

Dobránszky János előadásai 2025-ben

Hegesztés

6. előadás
Lézeres hegesztés (52),
lézeres vágás (84), ívvágás (82),

A Hegesztés tantárgy előadási témakörei

1. A hegesztés általános alapfogalmai, a hegesztési eljárások rendszerezése
2. A hegesztés munkabiztonsági és egészségvédelmi vonatkozásai
3. A 13-as eljáráscsoport alkalmazásai, működése, berendezései, anyagai
4. A 12-es, 72-es, 73-as eljárások alkalmazásai, működése, berendezései, anyagai
5. A 14-es eljáráscsoport alkalmazásai, működése, berendezései, anyagai
6. A 15-ös eljáráscsoport alkalmazásai, működése, berendezései, anyagai
7. A 111-es, a 112-es és a 114-es eljárás alkalmazásai, működése, berendezései, anyagai
8. A lánghegesztés (3) alkalmazásai, működése, felszerelései, anyagai
9. **A lézeres hegesztés (52) alkalmazásai, működése, berendezései, anyagai**
10. Az elektronnyalábos (51) hegesztés alkalmazásai, működése, berendezései, anyagai
11. **A termikus vágási eljárások (8) alkalmazásai, működése, berendezései, anyagai**
12. Az ellenállás- (2) és az indukciós (74) hegesztés alkalmazásai, működése, berendezései
13. A termithegesztés (71) alkalmazásai, működése, berendezései, anyagai
14. Az ultrahangos hegesztés (41) alkalmazásai, működése, berendezései, anyagai
15. A dörzshegesztés (42, 43 + a 44) alkalmazásai, működése, berendezései, anyagai
16. A csaphegesztés (78) alkalmazásai, működése, berendezései, anyagai
17. A forrasztás (9) alkalmazásai, működése, berendezései, anyagai
18. A termikus szórás alkalmazásai, működése, berendezései, anyagai
19. A műanyagok hegesztésének (6) alkalmazásai, működése, berendezései, anyagai
20. Az építkező (additív) gyártás hegesztési vonatkozásainak alapismeretei
21. A hegesztett kötések roncsolásmentes anyagvizsgálata
22. A hegesztéstechnológiai tervezés alapismeretei
23. Az anyagok hegesztés során jellemző viselkedésének (hegeszthetőségüknek) az alapjai

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) [forgóives 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.

Ütközéses 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

Lézeres hegesztés (52) Alkalmazási példák

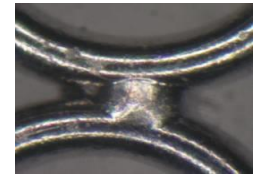
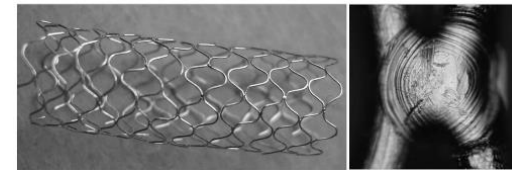
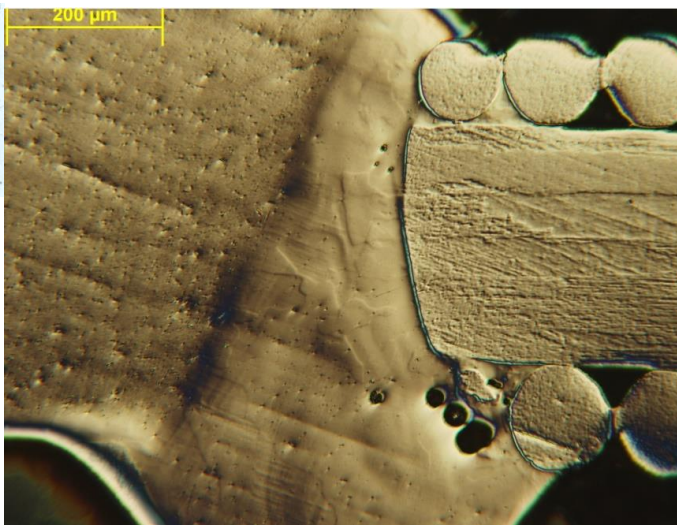
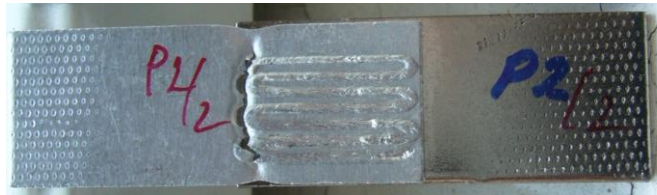
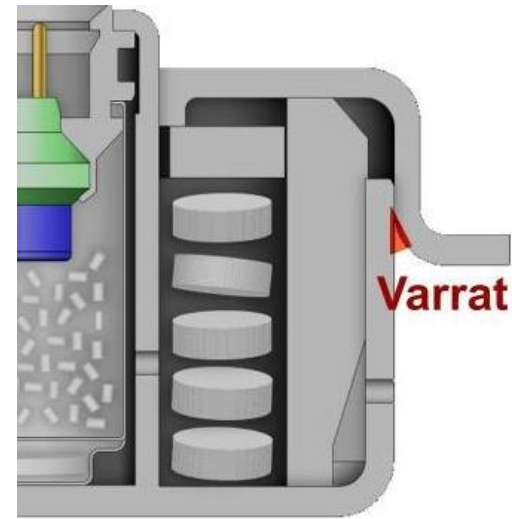
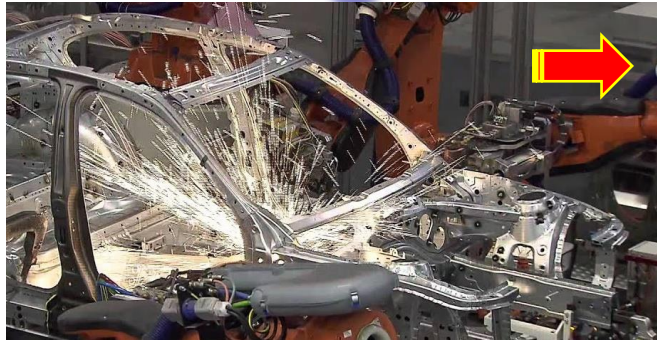


pulzor
LASER TECHNOLOGY

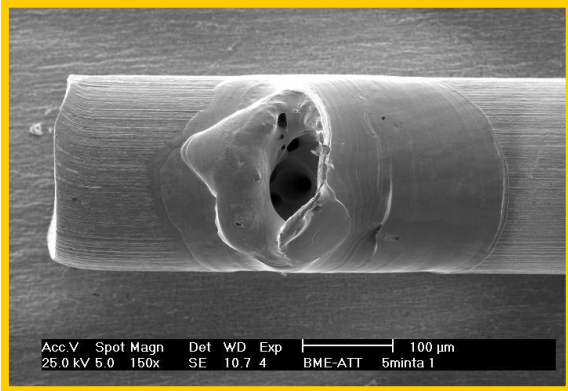
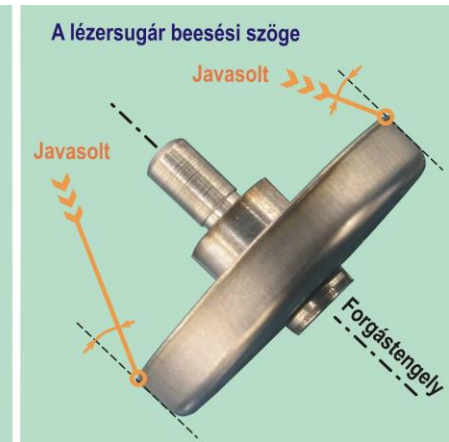
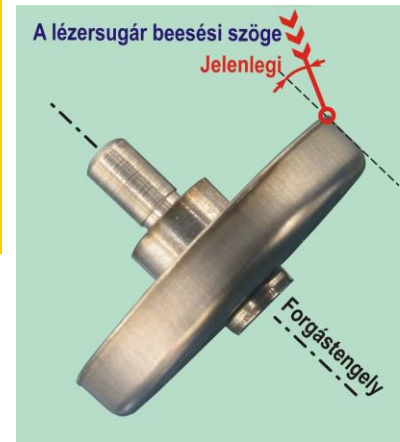
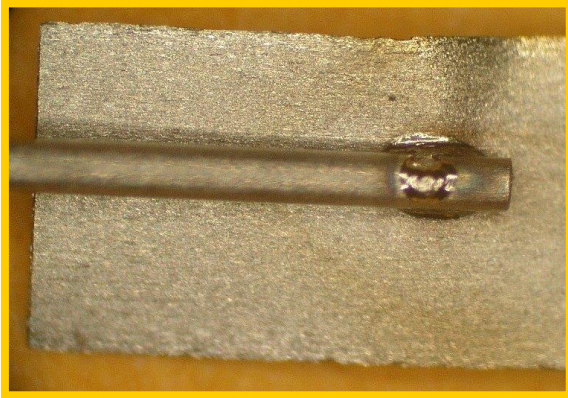


<https://youtu.be/XvJTh5r7hR8>

Lézeres hegesztés Alkalmazási példák → 52-es eljárascsoport



Lézeres hegesztés Alkalmazási példák → 52-es eljáráscsoport



... mi is az a lézer?

Ez a kifejezés eléggé gumifogalommá vált. Értenek alatta sugárzást, berendezést, gyártóeszközt, műszert, alkatrészt, fegyvertípust, hajóosztályt stb. Az eredeti angol betűszó (LASER) alapvetően egy fizikai jelenséget és az azt meghatározó elvet jelenti: az indukált emissziós fényerősítést. A kifejezés az angolban is közhelyé vált (laser), és új értelmet nyert. A helyes magyar átírása: lézer.

Tehát a „lézer” kifejezés tartalma jelentősen bővült; ma már egy olyan berendezést jelöl, amely az elektromágneses sugárzást sugárzási nyaláb formában kibocsátva képes valamire; pl. anyagmegmunkálásra.

MSZ EN ISO 11145:2008 Optika és fotonika. Lézerek és lézerberendezések. Szakszótár és jelképek (ISO 11145:2006) **Ez magyar nyelvű, de az új (MSZ EN ISO 11145:2019) már nem ...**

3.19.1. lézer

Olyan eszköz, amely egy optikai rezonátoron belül energiával feltöltött erősítőközeget tartalmaz, mely 1 mm-ig terjedő hullámhosszúságú, koherens elektromágneses sugárzást bocsát ki felerősített stimulált emisszió révén.

→ **Az IEC 60825-1-ben:**

lézer: Bármely eszköz, amely elektromágneses sugárzás előállítására vagy erősítésére készíthető, főként a szabályzott, stimulált emisszió folyamatával, a 180 nm – 1 mm hullámhosszúság-tartományban.

Any device which can be made to produce or amplify EM radiation in the wavelength range from 180 nm to 1 mm primarily by the process of controlled stimulated emission

... mi is az a lézer és a lézeres hegesztés?

ISO/TR 25901-5 Welding and allied processes – Vocabulary – Part 5: Laser welding

Laser = device having an energized amplifying medium within an optical resonator that generates coherent electromagnetic radiation with wavelengths up to 1 mm by means of amplified stimulated emission.

Laser welding = welding using a coherent beam of monochromatic light

Laser welding = fusion welding using a coherent beam of monochromatic light

Tehát → Lézeres hegesztés = olyan ömlesztőhegesztés, amelynek során monokromatikus fény sugárzási nyalábját használják hőforrásként

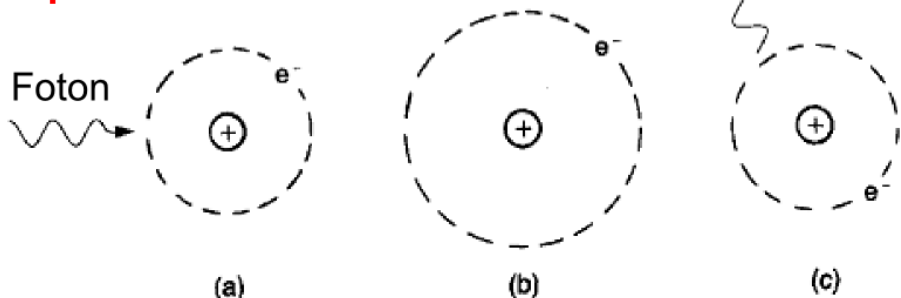
A megmunkálható anyagfajták

- **Fémek**
 - **Acél, rozsdamentes acél? Viszonylag jól**
 - **Pt, Ag, Au? Nehezen vagy nem megmunkálható**
 - **Al, Cu? Lehetséges, de rossz hatásfokkal**
- **Műanyagok: szinte mindegyik fajta, de erősen függ a színtől**
- **Kerámiák, összetett anyagok**

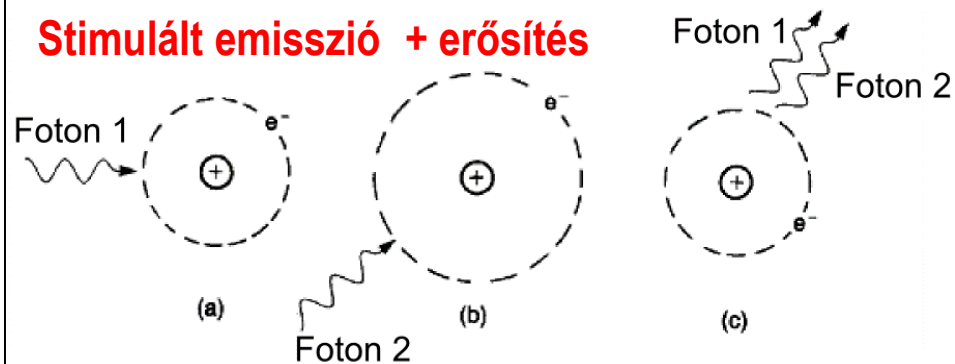
Mindenestre némi lézerfizikai és terminológiai alapozás talán nem árt

A lézerfény (lézersugárzás) létrehozásának fizikai alapelve

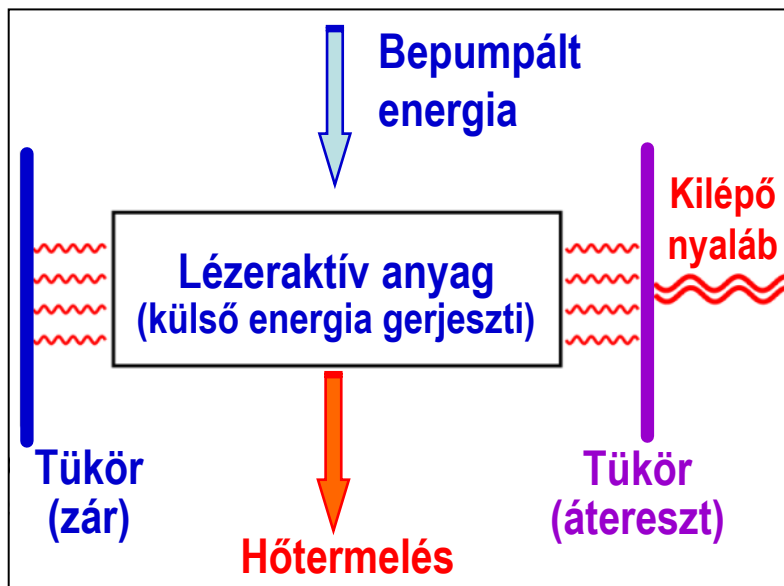
Spontán emisszió



Stimulált emisszió + erősítés



Emisszió, populációinverzió, rezonátor stb. → 75 db szakkifejezés ISO 11145:2018



- 3 Terms and definitions
- 3.1 Beam position
- 3.2 Beam axis
- 3.3 Beam diameter
- 3.4 Beam radius
- 3.5 Beam width
- 3.6 Beam cross-sectional area
- 3.7 Beam waist
- 3.8 Divergence
- 3.9 Rayleigh length
- 3.10 Beam parameter product
- 3.11 Coherence
- 3.12 Polarization
- 3.13 Power and Energy
- 3.14 Pulse duration and repetition rate
- 3.15 Optical resonator
- 3.16 Mode
- 3.17 Spectral bandwidth
- 3.18 Relative intensity noise
- 3.19 Laser
- 3.20 Efficiency

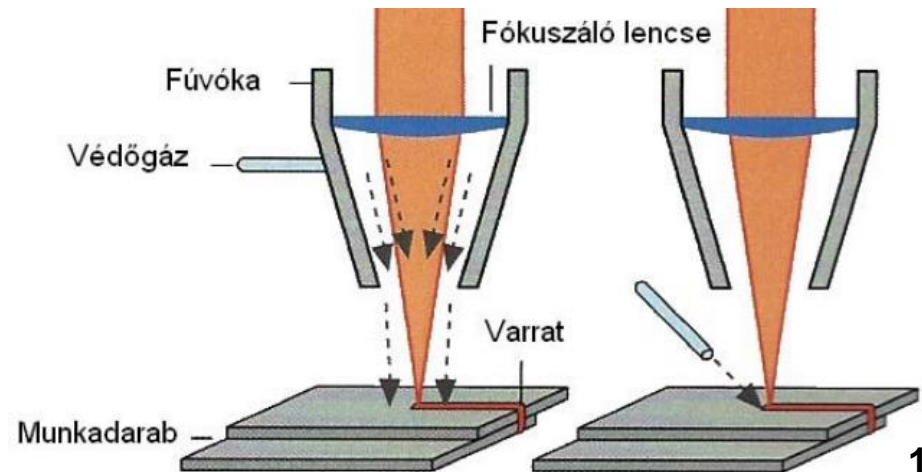
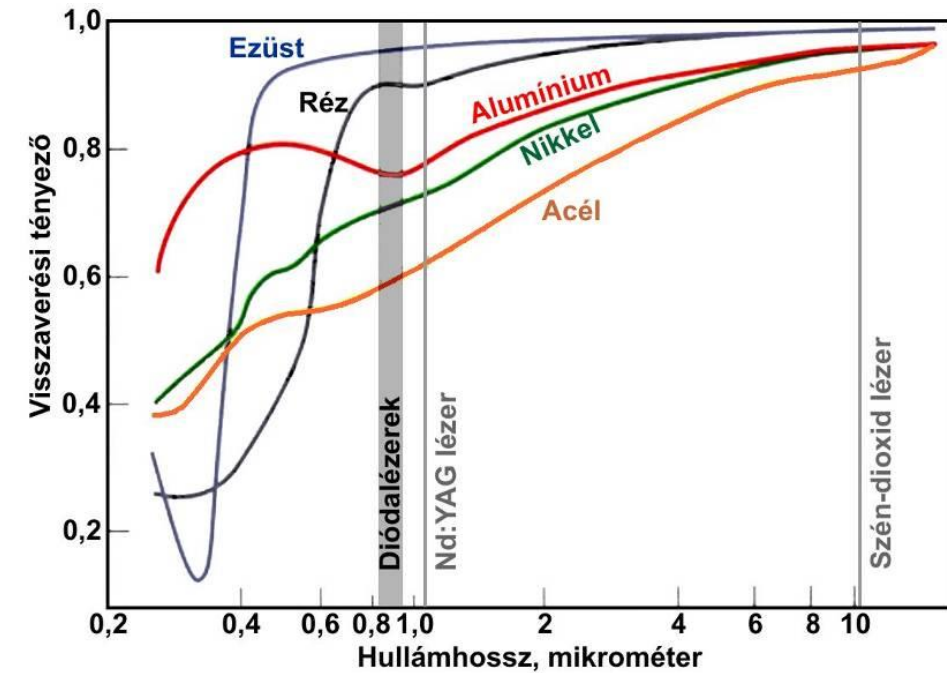
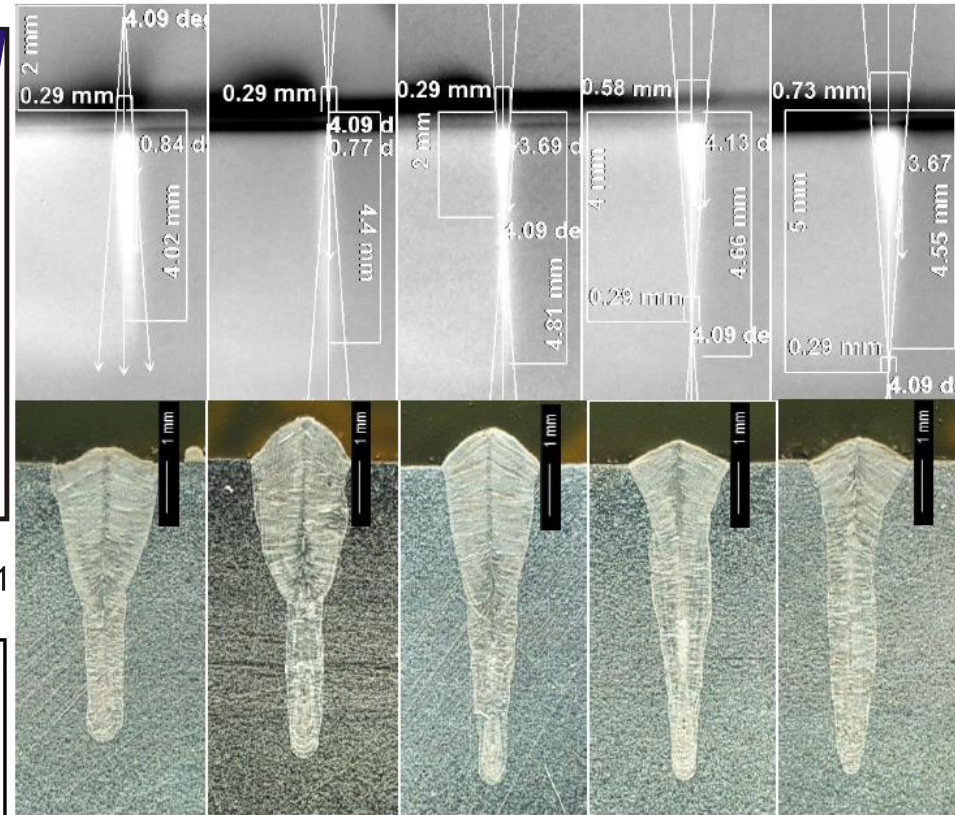
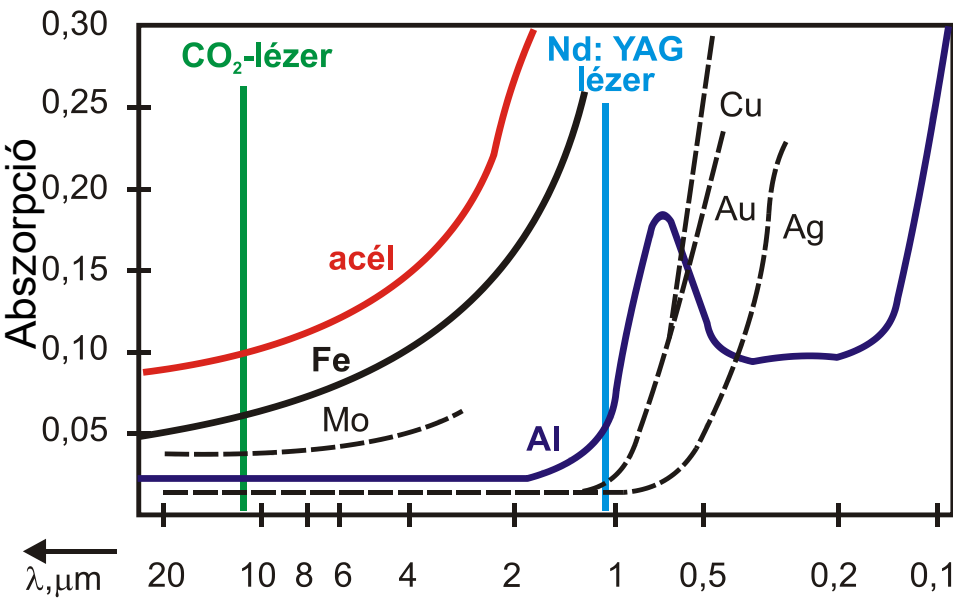
A 2008-as, magyar nyelven is kiadott szabványban csak 58 van. Mára a **lézer** definíciója teljesen megváltozott!

2006-ban: **laser** = amplifying medium capable of generating coherent radiation with wavelengths up to 1 mm by means of stimulated emission

lézer = 1 mm-nél kisebb hullámhosszúságú koherens sugárzás előállítására alkalmas, az indukált emisszió jelenségét felhasználó erősítő közeg ← ez a régmúlt!

2018-ban: **laser** = device having an energized amplifying medium within an optical resonator that generates coherent electromagnetic radiation with wavelengths up to 1 mm by means of amplified stimulated emission

A lézeres hegesztés fizikai (optikai) alapjai: abszorpció, reflexió



Lézeres hegesztés (→ értsd: lézerrel végzett hegesztés)

Az MSZ EN ISO 4063:2023 szabvány szerint

52 Lézeres hegesztés

521 Szilárdtestlézeres hegesztés → alak: tömb-, rúd-, korong-, szállézer

522 Gázlézeres hegesztés

523 Diódalézeres hegesztés

Lézerfényforrások: lézeraktív anyag, gerjesztés, működésmód

- Szilárdtestlézerek

- Rubinlézer (694,3 nm; holográfia)

- Nd:YAG lézer (1064 nm; megmunkálás, sebészet),

rúd, szál, korong → rúdlézer, szállézer, koronglézer

- Gázlézer

- Hélium-neon lézer (He-Ne → 632,8 nm; optikai kísérletek)

- Szén-dioxid lézer (CO₂, 10600 nm; síkvágás, sebészet)

- Félvezető lézer (diódalézer)

- 405 nm (blue-ray meghajtó)

- 650 nm (DVD-meghajtó)

- Festéklézer, vegyi lézer, folyadéklézer

Működésmód-1 (időbeliség)

- Impulzusos üzemű
- Folytonos üzemű

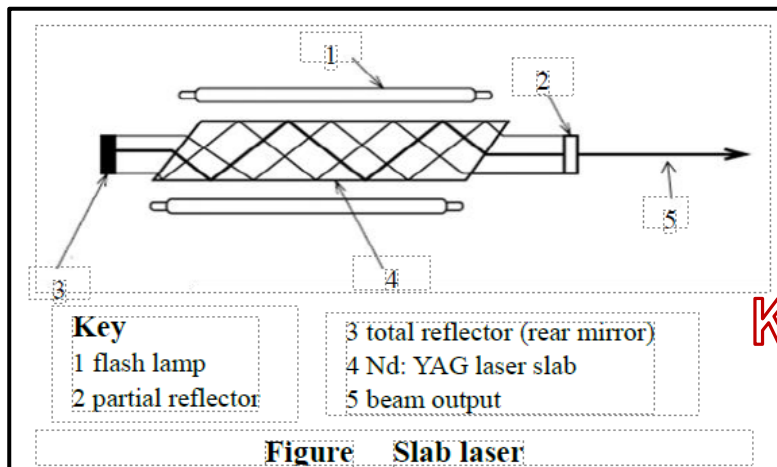
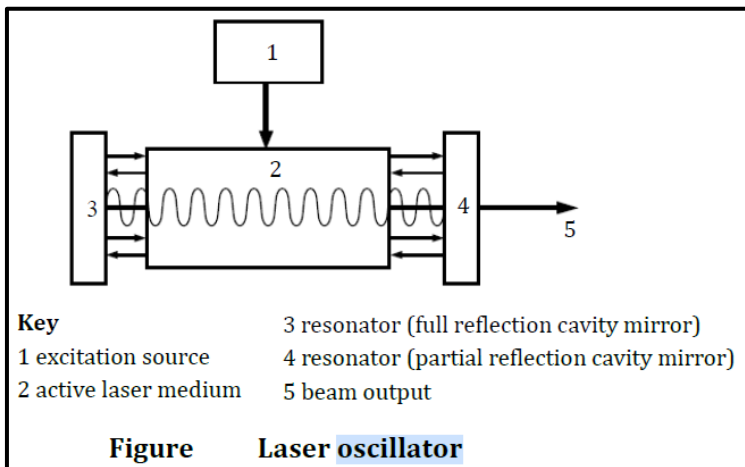
Gerjesztés, pumpálás

- Villanólámpa
- Lézerdióda
- Villamos kisülés
- Rádiófrekvenciás tér

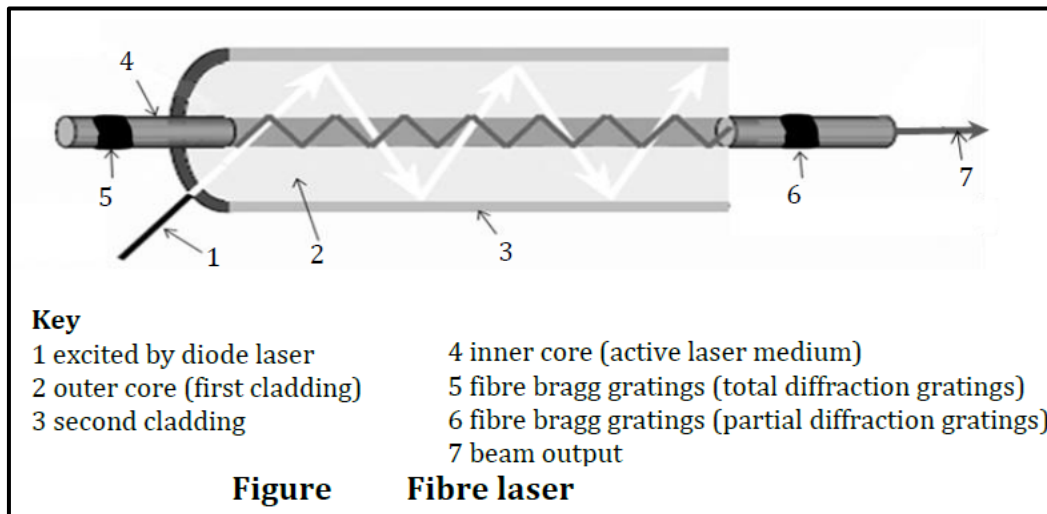
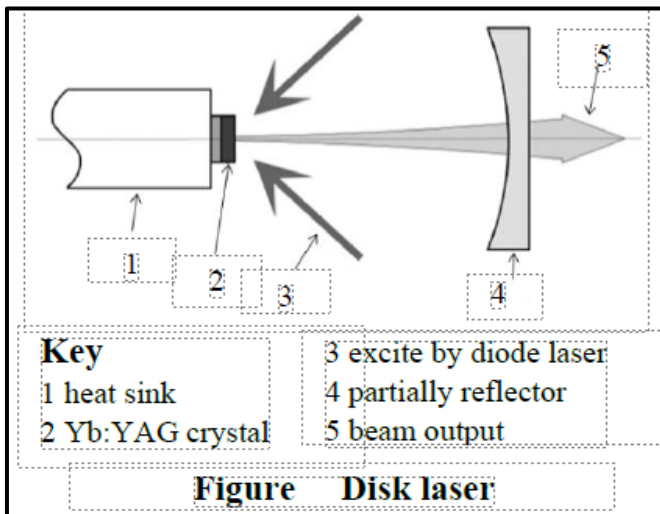
Működésmód-2: Mozgatás

Lézerfej? Munkadarab? Tükör? PFO?

A szilárdtestlézerek fajtái az aktív lézerek alakja szerint →



Rúdlézer
Tömlélézer
Koronglézer
Szállélézer



rod laser = laser in which a cylindrical transparent laser medium with polished end faces is used

slab laser = solid state laser in which the active laser medium is in a rectangular or trapezoidal form

disk laser = solid-state laser in which the laser medium in the form of a thin disk is excited by diode laser light

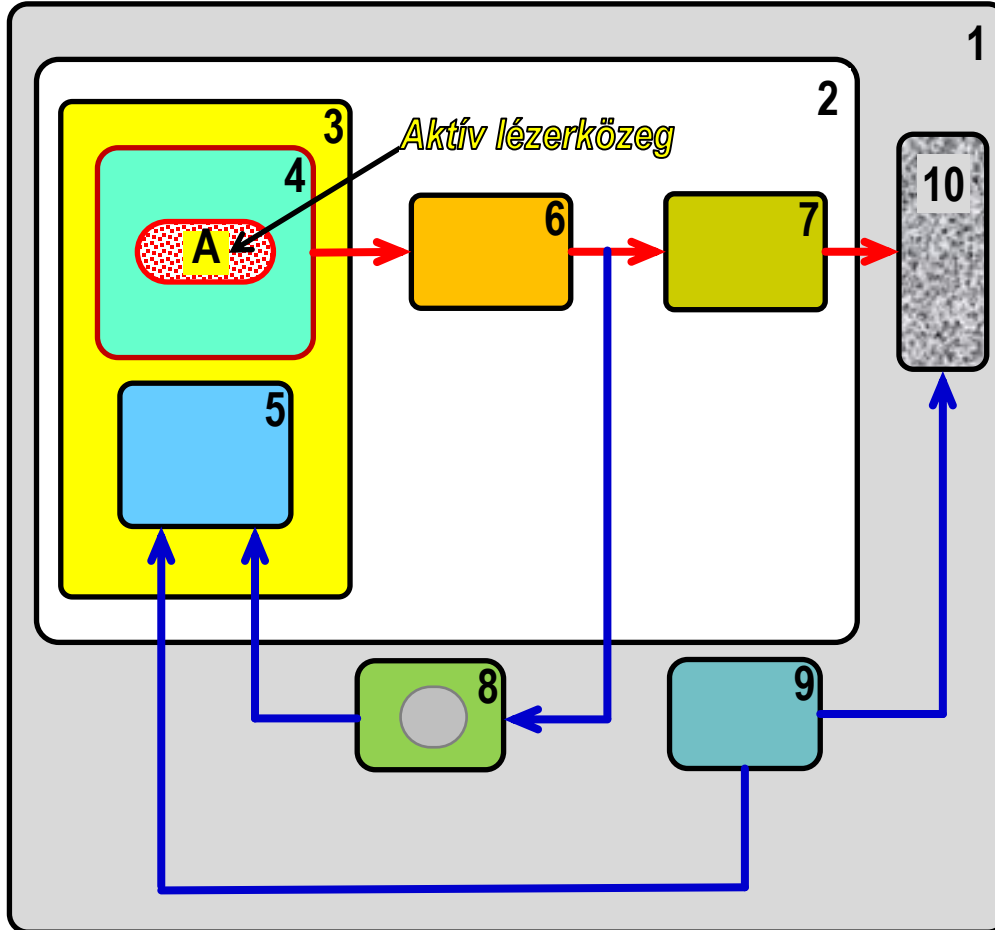
fibre laser = solid state laser in which the active laser medium in the form of a doped optical fibre is excited by diode laser light

A lézeres megmunkálások szabványos terminológiája

A lézeres megmunkálások általános, fizikai kiépítési és terminológiai hierarchiája

ISO 11145:2018 Optics and photonics. Lasers and laser-related equipment. Vocabulary and symbols (ISO 11145:2018)

MSZ EN ISO 11145:2019 Optika és fotonika. Lézerek és lézerberendezések. Szakszótár és jelképek (ISO 11145:2018)



A biztonsági rendszerek nincsenek feltüntetve a diagramon, de alapvető fontosságú tartozékai egy lézeres gyártórendszernek

1.	Lézeres egység	laser unit
2.	Lézerberendezés	laser assembly
3.	Lézerkészülék	laser device
4.	Lézer	laser
5.	Tápegység (villamos áram, hűtés, gáz)	supply (power, cooling, gas)
6.	Nyalábvezető eszköz (tükör, szál, lencsék)	beam-guiding device (mirrors, fibres, lenses)
7.	Nyalábformáló eszköz (teleszkóp, fókuszáló)	beam-shaping device (telescope, focusing)
8.	Mérőrendszerek és vezérlőrendszerek	measurement systems and control systems
9.	Mozgatóeszközök (robot, munkadarab-mozgató, -forgató, -rögzítő)	handling units (robot, workpiece translation and location)
10.	Munkadarab	workpiece

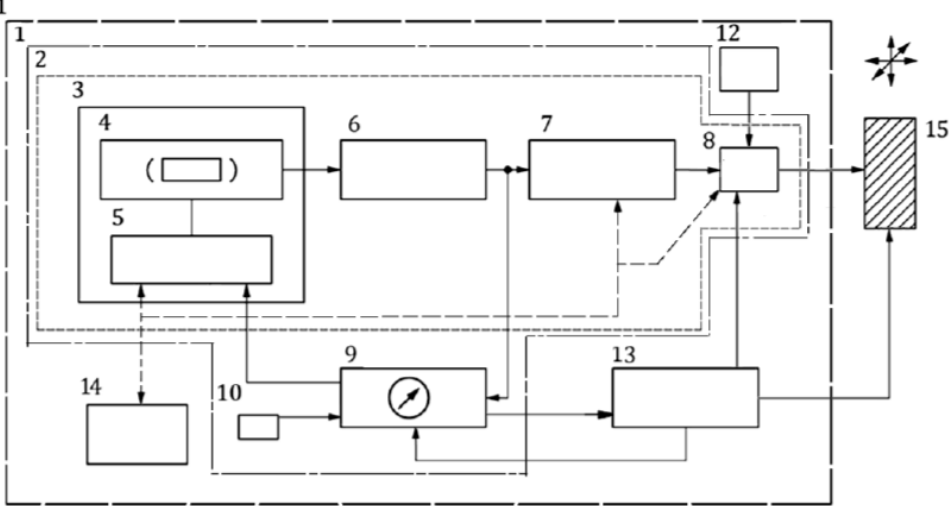
Az ISO/TR 25901-5 jelentősen összetettebb lesz!

A lézeres megmunkálások szabványos terminológiája

Az ISO/TR 25901-5 jelentősen összetettebb lesz!

Technical Report Title: Welding and allied processes – Vocabulary – Part 5: Laser welding

VI-1376R3-2024
supersedes VI-1376R1-2024

Language	Term	Definition																
English	laser welding unit	<p>laser welding installation including auxiliary apparatus Note 1 to entry: An example of a laser welding unit is illustrated in Figure X</p>  <p>Key</p> <table border="0"> <tr> <td>1 laser welding machine</td> <td>8 torch head</td> </tr> <tr> <td>2 laser assembly</td> <td>9 measurement and control system</td> </tr> <tr> <td>3 laser device</td> <td>10 control panel</td> </tr> <tr> <td>4 laser oscillator</td> <td>11 laser welding unit</td> </tr> <tr> <td>5 supply (power, cooling system)</td> <td>12 shielding gas system</td> </tr> <tr> <td>6 beam guiding device (mirrors, fibres, lenses)</td> <td>13 handling unit (robot, manipulator)</td> </tr> <tr> <td>7 beam shaping device (focusing, scanner)</td> <td>14 chiller</td> </tr> <tr> <td></td> <td>15 workpiece</td> </tr> </table> <p>Figure Example of laser welding unit illustration</p>	1 laser welding machine	8 torch head	2 laser assembly	9 measurement and control system	3 laser device	10 control panel	4 laser oscillator	11 laser welding unit	5 supply (power, cooling system)	12 shielding gas system	6 beam guiding device (mirrors, fibres, lenses)	13 handling unit (robot, manipulator)	7 beam shaping device (focusing, scanner)	14 chiller		15 workpiece
1 laser welding machine	8 torch head																	
2 laser assembly	9 measurement and control system																	
3 laser device	10 control panel																	
4 laser oscillator	11 laser welding unit																	
5 supply (power, cooling system)	12 shielding gas system																	
6 beam guiding device (mirrors, fibres, lenses)	13 handling unit (robot, manipulator)																	
7 beam shaping device (focusing, scanner)	14 chiller																	
	15 workpiece																	
French																		
German																		
Source	ISO/TR 25901-1:2016, 2.3.2 modified by																	

A lézeres hegesztés alapvető jellemzői

- **Koncentrált energiabevitel**
- **Nagy sebesség**
- **Csekély vetemedés**

Előnyei más eljárásokhoz képest

- Érintésmentes, gyors, pontos, ismételhetőség
- Hozaganyag: nem szükséges (de lehetséges)
- Kedvező külső varratgeometria: szegély, dudor, gyök
- Kicsi karbantartásigény
- Kb. bármilyen anyaghoz

Kedvenc kötéstípus:

1. átlapolt kötés,
2. tompakötés,
3. ... más ...

Kedvenc rendeltetés:

1. kötőhegesztés → keskeny és mély varrat,
2. felrakás → vonalnyaláb, por, huzal, pálcá, éleken is
3. javítás: precíziós öntvényeken

Követelmények: repedés, zárvány, porozitás, szövetszerkezet, mechanikai tulajdonságok, megmunkálhatóság, korrózióállóság

Hegesztés szén-dioxid lézerrel

Védőgáz: Ar, N₂, Mix, de főleg: hélium → **csóva**
Korlát: ~5 kW-os lézer → max. 8–10 mm vastag anyag

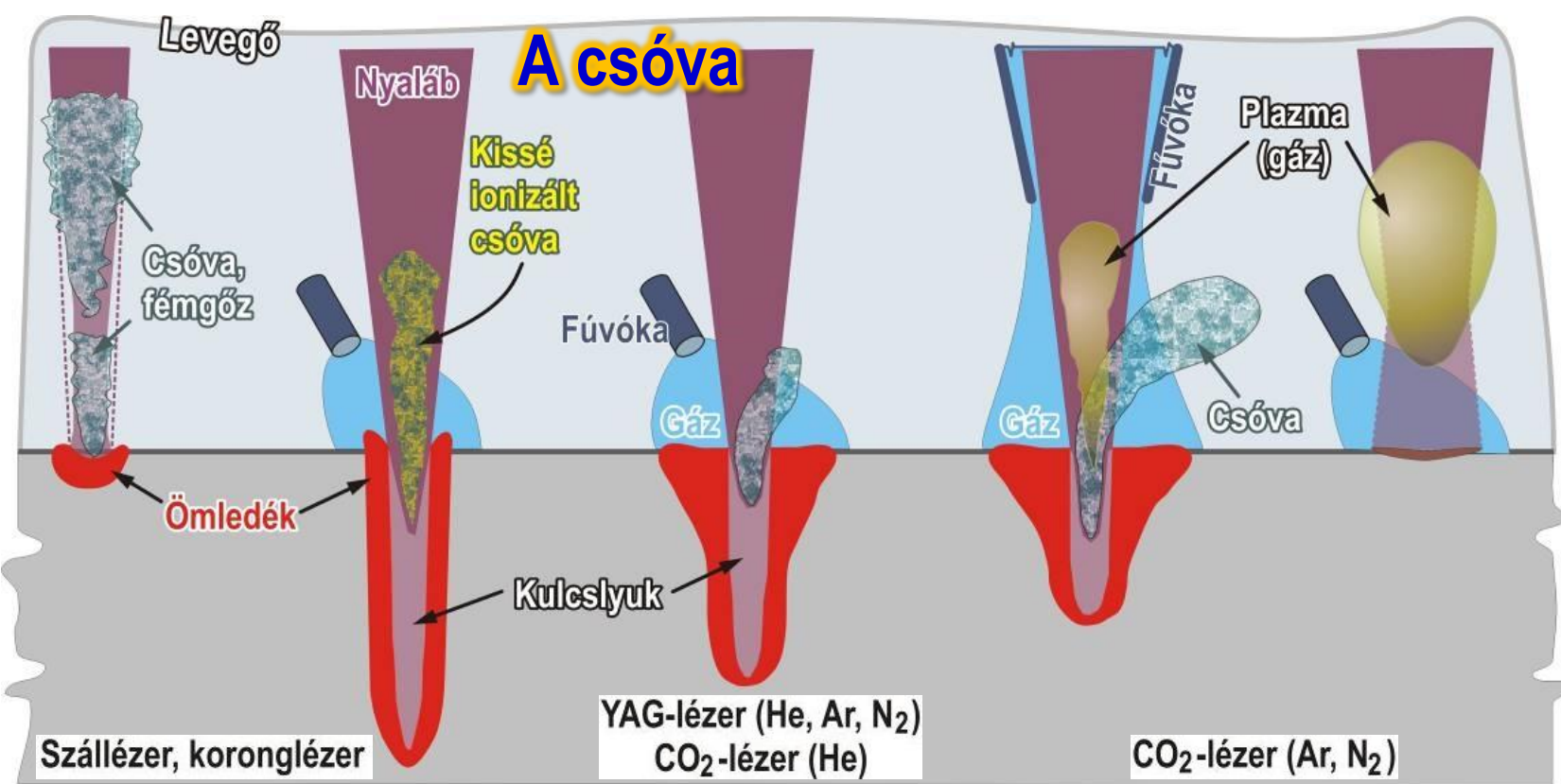
Hegesztés szilárdtestlézerrel (Nd:YAG)

Védőgáz: Ar
Teljesítmény: ~1–4 kW
Automatizálás, nyalábmozgatás, szkennerefej

Példa: a lézeres hegesztés technológiai változói



Változó / paraméter	Egység	Érték
Védőgáz: fajta, hozam	17 L/min	He 5.0
Gyökvédőgáz:	5 L/min	Ar 5.0
Fókusz távolság	mm	223
Fókuszeltolás	mm	0
Foltméret		
Lézerteljesítmény	W	2450
Impulzusfrekvencia	Hz	6000
Impulzus teljesítmény, -idő, -alak		
Hozaganyag		
Haladási sebesség	m/min	4



YBCO

Oxid (LSMO)

TiN

plume, laser induced plume

bright metal vapor composed of spontaneously emitted high temperature atoms generated from a target plate by laser beam irradiation

Forrás: ISO/TR 25901-5;
JIS Z 3001-5:2013, 57004

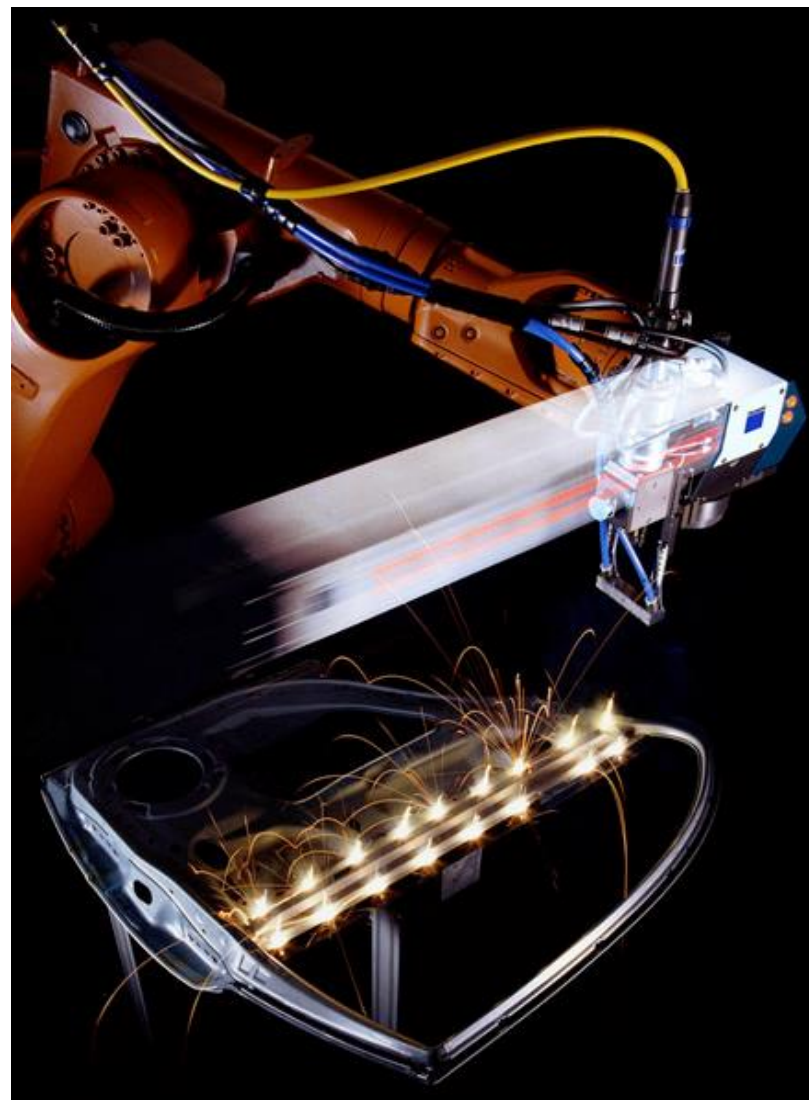
Repülőoptikás és szkenerfejes hegesztés

Hegesztés során a szkennelő optika egy robottal végigvezethető a munkadarabon.

Ez a „repülés” inspirálta a „**hegesztés repülés közben**” kifejezést: a robot és a szkenneroptika valós időben szinkronizálja mozgását.

A robot jelentősen megnöveli a munkaterületet, lehetővé téve az igazi 3D-s alkatrészgyártást.

A **PFO-t** egyszerű szerkesztővel lehet programozni: szerkeszthetők és elmenthetők a hegesztési varratok a munkadarabon. Nagy teljesítményű és kiváló sugárminőségű koronglézereket használnak. Egy vagy több optikai kábel vezeti a lézerfényt a lézerforrástól a munkahelyhez.



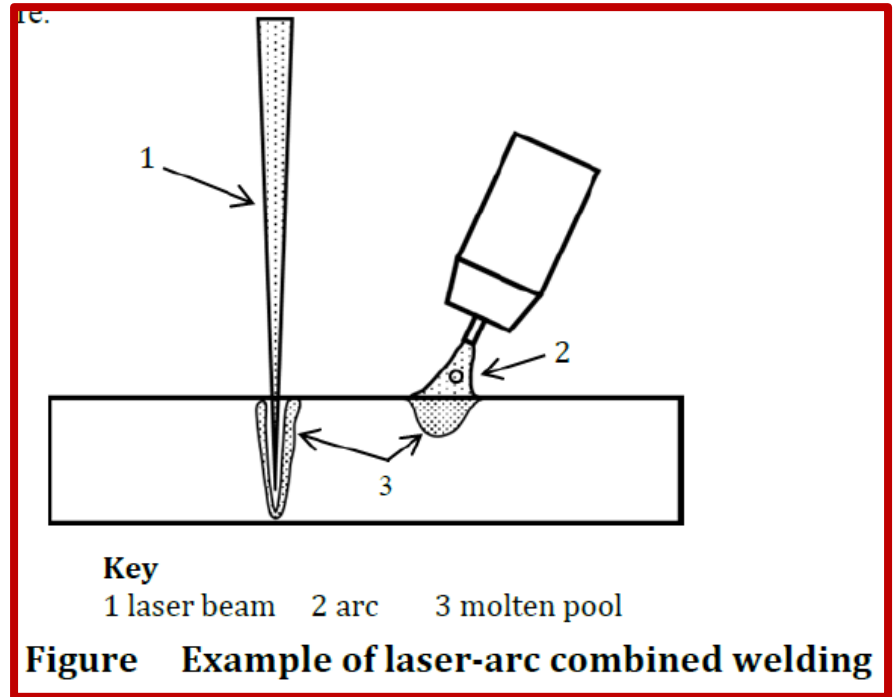
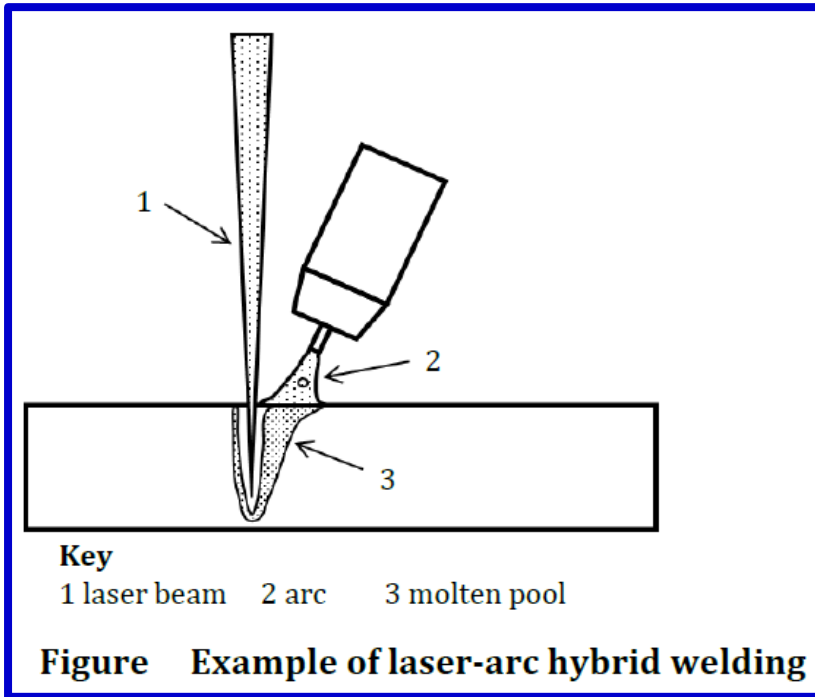
Lézeres-íves hibrid hegesztés és kombinált hegesztés

hybrid welding using both laser and arc welding processes which interact in a single molten pool

Note 1 to entry: The laser beam can be used in keyhole mode (see figure) or conduction mode.

combined welding using laser and arc welding processes without interaction

Note 1 to entry: combined welding is welding in which two or more welding processes are used simultaneously in separate molten pools.



Vágás és

faragás



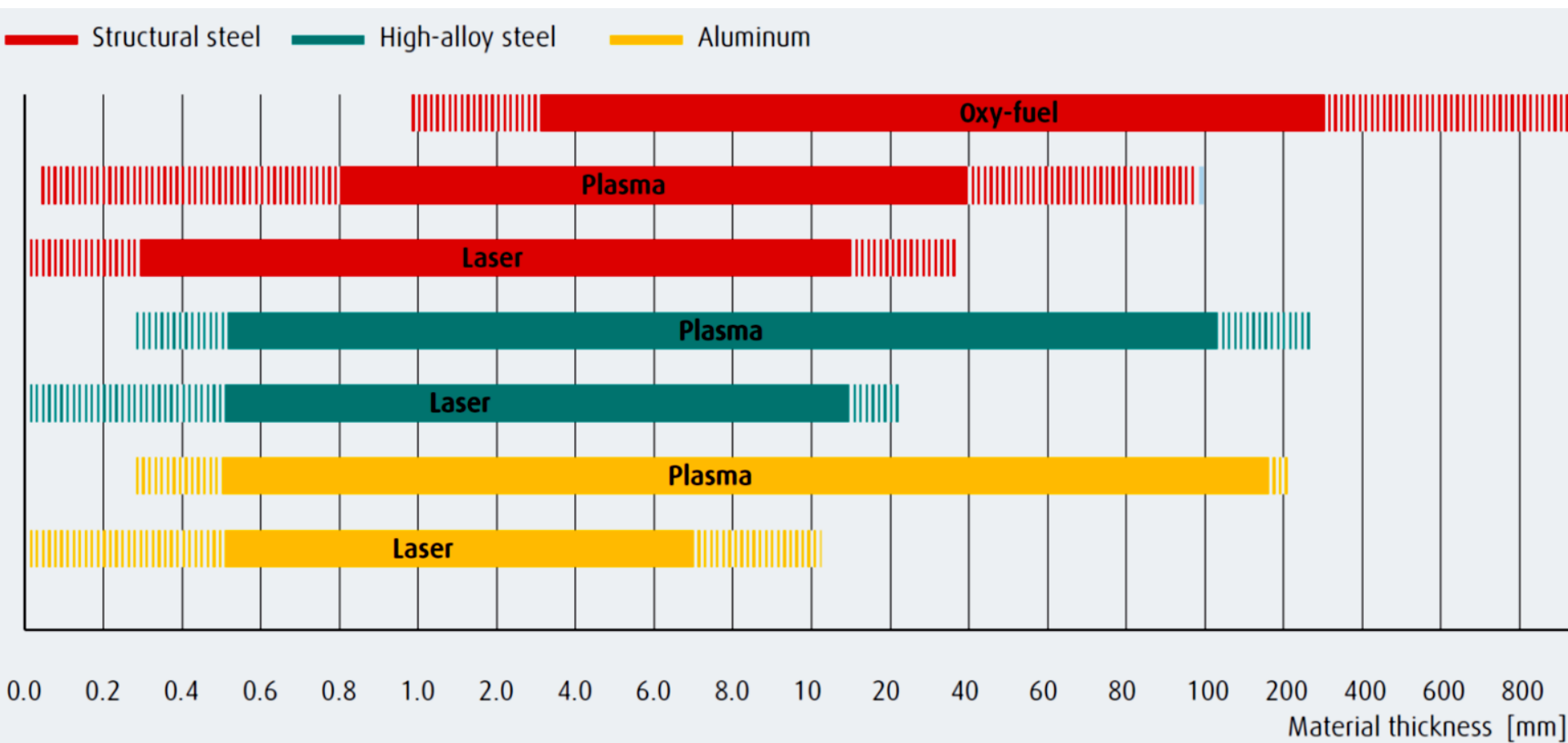
Vágás → lehet képlékenyalakítással, forgácsolással, mechanikai koptatással → továbbá **nőhatással**

A **termikus vágáskor** lejátszódó fizikai jelenségeket és a vágási eljárásokat három fő csoportba soroljuk

1. **Égetéses vágás**: a vágási részben az anyag csaknem teljes vastagságában elég, és a keletkező égéstermék nagy sebességű oxigénsugárnyaláb fújja ki.
2. **Ömlesztéses vágás**: a vágási részben az anyag teljes vastagságában megolvad, és az ömledéket nagy hőmérsékletű és sebességű gázsugárnyaláb fújja ki.
3. **Elpárologtatásos vágás**: a vágási részben az anyag elgőzölög, és a fémgőzt gázsugárnyaláb fújja ki.

8	Vágás és faragás
81	Lángvágás
82	Ívvágás
821	Szénelektrodás ívvágás; sűrített levegős ívvágás
822	Oxigénes ívvágás
83	Plazmavágás
831	Oxidáló gázos plazmavágás
832	Oxidáló gáz nélküli plazmavágás
833	Sűrített levegős plazmavágás
834	Nagy pontosságú plazmavágás
84	Lézeres vágás
86	Lángfaragás
87	Ívfaragás
871	Sűrített levegős ívfaragás
872	Oxigénes ívfaragás
88	Plazmafaragás

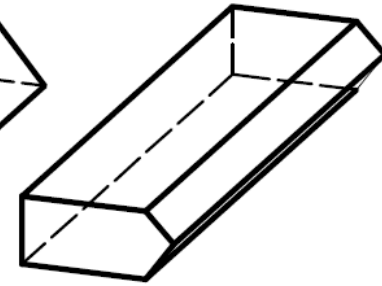
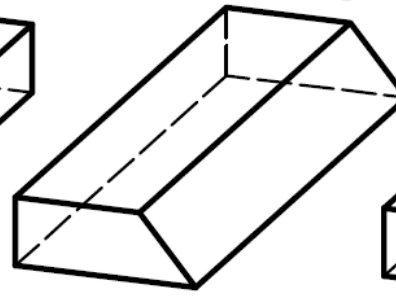
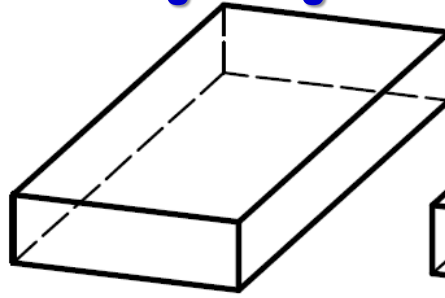
Termikus vágások: vágható vastagság



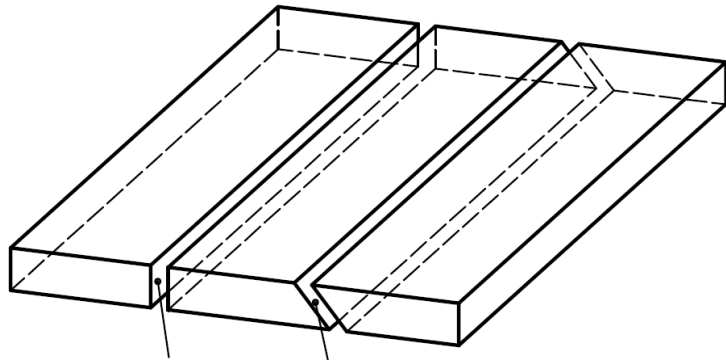
Merőleges vágás

Ferde vágás

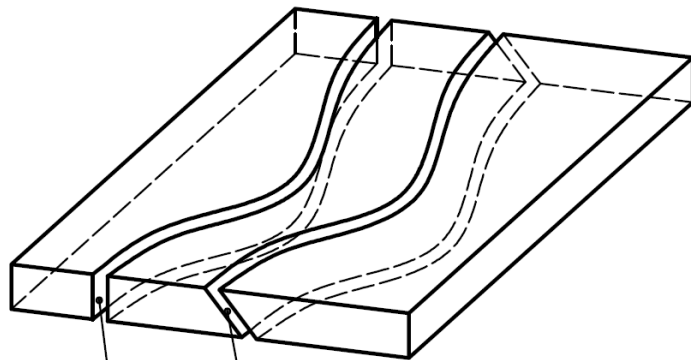
Kétoldali ferde vágás



A vágásfajták



Egyenes vágás



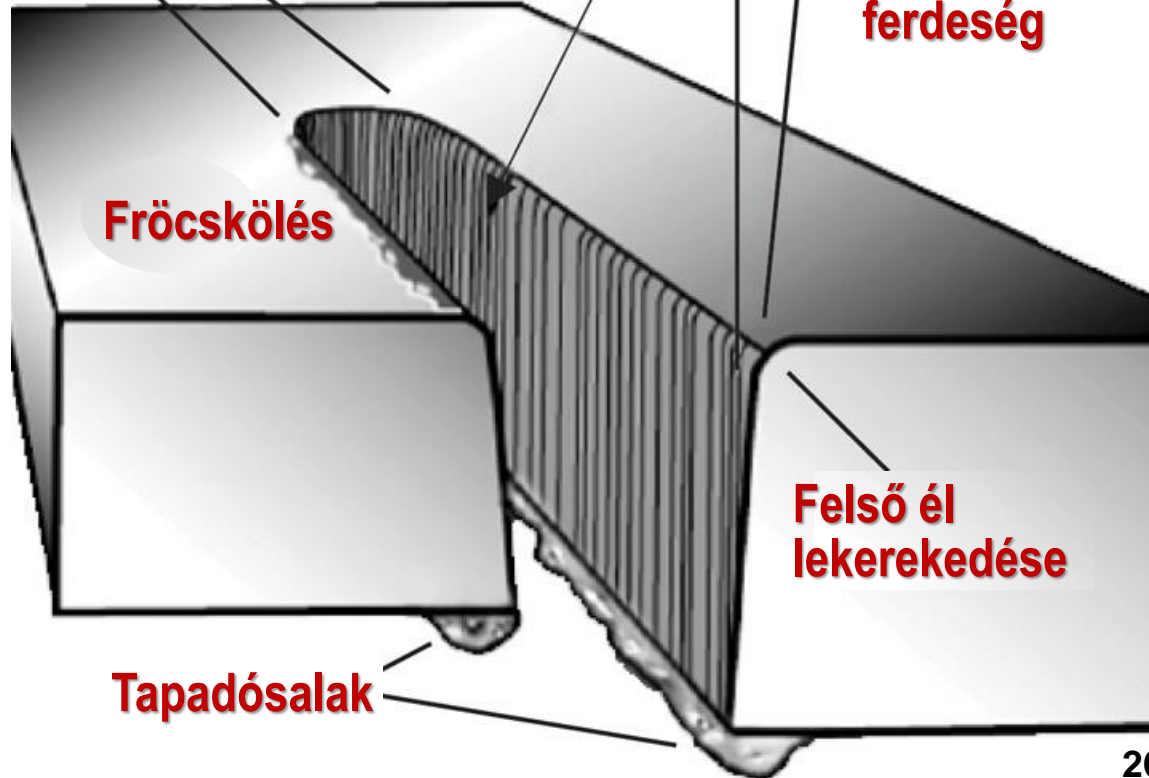
Kontúrvágás

A vágott felület jellemzői

Vágási rés

Vágási felület barázdái

Vágási ferdeség



Fröcskölés

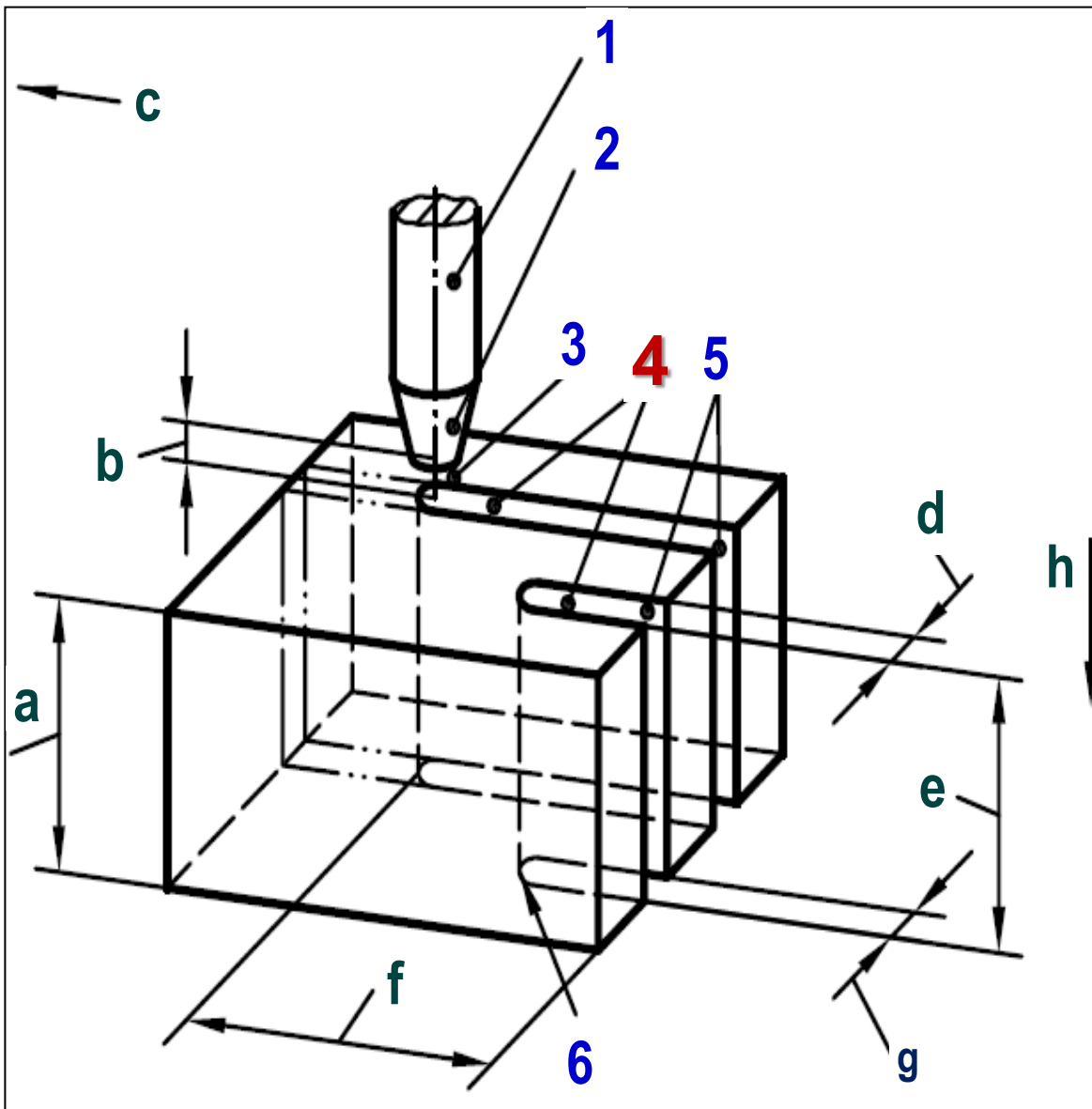
Felső él lekerekedése

Tapadósalak

MSZ EN ISO 9013:2017 Termikus vágás. A termikusan vágott felületek osztályba sorolása.

Termékek geometriai követelményei és minőségi tűrések (ISO 9013:2017) → 2025-ben új!

helyesebben: ... A termékek és a tűrések minőséggel kapcsolatos geometriai leírása



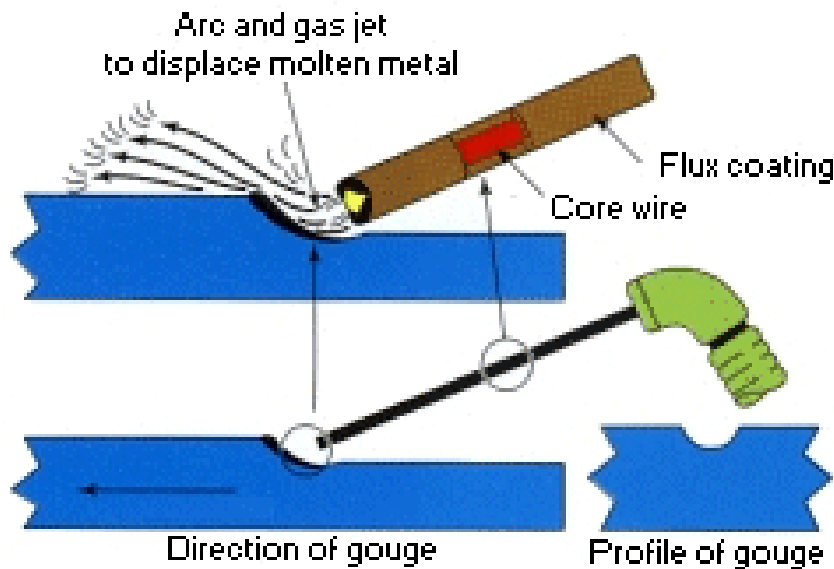
1. Égő
 2. Fúvóka
 3. Nyaláb / láng / ív
 4. Vágási rés → vr.
 5. Vágás kezdési pontja
 6. Vágás végpontja
- a. Anyagvastagság
b. Fúvókatávolság
c. Haladási irány
d. Felső vr.-szélesség
e. Vágási vastagság
f. Vágáshosszúság
g. Alsó vr.-szélesség
h. Vágási irány

Az ívvágás és az ívfaragás

821	Sűrített levegős ívvágás sűrített	Air arc cutting Air carbon arc cutting, USA
822	Oxigénes ívvágás	Oxygen arc cutting



Ívvágás, ívfaragás



BEVELLING / GOUGING

- Electrode for bevelling, grooving and gouging all metals, including stainless steels, cast iron and Cu alloys. Strong blowing characteristic. Smooth and uniform cut.
- Bevelling of steels, hardfacing deposits. Elimination of screws, rivets, welding beads...

Mechanical properties	ø x L (mm)	Parameters	
-	2.5 x 350	130 A	= +
	3.2 x 350	200 A	
	4.0 x 450	250 A	~45 V
	5.0 x 450	300 A	

C CUT 100

Characteristics and applications

- Electrode for cutting, bevelling and piercing of all industrial metals, including stainless steels, cast iron and Cu alloys. Smooth and uniform cut.
- Cutting of steels. Piercing of holes, elimination of screws...

CUTTING ELECTRODE

Mechanical properties	ø x L (mm)	Parameters	
-	3.2 x 450	130-180 A	= -
	4.0 x 450	170-230 A	
			~45 V

C Goug

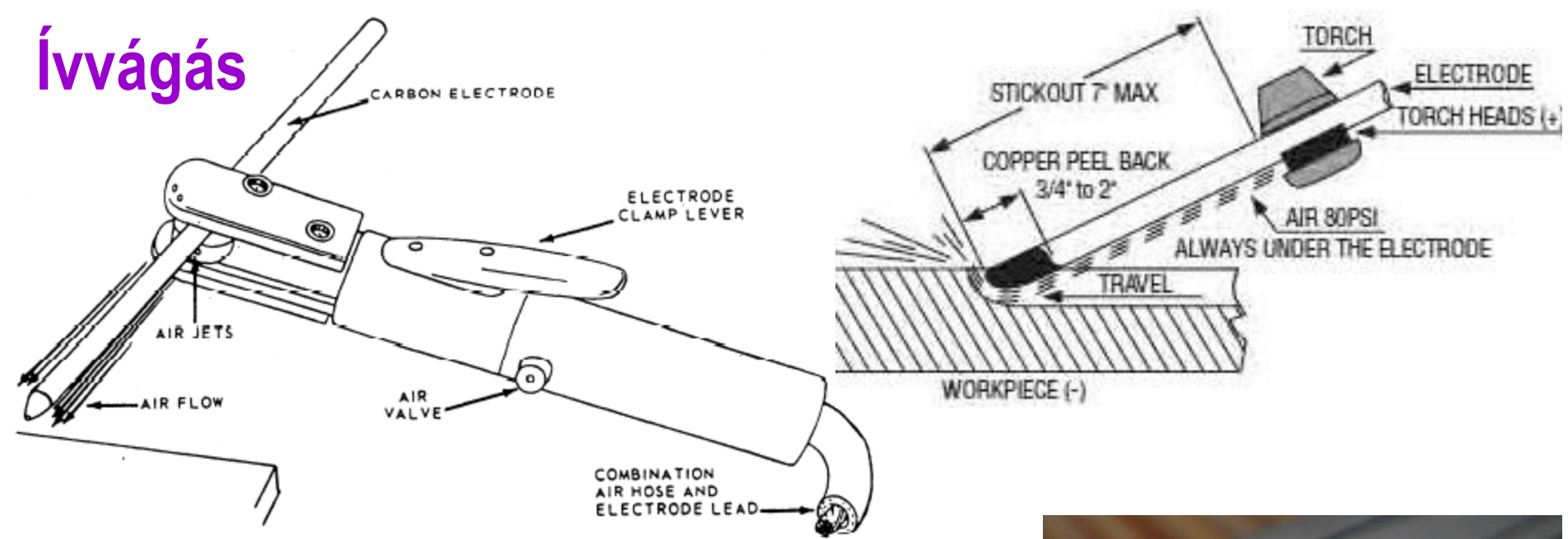
Characteristics and applications

- Electrode for bevelling, grooving and gouging all metals, including stainless steels, cast iron and Cu alloys. Non conductive coating.
- Bevelling of steels. Bevelling of foundry defects or cracks before repair welding...

BEVELLING / GOUGING

Mechanical properties	ø x L (mm)	Parameters	
-	3.2 x 350	200 A	= +
	4.0 x 450	250 A	
			~55 V

Ívvágás



Oxigénes ívvágás

www.youtube.com/watch?v=NUACDWj6zJM



A lézeres vágás

Fémek vágása



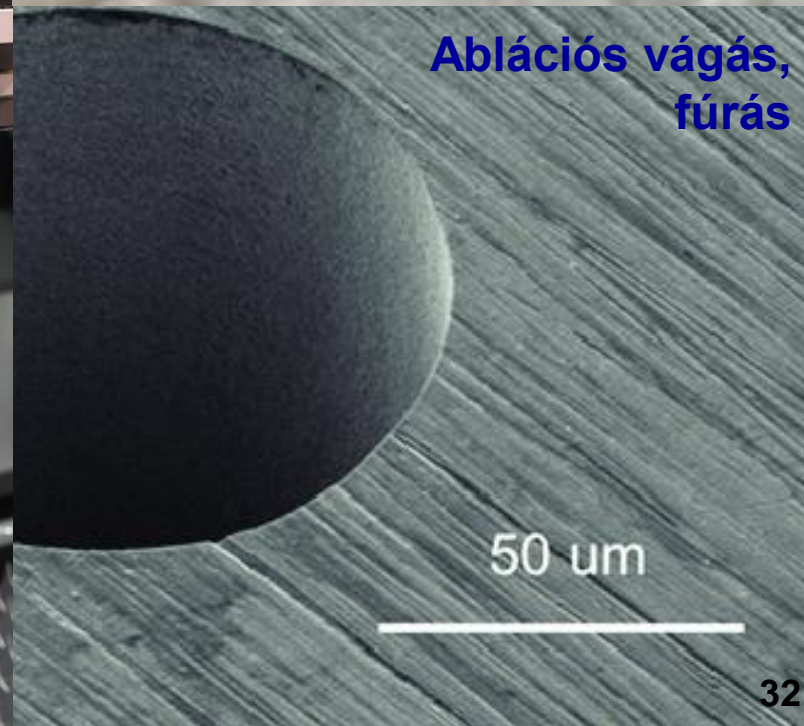
Tiszta vágási felület, nem/alig igényel utómunkát



3d-s vágás



Műanyagok vágása



Ablációs vágás,
fúrás

50 um

-20X1000X2000MM/FINISH NO. -1/10/QU

Lézeres vágás

<i>Laser System:</i> <i>Laser System:</i>	LaserMat C6000i-C
<i>Material:</i> <i>Material:</i>	1.4301
<i>Dicke:</i> <i>Thickness:</i>	20 mm
<i>Fasenwinkel:</i> <i>Bevel Angle:</i>	0°
<i>Vorschub:</i> <i>Cutting Speed:</i>	320 mm/min
<i>Leistung:</i> <i>Power:</i>	6000 W
<i>Gasart:</i> <i>Gas Type:</i>	N₂
<i>Gasdruck:</i> <i>Gas Pressure:</i>	25 bar

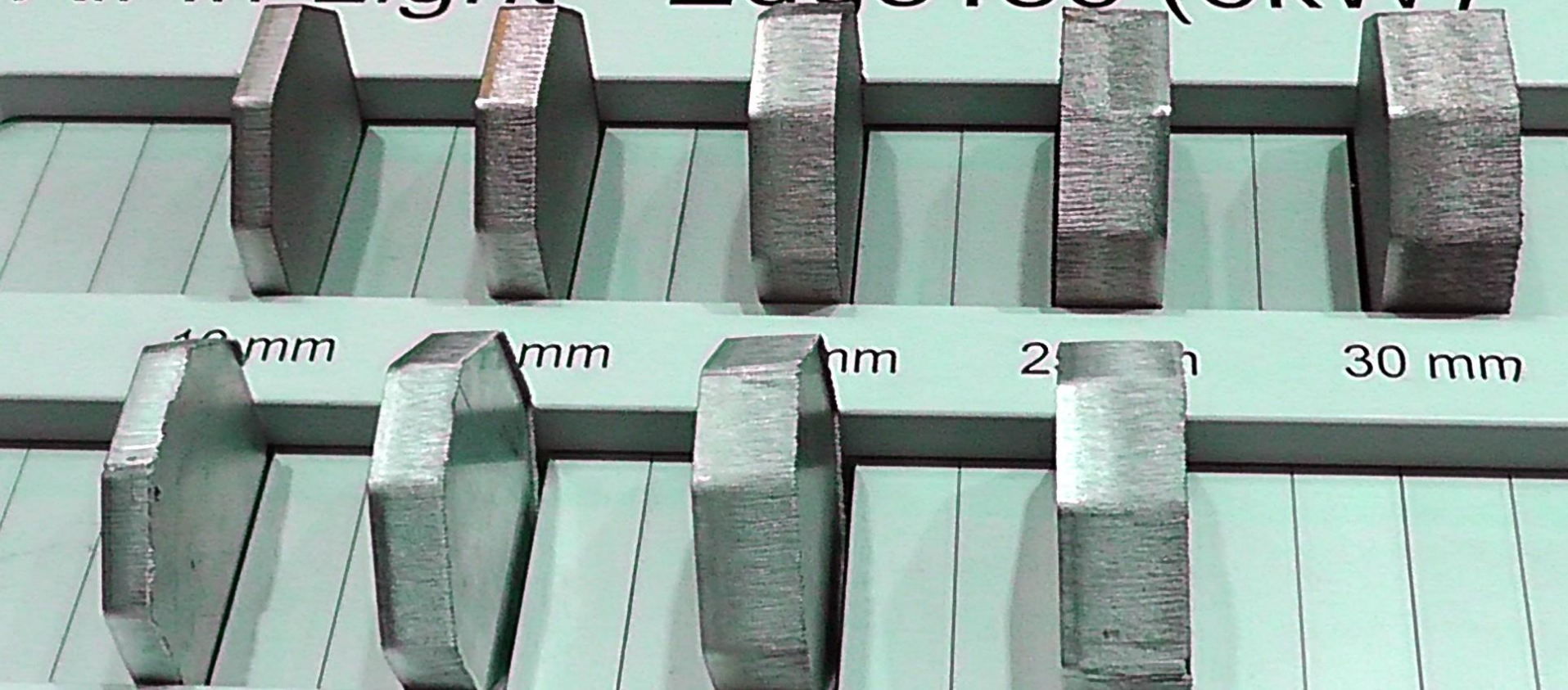
Lézeres vágás



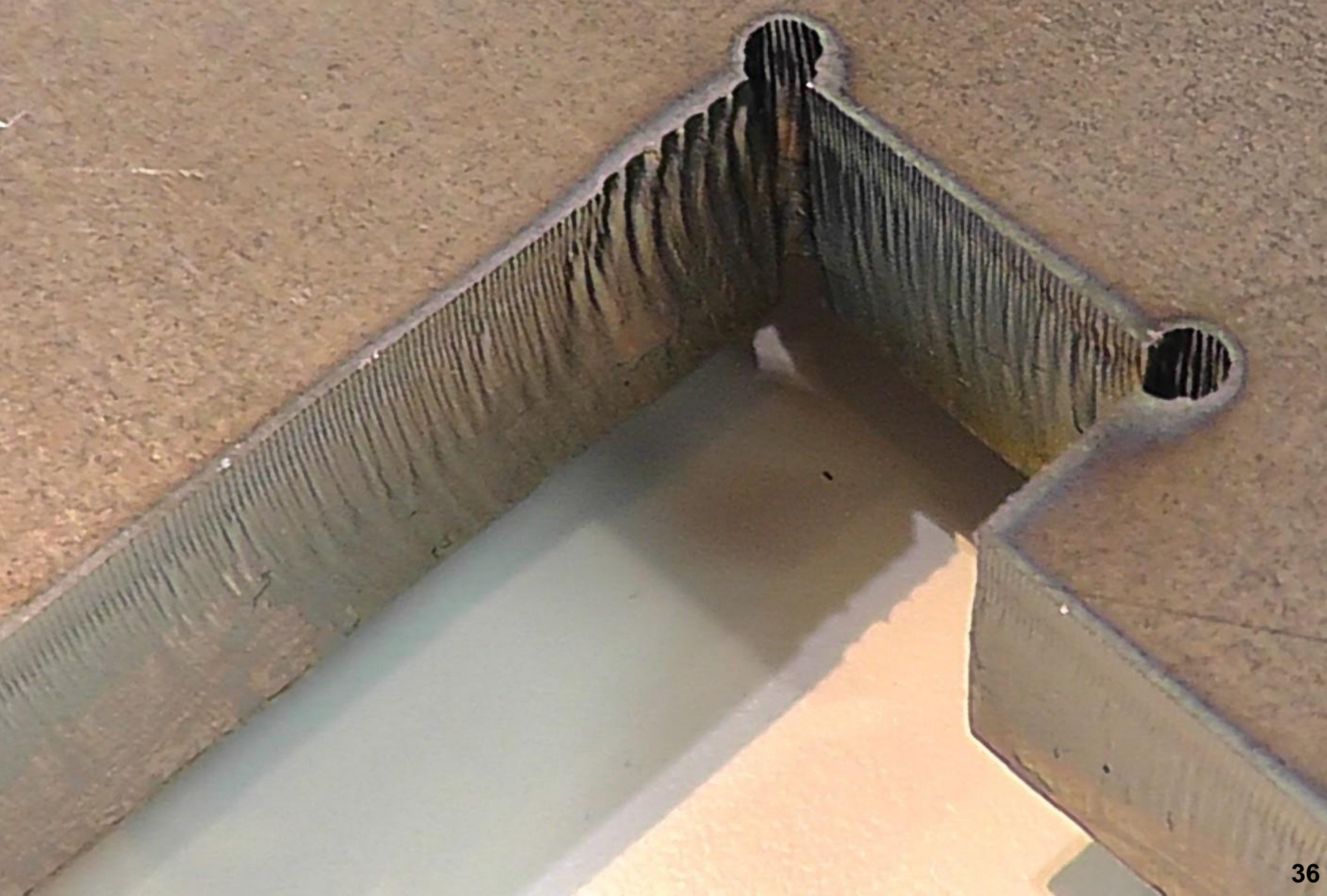
<i>Laser System:</i> <i>Laser System:</i>	PowerBlade YLR-4000	PowerBlade YLR-4000	PowerBlade YLR-4000
<i>Material:</i> <i>Material:</i>	Raex 250	Raex 250	Raex 250
<i>Dicke:</i> <i>Thickness:</i>	8 mm	8 mm	8 mm
<i>Fasenwinkel:</i> <i>Bevel Angle:</i>	0°	30°	45°
<i>Vorschub:</i> <i>Cutting Speed:</i>	2400 mm/min	2300 mm/min	1800 mm/min
<i>Leistung:</i> <i>Power:</i>	4000 W	4000 W	4000 W
<i>Gasart:</i> <i>Gas Type:</i>	O₂	O₂	O₂
<i>Gasdruck:</i> <i>Gas Pressure:</i>	0,7 bar	0,8 bar	0,8 bar

Lézeres vágás

All-In-Light EdgeTec (6kW)

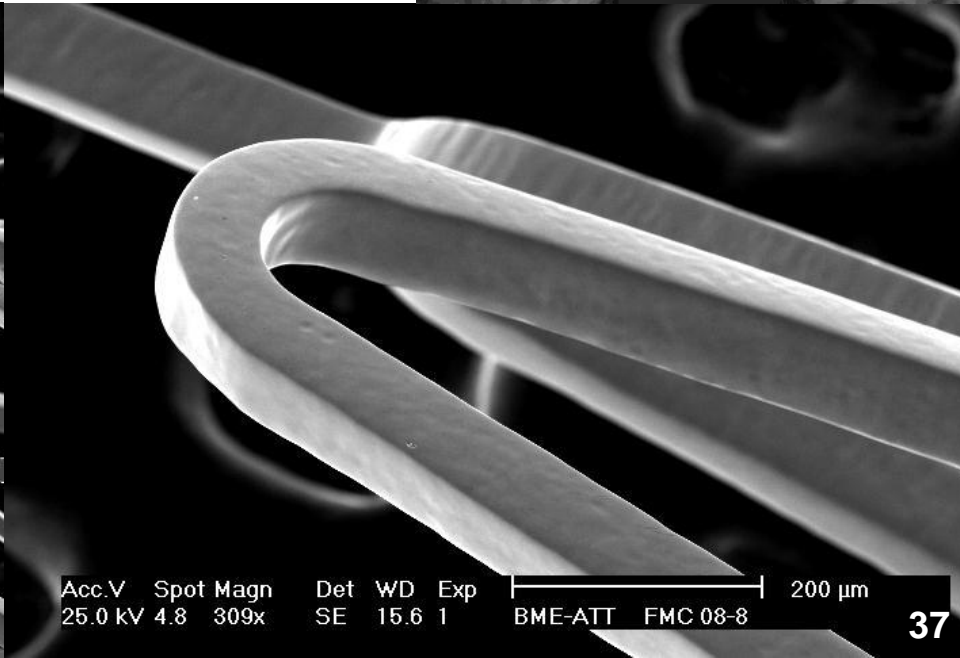
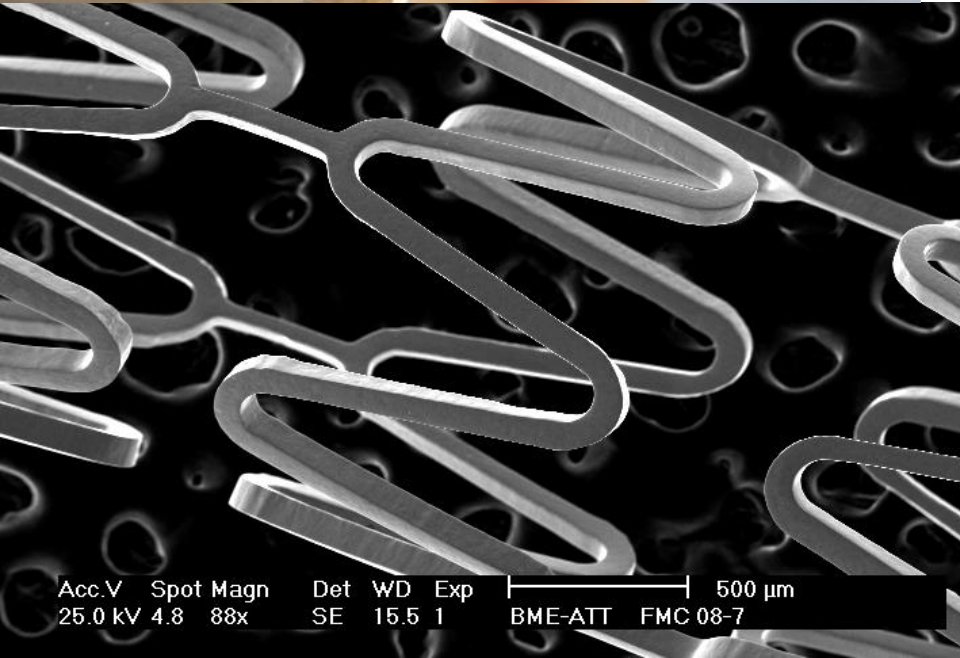
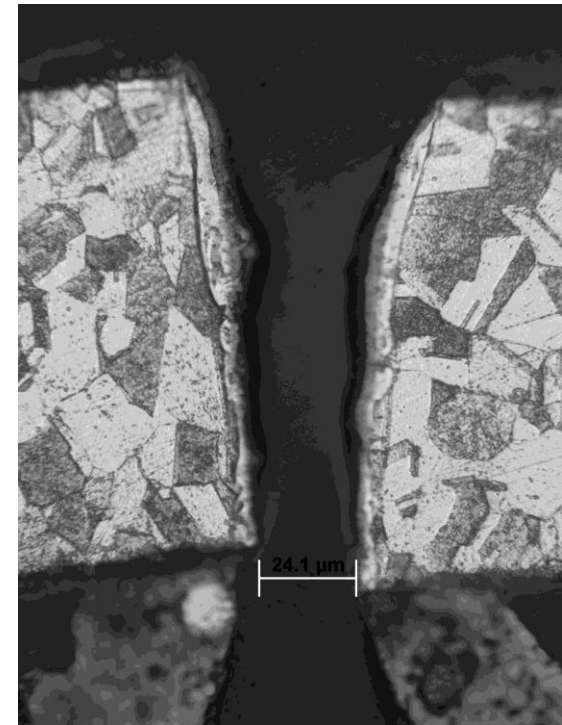
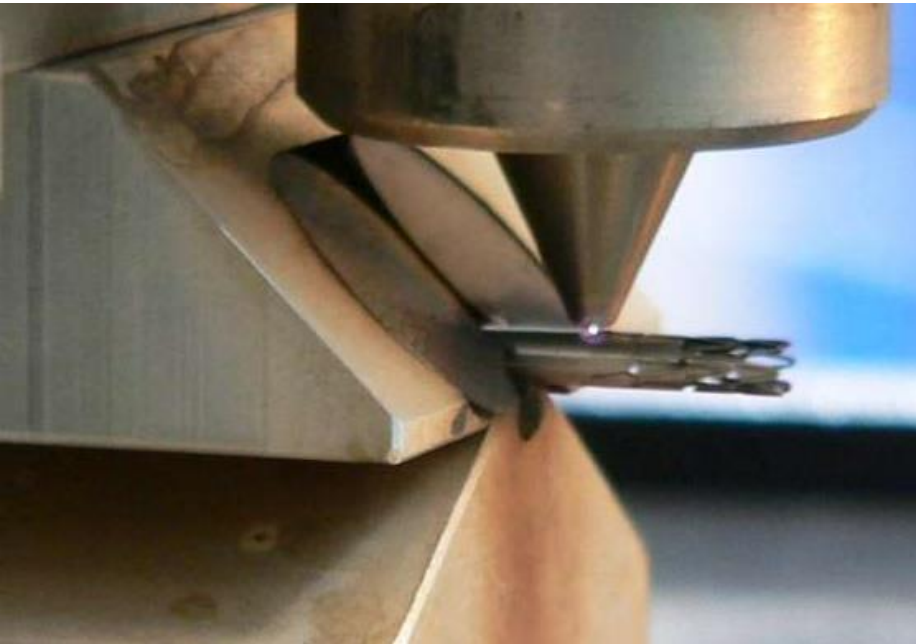


A lézeres vágás során keletkezett vágási barázdák



Szentgyártás Magyarországon

1993–2012.



Gyártás: lézeres vágás



2005.

Sanocor Stent

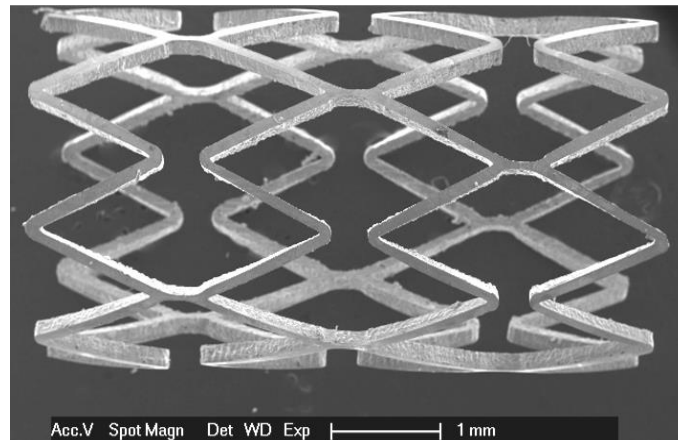
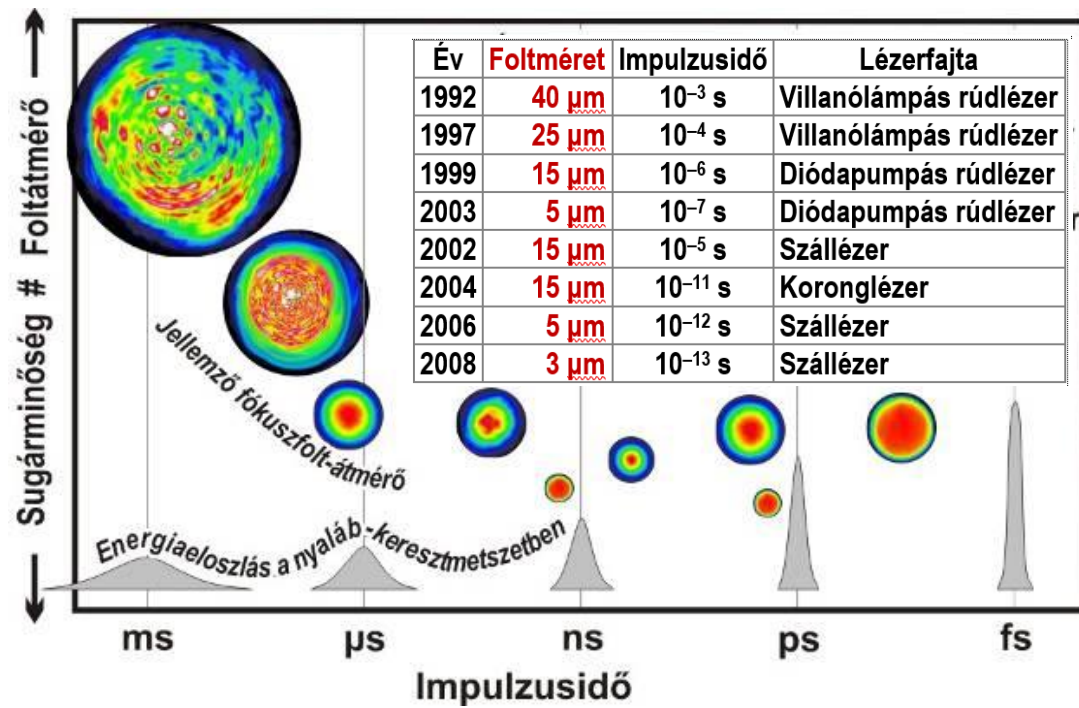
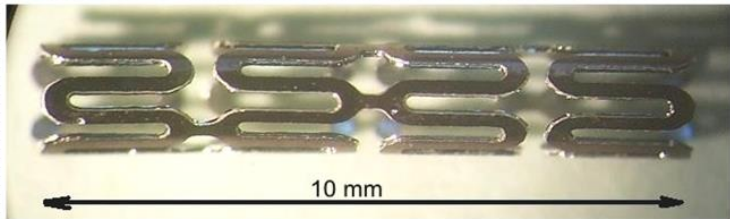
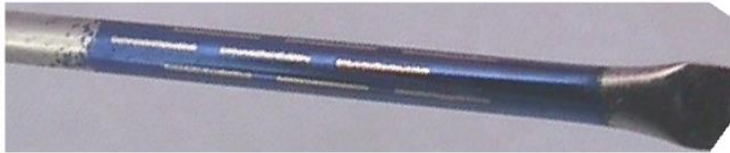
2007.

CE

2008.



Gyártás: lézeres vágás

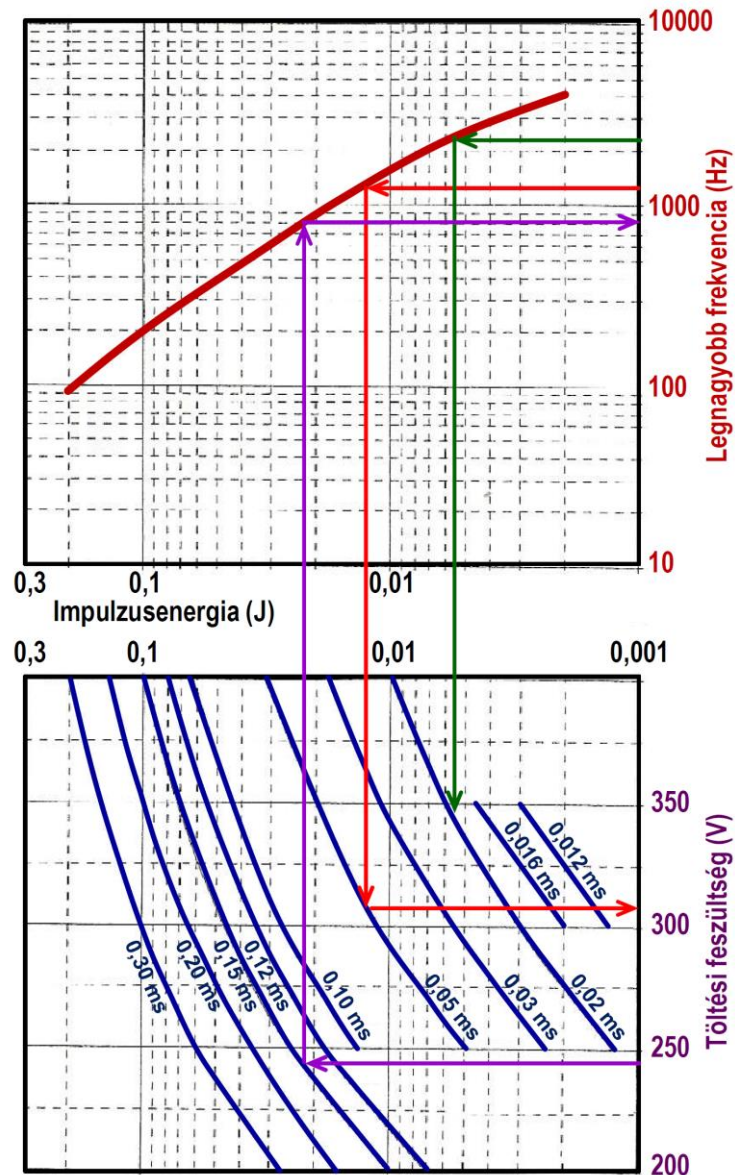
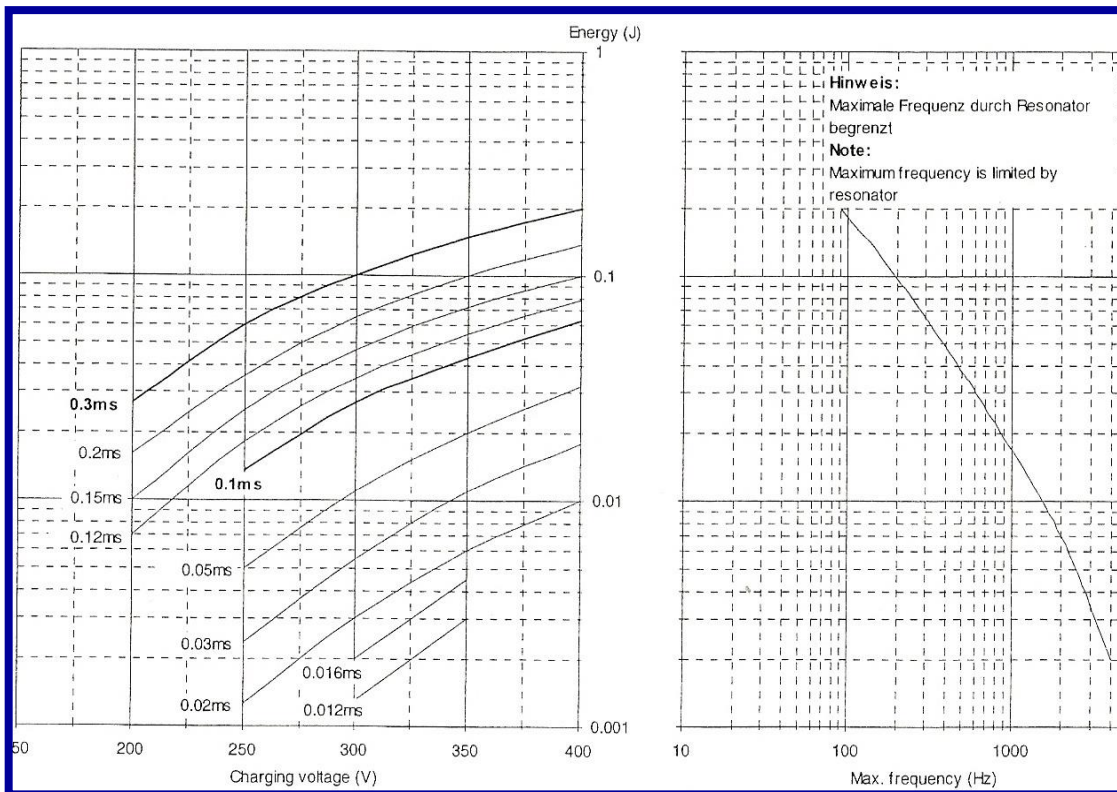


Nitinol és DES is

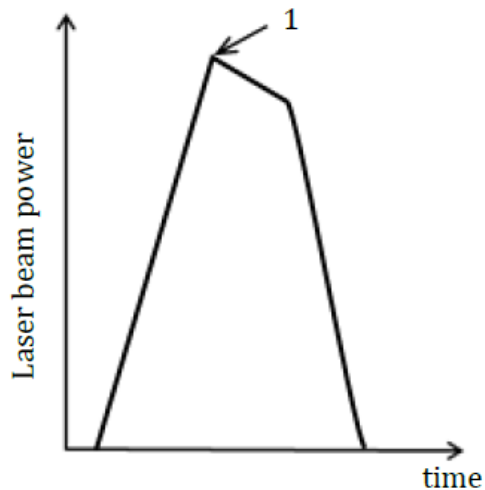
16-14. ábra – Lézeres-litográfias levilágítással és kémiai maratással készített sztent prototípusok; egy BME-s diplomázó magyar diák, Nyitrai Zsolt alkotása 2002-ben

A technológiai változók beállított értékeinek egymásra gyakorolt hatása

LASAG KLS-246 típusú lézerberendezéshez (impulzusos üzemű lézer)



A technológiai változók beállított értékeinek egymásra gyakorolt hatása

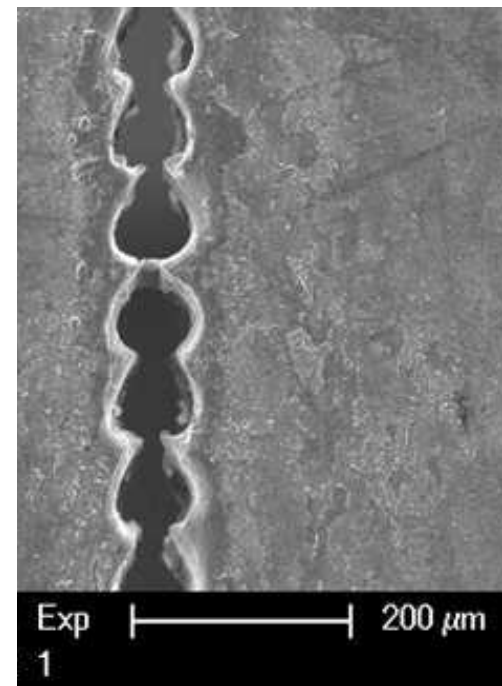
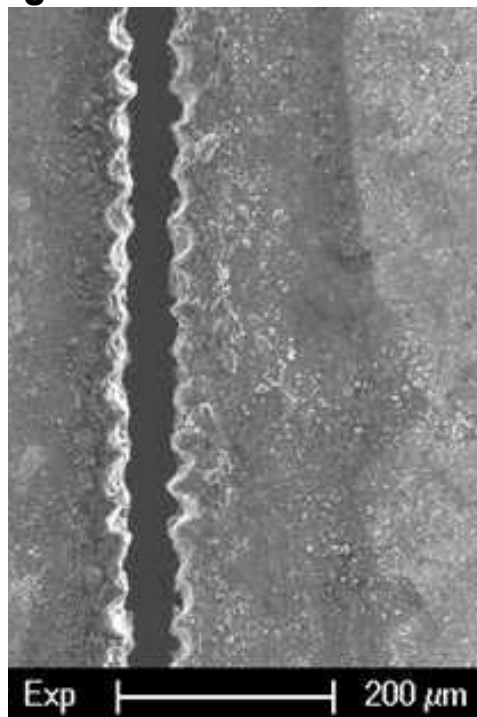
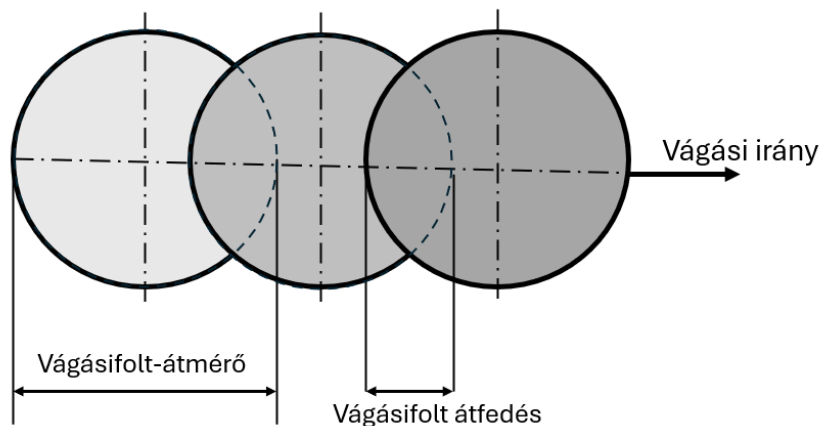


Key
1 peak power

Impulzslézer esetén több paraméterről van szó. A lézer vezérlőpaneljén beállítandó három alapvető paraméter a frekvencia (f , Hz), az impulzusidő (t , ms) és a villanólámpa töltési feszültsége (U , V).

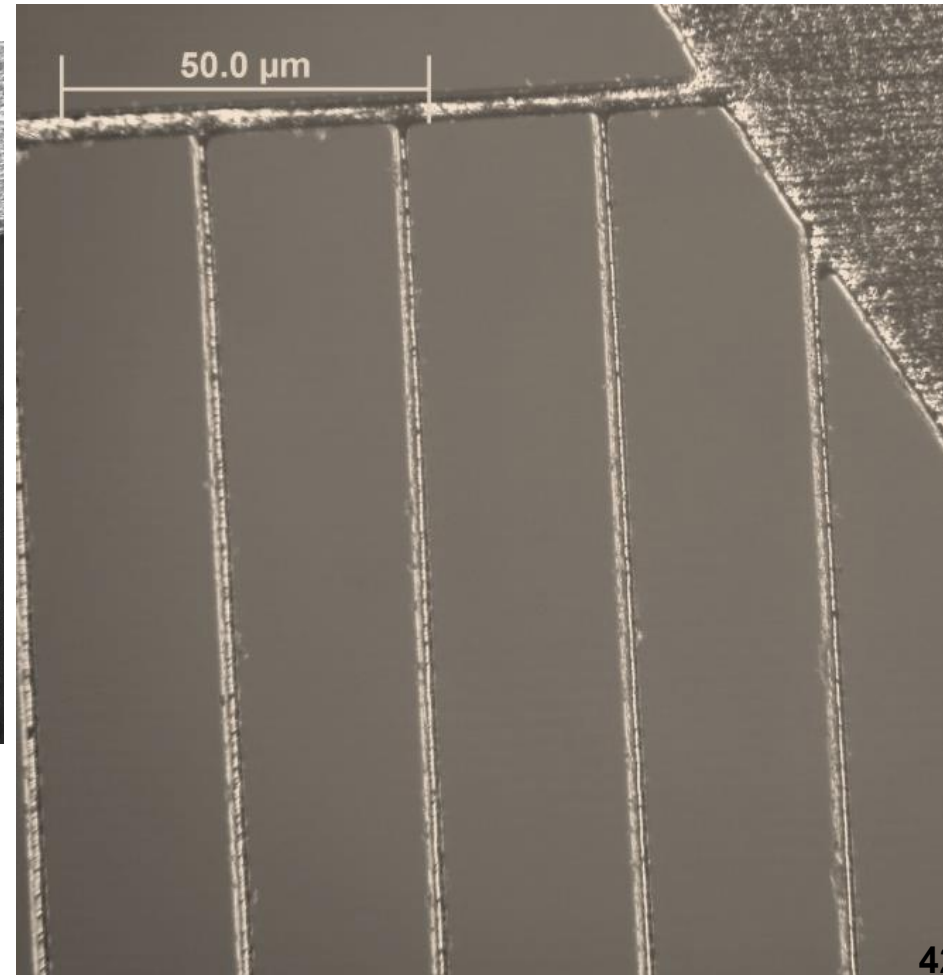
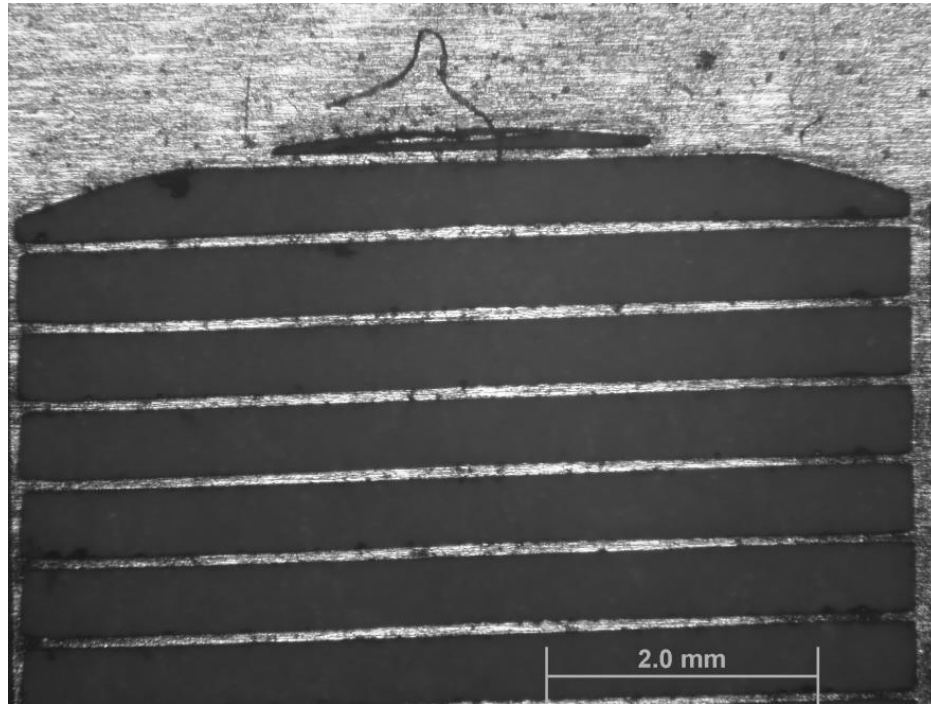
Ezek a paraméterek határozzák meg az impulzusenergiát (E , J). Az **impulzusteljesítmény** (P_{peak} , kW) az impulzusenergia és az impulzusidő hányadosa.

A lézer átlagteljesítménye (P , W) az impulzusenergia és az impulzusfrekvencia szorzata: $P = E \times f$, és ez meghatározza a haladási sebességet.



Rozsdamentes acél mikromegmunkálása

- Nagy pontosságú vágásokhoz: 2000–4000 Hz, 10 mJ, 4–20 mm/s
- Közepes energiájú vágásokhoz: 1000–2000 Hz, 10–30 mJ, 4–20 mm/s
- Nagy energiájú vágások: 100–1000 Hz, 30–120 mJ, 0,5–4 mm/s



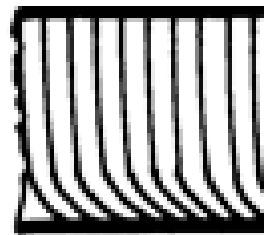
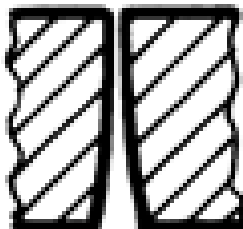
Forrás: Puskás Zsolt, EXASOL Kft.

A helytelenül beállított vágási paraméterek hatása

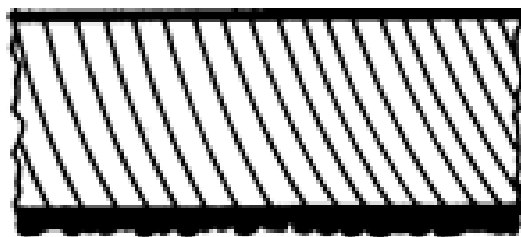
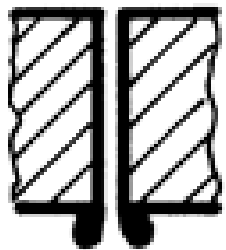
Ha nincs sorja / tapadósalak →

Teljesítmény jó, sebesség jó

A vágási felület alsó részén eltolódott a barázdák alja, a vágási rés alul szélesebb

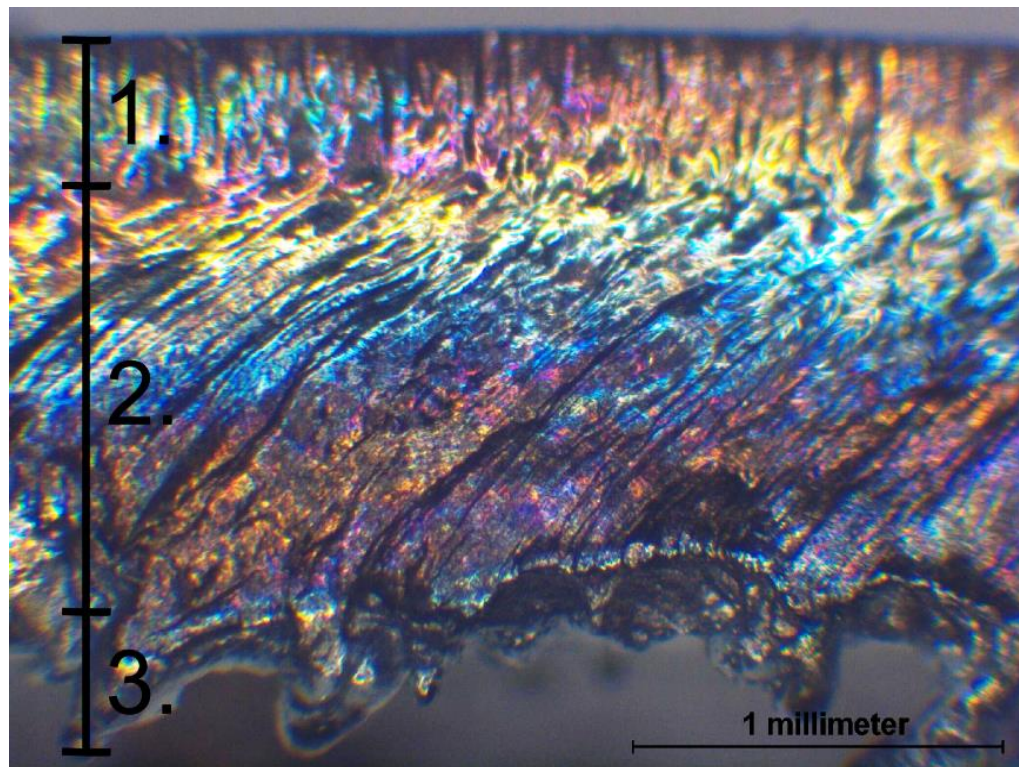


Sebesség nagy
Lézerteljesítmény kicsi
Gáznyomás nagy
Fókuszhelyzet túl fent

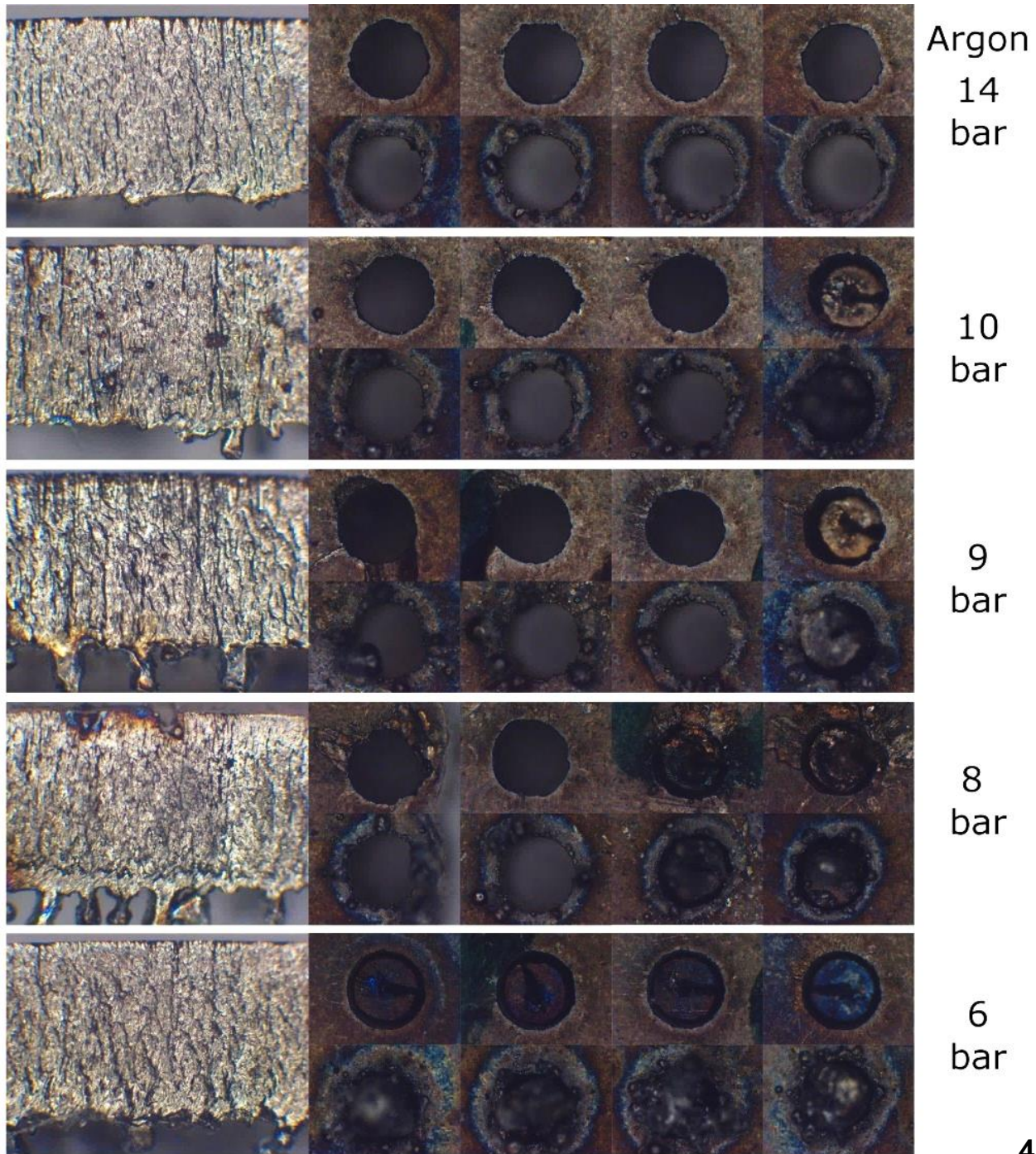


Tapadósalak alul, oldalt, cseppszerű is lehet, jól eltávolítható

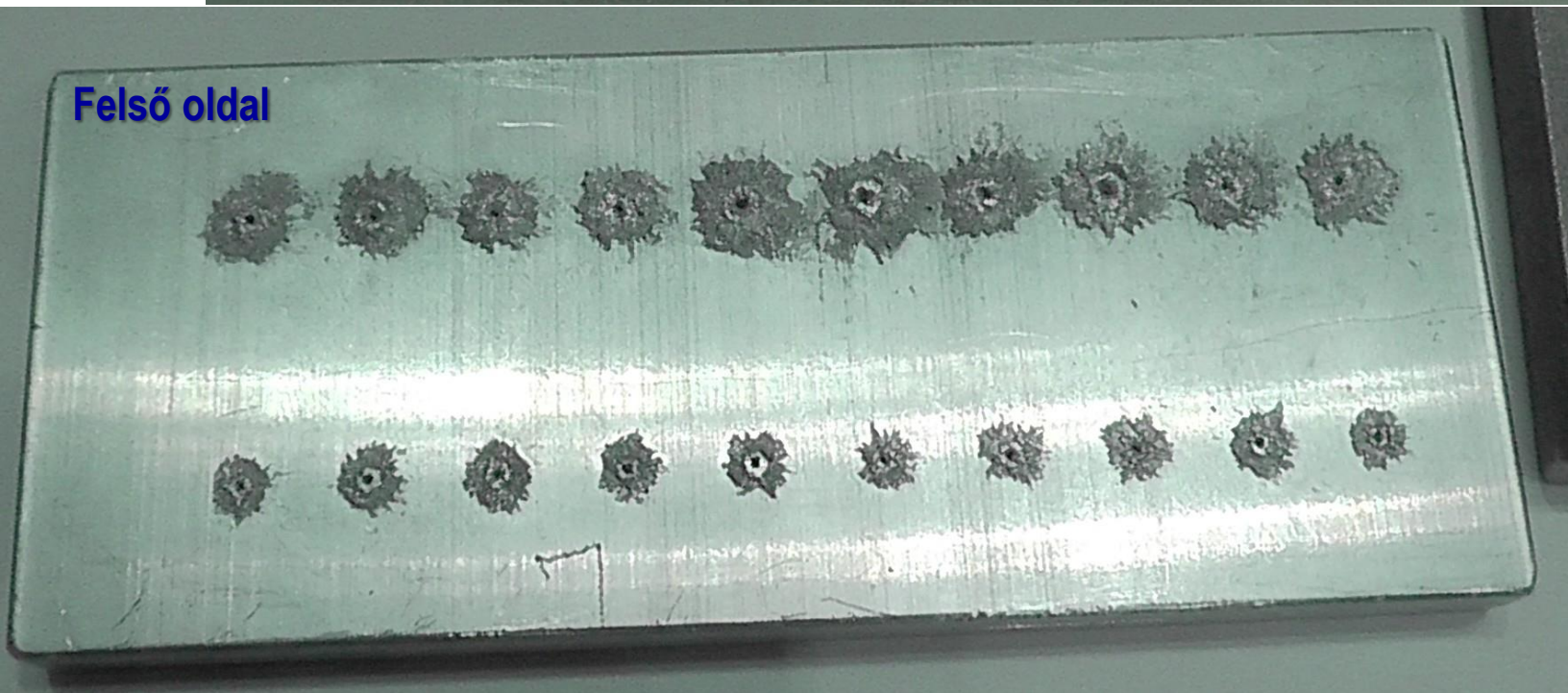
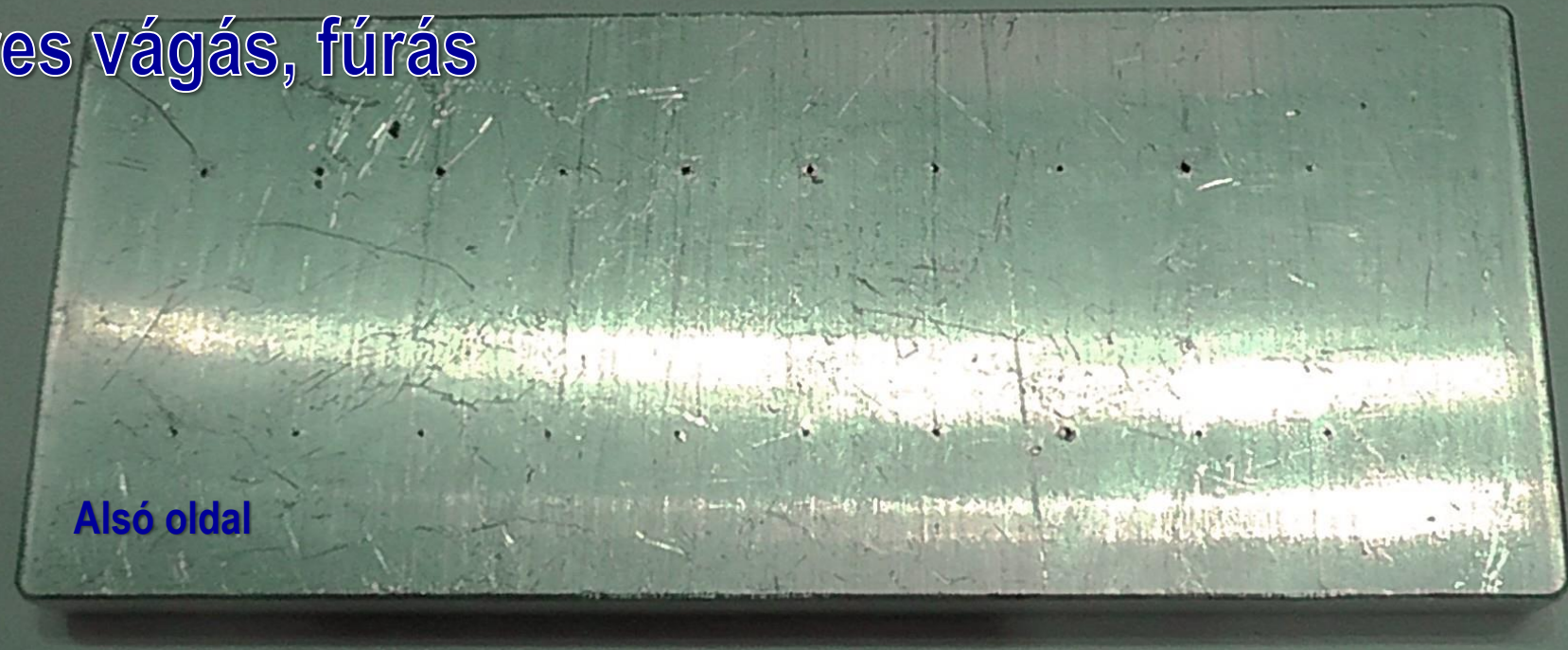
Sebesség nagy
Gáznyomás kicsi
Fókuszhelyzet túl fent



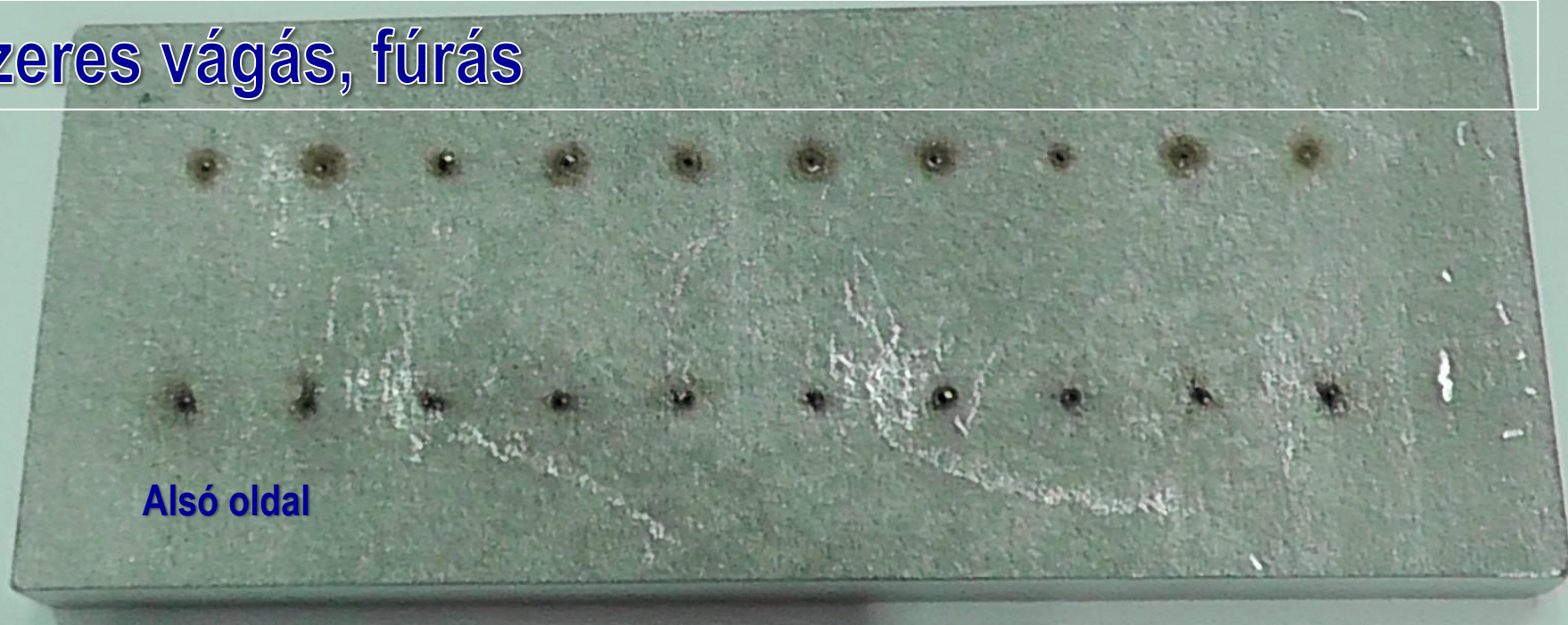
A vágógáz hatása



Lézeres vágás, fúrás

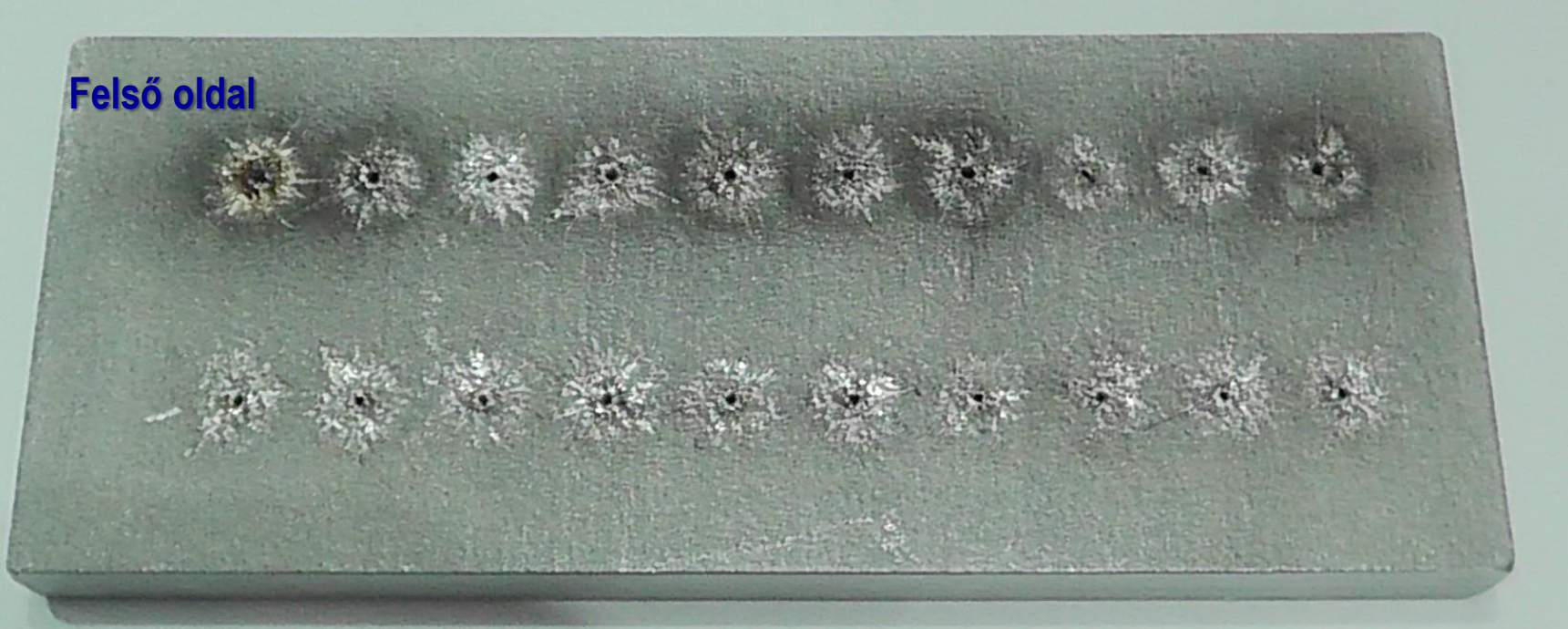


Lézeres vágás, fúrás



Alsó oldal

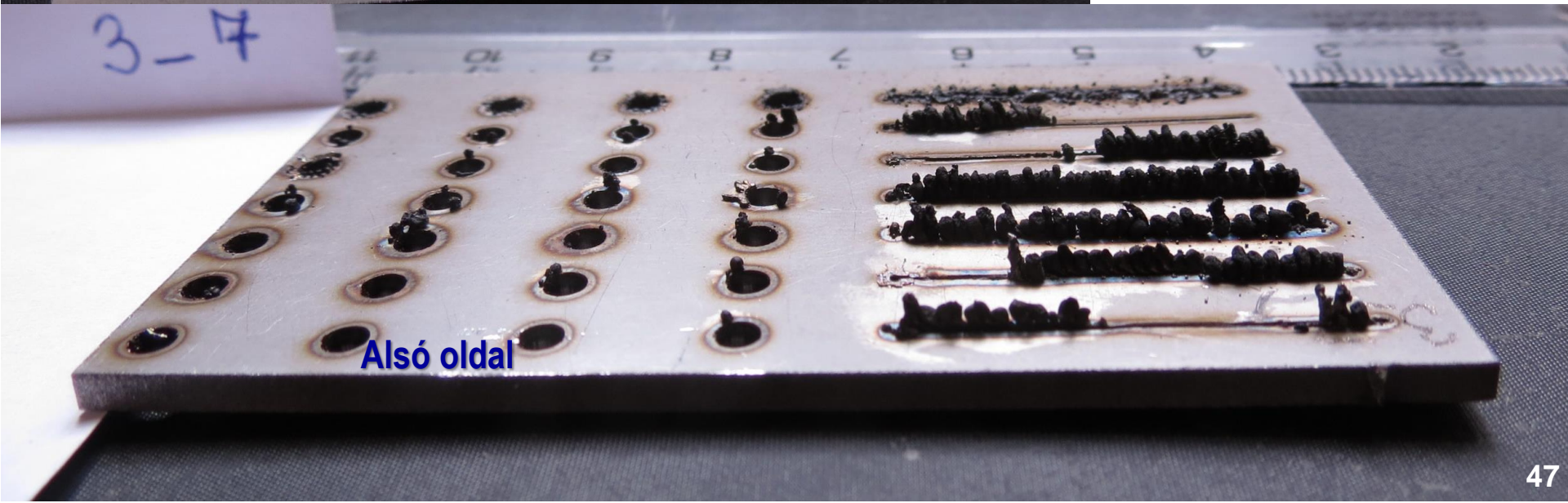
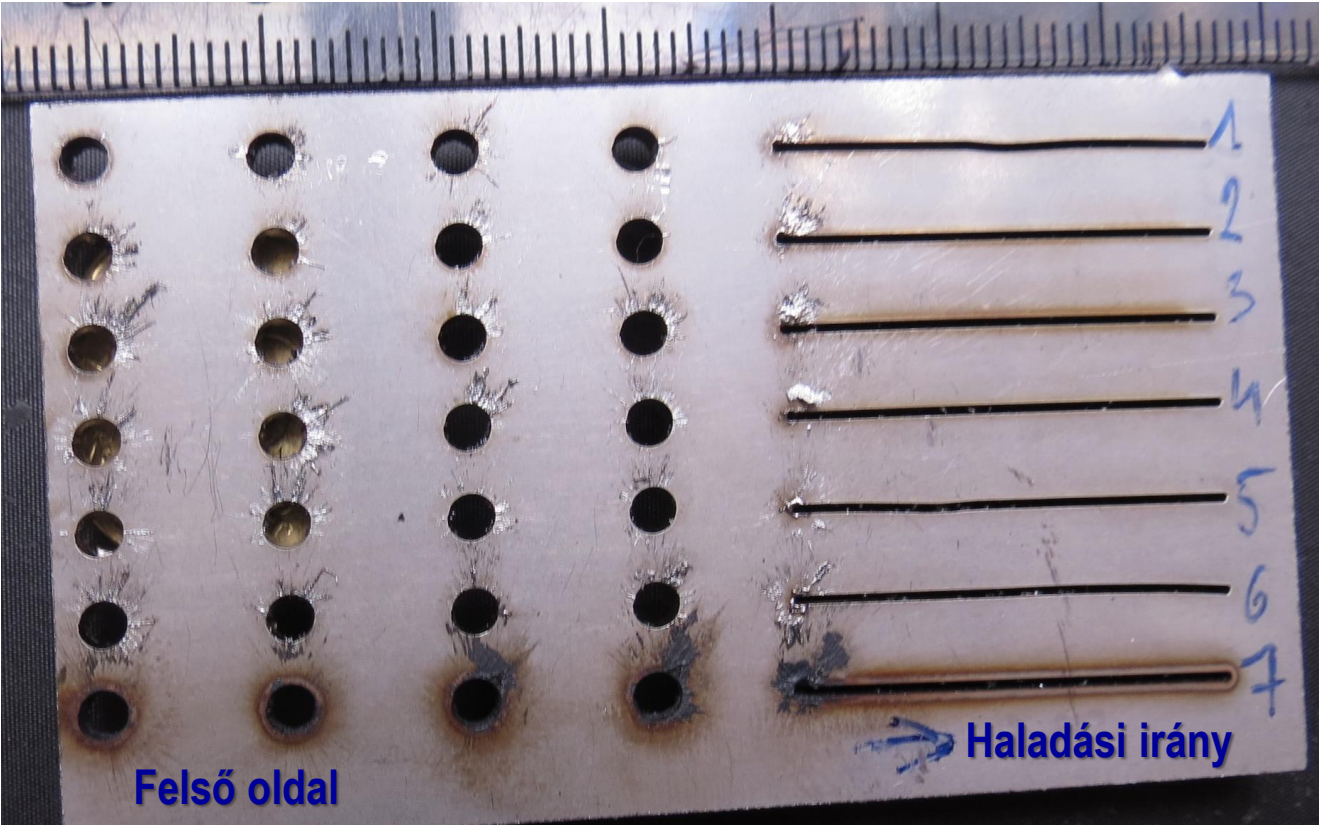
Felső oldal



Lézeres vágás

A vágási paraméterek hatásának elemzése

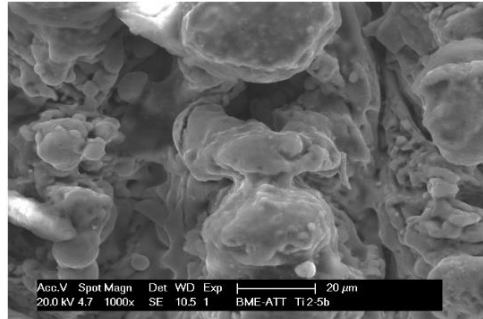
- Haladási sebesség
- Vágógáz anyaga
- Vágógáz nyomása
- Fókuszeltolás



Lézeres jelölés

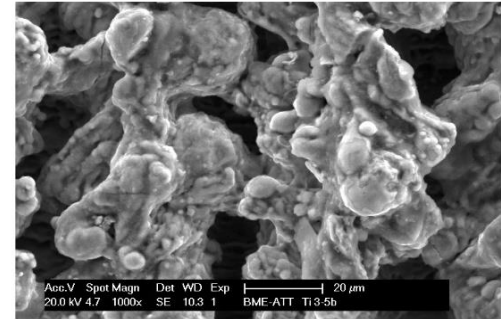


$v = 20\text{mm/sec}$



defocus = 5

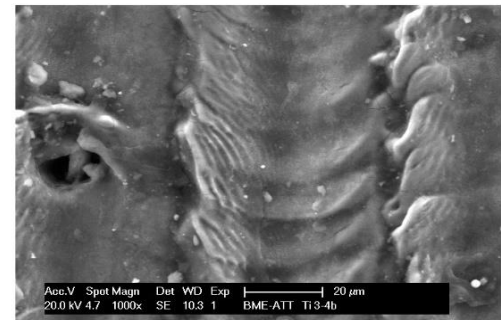
$v = 50\text{mm/sec}$



defocus = 5



defocus = 4



defocus = 4

