



Kavaró dörzshegesztés (FSW) alkalmazási lehetőségei vasúti járműgyártásban

2025.05.13. Vasúti jármű Hegesztési Ankét és Tapasztalatcsere
Koronczai László EWE/IWE, EAE

STADLER

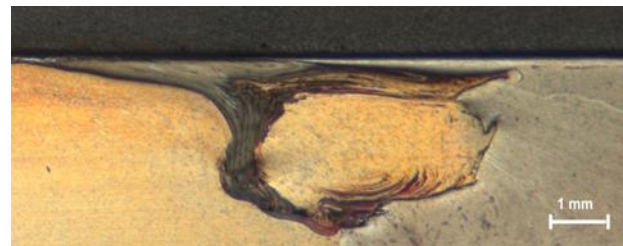
Témák

1. **Az FSW hegesztés**
2. **Alkalmazási területek**
3. **Vasúti alkalmazások**
4. **További alkalmazási lehetőség**

Az FSW hegesztés

– Kavaró dörzshegesztés – FSW (43)

- a The Welding Institute (TWI) 1991-ben mutatta be a nyilvánosságnak, Angliában
- 1993-tól a NASA is alkalmazza
- A TWI azóta birtokolta a szabadalmi jogokat, (ezért az eljárás használatáért díjakat kellett fizetni a TWI-nek, amelyek 2015 óta lejártak).
- Az első alkalmazások marógépeken
- 2012-ben szabványosított, MSZ EN ISO 25239-1-5:2020
- Különböző anyagtípusok egyesítése
 - Al-Al, Cu-Cu, Acél-Acél
 - Al-Ti
 - Al-Cu
 - Al-Acél

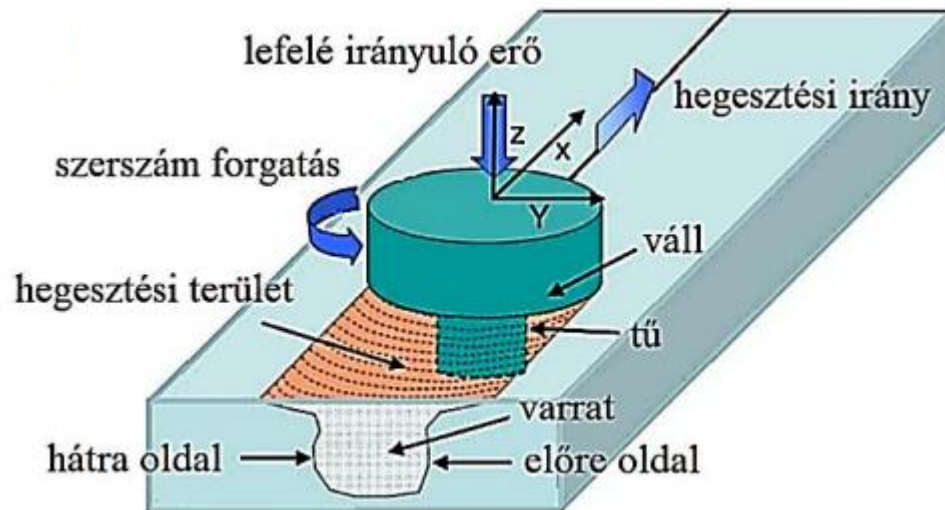


Réz- Acél

Az FSW hegesztés

– A technológia elmélete:

A szerszámot adott fordulatszámmal forgatva, oldalról vagy felülről belevezetjük az anyagba úgy, hogy a váll felfeküdjön a lemezek felületére. A darabok a súrlódási hőnek köszönhetően meglágyulnak, de soha nem érik el az olvadáspontot, utána a szerszám egy adott előtolással elkezdi haladni, összekeverve a két anyagot. A szerszám és a lemezek között súrlódás okozta hő lép fel, ami az anyag képlékeny alakítását teszi lehetővé. A keverés során az anyag igyekszik felfelé távozni, amit a váll sajtoló ereje akadályoz, ezzel nyomást hozva létre az anyagban.



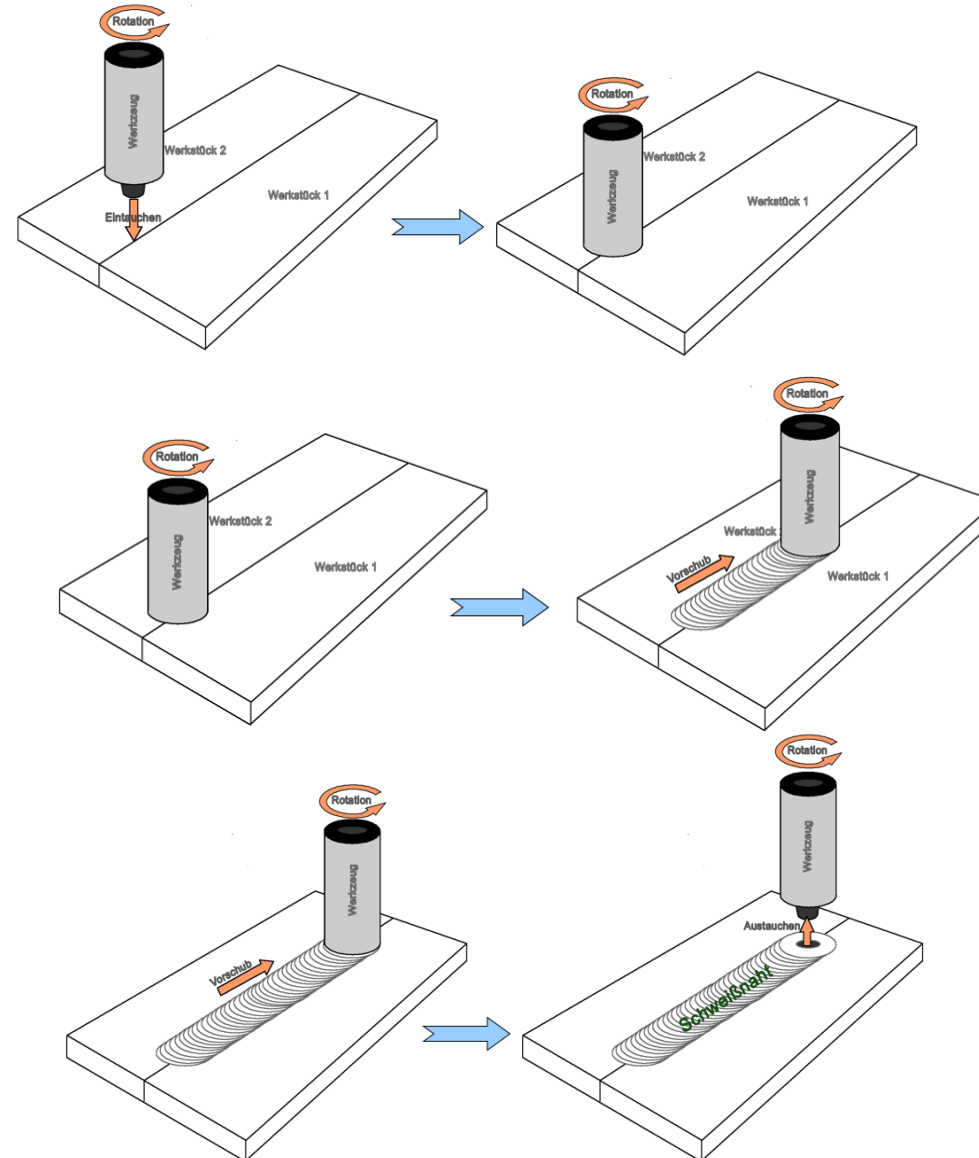
Az FSW hegesztés

– Az eljárás folyamata:

– Behatolás:

– Hegesztés:

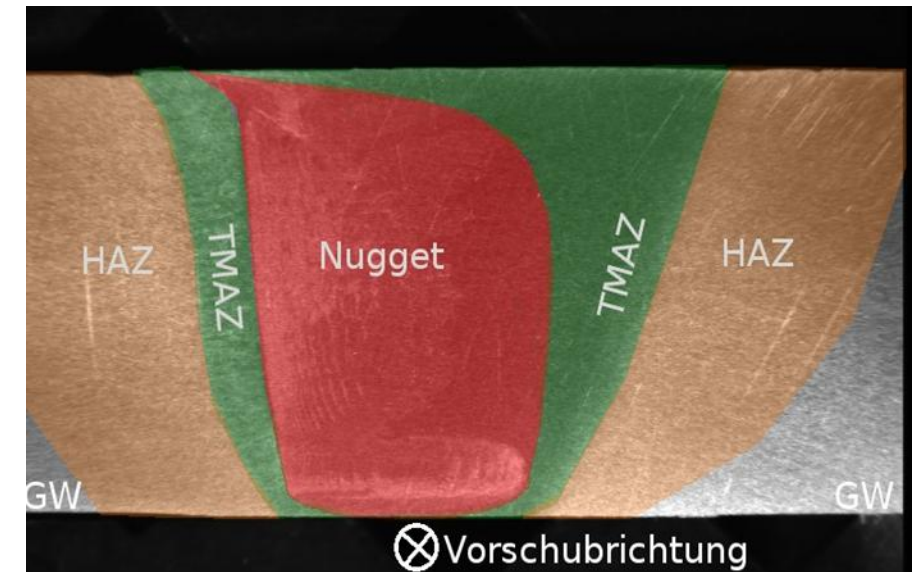
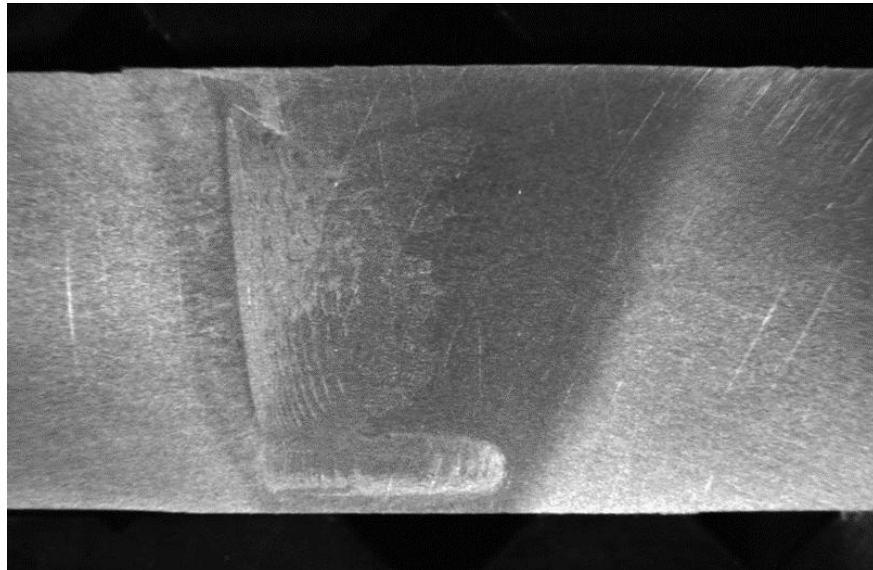
– Kiemelés:



Az FSW hegesztés

– A kialakult varrat szerkezete:

- A hegesztési varrat aszimmetrikus keresztmetszete
- Általánosan finomabb szemcsés szerkezet, mint az alapanyagban.
- Csekély szemnövekedés a hőhatás által érintett zóna területén
- Területek:
 - Keverési zóna a legnagyobb deformációval rendelkező területtel ("nugget")
 - Termomechanikusan befolyásolt zóna (TMAZ)
 - Hőhatás által érintett zóna (HAZ)
 - Alapanyag (GW)



Az FSW hegesztés

– Alapanyagok és varratszilárdság:

– Al:

Vékony lemezfelület: Az alapanyag tartományában elérhető szilárdságok vastag/nagy lemezfelület: kisebb előtolási sebesség → több hőenergiát visznek be → a hőhatás által érintett zóna területén nő a lágyulás (mindazonáltal előnyök az ív-, lézersugaras vagy hibrid hegesztési eljárásokkal szemben - pórusmentesség, kisebb torzulás, folyamatstabilitás). Gyorsacél szerszámok.

– Cu:

Szilárdság kb. 90%-a az alapanyagnak alkalmazásokhoz jó vezetőképesség. szerszámok.

– Acél:

Vékony lemezek, szerkezeti acél: Az alapanyagnál valószínűleg nagyobb szilárdság, kisebb torzulás. Vékony króm-nikkel lemezek: az alapanyaghoz hasonló szilárdság és keménység. Finomszemcsés szerkezeti acél: szilárdság- és keménységcsökkenés a hegesztési varrat területén. Kerámia szerszámok.



Érdekes elektrotechnikai
Bór-nitrid, volfram-renium



Az FSW hegesztés

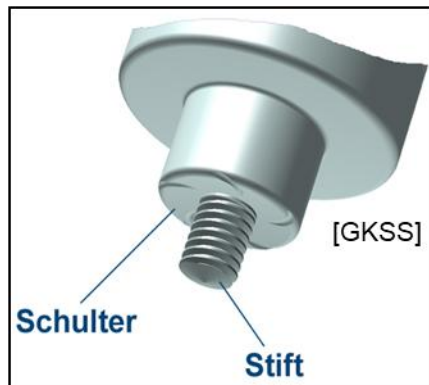
– Szerszámok:

A szerszámok vállból és csapból állnak. A tű a hegesztés során behatol az alkatrészekbe. A vállat a hegesztés során a felületre nyomják.

A csap általában hengeres vagy kúpos alapformájú, és az anyag továbbítása érdekében további, spirális szerkezetekkel van ellátva.

Szerszámanyagok: Szerszámacél, keményfém (BOEHLERIT), volfrámötvözetek, PCBN, kerámia (a csatlakoztatandó anyagtól függően)

Az SLV Berlin-Brandenburg kutatási témája Tantál alapú kavaró dörzshegesztő szerszámok.



Az FSW hegesztés

– Alkatrész és varratgeometriák:

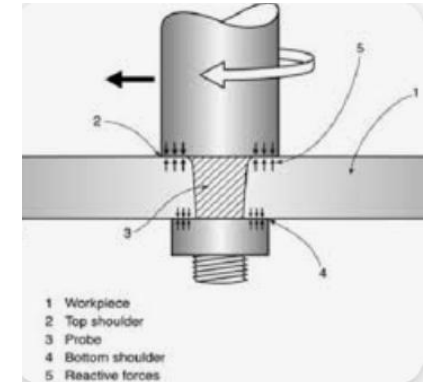
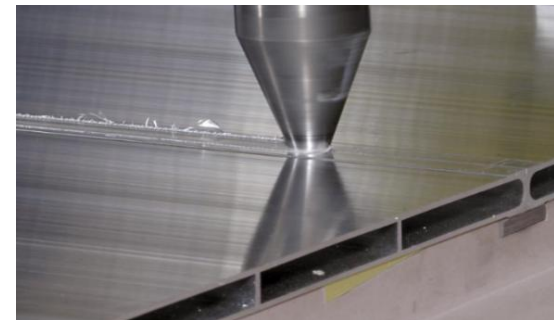
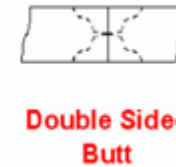
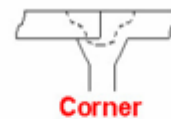
– Lemezek hegesztése:

- Egyoldali- , vastagabb lemezek esetében kétoldali hegesztés
- Bobbin szerszám alkalmazása

– Profilok hegesztése:

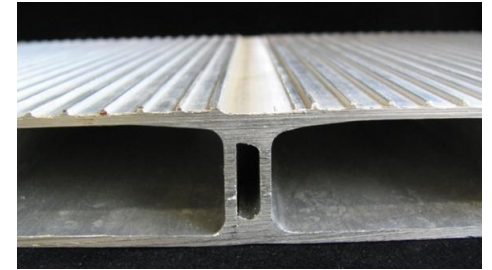
- Egyoldali hegesztés
- Kétoldali hegesztés (egy időben)

– Kötéstípusok:



Alkalmazási területek

– Vasúti kocsigyártás:



– Hajógyártás:



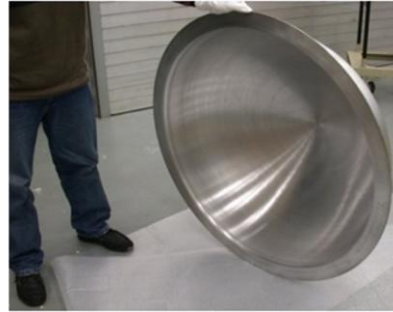
Bis 40 extrudierte
Profile pro Paneel

– Repülőipar:



Alkalmazási területek

– Űrtechnológiák:



– Orvostechnika:



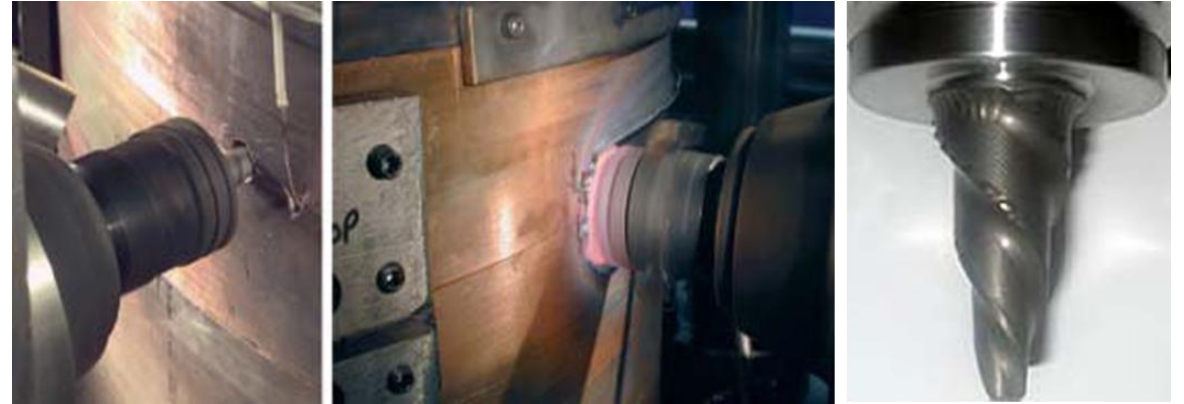
– Járműgyártás:



Alkalmazási területek

– Energetika:

- 50 mm vastag Cu tartály



- Hőcserélők



– Feldolgozó ipar:



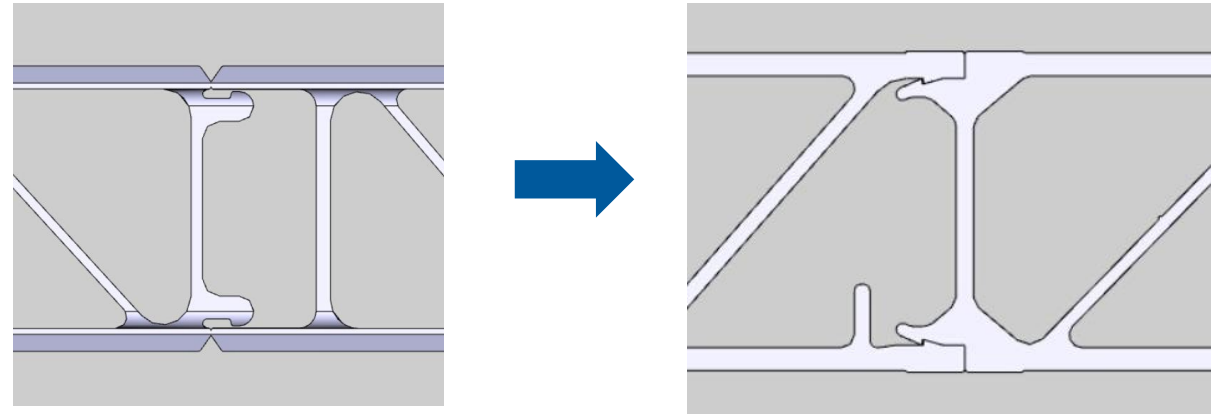
Vasúti alkalmazások:

- 1. vékony falvastagságú extrudált profilok hegesztése (2-6 mm):

- Oldalfalak, tető- és alvázelemek

- Cél:

- falvastagság → tömeg csökkentés
- konvencionális (131) hegesztés kiváltása



- Előny:

- nincs hozaganyag, nincs védőgáz, vékonyabb falvastagságok hegeszthetősége, gyorsabb hegesztés egyszerre mindkét oldal, kevesebb hegesztési elhúzóadás, kevesebb utómunka, **költségmegtakarítás**

- Hátrány:

- költségesebb berendezés, szigorúbb mérettűrésű profilok, nagyobb összeállítási pontosság, korlátozott javíthatóság, gondos anyagmozgatás, nagyobb raktári fegyelem

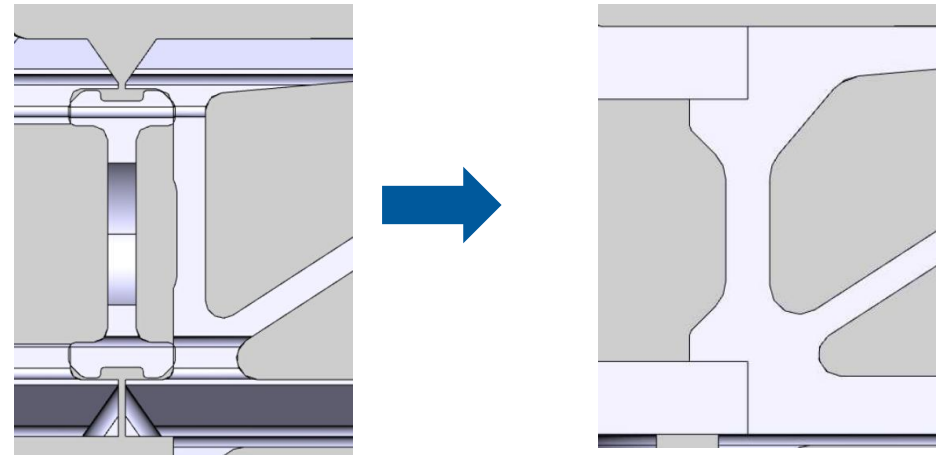
Vasúti alkalmazások:

– 2. vastag falvastagságú extrudált profilok, v. lemezek hegesztése (10-30 mm):

– Alváz főtartó- és végelemek, ütköző részek

– Cél:

- kisebb maradó hegesztési feszültség
- konvencionális (131) hegesztés kiváltása



Előny:

- nincs hozaganyag, nincs védőgáz, gyorsabb hegesztés akár egyszerre mindkét oldal (berendezés függő), egyrétegű varrat, kevesebb hegesztési elhúzóadás, kevesebb utómunka, minimális szilárdságcsökkenés és maradó feszültség, **költségcsökkentés**

Hátrány:

- költségesebb berendezés, profilokat többlet anyaggal kell gyártani és előmegmunkálni, nagyobb összeállítási pontosság, nagyobb raktári fegyelem

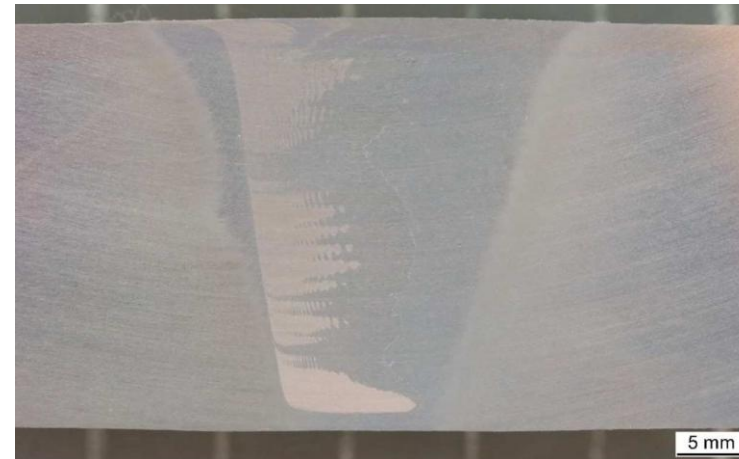
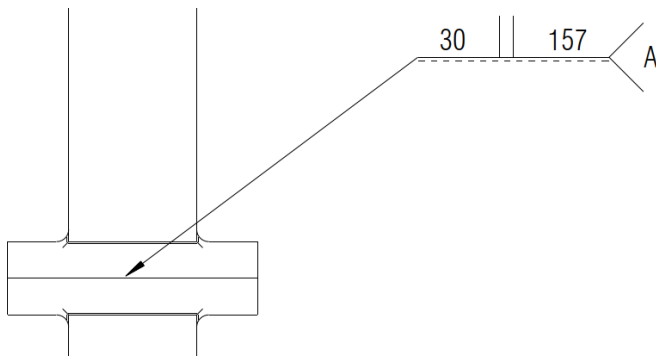
Vasúti alkalmazások:

- További alkalmazási lehetőség

- Cél:
 - anyagmegtakarítás

Erőátviteli és ütköző elemek 50-150 mm falvastagsággal, több esetben 40-60% megmunkálási hulladék

FSW hegesztés alkalmazásával ezen elemek több darabból történő összehegesztésével anyagmegtakarítás



Köszönöm a figyelmüket!

STADLER

Stadler Szolnok Kft.
Bánki D. u. 5.
5000 Szolnok

Koronczai László EWE/IWE, EAE

Telefon +36 56 888 517
Mobil + 36 30 540 8646
laszlo.koronczai@stadlerrail.com