

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA STROJNÍ

Ústav strojírenské technologie

**NÁVRH SVAŘOVANÉHO PŘÍPRAVKU PRO
ZKOUŠKY VE VÝROBĚ ROTAČNÍCH DVEŘÍ
PROJEKTU JHR**

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Autor: Bc. Tomáš Holák

Studijní obor: Výrobní inženýrství (Strojírenská technologie a management)

Vedoucí práce: Ing. Ladislav Kolařík Ph.D.

Praha 2015

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

pro **Bc. Tomáše HOLÁKA**

Program: Strojní inženýrství

Obor: Výrobní a materiálové inženýrství

Název: Návrh svařovaného přípravku pro zkoušky ve výrobě rotačních dveří projektu JHR

Název anglicky: Design of weldment for tests in production of rotating doors of project JHR

Zásady pro vypracování:

1. Popis projektu JHR + problematika zkoušení v horkých komorách - princip, použití
2. Popis legislativních požadavků, předpisů a výrobní dokumentace při realizaci svařovaných konstrukcí - s aplikací na zadanou součást
3. Popis zkoušek ve výrobě (FAT)
4. Popis rámu dveří a zkušebního přípravku pro zkoušky ve výrobě
5. Návrh konstrukce a výroby svařence pro zkoušky ve výrobě - předvýrobní fáze, materiály, plán kvality a zkoušek, svařovací dokumentace
6. Vyhodnocení dosažených výsledků - průběh výroby zkušebního přípravku

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem svou diplomovou práci vypracoval samostatně a použil jsem pouze podklady uvedené v příloženém seznamu literatury.

Z důvodu vlastnického práva Centra výzkumu v Řeži s.r.o. k některým materiálům použitých v tomto školním díle, odpírám udělit souhlas s užitím tohoto školního díla ve smyslu § 60 Zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o záměně některých zákonů (autorský zákon).

V Praze dne:

Podpis:

Poděkování:

Rád bych touto cestou poděkoval svému vedoucímu panu Ing. Ladislavu Kolaříkovi. Ph.D. za vedení při tvorbě práce. Dále bych rád poděkoval paní Ing. Anně Plincnerové z Centra výzkumu v Řeži, za možnost sepsání této práce a provádění technických korekcí. Celé své rodině děkuji za podporu při studiu.

Anotace

Cílem diplomové práce je návrh svařovaného přípravku pro zkoušky ve výrobě projektu Jules Horowitz Reactor. Tento přípravek bude sloužit jako negativ originálních rámu dveří horkých komor, na kterých není možné tyto zkoušky provádět.

V práci jsou rozebrány hlavní legislativní požadavky na svařované konstrukce a provedena analýza dveří a rámu včetně jejich příslušenství.

U přípravku pro zkoušky ve výrobě je rozvedena celá předvýrobní fáze přípravy: rozbor použitých svařovacích metod, požadavky z výkresové dokumentace, klasifikace základních materiálů, které jsou pro zakázku přípravku použity; návod na sestavení plánu kontrol a zkoušek a svařovací dokumentace.

Praktická část diplomové práce je postavena na vypracování bodů nutných pro výrobu a zahrnuje zpracování plánu kontrol a zkoušek a dále vypracování svařovací dokumentace pro tento přípravek. Závěr shrnuje veškeré poznatky z průběhu zpracování diplomové práce.

Klíčová slova: svařování, obloukové svařování, zkoušky ve výrobě, přípravek

Jméno autora:	Bc. Tomáš Holák
Název práce:	Návrh svařovaného přípravku pro zkoušky ve výrobě rotačních dveří projektu JHR
Vysoká škola:	ČVUT v Praze, FS
Ústav:	Strojírenské technologie
Vedoucí práce	Ing. Ladislav Kolařík, Ph.D., IWE
Konzultant práce:	Ing. Anna Plincnerová
Školní rok:	2014/2015
Počet stran:	91
Počet obrázků:	19
Počet tabulek:	17
Počet příloh:	5

Annotation

Objective of this diploma work is design of weldment for factory acceptance testing in production of Jules Horowitz Reactor. This weldment serve as a negative of original doors on which is not possible to perform the testing.

In work are discussed main legislative requirements for welded structures and are analyzed doors, frames and their accessories. For factory testing is elaborated all pre-preparation stage: analysis of the welding methods, requirements for documentation, classification of base material and it weldability, which are used in the contract for the weldment; elaborating of plan of inspection and tests and welding documentation.

The practical parts is based on elaborating of points required in the production and includes plan of inspections and tests and develop welding documentation for this weldment. At the end of the work will be perform a summary of all the knowledge from the course of work.

Key words: welding, arc welding, factory acceptance testing, weldment

Name of author:	Bc. Tomáš Holák
Name of the work:	Design of weldment for tests in production of rotating doors for project JHR
Name of University:	CTU in Prag, Faculty of Mechanical Engineering
Department:	Manufacturing Technology
Thesis supervisor:	Ing. Ladislav Kolařík, Ph.D., IWE
Consultant:	Ing. Anna Plincnerová
Academic year:	2014/2015
Number of pages:	91
Number of pictures:	19
Number of tables:	17
Number of annexes:	5

Obsah

Seznam zkratk a symbolů	9
Úvod do projektu Jules Horowitz Reaktor a jeho historie	11
1. Horké komory (HK)	13
1.1. Obecně	13
1.2. Popis a význam komor (rozsah dodávky)	15
2. Funkce komor a dveří	17
2.1. Základní výbava malých komor pro údržbu	17
2.1.1. Stíněné utěsněné dveře	17
3. Analýza nutných předpisů pro výrobu	20
3.1. Předvýrobní dokumenty	20
3.2. Výrobní dokumenty	28
4. Analýza a popis rozsahu dodávky dveří a jejich příslušenství	30
4.1. Rám otočných dveří z pohledu celé sestavy	31
4.2. Stručný popis jednotlivých částí modulu	32
4.2.1. Rám dveří	32
4.2.2. Profilová konstrukce	33
4.2.3. Speciální prvky	34
4.2.4. Rámeček s nafukovacím těsněním	35
5. Popis požadované dokumentace	36
6. Zkoušky ve výrobě a FAT zkoušky	37
6.1. Zkoušky ve výrobě	37
6.2. FAT zkoušky	37
6.3. Zkouška funkčnosti otočných dveří do MK a přestupníků (SAS)	38
7. Svařování	40
7.1. Úvod do svařování	40
7.2. Metody svařování a jejich popis	41
7.2.1. Svařování metodou MAG	42
7.2.2. Svařování metodou FCAW	45
7.2.3. Svařování metodou TIG	47
7.3. Ochranné plyny	49
7.3.1. Ochranný plyn pro svařování metodou FCAW	50
7.3.2. Ochranný plyn pro svařování metodou TIG	51
7.3.3. Doplnění k vlastnostem svařovacích plynů	52
7.4. Přídavný materiál a jeho popis	54
7.4.1. Přídavný materiál pro svařování metodou FCAW	55

7.4.2. Přídavný materiál pro svařování metodou TIG.....	59
7.5. Svařitelnost ocelí:	61
7.5.1. Materiálová svařitelnost:	61
7.5.2. Technologická svařitelnost:	61
7.5.3. Konstrukční svařitelnost:.....	62
7.5.4. Hodnocení svařitelnosti.....	62
7.6. Specifikace postupu svařování (WPS) a záznam (WPQR).....	63
7.6.1. Obecně o WPS	63
7.6.2. Vypracování a kvalifikace WPS	63
7.6.3. Návod na vypracování WPS	65
8. Svařovaný přípravek.....	66
8.1. Analýza potřeb pro přípravek	66
8.2. Návrh přípravku	66
8.3. Popis přípravku	68
8.4. Charakteristika materiálu přípravku a jeho svařitelnosti.....	68
8.4.1. Austenitická korozivzdorná ocel X2CrNi 18-9	69
8.4.2. Uhlíková ocel typu S235J2+N.....	75
8.5. Plán kontrol a zkoušek (PKZ)	81
8.6. Svařování přípravku.....	82
9. Shrnutí výsledků	84
Závěr	85
Literatura:	86
Seznam obrázků	89
Seznam tabulek.....	90
Seznam příloh	91

Seznam zkratk a symbolů

Seznam zkratk

JHR – Jules Horowits Reactor

CVŘ – Centrum Výzkumu v Řeži s.r.o.

ÚJV – Ústav Jaderného Výzkumu v Řeži a.s.

HK – Horké komory

CCTP – Zvláštní technické zadávací podmínky

ECC – Komora standartního paliva

ECM – Materiálová zkušební komora

ECS – Komora intervence shora

ECA – Komora alfa

ECC – komora standardního paliva

ECD – Komora přebalení materiálů

ECR – Komora radionuklidů

ECE – Zkušební komora neporušeného paliva

TS – Technická specifikace

TIG – Svařování netavící se elektrodou v inertním ochranném plynu

MAG – Svařování v ochranné atmosféře aktivního plynu

Ni_e – Niklový ekvivalent

Cr_e – Chromový ekvivalent

SAS – Přestupník mezi komorami

MK – Malé komory

PKZ – Plán kontrol a zkoušek

WPS – Specifikace postupu svařování

WPQR – Záznam postupu svařování

CEV – Uhlíkový ekvivalent

FAT – Zkoušky ve výrobě

NDT – Nedestruktivní kontrola

PM / ZM – Přídavný materiál / Základní materiál

MKK – Mezikrystalová koroze

Seznam použitých symbolů

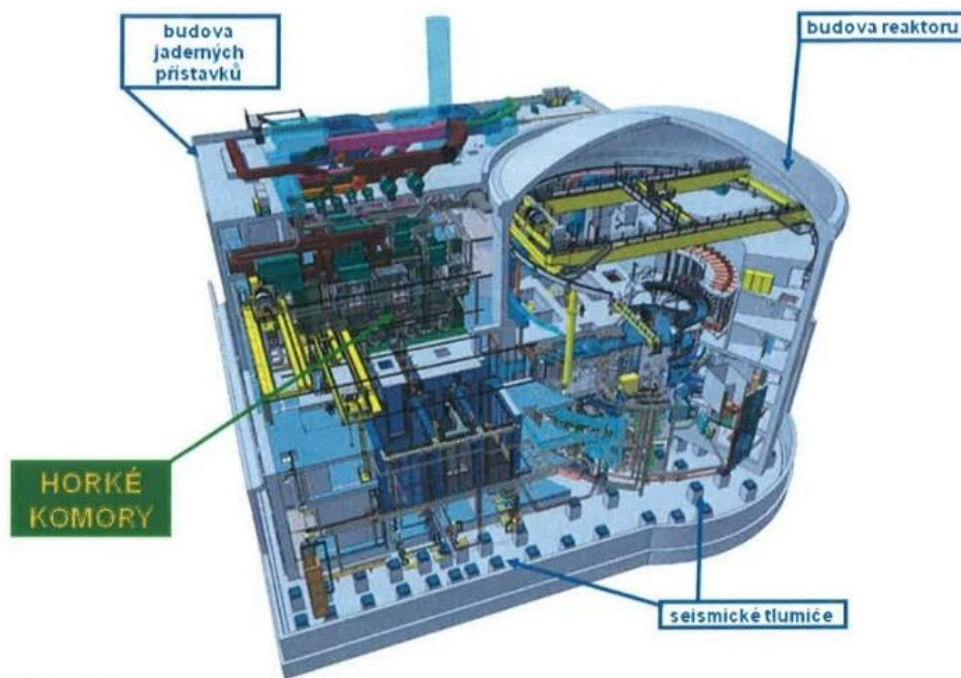
Symbol	Název	Jednotka
R _m	Mez pevnosti	[MPa]
R _{p0.2}	Smluvní mez kluzu	[MPa]
A	Tažnost	[%]
KV	Nárazová práce	[J]
TP	Teplota předehřevu	[°C]
CE	Uhlíkový ekvivalent	[%]
H.C.S	Citlivost k praskání z tepla	[%]
U.C.S	Jednotka praskavosti	[hm%]
Q	Tepelný příkon	[kJ/mm]
k	Tepelná účinnost	[-]
U	Napětí	[V]
A	Proud	[A]
v	Rychlost svařování	[mm*s ⁻¹]

Úvod do projektu Jules Horowitz Reaktor a jeho historie

Jules Horowitz Reaktor dále jen JHR, je mezinárodním projektem koncepce a výstavby nového vysoce výkonného jaderného reaktoru pro výzkum v oblasti materiálů a jaderného paliva. Jeho plánovaný výkon je 100 MWt¹ a výstavbu tohoto reaktoru zajišťuje mezinárodní konsorcium zahrnující výzkumné instituce a velké průmyslové organizace z Evropy a Asie. Garantem a koordinátorem za Českou republiku je společnost Ústav jaderného výzkumu v Řeži a. s., dále jen ÚJV a realizaci samotnou zajišťuje dceřiná společnost Centrum výzkumu Řež s.r.o., dále jen CVŘ.

Začátek projektu v CVŘ je datován k roku 2008, kdy se začaly realizovat první studie proveditelnosti horkých komor, dále jen HK, a od roku 2011 se začalo s výrobními fázemi celého projektu, které pokračují do dnešní doby. Všechny studie a výpočty nutné pro realizaci projektu byly tvořeny na základě předběžného konstrukčního návrhu francouzské společnosti AREVA.

V České republice je tedy vyvíjen a poté na staveništi realizován komplex celkem 7 horkých komor, který se po zabudování stane nedílnou součástí budovy jaderných přístavků.



Obr. 1 – Lokalizace horkých komor v rámci projektu JHR

¹ MWt je jednotkou tepelného výkonu – Megawatt tepelný

Pro HK jsou prováděny detailní návrhy konstrukce a jejich vybavení, včetně potřebných výpočtů. Mezi tyto výpočty můžeme zařadit výpočty biologického stínění (stínění, které chrání obsluhu před ozářením), seismické, strojírenské a statické výpočty.

CVŘ zprostředkovává výrobu potřebných dílů pro konstrukce těchto HK u svých subdodavatelů. Tito subdodavatelé jsou vybíráni dle kvalifikačních předpokladů na základě veřejného výběrového řízení, je podrobněji vysvětleno v kapitole 3. Po ukončení fáze výroby odveze každý subdodavatel vyrobené díly na staveniště, kde se pro fázi armování umístí na své místo a posléze zalijí těžkým betonem. Jedná se o speciální beton s vyšší hustotou. Této hustoty je dosaženo tím, že místo běžného kameniva se do betonu přidává železná ruda. Každý krychlový metr tohoto betonu je přibližně o jednu tunu těžší než beton běžný. Vysoká hustota je nezbytná proto, aby stěny komor poskytovaly dostatečnou ochranu před zářením gama².

V oslabených místech (např. při průchodu ventilačního potrubí stěnou) budou do betonu zality olověné bloky. V okamžiku, kdy budou hotovy stavební práce, se začne pracovat na vnitřním vybavení. Nejprve budou stěny obloženy vnitřním hermetickým obložením plechy z korozivzdorné oceli. Toto hermetické uzavření je důležité z důvodu podtlaku, které je v komoře při provozu, aby se zabránilo šíření kontaminace ven z komor.

Součástí tohoto hermetického systému uzavření, jsou také dveře s rámy. Tento systém zajišťuje utěsnění prostor komor a přestupníků, ze kterých se do komor přichází [1].

Utěsnění komor a odzkoušení správné funkce dveří je součástí zkoušek ve výrobě, které se budou provádět na zkušebním přípravku. Zkušební přípravek je svařovaná konstrukce, jejíž návrh je realizován v rámci této práce. U tohoto přípravku, bude rozvedena předvýrobní fáze přípravy. Jedná se především o klasifikaci použitých materiálů, vypracování plánu kontrol a zkoušek a také vypracování potřebné svařovací dokumentace. V závěru práce budou zhodnoceny dosažené výsledky.

² Záření gama je záření vzniklé při jaderném štěpení, má velice malou vlnovou délku. Řádově 10⁻¹¹ až 10⁻¹³ m.

1. Horké komory (HK)

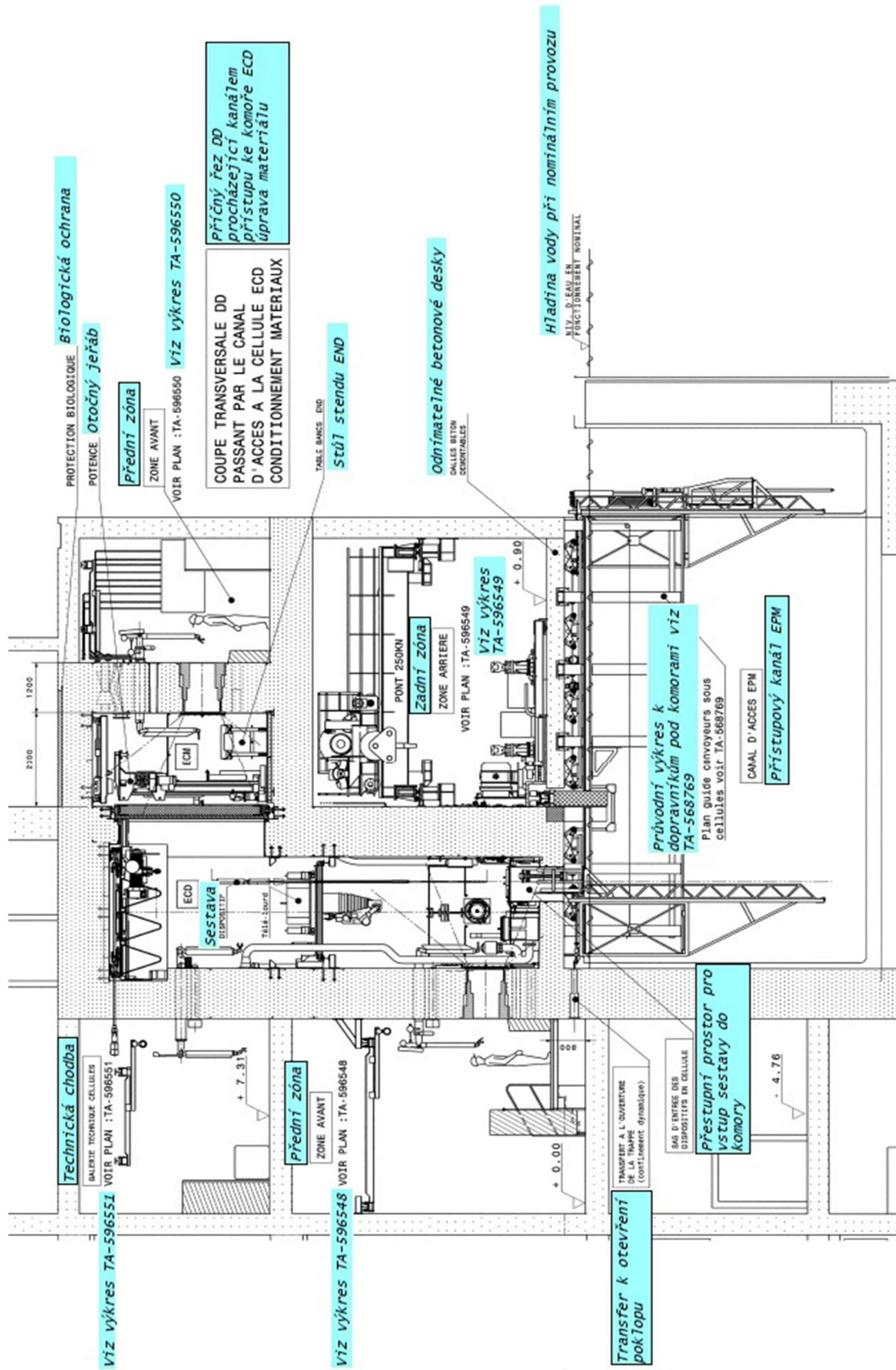
1.1. Obecně

Pojem horkých komor není pojmem neznámým, jelikož je již jeden systém těchto komor v České republice vystavěn. Jedná se především o komory v ÚJV, kde jsou již několik desítek let provozovány. Můžeme říci, že existují 2 typy těchto speciálních komor a to „horké“ a „polo-horké“. Rozdíl mezi těmito dvěma typy komor je dán velikostí jejich odstíněním, a s tím související hodnotou ozářeného materiálu, s kterou je možno v těchto komorách pracovat.

Horké komory vytvářejí systém používaný pro realizaci experimentálních programů předcházejících a následujících po fázích ozáření vzorků nebo pro provozování reaktoru. Jejich základní funkcí je umožnit experimentátorům a provozovatelům provádět intervence na ozářených komponentách a / nebo kontaminantech za použití prostředků dálkové operace.

V projektu JHR jsou principy HK popsány ve zvláštním dokumentu, který se nazývá CCTP - Cahier des Clauses Techniques Particulières, což v překladu znamená „Zvláštní technické zadávací podmínky – obecně“. Rozsah a aplikace tohoto dokumentu je ještě dále rozvedena v další části práce, kde se budeme zabývat výrobními dokumenty, které jsou předávány dodavateli.

Na úvod lze říci, že se jedná o poměrně důležitý dokument, jelikož je v něm definován rozsah dodávky a vše co je s dodávkou HK spojeno. Pro přiblížení rozsahu prací na zařízení je přiložen obrázek 2 - podélný řez horkými komorami.



Obr. 2 – Podélný řez horkými komorami

1.2. Popis a význam komor (rozsah dodávky)

Celý systém HK se skládá ze 7 komor, které jsou umístěny ve 2 patrech a jsou pro úplnost doplněny o 2 „mezikomorové přestupníky“.

Komory lze rozdělit na 2 typy:

- A) Horké jsou tvořeny 4 komorami
- B) Polo-horké „zkušební“ jsou tvořeny 3 komorami.

A) Horké komory

- a) Komory $\beta\gamma$ (ECR) slouží pro expedici radionuklidů, ozářených palivových článků a skladování odpadních nádob,
- b) Komory $\beta\gamma$ (ECD) slouží k přebalování (obalovým úpravám) materiálů a k nakládání s experimentálními zařízeními (materiály a palivo) v rámci jejich standardního cyklu a úprava a umístění odpadu do odpadních nádob,
- c) Komory $\beta\gamma$ (ECC) jsou společné pro materiály a standardní palivo a pro úpravu porušených nádob pro skladování vyhořelého paliva,
- d) Komory $\alpha\beta\gamma$ (ECA) pro aktivity týkající se experimentálních přípravků - zářičů alfa.

B) Polo-horké „zkušební“ komory

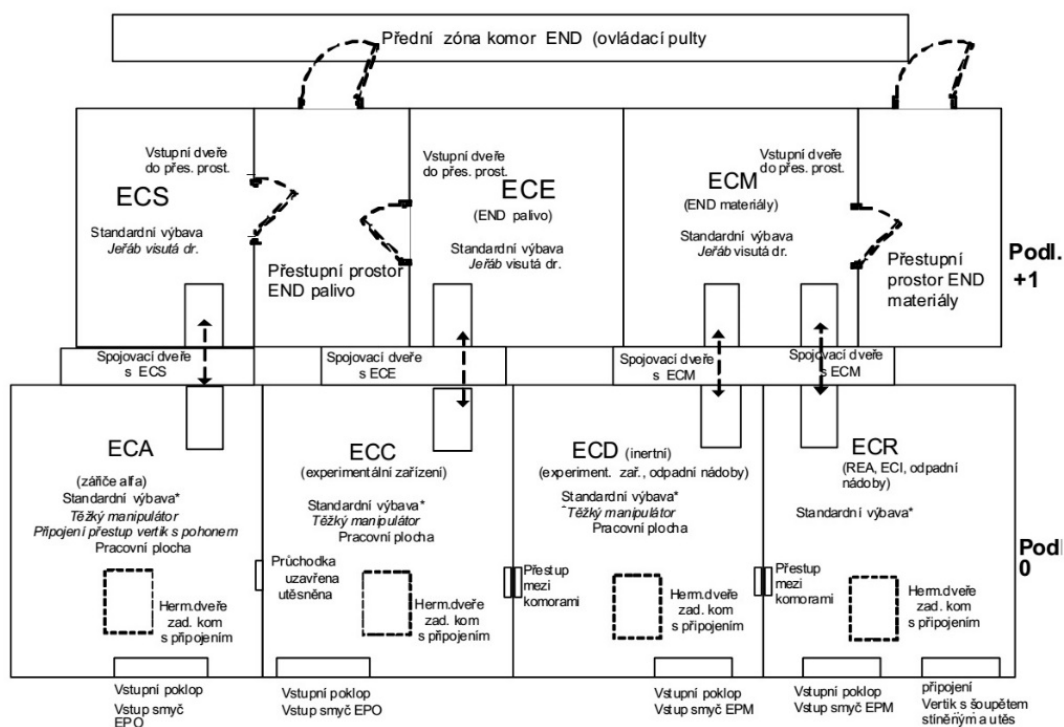
Jsou vybaveny standy³ nedestruktivních zkoušek pro vzorky a zároveň také sloužících k údržbě rozměrných zařízení velkých komor:

- a) Komory ECM vybavené materiálovým standem, jejichž instalace umožní propojit pracoviště s komorami ECD a ECR prostřednictvím stíněných dveří,
- b) Komory ECE vybavené palivovým standem, jejichž instalace umožní propojit toto stanoviště s komorou ECC prostřednictvím stíněných dveří,
- c) Intervenční komory (ECS) sloužící horké komoře ECA.

³ Stand je souhrnný pojem používaný na projektu JHR pro označování zkušebních přípravků různých typů a proto se také v práci budu zmiňovat pouze jako o standu, případně standech.

Přístup do jednotlivých komor je navržen tak, aby byla zajištěna maximální ochrana před únikem radiace a následnou kontaminací prostředí, ve které se nacházejí ovládací pulty. Průchody mezi velkými a malými komorami jsou řešeny tak, že je nejdříve nutné vstoupit do mezikomorového přestupníku a z něj vejít do malé komory a následně do velké komory [2].

Z obrázku 3 je patrné, jak jsou průchody řešeny:



Obr. 3 – Dispoziční řešení komor a průchodů

2. Funkce komor a dveří

2.1. Základní výbava malých komor pro údržbu

Hlavní činností v komorách ECE, ECM je provádění nedestruktivních a destruktivních zkoušek na ozářených vzorcích. Prováděné nedestruktivní zkoušky jsou: rentgenové, magneticky práškové a další. Destruktivní zkoušky jsou: zkoušky vrubové houževnatosti, makroskopické výbrusy a další. Kromě zkoušek jsou komory využívány také k údržbě zařízení, které se nachází ve velkých komorách. Údržbové práce jsou prováděny na dálku pomocí dálkových manipulátorů

Malé komory jsou odděleny od vnitřního objemu velkých komor dveřmi, které zajišťují funkci clony biologické ochrany a utěsnění. Výbava je obdobná jako v horké komoře, nachází se zde především:

- pracoviště, které je z přední strany vybavené průzorem, 2 lehkými dálkovými kopírovacími manipulátory a průchodkami pro provozování (média, proudový zdroj, protipožární ochrana aj.),
- vnitřní výbava na podporu provozu (zdvihací mechanismy, osvětlení aj.)
- vstupní / výstupní prostředky (přestupní prostory pro personál).

2.1.1. Stíněné utěsněné dveře

V podlaží P+1⁴, bude celkem 9 stíněných dveří 3 odlišných typů:

- a) **dveře z malých do velkých komor:** tento typ dveří musí zajistit dostatečně slabý dávkový ekvivalent v malé komoře. Tyto dveře jsou rovněž součástí statického kontejnmentu⁵ malých a velkých komor,
- b) **dveře z malých komor do přestupních prostor:** tento typ dveří musí zajistit dávkový ekvivalent odpovídající 600 mm těžkého betonu clon (příček) a dodržet stanovená radiologická pásma. Tyto dveře jsou rovněž součástí statického kontejnmentu malých komor,

⁴ P+1 je označení podlaží podle fáze výroby a montáže

⁵ Kontejnment je ochranná obálka jaderných reaktorů a jeho příslušenství [10]

- c) **dveře z přestupního prostoru do přední zóny:** tento typ dveří musí zajistit v přední zóně dávkový ekvivalent nižší než 10 $\mu\text{Sv/h}$ ⁶ [2].

Ad a) Dveře z malých do velkých komor

Velké komory komunikují s malými přes stíněné utěsněné dveře. Tyto dveře jsou vybaveny pohonem k přesunu a zablokování v uzavřené poloze. Tyto dveře musí být posuvné k optimalizaci užité plochy komor - z tohoto důvodu dveře vystupují do prostoru komor.

Plynulost utěsnění komory musí být zajištěna kyveláží (opláštěním), která poskytuje následující funkce:

- Utěsnění - zajištění požadované míry úniku na úrovni každé komory (maximální únik vzduchu 5 l/hod za jmenovitého podtlaku),
- Demontovatelnost - zajištění pozdější demontáže dveří. Rozměry těchto dveří musejí umožnit průchod zdvihacího mechanismu nesoucího těžký dálkový manipulátor.
- Biologická ochrana (radiologické dimenzování)

Ad b) Dveře z malých komor do přestupních prostor

Tyto dveře umožní průchody personálu do komor, aby byla zajištěna možnost výměny standu nebo provedení údržby. Musí rovněž umožnit výstup velkých manipulačních prostředků z komor.

Dveře odpovídají následujícím potřebám:

- utěsnění se zajištěním požadované míry úniku na úrovni každé komory (maximální únik vzduchu je tedy 5 l/hod za jmenovitého podtlaku),
- jsou s pohonem k otevírání a k blokování v zavřené poloze,
- biologická ochrana (radiologické dimenzování).

Rozměry těchto dveří musejí umožnit prostup standů, jakož i kočky zdvihacího mechanismu nesoucí těžký dálkový manipulátor.

⁶ Jednotka, která vyjadřuje účinky záření s ohledem na typ záření a jeho energii. Jedná se o míru dopadu na člověka (efektivní dávka). Oficiálně má stejný rozměr jako jednotka Gray (Gy) [3]

Ad c) Dveře z přestupních prostor do přední zóny

Tyto dveře mají stejné funkce jako dveře malých komor / přestupních prostor a musí dodržet stejné požadavky [2].

Požadavky na utěsnění mezikomorových přestupníků a komor navzájem jsou velice důležité, protože v každé komoře bude jiná úroveň ionizujícího záření. Ve velkých komorách to bude hodnota 10^6 Gy, v malých komorách bude hodnota 10^4 Gy a v mezikomorových přestupnících je dávka spočítaná na 10^3 Gy. Proto musí být všechny tyto prostory dobře odstíněné.⁷

⁷ Jednotka Gray (Gy) je jednotka absorbované dávky energie radioaktivního záření a má fyzikální rozměr odpovídající jednotce [J/kg] [3].

3. Analýza nutných předpisů pro výrobu

Aby bylo možné začít s výrobou, je nutné provést patřičná právní opatření. Mezi tyto opatření patří kupříkladu:

- výběrová řízení pro výběr vhodného dodavatele,
- ověření patřičných dokumentů nezbytných pro výběr dodavatele,
- stanovení vhodných kritérií pro hodnocení nabídek.

V rozsahu této práce není popisovat průběh celého výběrového řízení, přesto je nutné si rozebrat alespoň některé důležité předpisy, které musí být splněny, aby se firma mohla ucházet o danou zakázku.

V případě svařovacích konstrukcí na projektu JHR se jedná především o několik předpisů (norem), dle kterých musí být společnost certifikována, nebo dle kterých musí pracovat. V první řadě se jedná o systémy řízení jakosti, a to jak v obecném pojetí, tak také ve specifických odvětvích, jako je právě svařování. Každá firma, která se chce získávat zakázky, nebo se přihlásit do výběrových řízení, musí splňovat kvalitativní požadavky na svou výrobu nehledě na to, v jakém odvětví pracuje.

Požadavky na předpisy, dle kterých se pracuje, můžeme rozdělit na několik částí. Podle fáze vývoje mohou být dvojího druhu a to:

- 1) Předvýrobní dokumenty – dokumentace, certifikáty, reference z předešlých zakázek aj.
- 2) Výrobní dokumenty – předpisy a dokumenty předané a požadované zákazníkem

3.1. Předvýrobní dokumenty

Pokud se chce společnost přihlásit do výběrových řízení, musí se prokázat potřebnými kvalifikacemi - kvalifikacemi společnosti a kvalifikacemi svých pracovníků. Společnosti, které se ucházely o zakázky na projektu JHR se musely prokazovat minimálně těmito základními nařízeními, jelikož tyto certifikace tvořily požadavky pro výběr dodavatele:

- a) ČSN EN ISO 9001 – Systém managementu jakosti - požadavky
- b) ČSN EN ISO 3834-2 – Požadavky na jakost při tavném svařování kovových materiálů, Část 2 – vyšší požadavky na jakost
- c) ČSN EN 1090 - 2+A1 - Provádění ocelových konstrukcí a hliníkových konstrukcí – Část 2: Technické požadavky na ocelové konstrukce.

Vzhledem k důležitosti výše zmíněných norem následuje stručný rozbor obsahu u těchto norem.

a) ČSN EN ISO 9001 – Systém managementu jakosti - požadavky

Jedná se o jeden z nejvíce využívaných postupů na světě. Norma jako taková je zaměřena především na zabezpečení a postupné zvyšování úrovně kvality výrobků či služeb. V našem případě se jedná o výrobky produkované svářečskými technologiemi. ČSN EN ISO 9001 není pouze jednou normou, ale sestává se z komplexu norem, který se během dlouhé řady let vyvíjel, až dospěl do současné podoby.

Historicky prošel systém managementu kvality několika stupni vývoje. Tyto stupně vývoje můžeme seřadit podle let, jak postupně docházelo k velkým úpravám této normy:

1) Rok 1987

- Vydána první série norem ISO: 9000 ÷ 9004, kde se každá z těchto norem zabývala pouze určitou specifickou oblastí výroby, managementu, kvality atd.

2) Rok 1994

- Došlo k první velké revizi těchto dokumentů. Začal být zdůrazňován požadavek na kontrolu během výroby a prevenci předcházení vad a nedodělků.

3) Rok 2000

- Došlo ke spojení norem 9001 ÷ 9003 do jedné jediné normy 9001, kde byly setříděny všechny požadavky na jakost, jak ji známe dnes. Zároveň byl zaveden požadavek na registraci k tomuto systému jakosti skrze certifikaci.

4) Rok 2000 - 2009

- Pravidelné evidování a doplňování normy o další doplňující informace. Poslední platná revize vydána v roce 2009.

Proč je tedy nezbytné zavádět tyto normy do výroby? Systémem jakosti ISO 9001:2009 bude společnost nebo jiná továrna „lepší“. Je to samozřejmě řečeno nadneseně, avšak pokud jsou dodrženy veškeré procesy, které jsou nastaveny v rámci příprav na certifikaci dle ISO 9001 je záruka, že výrobky, které vyjdou z podniku, jsou v požadované kvalitě. Což je při dnešní konkurenci, ať už domácí, či zahraniční zajisté lepší, než produkovat výrobky, o jejichž kvalitě nikdo neví, jaké budou či jsou.

Dalším kritériem proč zavádět do podniku ISO 9001 je to, že se na tuto normu váží další doplňkové normy, které jsou určeny pro speciální provozy. Konkrétně je tím myšlena již v úvodu zmíněná norma na provádění jakosti při svařování a tou je ČSN EN ISO 3834-2,3,4.

Výstupem po každý podnik je tedy zavedení systémů ISO 9001 po úspěšném absolvování certifikačního auditu, jež provádí nezávislá certifikační společnost. V České republice je to kupříkladu:

- DNV GL Group⁸.
- TÜV SÜD, NORD, Rheinland⁹
- Bureau Veritas Česká Republika a mnoho dalších.

Pokud podnik uspěje v certifikačním auditu, je mu udělen certifikát o tom, že v jeho podniku jsou zavedeny výrobní procesy takové, které zajistí požadovanou kvalitu produktů.

Zavedení systému ISO 9001 ve svařovacích provozech či jiných podnicích je poměrně dlouhá záležitost. Nejen ze strany časové, ale také finanční náročnosti pro

⁸ DNV GL Goup – spojení firem Det Norske Veritas a Germanischer Lloyd

⁹ TÜV SÜD, NORD, Rheinland - Technischer Überwachungs-Verein, česky Technické kontrolní sdružení

podniky. Pokud už se ale rozhodneme pro certifikaci, je principiálně možné tyto potřebné kroky k zavedení shrnout v 10 bodech, které je nutné splnit, aby vše proběhlo pořádku.

- zapojení vrcholového managementu,
- založení a zaškolení oddělení kvality,
- vyhodnocování a výběr registrátora,
- definování zodpovědností,
- založení struktury systému a sepsání procedur,
- vzdělávání zaměstnanců dle ISO 9001,
- sestavit funkčních správních týmů pro dokumentaci,
- zavedení programu nápravných opatření,
- vyškolení interních auditorů a schvalovací komise,
- certifikační audit.

Toto je jedna z možných interpretací pro výklad normy jakosti. Samozřejmě že tato norma obsahuje daleko více informací, nicméně pro názornost komplexnosti této normy je výše uvedený výčet dostačující [4].

b) ČSN EN 1090 - 2+A1 Provádění ocelových konstrukcí a hliníkových konstrukcí – Část 2: Technické požadavky na ocelové konstrukce.

Norma ČSN EN 1090-2+A1 byla vytvořena za účelem sjednocení požadavků na provádění ocelových konstrukcí a obsahuje širokou škálu výrobních technologií, které se vztahují právě na výrobu těchto konstrukcí. Jedna z pasáží této normy je věnována oblasti svařování a její aplikaci na kovové konstrukce.

Název je tedy: ČSN EN 1090-2+A1 - Provádění ocelových konstrukcí a hliníkových konstrukcí a skládá se celkem z 3 částí, které jsou:

- **část 1:** Požadavky na posouzení shody konstrukčních dílců,
- **část 2:** Technické požadavky na ocelové konstrukce,
- **část 3:** Technické požadavky na hliníkové konstrukce.

Z první části této normy zjistíme nebo posoudíme, zda-li vyrobené konstrukce splňují požadavky dané zákazníkem či nikoliv.

Část 2 a část 3 této normy jsou si v zásadě podobné, i když v jistých detailech se od sebe odlišují. Je jasné, že se nemůžeme chovat při výrobě a zpracovávání hliníkových konstrukcí stejně, jak se chováme při výrobě ocelových konstrukcí, ať už se to týká jejich chemických či mechanických vlastností nebo samotné výroby a zaimplementování výsledného produktu.

Rád bych se tedy zaměřil na provádění ocelových konstrukcí tedy na část 2 této normy, protože se v mém případě jedná o svařenec z uhlíkové a korozivzdorné oceli.

Podíváme-li se na tuto normu z pohledu svařování, je v ní prakticky vše, co potřebujeme znát, abychom připravili kvalitní svarové spoje a tím přispěli ke kvalitě a dlouhé životnosti svařovaných konstrukcí. To co nás však zajímá nejvíce z této normy, jsou tzv. třídy provedení.

Třídy provedení jsou kritéria, podle kterých je navrhována konstrukce od počátku a musí být dodržovány po celou dobu výroby.

Existují 4 třídy provedení (1 až 4) a označujeme je EXC1 až EXC 4, kde nejmenší požadavky na kvalitu provedení je u EXC1 a nejvyšší jsou u EXC 4. Pro různé úrovně konstrukce lze aplikovat různé třídy provedení. Není-li však uvedeno jinak (smluvní strany se nedohodly, není zadáno aj.) musí se použít EXC 2. Na projektu máme přesně definovány třídy provedení a to EXC 3 a EXC 4.

Záměrně je tato norma předsazena před svařečskou normou ČSN EN ISO 3834 - x. Jednou z možností, jak kvalifikovat podnik na normu ČSN EN ISO 3834 - x, je podle požadavků na klasifikaci výroby dle EXT tříd. Jednoduše přeloženo, pokud je známo, že výroba probíhá dle EXC 1 nebo 2, postačuje kvalifikace ČSN EN ISO 3834-3 nebo 4. Zatímco pokud je prováděna výroba dle EXC 1 nebo 2, tedy v nejvyšší kvalitě, musí být kvalifikace dle ČSN EN ISO 3834-2.

Tyto informace můžeme shrnout do následující tabulky:

Tab. 1 – Zařazení do tříd provedení dle kvalifikací

Klasifikace dle ČSN EN 1090-2+A1	Zařazení do ČSN EN ISO 3834 – x
EXC1	část 4 „Základní požadavky na jakost“
EXC2	část 3 „Standardní požadavky na jakost“
EXC3 a EXC4	část 2 „Vyšší požadavky na jakost“

Jelikož je projekt JHR jaderným zařízením, spadá automaticky do klasifikačních tříd EXT 3 a EXT 4. Pro projekt JHR to znamená, že požadavky na jakost při svařování jsou jasně stanoveny a kvalifikace musí být dle ČSN EN ISO 3834-2 [5].

c) ČSN EN ISO 3834-2 – Požadavky na jakost při tavném svařování kovových materiálů, Část 2 – vyšší požadavky na jakost

V předešlém odstavci jsme si definovali, že všechny naše výrobky budou spadat do výrobních tříd EXT 3 a 4, z těchto požadavků vyplynula i úroveň požadavků na jakost při svařování - dle ČSN EN ISO 3834-2.

Tato norma je členěna do 6 částí. Tyto části tvoří požadavky na jakost při tavném svařování kovových materiálů a to:

- ČSN EN ISO 3834-1 – Kritéria pro volbu odpovídajících požadavků na jakost,
- ČSN EN ISO 3834-2 – Vyšší požadavky na jakost,
- ČSN EN ISO 3834-3 – Standardní požadavky na jakost,
- ČSN EN ISO 3834-4 – Základní požadavky na jakost,
- ČSN EN ISO 3834-5 – Dokumenty, kterými je nezbytné se řídit pro dosažení shody s požadavky na jakost podle částí 2, 3 a 4,
- ČSN EN /TR 3834-6 – návod na zavedení ČSN EN ISO 3834.

Z názvů jednotlivých částí normy je jasné, čím se daná část zabývá. Přeskočím tedy části, které se netýkají této práce, a popíši v krátkosti, jaké jsou požadavky vyplývající z druhé části této normy a to z vyšších požadavků na jakost.

Pokud shrneme předešlé informace (práce v EXC třídách 3 a 4 a dle části 2 normy ČSN EN ISO 3834-2) jsou na práce prováděné dle těchto kritérií kladeny určité požadavky. Požadavky jsou pak vhodné především pro výrobky, u kterých jsou bezpečnostní faktory významné společně s úrovní statického i dynamického namáhání. Pro materiály, které jsou navrženy pro vysoká namáhání během provozní životnosti výrobků, event. když se jedná o progresivní druh konstrukčního řešení či o nové, zcela provozem neověřené postupy výroby.

Vzhledem k faktu, že při výstavbě jaderného zařízení je počítáno také s dynamickými zatíženími a vysokou mírou bezpečnosti, je jasné, že nižší stupeň kvalifikace nemůže být zvolen.

Tato norma zahrnuje řadu činností, které se vztahují především na:

- postupy výrobce pro celkové řízení svařování,
- technické instrukce (návodky) pro výrobu (např. WPS),
- prokázání způsobilosti pracovníků (schopnost, vhodnost), např. kvalifikace svářečů, páječů, operátorů, svářečských dozorů a inspektorů, pracovníků NDT ve svařování.

Pokud tedy výrobci zavedou do výroby tuto normu, pak tím dokumentují, že dodržují následující pravidla a kontroly:

- postupy a návodky k výrobě a svařování výrobků,
- způsobilost a schopnost firmy k výrobě,
- způsobilost a vhodnost pracovníků ve svařování,
- souvislost s výrobkovými normami (národními, mezinárodními),
- splnění požadavků zákazníka daných kontraktem,
- uznání výrobků v různých zemích a regionech,
- zkušenosti ve svařování a souvisejících procesech,
- výrobek je zhotoven ve shodě s bezpečnostně-technickými požadavky norem a předpisů.

Kontroly potom musí zahrnovat:

- verifikaci postupů svařování a ověřování schopností ve svařování,
- vhodnost zařízení i údržby ve firmě,
- požadavky na identifikaci výrobků,
- způsoby (postupy), kterými se provádí smluvní subdodávky,
- úroveň provádění plánování výroby,
- skladování a zacházení se základními i přídavnými svařovacími materiály,
- způsoby a postupy účinné kontroly,
- identifikovatelnost a sledovatelnost výrobku i pracovního postupu provádějícího proces,
- nápravu neshod provedeného výrobku,
- rozsah a uchovávání (archivaci) záznamů o jakosti výrobku.

Tyto kontrolní operace musí specifikovat:

- Co se má kontrolovat a jakým způsobem (postupem, metodou),
- přidělení úkolů svářečskému personálu,
- odpovědnost personálu,
- prvky systému řízení (kontroly - záznamy a doklady) [6][7].

Jak je patrné z ČSN EN ISO 9001 a ČSN EN ISO 3834 – 2 obě tyto normy zaručují kvalitu práce a také kvalitu doprovodné dokumentace, na kterou se ve většině případů v dnešní době klade větší důraz než na výrobek samotný.

3.2. Výrobní dokumenty

Mezi výrobní dokumenty, které byly a jsou předávány zákazníkem, patří především:

- a) CCTP - Zvláštní technické zadávací podmínky – obecně
- b) RCCG - RJH - Koncepční a konstrukční pravidla výstavby reaktoru Julia Horowitze
- c) TS – technická specifikace rozsahu dodávky

a) CCTP - Zvláštní technické zadávací podmínky – obecně

Jak již bylo částečně zmíněno v popisu projektu, mají tyto zvláštní technické zadávací podmínky (CCTP) za cíl specifikovat veškeré funkční a technické charakteristiky týkající se horkých komor a některých sousedních zařízení.

Jsou referenčním vyjádřením potřeby nezbytné pro koncepci, výrobu, montáž na závodě, zkoušky na závodě, montáž ve středisku, zkoušky ve středisku a uvedení do provozu. Na základě tohoto dokumentu a popisů v něm je možné začít s návrhem koncepce pro konstrukci a výstavbu [2].

Na tento dokument také navazuje další dokument, který má na starosti právě koncepci a konstrukci projektu.

b) RCCG - RJH - Koncepční a konstrukční pravidla výstavby reaktoru Julia Horowitze

Jedná se o speciálně vytvořený sborník pravidel a norem, které byly schváleny společností AFNOR¹⁰. Tento sborník má dvě části, z čehož první část pojednává o koncepci a druhá o konstrukci.

Na rozdíl od normy ČSN EN 1090-2+A1, která je také sborníkem norem, je tato „příručka“ mnohem komplexnější, neboť byla navržena tak, aby pokrývala celý projekt od návrhu až po výstavbu a zprovoznění.

¹⁰ AFNOR – Association Française de Normalisation – Francouzská národní organizace pro standardizaci [9]

Pro uvažované svařence je důležitá část druhá, která pojednává o konstrukci. Konkrétně se je ještě zaměříme, na 3 odstavce (skupiny) tohoto dokumentu, které jsou důležité pro výrobu modulů a rámu rotačních dveří [8].

§ 2.7 – Prvky, které jsou součástí kontejnmentu

§ 2.9 – Části, které jsou součástí opláštění

§2.10 – Ocelové konstrukce

Všechny tyto 3 odstavce budou ještě později podrobněji rozebrány. Důvod je ten, že moduly s rámy otočných dveří jsou rozděleny a zařazeny právě to těchto 3 skupin. A každá z těchto skupin má jiné kritéria na výrobu a hodnocení.

c) TS – Technická specifikace:

Technická specifikace je dokument, který specifikuje danou oblast, výroby. Je v ní uveden výčet požadavků, který musí být při výrobě zohledněn.

Dává popis konkrétního díla, včetně všech potřebných technických a technologických specifikací a také definuje rozsah, který má být vyráběn. Technická specifikace musí vyčerpávajícím způsobem popsat celou dodávku, která má být daným výrobcem provedena, včetně příslušenství a dokumentace.

4. Analýza a popis rozsahu dodávky dveří a jejich příslušenství

Součástí projektu jsou 4 křídla posuvných dveří, 5 křídel rotačních dveří a 5 rámu (modulů) pro křídla rotačních dveří. Tato dveřní křídla se vyrábějí s kompletním příslušenstvím (elektroinstalace, kinematické mechanismy a prvky k dostižení míst, kde je zeslabená ochrana proti radiaci).

Dveřní moduly jsou vzhledem k funkčnosti a uspořádání řešeny jako 4 kusy pravého provedení a 1 kus levého provedení. Další rozdělení můžeme provést podle situace, kde se nacházejí. Z celkového počtu 5 dveří jsou 3 umístěné uvnitř přestupníku a tvoří tedy spojení mezi MK a přestupníkem. Další 2 jsou umístěné z operátorovny do přestupníku. Toto rozdělení také specifikuje poměr v rozložení materiálu a jejich výplně – v našem případě olova.

Posuvné dveře, které spojují velké komory s malými, mají v sobě vyskládané 4 řady olověných cihel. Tloušťka každé cihly je 50 mm, což dává celkovou tloušťku 200 mm olova a dále se zde nachází 60 mm tlustá polyamidová deska, která zachytává α částice.

Dveře (3 ks), které spojují MK s přestupníkem, mají část směrem do komory z korozivzdorné oceli a část, která je v přestupníku je z oceli uhlíkové, která je opatřena dekontaminovatelným nátěrem. Dveře mají také v sobě vyskládané 3 řady olověných cihel o celkové tloušťce 150 mm.

Dveře, které spojují operátorovny s přestupníky, jsou převážně tvořeny uhlíkovou ocelí s povrchovou úpravou taktéž opatřenou dekontaminovatelným nátěrem. Zde je již rozložení cihel a polyamidu jiné než u ostatních dveří. Tím, že je v přestupníku počítáno s menší radiací, než je v komorách, je také navržena rozdílná tloušťka stínění. Nachází se v nich tedy pouze 1 řada olověných cihel celkové tloušťky 50 mm a jedna polyamidová deska tloušťky 60 mm.

Moduly pro otočné dveře jsou tvořeny celkem ze 4 samostatných celků:

- 1) rám dveří, na kterém budou zavěšeny křídla rotačních dveří,
- 2) profilové konstrukce, která je přivařena k rámu dveří a zajistí po zalití betonu stabilitu rámu,
- 3) kompletace speciálních prvků, které jsou přivařovány do konstrukce,

4) rámeček s nafukovacím těsněním.

V následující kapitole je popsán samotný rámu rotačních dveří, který má být vyroben jako první a je negativem pro přípravku ke zkouškám ve výrobě.

Není zde probrána výroba zbylých 4 rámu, jelikož princip výroby, materiály a použité metody svařování jsou stejné u všech modulů a křídel dveří. Co nás však zajímá je dispozice těchto rámu, protože z ní vycházíme při návrhu přípravku.

Doplňující informace k další části diplomové práce je ta, že výkresová dokumentace pro moduly dveří byla výrobcí předána již zpracovaná. Výkresovou dokumentaci pro křídla dveří a rámečky si dodavatel vytváří sám.

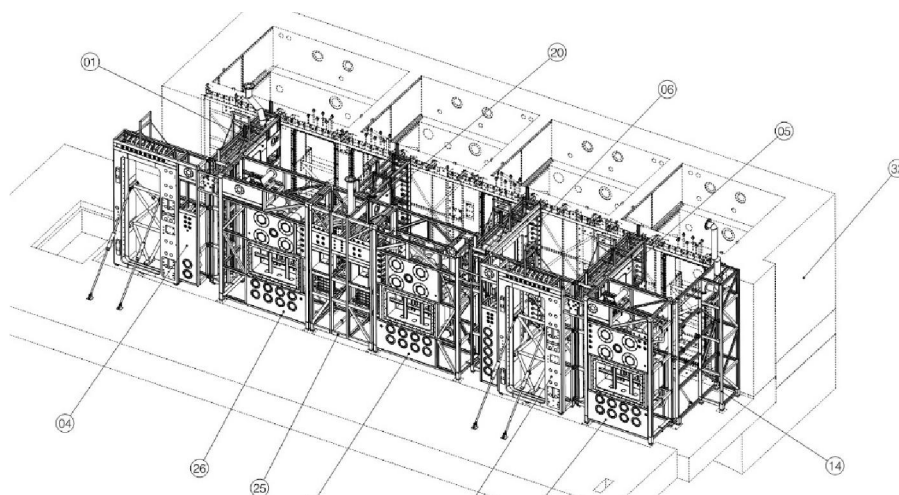
4.1. Rám otočných dveří z pohledu celé sestavy

Pořadí výroby jednotlivých modulů je dáno kinetikou montáže¹¹. Tato kinetika určuje jako první výrobu modulu, jež nese označení:

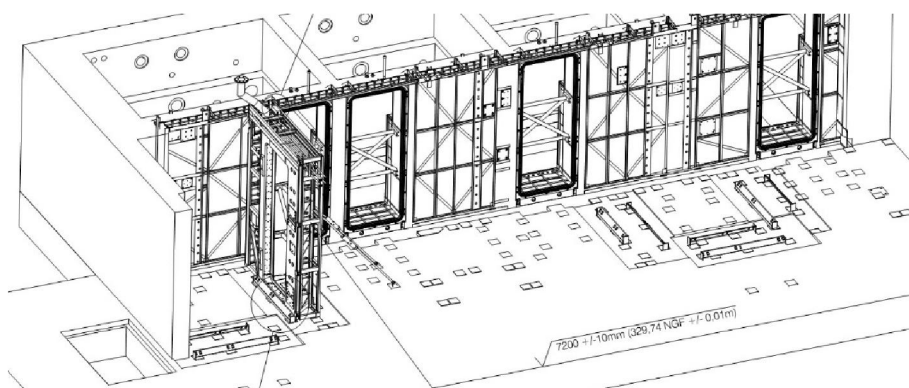
Mezistěna ECM – vstup (modul přední levý) a jeho číselné označení (identifikátor) je číslo sestavy na výkrese: ECX_CELLS_025742.

Na obrázcích 4 a 5 je možné vidět umístění tohoto modulu z pohledu celé montážní sestavy a také z pohledu kinetiky montáže.

¹¹ Kinetika montáže je procedura, dle které jsou jednotlivé součásti (moduly, volné díly apod.) montovány v přesně daném pořadí. Toto pořadí výroby je důležité pro stavební práce a práce spojené s armováním a před-armováním modulů.



Obr. 4 – Montážní sestava patra malých komor



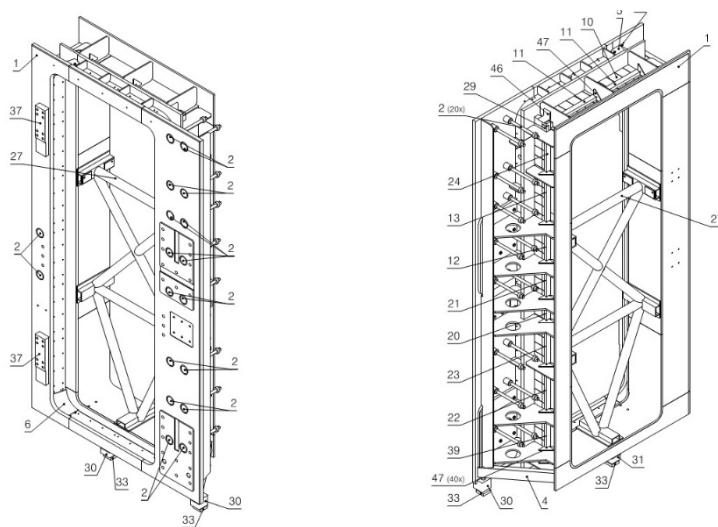
Obr. 5 – Fáze 1 z kinetiky montáže – montáž modulu

4.2. Stručný popis jednotlivých částí modulu

4.2.1. Rám dveří

Tento svařenec, je kompletně svařen z korozi-vzdorné oceli dle ČSN EN 10088-2 - X2CrNi18-9. Čelní a zadní strana budou z jednoho kusu plechu o tloušťce 60 mm, ve kterém je vyřezán otvor pro budoucí průchod. Z čelní strany je připraven prostor pro umístění rámečků pro nafukovací těsnění, což znamená, že vnitřní plocha rámu je upravená a obráběná pro tento rámeček. Jeden z těchto rámečků i s těsněním slouží také pro zkoušky ve výrobě na zkušebním přípravku.

Z venkovní strany jsou rámy vyztuženy příčnými žebry, která zajišťují potřebnou tuhost svařence. Na obrázku 6 je vidět rám dveří již s výztuhami a kotevními deskami.



Obr. 6 – Rám dveří s vnitřními výztuhami¹²

4.2.2. Profilová konstrukce

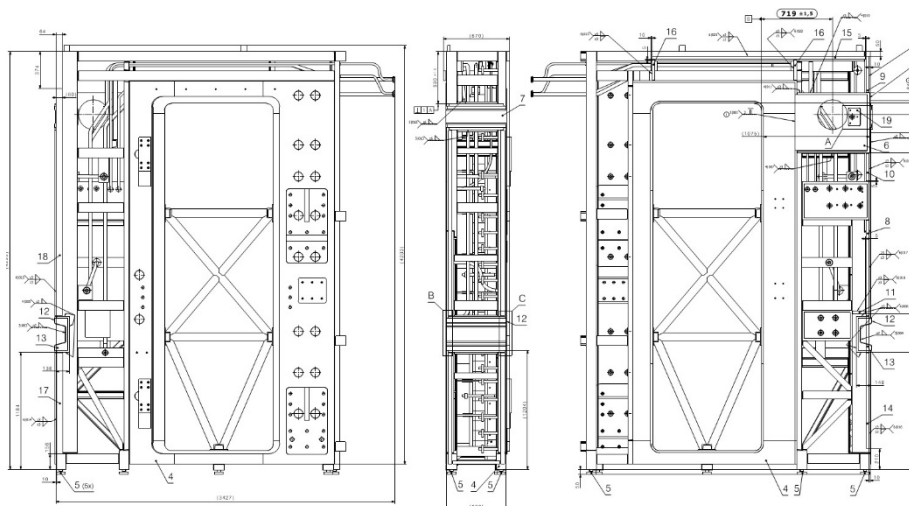
Profilová konstrukce je tvořena z uhlíkové ocele a jednotlivé pruty jsou z materiálu S355J2 a tato konstrukce je připojena k rámu dveří. Slouží jako podpůrný prostředek pro udržení rámu dveří na požadovaném místě. Konstrukce může být vyrobena samostatně, nebo může být přivařována zároveň s modulem. Tato „příhradová konstrukce“ bude při betonáži zalita betonem a nebude viditelná.

¹² Také jsou na obrázku vidět pozice jednotlivých dílců, které jsou součástí kusovníku, jež není předmětem této práce.

4.2.3. Speciální prvky

Speciálními prvky jsou myšleny odlišné typy vestaveb, které budou po zprovoznění celých HK plnit různé funkce. Prvky, které jsou umístěny v našem modulu, jsou chráničky typu C¹³ a B¹⁴ a také kotevní desky¹⁵. Tyto prvky nejsou vyráběny společně s moduly, ale jsou vyrobeny jiným dodavatelem, a v určitý okamžik, který je stanoven ve smlouvě se přivezou tyto „volné díly“ k zavaření do daných modulů.

Na obrázku 7 je ukázána kompletace celého modulu i s dodanými vestavbami a je tedy možné si udělat konečnou představu o tvaru a velikosti rámu dveří s modulem (konstrukcí).



Obr. 7 – Modul s rámem otočných dveří

¹³ Chráničky typu C jsou speciální pouzdra sloužící pro vedení různých médií a kabelů. Mají zatočený tvar nebo jsou ohnuty do pravého úhlu. To proto, aby při případném kontaktu se zářičem nedocházelo k průnikům záření mimo komory

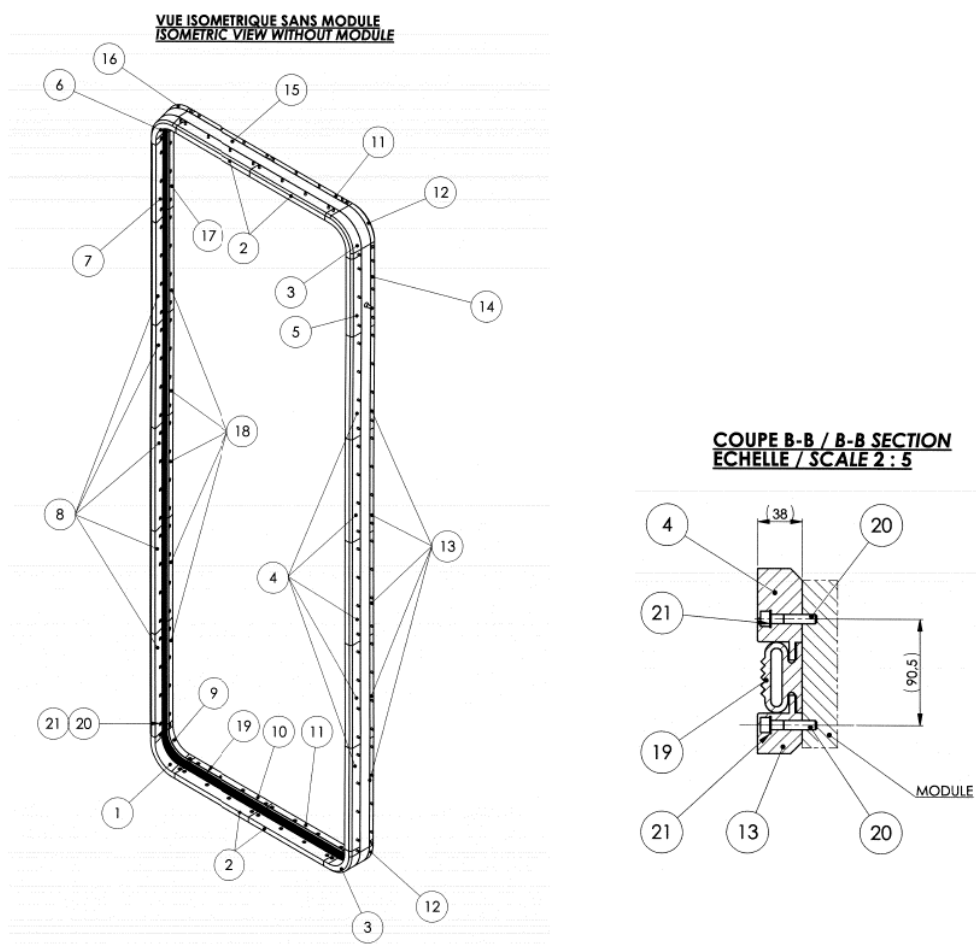
¹⁴ Chráničky typu B jsou chráničky sloužící pro přívod a odvod vzduchu do a ven z komory.

¹⁵ Kotevní desky jsou zařízení, na kterých budou upevněna různá podpůrná zařízení a zároveň slouží ke zvýšení tuhosti celého modulu.

4.2.4. Rámeček s nafukovacím těsněním

Rámeček s nafukovacím těsněním je důležitý pro udržení požadovaného podtlaku v komorách tím, že minimalizuje možnost nasátí okolního vzduchu do komory. Je řešen jako samostatný a nezávislý na modulech, jelikož je to součást, která není přivařována do konstrukce, ale je do ní šroubovaná. Další důvod je ten, že dokumentaci k těmto rámečkům je vytvářena u dodavatele dveří.

Celý rámeček je tvořen sadou dvou řad segmentů, mezi které je vloženo speciální nafukovací těsnění. Toto těsnění po nafouknutí přilne k obvodu křídla dveří a zajistí požadovanou těsnost.



Obr. 8 vlevo – Izometrický pohled na rámeček s těsněním

Obr. 9 vpravo - Řez pro znázornění tvaru těsnění

5. Popis požadované dokumentace

Pro to, aby bylo možné zpracovat všechny svařence, bylo potřeba vytvořit z 3D modelu výkresy. Výkresy jsou spojeny s kusovníky a svarovými tabulkami. Princip kusovníku musí být každému dozajista znám, nicméně svařovací tabulka a plán NDT kontrol nikoliv.

Svarová tabulka je v podstatě to samé, jako je kusovník, ale není zaměřena jednotlivé díly, ale na svary. Jedná se o soupis všech svarů nacházejících se na konkrétní sestavě. Tento soupis lze provést, jelikož je každý svar identifikován a má své samostatné číslo a skupinu svaru, dále pak má určenou metodu svařování kořene a krycí vrstvy a v neposlední řadě má také každý svar přidělenou svou WPS a také WPQR (detailně popsáno v kapitole 8). V tomto případě je svařovací tabulka také opatřena údaji o bezpečnostních skupinách, do kterých musíme jednotlivé svary zařadit z hlediska jaderné bezpečnosti. Z tohoto bezpečnostního hlediska také vyplývá úroveň požadovaných defektoskopických kontrol svarů.

Požadované defektoskopické kontroly jsou pro sjednocení výkladů jednotlivých norem shrnuty v samostatném dokumentu projektu, jež nese název „Rozsah prováděných kontrol ve výrobě“.

Pokud všechny tyto podmínky vztáhneme také na svařovaný přípravek, tak se jeho tyto podmínky bezpečnosti netýkají, jelikož bude po úspěšném dokončení zkoušek rozebrán a zlikvidován. Nicméně dokumentace, která je v rámci práce vytvářena, je až na malé odlišnosti podobná.

6. Zkoušky ve výrobě a FAT zkoušky

6.1. Zkoušky ve výrobě

V průběhu celé výroby se provádějí různé druhy zkoušek a kontrol. Požadavky těchto kontrol vychází především z požadavků již zmíněných EN norem, ale také různých doplňujících dokumentů speciálně vytvořených a schválených pro projekt JHR (RCC-G, plán zkoušek, atd.). Jedná se o zkoušení svarů a to destruktivně a nedestruktivně, pro zajištění potřebné kvality svarového spoje. Dále pak kontrolujeme požadavky kvalitativní, konstrukční, kontroly kvality povrchové úpravy a mnohé další. Všechny tyto kontroly mají zajistit dle IČSN EN SO 9001 shodu s průvodní dokumentací, čili s požadavky vyplývající z kupní smlouvy.

Z každé této zkoušky nebo kontroly je zápis (protokol), který se stává součástí finální dokumentace. Přesný rozsah prováděných zkoušek je zanesen do plánu kontrol a zkoušek. Vytvoření tohoto dokumentu je dáno ČSN EN ISO 9001, kde jsou stanoveny pravomoci. Tyto pravomoci (odpovědnosti) určují osoby, které jsou zodpovědné za danou oblast, která je v rámci výroby prováděna.

Jako příklad můžeme uvést kontrolu NDT, zodpovědnou osobou zde bude člověk, který má příslušné oprávnění k provádění těchto kontrol. V plánu kvality bude poté uveden jeho podpis, nebo podpis člověka, který od něj převzal a překontroloval předané dokumenty [11].

6.2. FAT zkoušky

FAT zkoušky (Factory acceptance testing) v překladu znamená funkční zkoušky ve výrobě. Jinak řečeno je to speciální sada zkoušek, která se musí vykonat před tím, než budou u křídel rotačních a posuvných dveří provedeny další výrobní operace (moření, pasivace, nátěry atd.).

Můžeme je rozdělit na 2 fáze a to:

Fáze 1 (zkoušky elementární funkce):

Tyto zkoušky umožňují vyloučit technické nedostatky, které nebyly možné odladit v průběhu designu nebo výrobní fáze. Ať už u rotačních nebo u posuvných dveří je nutné zajistit, aby jednotlivé díly byly schopny svých předepsaných funkcí, což znamená ověřit:

- výkony motorů a převodovek,
- bezpečnostní prvky (zámky, funkci koncových spínačů),
- funkčnost při plném zatížení (s vyskládaným olovem),
- opakovatelnost dosáhnutí předepsaného otevření v potřebném čase,
- sestavení biologické ochrany,
- utěsnění dveří v modulu rámu.

Fáze 2 (funkční zkoušky v sestavě komor):

Tato fáze je již přímo realizovaná na zkušebním přípravku, jehož návrhem se budeme zabývat v praktické části této práce. Tyto zkoušky budou probíhat u dodavatele dveří a bude se testovat vždy jen jedno křídlo dveří. Toto křídlo bude umístěno na zkušebním přípravku a budou na něm prováděny nejen funkční a manipulační zkoušky na odstranění případných závad v manipulaci, ale také se na něm vyzkouší, jaké jsou možnosti údržby těchto dveří (mazání, výměna dílů atd.) [11][12].

6.3. Zkouška funkčnosti otočných dveří do MK a přestupníků (SAS)

Zkoušky funkčnosti provádíme na jednom křídle posuvných a jednom křídle rotačních dveří na zkušebním přípravku k danému typu dveří. V našem případě se jedná o přípravek pro rotační dveře. Pro to, abychom snížili náklady a hlavně čas na zkoušení, simulujeme na tomto přípravku reálné podmínky, které musí být

ověřeny před namontováním na skutečný rám. Prováděné zkoušky jsou již částečně popsány výše u fáze 1 a některé částečně ve fázi 2. Teď ještě zbývá popsat detailněji prováděné zkoušky, a co je od tohoto zkoušení očekáváno [12].

Budou provedeny tyto zkoušky:

- funkce posuvu (rozjezdy a zastavení, dynamiku pohybu a změny směru),
- kontroly délky pojezdové dráhy, v tomto případě se jedná o úhel otevření,
- zkoušky zámků (spolehlivost při odemykání a zamykání, kontrola manuálního otevírání),
- kontroly koncových spínačů,
- ověření utěsnění tlakovým spojem,
- sestavení biologického stínění,
- zkouška zatížení (včetně biologické ochrany),
- možnosti údržby (funkce pomocných přípravků pro nadzvednutí dveří atd.).

Všechny tyto body budou zkoušeny nejdříve bez zatížení a následně při plném zatížení – s vyskládanými olověnými cihlami.

Cílem těchto zkoušek je ověření těchto parametrů:

- funkčnosti otočných dveří,
- kontrola sestavení biologického stínění,
- ověření správného navržení hnací jednotky,
- ověření údržbových nástrojů,
- správná funkce ručního otevírání dveří a zámků,
- kontrola slícování dveří a rámu,
- kontrola těsnosti,

Kritéria akceptování:

- Funkční otočné dveře,
- Dostatečná dráha a dynamika (dráha) pohybu,
- Funkční blokace a koncové spínače,
- Vyhovující slícování a těsnost dveří,
- Proveditelnost údržby,
- Opakovatelnost dosáhnout testovaných funkcí [12].

7. Svařování

Tato část práce se již týká samotného svařování. Ke každému hlavnímu tématu budou ve zkratce popsány hlavně základy, nicméně hlavní důraz je kladen na technologie svařování, které jsou používány na celé zakázce dveří a budou se tedy používat také pro svaření přípravku. Pro přípravek pak bude proveden samotný výběr metody, které budou použita pro svaření.

Veškeré svařovací operace budou probíhat u dodavatele celé dodávky rotačních a posuvných dveří, firmy ACPP se sídlem ve Francii. Tato firma byla založena v roce 1977, má celkem 4 výrobní pobočky a zaměstnává přes 300 pracovníků. V současné době jejich portfolio zahrnuje výrobní úseky od aplikací v jaderných elektrárnách přes lodní aplikace až po aplikace pro vojenský průmysl.

7.1. Úvod do svařování

V technické praxi se nejčastěji setkáme se dvěma typy spojů a to jsou spoje rozebíratelné a nerozebíratelné. Při použití spojovacích prvků jako jsou, šrouby získáme rozebíratelná spojení. Pokud nepoužijeme spojovací prvky, získáme nerozebíratelné spojení lepením, svařováním a pájením. Cílem svařování je pak vytvořit takový spoj na dvou či více částech nebo površích tak, aby jeho výsledné vlastnosti vyhovovaly budoucímu použití.

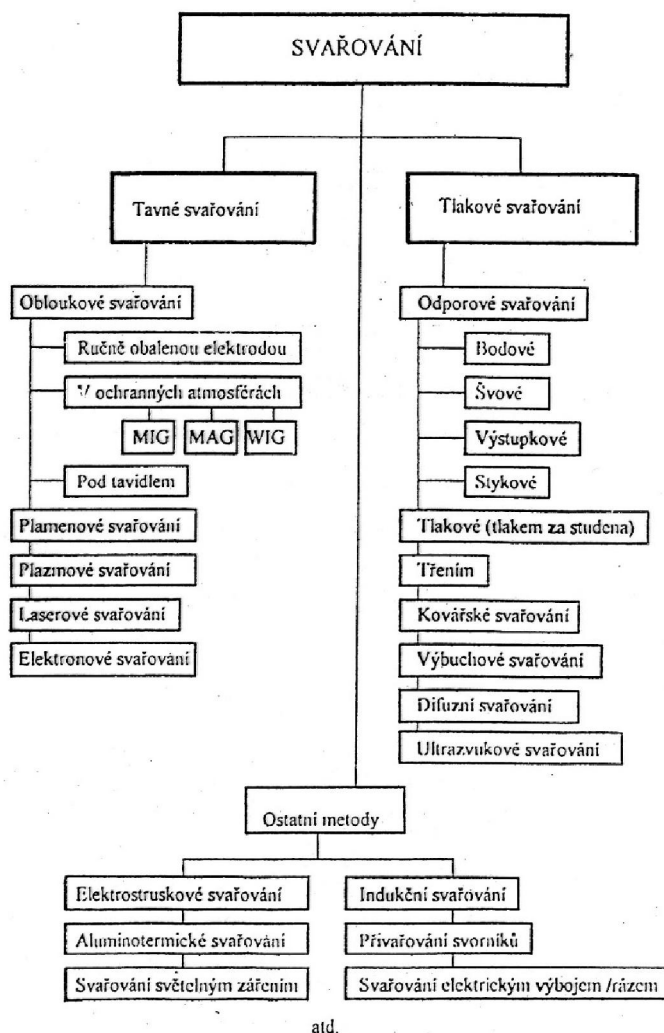
Principem svařování kovů je tedy vytvářet nerozebíratelná spojení, která vznikají za pomoci soustředěného tepla či tlaku (jsou aplikace kde lze použít oba principy). Dále pak může či nemusí být použit přídavný materiál dále jen PM o podobných či stejných chemických a mechanických vlastnostech. Spojení těchto elementů nastane působením meziatomových sil a vazeb na tepelně aktivovaných plochách, které jsou v oblasti svařování v roztaveném či plastickém stavu [14].

Abychom dosáhli kvalitního svarového spoje, je nutné v první řadě řádně upravit tzv. svarové plochy, tak, aby na těchto plochách vzniklo dokonalé spojení základních materiálů a také přídavného materiálu jako spojovacího prvku. Úprava těchto návarových ploch je také standardizována a lze je najít v příslušných normách (ČSN EN ISO 9692-1÷4), nicméně i tady platí především zkušenosti daných svářecích operátorů a svařovacího personálu.

7.2. Metody svařování a jejich popis

Svařování je specifický obor, ve kterém se za spoustu let vytvořilo několik desítek různých metod svařování. Základní dělení těchto metod svařování je tavné a tlakové.

Tyto hlavní skupiny můžeme rozdělit do dalších kategorií dle toho, jakou metodu pro daný typ svaru zvolíme. U tavného svařování můžeme volit mezi různými skupinami svařování (elektrickým obloukem, proudem elektronů aj.). U tlakového, pak můžeme volit mezi dalšími skupinami: za studena, odporové, indukční, třecí aj.). Pro snazší orientaci je zde přiložen obrázek číslo 10, s rozdělením jednotlivých metod svařování dle skupin.



Obr. 10 – Rozdělení svařovacích metod [43]

Metody svařování používané na svařování dveří a rámu, jež budou také následně použity pro svaření přípravku po zkoušky, jsou zařaditelné do první kategorie a to mezi tavné svařování elektrickým obloukem.

Konkrétně se jedná o následující metody svařování (značeno číselným kódem dle ČSN EN ISO 4063 [13]):

- 136 – Obloukové svařování plněnou elektrodou v aktivním plynu (FCAW)
- 138 – Obloukové svařování plněnou elektrodou s kovovým práškem v aktivním plynu (FCAW)
- 141 – Obloukové svařování wolframovou elektrodou v inertním plynu (TIG)

Jak je patrné z výše uvedených metod, první dvě metody je možné spojit do jednoho okruhu svařování, jelikož jsou to obě metody prováděné stejným principem, tedy v aktivním plynu. Rozdíl je pouze v použití přídavných materiálů, které se v tomto případě odvíjejí z cívky nebo „sudu“.

Třetí metoda tvoří samostatný okruh a je prováděna v inertním plynu za použití wolframové elektrody a přídavného materiálu podávaného ručně. Budou popsány základní principy jednotlivých metod svařování elektrickým obloukem v ochranných atmosférách.

7.2.1. Svařování metodou MAG

Společně s metodou MIG (Metal Inert Gas - obloukové svařování v ochranné atmosféře inertního plynu), tvoří metoda MAG (Metal Active Gas – svařování v ochranné atmosféře aktivního plynu) nejvíce používané metody svařování v průmyslové praxi – dle spotřebovaného přídavného materiálu. Svařování metodou MIG/MAG je založena na hoření oblouku mezi tavící se elektrodou, která je ve formě drátu a základním materiálem v ochranné atmosféře inertního nebo aktivního plynu.

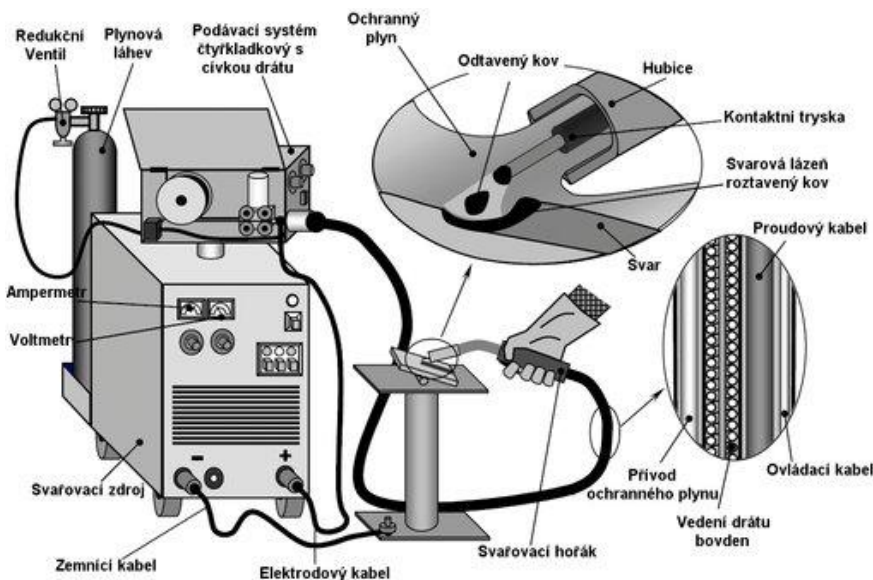
Drát je napájen elektrickým proudem až v ústí hořáku, aby zatížená délka byla co nejkratší. Přídavný drát je podáván ze zásobníku (podavače) podávacími kladkami umístěnými buď v podavači, hořáku nebo mohou být v kombinované

formě. Při použití ručního hořáku se tedy jedná o poloautomatickou metodu svařování.

Budeme-li se bavit o proudové hustotě, která dosahuje až $600 \text{ A} \cdot \text{mm}^{-2}$ a je jednou z nejvyšších proudových hustot z obloukových metod, pak tato metoda dovoluje dosáhnout vysokých rychlostí při svařování (do cca $150 \text{ cm} \cdot \text{min}^{-1}$) a rychlosti kapek, které jsou přenášeny obloukem, mohou přesahovat $130 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$.

Rozmezí proudů je pro svařování tenkých plechů od 30 A při průměrech drátu 0,6-0,8 mm až do 800 A u vysoko výkonových mechanizovaných metod. Všechny parametry zmíněné výše poskytují dostatečný prostor k tomu, abychom mohli provádět rychlý proces svařování s dosažením hlubokých závarů a úzkých svarů [14].

Princip svařování metodou MAG se zařízením je na obrázku 10.



Obr. 11 – Metoda svařování MIG/MAG při ručním svařování [15]

V úvodu kapitoly 8.2 byly popsány metody, které jsou příbuzné metodám svařování MIG a MAG. Nicméně je nutno zmínit to, že klasické svařování metodami MIG a MAG nese číselné označení 135 a k této metodě také náleží příslušné přídavné materiály.

Těmito přídavnými materiály jsou kovové elektrody – drátové elektrody plného kruhového průřezu.

Drátové elektrody plného kruhového průřezu:

- Jedná se o druh přídavného materiálu, který je chemickým složením podobný základnímu a veškeré legující prvky, pro zlepšení vlastností svaru jsou obsaženy ve struktuře materiálu.
- lze použít pro svařování všech typů ocelí od nelegovaných až po středně a vysokolegované a také jsou vhodné pro svařování neželezných kovů a to hliníku a mědi.
- Průměry těchto drátů se pro oceli vyrábějí v $\varnothing 0,6/0,8/1,0/1,2/1,6$ mm a pro neželezné kovy pak od $\varnothing 0,8/1,0/1,2/1,6/2,4$ mm.

Drátové elektrody jsou pokryty tenkou vrstvou mědi, pro zabránění korozi při dlouhodobém skladování. Měděný povrch zároveň slouží pro lepší přívodu proudu na elektrodu při průchodu svařovacím hořákem.

Následující tabulka poskytuje názorný přehled v tom, v čem se od sebe jednotlivé metody svařování odlišují

Tab. 2 - Porovnání metody MIG a MAG [42]:

Metoda	Rozdíl v atmosférách	Typy plynů	Použití u svařování
MIG	Inertní – nereaguje se svarovou lázní	Ar, He a jejich směsi	Hliníku, titanu, mědi
MAG	Aktivní – reaguje se svarovou lázní	Ar+CO ₂ (Ar+CO ₂ +O ₂)	Nelegovaných nízko a vysokolegované oceli

Mezi hlavní výhody této metody můžeme považovat [14]:

- možnost svařování ve všech polohách od tloušťky materiálu 0,8 mm,
- minimální tvorbu strusky,
- vysokou proudovou hustotu,
- vysoký výkon odtavení,
- vysokou efektivitu, úspory nedopalků tzv. nekonečným drátem,
- snadný start oblouku a svarové lázně,
- snadný start oblouku bez nárazu svařovacího drátu do svarku,
- velmi dobrý profil svaru a hluboký závar velmi ovlivňuje zvolený typ atmosféry,
- široký proudový rozsah pro jeden průměr drátu,
- stabilní plynovou ochranu,

- nízkou pórovitost,
- malý nebo žádný rozstřík,
- snadná aplikace metody u robotizovaných a mechanizovaných systémů svařování (zejména velká produktivita metody, a vysoké výkony odtavení a relativně velké rychlosti svařování).

Mezi nevýhody pak můžeme zařadit [15]:

- svařovací zdroj je náročnější na obsluhu,
- vyšší nároky na údržbu,
- při špatných podmínkách ventilace je riziko odfouknutí ochranného plynu,
- relativně vysoké vyzářené teplo do prostor,
- nutná ochrana pracovníků proti vznikajícímu teplu, rozstříku svarového kovu a intenzivnímu světelnému záření (s UV složkami aj.),
- dále mohou vznikat metodou podmíněné vady: na začátku (studené spoje) a na konci procesu (koncové krátery se zárodky trhlin).

7.2.2. Svařování metodu FCAW

Svařování metodou FCAW (Flux cored arc welding – obloukové svařování plněnými elektrodami) je obdobou svařování metodami MIG a MAG. Rozdíl oproti předešlým metodám je v použití přídavného drátu, který je v tomto případě tvořen obalem a vnitřní výplní. Nemá tedy plný průřez. V současné době není svařování metodou FCAW tolik rozšířenou metodou, na rozdíl od metod MIG a MAG, nicméně pomalu se dostává po povědomí uživatelů [37].

Důvodů, proč používat plněné elektrody je několik, mezi hlavní patří především to, že je možné svařovat větší tloušťky materiálů jednovrstvým svarem při venkovní aplikaci. S tím souvisí i další výhody, které jsou [37]:

- zvýšená kvalita svarů
- výborný průvar
- možnost legování svarového kovu
- vyšší výkon při navařování
- menší vnesené teplo při svařování
- nižší spotřeba elektrické energie

Plněné elektrody plněny vhodnými přísadami [37].

- Sortiment plněných elektrod lze rozdělit dle toho, zdali jsou bezešvé, či tvarově uzavřené.
- Podle náplně:
 - kovová, rutilová a bazická náplň pro svařování nelegovaných a nízkolegovaných ocelí,
 - Rutilová náplň pro svařování vysokolegovaných ocelí.
- Průměry plněných elektrod se pohybují v: Ø1,0/1,2/1,4/1,6/2,0 a 2,4mm.

Vlastnosti jednotlivých typů plněných elektrod:

1) Plněné elektrody s kovovou náplní [37]

- Snížení prostožů – není nutno odstraňovat zbytky rozstříku,
- Velký průvar s minimem defektů ve svarovém spoji,
- Vysoký výkon navaření,
- Doporučeno pro ruční i mechanizované svařování,
- Vhodné pro jedno i vícevrstvé svary,
- Výborné mechanické vlastnosti.

2) Plněné elektrody s rutilovou náplní [37]

- Velmi produktivní
- Hlavní výhody:
 - Snadno odstranitelná struska,
 - Výborné operativní vlastnosti,
 - Jednoduchý způsob mechanizace,
- Minimální rozstřík,
- Vhodný profil svarové housenky,
- Lze dosáhnout výborných výsledků i s ochranou CO₂.

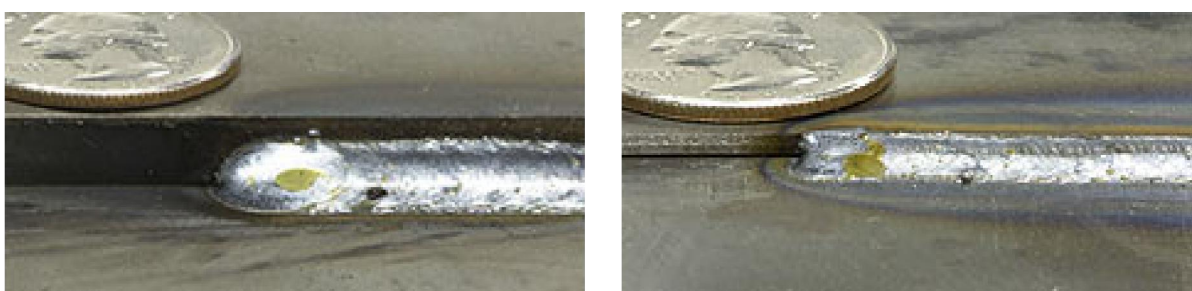
3) Plněné elektrody s bazickou náplní [37]

- Výborné mechanické vlastnosti,
- Vysoká produktivita svařování,
- Produktivní i v polohách PA / PB / PC,

- Umožňuje svary bez porosity při svařování plechů s drobnou korozí, zoxidované vrstvy i na primární nátěr,
- Nízké riziko vzniku vad.

Porovnání metody FCAW s metodami MIG a MAG

Porovnáním obou metod, dojdeme ke zjištění, že metoda svařování FCAW je mnohem produktivnější a co se týká kvality svarů také lepší, jelikož odpadá rozstřík PM při svařování. Je možno svařovat větší tloušťky materiálů při zachování jednovrstvého svaru a nižší hodnoty vneseného tepla, jež má za důsledek menší tepelně ovlivněnou oblast. Porovnání obou metod na obrázcích č 12 a 13.



Obr. 12 – vlevo svařování metodou FCAW [38]

Obr 13 – vpravo svařování metodou MIG [38]

7.2.3. Svařování metodou TIG

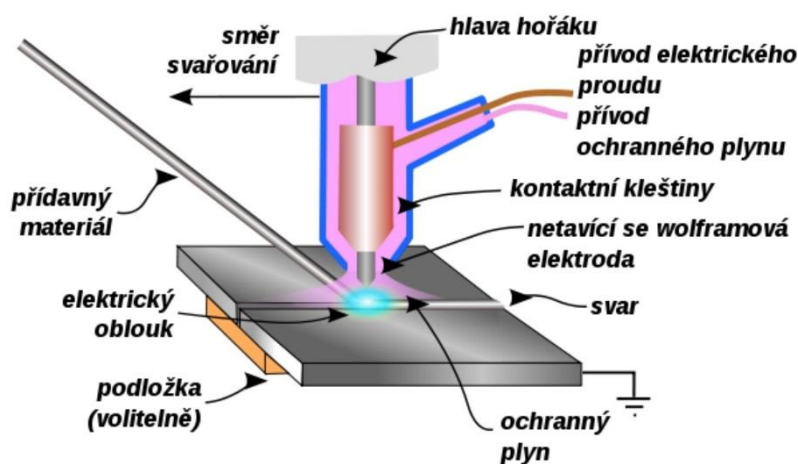
Svařování metodou TIG (Tungsten Inert Gas) čili svařování v ochranné atmosféře inertního (netečného) plynu se řadí v současné době mezi jednu z nejpoužívanějších a nejprogresivnějších metod svařování, jelikož je tato metoda svými vlastnostmi vhodná prakticky pro všechny typy svařovaných materiálů.

Základní princip této metody spočívá v tom, že oblouk hoří mezi netavící se elektrodou a základním materiálem. Ochranou atmosféru zajišťuje netečný plyn o vysoké čistotě, která se pohybuje standardně 4.6 = 99,996 %, případně se používají i vyšší 4.8, 5.0. Jako ochranný plyn se nejčastěji používá argon (Ar), nebo helium (He), dusík (N) pouze do směsí (ne samostatně - směsi Ar-He, Ar-H₂). Netečný plyn chrání svarový kov před přístupem okolního vzduchu a zároveň stabilizuje hořící oblouk. Plyny pro jednotlivé metody svařování budou popsány v kapitole 8.3.

PM se používá v několika variantách, a to s ohledem na to, zda-li se jedná o ruční svařování nebo o automatické. Podle volby metody svařování volíme také typ drátu, buď to je podáván ručně, nebo je podáván automaticky podavačem drátu.

Při svařování metodou TIG udržujeme krátký oblouk, abychom dosáhli úzké tepelně ovlivněné oblasti. S tím také souvisí užití nižších proudových hustot, což ve výsledku způsobí menší závar. Vzhledem k faktu, že je při této metodě využíváno nižších proudových hustot a účinnost přenosu tepla je také nižší, než u ostatních metod svařování, je tato metoda méně produktivní. Tato menší produktivita je však vyvážena kvalitními svary, jejichž povrch je hladký, plynulý a bez rozstříků [14].

Princip svařování metodou TIG při ručním svařování je názorně ukázán na obrázku 14.



Obr. 14 - Princip svařování metodou TIG při ručním svařování [16]

Mezi výhody této metody tedy můžeme zařadit:

- inertní plyn zabezpečuje efektivní ochranu svarové lázně a přehřáté, oblasti před účinky vzdušného kyslíku,
- inertní plyn zabraňuje propalu prvků a tedy i vzniku strusky – výsledek je čistý povrch svaru,
- velmi příznivé formování svarové housenky na straně kořene a svaru,
- stabilní oblouk pro široký rozsah svařovacích proudů,
- jednoduchá obsluha a přesná regulace parametrů svařování,
- svarová lázeň je viditelná a snadno ovladatelná,
- svary mají malou tepelně ovlivněnou zónu a minimální deformace aj.

Mezi nevýhody pak patří:

- nízká produktivita při ručním svařování,
- vyšší náročnost na svařovací zařízení,
- patří mezi nejnáročnější metody svařování – z hlediska metodiky provádění svarů – velké nároky na zručnost svářeče (na rozdíl od MIG/MAG, která naopak patří k jedněm z nejjednodušších)

7.3. Ochranné plyny

Ochranné plyny, jak již jejich název vypovídá, slouží k zamezení přístupu vzduchu do svařované oblasti. Jeho úkolem je tedy chránit elektrodu, tavnou lázeň, okolí svaru a také kořen svaru před přístupem okolního kyslíku, který způsobuje oxidaci, naplynění, pórovitost a propaly prvků. Zároveň mají také ochranné plyny důležitou úlohu při těchto činnostech:

- stabilizování hořícího oblouku,
- hloubku závaru,
- rychlost svařování,
- povrchu svaru,
- mechanických a metalurgických vlastnostech spoje,
- tvar a rozměry průřezu svaru,

Pro ochranu svarové lázně můžou použít buď jednosložkové plyny (CO_2), nebo vícesložkové ($\text{Ar}+\text{CO}_2+\text{O}_2$). Pro výběr je také nezbytně nutné vědět, jaká další funkce se od ochranného plynu očekává, tedy zda-li se bude s tavnou lázní chovat neutrálně, oxidačně, či bude mít nahliučující vliv.

V této páci nebyly rozebrány všechny druhy plynů, ale byl proveden pouze výběr dvou plynů, které jsou používané v naší technologii výroby a budou to tedy plyny pro metodu 141, 136 a 138.

7.3.1. Ochranný plyn pro svařování metodou FCAW

Pro svařování metodou FCAW se používá ochranný plyn Ar+CO₂, tedy směs argonu a oxidu uhličitého. Obchodní názvy jsou: CORGON 18 od společnosti Linde GAS a.s. nebo ARCAL 5 od společnosti Air Liquide CZ s.r.o. Jedná se o stejný směsný plyn pro svařování, jež nese označení dle normy ČSN EN ISO 14175- M21, ale má jiné obchodní označení. Charakteristika samotného CO₂ je rozebrána v následující kapitole.

Parametry plynu jsou dle produktového listu následující [17]:

- **složení:** CO₂ 18% a Ar 82 %,
- **charakteristika:** bez barvy a zápachu, může způsobovat dušnost.
- **Použití při svařování:**
 - svařování běžných konstrukčních ocelí,
 - žárupevné a žáruvzdorné oceli,
 - jemnozrnné konstrukční oceli,
 - oceli pro zušlechťování,
 - ocelové polotovary s protikorozní vrstvou Zn, Al, nebo barvy,
 - přivařování čepů k konstrukčním a vysokolegovaným ocelí elektrickým obloukem,

Tato směs je vhodná pro svařování většiny všech typů konstrukčních ocelí. Mezi jeho další charakteristické vlastnosti můžeme zařadit také velice dobrou schopnost udržovat stabilní elektrický oblouk a hluboký závar do základního materiálu.

Umožňuje svařování za použití sprchového¹⁶ a zkratového přenosu kovu a v neposlední řadě můžeme říci, že kresba svaru je hladká a plynulá s minimálním rozstříkem [18].

¹⁶ Tato podmínka je platná, pokud podíl CO₂ ve směsi je menší než 25%.

7.3.2. Ochranný plyn pro svařování metodou TIG

Jako ochranný plyn pro svařování metodou TIG je zvolen čistý Ar (Argon). Také zde jsou obě společnosti pro porovnání jednotlivých obchodních názvů plynů, jelikož vlastnosti jsou u tohoto plynu velice podobné a liší se pouze v malých drobnostech:

- Linde GAS a.s. – ARGON: 4.6 (čistota 99,996%), 4.8 (čistota 99,998%) a 5.0 (čistota 99,999%),
- Air Liquide CZ s.r.o. – ARGON: N46 (čistota 99,996%), N48 (čistota 99,998%), N50 (čistota 99,999%) a N60 (čistota 99,9999%)¹⁷.

Parametry plynu jsou dle produktového listu následující [19]:

- **složení:** jelikož se jedná o jednosložkový plyn, je udávána čistota plynu čistota plynu je již uvedena a pohybuje se od 99,996% až po 99,999%.
- **charakteristika:** bez chuti, barvy a zápachu. Není hořlavý a jedovatý.
- **použití při svařování:**
 - o Legované a nelegované oceli,
 - o Hliník, měď, nikl a jejich slitiny,
 - o Vysokolegované CrNi oceli.
- **Vlastnosti:** dobře ionizuje (nízký ionizační potenciál), hůře vede teplo (malá tepelná vodivost), těžší než vzduch (dobrá ochrana svarové lázně)
- **Výroba:** destilací zkapalněného vzduchu (kde teplota varu argonu při atmosférickém tlaku je -185,8 °C). Ve vzduchu je obsaženo 0,934 %
- **Skladování:** Pro účely svařování se argon dodává v tlakových lahvích v plynném stavu a s plnicím tlakem 15 až 20 MPa

Svařování v inertním plynu argonu můžeme řadit mezi jeden z nejpoužívanějších způsobů svařování. Tento plyn se dobře ionizuje a tudíž jeho vlastnosti umožňují vytvořit klidný a stabilní oblouk. Při svařování v argonu se vytváří

¹⁷ Nejběžněji se používají plyny o čistotě 4.6 (N46). Plyny vyšších čistot, nejsou ekonomicky výhodné a rozdíl není znatelný. Cenově jsou řádově odlišné.

poměrně široký svar s hlubokým závarem. Vzhledem k jedinečným vlastnostem tohoto plynu se do něj přidávají i jiné složky.

Jako příklad lze uvést helium (He), které umožní snadnější svaření lehkých kovů a díky kterému se sníží riziko vzniku pórů u svarů, protože má větší tepelnou vodivost a oblouk je teplejší [18][19].

7.3.3. Doplnění k vlastnostem svařovacích plynů

Každý plyn má své specifické vlastnosti vůči okolnímu prostředí, které jej charakterizují a můžeme je blíže specifikovat jejich fyzikálními vlastnostmi, jako jsou například ionizační potenciál, disociační energie tepelná vodivost aj. Shrnutí těchto vlastností je v tabulce č. 3.

Tab. 3 – Porovnání vlastností jednotlivých plynů [39]

Chemická značka	Argon Ar	Oxid uhličitý CO ₂
Specifická hmotnost [vzduch = 1]	1,38	1,53
Ionizační potenciál [eV]	15,69	14,4
Disociační energie [eV]	-	6,3
Měrná tepelná kapacita (při 20 °C a 1,013 × 10 ⁵ Pa) [kJ/kg K]	0,523	0,833
Tepelná vodivost (při 0 °C) [W/mK]	164,0 × 10 ⁻⁴	139,0 × 10 ⁻⁴

V předešlé tabulce je názorně vidět, jak se od sebe jednotlivé plyny pro svařování liší. Pro porovnání jednotlivých plynů jsou důležité především tyto hodnoty:

- specifická hmotnost – tedy to, zdali je plyn těžší než vzduch, dále pak jeho (chrání dobře svarovou lázeň),
- ionizační potenciál – ovlivňuje zapalování oblouku (velikost startovacího proudu),
- tepelná vodivost – přenos tepla do svarové lázně (vyšší teplota lázně, širší závar aj [40].

V kapitole 8.3.1 jsme si již popsali směsný plyn Ar/CO₂, nyní si ještě popíšeme vlastnosti oxidu uhličitého CO₂ jako samostatného plynu.

Oxid uhličitý CO₂ [40]:

charakteristika

- řadí se mezi tzv. aktivní plyny, jelikož je silně oxidační,
- nehořlavý nejedovatý a bezbarvý plyn, který je v tuhém stavu bílý a tvrdý, dokáže se odpařovat již při pokojové teplotě a vytváří se plynný CO₂,
- tlakem možno zkapalnit,
- až do teploty 700°C je stabilní a chová se jako inertní plyn.

Výroba:

- jako odpadní produkt při výrobě ostatních plynů

Skladování: V tlakových lahvích (obvykle o obsahu 20 a 40 l) je plyn uchováván v kapalném stavu pod tlakem 5 MPa

Vlastnosti:

- Hůře ionizuje (nutné vyšší napětí),
- Dobře vede teplo – vysoký přenos tepla do svarové lázně a teplem získaným při exotermických oxidačních reakcích zajišťuje dobré natavení svarových hran a hluboký průvar.

7.4. Přídavný materiál a jeho popis

PM pro svařování je takový materiál, který slouží jako výplň svarové mezery při svařování. Podle toho, jaký systém svařování používáme (ruční, nebo automatický), také vybíráme vhodný PM. Přídavný materiál je vyráběn podobě drátů.

Dráty pro svařování jsou vyráběny buď v konečných délkách (obvykle 1m), nebo jsou navinuty na cívkách (potom se množství drátu udává v kg – dodávají se 2, 5, 10, 15 a 18 kg cívky – u ocelových materiálů či velkokapacitních sudech 250, 450 kg v podobě „nekonečných drátů“). Dráty se volí s ohledem na proces svařování, a to zda-li se jedná o svařování ruční, poloautomatické nebo automatické, či svařování MIG/MAG nebo TIG.

Přídavné materiály musí být voleny tak, aby byla výsledná chemické složení a struktura byla stejná jako u základního materiálu nebo byla alespoň podobná. Tato struktura svaru hraje velkou roli při určování pevnosti svarového spoje. Tomu také odpovídají složení jednotlivých přídavných materiálů.

Chemické složení přídavného materiálu a výsledného svarového spoje je pro nás velice důležité vzhledem k faktu, že svarové spoje velmi často bývají součástí dynamických soustav a je tedy nutné, aby měl svar správné vlastnosti.

Tyto vlastnosti mohou být vylepšeny několika způsoby podle toho, zda zvolíme plný drát nebo plněnou elektrodu.

a) Drát plného průřezu

Drát plného průřezu je specifický v tom, že veškeré legující prvky, které se dostávají společně se svarovým kovem do svaru, jsou již obsaženy v drátu samotném. Při svařování v aktivních plynech je nezbytnou přísadou svařovacích drátů Si a Mn. Ty se při svařování uvolňují do svarové lázně a mají tak vliv na výslednou strukturu svaru - dezoxidaci a rafinaci svarového kovu.

b) Plněná elektroda

Plněná elektroda je tvořena tenkostěnným pláštěm (trubičkou), ve které jsou různé druhy výplní (legujících prvků), které se podílí podobně jako plný drát na kvalitě svarového kovu.

7.4.1 Přídavný materiál pro svařování metodou FCAW

Pro svařování metodou FCAW byly na tento projekt vybrány plněné elektrody, jež nesou označení T 46 4 M M 1H5 pro svařování uhlíkové oceli, T 19 9 L R M 3 pro svařování korozivzdorné oceli a T 23 12 L R M3 jako přechodový drát pro svařování obou typů materiálu. U každého z těchto přídavných materiálů budou popsány jednotlivé charakteristické vlastnosti:

a) Přídavný drát typu T 46 4 M M 1H5

Jedná se o PM, jehož označení je klasifikováno v normě ČSN EN ISO 17 632 - Svařovací materiály - Plněné elektrody pro obloukové svařování nelegovaných a jemnozrnných ocelí s ochranou plynu a bez ochrany plynu – Klasifikace.

Tato norma specifikuje požadavky pro klasifikování plněných elektrod pro obloukové svařování nelegovaných a jemnozrnných ocelí s přívodem, nebo bez přívodu ochranného plynu ve stavu po svařování nebo po tepelném zpracování po svařování a s nejmenší mezí kluzu do $R_e = 500$ MPa, nebo meze pevnosti $R_m = 570$ MPa [20].

Význam symbolů dle nomy [20]:

T – označení plněné elektrody pro obloukové svařování

46 – označení pevnostních vlastností při vícevrstevném svařování:

Tab. 4 - Chemické složení přídavného materiálu T464MM1H5:

C [%]	Mn [%]	Si [%]	P [%]	S [%]	Mo [%]
0,1	1,5	0,7	0,03	0,03	0,3

Mechanické vlastnosti:

- $R_e = 460$ MPa
- $R_m = 530\div 680$ MPa
- $A_5 = 20$ %

4 – označení nárazové práce čistého svarového kovu či svarového

spoje. V tomto případě je požadovaná teplota pro provedení zkoušky – 40°C

M – druh náplně elektrody – kovový prášek a je požadován ochranný plyn

M – označení ochranného plynu

1 – poloha svařování – prakticky všechny polohy svařování

H5 – obsah vodíku v čistém svarovém kovu – 5 ml/100g

Vlastnosti a použití:

Tvoří stabilní oblouk a minimální rozstřík svarového kovu. Je vhodný pro automatické a polo-automatické systémy svařování nelegovaných a jemnozrnných ocelí s provozními teplotami od – 40°C do + 450°C [21].

b) Přídavný drát typu: T 19 9 L R M 3

Jedná se o PM, jehož označení je klasifikováno v normě ČSN EN ISO 17 633 - Svařovací materiály - Plněné elektrody a tyče pro obloukové svařování korozivzdorných a žáruvzdorných ocelí s přívodem a bez přívodu ochranného plynu – Klasifikace.

Tato norma specifikuje požadavky pro klasifikování plněných elektrod a tyčí pro obloukové svařování s nebo bez přívodu ochranného plynu korozivzdorných a žáruvzdorných ocelí na základě chemického složení čistého svarového kovu, typu náplně elektrod, ochranného plynu, polohy svařování a mechanických vlastností čistého svarového kovu ve stavu po svařování, nebo tepelném zpracování [22].

Význam symbolů dle normy [22]:

T - označení plněné elektrody pro obloukové svařování

19 9 L – označení a požadavek na chemické složení čistého svarového kovu.

Tab. 5 - Chemické složení přídavného materiálu T199LRM3:

C [%]	Mn [%]	Si [%]	P [%]	S [%]	Cr [%]	Ni [%]	Mo [%]	Cu [%]
0,04	2,0	1,2	0,03	0,025	18÷21	9-11	0,3	0,5

Mechanické vlastnosti:

- $R_e = 520$ MPa
- $R_m = 350$ MPa
- $A_5 = 35$ %

R – označení typu náplně elektrody – rutilová, pomalu tuhnutí

M – označení ochranného plynu

3 – poloha svařování – zde pouze poloha PA a PB

Vlastnosti a použití:

Plněný drát pro nerezavějící CrNi oceli. Dá se velice dobře ovládat, má vysoký odtavovací výkon s minimálním rozstříkáním a minimální tvorbou oxidů. Vytváří jemný a hladký svar s jistým průvarem a samo odstranitelnou struskou [25].

c) Přídavný drát typu T 23 12 L R M 23

Jedná se o PM jehož označení je klasifikováno v normě ČSN EN ISO 17 633 - Svařovací materiály - Plněné elektrody a tyče pro obloukové svařování korozivzdorných a žáruvzdorných ocelí s přívodem a bez přívodu ochranného plynu – Klasifikace.

Tato norma specifikuje požadavky pro klasifikování plněných elektrod a tyčí pro obloukové svařování s nebo bez přívodu ochranného plynu korozivzdorných a žáruvzdorných ocelí na základě chemického složení čistého svarového kovu, typu náplně elektrod, ochranného plynu, polohy svařování a mechanických vlastností čistého svarového kovu ve stavu po svařování, nebo tepelném zpracování [22].

Význam symbolů dle normy [22]:

T - označení plněné elektrody pro obloukové svařování

23 12 L – označení a požadavek na chemické složení čistého svarového kovu.

Tab. 6 - Chemické složení přídavného materiálu T2312LRM3:

C [%]	Mn [%]	Si [%]	P [%]	S [%]	Cr [%]	Ni [%]	Mo [%]	Cu [%]
0,04	2,5	1,2	0,03	0,025	22÷25	11-14	0,3	0,5

Mechanické vlastnosti:

- $R_e = 550 \text{ MPa}$
- $R_m = 450 \text{ MPa}$
- $A_5 = 35 \%$

R – označení typu náplně elektrody – rutilová, pomalu tuhnutí

M – označení ochranného plynu

3 – poloha svařování – zde pouze poloha PA a PB

Vlastnosti a použití:

Jedná se o plněný drát pro heterogenní spoje vysokolegovaných Cr, CrNi a CrNiMo ocelí mezi sebou a s oceli ne- a nízkolegovanými, zušlechťitelnými, žárupevnými. Další použití pro pevnostní a zušlechťitelné oceli, austeniticko-feritické spoje parních kotlů a tlakových nádob. 1. vrstva chemicky odolného plátování.

Vlivem rychle tuhnutí rutilové strusky možno svařovat i v polohách s vyššími svařovacími parametry a vyšší rychlostí. Má výrazně zvýší jakost a produktivitu, sníží náklady na čištění a moření. Výborné ovládání, vysoký výkon odtavení [26].

7.4.2. Přídavný materiál pro svařování metodou TIG

Pro svařování metodou TIG byly u tohoto projektu vybrány přídavné materiály, jež nesou označení: W 42 5 W3Si1 pro nelegované oceli, W 19 9 L pro korozivzdornou ocel. U těchto přídavných drátů budou také popsány jejich charakteristické vlastnosti.

a) Přídavný drát typu W 42 5 W3Si1

Jedná se o PM, jehož označení je klasifikováno v normě ČSN EN ISO 636 - Svařovací materiály – Tyče a dráty pro obloukové svařování nelegovaných a jemnozrnných ocelí wolframovou elektrodou v inertním plynu a jejich svarové kovy – Klasifikace.

Tato norma specifikuje požadavky pro klasifikování drátů, tyčí a svarových kovů podle jejich chemického složení a tam, kde je to požadováno, podle meze kluzu, pevnosti v tahu a tažnosti čistého svarového kovu [23].

Význam symbolů dole normy [23]:

W – jedná se o označení metody a souhrnně přídavných materiálů, určených pro svařování wolframovou elektrodou.

42 – označení pevnosti a tažnosti čistého svarového kovu

Tab. 7 - Chemické složení přídavného materiálu W425W3Si1:

C [%]	Mn [%]	Si [%]	P [%]	S [%]	Ni [%]	Cr [%]	Mo [%]
0,06÷0,14	1,3÷1,6	0,7÷1	0,025	0,025	0,15	0,15	0,15

Mechanické vlastnosti:

- $R_e = 420 \text{ MPa}$
- $R_m = 500\div 640 \text{ MPa}$
- $A_5 = 20 \%$

5 – označení nárazové práce čistého svarového kovu či svarového spoje. V tomto případě je požadovaná teplota pro provedení zkoušky při – 50°C

W 3 Si – označení pro chemické složení

Vlastnosti a použití:

Poměděný drát, určený pro svary částí kotlů, zásobníků, aparátů, potrubí z nelegovaných ocelí, vč. jemnozrnných až do S420N [25]

b) Přídavný drát typu W 19 9 L

Jedná se o PM, jehož označení je klasifikováno v normě ČSN EN ISO 14343 – Svařovací materiály – drátové elektrody, páskové elektrody, dráty a tyče pro obloukové svařování korozivzdorných a žáruvzdorných ocelí – Klasifikace.

Tato norma specifikuje požadavky pro klasifikování drátových a páskových elektrod, drátů a tyčí pro obloukové svařování tavící se elektrodou v ochranném plynu, obloukové svařování wolframovou elektrodou v inertním plynu a dále pak svařování typu laseru, pod tavidlem, plasmou a jiné [24].

Význam symbolů dole normy [24]:

W – označení drátové elektrody pro obloukové svařování netavící se elektrodou

19 9 L – označení pro požadavky na předepsané chemické složení

Tab. 8 - Chemické složení přídavného materiálu W199L:

C [%]	Mn [%]	Si [%]	P [%]	S [%]	Ni [%]	Cr [%]	Mo [%]	Cu [%]
0,03	1÷2,5	0,65	0,03	0,02	9÷11	19÷21	0,75	0,75

Mechanické vlastnosti:

- $R_e = 400$ MPa
- $R_m = 570$ MPa
- $A_5 = 35$ %

Vlastnosti a použití:

Nerezavějící nestabilizované i stabilizované CrNi (N) 18/8 oceli a odlitky. Svar houževnatý do -196°C [25].

7.5. Svařitelnost ocelí:

Při určování vhodnosti materiálu ke svařování musíme přihlížet k několika faktům, které jsou důležité pro správné stanovení svařitelnosti, nebo její případné ovlivnitelnosti. V samé podstatě je pro nás svařitelnost komplexní soubor charakteristik, poskytující kompletní informaci o tom, zda-li je materiál vhodný pro vyhotovení svařenců v požadované kvalitě za použití daných postupů či nikoliv.

Vhodnost kovu ke svařování je dána především těmito charakteristikami:

- materiálová svařitelnost,
- technologická svařitelnost,
- konstrukční svařitelnost,

7.5.1. Materiálová svařitelnost:

Určuje, jestli je kov vhodný pro svařování. Charakterizuje změny v charakteru kovu při tepelném ovlivnění svařované oblasti, které je způsobeno teplotními cykly při svařování. Vhodnost ke svařování je zabezpečena:

- chemickým složením (chování svarové lázně, sklony ke stárnutí a vzniku trhlin),
- metalurgickým způsobem výroby – lití a tváření (čistota materiálu, vměstky, velikost zrna atd.),
- tepelným zpracováním.

7.5.2. Technologická svařitelnost:

Vyjadřuje, jaký vliv při svařování má použitá technologie na svarový spoj samotný. Můžeme ji zabezpečit těmito faktory:

- výběrem metody svařování,

- vhodným typem přídavného materiálu,
- správným stanovením parametrů svařování,
- způsobem, jak klademe jednotlivé vrstvy svaru (housesky),

7.5.3. Konstrukční svařitelnost:

Tato charakteristika vyjadřuje, jaký je vliv konstrukčního řešení na možnost vyhotovení kvalitního svarového spoje při zadaných podmínkách.

Tuto svařitelnost můžeme zabezpečit těmito faktory:

- vhodnou tloušťkou materiálu,
- správnou přípravou svarových ploch,
- návrhem svarů (velikost, rozložení, uspořádání) tak, aby nevznikaly přílišné deformace při svařování vlivem vneseného tepla.

Důležité je podotknout, že předchozí zmíněné „charakteristiky“ se prolínají a působí současně. Když některou navrhne špatně nebo opomeneme, tak to může být fatální. Pokud dodržíme všechny zmíněné charakteristiky, pak svařitelnost zaručí:

- správné spojení svarového kovu se základním materiálem,
- vznikne kvalitní spoj, bez defektů, pórů, trhlin,
- svar musí bezpodmínečně plnit svojí funkci při různých provozních podmínkách (vysoké tlaky, korozní prostředí, vysoké teploty atd.) [26].

7.5.4. Hodnocení svařitelnosti

Jak již bylo popsáno výše, svařitelnost tedy určuje, jak moc je daný materiál vhodný pro vytvoření svarového spoje a jaké budou po svaření jeho mechanické a funkční vlastnosti. K tomu abychom správně vyhodnotili svařitelnost, máme několik ukazatelů. Mezi tyto ukazatele patří především:

- ukazatele celistvosti svarových spojů (hodnocení náchylnosti k praskavosti za tepla, studena, dále pak praskavosti žíhací a lamelární),

- ukazatele mechanických vlastností svarových spojů (pevnost v tahu, tvrdost, vrubová houževnatost) [26].

Svažitelnost použitých materiálů pro výrobu svařovaného přípravku je ještě rozebrána samostatně v kapitole 9.4. Nicméně pokud mají být provedeny kvalitní svary, potřebujeme k tomu také určité ověřené postupy, jakými se k těmto kvalitním svarům dopracujeme (viz základní podmínky práce v systému managementu jakosti ve svařování dle ČSN EN ISO 3834). K tomu se používají kvalifikační postupy svařování, u kterých se pracuje s již schválenými pracovními postupy.

7.6. Specifikace postupu svařování (WPS) a záznam (WPQR)

7.6.1. Obecně o WPS

Specifikace postupu svařování ve zkratce psáno WPS (Welding procedure specification) je, jak již jeho název napovídá, návodem k tomu, aby svářeč věděl jak provést konkrétní svarový spoj. Jde o to, aby byla pokud možno odstraněna chyba lidského faktoru při volbě parametrů, které by mohly ovlivnit výsledek.

V současné době je tento termín v mnoha výrobních skloňován, jelikož je součástí certifikovaných systémů řízení jakosti, aplikovaných přímo na svařování dle ČSN EN ISO 3834 – x.

7.6.2. Vypracování a kvalifikace WPS

Vypracování WPS se obecně řídí mezinárodními normami ČSN EN ISO 15 6xx. V těchto normách je předepsáno pouze to, co má daný WPS obsahovat a nestará se o grafickou podobu formuláře – to může být libovolné. Před zavedením norem ISO se užívaly evropské normy řady EN 288, normy jsou už zrušené – čili neplatné, ale pokud máme WPAR z té doby, jsou použitelné [27].

Pokud se tedy začneme zabývat tvorbou specifikace postupu svařování, musíme se rozhodnout, jakým způsobem s provádět kvalifikaci. Toto vypracování

se řídí již zmíněnými ČSN EN ISO normami v číselné řadě 15 6xx a můžeme si vybrat mezi 5 možnými způsoby kvalifikace specifikací svařovacího postupu, a to jsou:

- 1) ČSN EN ISO 15 610 – Vyzkoušený svařovací materiál
 - Návrh dle svařovacího materiálu, nebo kombinací dvou a více materiálů, které jsou odzkoušeny dle příslušných norem pro zkoušení svařovacích materiálů. Je dokladováno kvalifikací WPQR [29].

- 2) ČSN EN ISO 15 611 – Předchozí svářečská zkušenost
 - Návrh dle dokumentu, který prokazuje, že výrobcem používané svářečské postupy, které používá, jsou způsobilé pro provádění svarů v přijatelné kvalitě. Dokládá se kvalifikací WPQR [29].

- 3) ČSN EN ISO 15 612- Normalizovaný postup svařování
 - Návrh dle specifikace postupu svařování, která byla kvalifikována zkouškou postupu svařování a vztahuje se na více výrobců pro širší využití postupu. Dokládá se kvalifikací WPQR [29].

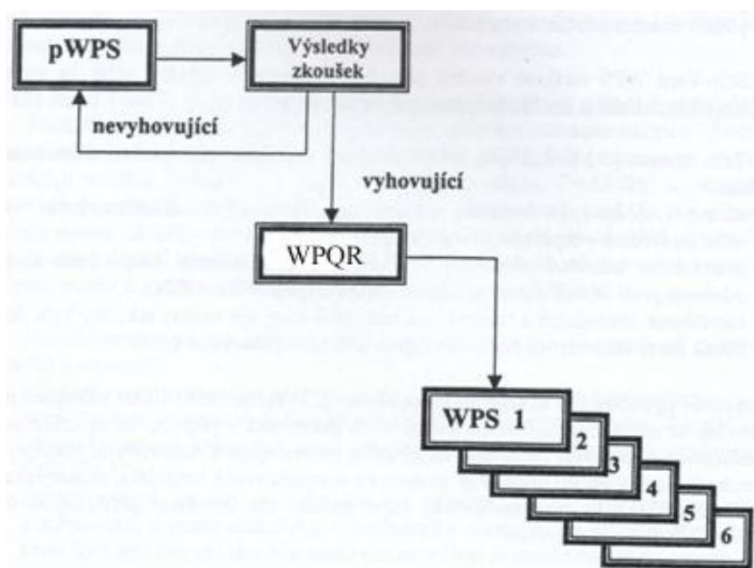
- 4) ČSN EN ISO 15 613 – Předvýrobní zkouška svařování
 - Návrh dle zkoušky svařování, která má podobnou úroveň jako zkouška postupu svařování, je založena na nenormalizovaném zkušebním kusu, který je typický pro výrobní podmínky [29].

- 5) ČSN EN ISO 15 614 – Zkouška postupu svařování
 - Jedna z nejpoužívanějších norem pro kvalifikování postupu. Návrh vychází ze zkoušení normalizovaného zkušebního kusu, který je uveden v pWPS a je proveden za účelem kvalifikace postupu svařování. Doloženo kvalifikací WPQR [29].

Nejčastěji se však v praxi setkáváme se dvěma požadovanými postupy svařování, a to dle ČSN EN ISO 15 614 a ČSN EN ISO 15 613, které jsou také aplikovány na našem projektu. Zbývající tři jsou vždy výrazně omezeny použitelností na určité materiály.

7.6.3. Návod na vypracování WPS

- 1) Výběr zkoušky postupu svařování (tzn. kvalifikace dle ČSN EN ISO 15614-1),
- 2) Sepsání pWPS - záznam parametrů, druhu materiálu, metody materiálů, přídavného plynu, polohy svařování, typu a velikosti svaru dle normativů a zkušeností,
- 3) Svaření normalizovaného zkušebního vzorku dle pWPS,
- 4) Vypracování WPQR akreditovanou laboratoří - laboratoř na základě svařeného zkušebního kusu vyhodnotí po metalurgické stránce vzorek a na jeho základě vystaví záznam o svařování – kvalifikaci¹⁸,
- 5) Tvorba WPS dle příslušných WPQR – každý záznam o svařování WPQR poskytuje určitý rozsah parametrů, dle kterých lze sestavit jednu, či více WPS. Pro názornost je přiloženo schéma pro vypracování kvalifikací postupu svařování.



Obr. 15 – Schéma na vypracování kvalifikací [28]

¹⁸ Norma ČSN EN ISO 15 614-1 obsahuje (formou tabulek) předpisy, jaké typy zkoušek se pro konkrétní normalizované vzorky musí provést a v jakém rozsahu (NDT a DT kontroly).

8. Svařovaný přípravek

8.1. Analýza potřeb pro přípravek

Proč se tedy nutné vyrobit zkušební přípravek, když máme 5 modulů, na kterých by se mohly zkoušky provádět? Odpověď je jednoduchá. Je to proto, že moduly s rámy rotačních dveří musí být dle harmonogramu na stavbě k montáži dříve, než jsou potřeba dveřní křídla. A dalším důvodem je, že zkoušky ve výrobě budou probíhat určitý čas a také nějaký čas zabere vyhodnocování výsledků. Musí se počítat také s možnými technickými úpravami na křídlech dveří.

Toto jsou tedy důvody, proč je nutné vyrobit ještě jeden prototyp těchto dveří, jejichž konfigurace bude odpovídat těm skutečným. Části, které musí do sebe zapadat, jsou především polohy nejdůležitějších funkčních částí, mezi které můžeme zařadit: panty, dveřní zámky, umístění těsnění pro vyzkoušení úniků vzduchu z komory, umístění pohonného mechanismu dveří.

Jelikož jedno křídlo s veškerou výplní váží 10 500 kg, musí být přípravek schopen zajistit podobné mechanické a pevnostní vlastnosti jako má originální rám.

V existující výpočtové zprávě, která je k modulům rotačních dveří k dispozici, je počítáno s tuhostí po zalití do betonu. Což znamená, že jsou eliminovány případné deformace na tělese modulu.

8.2. Návrh přípravku

Při návrhu přípravku se vycházelo z předpokladů, jak bychom dosáhli požadované tuhosti soustavy přípravku. Také byly brány v úvahu výhody a nevýhody jednotlivých předpokladů:

Předpoklad 1)

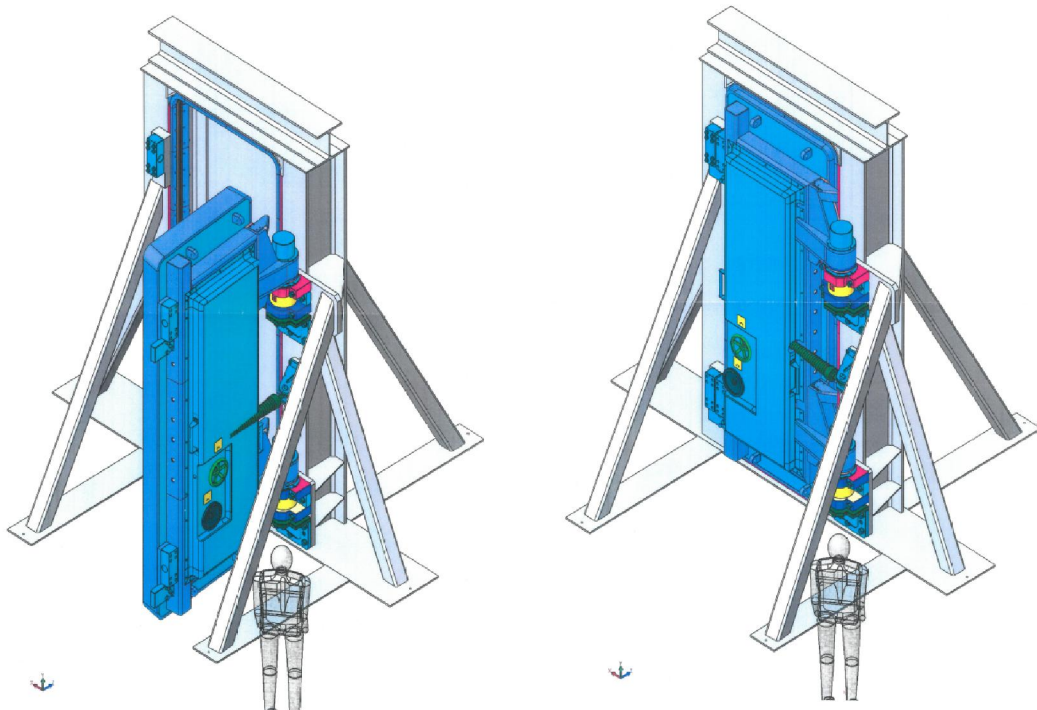
- Zalití zkušebního přípravku do betonu
 - výhody: vysoká tuhost přípravku (malé deformace),
 - nevýhody: cenově nevýhodné, nároky na prostor, špatná rozebíratelnost.

Předpoklad 2)

- vytvoření pomocné konstrukce z válcovaných ocelových profilů kolem zkušební přípravku
 - o výhody: jednoduchá lehká a „vzdušná“ konstrukce, cenově výhodná, snadná rozebíratelnost,
 - o nevýhody: možná nižší tuhost přípravku (možnost vzniku deformací při provádění zkoušek),

Při porovnání kladů a záporů u jednotlivých variant jsme dospěli k závěru, že nejlepší variantou pro výrobu je předpoklad 2, tedy to že kolem přípravku je pomocná konstrukce, která má zachytávat deformace a bude zajišťovat potřebnou stabilitu a tuhost přípravku během zkoušení.

Síly působící na tento přípravek, byly ještě překontrolovány v softwaru ANSYS s vyhovujícím výsledkem. Výsledný přípravek i se zakomponovaným křídlem dveří je ukázán na obr. 16.

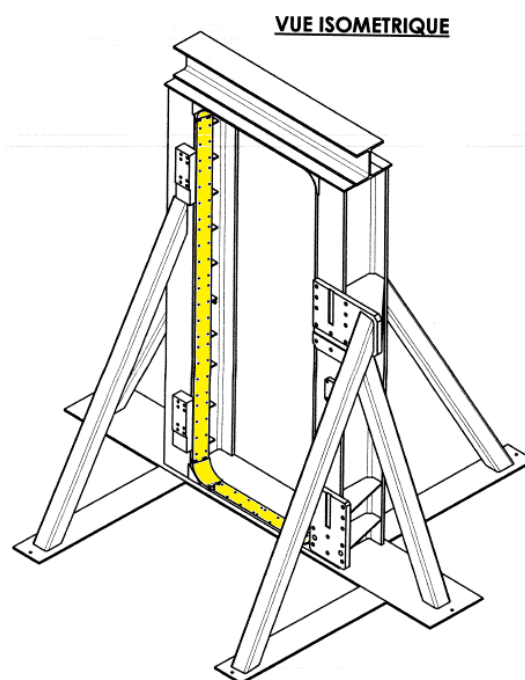


Obr. 16 - Zkušební přípravek pro zkoušky ve výrobě v otevřené a zavřené poloze

8.3. Popis přípravku

Přípravek se skládá z konstrukce pro upevnění křídla rotačních dveří, křídla dveří samotného a rámu s těsněním. Celkový výkres rámu přípravku včetně jednotlivých řezů je součástí přílohy č. 1.

Pro představu je na obrázku 13 izometrický pohled na prázdnou konstrukci bez křídla dveří. V návaznosti na kapitolu 9.4 o materiálu, který je pro výrobu použit, jsou na obrázku 17 vyznačena místa, která budou z jiného materiálu než zbytek konstrukce.



Obr. 17 – Izometrický pohled na zkušební přípravek s místem jiného druhu materiálu

8.4. Charakteristika materiálu přípravku a jeho svařitelnosti

Jak již bylo naznačeno v předchozí kapitole, zkušební přípravek je složen ze dvou druhů materiálu - z konstrukční uhlíkové ocele a korozivzdorné austenitické oceli. Nosná konstrukce bude celá vyrobená z uhlíkové ocele typu S235J2+N a osazení uvnitř rámu (označení na obr. 13), kde se umísťuje rámeček pro nafukovací těsnění, bude vyrobeno z austenitické korozivzdorné oceli typu X2CrNi18-9.

8.4.1. Austenitická korozivzdorná ocel X2CrNi 18-9

Pro výrobu korozivzdorných částí na svařovaném přípravku je vybrán tento typ oceli, kdy se jedná se o chrom niklovou austenitickou nestabilizovanou ocel, jejíž označení dle norem je následující [30]:

Číselné označení oceli je dle ČSN EN 10088-1 - 1.4307

Značka podle chemického složení je dle ČSN EN 10088-1 - X2CrNi 18-9

Ekvivalentní označení dle dalších norem: AISI 304L, ČSN 17240, AKV 7

Tab. 9 - Chemické složení korozivzdorné oceli [30]:

[%]							
C	Si	Mn	P max.	S	N	Cr	Ni
≤ 0,03	≤ 1.0	≤ 2	0,045	≤ 0,015	≤ 0,11	17,5 - 19,5	8 – 10,5

Tab. 10 – Mechanické vlastnosti korozivzdorné oceli [30]:

Mez kluzu	R _{p0,2} [N/mm ²]	min 220
Mez pevnosti	R _m [N/mm ²]	520 - 700
Tažnost	A ₈₀ [%]	min 45

Charakteristika základního materiálu:

X2CrNi 18-9 je nemagnetická, nekalitelná austenitická vysokolegovaná ocel, která má sklon ke zpevňování za studena při tažení nebo při třískovém obrábění s nevhodnými reznými podmínkami. Zpevnění vzniká přetvořením austenitu na deformační martenzit, který zvýší pevnost, sníží tažnost a způsobí ocel magnetovatelnou (tažená tyčovina, za studena převálcované plechy do tloušťky 4mm).

U profilů s větší plochou průřezu (tyče od průměru 80 mm, plechy do tloušťky 15 mm) se může vyskytovat částečná magnetovatelnost v oblasti jádra profilu – je způsobena zbytkovým martenzitem z vysokých teplot při výrobě.

Deformační i zbytkový martenzit lze odstranit žíháním (1 000 až 1 100°C). Tyto změny struktury nemají vliv na korozní odolnost materiálu a svařitelnost.

Odolnost:

Odolná proti korozi v prostředí běžného typu, jako jsou voda, slabé alkálie, slabé kyseliny, průmyslové a velkoměstské atmosféry. Jeví náchylnost k mezikrystalové korozi dále jen MKK v oblasti tepelného ovlivnění (např. u svarů – karbidy chromu vznikají již od teploty 450°C)

Technologické zpracování

Je svařitelná, ale v oblasti svaru náchylná k MKK. U průvarů nad 5 mm tloušťky nutno žíhat svařenec. Zpracovává se stříháním, ohýbáním a tažením. Třísková obrobiteľnosť je dobrá. Je lešitelná.

Použití

Pro běžné produkty k obecnému použití, jako jsou gastronomická zařízení, vnější konstrukce, externí architektura, vodárny, zařízení čistíren odpadních vod apod., mimo svařovaných konstrukcí s průvarem přes 5 mm průvaru. U takových konstrukcí je po svařování nutné žíhání s následným tryskáním a mořením. Chemické složení vyhovuje normě pro použití výrobků pro potraviny a pitnou vodu. Max teplota 450°C [32].

Vyhodnocení svařitelnosti základního materiálu

Výpočet chromového ekvivalentu (pro obsah chromu 17,5 % a 19,5 %) a niklového ekvivalentu (pro obsah niklu 8 % a 10 %). Vypočtené hodnoty jsou zakresleny do Schaefflerova strukturního diagramu a vyhodnocena výsledná struktura.

Výpočet chromového ekvivalentu pro Cr 17,5 % [33]:

$$Cr_{eq} = Cr + 2 Mo + 1,5 Si + 0,5 Nb + 0,5 Ti \quad [\%] \quad (1)$$

$$Cr_{eq} = 17.5 + 2*0 + 1.5*1 + 0.5*0 + 0.5*0$$

$$\underline{Cr_{eq} = 19 \quad [\%]}$$

Výpočet chromového ekvivalentu pro Cr 19,5 % [33]:

$$Cr_{eq} = Cr + 2 Mo + 1,5 Si + 0,5 Nb + 0,5 Ti \quad [\%] \quad (2)$$

$$Cr_{eq} = 19.5 + 2*0 + 1.5*1 + 0.5*0 + 0.5*0$$

$$\underline{Cr_{eq} = 21 \quad [\%]}$$

Výpočet niklového ekvivalentu pro Ni 8 % [33]:

$$Ni_{eq} = Ni + 30 C + 30 N + 0.5 Mn [\%] \quad (3)$$

$$Ni_{eq} = 8 + 30 \cdot 0,03 + 30 \cdot 0,11 + 0,5 \cdot 2$$

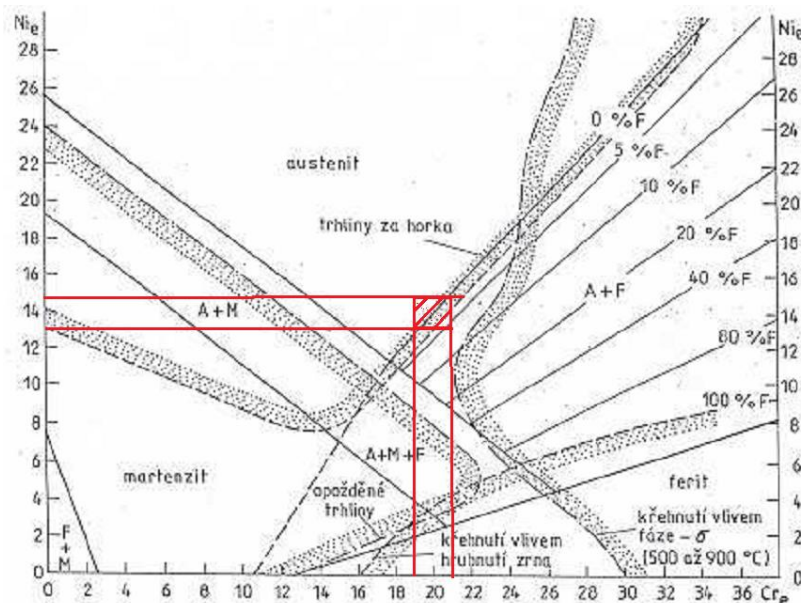
$$\underline{Ni_{eq} = 13,2 [\%]}$$

Výpočet niklového ekvivalentu pro Ni 10 % [33]:

$$Ni_{eq} = Ni + 30 C + 30 N + 0.5 Mn [\%] \quad (4)$$

$$Ni_{eq} = 10 + 30 \cdot 0,03 + 30 \cdot 0,11 + 0,5 \cdot 2$$

$$\underline{Ni_{eq} = 15,2 [\%]}$$



Obr 18 - Schaefflerův konstituční diagram chromniklových ocelí [32]

Vypočítané hodnoty jsou zakresleny do Schaefflerova diagramu z čehož svařování a dostaneme oblast výsledné struktury materiálu, podle které zjistíme na jaké vlivy je náchylný materiál při svařování, pokud nebudou dodrženy požadované postupy při svařování.

V tomto případě bylo potvrzeno, že se jedná o korozivzdornou austenitickou ocel, která je náchylná na [41]:

- Vznik tepelných trhlin (krystalizační¹⁹ a likvační²⁰)
- Precipitaci karbidů a vzniku MKK
- Vznik σ fáze – zkřehnutí

Pro další ověření rizika náchylnosti k praskání za tepla, využijeme výpočet jednotky praskavosti - U.C.S (dle ČSN EN 1011-2) = Unit Crack Susceptibility, ten vychází ze vzorce [41]:

$$U.C.S = 230C + 190S + 75P + 45Nb + 40Ni + 12Si + 5,4Mn - 1 \quad (5)$$

Po dosazení chemického složení z tab. 10 do vzorce 5 dostaneme hodnotu:

$$U.C.S = 75,6 \text{ [hm\%]}$$

Vyhodnocení:

Pokud UCS < 10 – vyjadřuje vysokou odolnost proti vzniku trhlin za tepla

Pokud UCS > 30 – nízkou odolnost proti vzniku trhlin za tepla

Z ověřovacího výsledku parametru praskavosti je zřejmé, že tato ocel je náchylná ke vzniku trhlin za tepla.

Znamená to, že musíme při svařování dodržet několik zásadních doporučení, mezi které můžeme zařadit:

- Svařování bez předehřevu
- Limitovat tepelný příkon – max. 15 kJ/cm

Tepelný příkon lze vypočítat ze vzorce:

$$Q = k \cdot \frac{U \cdot I}{v} \cdot 10^{-3} \text{ [kJ/mm]} \quad (6)$$

kde: Q = tepelný příkon, k = tepelná účinnost, U = napětí oblouku [V],

I = svařovací proud [A], v = svařovací rychlost [mm*s⁻¹]

- Nepoužívat tepelné zpracování
- Mezihouseňková teplota – teplota interpass – max. 150 °C
- Chemické složení PM volit stejné, jako je základní materiál
- Vhodná příprava svarových ploch atd.

¹⁹ Krystalizační (dendritické) vznikají ve svarovém kovu v průběhu tuhnutí

²⁰ Likvační – vznikají při vícevrstevném svařování

Zakreslení polohy PM do schaefflerova konstitučního diagramu a predikce výsledného svarového kovu

Pro to, aby mohly být zakresleny polohy PM do Schaefferova konstitučního diagramu, musí být provedeny nejdříve výpočty jednotlivých ekvivalentů (chromový a niklový). Na základě těchto výpočtů jsme schopni odvodit teoretickou výslednou strukturu svaru. Použité PM, které jsou zakresleny do diagramu pro svařování, jsou pro svařování korozivzdorné oceli, a také je zaznačen přechodový drát, pro svařování uhlíkové oceli s korozivzdornou.

Hodnoty pro graf jsou vypočítány pro střední hodnoty chemických složení, dle vzorců 1 a 3. Hodnoty ekvivalentů jsou také vypočítány pro uhlíkovou ocel a jsou také uvedeny v tabulce 12 a zaznačeny do Schaefflerova konstitučního diagramu na obrázku 19.

Tab. 11 – chromové a niklové ekvivalenty materiálu

Typ PM	Metoda	Cr _{ekv} [%]	Ni _{ekv} [%]
W 19 9L	141	23	13
T 23 12LRM3	136	27	16
Základní mat			
S235J2+N		0	5
X2CrNi 9-11		20	14

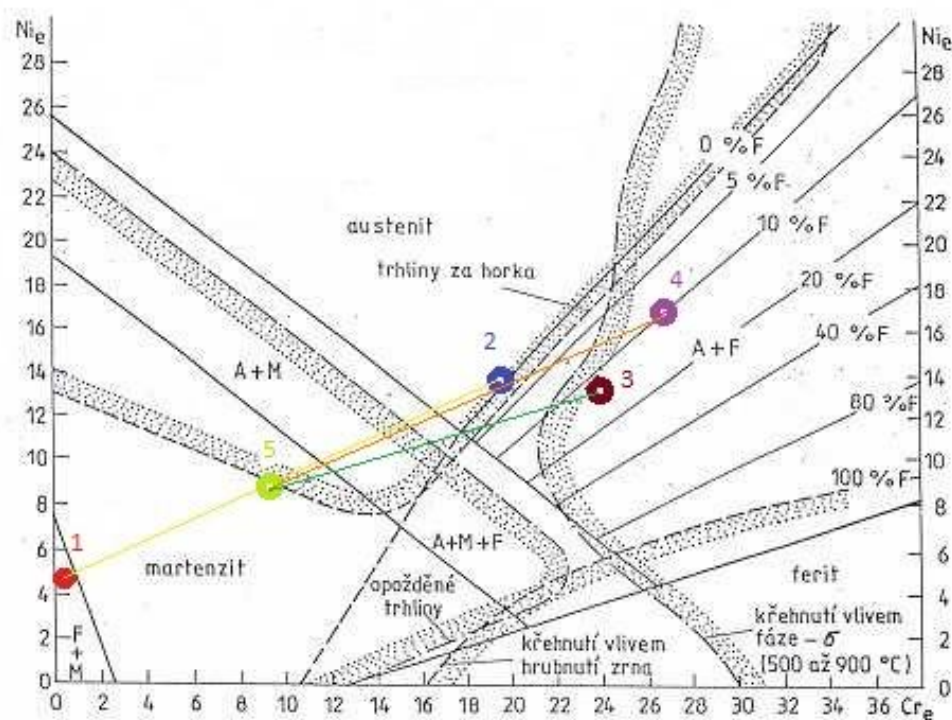
Predikce výsledného složení svarového kovu je zaměřena na svařování korozivzdorné oceli a její kombinace s uhlíkovou ocelí. Do diagramu na obrázku 19 jsou zakresleny polohy jednotlivých materiálů a na základě hodnot promíšení z tabulky 12 můžeme určit oblast v grafu, kde se bude nacházet výsledná struktura svarového kovu.

Tab. 12 Stupeň promíšení u jednotlivých metod svařování

Technologie svařování	MMA rutilová elektroda	MMA Bazická elektroda	MAG	MAG pulzní	TIG	SAW drát	SAW pásek
Stupeň Promíšení (%)	15 - 25	20 - 30	20 - 40	10 - 30	15 - 100	30 - 50	8 - 20

- bod 1 – zakreslení polohy oceli S235J2+N
- bod 2 – zakreslení polohy oceli X2CrNi 9-11
- bod 3 – zakreslení PM W 19 9 L pro metodu 141
- bod 4 – zakreslení PM T 23 12 L pro metodu 136
- bod 5 – promíšení základního materiálu bez použití přídavných materiálů 50% a 50%
- Promíšení u metody 141 je zvoleno 30 % a 136 také zvoleno 30%

Tyto zvolené parametry nám predikují oblast s Schaefflerově konstitučním diagramu, kde při dodržení všech předpokladů při svařování nejsou svarové spoje náchylné k žádným strukturním změnám. Naše predikovaná oblast leží tedy mezi oblastí opožděných trhlin (trhlin za studena) a oblastí křehnutí vlivem fáze σ .



Obr. 19 – Zakreslení polohy základního a přídavného materiálu a predikce výsledného svarového kovu.

8.4.2. Uhlíková ocel typu S235J2+N

Pro výrobu samotného svařovaného přípravku je vybrán tento druh oceli, jehož vlastnosti jsou rozebrány níže.

Chemické složení:

Norma uvádí pro každou značku chemické složení tavby a hotového výrobku. Dále dodatečné požadavky, které lze při objednávce dohodnout (volitelné požadavky) např. uvedení obsahů doprovodných prvků, uhlíkový ekvivalent CEV (vypočte se podle vzorce, který je uveden v ČSN EN 10025-1, dále pak omezení obsahu C a obsah Cu od 0,17 do 0,20% v rozboru tavby.

Tab. 13 – Chemické složení oceli S235J2 [34]

Označení		Způsob desoxidace ^{b)}	C v % max. pro výrobek jmenovité tloušťky v mm			Si % max.	Mn % max.	P ^{d)} % max.	S ^{d), e)} % max.	N ^{f)} % max.	Cu ^{g)} % max.	Další prvky ^{h)} % max.
Podle EN 10027-1 a CR 10260	Podle EN 10027-2		≤ 16	> 16 ≤ 40	> 40 ^{c)}							
S235JR	1.0038	FN	0,17	0,17	0,20	—	1,40	0,035	0,035	0,012	0,55	—
S235J0	1.0114	FN	0,17	0,17	0,17	—	1,40	0,030	0,030	0,012	0,55	—
S235J2	1.0117	FF	0,17	0,17	0,17	—	1,40	0,025	0,025	—	0,55	—

Klasifikace ocelí a jakostní stupně

Oceli jsou klasifikovány jako nelegované jakostní oceli. Každá ocel je charakterizována písmenem a číslem. Písmeno S označuje konstrukční oceli a čísla za písmenem určují minimální mez kluzu.

Ocel S235 se dodává v následujících jakostních stupních: JR, J0, J2. pro náš přípravek je vybrán jakostní stupeň J2. Tyto dodávané jakostní stupně jsou ukazateli upřesňující její svařitelnosti a zaručené hodnoty nárazových prací. Hodnoty nárazových prací při daných teplotách zkoušení jsou v tab. 14.

Tab. 14 – Hodnoty nárazových prací pro jednotlivé jakostní stupně

Nárazová práce	Zkušební 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

Oceli jakostních stupňů JR, J0, J2 jsou obecně vhodné ke svařování. Svařitelnost příznivě vzrůstá od jakostního stupně JR k dalším stupňům až po J2. Za značkou oceli příp. za značkou oceli doplněnou přidavným symbolem mohou následovat další doplňkové přidavné symboly upřesňující způsob výroby oceli a dodací podmínky [36], např.:

- G1 – neuklidněná ocel,
- G2 – neuklidněná ocel není dovolena, (FN-označení dle normy)
- G3, resp. G4 – stav dle volby výrobce, např. oceli normalizačně žíhané a plně uklidněné (obsahující prvky dostatečně vázající dusík- označení FF dle normy),
- C – vhodnost tváření za studena,
- W – odolnost proti atmosférické korozi,
- N – normalizační žíhání nebo normalizační válcování,
- M - termomechanické válcování,
- L – zaručená minimální hodnota nárazové práce při -50 °C,
- Q – zušlechtěná ocel

Mechanické vlastnosti:

Norma uvádí mez kluzu (R_e), pevnost v tahu (R_m), min. tažnost (A) a nárazovou práci (KV). Hodnoty jsou platné pro dodávaný stav po válcování, případně po normalizačním žíhání v závislosti na průměru resp. tloušťce. Zde budou uvedeny pouze hodnoty meze kluzu a meze pevnosti (převzaty z normy), ačkoli zbylé hodnoty jsou taktéž v tabulkách uvedených v této normě [35].

Tab. 15 – Mechanické vlastnosti oceli S235J2 [34]

Označení		Minimální mez kluzu R_{eH} , ^{a)} MPa ^{b)} Jmenovitá tloušťka mm									Pevnost v tahu R_m , ^{a)} MPa ^{b)} Jmenovitá tloušťka mm				
		≤16	> 16 ≤40	> 40 ≤63	> 63 ≤80	> 80 ≤100	> 100 ≤150	> 150 ≤200	> 200 ≤250	> 250 ≤400 ^{d)}	< 3	≥ 3 ≤ 100	> 100 ≤ 150	> 150 ≤ 250	> 250 ≤ 400 ^{d)}
Podle EN 10027-1 a CR 10260	Podle EN 10027-2														
S235JR	1.0038	235	225	215	215	215	195	185	175	—	360 - 510	360 - 510	350 - 500	340 - 490	—
S235J0	1.0114	235	225	215	215	215	195	185	175	—	360 - 510	360 - 510	350 - 500	340 - 490	—
S235J2	1.0117	235	225	215	215	215	195	185	175	165	360 - 510	360 - 510	350 - 500	340 - 490	330 - 480

Mechanické vlastnosti ke vztahu k namáhání:

Při statickém namáhání slouží k výpočtu konstrukcí mechanické vlastnosti ocelí zjišťované při jednoosém namáhání zkouškou tahem. Základem pro výpočet je mez kluzu (R_e). Ocelové konstrukce a strojní díly jsou však často vystaveny víceosému provoznímu namáhání. Použití určitého materiálu se za těchto podmínek určuje z výpočtu tzv. srovnatelného napětí v nejkritičtějších místech víceosého namáhání podle určující pevnostní hypotézy.

K němu se při výpočtu konstrukce přiřadí zjištěné hodnoty R_e použité oceli pro jednoosý tah. Při pevnostním výpočtu staticky namáhaných konstrukcí se vzhledem k zaručovaným mechanickým vlastnostem uplatňuje ještě jejich snížení o tzv. bezpečnostní koeficient.

Střídavé namáhání konstrukcí a strojních dílů vyžaduje, aby oceli vykazovaly určitou míru odolnosti proti vzniku a šíření únavových trhlin. Únavová mez pevnosti je přitom podstatně nižší než pevnost v tahu při statickém namáhání.

Převážná většina porušení konstrukcí vzniká z únavových lomů. Bylo zjištěno, že únavové trhliny jsou většinou způsobeny konstrukčními vadami, přetížením a povrchovými vadami použitých výrobků.

Chování materiálu proti šíření křehkých lomů u vysoce namáhaných konstrukcí se hodnotí podle toho, zda materiál dokáže rychle se šířící trhlinu zachytit či zda dojde k úplné destrukci. Schopnost zachycovat šířící se trhlínu souvisí s houževnatostí oceli.

Porovnatelnou charakteristikou jsou hodnoty nárazové práce při zkoušce rázem v ohybu. Při hodnocení odolnosti proti křehkému lomu a šíření trhlin vychází konstruktér ze stavu provozního napětí, z nejnižší provozní teploty, tloušťky materiálu a z případného zpevnění za studena [36].

Tvařitelnost:

Při ohýbání, ohraňování, lemování popř. lisování dochází s rostoucím stupněm deformace ke zpevňování materiálu za současného úbytku houževnatosti. Tváření za studena může vyvolat i následné stárnutí oceli doprovázené poklesem houževnatosti.

Zhoršení vlastností materiálu po tváření za studena lze částečně napravit žíháním ke snížení zbytkového pnutí. Žíhání však není vždy proveditelné a proto již výchozí houževnatost materiálu musí být dostatečně vysoká [36].

Svařitelnost:

S rostoucí tloušťkou výrobku a rostoucí pevností se mohou vyskytnout trhliny za studena. Příčinou je kombinace následujících činitelů:

- množství vodíku schopného difundovat do svarového kovu,
- křehká struktura v tepelně ovlivněné oblasti,
- výrazná koncentrace tahového napětí ve svarovém spoji.

Lze doporučit podmínky svařování v závislosti na tloušťce výrobku, použité energii svařování, požadavcích konstrukce, výkonnosti elektrod, postupech svařování, vlastnostech svarového kovu. Doporučení jsou uvedena v normě ČSN EN 1011-2:2002²¹ popř. ECSC IC 2²².

Svařitelností se hodnotí možnost vytvářet bezvadné svarové spoje, které vykazují stejné mechanické vlastnosti jako základní materiál. Chemické složení základního popřípadě přídavného materiálu je voleno tak, aby tepelným ovlivněním nedocházelo k poklesu pevnosti, ke zkřehnutí tepelně ovlivněné zóny a ke vzniku trhlin.

²¹ ČSN EN 1011-2:2002 – Svařování – Doporučení pro svařování kovových materiálů – Část 2: Obloukové svařování feritických ocelí

²² Svařitelné jemnozrnné konstrukční oceli – Doporučení pro zpracování, zejména pak svařováním

Svařitelnost oceli se zhoršuje se stoupajícím obsahem uhlíku v oceli. Svařitelnost ovlivňuje též způsob výroby oceli, zejména způsob desoxidace, čistota oceli a velikost zrna. Pro svařování větších průřezů proto není vhodná neuklidněná ocel.

Při obsazích C kolem 0,25 % se v oblasti svaru mohou již vyskytovat zákalné struktury a po ochlazení vznikají tzv. trhliny za studena. Jejich vznik ovlivňuje i přítomnost dalších prvků (Mn, Cr, Mo, V, Cu, Ni).

Pro hodnocení náchylnosti ke vzniku trhlin za studena lze použít výpočet tzv. uhlíkového ekvivalentu – CE podle vzorce:

$$CE = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr+Mo+V}{5} + \frac{Ni+Cu}{15} \quad (7)$$

kde prvky označují jejich % obsah v tavební analýze. V EN 10025-2 jsou uvedeny přípustné hodnoty CE pro jednotlivé značky ocelí v závislosti na tloušťce materiálu. Záruka hodnoty CE patří k volitelným požadavkům [36].

Tab. 16 – Hodnoty uhlíkových ekvivalentů, vypočítaných z rozborů taveb [34]

Označení		Způsob desoxidace ^{b)}	Maximální hodnota CEV v % pro výrobky jmenovité tloušťky v mm				
Podle EN 10027-1 a CR 10260	Podle EN 10027-2		≤ 30	> 30 ≤ 40	> 40 ≤ 150	> 150 ≤ 250	> 250 ≤ 400
S235JR	1.0038	FN	0,35	0,35	0,38	0,40	—
S235J0	1.0114	FN	0,35	0,35	0,38	0,40	—
S235J2	1.0117	FF	0,35	0,35	0,38	0,40	0,40

Vyhodnocení uhlíkového ekvivalentu:

$$CE = 0,17 + \frac{1,4}{6} + \frac{0 + 0 + 0}{5} + \frac{0 + 0,55}{15} = 0,44$$

Uhlíkový ekvivalent výpočtem vychází 0,44. Pro používané tloušťky materiálu do 90 mm je dle tab. 16 maximální hodnota 0,38. To znamená, že daný materiál nemůžeme svařovat bez úpravy teplotního cyklu. Byla zvolena metoda předehevu.

Pro výpočet teploty předehřevu je možno volit výpočet dle Séferiána [41]:

$$T_p = 350 \cdot \sqrt{C_p - 0,25} \quad (8)$$

Kde:

$$C_C = \frac{360 \cdot C + 4 \cdot (Mn + Cr) + 20 \cdot Ni + 28 \cdot Mo}{360} \quad (9)$$

$$C_S = 0,005 \cdot s \cdot C_C \quad (10)$$

Kde „s“ je tloušťka materiálu

$$C_P = C_S + C_C \quad (11)$$

Výsledky vypočítaných předehřevů jsou uvedeny v tabulce 17.

Tab. 17 – teploty předehřevů pro používané tloušťky materiálu

Tloušťka materiálu	Koeficient Cs [-]	Koeficient Cp [-]	Teplota předehřevu Tp [°C]
10	0.0125	0.26	35
20	0.025	0.28	60
30	0.0375	0.29	70
50	0.0625	0.31	88
90	0.11	0.36	115

Vyhodnocení náchylnosti k praskání za tepla

Náchylnost na praskání lze zjistit výpočtem pomocí parametrických rovnic:

Parametr H. C. S. = Heat (Hot) Crack Sensitivity = citlivost na trhliny za tepla.

$$H. C. S = \frac{C \cdot \left(S + P + \frac{Si}{25} + \frac{Ni}{100} \right) \cdot 10^3}{3 \cdot Mn + Cr + Mo + V} = \underline{\underline{2,02 \%}} \quad (12)$$

Ocel je náchylná když:

H. C. S je větší než 4 (nelegované oceli)

H. C. S je větší než 1,6 (nizkolegované oceli)

Jelikož je vybrána nelegovaná konstrukční ocel, je kritérium pro hodnocení parametru H. C. S takové, že nemá být větší než 4%. V našem případě je hodnota H. C. S menší než 4%, což znamená, že tato ocel není náchylná k praskání za tepla [41].

Použití:

Výrobky musí být prosty vnitřních vad, které vylučují použití pro daný účel. Použití na svařované, šroubované a nýtované konstrukce na příklad pro stavbu hal, budov, mostů, jeřábů a dalších, a také na méně namáhané strojní díly a nosné konstrukce strojů. Oceli nejsou určeny k tepelnému zpracování vyjma normalizačního žíhání [36].

8.5. Plán kontrol a zkoušek (PKZ)

Abychom mohli provádět konstrukce, musíme vypracovat plán kontrol a zkoušek v souladu s ČSN EN ISO 9001, ev. ČSN EN ISO 3834-2. Tento plán zahrnuje celou škálu dokumentů o zajištění kvality od managementu až po výrobu, tak jak bylo popsáno v kapitole 5.2.

Nyní je již DP zaměřena na konkrétní plán kontrol a zkoušek, dále jen (PKZ), který bude použit pro kontrolu našeho přípravku.

Plán kontrol a zkoušek je na projektu JHR tvořen celkem 3 stránkami. První stránka je úvodní, druhá je určena pro revize a třetí je zaměřena na samotné provádění výrobních a kontrolních operací. V této práci je použita pouze třetí část tohoto dokumentu, jelikož je z výrobního hlediska nejdůležitější.

PKZ je tvořen sledem operací tak, jak jdou ve výrobě za sebou. U operací, kde je to možné, následuje po výrobní operaci operace kontrolní. Z provedených kontrolních operací jsou vytvářeny protokoly, které jsou součástí dokumentace provedení²³.

²³ Dokumentace provedení je souhrnný dokument, ve kterém jsou umístěny veškeré dokumenty týkající se přípravy a výroby dané součásti.

V plánu kvality, který je použit pro svařovaný přípravek, je označení operací následující:

- výrobní operace jsou označeny písmenem F – Fabrication / Výroba,
- kontrolní operace jsou označeny písmeny OC - Opération de Contrôle / Kontrolní operace

V každém PKZ musí být uvedeny také body kontrol smluvních stran nebo stran podílejících se na výrobě produktu. Každé z těchto stran je dána možnost přiřazení úrovně dohledu nad danou zakázkou. Mezi nepoužívanější úrovně dohledu patří svědečný a zádržný bod. Úrovněmi dohledu je myšlena přítomnost zástupce zákazníka při inspekci.

Jednoduchý popis těchto bodů je následující:

- **Svědečný bod nese označení C** - Point de Convocation / Povinné oznámení – je to bod, na který musí být zákazník vyzván, aby se zúčastnil připravované inspekce. Zákazník se zúčastnit může nebo ne.
- **Zádržný bod nese označení A** - Point d'Arrêt / Povinný dohled – je bod, na který musí být také zákazník vyzván výrobcem, ale v tomto případě se již zákazník musí zúčastnit inspekce, jelikož se jedná o závažný bod.

Připravený plán kontrol a zkoušek pro náš přípravek je v příloze č. 3.

8.6. Svařování přípravku

Svařování přípravku je v současné době v přípravné fázi, jelikož probíhá nákup materiálu pro výrobu. Z informací, které jsou k dispozici, může být provedena analýza potřeb pro tvorbu potřebné svařovací dokumentace, především pak pro tvorbu svařovací tabulky, tak jak bylo popsáno v kapitole 7.2 a sepsání WPS dle kapitoly 8.6.

Výchozí výkresová dokumentace, která je k dispozici, je v Příloze 1 této DP. Tato dokumentace však není kompletní. Aby mohl autor DP snáze vytvořit svařovací dokumentaci v podobě svarové tabulky a potřebných WPS, je nutné si tento výkres

upravit tak, abych měl snadnější orientaci. Tato úprava spočívá k přidání identifikačních čísel a skupin svarů, dále pak k identifikování velikostí jednotlivých svarů. Poté, co je úprava dokumentace provedena, jsou vytvořeny výše zmíněné dokumenty.

Upravená výkresová dokumentace je v příloze č. 2 a připravená svarová tabulka je v příloze č. 4, připravené WPSy jsou součástí přílohy č. 5. Autor DP svým návrhem přispěje k urychlení přípravné fáze výroby přípravku, a tou je sepsání potřebných předvýrobních dokumentů

9. Shrnutí výsledků

Projekt JHR je svou velikostí natolik rozsáhlý, že jej nebylo možné podrobně popsat, proto byla diplomová práce směřována pouze na jednu dílčí oblast – výrobu svařovaných konstrukcí.

Z těchto svařovaných konstrukcí, byl vybrán jeden dílčí problém - projekt a tím je návrh přípravku pro zkoušky ve výrobě.

Pro zahájení prací na přípravku je nutné se řídit:

- ČSN EN ISO 9001, což je systém řízení kvality v podniku
- ČSN EN ISO 3834-2 – vyšší požadavky na jakost při svařování.

Z normy ČSN EN ISO 9001 byly čerpány informace pro tvorbu plánu kontroly a zkoušek (PKZ), jež je připravený v příloze č. 3.

Z normy ČSN EN ISO 3834-2 byly čerpány informace pro tvorbu svařovací dokumentace, především pak pro tvorbu postupů svařování (WPQR) a kvalifikací svařovacích postupů (WPS) které jsou přílohou č. 5 této práce a také svařovací tabulky, která je přílohou č. 4. WPQRy ze kterých bylo čerpáno pro tvorbu WPSů, jež jsou přílohou č. 5, nejsou uvedeny v práci, jelikož se jedná o majetek firmy ACPD a není povoleno jejich prezentování.

Výchozí výkresová dokumentace přípravku je v příloze 1, upravená výkresová dokumentace přípravku s navrženými svary a provedeným očíslováním je v příloze č. 2.

Svařovaná konstrukce bude tvořena uhlíkovou ocelí S235J2+N a korozivzdornou ocelí X2CrNi 18-9. Tyto materiály byly navrženy autorem DP ve spolupráci s dodavatelskou firmou a k těmto materiálům byly přiřazeny metody svařování a příslušný PM.

Metody svařování jsou: 136 a 141 a přídavné materiály jsou:

- 136 - T464MM1H5 pro uhlíkovou ocel, T2312LMR3 přechodový drát pro uhlíkovou a korozivzdornou ocel,
- 141 - W425W3Si1 pro uhlíkovou ocel, W199L pro svařování korozivzdorné oceli.

Všechny přílohy DP, které byly vytvořeny, budou nápomocny při realizaci výroby zkušebního přípravku.

Závěr

Tato DP se zabývá návrhem svařovaného přípravku pro zkoušky ve výrobě projektu JHR. Tento projekt je svým rozsahem natolik obširný, že byla DP zaměřena pouze na malý úsek, a tím úsekem byly zkoušky ve výrobě. V krátkosti byl popsán celý projekt JHR - kde probíhá výstavba, jaká je jeho výsledná funkce.

Cílem práce, bylo popsat hlavní požadavky, které jsou kladeny na tvorbu svařovaných konstrukcí a to jak z pohledu výrobce, tak z pohledu zákazníka s tím, že jsem provedl rozbor těchto legislativních požadavků s aplikací na tento projekt.

Další část práce se týkala popisu rámu dveří a jeho funkce s odkazem na to, proč je nutné provádět zkoušky ve výrobě. S tím souvisí další bod této práce a to bylo popsání výše zmíněných zkoušek a toho, proč jsou pro projekt JHR tak důležité.

Při návrhu přípravku se vycházelo z požadavků zkoušek ve výrobě a bylo vytvořeno několik variant, jak by mohl přípravek vypadat. Po zvolení vhodné varianty, byla ve společnosti ACPP vytvořena výkresové dokumentace, která však nebyla vyhovující a proto byla upravena. V neposlední řadě byly vybrány materiály, které budou použity pro tvorbu přípravku a byly charakterizovány jejich vlastnosti.

Tato práce předchází výrobě a nejsou ještě plně hotovy všechny dokumenty k přípravku. Nicméně DP by měla napomoci konečnému řešení, ať při tvorbě WPS, volbě svařovacích parametrů, volbě ZM a PM apod. Autor DP dále provedl analýzu celého přípravku a vytvořil svarovou tabulku, tak jak byla popsána v kapitole 5.2 a také potřebný počet kvalifikací, pro následné úspěšné svaření přípravku dle kapitoly 9.6.

Literatura:

- [1] Manuál projektu, JHR Dodávka horkých komor. Interní dokument společnosti Centra výzkumu v Řeži a.s. Vydáno 2014. Počet stran 28.
- [2] CCTP – Cahier des Clauses Techniques Particulières - Zvláštní zadávací podmínky – obecně. Interní dokument společnosti Centra výzkumu v Řeži a.s. Vydáno 2010. Počet stran 42
- [3] Nádběla, J. Jak se vyznat v radiaci [online]. Červen 2013. [cit. 4. 6. 2015]. Dostupné z: <<http://www.blogovnik.cz/survival-jednotky-radiace-a-jak-se-vyznat-v-radiaci-201306050648.php>>
- [4] ČSN EN ISO 9001 – Systém managementu jakosti - požadavky
- [5] ČSN EN 1090 - 2+A1 - Provádění ocelových konstrukcí a hliníkových konstrukcí – Část 2: Technické požadavky na ocelové konstrukce.
- [6] ČSN EN ISO 3834-2 – Požadavky na jakost při tavném svařování kovových materiálů, Část 2 – vyšší požadavky na jakost
- [7] Kudělka, V. TDS Brno SMS, s.r.o. Návod na zavedení ČSN EN ISO 3834 – 1 až 6. Leden 2009. [cit. 4.6.2015]. Dostupné z: <<http://www.cws-anb.cz/t.py?t=2&i=270>>
- [8] RCCG – RJH - Koncepční a konstrukční pravidla výstavby reaktoru Julia Horowitz. Interní dokument společnosti Centra výzkumu v Řeži a.s. Vydáno 2006. Počet stran 120.
- [9] AFNOR – francouzská společnost pro normalizaci. [online]. Dostupný z: <http://www.afnor.org/en>
- [10] Stránky zabývající se jadernou bezpečností [online]. Leden 2015 [cit. 4. 6. 2015]. dostupný z: <<http://www.jaderna-bezpecnost.cz/bezpecnost-jaderneho-reaktoru.htm>>
- [11] Generální program zkoušek (PEC). Interní dokument společnosti Centra výzkumu v Řeži a.s. Vydáno 2010. Počet stran 40.
- [12] Detailní program zkoušek ve výrobě. Interní dokument společnosti Centra výzkumu v Řeži a.s. Vydáno 2011. počet stran 20
- [13] ČSN EN ISO 4063 – Svařování a příbuzné procesy – přehled metod a jejich číslování
- [14] MINAŘÍK, V. Obloukové svařování. 1. vyd. Praha: Scientia, 2007. 241 s. ISBN 80-01-00345-0.

- [15] Automig, internetový magazín [online]. Leden 2015. [cit. 4.6.2015]. Dostupný z: <<http://automig.cz/o-svarovani/metody/migmag-co2/>>
- [16] Svářečky – elektrody. Internetový obchod zabývající se svářecí technikou. Článek o svařování metodou TIG [online]. Říjen 2014. [cit. 5.6.2015]. Dostupný z: <<http://www.svarecky-elektrody.cz/svarovani-tig-zakladni-seznameni/t-356/>>
- [17] Technický list k ochranému plynu pro svařování metodou MAG. Dostupný z: <[http://prodkatalog.linde-gas.cz/international/web/lg/cz/prodcatlgcz.nsf/RepositoryByAlias/DL2107/\\$file/DL2107.pdf](http://prodkatalog.linde-gas.cz/international/web/lg/cz/prodcatlgcz.nsf/RepositoryByAlias/DL2107/$file/DL2107.pdf)>
- [18] Kolektiv autorů. Technologie svařování a zařízení. 1. vyd. Ostrava: Zeross, 2001. 395 s. ISBN 80-85771-81-0.
- [19] MIG nebo MAG? Jaký je rozdíl? [online]. Únor 2008 [cit. 25. února 2009]. <<http://www.svarbazar.cz/phprs/view.php?cisloclanku=2007101501>>
- [20] ČSN EN ISO 17 632 - Svařovací materiály - Plněné elektrody pro obloukové svařování nelegovaných a jemnozrnných ocelí s ochranou plynu a bez ochrany plynu – Klasifikace
- [21] Technical Handbook of BÖHLER WELDING Products, Edition 01/2008
- [22] ČSN EN ISO 17 633 - Svařovací materiály - Plněné elektrody a tyče pro obloukové svařování korozivzdorných a žáruvzdorných ocelí s přívodem a bez přívodu ochranného plynu – Klasifikace
- [23] ČSN EN ISO 636 - Svařovací materiály – Tyče a dráty pro obloukové svařování nelegovaných a jemnozrnných ocelí wolframovou elektrodou v inertním plynu a jejich svarové kovy – Klasifikace
- [24] ČSN EN ISO 14343 – Svařovací materiály – drátové elektrody, páskové elektrody, dráty a tyče pro obloukové svařování korozivzdorných a žáruvzdorných ocelí – Klasifikace
- [25] Bohler uddeholm - Katalog nejpoužívanějších přídavných materiálů pro rok 2015. Dostupný z: <http://www.bohler-uddeholm.cz/pridavne_materialy.php>
- [26] Kolařík L. Svařitelnost konstrukčních materiálů – Technologie svařování – studijní materiály. Ústav strojírenské technologie, FS ČVUT, Praha 2015
- [27] WPS jak na ně? [online]. Březen 2006. [cit. 4. 6. 2015]. <<http://www.svarbazar.cz/phprs/view.php?cisloclanku=2006031201>>.
- [28] Kolařík L. Úvod do svařitelnosti ocelí – studijní materiály. Ústav strojírenské technologie, FS ČVUT, Praha 2015

- [29] ČSN EN 10088 – 1 – Korozivzdorné oceli – Část 1 – Přehled korozivzdorných ocelí
- [30] ČSN EN 10088 – 2 – korozivzdorné oceli – Část 2 – Technické dodací podmínky pro plech a pás z ocelí odolných korozi pro všeobecné použití
- [31] Design Manual For Structural Stainless Steel, publikace pro navrhování konstrukcí z korozivzdorných ocelí. Stran 116. ISBN 2-87997-204-3, Dostupné z: <http://www.euro-inox.org/pdf/build/dm/Recommend_EN.pdf>
- [32] Číhal V. Korozivzdorné oceli a slitiny. Praha: Academia, 1999. 437 s. ISBN 80-200-0671-0.
- [33] HRIVŇÁK, I. Zvaritelnost ocelí. 1. vyd. Bratislava: Vydavateľstvo technickej a ekonomickej literatury, 1979. 240 s. ISBN 63-212-79.
- [34] ČSN EN 10025-2 – Výrobky válcované za tepla z konstrukčních ocelí – Část 2: Technické dodací podmínky pro nelegované konstrukční oceli
- [35] Uživatelský komentář k normě ČSN EN 10025-2: 2005 a k vlastnostem nelegovaných konstrukčních ocelí. Dostupné z: <<http://www.bolzano.cz/>>
- [36] Kolařík L. Úvodní přednáška z předmětu Svařování, pájení, lepení – studijní materiály. Ústav strojírenské technologie. FS ČVUT, Praha 2015
- [37] Hadyna. Průvodce svařování FCAW [online] [cit. 15. Června 2015]. Dostupné z: <<http://www.hadyna.cz/svetsvaru/technology/Pr%C5%AFvodce%20FCAW.pdf>>
- [38] Porovnání metod GMAW a FCAW. [online] [cit. 15. Června 2015], Dostupné z: <<http://www.lincolnelectric.com/en-us/support/process-and-theory/Pages/mig-vs-flux-cored-detail.aspx>>
- [39] Konstrukce. Výběr ochranných plynů pro obloukové svařování. [Online] [cit. 15. Června.2015]. Dostupný z: <<http://www.konstrukce.cz/clanek/vyber-ochrannych-plynu-pro-obloukove-svarovani/>>
- [40] Kolařík, L. Úvod do svařování v ochranných atmosférách - Technologie svařování – studijní materiály. Ústav strojírenské technologie, FS ČVUT, Praha 2015
- [41] Kolařík L. Svařitelnost ocelí 1 a 2 - Teorie spojování a dělení materiálu – studijní materiály. Ústav strojírenské technologie, FS ČVUT, Praha 2015
- [42] Kolařík L. Svařování MIG/MAG - Technologie svařování pájení lepení – studijní materiály. Ústav strojírenské technologie, FS ČVUT, Praha 2015
- [43] Hlavatý I. Teorie a technologie svařování, VŠB v Ostravě, [online] [cit. 15. Června.2015]. Dostupné z: <homen.vsb.cz>

Seznam obrázků

- Obr. 1 – Lokalizace horkých komor v rámci projektu JHR
- Obr. 2 – Podélný řez horkými komorami
- Obr. 3 – Dispoziční řešení komor a průchodů
- Obr. 4 – Montážní sestava patra malých komor
- Obr. 5 – Fáze 1 z kinetiky montáže – montáž modulu
- Obr. 6 – Rám dveří s vnitřními výztuhami
- Obr. 7 – Modul s rámem otočných dveří
- Obr. 8 vlevo – Izometrický pohled na rámeček s těsněním
- Obr. 9 vpravo - Řez pro znázornění tvaru těsnění
- Obr. 10 – Rozdělení svařovacích metod
- Obr. 11 – Metoda svařování MIG/MAG při ručním svařování
- Obr. 12 – vlevo svařování metodou FCAW
- Obr. 13 – vpravo svařování metodou MIG
- Obr. 14 - Princip svařování metodou TIG při ručním svařování
- Obr. 15 – Schéma na vypracování kvalifikací
- Obr. 16 - Zkušební přípravek pro zkoušky ve výrobě v otevřené a zavřené poloze
- Obr. 17 – Izometrický pohled na zkušební přípravek s místem jiného druhu materiálu
- Obr. 18 - Schaefflerův konstituční diagram chromniklových ocelí
- Obr. 19 – Polohy základního a přídavného materiálu do Schaefferova konstitučního diagramu

Seznam tabulek

Tab. 1 - Zařazení do tříd provedení dle kvalifikací

Tab. 2 - Porovnání metody MIG a MAG

Tab. 3 - Porovnání vlastností jednotlivých plynů

Tab. 4 - Chemické složení přídatného materiálu T464MM1H5

Tab. 5 - Chemické složení přídatného materiálu T199LRM3

Tab. 6 - Chemické složení přídatného materiálu T2312LRM3

Tab. 7 - Chemické složení přídatného materiálu W425W3Si1

Tab. 8 - Chemické složení přídatného materiálu W199L

Tab. 9 - Chemické složení korozivzdorné oceli

Tab. 10 - Mechanické vlastnosti korozivzdorné oceli

Tab. 11 - chromové a niklové ekvivalenty materiálu

Tab. 12 - Stupeň promíšení u jednotlivých metod svařování

Tab. 13 - Chemické složení oceli S235J2

Tab. 14 - Hodnoty nárazových prací pro jednotlivé jakostní stupně

Tab. 15 - Mechanické vlastnosti oceli S235J2

Tab. 16 – Hodnoty uhlíkových ekvivalentů, vypočítaných z rozborů taveb

Tab. 17 – Teploty předehřevů pro používané tloušťky materiálu

Seznam příloh

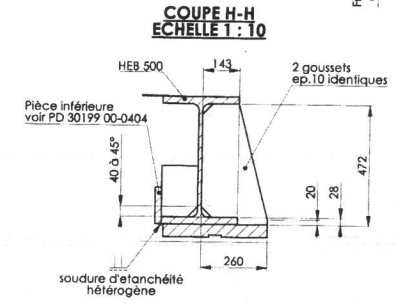
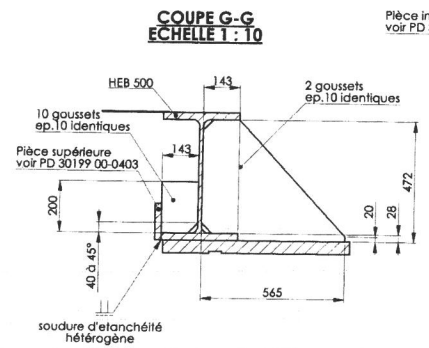
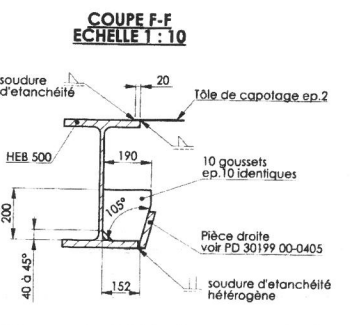
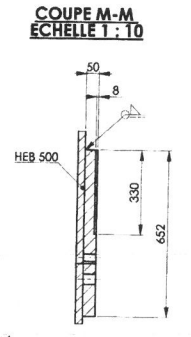
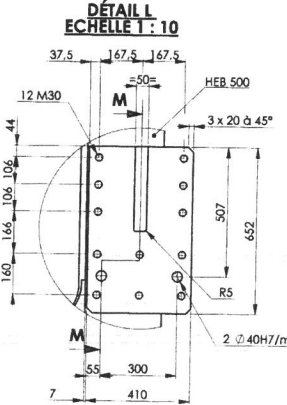
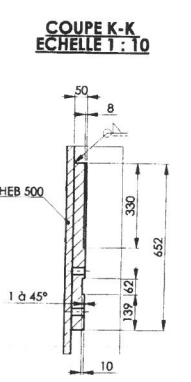
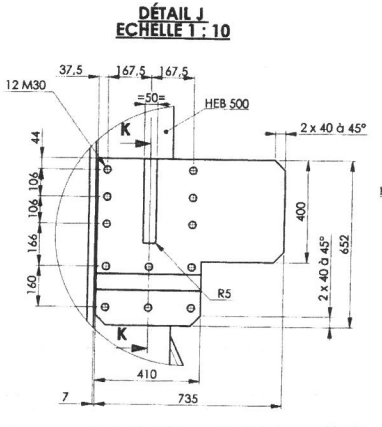
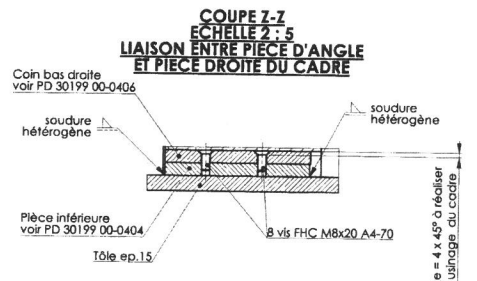
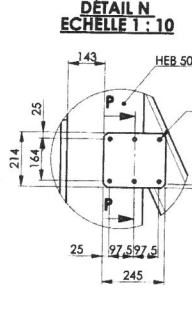
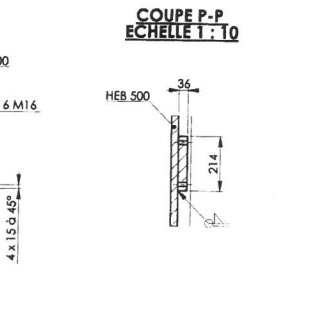
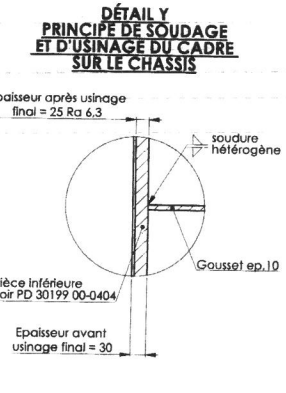
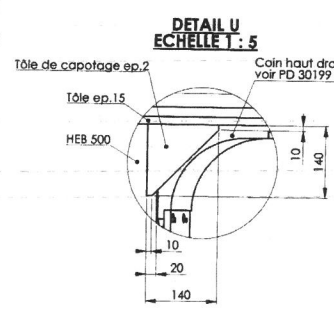
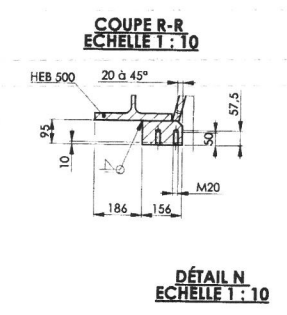
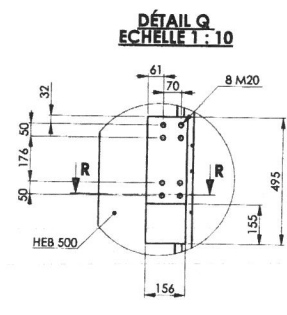
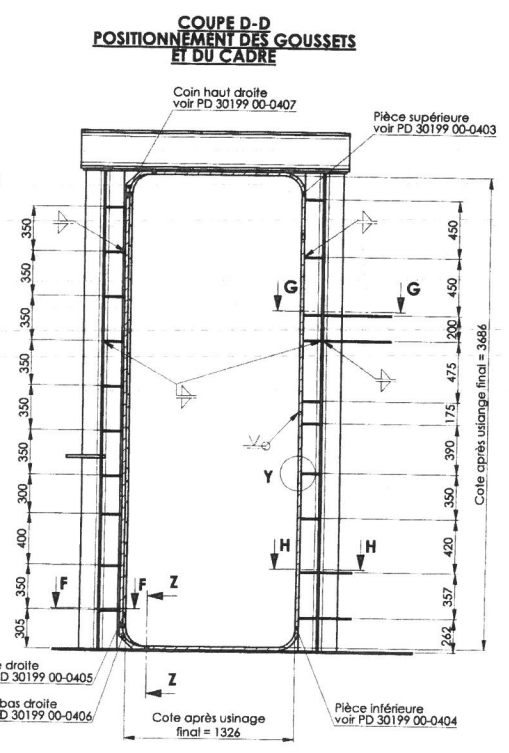
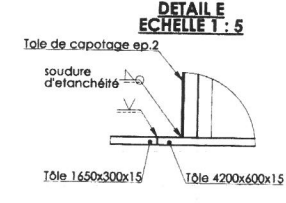
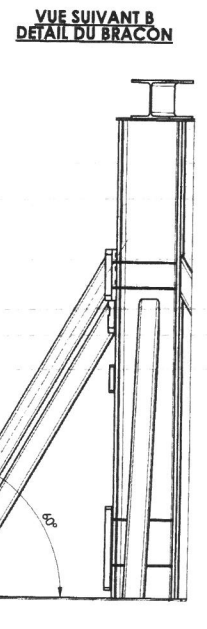
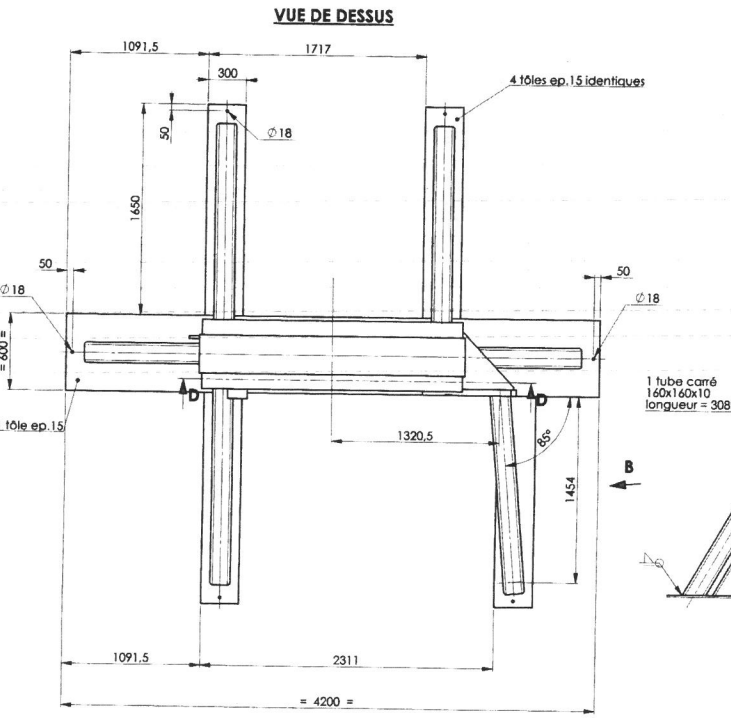
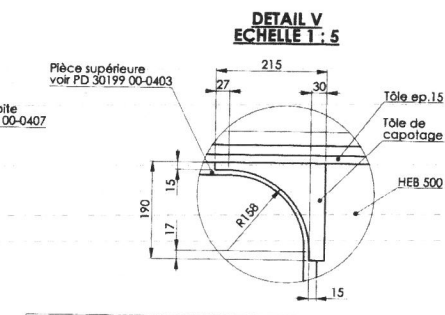
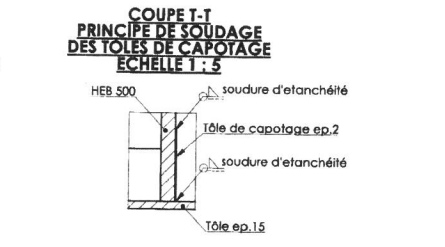
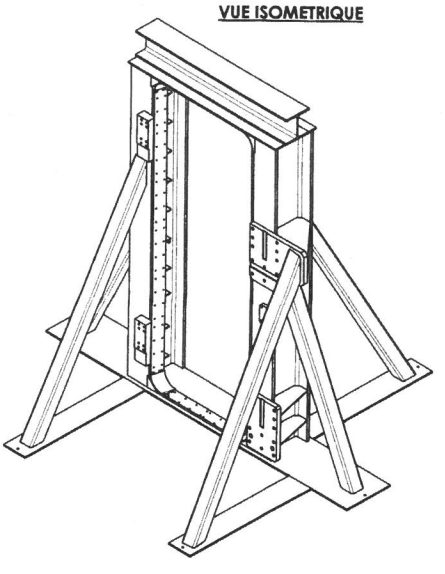
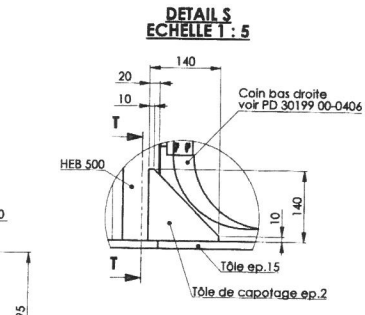
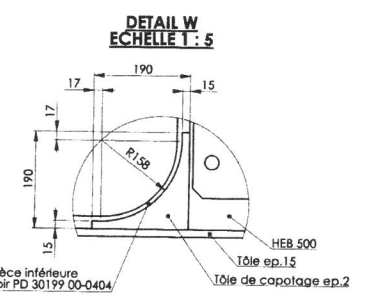
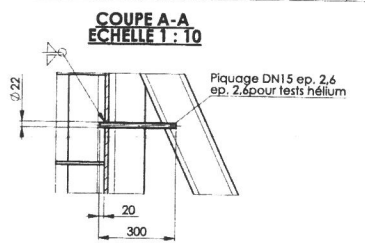
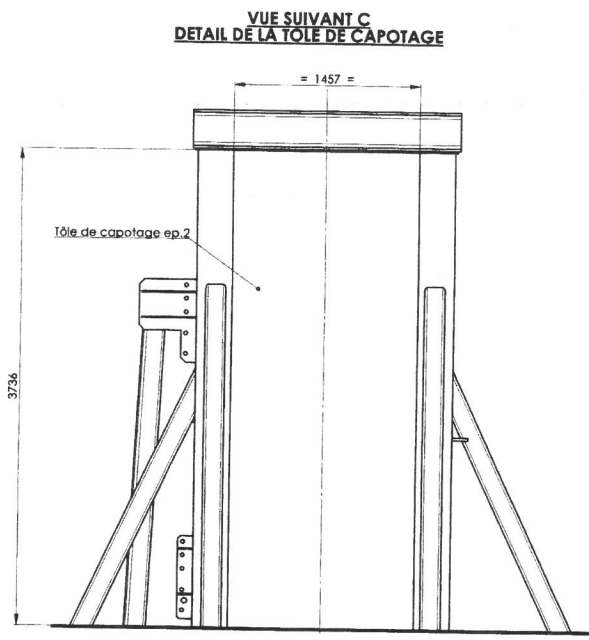
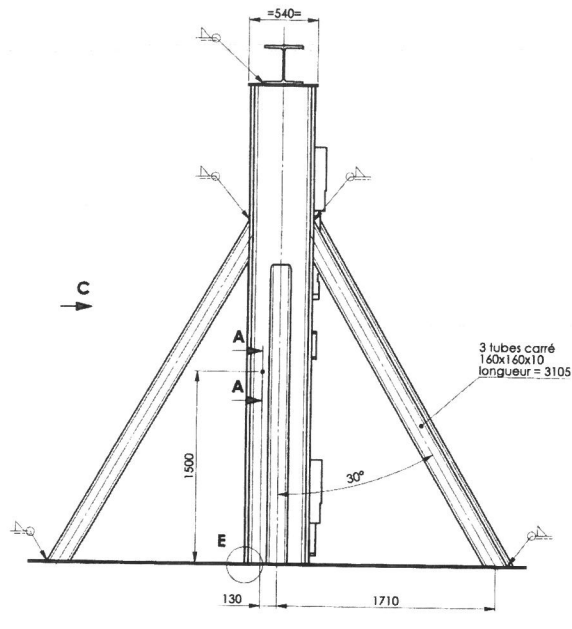
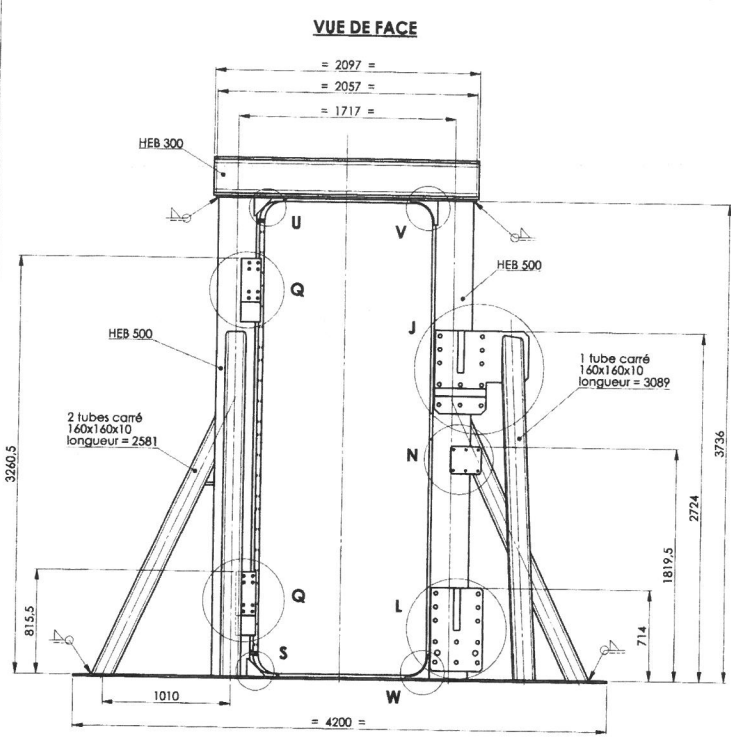
Příloha č. 1 – Výchozí výkresová dokumentace

Příloha č. 2 – Upravená výkresová dokumentace

Příloha č. 3 – Plán kontrol a zkoušek

Příloha č. 4 – Svarová tabulka

Příloha č. 5 – WPSy seřazené od 1 do 12



TOLERANCES GENERALES SAUF INDICATION			
TOLERANCES D'USINAGE		TOLERANCES CHAUDRONNEES	
MACHINING TOLERANCES		WELDED CONSTRUCTION TOLERANCES	
NF EN 22768-1 m		NF EN ISO 13260 B	
0	to	400	to
6 ± 0.1	400	1000 ± 0.8	2
8	to	2000 ± 1.2	30
30 ± 0.2	1000	4000 ± 2	400
120 ± 0.3	2000	8000 ± 3	4000
400 ± 0.5	4000	10000 ± 4	8000

NOTA:

- MATIERE : ACIER CARBONE S235 OU SUPERIEUR
- SOUDURES DISCONTINUES SAUF INDICATIONS CONTRAIRE
- APOTHEMES DE SOUDURE POUR LES PROFILS OUVERTS : α = 0.7 x EP MINI
- APOTHEMES DE SOUDURE POUR LES PROFILS FERMS : α = 1.4 x EP MINI
- CASSER LES ANGLES VIFS

DOCUMENT A CONSULTER:

- PLAN D'ENSEMBLE DU CHASSIS PE 30199 003-0401
- PLAN DE DETAIL DU CADRE (PIECE SUPERIEURE) PD 30199 003-0403
- PLAN DE DETAIL DU CADRE (PIECE INFERIEURE) PD 30199 003-0404
- PLAN DE DETAIL DU CADRE (PIECE DROITE) PD 30199 003-0405
- PLAN DE DETAIL DU CADRE (COIN BAS DROITE) PD 30199 003-0406
- PLAN DE DETAIL DU CADRE (COIN HAUT DROITE) PD 30199 003-0407

Site WEB : www.acepp.fr
 MAIL : acepp@acepp.fr
 TEL : 02 33 01 40 30

ACCP
 27 DOULEVILLE
 BP233 5042 BEAUMONT HAUQUE Cedex

RJH - Lot C01 - Cellules Chaudes
 RJH
 PLAN DE DETAIL DU CHASSIS

N° PD 30199 003-0402

Accepté par FAD (référence) : Přijato FAD (odkaz):		PLAN QUALITE REALISATION - Liste des Opérations de Fabrication et de Contrôles PLÁN KVALITY REALIZACE - Plán kontrol a zkoušek				Odkaz : Job No. / DPQ 30199,02 0101		Indice / Index : A	Příloha č. 3				
Client :	Centrum výzkumu Řež s.r.o. (RCR)		Produit / Produkt :	Plan de detail du chassis/ Testing stand for rotating doors / Zkušební přípravek pro zkoušky ve výrobě				Date / Datum: 12.6.2015					
Lot :	C01		Ensemble / Sestava :	PD 30199 003 - 0402				RJH BUCEL 2AZ PQU ECX0000X A1					
Légende / Legenda:		R = Rapport / PV / Zpráva / Protokol	E = Etude / Studie	F = Fabrication / Výroba	Intervention / Intervence			ETK = Controle technique from producer / Technická kontrola výrobce	Rédacteur * / Redaktor*	Approbateur* / Schválil *			
		C = Point de Convocation / Povinné oznámení	OC = Opération de Contrôle / Kontrolní operace										
		A = Point d'Arrêt / Povinný dohled	* = Nom & Visa / Date / Jméno a podpis / Datum										
Opérations / Operace		ACQ	CT ACQ	Liste des opérations de Fabrication et de Contrôles / Seznam výrobních a kontrolních operací	Document de référence / Odkazovaný dokument	Indice utilisé / Použitý index	Intervention* / Intervence*					Rapport / Záznam	Observations / Poznámky
N°	E/F/OC/R						TK / IWT	ACPP	RCR	AREVA	CEA		
1.	OC	1.16	1.16a	Contract verification - Check of completeness of technical and quality documentation / Kontrola technických a kvalitativních dokumentů	Annex of Quality agreement (List of required documents - LDE)		C	A	C	C			Contract for work Nr. JHR/S02/2014, EN 1090-2, RCCG - RJH
2	OC	1.16	1.16b	Check of NDT workers qualification / Kontrola kvalifikací pracovníků NDT	Management of nondestructive testing RJH BUCELL 2AZ PQU ECX 00019		C	A	C				RCCG - RJH - 2.10, EN 473 / ISO 9712
3	OC		1.16b	Check of welder's qualification with list of approved welders/ Kontrola kvalifikací svářečů	Internal instruction DPQ 30199 401 Welding supervision		C	A	C				RCCG - JHR - 2.10, EN 287-1 EN 1418
4	OC	1.8 1.10	1.8a 1.10a	Incoming material inspection - Chemical composition (base metal and filler metal - 3.1 certificates) / Vstupní kontrola materiálů - Chemické složení (základní a přídavný materiál - 3.1 certifikáty)	RJH BUCEL 2AZ DZ- ECX 00001		R	A	A				Derogation % chemical elements 2AZ/2014/001
5	F	1.17		Material cutting in accordance with Work process procedure / Dělení materiálu podle pracovního postupu	PD 30199 003 - 0402 DPQ 30199 0507		R	C	C				RCCG - RJH - 2.10
6	F	1.17		Machining of base material before welding Obrábění základního materiálu před svařováním	PD 30199 003 - 0402 DPQ 30199 0507		C	C					RCCG - RJH -2.10
7	OC		1.17a	Quality check of machined base material pieces before welding (VT, PT) Kontrola kvality obrobeneho základního materiálu před svařením (VT, PT)	PD 30199 003 - 0402 DPQ 30199 0501 DPQ 30199 0504		R	A					RCCG - RJH RJH BUCEL 2AA ST-ECX00007 ISO 17635

Accepté par FAD (référence) : Přijato FAD (odkaz):	PLAN QUALITE REALISATION - Liste des Opérations de Fabrication et de Contrôles PLÁN KVALITY REALIZACE - Plán kontrol a zkoušek	Odkaz : Job No. / DPQ 30199,02 0101	Indice / Index : A	Příloha č. 3
---	---	---	-----------------------	---------------------

Client : Lot :	Centrum výzkumu Řež s.r.o. (RCR) C01	Produit / Produkt : Ensemble / Sestava :	Plan de detail du chassis/ Testing stand for rotating doors / Zkušební přípravek pro zkoušky ve výrobě PD 30199 003 - 0402	Date / Datum: RJH BUCEL 2AZ PQU ECX0000X A1	12.6.2015
-------------------	---	---	--	--	-----------

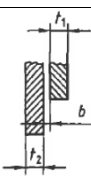
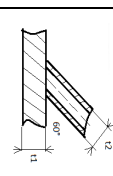
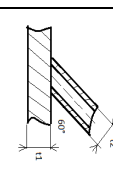
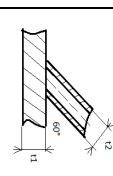
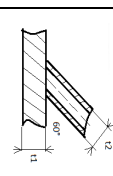
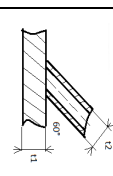
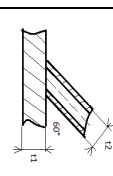
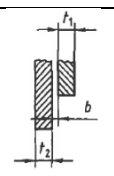
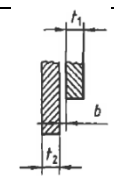
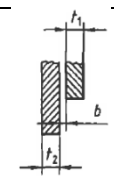
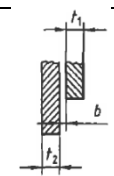
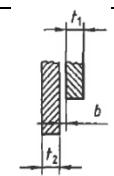
Légende / Legenda:	R = Rapport / PV / Zpráva / Protokol	E = Etude / Studie	F = Fabrication / Výroba	Intervention / Intervence	ETK = Controle technique from producer / Technická kontrola výrobce	Rédacteur * / Redaktor*	Approbateur* / Schválil *
	C = Point de Convocation / Povinné oznámení	OC = Opération de Contrôle / Kontrolní operace					
	A = Point d'Arrêt / Povinný dohled	* = Nom & Visa / Date / Jméno a podpis / Datum					

Opérations / Operace	N° E/F/OC/R	ACQ	CT ACQ	Liste des opérations de Fabrication et de Contrôles / Seznam výrobních a kontrolních operací	Document de référence / Odkazovaný dokument	Indice utilisé / Použitý index	Intervention* / Intervence*					Rapport / Záznam	Observations / Poznámky
							TK / IWT	ACPP	RCR	AREVA	CEA		
8	F	1.18		Structure assembling (tack welding) before welding Sestavení před svařováním (stehování přípravku)	PD 30199 003 - 0402 DPQ 30199 0201 / 301 / 401		C	C	C				RCCG - RJH - 2.10
9	F	1.18		Assembly welding Svařování přípravku	PD 30199 003 - 0402 DPQ 30199 0201 / 301 / 401		C	C	A				RCCG - RJH RJH BUCEL 2AA ST-ECX00007 EN 15 609-1
10	OC		1.18b	NDT - Visual inspection 100% NDT - Vizuální kontrola 100%	PD 30199 003 - 0402 DPQ 30199 0501		R	A	C				RCCG - RJH RJH BUCEL 2AA ST-ECX00007 EN ISO 17637
11	OC		1.18b	NDT - Dye penetrant test 100% NDT - Kapilární kontrola 100%	PD 30199 003 - 0402 DPQ 30199 0504		R	A	C				RCCG - RJH RJH BUCEL 2AA ST-ECX00007 EN ISO 3452-1, ISO 23277-1, ISO 5817 -B
12	OC		1.18b	Dimensionnal inspection after welding 100% Rozměrová kontrola po svaření 100%	PD 30199 003 - 0402 DPQ 30199 0501		R	C	A	C			RCCG - RJH - 2.10

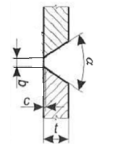

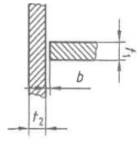

List of abbreviations:

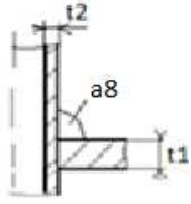
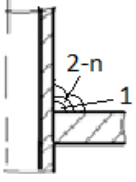
WPS	Welding Procedure Specification (FMOS)
WPQR	Welding Procedure Qualification Record (QMOS)
WPQ	Welding Procedure Qualification (DMOS)

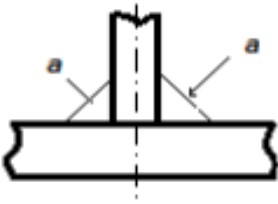
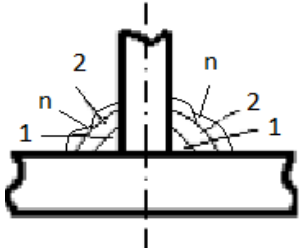
Príloha č. 4		Welding key form / Svarová tabuľka		Revision											
Date / Datum	Part Number / Názov sestavy	Welding key form / Svarová tabuľka		Elaborated by / Vypilil:	Welding Engineer / Svarová rúžka (name and signature)										
09/06/2015	PLAN DE DETAIL DU CHASSIS	PD 30199 003-0402		T.Holák											
Group / Skupina		Revision		A											
Weld nr. / Svar č.	Numner of welds / Počet svarů	Thickness / Tloušťka [mm]	Sketch of the welding preparation / Náčrt svarové přípravy	Size of the welds / Velikost svaru: FW/BW	Symbole / EN ISO 2553	Shape of the joint / Tvar spoje BS - both sides - obsoutranný OS - one sides - jednostranný	Basic material / Základní materiál	Root / Kofen	Filling and cover layer / Výplň a krycí	Underlay of the weld / Podložení svaru	Surface of the weld / Povrch svaru Ra [µm]	Weld classification / EN 1090-2-EXC / EN ISO 3834-x	Weld qualification acc. EN ISO 5817 / Stupeň provedení svaru EN ISO 5817	WPS / EN ISO 15609 - WPS č.	Verification / Ověření EN ISO 15614 - WPQR
01	1	19,5+7,5		a5		BS	1.1	141 EN ISO 636-A-W 42 5 W3Si1 EN 10204-3.1; RCC-G	141 EN ISO 636-A-W 42 5 W3Si1 EN 10204-3.1; RCC-G	N/A	N/A	NC / 3834-2	C	DP WPS1	
02	1	10+30		a8		BS	1.1	141 EN ISO 636-A-W 42 5 W3Si1 EN 10204-3.1; RCC-G	136 EN ISO 17632 - T46 4 MM1H5 EN 10204-3.1; RCC-G	N/A	N/A	NC / 3834-2	C	DP WPS 2	
03	1	14,5+15		a8		BS	1.1	141 EN ISO 636-A-W 42 5 W3Si1 EN 10204-3.1; RCC-G	136 EN ISO 17632 - T46 4 MM1H5 EN 10204-3.1; RCC-G	N/A	N/A	NC / 3834-2	C	DP WPS 2	
04	1														
05	1	28+95		a10		OS	1.1	141 EN ISO 636-A-W 42 5 W3Si1 EN 10204-3.1; RCC-G	136 EN ISO 17632 - T46 4 MM1H5 EN 10204-3.1; RCC-G	N/A	N/A	NC / 3834-2	C	DP WPS 4	
06	1	28+36		a10		OS	1.1	141 EN ISO 636-A-W 42 5 W3Si1 EN 10204-3.1; RCC-G	136 EN ISO 17632 - T46 4 MM1H5 EN 10204-3.1; RCC-G	N/A	N/A	NC / 3834-2	C	DP WPS 4	

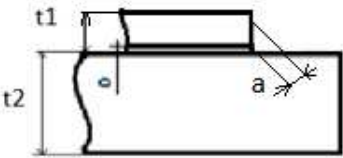
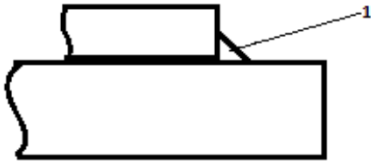
Príloha č. 4		Welding key form / Svarová tabuľka		Revision										
Date / Datum	Part Number / Názov sestavy	Nrd app. / Č. výkresu sestavy	Elaborated by / Vypilil	Approved by / Schválil (Name and Signat)	Welding Engineer / Svarová rúžev (Name and Signat)									
09/06/2015	PLAN DE DETAIL DU CHASSIS	PD 30199 003-0402	T.Holák											
Group / Skupina		Welding procedure / Metoda svařování EN ISO 4063		Revision										
Weld nr. / Svar č.		Filler material / Pridávany materiál		Revize										
Numner of welds / Počet svařů		Filling and cover layer / Výplň a krycí		Welding Engineer / Svarová rúžev (Name and Signat)										
Thickness / Tloušťka [mm]		Underlay of the weld / Podložení svařu		WPS / EN ISO 15609 - WPS č.										
Sketch of the welding preparation / Náčrt svařové přípravy		Surface of the weld / Povrch svařu Ra [µm]		Verification / Ověření EN ISO 15614 - WPQR										
Size of the welds / Velikost svařu: FW/BW		Weld classification / EN 1090-2-EXC / EN ISO 3834-x												
Symbole / EN ISO 2553		Weld qualification acc. EN ISO 5817 / Stupeň provedení svařu EN ISO 5817												
Shape of the joint / Tvar spoje BS - both sides - oboustranný OS - one sides - jednostranný		Weld classification / EN 1090-2-EXC / EN ISO 3834-x												
Basic material / Základní materiál		Weld classification / EN 1090-2-EXC / EN ISO 3834-x												
Root / Kofen		Weld classification / EN 1090-2-EXC / EN ISO 3834-x												
Filling and cover layer / Výplň a krycí		Weld classification / EN 1090-2-EXC / EN ISO 3834-x												
Underlay of the weld / Podložení svařu		Weld classification / EN 1090-2-EXC / EN ISO 3834-x												
Surface of the weld / Povrch svařu Ra [µm]		Weld classification / EN 1090-2-EXC / EN ISO 3834-x												
Weld classification / EN 1090-2-EXC / EN ISO 3834-x		Weld classification / EN 1090-2-EXC / EN ISO 3834-x												
Weld qualification acc. EN ISO 5817 / Stupeň provedení svařu EN ISO 5817		Weld classification / EN 1090-2-EXC / EN ISO 3834-x												
WPS / EN ISO 15609 - WPS č.		Weld classification / EN 1090-2-EXC / EN ISO 3834-x												
Verification / Ověření EN ISO 15614 - WPQR		Weld classification / EN 1090-2-EXC / EN ISO 3834-x												
07	1	28+50		a10	OS	1.1	141 EN ISO 636-A-W 42 5 W3Si1 EN 10204-3.1; RCC-G	136 EN ISO 17632 - T46 4 MM1H5 EN 10204-3.1; RCC-G	N/A	N/A	NC / 3834-2	C	DP WPS 4	
08	1	10+15		a12	OS	1.1	141 EN ISO 636-A-W 42 5 W3Si1 EN 10204-3.1; RCC-G	136 EN ISO 17632 - T46 4 MM1H5 EN 10204-3.1; RCC-G	N/A	N/A	NC / 3834-2	C	DP WPS 5	
09	1	10+28		a12	OS	1.1	141 EN ISO 636-A-W 42 5 W3Si1 EN 10204-3.1; RCC-G	136 EN ISO 17632 - T46 4 MM1H5 EN 10204-3.1; RCC-G	N/A	N/A	NC / 3834-2	C	DP WPS 5	
24	1	10+15		a12	OS	1.1	141 EN ISO 636-A-W 42 5 W3Si1 EN 10204-3.1; RCC-G	136 EN ISO 17632 - T46 4 MM1H5 EN 10204-3.1; RCC-G	N/A	N/A	NC / 3834-2	C	DP WPS 5	
25	1	10+15		a12	OS	1.1	141 EN ISO 636-A-W 42 5 W3Si1 EN 10204-3.1; RCC-G	136 EN ISO 17632 - T46 4 MM1H5 EN 10204-3.1; RCC-G	N/A	N/A	NC / 3834-2	C	DP WPS 5	
31	1	10+15		a12	OS	1.1	141 EN ISO 636-A-W 42 5 W3Si1 EN 10204-3.1; RCC-G	136 EN ISO 17632 - T46 4 MM1H5 EN 10204-3.1; RCC-G	N/A	N/A	NC / 3834-2	C	DP WPS 5	
32	1	10+15		a12	OS	1.1	141 EN ISO 636-A-W 42 5 W3Si1 EN 10204-3.1; RCC-G	136 EN ISO 17632 - T46 4 MM1H5 EN 10204-3.1; RCC-G	N/A	N/A	NC / 3834-2	C	DP WPS 5	
26	1	2+28		a2	OS	1.1	141 EN ISO 636-A-W 42 5 W3Si1 EN 10204-3.1; RCC-G	N/A	N/A	NC / 3834-2	C	DP WPS 3		
27	1	28+19		a12	OS	1.1	141 EN ISO 636-A-W 42 5 W3Si1 EN 10204-3.1; RCC-G	136 EN ISO 17632 - T46 4 MM1H5 EN 10204-3.1; RCC-G	N/A	N/A	NC / 3834-2	C	DP WPS 8	
28	1	28+19		a12	OS	1.1	141 EN ISO 636-A-W 42 5 W3Si1 EN 10204-3.1; RCC-G	136 EN ISO 17632 - T46 4 MM1H5 EN 10204-3.1; RCC-G	N/A	N/A	NC / 3834-2	C	DP WPS 8	
29	1	28+19		a12	OS	1.1	141 EN ISO 636-A-W 42 5 W3Si1 EN 10204-3.1; RCC-G	136 EN ISO 17632 - T46 4 MM1H5 EN 10204-3.1; RCC-G	N/A	N/A	NC / 3834-2	C	DP WPS 8	
30	1	28+19		a12	OS	1.1	141 EN ISO 636-A-W 42 5 W3Si1 EN 10204-3.1; RCC-G	136 EN ISO 17632 - T46 4 MM1H5 EN 10204-3.1; RCC-G	N/A	N/A	NC / 3834-2	C	DP WPS 8	

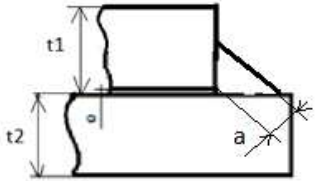

Príloha č. 4		Welding key form / Svarová tabuľka		Revision															
Date / Datum	Part Number / Názov sestavy	Nrd app. / Č. výkresu sestavy	Elaborated by / Vypíliť	Approved by / Schválil	Welding Engineer / Svarová rúžka														
09/06/2015	PLAN DE DETAIL DU CHASSIS	PD 30199 003-0402	T.Holák	(Name and signature) (podpis)	(Name and signature)														
Group / Skupina		Weld nr. / Svar č.		Revision															
Thicknes / Tloušťka [mm]		Numner of welds / Počet svarů		Revize															
Sketch of the welding preparation / Náčrt svarové přípravy		Size of the welds / Velikost svaru: FW/BW		A															
Symbol / EN ISO 2553		Shape of the joint / Tvar spoje		Welding procedure /															
Basic material / Základní materiál		BS - both sides - obsoustranný		Method specification EN ISO 4063															
Root / Kořen		OS - one sides - jednostranný		Filler material /															
Filling and cover layer / Výplň a krycí		Basic material / Základní materiál		Additive material															
Underlay of the weld / Podložení svaru		1.1		Surface of the weld /															
Surface of the weld / Povrch svaru Ra [µm]		1.1 / 8.1		Weld classification /															
Weld classification / EN 1090-2-EXC / EN ISO 3834-x		1.1 / 8.1		Weld qualification acc. EN ISO															
Weld qualification acc. EN ISO 5817 /		1.1 / 8.1		Stupeň provedení svaru EN ISO															
WPS / EN ISO 15609 - WPS č.		1.1 / 8.1		5817															
Verification / Ověření		1.1 / 8.1		WPS / EN ISO 15609 - WPS č.															
EN ISO 15614 - WPQR		1.1 / 8.1		WPS / EN ISO 15609 - WPS č.															
3	11	1	30+50		b = 0	s2		OS	1.1 / 8.1	136	EN ISO 12073-T23 12 LR M3	EN 10204-3.1; RCC-G	N/A	N/A	N/A	NC / 3834-2	C	DP WPS 7	
	12	1	28,5+30		b = 0	s2		OS	1.1	141	EN ISO 636-A-W 42 5 W3Si1	EN 10204-3.1; RCC-G	N/A	N/A	N/A	NC / 3834-2	C	DP WPS 6	
	13	1	15+30		b = 0	a12		OS	1.1 / 8.1	136	EN ISO 12073-T23 12 LR M3	EN 10204-3.1; RCC-G	N/A	N/A	N/A	NC / 3834-2	C	DP WPS 9	
	14	1	2+28		b = 0	a2		OS	1.1	141	EN ISO 636-A-W 42 5 W3Si1	EN 10204-3.1; RCC-G	N/A	N/A	N/A	NC / 3834-2	C	DP WPS 3	
	15	1																	
	16	1																	
	17	1																	
	18	1																	
	19	1																	

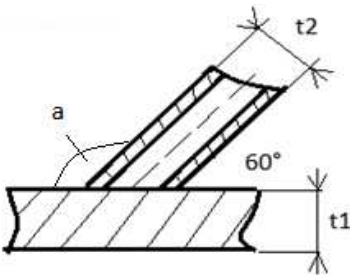
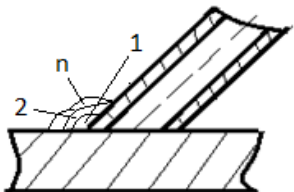
Príloha č. 4		Welding key form / Svarová tabuľka		Revision												
Date / Datum	Part Number / Názov sestavy	Nr'd app. / Č. výkresu sestavy	Elaborated by / Vypilil:	Approved by / Schválil:	Welding Engineer / Svarová rúžava / (Name and Signature)											
09/06/2015	PLAN DE DETAIL DU CHASSIS	PD 30199 003-0402	T.Holák	(Name and Sign)	(Name and Signature)											
6	20	1	15+15	 Sketch of the welding preparation / Náčrt svarové prípravy	Size of the welds / Velikost svaru: FW/BW s15	 OS	Shape of the joint / Tvar spoje BS - both sides - obsoutranný OS - one sides - jednostranný	Basic material / Základní materiál 8.1	Root / Kořen EN ISO 14343-A-W 19 9 L EN 10204-3.1; RCC-G	Filling and cover layer / Výplň a krycí EN ISO 14343-A-W 19 9 L EN 10204-3.1; RCC-G	Underlay of the weld / Podložení svaru N/A	Surface of the weld / Povrch svaru Ra [µm] N/A	Weld classification / EN 1090-2-EXC / EN ISO 3834-x NC / 3834-2	Weld qualification acc. EN ISO 5817 / Stupeň provedení svaru EN ISO 5817	WPS / EN ISO 15609 - WPS č. DP WPS 12	Verification / Ověření EN ISO 15614 - WPQR DP WPS 12
7	22	1	10+30	 Sketch of the welding preparation / Náčrt svarové přípravy	Size of the welds / Velikost svaru: FW/BW a10	 OS	Shape of the joint / Tvar spoje BS - both sides - obsoutranný OS - one sides - jednostranný	Basic material / Základní materiál 1.1 / 8.1	Root / Kořen EN ISO 12073-T23 12 LR M3 EN 10204-3.1; RCC-G	Filling and cover layer / Výplň a krycí EN ISO 12073-T23 12 LR M3 EN 10204-3.1; RCC-G	Underlay of the weld / Podložení svaru N/A	Surface of the weld / Povrch svaru Ra [µm] N/A	Weld classification / EN 1090-2-EXC / EN ISO 3834-x NC / 3834-2	Weld qualification acc. EN ISO 5817 / Stupeň provedení svaru EN ISO 5817	WPS / EN ISO 15609 - WPS č. DP WPS 10	Verification / Ověření EN ISO 15614 - WPQR DP WPS 10

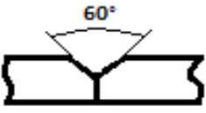

Příloha č.5		Welding procedure specification ČSN EN ISO 15609-1			Číslo: DP WPS 1			
Místo: Praha		Zkuš. orgán, zkuš. organizace: -		Revize: 0				
Výrobce: ACPP		Druh přípravy a čištění: frézováno nebo páleno, broušeno						
WPQR č.: -		Tloušťka materiálu: 19,5 + 7,5						
Metoda svařování: 141		Vnější průměr: -						
Druh svaru: FW - 1/01		Poloha při svařování: PB						
		Specifikace zákl. mat.: S 235		sk. 1				
Příprava svarových ploch (náčrt) *)								
Tvar spoje		Rozměry spoje		Postup svařování				
		a5						
Podrobnosti o svařování								
Vrstva	Metoda podle EN4063	Průměr příd. materiálu (mm)	Proud (A)	Napětí (V)	Druh proudu / Polarita	Rychlost podávání (m/min)	Rychlost svařování *) (cm/min)	Tepelný příkon *) (kJ/mm)
1	141	2	180	17,5	CC/-	-	4,3	2,637
2-n	141	2	180	17,5	CC/-	-	3,3	3,436
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
Přídavný materiál			W 42 5 W3Si1		Další informace*)			
Klasifikace; výrobní značka:			EN 1668		Max. šířka hous.: -			
Tavidlo:			S		Amplituda: -			
Zvláštní předpis pro sušení:			-		Frekvence: -			
Ochranný plyn:			Argon		Čas prodlevy: -			
Průtok plynu:			12 l/min		Druh přenosu: -			
Ochrana kořene:			-		Výlet drátu: -			
Průtok plynu:			-		Svař. plazmou: -			
Druh wolframové el.; průměr:			W+1,5%La Ø 2,4		Nast. úhlu hořáku: -			
Podrobnosti k drážkování / ochrana svařovací lázně:			-					
Teplota předehřevu min.:			-					
Interpass teplota:			200°C					
Tepelné zprac. po svařování:			-					
Čas; teplota; metoda:			-					
Rychlost ohřevu a ochlaz. *)			-					
Výrobce			Zkušební orgán, zkuš. organizace					
ACPP			-----					
Tomáš Holák			Jméno; datum; podpis					
*) je-li požadováno								

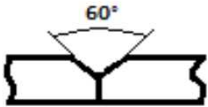
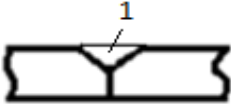
Příloha č.5		Welding procedure specification ČSN EN ISO 15609-1			Číslo: DP WPS 2			
<p>Místo: Praha Zkuš. orgán, zkuš. organizace: - Revize: 0</p> <p>Výrobce: ACPP Druh přípravy a čištění: frézováno nebo páleno, broušeno</p> <p>WPQR č.: Tloušťka materiálu: 10+30; 14,5+15</p> <p>Metoda svařování: 141 / 136 - poloautomat Vnější průměr: -</p> <p>Druh svaru: FW - 1/23; 02; 03; 04 Poloha při svařování: PB</p> <p>Specifikace zákl. mat.: S 235 sk. 1</p>								
Příprava svarových ploch (náčrt) *)								
Tvar spoje		Rozměry spoje		Postup svařování				
		a8						
Podrobnosti o svařování								
Vrstva	Metoda podle EN4063	Průměr příd. materiálu (mm)	Proud (A)	Napětí (V)	Druh proudu / Polarita	Rychlost podávání (m/min)	Rychlost svařování *) (cm/min)	Tepelný příkon *) (kJ/mm)
1	141	2	125	15	CC/-	-	3,8	1,776
2	141	2	150	17	CC/-	-	3,3	2,782
n	136	1,2	230	28,5	CC/+	-	24	1,311
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
Přídavný materiál			W 42 5 W3Si1 / T 42 4 M M 1H5		Další informace*)			
Klasifikace; výrobní značka:			EN 1668 / EN ISO 17632:2008		Max. šířka hous.: -			
Tavidlo:			S / M		Amplituda: -			
Zvláštní předpis pro sušení:			-		Frekvence: -			
Ochranný plyn:			Argon / Arcal		Čas prodlevy: -			
Průtok plynu:			12 l/min / 20 l/min		Druh přenosu: -			
Ochrana kořene:			-		Výlet drátu: 780 cm/min			
Průtok plynu:			-		Svař. plazmou: -			
Druh wolframové el.; průměr:			W+1,5%La Ø 2,4		Nast. úhlu hořáku: -			
Podrobnosti k drážkování / ochrana svařovací lázně:			-					
Teplota předehřevu min.:			-					
Interpass teplota:			200°C					
Tepelné zprac. po svařování:			-					
Čas; teplota; metoda:			-					
Rychlost ohřevu a ochlaz. *)			-					
Výrobce			Zkušební orgán, zkuš. organizace					
ACPP			-----					
Tomáš Holák			Jméno; datum; podpis					
*) je-li požadováno								

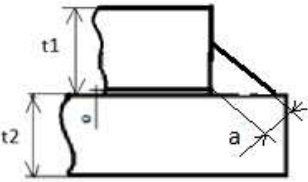
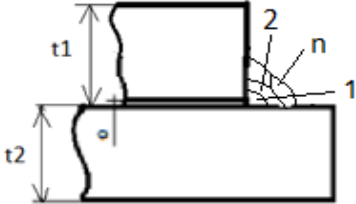
Příloha č.5		Welding procedure specification ČSN EN ISO 15609-1			Číslo: DP WPS 3			
Revize: 0								
Místo:	Praha	Zkuš. orgán, zkuš. organizace:	-					
Výrobce:	ACPP	Druh přípravy a čištění:	frézováno nebo páleno, broušeno					
WPQR č.:		Tloušťka materiálu:	2 + 28					
Metoda svařování:	141	Vnější průměr:	-					
Druh svaru:	FW - 2/10; 5/16, 17, 18, 19	Poloha při svařování:	PB		sk. 1			
		Specifikace zákl. mat.:	S 235					
Příprava svarových ploch (náčrt) *)								
Tvar spoje		Rozměry spoje		Postup svařování				
		a2 b=0						
Podrobnosti o svařování								
Vrstva	Metoda podle EN4063	Průměr příd. materiálu (mm)	Proud (A)	Napětí (V)	Druh proudu / Polarita	Rychlost podávání (m/min)	Rychlost svařování *) (cm/min)	Tepelný příkon *) (kJ/mm)
1	141	2	180	17,5	CC/-	-	4,3	2,637
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
Přídavný materiál			W 42 5 W3Si1		Další informace*)			
Klasifikace; výrobní značka:			EN 1668		Max. šířka hous.: -			
Tavidlo:			S		Amplituda: -			
Zvláštní předpis pro sušení:			-		Frekvence: -			
Ochranný plyn:			Argon		Čas prodlevy: -			
Průtok plynu:			12 l/min		Druh přenosu: -			
Ochrana kořene:			-		Výlet drátu: -			
Průtok plynu:			-		Svař. plazmou: -			
Druh wolframové el.; průměr:			W+1,5%La Ø 2,4		Nast. úhlu hořáku: -			
Podrobnosti k drážkování / ochrana svařovací lázně:			-					
Teplota předehřevu min.:			-					
Interpass teplota:			200°C					
Tepelné zprac. po svařování:			-					
Čas; teplota; metoda:			-					
Rychlost ohřevu a ochlaz. *)			-					
Výrobce			Zkušební orgán, zkuš. organizace					
ACPP			-----					
Tomáš Holák			Jméno; datum; podpis					
*) je-li požadováno								

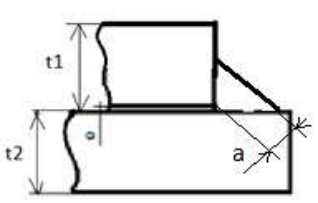
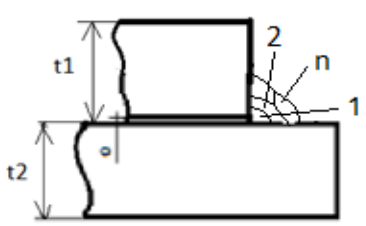
Příloha č.5	Welding procedure specification ČSN EN ISO 15609-1	Číslo: DP WPS 4						
Místo: Praha Výrobce: ACPP WPQR č.: Metoda svařování: 141 / 136 - poloautomat Druh svaru: FW - 2/ 05, 06, 07, 08		Revize: 0 Zkuš. orgán, zkuš. organizace: - Druh přípravy a čištění: frézováno nebo páleno, broušeno Tloušťka materiálu: 28+95; 28+36; 28+50 Vnější průměr: - Poloha při svařování: PB Specifikace zákl. mat.: S 235						
sk. 1								
Příprava svarových ploch (náčrt) *)								
<u>Tvar spoje</u>	Rozměry spoje	<u>Postup svařování</u>						
	a10							
Podrobnosti o svařování								
Vrstva	Metoda podle EN4063	Průměr příd. materiálu (mm)	Proud (A)	Napětí (V)	Druh proudu / Polarita	Rychlost podávání (m/min)	Rychlost svařování *) (cm/min)	Tepelný příkon *) (kJ/mm)
1	141	2	125	15	CC/-	-	3,8	1,776
2	141	2	150	17	CC/-	-	3,3	2,782
n	136	1,2	230	28,5	CC/+	-	24	1,311
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
Přídavný materiál			W 42 5 W3Si1 / T 42 4 M M 1H5			Další informace*)		
Klasifikace; výrobní značka:			EN 1668 / EN ISO 17632:2008			Max.šířka hous.: -		
Tavidlo:			S / M			Amplituda: -		
Zvláštní předpis pro sušení:			-			Frekvence: -		
Ochranný plyn:			Argon / Arcal			Čas prodlevy: -		
Průtok plynu:			12 l/min / 20 l/min			Druh přenosu: -		
Ochrana kořene:			-			Výlet drátu: 780 cm/min		
Průtok plynu:			-			Svař. plazmou: -		
Druh wolframové el.; průměr:			W+1,5%La Ø 2,4			Nast. úhlu hořáku: -		
Podrobnosti k drážkování / ochrana svařovací lázně:			-					
Teplota předehřevu min.:			-					
Interpass teplota:			200°C					
Tepelné zprac. po svařování:			-					
Čas; teplota; metoda:			-					
Rychlost ohřevu a ochlaz. *)			-					
Výrobce			Zkušební orgán, zkuš. organizace					
ACPP			-----					
Tomáš Holák			Jméno; datum; podpis					
*) je-li požadováno								

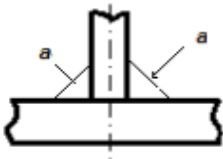
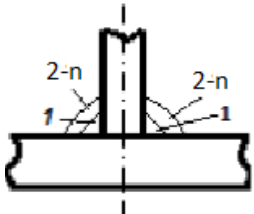
Příloha č.5		Welding procedure specification ČSN EN ISO 15609-1		Číslo: DP WPS 5				
		Revize: 0						
Místo:	Praha	Zkuš. orgán, zkuš. organizace:	-					
Výrobce:	ACPP	Druh přípravy a čištění:	frézováno nebo páleno, broušeno					
WPQR č.:		Tloušťka materiálu:	10+15; 10+28					
Metoda svařování:	141 / 136 - poloautomat	Vnější průměr:	-					
Druh svaru:	FW - 2/09, 24, 25, 26, 27, 2/31, 32	Poloha při svařování:	PB					
		Specifikace zákl. mat.:	S 235 sk. 1					
Příprava svarových ploch (náčrt) *)								
<u>Tvar spoje</u>		Rozměry spoje	<u>Postup svařování</u>					
		a12						
Podrobnosti o svařování								
Vrstva	Metoda podle EN4063	Průměr příd. materiálu (mm)	Proud (A)	Napětí (V)	Druh proudu / Polarita	Rychlost podávání (m/min)	Rychlost svařování *) (cm/min)	Tepelný příkon *) (kJ/mm)
1	141	2	125	15	CC/-	-	3,8	1,776
2	141	2	150	17	CC/-	-	3,3	2,782
n	136	1,2	230	28,5	CC/+	-	24	1,311
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
Přídavný materiál			W 42 5 W3Si1 / T 42 4 M M 1H5		Další informace*)			
Klasifikace; výrobní značka:			EN 1668 / EN ISO 17632:2008		Max.šířka hous.: -			
Tavidlo:			S / M		Amplituda: -			
Zvláštní předpis pro sušení:			-		Frekvence: -			
Ochranný plyn:			Argon / Arcal		Čas prodlevy: -			
Průtok plynu:			12 l/min / 20 l/min		Druh přenosu: -			
Ochrana kořene:			-		Výlet drátu: 780 cm/min			
Průtok plynu:			-		Svař. plazmou: -			
Druh wolframové el.; průměr:			W+1,5%La Ø 2,4		Nast. úhlu hořáku: -			
Podrobnosti k drážkování / ochrana svařovací lázně:			-					
Teplota předehřevu min.:			-					
Interpass teplota:			200°C					
Tepelné zprac. po svařování:			-					
Čas; teplota; metoda:			-					
Rychlost ohřevu a ochlaz. *)			-					
Výrobce			Zkušební orgán, zkuš. organizace					
ACPP								
-----			-----					
Tomáš Holák			Jméno; datum; podpis					
*) je-li požadováno								

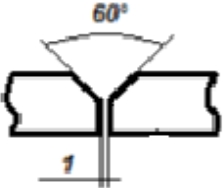
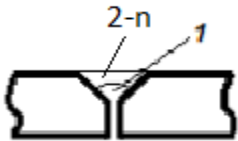
Příloha č.5		Welding procedure specification ČSN EN ISO 15609-1			Číslo: DP WPS 6			
Revize: 0								
Místo:	Praha	Zkuš. orgán, zkuš. organizace:	-					
Výrobce:	ACPP	Druh přípravy a čištění:	frézováno nebo páleno, broušeno					
WPQR č.:		Tloušťka materiálu:	28,5+30					
Metoda svařování:	141	Vnější průměr:	-					
Druh svaru:	FW - 3/13	Poloha při svařování:	PB					
		Specifikace zákl. mat.:	S 235		sk. 1			
Příprava svarových ploch (náčrt) *)								
<u>Tvar spoje</u>		<u>Rozměry spoje</u>		<u>Postup svařování</u>				
		s = 2						
Podrobnosti o svařování								
Vrstva	Metoda podle EN4063	Průměr příd. materiálu (mm)	Proud (A)	Napětí (V)	Druh proudu / Polarita	Rychlost podávání (m/min)	Rychlost svařování *) (cm/min)	Tepelný příkon *) (kJ/mm)
1	141	2	173	17	CC/-	-	3,8	2,786
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
Přídavný materiál			W 42 5 W3Si1		Další informace*)			
Klasifikace; výrobní značka:			EN 1668		Max. šířka hous.: -			
Tavidlo:			S		Amplituda: -			
Zvláštní předpis pro sušení:			-		Frekvence: -			
Ochranný plyn:			Argon		Čas prodlevy: -			
Průtok plynu:			11 l/min		Druh přenosu: -			
Ochrana kořene:			-		Výlet drátu: -			
Průtok plynu:			-		Svař. plazmou: -			
Druh wolframové el.; průměr:			W+1,5%La Ø 2,4		Nast. úhlu hořáku: -			
Podrobnosti k drážkování / ochrana svařovací lázně:			-					
Teplota předehřevu min.:			-					
Interpass teplota:			200°C					
Tepelné zprac. po svařování:			-					
Čas; teplota; metoda:			-					
Rychlost ohřevu a ochlaz. *)			-					
Výrobce			Zkušební orgán, zkuš. organizace					
ACPP			-----					
Tomáš Holák			Jméno; datum; podpis					
*) je-li požadováno								

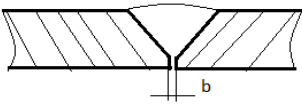
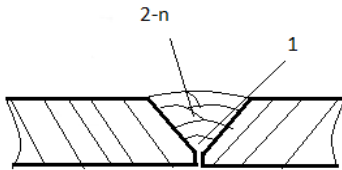
Příloha č.5		Welding procedure specification ČSN EN ISO 15609-1			Číslo: DP WPS 7			
Místo: Praha		Zkuš. orgán, zkuš. organizace: -		Revize: 0				
Výrobce: ACPP		Druh přípravy a čištění: frézováno nebo páleno, broušeno						
WPQR č.: -		Tloušťka materiálu: 30+50						
Metoda svařování: 136		Vnější průměr: -						
Druh svaru: FW - 3/11, 12		Poloha při svařování: PB						
		Specifikace zákl. mat.: S 235 + X2CrNi 18-9		sk. 1 + 8.1				
Příprava svarových ploch (náčrt) *)								
<u>Tvar spoje</u>		Rozměry spoje		<u>Postup svařování</u>				
		s2						
Podrobnosti o svařování								
Vrstva	Metoda podle EN4063	Průměr příd. materiálu (mm)	Proud (A)	Napětí (V)	Druh proudu / Polarita	Rychlost podávání (m/min)	Rychlost svařování *) (cm/min)	Tepelný příkon *) (kJ/mm)
1	136	1,2	213	29	CC/+	-	38	0,812
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
Přídavný materiál			T 23 12 L R M 3		Další informace*)			
Klasifikace; výrobní značka:			EN ISO 17633:2006		Max. šířka hous.: -			
Tavidlo:			R		Amplituda: -			
Zvláštní předpis pro sušení:			-		Frekvence: -			
Ochranný plyn:			Arcal		Čas prodlevy: -			
Průtok plynu:			20 l/min		Druh přenosu: -			
Ochrana kořene:			-		Výlet drátu: 1140 cm/min			
Průtok plynu:			-		Svař. plazmou: -			
Druh wolframové el.; průměr:			-		Nast. úhlu hořáku: -			
Podrobnosti k drážkování / ochrana svařovací lázně:			-					
Teplota předehřevu min.:			-					
Interpass teplota:			150°C					
Tepelné zprac. po svařování:			-					
Čas; teplota; metoda:			-					
Rychlost ohřevu a ochlaz. *)			-					
Výrobce			Zkušební orgán, zkuš. organizace					
ACPP			-----					
Tomáš Holák			Jméno; datum; podpis					
*) je-li požadováno								

Příloha č.5		Welding procedure specification ČSN EN ISO 15609-1			Číslo: DP WPS 8			
Místo: Praha		Zkuš. orgán, zkuš. organizace: -		Revize: 0				
Výrobce: ACPP		Druh přípravy a čištění: frézováno nebo páleno, broušeno						
WPQR č.:		Tloušťka materiálu: 28+19						
Metoda svařování: 141 / 136 - poloautomat		Vnější průměr: -						
Druh svaru: FW - 2/28, 29, 30		Poloha při svařování: PB						
		Specifikace zákl. mat.: S 235		sk. 1				
Příprava svarových ploch (náčrt) *)								
Tvar spoje		Rozměry spoje		Postup svařování				
		a12						
Podrobnosti o svařování								
Vrstva	Metoda podle EN4063	Průměr příd. materiálu (mm)	Proud (A)	Napětí (V)	Druh proudu / Polarita	Rychlost podávání (m/min)	Rychlost svařování *) (cm/min)	Tepelný příkon *) (kJ/mm)
1	141	2	125	15	CC/-	-	3,8	1,776
2	141	2	150	17	CC/-	-	3,3	2,782
n	136	1,2	230	28,5	CC/+	-	24	1,311
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
Přídavný materiál			W 42 5 W3Si1 / T 42 4 M M 1H5		Další informace*)			
Klasifikace; výrobní značka:			EN 1668 / EN ISO 17632:2008		Max. šířka hous.: -			
Tavidlo:			S / M		Amplituda: -			
Zvláštní předpis pro sušení:			-		Frekvence: -			
Ochranný plyn:			Argon / Arcal		Čas prodlevy: -			
Průtok plynu:			12 l/min / 20 l/min		Druh přenosu: -			
Ochrana kořene:			-		Výlet drátu: 780 cm/min			
Průtok plynu:			-		Svař. plazmou: -			
Druh wolframové el.; průměr:			W+1,5%La Ø 2,4		Nast. úhlu hořáku: -			
Podrobnosti k drážkování / ochrana svařovací lázně:			-					
Teplota předehřevu min.:			-					
Interpass teplota:			200°C					
Tepelné zprac. po svařování:			-					
Čas; teplota; metoda:			-					
Rychlost ohřevu a ochlaz. *)			-					
Výrobce			Zkušební orgán, zkuš. organizace					
ACPP			-----					
Tomáš Holák			Jméno; datum; podpis					
*) je-li požadováno								

Příloha č.5		Welding procedure specification ČSN EN ISO 15609-1			Číslo: DP WPS 9			
Revize: 0								
Místo:	Praha	Zkuš. orgán, zkuš. organizace:	-					
Výrobce:	ACPP	Druh přípravy a čištění:	frézováno nebo páleno, broušeno					
WPQR č.:		Tloušťka materiálu:	15+30					
Metoda svařování:	136	Vnější průměr:	-					
Druh svaru:	FW - 4/14, 15	Poloha při svařování:	PB					
		Specifikace zákl. mat.:	S 235 + X2CrNi 18-9		sk. 1 + 8.1			
Příprava svarových ploch (náčrt) *)								
<u>Tvar spoje</u>		Rozměry spoje		<u>Postup svařování</u>				
		a12						
Podrobnosti o svařování								
Vrstva	Metoda podle EN4063	Průměr příd. materiálu (mm)	Proud (A)	Napětí (V)	Druh proudu / Polarita	Rychlost podávání (m/min)	Rychlost svařování *) (cm/min)	Tepelný příkon *) (kJ/mm)
1	136	1,2	213	29	CC/+	-	36,5	0,812
2-n	136	1,2	220	29	CC/+	-	38	0,806
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
Přídavný materiál			T 23 12 L R M 3		Další informace*)			
Klasifikace; výrobní značka:			EN ISO 17633:2006		Max. šířka hous.: -			
Tavidlo:			R		Amplituda: -			
Zvláštní předpis pro sušení:			-		Frekvence: -			
Ochranný plyn:			Arcal		Čas prodlevy: -			
Průtok plynu:			20 l/min		Druh přenosu: -			
Ochrana kořene:			-		Výlet drátu: 1140 cm/min			
Průtok plynu:			-		Svař. plazmou: -			
Druh wolframové el.; průměr:			-		Nast. úhlu hořáku: -			
Podrobnosti k drážkování / ochrana svařovací lázně:			-					
Teplota předehřevu min.:			-					
Interpass teplota:			150°C					
Tepelné zprac. po svařování:			-					
Čas; teplota; metoda:			-					
Rychlost ohřevu a ochlaz. *)			-					
Výrobce			Zkušební orgán, zkuš. organizace					
ACPP			-----					
Tomáš Holák			Jméno; datum; podpis					
*) je-li požadováno								

Příloha č.5		Welding procedure specification ČSN EN ISO 15609-1			Číslo: DP WPS 10			
Místo: Praha		Zkuš. orgán, zkuš. organizace: -		Revize: 0				
Výrobce: ACPP		Druh přípravy a čištění: frézováno nebo páleno, broušeno						
WPQR č.: -		Tloušťka materiálu: 15+30						
Metoda svařování: 136		Vnější průměr: -						
Druh svaru: FW - 7/22		Poloha při svařování: PB						
		Specifikace zákl. mat.: S 235 + X2CrNi 18-9		sk. 1 + 8.1				
Příprava svarových ploch (náčrt *)								
<u>Tvar spoje</u>		Rozměry spoje		<u>Postup svařování</u>				
		a10						
Podrobnosti o svařování								
Vrstva	Metoda podle EN4063	Průměr příd. materiálu (mm)	Proud (A)	Napětí (V)	Druh proudu / Polarita	Rychlost podávání (m/min)	Rychlost svařování *) (cm/min)	Tepelný příkon *) (kJ/mm)
1	136	1,2	213	29	CC/+	-	36,5	0,812
2-n	136	1,2	220	29	CC/+	-	38	0,806
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
Přídavný materiál			T 23 12 L R M 3		Další informace*)			
Klasifikace; výrobní značka:			EN ISO 17633:2006		Max. šířka hous.: -			
Tavidlo:			R		Amplituda: -			
Zvláštní předpis pro sušení:			-		Frekvence: -			
Ochranný plyn:			Arcal		Čas prodlevy: -			
Průtok plynu:			20 l/min		Druh přenosu: -			
Ochrana kořene:			-		Výlet drátu: 1140 cm/min			
Průtok plynu:			-		Svař. plazmou: -			
Druh wolframové el.; průměr:			-		Nast. úhlu hořáku: -			
Podrobnosti k drážkování / ochrana svařovací lázně:			-					
Teplota předehřevu min.:			-					
Interpass teplota:			150°C					
Tepelné zprac. po svařování:			-					
Čas; teplota; metoda:			-					
Rychlost ohřevu a ochlaz. *)			-					
Výrobce			Zkušební orgán, zkuš. organizace					
ACPP			-----					
Tomáš Holák			Jméno; datum; podpis					
*) je-li požadováno								

Příloha č.5		Welding procedure specification ČSN EN ISO 15609-1			Číslo: DP WPS 11			
Místo: Praha		Zkuš. orgán, zkuš. organizace: -		Revize: 0				
Výrobce: ACPP		Druh přípravy a čištění: frézováno nebo páleno, broušeno						
WPQR č.: -		Tloušťka materiálu: 30+30						
Metoda svařování: 141		Vnější průměr: -						
Druh svaru: BW - 6/21		Poloha při svařování: PA						
		Specifikace zákl. mat.: X2CrNi 18-9		8.1				
Příprava svarových ploch (náčrt) *)								
Tvar spoje		Rozměry spoje		Postup svařování				
		s15 b=1						
Podrobnosti o svařování								
Vrstva	Metoda podle EN4063	Průměr příd. materiálu (mm)	Proud (A)	Napětí (V)	Druh proudu / Polarita	Rychlost podávání (m/min)	Rychlost svařování *) (cm/min)	Tepelný příkon *) (kJ/mm)
1	141	2	100	13	CC/-	-	1,8	2,6
2-n	141	2	150	15	CC/-	-	3,4	2,382
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
Přídavný materiál			W 19 9 L		Další informace*)			
Klasifikace; výrobní značka:			EN ISO 14343:2007		Max. šířka hous.: -			
Tavidlo:			S / B		Amplituda: -			
Zvláštní předpis pro sušení:			-		Frekvence: -			
Ochranný plyn:			Argon		Čas prodlevy: -			
Průtok plynu:			10 l/min		Druh přenosu: -			
Ochrana kořene:			-		Výlet drátu: -			
Průtok plynu:			-		Svař. plazmou: -			
Druh wolframové el.; průměr:			W+1,5%La Ø 2,4		Nast. úhlu hořáku: -			
Podrobnosti k drážkování / ochrana svařovací lázně:			-					
Teplota předehřevu min.:			-					
Interpass teplota:			150°C					
Tepelné zprac. po svařování:			-					
Čas; teplota; metoda:			-					
Rychlost ohřevu a ochlaz. *)			-					
Výrobce			Zkušební orgán, zkuš. organizace					
ACPP			-----					
Tomáš Holák			Jméno; datum; podpis					
*) je-li požadováno								

Příloha č.5		Welding procedure specification ČSN EN ISO 15609-1			Číslo: DP WPS 12			
Revize: 0								
Místo:	Praha	Zkuš. orgán, zkuš. organizace:	-					
Výrobce:	ACPP	Druh přípravy a čištění:	frézováno nebo páleno, broušeno					
WPQR č.:		Tloušťka materiálu:	15+15					
Metoda svařování:	141	Vnější průměr:	-					
Druh svaru:	BW - 6/20	Poloha při svařování:	PA					
		Specifikace zákl. mat.:	X2CrNi 18-9	8.1				
Příprava svarových ploch (náčrt) *)								
Tvar spoje		Rozměry spoje		Postup svařování				
		s7 b=1						
Podrobnosti o svařování								
Vrstva	Metoda podle EN4063	Průměr příd. materiálu (mm)	Proud (A)	Napětí (V)	Druh proudu / Polarita	Rychlost podávání (m/min)	Rychlost svařování *) (cm/min)	Tepelný příkon *) (kJ/mm)
1	141	2	100	13	CC/-	-	1,8	2,6
2-n	141	2	150	15	CC/-	-	3,4	2,382
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
Přídavný materiál			W 19 9 L		Další informace*)			
Klasifikace; výrobní značka:			EN ISO 14343:2007		Max. šířka hous.: -			
Tavidlo:			S / B		Amplituda: -			
Zvláštní předpis pro sušení:			-		Frekvence: -			
Ochranný plyn:			Argon		Čas prodlevy: -			
Průtok plynu:			10 l/min		Druh přenosu: -			
Ochrana kořene:			-		Výlet drátu: -			
Průtok plynu:			-		Svař. plazmou: -			
Druh wolframové el.; průměr:			W+1,5%La Ø 2,4		Nast. úhlu hořáku: -			
Podrobnosti k drážkování / ochrana svařovací lázně:			-					
Teplota předehřevu min.:			-					
Interpass teplota:			150°C					
Tepelné zprac. po svařování:			-					
Čas; teplota; metoda:			-					
Rychlost ohřevu a ochlaz. *)			-					
Výrobce			Zkušební orgán, zkuš. organizace					
ACPP			-----					
Tomáš Holák			Jméno; datum; podpis					
*) je-li požadováno								