

VŠB – Technická univerzita Ostrava

Fakulta strojní

Katedra mechanické technologie

Návrh svařování výložníku jeřábu mechanizovanou
technologíí

Design Crane Jib by Mechanized Welding Technology

Student:

Petr Tichý

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Vladislav Ochodek

Ostrava 2013

Zadání bakalářské práce

Student: **Petr Tichý**
Studijní program: B2341 Strojírenství
Studijní obor: 2303R002 Strojírenská technologie
Téma: **Návrh svařování výložníku jeřábu mechanizovanou technologií**
Design Crane Jib by Mechanized Welding Technology

Zásady pro vypracování:

1. Proveďte charakteristiku současného stavu výroby svařovaného výložníku jeřábu.
2. Navrhněte náhradu ručního svařování mechanizovaným, technologie GMAW-135.
3. Poved'te rozbor navrhovaných změn na kvalifikaci a dokumentaci svařovacího procesu.
4. Proveďte ekonomický rozbor navrhovaných úprav.

Seznam doporučené odborné literatury:

ASM. Handbook vol. 6, *Welding, Brazing, Soldering*. ASM 2001.

KOPŘIVA, R. *Technológia zvarania v ochranných plynoch metódou MIG/MAG*. ZEROSS, 1993.

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


Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Vladislav Ochodek**

Datum zadání: 13.12.2013

Datum odevzdání: 19.05.2014




Ing. Petr Mohyla, Ph.D.
vedoucí katedry


doc. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.
děkan fakulty

Místopřísežné prohlášení studenta

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

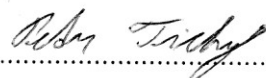
V Ostravě.....*19.5.2014*.....

Robert Tichý
.....
podpis studenta

Prohlašuji, že

- jsem byl 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 užit (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že bakalářská práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB-TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o kvalifikační 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 užit dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užit 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: 19.5.2014


.....

Podpis

Jméno a příjmení autora práce: PETR TICHÝ

Adresa trvalého pobytu autora práce: READIT 3, UNICOV, 783 91

ANOTACE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

TICHÝ, P. *Návrh svařování výložníku jeřábu mechanizovanou technologií: bakalářská práce*. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra mechanické technologie, 2014, 45 s. Vedoucí práce: Ing. Ochodek, V.

Bakalářská práce se zabývá svařováním vnějších podélných svárů na vnitřním výložníku jeřábu Reachstackeru. V úvodu je popsáno využití Reachstackeru v praxi a postup svařování výložníku. Na základě charakteristiky současného stavu výroby, jsou navrženy změny, které jsou podmíněny dalšími úpravami, potřebnými pro výrobu. Dále je pro každou navrženou změnu proveden rozbor. Na závěr je proveden ekonomický rozbor navrhovaných změn, který je zaměřený na úsporu času a nákladům při svařování výložníku.

ANNOATION OF BACHELOR THESIS

TICHÝ, P. *Design Crane Jib by Mechanized Welding Technology: Bachelor Thesis*. Ostrava: VŠB – Technical University of Ostrava, faculty of Mechanical Engineering, Department of mechanical technology, 2014, 45 p. Thesis head: Ing. Ochodek, V.

The bachelore thesis addresses welding of longitudinal welds on the inner boom of the crane Reachstekar. The introduction describes the use of the Reachsteaker in pracrice and procedure for welding of the boom. Based on the characteristics of the current state of production, are proposed changes, which are dependent for following adaptation, necessary for output. Furthermore, for each proposed change was conducted analysis. In conclusion, I have conducted an economic analysis of proposed changes, which are primarily focused on saving of time and overhead costs.

Obsah

	Strana
Seznam použitého označení	8
0 Úvod.....	9
1 Charakteristika současného stavu	10
1.1 Základní informace o autojeřábu Reachstacker	12
1.2 Charakteristika materiálu	13
1.3 Pálení	14
1.4 Tryskání	15
1.5 Broušení.....	15
1.6 Řezání úkosů plamenem a zámečnické práce	15
1.7 Rovnání	15
1.8 Hoblování	16
1.9 Kontrola pro pravou, levou stojinu a spodní pásnici.....	16
1.10 Orýsování a vyvrtání otvorů.....	16
1.11 Kontrola pro horní pásnici.....	17
1.12 Skládání vnitřního výložníku	17
1.13 Manipulace	19
1.14 Svařování vnějších podélných svarů	19
1.15 Odstranění výztuh a vnitřní zavaření.....	21
1.16 Tryskání a nástřik základovou barvou.....	21
1.17 Další operace	22
2 Návrh náhrady ručního svařování na mechanizovanou technologii GMAW-135.....	22
2.1 Návrh na umístění přípravku	23
2.2 Návrh výroby přípravku	24
2.3 Návrh svařovacího drátu	24
3 Rozbor navrhovaných změn.....	25
3.1 Umístění přípravku.....	25

3.2 Výroba přípravku	26
a) Montáž přípravku	28
b) Podložení přípravku	28
c) Úprava přípravku pro snadnější uložení svařence	29
3.3 Svařovací drát	30
4 Ekonomický rozbor	33
4.1 Výpočet nákladů pro ruční svařování	33
4.2 Výpočet nákladů pro svařovací automat	38
4.3 Vyhodnocení ekonomického rozboru	40
5 Závěr	41
6 Seznam použité literatury	43
7 Seznam příloh	44

Seznam použitého označení

I	Proud	[A]
A5,(A4)	Tažnost	[%]
Lo	Prodloužení	[mm]
Re	Mez kluzu v tahu	[MPa]
Rm	Mez pevnosti v tahu	[MPa]
Rp	Smluvní mez kluzu	[MPa]
U	Napětí	[V]
Ø	Průměr	[mm]
t	čistý čas	[h]
t_0	normový čas	[h]
t_1	čas prvního listu	[min]
t_2	čas druhého listu	[min]
t_3	čas třetího listu	[min]
t_4	čas čtvrtého listu	[min]
S	směnová přírážka	[%]
R	režie	[Kč]
M	mzdy	[Kč]
Na	náklady	[Kč]

0 Úvod

V současné době, se na trhu vyskytuje spousta různých druhů produktů, ať už se jedná o trh strojní, stavební, oděvní nebo potravinářský. S nabývajícím a rostoucím trhem roste i logistická doprava, nejen v rámci členů Evropské Unie, ale i do zámoří jako je například: Amerika, Afrika. Tím že se zmenší automobilová doprava na velké vzdálenosti a využije se dalších dopravních prostředků, jako je železniční a lodní doprava. Bude doprava efektivnější, rychlejší a hlavně ekonomicky výhodnější. Je dobré využít všech dostupných přepravních prostředků. K tomu jsou potřeba překladiště a stroje na překládání zboží, nachystaného v kontejnerech. Proto se zabývám překládacími manipulatory REACHSTACKER. Tyto stroje se řadí mezi autojeřáby, které jsou vybaveny výsuvným výložníkem. Ten má na konci výsuvného výložníku přidělán sprejer, který může mít kleštiny pro uchycení kontejnerů, ale i kleštiny pro přemístění nákladních přívěsů. Reachstacker může mít podobu vysokozdvížného vozíku, rozdíl je ve výbavě. Vysokozdvížný vozík nemá výsuvný výložník, ale má dlouhé ližiny, po kterých se vertikálně pohybují vidlice určené pro podebrání palet. Autojeřáby typu Reachstacker mají velké využití v překladových a manipulačních operacích. Mají vysokou účinnost při zvedání těžkých břemen a jejich výhodou je poměrně snadné ovládání pomocí joysticku a přehlednost kolem stroje z místa celoprosklené kabiny pro řidiče.

Tato práce se zabývá předěláním výroby, pro výrobu svařovaných vnitřních výložníků u jeřábu Reachstacker. Přepočítání se týká ručního svařování na svařování automatem Fronius FLW – P 14 000. Jedná se o svařování koutových, vnějších, podélných svárů a to na tři vrstvy o velikosti $a=8,5$ [mm]. První vrstva je průvar kořene a zbývající dvě, jsou vrstvy krycí. Aby se výložník mohl svařovat na automatu, je třeba navrhnout svařovací drát a parametry pro svařování. Dále vyrobil přípravek, na kterém bude výložník při svařování položen. Pro malý prostor kolem svařovacího automatu je potřeba najít způsob umístění přípravku. Touto prací bych rád dokázal úsporu času a také úsporu v režijních nákladech. Druhým cílem této práce bylo 100% využití svařovacího automatu Fronius FLW – P 14 000.

1 Charakteristika současného stavu výroby

1.1 Základní informace o autojeřábu Reachstacker



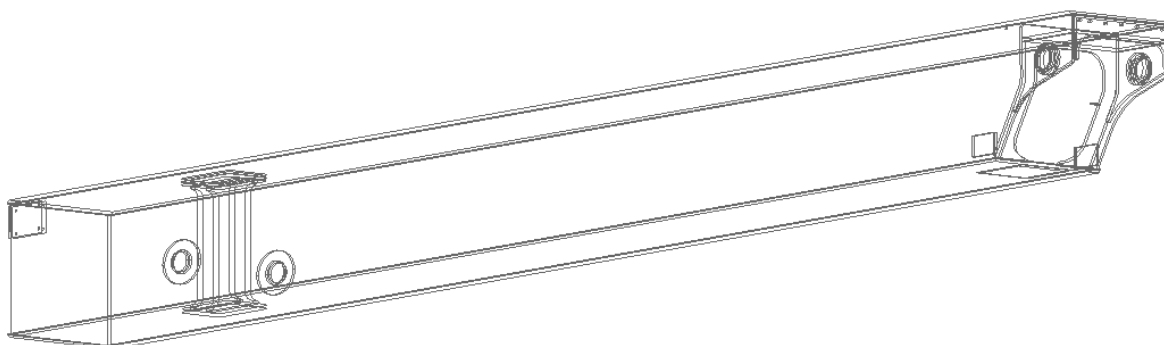
Obr.1. - Autojeřáb Reachstacker od firmy Hyster [1].

Reachstacker je autojeřáb, který má širokou škálu využití. Nejčastěji je využíván jako překladač ocelových kontejnerů. Tento typ je názorně ukázán na obrázku č. 1. Tyto autojeřáby mají nosnost až 45 000 [Kg]. Nosnost je ovlivněna délkou vysunutí výložníku, čím více je výložník vysunut, tím je nosnost menší. Nosnost lze zvýšit dovybavením stabilizátory, nebo zvětšením rozvoru. Kontejnery jsou skládány do stohů a mezi jednotlivými stohy jsou manipulační uličky. Kabina řidiče je konstruována tak, aby z ní byl dobrý výhled. Konstrukce zadního protizávaží umožňuje dobrý výhled i za autojeřáb. Pro lepší výhled při manipulaci s kontejnery lze kabinou řidiče posouvat a to v podélném směru až o 2 600 [mm], u některých typů lze kabinou pohybovat i ve vertikálním směru. Aby obsluha věděla, jaké je zatížení ramene autojeřábu, jsou v kabině na přístrojové desce tři kontrolky (zelená – zatížení je v normě, oranžová – zatížení dosahuje 90%, červený – zatížení překročeno).

Do autojeřábu od firmy Hyster jsou nejčastěji montovány vznětové motory značky Seat. Je-li potřeba, jsou k výběru i další pohonné jednotky například: elektromotory s velkokapacitními bateriemi a motory na LPG. Rádus potřebný pro otočení celého autojeřábu se pohybuje kolem 8 120 [mm]. Výsuvnost vnitřního výložníku je zajištěna samomaznými nekovovými ložisky.

Model	RS 45 – 27 CH
Typ motoru/výrobce	Diesel/Seat
Výkon	272 [kW]
Rozvor náprav	5 900 [mm]
Váha bez zatížení	69 370 [kg]
Max. zatížení přední / zadní nápravy	100 369 / 14 001 [kg]
Bez zatížení přední / zadní nápravy	34 738 / 34 632 [kg]
Doba zvednutí zátěže 35 000 [kg]	0,28-0,48 [m/s]
Nosnost – první / druhý výložník	45 000 / 27 000 [kg]
Cestovní rychlost s nákladem / bez	21,3 / 23,4 [m/s]
Maximální náklon výložníku	0-59 [°]

Tab.1. - Vybrané technické parametry Reachstackeru od firmy Hyster [2].



Obr.2. - Model výložníku [3].

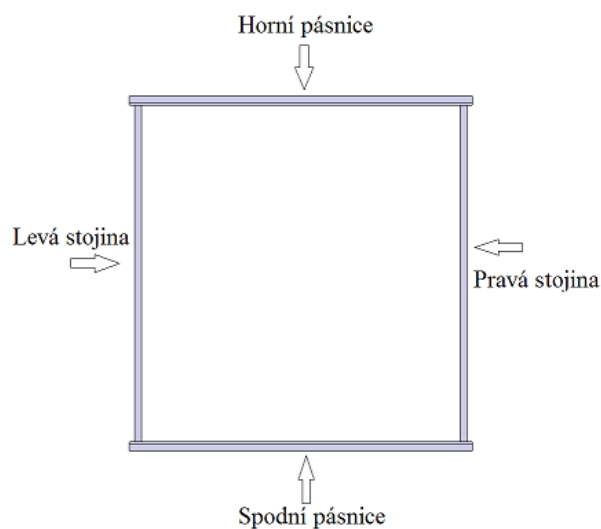
1.2 Charakteristika materiálu

Hutní polotovary (ocelové plechy válcované za tepla) jsou dodávány včetně materiálového atestu. Na atestu je mimo jiné uvedeno číslo tavby, chemické složení a mechanické vlastnosti. Proto na každém vyrobeném kusu je vyražené číslo tavby. Podle tohoto čísla pak lze dohledat tavbu, která by měla být vždy přiřazena ke každému kusu, vyrobenému v hutích. Při zpracování těchto materiálů dochází k poškození, či odřezání čísla tavby, což se děje například v této Bakalářské práci. Tento problém se řeší tak, že firma si každý kus označí svými značkami, nebo čísly. Tato čísla jsou pak přiřazena k jednotlivým tavnám a tím je zaručeno, že nedojde k záměně materiálu při výrobě. Vybraný a řešený svařenec je z materiálu: **OPTIM 500ML**, k tomuto materiálu přímo neodpovídá žádná norma, ale nejbližší norma pro konstrukční ocel je ČSN EN 10025-4 [4]. Požadované chemické složení materiálu je uvedeno v tabulce č. 2.

C max. [%]	0,18
Si max. [%]	0,50
Mn max. [%]	1,7
P max. [%]	0,020
S max. [%]	0,015
Al min. [%]	0,020
Nb max. [%]	0,050
V max. [%]	0,15
Ni max. [%]	1,00
N max. [%]	0,015
Ti max. [%]	0,050

Tab.2. - Chemické složení materiálu ČSN EN 10025-4 [5].

Svařenec se skládá ze dvou pásnic horní, spodní a dvou stojin ty jsou vypáleny z objednaných a dovezených plechů. Každá plotna má vyražené číslo, podle kterého jsou vyhledány jejich tavby. Z taveb jsou pak vypsány pro každou pásnici tahové a tlakové zkoušky. Údaje jsou uvedeny do tabulek č.3, č.4.



Obr.3. - Označení stran svařence.

	Levá stojina	Pravá stojina	Spodní pásnice	Horní pásnice
Šířka [mm]	30	30	30	30
Tloušťka [mm]	15,33	15,71	20,46	20,41
Umístění	Příčně	Příčně	Příčně	Příčně
Re [MPa]	500	500	500	500
Rp [MPa]	554	584	601	644
Rm [MPa]	710	743	735	712
Lo [mm]	5,65	5,65	5,65	5,65
Prodloužení při přetržení [%]	19	18,4	20,2	17,0

Tab.3. - Tahová zkouška dle DIN/EN – C10-C29.

	Levá stojina	Pravá stojina	Spodní pásnice	Horní pásnice
Rozměr [mm]	10x10	10x10	10x10	10x10
Pozice	Dolní	Dolní	Dolní	Dolní
Povrch. úprava	Žádná	Žádná	Žádná	Žádná
Umístění	Podélně	Podélně	Podélně	Podélně
Teplota [°C]	-50	-50	-50	-50
1. zkouška [J]	326	326	326	348
2. zkouška [J]	324	345	345	333
3. zkouška [J]	307	344	344	320
Průměrná hodnota [J]	319	338	338	320

Tab.4. - Tlaková zkouška dle DIN/EN – C40-C49.

1.3 Pálení

Tato operace se provádí na pálicím stroji typu: **OMNIKUT 3 100**, tolerance pro tloušťku výpalky od 10 – 50 [mm] jsou: pro délku od 315 – 1000 [mm] je ± 1 [mm]

pro délku nad 4000 [mm] je $\pm 2,5$ [mm]

Horní a spodní pásnice:

Dodané tabule plechu se dále dělí pálením na menší kusy. Horní a spodní pásnice se vypalují skoro stejně jen s jinými délkami a u horní pásnice je navíc vypalován otvor pro vkládání výztuhy. Nejprve jsou odpáleny obě čela na daný rozměr, dále je plech rozpálen dvěma hořáky na tři díly, kde prostřední díl je jako jediný pálen na přesný rozměr, krajní pásnice pak mají větší rozměr.

Pravá a levá stojina:

Tyto dvě stojiny jsou naprosto stejné, proto se při pálení neřeší pravá ani levá stojina. Pálí se jedním hořákem, ten vypaluje stojiny přesně po obvodě na daný rozměr. Při této operaci se také pálí otvory pro přichycení vnitřního výložníku ke konstrukci autojeřábu.

1.4 Tryskání

Tryskání je společná operace jak pro horní, dolní pásnici tak i pro pravou a levou stojinu. Tato operace se provádí ocelovými broky na tryskači **TMT30.7**. Tryskaný povrch pak získá drsnost $Ra = 12,12$ [μm], která je předepsaná normou. Kontrola je provedena měřicím snímačem: PHT 350.

1.5 Broušení

Další operace je broušení hran po pálení. Dále jsou odstraněny strojní můstky. Jako při tryskání i tato operace platí pro všechny výpalky.

1.6 Řezání úkosů plamenem a zámečnické práce

Veškeré pásnice a stojiny se po důkladném tryskání a broušení vrací zpět na pozici pálení plamenem. Úkosy jsou páleny na rozměr 15×15 [mm] v celé délce 750 [mm] dle úkosové karty. Dále jsou přemístěny na zámečnické práce, kde jsou pálené úkosy broušeny a do kovového lesku.

1.7 Rovnání

K docílení potřebné rovinnosti pásnic, stojin se provádí operace rovnání na rovnací stolici. Ta je tvořena soustavou válců. Průchodem výpalku mezi válci dochází k pnutí a tím k vyrovnání. Touto operací prochází každá pásnice a stojina, která jde dále do výroby. Rovnání probíhá na stroji typu: **SIEMAG 32/1500**. Rovinnost po válcování musí být do 2 [mm]. Dále se pásnice, stojiny rovnají plamenem, přičemž teplota nesmí překročit 550 [°C]. Rovnají se plamenem, aby došlo ke srovnání přímosti, která musí být do 3 [mm].

1.8 Hoblování

Hoblování platí jen pro horní a spodní pásnice, tyto dvě pásnice se hoblují, protože jsou z jemnozrnné oceli a ta nesmí být vystavena velkému žáru, aby nedošlo ke změně krystalické mřížky. Z tohoto důvodu se plech pálil dvěma hořáky a jen prostřední byl vypálen přesně, zbývající dva krajní plechy již nemají dostatečné okraje pro odvod tepla při pálení, a proto se na konečný rozměr 750 [mm] hoblují. Hoblování probíhá na hoblovacím stroji: **HD12**.

	tloušťka [mm]	šířka [mm]	délka [mm]
Levá stojina	15	737	9620
Pravá stojina	15	737	9620
Horní pásnice	20	750	9620
Spodní pásnice	20	750	8960

Tab.5. - *Rozměry pásnic, stojin.*

1.9 Kontrola pro pravou, levou stojinu a spodní pásnici

Kontrolou prochází spodní pásnice, pravá a levá stojina. Horní pásnice se kontroluje později, po ukončení všech operací.

Na pravé a levé stojině se provádí kontrola výpalku, měření rovinnosti, kde je tolerance do 2 [mm], kontrola přímosti výpalku do tolerance 4 [mm].

Na spodní pásnici se provádí kontrola výpalku, měření rovinnosti s tolerancí do 2 [mm] a kontrola přímosti výpalku s tolerancí do 3 [mm].

1.10 Orýsování a vyvrtání otvorů

Zde se na horní pásnici orýsují a označí dva otvory pro vrtání o průměru 16 [mm]. Otvory se vrtají magnetickou vrtačkou, po vyvrtání obou otvorů se ostré hrany srazí pomocí pilníku.

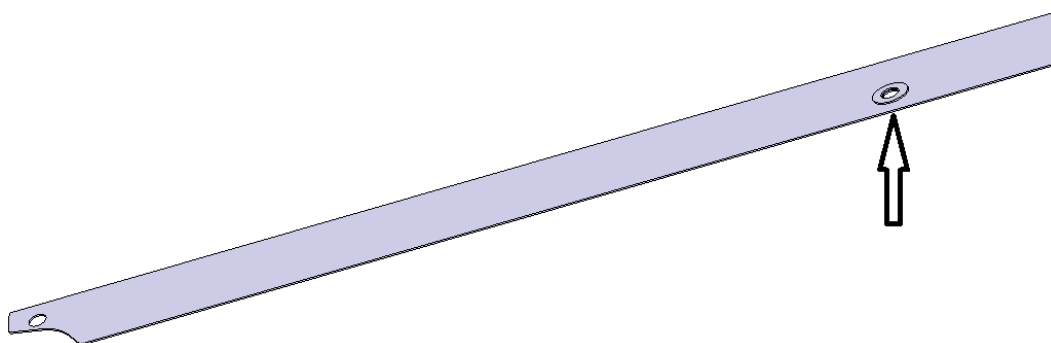
1.11 Kontrola pro horní pásnici

Na horní pásnici se provádí kontrola výpalku, měření do tolerance 2 [mm] a přímosti výpalku s tolerancí do 3 [mm].

1.12 Skládání vnitřního výložníku

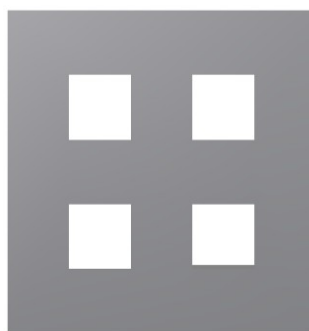
Veškeré svařování, stehování je prováděno ručním svařováním metodou 135.

Na pravou stranu plotny pro svařování, se položí pravá stojina, na levou stranu plotny zase stojina levá. Na těchto stojinách jsou pálené otvory, které je potřeba před skládáním vyztužit. Vyztuží se tak, že k otvoru je přivařen kroužek, který je přesně vyměřen a vycentrován.



Obr.4. - *Stojina.*

Na plotnu je také položena a pevně upnuta spodní pásnice. Po čtvrtině délky spodní pásnice jsou přistehované čtyři výztuhy. Každá výztuha je přistehována dvěma housenkami, které musí být jen z jedné strany, kvůli pozdější demontáži výztuh. Tyto výztuhy jsou vypáleny na přesný rozměr spodní pásnice a mají čtyři čtvercové otvory pro odlehčení hmotnosti. Výztuhy mají zajistit kolmost, rovinnost a přesné umístění pásnic, stojin.

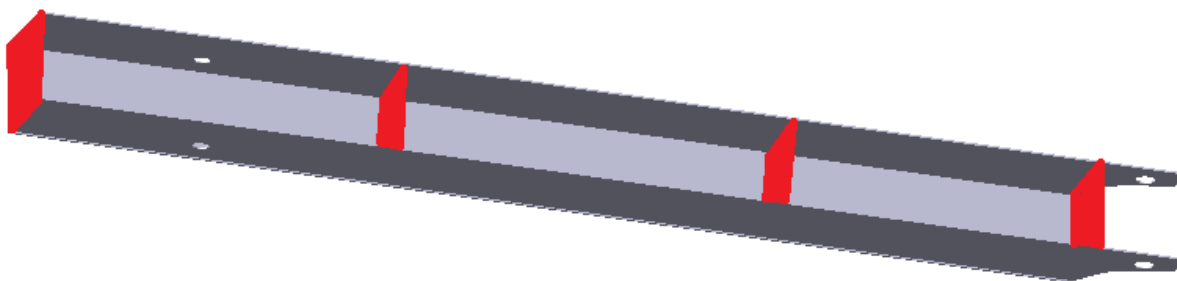


Obr.5. - *Vnitřní výztuha.*



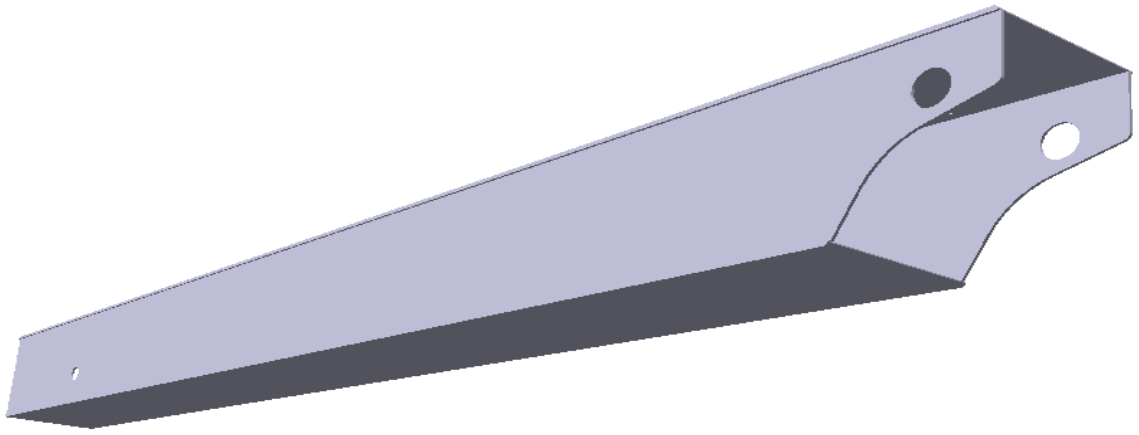
Obr.6. - *Spodní pásnice + červeně naznačeny výztuhy.*

V této fázi jsou výztuhy přivařeny na svých místech a může se pokračovat ve skládání. Pravá a levá stojina se postaví kratší stranou na spodní pásnici, dorazí se na výztuhy a dlouhými svorkami se přitáhnou k sobě tak, aby nedošlo při stehování k posunutí nebo prohnutí pásnice. V některých případech se stává, že stojina není přesně rovná. To se řeší nahřáním v určitém místě tak, aby došlo k jejímu srovnání. Při rovnání nahřáním, je nutné kontrolovat teplotu, která nesmí překročit 550 [°C]. Je to stejný postup jako při rovnání v bodě 1.7. Jak jsou stojiny a spodní pásnice nachyтанé zatíží se závažím, které je posazeno na pravou a levou stojinu. Pokud je vše v pořádku, zámečník začne stehovat krátkými svary. Svary jdou z vnější strany po celé délce pravé a levé stojiny, které jsou přistehovány ke spodní pásnici, dále se každá výztuha přivaří ke stojinám a to dvěma svary.



Obr.7. - *Spodní pásnice, pravá a levá stojina, červeně jsou naznačeny výztuhy.*

Po odstranění závaží a svorek je na svařenec položena poslední a to horní pásnice. Ta se opět vycentruje a ustaví podle daných tolerancí, ustavená pásnice je svorkami pevně přitažena k nastehovaným stojinám. Následně je přistehována k pravé i levé stojině, také tyto stehové svary jsou pouze z vnější strany svařence. Každá z těchto svárových housenek má délku od 30 do 50 [mm]. Takto nastehován je připraven na vnější podélné svařování.

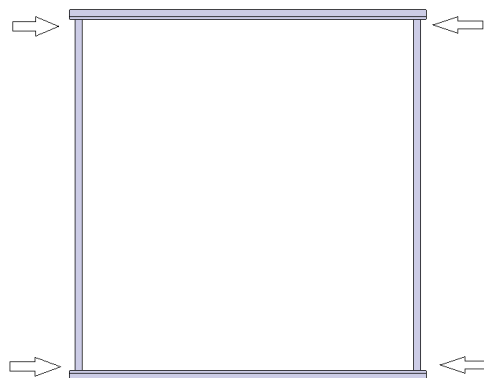


Obr.8. - Poskládané, přistehované pásnice a stojiny.

1.13 Manipulace

Při každé manipulaci se svařencem je třeba nejprve nasadit a dobře dotáhnout upínku, přes kterou se přivazují řetězy pro otáčení a převoz svařence. Svařenec je tvrdý, ale specifická vlastnost tohoto materiálu krom tvrdosti je pružnost, tudíž norma pro jemnozrnnou ocel, nepovoluje zakapání a zabroušení hran a oděrků po poškození při manipulaci. Proto je nutné upínku vždy před jakoukoli manipulací nasadit.

1.14 Svařování vnějších podélných svarů

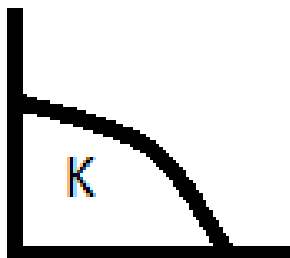


Obr.9. - Naznačení míst svarů.

Na Obr.9. jsou místa svařování naznačeny čtyřmi šipkami. Na těchto místech se svařují koutové svary o velikosti $a=3,8\text{mm}$, postupně na 3 vrstvy, je to průvar kořene a dvě krycí vrstvy. Bakalářská práce se zabývá těmito svárovými spoji.

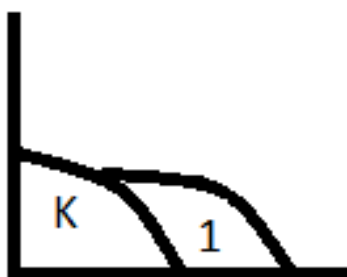
Postup svařování:

První se provádí průvar kořene, ten se provede mezi pravou stojinou a spodní pásnicí, následně mezi levou stojinou a spodní pásnicí. Jakmile jsou sváry dokončeny, je na řadě upnutí upínky. Po upnutí upínky, může být svařenec otočen o 180°, následně se svaří zbývající dva kořeny protilehlé strany. Po svaření se každý svar čistí ocelovým kotoučem od kuliček a nežádoucích návarů po napojování svárových housenek, které vznikají při posouvání svářeče.



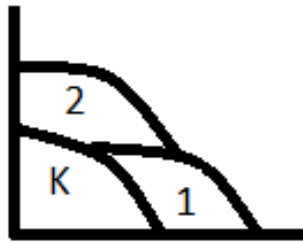
Obr.10. - Schéma kořene.

Po dalším otočení následuje svaření první housenky krycí vrstvy. Ta se opět provede na pravé i levé straně svařence, po svaření na požadovaný rozměr, se celý kus otáčí a svařují se další dvě první housenky krycí vrstvy.



Obr.11. – Schéma kořene a první housenky krycí vrstvy.

Teď už zbývá jen svaření druhých housenek krycí vrstvy. Opět se svařenec otáčí, následně se začístí sváry a svařují se druhé housenky krycí vrstvy. Svaření druhé housenky krycí vrstvy probíhá stejně jako u svařování prvních housenek krycích vrstev, jde vlastně o tu samou operaci. I zde se svaří pravá i levá strana svařence a následně je celý kus otočen o 180° a svařena druhá housenka krycí vrstvy na obou stranách svařence.



Obr.12. - Schéma kořenového svaru, první a druhé housenky krycí vrstvy.

Veškeré sváry se průběžně kontrolují. Musí být rovné nebo vypouklé. Tato kontrola se provádí pomocí šablony.

1.15 Odstranění výztuh a vnitřní svaření

Dále se ze svařence odstraňují vnitřní výztuhy a svařuje se vnitřní část výložníku, tato operace se provádí svařovacím vozíkem KOIKE. Je to svařovací automat, který se využívá pro svařování tunelů a špatně dostupných míst pro samotné svářeče. Využitím tohoto svařovacího robotu odpadá čas, který by svářeč potřeboval pro nachystání potřebných pomůcek, a pro zavaření v těsném prostoru potřeboval. Po všech svařovacích procesech se každý prostor kolem svárů čistí od kuliček vzniklých prskáním svarového kovu při svařování.

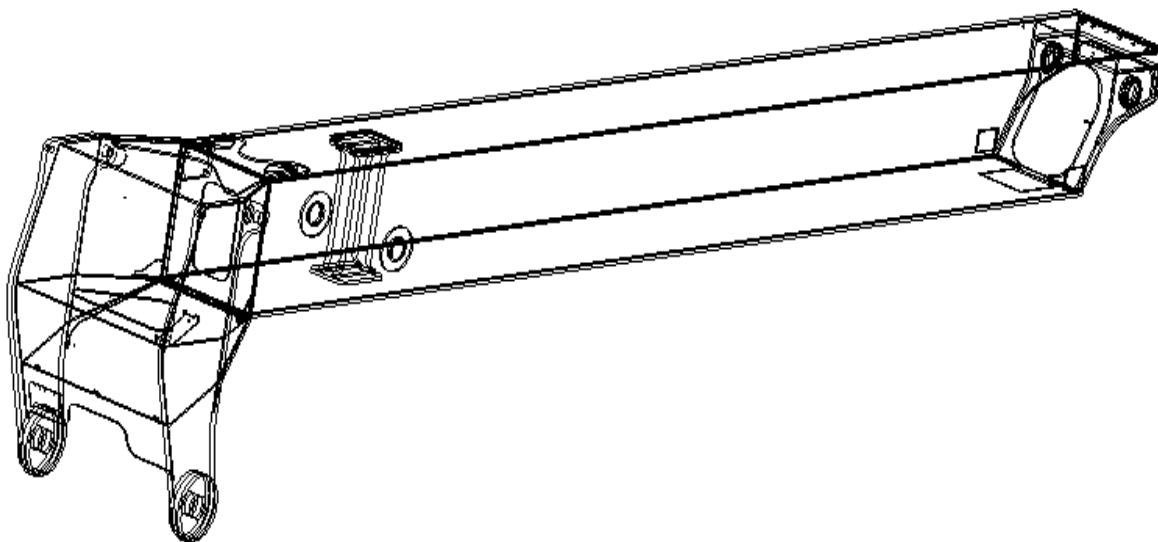
1.16 Tryskání a nástřik základovou barvou

Po dokončení všech svařovacích operací jde svařenec na tryskání, to se provádí jen na vnitřních stranách. Tryskání na drsnost $Ra=10,5$ [μm] je důležité kvůli odstranění nečistot a mastnoty z povrchu výložníku tak, aby mohl jít před dalšími operacemi do lakovny na základový nástřik.

Nástřik základovou barvou Termacoat GF Primer TVT 4006, která odpovídá specifikaci HCE 49, se provádí v tomto kroku a jen vnitřní část výložníku. Je to dáno tím, že k výložníku budou přivařeny další díly, přes které by již nebylo možné nástřik provést. Vznikla by tak značná část bez povrchové úpravy, která by postupem času mohla začít korodovat. K této části se nelze dostat, jelikož z jedné strany by překážely již zmíněné díly a ze strany druhé, zevnitř výložníku, je výztuha, která je pevně přivařena a tím zabraňuje přístup.

1.17 Další operace

Doposud sestavený, svařený a nastříkaný tunel základovou barvou, je jen část celku vnitřního výložníku. K tomuto tunelu jsou postupně přidány další výztuhy, které jsou následně svařeny a doplněny takzvanou „špicí“. Toto již není téma Bakalářské práce, a proto postup sestavení zbývajících částí není uveden.



Obr.13 – Schéma celého vnitřního výložníku [6].

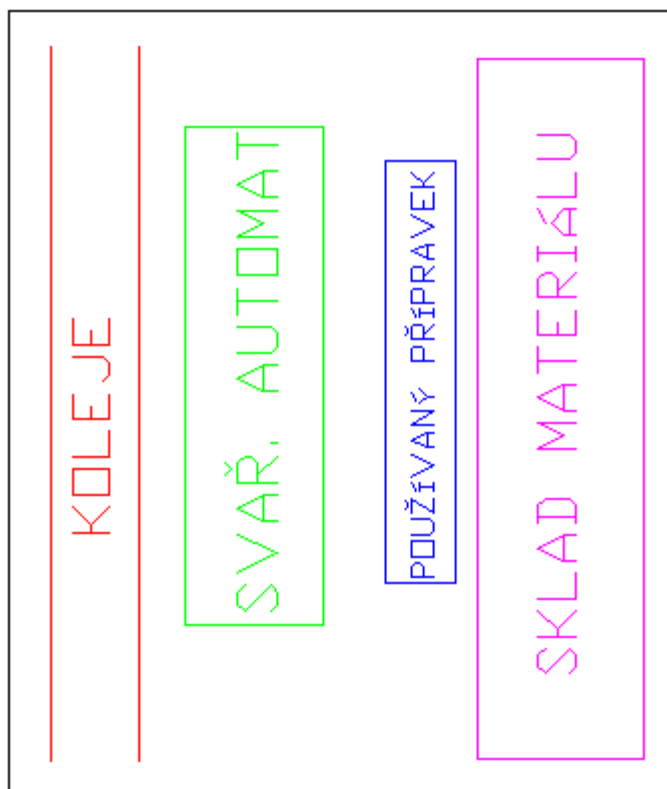
2 Návrh náhrady ručního svařování na mechanizovanou technologii GMAW-135

Cílem Bakalářské práce je změna svařování vnějších podélných svárů na vnitřním výložníku jeřábu, a to z ručního svařování na svařování automatem. Změnou technologie lze dosáhnout lepšího využití svařovacího automatu, menších nákladů a úsporu času při výrobě výložníků.

Pro splnění těchto požadavků je navrženo:

Omezení ručního svařování na vnějších podélných svárech. Tím, že postup skládání výložníku zůstane nepozměněn až do fáze samotného svaření. Sestavený, nastehovaný výložník se přepraví pomocí jeřábu na svařovací automat Fronius, zde bude výložník usazen na přípravek, který zaručí rovnoběžnost výložníku se svařovacím automatem. Dále zajistí jeho rovinnost do vodováhy jakou má i svařovací automat. Výložníky doposud nebyly svařovány technologií GMAW - 135, proto je třeba navrhnout přípravek, který bude splňovat veškeré nároky. Dále je třeba zajistit, že stávající přípravek, který je navržen a využíván pro svařování jiných dílů, které se i nadále vyrábí, nebude poškozen či jinak znehodnocen.

2.1 Návrh na umístění přípravku



Obr.14 - Schéma pracoviště pro svařovací automat.

Jak lze vidět na schématu pracoviště v obrázku č. 14, není kolem svařovacího automatu žádné místo, krom dopravních kolejí. Tato dopravní kolej (vlečka) se již dlouhodobě nevyužívá pro dovoz ani odvoz materiálu na pracoviště, a to včetně pracovišť, které se nacházejí dále po trase kolejí. Proto je navržena demontáž kolejí a místo nich umístění přípravku.

Tím, že přípravek bude umístěn na druhé straně svařovacího automatu, místo kolejí, bude stávající přípravek, který je umístěn po pravé straně mezi svařovacím automatem a skladem materiálu, uchráněn proti mechanickému poškození při manipulaci. Také se bude moci dále bez jakéhokoli problému, kdykoli využít pro svařování. Stačí jen rameno na svařovacím automatu otočit na druhou stranu a začít svařovat jiné kusy.

2.2 Návrh výroby přípravku

Pro výrobu upínacího přípravku je z ekonomických důvodů, vhodné využít materiál (komponenty) ze starých nepoužívaných přípravků, které jsou umístěny ve skladu. Nepoužívaný přípravek, (určen ke šrotaci) se demontuje na vhodné díly, které se po úpravách jako jsou například: otryskání rzi, nátěr a případné srovnání horní plochy, dají dále použít. Zhotovený přípravek se uchyť šrouby k podlaze, tak aby nedošlo k posunutí při manipulaci se svařencem.

2.3 Návrh svařovacího drátu

Nyní se svařování provádí ručně, svařovacím drátem: **OK Aristorod 12.50** v ochranném plynu dle ČSN EN ISO 14175:M21; 80[%]Ar + 20[%]CO₂. Pro materiál **OPTIM 500ML** je navržen svařovací drát **OK AUTROD 13.28**, dle [7] s ochranným plynem 80[%]Ar + 20[%]CO₂.

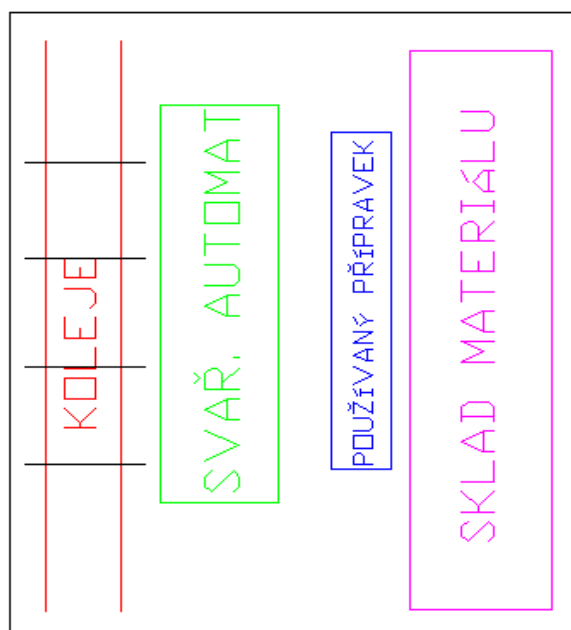
Chemické složení drátu je: C = 0,10 [%], Si = 0,60 [%], Mn = 1,1 [%], Ni = 2,4 [%].

3 Rozbor navrhovaných změn

3.1 Umístění přípravku

Umístění přípravku, tak jak je navrženo v bodě 2.1, nemůže být uskutečněno, jelikož firma si nepřeje, aby došlo k jakémukoli vybourání či demontáži vybavení výrobní haly, ať už se jedná o ochranné prvky nebo již zmíněné koleje. Po předložení návrhu a konzultací s vedením výrobní haly, bylo umožněno využít prostor, kde se kolejiště nachází, ale pod podmínkou, že nedojde k jeho demontáži. Při dalším zjišťování jak ustavit přípravek bylo zjištěno, že při montáži svařovacího automatu se řídili kolejemi. Svařovací automat je proto ustaven přesně rovnoběžně s kolejemi a překontrolován nivelací. Z důvodu hmotnosti a častému obracení svařence dochází k velkým rázům, proto není vhodné, aby se přípravek uchýlil k podlaze. Mohlo by časem dojít k uvolnění hmoždin, ve kterých jsou uchyceny šrouby. Pro lepší stabilitu a zajištění proti pohybu bude každý kus svařen z obou stran k oběma kolejím. V případné nutnosti využití kolejí lze tyto sváry odstranit a koleje opětovně využívat.

Přípravek je naznačen v obrázku č. 15 čtyřmi černými čarami napříč kolejí, čtyřmi čarami proto, že se celý přípravek skládá ze čtyř stejných částí.

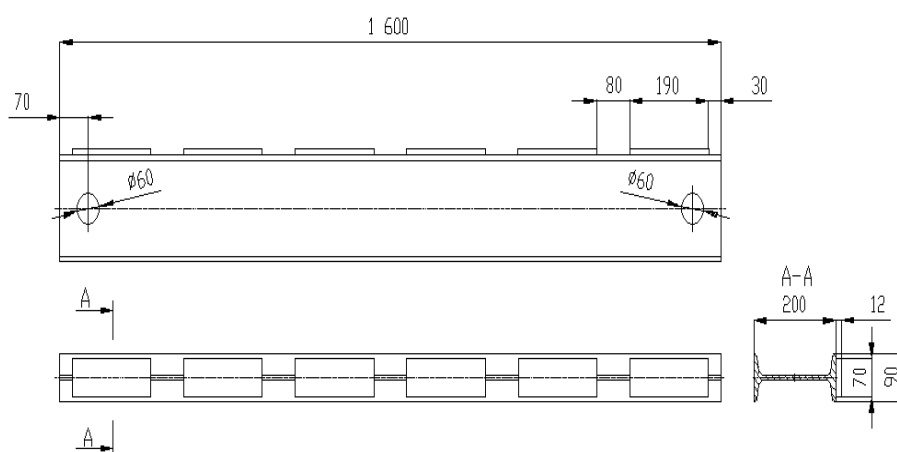


Obr.15 - Schéma pracoviště pro svařovací automat s naznačeným přípravkem.

3.2 Výroba přípravku

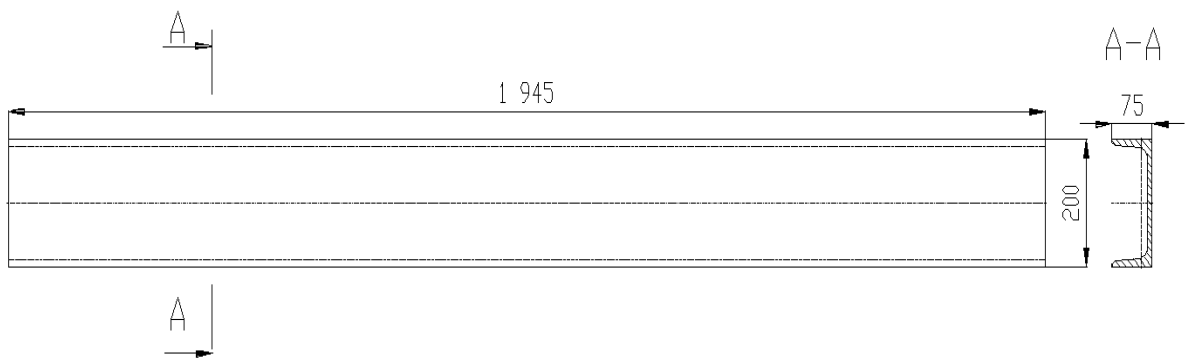
Jak je již zmíněno v bodě 3.1, celý přípravek se skládá ze čtyř stejných částí, proto v tomto bodě popisuji výrobu jedné části, kterou dále nazývám přípravkem. Zbývající tři přípravky jsou vyrobeny ze stejných materiálů, profilů a jejich postup výroby je naprosto stejný.

Ve skladě materiálu byl nalezen již rozebraný starý přípravek. Jeho části, hlavně část, která je využita jako dosedací plocha pro výložník, má ideální funkční plochu pro požadovaný přípravek. Tato část byla vyrobena z I profilu a na vrchní straně, jsou navařeny pásové oceli o rozměrech 190x70 [mm]. Tyto pásové oceli, jsou užitečné pro zmenšení dosedací plochy mezi přípravkem a výložníkem. Zmenšením dosedací plochy je z části zamezeno, aby nebyl výložník posazen na nečistotě, a tím vykloněn vůči svařovacímu automatu. I profil je znázorněn na obrázku č. 16.



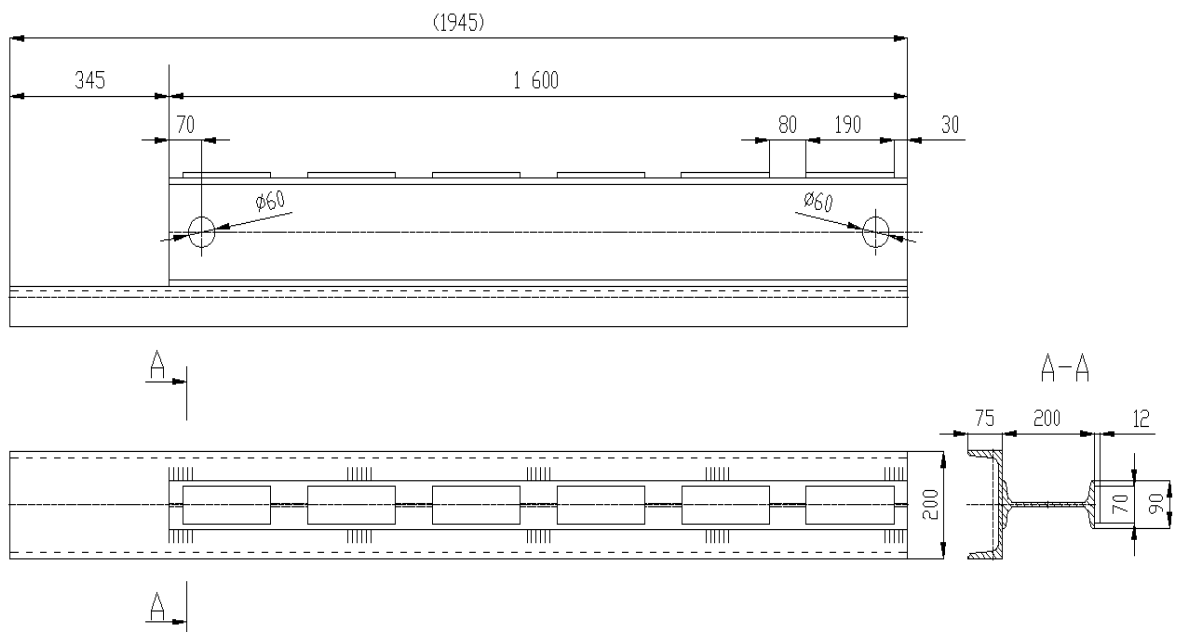
Obr.16 - Horní část přípravku.

Jak lze vyčíst z obrázku č. 16, I profil měří 1600 [mm], což je nedostačující délka, aby mohl být svařen ke kolejím a přesazen blíže ke svařovacímu automatu. Jelikož na svařovacím automatu jsou hořáky uchyceny na ramenu, které je omezeno svojí funkční délkou, po které může svařovat. Z tohoto důvodu, musí být I profil přesazen přes bližší kolejnici, od jejího středu po konec přípravku o 770 [mm]. Jelikož rozvor kolejí od středu po střed koleje činí 995 [mm], nemohl by být přípravek přivařen k oběma kolejím, proto bylo potřeba I profil prodloužit. Tento problém byl vyřešen tak, že se spodní strana, I profilu svařila s U profilem, který již lze k oběma kolejím přivařit. U profil, byl také nalezen ve skladě materiálu, s největší pravděpodobností i tento profil původně patřil ke starému rozebranému přípravku, proto ho lze využít k sestavení nového.



Obr.17 - U profil.

Nyní se z obou profilů odstranila veškerá stará barva a z oxidovaného povrchu, který za dobu jejich nepoužívání vznikl. Na U profil se ustavil I profil, a to tak aby byly oba kusy osově souměrné a pravé strany zároveň srovnány. Poté se oba kusy k sobě svařily. Jsou svařeny pěti svary o délce 50 [mm] z obou stran, jak je naznačeno na obrázku č.18.

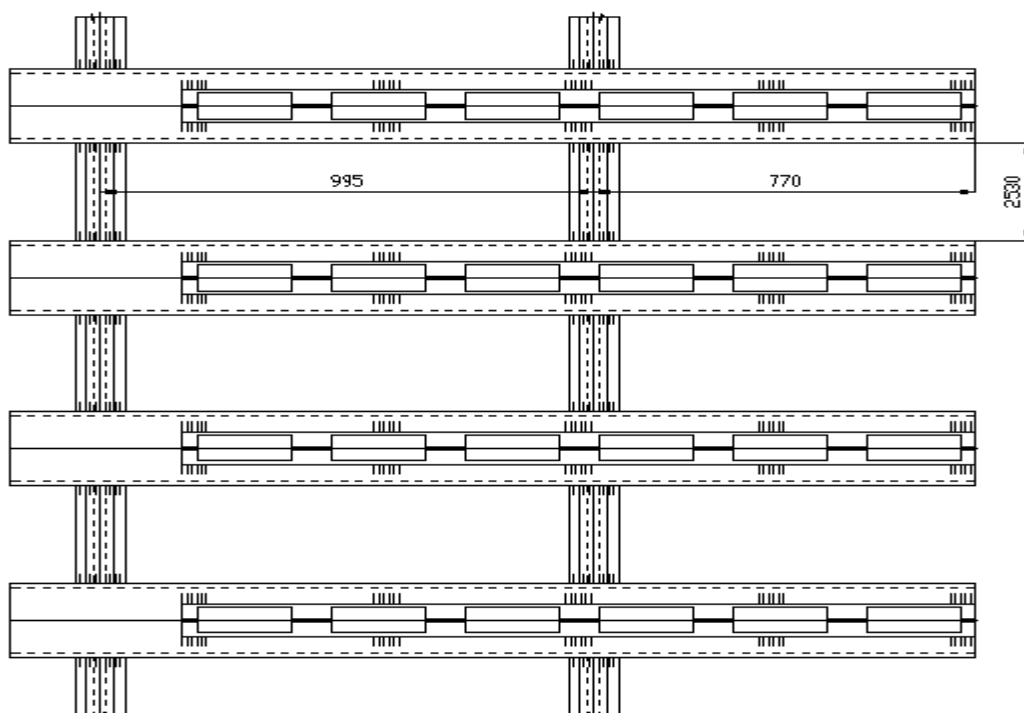


Obr.18 - I profil svařený k U profilu.

Dále se z celého přípravku odstranila mastnota prostředkem Duridin, který je určen pro odmaštění povrchů. Po odmaštění je přípravek natřen zelenou základovou barvou. Jelikož přípravek, je určen pouze k výrobě uvnitř haly, z ekonomického hlediska není dále natřen finální povrchovou barvou. Po zaschnutí barvy je přípravek nachystán na montáž.

a) Montáž přípravku

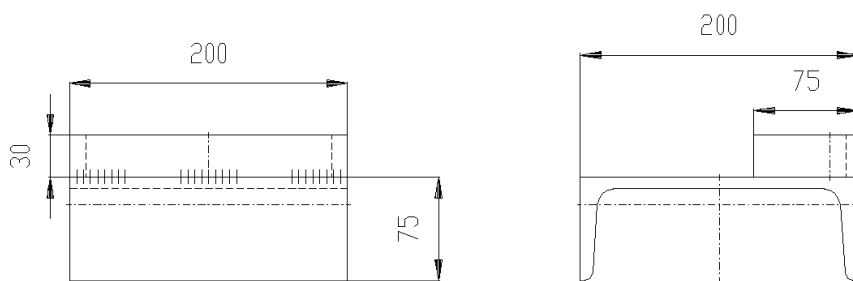
Po dovezení všech čtyř přípravků na místo montáže jsou jednotlivé přípravky přesně rozměřeny. První přípravek je umístěn 3000 [mm] od začátku svařovacího automatu a zbývající přípravky, jsou rozmístěny ve vzdálenosti 2530 [mm] od sebe. Při dodržení vzdáleností mezi jednotlivými přípravky pak vychází ustavení posledního přípravku přesně 2000 [mm] od konce svařovacího automatu. Na obrázku č.19 jsou přípravky názorně umístěny, s ohledem na velikost obrázku, jsou přípravky umístěny blíže k sobě se správnými hodnotami v kótování.



Obr.19 - Rozmístění přípravků na kolejišti.

b) Podložení přípravku

Po dokončení montáže, bylo potřeba každý přípravek na pravé přečnávající straně podložit, aby při jejích zatížení nedošlo k deformaci. Podkládání jednotlivých přípravků se muselo provádět až po montáži, jelikož terén podlahy není rovný a za dobu jeho provozu je značně poškozený. Proto se každý přípravek podkládal zvlášť, a to dvěma kusy U profilu a pro přesné vypodložení, jsou použity pásové ocele s různými tloušťkami. Na obrázku č. 20 jsou zobrazeny U profily, které jsou použity k podložení všech čtyř přípravků.

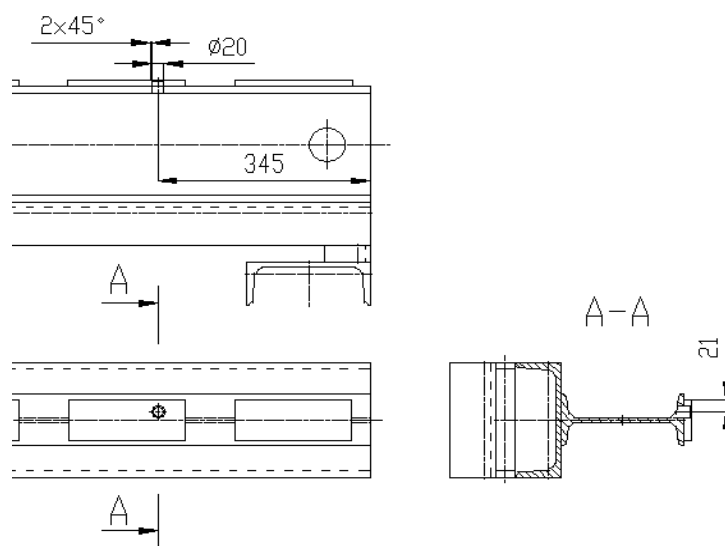


Obr.20 - U profily k podložení přípravků.

Pod tyto U profily se pak dále vkládají již zmíněny pásové ocele, jejich tloušťka je v rozmezích 5 – 20 [mm] a jsou kombinovány tak, aby vzdálenost z každé strany mezi U profily a podlahou byla zcela vyplněna. Po vypodložení se i tyto pásové ocele svaří k U profilu.

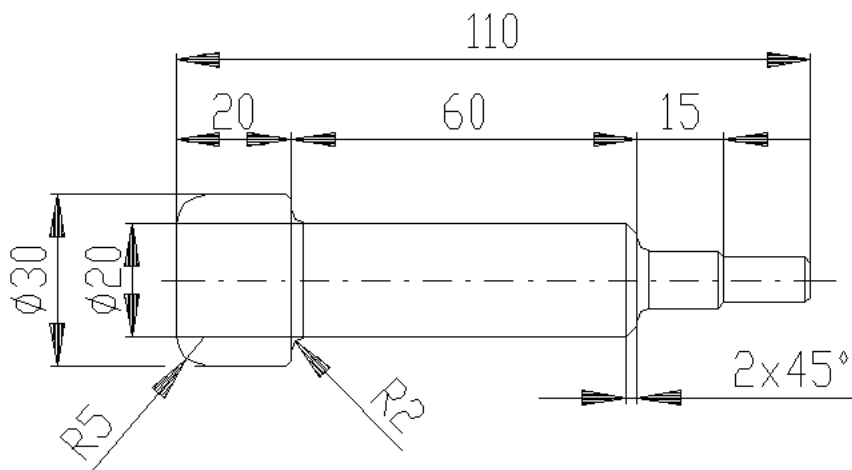
c) Úprava přípravku pro snadnější uložení svařence

Úprava přípravku spočívala ve vyvrtání dvou otvorů pro čepy. Jsou to otvory, které byly vyvrtány pomocí takzvané (Magnetky). Což je vrtačka, která je určena přímo pro vrtání mimo pracoviště a je upevněna na magnetickém stojanu. Otvory jsou vyvrtány pouze na prvním a posledním přípravku, na zbylých dvou přípravných otvory nebyly vyvrtány, jelikož jsou dva opěrné body dostačující. Průměr otvorů je 20 [mm] a jsou vyvrtány v horní dosedací ploše I profilu. Aby otvory mohly být průchozí, nejsou vyvrtány přesně v ose přípravku. Na obrázku č.21 je zobrazeno umístění otvoru na přípravku.



Obr.21 - Umístění otvoru v I profilu.

Do otvorů jsou následně vloženy dorazové čepy. Tyto čepy se často využívají pro snazší a rychlejší ustavení různých svařenců na přípravcích, proto nebylo potřeba čepy vyrábět nové. Čepy jsou nejčastěji vyráběny z kulatin pomocí soustruhů. Čep je zobrazen na obrázku č.22.



Obr.22 - Dorzový čep.

Po vložení obou čepů do předem nachystaných děr, je přípravek zcela dokončen a nachystán pro svařování výložníků na svařovacím automatu.

3.3 Svařovací drát

Svařovací drát **OK – Autrod 13.28**, který je navržen v bodě 2.3, nemůže být použit. Jelikož při předložení návrhu tohoto svařovacího drátu firmě, bylo řečeno, že pro svařovací automat mají jiného dodavatele. Proto požadují změnu vybraného drátu, který tento dodavatel poskytuje. Aby požadavku bylo vyhověno, byl vybrán svařovací drát **TD – Ni25, ø 1,2mm** z dodavatelovi nabídky. Tento drát byl vybrán pro jeho chemické složení. Po předložení změny ve výběru svařovacího drátu bylo řečeno, že drát **TD – Ni25, ø 1,2mm** byl již v minulosti použit pro materiál **OPTIM 500ML**. Firma již má pro tuto kombinaci požadující zkoušky, a proto může být použit pro svařování venkovních podélných svarů na vnitřním výložník Reachstackeru. Tabulky č. 6,7,8 dle [8]

C [%]	Si [%]	Mn [%]	Ni [%]	Cu [%]
0,08	0,6	1,10	2,50	0,23

Tab.6 - Chemické složení svařovacího drátu TD – Ni25, ø 1,2mm.

Re [MPa]	Rm [MPa]	A5 [%]
520	630	28

Tab.7 - Mechanické vlastnosti svařovacího drátu TD – Ni25, ø 1,2mm.

[°C]	[J]
+20	230
-80	60

Tab.8 - Zkouška vrubové houževnatosti.

WPS		WPQR N° č. WPQR	Process metoda	Joint Type typ spoje	Weld Symbol značka svaru	Pos. pol.	Material materiál	Qual.Thck. kval. tl.	PWH / TZ teplota/ čas
N° č.	Rev. rev.								
35-B3 12 FRONIUS	0	613P - 1093	135	a=6+7		PB	S235JR + S355JR S235J2 + S355J2 S235J2+N + S355J2+N	20+70mm	-
35-F2 12 FRONIUS	0	1P - 1298	135	a=4+12		PB	S690QL DOMEX 700MC ALFORM 700M S460QL	6+24mm	-
35-D2 12 FRONIUS	0	1P - 1549	135	a=4+12		PB	OPTIM 500ML	>5mm	-
35-F2 21 FRONIUS	0	1P - 1298	135	ss nb, bs		PA	S690QL DOMEX 700MC ALFORM 700M S460QL	6+24mm	-
35-D2 21 FRONIUS	0	1P - 1550	135	ss nb, bs		PA	OPTIM 500ML	8+30mm	-

Obr.23 - Svařovací mapa pro drátu TD-Ni25, ø 1,2mm.[9]

Specifikace postupu svařování výrobce, (WPS) podle EN 15609		Číslo: WPS 35-D2 12 FR						
		Revize: 0						
Místo:	Zkuš. orgán, zkuš. organizace:	ČSÚ Ostrava						
Výrobce:	Druh přípravy a čištění:	frézováno nebo páleno, broušeno						
WPAR č.: 1P-1549	Tloušťka materiálu:	>5mm						
Metoda svařování: 135	Vnější průměr:	-						
Druh svaru: FW	Poloha při svařování:	PB						
Přenos svar. kovu: Pulsní	Specifikace zákl. mat.:	OPTIM 500ML, ISO/TR 15608: sk. 2.2						
Příprava svarových ploch (náčrt *)								
Podrobnosti o svařování								
Vrstva	Metoda podle EN4063	Průměr před. materiálu (mm)	Proud (A)	Napětí (V)	Druh proudu / Polarita	Rychlost podávání (m/min)	Rychlost svařování (mm/s)	Tepelný příkon *) (kJ/cm)
1	135	1,2	245 ± 260	29 ± 31	DC / + pulsní	-	10,0 ± 13,0	0,57 ± 0,99
2-n	135	1,2	245 ± 260	28 ± 31	DC / + pulsní	-	7,0 ± 11,0	0,50 ± 0,99
Přídavný materiál			Další informace*)					
Klasifikace; výrobní značka:			TD-Ni25, Ø 1,2mm			Max. šířka hous.: 20mm		
			ISO 14341-A-G2Ni2			Amplituda: -		
Zvláštní předpis pro sušení:			-			Frekvence: -		
Ochranný plyn:			ISO 14175 M21; 82%Ar + 18%CO2			Čas prodlevy: -		
Průtok plynu:			14 ± 18 l/min			Pulsní svařování: -		
Ochrana kořene:			-			Výlet drátu: 12 ± 15mm		
Průtok plynu:			-			Svař. plazmou: -		
Druh wolframové el.; průměr:			-			Nast. úhlu hořáku: -		
Podrobnosti k drážkování / ochrana svařovací lázně:			-					
Teplota předehřevu:			5+30mm - 20°C / 31+60 - 100°C / >61mm - 120°C					
Interpass teplota:			250°C					
Tepelné zprac. po svařování:			-					
Čas; teplota; metoda:			-					
Výrobce								

Jméno; datum; podpis								

Obr.24 - WPS svařovacího drátu TD-Ni25, ø 1,2mm.[10]

4 Ekonomický rozbor

Ekonomický rozbor byl vypracován na základě časů z Pozorovacích listů, časy jsou následně násobeny režii a mzdami. Do Pozorovacích listů jsou zapisovány veškeré úkony, které jsou svářečem provedeny. Pro každý úkon, je zapsána doba trvání (od – do), ta je měřena v minutách na časových stopkách. Tyto Pozorovací listy jsou zkráceny, jelikož popis každých úkonů, které svářeč provedl, bylo mnoho. Pozorovací listy jsou vypsány pro ruční svařování i pro svařovací automat.

4.1 Výpočet nákladů pro ruční svařování

směna: ranní				pozorování: den první
Průběh [min]		Čas [min]		popis úkonu
od	do	N	Z	
06:05		0		Začátek
06:05	06:15	10		Manipulace s výložníkem - ustavení
06:15	06:20	5		Příprava svařovacího agregátu
06:20	06:25	5		Nasazení ochranného oblečení + svařovací helmy
06:25	06:40	15		Svařování - kořenový svár 1
06:40	06:42	2		Posun svářeče + začištění svaru pro napojení.
06:42	08:24	102		Svařování, posun svářeče + začištění svaru pro napojení.
08:24	08:27	3		Obejití výložníku a příprava pro svařování druhé strany.
08:27	08:42	15		Svařování - kořenový svár 2
08:42	08:59	17		Posun svářeče + začištění svaru pro napojení.
08:59	09:11		12	Přestávka
09:11	10:38	87		Svařování, posun svářeče + začištění svaru pro napojení.
10:38	10:50	12		Začištění svarů u obou stran v celé délce.
10:50	11:07	17		Manipulace - otočení výložníku o 180°
11:07	11:11	4		Příprava pro svařování + výměna špičky a sklíčka u svař. helmy
11:11	11:27	16		Svařování - kořenový svár 3
11:27	11:29	2		Posun svářeče + začištění svaru pro napojení.
11:29	12:04		35	Obědová přestávka
12:04	12:20	16		Svařování - kořenový svár 3
12:20	12:22	2		Posun svářeče + začištění svaru pro napojení.
12:22	13:52	90		Svařování, posun svářeče + začištění svaru pro napojení.
13:52	13:59	7		Odstrojení ochranného oblečení a svařovací helmy
	13:59	0		Konec směny, odchod domů.
čas do normy: Σ		427		
čas ztrátový: Σ			47	

Tab.9 - Pozorovací list 1/4.

směna: ranní			pozorování: den druhý	
Průběh [min]		Čas [min]		popis úkonu
od	do	N	Z	
06:02				Začátek
06:02	06:12	10		Čekání na jeřáb
06:12	06:28	16		Manipulace - otočení výložníku o 180°
06:28	06:33	5		Nasazení ochranného oblečení + svařovací helmy
06:33	06:48	15		Svařování -první krycí svár 3
06:48	06:50	2		Posun svářeče + začištění svaru pro napojení.
06:50	07:45	55		Svařování, posun svářeče + začištění svaru pro napojení.
07:45	07:59		14	Odchod na WC
07:59	08:35	36		Svařování, posun svářeče + začištění svaru pro napojení.
08:35	08:42		7	Osobní přestávka - kouření
08:42	08:57	15		Svařování -první krycí svár 3
08:57	09:12		15	Přestávka
09:12	09:17	5		Obejití výložníku a příprava pro svařování druhé strany.
09:17	09:32	15		Svařování -první krycí svár 4
09:32	09:34	2		Posun svářeče + začištění svaru pro napojení.
09:34	10:56	82		Svařování, posun svářeče + začištění svaru pro napojení.
10:56	11:04		8	Osobní přestávka - kouření
11:04	11:24	20		Svařování, posun svářeče + začištění svaru pro napojení.
11:24	11:30	6		Začištění svarů u obou stran v celé délce.
11:30	12:02		32	Obědová přestávka
12:02	12:12	10		Začištění svarů u obou stran v celé délce.
12:12	12:26	14		Manipulace - otočení výložníku o 180°
12:26	12:42	16		Svařování - druhý krycí svár 1
12:42	12:44	2		Posun svářeče + začištění svaru pro napojení.
12:44	13:55	71		Svařování, posun svářeče + začištění svaru pro napojení.
13:55	14:03	8		Odstrojení ochranného oblečení a svařovací helmy
	14:03			Konec směny, odchod domů.
čas do normy: Σ		405		
čas ztrátový: Σ			76	

Tab.11 - Pozorovací list 3/4.

směna: odpolední			pozorování: den druhý	
Průběh [min]		Čas [min]		popis úkonu
od	do	N	Z	
14:05				Začátek
14:05	14:11	6		Nasazení ochranného oblečení + svařovací helmy
14:11	14:27	16		Svařování - druhý krycí svár 1
14:27	14:29	2		Posun svářeče + začištění svaru pro napojení.
14:29	14:45	16		Svařování - druhý krycí svár 1
14:45	14:47	2		Posun svářeče + začištění svaru pro napojení.
14:47	14:52	5		Obejití výložníku a příprava pro svařování druhé strany.
14:52	15:08	16		Svařování - druhý krycí svár 2
15:08	15:10	2		Posun svářeče + začištění svaru pro napojení.
15:10	16:57	107		Svařování, posun svářeče + začištění svaru pro napojení.
16:57	17:10		13	Přestávka
17:10	17:18	8		Začištění svarů u obou stran v celé délce + výměna sklíčka.
17:18	17:34	16		Manipulace - otočení výložníku o 180°
17:34	17:50	16		Svařování - druhý krycí svár 3
17:50	17:52	2		Posun svářeče + začištění svaru pro napojení.
17:52	19:40	108		Svařování, posun svářeče + začištění svaru pro napojení.
19:40	19:46		6	Odchod na WC
19:46	19:52	6		Obejití výložníku a příprava pro svařování druhé strany.
19:52	20:08	16		Svařování - druhý krycí svár 4
20:08	20:10	2		Posun svářeče + začištění svaru pro napojení.
20:10	20:14	4		Výměna špičky u hubice svařovacího agregátu.
20:14	20:30	16		Svařování - druhý krycí svár 4
20:30	20:32	2		Posun svářeče + začištění svaru pro napojení.
20:32	20:40		8	Odchod na WC
20:40	20:56	16		Svařování - druhý krycí svár 4
20:56	20:58	2		Posun svářeče + začištění svaru pro napojení.
20:58	22:04	56		Svařování, posun svářeče + začištění svaru pro napojení.
22:04	22:14	10		Začištění svarů u obou stran v celé délce + výměna sklíčka.
22:14	22:23	9		Manipulace - odložení výložníku
	22:23			Konec směny, odchod domů.
čas do normy: Σ		461		
čas ztrátový: Σ			27	

Tab.12 - Pozorovací list 4/4.

U každého ze čtyř pozorovacích listů jsou uvedeny časy do normy, tyto časy jsou sečteny a převedeny z minut na hodiny.

$$t_0 = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 \quad (1)$$

$$t_0 = 427 + 412 + 405 + 461 = 1705$$

$$t_0 = 1705[\text{min}] \Rightarrow t_0 = \frac{1705}{60} = 28,4[h]$$

K času t_0 je následně přičtena směnová přírážka 12[%], která je vyhrazena například pro: WC, nečekané závady, hygiena, konzultace s mistrem.

$$t = t_0 \cdot S \quad (2)$$

$$t = 28,4 \cdot 1,12 = 31,8$$

$$t = 31,8[h]$$

Čas t je vynásoben Režii a Mzdami, tím jsou vypočteny náklady pro ruční svařování.

$$\text{Režie} = 130 [\text{Kč}], \text{ Mzdy} = 280 [\text{Kč}]$$

$$Na = t \cdot (R + M) \quad (3)$$

$$Na = 31,8 \cdot (130 + 280) = 13038$$

$$Na = 13038[\text{Kč}]$$

Náklady pro ruční svařování činí 13038 [Kč].

4.2 Výpočet nákladů pro svařovací automat

směna: ranní			pozorování: den první	
Průběh [min]		Čas [min]		popis úkonu
od	do	N	Z	
06:30		0		Začátek
06:30	06:40	10		Manipulace s výložníkem - ustavení
06:40	07:00	20		Broušení bodových svarů, ofoukání od nečistot
07:00	07:08	8		Příprava svařovacího automatu
07:08	07:33	25		Svařování - kořenových svarů 1, 2
07:33	07:45	12		Manipulace - otočení výložníku o 180°
07:45	07:50	5		Příprava svařovacího automatu
07:50	08:15	25		Svařování - kořenových svarů 3, 4
08:15	08:41		26	Osobní přestávka – WC, konzultace s mistrem
08:41	08:59	18		Svařování -prvních krycích svarů 1, 2
08:59	09:01		12	Přestávka
09:01	09:21	20		Broušení začátku svarů, čištění svarů
09:21	09:25	4		Manipulace - otočení výložníku o 180°
09:25	09:32	7		Příprava svařovacího automatu, čištění svařovacích hubic
09:32	09:50	18		Svařování -prvních krycích svarů 3, 4
09:50	10:04	14		Kontrola svarů, vysvětlení postupu
10:04	10:09	5		Naznačení konce svarů, příprava svařovacího automatu
10:09	10:15		6	Osobní přestávka – kouření
10:15	10:33	18		Svařování - druhých krycích svarů 1, 2
10:33	10:37	4		Očištění svarů
10:37	10:39	2		Označení začátku a konce svarů
10:39	10:47	8		Manipulace - otočení výložníku o 180°
10:47	10:52	5		Naznačení konce svarů, příprava svařovacího automatu
10:52	10:57	5		Svařování - druhých krycích svarů 3, 4
10:57	11:01	4		Zastaveno, čištění svařovacích hubic
11:01	11:11	10		Odjezd svařovací mašiny
11:11	11:30	29		Výměna svařovacího drátu
11:30	12:00		30	Obědová přestávka
12:00	12:30	30		Pokračování ve výměně svařovacího drátu
12:30	12:35	5		Nastavení svařovacího automatu
čas do normy: Σ		311		
čas ztrátový: Σ			74	

Tab.13 - Pozorovací list 1/2.

směna: ranní			pozorování: pokračování	
Průběh [min]		Čas [min]		popis úkonu
od	do	N	Z	
12:35	12:45	10		Pokračování ve svařování - druhých krycích svarů 3, 4
12:45	12:50	5		Kontrola svarů, čištění svarů
12:50	12:54	4		Broušení spoje svarů
12:54	13:00	6		Vypsání dokumentace, čekání na jeřáb
13:00	13:05	5		Manipulace - otočení výložníku o 180°, do původní polohy
13:05				Odvoz výložníku
čas do normy: Σ		30		
čas ztrátový: Σ			0	

Tab.14 - Pozorovací list 2/2.

Postup při výpočet nákladů pro svařovací automat je naprosto stejný jako pro ruční svařování. Jako první jsou sečteny časy do normy z obou pozorovacích listů a převedeny z minut na hodiny.

$$t_0 = t_1 + t_2 \quad (4)$$

$$t_0 = 311 + 30 = 341$$

$$t_0 = 341[\text{min}] \Rightarrow t = \frac{341}{60} = 5,7[h]$$

K času t_0 je následně přičtena směnová přírážka 12[%].

$$t = t_0 \cdot S \quad (5)$$

$$t = 5,7 \cdot 1,12 = 6,4$$

$$t = 6,4[h]$$

Čas t je vynásoben Režii a Mzdami, tím jsou vypočteny náklady pro svařovací automat.

$$\text{Režie} = 250 [\text{Kč}], \text{ Mzdy} = 350 [\text{Kč}]$$

$$Na = t_1 \cdot (R + M) \quad (6)$$

$$Na = 6,4 \cdot (250 + 350) = 3840$$

$$Na = 3840[\text{Kč}]$$

Náklady pro svařovací automat činí 3840 [Kč].

4.3 Vyhodnocení ekonomického rozboru

Ruční svařování:

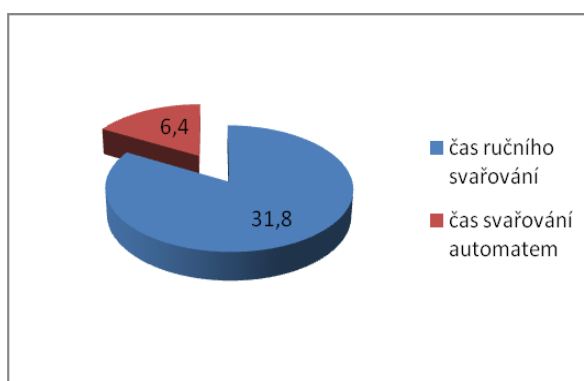
Čas potřebný pro zavaření: $t_1 = 31,8$ [h]

Náklady pro zavaření: $Na = 13\,038$ [Kč]

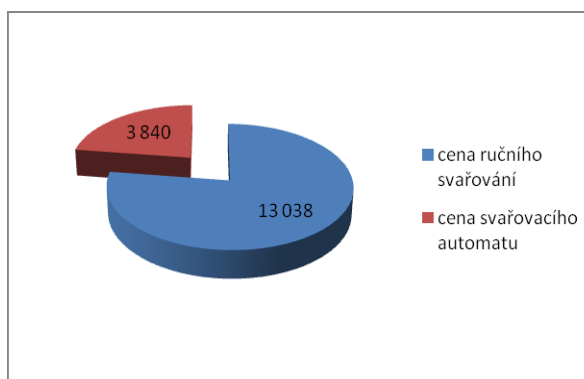
Svařovací automat:

Čas potřebný pro zavaření: $t_1 = 6,4$ [h]

Náklady pro zavaření: $Na = 3\,840$ [Kč]



Obr.25 - Graf pro svařovací časy.



Obr.26 - Graf pro ceny svařování.

Čas při svařování automatem je značně menší než u ručního svařování, a to téměř o 80 [%]. Od toho se odvíjí i náklady, přesto že pro svařovací automat jsou režie a mzdy vyšší než pro ruční svařování, jsou výsledné náklady podstatně nižší. Svařování vnějších podélných svárů na výložníku jeřábu Reachstacker je úspornější a rychlejší na svařovacím automatu Fronius FLW – P 14 000.

5 Závěr

Bakalářská práce se zabývá návrhem svařování výložníku jeřábu mechanizovanou technologií, která spočívá v náhradě ručního svařování na svařovací automat Fronius FLW – P 14 000. Jedná se o svařování koutových, vnějších, podélných svárů. Ty jsou složeny ze tří vrstev. Jako první je proveden průvar kořene, dále pak krycí vrstva, která se skládá ze dvou svárových housenek. Sváry mají velikosti $a=8,5$ [mm].

V charakteristice současného stavu výroby jsou uvedeny základní informace o autojeřábu Reachstacker. Dále jsou popsány vlastnosti a chemické složení materiál, ze kterého je výložník vyroben. Následně byla vypracována charakteristika současného stavu výroby, svařovaného výložníku autojeřábu Reachstacker. Na základě zjištěných informací, byly navrženy změny, pro technologii ručního svařování v ochranné atmosféře metodou 135. Tato technologie byla nahrazena mechanizovanou technologií GMAW – 135, na svařovacím automatu Fronius FLW – P 14 000.

S náhradou technologie na svařovací automat, byly zapotřebí navrhnout změny, které s náhradou souvisí, jsou to například: svařovací drát a svařovací parametry. Dále navrhnout přípravek, který bude vyroben tak, aby splňoval veškerá požadovaná kritéria: rovnoběžnost a rovinnost do vodováhy jakou má i svařovací automat. Pro přípravek bylo navrženo umístění s ohledem na velikost pracoviště a vlastnosti svařovacího automatu.

Pro jednotlivé změny, je proveden rozbor, ve kterém je popsán podrobný postup řešení navrhovaných změn. Ten je doplněn obrázky, které slouží pro lepší představu a pochopení řešeného problému.

Na závěr práce je uveden ekonomický rozbor, který je vypracován na základě Pozorovacích listů. V Pozorovacích listech, jsou zapsány veškeré úkony, které byly svářečem provedeny. Byl proveden součet časů do normy, což je součet čistého času všech úkonů, ke kterému je následně přičtena Směnová přírážka 12[%]. Takto připravené normované časy, jsou následně násobeny mzdami a režiemi. Výsledné náklady pro jednotlivé technologie svařování jsou porovnány. Porovnání je doplněno grafy, které znázorňují časy a ceny pro obě technologie svařování.

Zároveň s vypracováním bakalářské práce se veškeré změny realizovali a tím byla možnost provést ekonomický rozbor, srovnání ručního svařování s mechanizovanou technologií. Změny, které byly navrženy a dále zpracovány nebyly finančně ani časově pro firmu zatěžující. Je to zapříčiněno tím, že veškerý materiál na výrobu přípravku, byl použit ze starých dílů.

6 Seznam použité literatury

- [1] MAREK, Vlastimil: Autojeřáb Reachstacker od firmy Hyster. In: [online]. [cit.2014-05-15]. Dostupné z: http://www.forklift.de/staplerinfos/hyster/images/reachstacker_gross.gif
- [2] Reachstacker Hyster: Vybrané technické parametry Reachstackeru od firmy Hyster. [online]. [cit. 2014-05-15]. Dostupné z: <http://viewer.zmags.com/publication/0dff2a63#/0dff2a63/16>
- [3] UNEX A.S. *Model výložníku: Počítačový model*. Uničov, 2014.
- [4] ČSN EN 10025-4. *Optim 500 ML: materiál výložníku*. Dostupné z: <http://www.ruukki.cz/Produkty-a-reseni/Hutni-materialy/Oceli-valcovane-za-tepla/Konstrukcni-oceli/Optim-500-ML#>
- [5] Reachstacker Hyster: Chemické složení materiálu ČSN EN 10025-4. [online]. [cit. 2014-05-18]. Dostupné z: <http://www.ruukki.cz/~media/Files/Steel-products/Hot-rolled-steels-processing-instructions/Ruukki-Hot-rolled-steels-Z-Plates.ashx>
- [6] UNEX A.S. *Celý vnitřní výložník: Počítačový model*. Uničov, 2014.
- [7] OK AUTROD 13.28: svařovací drát. [online]. [cit. 2014-05-16]. Dostupné z: http://bcz.vamberk.eu/CD_CZ_9_2012/PDF/1_pridavne_svarovaci/D/D20/OK_AUTROD_1328.pdf
- [8] TD – Ni25, Ø 1,2mm: svařovací drát. [online]. [cit. 2014-05-16]. Dostupné z: http://www.traderspa.it/eng/cat_speciali.htm
- [9] UNEX A.S. *Svařovací mapa pro drátu TD-Ni25, Ø 1,2mm*. Uničov, 2014.
- [10] UNEX A.S. *WPS svařovacího drátu TD-Ni25, Ø 1,2mm*. Uničov, 2014.
- [11] LEINVEBER, Jan. *Strojnické tabulky: pomocná učebnice pro školy technického zaměření*. 1. vydání. Úvaly: ALBRA, 2003, 865 s. ISBN 80- 864-9074-2.

7 Seznam příloh

- Příloha A.** Schéma přípravku, tištěná verze, elektronická verze na CD (formát PDF)
- Příloha B.** Schéma svařovaného výložníku, tištěná verze, elektronická verze na CD (formát JPEG)

PODĚKOVÁNÍ

Rád bych poděkoval svému vedoucímu bakalářské práce, panu Ing. Vladislavu Ochodkovi za ochotu a čas strávený nad mojí prací. Dále Ing. Čeňku Švarcovi a Lud'ku Tichému, kteří mi ve firmě, kde jsem tuto práci vykonával, ochotně odpovídaly na otázky a poskytli řadu nápadů. V neposlední řadě bych rád poděkoval firmě, která mi umožnila bakalářskou práci vykonávat bez jakéhokoli omezení.