

VŠB – Technická univerzita Ostrava

Fakulta strojní

Katedra mechanické technologie

**Kategorizace pracovišť obloukového svařování na základě  
intenzity UV záření**

**Categorization of Arc Welding Workplaces According to the UV  
Radiation Intensity**

Student:  
Vedoucí diplomové práce:

Bc. Rostislav Kutal  
doc. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.

Ostrava 2016

VŠB - Technická univerzita Ostrava  
Fakulta strojní  
Katedra mechanické technologie

## Zadání diplomové práce

Student: **Bc. Rostislav Kutal**  
Studijní program: N2301 Strojní inženýrství  
Studijní obor: 2303T002 Strojírenská technologie  
Specializace: 20 Strojírenská technologie  
Téma: **Kategorizace pracovišť obloukového svařování na základě intenzity UV záření**  
**Categorization of Arc Welding Workplaces According to the UV Radiation Intensity**  
Jazyk vypracování: čeština

Zásady pro vypracování:

1. Studium vlivu intenzity UV záření na zdravotní stav obsluhy při svařování
2. Posouzení současného stavu ve společnosti Honeywell Aerospace Olomouc s.r.o.
3. Provedení záznamů parametrů svařování
4. Vyhodnocení naměřených výsledků
5. Návrh ochranných prostředků pro svářeče

Seznam doporučené odborné literatury:

KOUKAL, J., SCHWARZ, D., HAJDÍK, J. *Materiály a jejich svařitelnost*. (Učební texty pro kurzy IWE/IWT). Ostrava: VŠB-TU Ostrava, 2009, 241 s. ISBN 978-80-248-2025-5.  
HLAVATÝ, I. *Teorie a technologie svařování*. Ostrava: VŠB-TU Ostrava, 2009, poslední revize 20. 10. 2011. Dostupné z: < <http://fs1.vsb.cz/~hla80> >. ISBN 978-80-248-2414-7.  
HRIVŇÁK, I. *Zváranie a zvariteľnosť materiálov*. Bratislava: Veda, 2009, 486 s. ISBN 97-880-2273-167-6.  
TURŇA, M. *Špeciálne metódy zvarovania*. Bratislava: ALFA Bratislava, 1989, ISBN 80-05-00097-9.  
KOLEKTIV AUTORŮ. *Výroba, technická příprava výroby a kontrola svarových spojů*. (Učební texty pro kurzy IWE/IWT). Ostrava: ZEROSS, 2002, 417. ISBN 80-85771-97-1.

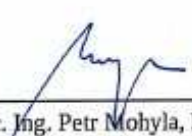
Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.


Vedoucí diplomové práce: **doc. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.**

Datum zadání: 11.12.2015

Datum odevzdání: 16.05.2016



  
\_\_\_\_\_  
doc. Ing. Petr Mohyla, Ph.D.  
vedoucí katedry

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

Místopřísežné prohlášení studenta

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

V Ostravě..... 6.5.2016.....

*Rostislav Kubal*  
.....

podpis studenta

Prohlašuji, že

- jsem byl seznámen s tím, že na moji diplomovou 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 diplomovou (bakalářskou) práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že diplomová (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 užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – diplomovou 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..... 6.5.2016.....

*Rostislav Kutal*  
.....

Rostislav Kutal

Adresa trvalého pobytu:

Rostislav Kutal

Zvole 202

789 01

## ANOTACE DIPLOMOVÉ PRÁCE

Kutal, R. *Kategorizace pracovišť obloukového svařování na základě intenzity UV záření*. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra mechanické technologie, 2016, 114 s. Vedoucí práce: Hlavatý, I.

Diplomová práce se zabývá problematikou bezpečnosti práce na svařovacích pracovištích v souvislosti s intenzitou ultrafialového záření. Je zde proveden záznam svařovacích parametrů a návrh rizikové kategorie pracovišť v závislosti na změřené intenzitě UV záření. V poslední části práce jsou navrženy možné alternativní osobní ochranné pracovní prostředky pro svářeče.

## ANOTATION OF DIPLOMA THESIS

Kutal, R. *Categorization of Arc Welding Workplaces According to the UV Radiation Intensity: Diploma Thesis*. Ostrava: VŠB – Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Mechanical Technology, 2016, 114 p. Thesis head: Hlavatý, I.

The diploma thesis deals with the issue of work safety at welding workplaces in connection with the intensity of ultraviolet radiation. Welding parameters and suggested risk categories of workplaces depending on the measured intensity of ultraviolet radiation is monitored. There is suggested an alternative personal protective equipment for welders in the last part of the thesis.

# Obsah

0. Úvod .....	9
1. Studium vlivu intenzity UV záření na zdravotní stav obsluhy při svařování..	10
1.1. Princip technologie TIG (141) .....	10
1.2. Elektrický oblouk .....	11
1.2.1. Zapálení oblouku a ionizace plynů .....	11
1.2.2. Skladba elektrického oblouku .....	13
1.2.3. Tepelná bilance energie v oblouku .....	13
1.2.4. Polarita při svařování TIG (141) .....	14
1.2.5. Statická charakteristika elektrického oblouku .....	17
1.3. Rizika bezpečnosti práce při svařování .....	17
1.4. Záření při svařování .....	19
1.4.1. Záření vysokofrekvenční a elektromagnetické pole .....	20
1.4.2. Infračervené záření .....	20
1.4.3. Viditelné záření .....	23
1.5. Vliv UV záření na zdravotní stav .....	27
1.5.1. Emise UV záření během hoření oblouku .....	27
1.5.2. Ochrana okolí před škodlivými účinky UV záření .....	30
1.5.3. Vliv UV záření na zdravotní stav .....	31
1.5.4. Rizika spojená s UV zářením .....	33
2. Posouzení současného stavu v Honeywell Aerospace Olomouc s.r.o. ....	36
2.1. Stručná historie společnosti Honeywell Aerospace Olomouc s.r.o. ....	36
2.2. Svařovací metody a zařízení využívané ve společnosti Honeywell Aerospace Olomouc s.r.o. ....	37
2.3. Kategorizace pracovišť .....	42
2.4. Současná kategorizace pracovišť .....	43

2.5.	Rozložení TIG svařovacích pracovišť a jejich kategorie .....	44
3.	Provedení záznamů parametrů svařování .....	48
3.1.	Čas hoření oblouku pro poloautoatizovaná svařovací pracoviště .....	49
3.2.	Čas hoření oblouku pro ruční svařovací pracoviště .....	53
3.3.	Měření intenzity UV záření .....	57
4.	Vyhodnocení naměřených výsledků.....	63
4.1.	Kategorizace poloautomatizovaných svařovacích pracovišť .....	63
4.2.	Kategorizace ručních svařovacích pracovišť .....	65
4.3.	Kategorizace pracovišť svařování elektronovým paprskem .....	66
4.4.	Kategorizace svařovacích pracovišť na oddělení generálních oprav .....	67
4.5.	Rozložení TIG (141) svařovacích pracovišť .....	68
4.6.	Sledování svařovacího proudu .....	73
5.	Návrh ochranných prostředků pro svářeče .....	76
5.1.	OOPP používané svářeči .....	76
5.2.	Návrh OOPP pro svářeče .....	79
5.3.	Zhodnocení OOPP svářečů.....	83
6.	Závěr.....	84
	Seznam použité literatury .....	86
	Seznam Obrázků.....	92
	Seznam Tabulek .....	95
	Seznam Příloh.....	97

Zkratka:	Název:	Jednotka:
améba	Výrobní celek se zaměřením na daný typ dílců	
111	Ruční obloukové svařování obalenou elektrodou	
131	Obloukové svařování tavící se elektrodou v inertním plynu	
135	Obloukové svařování tavící se elektrodou v aktivním plynu	
141	Obloukové svařování wolframovou elektrodou v inertním plynu	
212	Odporové bodové svařování	
221	Odporové švové svařování	
511	Elektronové svařování ve vakuu	
CIE	Mezinárodní komise pro osvětlení	
ČSN	Česká technická norma	
DNA	Deoxyribonukleová kyselina nositelka genetické informace organismu	
E	Intenzita ozáření	$W \cdot m^{-2}$
$E_f$	hustota zářivého toku	$W \cdot cm^{-2} \cdot nm^{-1}$
$e_a$	Napětí v anodové oblasti	V
$e_k$	Napětí v katodové oblasti	V
$E_k$	Kinetická energie	W
EN	Evropská norma	
H	Nejvyšší přípustná dávka ozáření	$W \cdot cm^{-2} \cdot nm^{-1}$
I	Elektrický proud	A
IR	Infračervené záření	
ISO	International Organization for Standardization	
MAG	Obloukové svařování tavící se elektrodou v aktivním plynu	
MIG	Obloukové svařování tavící se elektrodou v inertním plynu	
MKP	Mikroklimatické podmínky	



MMA	Ruční obloukové svařování obalenou elektrodou	
NPH	Nejvyšší přípustná hodnota	
OOPP	Osobní ochranné pracovní prostředky	
Q	tepelný příkon	$\text{kJ}\cdot\text{cm}^{-1}$
$Q_a$	Teplo spotřebované na ohřev anody	$\text{kJ}\cdot\text{cm}^{-1}$
$Q_c$	Celkové teplo vznikající při hoření oblouku	$\text{kJ}\cdot\text{cm}^{-1}$
$Q_k$	Teplo spotřebované na ohřev katody	$\text{kJ}\cdot\text{cm}^{-1}$
$Q_v$	Teplo odvedené do okolního prostředí	$\text{kJ}\cdot\text{cm}^{-1}$
R	Elektrický odpor	$\Omega$
s.r.o.	Společnost s ručením omezeným	
Sb.	Sbírka zákonů	
T	čas	s
TIG	Obloukové svařování wolframovou elektrodou v inertním plynu	
U	Elektrické napětí	A
UV	Ultrafialové záření	
$v_{sv}$	rychlost svařování	$\text{cm}\cdot\text{min}^{-1}$
$\eta$	Účinnost	%

## 0. Úvod

Svařování je jedním z mnoha speciálních procesů, které jsou v Honeywell Aerospace Olomouc s.r.o. používány. Pro spojování podsestav v sestavy se využívá několika různých metod svařování. K těmto metodám se řadí svařování elektronovým paprskem (511), odporové švové svařování (221), odporové bodové svařování (212) a svařování netavící se wolframovou elektrodou v inertním plynu TIG (141).

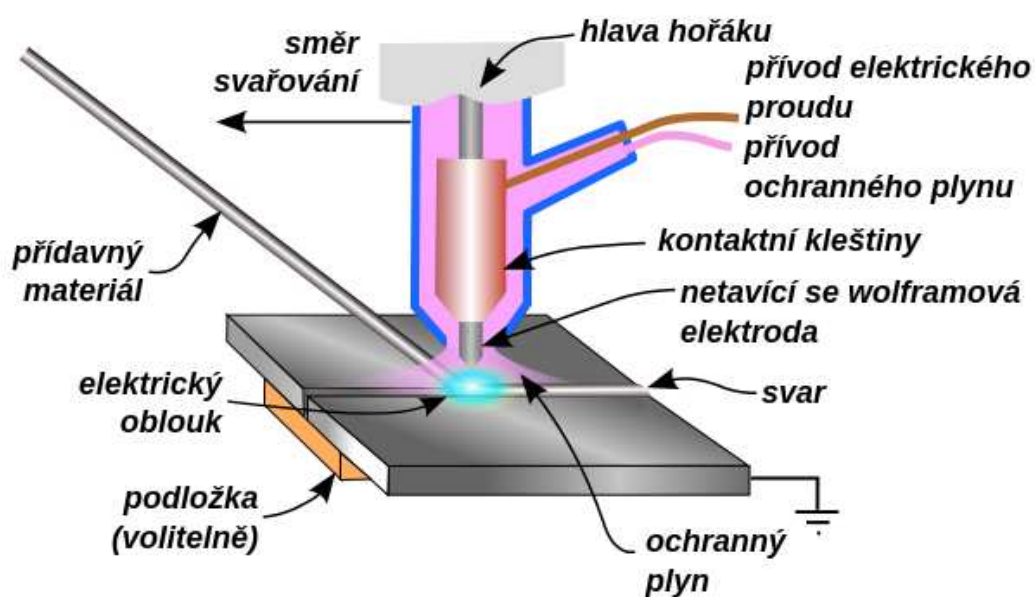
Ve společnosti Honeywell Aerospace Olomouc s.r.o. je kladen důraz na bezpečnost pracovníků. Diplomová práce má za úkol analyzovat současný stav rizikovosti ručních svařovacích pracovišť metodou TIG (141). Pracoviště z hlediska rizikovosti vykonávané práce spadají do kategorie 3. Během hoření elektrického oblouku vzniká několik druhů elektromagnetického záření. Jde o záření infračervené, viditelné a ultrafialové. Zařazení do třetí kategorie ovlivňuje především intenzita UV záření. Historicky byla všechna svařovací pracoviště zařazena do třetí kategorie, aniž by bylo provedeno měření intenzity ultrafialového záření.

Tato práce má za úkol definovat problematiku ultrafialového záření, které vzniká během procesu svařování a jeho možné škodlivé účinky na lidský organismus. Hlavním cílem diplomové práce je provedení sběru dat v závislosti na intenzitě svařovacího proudu, který má přímou souvislost s intenzitou ultrafialového záření. Následně bude proveden návrh skutečné rizikové kategorie pracovišť na základě naschromážděných dat svařovacího proudu a intenzity UV záření.

# 1. Studium vlivu intenzity UV záření na zdravotní stav obsluhy při svařování

## 1.1. Princip technologie TIG (141)

Princip obloukového svařování netavící se elektrodou v inertním plynu označovanou TIG (141) (Tungsten Inert Gas) nebo taktéž WIG (Wolfram Inert Gas) a dle ČSN EN ISO 4063 označovanou 141 spočívá ve vzniku a v hoření elektrického oblouku mezi netavící se wolframovou elektrodou a základním materiálem. Svarová lázeň, nejbližší okolí svaru a také wolframová elektroda jsou chráněny inertním plynem před účinky okolní atmosféry a to zejména před kyslíkem a dusíkem, které jsou obsaženy v okolním vzduchu. Jako ochranné plyny se používají argon (Ar), hélium (He) nebo jejich směsi. Netavící se elektroda bývá čistě wolframová nebo s aktivující přísadou. [1]



Obr. č. 1 - Princip svařování metodou TIG (141) [26]

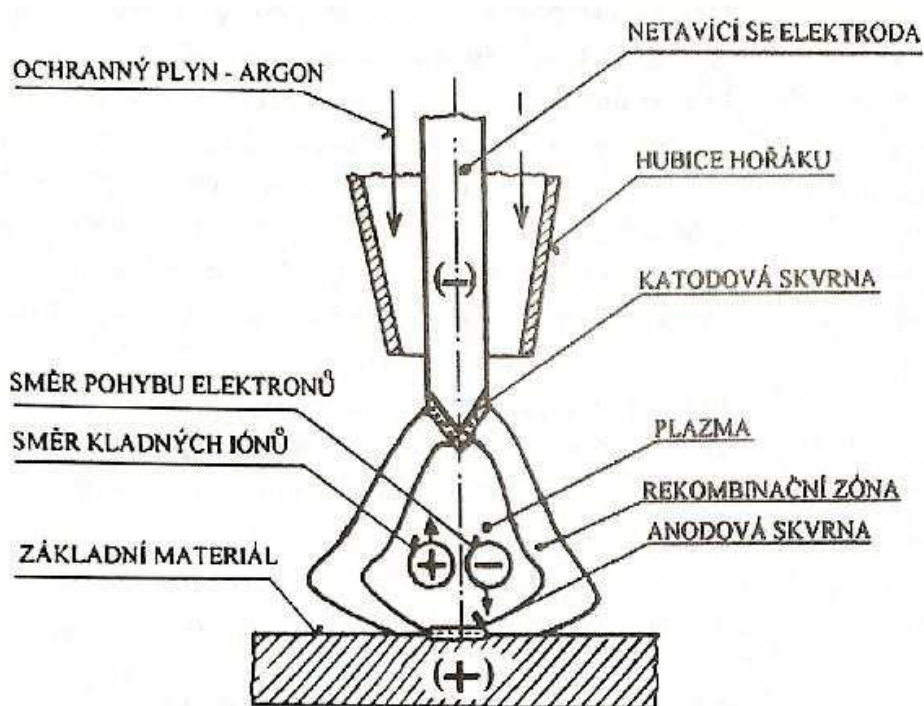
Zdrojem tepla při svařování metodou TIG je elektrický oblouk. Svarový spoj vzniká místním natavením svarových ploch základního materiálu a odtavením dostatečného množství přídavného materiálu se vytváří svarová lázeň, která následně tuhne a tím dochází ke vzniku požadovaného nerozebíratelného spojení mezi spojovaným a základním materiálem. [1]

## 1.2. Elektrický oblouk

Definice elektrického oblouku: „*Elektrický oblouk je tok elektronů v inertních plynech (za normálního tlaku), udržující se samostatně, vyznačující se relativně vysokou proudovou hustotou při relativně nízkém napětí.*“ [1]

### 1.2.1. Zapálení oblouku a ionizace plynů

Podmínkou pro vznik elektrického oblouku je elektrický proud o hodnotě vyšší než 0,3 A, a tlaku plynu rovnající se minimálně atmosférickému tlaku. Během hoření elektrického oblouku vzniká intenzivní záření. Záření ultrafialové, viditelné, infračervené a záření neionizující. Dále se elektrický oblouk vyznačuje vysokou teplotou ve sloupci, která je 6 až 10 tisíc °C. Popis elektrického oblouku je patrný z obrázku č. 2. [2]



Obr. č. 2 - Popis elektrického oblouku při metodě svařování TIG (přímá polarita) [1]

Ionizovaný plyn dokáže vést elektrický proud. Ionizací se plyn částečně transformuje do plazmatického skupenství, ve kterém se nachází kladně, záporně nabitě částice a částice bez elektrického náboje. Při ionizaci se z elektricky neutrálních atomů plynu uvolní záporně nabitě elektrony a zůstanou pouze kladně nabitě ionty. Ionizace

probíhá tak, že se na povrchu záporné elektrody (katoda) vytvoří katodová skvrna s největší teplotou a přímo z ní jsou emitovány elektrony, které se srážejí s atomy plynu a dochází k předávce kinetické energie ( $E_k$ ) a celým tímto pochodem dochází k rozbití atomů na kladné a záporné ionty. Ionty jsou vnějším napětím mezi elektrodami uvedeny do pohybu a tímto způsobem dochází ke srážkám s neutrálními atomy, které jsou taktéž rozbity na další kladně a záporně nabitě ionty. Elektrony na konci své dráhy dopadají na kladně nabitou anodu a tím dochází k ohřevu anody na vysokou teplotu asi 2 400°C. Kladné ionty narážejí na katodu a dochází k přeměně kinetické energie a v důsledku přeměny k ohřevu katody. Katoda je ohřívána na vysokou teplotu asi 2 100°C a tímto je umožněna další emise elektronů. Na hranici obloukového sloupce je nízká teplota a dochází zde k rekombinaci, tzn. slučování elektronů s kladnými ionty. U stabilního oblouku jsou oba tyto jevy v rovnováze. [50]

V okolí elektrického oblouku podobně jako u všech ostatních vodičů, kterými protéká proud, se vyskytuje magnetické pole. Jestliže je magnetické pole narušeno jiným magnetickým polem, které se vyskytuje v blízkosti hoření oblouku a dochází k určité deformaci elektrického oblouku. Tento efekt je nazýván foukání oblouku. Foukání oblouku se projevuje na krajích svarů a je způsobeno deformací magnetického pole. Dalšími možnými příčinami vzniku tohoto efektu je např. nevhodné umístění přívodu proudu, přítomnost feromagnetického materiálu, dlouhý oblouk apod. Tento efekt je možné odstranit vhodně umístěnými zemnicími svorkami, zmenšením délky oblouku, změnou sklonu svařovacího hořáku a v horším případě odmagnetováním svařovaných dílců. [1]

**Zapálení elektrického oblouku** - zapálení elektrického oblouku se provádí dvojitým způsobem:

Bezdotykově – za pomoci vysokého napětí s vysokou frekvencí, jehož zdrojem je vysokofrekvenční ionizátor, dojde k ionizaci plynu a následně k nastartování a zapálení oblouku. Bezdotykovému způsobu zapálení oblouku se taktéž říká bezskratové zapálení oblouku. [2]

Dotykově – oblouk je zapálen dotykem wolframové elektrody se základním materiálem a následným rychlým oddálením na malou vzdálenost. Při dotyku elektrody

se základním materiálem dojde ke zkratu a tím vznikne elektrický oblouk. Od toho je odvozen název: „zkratové zapálení oblouku“. [2]

### 1.2.2. Skladba elektrického oblouku

V blízkosti katody se vytvoří tenká katodová oblast o délce přibližně  $10^{-4}$  mm na katodě nastává úbytek napětí asi 10 V. V blízkosti anody dochází k vytvoření anodové oblasti o délce  $10^{-2} - 10^{-3}$  mm a zde je úbytek napětí asi 4 až 8 V. Na anodě se také tvoří anodová oblast, kde je během svařování nejvyšší teplota. Se zvyšováním proudu teplota na anodě roste, a protože se anodová oblast zmenšuje, dochází k růstu proudové hustoty. [42]

Napětí na oblouku  $U_{obl}$  je součet dílčích napětí na katodové oblasti  $e_k$ , na anodové oblasti  $e_a$  a na obloukovém sloupci  $R \cdot I$ . [1]

$$U_{obl} = e_k + R \cdot I + e_a \quad (1)$$

Se změnou délky oblouku se mění napětí na oblouku. Při změně intenzity proudu se mění rozměry skvrn, proudová hustota a elektrická vodivost obloukového sloupce. Odpor elektrického obloukového sloupce je nelineární a velkou částí závisí na proudu.

### 1.2.3. Tepelná bilance energie v oblouku

Při hoření oblouku vzniká teplo a to se dělí na tři části. První část tepla se spotřebuje na ohřev katody  $Q_k$  druhá část tepla se spotřebuje na ohřev anody  $Q_a$  a poslední část tepla z oblouku je odvedena do okolního prostředí  $Q_v$ . [42]

$$Q_c = Q_k + Q_a + Q_v \quad (2)$$

U metod s tavící se elektrodou jsou první dvě složky užitečné, protože jsou využity k natavení základního a přídavného materiálu a třetí složka jsou ztráty. U metody svařování netavící se wolframovou elektrodou (141) se řadí ke ztrátám i část tepla odvedená do netavící se elektrody, protože je odvedena chladicí vodou nebo vzduchem.

Poměr části tepla, který je využitý k natavení základního a přídavného materiálu k celkovému teplu oblouku je tzv. účinnost svařovacího procesu  $\eta$ : [1]:

$$\eta = \frac{Q_a + Q_k}{Q_c} [.] \quad (5)$$

Účinnost svařování metodou TIG (141) se pohybuje mezi 0,5 až 0,65.

Důležitým parametrem ovlivňujícím vlastnosti svarového spoje je tepelný příkon do svarové lázně  $q$  [42]:

$$q = \eta \cdot \frac{60 \cdot U \cdot I}{1000 \cdot v_{sv}} [\text{kJ} \cdot \text{cm}^{-1}] \quad (4)$$

Kde:  $\eta$  – účinnost svařovacího procesu

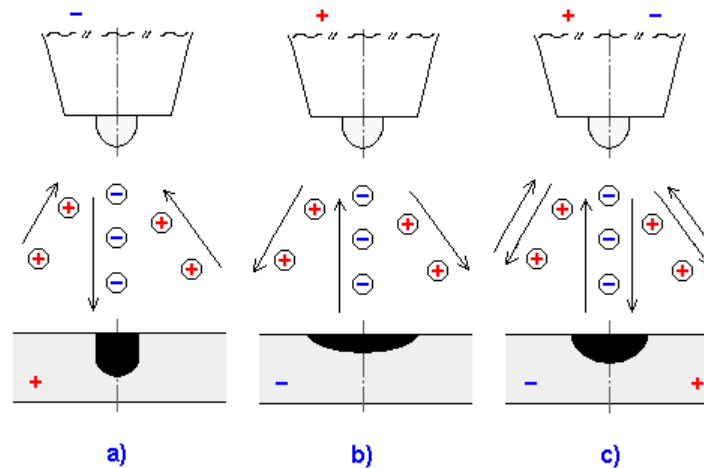
$U, I$  – Svařovací parametry [V, A]

$v_{sv}$  – rychlost svařování [ $\text{cm} \cdot \text{min}^{-1}$ ]

$q$  – tepelný příkon [ $\text{kJ} \cdot \text{cm}^{-1}$ ]

#### 1.2.4. Polarita při svařování TIG (141)

Teplo uvolněné na základním materiálu se přednostně podílí na místním tavení kovu při svařování metodou TIG (141). Množství tepla závisí především na polaritě základního materiálu. Změnou polarity je možné změnit tepelný účinek oblouku TIG (141) a to se projeví na změně tvaru a rozměru svaru. Rozeznáváme dva typy zapojení hořáku s netavící se elektrodou se základním materiálem a poté můžeme hovořit o polaritě přímé a nepřímé. Nepřímá polarita zapojení se v praxi nevyužívá z důvodu tepelného přetěžování elektrody. Při zapojení svařovacího hořáku s elektrodou na záporný (-) pól a základní materiál je zapojen na kladný (+) pól hovoříme o polaritě přímé a svar má malou šířku a velkou hloubku průvaru. Při opačném zapojení svařovacího hořáku na kladný (+) pól a základního materiálu na pól záporný (-) pól, pak hovoříme o polaritě nepřímé a svar má velkou šířku a malou hloubku. Při využití střídavého proudu pro svařování bude šířka a hloubka svaru v rozmezí mezi výše uvedenými případy.[2]



Obr. č. 3 - Vliv polarity na tvar a rozměry svaru [3]

**Polarita přímá** – Na záporné wolframové elektrodě se vyvíjí přibližně asi 1/3 celkového tepla na oblouku a na kladné elektrodě, tedy na základním materiálu, jsou zbylé 2/3 tepla. Při tomto typu zapojení je k dispozici více tepla pro snadnější natavení základního materiálu a netavící se wolframová elektroda není příliš tepelně namáhána. [42]

Nevýhodou při svařování přímou polaritou je neschopnost využití čistícího efektu oblouku. Tento typ zapojení nelze využít ke svařování materiálu s odolnou oxidickou vrstvou na povrchu materiálu jde především o slitiny hliníku, které se v Honeywell Aerospace Olomouc s.r.o. používají. Na povrchu slitin hliníku se tvoří oxid hlinitý  $Al_2O_3$  s teplotou tavení  $2250^\circ C$ . Teplota tavení oxidu hlinitého je asi třikrát vyšší než teplota tavení hliníku. Tento oxid téměř znemožňuje svařování, a proto je nutné jej odstranit. Odstranění oxidu může být provedeno několika způsoby: mechanickým očištěním, chemickým očištěním nebo čištěním elektrickým obloukem. [2]

**Polarita nepřímá** – Při využití nepřímé polarity bude nyní kladně zapojená wolframová elektroda vystavena tepelnému namáhání asi z 1/2 veškerého tepla a bude hrozit její odtavení do základního materiálu. Je nutné, aby wolframová elektroda byla dostatečně ochlazována a nemohlo dojít k jejímu odtavení. Výhodou využití nepřímé polarity ke svařování je již zmíněný tzv. čistící efekt. [3]



Čistící efekt elektrickým obloukem za pomoci katodové skvrny oxidy spolehlivě odstraní. Katodová skvrna se vytváří na záporné elektrodě, kterou je základní materiál. Katodová skvrna se pohybuje po základním materiálu a vyhledává místo s nejnižší emisní energií taktéž jde o místo, ve kterém je nejsilnější vrstva oxidu. Oxid se vlivem působení energie katodové skvrny odpaří. Také zde působí dynamický účinek oblouku a dochází k jevu kdy proud kladných iontů plynu urychlovaný směrem k tavné lázni, pomáhá rozbíjet vrstvičku oxidu. Při svařování metodou TIG se používá střídavý proud, který taktéž umožňuje využívat čistícího efektu. [1]

**Střídavý proud** – při svařování střídavým proudem je část periody wolframová elektroda připojena jako katoda a zbylou část periody jako anoda. Střídavý proud umožňuje využít výhod přímé i nepřímé polarity. Při zapojení netavící se wolframové elektrody na kladný pól dochází k využití výhody čistícího účinku a odstranění oxidické vrstvy avšak nevýhodou je zde větší tepelné zatížení wolframové elektrody. Po změně polarity to tak, že wolframová elektroda nyní představuje záporný pól a dochází částečně k jejímu ochlazení a většímu natavení základního materiálu. Jednoduše jde o fázi čištění a svařování, které se v pravidelných periodách střídají. [3]

Tvar konce funkční části elektrody závisí na druhu svařovacího proudu. Při využití stejnosměrného proudu se funkční konec elektrody brousí do kužele s určitým vrcholovým úhlem. Při využití střídavého proudu musí být konec wolframové elektrody tupý, protože při zatížení svařovacím proudem dojde k natavení špičky do kulového tvaru – vznik tzv. kaloty. Kalota během svařování může mít různý tvar, jenž je závislý na nastavení svařovacích parametrů. Špičku elektrody je třeba upravit z důvodu proudového přetížení hrotu. Při proudovém přetížení hrotu elektrody dojde k jeho odtavení a vzniku nežádoucích wolframových vměstků v základním materiálu. [50]

### **1.2.5. Statická charakteristika elektrického oblouku**

Průběh napětí je při hořícím oblouku v určité závislosti na proudu. Tuto závislost vyjadřuje statická charakteristika oblouku znázorňující průběh napětí od zapálení elektrického oblouku až po ustálené hoření při určité délce elektrického oblouku. [2]

### **1.3. Rizika bezpečnosti práce při svařování**

Při svařování vzniká několik druhů bezpečnostních rizik, kdy může dojít k ohrožení personálu. Na tato rizika je nutno se zaměřit a jejich působení co nejvíce eliminovat. [4]  
K rizikům bezpečnosti práce patří:

- 1) Úraz elektrickým proudem
- 2) Úraz způsobený pohyblivými částmi zařízení
- 3) Úraz popálením
- 4) Úraz způsobený rozstříkáním kovu a jiskrami
- 5) Ohrožení zdraví škodlivinami:
  - a. Svářečským aerosolem
  - b. Mikroklimatickými podmínkami
  - c. Hlukem
  - d. Zářením:
    - I. Vysokofrekvenčním
    - II. Infračerveným
    - III. Viditelným
    - IV. Ultrafialovým

**Ochrana před úrazem elektrickým proudem** – Úrazu elektrickým proudem lze zabránit tak, že bude vyloučen kontakt pracovníka s vodivými předměty, kterými prochází proud. Živé části zařízení musí být pokryty izolací a tuto izolaci lze odstranit pouze jejím zničením. Použitá izolace musí vyhovovat příslušné normě pro elektrická zařízení. Další ochranou před živými částmi zařízení je použití krytů, které zabrání možnému úrazu elektrickým proudem. [4]

**Ochrana před úrazem pohyblivými částmi zařízení** – Riziko vzniku úrazu pohyblivými částmi zařízení se týká především automatizovaných pracovišť. Na pracovišti musí být zajištěna bezpečná vzdálenost od pohyblivých částí zařízení, která by mohla způsobit úraz.

**Ochrana před popálením** – Ochrana pracovníka před popálením je zajištěna již při návrhu pracoviště. Na svařovacím pracovišti nesmí být přítomny hořlavé a výbušné látky. Ochranu před popálením také zabezpečují osobní ochranné pracovní pomůcky dále uváděné pod zkratkou OOPP, které musí splňovat bezpečnostní kritéria pro nehořlavost. [51]

**Ochrana před rozstříkem kovu a jiskrami** – Ochranu před rozstříkem kovu a jiskrami přímo na pracovišti zabezpečují OOPP. Svařovací pracoviště musí být od okolního prostředí odděleno závěsy, záclonami, které slouží k ochraně osob pohybujících se mimo svařovací pracoviště. [4]

**Ochrana zdraví před škodlivinami** – Rizikové faktory způsobující ohrožení zdraví dělíme do dvou skupin na specifické a nespecifické. Mezi rizikové faktory specifické patří svářečský aerosol, hluk a záření. Nespecifické rizikové faktory jsou nadměrná fyzická a neuropsychická zátěž, nevyhovující osvětlení a neúnosné mikroklimatické podmínky (MKP). [4]

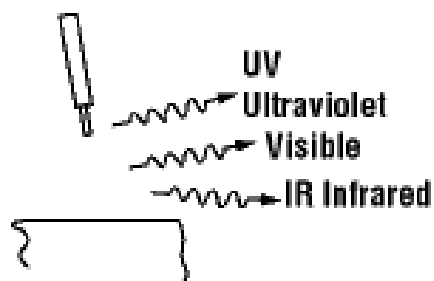
Nejvyšší přípustná koncentrace svářečského aerosolu na pracovišti je stanovena bezpečnostními hygienickými předpisy. Aerosoly jsou většinou poměrně malé oxidické částice, které vznikají kondenzací par z roztavených kovů. Působení této škodliviny na svářečovo zdraví zabraňujeme především odsáváním, které je přítomno v každé svařovací kabině. [51]

Ochranou před hlukem se zabývá Nařízení vlády o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací. Na každém svařovacím pracovišti vzniká určitá hladina hluku už jen samotným procesem výrobním procesem. Hluk se musí vyskytovat na přípustné úrovni. V případě, že hluk přesáhne přípustnou úroveň, musí dojít k omezení zdrojů působení hluku. [52]

Při hoření elektrického oblouku vzniká několik druhů záření: záření vysokofrekvenční, infračervené, viditelné, ultrafialové. Obsluha svařovacího zařízení je účinkům vystavena škodlivým účinkům záření. Podrobnějšímu popisu jednotlivých druhů záření, jejím škodlivým účinkům a vhodnou ochranou před škodlivými účinky záření se budu zabývat v následujících kapitolách.

#### 1.4. Záření při svařování

Při svařování elektrickým obloukem vzniká nebezpečné záření v širokém rozmezí vlnových délek od 200 nm do 1 400 nm. Jde především o záření ultrafialové, které je předmětem této diplomové práce, dále je to záření viditelné a infračervené. Posledním typem záření vznikající při svařování metodou TIG (141) je záření vysokofrekvenční. Jednotlivé typy záření přiblížím v následujících odstavcích. Pro přehlednost a přiblížení záření, kterým se budu dále zabývat jednotlivé typy elektromagnetického záření, shrnu v následující tabulce. Vlnové délky různých druhů záření jsou v odlišných pramenech uváděny s drobnou odchylkou, a proto hranice jednotlivých druhů záření nejsou zcela pevně stanoveny.



Obr. č. 4 - Záření při hoření oblouku [28]

Tab. č. 1 - Spektrum elektromagnetických vlna rozdělení podle vlnových délek [29]

Vlnová délka	Druh záření		
1 - 15 km	Dlouhé vlny DV		radiové vlny
200 - 700 m	Střední vlny SV		
2 - 100 m	Krátké vlny VKV		
0,1 - 2 m	Decimetrové vlny UKV	mikrovlny	
1 - 100 mm	Centimetrové, milimetrové	mikrovlny	
10 - 1000 $\mu\text{m}$	Infračervené záření IR	tepelné záření	optické záření
780 - 10 000 nm	Infračervené záření IR		
380 - 780 nm	Viditelné záření VIS		
100 - 380 nm	Ultrafialové záření UV		
1 - 100 nm	Měkké (extreme UV)		X-RAY
0,01 - 1 nm	Tvrdé		gama záření
	Měkké		
10-4 - 0,01 nm	Tvrdé		
10-14 m	Kosmické záření (penetrační složka kosmického záření)		

#### 1.4.1. Záření vysokofrekvenční a elektromagnetické pole

Vysokofrekvenční záření a elektromagnetická pole se vyskytují kolem všech vodičů, kterými protéká elektrický proud. Při svařování metodou TIG (141) se k zapálení a udržení oblouku používá vysokofrekvenční proud. Může docházet k jeho škodlivým účinkům na organismus, a proto se používají jen takové zdroje, které po zapálení oblouku zabezpečí úplné vypnutí nebo významné snížení intenzity vysokofrekvenčního záření. Z možných negativních účinků na člověka se kabely nedoporučuje omotávat okolo rukou nebo těla a dále není doporučeno kabely zavěšovat ve smyčkách. [5]

Bez přístrojů pro měření elektromagnetického pole je jeho zaznamenání pro člověka téměř nemožné. Aby elektromagnetické pole mohlo být zjištěno pouze pocitem člověka, muselo by dojít k překročení veškerých hygienických limitů. Zjištění přítomnosti elektromagnetického záření by se projevilo pocitem zvýšení tělesné teploty. [6]

#### 1.4.2. Infračervené záření

Vznikající infračervené záření se dělí na několik jednotlivých pásem. Přesné rozhraní jednotlivých pásem není přesně dané a v různých pramenech bývá uvedeno s různou

hodnotou. Infračervené záření zaujímá oblast mezi nejkratšími rádiovými vlnami (mikrovlnami) a hranicí viditelného světla o vlnové délce přibližně 780 nm což odpovídá červené barvě spektra viditelného záření. [7]

Mezinárodní komise pro osvětlení (CIE) doporučila rozdělení infračerveného záření do následujících třech skupin:[7]

*Tab. č. 2 - Rozdělení infračerveného záření dle CIE [7]*

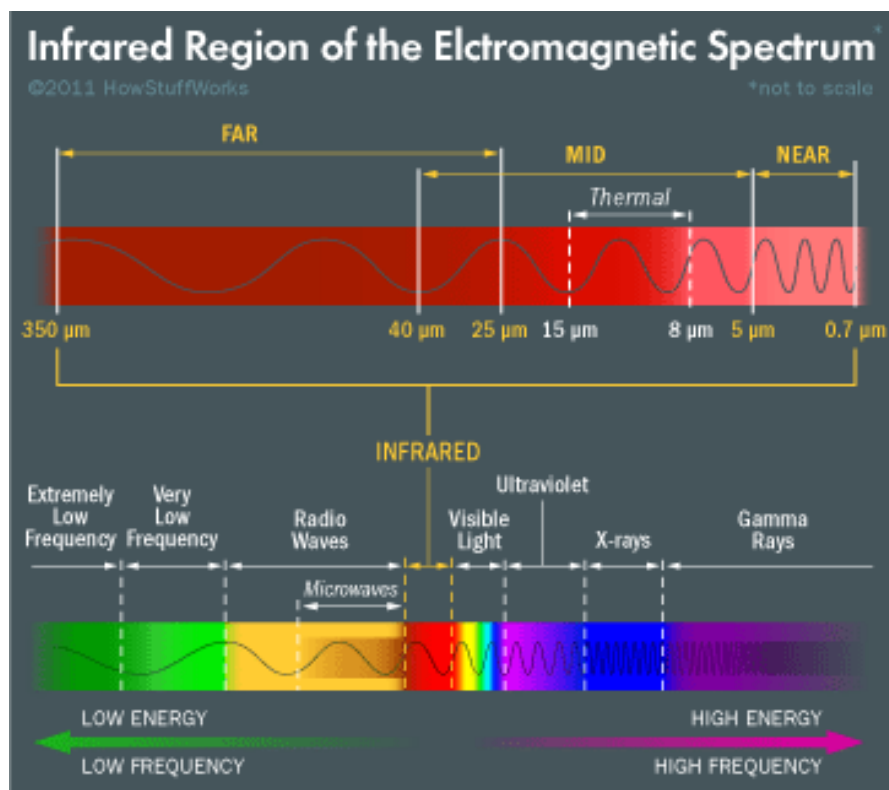
Zkratka	Vlnová délka (nm)	Frekvence (THz)
IR-A	700 – 1 400	215 - 430
IR-B	1 400 – 3 000	100 - 215
IR-C	3 000 - 10 <sup>6</sup>	0,3 - 100

Dle normy ISO 20473 je infračervené záření rozděleno do následujících skupin: [8]

*Tab. č. 3 - Rozdělení infračerveného záření dle ISO 20473 [8]*

Záření		Zkratka		Vlnová délka (nm)	Frekvence (THz)	
Infračervené záření	near IR	IR	IR-A	NIR	780 - 1 400	385 - 215
			IR-B		1 400 - 3 000	215 - 100
	mid IR	IR	IR-C	MIR	3 000 - 50 000	100 - 6
	far IR			FIR	50 000 - 10 <sup>6</sup>	6 - 0,3

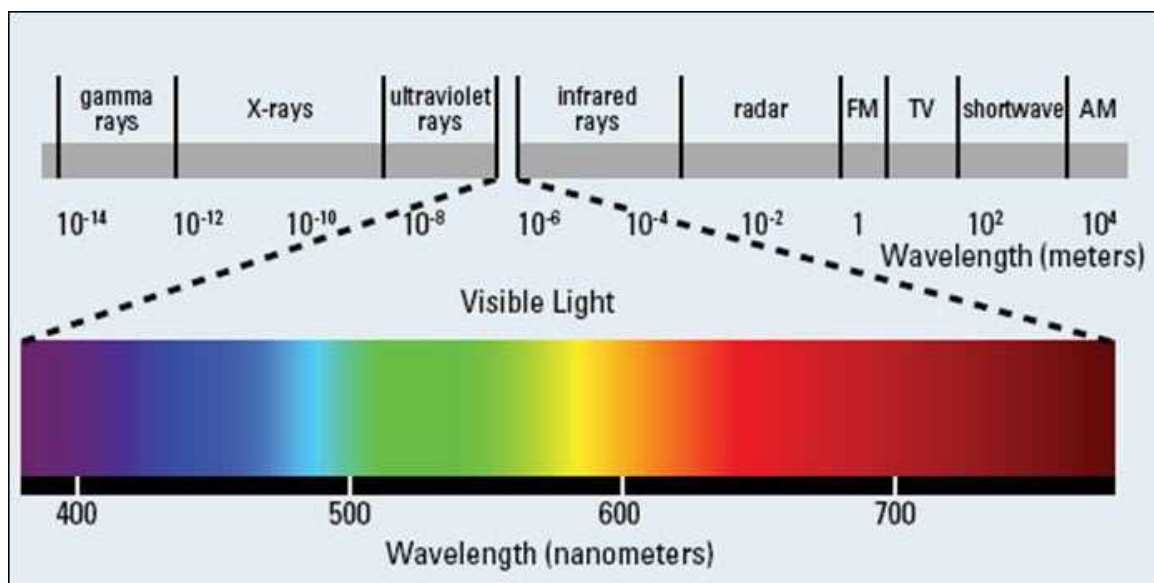
Pro lepší pochopení spektra infračerveného záření je zde přiložen obrázek, na kterém jsou vidět jednotlivá spektra infračerveného záření zapadající do spektra elektromagnetického záření.



Obr. č. 5 - Infračervené záření [30]

Obecně můžeme říci, že zdrojem infračerveného záření jsou tělesa zahřátá na vysokou teplotu. Mezi zdroje infračerveného záření se řadí např. sklářské a vysoké pece, žárovka s wolframovým vláknem, oblouková lampa a mimo jiné také elektrický oblouk, který vzniká při svařování. Infračervené záření vyzařují prakticky všechna tělesa. Určitým zdrojem infračerveného záření je také samotný člověk. Při pořízení teplotního obrazu lidského těla se na něm projevuje termoregulace v podobě proudění krve, odpařování potu a pohybu tkání. Lidské tělo vyzařuje infračervenou energii skrze kůži v rozsahu 3 - 50 μm, kdy většina je kolem 9,4 μm. [9]

### 1.4.3. Viditelné záření



Obr. č. 6 - Spektrum viditelného záření [31]

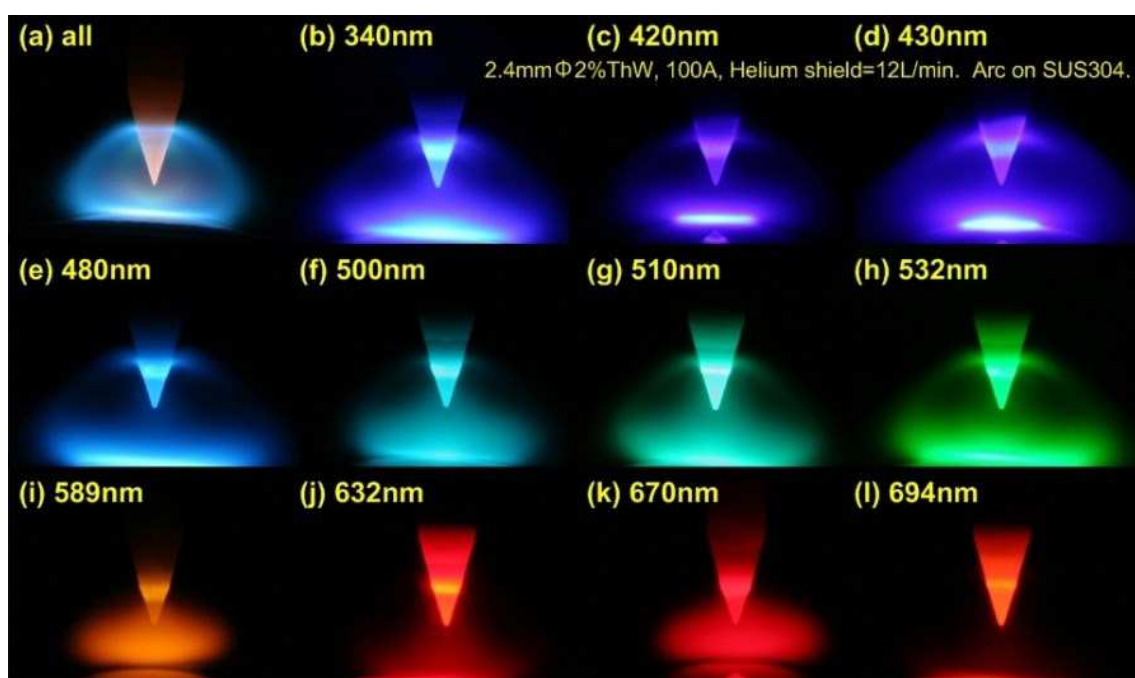
Viditelné světlo zaujímá oblast elektromagnetického záření o vlnových délkách 380 – 780 nm. Jde o část spektra, na kterou je lidské oko citlivé a tuto část spektra nazýváme viditelné záření. Viditelné záření se skládá z několika barev o různých vlnových délkách, které se nazývají spektrálními barvami. Každé spektrální barvě odpovídá specifická vlnová délka, která je pro tuto barvu charakteristická. Jednotlivé spektrální barvy jsou shrnuty v následující tabulce č 4. [10]

Tab. č. 4 - Viditelné spektrum záření

Barva	Vlnová délka (nm)	Frekvence (THz)
červená	625 - 780	480 - 405
oranžová	590 - 625	510 - 480
žlutá	565 - 590	530 - 510
zelená	520 - 565	580 - 530
azurová	500 - 520	600 - 580
modrá	430 - 500	700 - 600
fialová	380 - 430	790 - 700



Z obrázku č. 7 jsou patrné jednotlivé spektrální barvy viditelného záření. Pro svařování byla použita elektroda 2%ThW o průměru 2,4 mm, svařovací proud 100 A. Jako ochranný plyn bylo využito Helium s průtokem 12 l/min. Použitý základní materiál byl SUS304. Při pozorování hoření elektrického oblouku jako celku se jeho záření jeví jako bílé. Jde o kombinaci všech barev viditelného spektra, záření zobrazeno na obrázku „a“. Na obrázcích „c“ až „l“ je možno pozorovat jednotlivé barvy viditelného spektra záření o jejich charakteristických délkách. [11]



Obr. č. 7 - Barevné spektrální rozložení elektrického oblouku [11]

**Vliv viditelného záření na člověka:** Jestliže je lidské oko vystaveno intenzivnímu viditelnému světlu, které vyzařuje elektrický oblouk, vede to k adaptaci oka na toto záření, dále k pupilárnímu reflexu (stahování zornice) a přivírání očí. Jsou to přirozené obranné mechanismy lidského těla, které se brání před silným světlem a poškozením sítnice. Při neopatrném opakovaném sledování elektrického oblouku bez ochrany může dojít k trvalému poškození sítnice. Pro všechny pracovníky v okolí hoření elektrického oblouku platí používání ochranných pracovních pomůcek a jejich zrak musí být při sledování oblouku dostatečně chráněn. [12]

Ultrafialové záření je elektromagnetické záření o vlnové délce, která je kratší než u světla fialové barvy viditelného spektra záření. Ultrafialové záření zasahuje svými vlnovými délkami až do oblasti ionizujícího záření tedy záření rentgenového. [13]

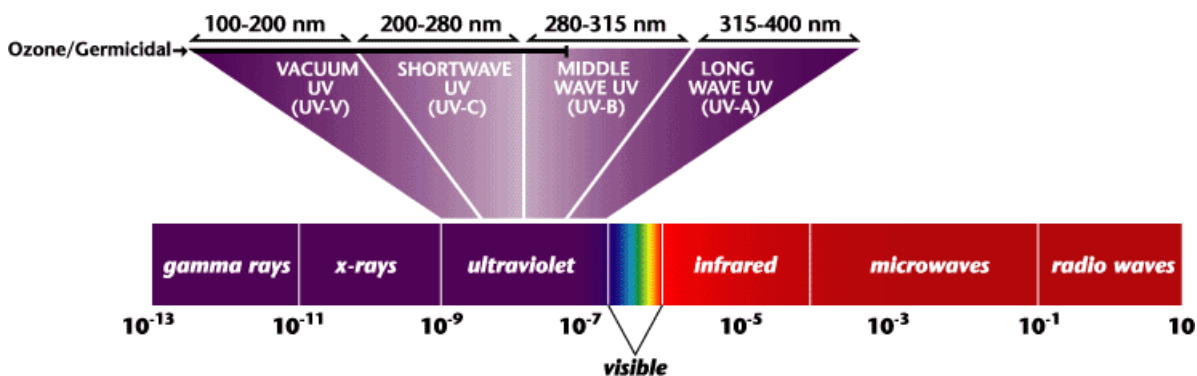
Zdroje ultrafialového záření lze obecně chápat jak tělesa, která jsou zahřata na vysokou teplotu. Přírodním zdrojem ultrafialového záření je slunce. Umělými zdroji ultrafialového záření mohou být například výbojky naplněné rtuťovými parami a nepřehlédnutelným zdrojem UV záření na naší zemi je také elektrický oblouk vznikající při svařování. [13]

Dle normy ISO 20473 je ultrafialové záření rozděleno do následujících skupin:

Tab. č. 5 - Rozdělení ultrafialového záření [8]

Záření		Zkratka		Vlnová délka (nm)	Frekvence (THz)	
Ultrafialové záření	extreme UV	UV	UV-C	EUV	1 - 100	310 15 - 3000
	vacuum UV			VUV	100 - 190	3000 - 1580
	deep UV			DUV	190 - 280	1580 - 1070
	mid UV	UV-B	280 - 315	1070 - 950		
	near UV	UV-A	315 - 380	950- 790		

UV záření je rozděleno do tří skupin dle vlnových délek na UV-A, UV-B a UV-C. Toto rozdělení UV záření je založeno na základě jejich účinků na živou tkáň.



Obr. č. 8 - UV záření [32]

### **Charakteristika jednotlivých druhů UV záření:**

UV-A je to záření vlnové délce 315 – 380 nm. UV-A je záření takzvaně záření měkké, které proniká do druhé vrstvy pokožky tzv. škáry. Negativní působení UV-A záření spočívá především ve zrychlené tvorbě škodlivých volných radikálů, hlavním negativním účinkem je zrychlení procesu stárnutí kůže. [53]

UV-B je záření o vlnové délce 315 – 280 nm a proniká do první vrstvy pokožky tzv. epidermis. Záření UV-B je také nazýváno zářením erytémovým, které způsobuje zčervenání kůže. Působí přímo na DNA buněk. Poškození může být vyvoláno akutním i chronickým ozařováním. [14]

UV-C záření o vlnové délce 280 – 100 nm je rozptylováno v ionosféře a téměř úplně pohlceno ozónovou vrstvou. Záření dopadající na zemský povrch je tvořeno z 90 – 99% zářením UVA. Zdroji UV-C záření na zemi jsou pouze zdroje nepřírodní jako např. elektrický oblouk. UV-C záření způsobuje ionizaci ovzduší a při tomto procesu dochází k tvorbě ozónu. Ozon je pro lidský život ve stratosféře nezbytný, avšak v troposféře je pro lidský organismus toxický. [53]

Podrobnější rozbor účinků UV záření na lidský organismus bude více popsán v odstavci 1.5.3. Vliv UV záření na zdravotní stav.

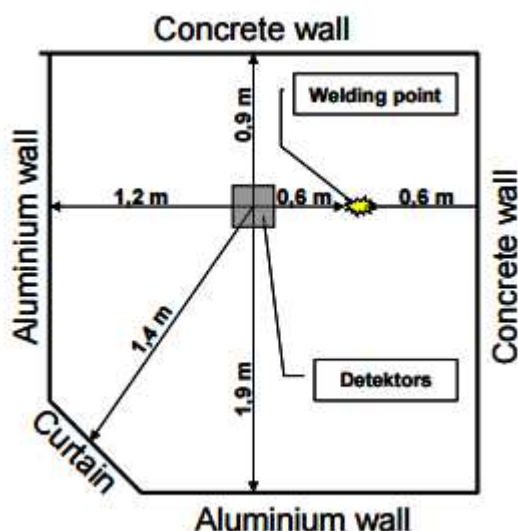
## 1.5. Vliv UV záření na zdravotní stav

### 1.5.1. Emise UV záření během hoření oblouku

Německý institut pro bezpečnost a ochranu zdraví v roce 2011 provedl studii zaměřující se na emisi UV záření během svařování elektrickým obloukem. Výzkum byl zaměřen na emisi UV záření obloukových metod svařování, pro tento výzkum byly použity metody:

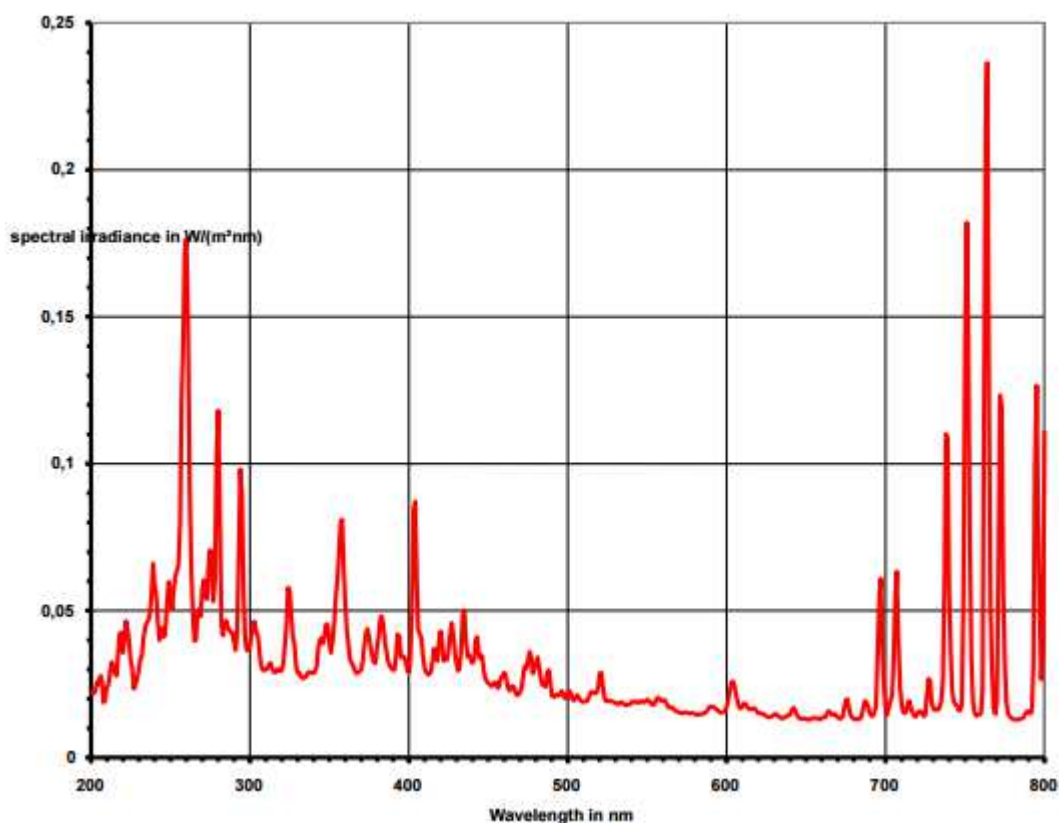
- TIG (141) svařování CrNi oceli, Al
- MIG (131) svařování AL (s pulzy a bez pulzů)
- MAG (135) svařování konstrukční oceli St-37 (ocel třídy 11), CrNi
- MMA (111) svařování konstrukční oceli St-37 (ocel třídy 11)

Měření bylo prováděno ve svařovací kabině, kterou je možné pro názornost vidět na obrázku č. 9. Je zde možné spatřit umístění místa svařování, umístění spektrometru a jednotlivých stěn z betonu, hliníku a zástěny, u nichž byla zkoumána odrazivost UV záření. [15]

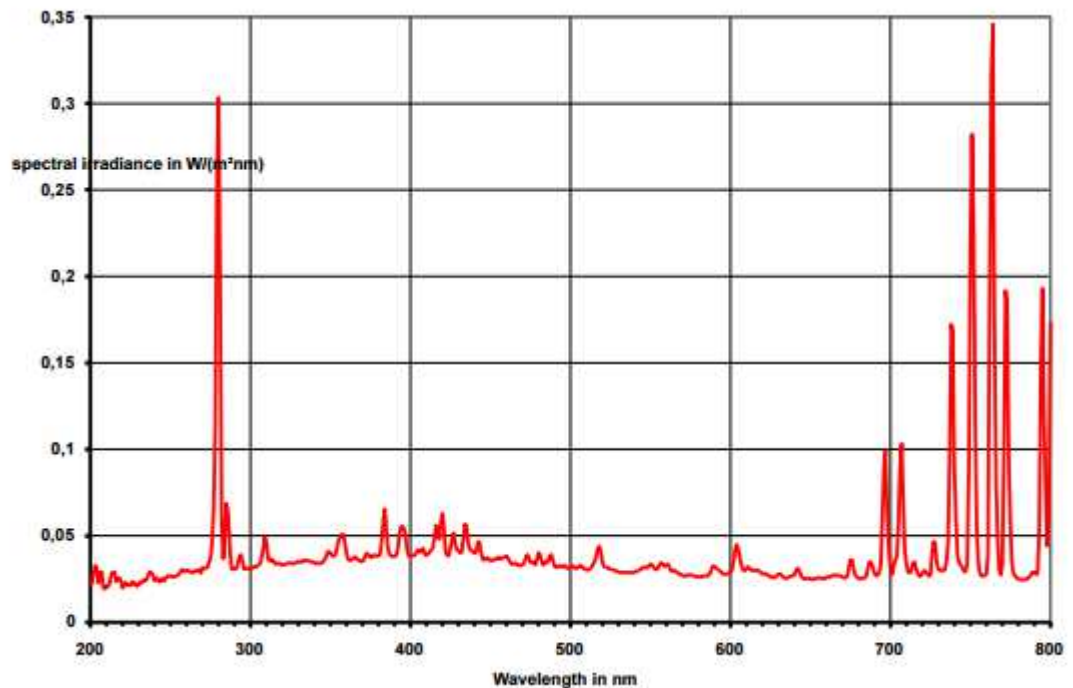


Obr. č. 9 – Rozmístění pracoviště pro sledování emise UV [15]

V tomto výzkumu zaměřeném na emisi UV záření se zaměřím pouze na výsledky měření vztahující se na metodu TIG (141). Při měření byla zaznamenána spektra vlnových délek záření v rozmezí 200 – 800 nm. Z toho vyplývá, že elektrický oblouk zahrnuje záření IR, viditelné a také UV. Radiační intenzity byly stanoveny jako průměrné hodnoty záření po dobu 10 s ze sta jednotlivých měření. Na následujících obrázcích je znázorněno spektrum záření při svařování proudem 180 A. Jestliže budeme provádět měření spektra elektromagnetického záření při nižším či vyšším proudu a v různých vzdálenostech od zdroje svařování změna, bude pouze v absolutní intenzitě tohoto spektra elektromagnetického záření. Nicméně změna intenzity spektra elektromagnetického záření nemá vliv na funkci vlnové délky záření a do vlnové délky zůstávají stejné. [15]



Obr. č. 10 – Spektrum záření během TIG (141) svařování CrNi oceli [15]

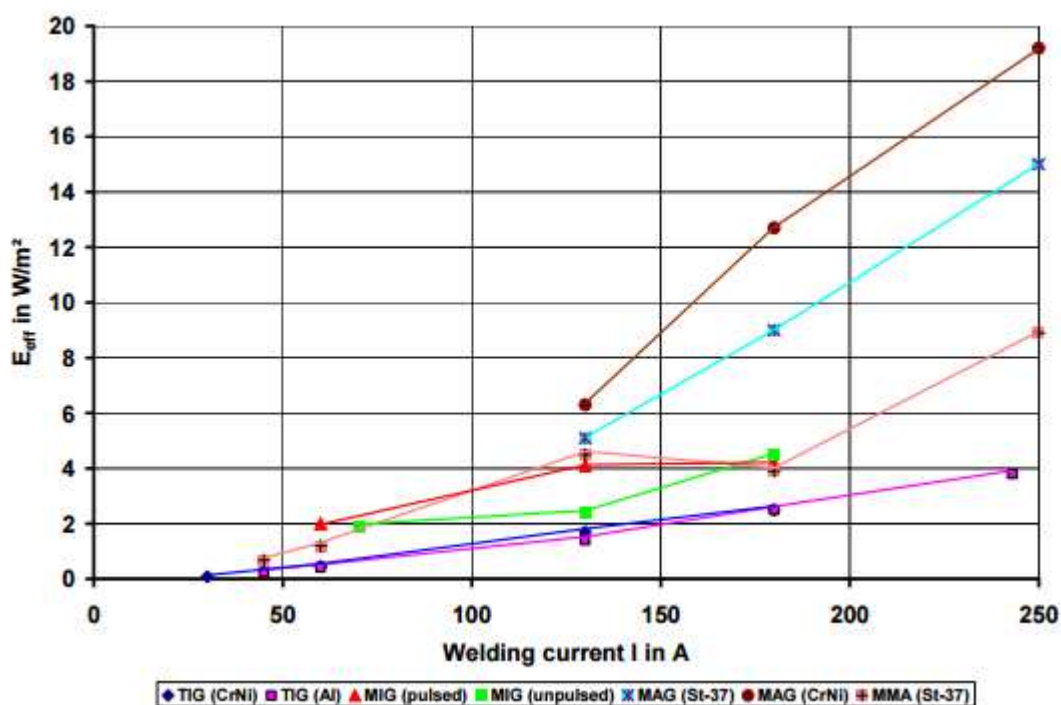


*Obr. č. 11 – Spektrum záření během TIG (141) svařování Al [15]*

Z obrázků na, kterých jsou znázorněny grafy je možné vyčíst, že během svařování metodou TIG (141) je poměrně velké rozložení spektrálního elektromagnetického záření. Jsou zde obsaženy všechny druhy UV záření. Při svařování CrNi oceli dochází k největší emisi UV záření v oblasti vlnové délky záření kolem 260 nm a s nižší intenzitou než při svařování hliníku. Při svařování hliníku dominuje UV záření s vlnovou délkou 280 nm. Obě tyto vlnové délky záření spadají do kategorie záření UV-C. Ostatní vlnové délky UV záření jak při svařování CrNi oceli nebo hliníku mají přibližně stejnou intenzitu. [15]

Při zkoumání UV záření je vhodné se dále zamyslet nad intenzitou UV záření v souvislosti se vzdáleností od zdroje. Na obrázku č. 12 je možné vidět srovnání intenzity ozáření ve vzdálenosti 60 cm od zdroje záření v závislosti na velikosti proudu 0 – 250 A při různých metodách svařování. Nejzajímavější úsečkou z našeho pohledu je „tmavě modrá“. Jde o metodu svařování TIG (141) a svařování CrNi oceli. Druhou zajímavou úsečkou je úsečka „purpurová“. Ta znázorňuje také metodu TIG (141) avšak svařování hliníku. Při srovnání úsečky „tmavě modré“ a „purpurové“ lze pozorovat rozdíl v intenzitě UV záření. Lze tedy říci, že při použití stejné svařovací metody a proudu je intenzita UV záření také závislá na svařovaném materiálu. Dále je zřejmé, že intenzita

UV záření má přímou souvislost s velikostí svařovacího proudu. Zajímavostí je, že u různých metod svařování lze na obrázku pozorovat poměrně velké rozdíly v intenzitě záření. [15]



Obr. č. 12 – Intenzita ozáření ve vzdálenosti 60 cm od zdroje [15]

Na základě výzkumu byly stanoveny matematické vztahy pro výpočet efektivní intenzity UV záření. [15]

Tab. č. 6 - Vztah mezi svařovacím proudem a intenzitou UV záření [15]

Metoda svařování	Materiál	Funkce $E_{eff}$ [W/m <sup>2</sup> ]	Koeficient korelace	Oblast platnosti I [A]
TIG	CrNi	$E_{eff} = -0,4661 + 0,0165 \cdot I$	0,999	30 - 180
TIG	AL	$E_{eff} = -0,6951 + 0,0180 \cdot I$	0,995	45 - 234

### 1.5.2. Ochrana okolí před škodlivými účinky UV záření

Svařovací pracoviště je třeba z bezpečnostních důvodů oddělit od okolního prostředí. Jedním z těchto důvodů také je ochrana ostatních osob před škodlivými účinky záření. Na pracovníka ve svařovací kabině nepůsobí jen záření, které vzniká při hoření oblouku,

ale také záření odražená od stěn (zástěn) svařovacího pracoviště. Malba svařovací kabiny a její zástěny nesmí být lesklé, aby nedocházelo z odrazu záření zpět do kukly svářeče z nechráněné strany. Prostředí ve svařovací kabině musí být matné, aby neumožňovalo intenzivní odražení světla. Svařovací pracoviště ve společnosti Honeywell Aerospace Olomouc s.r.o. jsou od okolního prostředí z větší části oddělena od ostatních míst průhlednými zástěnami. Norma ČSN EN ISO 25980 stanovuje bezpečnostní požadavky na průsvitné závěsy, pásy a zástěny používané k ochraně okolního prostředí, při svařování elektrickým obloukem. Zástěny jsou navrženy k ochraně pracovníků před nebezpečným zářením dle ČSN EN ISO 25980, které vzniká při hoření elektrického oblouku.[16]

### **1.5.3. Vliv UV záření na zdravotní stav**

Při každém technologickém procesu je třeba zajistit všechny možná rizika poškození zdraví. Oblast hygieny práce se zajímá především o celkovou sensorickou, mentální zátěž pracovníků a také o působení škodlivých vlivů pracovního prostředí, jenž vznikly v důsledku výkonu pracovní činnosti.

Spektrum elektromagnetického záření vznikajícího při svařování je poměrně široké a vliv jednotlivých druhů záření na organismus je různý. Z hlediska hygieny práce je vliv elektromagnetického záření nejvíce závislý na jeho frekvenci. Na záření o vyšším kmitočtu připadá větší energie na jednotkovou částici. Při překročení frekvence záření  $10^{15}$  THz dochází k překročení hranice mezi ionizujícím a neionizujícím zářením. Účinky ionizujícího záření na organismus jsou poměrně dobře známy, avšak i záření s frekvencí pod hranicí ionizace má prokazatelné účinky na lidský organismus. Jde právě o záření ultrafialové, které s ohledem na velikost absorbované dávky ozáření a místo působení může poškodit zdraví. [17]

Obecně platí, že záření, které dopadne na organickou tkáň se od ní částečně, odrazí a částečně proniká do tkání. Biologická reakce tkáně závisí především na parametrech záření, kterými jsou vlnová délka (nm) a intenzita ozáření ( $W \cdot m^{-2}$ ), na době působení a na biologických vlastnostech živé tkáně. Rozhodující účinek na tkáň má elektromagnetické záření uvnitř organismu. [54]



Pro běžnou hygienickou praxi postačí k popisu vnějších parametrů pole u UV záření intenzita ozáření  $E$  ( $W \cdot m^{-2}$ ) a doba vystavení UV záření. Jejich součin určuje tzv. dávku ozáření  $H$  ( $J \cdot m^{-2}$ ), jenž je rozhodující pro posouzení vlivu UV záření. Jedná se o množství energie, které překračuje práh energetického poškození určité tkáně. Při vystavení UV záření se poškození týká orgánů na povrchu těla a jde především o oči a kůži. [17]

Z hlediska biologických účinků je možné rozeznávat dvě oblasti UV záření. Oblast UV-R, která zaštiťuje pásma záření UV-B a UV-C. Vlnová délka u těchto druhů záření je kratší jak 320 nm. Účinky na lidský organismus se projevují tepelnými efekty a poměrně rychle. V první fázi dochází k popálení rohovky a následně také pokožky. Vrchol spektrální citlivosti rohovky je při vlnové délce 270 nm a u pokožky 297 nm. Druhou oblastí je oblast záření UV-A jehož vlnová délky je větší jak 320 nm. Prahové hodnoty intenzity UV-A záření, které je potřebné k tepelným účinkům jsou přibližně 103krát větší než při ozařování UV-R zářením. UV-A záření je velmi intenzivně pohlcováno v oční čočce. Vrchol spektrální citlivosti čočky oka je kolem 365 nm. Účinky UV-A záření se projevují velice pomalu a fotochemické účinky tohoto záření se v těle kumulují. Časem může dojít k zákalu oční čočky, k předčasnému stárnutí pokožky v krajních případech k iniciaci nádorových onemocnění. [54]

Ochranou zdraví před neionizujícím zářením se v České republice zabývá vládní předpis č. 291/2015 Sb., jenž nabyl účinnosti dne 18.11.2015. Nejvyšší přípustné hodnoty UV záření pro umělé zdroje působící na pracovníka jsou stanoveny pro jednu směnu na nechráněnou pokožku a oči. Jednou směnou se bere v úvahu délka pracovní směny 8 hodin. Nejvyššími přípustnými hodnotami ultrafialového, viditelného a infračerveného záření nekoherentních technologických zdrojů se konkrétně zabývá příloha č. 2 k nařízení vlády č. 291/2015 Sb.. [18]

První zkoumanou oblastí je celé spektrum vlnových délek pro UV záření. Pro širokopásmové zdroje nesmí nejvyšší celková přípustná dávka překročit hodnotu  $H_{eff}$ . [17]

$$H_{eff} = E_{ff} \cdot t = 30 J \cdot m^{-2} \quad (5)$$

Kde:  $t_0$  – je doba ozáření (s)

$E_{\text{eff}}$  – efektivní ozáření vypočtené v rozsahu vlnových délek ultrafialového záření v 180 – 400 nm spektrálně vážené bezrozměrným koeficientem  $S(\lambda)$  zohledňujícím závislost zdravotních účinků UV záření na oči a kůži. ( $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$ )

$H_{\text{eff}}$  – efektivní expozice záření

Hodnotu  $H_{\text{eff}}$  je uvažována pro celé spektrum UV záření UV-A, UV-B a UV-C v rozmezí vlnových délek 180 – 400 nm. [19]

Druhou zkoumanou oblastí z hlediska hygieny práce je zvláště oblast záření UV-A jenž zabírá spektrální pásmo s vlnovou délkou 315 – 400 nm u kterého efektivní hodnota expozice záření  $H_{\text{UVA}}$  nesmí překročit hodnotu  $10^4 \text{ J}\cdot\text{m}^{-2}$  [19]

#### 1.5.4. Rizika spojená s UV zářením

Jak již bylo řečeno s UV zářením jsou spjata zdravotní rizika především pro tkáň lidského těla, jako jsou oči a kůže. Jde o tato zdravotní rizika: photokeratitis, conjunctivitis, cataractogenesis, erythema, elastosis a rakovina kůže.

**Photokeratitis** – jde o bolestivý stav očí, který je způsoben nedostatečným chráněním očí před ultrafialovým zářením z přírodních zdrojů, jako je slunce, nebo z umělých zdrojů jako je např. elektrický oblouk při svařování. Photokeratitis je onemocnění podobající se spálení rohovky a spojivky. Příznaky se projevují až několik



Obr. č. 13 - Photokeratitis [33]

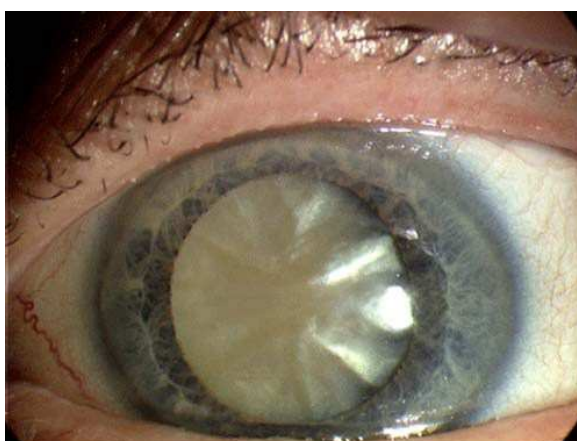
hodin po expozici a patří k nim zvýšená tvorba slz a pocit bolesti, který lze přirovnat k pocitu písku v očích. Photokeratitis je také známa pod jinými názvy pro nás zajímavými např. „arc eye“ nebo „welder’s flash“. [20]

**Conjunctivitis** – jde o zánět spojivek, který může zasáhnout jedno nebo obě oči a projevuje se taktéž pocitem písku v očích a následně výtokem z očí. Tuto nemoc způsobuje převážně oblast záření UV-C a maximální vlnová délka způsobující tuto reakci je 260 nm. [21]



*Obr. č. 14 - Konjunktivis [34]*

**Cataractogenesis** – u nás známé onemocnění pod slovním spojením oční zákal. Onemocnění postihuje oční čočku a při tomto druhu onemocnění dochází k zakalování



oční čočky. Oční zákal může mít více příčin vzniku, avšak k jednomu z nich patří

*Obr. č. 15 – Cataractogenesis [55]*

dlouhodobé vystavení účinkům UV záření. Onemocnění je způsobeno především zářením typu UV-A.[22]

**Erythema** – Jde o červené zbarvení kůže v důsledku rozšíření krevních cév a jejich zvýšeným prokrvením. Onemocnění vzniká často v důsledku zánětu, alergie či působení tepla. [23]



*Obr. č. 16 – Erythema [35]*

**Elastosis** – u nechráněné pokožky jde o takzvané urychlené stárnutí kůže. UV záření tento proces stárnutí kůže urychluje, avšak po ukončení působení nastupuje regenerační proces. [36]

**Rakovina kůže** – Rakovina kůže patří mezi nejčastější typy rakoviny a jde o nádorové onemocnění kůže. V dnešní době je již prokázáno, že sluneční záření a rakovina jsou spjaty. Rakovina kůže se může projevit v několika typech od méně závažných bazaliomy, spinaliomy až po velice vážné typy jako jsou melanomy. U svářečů je možné zvýšené riziko rakoviny kůže v důsledku působení záření na pokožku. Rakovina kůže se projevuje až po několika letech intenzivního působení UV-R záření. Dalším možným onemocněním se zvýšeným rizikem výskytu je oční melanom. Taktéž u tohoto onemocnění mají svářeči větší riziko než běžný pracovník. [24]



*Obr. č. 17 - Rakovina kůže [37]*

## **2. Posouzení současného stavu v Honeywell Aerospace Olomouc s.r.o.**

### **2.1. Stručná historie společnosti Honeywell Aerospace Olomouc s.r.o.**

Počátky letecké výroby v Mariánském Údolí byly položeny v roce 1951 v podniku Moravia, n.p. protože zde byly bohaté zkušenosti s lisováním plechu a jeho dalším zpracováním. Moravia se stala dodavatelem žárových a plechových částí leteckých motorů pro Motorlet Praha. V 60. a 70. letech došlo v divizi leteckých motorů k velkému rozšíření výroby. [38]

V roce 1991 divize navázala spolupráci s firmou Aerospace Company Garret Division (následně Allied Signal, dnešní Honeywell). 1. ledna 2000 došlo k osamostatnění provozu letecké výroby od mateřské Mora Moravia a byla vytvořena samostatná akciová společnost Mora Aerospace. [38]

Od 5. února 2002 je majitelem společnosti Honeywell a v roce 2008 byl celý proces změny vlastníka završen změnou jména společnosti na Honeywell Aerospace Olomouc s.r.o. [38]

- 1951 založena Mora-Moravia Aero na výrobu dílů pro MIG
- 1960 začátek výroby pro L- 29
- 1973 začátek výroby pro motor M601
- 1993 začátek výroby alternativních produktů
- 1993 vyroben první usměrňovač vzduchu pro Allied Signal
- 1996 podepsána dlouhodobá smlouva s Allied Signal
- 2000 založena Mora Aerospace
- 2002 akvizice firmou Honeywell
- 2003 certifikace jako opravná stanice dle FAA
- 2008 změna jména na Honeywell Aerospace Olomouc

## **2.2. Svařovací metody a zařízení využívané ve společnosti Honeywell Aerospace Olomouc s.r.o.**

Vzhledem k povaze a charakteru výroby v Honeywell Aerospace Olomouc s.r.o. (dále jen „Honeywell“ nebo „Honeywell Aerospace Olomouc s.r.o.“) se ve společnosti používají různé technologie spojování kovů, s cílem plnění požadavků zákazníka. Výrobky společnosti Honeywell Aerospace Olomouc s.r.o. musí splňovat nejnáročnější požadavky na kvalitu výrobků. Honeywell vyrábí komponenty pro různé druhy leteckých motorů např. pro turbodmychadlové, turbovrtulové, turbohřídelové motory a také pro energetické jednotky APU. Součásti zde vyráběné můžeme nalézt v mnoha dopravních letounech společností Boeing, Airbus dále ve spoustě letadel tzv. „business jetů“ např. v letadlech Cessna, Hawker 800XP, Dassault, Falcon 20. V neposlední řadě součásti vyráběné společností Honeywell lze také nalézt i v helikoptérách.

Ve společnosti Honeywell se využívá několik různých metod svařování. Jde o tyto metody: Obloukové svařování netavící se wolframovou elektrodou (141), svařování svazkem elektronů (511), odporové svařování bodové (212) a švové (221).

**Svařování netavící se wolframovou elektrodou TIG 141** - princip svařování a vliv intenzity UV záření na zdravotní stav obsluhy byl již popsán v kapitole 1. Za zmínku stojí, že se ve společnosti Honeywell se využívá ručního svařování netavící se wolframovou elektrodou ale také i polo-automatizovaných zařízení pro svařování netavící se elektrodou. Při polo-automatizovaném procesu svařování je přítomnost obsluhy zařízení nutná a je třeba, aby byly dodržovány všechny bezpečnostní předpisy a požadavky stejně jako u ručního svařování. V některých případech ručního TIG (141) svařování je nutná přítomnost pomocníka k přidržení a zabezpečení správné polohy svařované součásti. Jestliže je pomocník přítomen ve svařovací kabině, musí také splňovat všechny bezpečnostní předpisy pro konkrétní pracoviště.

**Zařízení pro svařování TIG (141)** – V následující tabulce jsem přehledně shrnul jednotlivá svařovací zařízení pro TIG (141) svařování využívaná ve společnosti Honeywell. Jejich rozmístění v jednotlivých svařovacích kabinách je uvedeno v kapitole 2.4. kde budou jednotlivá svařovací pracoviště zvýrazněna na mapě společnosti.

Tab. č. 7 – Svařovací zařízení na ručních svařovacích pracovištích

Svařovací zařízení	Rozsah proudu	Napájení
ESAB Aristotig 160	3-160 A	230 V, 1 – fázové
ESAB Aristotig 200	3-200 A	400 V, 3 – fázové
ESAB Aristotig 200 LTN s OFC	3-200 A	400 V, 3 – fázové
ESAB Aristotig 255	3-250 A	400 V, 3 – fázové
ESAB CADDY TIG 2200i AC/DC	3-220 A	230 V, 1 – fázové
ESAB DTE 225AC	5-250 A	400 V, 3 – fázové
ESAB CADDY TIG 1500i	3-150 A	230 V, 1 – fázové
Fronius Transtig 2200	3-220 A	230 V, 1 – fázové
Fronius Magic Wave 2600	3-260 A	400 V, 3 – fázové
Fronius Magic Wave 1700	3-170 A	230 V, 1 – fázové
Miller Maxstar 300DX	5-300 A	400 V, 3 – fázové
		230 V, 1 – fázové
Miller Dynasty 300 DX	5-300 A	400 V, 3 – fázové
Miller Syncrowave 300	5-300 A	400 V, 3 – fázové



Obr. č. 18 - Poloautomatizovaná svařovací pracoviště TIG (141)



*Obr. č. 19 - Poloautomatizované svařovací pracoviště TIG (141) pro podélné svary*



*Obr. č. 20 – Svařování v ochranné atmosféře a svařovací zařízení*

**Svařování elektronovým paprskem (511)** – Svařování elektronovým paprskem využívá k ohřevu materiálu tepla získaného přeměnou kinetické energie rychle letících elektronů na energii tepelnou, při dopadu elektronů na povrch svařovaného materiálu. Celý proces svařování elektronovým paprskem probíhá ve vakuu, z důvodu zabezpečení volného pohybu elektronů a zajištění ochrany svaru před oxidací.

Svařování elektronovým paprskem (511) s sebou nese řadu výhod a nevýhod. Jedná se o technologii, která je schopna vytvářet svary o vysoké kvalitě na kterou je ve společnosti kladen velký důraz. Dalšími výhodami z technologického hlediska jsou např. velmi malá tepelně ovlivněná oblast, s níž souvisí i menší napětí a deformace svaru



ve srovnání s konvenčními technologiemi. Dále technologie umožňuje svařovat obtížně svařitelné kovy, které společnost Honeywell Aerospace Olomouc s.r.o. používá. Další z mnoha výhod je možnost fokusace paprsku a regulace průvaru. Svařování elektronovým paprskem sebou nese i nevýhody v podobě ekonomické náročnosti procesu naproti běžně využívaným metodám svařování. Z hlediska bezpečnosti při svařování vzniká rentgenové záření, před kterým je nutno obsluhu chránit. Ochranu obsluhy před škodlivými účinky záření zajišťuje svařovací komora.

Na následujících obrázcích je možné vidět zařízení pro svařování elektronovým paprskem umístěná ve společnosti Honeywell. Jde o svařovací stroje od výrobců elektronových paprsků Sciaky a PTR.



*Obr. č. 21 – Elektronový paprsek Sciaky a PTR [38]*

**Odporové svařování bodové a švové (212, 221)** – Některé spoje na dílcích vyráběných do leteckých motorů je nutné svařovat odporově. Při odporovém svařování se díly spojují sevřením materiálu dvěma elektrodami a následným průchodem proudu o dostatečné intenzitě, který prochází materiálem při jeho současném ohřevu a tavení. Pro vytvoření kvalitního spoje je potřeba kombinací minimálně tří základních veličin, a to svařovacího času, proudu a tlaku. Svařovací čas má vliv na velikost svarové čočky, proud na růst svarové čočky a tlak způsobuje tvar svarové čočky.

Odporové svařování využívá dvou mechanismů. Použití svařovacích kontaktů (bodové svařování 212) a použití svařovacích kladek (švové svařování 221). Obě technologie jsou technicky stejné procesy s tím rozdílem, že bodový svar se využívá pro jednotlivé body a krátké překryté svary. Švový svar je řada překrývajících se bodů.

Z hlediska bezpečnosti práce zde nedochází ke vzniku UV záření, které má vliv na zdravotní stav obsluhy tak jako u svařování netavící se wolframovou elektrodou (141).

Na následujících obrázcích jsou zobrazeny odporové svařovací stroje jak pro svařování bodové tak i švové používané ve společnosti Honeywell.



*Obr. č. 22 - Svařovací stroje pro bodové svařování*



*Obr. č. 23 - Svařovací stroj pro švové svařování*

### 2.3. Kategorizace pracovišť

Kategorizací prací se zabývá zákon 258/2000 Sb. konkrétně paragraf §37. V závislosti na výskytu faktorů, které jsou schopny ovlivnit zdraví zaměstnanců, a jejich rizikovosti pro zdraví se práce rozděluje do čtyř kategorií. Stanovením podmínek pro zařazení prací do kategorií a limitními hodnotami biologických expozičních testů se zabývá předpis č. 432/2003 Sb.. Dle předpisů a rizikovosti rozeznáváme čtyři kategorie: [39]

**Kategorie první** – jde o práce, při nichž dle současného poznání není pravděpodobný nepříznivý vliv na zdraví.

**Kategorie druhá** – práce kategorie druhé jsou práce, při nichž lze podle současné úrovně poznání očekávat jejich nepříznivý vliv na zdraví zcela výjimečně a to zejména u vnímavých jedinců. Jsou to práce, u nichž nedochází k překračování hygienických limitů faktorů stanovených předpisy.

**Kategorie třetí** – Práce zařazené do třetí kategorie jsou práce, u nichž jsou překračovány hygienické limity faktorů a práce svojí povahou naplňuje další kritéria po zařazení do třetí kategorie. Jestliže expozice osob, které danou práci vykonávají, není spolehlivě snížena technickými opatřeními pod úroveň povolených limitů, je nutné, aby pracovníci využívali osobní ochranné pracovní prostředky. Jde tedy o kategorii prací, u níž lze předpokládat dle současného stavu poznání statisticky zvýšenou pravděpodobnost vzniku nemoci z povolání.

**Kategorie čtvrtá** – U prací spadajících do čtvrté kategorie je vysoké riziko ohrožení zdraví, které nelze zcela vyloučit ani při používání dostupných a použitelných ochranných opatřeních.

Jestliže jde o práci spojenou s expozicí několika rizikových faktorů, stanoví se kategorie práce podle nejméně příznivě hodnoceného faktoru. Jestliže se výsledky rizikových faktorů pohybují v nejistotě měření na hranici mezi kategorií dvě a tři, práce je zařazena do kategorie 2R. Jde o druhou kategorii s přívlastkem riziková. O zařazení

prací do třetí nebo čtvrté kategorie rozhoduje příslušný orgán ochrany veřejného zdraví.[39]

Do třetí kategorie se zařazuje práce, při níž se používá zařízení, které je zdrojem neionizujícího záření a které přesahuje nejvyšší přípustné hodnoty stanovené právním předpisem upravujícím ochranu zdraví před neionizujícím zářením č. 291/2015 Sb.

Pracovně lékařskými prohlídkami se zabývá právní předpis č. 79/2013 Sb. Pracovně lékařské prohlídky jsou závislé především na rizikosti práce a také na věku zaměstnaných osob. Jednotlivá intervaly pracovně lékařských prohlídek jsem shrnul do tabulky č.8

*Tab. č. 8 - Periodické lékařské prohlídky [38]*

<b>Riziková kategorie práce</b>	<b>Perioda prohlídek v letech</b>	
	Do 50 let věku pracovníka	Nad 50 let věku pracovníka
<b>Kategorie 1</b>	6	4
<b>Kategorie 2</b>	5	3
<b>Kategorie 2R</b>	2	2
<b>Kategorie 3</b>	2	2
<b>Kategorie 4</b>	1	1

#### **2.4. Současná kategorizace pracovišť**

V příloze č. 2 jsou v tabulce zpracovány jednotlivé pracovní pozice pro oblast svařování TIG a elektronovým paprskem. Z tabulky je možné vyčíst, že rizikový faktor, který práci řadí do třetí kategorie je UV záření. U svařování metodou TIG bude potřeba zjistit intenzitu a dobu expozice UV záření a následně bude možné vyhodnotit míru rizikivosti pracoviště. Přípustné hodnoty expozice záření jsou uvedeny v příloze 1. Rekategorizaci pracovišť však bude muset provést příslušný státní orgán na základě poskytnutých údajů.

Již v současné době lze říci, že při svařování elektronovým paprskem nedochází k působení UV záření na zdravotní stav obsluhy. Ochrana před zářením z technického hlediska zabezpečuje svařovací komora, ve které je předmět umístěn. Proto by mělo dojít

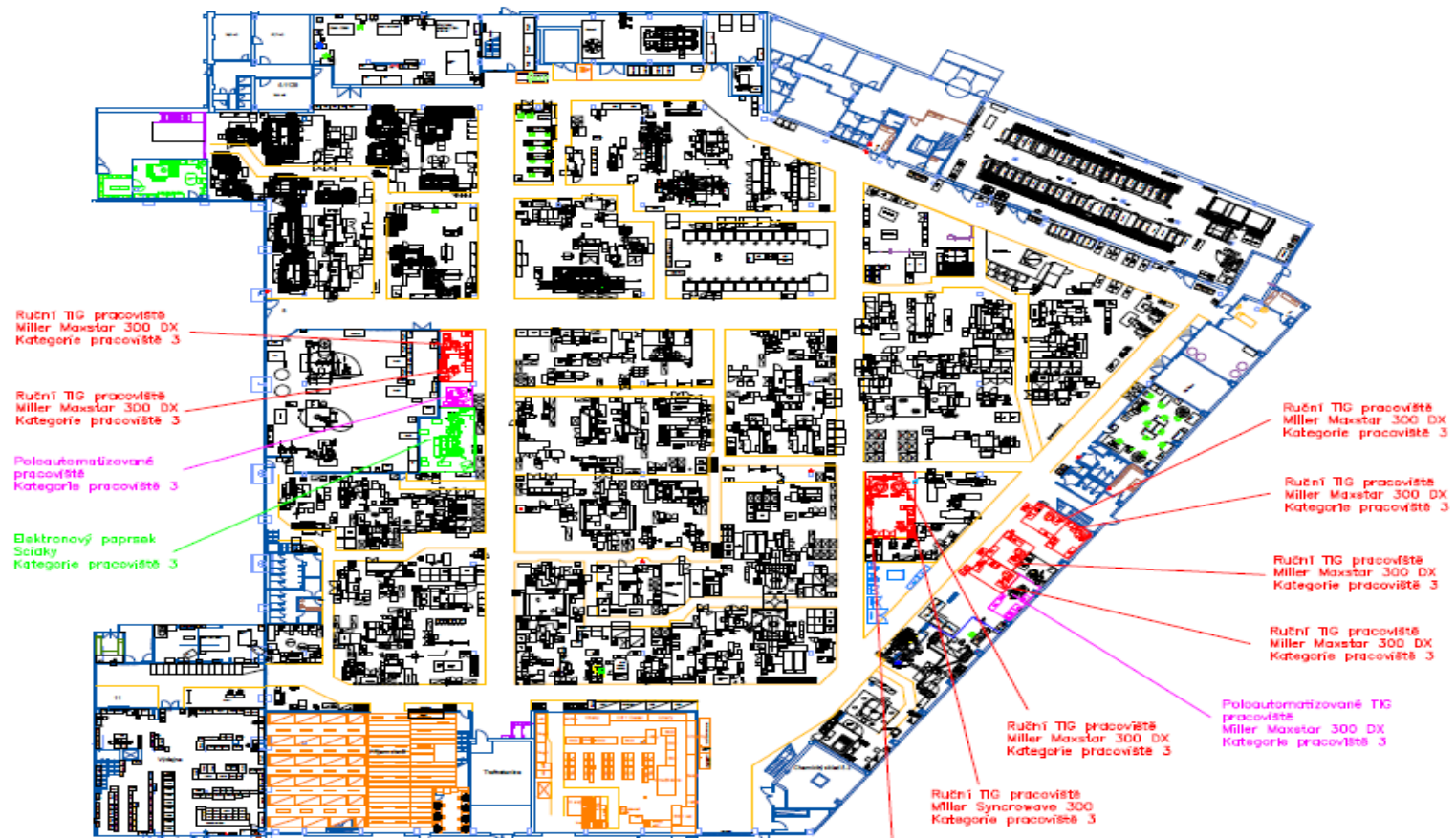
ke snížení kategorie pracoviště. Tuto změnu bude ovšem nutné podložit důkazy měření intenzity UV záření.

Jestliže má dojít k nové kategorizaci svařovacích pracovišť, musí zaměstnavatel podat žádost o zařazení práce do kategorie a v ní musí být následující náležitosti, které jsou uvedeny v zákoně 258/2000 Sb. § 37:

- a) označení práce
- b) název a umístění pracoviště, kde je práce vykonávána
- c) výsledky expozice fyzických osob vykonávající danou práci jednotlivým rozhodujícím faktorům pracovních podmínek v charakteristické směně včetně doby trvání této expozice
- d) délku směny; u vícesměnného provozu režim střídání směn
- e) návrh kategorie, do které má být práce zařazena
- f) počet zaměstnanců vykonávajících danou práci, z toho počet žen
- g) opatření přijatá k ochraně zdraví zaměstnanců vykonávajících danou práci, k žádosti je nutné připojit protokoly o měření nebo vyšetření faktorů pracovních podmínek dle zákona 258/2000 Sb. § 38.

## **2.5. Rozložení TIG svařovacích pracovišť a jejich kategorie**

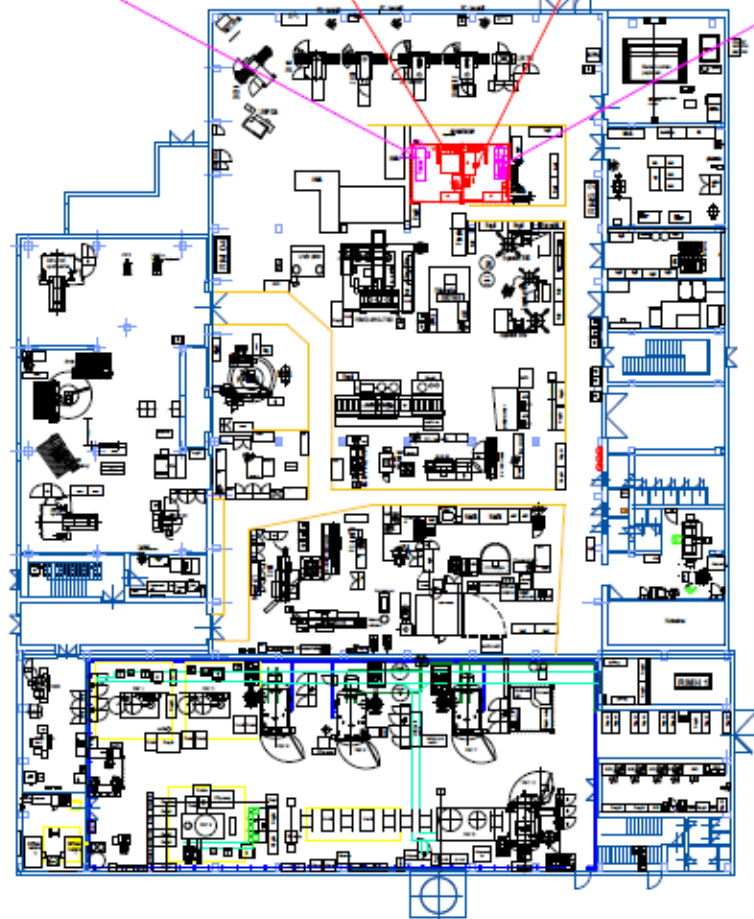
Na následujících obrázcích je znázorněno rozložení TIG (141) svařovacích pracovišť ve výrobním závodu Honeywell doplněné o pracoviště svařování elektronovým paprskem. Celá společnost se dělí na tři hlavní části. Na Halu 1 (obr. č. 24), Halu 2 (obr. č. 25) a Lisovnu (obr. č. 26). Na hale 2 je umístěno oddělení generálních oprav R&O jehož výrobní charakter se odlišuje od běžné výroby. Na oddělení R&O jsou umístěna čtyři svařovací pracoviště.



Obr. č. 24 – Hala 1



Poloautomatizované TIG pracoviště Fronius Kategorie pracoviště 3  
Ruční TIG pracoviště Fronius TransTig 2200 Kategorie pracoviště 3  
Ruční TIG pracoviště ESAB Caddy tig 1500i Kategorie pracoviště 3  
Poloautomatizované TIG pracoviště Jetline Kategorie pracoviště 3



Obr. č. 26 – Lisovna



### 3. Provedení záznamů parametrů svařování

Pro provedení návrhu kategorizace pracovišť je nutné zjistit hodnoty svařovacího proudu, kterým se dílce svařují na jednotlivých výrobních amébách. Améby se dělí dle konstrukčně podobných dílců (vytváří tzv. rodiny dílců). Dílce patřící do jedné rodiny jsou si podobné především technologickým postupem výroby. Jak již bylo zjištěno, svařovací proud, má přímý vliv na intenzitu UV záření. Návrh kategorizace bude rozdělen na poloautomatizovaná svařovací pracoviště a na ruční svařovací pracoviště.

Svařovací proud na poloautomatizovaných pracovištích bude zjištěn z nastavených svařovacích programů. Je zajištěno, že při svařování stejného dílce různými svářeči bude vždy použit stejný svařovací program a taktéž i stejný svařovací proud.

Hodnoty svařovacího proudu pro jednotlivé výrobní améby a jejich ruční svařovací pracoviště bude nutno zjistit pozorováním. V technologických postupech jsou uvedeny doporučené hodnoty svařovacího proudu. Velikost svařovacího proudu je závislá na schopnostech svářeče. Jestliže je svářeč zručný je schopen svařovat rychleji a také používá vyšší hodnoty svařovacího proudu. Cílem je provést pozorování a záznam svařovacích proudů a během pozorování postihnout maximální a minimální proudy, se kterými pracovník pracuje a z nich stanovit průměrnou hodnotu. V první fázi byl vytvořen záznamník pro zapisování hodnot svařovacího proudu pro konkrétní dílec. Následně bylo provedeno pozorování. Obchůzky pracovišť byly prováděny v pravidelných intervalech.

Je také nutné provedení měření intenzity UV záření. Tohle měření však může provést pouze akreditovaný ústav. Jde především o relevantnost naměřených údajů. Skutečnou kategorizaci pracovišť provede Krajská hygienická stanice na základě poskytnutých údajů svařování a aktuálního měření intenzity UV záření.

Dalším požadavkem včetně hodnot proudu a intenzity záření, jenž musí být zjištěn, je doba hoření elektrického oblouku. Jde o dobu, kdy hoří elektrický oblouk a dochází ke vzniku UV záření a také k negativnímu působení UV záření na pracovníka.

U dílců vyráběných na poloautomatizovaných svařovacích zařízeních je snadné zjistit čas svařování neboli čas, po který hoří elektrický oblouk. V programu, který je

použit pro vytvoření svaru je také kromě velikosti proudu uvedena i rychlost svařování. Jestliže je známa rychlost svařování a délka svaru, není problém vypočítat čas svařování.

V operacích prováděných na ručních svařovacích pracovištích je zjištění času komplikovanější. Čas hoření oblouku při svařování stejného dílce u dvou různých pracovníků se jistě bude lišit. Jde o zručnost a šikovnost svářeče s jakou rychlostí dokáže svařovat. Rychlost ručního svařování byla stanovena především na základě technologů  $3 \text{ cm}\cdot\text{min}^{-1}$ . Pro ověření bylo provedeno několik zkušebních měření doby hoření oblouku na předem známé délce svaru z těchto veličin byla vypočtena rychlost svařování. Rychlost svařování se pohybuje v rozmezí  $3 - 5 \text{ cm}\cdot\text{min}^{-1}$ . Pro výsledný výpočet bude použita hodnota  $3 \text{ cm}\cdot\text{min}^{-1}$ . Jde především o bezpečnost pracovníků a z tohoto důvodu bude použita pro výpočet nižší rychlost svařování. Dalším důvodem využití nižší rychlosti svařování je neznevýhodnění svářečů, kteří svařují pomaleji.

### **3.1. Čas hoření oblouku pro poloautoatizovaná svařovací pracoviště**

V příloze č. 3 jsou shrnuty všechny potřebné údaje pro zjištění času hoření elektrického oblouku. Je zde uvedeno označení dílce, název poloautomatizovaného svařovacího pracoviště, výrobní améba, délka svaru na součásti, svařovací a stehovací proud a rychlost svařování. Na základě uvedených parametrů je možné vypočítat čas hoření oblouku, který se skládá ze dvou časů. Z času svařování a času stehování. Čas hoření elektrického oblouku při stehování se pohybuje v řádech sekund. V celkovém ročním objemu výroby dílců jde také o časově významnou položku. Je tedy nutné v úvahu brát obě složky času.

V následujících obrázcích a tabulkách budou shrnuty nejpodstatnější údaje pro provedení kategorizace poloautomatizovaných pracovišť na výrobních amébách 1750, 1770, 1790, 1840, 1930, 1940 a 2000. Na výrobní amébě 1790 jsou umístěny dva svařovací poloautomaty Fronius a Jetline pro podélné svary.

Pro výpočet výběrových průměrných proudů je třeba zjistit počty jednotlivých vyrobených dílců. Počet vyrobených dílců je uvažován za období jednoho roku mezi

daty. V tabulce č. 9 jsou uvedeny počty vyrobených dílců na daném poloautomatizovaném pracovišti v období jednoho roku.

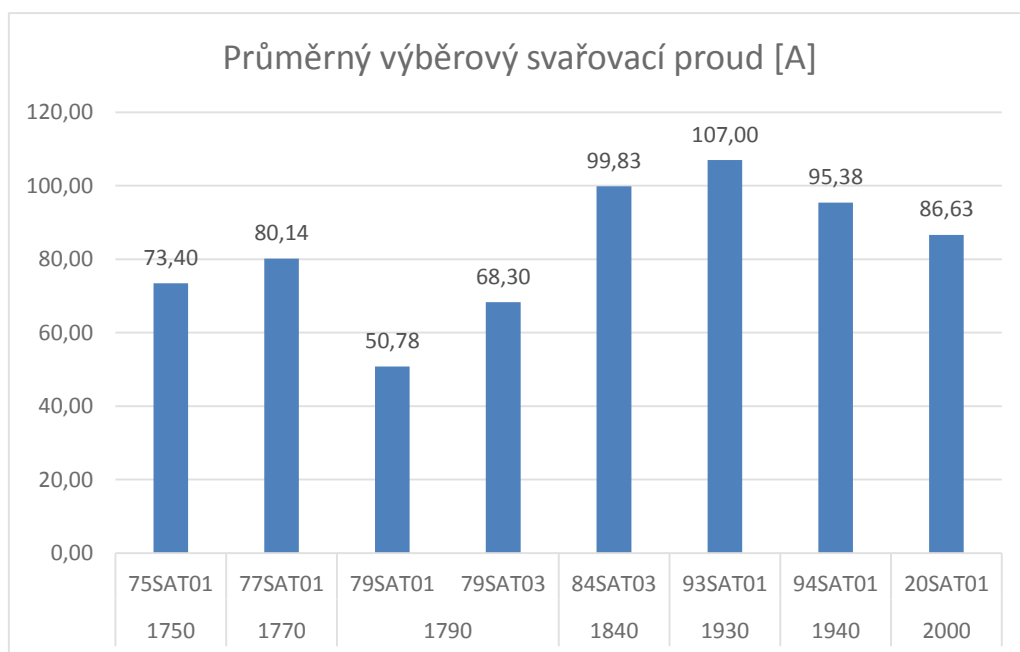
*Tab. č. 9 - Počty vyrobených dílců na daném pracovišti*

<b>Améba</b>	<b>Pracoviště</b>	<b>Počet vyrobených dílců za rok</b>
2000	20SAT01	4048
1750	75SAT01	2802
1770	77SAT01	6874
1790	79SAT01	3848
1790	79SAT03	10457
1840	84SAT03	6807
1930	93SAT01	2904
1940	94SAT01	1237

Na obrázku č. 27 a v tabulce č. 10 jsou uvedeny velikosti výběrových hodnot proudů pro dané pracoviště. Lze pozorovat odchylku mezi jednotlivými pracovišti, což je dáno jejich výrobním programem a dílci, které se na těchto pracovištích svařují.

Tab. č. 10 - Výběrové svařovací proudy na poloautomatizovaných pracovištích

Améba	Pracoviště	Výběrový průměrný svařovací proud [A]
1750	75SAT01	73,40
1770	77SAT01	80,14
1790	79SAT01	50,78
1790	79SAT03	68,30
1840	84SAT03	99,83
1930	93SAT01	107,00
1940	94SAT01	95,38
2000	20SAT01	86,63

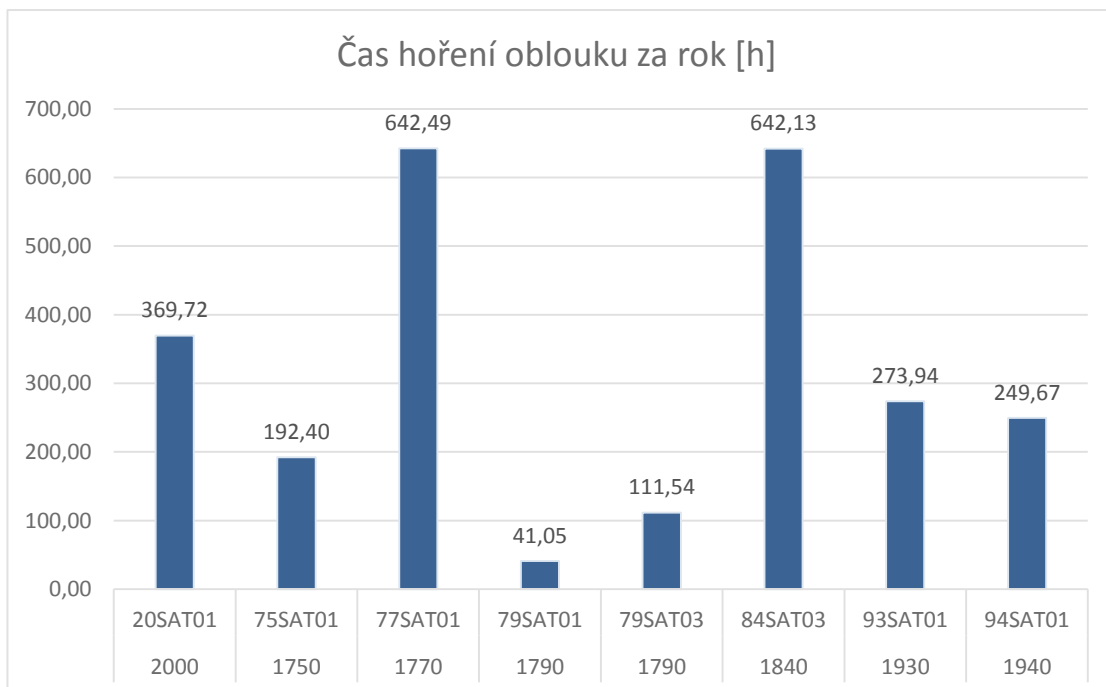


Obr. č. 27 - Výběrový průměr svařovacích proudů pro svařovací pracoviště

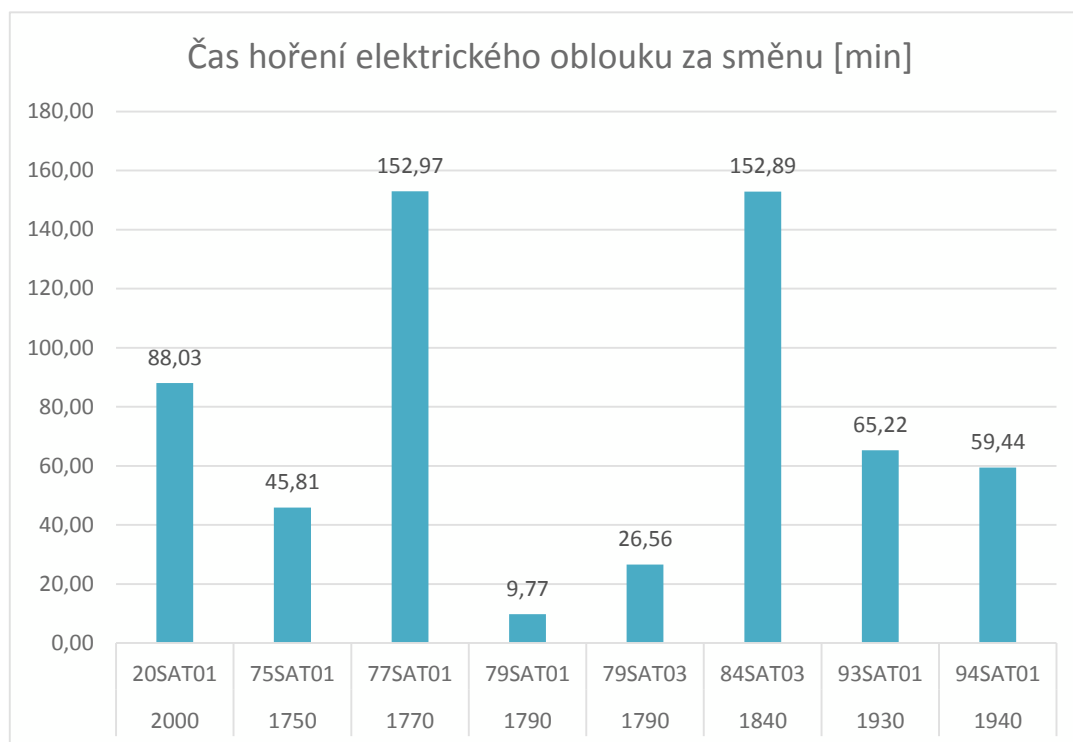
V tabulce č. 11 jsou uvedeny hodnoty času hoření oblouku na jednotlivých pracovištích. Je zde uveden čas hoření oblouku v období 14.8.2014 – 14.8.2015 kdy byl počet pracovních dní v tomto období 252. Pro výpočet času hoření oblouku na směnu je brán v úvahu jednosměnný provoz těchto pracovišť.

Tab. č. 11 - Čas hoření oblouku

Améba	Pracoviště	Čas hoření oblouku za rok [h]	Čas hoření oblouku za směnu [h]	Čas hoření oblouku za směnu [min]
2000	20SAT01	369,72	1,47	88,03
1750	75SAT01	192,40	0,76	45,81
1770	77SAT01	642,49	2,55	152,97
1790	79SAT01	41,05	0,16	9,77
1790	79SAT03	111,54	0,44	26,56
1840	84SAT03	642,13	2,55	152,89
1930	93SAT01	273,94	1,09	65,22
1940	94SAT01	249,67	0,99	59,44



Obr. č. 28 - Časy hoření oblouku za rok v hodinách



*Obr. č. 29 - Čas hoření elektrického oblouku za jednu pracovní směnu v min*

### **3.2. Čas hoření oblouku pro ruční svařovací pracoviště**

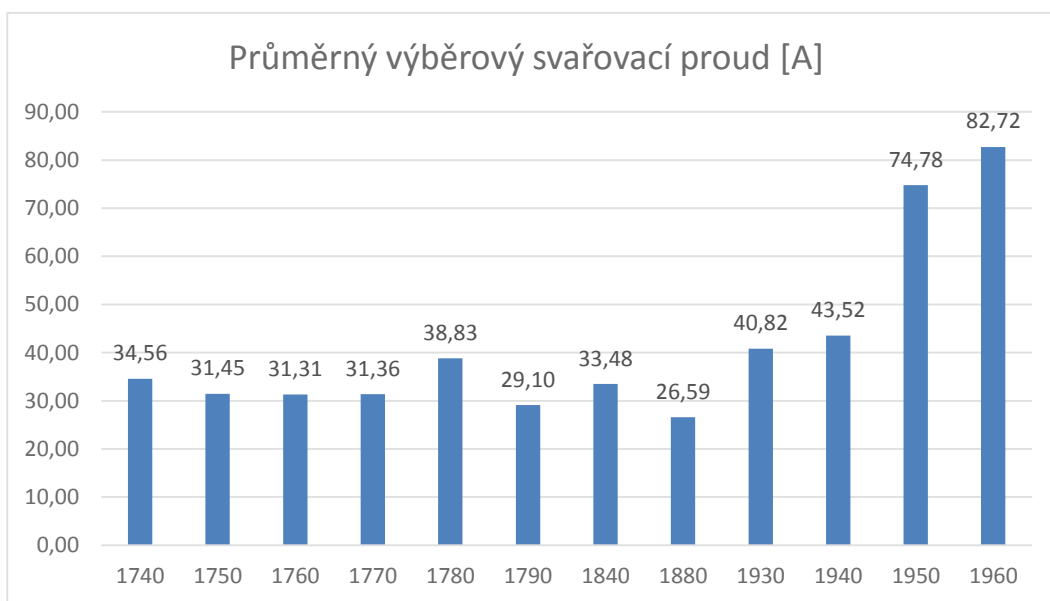
U ručního svařování byl čas hoření oblouku stanoven výpočtem. Bylo stanoveno, že se čas vypočte nejméně pro 50% nejčastěji vyráběných dílců. Jde o dílce, které se na svařovacích pracovištích vyskytují nejčastěji a jejich objem ve výrobě je největší. Čas pro všechny vyráběné dílce se dopočítá v poměru k 50% nejčastěji vyráběných dílců. Nejdříve byl vytvořen záznamník pro zapisování hodnot proudů pro konkrétní dílec. Příklady zapisovaných hodnot proudů jsou v přílohách č. 4, 5, 6 a 7. Pozorované hodnoty pro nejčastěji vyráběné dílce jsou zpracovány v příloze č. 8.

Získání hodnot svařovacího proudu pro ruční svařovací pracoviště je poměrně obtížnější, proti zjištění svařovacího proudu u svařovacích poloautomatů. Bylo stanoveno, že zaznamenávání hodnot svařovacího proudu proběhne odečítáním po dobu jednoho měsíce.

Pracoviště se svařovacími poloautomaty se na dané amébě vyskytuje pouze jedno, a proto počty vyrobených dílců na ručních svařovacích pracovištích budou uvedeny pro celou výrobní amébu, na které se může vyskytovat i více ručních svařovacích pracovišť.

Tab. č. 12 - Počty vyrobených dílců na ručních svařovacích pracovištích

Améba	Počet pracovišť	Směnnost	Počet vyrobených dílců na pracovištích za rok
1740	1	1	2 266
1750	1	1	4 209
1760	2	1	5 295
1770	3	2	13 809
1780	2	2	13 664
1790	2	2	23 685
1840	3	2	16 160
1880	2	2	14 631
1930	3	2	3 518
1940	2	1	2 643
1950	3	1	1 176
1960	1	2	1 723



Obr. č. 30 - Výběrový průměr svařovacích proudů pro svařovací pracoviště

Tab. č. 13 - Počty vyrobených dílců na ručních svařovacích pracovištích

Améba	Výběrový průměr hodnot proudů (A)	Améba	Výběrový průměr hodnot proudů (A)
1740	34,56	1840	33,48
1750	31,45	1880	26,59
1760	31,31	1930	40,82
1770	31,36	1940	43,55
1780	35,83	1950	74,78
1790	29,10	1960	82,72
1840	33,48		

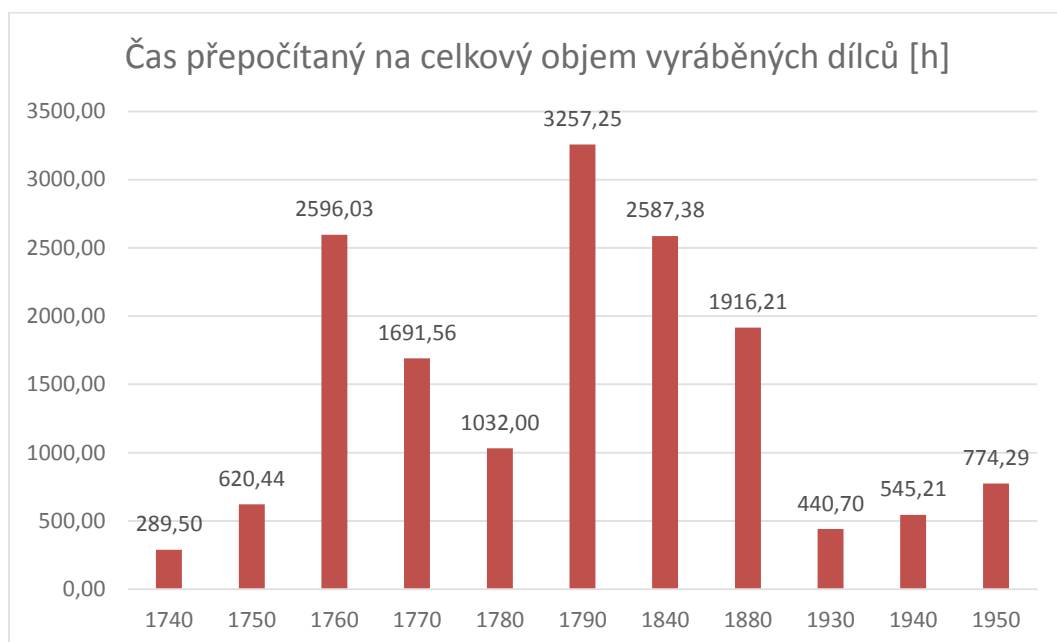
Tab. č. 14 - Doba hoření elektrického oblouku pro ruční svařovací pracoviště

Améba	Čas hoření oblouku pro 50% nejčastěji vyráběných dílců [h]	Čas přepočítaný na celkový objem vyráběných dílců [h]	Doba hoření elektrického oblouku na amébě [h]	Doba hoření elektrického oblouku připadající na jedno pracoviště [h]	Doba hoření elektrického oblouku připadající na jednu směnu [h]
1740	179,65	217,93	0,86	0,86	0,86
1750	196,24	289,50	1,14	1,14	1,14
1760	448,86	620,44	2,46	1,23	1,23
1770	1408,84	2596,03	10,30	3,43	1,71
1780	1349,64	1691,56	6,71	3,56	1,68
1790	358,07	1032,00	4,09	2,04	1,02
1840	1769,52	3257,25	12,92	4,30	2,15
1880	1469,74	2587,38	10,26	5,13	2,56
1930	1216,83	1916,21	7,60	2,53	1,26
1940	303,80	440,70	1,75	0,87	0,87
1950	361,15	545,21	2,16	1,08	1,08
1960	562,18	774,29	3,07	3,07	1,53

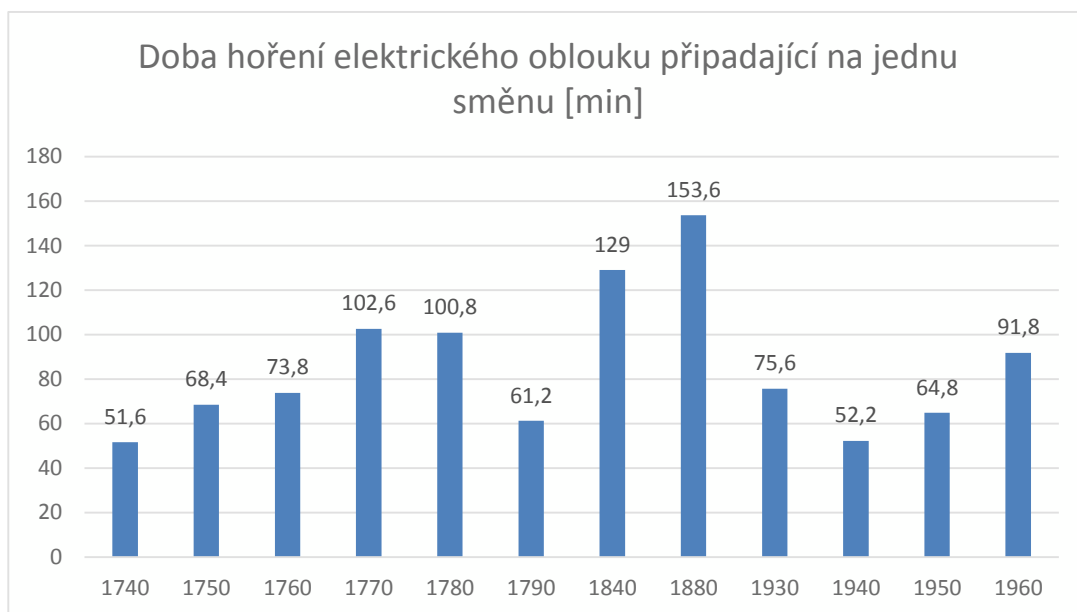
V tabulce č. 14 jsou konečné vypočtené časy hoření elektrického oblouku pro jednotlivé výrobní améby. Na obr. č. 31 jsou pro větší přehlednost znázorněny vypočtené časy pro celkový objem vyráběných dílců a na obr. č. 32 jsou znázorněny časy připadající



na jednu osmihodinovou směnu. Doba hoření elektrického oblouku připadající na jednu směnu v tabulce č. 14 je uvedena v hodinách a na obrázku č. 32 jsou hodnoty pro lepší názornost uvedeny v minutách.



Obr. č. 31 - Čas přepočítaný na celkový objem vyráběných dílců [h]



Obr. č. 32 - Doba hoření elektrického oblouku připadající na jednu směnu

Rozdíly v časech připadajících na jednu směnu jsou dány především výrobním programem jednotlivých améb.

### 3.3. Měření intenzity UV záření

Měření intenzity UV záření bylo provedeno akreditovaným ústavem, který se měřením intenzity UV záření zabývá. Měření prováděl zdravotní ústav se sídlem v Ostravě – zkušební laboratoř č. 1393 akreditovaná ČIA podle ČSN EN ISO/IEC 17025. Pro návrh kategorizace svařovacích pracovišť je měření dostačující a může být pro informaci použito.

Postup měření parametrů ultrafialového záření vychází především z nařízení vlády č. 1/2008 Sb. a dále z norem ČSN EN 14255-1 a ČSM EM 12198-2.

Zařízení použité pro měření intenzity UV záření bylo Sola-Scope 2000 se sondou Sola-Sensoz 2000. Sledovanou veličinou byla spektrální hustota zářivého toku na zvolený interval vlnové délky  $E_\lambda$  [ $\text{W}\cdot\text{cm}^{-2}\cdot\text{nm}^{-1}$ ]. Frekvenční rozsah měřicího zařízení pro elektromagnetické záření je od 230 nm do 470 nm.

Měření intenzity UV záření bylo prováděno při obvyklé poloze obsluhujících pracovníků tedy v rovině jejich očí a rukou. Čidlo měřicího zařízení bylo umístěno ve vzdálenosti 0,3 m od zdroje záření. Svařování bylo prováděno se standardním příkonem zdrojů.

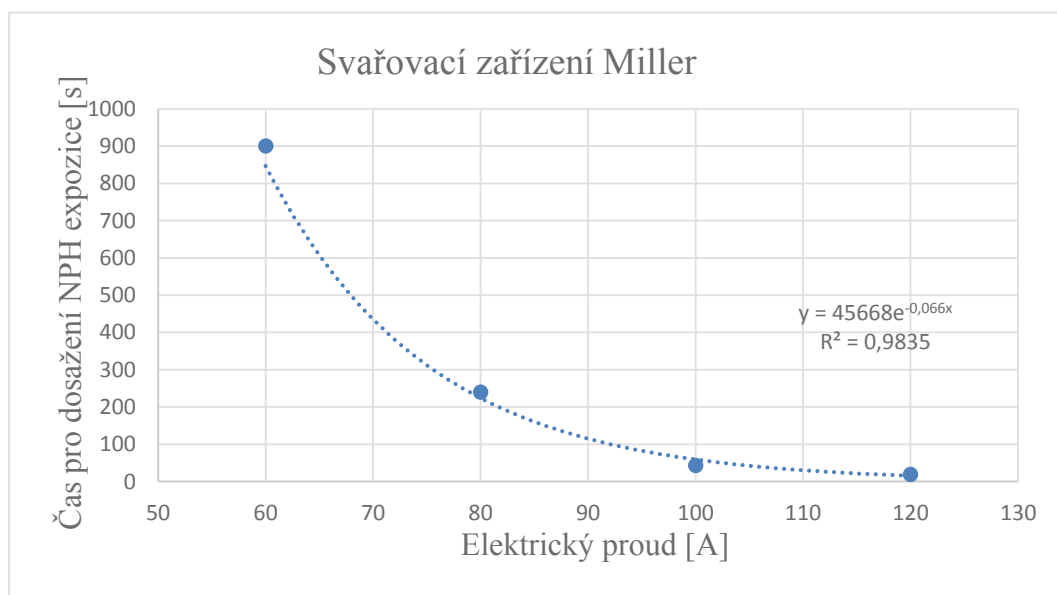
Měření probíhalo v hale a jde tedy o vnitřní prostory, při teplotě vzduchu 21°C a relativní vlhkosti vzduchu 39 %.

V následujících tabulkách jsou vypočteny časy nejvyšší přípustné expozice pro UV-A a celé spektrum UV záření v závislosti na velikosti svařovacího proudu a na svařovacím zařízení. Všechna svařovací zařízení jsou rozdělena do několika kategorií. Nejvyšší přípustná hodnota expozice v rozsahu celého spektra UV (180 – 400 nm) pro dobu expozice 8 hod je  $30 \text{ J}\cdot\text{m}^{-2}$ . Nejvyšší přípustná hodnota expozice v rozsahu UV-A (315 – 400 nm) pro dobu expozice 8 hod je  $10^4 \text{ J}\cdot\text{m}^{-2}$ .

## Měření intenzity UV záření pro svařovací zařízení Miller

Tab. č. 15 - Měření intenzity záření pro svařovací zařízení Miller

Měření: Svařovací zařízení Miller	Hustota zářivého toku [W·m <sup>-2</sup> ]		Časy pro dosažení NPH expozice	
	E <sub>UV-A</sub>	E <sub>eff</sub>	Pro UV-A	Pro celé UV
	315 - 400 nm	230 - 400 nm		
20 A	p.m.c. *	p.m.c. *	Více než celou směnu (8 h)	Více než celou směnu (8 h)
40 A	p.m.c. *	p.m.c. *	Více než celou směnu (8 h)	Více než celou směnu (8 h)
60 A	0,8	0,031	230 min	900 s
80 A	1,6	0,123	104 min	240 s
100 A	2,8	0,697	59 min	43 s
120 A	4,7	1,54	35 min	19 s

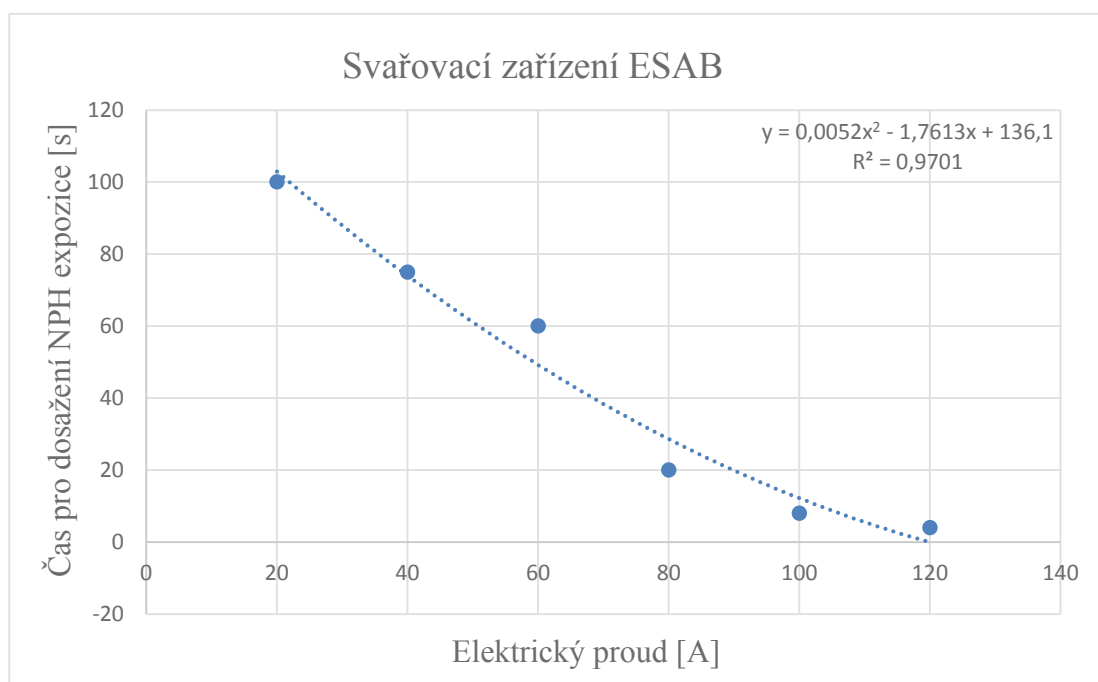


Obr. č. 33 - Měření intenzity záření pro svařovací zařízení Miller

## Měření intenzity UV záření pro svařovací zařízení ESAB

Tab. č. 16 - Měření intenzity záření pro svařovací zařízení ESAB

Měření: Svařovací zařízení ESAB	Hustota zářivého toku [W·m <sup>-2</sup> ]		Časy pro dosažení NPH expozice	
	E <sub>UV-A</sub>	E <sub>eff</sub>	Pro UV-A	Pro celé UV
	315 - 400 nm	230 - 400 nm		
20 A	1,8	0,3	92 min	100 s
40 A	2,9	0,4	57 min	75 s
60 A	3,6	0,5	46 min	60 s
80 A	6,7	1,5	25 min	20 s
100 A	11,9	3,6	14 min	8 s
120 A	20	7,2	8 min	4 s

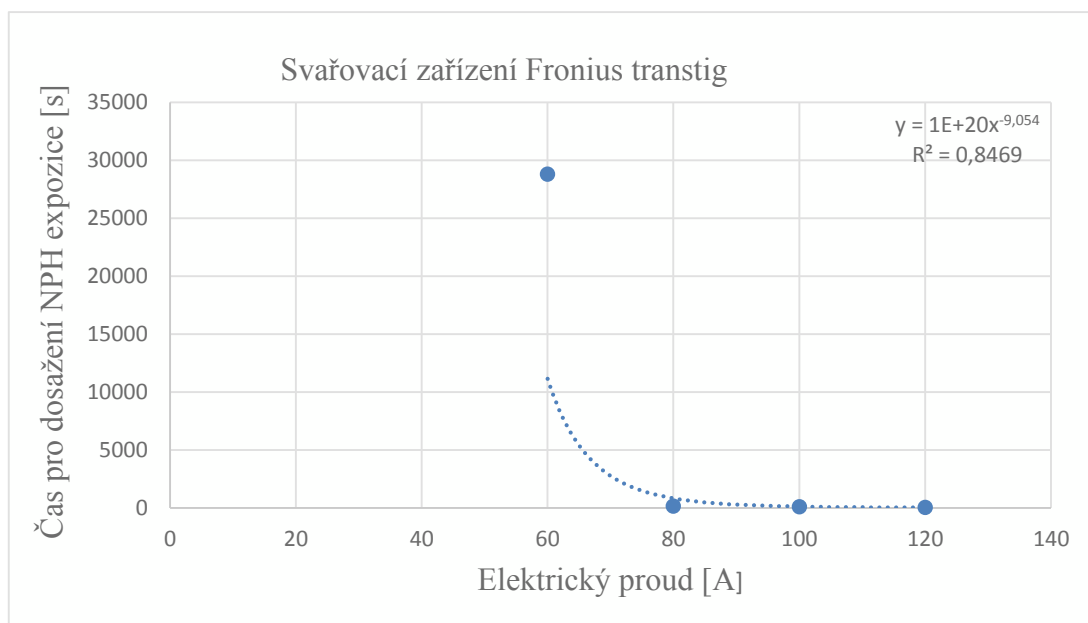


Obr. č. 34 - Měření intenzity záření pro svařovací zařízení ESAB

## Měření intenzity UV záření pro svařovací zařízení Fronius

Tab. č. 17 - Měření intenzity záření pro svařovací zařízení Fronius

Měření: Svařovací zařízení Fronius	Hustota zářivého toku [W·m <sup>-2</sup> ]		Časy pro dosažení NPH expozice	
	E <sub>UV-A</sub>	E <sub>eff</sub>	Pro UV-A	Pro celé UV
	315 - 400 nm	230 - 400 nm		
20 A	p.m.c. *	p.m.c. *	Více než celou směnu (8 h)	Více než celou směnu (8 h)
40 A	p.m.c. *	p.m.c. *	Více než celou směnu (8 h)	Více než celou směnu (8 h)
60 A	0,3	0,00003	9,6 h	Více než celou směnu (8 h)
80 A	3,5	0,181	56 min	165 s
100 A	4,1	0,285	48min	105 s
120 A	4,2	0,713	51 min	42 s

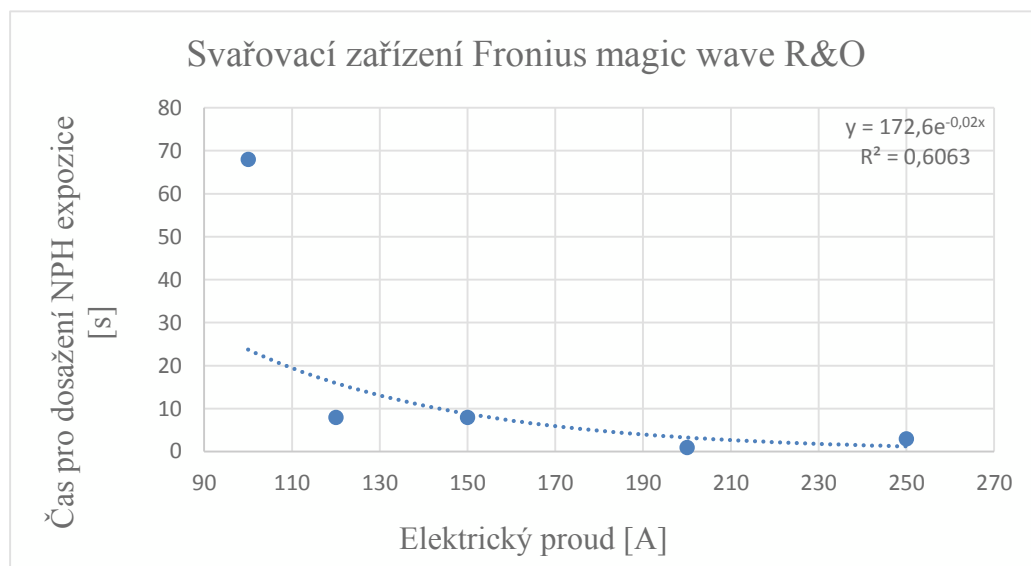


Obr. č. 35 - Měření intenzity záření pro svařovací zařízení Fronius

## Měření intenzity UV záření pro svařovací zařízení Fronius při svařování Al

Tab. č. 18 - Měření intenzity záření pro svařovací zařízení Fronius při svařování Al

Měření: Svařovací zařízení Fronius svařování Al R&O	Hustota zářivého toku [W·m <sup>-2</sup> ]		Časy pro dosažení NPH expozice	
	E <sub>UV-A</sub>	E <sub>eff</sub>	Pro UV-A	Pro celé UV
	315 - 400 nm	230 - 400 nm		
100 A	5,0	0,441	41 min	68 s
120 A	21,1	3,75	12 min	8 s
150 A	17,6	3,57	15 min	8 s
200 A	87,1	18	3 min	1 s
250 A	46,0	9,03	6 min	3 s



Obr. č. 36 - Měření intenzity záření pro svařovací zařízení Fronius při svařování Al

Při svařování dílců ze slitin hliníku se využívají vyšší svařovací proudy než je tomu u ostatních materiálů, které se ve společnosti Honeywell svařují. Z tabulky č. 18 lze vyčíst, že se hodnoty pro dosažení NPH se pohybují v řádech sekund. Podrobné vyhodnocení svařovacích pracovišť na generálních opravách bude v kapitole 4.4. .

## Měření intenzity UV záření při svařování elektronovým paprskem.

Tab. č. 19 - Měření intenzity záření pro svařovací elektronovým paprskem

Měření: Elektronový paprsek	Hustota zářivého toku [W·m <sup>-2</sup> ]		Časy pro dosažení NPH expozice	
	E <sub>UV-A</sub>	E <sub>eff</sub>	Pro UV-A	Pro celé UV
	p.m.c. *	p.m.c. *	Více než celou směnu 8 (h)	Více než celou směnu 8 (h)

\* p.c.m. – pod mezí citlivosti přístroje

Kombinovaná nejistota měření je  $\pm 15 \%$  hustoty zářivého toku. Kombinovaná nejistota je vyjádřena pro koeficient rozšíření  $k = 3$  na hladině pravděpodobnosti  $U = 99 \%$ .

## 4. Vyhodnocení naměřených výsledků

V následující kapitole budou zhodnoceny výsledky měření intenzity UV záření v závislosti na velikosti svařovacího proudu a také z hlediska doby hoření elektrického oblouku. Nejdříve bude proveden návrh kategorizace poloautomatizovaných svařovacích pracovišť a poté bude proveden návrh kategorizace pracovišť ručního obloukové svařování. Dále budou jednotlivá pracoviště a jejich kategorie zaznačena do mapy společnosti Honeywell Aerospace Olomouc s.r.o.

### 4.1. Kategorizace poloautomatizovaných svařovacích pracovišť

Nejdůležitějším výsledkem pro kategorizaci pracovišť je čas k dosažení NPH expozice pro celé UV spektrum záření při daném svařovacím proudu. Dalším důležitým parametrem je čas hoření elektrického oblouku připadající na jednu směnu uvedený v tab. č. 20.

Tab. č. 20 - Hodnoty pro kategorizaci pracovišť

Améba	Svařovací zařízení	Výběrový průměrný svařovací proud [A]	Čas pro dosažení NPH expozice pro celé UV		Čas hoření oblouku za směnu [min]
			[s]	[min]	
1750	Fronius	73,40	1282	21,37	45,81
1770	Miller	80,14	227	3,7	152,97
1790	Fronius	50,78	Více než celou směnu (8 h) *		9,77
1790	Miller	68,30	503	8,4	26,56
1840	Miller	99,83	65	1,08	152,89
1930	Miller	107,00	39	0,65	65,22
1940	Miller	95,38	84	1,4	59,44
2000	Fronius	86,63	275	4,58	88,03

\* NPH expozice UV záření nebude dosažena během jedné směny



Z výsledků měření lze konstatovat, že poloautomatizovaná pracoviště bylo možné zařadit do rizikových kategorií. Na výrobní amébě 1790 (svařovací zařízení Fronius) byly zjištěny hodnoty nejvyšší přípustné dávky UV záření, které spadají do rizikové kategorie 2. Na tomto pracovišti je třeba vzít v úvahu také ruční svařování. Kategorizace ručních svařovacích pracovišť je uvedena v následující kapitole 4.4. Při ručním svařování na tomto pracovišti byly zjištěny hodnoty nejvyšší přípustné dávky UV záření spadající do kategorie 2. Všechna ostatní poloautomatizovaná svařovací pracoviště, budou zařazeny do rizikové kategorie 3. Návrh kategorizace pracovišť je proveden v tabulce č. 21.

*Tab. č. 21 - Kategorizace pracovišť*

Améba	Svařovací zařízení	Riziková kategorie pracoviště	
		V současnosti	Navrhovaná
1750	Fronius	3	3
1770	Miller	3	3
1790	<b>Fronius</b>	<b>3</b>	<b>2</b>
1790	Jetline	3	3
1840	Jetline	3	3
1930	Miller	3	3
1940	Miller	3	3
2000	Jetline	3	3

## 4.2. Kategorizace ručních svařovacích pracovišť

Data pro kategorizaci ručních svařovacích pracovišť jsou uvedena v tabulce č. 22. U svařovacích zařízení ESAB Aristotig těchto svařovacích zařízení, i při poměrně malých svařovacích proudech, bylo změřeno velice rychlé dosažení nejvyšší přípustné dávky UV záření. Dosažení nejvyšší přípustné dávky UV záření se v tomto případě pohybuje v řádech sekund. Při zvážení délky hoření oblouku je zcela jasné, že tato pracoviště zůstanou v rizikové kategorii č. 3. Kategorie pracovišť na výrobních amébách je uvedena v tabulce č. 23.

Tab. č. 22 - Hodnoty pro kategorizaci pracovišť

Améba	Svařovací zařízení	Výběrový průměrný svařovací proud [A]	Čas pro dosažení NPH expozice pro celé UV		Čas hoření oblouku za směnu [min]
			[s]	[min]	
1740	ESAB	34,56	81	1,35	51,6
1750	ESAB	31,45	86	1,43	60,4
1760	ESAB	31,31	86	1,43	73,8
1770	ESAB	31,36	86	1,43	102,6
1780	ESAB	35,83	80	1,33	100,8
1790	ESAB	29,10	89	1,48	61,2
	Fronius	29,10	Více než celou směnu (8 h)		
1840	ESAB	33,48	83	1,38	123
1880	ESAB	26,59	92	1,53	153,6
1930	Miller	40,82	Více než celou směnu (8 h)		75,6
1940	Miller	43,55	Více než celou směnu (8 h)		52,2
1950	Miller	74,78	328	5,47	64,8
1960	Miller	82,72	194	1,48	91,8

Tab. č. 23 - Kategorizace pracovišť

Améba	Svařovací zařízení	Riziková kategorie pracoviště	
		V současnosti	Navrhovaná
1740	ESAB	3	3
1750	ESAB	3	3
1760	ESAB	3	3
1770	ESAB	3	3
1780	ESAB	3	3
1790	ESAB	3	3
	<b>Fronius</b>	<b>3</b>	<b>2</b>
1840	ESAB	3	3
1880	ESAB	3	3
1930	<b>Miller</b>	<b>3</b>	<b>2</b>
1940	<b>Miller</b>	<b>3</b>	<b>2</b>
1950	Miller	3	3
1960	Miller	3	3

Kategorii rizikové práce je možné snížit u pracovišť na výrobních amébách 1940, 1950 a 1790 (pracoviště Fronius). Na těchto amébách se svařuje svařovacími zařízeními Miller. U svařovacích zařízení Miller bylo zjištěno, že při svařování uvedenými proudy v tab. 22 nedojde k dosažení nejvyšší přípustné dávky UV záření, a proto je možné navrhnout snížení rizikovosti kategorie práce. Stejně je tomu i na pracovišti 1790.

#### 4.3. Kategorizace pracovišť svařování elektronovým paprskem

Při svařování elektronovým paprskem byla intenzita UV záření pod mezí citlivosti přístroje. Z měření intenzity UV záření je patrné, že na obsluhu elektronového paprsku nepůsobí UV záření. Z toho důvodu je navrženo, aby riziková kategorie práce byla snížena z 3 na 2 u všech zařízení svařujících elektronovým paprskem.

#### 4.4. Kategorizace svařovacích pracovišť na oddělení generálních oprav

Na svařovací pracoviště v oddělení generálních oprav je nutno nahlížet jinak než na ostatní svařovací pracoviště běžné výroby. Výroba na tomto oddělení se svojí povahou odlišuje především z časového hlediska hoření elektrického oblouku. Při opravě stejného typu dílce nelze předpokládat stejnou dobu hoření elektrického oblouku. Rozsahy oprav dílců se liší, a proto nelze jednoznačně stanovit délku hoření elektrického oblouku pro konkrétní dílec.

Při vyhodnocování rizikové kategorie lze vycházet především z použitých svařovacích proudů pro jednotlivá svařovací pracoviště. Svařovací proudy použité na oddělení generálních oprav jsou uvedeny v tabulce č. 24. Svařovací pracoviště je nutné hodnotit odděleně, protože na jednom pracovišti se svařují dílce ze slitin hliníku, u kterých se ke svařování využívají vyšší svařovací proudy než na zbývajících pracovištích. Při společném hodnocení by došlo k nepříznivému ovlivnění výpočtu průměrných svařovacích proudů.

Tab. č. 24 - Svařovací zařízení a svařovací proudy na generálních opravách

Svařovací zařízení	Svařovací proud [A]	Dosažení expozice [s]
ESAB Aristotig 200	26,7	92,7
Fronius Magic Wave 2600	80,25	34,7
Fronius Transtig 2200	30,5	Více než celou směnu (8 h)
Fronius Magic Wave 1700	29,84	Více než celou směnu (8 h)

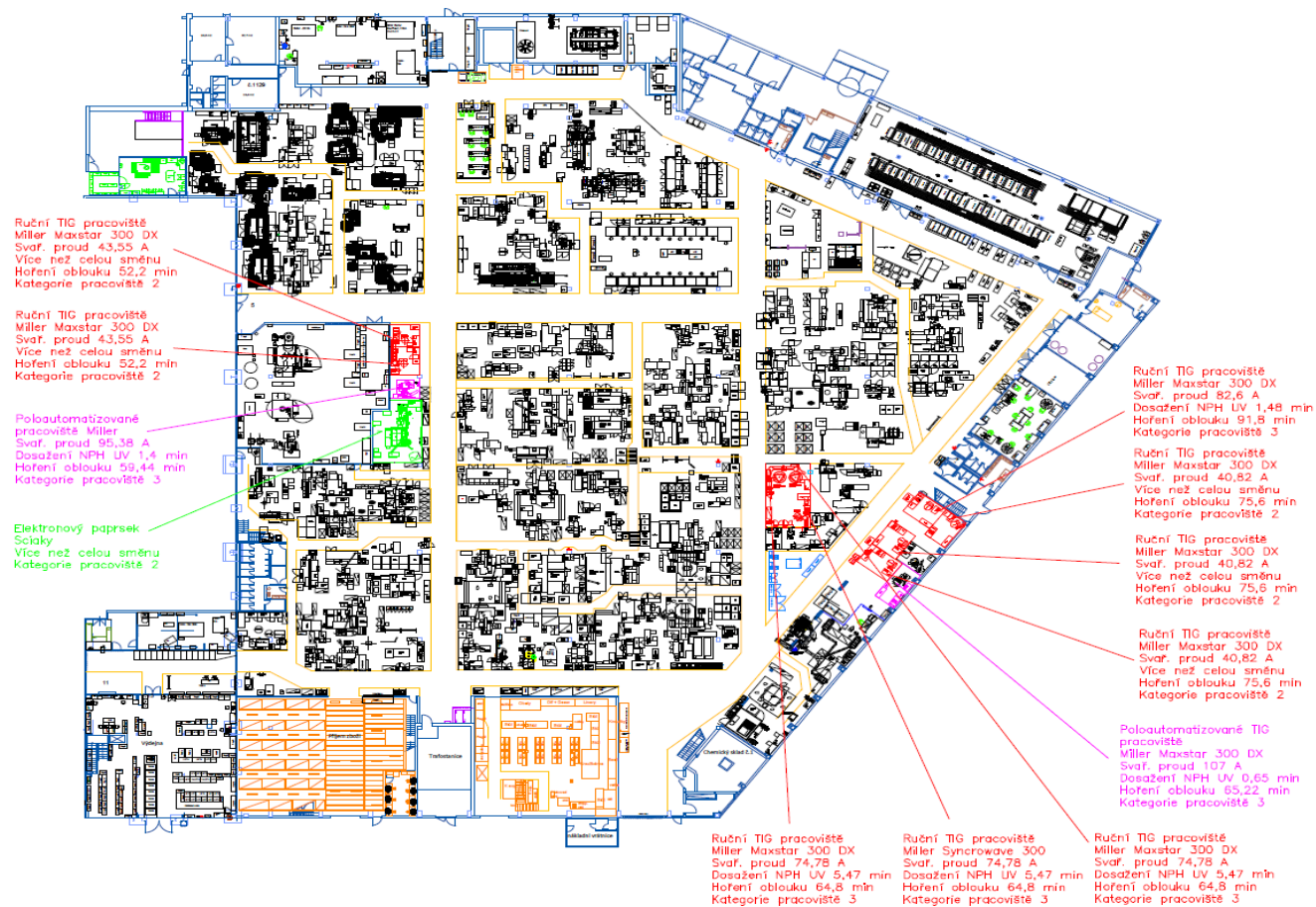
Tab. č. 25 - Kategorizace pracovišť

Svařovací zařízení	Riziková kategorie pracoviště	
	V současnosti	Navrhovaná
ESAB Aristotig 200	3	3
Fronius Magic Wave 2600	3	3
Fronius Transtig 2200	3	2
Fronius Magic Wave 1700	3	2

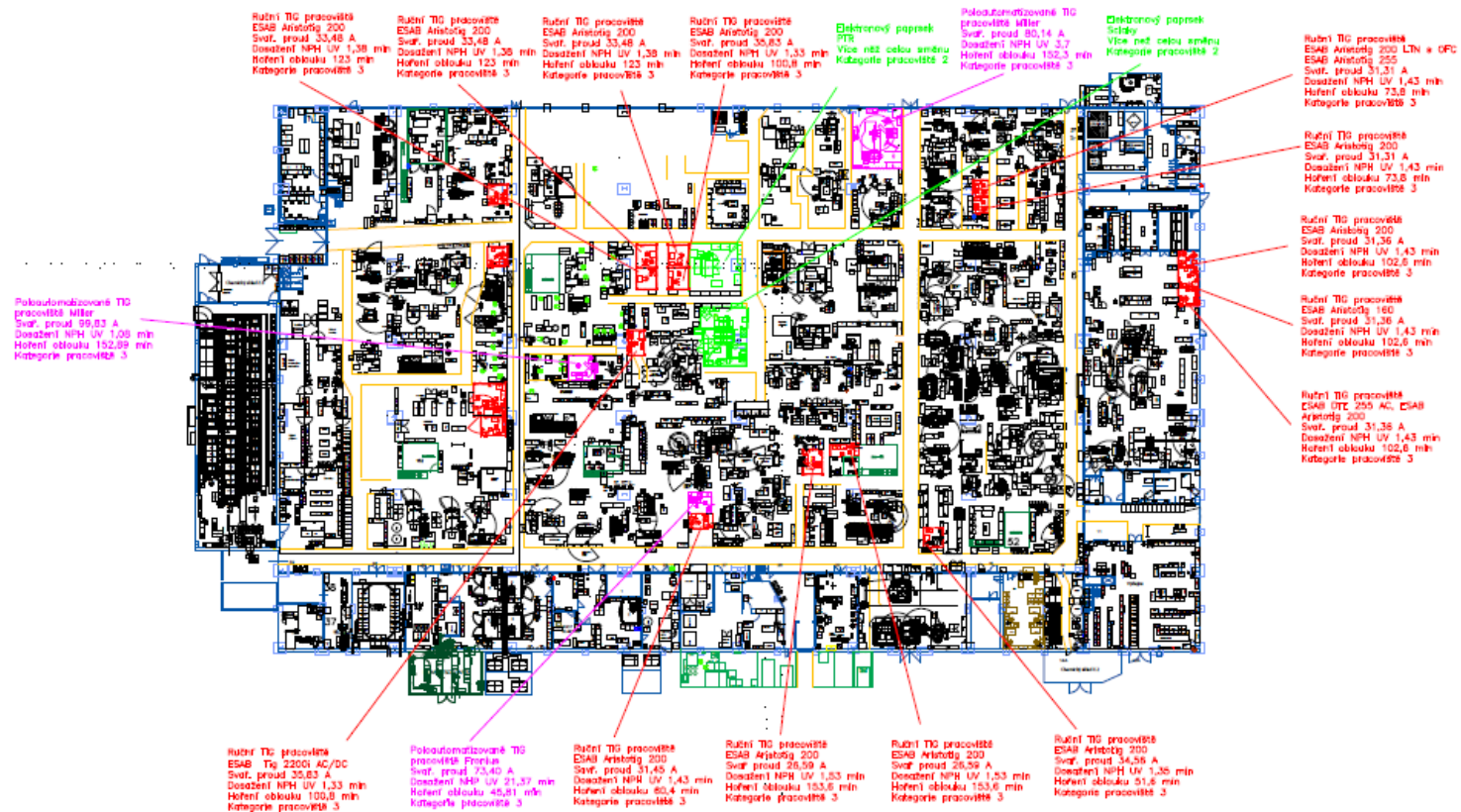
Na oddělení generálních oprav je možné snížit rizikovou kategorii práce pouze na dvou svařovacích pracovištích. Na těchto pracovištích při použití uvedených proudů nedojde k dosažení nejvyšší přípustné hodnotě dávky expozice UV záření.

#### **4.5. Rozložení TIG (141) svařovacích pracovišť**

Na následujících obrázcích je znázorněno rozložení TIG (141) svařovacích pracovišť ve výrobním závodu Honeywell Aerospace Olomouc s.r.o. doplněné o hodnoty svařovacího proudu, času pro dosažení NPH expozice UV záření a návrh nové kategorizace pracovišť.



Obr. č. 37 - Kategorizace pracovišť Hala I



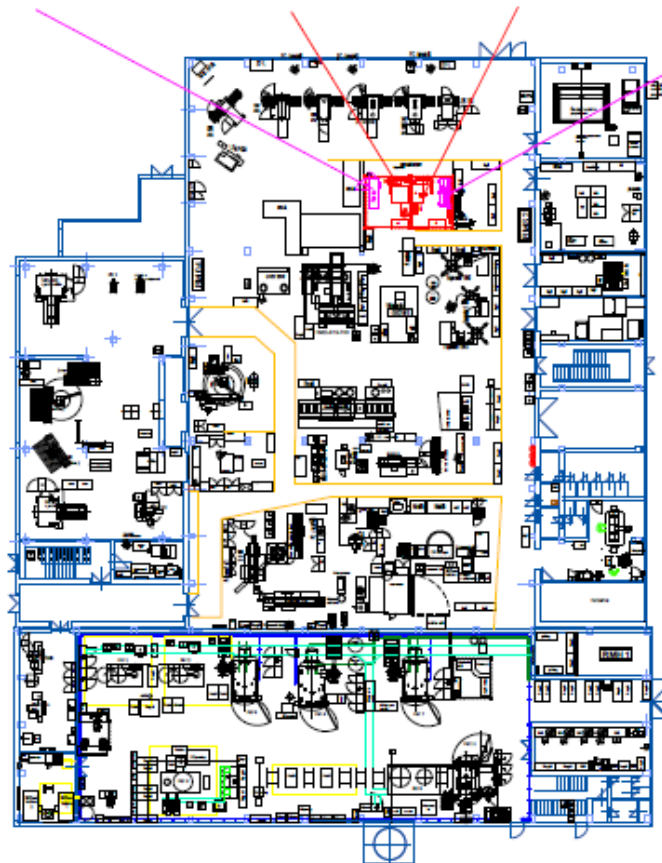
Obr. č. 38 - Kategorizace pracovišť Hala II

Poloautomatizované TIG  
pracoviště Fronius  
Svař. proud 50,78 A  
Více než celou směnu  
Kategorie pracoviště 2

Ruční TIG pracoviště  
Fronius TransTig 2200  
Svař proud 29,10 A  
Více než celou směnu  
Kategorie pracoviště 2

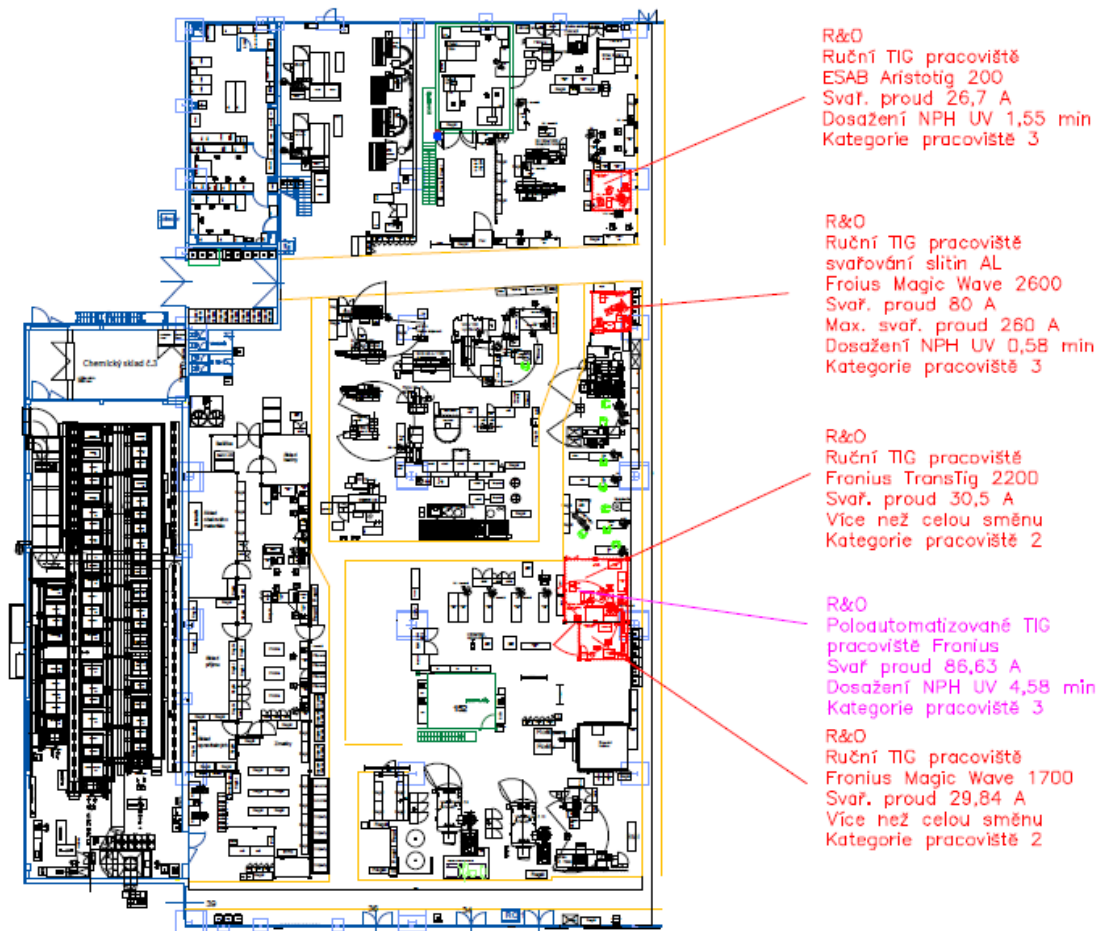
Ruční TIG pracoviště  
ESAB Caddy tig 1500i  
Svař. proud 29,10 A  
Dosažení NPH UV 1,48 min.  
Kategorie pracoviště 3

Poloautomatizované TIG  
pracoviště Miller  
Svař. proud 68,30 A  
Dosažení NPH UV 8,4 min  
Kategorie pracoviště 3



Obr. č. 39 - Kategorizace pracovišť Lisovna





Obr. č. 40 - Kategorizace pracovišť na oddělení generálních oprav

## 4.6. Sledování svařovacího proudu

Některá nově vyráběná svařovací zařízení jsou již schopna monitorovat proces svařování. Svařovací zařízení pro ruční TIG (141) svařování ve společnosti Honeywell Aerospace Olomouc s.r.o. nejsou schopna monitorovat proces svařování. Pro sledování velikosti proudu byl pořízen klešťový ampérmetr s osciloskopem od výrobce těchto zařízení Hantek.



*Obr. č. 41 – Osciloskop Hantek 6082BE*

Bylo provedeno jedno zkušební měření k ověření výsledků pozorování. Měření bylo provedeno na svařovacím pracovišti améby 1960. Zde je umístěno svařovací zařízení Miller Maxstar 300 DX.

V tabulce č. 26 je uveden příklad vstupních dat pro následné vyhodnocení. Tato data je třeba dále zpracovat. Následné zpracování dat je třeba provést v programu Excel. Ukázka zpracovaných dat je uvedena v tabulce č. 27. Celý soubor měření obsahuje přibližně 10 500 naměřených hodnot.

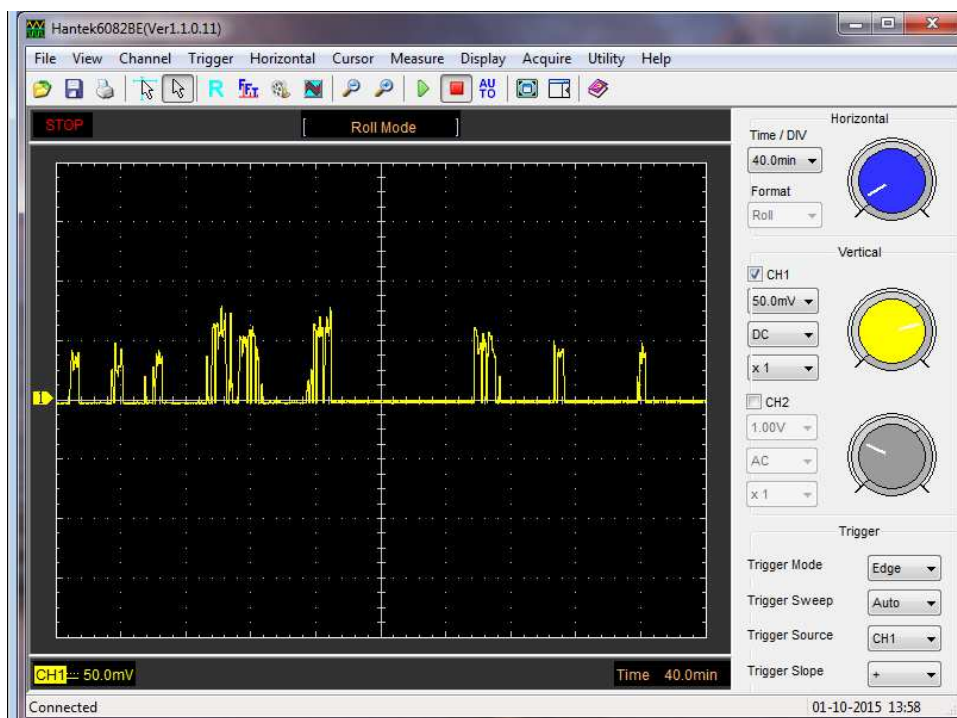
Tab. č. 26 - Příklad vstupních dat pro vyhodnocení času svařování a proudu

#CLOCK=2400.000000000
#SIZE=10240
0.018532,0,0
0.018532,0,0
0.024782,0,0
0.026345,0,0
0.027907,0,0
0.026345,0,0
0.026345,0,0
0.024782,0,0
0.023220,0,0
0.023220,0,0
0.040407,0,0

Tab. č. 27 - Příklad vstupních dat

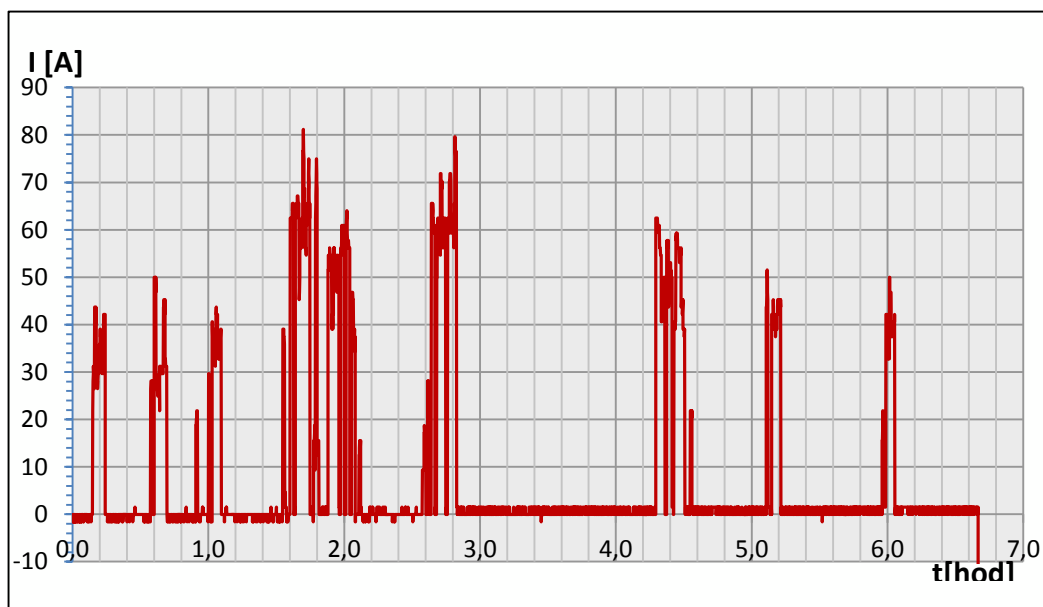
Upravená vstupní data	Čas [s]	Čas [min]	Čas [h]	Čas [h:mm:ss]	Proud [A]	Proud+ [A]	Zapnuto [s]
0,018532	532,8	8,88	0,148	0:08:53	21,832	21,832	4,8
0,018532	537,6	8,96	0,149333	0:08:58	21,832	21,832	4,8
0,024782	542,4	9,04	0,150667	0:09:02	28,082	28,082	4,8
0,026345	547,2	9,12	0,152	0:09:07	29,645	29,645	4,8
0,027907	552	9,2	0,153333	0:09:12	31,207	31,207	4,8
0,026345	556,8	9,28	0,154667	0:09:17	29,645	29,645	4,8
0,026345	561,6	9,36	0,156	0:09:22	29,645	29,645	4,8
0,024782	566,4	9,44	0,157333	0:09:26	28,082	28,082	4,8
0,02322	571,2	9,52	0,158667	0:09:31	26,52	26,52	4,8
0,02322	576	9,6	0,16	0:09:36	26,52	26,52	4,8
0,040407	580,8	9,68	0,161333	0:09:41	43,707	43,707	4,8

Na obrázku č. 42 je software pro záznam svařovacího proudu. Průběh svařovacího proudu během svařování je následně vytvořen i v programu Excel pomocí sesbíraných vstupních dat. Na obrázku je možné vidět čtvercovou síť. V pravé části je možné nastavení snímkování času – v oblasti Horizontal. Jeden čtverec odpovídá 40 minutám. Záleží na tom jak dlouhá a detailní doba pozorování je požadována. Sledovanou veličinou je napětí v mV. Napětí 1 mV odpovídá velikosti proudu o hodnotě 1A. Velikost vertikální strany čtverce je nastavena na 50,0 mV a odpovídá velikosti proudu 50 A.



Obr. č. 42 – Software pro záznam dat

Při následném vyhodnocení dat, byla zjištěna doba hoření oblouku 1:33:02 při výpočtu času na tomto pracovišti, byla zjištěna doba hoření oblouku 1:31:48. Průměrný proud byl měřením zjištěn 45,69 A při pozorování byl průměrný proud 82,6 A. Měření je informativní a probíhalo pouze jednu směnu, a proto nelze výsledky měření brát jako platné.



Obr. č. 43 - Záznam svařovacího proudu v programu Excel

## 5. Návrh ochranných prostředků pro svářeče.

### 5.1. OOPP používané svářeči

Osobní ochranné pracovní pomůcky (OOPP) jsou navrženy a vyrobeny tak, aby svářeč mohl při jejich běžném použití bez omezení vykonávat činnost svařování a byl při tom náležitě chráněn před riziky způsobenými procesem svařování. Svářeči ve společnosti Honeywell Aerospace Olomouc s.r.o. používají OOPP povinné pro svařování. Svářečský oděv se skládá z bot, kalhot, blůzy, trika s dlouhým rukávem, rukavic a svářečské helmy. V následujících odstavcích budou krátce popsány OOPP.

Obuv, kterou v současnosti svářeči mají, jsou polobotky ze semišové kůže a vysoce prodyšného materiálu s plástvovou strukturou. Nártový ohyb je z prodyšného textilního materiálu a zaručuje pohodlí při ohýbání chodidla. Obuv je poměrně vzdušná a rychleschnoucí. Tento typ obuvi je vhodný pro práci vykonávanou ve vnitřním prostředí. Obuv má ochrannou špičku odolávající nárazu až 200 J. Druhým typem obuvi, který lze u svářečů najít jsou sandály BACOU SOLANUM S1P SRC vlastnosti této obuvi jsou podobné polobotce. [40]



*Obr. č. 44 - Polobotka a sandál Bacou [40]*

Kalhoty a blůza tvoří svářečský ochranný oděv GoodPRO FR5 Katka proti tepelným rizikům ze 100 % bavlny s nehořlavou úpravou Proban<sup>®</sup>. Díky úpravě Proban<sup>®</sup> má oděv trvalou a spolehlivou nehořlavost. Oděv je primárně určen pro svařování a svářečská pracoviště. [41]



*Obr. č. 45 - Oděv GoodPRO FR5 Katka, triko s dlouhým rukávem DTC436 [41]*

Další částí oblečení je triko s dlouhým rukávem je od výrobce HB Schutzbekleidung Produktions GmbH & Co.KG. Triko s dlouhým rukávem je vyrobeno z nehořlavé látky DTC 436 o materiálovém složení 60% modacryl a 40% bavlna. [38]

Svářeči k ochraně rukou využívají svařovací rukavice TIG Supersoft od společnosti ESAB, které jsou určeny výhradně pro svařování TIG a jsou vyrobeny z kozí kůže se švy z KEVLARu. Kozí kůže je velmi flexibilní s dobrou odolností proti opotřebení. [43]



*Obr. č. 46 - Rukavice ESAB TIG SuperSoft [43]*

K ochraně zraku před UV záření svářeči využívají svařovací helmu Speedglas 9100. Helma má umístěny upínací šrouby hned nad svářečovými ušima a tím se optimalizuje poloha těžiště. Svařovací helmy používané v Honeywell mají větší velikost průzoru 54 x 107 mm. V zatmaveném stavu lze nastavit 7 různých clon filtru 5, 8, 9 až 13. V nezatmaveném stavu je použita clona 3. Filtr je vybaven 3 optickými čidly. Čas přepnutí ze světlého do zatmaveného stavu je 0,1 ms při 23°C. Čas přepnutí ze zatmaveného stavu do světlého se pohybuje v rozmezí 40 – 1300 ms záleží na nastavení helmy. Životnost baterie je 2 500 h výdrž baterie prodlužuje solární panel. Váha celé svařovací helmy je 425 g. Výrobek je v souladu s evropskými normami EN 175, EN 166, EN 169 a dle EN 379. Dle EN 166 Ochrana zraku - Specifikace třída 1 znamená Optickou kategorii. Označení dle EN 379 Ochrana zraku – automatické svařovací filtry 1 / 1 / 1 / 2.

- pozice 1 znamená optickou třídu
- pozice 2 je třída rozptylu světla
- pozice 3 je třída odchylek prostupu světla
- pozice 4 je třída prostupu světla v závislosti na úhlu.

Mechanickou odolností se zabývá norma EN 166 a EN 175

- bez symbolu má helma minimální odolnost,
- S – zvýšená odolnost,
- F – schopnost odolat nárazu o nízké energii,
- B – schopnost odolat nárazu o střední energii,
- T – helma je testována v extrémních podmínkách -5°C až 55°C.

Norma EN 169 stanovuje požadavky na prostup světla a doporučené způsoby použití. [44]

Speedglas 9100	Norma	Třída
Svařovací filtr	EN 379	1 / 1 / 1 / 2
Vnější ochranné sklíčko	EN 166	1BT
Vnitřní ochranné sklíčko	EN 166	1S
Svařovací kukla	EN 175	B



*Obr. č. 47 - Svařovací helma Speedglas 9100 [44]*

## **5.2. Návrh OOPP pro svářeče**

V této kapitole budou navrženy nové OOPP pro svářeče a porovnány se stávající výbavou svářečů.

Stávající obuv splňuje normu EN 345 bezpečnostní obuv pro profesionální použití. U tohoto typu obuvi není chráněn nárt, a proto není obuv vhodná pro svařování. Proto navrhuji novou alternativní obuv od výrobce ESAB – Svářečské polobotky ESAB. Obuv je testována podle normy EN 345. Svářečské polobotky ESAB nabízí ochranu nártu, která zabraňuje vniknutí kapek dovnitř boty. Speciální měkká podšívka z mikrovlákná zajišťuje vynikající pohodlí při nošení. Bota zahrnuje systém tlumení otřesů. Podešev vykazuje tepelnou odolnost do 170 °C. Bota má elastický klín, který se přizpůsobí chodidlu. [45]



*Obr. č. 48 - Polobotka ESAB [45]*

Svářečský oděv GoodPRO FR5 Katka splňuje normy pro certifikaci obleku EN ISO 11612 - Ochranné oděvy – Oděvy na ochranu proti teple a plameni (minimální technické



požadavky) a EN ISO 11611 – Ochranné oděvy pro svařování a příbuzné procesy. Oblek hodnotím jako dostačující.

Za současně používané triko s dlouhým rukávem navrhuji alternativu od společnosti ESAB – Triko s dlouhým rukávem ESAB Phoenix-FR. Jde o černé triko s dlouhým rukávem a stojáčkem ESAB Phoenix – FR je ohnivzdorné a antistatické. Velkou předností naproti současně používanému triku je stojáček. Stojáček chrání pokožku na krku před škodlivými účinky záření. Triko splňuje normy EN ISO 11612, EN ISO 11611, EN 1149-5 – Ochranné oděvy (elektrostatické vlastnosti) a EN 61482-1-2 – Oblečení chránící před tepelným účinkem elektrického oblouku. [46]



*Obr. č. 49 - Triko s dlouhým rukávem ESAB Phoenix-FR [46]*

Rukavice TIG SuperSoft je jeden z nejvhodnějších typů rukavic pro TIG svařování od společnosti ESAB. Vhodnou alternativou by mohly být rukavice pro TIG svařování od společnosti Miller. Rukavice mají polstrovanou dlaň pro větší pohodlí a jsou vyrobeny z kozí ušně a nabízejí vynikající flexibilitu a obratnost. Další možnou vhodnou alternativou se jeví rukavice BT50 od výrobce BSX. Dlaň rukavice je vyrobena z kozí ušně a hřbet rukavice je vyroben z nehořlavé strečové bavlny. [47] [48]



Obr. č. 50 - Rukavice TIG Miller a BT 50 [47] [48]

K ochraně zraku svářeči využívají svařovací helmy Speedglas řady 9100. Jedná se o nejnovější a nejpropracovanější řadu svářecích helem od výrobce 3M. První vhodnou alternativou je svařovací helma Aristo Tech HD 5-13 od ESABu. Svařovací helma Aristo Tech HD nabízí nejnovější technologii digitálních samozatmívacích filtrů s velikostí průzoru 100 x 62 mm. Helma je vybavená funkcí X-WIG, která poskytuje mimořádné vlastnosti při TIG svařování nízkými proudy. Helma Aristo Tech HD je stejně jako helma Speedglas 9100 vybavena třemi senzory. Třetím senzorem u helmy Aristo Tech HD je elektromagnetický snímač oblouku „X-WIG“. Jde o funkci, která eliminuje sluneční interference – při použití venku a zesvětlení při TIG svařování nízkými proudy. Helma je vybavena LCD displejem, který znázorňuje aktuální nastavení. Ovládání helmy je z venkovní strany na jejím levém boku. Hmotnost helmy je 490 g. Dle EN 379 helma spadá do kategorie 1 / 1 / 1 / 1. V zatmaveném stavu lze plynule přepínat mezi filtry 5 – 13. K dispozici je také mód broušení se stupněm zatmavení 4. Svařovací helma vyhovuje všem stanoveným normám jako helma Speedglas 9100.



*Obr. č. 51 - Helma Aristo Tech HD 5-13 [46]*

Další možnou alternativou svařovací helma Miller Digital Elite. Helma je vybavena čtyřmi nezávislými klasickými senzory a pátým elektromagnetickým senzorem tzv. X-Mode. X-Mode plní stejnou funkci jako X-WIG u helmy Aristotech. Stupně zatmavení jsou rozděleny do třech skupin v závislosti na módu. Pro mód broušení je stupeň zatmavení 4, pro mód řezání je stupeň zatmavení je 5 – 9 a pro tzv. X-Mode je stupeň zatmavení 9 – 13. Helma je schopna reagovat zatmavením při svařování proudem 5 A. Čas přechod ze světlého do zatmaveného stavu je 0,05 ms. Velikost průzoru je 97 x 60 mm. Svařovací helma váží 510 g a je ve shodě s normou ANSI Z87-2003. Tento výrobek je primárně určen pro americký trh. [49]



*Obr. č. 52 - Svařovací helma Miller Digital Elite [49]*

### **5.3. Zhodnocení OOPP svářečů**

Používané OOPP jsou dostačující pro jejich ochranu. Svařovací helma a rukavice používané k ochraně svářečů dokonce patří k jedněm z nejlepších na trhu s OOPP. Nedostatek však nacházím v používání obuvi, kdy svářeči nemají chráněný nárt, a mohlo by dojít k vniknutí žhavé částice do vnitřku boty, proto navrhuji obuv pro svářeče od společnosti ESAB. Obuv plní všechny bezpečnostní požadavky. Dále navrhuji výměnu triček s dlouhým rukávem za trika s dlouhým rukávem také od společnosti ESAB.

## 6. Závěr

V první části diplomové práce byla provedena studie problematiky záření vznikajícího při svařování netavicí se wolframovou elektrodou. Je zde popsán princip technologie svařování netavicí se wolframovou elektrodou v inertním plynu TIG (141) a charakteristika jednotlivých druhů záření od infračerveného přes viditelné spektrum elektromagnetického záření až po záření ultrafialové, kterým se tato práce především zabývá. V závěru kapitoly jsou uvedeny jednotlivé možné škodlivé účinky ultrafialového záření na lidský organismus.

Druhá kapitola definuje rozdělení prací do rizikových kategorií jedna až čtyři. Z oddělení bezpečnosti byly poskytnuty informace o svařovacích pracovištích a jejich rizikových kategoriích. Byla také zpracována mapa rozložení svařovacích pracovišť v závodu Honeywell Aerospace Olomouc s.r.o.

V experimentální části práce bylo provedeno měření a pozorování veličin, ke kterým patří svařovací proud, čas hoření oblouku a intenzita UV záření. Na intenzitu UV záření má vliv několik parametrů. Největší vliv na intenzitu UV záření vznikajícího při svařování má použitý svařovací proud. Dále záleží na základním materiálu, který je svařován. Naměřená intenzita UV záření může být ovlivněna úhlem, pod kterým je měřicí sonda vůči základnímu materiálu. Největší intenzita UV záření se pohybuje v rozmezí  $40^\circ - 60^\circ$  od povrchu základního materiálu. Proto mým doporučením při nadcházejícím měření intenzity UV záření je měřit intenzitu záření v tomto rozsahu. Dalším faktorem, který může ovlivňovat intenzitu UV záření je svařovací zařízení. Bylo by však třeba provést rozsáhlé měření, které by tuto skutečnost potvrdilo či vyvrátilo.

Další část práce se zabývá návrhem rizikové kategorie pracovišť na základě zaznamenaných dat a dat poskytnutých oddělením bezpečnosti. Jestliže pracovník během jedné pracovní směny dosáhne nejvyšší přípustné dávky UV záření, což činí  $30 \text{ J} \cdot \text{m}^2$ , musí zůstat pracoviště v rizikové kategorii tři. Pouze u několika pracovišť není dosažena hodnota nejvyšší přípustné dávky UV záření. Tyto pracoviště by svojí povahou mohly spadat do rizikové kategorie dvě. Výsledkem této kapitoly je aktualizace a doplnění

o zjištěná data mapy svařovacích pracovišť ve společnosti Honeywell Aerospace Olomouc s.r.o.

V závěru diplomové práce jsou popsány osobní ochranné pracovní prostředky svářečů a doporučení nových osobních ochranných pomůcek. Doporučení se týká náhrady současné obuvi, která nemá krytý nárt. Tuto podmínku splňuje obuv od společnosti ESAB, která vyhovuje bezpečnostním předpisům. Druhým typem oblečení, který doporučuji je tričko s dlouhým rukávem a stojáčkem, který zakryje část pokožky krku, jenž současně používané triko nezakrývá. Rukavice a helmy na svařování, které svářeči v Honeywell Aerospace Olomouc s.r.o. používají, jsou jedny z nejlepších na trhu s osobními ochrannými pracovními prostředky. Je tedy navrženo několik možných vhodných alternativ za tyto ochranné prostředky.

V současné době byly některé návrhy, vyplývající z diplomové práce, akceptovány Honeywell Aerospace Olomouc s.r.o.

## Seznam použité literatury

- [1] BARTÁK, Jiří, Václav PILOUS a Rudolf KOVAŘÍK. *Učební texty pro evropské svářečské specialisty, praktiky a inspektory*. 1. vyd. Ostrava: ZEROSS, 2002, 417 s. Svařování. ISBN 80-85771-97-7.
- [2] BALEJ, Zdeněk, Vladimír KUDĚLKA a Jan OPLETAL. *Základní kurz svařování metodou 141: se souborem testových otázek*. 2. aktualizované vydání. Ostrava: ZEROSS, 2009. ISBN 80-86669-12-2.
- [3] TIG svařování II - AC nebo DC? *Svarinfo: Magazín praktického svařování* [online]. 2009, 2009-6-2 [cit. 2015-12-27]. Dostupné z:
- [4] Rizika bezpečnosti práce při svařování: Bezpečnost práce při svařování. In: *Státní úřad inspekce práce* [online]. 2014 [cit. 2016-01-13]. Dostupné z: [http://www.suip.cz/\\_files/suip-a2991f299ddd3e38adf1903d5238ae4e/svarovani.pdf](http://www.suip.cz/_files/suip-a2991f299ddd3e38adf1903d5238ae4e/svarovani.pdf)
- [5] Bezpečnost při svařování. In: *Hanousek* [online]. ESAB, 2014 [cit. 2016-01-13]. Dostupné z: <http://www.hanousek.cz/editor/filestore/File/Bezpecnost%20pri%20svarovani.pdf>
- [6] Hygiena práce - INFORMACE NRL č. 3/1999. In: *Hygienická stanice hlavního města Prahy* [online]. 2016 [cit. 2016-01-13]. Dostupné z: <http://www.hygpaha.cz/odbory.php?ksum=MTc=>
- [7] Infrared. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2016-01-13]. Dostupné z: <https://en.wikipedia.org/wiki/Infrared>
- [8] *ISO 20473*. Optics and photonics — Spectral bands. Switzerland, 2007.
- [9] Infračervený sauna oblek. *Zdravi-cz* [online]. Elaro, 2008 [cit. 2016-01-13]. Dostupné z: <http://compex.zdravi-cz.eu/sauna-oblek-ph2a.php>

- [10] Elektromagnetické spektrum. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2016-01-13]. Dostupné z: [https://cs.wikipedia.org/wiki/Elektromagnetick%C3%A9\\_spektrum](https://cs.wikipedia.org/wiki/Elektromagnetick%C3%A9_spektrum)
- [11] Visual Analysis of Welding Processes. In: *Intech* [online]. Japan: Ogawa Giken Co.ltd. & AIST, 2016 [cit. 2016-01-13]. Dostupné z: <http://www.intechopen.com/books/welding-processes/visual-analysis-of-welding-processes>
- [12] OCHRANA PŘI SVAŘOVÁNÍ. In: *Malina safety* [online]. Malina safety, 2016 [cit. 2016-01-13]. Dostupné z: <http://www.malina-safety.cz/zdravotni-rizika/svarovani/>
- [13] Ultrafialové záření. In: *Encyklopedie fyziky* [online]. Reichl, ©2006-2016 [cit. 2016-01-13]. Dostupné z: <http://fyzika.jreichl.com/main.article/view/531-ultrafialove-zareni>
- [14] UV ZÁŘENÍ A JEHO VLIV NA ZDRAVÍ. In: *Státní zdravotní ústav* [online]. Praha: Sátání zdravotní ústav, 2009 [cit. 2016-01-13]. Dostupné z: <http://apps.szu.cz/svi/hygiena/archiv/h2009-2-05-full.pdf>
- [15] Emission of UV radiation during arc welding. In: *Státní zdravotní ústav* [online]. IFA, 2011 [cit. 2016-01-13]. Dostupné z: [http://www.dguv.de/medien/ifa/en/fac/strahl/pdf/uv\\_emission\\_schweissen\\_en.pdf](http://www.dguv.de/medien/ifa/en/fac/strahl/pdf/uv_emission_schweissen_en.pdf)
- [16] ČSN EN ISO 25980: Ochrana zdraví a bezpečnost práce při svařování a příbuzných procesech - Průsvitné závěsy, pásy a zástěny pro obloukové svařování. UNMZ, 2015.
- [17] Hygienická problematika ultrafialového záření. In: *Světlo* [online]. FCC Public, ©2014-2016 [cit. 2016-01-13]. Dostupné z: <http://www.odbornecasopisy.cz/svetlo/casopis/tema/hygienicka-problematika-ultrafialoveho-zareni--16971>
- [18] *Sbírka zákonů Česká republika*. Břeclav: Moraviapress. ISSN 1211-1244. Jiná.



- [19] SMĚRNICE EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY 2006/25/ES. In: *EUR-Lex* [online]. 2006 [cit. 2016-01-13]. Dostupné z: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:32006L0025>
- [20] Photokeratitis. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2016-01-13]. Dostupné z: <https://en.wikipedia.org/wiki/Photokeratitis>
- [21] Conjunctivitis. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2016-01-13]. Dostupné z: <https://en.wikipedia.org/wiki/Conjunctivitis>
- [22] Šedý zákal. In: *Vitalon* [online]. Vitalon, 2016 [cit. 2016-01-13]. Dostupné z: <http://nemoci.vitalion.cz/sedy-zakal/>
- [23] Erytém. In: *Velký lékařský slovník* [online]. Maxdorf, ©1998-2016 [cit. 2016-01-13]. Dostupné z: <http://lekarske.slovniky.cz/pojem/erytem>
- [24] ŠTĚPÁN, Radek. Rakovina kůže. In: *IRakovina* [online]. 2016 [cit. 2016-01-13]. Dostupné z: <http://www.irakovina.cz/rakovina-kuze/>
- [25] Ultraviolet radiation from welding and possible risk of skin and ocular malignancy. In: *The Medical Journal of Austria* [online]. 2012 [cit. 2016-01-13]. Dostupné z: <https://www.mja.com.au/journal/2004/181/3/ultraviolet-radiation-welding-and-possible-risk-skin-and-ocular-malignancy>
- [26] Schéma svařování netavicí se elektrodou. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2016-03-12]. Dostupné z: [https://cs.wikipedia.org/wiki/Sva%C5%99ov%C3%A1n%C3%AD\\_netav%C3%ADc%C3%AD\\_se\\_elektrodou\\_v\\_ochrann%C3%A9\\_atmosf%C3%A9%C5%99e\\_inertn%C3%ADho\\_plynu#/media/File:GTAW-cs.svg](https://cs.wikipedia.org/wiki/Sva%C5%99ov%C3%A1n%C3%AD_netav%C3%ADc%C3%AD_se_elektrodou_v_ochrann%C3%A9_atmosf%C3%A9%C5%99e_inertn%C3%ADho_plynu#/media/File:GTAW-cs.svg)
- [27] *Ochrana před úrazem elektrickým proudem* [online]. [cit. 2016-03-12]. Dostupné z: [http://www.sse-najizdarne.cz/dokumenty/50/csn\\_33\\_2000-4-41.pdf](http://www.sse-najizdarne.cz/dokumenty/50/csn_33_2000-4-41.pdf)

- [28] *Canadian Centre for Occupational Health and Safety* [online]. Canada: Canadian Centre for Occupational Health & Safety, 2016 [cit. 2016-03-12]. Dostupné z: [https://www.ccohs.ca/oshanswers/safety\\_haz/welding/eyes.html](https://www.ccohs.ca/oshanswers/safety_haz/welding/eyes.html)
- [29] NOVÁK, Jaroslav. *Elektromagnetické pole a zdravotní rizika (I)* [online]. tvzinfo, 2004 [cit. 2016-03-12]. ISSN ISSN 1801-4399. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/1801-elektromagneticke-pole-a-zdravotni-rizika-i>
- [30] *Home and Garden: How Infrared Grills Work* [online]. HOWSTUFFWORKS, 2016 [cit. 2016-03-12]. Dostupné z: <http://home.howstuffworks.com/infrared-grill1.htm>
- [31] *Power Tech* [online]. Power Tech, spol. s r.o. [cit. 2016-03-12]. Dostupné z: <http://www.power-tech.cz/images/led-lighting-spektrum.jpg>
- [32] Water Threatment Guide. *Water Threatment Guide: Ultraviolet Systems Questions & Answers* [online]. Water Threatment Guide, 2007 [cit. 2016-03-12]. Dostupné z: [http://www.watertreatmentguide.com/ultraviolet\\_systems.htm](http://www.watertreatmentguide.com/ultraviolet_systems.htm)
- [33] MidlevelU: The online hub for Midlevels. : *Case Study of the Week: Photokeratitis* [online]. MidlevelU, LLC, 2016 [cit. 2016-03-12]. Dostupné z: <http://www.midlevelu.com/blog/case-study-week-photokeratitis>
- [34] SlideShare. *Non ionising radiation* [online]. 2011 [cit. 2016-03-12]. Dostupné z: <http://www.slideshare.net/mikeslater/non-ionising-radiation>
- [35] MedicineNet. *MedicineNet: Picture of Erythema Multiforme 1* [online]. MedicineNet, Inc., 2016 [cit. 2016-03-12]. Dostupné z: [http://www.medicinenet.com/imagecollection/erythema\\_multiforme\\_1\\_picture/picture.htm](http://www.medicinenet.com/imagecollection/erythema_multiforme_1_picture/picture.htm)
- [36] Luxura. *Sluneční záření: Picture of Erythema Multiforme 1* [online]. Brno: LUXURA s.r.o., 2016 [cit. 2016-03-12]. Dostupné z: <http://www.luxura.cz/slunecni-zareni-d139/>

- [37] The Medical Journal of Austria. *The Medical Journal of Austria: Ultraviolet radiation from welding and possible risk of skin and ocular malignancy* [online]. The Medical Journal of Austria, 2004 [cit. 2016-03-12]. Dostupné z: <https://www.mja.com.au/journal/2004/181/3/ultraviolet-radiation-welding-and-possible-risk-skin-and-ocular-malignancy>
- [38] Interní dokumenty společnosti Honeywell Aerospace Olomouc s.r.o.
- [39] Zákony pro lidi. *Zákony pro lidi: Předpis č. 258/2000 Sb.* [online]. AION CS, 2016 [cit. 2016-03-12]. Dostupné z: <http://www.zakonyprolidi.cz/cs/2000-258>
- [40] Profesional. *Profesional* [online]. Plzeň: AION CS, 2016 [cit. 2016-03-12]. Dostupné z: <http://www.profesional-plzen.cz/pracovni-obuv/>
- [41] GoodPRO. *GoodPRO* [online]. VOCHOC, 2015 [cit. 2016-03-12]. Dostupné z: <http://www.goodpro.cz/detail-vyroбку.php?idVyroбку=4936>
- [42] BARTÁK, Jiří. *Svařování kovů v praxi: elektronická příručka* [CD-ROM]. Praha: Dashöfer, 2012-. ISSN 1805-2835.
- [43] ESAB. *ESAB* [online]. ESAB, 2016 [cit. 2016-03-12]. Dostupné z: <http://www.esab.cz/cz/cz/products/index.cfm?fuseaction=home.product&productCode=450717>
- [44] Tedox. *Tedox* [online]. Litovel: Tedox s.r.o., 2016 [cit. 2016-03-12]. Dostupné z: <http://www.tedox.cz/speedglas-9100>
- [45] ESAB. *ESAB* [online]. ESAB, 2016 [cit. 2016-03-12]. Dostupné z: <http://www.esab.cz/cz/cz/products/index.cfm?fuseaction=home.product&productCode=450697>
- [46] ESAB. *ESAB: Osobní ochranné pomůcky* [online]. ESAB, 2016 [cit. 2016-03-12]. Dostupné z: <http://esabsp.esab.net/files/Catalogues/Welding%20Accessories/XA00179714%20PPE%20Catalogue.pdf>

- [47] Miller. *Miller: TIG gloves* [online]. Appleton: Miller Electric Mfg. Co, 2016 [cit. 2016-03-12]. Dostupné z: <https://www.millerwelds.com/safety/welding-gloves/gloves-tig>
- [48] Black Stallion. *Black Stallion: BT50* [online]. Santa Fe Springs: Black Stallion, 2016 [cit. 2016-03-12]. Dostupné z: [http://www.blackstallion.com/index.php/products/bsxgear-products/item/bt50.html?category\\_id=11](http://www.blackstallion.com/index.php/products/bsxgear-products/item/bt50.html?category_id=11)
- [49] Miller. *MILLER: Digital Elite Series* [online]. Miller, 2013 [cit. 2016-03-12]. Dostupné z: <http://www.project-welding.com/download.php?fid=772>
- [50] *Technologie svařování a zařízení: učební texty pro kurzy svářečských inženýrů a technologů*. 1. vyd. Ostrava: ZEROSS, 2001. Svařování. ISBN 80-85771-81-0.
- [51] *Práce a zdraví* [online]. Scantypa, spol. s.r.o., 2011 [cit. 2016-04-13]. Dostupné z: <http://www.praceazdravi.cz/content/bezpe%C4%8Dnost-pr%C3%A1ce-p%C5%99i-sva%C5%99ov%C3%A1n%C3%AD>
- [52] *Nariadení vlády o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací* [online]. Vláda ČR, 2000 [cit. 2016-04-13]. Dostupné z: [http://www.zdrav.cz/web/zakony/zak\\_2000/cit\\_502\\_00.htm](http://www.zdrav.cz/web/zakony/zak_2000/cit_502_00.htm)
- [53] McKinlay AF, Repacholi MH, editors. Ultraviolet radiation exposure, measurement and protection: proceedings of an International Workshop, St. Catherine's College, Oxford, UK, October 18-20 1999. Ashford: Nuclear Technology Pub; 2000.
- [54] Environmental health criteria 14: Ultraviolet radiation. WHO Geneva 1979. [cit. 2016-04-13]. Dostupné z: <http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc014.htm>
- [55] *Oční oddělení: Slezké nemocnice v Opavě* [online]. Opava: SLEZSKÁ NEMOCNICE V OPAVĚ [cit. 2016-04-14]. Dostupné z: <http://www.nemocnice.opava.cz/ocni/?operace-sedeho-zakalu>

## Seznam Obrázků

Obr. č. 1 - Princip svařování metodou TIG (141) [26] .....	10
Obr. č. 2 - Popis elektrického oblouku při metodě svařování TIG (přímá polarita) [1] .....	11
Obr. č. 3 - Vliv polarity na tvar a rozměry svaru [3] .....	15
Obr. č. 4 - Záření při hoření oblouku [28] .....	19
Obr. č. 5 - Infračervené záření [30].....	22
Obr. č. 6 - Spektrum viditelného záření [31] .....	23
Obr. č. 7 - Barevné spektrální rozložení elektrického oblouku [11].....	24
Obr. č. 8 - UV záření [32] .....	25
Obr. č. 9 – Rozmístění pracoviště pro sledování emise UV [15].....	27
Obr. č. 10 – Spektrum záření během TIG (141) svařování CrNi oceli [15] .....	28
Obr. č. 11 – Spektrum záření během TIG (141) svařování Al [15] .....	29
Obr. č. 12 – Intenzita ozáření ve vzdálenosti 60 cm od zdroje [15] .....	30
Obr. č. 13 - Photokeratinis [33].....	33
Obr. č. 14 - Conjunktivis [34] .....	34
Obr. č. 15 – Cataractogenesis [55].....	34
Obr. č. 16 – Erythema [35].....	35
Obr. č. 17 - Rakovina kůže [37].....	35
Obr. č. 18 - Poloautomatizovaná svařovací pracoviště TIG (141).....	38
Obr. č. 19 - Poloautomatizované svařovací pracoviště TIG (141) pro podélné svary ...	39

Obr. č. 20 – Svařování v ochranné atmosféře a svařovací zařízení .....	39
Obr. č. 21 – Elektronový paprsek Sciaky a PTR [38].....	40
Obr. č. 22 - Svařovací stroje pro bodové svařování.....	41
Obr. č. 23 - Svařovací stroj pro švové svařování .....	41
Obr. č. 24 – Hala 1 .....	45
Obr. č. 25 – Hala 2 a oddělení R&O .....	46
Obr. č. 26 – Lisovna.....	47
Obr. č. 27 - Výběrový průměr svařovacích proudů pro svařovací pracoviště .....	51
Obr. č. 28 - Časy hoření oblouku za rok v hodinách.....	52
Obr. č. 29 - Čas hoření elektrického oblouku za jednu pracovní směnu v min .....	53
Obr. č. 30 - Výběrový průměr svařovacích proudů pro svařovací pracoviště .....	54
Obr. č. 31 - Čas přepočítaný na celkový objem vyráběných dílců [h].....	56
Obr. č. 32 - Doba hoření elektrického oblouku připadající na jednu směnu .....	56
Obr. č. 33 - Měření intenzity záření pro svařovací zařízení Miller.....	58
Obr. č. 34 - Měření intenzity záření pro svařovací zařízení ESAB.....	59
Obr. č. 35 - Měření intenzity záření pro svařovací zařízení Fronius.....	60
Obr. č. 36 - Měření intenzity záření pro svařovací zařízení Fronius při svařování Al... 61	
Obr. č. 37 - Kategorizace pracovišť Hala I .....	69
Obr. č. 38 - Kategorizace pracovišť Hala II.....	70
Obr. č. 39 - Kategorizace pracovišť Lisovna .....	71
Obr. č. 40 - Kategorizace pracovišť na oddělení generálních oprav.....	72

Obr. č. 41 – Osciloskop Hantek 6082BE .....	73
Obr. č. 42 – Software pro záznam dat.....	75
Obr. č. 43 - Záznam svařovacího proudu v programu Excel .....	75
Obr. č. 44 - Polobotka a sandál Bacou [40] .....	76
Obr. č. 45 - Oděv GoodPRO FR5 Katka, triko s dlouhým rukávem DTC436 [41].....	77
Obr. č. 46 - Rukavice ESAB TIG SuperSoft [43].....	77
Obr. č. 47 - Svařovací helma Speedglas 9100 [44].....	79
Obr. č. 48 - Polobotka ESAB [45] .....	79
Obr. č. 49 - Triko s dlouhým rukávem ESAB Phoenix-FR [46].....	80
Obr. č. 50 - Rukavice TIG Miller a BT 50 [47] [48] .....	81
Obr. č. 51 - Helma Aristo Tech HD 5-13 [46].....	82
Obr. č. 52 - Svařovací helma Miller Digital Elite [49] .....	82

## Seznam Tabulek

Tab. č. 1 - Spektrum elektromagnetických vlna rozdělení podle vlnových délek [29] .	20
Tab. č. 2 - Rozdělení infračerveného záření dle CIE [7] .....	21
Tab. č. 3 - Rozdělení infračerveného záření dle ISO 20473 [8] .....	21
Tab. č. 4 - Viditelné spektrum záření .....	23
Tab. č. 5 - Rozdělení ultrafialového záření [8] .....	25
Tab. č. 6 - Vztah mezi svařovacím proudem a intenzitou UV záření [15] .....	30
Tab. č. 7 – Svařovací zařízení na ručních svařovacích pracovištích.....	38
Tab. č. 8 - Periodické lékařské prohlídky [38].....	43
Tab. č. 9 - Počty vyrobených dílců na daném pracovišti .....	50
Tab. č. 10 - Výběrové svařovací proudy na poloautomatizovaných pracovištích .....	51
Tab. č. 11 - Čas hoření oblouku .....	52
Tab. č. 12 - Počty vyrobených dílců na ručních svařovacích pracovištích .....	54
Tab. č. 13 - Počty vyrobených dílců na ručních svařovacích pracovištích .....	55
Tab. č. 14 - Doba hoření elektrického oblouku pro ruční svařovací pracoviště .....	55
Tab. č. 15 - Měření intenzity záření pro svařovací zařízení Miller.....	58
Tab. č. 16 - Měření intenzity záření pro svařovací zařízení ESAB.....	59
Tab. č. 17 - Měření intenzity záření pro svařovací zařízení Fronius.....	60
Tab. č. 18 - Měření intenzity záření pro svařovací zařízení Fronius při svařování Al... 61	
Tab. č. 19 - Měření intenzity záření pro svařovací elektronovým paprskem.....	62



Tab. č. 20 - Hodnoty pro kategorizaci pracovišť .....	63
Tab. č. 21 - Kategorizace pracovišť .....	64
Tab. č. 22 - Hodnoty pro kategorizaci pracovišť .....	65
Tab. č. 23 - Kategorizace pracovišť .....	66
Tab. č. 24 - Svařovací zařízení a svařovací proudy na generálních opravách .....	67
Tab. č. 25 - Kategorizace pracovišť .....	67
Tab. č. 26 - Příklad vstupních dat pro vyhodnocení času svařování a proudu.....	74
Tab. č. 27 - Příklad vstupních dat .....	74

## **Seznam Příloh**

Příloha č. 1 – Nejvyšší přípustné hodnoty nekoherentního optického záření.....	98
Příloha č. 2 – Kategorizace pracovišť.....	99
Příloha č. 3 – Sběr dat poloautomatizovaná pracoviště.....	102
Příloha č. 4 – Sběr hodnot proudů Hala I.....	107
Příloha č. 5 – Sběr hodnot proudů Hala II.....	108
Příloha č. 6 – Sběr hodnot proudů Lisovna.....	109
Příloha č. 7 – Sběr hodnot proudů oddělení generálních oprav R&O.....	110
Příloha č. 8 – Sběr dat ruční pracoviště.....	111

Příloha č. 1 - Nejvyšší přípustné hodnoty nekoherentního optického záření

Index	Vlnová délka [nm]	Nejvyšší přípustná hodnota	Jednotky	Poznámka	Část těla	Riziko
a.	180 - 400 (UVA, UVB a UVC)	$H_{\text{eff}} = 30$ denní hodnota 8 hodin	$[\text{J}\cdot\text{m}^{-2}]$		Oko - rohovka, spojivka, čočka, kůže	Fotokeratitida zánět spojivek, vznik očního zákalu, erytém elastóza, rakovina kůže
b.	315 - 400 (UVA)	$H_{\text{UVA}} = 10^4$ denní hodnota 8 hodin			oko - čočka	vznik očního zákalu
c.	300 - 700 (modré světlo)	$L_B = 10^6 \cdot t^{-1}$ pro $t \leq 10000\text{s}$	$L_B [\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}] \text{ t[s]}$	Pro $\alpha \geq 11$ mrad $L_B$ je časově střední hodnota z $L_B(t)$	oko - sítnice	photoretinitis, zánět sítnice vlivem intenzivního světla
d.	300 - 700 (modré světlo)	$L_B = 100$ pro $t > 10000\text{s}$	$[\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}]$			
e.	300 - 700 (modré světlo)	$E_B = 100 \cdot t^{-1}$ pro $t \leq 10000\text{s}$	$E_B [\text{W}\cdot\text{m}^{-2}] \text{ t[s]}$	pro $\alpha < 11$ mrad viz poznámka č. 2 $E_B$ je časově střední hodnota z $E_B(t)$		
f.	300 - 700 (modré světlo)	$E_B = 0,01$ $t > 10000\text{s}$	$[\text{W}\cdot\text{m}^{-2}]$			
g.	380 - 1400 (viditelné a IRA)	$L_R = 2,8 \cdot 10^7 \cdot C_\alpha^{-1}$ pro $t > 10\text{s}$	$[\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}]$	$C_\alpha = 1,7$ pro $\alpha \leq 1,7$ mrad $C_\alpha = \alpha$ pro $1,7 \leq \alpha$ $\leq 100$ mrad $C_\alpha = 100$ pro $\alpha > 100$ mrad $\lambda_1 = 380$ nm $\lambda_2 = 1400$ nm $L_R$ je časově střední hodnota z $L_R(t)$		
h.	380 - 1400 (viditelné a IRA)	$L_R = 5 \cdot 10^7 \cdot C_\alpha^{-1} \cdot t^{-0,25}$ pro $10\mu\text{s} \leq t \leq 10\text{s}$	$L_R [\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}] \text{ t[s]}$			
i.	380 - 1400 (viditelné a IRA)	$L_R = 8,89 \cdot 10^8 \cdot C_\alpha^{-1}$ pro $t < 10\mu\text{s}$	$[\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}]$			
j.	780 - 1400 (IRA)	$L_R = 6 \cdot 10^6 \cdot C_\alpha^{-1}$ pro $t > 10\text{s}$	$[\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}]$	$C_\alpha = 11$ pro $\alpha \leq 11$ mrad $C_\alpha = \alpha$ pro $11 \leq \alpha \leq 100$ mrad $C_\alpha = 100$ pro $\alpha > 100$ mrad (zorné pole pro měření: 11 mrad) $\lambda_1 = 780$ nm $\lambda_2 = 1400$ nm $L_R$ je časově střední hodnota z $L_R(t)$	popálení sítnice	
k.	780 - 1400 (IRA)	$L_R = 5 \cdot 10^7 \cdot C_\alpha^{-1} \cdot t^{-0,25}$ pro $10\mu\text{s} \leq t \leq 10\text{s}$	$L_R [\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}] \text{ t[s]}$			
l.	780 - 1400 (IRA)	$L_R = 8,89 \cdot 10^8 \cdot C_\alpha^{-1}$ pro $t < 10\mu\text{s}$	$[\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}]$			
m.	780 - 3000 (IRA a IRB)	$E_{\text{IR}} = 18000 \cdot t^{-0,75}$ pro $t \leq 1000$ s	$E_{\text{IR}} [\text{W}\cdot\text{m}^{-2}] \text{ t[s]}$	$E_{\text{IR}}$ je časově střední hodnota z $E_{\text{IR}}(t)$	oko rohovka čočka	popálení rohovky vznik očního zákalu
n.	780 - 3000 (IRA a IRB)	$E_{\text{IR}} = 100$ pro $t > 1000$ s	$E_{\text{IR}} [\text{W}\cdot\text{m}^{-2}]$			
o.	380 - 3000 (viditelné, IRA a IRB)	$H_{\text{kůže}} = 20000 \cdot t^{0,25}$ pro $t < 10\text{s}$	$H_{\text{kůže}} [\text{J}\cdot\text{m}^{-2}] \text{ t[s]}$		kůže	popálení

Améba	Název pracovní pozice	rizikové faktory	stupeň rizika	kategorie
1740	Operátor svářeč	Celková fyzická zátěž	2	3
		Pracovní poloha	2	
		Psychická zátěž	2	
		Hluk	2	
		Ozon	2	
		Prach - svářečské dýmy	2	
		Látka s větou R45 Může vyvolat rakovinu	2	
		Ultrafialové záření	3	
		Látka s větou R46 Může vyvolat poškození dědičných vlastností	2	
1750	Operátor svářeč	Hluk	2	3
		Celková fyzická zátěž	2	
		Pracovní poloha	2	
		Psychická zátěž	2	
		Látka s větou R45 Může vyvolat rakovinu	2	
		Látka s větou R46 Může vyvolat poškození dědičných vlastností	2	
		Ozon	2	
Ultrafialové záření	3			
1760	Operátor svářeč	Celková fyzická zátěž	2	3
		Pracovní poloha	2	
		Psychická zátěž	2	
		Hluk	2	
		Ozon	2	
		Zátěž teplem	2	
		Látka s větou R45 Může vyvolat rakovinu	2	
		Ultrafialové záření	3	
1770	Operátor - svářeč	Hluk	2	3
		Celková fyzická zátěž	2	
		Pracovní poloha	2	
		Psychická zátěž	2	
		Látka s větou R45 Může vyvolat rakovinu	2	
		Látka s větou R46 Může vyvolat poškození dědičných vlastností	2	
		Ozon	2	
		Ultrafialové záření	3	
1780	Operátor EP svářeč	Hluk	2	3
		Celková fyzická zátěž	2	
		Pracovní poloha	2	
		Psychická zátěž	2	
		Látka s větou R45 Může vyvolat rakovinu	2	
		Látka s větou R46 Může vyvolat poškození dědičných vlastností	2	
		Ultrafialové záření	3	
	Operátor svářeč	Hluk	2	3
		Celková fyzická zátěž	2	
		Pracovní poloha	2	
		Psychická zátěž	2	
		Látka s větou R45 Může vyvolat rakovinu	2	
		Látka s větou R46 Může vyvolat poškození dědičných vlastností	2	
		Ozon	2	
		Ultrafialové záření	3	

1790	Operátor svářeč	Celková fyzická zátěž	2	3
		Psychická zátěž	2	
		Pracovní poloha	2	
		Hluk	2	
		Látka s větou R45 Může vyvolat rakovinu	2	
		Látka s větou R46 Může vyvolat poškození dědičných vlastností	2	
		Sloučeniny niklu	2	
		Ozon	2	
		Ultrafialové záření	3	
1840	Operátor svářeč	Celková fyzická zátěž	2	3
		Pracovní poloha	2	
		Psychická zátěž	2	
		Hluk	2	
		Ultrafialové záření	3	
		Ozon	2	
		Látka s větou R45 Může vyvolat rakovinu	2	
		Látka s větou R46 Může vyvolat poškození dědičných vlastností	2	
		Nikl	2	
Prach - svářečské dýmy	2			
1880	Operátor sváření - svařovací kabiny	Celková fyzická zátěž	2	3
		Pracovní poloha	2	
		Psychická zátěž	2	
		Hluk	2	
		Látka s větou R43	2	
		Ultrafialové záření	3	
		Oxid uhelnatý	1	
	Ozon	2		
	Operátor sváření - pracoviště 88SRU01	Celková fyzická zátěž	2	3
		Pracovní poloha	2	
		Psychická zátěž	2	
		Hluk	2	
		Látka s větou R43	2	
		Ultrafialové záření	3	
Oxid uhelnatý		1		
Ozon	2			
1920	Operátor svářeč	Hluk	2	3
		Celková fyzická zátěž	2	
		Pracovní poloha	2	
		Psychická zátěž	2	
		Ozon	2	
		Vibrace přenášené na ruce	2	
		Ultrafialové záření	3	
1930	Operátor svářeč	Celková fyzická zátěž	2	3
		Pracovní poloha	2	
		Psychická zátěž	2	
		Hluk	2	
		Ultrafialové záření	3	
		Ozon	2	
		Látka s větou R45 Může vyvolat rakovinu	2	
		Látka s větou R46 Může vyvolat poškození dědičných vlastností	2	
		Vibrace přenášené na ruce	2	
		Sloučeniny niklu	2	

1940	Operátor svářeč (svařovací box)	Hluk	2	3
		Celková fyzická zátěž	2	
		Pracovní poloha	2	
		Psychická zátěž	2	
		Vibrace přenášené na ruce	2	
		Látka s větou R45 Může vyvolat rakovinu	2	
		Látka s větou R46 Může vyvolat poškození dědičných vlastností	2	
		Sloučeniny niklu	2	
		Ozon	2	
		Ultrafialové záření	3	
		1950	Operátor svářeč	
Celková fyzická zátěž	2			
Pracovní poloha	2			
Psychická zátěž	2			
Ozon	2			
Vibrace přenášené na ruce	2			
Ultrafialové záření	3			
1960	Operátor svářeč	Hluk	2	3
		Celková fyzická zátěž	2	
		Pracovní poloha	2	
		Psychická zátěž	2	
		Látka s větou R45 Může vyvolat rakovinu	2	
		Látka s větou R46 Může vyvolat poškození dědičných vlastností	2	
		Ultrafialové záření	3	
		Ozon	2	
		Vibrace přenášené na ruce	2	
		2000	Operátor svářeč	
Celková fyzická zátěž	2			
Pracovní poloha	2			
Psychická zátěž	2			
Látka s větou R45 Může vyvolat rakovinu	2			
Látka s větou R46 Může vyvolat poškození dědičných vlastností	2			
Ultrafialové záření	3			
Ozon	2			
Prach - svářečské dýmy	2			

Material	WorkCenter	Améba	Délka svaru	Proud AVG	Proud svařovací [A]	Proud stehovací [A]	Rychlost [mm.min <sup>-1</sup> ]	Čas svařování [min]	Čas stehování [min]	Čas hoření oblouku [min]
1000	20SAT01	2000	1147,06	100	105	50	270	4,25	1,91	6,16
1010	20SAT01	2000	1303,30	43	45,15	50	270	4,83	2,17	7,00
1020	20SAT01	2000	1393,45	60	63	50	270	5,16	2,32	7,48
1020	20SAT01	2000	972,94	62	65,1	50	300	3,24	1,62	4,86
1030	20SAT01	2000	1144,99	110	115,5	50	450	2,54	1,91	4,45
1040	20SAT01	2000	716,46	120	126	50	400	1,79	1,19	2,99
1050	75SAT01	1750	476,51	53	55,65	50	160	2,98	0,79	3,77
1050	75SAT01	1750	822,77	53	55,65	50	200	4,11	1,37	5,49
1060	75SAT01	1750	608,07	85	89,25	50	200	3,04	1,01	4,05
1070	75SAT01	1750	608,07	85	89,25	50	200	3,04	1,01	4,05
1060	75SAT01	1750	433,49	100	105	50	200	2,17	0,72	2,89
1070	75SAT01	1750	433,49	100	105	50	200	2,17	0,72	2,89
1080	75SAT01	1750	416,53	35	36,75	50	200	2,08	0,69	2,78
1090	75SAT01	1750	412,77	35	36,75	50	200	2,06	0,69	2,75
1090	75SAT01	1750	412,77	62	65,1	50	200	2,06	0,69	2,75
1100	75SAT01	1750	753,46	70	73,5	50	360	2,09	1,26	3,35
1110	75SAT01	1750	422,19	35	88,2	50	190	2,22	0,70	2,93
1120	75SAT01	1750	491,45	45	47,25	50	250	1,97	0,82	2,78
1130	75SAT01	1750	491,74	60	63	50	220	2,24	0,82	3,05
1110	75SAT01	1750	551,24	84	88,2	50	200	2,76	0,92	3,67
1140	75SAT01	1750	703,37	55	57,75	50	270	2,61	1,17	3,78
1150	75SAT01	1750	958,03	83	87,15	50	270	3,55	1,60	5,14
1160	75SAT01	1750	602,42	55	57,75	50	200	3,01	1,00	4,02
1170	75SAT01	1750	716,69	78	81,9	50	200	3,58	1,19	4,78
1180	75SAT01	1750	654,89	85	89,25	50	200	3,27	1,09	4,37
1190	75SAT01	1750	654,89	85	89,25	50	200	3,27	1,09	4,37
1190	75SAT01	1750	565,78	70	73,5	50	270	2,10	0,94	3,04
1180	75SAT01	1750	1102,72	80	84	50	270	4,08	1,84	5,92
1190	75SAT01	1750	796,30	85	89,25	50	200	3,98	1,33	5,31
1200	75SAT01	1750	796,30	95	99,75	50	270	2,95	1,33	4,28
1210	75SAT01	1750	796,30	95	99,75	50	270	2,95	1,33	4,28
1220	75SAT01	1750	1083,03	73	76,65	50	200	5,42	1,81	7,22
1230	75SAT01	1750	455,22	53	55,65	50	270	1,69	0,76	2,44
1240	75SAT01	1750	799,61	70	73,5	50	250	3,20	1,33	4,53
1250	75SAT01	1750	1146,90	55	57,75	50	270	4,25	1,91	6,16
1260	75SAT01	1750	1098,86	60	63	50	270	4,07	1,83	5,90
1270	75SAT01	1750	881,79	60	63	50	270	3,27	1,47	4,74
1280	75SAT01	1750	882,59	60	63	50	270	3,27	1,47	4,74
1290	75SAT01	1750	711,98	80	84	50	200	3,56	1,19	4,75
1290	75SAT01	1750	678,63	60	63	50	270	2,51	1,13	3,64
1300	75SAT01	1750	492,19	85	89,25	50	200	2,46	0,82	3,28
1310	75SAT01	1750	790,19	75	78,75	50	250	3,16	1,32	4,48
1310	75SAT01	1750	743,47	83	87,15	50	200	3,72	1,24	4,96
1320	75SAT01	1750	491,42	60	63	50	250	1,97	0,82	2,78
1330	75SAT01	1750	497,55	45	47,25	50	250	1,99	0,83	2,82
1080	75SAT01	1750	533,81	50	52,5	50	270	1,98	0,89	2,87
1340	75SAT01	1750	662,93	55	57,75	50	270	2,46	1,10	3,56
1160	75SAT01	1750	716,70	55	57,75	50	200	3,58	1,19	4,78
1350	75SAT01	1750	1083,03	85	89,25	50	200	5,42	1,81	7,22
1360	75SAT01	1750	802,13	95	99,75	50	300	2,67	1,34	4,01
1370	77SAT01	1770	1100,90	95	99,75	50	410	2,69	1,83	4,52
1380	77SAT01	1770	234,20	60	63	50	150	1,56	0,39	1,95
1390	77SAT01	1770	811,86	75	78,75	50	300	2,71	1,35	4,06
1400	77SAT01	1770	811,86	75	78,75	50	300	2,71	1,35	4,06
1410	77SAT01	1770	1137,01	43	45,15	50	420	2,71	1,90	4,60
1420	77SAT01	1770	1137,01	43	45,15	50	420	2,71	1,90	4,60

Příloha č. 3 – Sběr dat pro poloautomatizovaná pracoviště pokračování

1430	77SAT01	1770	418,42	43	45,15	50	440	0,95	0,70	1,65
1440	77SAT01	1770	1361,05	70	73,5	50	270	5,04	2,27	7,31
1450	77SAT01	1770	1402,81	55	57,75	50	204,9	6,85	2,34	9,18
1450	77SAT01	1770	1526,21	60	63	50	204,9	7,45	2,54	9,99
1460	77SAT01	1770	955,99	47	49,35	50	400	2,39	1,59	3,98
1470	77SAT01	1770	1274,19	95	99,75	50	400	3,19	2,12	5,31
1480	77SAT01	1770	234,20	45	47,25	50	200	1,17	0,39	1,56
1490	77SAT01	1770	115,40	45	47,25	50	200	0,58	0,19	0,77
1500	77SAT01	1770	1558,87	50	52,5	50	270	5,77	2,60	8,37
1510	77SAT01	1770	632,19	48	50,4	50	250	2,53	1,05	3,58
1520	77SAT01	1770	1797,98	65	68,25	50	340	5,29	3,00	8,28
1530	77SAT01	1770	1091,95	65	68,25	50	340	3,21	1,82	5,03
1540	77SAT01	1770	1247,38	50	52,5	50	245	5,09	2,08	7,17
1550	77SAT01	1770	986,44	40	42	50	400	2,47	1,64	4,11
1560	77SAT01	1770	811,70	105	110,25	50	260	3,12	1,35	4,47
1570	77SAT01	1770	809,66	50	52,5	50	330	2,45	1,35	3,80
1580	77SAT01	1770	1436,72	50	52,5	50	240	5,99	2,39	8,38
1590	77SAT01	1770	1127,74	65	68,25	50	320	3,52	1,88	5,40
1600	77SAT01	1770	1278,15	65	68,25	50	320	3,99	2,13	6,12
1610	77SAT01	1770	469,29	83	87,15	50	220	2,13	0,78	2,92
1620	77SAT01	1770	945,31	45	47,25	50	160	5,91	1,58	7,48
1630	77SAT01	1770	469,60	83	87,15	50	220	2,13	0,78	2,92
1640	77SAT01	1770	912,56	95	99,75	50	285	3,20	1,52	4,72
1650	77SAT01	1770	1914,85	65	68,25	50	320	5,98	3,19	9,18
1660	77SAT01	1770	1825,45	65	68,25	50	320	5,70	3,04	8,75
1670	77SAT01	1770	1433,74	115	120,75	50	340	4,22	2,39	6,61
1680	77SAT01	1770	1785,89	70	73,5	50	320	5,58	2,98	8,56
1690	77SAT01	1770	1798,51	65	68,25	50	300	6,00	3,00	8,99
1700	77SAT01	1770	829,60	52	54,6	50	300	2,77	1,38	4,15
1700	77SAT01	1770	877,20	52	54,6	50	300	2,92	1,46	4,39
1710	77SAT01	1770	1257,43	70	73,5	50	270	4,66	2,10	6,75
1720	77SAT01	1770	715,46	100	105	50	160	4,47	1,19	5,66
1730	77SAT01	1770	831,86	65	68,25	50	320	2,60	1,39	3,99
1740	77SAT01	1770	1241,69	125	131,25	50	290	4,28	2,07	6,35
1750	77SAT01	1770	1241,69	125	131,25	50	290	4,28	2,07	6,35
1760	77SAT01	1770	1241,69	125	131,25	50	290	4,28	2,07	6,35
1770	77SAT01	1770	1241,69	125	131,25	50	290	4,28	2,07	6,35
1780	77SAT01	1770	1241,69	125	131,25	50	290	4,28	2,07	6,35
1740	77SAT01	1770	1241,69	120	126	50	240	5,17	2,07	7,24
1750	77SAT01	1770	1241,69	120	126	50	240	5,17	2,07	7,24
1760	77SAT01	1770	1241,69	120	126	50	240	5,17	2,07	7,24
1770	77SAT01	1770	1241,69	120	126	50	240	5,17	2,07	7,24
1780	77SAT01	1770	1241,69	120	126	50	240	5,17	2,07	7,24
1790	77SAT01	1770	581,86	75	78,75	50	290	2,01	0,97	2,98
1800	77SAT01	1770	878,43	60	63	50	350	2,51	1,46	3,97
1810	77SAT01	1770	689,65	80	84	50	310	2,22	1,15	3,37
1820	79SAT01	1790	116,50	52	54,6	50	431	0,27	0,19	0,46
1830	79SAT01	1790	166,50	75	78,75	50	400	0,42	0,28	0,69
1840	79SAT01	1790	85,00	65	68,25	50	320	0,27	0,14	0,41
1850	79SAT01	1790	45,50	40	42	50	300	0,15	0,08	0,23
1860	79SAT01	1790	43,60	40	42	50	300	0,15	0,07	0,22
1870	79SAT01	1790	70,00	40	42	50	300	0,23	0,12	0,35
1880	79SAT01	1790	68,60	40	42	50	300	0,23	0,11	0,34
1890	79SAT01	1790	70,00	40	42	50	300	0,23	0,12	0,35
1900	79SAT01	1790	73,50	40	42	50	300	0,25	0,12	0,37
1910	79SAT01	1790	74,00	40	42	50	300	0,25	0,12	0,37
1920	79SAT01	1790	63,50	50	52,5	50	400	0,16	0,11	0,26
1930	79SAT01	1790	60,50	45	47,25	50	300	0,20	0,10	0,30
1940	79SAT01	1790	100,10	70	73,5	50	250	0,40	0,17	0,57



## Příloha č. 3 – Sběr dat pro poloautomatizovaná pracoviště pokračování

1950	79SAT01	1790	90,40	40	42	50	300	0,30	0,15	0,45
1960	79SAT03	1790	74,50	40	42	50	320	0,23	0,12	0,36
1970	79SAT03	1790	81,20	40	42	50	304,8	0,27	0,14	0,40
1980	79SAT03	1790	63,00	40	42	50	304,8	0,21	0,11	0,31
1990	79SAT03	1790	61,80	40	42	50	304,8	0,20	0,10	0,31
2000	79SAT03	1790	163,65	40	42	50	304,8	0,54	0,27	0,81
2010	79SAT03	1790	134,20	40	42	50	304,8	0,44	0,22	0,66
2020	79SAT03	1790	78,30	40	42	50	304,8	0,26	0,13	0,39
2030	79SAT03	1790	61,80	40	42	50	304,8	0,20	0,10	0,31
2040	79SAT03	1790	163,65	40	42	50	304,8	0,54	0,27	0,81
2050	79SAT03	1790	186,66	40	42	50	304,8	0,61	0,31	0,92
2060	79SAT03	1790	61,20	40	42	50	304,8	0,20	0,10	0,30
2070	79SAT03	1790	105,10	80	84	50	508	0,21	0,18	0,38
2080	79SAT03	1790	116,60	80	84	50	508	0,23	0,19	0,42
2090	79SAT03	1790	115,50	80	84	50	508	0,23	0,19	0,42
2100	79SAT03	1790	126,70	96	100,8	50	381	0,33	0,21	0,54
2110	79SAT03	1790	128,20	96	100,8	50	381	0,34	0,21	0,55
2120	79SAT03	1790	52,30	96	100,8	50	381	0,14	0,09	0,22
2130	79SAT03	1790	50,85	96	100,8	50	381	0,13	0,08	0,22
2140	79SAT03	1790	50,85	96	100,8	50	381	0,13	0,08	0,22
2150	79SAT03	1790	52,30	96	100,8	50	381	0,14	0,09	0,22
2160	79SAT03	1790	95,80	93	97,65	50	95	1,01	0,16	1,17
2170	79SAT03	1790	61,40	93	97,65	50	95	0,65	0,10	0,75
2180	79SAT03	1790	121,00	55	57,75	50	381	0,32	0,20	0,52
2190	79SAT03	1790	88,30	55	57,75	50	381	0,23	0,15	0,38
2200	79SAT03	1790	88,44	55	57,75	50	381	0,23	0,15	0,38
2210	79SAT03	1790	118,30	55	57,75	50	381	0,31	0,20	0,51
2220	79SAT03	1790	121,30	55	57,75	50	381	0,32	0,20	0,52
2230	79SAT03	1790	92,00	55	57,75	50	381	0,24	0,15	0,39
2240	79SAT03	1790	86,20	55	57,75	50	381	0,23	0,14	0,37
2250	79SAT03	1790	185,20	55	57,75	50	381	0,49	0,31	0,79
2260	79SAT03	1790	185,20	55	57,75	50	381	0,49	0,31	0,79
2270	79SAT03	1790	64,50	55	57,75	50	381	0,17	0,11	0,28
2280	79SAT03	1790	139,00	55	57,75	50	381	0,36	0,23	0,60
2290	79SAT03	1790	97,20	55	57,75	50	381	0,26	0,16	0,42
2300	79SAT03	1790	165,00	82	86,1	50	381	0,43	0,28	0,71
2310	79SAT03	1790	73,50	82	86,1	50	381	0,19	0,12	0,32
2320	79SAT03	1790	74,95	82	86,1	50	381	0,20	0,12	0,32
2330	79SAT03	1790	500,69	86	90,3	50	110	4,55	0,83	5,39
2340	79SAT03	1790	169,80	86	90,3	50	279,4	0,61	0,28	0,89
2350	79SAT03	1790	227,20	86	90,3	50	279,4	0,81	0,38	1,19
2360	79SAT03	1790	82,50	86	90,3	50	279,4	0,30	0,14	0,43
2370	79SAT03	1790	104,10	83	87,15	50	355,6	0,29	0,17	0,47
2380	79SAT03	1790	86,40	83	87,15	50	355,6	0,24	0,14	0,39
2390	79SAT03	1790	76,50	83	87,15	50	355,6	0,22	0,13	0,34
2400	79SAT03	1790	78,90	83	87,15	50	355,6	0,22	0,13	0,35
2410	79SAT03	1790	78,90	83	87,15	50	355,6	0,22	0,13	0,35
2420	79SAT03	1790	81,40	83	87,15	50	355,6	0,23	0,14	0,36
2430	79SAT03	1790	84,50	83	87,15	50	355,6	0,24	0,14	0,38
2440	79SAT03	1790	83,10	83	87,15	50	355,6	0,23	0,14	0,37
2450	79SAT03	1790	573,85	95	99,75	50	431	1,33	0,96	2,29
2460	79SAT03	1790	86,00	95	99,75	50	431	0,20	0,14	0,34
2470	79SAT03	1790	834,93	48	50,4	50	431	1,94	1,39	3,33
2480	79SAT03	1790	134,00	48	50,4	50	431	0,31	0,22	0,53
2490	79SAT03	1790	134,00	48	50,4	50	431	0,31	0,22	0,53
2500	79SAT03	1790	134,00	48	50,4	50	431	0,31	0,22	0,53
2510	79SAT03	1790	226,00	48	50,4	50	431	0,52	0,38	0,90
2520	79SAT03	1790	225,00	48	50,4	50	431	0,52	0,38	0,90
2530	79SAT03	1790	685,00	52	54,6	50	431	1,59	1,14	2,73

## Příloha č. 3 – Sběr dat pro poloautomatizovaná pracoviště pokračování

2540	79SAT03	1790	235,00	52	54,6	50	431	0,55	0,39	0,94
2550	79SAT03	1790	103,50	52	54,6	50	431	0,24	0,17	0,41
2560	79SAT03	1790	143,90	75	78,75	50	400	0,36	0,24	0,60
2570	79SAT03	1790	143,90	75	78,75	50	400	0,36	0,24	0,60
2580	79SAT03	1790	231,00	52	54,6	50	431	0,54	0,39	0,92
2590	79SAT03	1790	77,80	48	50,4	50	431,8	0,18	0,13	0,31
2600	79SAT03	1790	154,80	46	48,3	50	240	0,65	0,26	0,90
2610	79SAT03	1790	89,50	23	24,15	50	457,2	0,20	0,15	0,34
2620	79SAT03	1790	68,60	86	90,3	50	279,4	0,25	0,11	0,36
2630	79SAT03	1790	205,50	52	54,6	50	431,8	0,48	0,34	0,82
2640	79SAT03	1790	370,60	52	54,6	50	431,8	0,86	0,62	1,48
2650	79SAT03	1790	180,79	52	54,6	50	431,8	0,42	0,30	0,72
2660	79SAT03	1790	298,50	83	87,15	50	355,6	0,84	0,50	1,34
2670	79SAT03	1790	114,20	83	87,15	50	355,6	0,32	0,19	0,51
2680	79SAT03	1790	191,00	83	87,15	50	355,6	0,54	0,32	0,86
2690	79SAT03	1790	93,00	80	84	50	406,4	0,23	0,16	0,38
2700	79SAT03	1790	200,00	42	44,1	50	431,8	0,46	0,33	0,80
2710	79SAT03	1790	136,00	48	50,4	50	431,8	0,31	0,23	0,54
2720	79SAT03	1790	45,20	38	39,9	50	304,8	0,15	0,08	0,22
2730	79SAT03	1790	56,50	38	39,9	50	304,8	0,19	0,09	0,28
2740	79SAT03	1790	189,20	40	42	50	304,8	0,62	0,32	0,94
2750	79SAT03	1790	45,20	40	42	50	304,8	0,15	0,08	0,22
2760	79SAT03	1790	151,20	40	42	50	304,8	0,50	0,25	0,75
2770	79SAT03	1790	98,00	40	42	50	304,8	0,32	0,16	0,48
2780	79SAT03	1790	85,00	73	76,65	50	304,8	0,28	0,14	0,42
2790	79SAT03	1790	181,40	125	131,25	50	290	0,63	0,30	0,93
2800	79SAT03	1790	130,60	125	131,25	50	290	0,45	0,22	0,67
2810	84SAT03	1840	575,45	85	89,25	50	200	2,88	0,96	3,84
2810	84SAT03	1840	1380,14	85	89,25	50	250	5,52	2,30	7,82
2820	84SAT03	1840	1134,02	100	105	50	432	2,63	1,89	4,52
2830	84SAT03	1840	1160,14	100	105	50	444,5	2,61	1,93	4,54
2840	84SAT03	1840	1160,14	100	105	50	444,5	2,61	1,93	4,54
2850	84SAT03	1840	1357,46	140	147	50	368,3	3,69	2,26	5,95
2850	84SAT03	1840	1463,14	140	147	50	368,3	3,97	2,44	6,41
2860	84SAT03	1840	1075,12	97	101,85	50	228,6	4,70	1,79	6,49
2870	84SAT03	1840	1197,23	105	110,25	50	317,5	3,77	2,00	5,77
2880	84SAT03	1840	1520,87	80	84	50	304,8	4,99	2,53	7,52
2890	84SAT03	1840	1523,82	80	84	50	304,8	5,00	2,54	7,54
2900	84SAT03	1840	1523,83	80	84	50	304,8	5,00	2,54	7,54
2910	84SAT03	1840	1274,19	95	99,75	50	254	5,02	2,12	7,14
2920	84SAT03	1840	1274,19	95	99,75	50	254	5,02	2,12	7,14
2930	84SAT03	1840	1265,82	95	99,75	50	254	4,98	2,11	7,09
2940	84SAT03	1840	819,58	140	147	50	406,4	2,02	1,37	3,38
2940	84SAT03	1840	829,63	120	126	50	355,6	2,33	1,38	3,72
2950	84SAT03	1840	1714,45	95	99,75	50	304,8	5,62	2,86	8,48
2960	84SAT03	1840	1274,19	95	99,75	50	304,8	4,18	2,12	6,30
2970	84SAT03	1840	1715,08	95	99,75	50	304,8	5,63	2,86	8,49
2980	84SAT03	1840	735,37	85	89,25	50	406,4	1,81	1,23	3,04
2810	84SAT03	1840	1527,10	85	89,25	50	279,4	5,47	2,55	8,01
2990	84SAT03	1840	480,12	65	68,25	50	280	1,71	0,80	2,51
3000	84SAT03	1840	534,60	60	63	50	280	1,91	0,89	2,80
2990	84SAT03	1840	534,60	60	63	50	280	1,91	0,89	2,80
3010	84SAT03	1840	855,82	105	110,25	50	279,4	3,06	1,43	4,49
3020	84SAT03	1840	1520,21	90	94,5	50	393,7	3,86	2,53	6,40
3020	84SAT03	1840	1049,56	90	94,5	50	406,4	2,58	1,75	4,33
3030	93SAT01	1930	1318,38	93	97,65	50	382,3	3,45	2,20	5,65
3040	93SAT01	1930	1550,23	100	105	50	590	2,63	2,58	5,21
3050	93SAT01	1930	1326,32	100	105	50	360	3,68	2,21	5,89
3040	93SAT01	1930	1065,23	65	68,25	50	250	4,26	1,78	6,04
3060	93SAT01	1930	1292,69	100	105	50	430	3,01	2,15	5,16

## Příloha č. 3 – Sběr dat pro poloautomatizovaná pracoviště pokračování

3040	93SAT01	1930	1540,58	100	105	50	340	4,53	2,57	7,10
3070	93SAT01	1930	1214,41	100	105	50	260	4,67	2,02	6,69
3080	93SAT01	1930	1856,07	130	136,5	50	330	5,62	3,09	8,72
3090	93SAT01	1930	1591,99	130	136,5	50	310	5,14	2,65	7,79
3090	93SAT01	1930	1591,99	130	136,5	50	310	5,14	2,65	7,79
3100	93SAT01	1930	1323,64	100	105	50	409	3,24	2,21	5,44
3100	93SAT01	1930	1396,22	100	105	50	409	3,41	2,33	5,74
3110	93SAT01	1930	1857,61	130	136,5	50	330	5,63	3,10	8,73
3120	93SAT01	1930	1860,31	130	136,5	50	330	5,64	3,10	8,74
3130	93SAT01	1930	771,26	100	105	50	390	1,98	1,29	3,26
3140	93SAT01	1930	905,32	65	68,25	50	265	3,42	1,51	4,93
3150	93SAT01	1930	1503,38	100	105	50	515	2,92	2,51	5,42
3160	93SAT01	1930	920,48	74	77,7	50	170	5,41	1,53	6,95
3170	93SAT01	1930	1407,07	100	105	50	340	4,14	2,35	6,48
3170	93SAT01	1930	1407,07	95	99,75	50	406	3,47	2,35	5,81
3070	93SAT01	1930	1214,41	100	105	50	306	3,97	2,02	5,99
3150	93SAT01	1930	1386,64	100	105	50	515	2,69	2,31	5,00
3180	93SAT01	1930	1856,73	120	126	50	320	5,80	3,09	8,90
3040	93SAT01	1930	1047,14	95	99,75	50	480	2,18	1,75	3,93
3190	93SAT01	1930	547,62	65	68,25	50	150	3,65	0,91	4,56
3200	93SAT01	1930	432,86	100	105	50	380	1,14	0,72	1,86
3210	93SAT01	1930	483,01	105	110,25	50	380	1,27	0,81	2,08
3220	93SAT01	1930	1479,86	110	115,5	50	330	4,48	2,47	6,95
3230	93SAT01	1930	893,52	90	94,5	50	540	1,65	1,49	3,14
3230	93SAT01	1930	1468,94	90	94,5	50	560	2,62	2,45	5,07
3240	93SAT01	1930	1479,86	110	115,5	50	330	4,48	2,47	6,95
3050	93SAT01	1930	1317,66	89	93,45	50	416	3,17	2,20	5,36
3250	93SAT01	1930	1848,37	130	136,5	50	283	6,53	3,08	9,61
3260	93SAT01	1930	1278,98	105	110,25	50	500	2,56	2,13	4,69
3260	93SAT01	1930	803,39	105	110,25	50	442	1,82	1,34	3,16
3270	93SAT01	1930	1862,39	130	136,5	50	320	5,82	3,10	8,92
3260	93SAT01	1930	505,90	105	110,25	50	440	1,15	0,84	1,99
3260	93SAT01	1930	1108,06	105	110,25	50	440	2,52	1,85	4,37
3140	93SAT01	1930	750,28	90	94,5	50	390	1,92	1,25	3,17
3140	93SAT01	1930	927,65	90	94,5	50	470	1,97	1,55	3,52
3280	94SAT01	1940	773,33	100	105	50	120,75	6,40	1,29	7,69
3280	94SAT01	1940	1310,48	80	84	50	118,26	11,08	2,18	13,27
3280	94SAT01	1940	1310,48	80	84	50	118,26	11,08	2,18	13,27
3290	94SAT01	1940	1249,47	95	99,75	50	116,115	10,76	2,08	12,84
3300	94SAT01	1940	1245,34	95	99,75	50	116,115	10,73	2,08	12,80
3300	94SAT01	1940	1245,34	95	99,75	50	116,115	10,73	2,08	12,80

Pracoviště	93SRU01		93SRU01		93SRU01		94SRU01	
Evidenční č. prac.	5100000477		5100000479		5100000470		5100000501	
	5100000503		5100000502		5100000497			
Svářečka	Miller Dynasty 300 DX		Miller Dynasty 300 DX		Miller Maxstar 300 DX		Miller Maxstar 300 DX	
datum	Označení dílce	Velikost proudu	Označení dílce	Velikost proudu	Označení dílce	Velikost proudu	Označení dílce	Velikost proudu
3.8.2015			3270	45			3370	43
3.8.2015			3270	50				
3.8.2015			3270	46				
4.8.2015			3270	41	3330	50	3380	51
4.8.2015			3070	45	3340	16	3160	51
4.8.2015			3160	53	3340	20	3390	46
4.8.2015			3160	51			3390	60
4.8.2015			3160	53				
5.8.2015			3040	22	3090	52	3400	69
5.8.2015			3160	52	3090	49		
5.8.2015			3270	45				
5.8.2015			3270	20				
6.8.2015			3140	26	3330	71		
6.8.2015			3140	32	3330	73		
6.8.2015			3140	25	3350	60		
6.8.2015			3140	31	3350	60		
7.8.2015			3140	20	3350	60		
7.8.2015			3270	36	3330	40		
7.8.2015			3140	26	3040	25		
7.8.2015			3140	27	3270	97		
7.8.2015			3140	32	3270	100		
7.8.2015			3140	32	3160	55		
10.8.2015	3040	26	3160	40	3140	44		
10.8.2015	3040	31	3160	42	3140	40		
10.8.2015	3040	31	3160	40	3140	43	3160	32
10.8.2015	3040	31	3160	42	3140	44		
11.8.2015	3040	31					3410	40
11.8.2015	3090	51					3410	37
11.8.2015	3090	51					3410	40
11.8.2015	3090	46						
11.8.2015	3090	51						
11.8.2015	3090	46						
12.8.2015	3090	51			3140	50	3380	47
12.8.2015	3090	51			3140	50		
12.8.2015	3090	51			3140	50		
12.8.2015	3170	31			3040	22		
12.8.2015					3130	50		
13.8.2015	3310	25			3130	69	3420	30
13.8.2015	3170	30			3120	80		
13.8.2015	3040	21			3120	80		
13.8.2015	3040	21			3120	65		
13.8.2015	3160	51						
14.8.2015	3040	21			3140	30	3430	45
14.8.2015	3270	45			3120	55	3390	45
14.8.2015	3270	51			3070	45	3390	60
14.8.2015	3270	51			3360	30	3390	45
17.8.2015	3040	30			3270	45		
17.8.2015	3040	41			3270	35		
17.8.2015	3040	26			3270	45		
17.8.2015	3040	30			3270	27		

Pracoviště	78SRU01		84SRU01		84SRU01		84SRU01	
Evidenční č. prac.	1273211		8742		1009651		000017	
Svářečka	Aristotig 200		Aristotig 200		Aristotig 200		Aristotig 200	
datum	Označení dílce	Velikost proudu	Označení dílce	Velikost proudu	Označení dílce	Velikost proudu	Označení dílce	Velikost proudu
3.8.2015	4190	36	4350	35	3020	40	1360	32
3.8.2015								
3.8.2015								
4.8.2015	4220	38	4350	35	3020	19	4480	30
4.8.2015							4440	32
4.8.2015								
4.8.2015								
5.8.2015	4220	38	4350	35	4310	40	4230	34
5.8.2015	4220	38	4360	35	4230	40	4230	28
5.8.2015	4230	40						
5.8.2015	4190	38						
6.8.2015	4240	30	4370	35			4230	28
6.8.2015	4240	22	4370	35	4230	40	4310	30
6.8.2015	4250	38					4310	30
6.8.2015								
7.8.2015	4260	39	3020	26			4230	34
7.8.2015	4260	39	4380	28			4230	34
7.8.2015	4270	44					2950	43
10.8.2015	4260	39	4230	37	4440	34	4490	41
10.8.2015	4260	39	4230	35	4390	24		35
10.8.2015	4260	28	4230	35				
10.8.2015	4260	39	4230	35				
10.8.2015			4390	36				
11.8.2015	4280	26	4310	37	4230	40		
11.8.2015	4260	38	4310	32	4230	40		
11.8.2015	4290	38	4310	32	4450	36		
11.8.2015	4290	35			4450	22		
11.8.2015								
12.8.2015	4280	30	4230	35	4390	22	4310	30
12.8.2015	4280	30	4230	35	3020	22		
12.8.2015	1400	13	4400	32	4440	29		
13.8.2015	4190	26	3020	19	4310	35	4310	35
13.8.2015	4190	30	3020	35			3020	25
13.8.2015	4230	36	4400	32			3020	36
13.8.2015			4400	32				
14.8.2015	4300	30	4310	35	3020	24	4230	37
14.8.2015	4310	32	4310	35			4310	24
14.8.2015								
17.8.2015	4250	26	4310	37	4400	35	4310	35
17.8.2015	1580	40	4250	27	2910	32	4310	27
17.8.2015	1580	40	4310	36	4400	38	4310	36
17.8.2015			4310	36			4310	36
17.8.2015			4310	36			4400	38
17.8.2015			4410	35			2910	32
17.8.2015			4390	35				
18.8.2015	4320	28	3020	21	4460	40	3020	36
18.8.2015	4190	27	3020	23	4400	34	3020	28
18.8.2015	4190	38	3020	35	4400	38	3020	36
18.8.2015								
19.8.2015	4240	35	3020	34	4230	39	4490	25
19.8.2015	4240	22	3020	29	4230	39	4310	25
20.5.2015			4400	31	4430	34	3020	31
20.5.2015			4400	31	4430	34	4230	34
24.8.2015	4330	38	3020	26	4310	39	2950	35

Příloha č. 6 – Sběr hodnot proudů Lisovnu – příklad zaznamenávání dat

Pracoviště	79SRU01		79SRU01	
	Fronius		Jetline	
Svářečka	Fronius TransTig 2200		ESAB Caddy tig 1500i	
datum	Označení dílce	Velikost proudu	Označení dílce	Velikost proudu
3.8.2015			1840	23
3.8.2015			1890	22
3.8.2015			1890	18
3.8.2015			4730	80
4.8.2015			1900	17
4.8.2015			2660	36
4.8.2015				
4.8.2015			4740	11
5.8.2015			2740	24
5.8.2015			4750	56
5.8.2015			4750	46
6.8.2015			4760	42
6.8.2015			4730	51
6.8.2015			4750	46
6.8.2015	2730	18		
7.8.2015	2000	24	4750	44
10.8.2015	2000	24		
10.8.2015	2750	24		
10.8.2015	2740	24		
11.8.2015	2310	30		
11.8.2015	2300	30		
11.8.2015	2540	22		
12.8.2015	2710	14		
12.8.2015	2010	24		
14.8.2015	2230	21		
14.8.2015	2000	24		
14.8.2015	4720	19		
18.8.2015			2240	18
18.8.2015			4770	34
18.8.2015	1850	17		
19.8.2015			4780	36
19.8.2015			2750	23
20.8.2015	2580	22	4730	20
20.8.2015			4730	80

Příloha č. 7 – Sběr hodnot proudů pro oddělení generálních oprav – příklad zaznamenávání dat

Pracoviště	20SRU01, 20SRU02		20SRU01, 20SRU02		20SRU01, 20SRU02		20SRU01, 20SRU02, 20SRU03	
Evidenční č. prac.	510000020		5100000601		5100000610		5100000655	
Svářečka	Aristotig 200		Fronius Magic Wave 2600		Fronius TransTig 2200		Fronius Magic Wave 1700	
datum	Označení dílce	Velikost proudu	Označení dílce	Velikost proudu	Označení dílce	Velikost proudu	Označení dílce	Velikost proudu
3.8.2015	4800	27	4920	16	4290	22	5060	36
3.8.2015			4930	54				
3.8.2015			4930	54				
4.8.2015	4810	15	4860	260	1450	50		
4.8.2015	3850	33	4860	218			2890	37
5.8.2015	4820	20					5030	26
5.8.2015	4400	21						
5.8.2015								
5.8.2015							4400	33
5.8.2015			3850	47			2900	42
6.8.2015	4280	18	4860	220				
6.8.2015	4280	24					4400	28
6.8.2015	4830	8			1450	32	4400	33
6.8.2015			4940	141				
7.8.2015	4280	24	4290	24			4400	23
7.8.2015	1200	25						
10.8.2015	3850	6	4290	30	4400	30	4400	30
10.8.2015					5020	18		
11.8.2015	4840	24	4820	20	1040	65	2990	26
11.8.2015	4850	12	4950	50			4360	25
11.8.2015	4800	27	4940	163				
12.8.2015	4860	25	4960	33			2880	50
13.8.2015	3560	16	4860	180			4400	24
13.8.2015	4870	47						
14.8.2015	4850	12	4970	70	4400	23	2990	23
14.8.2015	4880	71	4980	35			4400	25
14.8.2015							5070	25
14.8.2015							4400	25
17.8.2015			4290	35	1010	30	2990	24
18.8.2015	4290	23	3850	35	4290	30	4400	33
18.8.2015			4950	50	1020	33	4390	31
18.8.2015			4820	24			5080	25
18.8.2015			4950	62				
19.8.2015	4890	32	4800	40	1010	30	4400	25
20.8.2015	4880	22	4290	40			5030	27
20.8.2015	3850	42	4990	140			5090	41
20.8.2015							4400	25
21.8.2015	3850	12	3850	58	4290	22	4400	25
21.8.2015					5030	26		
24.8.2015	4290	24					5090	28
24.8.2015	4290	28	4950	63			5040	23
24.8.2015	3560	17					4440	44
25.8.2015	4900	50	3560	30	4400	26		
26.8.2015	4910	19	5000	40			4400	25
26.8.2015	3850	42	4800	40			5040	30
26.8.2015							4400	27
27.8.2015	4840	39	5010	139	5040	23	4400	28
27.8.2015			4880	30			4360	37
27.8.2015							4400	38
28.7.2015	4290	46	4800	180	5050	21	4400	38
28.7.2015	4280	40	3560	44	5050	22	4360	24
28.7.2015	4910	17	5010	144	2900	46	4400	25

Material	WorkCenter	Améba	Operace	Popis operace	Délka svaru	Počet stehů	Proud [A]	Rychlost [mm.min <sup>-1</sup> ]	Čas svařování [s]	Čas stehování [s]	Čas hoření oblouku [s]
3610	74SRU01	1740	250	Stehování	0,00	150	30	30	0,00	525,00	525,00
3610	74SRU01	1740	300	Stehování	0,00	36	30	30	0,00	126,00	126,00
3610	74SRU01	1740	350	Svařování	283,93		30	30	567,86	0,00	567,86
3570	74SRU02	1740	1050	Svařování	420,89		37,4	30	841,77	0,00	841,77
3580	74SRU02	1740	150	Stehování	0,00	38	38,1	30	0,00	133,00	133,00
3580	74SRU02	1740	350	Stehování	0,00	19	38,1	30	0,00	66,50	66,50
3580	74SRU02	1740	450	Stehování	0,00	19	38,1	30	0,00	66,50	66,50
1200	74SRU02	1740	400	Stehování	0,00	84	41	30	0,00	294,00	294,00
1200	74SRU02	1740	500	Stehování	0,00	63	41	30	0,00	220,50	220,50
1200	74SRU02	1740	550	Svařování	0,00	21	41	30	0,00	73,50	73,50
3630	74SRU02	1740	150	Stehování	0,00	38	35,3	30	0,00	133,00	133,00
3630	74SRU02	1740	250	Stehování	0,00	38	35,3	30	0,00	133,00	133,00
3620	74SRU02	1740	200	Stehování	0,00	75	20	30	0,00	262,50	262,50
3670	75SRU02	1750	100	Svařování	43,71	10	43	30	87,42	35,00	122,42
3710	75SRU02	1750	500	Svařování	80,60		29,8	30	161,20	0,00	161,20
3710	75SRU02	1750	600	Svařování	80,35		29,8	30	160,70	0,00	160,70
3780	75SRU02	1750	150	Svařování	24,00		19	30	48,00	0,00	48,00
3660	75SRU02	1750	50	Svařování	309,93	8	30	30	619,86	28,00	647,86
3680	75SRU02	1750	100	Svařování	56,52	8	43,6	30	113,03	28,00	141,03
3810	75SRU02	1750	150	Stehování	32,00		20	30	64,00	0,00	64,00
5100	75SRU02	1750	600	Svařování	101,13	16	31,4	30	202,26	56,00	258,26
3720	75SRU02	1750	150	Svařování	331,90	8	38	30	663,80	28,00	691,80
1340	75SRU02	1750	150	Stehování	60,00		30	30	120,00	0,00	120,00
1240	76SRU01	1760	400	Stehování	0,00	24	17,4	30	0,00	84,00	84,00
1240	76SRU01	1760	650	Stehování	0,00	312	17,4	30	0,00	1092,00	1092,00
3850	76SRU01	1760	250	Stehování	0,00	336	19,0	30	0,00	1176,00	1176,00
3900	76SRU01	1760	400	Svařování	117,00		118,7	30	234,00	0,00	234,00
5110	76SRU01	1760	350	Stehování	0,00	4	31,6	30	0,00	14,00	14,00
1050	76SRU01	1760	100	Stehování	0,00	10	25	30	0,00	35,00	35,00
5120	76SRU01	1760	300	Stehování	0,00	4	31,6	30	0,00	14,00	14,00
5120	76SRU01	1760	400	Svařování	22,00		31,6	30	44,00	0,00	44,00
5130	76SRU01	1760	400	Svařování	120,00	2	31,6	30	240,00	7,00	247,00
1050	76SRU02	1760	350	Stehování	152,50		25	30	305,00	0,00	305,00
1050	76SRU02	1760	700	Stehování	0,00	16	25	30	0,00	56,00	56,00
1050	76SRU02	1760	1250	Stehování	0,00	20	25	30	0,00	70,00	70,00
1050	76SRU02	1760	2150	Svařování	114,85		25	30	229,70	0,00	229,70
1050	76SRU05	1760	1300	Stehování	0,00	20	25	30	0,00	70,00	70,00
4050	77SRU01	1770	200	Stehování	0,00	16	27,4	30	0,00	56,00	56,00
4050	77SRU01	1770	300	Svařování	800,00		27,4	30	1600,00	0,00	1600,00
4050	77SRU01	1770	550	Svařování	365,00	40	27,4	30	730,00	140,00	870,00
4050	77SRU01	1770	650	Stehování	0,00	8	27,4	30	0,00	28,00	28,00
3920	77SRU01	1770	150	Stehování	0,00	33	35,4	30	0,00	115,50	115,50
3920	77SRU01	1770	850	Svařování	1948,44	65	35,4	30	3896,88	227,50	4124,38
3920	77SRU01	1770	1550	Stehování	0,00	22	35,4	30	0,00	77,00	77,00
3920	77SRU01	1770	2100	Svařování	1344,00	90	35,4	30	2688,00	315,00	3003,00
3920	77SRU01	1770	2150	Svařování	39,88	4	35,4	30	79,76	14,00	93,76
4130	77SRU01	1770	800	Stehování		12	34,5	30	0,00	42,00	42,00
4130	77SRU01	1770	900	Svařování		6	34,5	30	0,00	21,00	21,00
1440	77SRU01	1770	850	Stehování	0,00	176	24,7	30	0,00	616,00	616,00
1440	77SRU01	1770	900	Svařování	1520,00		24,7	30	3040,00	0,00	3040,00
1410	77SRU01	1770	600	Svařování	359,70	8	26,6	30	719,40	28,00	747,40
1410	77SRU01	1770	950	Svařování	406,32	30	26,6	30	812,63	105,00	917,63
1410	77SRU01	1770	1700	Stehování	0,00	6	26,6	30	0,00	21,00	21,00
1410	77SRU01	1770	2300	Svařování	83,00		26,6	30	166,00	0,00	166,00
4150	77SRU01	1770	200	Stehování	0,00	29	23	30	0,00	101,50	101,50



## Příloha č. 8 - Sběr dat ruční pracoviště - pokračování

4150	77SRU01	1770	300	Svařování	29,00		23	30	58,00	0,00	58,00
3950	77SRU01	1770	150	Stehování	0,00	12	23,5	30	0,00	42,00	42,00
3950	77SRU01	1770	250	Svařování	13,70		23,5	30	27,40	0,00	27,40
3990	77SRU01	1770	150	Stehování	0,00	33	31	30	0,00	115,50	115,50
3990	77SRU01	1770	900	Stehování	0,00	38	31	30	0,00	133,00	133,00
3990	77SRU01	1770	1500	Stehování	0,00	25	31	30	0,00	87,50	87,50
3990	77SRU01	1770	2000	Stehování	0,00	8	31	30	0,00	28,00	28,00
3990	77SRU01	1770	2100	Svařování	230,00	50	31	30	460,00	175,00	635,00
3990	77SRU01	1770	2150	Svařování	242,00	46	31	30	484,00	161,00	645,00
1020	77SRU01	1770	150	Stehování	0,00	48	27,5	30	0,00	168,00	168,00
1020	77SRU01	1770	550	Stehování	0,00	63	27,5	30	0,00	220,50	220,50
1760	77SRU01	1770	650	Svařování	981,52	56	31,3	30	1963,04	196,00	2159,04
5140	77SRU01	1770	100	Svařování	269,00	10	31,3	30	538,00	35,00	573,00
4070	77SRU01	1770	150	Stehování	0,00	33	56	30	0,00	115,50	115,50
4070	77SRU01	1770	850	Stehování	0,00	64	56	30	0,00	224,00	224,00
4070	77SRU01	1770	1500	Stehování	0,00	30	56	30	0,00	105,00	105,00
4070	77SRU01	1770	2050	Svařování	530,00	78	56	30	1060,00	273,00	1333,00
4070	77SRU01	1770	2100	Svařování	134,00	8	56	30	268,00	28,00	296,00
5150	77SRU01	1770	200	Svařování	117,44	8	31,3	30	234,87	28,00	262,87
4050	77SRU05	1770	200	Stehování	0	20	27,4	30	0	70	70,00
4050	77SRU05	1770	300	Svařování	398,78		27,4	30	797,56	0,00	797,56
4050	77SRU05	1770	550	Svařování	364,92	64	27,4	30	729,84	224,00	953,84
4050	77SRU05	1770	650	Stehování	0	20	27,4	30	0	70	70,00
4260	78SRU01	1780	700	Stehování	0,00	16	37,3	30	0,00	56,00	56,00
4260	78SRU01	1780	800	Svařování	218,00		37,3	30	436,00	0,00	436,00
4190	78SRU01	1780	100	Stehování	0,00	16	32,3	30	0,00	56,00	56,00
4190	78SRU01	1780	200	svařování	166,00		32,3	30	332,00	0,00	332,00
4280	78SRU01	1780	100	Stehování	0,00	24	28,6	30	0,00	84,00	84,00
4280	78SRU01	1780	300	Stehování	0,00	8	28,6	30	0,00	28,00	28,00
4220	78SRU01	1780	750	Stehování	0,00	37	38	30	0,00	129,50	129,50
4220	78SRU01	1780	850	Svařování	378,00		38	30	756,00	0,00	756,00
1840	79SRU01	1790	250	Stehování	0,00	7	23	30	0,00	24,50	24,50
1940	79SRU01	1790	250	Stehování	0,00	8	30	30	0,00	28,00	28,00
2750	79SRU01	1790	250	Stehování	0,00	3	23,5	30	0,00	10,50	10,50
4770	79SRU01	1790	250	Stehování	0,00	3	34	30	0,00	10,50	10,50
4750	79SRU01	1790	300	Stehování	0,00	23	47,6	30	0,00	80,50	80,50
5160	79SRU01	1790	250	Stehování	0,00	3	29,1	30	0,00	10,50	10,50
5170	79SRU01	1790	250	Stehování	0,00	4	29,1	30	0,00	14,00	14,00
5180	79SRU01	1790	300	Stehování	0,00	3	29,1	30	0,00	10,50	10,50
2240	79SRU01	1790	200	Stehování	0,00	7	18	30	0,00	24,50	24,50
1890	79SRU01	1790	200	Stehování	0,00	7	20	30	0,00	24,50	24,50
4310	84SRU01	1840	150	Svařování	2037,40	100	33,7	30	4074,79	350,00	4424,79
4310	84SRU01	1840	350	Svařování	70,18	8	33,7	30	140,36	28,00	168,36
4310	84SRU01	1840	750	Svařování	12,00	4	33,7	30	24,00	14,00	38,00
4230	84SRU01	1840	500	Svařování	677,93	40	36,0	30	1355,85	140,00	1495,85
5190	84SRU01	1840	100	Stehování	0,00	46	33,5	30	0,00	161,00	161,00
5190	84SRU01	1840	400	Svařování	260,93	12	33,5	30	521,87	42,00	563,87
5190	84SRU01	1840	450	Svařování	67,20	12	33,5	30	134,40	42,00	176,40
5190	84SRU01	1840	500	Svařování	260,32		33,5	30	520,65	0,00	520,65
4400	84SRU01	1840	150	Svařování	1116,58	27	34,1	30	2233,17	94,50	2327,67
1360	84SRU01	1840	100	Stehování	0,00	66	32	30	0,00	231,00	231,00
2950	84SRU01	1840	100	Stehování	0,00	102	40	30	0,00	357,00	357,00
2950	84SRU01	1840	400	Svařování	657,96		40	30	1315,92	0,00	1315,92
2950	84SRU01	1840	850	Svařování	160,80	9	40	30	321,60	31,50	353,10
3020	84SRU01	1840	50	Svařování	308,00		29,0	30	616,00	0,00	616,00
3020	84SRU01	1840	350	Svařování	72,00		29,0	30	144,00	0,00	144,00
3020	84SRU01	1840	450	Svařování	636,64	1	29,0	30	1273,28	3,50	1276,78
3020	84SRU01	1840	550	Svařování	446,12		29,0	30	892,24	0,00	892,24
5200	88SRU01	1880	150	Stehování	0,00	25	26,5	30	0,00	87,50	87,50

## Příloha č. 8 - Sběr dat ruční pracoviště

4520	88SRU01	1880	250	Stehování	0,00	21	34,5	30	0,00	73,50	73,50
4580	88SRU01	1880	150	Svařování	371,86	30	25,1	30	743,71	105,00	848,71
4580	88SRU01	1880	500	Svařování	89,73	4	25,1	30	179,45	14,00	193,45
4580	88SRU01	1880	650	Svařování	199,39	20	25,1	30	398,78	70,00	468,78
4660	88SRU01	1880	200	Svařování	81,28	12	20	30	162,56	42,00	204,56
4660	88SRU01	1880	400	Stehování	0,00	16	20	30	0,00	56,00	56,00
4660	88SRU01	1880	450	Stehování	0,00	4	20	30	0,00	14,00	14,00
1020	88SRU01	1880	700		0,00	176	26,5	30	0,00	616,00	616,00
1020	88SRU01	1880	750		1705,09	0	26,5	30	3410,18	0,00	3410,18
3140	93SRU01	1930	600	Svařování	489,84	49	37,4	30	979,68	171,50	1151,18
3140	93SRU01	1930	650	Svařování	1705,44	24,00	37,4	30	3410,88	84,00	3494,88
3160	93SRU01	1930	150	Svařování	757,68	76	50,0	30	1515,36	266,00	1781,36
3270	93SRU01	1930	300	Svařování	703,36	64	48,7	30	1406,72	224,00	1630,72
3270	93SRU01	1930	350	Svařování	1893,41		48,7	30	3786,81	0,00	3786,81
3270	93SRU01	1930	400	Svařování	470,00		48,7	30	940,00	0,00	940,00
3040	93SRU01	1930	750	Svařování	261,60	16	28,1	30	523,20	56,00	579,20
3040	93SRU01	1930	800	Svařování	119,63	60	28,1	30	239,27	210,00	449,27
3040	93SRU01	1930	850	Svařování	621,00	125	28,1	30	1242,00	437,50	1679,50
3040	93SRU01	1930	1050	Svařování	169,56	8	28,1	30	339,12	28,00	367,12
3090	93SRU01	1930	400	Svařování	1269,72	64,00	49,5	30	2539,43	224,00	2763,43
3330	93SRU01	1930	50	Svařování	177,86	8	50,8	30	355,71	28,00	383,71
3120	93SRU01	1930	350	Svařování	70,19	4	59,6	30	140,37	14,00	154,37
3120	93SRU01	1930	400	Svařování	272,77	20	59,6	30	545,54	70,00	615,54
3120	93SRU01	1930	450	Svařování	2417,06	56	59,6	30	4834,12	196,00	5030,12
3120	93SRU01	1930	500	Svařování	1832,00		59,6	30	3663,99	0,00	3663,99
3120	93SRU01	1930	650	Svařování	235,00		59,6	30	470,00	0,00	470,00
3170	93SRU01	1930	300	Svařování	979,00	24	28,7	30	1958,00	84,00	2042,00
3160	94SRU01	1940	400	Stehování	0,00	145	47,0	30	0,00	507,50	507,50
3160	94SRU01	1940	400	Stehování	0,00	146	47,0	30	0,00	511,00	511,00
5210	94SRU01	1940	400	Stehování	0,00	50	43,5	30	0,00	175,00	175,00
5210	94SRU01	1940	1200	Svařování	279,15		43,5	30	558,29	0,00	558,29
3410	94SRU01	1940	150	Stehování	0,00	40	39	30	0,00	140,00	140,00
3410	94SRU01	1940	400	Stehování	0,00	30	39	30	0,00	105,00	105,00
4210	94SRU01	1940	100	Stehování	0,00	60	43,5	30	0,00	210,00	210,00
3420	94SRU01	1940	800	Stehování	0,00	69	32	30	0,00	241,50	241,50
3130	94SRU01	1940	500	Svařování	772,84	38	47,3	30	1545,67	133,00	1678,67
3130	94SRU01	1940	650	Stehování	0,00	83	47,3	30	0,00	290,50	290,50
3130	94SRU01	1940	950	Stehování	0,00	135	47,3	30	0,00	472,50	472,50
3280	94SRU01	1940	500	Svařování	77,37	8	22	30	154,74	28,00	182,74
3280	94SRU01	1940	750	Stehování	0,00	16	22	30	0,00	56,00	56,00
3280	94SRU01	1940	1250	Svařování	1447,32		22	30	2894,65	0,00	2894,65
3280	94SRU01	1940	1600	Svařování	1113,33		22	30	2226,65	0,00	2226,65
3470	95SRU01	1950	150	Stehování	950,00		75,37	30	1900,00	0,00	1900,00
3470	95SRU01	1950	400	Stehování	780,00		75,37	30	1560,00	0,00	1560,00
3470	95SRU01	1950	750	Stehování	0,00	15	75,37	30	0,00	52,50	52,50
3470	95SRU01	1950	750	Stehování	0,00	13	75,37	30	0,00	45,50	45,50
3490	95SRU01	1950	150	Stehování	0,00	90	75,45	30	0,00	315,00	315,00
3470	95SRU02	1950	650	Svařování	348,53		75,37	30	697,07	0,00	697,07
3470	95SRU02	1950	800	Stehování	1020,00		75,37	30	2040,00	0,00	2040,00
3470	95SRU02	1950	1250	Svařování	320,28	6	75,37	30	640,56	21,00	661,56
3470	95SRU02	1950	1250	Svařování	244,92	4	75,37	30	489,84	14,00	503,84
3470	95SRU02	1950	1250	Svařování	78,00	4	75,37	30	156,00	14,00	170,00
3470	95SRU02	1950	1250	Svařování	244,92		75,37	30	489,84	0,00	489,84
3470	95SRU02	1950	1300	Svařování	565,20	24	75,37	30	1130,40	84,00	1214,40
3470	95SRU02	1950	1300	Svařování	340,00		75,37	30	680,00	0,00	680,00
3490	95SRU02	1950	200	Svařování	588,00		75,45	30	1176,00	0,00	1176,00
3490	95SRU02	1950	550	Svařování	219,80		75,45	30	439,60	0,00	439,60
3490	95SRU02	1950	550	Svařování	1177,50		75,45	30	2355,00	0,00	2355,00
3510	96SRU01	1960	450	Svařování	924,37		61,8	30	1848,74	0,00	1848,74

## Příloha č. 8 - Sběr dat ruční pracoviště

3510	96SRU01	1960	500	Svařování	422,71		61,8	30	845,41	0,00	845,41
3510	96SRU01	1960	600	Svařování	927,48		61,8	30	1854,97	0,00	1854,97
3520	96SRU01	1960	900	Svařování	799,95	50	60	30	1599,91	175,00	1774,91
3530	96SRU01	1960	600	Svařování	299,09		92,5	30	598,17	0,00	598,17
5220	96SRU01	1960	1050	Svařování	890,08	25	82,7	30	1780,15	87,50	1867,65
5220	96SRU01	1960	1100	Svařování	852,59	24	82,7	30	1705,18	84,00	1789,18
3550	96SRU01	1960	50	Svařování	877,32	25	90	30	1754,63	87,50	1842,13
3550	96SRU01	1960	100	Svařování	893,27	25	90	30	1786,53	87,50	1874,03