

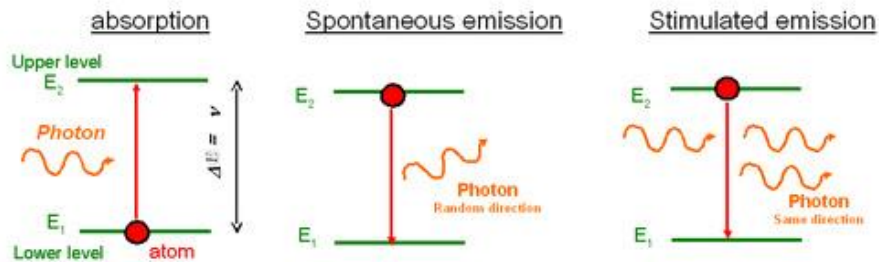
# Robotos lézersugaras hegesztés tapasztalatai

Csótó Dániel

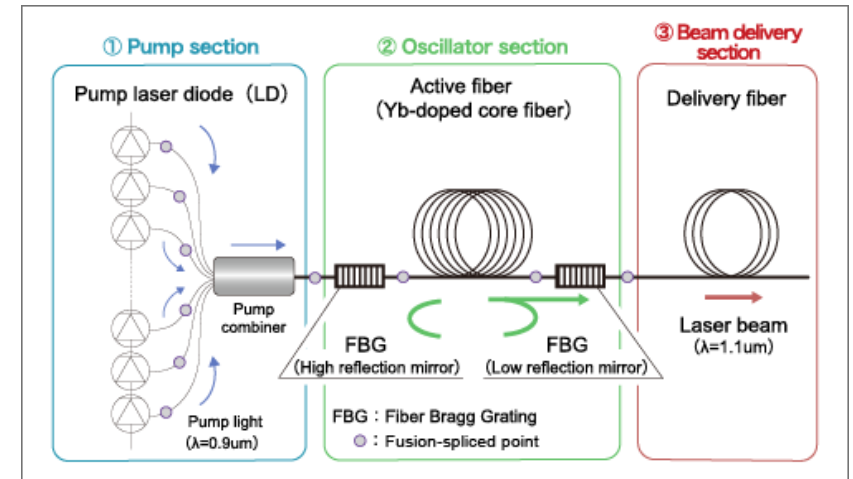
Alkalmazástechnikai mérnök



	Gázlézer	Szilárdtest lézer	
	CO2 LÉZER	<b>FIBER</b>	DISC
Hullámhossz	10600 nm	~1064 nm	
Optikai elemek	Tükrök (cink-szelenid)	Lencsék	
Szemvédelem	Plexi	Fém lemez	
Sugárvezetés	Lineárisan	Optikai kábelben → <b>Robotosítás</b>	



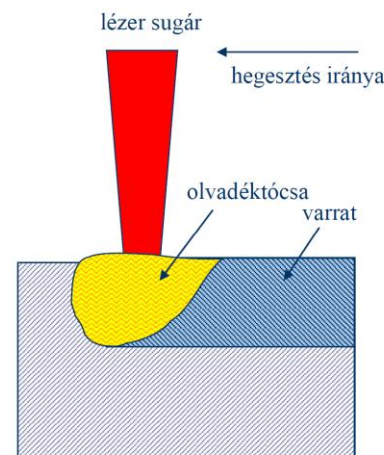
- Monokromatikus
- Koherens
- Kis divergenciájú



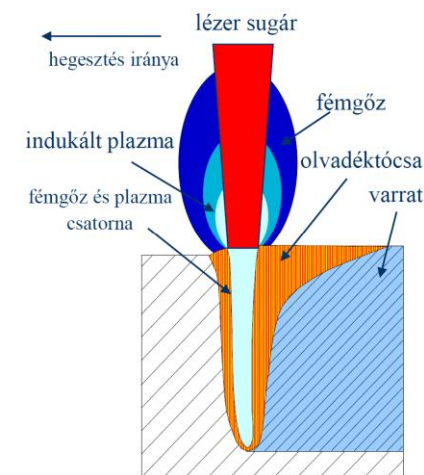
## Nagy energiasűrűségű eljárás

- Nagy mélység/szélesség arányú varratok készíthetők (wobble – varratalak nagy mértékben befolyásolható)
- Kis hőhatásövezet
- Kis mértékű deformáció
- Nagy hegesztési sebességek érhetők el
- Hozaganyaggal vagy anélkül
- **Jól automatizálható → Minőség és biztonság kérdése**

Hővezetési hegesztés

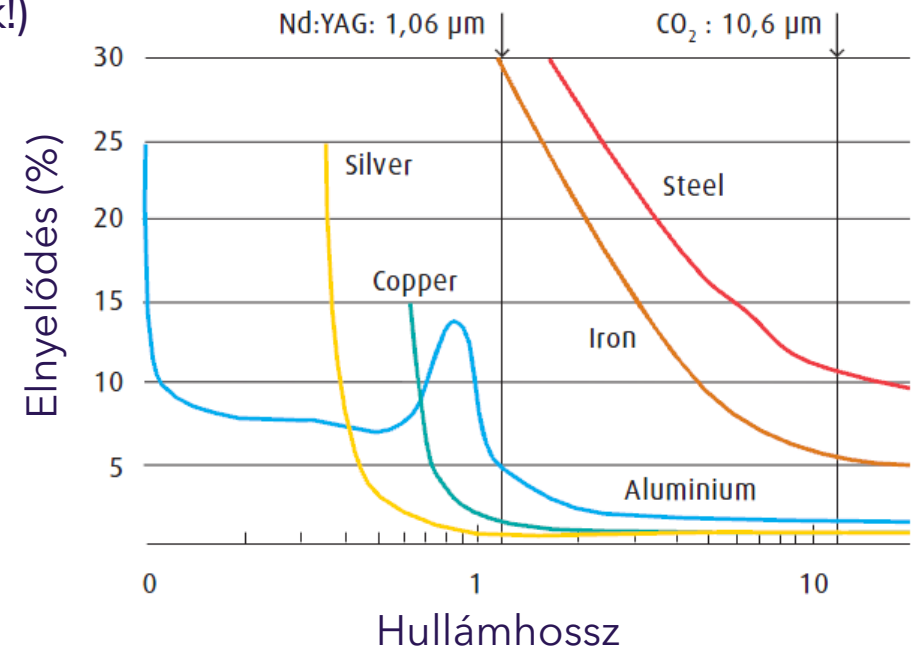
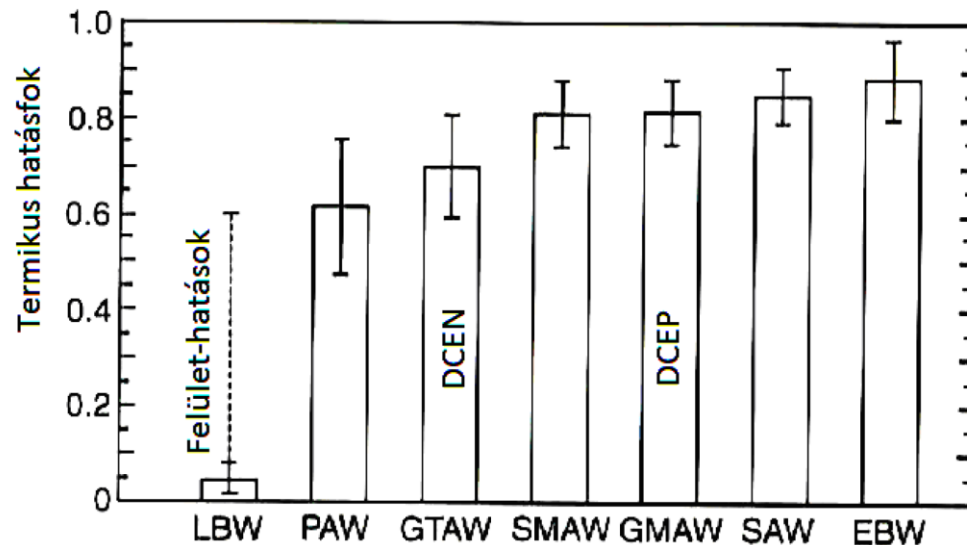


Mélyvarratos hegesztés ( $10^6$  W/cm<sup>2</sup> felett - acél)



# A lézersugaras hegesztés bemenő követelményei

- A hagyományos ívhegesztő felszerelésekhez képest valamivel még nagyobb a beruházási költség, DE rohamosan csökkenő árak
- Új, nagy precizitást igénylő gyakorlatok bevezetése szükséges (tisztítás, megelőző karbantartás, biztonsági szabályok)
- Munkadarab előkészítésére fokozottan igényes (hegesztési hézag, él előkészítés, felület előkészítés)
- Viszonylag alacsony hatásfok (alapanyag és felület hatások!)





- 2006/25/EK Irányelve: a munkavállalók fizikai tényezők hatásának való expozíciójára (mesterséges optikai sugárzás) vonatkozó egészségügyi és biztonsági minimumkövetelményekről

- **MSZ EN 60825-1**

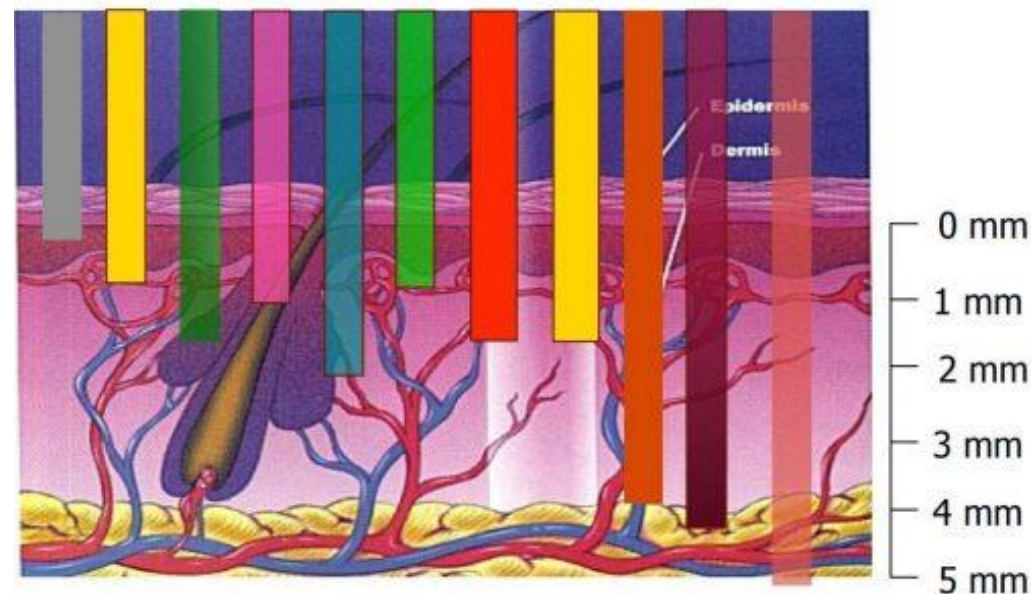
Lézergyártmányok biztonsága

- **MSZ EN ISO 11553-1** Lézeres megmunkálógépek

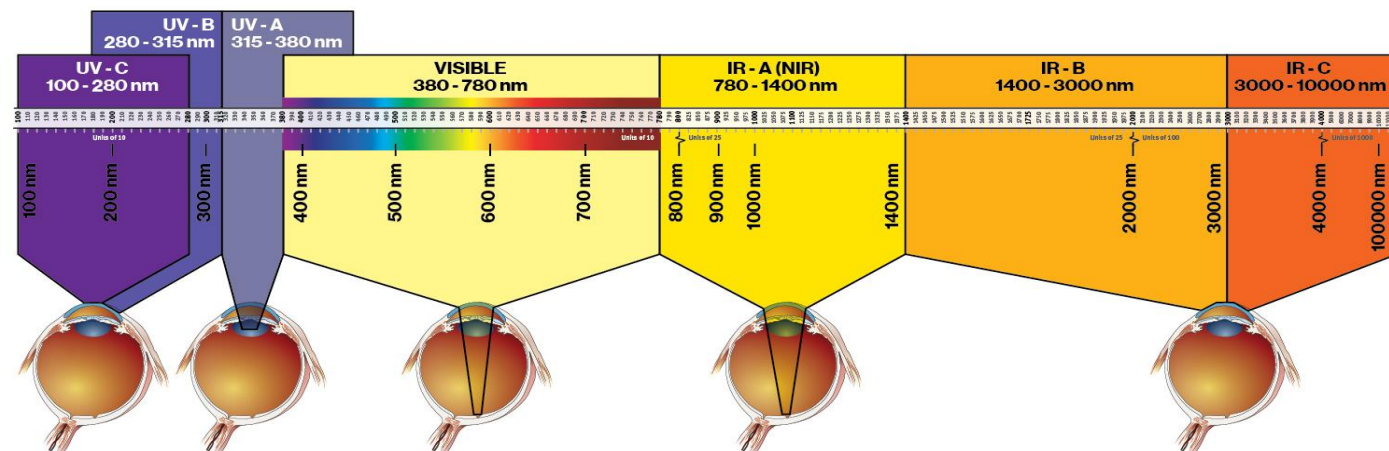
- **MSZ EN ISO 11553-2** Kézi lézeres megmunkálókészülékek

- **MSZ EN 207** Szűrők és szemvédők lézersugárzás ellen

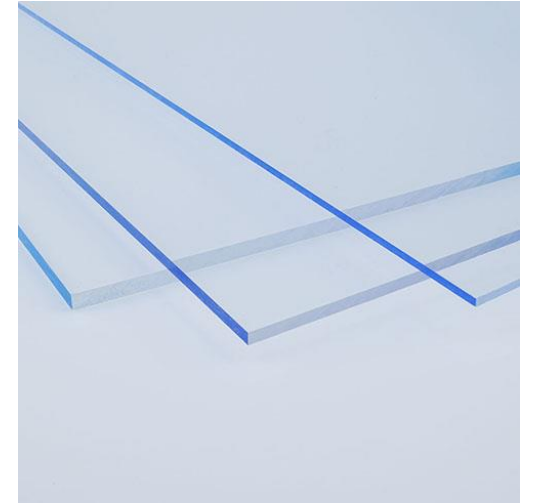
ErYAG	CO <sub>2</sub>	1550	1440	1320	KTP	Ruby	PDL	Alex	Diode	NdYAG
2940	10,600				532	694	585	755	810	1064



Depth of penetration of electromagnetic radiation in the human eye



- **0,5 W felett Class 4 lézerosztály!**
- Kézi lézerhegesztő gépek 800-3500 W (automatizált megoldás akár 12+ kW)
- Teljesen zárt, automatizált gép vagy robotcella a megfelelő biztonsági előírásoknak megfelelően Class 1 osztályba sorolható



## Class 4

- Unsafe for eye
- Unsafe for skin

## Class 3

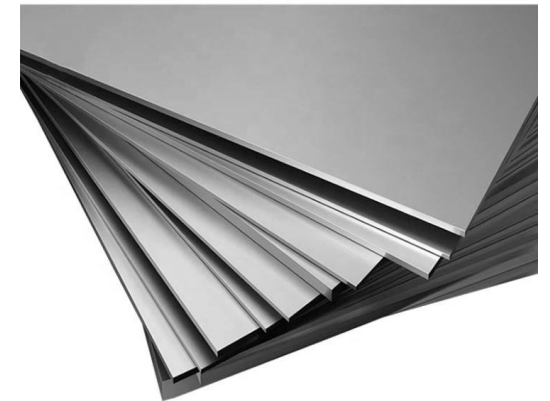
- Generally safe for skin & eyes under specific conditions

## Class 2

- Safe for eye - no direct contact
- Safe for skin

## Class 1

- Safe for eye
- Safe for skin

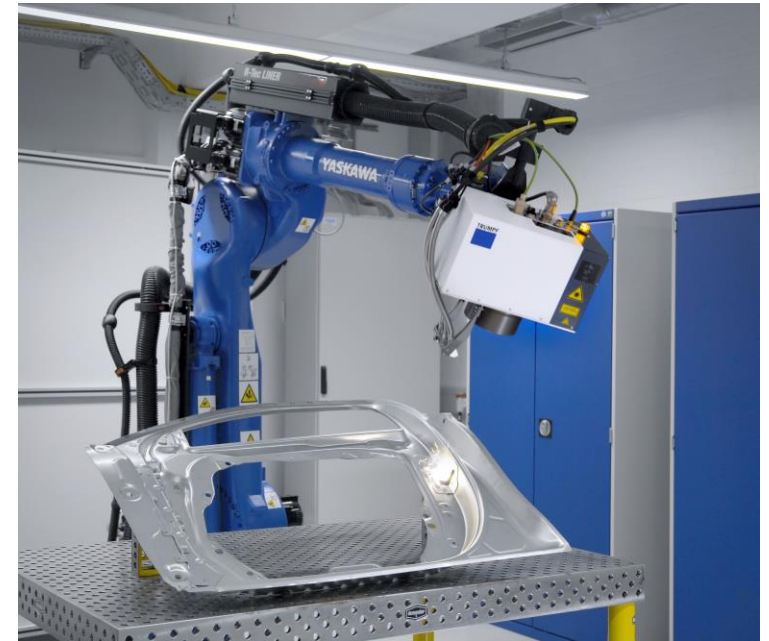




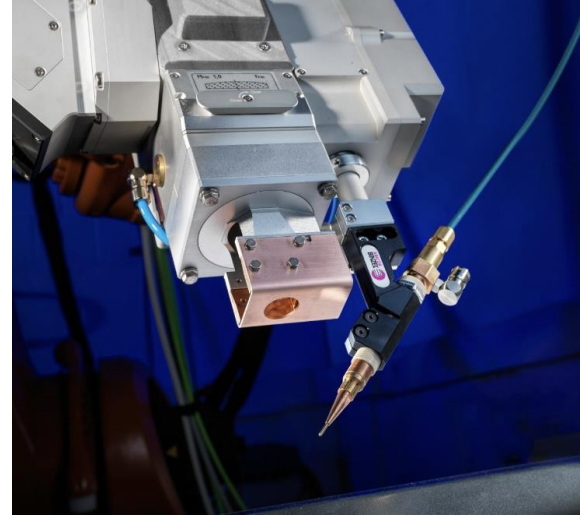
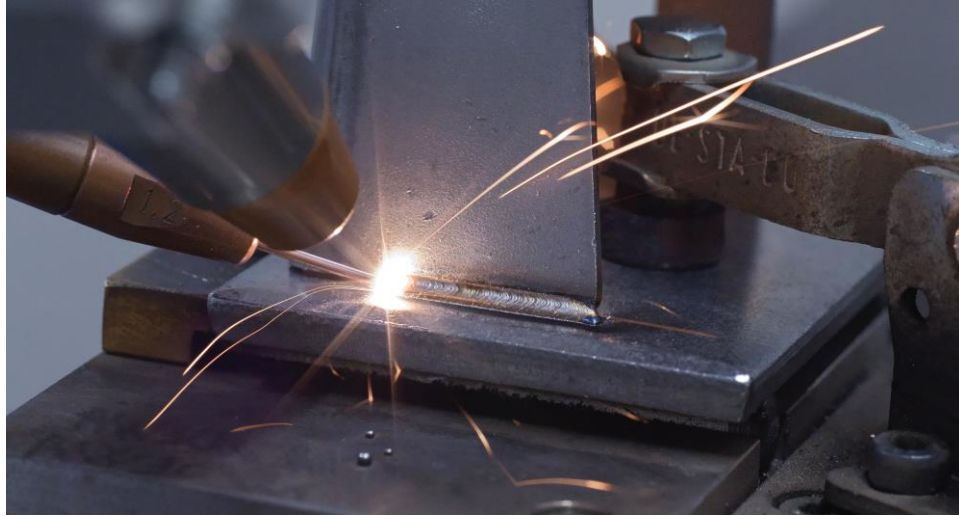
- Teljesen zárt kialakítás
- Ugyanazon ívhegesztő robotok alkalmazhatók
- Robotos lézersugaras megmunkáló fej
- FSU (Functional Safety Unit)  
– szofveres munkatér és szerszámszög lehatárolás
- Fény és hangjelzés
- Reteszelvehető ajtózár
- Betekintő lézervédelmi ablak
- Kulcsrakész megoldás
- Két munkahelyes kialakítás

Gazdasági és műszaki előnyök  
Biztonságos munkavégzés









Camera Arm Assembly

with C-mount extension tube to mount camera.  
Precision image position adjustment  
Integrated iris  
Image focus and lock



Air Knife with Purge

Integrated purge module provides additional protection for cover slide.  
Gas assist can be attached to serve as plume suppression.



Coaxial Nozzle w/ Purge

Shield gas is delivered coaxially to the weld site.  
Telescoping option available.  
Suppresses weld plume.  
Options linked below.



Gas Assist

Can be attached to air knife or directly to head.  
Can be used to deliver off-axis shield gas to weld site.  
Suppresses weld plume.  
Multiple inputs

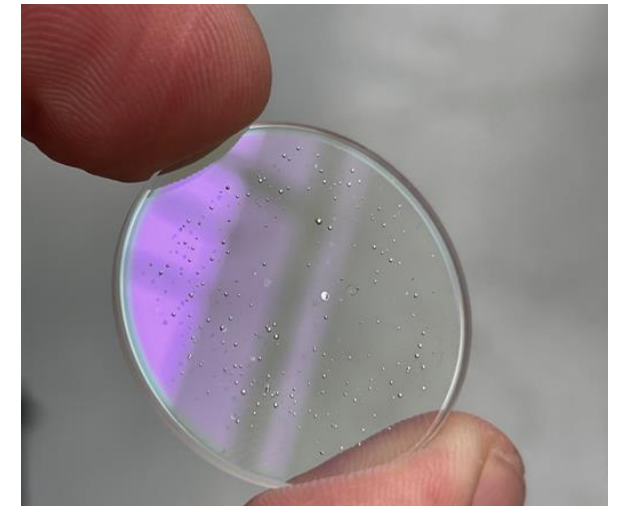


Welding Head Alarm Module

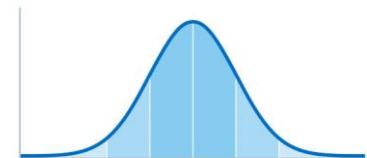
Monitors cover slide presence, contamination and temperature as well as mirror temperature



- Hegesztési környezetben tiszta, precíz munkavégzést igénylő gyakorlatok
- Hiba és kockázat felismerés → megfelelő oktatás fontossága



# Reprodukálhatóság



- Különböző gyártók gépein eltérő beállítási lehetőségek (felesleges beállítások is előfordulnak)
- Ugyanazon beállításokkal nem garantált ugyanaz az eredmény → **WPS-ek nem lehetnek a berendezéstől függetlenek**
- Csupán szemrevételezéssel egyáltalán nem állapítható meg a varrat megfelelősége
- Sok hegesztő lézerforrás rendelkezik szinergikus funkciókkal, ám a paraméterek nem minden esetben kiolvashatók
- Szinergia elsősorban a kézi gépeknél, egyelőre feltételesen alkalmazható automatizált esetben (nagyobb sebességek, hozaganyag...)
- Próbahegesztések elengedhetetlenek
- Jól beállított paraméterekkel, automatizált megoldás esetén **nagyon jól reprodukálható minőség**
- Automatizált megoldásnál **szenzortechnika** (varratkövetés, beolvadási mélység, tükröződés stb.) nagy mértékben növeli a megbízhatóságot



# Szénacél minták

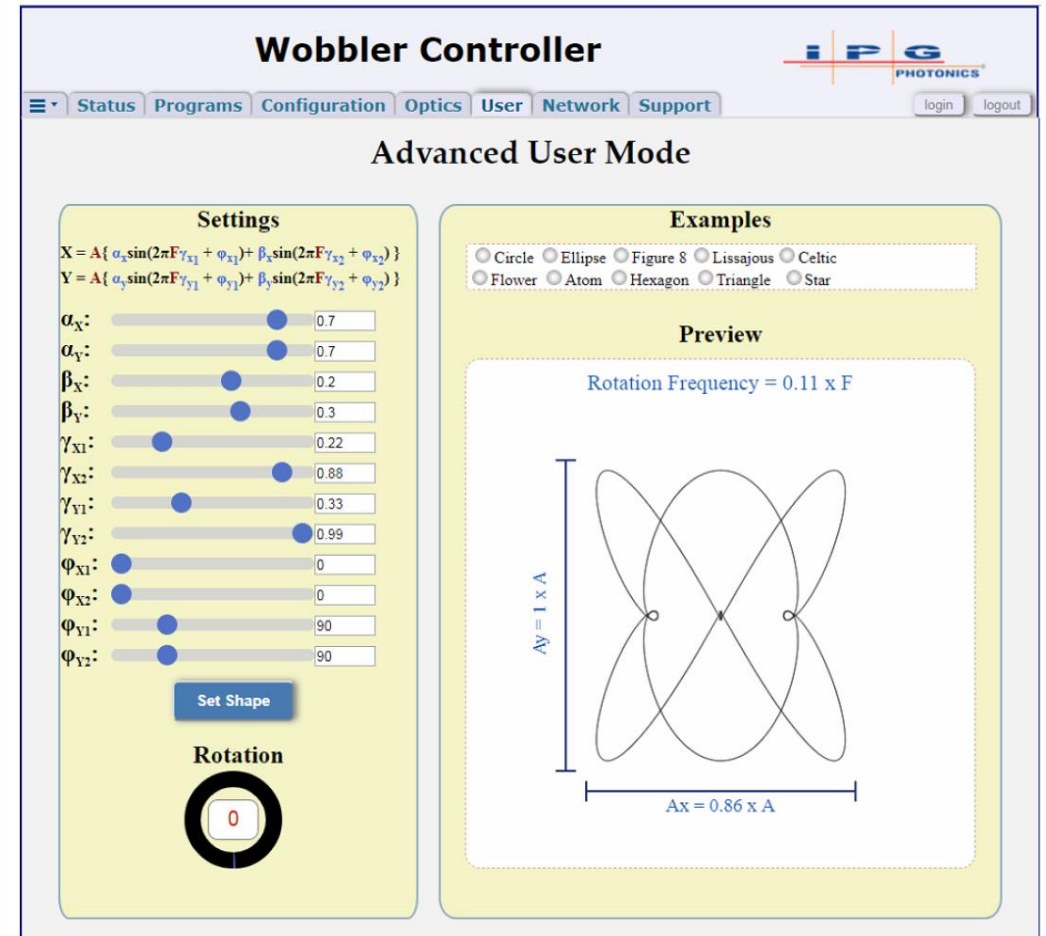
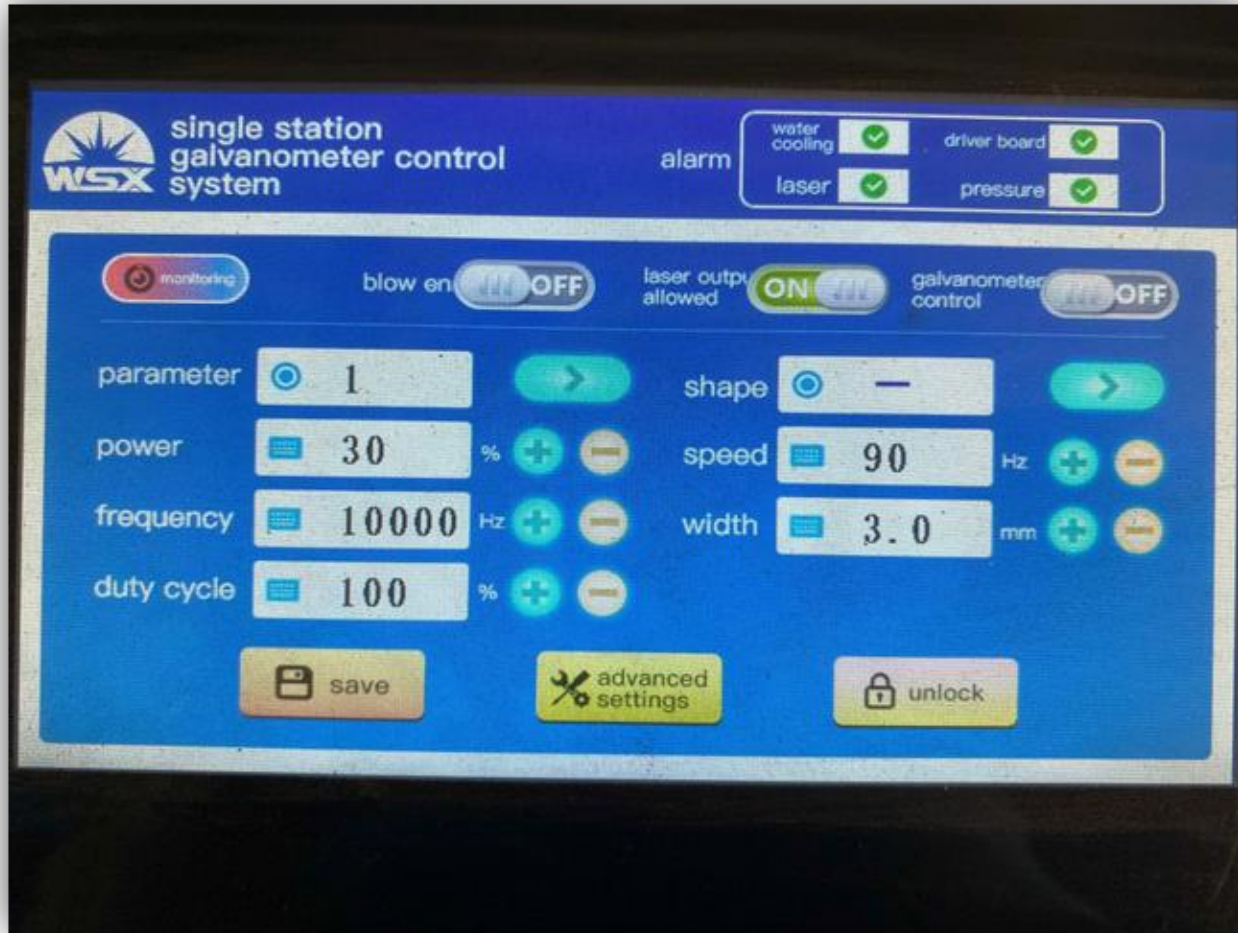
Hideghuzalos lézersugaras hegesztés

**Nitrogén 4.6**



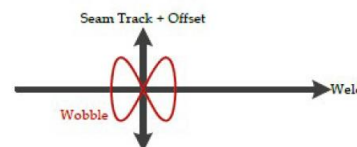
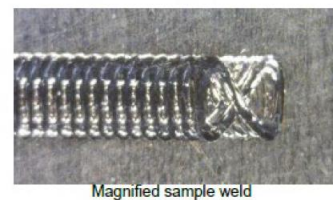
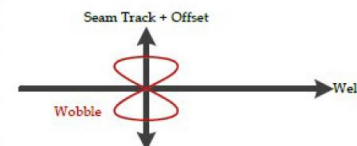
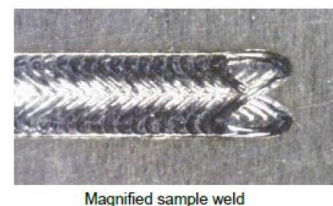
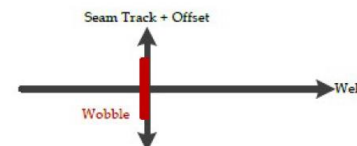
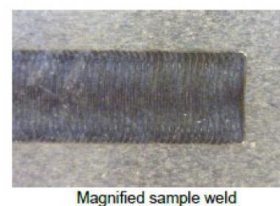
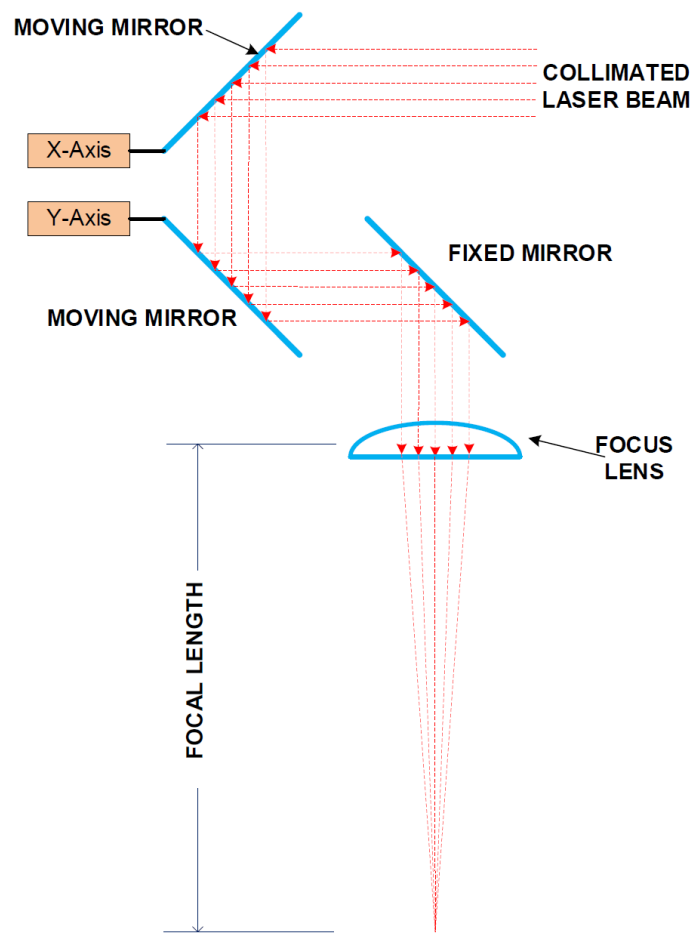
Két gép – azonos paraméterek

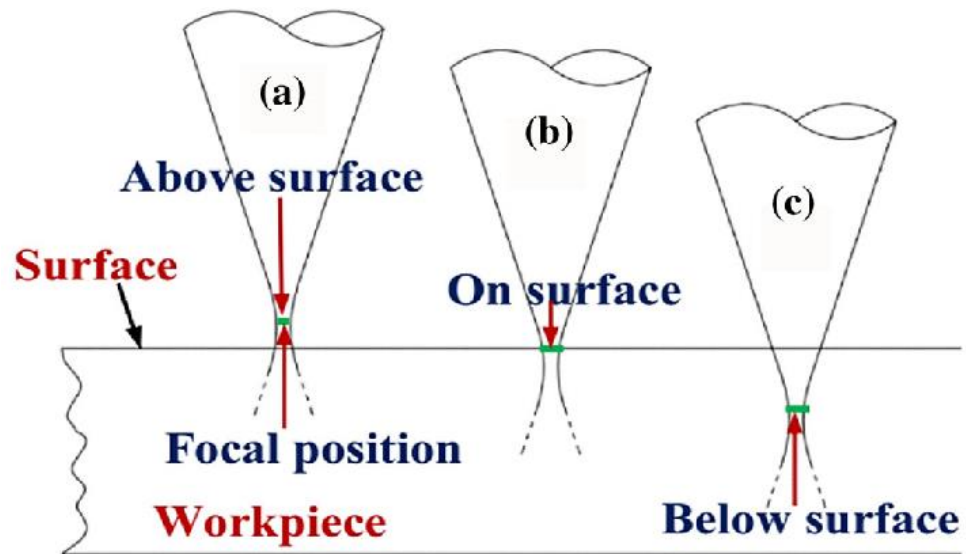




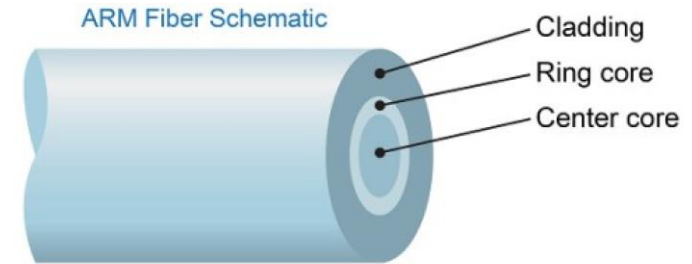
# Lézerforrások, paraméterek

## Lengetés





Fókuszpozíció



Basic FL-ARM Focused Spot Power Patterns



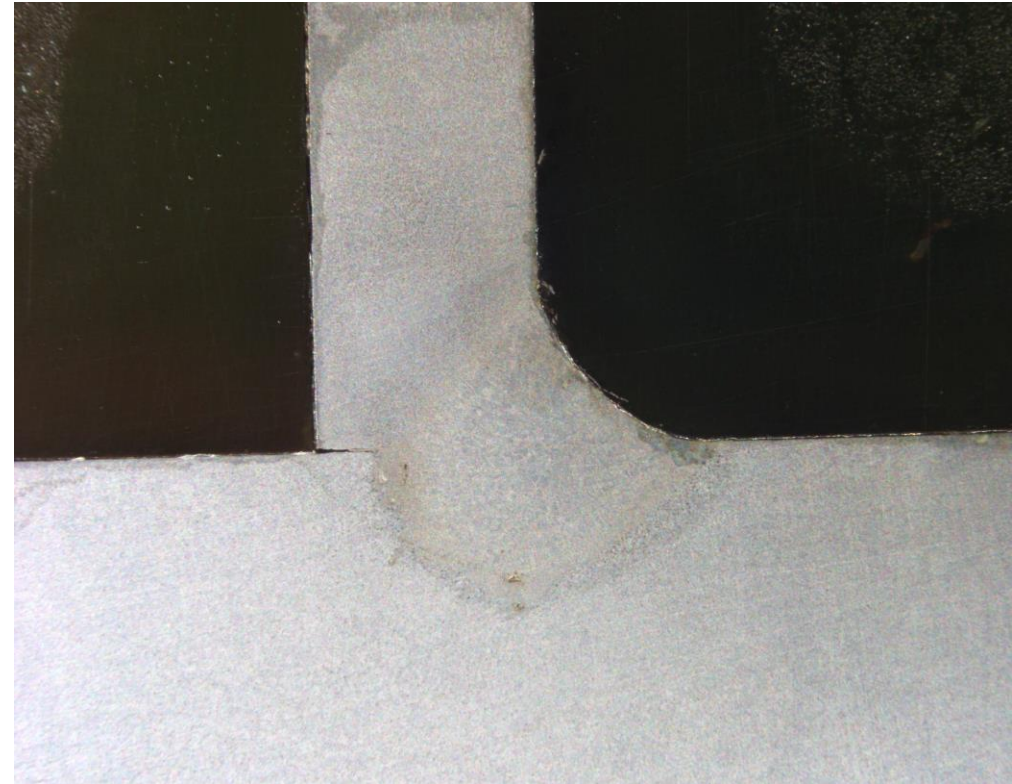
- Sugárminőség
- Eloszlás
- Alak



# Szénacél minták

Hideghuzalós lézersugaras hegesztés

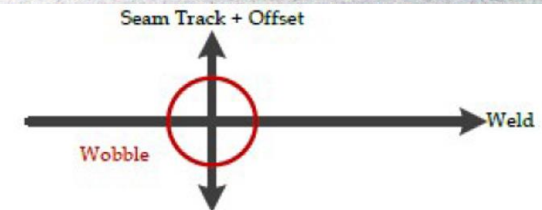
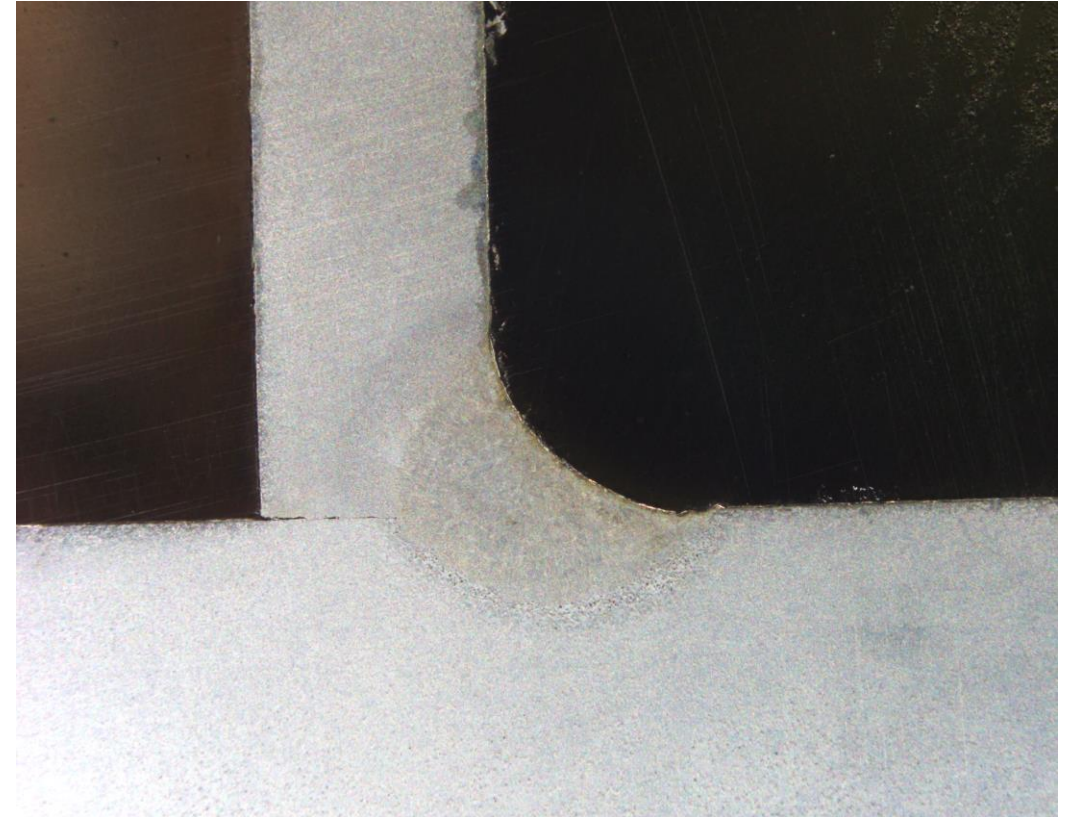
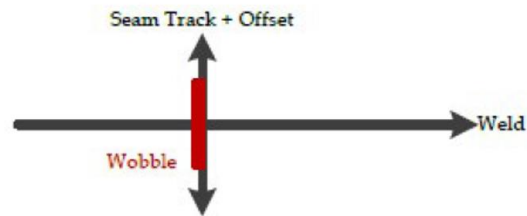
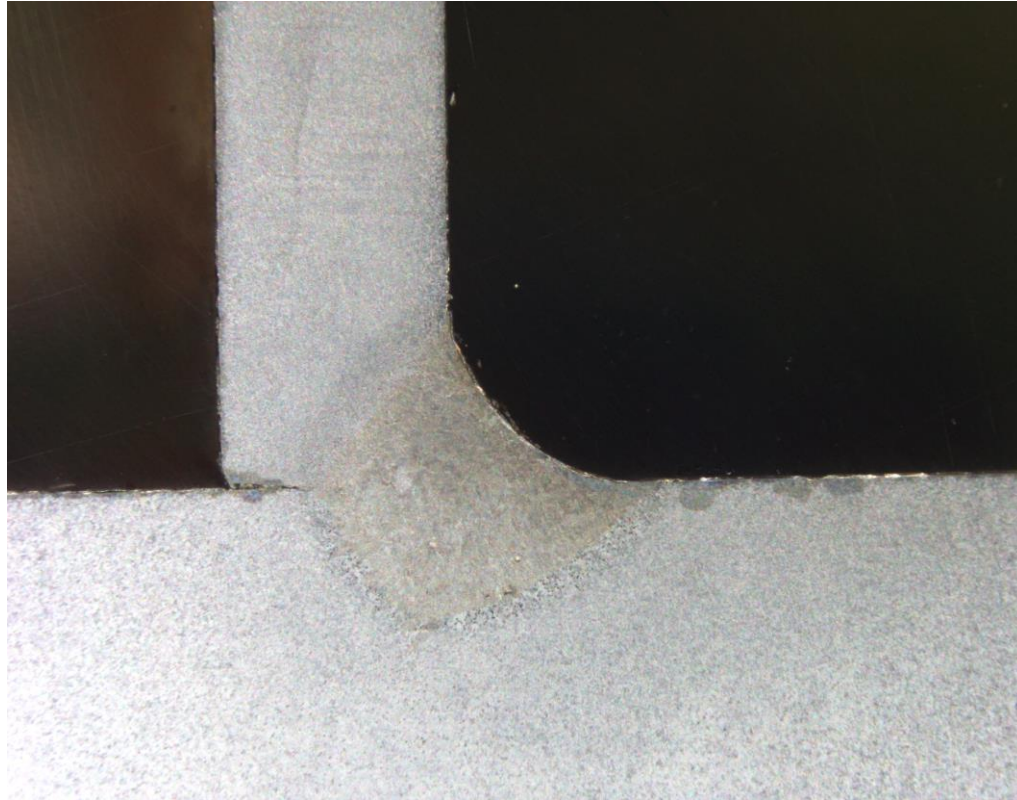
**Nitrogén 4.6**





# Lengetés alakjának hatása -Szénacél minták

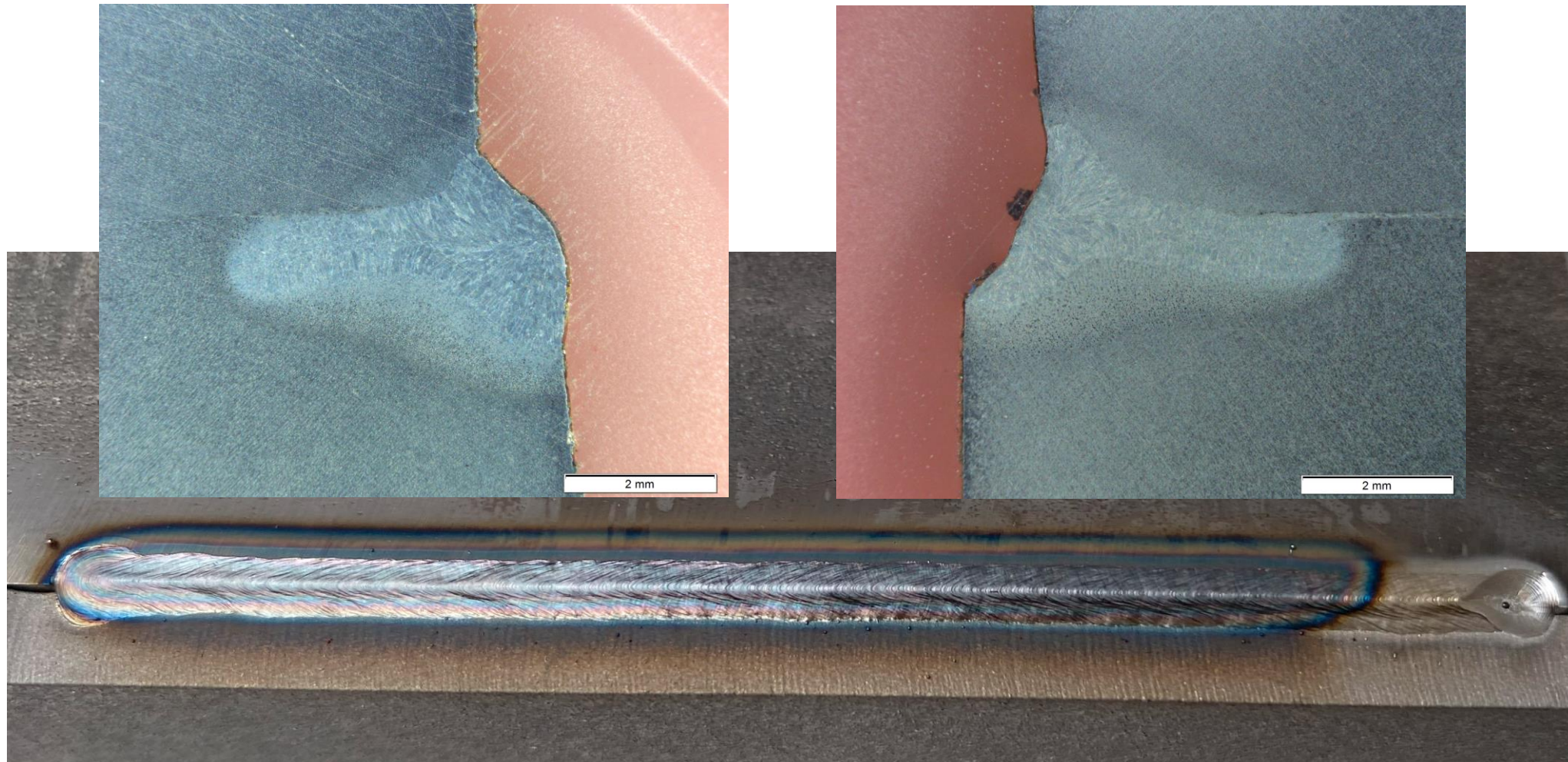
Hideghuzalos lézeres hegesztés **Nitrogén 4.6**





Hegesztőanyag adagolás nélküli lézersugaras hegesztés

**Nitrogén 4.6**



- Több szempontból **érzékenyebb**, mint a hagyományos ívhegesztő eljárások.  
(védőlencse, gázáram, védőgáz iránya, huzalfeszítő erő...)
- Másabb szemlélet, **új, precizitást igénylő gyakorlatok bevezetése** szükséges.  
(tisztítás, megelőző karbantartás, biztonsági szabályok)
- **Pontos készülékezést és élelőkészítést igényel.**  
(változó hézag nem lehet)
- Csupán **szemrevételezéssel nem állapítható meg a varrat megfelelősége.**  
Folyamatfelügyelet még inkább előtérbe kerül →  
**Szenzortechnika**
- A gazdaságosság érdekében **törekedni kell a saját anyagos hegesztésre.**  
(**új konstrukciónál** megfelelő varratkialakítás)
- Sok bemenő paraméter, szinergikus beállításokat a gyártók levédik.  
→ **Próbahegesztések** elengedhetetlenek

