

VŠB – Technická univerzita Ostrava

Fakulta strojní

Katedra obrábění a montáže

Návrh postupu montáže děrovacího stroje

Innovation of Process Proposal of Assembly of
Punching Machine

Student: Pavel Fojtík

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Lenka Petřkovská, Ph.D.

Ostrava 2012

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Fakulta strojní
Katedra obrábění a montáže

Zadání bakalářské práce

Student: **Pavel Fojtík**
Studijní program: B2341 Strojírenství
Studijní obor: 2303R002 Strojírenská technologie
Téma: **Návrh postupu montáže děrovacího stroje**
Process Proposal of Assambly of Punching Machine

Zásady pro vypracování:

1. Úvod do problematiky.
2. Popis děrovacího stroje.
3. Návrh postupu montáže.
4. Vypracování vhodného postupu montáže.
5. Zhodnocení a závěr.

Seznam doporučené odborné literatury:

- [1] PETRŮ, J; ČEP, R. *Týmová cvičení z předmětu motáží práce a automatizace montážních prací.* Ostrava : Ediční středisko VŠB-Technická univerzita Ostrava, 2011. Dostupné na <http://www.346.vsb.cz/Petru, Cep - Tymova cviceni z predmetu montaze.pdf>. 86 s.
- [2] HOFMANN, J. *Technologie montáže.* Plzeň : Západočeská univerzita, 1997. ISBN 80-7082-382-8.
- [3] HRUBÝ, J. *Technologie obrábění a montáže.* Ostrava : Vysoká škola báňská, 1988. ISBN 80-6421-356-0.
- [4] ŘASA, J. *Strojírenská technologie 4 : návrhy nástrojů, přípravků a měřidel, zásady montáže.* Scientia Praha. 2003. ISBN 80-7183-284-7.

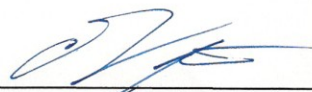
Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Lenka Petřkovská, Ph.D.**

Konzultant bakalářské práce: Ing. David Šťastný

Datum zadání: 16.12.2011

Datum odevzdání: 21.05.2012



doc. Ing. Robert Čep, Ph.D.
vedoucí katedry





prof. Ing. Radim Farana, CSc.
děkan fakulty

Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě

.....

Pavel Fojtík

Prohlašuji, že

- byl jsem seznámen s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména §35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a §60 – školní dílo.
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že jeden výtisk bakalářské práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB-TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o bakalářské práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu §12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- beru na vědomí, že odevzdáním své 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 předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě

.....

Podpis

Jméno a příjmení autora práce: Pavel Fojtík

Adresa trvalého pobytu autora práce: Tichá 242, okr. Nový Jičín,

ANOTACE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

FOJTÍK, P. Návrh postupu montáže děrovacího stroje: bakalářská práce. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra obrábění a montáže, 2012, 36 stran.

Vedoucí práce: Ing. Lenka Petřkovská, Ph.D.

V bakalářské práci je probrána problematika montáže jako takové, vysvětlení jejich základních pojmů a prvků pro jejich pochopení. Dále je prostudována část kontroly součástí z pohledu jejich ustavení, jako jsou například kolmosti, rovnoběžnosti a jejich metody zjišťování odchylek. Pro správné pochopení principu děrovacího stroje je zde vypracována teorie prostřihávání. V praktické části je vypracován vhodný montážní postup bezdeformačního jednoúčelového děrovacího stroje. Při vypracování montážního postupu vyplynulo, že se jedná z větší části o postup seřízení a ustavení prostřihávacího stroje.

ANNOTATION OF BACHELOR THESES

FOJTÍK, P. Innovation of Process Proposal of Assembly of Punching Machine. Ostrava: VŠB – Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Machining and Assembly, 2012, 36 pages.

Thesis head: Ing. Lenka Petřkovská, Ph.D

In the Bachelor Thesis deals with issues of installation as it is. It includes explanation of its basic terms and elements for understanding. More is studied part of controlling of components from the view of their adjustment such as perpendicularity, parallelism and methods of investigating its deviations. To understand the principle of punching machine punching theory developed here. In the practical part is prepared by a suitable fitting procedure deformation-free dedicated punching machines. In drawing up the assembly process showed that it is largely the adjustment process and the establishment cutting machines.

Obsah

Seznam použitého značení.....	7
1 Úvod.....	8
1.1 Představení společností Elvac Automation s.r.o.....	8
1.2 Historie společnosti.....	9
2 Montáž.....	11
2.1 Základní pojmy v oblasti montáže.....	12
2.2 Pracovní činnosti v montáži.....	13
2.3 Montážní prvky.....	14
3 Kontrola montáže, seřízení.....	15
4 Prostřihování.....	17
4.1 Bezdeformační prostřihávání uzavřených profilů.....	19
5 Stroje pro bezdeformační děrování uzavřených profilů.....	20
5.1 Typy strojů.....	20
5.2 HPML-A-2-CNC Automat Hydraulický prostřihávací stroj s lineárním elektromotorem.....	21
6 Instalace a seřízení stroje.....	23
6.1 Instalace prostřihávacího zařízení, montáž.....	23
6.2 Seřízení podélné souososti průstřižníků a průstřižnice.....	23
6.3 Vystředění adaptéru.....	24
6.4 Nastavení kolmosti adaptéru.....	26
6.5 Seřízení spodní a pracovní horní úvratě hydraulického válce.....	27
6.6 Nastavení výšky dopravníku.....	28
6.7 Demontáž adaptéru.....	29
6.8 Výměna čelistí upínacích kleští.....	31
6.9 Výměna průstřižníku v prostřihávací jednotce.....	31
6.10 Výměna strhávače profilu.....	32
6.11 Nastavení rozpínání klínu adaptérové tyče.....	32
6.12 Ustavení bočního středění adaptéru.....	33
6.13 Nastavení mazacích ploch.....	33
7 Závěr.....	35
8 Použitá literatura.....	36

Seznam použitého značení

Značka	Veličina	Rozměr
F	Maximální prostřihávací síla	kN
P	Celkový instalovaný příkon	kW
m	Celková hmotnost	kg

1 Úvod

Bakalářská práce je zaměřena na vypracování montážního postupu děrovacího stroje neboli prostřihávacího stroje. Jedná se o jednoúčelový stroj pro vytváření otvorů libovolných tvarů jak symetrických tak i nesymetrických bez deformace profilů. To znamená vytvoření velmi pevné soustavy profilů rozpínacího adaptéru a průstřižné jednotky, přičemž nedochází k nežádoucí deformaci hlavně bočních stěn profilů. Při stříhu dochází ke kvalitnímu povrchu otvorů bez větších otřepů. Hlavní části stroje tvoří prostřihávací jednotka (průstřižník, průstřižnice), dopravník, rozpínací adaptér, upínací kleště, hydraulický agregát, řídicí panel, elektroinstalační jednotka.

Cílem je sestavení vhodného postupu montáže. Při vypracování montážního postupu vyplynulo, že se jedná z větší části o postup seřízení a ustavení prostřihávacího stroje. Při sestavování postupu bude postupně vypracován postup ustavení stroje, seřízení podélné sousostí průstřižníků a průstřižnice. Mezi nejdůležitější části patří rozpínací adaptér. Nastavuje se kolmost a boční středění adaptéru vůči vodorovné poloze, ale i rozpínání klínu adaptéru. V práci je popsána i demontáž adaptéru. Pro seřízení stříhu se nastavuje spodní a pracovní horní úvratě hydraulického válce. Poté je popsána výměna čelistí i celého držáku kleští, ke které dochází při změně šířky profilů. Výměna průstřižníku, který se nachází v děrovací jednotce. Dále je vypracována výměna strhávače profilů. V neposlední řadě je popsáno nastavení mazání přímo do stříhu, které je důležité pro kvalitu prostřihávaného otvorů.

1.1 Představení společností Elvac Automation s.r.o.

ELVAC je akciovou společností holdingového typu, která sdružuje skupinu dceřiných společností, poskytujících obchodně-technické a inženýrsko-dodavatelské služby v oblasti průmyslových a speciálních PC systémů, průmyslové automatizace a silnoproudé elektrotechniky. Dále tato skupina společností nabízí služby v oblasti ekologie, světelné a neonové reklamy a výroby jednoúčelových strojů a zabývá se také obchodními činnostmi.

Společnost ELVAC a.s. je také tradičním výrobcem širokého spektra strojů a zařízení. Hlavní specializací je konstruování a výroba jednoúčelových strojů a kompletačních linek. Tyto stroje a zařízení se využívají hlavně v automobilovém průmyslu.

Kromě toho společnost navazuje na více jak 10 letou tradici ve výrobě strojů a zařízení pro bezdeformační děrování (prostřihávání), vystřihování a dělení uzavřených i otevřených profilů a trubek.

Všechny stroje a zařízení jsou stavěny na nejvyšším standardu kvality, v souladu s certifikací CE a prověřeny řadou spokojených zákazníků po celém světě.

Při konstruování a výrobě všech zařízení, strojů a linek společnost uplatňuje inovativní a chytrá řešení, které usnadňují zpracování technického a funkčního zadání. Produkty jsou oblíbeny, zejména s ohledem na svou dlouhou životnost, přesnost, kvalitu práce a také spolehlivost.

Společnost si je vědoma, že základním měřítkem konkurenceschopnosti je kvalita poskytovaných produktů a služeb. A jenom zákazník je ten, kdo může tuto kvalitu potvrdit. Předvídat a pochopit potřeby zákazníka a naplnit je každodenní praktickou činností je proto základní filozofií společnosti.

1.2 Historie společnosti

- 2011 Byla provedena generální rekonstrukce objektu na ul. Tavičská 23, který bude sloužit jako nové sídlo společnost ELVAC Ekotechnika, s.r.o.
- 2010 V prosinci roku 2010 firma dosáhla největšího konsolidovaného obratu v měsíci, který se poprvé vyhouplnul přes 100 mil. Kč/měsíc.
- 2009 Kompaktní řídicí jednotka RTU7.4, vyvinutá ve společnosti ELVAC IPC, s.r.o. zvítězila ve své kategorii v soutěži o nejlepší produkt roku v časopisu Control Engineering.
- 2007 Dceřiná společnost ELCOM MACHINERY, s.r.o. vybuodovala úzký partnerský vztah se společností SIRIUS Praha s.r.o., který vyústil v nabídku a realizaci široké škály prostřihovacích strojů.
- 2005 Byla založena nová dceřiná společnost ELCOM MACHINERY, s.r.o. se zaměřením na výrobu a dodávky jednoúčelových strojů, nástrojů a strojů pro bezdeformační prostřihávání uzavřených profilů.

- 2003 Dceřiná společnost ELCOM IPC, s.r.o. přijala systém řízení kvality ISO 9001:2000, a to jak pro výrobu, tak pro vývoj a servisní služby.
- 1999 Založení společnosti ELCOM GROUP a.s. a transformace společnosti ELCOM s.r.o. na akciovou společnost. Založení společnosti ELCOM IPC, s.r.o. a převedení činnosti v oblasti výroby a dodávky průmyslových a speciálních počítačových systémů do této společnosti.
- 1997 Vybudování nového sídla společnosti na Místecké ulici v Ostravě-Vítkovicích.
- 1993 Zahájení velkoobchodního prodeje komponent a přístrojů.
- 1991 Založení společnosti ELCOM s.r.o. s orientací na služby v oblasti automatizace, průmyslové výpočetní techniky a ekotechniky. [1]

2 Montáž

Montáž je neméně důležitou operací při sestavení stoje, obráběcích linek. Zahrnuje skládání jednotlivých součástí do skupin, podskupin. Pro spojování součástí se používají různé technologie, které zajišťují přímé spojení součástek bez přídavných prvků či materiál. Montáž má velký vliv na kvalitu, jakost konečného výrobků. Při špatné montáži docílíme výrobku, který nesplňuje požadavky jako je například kolmost hran, rovnoběžnost ploch, vodorovnost ploch. Montáž ve strojírenství je nedílnou součástí výrobního závodu, až 50% pracovníku je právě zaměstnáváno v montáži. V dnešní době se ale čím dál více snaží firmy snížit procento pracovní síly a nahrazují je vyšším stupněm mechanizace a automatizace montážního procesu. [2]

Montáž je soubor činností lidí, zařízení a strojů v montážním systému, jejichž vypracování ve stanoveném pořadí vznikne z jednotlivých součástí a montážních celků hotový výrobek. Racionální a kvalitní montáž je stejně důležitá jako jiné výrobní procesy.

Druhy montážních můžeme rozdělit podle způsobu vykonávání. Dělí se na ruční částečně mechanizované a na strojní mechanizované, automatické. Ve skutečnosti montáž je kombinací těch to dvou způsobů. Další hlediska jsou:

Podle místa provádění montáže:

- Externí montáž probíhá přímo ve výrobním závodě, firmě nebo přímo u zákazníka.
- Interní montáž probíhá ve výrobním závodě, kde výrobek je v konečném stádiu a vhodný ke spotřebě. Ve většině případů se jedná o dopravní prostředky a spotřební zboží. U výrobků větších rozměrů se využívá konečná montáž celého výrobku, odzkoušení funkce, demontáž, transport, externí montáž u zákazníka, nové odzkoušení. [9]

Podle pohybu montážního celku při montáži:

- Stacionární montáž. Montovaný výrobek zůstává na stejném místě. Pohybuje se pracovník nebo skupina pracovníků. Při složitější montáži se střídají skupiny specializovaných pracovníků.

- Nestacionární montáž. Montovaný výrobek se pohybuje v montážní lince za předpokladu jeho schopnosti pohybu. Pohyblivá montáž je typická pro hromadnou a velkosériovou výrobu.

Podle hromadění montážních činností:

- Fázová montáž je hromadění montážních činností do jednoho pracoviště. Probíhá ve fázích. Skupinová montáž. Montáž jen některých montážních celků výrobků. Na pracovišti, které je méně univerzální.
- Proudová montáž se provádí na mnoha pracovištích úzce specializovaných jen na určité operace. Montážní čas je poměrně krátký. [3]

Podle stupně mechanizace a automatizace. Ruční montáž, mechanizována. Poloautomatická montáž. Automatická montáž, strojní.

Podle pružnějších změn montážního programu. Jednouúčelový. Pružný. [3]

2.1 Základní pojmy v oblasti montáže

Montážní proces – jedná se o podsystém výrobního systému, jehož cílem je montáž výrobků. Montážní proces lze posuzovat z hlediska jeho začlenění do výrobního procesu, jeho funkce a regulačních vlastností.

Montážní operace - ukončená část montážního procesu, která probíhá při montáži zařízení či součástí jedním nebo skupinou pracovníků na jednom pracovním úseku (např. svařování, nýtování, kontrola rozměrů. Montážní operace je základní částí montážního procesu. Montážní operace jsou velmi pracné a nákladné, asi okolo 50 % nákladů. Náklady jsou závislé na technickém vybavení podniku či na organizační úrovni chodu. Ty jsou ovlivněny zejména:

Konstrukčním řešením – konstrukcí a navrženou složitostí jednotlivých součástí, funkčních skupin i celých výrobků. Konstrukční řešení ovlivňuje z více než 50 % nejen složitost montáže, metody změny montáže, možnosti využití prvků mechanizace a automatizace montáže, organizační členění montážních operací apod.;

Technologii a organizací – z hlediska použitých montážních operací, organizace a sled montáže, kvalita vybavení podniku apod.;

Kvalitou pracovních sil – kvalitní výběr pracovníků, to znamená odpovídající vzdělání, zručnost, zkušenosti, odpovědnost;

Pracovními podmínkami a prostředím – prašnost, čistota, klimatizace, teplota, hluchost, osvětlení atd.; [2]

Právě těmito kritérii lze ovlivnit efektivnost montážního procesu.

2.2 Pracovní činnosti v montáži

Druhy a rozsah činností jsou dány charakterem a typem výroby. Manuální činnosti se využívají zpravidla v kusové nebo malosériové výrobě. Mechanické a automatické činnosti se využívají ve velkosériové a hromadné výrobě. Hlavně manipulace, spojování a skládání součástí a montážích celků patří do montáže konečného výrobků. Patří tam i další činnosti vyvolané nepřesnou výrobou, nedokonalou přípravou a organizací výroby. [3]

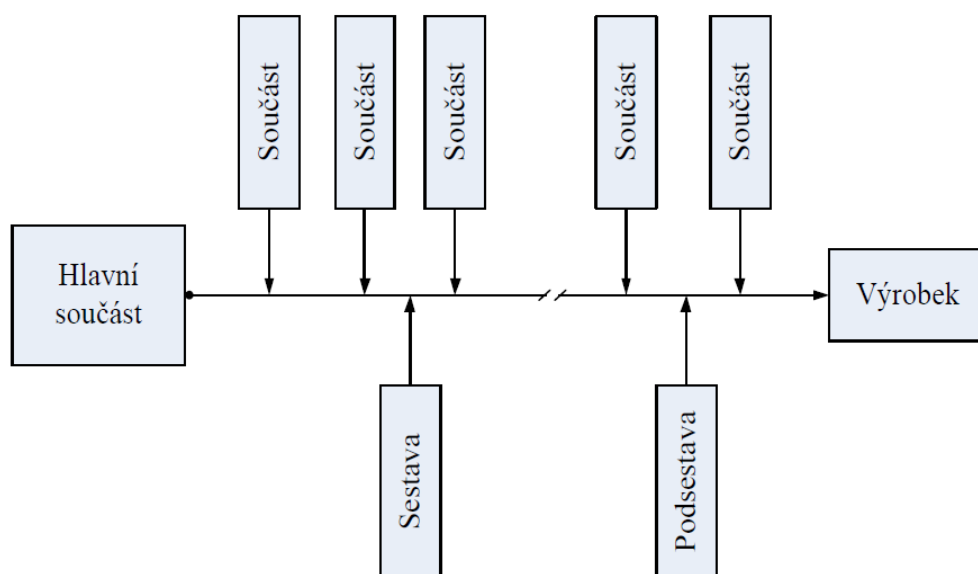
Mezi činnosti při montáži patří činnosti přípravné. Jde o činnosti, které probíhají před montáží. Čistota pracoviště, vstupní kontroly součástí. Manipulační činnosti se nazývají také jako pohybové činnosti, které využíváme k pohybu součástí jako je zdvihání pouštění atd. K činnostem patřící pod skupinu skládání a spojování se využívají nástroje, obráběcí stroje a další specializovaná technika. Úpravy rozměrů, tvarů a činnosti kontrolní, seřizovací se realizují při nekvalitní a nepřesné výrobě. [10]



Obr. 2.1 - Rozdělení montážních činností [3]

2.3 Montážní prvky

Montážní prvky jsou skupiny a části strojů, které mohou být montovány odděleně a nemusejí se ohlížet na ostatní součásti výrobku. Mezi prvky montážního procesu patří součást, díl, podskupina, skupina, výrobek, zařízení. Součást je prvek, který je většinou vyroben z jednoho kusu materiálu. Často se vyskytuje jako prvotní článek montáže. Na obrázku 2.2 je znázorněna hlavní součást a na ni navazují další součásti. Další prvek je díl. Díl vzniká spojením dvou a více součástí, kde nezáleží na způsobu provedení montáže, spojení. Podskupina vzniká spojením dvou a více součástí, nezáleží na způsobu spojení. Mohou se vyskytnout ve vícero řádech. Například podskupiny prvního řádu jsou přímo montované do skupin, podskupiny druhého řádu jsou montované do podskupiny prvního řádu. Skupina neboli sestava je nejvyšší montážní prvek. Vzniká spojením vícero součástí a dalších podskupin. Výrobek je konečný produkt, který je umístěn na trh. Skládá se z několika skupin, podskupin a součástí, spojením rozebíratelným nebo nerozebíratelným způsobem. Představuje prvek, který je konstrukčně a funkčně uzavřený. Zařízení se skládá se souboru výrobků, které mají plnit technologické a provozní úkoly. V případě složitějších součástí se vypracovává technologické schéma montáže, které popisuje posloupnost montáže jednotlivých součástí do podskupin a skupin. Až k vytvoření konečného výrobků či zařízení. [2]

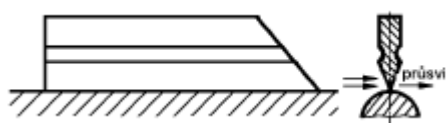


Obr. 2.2 – Jednoduché technologické schéma montáže [2]

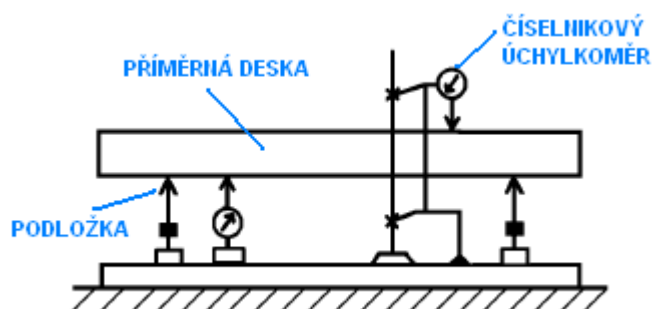
3 Kontrola montáže, seřízení

Při montáži či seřízení stroje se pro správné a kvalitní ustavení určitých částí používají měřicí přístroje. Kontroluje se například tolerance tvarů, směrů, polohy, házení. Při každém seřízení se ustavují plochy co nejpřesněji. Ve většině případů jsou dané dovolené hodnoty tolerance, ve kterých by se mělo ustavení pohybovat. Mezi tolerance tvarů patří přímost, rovinnost. [8]

Způsoby měření přímosti jsou vlasovým pravítkem, pomocí příměrné desky a úchylkoměru. Měření vlasovým pravítkem je vhodné pro dílenské podmínky, určuje se průsvitem (Obr. 3.1). Pomocí příměrné desky a úchylkoměru (Obr. 3.2). Příměrná deska je podložena na měřicí plochu, posouváním úchylkoměru zjišťujeme největší odchylku od základny a výšky podložek. Metoda vhodná pro kratší délky. [4]

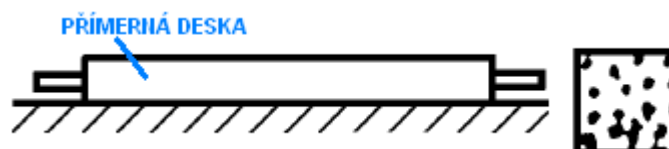


Obr. 3.1 Vlasové pravítko [4]



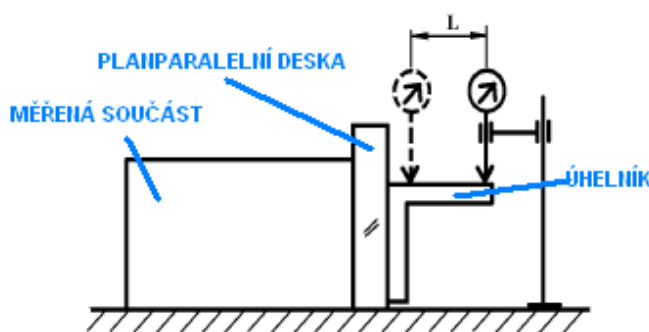
Obr. 3.2 Měření přímosti [4]

Měření rovinnosti se kontroluje příměrnou deskou na barvu. Na měřenou plochu se nanese vrstva speciální barvy, která se příměrnou deskou posouváním a krouživými pohyby rozetře po celé ploše. Rovinnost se posuzuje podle rovnoměrnosti zbarvení plochy (Obr 3.3).



Obr 3.3 Měření rovinnosti [4]

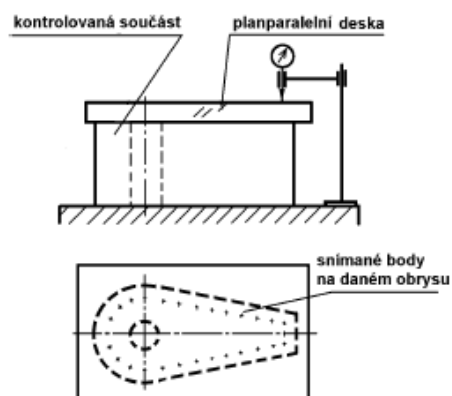
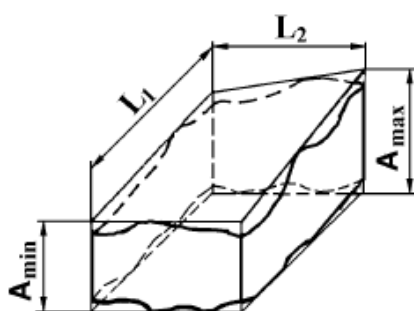
Mezi odchylky polohy patří rovnoběžnost, kolmost. Odchylky kolmosti se měří pomocí kontrolních válců, uhelníků, souřadnicovém měřicím přístroji, rámovou libelou, mikroskopy. Mezi nečastějšími metodami patří měření odchylky dvou rovin (Obr. 3.5) a měření odchylky úhlu od pravého úhlu (Obr. 3.4). Na obrázku 3.5 je znázorněna měřená součást, která je položena na průměrnou desku. K ní je přiložena planoparalelní deska s uhelníkem v rovině kolmé na obě kontrolované roviny. Na horní straně uhelníku se proměří dva body vzdálené od sebe o délku L číselníkovým úchylkoměrem. Výsledkem je rozdíl naměřených hodnot v délce L . [4]



Obr. 3.4 Odchylka kolmosti rovin [4]

Obr. 3.5 Měření odchylky kolmosti dvou rovin [4]

Odchylka rovnoběžnosti dvou rovin (Obr. 3.6) se myslí rozdíl největší a nejmenší vzdálenosti mezi rovinami v rozsahu vztažného úseku. Na měřenou součást se přiloží planoparalelní deska a pomocí číselníkového úchylkoměru se proměří součást ve více bodech (Obr. 3.7).



Obr. 3.6 Odchylka rovnoběžnosti [4]

Obr. 3.7 Měření odchylky rovnoběžnosti [4]

4 Prostřihování

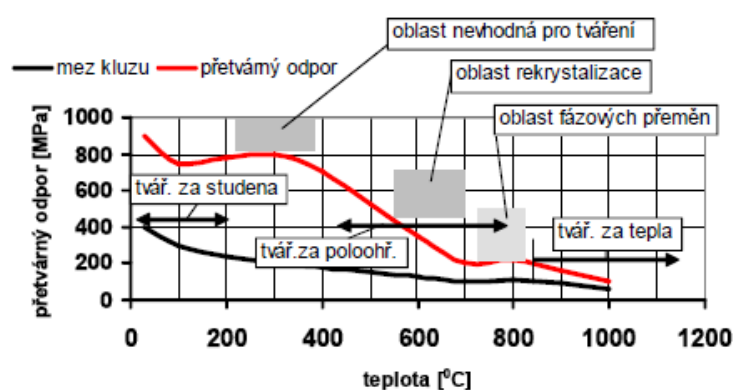
Prostřihování je podskupina tváření za studena. Tváření kovů je technologický proces, při kterém dochází k požadované změně tvaru a vlastností v důsledku působení vnějších sil a to bez vzniku trhsek. Tváření je založeno na vzniku plastických deformací. Ke kterým dochází v okamžiku dosažení napětí na mezi kluzu pro daný materiál. Tento děj je provázen změnou struktury materiálu a jsou ovlivněny mechanické vlastnosti materiálu. [5]

Výhodou tvářecích operací je:

- vysoká produktivita a ekonomika práce,
- vysoká rozměrová stálost výrobku,
- příznivé podmínky pro automatizaci.

Tváření za studena probíhá při teplotách pod 20 % - 30 % teploty tavení daného materiálu (Obr. 4.1). K základním pracím v lisovací technice patří:

- stříhání,
- prostřihování,
- ohýbání,
- tažení.



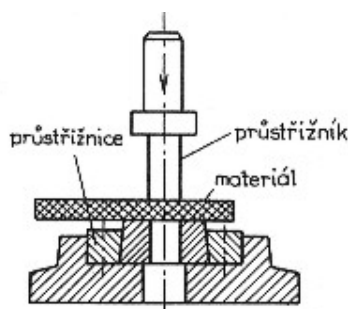
Obr. 4.1 Diagram oblasti tváření [6]

Pro prostřihování jsou konstruovány a vyráběny speciální nástroje – prostřihovadla, která umožní rychlý, produktivní a tedy levný způsob výroby. Na obrázku č. 4.2 a č. 4.3 je vidět schéma základního prostřihovadla, kde pohybem průstřížníku směrem dolů přes materiál a průstřížnici je vyroben výstřížek. [6]

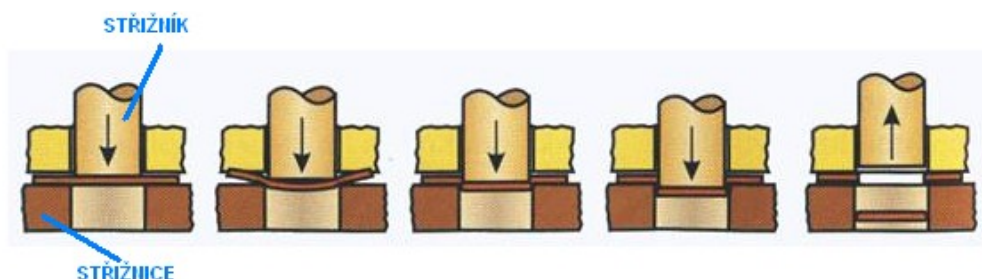
Střihání probíhá ve třech fázích:

- 1. pružná deformace: materiál se stlačuje, ohýbá a vtlačuje do střížnice
- 2. plastická deformace: střížník se vtlačuje do plechu a ten do střížnice, materiál překračuje mez skluzu, na hranách se blíží mezi pevnosti
- 3. usmýknutí materiálu: na hranách vznikají trhlinky, které se rozšiřují, až dojde k utržení materiálu

Střihání je jedinou tvářecí operací, která směřuje k žádoucímu porušení materiálu. Pro výpočet tvářecích sil se tedy používá mez pevnosti místo meze kluzu materiálu. [11]



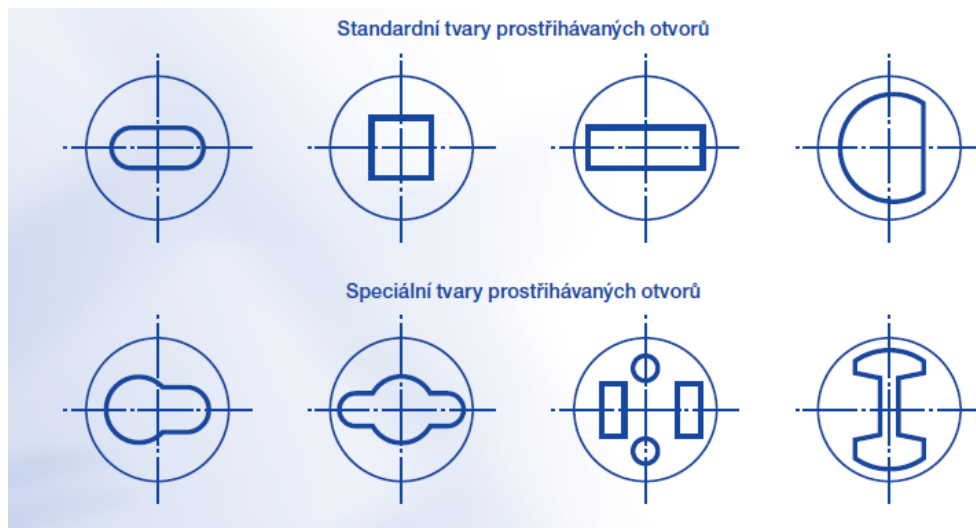
Obr. 4.2 Schéma stříhadla [5]



Obr. 4.3 Postup stříhání [5]

4.1 Bezdeformační prostřihávání uzavřených profilů

Prostřihávání uzavřených profilů je běžným způsobem velmi obtížné nebo spíše nemožné z důvodů deformace bočních stěn. Z tohoto důvodu se nám nabízí řešení nasunutí trnu do profilu, tím dosáhneme tuhou a pevnou konstrukci pro děrování. Stěny se nezbortí, protože mají pevnou podporu nasunutého trnu. Trn je samozřejmě opatřen otvorem, který je přesně umístěn podle požadavků zákazníka. Tímto způsobem jsme schopni vytvářet otvory libovolných tvarů jak symetrické, tak i nesymetrické (Obr. 4.4). Podle tvarů otvorů se liší konstrukce střížníku. [7]



Obr. 4.4 Příklady tvarů prostřihávaných otvorů [1]

5 Stroje pro bezdeformační děrování uzavřených profilů

Na českém trhu můžeme najít dvě firmy, které se zabývají výrobou strojů pro bezdeformační děrování uzavřených profilů. Jako první je firma ELVAC Automation s.r.o., která má sídlo v Ostravě a druhá je Innovate Technology Solutions, s.r.o. Dále je práce zaměřena na stroje od firmy ELVAC.

5.1 Typy strojů

HPM-M - Hydraulický prostřihávací stroj s manuálním posuvem a odměřováním je vhodný pro větší série profilů s vyšším počtem otvorů stejných velikostí. Pozice otvorů musí být stejná, naopak rozteče otvorů mohou být různé. Pro snížení velikosti deformace na minimum, používá se rozpínací adaptér a jednotka pro středění profilů před každým úderem. To umožňuje snadný posuv a zajišťuje vhodnost použití pro materiály nižší úrovně kvality a s velkým rozsahem tolerance.

HPMR-A-CNC Automat. Hydraulický prostřihávací stroj s ozubeným řemenem a servomotorem používá automatický posuv s hydraulickým upnutím a s možností programování rozteče otvorů.

HPML-A-1 - CNC Automat. Hydraulický prostřihávací stroj s lineárním elektromotorem se liší od výše uvedeného stroje velmi kvalitními parametry lineárního elektromotoru v mohutné konstrukci stroje, se řídicím panelem pro nastavení úderu lisu. Dlouhodobě přesné a velmi efektivní.

HPML-A-2 - CNC Automat. Hydraulický prostřihávací stroj s lineárním elektromotorem. Velmi stejné vlastnosti a vybavení jako řada A-1 s výhodou vyšší výkonnosti, zajištěnou díky dvěma osám pro děrování dvou profilů najednou.

HPML-A-1T - CNC Automat. Hydraulický prostřihávací stroj s lineárním elektromotorem. Největší výhodou je děrování skrz dvě stěny profilu najednou, pro oboustranné děrování v jednom cyklu. [1]

HPML-A-2T - CNC Automat. Dvouosý hydraulický prostřihávací stroj s lineárním elektromotorem. Pro děrování skrz dvě stěny najednou.

Dále je práce zaměřena na stroj HPML-A-2- Hydraulický prostřihávací stroj s lineárním elektromotorem - CNC Automat. [1]

5.2 HPML-A-2-CNC Automat Hydraulický prostřihávací stroj s lineárním elektromotorem

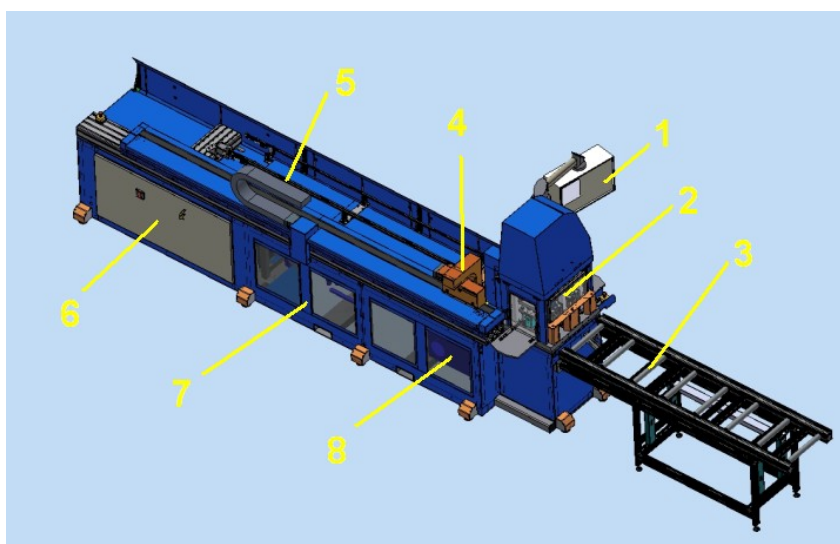
Stroj se skládá s dvou prostřihávacích jednotek, které mají automatické středění profilů před každým zdvihem a s vlastním hydraulickým okruhem. Součástí je adaptér s hydraulickým rozpínáním pomocí klínu, lineární elektromotor pro automatický posuv profilů. Upnutí profilů zajišťují hydraulické upínací kleště. Pomocí řídicího panelu se programuje prostřihávání a ukládání programu do paměti. Pro kontrolu délky profilu a začátku prostřihávání slouží optické senzory. Mezi výhody patří posuv pomocí lineárního elektromotoru. Vysoká tažná síla, tolerance, rychlost a přesnost zastavení. Lineární odměřování zajišťuje přesnou pozici otvorů. Kontrola délky prostřihovaného profilů se špatnou délkou. Speciální design upínacích kleští a prostřihávací jednotky umožňuje děrovat první a poslední otvor korektně i v koncích profilu. Speciální design prostřihávací jednotky umožňuje rychlou výměnu nástrojů, dopravník umožňuje rychlé nastavení pro profil rozdílnou výškou. Všechny funkce jsou jištěné kontrolními senzory. [1]

Tab. 5.1 Technické parametry stroje [1]

Maximální prostřihávací síla	F = 135 kN
Čas pracovního cyklu	1,0 – 1,3 s
Maximální délka prostřihávaného profilu	3 000 mm
Prostřihávaný profil	Uzavřený
Posuvné a krokovací zařízení	Strojní
Délka	7 500 mm
Šířka	1 300 mm
Výška	2 000 mm
Výška pracovního stolu hradního rámu	900 mm
Celková hmotnost	m = 3 300 kg
Hydraulický agregát	Č.z. 9046/09
Celkový instalovaný příkon	P = 25 kW
Elektrická soustava	3/N/PE/400/230v, AC/50Hz/TN-S

Základní části stroje (Obr. 5.1):

- 1, Řídicí panel
- 2, Děrovací jednotka
- 3, Výškově nastavitelný dopravník
- 4, Upinací kleště
- 5, Rozpinací adaptér
- 6, Elektroinstalační jednotka
- 7, Rám stroje
- 8, Hydraulická jednotka



Obr. 5.1 Základní část stroje

6 Instalace a seřízení stroje

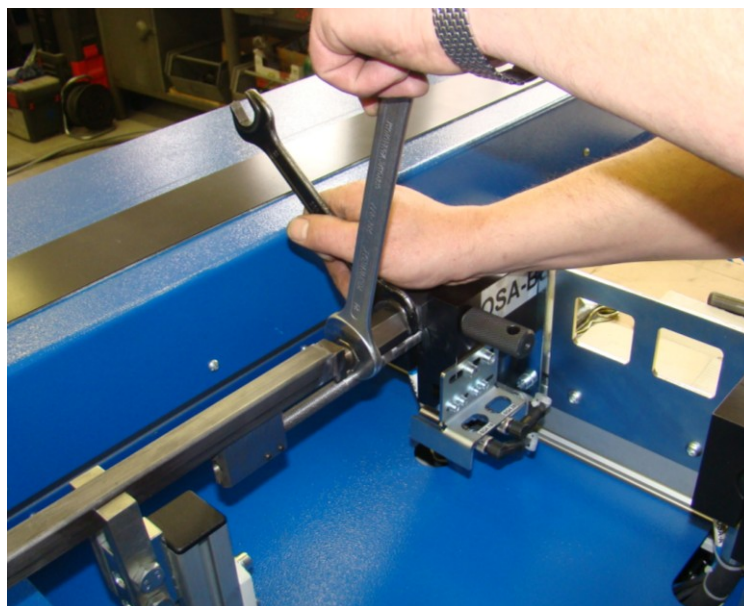
Ve spolupráci s konstruktérem firmy Elvac byl vypracován postup montáže, seřízení, instalace jednotlivých částí děrovacího stroje. Cílem práce bylo, aby pracovník byl seznámen a v rámci možností vyškolen s problematikou seřízení stroje. Uvádí se v ní nastavení sousosti průstřížníků a průstřížnice, kolmosti adaptérové tyče a další. Po nastudování manuálu by měl být pracovník schopen vykonávat kvalitní děrování vysoké jakosti a vyvarovat se zbytečných chyb, které jsou v problematice uvedeny. Správné seřízení vede ke kvalitnímu prostřihávání bez větších otřepů, k vyšší životnosti průstřížníků průstřížnice a snížení nákladů z důvodů výjezdů servisních složek.

6.1 Instalace prostřihávacího zařízení, montáž

Jako první se ustaví hlavní rám s hydrogenerátorem a elektrorozvaděčem na rovnou betonovou podlahu, pod celou plochu hlavního rámu se vloží tlumič rázů ve formě desky z tvrdé gumy o tloušťce cca 20 mm. Seřídí se vodorovně vůči podlaze a poté se připevní hlavní rám kotvami k podlaze. Na levou stranu hlavního rámu se připojí šrouby dopravník a seřídí se pravoúhle vůči hlavnímu rámu a vodorovně vůči podlaze. Do pracovního prostoru hlavního rámu se vloží prostřihávací jednotka a aretuje se pomocí středícího čepu. Nakonec se vloží adaptér určený pro děrovaný profil, upevní se pomocí čepu a jeho poloha se následně seřídí při seřizování celého zařízení.

6.2 Seřízení podélné sousosti průstřížníků a průstřížnice

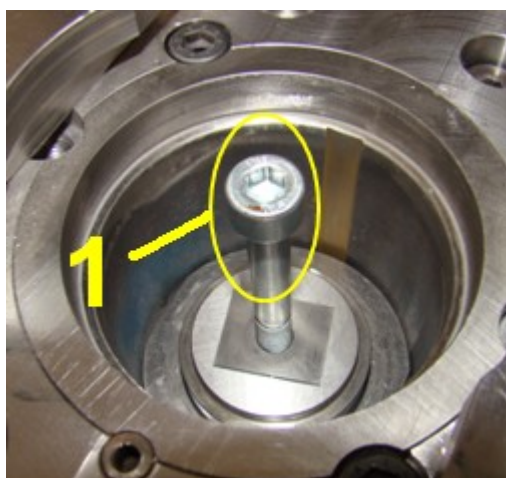
Úprava délky se provede následujícím způsobem. Po uvolnění pojistných matic na adaptérové tyči (Obr. 6.1) se otáčením střední matice posouvá adaptér tak, až středící element lze volně zasunout do adaptéru. Při utahování pojistných matic je nutno dbát na správnou polohu adaptéru, horní plocha adaptéru musí být ve vodorovné poloze vzhledem k ploše spodní desky stříhací jednotky. Pojištění polohy adaptéru se provádí zajištěním šroubů na vidlici adaptéru (Obr. 6.10).



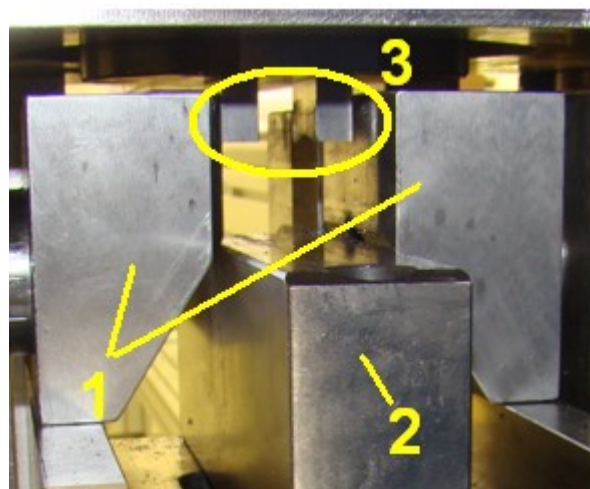
Obr. 6.1 Seřízení podélné souososti

6.3 Vystředění adaptéru

Do připraveného střižníku se vloží pomocný šroub (pozice 1, Obr. 6.2). Celý střižník i se šroubem vložíme do střižné jednotky. Na obrázku 6.2 je znázorněn vrchní pohled střižníku, kde je střižník zajištěn pomocným šroubem (Pozice 1). Na obrázku 6.3 je vidět boční pohled na střižník (Pozice 3), podložka (Pozice 2), vodící kameny (Pozice 1).

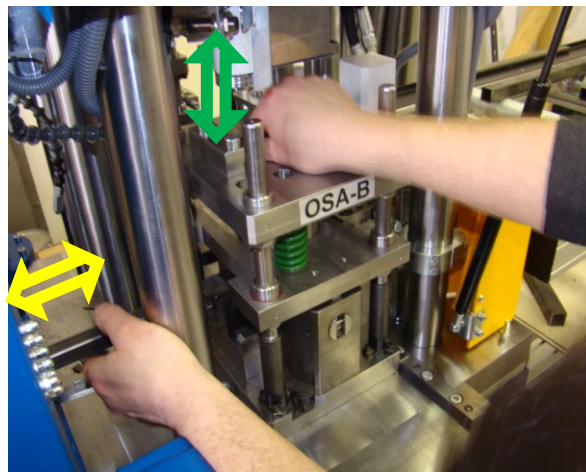


Obr. 6.2 Střižník s pomocným šroubem



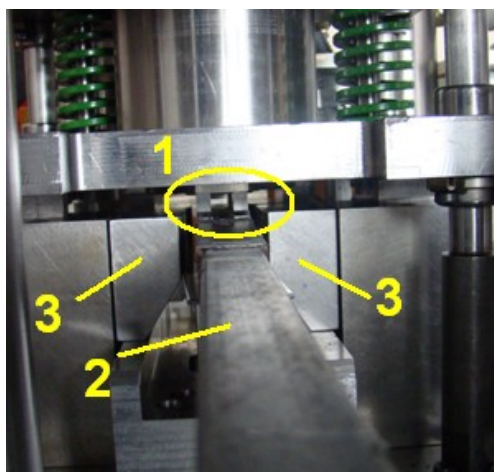
Obr. 6.3 Boční pohled na střižník

Poté následuje nadzdvížení střížníku a posunu matrice na adaptér pod střížník. Manuální nastavení střížníku na adaptér do osy děrování pomocí vizuálního odhadu. (Obr. 6.4)



Obr. 6.4 Nadzdvížení střížníků

Obrázek 6.5 a 6.6 ukazují zasunutí adaptérové tyče (Pozice 2) pod střížník (Pozice 1) mezi vodící kameny (Pozice 3), které vystředí adaptér. Následně je zasunut střížník do matrice na adaptéru a dále je vizuálně zkontrolován, jestli je střížník v ose děrování s adaptérovou tyčí (Poz. 2).

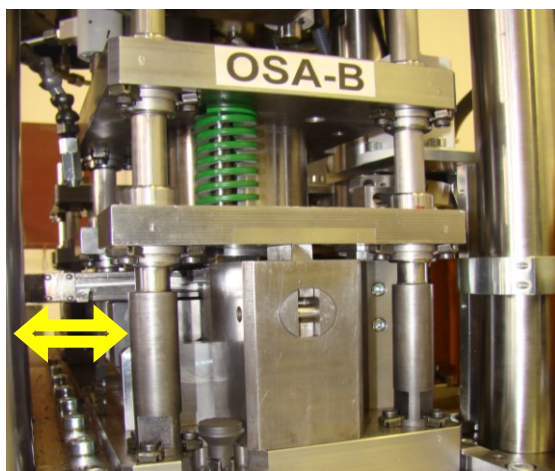


Obr. 6.5 Zasunutí adaptéru

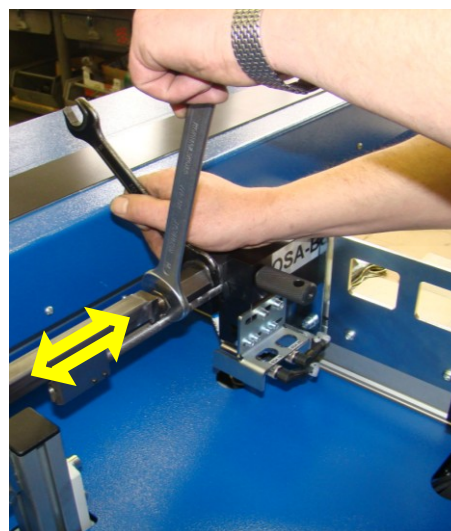


Obr. 6.6 Boční pohled na střížník

Nakonec je provedeno jemné doladění vůlí mezi střížníkem a maticí na adaptéru ve směru posuvu profilů děrování (Obr. 6.7 a 6.8). Když střížník nelze zasunout do adaptéru ve směru posuvu profilů děrování je možno jemně doladit pomocí seřizovací matice délku adaptéru (Obr. 6.8). Pro správné děrování musí být vůle z obou stran shodné.



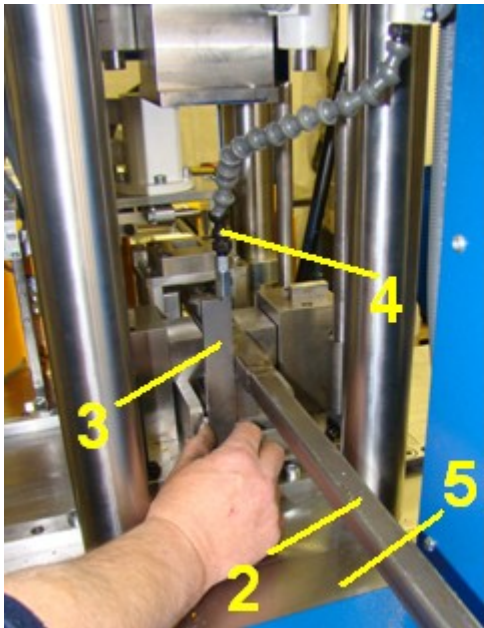
Obr. 6.7 Seřízení adaptéru



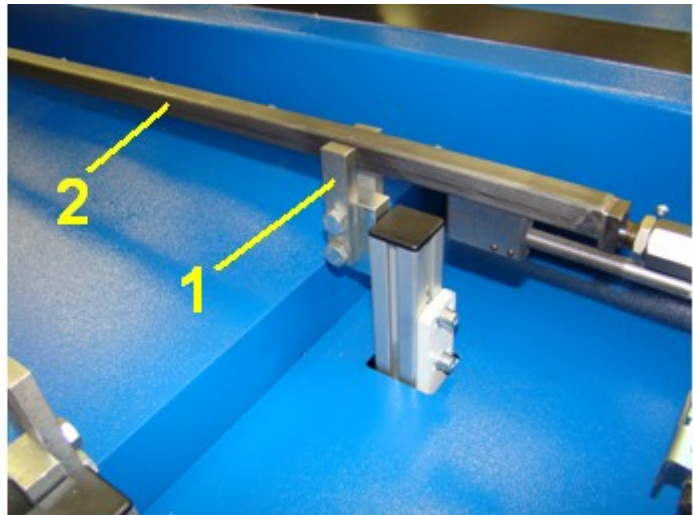
Obr. 6.8 Seřízení adaptéru

6.4 Nastavení kolmosti adaptéru

Dílenský uhlíček (Obr. 6.9, Pozice 3) je položen na desku děrovacího stroje (Obr. 6.9, Pozice 5), která je ve vodorovné poloze, přitlačen k adaptérové tyči (Obr. 6.9, Pozice 2) a poté seřizovač zkontroluje kolmost. V případě, že adaptér nesvírá 90° je nutné pomocí potočení adaptéru donastavit pravý úhel. Poté je adaptér zajištěn vidlicí (Obr. 6.10, Pozice 1) adaptéru pomocí šroubů. Na obrázku 6.9 je vidět pod pozicí 4 mazací systém, který je zaveden do místa stříhu.



Obr. 6.9 Seřízení kolmosti

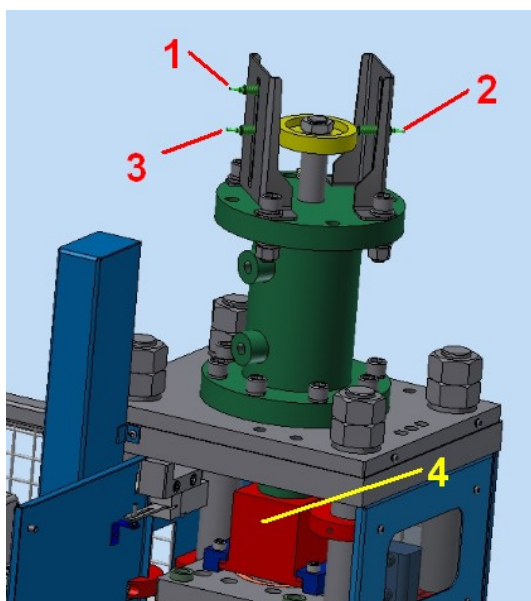


Obr. 6.10 Adaptér zajištěný vidlicí

6.5 Seřízení spodní a pracovní horní úvratě hydraulického válce

Při seřizování spodní úvratě hydraulického válce musí průstřížník zajíždět do průstřížnice minimálně 1 mm a maximálně 3 mm (při děrování, kdy průstřížník zajíždí do průstřížnice musí být adaptér vždy v pracovní poloze, tj. podložen o stejnou tloušťku materiálu, jakou má prostříhaný profil). Seřízení se provádí digitálním nastavením. Pracovní horní úvratě hydraulického válce se seřizuje tak, aby při poloze hydraulického válce v pracovní horní úvratě byl strhávač asi 2 mm nad profilem.

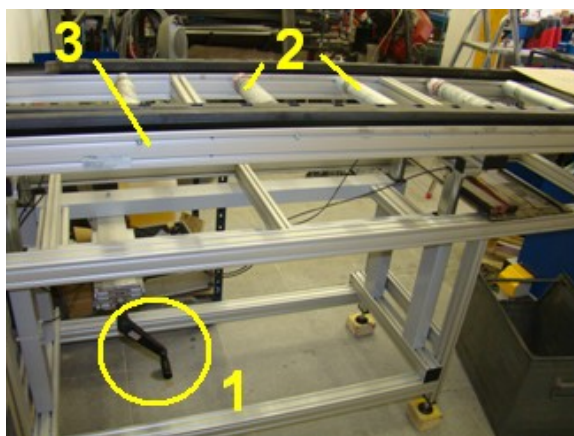
Horní úvrat' (Obr. 6.11, Pozice 1) je nejvyšší pozice, kde je hydraulický válec ve výchozí pozici. Nastává při startu operace děrování a na konci operace. Pracovní pozice (Obr. 6.11, Pozice 2) je vzdálenost kam se hydraulický válec vrátí při každém stříhu otvoru. Slouží k tomu, aby válec nezajížděl zbytečně vysoko. Dolní úvrat' (Obr. 6.11, Pozice 3) slouží k tomu, aby průstřížník nezajížděl zbytečně nízko. Cílem je docílit výrazného zkrácení strojního času. Pozice 4 znázorňuje děrovací jednotku stroje.



Obr. 6.11 Seřízení úvratí hydraul. válce

6.6 Nastavení výšky dopravníku

Provádí se vždy při změně výšky profilu. Výška válečků dopravníku (Obr. 6.12, Pozice 2) musí být ve stejné poloze, jako je výška vedení profilů v prostřihávací jednotce. Provádí se otáčením kliky dopravníku (Obr. 6.12, Pozice 1). Pozice 3 ukazuje pevné vedení dopravníku.

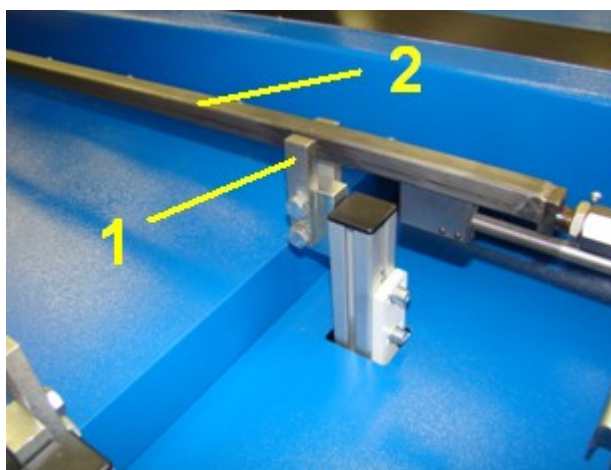


Obr. 6.12 Nastavení výšky dopravníků

6.7 Demontáž adaptéru

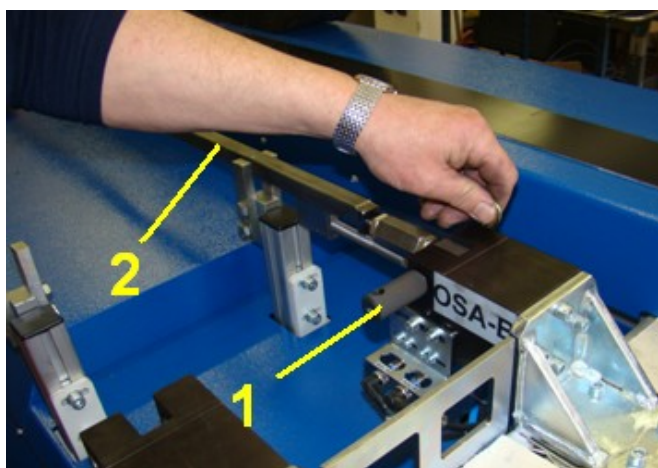
Provádí se při změně rozměrů děrovaného profilu, údržbě adaptéru, výměně a broušení průstřížnice. Ručně se přejede upínacími kleštěmi do prostoru u prostřihávací jednotky z důvodu lepší dostupnosti (Obr 6.16). Vyjmutí adaptéru je provedeno odjištěním vidlice uvolněním dvou šroubů (Obr. 6.13) a odjištěním závlačky z čepu.

- a) Uvolní se šrouby na vidlici (Obr. 6.13, Pozice 1), která zajišťuje kolmost adaptéru (Obr. 6.13, Pozice 2).



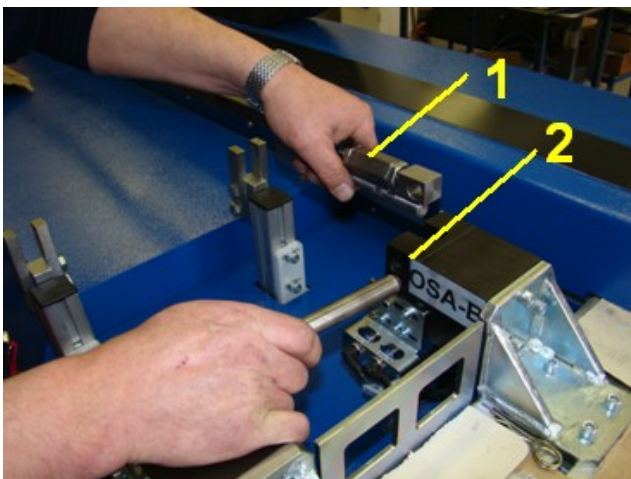
Obr. 6.13 Uvolnění adaptéru

- b) Odjistí a vyjme se čep (Obr. 6.14, Pozice 1), adaptérové tyče (Obr. 6.14, Pozice 2), z hydraulického válce. Čep je zajištěn závlačkou.



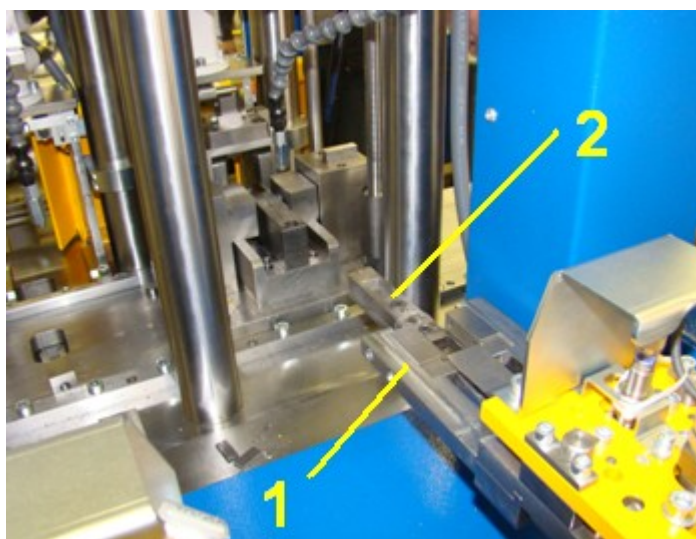
Obr. 6.14 Vyjmutí čepu

c) Vyjme se adaptérová tyč (Obr. 6.15, Pozice 1) ze zámku (Obr. 6.15, Pozice 2).



Obr. 6.15 Vyjmutí adaptérové tyče ze zámku

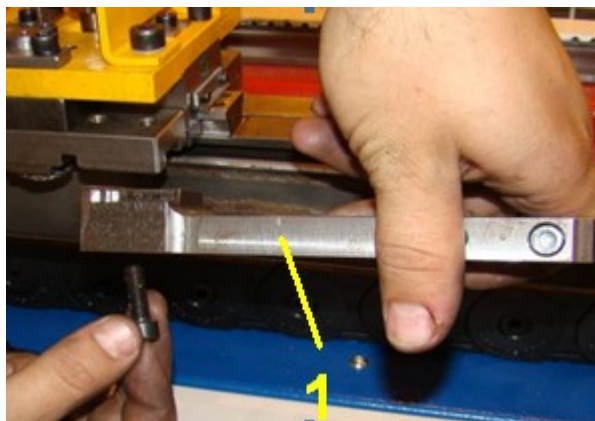
d) Vysune se adaptér (Obr. 6.16, Pozice 2) pod upínacími kleštěmi (Obr. 6.16, Pozice 1)



Obr. 6.16 Vysunutí adaptérové tyče

6.8 Výměna čelistí upínacích kleští

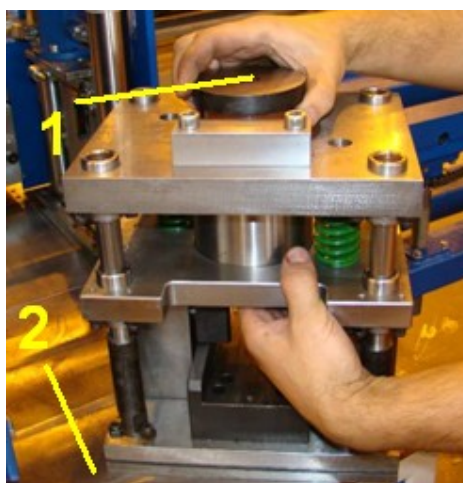
Při výměně děrovaného profilů je nutná modifikace rozpínacího zařízení (Obr. 6.17). Při změně rozměrů z 30 mm na 40 mm je dostačující výměna čelistí (Obr. 6.17, Pozice 1). Při větší změně šířky profilů je nutná výměna držáku kleští a požadované čelisti. Výměna čelistí se provádí uvolnění dvou šroubů.



Obr. 6.17 Výměna čelistí

6.9 Výměna průstřížníku v prostřihávací jednotce

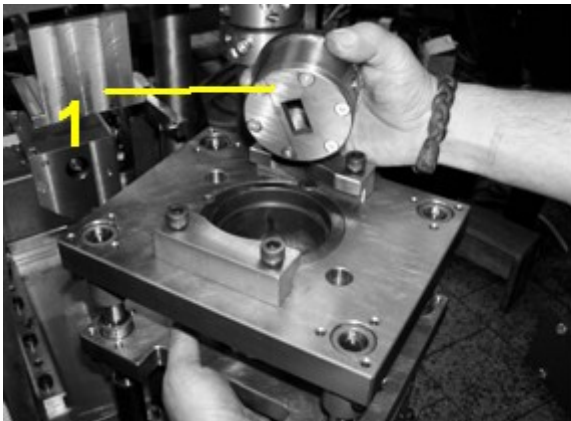
Po odjištění středícího kolíku je prostřihávací jednotka vyjmuta z jednotky rámu na servisní stůl, který je součástí stroje. Z prostřihávací jednotky se na vrchní straně uvolní šroub (Obr. 6.18, Pozice 1), který drží celou osu sestavy průstřížníku. Po uvolnění lze průstřížník vyměnit nebo upravit dle požadavků. Při vyjímání prostřihávací jednotky se musí správně uchopit nebo může při přesunu dojít k pádu. Horní desky nejsou pevně upevněny se zbytkem střížné jednotky.



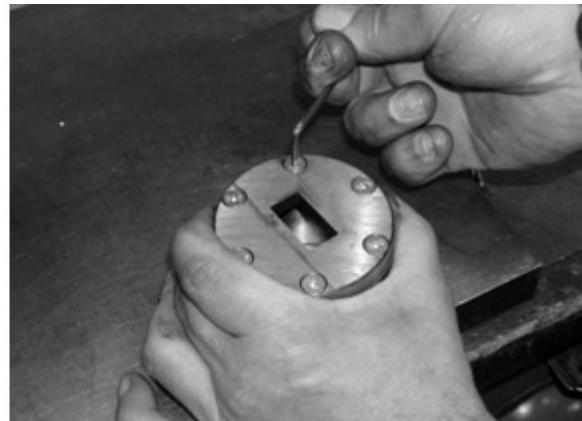
Obr. 6.18 Výměna průstřížník

6.10 Výměna strhávače profilu

Výměna strhávače profilu se provádí jako výměna průstřížníků podle kapitoly 6.9. Následně se vyjme nosič strhávače (Obr. 6.19, Pozice 1) a poté se uvolní šrouby z nosiče strhávače (Obr. 6.19). Strhávač je možné vyměnit za jiný požadovaný tvar. Strhávač má důležitou roli při samotném děrování. Průstřížník provede stříh profilů. Při zpětném pohybu se může díky otřepům zachytit o profil a tlačit ho sebou vzhůru, strhávač se přitlačí na profil a brání pohybu profilu.



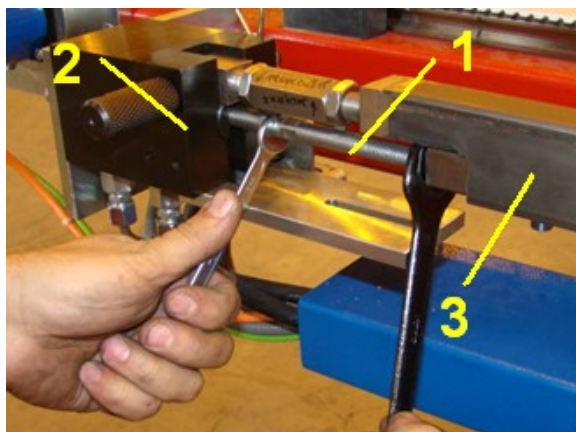
Obr. 6.19 Vyjmutí nosiče strhávače



Obr. 6.20 Uvolnění šroubů

6.11 Nastavení rozpínání klínu adaptérové tyče

Při špatném nastavení klínu nebo při změně děrovaného profilu je nutné nastavit délku rozpínání klínu. U bezdeformačního děrování plní klín důležitou roli. Rozpínání klínu docílíme celistvou soustavu mezi děrovaným profilem a adaptérovou tyčí (Obr. 6.21, Pozice 3), proto nedochází k deformaci na profilu při děrování. Vzdálenost mezi maticí klínu a profilem je 2 mm. Rozpínání klínu nastavíme pomocí rozpínače adaptéru (Obr. 6.21).

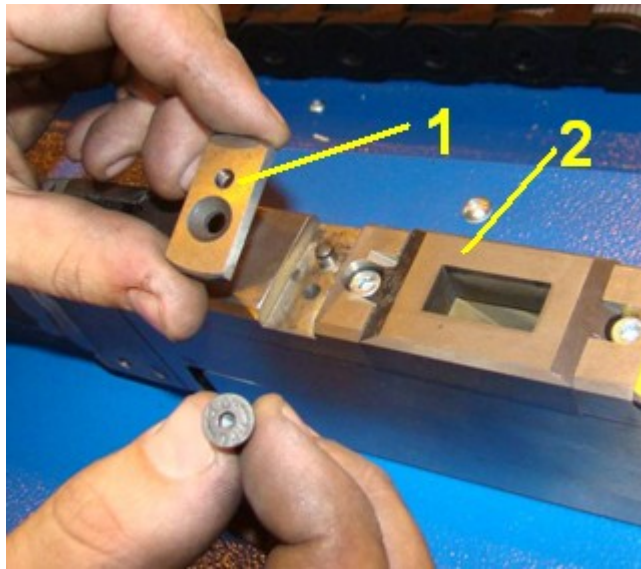


Obr. 6.21 Rozpínání klínu

6.12 Ustavení bočního středění adaptéru

Středění adaptéru v příčné ose je řešeno pomocí středících kamenů (Obr. 6.22, Pozice 1), které jsou nabroušeny na požadovaný rozměr. Tento rozměr je odvislý od tvarových tolerancí profilů. Středící kameny jsou připevněny na adaptérovou tyč pomocí šroubů. V případě špatného seřízení je velká spotřeba průstřížníků a průstřížnice z důvodu opotřebení.

Obr. 6.22. Pozice 2 znázorňuje adaptérovou tyč.



Obr. 6.22 Boční středění

6.13 Nastavení mazacích ploch

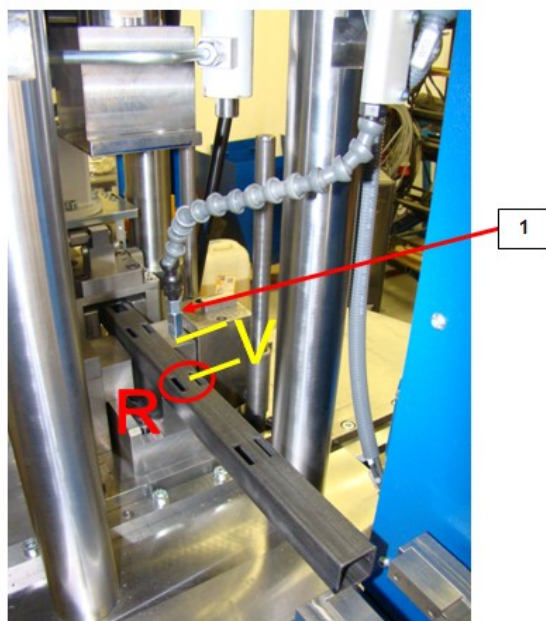
Mazací systém je třeba nastavit individuálně pro daný profil s otvory a vytvořit na místě stříhu tenký film maziva. Před každou typovou změnou profilu či otvoru v profilu (změna velikosti/tvaru otvorů, rozteče otvorů) je nutnost představit mazací systém. Rozprašovací tryska musí být směřována o jeden otvor před místem stříhu. Mazivo musí být na místě stříhané díry dříve, než se profil dostane do styku s povrchem nástroje.

Mazací systém se nastavuje pomocí těchto prvků:

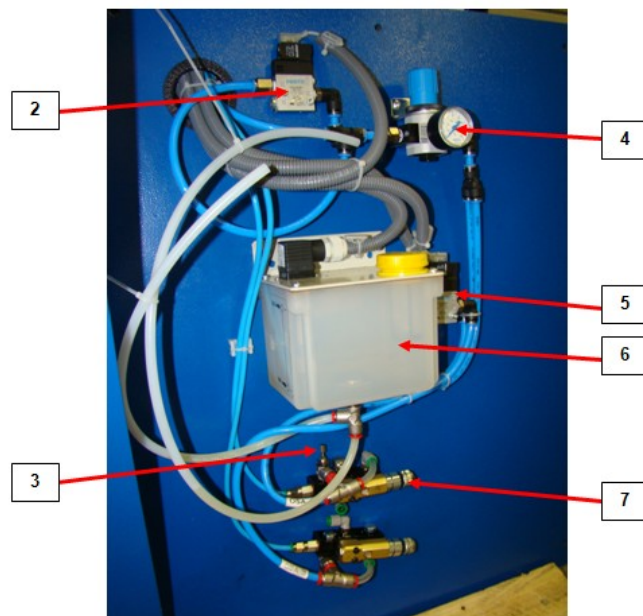
V – Výška rozprašovací trysky od děrovaného profilu

R – Rozptyl rozprašovaného kuželu – nastavit jen na velikost díry

Nastavení rozptylu – tlakem a průtokem vzduchu, dávkou oleje, výškou rozprašovací trysky od profilu (Obr. 6.23). Při změně mazacího oleje (změna viskozity) je třeba znovu nastavit výšku a rozptyl mazacího systému.



Obr. 6.23 Popis Mazání



Obr. 6.24 Mazací systém

Poz. 1 - Obr. 6.23 – Rozprašovací tryska

Poz. 2 - Obr. 6.24 - Centrální ofuk

Poz. 3 - Obr. 6.24 - Dávkovací písky – regulátor vzduchu

Poz. 4 - Obr. 6.24 - Regulátor tlaku vzduchu

Poz. 5 - Obr. 6.24 - Ovládací ventily pro dávkování vzduchu

Poz. 6 - Obr. 6.24 - Zásobník střížného oleje

Poz. 7 - Obr. 6.24 - Dávkovací písky - regulace velikosti dávky oleje

7 Závěr

Práce se zabývá problematikou montáže jako takové, vysvětlení základních pojmů a prvků pro jejich pochopení. Montáž je soubor činností lidí, zařízení a strojů v montážním systému, jejichž vypracování ve stanoveném pořadí vznikne z jednotlivých součástí a montážních celků hotový výrobek. Racionální a kvalitní montáž je stejně důležitá jako jiné výrobní procesy. Podle stupně mechanizace a automatizace můžeme montáž rozdělit na ruční částečně mechanizované a na strojní mechanizované, automatické. Ve skutečnosti montáž je kombinací těch to dvou způsobů.

Dále byla prostudována část kontroly součástí z pohledu jejich ustavení, jako jsou například kolmosti, rovnoběžnosti a jejich metody zjišťování odchylek. Při každém seřízení se ustavují plochy co nejpřesněji. Ve většině případů jsou dané dovolené hodnoty tolerance, ve kterých by se mělo ustavení pohybovat.

V kapitole prostřihávání bylo seznámeno s obecnými věcmi jako je například složení jednoduchého stříhacího stroje a princip prostřihávání rozdělené do třech fází. Při prostřihávání je možno vyrábět otvory různých tvarů podle požadavků zákazníka.

Při vypracování a konzultacích s konstruktérem se dospělo k názoru, že se jedná z velké části o postup seřízení prostřihávacího stroje. Jako první byl navrhnut postup ustavení stroje jako celku do vodorovné polohy, následně seřízení podélné souososti adaptéru vůči prostřihávací jednotce, vystředění rozpínacího adaptéru, nastavení kolmosti adaptéru a rozpínání adaptéru pomocí klínu. Pro seřízení krajních poloh dojezdu hydraulického válce se nastavily polohy čidel. Dále je popsán postup výměny průstřižníků, strhávače profilů a nastavení výšky dopravníku. Nakonec je znázorněn mazací systém stroje a jeho nastavení do stříhu profilů.

8 Použitá literatura

- [1] *Elvac a.s.* [online]. c1998-2009 [cit. 2009-12-21]. Dostupný z WWW: <<http://www.elvac.cz>>.
- [2] PETRŮ, J.; ČEP, R. *Týmová cvičení z předmětu montážní práce a automatizace montážních prací*. Ostrava: Ediční středisko VŠB-Technická univerzita Ostrava, 2011. Dostupné z <http://www.346.vsb.cz/Petru>, Cep – Tymova cviceni z predmetu montaze.pdf. 86 s.
- [3] [online]. [cit. 2012-05-14]. Dostupné z: http://old.fst.zcu.cz/files_web_FST/dokumenty_FST/akreditace-FST-09/DATA/ukazky/2%20ZAKLADY%20MONTAZE%20FOL.pdf
- [4] Ing. Tichá Šárka, Ph.D., *Strojírenská metrologie, část první*, Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava 2004, 110 s,
- [5] [online]. [cit. 2012-05-14]. Dostupné z: <http://pars-eng.cz/TVARENI.htm>
- [6] [online]. [cit. 2012-05-14]. Dostupné z: http://www.kvm.tul.cz/studenti/texty/uvod_do_strojirenstvi/UdS-5pr.pdf
- [7] JUDr. ZELENKA MIROSLAV. *Zařízení pro bezdeformační prostřihávání otvorů do profilů*. Původce vynálezu: JUDr. ZELENKA Miroslav. Int.Cl.: B 21 D 28/28. *Úřad průmyslového vlastnictví*, 295 014. 2005-03-16.
- [8] ŘASA, J. *Strojírenská technologie 4 : návrhy nástrojů. Přípravků a měřidel, zásady montáže*. Scientia Praha. 2003. ISBN 80-7183-284-7
- [9] HRUBÝ, J. *Technologie obrábění a montáže*. Ostrava : Vysoká škola báňská, 1988. ISBN 80-6421-356-0.
- [10] HOFMANN, J. *Technologie montáže*. Plzeň : Západočeská univerzita, 1997. ISBN 80-7082-382-8.
- [11] [online]. [cit. 2012-05-17]. Dostupné z: <http://sst.opava.cz/technologie/technologie.pdf>