

České vysoké učení technické v Praze

Fakulta strojní

Výrobní a materiálové inženýrství



Posouzení systémů řízení jakosti v oblasti svařování ve fi. JANKA Engineering s.r.o.

Vypracoval: Bc. Vojtěch Navrátil

Vedoucí diplomové práce: Ing. Ladislav Kolařík, Ph.D, IWE

Konzultant diplomové práce: Ing. Martin Eger, MBA

(Zadání)

Jméno a příjmení autora:

Bc. Vojtěch Navrátil

Název práce česky:

Posouzení systémů řízení jakosti v oblasti svařování ve fi. JANKA Engineering s.r.o.

Název práce anglicky:

Assessment of the quality management systems in the field of welding in the JANKA Engineering Ltd.

Rozsah práce:

Počet stran: 87

Počet obrázků: 20

Počet tabulek: 19

Počet příloh: 21

Ústav:

12133 – Ústav strojírenské technologie

Studijní program:

Výrobní a materiálové inženýrství

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Ladislav Kolařík, PhD., IWE

Konzultant diplomové práce:

Ing. Martin Eger, MBA

Zadavatel diplomové práce:

JANKA Engineering s.r.o.

Klíčová slova:

Svařování, kvalifikace, management kvality, kvalita, dokumentace svařování, specifikace postupu svařování, svářečí dozor, zkoušení, kvalifikace postupu svařování

ANOTACE

Diplomová práce se zabývá požadavkům pro kvalifikaci systému řízení jakosti ve svařování podle normy ČSN EN ISO 3834. Dále řeší posouzení systémů řízení jakosti ve svařování ve firmě JANKA Engineering s.r.o. a předkládá kompletní dokumentaci, protokoly a postupy vypracované na základě požadavků ČSN EN ISO 3834. Dále práce navrhuje změny pro dosažení shody se systémem řízení jakosti ve svařování.

ANOTATION

The thesis deals with the requirements for the qualification of the quality management system in welding according to the CSN EN ISO 3834. It also deals furthermore the assessment of quality management systems in welding in the JANKA Engineering Ltd. and submits complete documentation, protocols and procedures drawn up based on the requirements of the EN ISO 3834. The work also proposes changes to ensure compliance with quality management system in welding.

PRODĚKOVÁNÍ

Na tomto místě bych rád poděkoval všem, kteří mi poskytli podklady pro vypracování této práce. Zvláště pak děkuji Ing. Ladislavu Kolaříkovi, PhD., IWE, za odborné vedení a konzultování diplomové práce a za rady, které mi poskytoval po celou dobu vypracovávání práce. Dále bych chtěl poděkovat všem, kteří mi umožnili přístup k mnoha důležitým informacím a materiálům. V neposlední řadě je mou milou povinností poděkovat svým rodičům a blízkým za morální a materiální podporu, které se mi dostávalo po celou dobu studia.

PROHLÁŠENÍ

Předkládám tímto k posouzení a obhajobě diplomovou práci zpracovanou na závěr studia na ČVUT v Praze Fakultě strojní.

Prohlašuji, že jsem předloženou práci vypracoval samostatně a že jsem uvedl veškeré použité informační zdroje v souladu s Metodickým pokynem o etické přípravě vysokoškolských závěrečných prací.

Z důvodu užití soukromých informací ve vlastnictví JANKA Engineering s.r.o. nesouhlasím s užitím tohoto školního díla ve smyslu § 60 Zákona č.121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon).

V Praze dne

.....

Podpis

Obsah

OBSAH	8
1. ÚVOD	11
1.1. Motivace diplomové práce.....	11
1.2. Cíl práce	11
1.3. Základní údaje o firmě JANKA ENGINEERING s r.o.	12
1.4. Charakteristika firmy JANKA ENGINEERING s r.o.....	14
1.5. Svařování v JANKA ENGINEERING s r.o.	15
1.6. Organizační struktura	18
2. SYSTÉM ŘÍZENÍ JAKOSTI VE SVAŘOVÁNÍ	20
3. POŽADAVKY NORMY ČSN EN ISO 3834: 2006	27
3.1. Přezkoumání požadavků	28
3.2. Přezkoumání technických podkladů.....	28
3.3. Smluvní subdodávky.....	30
3.4. Svářeči a svářečští operátoři.....	30
3.4.1. Svářeči	31
3.4.2. Operátoři a seřizovači.....	35
3.5. Svářečský dozor	36
3.6. Personál pro kontrolu a zkoušení.....	41
3.6.1. Nedestruktivní zkoušení.....	41
3.6.2. Destruktivní zkoušení.....	47
3.7. Výrobní a zkušební zařízení	51
3.8. Údržba zařízení.....	52
3.9. Popis zařízení.....	52
3.10. Plánování výroby.....	53
3.11. Specifikace postupu svařování.....	54

3.12.	Kvalifikace postupu svařování.....	54
3.12.1.	Kvalifikace na základě vyzkoušených svařovacích materiálů.....	57
3.12.2.	Kvalifikace na základě předchozí svářečské zkušenosti.....	58
3.12.3.	Kvalifikace použitím normalizovaného postupu svařování	58
3.12.4.	Kvalifikace na základě předvýrobní zkoušky svařování	59
3.12.5.	Kvalifikace na základě zkoušky postupu svařování.....	60
3.13.	Zkoušení dávek svařovacích materiálů.....	62
3.14.	Skladování a manipulace s přídavnými materiály.....	63
3.14.1.	Balení	64
3.14.2.	Skladování	64
3.14.3.	Stohování palet	65
3.15.	Skladování základních materiálů.....	66
3.16.	Tepelné zpracování po svařování.....	67
3.17.	Kontrola a zkoušení před, během a po svařování	68
3.18.	Neshody a opatření k nápravě.....	69
3.19.	Kalibrace nebo validace měřících, kontrolních a zkušebních zařízení	70
3.20.	Identifikace v průběhu procesu.....	71
3.21.	Sledovatelnost	72
3.22.	Záznamy o jakosti	72
4.	POSOUZENÍ ZAVEDENÉHO SYSTÉMU ŘÍZENÍ JAKOSTI VE SVAŘOVÁNÍ V J.E.	74
4.1.	Přezkoumání požadavků	78
4.2.	Přezkoumání technických podkladů.....	78
4.3.	Smluvní subdodávky.....	79
4.4.	Svářeči a operátoři	80
4.5.	Svářečský dozor	81
4.6.	Personál pro kontrolu a zkoušení.....	82
4.7.	Výrobní a zkušební zařízení	82
4.8.	Údržba zařízení.....	83

4.9.	Popis zařízení.....	83
4.10.	Plánování výroby.....	83
4.11.	Specifikace postupu svařování.....	84
4.12.	Kvalifikace postupu svařování.....	85
4.13.	Zkoušení dávek svařovacích materiálů.....	85
4.14.	Skladování a manipulace se svařovacími / přídavnými materiály	86
4.15.	Skladování základních materiálů.....	88
4.16.	Tepelné zpracování po svařování.....	91
4.17.	Kontrola a zkoušení před, během a po svařování	91
4.18.	Neshody a opatření k nápravě.....	92
4.19.	Kalibrace nebo validace měřících, kontrolních a zkušebních zařízení	93
4.20.	Identifikace v průběhu procesu.....	94
4.21.	Sledovatelnost	95
4.22.	Záznamy o jakosti	96
5.	ZÁVĚR	97
	ZDROJE LITERATURY.....	99
	ZDROJE OBRÁZKŮ.....	102
	ZDROJE TABULEK	103
	SEZNAM OBRÁZKŮ	105
	SEZNAM TABULEK	106
	SEZNAM ZKRATEK	107

1. Úvod

1.1. Motivace diplomové práce

Během studia na ČVUT v Praze jsem se setkal s teoretickými vědomostmi z oblasti technologie a proto mě jako studenta zapáleného pro strojírenský průmysl zajímalo, jak vypadá strojírenská výroba v praxi. Právě díky zvolenému tématu diplomové práce ve firmě JANKA ENGINEERING s r.o. mi je umožněno nejen poznat detailněji proces kvalifikace managementu jakosti ve svařování, ale zároveň nahlédnout do skutečné aplikace vyučovaných teoretických poznatků ve škole a skloubit tak teorii a praxi do celistvých vědomostí.

1.2. Cíl práce

Cílem této diplomové práce je mapování stávajícího stavu procesu zpracování a výroby zakázky v systému řízení jakosti ve svařování ve firmě JANKA ENGINEERING s r.o. (dále jen J.E.), zpracování rozdílů stávajícího stavu vs. požadavků ČSN EN ISO 3834. Výsledkem diplomové práce bude doporučení opatření pro splnění podmínek zavedení systému řízení jakosti pro výrobní program J.E. s r.o..

J.E. má zavedený systém *ČSN EN ISO 9001:2008 - Management kvality*, k tomu doplňující systém kvality jakosti ve svařování dle *ČSN EN ISO 3834-2:2006; Požadavky na jakost při tavném svařování kovových materiálů - Část 2: Vyšší požadavky na jakost*, která slouží jako dodatek k normě ČSN EN ISO 9001:2008, která svařování pouze definuje jako zvláštní (validovaný) proces s obtížným zkoušením během svařování a dále však nezkoumá. Mezi další normativ zabývající se svařovacími procesy, které jsou zavedeny v J.E. s r.o. patří výrobní norma *ČSN EN 15085-2 Železniční aplikace - Svařování železničních kolejových vozidel a jejich částí - Část 2: Požadavky na jakost a certifikaci výrobce při svařování* a předpis Českých drah *ČD V95/5*, zabývající se taktéž drážními aplikacemi.

Firma J.E. chce mít ověřeno, že při výrobě i přípravě splňuje veškeré podmínky uvedených norem a předpisů a proto nabídla ústavu strojírenské technologie na fakultě strojní ČVUT v Praze téma diplomové práce, které by se věnovalo právě zhodnocení stavu výroby svařovaných konstrukcí ve firmě JANKA ENGINEERING s.r.o. a odhalilo by některé nedostatky v plnění

požadavků a předpisů nutných k výrobě a získávání zakázek pro nejnáročnější oblasti svařovaných konstrukcí.

Cílem této práce tedy bude zhodnocení stavajícího stavu systému řízení jakosti ve svařování dle norem ČSN EN ISO 3834-2:2006 a odhalení případných nedostatků při zpracování technické dokumentace, při výrobě, použití technických pomůcek, či při vytvoření vhodného svařovacího prostředí tak, aby se odhalily nedostatky ze zavedení fungování výroby dle platných uvedených norem.

Jako další úloha po zmapování nedostatků při plnění norem a předpisu managementu jakosti svařování bude navržnutí nutných změn ve výrobě i technické dokumentaci do takového stavu, aby byla firma JANKA ENGINEERING s.r.o. schopna úspěšně splnit nadcházející audit dne 20.10.2015 a pokračovat tak ve strojírenské výrobě svařovaných konstrukcí i nadále. Mezi kontrolované prvky, které připadají v úvahu při navrhování náprav nedostatků patří například:

- Revize IS (interní směrnice)
- Školení, zastupitelnost
- Dohled nad svářečskými pracemi
- Prostředí svařování
- Pomůcky – návrh na vylepšení
- Kalibrace svářeček / údržba / opravy
- WPS / WPQR

1.3. Základní údaje o firmě JANKA ENGINEERING s r.o.

Kořeny společnosti JANKA sahají až do roku 1872, kdy se pan Jan Janka v Praze přihlásil k provozování klempířskou dílnu. Prostory v centru města časem přestaly rozvíjející se výrobě postačovat, a tak byl závod v roce 1907 přesunut do Radotína. Po druhé světové válce byl podnik znárodněn, rozšířen a svými výrobky zásoboval celý tehdejší východní blok.

Porevoluční doba přinesla neklidné období plné zvrátů, až v roce 1998 vstoupil do společnosti JANKA Radotín a. s. americký nadnárodní holding Lennox. Na sklonku roku 2009 pak společnost pod novým názvem JANKA ENGINEERING s.r.o. převzal nový indický vlastník specializující se především na výrobu výměníků, rezidenčních a vlakových klimatizačních jednotek, pod nímž JANKA pokračuje dál ve svém výrobním programu a rozvíjí ho.

JANKA byla díky své kvalitě jedním z prvních českých strojírenských podniků, který získal ocenění Czech made, v roce 1998 také certifikát ISO 9001 a na odborné výstavě Aqua-therm v roce 2001 ocenění Zlatá medaile za nejlepší (exponát klimatizační jednotku Senator 50). Vývoj a kvalitu výrobků podporuje i zázemí vlastní zkušebny.

V současné době JANKA ENGINEERING s r.o. nabízí komplexní dodávky komfortní a průmyslové vzduchotechniky, klimatizace a chlazení. Vyrábí a dodává:

- klimatizační jednotky v sestavném, blokovém i kompaktním provedení,
- průmyslové chladiče,
- ventilátory.

Všechny tyto produkty jsou vyráběny v nejrůznějších provedeních, která je možno dokonale přizpůsobit přáním a požadavkům zákazníka. Poskytuje plnou technickou podporu:

- projektantům při zpracování a návrhu projektů,
- realizačním firmám při realizacích staveb,
- záruční a pozáruční servis všech typů dodaných výrobků,
- podporu investorům při provozování výrobků J.E. s r.o.

O kvalitě výrobků, kompletní podpoře a bezesporu i dobrém jménu společnosti JANKA svědčí nepřehledné množství projektů, na kterých se společnost podílela v posledních letech. Mimo jiné Pražský hrad, Národní divadlo, SAZKA aréna, Letiště Praha, BB Centrum, jaderné elektrárny Temelín a Dukovany, automobilka TPCA Kolín, administrativní budovy bank, nemocnice, průmyslové závody, obchodní řetězce a mnoho dalších významných objektů. [1]

1.4. Charakteristika firmy JANKA ENGINEERING s r.o.

Název: JANKA ENGINEERING s r.o.

Vlastník: LLOYD ELECTRIC & ENGINEERING LTD

Logo:



Adresa: Vrážská 143, Praha 5 - Radotín, 153 00

Kontaktní telefon: (+420) 251 088 979

Kontaktní email: janka@janka.cz

Právní forma: Společnost s ručením omezeným

Datum založení společnosti: 15.6. 2007

IČ: 27 912 612

DIČ: CZ 27912612



Obrázek 1.1- Výrobní prostory firmy JANKA ENGINEERING s r.o. a LLOYD coils

1.5. Svařování v JANKA ENGINEERING s r.o.

Výrobní program firmy se skládá z produktů v oblasti vzduchotechniky a tepelných výměníků. Velká část výroby je vytvářena metodou tváření plechů, montováním a další část výroby ICL (Industrial Cooling) teplosměnných výměníků je zhotovována svařováním. Produktová oddělení:

- ICL - Průmyslové chlazení (Industrial Cooling)
- FAN – Ventilátory (Fan)
- AHU - Vzduchotechnické jednotky (Air Handling Unit)
- Metody tavného svařování využívané v J.E. s r.o. dle ČSN EN ISO 4063:
- 135 - Svařování elektrickým obloukem v ochranném plynu (MAG/GMAW)
- 131 - Svařování elektrickým obloukem v ochranném plynu (MIG/GMAW)
- 141 - Svařování elektrickým obloukem v inertním plynu s wolframovou elektrodou (GTAW/TIG)



Obrázek 1.2 - Ukázka svařovacího boxu



Obrázek 1.3 - Ukázka výrobku tepelného výměníku



Obrázek 1.4 - Ukázka svařence

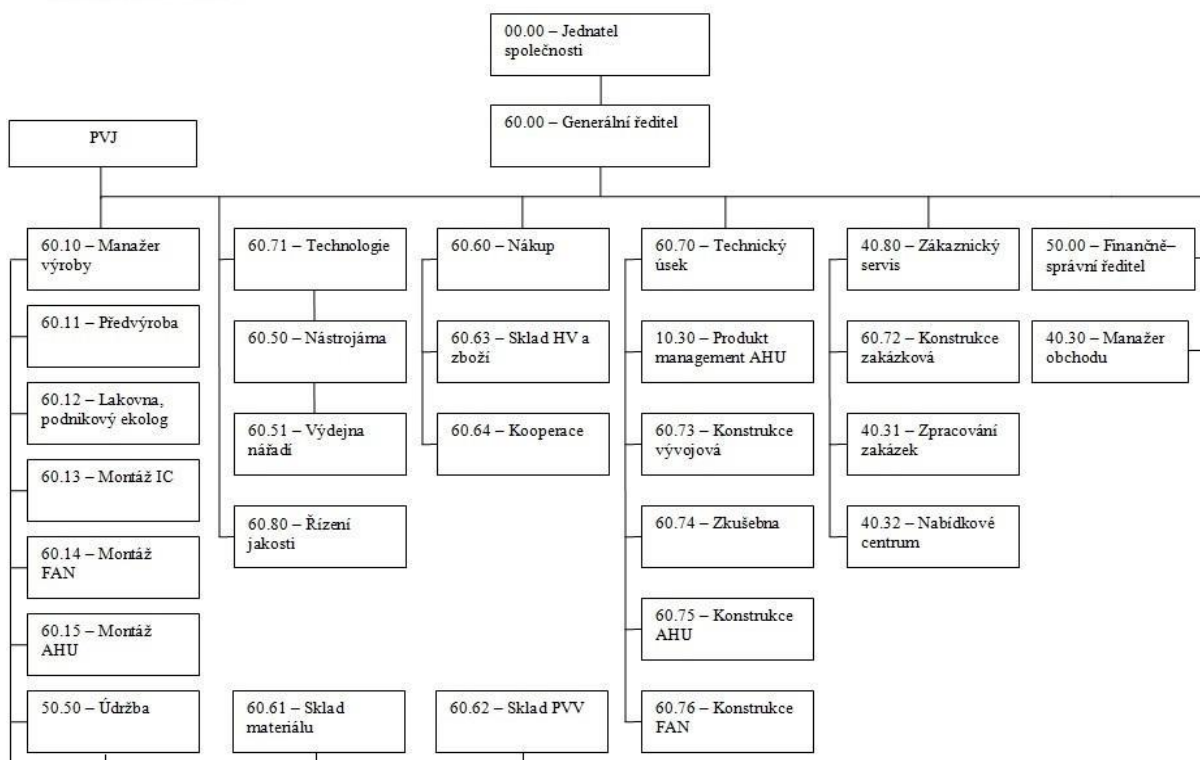


Obrázek 1.5 - Ukázka svařované střechy vlakové klimatizace

1.6. Organizační struktura

Organizační struktura firmy JANKA ENGINEERING s r.o. je zvolena tak, aby se co nejvíce zvýraznily výhody daných skupin pracovníků a snáze se organizovaly určité činnosti. Proto je také organizace firmy vytvořená na principu Funkční organizační struktury.

Funkční organizační struktura je nejzákladnější formou organizace, kde jsou zaměstnanci s podobnými úkoly, schopnostmi anebo aktivitami zařazeni do jedné skupiny. Myšlenkou funkční struktury je seskupení pracovníků, kteří pracují na podobných úkolech v jednom úseku podniku. Celý obchodní personál se nachází v úseku marketingu, všichni techničtí inženýři jsou v úseku výzkumu a vývoje atd. Seskupení úkolů a odborných schopností do jednoho úseku umožňuje jednomu vedoucímu úseku, kterému budou vedoucí jednotlivých oddělení hlásit výsledky své práce, zvládnout celý úsek. Ve většině společností se tato pozice vedoucího úseku nazývá ředitel nebo náměstek generálního ředitele. [2]



Obrázek 1.6 - Organizační struktura firmy JANKA ENGINEERING s r.o. [1]

Organizační struktura ve verzi funkčního uspořádání se velmi často objevuje ve středních až velkých podnicích a proto není divu, že se tato struktura objevuje i ve firmě JANKA ENGINEERING s r.o. kde má za cíl centralizovat všechny procesy rozhodování do nejvyšší úrovně firemního řízení. Při řešení komunikace a případů mezi jednotlivými firemními úseky slouží vrcholový management firmy jako řešitel vyvolaných sporů. Funkční organizační struktura dělí pravomoci a povinnosti na vedoucí (oddělení) zabývající se primárně a pouze danou úlohou.

2. Systém řízení jakosti ve svařování

Úkolem managementu kvality ve svařování je zajistit, aby byly veškeré prováděné úkony efektivní a byla splněna kontrola operací před, během i po svařování. Použité metody tavného svařování mají obrovský vliv na výsledné svarové spojení, náklady, čas i jakost výrobků. Proto je důležité zajistit, aby metody svařování byly vykonávány co nejefektivněji, nejúsporněji a nejkvalitněji.

Management kvality je ve své všeobecné podobě uveden v normě *ČSN EN ISO 9000: 2008 Systémy managementu kvality - Základní principy a slovník*, ve které jsou však procesy svařování uvedeny jako tzv. Validovaný proces¹, u kterých je jakost obtížně verifikována v průběhu i po svařování. Z tohoto důvodu byla vytvořena dodatečná norma *ČSN EN ISO 3834: 2006; Požadavky na jakost při tavném svařování kovových materiálů*, která se dá použít buď samostatně, nebo ve spojení s *ČSN EN ISO 9000: 2008; Systémy managementu kvality*. Norma *ČSN EN ISO 3834* je pouze jedna z norem, které se zabývají pojmem „Validovaný proces“ uvedený v *Systému managementu kvality ČSN EN ISO 9000:2008*. Mezi normy zabývající se jakostí validovaných procesů patří:

a) Svařování kovů

- *ČSN EN ISO 3834: 2006; Požadavky na jakost při tavném svařování kovových materiálů*
Svařování plastů
- *ČSN EN ISO 14554; Požadavky na kvalitu svařování - Odporové svařování kovových materiálů*
- *SN EN ISO 17663; Svařování. Požadavky na kvalitu tepelného zpracování souvisejícího se svařováním a příbuznými procesy*

b) Pájení

c) Lepení

d) Lakování

- *ČSN EN ISO 14922; Žárové stříkání - Požadavky na jakost při žárovém stříkání konstrukcí*

¹ Definice validovaných procesů vychází z normy *ČSN EN ISO 9001:2008* – odstavec 7.5.3

ČSN EN ISO 3834: 2006; Požadavky na jakost při tavném svařování kovových materiálů stanovuje požadavky a zásady na procesy svařování. Tato norma nahrazuje řadu evropských norem ČSN EN 729: Požadavky na jakost při tavném svařování. Tavné svařování kovových materiálů, zabývající se managementem jakosti ve svařování, kterým skončila platnost 1.8.2006.

Tabulka 2.1 - Dokumentace pro shodu s ČSN EN ISO 3834 [4]

Druh dokumentace	Popis	Rozsah činnosti svářečského dozoru
Postup	Popis činností týkající se svařování	<ul style="list-style-type: none"> • Popis úlohy svářečského dozoru (úkoly, odpovědnost a pravomoci) • Popis zacházení se svařovacími a základními materiály • Popis provádění zkoušek postupu svařování • Popis provádění zkoušek svářečů
Záznam	Zpráva o činnosti týkající se svařování	<ul style="list-style-type: none"> • Protokol ze zkoušky postupu svařování (WPQR) • Záznam ze zkoušky svářeče • Záznam ze svařování (monitoring)
Instrukce	Popis operace týkající se svařování	<ul style="list-style-type: none"> • Specifikace postupu svařování (WPS) • Pracovní instrukce (doplněk WPS) • Svařovací plán výrobku • Plán kontrol a zkoušek výrobků • Plán řízení jakosti a výroby
Certifikát	Ověření (schválení) operace týkající se svařování	<ul style="list-style-type: none"> • Osvědčení o zkoušce svářeče • Protokol o zkouškách materiálu (atest, dokument kontroly) • Certifikát WPQR • Certifikát ČSN EN ISO 3834

Vzhledem k charakteru spojování materiálu svařováním nemůže být jakost výrobku získána pouhou kontrolou, ale musí být samotnou součástí plánování. Při svařování je samotný svar součástí výrobku a pouhou kontrolou provedených svarů není možné ovlivnit výslednou kvalitu spojů. Musí proto být stanoveny požadavky na výrobu, dokumentaci a postupy tak, aby se předešlo vadám ve svarových spojkách a výroba byla zároveň efektivní a kvalitní. Právě těmito požadavky na jakost při svařování se zabývá norma ČSN EN ISO 3834, která stanovuje požadavky na výrobce svařovaných konstrukcí a je tak vhodným nástrojem, pro vytvoření kontrol a svařovacích postupů. Norma stanovuje předpisy pro kontroly, které se věnují fázi konstrukčního

návrhu, výběru materiálu, výrobou a následnou kontrolou. Správná kontrola těchto faktorů pak vede k omezení vážnějších problémů při výrobě.

Samotná norma ČSN EN ISO 3834 se dělí dle nutných předpisů a požadavků na kategorie ČSN EN ISO 3834-2: 2006; Požadavky na jakost při tavném svařování kovových materiálů - Část 2: Vyšší požadavky na jakost, ČSN EN ISO 3834-3: 2006; Požadavky na jakost při tavném svařování kovových materiálů - Část 3: Standardní požadavky na jakost a ČSN EN ISO 3834-4: 2006; Požadavky na jakost při tavném svařování kovových materiálů - Část 4: Základní požadavky na jakost. Výběr konkrétní části normy je závislý buď na typu výroby, nebo ji může určovat zákazník na základě požadavků. Norma ČSN EN ISO 3834: 2006 také určuje opatření, která jsou vhodná v několika různých situacích:

- Při projednávání smlouvy: specifikace požadavků na jakost svařování
- Pro výrobce: stanovení a dodržování požadavků na jakost svařování
- Pro útvary, které připravují výrobní předpisy nebo výrobní normy: specifikace požadavků na jakost svařování
- Pro organizace hodnotící dodržování jakosti svařování, jde například o třetí strany, zákazníky, nebo výrobce.²

Rozdíl mezi jednotlivými částmi normy ČSN EN ISO 3834: 2006 je v jednotlivých požadavcích na vypracování technické dokumentace a plnění výrobních požadavků. Jednotlivá kritéria obsahují rozdělení od příjmu a přezkoumání zakázky, až po nápravu vad ve svarových spojích a záznamech o průběhu procesů. Detailní seznam kritérií jednotlivých úrovní normy ČSN EN ISO 3834: 2006 poskytuje

² ČSN EN ISO 3834-1:2006. Požadavky na jakost při tavném svařování kovových materiálů: Část 1: Kritéria pro volbu odpovídajících požadavků na jakost. Červenec 2006. Český normalizační institut, 2006.

Tabulka 2.2. [3] [4]

Tabulka 2.2 - Kritéria výběru odpovídající části ČSN EN ISO 3834 [1]

Č.	Kritérium	EN ISO 3834 - 2	EN ISO 3834 - 3	EN ISO 3834 - 4
1	Přezkoumání požadavků	Vyžaduje se přezkoumání		
		Je vyžadován záznam	Může být vyžadován záznam	Není vyžadován záznam
2	Přezkoumání technických podkladů	Vyžaduje se přezkoumání		
		Je vyžadován záznam	Může být vyžadován záznam	Není vyžadován záznam
3	Smluvní subdodávky	Projednání jako u výrobce pro speciální smluvně dodávané výrobky, služby a/nebo činnosti. Konečná odpovědnost za jakost zůstává na výrobcí		
4	Svářeči a operátoři	Je vyžadována kvalifikace		
5	Svářečský dozor	Je vyžadován		Žádné zvláštní požadavky
6	Personál pro kontrolu a zkoušení	Je vyžadována kvalifikace		
7	Výrobní a zkušební zařízení	Vhodné a k dispozici dle potřeby, pro přípravu, provedení operací, zkoušení, dopravu, manipulaci a zvedání spolu se zařízeními pro zajištění bezpečnosti práce a ochrannými oděvy		
8	Údržba zařízení	Je vyžadováno provádět, udržovat a dosahovat shody výrobku		Žádné zvláštní požadavky
		Jsou vyžadovány dokumentované postupy a záznamy	Jsou doporučeny záznamy	
9	Popis zařízení	Je vyžadován záznam		Žádné zvláštní požadavky
10	Plánování výroby	Je vyžadováno		Žádné zvláštní požadavky
		Jsou vyžadovány dokumentované postupy a záznamy	Jsou doporučeny záznamy	
11	Specifikace postupu svařování	Je vyžadována		Žádné zvláštní požadavky

12	Kvalifikace postupu svařování	Je vyžadována		Žádné zvláštní požadavky
13	Zkoušení dávek svařovacích materiálů	Pokud je vyžadováno	Žádné zvláštní požadavky	
14	Skladování a manipulace se svařovacími/přídavnými materiály	Je vyžadován postup dle doporučení dodavatele svařovacího/přídavného materiálu		Podle doporučení dodavatele
15	Skladování základních materiálů	Je vyžadována ochrana před vlivem okolního prostředí; během skladování musí být zachována identifikace		Žádné zvláštní požadavky
16	Tepelné zpracování po svařování	Potvrzení, že byly splněny požadavky výrokové normy nebo specifikací		Žádné zvláštní požadavky
		Jsou vyžadovány postupy, záznam a sledovatelnost záznamu k výrobku	Je vyžadován postup a záznam	
17	Kontrola a zkoušení před, během a po svařování	Je vyžadováno		Pokud je vyžadováno
18	Neshody a opatření k nápravě	Musí být zavedeno řízení neshod. Jsou vyžadovány postupy pro opravy a /nebo odstranění vad		Musí být zavedeno řízení neshod
19	Kalibrace nebo validace měřících, kontrolních a zkušebních zařízení	Je vyžadována	Pokud je vyžadována	Žádné zvláštní požadavky
20	Identifikace v průběhu procesu	Pokud je vyžadována		Žádné zvláštní požadavky
21	Sledovatelnost	Pokud je vyžadována		Žádné zvláštní požadavky
22	Záznamy o jakosti	Pokud jsou vyžadovány		

Dále v této kapitole bude již pojednáno o samotné části normy *ČSN EN ISO 3834-2: 2006; Požadavky na jakost při tavném svařování kovových materiálů - Část 2: Vyšší požadavky na jakost*, neboť firma JANKA ENGINEERING, s.r.o. disponuje právě certifikátem tohoto stupně jakosti. Jedná se o nejvyšší možný stupeň jakosti v oblasti svařování, proto při držení tohoto stupně jakosti jsou zároveň splněny i nižší stupně této normy.

Norma *ČSN EN ISO 3834-2: 2006; Požadavky na jakost při tavném svařování kovových materiálů - Část 2: Vyšší požadavky na jakost* má nejpřísnější kritéria z normy *ČSN EN ISO 3834: 2006* a její použití tak připadá na nejsložitější výrobky, a aplikace, které slouží v nejnáročnějších provozech. Avšak použití *Vyšších požadavků na jakost* závisí i na zákazníkovi, který může tuto třídu zvolit čistě na svém uvážení.

3. Požadavky normy ČSN EN ISO 3834: 2006

Tato kapitola se podrobně zabývá body uvedenými v

Tabulka 2.2.

3.1. Přezkoumání požadavků

V případě, že výrobce sám navrhuje konstrukce, tak má danou povinnost přezkoumat požadavky na výrobu a technickou dokumentaci dodané buď zákazníkem, nebo vlastními zdroji. Úlohou přezkoumání požadavků v ČSN EN ISO 3834: 2006 je, že výrobce provede vyhodnocení, zda má dostatek zdrojů pro výrobu, že dodaná dokumentace je jasná a srozumitelná a že je schopen splnit stanovené lhůty zákazníkem.

Je na výrobcu, aby se postaral o informování zákazníka o jakýchkoliv změnách ve smlouvě, ve výsledné ceně nebo změnách plánu. Přezkoumání požadavků je počáteční fáze výroby dílů a měla by předcházet přezkoumání technických podkladů, konstrukční a technické přípravě výroby.

- Hlediska, na která se při přezkoumávání požadavků musí brát zřetel jsou:
- Použitá výrobní norma, spolu s jakýmkoliv doplňujícími požadavky
- Požadavky zákonů a platných předpisů
- Jakýmkoliv dodatečný požadavek určený výrobcem
- Schopnost výrobce plnit předepsané požadavky³ [5]

3.2. Přezkoumání technických podkladů

Přezkoumání technických podkladů dle ČSN EN ISO 3834: 2006 se provádí po přezkoumání požadavků, jde o ověření výrobcem, že má výrobní kapacity, dostatečné znalosti a výrobní technologie potřebné ke zdárnému splnění zakázky. Část přezkoumání technických podkladů se zabývá celým rozsahem prací při plánování, konstrukci a výrobě a komplexně řeší veškerá kritéria výroby, od specifikace materiálů, kvalifikace personálu, kontrol zkoušení až po zacházení s neshodnými výrobky a vyhodnocuje, zda všechna příslušná kritéria umožňují výrobcu

³ ČSN EN ISO 3834-2:2006. Požadavky na jakost při tavném svařování kovových materiálů: Část 2: Vyšší požadavky na jakost. Červenec 2006. Český normalizační institut, 2006. Strana 6

vyrobit zadaný výrobek. Hlavní snahou přezkoumání technických podkladů je potom pochopení výrobce technickým požadavkům a aby mohl být výrobek vyroben dle smlouvy.

Výrobce udává např. vyplněným kontrolním záznamem (pokud to vyžaduje příslušný stupeň ISO 3834 – tabulka 1), že byl každý bod normy ČSN EN ISO 3834: 2006 plně pochopen a zda výrobce splňuje vše potřebné pro přijmutí zakázky.

- Hlediska, na která se při přezkoumávání technických podkladů musí brát zřetel jsou:
- Specifikace základního materiálu a vlastnosti svarového spoje
- Požadavky na jakost a přejímku svarů
- Umístění, přístupnost a pořadí svarů, přístupnost pro kontrolu a NDT
- Vhodné WPS, metody NDT a TZ
- Způsob, který má být použit ke kvalifikaci postupů svařování
- Kvalifikace personálu (svářečského, kontrolního)
- Volba, identifikace a/nebo sledovatelnost (např. materiálu, svarů)
- Plány kontrol jakosti, včetně případného zapojení nezávislé inspekční orgánu
- Kontrola a zkoušení
- Smluvní subdodávky
- Tepelné zpracování po svařování
- Další požadavky na svařování: např. zkoušení dávek přídavných materiálů, obsah feritu ve svarovém kovu, stárnutí, obsah vodíku, přivařená podložka, použití temování, úprava povrchu, tvar svaru
- Použití zvláštních způsobů (např. pro dosažení plného provaření bez podložení, pokud se svařuje pouze z jedné strany)
- Rozměry a podrobnosti přípravy svarového spoje a hotového svaru
- Svary, které mají být zhotoveny v dílně, nebo jinde (na montáži)
- Podmínky okolního prostředí ve vztahu k použití metody (např. podmínky pro svařování za nízké teploty okolí nebo jakákoliv nutnost zajistit ochranu proti nepříznivým povětrnostním podmínkám)
- Zacházení s neshodnými výrobky

Dle normy ČSN EN ISO 14731; *Svářečský dozor – Úkoly a odpovědnosti* by měl mít přezkoumání technických podkladů na starosti pracovník svářečského dozoru (viz kapitola 2.5.) [5]

3.3. Smluvní subdodávky

„Pokud výrobce uvažuje o využití smluvních subdodavatelů pro služby nebo činnosti (např. svařování, tepelné dělení, kontrolu, nedestruktivní zkoušení, tepelné zpracování), musí dát smluvnímu subdodavateli k dispozici nezbytné údaje, aby vyhověl patřičným požadavkům. Smluvní subdodavatel musí zajistit takové záznamy a dokumentaci své práce, jaké byly výrobcem stanoveny.“ [4]

Je povinností smluvního subdodavatele, aby pracoval v rámci zodpovědnosti výrobce a na základě aktuální objednávky od zákazníků. Pro plnění podmínek pro subdodavatele je nutné, aby splňoval veškeré požadavky stanovené v normě ČSN EN ISO 3834: 2006 a došlo tak ke shodě s výrobcem. Výrobce musí umožnit subdodavateli, aby mohl subdodavatel dodržovat podmínky na jakost ve svařování, stanovené v ČSN EN ISO 3834: 2006 a poskytnout veškeré údaje, které umožní smluvnímu subdodavateli přezkoumat požadavky normy ČSN EN ISO 3834 a její konkrétní části. V případě, že na subdodavatele jsou z důvodu potřeby kladeny vyšší nároky, než předepisuje norma, je možné výrobcem stanovit dodatečné požadavky. Tam, kde se požaduje užití určitého stupně jakosti svařování, tak by měl i subdodavatel splňovat tento stupeň. Výrobce má zodpovědnost za produkty svých subdodavatelů a měl by mít stanovený a schválený proces na výběr subdodavatelů a ověření kvality.

3.4. Svářeči a svářečští operátoři

Svářeči a operátoři patří k nejdůležitějším článkům procesu výroby svařovaných výrobků a konstrukcí, bez nichž by se takové spojení nedalo vyrábět. Pro zajištění kvality svařovaných výrobků a dosažení shody s normou managementu jakosti ČSN EN ISO 3834: 2006 je nutné, aby

⁴ ČSN EN ISO 3834-2:2006. Požadavky na jakost při tavném svařování kovových materiálů: Část 2: Vyšší požadavky na jakost. Červenec 2006. Český normalizační institut, 2006.

svářeči a operátoři byli kvalifikováni příslušnými EN normami týkající se daných specifikací. Seznam norem potřebných pro shodu s ČSN EN ISO 3834: 2006 je v **Tabulka 3.1.**

Tabulka 3.1 - Normy svářečů a operátorů [2]

	Obloukové svařování	Elektronové svařování	Laserové svařování	Plamenové svařování
Svářeči a operátoři	ISO 9606-1, ISO 9606-2, ISO 9606-3, ISO 9606-4, ISO 9606-5, ISO 14732, ISO 15618-1, ISO 15618-2, ČSN EN 287-1, ČSN EN 287-6	ISO 14732	ISO 14732	ISO 9606-1

3.4.1. Svářeči

Pro shodu s normou ČSN EN ISO 3834 a všemi jejími stupni 2-4 je nutné, aby všichni svářeči a svářečští operátoři byli oprávněni provádět svou činnost dle příslušné normy. Svářeči mají jako jeden z nejdůležitějších článků procesu řízení jakosti ve svařování vysoký podíl na výsledné kvalitě svařovaných spojů.

Tabulka 3.2 - Stupně kvalifikace svářečských pracovníků a jejich odborná způsobilost [3]

Stupeň kvalifikace	Uznávací dokumenty	Odborná způsobilost	Uznání EWF	Vydané dokumenty
0	Národní normy ČSN 05 0705	Svářeč, Zaškolený pracovník	Ne	Osvědčení
1	Evropské normy ČSN EN 287, ČSN EN 14732, ČSN EN ISO 9606	Svářeč, Operátor	Ano	Certifikát
2	Mezinárodní dokumenty ČSN EN 287, ČSN EN ISO 14732, ČSN EN ISO 9606 Doc. EWF / IIW	Mezinárodní svářeč, Operátor	Ano	Diplom (ANB), Certifikát
3	Mezinárodní dokumenty ČSN EN ISO 14731 Doc. EWF / IIW	Vyšší svářečský personál	Ano	Diplom (ANB)

Z tohoto důvodu je zavedeno zkoušení svářečů a ověření jejich kvalifikace, aby se dosáhlo zajištění požadované kvality výsledného svarového spojení. Odborný výcvik svařování s úspěšně

splněnou zkouškou je nutné absolvovat před začátkem profese, aby se svářeči umožnilo pracovat v průmyslové praxi v rámci platnosti absolvované kvalifikace. Kvalifikace zároveň umožňuje svářeči svařovat nejen při podmínkách stanovených u svařovací zkoušky, ale i u všech spojů, které jsou považovány za výrobně snazší. Při odborném výcviku se klade důraz také na schopnost svářeče manipulovat s elektrodou nebo svařovacím hořákem, aby se dosáhlo požadované jakosti svaru.

Každá zkouška kvalifikuje obvykle pouze jednu metodu svařování. Změna metody svařování pak vyžaduje novou zkoušku – Existují však výjimky, např. změna z plného drátu (135 - S) na plněnou elektrodu (136 – M) nebo naopak. Případně lze více metod kvalifikovat při svařování více metodami na jednom svarovém spoji. 5 Zkouška svařování dle EN norem je definována základními proměnnými, kterými jsou:

- Metoda svařování
- Typ výrobku (plech – rovinné součásti nebo trubka – rotační součásti)
- Typ svaru (norma definuje pouze dva základní typy: tupý nebo koutový)
- Skupina základního materiálu (dle ISO/TR 15 608)
- Typ přídatného materiálu (typ elektrody – např. rutilová vs. bazická, svařovací drát vs. plněná elektroda apod.)
- Rozměry zkušební kusu (tloušťka materiálu a vnější průměr trubky)
- Poloha svařování (dle ČSN EN ISO 6947)
- Detaily provedení svaru (podložky, počet housenek a směr svařování,..)

Aktuálně platné normy pro kvalifikaci svářečů jsou uvedeny v **Tabulka 3.3**. Pro svařování hliníku, mědi titanu a zirkonu jsou v platnosti harmonizované části normy ČSN EN ISO 9606 – 2 až 5 a část věnující se svařování litin ČSN EN 287 – 6 teprve čeká přechod na mezinárodní řadu norem ISO.

Hlavní problém týkající se přechodu na mezinárodní řadu norem vznikl u části věnované ocelím, kdy na rozdíl od zbývajících částí ČSN EN ISO 9606 nastaly výrazné změny oproti původní části normy ČSN EN 287 – 1 a výrazně se změnila její filozofie. Ta se stala předmětem mnoha

⁵ ČSN EN 287-1. Zkoušky svářečů: Tavné svařování – Část 1: Oceli. 11.2004.

diskuzí jak veřejnosti, tak i členů parlamentu EU, který hlasováním dne 12.8.2013 prodloužil platnost normy ČSN EN 287 – 1 do dne 31.10.2015, aby se prodloužila standardní doba 6 měsíců přechodu na ISO na 2 roky a usnadnila se její aplikace.

Tabulka 3.3 - Normy pro kvalifikaci svářečů

Základní materiál	Příslušná část normy pro kvalifikaci
Oceli	ČSN EN 287 - 1, ČSN EN ISO 9606 - 1
Hliník a jeho slitiny	ČSN EN ISO 9606 - 2
Měď a slitiny mědi	ČSN EN ISO 9606 - 3
Nikl a slitiny niklu	ČSN EN ISO 9606 - 4
Titan a slitiny titanu, zirkon a slitiny zirkonu	ČSN EN ISO 9606 - 5
Litina	ČSN EN 287 - 6

ČSN EN ISO 9606 – 1 však, z výše uvedených důvodů, stále není harmonizovaná a řada aplikací (železniční vozidla, tlaková zařízení,...) stále vyžaduje pro kvalifikaci svářečů ČSN EN 287 – 1, jejíž doba ukončení se rychle blíží.

Rozdíly mezi částí normy ČSN EN ISO 9606 – 1 a ČSN EN 287 – 1 jsou následující:

a) Certifikace svářeče dle ČSN EN 287-1

Platnost zkoušky svářeče začíná dnem svaření zkušebnímu kusu. Předpokladem pro získání kvalifikace je, že byly provedeny požadované zkoušky a výsledky těchto zkoušek splnili požadavky.

Vydaný certifikát svářeče je platný po dobu 2 let, pokud zodpovědná osoba nebo svářečský dozor prokáže, že svářeč pracuje v rozsahu jeho získané kvalifikace. Toto musí být potvrzeno nejpozději každých 6 měsíců. Prodloužení osvědčení svářeče může být provedeno každé 2 roky zkušebním orgánem nebo zkušební organizací.

Základní proměnou pro kvalifikaci je typ základního materiálu, „*svařování jakéhokoliv kovu ve skupině materiálů kvalifikuje svářeče pro svařování všech dalších kovů v té samé skupině*“

materiálů. Pokud není materiál obsažen v systému skupin materiálů, tak je požadována zvláštní zkouška.“⁶

Ukázka zápisu kvalifikace svářeče: EN 287-1 111 T BW 1.2 B t12,5 D159 H-L045 ss nb

b) Certifikace svářeče dle ČSN EN ISO 9606 - 1

Zkouška svařování se koná ve svářečské škole, která je akreditovaná k činnosti zkušební organizací, nebo ve firmě, která si objedná zkoušku u zkušební organizace a stejně jako u normy ČSN EN 287-1 je nutné mít zkoušku pod dozorem certifikačního orgánu, který také vydá doklad o splnění kvalifikace svářeče. [8]

Hlavní proměnnou veličinou při certifikaci podle ČSN EN ISO 9606-1 je přídavný materiál, který se dělí do skupin FM1 až FM6 dle materiálu. Svářeč je oprávněn svařovat pouze těmi skupinami přídavných materiálů, které použil při zkoušce, viz **Tabulka 3.4**.

Tabulka 3.4 Rozsah kvalifikace pro přídavný materiál [5]

Přídavný materiál	Materiál	Rozsah kvalifikace					
		FM1	FM2	FM3	FM4	FM5	FM6
FM1	Nelegované a jemnozrnné oceli	x	x	-	-	-	-
FM2	Vysokopevné oceli	x	x	-	-	-	-
FM3	Žáropevné oceli Cr<3,75%	x	x	x	-	-	-
FM4	Žáropevné oceli 3,75<Cr<12%	x	x	x	x	-	-
FM5	Korozivzdorné a žáruvzdorné oceli	-	-	-	-	x	-
FM6	Nikl a niklové slitiny	-	-	-	-	-	x

Platnost svářeče musí být dle ČSN EN ISO 9606-1 ověřována jedním z následujících způsobů a na základě úspěšného splnění zkoušky je svářeči vystaven/prodloužen certifikát následujícími způsoby:

⁶ ČSN EN 287-1. Zkoušky svářečů - Tavné svařování - Část 1: Oceli. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2012.

-
- „Svářeč musí být přezkoušen každé 3 roky (ČSN EN 287 a ČSN EN ISO 9606-2,3,4,5 má dobu platnosti certifikace stanovenou na 2 roky) zkušební orgánem. Platnost se tím prodlouží na další tři roky.
 - Každé dva roky, dva svary provedené v posledních 6 měsících platnosti musí být zkoušeny radiografickou nebo ultrazvukovou zkouškou nebo destruktivním zkoušením a toto musí být dokumentováno. Zkoušený svar musí reprodukovat původní podmínky zkoušky mimo tloušťky a vnějšího průměru. Tyto zkoušky prodlužují certifikát na další dva roky.
 - Kvalifikace svářeče na certifikátu musí být platná tak dlouho, jak je potvrzována platnost po 6 měsících, pokud jsou splněny všechny následující podmínky:
 - Svářeč pracuje pro stejného výrobce pro kterého byl kvalifikován
 - Výrobce zdokumentoval, že svářeč prováděl svary přijatelné kvality podle výrobních norem. Prověřované svary musí plnit “⁷

Poznámka: „Způsob prodloužení certifikátu podle třetí výše uvedené varianty vylučuje národní předmluva, která se odvolává na certifikační orgány dle ČSN EN ISO/IEC 17024, norma ČSN EN ISO/IEC 17024 přímo nařizuje, že certifikát musí obsahovat datum ukončení platnosti.“⁸

3.4.2. Operátoři a seřizovači

Mimo svářečů a jejich zkoušek pro ruční a poloautomatické způsoby svařování existuje i skupina pracovníků, kteří obsluhují automatizovaná nebo robotizovaná svařovací zařízení, případně se jedná o seřizovače odporových svařovacích strojů. Ti mají na starosti nastavování zařízení a jeho obsluhu během procesu svařování, avšak sami nevytvářejí svarová spojení. Způsobilost řídicích pracovníků automatizovaných strojů se řídí normou ČSN EN ISO 14732; *Svářečský personál – Zkoušky svářečských operátorů a seřizovačů pro mechanizované a automatizované svařování kovových materiálů*, která specifikuje požadavky na zkoušky svářečských operátorů pro automatizované a robotizované svařovací zařízení a která nahradila normu ČSN EN 1418; *Svářečský personál - Zkoušky svářečských operátorů pro tavné svařování a*

⁷ BARTÁK, Jiří. Výroba a inženýrské aplikace: Učební texty pro kurzy svářečských inženýrů a technologů. 2. vyd. Plzeň: UNO/RAHA spol. s r.o., 2014.

⁸ Svářeči dle ISO 9606-1. MUSIL, Miroslav. DOM - ZO 13 [online]. 24. 6. 2014. [cit. 2015-02-27]. Dostupné z: <http://www.domzo13.cz/vzdelavani/clanky/115-svareci-iso-9606-1.html>

seřizovačů odporového svařování pro plně mechanizované a automatické svařování kovových materiálů, která ukončila svou platnost ke dni 1.6.2014.

Norma ČSN EN ISO 14732 nahrazující ČSN EN 1418 se liší především v délce trvání certifikace, která má nyní platnost 6 let (Certifikace dle ČSN EN 1418 platila po dobu 2 let). [7]

Zkoušky se provádějí dle předběžného postupu svařování pWPS, nebo dle specifikace postupu svařování WPS, vyhotovené podle normy ČSN EN ISO 15609. Proces zkoušení se koná za neustálé kontroly zkušebního orgánu a výsledná kvalifikace svařovacího operátora je uplatnitelná pouze na dané svařovací zařízení. Kvalifikace svářečského operátora či seřizovače se provádí podle jedné z těchto metod:

- Kvalifikace na základě postupu svařování dle příslušné části ČSN EN ISO 15614
- Kvalifikace na základě předvýrobních zkoušek dle ČSN EN ISO 15613
- Kvalifikace na základě svaření zkušebních kusů dle příslušné části ČSN EN ISO 9606
- Kvalifikace na základě výrobní zkoušky nebo zkoušky vzorku z výroby⁹

3.5. Svářečský dozor

Pro podniky zabývající se svařováním výrobků je nesmírně důležité zavést opatření, která budou sloužit jako doklad o tom, že svar bude proveden podle uvedených svařovacích parametrů v platných WPS. Mezi opatření, která slouží k zajištění kvality svaru slouží předpisy a normy, které zpravomocňují pracovníky ke kontrole a vytváření opatření proti vzniku vad ve svarových spojích. Odkazy na normy, které musí být splněny pro dodržení požadavků na svařovací dozor u jednotlivých metod jsou uvedeny v **Tabulka 3.2**.

„Výrobce musí mít k dispozici odpovídající personál svářečského dozoru. Tyto osoby, které mají odpovědnost za jakost prací, musí mít dostatečnou pravomoc, umožňující jim zjistit veškerá nezbytná opatření. Úkoly a odpovědnosti těchto osob musí být jasně stanoveny.“¹⁰

⁹ BARTÁK, Jiří. Výroba a inženýrské aplikace: Učební texty pro kurzy svářečských inženýrů a technologů. 2. vyd. Plzeň: UNO/RAHA spol. s r.o., 2014. Strana 33.

¹⁰ ČSN EN ISO 3834-2:2006. Požadavky na jakost při tavném svařování kovových materiálů: Část 2: Vyšší požadavky na jakost. Červenec 2006. Český normalizační institut, 2006.

Úkoly a odpovědnosti, které musí vykonávat pracovníci působící při procesech svařování a jim přidružené (plánování, koordinace, dozor, kontrola) musí být jasně vymezené. Úkoly a odpovědnosti, které se věnují dozoru nad činnostmi souvisejícími se svařováním se zabývá norma ČSN EN ISO 14731 – Svářečský dozor – Úkoly a odpovědnosti. Svařovacím dozorem (welding coordinator) se může zabývat jeden nebo více pracovníků, avšak v případě více než jednoho pracovníka dozoru je nutné jasně rozdělit pravomoci, odpovědnosti a kvalifikace pro daný typ činnosti každého z pracovníků. Výrobce musí jmenovat minimálně jednoho pracovníka svařovacího dozoru, který je považovaný za součást odpovědnosti výrobní organizace. Je možné využít služeb externího subdodavatele, ale subdodavatel je stále podřízen svářečskému dozoru výrobního podniku.

Pro certifikaci svařovacího dozoru připravil Mezinárodní svářečský institut (IIW) minimální požadavky pro kvalifikaci personálu pracujícího jako svářečský dozor, které se uplatňují u aplikace normy ČSN EN ISO 3834 a zavádění svářečského dozoru. Kategorie dozoru stanovené Mezinárodním svářečským institutem v dokumentu IAB-252r2-14/SV-00 se dělí na:

a) Mezinárodní svářečský inženýr IWE (International Welding Engineer)

Pracovníci svářečského dozoru s úplnými technickými znalostmi v plánování, výrobě a dozoru pro všechny úkoly a odpovědnosti ve svářečské výrobě. Pro získání kvalifikace je nutné ukončené inženýrské studium technického směru (a 1 rok praxe v oboru svařování).

Pro přijetí do kurzu je nutné mít diplom Ing. z technické univerzity (minimálně 5 let studia) schválené Ministerstvem školství ČR a minimálně 1 rok praxe v oboru. [20]

b) Mezinárodní svářečský technolog IWT (International Welding Technologist)

Pracovníci svářečského dozoru, jejichž znalostmi jsou dostačující pro úkoly a odpovědnosti v plánování, výrobě a dozoru ve svářečské výrobě s vybraným nebo omezeným technickým rozsahem.

Pro přijetí do kurzu je nutné mít maturitu z technické střední školy uznané v ČR, nebo maturitu ze střední školy se 4 lety vzdělávání ve výcvikovém centru pro svařování a 3 roky praxe. [20]

Mezinárodní svářečský specialista IWS (International Welding Specialist)

Pracovníci svářečského dozoru, jejichž znalostmi jsou dostačující pro úkoly odpovědnosti v plánování, výrobě a dozoru v omezeném rozsahu, zahrnující jen jednoduché svařované výrobky.

11

Jako minimální požadavky pro přijetí do kurzu IWS se přepokládá středoškolské vzdělání, 2 roky technické praxe v oboru, popř. střední odborné učiliště s maturitou a 5 let praxe. [20]

U všech kurzů (IWE, IWT, IWS) je kromě splnění podmínek před zahájením kurzu pro kvalifikaci nutné zároveň absolvovat předepsaný počet výukových hodin školení (dle osnov IIV) v akreditovaných střediscích ATB na území České republiky (

Tabulka 3.5) a poté úspěšně složit závěrečnou zkoušku.

Na svářečský dozor je kladena řada požadavků a odpovídají za širokou škálu činností v celém rozsahu výroby svařovaných konstrukcí. Jejich úkoly počínají konzultací technické dokumentace, schvalování materiálů a výrobních postupů, vytváření a kvalifikace WPS, schvaluje vhodnost svařovacích zařízení a kontroluje jejich kalibrace a končí zajišťováním kontroly svařovaných spojů. Detailní seznam odpovědností vychází z normy ČSN EN ISO 14731:

- Vyjadřuje se k technické dokumentaci a technické zprávě od projektanta a konstruktéra, související se svařováním a souvisejícími technologickými procesy použitými ve výrobě konstrukce výrobků
- Posuzuje a schvaluje použité materiály pro svařovaný (pájený) výrobek (základní, přídatné, pomocné i ochranné technické plyny)
- Vystavuje a kvalifikuje specifikace postupů svařování a pájení WPS (BPS) navrhovaných technologií pro svařované (pájené) konstrukce výrobků, včetně jejich soupisu a zúčastňuje se na jejich kvalifikacích certifikáty (protokoly) WPQR (BPAR)

¹¹ BARTÁK, Jiří. Výroba a inženýrské aplikace: Učební texty pro kurzy svářečských inženýrů a technologů. 2. vyd. Plzeň: UNO/RAHA spol. s r.o., 2014. Strana 13

-
- Stanovuje a schvaluje postupy tepelného dělení materiálů, tepelného zpracování, tepelného a žárového stříkání svařovaných (pájených) výrobků, ev. dalších povrchových úprav svařovaných (pájených) výrobků
 - Vystavuje a schvaluje svařovací plány pro svařované konstrukce výrobků, které zpracovává s konstruktérem výrobku, ev. zpracovává osobně s kontrolorem svařování
 - Vystavuje a schvaluje plány kontrol, metody kontrol a zkoušek svarů a pájených spojů pro konstrukce výrobků, které zpracovává s konstruktérem výrobku, ev. osobně s kontrolorem svařování
 - Zpracovává a schvaluje soupisy kvalifikovaných svářečů a páječů i svářečských operátorů, ev. žárových a tepelných stříkačů pro dané svařované (pájené) výrobky, zaškoluje, přezkušuje a osvědčuje svářečský personál, prodlužuje kvalifikace svářečů (páječů) dle ČSN, EN a ISO norem
 - Podílí se s konstruktérem výrobků a manažerem kvality i kontroly na zpracování TDP (technických dodacích předpisů) v rámci kvality pro svařované (pájené) konstrukce výrobků, včetně speciálních technologických procesů použitých při výrobě
 - Stanovuje a schvaluje vhodnost subdodavatelů (kooperujících firem) pro svařované (pájené) výrobky
 - Stanovuje a schvaluje vhodnost svařovacích, pájecích, tepelně-dělicích zařízení, včetně zařízení pro tepelné a žárové nástřiky použitých pro výrobu konstrukcí výrobku
 - Povoluje, zastavuje, řídí, dozoruje a koordinuje svařovací procesy, svářečský a kontrolní personál
 - Provádí kontroly, inspekce a přejímky svařovaných (pájených) konstrukcí výrobků
 - Shromažďuje a zodpovídá za komplexní dokumentaci svařovaných (pájených) konstrukcí výrobků¹²

¹² Kompetence svářečského dozoru. TESYDO, s r.o. *Strojirensky.NET* [online]. [cit. 2015-02-20]. Dostupné z: <http://strojirensky.net/2013/02/21/kompetence-svarecskeho-doзору-koordinatora/>

Tabulka 3.5 - Autorizovaná školicí střediska ANB v ČR [6]

Název ATB	Autorizace pro
VUT Brno, strojní fakulta - odbor svařování	IWE, IWT, IWS, ETSS, ETS
SVV Praha, s.r.o.	IWE,IWT,IWS,IWP, specializační kurz betonářských ocelí
ŠKOLA WELDING, s.r.o.	IWE,IWT,IWS,IWP,
DOM ZO 13, s.r.o	IWP, specializační kurz betonářských ocelí
SŠ strojní, stavební a dopravní Liberec	IW, CEPW
TESYDO, s.r.o.	IWP, IWIP, specializační kurz betonářských ocelí
ATG, s.r.o.	IWIP (Mezinárodní svařovací inspektor)
ČVUT fakulta strojní - ústav strojírenské technologie	IWE, IWT, IWS
Český svářečský ústav, s.r.o.	IWE,IWT,IWS,IWP, Specializační kurz betonářských ocelí, IWSD, Sc-PHT (Tepelné zpracování svařenců)
UNO Praha, s.r.o.	CEPW, IWE,IWT,IWS,IWP
Sokolovská uhelná, právní nástupce, a.s.	IW
SŠED Frýdek-Místek	CEPW (Certification of European Plastics Welders)
SOU plynárenské Pardubice	CEPW
AZ WELD Stuchl s.r.o.	CEPW, IW (International Welder)
SOŠ energetická a stavební, OA a SZŠ Chomutov, příspěvková organizace	CEPW
SŠED Frýdek - Místek	CEPW
SOŠ a SOU Šumperk	CEPW
SVAŠ Příbyl, s.r.o. Jihlava	CEPW
ZEKA PLUS, s.r.o. Slavičín	CEPW
ISŠ Cheb	CEPW
SŠ stavebních řemesel Brno-Bosonohy	CEPW

3.6. Personál pro kontrolu a zkoušení

Dle normy systému řízení jakosti ve svařování ČSN EN ISO 3834 je pro výrobce nutné mít dostatečný počet kvalifikovaného personálu pro kontrolu, dohled a zkoušení svařovaných dílů dle stanovených požadavků. Pro nedestruktivní zkoušení je nutná kvalifikace, s výjimkou vizuální kontroly, pro kterou není třeba vyžadovat kvalifikační zkoušku.

Personál pro kontrolu svarových spojů nedestruktivními zkouškami se řídí a je kvalifikován dle normy ČSN EN ISO 9712: *Nedestruktivní zkoušení - Kvalifikace a certifikace pracovníků NDT*. [6]

3.6.1. Nedestruktivní zkoušení

Nedestruktivní zkoušení patří mezi důležitou část výrobního procesu svařovaných výrobků, která má za cíl odhalit vady ve svarových spojkách a zajistit požadovanou kvalitu výrobků. Metody nedestruktivních zkoušek užívané pro kontrolu svarových spojů se dělí dle schopnosti odhalit vady buď na povrchu nebo uvnitř svaru. Metody pro odhalování povrchových vad (resp. indikací vad) jsou:

- Vizuální kontrola
- Kapilární zkouška
- Zkouška magnetická prášková
- Zkouška výřivými proudy

Pro vnitřní vady svarových spojů se využívají metody:

- Zkouška prozařováním
- Zkouška ultrazvukem

Metody používané pro zkoušky tlakových zařízení:

- Zkouška netěsnosti

Používané metody a příslušné normy zkoušení a vyhodnocování vad resp. indikací vad se dělí normou ČSN EN ISO 6520-1,2 do 6 ti základních skupin, viz.

Tabulka 3.6.

Tabulka 3.6 - Tabulka používaných nedestruktivních metod dle ČSN EN ISO 17 635 [7]

Metoda zkoušení		Technika zkoušení podle ČSN EN	ČSN EN normy přípustnosti indikací vad
Název	Zkr.		
Vizuální kontrola	VT	ČSN EN ISO 17 637	ČSN EN ISO 5817 (ocel) ČSN EN ISO 10042 (hliník a jeho slitiny) ČSN EN ISO 13919-1 (laserové a elektronové svařování)
Zkouška kapilární	PT	ČSN EN ISO 3452-1	ČSN EN ISO 23 277
Zkouška magnetická prášková	MT	ČSN EN ISO 17 638	ČSN EN ISO 23 278
Zkouška vířivými proudy	ET	ČSN EN ISO 17 643	Dohodou mezi smluvními stranami
Zkouška prozařováním	RT	ČSN EN ISO 17 636	ČSN EN ISO 10675-1 (-2)
Zkouška ultrazvukem	UT	ČSN EN ISO 17 640	ČSN EN ISO 11666

Tabulka 3.7 – Volba NDT pro zjišťování povrchových vad DLE ČSN EN ISO 17 635 [8]

Materiál	Metoda zkoušení
Feritické oceli	VT VT + MT VT + PT VT + ET
Austenitické oceli Slitiny hliníku, niklu, mědi a titanu	VT VT + PT VT + ET

3.6.1.1. Vizualní kontrola

Jde o nejjednodušší a zároveň nejlevnější metodu nedestruktivního zkoušení svarů, a jde o jedinou metodu, u které se hodnotí přímo vady ve svarových spojích na rozdíl od zbylých metod, kde se hodnotí „pouze“ indikace. Vizualní kontrola se dělí na kontrolu přímou, která se provádí pouhým okem, popřípadě jednoduchými optickými pomůckami při malých zvětšeních (lupa, aj.) a metodu nepřímou, kdy se využívají sofistikovanější pomůcky k dosažení míst pouhým okem nedosažitelné (endoskop – boroskopy, fibroskopy, videoskopy, ..). Při vizualní zkoušce se posuzují povrchové vady a ověřuje se splnění podmínek pro další (pokročilejší) metody zkoušení svarů.

Pro správné zkontrolování svarů vizualní kontrolou je nutné splnit několik podmínek. Je nutné mít kvalitně očištěný povrch zbavený strusky a nečistot, rozstříků svarového kovu a kontrola by měla probíhat při minimálním osvětlení 500 lux. Zkoušející by zároveň měl mít platné potvrzení od očního lékaře o schopnosti rozlišit a klasifikovat drobné vady ve svarovém kovu a o tom, že nemá poruchu barvocitu.

Závěry z vizualní kontroly by vždy měly předcházet následujícím zkouškám a měla by zároveň následovat po každé dílčí svařovací operaci, u níž je vyrobitelnost spojená s obtížemi. Při nejednoznačnosti vizualní kontroly je nutné ji doplnit dalšími (citlivějšími) metodami kontroly (obvykle kapilární nebo magnetickou zkouškou). Zkouška VT se provádí v kombinaci s rozměrovou kontrolou a měřením velikosti vad, které se poté vyhodnocují s mezními hodnotami dle ČSN EN ISO 5817. [9]

3.6.1.2. Kapilární zkouška

Základem kapilární zkoušky svarů (Penetrant Test – zkouška z anglického názvu nazývaná také penetrační zkouška) je princip smáčivosti a vzlínivosti tzv. detekčních kapalin (tzv. penetrantů - např. petrolej), které vniknou do vad (např. trhlin), které jsou provázané (spojité) s povrchem. Po očištění a následném nanesení další látky, tzv. vývojky, která chemicky reaguje s penetrantem dojde vlivem kapilárních sil ke vzlínání kapaliny a ke zviditelnění nečistot povrchu.

- 1) Pro správnou aplikaci penetrační kontroly je nutné dodržet přesný postup zkoušení:
- 2) Dokonalé očištění povrchu umytím a odmaštěním.

-
- 3) Nanesení penetrační zkušební kapaliny na zkoušený povrch. Doba penetrace se pohybuje v rozmezí 10 – 30 minut a u menších těles se provádí ponorem, u větších pak natíráním či stříkáním.
 - 4) Důkladné odstranění přebytečného penetrantu (přílišné čištění vede k odstranění zateklého penetrantu, nedostatečné naopak k falešným indikacím).
 - 5) Vysušení povrchu a aplikace „vývojky“ (kontrastní a nasákový podklad –základem je např. Oxid zinečnatý), která slouží ke zvýraznění vzlínajícího penetrantu z dutin.
 - 6) Vizuální prohlídka, posouzení a vyhodnocení indikací vad. [9]



Obrázek 3.1 - Princip kapilární zkoušky [2]

Podle detekčních prostředků se rozděluje penetrační kontrola na metody:

- *Barevné indikace* – Přítomnost vady se projeví vznikem kontrastní barevné indikace na denním světle (penetrant obsahuje barvivo kontrastní vůči vývojce)
- *Fluorescenční* – Přítomnost vady se projeví světélkující (fosforeskující) indikací při černém ultrafialovém světle (penetrant obsahuje fluorescenční látku)
- *Dvouúčelové* – Penetrant použitý pro zkoušení obsahuje fluorescenční náplň a zároveň barviva. [6]

3.6.1.1. Magnetická prášková kontrola

Tato metoda umožňuje odhalovat vady buď na povrchu svaru, nebo těsně pod jeho povrchem. Není nijak náročná na přípravu a čistotu povrchu, ale její nevýhoda je, že se dá použít pouze u feromagnetických materiálů. Princip této metody je založen na zjišťování rozptylu magnetického toku, který se u feromagnetického materiálu vytváří v okolí necelistvostí (bublina, trhlina) po zmagnetování součásti nebo při náhlé změně magnetických vlastností (struska).

Na zmagnetovaný povrch se nanese ocelový prášek (suchá metoda) nebo směs ocelového prášku a petroleje (polévací metoda) a vytvoří se magnetické pole buď metodou pólovou, nebo proudovou. Při pólové magnetizaci je zkoušený předmět propojený se dvěma vodivými místy, mezi kterými dochází ke vzniku magnetického pole se siločárami rovnoběžnými s osou předmětu a detekují se tak vady kolmé k ose předmětu a siločárám.



Obrázek 3.2 - Princip magnetické práškové metody [3]

Při metodě proudové se na předmět umístí dvě elektrody, mezi kterými prochází proud. Předmět je poté příčně magnetizován a dochází ke zvýraznění vad v podélném směru mezi elektrodami. V místech, kde magnetické siločáry vycházejí z povrchu prášek ulpí a dojde k indikování vady, která je zvýrazněná buď barevnou kapalinou, nebo pomocí fluorescence. V neporušených oblastech materiálu prášek nedorazí (popř. steče). Pro největší účinnost by měl být směr průchodu proudu nebo magnetických siločar orientovaný kolmo na předpokládané vady. [4], [6], [9]

3.6.1.2. Kontrola vířivými proudy

Základní princip metody vířivých proudů je cívka buzená střídavým proudem, který způsobí indukování vířivých proudů ve zkoušené součásti. Případné vady v součásti se pak projeví jako změny impedance cívky. Změnu impedance způsobuje magnetická permeabilita (změna homogenity materiálu) a deformace toku vířivých proudů (prodlužují délku v šíření vířivých proudů v materiálu). Tuto metodu lze použít pouze pro vodivé materiály. [21]

3.6.1.3. *Kontrola těsnosti*

Kontrola těsnosti svarů se může provádět více způsoby, u všech ale jde o kontrolu průsaku svarového kovu skrz celou tloušťku svarového kovu. Mezi kontrolu těsnosti patří např. zkouška těsnosti vakuovou komůrkou, u které se na svarový kov aplikuje saponátový roztok, na zkoušené místo se přiloží vakuová vývěva, která lokálně odčerpá vzduch a v indikace případně netěsností se začnou vytvářet vzduchové bublinky.

Další metoda je průsaková zkouška, která pracuje na stejném principu, jako kapilární zkouška. Na rozdíl od kapilární zkoušky je však nutné mít ke svarovému kovu přístup z obou stran – na jednu stranu spoje se nanáší penetrant, na druhou stranu se nanáší vývojka. Po uplynutí penetračního času dojde k vyzlínání případných netěsností do vývojky a dojde k zobrazení indikací.

Jako další metoda kontroly netěsností se používá tlaková zkouška, používající se zejména u tlakových nádob a potrubních systémů. Tato metoda se používá pro kontrolu teplosměnných výměníků v JANKA Engineering s.r.o.. U této metody se zvyšuje tlak kapaliny nebo plynu uvnitř soustavy, dokud nedojde k dosažení předepsaného tlaku. Na této hodnotě se tlak ustálí a kontroluje se případné snižování tlaku, které indikuje vady ve svarovém spoji. [22], [23]

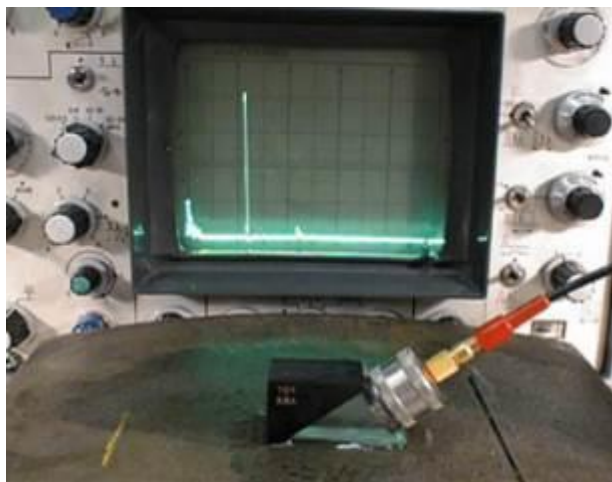
3.6.1.4. *Kontrola ultrazvukem*

Metoda zkoušení ultrazvukem je založená na principu odrazu nebo pohlcení akustického vlnění na rozhraní dvou prostředí s rozličnými vlastnostmi. Šíření ultrazvukových vln ovlivňuje především každá změna rozhraní, kde se náhle mění poměry v šíření vlnění a dojde k lámání či odražení vln. Pokud jsou ve zkušebním tělese vady (póry, bubliny, trhliny, vměstky), dochází na jejich rozhraní k interakci s ultrazvukovým vlněním a jejich zobrazení na zobrazovacím zařízení.

Metody zkoušení ultrazvukem se dělí do několika typů, nejpoužívanější jsou:

- Metoda průchodová – Na obou stranách zkoušeného objektu se umístí vysílací a přijímací sonda, která zaznamenává hodnoty prošlé ultrazvukové energie. Pokud se mezi vysílačem a sondou objeví vada, poklesne akustický tlak a na obrazovce se zobrazí echo, které indikuje vadu.

-
- Metoda impulsová – Princip spočívá ve vyslání krátkého ultrazvukového pulzu, který se odráží od všech rozhraní (vad i povrchů), poté se vrací zpět do sondy a časový průběh ultrazvukového vlnění se zobrazuje na obrazovce. Tato metoda je vhodná zejména tam, kde je přístup k povrchu jen z jedné strany.



Obrázek 3.3 - Princip kontroly ultrazvukem [4]

Kontrolou ultrazvukem se velmi dobře určují ploché vady, kdy je rovina vady kolmá na směr šíření ultrazvukového signálu. Hůře se detekují prostorové vady (bubliny, vměstky) a vady rovnoběžné s rovinou šíření akustických vln. Touto metodou také není možné identifikovat přesný typ vady, ale pouze indikuje přítomnost vad a jejich polohu a rozměr. Z toho důvodu je vhodné metodu ultrazvuku používat ve spojení s metodou prozařování (RT). [6], [9]

3.6.2. Destruktivní zkoušení

Destruktivní metody zkoušení svarů se nezaměřují na vyhledávání a klasifikaci vnitřních (bubliny, trhliny, vměstky), popř. povrchových vad (trhliny, prolákliny), ale na mechanické vlastnosti.

3.6.2.1. Zkouška tahem

Při zkoušce tahem se určují pevnostní vlastnosti (mez pevnosti v tahu, mez kluzu) a vlastnosti plasticity (tažnost, kontrakce) u zkušebního výbrusu svarového spoje (svarový kov, tepelně ovlivněná oblast (TOO), základní materiál (ZM)) na zkušebním trhacím stroji. Zkouška pevnosti se vyžaduje u tupých svarů, kde nesmí být pevnost v tahu nižší, než předepsaná

minimální pevnost základního materiálu, nebo dle dalších požadavků uvedených v ČSN EN ISO 15 614. [4]



Obrázek 3.4 - Zkoušení svarových spojů tahem [5]

Zkouška tahem se řídí normou ČSN EN ISO 4136; *Destruktivní zkoušky svarů kovových materiálů - Příčná zkouška tahem.*

3.6.2.2. Zkouška rázem v ohybu

Tato zkouška slouží ke stanovení náchylnosti materiálu ke křehkému lomu. Má smysl nejen u materiálů s charakteristickým křehkým či polokřehkým lomem (např. šedá litina), ale zejména u tvárných materiálů (ocel) pro ověření zachování předepsaných vlastností po svaření zkouška. Dle značení ocelí ČSN EN 10027-1 se u konkrétních materiálů uvádí hodnoty nárazové práce při dané teplotě a tyto hodnoty jsou pak použity pro ověření jejich zachování po sváření. Pro ocel S355K3 se pak zkouška provádí při teplotě -30 °C a nárazová práce by měla odpovídat hodnotě 40 J.

Tabulka 3.8 - Hodnoty nárazové práce dle ČSN EN 10027-1 [9]

Nárazová práce [J]	Teplota [°C]						
	+20	0	-20	-30	-40	-50	-60
27 J	JR	J0	J2	J3	J4	J5	J6
40 J	KR	K0	K2	K3	K4	K5	K6
60 J	LR	L0	L2	L3	L4	L5	L6

Princip provedení zkoušky spočívá v měření nárazové síly v závislosti na průhybu zkušebního tělesa (čtverhranná tyč buď s vrubem – U nebo V) a odměřením práce potřebné pro přeražení. Ze zkoušek se vytváří tranzitní teplota materiálů t_p , která stanovuje hranici křehkého lomu v závislosti na teplotě. Podle odebraného vzorku a umístěného vrubu se touto metodou mohou zkoušet vlastnosti ZM, TOO nebo svarového kovu. [4], [10]

Zkouška rázem v ohybu se řídí normou ČSN EN ISO 9016; *Destruktivní zkoušky svarů kovových materiálů - Zkoušky rázem v ohybu - Umístění zkušebních tyčí, orientace vrubu a zkoušení.*

3.6.2.3. Zkouška ohybem

„Podstatou zkoušky ohybem je ohybová deformace. Průměr ohýbacího trnu nebo vnitřních válečků musí být 4 x tloušťka vzorku a musí být dosažen uhel ohybu 180, pokud neplatí jiná omezení, vyplývající z nižší tažnosti základního nebo přídatného materiálu.

V průběhu zkoušení nesmí zkušební kus vykazovat žádné samostatné vady 3mm v jakémkoliv směru. Vady vyskytující se v průběhu zkoušek na hranách zkušebního kusu se při hodnocení neuvažují.“¹³ [11]



Obrázek 3.5 - Princip zkoušky ohybem [6]

Zkouška lámavosti se řídí normou ČSN EN ISO 5173; *Destruktivní zkoušky svarů kovových materiálů - Zkoušky ohybem.*

3.6.2.4. Zkouška rozlomením

Princip této zkoušky spočívá v rozlomení svarového spoje kolmo na směr svařování tak, aby bylo možné pozorovat vnitřní strukturu svarového spojení a odhalit vnitřní vady (bublíny,

¹³SCHWARZ, Drahomír. ČESKÝ SVÁŘEČSKÝ ÚSTAV S.R.O. Hodnocení svarových spojů [online]. Ostrava [cit. 2015-02-27]. Dostupné z: <http://home.zcu.cz/~dyxon/DATA/Nauka%20o%20M/Zkouska.pdf>

dutiny, trhliny, neprůvary, vměstky, studené spoje). Lom se iniciuje buď statickým nebo dynamickým ohybem nebo krutem a může být použito iniciátorů trhlín (vruby) nebo teploty. Lom tupých svarů se realizuje několika způsoby, např. hydraulickým nebo mechanickým lisem, dílenským svěrákem, kladivem. [4], [12]

Zkouška rozlomením se řídí normou ČSN EN ISO 9017; *Destruktivní zkoušky svarů kovových materiálů - Zkouška rozlomením.*

3.6.2.5. Zkouška mikro a makro struktury

Využívá se pro stanovení mikrostruktury a makrostruktury svarového spoje v řezu kolmo na směr svařování. Zkouška se provádí na vybroušeném, vyleštěném a naleptaném vzorku a řez je proveden tak, aby se ve výbrusu zobrazil příčný řez svarového spojení (svarový kov, TOO a ZM). Pro hodnocení struktury přímou vizuální metodou se používají zvětšovací zařízení (optické mikroskopy), pro metodu nepřímou se využívají elektronové mikroskopy. [4], [12]

Zkouška se řídí normou ČSN EN ISO 17639; *Destruktivní zkoušky svarů kovových materiálů - Makroskopická a mikroskopická kontrola svarů.*

3.6.2.6. Zkouška tvrdosti

Principem této zkoušky je vnikání cizího tělesa (indentoru) do zkušební povrchu předepsanou silou po stanovenou dobu a měření odporu materiálu proti pronikání tělesa. Tvrdost materiálu je poté naměřena z velikosti vrypu, který vznikl vtlačováním indentoru do materiálu. Zkušební indentory se dělí tvarem podle zvolených metod zkoušek:

- Zkouška podle Rockwella HRC – kužel o vrchovém úhlu 120 °.
- Zkouška podle Brinella HB – kulička
- Zkouška podle Vickerse HV – jehlan s vrcholovým úhlem 136 °.

Měření tvrdosti svarových spojů je nutné provádět jak u samotného svarového kovu, tak i v TOO a ZM a v každé oblasti provést minimálně 3 vpichy. [4], [12]

Zkouška tvrdosti se řídí normou ČSN EN ISO 9015; *Destruktivní zkoušky svarů kovových materiálů - Zkoušení tvrdosti.* Část 2 této normy se zabývá měřením mikrotvrdosti.



Obrázek 3.6 - Měření tvrdosti [7]

3.7. Výrobní a zkušební zařízení

Pro výrobu musí být dle potřeby výrobce a souladu s normou ČSN EN ISO 3834 k dispozici řadu zařízení pro přípravu, provedení operací, zkoušení, dopravu, manipulaci a zvedání spolu se zařízeními pro zajištění bezpečnosti práce a osobními ochrannými pracovními prostředky (OOPP):

- Zdroje svařovacího proudu a ostatní svařovací zařízení
- Zařízení pro přípravu svarových ploch, povrchu a pro řezání, včetně tepelného dělení
- Zařízení pro předehřev a tepelné zpracování včetně přístrojů pro měření teplot
- Upínací a svařovací přípravky
- Jeřáby a manipulační zařízení používaná při výrobě
- Osobní ochranné prostředky a další zařízení pro zajištění bezpečnosti práce bezprostředně související s příslušným výrobním procesem
- Zařízení pro čištění povrchu
- Zařízení pro destruktivní a nedestruktivní zkoušení¹⁴

Pro používání zařízení pro konkrétní aplikaci je nutné, aby dané zařízení bylo výrobcem určené pro danou funkci. [5]

¹⁴ ČSN EN ISO 3834-2:2006. Požadavky na jakost při tavném svařování kovových materiálů: Část 2: Vyšší požadavky na jakost. Červenec 2006. Český normalizační institut, 2006

3.8. Údržba zařízení

Dle ČSN EN ISO 3834 je nutné provádět kontroly výrobního zařízení a udržovat jejich stav ve stavu odpovídajícím pro dosažení požadované kvality výrobků. Výrobce musí mít stanovené a dokumentované plány údržby zařízení, které zajistí kontrolu těch částí výrobních zařízení, jež slouží k nastavování parametrů uvedených v odpovídajících postupech svařování (WPS). V případě potřeby lze kontrolu a údržbu omezit pouze na zařízení, která jsou zásadním způsobem důležitá pro udržení jakosti výrobku. V případě, že se najde nesoulad požadavků se stavem výrobního zařízení, tak zařízení nesmí být používána.

Příklady kontrolovaných zařízení jsou:

- Stav vodících drah u zařízení pro tepelné dělení, přípravky pro mechanizované svařování atd.
- Stav ampérmetrů a voltmetrů, průtokoměrů atd., používaných během činnosti svařovacího zařízení
- Stav kabelů, hadic, spojovacích prvků, atd.
- Stav řídicího systému mechanizovaných nebo automatizovaných svařovacích zařízení
- Stav přístrojů pro měření teploty
- Stav podavačů drátu, svazků kabelů a hadic

V případě nových zařízení (popř. po generální opravě) je povinné provést příslušné zkoušky zařízení, které prověří správnost funkčnosti zařízení. Provedené zkoušky musí být realizované a dokumentované dle příslušných norem tehdy, pokud je to důležité pro jakost výrobku. [5]

3.9. Popis zařízení

Normou ČSN EN ISO 3834 je vyžadován záznam popisu zařízení používaných ve výrobě, které musí výrobce spravovat a aktualizovat. V seznamu zařízení musí být uvedeny všechny důležité parametry zařízení, které jsou podstatné pro hodnocení kapacity a schopnosti dílny vyrábět. Parametry uvedené v seznamu obsahují například:

- Největší nosnost jeřábů

-
- Rozměry dílů, se kterými je možné ve výrobě manipulovat
 - Způsobnost mechanizovaných nebo automatizovaných svařovacích zařízení
 - Rozměry a maximální teploty pecí pro tepelné zpracování po svařování
 - Kapacity zařízení pro zakružování, ohýbání a řezání

Poznámka: U ostatního zařízení se uvádí pouze jejich počet zahrnující každý druh zařízení (Např. celkový počet zdrojů pro dané metody svařování) [5]

3.10. Plánování výroby

Pro správné řízení výroby je nutné, aby výrobce prováděl odpovídající úkony plánování výroby a vytvořil postup výroby. Ten by měl obsahovat následující informace:

- „Specifikaci postupu, kterým musí být konstrukce vyrobena (např. Jako jednotlivé části nebo podsestavy a pořadí následující konečné sestavy)
- Identifikaci jednotlivých procesů požadovaných k výrobě konstrukce
- Odkaz na vhodné specifikace postupů svařování (WPS) a příbuzných procesů
- Pořadí, ve kterém musí být provedeny svary
- Pořadí a časová návaznost, ve které musí být jednotlivé procesy provedeny
- Specifikace pro kontrolu a zkoušení včetně případného zapojení některé nezávislé inspekční organizace
- Podmínky okolního prostředí (např. Ochrana před větrem a deštěm)
- Identifikace dávek, dílů nebo částí, pokud je to vhodné
- Přidělení kvalifikovaného personálu
- Opatření k zajištění případných výrobních zkoušek“¹⁵

¹⁵ ČSN EN ISO 3834-2:2006. Požadavky na jakost při tavném svařování kovových materiálů: Část 2: Vyšší požadavky na jakost. Červenec 2006. Český normalizační institut, 2006

3.11. Specifikace postupu svařování

Při používání systému řízení jakosti ve svařování dle normy ČSN EN ISO 3834 se vyžaduje používání kvalifikovaných postupů svařování WPS (Welding Procedure Specification). Takové vypracované postupy jsou nedílnou součástí výrobního a technologického procesu pro vyhotovení svářečské operace v požadované kvalitě. Svářeč pak provádí úkony dle požadavků na technologický postup a svařovacích parametrů v odpovídajících WPS. Tímto se částečně podařilo eliminovat lidský faktor u volby parametrů při svařování a zajistila se lepší opakovatelnost výroby.

Specifikace postupu svařování WPS musí obsahovat všechny údaje nezbytné pro správné vyhotovení svaru bez vad a s požadovanou jakostí. Mezi parametry, které se ve WPS uvádí patří:

- Typ svaru, tloušťka a specifikace základního materiálu
- Volba ochranného plynu, přídavného materiálu
- Tepelné zpracování, teplota interpass
- Očištění a předúprava svarových ploch
- Pořadí housenek a jejich umístění
- Metoda svařování
- Parametry svařování (proud, napětí, příkon, zapojení, průměr drátu)

Ukázka WPS je zobrazena v **Příloha 8** - WPS použité u zakázky ICL 0157/14.

Požadavky na tvorbu a kvalifikaci WPS jsou uvedené v normách ČSN EN ISO 15607; *Stanovení a kvalifikace postupů svařování kovových materiálů - Všeobecná pravidla* a ČSN EN ISO 15609; *Stanovení a kvalifikace postupů svařování kovových materiálů - Stanovení postupu svařování*

3.12. Kvalifikace postupu svařování

Kvalifikace specifikací postupu svařování je nezbytný krok k vytvoření WPS použitelných ve výrobě, který se provádí zkušební organizací. Zkušební organizace provádějící kvalifikaci má

být nezávislá na výrobní organizaci, pro kterou kvalifikuje WPS. Kvalifikace specifikací postupu svařování WPS je možné provést více způsoby:

- Kvalifikace na základě vyzkoušených materiálů ČSN EN ISO 15610
- Kvalifikace na základě předchozí svářecí zkušenosti ČSN EN ISO 15611
- Kvalifikace na základě normalizovaného postupu svařování ČSN EN ISO 15612
- Kvalifikace na základě předvýrobní zkoušky svařování ČSN EN ISO 15613
- Kvalifikace na základě zkoušky postupu svařování ČSN EN ISO 15614

Tabulka 3.9 - Dokumentace ke kvalifikaci postupu svařování [10]

Úkol	ČSN EN ISO 3834-2	ČSN EN ISO 3834-3	ČSN EN ISO 3834-4
Předběžná příprava na kvalifikaci	pWPS	pWPS	Pracovní instrukce
Kvalifikace	WPQR ^{c)}	WPQR ^{c)}	Nevyžaduje se ^{a) c)}
Specifikace postupu svařování	WPS	WPS	Pracovní instrukce ^{a)}
Pracovní instrukce/ návodka (WI)	WPS nebo jednoúčelová WI (doplňková)	WPS nebo jednoúčelová WI (doplňková)	Ústní sdělení nebo WI
Dokumentace procesu	Zpráva o výrobě (nepovinná, obvykle se nevyžaduje)	Není příslušná b)	Není příslušná
<p>Specifikace postup svařování (pWPS) použité v souvislosti s ČSN EN ISO 3834-4 jsou dobře</p> <p>a) zavedeny a předpokládá se, že jsou „známé jako vyhovující“. WPS se často může zredukovat na určení metody, základních a svařovacích materiálů. Mimoto může dodavatel svařovacích materiálů uvádět širokou oblast rozsahu základních svařovacích parametrů,</p> <p>b) které se musí dodržet. Záznamy skutečných údajů ze svařování během výroby se nedají využít, pokud měřicí přístroje nejsou kalibrovány / verifikovány</p>			

- c) WPQR mají být podepsány zkušební orgánem / zkušební organizací. Dle ČSN EN ISO 15607 se pWPS, WPSa WI připravují a podepisují odpovědným svařečským dozorem (nebo kontrolorem svařování v případě využití ČSN EN ISO 3834-4) v zastoupení výrobce.

Nejpoužívanější metody kvalifikace WPS jsou podle ČSN EN ISO 15613 A ČSN EN 15614. Tyto metody mají největší rozsah použitelnosti, proti jejich užívání je naopak vyšší cena, která může odradit menší výrobce s užším sortimentem. Zbývající 3 metody kvalifikace WPS (ČSN EN ISO 15610, ČSN EN ISO 15611 a ČSN EN ISO 15612) nabízí zjednodušení kvalifikace, ale mají omezenou použitelnost.

Před procesem kvalifikace WPS se zpravidla vytváří předběžná specifikace postupu svařování (pWPS), která slouží jako podklad pro kvalifikaci a obsahuje všechny potřebné údaje pro správné vyhotovení svarů na základě předchozích zkušeností výrobce, normativů, experimentů apod.

Tabulka 3.10 zobrazuje, jak vypadá postup kvalifikace a vytváření WPS.

Tabulka 3.10 - Postup inspekce při vytváření WPS [11]

Č.	Činnost	Zúčastněná strana	Požadované dokumenty
1	Specifikace žádosti – požadavek kvalifikace postupu svařování: (dle jaké normy, druh svarového spoje, jakost materiálu, polotovar a rozměry)	Žadatel - výrobce	Objednávka, pWPS, další podklady dle požadavku na kvalifikaci
2	Přezkoumání specifikace a rozhodnutí o dalším postupu	Inspekční orgán	
3	Svařování zkušebního kusu dle pWPS výrobce	Výrobce za účasti inspekčního orgánu	Záznam zkoušky svaru
	Monitorování a záznam parametrů	Inspekční orgán	Záznam zkoušky svaru
4	NDT a DZ zkoušky dle požadavků specifikace v objednávce	Akreditované laboratoře zajištěné inspekčním	Protokoly ze zkoušek

		orgánem se souhlasem výrobce	
5	Vyhodnocení výsledků zkoušek, vystavení inspekční zprávy a protokolu WPQR	Zkušební orgán	Inspekční zpráva, WPQR a záznam zkoušky svaru – WPS a výsledky zkoušek
6	Specifikace postupu svařování (na základě vystavené WPQR)	Výrobce	WPS

Po provedení zkoušky postupu svařování zkušební organizace vyhotoví záznam WPQR (Welding Procedure Qualification Record) o úspěšném splnění všech zkoušek, na jehož základě může výrobní organizace vytvořit finální (kvalifikované) specifikace postupu svařování WPS. Záznam WPQR poskytuje přehled výsledků všech zkoušených vzorků dle předběžného postupu svařování pWPS. [4]

3.12.1. Kvalifikace na základě vyzkoušených svařovacích materiálů

Kvalifikace specifikací postupů svařování dle normy ČSN EN ISO 15 610 je omezené pouze na materiály, u kterých vlivem tepelného účinku při svařování nedochází ke vzniku nežádoucí mikrostruktury, které by negativně ovlivňovaly vlastnosti svarového spoje. Tato metoda je také omezená pouze na ty spoje, u kterých není předepsána kontrola tvrdosti, kontrola vrubové houževnatosti, přehřev, vnesené teplo, teplota interpass a následné tepelné zpracování. [6], [13]

Kvalifikace postupů se provádí na základě:

- Specifikace základních materiálů
- Protokolu o přídavném materiálu, schváleným výrobcem
- pWPS pro zvolené použití

Kvalifikací dle vyzkoušených svařovacích materiálů pro obloukové a plamenové svařování se zabývá norma ČSN EN ISO 15 610: *Stanovení a kvalifikace postupů svařování kovových materiálů - Kvalifikace na základě vyzkoušených svařovacích materiálů.*

3.12.2. Kvalifikace na základě předchozí svářečské zkušenosti

Tuto metodu kvalifikace je možné využít výrobcem v tom případě, že má značné zkušenosti se svařováním konstrukcí, které jsou náležitě zdokumentované a může prokázat zkušenost se svařováním daných spojů a materiálů. Kvalifikace postupu svařování na základě předchozí svářečské zkušenosti se odvodí z připravené pWPS, ve které se musí uvést rozsah příslušných parametrů. [13]

Rozsah této metody schvalování je omezený pouze na normalizované materiály, metody svařování a rozsah proměnných, které mohou být zdokumentované na základě předchozích zkušeností. [6]

Hlavní dokumenty pro schvalování postupu svařování musí obsahovat:

- „Vyhovující dokumentaci základních vlastností výrobku – zkoušky svarů (NDT, DT)
- Přehled svářečské výroby (minimálně po dobu 1 roku v daném období)
- Vhodné vlastnosti i použitelnost svarů během provozu svařence, za příslušné časové období“¹⁶

Schvalování postupů svařování podle předchozích zkušeností svařování je definováno v normě ČSN EN ISO 15 611: *Stanovení a kvalifikace postupů svařování kovových materiálů - Kvalifikace na základě předchozí svářečské zkušenosti.*

3.12.3. Kvalifikace použitím normalizovaného postupu svařování

Princip této metody je využití normovaných specifikací postupů svařování, které byly vytvořeny a kvalifikovány zkušebními orgány nebo technickou dozorcí organizací. Takový orgán ověří vypracování předběžného postupu svařování, svaření a zkoušení vzorků a na jejich základě

¹⁶ TOMÁNEK, Jan. Příprava technické dokumentace pro certifikaci systému managementu jakosti v procesech svařování podle EN ISO 3834-2/20006. 2010. Diplomová práce. ČVUT v Praze - Fakulta strojní. Vedoucí práce prof. Ing. Jiří Dunovský, CSc., IWE.

vyhotoví finální postup svařování WPS pro danou metodu svařování a materiál. Po kvalifikaci zkušební orgánem se takový postup svařování stává normalizovaným postupem svařování, který může být použit jakýmkoliv výrobcem, pokud splní následující kritéria: [6]

- a) „Uživatel normalizovaného postupu je odpovědný za výběr a použití postupu
- b) Použití tohoto postupu vyžaduje svářečský dozor dle ČSN EN ISO 14731
- c) Výrobce musí splnit požadavky na jakost svařování dle ČSN EN ISO 3834
- d) Normalizovaný postup je kvalifikován do výroby společně se svařovacími zdroji a zařízeními u nichž elektrické a mechanické vlastnosti dosahují ověřených hodnot, které byly zjištěny při zkoušce svaru pro kvalifikaci normalizovaného postupu
- e) Normalizovaný postup svařování mohou používat pouze svářeči, kteří jsou kvalifikováni dle ČSN EN 287-1 nebo ČSN EN ISO 9606-1“¹⁷

ČSN EN ISO 15 612: Stanovení a kvalifikace postupů svařování kovových materiálů - Kvalifikace na základě normalizovaného postupu svařování definuje kvalifikaci postupu svařování na základě normalizovaného postupu svařování pro obloukové, plamenné, elektronové, laserové a odporové svařování.

3.12.4. Kvalifikace na základě předvýrobní zkoušky svařování

Tento typ kvalifikace postupu svařování se využívá v případě, že rozměry normalizovaného zkušebního kusu dostatečně nerepresentují spoje, které se budou vyrábět ve výrobě. Místo normalizovaného kusu se vyrobí zkušební kus, který napodobuje požadovaný konečný svařovaný spoj a na takovém vzorku se provede zkouška postupu svařování.

Zkouška postupu svařování se provádí v podmínkách reprodukovatelných ve výrobě před samotnou výrobou a její kvalifikace vychází z předvýrobního postupu svařování pWPS, který musí

¹⁷ BARTÁK, Jiří. Výroba a inženýrské aplikace: Učební texty pro kurzy svářečských inženýrů a technologů. 2. vyd. Plzeň: UNO/RAHA spol. s r.o., 2014. Strana 97

obsahovat všechny náležitě proměnné. Takové pWPS kontroluje nezávislý zkušební orgán v souladu s normou či dohodou. [13]

Podmínky při zkoušení postupu svařování musí být identické jako při svařování výrobcem v podniku. Mezi podmínky, které musí být dodrženy jsou např:

- Tvar a rozměr zkušebnímu kusu
- Polohy svařování
- Omezená přístupnost ke zkušebnímu kusu
- Použité přípravky pro svařování

Úspěšně kvalifikovaným postupem svařování se umožňuje svařování jednoznačně podobných kusů, jako byly použity při zkoušce postupu. Použití takové WPS je možné využít v montáži nebo na dílně při dodržení stejného technického a kvalitativního dozoru jako u zkoušky. [6]

Norma ČSN EN ISO 15 613: Stanovení a kvalifikace postupů svařování kovových materiálů - Kvalifikace na základě předvýrobní zkoušky svařování se zabývá a definuje schvalování postupů svařování na základě předvýrobní zkoušky pro obloukové, plamenné, elektronové, laserové a odporové svařování.

3.12.5. Kvalifikace na základě zkoušky postupu svařování

Jedná se o výchozí a nejpoužívanější typ kvalifikace specifikací postupu svařování. Princip této metody spočívá ve vytvoření předvýrobních specifikací postupu svařování pWPS, na základě kterých se provedou zkoušky svařování na normalizovaných dílech, které ve svém rozsahu platnosti zahrnují i požadované svary uvedené ve pWPS.

Tabulka 3.11 - Rozsah kvalifikace na základě tloušťky rovinného materiálu [12]

Tloušťka zkušební vzorku	Rozsah kvalifikace	
	Jednouseskový svar	Vícetieskový svar
$t \leq 3$	0,7t až 1,3t	0,7t až 2t

$3 < t \leq 12$	0,5t (3 min.) až 1,3t a)	3 až 2t a)
$12 < t \leq 100$	0,5t až 1,1t	0,5t až 2t
$t > 100$	-	50 až 2t
a) Pro materiály, pro které se vyžadují zkoušky rázem v ohybu je horní hranice schválení bez zkoušek 12 mm		

Tabulka 3.12 - Rozsah kvalifikace pro průměry trubek a přípojek [13]

Průměr zkušební vzorku D a)	Rozsah kvalifikace
$D \leq 25$	0,5D až 2D
$D > 25$	$\geq 0,5D$ (mm min.)
POZN. – Pro konstrukce z dutých profilů je D rozměr menší strany	
a) D je vnější průměr trubky nebo vnější průměr odbočky	

Vydaná WPQR má poté platnost pro celý rozsah proměnných (rozměry, počet svarů, velikost svarů) a je možné na základě tohoto záznamu o kvalifikaci vytvořit další WPS. Takové WPS již nemusí být schvalovány, pokud jejich proměnné leží v kvalifikované uvedeném ve WPQR.

[6]

Metoda schvalování specifikací postupu svařování je definovaná normou ČSN EN ISO 15 614: Stanovení a kvalifikace postupů svařování kovových materiálů - Zkouška postupu svařování – Část 1 až 14, která se věnuje svařování na základě normalizovaného postupu svařování pro obloukové, plamenné, elektronové, laserové a odporové svařování.

Tabulka 3.13 - Zaměření jednotlivých částí normy ČSN EN ISO 15614 [15]

Část	Zaměření
1	Obloukové a plamenové svařování ocelí a obloukové svařování niklu a slitin niklu
2	Obloukové svařování hliníku a jeho slitin
3	Tavné svařování nelegovaných a nízkolegovaných litin

4	Konečná úprava hliníkových odlitků svařováním
5	Obloukové svařování titanu, zirkonu a jejich slitin
6	Obloukové a plamenové svařování mědi a slitin mědi
7	Navařování
8	Svařování spojů trubek s trubkovicí
9	Hyperbarické svařování za mokra
10	Hyperbarické svařování za sucha
11	Elektronové a laserové svařování
12	Bodové, švové a výstupkové svařování
13	Stlačovací a odtavovací stykové svařování
14	Laserové hybridní svařování ocelí, niklu a slitin niklu

3.13. Zkoušení dávek svařovacích materiálů

Zkoušení dávek svařovacích materiálů se normou ČSN EN ISO 3834 přímo nepřikazuje, ale jak udává **tabulka 2.1**, tak zkoušení závisí pouze na uvážení zákazníka a jeho požadavcích na výrobce.

Přídavné a svařovací materiály běžně procházejí zkouškami mechanických vlastností a chemického složení u jejich výrobce, ale udávané hodnoty nemusí přesně odpovídat dané dávce materiálu a proto může zákazník na vyžádání nechat výrobce provést nové zkoušky mechanických a chemických vlastností. Zkoušky svařovacích materiálů zaručí, že hodnoty uváděné dodavatelem budou odpovídat u dodané šarže materiálu a nedojde k nežádoucím důsledkům při výrobě (trhliny, snížení houževnatosti, aj. Takové testy se nazývají dokumenty kontroly (dříve atesty) a jedná se o dokumenty, které odběrateli zaručí, že vlastnosti výrobku odpovídají požadavkům objednávky. Dokument kontroly se řídí normou ČSN EN 10204 - *Kovové výrobky - Druhy dokumentů kontroly*, která dělí dokumenty do několika tříd (viz.

Tabulka 3.14)

Tabulka 3.14 - Druhy dokumentů kontroly dle ČSN EN 10204 [16]

Druh	Popis druhu	Obsah dokumentu	Dokument potvrzuje
------	-------------	-----------------	--------------------

2.1	Prohlášení o shodě s objednávkou	Prohlášení o shodě s objednávkou bez uvedení jakýchkoliv zkoušek.	Výrobce
2.2	Zkušební zpráva	Prohlášení o shodě s objednávkou s uvedením výsledků zkoušek provedených na základě nespecifikované kontroly	Výrobce
3.1	Inspekční certifikát	Prohlášení o shodě s objednávkou s uvedením výsledků zkoušek provedených na základě specifikované kontroly	Oprávněný zástupce výrobce, nezávislý na výrobních útvarech
3.2	Inspekční certifikát	Prohlášení o shodě s objednávkou s uvedením výsledků zkoušek provedených na základě specifikované kontroly	Oprávněný zástupce výrobce, nezávislý na výrobních útvarech, oprávněný zástupce odběratele nebo inspektor stanovený v úředních předpisech

3.14. Skladování a manipulace s přídatnými materiály

Nesprávné skladování a manipulace s přídatným manuálem může mít za následek řadu následků, které negativně ovlivní kvalitu přídatných materiálů a povede k jejich degradaci a následné nepoužitelnosti ve výrobě. Jedním z takových negativních vlivů může být navlhání, oxidace nebo poškození přídatných materiálů. Z tohoto důvodu je nesmírně důležité pro podnik stanovit a zavést takové postupy skladování, manipulace a identifikace, aby se zabránilo degradaci přídatných materiálů a jeho použití při svařování.

Postupy skladování, manipulace a identifikace pro zabránění negativních vlivů na přídatné materiály vytváří sám výrobce dle doporučení dodavatelů přídatných materiálů a části normy ČSN EN ISO 3834: 2, kde se přímo vyžaduje po výrobcích, aby takové postupy dle doporučení dodavatelů zavedli a používali.

V rámci systému řízení výrobního procesu je dobré vytvořit firemní předpis, který bude řešit skladování a zacházení s přídatnými materiály používanými pro svařování. **[15]**

Zde jsou doporučení výrobce svařovacích materiálů ESAB na skladování a manipulaci:

3.14.1. Balení

Přídavné materiály musí být uchovávány v kompletním balení/obalu. V případě, že dojde k poškození jejich ochranných obalů a folií je nutné výrobek neprodleně kontrolovat, do 24 hodin přebalit, přesušit elektrody či tavidla, nebo popřípadě sešrotovat.

V případě změny balení přídavných materiálů je nutné zachovat původní značení výrobce pro identifikaci výrobku. [14]

3.14.2. Skladování

Při skladování přídavných svařovacích materiálů je nutné dbát na minimalizování negativního vlivu prostředí a řídit se doporučenými skladovacími podmínkami. Pro dodržení doporučených podmínek je nutné kontrolovat, zapisovat a zejména regulovat vnější vlivy. Podmínky pro skladování se řídí doporučením výrobcem pro konkrétní produkt. [14]

a) Obalené elektrody pro obloukové svařování

Obalené elektrody jsou velmi náchylné na pohlcování vlhkosti z okolí. Vlhkost v obalu má za následek vznik vad ve svarovém kovu, mezi které patří porezita a trhliny způsobené difúzním vodíkem. Je nutné provádět opatření proti vlhkosti přímo ve výrobě a to jak v podobě optimálních podmínek, tak přesušováním a dodržováním doby použitelnosti.

- Teplota v místě skladování přídavných materiálů je minimálně 15 °C v případě obalených elektrod a drátů
- Relativní vlhkost vzduchu dosahuje hodnoty maximálně 60%

Elektrody se přesušují v případě, že došlo ke skladování při nevhodných podmínkách či po příliš dlouhou dobu a jejich přesušením se pak obnoví jejich použitelnost. Přesušovat se můžou všechny typy rutilových, kyselých a bazických elektrod a naopak elektrody s celulózovým obalem se přesušovat nesmí. Přesné podmínky při samotném přesušování jsou závislé na typu elektrody a jsou uvedeny na balení elektrod.

Při skladování elektrod po dobu delší než 1 rok je nutné zkontrolovat jejich stav zkušebním návarem a jeho zkoušením. Maximální doba skladování obalených elektrod pak je 5 let, po této době je doporučeno elektrody sešrotovat. [14]

b) Tavidla pro svařování pod tavidlem

U tavidel může dojít k navlhání při nevhodných podmínkách během přepravy, skladování nebo vlastní manipulace. Firma ESAB obvykle tavidla dodává buď v papírových pytlích s odolností proti vlhkosti nebo v železných sudech.

- Pytle s tavidlem nesmějí být vystaveny přímé vlhkosti
- Skladovací prostory musí být suché s max. relativní vlhkostí 60% a teploty $20 \pm 10^{\circ}\text{C}$
- Nezpracované tavidlo v otevřených obalech je v případě dlouhých výrobních přestávek nutno uchovávat v peci při teplotě $150 \pm 25^{\circ}\text{C}$

Při navlhnutí tavidel se stejně jako u obalených elektrod, musí tavidla vysoušet a to se provádí v rozmezí teplot $200\text{--}300^{\circ}\text{C}$, ale může se lišit závislosti na typu tavidla a dokumentace dodané výrobcem. Při sušení by neměla vrstva tavidla přesáhnout vrstvu 50°C , aby se dosáhlo rovnoměrného vysušení po celém průřezu vrstvy. [14]

c) Dráty pro obloukové svařování

Pokud se dráty pro obloukové svařování skladují v originálním neotevřeném balení bez jakéhokoliv vlivu vnějšího prostředí a při podmínkách, které byly stanoveny na začátku této podkapitoly, pak se jejich životnost dá považovat za neomezenou. Před svařováním s uskladněnými dráty je nutné zabránit vzniku kondenzací pomocí vyrovnání teplot s okolím svařovny nebo styku s jakýmkoliv látkami, které budou mít na materiál svařovacího drátu korozní účinky. [14]

3.14.3. Stohování palet

V případě tavidel je dovoleno skladovat maximálně 3 palety s tavidlem na sebe, v závislosti na typu tavidla a obalu. V případě obalených elektrod a svařovacích drátů určených

pro plamenové svařování můžou být skladované pouze 2 palety nad sebou a v případě svařovacích drátů v cívkách pro obloukové svařování nesmí být palety vůbec stohovány. [14]

3.15. Skladování základních materiálů

Norma ČSN EN ISO 3834 pojem skladování základních materiálů definuje takto: „Skladování musí být takové, aby materiál, včetně materiálu dodaného zákazníkem, nebyly příznivě ovlivňovány. Během skladování musí být zachována jejich identifikace.“¹⁸

Pro základní materiál platí v podstatě ta samá pravidla jako pro materiál přídavný. Materiál musí být skladovaný v takovém prostředí, aby nedošlo k působení negativních vlivů na materiál, jako např. chemické vlivy (koroze), nebo mechanické vlivy (poškrábání, deformace). Při skladování základního materiálu ve venkovních prostorách se obvykle před dalším zpracováním materiál tryská pro odstranění nečistot a oxidačních produktů.

Při práci s korozivzdornými ocelmi se musí při jejich skladování a manipulaci zacházet velmi opatrně. Takové oceli jsou i přes svou schopnost pasivace náchylné na korozi, pokud dojde k dlouhodobějšímu kontaktu s uhlíkovými ocelmi. Při kontaktu dvou rozdílných materiálů s jiným elektrickým potenciálem dojde za působení elektrolytu (může být voda, vlhkost) k elektrochemické korozi a materiál s nižším potenciálem začne korodovat. U takového spojení dojde ke koroznímu napadení na korozivzdorné oceli díky nižšímu elektrickému potenciálu. Proto je nutné korozivzdorné oceli skladovat odděleně od ocelí uhlíkových za použití dřevěných podložek. Skladovací prostory by měly být pravidelně vysávány a pracovníci, kteří manipulují s korozivzdornými ocelmi musí být oblečeni do čistých oděvů bez železných prvků a s čistými rukavicemi, které nepřišly do kontaktu s uhlíkovými ocelmi. [16]

Materiály naskladněné ve výrobě musí mít řádné označení pro snadnou identifikaci. Každý kus by měl mít identifikační štítek, který bude obsahovat všechny potřebné údaje pro zajištění identifikace a sledovatelnosti.

¹⁸ ČSN EN ISO 3834-2:2006. Požadavky na jakost při tavném svařování kovových materiálů: Část 2: Vyšší požadavky na jakost. Červenec 2006. Český normalizační institut, 2006. Strana 10

3.16. Tepelné zpracování po svařování

Pokud se v rámci systému řízení jakosti ve svařování ISO 3834 předepisuje tepelné zpracování po svařování, je v rámci Části 2: Vyšších požadavků nutné vypracovat potvrzení, že byly splněny všechny požadavky výrobní normy nebo specifikací. Současně se vyžadují postupy, záznamy a sledovatelnost záznamů k výrobkům.

Tepelné zpracování se dle ISO 3834 řídí normou ČSN EN ISO 17663; *Svařování. Požadavky na kvalitu tepelného zpracování souvisejícího se svařováním a příbuznými procesy* která uvádí návod realizace tepelného zpracování těmi výrobci, kteří mají zavedený systém kvality dle ČSN EN ISO 9001 a ČSN EN ISO 3834.

Pro každý svařenec, který bude tepelně zpracován musí být dle ISO 17663 vydán záznam o tepelném zpracování s následujícími údaji:

„Identifikace svařence (číslo zakázky, údaje o materiálu, rozměry svařence)

Druh tepelného zpracování (žihání), zařízení pro tepelné zpracování, způsoby tepelného zpracování (pec – ohřev hořáky, indukční nebo odporový ohřev)

*Teplota vsazování, rychlosti ohřevu, teplota výdrže, doba výdrže, rychlost ochlazování, způsob chladnutí, teplota při vytahování. Druh měření teploty, počet měřených míst.“*¹⁹

Pověřená osoba, datum, podpis

Výrobce udává specifikaci postupu tepelného postupu do postupu svařování na výkresech. Svařovací inženýr (technolog) specifikuje parametry tepelného zpracování, které uvede do WPS. Takové údaje jsou druh a způsob tepelného zpracování, požadavky na ochranný plyn, rychlost ohřevu, doba výdrže nebo rychlost ochlazování. [17]

¹⁹ KONSTRUKCE.CZ. PILOUS, Václav. Tepelné zpracování konstrukcí svařených z normalizačně žíhaných a normalizačně válcovaných ocelí S235 a S355 ve shodě s ČSN EN ISO 17663 [online]. 11.5.2012. [cit. 2015-04-10]. Dostupné z: <http://www.konstrukce.cz/clanek/tepelne-zpracovani-konstrukci-svarenych-z-normalizacne-zihanych-a-normalizacne-valcovanych-oceli-s235-a-s355-ve-shode-s-csn-en-iso-17663/>

3.17. Kontrola a zkoušení před, během a po svařování

Pro zajištění shody s požadavky uvedenými ve smlouvě se musí v procesu výroby zavést vhodné kontroly a zkoušky. S každým výrobkem by musí být spojená výrobní dokumentace, která bude výrobek sledovat v průběhu výrobního procesu. Obsahovat by měla seznam prováděných operací, identifikaci dílu, podpisy svařovacího dozoru a pracovníků NDT spolu s vyhodnocením kontrol a zkoušek před, během a po svařování. **Tabulka 3.15** - Kontrola a zkoušky během svařování pro CSN EN **ISO 3834-2** stanoví normy, které musí být dodrženy pro splnění požadavků na jakost u obloukového, elektronového, laserového a plamenového svařování.

Tabulka 3.15 - Kontrola a zkoušky během svařování pro CSN EN ISO 3834-2 [14]

	Obloukové svařování	Elektronové svařování	Laserové svařování	Plamenové svařování
Kontrola a zkoušky před svařováním	ISO 13916, ISO/TR 17671-2, ISO/TR 17844	Žádné	Žádné	Žádné
Kontrola a zkoušky po svařování	ISO 17635, ISO 17636, ISO 17638, ISO 17639, ISO 17640	ISO 17635, ISO 17636, ISO 17638, ISO 17639, ISO 17640	ISO 17635, ISO 17636, ISO 17638, ISO 17639, ISO 17640	ISO 17635, ISO 17636, ISO 17638, ISO 17639, ISO 17640

Před, během a po svařování je nutné zkontrolovat řadu kritérií přípustnosti, bez nichž by nebylo dosaženo shody. Mezi tyto kritéria patří:

1) Kontrola a zkoušky před svařováním

- Vhodnost a platnost osvědčení o zkouškách svářečů
- Vhodnost WPS
- Označení základního materiálu
- Označení svařovacích / přídavných materiálů
- Příprava svarového spoje (tvar, rozměry)
- Sestavení, upnutí a stehování
- Zvláštní požadavky ve WPS (zamezení deformací)
- Vhodnost pracovních podmínek ke svařování včetně okolního prostředí

2) Kontrola a zkoušky během svařování

- Základní svařovací parametry (svařovací proud, napětí na oblouku, rychlost svařování)
- Teplota předehřevu a teplota interpass dle ČSN EN ISO 13 916
- Čištění a tvar housenek a vrstev svarového kovu
- Drážkování kořene
- Sled svařování
- Správné používání a zacházení se svařovacími / přídavnými materiály
- Kontrola deformace
- Mezioperační kontroly (kontrola rozměrů apod.)

3) Kontrola a zkoušky po svařování

- Nedestruktivní zkoušení
- Destruktivní zkoušení
- Kontroly tvaru, provedení a rozměrů konstrukce [5]

3.18. Neshody a opatření k nápravě

Musí se stanovit taková opatření, aby se zabránilo neúmyslnému přijetí dílů nebo činností, které neodpovídají předepsaným požadavkům. Při provádění oprav musí být k dispozici odpovídající kvalifikované postupy, pomocí kterých se má oprava vad provádět.

Výrobce by měl mít osobu odpovědnou za prozkoumání a rozhodnutí dalších kroků při opravě svarového spoje – zpravidla tuto činnost provádí svařovací dozor. Spoj se může vybrousit, znovu zavařit a opětovně provést všechny NDT zkoušky svarů, které byly předepsané výrobcem, zákazníkem nebo ČSN EN ISO 3834, nebo má vada takový charakter, že je již neopravitelná a dojde k vyřazení výrobku. [5]

3.19. Kalibrace nebo validace měřících, kontrolních a zkušebních zařízení

Kalibrace, validace a verifikace jsou pojmy týkající se určení platnosti měřených dat a procesů vedoucích k nápravě takových odchylek na měřících, kontrolních nebo zkušebních zařízeních ve výrobě. Norma ČSN EN ISO 17662 tyto pojmy definuje na:

- Kalibrace - určení chyby měřícího zařízení (nastavení, cejchování, metody, postupu, činnosti nebo parametrů na určitou úroveň) – měřidla pro NDT, atd.
- Validace - ověření, zda zařízení nebo postup splňuje podmínky stanovené pro jeho provoz v souladu s národními nebo mezinárodními normami a předpisy – svařovací zdroje, zařízení pro vysoušení elektrod atd.
- Verifikace - ověření pravdivosti dat, např. získaných z validací – ověřit, zda nastavené hodnoty dat jsou v toleranci přípustné daným měřícím systémem
- Přesnost měření – Rozdíl shody mezi výsledkem a skutečnou hodnotou měření [18]

Kalibrace svařovacích zařízení se požaduje v takových případech, pokud výsledná kvalita a opakovatelnost svarů závisí na správných a opakovatelných podmínkách při svařování. Opakovatelnost závisí na použití stejných svařovacích parametrů (napětí, proud, rychlost svařování, rychlost posuvu drátu, průtok plynu) a také na dodržení postupů a hodnot uvedených ve WPS.

Část normy ČSN EN ISO 3834-2 dle

Tabulka 2.2 požaduje kalibraci a validaci kontrolních, měřících nebo zkušebních zařízení, mezi než patří:

- „Zařízení pro NDT, tlakové zkoušky, TZ, měření teplot a přehřevu, interpass, dohřevu, teploty TZ
- Zařízení pro měření rozměrů, tvarů, zařízení pro stanovení výsledné přesnosti výroby, klešťové ampérmetry“²⁰

Výrobce má obvykle určeného pracovníka odpovědného za metrologii, který provádí měření a je plně zodpovědný za kalibraci nebo validaci takových zařízení a musí zajistit, aby byla všechna zařízení používaná pro posuzování kvality svařovaných konstrukcí odpovídajícím způsobem kontrolována, kalibrována nebo validována v předepsaných časových mezích. Výrobce je povinen vytvořit směrnici pro svařování, ve kterých budou uvedené následující hodnoty: [5], [19]

- Přístroje, které musí být kalibrovány
- Časový interval pro kalibraci jednotlivých zařízení a přístrojů
- Záznamy, které je nutné uchovávat pro konkrétní zařízení a přístroje

Kalibrace, validace a verifikace se řídí normou ČSN EN ISO 17662; *Svařování - Kalibrace, verifikace a validace zařízení používaných pro svařování, včetně příbuzných činností*, na kterou v části 5 odkazuje ČSN EN ISO 3834.

3.20. Identifikace v průběhu procesu

Identifikace a sledovatelnost jsou důležité body pro dosažení efektivní a fungující výroby. Identifikace a sledovatelnost není normou ČSN EN ISO 3834 požadováno ani v jednom z jejichž stupňů, a je tak pouze na zákazníkově, zda bude po výrobcovi vyžadovat jejich dokumentaci. Výrobce by tak měl zachovat identifikaci během celého výrobního procesu a vytvořit dokumentované systémy pro zajištění identifikace svařovacích postupů, které budou obsahovat tyto údaje: [5]

²⁰ Strojirensky.NET. Návod na zavedení ČSN EN ISO 3834 – 1 až 6 [online]. 25.9.2009 [cit. 2015-04-30]. Dostupné z :<http://strojirensky.net/2009/09/25/tds-brno-%E2%80%93-1-az-6/>

-
- „Identifikaci výrobních plánů
 - Identifikaci průvodních listů
 - Identifikaci umístění svarů na konstrukci
 - Identifikaci postupů nedestruktivního zkoušení a personálu
 - Identifikaci svařovacích materiálů (označení, značka, výrobce, čísla dávek, tavba)
 - Identifikace základních materiálů
 - Identifikace míst oprav
 - Identifikace umístění dočasných přípojí“²¹

3.21. Sledovatelnost

Stejně tak jako u identifikace v průběhu procesu by měla být v případě požadavků zabezpečena sledovatelnost výroby. Dokumentované systémy pro zajištění sledovatelnosti pracovních postupů musí obsahovat: [5]

- „*Sledovatelnost plně mechanizovaného nebo automatického svařovacího zařízení u stanovených svarů*
- *Sledovatelnost základních materiálů*
- *Sledovatelnost svářečů a operátorů u stanovených svarů*
- *Sledovatelnost postupů svařování WPS u daných svarů“*²¹

3.22. Záznamy o jakosti

Pokud jsou záznamy o jakosti požadované, musí obsahovat tyto prvky:

- Záznam o přezkoumání požadavků a technických podkladů
- Dokumenty o kontrolách materiálů
- Dokumenty o kontrolách svařovacích materiálů
- Postupy svařování WPS
- Záznamy o údržbě zařízení
- Protokoly WPQR

²¹ ČSN EN ISO 3834-2:2006. Požadavky na jakost při tavném svařování kovových materiálů: Část 2: Vyšší požadavky na jakost. Červenec 2006. Český normalizační institut, 2006

-
- Osvědčení o zkouškách svářečů a svářečských operátorů
 - Výrobní plán
 - Osvědčení o zkouškách pracovníků NDT
 - Specifikace a záznamy tepelného zpracování
 - Postupy a záznamy z NDT a DT
 - Zprávy o měření rozměrů
 - Záznamy o opravách a protokoly o neshodách
 - Další dokumenty dle požadavků

Záznamy o jakosti je nutné uchovávat minimálně po dobu pěti let. **[5]**

4. Posouzení zavedeného systému řízení jakosti ve svařování v J.E.

Úkolem systému řízení jakosti ve svařování je zajistit efektivnost kontroly před, během a po svařování tak, aby byly veškeré prováděné úkony efektivní a byla splněna kontrola operací před, během i po svařování. Tímto se zabývá norma ČSN EN ISO 3834, která se považuje za standard pro vydávání zakázek v oblasti svařovaných konstrukcí a pro výrobní firmy je proto velmi důležitou součástí procesu získávání zakázek.

Z toho důvodu má firma J.E. zavedenou a certifikovanou tuto normu v řadě s nejvyššími požadavky, tj. ČSN EN ISO 3834-2. (**Příloha 1** - Certifikát ČSN EN ISO 3834-2) J.E. chce mít ověřeno, že při výrobě i přípravě splňuje veškeré podmínky uvedených norem a předpisů.

Toto je cíl praktické části této diplomové práce, která se zabývá „hodnocením realizace“ jednotlivých kritérií normy ČSN EN ISO 3834 v J.E..

Část kritérií této normy jsou uvedeny na příkladu úspěšně splněné a vyexpedované zakázky tepelného výměníku z r. 2014 č. ICL 0157/14, zbývající kritéria jsou uvedena na obecných příkladech. V případě nevyhovujícího plnění kritérií J.E. budou navrženy změny pro dodržení všech požadavků systému řízení jakosti ve svařování.

Tabulka 4.1 - Porovnání kritérií ČSN EN ISO 3834-2 a realizace v JANKA ENGINEERING s.r.o.

Č.	Kritérium	ČSN EN ISO 3834 - 2	Realizace firmě J.E.
1	Přezkoumání požadavků	Vyžaduje se přezkoumání	Provádí projektový manažer (Příloha 2)
		Je vyžadován záznam	Pořízení záznamu
2	Přezkoumání technických podkladů	Vyžaduje se přezkoumání	Provádí svařovací dozor a technická administrativa
		Je vyžadován záznam	Pořízení záznamu
3	Smluvní subdodávky	Projednání jako u výrobce pro speciální smluvně dodávané výrobky, služby a/nebo činnosti. Konečná odpovědnost za jakost zůstává na výrobcí	Zajištění subdodávek projektovým manažerem
4	Svářeči a operátoři	Je vyžadována kvalifikace	Seznam svářečů a operátorů (Příloha 5)
5	Svářečský dozor	Je vyžadován	Seznam pracovníků svářečského dozoru (Příloha 3)
6	Personál pro kontrolu a zkoušení	Je vyžadována kvalifikace	Seznam personálu pro NDT (Příloha 4)
7	Výrobní a zkušební zařízení	Vhodné a k dispozici dle potřeby, pro přípravu, provedení operací, zkoušení, dopravu, manipulaci a zvedání spolu se zařízením pro zajištění bezpečnosti práce a ochrannými oděvy	Seznam výrobních a zkušebních zařízení (Příloha 15)

8	Údržba zařízení	Je vyžadováno provádět, udržovat a dosahovat shody výrobku	Provádí svářeč, svařovací dozor, revizní technik
		Jsou vyžadovány dokumentované postupy a záznamy	Údržba v pravidelných intervalech (Příloha 16)
9	Popis zařízení	Je vyžadován záznam	Seznam používaných zařízení (Příloha 15)
10	Plánování výroby	Je vyžadováno	Provádí svářečský dozor, technolog, projektový manažer
		Jsou vyžadovány dokumentované postupy a záznamy	Postupy plánování výroby (Příloha 6)
11	Specifikace postupu svařování	Je vyžadována	Seznam WPS (Příloha 10), náhled WPS (Příloha 8)
12	Kvalifikace postupu svařování	Je vyžadována	Seznam WPQR (Příloha 11), náhled WPQR (Příloha 9)
13	Zkoušení dávek svařovacích materiálů	Pokud je vyžadováno	Objednání dokumentů kontroly od výrobce
14	Skladování a manipulace se svařovacími / přídavnými materiály	Je vyžadován postup dle doporučení dodavatele svařovacího/přídavného materiálu	Skladování dle doporučení dodavatele
15	Skladování základních materiálů	Je vyžadována ochrana před vlivem okolního prostředí; během skladování musí být zachována identifikace	Ochrana materiálu, materiál označen identifikačními štítky

16	Tepelné zpracování po svařování	Potvrzení, že byly splněny požadavky výrobní normy nebo specifikací	Dodává subdodavatel
		Jsou vyžadovány postupy, záznam a sledovatelnost záznamu k výrobku	Dodává subdodavatel
17	Kontrola a zkoušení před, během a po svařování	Je vyžadováno	Záznamy o provedených kontrolách (Příloha 12)
18	Neshody a opatření k nápravě	Musí být zavedeno řízení neshod. Jsou vyžadovány postupy pro opravy a /nebo odstranění vad	Hlášení o vadných výrobcích (Příloha 17) a dokument kontrol NDT01/2015
19	Kalibrace nebo validace měřících, kontrolních a zkušebních zařízení	Je vyžadována	Seznam kalibrovaných zařízení (Příloha 15), revizní protokol (Příloha 18)
20	Identifikace v průběhu procesu	Pokud je vyžadována	Identifikace dílů číslem výkresu, zakázky
21	Sledovatelnost	Pokud je vyžadována	Zajištěno identifikací materiálu výkresovou dokumentací a číslem zakázek
22	Záznamy o jakosti	Pokud jsou vyžadovány	Záznamy o provedených kontrolách (Příloha 12)

Činností a povinnostmi požadavků normy ČSN EN ISO 3834 se věnuje organizační směrnice **OS064** – „Svařování“. Směrnice určuje odpovědnosti pro jednotlivé požadavky určené v tabulce výše. Dále následuje podrobný popis jednotlivých bodů **tabulky č. 4.1.**:

4.1. Přezkoumání požadavků

Přezkoumání požadavků zakázky probíhá v úseku obchodního oddělení za účasti projektového manažera Ondřeje Husáka a svářečského dozoru. Přezkoumání požadavků smlouvy je potvrzeno do formuláře „Záznam o provedených kontrolách“ (**Příloha 12** - Záznamy o provedených kontrolách zakázky ICL 0157/14). Na základě přezkoumání požadavků je poté vyplněn krycí list zakázky (viz **Příloha 12** - Záznamy o provedených kontrolách zakázky ICL 0157/14), který slouží jako doklad o požadavcích. Přezkoumání požadavků zahrnuje kontrolu těchto podmínek:

- Výrobní předpis nebo norma (např. ČSN 73 2601; ČSN EN 12952; ČSN EN 12953; ČSN EN 13445; ČSN EN 13480) a sním související legislativní požadavky vyplývající ze zákona č.22/1997 Sb. v platném znění.
- Svařovací postupy, požadavky na provádění NDT, požadavky na tepelné zpracování
- Způsob kvalifikace svařovacích postupů
- Požadavky na kvalifikaci personálu pro svařování a NDT
- Požadavky na přídavný materiál (mat.osvědčení 2.2 dle EN 10204, případně Knap.certifikát 3.1 dle EN 10204)
- Požadavky na zkoušky (např. tlakové zkoušky) mezioperační kontroly
- Požadavky na provedení tepelného zpracování
- Požadavky na sledovatelnost (zn.materiálu, zn.svářeče, atd ...)
- Požadavky na zapojení nezávislé inspekční organizace
- Požadavky na subdodávky
- Ovlivňující podmínky okolního prostředí (např.na montáži – nízké teploty, vítr), nutná opatření k omezení vlivu těchto podmínek
- Řešení neshod

Pro přezkoumání jakostních požadavků zákazníka slouží dokument „Požadavků na výrobek týkající se svařování“, na základě kterého potvrdí zakázku projektový manažer Ondřej Husák (**Příloha 12** - Záznamy o provedených kontrolách zakázky ICL 0157/14).

4.2. Přezkoumání technických podkladů

Zodpovědnost za přezkoumání smlouvy z hlediska požadavků na svařování má pracovník svářečského dozoru společnosti J.E. Ing. Tomáš Hála, IWE a Jaroslav Král, IWT (**Příloha 3** -

Pověření svařovacího dozoru ve firmě). Přezkoumání požadavků smlouvy je potvrzeno do formuláře „Záznam o provedených kontrolách“ (**Příloha 12** - Záznamy o provedených kontrolách zakázky ICL 0157/14).

Na přezkoumání technických podkladů se v případě zakázek mimo zaběhlý standart výroby podílí externí svařovací dozor Ing. Tomáš Hála, IWE (viz **Příloha 3** - Pověření svařovacího dozoru ve firmě) technickou administrativou. Cílem prověření je:

- Umístění, přístupnost svarů pro provedení a kontrolu
- Úprav pro svařování a tvar svaru
- Specifikaci základních materiálů a požadavky na vlastnosti svarových spojů
- Použití přivařování podložky
- Požadavky na plně provařené svarové spoje
- Provedení dílenských nebo montážních svarových spojů
- Požadavky na přejímky svarových spojů

4.3. Smluvní subdodávky

Smluvní subdodávky se u svařovaných výrobků řeší pouze u nedestruktivního zkoušení a tepelného zpracování. V případě NDT se jedná o tyto metody:

- magnetickou zkoušku
- ultrazvukovou zkoušku
- zkoušku vířivými proudy

V případě tepelného zpracování se výrobky řeší formou subdodávek pouze pro provedení žíhání na snížení pnutí po svařování.

Smluvní subdodávky zajišťuje projektový manažer Ondřej Husák po domluvě s technologickým úsekem a svařovacím dozorem. Od výrobců provádějících subdodávky J.E. požaduje doložení kvalifikací pracovníků / kontrolorů zabývajících se kooperovaným výrobkem, v případě tepelného zpracování pak technologickou dokumentaci a záznam z provedeného zpracování.

V podnikovém informačním systému Helios se eviduje seznam interně schválených subdodavatelů a provádí se jejich hodnocení pro následnou volbu subdodavatele.

Subdodávkami se zabývá organizační směrnice **OS30** – „Výrobní kooperace“, která zavádí pojmy, postupy a odpovědnosti pro správné zajištění subdodávek a kooperací.

4.4. Svářeči a operátoři

V J.E. se používá pouze ruční a poloautomatizované svářečí zařízení a z toho důvodu J.E. zaměstnává pouze svářeče a nikoliv operátory svařovacích zařízení. Používané metody svařování v J.E. jsou:

- 91 – Tvrdé pájení
- 111 - Ruční obloukové svařování obalenou elektrodou
- 135 - Obloukové svařování tavící se elektrodou v aktivním plynu; MAG
- 141 - Obloukové svařování wolframovou elektrodou v inertním plynu; WIG, TIG

Většina výroby svařováním v J.E. se provádí na ocelových základních materiálech (dále jen ZM) a proto převažují kvalifikace svářečů dle ČSN EN 287-1. Malá část výroby tramvajových jednotek se provádí svařováním hliníkových ZM, na které je kvalifikován pouze jeden svářeč, p. Michal Jahodář. Při výrobě tepelných výměníků se provádí spojování měděných ZM tvrdým pájením, na které jsou kvalifikováni pouze svářeči p. Richard Homola a p. Radek Lacko. Veškerý svářečský personál vykonávající svařování ocelových ZM má kvalifikaci pouze podle normy ČSN EN 287-1 kvůli neúplnému sjednocení části („neharmonizace“) normy ČSN EN ISO 9606-1 a mnohých výrobních norem, které se zabývají svařovanými konstrukcemi. Mezi ně patří např. norma ČSN EN ISO 15085 nebo drážní předpis ČD V 95/5. Tyto normy stále vyžadují svářečskou kvalifikaci dle ČSN EN 287-1 a proto je pro zajištění výroby nesmírně nutné mít svářeče kvalifikované dle ČSN EN 287-1.

Je veden seznam svářečů a jejich kvalifikací (**Příloha 5 - Seznam svářečů a operátorů**), na základě kterého je udržovaná platnost certifikátů rekvalifikace svářečů a jejich obnovení. V současné době je v J.E. zaměstnáno 10 svářečů. Svářečům je doplňována kvalifikace na základě potřeby budoucí výroby ICL jednotek. Kontrolu a zajišťování doplňování kvalifikací má na starosti projektový manažer Ondřej Husák.

Každá zakázka ICL má dokument s rozvrženými svary, do kterého se svářeči po provedení svarů zapisují – uvádějí číslo svářeče a podpis. Je tak snadno dohledatelné, jaký svar který svářeč provedl. (**Příloha 7** - Identifikace svařenců a svářečů zakázky ICL 0157/14)

4.5. Svářečský dozor

J.E. má svářečský dozor (dále jen SD) zajištěný formou externího i interního personálu dle ČSN EN ISO 14731 (**Příloha 3** - Pověření svařovacího dozoru ve firmě). Externím SD je svářečský inženýr Ing. Tomáš Hála, IWE, který se do J.E. dostavuje při posuzování nových zakázek nebo na vyžádání a jeho úkoly jsou:

- Přezkoumávání technických požadavků zakázek
- Vyjádření k subdodávkám
- Posouzení svářečského personálu
- Technická výpomoc při nákupu svařovacího vybavení
- Zpracování pWPS a WPS na základě WPQR, kvalifikace nové WPQR
- Zastupování podniku v oblasti technologie svařování
- Provádění činnosti SD dle podnikové příručky svařování

Jako další pracovník SD je kmenový zaměstnanec J.E., p. Jaroslav Král, IWT, nacházející se neustále ve výrobě. Podílí se na stejných činnostech jako Ing. Tomáš Hála, IWE a zabezpečuje kvalitu výroby během každodenní výroby.

V současnosti je zároveň přihlášený pracovník technologie ICL Petr Tichý na kurzu IWT, v ATB č. 5 (

Tabulka 3.5 - Autorizovaná školící střediska ANB v ČR [6]), pod vedením skupiny svařování, fakulty strojní, ČVUT v Praze a v budoucnu plánuje vedení podniku doplnit pracovníky SD o kmenového zaměstnance s kvalifikací IWE, který by buď spolupracoval, nebo přímo nahradil externího svářečského inženýra Ing. Tomáše Hálu, IWE. Přímým nadřízeným pracovníků SD je projektový manažer Ondřej Husák, specializující se na realizaci výroby svařovaných výrobků oddělení ICL.

Pracovníci SD vedou záznam pracovní činnosti, do kterého uvádějí veškerou provedenou aktivitu.

4.6. Personál pro kontrolu a zkoušení

Personál pro kontrolu a zkoušení je součástí oddělení řízení jakosti. Toto oddělení má na starosti zejména provádění vstupní kontroly materiálů, provádění mezioperačních kontrol činností, provádění výstupních kontrol hotových produktů a vystavování prohlášení o shodě u hotových výrobků. Oddělení řízení jakosti obsahuje 6 zaměstnanců, z nichž 5 zaměstnanců vlastní kvalifikaci pro provádění NDT svarových spojů (**Příloha 4- Seznam** pracovníků NDT). Další osobou s kvalifikací pro provádění NDT je projektový manažer Ondřej Husák, který je oprávněn provádět vizuální kontrolu svarů.

Personál provádějící NDT je kvalifikován dle normy ČSN EN ISO 9712; *Nedestruktivní zkoušení – Kvalifikace a certifikace pracovníků NDT*, splňující kritéria normy ČSN EN ISO/IEC 17024:2013; *Posuzování shody – Všeobecné požadavky na orgány pro certifikaci osob*. Kontrolu platností má na starosti vedoucí oddělení řízení jakosti p. Jaroslav Homoláč, za zajišťování nových kvalifikací zodpovídá projektový manažer Ondřej Husák.

Kvalifikace pracovníků v oblasti NDT v podniku J.E. je omezena pouze na metodu vizuální kontroly a kapilární zkoušky, ostatní metody NDT i DT se v závislosti na požadavcích zakázky řeší formou subdodávek. Subdodávky řeší projektový manažer a svařovací dozor a od subdodavatelů J.E. vyžaduje doložit kvalifikace pracovníků provádějících zkoušení i výsledné záznamy jakosti (viz kapitola 4.3).

4.7. Výrobní a zkušební zařízení

Je veden seznam svařovacích zdrojů (**Příloha 15- Seznam** svařovacích zdrojů), obsahující jak inventární čísla jednotlivých zdrojů, tak datum jejich poslední kalibrace a číslo kalibračního protokolu. Protokoly kalibrace a revize se ukládají pro sledovatelnost údržby zařízení. Vede se také seznam měřících a zkušebních zařízení pro každé výrobní středisko. (**Příloha 20- Seznam** měřících a zkušebních zařízení)

Pravidelnou roční kalibraci a revizi (**Příloha 18 - Protokol** o revizi svařovacího zařízení) provádí subdodavatelé na základě normy ČSN EN ISO 17 662. Vedoucí oddělení výdejný p.

Poddaný je odpovědný za udržování veškerých výrobních a zkušebních zařízení s platnou kalibrací a revizí.

Udržuje se seznam všech výrobních zařízení používaných v celé výrobě J.E, obsahující stroje na úpravu základního materiálu (lisy, soustruhy, frézky, pily, vrtačky, stroj na řezání vodním paprskem).

4.8. Údržba zařízení

Každé svařovací zařízení má přidělený deník údržby (**Příloha 16** - Provozní deník údržby svařovacích zdrojů) a odpovědný svářeč je nutný na základě plánovaných intervalů kontrolovat stav zařízení. Kontrola zahrnuje stav izolace kabelů (denně), těsnost chladicího systému (denně), stav pomocného zařízení (týdně), stav osobních ochranných pracovních pomůcek (týdně), kontrolu požárního zabezpečení (měsíčně) a kontrolu těsnosti hadic (měsíčně). V případě jakékoliv závady je přivolána servisní firma a dojde k odstranění závady.

Zařízení používaná v J.E. jsou kalibrována a revidována. Kalibrace provádí servisní firma, revize pak revizní technik Miloš Hrubý, na základě čehož předá revizní protokol (**Příloha 18** - Protokol o revizi svařovacího zařízení). J.E. má zároveň zařízení na kalibraci proudu, napětí a průtoku plynu a pravidelně ověřuje kalibrované hodnoty zařízení.

4.9. Popis zařízení

Je veden seznam svařovacího zařízení (**Příloha 15- Seznam svařovacích zdrojů**), kde jsou uvedeny základní hodnoty pro volbu zdroje – proud a napětí, pro detailnější informace jsou na svařovně uloženy karty zařízení. Tato dokumentace s provozními a manipulačními parametry je uchována pro každý svařovací zdroj a je tak možné okamžitě dohledat potřebné parametry přímo ve výrobě.

4.10. Plánování výroby

Plánování výroby se provádí formou výrobních výkresů svařenců, u kterých jsou vyznačeny svarové spoje a k nim přiřazeny odpovídající WPS (**Příloha 6** - Plánování výroby zakázky ICL 0157/14). Na základě těchto WPS se k daným svarovým spojům přiřadí daný svářeč s odpovídající

kvalifikací, který poté provede spoj. Na základě svářeče je přiřazen svářecí zdroj, za který je daný svářeč odpovědný a je určen pro konkrétní metodu.

Pro danou zakázku je vytvořena identifikace svářečů a svařenců, do které se svářeč po vykonání spoje zapíše (**Příloha 7** - Identifikace svařenců a svářečů zakázky ICL 0157/14) a pořadí prováděných operací a jejich kontroly v Záznamu o kontrole výrobku (**Příloha 12** - Záznamy o provedených kontrolách zakázky ICL 0157/14).

Není vypracován plán postupu svařování, který by obsahoval pořadí jednotlivých svarů, polohu svařování, typ svarového spoje a odpovídající WPS pro zhotovení výroby.

Na plánování výroby se podílí kromě svařovacího dozoru Ing. Tomáše Hály, IWE také technolog ICL Petr Tichý a především projektový manažer Ondřej Husák.

Plánováním výroby se zabývá organizační směrnice **OS048** – „Plánování a tvorba plánů“, určující odpovědnosti a povinnosti pro vypracování plánů jednotlivých středisek podniku.

Byl vypracován plán postupu svařování, který by měl být vytvořen ke každé zakázce zhotovené svařováním. (**Příloha 21** - Plán postupu svařování) Postup obsahuje pořadí jednotlivých svarů s vazbou na identifikaci svářečů a svařenců (**Příloha 7** - Identifikace svařenců a svářečů zakázky ICL 0157/14), polohu svarů, typ spoje a WPS.

4.11. Specifikace postupu svařování

J.E. má nyní platných více než 140 WPS (**Příloha 8** - WPS použité u zakázky ICL 0157/14), kvalifikovaných na základě ČSN EN ISO 15 614. WPS byly tvořeny v letech 2010-2012 externím svařovacím dozorem, p. Ing. Josefem Taláckem, IWE a od r. 2013 do současnosti probíhá jejich aktualizace externím dozorem p. Ing. Tomášem Hálou, IWE. 85% WPS je vytvořená pro svařování metodou 135, 4% pro metodu 111 a 11% WPS je určená pro svařování metodou 141. Existuje seznam WPS, bez aktualizovaných dat.

WPS jsou kvalifikované na základě WPQR dle ČSN EN ISO 15614 – Zkouška postupu svařování a pWPS schválené svářecím dozorem Ing. Tomášem Hálou, IWE. WPS jsou uloženy v elektronické podobě a zároveň v tištěném katalogu na svařovně a připravené pro použití svářeči při výrobě.

Pokud se při přezkoumání technické dokumentace zákazníka zjistí takový svarový spoj, který není pokryt kvalifikovanými WPQR či WPS v J.E., navrhne se nová pWPS dle ČSN EN ISO 15 614 a na jejím základě se kvalifikuje WPQR. (**Příloha 19** - Žádost o kvalifikaci postupu svařování). Zodpovědný za vytvoření nové pWPS je externí SD Ing. Tomáš Hála, IWE, a osoba za zodpovědná za jednání s inspekčním orgánem pro zřízení hotové WPS a WPQR na základě vypracované pWPS je projektový manažer Ondřej Husák.

V rámci práce byl vytvořen nový seznam WPS s parametry a použitím jednotlivých specifikací – Metoda svařování, druh svaru, skupina základního materiálu, tloušťka materiálu, případný rozměr trubky, poloha svařování a datum uvedení do platnosti (**Příloha 10** - Nový seznam WPS).

4.12. Kvalifikace postupu svařování

Veškeré WPQR jsou kvalifikovány dle ČSN EN ISO 15 614 – Zkouška postupu svařování, (**Příloha 9** - Certifikáty WPQR pro kvalifikované WPS zakázky ICL 0157/14). Existuje seznam WPQR, který však obsahuje neaktualizovaná data a chybějící WPQR.

V rámci práce byl vytvořen nový seznam WPQR, který uvádí všechny důležité informace týkající se záznamu – Metoda svařování, skupina základního materiálu, tloušťka materiálu, tloušťka svarového kovu, případná velikost trubky, počet housenek, PED a datum uvedení do platnosti (**Příloha 11** – Nový seznam WPQR).

4.13. Zkoušení dávek svařovacích materiálů

J.E. standardně pořizuje svařovací materiály s přiloženým dokumentem kontroly 2.2 od výrobce. Tzn. prohlášení o shodě s objednávkou s uvedením výsledků zkoušek provedených na základě nespecifikované kontroly.

V případě požadavků zákazníka / výrobní normy se získávají dokumenty kontroly 3.1 / 3.2, tzn. prohlášení o shodě s objednávkou s uvedením výsledků zkoušek provedených na základě specifikované kontroly, provedené inspekční osobou.

Činnosti spojené s dokumenty kontroly během celé výroby od přijetí zakázky po expedici jsou vypracované v kapitole 5.4 Výrobky s atestem organizační směrnice **OS015** –

„Identifikace výrobků“ a pracovní návodce **PN001** – „Dokladování atestovaných subdodávek a materiálů“.

4.14. Skladování a manipulace se svařovacími / přídavnými materiály

J.E. má sklad přídavných materiálů přímo na svařovně, kde skladuje svařovací dráty a elektrody. Skladování probíhá v tepelně izolovaných boxech za periodické kontroly prostředí. Skladování přídavných materiálů probíhá dle doporučení dodavatele, kdy se reguluje teplota a vlhkost boxu na požadované hodnoty.

Obrázek 4.1 - Sklad přídavných materiálů v J.E.



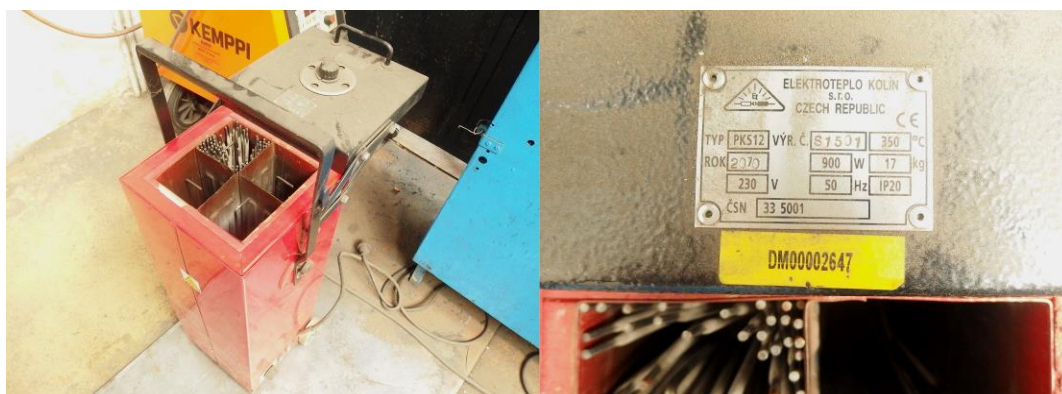
Prostředí boxů je neustále kontrolováno digitálním teploměrem a vlhkoměrem. Hodnoty teploty a vlhkosti se zaznamenávají v intervalu 6h a jsou poté uchovávány ve skladu přídavných materiálů a v elektronické podobě na sdíleném úložišti firmy (**Příloha 13** - Záznam teploty / vlhkosti skladu přídavných materiálů). Ve skladu je zároveň uchováván seznam uložených přídavných materiálů (**Příloha 14** - Seznam přídavných materiálů ze skladu přídavných materiálů).

Obrázek 4.2 - Sklad přídavných materiálů v J.E.



Při použití elektrod se dle doporučení výrobce elektrody přesoušejí v přenosné sušárně elektrod PKS12 o jmenovitém příkonu 900W a maximální dosažitelné teplotě 350 °C.

Obrázek 4.3 - Sušička elektrod v J.E.



Svářeči je vydáno pouze takové množství vysušených obalených elektrod, jaké má být spotřebováno. Nespotřebovaná obalené elektrody se vrací zpět a jsou znovu přesušeny. Počet dovolených cyklů sušení obalených elektrod je 3x. Poté již nemohou být obalené elektrody používány na svařování tlakových zařízení nebo svařenců dle ČSN 732601 skupina A, B. Neidentifikovatelný nebo poškozený přídavný materiál není možné použít k žádnému svařování.

4.15. Skladování základních materiálů

Skład materiálů se nachází v samostatné hale, která skladovaný materiál chrání před vlivem venkovního prostředí. V tomto prostoru se skladují veškeré materiály pro výrobu, tj. plechy, trubky, profily aj. Za materiál uskladněný ve skladech odpovídají skladníci. V průběhu skladování sledují označení skladovaného zboží, jeho stav a dobu uskladnění. Dodržují zásadu "První do skladu, první ze skladu", aby nedošlo k překročení záručních lhůt.



Obrázek 4.4 - Sklad základního materiálu

Po provedení příjmu skladník zboží označí vyraženým kódem. V případě, že povaha materiálu nedovoluje vyrazení materiálové značky provede se náhradní označení materiálu např.

- Záznamem značky materiálu a tavby do výrobní dokumentace materiálů).
- Barevným značením
- Popisem nesmazatelnou barvou
- Štítkem s uvedením : materiálové značky, tavby, normy

Vyskladnění a výdej provádí skladník. Podkladem pro výdej je Rezervace v IS, Režijní výdejka, u materiálu vydávaného dávkovým způsobem spotřeba jedné dávky. Velikost dávky stanoví vedoucí NÁK společně s mistrem výrobního střediska na základě údajů o spotřebě a velikosti dodavatelského balení. Zboží určené pro výrobu skladník předává na určeném místě ve

výrobě. Zboží pro expedici sklad předá pracovníkovi expedice. Výdejní doklad musí být opatřen podpisem výdejce a příjemce a datem. Předávané zboží musí souhlasit s dokladem

Materiál je uskladněn v suchých a větraných prostorech, bez kondenzace či vlhkosti. Materiál (zejména korozivzdorná ocel) je uskladněná na dřevěných paletách a oddělená od nekorozivzdorných ocelí pro předejití elektrochemické koroze vlivem rozdílných elektrických potenciálů daných kovů.

Tabulka 4.2 - Používané materiály

Používané materiály dle ISO TR 15 608		
Třída	Typ	Materiál dle EN 10027-1
1.1	Oceli se zaruč. mezí kluzu $Re < 275 \text{MPa}$	FeP04
		S235JRG2
		S235J2G3
		P265GH
1.2	Oceli se zaruč. mezí kluzu $275 \text{MPa} < Re < 360 \text{MPa}$	S355JO
8.1	Austenitické korozivzdorné oceli	X5CrNi18-10
		X6CrNiTi18-10
21	Čistý hliník s $< 1 \%$ nečistot nebo legur	EN AW – Al 99,98
22	Tepelně nevytvrditelné slitiny hliníku	EN AW – Al Mg1
		En AW – Al Mg3
24	Slitiny hliníku a křemíku s $Cu < 1 \%$	En AC – Al Si7Mg

Při příjmu do výroby se provádí kontrola označení materiálu s požadavky normy, výrobní dokumentace a s údaji v Inspekčním certifikátu 3.1 dle EN 10204 případně materiálového osvědčení 2.2 dle EN 10204, rozměr a stav povrchu materiálu. Vstupní kontrolu materiálu vydaného ze skladu do výroby provádí pověřený pracovník společnosti J.E. a dokladuje se záznamem do formuláře „Záznam o provedených kontrolách“ (**Příloha 12** - Záznamy o provedených kontrolách zakázky ICL 0157/14)



Obrázek 4.5 - Skladovaný materiál na paletách



Obrázek 4.6 - Identifikační značení materiálu (inventurní štítek, informace od výrobce)

Skldováním základních materiálů se podrobně zabývá organizační směrnice **OS011** – „Zásobování a skladování“, definující pojmy a postupy nutné pro správné skladování základních materiálů, organizační směrnice **OS026** – „Skladování v průběhu výrobního procesu“ a pracovní návodka **PN006** – „Skladování a výdej materiálu“.

4.16. Tepelné zpracování po svařování

J.E. nemá vybavení na provádění tepelného zpracování a proto se veškeré TZ řeší subdodávkami u firem zaměřených na tepelné zpracování. Jediné tepelné zpracování, které se u svařovaných výrobků používá, je žihání na snížení pnutí ve svarových spojích. Všechny kvalifikované svarové spoje dle WPS (**Příloha 10** - Nový seznam WPS) mají tloušťku ZM než 25 mm a neprovádí se tak přehřev. Požadované podmínky na provedení tepelného zpracování subdodavateli jsou:

- Rozsah teplot tepelného zpracování
- Výdrž na teplotě
- Rychlost ohřevu
- Rychlost nebo způsob ochlazování
- Požadavky na provedení kontroly tvrdosti po tepelném zpracování

Subdodávky tepelného zpracování řeší projektový manažer Ondřej Husák spolu se svářečským dozorem Ing. Tomášem Hálou, IWE. Výběr subdodavatele provádí oddělení kooperace a obchodu, které ze seznamu prověřených dodavatelů vybere odpovídajícího výrobce (viz kapitola 4.3). Kontrola provedení tepelného zpracování po svařování je dokumentována záznamem do formuláře „Záznam o provedených kontrolách“ (**Příloha 12** - Záznamy o provedených kontrolách zakázky ICL 0157/14).

J.E. po subdodavatelích tepelného zpracování vyžaduje kompletní technickou dokumentaci – návrh podmínek, záznam procesu tepelného zpracování, graf teplot a především doložení všech nutných a požadovaných kvalifikací pro provádění tepelného zpracování. Požadované kvalifikace musí být na stejné, nebo vyšší úrovni než vyžaduje zákazník svařence, výrobová norma a jakou má J.E.

4.17. Kontrola a zkoušení před, během a po svařování

Za provádění kontrol je zodpovědný SD, svářeč, pracovník řízení jakosti. Povinnosti se zabývá organizační směrnice **OS064** – „Svařování“. Prováděné kontroly před, během a po svařování v J.E. jsou:

-
- 1) Kontrola před svařováním:
 - a) Kontrola WPS
 - b) Kontrola WPQR
 - c) Kontrola kvalifikací svářečů
 - d) Kontrola přípravy svarových ploch
 - 2) Kontrola během svařování
 - a) Velikost kořenové mezery
 - b) Kontrola svařovacích parametrů
 - c) Neporušenost stehů
 - 3) Kontrola po svařování
 - a) Rozměrová kontrola
 - b) NDT kontrola svarů
 - c) Kontrola označení svarových spojů svářečem

Ke každé vyráběné zakázce se přiřazuje záznam o provedených kontrolách, který obsahuje údaje o kontrole dokumentace, materiálů při vstupu do výroby, stavu připravených svarových ploch, kontrole použitých svařovacích materiálech a použitých WPS pro daný svařenec, kvalitě spojů během a po svařování, rozměrech a výsledcích NDT a údaje o svářečích zodpovědných za svary (**Příloha 12** - Záznamy o provedených kontrolách).

Kontrolou a zkoušením se věnuje Interní směrnice **OS028** – „Záznamy o jakosti“ a **OS021** – „Kontroly jakosti“, které určují úkony, odpovědnosti a dokumenty, které je nutné vypracovat pro dosažení požadované jakosti výroby.

4.18. Neshody a opatření k nápravě

Při nalezení vady ve výrobě (nejen u svařovaných výrobků) vypisují pracovníci protokol HWV - hlášení o vadných výrobcích (**Příloha 17** - Hlášení o vadných výrobcích), obsahující informace o počtech vadných výrobků, jejich výkresech, zakázkovém čísle a navrženém řešení opravy. Oprava neshod svarů se poté u svařovaných výrobků řeší za pomoci konzultace se zákazníkem a svářecím dozorem. V případě souhlasu zákazníka s opravou

svářecí dozor Ing. Tomáš Hála, IWE navrhne opravu vady, v případě požadavku zákazníka 0% přípustnosti vad je výrobek vyřazený.

Opatření k nápravě se zároveň řídí interní směrnicí **NDT01/2015**, která se zabývá celým procesem nedestruktivního zkoušení svarových spojů a která v kapitole **5.2.10 - Oprava a opakování zkoušky** definuje postup opravy vad ve svarech. V případě shody s výrobkovou normou stanoví, že je možné indikaci ve svarovém kovu vybrousit a takto upravený spoj poté opět překontrolovat stejnou metodou kontroly. V případě zobrazení indikace by spoj měl být vybroušen do základního materiálu, provedeno opětovné svaření dle odpovídající WPS a provedena opětovná kontrola dle WPS určených pro opravu.

Zároveň se nápravě neshod věnuje organizační směrnice **OS023** – „Řízení o vadách“, určující odpovědnosti a postupy pro zajištění neshody a návrhu opatření k nápravě a organizační směrnice **OS005** – „Opatření k nápravám“. Uvádějí, jak se hodnotí vadné výrobky a jakým způsobem se odstraňují příčiny.

4.19. Kalibrace nebo validace měřících, kontrolních a zkušebních zařízení

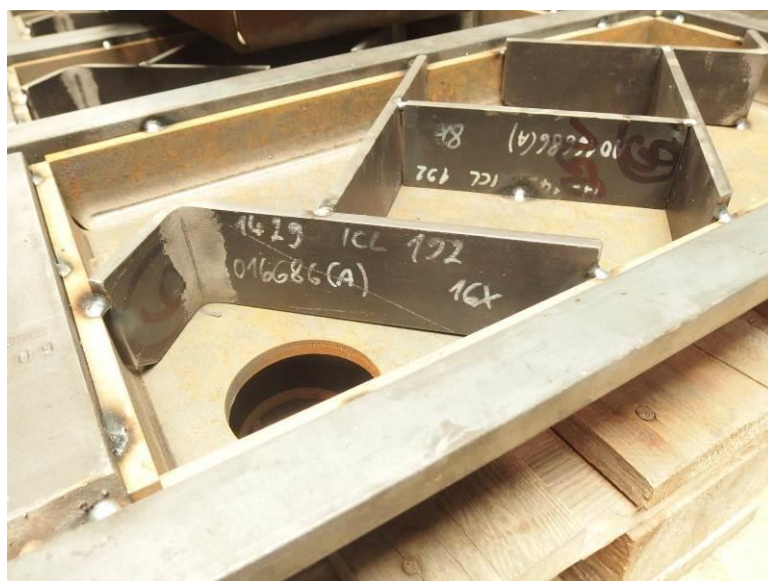
Zařízení používaná v J.E. jsou kalibrována a revidována na základě rozvržených časových intervalů. Mezi zařízení patří svařovací zařízení, metrologické potřeby, nebo potřeby pro provádění kontrol. Kalibrace zařízení provádí servisní firma, revize pak revizní technik Miloš Hrubý, na základě čehož předá revizní protokol (**Příloha 18** - Protokol o revizi svařovacího zařízení). Za řízení kalibrace a verifikace zařízení je odpovědný p. Poddaný z výdejny nástrojů.

Jsou udržované seznamy všech měřících a zkušebních zařízení na všech pracovištích firmy. Každé zařízení má evidenční číslo, přiřazenou odpovědnou osobu a platnou kalibraci. Všechna zařízení používaná v J.E. mají platný kalibrační a revizní štítek. (**Příloha 20**- Seznam měřících a zkušebních zařízení)

Kalibrace a revize měřících, kontrolních a zkušebních zařízení se řídí Organizační směrnicí **OS022** – „Metrologický řád“ a pracovní návodkou **PN026** - „Kalibrační postupy“. Tyto dokumenty uvádějí, která zařízení jak budou kalibrována a v jakých časových intervalech.

4.20. Identifikace v průběhu procesu

Identifikace se provádí již při zpracování základního materiálu, ke kterému je přiložena výkresová dokumentace. Na zpracovaný materiál (řezání vodním paprskem, vystřihování, řezání na pásové pile) se značí číslo výkresu a číslo zakázky, buď smývatelnou barvou, nebo trvale pomocí ražení (**Obrázek 4.7** - Identifikace dílů ve výrobě). Toto značení jde s dílem po celou dobu výroby až do závěrečného zhotovení, kdy hotový výrobek obdrží provozní štítek obsahující informace o čísle zakázky, typu výrobku, nebo pracovních podmínkách.



Obrázek 4.7 - Identifikace dílů ve výrobě

Tímto způsobem je označený každý zpracovaný kus materiálu (vratný materiál) tak, aby byl každý kus materiálu ve výrobě okamžitě identifikovatelný a bylo možné dohledat dokument kontrol pro daný materiál, výkresovou dokumentaci nebo postup operací.

Svařenec má rozvržené svarové spoje a k nim přiřazené svářeče. Po provedení svaru se svářeč zapíše do dokumentu a potvrdí tak vykonání úkonu (**Příloha 7** - Identifikace svařenců a svářečů zakázky ICL 0157/14).

Identifikací výrobku se zabývá organizační směrnice **OS015** – „Identifikace výrobku“, který definuje pojmy a postupy pro správnou identifikaci všech výrobků.

Během lakování se nyní identifikace odstraňuje a chybí jakékoliv značení, kdy může dojít k záměně dílu. Identifikační značení se opět přidává k výrobku po dokončení procesu lakování.

Návrh vedoucímu lakovny p. Doležalovi na identifikaci lakovaných dílů v průběhu lakování pomocí zavěšených štítků s vyraženým číslem zakázky a číslem dílu, pro zajištění neustálé identifikace i během procesů lakování.



Obrázek 4.8 - Identifikace svařovaných celků

4.21. Sledovatelnost

Na každý vyrobený díl se udává číslo výkresu a číslo zakázky (**Obrázek 4.7** - Identifikace dílů ve výrobě) buď pomocí smývatelné barvy, nebo trvale pomocí ražení. Tato identifikace je na dílu po celou dobu výroby a v případě nejasností lze díky těmto údajům okamžitě zjistit detailní informace o použitém materiálu, rozměrech, ale také konkrétní šarži, kdy se pro každý výkres do výroby vypouští specifický kus materiálu.

Jako další stupeň sledovatelnosti se používá list o kontrole výrobku (**Příloha 12** - Záznamy o provedených kontrolách zakázky ICL 0157/14), který provází výrobek a při skončení operace provede odpovědná osoba kontrolu výsledku operace. U výrobku je tak neustálá kontrola o provedených operacích a vlastnostech materiálu kusu.

Svářeč se po vykonání úkonu zapíše do identifikačního dokumentu svařence, ze kterého lze snadno vyčíst, jaký svar na dílu provedl a v jakém pořadí. Do dokumentu svářeč uvádí své přiřazené číslo a stvrzuje podpisem (**Příloha 7** - Identifikace svařenců a svářečů zakázky ICL 0157/14).

4.22. Záznamy o jakosti

Záznamy o jakosti zpracovává oddělení jakosti. Ke každé zakázce vydává kompletní dokumentaci ze zakázek, která obsahuje veškeré údaje o jakosti, tzn. provedení kontrol výrobních operací, kontrol svarových spojů VT, PT metodou a tlakovou zkouškou, kontrolou dokumentace aj. Dokumentace ze zakázek obsahuje kompletní dokumenty jakosti o provedených NDT, kontrolách operací a činnostech (**Příloha 12** - Záznamy o provedených kontrolách zakázky ICL 0157/14)

Záznamy o jakosti se zabývá organizační směrnice **OS028** – „Záznamy o jakosti“, která definuje a zavádí dokumenty, které je nutné vypracovat pro dodržení jakostních požadavků.

5. Závěr

Diplomová práce se věnovala kontrole zavedeného systému řízení jakosti ve svařování ve firmě JANKA ENGINEERING s.r.o. a plnění všech stanovených kritérií v části normy ČSN EN ISO 3834-2. Cílem bylo prozkoumání používaných dokumentací, kontrolních protokolů, kvalifikací, plánování výroby, skladování materiálů, seznamů zařízení a přístrojů nebo například údržby svařovacích zařízení.

Svařování je speciální výrobní proces, při kterém se vytváří trvalé spojení dvou či více částí. Kvalitu výsledného spoje není možné zabezpečit pouhou kontrolou během či po svařování, ale je nutné přijmout řadu opatření v celém rozsahu výroby, od prozkoumání požadavků, plánování výroby, kvalifikovaných pracovníků, po identifikaci a především kontrolu před, během a po svařování. Tyto a mnoho dalších požadavků na zabezpečení opakovatelné kvality svarových spojů shrnuje systém řízení jakosti ve svařování. Systém řízení jakosti ve svařování, definovaný v normě ČSN EN ISO 3834 je nesmírně důležitý a užitečný systém pro všechny výrobce svařovaných konstrukcí. Poskytuje výrobcí detailní postup pro zavedení opakovatelné kvality svarových spojů

Tento systém, který plní roli doplňujícího normativu k managementu kvality uvedený v normě ČSN EN ISO 9001 a detailně definuje pojem „verifikovaný proces“ v ní uvedený, slouží jako standard pro výrobce svařovaných konstrukcí- Při zavádění systému řízení jakosti ve svařování ČSN EN ISO 3834 se již předpokládá, že je zavedený management kvality ČSN EN ISO 9001. Zavedení systému řízení jakosti ve svařování je požadováno ve všech výrobních normách, zabývajících se svařováním a ve většině případů je také požadavkem zákazníků u zakázek na výrobu svařovaných výrobků.

V první části této práce byl proveden detailní rozbor jednotlivých požadavků uvedených v normě systému řízení jakosti ve svařování ČSN EN ISO 3834, které slouží jako návod pro zavedení tohoto systému. Rozbor má za cíl posloužit jako detailní seznámení systémem řízení jakosti ve svařování a rozšířit stručně formulovaný normativ. V DP jsou popsány principy a přístupy ke kvalifikaci dle této normy.

Druhá část práce byla věnována již samotné kontrole zavedení systému řízení jakosti ve svařování ČSN EN ISO 3834; Části 2 – Vyšší požadavky na jakost ve firmě JANKA ENGINEERING

s.r.o., ve které bylo nejdříve uvedeno v tabulce, jakým způsobem se provádí realizace jednotlivých požadavků výše uvedené normy a popřípadě kdo je odpovědná osoba za jejich realizaci a poté byly detailněji rozepsány jednotlivé požadavky. Pro sjednocení dokumentace a postupů byla velká část požadavků přiřazena k realizaci zakázky tepelného výměníku ICL 0157/14 z loňského roku 2014, s pracovní teplotou $t = 180\text{ °C}$ a pracovním tlakem $p = 17\text{ bar}$.

Postupně byly uvedeny jednotlivé dokumentace, protokoly, kvalifikace, seznamy či systém plnění požadavků normy managementu kvality ve svařování a v případě nedostatků v realizaci požadavků byly navrženy systémové změny tak, aby byla zajištěna úplná platnost všech kritérií *Vyšších požadavků na jakost*.

Velký přínos pro autora této DP byla možnost po celou dobu práce na této diplomové práci pracovat jako brigádník na pozici výrobního technologa ve firmě JANKA ENGINEERING s.r.o.. Tato příležitost autorovi umožnila poznat prostředí výrobního podniku s dlouholetou tradicí a být součástí týmu. Zároveň díky ní detailně poznal fungování procesů systému řízení jakosti ve svařování a všech přidružených činnostech vedoucích k úspěšné realizaci zakázek dle všech požadavků výrobce.

Zdroje literatury

- [1] O NÁS: *Firma JANKA ENGINEERING, s.r.o.* [online]. [cit. 2015-02-10]. Dostupné z: <http://www.janka.cz/o-nas.html>
- [2] *Typy organizačních struktur a jejich členění: Funkční organizační struktury.* [online]. [cit. 2015-02-11]. Dostupné z: <http://www.businessinfo.cz/cs/clanky/typy-organizacnich-struktur-cleneni-2840.html#!&chapter=4>
- [3] ČSN EN ISO 3834-1: 2006. *Požadavky na jakost při tavném svařování kovových materiálů: Část 1: Kritéria pro volbu odpovídajících požadavků na jakost.* Červenec 2006. Český normalizační institut, 2006.
- [4] TOMÁNEK, Jan. *Příprava technické dokumentace pro certifikaci systému managementu jakosti v procesech svařování podle EN ISO 3834-2/20006.* 2010. Diplomová práce. ČVUT v Praze - Fakulta strojní. Vedoucí práce prof. Ing. Jiří Dunovský, CSc., IWE.
- [5] ČSN EN ISO 3834-2: 2006. *Požadavky na jakost při tavném svařování kovových materiálů: Část 2: Vyšší požadavky na jakost.* Červenec 2006. Český normalizační institut, 2006.
- [6] BARTÁK, Jiří. *Výroba a inženýrské aplikace: Učební texty pro kurzy svářečských inženýrů a technologů.* 2. vyd. Plzeň: UNO/RAHA spol. s r.o., 2014.
- [7] KUDĚLKA, Vladimír, Zdeněk BALEJ a Jan OPLETAL. *Řešení nového systému školení, zkoušek a certifikace svářečů dle ČSN EN ISO 9606-1 a operátorů i seřizovačů dle ČSN EN ISO 14732 i páječů dle ČSN EN ISO 13585.* [online]. [cit. 2015-02-26]. Dostupné z: [http://www.allforpower.cz/UserFiles/file/e%C5%A1en%C3%AD%20nov%C3%A9ho%20syst%C3%A9mu%20zkou%C5%A1ek%20sv%C3%A1%C5%99e%C4%8D%C5%AF%20%20%C4%8Dl%C3%A1nek\(1\).doc](http://www.allforpower.cz/UserFiles/file/e%C5%A1en%C3%AD%20nov%C3%A9ho%20syst%C3%A9mu%20zkou%C5%A1ek%20sv%C3%A1%C5%99e%C4%8D%C5%AF%20%20%C4%8Dl%C3%A1nek(1).doc)
- [8] Svářeči dle ISO 9606-1. MUSIL, Miroslav. *DOM - ZO 13* [online]. 24. 6. 2014. [cit. 2015-02-27]. Dostupné z: <http://www.domzo13.cz/vzdelavani/clanky/115-svareci-iso-9606-1.html>
- [9] FS ČVUT. *Hodnocení kvality svarového spoje: Teoretický úvod k cvičení z předmětu Technologie 1* [online]. [cit. 2015-02-20]. Dostupné z: http://u12133.fsid.cvut.cz/podklady/TE1/def_kontrola_sv.pdf
- [10] ZCU V PLZNI. *Statické zkoušky* [online]. [cit. 2015-02-27]. Dostupné z: <http://home.zcu.cz/~dyxon/DATA/Nauka%20o%20M/Zkouska.pdf>

-
- [11] SCHWARZ, Drahomír. ČESKÝ SVÁŘEČSKÝ ÚSTAV S.R.O. *Hodnocení svarových spojů* [online]. Ostrava [cit. 2015-02-27]. Dostupné z: <http://home.zcu.cz/~dyxon/DATA/Nauka%20o%20M/Zkouska.pdf>
- [12] DOLEJSKÝ, Tomáš. *Základní kurz svařování metodou 135* [online]. Brno, 2011 [cit. 2015-02-27]. Dostupné z: https://www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=38474. Bakalářská práce. VUT v Brně. Vedoucí práce Ing. Jaroslav Kubíček.
- [13] LEŽDÍK, Viliam, Miloš MIČIAN, Jozef ŠKYBRAHA a Jaroslav BOHINSKÝ. *Tvorba postupov zvarania kovových materiálův*. Žilina: EDIS, 2006. 1. vydání. ISBN 80-969599-0-5.
- [14] ESAB. Doporučení pro skladování, přesušování a manipulaci se svařovacími materiály. [online]. [cit. 2015-03-20]. Dostupné z: http://products.esab.com/ESABImages/skladovani_n.pdf
- [15] PAJER, Josef. FS ČVUT V PRAZE. *Systémy jakosti při svařování: Kurz IWE/IWT*. 2013.
- [16] FASTENERS CZ, a.s.: Spojovací materiál. *Koroze nerezové oceli a jak se jí efektivně bránit* [online]. 29. Listopad 2014 [cit. 2015-04-02]. Dostupné z: <http://www.fasteners-cz.cz/koroze-nerezove-oceli-a-jak-se-ji-efektivne-branit>
- [17] KONSTRUKCE.CZ. PILOUS, Václav. *Tepelné zpracování konstrukcí svařených z normalizačně žíhaných a normalizačně válcovaných ocelí S235 a S355 ve shodě s ČSN EN ISO 17663* [online]. 11.5.2012. [cit. 2015-04-10]. Dostupné z: <http://www.konstrukce.cz/clanek/tepelne-zpracovani-konstrukci-svarenych-z-normalizacne-zihanych-a-normalizacne-valcovanych-oceli-s235-a-s355-ve-shode-s-csn-en-iso-17663/>
- [18] ČSN EN ISO 17662:2005. *Svařování - Kalibrace, verifikace a validace zařízení používaných pro svařování, včetně příbuzných činností*. Český normalizační institut, 2005.
- [19] Strojirensky.NET. Návod na zavedení ČSN EN ISO 3834 – 1 až 6 [online]. 25.9.2009 [cit. 2015-04-30]. Dostupné z: <http://strojirensky.net/2009/09/25/tds-brno-%E2%80%93-1-az-6/>
- [20] CWS ANB. *Kurzy, semináře, akce* [online]. [cit. 2015-05-29]. Dostupné z: <http://www.cws-anb.cz/t.py?t=12>

-
- [21] BOHÁČOVÁ, Marie. *Rešerše NDT metod používaných v letectví* [online]. Výzkumný a zkušební letecký ústav, a.s. Praha [cit. 2015-06-05]. Dostupné z: <file:///D:/Sta%C5%BEen%C3%A9%20soubory/file684.pdf>
- [22] CONTROL TEST s.r.o. *Metoda kontroly těsnosti*. [online]. [cit. 2015-06-05]. Dostupné z: <http://www.controltest.cz/metody-ndt/kontroly-tesnosti.php>
- [23] ČÍP, Tomáš. *Svařování vysokopevnostních ocelí laserem* [online]. Brno, 2010 [cit. 2015-06-05]. Dostupné z: https://www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=27989.
Diplomová práce. VUT v Brně, Fakulta strojního inženýrství. Vedoucí práce RnDr. Libor Mrňa, Ph.D.

Zdroje obrázků

- [1] Zdroj firmy JANKA Engineering s.r.o.
- [2] SENTINEL LTD. [online]. [cit. 2015-06-05]. Dostupné z: <http://www.sentinelld.co.nz/SiteAssets/ndt/defect.jpg>
- [3] PUMILIA. [online]. [cit. 2015-06-05]. Dostupné z: http://www.pumilia.ch/domains/pumilia_ch/data/free_docs/magn1_600x395.jpg
- [4] KOLAŘÍK, Ladislav. *Destruktivní a nedestruktivní zkoušky svarových spojů* [online]. ČVUT, Fakulta strojní, Ústav strojírenské technologie [cit. 2015-06-05]. Dostupné z: http://u12133.fsid.cvut.cz/podklady/TMSV/zkousky_svaru_ndt.pdf
- [5] TWI-GLOBAL. [online]. [cit. 2015-06-05]. Dostupné z: <http://www.twi-global.com/EasysiteWeb/getresource.axd?AssetID=2547524>
- [6] Zkouška lámavosti [online]. In: . [cit. 2015-06-05]. Dostupné z: <https://www.youtube.com/watch?v=Fv2rpVI9Ic>
- [7] MSI TESTING. *ASTM E384 macro Vickers testing* [online]. [cit. 2015-06-06]. Dostupné z: <http://www.msitesting.com/images/macro-vickers.jpg>

Zdroje tabulek

- [1] ČSN EN ISO 3834-1; Požadavky na jakost při tavném svařování: Část 1: Kriteria pro volbu odpovídajících požadavků na jakost
- [2] ČSN EN ISO 3834-5: 2006. Požadavky na jakost při tavném svařování kovových materiálů: Část 5: Dokumenty, kterými je nezbytné se řídit pro dosažení shody s požadavky na jakost dle ISO 3834-2, ISO 3834-3 nebo ISO 3834-4
- [3] ČSN 05 0705: Zaškolení pracovníků a základní kurzy svářečů, 9.2002
- [4] ČSN EN ISO 3834-5: 2006. Požadavky na jakost při tavném svařování kovových materiálů: Část 5: Dokumenty, kterými je nezbytné se řídit pro dosažení shody s požadavky na jakost dle ISO 3834-2, ISO 3834-3 nebo ISO 3834-4
- [5] ČSN EN ISO 9606-1. Zkoušky svářečů - Tavné svařování - Část 1: Oceli. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2014.
- [6] Česká svářečská společnost ANB. *Autorizovaná školící střediska ATB* [online]. [cit. 2015-02-26]. Dostupné z: <http://www.cws-anb.cz/t.py?t=4&i=28>
- [7] ČSN EN ISO 17 635: Nedestruktivní zkoušení svarů – Všeobecná pravidla pro kovové materiály
- [8] ČSN EN ISO 17 635: Nedestruktivní zkoušení svarů – Všeobecná pravidla pro kovové materiály
- [9] ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI. Označování materiálů podle evropských norem. [online]. [cit. 2015-06-05]. Dostupné z: http://ateam.zcu.cz/evropske_normy.pdf
- [10] ČSN EN ISO 3834-6; Požadavky na jakost při tavném svařování: Část 6 Návod k zavedení ISO 3834
- [11] TOMÁNEK, Jan. Příprava technické dokumentace pro certifikaci systému managementu jakosti v procesech svařování podle EN ISO 3834-2/20006. 2010. Diplomová práce. ČVUT v Praze - Fakulta strojní. Vedoucí práce prof. Ing. Jiří Dunovský, CSc., IWE.
- [12] LEŽDÍK, Viliam, Miloš MIČIAN, Jozef ŠKYBRAHA a Jaroslav BOHINSKÝ. Tvorba postupov zvarania kovových materiálův. Žilina: EDIS, 2006. 1. vydání. ISBN 80-969599-0-5.

-
- [13] LEŽDÍK, Viliam, Miloš MIČIAN, Jozef ŠKYBRAHA a Jaroslav BOHINSKÝ. Tvorba postupov zvarania kovových materiálov. Žilina: EDIS, 2006. 1. vydání. ISBN 80-969599-0-5.
- [14] ČSN EN ISO 3834-5:2006. Požadavky na jakost při tavném svařování kovových materiálů: Část 2: Dokumenty, kterými je nezbytné se řídit pro dosažení shody s požadavky na jakost podle ISO 3834-2, ISO 3834-3 nebo ISO 3834-4 (ISO 3834-5)
- [15] ČSN EN ISO 15614. *Stanovení a kvalifikace postupů svařování kovových materiálů – Zkouška postupu svařování*. Český normalizační institut, 2013.
- [16] BOLZANO.CZ. *Druhy dokumentů kontroly podle normy ČSN EN 10204-srpen 2005* [online]. [cit. 2015-06-07]. Dostupné z: http://www.bolzano.cz/assets/files/TP/MOP_Obecna_cast/MOP_IDEALAB_Druhy_dokumentu_kontroly.pdf

Seznam obrázků

Obrázek 1.1- Výrobní prostory firmy JANKA ENGINEERING s r.o. a LLOYD coils.....	15
Obrázek 1.2 - Ukázka svařovacího boxu.....	16
Obrázek 1.3 - Ukázka výrobku tepelného výměníku	16
Obrázek 1.4 - Ukázka svařence.....	17
Obrázek 1.5 - Ukázka svařované střechy vlakové klimatizace.....	17
Obrázek 1.6 - Organizační struktura firmy JANKA ENGINEERING s r.o. [1]	18
Obrázek 3.1 - Princip kapilární zkoušky [2]	44
Obrázek 3.2 - Princip magnetické práškové metody [3].....	45
Obrázek 3.3 - Princip kontroly ultrazvukem [4].....	47
Obrázek 3.4 - Zkoušení svarových spojů tahem [5]	48
Obrázek 3.5 - Princip zkoušky ohybem [6]	49
Obrázek 3.6 - Měření tvrdosti [7].....	51
Obrázek 4.1 - Sklad přídavných materiálů v J.E.....	86
Obrázek 4.2 - Sklad přídavných materiálů v J.E.....	87
Obrázek 4.3 - Sušička elektrod v J.E.	87
Obrázek 4.4 - Sklad základního materiálu	88
Obrázek 4.5 - Skladovaný materiál na paletách	90
Obrázek 4.6 - Identifikační značení materiálu (inventární štítek, informace od výrobce).....	90
Obrázek 4.7 - Identifikace dílů ve výrobě	94
Obrázek 4.8 - Identifikace svařovaných celků.....	95

Seznam tabulek

Tabulka 2.1 - Dokumentace pro shodu s ČSN EN ISO 3834 [4]	21
Tabulka 2.2 - Kritéria výběru odpovídající části ČSN EN ISO 3834 [1]	24
Tabulka 3.1 - Normy svářečů a operátorů [2]	31
Tabulka 3.2 - Stupně kvalifikace svářečských pracovníků a jejich odborná způsobilost [3]	31
Tabulka 3.3 - Normy pro kvalifikaci svářečů	33
Tabulka 3.4 Rozsah kvalifikace pro přídatný materiál [5]	34
Tabulka 3.5 - Autorizovaná školicí střediska ANB v ČR [6]	40
Tabulka 3.6 - Tabulka používaných nedestruktivních metod dle ČSN EN ISO 17 635 [7]	42
Tabulka 3.7 – Volba NDT pro zjišťování povrchových vad DLE ČSN EN ISO 17 635 [8]	42
Tabulka 3.8 - Hodnoty nárazové práce dle ČSN EN 10027-1 [9]	48
Tabulka 3.9 - Dokumentace ke kvalifikaci postupu svařování [10]	55
Tabulka 3.10 - Postup inspekce při vytváření WPS [11]	56
Tabulka 3.11 - Rozsah kvalifikace na základě tloušťky rovinného materiálu [12]	60
Tabulka 3.12 - Rozsah kvalifikace pro průměry trubek a přípojek [13]	61
Tabulka 3.13 - Zaměření jednotlivých částí normy ČSN EN ISO 15614 [15]	61
Tabulka 3.14 - Druhy dokumentů kontroly dle ČSN EN 10204 [16]	62
Tabulka 3.15 - Kontrola a zkoušky během svařování pro CSN EN ISO 3834-2 [14]	68
Tabulka 4.1 - Porovnání kritérií ČSN EN ISO 3834-2 a realizace v JANKA ENGINEERING s.r.o.	75
Tabulka 4.2 - Používané materiály	89

Seznam zkratek

JE	Janka Engineering s.r.o.
EWf	European Welding Federation (Evropská svařovací federace)
ANB	Authorised National Body (Autorizovaný národní orgán)
IIW	International Institute of Welding (Mezinárodní institut svařování)
IWE	International Welding Engineer (Mezinárodní svářečský inženýr)
IWT	International Welding Technologist (Mezinárodní svářečský technolog)
IWS	International Welding Specialist (Mezinárodní svářečský specialista)
IW	International Welder (Mezinárodní svářeč)
IWIP	International Welding Inspector Personal (Mezinárodní svářečský inspektor)
CEPW	Certification of European Plastics Welders (Certifikace evropských svářečů plastů)
WPS	Welding Procedure Specification (Specifikace postupu svařování)
pWPS	Preliminary Welding Specification (Předvýrobní specifikace postupu svařování)
TOO	Tepelně ovlivněná oblast
ZM	Základní materiál
OOPP	Osobní ochranné pracovní prostředky
SD	Svářečský dozor