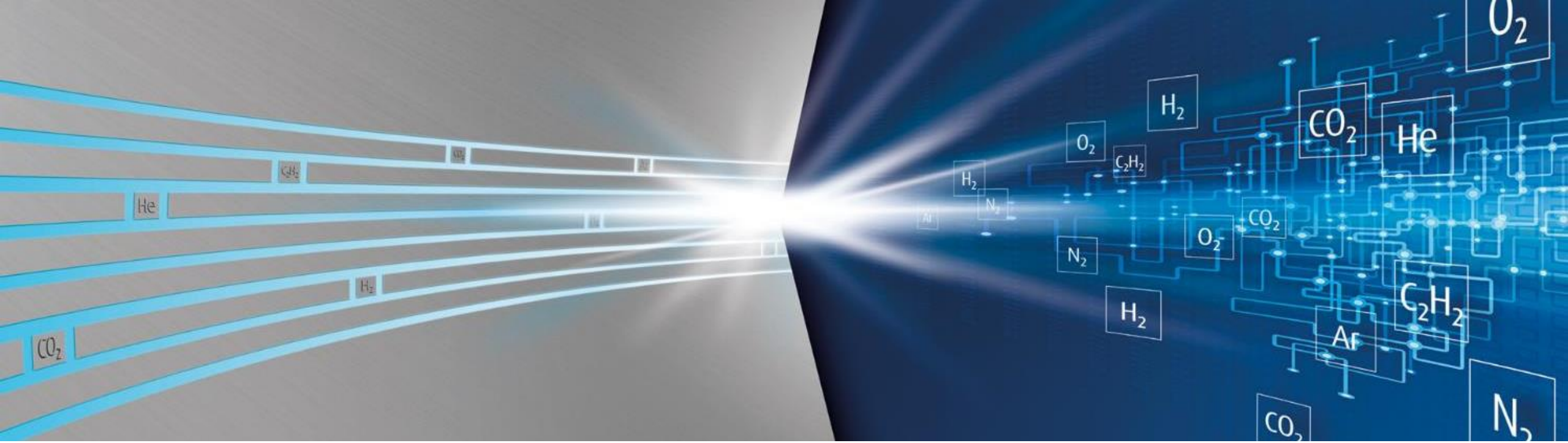


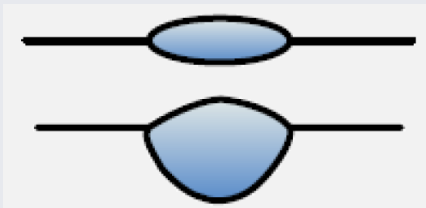
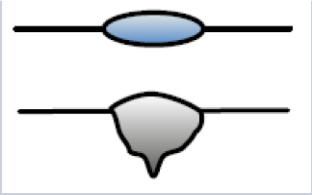
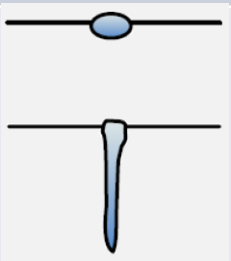
A hegesztési védőgáz összetételének hatása kézi lézeres hegesztési műveleteknél

Pécs, 2025.04.29.

Abaffy Károly

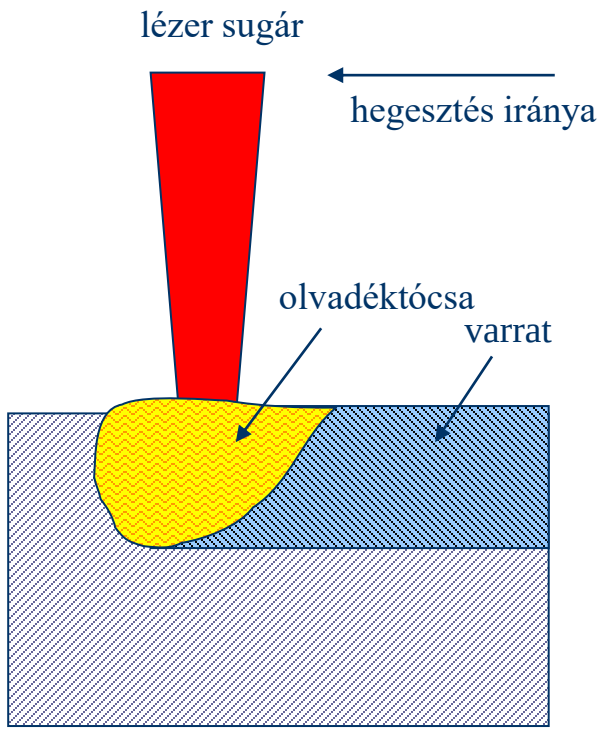
Making our world more productive

Hegesztési technológiák összehasonlítása

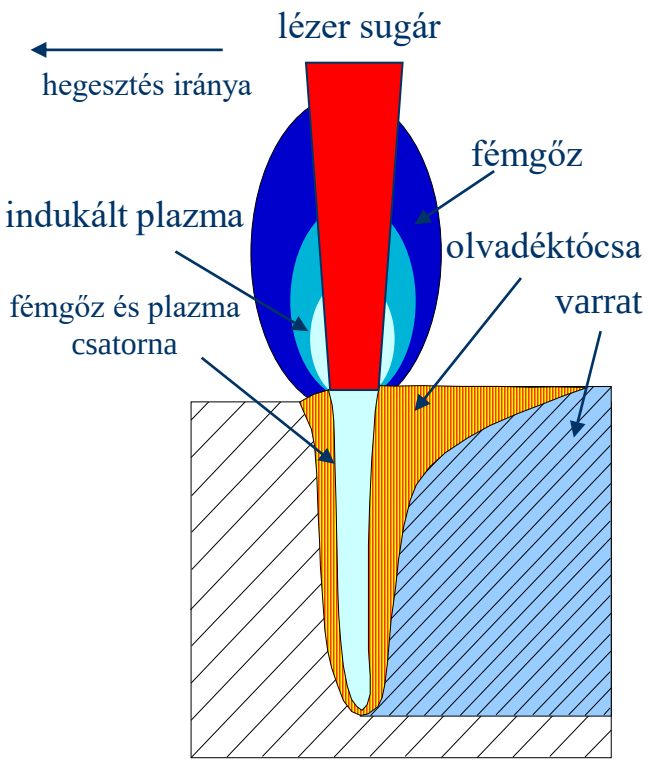
Hegesztési technológia	Jellemző teljesítménysűrűség (W/cm^2)	Varrat keresztmetszet jellegzetes alakja	
Önvédő porbeles huzalelektródás ívhegesztés	$5 \times 10^2 – 10^4$		
Huzalelektródás védőgázos ívhegesztés	$5 \times 10^2 – 10^4$		- kis teljesítménysűrűség - nagy teljesítménysűrűség
Plazmaívhegesztés	$5 \times 10^2 – 10^6$		- kis teljesítménysűrűség - nagy teljesítménysűrűség
Lézeres, vagy elektronnyalábos hegesztés	$5 \times 10^6 – 10^8$		- defókusz (kis teljesítménysűrűség) - fókusz (nagy teljesítménysűrűség)

2

Lézeres hegesztés



Hővezetéses

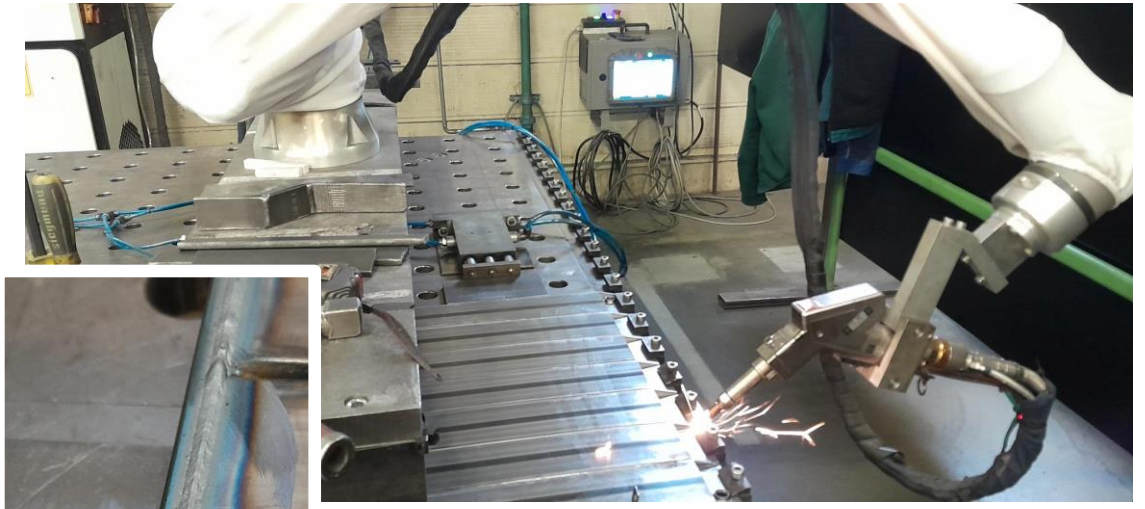


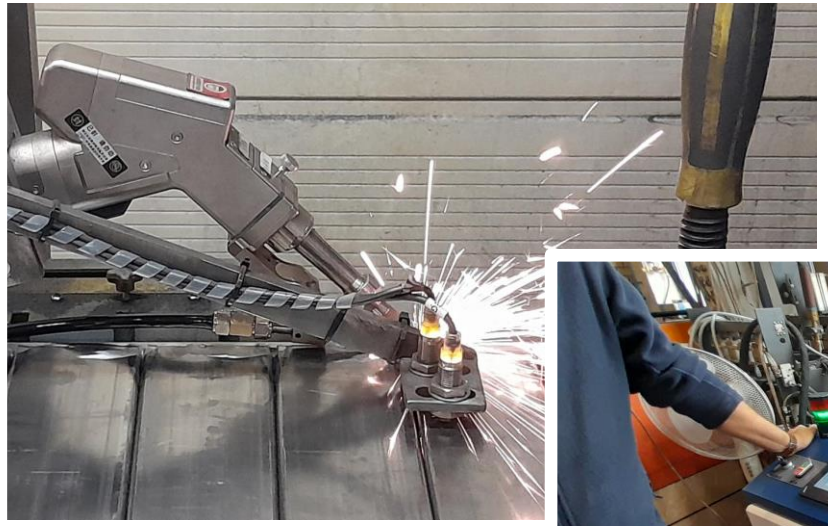
Mélyvarratos

3

Vevői igények

- Egyre több gép kerül telepítésre
- Vevői igény mutatkozik technológiai támogatásra
- Kézi hegesztéshez vezető sín vagy gépesített mozgatás
- Kontakt a darabbal → egyenletes mozgatási probléma
- Hozaganyaggal, illetve anélkül

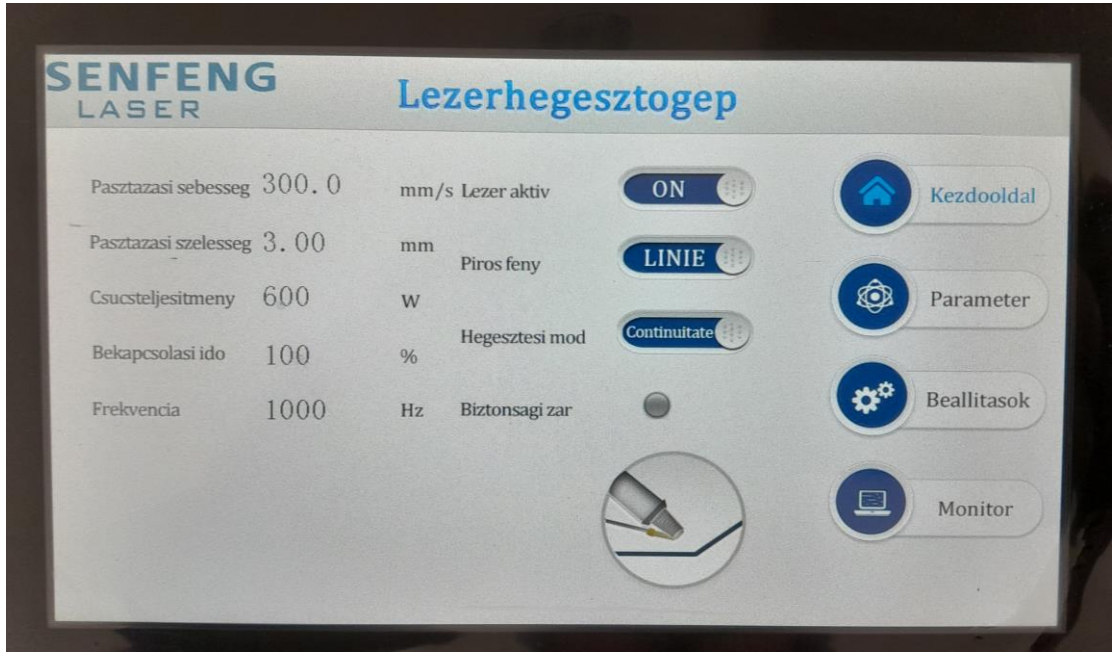


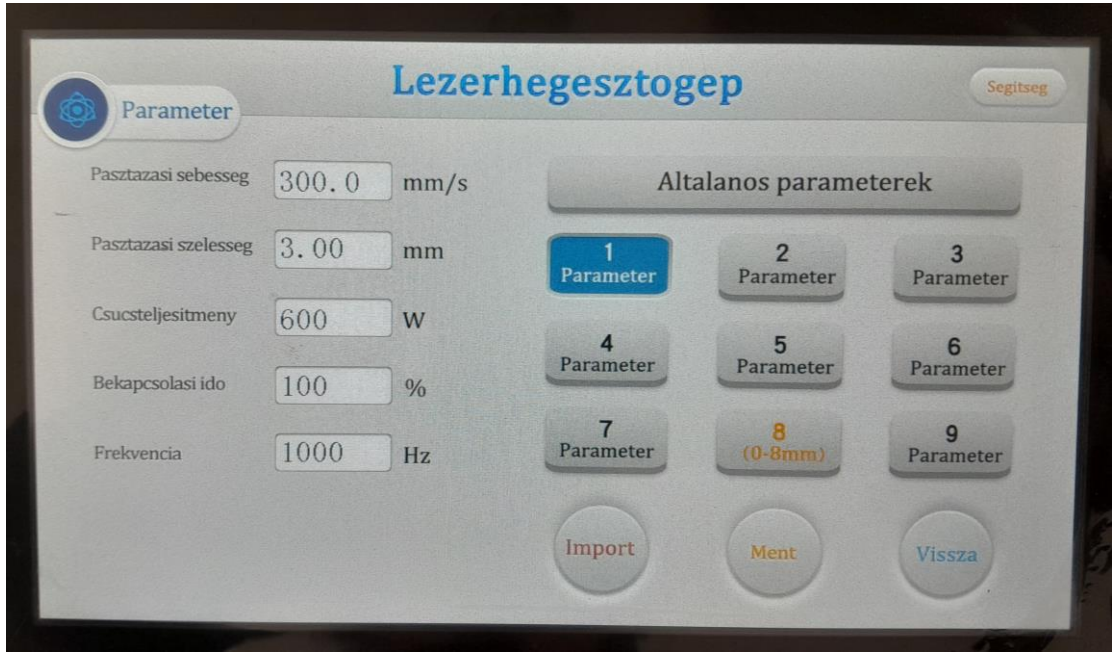


Használt berendezés (1. lézer)

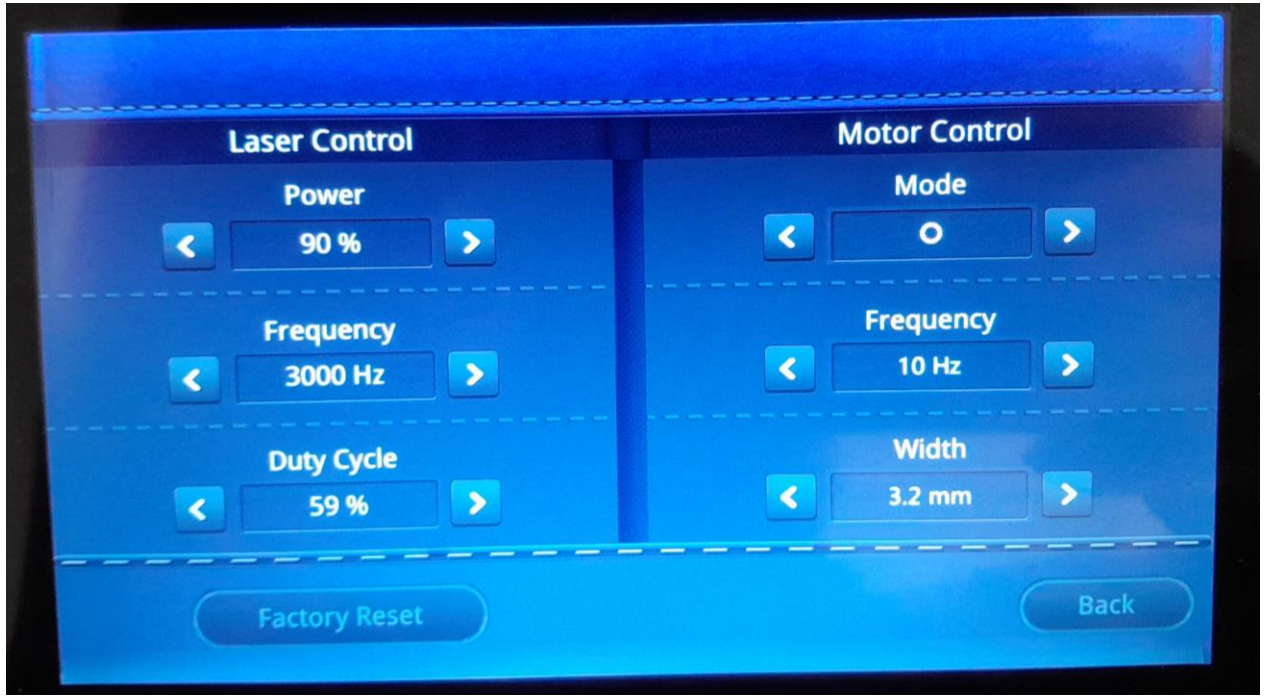
Használt berendezés (2. lézer) és elrendezés

Kezelőfelület, beállítható paraméterek





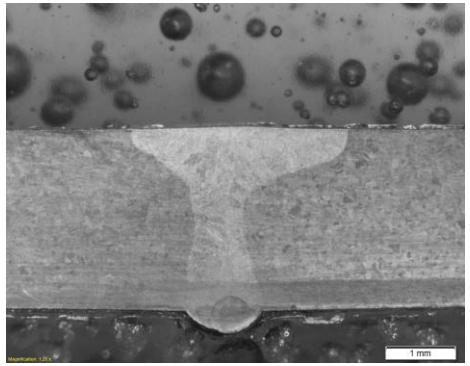
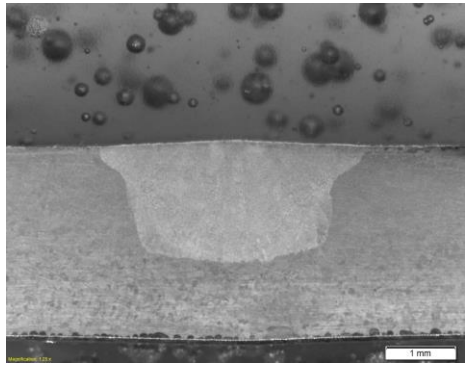
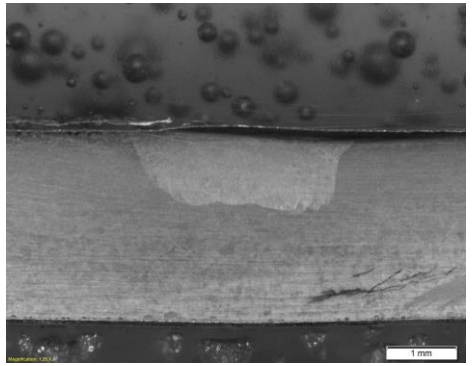
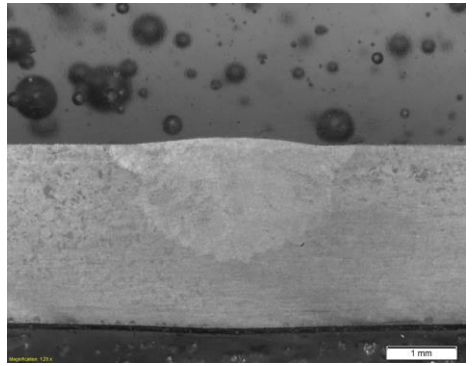
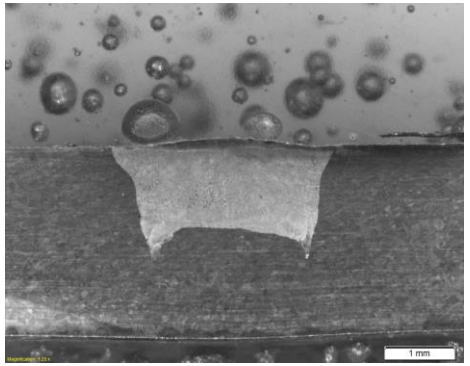
Kezelőfelület, beállítható paraméterek



Paraméter állítási lehetőségek

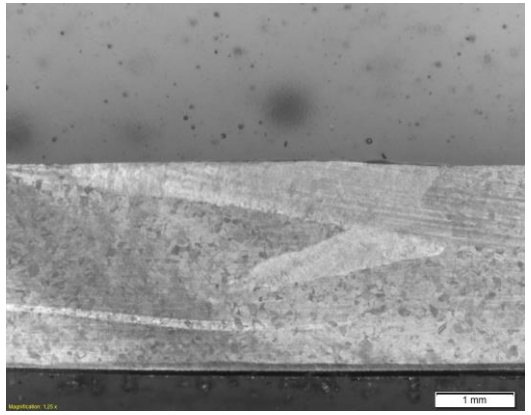
Paraméter	1. lézer	2. Lézer
Lézer teljesítmény	[W] 0-1500	% 0-100 [0-1000W]
Frekvencia	[Hz] 5-5000	[Hz] 1-30000
Bekapcsolási idő	% 0-100	% 0-100
Mozgatási mód	Csak vonal menti (pont, vonal)	Különböző kiválasztható alakzat (pont, kör, vonal, háromszög, félkör, homokóra…)
Mozgatás szélessége	[mm] 0-5	[mm] 0,2-5
Mozgatás sebessége	[mm/s] 2-6000	-
Mozgatás frekvenciája	- [10-1000 Hz]	[Hz] 0-30

Nyaláb mozgatásának hatása

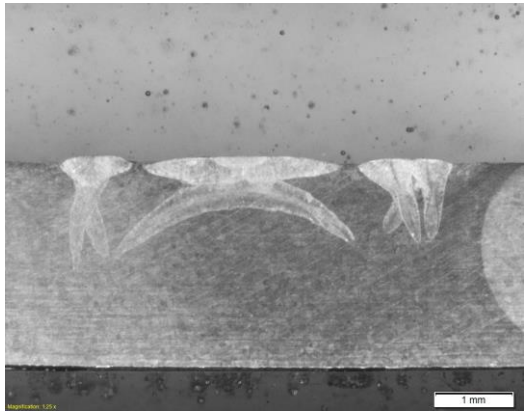






pont vonal kör háromszög

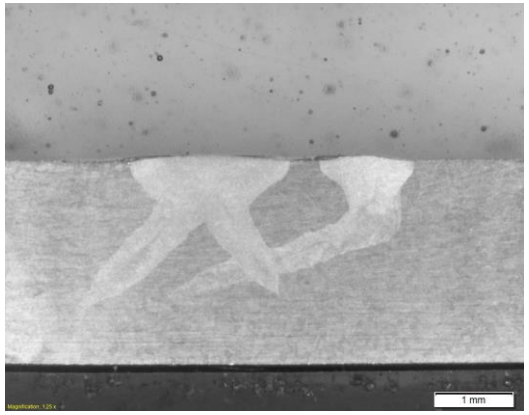
Extrém lassú mozgatás, minimális frekvencia



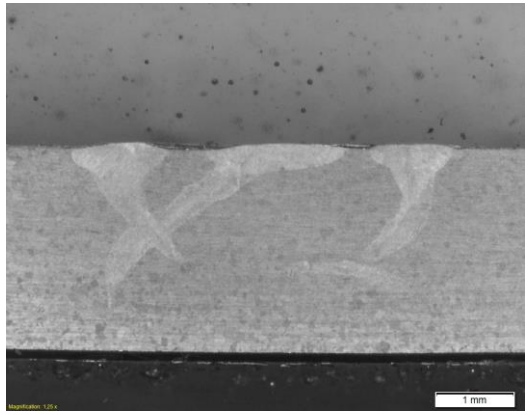
vonal



kör

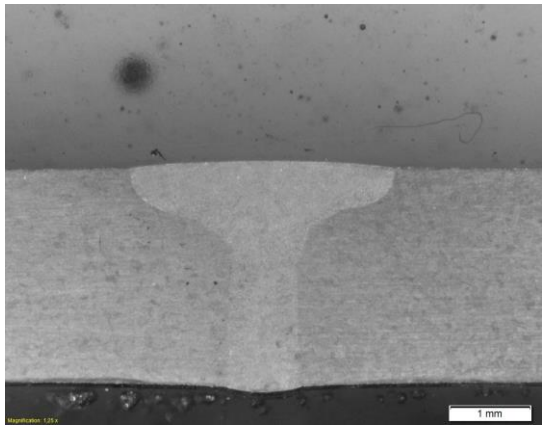


háromszög

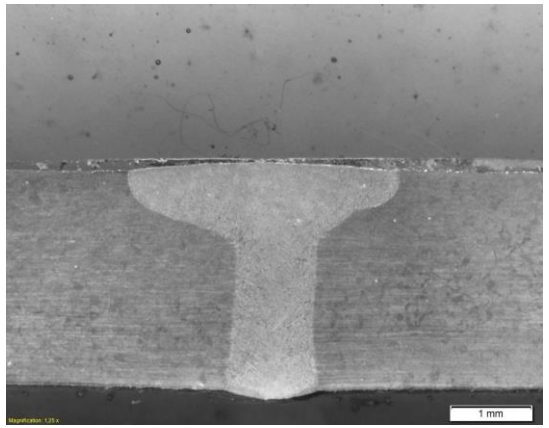


homokóra

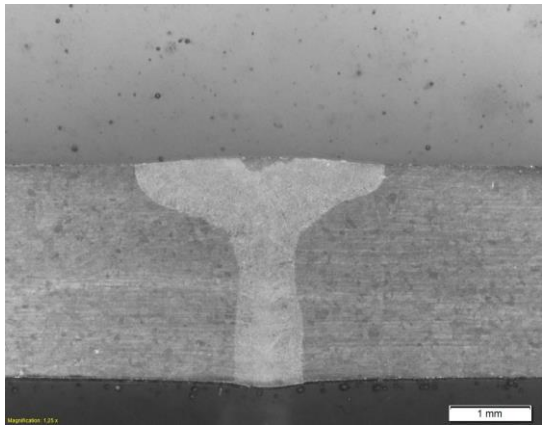
Gáz nyomása, térfogatárama



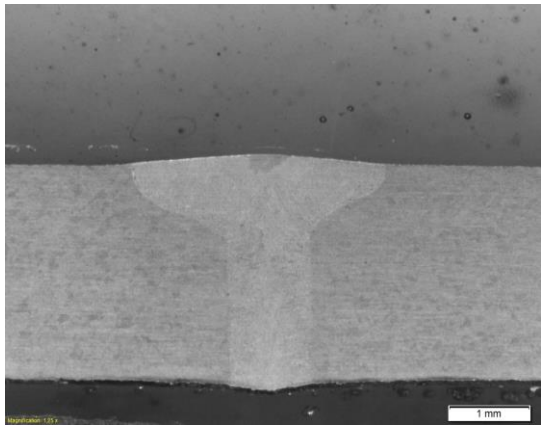
0,5 bar (16 l/perc)



1,5 bar (21 l/perc)



2,5 bar (24 l/perc)



3,5 bar (28 l/perc)

Lézer paraméterek

1. lézer

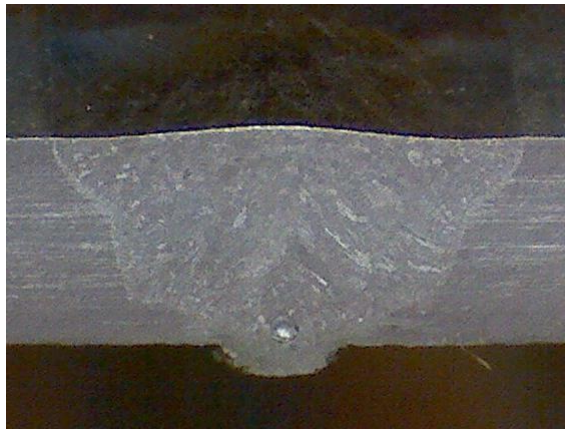
- 600 W
- 1000 Hz
- 60% kitöltési tényező
- Vonal menti mozgatás
- Mozgatás frekvenciája 200Hz
- Vonal szélessége 3 mm
- Védőgáz 4 bar (32 l/perc)

2. lézer

- 600 W
- 1000 Hz
- 60% kitöltési tényező
- Vonal menti mozgatás
- Mozgatás frekvenciája 10Hz
- Vonal szélessége 3 mm
- Védőgáz 4 bar (32 l/perc)

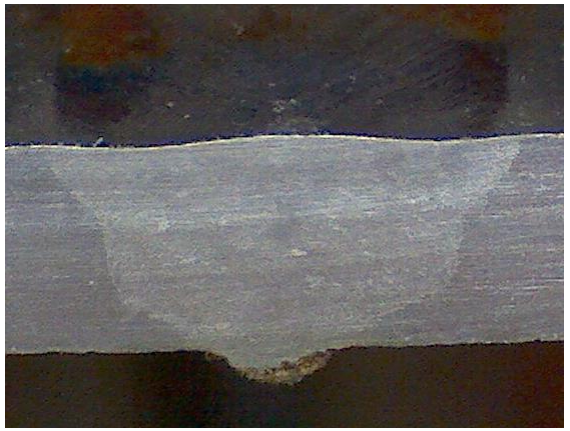
1. lézer

100% N_2

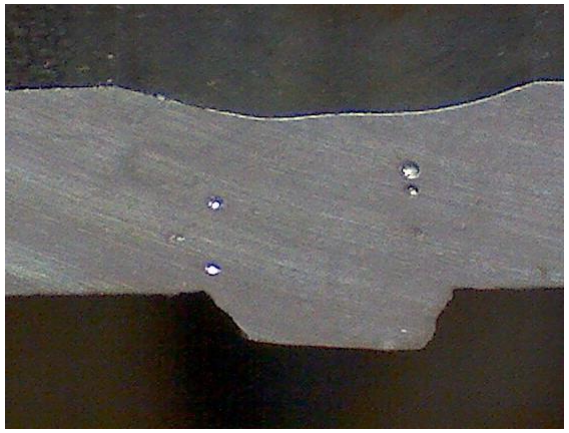


100% Ar

100% He

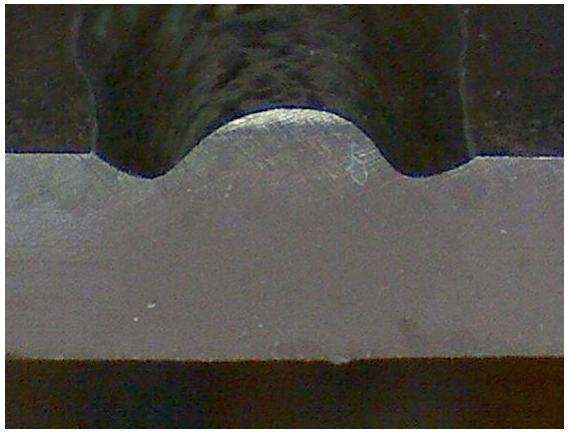


95%N_2 5%H_2



2%CO_2 48%Ar 50%He

10%CO_2 30%He 60%Ar



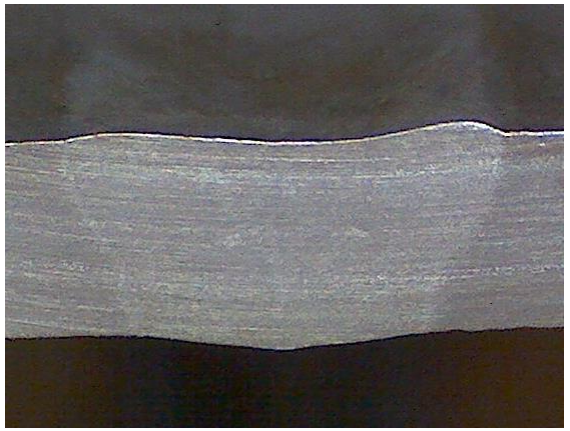
100% CO_2

2. lézer

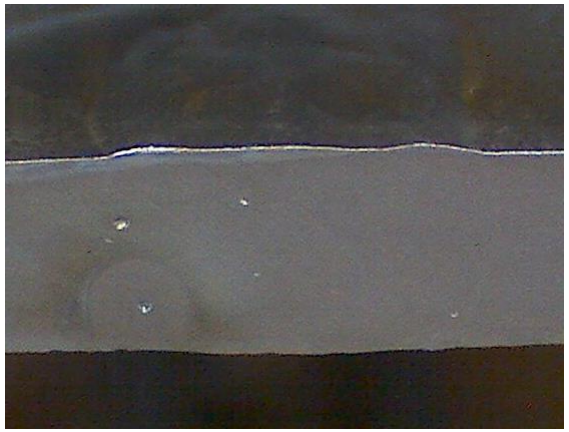
100% N_2

100% Ar

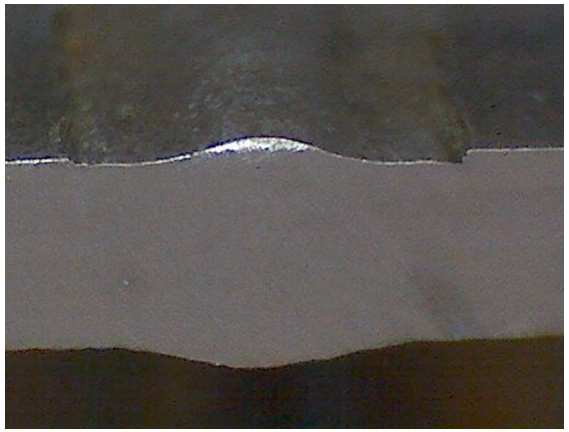
100% He



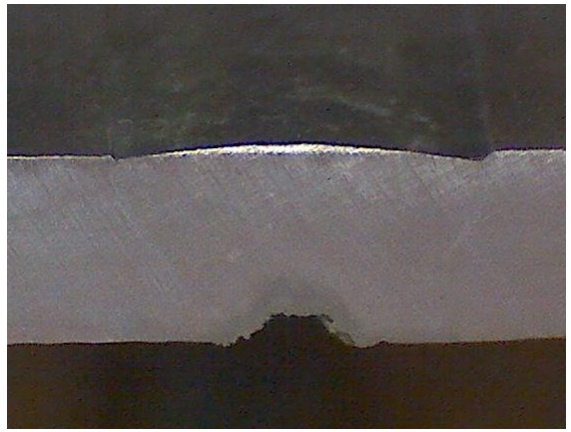
95%N_2 5%H_2



2%CO_2 48%Ar 50%He

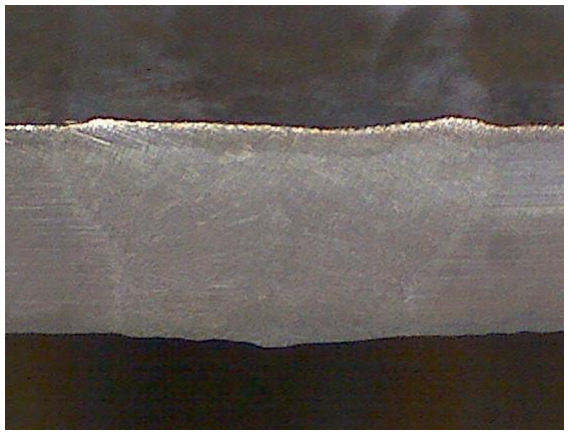
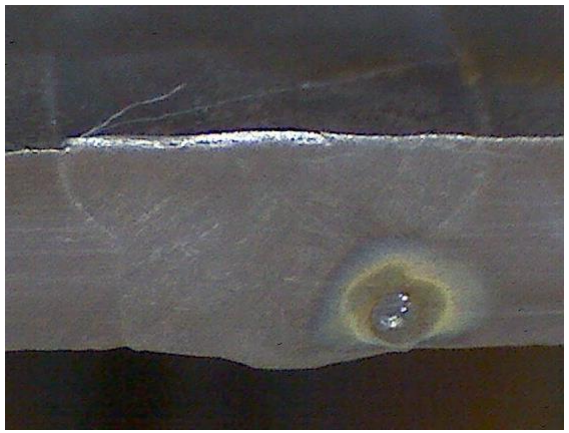


10%CO_2 30%He 60%Ar

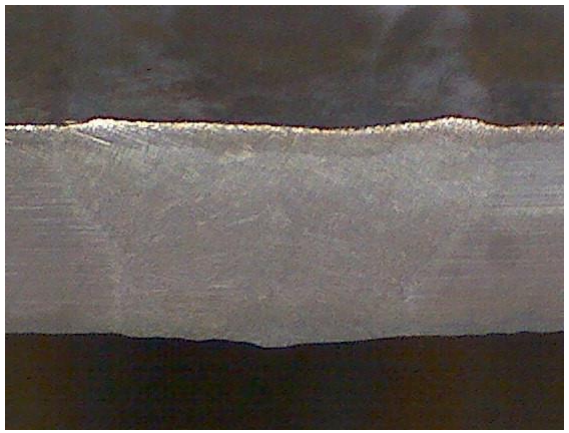


100% CO_2

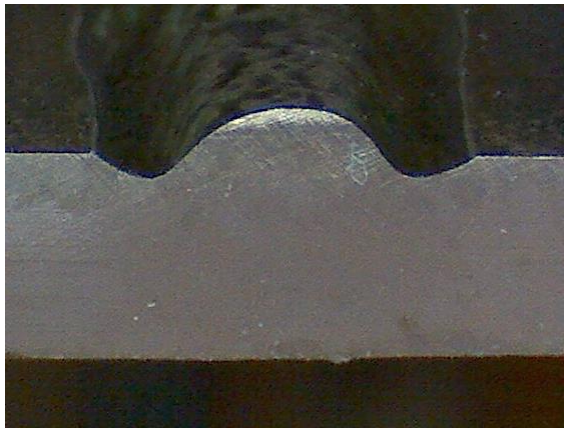
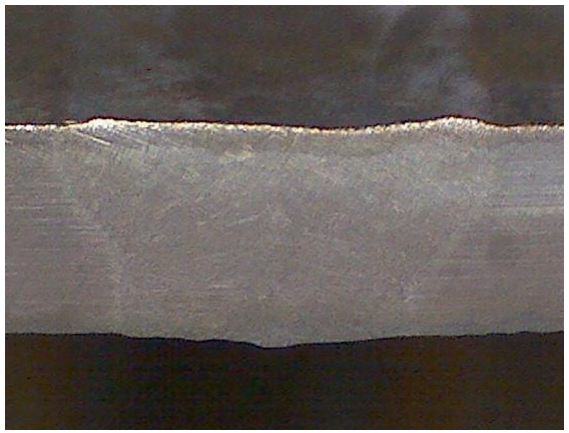
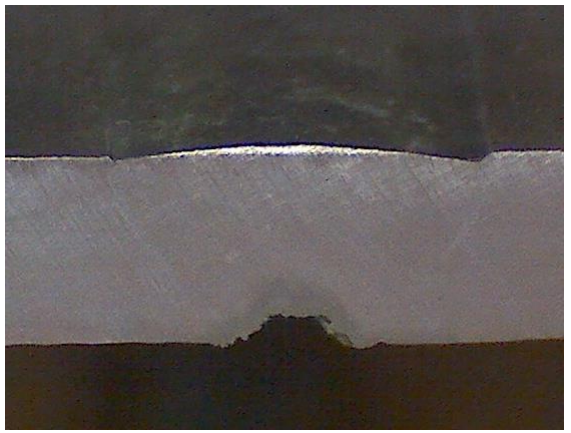
Argon

	100% N_2	100% Ar
1. lézer		
2. lézer		

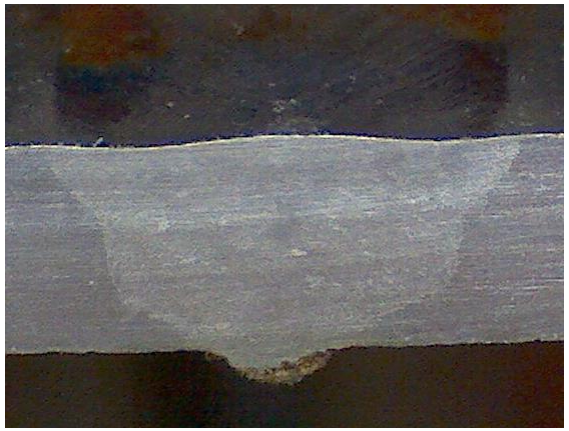
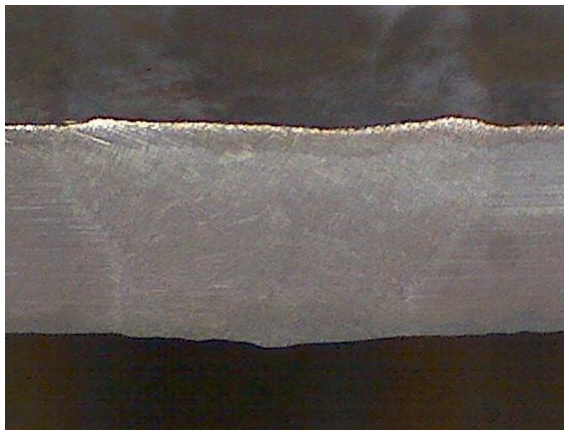
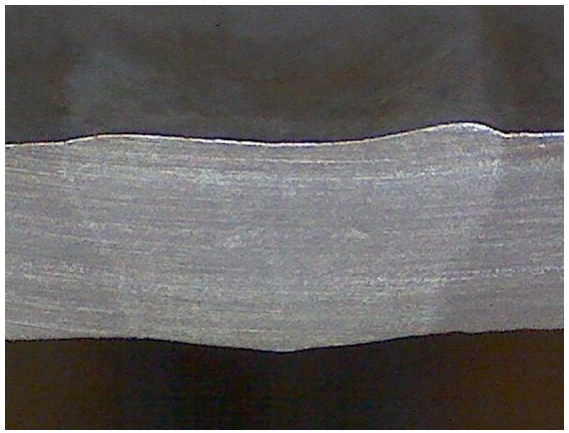
Hélium

	100% N_2	100% He
1. lézer		
2. lézer		

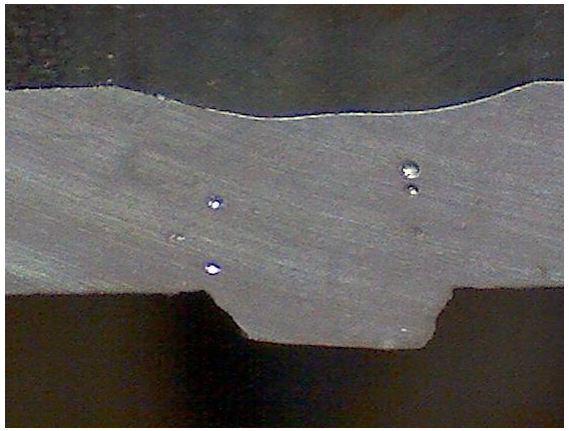
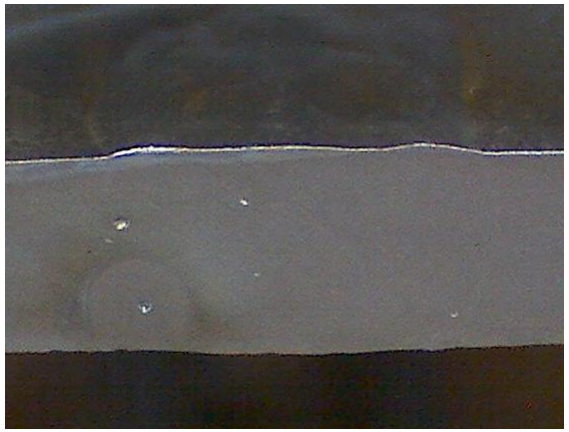
Széndioxid

	100% N_2	100% CO_2
1. lézer		
2. lézer		

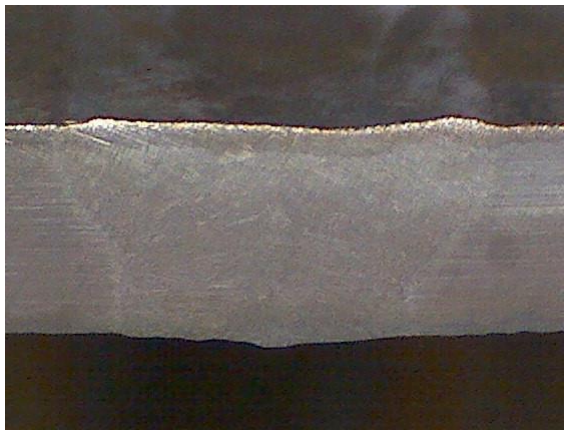
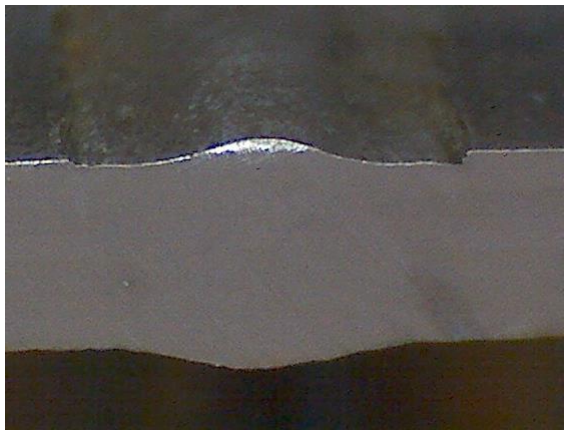
F5 formáló gáz (95%N_2 5%H_2)

	100% N_2	95%N_2 5%H_2
1. lézer		
2. lézer		

2%CO_2 48%Ar 50%He

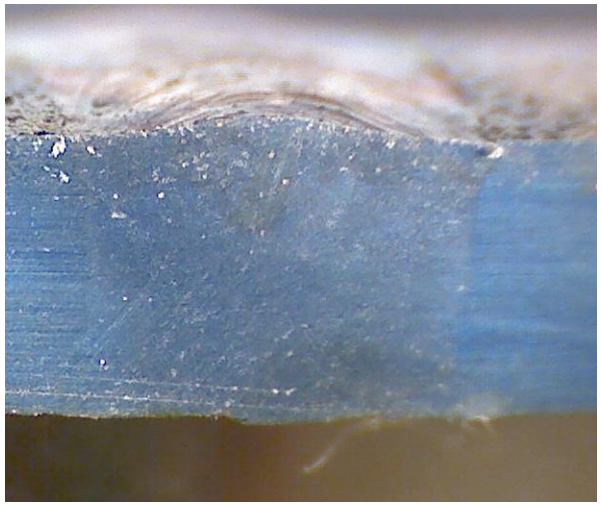
	100% N_2	2%CO_2 48%Ar 50%He
1. lézer		
2. lézer		

10%CO_2 30%He 60%Ar

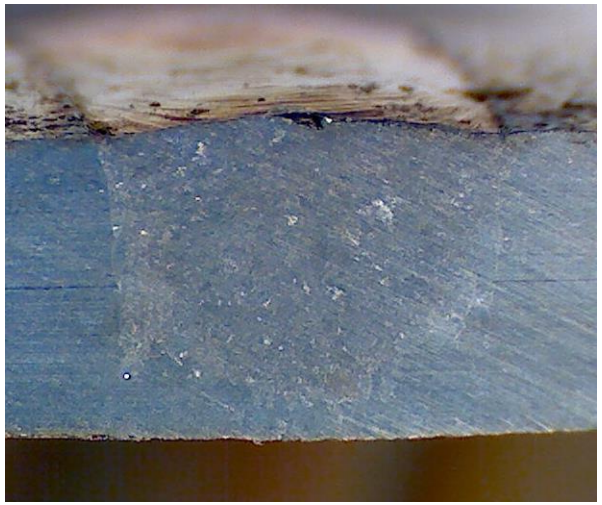
	100% N_2	10%CO_2 30%He 60%Ar
1. lézer		
2. lézer		

Bekapcsolási idő változtatása (800 W)

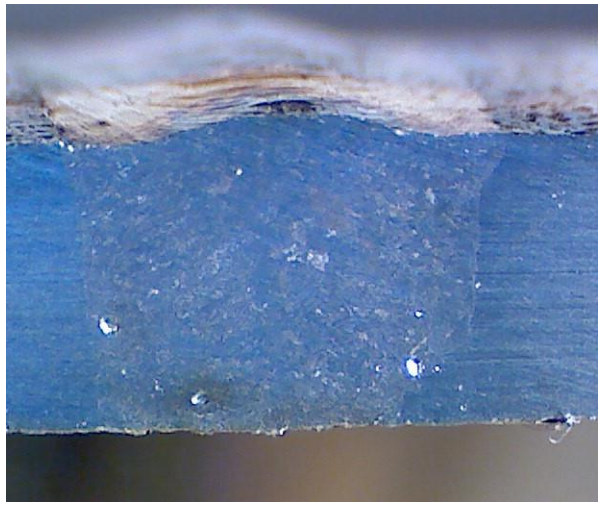
100%N_2 BI=60%



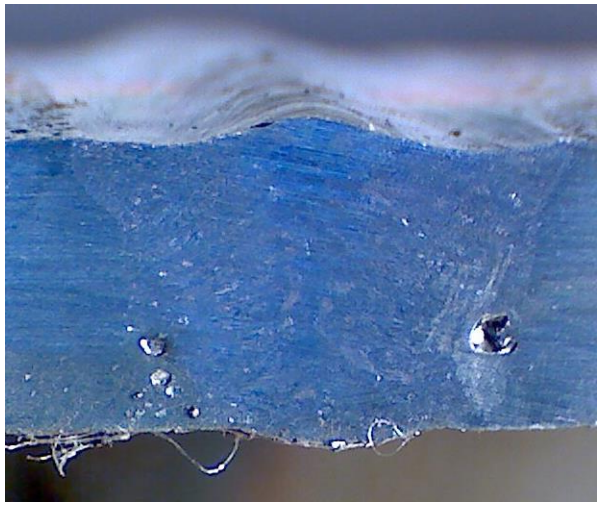
100%Ar BI=50%



100%Ar BI=60%

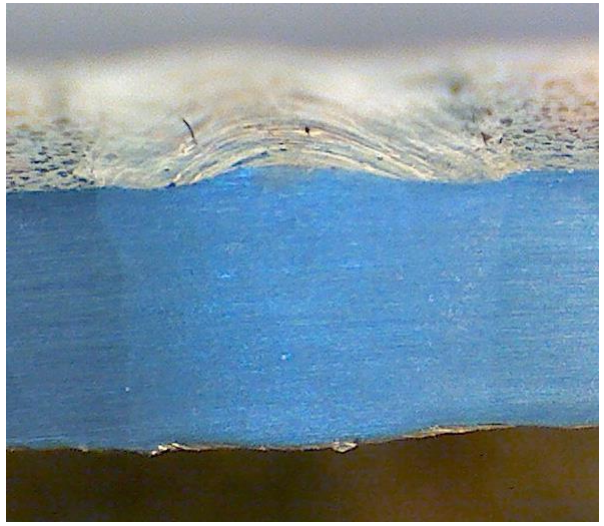


100%Ar BI=70%

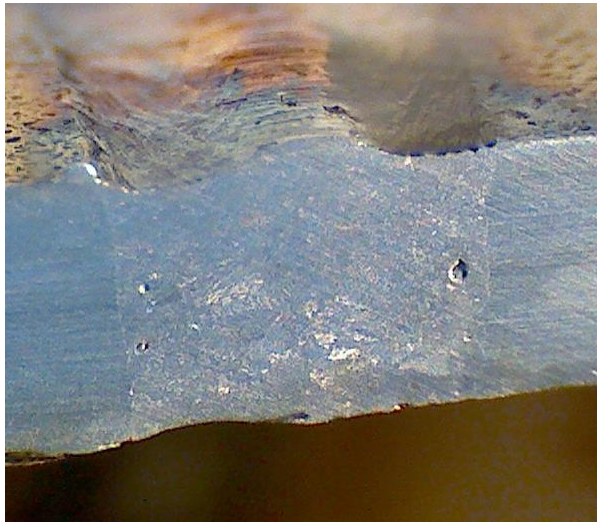


Bekapcsolási idő változtatása (1000 W)

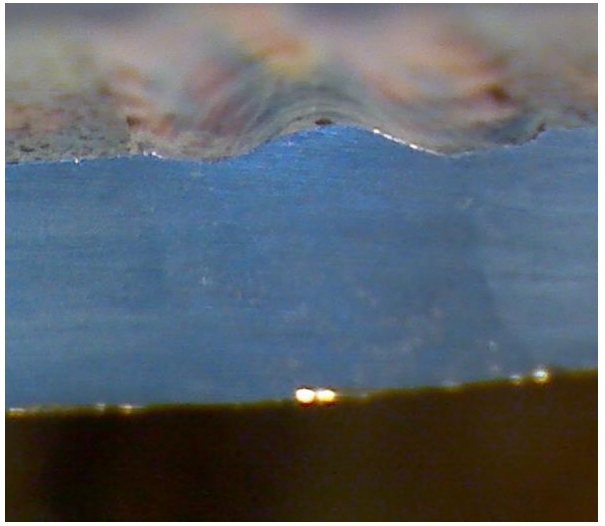
100%N_2 BI=60%



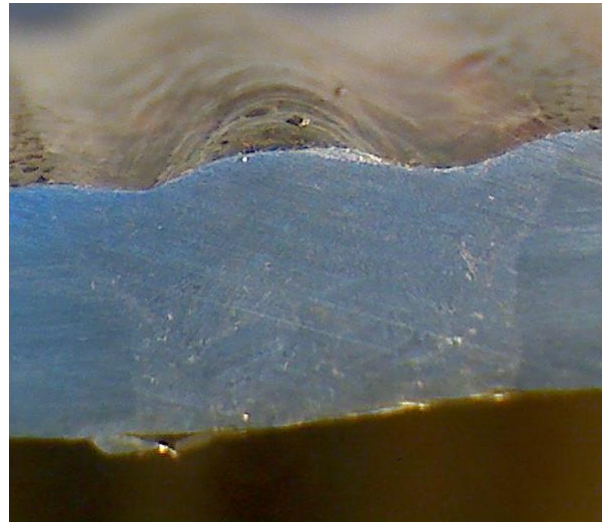
100%Ar BI=50%



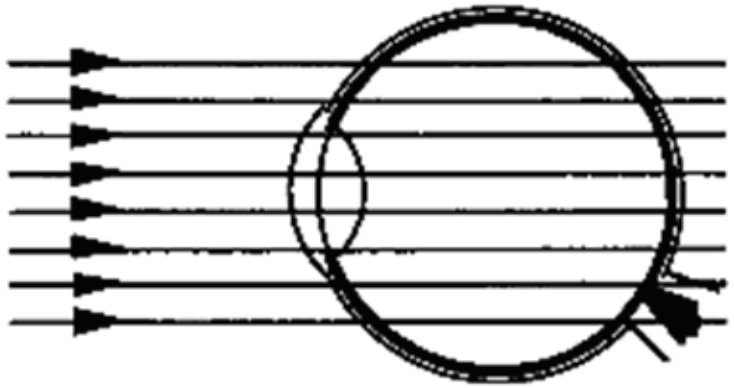
100%Ar BI60%



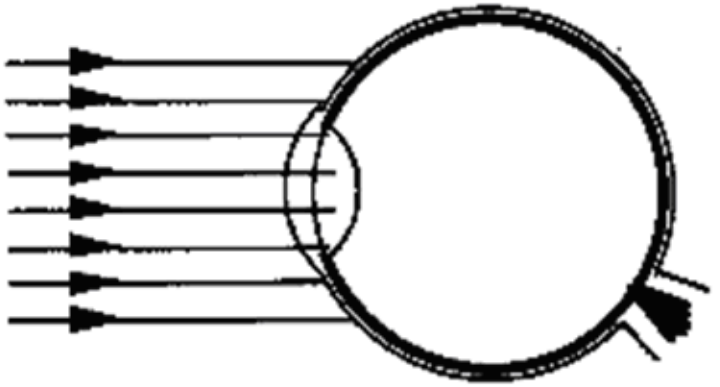
100%Ar BI=70%



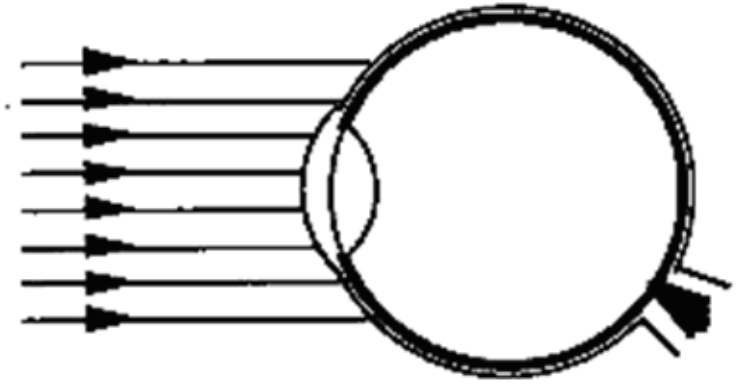
Biztonságtechnika



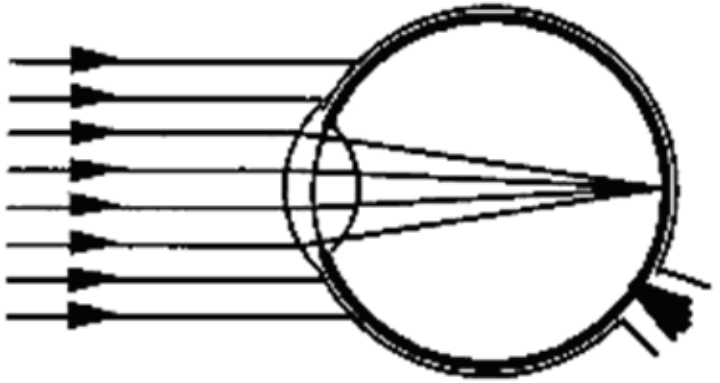
Mikrohullámú és gamma sugarak



Közeli ultraibolya



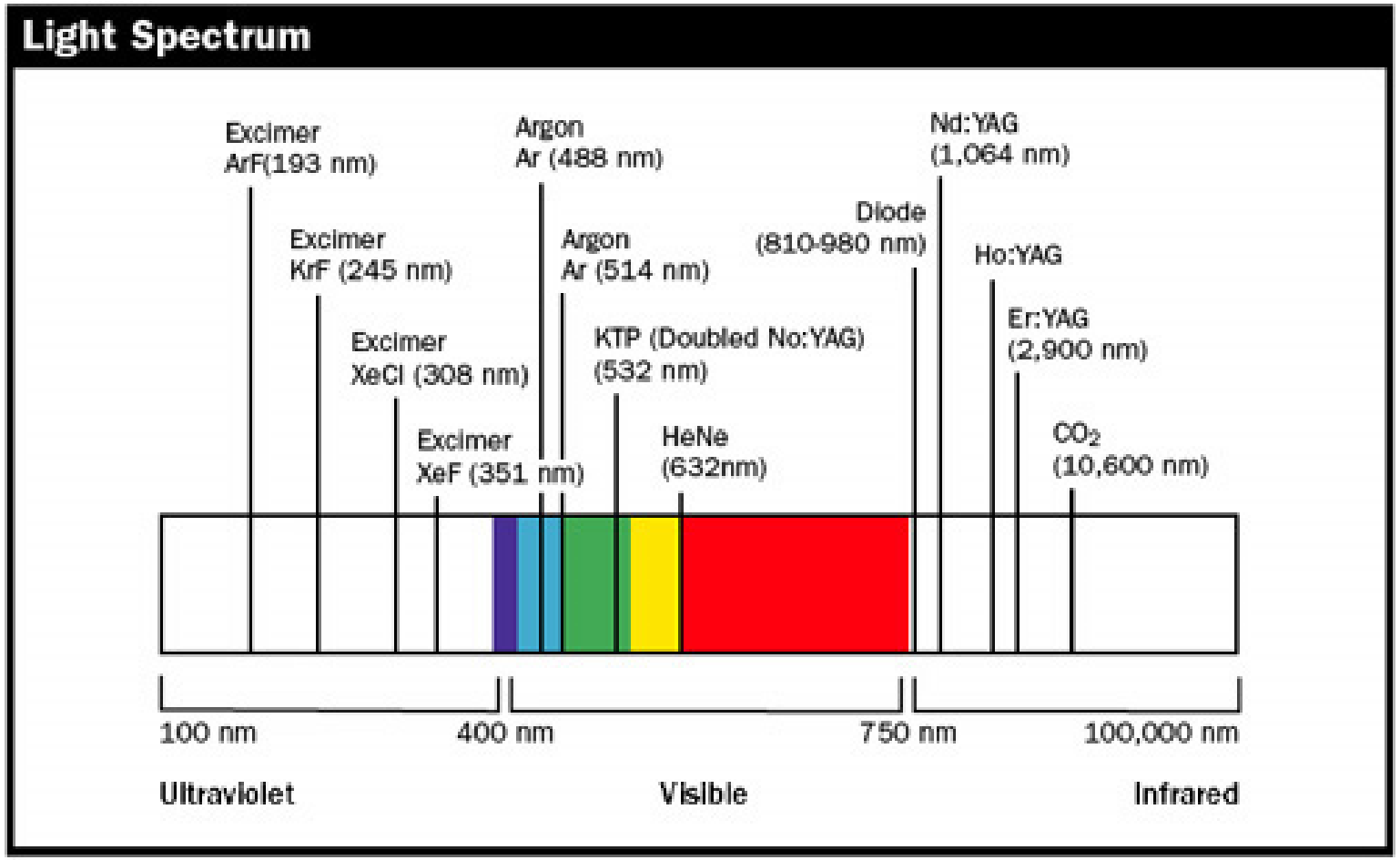
Távoli ultraibolya és távoli infravörös (CO_2)



Látható és közeli infravörös (fiber)

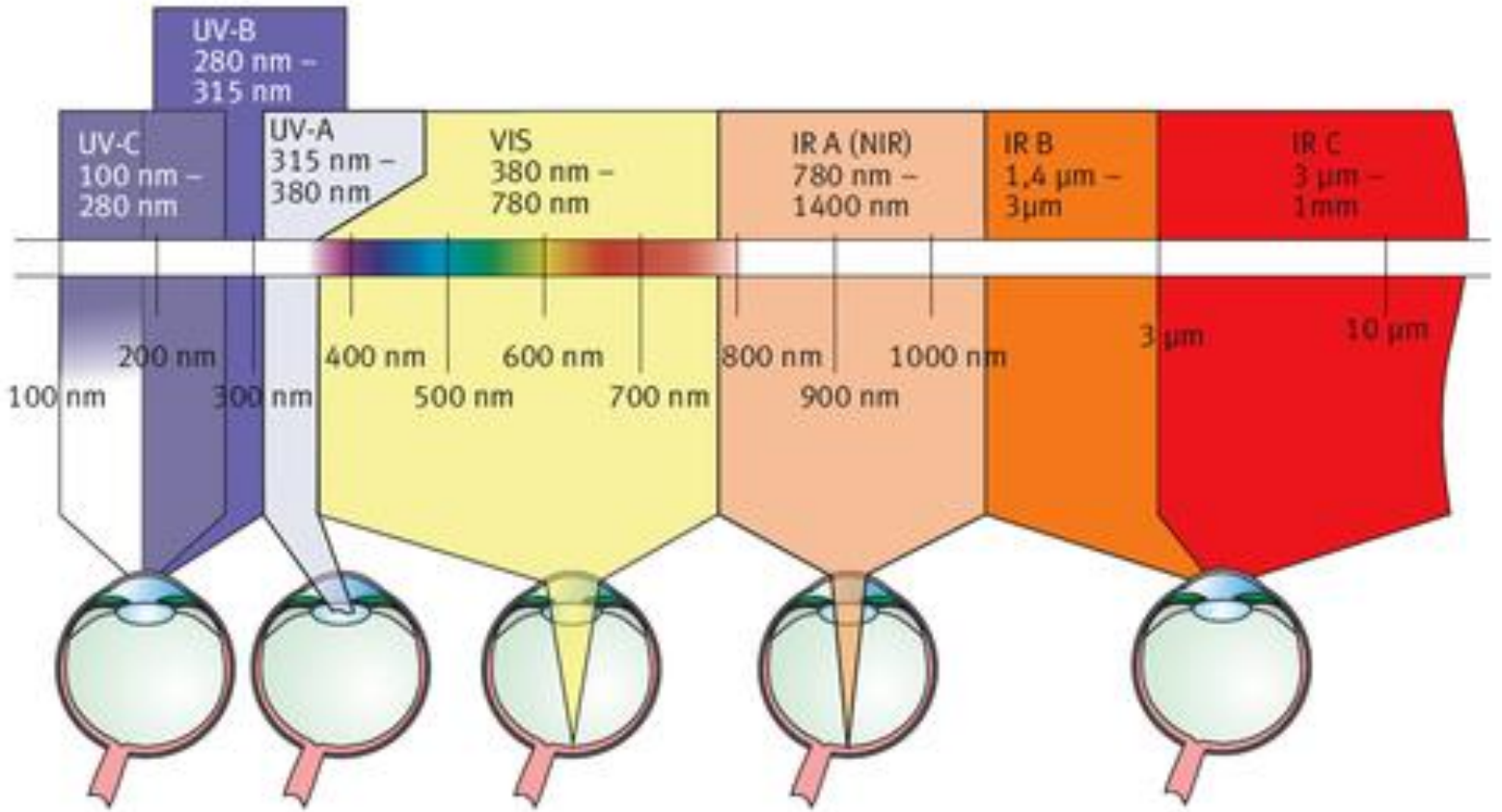
24

Főbb lézerek hullámhosszai



25

Hullámhossz – szem kölcsönhatás



26

Védőeszközök

– CO_2 lézer (10600 nm):

– Hullámhosszából adódóan plexi lemez megfelelő védelmet nyújt a szórt sugárzással szemben.
– Direkt sugárzás esetén mivel a plexi elnyeli a lézersugarat egy idő után elpárolog és a védelem megszűnik.

– Szilárdtest lézerek (900-1100 nm)

– A plexi lemez nem ad megfelelő védelmet, a szórt sugár „veszteség nélkül” áthalad rajta.
– Speciális polimer lemezek nyújtanak megfelelő védelmet.
– Biztonság növelése érdekében két réteg, köztük vákuum vagy túlnyomás. Nyomás változás esetén a berendezés leállítja a sugár kicsatolását a rezonátorból.

27

Egyéni szemvédelem

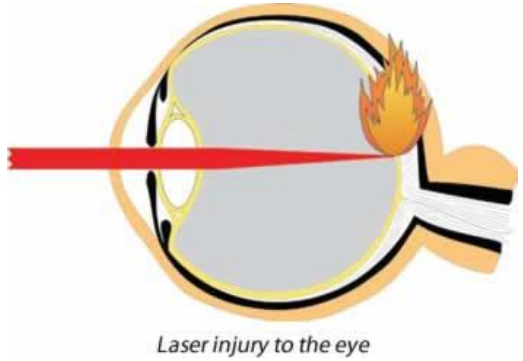
– CO_2 lézer:

– Egyszerű szemüveg (akár plexi) megfelelő védelmet nyújt a szórt sugárzással szemben.

– Szilárdtest lézerek:

– Speciális, minősített védőszemüvegek.
– A lézer hullámhossza alapján kell
– Kiválasztani a megfelelőt.

OD	Transmittance	OD	Transmittance
0.0	100%	5.0	0.001%
1.0	10%	6.0	0.0001%
2.0	1%	7.0	0.00001%
3.0	0.1%	8.0	0.000001%
4.0	0.01%	9.0	0.0000001%

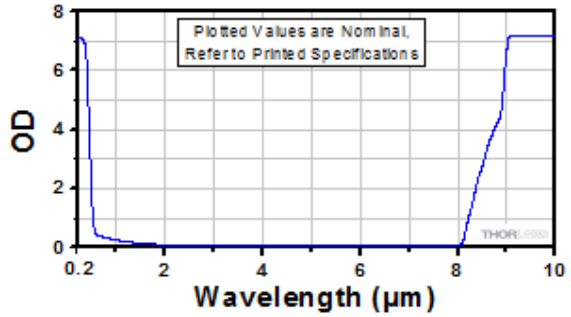

Laser injury to the eye

28

Védőszemüveg CO_2 lézerhez

LG6 Clear Lens: 93% Visible Light Transmission

Zoomen

OD Specs (ANSI Z136)	L-Rating Specs (EN 207)[a]	Optical Density vs. Wavelength
190 to 398 nm, OD = 7+	190 to 315 nm (D LB7 + IR LB4)	
9,000 to 11,000 nm, OD = 7+	>315 to 398 nm (DIRM LB5)	
LG6 OD Raw Data	9,000 to 11,000 nm (DI LB3)	

Click to Zoom

a. Refer to the *Specs Tutorial*/Tab above for a full explanation of the EN 207 markings. For M ratings of LB5, the glasses were tested at pulses between 12 ps and 170 fs.

Entsprechend Ihrer Währungs-/Länderwahl erfolgt der Versand Ihrer Bestellung aus European warehouse

+1	Menge	Dokumente	Artikelnummer - Universal / Zöllig		Preis ohne MwSt.	Verfügbarkeit	
+1			LG6	Laser Safety Glasses, Clear Lenses, 93% Visible Light Transmission	€ 128,67	√	Today

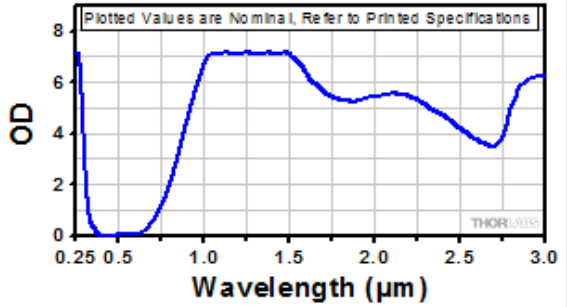
OD Specs (ANSI Z136)
190 to 398 nm, OD = 7+
9,000 to 11,000 nm, OD = 7+

29

Védőszemüveg szilárdtest lézerhez

LG11 Clear Lens: 75% Visible Light Transmission

Zoomen

OD Specs (ANSI Z136)	L-Rating Specs (EN 207)[a]	Optical Density vs. Wavelength
850 to 5200 nm, OD = 3+	950 to 1000 nm (DIR LB5)	
945 to 2300 nm, OD = 5+	>1000 to 1063 nm (DIR LB6)	
1010 to 1500 nm, OD = 7+	>1063 to 1400 nm (D LB6)	
2300 to 2500 nm, OD = 4+	>1063 to 1400 nm (IRM LB7)	
2800 to 10,600 nm OD = 5+	>1400 to 1700 nm (DIR LB4)	
LG11 OD Raw Data	2100 to 2200 nm (DI LB4)	
	2900 to 3200 nm (DI LB4)	
	10,600 nm (DI LB4)	

Click to Zoom

a. Refer to the *Specs Tutorial*/Tab above for a full explanation of the EN 207 markings. For M ratings of LB7, the glasses were tested at pulses between 12 ps and 170 fs.

Entsprechend Ihrer Währungs-/Länderwahl erfolgt der Versand Ihrer Bestellung aus European warehouse

+1	Menge	Dokumente	A		Preis ohne MwSt.	Verfügbarkeit	
+1			L	sible Light Transmission	€ 291,45	√	Today

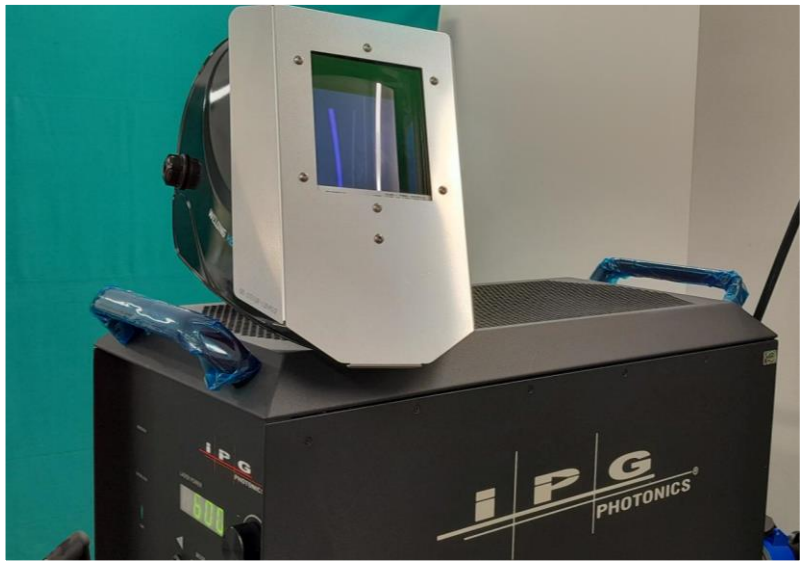
OD Specs (ANSI Z136)
850 to 5200 nm, OD = 3+
945 to 2300 nm, OD = 5+
1010 to 1500 nm, OD = 7+
2300 to 2500 nm, OD = 4+
2800 to 10,600 nm OD = 5+

30

Védelem

XYLON
XWELD
driven by technology
Permanent marker

LASER
JACKSON SAFETY


IPG
PHOTONICS

Baleset

On the day of the accident	10 days later	21 days later

Laser: Yb:YAG
Power: 1600 Watt
λ = 1064 nm. close to focus

Veszélyeztetettek köre

– Üzemeltetés

- Gépkönyv betartása esetén nincsenek kitett személyek (csak Class 1 besorolású berendezés esetén)

– Karbantartás

- Karbantartó személyzet
- Üzemcsarnokban tartózkodók

– Szerviz

- Különleges biztonsági intézkedések (szerviz esetén biztonsági funkciók adott esetben kiiktatásra kerülnek)

33

Expozíció meghatározása

- 22/2010 EüM rendelet
  - Becslés
  - Számítás
  - Mérés
- Hullámhossz és kitettségi idő alapján expozíciós határértékek a rendelet alapján

34

Expozíció kezelése

–Határérték túllépésének veszélye esetén ezt megelőzendő cselekvési tervet kell készíteni és végrehajtani.

–Megfelelő intézkedésekkel a határérték alá kell vinni a besugárzási értékeket.

–- zárt tér kialakítása

–- védő felszerelés

35

Összefoglalás

- A gyártói paraméterek nitrogén gázzal való hegesztéshez alkalmasak.
- A hegesztéshez használt védőgáz összetétele jelentősen befolyásolja a kialakuló varratot.
- A hegesztésre gyakorolt hatás a lézer és a kialakuló plazma kölcsönhatására vezethető vissza.
- Megfelelő paraméter megválasztással a hatás csökkenthető → megfelelő varrat képezhető.
- További vizsgálatok szükségesek a szövetszerkezetre gyakorolt hatások vizsgálatához.
- Megfelelő védelem kialakítása elengedhetetlen.

Köszönet a Qualiweld Kft.-nek a kísérletekhez biztosított lézer berendezésért.

Köszönöm a megtisztelő figyelmet!