Zkušenosti se zaváděním ČSN EN ISO 15614-1:2018 úroveň 2.

Petr Pařízek, DOM-ZO 13, s,r.o.

V březnu 2018 došlo k novému vydání této normy. Proti předchozí normě došlo pouze ke změně způsobů převzetí. Zatímco ČSN EN ISO 15614-1:2017 byla převzata schválením k přímému používání, tak ČSN EN ISO 15614-1:2018 je přijata překladem.

Úvod

Od data vydání tohoto dokumentu musí být všechny nové zkoušky postupu svařování provedeny podle této normy. Nicméně tento dokument neruší předchozí zkoušky postupu svařování, provedené podle předchozích pravidel.

Norma stanovuje dva možné způsoby schvalování:

- Úroveň 1 – je založena na požadavcích ASME, Sekce IX
- Úroveň 2 – je založena na předchozích vydáních této normy

Pokud úroveň není specifikována, platí požadavky úrovně 2. Zkoušky provedené dle úrovně 2 kvalifikují požadavky na úrovni 1, ale ne naopak.

1. Předmět normy

Tento dokument specifikuje, jakým způsobem je kvalifikována pWPS a platí pro:

- výrobní svařování
- opravné svařování
- opravné navařování
- obloukové a plamenové svařování ocelí, niklu a slitin niklu
- metody svařování 111; 114; 12; 13; 14; 15; 311

Je možné vytvořit nový rozsah kvalifikace WPQR podle tohoto vydání, na základě stávajících WPQR pokud splňují požadované zkoušky uvedené v této normě *(je nutné dodat původní WPQR včetně protokolů všech NDT a DT).*

2. Citované dokumenty

V této normě jsou normativní odkazy, které jsou nedatované. *Bohužel jsou zde citovány i dokumenty, které v České republice nabyly dosud zavedeny např. ISO TR 25901, ISO/TR 17671-1, ISO TR 18491 apod.*

3. Termíny a definice

Pro účely tohoto dokumentu platí termíny a definice uvedené v ISO/TR 25901 – *tento dokument nebyl bohužel dosud v Česku zaveden.*

3.1. natavená délka housenky

Délka housenky vytvořené vytavením obalené elektrody.

3.2. opravné navařování

Doplnění svarového kovu pro získání nebo obnovení požadovaných rozměrů.

4. Předběžná specifikace postupu svařování

Předběžná specifikace postupu svařování musí být připravena podle ISO 15609-1 *(obloukové svařování)* nebo ISO 15609—2 *(plamenové svařování).*

5. Zkouška postupu svařování

- Svařování a zkoušení musí být provedeno podle kapitol 6 a 7 této normy.
- Svářeč nebo svářečský operátor, který uspokojivě provedl zkoušku postupu svařování podle tohoto dokumentu, je kvalifikovaný např. dle ISO 9606-1 za předpokladu, že jsou splněny příslušné zkušební požadavky této normy.

6. Zkušební kus *(úroveň 2)*

Obecně

Svarový spoj musí být reprezentován normalizovaným kusem. Tam, kde není možné použít normalizovaný kus, musí být využito ISO 15613.

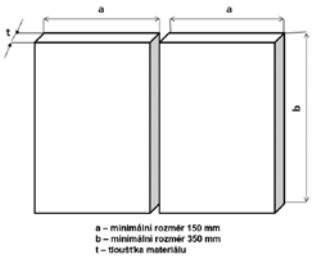
Tvar a rozměr zkušebních kusů

6.1.1. Obecně

Délka nebo počet zkušebních kusů musí být dostatečný k provedení všech požadovaných zkoušek. Pro všechny zkušební kusy, s výjimkou spojů odboček a T-spojů, musí být tloušťka materiálu a jejich průměr stejný.

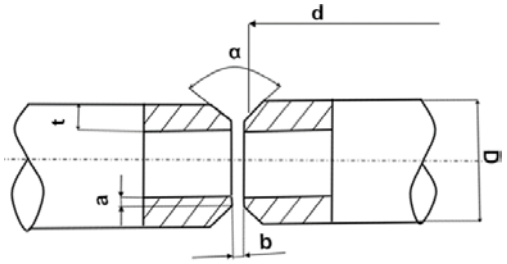
6.1.2. Tupý spoj na plechu s plným průvarem

obrázek 1



6.1.3. Tupý spoj na plechu s plným průvarem

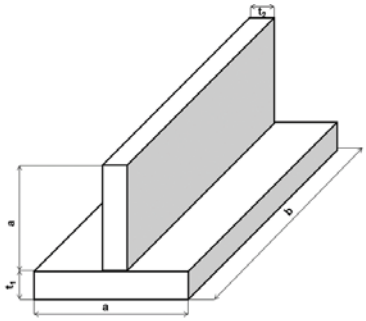
obrázek 2



d – minimální rozměr 150 mm
D – vnější průměr trubky
t – tloušťka materiálu

6.1.4. T-Spoj

obrázek 3

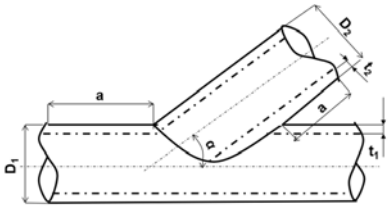


a – minimální rozměr 150 mm
b – minimální rozměr 350 mm
t_1, t_2 – tloušťka materiálu

Tento spoj se používá pro plně provařené tupé svary nebo koutové svary.

6.1.5. Spoj odbočky

obrázek 4



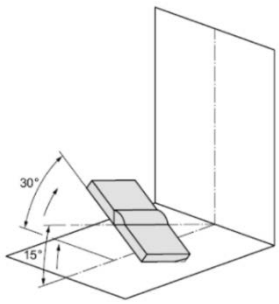
α – úhel odbočky
a – minimální rozměr 150 mm
D1 – vnější průměr hlavní trubky
D2 – vnější průměr trubky odbočky
t1 - tloušťka stěny hlavní trubky
t2 - tloušťka stěny trubky odbočky

Úhel α je minimální úhel používaný ve výrobě. Tento zkušební kus se používá pro plně provařené spoje (nasazené, vsazené nebo průchozí spoje), a pro koutové svary.

Svařování zkušebních kusů

Svařování zkušebních kusů musí být podle pWPS. Polohy svařování, omezení úhlu sklonu a otáčení zkušebního kusu musí být podle ISO 6947. Svařování zkušebního kusu musí být ověřeno zkušebním orgánem nebo zkušební organizací.

ISO 6947:2011 Svařování a příbuzné procesy – Polohy svařování
Příklad mezní hodnoty sklonu a otočení u polohy vodorovné shora PA.
Kapitola 3.3 Polohy svařování pro zkoušení:
Polohy svařování používané při svařování zkušebního kusu nesmí ve sklonu přesáhnout ±5°a v otočení ±10°.



7. Kontrola a zkoušení

7.1. Typ a rozsah zkoušení

Tabulka 1 - Kontrola a zkoušení zkušebních kusů

Zkušební kus	Typ zkoušky	Rozsah zkoušení	Poznámka pod čarou

Tupý spoj s plným průvarem (obrázek 1 a 2)	Vizuální kontrola	100 %	-
	RT nebo UT	100 %	a
	PT nebo MT	100 %	b
	Příčná zkouška tahem	2 vzorky	-
	Příčná zkouška ohybem	4 vzorky	c
	Zkouška rázem v ohybu	2 sady	d
	Zkouška tvrdosti	požadována	e
	Makroskopická kontrola	1 vzorek	-
T-spoj s plným průvarem – obrázek 3 Spoj odbočky s plným průvarem – obrázek 4 (f)	Vizuální kontrola	100 %	-
	PT nebo MT	100 %	b
	RT nebo UT	100 %	a, g
	Zkouška tvrdosti	požadována	e
	Makroskopická kontrola	2 vzorky	-
Koutový svar obrázek 3 a 4	Vizuální kontrola	100 %	-
	PT nebo MT	100 %	b
	Zkouška tvrdosti	požadována	e
	Makroskopická kontrola	2 vzorky	-

[a)] Ultrazvukové zkoušky nesmějí být použity pro $t < 8$ mm a nesmějí být použity pro skupiny materiálů 8, 10, 41 až 48.

[b)] Přístupné pro povrch svaru: zkoušení kapilární metodou nebo zkoušení magnetickou práškovou metodou. Pro nemagnetické materiály zkoušení kapilární metodou.

[c)] Pro zkoušky ohybem, viz 7.4.2

[d)] Pro materiály tloušťky $\geq$ 12 mm a mající speciální rázové vlastnosti, požadované technickými dodacími podmínkami a/nebo, pokud je to vhodné podle provozních podmínek, jedna sada ve svarovém kovu a jedna sada v HAZ. Výrobkové normy mohou požadovat zkoušku rázem v ohybu pro tloušťku pod 12 mm. Zkušební teplota musí být zvolena výrobcem s ohledem na použití, nebo výrobkovou normu. Doplňující zkoušky viz 7.4.4.

[e)] Není požadováno pro základní materiály: podskupiny 1.1, skupiny 8 a 41 až 48 a různorodé spoje mezi těmito skupinami, s výjimkou různorodých spojů mezi podskupinou 1.1 a skupinou 8.

[f)] Pokud jsou mechanické vlastnosti požadovány výrobkovou normou, musí být zkoušeny podle toho. Pokud je třeba přídavný zkušební kus, jeho rozměry by měly být dostatečné k umožnění zkoušek mechanických vlastností. Pro tento zkušební kus je požadováno, aby měly stejné: rozsah svařovacích parametrů, skupina základního materiálu, přídavný materiál a tepelné zpracování.

[g)] Pro vnější průměr $\leq$ 50 mm není požadováno zkoušení ultrazvukem, ale je požadováno radiografické zkoušení za předpokladu, že uspořádání spoje zajistí správné výsledky. Pro vnější průměr > 50 mm a tam, kde není technicky možné provést zkoušení ultrazvukem, musí být provedeno radiografické zkoušení za předpokladu, že uspořádání spoje poskytne smysluplné výsledky.

7.2. Umístění a odběr zkušebních vzorků

- Zkušební vzorky musí být odebírány podle obrázků uvedených v normě ISO 15614-1:2018.
- Zkušební vzorky lze odebírat z míst s vyloučením oblastí, které mají přípustné vady v rámci mezních hodnot přípustnosti pro použitou NDT metodu.

7.3. Nedestruktivní zkoušení

- Všechna nedestruktivní zkoušení musí být provedena podle 7.1 na zkušebních kusech před jejich rozřezáním na zkušební vzorky. Odpad nesmí být na NDT posuzován *(V případě svarů na plechu je to 25 mm od začátku a konce svaru).*
- Před nedestruktivním zkoušením musí být dokončeno jakékoliv tepelné zpracování po svařování.
- U materiálů, které jsou citlivé na vznik vodíkem indukovaných trhlin a u nichž není specifikován dodatečný ohřev nebo tepelné zpracování po svařování, musí být provedení pozdrženo.*

Jelikož norma ISO 15614-1:2018 dobu tohoto pozdržení neuvádí, můžeme si pomoci **ČSN EN 1011-2 Svařování – Doporučení pro svařování kovových materiálů – Část 2: Obloukové svařování feritických ocelí:*
„Kapitola 18 Kontrola a zkoušení
Před zavedením závěrečné kontroly konstrukcí ve stavu po svaření je s ohledem na nebezpečí výskytu zbrzděných trhlin obecně požadována prodleva 16 hodin.
Minimální doba prodlevy může být snížena pro tenké materiály s mezí kluzu menší než 500 MPa, nebo prodloužena pro materiály s tloušťkou větší než 50 mm nebo s mezí kluzu větší než 500 MPa.
Pro eliminaci vodíkového praskání doporučuji jako návod použít přílohu C – ČSN 1011-2.“

Požadavky na zkoušky:

- vizuální kontrola – ISO 17637
- radiografické zkoušení – ISO 17636-1 nebo ISO 17636-2
- ultrazvukové zkoušení – ISO 17640
- kapilární zkoušení – ISO 3452-1
- metoda magnetická prášková – ISO 17638

Stupně přípustnosti musí být v souladu s kapitolou 7.5 ISO 15614-1:2018.

Tabulka 2 - Stupně přípustnosti pro vady

ISO 5817	ISO 6520-1	Označení	stupeň kvality ISO 5817
1.1	100	Trhlina	B (nepřípustná)
1.5	401	Studený spoj	B (nepřípustná)
1.6	4021	Neprovařený kořen	B (nepřípustná)
1.7	5011; 5012	Souvislý zápal; Nesouvislý zápal	C
1.9	502	Nadměrné převýšení – BW	C
1.10	503	Nadměrné převýšení – FW	C
1.11	504	Nadměrné převýšení kořene	C
1.12	505	Strmý přechod svaru	C
1.16	512	Nadměrná asymetrie FW	B
1.21	5214	Překročení tloušťky nosného průřezu FW	C
-	-	Všechny ostatní vady	B

7.4. Destruktivní zkoušení

7.4.1. Příčná zkouška tahem

- zkoušení dle ISO 4136
- zkouška musí reprezentovat celou tloušťku
- musí být odzkoušeny všechny metody svařování
- **pevnost v tahu zkušební tyče nesmí být nižší, než je odpovídající minimální hodnota pro základní materiál, pokud to nebylo před začátkem svařování stanoveno jinak /???/**
- u spojů pro různorodých základních materiálů nesmí být pevnost v tahu nižší, než je minimální hodnota specifikovaná pro základní materiál s nejnižší pevností v tahu

7.4.2. Zkouška ohybem

- zkoušení dle ISO 5173
- pro tloušťky < 12 mm 2x TFBB a 2x TRBB
- pro tloušťky ≥ 12 mm možno 4x SBB

V tabulce 1 tohoto dokumentu (tabulka 2 ISO 15614-1:2018) uvádí požadavek pouze na příčnou zkoušku ohybem).

7.4.3. Makroskopická kontrola

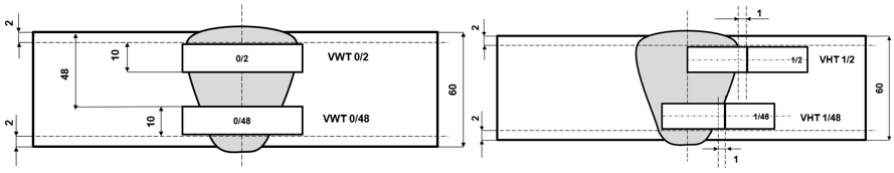
- zkoušení dle ISO 17639
- přípustnost dle kap. 7.5 a tabulky 2 tohoto dokumentu *(tabulka 4 ISO 15614-1:2018)*

7.4.4. Zkouška rázem v ohybu

- zkoušení dle ISO 9016
- poloměr přerážecího nosu musí být 2 mm
- možné varianty zkušebních vzorků pro svarový kov: VWT 0/1; VWT 0/2
- možné varianty zkušebních vzorků pro TOZ (HAZ): VHT 1/1; VHT 1/2; VHT 2/1; VHT 2/2
- VWT 3 zkušební tyče
- VHT 3 zkušební tyče
- v případě tloušťky > 50 mm u BW musí být tyto zkoušky provedeny i ze strany kořene
- pro spoje různorodých materiálů musí být zkouška provedena v obou TOZ
- Kde jsou více než jedna metoda svařování nebo typ obalu a typ tavidla kvalifikovány jediným zkušebním kusem, musí být odebrány doplňující zkušební tyče pro zkoušku rázem v ohybu ze svarového kovu a HAZ tak, aby obsahovaly každou metodu, každý typ obalu a každé tavidlo.
- Stanoveným požadavkům musí vyhovět průměrná hodnota ze tří tyčí. Pro každé umístění vrubu může být jedna jednotlivá hodnota pod minimální specifikovanou průměrnou hodnotou za předpokladu, že není nižší než 70 % této hodnoty.

Příklad označení zkušebních vzorků dle ISO 9016 pro stejnorodé materiály tloušťky 60 mm:

- *VWT 0/2*
- *VWT 0/48*
- *VHT 1/2*
- *VHT 1/48*



7.4.5. Zkoušení tvrdosti

- zkoušení HV 10 dle ISO 9015-1
- napříč svarovým spojem (ZM → TOZ → SK → TOZ → ZM) minimálně 3 vpichy pro každou oblast
- pro t ≤ 5 mm jedna řada vpichů do 2 mm pod povrchem
- pro t > 5 mm jedna řada vpichů do 2 mm pod povrchem z každé strany
- u oboustranných svarů musí být provedena jedna řada vpichů v oblasti kořene
- u svařování více metodami každá metoda nejméně jednou řadou vpichů
- v tepelně ovlivněné oblasti HAZ musí být, pokud je to možné, první vtisk umístěn co nejblíže hranice natavení

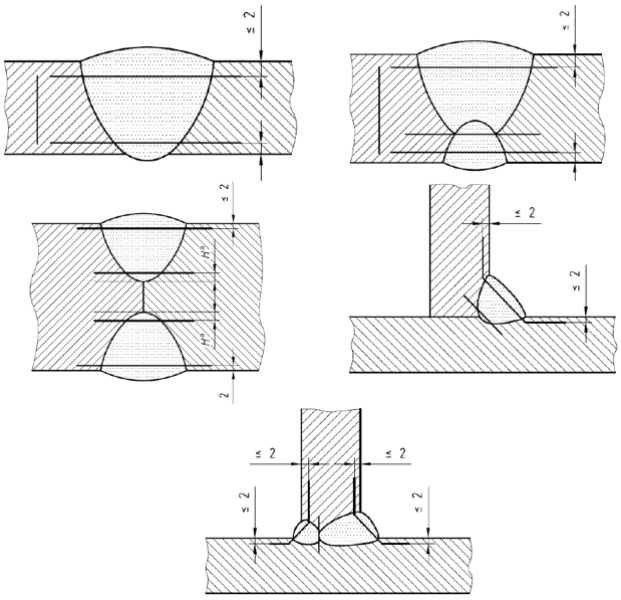
- před zkoušením však musí být specifikovány požadavky na materiály skupiny 6 (tepelně nezpracované), 7, 10 a 11 a jakékoliv spoje různorodých materiálů
- výsledky zkoušky tvrdosti musí splňovat požadavky, které jsou uvedeny v tabulce 3

Tabulka 3 - Maximální přípustné hodnoty tvrdosti HV 10

Skupina oceli	Tepelně nezpracované	Tepelně zpracované
1[a]	380	320
2[b]	380	320
3[b]	450	380
4	380[c]	350[c]
5	380[c]	350[c]
6	-	350
9.1	350	300
9.2	450	350
9.3	450	350

a) Pokud jsou požadovány zkoušky tvrdosti.
b) Pro oceli c min. R_{eH} > 890 MPa musí být specifikovány zvláštní hodnoty.
c) Pro určité materiály mohou být přijatelné vyšší hodnoty, pokud jsou specifikovány před zkouškou postupu svařování.

Příklady řad vpichů na svarech oceli dle ISO 9015-1



7.5. Stupně přípustnosti

Stupně přípustnosti jsou uvedeny v tabulce 2 tohoto dokumentu *(tabulka 4 ISO 15614-1:2018).*
Vzájemný vztah mezi stupni kvality podle ISO 5817 a stupni přípustnosti různých technik NDT jsou uvedeny v ISO 17635.

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

Příloha A - normativní

Tabulka A1 - Vizuální zkoušení

Stupně kvality podle ISO 5817 nebo ISO 10042	**Techniky zkoušení a třídy podle ISO 17637**	**[a] Stupně přípustnosti**
B	Třída není stanovena	B
C		C
D		D
[a] Stupně přípustnosti pro vizuální zkoušení jsou stejné stupně kvality podle ISO 5817 nebo ISO 10042		

Tabulka A2 - Zkoušení kapilární metodou

Stupně kvality podle ISO 5817 nebo ISO 10042	**Techniky zkoušení a třídy podle ISO 3452-1**	**Stupně přípustnosti podle ISO 23277**
B	Třída není stanovena	2 X
C		2 X
D		3 X

Tabulka A3 - Zkoušení magnetickou metodou práškovou

Stupně kvality	**Techniky zkoušení a třídy**	**Stupně přípustnosti**

podle ISO 5817 nebo ISO 10042	podle ISO 17638	podle ISO 23278
B	Třída není stanovena	2 X
C		2 X
D		3 X

Tabulka A4 - Radiografické zkoušení technikou filmů (RT-F)

Stupně kvality podle ISO 5817 nebo ISO 10042	Techniky zkoušení a třídy podle ISO 17636-1	Stupně přípustnosti podle ISO 10675-1 nebo ISO 10675-2
B	B	1
C	B[a]	2
D	nejméně A	3
[a)] Minimální počet expozic při zkoušení obvodových svarů však má odpovídat ISO 17636-1 třída A.		

Tabulka A5 - Digitální rentgenografie (RT-D) za použití paměťových desek s pamětí fosforu (RT-CR) nebo digitální detekční pole (DDA)

Stupně kvality podle ISO 5817 nebo ISO 10042	Techniky zkoušení a třídy podle ISO 17636-2[b]	Stupně přípustnosti podle ISO 10675-1 nebo ISO 10675-2
B	B	1
C	B[a]	2
D	nejméně A[a]	3
[a)] Minimální počet expozic při zkoušení obvodových svarů však má odpovídat ISO 17636-2 třída A. [b)] Zesilovače obrazu nebo fluoroskopy mohou být použity po dohodě smluvních stran pro radioskopické testování (RT-S) s digitálním snímáním obrazu (dynamický ≥ 12 bitů). Požadavky specifické pro svařování, např. minimální počet expozic, geometrie expozice a požadavky IQI musí odpovídat normě ISO 17636-2. Požadavky na duplexní vedení mohou být zvoleny na základě normy EN 13068-3 dohodou smluvních stran.		

Tabulka A6 - Ultrazvuková odrazová technika (UT-PE)

Stupně kvality podle ISO 5817 nebo ISO 10042	Techniky zkoušení a třídy podle ISO 17640[a]	Stupně přípustnosti podle ISO 11666
B	nejméně B	2
C	nejméně A	3
D	není definováno	nevyžaduje se[b]
[a)] Pokud se požaduje posouzení charakteru indikací, použije se ISO 23279. [b)] UT se nedoporučuje, ale může se definovat ve specifikaci (se stejnými požadavky jako pro stupeň kvality C)		

7.6. Opakované zkoušení

- jestliže zkušební kus nesplní některý z požadavků NDT, musí být svařen jeden další zkušební kus a podroben stejnému zkoušení. Pokud tento další kus nesplní požadavky, potom je zkouška postupu svařování nevyhovující
- jestliže jakýkoliv zkušební vzorek, požadovaný podle tabulky 1 tohoto dokumentu *(tabulky 1 a 2 ISO 15614-1:2018)* nesplňuje příslušná kritéria přípustnosti musí být zkušební kus považován za neúspěšný
- pokud všechny destruktivní zkoušky vyhověly a nevyhověly zkoušky makrostruktury, mohou být odebrány další dva zkušební vzorky pro kontrolu makrostruktury
- v případě selhání jakéhokoliv vzorku destruktivní zkoušky, s výjimkou makra, mohou být odebrány, za každý nevyhovující zkušební vzorek, další dva zkušební vzorky z původního zkušebního kusu
- při zkouškách rázem v ohybu, u kterých výsledky ze sady tří tyčí nevyhovují požadavkům, přičemž pouze jedna hodnota je nižší než 70 %, musí být odebrány tři dodatečné tyče. Nová sada tří tyčí musí vyhovět požadavkům normy a průměrná hodnota těchto tyčí, společně s původními výsledky, nesmí být nižší, než je požadovaný průměr

8. Rozsah kvalifikace

8.1. Obecně

Změny mimo stanovené rozsahy vyžadují novou zkoušku postupu svařování

8.2. Vztahující se k výrobci

Kvalifikace zkouškou postupu svařování podle této normy, kterou získal výrobce, platí pro svařování v dílnách nebo na montážích, pokud výrobce, který zkoušku provedl, udržuje plnou odpovědnost za veškeré svařování tam provedené.

8.3. Vztahující se k základnímu materiálu

8.3.1. Zařazení základních materiálů do skupin

8.3.1.1. Obecně

- zařazení do skupin dle ISO/TR 15608
- **<u>jestliže jsou materiály zařazeny do skupin dle ISO/TR 20172 *(20173; 20174),* musí se použít toto zařazení!!</u>**
- pro každý základní materiál nebo kombinace základních materiálů, které nejsou pokryté systémem zařazení do skupin podle ISO/TR 20172, ISO/TR 20173, ISO/TR 20174 nebo ISO/TR 15608, jsou požadovány samostatné kvalifikace postupu svařování

8.3.1.2. Oceli

Tabulka 4 - Rozsah kvalifikace pro skupiny a podskupiny oceli

materiál A zkušebního kusu	materiál B zkušebního kusu										
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**
1	1-1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	1-1 2-1	1-1 2-1 2-2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	1-1 2-1 3-1	1-1 2-1 2-2 3-2 3-1	1-1 2-1 2-2 3-1 3-2 3-3	-	-	-	-	-	-	-	-
4	4-1	4-1 4-2	4-1 4-2 4-3	4-1 4-2 4-3 4-4	-	-	-	-	-	-	-
5	5-1	5-2	5-3	5-4	5-1 5-2 5-5	-	-	-	-	-	-
6	6-1	6-1 6-2	6-1 6-2 6-3	6-1 6-2 6-3 6-4	6-1 6-2 6-3 6-4 6-5	6-1 6-2 6-3 6-4 6-5 6-6	-	-	-	-	-
7	7-1	7-1 7-2	7-1 7-2 7-3	7-4	7-5	7-5 7-6	7-7	-	-	-	-
8	8-1	8-1 8-2	8-1 8-2 8-3	8-4	8-1 8-2 8-4 8-5 8-6	8-1 8-2 8-4 8-5 8-6	8-7	8-8	-	-	-
9	9-1	9-1 9-2	9-1 9-2 9-3	9-4	9-5	9-6	9-7	9-8	9-9	-	-
10	10-1	10-1 10-2	10-1 10-2 10-3	10-4	10-1 10-2 10-3 10-4 **10-5** 10-6	10-1 10-2 10-4 10-6	10-7	10-8	10-9	10-10	-
11	11-1 1-1	11-1 11-2	11-1 11-2 11-3	11-4	11-5	11-6	11-7	11-8	11-9	11-10	1-1 11-1 11-11

- Materiály zkušebního kusu ve skupinách 1, 2, 3 a 11, kvalifikují oceli se stejnou nebo nižší jmenovitou mezí kluzu (nezávisle na tloušťce materiálu).
- Materiály zkušebního kusu ve skupinách 4, 5, 6, 8 a 9 kvalifikují oceli ve stejných podskupinách a všech nižších podskupin v rozsahu stejné skupiny.
- Materiály zkušebního kusu ve skupinách 7 a 10 kvalifikují oceli ve stejných podskupinách

8.3.1.3. Slitiny niklu

Viz. tabulka 6 ISO 15614-1:2018

8.3.1.4. Spoje různorodých materiálů mezi ocelemi a slitinami niklu

Viz. tabulka 6 ISO 15614-1:2018

1	*41-1*	*42-1*	*43-1*	*44-1*	*45-1*	*46-1*	*47-1*	*48-1*
2	*41-2* *41-1*	*42-2* *42-1*	*43-2* *43-1*	*44-2* *44-1*	*45-2* *45-1*	*46-2* *46-1*	*47-2* *47-1*	*48-2* *48-1*

8.3.2. Tloušťka materiálu

8.3.2.1. Obecně

- u výrobních svarů nesmí být překročeny mezní hodnoty naneseného kovu
- obě části základního materiálu, které se mají svařovat, musí být mezích kvalifikované tloušťky
- při kvalifikaci více metodami se musí pro rozsah kvalifikace jednotlivých metod svařování jako základ použít zaznamenaná tloušťka naneseného kovu každou jednotlivou metodou

8.3.2.2. Rozsah kvalifikace pro tupé spoje, T-spoje, spojů odboček a koutových svarů

- rozsah kvalifikace koutových svarů, kvalifikovaných tupým svarem s plným průvarem je uveden v tabulce 6 tohoto dokumentu *(tabulka 8 ISO 15614-1:2018).*

Tabulka 5 - Rozsah kvalifikace pro tloušťku materiálu tupých svarů a tloušťku naneseného kovu (úroveň2)

Tloušťka zkušebního kusu *t* *(mm)*	**Rozsah kvalifikace *(úroveň 2)***	
	Tloušťka základního materiálu *(mm)*	

	Jednou housenkou	Více housenkami	Tloušťka naneseného svarového kovu pro každou metodu *s (mm)*
***t* ≤ 3**	0,5*t* až 2*t*		max. 2*s*
3 < *t* ≤ 12	0,5*t (min. 3,0)* až 1,3*t*	3 až 2*t*	max. 2*s*[a]
12 < *t* ≤ 20	0,5*t* až 1,1*t*	0,5*t* až 2*t*	max. 2*s*
20 < *t* ≤ 40	0,5*t* až 1,1*t*	0,5*t* až 2*t*	max. 2*s*, když *s* < 20 max. 2*t*, když *s* ≥ 20
40 < *t* ≤ 100	-	0,5*t* až 2*t*	max. 2*s*, když *s* < 20 max. 200, když *s* ≥ 20
100 < *t* ≤ 150	-	50 až 2*t*	max. 2*s*, když *s* < 20 max. 300, když *s* ≥ 20
***t* > 150**	-	50 až 2*t*	max. 2*s*, když *s* < 20 max. 1,33*t*, když *s* ≥ 20
[a] Pokud jsou specifikovány požadavky na rázové vlastnosti, ale zkoušky rázem v ohybu nemusí být vykonány, je maximální kvalifikovaná tloušťka omezena na 12 mm.			

Tabulka 6 - Rozsah kvalifikace pro tloušťku nosného průřezu u koutových svarů

Tloušťka zkušebního kusu *t (mm)*	Rozsah kvalifikace *(úroveň 2)*		
	Tloušťka základního materiálu[a)] *(mm)*	Tloušťka nosného průřezu *a (mm)*	
		Jednou housenkou	Více housenkami
***t* ≤ 3**	0,7 až 2*t*	0,75*a* až 1,5*a*	bez omezení
3 < *t* < 30	3 až 2*t*		
***t* ≥ 30**	≥ 5		
Kde je FW kvalifikován zkouškou tupého svaru, musí být rozsah tloušťky nosného průřezu *a* založen na tloušťce naneseného svarového kovu. [a)] V případě rozdílných tlouštěk materiálu, musí být rozsah kvalifikace obou tlouštěk zkušebního kusu vypočítán samostatně.			

8.3.3. Průměr trubek a spojů odboček

- Kvalifikace tupého svaru na trubce zahrnuje tupé svary na plechách.
- Kvalifikace daná pro plechy zahrnuje také trubky, pokud je vnější průměr:
  - D > 500 mm
  - D > 150 mm v poloze PC, v poloze PF s otáčením a v poloze PA s otáčením

Tabulka 7 - Rozsah kvalifikace pro průměry trubky a spoje odbočky

Průměr zkušebního kusu *(mm)*	Rozsah kvalifikace
D	≥ 0,5 *D*
▪ Pro duté průřezy, jiné než kruhové, je *D* rozměr kratší strany ▪ *D* je vnější průměr tupého svaru na trubce, nebo vnější průměr trubky odbočky u spoje odboček, (viz. obrázek 4, vnější průměr D_2.	

8.3.4. Úhel spoje odbočky

- zkušební kus provedený s úhlem 60° až 90° kvalifikuje úhel 60° ≤ α < 90°
- α < 60° vyžaduje samostatný zkušební kus a kvalifikuje úhly od α do 90°

8.4. Společné pro všechny postupy svařování

8.4.1. Metody svařování

- každý stupeň mechanizace musí být kvalifikován samostatně (ruční, částečně mechanizovaný, plně mechanizovaný a automatický)
- kvalifikace platí pouze pro metody svařování, použité při zkoušce postupu svařování
- při zkoušce postupu svařování s více metodami, může být kvalifikace postupu svařování provedena samostatnými zkouškami pro každou metodu svařování
- zkoušku postupu svařování lze provést jako zkoušku s více metodami
  - postup je platný pouze pro sled metod použitých na zkušební kusu
  - zkušební vzorky musí obsahovat nanesený materiál z každé metody svařování
  - pro podložnou housenku lze použít jednu z použitých metod svařování použitou při kvalifikaci
- jeli ve výrobě použita jedna metoda z kvalifikace více metodami, musí být tato metoda zkoušena samostatně, v souladu s normou ISO 15614-1:2018

8.4.2. Polohy svařování

- pokud nejsou specifikovány požadavky na zkoušku rázem v ohybu nebo na tvrdost svařování zkušebního kusu kvalifikuje všechny polohy *(tento požadavek je splněn např. u materiálů skupiny 8 nebo u slabých plechů skupiny 1.1)*
- aby byly kvalifikovány všechny polohy musí být splněny následující podmínky
  - zkušební vzorky pro zkoušku rázem v ohybu musí být odebrány ze svarového kovu s nejvyšším tepelným příkonem (energií oblouku)
  - zkušební vzorky pro zkoušku tvrdosti musí být odebrány ze svaru s nejnižším tepelným příkonem (energií oblouku)
- pro splnění požadavků na tvrdost, tak i na zkoušku rázem v ohybu, jsou požadovány:

    - dva zkušební kusy v různých polohách svařování
    - pevně upnutá trubka *(např. v poloze PH)*
- svařování shora dolů se musí schválit specifickým zkušebním kusem
- u materiálů skupiny 10 musí být polohy s nejvyšším a nejnižším tepelným příkonem, podrobeny zkoušce rázem v ohybu

***Poznámka:** Například u BW na plechu jsou obvykle polohy s nejvyšším tepelným příkonem PF a PA a s nejnižším tepelným příkonem polohy PC a PE.

8.4.3. Typy spoje svaru

Rozsah kvalifikace pro typ svarových spojů se používá při zkoušce postupu svařování s ohledem na omezení uvedená v jiných kapitolách a navíc:

a) **tupé svary** kvalifikují:
   - tupé svary s plným průvarem
   - tupé svary s částečným průvarem
   - koutové svary *(je vyžadována samostatná zkouška, jestliže jsou na konstrukci převládajícím typem spoje)*
   - opravné navařování

b) **tupé svary s plným průvarem** kvalifikují:
   - plně provařené tupé svary
   - částečně provařené tupé svary
   - koutové svary u jakýchkoliv typů spojů

c) **tupé svary na trubce** kvalifikují:
   - tupé svary na trubce
   - tupé svary na plechu
   - spoje odboček s úhlem $\alpha \geq 60°$

d) **tupé svary na T-spojích s plným průvarem** kvalifikují:
   - plně provařené tupé svary na T-spojích
   - částečně provařené tupé svary na T-spojích
   - koutové svary

e) **koutové svary** kvalifikují:
   - koutové svary

f) **svary provedené z jedné strany bez podložení** kvalifikují:
   - svary provedené z jedné strany bez podložení
   - svary provedené z jedné strany s podložením
   - svary provedené z obou stran

g) **svary provedené s podložením** kvalifikují:
   - svary provedené s podložením
   - svary provedené z obou stran

h) **svary provedené z obou stran bez vydrážkování kořene** kvalifikují:
   - svary provedené z obou stran bez vydrážkování kořene
   - svary provedené z obou stran s vydrážkováním kořene *(kromě tepelného drážkování)*

i) **svary provedené z obou stran s drážkováním nebo bez drážkování** kvalifikují:
   - svary provedené z obou stran s drážkováním nebo bez drážkování
   - svary provedené z jedné strany s podložením

j) **svary s více housenkami** kvalifikují:
   - svary s více housenkami
   - svary s jednou housenkou, pokud nejsou stanoveny požadavky na tvrdost nebo zkoušku rázem v ohybu

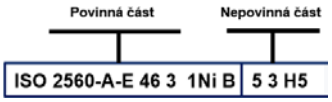
k) **svary s jednou housenkou** kvalifikují:
   - svary s jednou housenkou
   - svary s více housenkami, pokud nejsou stanoveny požadavky na tvrdost nebo zkoušku rázem v ohybu

l) **polštářování** se provádí samostatným zkušebním kusem v kombinaci s tupým svarem

8.4.4. Přídavný materiál, výrobce/obchodní značka, označování

- Přídavné materiály kvalifikují jiné přídavné matriály, pokud mají:
    - rovnocenné mechanické vlastnosti
    - stejný typ obalu
    - stejný typ tavidla u plněných elektrod
    - stejné jmenovité chemické složení
    - stejný nebo nižší obsah vodíku
- Pokud je výrobkovou normou požadována zkouška rázem v ohybu při teplotách nižších než -20°C, je pro metody 111, 114, 12, 136 a 132 rozsah platnosti omezen na obchodní název výrobce přídavného materiálu, použitého při zkoušce svařování. V tomto případě je rovněž dovoleno změnit výrobce přídavného materiálu jiným výrobcem, se stejnou povinnou částí označení za předpokladu, že je svařen jeden dodatečný zkušební kus s použitím maximálního kvalifikovaného tepelného příkonu a zkoušeny musí být pouze vzorky pro zkoušku rázem v ohybu svarového kovu.

Příklad značení obalených elektrod dle ISO 2560-A: Svařovací materiály – Obalené elektrody pro ruční obloukové svařování nelegovaných a jemnozrnných ocelí – Klasifikace



8.4.5. Rozměr přídavného materiálu

- Je povoleno změnit rozměr přídavného materiálu, pokud jsou splněny na tepelný příkon.
- Není-li vyžadována zkouška rázem v ohybu nebo zkouška tvrdosti, není rozměr přídavného materiálu omezen.

8.4.6. Druh proudu

- Kvalifikace se vztahuje na druh proud svařovacího proudu a polaritu, které byly použity při zkoušce svařování.
- Pokud není požadována zkouška rázem v ohybu, pak u metody 111, střídavý proud kvalifikuje také stejnosměrný.

8.4.7. Tepelný příkon (energie oblouku)

- <u>Druh výpočtu tepelného příkonu nebo energie oblouku, musí být zdokumentovány.</u>
- Pokud byla vykonána zkouška rázem v ohybu je horní hranice kvalifikovaného tepelného příkonu o 25% vyšší.
- Pokud byla vykonána zkouška tvrdosti je dolní hranice kvalifikovaného tepelného příkonu o 25% nižší.
- U metody 111 musí být definován tepelný příkon pro každý použitý průměr.
- Je-li doba svařování příliš krátká a délka svaru není významná (např. malá oprava, stehové svary apod.), nemusí být tepelný příkon ověřován.

Energie oblouku - $Q = \frac{U \times I}{v}$

- Q – energie oblouku (kJ/mm)
- U – svařovací napětí (V)
- I – svařovací proud (A)
- v – postupová rychlost – mm/s

Tepelný příkon – $Q = \frac{U \times I}{v} \times k$

- Q – energie oblouku (kJ/mm)
- U – svařovací napětí (V)
- I – svařovací proud (A)
- v – postupová rychlost – mm/s
- k – koeficient tepelné účinnosti

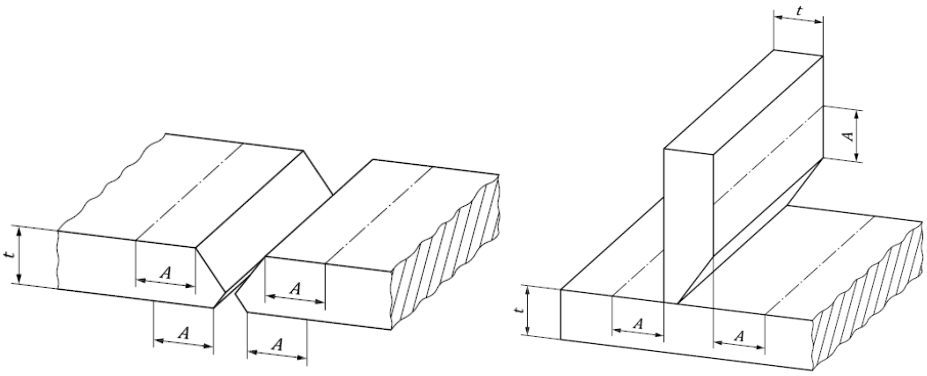
Tabulka 8 - Tepelná účinnost k jednotlivých metod svařování

Číslo metody	Metoda svařování	k
12	svařování pod tavidlem	1,0
111	ruční obloukové svařování obalenou elektrodou	0,8
114	obloukové svařování plněnou elektrodou bez ochranného plynu	0,8
131	obloukové svařování tavící se elektrodou v inertním plynu; MIG svařování	0,8
132	obloukové svařování tavící se plněnou elektrodou v inertním plynu	0,8
133	obloukové svařování tavící se plněnou elektrodou s kovovým práškem v inertním plynu	0,8
135	obloukové svařování tavící se elektrodou v aktivním plynu; MAG svařování	0,8
136	obloukové svařování tavidlem plněnou elektrodou v aktivním plynu	0,8
138	obloukové svařování plněnou elektrodou s kovovým práškem v aktivním plynu	0,8
14	obloukové svařování wolframovou elektrodou	0,6
15	plazmové svařování	0,6

8.4.8. Teplota předehřevu

- Pokles o více než 50°C, ze zaznamenané hodnoty ve WPQR, vyžaduje novou kvalifikaci.
- Zvýšená teplota předehřevu, která se záměrně uplatňuje při svařování krycích housenek, musí být považována za základní proměnnou.

ČSN EN ISO 13916 Svařování – Směrnice pro měření teploty předehřevu, teploty interpass a teploty ohřevu



t ≤ 50 mm: A = 4 x t, max. 50 mm
t > 50 mm: A = min. 75 mm

8.4.9. Interpass teplota

- Zvýšení o více než 50°C maximální interpass teploty, dosažené při zkoušce postupu svařování, musí vyžadovat novou kvalifikaci.
- Horní hranicí kvalifikace je nejvyšší interpass teplota, dosažená při zkoušce, pro materiály skupin 8, 10, 41 až 48.

8.4.10. Dodatečný ohřev pro uvolnění vodíku

- Teplota a doba setrvání dodatečné ohřevu na uvolnění vodíku nesmí být sníženy.
- Dodatečný ohřev se nesmí vypustit, ale může být doplněn.

8.4.11. Tepelné zpracování

- Přidání nebo odstranění tepelného zpracování není přípustné.
- Pro každou z následujících podmínek je požadován samostatný postup kvalifikace:
    - Pro materiály skupin 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10 a 11:
        - PWHT nad dolní teplotou transformace
        - PWHT nad horní teplotou transformace
        - PWHT nad horní teplotou transformace, následované tepelným zpracováním pod dolní teplotu transformace
        - PWHT mezi horní a dolní teplotou transformace
    - Patný teplotní rozsah je teplota výdrže, použitá při zkoušce postupu ±20°C.
    - Tam, kde je to požadováno, musí být rychlost ohřevu, rychlost ochlazování a doba výdrže vztaženy k výrobku.
- U všech ostatních materiálů platí PWHT ve stanoveném rozsahu.

8.5. Specifické údaje pro metody svařování

8.5.1. Svařování pod tavidlem

- Každá varianta metody 12 musí být kvalifikována nezávisle.
- Změna počtu elektrod vyžaduje novou kvalifikaci.
- Jakýkoliv drát je třeba rekvalifikovat.
- Změna o více než ±10 % poměru doplňkového přídavného materiálu k elektrodě vyžaduje rekvalifikaci.
- Kvalifikace je omezena na:
    - výrobce tavidla
    - obchodní značku tavidla
- Pokud se používá tavidlo z rozemleté strusky, každá dávka nebo směs vyžaduje novou kvalifikační zkoušku

8.5.2. Obloukové svařování v ochranném plynu (metoda 13)

8.5.2.1. Ochranné plyny

- Kvalifikace je omezena na nominální složení ochranného plynu použitého při zkoušce postupu svařování.
    - např. ISO 14175:2008-M21-ArC-18
- Je povolena odchylka max. ± 20 % jmenovitého složení CO_2.
- Záměrné doplnění nebo odstranění, maximálně 0,1 % jakékoliv plynové složky, však nevyžaduje novou zkoušku postupu svařování.

8.5.2.2. Varianty metody

- Kvalifikace je omezena na použitý sytém vedení drátu.

8.5.2.3. Způsob přenosu kovu

8.5.2.3.1. Obecně

- <u>Zkratový přenos</u> – kvalifikuje zkratový přenos
- <u>Sprchový přenos</u> – kvalifikuje sprchový, kapkový a pulzní přenos
- <u>Kapkový přenos</u> – kvalifikuje kapkový, sprchový a pulzní přenos
- <u>Pulzní přenos</u> – kvalifikuje pulzní, kapkový a sprchový přenos

8.5.2.3.2. Svařování s řízením průběhu vlny

- Pokud je použit svařovací zdroj s řízením průběhu vlny během svařování, musí být výrobce svařovacího zdroje a systém řízení vlny uveden ve WPQR.
- Změna jednoho výrobce na jiného nebo změna režimu řízení vlny vyžaduje novou kvalifikaci.

8.5.2.3.3. Svařování s pulzním režimem bez řízeného průběhu vlny

- Při použití pulzního zdroje musí být výrobce svařovacího zdroje včetně označení uveden v WPQR.

- Změna výrobce nevyžaduje novou kvalifikační zkoušku.

8.5.2.3.4. Svařování bez pulzního režimu a bez řízeného průběhu vln

- Výrobce svařovacího zdroje musí být uveden v WPQR.
- Změna výrobce nevyžaduje novou kvalifikační zkoušku.

8.5.3. Obloukové svařování netavící se elektrodou v ochranném plynu (metoda 14)

8.5.3.1. Ochranné plyny

- Kvalifikace je omezena na nominální složení ochranného plynu, použitého při zkoušce postupu.
- Je povolena odchylka max. ±10 % jmenovitého složení helia.
- Záměrné doplnění nebo odstranění, maximálně 0,1 % jakékoliv plynové složky, však nevyžaduje novou zkoušku postupu svařování.

8.5.3.2. Přídavný materiál

- Svařování s přídavným materiálem kvalifikuje svařování i bez přídavného materiálu.
- Svařování bez přídavného materiálu nekvalifikuje svařování s přídavným materiálem.

8.5.4. Plazmové svařování

- Kvalifikace je omezena na jmenovité složení plazmového plynu.
- Kvalifikace je omezena na jmenovité složení ochranného plynu.
- Svařování s přídavným materiálem nekvalifikuje svařování bez přídavného materiálu.
- Svařování bez přídavného materiálu nekvalifikuje svařování s přídavným materiálem.
- Pokud jsou požadovány zkoušky rázem v ohybu, vyžaduje změna přípravy spoje (např. úkosu) novou kvalifikaci.

8.5.5. Plamenové svařování

- Svařování s přídavným materiálem kvalifikuje svařování i bez přídavného materiálu.
- Svařování bez přídavného materiálu nekvalifikuje svařování s přídavným materiálem.

8.5.6. Formovací plyn

- Zkouška tupého svaru, provedeného bez formovacího plynu, kvalifikuje postup svařování se skupinou I, N1, N2 a N3.
- Zkouška tupého svaru, provedeného s formovacím plynem nekvalifikuje postup svařování bez formovacího plynu.
- Hlavní skupina formovacího plynu pokrývá všechny podskupiny téže skupiny.
- Pro materiálové skupiny 1 až 6 není při změně formovacího plynu skupin I, N1, N2 a N3 vyžadována nová kvalifikace.
- Pro materiálové skupiny 8 a 41 až 48 není při změně formovacího plynu skupin I, N1, N2 a N3 vyžadována nová kvalifikace.
- Změna formovacího plynu u materiálových skupin 7 a 10 vyžaduje novou kvalifikaci.
- Pokud jsou výrobní svary provedeny na materiálové podložce s tloušťkou větší než 5 mm, je přípustné vynechání formovacího plynu.

Příklad rozsahu WPQR dle ISO 15614-1:2018

DOM - ZO 13, s.r.o., Technická inspekce IO

Litomyšlská 1637, CZ 560 02 Česká Třebová, IČ: 252 61 908, www.domzo13.cz, ti@domzo13.cz

Inspekční orgán č. 4021 akreditovaný ČIA podle ČSN EN ISO/IEC 17020:2012

I 4021

vydává

INSPEKČNÍ CERTIFIKÁT č. ZI-18-120/IC01

Kvalifikaci postupu svařování dle ČSN EN ISO 15614-1:2017, úroveň 2

pro organizaci

Výrobce:	**xxxxxxx a.s.**	Předmět inspekce (pWPS):	xx_1
Adresa:	xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx	Identifikace postupu: TD301	WPQR č.: ZI-18-120/P01
IČ:	xxx xx xxx	Datum svařování:	08. 03. 2018

	Zkušební svarový spoj	**Rozsah platnosti**
Základní materiál (ZM), skupina dle CEN ISO/TR 15608:	EN 10025-4: S460ML 2.1 (R_e=460 MPa)	2-2; 2-1; 1-1 Kvalifikuje oceli se jmenovitou mezí kluzu ≤ 460 MPa.
Tloušťka ZM (mm):	30,0	≥ 5,0

Tloušťka svarového kovu (mm):	-	-
Vnější průměr ZM (mm):	-	> 500; > 150 v poloze PC > 150 v poloze PF a PA s otáčením
Druh svarového spoje:	T koutovým svarem na plechu	koutové svary
Metoda svařování dle ČSN EN ISO 4063:	135	135
Stupeň mechanizace:	částečně mechanizované	částečně mechanizované
Poloha svařování dle ČSN EN ISO 6947:	PB	všechny polohy kromě poloh shora dolů
Velikost koutového svaru a (mm):	10,0	bez omezení
Jedno/více housenkové:	více housenkami	více housenkami
Označení přídavného materiálu (PM):	ISO 14341-A: G 46 4 M21 4Si1	ISO 14341-A: G 46 4 M21 4Si1
Výrobce, značka PM:	ESAB, ARISTOROD 12.63	bez omezení
Rozměr PM (mm):	1,2	1,2; je povoleno změnit rozměr přídavného materiálu, pokud vyhovuje požadavkům na tepelný příkon
Označení ochranného plynu/tavidla:	ISO 14175: M21-ArC-18	ISO 14175: M21-ArC-18 obsah CO_2 v rozsahu 14,4 % až 21,6 %
Označení plynu pro ochranu kořene:	-	-
Označení plazmového plynu:	-	-
Druh svařovacího proudu a polarita:	DC/+	DC/+
Způsob přenosu kovu:	sprchový	pulzní, sprchový, kapkový
Systém vedení drátu:	jednodrátový	jednodrátový
Tepelný příkon (kJ/mm):	0,99 až 1,46	0,74 až 1,46
Teplota předehřevu (°C):	80	min. 30
Interpass teplota (°C):	-	-
Tepelné zpracování po svařování:	-	-
Další informace:	-	-