

Hegesztési műveleti előírás (WPS) alkalmazása a gyártásban

MSZT Szakmai fórum a fémek hegesztési műveleti előírásáról

Kristóf Csaba

MAHEG

- Bevezetés
 - Hegesztett termékek gyártásának minőségirányítási rendszere
 - A WPQR és WPS funkciója
- A WPQR lényeges változói
 - Ívhegesztés
 - Lézeres hegesztés
 - Lézeres hibrid eljárások
- A WPS lényeges változói
- A munkautasítás változói

MSZ EN ISO 15607*

A hegesztés különleges eljárás

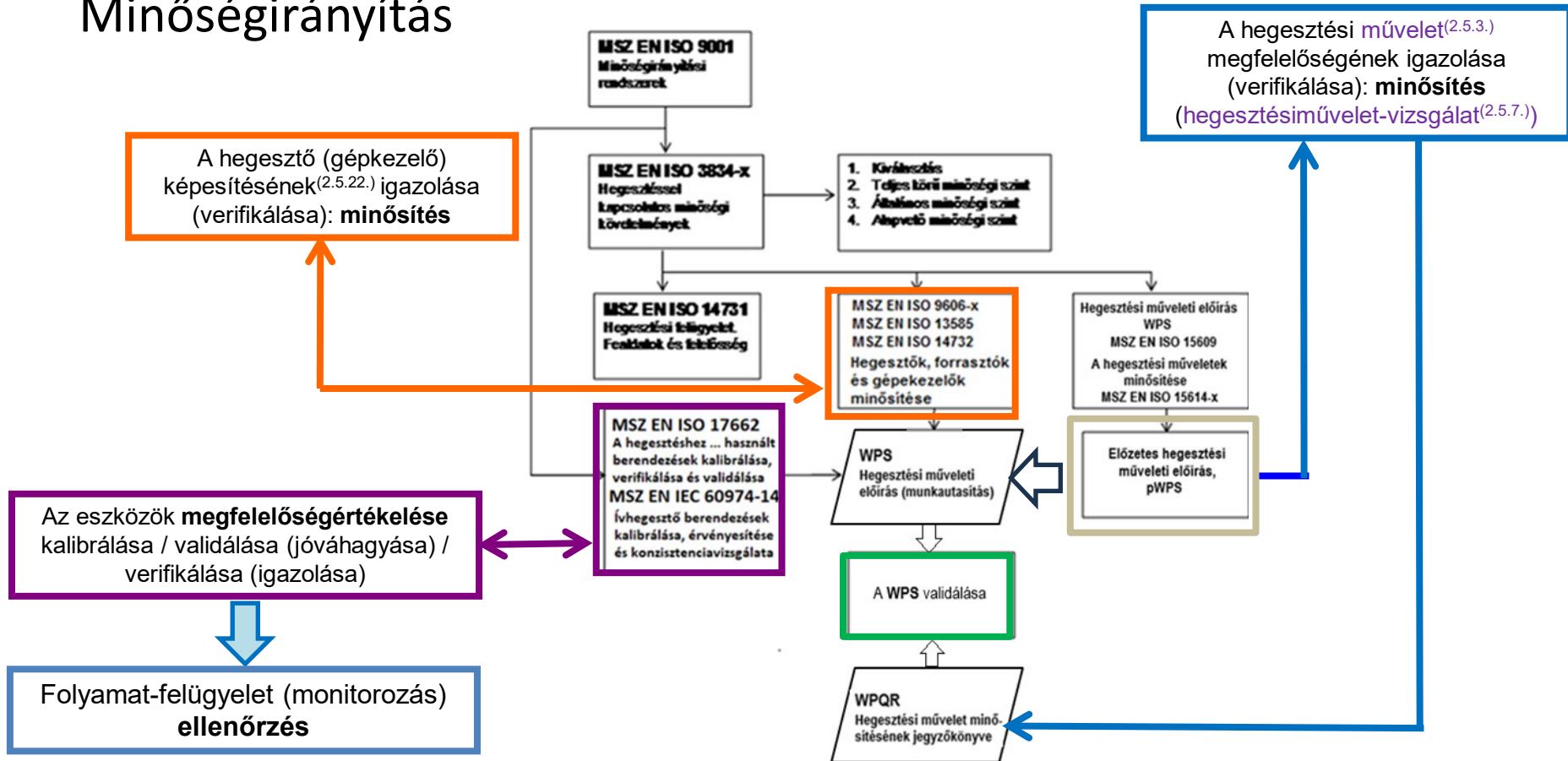
A hegesztett kötés megfelelőségének igazolása:

- **roncsolásmentes vizsgálatokkal** a (kimutatható) eltérések értékeléséhez;
- **roncsolásos vizsgálatokkal** a hegesztési **művelet**-vizsgálat (alias hegesztésimunkarend-vizsgálat, hegesztéstechnológiai vizsgálat) keretében készített **próbahegesztés mechanikai tulajdonságainak értékeléséhez**;
- **ellenőrzéssel (követéssel)**, hogy az írásbeli hegesztési **műveleti** előírás (WPS) változói megfelelnek a minősített hegesztési **művelet** lényeges változóinak.



* MSZ EN ISO 15607:2020 Fémek hegesztési munkarendi előírása és hegesztési munkarendjének minősítése.
Általános szabályok

Minőségirányítás

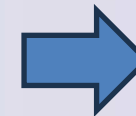




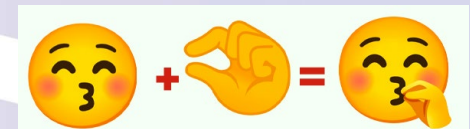
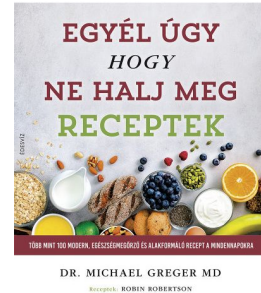
Művelettervezés



Próbahegesztés



WPQR



nébih

Vizsgálat

Minősítés WPQR

Lényeges változók:

- cukor, liszt és mák
- szénhidrát tartalom
- zsírtartalom



DR. MICHAEL GREGER MD
Receptek: ROBIN ROBERTSON

Konyha ÜZEM

Kipróbált alapanyagok,
jóvágott eszközök



Felkészült cukrász



Recept WPS

1. recept



2. recept



3. recept



Sütemény VARRAT

Hőfolyamat (sütés) beállítása/a sütő



Fa (szén) tüzelésű „sparhelt”



Programozható villamos sütő





WPS (hegesztési műveleti előírás)

Dokumentum a művelet (munkarend) validálásához



Hegesztési **munkautasítás** (work instruction)

Dokumentum a WPS üzemi feltételek szerinti interpretációjához

A WPS érvényesítése (validálása)

WPQR



WPS

Ívhegesztés

MSZ EN ISO 15614-1

MSZ EN ISO 15609-1

Lézeres hegesztés

MSZ EN ISO 15614-11

MSZ EN ISO 15609-4

(Hibrid lézeres hegesztés)

(MSZ EN ISO 15614-14)

(MSZ EN ISO 15609-6)

A WPQR érvényessége

Ívhegesztés*

8.4. Az összes hegesztéstechnológiára vonatkozó érvényesség

8.4.1. Hegesztési eljárás

8.4.2. Hegesztési helyzetek

8.4.3. Kötés / varratípus

8.4.4. Hozaganyag, gyártó / kereskedelmi név, jelölés (besorolás)

8.4.5. A hozaganyag mérete

8.4.6. Az áramnem

8.4.7. Hőbevitel (ívenergia)

8.4.8. Előmelegítési hőmérséklet

8.4.9. Közbenső hőmérséklet (sorközi hőmérséklet)

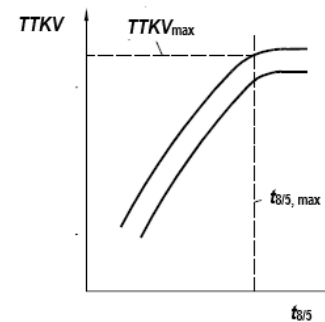
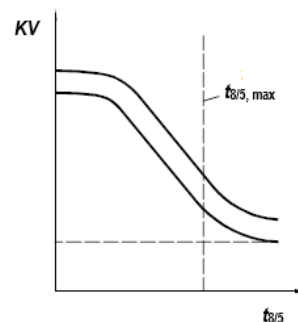
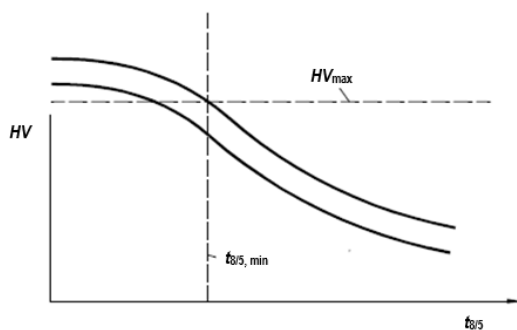
8.4.10. Hidrogéntelenítő izzítás (hegesztés utáni hidrogéncsökkentő izzítás)

8.4.11. Hegesztés utáni hőkezelés

* MSZ EN ISO 15614-1:2017 Fémek hegesztési utasítása és hegesztéstechnológiájának minősítése. A hegesztéstechnológia vizsgálata. 1. rész: Acélok ív- és lánghegesztése, valamint nikkell és ötvözetek ívhegesztése

Ívhegesztés

- Az előírt keménységet (HV) és szívósságot (KV, TTKV) értékelő függvények* független változója a $t_{8/5}$:



$$t_{8/5} = f(Q) = f(kE) = f\left(k \frac{UI}{v}\right),$$

→ változók: *termikus hatásfok, áram, feszültség, hegesztési sebesség.*

* A WPQR-ben megadott hőbevitelt (Q) csak akkor kell értékelni, ha a gyártásban készülő kötéssel szemben van keménység- és/vagy ütőmunka követelmény

Ábrák: MSZ EN 1011-2:2001/A1:2004

8.4.7. Hőbevitel (ívenergia)*

A hőbevitel helyettesíthető ívenergiával (J/mm). Az ívenergiát az ISO/TR 18491 szerint kell számítani. A hőbevitel számításához az ISO/TR 17671-1 szerinti k tényezőt kell figyelembe venni. **A hőbevitel vagy az ívenergia számításának menetét is dokumentálni kell.**

...

Az ívenergia és a hőbevitel az ív által generált hő nagyságát fejezi ki. Amíg a múltban ezek ugyanannak a mennyiségnek különböző kifejezései voltak, a számításukat ma már eltérő módszerrel végzik. Az ISO/TR 18491 szerint számított ívenergia és hőbevitel is használható a hegesztés szabályozására ellenőrzésére.

(Kiemelések – a szerző)

* MSZ EN ISO 15614-1:2017 Fémek hegesztési utasítása és hegesztéstechnológiájának minősítése. A hegesztéstechnológia vizsgálata. 1. rész: Acélok ív- és lánghegesztése, valamint nikkel és ötvözetek ívhegesztése

A lézeres hegesztés (lényeges) változói (MSZ EN ISO 15614-11*)

8. Érvényességi tartomány

8.3. A berendezésre vonatkozó érvényesség

8.4. A tartó- és befogókészülékre, illetve a megmunkálásra vonatkozó érvényesség

8.5. Az alapanyagra vonatkozó érvényesség

8.6. A hozaganyagra vonatkozó érvényesség

8.7. A kötés geometriájára vonatkozó érvényesség

8.8. A hegfürdő biztosítására vonatkozó érvényesség

8.9. A varrat típusra vonatkozó érvényesség

8.10. A hegesztési helyzetre vonatkozó érvényesség

8.11. A hegesztési változókra vonatkozó érvényesség

* MSZ EN ISO 15614-11:2002 Fémek hegesztési utasítása és hegesztéstechnológiájának minősítése. A hegesztéstechnológia vizsgálata. 11. rész: Elektron- és lézersugaras hegesztés (ISO 15614-11:2002)

Hibrid lézer-ívhegesztés (MSZ EN ISO 15614-14*)

8.2. A gyártóra vonatkozó érvényesség

8.3. Az alapanyagra vonatkozó érvényesség

8.3.1. Anyagcsoport

8.3.2. Anyagvastagság és csőátmérő

8.3.3. Elágazás szöge

8.4. Hegesztési eljárás (a gépesítés foka és a kombinált eljárások)

8.5. Hegesztési helyzet

8.6. A kötés vagy varrat típusa

8.7. A rétegek száma

8.8. Hozaganyag

* MSZ EN ISO 15614-14:2013 Fémek hegesztési utasítása és hegesztéstechnológiájának minősítése. A hegesztéstechnológia vizsgálata. 14. rész: Acél, nikkal és nikkalötvezetek hibrid lézer-ívhegesztése (ISO 15614-14:2013)

8.9. Áramnem, polaritás

8.10. Előmelegítési és sorközi hőmérséklet

8.11. Hegesztést követő hőkezelés

8.12. Névleges hőbevitel

$$Q_{nom} = \frac{(P + U \times I)}{v} \times 10^{-3}$$

P Lézer teljesítménye [kW]

U Ívfeszültség [V]

I Hegesztőáram [A]

v Hegesztési sebesség [mm/s]

8.13. Az érvényesség időtartama

* MSZ EN ISO 15614-14:2013 Fémek hegesztési utasítása és hegesztéstechnológiájának minősítése. A hegesztéstechnológia vizsgálata. 14. rész: Acél, nikkel és nikkelötvözetek hibrid lézer-ívhegesztése (ISO 15614-14:2013)

A WPS lényeges változói

A WPS változói (MSZ EN ISO 15609-1*)

4.4.8. Hegesztőanyag

4.4.9. Villamos paraméterek

- Az áram neme [váltakozó (AC) vagy egyenáram (DC)] és polaritása.
- Impulzushegesztés részletei (gépbeállítás, programok kiválasztása és az eljárásra vonatkozó minden információ), ha alkalmazható.
- Áramerősség-tartomány.
- Feszültségtartomány (ha alkalmazható).
- A huzal előtolási sebességtartománya gépesített és automatikus hegesztés esetén.

4.4.10. Gépesített és automatikus hegesztés

- Hegesztési sebesség tartomány
- A huzal/szalag előtolási sebesség tartománya

* MSZ EN ISO 15609-1:2020 Fémek hegesztési munkarendjének előírása és minősítése. Hegesztési munkarendi előírás. 1. rész: Ívhegesztés (ISO 15609-1:2019)

A WPS változói (MSZ EN ISO 15609-1*)

4.4.11. Előmelegítési hőmérséklet

4.4.12. Sorközi hőmérséklet

4.4.13. Előmelegítés-fenntartási hőmérséklet

4.4.14. Hegesztés utáni hidrogéncsökkentő izzítás

4.4.15. Hegesztés utáni hőkezelés

4.4.16. Védőgáz

4.4.17. Hőbevitel/ívenergia

Az ISO/TR 18491 szerinti hőbevitel vagy ívenergia tartománya (ha elő van írva).

* MSZ EN ISO 15609-1:2020 Fémek hegesztési munkarendjének előírása és minősítése. Hegesztési munkarendi előírás.
1. rész: Ívhegesztés (ISO 15609-1:2019)

A munkautasítás változói

Hegesztési munkarendi előírás:		Az előkészítés és a tisztítás módja:
A WPQR száma:	Gyártó:	Az alapanyag(ok) megnevezése:
Cseppátviteli módja(1):	A kötés és a varrat típusa:	Anyagvastagság (mm) ² :
A varrat vastagsága (mm) ² :	A felrakott fém vastagsága:	Külső átmérő (mm) ² :
Az előkészítés részletei (vázzat) ¹ :	Hegesztési helyzet:	A gépéslet foka:
Kötés kialakítása	Varratfelépítés	

A WPS értékelése

Hegesztéstechnológiai adatok								
Varrat-réteg	Hegesztési eljárás	A hozaganyag mérete	Áram-erősség ² : A	Feszültség ² : V	Az áram neme és polaritása	Huzal előtolási sebesség ²	Kihúzási hossz ^{1,2} /hegesztési sebesség ¹	Hőbevitel ^{1,2}

- 1) Ha előírás
- 2) Tartomány

A hozaganyag megnevezése és gyártmánya:
 Különleges előmelegítés és szártítás:
 Védőgázfedőpor megnevezése – hegfűrdő
 – gőkvédelem
 Átáramló gázmennyiség – hegfűrdő
 – gőkvédelem
 A volfrámelektroda típusa/átm. erője:
 A gőkvédelem/hegfűrdő – megáramlás részletei:
 Előmelegítési hőmérséklet:
 Sorközi hőmérséklet:
 Utómelegítés:
 A hegesztés utáni hűtési idő:
 Hegesztés utáni hevítés és/vagy öregítés:
 idő, hőmérséklet, módszer:
 Felmelegítési és lehűtési sebesség¹:

Egyéb információk¹, pl.
 Elektrodalengetés (a varratosr legnagyobb szélessége)
 Ivelőmozgás: amplitúdó, frekvencia, kitérés idő:
 Az impulzushegesztés adatai:
 A áramátadó és a munkadarab távolsága:
 A plazmahegesztés adatai:
 Az égő dőlésszöge:

Gyártó
 (név, aláírás, dátum)

¹ Ha előírás
² Tartomány

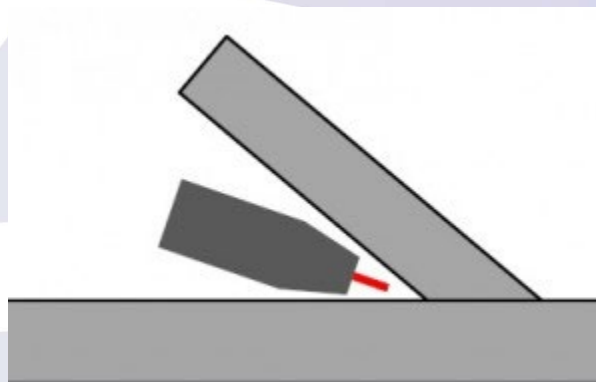
Run	Welding process	Size of filler material	Current ² A	Voltage ² V	Type of current/ polarity	Wire feed speed ²	Run out length ^{1,2} / travel speed ¹	Arcenergy ^{1,2} / Heat input ^{1,2}
Varrat-sor	Hegesztési eljárás	Hozaganyag mérete	Áram-erősség ² A	Feszültség ² V	Az áram neme és polaritása	Huzal előtolási sebesség ²	Kihúzási hossz ^{1,2} / hegesztési sebesség ¹	Ívenergia ^{1,2} / Hőbevitel ^{1,2}

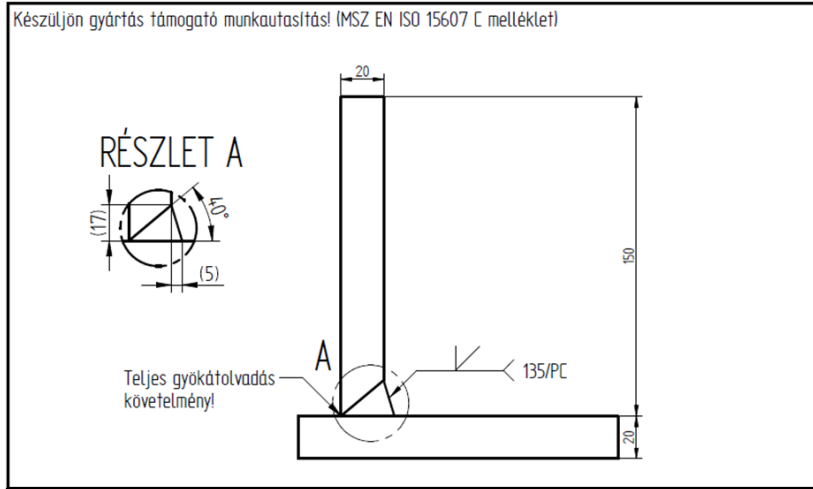
* MSZ EN ISO 15609-1:2020 Fémek hegesztési munkarendjének előírása és minősítése. Hegesztési munkarendi előírás. 1. rész: Ívhegesztés (ISO 15609-1:2019)

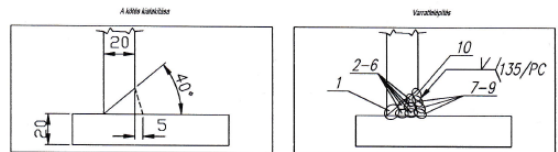
A hegesztés végrehajtáshoz szükséges adatok

- Huzal előtolási sebesség, anyagátvitel módja, az áramforrás üzemmódja (moduláció), hegesztési sebesség (sorok száma), pisztoly (égő) tartása, vezetése

→ **varratképzés**

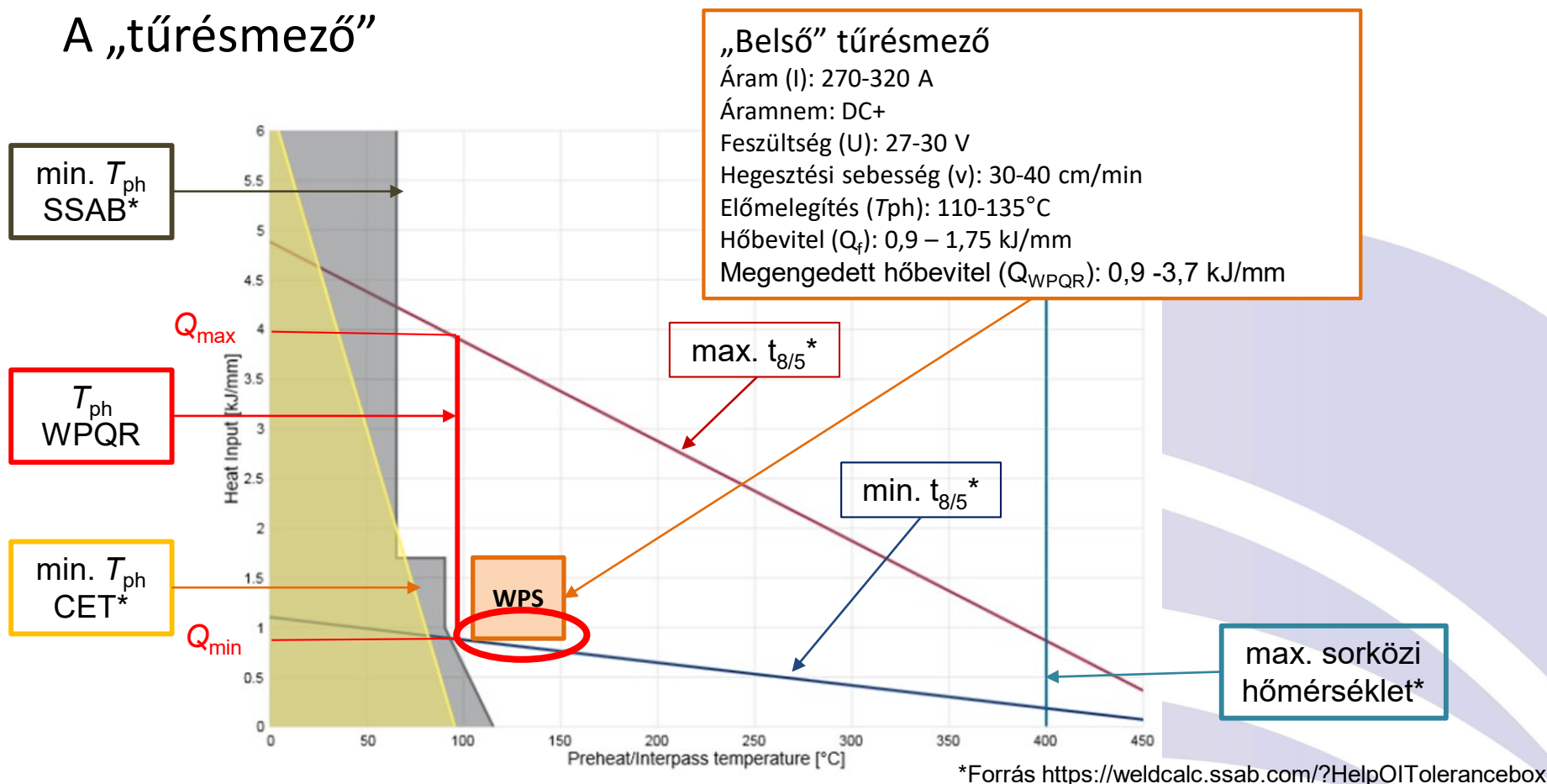




HEGESZTÉSI UTASÍTÁS		MFPS szám:									
WELDING PROCEDURE SPECIFICATION		188/2023									
		MFPS szám:									
Hegesztési eljárás:	135. Végleges Argonérett	Hegesztési helyzet:									
Hegesztési mód/forrás:	MSZ EN ISO 15607:2018/135/PC	Állítás:									
Elektronika módja:	Turmix impulzus, ábrázoló, szonozáció	Hegesztési mélytanúsítás:									
		NICS									
											
ALAPANYAGOK											
Érvényességi tartomány:		Hegesztési anyagok:									
Típus:	S355J2G3	F46 4M21 4Si1									
Standard:	EN10025	EN ISO 14341-A									
Vastagság: s(mm)	20	>=3									
Varrat méret:	V20	Standard hosszok:									
		15-20 mm									
Megnevezés:		Összetétel:									
Hegfűrdővédelem:	MSZ EN ISO14175-M24	86%Ar+12% CO2+2%O									
Gyökvédelem:		12-15j/p									
ELŐMELEGÍTÉS											
Flámlevegítési hőmérséklet:	min.: -	Módszer:									
	max.: -	Hőmérséklet mérés:									
HEGESZTŐ BERENDEZÉS											
Gyártó:	REHM	Típus:									
		FOCUS.Arc P 400									
HEGESZTÉSTECHNOLÓGIAI ADATOK											
Varrat	Hegesztési eljárás	Áram nem polaritás	Hővezető	Heg. áram (mm)	Áramerősség (A)	Ívesítési sebesség (V)	SW/AL	Használt gáz seb. m³/mh	Hegesztési seb. cm/mh	Hőbevitel kJ/cm	
1	135	DC+	FOCUS.Arc	Ø1,2	380-385	33-34	-2,5/-3,0	13,9-14,1	31-34	20,1	
2-6	135	DC+	FOCUS.Puls	Ø1,2	245-255	27,8-28,4	-1,0/-1,0	9,8-10,4	42-48	7,8	
7-9	135	DC+	FOCUS.Puls	Ø1,2	205-215	33-34	-1,0/-1,0	7,8-8	45-55	1,2	
10	135	DC+	FOCUS.Puls	Ø1,2	145-155	21,9-22,3	0,0/-1,0	4,9-5,3	42-48	3,7	
Rétegek közötti maximális hőmérséklet:			250°C	Hőmérséklet mérés:		Infra hőmérő					
HEGESZTÉS UTÁNI HŐKEZELÉS											
Hőkezelési hőmérséklet:			Hőntartási idő:								
Felmelegítési sebesség:			Lehűtési sebesség:								
Módszer:											
EGYEB INFORMÁCIÓK			2023 hegesztő verseny döntő 1. feladat								
Dátum:			2023.08.30.	Készítette:		Kis E.		Ellenőrizte:		Bojtor	
Felülvizsg.:			Készítette:		Ellenőrizte:						

Flömelegítési hőmérséklet:		min.: -	Módszer:		-					
		max.: -	Hőmérséklet mérés:		-					
HEGESZTŐ BERENDEZÉS										
Gyártó: REHM			Típus: FOCUS.Arc P 400							
HEGESZTÉSTECHNOLÓGIAI ADATOK										
Varratsor	Hegesztési eljárás	Áram nem polaritás	Hijórásváltózat	Heg. huzal (mm)	Áramerősség (A)	Feszültség (V)	SW/AL	Huzatekeltelési seb. m/min	Hegesztési seb. cm/min	Hőbetelet kJ/cm
1	135	DC+	FOCUS.Arc	∅1,2	380-385	33-34	-2,5/-3,0	13,9-14,1	31-34	20,1
2-6	135	DC+	FOCUS.Puls	∅1,2	245-255	27,8-28,4	-1,0/-1,0	9,8-10,4	42-48	7,8
7-9	135	DC+	FOCUS.Puls	∅1,2	205-215	33-34	-1,0/-1,0	7,8-8	45-55	1,2
10	135	DC+	FOCUS.Puls	∅1,2	145-155	21,9-22,3	0,0/-1,0	4,9-5,3	42-48	5,1
Rétegek közötti maximális hőmérséklet:				250°C	Hőmérséklet mérés:		Infra hőmérő			

A „tűrésmező”



„Belső” tűrésmező

Áram (I): 270-320 A
 Áramnem: DC+
 Feszültség (U): 27-30 V
 Hegesztési sebesség (v): 30-40 cm/min
 Előmelegítés (T_{ph}): 110-135°C
 Hőbevitel (Q_f): 0,9 – 1,75 kJ/mm
 Megengedett hőbevitel (Q_{WPQR}): 0,9 -3,7 kJ/mm

VÉGE