



Friction Stir Welding European Qualifications

**CU09 – Oblikovanje varjencev**

FSW inženir



Co-funded by the  
Erasmus+ Programme  
of the European Union

# 9. Kazalo

9.1 Vrste FSW zvarov

9.2 Tehnične specifikacije za končne izdelke

9.3 Smernice za oblikovanje v FSW

9.4 Reference

## 9.1 Vrste FSW zvarov

- **Obstajajo različne tehnike tornega varjenja:**
- Vrteče - najbolj priljubljena vrsta tornega varjenja in se uporablja za dele, kjer je vsaj en del rotacijsko simetričen, kot so cevi ali palice.
- Linearno - se uporabljajo za sestavne dele reaktivnih motorjev, skoraj čistih oblik, in drugih, če je omejitev na delih, ki temelji le na maso gibljivega dela.
- FSW – se pogosto uporablja za aluminij plošče, iztiskanje in listov, kjer se spoji ali soležni zvari, ki med tankimi komponentami brez omejitev dolžine sestavnega dela.

## 9.1 Vrste tornih zvarov

prednosti

Vrteče torni	Linearno torni	FSW
<p>100% vez na kontaktne površine</p> <p>Sposobnost, da se pridružijo neenakih materialov</p> <p>potrebna minimalna skupna priprava</p> <p>Hitro vara ciklov, ki omogoča več delov, ki se je pridružila v krajšem času</p> <p>Manj zalog, potrebnih za izdelavo delov družine</p> <p>Okolju prijazna, saj se ne uporabljajo potrošni</p> <p>Prilagodljiva za vse velikosti zvar</p>	<p>Hiter, ponovljiv in prilagodljiv postopek. Sposobnost, da se pridružijo skoraj poljubno število oblik s kompleksnimi del geometrij.</p> <p>Sposobnost pridruži različnih kovin</p> <p>potrebna minimalna skupna priprava; posledico hitrejše proizvodnje.</p> <p>Okolju prijazna, saj se ne uporabljajo potrošni material.</p> <p>Prilagodljiva za vse velikosti zvara</p>	<p>Daje nove načine spajanja za težko izvedljive spoje.</p> <p>Praktično okvara brez veziva</p> <p>Sprejme do 55 metrov dolge dele</p> <p>Sposobnost, da se pridružijo neenakih zlitine</p> <p>Sposobnost uporabljati dvojno funkcijo glave za hitro plošče varjenje</p> <p>Minimalna izkrivljanje združenih delov.</p> <p>Okolju prijazna, saj se ne uporabljajo potrošni material.</p>

## 9.1 Vrste tornih zvarov

Top aplikacije

Vrteče	Linearno	FSW
Aerospace kmetijski Avtomobilizem Gradnja Potrošniški izdelki Nafta in plin vojaški	Aerospace Avtomobilizem vojaški Nafta in plin	Aerospace Elektronika pomorstvo vojaški Prevoz

## Vrste trenja mešalno varjenje

- Trenje Mešajte točkovno varjenje
  - [https://www.youtube.com/watch?v=2fldX\\_Hcaeg](https://www.youtube.com/watch?v=2fldX_Hcaeg)
- Dvostranski Friction Stir varjenje
  - [https://www.youtube.com/watch?v=BVhLlv2\\_cnc](https://www.youtube.com/watch?v=BVhLlv2_cnc)
- Stacionarna Ramenski FSW
  - [https://www.youtube.com/watch?v=e\\_6YS03yulY](https://www.youtube.com/watch?v=e_6YS03yulY)
  - <https://www.youtube.com/watch?v=q0oWjfeVXo8>

## *9.1.1 FSW točkovno varjenje*

- FSW točkovno varjenje (FSSW) je postopek varjenja za prekrivno varjenje pločevine s podobnimi lastnostmi kot ima uporovno točkovno varjenje. Rezultat so točkovni spoji.
- Postopek se uporablja predvsem v avtomobilski industriji, železniški industriji in v proizvodnji letal. Za primer so zadnja vrata Mazda RX8 in pokrova prtljažnika za Toyota Prius varjena s tem postopkom v proizvodnji velikih količin.



FSW točkovni stroj

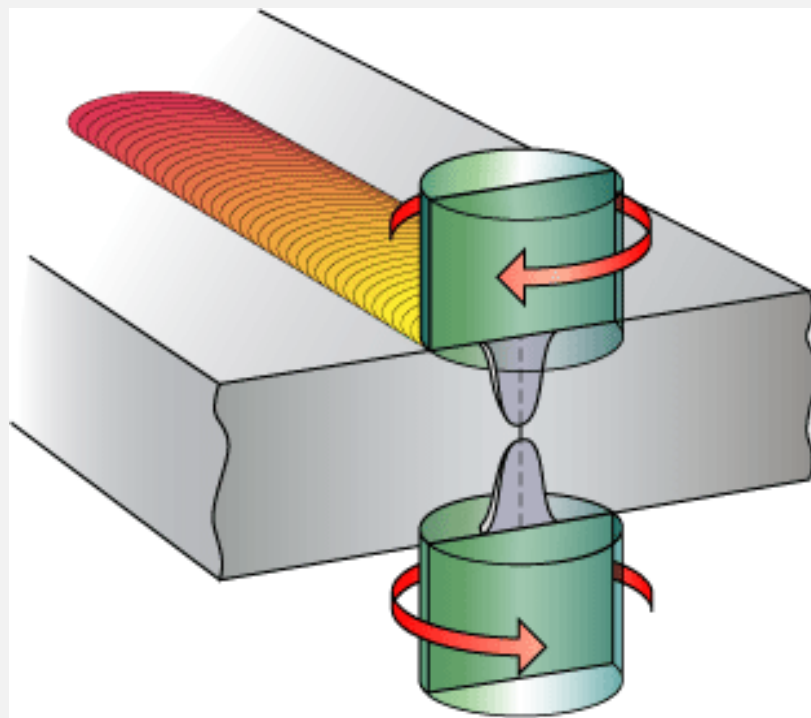
## 9.1.1 FSW točkovno varjenje

Material	Varjenje Debelina	struktura	Področja uporabe
Vse vrste Al-zlitine	0,5 ~ 1 mm	ločeno	Aeronavtika Automobilska
Mg zlitine, itd	0,5 ~ 4 mm	ločeno	Electronska vezja, itd.



a) Orodje za točkovno FSW; b) točka; (C) točkovni FSW izdelek

## 9.1.2 dvostransko FSW

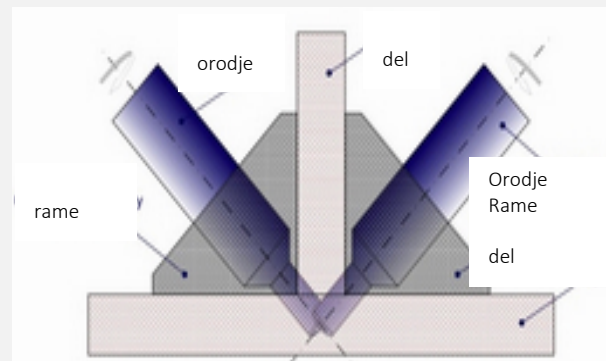


Dvostransko FSW

## 9.1.2 Stacionarna Ramenski Trenje vmeša varjenje

Stacionarni ramo dodaja ni toploto tako je vse toplote, ki jo sondo površino in zvar je narejen z bistveno linearno vhodni toplotni profil. Ključ varjenje mehanizem sestoji iz vrtljivega čepa teče skozi nevrteči ramen komponento, ki drsijo po površini materiala med varjenjem. Površina zvara je zelo gladka, skoraj polirana, brez ali z minimalno zmanjšanje prečnega prereza.

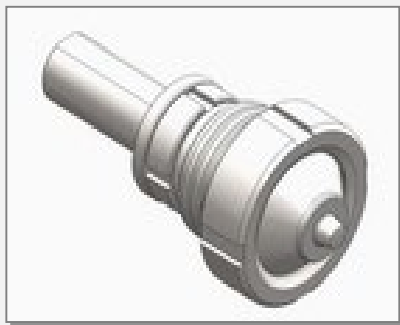
S tehniko SSFSW na robota lahko zmanjšajo težave, povezane s kontrolo globine orodja med varjenjem. Struktura robot je nagnjena odklonila, saj ima funkcije FSW na vara linije materiala, kar pomeni spremembe v mehko materiala in kasnejše upora lahko spreminja globino, pri kateri orodje deluje, proizvodnjo pomanjkljivosti in napake.



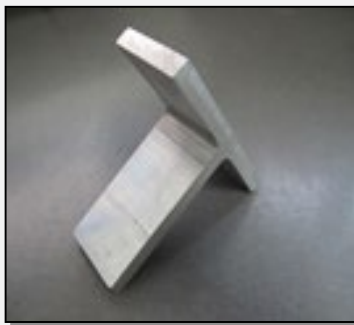
Kotno SSFSW skupno

## 9.1.2 Stacionarna Ramenski Trenje vmeša varjenje

Material	Varjenje Debelina	struktura	Področja uporabe
Vsi serijski Al-zlitine, Mg zlitine, itd	8 ~ 15mm	ločeno	Aero-prostor Automobile
	15.1 ~ 30 mm	ločeno	Železniški Aero-obrtnih
	30.1 ~ 45 mm	ločeno	Electronic Elektronov, etc



Fiksna rama FSW  
orodja



FSW kotni spoj Al 8mm



Uporaba Kotnega FSW

## 9.2 Tehnične specifikacije za končne izdelke

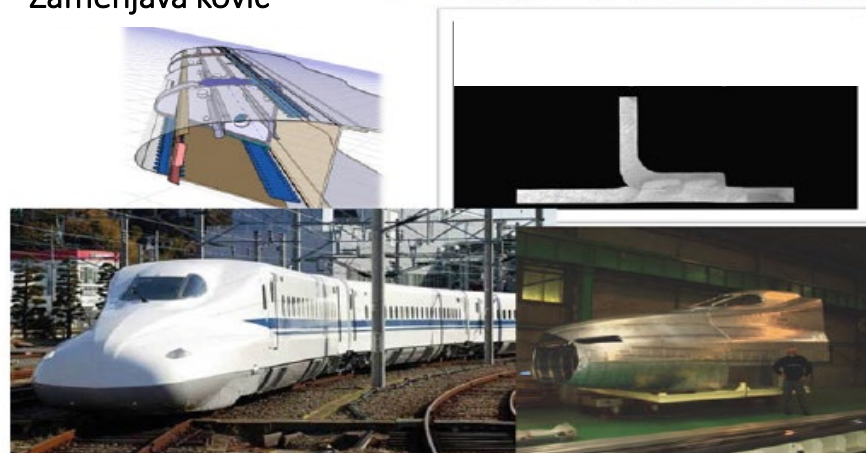
- Tehnične specifikacije končnih proizvodov so naročene s strani upravičenca, navadno sestavni deli, ki so prišli, da se varjeni v laboratoriju in industriji je nekaj podrobnosti, ki jih je treba upoštevati.
- Specifikacije se naloži oblikovalcu v soglasju s standardi (ISO, AWS, ABS, itd), ker je oblikovalec pozna obremenitve in porazdelitev obremenitve vkomponente. Vsaka komponenta je potrebno da ga preuči po varjenju v skladnosti s specifikacijo.

## 9.2 Tehnične specifikacije za končne izdelke

Komponente letal in vlakov



Zamenjava kovic



## 9.3 Smernice je za oblikovanje v FSW

- Trenje Mešajte Varjenje Lahko se uporablja v aluminijevih, titanove zlitine, različni materialis in ta proces Uporablja prevladujoča za Aerospace.
- Nedavna raziskava je lagal, da je zdaj mogoče treba zvariti uporabo FSW titan v debelinah 3 mm in 8mm (HZG- Hamburg). Odlične rezultate so dosegli tudi z eksotičnimi aluminijevih zlitin iz 2mm - 35mm v območju zahtevnih konfiguracij.

Tabela Friction Stir  
Welding



Premikanje  
Tabela



FSW stroj



## Oblike sond

Vložki / Orodja lahko proizvajajo deformacijo in ogrevanje s trenjem. Idealno bi bilo, je zasnovan tako, da združi dve površine kosov z mešanjem, pred pinom / orodja ki premaka material zadaj za orodje.

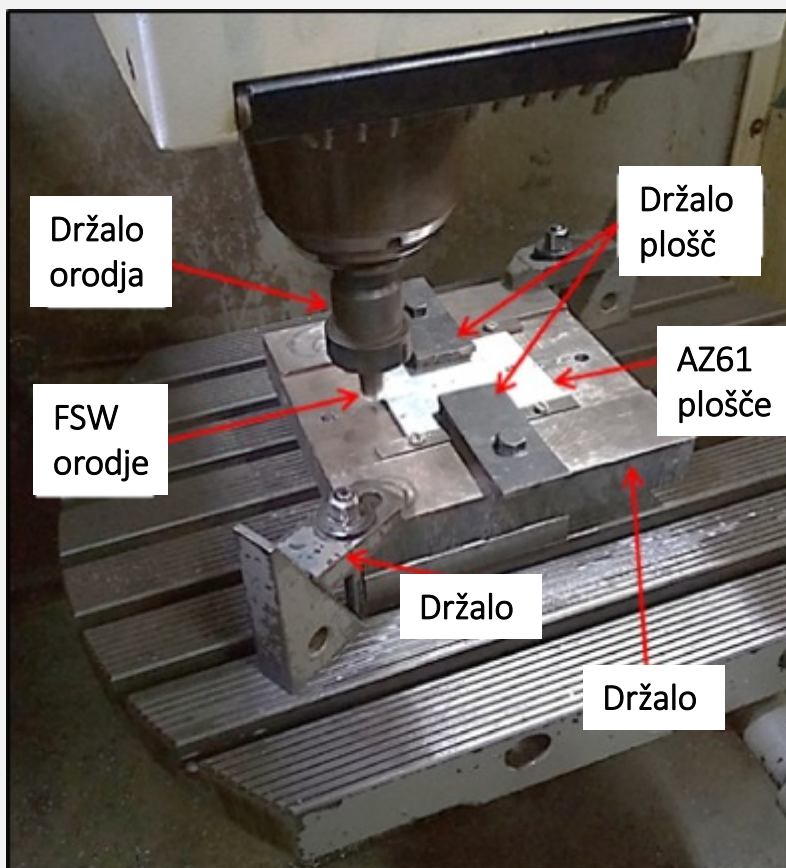
Globina deformacije in potovalno hitrost orodja večinoma urejamo s sondo. Konec oblika sonde je bodisi ravna ali kupolo. Stanovanje dno oblikovanje sonda, ki poudarja enostavnost izdelave je trenutno najpogosteje uporabljena oblika.

Glavna pomanjkljivost sonde je ravno visoka sila med potapljanjem. V nasprotju s tem lahko okrogle ali kupolaste končne oblike zmanjšajo silo in podaljšujejo življenjsko dobo orodja z odpravo lokalne koncentracije napetosti in izboljšane kakovosti vara in korena.

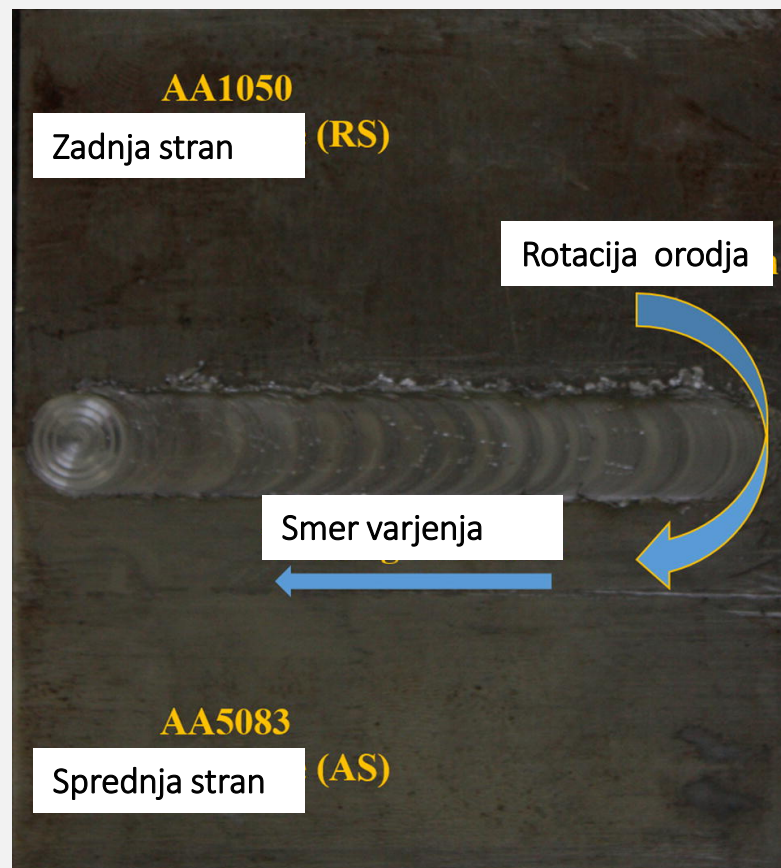
## Oblikovanje skupne oblike

- Osebki, ki jih je treba zvariti v trdni fazi ne potrebujejo posebne priprave
- Ponavadi so vzdolžnih zvarov, površina osebkov so določene le v sistemu vpenjalni
- Zaželeno je, da opravljajo majhno število pripravki pred in po varjenju.

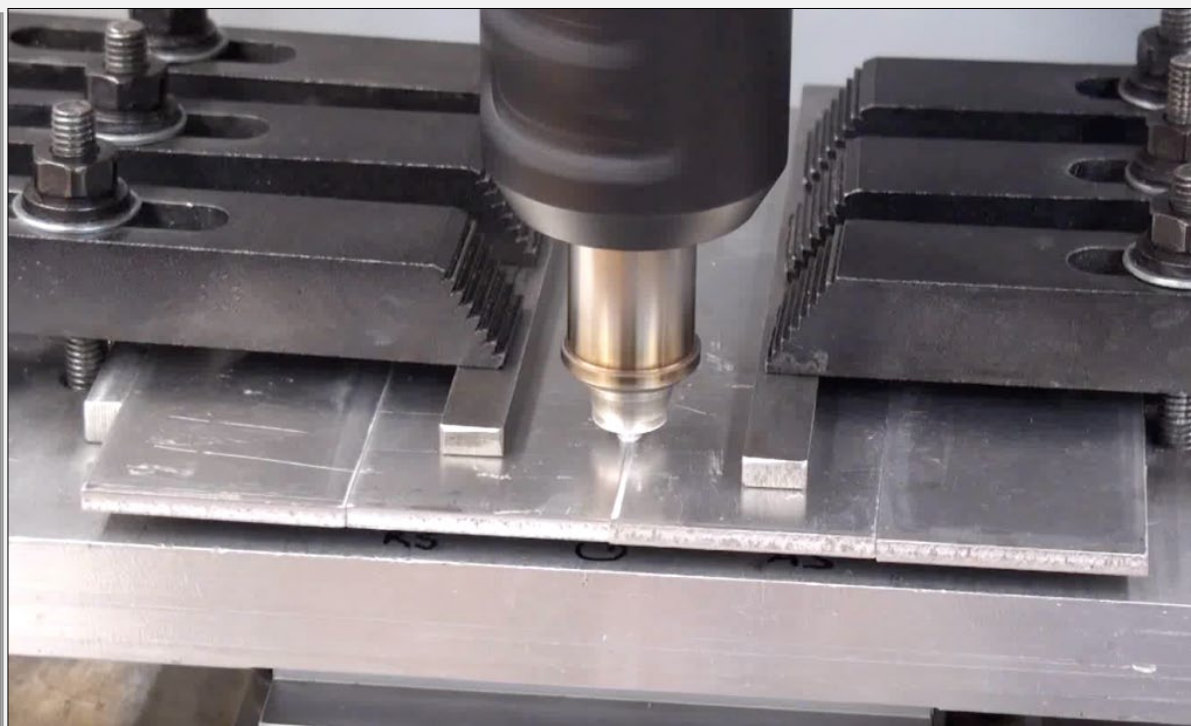




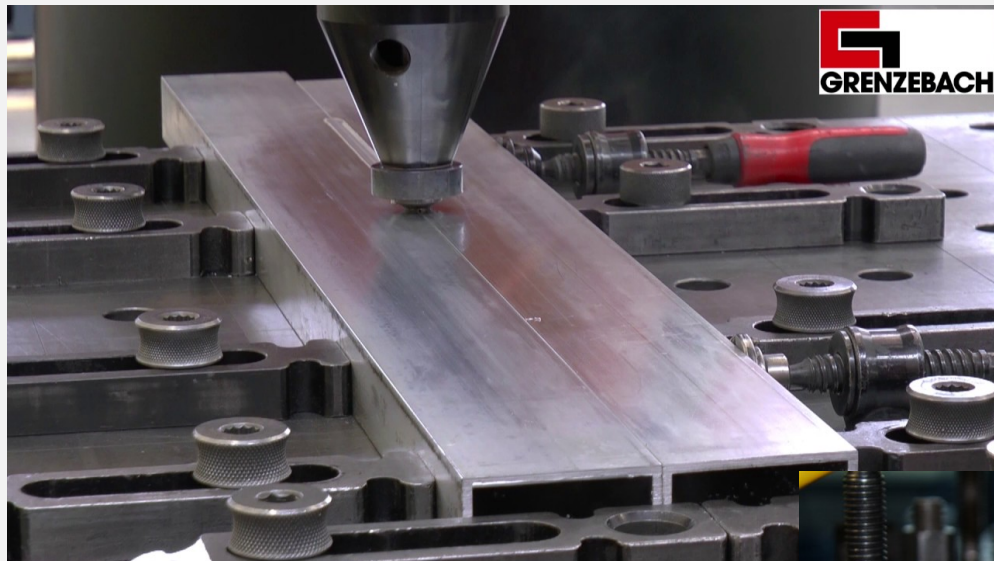
FSW stroj z vpenjalnim sistemom



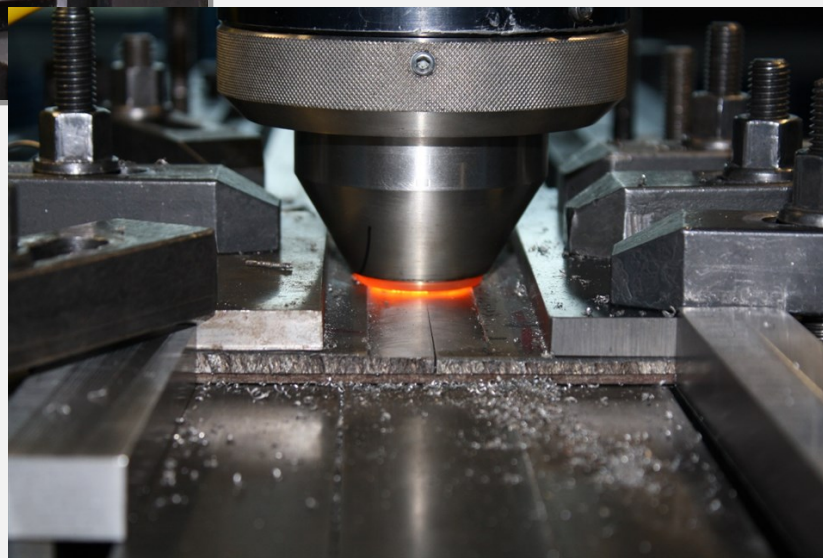
Podrobnosti v zvezi z vrtenjem orodja, varjenje smer



FSW zvar - Brez pripravo robov



FSW zvar - Brez pripravo robov



# Reference

- [1] L. Blaga ST Amancio-Filho, JF dos Santos, R. Băncilă: Trenje Kovičenje (FricRiveting) kot novo tehniko spajanja v GFRP konstrukcijo mostov
- [2] L. Blaga ST Amancio-Filho Jorge F. dos Santos, R. Băncilă: Fricriveting civilno engineering kompozitnih laminatov za konstrukcijo mostov
- [3] Goncalo Pina Cipriano, Lucian A. Blaga, Jorge F. dos Santos, Pedro Vilaça, Sergio T. Amancio-Filho: Osnove Force-Controlled Friction z zakovicami: Part I - Skupno Oblikovanje in toplote razvoj
- [4] Goncalo Pina Cipriano, Lucian A. Blaga, Jorge F. dos Santos, Pedro Vilaça, Sergio T. Amancio-Filho: Osnove Force-Controlled Trenje kovičenje: Del II - Skupni globalni Mehanski Uspešnost in energetska učinkovitost
- [5] C Atanasiu, TR. Canta, A. Caracostea, I. Crudu și alții: Încercarea Materialelor, Editura Tehnică, București 1982
- [6] s. Panaitescu, Editura sudura "Sudare prin frecare cu element activ rotitor "
- [7] A. Feier Timisoara 2018, Raport PROIECT Disapora - PN-III-P11.1-MCT-2018-0032
- [8] [https://www.grenzebach.com/products-markets/friction-stir-welding/?gclid=CjwKCAjwwZrmBRA7EiwA4iMzBKGG6YHJA46kOvr\\_SqUqvO-pr7gRLA6HMLD2NQkx\\_J\\_SkWTI94mtWBoCRmsQAvD\\_BwE](https://www.grenzebach.com/products-markets/friction-stir-welding/?gclid=CjwKCAjwwZrmBRA7EiwA4iMzBKGG6YHJA46kOvr_SqUqvO-pr7gRLA6HMLD2NQkx_J_SkWTI94mtWBoCRmsQAvD_BwE)
- [9] <https://www.ramtech.jp/en/equipment/>
- [10] <https://pdfs.semanticscholar.org/3b5d/ff7a85a28d27942956a04223c7f27fd8366d.pdf>



Co-funded by the  
Erasmus+ Programme  
of the European Union



Friction Stir Welding European Qualifications

Hvala vam!