

Konstrukce měřicího přípravku pro ohýbaný dílec

Bc. Jakub Šerý

Diplomová práce
2016



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav výrobního inženýrství

akademický rok: 2015/2016

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Jakub Šerý**
Osobní číslo: **T14555**
Studijní program: **N3909 Procesní inženýrství**
Studijní obor: **Výrobní inženýrství**
Forma studia: **prezenční**

Téma práce: **Konstrukce měřicího přípravku pro ohýbaný dílec**

Zásady pro vypracování:

1. Provedte literární studii na dané téma
2. Konstrukce sestavy přípravku
3. Vyhotovení výkresové dokumentace
4. Návrh metrologického postupu

Rozsah diplomové práce:
Rozsah příloh:
Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**
Seznam odborné literatury:
dle doporučení vedoucího diplomové práce

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Martin Řezníček, Ph.D.**
Ústav výrobního inženýrství
Datum zadání diplomové práce: **8. ledna 2016**
Termín odevzdání diplomové práce: **13. května 2016**

Ve Zlíně dne 26. ledna 2016



doc. Ing. František Buňka, Ph.D.
děkan



prof. Ing. Berenika Hausnerová, Ph.D.
ředitel ústavu

Příjmení a jméno: ŠERY JAKUB

Obor: VÝROBNÍ INŽENÝRSTVÍ

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby ¹⁾;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen na příslušném ústavu Fakulty technologické UTB ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3 ²⁾;
- beru na vědomí, že podle § 60 ³⁾ odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 ³⁾ odst. 2 a 3 mohu užit své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Ve Zlíně ...2. 5. 2016



¹⁾ zákon č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, § 47 Zveřejňování závěrečných prací:

(1) Vysoká škola nevdělečně zveřejňuje disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce, u kterých proběhla obhajoba, včetně posudků oponentů a výsledku obhajoby prostřednictvím databáze kvalifikačních prací, kterou spravuje. Způsob zveřejnění stanoví vnitřní předpis vysoké školy.

(2) Disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce odevzdané uchazečem k obhajobě musí být též nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k nahlížení veřejnosti v místě určeném vnitřním předpisem vysoké školy nebo není-li tak určeno, v místě pracoviště vysoké školy, kde se má konat obhajoba práce. Každý si může ze zveřejněné práce pořizovat na své náklady výpisy, opisy nebo rozmnoženiny.

(3) Platí, že odevzdáním práce autor souhlasí se zveřejněním své práce podle tohoto zákona, bez ohledu na výsledek obhajoby.

²⁾ zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 35 odst. 3:

(3) Do práva autorského také nezasahuje škola nebo školské či vzdělávací zařízení, užije-li nikoli za účelem přímého nebo nepřímého hospodářského nebo obchodního prospěchu k výuce nebo k vlastní potřebě dílo vytvořené žákem nebo studentem ke splnění školních nebo studijních povinností vyplývajících z jeho právního vztahu ke škole nebo školskému či vzdělávacímu zařízení (školní dílo).

³⁾ zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 60 Školní dílo:

(1) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení mají za obvyklých podmínek právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla (§ 35 odst. 3). Odpírá-li autor takového díla udělení svolení bez vážného důvodu, mohou se tyto osoby domáhat nahrazení chybějícího projevu jeho vůle u soudu. Ustanovení § 35 odst. 3 zůstává nedotčeno.

(2) Není-li sjednáno jinak, může autor školního díla své dílo užít či poskytnout jinému licenci, není-li to v rozporu s oprávněnými zájmy školy nebo školského či vzdělávacího zařízení.

(3) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení jsou oprávněny požadovat, aby jim autor školního díla z výdělku jim dosaženého v souvislosti s užitím díla či poskytnutím licence podle odstavce 2 přiměřeně přispěl na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložily, a to podle okolností až do jejich skutečné výše; přitom se přihlídně k vyšší výdělu dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

ABSTRAKT

Cílem této práce je návrh kontrolního přípravku pro zadaný výrobek z hliníkového materiálu, vyráběný technologií tváření. Práce se skládá ze dvou částí – teoretické a praktické. V teoretické části jsou popsány základní pojmy z oblasti přípravků, zejména jejich rozdělení, konstrukční zásady. Jaké se používají ustavovací a upínací prvky až po údržbu a skladování přípravku.

Praktická část je zaměřena na návrh přípravku. Je zde popsána kontrolovaná součást, jak a z čeho se vyrábí a co je na ní potřeba kontrolovat. Dále vizualizace přípravku, kontrolní postup měření a v neposlední řadě zkušební postup součásti.

Kontrolní přípravek byl vymodelován v programu Catia V5R19, včetně výkresů sestav.

Klíčová slova: tváření kovů, kontrolní přípravek, kontrolní postup

ABSTRACT

The aim of thesis is to devise a measuring gauge for the given product which is made from aluminium material, produced by the forming technologies. Works consist of the two parts – theoretical and practical. The theoretical part describes basic terms from the field of gauge, especially their distributions, design principles. What used locating and clamping elements to maintenance and storage of the product.

The practical part is focused on the design of the gauge. It is described here controlled part, how and what is produced and what is needed to control it. Additionally visualization gauge, inspection process measurement and finally testing procedure components.

The cutting tool was designed in 3D modeling program Catia V5R19, including drawing documentation

Keywords: shaping metals, control gauge, control plan

Poděkování:

Tímto děkuji panu Ing. Martinu Řezníčkovi, Ph.D. za cenné připomínky a rady týkající se zpracování mé diplomové práce.

Motto:

„Každý, kdo se přestane učit, je starý, ať je mu 20 nebo 80.

Každý, kdo se stále učí, zůstává mladý.

Je nejlepší v životě zůstat mladý.“

Henry Ford

Prohlašuji, že odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

OBSAH

ÚVOD	10
I TEORETICKÁ ČÁST	11
1 PŘÍPRAVKY	12
1.1 ROZDĚLENÍ PŘÍPRAVKŮ	12
1.1.1 Podle rozsahu použití:	12
1.1.2 Podle operačního určení:	13
1.1.3 Podle zdroje upínací síly:	14
1.2 KONSTRUKČNÍ ZÁSADY PŘI NAVRHOVÁNÍ PŘÍPRAVKŮ.....	15
1.2.1 Přípravné práce.....	15
1.2.2 Vlastní konstrukční práce.....	16
1.3 VOLBA MATERIÁLU PRO PŘÍPRAVKY.....	17
2 PRVKY NA PŘÍPRAVKU	19
2.1 USTAVENÍ SOUČÁSTI	19
2.2 PRVKY PRO USTAVENÍ SOUČÁSTI	20
2.2.1 Prvky pro ustavení obrobků s rovinnou základnou	20
2.2.2 Prvky pro ustavení součástí s vnější válcovou plochou	22
2.2.3 Prvky pro ustavení obrobků s vnitřní válcovou plochou.....	23
2.2.4 Prvky pro ustavení na kuželové plochy.....	24
2.3 UPÍNACÍ ZAŘÍZENÍ PŘÍPRAVKŮ	24
2.3.1 Mechanické upínací prvky	26
2.3.2 Pneumatické a hydraulické upínání.....	29
2.3.3 Pneumaticko-hydraulické upínání.....	32
2.3.4 Elektromagnetické upínání.....	32
2.4 PRVKY PRO USTAVENÍ A VEDENÍ NÁSTROJŮ.....	33
2.4.1 Vrtací a vodící pouzdra	33
2.4.2 Tolerance roztečí vrtacích pouzder	35
3 TĚLESA PŘÍPRAVKU	36
3.1.1 Druhy těles	36
3.2 POMOCNÉ SOUČÁSTI PŘÍPRAVKŮ	37
3.3 ÚDRŽBA A OŠETŘOVÁNÍ PŘÍPRAVKŮ.....	39
3.4 SKLADOVÁNÍ A EVIDENCE PŘÍPRAVKŮ.....	39
II PRAKTICKÁ ČÁST	40
4 VYMEZENÍ CÍLŮ DIPLOMOVÉ PRÁCE	41
5 ROZBOR SOUČÁSTI	42
5.1 DRŽÁK CHLADIČE.....	42
5.2 ZÁKLADNÍ ÚDAJE O SOUČÁSTI	42
5.3 VÝROBA DÍLU.....	43
5.3.1 Výrobní stroj	43

5.3.2	Výrobní nástroj.....	44
5.3.3	Analýza materiálu.....	45
6	KONCEPT KONTROLNÍHO PŘÍPRAVKU	47
6.1	USTAVOVACÍ PLOCHY	47
6.2	KONTROLA POZIC DĚR	47
6.3	KONTROLA ODCHYLEK TVARU	48
6.3.1	Kontrola odchylek tvaru – pomocí spárových kalibrů	48
6.3.2	Kontrola odchylek tvaru – pomocí digitálního úchylkoměru.....	49
6.4	KONTROLA ODCHYLEK OŘEZU.....	50
6.5	KONTROLA VELIKOSTI OTVORŮ	51
7	POSTUP MĚŘENÍ V KONTROLNÍM PŘÍPRAVKU	52
7.1	VIZUALIZACE PŘÍPRAVKU.....	52
7.2	POUŽITÁ MĚŘIDLA	54
7.2.1	Válečkové kalibry.....	54
7.2.2	Spárové kalibry.....	55
7.2.3	Ořezový kalibr.....	56
7.2.4	Upevnění kalibrů.....	56
7.2.5	Digitální úchylkoměr.....	57
7.3	USTAVENÍ DÍLU PŘED MĚŘENÍM.....	59
7.4	KONTROLA POZIC DĚR	61
7.5	KONTROLA ODCHYLEK OŘEZU – OŘEZOVÝM KALIBREM	62
7.6	KONTROLA ODCHYLEK TVARU PLOCHY A OŘEZU – SPÁROVÝM KALIBREM	63
7.7	MĚŘENÍ ODCHYLEK TVARU DÍLU – SPÁROVÝMI KALIBRY	64
7.8	MĚŘENÍ ODCHYLEK TVARU PLOCHY – DIGITÁLNÍM ÚCHYLKOMĚREM.....	66
7.9	KONTROLA ROZMĚRU OTVORŮ	68
8	ZKUŠEBNÍ POSTUP.....	70
8.1	ZÁZNAM O PROVEDENÉ KONTROLE.....	72
	ZÁVĚR	74
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	75
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	77
	SEZNAM OBRÁZKŮ	78
	SEZNAM TABULEK.....	81
	SEZNAM PŘÍLOH.....	82

ÚVOD

Charakteristickými znaky současné doby je potřeba šetřit výrobní čas a náklady na výrobu. Je kladen větší důraz na efektivnost výroby, na jakost výrobků, na jejich technickou a cenovou úroveň, na šetření materiálem a energií. Jedním z mnoha nástrojů, které nám tomu pomáhají, jsou přípravky.

Přípravky jsou velmi nutné pro dokonalou přípravu a organizaci výroby. Přispívají jak přímému, tak nepřímému zkracování výrobních časů, zabezpečují vzájemnou plynulou návaznost jednotlivých operací a zjednodušují jejich rozsah. Snižují fyzickou námahu dělníků a umožňují současnou obsluhu několika strojů najednou. Pomáhají dokonaleji využívat univerzálního strojního vybavení a zařazení nekvalifikovaných pracovníků do výrobního procesu, přičemž lze snížit jejich počet. V některých případech se výroba součástí bez nich vůbec neobejde, např. při vrtání děr do kulovitých obrobků.

Přípravky nám ale neslouží jen u výrobních operací. S velkou mírou jich lze využít i v souvislosti s jakostí výrobku. Takové přípravky umožňují levnou, rychlou a jednoduchou kontrolu vyrobených součástí s minimálními nároky na obsluhu. Používají se například pro kontrolu tvaru vylisku. Kontrolní elementy jsou fixovány na základové desce přípravku tak, aby ve stanovených tolerancích odpovídaly modelu kontrolované součásti. Dále podle potřeby jsou vybaveny ručními kalibry pro kontrolu průměrů děr a číslicovými úchytkoměry.

Diplomová práce se zabývá právě odvětvím přípravků sloužících ke kontrole součástí vyráběných technologií tváření.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 PŘÍPRAVKY

Přípravky jsou výrobní pomůcky, které umožňují nebo usnadňují výrobu a činí ji produktivnější, hospodárnější a navíc i bezpečnější. Dalo by se říci, že žádný druh výroby, ať jde o výrobu rukodělnou, nebo strojní, kusovou, sériovou nebo hromadnou, se neobejde bez použití přípravku. Přípravek tedy můžeme definovat jako pomocné zařízení, určené k

- a) správnému ustavení a spolehlivému, rychlému a bezpečnému upnutí výrobku
- b) dosažení vzájemně správné polohy obrobku a nástroje na výrobním stroji
- c) dosažení požadované geometrické přesnosti a drsnosti povrchu obráběné plochy
- d) zpřesnění výroby
- e) zkrácení výrobních časů a tím zvýšení produktivity práce
- f) dokonalému vedení některých méně tuhých nástrojů
- g) zjednodušení obsluhy náročných úkonů
- h) odstranění namáhavé a zdraví nebezpečné práce [1][2][3]

Přípravky tedy pomáhají zlepšovat jakost výrobku a zvětšovat pracovní výkon. V některých případech jsou přípravky pro vykonání potřebné operace naprosto nezbytné. Vhodně volené přípravky umožňují často dělníkovi práci na dvou i více strojích. [1]

1.1 Rozdělení přípravků

1.1.1 Podle rozsahu použití:

- a) **Univerzální (víceúčelové)** – lze na nich upnout několik druhů obrobků téhož typu, avšak různých velikostí a tvarů. Jde například o sklíčidla, svěráky aj. [1][4]
- b) **Jednoúčelové** – navrhují se pro usnadnění sériové výroby jediné součásti, která je technologicky, tvarově a rozměrově neměnná. Navrhují se pro jednu výrobní operaci, proto je jich velké množství, což činí potíže při jejich udržování a skladování. Výhodou je spolehlivost upnutí a velká tuhost. [2]
- c) **Skupinové** – u tohoto druhu je buď celý přípravek, nebo jeho část společná pro celou skupinu obrobků. Skládají se ze stálých a vyměnitelných nebo seřiditelných

součástí. Mají výhody jednoúčelových přípravků, ale jsou levnější. Používají se zejména u CNC obráběcích strojů.[1][4]

- d) **Stavebnicové** – jsou zhotovené z typizovaných dílů a montážních skupin. Dají se skládat a přestavovat do různých sestav. Používají se v malosériové výrobě. [4]

1.1.2 Podle operačního určení:

Ve výrobě se používá různých přípravků, podle charakteru jednotlivých operací. Jde hlavně o univerzální přípravky, ale také i přípravky zvláštní: [2]

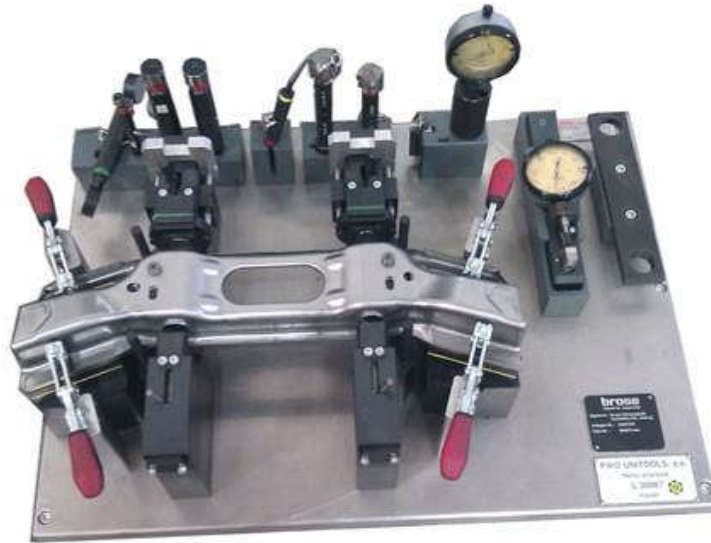
- a) **Přípravky pro obrábění** – slouží k upnutí obrobku v určité poloze vzhledem k nástroji. V případě, že je nástroj zároveň třeba vést, bývá jejich vedení vytvořeno jako součást přípravku.



Obr. 1. Přípravek pro obrábění [6]

- b) **Montážní přípravky** – používají se k přidržení součástí při jejich vzájemném rozebíratelném i nerozebíratelném spojování. Do této kategorie zařazujeme i přípravky svařovací.
- c) **Kontrolní přípravky** – Slouží k usnadnění a urychlení kontroly tvaru, přesnosti rozměrů, kolmosti ploch a os děr, rovnoběžnosti, roztečí apod. V jednoduchých případech se používají různá prizma, stojánky pro úchylkoměry, šablony, upínací

úhelníky, koníky apod. Ve složitějších případech konstrukce rámu pro uchycení měřících přístrojů.



Obr. 2. Kontrolní přípravek [7]

- a) **Rýsovací přípravky**- k orýsování součástí před obráběním.
- b) **Pomocná a dílenská zařízení** – sem lze zařadit pomůcky, které zlepšují pracovní možnosti stroje, pomůcky, které jsou určeny k obrábění ploch speciálních tvarů a dají se obrábět na normálních obráběcích strojích jen s přídavným zařízením. Dále se zde dají zařadit i pomocná nakládací zařízení, určená ke vkládání a vyjímání těžších součástí do stroje. [1]

1.1.3 Podle zdroje upínací síly:

- a) **Přípravky s ručním upínáním** – jsou zkonstruovány tak, aby fyzická námaha pracovníka vynaložená k upnutí součásti byla co nejmenší a doba potřebná k výměně, tj. jeho uvolnění, výměně a upnutí, včetně očištění, byla co nejkratší.
- b) **Přípravky s mechanickým upínáním** – k upínání výrobku se používá upínací mechanické síly vyvinuté – stlačeným vzduchem (pneumatické), tlakovou kapalinou (hydraulické), elektromotoricky (síla vyvolaná cívkou a jádrem), elektromagnety (působením magnetického pole), podtlakem (přísátím základny), hmotou s pamětí (využití vlastností některých látek, které po stlačení nabývají původní tvar), kombinace předcházejících. [5]

1.2 Konstrukční zásady při navrhování přípravků

Hlavní zásadou při konstrukci jakékoliv výrobní pomůcky je hospodárnost. Snahou konstruktéra výrobku musí být již od prvopočátku při dodržení funkčnosti i designu jeho hospodárnost při výrobě. Neúměrně složité, přesné a přemrštěné požadavky si vyžadují speciální nářadí, což vede ke zvýšeným nákladům na výrobu. Volba druhu přípravku se provádí na základě stanovení rentability:

$$U(1 + R) \geq \frac{C \cdot \frac{1}{K} + B}{n} \quad (1)$$

Kde: U - úspora v přímých mzdách [Kč/ks]

R - koeficient režie vlastní výroby [%]

C - cena přípravku (náklady na konstrukci, materiál, skladování, výrobu) [Kč]

K - životnost přípravku [roky]

B - rozdíl v nákladech na seřízení stroje s přípravkem a bez něho [Kč/rok]

n - počet výrobků vyrobených v jednom roce [ks/rok]

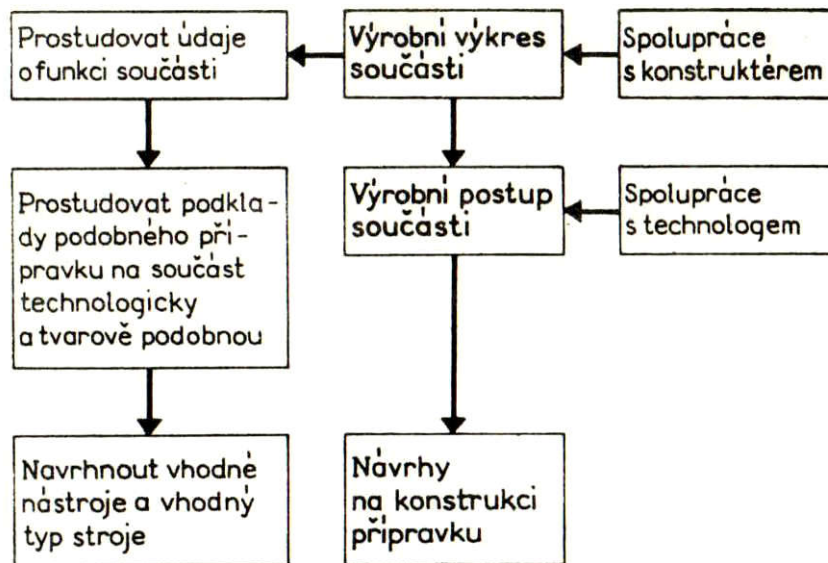
Návratnost nákladů vynaložených na speciální nářadí by neměla přesáhnout dobu výroby výrobku, pro který je určeno a neměla by přesáhnout 2 až 3 roky. [5]

Práce spojené s konstrukcí přípravků můžeme rozdělit na přípravné a vlastní konstrukční práce.

1.2.1 Přípravné práce

Konstruktér nejdříve prostuduje podklady, údaje a informace o výrobě a funkci součásti, pro jejíž některou operaci má přípravek navrhnout.

Konstruktér prostuduje výrobní výkres součásti v návaznosti na výrobní postup. Ve spolupráci s technologem respektuje tvar a velikost pracovní plochy na pracovním stole, tj. ověří si způsob umístění přípravku a manipulaci s ním na stole, vztah nástrojů k obráběným plochám, možnosti upínání několika obrobků zároveň, možnosti použití rychloupínačů, popř. další důležité souvislosti. Poté se rozhodne pro typ přípravku. [2]



Obr. 3. Blokové schéma návrhu přípravku [2]

1.2.2 Vlastní konstrukční práce

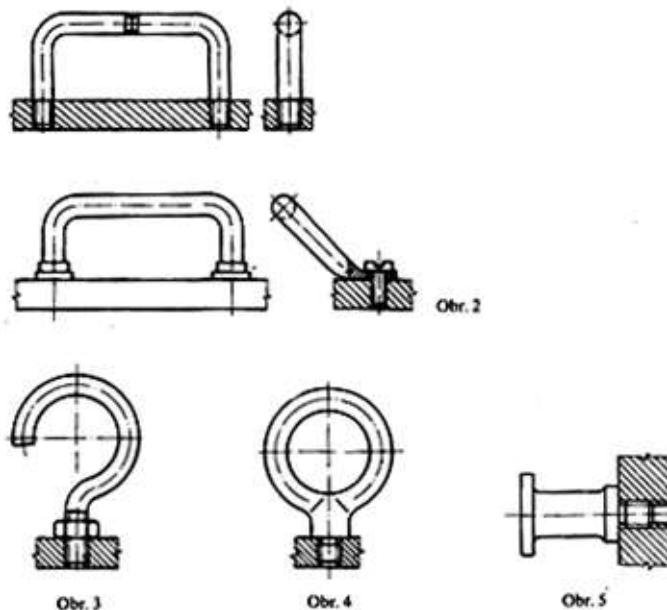
Při konstrukci upínacích přípravků se musíme řídit těmito zásadami:

- určit, kolik výrobků se bude v přípravku obrábět současně
- určit, zda přípravek bude sloužit jen pro jednu operaci, nebo pro více
- zakreslení ustavovacích a opěrných prvků – řezné síly musí působit do plochy vymezené opěrnými body a upínací síly, proti některému z pevných opěrných bodů, těžiště obráběné plochy by mělo být uprostřed mezi opěrnými body
- zakreslení prvků sloužících k nastavení nástrojů a vodících prvků nástrojů při práci
- vymezení ploch, za které lze upnutí provést, aniž by se obrobek deformoval - upínací prvky se zakreslí tak, aby upínací síly působily proti pevným opěrným bodům, zajistily přesné a bezpečné upnutí obrobku a nebránily nástrojům při obrábění
- jednotlivé části, tj. prvky ustavovací a opěrné, prvky sloužící k vedení nástrojů a prvky upínací, se spojí do jednoho celku tělesem přípravku

Další konstrukční zásady, kterých je třeba dbát:

- přípravek musí být dokonale tuhý, aby se působením upínacích a řezných sil nedeformoval

- b) ovládací prvky musí být dobře přístupné a obsluha jednoduchá a pohodlná
- c) musí být zajištěno jednoznačné ustavení obrobku
- d) musí být zajištěn odvod řezné kapaliny i třísek a snadné čištění přípravku
- e) plochy podléhající opotřebení a velkým tlakům se navrhují jako vyměnitelné
- f) je-li nutné s přípravkem při práci ručně manipulovat, je jeho hmotnost omezena normou na 20kg a přípravek musí být opatřen vhodnými rukojetmi, uchy



Obr. 4. Úchyty a rukojeti [1]

- g) ustavování a upínání obrobku a jeho uvolňování a vyjímání z přípravku musí být proveditelné v krátkém čase. [1]

1.3 Volba materiálu pro přípravky

Při volbě a výběru konstrukčních materiálů pro součásti přípravku se musí brát zřetel na členitost a náročnost provedení přípravku, minimální hmotnost při nejvyšší tuhosti, výrobní prostředí, v němž bude přípravek používán, počet vyráběných kusů. Limitující bývá také cena, skladovaný druh materiálu a výrobní možnosti nářadovny. Přehled nejpoužívanějších materiálů je v tabulce 1. Kromě těchto materiálů se ještě používají plasty, tvrzený papír a dřevo, lité pryskyřice a pryž. Úsporného řešení se dosáhne volbou levných materiálů, které se vhodně tepelně zpracují, nebo povrchově upraví. [2] [4]

Tab. 1. Materiály používané pro konstrukci přípravků [4]

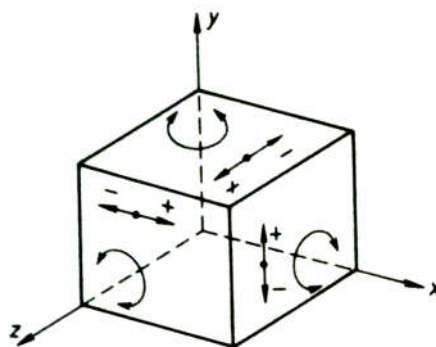
MATERIÁL			Použití	Stav
Třída	Označení ČSN	Číselné značení		
11	11425	1.0042	Podložky, vrtací šablony	Cementováno
	11500	1.0050	Upínky, třmeny, táhla, páky výstředníků	Kaleno
	11600	1.0060	Upínky, třmeny, táhla, rukojeti, středící vložky, upínací trny, pojišťovací kolíky, výstředníky, vačky, podpěrky, prizma	Kaleno
	11700	1.0070	Tvarové čelisti	
12	12010	1.1121	Velké vrtací a vodící pouzdra, středící vložky a čepy, soustružnické trny větších rozměrů, výstředníky	Cementováno, Kaleno
	12050	1.1191	Dorazové šrouby, upínací trny	Zušlechtěno
14	14220	1.7131	Použití stejné, jako u tř. 12 pro větší namáhání	Cementováno, Kaleno
15	15231	1.8162	Součásti s velkou odolností proti opotřebení a houževnaté	Zušlechtěno
19	19191	1.1545	Upínací hroty, upínací trny	Kaleno
	19452	1.2101	Malé středící čepy a malá vrtací pouzdra	Kaleno
42	42 2418		Odlitky z šedé litiny	

2 PRVKY NA PŘÍPRAVKU

2.1 Ustavení součásti

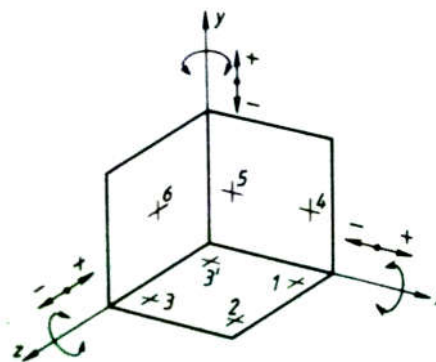
Ještě před upnutím musí být díl v přípravku správně ustaven. Uloží se na jeho základní plochu (plochy) a opře se o opěrné plochy. Správně ustavený výrobek v přípravku je stabilní v poloze, která odpovídá orientaci potřebné pro obrábění.

Předmět má v prostoru šest stupňů volnosti, tj. může se posouvat ve směrech os - x,y,z a současně se může kolem těchto os i otáčet.



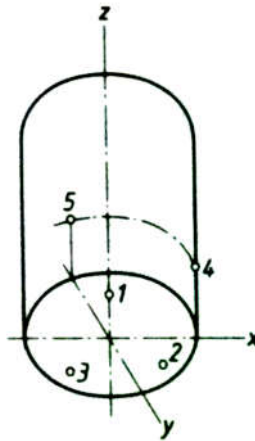
Obr. 5. Stupně volnosti [3]

K ustavení takového předmětu a vymezení jeho polohy v prostoru je třeba celkem šesti bodů. Tzn., že každý z těchto bodů vymezuje jeden stupeň volnosti.



Obr. 6. Vymezení stupňů volnosti [3]

K ustavení válcového obrobku a určení jeho polohy v prostoru postačí bodů pouze pět.



Obr. 7. Vymezení stupňů volnosti u válce [3]

2.2 Prvky pro ustavení součásti

Jednoznačné ustavení obrobku v přípravku zajišťují opěrné prvky. Jejich volba tj. tvar, rozměry a funkce se řídí především: charakterem ustavovacích a opěrných ploch na součásti, jejich jakostí, požadovanou přesností a tuhostí dílu a druhem přípravku. Hlavní požadavek na opěrky je jejich trvalá přesnost, které se dosáhne tím, že jejich pracovní plochy jsou tvrdé a broušené. [4]

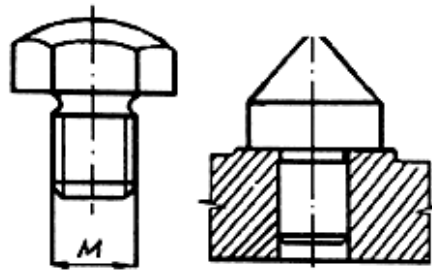
2.2.1 Prvky pro ustavení obrobků s rovinnou základnou

Jde především o opěrné čepy, jejichž činná plocha je buď rovinná pro ustavení na obrobekovou plochu, anebo kulovitá pro ustavení neobrobekové plochy. Do tělesa přípravku se buď lisují, nebo šroubují a společně se přebroušují. Jejich pracovní plochy se kalí na tvrdost 58 až 62 HRC, aby jejich odolnost proti opotřebení byla co největší. Měly by být pokud možno co nejmenších rozměrů, aby na ně obrobek dokonale dosedl a daly se udržovat v čistotě. Jejich vzdálenost mezi sebou by měla být co největší z důvodu dokonalé stability upnuté součásti. [1] [4]

a) Pevné opěrky s válcovou nebo šestihrannou hlavou

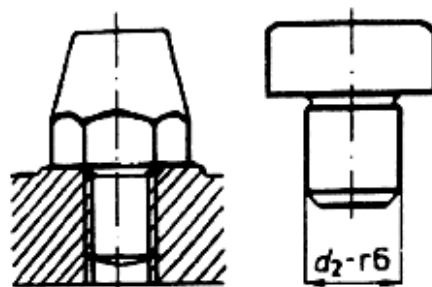
Dělají se ve dvou provedeních:

- Se zaoblenou hlavou pro součásti s neobrobekovou základnou.



Obr. 8. Pevná opěrka na neobrobený povrch [3]

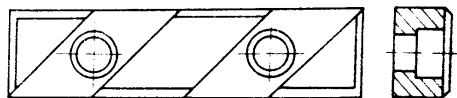
- S rovnou hlavou pro součásti s obrobenou základnou. [3]



Obr. 9. Pevný opěrka na obrobený povrch [3]

b) Opěrné lišty

Slouží k opření rozměrných a těžkých dílů. Ustavovací plocha musí být dobře obrobena. Dosedací plocha opěrky je opatřena drážkami pro snadné odstranění drobných nečistot při ustavování obrobku. Upevňovací šrouby se zapouštějí a hrany lišt se zkosí pod úhlem 45°. [1] [3]

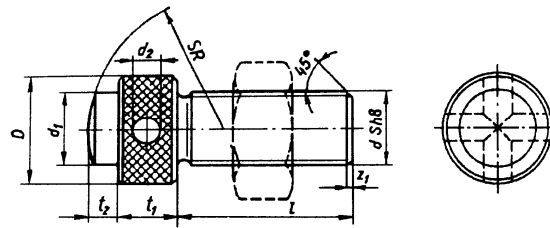


Obr. 20

Obr. 10. Opěrné lišty [1]

c) Stavitelné opěrky

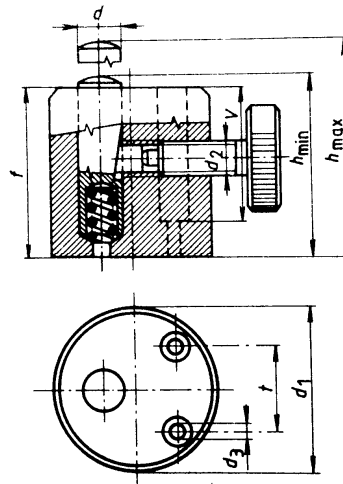
Používají se k ustavení více tvarově podobných přípravků určených k ustavení více tvarově shodných obrobků s různými rozměry. Jejich využití je především v malosériové výrobě. [3]



Obr. 11. Stavitelné opěrky [3]

d) Samostavitelné opěrky

Používají se jako pomocné, pro zvýšení stability a tuhosti ustavení a je-li nebezpečí deformace obrobku vlivem řezných či upínacích sil. [3]



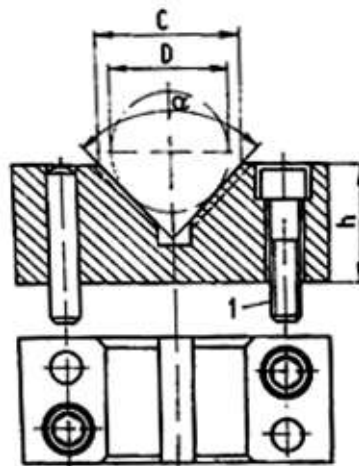
Obr. 12. Samostavitelné opěrky [3]

2.2.2 Prvky pro ustavení součástí s vnější válcovou plochou

Na přípravcích, kde je nutné součást upnout za vnější válcovou plochu, se používají prizmatické opěrky.

Prizmatické opěrky:

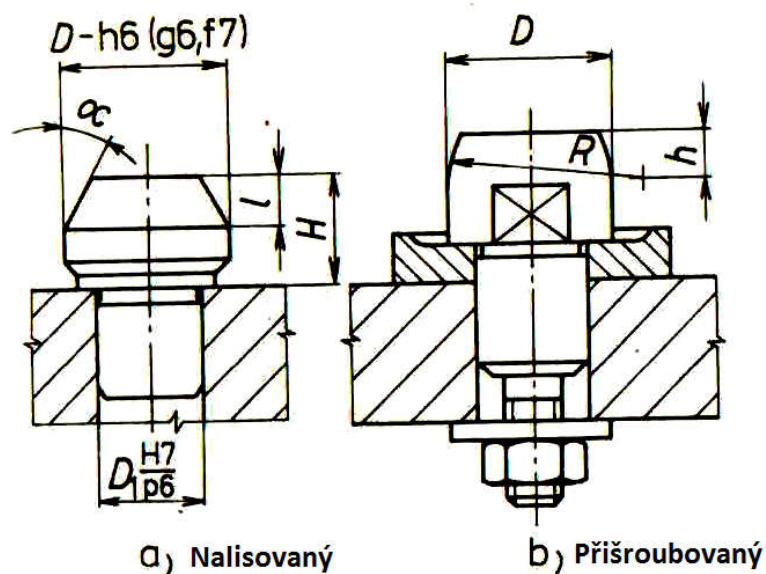
Na rozdíl od předchozích opěr, které určovaly polohu obrobku jen výškově, určují prizmatické opěry polohu i stranově. Proto se musí jejich poloha zajistit dvěma kolíky. Prizmatické opěry se k tělesu přípravku připevňují šrouby. Úhel rozevření opěrných ploch α bývá 60 až 120°, nejčastěji 90°. [1]



Obr. 13. Prizmatická opěrka [1]

2.2.3 Prvky pro ustavení obrobků s vnitřní válcovou plochou

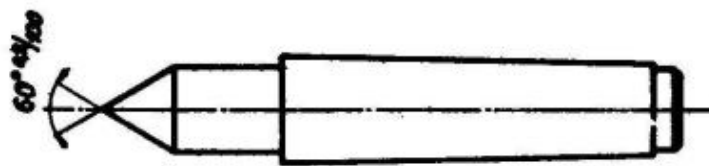
Ustavení za přesné díry se často využívá jak u rotačních součástí, tak i dílů deskových a skříňových. U rotačních obrobků s průchozí dírou to bývá ustavení na trny, které obvykle i upínají a tím vymezují všechny stupně volnosti. U součástí deskových a skříňových bývá časté ustavení za dvě obrobené díry vyrobené s přesnou roztečí. Ustavovací prvky jsou středící čepy a středící vložky. Ty jsou buď do tělesa přípravku zalisovány, nebo zasunuty a pojištěny maticí, v případech, kdy se předpokládá častější výměna čepu z důvodu opotřebení. Díl dosedá buď přímo na těleso přípravku, nebo na nákrůžek. Pro rychlé a pohodlné nasunutí obrobku se srážejí, nebo zaoblují horní strany čepu. [3] [4]



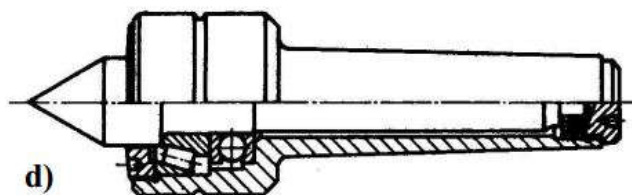
Obr. 14. Středící čep[1]

2.2.4 Prvky pro ustavení na kuželové plochy

Nejznámější kuželovou opěrkou jsou hroty. Jsou normalizované v ČSN 24 3301 až 24 3329. Používají se nejčastěji k obrábění vnějších rotačních ploch, ale i nerotačních, např. při frézování drážek, ozubení apod. Nejpřesnější jsou hroty pevné. Pro velké řezné rychlosti se používají hroty otočné. Hroty jsou velmi namáhané a dochází k opotřebení otěrem. Z toho důvodu se vyrábí buď z legovaných, nebo nástrojových ocelí. Úhel hrotu bývá nejčastěji 60° . Se zvětšováním úhlu se pevnost hrotu zvětšuje, vznikají však větší osové síly. [1] [3] [4]



Obr. 15. Opěrný hrot otočný [5]



Obr. 16. Opěrný hrot otočný [5]

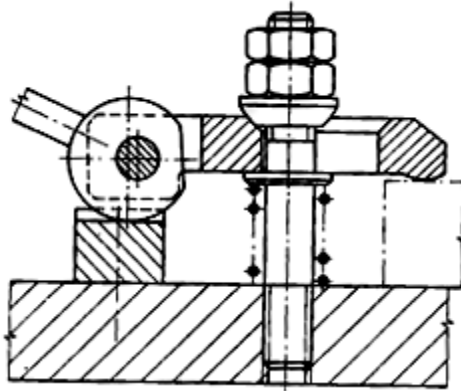
2.3 Upínací zařízení přípravků

Součásti ustavené v žádané poloze opěrnými prvky je nutno zajistit upínacími prvky proti působení sil. Upínací síly musí být dostatečně velké, aby se díl během prováděných operací neuvolnil, popř. nedeformoval. Způsob upínání, upínací zařízení a upínací prvky je třeba volit tak, aby čas potřebný k upnutí byl co nejkratší.

Upínací síla se přenáší na díl upínacím zařízením. To se skládá z:

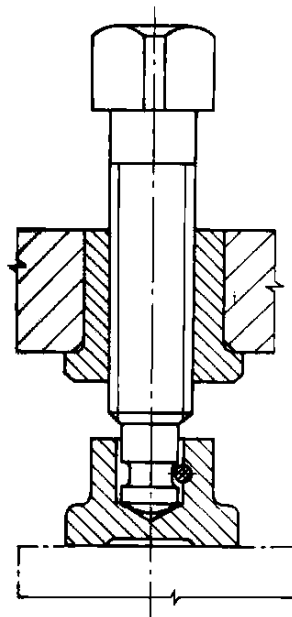
- Prvku, který vyvozuje upínací sílu (šroub, výstředník aj.)
- Upínacího prvku (upínka, páka, prizma aj.)
- Mechanismu, který mění směr, nebo velikost upínací síly.

Pokud upínací zařízení obsahuje všechny tyto části, nazývá se nepřímé.



Obr. 17. Upínání nepřímé [4]

Když všechny funkce splňuje jeden prvek, nazývá se přímé. [4] [5]



Obr. 18. Upínání přímé [4]

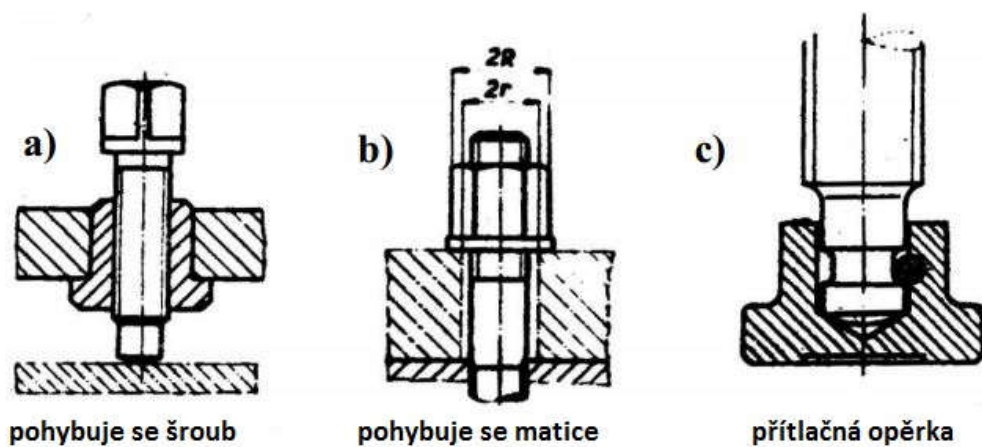
Podle způsobu vyvinutí upínací síly lze rozdělit upínací prvky na:

- a) **Mechanické**
- b) **Pneumatické**
- c) **Hydraulické**
- d) **Pneumaticko-hydraulické**
- e) **Elektromagnetické [3]**

2.3.1 Mechanické upínací prvky

Šroub a matice:

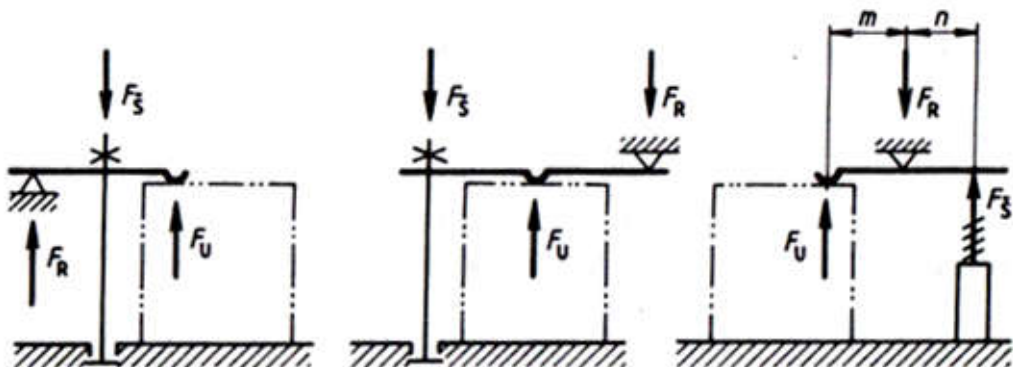
Jde o nejpoužívanější upínací prvky pro svou jednoduchost, všestranné použití, dosažení velké upínací síly při působení výchozí malé síly, samosvornost, univerzálnost. Nevýhodou je zdlouhavé upínání při velkých zdvizích a omezený prostor pro pohyb rukojetí, pák apod. Při upínání působí šroub přímo na obrobek, nebo přes nějaký spojovací element (např. upínka). Při přímém působení šroubu na součást dochází k otlacení plochy obrobku, čemuž zabráníme vložením přitlačné opěrky. [4] [5]



Obr. 19. Upínání šroubem a maticí [5]

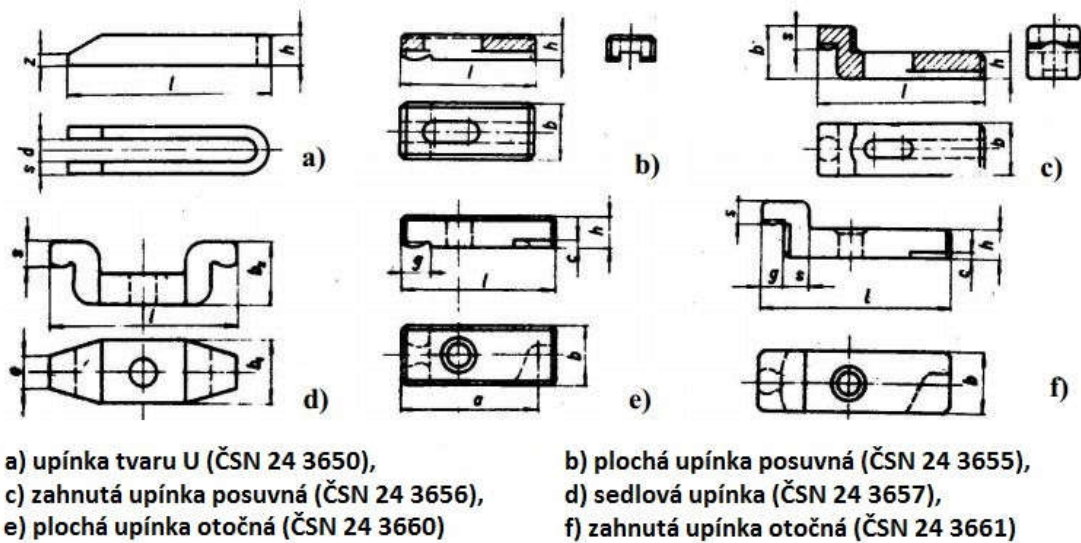
Upínky:

Používají se k přenosu upínací síly, nebo jejímu rozdělení. V principu jde o dvouramennou páku, vloženou mezi upínací prvek a obrobek.



Obr. 20. Způsoby uspořádání upínek [3]

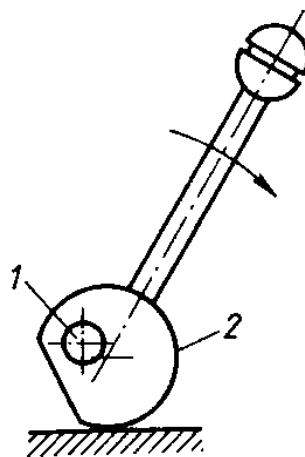
Upínky se vyrábějí z konstrukčních nelegovaných ušlechtilých ocelí. Z pravidla se navrhují podle normy.



Obr. 21. Základní tvary upínek [5]

Výstředníky:

Řadí se do kategorie rychloupínačů, ovládají se jediným plynulým pohybem rukojeti. Je výrobně jednoduchý, levný na výrobu. Jejich nevýhodou je malý pracovní zdvih, takže jsou vhodné jen pro upínání obrobků s malými rozměrovými úchytkami. [2] [5]



Obr. 22. Výstředník [3]

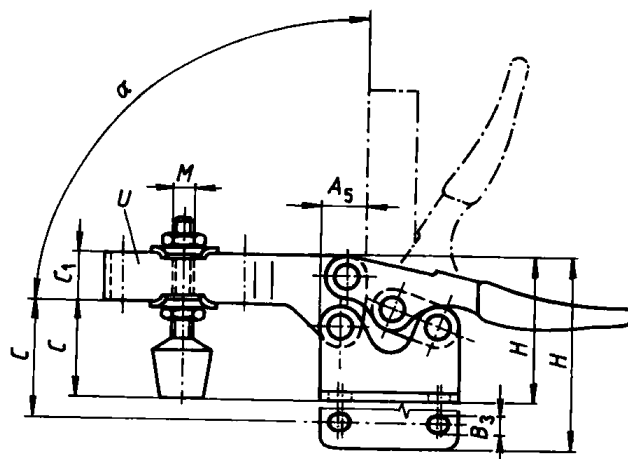
Jde v podstatě o páky, jejichž upínací plocha je kruhového tvaru, s výstředně uloženým bodem, podle něhož se otáčí. Upínací část působí na díl buď přímo, nebo prostřednictvím přítlačné části přípravku. [3] [5]

Vačky:

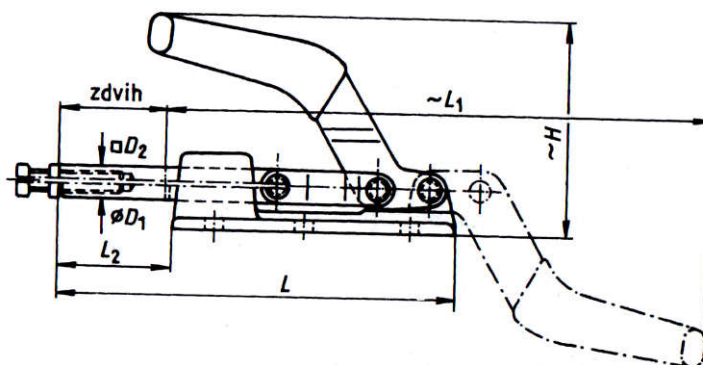
Mají obdobný význam jako výstředníky, ale odlišuje se od nich především způsobem výroby funkční plochy, tvarem funkční plochy, popř. rozsahem samosvornosti. Při stejných rozměrech mají větší úhel pootočení a větší zdvih. Cenově jsou dražší než výstředníky. Rozeznáváme vačky radiální, kde obrysovou křivku tvoří nejčastěji Archimédova spirála, a axiální vačky, kde je funkční plocha vytvořena šroubovicí. [2] [4]

Pákové a kloubové zařízení:

Pomocí pákových a kloubových mechanismů lze získat velké upínací síly, měnit jejich směr a rozkládat jejich působení na více míst obrobku. Výrobně a funkčně jednoduché. Vhodnou úpravou rozměrových poměrů na pákovém mechanismu se dá dosáhnout samosvornosti při přijatelném zdvihu. Používají se páky jednoramenné, dvouramenné, úhlové. Obvykle se užívá pro montážní a svařovací přípravky. [2] [3] [4]



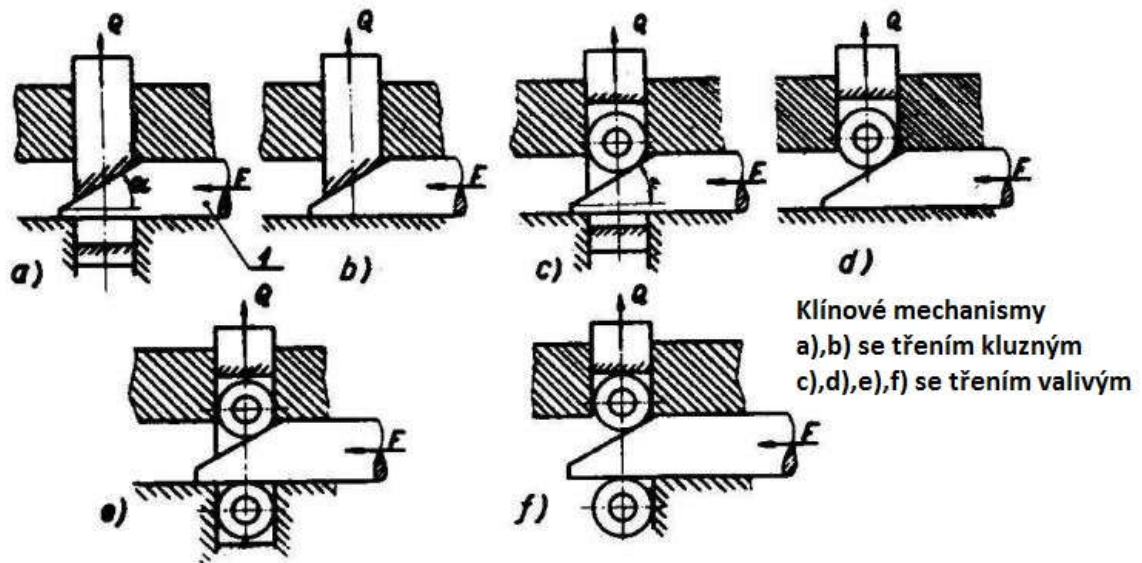
Obr. 23. Pákový upínač s odklopným ramenem [3]



Obr. 24. Pákový upínač s přímočarým pohybem [3]

Klínové mechanismy:

Klínové mechanismy se používají při konstrukci přípravků pro svou jednoduchost, malé rozměry a možnost změny směru upínací síly vzhledem k působící. Zpravidla se používají jako zesilovací prvky ve spojení s hydraulickými, častěji však pneumatickými upínači. U těchto mechanismů jsou poměrně velké ztráty, zejména při malých úhlech klínu, proto se smykové tření nahrazuje valivým odporem pomocí kladek.



Obr. 25. Příklady konstrukce klínového upínacího zařízení [5]

Kuželové upínací trny:

Se používají k upínání obrobků s přesně obrobenou dírou. Trny mají kuželovitost 1:1500 až 1:2500. Tato metoda zaručuje dokonalou souosost díry s obráběnou plochou, proto se tato metoda používá, i když má řadu nevýhod – pro každý průměr díry musí být nový trn a obrobek musí být nalisován. [3]

2.3.2 Pneumatické a hydraulické upínání

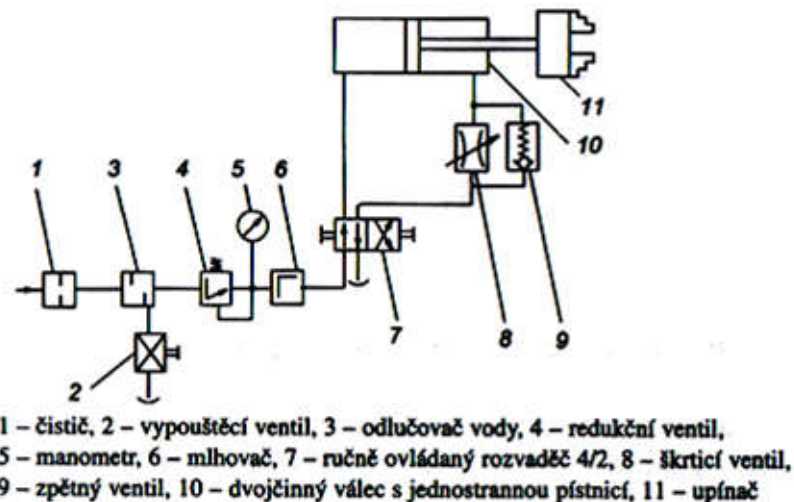
Při porovnání s ručním upínáním mají tyto výhody:

- Upínání je rychlejší o 80 až 90%
- Odstraňuje fyzickou námahu dělníka
- Lze snadno vyvodit a regulovat velké upínací síly
- Upínací síla působí trvale

- Možnost automatizace upínání a uvolňování dílu
- Poskytují značné síly při malých rozměrech [3] [4]

Pneumatické zařízení:

Je velmi rozšířené. Používá se tam, kde se vyžadují rychlé pohyby a upínací síla nepřesáhne 30 000N. Zdroj tlaku je stlačený vzduch, zpravidla o tlaku 0,4 až 0,6 MPA, rozváděný potrubím z centrálního zdroje. Pneumatický obvod se skládá z prvků pro výrobu a úpravu vzduchu, z pracovních prvků, z řídicích a regulačních prvků, z vedení vzduchu a jeho částí.

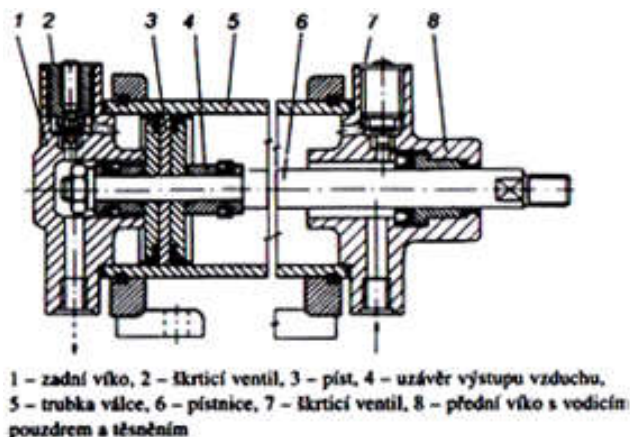


Obr. 26. Pneumatické upínání – schéma [3]

Většina prvků je normalizována, konstruktér většinou řeší jen upínač.

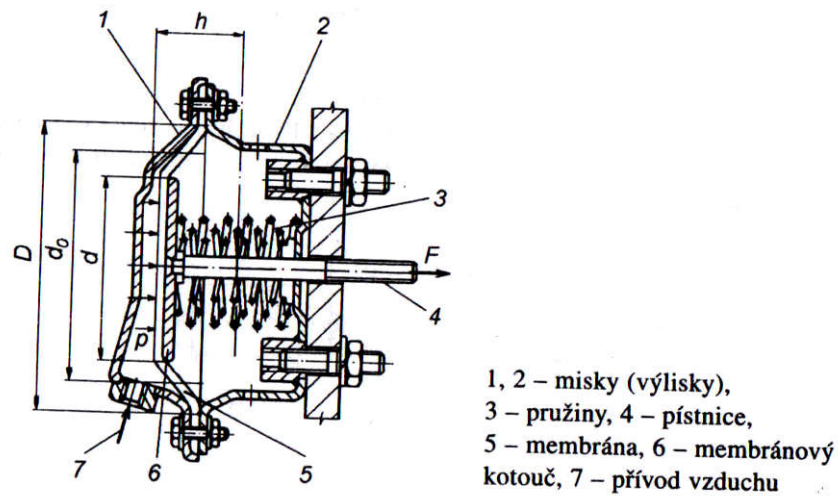
Vzduchové pohony jsou

- a) Pístové – nejčastěji používané upínací prvky.



Obr. 27. Vzduchový válec [3]

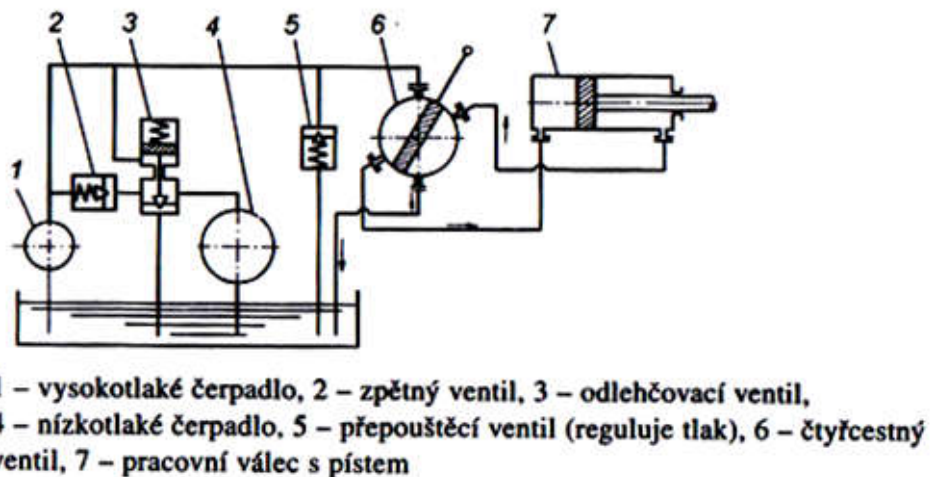
b) Membránové – pro malé upínací zdvihy, laciné, konstrukčně jednoduché.



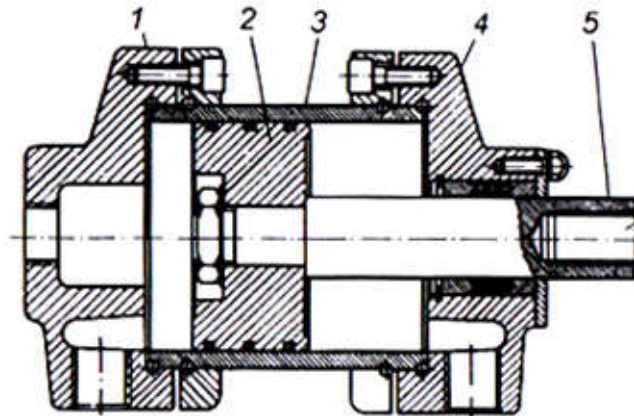
Obr. 28. Membránový upínač [3]

Hydraulické zařízení:

Ve srovnání s pneumatickým upínáním mají menší rozměry, dosahují větší upínací síly, upnutí je tužší a spolehlivější. Nevýhodou je složitost, náročnost na těsnost a vyšší pořizovací cena. Hydraulické obvody se skládají z obdobných prvků jako obvody pneumatické. [3] [4]



Obr. 29. Schéma hydraulického zařízení [3]



1 – zadní víko, 2 – píst, 3 – trubka válce, 4 – přední víko s vodicím pouzdem a těsněním, 5 – nístnice

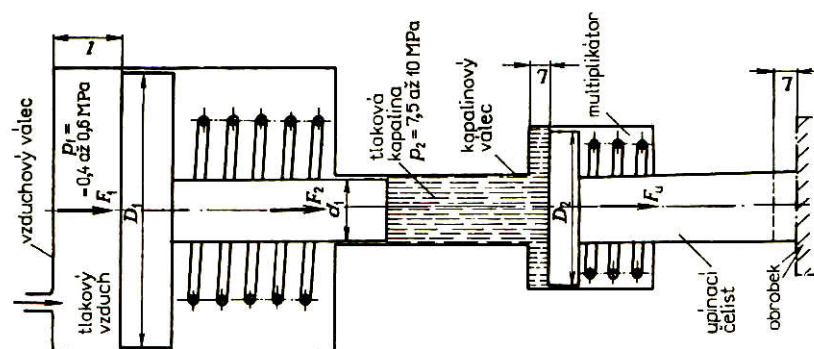
Obr. 30. Hydraulický válec [3]

2.3.3 Pneumaticko-hydraulické upínání

Využívá přednosti obou způsobů upínání. Má dvě části

- Nízkotlakou (pneumatickou)
- Vysokotlakou (hydraulickou)

Malým tlakem ovládacího vzduchu na píst vzniká v kapalině za pístem velký tlak, kterým se ovládají čelisti. Toto zařízení se nazývá multiplikátor. Tyto multiplikátory jsou cenově snadno dostupné, lze je s výhodou používat i v kusové a malosériové výrobě. [2] [3] [4]



Obr. 31. Upínání s multiplikátorem [2]

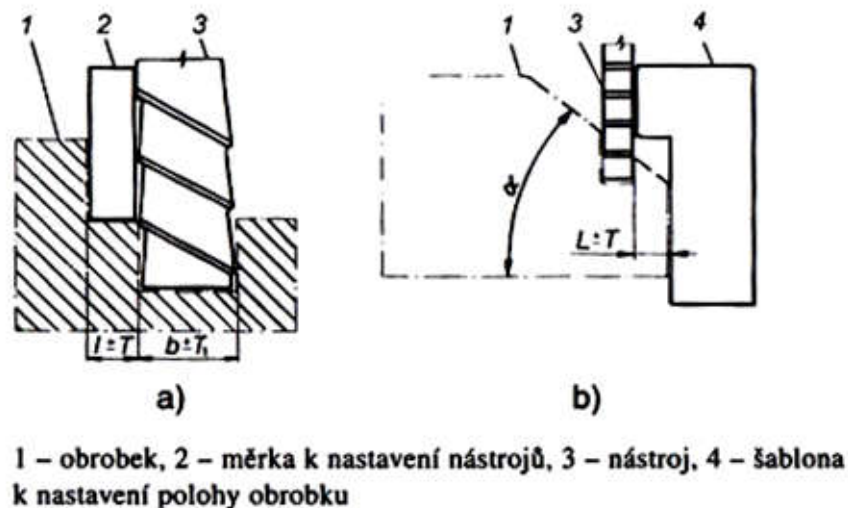
2.3.4 Elektromagnetické upínání

Hlavní částí upínače, která vyvodí upínací sílu, je elektromagnet. Ten je závislý na vnějším zdroji energie, pracující s napětím 110V stejnosměrného proudu. Upínání je vhodné pro

tenké součásti. Uplatňuje se především při broušení a frézování tenkých plochých obrobků. Obecně platí, že pro tento typ upínání jsou vhodné oceli s nízkým obsahem uhlíku. Naopak méně vhodné jsou legované oceli a litiny.

2.4 Prvky pro ustavení a vedení nástrojů

Nástroje vůči obrobku se nastavují různými způsoby, které závisí na druhu výroby a výrobní operace. Cílem je zkracování výrobních časů a zpřesnění výroby. Ke správnému vzájemnému ustavení nástroje vůči obrobku se používají nastavovací měrky, kalibry, stojánky s měrkami nebo úchylkoměry, popř. zvláštní šablony. [3] [4]



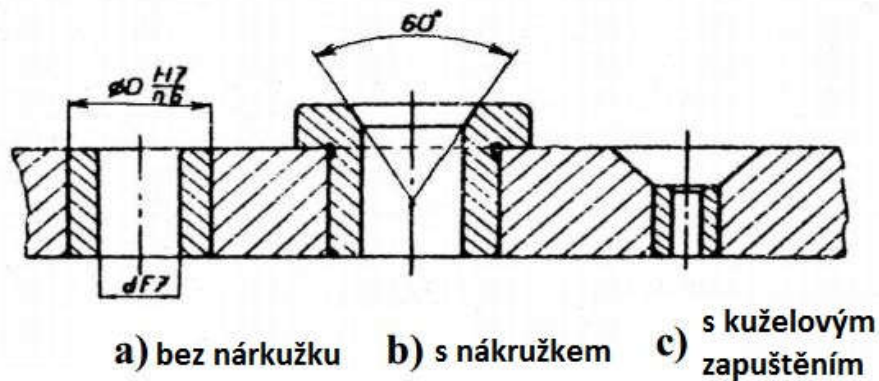
Obr. 32. Příklady ustavení nástroje použitím a) měrek, b) šablon

U moderních číslicových strojů se používá pro seřízení nástrojů speciálních přístrojů umístěných mimo obráběcí stroj. Některé druhy nástrojů jako vrtáky, výhrubníky, výstružníky apod. jsou za účelem přesného nastavení roztečí a souřadnic vrtaných děr vedeny při práci v pouzdrech. [3]

2.4.1 Vrtací a vodící pouzdra

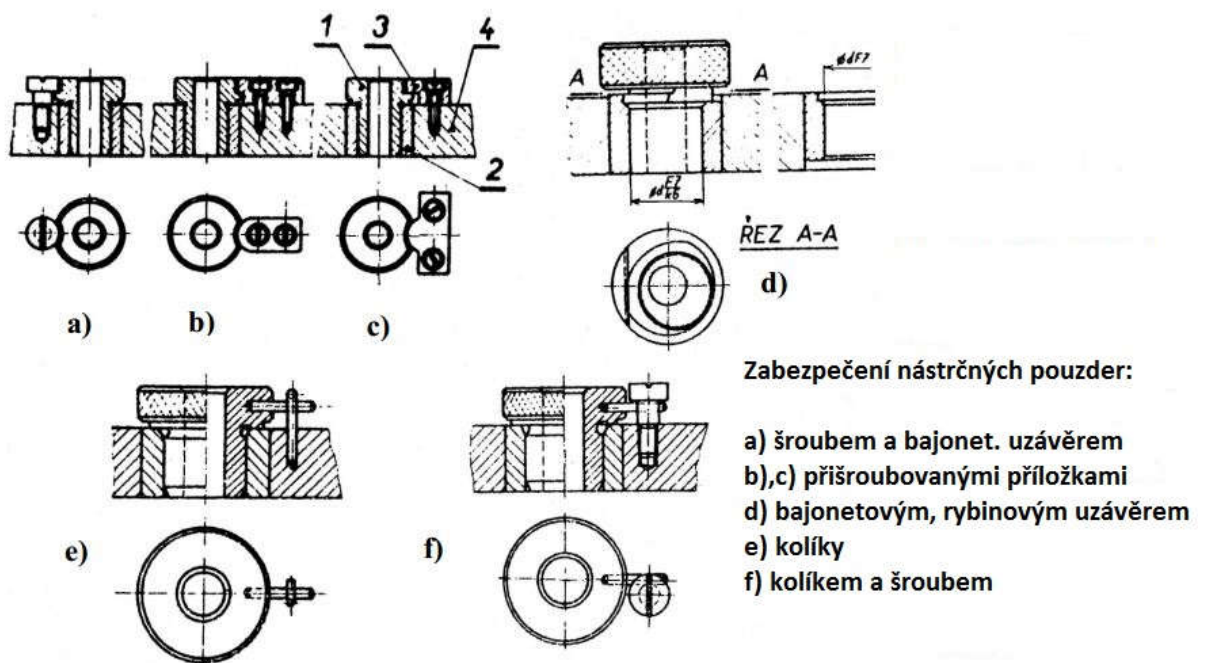
Jde o kalené přesné válcovité součásti určené k zpřesnění práce nástrojů. Vrtací pouzdra se užívají pro přímé vedení vrtacích a vyvrtávacích nástrojů, u kterých mají zvýšit tuhost při obrábění. Pouzdra vodící slouží k umístění a uložení vrtacích pouzder a oba druhy umožňují přesnost výroby.

Pouzdra se vyrábějí z ušlechtilých uhlíkových cementačních ocelí, častěji z nástrojových uhlíkových nebo slitinových ocelí a jsou pečlivě tepelně zpracována. Funkční plochy se brousí. Provedení pouzder se řídí podle ČSN. [2]



Obr. 33. Pevná vodící pouzdra [5]

Pouzdra se do přípravku upevňují zalisováním (pevná vrtací pouzdra a vodící pouzdra) nebo zasunutím a zajištěním (nástrčná pouzdra), popř. našroubováním (speciální pouzdra). Speciální pouzdra umožňují nejen vedení nástroje, ale současně obrobek upínají. Umístění pouzder má zároveň umožnit odvod třísek.



Obr. 34. Příklady zabezpečení nástrčných pouzder proti potočení a vysunutí [5]

2.4.2 Tolerance roztečí vrtacích pouzder

Mají-li se dodržet předepsané tolerance roztečí děr na obrobku, zhotovených ve vrtacím přípravku, musí být tolerance roztečí vrtacích pouzder na přípravku s ohledem na všechny vûle (mezi nástrojem a vrtacím pouzdem, vrtacím a vodícím pouzdem, příp. vûle v ustavení obrobku) a nepřesnosti nutně menší než na obrobku. Kromě vûlí ovlivňuje nepřesnost ještě výstřednost pouzder – maximální přípustná hodnota je $e = 0,005\text{mm}$.

Hodnoty tolerance rozměrů na přípravku se určují:

- a) Výpočtem z maximálně možných úchylek
- b) Výpočtem ze středních úchylek
- c) Odhadem (pro méně důležité přípravky, je potřebná zkušenost)

3 TĚLESA PŘÍPRAVKU

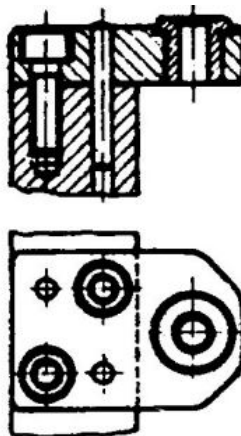
Přesnost součásti vyráběné v přípravku je závislá na přesnosti a tuhosti přípravku. Největší tuhost musí mít těleso přípravku, neboť přenáší síly od jednotlivých na něm uchycených částí. Těleso musí být správně navrženo co do rozměrů, tvaru, materiálu, výroby, funkce a z hlediska údržby, popř. rekonstrukce přípravku. [2]

Při navrhování těles přípravků je nutno brát na zřetel následující podmínky:

- a) Počet, polohu a tvar opěrných bodů tělesa přípravku pro jeho ustavení na stroji
- b) Dostatečně velkou vůli mezi obrobkem a stěnami přípravku určenou tak, aby nevznikaly potíže při vkládání a vyjímání obrobku z přípravku
- c) Zabezpečit dokonalý odvod třísek
- d) Opatřit tělesa přípravků středícími a upínacími prvky pro přesné ustavení a upnutí přípravku na obráběcích strojích
- e) Těžká a rozměrná tělesa (nad 15kg) opatřit prvky pro jejich zvedání a bezpečné přemísťování [5]

3.1.1 Druhy těles

- a) Sestavená – jsou výrobně jednoduchá a používají se pro stavbu menších přípravků pro hromadnou a sériovou výrobu. Vzniknou sešroubováním jednotlivých částí a zajištěním válcovými kolíky. Tato tělesa se vyznačují snadnou montáží a vyměnitelností určitých dílců. [2] [5]



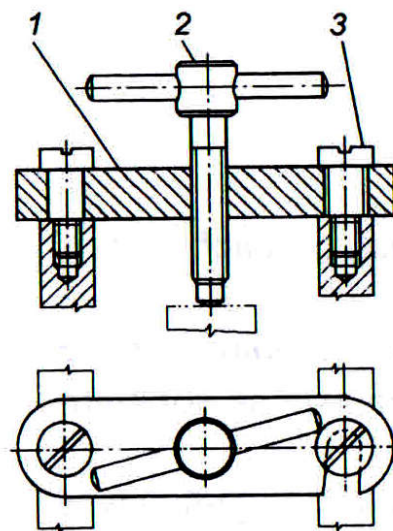
Obr. 35. Sestavené těleso [5]

- b) Odlévaná – jsou vyrobená z šedé litiny, ocelolitiny a ze slitin lehkých kovů. Odlévaná tělesa mají velkou hmotnost, jsou výrobně drahá, obtížně opravitelná, ale méně korodují a jsou rozměrově stálá.
- c) Svařované – jsou nejehospodárnější, dá se u nich dosáhnout vysoké tuhosti při malé hmotnosti, jsou snadno opravitelná. Určitou nevýhodou svarku je vnitřní pnutí. Pro tato tělesa je vhodným materiálem ocel se zaručenou svařitelností (11,373,11523). [2] [5]

3.2 Pomocné součásti přípravků

Do této skupiny patří všechny ostatní součásti přípravků, které napomáhají plnit jejich funkci, usnadňují jejich obsluhu, a zvyšují bezpečnost práce.

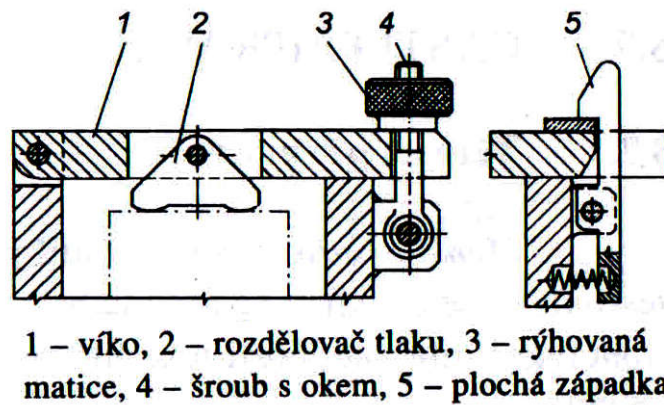
- a) Otočný třmen (ČSN 24 3560) – nahrazuje funkci upínky [3]



1 – otočný třmen, 2 – šroub s kolíkovou rukojetí, 3 – šroub

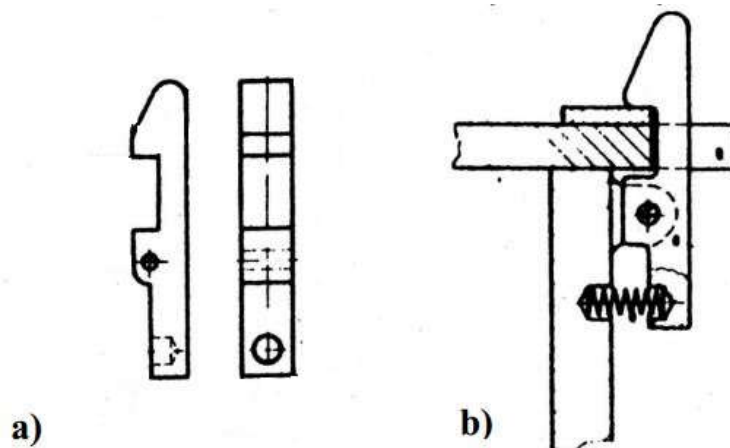
Obr. 36. Otočný třmen [3]

- b) Sklopný závěr – nahrazuje funkci upínky



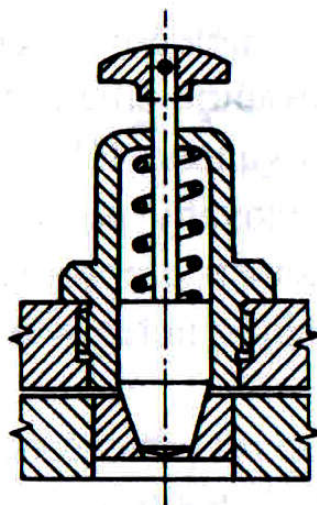
Obr. 37. Sklopný závěr [3]

c) Plochá západka (ČSN 24 3685) – slouží k zajištění sklopných desek



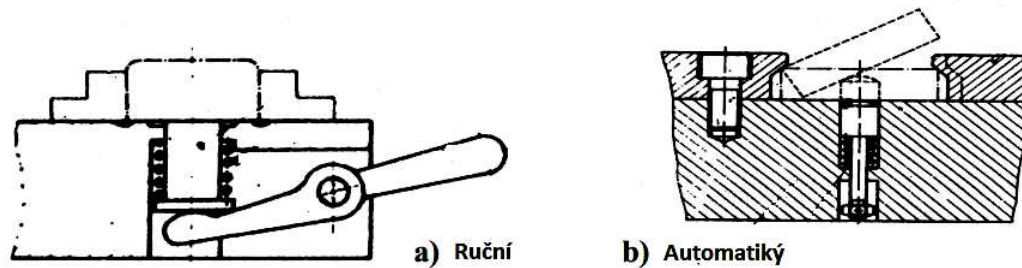
Obr. 38. a) plochá západka, b) použití ploché západky [5]

d) Čepová západka (ČSN 24 3680) – zajišťuje dělicí stroj v nastavené poloze



Obr. 39. Čepová západka [5]

- e) Vyhazovač – slouží k uvolnění vyhození součásti z upínače po jeho odepnutí



Obr. 40. Příklad řešení vyhazovačů [5]

- f) Pojišťovací kolíky (ČSN 24 3675)
 g) Křídlaté rukojeti (ČSN 24 3609)
 h) Šroubové rozpěrky (ČSN 24 3574)
 i) Kruhové podložky (ČSN 24 3556) [3]

3.3 Údržba a ošetřování přípravků

Přípravky jsou drahé výrobní pomůcky a náklady spojené s jejich údržbou zatěžují konto výrobního střediska, proto je jim třeba věnovat náležitou preventivní péči. Stav přípravků je pravidelně sledován kontrolorem náradí. Ten kontroluje úplnost přípravků, stav opotřebení a konzervuje funkční a vodící plochy přípravků. Důležitou konstrukčně provozní zásadou je vyměnitelnost opotřebovaných dílů či deformovaných částí přípravku. Jejím splněním se umožňuje pohotově obnovit funkce přípravku. [2] [4]

3.4 Skladování a evidence přípravků

Ke skladování a evidenci slouží sklady přípravků. Skladuje se v paletách umístěných do výškových regálů. Manipulaci s přípravky provádí pracovník za pomoci mechanizačních prostředků nebo je manipulace řízena programově. Na přípravku se vyznačují hlavní značky: druh, číslo přípravku, číslo výkresu součásti a číslo pozice součásti vyráběné v přípravku.

II. PRAKTICKÁ ČÁST

4 VYMEZENÍ CÍLŮ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Cílem této diplomové práce je navrhnout přípravek ke kontrole technologických a geometrických charakteristik na zadané součásti tak, aby splňoval tyto požadavky:

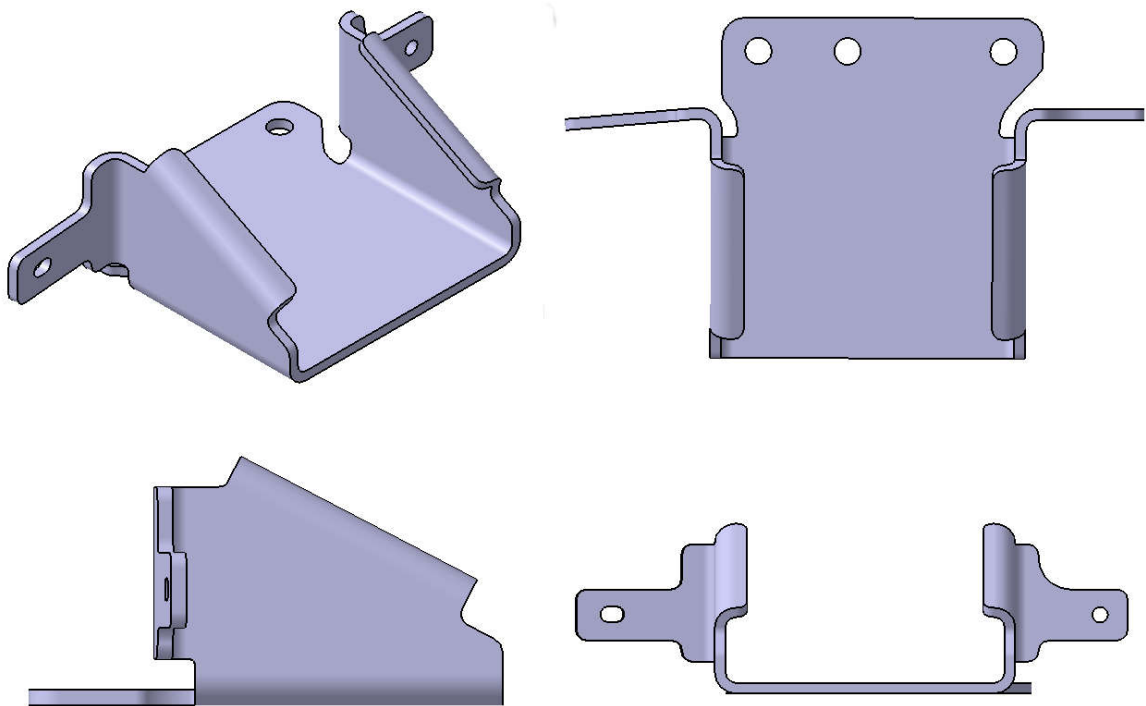
- Přípravek se musí dát přenášet a jeho hmotnost nesmí převyšovat 30kg
- Práce s ním musí být jednoduchá a bezpečná
- Musí být zajištěna snadná dostupnost měřidel na přípravku
- Místa měření jednotlivých charakteristik musí být jasně označena
- Měřené rozměry se musí dát snadno zkontrolovat
- Musí být zajištěna kontrolovatelnost všech důležitých charakteristik
- Musí být zajištěna tuhost celé soustavy
- Funkční plochy je nutné tepelně opracovat, aby nedocházelo k jejich opotřebení

Vypracovat:

- Model a výkres součásti
- Rozbor součásti
- Konstrukci sestavy přípravku ve zvoleném 3D programu
- Zpracování výkresů sestav
- Metrologický postup

5 ROZBOR SOUČÁSTI

5.1 Držák chladiče



Obr. 41. Model součásti

5.2 Základní údaje o součásti

Jde o součást určenou do automobilového průmyslu. Díl se nachází v přední části automobilu a slouží k uchycení nádrže chladiče. Ten je v držáku vsunut a připevněn k rámu automobilu pomocí pěti děr.

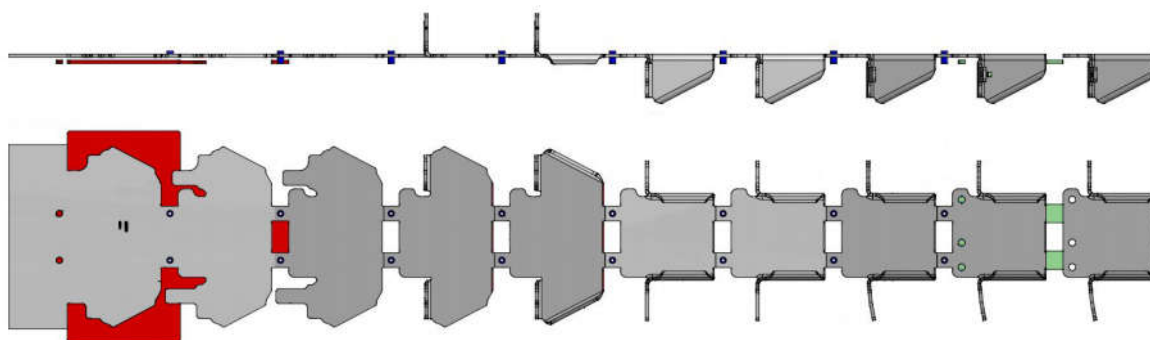
Tab. 2. Základní údaje o součásti

	Rozměr	Jednotka/norma
Materiál součásti	Hliník	EN AW 5754
Polotovar	Svítek Al plechu 5x300	mm
Váha svítku	1529	kg
Spotřeba materiálu na 1000ks	726	Kg/1000ks
Výrobní zařízení	Lis Schuler 630t	---

Počet vyrobených kusů za min.	25	ks/min
Plánovaný počet kusů za rok	130 200	ks/rok
Doba trvání projektu	10	let

5.3 Výroba dílu

Díl se vyrábí z hliníkového materiálu na hydraulickém lisu postupně v deseti krocích operacemi ohýbání, tvarování, děrování a stříhání.



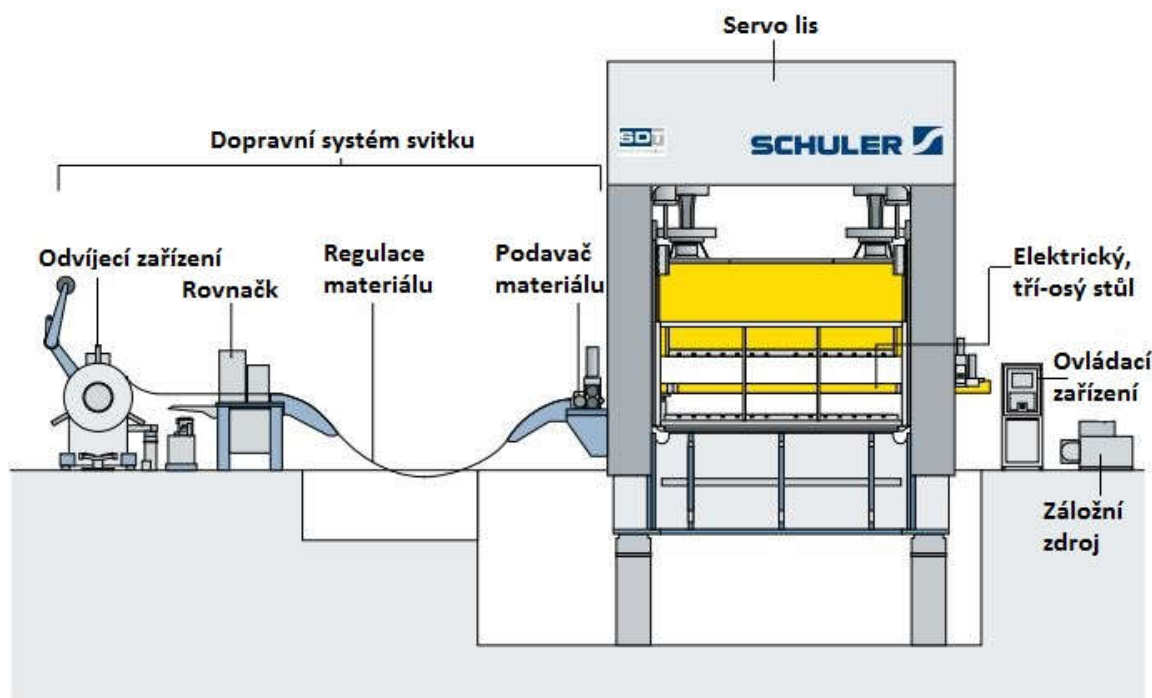
Obr. 42. Ukázka nástřihového plánu

5.3.1 Výrobní stroj



Obr. 43. Lis Schuler MSD 630t [12]

Výroba součásti probíhá na Servo-lisu Schuler MSD 630t. Má dostatečnou velikost upínacího stolu pro nástroj, dostačující výkon. Servo-lis nabízí zvýšení kvality dílů a produktivity ve srovnání s konvenčně poháněnými mechanickými lisy. Vysokou spolehlivost a dostupnost pro výrobu. Sled pohybů lze optimálně přizpůsobit specifickým tvářecím požadavkům. Díky účinně řešenému motoru má nižší náklady na energii.



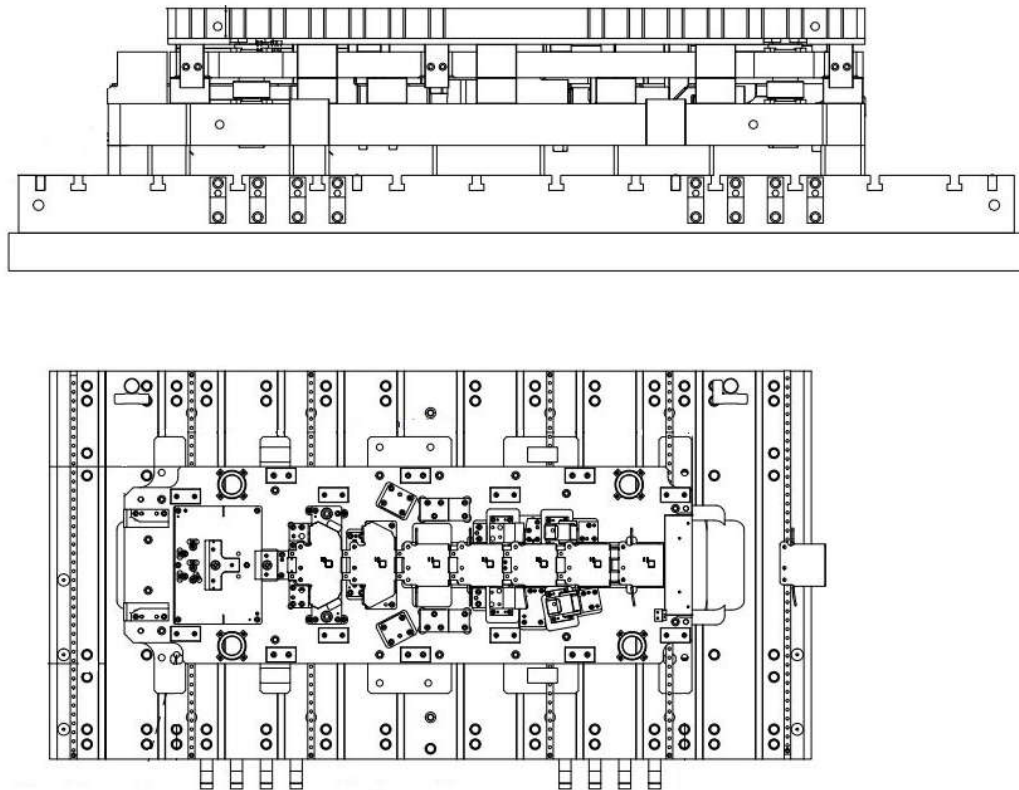
Obr. 44. Schéma servo-lisu Schuler [12]

Tab. 3. Parametry lisu Schuler MSD 630t [12]

Parametry servo-lisu Schuler MSD 630t		
Síla lisu	6300	kN
Délka lože	4000	mm
Šířka lože	1800	mm
Výška zdvihu	1000	mm
Počet zdvihů	3-60	zdvih/min

5.3.2 Výrobní nástroj

Jde o postupový tvářecí nástroj o rozměrech 1900x890x419mm. Nástroj potřebuje k výrobě součásti deset kroků.



Obr. 45. Schéma nástroje

5.3.3 Analýza materiálu

Díl se vyrábí z materiálu EN AW 5754 – ALMG3.

Tab. 4. Označení materiálu [9]

EN	Evropská norma
AW	hliník
5457	Skupina slitiny
5	Slitina hliníku s hlavním slitinovým prvkem Mg (hořčík)

Jde o materiál středně pevný, nevytvrzovatelný, velmi dobře odolný korozi, mořské vodě a tropickým podmínkám. Velmi dobrá chemická odolnost, velmi dobrá leštitelnost, dobrá svařitelnost všemi způsoby. Svařené spoje jsou korozně odolné, téměř jako základní materiál. Obrobitelnost řeznými nástroji nevyhovující v měkkém stavu, vyhovující v tvrdším stavu. Velmi dobrá plasticita v měkkém stavu. Použití na středně namáhané konstrukce, svařované součásti a konstrukce, které mají odolávat korozi a mořské vodě (např. potrubí,

nádoby na tekutiny). Teplotně stálý od -196 do $+150^{\circ}\text{C}$. Použití pro potravinářský a chemický průmysl, vnitřní a vnější architekturu, stavbu vozidel a plavidel (nosné konstrukce, výměníky tepla, ochranné kryty, součásti zemědělských, textilních a zpracovatelských strojů). [10]

Tab. 5. Mechanické vlastnosti materiálu[11]

Mechanické vlastnosti		
Mez kluzu $R_{p0,2}$	80	MPa
Pevnost v tahu R_m	190-240	MPa
Tažnost A_{50}	12	%
Tvrdoost HBW	50	2,5/62,5

Tab. 6. Chemické složení materiálu [10]

Chemické složení (hm. %)									
	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Zn	Ti	Ostatní	Al
Min.	-	-	-	0,05	2,60	-	-	Fe+Si 0,60	Zbyt.
Max.	0,50	040	0,10	0,40	4	0,20	0,20	Sb 0,25	-

Materiál se dodává ve formě svitku o rozměrech 5x300mm. Hmotnost jednoho svitku je 1529kg.



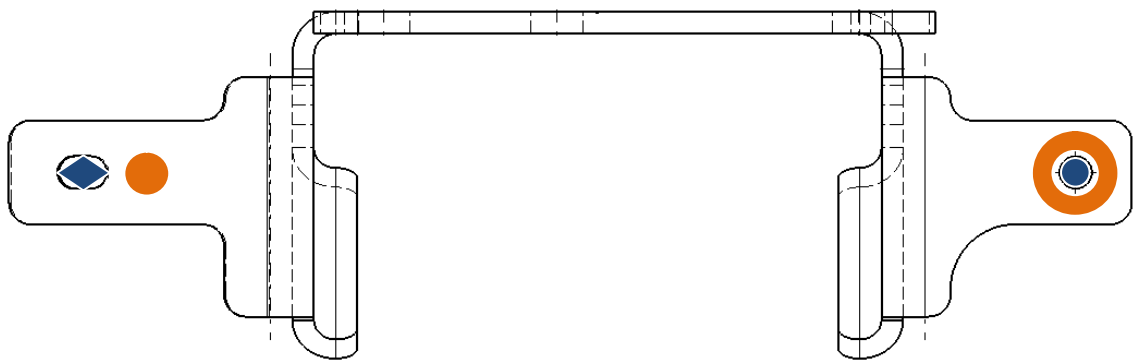
Obr. 46. Svitek materiálu

6 KONCEPT KONTROLNÍHO PŘÍPRAVKU

Koncept návrhu kontrolovaných bodů vychází z výkresu součásti DIP 1 viz. příloha

6.1 Ustavovací plochy

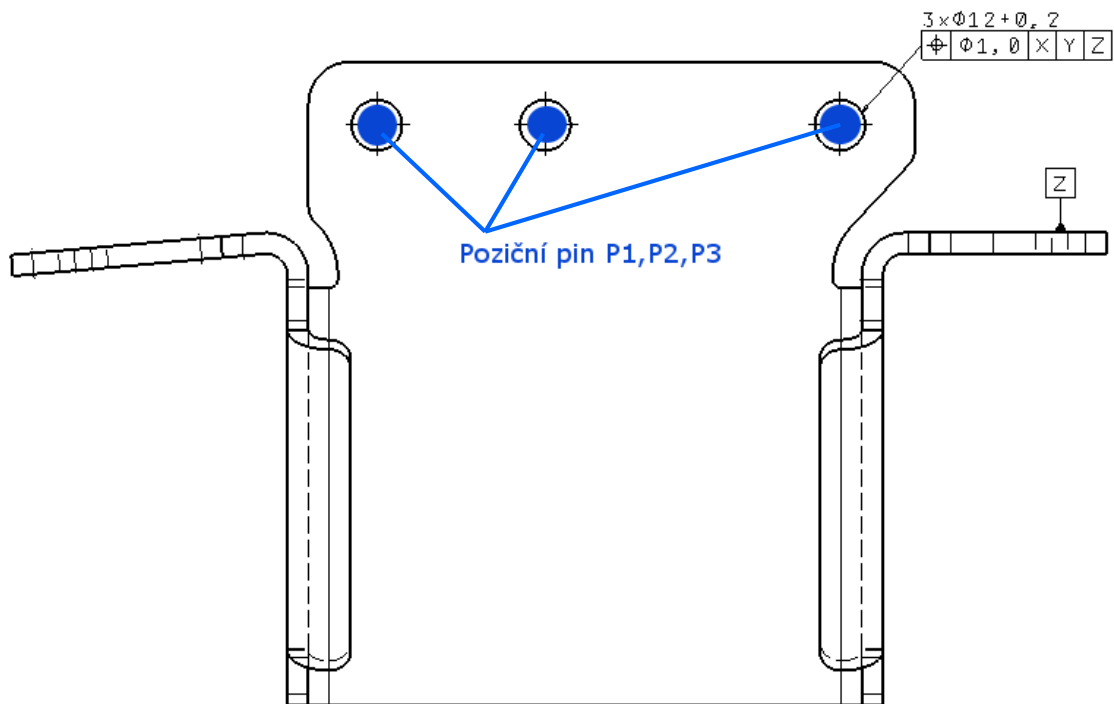
Na níže uvedeném obrázku je znázorněn návrh dvou ustavovacích a středících bodů. Oranžová barva znázorňuje opěrné body, proti kterým budou působit upínky. Modrá barva udává místa, kde budou ustavovací-poziční trny, které vystředí díl do požadované polohy a současně slouží ke kontrole správné pozice kruhové a oválné díry.



Obr. 47. Zobrazení ustavovacích prvků

6.2 Kontrola pozic děr

Kontrola tří pozic děr $\varnothing 12+0,2$ mm bude probíhat pomocí tří pozičních kalibrů P1 až P3. Tyto kalibry budou součástí měřícího přípravku a musí projít daným otvorem, aniž by narazil do jeho hrany nebo se zadrhl. Měly by zaručit polohu dané díry v toleranci 1mm.



Obr. 48. Kontrola pozic děr

6.3 Kontrola odchylek tvaru

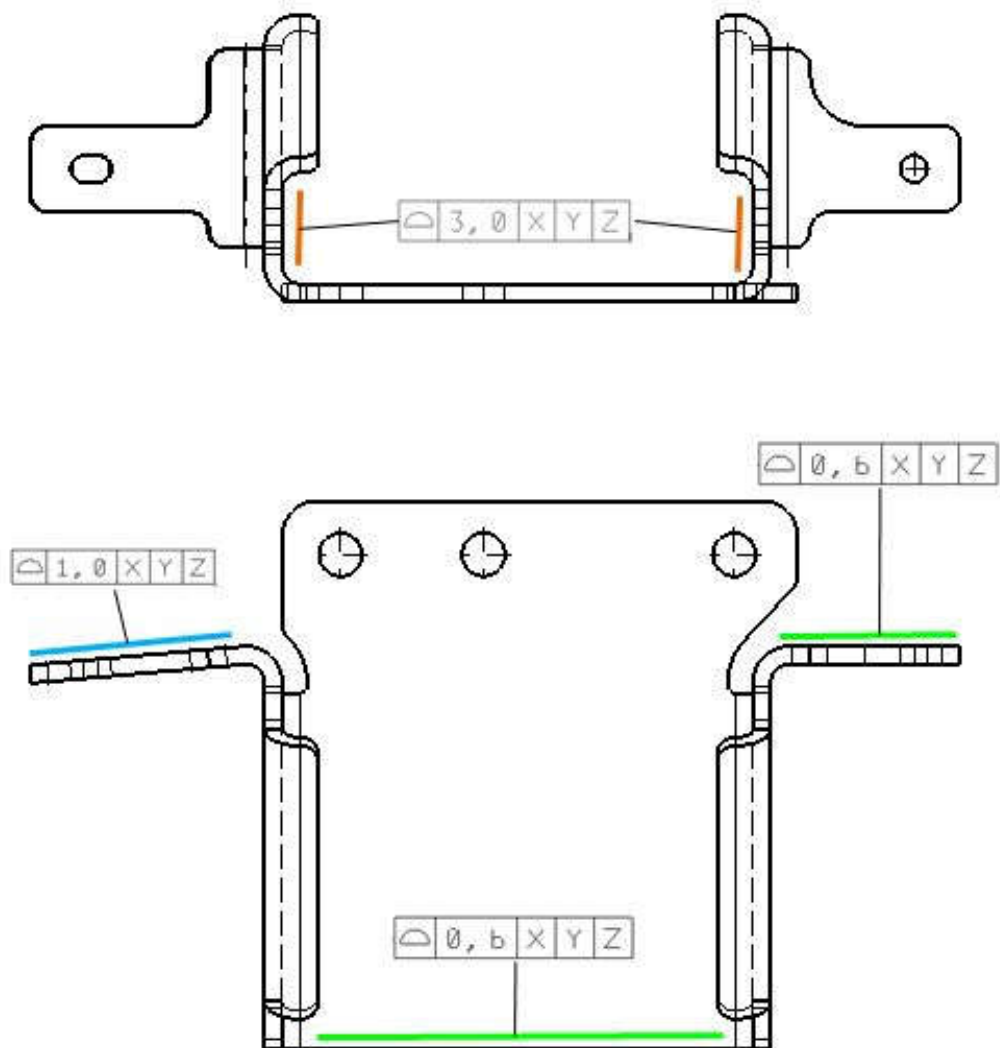
Kontrola odchylek tvaru se bude provádět dvěma způsoby. Část se bude vyhodnocovat pomocí spárových kalibrů, kde nám daný kalibr buď projde, nebo neprojde mezerou mezi dílem a měřícím přípravkem – tyto charakteristiky se vyhodnocují jako OK, nebo NOK. Další část se bude měřit pomocí digitálního úchylkoměru, který ukazuje přesnou hodnotu (+ nebo -) a dostaneme tak představu o velikosti odchylky.

6.3.1 Kontrola odchylek tvaru – pomocí spárových kalibrů

Na přípravku budou umístěny tři spárové kalibry na kontrolu odchylek tvaru.

Tab. 7. Spárové kalibry

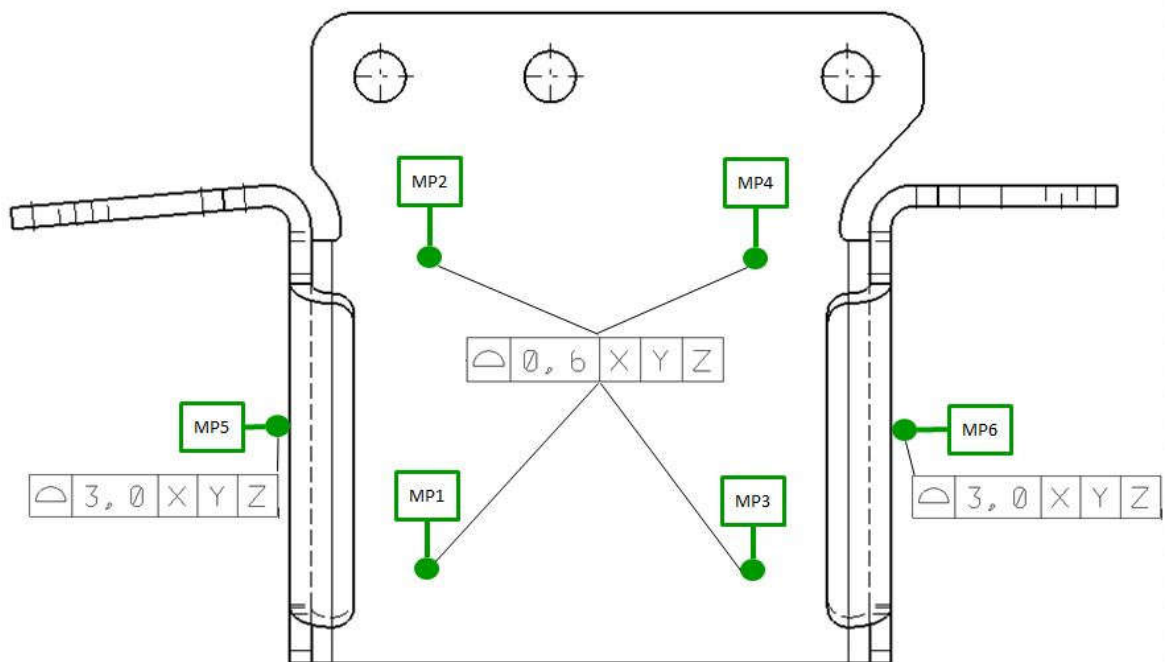
Kalibr	Kontrolovaný rozměr	Místo použití (barevné označení viz. obr.)
Spárový kalibr (OK/NOK) 2,7/3,3	$\pm 0,3$ mm	Zelená barva
Spárový kalibr (OK/NOK) 1,5/4,5	$\pm 1,5$ mm	Oranžová barva
Spárový kalibr (OK/NOK) 2,5/3,5	$\pm 0,5$ mm	Modrá barva



Obr. 49. Místa kontroly odchylek tvaru – spárovými kalibry

6.3.2 Kontrola odchylek tvaru – pomocí digitálního úchylkoměru.

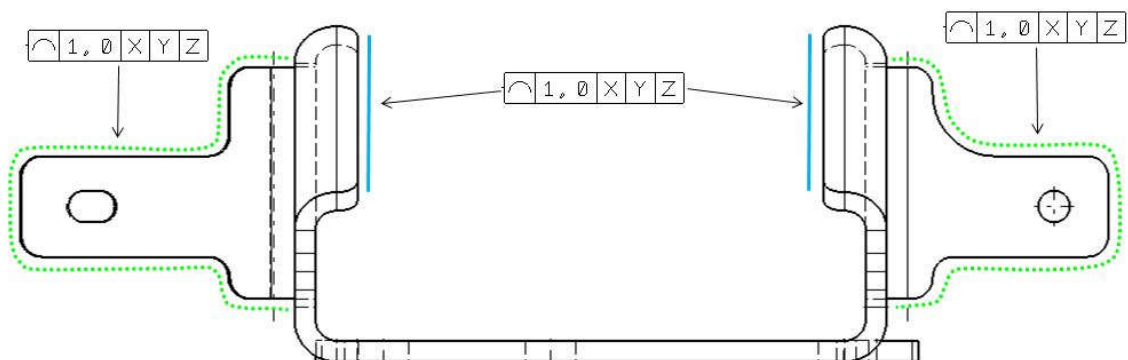
Kontrolu odchylek tvaru pomocí digitálního úchylkoměru provádíme v místech označených na níže uvedeném obrázku. Digi body MP1 až MP4 musí vycházet v toleranci $\pm 0,3\text{mm}$, body MP5 a MP6 se nacházejí v toleranci $\pm 1,5\text{ mm}$.



Obr. 50. Místa rozmístění MP bodů

6.4 Kontrola odchylek ořezu

Kontrolu ořezu bude probíhat dvěma způsoby. V místech zelené barvy se použije ořezový kalibr $\pm 0,5$ mm. Kvůli rozměrům ořezového kalibru a špatné dostupnosti v místech označených modrou barvou budeme kontrolovat ořez v těchto místech spárovým kalibrem (GO/NOGO) 2,5/3,5.



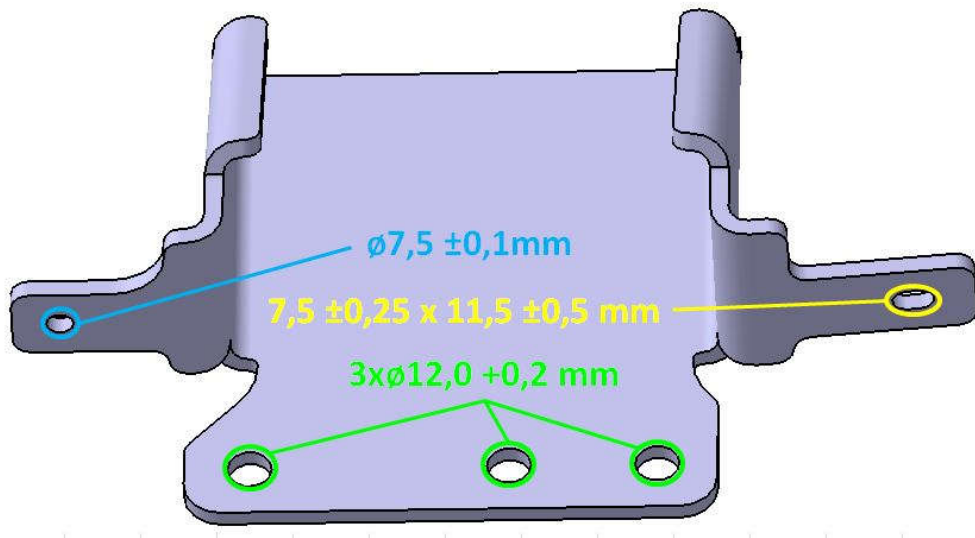
Obr. 51. Místa měření ořezu

6.5 Kontrola velikosti otvorů

Na součásti se nachází pět tolerovaných otvorů. Tyto díry budeme kontrolovat válečkovými (GO/NOGO) kalibry.

Tab. 8. Kalibry na díry

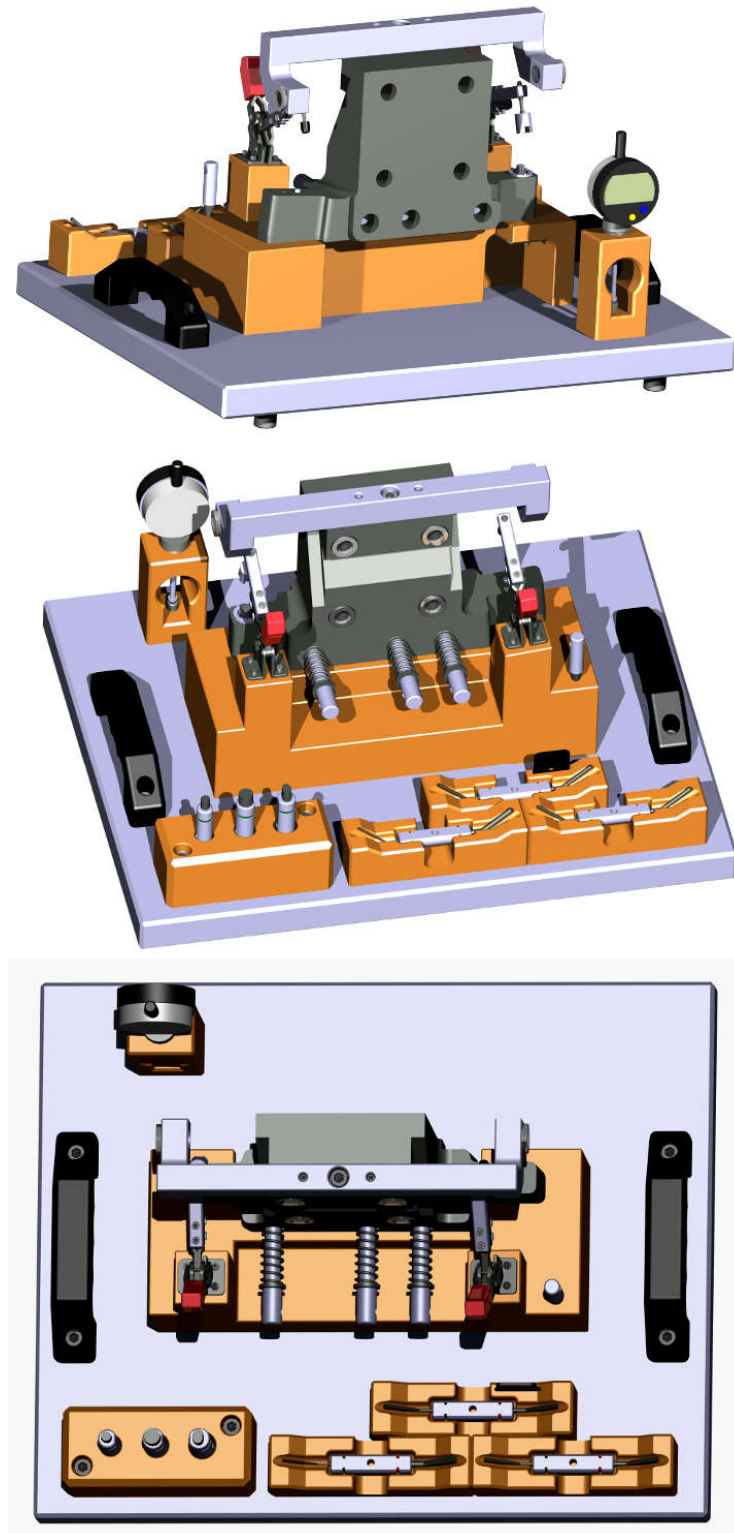
Kalibr	Kontrolovaný rozměr
Kalibr (GO/NOGO) 7,4/7,6	$\text{Ø}7,5 \pm 0,1 \text{ mm}$
Kalibr (GO/NOGO) 7,25x11,0/7,75x12,0	$7,5 \pm 0,25 \times 11,5 \pm 0,5 \text{ mm}$
Kalibr (GO/NOGO) 12,0/12,2	$3 \times \text{Ø}12,0 + 0,2 \text{ mm}$



Obr. 52. Rozměry otvorů

7 POSTUP MĚŘENÍ V KONTROLNÍM PŘÍPRAVKU

7.1 Vizualizace přípravku



Obr. 53. Vizualizace přípravku

Přípravek je postaven na základové desce o rozměrech 500x400mm. Tato deska je vyrobena ze slitiny hliníku a je nosnou částí přípravku. Ve střední části desky se nachází hlavní část přípravku, na které probíhá samotné měření.

Hlavní tvar přípravku kopíruje tvar součásti. Na této části se nachází broušené ustavovací plochy, na které se usazuje kontrolovaný díl. Dále se tam nachází pohyblivý ustavovací trn, který má za úkol vystředit součást na přípravku. Své místo tam zaujímá i poziční ustavovací kolík, který není přímou součástí přípravku, ale slouží k zafixování polohy součástí až po ustavení pomocí pohyblivého ustavovacího trnu. Pevné upnutí součásti na přípravku zajišťují dvě upínky. Ty působí kolmo na ustavovací plochy. Součástí hlavní části přípravku jsou i tři poziční kalibry. Tyto kalibry jsou přes pouzdro zalisované v přípravku. Jejich vratný pohyb po provedení kontroly zajišťují pružiny. V hlavní části přípravku se nachází i čtyři pouzdra, k vedení digitálního úchylkoměru, jehož pomocí zjišťujeme odchylky tvaru. Na horní ploše této části přípravku se vyskytuje rameno, na jehož obou koncích se také nachází pouzdra k vedení digitálního úchylkoměru.

V přední části základní desky je postavena stanice pro digitální úchylkoměr. Ta slouží k vynulování a odkládání digitálního úchylkoměru.

Na stranách přípravku jsou umístěny rukojeti k usnadnění manipulace s daným přípravkem.

V zadní části se nachází držáky na jednotlivé kalibry. Z kraje je to držák na válečkové kalibry, vedle jsou to držáky na spárové kalibry a jeden ořezový.

Na spodní straně základní desky jsou přišroubovány čtyři nohy z gumového materiálu.

Jednotlivé části jsou k sobě přišroubovány šrouby s válcovou hlavou s vnitřním šestihřtem. Kromě základové desky a ramena je na přípravku využito dřevoplastického materiálu, který je lehký a dostatečně tuhý pro účely kontrolního přípravku.

7.2 Použitá měřidla

7.2.1 Válečkové kalibry

Na přípravku se vyskytují tři válečkové kalibry pro zkoušení otvorů $\varnothing 12 +0,2$ mm, $7,5 \pm 0,25 \times 11,5 \pm 0,5$ mm a $7,5 \pm 0,1$ mm. Z důvodu specifických tolerancí u rozměrů, které nejsou běžně skladem u prodejců, je nutné nechat tyto kalibry vyrobit na zakázku.



Válečkový kalibr GO/NOGO 12,0/12,2 mm



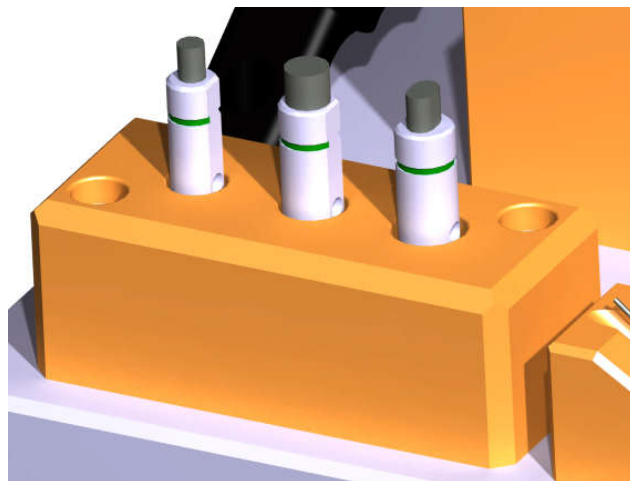
Válečkový kalibr GO/NOGO
7,25x11,0/7,75x12,0 mm



Válečkový kalibr GO/NOGO 7,4/7,6 mm

Obr. 54. Přehled válečkových kalibrů

Tyto kalibry se ukládají v zadní části přípravku do speciálního držáku pro tyto kalibry uzpůsobeného.



Obr. 55. Držák na válečkové kalibry

7.2.2 Spárové kalibry

Spárové kalibry slouží ke kontrole odchylek tvaru a ořezu mezi měřeným dílem a přípravkem. Na přípravku jsou použity tři spárové kalibry, k měření odchylek tvaru $\pm 1,5$ mm, $\pm 0,3$ mm, $\pm 0,5$ mm a odchylek ořezu $\pm 0,5$ mm. Tyto kalibry se běžně neprodávají a je třeba je vyrobit. Nejčastěji se vyrábějí ve dvou provedeních, kde koncové válcové části jsou v držáku pevně vlisovány, nebo vlepěny. Druhá možnost je jejich vložení a pojištění „červíkem“. To se využívá u kalibrů, kde můžeme požadovat výměnu koncových částí. V mém případě bych použil kalibry, které mají tyto koncové části pevné, nebude potřeba je v průběhu měnit.



Spárový kalibr GO/NOGO 1,5/4,5 mm



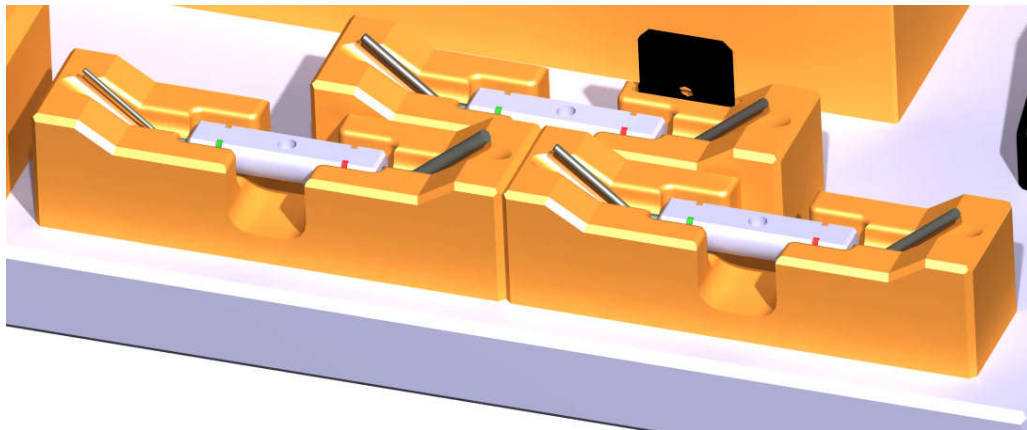
Spárový kalibr GO/NOGO 2,5/3,5 mm



Spárový kalibr GO/NOGO 2,7/3,3 mm

Obr. 56. Přehled spárových kalibrů

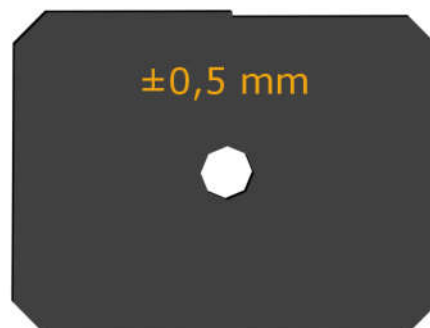
Spárové kalibry mají své místo v zadní části přípravku vedle držáku na válečkové kalibry. Každý spárový kalibr má své odkládací místo. V jednom držáku na spárový kalibr je vyfrézována drážka na odložení ořezového kalibru.



Obr. 57. Držák na spárové kalibry + ořezový

7.2.3 Ořezový kalibr

Ořezový kalibr slouží ke kontrole odchylek ořezu. Používáme ho k porovnání, o kolik nám součást přečnívá, nebo naopak nedosahuje hrany přípravku. Je vyrobený z tenkého plechu, na kterém je vyfrézováno osazení o velikosti 0,5mm.



Obr. 58. Ořezový kalibr

7.2.4 Upevnění kalibrů

Není vhodné volné položení kalibrů na přípravku z důvodu možné ztráty měřidla. Navrhují dva možné způsoby připevnění jednotlivých kalibrů. První je přivázání jednotlivých kalibrů k přípravku pomocí dostatečně dlouhého lanka.



Obr. 59. Upevnění kalibrů lankem

Druhý je použití navijáku s lankem, které se dá vytahovat a vracet. Tento způsob bych preferoval více. Šetří se místo na přípravku, lanka nikde nezavazí, jednotlivá měřidla se nám do sebe nezaplétají a lze si ho vytáhnout jen potřebnou délku.



Obr. 60. Upevnění kalibru pomocí navijáku

7.2.5 Digitální úchylkoměr

Na přípravku je použit digitální úchylkoměr značky Mitutoyo s nádstavcem. Jde o kupovaný komponent. Jde o standardní úchylkoměr s digitálním zobrazováním naměřené hodnoty se snadným přístupem ke všem funkcím pomocí velkých tlačítek na předním panelu. Přístroj umožňuje propojení s počítačem a sběrem dat pomocí drátové nebo bezdrátové technologie.

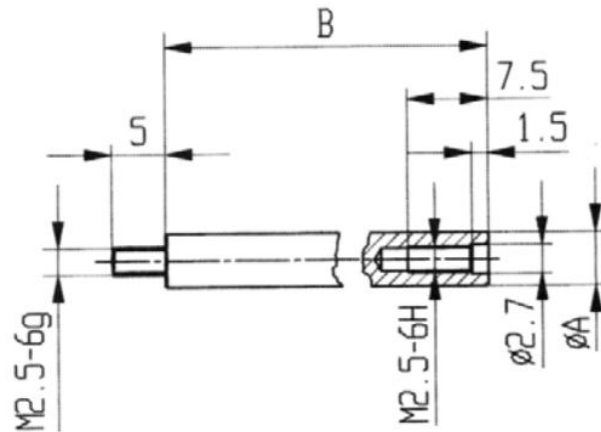
Tab. 9. Parametry digitálního úchylkoměru Mitutoyo [13]

Měřicí rozsah [mm]	Odečítání [mm]	Přesnost [mm]	Měřicí síla [N]	Hmotnost [g]
12,7	0,001	0,003	$\leq 1,5$	140



Obr. 61. Digitální úchylkoměr

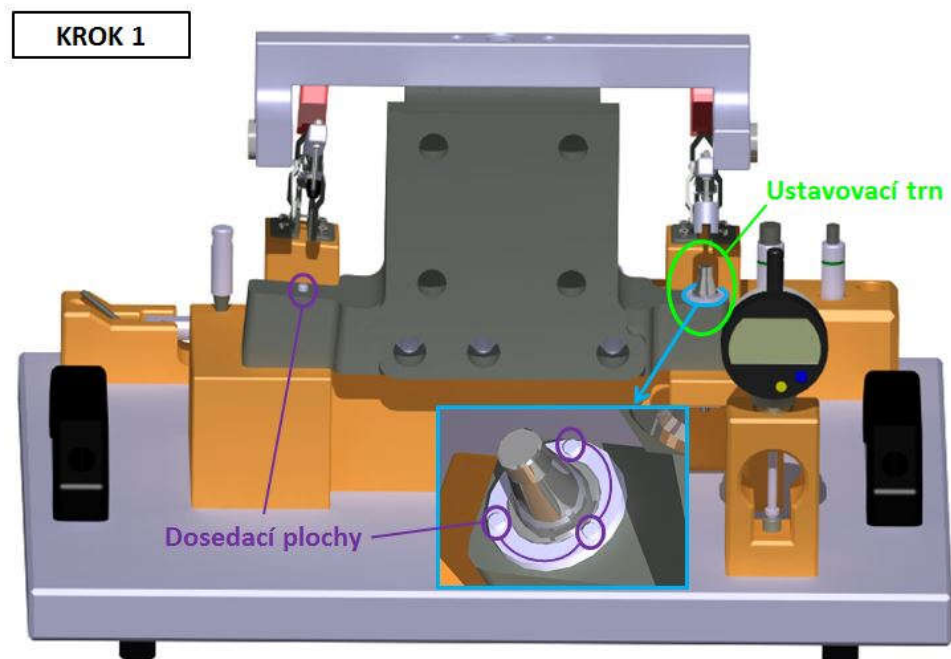
Úchylkoměr je vybaven standardním měřícím dotekem (kulička z tvrdokovu se závitem M2,5x0,45mm). Z důvodu krátké délky měřícího ramena úchylkoměru je nutné ho dovybavit prodloužením k číselníkovým úchylkoměrům. Toto prodloužení bude mít rozměr B – 60mm, zbytek viz obr. níže.



Obr. 62. Prodloužení k úchylkoměrům [14]

7.3 Ustavení dílu před měřením

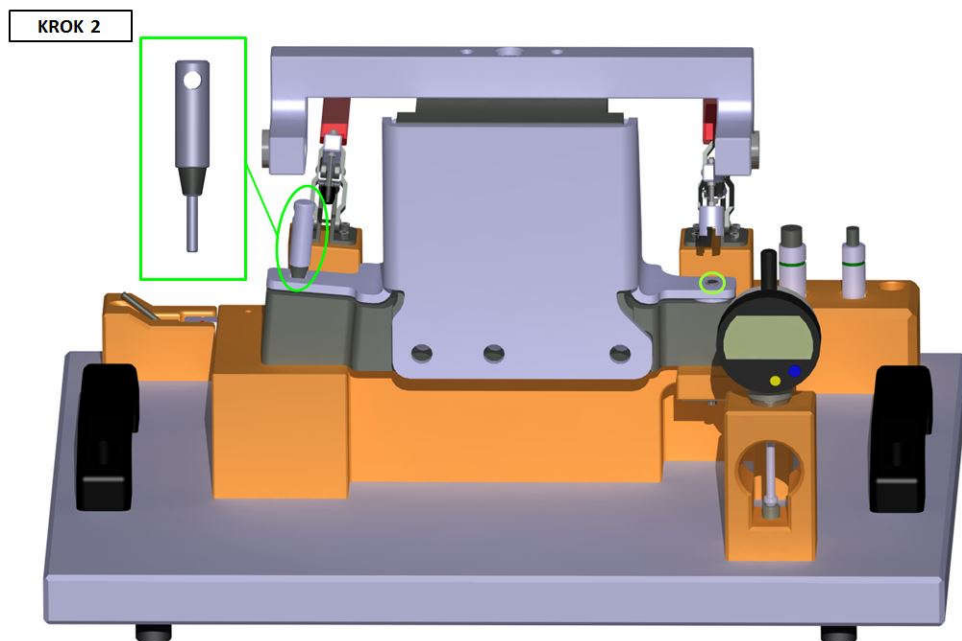
Ustavení dílu před měřením probíhá ve třech po sobě jdoucích krocích. V kroku číslo jedna ustavíme kontrolovaný díl otvorem $\varnothing 7,5$ mm na pohyblivý ustavovací trn, který nám součást vystředí. Díl dosedne na dosedací plochy přípravku.



Obr. 63. Ustavení dílu Krok 1

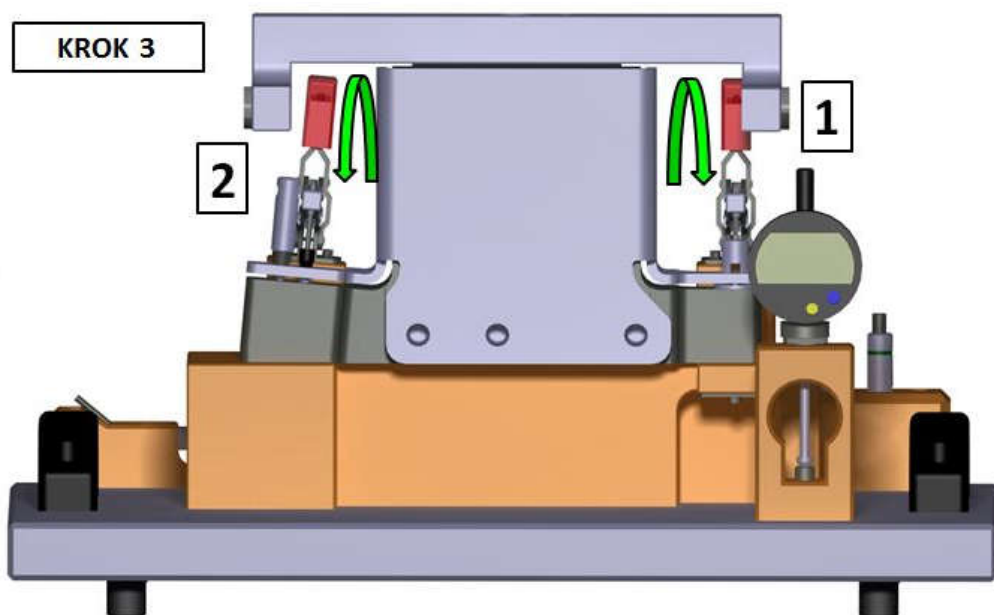
V kroku číslo 2 je díl ustaven na ustavovacím trnu. Ten prochází ustavovacím otvorem. Trn je na pružině a po té, co projde otvorem na součásti, se zasune, dokud součást nedo-

lehne na ustavovací plochy. Na druhé straně přípravku díl vystředíme a zafixujeme pomocí pozičního kolíku, který prochází oválnou dírou na součásti.



Obr. 64. Ustavení dílu Krok2

V posledním kroku upneme díl pomocí dvou upínek v pořadí znázorněném na obrázku.

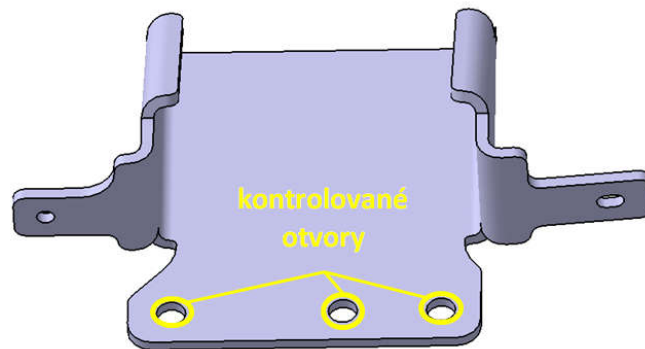


Obr. 65. Ustavení dílu Krok3

Takto ustavený díl je připraven k měření.

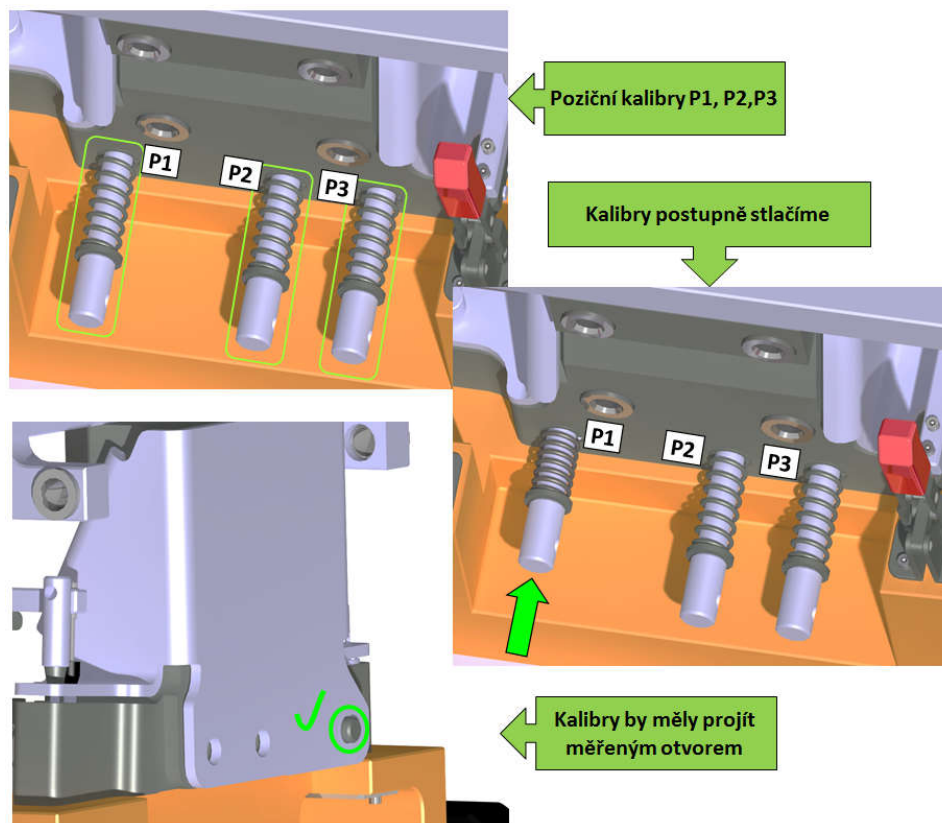
7.4 Kontrola pozic děr

Kontrolu správné pozice třech otvorů $\varnothing 12,0 +0,2$ mm provádíme postupným zatlačením kalibrů P1, P2, P3. Ty jsou součástí měřícího přípravku.



Obr. 66. Kontrolované otvory

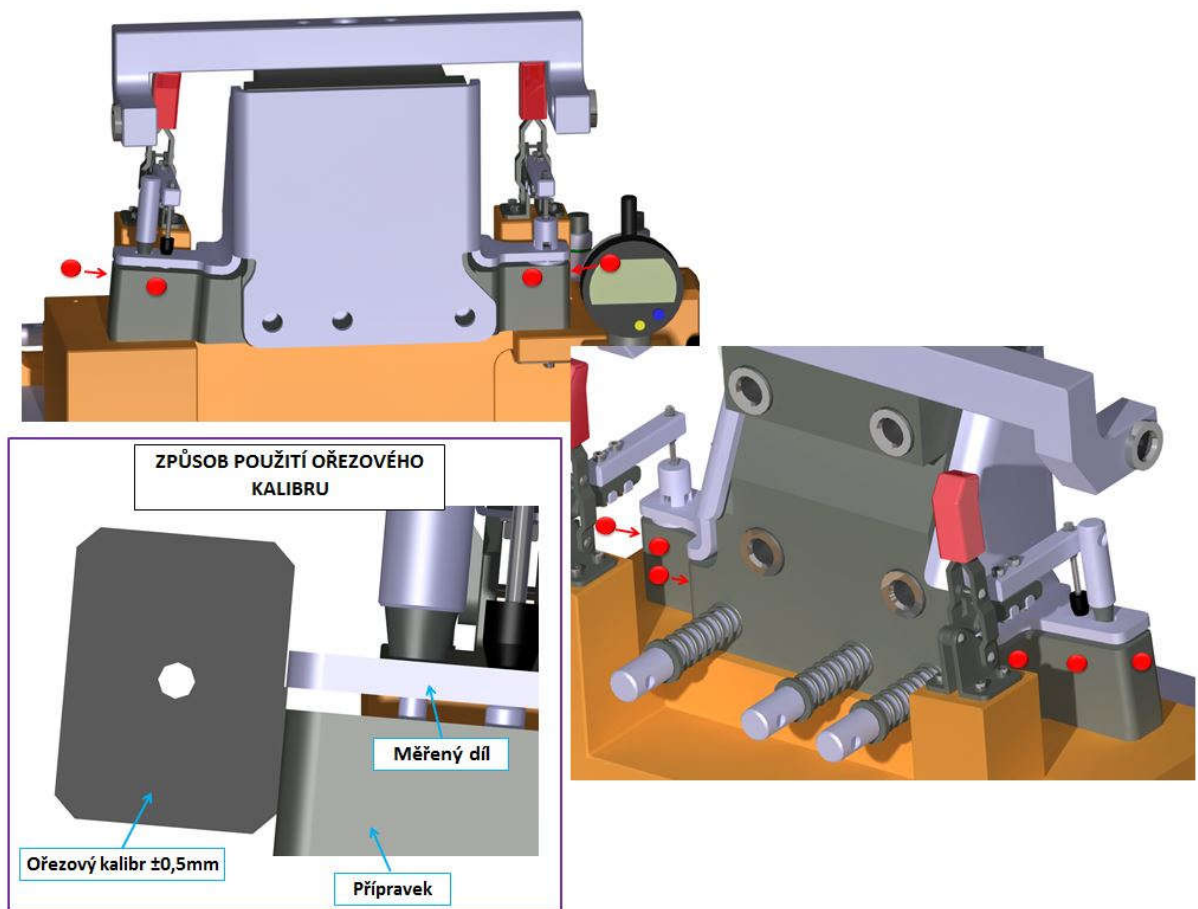
Poziční kalibry musí projít měřeným otvorem bez toho, aniž by se zachytily o měřený kus, měřenou díru. V případě, že kalibr projde, zkoušku vyhodnocujeme jako OK. V opačném případě, kdy se poziční kolík zachytí o hranu měřeného otvoru, vyhodnocujeme zkoušku NOK.



Obr. 67. Kontrola pozic děr

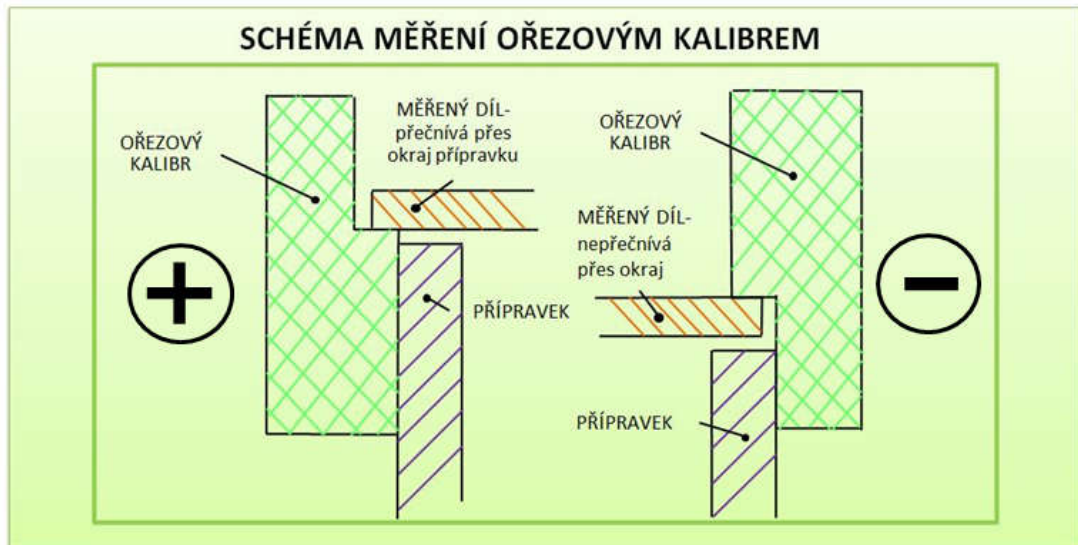
7.5 Kontrola odchylek ořezu – ořezovým kalibrem

Kontrolu ořezu ořezovým kalibrem $\pm 0,5$ mm provádíme po obvodu dílu v místech označených na přípravku červenými body. Pokud se ořezový kalibr "zasekne" o měřený díl, díl hodnotíme jako OK. Pokud se kalibr "nezasekne" o díl, díl hodnotíme jako NOK. Označene červené body a použití ořezového kalibru jsou znázorněny na obr. 68. Schéma měření ořezovým kalibrem na obr. 69.



Obr. 68. Místa a způsob použití ořezového kalibru

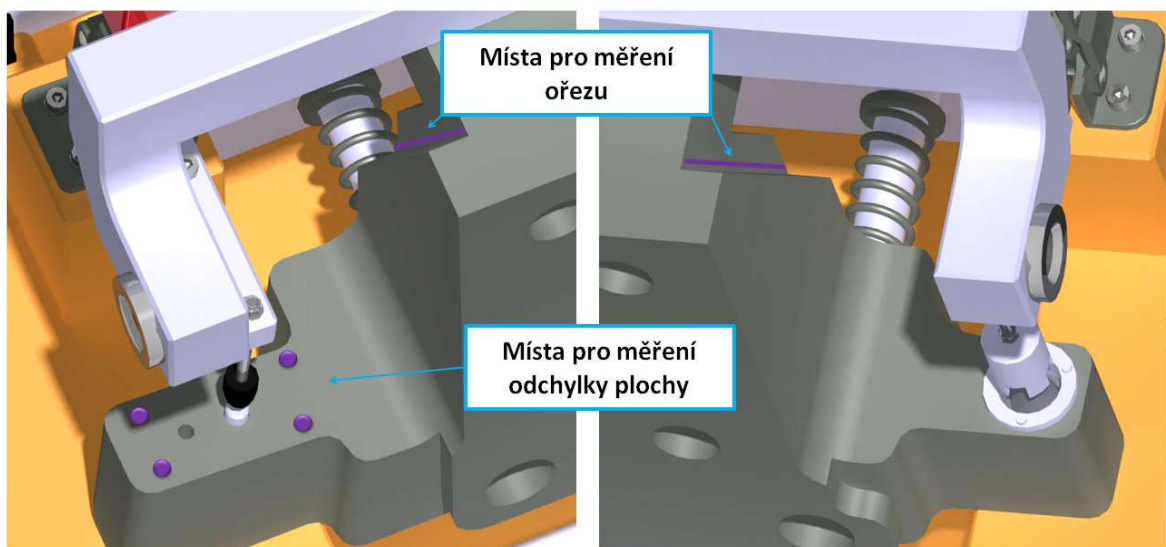
Při měření kladných hodnot odchylek ořezu používáme kalibr směrem od přípravku k měřenému dílu. Záporné hodnoty se měří naopak, od měřeného dílu k přípravku viz schéma měření ořezovým kalibrem.



Obr. 69. Schéma měření ořezovým kalibrem

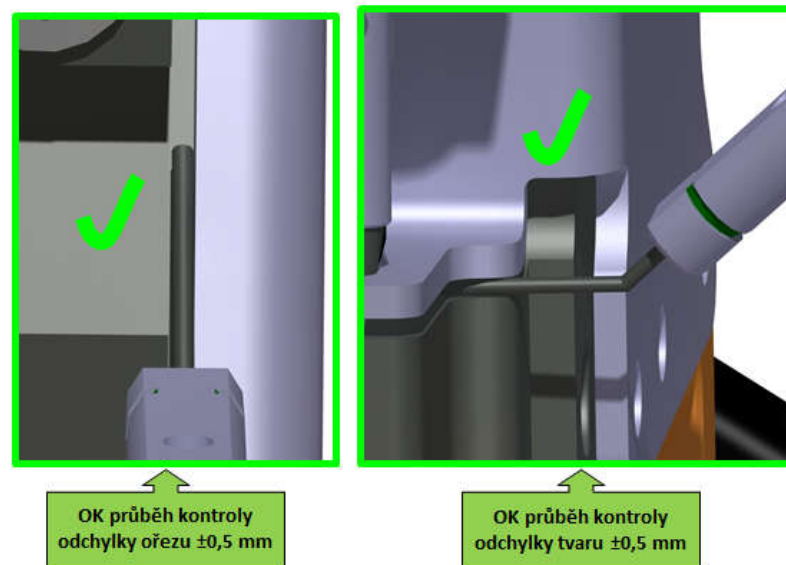
7.6 Kontrola odchylek tvaru plochy a ořezu – spárovým kalibrem

Měření odchylky tvaru a ořezu provádíme spárovým kalibrem GO/NOGO $\varnothing 2,5/3,5$ mezi měřeným dílem a přípravkem v místech označených fialovými body viz obr.70.



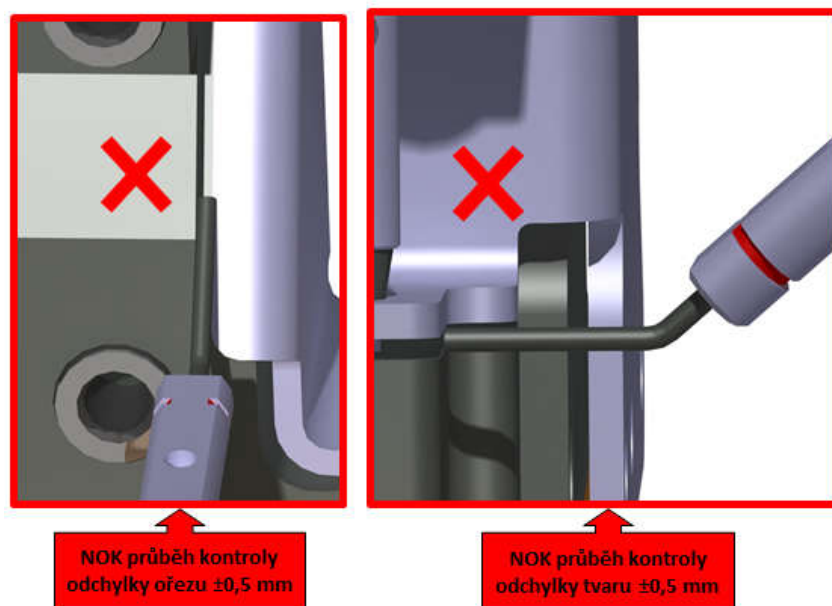
Obr. 70. Místa použití spárového kalibru GO/NOGO 2,5/3,5

Dobrá strana kalibru musí projít mezi měřeným dílem a přípravkem. Pokud projde, díl hodnotíme jako OK. Pokud neprojde, díl hodnotíme jako NOK.



Obr. 71. OK průběh kontroly odchylek $\pm 0,5$ mm

Zmetková strana kalibru nesmí projít mezi měřeným dílem a přípravkem. Pokud projde, díl hodnotíme jako NOK. Pokud neprojde, díl hodnotíme jako OK.

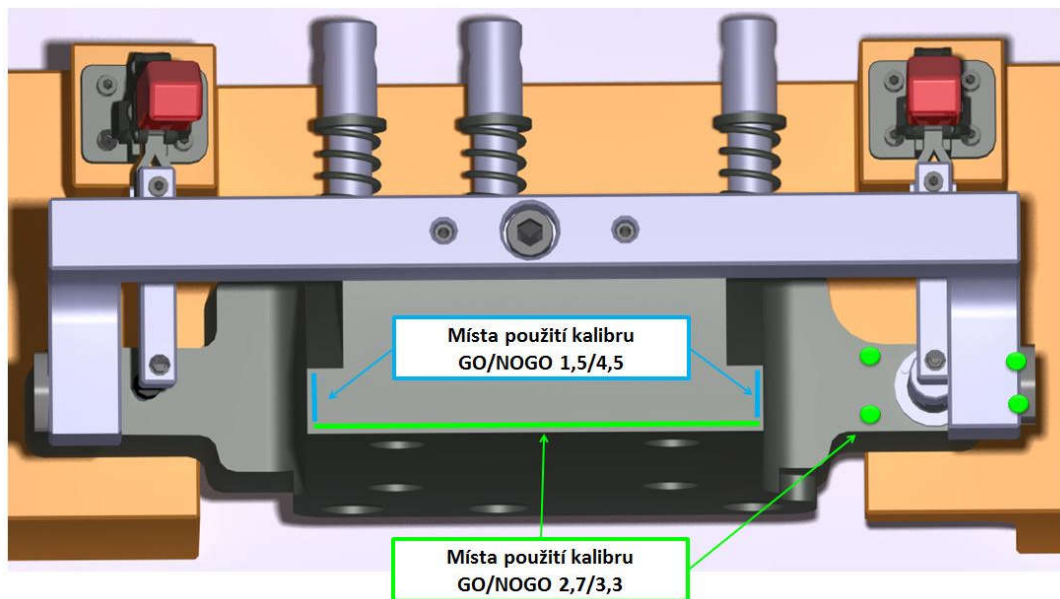


Obr. 72. NOK průběh kontroly odchylek $\pm 0,5$ mm

7.7 Měření odchylek tvaru dílu – spárovými kalibry

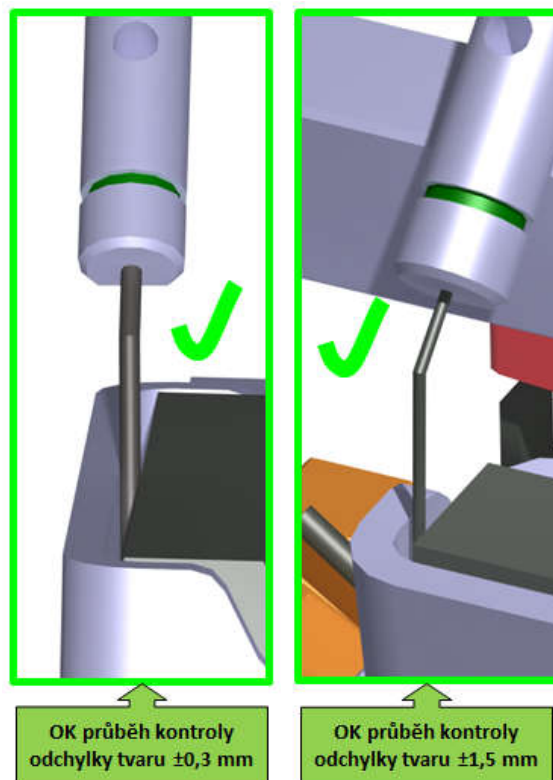
Měření odchylky tvaru $\pm 0,3$ mm a $\pm 1,5$ mm provádíme spárovým kalibrem GO/NOGO $\varnothing 2,7/3,3$ a spárovým kalibrem GO/NOGO $\varnothing 1,5/4,5$ mezi měřeným dílem a přípravkem.

Kalibr GO/NOGO $\varnothing 2,7/3,3$ používáme v místech označených zelenou čarou a zelenými body, spárový kalibr GO/NOGO $\varnothing 1,5/4,5$ v místech označených modrou čarou viz obr. 73.



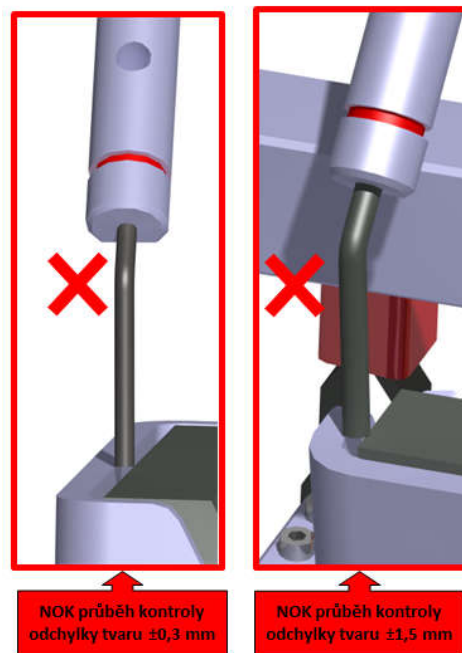
Obr. 73. Místa pro měření odchylek tvaru $\pm 0,3$ a $\pm 1,5$ mm

Dobrá strana kalibru musí projít mezi měřeným dílem a přípravkem. Pokud projde, díl hodnotíme jako OK. Pokud neprojde, díl hodnotíme jako NOK.



Obr. 74. OK průběh zkoušky

Zmetková strana kalibru nesmí projít mezi měřeným dílem a přípravkem. Pokud projde, díl hodnotíme jako NOK. Pokud neprojde, díl hodnotíme jako OK.



Obr. 75. NOK průběh zkoušky

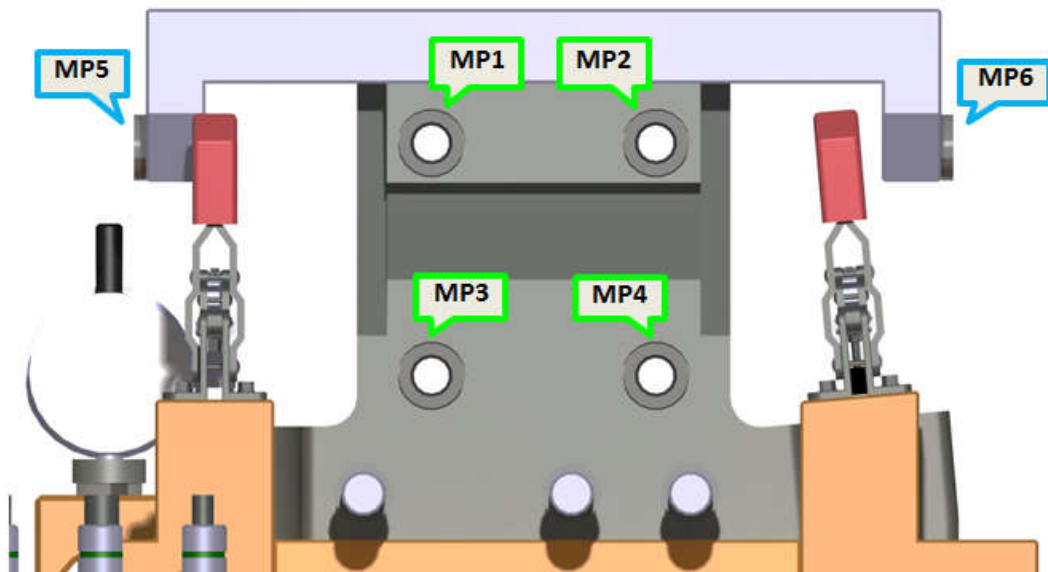
7.8 Měření odchylek tvaru plochy – digitálním úchylkoměrem

Před samotným měřením je nutné měřidlo vynulovat ve stanici na přípravku tomu určené.



Obr. 76. Vynulování měřidla

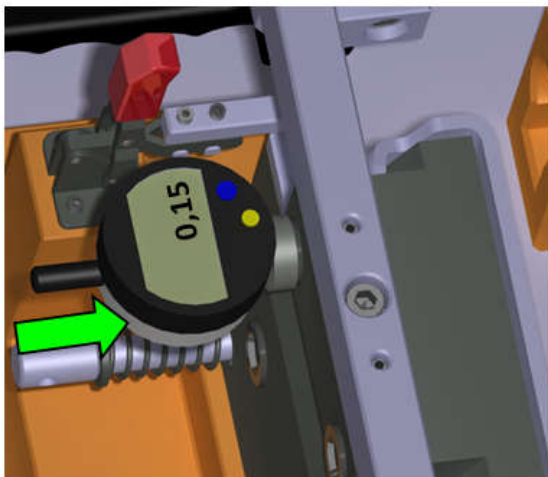
Poté přejdeme k samotnému měření. Měříme v místech označených jako MP1,MP2,MP3,MP4,MP5,MP6.



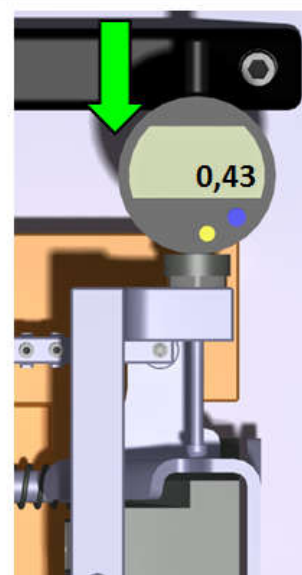
Obr. 77. Místa použití digitálního úchylkoměru

Naměřené hodnoty pro body MP 1až MP 4 musí být v toleranci $\pm 0,5$ mm. Hodnoty pro body MP 5 a MP 6 $\pm 1,5$ mm. Pokud je naměřená hodnota v toleranci vyhodnocujeme měření jako OK. Pokud je mimo toleranci vyhodnocujeme měření jako NOK.

Příklad měření odchylky tvaru $\pm 0,5$ mm



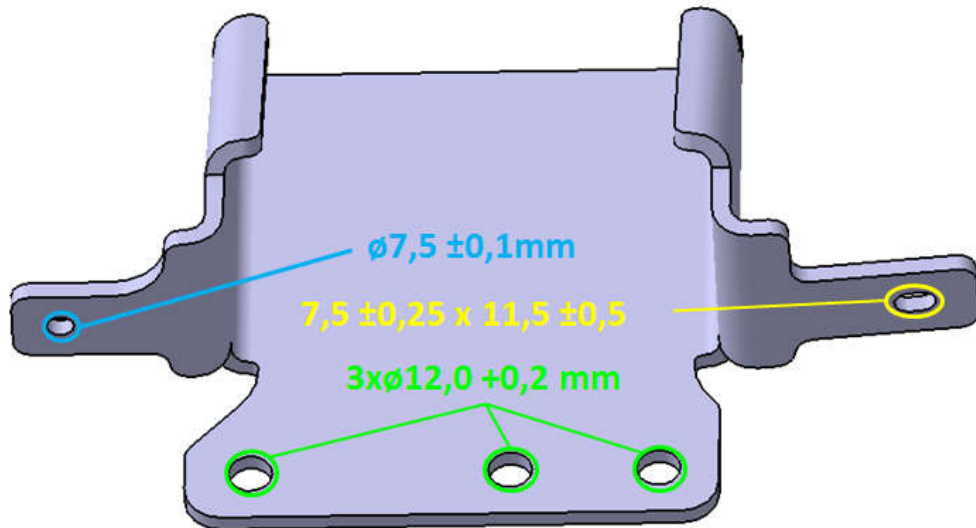
Příklad měření odchylky tvaru $\pm 1,5$ mm



Obr. 78. Příklad měření odchylek tvaru digitálním úchylkoměrem

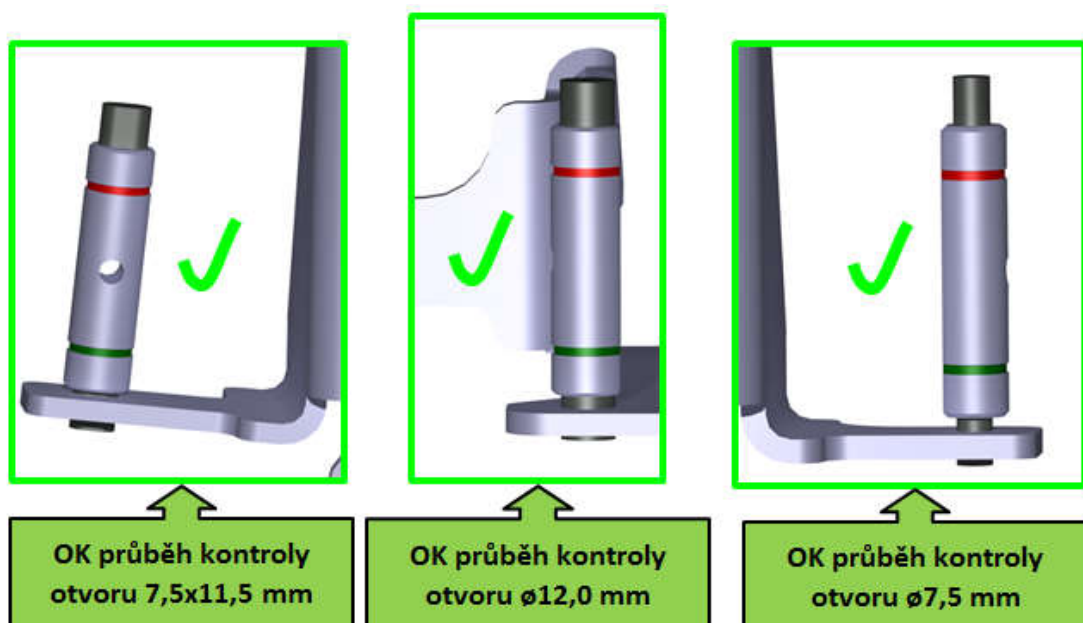
7.9 Kontrola rozměru otvorů

Na přípravku jsou použity tři válečkové kalibry pro kontrolu otvoru $\varnothing 7,5 \pm 0,1 \text{ mm}$ (Kalibr GO/NOGO 7,4/7,6), tří otvorů $\varnothing 12,0 + 0,2 \text{ mm}$ (Kalibr GO/NOGO 12,0/12,2 mm), oválného otvoru $7,50 \pm 0,25 \times 11,5 \pm 0,5 \text{ mm}$ (Kalibr GO/NOGO 7,25x11,0/7,75x12,0 mm).



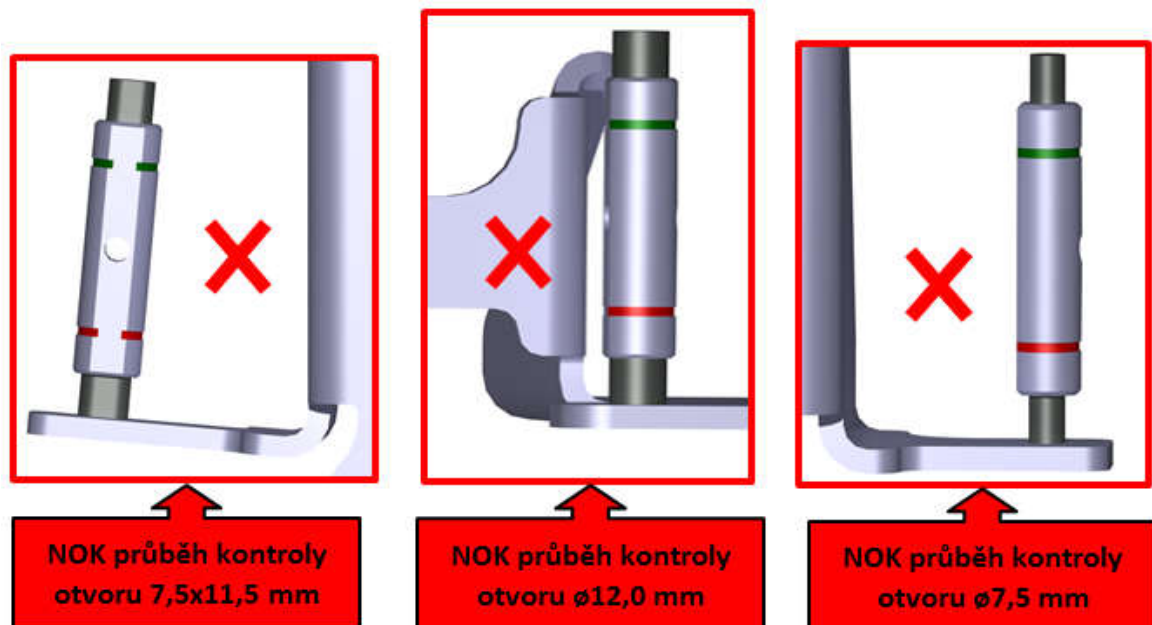
Obr. 79. Přehled zkoušených otvorů

Dobrá strana kalibru musí měřeným otvorem projít - pokud kalibr projde otvorem, díl hodnotíme jako OK. Pokud kalibr neprojde otvorem, díl hodnotíme jako NOK.



Obr. 80. Ok průběh zkoušky otvorů

Zmetková strana kalibru měřeným otvorem projít nesmí - pokud kalibr projde otvorem, díl hodnotíme jako NOK. Pokud kalibr neprojde otvorem, díl hodnotíme jako OK.



Obr. 81. NOK průběh zkoušky otvorů

8 ZKUŠEBNÍ POSTUP

Tab. 10. Zkušební postup str.1

ZKUŠEBNÍ POSTUP			Název dílu: Držák chladiče	Název procesu: Lisování		
Vypracoval: Jakub Šerý		Podpis:	Datum: 15.4.206	Výrobní zařízení: Schuler 630t		
Schválil:		Podpis:	Datum:	Číslo operace: 10		
č.o.	Kontrolovaný parametr	Specifikace parametru	Zkušební prostředek	Četnost	Rozsah	Opatření
101	Tloušťka svitku	5,0 ± 0,1 mm	Mikrometr	Každý svitek	Na začátku výroby + při výměně svitku	Zastavit produkci, informovat oddělení kvality
102	Šířka svitku	300,0 + 0,4 mm	Posuvné měřítko	Každý svitek	Na začátku výroby + při výměně svitku	Zastavit produkci, informovat oddělení kvality
103	Díl bez ostřin	max 0,2 mm	Mikrometr	1ks	Co 1 hod.	Zastavit produkci, informovat oddělení kvality
104	Díly bez deformací, škrábanců, vrypů a jiného poškození	---	Vizuálně	1ks	Co 1 hod.	Zastavit produkci, informovat oddělení kvality
105	Díl bez olejových skvrn	---	Vizuálně	1ks	Co 1 hod.	Zastavit produkci, informovat oddělení kvality
106	Kritická tloušťka materiálu	min 4,0 mm (=80%)	Mikrometr	1ks	Co 1 hod.	Zastavit produkci, informovat oddělení kvality
107	Rozměr oválného otvoru	7,5±0,25 X 11,5±0,5 mm	Kalibr (GO/NOGO) 7,25x11,0 / 7,75x12,0	1ks	Co 1 hod.	Zastavit produkci, informovat oddělení kvality
108	Průměr otvoru	Ø7,5 ±0,1 mm	Kalibr (GO/NOGO) Ø7,4/Ø7,6	1ks	Co 1 hod.	Zastavit produkci, informovat oddělení kvality
109	3x průměr otvoru	Ø12,0 +0,2 mm	Kalibr (GO/NOGO) Ø12,0/Ø12,2	1ks	Co 1 hod.	Zastavit produkci, informovat oddělení kvality
110	3x pozice otvoru	Ø12,0 +0,2 mm	Přípravek – poziční kalibry P1,P2,P3	1ks	Co 1 hod.	Zastavit produkci, informovat oddělení kvality
111	Odchylka ořezu	±0,5 mm	Ořezový kalibr ±0,5 mm	1ks	Co 1 hod.	Zastavit produkci, informovat oddělení kvality
112	Odchylka ořezu	±0,5 mm	Spárový kalibr (GO/NOGO) Ø2,5/Ø3,5	1ks	Co 1 hod.	Zastavit produkci, informovat oddělení kvality
Poznámky:						Strana: 1-2

Tab. 11. Zkušební postup str.2

ZKUŠEBNÍ POSTUP			Název dílu: Držák chladiče	Název procesu: Lisování		
Vypracoval: Jakub Šerý		Podpis:	Datum:	Výrobní zařízení: Schuler 630t		
Schválil:		Podpis:	Datum:	Číslo operace: 10		
č.o.	Kontrolovaný parametr	Specifikace parametru	Zkušební prostředek	Četnost	Rozsah	Opatření
113	Odchylka tvaru plochy	±0,3 mm	Spárový kalibr (GO/NOGO) Ø2,7/Ø3,3	1ks	Co 1 hod.	Zastavit produkci, informovat oddělení kvality
114	Odchylka tvaru plochy	±0,5 mm	Spárový kalibr (GO/NOGO) Ø2,5/Ø3,5	1ks	Co 1 hod.	Zastavit produkci, informovat oddělení kvality
115	Odchylka tvaru plochy	±1,5 mm	Spárový kalibr (GO/NOGO) Ø1,5/Ø4,5	1ks	Co 1 hod.	Zastavit produkci, informovat oddělení kvality
116	Odchylka tvaru plochy	±0,5 mm	Měřicí přípravek - body MP1,MP2,MP3,MP4	1ks	Co 1 hod.	Zastavit produkci, informovat oddělení kvality
117	Odchylka tvaru plochy	±1,5 mm	Měřicí přípravek - body MP5, MP6	1ks	Co 1 hod.	Zastavit produkci, informovat oddělení kvality
118	Kontrola pracoviště: přítomnost postupů, měřidel, záznamů	---	Vizuálně	---	Na začátku směny	Nezahájit produkci, informovat oddělení kvality a výroby
Poznámky:						Strana: 2-2

8.1 Záznam o provedené kontrole

Tab. 12. Kontrolní protokol str.1

Kontrolní protokol				OP.10-Lisování					
č.o.	Charakteristika	Hodnota (mm)	Měřidlo	Čas měření					
101	Tloušťka svitku	5,0 ± 0,1	Mikrometr						
102	Šířka svitku	300,0 + 0,4	Posuvné měřítko						
103	Díl bez ostřin	max 0,2	Mikrometr						
104	Díly bez deformací, škrábanců, vrypů a jiného poškození	---	Vizuálně						
105	Díl bez olejových skvrn	---	Vizuálně						
106	Kritická tloušťka materiálu	min 4,0 (=80%)	Mikrometr						
107	Rozměr oválného otvoru	7,5±0,25 x 11,5±0,5	Kalibr (GO/NOGO) 7,25x11,0/ 7,75x12,0						
108	Průměr otvoru	Ø7,5 ±0,1	Kalibr (GO/NOGO) Ø7,4/Ø7,6						
109	3x průměr otvoru	Ø12,0 +0,2	Kalibr (GO/NOGO) Ø12,0/Ø12,2						
110	3x pozice otvoru	Ø12,0 +0,2	Přípravek – poziční kalibry P1,P2,P3						
111	Odchylka ořezu	±0,5	Ořezový kalibr ±0,5mm						
112	Odchylka ořezu	±0,5	Spárový kalibr (GO/NOGO) Ø2,5/Ø3,5						
113	Odchylka tvaru plochy	±0,3	Spárový kalibr (GO/NOGO) Ø2,7/Ø3,3						
Poznámky:									Strana: 1-2

Tab. 13. Kontrolní protokol str.2

Kontrolní protokol				OP.10 - Lisování					
č.o.	Charakteristika	Hodnota (mm)	Měřidlo	Čas měření					
114	Odchylka tvaru plochy	±0,5 mm	Spárový kalibr (GO/NOGO) Ø2,5/Ø3,5						
115	Odchylka tvaru plochy	±1,5 mm	Spárový kalibr (GO/NOGO) Ø1,5/Ø4,5						
116	Odchylka tvaru plochy	±0,5 mm	Měřicí přípravek - body MP1,MP2, MP3,MP4						
117	Odchylka tvaru plochy	±1,5 mm	Měřicí přípravek - body MP5, MP6						
118	Kontrola pracoviště: přítomnost postupů, měřidel, záznamů	---	Vizuálně						
KONTROLU PROVEDL:									
Poznámky:								Strana: 2-2	

ZÁVĚR

Cílem této diplomové práce bylo navrhnout kontrolní přípravek pro součást vyráběnou technologií tváření. Jedná se o tvarově složitou součást určenou do automobilového průmyslu.

Teoretická část práce všeobecně pojednává o teorii přípravků. První kapitola říká, co jsou přípravky, jak se rozdělují, jaké jsou hlavní konstrukční zásady při jejich navrhování a jaké materiály se na ně používají. Druhá kapitola pojednává o prvcích používaných na těchto jednoúčelových pomůckách. Jedná se o ustavovací prvky na různé tvary součástí, upínací zařízení, či prvky pro ustavení a vedení nástrojů. Poslední kapitola teoretické části se zabývá tělesy přípravku, jak se přípravky udržují, ošetřují, skladují a evidují.

Na základě teoretického rozboru byla zpracována část praktická. Ta je rozdělena do tří kapitol.

První kapitola popisuje kontrolovanou součást z čeho a jak se vyrábí. V další kapitole je pomocí výrobního výkresu dílu vytvořen koncept kontrolního přípravku, který řeší, co a jak by se mělo na navrhovaném přípravku kontrolovat, za jaké plochy bude díl ustaven a upnut. Poté došlo k vytvoření 3D modelu přípravku. Po jeho vytvoření byl v další kapitole vytvořen podrobný návod a vysvětlen princip měření jednotlivých charakteristik na tomto měřidle. Poslední kapitola ukazuje kontrolní postup měření dané součásti, včetně kontroly svitku materiálu, z kterého je součást vytvořena, měření ostřiny výlisku a kritické tloušťky materiálu, která může nastat zejména v ohybech součásti.

Konstrukční návrh a výkresy sestav byly vytvořeny v 3D modelovacím programu Catia V5R19. Je přiložen i kusovník, kde jde vidět volba vhodného polotovaru a materiálu.

Přípravek splňuje všechny požadavky, které byly stanoveny na začátku práce. Součást lze jednoduše upnout a ustavit. Měřidla jsou snadno dostupné v zadní části přípravku a místa měření jednotlivých charakteristik jsou zobrazeny v kontrolním postupu. Přípravek je konstruován na manuální přenášení, tudíž by jeho hmotnost neměla přesáhnout 30kg. Hmotnost přípravku vyšla 24,5kg, čímž přípravek podmínku splňuje.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] CHVÁLA, Břetislav a Josef VOTAVA. *Přípravky*. 1. vyd. Praha: SNTL, 1988. 04-240-88
- [2] FRANK, Augustin a kolektiv. *Strojírenská Technologie 4: výrobní pomůcky*. 1. vyd. Praha: SNTL, 1978, 352 s. 04-224-78
- [3] ŘASA, Jaroslav. *Strojírenská technologie 4: Návrhy nástrojů, přípravků a měřidel. Zásady montáže*. 1. vyd.. Praha: Scientia, 2003, 505 s. ISBN 80-718-3284-7.
- [4] HLÁSEK, Pavel. *Strojírenská technologie III*. Praha: SNTL, 1986. 04-245-86
- [5] ZEMČÍK, Oskar. *Nástroje a přípravky pro obrábění*. Brno: akademické nakladatelství CERM,s.r.o.
- [6] *Marek Indurstial: Mechanické komponenty* [online]. 2006 [cit. 2015-12-26]. Dostupné z: <http://www.marek.eu/cz/produkty/b-kipp-b-mechanicke-komponenty/vrtaci-pouzdra/ostatni-dily-pro-vrtani/>
- [7] Měřicí přípravky. *PWO* [online]. 2006 [cit. 2015-12-26]. Dostupné z: <http://www.pwo.cz/vyrobky-technologie/nastrojarna/merici-pripravky/>
- [8] Převodní tabulka značení ocelí. *E- Konstrukter: Portál pro strojní konstruktéry* [online]. 2013 [cit. 2016-01-03]. Dostupné z: <http://e-konstrukter.cz/prakticka-informace/prevodni-tabulka-znaceni-oceli>
- [9] LEINVEBER, Jan a Pavel VÁVRA. *Strojnické tabulky: pomocná učebnice pro školy technického zaměření*. 2., dopl. vyd. Úvaly: Albra, 2005. ISBN 80-7361-011-6.
- [10] Hliník AlMg3 - ČSN 424413. *PROAL* [online]. 2009 [cit. 2016-03-25]. Dostupné z: <http://www.proal.cz/info/424413.htm>
- [11] EN AW 5754. *Gleich: Aluminium* [online]. 2012 [cit. 2016-03-25]. Dostupné z: <http://gleich.de/cz/produkty/vlcovan-desky/vlcovan-desky-en-aw-/en-aw-5754#sheet>
- [12] EN Servo presses in monoblock design: product. *Schulergroup* [online]. [cit. 2016-03-27]. Dostupné z:

- https://www.schulergroup.com/major/us/technologien/produkte/servopressen_moblock/index.html
- [13] *Mitutoyo - katalog měřících přístrojů 2015-2017: Úchylkoměry, tloušťkoměry a hloubkoměry* [online]. Teplice, 2015 [cit. 2016-04-28]. Dostupné z: http://dl.mitutoyo.eu/HE/eBook/cz_cz/index.html?page=251
- [14] *Číselníkové úchylkoměry: Doteky k číselníkovým úchylkoměrům* [online]. Ostrava, 2016 [cit. 2016-04-28]. Dostupné z: http://www.unimetra.cz/soubory_zbozi/47_1.pdf
- [15] SVOBODA, Pavel. *Základy konstruování*. Vyd. 3., upr. a dopl. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2009. ISBN 978-80-7204-633-1.
- [16] SVOBODA, Pavel, Jan BRANDEJS a František PROKEŠ. *Výběry z norem pro konstrukční cvičení*. Vyd. 3. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2009. ISBN 978-80-7204-636-2.
- [17] *Produkty: Kontrolní přípravky* [online]. Praha, 2016 [cit. 2016-05-03]. Dostupné z: <http://www.amest.cz/kontrolni-pripravky>
- [18] *Ebablock: Umělé dřevo* [online]. 2015 [cit. 2016-05-03]. Dostupné z: <http://www.ebalta.cz/cz/katalog-produktu/ebablock-umele-drevo/ebablock-920>
- [19] *Kontrolní přípravky* [online]. 2011 [cit. 2016-05-03]. Dostupné z: http://www.konstrukce-foff.cz/galerie/kontrolni_pripravky.htm
- [20] *Materiály pro výrobu forem, modelů a přípravků: Měřící a kontrolní přípravky* [online]. 2010 [cit. 2016-05-03]. Dostupné z: <http://www.skolil.cz/materialy-pro-vyrobu-forem-modelu-pripravku/merici-a-kontrolni-pripravky>
- [21] *Rychloupínky: Svislé upínky* [online]. 2016 [cit. 2016-05-03]. Dostupné z: <http://www.jcmetal.cz/produkty/1-rychloupinky-ry-up/3-svisle-upinky.html>

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

A ₅₀	Tažnost [%]
Al	Hliník
B	Rozdíl v nákladech na seřízení stroje s přípravkem a bez něho [Kč/rok]
C	Cena přípravku (náklady na konstrukci, materiál, skladování, výrobu) [Kč]
Cu	Měď
E	Výstřednost vrtacích pouzder [mm]
Fe	Železo
HBW	Zkouška podle Brinella
K	Životnost přípravku [roky]
Mg	Hořčík
Mn	Mangan
N	Počet výrobků vyrobených v jednom roce [ks/rok]
R	Koeficient režie vlastní výroby [%]
R _m	Mez pevnosti v tahu [MPa]
R _{p02}	Mez kluzu [MPa]
Si	Křemík
Ti	Titan
U	Úspora v přímých mzdách [Kč/ks]
Zn	Zinek

SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obr. 1. Přípravek pro obrábění [6]</i>	13
<i>Obr. 2. Kontrolní přípravek [7]</i>	14
<i>Obr. 3. Blokové schéma návrhu přípravku [2]</i>	16
<i>Obr. 4. Úchyty a rukojeti [1]</i>	17
<i>Obr. 5. Stupně volnosti [3]</i>	19
<i>Obr. 6. Vymezení stupňů volnosti [3]</i>	19
<i>Obr. 7. Vymezení stupňů volnosti u válce [3]</i>	20
<i>Obr. 8. Pevná opěrka na neobrobený povrch [3]</i>	21
<i>Obr. 9. Pevný opěrka na obrobený povrch [3]</i>	21
<i>Obr. 10. Opěrné lišty [1]</i>	21
<i>Obr. 11. Stavitelné opěrky [3]</i>	22
<i>Obr. 12. Samostavitelné opěrky [3]</i>	22
<i>Obr. 13. Prizmatická opěrka [1]</i>	23
<i>Obr. 14. Středící čep[1]</i>	23
<i>Obr. 15. Opěrný hrot otočný [5]</i>	24
<i>Obr. 16. Opěrný hrot otočný [5]</i>	24
<i>Obr. 17. Upínání nepřímé [4]</i>	25
<i>Obr. 18. Upínání přímé [4]</i>	25
<i>Obr. 19. Upínání šroubem a maticí [5]</i>	26
<i>Obr. 20. Způsoby uspořádání upínek [3]</i>	26
<i>Obr. 21. Základní tvary upínek [5]</i>	27
<i>Obr. 22. Výstředník [3]</i>	27
<i>Obr. 23. Pákový upínač s odklopným ramenem [3]</i>	28
<i>Obr. 24. Pákový upínač s přímočarým pohybem [3]</i>	28
<i>Obr. 25. Příklady konstrukce klínového upínacího zařízení [5]</i>	29
<i>Obr. 26. Pneumatické upínání – schéma [3]</i>	30
<i>Obr. 27. Vzduchový válec [3]</i>	30
<i>Obr. 28. Membránový upínač [3]</i>	31
<i>Obr. 29. Schéma hydraulického zařízení [3]</i>	31
<i>Obr. 30. Hydraulický válec [3]</i>	32
<i>Obr. 31. Upínání s multiplikátorem [2]</i>	32

<i>Obr. 32. Příklady ustavení nástroje použitím a) měrek, b) šablon</i>	33
<i>Obr. 33. Pevná vodící pouzdra [5]</i>	34
<i>Obr. 34. Příklady zabezpečení nástrčných pouzder proti pootočení a vysunutí [5]</i>	34
<i>Obr. 35. Sestavené těleso [5]</i>	36
<i>Obr. 36. Otočný třmen [3]</i>	37
<i>Obr. 37. Sklopný závěr [3]</i>	38
<i>Obr. 38. a) plochá západka, b) použití ploché západky [5]</i>	38
<i>Obr. 39. Čepová západka [5]</i>	38
<i>Obr. 40. Příklad řešení vyhazovačů [5]</i>	39
<i>Obr. 41. Model součásti</i>	42
<i>Obr. 42. Ukázka nástřihového plánu</i>	43
<i>Obr. 43. Lis Schuler MSD 630t [12]</i>	43
<i>Obr. 44. Schéma servo-lisu Schuler [12]</i>	44
<i>Obr. 45. Schéma nástroje</i>	45
<i>Obr. 46. Svitek materiálu</i>	46
<i>Obr. 47. Zobrazení ustavovacích prvků</i>	47
<i>Obr. 48. Kontrola pozic děr</i>	48
<i>Obr. 49. Místa kontroly odchylek tvaru – spárovými kalibry</i>	49
<i>Obr. 50. Místa rozmístění MP bodů</i>	50
<i>Obr. 51. Místa měření ořezu</i>	50
<i>Obr. 52. Rozměry otvorů</i>	51
<i>Obr. 53. Vizualizace přípravku</i>	52
<i>Obr. 54. Přehled válečkových kalibrů</i>	54
<i>Obr. 55. Držák na válečkové kalibry</i>	54
<i>Obr. 56. Přehled spárových kalibrů</i>	55
<i>Obr. 57. Držák na spárové kalibry + ořezový</i>	56
<i>Obr. 58. Ořezový kalibr</i>	56
<i>Obr. 59. Upevnění kalibrů lankem</i>	57
<i>Obr. 60. Upevnění kalibru pomocí navijáku</i>	57
<i>Obr. 61. Digitální úchylkoměr</i>	58
<i>Obr. 62. Prodloužení k úchylkoměrům [14]</i>	59
<i>Obr. 63. Ustavení dílu Krok1</i>	59
<i>Obr. 64. Ustavení dílu Krok2</i>	60

<i>Obr. 65. Ustavení dílu Krok3</i>	60
<i>Obr. 66. Kontrolované otvory</i>	61
<i>Obr. 67. Kontrola pozic děr</i>	61
<i>Obr. 68. Místa a způsob použití ořezového kalibru</i>	62
<i>Obr. 69. Schéma měření ořezovým kalibrem</i>	63
<i>Obr. 70. Místa použití spárového kalibru GO/NOGO 2,5/3,5</i>	63
<i>Obr. 71. OK průběh kontroly odchylek $\pm 0,5\text{mm}$</i>	64
<i>Obr. 72. NOK průběh kontroly odchylek $\pm 0,5\text{mm}$</i>	64
<i>Obr. 73. Místa pro měření odchylek tvaru $\pm 0,3$ a $\pm 1,5$ mm</i>	65
<i>Obr. 74. OK průběh zkoušky</i>	65
<i>Obr. 75. NOK průběh zkoušky</i>	66
<i>Obr. 76. Vynulování měřidla</i>	66
<i>Obr. 77. Místa použití digitálního úchylkoměru</i>	67
<i>Obr. 78. Příklad měření odchylek tvaru digitálním úchylkoměrem</i>	67
<i>Obr. 79. Přehled zkoušených otvorů</i>	68
<i>Obr. 80. Ok průběh zkoušky otvorů</i>	68
<i>Obr. 81. NOK průběh zkoušky otvorů</i>	69

SEZNAM TABULEK

<i>Tab. 1. Materiály používané pro konstrukci přípravků [4]</i>	18
<i>Tab. 2. Základní údaje o součásti</i>	42
<i>Tab. 3. Parametry lisu Schuler MSD 630t [12]</i>	44
<i>Tab. 4. Označení materiálu [9]</i>	45
<i>Tab. 5. Mechanické vlastnosti materiálu[11]</i>	46
<i>Tab. 6. Chemické složení materiálu [10]</i>	46
<i>Tab. 7. Spárové kalibry</i>	48
<i>Tab. 8. Kalibry na díry</i>	51
<i>Tab. 9. Parametry digitálního úchylkoměru Mitutoyo [13]</i>	58
<i>Tab. 10. Zkušební postup str.1</i>	70
<i>Tab. 11. Zkušební postup str.2</i>	71
<i>Tab. 12. Kontrolní protokol str.1</i>	72
<i>Tab. 13. Kontrolní protokol str.2</i>	73

SEZNAM PŘÍLOH

- PI Seznam přiložené výrobní dokumentace
- PII CD disk obsahující: diplomovou práci,
3D modely dílů,
3D model sestavy kontrolního přípravku,
výkresy sestavení
soupis položek

**PŘÍLOHA P I: SEZNAM PŘILOŽENÉ VÝKRESOVÉ
DOKUMENTACE**

Název výkresu	Číslo výkresu
Kontrolní přípravek	DIP_SES_1
Hlavní část přípravku	DIP_SES_1.1
Držák digitálního úchylkoměru	DIP_SES_1.2
Poziční kalibr	DIP_SES_1.3
Držák Chladiče	DIP_1