



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

ÚSTAV VÝROBNÍCH STROJŮ, SYSTÉMŮ A ROBOTIKY

INSTITUTE OF PRODUCTION MACHINES, SYSTEMS AND ROBOTICS

FMECA ANALÝZA SVAŘOVACÍHO PROCESU
JEDNODUCHÉ TLAKOVÉ NÁDOBY

FMECA ANALYSIS OF SIMPLE PRESSURE VESSEL WELDING PROCESS

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Marián Kontšek

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. Petr Blecha, Ph.D.

BRNO 2018

Zadání diplomové práce

Ústav: Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky
Student: **Bc. Marián Kontšek**
Studijní program: Strojní inženýrství
Studijní obor: Kvalita, spolehlivost a bezpečnost
Vedoucí práce: **doc. Ing. Petr Blecha, Ph.D.**
Akademický rok: 2017/18

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č. 111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma diplomové práce:

FMECA analýza svařovacího procesu jednoduché tlakové nádoby

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Student provede systémovou analýzu technologií svařovacího procesu a rešerši relevantních legislativních požadavků na svařovací procesy. U vybraného svařovacího procesu provede analýzu kritičnosti a návrh preventivních opatření pro snížení rizik formou FMECA analýzy.

Cíle diplomové práce:

Rešerše legislativy EU a harmonizovaných norem.

Popis svařovacího procesu.

Stanovení mapy procesu pro vybranou technologii svařování jednoduché tlakové nádoby.

Vypracování FMECA analýzy pro vybranou technologii svařování jednoduché tlakové nádoby.

Návrh preventivních opatření pro snížení kritičnosti posuzovaného svařovacího procesu.

Seznam doporučené literatury:

Infozdroje.cz. Infozdroje.cz [online]. Praha: Albertina icome Praha s.r.o., 2016 [cit. 2016-11-04].

Dostupné z: www.infozdroje.cz

MM Průmyslové spektrum. MM Průmyslové spektrum [online]. Praha: MM publishing, s. r. o., 2016 [cit. 2016-11-04].

Dostupné z: <http://www.mmspektrum.com>

EUR-Lex: Přístup k právu Evropské unie [online]. Brusel: Úřad pro publikace, 2016 [cit. 2016-11-04].

Dostupné z: <http://eur-lex.europa.eu>

ČSN online [online]. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2016 [cit. 2016-11-04].

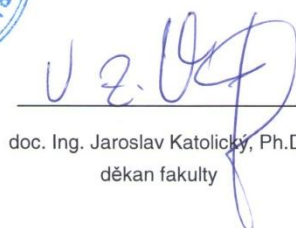
Dostupné z: csnonline.unmz.cz

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2017/18.

V Brně, dne 13. 11. 2017



doc. Ing. Petr Blecha, Ph.D.
ředitel ústavu



doc. Ing. Jaroslav Katolický, Ph.D.
děkan fakulty

ABSTRAKT

Diplomová práce se zabývá řešením legislativy EU a mapováním svařovacího procesu jednoduché tlakové nádoby, vypracováním FMECA analýzy tohoto procesu s následným navržením preventivních opatření u kritických míst tohoto procesu, vyplývající z této analýzy.

ABSTRACT

This diploma is dealing with researching the EU legislative and mapping the welding process of simple pressure vessel, elaborating the FMECA analysis of this process with subsequent proposal of precautional measures in critical points of this process, arising from this analysis.

KLÍČOVÁ SLOVA

PED, SPVD, jednoduchá tlaková nádoba, tlakové zařízení, svařovací proces, FMECA

KEYWORDS

PED, SPVD, simple pressure vessel, pressure equipment, welding proces, FMECA

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

KONTŠEK, M. *FMECA analýza svařovacího procesu jednoduché tlakové nádoby*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2018. 66 s. Vedoucí diplomové práce doc. Ing. Petr Blecha, Ph.D..

PODĚKOVÁNÍ

Zde bych chtěl poděkovat mému vedoucímu diplomové práce doc. Ing. Petru Blechovi, Ph.D. za cenné rady a ochotu konzultovat se mnou veškeré problémy týkající se diplomové práce, vzhledem k jeho pracovní vytíženosti.

ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že tato práce je mým původním dílem, zpracoval jsem ji samostatně pod vedením doc. Ing. Petra Blechu, Ph.D a s použitím literatury uvedené v seznamu.

V Brně dne 25.5.2018



Marián Kontšek

OBSAH

1	ÚVOD	13
2	MOTIVACE	15
3	REŠERŠE LEGISLATIVY EVROPSKÉ UNIE A HARMONIZOVANÝCH NOREM	16
3.1	SMĚRNICE EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY 2014/68/EU	16
3.2	SMĚRNICE EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY 2014/29/EU	18
3.3	SOUČASNÝ STAV LEGISLATIVY ČESKÉ REPUBLIKY	20
3.3.1	Nový zákon č. 91/2016 Sb.	21
3.3.2	Nový zákon č. 90/2016 Sb.	21
3.3.3	Nařízení vlády č. 119/2016	22
3.4	PLATNÉ HARMONIZOVANÉ NORMY	22
3.4.1	Norma ČSN EN 13445:2016, Netopené tlakové nádoby	22
3.4.2	Normy pro vybrané NDT metody	24
3.5	ASME CODE	26
3.6	AD 2000 MERKBLATT	26
4.1	PŘEHLED SVAŘOVACÍCH METOD A ZAŘÍZENÍ PRO SVAŘOVÁNÍ TLAKOVÝCH NÁDOB	28
4.2	ROZSAH ZKOUŠENÍ SVARŮ OBVODOVÝCH, SVARŮ ODBOČEK, SVARŮ KOUTOVÝCH A TĚSNICÍCH	30
4.3	POPIS VYBRANÉ METODY SVAŘOVÁNÍ MIG/MAG	31
6.1	ORGANIZAČNÍ SCHÉMA SVÁŘEČSKÝCH PRACÍ	33
6.2	MAPA PROCESU REALIZACE ZAKÁZKY VE VÝROBNÍM PODNIKU	34
6.3	MAPA PROCESU PŘÍPRAVY A OVĚŘENÍ SVAŘOVACÍHO PROCESU	38
6.4	MAPA PROCESU VYBRANÉ METODY SVAŘOVÁNÍ	40
7.1	STANOVENÍ ZÁVAŽNOSTI	41
7.2	STANOVENÍ MOŽNÝCH PŘÍČIN ZÁVADY A JEJICH VÝSKYT	41
7.3	STÁVAJÍCÍ OPATŘENÍ K NÁVRHU – ODHALITELNOST	42
7.4	STANOVENÍ UKAZATELE RPN	42
8.1	NÁVRH PREVENTIVNÍCH OPATŘENÍ PRO SNÍŽENÍ KRITičNOSTI POSUZOVANÉHO PROCESU PŘÍPRAVY A OVĚŘENÍ SVAŘOVACÍHO PROCESU V REALIZACI VÝROBNÍ ZAKÁZKY	53
8.2	NÁVRH PREVENTIVNÍCH OPATŘENÍ PRO SNÍŽENÍ KRITičNOSTI POSUZOVANÉHO PROCESU SVAŘOVÁNÍ V REALIZACI VÝROBNÍ ZAKÁZKY	55
9	ZHODNOCENÍ A DISKUZE	59
10	ZÁVĚR	61
11	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	62
12	SEZNAM ZKRATEK, SYMBOLŮ, OBRÁZKŮ A TABULEK	64
12.1	Seznam skratek	64
12.2	Seznam tabulek	66
12.3	Seznam obrázků	66

1 ÚVOD

Jedním z cílů diplomové práce je přiblížit legislativu Evropské unie v oblasti strojírenství, zejména vývoj, navrhování, výrobu, kontrolu a zkoušení tlakových nádob a zařízení a s tím související proces výroby, konkrétně svařování. První kapitola diplomová se bude zabývat rešerší nejdůležitějších a přidružených nařízení Evropského parlamentu a Rady. V diplomové práci jsou uvedeny i jednotlivé zákony a přidružené Nařízení vlády České Republiky, které tyto nařízení Evropského parlamentu a Rady zapracovávají do legislativy a související normy harmonizují. V další kapitole je popsán proces svařování, jeho fyzikální princip a použití v praxi.

2 MOTIVACE

Studium školy Vysoké učení technické v Brně na fakultě Strojního inženýrství bylo a je obohacující o poznatky z teorie ale stejně tak i z praxe hlavně v oblasti strojírenství. Už v průběhu studia bakalářského programu jsem začal pracovat v jedné strojírenské společnosti, která se zabývá výrobou vyhrazených technických zařízení. Postupem času jsem se čím dál víc začal angažovat v řešení různých problémů, které souvisely s jejich výrobou a následnou kontrolou. Po několika letech v této společnosti jsem se rozhodl začít studium navazujícího magisterského programu Kvalita, spolehlivost a bezpečnost. Začátky byly docela těžké a hlavním důvodem byla pracovní vytíženost. Tato vytíženost ale měla “něco do sebe“, jednoduše řečeno jsem poznal praxi, dříve než teorii. Toto bych hodnotil jako největší motivaci to dotáhnout do konce a dokázat, že praxi s teorií jde skloubit, i když je to víc než těžké, hlavně kvůli již zaužívaným postupům jak výroby, tak i kontroly a zkoušení, které se předávají z generace na generaci. V takovémto prostředí je docela těžké skloubit pokrokovou teorii s praxí a touto diplomovou prací jsem se snažil dokázat, že by to mohlo jít.

3 REŠERŠE LEGISLATIVY EVROPSKÉ UNIE A HARMONIZOVANÝCH NOREM

V úvodu této kapitoly považuji za podstatné zmínit, že současný stav legislativy v oblasti navrhování, vývoje, výroby, zkoušení a uvádění tlakových nádob a zařízení na trh, je silně poznamenaný vydáním nové Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2014/68/EU (PED – Pressure Equipment Directive) ze dne 15. Května 2014. V této sféře strojírenského průmyslu se poměrně dlouhou dobu nic tak zásadního neudálo. Vydáním této směrnice se museli podstatně změnit některé základní harmonizované normy týkající se konkrétně projekce, konstrukce, volby základního svařovacího materiálu, výroby a kontroly tlakových zařízení. V podobném smyslu se nese i nové vydání Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2014/29/EU (SPVD – Simple Pressure Vessel Directive).

3.1 SMĚRNICE EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY 2014/68/EU

Je tou nejdůležitější změnou v oblasti výroby tlakových zařízení (TZ). Od července roku 2016 je platnost původní Směrnice Evropského Parlamentu a Rady 97/23/ES o sbližování právních předpisů členských států týkajících se tlakových zařízení (původní PED) ukončena a platí nová Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2014/68/EU o harmonizaci právních předpisů členských států týkajících se dodávání tlakových zařízení na trh (nová PED). Původní PED byla v ČR vydána jako kombinace zákona č. 90/2016 Sb. o posuzování shody stanovených výrobků, při jejich dodávání na trh a Nařízení vlády NV č. 219/2016 Sb. o posuzování shody tlakových zařízení, při jejich dodávání na trh. Těmto důležitým zákonům se budu věnovat později. [2]

Z výše uvedeného tedy vyplývá, že vzniklo období, ve kterém platili obě směrnice současně (původní i nová PED). Pro výrobce nových tlakových zařízení byl rozhodující datum 19. července 2016, kdy byla ukončena platnost původní PED. Nová PED vstoupila v platnost 17. Července 2014 ale vydána byla již 15. Května 2014, až po vyhlášení v Úředním věstníku Evropské unie.

V úvodní části nové PED jsou v 64 bodech uvedeny důvody, proč dochází ke změně původní PED, která po 18 letech platila do července 2016. Původní PED byla pro „tlaková zařízení“ významnou směrnicí „nového přístupu - NP“, která posuzuje bezpečnost zařízení z hlediska rizika tlaku. Od 30. května 2002 byla plně implementována do právních předpisů jednotlivých členských států Evropské unie a nahradila v plném rozsahu jejich dosud platné národní předpisy. Tato směrnice byla od 15. května 2014 nahrazena evropskou směrnicí 2014/68/EU (PED) podle „nového legislativního rámce – NLF“. Důvodem k přepracování této a dalších směrnic NP bylo zjednodušení a zlepšení volného pohybu zboží. Hlavní změnou v PED je návaznost na novou mezinárodní klasifikaci tekutin, což výrazně změnilo čl. 9 původní směrnice na čl. 13 nové směrnice. Ostatní úpravy jsou ve smyslu principů NLF a vedou k sjednocení formy předpisu. Výrobky spadající pod PED zahrnují velký rozsah od spotřebitelských výrobků, jako jsou tlakové (Papinovy) hrnce a lahve pro dýchací přístroje pro potápěče až po zařízení petrochemického průmyslu a atomové elektrárny. [1]

Produkce tohoto odvětví evropského průmyslu zahrnuje výroby od malých ventilů a průmyslové potrubí až k sestavám pro velké rafinerie. Je využívána v olejářském, chemickém, plastikářském průmyslu, při výrobě skla, papíru a je dodávána pro topení, klimatizace, zásobování plynem a pro dopravu. [1]

Nová PED je rozdělena do 7 kapitol a má 6 příloh:

- Kapitola 1 – “*Obecná ustanovení*“ články č. 1 - 5
- Kapitola 2 – “*Povinnosti hospodářských subjektů*“ články č. 6 - 11
- Kapitola 3 – “*Shoda a klasifikace tlakových zařízení a sestav*“ - články č. 12 - 19
- Kapitola 4 – “*Oznamování subjektů posuzování shody*“ – články č. 20 - 38
- Kapitola 5 – “*Dozor nad trhem unie, kontrola tlakových zařízení a sestav, které vstupují na trh unie a ochranný postup unie*“ – články č. 39 - 43
- Kapitola 6 – “*Postup projednávání ve výboru a akty v přenesené pravomoci*“ – články č. 44 - 46
- Kapitola 7 – “*Přechodná a závěrečná ustanovení*“ články č. 47 - 52
 - Příloha I – “*Základní bezpečnostní požadavky*“
 - Příloha II – “*Grafy posuzování shody*“
 - Příloha III – “*Postupy posuzování shody*“
 - Příloha IV – “*EU prohlášení o shodě (č. XXXX)*“
 - Příloha V – “*Zrušená směrnice a seznam jejích následných změn*“
 - Příloha VI – “*Srovnávací tabulka článků původní a nové směrnice*“

Tlaková zařízení podle nové PED se rozdělují na:

- Nádob
- Tlaková zařízení vystavená působení plamene nebo jinak ohříváné
- Potrubí
- Bezpečnostní a tlakovou výstroj
- Zařízení zabudované do sestavy

Pro účely této klasifikace TZ se tekutiny (pracovní média) rozdělují na dvě skupiny:

Skupina 1 sestávající z látek a směsí, jejichž definice je uvedena v článku 2 v bodech 7 a 8 nařízení (ES) č. 1272/2008 a jež jsou v souladu s třídami fyzikální nebezpečnosti nebo nebezpečnosti pro zdraví stanovenými v částech 2 a 3 přílohy I uvedeného nařízení klasifikovány jako nebezpečné.

Skupina 2 sestávající z látek a směsí, které nespádají do skupiny 1.

Tato směrnice se vztahuje na návrh, výrobu a posuzování shody tlakových zařízení a sestav s nejvyšším dovoleným tlakem PS (provozní tlak) větším než 0,5 bar. Oblast působnosti této směrnice je velice široká a dalo by se říct, že z největší části pokrývá téměř všechny typy tlakových nádob a zařízení určených hlavně pro chemický a petrochemický průmysl. V kapitole 1 čl. 1 odstavec 2, této směrnice je uvedena celá řada výjimek, na které se tato směrnice nevztahuje. [1] [2]

3.2 SMĚRNICE EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY 2014/29/EU

Směrnice ze dne 26. Února 2014 o harmonizaci právních předpisů členských států týkajících se dodávání jednoduchých tlakových nádob na trh. Její předchůdci 2009/105/ES a 87/404/EEC.

Hlavní rozdíl mezi touto směrnicí SPVD a PED je už v samotném názvu. PED je určena pro tlakové zařízení a SPVD pro jednoduché tlakové nádoby. Je ovšem potřeba brát v úvahu, že jestli je jednoduchá tlaková nádoba součástí větší sestavy nebo celku (tlakového zařízení) tak by se na ní měla vztahovat PED nikoliv SPVD.

Tato směrnice se vztahuje na jednoduché tlakové nádoby vyráběné sériově, které mají tyto vlastnosti:

- a) nádoby jsou svařované, uzpůsobené pro vystavení vnitřnímu přetlaku většímu než 0,5 bar, určené k jímání vzduchu nebo dusíku a nejsou vystavovány působení plamene,
- b) části a celky mající vliv na pevnost nádoby pod tlakem jsou vyrobeny buď z nelegované ušlechtilé oceli, z nelegovaného hliníku nebo z nevytvrzených slitin hliníku,
- c) nádoba se skládá z následujících prvků:
 - I. buď z válcové části kruhového průřezu uzavřené vně klenutými, nebo plochými dny souosými s válcovou částí,
 - II. nebo ze dvou souosých klenutých dnů,
- d) nejvyšší dovolený tlak nádoby není větší než 30 bar a součin tohoto tlaku a objemu nádoby (PS.V) není větší než 10 000 bar.L,
- e) nejnižší dovolená teplota není nižší než – 50 °C a nejvyšší dovolená teplota není vyšší než 300 °C u nádob z oceli nebo 100 °C u nádob z hliníku, nebo ze slitin hliníku.

Nevztahuje se na:

- a) nádoby zvláště navržené pro jaderné účely, jejichž porucha může způsobit únik radioaktivity;
- b) nádoby zvláště určené k instalaci na plavidlech a letadlech nebo k jejich pohonu;
- c) hasicí přístroje

Mezi hlavní změny v nové směrnici patří:

1. zavedení modulárního přístupu v postupech posuzování shody, byly vytvořeny moduly B, C, C1 a C2.
2. předepsány nové údaje na štítek jednoduché tlakové nádoby:
 - celý název výrobce, včetně adresy
 - za číslo oznámeného subjektu se musí značit poslední dvojčíslí roku, ve kterém byla nádoba posuzována
3. změna názvosloví pro subjekty provádějící posuzování shody [3] [4]

Popis modulů pro posuzování shody dle směrnice 2014/29/EU:

- Modul B: EU přezkoušení typu
- Modul C: Shoda s typem založená na interním řízení
- Modul C1: Shoda s typem založená na interním řízení výroby a zkoušení nádob pod dohledem
- Modul C2: Shoda s typem založená na interním řízení výroby a kontrolách nádob pod dohledem v náhodně zvolených intervalech

Na posuzování shody jednoduchých tlakových nádob se vztahuje i nový zákon č.90/2016 Sb., o posuzování shody stanovených výrobků při jejich dodávání na trh. Možná aplikace postupů posuzování shody ve vztahu k objemu a tlaku nádob je srovnáním se starou směrnicí znázorněno v následující tabulce č.1

Tabulka 1) Srovnání aplikace postupů posuzování shody [4]

Nádoby (bar x L)	2009/105/EC	2014/29/EU
$50 < V \leq 10000$	ES Ověření konstr. dokumentace nebo ES přezkoušení typu	EU-Přezkoušení typu Modul B *) – návrh nebo Modul B*) – výrobek
$50 < V \leq 200$ (kategorie 3)	Na plnou odpovědnost výrobce bez součinnosti NoBo	Modul C*) nebo Modul C1*)
$200 < V \leq 3000$ (kategorie 2)	ES prohlášení o shodě vč. ES dozoru	Modul C1*) nebo Modul C2*)
$3000 < V \leq 10000$ (kategorie 1)	ES Ověření	Modul C1

*) podle volby výrobce

3.3 SOUČASNÝ STAV LEGISLATIVY ČESKÉ REPUBLIKY

V legislativní oblasti je stále základním předpisem **zákon č. 22/1997 Sb.** o technických požadavcích na výrobky a o změně a doplnění některých zákonů, který prošel mnoha změnami. Změna: 71/2000 Sb. Změna: 102/2001 Sb. Změna: 205/2002 Sb. Změna: 226/2003 Sb. Změna: 227/2003 Sb. Změna: 277/2003 Sb. Změna: 229/2006 Sb. Změna: 186/2006 Sb. Změna: 481/2008 Sb. Změna: 490/2009 Sb. Změna: 155/2010 Sb. Změna: 281/2009 Sb. Změna: 34/2011 Sb. Změna: 100/2013 Sb. Změna: 64/2014 Sb., ve znění zákona č. 91/2016 Sb.

Přistoupilo se taky k revizi, již výše zmiňovaného Nového přístupu (NP), při posuzování výrobků, jejich označování a akreditaci subjektů. Výsledkem projednání této problematiky jsou nové evropské právní předpisy nazývané Nový legislativní rámec (NLF). NLF tvoří tyto předpisy:

Nařízení Evropského parlamentu a Rady č. 765/2008 ze dne 9. července 2008, kterým se stanoví požadavky na akreditaci a dozor nad trhem, týkající se uvádění výrobků na trh a kterým se ruší nařízení (EHS) č. 339/93. Mimo jiného toto nařízení stanovuje (č. 765/2008) obecné zásady, kterými se řídí označení CE.

Rozhodnutí Evropského parlamentu a Rady č. 768/2008 ze dne 9. července o společném rámci pro uvádění výrobků na trh a o zrušení Rozhodnutí Rady 93/465/EHS.

Nařízení Evropského parlamentu a Rady č. 764/2008 ze dne 9. července 2008, kterým se stanoví postupy týkající se uplatňování některých vnitrostátních technických pravidel u výrobků uvedených v souladu s právními předpisy na trh v jiném členském státě a kterým se ruší rozhodnutí č. 3052/95/ES.

Na nařízení č. 765 je možné od 1. ledna 2012, se přímo odvolat a zároveň se přímo na jeho základě domáhat plnění práv a povinností v nich stanovených. Jedná se o obecně závazný předpis Evropské unie. V případě jeho aplikace má úprava obsažená v tomto komunitárním předpisu nadřazené postavení, kterými se musí řídit všechny subjekty jak veřejné, tak i soukromé sféry. Bylo nutné z právních předpisů České Republiky odstranit ustanovení v rozporu s nařízením č. 765/2008. Bylo tak provedeno novelou zákona č. 22/1997 Sb., konkrétně zákonem č. 490/2009 Sb. ze dne 10. prosince 2009, kterým se stanovují požadavky na akreditaci a dozor nad trhem, týkající se uvádění výrobků na trh. Mezi nejdůležitější změny patří:

- vymezení působnosti zákona č. 22/1997 Sb. k zajištění akreditace v podmínkách ČR,
- nově definované “dodávání na trh”,
- ukládání ochranných opatření a oznamování EK,
- nařízení č. 765/2008 stanovuje grafickou podobu a podmínky potřebné k použití značky CE
- změna podmínek pro provádění akreditace podle nařízení podle nařízení č. 765/2008,
- nové vymezení pojmu “orgán dozoru”,
- vytvoření evropského výstražného systému se zajištěním informací o výrobcích, představující bezpečnostní riziko

Mění se zákon č. 102/2001 Sb. ze dne 22. února 2001 o obecné bezpečnosti výrobků, ve znění pozdějších předpisů. [2]

Rozhodnutí Evropského parlamentu a Rady č. 768/2008 je podkladem pro tvorbu budoucích evropských právních předpisů. Evropské předpisy, takzvaného NLF jsou rozděleny do dvou skupin:

- 1) v první skupině jsou předpisy, které jsou ve fázi revize (např. hračky, stavební směrnice apod.)
- 2) ve druhé skupině jsou předpisy jako PED a SPVD a jsou doplněny „nutné změny“.

3.3.1 Nový zákon č. 91/2016 Sb.

V současné době platí základní zákon č. 22/1997 Sb. o technických požadavcích na výrobky a o změně a doplnění některých zákonů jako je zákon č. 91/2016 Sb. upravuje zejména:

- a) Rozdělení soustavy českých technických norem:
 - původní české technické normy,
 - evropské nebo mezinárodní normy přijaté překladem,
 - evropské nebo mezinárodní normy přijaté v původním jazyce schválením k přímému používání
- b) jakým způsobem se má zachovat právnická osoba, již bylo zrušeno rozhodnutí o autorizaci nebo pozastavena jeho účinnost,
- c) oznamování subjektů, oprávněných provádět činnost oznámeného subjektu při posuzování a ověřování stálosti vlastností stavebních výrobků s označováním CE
- d) činnost autorizovaných nebo akreditovaných osob při změně živnostenského zákona, při změně stavebního zákona

3.3.2 Nový zákon č. 90/2016 Sb.

Zákon o posuzování shody stanovených výrobků při jejich dodávání na trh ze dne 3. března 2016. Tento zákon v kombinaci s Nařízením vlády č. 219/2016 Sb. ze dne 7. července 2016 o posuzování shody tlakových zařízení při jejich dodávání na trh zapracovává požadavky nové PED do české legislativy. V podobném smyslu je to u jednoduchých tlakových nádob, kde zákon č. 90/2016 Sb. spolu s Nařízením vlády č. 119/2016 ze dne 30. března 2016 zapracovává požadavky, již výše zmiňované SPVD do české legislativy. Předmět úpravy tohoto zákona určuje:

- a) obecné zásady pro dodávání výrobků na trh, popřípadě uvádění výrobků do provozu,
- b) způsob stanovení výrobků k posuzování shody a technických požadavků, které musí výrobky splňovat,
- c) práva a povinnosti osob, které uvádějí na trh nebo na trh dodávají, popřípadě uvádějí do provozu výrobky, u kterých má být před uvedením na trh posouzena shoda s požadavky, stanovenými v právních předpisech,
- d) posuzování shody výrobků,
- e) výkon státní správy v oblasti státního zkušebnictví a dozoru nad trhem,
- f) práva a povinnosti osob oprávněných k činnostem podle tohoto zákona, které souvisejí se státním zkušebnictvím,
- g) povinnosti při poskytování informací souvisejících s dodáváním výrobků na trh, posuzováním shody a dozorem nad trhem.

3.3.3 Nařízení vlády č. 119/2016

Nařízení vlády o posuzování shody jednoduchých tlakových nádob při jejich dodávání na trh ze dne 30. března 2016 zrušilo Nařízení vlády č. 20/2003 Sb., kterým byly stanoveny technické požadavky na jednoduché tlakové nádoby a plně přebírá požadavky, již výše zmiňované směrnice Evropského parlamentu a Rady 2014/29/EU (SPVD). Toto nařízení upřesňuje, respektive vyjasňuje povinnosti výrobce, zplnomocněného zástupce, dovozce, distributora a určuje postupy posuzování shody. Je požadováno, aby výrobcem vypracovaná výrobní dokumentace obsahovala analýzu a posouzení rizik a tato dokumentace spolu s EU prohlášením o shodě byly uchovány výrobcem po dobu 10 let od uvedení výrobku na trh. [7] [8]

3.4 PLATNÉ HARMONIZOVANÉ NORMY

V legislativní oblasti pro svařování je velmi důležitá platnost mezinárodní svářečské normy ČSN EN ISO 3834:2016 – Požadavky na jakost při tavném svařování, části 1 až 6. Zdůraznil bych Část 5: Dokumenty, kterými je nezbytné se řídit pro dosažení shody s požadavky na jakost podle ISO 3834-2, ISO 3834-3 nebo ISO 3834-4. Je nutno poznamenat, že ISO 3834 není normou systému managementu jakosti nahrazující ČSN EN ISO 9001:2016. Tato norma prokazuje jaká je úroveň svařování ve výrobním podniku. V minulých letech byla tato norma doplněna o dvě části nové normy ČSN EN ISO 14554:2014 – Požadavky na jakost při svařování – Odporové svařování kovových materiálů.

3.4.1 Norma ČSN EN 13445:2016, Netopené tlakové nádoby

Tato evropská norma platí pro netopené tlakové nádoby vystavené nejvyššímu dovolenému tlaku většímu než 0,5 bar. Může však být rovněž použita pro nádoby provozované při nižších tlacích, včetně vakua. Její platnost se nevztahuje na tlaková zařízení následujících typů:

- Nýtované nádoby,
- Nádoby z litiny s lamelárním grafitem nebo jiných materiálů, které nejsou obsaženy v částech 2, 6 nebo 8 této normy,
- Nádoby vícevrstvé s autofretáží nebo předepjaté,
- Potrubní systémy a průmyslová potrubí

Tato evropská norma může být použita i na následující nádoby, za předpokladu, že budou brány v úvahu alternativní požadavky výsledků analýzy rizik:

- Převážné nádoby
- Nádoby speciálně konstruované pro nukleární použití
- Nádoby s rizikem nadměrného přehřátí

První část ČSN EN 13445-1:2015 – Obecně, definuje termíny, definice, značky a jednotky používané v celé normě. Významné technické změny zahrnují doplnění přílohy X – “Seznam hlavních bezpečnostních požadavků“

Druhá část ČSN EN 13445-2:2016 – Materiály (převzata schválením k přímému používání podle zákona č. 91/2016 Sb.) stanovuje požadavky na materiály (včetně plátovaných materiálů) pro netopené tlakové nádoby a výstroj, které jsou zahrnuty v části 1 a vyrobeny z kovových materiálů. Stanovuje požadavky na výběr, kontrolu, zkoušení a označování kovových materiálů pro výrobu netopených tlakových nádob. [2]

Třetí část ČSN EN 13445-3:2015 – Konstrukce a výpočet (převzata schválením k přímému používání podle zákona č. 91/2016 Sb.) stanovuje pravidla používaná pro konstrukci a výpočet při působení vnitřního a/nebo vnějšího tlaku, lokálního zatížení a akcí jiných než tlak. Rovněž stanovuje požadavky pro případy, kdy je nutno provádět analýzu pro únavu a pravidla pro následná opatření v těchto případech.

Čtvrtá část ČSN EN 13445-4:2015 – Výroba (převzata schválením k přímému používání podle zákona č. 91/2016 Sb.) stanovuje požadavky pro výrobce netopených tlakových nádob a jejich částí, vyrobených z ocelí, včetně jejich připojení k netlakovým částem. To specifikuje požadavky na materiálovou sledovatelnost, výrobní tolerance, požadavky na svařování, požadavky na nerozebíratelné spoje jiné než svařováním, výrobní zkoušky, požadavky na tváření, tepelné zpracování, opravy a dokončovací operace.

Pátá část ČSN EN 13445-5:2015 – Kontrola a zkoušení (převzata schválením k přímému používání podle zákona č. 91/2016 Sb.) specifikuje kontrolu a zkoušení jednotlivě a sériově vyráběných tlakových nádob z ocelí podle části 2, této normy. V příloze G jsou uvedeny zvláštní ustanovení pro cyklický provoz. V oblasti nedestruktivního zkoušení svarů byla celkově přijata filozofie ČSN EN ISO 5817:2014, úroveň jakosti C pro převážně necyklicky zatěžované nádoby a úroveň B pro nádoby zatěžované cyklicky. V příloze F a I této části normy jsou uvedeny zvláštní ustanovení pro nádoby nebo části nádob provozovaných v oblasti tečení. Úroveň zkoušení se řídí volbou zkušební skupiny nádoby. Zkušební skupina v podstatě určuje úroveň NDT a součinitel hodnoty spoje pro výpočet.

Šestá část ČSN EN 13445-6:2015 – Požadavky pro navrhování a výrobu tlakových nádob a tlakových částí z litiny s kuličkovým grafitem (převzata schválením k přímému používání podle zákona č. 91/2016 Sb.) obsahuje speciální pravidla pro materiál, konstrukci, výrobu, kontrolu a zkoušení tlakových nádob vyráběných z litiny s kuličkovým grafitem. Obecně platí pravidla příslušných článků částí 2 – 5 s výjimkou svařování. V kapitole 5 a odst. 5.3.2 je uveden výslovný zákaz svařování. Ve změně A1:2016 je k tomuto článku doplněno, že dokončovací svařování je přípustné za podmínky, že výrobce musí získat od odběratele souhlas před zahájením dokončovacího svařování. Toto musí být provedeno kvalifikovaným svářečem, v souladu s EN 287-6:2010. Postupy svařování musí být podle EN ISO 15614-3 a na základě doporučení, uvedených v EN 1010-8.

Sedmá část ČSN EN 13445-7:2015 – Návod na používání postupů posuzování shody (převzata schválením k přímému používání podle zákona č. 91/2016 Sb.) uvádí návod, jak používat postupy posuzování shody uvedené v evropské směrnici PED, případně SPVD. V podstatě to není norma ale pouze technická zpráva CEN (anglicky European Committee for Standardization – ECS, francouzsky Comité Européen de Normalisation).

Osmá část ČSN EN 13445-8:2015 – Doplnující požadavky na nádoby z hliníku a slitin hliníku (převzata schválením k přímému používání podle zákona č. 91/2016 Sb.) obsahuje speciální pravidla pro materiál, konstrukci, výrobu, kontrolu a zkoušení tlakových nádob vyráběných z hliníku a jeho slitin. Obecně platí pravidla příslušných článků částí 2 – 5 s některými výjimkami, které jsou v této části shrnuty. [2]

3.4.2 Normy pro vybrané NDT metody

ČSN EN ISO 17635 Nedestruktivní zkoušení svarů - Všeobecná pravidla pro kovové materiály

VT – Vizuální kontrola (Visual testing)

- ČSN EN 13018 Nedestruktivní zkoušení - Vizuální kontrola - Všeobecné zásady
- ČSN EN 13927 Nedestruktivní zkoušení - Vizuální kontrola - Zařízení
- ČSN EN ISO 17637 Nedestruktivní zkoušení svarů - Vizuální kontrola tavných svarů
- ČSN EN ISO 5817 Svařování - Svarové spoje oceli, niklu, titanu a jejich slitin zhotovené tavným svařováním (kromě elektronového a laserového svařování) - Určování stupňů kvality
- ČSN EN ISO 10042 Svařování - Svarové spoje hliníku a jeho slitin zhotovené obloukovým svařováním - Určování stupňů jakosti

PT – kapilární/penetrační zkouška (Liquid penetrant testing)

- ČSN EN ISO 3452-1 Nedestruktivní zkoušení - Kapilární zkouška - Část 1: Obecné zásady
- ČSN EN ISO 3462-2 Nedestruktivní zkoušení - Zkoušení kapilární metodou - Část 2: Zkoušení kapilárních prostředků
- ČSN EN ISO 3452-3 (015018) Nedestruktivní zkoušení - Kapilární zkouška - Část 3: Kontrolní měřky
- ČSN EN ISO 3059 Nedestruktivní zkoušení - Zkoušení kapilární a magnetickou práškovou metodou - Podmínky prohlížení
- ČSN EN ISO 23277 Nedestruktivní zkoušení svarů – Zkoušení svarů kapilární metodou – Stupně přípustnosti

MT – magnetická zkouška (Magnetic particle testing)

- ČSN EN ISO 9934-1 Nedestruktivní zkoušení - Zkoušení magnetickou práškovou metodou - Část 1: Všeobecné zásady
- ČSN EN ISO 9934-3 Nedestruktivní zkoušení - Zkoušení magnetickou metodou práškovou - Část 3: Přístroje
- ČSN EN ISO 3059 Nedestruktivní zkoušení - Zkoušení kapilární a magnetickou práškovou metodou - Podmínky prohlížení
- ČSN EN ISO 9934-2 Nedestruktivní zkoušení - Zkoušení magnetickou metodou práškovou - Část 2: Zkušební prostředky
- ČSN EN ISO 17638 Nedestruktivní zkoušení svarů - Zkoušení magnetickou metodou práškovou
- ČSN EN ISO 23278 Nedestruktivní zkoušení svarů - Zkoušení svarů magnetickou metodou práškovou - Stupně přípustnosti

RT – zkouška prozářením (Radiographic testing)

- ČSN EN ISO 5579 Nedestruktivní zkoušení - Radiografické zkoušení kovových materiálů s použitím filmu a rentgenového nebo gama záření - Základní pravidla
- ČSN EN ISO 19232-1 Nedestruktivní zkoušení - Kvalita obrazu radiogramů - Část 1: Stanovení hodnot kvality obrazu drátkovými měrkami [13]

- ČSN EN ISO 19232-2 Nedestruktivní zkoušení - Kvalita obrazu radiogramů - Část 2: Stanovení hodnot kvality obrazu měrkami typu stupeň/otvor
- ČSN EN ISO 11699-1 Nedestruktivní zkoušení - Filmy pro průmyslovou radiografii - Část 1: Klasifikace filmových systémů pro průmyslovou radiografii
- ČSN EN 25580 Nedestruktivní zkoušení. Negatoskopy pro průmyslovou radiografii. Minimální požadavky (ISO 5580:1985)
- ČSN EN ISO 17636-1 Nedestruktivní zkoušení svarů - Radiografické zkoušení - Část 1: Metody rentgenového a gama záření využívající film
- ČSN EN ISO 17636-2 Nedestruktivní zkoušení svarů - Radiografické zkoušení - Část 2: Metody rentgenového a gama záření využívající digitální detektory
- ČSN EN 13068-3 Nedestruktivní zkoušení - Radioskopické zkoušení - Část 3: Všeobecné zásady pro radioskopické zkoušení kovových materiálů rentgenovým zářením a zářením gama
- ČSN EN 14784-2 Nedestruktivní zkoušení - Průmyslová počítačová radiografie s fosforovými paměťovými fóliemi - Část 2: Všeobecné zásady pro zkoušení kovových materiálů pomocí rentgenového záření a záření gama
- ČSN EN ISO 10675-1 Nedestruktivní zkoušení svarů - Kritéria přípustnosti pro radiografické zkoušení - Část 1: Ocel, nikl, titan a jejich slitiny
- ČSN EN ISO 10675-2 Nedestruktivní zkoušení svarů - Kritéria přípustnosti pro radiografické zkoušení - Část 2: Hliník a jeho slitiny

UT – ultrazvuková zkouška (Ultrasonic testing)

- ČSN EN ISO 16810 Nedestruktivní zkoušení - Zkoušení ultrazvukem - Obecné zásady
- ČSN EN ISO 16811 Nedestruktivní zkoušení - Zkoušení ultrazvukem - Nastavení citlivosti a časové základny
- ČSN EN ISO 22825 Nedestruktivní zkoušení svarů - Zkoušení ultrazvukem - Zkoušení svarů u austenitických ocelí a slitin niklu
- ČSN EN ISO 2400 Nedestruktivní zkoušení - Zkoušení ultrazvukem - Specifikace pro kalibrační měrku č. K 1
- ČSN EN ISO 7963 Nedestruktivní zkoušení - Zkoušení ultrazvukem - Specifikace pro kalibrační měrku č. K 2
- ČSN EN ISO 17640 Nedestruktivní zkoušení svarů - Zkoušení ultrazvukem - Techniky, třídy zkoušení a hodnocení
- ČSN EN ISO 16828 Nedestruktivní zkoušení – Zkoušení ultrazvukem – Technika měření doby průchodu difrakčních vln jako metoda pro detekci a stanovení velikosti diskontinuit
- ČSN EN ISO 10863 Nedestruktivní zkoušení svarů - Zkoušení ultrazvukem - Použití difrakční techniky měření doby průchodu (TOFD)
- ČSN EN ISO 13588 Nedestruktivní zkoušení svarů - Zkoušení ultrazvukem - Využití automatizované techniky phased array
- ČSN EN 16018 (015005) Nedestruktivní zkoušení - Terminologie - Termíny používané při zkoušení ultrazvukem technikou phased array
- ČSN EN ISO 11666 Nedestruktivní zkoušení svarů - Zkoušení ultrazvukem - Stupně přípustnosti
- ČSN EN ISO 23279 Nedestruktivní zkoušení svarů - Zkoušení ultrazvukem - Posouzení charakteru indikací ve svarech
- ČSN EN ISO 15626 Nedestruktivní zkoušení svarů - Technika měření doby průchodu difrakčních vln (TOFD) - Stupně přípustnosti [13]

ČSN EN ISO 15549 Nedestruktivní zkoušení - Zkoušení vířivými proudy - Všeobecné zásady [13]

3.5 ASME CODE

ASME CODE (American Society of Mechanical Engineers) pro tlakové nádoby je celosvětově nejuznávanější a nejrozšířenější norma pro tlakové nádoby a za určitých doplňkových podmínek i do států EU (Zpracování analýzy rizik a schválení Autorizovanou osobou). Označení razidlem ASME „čtyřlístkem“ nenahrazuje označení „CE“.

3.6 AD 2000 MERKBLATT

Kompletní soubor norem a předpisů pro stavbu tlakových nádob. Je kompatibilní za určitých dodatečných podmínek s evropskou směrnicí PED.

4. POPIS SVAŘOVACÍHO PROCESU

Svařování kovů a jejich slitin je definováno jako nerozebíratelné spojení s využitím tepelné, mechanické nebo radiační energie. Spojení nastane působením meziatomových sil, a adhezních vazeb na, teplem nebo tlakem aktivovaných kontaktních plochách. Pevné látky mohou mít různý typ vazby, která odpovídá různým typům rozložení elektronů a iontů. Ionty jsou v atomu uspořádány tak, aby potenciální energie krystalu byla co možná nejmenší.

Základem vazby je mrak valenčních elektronů, které mohou volně procházet od atomu k atomu. Ke kovové vazbě tedy dochází, pokud přitažlivé síly mezi kovovými ionty a elektronovým mrakem převyšují odpudivé síly elektronů v tomto mraku. Ionty jsou uspořádány podle přesně definovaného rozložení, podle něhož v pevných látkách existují mezi ionty síly přitažlivé a odpudivé. Proces svařování vyžaduje aktivaci kontaktních ploch, to znamená, dodání energie aktivace pro překonání bariéry potenciální energie povrchových atomů. [9]

Nejdůležitější technologická vlastnost materiálu v souvislosti se svařováním je svařitelnost. Je to schopnost materiálu vytvořit nerozebíratelný spoj stejných nebo podobných vlastností jako základní svařovaný materiál. Jestli je použitý přídavný svařovací materiál (drát, elektroda), tak v principu by měl mít tento materiál lepší mechanické vlastnosti než základní svařovaný materiál. Svařitelnost materiálů je možné klasifikovat na:

- Zaručená
- Zaručená podmíněná
- Dobrá
- Obtížná

Existuje mnoho metod svařování a stejně tak i mnoho fyzikálních principů, na základě kterých dochází k vytvoření nerozebíratelného svarového spoje. Jejich ukázka a základní rozdělení je znázorněno v následující tabulce č. 2.

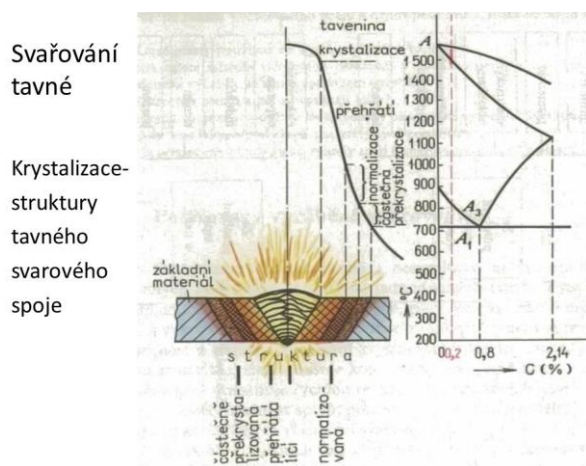
Tabulka 2) Přehled metod svařování [10]

OBLOUKOVÉ	Tavící se elektrodou bez ochranného plynu	ODPOROVÉ	Bodové
	Pod tavidlem		Švové
	Tavící se elektrodou v ochranném plynu		Výstupkové
	Wolframovou elektrodou		Odtavovací stykové
	Plazmové		Stlačovací stykové
	Ostatní		Vysokofrekvenční
PLAMENOVÉ	S kyslíkem	OSTATNÍ	Aluminotermické
	Se vzduchem		Elektrostruskové
TLAKOVÉ	Ultrazvukové		Elektroplynové
	Třecí		Indukční
	Kovářské		Světelným zářením
	Výbuchové		Elektronové
	Difúzní		Svařování rázem
	S plamenovým ohřevem		
	Za studena		

V běžné praxi je při volbě vhodného přídavného svařovacího materiálu přihlíženo hlavně na obsah uhlíku (C) a manganu (Mn) u nízkolegovaných ocelí, k tomu na obsah niobu (Nb) a vanadu (V) u mikrolegovaných ocelí a u vysokolegovaných, případně austenitických ocelí na obsah, niklu (Ni), chromu (Cr), titanu (Ti). Ve specifických případech je uváděn takzvaný uhlíkový ekvivalent C_e , případně C_{ekv} , který se počítá ze vzorce navrženého mezinárodním svářečským institutem (IIW – International Institute of Welding).

$$C_{ekv} = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr + Mo + V}{5} + \frac{Cu + Ni}{15}$$

Ve vzorci se počítá taky s molybdenem (Mo) a mědí (Cu) ale tyto prvky nemají až tak zásadní vliv na svařitelnost materiálu, jedná se spíš o ovlivnění obsahu uhlíku. V oblasti výroby tlakových nádob a zařízení určených pro chemický nebo petrochemický průmysl má volba jak základního, tak i přídavného svařovacího materiálu zásadní vliv na samotnou funkci zařízení. Na obrázku č. 1 je znázorněna struktura tavného svarového spoje s diagramem krystalizace. Je možné vidět svarový spoj a tepelně ovlivněné zóny základního materiálu.



Obr. 1) Ukázka krystalizace struktury tavného svarového spoje [14]

4.1 PŘEHLED SVAŘOVACÍCH METOD A ZAŘÍZENÍ PRO SVAŘOVÁNÍ TLAKOVÝCH NÁDOB

V závislosti od požadovaných vlastností tlakové nádoby, její funkce, provozních parametrů, nároků na životnost, s ohledem na její konečné umístění volíme vhodnou metodu svařování. V následující tabulce č. 3 je příklad firemního zabezpečení svařovací technikou.

Tabulka 3) Přehled svařovacích metod a zařízení pro svařování tlakových nádob

Pořadové číslo	Metoda svařování	Svařovací zařízení		Použití
1.	Ručně obalenými elektrodami - č. metody 111 (MMA) dle EN - ozn. metody SMAW dle ASME	MEZ Broumov:	WTU 315	Pro svařování a navařování nelegovaných nízkolegovaných a vysokolegovaných materiálů
		MEZ Broumov:	WTU 500	
		KEMPPI:	Tylarc 453	
		KEMPPI:	Tylarc 653	
2.	Ručně netavící se (wolframovou) elektrodou v inertním ochr. plynu - č. metody 141 (TIG) dle EN - ozn. metody GTAW dle ASME	MIGATRONIC:	PI 350	Pro svařování a navařování nelegovaných nízkolegovaných a vysokolegovaných materiálů
		EWM:	TETRIX 300	
3.	Mechanizované svařování orbitální hlavou netavící se (wolframovou) elektrodou v inertním ochr. plynu - č. metody 141 (TIG) dle EN - ozn. metody GTAW dle ASME	POLYSOUDE:	PS 254-2 TS2000	Mechanizované svařování trubek do trubkovnice Svařování nelegovaných nízkolegovaných a vysokolegovaných materiálů
4.	Poloautomatické svařování tavící se elektrodou v aktivním ochr. plynu - č. metody 135 (MAG) dle EN (tzv. „CO ₂ “) - ozn. metody GMAW dle ASME	FRONIUS:	VARIO STAR 447.2	Pro svařování a navařování nelegovaných materiálů
		FRONIUS:	VARIO STAR 317	
		FRONIUS:	VARIO SYNERGIC 5000	
		LINCOLN ELECTRIC:	Powertec 300S	
		LINCOLN ELECTRIC:	Powertec 500S	
		EWM:	TAURUS 401	

Pořadové číslo	Metoda svařování	Svařovací zařízení		Použití
5.	Poloautomatické svařování elektrodou plněnou kovovým práškem v aktivním ochr. plynu - č. metody 138 (MAG) dle EN (tzv. „CO ₂ “) - ozn. metody GMAW dle ASME	Stejně, jako u bodu 4.		Pro svařování a navařování nelegovaných a nízkolegovaných materiálů
6.	Poloautomatické svařování elektrodou plněnou tavidlem v aktivním ochr. plynu - č. metody 136 (MAG) dle EN (tzv. „CO ₂ “) - ozn. metody FCAW dle ASME	Stejně, jako u bodu 4.		Pro svařování a navařování nerezových austenitických materiálů
7.	Mechanizované svařování automatem pod tavidlem - č. metody 121 (SAW) dle EN - ozn. metody SAW dle ASME	LINCOLN ELECTRIC:	VAWE AC/DC 1000	Pro svařování a navařování nelegovaných nízkolegovaných a vysokolegovaných materiálů
		ESAB:	A4 Multitrac	
		ZSE Praha:	WST 1000	
8.	Mechanizace - Vozík s pohonem pro upevnění hořáku MAG (metoda dle bodu 4., 5. a 6.) a pro upevnění pálicího hořáku	OERLIKON:	WELDYCAR	Pro svařování rovných svarů a pálení. Vyžaduje výrobu přípravku pro vedení vozíku s prodloužením pro nájezd a výjezd
9.	Mechanizace - Vozík s pohonem pro upevnění hořáku MAG (metoda dle bodu 4., 5. a 6.) a pro upevnění pálicího hořáku	FRONIUS		

4.2 ROZSAH ZKOUŠENÍ SVARŮ OBVODOVÝCH, SVARŮ ODBOČEK, SVARŮ KOUTOVÝCH A TĚSNICÍCH

Tabulka 4) Přehled rozsahu zkoušení svarů

Materiálová skupina ^a	Potrubní kategorie	Všechny svary	Obvodové svary			Svary odboček					
			Zkoušení povrchu		Objemové zkoušení	Zkoušení povrchu			Objemové zkoušení		
		VT %	e _n ^b mm	MT/PT ^c %	RT/UT %	Průměr odbočky	e _n mm	MT/PT ^c %	Průměr odbočky	e _n ^b mm	RT/UT %
1.1 1.2 8.1	I	100			5	Všechny		Žádné	Všechny		Žádné
				5 ^d							
	II			5							
	III			10	10				> DN 100	> 15	10
1.3, 1.4 2.1, 2.2 4.1, 4.2 8.2, 8.3 9.1, 9.2, 9.3 10.1,	I	100	≤ 30	5	10	Všechny ^e	10	Všechny		Žádné	
			> 30	10	10						
	II		≤ 30	5	10						
			> 30	10	10						
	III		≤ 30	5	25	Všechny		> DN 100	> 15	10	
				> 30	10						25 ^d
3.1, 3.2, 3.3 5.1, 5.2, 5.3 5.4, 6.1, 6.2 6.3, 6.4, 7.1 7.2, 11	I	100	≤ 30	10	25	Všechny	25	Všechny		25	
			> 30	25	25						
	II		≤ 30	25	25						
			> 30	25	25 ^d						
	III		≤ 30	100	100		100				

- ^a Skupina materiálů, viz TNI CEN ISO/TR 15608.
- ^b Výběr vhodné metody NDT pro objemové zkoušení.
- ^c U feritických materiálů musí být dána přednost MT.
- ^d Další zkoušení příčných vad a povrchu svaru.
- ^e Jedině v případě, že je provedeno tepelné zpracování po svařování.

4.3 POPIS VYBRANÉ METODY SVAŘOVÁNÍ MIG/MAG

Metoda obloukového svařování tavící se elektrodou v ochranném plynu využívá teplo elektrického oblouku mezi kontinuálně dodávaným drátem (elektrodou) a svařencem. Během tohoto procesu je odtavovaný drát přenášen do místa svařování. Roztavený drát a svarová lázeň je chráněna ochranným plynem. Ochranná atmosféra je dodávána výhradně externím zdrojem a to zásobníkem plynu tlakové láhve nebo rozvod plynu. [11]

Dle složení ochranného plynu pak tuto metodu dělíme na:

- MAG – Metal Active Gas, tedy ochranný plyn aktivní, který chemicky reaguje s roztavenou lázní O_2 , CO_2 .
- MIG – Metal Inert Gas – tedy ochranný plyn inertní, který chemicky nereaguje s roztavenou lázní jako Ar či He.

Oblouk a svarová lázeň jsou chráněny proudem inertního nebo aktivního plynu. Tato metoda se hodí pro většinu materiálů a přídatné materiály jsou k dispozici pro široký sortiment kovů.

Svařování MIG/MAG je podstatně produktivnější než MMA - ručně obalenou elektrodou, kde se produktivita ztrácí pokaždé, když svářeč zastaví, aby vyměnil spotřebovanou elektrodu. Při MMA vznikají také materiální ztráty při vyhazování nedopalků. Z každého kilogramu prodané obalené elektrody se asi jen 65 % stane součástí svaru (zbytek se vyhodí). U svařování MIG/MAG se používáním svařovacího plného či trubičkového drátu účinnost zvýšila na 80-95 %. Dá se říct, že jde o univerzální metodu, kterou je možno ukládat svarový kov ve větším množství a ve všech svařovacích polohách. Používá se pro svařování velmi lehkých až středně těžkých ocelových konstrukcí a nerezových ocelí (MAG), pro svařování slitin hliníku či mědi (MIG) a zvláště tam, kde se vyžaduje vysoký podíl ruční práce svářeče nahradit automatizací.

Jistou nevýhodou se může jevit právě nutnost použití tlakové lahve CO_2 , což obnáší plnění CO_2 . Během doby plnění může tedy nastat jistý prostoj, někteří svářeči to řeší vlastnictvím druhé tlakové lahve. [12]

Výhody metody MIG/MAG:

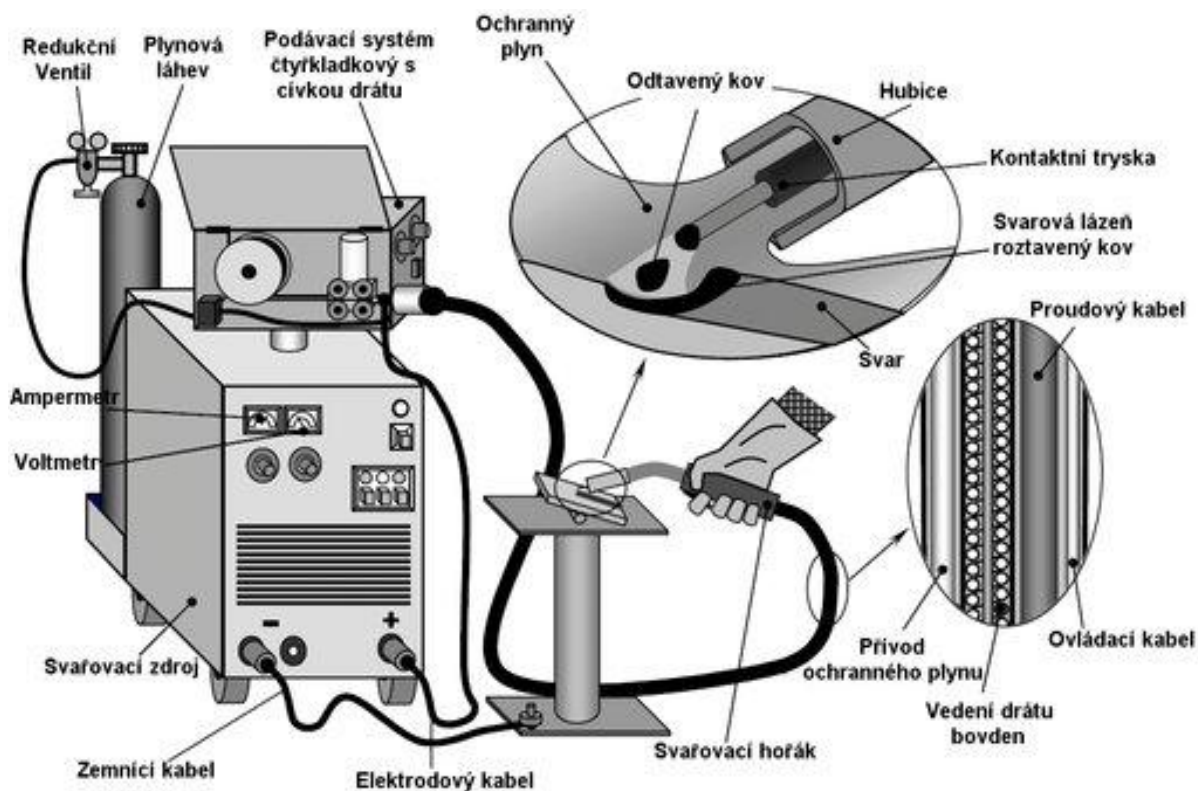
- svařování ve všech svařovacích polohách,
- vysoká svařovací rychlost,
- nižší nároky na čištění strusky,
- eliminace zplodin,
- oblouk i svarová lázeň je jasně viditelná,
- menší deformace po svařování.

Nevýhody metody MIG/MAG:

- svařovací zdroj je náročnější na obsluhu, pořizovací cena je vyšší.
- Vyšší nároky na údržbu
- Při špatných podmínkách ventilace je riziko odfouknutí ochranného plynu
- Relativně vysoké vyzářené teplo do prostoru

Oblast použití:

- nízko i vysoce legované oceli,
- nerezové materiály,
- hliník a hliníkové slitiny,
- měď a slitiny.



Obr. 2) Znázornění svařování metodou MIG/MAG [11]

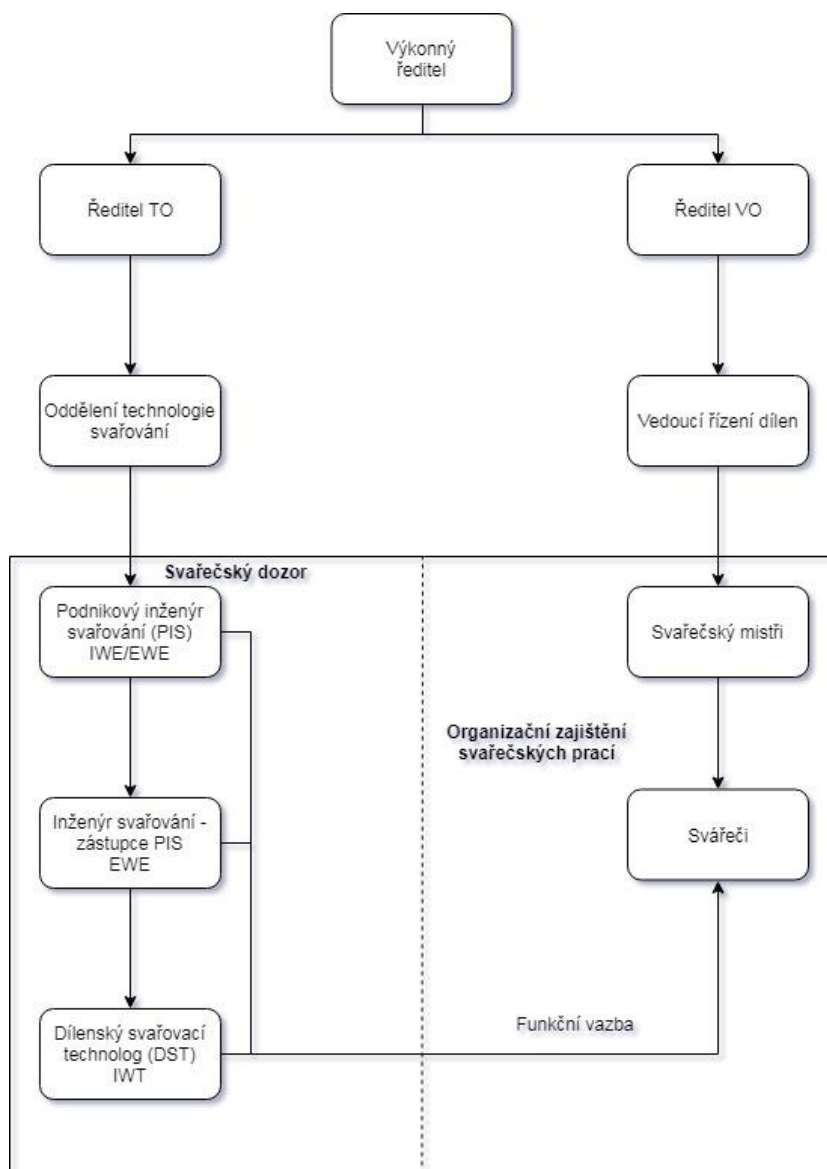
6. STANOVENÍ MAPY PROCESU PRO VYBRANOU TECHNOLOGII SVAŘOVÁNÍ JEDNODUCHÉ TLAKOVÉ NÁDOBY.

Vybraná metoda: poloautomatické svařování tavící se elektrodou v aktivním ochr. plynu

- č. metody 135 (MAG) dle EN (tzv. „CO₂“)

- označení metody GMAW dle ASME (Gas Metal Arc Welding)

6.1 ORGANIZAČNÍ SCHÉMA SVÁŘEČSKÝCH PRACÍ



Obr. 3) Organizační struktura svářečských prací

6.2 MAPA PROCESU REALIZACE ZAKÁZKY VE VÝROBNÍM PODNIKU

Tabulka 5) Proces realizace zakázky

Krok procesu	Vstupy	Popis	Provádí	Výstup
1Z	ZPK	Manažer projektu iniciuje „Zakázkový listem“ zahájení výroby produktu v souladu s termíny odsouhlasenými odbornými útvary na ZPK, týkajícími se přijaté zakázky.	MP	Zakázkový list
2Z	Zakázkový list	Příprava výroby zaplňuje do měsíčních plánů průběh přijaté zakázky v souladu s termíny danými „Zakázkový listem“.	PŘV	Měsíční plán
3Z	Měsíční plán	Technický odbor z provedených ověření výrobních procesů vystaví požadavek na plánovanou kooperaci a předá jej do KOO.	TO	Požadavek na kooperaci
4Z	Požadavek na kooperaci	Kooperace vystaví objednávku, kterou parafruje MP. KOO zajistí výrobu komponentů u dodavatelů zadané plánované kooperace předáním výrobní dokumentace a objednávky.	KOO	Objednávka
5Z	Měsíční plán	Řízení dílen převezme z PTP paré konstrukční dokumentace, současně z IS vytiskne technologickou dokumentaci. Celou výrobní dokumentaci rozdělí dle výrobního zaměření jednotlivým výrobním střediskům.	ŘD	Výrobní dokumentace
6Z	Výrobní dokumentace	Řízení dílen v souladu s odsouhlaseným harmonogramem ze ZPK vypracuje výrobní harmonogram zakázky v návaznosti na strojní a kapacitní možnosti.	ŘD	Výrobní harmonogramy
7Z	Výrobní harmonogramy	Výrobní odbor z provedených ověření výrobních procesů vystaví požadavek na kapacitní kooperaci a předá jej do KOO.	VO	Požadavek na kapacitní kooperaci
8Z	Požadavek na kapacitní kooperaci	Kooperace vystaví objednávku, kterou parafruje MP. KOO zajistí výrobu komponentů u dodavatelů zadané kapacitní kooperace předáním výrobní dokumentace a objednávky.	KOO	Objednávka
9Z	Objednávka	Dodavatel vyrobí a dodá objednanou kapacitní kooperační zakázku v požadovaném termínu, kvalitě a dokumentaci.	DOD	Kooperační zakázka
10Z	Kooperační zakázka	Vstupní technická kontrola provede převzetí kapacitní kooperační zakázky. Splňuje-li požadavky, uvolní ji do výrobního procesu.	VTK	Uvolněno do výroby
11Z	Výrobní dokumentace	ŘD předá výrobní dokumentaci mistrům výrobních středisek, aby se s ní seznámili.	ŘD	Výrobní dokumentace

Krok procesu	Vstupy	Popis	Provádí	Výstup
12Z	Výrobní dokumentace	Mistr rozplánuje zakázku mezi jednotlivé výrobní pracovníky a pracovní skupiny. Seznámí je s požadovanou činností a požadavky na kvalitu. Za využití výdejek provede přejímku vstupního materiálu a dílců. Z výdejny převezme nářadí zajištěné na základě žádanek TO a použije k předepsaným výrobním činnostem.	MIS	Výrobní dokumentace
13Z	Výrobní dokumentace	Mistr trvale sleduje a řídí výrobní činnosti na zakázce v souladu s harmonogramem a dosahovanými kvalitativními parametry. O případných kolizních stavech ihned informuje nadřízené, spolupracuje s odbornými útvary společnosti a sleduje efektivitu vykonávaných činností.	MIS	Výrobní operace
14Z	Výrobní operace	Mistr provede kontrolu ukončených operací výrobním pracovníkem a ověří splnění všech úkonů a kvalitativních parametrů. Včas oznámí na ŘD prostřednictvím IS ukončení operací odvodem spotřebovaných normohodin. Dohlíží, aby výrobní pracovníci v technologickém postupu podpisem dokumentovali provedení operace. Vyzve Technickou kontrolu k provedení kontrolních činností.	MIS	Výrobní operace
15Z	Kontrolní operace	Technická kontrola v rámci mezioperačních a operačních kontrol provede ověření dosažených kvalitativních parametrů, stanovených technologickým postupem. Jejich splnění dokladuje podpisem v technologickém postupu v části vykonané kontroly. Je-li zjištěna neshoda, je dále postupováno podle příslušné vnitropodnikové směrnice.	TK	Kontrolní operace
16Z	Kontrolní operace	Mistr dá pokyn ke kompletaci podsestav a sestav dle technologické dokumentace a vyžádá si provedení předepsaných kontrol.	MIS	Podsestavy a Sestavy
17Z	Podsestavy a Sestavy	Technická kontrola provede předepsané kontrolní operace dle EIP v souladu s příslušnou vnitropodnikovou směrnicí a shodné produkty uvolní do dalšího procesu. Neshodné produkty Technická kontrola vyřadí z procesu dle příslušné vnitropodnikové směrnice a po dosažení shody uvolní pro další výrobní činnosti.	TK	Podsestavy a Sestavy
18Z	Podsestavy a Sestavy	Jsou-li všechny dílčí produkty ve shodě, zahájí mistr činnosti s finálním sestavením produktu. S dílčími pracemi může vypomáhat odbor DMO. Mistři výrobních středisek po ukončení výrobních operací shromáždí „Výdejky“ od materiálů použitých na zakázce pro provedení konečné přejímky.	MIS	Finální sestava

Krok procesu	Vstupy	Popis	Provádí	Výstup
19Z	Finální sestava	Technická kontrola provede všechny závěrečné kontroly na dohotoveném produktu stanovené „Plánem kontrol a Inspekcí“ (EIP), ověří materiál vůči „Výdejším“, značení a splnění požadavků uvede do „Plánu kontrol a Inspekce“.	TK	Protokoly, EIP plán
20Z	Protokoly, EIP plán	Řízení dílen po úspěšné závěrečné kontrole vyrobeného produktu sdělí MP požadavek na zajištění přejímek třetími stranami.	ŘD	Požadavek na zkoušky a přejímky
21Z	Protokoly, EIP plán	Řízení dílen po úspěšné závěrečné kontrole vyrobeného produktu sdělí MP požadavek na zajištění přejímek třetími stranami.	ŘD	Požadavek na zkoušky a přejímky
22Z	Požadavek na zkoušky a přejímky	MP v souladu s příslušnou vnitropodnikovou směrnicí zajistí inspekční a přejímací orgány.	MP	Výzva pro inspekční a přejímací orgány
23Z	Výzva pro inspekční a přejímací orgány	Inspekční a přejímací orgány ve spolupráci s odbornými pracovníky Technické kontroly a OŘJ provedou stavební, funkční, tlakové a přejímací zkoušky v souladu s předpisy, normami, vládními nařízeními a dalšími stanovenými požadavky. Těchto činností se kromě MP a odborných útvarů mohou zúčastnit zástupci odběratele, zákazníka i další odborné orgány. O výsledcích zkoušek se vedou záznamy a protokoly o zkouškách. Vyskytnou-li se zjištění v procesu závěrečných kontrol, ihned se odstraní, nebo se řeší dle příslušné vnitropodnikové směrnice. MP sepíše s inspekčními orgány zápis o přejímce.	Třetí strana, OŘJ, MP	Závěreční zkoušky, protokoly, Zápis o přejímce
24Z	Závěreční zkoušky	Po závěrečných zkouškách výroba provede vyčištění a vysušení vnitřních prostor nádob, povrchové a nátěrové systémy, zatěsnění vstupních otvorů a činnosti stanovené technologickým postupem pro chemická zařízení. U jeřábů mistr výrobního střediska zahájí demontáž sestaveného produktu do přepravních celků ve shodě s technologickou dokumentací.	MIS	Přepravní celky
25Z	Přepravní celky	Mistr vystaví „Hlášení zboží“ připraveného k odeslání.	MIS	Hlášení zboží
26Z	Hlášení zboží	Vedoucí TK dokumentuje svým podpisem úspěšné dokončení všech výrobních činností stanovených řídicí dokumentací na „Hlášení zboží“ připraveného k odeslání.	ved. TK	Hlášení zboží
27Z	Hlášení zboží	Mistr výrobního střediska předá vyplněné a podepsané „Hlášení zboží“ na Přípravu výroby, TK a Expedici pro balení a expedici zákazníkovi.	MIS	Hlášení zboží

Krok procesu	Vstupy	Popis	Provádí	Výstup
28Z	Hlášení zboží	Příprava výroby vystaví „Hlášenka dohotoveného výrobku“, nechá potvrdit vedoucím TK a předá MP k vyřízení. Vyřízenou „Hlášenku dohotoveného výrobku“ předá MP zpět do Přípravy výroby, kde jsou obě hlášení archivována.	PŘV MP ved. TK	Hlášení zboží Hlášenka dohotoveného výrobku
29Z	Hlášení zboží	Expedice provede dle dispozic technologické dokumentace balení do expedičních celků, označení celků dle balicích listů a případně celní odbavení. Pro balení může využít externího dodavatele služby.	EXP	Balicí listy, Celní dokumentace
30Z	Balicí listy, Celní dokumentace	Naložení na dopravní prostředky pro dodání zákazníkovi využije expedice technické prostředky společnosti a předá dopravci přepravní dokumentaci.	Dopravce	Balicí listy, Celní dokumentace
31Z	Požadavek na zkoušky a přejímky	MP v souladu s příslušnou vnitropodnikovou směrnicí zajistí inspekční a přejímací orgány.	MP	Výzva pro inspekční a přejímací orgány
32Z	Výzva pro inspekční a přejímací orgány	Inspekční a přejímací orgány ve spolupráci s odbornými pracovníky Technické kontroly a OŘJ provedou stavební, funkční, tlakové a přejímací zkoušky v souladu s předpisy, normami, vládními nařízeními a dalšími stanovenými požadavky. Těchto činností se kromě MP a odborných útvarů mohou zúčastnit zástupci odběratele, zákazníka i další odborné orgány. O výsledcích zkoušek se vedou záznamy a protokoly o zkouškách. Vyskytnou-li se zjištění v procesu závěrečných kontrol, ihned se odstraní, nebo se řeší dle příslušné vnitropodnikové směrnice. MP sepiše s inspekčními orgány zápis o přejímce.	Třetí strana, OŘJ, MP	Závěreční zkoušky, protokoly, Zápis o přejímce
33Z	Závěreční zkoušky	Po závěrečných zkouškách výroba provede vyčištění a vysušení vnitřních prostor nádob, povrchové a nátěrové systémy, zatěsnění vstupních otvorů a činností stanovené technologickým postupem pro chemická zařízení. U jeřábů mistr výrobního střediska zahájí demontáž sestaveného produktu do přepravních celků ve shodě s technologickou dokumentací.	MIS	Přepravní celky
34Z	Přepravní celky	Mistr vystaví „Hlášení zboží“ připraveného k odeslání.	MIS	Hlášení zboží
35Z	Hlášení zboží	Vedoucí TK dokumentuje svým podpisem úspěšné dokončení všech výrobních činností stanovených řídicí dokumentací na „Hlášení zboží“ připraveného k odeslání.	ved. TK	Hlášení zboží

Krok procesu	Vstupy	Popis	Provádí	Výstup
36Z	Hlášení zboží	Mistr výrobního střediska předá vyplněné a podepsané „Hlášení zboží“ na Přípravu výroby, TK a Expedici pro balení a expedici zákazníkovi.	MIS	Hlášení zboží
37Z	Hlášení zboží	Příprava výroby vystaví „Hlášenka dohotoveného výrobku“, nechá potvrdit vedoucím TK a předá MP k vyřízení. Vyřízenou „Hlášenku dohotoveného výrobku“ předá MP zpět do Přípravy výroby, kde jsou obě hlášení archivována.	PŘV MP ved. TK	Hlášení zboží Hlášenka dohotoveného výrobku
38Z	Hlášení zboží	Expedice provede dle dispozic technologické dokumentace balení do expedičních celků, označení celků dle balicích listů a případně celní odbavení. Pro balení může využít externího dodavatele služby.	EXP	Balicí listy, Celní dokumentace
39Z	Balicí listy, Celní dokumentace	Naložení na dopravní prostředky pro dodání zákazníkovi využije expedice technické prostředky společnosti a předá dopravci přepravní dokumentaci.	Dopravce	Balicí listy, Celní dokumentace

6.3 MAPA PROCESU PŘÍPRAVY A OVĚŘENÍ SVAŘOVACÍHO PROCESU

Tabulka 6) Proces přípravy a ověření svařovacího procesu

Krok Procesu	Vstupy	Popis	Provádí	Výstup
1pSV	Zakázkový list	Manažer projektu iniciuje „Zakázkovým listem“ zahájení výroby produktu v souladu s termíny odsouhlasenými odbornými útvary na ZPK, týkajícími se přijaté zakázky.	MP	Analýza požadavků
2pSV	Analýza požadavků	Ředitel TO rozdělí požadavky na jednotlivé úseky (technologie, konstrukce a technologie svařování)	TO	Výkresová dokumentace
3pSV	Výkresová dokumentace	Na základě konstrukčních a výrobních požadavků (druh svaru, tloušťka a druh svařovaného materiálu, metoda a poloha svařování, personálního zabezpečení) navrhne a zpracuje svářečský dozor (IWE/EWE) předběžné postupy svařování (pWPS), které musí konzultovat s inspekčním orgánem.	IWE/EWE	pWPS

4pSV	pWPS	Firemní svařovací dozor (IWE/EWE) ve spolupráci s dílenským svařovacím technologem na základě pWPS zajistí přípravu vzorků dle ČSN EN ISO 9692-1	IWE/EWE ; DST	Příprava vzorků
5pSV	Příprava vzorků	Firemní svařovací dozor (IWE/EWE) připraví patřičnou dokumentaci doplňující pWPS. Atest k základnímu a přídavnému materiálu, kalibrace svářečky pokud má digitální ukazatele (A a V), nejsou-li digitální, je vhodné mít k dispozici kalibrovaný klešťový ampérmetr.	IWE/EWE	Přípravené vzorky včetně dokumentace
6pSV	Přípravené vzorky včetně dokumentace	Inspektor přijede na místo svařování, kde pod jeho dohledem a za přítomnosti firemního svářečského dozoru (IWE/EWE) svaří svářeč s příslušnou kvalifikací vzorky. V průběhu svařování inspektor zaznamená potřebné údaje (A, V, čas, teplota a případně další předepsané údaje v pWPS.)	Svářeč; IWE/EWE ; třetí strana	Svařené zkušební vzorky
7pSV	Svařené zkušební vzorky	Inspektor převezme svařené vzorky a zajistí jejich posouzení NDT zkoušky (vizuální, penetrační, magnetické, prozáření, ultrazvukem a pokud vzorek všem NDT zkouškám vyhovuje, provedou se mechanické zkoušky v rozsahu podle požadavku příslušné normy (makroskopické, tahové, ohybové, vrubové houževnatosti, tvrdosti, případně jiné specifické zkoušky.)	TK; NDEzk; třetí strana	Protokoly o provedených zkouškách
8pSV	Protokoly o provedených zkouškách	Na základě kladných výsledků nedestruktivních a destruktivních zkoušek, vydá zkušební orgán (třetí strana) Inspekční certifikát WPQR a předá jej firemnímu svařovacímu dozoru IWE/EWE.	Třetí strana	WPQR
9pSV	WPQR	Na základě inspektorem (třetí strana) vydaného a potvrzeného protokolu o kvalifikaci postupu svařování může firemní svařovací dozor (IWE/EWE) vypracovat a předat svařovací postupy (WPS) příslušnému MP ke schválení zákazníkem.	IWE/EWE	WPS
10pSV	WPS	MP po schválení svařovacích postupů (WPS) zákazníkem, tyto předá PTP.	MP	Výrobní dokumentace

6.4 MAPA PROCESU VYBRANÉ METODY SVAŘOVÁNÍ

Tabulka 7) Proces vybrané metody svařování

Krok Procesu	Vstupy	Popis	Provádí	Výstup
1SV (14Z)	Výrobní operace	Mistr provede kontrolu ukončených zámečnických operací výrobním pracovníkem a ověří splnění všech úkonů a kvalitativních parametrů. Mistr vyzve TK k provedení kontrolní operace.	MIS	Kontrolní operace
2SV	Kontrolní operace	Pracovník TK provede kontrolu připravenosti ke svařování a ověří geometrické uspořádání podestavy dle plánu kontrol a inspekcí (EIP). Jakékoliv nesrovnalosti a neshody řeší na místě, případně oznámí pracovníkovi ŘD. V případě souladu s výkresovou dokumentací uvolní k další výrobní operaci.	TK	Výrobní operace
3SV	Výrobní operace; WPS	Na základě uvolnění k další výrobní operaci – svařování pracovníkem TK provede svářeč kontrolu svářečky a nastaví parametry pro svařování dle WPS.	Svářeč	Výrobní operace
4SV	Výrobní operace	Svářeč oznámí svářečskému mistrovi dohotovení své výrobní operace a ten následně provede kontrolu ukončené svářečské operace a ověří splnění všech úkonů a kvalitativních parametrů. Svářečský mistr vyzve TK k provedení kontrolní operace.	svMIS	Kontrolní operace
5SV	Kontrolní operace	Pracovník TK provede vizuální kontrolu (VT) po svaření a ověří geometrické uspořádání podestavy dle plánu kontrol a inspekcí (EIP). Jakékoliv nesrovnalosti a neshody řeší na místě, případně oznámí pracovníkovi ŘD. V případě souladu s výkresovou dokumentací uvolní k další výrobní operaci. Výsledky kontroly zaznamená do protokolu. V případě že, je vyžadována jiná specifická nedestruktivní kontrola (NDE), vyzve pracovníka nedestruktivní zkušebny k provedení zkoušky.	TK	Kontrolní operace
6SV	Kontrolní operace	Pracovník NDE zkušebny provede předepsanou zkoušku dle NDE plánu, výsledky zkoušky zaznamená do protokolu. V případě shody s požadovaným stupněm NDE kontroly oznámí pracovníkovi ŘD výsledky kontroly a uvolní k další výrobní operaci.	NDEzk	Kontrolní operace

7. VYPRACOVÁNÍ FMECA ANALÝZY PRO VYBRANOU TECHNOLOGII SVAŘOVÁNÍ JEDNODUCHÉ TLAKOVÉ NÁDOBY.

7.1 STANOVENÍ ZÁVAŽNOSTI

Závažnost byla hodnocena na základě desetistupňové hodnotící škály vycházející z doporučení QS 9000.

Tabulka 8) Klasifikace závažnosti „S“

Závažnost	Kriteria	Klasifikace
Žádná	Žádný zjištělý důsledek	1
Velmi málo významná	Chyba v procesu nemá vliv na výstup z procesu	2
Málo významná	Chyba v procesu má málo významný vliv na výstup z procesu	3
Velmi nízká	Chyba v procesu má nízký vliv na výstup z procesu	4
Nízká	Chyba v procesu má vliv na výstup z procesu	5
Střední	Chyba v procesu má vliv na výstup z procesu o ohrožuje jeho udržitelnost	6
Vysoká	Chyba v procesu má vysoký vliv na výstup z procesu o ohrožuje jeho udržitelnost	7
Velmi vysoká	Ztráta udržitelnosti procesu, ohrožena bezpečnost.	8
Nebezpečná s varováním	Velmi vysoká klasifikace závažnosti. Možná chyba v procesu ovlivňuje bezpečnost uživatele zařízení.	9
Nebezpečná s varováním	Velmi vysoká klasifikace závažnosti. Možná chyba v procesu vede k ohrožení na životě.	10

7.2 STANOVENÍ MOŽNÝCH PŘÍČIN ZÁVADY A JEJICH VÝSKYT

Výskyt byl hodnocen na základě desetistupňové hodnotící škály vycházející z doporučení QS 9000.

Tabulka 9) Klasifikace pravděpodobnosti výskytu chyby procesu „O“

Pravděpodobnost závady	Četnosti závad	Klasifikace
Velmi vysoká: Neustálé závady	≥ 100 na tisíc prvků	10
	50 na tisíc prvků	9
Vysoká: Časté závady	20 na tisíc prvků	8
	10 na tisíc prvků	7
Mírná: Občasné závady	5 na tisíc prvků	6
	2 na tisíc prvků	5
Nízká: Málo závad	1 na tisíc prvků	4
	0,5 na tisíc prvků	3
Vzácná: Závada je nepravděpodobná	0,1 na tisíc prvků	2
	$\leq 0,01$ na tisíc prvků	1

7.3 STÁVAJÍCÍ OPATŘENÍ K NÁVRHU – ODHALITELNOST

Odhalitelnost byla hodnocena na základě desetistupňové hodnotící škály vycházející z doporučení QS 9000.

Tabulka 10) Klasifikace detekce chyby procesu „D“

Detekce	Kriteria	Klasifikace
Absolutní nejistota	Nástroje řízení návrhu neodhalí a/nebo nemohou odhalit potenciální příčinu/mechanismus a následnou příčinu chyby.; nebo neexistuje řízení návrhu	10
Velmi nepravděpodobné	Je velmi nepravděpodobné, že nástroje řízení návrhu odhalí potenciální příčinu/mechanismus a následnou příčinu chyby.	9
Nepravděpodobné	Je nepravděpodobné, že nástroje řízení návrhu odhalí potenciální příčinu/mechanismus a následnou příčinu chyby.	8
Velmi nízká pravděpodobnost	Je velmi nízká pravděpodobnost, že nástroje řízení návrhu odhalí potenciální příčinu/mechanismus a následnou příčinu chyby.	7
Nízká pravděpodobnost	Je nízká pravděpodobnost, že nástroje řízení návrhu odhalí potenciální příčinu/mechanismus a následnou příčinu chyby.	6
Středně vysoká pravděpodobnost	Je středně pravděpodobné, že nástroje řízení návrhu odhalí potenciální příčinu/mechanismus a následnou příčinu chyby.	5
Vyšší pravděpodobnost	Je pravděpodobné, že nástroje řízení návrhu odhalí potenciální příčinu/mechanismus a následnou příčinu chyby.	4
Vysoká pravděpodobnost	Je vysoko pravděpodobné, že nástroje řízení návrhu odhalí potenciální příčinu/mechanismus a následnou příčinu chyby..	3
Velmi vysoká pravděpodobnost	Je velmi vysoká pravděpodobnost, že nástroje řízení návrhu odhalí potenciální příčinu/mechanismus a následnou příčinu chyby.	2
Téměř jistota	Je skoro jisté, že nástroje řízení návrhu odhalí potenciální příčinu/mechanismus a následnou příčinu chyby.	1

7.4 STANOVENÍ UKAZATELE RPN

Ukazatel priority rizika je součinem známek závažnosti S (severity), výskytu O (occurrence) a odhalitelnosti D (detection). Standardně, pokud je číslo RPN (Risk Priority Number) vyšší než 100, měla by být implementovaná opatření, na základě kterých bude možno snížit známku výskytu a odhalitelnosti.

$$(1) RPN = \text{závažnost (S)} * \text{výskyt (O)} * \text{detekce (D)}$$

Tabulka 11) Procesní FMECA přípravy a ověření svařovacího procesu

Procesní FMECA														
Proces: Příprava a ověření svařovacího procesu									Zpracoval: Bc. Marián Kontšek				Strana č. 1 z 5	
Zodpovědnost: Bc. Marián Kontšek									Datum vyhotovení: 23.5.2018				Vyhodnocení	
Krok procesu	Potenciální chyba	Potenciální následky chyby	Potenciální příčina chyby	Současná preventivní opatření	S	O	D	RPN	Navrhovaná preventivní opatření	S	O	D	RPN	
1pSV	MP nepředá požadavek na zpracování výrobní svařovací dokumentace	Nesplnění termínu zakázky	Lidský faktor – opomenutí	Porada vedení firmy o nových zakázkách	8	1	1	8						
2pSV	Ředitel TO nerozdělí požadavky na jednotlivé úseky	Nesplnění termínu zakázky	Lidský faktor – opomenutí	Porada vedení firmy o nových zakázkách	8	1	1	8						
3pSV	Špatně zpracována výkresová dokumentace	Nesplnění požadavků zákazníka	Chyba ve výpočtu	Formální kontrola a schválení vedoucím střediska	8	4	7	224	Kontrola dalším pracovníkem TO a následná kontrola vedoucím střediska	8	4	1	32	

Procesní FMECA													
Proces: Příprava a ověření svařovacího procesu									Zpracoval: Bc. Marián Kontšek				Strana č. 2 z 5
Zodpovědnost: Bc. Marián Kontšek									Datum vyhotovení: 23.5.2018			Vyhodnocení	
Krok procesu	Potenciální chyba	Potenciální následky chyby	Potenciální příčina chyby	Preventivní opatření	S	O	D	RPN	Navrhovaná preventivní opatření	S	O	D	RPN
3pSV	Špatně zpracována výkresová dokumentace	Nesplnění požadavků norem	Použití neplatných norem	Pravidelné proškolení zaměstnanců v oblasti platné legislativy a harmonizova ných norem	10	3	6	180	Pověření pracovníka, který bude odpovědný za aktuálnost platných norem používaných na středisku	10	3	1	30
4pSV	Nedostupný materiál	Zpoždění zakázky	Nákup nezajistil materiál	Pravidelné reportingy o průběhu zakázek	8	5	1	40					
5pSV	Firemní svařovací dozor nemá dostupnou atestační dokumentaci	Zpoždění zakázky	Špatná atestační dokumenta- ce/chybně dodaný materiál	Vstupní technická kontrola (VTK)	8	5	1	40					

Procesní FMECA													
Proces: Příprava a ověření svařovacího procesu									Zpracoval: Bc. Marián Kontšek				Strana č. 3 z 5
Zodpovědnost: Bc. Marián Kontšek									Datum vyhotovení: 23.5.2018			Vyhodnocení	
Krok procesu	Potenciální chyba	Potenciální následky chyby	Potenciální příčina chyby	Preventivní opatření	S	O	D	RPN	Navrhovaná preventivní opatření	S	O	D	RPN
5pSV	Nekalibrova- ná svářečka	Zpoždění zakázky	Propadení platnosti kalibrační- ho listu	Pravidelná údržba provozních strojů a zařízení	8	3	3	72					
6pSV	Nekvalifiko- vaný svářeč	Zmařená přejímka – zpoždění zakázky	Propadnutí platnosti certifikátu svářeče	Kontrola kvalifikace personálu a pravidelné prodlužování kvalifikace	7	2	3	42					
7pSV	Nevyhovující NDE zkoušky	Opětovné svaření vzorků – zpoždění zakázky	Špatně skladovaný přídavný materiál	Provozní řád skladu svařovacího materiálu	6	5	5	150	Kontrola dodržování provozního řádu ve skladu svařovacího materiálu v nepravidelných intervalech	6	5	2	60

Procesní FMECA													
Proces: Příprava a ověření svařovacího procesu									Zpracoval: Bc. Marián Kontšek				Strana č. 4 z 5
Zodpovědnost: Bc. Marián Kontšek									Datum vyhotovení: 23.5.2018			Vyhodnocení	
Krok procesu	Potenciální chyba	Potenciální následky chyby	Potenciální příčina chyby	Preventivní opatření	S	O	D	RPN	Navrhovaná preventivní opatření	S	O	D	RPN
7pSV	Nevyhovující DE zkoušky	Opětovné svaření vzorků – zpoždění zakázky	Materiál nesplňující předepsané nebo deklarova- né mechanické vlastnosti výrobce	není	10	3	1	30					
8pSV	Inspektor nevydá inspekční certifikát WPQR	Zpoždění zakázky	Vytíženost inspektora – předchozí zmařená přejímka	Není	8	2	1	16					
9pSV	Zákazník neschválí svařovací postupy WPS	Zpoždění zakázky	Nesrovná- losti vůči požadova- ným kritériím	Analýza požadavků zákazníka	9	4	4	144	Implementovat analýzu rizik do požadavků zákazníka	9	4	1	36
			Dodatečné požadavky	Není	7	7	10	490	Zahrnout do smlouvy postup při jakýchkoliv změnách požadavků ze strany zákazníka	1	7	10	70

Procesní FMECA															
Proces: Příprava a ověření svařovacího procesu								Zpracoval: Bc. Marián Kontšek					Strana č. 5 z 5		
Zodpovědnost: Bc. Marián Kontšek							Datum vyhotovení: 23.5.2018			Vyhodnocení					
Krok procesu	Potenciální chyba	Potenciální následky chyby	Potenciální příčina chyby	Preventivní opatření	S	O	D	RPN	Navrhovaná preventivní opatření			S	O	D	RPN
10pSV	MP nepředá schválené svařovací postupy PTP	Zpoždění zakázky	Lidský faktor- opomenutí	Pravidelné reportingy o průběhu zakázek	8	3	1	24							

Tabulka 10) Procesní FMECA svařovacího procesu

Procesní FMECA														
Proces: Svařovací proces									Zpracoval: Bc. Marián Kontšek					Strana č. 1 z 4
Zodpovědnost: Kontšek									Datum vyhotovení: 23.5.2018				Vyhodnocení	
Krok procesu	Potenciální chyba	Potenciální následky chyby	Potenciální příčina chyby	Preventivní opatření	S	O	D	RPN	Navrhovaná preventivní opatření	S	O	D	RPN	
1SV	Mistr neprovede kontrolu ukončených zámečnických operací	Nepřípravenost ke kontrole	Lidský faktor – opomenutí; jiné povinnosti	Kontrola TK	5	8	1	40						
	Mistr nevyzve TK k provedení kontrolní operace	Špatně připravená podsestava	Lidský faktor - opomenutí; jiné povinnosti	Technologický postup výroby	7	7	6	294	Neprovádět další výrobní operaci bez potvrzení předcházející kontrolní operace pracovníkem TK ve výrobním postupu	7	7	1	49	
2SV	Pracovník TK neprovede kontrolu	Špatně připravená podsestava; zdržení zakázky	Lidský faktor	Technologický postup výroby	7	5	4	140	Neprovádět další výrobní operaci bez potvrzení předcházející kontrolní operace pracovníkem TK ve výrobním postupu	7	5	1	35	

Procesní FMECA													
Proces: Svařovací proces								Zpracoval: Bc. Marián Kontšek				Strana č. 2 z 4	
Zodpovědnost: Kontšek								Datum vyhotovení: 23.5.2018			Vyhodnocení		
Krok procesu	Potenciální chyba	Potenciální následky chyby	Potenciální příčina chyby	Preventivní opatření	S	O	D	RPN	Navrhovaná preventivní opatření	S	O	D	RPN
3SV	Svářeč nastaví špatné parametry na svářečce	Nedodržení postupu svařování (WPS)	Lidský faktor, nedostatečný stav zařízení	Námatková kontrola procesu svařování	6	5	5	150	Svářečský mistr před zahájením svařování osobně zkontroluje nastavené parametry, kontrolu zaměřit i na technický stav svářečky a její údržbu	6	5	1	30
	Svářečský mistr vydá jiný přídavný materiál	Nedodržení postupu svařování (WPS)	Lidský faktor (přehlédnutí)	Námatková kontrola svarového spoje spektrometrem	9	3	5	135	U zakázek, kde má být použitý specifický materiál provádět 100% kontrolu spektrometrem	9	3	1	27
4SV	Svářeč neoznámí svému mistrovi dohotovení svařování	Špatně připravená podsestava	Lidský faktor	Není	5	8	1	40		5	8	1	40

Procesní FMECA													
Proces: Svařovací proces								Zpracoval: Bc. Marián Kontšek				Strana č. 3 z 4	
Zodpovědnost: Kontšek								Datum vyhotovení: 23.5.2018			Vyhodnocení		
Krok procesu	Potenciální chyba	Potenciální následky chyby	Potenciální příčina chyby	Preventivní opatření	S	O	D	RPN	Navrhovaná preventivní opatření	S	O	D	RPN
4SV	Mistr nevyzve TK k provedení kontrolní operace	Špatně svažená sestava	Lidský faktor - (opomenutí)	Technolo- gický postup výroby	6	7	5	210	Neprovádět další výrobní operaci bez potvrzení předcházející kontrolní operace pracovníkem TK ve výrobním postupu	6	7	1	42
5SV	Nalezeny vizuální povrchové vady svaru pracovníkem TK	Nutnost opravy – zdržení zakázky	Lidský faktor	Není	4	7	3	84					
	Rozměrové nesrovnalosti vůči výkresové dokumentaci	Nutnost opravy – zdržení zakázky	Špatně nastavené parametry svářečky – nedodržení WPS	Námatková kontrola procesu svařování	6	5	4	120	Svářečský mistr před zahájením svařování osobně zkontroluje nastavené parametry	6	5	1	30
	Pracovník TK neprovede svojí kontrolní operaci	Systémová chyba – nemožnost provedení NDE zkoušky	Lidský faktor	Technolo- gický postup výroby	7	5	4	140	Neprovádět další výrobní operaci bez potvrzení předcházející kontrolní operace pracovníkem TK ve výrobním postupu	7	5	1	35

Procesní FMECA													
Proces: Svařovací proces									Zpracoval: Bc. Marián Kontšek				Strana č. 4 z 4
Zodpovědnost: Kontšek									Datum vyhotovení: 23.5.2018			Vyhodnocení	
Krok procesu	Potenciální chyba	Potenciální následky chyby	Potenciální příčina chyby	Preventivní opatření	S	O	D	RPN	Navrhovaná preventivní opatření	S	O	D	RPN
6SV	Pracovník NDE zkušebny neprovede svoji kontrolní operaci	Možné povrchové i vnitřní vady svaru	Lidský faktor – opomenutí; nevyzvání	Technolo- gický postup výroby	10	4	4	160	Neprovádět další výrobní operaci bez potvrzení předcházející kontrolní operace pracovníkem TK ve výrobním postupu	9	4	1	36
	Pracovník NDE zkušebny špatně vyhodnotí případný nález	Možné nepřípustné vady ve svaru	Lidský faktor, přehlédnutí	Pravidelné školení pracovníků NDE zkušebny – kvalifikace personálu	10	2	7	140	Zkoušku nebo záznam ze zkoušky vyhodnocovat ve spolupráci s dalším kvalifikovaným pracovníkem NDE zkušebny	9	2	2	36
			Nekalibro- vaný přístroj; špatná sonda, nevyhovu- jící zařízení/ příslušenstv	Pravidelná kontrola kalibrace používaných přístrojů	9	2	4	72					

8. NÁVRH PREVENTIVNÍCH OPATŘENÍ PRO SNÍŽENÍ KRITICHNOSTI POSUZOVANÉHO SVAŘOVACÍHO PROCESU.

Při tvorbě struktury procesu, jak přípravy a ověření svařovacího procesu, tak i samotného svařovacího procesu byly do procesů zakomponovány kontrolní mechanismy, které by ve svém principu měly zabránit jeho chybovosti. V dalších podkapitolách budou rozebrány jednotlivé kroky procesu, kde tyto opatření nebyly dostačující.

8.1 NÁVRH PREVENTIVNÍCH OPATŘENÍ PRO SNÍŽENÍ KRITICHNOSTI POSUZOVANÉHO PROCESU PŘÍPRAVY A OVĚŘENÍ SVAŘOVACÍHO PROCESU V REALIZACI VÝROBNÍ ZAKÁZKY

Krok procesu	Potenciální chyba	Potenciální následky chyby	Potenciální příčina chyby	Současná preventivní opatření	S	O	D	RPN
3pSV	Špatně zpracována výkresová dokumentace	Nesplnění požadavků zákazníka	Chyba ve výpočtu	Formální kontrola a schválení vedoucím střediska	8	4	7	224
3pSV	Špatně zpracována výkresová dokumentace	Nesplnění požadavků norem	Použití neplatných norem	Pravidelné proškolení zaměstnanců v oblasti platné legislativy a harmonizovaných norem	10	3	6	180

Implementováním dalšího kontrolního mechanismu se povedlo odhalit potenciální chybu procesu, která by mohla mít fatální následky na vyráběné zařízení, případně na jeho uživatele.

Navrhovaná preventivní opatření	S	O	D	RPN
Kontrola dalším pracovníkem TO a následná kontrola vedoucím střediska	8	4	1	32
Pověření pracovníka, který bude odpovědný za aktuálnost platných norem používaných na středisku	10	3	1	30

Krok procesu	Potenciální chyba	Potenciální následky chyby	Potenciální příčina chyby	Preventivní opatření	S	O	D	RPN
7pSV	Nevyhovující NDE zkoušky	Opětovné svaření vzorků – zpoždění zakázky	Špatně skladovaný přídavný materiál	Provozní řád skladu svařovacího materiálu	6	5	5	150

Provozní řád určuje podmínky, za kterých se může přídavný svařovací materiál skladovat a vydávat. Jeho nedodržování může mít někdy dalekosáhlé následky vzhledem k důležitosti správných vlastností přídavného svařovacího materiálu.

Navrhovaná preventivní opatření	S	O	D	RPN
Kontrola dodržování provozního řádu ve skladu svařovacího materiálu v nepravidelných intervalech	6	5	2	60

Namátkovou kontrolou dodržování provozního řádu skladu svařovacího přídavného materiálu docílíme méně vad při procesu ověřování svařovacího procesu a v podobném smyslu i u samotného svařovacího procesu. Vydávaný materiál je ze stejného skladu.

Krok procesu	Potenciální chyba	Potenciální následky chyby	Potenciální příčina chyby	Preventivní opatření	S	O	D	RPN
9pSV	Zákazník neschválí svařovací postupy WPS	Zpoždění zakázky	Nesrovnalosti vůči požadovaným kritériím	Analýza požadavků zákazníka	9	4	4	144
			Dodatečné požadavky	Není	7	7	10	490

Implementováním analýzy rizik do prvotní analýzy požadavků zákazníka dokážeme zamezit případným nesrovnalostem oproti jeho požadavkům. Jestli má zákazník dodatečné požadavky, co se v praxi běžně stává, tak nejlepším řešením je zahrnout do smlouvy postup, podle kterého je potřeba postupovat aby nevznikli zbytečné škody společnosti, kvůli zpoždění zakázky.

Navrhovaná preventivní opatření	S	O	D	RPN
Implementovat analýzu rizik do požadavků zákazníka	9	4	1	36
Zahrnout do smlouvy postup při jakýchkoliv změnách požadavků ze strany zákazníka	1	7	10	70

8.2 NÁVRH PREVENTIVNÍCH OPATŘENÍ PRO SNÍŽENÍ KRITICHNOSTI POSUZOVANÉHO PROCESU SVAŘOVÁNÍ V REALIZACI VÝROBNÍ ZAKÁZKY

Krok procesu	Potenciální chyba	Potenciální následky chyby	Potenciální příčina chyby	Preventivní opatření	S	O	D	RPN
1SV	Mistr nevyzve TK k provedení kontrolní operace	Špatně připravená podsestava	Lidský faktor - opomenutí; jiné povinnosti	Technologický postup výroby	7	7	6	294
2SV	Pracovník TK neprovede kontrolu	Špatně připravená podsestava; zdržení zakázky	Lidský faktor	Technologický postup výroby	7	5	4	140

V případě, že nebude provedena kontrola připravenosti a geometrického uspořádání podsestavy a to z jakéhokoliv důvodu, hrozí zdržení zakázky kvůli opravám, které ve své podstatě taky navýší náklady na výrobu zařízení. Pravidelnou kontrolou dodržování a plnění těchto výrobních postupů docílíme stability a udržitelnost procesu.

Navrhovaná preventivní opatření	S	O	D	RPN
Neprovádět další výrobní operaci bez potvrzení předcházející kontrolní operace pracovníkem TK ve výrobním postupu	7	7	1	49
Neprovádět další výrobní operaci bez potvrzení předcházející kontrolní operace pracovníkem TK ve výrobním postupu	7	5	1	35

Krok procesu	Potenciální chyba	Potenciální následky chyby	Potenciální příčina chyby	Preventivní opatření	S	O	D	RPN
3SV	Svářeč nastaví špatné parametry na svářečce	Nedodržení postupu svařování (WPS)	Lidský faktor, nedostatečný stav zařízení	Namátková kontrola procesu svařování	6	5	5	150
	Svářečský mistr vydá jiný přídavný materiál	Nedodržení postupu svařování (WPS)	Lidský faktor (přehlédnutí)	Namátková kontrola svarového spoje spektrometrem	9	3	5	135

Stávající preventivní opatření namátkovou kontrolou procesu svařování není dostačující a prakticky zbytečně zatěžuje pracovníky TK. Tuto povinnost mají v popisu práce hlavně svářeči a jejich přímý nadřízený, svářečský mistr. Každý svářeč by měl znát stav “svého” zařízení a v případě špatného technického stavu by měl okamžitě upozornit své nadřízené.

Jestli svářečský mistr vydá jiný přídavný svařovací materiál tak, udržitelnost takového procesu je silně ohrožena, protože on sám má být v tomto případě zárukou správného splnění požadavků. Kontrolu spektrometrem u specifických materiálů by měl TO zakomponovat do EIP a vedoucí TK, bude dohlížet na dodržování jeho plnění.

Navrhovaná preventivní opatření	S	O	D	RPN
Svářečský mistr před zahájením svařování osobně zkontroluje nastavené parametry, kontrolu zaměřit i na technický stav svářečky a její údržbu	6	5	1	30
U zakázek, kde má být použitý specifický materiál provádět 100% kontrolu spektrometrem	9	3	1	27

Krok procesu	Potenciální chyba	Potenciální následky chyby	Potenciální příčina chyby	Preventivní opatření	S	O	D	RPN
4SV	Mistr nevyzve TK k provedení kontrolní operace	Špatně svařená sestava	Lidský faktor - (opomenutí)	Technologický postup výroby	6	7	5	210
5SV	Rozměrové nesrovnalosti vůči výkresové dokumentaci	Nutnost opravy – zdržení zakázky	Špatně nastavené parametry svářečky – nedodržení WPS	Namátková kontrola procesu svařování	6	5	4	120
	Pracovník TK neprovede svojí kontrolní operaci	Systémová chyba – nemožnost provedení NDE zkoušky	Lidský faktor	Technologický postup výroby	7	5	4	140

Potenciální chyba v podobném smyslu jak to bylo u kontrolní operace připravenosti ke svařování a bylo uplatněné prakticky stejné opatření. Pravidelnou kontrolou dodržování a plnění těchto výrobních postupů docílíme stabilitu a udržitelnost procesu.

V případě, dá se říct systémové chyby, kdy pracovník TK neprovede svojí kontrolní operaci (VT) před případnou další NDE zkouškou, pracovník NDEzk může vyhodnotit svojí zkoušku jako úspěšnou – bez indikací protože kontroluje převážně vnitřní vady, ovšem na povrchu můžou zůstat vizuální vady, které by mohl zákazník při dodání výrobku reklamovat.

Je nutné dodržovat technologický postup a stejně tak kontrolovat jeho plnění z důvodu

Navrhovaná preventivní opatření	S	O	D	RPN
Neprovádět další výrobní operaci bez potvrzení předcházející kontrolní operace pracovníkem TK ve výrobním postupu	6	7	1	42
Svářečský mistr před zahájením svařování osobně zkontroluje nastavené parametry	6	5	1	30
Neprovádět další výrobní operaci bez potvrzení předcházející kontrolní operace pracovníkem TK ve výrobním postupu	7	5	1	35

Krok procesu	Potenciální chyba	Potenciální následky chyby	Potenciální příčina chyby	Preventivní opatření	S	O	D	RPN
6SV	Pracovník NDE zkušebny neprovede svojí kontrolní operaci	Možné povrchové i vnitřní vady svaru	Lidský faktor – opomenutí; nevyzvání	Technologický postup výroby	10	4	4	160
	Pracovník NDE zkušebny špatně vyhodnotí případný nález	Možné nepřijatelné vady ve svaru	Lidský faktor, přehlédnutí	Pravidelné školení pracovníků NDE zkušebny – kvalifikace personálu	10	2	7	140

Jestli pracovník NDEzk neprovede svojí kontrolní operaci, případně špatně vyhodnotí potenciální nález, závažnost této chyby je úplně stejná a může mít, fatální následky, v lepším případě na výrobek a v horším případě na uživatele výrobku nebo vyráběného zařízení. Jako kontrolní mechanismus byla implementována spolupráce s dalším pracovníkem NDEzk, který musí mít kvalifikaci na danou NDE metodu.

Navrhovaná preventivní opatření	S	O	D	RPN
Neprovádět další výrobní operaci bez potvrzení předcházející kontrolní operace pracovníkem TK ve výrobním postupu	10	4	1	36
Zkoušku nebo záznam ze zkoušky vyhodnocovat ve spolupráci s dalším kvalifikovaným pracovníkem NDE zkušebny	10	2	2	36

9 ZHODNOCENÍ A DISKUZE

V kapitole rešerše legislativy EU a harmonizovaných norem, jsem se snažil přiblížit a popsat nejdůležitější a nejpoužívanější směrnice, zákony, nařízení vlády a normy týkající se návrhu, vývoje, výroby, kontroly a zkoušení tlakových zařízení, zejména jednoduchých tlakových nádob. Je celá řada zákonů, souvisejících nařízení vlády a norem, které jsem opomenul i když s tématem práce souvisejí. Hlavním důvodem je, že hlavním cílem diplomové práce má být proces svařování jednoduché tlakové nádoby.

Samotný proces svařování konkrétní metodou není až tak výjimečný a dalo by se říct, že popsaný proces a jeho mapa by se dala použít na celou řadu dalších metod. Důvodem je možná taky to, že směrnice EU si dala za cíl sdružovat a sjednocovat prakticky všechno. Návrh, vývoj a konstrukce tlakových nádob se řídí stejnými dokumenty, následné kontrolní mechanismy vycházejí ze stejných směrnic a nařízení. V oblasti svařování je asi nejvíc norem, které se týkají jenom kvalifikace personálu. Určitě je potřeba “jít s dobou“ a aktualizovat potřebné zákony a normy ale osobně si nemyslím, že by k tomu mělo docházet zbytečně rychle. Jako důvod bych mohl uvést, normy převzaté překladem, který ne vždy souhlasí s originálem. Takovéto dokumenty, které zavazují jak výrobce, distributory, uživatele k dodržování těchto směrnic, zákonů, nařízení a norem by měli být minimálně správně přeloženy.

Mapy vytvořených procesů mají za cíl přiblížit celý proces realizace a související paralelní procesy, které jednoduše řečeno, musí být. Tím myslím, zakomponování procesu přípravy a ověření procesu svařování do realizace výroby zakázky. Bez toho by totiž nemohla vzniknout výrobní dokumentace. Následná FMECA analýza těchto procesů podle mého očekávání ukázala, že největší riziko jakéhokoliv procesu, ve kterém jsou činitelé lidé, jsou samotní lidé, kteří v největší míře ohrožují udržitelnost procesů. Zatím ale nejde ve všech případech implementovat jako preventivní opatření mechanismus, ve kterém lidé nejsou.

10 ZÁVĚR

Jedním z cílů diplomové práce je rešerše legislativy EU a harmonizovaných norem. V první kapitole diplomové práce je popsána současná legislativa EU a z ní vycházející současná legislativa České Republiky, která je ve velké míře přebírána překladem. V legislativní oblasti je toto téma velmi komplexní a složité, cílem nebylo pospat všechny zákony, nařízení a normy související s tlakovými nádobami a jejich dodáváním na trh. V legislativní oblasti svařování platí totéž.

Hlavní cíl diplomové práce je pospat a zmapovat proces svařování jednoduché tlakové nádoby a jeho následná FMECA analýza pro snížení kritičnosti posuzovaných procesů. Vycházel jsem ze zkušenosti a už při vytváření procesu jsem se snažil do nich zakomponovat kontrolní mechanismy, které by měly snížit riziko chybovosti procesu. Tomu odpovídá i sled a návaznost jednotlivých kroků procesu a kontrolních operací. Úlohou mapování procesu bylo primárně určit odpovědnosti za jednotlivé kroky v rámci procesu. V samotném vypracování procesní FMECA byly uvažovány ty nečastější potenciální chyby a většinou se jednalo o selhání lidského činitele. V závěrečné kapitole pojednávám o navrhnutých preventivních opatřeních, které by měly proces udržet v mezích stability. Dokazuje to i opětovný výpočet prioritně rizikostního čísla RPN, které po implementování preventivních opatření nepřekročilo definovanou kritickou hranici.

11 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- 1) FLORIÁNOVÁ, Hana - MATĚJÁK, Alois *SBORNÍKY TECHNICKÉ HARMONIZACE 2017: Pravidla pro aplikaci směrnice 2014/68/EU (PED) – tlaková zařízení* [online], (aktualizace 7/17), Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2017, Dostupné z: http://www.unmz.cz/files/Sborn%C3%ADky%20TH/Pravidla%20pro%20aplikaci%20smernice%202014-68-EU_2017%20%20-%20DEF.pdf [cit. 2018-5-25]
- 2) TConsult seminář, Babinský, *TLAKOVÁ ZAŘÍZENÍ PODLE PED 2014/68/EU*, Brno, 8/2017
- 3) *SMĚRNICE EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY 2014/29/EU ze dne 26. února 2014 o harmonizaci právních předpisů členských států týkajících se dodávání jednoduchých tlakových nádob na trh* [online], Dostupné z: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:32014L0029&from=CS> [cit. 2018-5-25]
- 4) *TÜV NORD Czech je oznámeným subjektem pro posuzování shody jednoduchých tlakových nádob podle směrnice 2014/29/EU* [online], Dostupné z: https://www.qmprofi.cz/33/tuv-nord-czech-je-oznamenym-subjektem-pro-posuzovani-shody-jednoduchych-tlakovych-nadob-podle-smernice-2014-29-eu-uniqueidgOkE4NvrWuOKaQDKuox_Z2G_ug82DQa57yUXgS7_ZjQ/ [cit. 2018-5-25]
- 5) KUDĚLKA, Vladimír - DOLÁK, František – KUDĚLKA, Marek - TESYDO, s.r.o., *TLAKOVÁ ZAŘÍZENÍ a JEJICH SESTAVY, dokumentace, ODBORNÁ ZPŮSOBILOST a KVALIFIKACE VÝROBCŮ* [online], Dostupné z: <http://atz.cz/?p=458> [cit. 2018-5-25]
- 6) *Zákon č. 90/2016 Sb. Zákon o posuzování shody stanovených výrobků při jejich dodávání na trh* [online], Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2016-90> [cit. 2018-5-25]
- 7) *Nariadení vlády č. 119/2016 Sb. Nariadení vlády o posuzování shody jednoduchých tlakových nádob při jejich dodávání na trh* [online], Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2016-119> [cit. 2018-5-25]

- 8) KOTEK, Luboš Komentář k nařízení vlády č. 119/2016 Sb. o posuzování shody jednoduchých tlakových nádob při jejich dodávání na trh [online], Dostupné z: https://www.qmprofi.cz/33/komentar-k-narizeni-vlady-c-119-2016-sb-o-posuzovani-shody-jednoduchych-tlakovych-nadob-pri-jejich-dodavani-na-trh-uniqueidmRRWSbk196FNf8-jVUh4EscVhNxYJV50oiENptP_mg4/ [cit. 2018-5-25]
- 9) KUBÍČEK, J TECHNOLOGIE SVAŘOVÁNÍ, Studijní opory pro výuku v kurzech 5TE, ETV, ETV-K, ÚST, odbor svařování a PÚ [online], Dostupné z: http://ust.fme.vutbr.cz/svarovani/img/opory/technologie_svarovani_5te_etv_etv-k_kubicek.pdf [cit. 2018-5-25]
- 10) LAPŠANSKÁ, Hana Přehled metod svařování [online], Olomouc: Společná laboratoř optiky Univerzity Palackého a Fyzikálního ústavu Akademie věd České republiky, Dostupné z: http://fyzika.upol.cz/cs/system/files/download/vujtek/granty/lapsanska_prehled_metod_svarovani.pdf [cit. 2018-5-25]
- 11) MIG/MAG (CO2) [online], Dostupné z: <http://automig.cz/o-svarovani/metody/migmag-co2/> [cit. 2018-5-25]
- 12) Svařování MIG/MAG, MIG svařování, MAG svařování, svařování plněnou elektrodou [online], Dostupné z: <https://www.schinkmann.cz/mig-mag-co2> [cit. 2018-5-25]
- 13) MINAŘÍK, CWS ANB Normy pro NDT [online], Dostupné z: <http://www.cws-anb.cz/t.py?t=2&i=479> [cit. 2018-5-25]
- 14) MORAVCOVÁ, Simona Prezentace na téma: "Svařování." [online], Dostupné z: <http://slideplayer.cz/slide/5618801/> [cit. 2018-5-25]

12 SEZNAM ZKRATEK, SYMBOLŮ, OBRÁZKŮ A TABULEK

12.1 Seznam skratek

DMO	Dodavatelsko montážní odbor
DOD	Dodavatel
EIP	Plán kontrol a inspekci
EXP	Expedice
IS	Informační systém
KOO	Kooperace
MIS	Mistr
MP	Manažer projektu
NAK	Nákup
OŘJ	Odbor řízení jakosti
PQ	Postup systému managementu kvality
pWPS	Předběžná specifikace postupu svařování (preliminary welding procedure specification)
WPS	Specifikace postupu svařování (welding procedure specification)
IWE	Mezinárodní inženýr svařován (International welding engineer)
EWE	Evropský inženýr svařování (European welding engineer)
IWT	Mezinárodní technolog svařování (International welding technologist)
PŘV	Příprava výroby
PTP	Příprava technických podkladů
ŘD	Řízení dílen
ŘP	Řízení projektu
TK	Technická kontrola
TO	Technický odbor
ved.	Vedoucí
VO	Výrobní odbor
VTK	Vstupní technická kontrola
ZPK	Zakázková plánovací komise
DST	Dílenský svařovací technolog
WPQR	Protokol o kvalifikaci postupu svařování (Welding procedure qualification report)
NoBo	Notifikovaná osoba (Notified Body)
NDE	Nedestruktivní kontrola (Non Destructive Examination)

NDEzk	Nedestruktivní zkušebna
EIP	Plán kontrol a inspekcí (Examination and Inspection Plan)
DE	Destruktivní zkouška/y (Destructive Examinations)

12.2 Seznam tabulek

TAB 1)	SROVNÁNÍ APLIKACE POSTUPŮ POSUZOVÁNÍ SHODY	19
TAB 2)	PŘEHLED METOD SVAŘOVÁNÍ	27
TAB 3)	PŘEHLED SVAŘOVACÍCH METOD A ZAŘÍZENÍ PRO SVAŘOVÁNÍ TLAKOVÝCH NÁDOB.....	28
TAB 4)	PŘEHLED ROZSAHU ZKOUŠENÍ SVARŮ	30
TAB 5)	PROCES REALIZACE ZAKÁZKY	34
TAB 6)	PROCES PŘÍPRAVY A OVĚŘENÍ SVAŘOVACÍHO PROCESU.....	38
TAB 7)	PROCES VYBRANÉ METODY SVAŘOVÁNÍ.....	40
TAB 8)	KLASIFIKACE ZÁVAŽNOSTI „S“	41
TAB 9)	KLASIFIKACE PRAVDĚPODOBNOSTI VÝSKYTU CHYBY PROCESU „O“	41
TAB 10)	KLASIFIKACE DETEKCE CHYBY PROCESU „D“	42
TAB 11)	PROCESNÍ FMECA PŘÍPRAVY A OVĚŘENÍ SVAŘOVACÍHO PROCESU.....	43
TAB 12)	PROCESNÍ FMECA SVAŘOVACÍHO PROCESU	49

12.3 Seznam obrázků

OBR. 1)	UKÁZKA KRYSTALIZACE STRUKTURY TAVNÉHO SVAROVÉHO SPOJE	27
OBR. 2)	ZNÁZORNĚNÍ SVAŘOVÁNÍ METODOU MIG/MAG	32
OBR. 3)	ORGANIZAČNÍ STRUKTURA SVÁŘEČSKÝCH PRACÍ	33