

Dobránszky János előadásai 2024-ben

Hegesztés



1 – Alapismeretek



A gyakorlatok helyszíne → G épület

A hegesztés helye a műtanban (műtan → ma: technológia)

A gyártási eljárások családokba és osztályokba sorolhatók

Alakadási eljárások családja

Elsődleges alakadási eljárások:

Öntési eljárások osztálya

Fröccsöntési eljárások osztálya

Porformázási eljárások osztálya

Képlékenyalakítási eljárások

Kompozit-gyártási eljárások

Különleges eljárások:

additív gyártás, prototípusgyártás

Másodlagos alakadásia avagy

alakmódosító eljárások:

Forgácsolási eljárások osztálya

Kötési eljárások családja

Kötőelemes kötések osztálya

Ragasztási eljárások osztálya

Forrasztási eljárások osztálya

Hegesztési eljárások

Tulajdonságmódosító

kezelési eljárások családja

Hőkezelési eljárások osztálya

Mechanikai felületkezelések

Festési eljárások osztálya

Elektrokémiai felületkezelések

A hegesztés helye a kötési eljárások között

Oldható kötések

Csavaros kötés
Csapos kötés
Ékes kötés
Gyűrűs kötés
Karimás kötés
Mandzsettás ...
Reteszes kötés

Állandó (nem oldható) kötések

Mechanikai

Feszítőkötés
Nyomókötés
Peremezett kötés
Szegecses kötés
Szorítókötés
Tűzött kötés
Zsugorkötés

Kémiai ...

Cementes kötés
Laminálás
Ragasztás
Tapasztás

Termikus hatással

Hegesztés
Keményforrasztás
Lágyforrasztás
+
Hibrid kötések

A gyártásban az alkatrészek összeszerelésére kötési eljárások szolgálnak. Ezek lehetnek állandó vagy ideiglenes, **erővel, alakkal vagy anyaggal záró**, illetve oldható vagy oldhatatlan kötések.

A **hegesztés**, a forrasztás és a ragasztás egyaránt állandó, oldhatatlan, anyaggal záró kötés.

A hegesztés történetéből

- Kr. e. ~3200 Le petit chien à bélière
- 1800 → villamos ívkisülés, H. Davy
- 1802 → folytonos villamos ív, V. Petrov
- 1881 → „széníves” (CAW), Ny. Benardosz
- 1888 → „fémíves” MAW, Ny. Szlavjanov
- 1893 → Lángvágás
- ~1900 → Lánghegesztés
- 1905 → Bevont elektróda
- 1920 → Fullagar (hajó)
- 1928 → A maurzycei híd
- 1933 → A győri Petőfi híd
- 1932 → Víz alatti (Krenov)
- 1941 → TIG
- 1948 → MAG, MIG
- 1957 → FCAW
- 1958 → EBW
- 1991 → FSW

A hegesztés alkalmazásai

- Lemezszerkezetek → hajó, híd, daru,
- Épített szerkezet → épület, vasút
- Kazánok
- Nyomástartó edények, tartályok
- Csővezetékek
- Gépalkatrészek
- Járműgyártás
- Vasbetonszerelés
- Lámpagyártás
- Ötvösmunka
- Művészet
- Fémes anyagok
- Műanyagok
- Összetett anyagok

Az első magyar közlés → **Szuk Géza**: Az elektromos hegesztés és forrasztás.
A Magyar Mérnök és Építész Egylet közlönye, 1891. (25. évf.) 1-12. sz. 258-272.

Hegesztési alapfogalmak → MSZ ISO/TR 25901-1:2020

2.1. A hegesztéssel és rokon eljárásokkal kapcsolatos kifejezések

- 2.1.1. A varratok jellemzése
- 2.1.2. Eltérések
- 2.1.3. Általános kifejezések
- 2.1.4. Kötéstípusok
- 2.1.5. Élkiképzés és illesztés
- 2.1.6. Varrattípusok
- 2.1.7. Varratgeometriai jellemzők
- 2.1.8. A hegesztés végrehajtása
- 2.1.9. Felrakás
- 2.1.10. Hegesztőanyagok
- 2.1.11. Hegesztési segédanyagok

2.2. Az anyagvizsgálattal kapcsolatos kifejezések

- 2.2.1. Általános vizsgálatok
- 2.2.2. Hegeszthetőségi vizsgálatok
- 2.2.3. Mechanikai vizsgálatok
- 2.2.4. Roncsolásmentes vizsgálatok

2.3. A hegesztőberendezésekkel kapcsolatos kifejezések

2.4. A hegesztési paraméterekkel kapcsolatos kifejezések

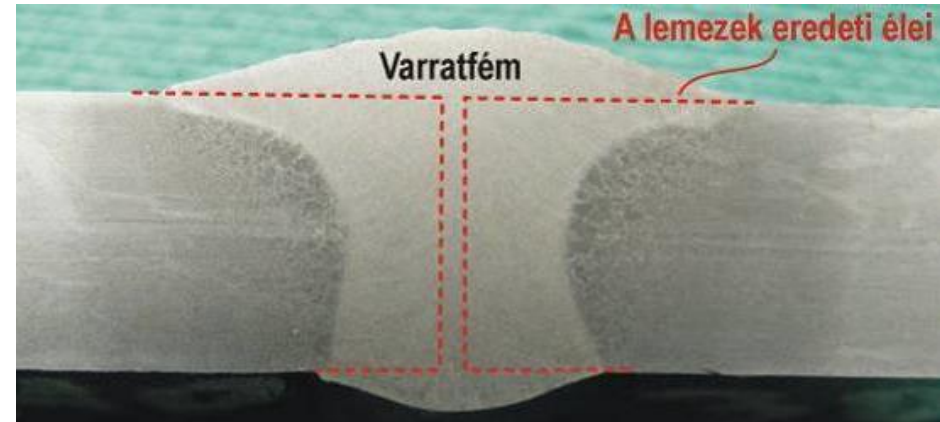
2.5. A hegesztés irányításával, a személyzettel és a szervezettel kapcsolatos kifejezések

Hegesztési alapfogalmak

hegesztés → Hővel vagy nyomással, vagy mindkettővel, illetve hozaganyaggal vagy anélkül alkalmazott kötési eljárás, amelyben két vagy több alkatrész egyesül, folytonosságot képezve a munkadarab(ok) anyaga(i) között.

varrat → A hegesztés eredménye. A varrat részei a varratfém és a hőhatásövezet.

hegesztett kötés → Két vagy több alkatrész összehegesztésével létesített összeállítás.



hegesztett szerkezeti egység → Egy vagy több hegesztett kötetet tartalmazó összeállítás

ömlesztőhegesztés → Helyi megömlesztéssel, külső erő alkalmazása nélkül végzett hegesztés, amelynek során az összekötendő felülete(ke)t hozaganyag adagolásával vagy anélkül kell megolvasztani.

sajtolóhegesztés → Olyan hegesztési eljárás, amelynek során megfelelő mértékű külső erőhatást alkalmaznak annak érdekében, hogy az mindkét érintkező felületen képlékeny alakváltozást okozzon. Általában hegesztőanyag hozzáadása nélkül történik. Az illesztési felületeket hevíteni is lehet a kötés kialakulásának megkönnyítése érdekében.

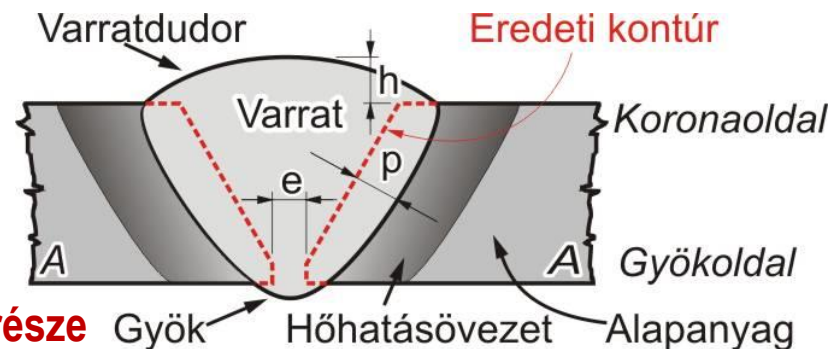
illesztési felület → A munkadarabnak az a felülete, amelyet a másik munkadarab felületével érintkezésbe – vagy legalább kellő közelségbe – kell hozni a kötés létrehozása érdekében.

Hegesztési alapfogalmak

Alapanyag: Kötőhegesztésnél és forrasztásnál az összekötendő munkadarabok anyaga, felrakásnál a felhegesztett réteg hordozójának anyaga.

Varratfém: A hegesztett kötésnek az alapanyaghoz sem és a hőhatásövezethez sem tartozó, a kötés kohézióját biztosító része.

← A kötésnek két fő része

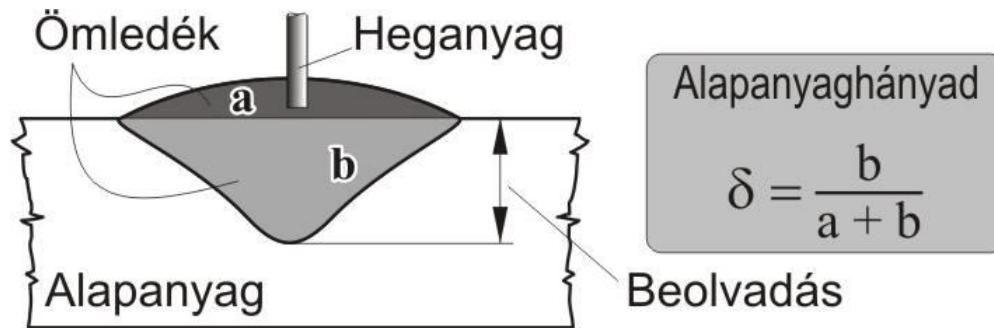


Hőhatásövezet: Az alapanyagnak az a meg nem olvadt része, amelyben a hőfolyamat hatására a mikroszerkezeti átalakulások játszódnak le. Az allotrop átalakulást mutató anyagokban a hőhatásövezet több zónára tagolható a hőfolyamat okozta mikroszerkezeti változási sajátosságok alapján.

Ömledék , hegfördő → Az ömlesztőhegesztésnél kialakuló folyadék fázis tartománya. Dermedésekor keletkezik a varrat, fémeknél a **varratfém**.

A varratfém tulajdonságaira erős hatást gyakorol a δ alapanyaghányad: hegesztőanyag nélküli hegesztéskor ez 100%. A gyöksor hegesztésekor jellemzően 30%, töltővarratoknál 5–15%, mély beolvadású varratoknál akár 65–95% is lehet.

→ A hőhatásövezet további zónákra tagolható



Beolvadás, beolvadási mélység → Az alapanyag eredeti felülete és a megszilárdult varrat–alapanyag határvonala közötti legnagyobb távolság a varratkeresztmetszeten mérve. A villamos ívhegesztéseknél a beolvadási mélységet erősen befolyásolják az alkalmazott hegesztési eljárás jellemzői.

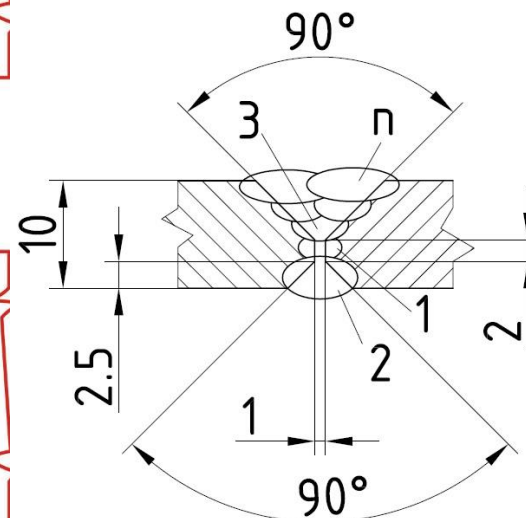
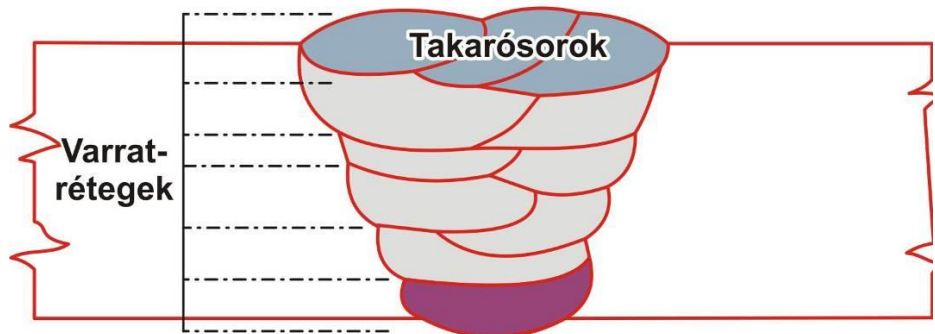
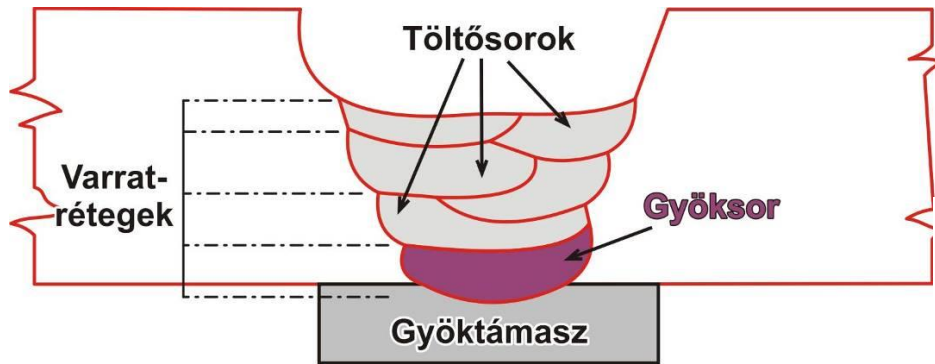
Összeolvadási határ → Az ömledék és a hőhatásövezet közötti határ.

Hegesztési alapfogalmak: sor, réteg

Sor, varratsor, hegesztési sor (gyöksor, töltősor, takarósor) → Ömlesztőhegesztésnél a hőforrás egyszeri elmozgatása eredményeként megolvasztott vagy lerakott, majd megszilárdult fémes anyag. A varratfém lehet egysoros vagy többsoros. A varratsoroknak a varrat hossz tengelyével párhuzamos elhelyezési sorrendje a varratsorrend. A varratfém felépítésének megfelelően a varratsor kerülhet a gyökbe, a töltőrétegekbe és a takarórétegbe.

Réteg, hegesztési réteg, varratréteg → A varratfémnek a gyök és a koronaoldal középvonalát összekötő egyenesre merőleges síkokban egymás mellé hegesztett varratsorok alkotnak egy-egy réteget. Egyrétegű, egysoros varratnál a réteg és a varratsor azonos. Többsoros és többrétegű varratoknál, átfedéses varratoknál (kaszád) az utóbb lerakott sorokba és rétegekbe az előzőleg lerakott sorokból és rétegekből is van beolvadás.

A hegesztési rétegek elkészítésének sorrendje a rétegrend.



A varratfelépítés keresztmetszeti vázlat.

A hegesztési művelet megtervezésekor a varratsorok elhelyezési sorrendjét is meg kell határozni

Hegesztési alapfogalmak: sor, réteg

Gyök → A hézagot – leélezéssel előkészített alapanyagoknál a gyökhézagot is – magába foglaló tartomány, ahová az első hegesztési sor/réteg kerül ömlesztőhegesztésnél.

Gyökvarrat → A gyökhézagba elsőként kerülő hegesztési sor/réteg a többrétegű varratok hegesztésekor ömlesztőhegesztésnél.

Töltővarrat, töltősor

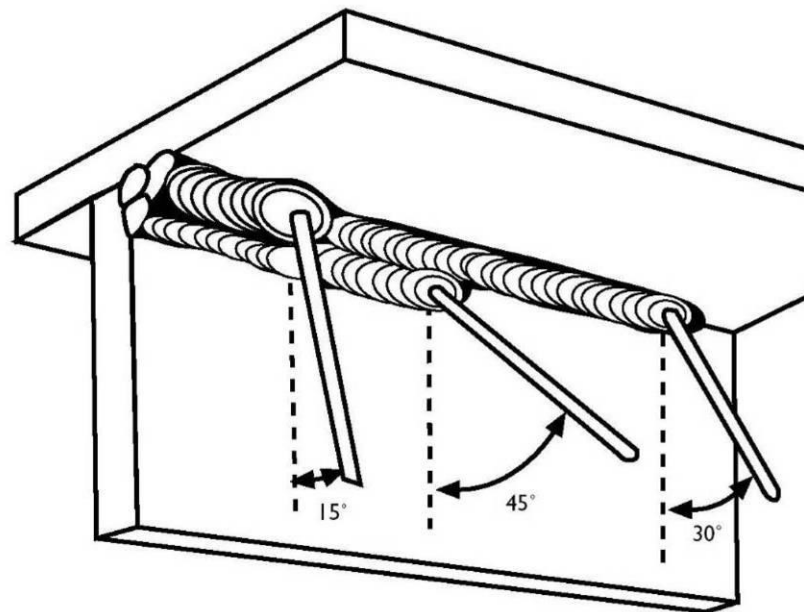
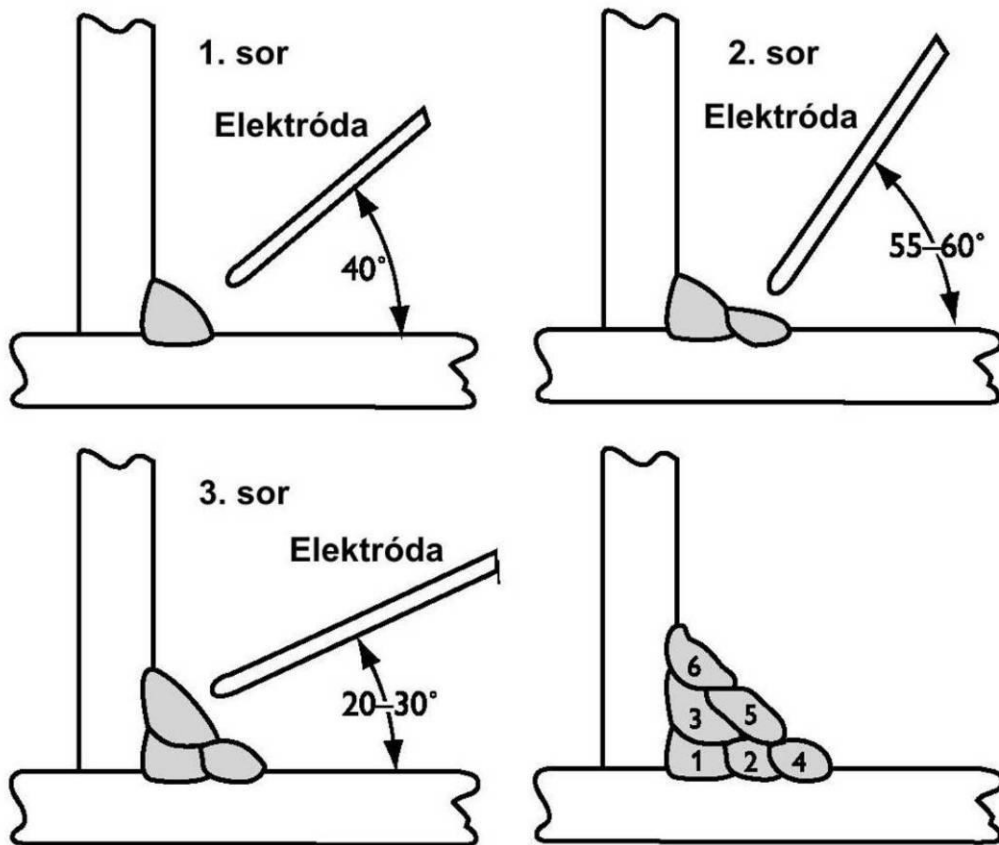
Takaróvarrat, takarósor (koronaoldali és gyökoldali)

A koronaoldalon az utolsó sor/réteg hozza létre a takaróvarratot.

A gyökvarratra esetenként hegesztett takarósora gyökoldalit pedig a gyökoldalra hegesztett utolsó varratsor.



Hegesztési alapfogalmak: sor, réteg



A varratsorok elhelyezése a többsoros és a többrétegű varratokban nem tetszőleges sorrendben és helyre hegeszthető.

A fenti, bemutatott példák szemléltetik a hegesztőanyag-hozzávezetés célszerű módját is a sarokkötések hegesztésekor.

A hegesztési helyzetek

Szabvány: **MSZ EN ISO 6947:2020 Hegesztés és rokon eljárások.**

Hegesztési helyzetek (ISO 6947:2019)

Kétféle jelölés: a) EN ISO 6947, b) ANSI, AWS, ASME IXszabvány szerint

Tompakötésekre	EN	ANSI
Vízszintes helyzet	PA	1G
Haránt helyzet (függőleges falon a talajjal párhuzamosan)	PC	2G
Függőleges felfelé hegesztés	PF	3G
Függőleges felfelé hegesztés	PG	3G
Fej feletti helyzet	PE	4G
Függőleges felfelé hegesztés (a cső áll)	PF	5G
Függőleges lefelé hegesztés (a cső áll)	PG	5G
Ferde helyzet (rögzített cső), hegesztés felfelé	H-L045	6G
Ferde helyzet (rögzített cső), hegesztés lefelé	J-L045	6G

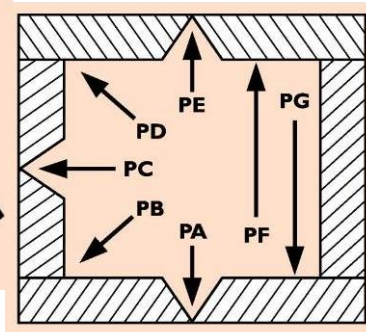
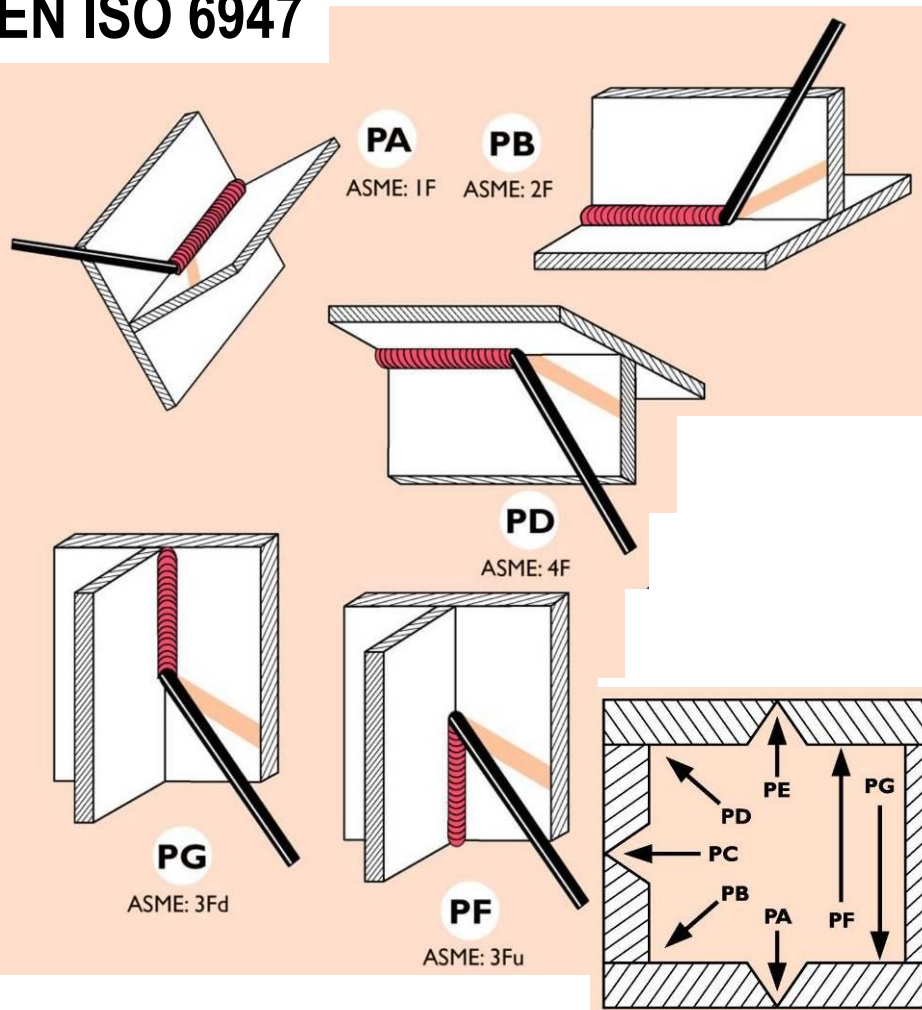
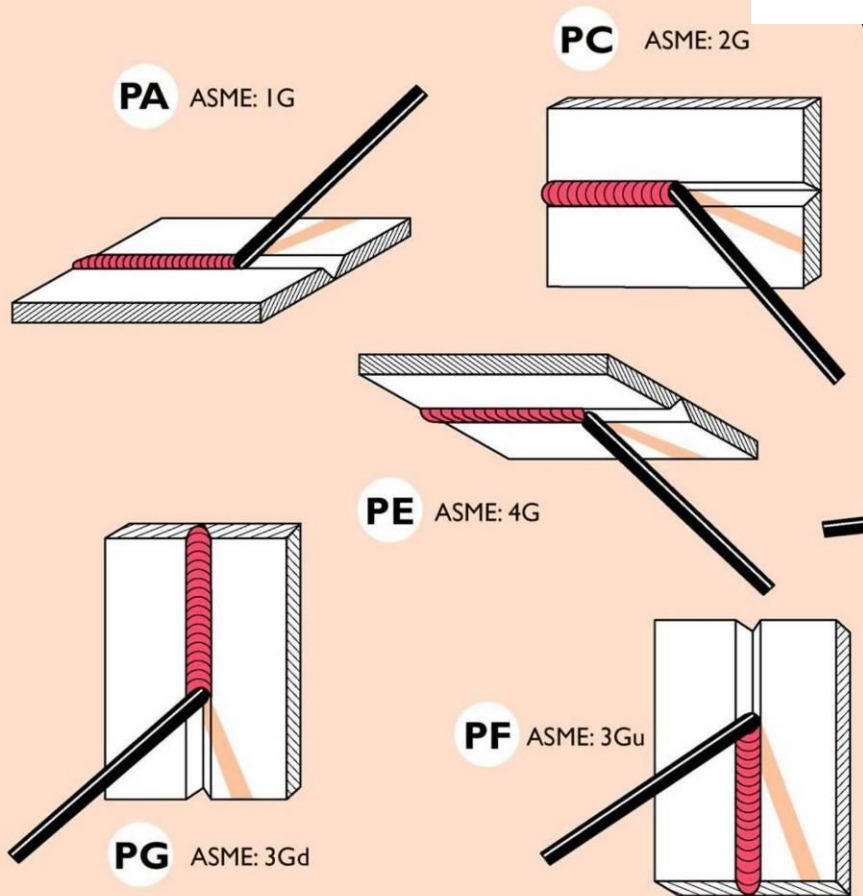
Az értelmezést elősegítő vázlatok a következő oldalakon találhatóak.

MSZ EN ISO 6947:2020 Hegesztés és rokon eljárások. Hegesztési helyzetek (ISO 6947:2019)

MSZ CEN/TR 14633:2004 Hegesztés. Hegesztési helyzetek. Az érvényes nemzetközi, európai és amerikai jelölések összehasonlítása

A hegesztési helyzetek: tompakötések

MSZ EN ISO 6947



EN ISO	PA	PB	PC	PE	PF	PG	PF	PG
ASME	1G	2F	2G	4G	3Gup	3Gdown	5Gup	5Gdown

A hegesztési helyzetek → („~~pozícióhegesztés~~”)

Villamostávvezeték-oszlop helyszíni hegesztése



Hegesztési alapfogalmak

Hegesztőanyag

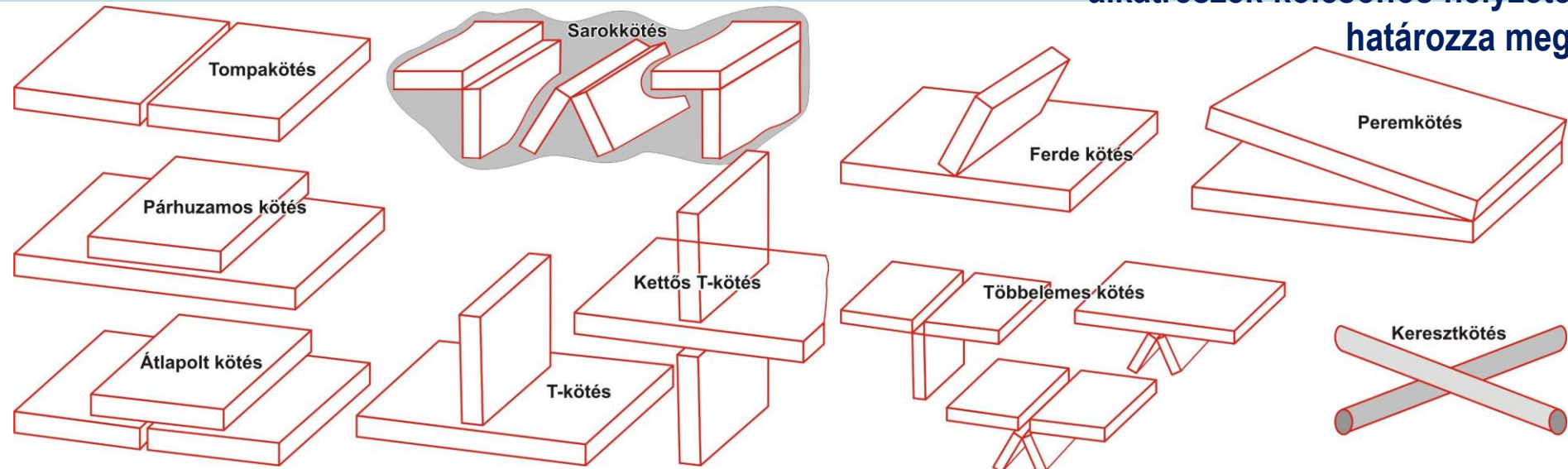
A hegesztés folyamán külön adagolt vagy előre elhelyezett, a varrat tömegének és tulajdonságainak biztosításához szükséges anyagok. Fémek hegesztésekor az alábbi hegesztőanyagfajtákat alkalmazzák:

- Bevonatos elektróda
- Portöltésű csőelektróda
- Tömör huzal
- Portöltésű (porbeles) huzal
- Tömör szalagelektróda
- Portöltésű szalagelektróda
- Hegesztőpálca
- Hegesztőgyűrű
- Hegesztőfólia
- Fedőpor
- Aktiválópor
- Beolvadópor
- Védőgáz
- Gyökvédőgáz

Az itt felsorolt hegesztőanyagok jellemzése az egyes hegesztési eljárások ismertetésekor kerül napirendre.

Alapfogalmak: a hegesztett kötések

A kötéstípust az összehegesztendő alkatrészek kölcsönös helyzete határozza meg



kötés = Az összekötendő vagy már összekötött munkadaraboknak, illetve e munkadarabok éleinek relatív elrendezése.

hegesztett kötés = Két vagy több alkatrész összehegesztésével létesített összeállítás.

tompakötés = Olyan kötés, melyben az alkatrészek azonos síkban vannak, vagy az egymással bezárt szögük $135\text{--}180^\circ$.

sarokkötés = Olyan kötés, amelyben a két, egymással egy perem vagy az éleik mentén érintkező alkatrész $30\text{--}135^\circ$ szöget zár be egymással.

párhuzamos kötés = Olyan kötés, amelyben az alkatrészek párhuzamosak egymással.

átlapolt kötés = Olyan kötés, melyben az alkatrészek párhuzamosan ($0\text{--}5^\circ$ szöget bezárva) fekszenek, s átfedik egymást.

T kötés = Ferde kötés, amelyben az alkatrészek illesztése T alakzatot képez.

többeleemes kötés = Olyan kötés, melyben kettőnél több alkatrész, egymással előírt szöget bezárva illeszkedik.

ferde kötés = Olyan kötés, amelyben az egyik alkatrész 5° -nál nagyobb, de 90° -nál kisebb szögben találkozik a másikkal.

peremkötés = Olyan kötés, melyben a két, egymással egy perem/az éleik mentén érintkező alkatrész $0\text{--}30^\circ$ szöget zár be.

keresztkötés = Olyan kötés, amelyben két alkatrész egymást keresztezve fekszik egymáson.

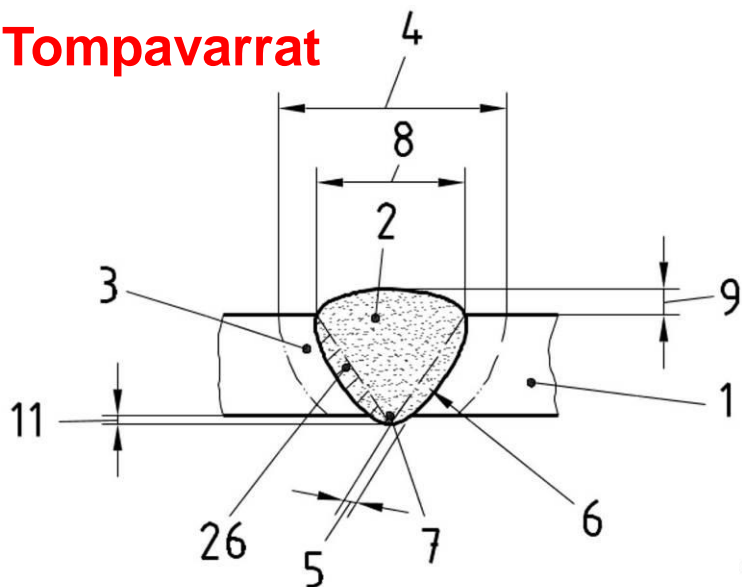
kettős T kötés Olyan kötés, melyben két, azonos síkban lévő alkatrész 90° -ban illeszkedik a köztük lévő harmadikhoz.

MSZ EN ISO 17659:2004 Hegesztés. Hegesztett kötések többnyelvű fogalom meghatározásai ábrákkal.

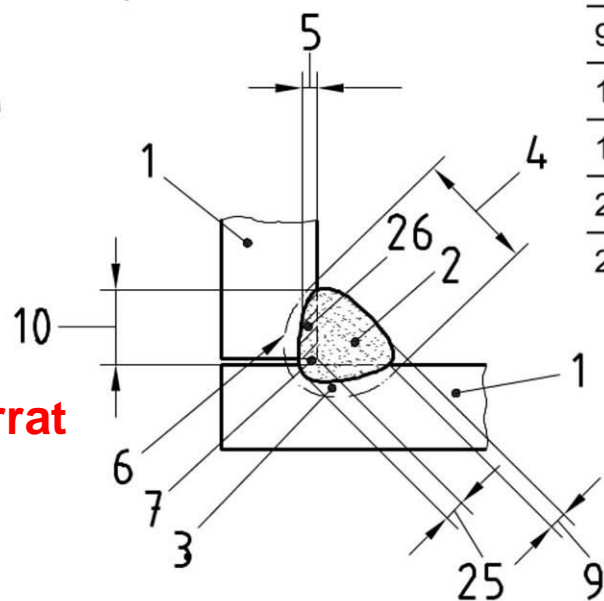
Varrattípusok: a tompavarrat és a sarokvarrat részei

Élelkészítés → Az élek elhelyezése határozza meg

Tompavarrat

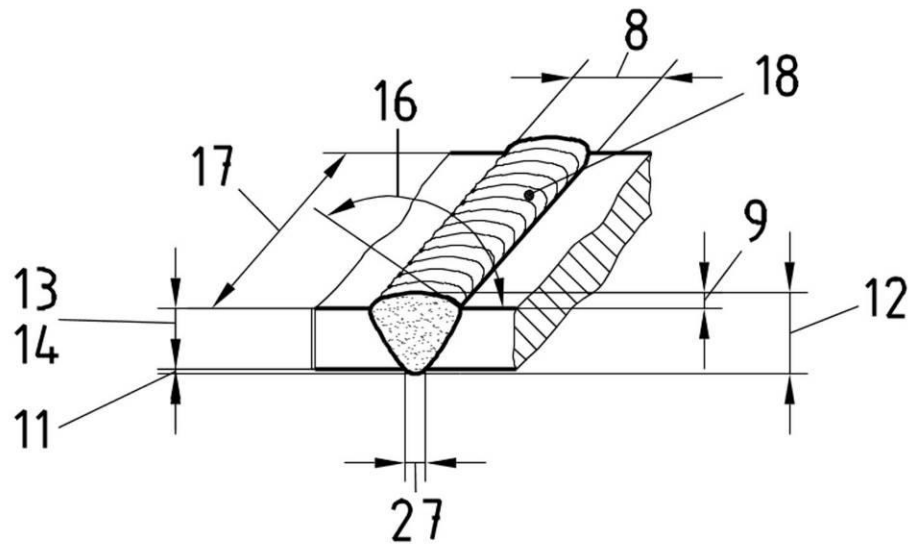


Sarokvarrat

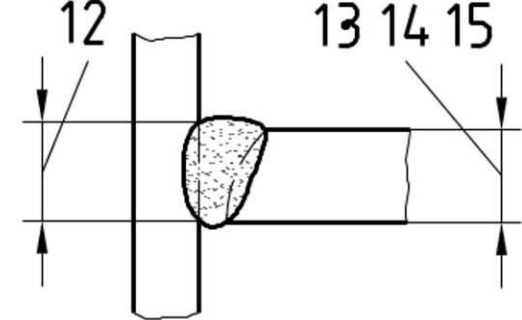
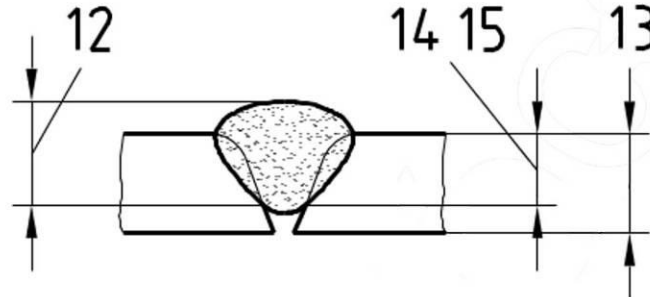
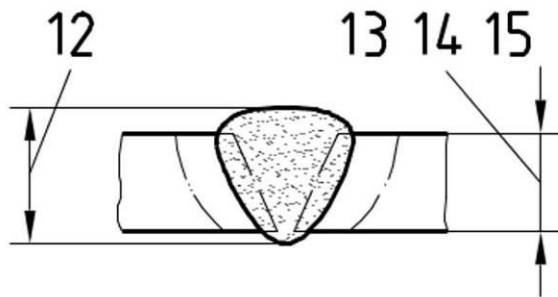


1	Alapfém
2	Heganyag, hegesztési ömledék
3	Hőhatásövezet
4	Hegesztési övezet
5	Beolvadás
6	Beolvadási vonal
7	Varratgyök
8	Varratszélesség
9	Varratdudor
10	Szárhossz
11	Gyökdudormagasság
25	Gyökbeolvadás
26	Beolvadási övezet

Varrattípusok: a tompavarrat kialakítása



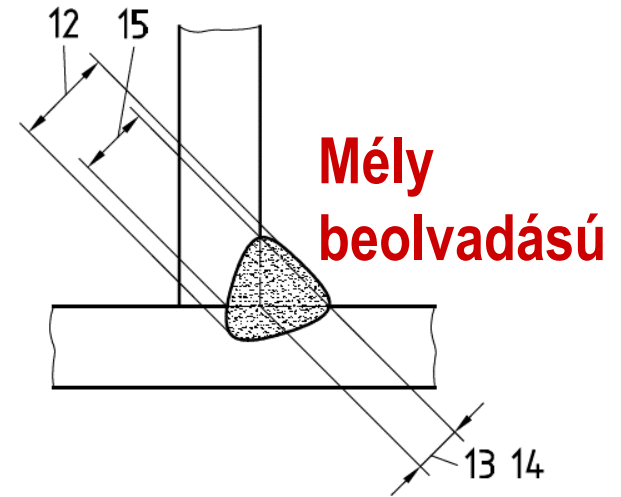
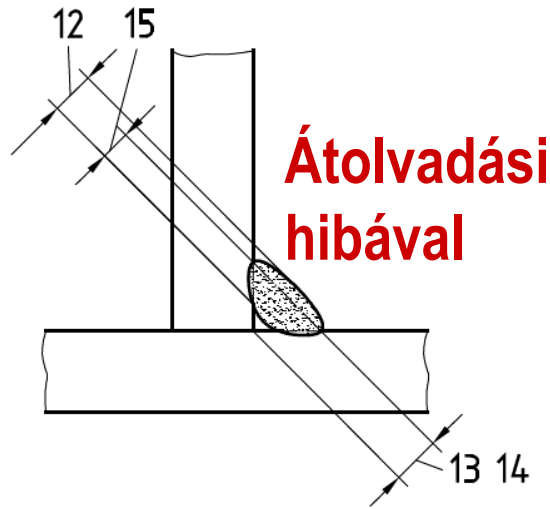
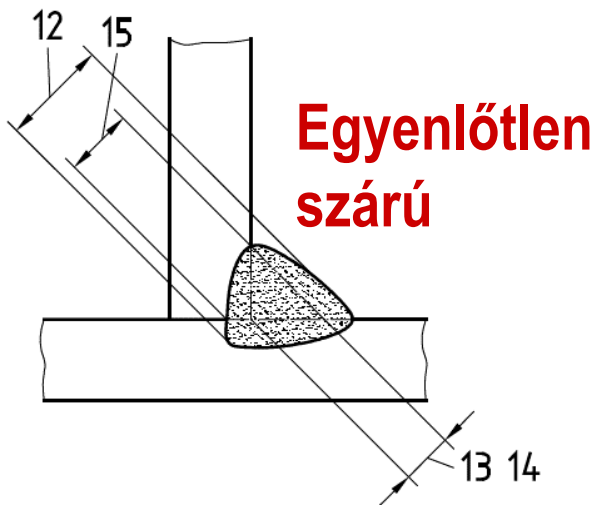
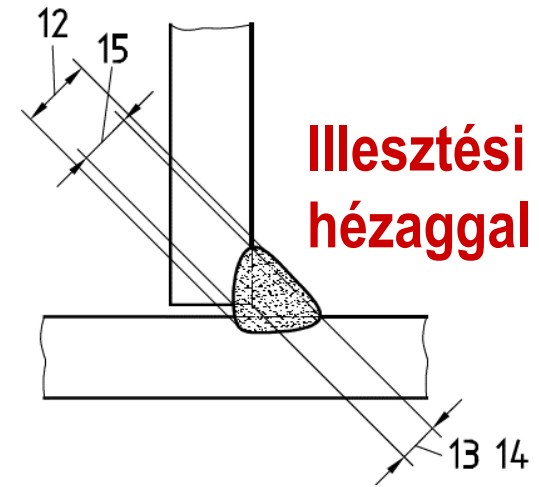
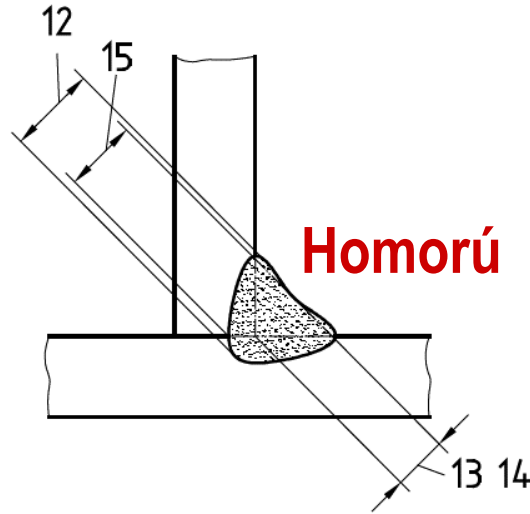
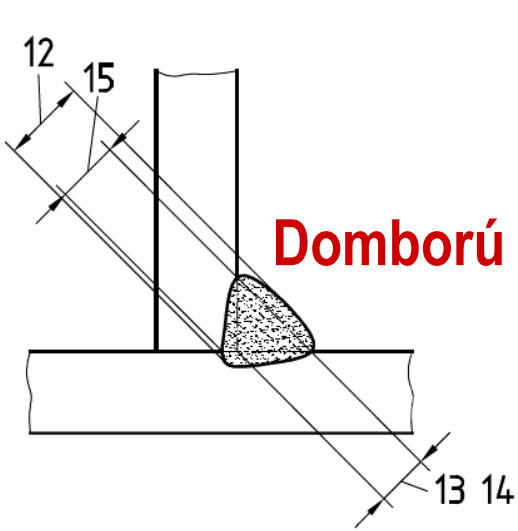
12	Teljes varratvastagság
13	Tervezett varratvastagság
14	Tényleges varratvastagság
15	Hasznos varratvastagság
16	Varratszög
17	Varrathossz
18	Pikkelyezett varratfelület
27	Gyökszélesség



Mindhárom ábrán tompavarrat látható, de csak a bal oldali és a középső kötés tompakötés, míg a jobb oldali: T kötés

Varrattípusok: A sarokvarratok kialakítása

A sarokvarratok eltérő kialakítási lehetőségei miatt különbözőek a **varratvastagságok** is.



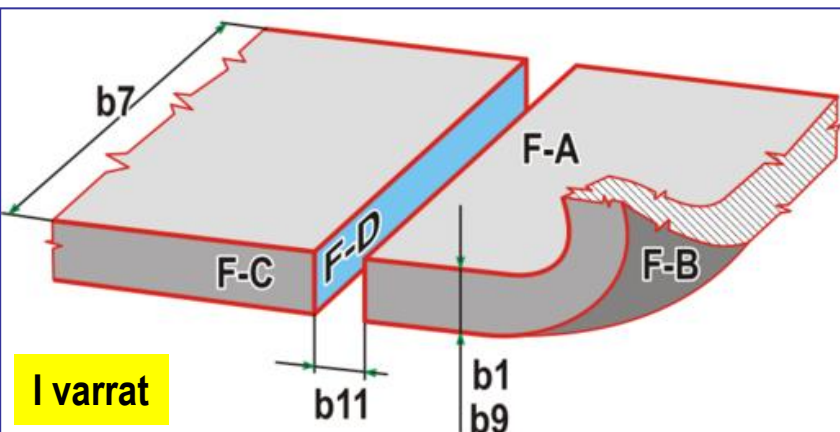
12 → Teljes varratvastagság

13 → Tervezett varratvastagság

14 → Tényleges varratvastagság

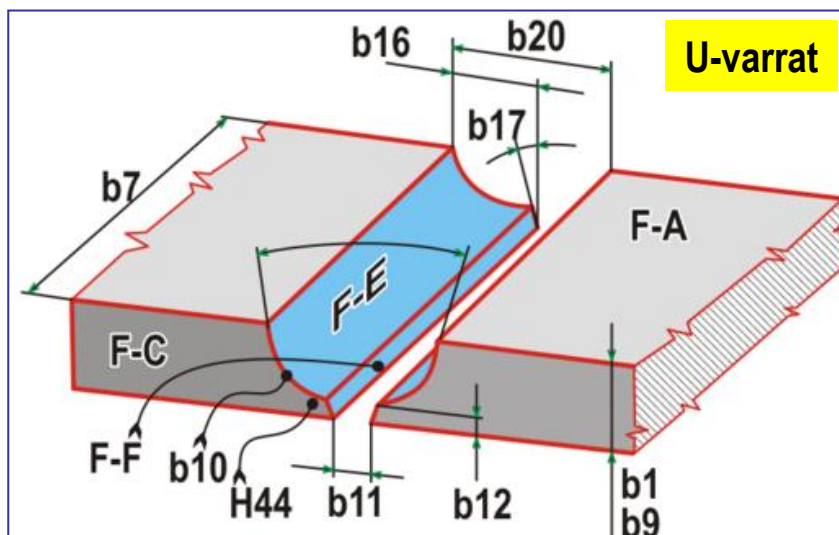
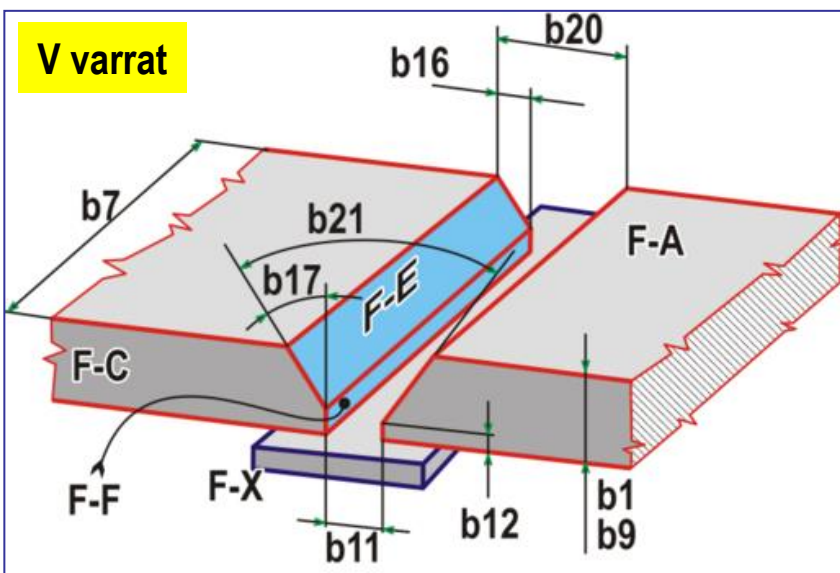
15 → Hasznos varratvastagság

Élkiképzés I, V és U varratos tompakötéshez



A hegesztési élek között jön létre az ömledék, s majd abból a varratfém.

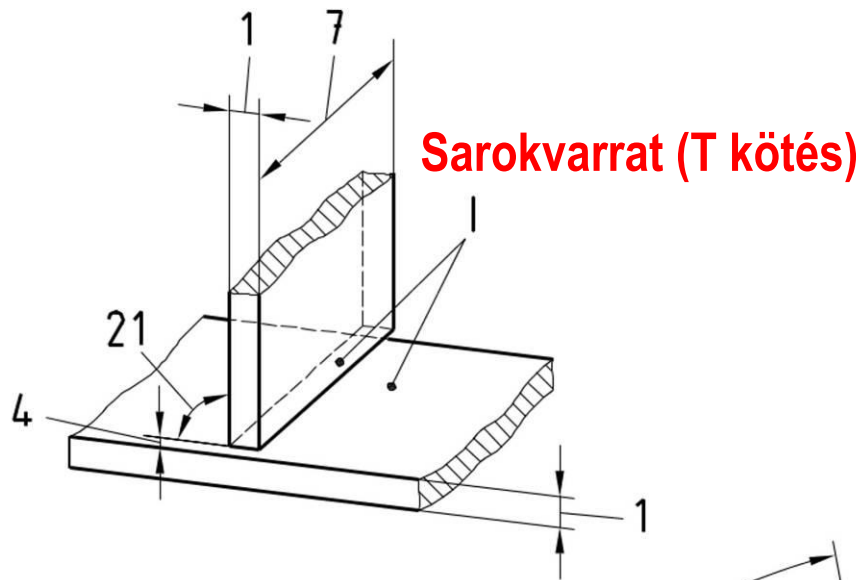
F-A: koronaoldal, F-B: gyökoldal,
F-C: lemezszél, F-D: hegesztési él,
F-E: előkészített hegesztési él,
F-F: gyökszalag, F-X: hegfördőalátét, H44: orr.
b1: lemezvastagság, b7: kötéshossz,
b9 = kötésvastagság, b10: gyöklekerekítés, b11:
gyökhézag, b12: gyökszalagmagasság, b16:
előkészítési szélesség, b17: leélezési szög, b20:
kötésszélesség, b21: nyílásszög



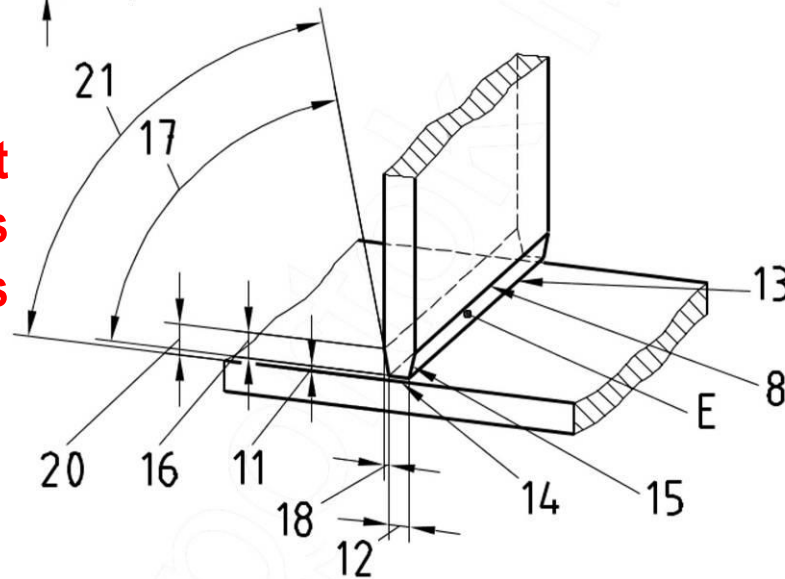
Az élelőkészítés a közepvastag ($s > 3$ mm) és a vastag ($s > 8$ mm) lemezek összeillesztés és hegesztés előtt elvégzendő művelete. A tehergépkocsik, vasúti járművek gyártásában gyakran előforduló feladat.

További példák: MSZ EN ISO 9692-1:2014 Hegesztés és rokon eljárásai. Az élkiképzés és illesztés típusai ...
A 9692-1 MAGYARUL is megvan. Továbbá: ISO 9692-2 → fedett ívű hegesztéshez, 9692-3 → alumíniumhoz

Élkiképzés sarokvarratos kötésekhöz



**Kétszeresen leélezett
tompavarratos
T kötés**



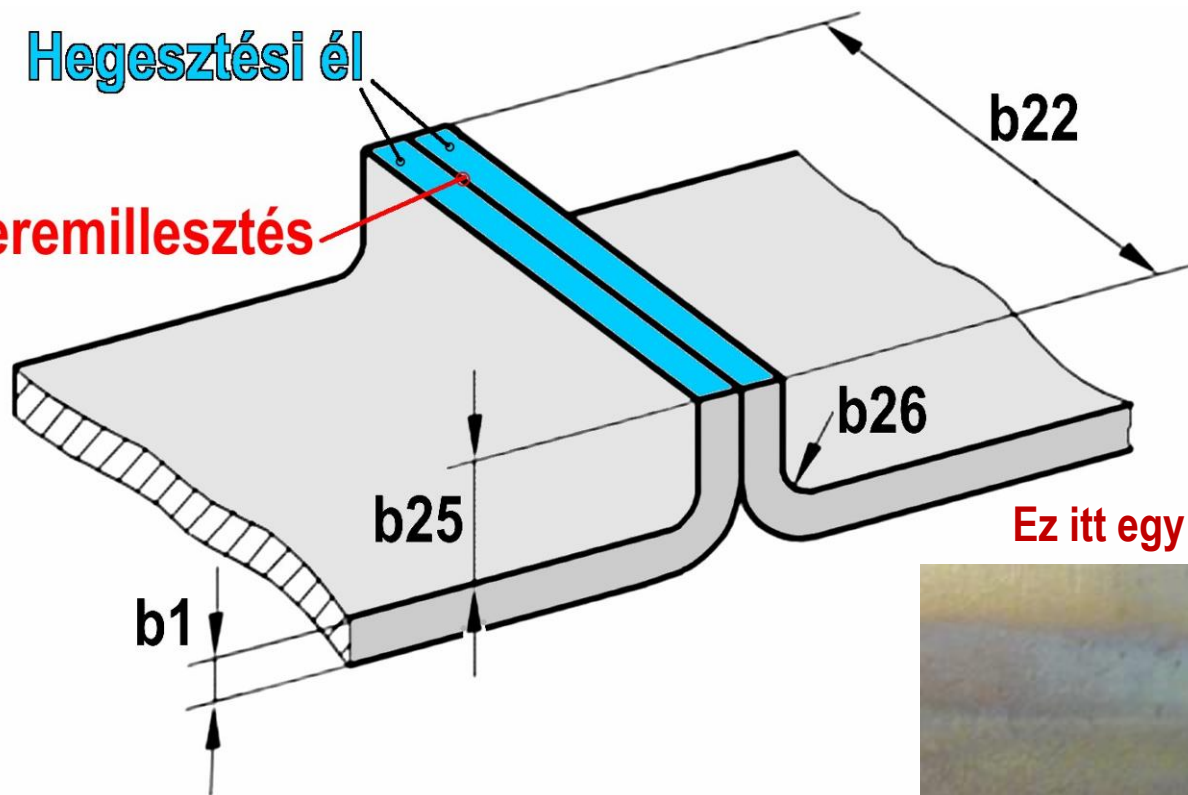
E	Hegesztési él (előkészített)
l ¹⁾	Hegesztési él (sarokvarrat)
1	Lemezvastagság
4	Gyökhézag
7 ¹⁾	Kötéshossz
8	Az élelőkészítés hosszanti széle
11 ¹⁾	Gyökhézag
12	Gyökszalagmagasság
13	A gyökfelület hosszanti széle
14	A gyökfelület oldalsó széle
15	Az előkészítés oldalsó széle
16	Előkészítési szélesség
17	Leélezési szög
18	A beolvadás mélysége
20	Kötésszélesség
21	Nyílásszög


Élkiképzés peremkötés homlokvarratához

Figyelem! A „hegesztési él” valójában felülete(ke)t jelöl!

Hegesztési él

Peremillesztés



: hegesztési él
b1: lemezvastagság,
b22: peremhossz,
b25: peremezési magasság
b26: peremezési sugár

Ez itt egy nem jól sikerült homlokvarrat ...



A peremek kialakítása lemezalakítási műveletekkel történhet. A peremek pontossága, illeszkedése, tisztasága nagyban meghatározza a hegesztett kötések megfelelőségét.

A hegesztés terminológiája

ISO/TR 25901-1:2016 Welding and allied processes -- Vocabulary -- Part 1: General terms

MSZ ISO/TR 25901-1:2020 Hegesztés és rokon eljárások. Szakszótár. 1. rész: Általános kifejezések Welding and allied processes. Vocabulary. Part 1: General terms
Meghirdetés dátuma: 2020-11-01

MSZ ISO/TR 25901-1:2020

Hegesztés és rokon eljárások. Szakszótár. 1. rész: Általános kifejezések

Welding and allied processes. Vocabulary. Part 1: General terms

Meghirdetés dátuma: 2020-11-01 → Forrásszabványok: idt ISO/TR 25901-1:2016



<https://www.iso.org/obp/ui>



Online Browsing Platform (OBP)

A hegesztési műveletek rendeltetése:

Kötőhegesztés, javítóhegesztés, felrakóhegesztés → építkező (additív) gyártás



**Kopott talajfúrófej
vágóélei javítva**

← Szoborfelirat

A **felrakóhegesztéssel** egy felületre viszünk fel az alapanyagtól eltérő anyagot.

A **javítóhegesztés** jellemzően a károsodott alkatrész megjavítása hegesztéssel.



A hegesztési eljárások rendszerezése

MSZ EN ISO 4063:2023

2016. szeptember

2. kiadás, 2017. augusztus

Tartalmazza az Sz. K. 2017. évi 8. számában közzétett helyesbítést.

MAGYAR SZABVÁNY

MSZ EN ISO 4063

Hegesztés és rokon eljárások.

**A hegesztési eljárások megnevezése és azonosító számuk
(ISO 4063:2009, 2010. 03. 01-jei helyesbített változat)**

Az MSZ EN ISO 4063:2011 helyett.

Welding and allied processes. Nomenclature of processes and reference numbers
(ISO 4063:2009, Corrected version 2010-03-01)

Nemzeti előszó

A szabvány forrása az európai szabvány angol nyelvű szövege.

E szabvány magyar nyelvű kiadását a BME Anyagtudomány és Technológia Tanszék támogatta.

A hegesztési eljárások felosztása

A hegesztési eljárások osztályozását tartalmazó ISO 4063:2023 szabványnak jelenleg a 2023-ban kiadott, magyar nyelvű változata is hatályban van: **MSZ EN ISO 4063:2023**.

A tantárgy keretében tárgyalt eljárások pontos nevét tudni kell!

Minden hegesztési eljárásnak saját számjele van, amelyekre a továbbiakban példák is lesznek láthatók.

A hegesztési eljárások rendszerezése

Ömlesztőhegesztés

Erőhatás nélküli, hegesztőanyaggal vagy a nélkül végzett, helyi megömléssel járó hegesztési folyamat, amelynek során a beolvadási felületnek meg kell olvadni.

Sajtolóhegesztés

Olyan hegesztési eljárás, amelynek során megfelelő mértékű külső erőhatást alkalmaznak annak érdekében, hogy az mindkét érintkező felületen több-kevésbé képlékeny alakváltozást okozzon, általában hegesztőanyag hozzáadása nélkül. Az illeszkedő felületeket hevíteni is lehet a kötéskialakítás megkönnyítése érdekében.

Illesztési felület

A munkadarabnak az a felülete, melyet a másik munkadarab felületével érintkezésbe kell hozni a kötés létrehozásáért.

1. Rendeltetés szerint

Kötőhegesztés
Felrakóhegesztés
Javítóhegesztés

2. A kötésképződés mechanizmusa szerint

Ömlesztőhegesztés
Sajtolóhegesztés

3. A kivitelezés módja szerint

Kézi hegesztés
Részben gépesített
Gépesített
Automatizált
Robotosított

4. A kötéshez szükséges energia forrása

I. Szilárd test
II. Folyadék
III. Gáz
IV. Villamos kisülés
V. Sugárzás
VI. Mozgó tömeg
VII. Villamos áram
VIII. Egyéb

Az I–IV. esetben az energia közvetlenül adódik át a meghegesztendő anyagnak, míg az V–VII. esetében a fizikai hatás magában az anyagban kelti a hőt, illetve a mechanikai energiát.

Az ömlesztőhegesztési eljárások rendszerezése

Az ömlesztőhegesztés olyan eljárások gyűjtő elnevezése, amelyek fő jellemzője az, hogy az összehegesztendő anyagoknak a kötési zónába eső jelentős része megolvad, egymással, és a szükség esetén adagolt hegesztőanyaggal összekeveredik, majd megszilárdulva létrehozza a varratfémét.

I. Szilárdtestes ömlesztőhegesztés (--)

II. Folyadékös ömlesztőhegesztés

Öntőhegesztés

Termithegesztés (71)

III. Gázos ömlesztőhegesztés

Lánghegesztés (3)

IV. Villamos ívhegesztések

Kézi ívhegesztés (111)

Porbeles elektródás, védőgáz nélküli ívhegesztés (112)

Fedett ívű hegesztések (12)

Huzalelektrodás, védőgázos ívheg. (13)

Nemleolvadó elektródás, védőgázos ívhegesztések (14)

Plazmaívhegesztések (15)

Elektrogázhegesztés (73)

V. Sugárzásos ömlesztőheg.

Lézeres hegesztés (52)

Elektronnyalábos hegesztés (51)

VI. Mozgó tömeges

ömlesztőhegesztések

még nem ismert ilyen ...

VII. Villamos áramos

ömlesztőhegesztések

Salakhegesztés (72)

VIII. Egyéb ömlesztőhegesztések

Hibrid hegesztések

A sajtolóhegesztési eljárások rendszerezése

Sajtolóhegesztés minden olyan eljárás, amelyben kellő nagyságú külső erő okozta képlékeny alakváltozás hozza létre a kötést az összehegesztendő felületeken, általában

I. Szilárd testes sajtolóheg. hegesztőanyag hozzáadása nélkül.

Hevítőelemes hegesztés
Hevítőcsúcsos hegesztés
Hevítőfúvókás hegesztés
Hevítőfúvókás, szegfejes hegesztés

II. Folyadékös sajtolóheg.

Öntéses sajtolóhegesztés

III. Gázös sajtolóheg.

Sajtoló lánghegesztés (47)

IV. Villamos kisüléses sajtolóheg.

Mágnesesen mozgatott ívű sajtolóheg. (185) [forgóíves sajtolóheg]

Ívkisüléses sajtolóhegesztés [ütőhegesztés, (77)]

Ívhúzásos csaphegesztés (783)

Kondenzátorkisütéses, ívhúzásos csaphegesztés (785)

Kondenzátorkisütéses, gyújtócsúcsos csaphegesztés (786)

V. Sugárzásos sajtolóheg.

(még nem ismeretes ilyen eljárás)

VI. Mozgó tömeges sajtolóhegesztés

Ultrahangos heg. (41)

Dörzshegesztés (42)

Kavaró dörzsheg. (43)

Robbantásos heg. (441)

Mágneses impulzusos hegesztés (442)

Hidegsajtoló heg. (48)

Hidegzömítő hegesztés

Hátrafolyatásos heg.

Ütközésses hegesztés

VII. Villamos ellenállás-hegesztés (2)

Ellenállás-ponthegesztés (21)

Ellenállás-vonalhegesztés (22)

Ellenállás-dudorhegesztés (23)

Leolvasztó tompahegesztés (24)

Ellenállás-tompahegesztés (25)

Ellenállás-csaphegesztés (26)

Nagyfrekvenciás ellenállás-heg. (27)

Indukciós hegesztés (74)

VIII. Egyéb energiafajtájú sajtolóheg.

Diffúziós hegesztés (45)

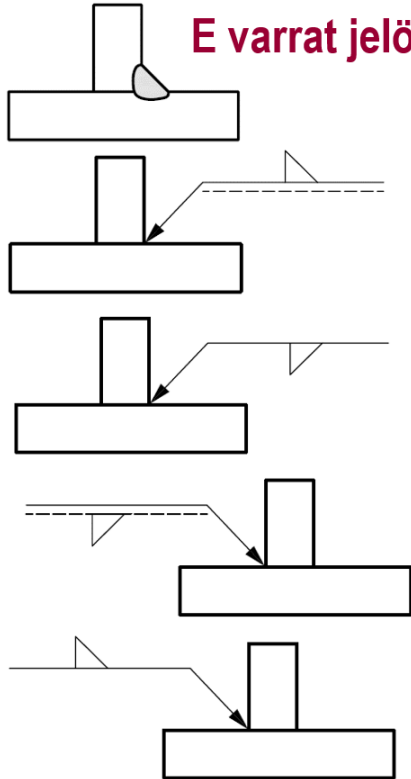
Melegsajtoló hegesztés (49)

Plattírozó hengerléses hegesztés

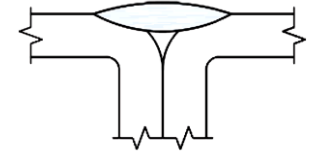
Példák a hegesztett kötésekre és hegesztési varratok fajtáira és jelölésükre

Hatályos szabvány: **MSZ EN ISO 2553:2019** Hegesztés és rokon eljárások.
 Jelképes ábrázolás rajzokon. Hegesztett kötések (ISO 2553:2019)

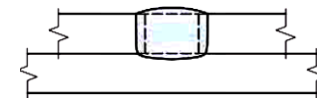
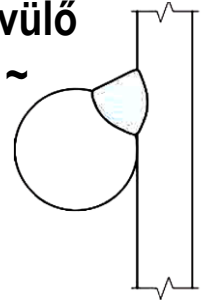
E varrat jelölései



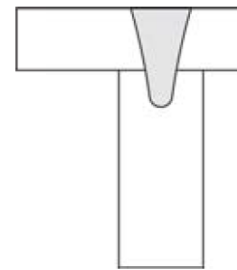
Kibővülő V ~



Kibővülő fél-V ~



Lyukvarrat



Cövekvarrat

ISO 5817-C / ISO 4063-121 /
 ISO 14171-A-S 46 3 AB S2 /
 ISO 6947-PA

