

# STŘEDOŠKOLSKÁ ODBORNÁ ČINNOST

Obor č. 9.: Strojírenství, hutnictví a doprava

**Ohýbačka výztuží do plastových oken**

**Reinforcement bender for plastic windows**

**Autoři:** Filip Janiš

**Škola:** Česko-anglické gymnázium, Třebízského 1010, 370 06 České Budějovice

**Kraj:** Jihočeský kraj

**Konzultant:** Mgr. Kristýna Komůrková

České Budějovice 2023

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem svou práci SOČ vypracoval/a samostatně a použil/a jsem pouze prameny a literaturu uvedené v seznamu bibliografických záznamů.

Prohlašuji, že tištěná verze a elektronická verze soutěžní práce SOČ jsou shodné.

Nemám závažný důvod proti zpřístupnění této práce v souladu se zákonem č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších předpisů.

V Českých Budějovicích dne 21.2.2024 .....

Filip Janiš

## **Poděkování**

Chtěl bych poděkovat všem, kteří mi s realizací mého projektu pomohli. Zvláště bych chtěl poděkovat mému tátovi a dědovi za pomoc s výrobou a kompletací ohýbačky. Dále bych chtěl poděkovat Mgr. Kristýně Komůrkové za odbornou pomoc při tvorbě textové dokumentace.

## **Anotace**

Ve své práci jsem se zabýval výrobou ohýbačky výztuží do plastových oken. Cílem mé práce bylo vyrobit ohýbačku, která by mohla být v budoucnu využita ve firmách, které se specializují na výrobu oken. V mé práci jsem provedl popis výroby jednotlivých částí ohýbačky a jejich následnou kompletaci ve finální stroj. Výsledkem mé práce je funkční ohýbačka, která je schopna spolehlivě ohnout výztuže do plastových oken.

## **Klíčová slova**

Ohýbačka, profil, výztuž

## **Annotation**

In my work, I was involved in the production of a reinforcement bender for plastic windows. The aim of my work was to produce a bender that could be used in the future in companies that specialize in the production of windows. In my work I described the production of the individual parts of the bender and their subsequent assembly into the final machine. The result of my work is a functional bending machine that is able to reliably bend reinforcements into plastic windows.

## **Keywords**

Bender, profile, reinforcement

## Obsah

1	Úvod.....	6
2	Výroba ohýbačky .....	6
2.1	Použité stroje.....	6
2.1.1	Svářečka MIG .....	6
2.1.2	Pásová pila .....	9
2.1.3	Stolní vrtačka .....	11
2.1.4	Hrotový soustruh.....	12
2.2	Úprava ocelových kruhových tyčí .....	13
2.2.1	Použitá ocelová tyč .....	13
2.2.2	Řezání .....	14
2.2.3	Obrábění.....	15
2.2.4	Finální kontrola.....	17
2.3	Výroba podstavce .....	19
2.3.1	Použitý materiál .....	19
2.3.2	Řezání .....	19
2.4	Výroba stojanu na ohýbačku.....	20
2.4.1	Řezání delších profilů .....	21
2.4.2	Řezání kratších profilů.....	21
2.4.3	Úprava kratších profilů .....	22
2.4.4	Svařování matek ke kratším profilům.....	25
2.4.5	Příprava ke svařování delších profilů k podstavci .....	26
2.4.6	Svařování delších profilů k podstavci.....	27
2.4.7	Svařování kratších profilů k delším .....	28
2.5	Výroba pohyblivé části ohýbačky.....	29
2.5.1	Řezání nejdelších částí.....	29
2.5.2	Úprava nejdelších částí .....	30
2.5.3	Řezání středně dlouhé části.....	31
2.5.4	Řezání nejkratší části .....	31
2.5.5	Svaření jednotlivých částí dohromady .....	32
2.6	Přivaření profilů, do kterých se umístí pohyblivá část ohýbačky k podstavci .....	32
2.7	Úprava kola k otáčení .....	34
2.7.1	Použité kolo .....	34

2.7.2	Obrábění nejdelší ocelové tyče .....	35
2.7.3	Úprava nejdelší ocelové tyče .....	36
2.8	Výroba drážky do nejdelší ocelové tyče .....	38
2.9	Natření podstavce se stojanem a pohyblivé části ohýbačky .....	40
2.10	Kompletace ohýbačky.....	40
3	Test ohýbačky .....	42
4	Výdaje .....	44
4.1	Ocelová kruhová tyč .....	44
4.2	Stojatá ložisková jednotka FGJ UCP 207 .....	45
4.3	Profil 50x50 milimetrů.....	45
4.4	Profil 40x40 milimetrů.....	45
4.5	Šroub 12 milimetrů .....	45
4.6	Matka 12 milimetrů .....	45
4.7	Plochá podložka 12 milimetrů .....	45
4.8	Vějířová podložka 12 milimetrů .....	46
4.9	Hydraulický zvedák .....	46
5	Závěr .....	46
6	Použitá literatura .....	47
7	Seznam obrázků a tabulek .....	47

# 1 ÚVOD

Okna jsou součástí prakticky každé stavby, bez nich by do budov nepronikalo žádné přirozené světlo a budovy by působily malým a stísněným dojmem. U oken se neřeší jen jejich faktory jako jsou minimální tepelná propustnost, odolnost vůči větru a vodě nebo jak bude působit tepelná roztažnost při změnách teploty. Řešíme také jejich design, na který se mnohdy klade větší důraz než na faktory funkčnosti. Lidé si pomocí oken již od středověku zpestřují své stavby a okna si nechávají dělat ve všelijakých tvarech a barvách. Mezi tyto vychytávky patří také okna kulatá nebo s obloukem. Do těchto oken je nutné upravit výztuž z původního rovného tvaru do potřebného oblouku či dokonce celého kruhu. Cílem mé práce je navrhnout a následně vyrobit ohýbačku na výztuže do plastových oken, která by následně mohla být využívána ve firmách, které se v tomto oboru pohybují a tato ohýbačka by jim usnadnila spoustu peněz a času, které musí vynaložit na úpravu výztuží u specializovaných podniků, u kterých si firmy výztuže nechávají ohýbat.

## 2 VÝROBA OHÝBAČKY

### 2.1 Použité stroje

#### 2.1.1 Svářečka MIG

K realizaci mého projektu nevyhnutelně patří svářečka, pomocí které jednotlivé části svařím dohromady. K mé práci budu využívat svářečku typu MIG. Svářečka MIG využívá ke svařování inertní plyn, což vyplývá i ze zkratky MIG (Metal Inert Gas). Interní znamená málo reaktivní. Mezi interní plyny využívané ke svařování patří argon nebo helium, do kterého se přidávají oxid uhličitý a kyslík. Svařování je možné taky jen s použitím oxidu uhličitého. Svařování MIG využívá stejnosměrný proud při použití vysokých hodnot proudu. Jako přídatný materiál je drát (plný nebo trubičkový) z cívky, který je přiváděn do kontaktní špičky svařovacího hořáku. Zde je přiváděn plynovou trubicí z ocelové lahve inertní plyn, který obklopuje elektrodu a tvoří ochranou vrstvu, která chrání tavnou lázeň před vzdušným kyslíkem. Po přiložení se vytvoří oblouk v uzavřeném elektrickém obvodu. V oblouku se stává z tavicího materiálu svařenec. Během sváření je nutné použít svářečskou masku, která chrání oči obsluhy před silným světlem, které vzniká při svařování. Bez jejího užití hrozí oslepnutí.

Svářečka, kterou budu využívat se jmenuje VarioStar 2500 a byla vyrobena firmou Fronius. Tato svářečka využívá jako inertní plyn oxid uhličitý.<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Co je vlastně... svařování MIG/MAG? Online. Dostupné z: <https://blog.perfectwelding.fronius.com/cs/co-je-svarovani-mig-mag/>. [cit. 2023-10-22].



Obrázek 1 Hořák



Obrázek 2 Svářečka



## 2.1.2 Pásová pila

Během výroby budu potřebovat také pásovou pilu. Pásová pila je zařízení, které je tvořené kotoučem hnacím a vodícím. Mezi těmito kotouči obíhá dokola ocelový pás opatřený pilovými zuby (čím je materiál tvrdší, tím jsou zuby menší). Pila je poháněna elektrickým motorem. Pás je udržován ve stálé poloze díky vodícím kamenům. Pásová pila umožňuje řezat rovné řezy v krátkém čase a za vzniku malého množství odpadu. Před použitím pily je nutné nastavit rychlost řezu. Ta se nastavuje podle velikosti a typu materiálu. Čím je materiál tlustší a tvrdší, tím je nutné řezat pomaleji. Před použitím je nutné zkontrolovat, zda je ocelový pás dobře nasazen a upnut. Pokud by nebyl, tak hrozí zničení stroje, a hlavně nebezpečí poranění obsluhy stroje. K výrobě budu využívat horizontální pásovou pilu ARG 250 plus S.A.F. od firmy Pilous. Tato pila byla vyrobena v roce 2014, váží 530 kg a disponuje výkonem 2,7 kW.<sup>2</sup>

---

<sup>2</sup> PÁSOVÉ PILY. Online. Dostupné z: <https://www.svarecky-obchod.cz/info/266-pasove-pily.htm>. [cit. 2023-10-22].



Obrázek 3 Pásová pila



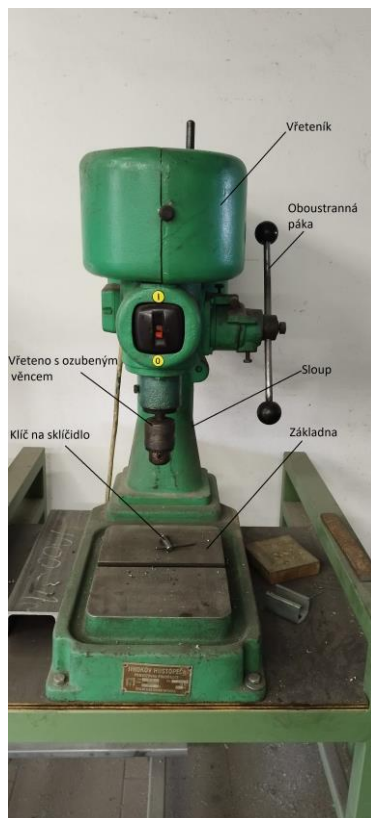
Obrázek 4 List pásové pily

### 2.1.3 Stolní vrtačka

Další stroj, který budu využívat je stolní vrtačka. Stolní vrtačka slouží k vrtání kruhových otvorů. Stolní vrtačka je pevně upevněna ke stolu a není ji možné přenášet. Hodí se především k vrtání většího množství stejných děr do plochy. Vrtačka je tvořena základnou, z které vychází sloup vrtačky. Na vrcholu sloupu se nachází vřeteník. V něm je umístěn elektrický motor, převody otáček a posuvů a vřeteno. Vřeteno je opatřeno sklíčidlem s ozubeným věncem, které slouží k uchycení vrtáku do vrtačky. K utažení vrtáku do sklíčidla slouží klíč na sklíčidlo. K pohybu nahoru a dolů slouží oboustranná páka. K bezpečnému vrtání je vhodné mít prvek, který se chystáme vrtat, upevněn ve svěráku, aby nedošlo k roztočení. Vždy vrtáme bez rukavic, jelikož hrozí navinutí a možné fatální zranění rukou. Během vrtání bychom měli mít zakryté vlasy, aby nedošlo k zamotání vlasů do vrtáku a následnému skalpování hlavy. K mé práci využiju stolní eklektickou vrtačku značky Jihokov Hustopeče, která má výkon 0.55 kW.<sup>3</sup>

---

<sup>3</sup> MIROSLAV HRUBEC. *Stroje pro výrobu děr*. Online. Dostupné z: <https://www.osu.cz/dokumenty/proportal/pdf/kpv/vrtani/stroje.html>. [cit. 2023-10-22].

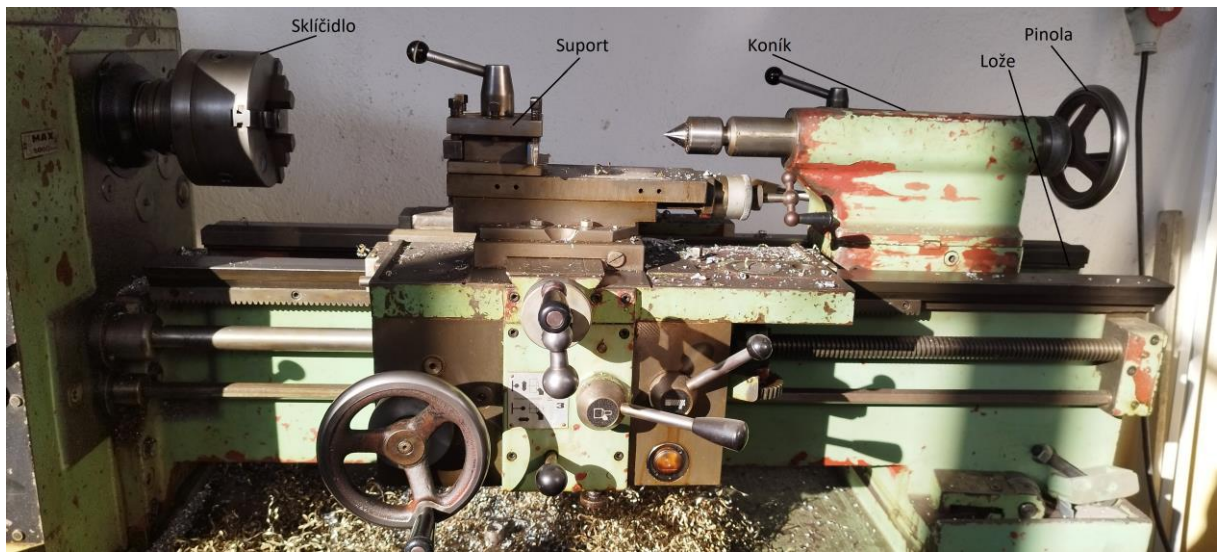


Obrázek 5 Stolní vrtačka

### 2.1.4 Hrotový soustruh

Posledním strojem, který budu k realizaci mé práce potřebovat, je hrotový soustruh na kov. Hrotový soustruh je nejčastěji využívaný typ soustruhu. Základní částí soustruhu je lože. To je vyrobeno z litiny a nese ostatní části soustruhu. Ve spodní části je umístěna posuvná skříň, pomocí které můžeme měnit převody. Nad posuvnou skříň je vřeteník, který umožňuje pohyb obrobku. Kovový obrobek je umístěn mezi sklíčidlem, v kterém je obrobek upnut a v případě delších obrobků je z druhé strany uchycen pomocí koníku, který se umístí do středu obrobku a následně s ním můžeme pohybovat pomocí pinoly. Obrobek se otáčí kolem osy a během rotace se přisunuje uběrací nůž, který odřezává materiál. Uběrací nůž je upnut v suportu, pomocí kterého můžeme s nožem manipulovat. Při práci se soustruhem je nutné být velmi opatrný a využívat pracovní pomůcky, jako například ochranné brýle, jelikož během obrábění dochází k odletu kovových špon, které mohou způsobit vážné zranění. Během mé práce budu využívat soustruh zvaný žebrák. Tento stroj pochází ze stejnojmenného města Žebrák a byl vyroben

v roce 1996. Tento stroj váží 1200 kg a disponuje výkonem 3 kW a je schopen vykonat až 2850 otáček za minutu.<sup>4</sup>



Obrázek 6 Soustruh

## 2.2 Úprava ocelových kruhových tyčí

### 2.2.1 Použitá ocelová tyč

K výrobě ohýbačky bude zapotřebí 3 ocelových kruhových tyčí. K jejich zhotovení jsem se rozhodl použít kruhovou tyč z ocele o délce 2 metrů. Tato tyč měla v průměru 40 milimetrů.

---

<sup>4</sup> *Hlavní části soustruhu.* Online. Dostupné z: <https://www.osu.cz/dokumenty/proportal/pdf/kpv/soustruzeni/lekce2.htm>. [cit. 2023-10-22].



Obrázek 7 Ocelová tyč



Obrázek 8 Měření ocelové tyče

### 2.2.2 Řezání

Tyč jsem potřeboval nařezat na jeden větší kus o délce 35 centimetrů a na dva menší kusy o délce 20 centimetrů. K řezání jsem využil pásovou pilu. Potřebnou délku jsem naměřil pomocí pásového metru, jehož konec jsem přiložil k listu pily a následně jsem ocel uchytil pomocí svěráku, který je součástí pásové pily. Tyč jsem upnul tak, aby byla co nejlíže listu pily, díky čemuž jsem minimalizoval vibrace. Tyč jsem řezal velmi pomalu, aby nedošlo k poškození pily nebo k nekvalitnímu řezu. Nakonec jsem ještě srazil hrany, aby při následné manipulaci nedocházelo ke zraněním.



Obrázek 9 Řezání ocelové tyče

### 2.2.3 Obrábění

Následně jsem části nařezaných tyčí musel z původních 40 milimetrů zmenšit na 35 milimetrů. K tomu jsem využil soustruh. U velké tyče jsem nechal na kraji 4 cm původní šířky a zbytek jsem pomocí uběracího nože zmenšil na potřebných 35 milimetrů. Tyč jsem z jedné strany upnul do sklíčidla a z druhé jsem do středu umístil koníka. U dvou menších tyčí jsem potřeboval zachovat původní šířku ve střední části a zmenšit ji v částech krajních, a to ve vzdálenosti 4 cm z obou stran. K jejich upnutí jsem využil pouze sklíčidla a tyč jsem umístil co nejhlouběji, abych dosáhl co nejpevnějšího úchopu. Poté, co jsem dokončil jednu stranu, jsem tyč vyjmul a již hotovou stranou upnul zpět do sklíčidla a obráběl ji z druhé strany.



Obrázek 10 Obrábění ocelové tyče



Obrázek 11 Obrábění ocelové tyče





Obrázek 12 Uběrací nůž

#### **2.2.4 Finální kontrola**

Hotové tyče jsem zkontroloval pomocí posuvného měřítka a otestoval jejich kompatibilitu s stojatou ložiskovou jednotkou FGJ UCP 207, do které budou umístěny. Tato stojatá jednotka má průměr ložiska 35 milimetrů. Tato kontrola dopadla v pořádku a výrobu ocelových tyčí tímto mohu považovat za dokončenou.



Obrázek 13 Hotové ocelové tyče



Obrázek 14 Ložiskové jednotky



Obrázek 15 Průměr ložiskové jednotky

## **2.3 Výroba podstavce**

### **2.3.1 Použitý materiál**

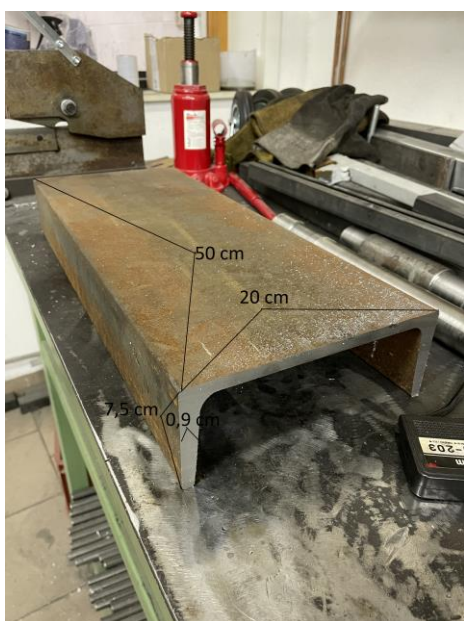
Podstavec pod ohýbačkou je nutný kvůli tomu, aby ohýbačka mohla být mobilní a byla připravena k případnému transportu na různá místa. Jako podstavec využiji železný U profil, který jsem našel v kontejneru s odřezky z výroby, tento profil je 20 centimetrů široký, 7,5 centimetru vysoký a 0,9 centimetru tlustý. Původní délka tohoto profilu byla 72 centimetrů.

### **2.3.2 Řezání**

U profil bude nutné zkrátit na 50 centimetrů, aby byl stejně dlouhý jako ohýbačka. K zkrácení využiji pásovou pilu. Profil jsem nejdříve upnul do svěráku ve vzdálenosti 50 centimetrů od pásu pily. K změření této vzdálenosti jsem použil pásový metr. Poté jsem začal velmi pomalu řezat, jelikož u takto velkých a tlustých profilů, které jsou vyrobeny z velmi tvrdého materiálu, by mohlo dojít k prasknutí listu pily. Pokud bych řezal příliš rychle, tak by mohlo dojít k nerovnému řezu. Nakonec jsem ještě strhl hrany pomocí plochého pilníku na železo, aby nedošlo ke zranění během budoucího používání.



Obrázek 16 Řezání podstavce



Obrázek 17 Podstavec

## 2.4 Výroba stojanu na ohýbačku

Stojan se bude skládat ze dvou rovnoběžných tyčí, které bude nutné přivařit k podstavci. Tyto dvě tyče budou vyrábět z čtvercového železného profilu, kterému se též říká jechl. Tento jechl je široký 50 milimetrů. Potřebné části budou odřezávat z profilů o délce 3 metry. Na tyto tyče se následně přivaří kolmo doprostřed dvě kratší tyče, které budou ze stejného profilu.

### 2.4.1 Řezání delších profilů

3 metry dlouhý profil jsem si položil na válečkovou dráhu, která je součástí pásové pily, následně jsem pomocí pásového metru odměřil vzdálenost 45 centimetrů. Ujistil jsem se, že profil perfektně přiléhá jak k zadní, tak i spodní straně pásové pily. Poté, co jsem se ujistil, že tomu tak opravdu je, mohl jsem ho upnout do svěráku a začít řezat. Tento proces jsem opakoval dvakrát a na konci mi vznikly dvě 45 centimetrové části. Těm jsem ještě srazil pomocí plochého pilníku na železo hrany, abych se o ně v budoucnu nezranil.



Obrázek 18 Řezání delších profilů

### 2.4.2 Řezání kratších profilů

Poté, co jsem uřízl pomocí pásové pily z 3 metry dlouhého čtvercového profilu dvě části o délce 45 centimetrů, tak bylo ještě nutné uříznout z téže tyče dvě kratší části o délce 20 centimetrů. Profil jsem tedy opět upnul do svěráku. Tentokrát ve vzdálenosti 20 centimetrů od listu pily a poté co jsem zkontroloval, zda profil přiléhá k pile, jsem mohl začít s řezáním. Následně jsem totéž udělal ještě jednou a po uříznutí druhého kusu jsem ještě pilníkem na železo srazil hrany.



Obrázek 19 Řezání kratších profilů



Obrázek 20 Řezání kratších profilů

### **2.4.3 Úprava kratších profilů**

Na spodní stranu každého kratšího profilu je nutné přivařit dvě matky, které budou sloužit k uchycení ložisek. Dva otvory v ložisku, které slouží k jeho uchycení se nacházejí ve vzdálenosti 13 centimetrů od sebe. Je tedy nutné matky přivařit ve stejné vzdálenosti od sebe. Spočítal jsem si, že pokud mají být matky ve vzdálenosti 13 centimetrů od sebe, tak z každé

strany bude matka přivařena 3,5 centimetru od kraje. Tuto vzdálenost jsem odměřil pomocí posuvného měřítka. Následně jsem ještě pásovým metrem označil střed profilu, tedy ve vzdálenosti 2,5 centimetru od okraje. Tyto dvě vzdálenosti jsem si označil pomocí rýsovací jehly a v jejich průsečíku jsem pomocí důlčíku udělal důlek. Následně jsem musel v místech důlků vyvrtat díry vrtákem o průměru 13 milimetrů. Tyto díry jsem dělal pomocí stolní vrtačky. Profil jsem si upnul do svěráku, ale nemohl jsem hned vrtat vrtákem o průměru 13 milimetrů, jelikož by mohlo dojít k nepřesnému vrtu a zároveň ke zlomení vrtáku nebo roztočení svěráku. Proto jsem nejprve díry vyvrtal vrtákem o průměru 5 milimetrů. Následně jsem díry rozšířil vrtákem o průměru 8 milimetrů. Následoval 10 milimetrový vrták a poté jsem konečně díry rozšířil 13 milimetrovým vrtákem na požadovaných 13 milimetrů. Díry jsem ještě očistil pomocí jehlového pilníku.



Obrázek 21 Úprava kratších profilů



Obrázek 22 Úprava kratších profilů





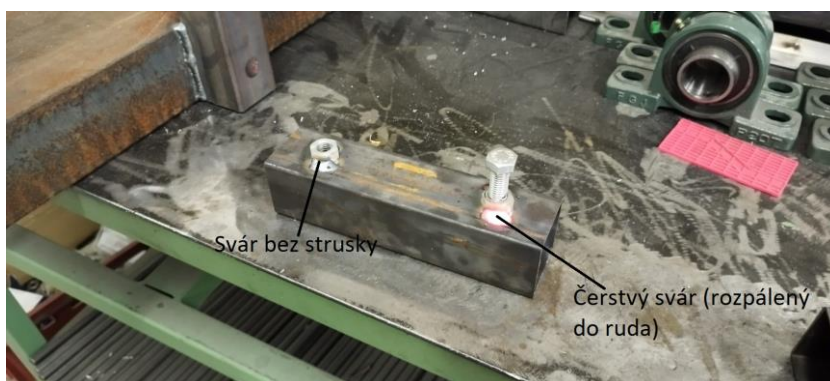
Obrázek 23 Vrtáky

#### **2.4.4 Svařování mitek ke kratším profilům**

Na matku jsem našrouboval šroub a ten jsem zastrčil do vyvrtané díry. Následně jsem si oblékl veškeré vybavení potřebné ke svařování. Tedy svářečskou helmu, která chrání zrak před prudkým světlem, které v průběhu sváření vzniká a také svářečské kožené rukavice, které chrání ruce před vysokým teplem, které je taktéž nedílnou součástí svařování. Místo, kde budu svařovat jsem očistil a odmastil. Pak jsem udělal svár z obou stran matky. Následně jsem ještě oklepal kladivem ochranou vrstvou zvanou struska. Pokud bych tak neuděl, tak by svár nebyl tak kvalitní. Tento proces jsem opakoval u dalších 3 mitek. Nakonec jsem zkusil do všech mitek našroubovat šroub, abych ověřil, zda se během svařování nepoškodil závit.



Obrázek 24 Svařování matek



Obrázek 25 Svařování matek

## 2.4.5 Příprava ke svařování delších profilů k podstavci

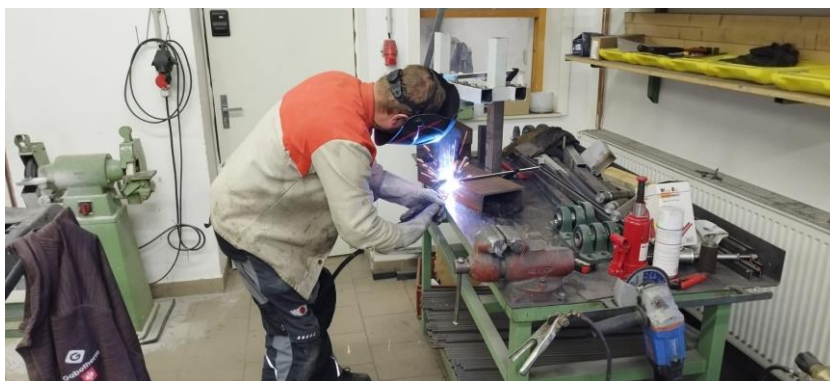
Železný podstavec, který jsem již v minulosti vyrobil, jsem si položil na stůl. U obou stran podstavce bylo potřeba naměřit střed a do tohoto středu následně umístit delší profily. Tyto profily jsou čtvercového tvaru a délka strany je 50 milimetrů. Délka podstavce je 50 centimetrů. Je tedy potřeba, aby byl profil umístěn ve vzdálenosti 225 milimetrů od obou krajů (délka podstavce = 500 milimetrů – strana profilu = 50 milimetrů = 450 milimetrů / 2 = 225 milimetrů). Tyto vzdálenosti jsem naměřil z obou stran podstavce pomocí pásového metru. Následně jsem stejný proces opakoval i z druhé strany podstavce a po umístění obou profilů na správné místo jsem je uchytil pomocí svěrky. Mezi horní částí profilů jsem umístil pohyblivou část ohýbačky, kterou jsem již měl vyrobenou a následně jsem profily s pohyblivou částí k sobě uchytil pomocí druhé svěrky. Následně jsem zkontroloval, že jsou oba profily upnuty v pravém úhlu k podstavci. To jsem udělal pomocí zednického úhelníku ve tvaru pravého úhlu.



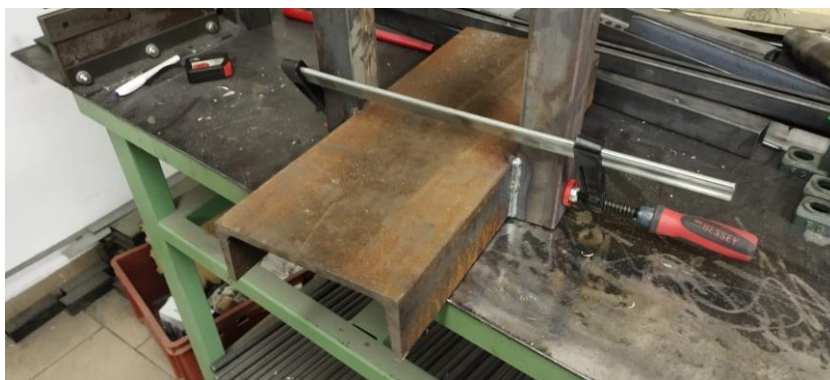
Obrázek 26 Příprava na svařování delších profilů k podstavci

## 2.4.6 Svařování delších profilů k podstavci

Poté, co jsem udělal veškeré potřebné přípravy a kontroly, jsem mohl začít se svařováním. Nejdříve jsem si oblékl svářečské rukavice a nasadil jsem si svářečskou helmu. Následně jsem udělal svár na obou svislých hranách profilů, které přiléhaly k podstavci. Celkem jsem tedy udělal 4 sváry. Z těchto čtyř svárů jsem pomocí kladiva oklepal strusku, čímž jsem předešel problémům, které by mohly sváry v budoucnu znehodnocovat.



Obrázek 27 Svařování delších profilů k podstavci

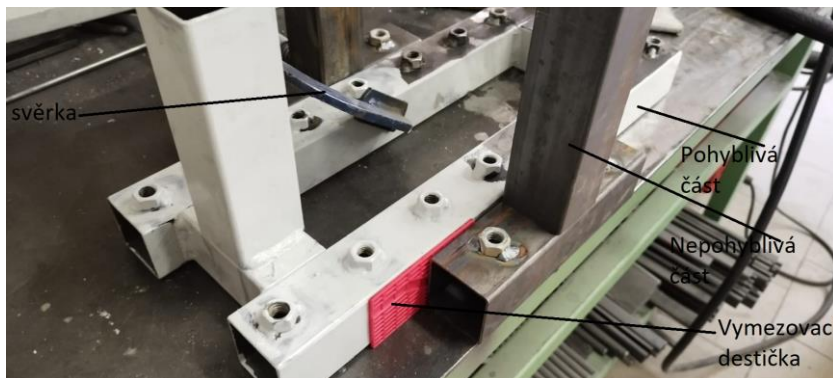


Obrázek 28 Svařování delších profilů k podstavci

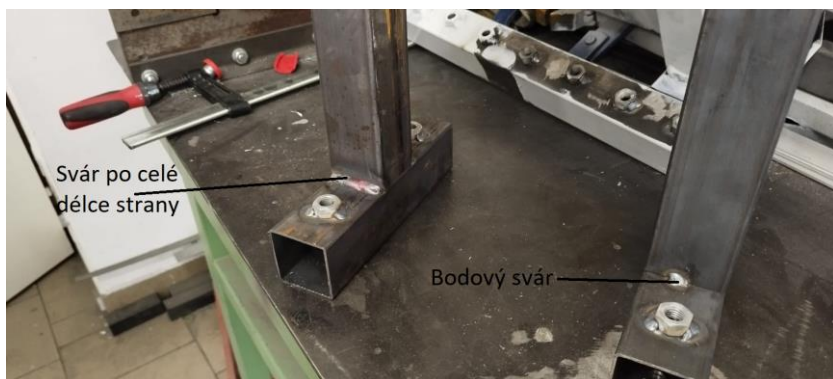
## 2.4.7 Svařování kratších profilů k delším

Po svaření delších profilů k podstavci, je nutné přivařit kratší profily k delším. Kratší profily jsem si položil na stůl tak, že jsem je otočil matkami, které jsem v minulých krocích k těmto profilům navařil, nahoru. Následně jsem si musel odměřit, v kterém místě bude nutné delší profily přivařit. Jelikož je kratší profil dlouhý 20 centimetrů a profil je široký 5 centimetrů, je tedy nutné, aby se delší profil nacházel 75 milimetrů od každé strany (délka krátkého profilu = 200 milimetrů – šířka delšího profilu = 50 milimetrů = 150 milimetrů / 2 = 75 milimetrů z každé strany). Tyto vzdálenosti jsem odměřil pomocí pásového metru a v potřebné vzdálenosti jsem si udělal pomocí tužky čáru. Totéž jsem provedl i u druhého krátkého profilu. Mezi dvě vzniklé čáry jsem umístil kolmo delší profil s podstavcem otočený o 180 stupňů. Mezi dva kratší profily jsem umístil pohyblivou část ohýbačky. To mi zajistilo potřebnou vzdálenost kratších profilů od sebe. Mezi kratší profil a pohyblivou část ohýbačky jsem ještě umístil vymežovací plastové destičky o šířce jednoho milimetru, aby během budoucího používání o sebe pohyblivá a nepohyblivá část ohýbačky nedřely. Kratší profily jsem upnul k pohyblivé části ohýbačky pomocí jedné svěrky na každý profil. Následně jsem zkontroloval, jestli jsou profily na sebe

opravdu kolmé. To jsem provedl pomocí zednického úhloměru ve tvaru pravého úhlu. Následně jsem nejdříve udělal na dvou protilehlých stranách bodové sváry, které sloužily k uchycení. Po svaření těchto čtyř svárů jsem ještě jednou provedl kontrolu pomocí zednického úhloměru a po úspěšné kontrole jsem udělal svár po délce celé strany. Následně jsem odstranil vymežovací plastové destičky. Tyto 4 sváry jsem následně zbavil strusky pomocí kladívka, aby se svár v budoucnu nezneškodil.



Obrázek 29 Svařování kratších profilů k delším



Obrázek 30 Svařování kratších profilů k delším

## 2.5 Výroba pohyblivé části ohýbačky

Tato část se bude pomocí hydraulického zvedáku zvedat. Tato část ohýbačky bude vyrobena ze čtvercového železného profilu o délce strany 50 milimetrů. Profil bude nejdříve nutné nařezat na potřebně dlouhé části. Ty se následně upraví podle potřeby a nakonec se svaří dohromady.

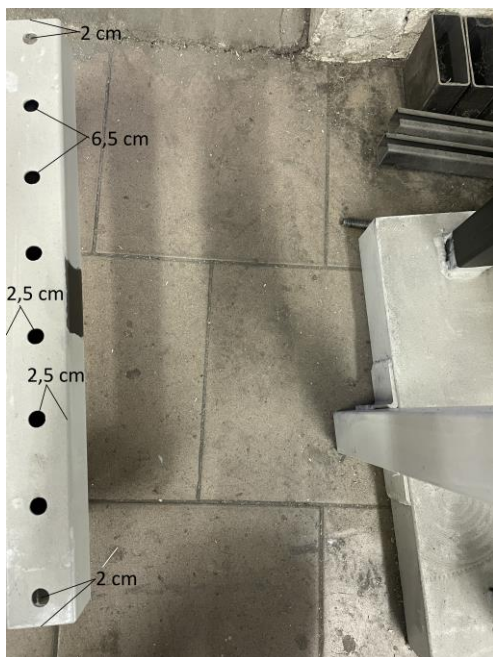
### 2.5.1 Řezání nejdelších částí

Nejprve jsem musel uříznout dva profily o délce 50 centimetrů. K tomu jsem použil pásovou pilu. Železný profil, z kterého budu tyto části řezat, jsem položil na válečkovou dráhu, která je

součástí pásové pily. Následně jsem pásovým metrem odměřil vzdálenost 50 centimetrů od listu pily a železo jsem pevně upnul do svěráku tak, aby přiléhalo k zadní a spodní straně pásové pily. Pak jsem mohl začít řezat. Po uříznutí obou kusů jsem ještě srazil hrany pomocí plochého pilníku na železo.

## 2.5.2 Úprava nejdelších částí

Do železných profilů o délce 50 centimetrů bylo nutné vyvrtat celkem 8 děr. Tyto díry budou sloužit k přesouvání dvou ložisek. Ložiska se budou postupně přišroubovávat do děr, které se budou nacházet blíže středu a tím docílím většího ohnutí výplně. První díra se bude nacházet ve vzdálenosti 2 centimetry od kraje a za ní bude ve vzdálenosti po 6,5 centimetrech vyvrtáno dalších sedm děr. Poslední díra se bude tedy opět nacházet ve vzdálenosti 2 centimetry od kraje. Tyto díry jsem vyvrtal pomocí stolní vrtačky. Díry je potřeba vyvrtat 13 milimetrovým vrtákem. Nejdříve jsem tedy pomocí pásového metru odměřil střed profilu, tedy 2,5 centimetru od okraje. Tuto vzdálenost jsem si označil rýsovací jehlou na obou stranách profilu a následně jsem je pomocí pravítka spojil, čímž mi vznikla přímka procházející středem celého profilu. Následně jsem si odměřil posuvným měřítkem první díru ve vzdálenosti 2 centimetry od kraje. V místě, kde se protнула s přímkou, jsem vyrazil pomocí důlčíku důlek. Dále jsem pomocí pásového metru udělal ve vzdálenosti 6,5 centimetru od prvního důlku další důlek. Tento proces jsem ještě šestkrát zopakoval a poslední osmý důlek se nacházel opět ve vzdálenosti 2 centimetry od kraje. Následně jsem se přesunul ke stolní vrtačce. Profil jsem pevně upnul do svěráku a začal jsem s vrtáním děr. Nejprve jsem si do vrtačky upnul vrták o průměru 5 milimetrů a díky důlkům jsem docílil úplné přesnosti vrtání, jelikož navedly vrták přesně do místa, kde se díra má nacházet. Poté, co jsem vyvrtal všech 8 děr vrtákem o průměru 5 milimetrů, tak jsem tento vrták vyměnil za větší, konkrétně 8 milimetrový. Všechny díry jsem opět provrtal a stejný proces jsem opakoval s 11 milimetrovým vrtákem a nakonec 13 milimetrovým vrtákem. Všechny díry jsem očistil jehlovým pilníkem na železo, aby v budoucnu nebyl problém s montáží šroubů. Celý proces jsem udělal dvakrát, a nakonec mi vznikly dvě 50 centimetrové tyče. V každé tyči se nacházelo 8 děr o velikosti 13 milimetrů, jejichž středy se nacházely ve vzdálenosti 6,5 centimetru od sebe. Střed první a poslední díry byl vzdálen 2 centimetry od konce profilu.



Obrázek 31 Úprava nejdelších profilů

### 2.5.3 Řezání středně dlouhé části

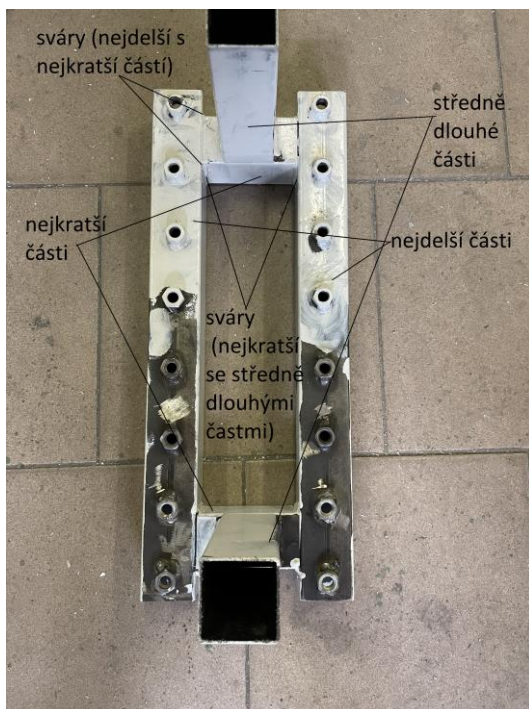
Z čtvercového profilu o délce strany 5 centimetrů bylo potřeba uříznout dvě části o délce 16,5 centimetru. Profil jsem tedy přenesl k pásové pile, položil jsem ho na válečkovou dráhu, která udržuje profil kolmo k listu pily. Pomocí pásového metru jsem odměřil 16,5 centimetru od listu pily a následně jsem profil upnul do svěráku a začal jsem pomalu řezat, aby nedošlo ke křivému řezu. Následně jsem uříznutou část očistil pomocí plochého pilníku na železo. Tento proces jsem ještě jednou zopakoval a nakonec jsem měl dvě stejné části o délce 16,5 centimetru.

### 2.5.4 Řezání nejkratší části

Nejkratší část bude dlouhá 10 centimetrů. Budu řezat dvě 10 centimetrové části ze čtvercového profilu o délce strany 5 centimetrů. K řezání budu využívat pásovou pilu. Profil jsem si položil na válečkovou dráhu přiléhající k pásové pile a upnul jsem profil do svěráku ve vzdálenosti 10 centimetrů od listu pily. Tuto vzdálenost jsem odměřil pomocí pásového metru. Následně jsem pomalu začal řezat. Následně jsem uřízl druhou 10 centimetrů dlouhou část. Nakonec jsem ještě srazil hrany oběma profilům, aby v budoucnu nedocházelo k nepříjemnostem během používání ohýbačky.

## 2.5.5 Svaření jednotlivých částí dohromady

Všech šest profilů je nutné svařit dohromady. Nejprve jsem si položil dvě nejdelší části rovnoběžně vedle sebe a ve vzdálenosti 3 centimetry od okraje jsem mezi ně umístil z každé strany nejkratší 10 centimetrové části. Pomocí svěrek jsem na obou koncích sevřel profily k sobě. Oblékl jsem si svářečskou helmu a svářečské rukavice a části jsem k sobě přivařil pomocí dvou svárů u každého spoje. Jeden svár jsem udělal z vnitřní strany a druhý z vnější strany. Celkově jsem tedy udělal 8 svárů. Následně jsem umístil na nejkratší části dva 16,5 centimetrové profily. Umístil jsem je přesně doprostřed nejkratší části, tedy ve vzdálenosti 2,5 centimetru od obou okrajů. Následně jsem je svařil dvěma sváry. Jeden z pravé a jeden z levé strany. K přivaření středních částí bylo tedy nutné udělat celkem 4 sváry. Následně jsem ze všech 12 svárů oklepal strusku, abych předešel budoucím problémům se sváry.



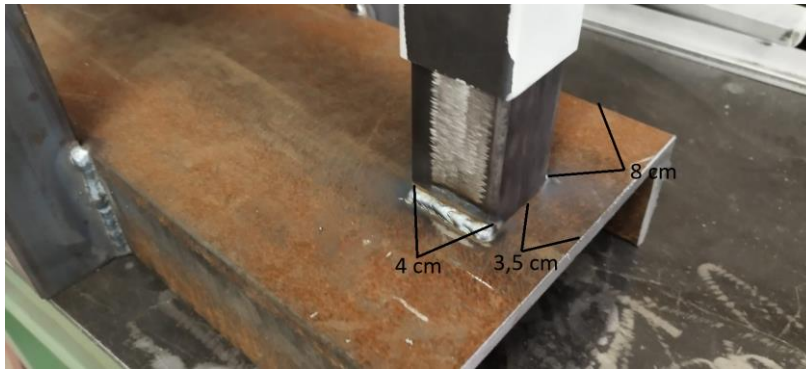
Obrázek 32 Svařování jednotlivých částí dohromady

## 2.6 Přivaření profilů, do kterých se umístí pohyblivá část ohýbačky k podstavci

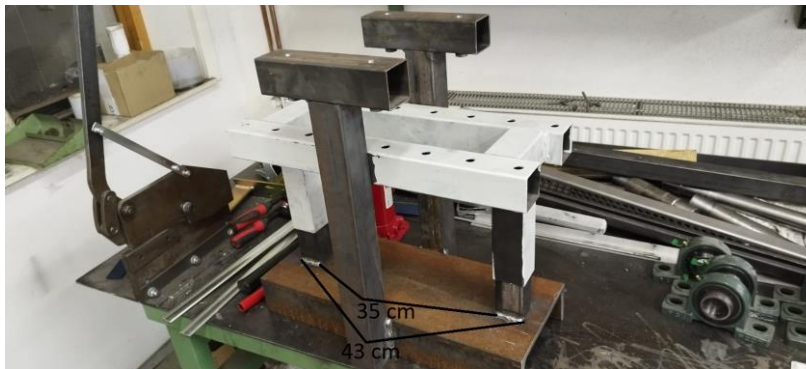
Na podstavec bude nyní potřeba přivařit 2 profily, do kterých se umístí pohyblivá část ohýbačky. Profil pohyblivé části se bude na tyto dva profily nasazovat. Proto je nutné, aby byl tento profil menší než profil, z kterého je vyrobena pohyblivá část. Profily u pohyblivé části



ohýbačky mají čtvercový tvar a délku strany 50 milimetrů. K výrobě těchto profilů proto tedy využiji menší profil a to konkrétně taky čtvercového tvaru, ale o délce strany 40 milimetrů. Tyto profily budou 17 centimetrů dlouhé. Čtvercový profil o šířce strany 40 milimetrů jsem umístil na válečkovou dráhu u pásové pily. Pomocí pásového metru jsem si odměřil potřebnou délku, tedy 17 centimetrů od pásu pily. Následně jsem profil upnul do svěráku a pomocí pásové pily ho uřízl. Následně jsem opět odměřil dalších 17 centimetrů a uřízl jsem druhý kus. Oba profily jsem očistil plochým pilníkem. Následně bylo nutné tyto profily přivařit k podstavci. Jelikož nejdelší části ohýbačky mají od sebe bližší hrany vzdálené 34 centimetrů a vzdálenější strany mají od sebe vzdálené 44 centimetrů. To znamená, že tyto profily budu muset přivařit ve stejné vzdálenosti pouze s tím rozdílem, že jsou o 10 milimetrů kratší, tak bude potřeba tyto vzdálenosti přizpůsobit, a to konkrétně tak, že vzdálenost mezi bližšími hranami se o 1 centimetr prodlouží a vzdálenost mezi vzdálenějšími stranami se o 1 centimetr zkrátí. Jelikož je podstavec 20 centimetrů široký, tak pokud budu chtít, aby byly tyto profily umístěny uprostřed, tak je budu muset umístit 8 centimetrů od hrany podstavce ( $20 \text{ centimetrů} - \text{šířka podstavce} - 4 \text{ centimetry} - \text{délka strany profilu} = 16 \text{ centimetrů} / 2 = 8 \text{ centimetrů}$ ). Tuto vzdálenost jsem tedy odměřil na každé straně na dvou místech a následně jsem udělal přímkou procházející těmito body, kterou jsem narýsoval pomocí rýsovací jehly a pravítka, které mi zajistilo, aby přímkou byla rovná. Poté jsem na těchto dvou úsečkách musel odměřit potřebnou délku od kraje, tedy 35 milimetrů od každé strany ( $50 \text{ centimetrů} - \text{délka podstavce} - 43 \text{ centimetrů} - \text{potřebná vzdálenost vzdálenějších hran od sebe} = 7 \text{ centimetrů} / 2 = 35 \text{ milimetrů}$ ). Tyto vzdálenosti jsem odměřil pomocí pásového metru a rýsovací jehlou jsem si tyto 4 body vyznačil na přímkou. Následně jsem vzdálenější hranu profilu umístil rohy na tyto dva body a pomocí svěrky jsem ji upnul k podstavci. Následně jsem si oblékl svářečské rukavice a svářečskou helmu a udělal jsem dva podélné sváry. Následně jsem to samé udělal u druhého profilu. Ze svárů jsem nakonec oklepal strusku. Profily jsem ještě očistil pomocí úhlové brusky, aby na ně šla lehce nasadit pohyblivá část ohýbačky.



Obrázek 33 Přivaření profilů k podstavci



Obrázek 34 Přivaření profilů k podstavci

## 2.7 Úprava kola k otáčení

### 2.7.1 Použité kolo

K funkčnosti ohýbačky bude potřeba nějaké kolo, kterým se bude otáčet a díky tomu bude ohýbačka ohýbat výztuže. Jako toto kolo jsem zvolil starý volant, který jsem našel na sběrném dvoře. Tento volant nesl značné známky používání, a proto jsem ho musel dát do kupy. Nejdříve jsem celý volant očistil pomocí brusného papíru a následně jsem ho natřel černou barvou. Pro lepší krytí jsem ho následující den natřel ještě jednou vrstvou. Následně jsem ještě vyčistil otvor, do kterého bude umístěna nejdelší z ocelová tyč. Poté jsem změřil pomocí posuvného měřítka průměr tohoto otvoru, který byl 25 milimetrů. Tyč měla ovšem průměr 40 milimetrů, a tudíž ji bude nutné pomocí soustruhu zmenšit na potřebných 25 milimetrů.



Obrázek 35 Volant v původním stavu



Obrázek 36 Natřený volant

## 2.7.2 Obrábění nejdelší ocelové tyče

Ocelovou tyč jsem upnul do soustruhu z jedné stěny pomocí sklíčidla a z druhé jsem do středu umístil koníka. Následně jsem začal tyč po malých vrstvách postupně zmenšovat pomocí uběracího nože. Průběžně jsem tento nůž promazával pomocí olejničky, aby nedocházelo k zbytečně velkému opotřebení. Po několika neúspěšných pokusech o umístění tyče do volantu z důvodu příliš velkého průměru tyče a následnému obrábění o prakticky neznatelnou vrstvu se mi nakonec podařilo tyč do volantu umístit.



Obrázek 37 Obrábění nejdelší ocelové tyče

### 2.7.3 Úprava nejdelší ocelové tyče

Dále bylo nutné ještě do ocelové tyče udělat závit, pomocí kterého bude v budoucnu volant spojen s ocelovou tyčí. Tento závit jsem potřeboval vyrobít na šroub o průměru 7 milimetrů. Nejdříve jsem pomocí stolní vrtačky vyvrtal do tyčového středu, který jsem měl již vyznačený od soustruhu, díru o průměru 7 milimetrů. Potom jsem tyč upnul do svěráku a pomocí závitníků jsem začal vytvářet závit. Nejprve jsem udělal závit nejhrubším závitníkem. Následoval středně hrubý závitník a nakonec jsem jemným závitníkem závit dokončil. V průběhu výroby závitu jsem díru neustále promazával olejničkou, aby byl závit co nejkvalitnější.



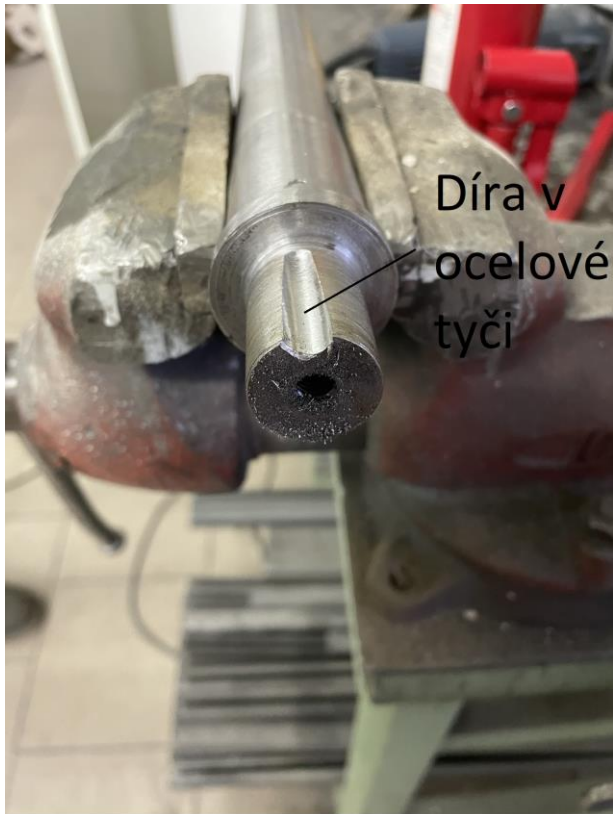
Obrázek 38 Sada závitníků



Obrázek 39 Závitník

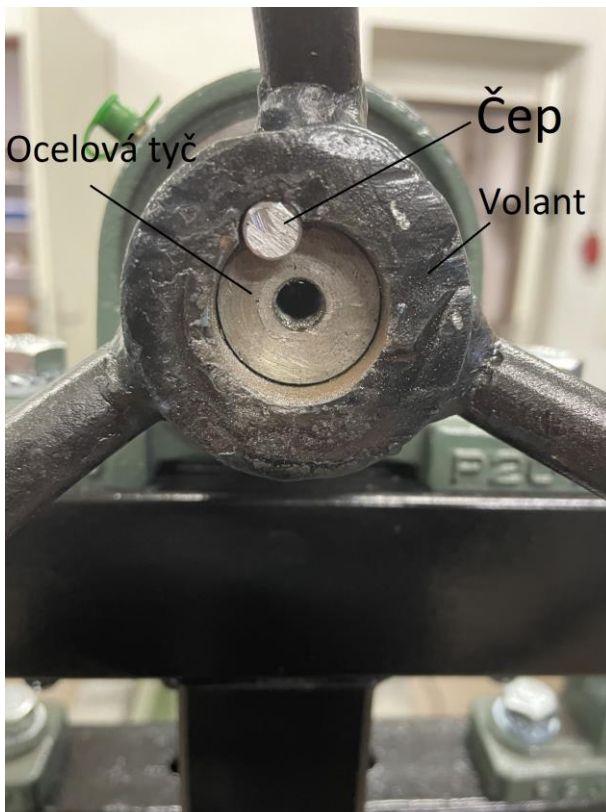
## **2.8 Výroba drážky do nejdelší ocelové tyče**

Aby během otáčení volantem nedocházelo k protáčení tyče ve volantu, bude nutné do této tyče udělat drážku, do které následně vložím čep, který zabrání protáčení. Tuto drážku jsem udělal pomocí vrtáku. Tyč jsem upnul do svěráku a nasadil jsem na ní volant. Následně jsem vrtákem o průměru 6 milimetrů udělal nejúžší díru do okraje tyče a volantu. Tuto díru jsem následně postupně zvětšoval, až jsem nakonec udělal díru o velikosti 8 milimetrů. Do této díry jsem následně vložil čep, který zabrání protáčení volantu v budoucím použití ohýbačky.



Díra v  
ocelové  
tyči

Obrázek 40 Výroba drážky do nejdelší ocelové tyče

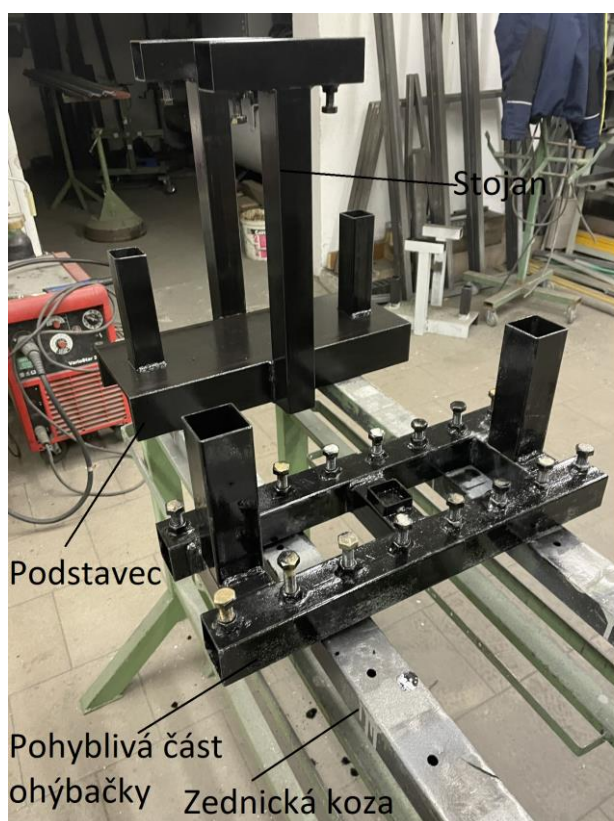


Ocelová tyč  
Čep  
Volant

Obrázek 41 Výroba drážky do nejdelší ocelové tyče

## 2.9 Natření podstavce se stojanem a pohyblivé části ohýbačky

Poté, co jsem vyrobil a svařil dohromady podstavec se stojanem a následně pohyblivou část ohýbačky, bude nutné tyto části natřít barvou, aby nedocházelo ke korozi ohýbačky a zároveň aby ohýbačka nevypadala jak kus šrotu. Rozhodl jsem se, že ohýbačku natřu černou barvou. K natírání jsem využil malířský váleček. Jednotlivé části ohýbačky jsem si položil na zednické kozy. Do všech přivařených matek jsem našrouboval šrouby, aby nedošlo k jejich znečištění barvou a s tím souvisejícími problémy při kompletaci ohýbačky. Nejprve jsem části ohýbačky natřel odspodu a následně jsem je otočil spodní částí směrem dolů a natřel jsem zbytek. Pro lepší krytí jsem udělal následující den ještě jeden nátěr a po druhém nátěru barva už krásně překryla původní barvy.



Obrázek 42 Natřené části ohýbačky

## 2.10 Kompletace ohýbačky

Když jsem měl potřebné části natřené, tak jsem mohl začít s kompletací ohýbačky. Nejprve jsem vyšrouboval ze všech matek šrouby, které zde byly během natírání, aby nedošlo k zanesení závitů. Následně jsem si položil podstavec se stojanem na stůl. Doprostřed podstavce jsem



umístil hydraulický zvedák se zdvihem 5 tun od značky Workers Best. Následně jsem do dvou profilů, které jsou přivařeny k podstavci, nasadil pohyblivou část ohýbačky. Na pohyblivou část ohýbačky jsem nejprve z každé strany připevnil dvě stojaté ložiskové jednotky. Tyto ložiskové jednotky jsem upevnil pomocí dvou šroubů o průměru 12 milimetrů a délce 9,5 centimetrů do předem přivařených matek ze spodní části pohyblivé části ohýbačky. Pod každý šroub jsem ještě vložil jednu plochou podložku a jednu vějířovou podložku. Předtím, než se ložiskové jednotky utáhnou, je do nich nutné vložit dvě kratší ocelové tyče. Tyto tyče jsem po vložení upevnil do ložiskových jednotek pomocí dvou šroubů, které sevřely ocelovou tyč uvnitř ložiskové jednotky. Následně jsem mohl ložiskové jednotky napevno utáhnout k pohyblivé části ohýbačky. Následně jsem připevnil dvě stojaté ložiskové jednotky na stojan. Tyto ložiskové jednotky jsem upevnil šrouby o průměru 12 milimetrů a délce 9,5 centimetrů do předem přivařených matek zespodu stojanu. Pod každý šroub jsem následně umístil jednu plochou podložku a jednu vějířovou podložku. Než jsem tyto ložiskové jednotky napevno utáhl, tak jsem do nich vložil nejdelší ocelovou tyč. Ocelovou tyč jsem po vložení upevnil do ložiskových jednotek pomocí dvou šroubů, které zajistí, že tyč bude v ložiskové jednotce upevněna. Následně jsem tyto ložiskové jednotky utáhl napevno ke stojanu. Následně jsem na nejdelší ocelovou tyč nasadil volant a do předem připravené drážky jsem vložil čep, který zamezí protáčení tyče ve volantu. Následně jsem volant k tyči upevnil pomocí šroubu o průměru 7 milimetrů a délce 3,5 centimetrů. Pod tento šroub jsem umístil 3 různě velké podložky. Nejbliž k hlavě šroubu byla nejmenší z nich, následovala středně velká, a nakonec byla největší. Tento šroub jsem našrouboval do předem připraveného závitů v ocelové tyči.



Obrázek 43 Kompletní ohýbačka

### **3 TEST OHÝBAČKY**

Po kompletaci celé ohýbačky, už zbývá jen poslední krok. Vyzkoušet, zdali bude ohýbačka skutečně schopna ohýbat výztuže. Jako materiál k testu jsem zvolil dva typy výztuží. První výztuž byla čtvercového tvaru o délce strany 2 centimetry a druhá byla obdélníkového tvaru o délkách stran 1 a 3 centimetry. Pomocí ohýbačky se mi podařilo obě tyče bez problému ohnout.



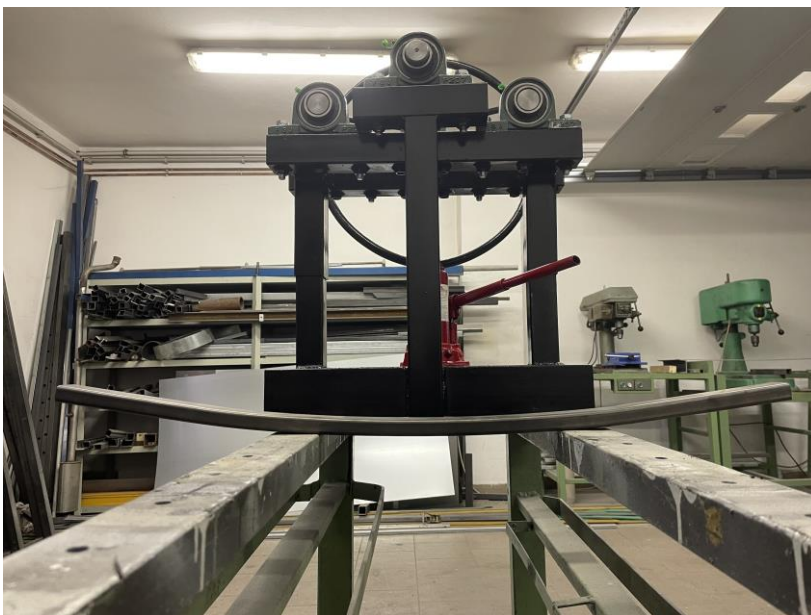
Obrázek 44 Čtvercový profil před ohnutím



Obrázek 45 Čtvercový profil po ohnutí



Obrázek 46 Obdélníkový profil před ohnutím



Obrázek 47 Obdélníkový profil po ohnutí

## 4 VÝDAJE

### 4.1 Ocelová kruhová tyč

K výrobě 3 ocelových tyčí, které jsou nedílnou součástí ohýbačky jsem spotřeboval 2 x 20 centimetrů a 1 x 35 centimetrů tyče. Cena za tuto tyč je 485,17 Kč za metr. Cena za 75 centimetrů je tedy  $485,17 * 0,75 = 363,8775$  Kč.

## **4.2 Stojatá ložisková jednotka FGJ UCP 207**

K sestrojení ohýbačky bylo potřeba celkem 6 stojatých ložiskových jednotek FGJ UCP 207. Cena jedné této jednotky je 248,29 Kč. Cena za všech 6 kusů je tedy  $248,29 * 6 = 1489,74$  Kč.

## **4.3 Profil 50x50 milimetrů**

K výrobě ohýbačky bude potřeba 2,83 metru čtvercového profilu o délce strany 50 milimetrů. Cena tohoto profilu je 146,57 Kč za metr. 2,83 metru bude tedy stát  $146,57 * 2,83 = 414,79$  Kč.

## **4.4 Profil 40x40 milimetrů.**

K výrobě ohýbačky bude potřeba 0,34 metru čtvercového profilu o délce strany 40 milimetrů. Cena tohoto profilu je 147,61 Kč za metr. 0,34 metru bude tedy stát  $147,61 * 0,34 = 50,19$  Kč.

## **4.5 Šroub 12 milimetrů**

Ke kompletaci ohýbačky bylo použito celkem 12 šroubů o průměru 12 milimetrů a délce 9,5 centimetrů. Cena jednoho šroubu 20,37 Kč. 12 šroubů bude tedy stát  $20,37 * 12 = 244,44$  Kč.

## **4.6 Matka 12 milimetrů**

Ke kompletaci ohýbačky bylo potřeba 20 matek o vnitřním průměru 12 milimetrů. Cena jedné matky je 1,5 Kč. 20 matek tedy stálo  $1,5 * 20 = 30$  Kč.

## **4.7 Plochá podložka 12 milimetrů**

K sestrojení ohýbačky bylo potřeba 12 plochých podložek o vnitřním průměru 12 milimetrů. Cena jedné podložky je 1,04 Kč. 12 podložek tedy stálo  $1,04 * 12 = 12,48$  Kč.

## **4.8 Vějířová podložka 12 milimetrů**

K sestrojení ohýbačky bylo potřeba 12 vějířových podložek o vnitřním průměru 12 milimetrů. Cena jedné podložky je 1,14 Kč. 12 podložek tedy stálo  $1,14 \times 12 = 13,68$  Kč.

## **4.9 Hydraulický zvedák**

Použitý hydraulický zvedák se zdvihem 5 tun stál 533 Kč.

## **5 ZÁVĚR**

Cílem mé práce bylo sestrojít ohýbačku, která bude schopna ohýbat výztuže do plastových oken. Mnou vyrobená ohýbačka je schopna spolehlivě ohýbat výztuže a může být tedy využita ve firmách k usnadnění procesu výroby. Můj cíl tedy mohu považovat za splněný. Celková cena na výrobu ohýbačky je okolo 3000 Kč. Což dle mého názoru je velmi dobrá cena a návratnost těchto peněz bude jistě krátká, co se týče usnadnění výroby. Pokud bych ohýbačky v budoucnu chtěl dělat ve větším množství, tak bych jistě dostal od dodavatelů slevu a cena na výrobu by se potencionálně mohla přiblížit 2000 Kč.

## 6 POUŽITÁ LITERATURA

*Co je vlastně... svařování MIG/MAG?* Online. Dostupné z: <https://blog.perfectwelding.fronius.com/cs/co-je-svarovani-mig-mag/>. [cit. 2023-10-22].

*PÁSOVÉ PILY.* Online. Dostupné z: <https://www.svarecky-obchod.cz/info/266-pasove-pily.htm>. [cit. 2023-10-22].

MIROSLAV HRUBEC. *Stroje pro výrobu dř.* Online. Dostupné z: <https://www.osu.cz/dokumenty/proportal/pdf/kpv/vrtani/stroje.html>. [cit. 2023-10-22].

*Hlavní části soustruhu.* Online. Dostupné z: <https://www.osu.cz/dokumenty/proportal/pdf/kpv/soustruzeni/lekce2.htm>. [cit. 2023-10-22].

## 7 SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK

Obrázek 1 Hořák.....	8
Obrázek 2 Svářečka .....	8
Obrázek 3 Pásová pila.....	10
Obrázek 4 List pásové pily .....	10
Obrázek 5 Stolní vrtačka.....	12
Obrázek 6 Soustruh.....	13
Obrázek 7 Ocelová tyč.....	14
Obrázek 8 Měření ocelové tyče .....	14
Obrázek 9 Řezání ocelové tyče.....	15
Obrázek 10 Obrábění ocelové tyče .....	16
Obrázek 11 Obrábění ocelové tyče .....	16
Obrázek 12 Uběrací nůž .....	17
Obrázek 13 Hotové ocelové tyče .....	18
Obrázek 14 Ložiskové jednotky .....	18
Obrázek 15 Průměr ložiskové jednotky .....	19
Obrázek 16 Řezání podstavce.....	20
Obrázek 17 Podstavec.....	20
Obrázek 18 Řezání delších profilů.....	21
Obrázek 19 Řezání kratších profilů .....	22
Obrázek 20 Řezání kratších profilů .....	22
Obrázek 21 Úprava kratších profilů.....	24
Obrázek 22 Úprava kratších profilů.....	24

Obrázek 23 Vrtáky .....	25
Obrázek 24 Svařování matek .....	26
Obrázek 25 Svařování matek .....	26
Obrázek 26 Příprava na svařování delších profilů k podstavci .....	27
Obrázek 27 Svařování delších profilů k podstavci .....	28
Obrázek 28 Svařování delších profilů k podstavci .....	28
Obrázek 29 Svařování kratších profilů k delším .....	29
Obrázek 30 Svařování kratších profilů k delším .....	29
Obrázek 31 Úprava nejdelších profilů .....	31
Obrázek 32 Svařování jednotlivých částí dohromady .....	32
Obrázek 33 Přivaření profilů k podstavci .....	34
Obrázek 34 Přivaření profilů k podstavci .....	34
Obrázek 35 Volant v původním stavu .....	35
Obrázek 36 Natřený volant .....	35
Obrázek 37 Obrábění nejdelší ocelové tyče .....	36
Obrázek 38 Sada závitníků .....	37
Obrázek 39 Závitník .....	37
Obrázek 40 Výroba drážky do nejdelší ocelové tyče .....	39
Obrázek 41 Výroba drážky do nejdelší ocelové tyče .....	39
Obrázek 42 Natřené části ohýbačky .....	40
Obrázek 43 Kompletní ohýbačka .....	42
Obrázek 44 Čtvercový profil před ohnutím .....	43
Obrázek 45 Čtvercový profil po ohnutí .....	43
Obrázek 46 Obdélníkový profil před ohnutím .....	44
Obrázek 47 Obdélníkový profil po ohnutí .....	44