

## Segédletek a Hegesztés című tantárgy laboratóriumi gyakorlataihoz

Összeállították: [Dobránszky János](#) - [Májlinger Kornél](#)

Egyéni fejezetek [Katula Levente Tamás](#) - [Drabik Gergő](#) - [Kemény Dávid Miklós](#)

Szkesztette: [Májlinger Kornél](#)



## Tartalomjegyzék

Útmutató a „Tűz- és balesetvédelem” és a „Laborbejárás” laboratóriumi gyakorlatokhoz .....	4
Látásvédelemi üvegek sötétedési fokozatai <sup>(1)</sup> és használati javaslat ívhegesztéshez MSZ EN 169:2003 szerint.....	5
Útmutató a „MIG/MAG 1, MIG/MAG 2 és MIG/MAG 3” laboratóriumi gyakorlatokhoz.....	6
Huzalelektrodás védőgázos ívhegesztés (13).....	6
MIG/MAG 1 laborgyakorlat.....	12
MIG/MAG 2 laborgyakorlat.....	12
MIG/MAG 3 laborgyakorlat.....	13
MIG/MAG 4, töretvizsgálat laborgyakorlat.....	13
MIG/MAG ESAB laborgyakorlat.....	14
Jegyzőkönyv a MIG/MAG 2 laborgyakorlathoz .....	15
Jegyzőkönyv a MIG/MAG 3 laborgyakorlathoz .....	16
Jegyzőkönyv a MIG/MAG 4, töretvizsgálat laborgyakorlathoz .....	17
Útmutató a „Varratgeometria-mérés” laboratóriumi gyakorlatokhoz.....	20
A varratgeometria méreteinek ellenőrzésére használható eszközök.....	22
Jegyzőkönyv a varratgeometria mérésről .....	24
Hegesztett kötés teherbírásának meghatározása Eurocode 3 szerint .....	25
Útmutató a „Hegesztőanyag kiválasztás” laboratóriumi gyakorlatokhoz .....	28
Segédlet a megfelelő védőgáz kiválasztásához.....	29
Jegyzőkönyv hegesztőanyag kiválasztáshoz.....	31
Útmutató a „WPS 1” laboratóriumi gyakorlatokhoz.....	32
Útmutató a „WPS 2” laboratóriumi gyakorlatokhoz.....	33
ELŐZETES HEGESZTÉSI MUNKARENDI ELŐÍRÁS (pWPS) .....	34
Útmutató a „TIG 1, TIG 2, TIG 3 és TIG 4” laboratóriumi gyakorlatokhoz .....	35
Volfrámelektrodás, védőgázos ívhegesztés (TIG-hegesztés) (14).....	35
TIG 1 laborgyakorlat .....	41
TIG 2 laborgyakorlat .....	41
TIG 3 laborgyakorlat .....	42
TIG 4 laborgyakorlat .....	42
Útmutató a „Mágneses és Penetrálás” laboratóriumi gyakorlatokhoz .....	43
Jegyzőkönyv varrathibákról.....	44
Útmutató az „Ellenállás-pont” hegesztés laboratóriumi gyakorlatokhoz .....	45
Jegyzőkönyv a vizsgált paraméter (vp.) hatásáról .....	49
Útmutató az „Ellenállás-dudor” hegesztés laboratóriumi gyakorlatokhoz .....	50
Segédlet a hegesztőgép kezeléséhez: .....	52
Útmutató az „Kovácshegesztés” laboratóriumi gyakorlatokhoz .....	58
Útmutató az „Kézi ívhegesztés” hegesztés laboratóriumi gyakorlatokhoz .....	59
Kézi ívhegesztés 1 laborgyakorlat .....	59
Kézi ívhegesztés 2 laborgyakorlat .....	59
Útmutató az „Láng” hegesztés laboratóriumi gyakorlatokhoz .....	60
Útmutató az „Csaphegesztés” laboratóriumi gyakorlatokhoz.....	61
Jegyzőkönyv a vizsgált paraméter hatásáról.....	63
Útmutató az „Robot 1.” laboratóriumi gyakorlatokhoz.....	70
Útmutató az „Böhler forrasztás” laboratóriumi gyakorlatokhoz.....	76
Útmutató az „Feladatkiadás, Feladat 1.-3.” laboratóriumi gyakorlatokhoz .....	77
Útmutató az „Feladat prezentáció” laboratóriumi gyakorlatokhoz .....	78
Mellékletek.....	I

A hegesztési eljárások megnevezése és azonosító jelölésük MSZ EN ISO 4063:2023 szerint .....	I
Ömlesztő hegesztési eljárások és a kapcsolódó szabványok aktuális listája .....	VII
Ömlesztő hegesztéskor előforduló hibatípusok számjelei MSZ EN ISO 6520-1:2008 szerint ...	VIII
Felhasznált és ajánlott irodalmak, honlapok .....	XI

## Útmutató a „Tűz- és balesetvédelem” és a „Laborbejárás” laboratóriumi gyakorlatokhoz

### A laboratóriumi foglalkozás menete

- A két csoport külön ül le: hőkezelő tanterem és Robotlabor
- Az oktatók és a demonstrátorok bemutatkozása
- A diákok bemutatkozása (névsorolvasás helyett, de annak pótlásaként is)
- Ismerkedés

Eddig **20 perc.**

Ezt követően a két csoport **35–35 percben**, EGYMÁST VÁLTVA elvégzi a két feladatot.

**1. feladat:** A hegesztési gyakorlatok munkavédelmi, balesetvédelmi, tűzvédelmi és rendfenntartási tudnivalói, szabályai, és a csoportok 2 részre osztása.

- HBSZ (Hegesztési Biztonsági Szabályzat) egyes részeinek ismertetése  
kapcsolódó link (jogtár): [http://net.jogtar.hu/jr/gen/hjegy\\_doc.cgi?docid=A0400143.GKM](http://net.jogtar.hu/jr/gen/hjegy_doc.cgi?docid=A0400143.GKM)
- Légzésvédelem
  - szellőzés és elszívás a hegesztőlaborban
  - frisslevegős pajszs bemutatása
- Látásvédelem a különböző eljárásokhoz alkalmazott pajszok és szemüvegek bemutatása
  - gázhegesztés/lánghegesztés (szemüvegek)
  - TIG pajszok bemutatása (automata pajszs működése)
  - MIG/MAG védőpajszok bemutatása (hegesztő pajszok sötétségi fokozatainak ismertetése)
- A test védelme
  - kötények, kabátok, hegesztő bőrkabátok
  - kesztyű: az alkalmazott eljáráshoz használatos kesztyűk bemutatása
  - fejkendő használata javasolt (sajátot hozzanak!)
- Veszélyforrások a hegesztőlaboratóriumban
  - Sugárzás által okozott veszély:
    - hő (munkadarabok)
    - fény (hegesztő ív)
  - gázpalackok tárolása és kezelése (robbanásveszély)
  - villamos áram
  - hegesztőanyagok kezelése és tárolása
  - munkadarabok kezelése és tárolása
  - nedvesség hatása (vízhűtéses pisztoly, illetve nagyfeszültségű berendezések-folyadékok)
  - keletkező tűz és oltásának lehetőségei
  - Balesetvédelmi rend bemutatása
    - baleset bejelentése az oktatónak
    - ellátás és elsősegély

***Balesetvédelmi nyilatkozat aláírása nélkül senki sem vehet részt a laborgyakorlatokon!***

**2. feladat:** A hegesztési gyakorlatok laborjainak, berendezéseinek bemutatása

- Hegesztő laboratórium bemutatása
  - laborrend ismertetése
  - saját holmi, védőeszközök és anyagok, berendezések tárolási rendje
  - munkadarabok tárolása
  - hegesztőállomások kialakítása és az eszközök rendszeretete
  - kötények, pajszok, kesztyűk, szemüvegek helye
- Hegesztési laboratóriumi berendezések bemutatása
  - hegesztőberendezések és alkalmazási lehetőségeik
  - asztalok védőlemezeinek használata
- ellenállás-hegesztési laboratórium bemutatása
- robotlabor bemutatása
- lemezolló, anyagtárolók bemutatása

Látásvédelemi üvegek sötétedési fokozatai<sup>(1)</sup> és használati javaslat ívhegesztéshez **MSZ EN ISO 16321-1:2022** szerint

Hegesztő eljárás	Áramerősség (Amper)																											
	0,5	2,5	10	20	40	80	125	175	225	275	350	450	1	5	15	30	60	100	150	200	250	300	400	500				
Kézi ívhegesztés					9	10	11		12		13		14															
MIG-hegesztés nehézfémekhez <sup>(2)</sup>							10	11	12		13		14															
MIG-hegesztés könnyűfémekhez							10	11	12	13		14	15															
TIG-hegesztés minden fémhez és ötvözethez				9	10	11		12	13	14																		
MAG -hegesztés						10	11	12	13		14	15																
Oxigénes ívvágás								10	11	12	13	14	15															
Plazmvágás				9	10		11		12		13																	
Plazmaívhegesztés																												
	0,5	2,5	10	20	40	80	125	175	225	275	350	450	1	5	15	30	60	100	150	200	250	300	400	500				

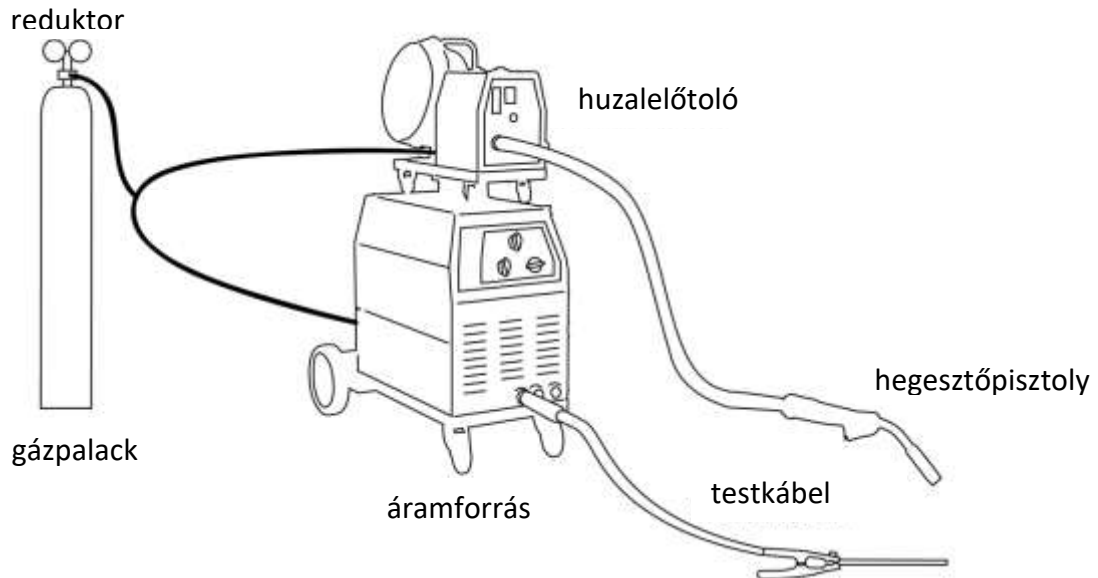
<sup>(1)</sup> A hegesztési feltételek változása esetén (külső fényviszonyok) a közvetlenül előtte vagy utána feltüntetett skála-fokozat választandó

<sup>(2)</sup> A „nehéz fém” elnevezés magába foglalja az acélokat, erősen ötvözött acélokat, a rezet és ötvözeteit, stb.

## Útmutató a „MIG/MAG 1, MIG/MAG 2 és MIG/MAG 3” laboratóriumi gyakorlatokhoz

## Huzalelektrodás védőgázos ívhegesztés (13)

## A hegesztőberendezés elvi felépítése:

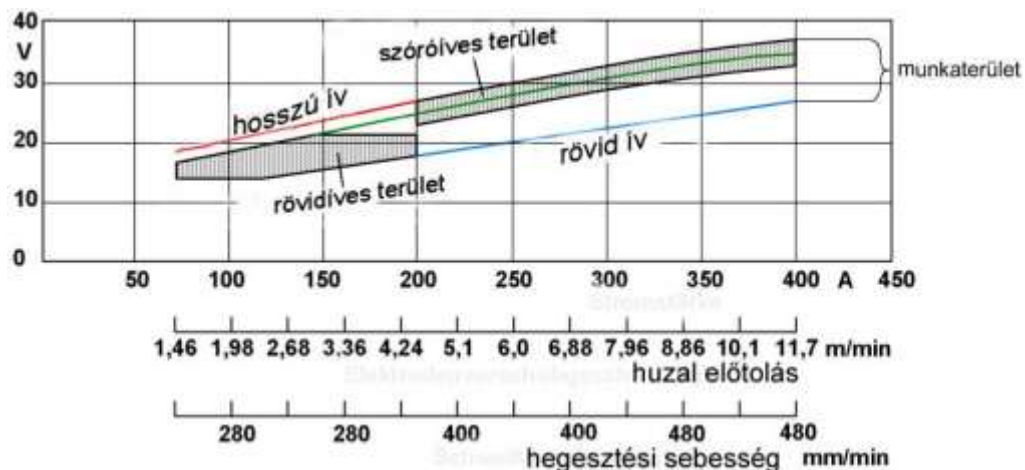


**Alkalmazott védőgázok (MSZ EN ISO 14175:2008):** CO<sub>2</sub> (C1), argon vagy argon és CO<sub>2</sub> (M21) gázkeverékben

- **Huzalelektrodás semleges védőgázos ívhegesztés (131-133) (MIG-hegesztés a Metal Inert Gas szavak kezdőbetűiből).** Szokásos védőgázok: argon (Ar) esetleg hélium (He).
- **Huzalelektrodás aktív védőgázos ívhegesztés (135-138) (MAG-hegesztés a Metal Active Gas szavak kezdőbetűiből).** Szokásos védőgázok: széndioxid (CO<sub>2</sub>) és széndioxid-argon keverékek.
- **US angol rövidítése (131-138)(GMAW a Gas Metal Arc Welding szavak kezdőbetűiből)**
- **HELYTELENÜL** emlegetik: CO<sub>2</sub> hegesztésnek vagy fogyóelektrodás hegesztésnek is.

**Hegesztőanyag:** az alapanyaghoz választott, megfelelő kémiai összetételű huzalelektroda, lehet tömör, vagy portöltésű is. Jellemző elektróda-átmérők: 0,8; 1,0; 1,2; 1,6 mm, felülete lehet csupasz (polimerrel bevont) vagy rézzel, bronzal bevont.

## Hegesztési paraméterek kiválasztása:





**Eljárásváltozatok MSZ EN ISO 4063:2023 szerint:**

- 13** huzalelektrodás, védőgázos ívhegesztés;  
huzalelektrodás, semleges védőgázos hegesztés (MIG-hegesztés);  
huzalelektrodás, aktív védőgázos hegesztés (MAG-hegesztés)
- 131** tömör huzalelektrodás, semleges védőgázos ívhegesztés;  
tömör huzalelektrodás MIG-hegesztés
- 132** porbeles huzalelektrodás, semleges védőgázos ívhegesztés;  
porbeles huzalelektrodás MIG-hegesztés
- 133** fémportöltetű huzalelektrodás, semleges védőgázos ívhegesztés;  
fémportöltetű huzalelektrodás MIG-hegesztés
- 135** tömör huzalelektrodás, aktív védőgázos ívhegesztés;  
tömör huzalelektrodás MAG-hegesztés
- 136** porbeles huzalelektrodás, aktív védőgázos ívhegesztés;  
porbeles huzalelektrodás MAG-hegesztés
- 138** fémportöltetű huzalelektrodás, aktív védőgázos ívhegesztés  
fémportöltetű huzalelektrodás MAG-hegesztés

*Huzalelektródás, védőgázos ívhegesztés során előfordulható zavarok, eltérések lehetséges okai és kiküszöbölésük*

<b>Zavar, eltérés</b>	<b>Valószínű ok</b>	<b>A kiküszöbölés módja</b>
Porozitás	Kevés vagy sok védőgáz	A helyes gázmennyiség beállítása
	Szél vagy huzat elviszi a védőgázt	Gondoskodni kell megfelelő védelemről
	Fröcskölésből származó lerakódások vannak a gázfúvókában	Meg kell tisztítani a gázfúvókát
	A védőgáz nedves	Le kell fúvatni a szén-dioxidos palackból a vizet, vagy nedvességmegkötő készületet kell alkalmazni, szükség esetén a palackot ki kell cserélni
	Befagyott a nyomáscsökkentő (gázreduktor)	Üzembe kell helyezni a nyomáscsökkentőre csatlakozó gázmelegítőt
	Túl nagy ívfeszültség	A helyes ívfeszültség beállítása
	Az alapanyag szennyezett (rozsdás, reve, festék stb.)	Az alapanyag megtisztítása
	A huzalelőtölés nem elegendő, ezért kicsi az áramerősség, a fűrdő hamar megdermed és a gázok nem tudnak távozni, ill. porbeles huzal használata esetén a salak sem tudja kifejteni a hatását	A szükséges áramerősség beállítása a huzalelőtölési sebesség által
	A huzal nedves, rozsdás, szennyezett, a porbeles huzal nem ép	A huzal megtisztítása vagy kicserélése
	A varrat túlhevül a helytelen hegesztési adatok következtében nem megfelelő hegesztőhuzal, kevés dezoxidáló ötvözőt tartalmaz	A megfelelő technológiai adatok beállítása, ill. a hegesztési sebesség növelése a huzal kicserélése
Elakad vagy akadozik a huzal	Nagy a huzalkinyúlás	A megfelelő huzalkinyúlással kell hegeszteni
	A szorítóörgők nem szorítanak vagy túl erősen szorítanak és a huzalt ellapítják, így az beszorul az áramátadó hüvelybe	Be kell állítani az optimális görgőnyomást
	Nem megfelelő méretű vagy profilú görgők	A megfelelő görgők alkalmazása
	Hálózati feszültség ingadozás	A hálózati feszültség ingadozás okának feltárása
	Az áramátadó hüvely végére fröcskölés tapadt	Az áramátadó megtisztítása
	A hegesztőpisztoly kapcsolója vagy a vezérlő kábel sérült	A sérült elem javítása
	A huzal nincs egyenletesen felcsévéelve a dobra, emiatt legombolyításkor meg-megakad	A huzalt befűzés előtt szemrevételezzük és csak egyenletes, szép felületű tekercset használjunk
	A pisztoly tömlője gyűrött	Hegesztés közben a tömlő minél egyenesebben helyezkedjen el

*Huzalelektrodás, védőgázos ívhegesztés során előfordulható zavarok, eltérések lehetséges okai és kiküszöbölésük*

<b>Zavar, eltérés</b>	<b>Valószínű ok</b>	<b>A kiküszöbölés módja</b>
A tompa vagy sarokvarrat túl domború	Az adott áramerősséghez és huzalátmérőhöz túl kicsi az ívfeszültség, ill. túl nagy a hegesztési sebesség	A megfelelő ívfeszültség beállítása, a hegesztési sebesség csökkentése
Kristályosodási repedés	Túl nagy ívfeszültség	Az ívfeszültség összehangolása az áramerősséggel
	Az alapanyag sok szenet, ként vagy egyéb szennyező anyagot tartalmaz	Az alapanyag vegyi összetételének az ellenőrzése
A varrat felszíne sima, de fénytelen, szürke. Valószínű, hogy a varrat porózus	Okai ugyanazok lehetnek, mint a porozitás okai	Az elhárítás módja megegyezik a porozitás elhárítási módjával
Salakzárvány (porbales huzal használata esetén)	Kis ívfeszültség	Az ívfeszültség növelése
	A salak előrefolyik a kis hegesztési sebesség vagy helytelen ívelés miatt	A helyes hegesztési sebesség beállítása, a salak visszaszorítása ívnyomással
	A salak az előző rétegről maradt ott	A salakot minden réteg után el kell távolítani
Az ív túlzott bemélyülése az alapanyagba	Túl kis ívfeszültség	A feszültség megfelelő beállítása
	Túl nagy huzalelőtolási sebesség	A huzalelőtolási sebesség csökkentése
Szélkiolvadás	Nagy az ívfeszültség	Helyes ívfeszültség beállítása
	A pisztoly vezetése helytelen	A pisztolyvezetésen módosítani kell, íveléskor a széleken ki kell tartani
Erős fröcskölés	Az áramátadó túlzottan kinyúlik a gázterelő hüvelyből	Megfelelő méretű gázterelő fúvóka áramátadó hüvely alkalmazása
	Túl kicsi a hegesztő tápegység impedanciája	Helyes fojtásbeállítás
	Túl hosszú az ív	Megfelelő ívfeszültség beállítása
	Kevés a védőgáz, vagy csekély az argon	A védőgáz, ill. az argon mennyiségének növelése
A huzal összeolvad a fúvókával	Kicsi a huzalelőtolási sebesség	A huzalelőtolási sebesség növelése
	Túl nagy ívfeszültség	A feszültség beállítása
	Nem folyamatos a huzaladagolás	Az előtoló berendezés átvizsgálása
	Túl kicsi az áramjárta huzalhossz	A hegesztőpisztoly megemelésével a helyes érték beállítása
	Kicsi az előtológörgők nyomása	Az előtológörgők nyomásának növelése

*Huzalelektrodás, védőgázos ívhegesztés során előfordulható zavarok, eltérések lehetséges okai és kiküszöbölésük*

<b>Zavar, eltérés</b>	<b>Valószínű ok</b>	<b>A kiküszöbölés módja</b>
Az ív égése szabálytalan	Levegő jut be az ívbe	Melegrepedés
	Hiba a huzaladagolásban	A gáztömlő átvizsgálása
	Hibás a hegesztőpisztoly tömítése, vízszivárgás	A tömítés kicserélése
	Kevés vagy sok a védőgáz	Az gázellátó rendszer ellenőrzése
	A fúvókát beszennyezte a fröcskölés	A fúvóka letisztítása
	Az alapanyag szennyezett	Az alapanyag megtisztítása
	Hideg alapanyag	Az alapanyag előmelegítése
	Szennyezett a hegesztőhuzal	A huzalcséve kicserélése
	Szennyezett védőgáz	A gázpalack kicserélése
	Túl nagy hegesztési sebesség	A hegesztési sebesség csökkentése vagy az alapanyag előmelegítése
	Nagy áramerősség	A huzalelőtolási sebesség csökkentése
Túl hosszú ív	Az ívfeszültség csökkentése	
Nem megfelelő varratbeolvadás	Nem megfelelően megválasztott hegesztési technológia	A hegesztőpisztoly tartását változtatni, az áramerősséget növelni, a hegesztési sebességet csökkenteni
	Túl nagy a szabad huzalhossz	Az munkadarab és az áramátadó hüvely közötti távolságot csökkenteni
	A hegesztés kezdetén rossz a varratminőség	Az ívet segédanyagon kell húzni vagy a hegesztés előtt az anyagot előmelegíteni
	Túl nagy a hegesztési sebesség	A hegesztési sebességet csökkenteni kell vagy az anyagot előmelegíteni
	Nagy az áramerősség	A huzaladagolás sebességének csökkentése
	Túl hosszú az ív	Az ív feszültségének csökkentése
Nincs ív vagy az ív gyorsan kialszik ill. kicsi a teljesítménye	Hibás polaritás	A polaritás ellenőrzése, szükség esetén felcserélése
	Túl kis ívfeszültség	A feszültség helyes beállítása
	Nem folyamatos a huzalelőtolás	A huzalelőtoló berendezés átvizsgálása
	Az áramkör nem zárt, vagy nagy a feszültségesés a kábeleken	Áramvisszavezető kábel csatlakozás ellenőrzése, ha túl hosszú a kábel, az észszerű hosszúságúra cserélése
	Megszakadt a vezérlőkábel, rossz a kapcsoló érintkezése	A vezeték és a kapcsoló felülvizsgálata

**A laborgyakorlatok során elvégzendő feladatok:****MIG/MAG 1 laborgyakorlat**  
**Hernyóvarrat készítése szénacél lemezre****Célok:**

- A hegesztőgépek / berendezések bemutatása
  - működés és beállítási lehetőségek bemutatása
  - gázpalackok működésének bemutatása.
- A varratképzés megismerése felrakóhegesztésnél, ömlesztő hegesztési eljárással.
  - egyenes,
  - egyenletes varratvastagságú és
  - egyenletes varratdudor-magasságú hernyóvarrat készítése az acéllemez hosszanti élével párhuzamosan **PA** pozícióban (a lemezgeometriából adódóan akár 8-10 varratsornak van hely).
- A hegesztési paraméterek varratgeometriára gyakorolt hatásának bemutatása,
  - a balra-, jobbra történő hegesztés bemutatása.
- A MIG/MAG eljárások gyakorlati megismerése.

**Alapanyag:** 200×100×3 mm-es acéllemez, anyaga S235JR

**Hegesztőanyag:** Ø 1 mm-es szénacél elektródahuzal, 18 % CO<sub>2</sub> – 82 % Ar gázkeverék védelem

**Iránymutató hegesztőgép beállítási paraméterek:** U=18-20 V; v=3,2-4,5 m/min, védőgáz=10-12 l/perc.

**MIG/MAG 2 laborgyakorlat**  
**Tompavarrat kialakítása kettő szénacél lemez között****Célok:**

- Varratképzés megismerése kötőhegesztésnél, ömlesztő hegesztési eljárással,
  - egyenes,
  - egyenletes varratvastagságú és
  - egyenletes varratdudor-magasságú varrat készítése kettő, hézaggal tompán illesztett acéllemez között **PA** pozícióban.
- A MIG/MAG eljárások bővebb gyakorlati megismerése.

**Alapanyag:** 2 db 50×100×3 mm-es acéllemez, anyaga S235JR, (a lemezeket a Hegesztési szakosztály a két végükön 1,5 mm-es illesztési hézaggal összefűzi).

**Hegesztőanyag:** Ø 1 mm-es szénacél elektródahuzal, 18% CO<sub>2</sub> – 82 % Ar gázkeverék védelem

**Iránymutató hegesztőgép beállítási paraméterek:** U=18-20 V; v=3,2-4,5 m/min, védőgáz=10-12 l/perc.

**A hallgató számolja ki a ténylegesen meghegesztett kötés teherbírását [Eurocode 3 szerint](#) (időigény szerint már otthon)**

**A Hallgatók készítsenek egy pWPS-t az általuk kivitelezett kötéshez, szükséges lesz rájuk a WPS 2 laboron**

**A Hallgatók vigyék haza a lehegesztett darabot, mert szükséges lesz rájuk a Penetrálás/Mágneses mérés laborokhoz**

### MIG/MAG 3 laborgyakorlat

#### Sarokvarrat készítése 90°-os szöget bezáró szénacél lemezeken

##### Célok:

- A varratképzés megismerése sarokvarratnál,
  - egyenes,
  - egyenletes varratvastagságú és
  - egyenletes varratdudor-magasságú sarokvarrat készítése két 90°-os illesztésű acéllemez kötésére **PB** pozícióban mindkét oldalon.
- A Hallgató figyelje meg a hegesztési sebesség befolyását a varratgeometriára.
- A három típusú hegesztett kötés összehasonlítása egyazon alapanyag, anyagvastagság és hegesztőhuzal esetében.
- Amennyiben marad idejük a Hallgatók kétoldali sarokvarratot is hegeszthetnek.
- A MIG/MAG eljárások bővebb gyakorlati megismerése.

**Alapanyag:** 2 db 50×100×3 mm-es acéllemez, anyaga S235JR

**Hegesztőanyag:** Ø 1 mm-es szénacél elektródahuzal, 18% CO<sub>2</sub> – 82 % Ar gázkeverék védelem  
**Iránymutató hegesztőgép beállítási paraméterek:** U=18-20 V; v=3,2-4,5 m/min, védőgáz=10-12 l/perc.

**A hallgató számolja ki a ténylegesen meghegesztett kötés teherbírását [Eurocode 3 szerint](#) (időigény szerint már otthon)**

**A Hallgatók készítsenek egy pWPS-t az általuk kivitelezett kötéshez szükséges lesz rájuk a WPS 2 laboron**

### MIG/MAG 4, töretvizsgálat laborgyakorlat

##### Célok:

- Egy a hegesztők minősítéséhez tartozó egyszerű vizsgálati módszer megismerése sarokvarratos kötés esetén.
  - egyoldalú,
  - egyenes,
  - egyenletes varratvastagságú és
  - egyenletes varratdudor-magasságú sarokvarrat készítése két 90°-os illesztésű acéllemez kötésére **PB** pozícióban.
  - A varrat hosszirányú bevágása gyorsdarabolóval („flex”) és eltörése présgépen.
  - Az eltört darabok szemrevételezése és kiértékelése.
- A Hallgató figyelje meg a hegesztési eltérések/hibák megfigyelhetőségét és megjelenését varrattörten.

A három típusú hegesztett kötés összehasonlítása egyazon alapanyag, anyagvastag

**Alapanyag:** 2 db 50×100×6 mm-es acéllemez, anyaga S235JR

**Hegesztőanyag:** Ø 1 mm-es szénacél elektródahuzal, 18% CO<sub>2</sub> – 82 % Ar gázkeverék védelem  
**Iránymutató hegesztőgép beállítási paraméterek:** U=18-20 V; v=3,2-4,5 m/min, védőgáz=10-12 l/perc.

**A hallgató rajzolja le az eltört darab töretfelületét é kategorizálja a talált eltéréseket / hibákat MSZ EN ISO 6520-1:2008 szerint (időigény szerint már otthon)**

### **MIG/MAG ESAB laborgyakorlat**

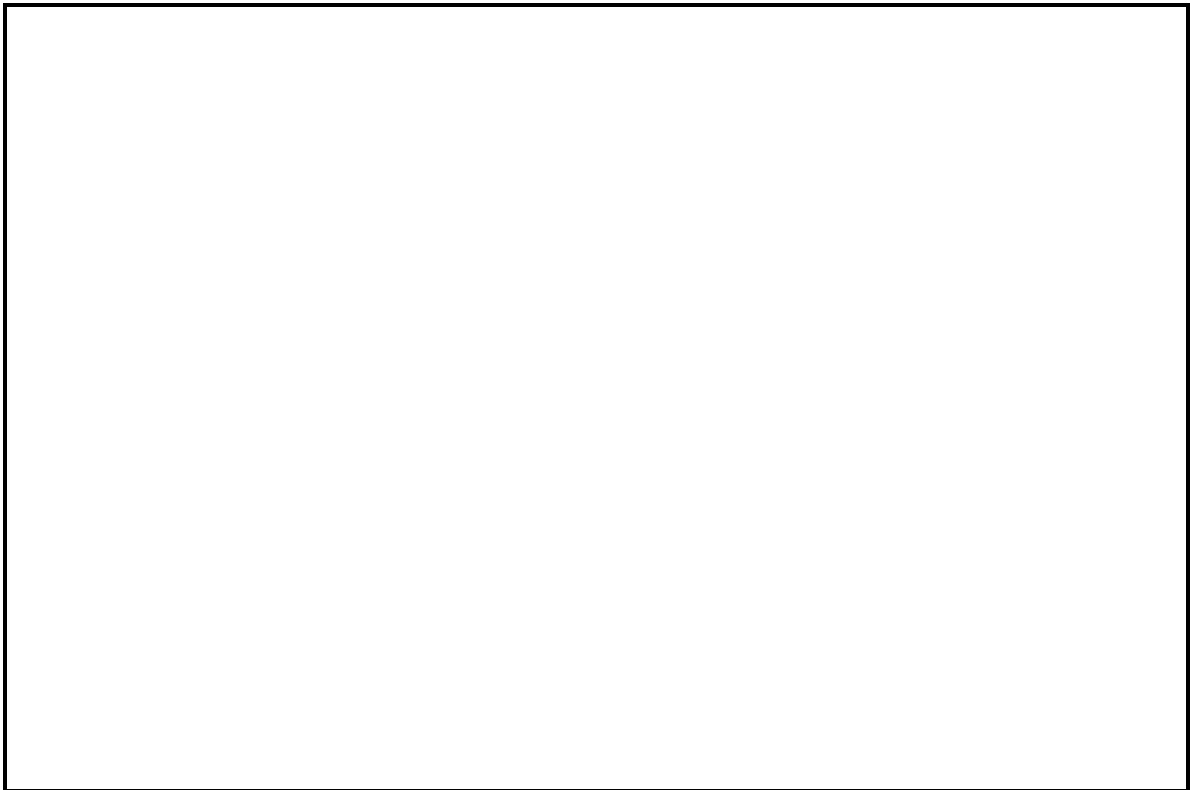
Tanszékünk területén működik az immár 120 éves múlttal rendelkező ESAB cég hivatalos magyarországi bemutató laborja.

#### **Célok:**

- A legmodernebb hegesztőgépek és hegesztési minőségirányítási rendszerhez tartozó funkcióinak megismerése.
- A Hallgató figyelje meg és vesse össze a hegesztés mely WPS-eken is szereplő paramétereink adatgyűjtésére, ill. befolyásolására („korlátozására”) van lehetőség egy modern hegesztőgépen.
- Profi hegesztő által kivitelezett varratképzés megismerése.
- A Hallgató figyelje meg a különböző üzemmódokban szakszerűen kivitelezett kötések geometriáját.
- Amennyiben marad idejük, a Hallgatók kipróbálhatják ezeket a speciális hegesztési eljárásváltozatokat is.
- A MIG/MAG eljárások bővebb gyakorlati megismerése.

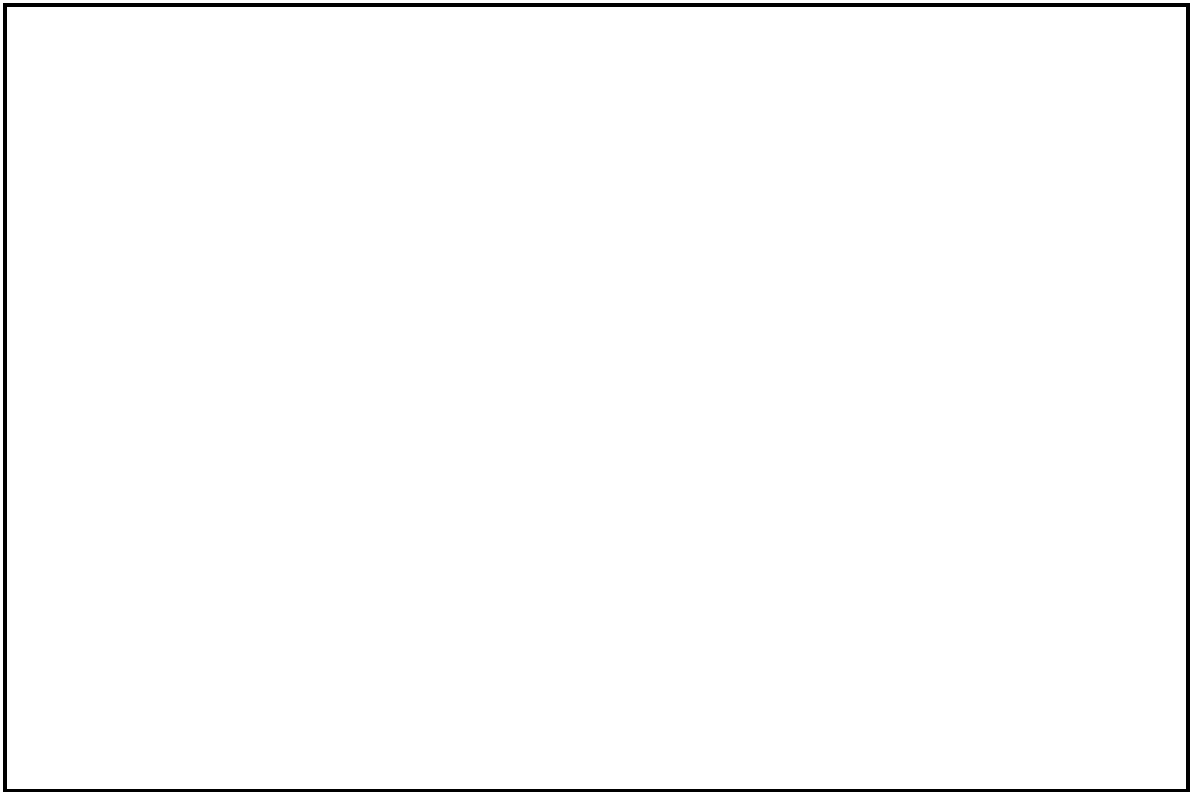
#### **Fontos tudnivalók MIG/MAG laborgyakorlatokhoz:**

- A huzaltartó fékje megfelelő erővel fékezzen, hogy a huzal ne akadjon össze
- Az áramátadás egyenletessége fontos, ugyanis a hegesztőgép vezérlése a feszültség-ingadozást gyors áramerősség-változtatással kompenzálja, amely nagymértékű fröcskölést okoz.  
*Elkerülése:* ügyeljen arra, hogy az áramátadó a huzal átmérőjének megfelelő méretű, jó állapotú legyen. Csak jó minőségű (megfelelő rézötvözetből készült, húzott, sima felületű) kontaktuscsovet alkalmazzon, azt ne "tisztítsa" fémszerszámmal és ne fúrja fel.
- Az előtolóban megfelelő típusú (V-hornyú, sima felületű) és méretű görgő legyen!
- Ha CO<sub>2</sub> gázzal áttér a jobb tulajdonságot és szebb felületet, kisebb fröcskölést biztosító argon és CO<sub>2</sub> gázkeverékre (pl. 80 % Ar + 20 % CO<sub>2</sub>), akkor vegye figyelembe, hogy a gázkeverék pisztolyt hűtő hatása kisebb (esetleg vízűtéses pisztoly kell ugyanolyan áramerősség mellett) valamint a beolvadási mélység kisebb (hegesztési technológia módosítása).

**Jegyzőkönyv a MIG/MAG 2 laborgyakorlathoz**

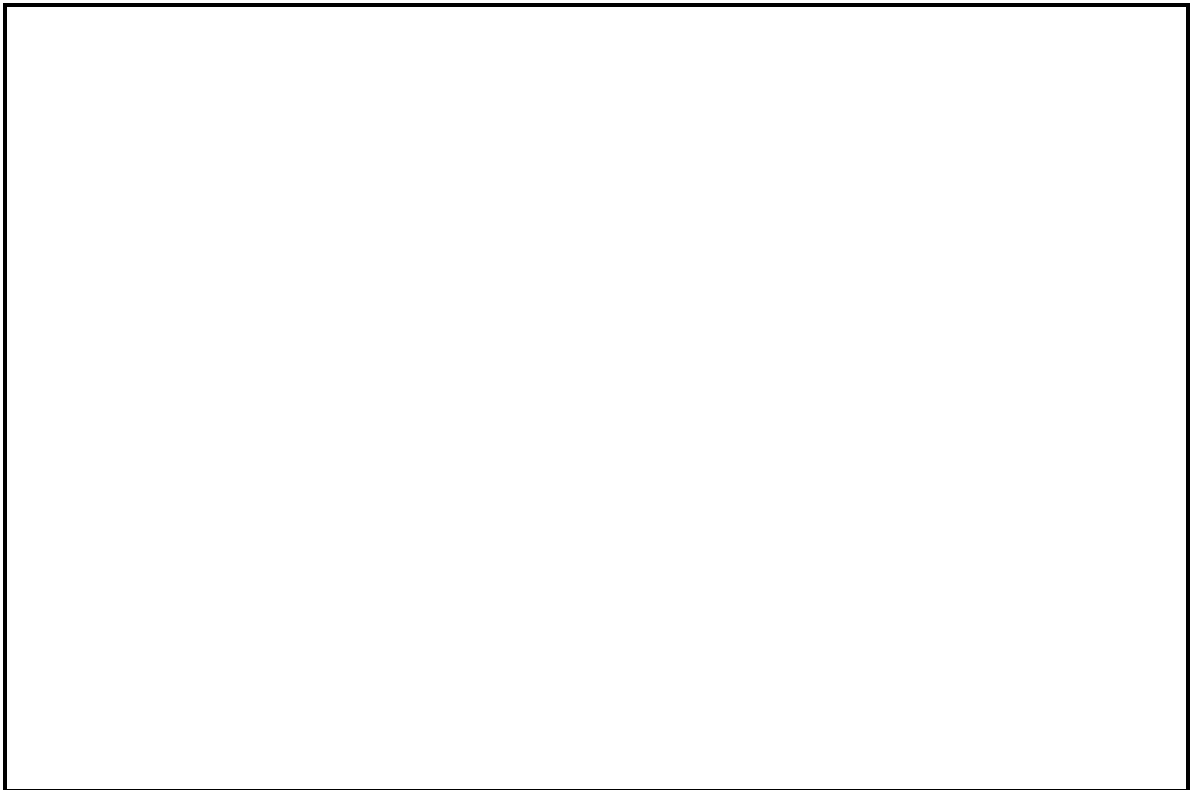
Szabadkézi vázlat a meghegesztett kötésről a főbb jellemzők (nettó varrathossz (hibák nélkül), beolvadási mélység, a -méret / z -méret...stb. beméretezve)


Számolás a leskicelt hegesztett kötés teherbírásának meghatározása Eurocode 3 szerint  
(ld. [mintapéldák](#))

**Jegyzőkönyv a MIG/MAG 3 laborgyakorlathoz**

Szabadkézi vázlat a meghegesztett kötésről a főbb jellemzők (nettó varrathossz (hibák nélkül), beolvadási mélység, a -méret / z -méret...stb. beméretezve)


Számolás a leskicelt hegesztett kötés teherbírásának meghatározása Eurocode 3 szerint  
(ld. [mintapéldák](#))

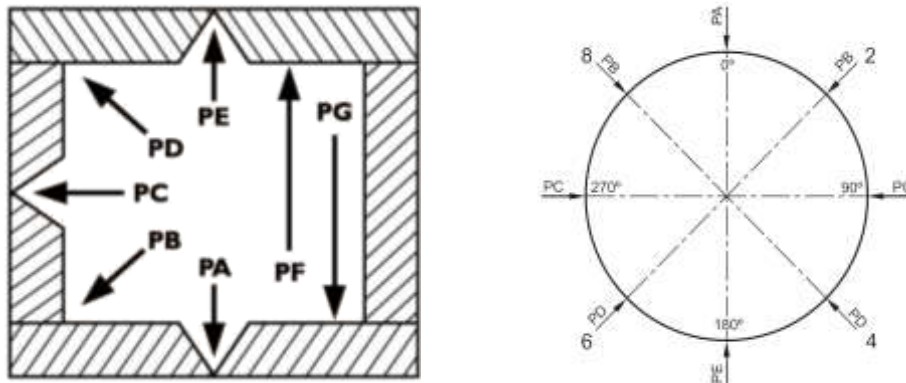
**Jegyzőkönyv a MIG/MAG 4, töretvizsgálat laborgyakorlathoz**

Szabadkézi vázlat a meghegesztett kötés töretéről a megfigyelt eltérések / hibák jelölésével, megnevezésével

Hibatípus számjele	Hiba megnevezése

A megfigyelt hibák felsorolása és szabványos számjeleikkel  
MSZ EN ISO 6520-1:2008 szerint

Emlékeztetőül a hegesztési pozíciók betűjelei MSZ EN ISO 6947:2020 szerint:



**PJ** rögzített cső fentről lefelé hegesztve

**J-L045** ferde tengelyű rögzített cső fentről lefelé hegesztve

**PH** rögzített cső letről felfelé hegesztve

**H-L045** ferde tengelyű rögzített cső letről felfelé hegesztve

A hozaganyagok csoportjai acélokhöz és nikkellel erősen ötvözött acélokhöz MSZ EN ISO 9606-1:2017 szerint:

**Csoport Hozaganyag a következőalapanyagokhoz**

**FM1** Ötvözetlen és finomszemcsés acélok

**FM2** Nagyszilárdságú acélok:

**FM3** Melegszilárd acélok:  $Cr < 3,75\%$

**FM4** Melegszilárd acélok  $3,75 < Cr < 12\%$

**FM5** Korrozíóálló és hőálló acélok

**FM6** Nikkel és ötvözetei (nikkellel erősen ötv. acél)

**Az alapanyagok csoportosítása az ISO 15608:2025 szerint (csak főcsoportok):**

Főcsoport	Alcsoport	Anyagtípus
1		Acélok $R_{eH \text{ min.}} \leq 460 \text{ N/mm}^2$ és $C \leq 0,25$ ; $Si \leq 0,6$ ; $Mn \leq 1,7$ ; $Mo \leq 0,7$ ; $S \leq 0,045$ ; $P \leq 0,045$ ; $Ni \leq 0,5$ ; $Cr \leq 0,3$ (0,4 öntvényeknél); $Nb \leq 0,05$ ; $V \leq 0,12$ ; $Ti \leq 0,05$ (tömeg%)
	1.1	$R_{eH \text{ min.}} \leq 275 \text{ N/mm}^2$
	1.2	$275 \text{ N/mm}^2 \leq R_{eH \text{ min.}} \leq 360 \text{ N/mm}^2$
	1.3	Normalizált finomszemcsés acélok $R_{eH} > 360 \text{ N/mm}^2$
	1.4	Légköri korrózióálló acélok, melyek összetétele egyes ötvözőknél esetenként túllépheti a felsorolt ötvözőtartalmat
2		Termomechanikusan hengerelt finomszemcsés acélok $R_{eH \text{ min.}} > 360 \text{ N/mm}^2$
3		Nemesített és kiválóan keményített acélok, rozsdamentes acélok kivételével $R_{eH \text{ min.}} > 360 \text{ N/mm}^2$
4		Vanádiummal gyengén ötvözött Cr-Mo-(Ni) acélok ahol: $Mo \leq 0,7 \%$ és $V \leq 0,1 \%$
5		Vanádiummentes Cr-Mo acélok ahol: $C \leq 0,35 \%$
6		Vanádiummal erősen ötvözött Cr-Mo-(Ni) acélok
7		Ferrites, kiválóan keményített vagy martenzites rozsdamentes acélok ahol: $C \leq 0,35 \%$ és $10,5\% \leq Cr \leq 30 \%$
8		Ausztenites rozsdamentes acélok
9		Nikkel övözésű acélok, ahol: $Ni \leq 10 \%$
10		Ausztenit-ferrites (duplex) rozsdamentes acélok
11		Az 1. főcsoport szerinti acélok de $0,25\% \leq C \leq 0,5\%$
21		Allumínium és ötvözetei
31		Réz és ötvözetei
41		Nikkel és nikkelötvözetek
51		Titán és ötvözetei
61		Cirkónium és ötvözetei
71		Öntöttvasak

## Útmutató a „Varratgeometria-mérés” laboratóriumi gyakorlathoz

### Célok:

- A hegesztett kötések varratípusainak,
- mérőeszközeinek
- és a lehetséges varrathibák megismerése ismertetése (Rajzoljunk a táblára!)

### A laborgyakorlat menete:

- Kötéstípusok és azok ismertetése:
- Varratgeometria méreteinek meghatározására szolgáló eszközök bemutatása (
  - varratgeometria méretei és elnevezései (lásd: kiosztott segédlet)
  - az egyes eszközök használatának bemutatása)
- Varrat- és kötéstípusok bemutatása és felismertetése a rendelkezésre álló minták, csiszolatok alapján (sorszámozott minták) kötések csiszolatának körbeadása és a kötés megnevezése:
  - Tompakötés
  - Párhuzamos kötés
  - Átlapolt kötés
  - T, kettős T kötések
  - Sarokkötés
  - Keresztkötés (pl. huzalok)
- kötéshibák közül a legfontosabbak felsorolása és a minták segítségével történő bemutatása:
  - gyökhiba,
  - szélbeégés,
  - hidegkötés,
  - zárvány,
  - porozitás,
  - repedés.

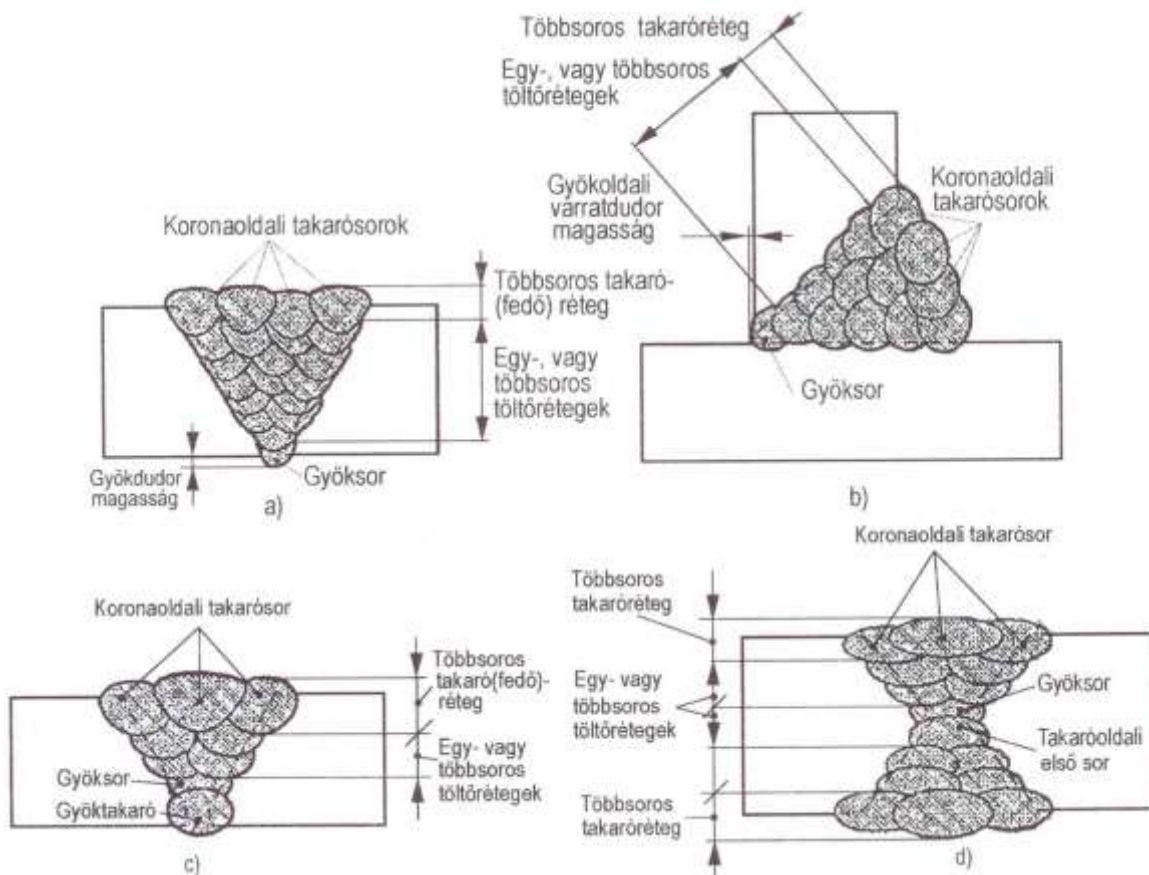
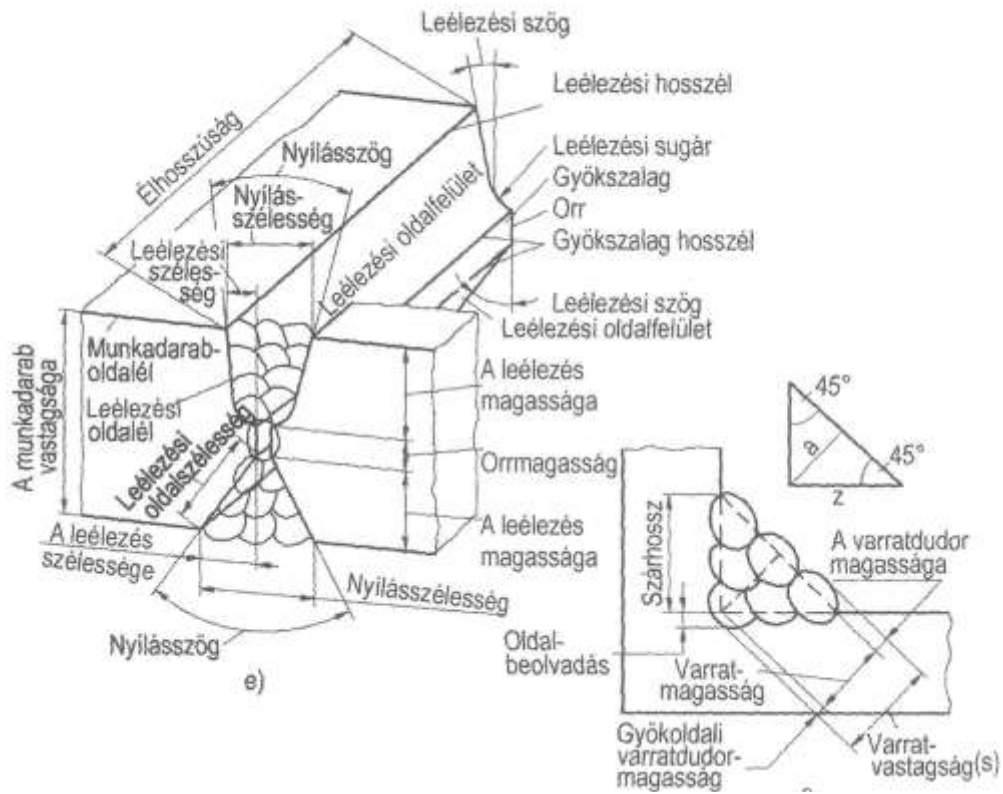
FONTOS: Nem itt, hanem az előadáson taglaljuk a hideg-, melegrepedés...stb. okait!

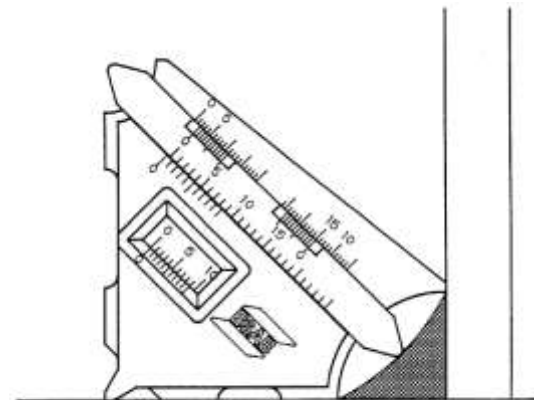
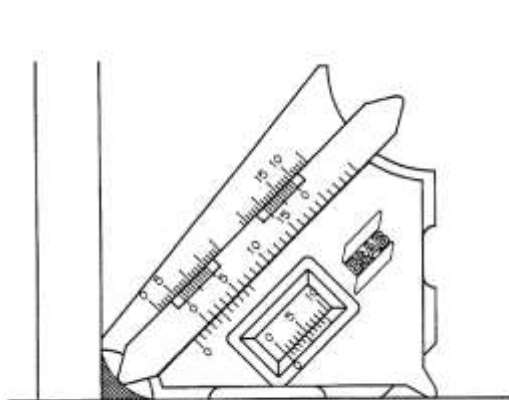
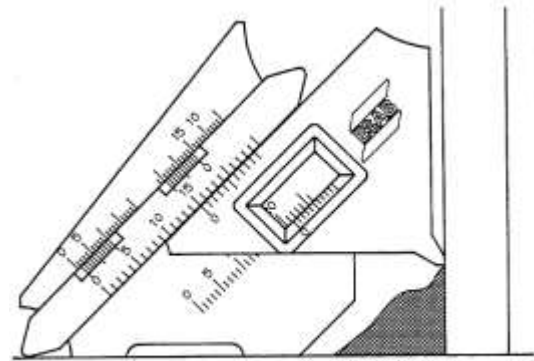
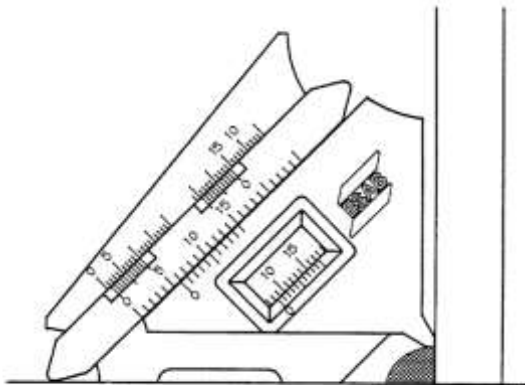
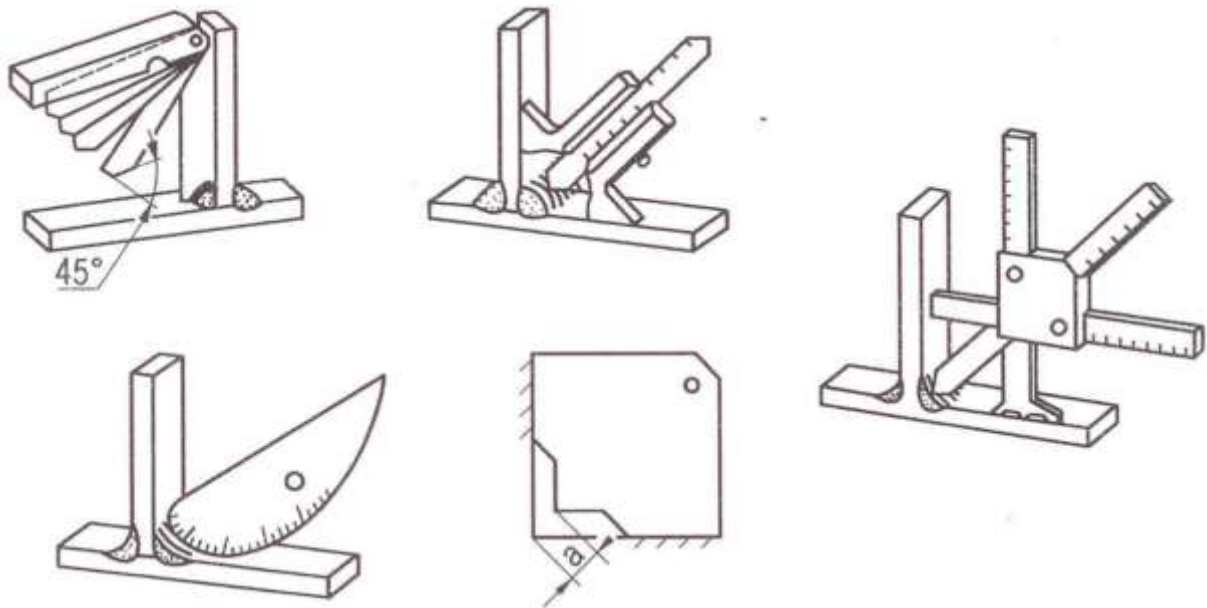
### Elvégzendő feladatok:

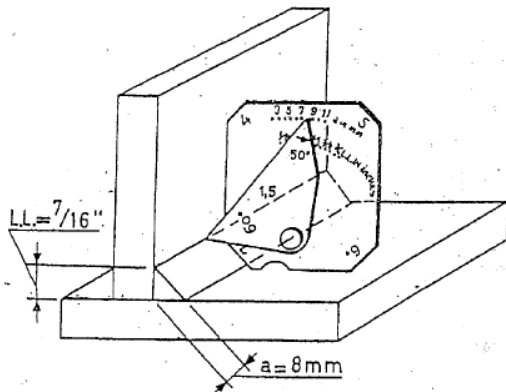
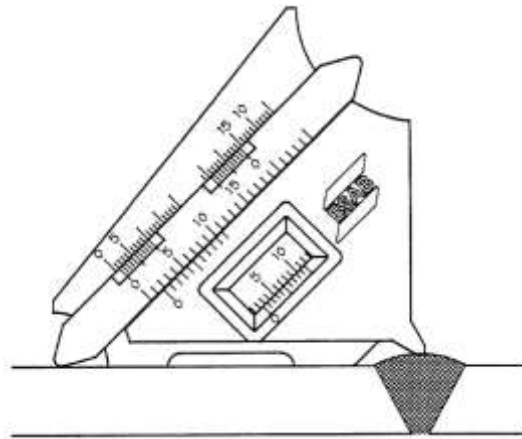
Minden Hallgató kap egy sarokvarratot és megméri a rendelkezésre álló eszközök segítségével a segédleten kiadott geometriai méreteket és **szabadkézi vázlatot** készít róluk:

- keresztcsiszolatokon történő varratgeometria ellenőrzés,
- minden Hallgató mér sarokvarratot a T-kötésen,
- A keresztcsiszolatokról rajzoljon le 3–4 db-ot a füzetébe, méretezze be.
- A fényképes lapon lévő csiszolatokat nézzék meg, ne fogdossák! Próbálják körberajzolni, megszámolni a varratsorokat
- További varratípusok és kötéstípusok demonstrációs csiszolatokon a kötések csiszolatának körbeadásával
- A méréseket kötelező **szabadkézi vázlaton** a segédletben, vagy külön papíron dokumentálni!
  - A kapott hegesztett kötés rajzi megjelenítése
  - főbb méretek feltüntetése a rajzokon
  - gyakorlati jegyzetek:
    - varratgeometria mérésére alkalmas eszközök
    - kötéstípusok és jellemzői
    - [varrathibák](#)

A varratokon az alábbi méreteket kell meghatározni (vázlat a táblán!):



**A varratgeometria méreteinek ellenőrzésére használható eszközök**




**Jegyzőkönyv a varratgeometria mérésről**

--	--

Szabadkézi vázlat a kiválasztott kötés(ek)ről, minél több geometriai jellemzőnek a beméretezésével (a kiadott varratgeometria-mérő mérőműszerek segítségével).

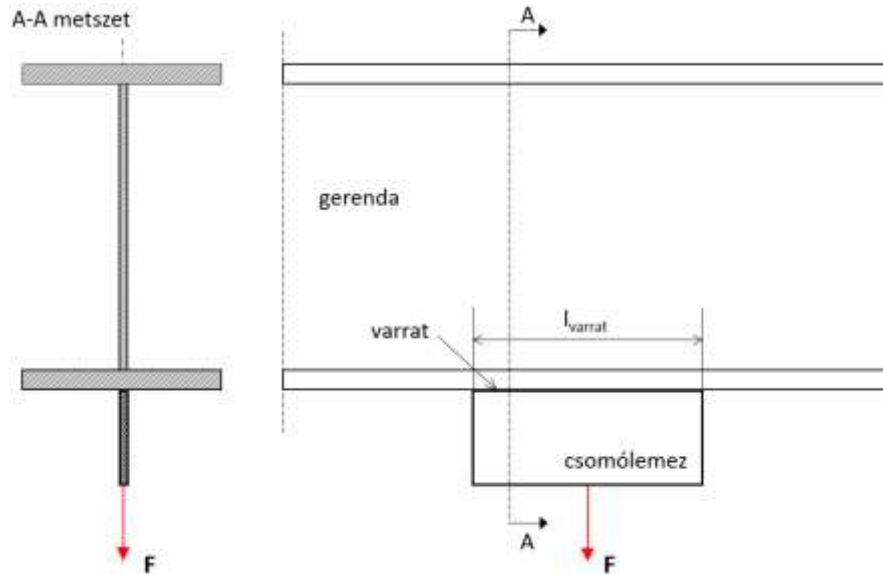
--	--

Szabadkézi vázlat a kiválasztott **hibás** kötés(ek)ről, minél több hibát leskiccelve, ahol lehet méretezve [kódjelével](#)

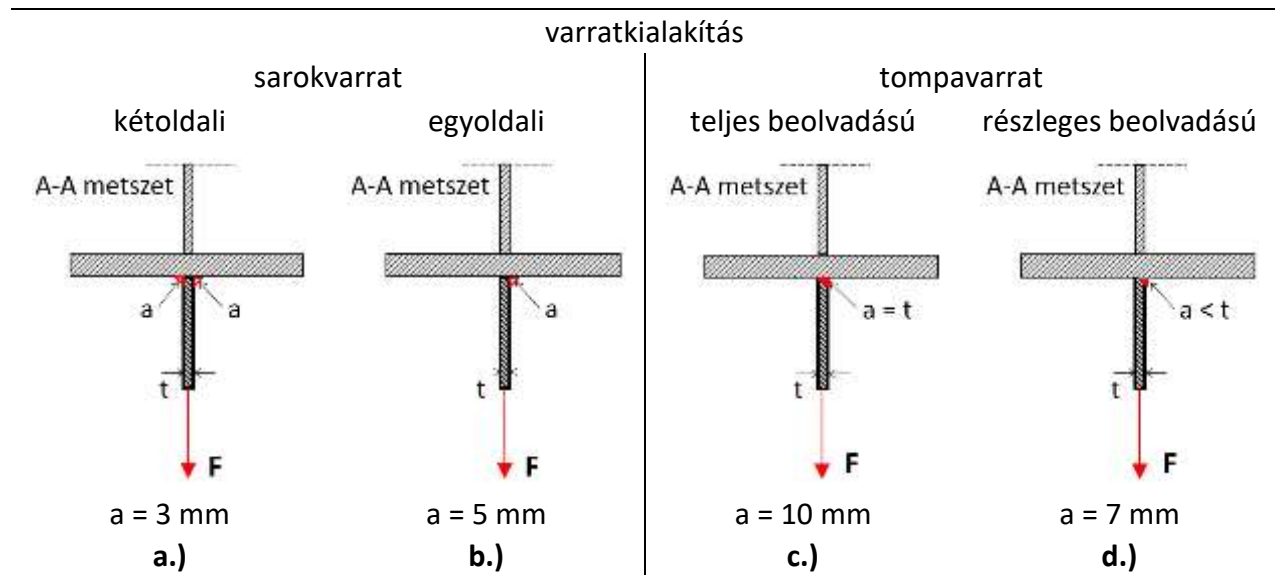
**Hegesztett kötés teherbírásának meghatározása Eurocode 3 szerint**

(mintapélda Eurocode 3: "Design of steel structures  
- Part 1-8: Design of joints, May 2005"-szerint)

Egy gerenda alsó övlemezére  $t = 10$  mm vastagságú csomólemezt hegesztünk az **1. ábra** szerinti kialakításban. A lehetséges varratkialakításokat a **2. ábra** foglalja össze.



**1. ábra** Gerenda alsó övére felhegesztett csomólemez



**2. ábra** Vizsgált varratkialakítások és varratméretek

**További kiinduló adatok :**

Hegesztett varrat hossza:

$$l_{\text{varrat}} = 120 \text{ mm}$$

Alapanyag S235J2:

$$R_e = 235 \text{ N/mm}^2, R_m = 360 \text{ N/mm}^2$$

Parciális (biztonsági) tényezők:

$$\gamma_{M0} = 1,0, \gamma_{M2} = 1,25$$

Korrekciós tényező értéke hegesztett kötések vizsgálatához:

$$\beta_w = 0,8$$

További  $\beta_w$  korrekciós tényező értéke különböző acélminőségekhez az **1. Táblázatban** láthatók.

**1. táblázat**  $\beta_w$  korrekciós tényező értéke különböző acélminőségekhez

Szabványos acélosztály			korrekciós tényező $\beta_w$ (-)
EN 10025	EN 10210	EN 10219	
S 235 S 235 W	S 235 H	S 235 H	0,8
S 275 S 275 N/NL S 275 M/ML	S 275 H S 275 NH/NLH	S 275 H S 275 NH/NLH S 275 MH/MLH	0,85
S 355 S 355 N/NL S 355 M/ML S 355 W	S 355 H S 355 NH/NLH	S 355 H S 355 NH/NLH S 355 MH/MLH	0,9
S 420 N/NL S 420 M/ML		S 420 MH/MLH	1,0
S 460 N/NL S 460 M/ML S 460 Q/QL/QL1	S 460 NH/NLH	S 460 NH/NLH S 460 MH/MLH	1,0

**A hegesztett kötés teherbírásának meghatározása homogén feszültséget feltételezve a teljes varratképben, melyet legrosszabb eset feltételezésével (tisztá nyírás) vesz fel a varrat:**

**a.) kétoldali sarokvarrat** és  $a = 3 \text{ mm}$  esetén, a varrat teherbírásának meghatározása egyszerűsített eljárással.

A varrat nyírási szilárdsága:

$$f_{vw,d} = R_m / (3^{0,5} \times \beta_w \times \gamma_{M2}) = 360 / (1,732 \times 0,8 \times 1,25) = \underline{208 \text{ (N/mm}^2\text{)}}$$

A sarokvarrat egységnyi hosszra jutó (fajlagos) ellenállása:

$$F_{w,Rd} = f_{vw,d} \times a = 207,8 \times 0,3 = 623 \text{ (N/mm)}$$

A kétoldali  $l_{varrat}$  -hosszúságú sarokvarratok teherbírása:

$$F_{Rd} = F_{w,Rd} \times l_{varrat} \times 2 = 623 \times 120 \times 2 = \underline{149,5 \text{ (kN)}}$$

**b.) Egyoldali sarokvarrat és  $a = 5 \text{ mm}$  esetén, a varrat teherbírásának meghatározása egyszerűsített eljárással.**

A varrat nyírási szilárdsága:

$$f_{vw,d} = R_m / (3^{0,5} \times \beta_w \times \gamma_{M2}) = 360 / (1,732 \times 0,8 \times 1,25) = \underline{208 \text{ (N/mm}^2\text{)}}$$

A sarokvarrat egységnyi hosszra jutó (fajlagos) ellenállása:

$$F_{w,Rd} = f_{vw,d} \times a = 207,8 \times 5 = \underline{1039 \text{ (N/mm)}}$$

Egyoldali  $l_{varrat}$  -hosszúságú sarokvarrat teherbírása:

$$F_{Rd} = F_{w,Rd} \times l_{varrat} = 1039 \times 120 = \underline{124,7 \text{ (kN)}}$$

**c.) Teljes beolvadású tompavarrat és  $a = 10 \text{ mm}$  esetén, a varrat teherbírásának meghatározása egyszerűsített eljárással. *Teljes beolvadású tompavarrat esetén az alapanyag szilárdsági vizsgálata a mértékadó (feltételezzük, hogy a kötésnek nagyobb a szilárdsága)***

Keresztmetszet képlékeny ellenállása (*tönkremenetel a teljes keresztmetszet folyásának feltételezésével*):

$$N_{pl,Rd} = A \times R_e / \gamma_{M0} = (120 \times 10) \times 235 / 1,0 = \underline{282 \text{ (kN)}}$$

Gyengített keresztmetszet (esetünkben nincs gyengítés) törési ellenállása (*keresztmetszet eltörik*):

$$N_{u,Rd} = 0,9 \times A_{net} \times R_m / \gamma_{M2} = 0,9 \times (120 \times 10) \times 360 / 1,25 = \underline{311 \text{ (kN)}}$$

A keresztmetszet húzással szembeni teherbírása:

$$N_{t,Rd} = \min(N_{pl,Rd}; N_{u,Rd}) = \min(282; 311) = \underline{282 \text{ (kN)}}$$

**d.) Részleges beolvadású tompavarrat és  $a = 7 \text{ mm}$  esetén, a varrat teherbírásának meghatározása egyszerűsített eljárással.**

A varrat nyírási szilárdsága:

$$f_{vw,d} = R_m / (3^{0,5} \times \beta_w \times \gamma_{M2}) = 36 / (1,732 \times 0,8 \times 1,25) = \underline{208 \text{ (N/mm}^2\text{)}}$$

A sarokvarrat egységnyi hosszra jutó (fajlagos) ellenállása:

$$F_{w,Rd} = f_{vw,d} \times a = 207,8 \times 7 = 1455 \text{ (N/mm)}$$

Részleges beolvadású  $l_{varrat}$  hosszúságú tompavarrat teherbírása:

$$F_{Rd} = F_{w,Rd} \times l_{varrat} = 1455 \times 120 = \underline{174,6 \text{ (kN)}}$$

Összeállította: [Katula Levente](#)

## Útmutató a „Hegesztőanyag kiválasztás” laboratóriumi gyakorlatokhoz

### Célok:

- A hegesztőanyag-kiválasztás logikai lépéseinek megismerése egyszerű kötéstípusokra a fogyóelektródás védőgázos ívhegesztés példáján több fajta varratípusra és eljárás-változatra.
- A különböző hegesztőanyag katalógusok logikai felépítésének megismerése.

### A laborgyakorlat menete:

- A gyártandó konstrukció rövid ismertetése, az egyes varratok lerajzolása.
- A különböző hegesztőanyag katalógusok és hegesztőanyag kiválasztását segítő segédletek felépítésének ismertetése.
- A katalógusoknak megfelelően hegesztőanyag kiválasztás a három varratra.




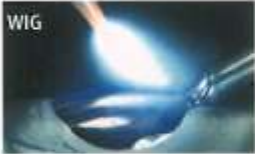





### Elvégzendő feladatok:

- A hallgatók párosával kapnak kettő különböző hegesztőanyag katalógust, és a szükséges védőgáz mennyiségének és hegesztési sebesség számításához segédletet.
- A hallgató mindhárom kötésre válassza ki az adott fogyóelektródás ívhegesztési eljárással végzendő hegesztéshez a megfelelő hozaganyagok ill. hegesztőanyagokat, az alábbiak szerint:
  - alapanyagcsoport (például: ESAB katalógus, 3. oldala): (például: ötvözetlen acél, kis mértékben ötvözött acél, korrózióálló acél stb.),
  - hegesztőanyag -típus (például: ESAB katalógus, 6., 78., 148., 291. oldala): (például: bevonatos elektróda, portöltetű huzal, tömör huzal, hegesztőpálca stb.),
  - gyártói típusmegjelölés,
  - hegesztőanyag jellemző átmérője,
  - védőgáz típusa és áramlási sebessége.
- Az egyes varratípusokhoz egy jellemző varratsorhoz tartozó paramétereket dokumentálják a jegyzőkönyvben.
- Lehetőleg cseréljenek a hallgatók hegesztőanyag katalógust, hogy mindkettő felépítését össze tudják hasonlítani.
- Mindhárom feladatot a gyakorlati óra keretében kell megoldani.

**Egy feladatra több jó megoldás is lehetséges!**

## Segédlet a megfelelő védőgáz kiválasztásához

## Áttekintés a Linde Gáz Magyarország Zrt. hegesztési védőgázairól

	Eljárás	Anyagcsoport	„Competence Line”	„Performance Line”
	Fogyóelektródás, aktív védőgázos ívhegesztés (MAG)	Ötvözetlen acélok Finomszemcsés szerkezeti acélok, termomechanikusan kezelt meleg- és hideghengerelt acélok stb.	CORGON® 18 CORGON® 10 MISON® 18 MISON® 8 CORGON® 55 CORGON® 58 CORGON® 554 CORGON® 1354 Széndioxid (hegesztéshez)	CORGON® 10He30 CORGON® 25He25 CORGON® 53He25
		Erősen ötvözött acélok Korrózióálló, hőálló, duplex acélok, stb.	CRONIGON® 2 MISON® 2 CRONIGON® 51 CRONIGON® 53	CRONIGON® 2He20 CRONIGON® 2He50
	Fogyóelektródás, semleges védőgázos ívhegesztés (MIG)	Nikkel bázisú anyagok Alumínium, réz, nikkel és ezek ötvözetei	Argon (MIG-eljárás) Argon VARIGON® 5 MISON® Ar	CRONIGON® Ni sorozat VARIGON® He sorozat VARIGON® He5 sorozat MISON® He sorozat
	Ívforrasztás (Fogyóelektródás védőgázos forrasztás)	Bevonatolt (pl. horganyozott) és nem bevonatolt fémlemezek, korrózióálló ferrites acélok	Argon CRONIGON® S1 CRONIGON® 2	VARIGON® He sorozat VARIGON® He5 sorozat
	Volfrámelektródás, semleges védőgázos ívhegesztés (AWI)	Minden ömlesztő-hegesztésre alkalmas fém, minden ötvözetlen és ötvözött acél, nem vas alapú fémek	Argon	VARIGON® He15 VARIGON® He30 VARIGON® He50 VARIGON® He70 VARIGON® He90 Hélium
		Alumínium és ennek ötvözetei	Argon VARIGON® 5 MISON® Ar	VARIGON® He sorozat VARIGON® He5 sorozat MISON® He sorozat
		Auszténites korrózióálló acélok, nikkel bázisú ötvözetek Duplex- és szuper duplex acélok Szuperauszténites acélok	Argon VARIGON® N sorozat Argon VARIGON® N sorozat	VARIGON® H2 VARIGON® H6 VARIGON® He15 VARIGON® H2He20 VARIGON® N2H1
	Plazmahegesztés	Minden ömlesztő-hegesztésre alkalmas fém	Argon	VARIGON® He sorozat VARIGON® H sorozat
	Gyökvédelem	Minden anyag, amelynél a gyökoldali oxidációt kerülni kell	Argon Nitrogén VARIGON® N sorozat	Formálógáz: 5-20% H <sub>2</sub> , N <sub>2</sub> -ben VARIGON® H sorozat biztonsági útmutató (adatlap) figyelembevételével!
	Lézerhegesztés	Minden ömlesztő-hegesztésre alkalmas fém	Argon	LASGON® sorozat Speciális keverékek Hélium
	Védőgázos csaphegesztés	Acél Alumínium	CORGON® 18 Argon	CORGON® 10He30 VARIGON® He305

**A Linde Gáz Magyarország Zrt. hegesztési védőgázainak összefoglalása  
az MSZ EN ISO 14175:2008 szabvány szerint**

Linde termékek	MSZ EN 439 (rég)	MSZ EN ISO 14175:2008	CO <sub>2</sub> Vol.-%	O <sub>2</sub> Vol.-%	N <sub>2</sub> Vol.-%	NO Vol.-%	He Vol.-%	H <sub>2</sub> Vol.-%	Argon Vol.-%
Argon(Ar)	I1	I1							100
Helium (He)	I2	I2					100		
Széndioxid hegesztési célra (CO <sub>2</sub> )	C1	C1	100						
CORGON® 5 5 4	M23	M23 - ArCO - 5/4	5	4					Rest
CORGON® 13 5 4	M24	M25 - ArCO - 13/4	13	4					Rest
CORGON® 6	M21	M20 - ArC - 6	6						Rest
CORGON® 8	M21	M20 - ArC - 8	8						
CORGON® 10	M21	M20 - ArC - 10	10						
CORGON® 18	M21	M21 - ArC - 18	18						
CORGON® 25	M21	M21 - ArC - 25	25						
MISON® 8	S M21 + 0,03NO	Z - ArC+NO - 8/0,03	8			0,03			Rest
MISON® 18	S M21 + 0,03NO	Z - ArC+NO - 18/0,03	18			0,03			Rest
CORGON® 5 5	M22	M22 - ArO - 5		5					Rest
CORGON® 5 8	M22	M22 - ArO - 8		8					Rest
CORGON® 10 He 30	M21 (1)	M20 - ArHeC - 30/10	10				30		Rest
CRONIGON® 2	M12	M12 - ArC - 2,5	2,5						Rest
MISON® 2	S M12 + 0,03NO	Z - ArC+NO - 2/0,03	2			0,03			Rest
CRONIGON® 5 1	M13	M13 - ArO - 1		1					Rest
CRONIGON® 5 3	M13	M13 - ArO - 3		3					Rest
CRONIGON® 2 He 20	M12 (1)	M12 - ArHeC - 20/2	2				20		Rest
CRONIGON® 2 He 50	M12 (2)	M12 - ArHeC - 50/2	2				50		Rest
CRONIGON® Ni 10	M11 (1)	Z - ArHeC - 30/2/0,05	0,05				30	2	Rest
CRONIGON® Ni 20	M12 (1)	Z - ArHeC - 50/0,05	0,05				50		Rest
CRONIGON® Ni 30	S M12 (1) + 5N <sub>2</sub>	Z - ArHeC - 5/5/0,05	0,05		5		5		Rest
VARIGON® N 2	S I1 + 2N <sub>2</sub>	N2 - ArN - 2			2				Rest
VARIGON® N 2 H 1	S R1 + 2N <sub>2</sub>	N4 - ArNH - 2/1			2			1	Rest
VARIGON® N 2 He 20	S I3 + 2N <sub>2</sub>	N2 - ArHeN - 20/2			2		20		Rest
VARIGON® He 30	I3	I3 - ArHe - 30					30		Rest
VARIGON® He 50	I3	I3 - ArHe - 50					50		Rest
VARIGON® He 70	I3	I3 - HeAr - 30					70		Rest
VARIGON® He 90	I3	I3 - HeAr - 10					90		Rest
MISON® Ar	S I1 + 0,03NO	Z - Ar+NO - 0,03				0,03			Rest
VARIGON® 5	M13	Z - ArO - 0,03		0,03					Rest
MISON® He 30	S I3 + 0,03NO	Z - ArHe+NO - 30/0,03				0,03	30		Rest
VARIGON® He 30 5	M13 (1)	Z - ArHeO - 30/0,03		0,03			30		Rest
VARIGON® H 2 - 15	R1	R1 - ArH - 2 - 15						2 - 15	Rest
Formálógáz 95/5 - 70/30	F2	N5 - NH - 5 - 30			Rest			5 - 30	
Nitrogén (N <sub>2</sub> )	F1	N1			100				
LASGON® C1	-	M20 - ArHeC - 35/15	15				35		Rest
LASGON® H3	-	R1 - ArHeH - 20/8					20	8	Rest
LASGON® H4	-	R1 - ArHeH - 40/10					40	10	Rest

## Jegyzőkönyv hegesztőanyag kiválasztáshoz

Gyártmány Anyag Falvastagság	Gyalogoshíd S355K2 ötvözetlen acél		
	8,0 mm	6,0 mm	16,0 mm
Hegesztési eljárás	131	132/136	135
Hegesztési pozíció	PA	PF	PA

## 1. Alapanyagcsoport

 2. Hegesztőanyag-  
típus

 3. Heg.any. gyártói  
típusmegjelölése

 4. Hegesztőanyag  
(huzal) mérete

 5. Hegesztőanyag  
egyéb jellemzői

 6. Védőgáz típusa  
megjelölése

 7. Védőgáz felhasz-  
nálás / heg. paramé-  
terek 1 varratsorra

## Útmutató a „WPS 1” laboratóriumi gyakorlatokhoz

**PWPS** az angol Preliminary Welding Procedure Specification szavakból, azaz előzetes (gyártói) hegesztési munkarendi előírás melynek jóváhagyása után adható ki a WPS.

**WPS** az angol Welding Procedure Specification szavakból, magyarul(gyártói) hegesztési munkarendi előírás.

### Célok:

A gyártói hegesztési utasítás (PWPS / WPS)

- felépítésének,
- olvasásának / használatának és
- kitöltésének megismerése.

### A laborgyakorlat menete:

A kitöltendő PWPS rövid ismertetése példaként egy kötés kialakítása és varratfelépítésének felrajzolása a táblára.

- Minden Hallgató válasszon egy kötetet a „Hegesztőanyag kiválasztás” c. laboratóriumi gyakorlaton megvizsgált kötések közül.
- A Hallgatók újra kézhez kapják a hegesztőanyag katalógusokat.
- Kiosztásra kerül még egy segédlet a hegesztési paraméterek/gázfelhasználás számításához (Messer / Linde), melynek használata szintén bemutatásra kerül.
- A Hallgatók a kiválasztott kötéshez válasszanak az előadáson elhangzott eljárások közül egyet melyre a PWPS-t ki fogják tölteni.
- A kiválasztott eljáráshoz és hegesztőanyagokhoz a segédletek használatával tervezze meg a Hallgató a kötetet, a varratfelépítést és töltsse ki a PWPS-t.
- A segédletek ajánlásának ellenőrzéseképp a Hallgatók legalább egy varratsorra számolással ellenőrizték a segédlet által javasolt paraméterek helyességét.

### Elvégzendő feladatok:

- Egy varrat megtervezése és dokumentálása PWPS formájában

**Fontos, hogy majd az önálló feladathoz is csatolni kell a gyártott konstrukció pWPS-ét(eit) !**

## Útmutató a „WPS 2” laboratóriumi gyakorlatokhoz

### Célok:

A konkrét gyártói hegesztési utasítások (pWPS / WPS)

- tartalmának összevetése, különböző hegesztőgépeken és pozíciókban készített kötésekre (MIG/MAG 2 és MIG/MAG 3 laborokon elkészített pWPS-ek).
- Konkrét elfogadott WPS-ek tartalmának megismerése különböző anyagcsoportokra.

### A laborgyakorlat menete és elvégzendő feladatok:

- A MIG/MAG 2 és MIG/MAG 3 laborokon különböző gépeken elkészített kötésekre pWPS-einek összehasonlítása.
- Konkrét elfogadott WPS-ek átvizsgálása, különböző kötéstípusokra és anyag típusokra kitérve azok specifikumaira.

## ELŐZETES HEGESZTÉSI MUNKARENDI ELŐÍRÁS (pWPS)

(MSZ EN ISO 15609-1:2020 szerint)

*A hegesztőanyag-katalógusok a Böhler, Corweld, Esab, Hegpont, Lincoln stb. forgalmazók honlapján elérhetők*

Gyártó:	Az élelőkészítés módja:
A kötés és a varrat típusa:	Az alapanyagok típusa:
Az élelőkészítés részletei (vázlat*):	Anyagvastagság (mm):
	Hegesztési helyzet:

A kötés kialakítása	Varratfelépítés

### Hegesztéstechnológiai adatok

Varratsor	Hegesztési eljárás	A hozaganyag mérete	Áramerősség (A)	Feszültség (V)	Áramnem és polaritás	Huzalelőtölési sebesség	Hegesztési sebesség	Hőbevitel
1.								
2.								

A hozaganyag megnevezése és szabványos jele:

➤ Szárítás:

Védőgáz megnevezése:

➤ Átáramló gázmennyiség hegfürdővédelem:

➤ Átáramló gázmennyiség gyökvédelem:

Fedőpor megnevezése:

➤ Hegfürdővédelem:

➤ Gyökvédelem:

A volfrámelektroda típusa és átmérője:

A gyökfaragás/hegfürdő-megtámasztás részletei:

Előmelegítési hőmérséklet:

A hegesztés előtti hőntartási idő:

Közbenső hőmérséklet:

Hegesztés utáni hevítés:

Hegesztés utáni hőkezelés és/vagy öregítés:

(Idő, hőmérséklet, módszer:

Felmelegítési és lehűtési sebesség \*):

### Egyéb információk

➤ Az impulzushegesztés adatai:

➤ Anyagátvitel módja:

➤ Áramátadó-munkadarab távolság:

.....  
(név, aláírás, dátum)

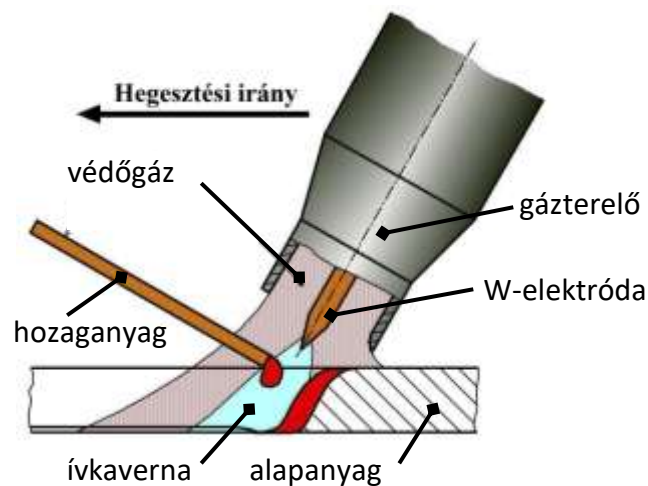
## Útmutató a „TIG 1, TIG 2, TIG 3 és TIG 4” laboratóriumi gyakorlatokhoz

**Volfrámelektrodás, védőgázos ívhegesztés (TIG-hegesztés) (14)**

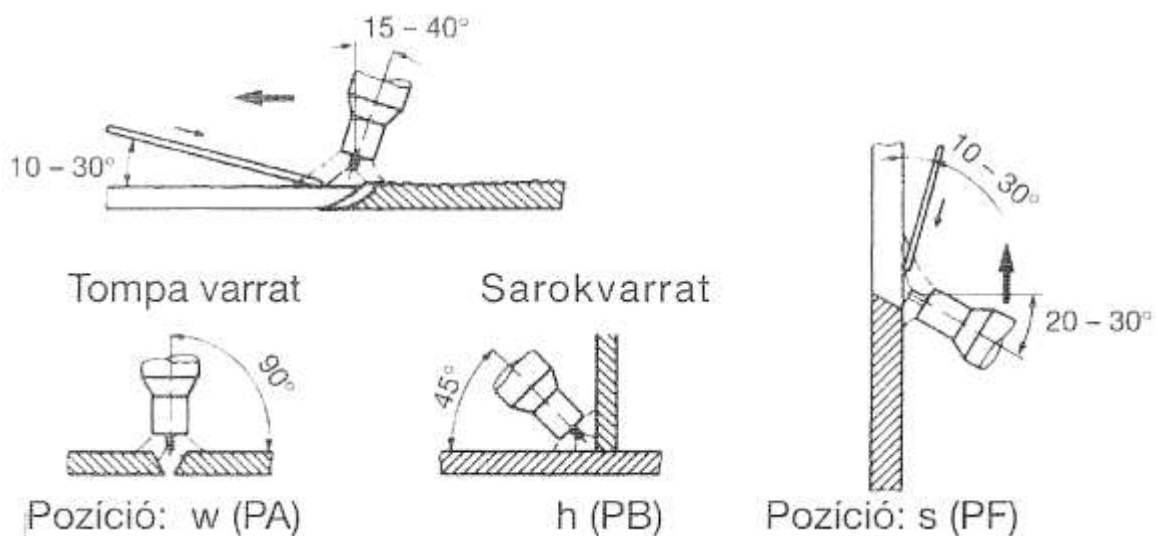
TIG az angol Tungsten Incert Gas szavakból, azaz semleges védőgázos volfrámelektrodás ívhegesztés (141), **HELYTELENÜL** hívják még argon védőgázos volfrámelektrodás ívhegesztésnek (AVI-hegesztésnek) is.

Az eljárás megismerése az előadásokon részletesen megtörténik, néhány hasznos adat a következőkben:

A hegesztés elvi elrendezése:

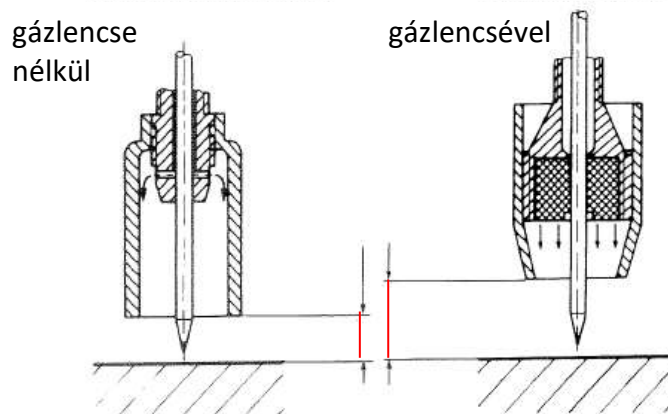


Helyes pisztolytartás különböző varratpozícióknál:



**Alkalmazott védőgázok:**

Főként tiszta Ar, vagy He. A védőgázmennyiség csökkenthető ill. a volfrámkinyúlás növelhető gázlencse alkalmazásával.


**Hegesztőanyag:**

Az alapanyaghoz választott, megfelelő kémiai összetételű hegesztőpálca. Jellemző elektróda-átmérők: 1,0; 1,6; 2; 3; 4...6 mm, jellemző hossz~1000 mm.

**Hegesztési paraméterek kiválasztása:**

*Iránymutató paraméterek acélok 141 hegesztéséhez PA pozícióban*

Alapanyagvastagság (mm)	Volfrámátmérő (mm)	áramerősség (A)
1 - 2	1,0	20 - 80
1,5 - 3	1,6	80 - 160
3 - 5	2,0	100 - 180
5 - 8	2,4	120 - 220
8 - 10	3,2	200 - 300
10 - 12	4,0	250 - 400

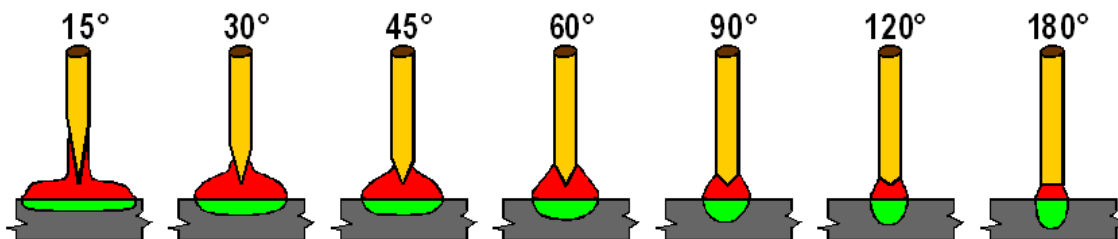
*A volfrámelektrodák a MSZ EN ISO 6848:2016 szabvány szerinti összetétele*

*\* A több fajta oxidot is tartalmazó elektrodák színjelét rózsaszín jellel kell kiegészíteni.*

Jelölés	Összetétel (tömeg%)		Színjel	Alkalmazási terület
	oxidadalék	vegyjele		
WP	0	-	Zöld	Általában csak Al, Mg, és ezek ötvözeteinek váltakozó áramú hegesztéséhez
WZr3	0,15...0,50	ZrO <sub>2</sub>	Barna	Kiváló ívgyújtóképesség, nukleáris területeken is
WTh10	0,80...1,20	ThO <sub>2</sub>	Sárga	Kiváló ívgyújtó-képesség, főként váltakozó áramú hegesztésekhez, ezért kb. 20%-al nagyobb áramterhelhetőség, nukleáris területen nem alkalmazható
WTh20	1,70...2,20		Piros	
WTh30	2,80...3,20		Lila	
WCe20	1,80...2,20	CeO <sub>2</sub>	Szürke	Kisebb párolgási veszteség, tartós
WLa10	0,90...1,20	La <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fekete	Plazmaívhegesztéshez +
WLa15	1,30...1,70		Arany	Könnyű ívgyújtás, gyakorlatilag minden fém és ötvözethez és áramnemhez
WLa20	1,80...2,20		Kék	
WG	gyártói specifikáció szerint		Többbsz.	

## A volfrámelektrodák áramterhelhetősége

Átmérő, $d_e$ mm	Egyenáram (A), polaritás				Váltakozó áram (A)	
	Egyenes (- elektróda)		Fordított (+ elektróda)		tisztá W	oxidadalékos
	tiszta W	oxidadalékos	tiszta W	oxidadalékos		
0,5	2...20	2...20			2...15	2...15
1,0	10...75	10...75			15...55	15...70
1,6	40...130	60...150	10...20	10...20	45...90	60...125
2,0	75...180	100...200	15...25	15...25	65...125	85...125
2,4	130...230	170...250	17...30	17...30	80...140	120...210
3,2	160...310	225...330	20...35	20...35	150...190	150...250
4,0	275...450	350...480	35...50	35...50	180...260	240...350
5,0	400...625	500...675	50...70	50...70	240...350	330...450
6,4	550...875	650...950	65...100	65...100	300...450	430...575



Az elektróda kúpszög növelésének hatása a beolvadásra

## Az áram nemének és polaritásának hatása 141-es eljárással történő hegesztéskor

Áram neve polaritása	Egyenáram egyenes pol.	Egyenáram fordított	Váltakozó áram
Elektróda polaritása	negatív	pozitív	váltakozó
Elektron- és ionáramlás			
Beolvadási alak			
Oxidtisztítás	nincs	van	van minden félciklusban
Energia/hő megoszlás	70% munkadarab 30% elektróda	30% munkadarab 70% elektróda	50% munkadarab 50% elektróda
Beolvadási alak	mély, keskeny	széles, sekély	átlagos
Elektróda áram- terhelhetősége	kiváló	kicsi	közepes

**Lehetséges hibák:**

*A 141 eljárás során előfordulható zavarok, eltérések lehetséges okai és kiküszöbölésük*

Zavar, eltérés	Valószínű ok	A kiküszöbölés módja
Szélkiolvadás	túl nagy áramerősség	az áramerősség csökkentése
	túl hosszú ív	az ívfeszültség ill. ívhossz csökkentése
	túl gyors hegesztési sebesség	a hegesztési sebesség csökkentése
Túlzott gyökátfolyás	túl nagy áramerősség	az áramerősség csökkentése
	nem megfelelő élkialakítás ill. illesztés	az illesztési hézag csökkentése, gyök-szalagmagasság növelése
Nincs ív	a töltővarratoknál túl nagy fajlagos hőbevitel	az áramerősség csökkentése /a hegesztési sebesség növelése
	az áramforrás hálózati csatlakozása megszakadt	a biztosíték ellenőrzése
	szekunder oldali szakadás a hegesztőkábelben	az áramvisszavezető kábel és a hegesztőkábel ellenőrzése
	a nagyfrekvenciás berendezés hibás	a NF stabilizátor szikraközének után állítása
	túl kis hálózati feszültség	a kapcsolóberendezés ellenőrzése
	a transzformátor hibás	ellenőrizni kell a transzformátort
Az ív megszakad	a nagyfrekvencia túl kicsi	a szikraköz után állítása
	a víznyomás ingadozik	a víznyomás kb. 0,2 MPa-ra való növelése
	túl nagy volfrámelektroda átmérő	az elektróda kicserélése
Ívgyújtási nehézségek	rossz az áramvisszavezető kábel csatlakozása	a tárgykábel közvetlenül a munkadarabra történő csatlakoztatása
	túl kis áramerősség	az áramerősség növelése
A ív imbolyogva ég	a varrat kezdetén a munkadarab túl hideg	előmelegítés / a varrat kezdetén hosszabb ideig kell tartani az ívet
	szennyezett alapanyag	az alapanyag gondos megtisztítása
	túl keskeny varratkialakítás	helyes élkialakítás, elektródamunkadarab távolságának csökkentése
A varrat fekete	az elektróda vége szennyezett	a szennyezett rész leköszörülése
	túl kevés argon	az argonadagolás növelése
	az argonvezeték ereszt	argonáramlás közben a pisztoly fűvókájának elzárása, ha az argonvezeték nem ereszt a rotaméter golyója visszaesik
	nem kielégítő argonvédelem szél vagy huzat miatt	a hegesztési hely árnyékolása ill. az elszívó áthelyezése
	túl sok argon turbulenciát okoz, levegő jut a varrathoz	az argonadagolás csökkentése
	szennyezett volfrámelektroda	a szennyezett rész leköszörülése
	szennyezett alapanyag	az alapanyag gondos megtisztítása kémiai vagy mechanikai úton
	a pisztoly tömítettsége nem megfelelő	a tömítések ellenőrzése
	túl hosszú ív	az elektróda és munkadarab közti távolság csökkentése

## A 141 eljárás során előfordulható zavarok, eltérések lehetséges okai és kiküszöbölésük

Zavar, eltérés	Valószínű ok	A kiküszöbölés módja
Volfrámzárvány	a volfrámelektroda beleér a fürdőbe	a hegesztési helyet változtatása
	az elektródaátmérő az adott áramhoz kicsi	nagyobb átmérőjű elektróda alk.
	az elektróda kúpszöge az adott áramhoz túl kicsi	az elektróda átköszörülése
	az elektróda túlzottan kinyúlik a fűvókából	az elektródakinyúlás helyes beállítása
Az elektróda gyors elhasználódása	túl nagy áramerősség	nagyobb átmérőjű elektróda választása
	nem megfelelő mennyiségű védőgáz	gázáram növelése
	a védőgáz oxidáló komponenst is tartalmaz	a védőgáz kicserélése semlegesre
	az elektróda vége szennyezett	a szennyezett rész leköszörülése
A varrat a hegesztés alatt vagy után megreped (leggyakrabban a végkráternél)	a hűtés nem kielégítő	vízhűtéses hegesztőpisztolyra váltani ill. vízhűtőkör ellenőrzése
	túl rövid az argon utánáramlási ideje	az argon utánáramlási idejének beszállítása legalább 10...15 s
	A varrat végének túl gyors lehűlése	végkráteröltő alkalmazása, hegesztőáram lefutásának lassítása
	túl kicsi lengetés és ívelés	helyes mérték alkalmazása
a varrat pórusos	hibás előmelegítés és utóhőkezelés	Az előmelegítési hőmérséklet növelése vagy feszültségcsökkentő hőkezelés alkalmazása
	rossz hegesztési sorrend	új hegesztési sorrend meghatározása
	a védőgáz kimarad, mennyisége túl kevés vagy túl sok	a védőgázellátás ellenőrzése és a gázáram helyes beállítása ill. megfelelő gázterelő hüvely alkalmazása
	szennyezett alapanyag, a hegesztési hely környéke vagy a hozaganyag	az alapanyag és a hozaganyag megtisztítása
Elégtelen beolvadás	hibás pisztolydőlés	a hegesztési helyzetnek és a varratkialakításnak megfelelő pisztolydőlés alkalmazása
	a védőgáz utánáramlási ideje kicsi	az utánáramlási idő növelése
	a védőgáz előáramlási ideje kicsi	az előáramlási idő növelése
	túl kis áramerősség	az áramerősség növelése
Hiányos gyökbeolvadás	túl nagy az elektróda kúpszöge	az elektróda átköszörülése
	a pálcá (huzal) túl gyors adagolása	hozaganyag adagolási sebességének csökkentése
Hiányos gyökbeolvadás	a pálcá (huzal) átmérője túl nagy	kisebb átmérőjű hozaganyag alkalmazása
	nem megfelelő élkialakítás ill. illesztés	illesztési hézag növelése, gyökszalagmagasság csökkentése
	túl kis áramerősség	az áramerősség növelése
	hibás pisztolydőlés	A hegesztési helyzetnek és varratkialakításnak megfelelő pisztolydőlés alkalmazása

**Eljárásváltozatok MSZ EN ISO 4063:2023 szerint:**

- 14** volfrámelektrodás, védőgázos ívhegesztés;  
TIG-hegesztés
- 141** tömör hozaganyag, volfrámelektrodás, semleges védőgázos ívhegesztés;  
tömör hozaganyag TIG-hegesztés
- 142** hozaganyag nélküli, volfrámelektrodás, semleges védőgázos ívhegesztés;  
hozaganyag nélküli TIG-hegesztés
- 143** porbeles hozaganyag, volfrámelektrodás, semleges védőgázos ívhegesztés;  
porbeles hozaganyag TIG-hegesztés
- 145** tömör hozaganyaggal és redukálózázzal végzett volfrámelektrodás ívhegesztés,  
tömör hozaganyaggal és redukálózázzal végzett TIG-hegesztés
- 146** porbeles hozaganyaggal és redukálózázzal végzett volfrámelektrodás ívhegesztés,  
porbeles hozaganyaggal és redukálózázzal végzett TIG-hegesztés
- 147** Volfrámelektrodás, aktív védőgázos ívhegesztés;  
TAG-hegesztés

**A laborgyakorlatok során elvégzendő feladatok:****TIG 1 laborgyakorlat****Hernyóvarrat készítése szénacél lemezre****Célok:**

- A hegesztőgépek / berendezések bemutatása
  - működés és beállítási lehetőségek bemutatása
  - gázpalackok működésének bemutatása.
- A varratképzés megismerése kötő és felrakóhegesztésnél, TIG hegesztési eljárásnál,
  - egyenes,
  - egyenletes varratvastagságú és
  - egyenletes varratdudor-magasságú hernyóvarrat készítése
    - két sátoztetőben illetet acéllemezen hozaganyag hozzáadása nélkül **PA** pozícióban
    - és a varratot megfordítva sarokvarrat készítése hozaganyag hozzáadásával **PB** pozícióban.
- A hegesztési paraméterek és pozíció varratgeometriára gyakorolt hatásának megismerése.
- A Hallgató figyelje meg
  - a hegesztési teljesítmény (hegesztési sebesség) és
  - **a varrat minősége közötti különbséget a MIG / MAG eljáráshoz képest.**
- A TIG eljárás gyakorlati megismerése.

**Alapanyag:** 50×100×3 mm-es acéllemez, anyaga S235JR

**Hegesztőanyag:** Ø 1 mm-es szénacél pálca, Ar gázvédelem

**Iránymutató hegesztőgép beállítási paraméterek:** egyenáram egyenes polaritás I=70 A, védőgáz=10-12 l/perc

**TIG 2 laborgyakorlat****Hernyóvarrat készítése alumínium lemezre****Célok:**

- A varratképzés megismerése alumínium alapanyagra felrakóhegesztésnél, TIG hegesztési eljárásnál,
  - egyenes,
  - egyenletes varratvastagságú és
  - egyenletes varratdudor-magasságú hernyóvarrat készítése az alumíniumlemez hosszanti élével párhuzamosan **PA** pozícióban
- A Hallgató figyelje meg a különbségeket szénacél lemez felrakóhegesztéséhez képest.
- A TIG eljárás bővebb gyakorlati megismerése.

**Alapanyag:** 1 db 100×50×4 mm-es alumíniumlemez

**Hegesztőanyag:** Ø 1 mm-es Alumínium pálca, Ar gázvédelem

**Iránymutató hegesztőgép beállítási paraméterek:** egyenáram fordított polaritás / amennyiben a gép tudja váltóárammal I=70 A, védőgáz=10-12 l/perc

### **TIG 3 laborgyakorlat**

#### **Hernyóvarrat készítése ausztenites korrózióálló lemezre**

##### **Célok:**

- A varratképzés megismerése korrózióálló alapanyagra kötőhegesztésnél, TIG hegesztési eljárásnál,
  - egyenes,
  - egyenletes varratvastagságú és
  - egyenletes varratdudor-magasságú hernyóvarrat készítése az alumíniumlemez hosszanti élével párhuzamosan **PA** pozícióban
- A Hallgató figyelje meg a különbségeket szénacél és alumíniumlemez felrakóhegesztéséhez képest.
- A TIG eljárás bővebb gyakorlati megismerése.

**Alapanyag:** 2 db 50×100×2 mm-es korrózióálló lemez, anyaga 18-10 (304) ausztenites acél

**Hegesztőanyag:** Ø 1 mm-es 316 pálca, Ar gázvédelem

**Iránymutató hegesztőgép beállítási paraméterek:** egyenáram egyenes polaritás I=60-80 A, védőgáz=10-12 l/perc

### **TIG 4 laborgyakorlat**

#### **Kötővarrat készítése szénacél lemezre**

##### **Célok:**

- A varratképzés megismerése korrózióálló alapanyagra kötőhegesztésnél, TIG hegesztési eljárásnál,
  - egyenes,
  - egyenletes varratvastagságú és
  - egyenletes varratdudor-magasságú varrat készítése kettő, hézaggal tompán illesztett acéllemezek között **PA** pozícióban.
- A Hallgató figyelje meg a különbségeket hernyóvarrat hegesztéséhez képest.
- A TIG eljárás bővebb gyakorlati megismerése.

**Alapanyag:** 2 db 50×100×2 mm-es szénacél lemez, anyaga S235JR

**Hegesztőanyag:** Ø 1 mm-es 316 pálca, Ar gázvédelem

**Iránymutató hegesztőgép beállítási paraméterek:** egyenáram egyenes polaritás I=60-80 A, védőgáz=10-12 l/perc

## Útmutató a „Mágneses és Penetrálás” laboratóriumi gyakorlatokhoz

### Célok:

- A MIG/MAG 2 –es laborgyakorlaton meghegesztett tompakötés varrathibáinak
  - megtalálása,
  - dokumentálása a laborgyakorlati segédletbe vagy külön lapra.
- A penetrációs repedésvizsgálat (**PT**) (EN ISO 3452-1, -2, -5, -6)
  - menetének,
  - alkalmazhatóságának,
  - időigényének,
  - dokumentálhatóságának megtapasztalása.
- A mágnesporos repedésvizsgálat (**MT**) (EN ISO 17638)
  - menetének,
  - alkalmazhatóságának,
  - időigényének,
  - dokumentálhatóságának megtapasztalása.
- Három vizsgálati eljárás összehasonlítása, hiszen a varratokat a Hallgatók már előzetesen már szemrevételezték (**VT**) (EN ISO 17637).

### A laborgyakorlat menete:

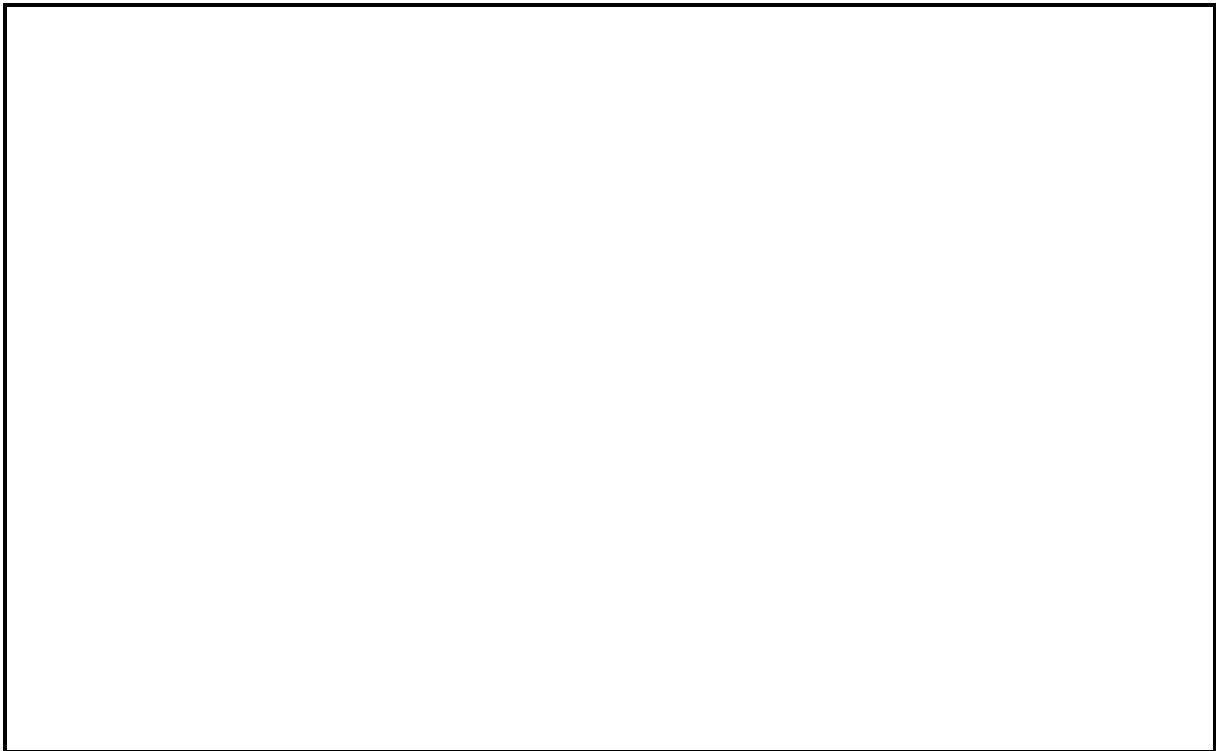
A penetrációs és mágnesporos repedésvizsgálatok már az „Anyagszerkezettan és Anyagvizsgálat” c. tárgy „Roncsolásmentes anyagvizsgálatok” c. előadás és laborgyakorlat keretében ismertetésre kerültek (ld.: <https://att.bme.hu/oktatas/bmegemtbga1/>), ettől függetlenül az eljárások elve és menete röviden 2-2 percben ismertetésre kerül.

- A vizsgálatokat a hallgatók párosával végzik.
- Először letisztítják a próbatesteket,
- majd a fele próbatestre felviszik a penetráló folyadékot. Míg az beszívódik,
- a másik próbatesten elvégzi a páros a mágnesporos repedésvizsgálatot és lerajzolják a megtalált hibákat.
- Közben letörlik a penetrált mintákat és felviszik az előhívó folyadékot.
- Majd lerajzolják a PT –vel megtalált hibákat is és
- összevetik a két eljárást.

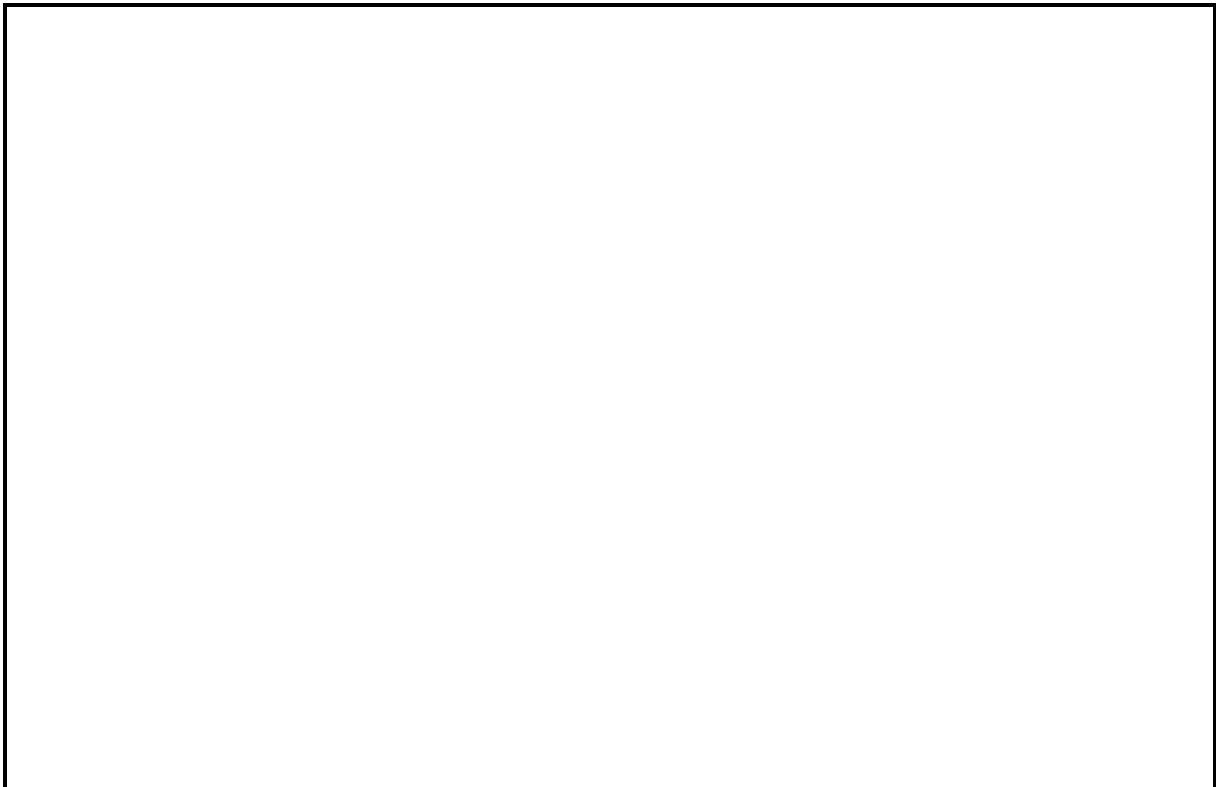
### Elvégzendő feladatok:

A MIG / MAG gyakorlaton meghegesztett tompakötések

- vizsgálata PT, MT módszerekkel,
- eredményeiknek lerajzolása és
- összevetése VT módszerrel is.

**Jegyzőkönyv varrathibákról**

Szabadkézi rajz a penetrációs vizsgálatnak (és természetesen VT) alávetett kötésről,  
a kötéshibák méretének, elhelyezkedésének dokumentálásával



Szabadkézi rajz a mágnesporos vizsgálatnak (és természetesen VT) alávetett kötésről,  
a kötéshibák méretének, elhelyezkedésének dokumentálásával

## Útmutató az „Ellenállás-pont” hegesztés laboratóriumi gyakorlatokhoz

### Ellenállás-ponthegesztés (21)

*Az ellenállás-ponthegesztés és az ellenállás-dudorhegesztés laborok kiscsoportban történnek, a félcsoportból a névsor eleje teljesíti először az ellenállás-ponthegesztés gyakorlatot majd a rákövetkező héten az ellenállás-dudorhegesztés gyakorlatot. A félcsoportból a névsor vége értelemszerűen először az ellenállás-dudorhegesztés gyakorlatot teljesíti majd a rákövetkező héten az ellenállás-ponthegesztés gyakorlatot.*

#### Célok:

- Az ellenállás-ponthegesztés folyamatának megismerése.
- Az ellenállás-ponthegesztett kötés jóságát befolyásoló paraméterek megismerése.
- Egy konkrét paraméter hatásának kvalitatív és kvantitatív vizsgálata.
- A ponthegesztett kötés geometriájának és tönkremenetelének, kigombolódásának megfigyelése.

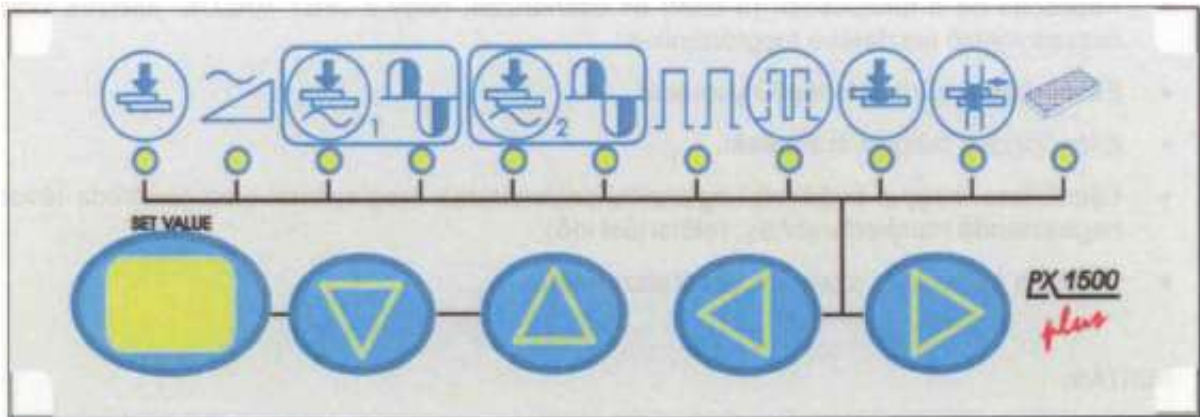
#### A laborgyakorlat menete:

- Az ellenállás- ponthegesztési eljárás rövid ismertetése néhány percben.
  - A hegesztés folyamata, hegesztési energia,
  - a különböző munkarendek ismertetése.
- Hegesztőberendezések bemutatása
- A gyakorlatvezető bemutatja a hegesztőgép működését
  - paraméterállítási lehetőségeket
  - és felhívja a Hallgatók figyelmét a veszélyforrásokra,
    - **védőszemüveg viselése kötelező,**
    - **hegesztő kötény/kabát viselése kötelező,**
    - **gyűrű óra, karkötő egyéb fémtárgy kézen viselése TILOS!**
    - **(az elektródák közé csak a munkadarabok kerüljenek)!**
- A gyakorlatvezető hegeszt két kötetést nagyon eltérő paraméterrel és lefejtővizsgálat segítségével (satu-fogó) bemutatja a lehetséges hibákat.
- A gyakorlatvezetővel egyeztetve a hallgatók különböző paraméterekkel meghegesztik a próbatestjeiket (Hallgatónként két hegesztés különböző paraméterekkel) (egy laborcsoporton belül lehetőleg egy vagy maximum két paramétert változtassunk)
- A gyakorlatvezető bemutatja a szakítógép működését.
- Az összehegesztett lemezeket a Hallgatók
  - a szakítógépen elszakítják
  - a maximális erőt a táblára feljegyzik a vizsgált hegesztési paraméterrel együtt.
- A gyakorlatvezető a táblára felrajzolja a kötéshez tartozó maximális erőket a vizsgált hegesztési paraméter függvényében a hallgatók jegyzőkönyvbe lerajzolják.

#### Elvégzendő feladatok:

- A hallgatók különböző paraméterekkel összehegesztik egy pontban a 2×két lemezt,
- majd szakítógépen elszakítják és a
- maximális erőt és a hozzá tartozó hegesztési paramétert feljegyzik a táblára.
- Az összes mérési eredmény birtokában megrajzolják a vizsgált paraméter hatását a kötés teherbírására léptékhelyes diagramba.


**Alapanyag:** 2×2 db 15×100×1(/0,8) mm-es S235 lemez


**Segédlet a hegesztőgép kezeléséhez:**


A berendezés kezelőfelülete

**3.7.3. Programozás**

Amikor a vezérlés nem végez hegesztési ciklust, akkor lehet a gépet programozni vagy módosítani a hegesztési paramétereiket.

Egyszerűen nyomja meg a  gombot a hegesztési ciklus kívánt paramétereinek kiválasztásához. Amikor a zöld LED világít egy grafikus ábra alatt, akkor az kiválasztásra kerül.

A SET VALUE kijelző mutatja a kiválasztott funkció értékét. A  gombokkal a kijelölt paraméter beállított értéke (SET VALUE) növelhető vagy csökkenthető.


**3.7.4. Működtetési utasítások**

Amikor a hegesztőgépet bekapcsolja, a hegesztésvezérlés ellenőrzést hajt végre az összes kijelzőfényen. A SET VALUE kijelző mutatja a telepített szoftver verzióját.


Az önellenőrzés után a kijelzők visszatérnek abba az állapotba, amelyben kikapcsoláskor voltak és a START gomb megnyomásával indítható a munkafolyamat.

A hegesztés során a vezérlés kijelzi az összes munkafázisát a LED-ek egymás utáni bekapcsolásával.











**3.7.5. A hegesztési program kiválasztása (csak a PX1500P plus esetén)**

A PX1500P kilenc különböző hegesztési programot tud végrehajtani. A kívánt kiválasztásához nyomja meg a  gombot többször, amíg a kijelző elkezd villogni.

A PX1500P most kijelzi az éppen aktív programot.

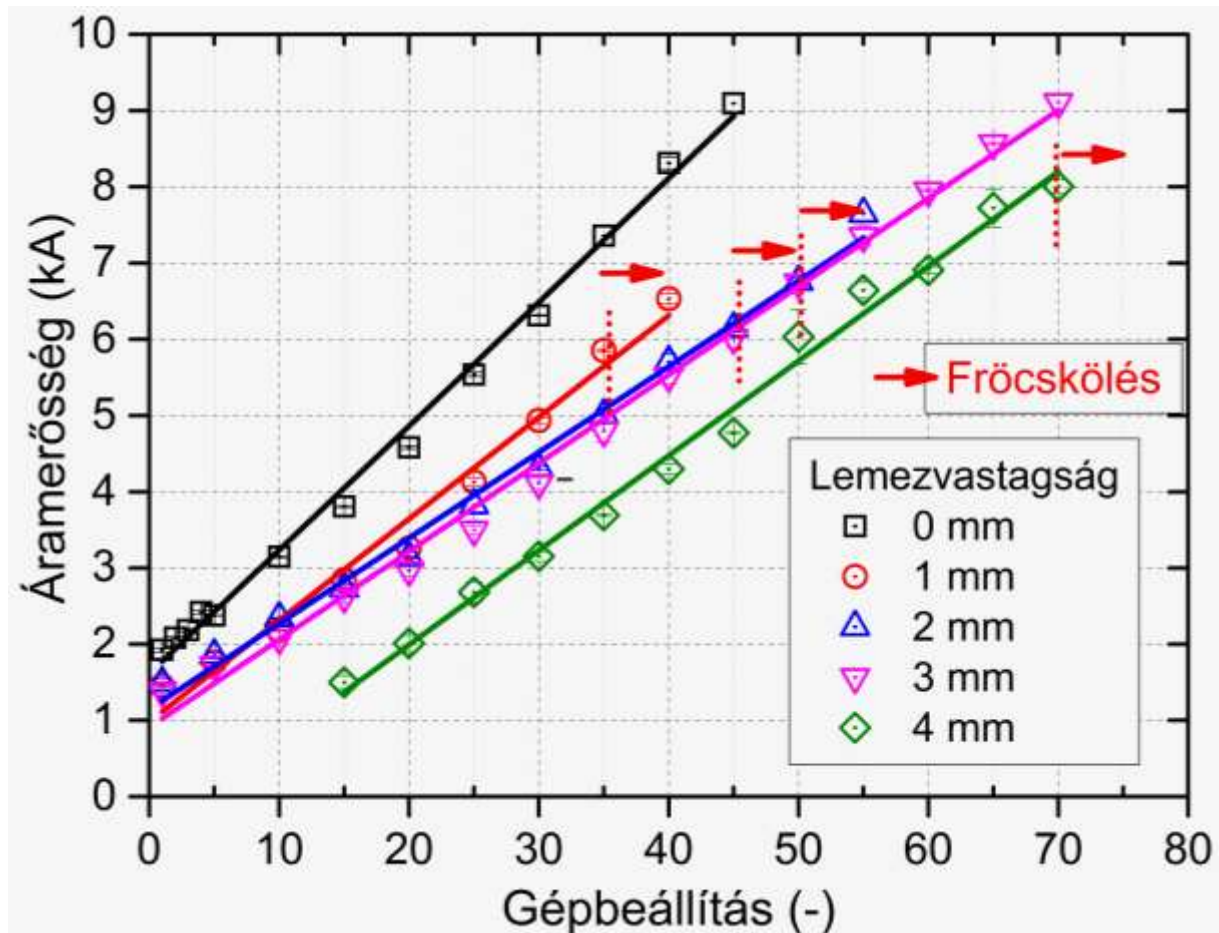
Ha egy különböző másik programot kíván előhívni, használja a  gombokat egy 1 – 9 közötti érték kiválasztásához.

A PX1500-PX1500P plus adja az időtartamokat, amelyek vezérik a hegesztési ciklust. A hálózati periódus az időzítő egységideje, amely megfelel a másodperc 1/50-ed részének (50Hz). Ha például az összennyomási idő 50 periódusra van beállítva, akkor az idő 1 másodperc lesz.

	<p><b>Előtartási idő (0-99 periódus):</b> Ez az az idő amire az elektródáknak szüksége van a hegesztendő darabokkal való érintkezésre és a hegesztési nyomás kifejtésre. A megolvadt anyag fröcsköl, ha ez az idő túl rövid.</p>
	<p><b>Áram felfutási idő (0-20 periódus):</b> Hegesztési idő növekvő áramértékkal. Ha ez az érték nem 0, akkor a hegesztőáram fokozatosan éri el a kívánt értéket a felfutási idő alatt. Ezt a technikát akkor kell alkalmazni, amikor különösen vastag anyag érintkezése nem kielégítő vagy acélok hegesztése esetén.</p>
	<p><b>Beállítás 1-2:</b> A hegesztési idő, az áramerősség és az elektróda nyomás a legfontosabb paraméterei a hegesztett pont elkészítésének. Ha a hegesztendő anyag vastagsága más, (legalább) a hegesztő áramot kell módosítani a többi paraméter változatlanuk hagyása mellett. Ez az amiért a PX1500-nak két eltérő hegesztési ideje és áramértéke van. Az 1-es vagy 2-es beállítást automatikusan kiválasztja a hegesztés vezérlő egység, ha kiegészítő lábpedál vagy választókapcsoló van bépítve. Ha ilyen nincs, akkor az 1-es beállítást automatikusan kiválasztódik.</p>
	<p><b>Hegesztési idő (0-99 periódus):</b> Az az idő, amíg a hegesztő áram folyik a hegesztendő darabokon.</p>
	<p><b>Teljesítmény beállítás (0-99%):</b> A hegesztőáram értékét a teljesítmény százalékértékeként határozza meg.</p>
	<p><b>Impulzusszám (1-20):</b> A hegesztési idő megismétlődik a karok szétnyitása nélkül a beállított értéknek megfelelően. <b>Figyelem: Ez a funkció nem használható, ha a hegesztési idő hosszabb mint 20 periódus.</b></p>
	<p><b>Impulzus-szünet idő (0-99 periódus):</b> A hegesztési impulzusok közötti szabad idő.</p>
	<p><b>Utótartási idő (0-99 periódus):</b> Az az idő, amíg a az elektródák zárva maradnak a hegesztési idő után.</p>
	<p><b>Nyugalmi idő (0-99 periódus):</b> Ha ez az érték 0, akkor a gép egy hegesztési ciklust fog elvégezni, még akkor is ha a START jelzés tovább ég. Ha az érték nem 0, akkor a hegesztési ciklus automatikusan ismétlődik. Ilyen esetben a nyugalmi idő fogja meghatározni a ciklusok közötti időtartamot.</p>
	<p><b>Energia funkció (0-1):</b> Az érték 1-re állításával az "energia kompenzáció" funkció aktivizálódik, amely lehetővé teszi a szennyezett, oxidálódott lemezek hegesztését. A funkció nem aktív 0 állásban.</p>

**Segédlet a tényleges hegesztőáram meghatározásához:**

Az adott gépbeállításhoz tartozó tényleges áramértékek S235 szénacél lemez esetén a kimért áramkarakteristika görbékből meghatározhatók. Vigyázat a piros szaggatott vonal értékeit elérve erős fröcsköléssel kell számolni!



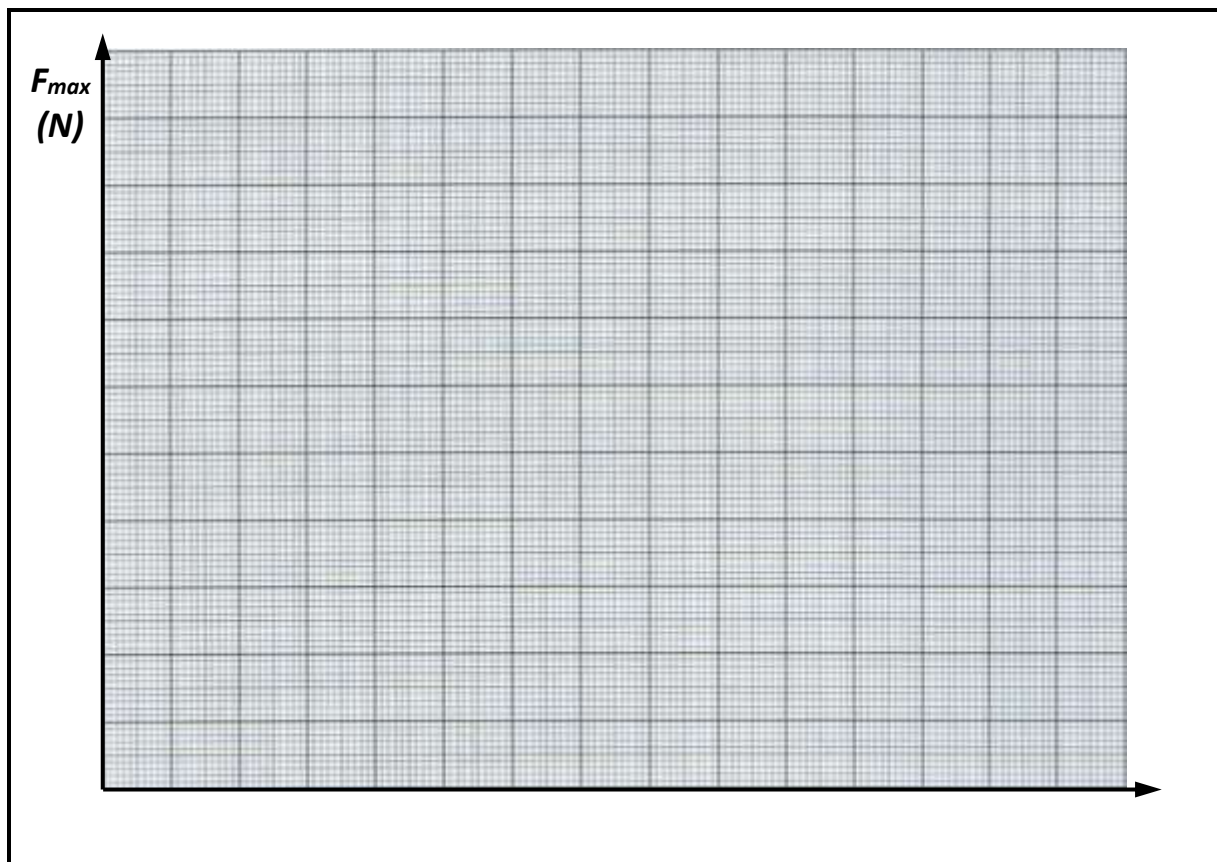
A hegesztőgép áramkarakteristikája különböző lemezvastagságoknál S235 lemez esetén  
(kimérték Hajas Miklós és Nagy András)

**Eljárásváltozatok MSZ EN ISO 4063:2023 szerint:**

- 2** ellenállás-hegesztés
- 21** ellenállás-ponthegesztés
- 211** egyoldali ponthegesztés
- 212** kétoldali ponthegesztés

**Jegyzőkönyv a vizsgált paraméter (vp.) hatásáról**
*A vizsgált paraméter és a hozzá tartozó nyíró-szakítóerő*

Sorszám	vp.	$F_{max}$ (N)	Sorszám	vp.	$F_{max}$ (N)
1.			10.		
2.			11.		
3.			12.		
4.			13.		
5.			14.		
6.			15.		
7.			16.		
8.			17.		
9.			18.		



A vizsgált paraméter hatása ponthegeesztett kötés teherbírására

## Útmutató az „Ellenállás-dudor” hegesztés laboratóriumi gyakorlatokhoz

### Dudorhegesztés (23)

*Az ellenállás-ponthegesztés és az ellenállás-dudorhegesztés laborok kiscsoportban történnek, a félcsoportból a névsor eleje teljesíti először az ellenállás-ponthegesztés gyakorlatot majd a rákövetkező héten az ellenállás-dudorhegesztés gyakorlatot. A félcsoportból a névsor vége értelemszerűen először az ellenállás-dudorhegesztés gyakorlatot teljesíti majd a rákövetkező héten az ellenállás-ponthegesztés gyakorlatot.*

#### Célok:

- Az ellenállás-dudorhegesztés és az
- ellenállás-mikrodudorhegesztés folyamatának megismerése
  - szénacél huzalok és
  - rézvezetékek és csatlakozók hegesztéséhez.
- A Hallgató figyelje meg a hegesztési paraméterek befolyását a hegesztett kötés jószágára.
- A dudorhegesztési eljárás gyakorlati megismerése, a kötésgeometriai sajátságok megfigyelése.
- Egy konkrét paraméter hatásának kvalitatív vizsgálata.

#### A laborgyakorlat menete:

- A dudorhegesztési eljárás rövid ismertetése (5 perc):
  - a dudorhegesztés mint eljárás mesterséges, természetes dudorral,
  - a hegesztés folyamata, hegesztési energia, a különböző munkarendek bemutatása,
  - alkalmazási példák.
- **A gyakorlati rész két részből áll:**
  - **az első rész hagyományos dudorhegesztés a második (20 perc)**
  - **autópari csatlakozókábeleken mikro-dudorhegesztés (20 perc).**
- **Az első részben** a gyakorlatvezető bemutatja az ellenállás-dudorhegesztőgép működését
  - paraméterállítási lehetőségeket
  - és felhívja a Hallgatók figyelmét a veszélyforrásokra,
    - **védőszemüveg viselése kötelező,**
    - **hegesztő kötény/kabát viselése kötelező,**
    - **gyűrű óra, karkötő egyéb fémtárgy kézen viselése TILOS!**
    - **(az elektródák közé csak a munkadarabok kerüljenek)!**
- A gyakorlatvezető hegeszt egy mintakötést és a Hallgatókkal együtt minősítik a hegesztett T”-kötést szakítóvizsgálattal.
- A Hallgatók figyeljék meg a kötésgeometriát és a kötés tönkremenetelét szakításkor!
- A továbbiakban a hallgatók csípővágó segítségével darabolnak maguknak hegesztőhuzalt a képlékenyalakító labor satupadján, majd
- összehegesztik a huzalokat saját elképzelés szerint szabad formára.

- **A második részben** a gyakorlatvezető ismerteti az ellenállás-mikro-dudorhegesztés folyamatát:
  - vezetékek és terminálok hegesztési folyamatának ismertetése,
  - a bevonat szerepe és hatása a hegesztett kötésre,
  - varrat ellenőrzése (szemrevételezés, szakítóvizsgálat, lefejtővizsgálat),
  - lehetséges varrathibák ismertetése.
- A gyakorlatvezető ismerteti az mikro-dudorhegesztőgép működését, majd
- a Hallgatók különböző paraméterekkel hegesztenek egy-egy vezetéket csatlakozóba,
- majd minősítik a kötetet
  - szemrevételezéssel és
  - lefejtővizsgálattal.

**Elvégzendő feladatok:**

- Ellenállás-dudorhegesztéssel a Hallgatók összehegesztik az általuk darabolt szénacél huzalokat.
- Mikro-dudorhegesztéssel a Hallgatók hegesztenek csatlakozókat, majd minősítik a kötetet.

**Alapanyag:**

- Ø 3 mm-es szénacél huzal
- valamint ónbevonatos és bevonat nélküli rézvezetékek és ónbevonatos réz csatlakozók

**Eljárásváltozatok MSZ EN ISO 4063:2023 szerint:**

- 2** ellenállás-hegesztés
- 23** dudorhegesztés
- 231** egyoldali dudorhegesztés
- 232** kétoldali dudorhegesztés

## Segédlet a hegesztőgép kezeléséhez:

Kidolgozta: Drabik Gergő

### 1. Mikroduporhegesztés feladat

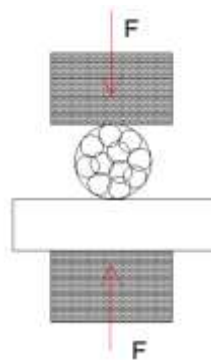
Sorszám	Up1	Weld1	Cool	Up2	Weld2	Down	DLY(FWP)
1	1 ms	10 ms	10 ms	15 ms	1 ms	0 ms	0 ms

1. táblázat. Kísérletek kettő impulzussal eredeti terminálon (Időzítések)

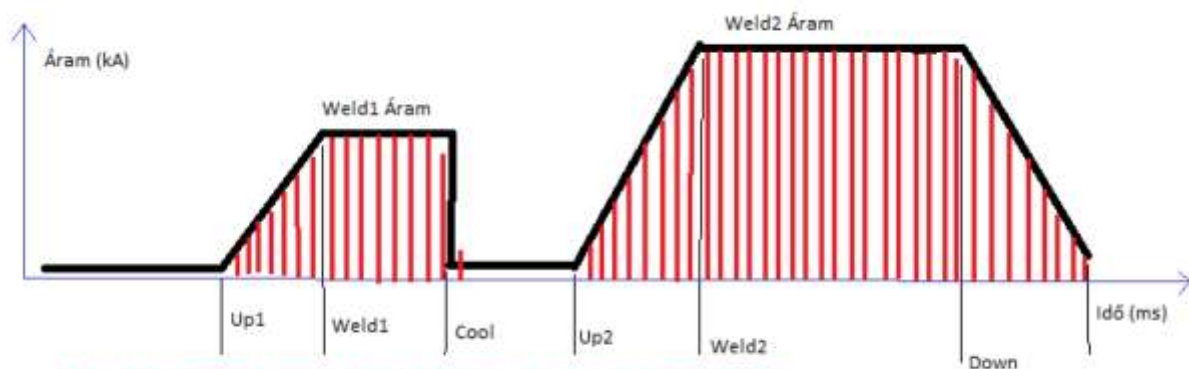
Sorszám	Weldforce	FWUPforce	Weld1	Weld2
1	89 N	89 N	1 kA	1 kA
1	89 N	89 N	1 kA	1,4 kA
1	89 N	89 N	1 kA	1,7 kA

2. táblázat. Kísérletek kettő impulzussal eredeti terminálon (Áramerősségek és Nyomóerők)

A három különböző áramerősséggel készített mintákat kell összehasonlítani.



1. ábra. A hegesztési eljárás sematikus elrendezése



-- A valódi kimeneti áram jelleggörbéje a 2kHz-es impulzusok által  
 -- Az általunk beállított ideális jellegörbe

2. ábra. Kettő impulzus jelleggörbe

### 2. Inicializálás

A teljesítményvezérlő egység és a fejvezérlő egység bekapcsolását követően ellenőrizni kell az elektródák állapotát. Amint az elektródák megfelelő állapotban vannak és megnyitottuk a sűrített levegő csapját inicializálni kell a vezérlő egységeket. Az egység inicializálása az önka-

librálással kezdődik tehát a **RUN-DRESS** kapcsolót **RUN** állapotba kell állítani. Miután a gép a kalibrációs folyamataival zavartalanul végez megjelenik a kijelzőjén a főképernyő.

A főképernyőt a **CHANGE** gomb lenyomásával lehet váltani három különböző ablak között:

- paraméterek bevitelle,
- grafikus folyamat ábra,
- hegesztési dudor besülyedés visszajelzése.

Nekünk az első ablak szükséges az inicializáláshoz. Ezen az ablakon lehet bevinni a nyomóerő időzítéséhez illetve a nyomóerő nagyságához szükséges adatokat.

**Sqz time:**

A squeeze time az elektródák közötti nyomóerő stabil beállítását megelőző idő. Túl kevés idő beállítása a hegesztés első időszakában instabil nyomóerőt eredményezhet.

**Weld time:**

A hegesztési maximális hossza. Ajánlott 10%-kal nagyobb értéket beállítani kis mértékű után sajtolás miatt.

**Fwup time:**

Az utánnnyomás idejének (*follow up force*) a hossza, maximum : 9ms

**Weld force:**

A hegesztés alatt kifejtett konstans nyomóerő maximum: 89N, minimum: *Search force*

**Fwup force:**

Az utánnnyomás nagyságának (*follow up force*) értéke, maximum: 200N , minimum: *Weld force* (ebben az esetben nincs *fwup force*)

**Dly time:**

Az utánnnyomás (*follow up force*) késleltetése a hegesztés idejéhez (*weld time*) képest.

Az egység bekapcsolását követően a **WELD - NO WELD** kapcsolót a **WELD** állásba állítva az egység hegesztésre alkalmas lesz. A főképernyőt a **CHANGE** gomb lenyomásával lehet váltani három különböző ablak között:

- grafikus folyamat ábra,

Az első ablakot választva inicializálhatjuk a gépet. Itt a hegesztési paramétereket adhatjuk meg:

**Up - Down time:**

Az impulzus(ok) felfutási és lefutási hossza.

**Weld time:**

A hegesztési impulzus(ok) hossza.

**Cool time:**

Az impulzusok közti hűlési idő hossza.

**Pulsation:**

Az ismételt impulzusok mennyisége.

**Weld current:**

Az impulzusok csúcsárama.

### 3 Az Eszköz és használata

#### 3.1. Fejvezérlő egység

A fejvezérlő egység az elsődleges vezérlő szerepét tölti be a rendszerben, mivel ő kapja meg az indító jeleket és ő vezérli a felső elektródát mozgató szervomotort, végül ő adja ki az indító jelet a teljesítményvezérlő egységnek. A fejvezérlő képes a hegesztési szervomotort fel-

használva az elektródák közötti nyomóerőt szabályozni, de visszajelzést is tud adni a hegesztés folyamán az anyag összenyomódásról, illetve önkalibrációs funkciókra is képes. Minden bekapcsolás után ha a **RUN-DRESS** kapcsoló **RUN** állásban van a rendszer elkezd kalibrálni saját magát. Ez alatt képes lemérni:

- a behelyezett elektróda súlyát,
- az elektróda kilógását,
- a search pozíciót,
- a végpozíciókat.



3. ábra. Fejvezérlő egység

### 3.2. Teljesítményvezérlő egység és kimeneti transzformátor

A teljesítményvezérlő egység hozza létre a kimeneti teljesítmény jelalakját amit a hegesztő (kimeneti) transzformátor a hegesztési árammá illetve kifestésévé konvertál. Az általunk beállított jelalakot 2kHz-es szaggatott impulzusokkal tölti ki az inverter.

$$\frac{1}{2\text{kHz}} = 0,5\text{ms}$$



4. ábra. A teljesítményvezérlő egység



5. ábra. A kimeneti transzformátor

Tehát egy impulzus 1ms alatt egy 0; 5ms-os nem végtelen gyors ugrású tuskének fogható fel. Ebből 2 fontos dolog következik:

- a gépet ms nagyságrendnél pontosabban nem tudjuk beállítani,

- nagyon rövid ideje hegesztési jelalakoknál a valódi kimeneti teljesítmény már sokkal nagyobb mértékben tér el az általunk beállított ideális jelalaktól.

A vezérlő egységen lévő **WELD-NO WELD** kapcsolót **WELD** állásba állítva az egység kapcsolatot létesít a transzformátorral, és a hegesztési ciklus elindításához szükséges jelek fogadására alkalmassá válik. A vezérlő a transzformátoron keresztül képes adatokat gyűjteni a hegesztésről amit nem csak eltárolni és kijelezni tud, hanem a **SENTRY** megfelelő beállításával képes eldönteni a lehegesztett munkadarab állapotát (**selejt / nem selejt**).

### 3.2.1. A transzformátor

A hegesztési transzformátor szekunder körü ellenállása nagyban befolyásolja a hegesztés tulajdonságait, minél kisebb a kimenő áram annál kisebb teljesítményt ejt rajta és annál többet a munkadarabon. Ezért szükséges a megfelelő vastag Cu-vezetékezés így a szekunder körü ellenállás a  $\mu\Omega$  nagyságrendbe eshet. A vezetékek kapcsolatait ajánlott ellenőrizni.

### 3.2.2. A hegesztő manipulátor



6. ábra. Hegesztési ciklust indító gombok

A hegesztési ciklus elindításához egy a vezérlőházhoz kábelesen csatlakozó indító gombok szükségesek. A ciklus indítása két lépésből áll:

- Első szürke színű gomb lenyomva tartásával a felső elektróda a *search* pozícióba ereszkedik. A gomb felengedésére az elektróda visszaáll a felsőpozíciójába, tehát nyomva kell tartani, hogy a ciklus elinduljon.
- Második arany színű gomb lenyomásával a hegesztési ciklus elindul és innentől a folyamat nem áll meg míg hibát nem észlel a vezérlő egység vagy befejeződik a hegesztés.

A ciklus elindulása után már nem szükséges a gombok lenyomva tartása.

A ciklus indító gombok a géphez a gyártó által ajánlott lábpedált hivatottak helyettesíteni.

### 3.3. A hegesztőállomás és részegységei

A hegesztőállomás a mikrodudor hegesztés legfontosabb része, mivel a teljesítményvezérlő egység és részei felhasználható mikropont és mikrovonal hegesztéshez is. A munkapadot több fontos részre bonthatjuk:

- az elektródák közötti nyomóerő kifejtésére alkalmas precíziós szervomotorra,
- a munkadarabot és az alsó elektródát befogó rögzítő-pozicionáló eszközre (JIG),
- és a felső elektródákra.



7. ábra. A hegesztőállomás makrofotója

### 3.3.1. Szervomotor

Az elektródák közötti nyomóerő precíz kifejtéséhez egy szilárd, merev állványzatra van szerelve a motor. A felső elektróda befogatójára van közvetlen kapcsolva a több réz lemezből álló teljesítményt szállító szalagok. A befogó alkalmas vízűtés installálására is.

### 3.3.2. Elektródák

A felső elektródák kialakítása igazodik egy horronnyal a felső elektróda befogóhoz, így elősegítve, hogy a felső és alsó elektróda egy síkba kerüljön. A felső elektróda geometriai kialakítása befolyásolhatja a hegesztett kötés tulajdonságait. A hegesztett kötés szélén könnyen lépcsős formájú lehet az anyag a hegesztés során kifejtett erők miatt. Ezért az elektródák széleinek kis mértékű legömbölyítése lehet a legalkalmasabb a probléma orvoslására. A fentebb leírt probléma miatt és hasonló megfontolások miatt többféle kialakítású felső elektróda létezik.



8. ábra. Makrofotók az elektródákról

### 3.3.3. A rögzítő-pozicionáló eszköz

A Rögzítő-pozicionáló eszköz (JIG) egy szimmetrikus kettő ciklusra alkalmas befogató a terminálokhoz és az alsó elektródákhoz. Az eszköz egy munkafolyamat alatt két hegesztési ciklusra alkalmas automatizált gyártósorra optimalizált. Sajnos a jelenlegi befogatója nem ad lehetőséget erre. Így csupán az egyik oldala használható hegesztésre. Az eszköz részei:

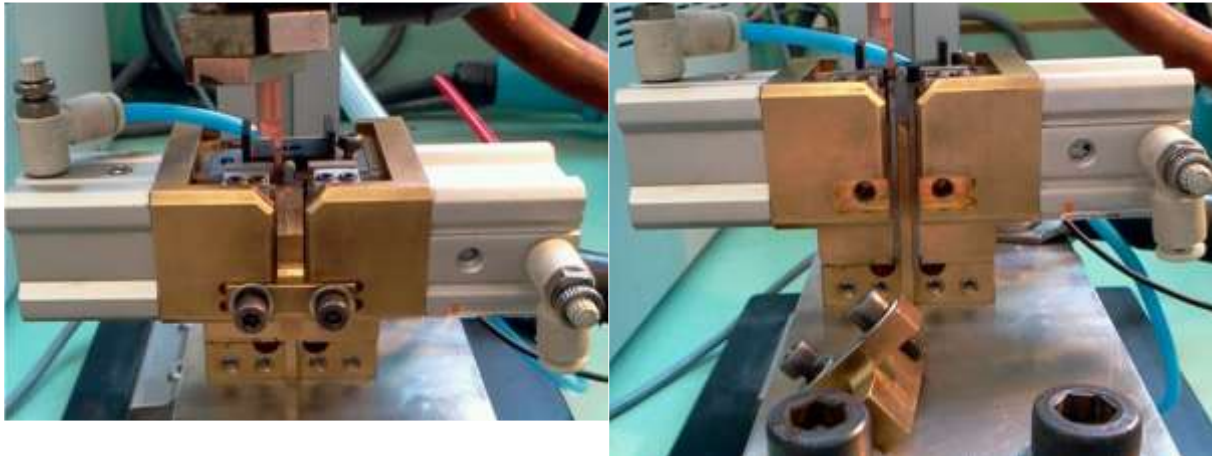
- Két munkahenger amik a középső kerámiához képesek szorítani oldalról a terminálokat, és a vezetékét. Megakadályozva a kilógó elemi szálakat. A bal oldali munkahen-

ger a központi sűrített levegős hálózatra van kapcsolva. A henger nyomás alá helyezéséhez a légnyomás csapot meg kell nyitni.

- A középső kerámia lefogatóját lecsavarozva és az oldalsó szorító csavart kioldva lehet kivenni az alsó elektródákat karbantartásra.
- A terminál tartó műanyag bakok elhelyezkedését is lehet szabályozni amivel a terminálok a hegesztés elhelyezkedését lehet állítani.

Az eszköz elhelyezkedésével tudjuk pontosan beállítani az alsó elektróda helyét, így biztosítva az elektródák pontos elhelyezkedését. Ezt 3 db 8-as imbuszcsavar fellazításával érhetjük el.

Minden különböző kialakítású elektróda (volfrám < - > réz ) váltásnál újra be kell állítanunk az eszköz elhelyezkedését.



9. ábra. A rögzítő-pozicionáló eszköz behelyezve a hegesztő berendezésbe

## Útmutató az „Kovácshegesztés” laboratóriumi gyakorlatokhoz

### Kovácshegesztés (régi jele: 43)

#### Célok:

- A kovácshegesztés technológiájának gyakorlati megismerése egy egyszerű alkatrész (négyzögprofil) meghajlítása és összehegesztése által.

#### A laborgyakorlat menete:

- A Laborvezető elmagyarázza a kovácshegesztés elvét,
  - felülettisztítás, Bórxax szerepét,
  - a képlékenyalakító-laborban e-célra használható eszközöket,
  - bemutatja a feladatot
  - és felhívja a Hallgatók figyelmét a veszélyforrásokra,
    - védőszemüveg viselése kötelező,
    - hegesztő kötény/kabát viselése kötelező,
    - kesztyű viselése kötelező,
    - a próbatesteket csak fogóval mozgassuk,
    - amikor kiveszik a próbatestet a tűzből és "forgolódnak vele" fokozottan ügyeljenek a többiek testi épségére!

#### Elvégzendő feladatok:

- Minden Hallgató kap egy darab szénacél négyszögvasat (előmelegítve kovácstűzben),
- melyből kb. 100 mm-t üllőn kalapács segítségével először 180°-ban visszahajtanak,
  - amennyiben szükséges újbóli melegítés után összehegesztenek,
  - majd melegen üllőn levágják a hegesztett darabot és
  - lehűtik vízben a levágott darabot.
  - A maradék szelvény visszakerül a kovácstűzbe a következő csapatnak.

#### Alapanyag:

- 6 mm-es szénacél (S235J0) négyszögprofil

**Útmutató az „Kézi ívhegesztés” hegesztés laboratóriumi gyakorlatokhoz**  
**Kézi ívhegesztés bevont elektródával (111)**  
**Kézi ívhegesztés 1 laborgyakorlat**

**Célok:**

- A hegesztőgépek / berendezések bemutatása
  - működés és beállítási lehetőségek bemutatása
- A varratképzés megismerése felrakóhegesztésnél, 111-es eljárásnál,
  - egyenes,
  - egyenletes varratvastagságú és
  - egyenletes varratdudor-magasságú hernyóvarrat készítése **PA** pozícióban (egy lemezre sok párhuzamos sor varrat ráfér, ráadásul két oldala van)
- A Hallgató figyelje meg:
  - a hőbevitel hatását a munkadarab deformációjára.
  - A hegesztési teljesítmény (hegesztési sebesség) és
  - **a varrat minősége és külalakja közötti különbséget a MIG/MAG és TIG eljárásokhoz képest.**
- A 111-es eljárás gyakorlati megismerése.

**Alapanyag:** 50×100×3 mm-es acéllemez, anyaga S235JR

**Hegesztőanyag:** Ø 2,5 mm-es rutilos elektródával

**Íránymutató hegesztőgép beállítási paraméterek:** DC-/AC I=60 110 A

**Kézi ívhegesztés 2 laborgyakorlat**

**Célok:**

- A varratképzés megismerése kötőhegesztésnél, 111-es eljárásnál,
  - egyenes,
  - egyenletes varratvastagságú és
  - egyenletes varratdudor-magasságú varrat készítése **PA** pozícióban
  - majd a meglévő hegesztéshez harmadik lemez hozzáhegesztése **PB** pozícióban
- A Hallgató figyelje meg:
  - a hőbevitel hatását a munkadarab deformációjára,
  - a hegesztési teljesítmény (hegesztési sebesség) és a varrat minősége és külalakja közötti különbséget a MIG/MAG és TIG eljárásokhoz képest,
  - a különbségeket szénacél lemez felrakóhegesztéséhez képest.
- A 111-es eljárás bővebb gyakorlati megismerése.

**Alapanyag:** 3 db 50×100×3 mm-es acéllemez, anyaga S235JR

**Hegesztőanyag:** Ø 2,5 mm-es rutilos elektródával

**Íránymutató hegesztőgép beállítási paraméterek:** DC-/AC I=60 110 A

**Eljárásváltozatok MSZ EN ISO 4063:2023 szerint:**

- 1** ívhegesztés
- 11** fogyóelektródás, védőgáz nélküli ívhegesztés
- 111** kézi ívhegesztés
- 112** gravitációs ívhegesztés
- 114** önvédő, porbeles huzalelektródás ívhegesztés

## Útmutató az „Láng” hegesztés laboratóriumi gyakorlatokhoz

### Oxigén-acetilén hegesztés (311)

#### Célok:

- A hegesztőpisztoly, gázpalackok bemutatása
  - működés és beállítási lehetőségek bemutatása
- A varratképzés megismerése kötőhegesztésnél, 311-es eljárásnál,
  - egyenes,
  - egyenletes varratvastagságú és
  - egyenletes varratdudor-magasságú hernyóvarrat készítése **PA** pozícióban sá-tortetőben összefűzött lemezeknél hozaganyaggal
- A Hallgató figyelje meg
  - a hegesztési teljesítmény (hegesztési sebesség) és
  - **a varrat minősége és külalakja közötti különbséget a MIG/MAG és TIG eljárásokhoz képest.**
- A 311-es eljárás gyakorlati megismerése.

#### A laborgyakorlat menete:

- A Laborvezető elmagyarázza a gázhegesztés elvét,
  - felülettisztítás szerepét,
  - a balra ill. jobbra hegesztés jelentőségét
  - bemutatja a láng meggyújtásának és kioltásának sorrendjét:
    - **gyújtáshoz először az oxigén szelepet majd az acetilénszelepet nyitjuk ki**
    - **elzáráskor először az acetilénszelepet zárjuk el majd az oxigénszelepet**
  - bemutatja a feladatot
  - és felhívja a Hallgatók figyelmét a veszélyforrásokra,
    - **védőszemüveg viselése kötelező,**
    - **hegesztő kötény/kabát viselése kötelező,**
    - **kesztyű viselése kötelező,**
    - **fokozottan ügyeljenek a többiek testi épségére, hegesztőpisztollyal forgó-lódni tilos!**

#### Elvégzendő feladatok:

Minden Hallgató kap kettő darab sá-tortetőben összefűzött acéllemezt

- melyet hozaganyag adagolás mellett **PA** pozícióban összehegesztenek,
- és a pisztoly elzárása után vízben lehűtenek.

**Alapanyag:** 2db 50×100×3 mm-es acéllemez, anyaga S235JR

**Hegesztőanyag:** Ø 1 mm-es szénacél pálca

#### Eljárásváltozatok MSZ EN ISO 4063:2023 szerint:

- 3** lánghegesztés
- 31** oxigénes lánghegesztés
- 311** oxigén-acetilén keverékes lánghegesztés
- 312** oxigén-propán keverékes lánghegesztés
- 313** oxigén-hidrogén keverékes lánghegesztés

## Útmutató az „Csaphegesztés” laboratóriumi gyakorlatokhoz

### Csaphegesztés (78)

#### Célok:

- A csaphegesztés folyamatának megismerés menetes csapok felhegesztése által
  - szénacél és
  - ausztenites acéllemezre **PA** pozícióban.
- A Hallgató figyelje meg a hegesztési paraméterek befolyását a hegesztett kötés jószágára.
- A csaphegesztési eljárás gyakorlati megismerése.

**Alapanyag:** 1 db 50×50×3 mm-es acéllemez, anyaga S235JR

**Hegesztőanyag:** Ø 8 mm-es M8-as szénacél menetes csap, 18% CO<sub>2</sub> – 82 % Ar gázkeverék védelem

#### A laborgyakorlat menete:

- A csaphegesztési eljárás rövid ismertetése pár percben, a Hallgatók már hallgatták előadáson.
  - Működés:
    - Csaphegesztés, mint eljárás
    - Hegesztés folyamata, hegesztési energia
    - Különböző munkarendek (Rövidciklusú, ívhúzásos)
  - Varratvédelem:
    - Védőgáz, Ar-Co<sub>2</sub>, Ar-He
    - Kerámiás védelem (gőzök, ívstabilitás és megtámasztás)
    - Mi alapján választunk? (anyagminőség, hegesztési helyzet, átmérő, hegesztési energia)
  - Jellegzetes varrathibák:
    - Kevés energia
    - Túl sok energia
    - Ívfújás, nem megfelelő pozicionálás
  - Alkalmazás:
    - Két nagy csoport: Erő- és hőátvitelre képes kötések
    - Erőátvitel: jobb mechanikai tulajdonságú varrat. Ez általában acélokra jellemző.
    - Hőátvitel: gyengébb varrat. Al és Cu hegesztéseknél alkalmazzuk, pl: Hőcserélők felületének növelése
- A csaphegesztő berendezés használata ismertetésre kerül.
- Az első pár hegesztést különböző beállításokkal egy nagyobb szénacél lemezre készítik kerámia ömledék-megtámasztással és anélkül. Ezek a csapok hajlítóvizsgálatra is kerülnek.
- Továbbá demonstrálásra kerül ausztenites lemezre is egy saválló csap felhegesztése.
- A hajlítókísérletek alapján legjobbnak ítélt paraméterbeállításokkal minden Hallgató hegeszt egy saját csapot 50×50×3 mm-es szénacél lemezre.

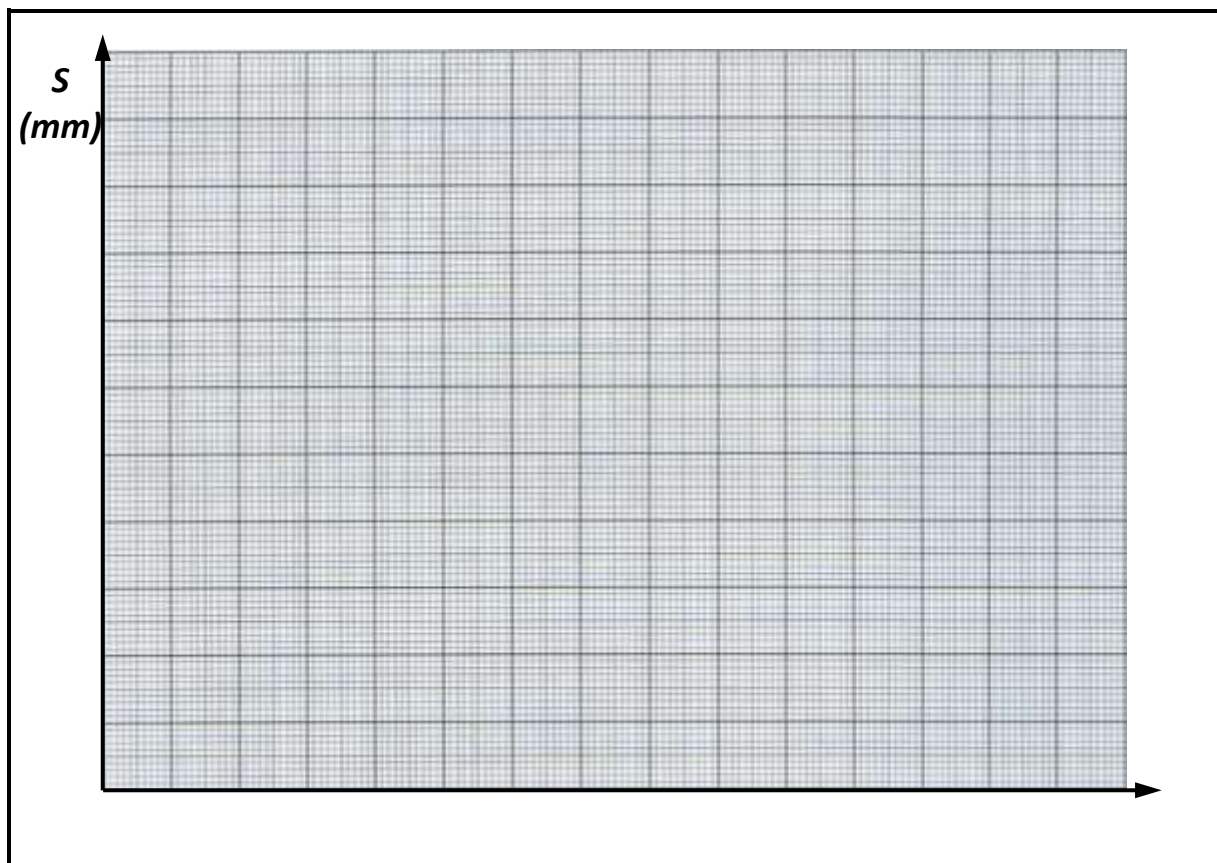
**Elvégzendő feladatok:**

- Ausztenites lemezen csaphegesztés demonstrálása.
- Csaphegesztés bemutatása kerámia ömledék-megtámasztással és anélkül, különböző paraméterek mellett szénacél lemezen.
  - Csoport egyik fele: Állandó főárammal (VSZEIT = 80); Változó előárammal (HSZEIT = 40-100) végig hegeszteni egy mintasort.
  - Csoport másik fele: Állandó előárammal (80) és változó főárammal (40-240) végighegeszteni egy mintasort.
    - A kiértékelés alapja, hogy egy tolómérő mélységmérőjével mérjék a távolságot az alapanyag felülete és a csap vége között.
    - Szemrevételezni a mintákat, és a varratok hibáit felmérni.
    - Ezeket táblázatba rendezni.
    - A végén lehet diagramot felvenni, amelyben csökken a mért távolság az áramok függvényében.
    - Továbbá ezen felhegesztett kötések jóságának vizsgálata hajlítóvizsgálattal.
    - Az optimális hegesztési paraméterek meghatározása adott lemezvastagságra.
- Minden Hallgató kap egy darab szénacél lemezt és meghatározott optimális paraméterekkel felhegeszt rá kerámia támasz nélkül 1-1 menetes csapot.

**Eljárásváltozatok MSZ EN ISO 4063:2023 szerint:****26 ellenállás-csaphegesztés****423 csap-dörzs hegesztés****78 ívhúzásos csaphegesztés****783 kerámiagyűrűs vagy védőgázos, ívhúzásos csaphegesztés****784 rövid ciklusú, ívhúzásos csaphegesztés****785 kondenzátorkisütéses, ívhúzásos csaphegesztés****786 kondenzátorkisütéses, gyújtócsúcsos csaphegesztés**

**Jegyzőkönyv a vizsgált paraméter hatásáról**

Sorszám	Vizsgált paraméter	S (mm)
1.		
2.		
3.		
4.		
5.		
6.		
7.		
8.		
9.		



A vizsgált paraméter hatása csaphegesztett kötés benyomódására a lemezbe

## Bővebb információk az ívhúzásos csaphegesztési eljárásokról és a konkrét hegesztőberendezésről:

### Működési elv

Az ívhúzásos csaphegesztés a csap elemelésével létrejövő, rövid ideig fennálló villamos ív segítségével végzett hegesztés. Ezzel a módszerrel normál szénacélból és Cr-Ni ötbözésű acélból, továbbá alumíniumból, sárgarézből és titánból készített menetes csavarokat, csapokat, golyókat (gömböket), belsőmenetes betéteket és sok más összekötő elemet lehet 3-25 mm átmérőig felhegesztetni.

A munkafolyamat menete általánosságban a következő:

- A csap csúcsa érintkezik az alapanyaggal, a hegesztőáram bekapcsol, teljesül az ívgyújtás előfeltétele.
- A csúcs elemelése az alapanyagtól. Létrejön a villamos ív, a csapvég és az alapanyag megömlik.
- Csap belemerül a hegfürdőbe, a hegesztő áram kikapcsol, az ömledék megdermed, ezzel létrejön a kötés.



*Az ívhúzásos csaphegesztési eljárás működési elve*

- A 100 ms-nál rövidebb hegesztési idejű eljárás a **rövid ciklusú ívhúzásos csaphegesztés (784)**
- a 100 ms-nál hosszabb hegesztési idejű eljárás az **kerámiagyűrűs vagy védőgázos, ívhúzásos csaphegesztés (783)** nevet viselik.

### Varratvédelem

Használhatunk védőgázt; csaphegesztésnél a védőgázok feladata megegyezik az ívhegesztéseknél használt védőgázokéval. Általában acéloknál 82% Ar és 18% CO<sub>2</sub> gázkeveréket használnak, alumínium és réz hegesztésénél tiszta argont, vagy argon-hélium keveréket.

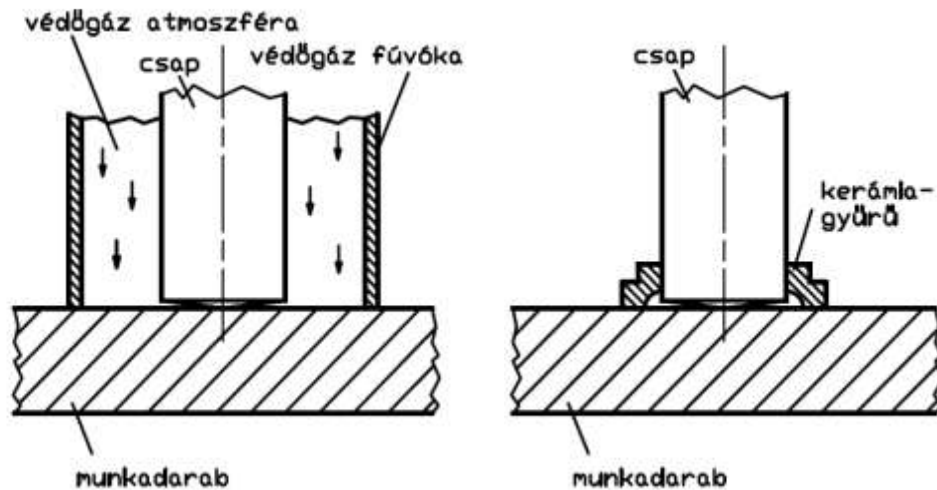
Használhatunk kerámiagyűrűt is, mely több feladatot lát el:

- megfelelő áramerősségnél fémgőzök előállítás az égéskamrában varratvédelmi céllal
- ívkoncentráció és -stabilizálás, ívfűvés csökkentése
- hegfürdő-megtámasztás és formálás
- védi a hegesztőt a sugárzástól és a szikrától,
- csökkenti a fröcskölést.

A kerámiagyűrűs eljárásnál a csapok kúpos végébe egy kis alumíniumgolyót sajtolnak. Ennek fő funkciója a dezoxidálás, de segíti a tökéletesebb elektromos kontaktus kialakulását is.

Egy kerámiagyűrűt egyszer használnak fel, ezután eltávolítják a megdermedt olvadékról.

A kerámiagyűrű cseréje nehezen automatizálható művelet, emiatt gépesített eljárásoknál kizárólag a védőgázos eljárás terjedt el. Védőgázos eljárásnál az alumíniumgolyó elmarad, itt a folyamat védőgáz-atmoszféra alatt zajlik, külön dezoxidálásra nincs szükség.



Csaphegesztéseknél használatos varratvédelmi módszerek

### A csaphegesztés alkalmazhatósági határai

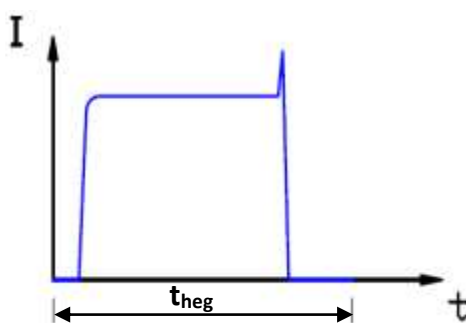
A csaphegesztő eljárások alkalmazásának fő paraméterei alábbi táblázatban látható

A csaphegesztés alkalmazhatósági határai

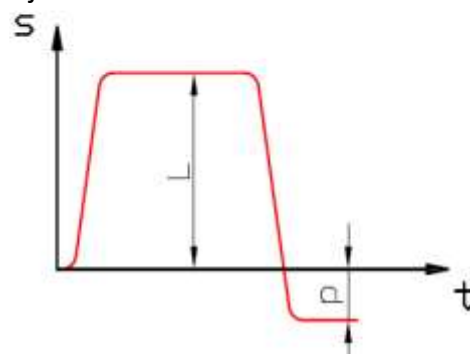
Hegesztő eljárás	Hegesztési idő $t_{\text{heg}}$ (ms)	Csapátmérő $d$ (mm), heg. pozíció	Áramerősség $I$ (A)	Varratvédelem	Minimális alapanyagvastagság (mm)
Ívhúzásos csaphegesztés kerámiaagyűrűvel vagy védőgázzal (783)	>100	3-25 PA	300-3000	kerámia-gyűrű	0,25 $\times$ $d$ , de legalább 1 mm
		3-20 PE			
		3-16 PC	300-2000	védőgáz	0,25 $\times$ $d$ , de legalább 1 mm
		3-16 PA			
3-8 PC					
Rövid ciklusú ívhúzásos csaphegesztés (784)	<100	3-10 bármilyen hegesztési helyzetben	1800-ig	védőgáz, védelem nélkül	0,125 $\times$ $d$ , de legalább 0,6 mm

### A csaphegesztési eljárások munkarendje:

Az ívhúzásos csaphegesztés általános munkarendje az MSZ EN ISO 14555:2007 szerint:



$I$ : hegesztőáram  
 $t_{\text{heg}}$ : hegesztés ideje  
 $s$ : csap elmozdulása



$L$ : csap munkadarabtól való elemelésének magassága  
 $p$ : csap hegfürdőbe merülésének mélysége

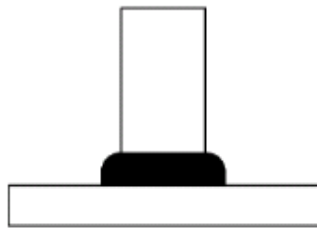
### Irányadó hegesztési paraméterek

Az ívhúzásos csaphegesztésnél a következő hegesztési paraméterek adhatók meg:

- polaritás: acéloknál a csap a negatív pólus és a munkadarab a pozitív; réznél, alumíniumnál fordítva
- hegesztőáram:  $I \text{ (A)} = 80 \times d \text{ (mm)} - 16 \text{ mm csapátmérőig,}$   
 $90 \times d \text{ (mm)} - 16 \text{ mm csapátmérő felett;}$   
rozsdamentes acéloknál kb. 10 %-kal csökken az áramerősség
- hegesztési idő:  $t_{\text{heg}} \text{ (s)} = 0,02 \times d \text{ (mm)} - 12 \text{ mm csapátmérőig,}$   
 $0,04 \times d \text{ (mm)} - 12 \text{ mm csapátmérő felett;}$   
az értékek PA hegesztési helyzetre vonatkoznak, PC helyzetben rövidebb hegesztési időket kell alkalmazni
- elemelés: 1,5 – 8 mm között, a csapátmérővel arányosan növekvő mértékben; bevont felület esetén a normálnál nagyobb elemelés szükséges
- kinyúlás: 1 – 8 mm között, a csapátmérővel arányosan növekvő mértékben

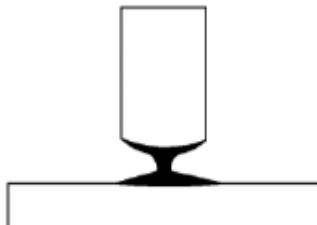
### Csaphegesztésnél előforduló tipikus varrathibák

A hibátlan csaphegesztett kötés és az előforduló tipikus varrathibák a következő ábrán láthatók.



Hibátlan kötés, optimális beállítási értékek.

Folyamatos, egyenletes varrat.



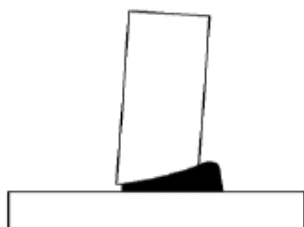
Hibás kötés túl nagy hegesztési energia vagy nem megfelelő elemelés/bemerülés miatt.

A csapátmérő lecsökken a varratnál, a csap nem teljes keresztmetszettel vesz részt a kötésben.



Hibás kötés kis hegesztési energia vagy nedvességtartalmú kerámiagyűrű miatt.

Kis méretű, nem egyenletes varrathernyő.



Hibás kötés ívfúvás vagy nem megfelelő pisztolypozícionálás miatt.

A csap nem teljes keresztmetszettel vesz részt a kötésben, látható beégés.

*Csaphegesztésnél előforduló tipikus varrathibák*

### Csaphegesztett kötések tipikus vizsgálati módszerei

Az alábbi ábra szerinti vizsgálati módszerekkel könnyen, gyorsan kiszűrhetőek a szemre megfelelő, de szilárdságilag elégtelen kötések:



Hajlítás csőszerszámmal  
Hajlítás kalapáccsal  
*Csaphegesztett kötések hajlítóvizsgálata csőszerszámmal vagy kalapáccsal*

A kötés megfelelő, ha a 60°-os hajlítást követően sem az alapanyagban, sem a hőhatás övezetben, sem a csapban nem jelentkezik repedés. Az ívhúzásos csaphegesztéssel készült kötések vizsgálataira vonatkozó előírásokat az MSZ EN ISO 14555:2007 részletesen tárgyalja.

### A gyakorlaton Soyer BMK-12W csaphegesztő áramforrást használunk

Az áramforrás feladata a ív gyújtásához és fenntartásához szükséges áram, valamint szükség esetén a megfelelő mennyiségű védőgáz biztosítása az adott hegesztési műveletnek megfelelő időn keresztül.

Az áramforrás hagyományos felépítésű, transzormátor-egyenirányítós kialakítású. A hegesztőpisztoly-csatlakozó a negatív, a testkábel-csatlakozók a pozitív pólusok. Polaritáscserére nincs lehetőség, így csak acélok hegesztésére használható.



*Soyer BMK-12W csaphegesztő áramforrás*

#### Műszaki adatok:

Hegeszthető csapok:	M3-M12 RD (MR) vagy $\varnothing$ 2-11 mm (MSZ EN ISO 13918)
Hegeszthető anyagminőségek:	Szénacél, Cr-Ni acélok
Hegesztő áram:	800 A
Hegesztési idő:	1-1000 ms
Hegesztési kapacitás:	max. 30 csap/perc, csapátmérettől függően
Végőgáz mennyiség:	max. 5 l/perc
Elektromos hálózat:	3 × 400 V – 50 Hz – 32 A
Méretetek:	360 × 325 × 500 mm (sz × m × h)
Tömeg:	48 kg

## Kezelőszervek, csatlakozók:



Soyer BMK-12W csaphegesztő áramforrás előlapja és hátlapja

- |       |  |
|-------|--|
| 1/3   | Biztosítékok   |
| 2     | Főkapcsoló   |
| 4     | LCD kijelző  |
| 5     | Visszajelző LED-sor  |
| 6     | Beállító gombok  |
| 7     | "Csapadagoló előre" kimenő sűrített levegő csatlakozó            |
| 8     | "Csapadagoló vissza" kimenő sűrített levegő csatlakozó           |
| 9     | Ellenőrző egység csatlakozó                                      |
| 10    | Hegesztőpisztoly csatlakozó                                      |
| 11    | Kimenő védőgáz csatlakozó  |
| 12    | Testkábel-csatlakozók  |
| 13    | Hálózati kábel   |
| 14    | 15 pólusú csatlakozó a csapadagoló vezérlő egységéhez            |
| 15    | 9 pólusú csatlakozó a csaphegesztő áramforrás vezérlő egységéhez |
| 16    | RS 232 csatlakozó  |
| 17    | "Áramütés veszélye" jelzőtábla                                   |
| 18    | Adattábla  |
| 19    | Bemenő védőgáz csatlakozó  |
| 20/21 | Csapadagoló bemenő sűrített levegő csatlakozó (opcionális)       |

### Soyer PH-3 N csaphegesztő pisztoly

A pisztoly feladata a csap bekapcsolása az áramkörbe, a hegesztési folyamat indításához szükséges vezérlő jel kiadása és a szükséges varratvédelem biztosítása (a védőgáz hegfürdőhöz juttatása vagy a kerámiagyűrű rögzítése a hegfürdő körül).

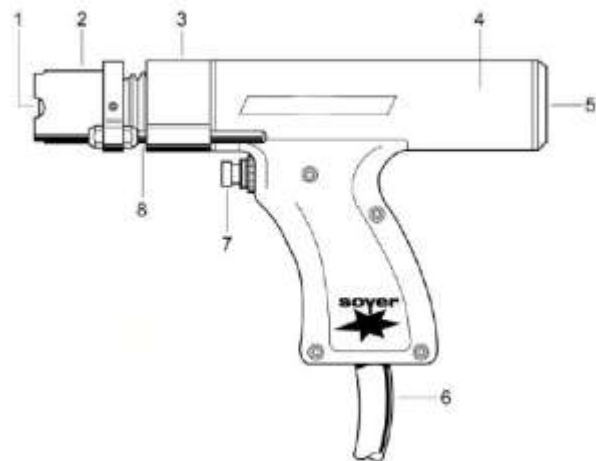
#### Műszaki adatok:

Behelyezhető csapok:	M3-M12 RD (MR) vagy Ø2-11 mm (MSZ EN ISO 13918)
Csap anyagminőségek:	Szénacél, Cr-Ni acélok
Hegesztési kapacitás:	max. 20 csap/perc, csapátmérőtől függően
Kábel hossz:	3 m
Pisztoly hossz gázterelővel:	kb. 280 mm
Magasság:	138 mm
Szélesség:	65 mm
Tömeg:	kb. 1 kg

#### Kezelőszervek, csatlakozók:



*A hegesztőpisztoly fotója*



*A hegesztőpisztoly felépítése*

- 1 Csaptartó
- 2 Csap körüli védőgyűrű
- 3 Csap körüli védőgyűrű tartó- és beállító szerkezete
- 4 Pistoly burkolat
- 5 Csap elemelés mértékét állító csavar
- 6 Hegesztő- és vezérlő kábel, védőgáz tömlő
- 7 Indítógomb
- 8 Csap körüli védőgyűrű tartópálcái

## Útmutató az „Robot 1.” laboratóriumi gyakorlatokhoz

### Robotprogramozás 1

#### Célok:

- Ipari robot alap szintű programozásának,
  - programozás felépítésének
  - programnyelv megismerése
  - Robothegeztés 135 –eljárással, a hegesztési paraméterek hatásának vizsgálata sarokvarrat készítése által a megadott útvonalon.

#### A laborgyakorlat menete:

- A Laborvezető elmagyarázza a robotprogramozás lehetőségeit, menetét
- A Hallgatók kézi programozó pult segítségével leprogramozzák a feladatot és kipróbálják a működését (meghegesztik a varratokat).

Figyeljen a kontaktmentességre (ütközés elkerülése), és a megfelelő hegesztőpisztoly szögállításra. A programozás során figyeljen a helyes koordináta-rendszer megválasztására!

Vegye fel a szükséges mozgáspontokat (home pozíció, megközelítési, technológiai és eltávolodási pontokat!

#### Elvégzendő feladatok:

- 1. feladat  
Robotprogramozás felelevenítése: Egyenként, on-line programozási rendszerben a programozópult segítségével a hegesztőrobot mozgatása. A koordináta-rendszer hatásának megfigyelése a mozgatás menetére. Lehetséges nullpont felvétele a sarokvarrat hegesztésének megkezdésére, ügyelve a robotkar szöghelyzetére, és munkadarabtól való távolságára.
- 2. feladat  
Hegesztési sarokvarratok készítése a megadott útvonalon! Minimum 2 varrat készítése a próbadarabon különböző hegesztési paraméterek mellett (sebesség, feszültség, vagy akár védőgáz mennyiségének változtatása).

## Segédlet a robot programozásához

Készítette: [Kemény Dávid Miklós](#)

A laborgyakorlat keretén belül a hegesztőrobot kerül részletesen bemutatásra a későbbiekben. Az Anyagtudomány és Technológia Tanszék G. épület Dr. Bauer Ferenc tiszteletére elnevezett termében, a YASKAWA bemutató laborban található. A YASKAWA AR1440 típusú robotot a Flexman Robotics Kft. bocsátotta a tanszék rendelkezésére bemutató, és oktatási célból.

A YASKAWA AR1440 típusú robotkar főbb tulajdonságai:

- Tengelyek száma: 6 db
- Teherbírás: 12 kg
- Pontosság:  $\pm 0,02$  mm
- Maximális karkinyúlás: 1440 mm
- Üzemelési hőmérséklet: 0-45 °C
- Üzemelési páratartalom: 20-80 %
- Tömeg: 150 kg
- Teljesítmény: 1,5 kW

A hegesztőrobot abban különbözik a többi ipari robottól, hogy hegesztőfej van rajta, amely belső kábelezéssel van kivitelezve. A robothoz tartozik természetesen a hegesztő gép, gázpalack, és a huzal. Hegesztés során MAG eljárást valósít meg M21-es védőgázzal.

A robot és a hegesztőrendszeren kívül látható egy forgatható, egytengelyes pozicionáló berendezés (munkaasztal), így a rendszerünk összesen 6+1 tengelyes (NEM 7 tengelyes rendszer), illetve ezzel szemben egy passzív munkaasztal, amely a megtámasztást, pozicionálást segíti elő (hajtással nem rendelkezik). A hegesztőpisztoly karbantartása végett pisztolytisztító állomás is helyett kapott az összeállításban.



A robotcella felépítése

A berendezés összesség jól elhatárolva a külső környezettől egy biztonsági cellában foglal helyet, amelynek elsődleges feladata az emberi egészség megóvása és a munkabiztonság megteremtése. A cella ajtaja általában közelség- vagy lézeres érzékelővel van ellátva, amelynek kinyitásakor a működő robot azonnal leáll.

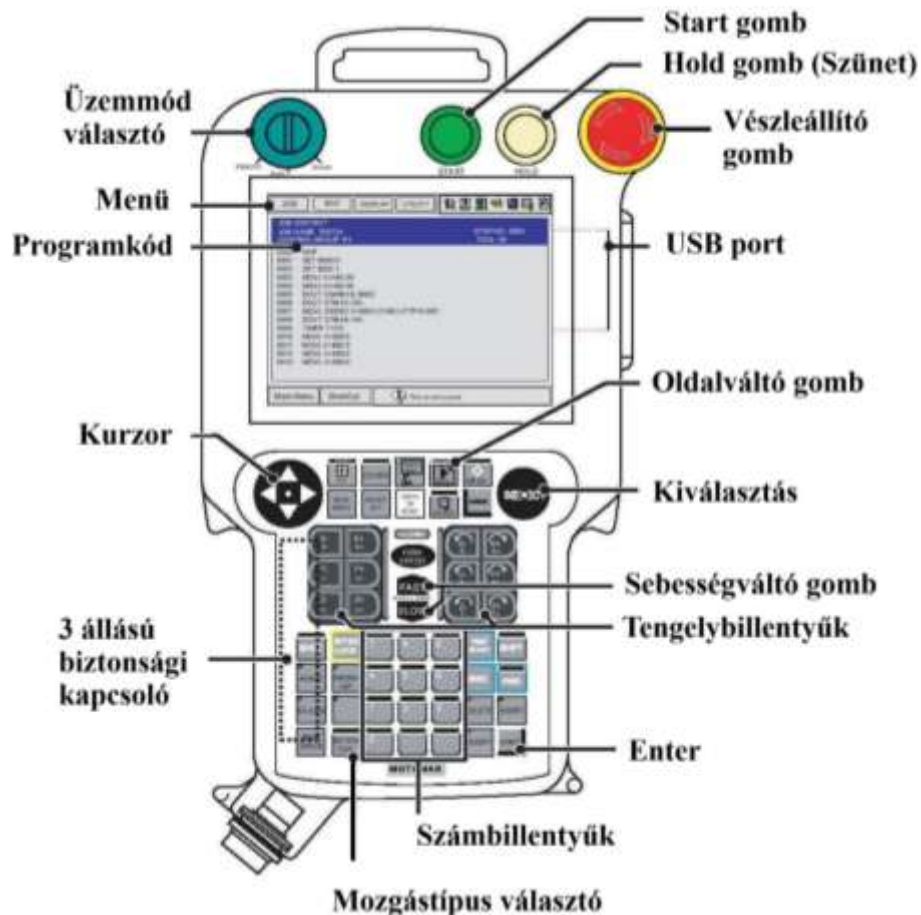


Hegesztőrobotot elszigetelő biztonsági cella

Robotprogramozás szempontjából kétfajta vezérlési módot különböztetünk meg:

- Off-Line programozás:
  - közvetett esetben a virtuális térben tanítjuk meg a robotnak a mozgást,
  - automatikus pályagenerálás során a software generálja a programtervet (3D, megmunkálás)
- On-Line programozásban is több lehetőség áll rendelkezésre
  - közvetlen tanítás (direct teach-in), ilyen a festő robot, vagy a rehabilitációs robot
  - Közvetett tanítás esetében csak a konkrét pontokat és azok közötti mozgásokat (egyenes, kör, spline) rögzítjük a munkatérben

A laborgyakorlat során közvetett programozást alkalmazunk, amelyet a programozópulton lehet kivitelezni.



YASKAWA robot programozópultja

Az üzemmódok között a 3 állású „Üzem mód választó” kapcsolóval lehet váltani.

- Tanuló üzemmód (Teach mode): Itt történik a robot mozgásának közvetett betanítása. Maximális sebesség ekkor 250 mm/perc (biztonsági okokból). A sebességet lehet állítani az út hosszától függően: (Slow, Mid, High)



- Indítási üzemmód (Play mode): Itt történik a programok futtatása, amikor a robotmozgások valós sebességgel történnek. Leállítása a biztonsági cella kinyitásával, vagy a vészleállítással lehetséges.

A programozás megkezdésekor egy új JOB-ot (programot) szükséges létrehozni, amely a robot feladatát fogja leírni. A mozgási parancsok megadása előtt érdemes a koordináta rendszer helyes megválasztása



.

A következő koordinátarendszerek alkalmazhatók:

- Csukló
- Derékszögű (Descartes)
- Henger
- Szerszám
- Felhasználói koordinátarendszerek

A programozás elengedhetetlen kelléke a 3 állású hátsó kapcsoló a „Dead Man Switch”, azaz a „Halott Ember Kapcsoló” középállásban való használata. Ennek aktiválását az előzetesen megnyomott, SERVO ON READY gombbal tudjuk elérni.



### Mozgásvezérlési módok

A pontok felvétele előtt a mozgások típusát ellenőrizni kell. Kiválasztása a MOTION TYPE gombbal lehetséges. Többfajta típus közül választhatunk:

- MOVJ – Csuklómozgás, ekkor a robotpálya nem meghatározott, azaz a robot a számára legkedvezőbb útvonalon közelíti meg a beprogramozott pontot. A sebességet %-ban adjuk meg, a robot maximális sebességéhez viszonyítva (pl.: MOVJ VJ = 80 (%)) Ezeket a parancsokat általában mellékmozgások programozására használják.
- MOVL – Egyenes mentén történik a mozgás, azaz a robot pályája kötött. A sebességet általában cm/percben adjuk meg. Ezekkel a fő (technológiai) mozgások programozhatók (pl.: MOVL V=55).
- MOVC – Körpálya mentén történő mozgást jelent. A robot pályája szintén kötött. Sebességét általában cm/percben adjuk meg. Ebben az esetben is a fő mozgások programozásához használjuk (pl.: MOVC V=55).

### Új(abb) pont felvétele

A tanítás során alkalmazott mozgási utasításokat (pozíciókat) rögzíteni kell, hogy a robot eljusson A-ból B-be. Az aktuális pozíció elmentéséhez az INSERT + ENTER gombok egymás után történő megnyomása szükséges.



### Módosítás

Amennyiben a pontot felül szeretnénk írni egy korrigált pozícióval, akkor a MODIFY + ENTER kombinációt szükséges alkalmazni.



### Törlés

De ha törölni szükséges egy parancsot, akkor a robottal a törlendő pozícióra szükséges állni, majd a DELETE + ENTER gombokat szükséges megnyomni.

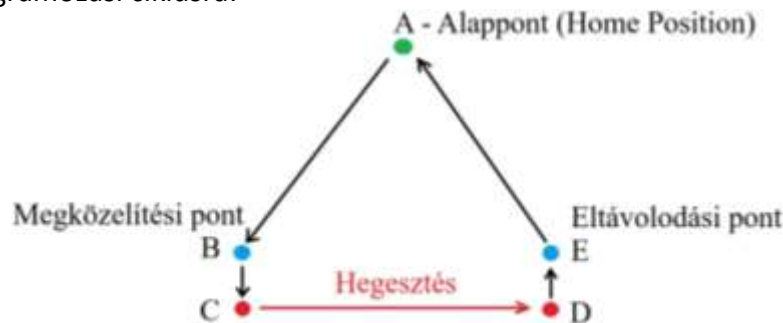


A JOB a következő elemekből épül fel:

- HOME Position – Null pozíció, a robot a munkavégzéskor innen indul és ebbe a pontba érkezik vissza.
- Megközelítési pont – Ennél alkalmazható a MOVJ parancs, itt történnek a nagyobb karmozgások, és itt a kívánt szöghelyzetben kell, hogy legyen a hegesztőfej.
- Technológiai pont felvétele – Finomabb mozgások felvétele, MOVJ parancson kívül bármelyik alkalmazható
- Eltávolodási pont – a megközelítő ponthoz hasonló, a robotot a munkaterületről eltávolítva, biztonságos helyzetbe irányítjuk, ahonnan a MOVJ parancs alkalmazható.
- HOME Position – Kezdeti pozíció újbóli behivatkozása.

Ezen parancsokkal a programozási ciklus le is zárult.

Egy példa a programozási ciklusra:



A példához tartozó robotprogram:

```

0000      NOP
0001 0001 MOVJ VJ=20.00 //A pont
0002 0002 MOVJ VJ=20.00 //B pont
0003 0003 MOVL V=250 //C pont
0004      ARCON //Hegesztés parancs
0005 0004 MOVL V=35 //D pont
0006      ARCOF //Hegesztés vége
0007 0005 MOVL V=250 // E pont
0008 0006 MOVJ VJ=20.00 //A pont
0009      END
    
```

## Útmutató az „Böhler forrasztás” laboratóriumi gyakorlatokhoz

### Keményforrasztás és lágyforrasztás (9)

#### Célok:

- A lánghevítéses keményforrasztás (912) eljárásváltozat megismerése különböző anyagcsoportokra:
  - vörösréz,
  - sárgaréz,
  - alumínium,
  - Cr-Ni acél összeforrasztása által.
- A 912-es eljárás gyakorlati megismerése.

#### A laborgyakorlat menete:

- A Böhler Vöstalpine cég Specialistái fogják bemutató jelleggel a különböző anyagcsoportokból kiválasztott lemezeket összeforrasztani.
- **Védőszemüveg viselése mindenkinek kötelező!**
- A Hallgatók figyeljék meg az egyes anyagcsoportok:
  - jellegzetes viselkedését forrasztáskor,
  - forrasztási nehézségeit,
  - a hozzájuk szükséges esetenként speciális hozag/segédanyagokat és azok szerepét.
- A bemutató végén van lehetőség egyénileg az egyes eljárásokat kipróbálni.

#### Elvégzendő feladatok:

- A bemutatógyakorlat figyelemmel kísérése, a különböző alapanyagokra
- egyéni érdeklődés alapján az egyes forrasztások kipróbálhatók.

#### Alapanyag:

- 50×100×2 mm-es sárgaréz lemez
- 50×100×1 mm-es vörösréz lemez
- 50×100×4 mm-es alumínium lemez
- 50×100×2 mm-es 304 auszteniites korrózióálló acéllemez

## Útmutató az „Feladatkiadás, Feladat 1.-3.” laboratóriumi gyakorlatokhoz

### Önálló hegesztési feladat

#### Célok:

- Egyszerű hegesztett konstrukció tervezése és kivitelezése.
- Tervdokumentáció menetének megismerése, kivitelezése.

#### A laborgyakorlat menete:

##### Feladatkiadás:

- A hallgatók lehetőleg háromfős **csapatokat** alkotnak. /→ munkamegosztást dokumentálni kell/
- Csapatonként kitalálnak egy-egy hegesztendő konstrukciót (ehhez a Tanszék biztosít csapatonként acéllemezt) (ötletekért ld.: <https://picasaweb.google.com/mtaatb/HegesztésGyakorlatiRemekmuvek?authkey=Gv1sRgCKmQl8zcvGr3gE>)
- Megtervezik a lemezek szabástervét (egyenes vágásokkal) /Egyéni egyeztetés, kivitelezés alapján ettől el lehet térni/
- A készítendő konstrukciót jóváhagyatják a Gyakorlatvezetőkkel.

##### Feladat 1-3 elvégzendő feladatrészt:

- A **Gyakorlatvezetők** feldarabolják a Hallgatók tervei szerint a lemezeket.
- A Hallgatók felügyelet mellett, csapatmunkában meghegesztik a kiválasztott és jóváhagyott konstrukciójukat, közben ügyeljenek a hegesztési paraméterek dokumentálására! Választható hegesztési eljárások a konstrukció legyártásához:
  - **111** egy labor alkalmával 2 csapat (2 hegesztőboxban)
  - **135** egy labor alkalmával 4 csapat (4 hegesztőboxban)
  - **141** egy labor alkalmával 3 csapat (3 hegesztőboxban)
  - **212** egy labor alkalmával 1 csapat (Ellenállás-hegesztő laborban)
  - **232** egy labor alkalmával 1 csapat (Ellenállás-hegesztő laborban)
  - **311** egy labor alkalmával 2 csapat (1 hegesztőboxban)
  - **43** csak külön egyeztetés alapján

##### III. Otthon elvégzendő feladatrészt:

- A Hallgatók csapatonként készítenek egy tervdokumentációt mely tartalma:
  - gyártmányrajz (műszakirajz) + a hegesztési varratok jelölése ([link](#))
  - kiválasztott kötéshez szilárdsági ellenőrzés....alapján
  - alkatrészlista és alkatrészrajzok (műszakirajz)
  - alkatrészek szabásterve (lemezollóhoz, esetleg plazmavágóhoz)
  - hegesztési terv,
    - varratétkép,
    - hegesztőanyagkiválasztás
    - az összes varrat (gyártói hegesztési utasításával) WPS-eivel,
    - összeállítási és fűzési terv
    - hegesztőanyag-szükséglet számolás
  - roncsolásmentes vizsgálati terv

- a kész alkatrész fotójával, melyet elektronikusan és papíron az utolsó gyakorlaton leadnak a Gyakorlatvezetőknek. + ppt prezentáció
- dokumentációban ki mit csinál

**Alapanyag:** 500×100×3 mm-es S235 lemez /Egyéni egyeztetés, megbeszélés alapján (vagy saját beszerzésből) lehet más alapanyag, anyagvastagság is/

terveket leadni mi átnézzük ledaraboljuk

### Útmutató az „Feladat prezentáció” laboratóriumi gyakorlatokhoz

#### Célok:

- Az elvégzett hegesztési feladat rövid (7-10 perc) prezentálása
- az elkészítésekor fellépő nehézségek megismertetése a többi Hallgatóval.

#### A laborgyakorlat menete:

- A Hallgatói csapatok csapatonként rövid (7-10 perces) ppt-prezentáció keretében bemutatják a többi hallgatónak az elvégzett munkájukat:
  - terveket,
  - felhasznált eljárásokat,
  - térjenek ki az esetleges nehézségekre, megfigyelésekre, majd
  - bemutatják a meghegesztett darabot.

#### Elvégzendő feladatok:

- PPT-prezentáció megtartása.
- A többi Kolléga meghallgatása.

## Mellékletek

 A hegesztési eljárások megnevezése és azonosító jelölésük  
 MSZ EN ISO 4063:2023 szerint

<b>1</b>	<b>Ívhegesztés</b>
<b>11</b>	<b>fogyóelektródás, védőgáz nélküli ívhegesztés</b>
<b>111</b>	kézi ívhegesztés
<b>112</b>	gravitációs ívhegesztés
<b>114</b>	önvédő, porbeles huzalelektródás ívhegesztés
<b>12</b>	<b>fedett ívű hegesztés</b>
<b>121</b>	tömör huzalelektródás, fedett ívű hegesztés
<b>122</b>	tömör szalagelektródás, fedett ívű hegesztés
<b>124</b>	fémportöltetű huzalelektródás, fedett ívű hegesztés
<b>125</b>	porbeles elektródás, fedett ívű hegesztés
<b>126</b>	porbeles szalagelektródás, fedett ívű hegesztés
<b>13</b>	<b>huzalelektródás, védőgázos ívhegesztés</b>
	<b>huzalelektródás, semleges védőgázos hegesztés (MIG-hegesztés)</b>
	<b>huzalelektródás, aktív védőgázos hegesztés (MAG-hegesztés)</b>
<b>131</b>	tömör huzalelektródás, semleges védőgázos ívhegesztés (tömör huzalelektródás MIG-hegesztés)
<b>132</b>	porbeles huzalelektródás, semleges védőgázos ívhegesztés (porbeles huzalelektródás MIG-hegesztés)
<b>133</b>	fémportöltetű huzalelektródás, semleges védőgázos ívhegesztés (fémportöltetű huzalelektródás MIG-hegesztés)
<b>135</b>	tömör huzalelektródás, aktív védőgázos ívhegesztés (tömör huzalelektródás MAG-hegesztés)
<b>136</b>	porbeles huzalelektródás, aktív védőgázos ívhegesztés (porbeles huzalelektródás MAG-hegesztés)
<b>138</b>	fémportöltetű huzalelektródás, aktív védőgázos ívhegesztés (fémportöltetű huzalelektródás MAG-hegesztés)
<b>14</b>	<b>volfrámelektródás, védőgázos ívhegesztés (TIG-hegesztés)</b>
<b>141</b>	tömör hozaganyag, volfrámelektródás, semleges védőgázos ívhegesztés; tömör hozaganyag TIG-hegesztés
<b>142</b>	hozaganyag nélküli, volfrámelektródás, semleges védőgázos ívhegesztés; hozaganyag nélküli TIG-hegesztés
<b>143</b>	porbeles hozaganyag, volfrámelektródás, semleges védőgázos ívhegesztés; porbeles hozaganyag TIG-hegesztés
<b>145</b>	tömör hozaganyaggal és redukálógázzal végzett volfrámelektródás ívhegesztés, tömör hozaganyaggal és redukálógázzal végzett TIG-hegesztés
<b>146</b>	porbeles hozaganyaggal és redukálógázzal végzett volfrámelektródás ívhegesztés, porbeles hozaganyaggal és redukálógázzal végzett TIG-hegesztés
<b>147</b>	volfrámelektródás, aktív védőgázos ívhegesztés; TAG-hegesztés
<b>15</b>	<b>plazmaívhegesztés</b>
<b>151</b>	MIG-hegesztéses plazmaívhegesztés
<b>152</b>	poradagolásos plazmaívhegesztés
<b>153</b>	átvitt ívű plazmaívhegesztés
<b>154</b>	nem átvitt ívű plazmaívhegesztés; plazmasugaras ívhegesztés

**155** részben átvitt ívű plazmaívhegesztés

**18** egyéb ívhegesztési eljárások

**185** mágnesesen mozgatott ívű hegesztés

---

## **2 ellenállás-hegesztés**

**21** ellenállás-ponthegesztés

**211** egyoldali ponthegeztés

**212** kétoldali ponthegeztés

**22** ellenállás-vonalhegesztés

**221** átlapolásos vonalhegesztés

**222** zömítéses vonalhegesztés

**223** él-előkészítéses, tompavarratos vonalhegesztés

**224** segédhuzalos, vonalhegesztés

**225** fóliás, tompavarratos vonalhegesztés

**226** fóliás, átlapolásos vonalhegesztés

**23** dudorhegesztés

**231** egyoldali dudorhegesztés

**232** kétoldali dudorhegesztés

**24** leolvasztó tompahegesztés

**241** előmelegítéses, leolvasztó tompahegesztés

**242** előmelegítés nélküli, leolvasztó tompahegesztés

**25** ellenállás-tompahegesztés

**26** ellenállás-csaphegesztés

**27** nagyfrekvenciás ellenállás-hegesztés

**29** egyéb ellenállás-hegesztési eljárások

---

## **3 Lánghegesztés**

**31** oxigénes lánghegesztés

**311** oxigén-acetilén keverékes lánghegesztés

**312** oxigén-propán keverékes lánghegesztés

**313** oxigén-hidrogén keverékes lánghegesztés

---

**4 Sajtolóhegesztés****41 ultrahangos hegesztés**

- 411 ultrahangos meleghegesztés
- 412 ultrahangos ponthegesztés
- 413 ultrahangos ponthegesztés
- 414 ultrahangos torziós hegesztés

**42 dörzshegesztés**

- 421 közvetlen hajtásos dörzshegesztés
- 423 lendkerekes dörzshegesztés
- 424 csapdörzshegesztés
- 425 lineáris dörzshegesztés (vibrációs hegesztés)
- 426 radiális dörzshegesztés
- 427 orbitális dörzshegesztés

**43 kavarási dörzshegesztés**

- 431 kavarási dörzs-pont hegesztés
- 432 feltöltéses, kavarási dörzs-pont hegesztés
- 433 fűzéses, kavarási dörzs-pont hegesztés
- 434 keringéses, kavarási dörzs-pont hegesztés
- 435 kilengéses, kavarási dörzs-pont hegesztés

**44 ütőhegesztés (shock welding)**

- 441 robbantásos hegesztés
- 442 mágneses impulzusos hegesztés

**45 diffúziós hegesztés**

- 451 izosztikus melegsajtolásos hegesztés

**47 sajtoló lánghegesztés****48 hidegsajtoló hegesztés**

- 481 folyatásos hidegsajtoló hegesztés

**49 melegsajtoló hegesztés**

- 491 melegfúvókás hegesztés
- 492 szegfejes hegesztés
- 493 együttajtolásos hegesztés

**5 energianyalábos hegesztés****51 elektronnyalábos hegesztés**

- 511 vákuumban végzett elektronnyalábos hegesztés
- 512 levegőn végzett elektronnyalábos hegesztés
- 513 védőgáz-adagolással végzett elektronnyalábos hegesztés

**52 lézeres hegesztés**

- 521 szilárdtest-lézeres hegesztés
- 522 gázlézeres hegesztés
- 523 diódalézeres hegesztés

<b>6</b>	<b>műanyaghegesztési eljárások</b>
<b>61</b>	<b>Hevítőbetétes hegesztés</b>
611	Fűtőszálas hegesztés; elektrofúziós hegesztés
<b>62</b>	<b>Rádiófrekvenciás hegesztés; nagyfrekvenciás hegesztés</b>
<b>63</b>	<b>Oldószeres hegesztés</b>
631	Oldószeres, kötőanyagossal hegesztés
<b>64</b>	<b>Forró gázos hegesztés</b>
641	Forró gázos gyorshegesztés
642	Forró gázos, körfúvókás hegesztés
643	Forró gázos, hegesztőpálca nélküli, kézi hegesztés
644	Forró gázos, hegesztőpálca nélküli, gépi hegesztés
645	Forró gázos, hegesztőpálcás, gépi hegesztés
646	Forró gázos, konvekciós hegesztés
647	Extrúziós hegesztés; kisajtoló hegesztés
<b>65</b>	<b>Hőkötétes tömítőhegesztés</b>
651	Impulzusos hegesztés
652	Forró rudas hegesztés
<b>66</b>	<b>Fűtött szerszámos hegesztés</b>
661	Hevítőlapos hegesztés
662	Hevítőékes hegesztés
663	Tokos hegesztés
664	Nyeregidomos hegesztés
<b>67</b>	<b>Dudormentes hegesztés</b>
671	Infrasugárzásos hegesztés
<b>69</b>	<b>Egyéb műanyaghegesztési eljárások</b>
691	Mikrohullámos hegesztés
692	Hőszegecselés
<b>7</b>	<b>egyéb hegesztési eljárások</b>
<b>71</b>	<b>aluminotermikus hegesztés; termit-hegesztés (aluminotermikus hegesztés )</b>
<b>72</b>	<b>villamos salakhegesztés</b>
721	szalagelektrodás salakhegesztés
722	huzalelektrodás salakhegesztés
<b>73</b>	<b>elektrogázhegesztés</b>
<b>74</b>	<b>indukciós hegesztés</b>
741	indukciós tompahegesztés
742	indukciós vonalhegesztés
743	nagyfrekvenciás indukciós hegesztés
<b>75</b>	<b>fénysugárzásos hegesztés</b>
753	infravörös sugárzásos hegesztés
<b>78</b>	<b>ívhúzásos csaphegesztés</b>
783	kerámiagyűrűs vagy védőgázos, ívhúzásos csaphegesztés
784	rövid ciklusú, ívhúzásos csaphegesztés
785	kondenzátorkisütéses, ívhúzásos csaphegesztés
786	kondenzátorkisütéses gyújtócsúcsos csaphegesztés

**8 vágás és faragás****81 lángvágás****82 ívvágás****821** szénelektrodás ívvágás; sűrített levegős ívvágás**822** oxigénes ívvágás**83 plazmavágás****831** oxidálógázos plazmavágás**832** oxidálógáz nélküli plazmavágás**833** sűrített levegős plazmavágás**834** nagy pontosságú plazmavágás**84 lézeres vágás****86 lángfaragás****87 ívfaragás****871** szénelektrodás, sűrített levegős ívfaragás; sűrített levegős ívfaragás**872** oxigénes ívfaragás**88 plazmafaragás**

---

**9 keményforrasztás és lágyforrasztás****91 helyi hevítéses keményforrasztás**

911 infravörös sugárzásos keményforrasztás

912 lánghevítéses keményforrasztás

913 lézeres keményforrasztás

914 elektronnyalábos keményforrasztás

916 indukciós keményforrasztás

918 ellenállás-keményforrasztás

919 diffúziós keményforrasztás

**92 teljes hevítéses keményforrasztás**

921 kemencés keményforrasztás

922 vákuumos keményforrasztás

923 bemártásos keményforrasztás

924 sófürdős keményforrasztás

925 folyasztószerfürdős keményforrasztás

926 bemeztéses keményforrasztás

**93 egyéb keményforrasztások**

94 helyi hevítéses lágyforrasztás

941 infravörös sugárzásos lágyforrasztás

942 lánghevítéses lágyforrasztás

943 pákás lágyforrasztás

944 vonzózó lágyforrasztás

945 lézeres lágyforrasztás

946 indukciós lágyforrasztás

947 ultrahangos lágyforrasztás

948 ellenállás-lágyforrasztás

949 diffúziós lágyforrasztás

**95 teljes hevítéses lágyforrasztás**

951 hullámforrasztás

953 kemencés lágyforrasztás

954 vákuumos lágyforrasztás

955 bemártásos lágyforrasztás

957 sófürdős lágyforrasztás

**96 egyéb lágyforrasztási eljárások****97 hegesztőforrasztás**

971 láng-hegesztőforrasztás

972 ív-hegesztőforrasztás

973 huzalelektrodás, védőgázos ív-hegesztőforrasztás

974 volfrámelektrodás, védőgázos ív-hegesztőforrasztás

975 plazmaív-hegesztőforrasztás

976 lézeres hegesztőforrasztás

977 elektronnyalábos hegesztőforrasztás



**Ömlesztő hegesztéskor előforduló hibatípusok  
számjelei MSZ EN ISO 6520-1:2008 szerint**

<b>100</b>	<b>Repedés</b>
1001	Mikrorepedés
101	Hosszirányú repedés
1011	Hosszirányú repedés a heganyagban
1012	Hosszirányú repedés a beolvadási övezetben
1013	Hosszirányú repedés a hőhatásövezetben
1014	Hosszirányú repedés az alapanyagban
102	Keresztirányú repedés
1021	Keresztirányú repedés a heganyagban
1023	Keresztirányú repedés a hőhatásövezetben
1024	Keresztirányú repedés az alapanyagban
103	Csillag alakú repedések
1031	Csillag alakú repedés a heganyagban
1033	Csillag alakú repedés a hőhatásövezetben
1034	Csillag alakú repedés az alapanyagban
104	Kráterrepedés
1045	Hosszirányú kráterrepedés
1046	Keresztirányú kráterrepedés
1047	Csillag alakú kráterrepedés
105	Repedéshalmaz
1051	Repedéshalmaz a heganyagban
1053	Repedéshalmaz a hőhatásövezetben
1054	Repedéshalmaz az alapanyagban
106	Elágazó repedés
1061	Elágazó repedés a heganyagban
1063	Elágazó repedés a hőhatásövezetben
1064	Elágazó repedés az alapanyagban
<b>200</b>	<b>Üreg</b>
201	Gázzárvány
2011	Gázpórus
2012	Egyenletes eloszlású gázporozitás
2013	Helyi porozitás
2014	Soros gázporozitás
2015	Megnyúlt gázzárvány
2016	Tömlő alakú gázzárvány
2017	Felületi pórus
2018	Felületi porozitás
202	Zsugorodási üreg
2021	Dendritközi zsugorodási üreg
2024	Kráter
2025	Végkráter
203	Mikroüreg
2031	Dendritközi mikroüreg
2032	Transzkristallin mikroüreg

**300 Szilárd zárvány**

- 301 Salakzárvány
- 3011 Soros salakzárvány
- 3012 Különálló salakzárvány
- 3013 Halmazt alkotó salakzárvány
- 302 Folyósítószer-zárvány
- 3021 Soros folyósítószer-zárvány
- 3022 Különálló folyósítószer-zárvány
- 3023 Halmazt alkotó folyósítószer-zárvány
- 303 Oxidzárvány
- 3031 Soros oxidzárvány
- 3032 Különálló oxidzárvány
- 3033 Halmazt alkotó oxidzárvány
- 3034 Oxidhártya
- 304 Fémzárvány
- 3041 Volfrámzárvány
- 3042 Rézzárvány
- 3043 Egyéb fémzárvány

**400 Összeolvadási hiány és hiányos átolvadás**

- 401 Összeolvadási hiány
- 4011 Oldalél-felületi összeolvadási hiány
- 4012 Rétegek közötti összeolvadási hiány
- 4013 Gyökben lévő összeolvadási hiány
- 4014 Mikro összeolvadási hiány
- 402 Hiányos átolvadás
- 4021 Hiányos gyökátolvadás
- 403 Fűrészfogképződés

**500 Alakhiba**

- 501 Szélkiolvadás
- 5011 Folyamatos szélkiolvadás
- 5012 Nem folyamatos szélkiolvadás
- 5013 Gyökoldali szélkiolvadás
- 5014 Varratsorok közötti szélkiolvadás
- 5015 Ismétlődő, helyi szélkiolvadás
- 502 Túlzott varratdudor
- 503 Túlzott sarokvarrat-domborúság
- 504 Túlzott gyökátfolyás
- 5041 Helyi gyökátfolyás
- 5042 Folyamatos gyökátfolyás
- 5043 Átroskadás
- 505 Nem megfelelő varratátmenet
- 5051 Nem megfelelő varrathajlásszög
- 5052 Nem megfelelő varratátmeneti sugár
- 506 Ráfolyás
- 5061 Fedőrétegben lévő ráfolyás

<b>5062</b>	<b>Gyökoldali ráfolyás</b>
507	Éleltolódás
5071	Lemezeken közötti éleltolódás
5072	Csövek közötti éleltolódás
<b>508</b>	<b>Szögeltérés</b>
509	Ömledékmegfolyás
5091	Ömledékmegfolyás haránthelyzetben
5092	Ömledékmegfolyás vízszintes vagy fej feletti helyzetben tompavarratnál
5093	Ömledékmegfolyás vízszintes vagy fej feletti helyzetben sarokvarratnál
5094	Ömledékmegfolyás élhegesztés esetén
<b>510</b>	<b>Átlyukadás</b>
511	Koronaoldali anyaghiány
<b>512</b>	<b>A sarokvarrat szimmetriaeltérése</b>
513	Egyenetlen varratszélesség
514	Egyenetlen varratfelület
515	Gyökoldali beszívódás
<b>516</b>	<b>Gyökporozitás</b>
517	Újrakezdési hiba
5171	Újrakezdési hiba fedőrétegben
5172	Újrakezdési hiba gyökrétegben
<b>520</b>	<b>Túlzott vetemedés</b>
521	Előírttól eltérő hegesztési méretek
5211	Túlzott varratvastagság
5212	Túlzott varratszélesség
5213	Elégtelen sarokvarratvastagság
5214	Túlzott sarokvarrat-vastagság

**600 Egyéb eltérések**

601	Ívgyújtási nyom
602	Fröcskölés
6021	Volfrámfröcskölés
603	Letörési nyom
604	Köszörülési nyom
605	Vésési nyom
606	Aláköszörülés
607	Fűzővarrat-eltérés
6071	Megszakított varratsor vagy összeolvadási hiány
6072	Hibás fűzővarrat áthegeztése
<b>608</b>	<b>Varrateltolódás kétoldali hegesztéskor</b>
610	Futtatási szín (látható oxidfilm)
6101	Elszíneződés
613	Revés felület
614	Folyósítószer-maradvány
615	Salakmaradvány
617	Sarokvarrat hibás illesztése
618	Hullámosodás

**Felhasznált és ajánlott irodalmak, honlapok, szabványok**

- **Hegesztés és rokon technológiák.** Dr. Szunyogh László (főszerk.)  
Gépipari Tudományos Egyesület (2007) ISBN: 9789634209102
- **Hegesztési zsebkönyv.** Dr. Gáti József (szerk.) COKOM Kft. Budapest (2023)  
ISBN 978-615-01-7781-6
- **Welding Handbook.** Cynthia L. Jenney Annette O'Brien (szerk.) American Welding Society, Miami (2001) ISBN 0-87171-657-7 ISBN 0-87171-657-7
- **WI:2000 Welding Inspection Handbook** American Welding Society, Miami (2000)  
ISBN: 0-87171-560-0
  
- **MSZ EN ISO 16321-1:2022** Munkahelyi szem- és arcvédelem. 1. rész: Általános követelmények (ISO 16321-1:2021)
- **MSZ EN ISO 14175:2008** Hegesztőanyagok. Gázok és gázkeverékek ömlesztőhegesztéshez és rokon eljárásokhoz (ISO 14175:2008)
- **MSZ EN ISO 4063:2023** Hegesztés, forrasztás és termikus vágás. A hegesztési eljárások megnevezése és azonosító számuk (ISO 4063:2023)
- **MSZ EN ISO 6520-1:2008** Hegesztés és rokon eljárások. Fémek geometriai eltéréseinek besorolása. 1. rész: Ömlesztőhegesztés (ISO 6520-1:2007)
- **MSZ EN ISO 6947:2020** Hegesztés és rokon eljárások. Hegesztési helyzetek (ISO 6947:2019)
- **MSZ EN ISO 9606-1:2017** Hegesztők minősítése. Ömlesztőhegesztés. 1. rész: Acélok (ISO 9606-1:2012, tartalmazza a 2012. évi 1. és a 2013. évi 2. helyesbítést)
- **ISO 15608:2025** Welding — Guidelines for a metallic materials grouping system
- **MSZ EN ISO 14175:2008** Hegesztőanyagok. Gázok és gázkeverékek ömlesztőhegesztéshez és rokon eljárásokhoz (ISO 14175:2008)
- **MSZ EN ISO 15609-1:2020** Fémek hegesztési utasítása és hegesztéstechnológiájának minősítése. Hegesztéstechnológiai utasítás. 1. rész: Ívhegesztés (ISO 15609-1:2019)
- **MSZ EN ISO 6848:2016** Ívhegesztés és -vágás. Nem leolvadó volfrámelektrodák. Osztályba sorolás (ISO 6848:2015)
- **MSZ EN ISO 6520-1:2008** Hegesztés és rokon eljárások. Fémek geometriai eltéréseinek besorolása. 1. rész: Ömlesztőhegesztés (ISO 6520-1:2007)

- **Abicor Binzel** <http://www.binzel-abicor.com/>
- **Air Liquide** <http://www.airliquide.hu/>
- **AC Plymovent** <http://www.plymovent.hu/home.html>
- **AGA**  
<http://www.aga.com/international/web/lg/aga/like35agacom.nsf/docbyalias/homepage>
- **Askaynak** <http://www.askaynak.com.tr/>
- **Bmax** <http://www.bmax.hu/>
- **BME Anyagtudomány és Technológia Tanszék** <http://www.att.bme.hu/>
- **Böhler Welding** <http://www.boehler-welding.com/>
- **Cloos** <http://www.cloos.hu/>
- **Corweld** <http://www.corweld.hu/>
- **Elkraft** <http://elkraft.hu/>
- **Esab** <http://www.esab.hu/>
- **Euro Inox** <http://euro-inox.org/>
- **EWM** <https://www.ewm-group.com/de.html>
- **FANUC Robotics** <http://www.fanucrobotics.hu/>
- **Flexman Robotixs** <http://www.flexmanrobotics.hu>
- **Fronius** <http://www.froweld.hu/>
- **HBS** <http://www.hbs-studwelding.com/>
- **Hegpont** <http://www.hegpoint.hu/>
- **Hypertherm** <https://www.hypertherm.com/>
- **Kemppi** <http://www.kemppi.com/>
- **Keystone Fastening Technologies** <http://keystonefastening.com/>
- **Kobelco Welding** <http://www.kobelcowelding.com/>
- **Lincoln Electric** <http://www.lincolnelectric.com/>
- **Linde Gáz Magyarország** <http://www.lindegas.hu/hu/index.html>
- **Lorch** <http://www.lorch.biz/>
- **Magnatech International**  
[http://magnatech-international.com/product\\_types/welding-equipment/](http://magnatech-international.com/product_types/welding-equipment/)
- **Magyar Szabványügyi Testület** <http://www.mszt.hu/>
- **Messer** <http://www.messer.hu/>
- **Migatronic** [www.migatronic.com](http://www.migatronic.com)
- **Miller** <http://www.millerwelds.com/>
- **Mussmann** <http://www.mussmann.org/>
- **Nelson stud welding** <http://www.nelsonstud.com/>
- **OBO Bettermann** [www.obo-bettermann.com](http://www.obo-bettermann.com)
- **Omicron** <http://www.omc.cz/>
- **Orbitalservice** <http://www.orbitalservice.de/>
- **Rehm** <http://www.rehm.hu/>
- **Siegmund** [www.siegmundusa.com](http://www.siegmundusa.com)
- **Soyer** <http://soyer.hu/>
- **UTP Maintenance** <http://www.utp-maintenance.com/>
- **Weldi Impex** [www.weldimpex.hu](http://www.weldimpex.hu)