifikace, dále v kapitole je popsán aktuální stav popisového pole a je uvedeno na jaké normy odkazuje. Analýza specifikace se zabývá problémem nelineárních rozměrů, jako jsou třeba rozměry kótované od středu díry, takové rozměry jsou dle normy ISO 14405-2 nejednoznačné. V menším měřítku se analýza specifikace soustředí také na texturu povrchu a tolerance odchylek tvaru a polohy. V 1. kapitole je proveden výběr z norem, ze kterého analýza vychází.

Druhým cílem bakalářské práce je analýza postupu posouzení shody kohoutu se specifikací. Analýze musí předcházet popis postupu posouzení shody se specifikací. Popis je uveden v kapitole 4.2 a zahrnuje oba postupy, podle kterých se aktuálně ve firmě měří. Analýza vychází také z druhu použitých měřidel, které jsou popsány v kapitole 3. První postup měření kohoutu probíhá na výškoměru a dílenském mikroskopu, druhý postup využívá pouze dílenského mikroskopu. Popis i analýza jsou následně rozlišeny dle jednotlivých měřidel. Následná analýza postupu měření vyzdvihuje možná místa, kde může být měření zkresleno vlivem použité metodiky.

Při měření výškoměrem není poloha vyrovnaného kohoutu stabilně fixována a při dotýkání kuličkou výškoměru může docházet k vychýlení z vyrovnané pozice a tím ke zkreslení výsledků měření. Vhodnost uchycení kohoutu za válcový kalibr stojí za zvážení. Zasouvání válcového kalibru do díry kohoutu musí probíhat s mírným přesahem a občas proto probíhá s velkou silou, kde může dojít k deformaci kohoutu i kalibru. Měření na dílenském mikroskopu je sice přesnější, ale zato subjektivnější a závislé na zraku obsluhy a nedokonalostech povrchu kohoutu. Vzhledem ke dvěma měřicím postupům je měření málo reprodukovatelné

K úplně reprodukovatelnému měření by docházelo při CNC měření na souřadnicovém měřicím stroji. Měření na souřadnicovém měřicím stroji probíhá pouze formou mezikontroly při výrobě kohoutu. Do budoucna stojí za zvážení přechod na měření i finální verze kohoutu na souřadnicovém měřicím stroji.

Posledním cílem bakalářské práce bylo doporučení pro praxi. Jako hlavní doporučení byla navržena nová specifikace, ve kterém je ze specifikace odstraněna nejednoznačnost kótování. Pro provedení analýzy i následného návrhu nového výkresu je potřeba objasnit funkci bicího ústrojí revolveru a specifikovat jeho důležité funkční prvky. Tyto informace popisuje 2. kapitola.

Odstranění nejednoznačnosti vyžadovalo použití většího množství tolerancí odchylek tvaru a polohy, především na geometrii podstatnou z funkčního hlediska. Z ekonomických důvodů byly některé kóty zachovány dle původní specifikace. Jedná se především o funkčně méně významné prvky.

Stojí za úvahu aplikace podmínky obalové plochy na plochy, které jsou na kohoutu součástí uložení. Taková úprava může zapříčinit zvýšení nákladů na kontrolu, ale zároveň se zvýší úspěšnost kontroly a bude možné jejich včasné vyřazení zmetkových součástí.

Další doporučení se týká zavedení jednotného postupu při měření, který by vylučoval různé výsledky měření stejné součásti mezi metrology. K takovému postupu by bylo vhodné vytvořit dokumentaci o celkovém postupu měření včetně upínání dané součástky. V rámci nově zavedeného jednotného postupu měření by bylo více než vhodné provést školení zaměstnanců společně s pravidelným navazujícím školením.

V budoucnu je možné na tuto práci navázat například doplněním hodnot tolerancí odchylek tvaru a polohy do navržené specifikace, návrhem měřicího programu pro měření finální verze kohoutu na souřadnicovém měřicím stroji nebo návrhem upínacích přípravků pro měření kohoutu.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] PLACKO, Dominique, ed. 2006. *Metrology in Industry: The Key for Quality*. Newport Beach, CA: ISTE, 2006. ISBN 978-1-905209-51-4.
- [2] MEADOWS, James D., c1998. *Measurement of geometric tolerances in manufacturing*. New York: Marcel Dekker. ISBN 978-082-4701-635.
- [3] SVOBODA, Pavel, Jan BRANDEJS a Jiří DVOŘÁČEK. *Základy konstruování*. Vydání šesté. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2015, 230 stran: ilustrace. ISBN 978-80-7204-921-9.
- [4] ČSN EN ISO 8015. *Geometrické specifikace produktu (GPS) - Základy - Pojmy, principy a pravidla*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2012.
- [5] ČSN EN ISO 14405-1. *Geometrické specifikace produktu (GPS) - Tolerování rozměrů*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2017.
- [6] ČSN ISO 129-1. *Technické výkresy - Kótování a tolerování*. Praha: Český normalizační institut, 2005.
- [7] ČSN EN ISO 286-1. *Geometrické specifikace produktu (GPS) - ISO systém kódu pro tolerance lineárních rozměrů*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2011.
- [8] ČSN ISO 2768-1. *Všeobecné tolerance. Nepředepsané mezní úchylnky délkových a úhlových rozměrů*. Praha: Český normalizační institut, 1992.
- [9] ČSN EN ISO 14405-2. *Geometrické specifikace produktu (GPS) - Tolerování rozměrů. Část 2, Rozměry jiné než lineární*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2012.
- [10] ČSN EN ISO 1101. *Geometrické specifikace produktu (GPS) - Geometrické tolerování - Tolerance tvaru, orientace, umístění a házení*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2017.
- [11] ČSN EN ISO 5459. *Geometrické specifikace produktu (GPS) - Geometrické tolerování - Základny a soustavy základen*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2012.
- [12] ČSN ISO 2768-2. *Všeobecné tolerance*. Praha: Český normalizační institut, 1994.
- [13] WHITEHOUSE, D. J. *Handbook of surface and nanometrology. 2nd ed.* Boca Raton: CRC Press. ISBN 978-1-4200-8201-2.
- [14] ČSN EN ISO 8785. *Geometrické požadavky na výrobky (GPS) - Nedokonalosti povrchu - Termíny, definice a parametry*. Praha: Český normalizační institut, 2000.
- [15] ČSN EN ISO 4287. *Geometrické požadavky na výrobky (GPS) - Struktura povrchu: Profilová metoda - Termíny, definice a parametry struktury povrchu*. Praha: Český normalizační institut, 1999.
- [16] ČSN EN ISO 1302. *Geometrické požadavky na výrobky (GPS) - Označování struktury povrchu v technické dokumentaci výrobků*. Praha: Český normalizační institut, 2002
- [17] ŽUK, Aleksandr Borisovič. *Revolvery & pistole*. Praha: Naše vojsko, 2015. ISBN 978-80-206-1549-7.

- [18] CHANT, Christopher. *Jak fungují zbraně*. Praha: Svojtka a Vašut, 1997. ISBN 80-7180-231-X.
- [19] HARTINK, A. E. *Encyklopedie pistolí a revolverů*. 4. vyd. Dobřejovice: Rebo Productions CZ, 2001. ISBN 80-7234-173-1
- [20] Alfa steel 3840 – STŘELCI.COM. STŘELCI.COM – Příznivci zbraní a střelby [online]. 2009 [cit. 2018-05-14]. Dostupné z: <https://www.strelci.com/?p=462>
- [21] TICHÁ, Šárka. *Strojírenská metrologie*. Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita, 2004. ISBN 80-248-0671-1.
- [22] HOCKEN, Robert J., ed., 2012. *Coordinate measuring machines and systems*. 2nd ed. Boca Raton,
- [23] 3D CNC Souřadnicové měřicí stroje. WHP TECHNIK s.r.o.. *WHP TECHNIK s.r.o.* [online]. 2016 [cit. 2018-5-19]. Dostupné z: <http://www.whp.cz/files/mt20060301demeet.pdf>

SEZNAM OBRÁZKŮ

OBR. 1) PŘEDPIS POMOCÍ MEZNÍCH ÚCHYLEK [6].....	19
OBR. 2) PŘEDPIS POMOCÍ MEZNÍCH ROZMĚRŮ [6]	19
OBR. 3) PŘEDPIS POMOCÍ TOLERANČNÍ TŘÍDY [7].....	19
OBR. 4) HRANY NEURČITÝCH TVARŮ	20
OBR. 5) ZNAČKA MODIFIKÁTORU PRO ROZMĚR ZE DVOU BODŮ [5]	20
OBR. 6) PŘEDPIS POŽADAVKU OBALOVÉ PLOCHY [5].....	20
OBR. 7) A) NEJEDNOZNAČNÁ KÓTA B) JEDNOZNAČNÉ KÓTOVÁNÍ [9]	21
OBR. 8) PŘÍKLADY TOLERANČNÍCH RÁMEČKŮ [10]	21
OBR. 9) ZNAČKY ZÁKLADNY [11]	22
OBR. 10) A) PLOCHA JAKO ZÁKLADNA B) OSA JAKO ZÁKLADNA [11]	22
OBR. 11) TEORETICKY PŘESNÉ ROZMĚRY [10]	22
OBR. 12) A) TOLERANCE ROVINNOSTI B) TOLERANČNÍ POLE [10].....	23
OBR. 13) A) TOLERANCE TVARU PLOCHY B) TOLERANČNÍ POLE [10] ...	24
OBR. 14) A) TOLERANCE KOLMOSTI B) TOLERANČNÍ POLE [10]	24
OBR. 15) A) TOLERANCE POLOHY B) TOLERANČNÍ POLE [10]	24
OBR. 16) A) TOLERANCE SOUMĚRNOSTI B) TOLERANČNÍ POLE [10]	25
OBR. 17) PŘÍKLAD PŘEDPISU ÚPLNÉ ZNAČKY S PARAMETREM RA	26
OBR. 18) A) LIBOVOLNÝ VÝROBNÍ PROCES B) POŽADAVEK ODEBÍRÁNÍ MATERIÁLU C) ZÁKAZ ODEBÍRÁNÍ MATERIÁLU [16].....	26
OBR. 19) POZICE DOPLŇUJÍCÍCH POŽADAVKŮ [16]	26
OBR. 20) VNITŘNÍ MECHANISMUS REVOLVERU [20]	27
OBR. 21) A) FUNKČNÍ PRVKY B) DOTEK KOHOUTU A SPOUŠTĚ	28
OBR. 22) VÝŠKOMĚR MITUTOYO	29
OBR. 23) DÍLENSKÝ MIKROSKOP CARL ZEISS.....	30
OBR. 24) SADA VÁLCOVÝCH KALIBRŮ 1,00 – 5,99 MM	30
OBR. 25) SADA VÁLCOVÝCH KALIBRŮ 6,00 – 9,99 MM	31
OBR. 26) SADA KONCOVÝCH MĚREK.....	31
OBR. 27) SOUŘADNICOVÝ MĚŘICÍ STROJ DEMEET 400	32
OBR. 28) POPISOVÉ POLE	33
OBR. 29) PRIZMA SPOLEČNĚ S VÁLCOVÝM KALIBREM	34
OBR. 30) POZICE KOHOUTU PO VYROVNÁNÍ A ROZMĚR PRO VYROVNÁNÍ.....	35
OBR. 31) OTOČENÍ KOHOUTU O 90°	35

OBR. 32) A) PODLOŽENÍ KONCOVOU MĚRKOU B) SPECIÁLNÍ PODLOŽKA	
36	
OBR. 33) UPEVNĚNÍ KOHOUTU V SOUŘADNICOVÉM STROJI.....	37
OBR. 34) IDEÁLNÍ PŘÍPAD PŘI OPŘENÍ.....	37
OBR. 35) NEJEDNOZNAČNÁ SPECIFIKACE A JEJÍ MOŽNÉ	
INTERPRETACE.....	39
OBR. 36) CHYBĚJÍCÍ ZÁKLADNA U TOLERANCE SOUMĚRNOSTI.....	40
OBR. 37) VÝROBNÍ PROCESY POVRCHŮ	44

SEZNAM TABULEK

TAB 1) TOLERANCE ODCHYLEK TVARU A POLOHY [10]	23
TAB 2) VÝSTUP PRVNÍHO PROGRAMU	38

SEZNAM ZKRATEK A SYMBOLŮ

AD	Altered default, Upraven výchozí operátor specifikace
E	Požadavek obalové plochy
GPS	Geometrical product specification, Geometrická specifikace produktu
LP	Modifikátor rozměru ze dvou bodů
lr	Základní délka
Ra	Průměrná aritmetická úchylka posuzovaného profilu
TED	Theoretically exact dimensions, Teoreticky přesné rozměry
UF	Sloučený prvek, United feature
Z(x)	Hodnota souřadnice
λ_c	Profilový filtr definující rozhraní mezi složkami drsnosti a vlnitosti

SEZNAM PŘÍLOH

- Příloha 1** Aktuální specifikace kohoutu (elektronická příloha)
Příloha 2 Nová specifikace kohoutu (elektronická příloha)