

**Gyártás'08 konferenciára  
2008. november 6-7.**

# **Ipari jelölő lézergépek alkalmazása a gyógyszer- és elektronikai iparban**

Szerző: **Varga Bernadett**, okl. gépészmérnök,  
III. PhD hallgató a BME VIK ET Tanszékén és  
a Trodimp-R Kft műszaki szaktanácsadója  
[varga@ett.bme.hu](mailto:varga@ett.bme.hu), [www.lasertanacsado.hu](http://www.lasertanacsado.hu)  
[varga.bernadett@trotec.hu](mailto:varga.bernadett@trotec.hu), [www.trotec.hu](http://www.trotec.hu)

Budapest  
2008

# Kutatási témák

## 1. Áramköri lemezek lézersugaras jelölésének módszerei

- új mérési technológia alkalmazása
- mérőberendezés fejlesztése
- a különböző gyártóktól érkező áramköri lemezek automatikus szétválogatása
- a lakréteg lézersugaras jelöléséhez a megfelelő lézer megmunkálási paraméterek automatikus kiválasztása a mérőeszköz segítségével

## 2. Az üvegampullák nyakának kikönnyítése lézersugaras jelöléssel

- új alkalmazási technológia fejlesztése
- üvegampullák falának kikönnyítésére gravírozási műveletet alkalmazása mechanikus karcolás helyett
- az üvegampullák nyakának törésének optimalizálása

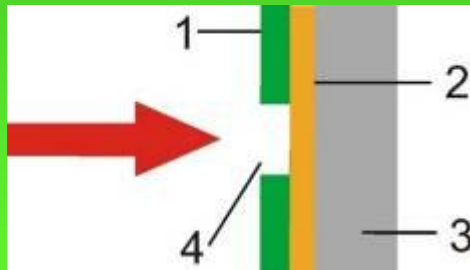
# Az áramköri lemezek jelölési módszerei

## Áramköri lemezek lézersugaras jelölésének módszerei

Két jelölési módszer ismert:

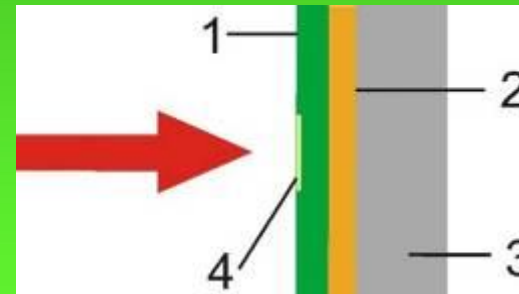
1. vagy a lakkréteg elszínezésével, a lézersugárral csak néhány mikron mélységig hatolnak le a rétegbe, vagy
2. rétegeltávolítással, mely során teljesen eltávolítják a lakkréteget a rézrétegig a kód rajzolatának megfelelően.

### Rétegeltávolítás:



1. forrasztásgátló lakkréteg
2. rézlemez
3. vezető és szigetelő rétegek
4. eltávolított réteg

### Színezés:



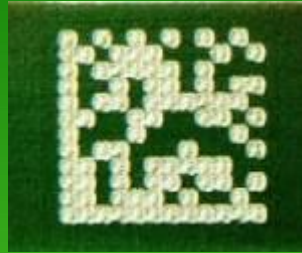
1. forrasztásgátló lakkréteg
2. rézlemez
3. vezető és szigetelő rétegek
4. elszínezett réteg

# Jelölésre alkalmas ipari lézer berendezések

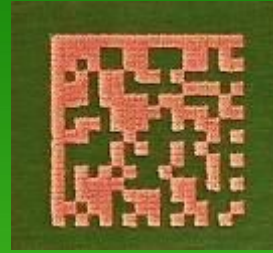
Az elektronikai iparban 3 különböző ipari lézerforrás terjedt el a forrasztásgátló lakkrétegre jelölésére:

1. A lakkréteg **elszínezésére** leggyakrabban **CO<sub>2</sub> lézerforrások**at alkalmaznak, a berendezés **egyszerűsége**, **alacsony beszerzési és fenntartási költsége** miatt. A CO<sub>2</sub> lézerforrás által kibocsátott lézersugár hullámhossza 10600nm.
2. A lakkréteg **elszínezése** történhet **UV lézerforrással** is, melynek hullámhossza 355nm. Az UV ipari lézerberendezések **beszerzési ára** igen **magas** és **fenntartásuk** is **költséges**, azonban ezzel a lézergéppel készült kódok jelölési minősége kiváló.
3. A rétegtávolításra az 1064nm hullámhosszúságú lézersugár a legalkalmasabb. A klasszikus felépítésű **Nd:YAG**, ill. **Nd:YVO<sub>4</sub>** szilárdtest lézerforrás, vagy az új felépítésű **Ytterbium fiber lézer** berendezés alkalmas a rétegtávolításra. A **klasszikus felépítésű lézer** berendezések **beruházási és fenntartási költsége** igen **magas**. Ezzel szemben a **fiber lézergépek** igen **termelékenyek**, alacsony a beruházási költsége és a lézerforrásukat **hosszú élettartam** jellemzi.

## Iparban alkalmazott jelölő lézergépek



1. ábra: 4x4 mm-es CO<sub>2</sub> lézerforással készült DMC (sor x oszlopok száma: 12x12)



2. ábra: 4x4 mm-es Nd:YAG lézerforrással készült DMC (sor x oszlopok száma: 16x16)

Mindkét esetben a pontos lézer megmunkálási paraméterek megválasztását, csak előzetes teszteléssel lehet meghatározni. Azonban, a gyártás során sokszor problémát jelent, ha az **alapanyag változik**. A változáson kell érteni a **forrasztásgátló lakkréteg vastagságának és/vagy anyagának változását**.

A különböző anyagösszetételű forrasztásgátló lakkrétegek nem egyformán nyelik el ugyan azt a hullámhosszúságú lézersugarat.

A jelölési folyamat eredményét nagy mértékben befolyásolják a forrasztásgátló lakk eddig keveset vizsgált, az anyagösszetételtől függő optikai tulajdonságai.

## Jelölési problémák

Gyártás során gyakran előfordul, hogy a forrasztásgátló lakkréteg vastagsága az előírtól nagyban eltér. Az előzetes teszteléskor beállított lézer megmunkálási paraméterek nem minden rétegvastagságot és anyagot tudnak megfelelő minőségben megmunkálni.

Jelenleg egy megoldási módszer alkalmaznak ennek a problémának az elkerülésére. Egy adott áramköri lemezhez 2 vagy 3 különböző lézer megmunkálási paramétert állítanak be. Egy „gyengét”, egy „közepes” és egy „erős” jelölési beállítással készítenek kódokat a teszterületre.

Ezzel az a probléma, hogy ha gyakori a rétegvastagság, illetve anyagösszetétel változása, vagy különböző gyártóktól származik, de azonos rajzolatú áramköri lemezekre gyártanak, akkor sokszor mindegyik beállítással jelölni kell az adott áramköri lemez teszterületére. Mindez ciklusidő növekedéssel jár.

## Forrasztásgátló lakkréteg vizsgálata

Ahhoz, hogy egy adott áramköri lemez forrasztásgátló lakkrétegét, egy adott lézersugárral, megfelelő minőségben eltávolítsuk, illetve színezzünk, ismernünk kell a forrasztásgátló lakkréteg fizikai és optikai tulajdonságait.

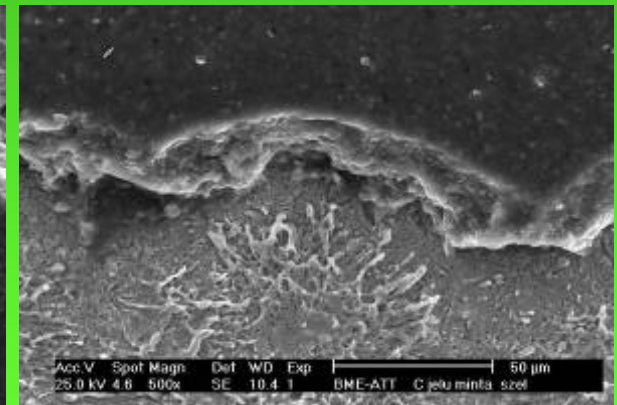
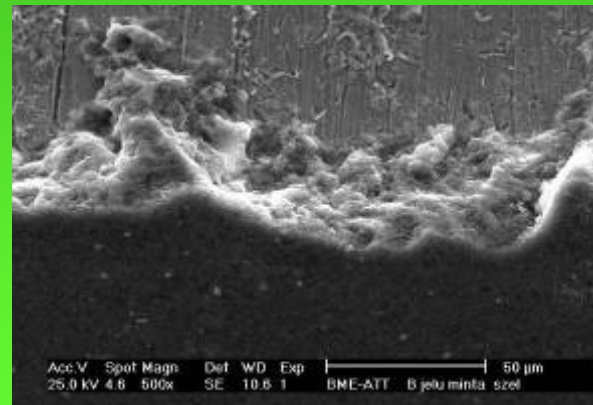
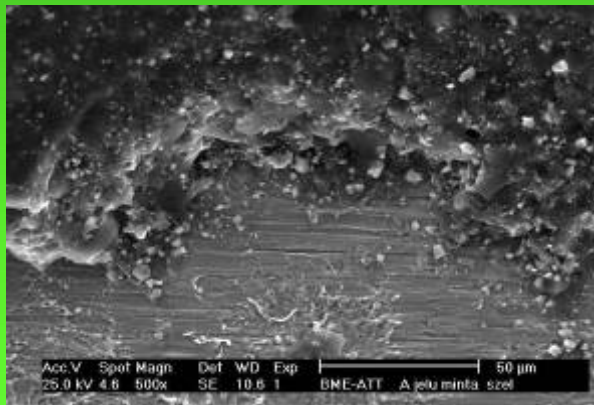
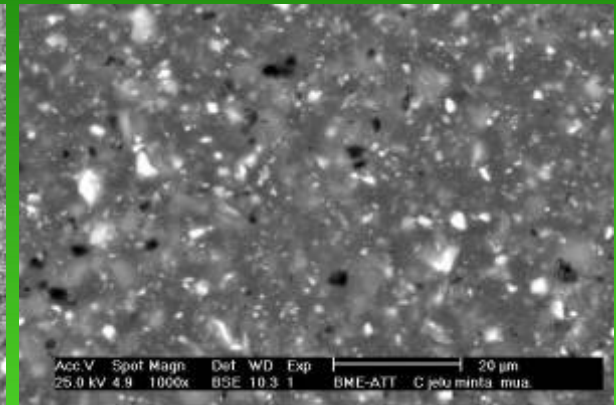
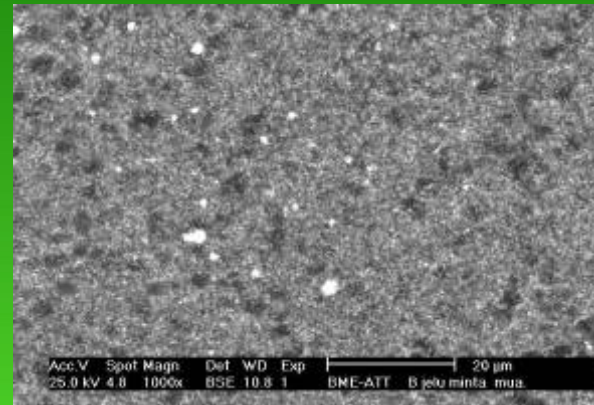
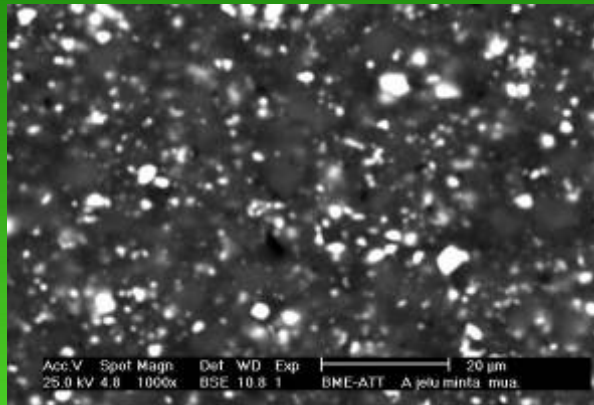
### A forrasztásgátló lakkrétegének vizsgálatának lépései:

- az áramköri lemezből **keresztcsiszolat** minta készítése
- a réteg **vastagságának** mérése,  $h$  [ $\mu\text{m}$ ],
- a réteg **anyagösszetételének** meghatározása,
- a réteg **felületének** vizsgálata (szemcseeloszlás, stb.),
- a réteg **abszorpciós** tulajdonságának mérése.

Mérési eredményekkel igazolható, hogy egy ismert anyagösszetételű és rétegvastagságú forrasztásgátló lakkréteghez hozzárendelhető a réteg abszorpciós értéke is.

Ha a réteg vastagsága változik, a réteg abszorpciós értéke is megváltozik. A különböző anyagösszetételű forrasztásgátló lakkrétegek abszorpciós értéke is eltérő, így egy ismert anyagösszetételű réteghez szintén rendelhető abszorpciós érték.

# Rétegek felületének vizsgálata



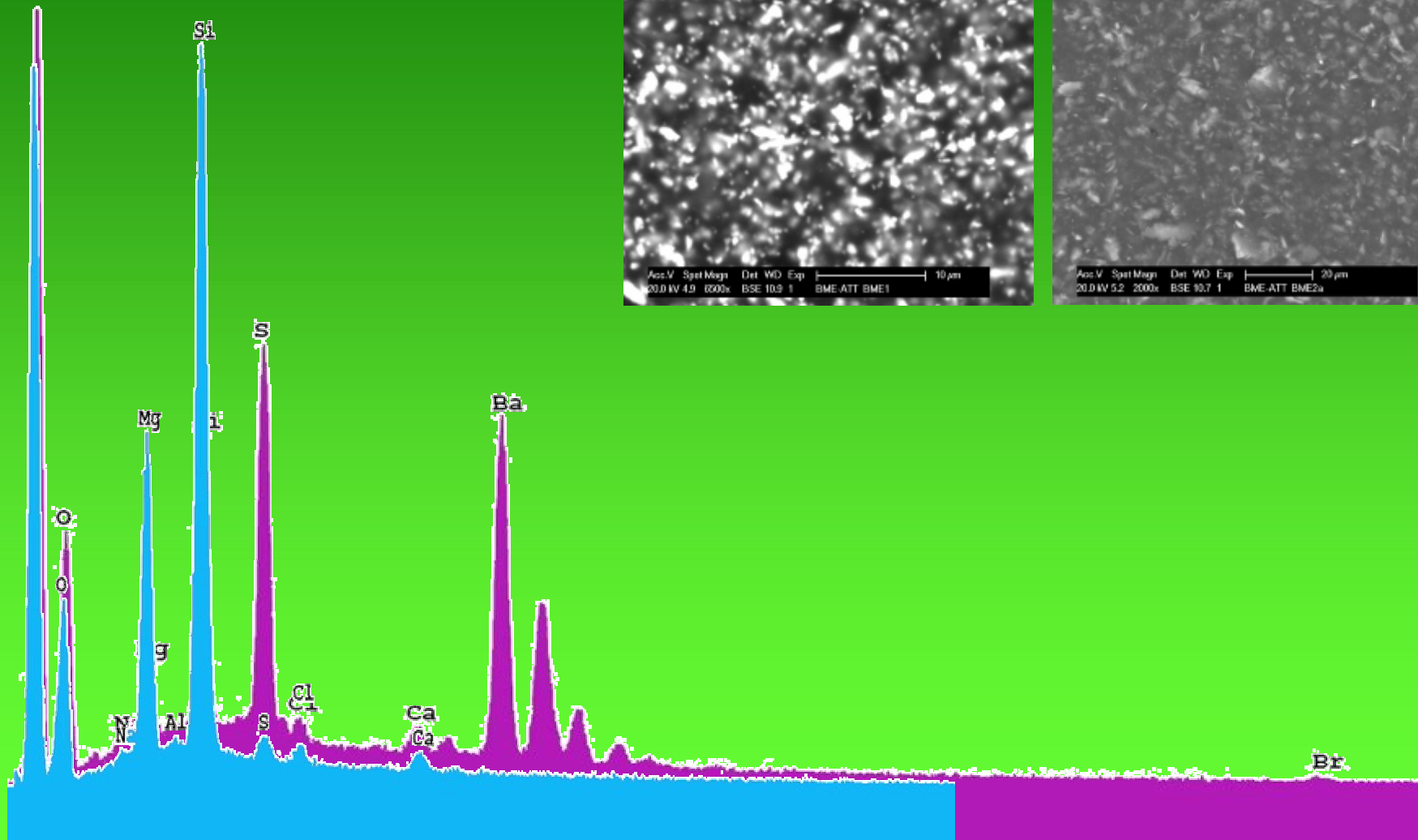
„A” minta

„B” minta

„C” minta

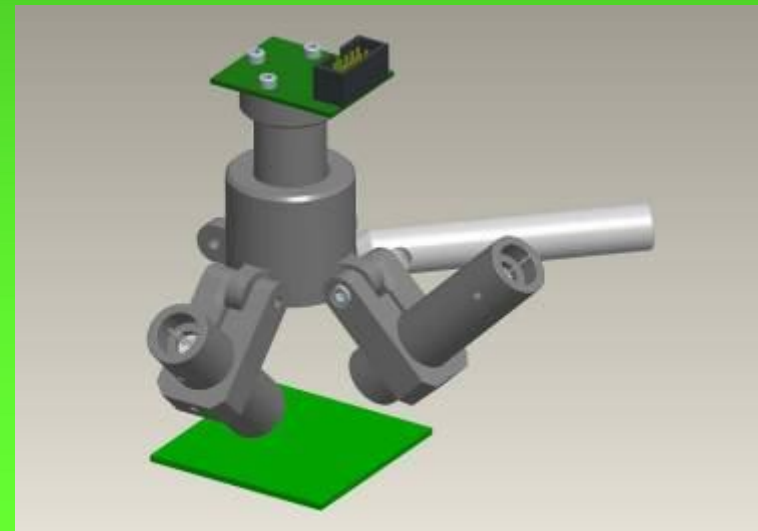
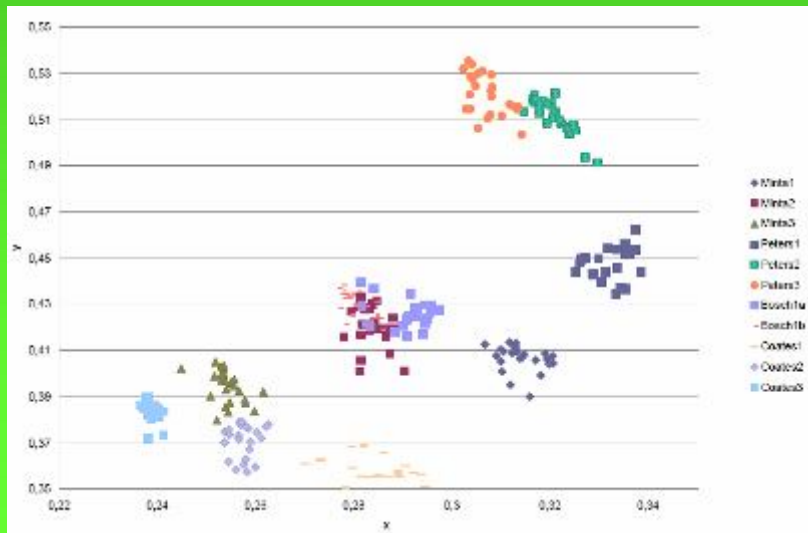


# BME1-BME2



## Elvégzett kísérletek – Mérési eredmények

- 9 különböző gyártótól származó áramköri lemez forrasztásgátló lakkréteg anyagösszetételének és anyagszerkezetének (szemcsefinomság és szemcseeloszlás) vizsgálata.
- Összesen 12 db minta áramköri lemezt vizsgáltunk az új mérőberendezéssel.
- A mérőkészülék egyszerű felépítésű és kis méretű, usb csatlakozási lehetőséggel, különálló szoftverrel. A lézergép szoftverével működtethető, készen van rá a program, a tesztelés folyamatban.



## Az üvegampullák kikönnyítése

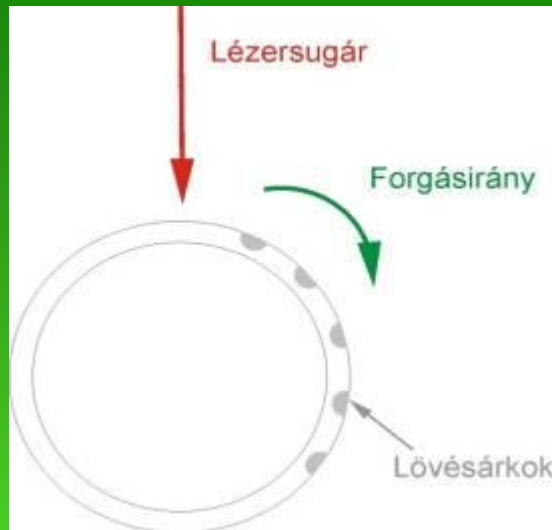
Az ISO 9187-es szabvány előírja a megengedett törőerőt, amelynek 30 - 80 [N] közé kell esni 36 [mm] alátámasztás esetén. Ezt az értéket a gyárak különféle módon érik el.

Az üvegampullák falának kikönnyítésére gravírozási műveletet alkalmaztunk. A felületen krátterszerű mélyedés keletkezik. Ez a művelet, hasonlóan a mechanikai gravírozáshoz, a felületen tapintható mélyedést okoz.

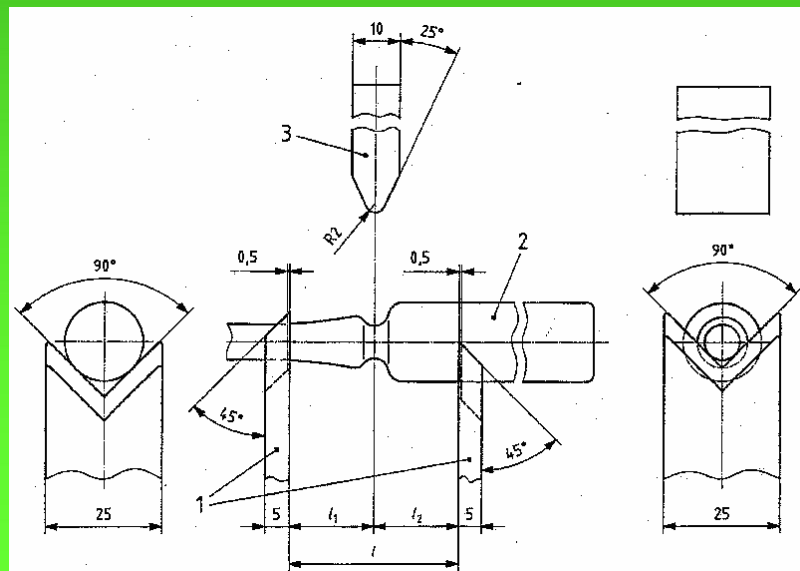
Az üveg ampullák nyakának jelöléséhez 30W CO<sub>2</sub> galvofejes kialakítású impulzus üzemű lézer berendezést alkalmaztunk. A fókuszált lézersugár maximális teljesítménysűrűsége 245 W/mm<sup>2</sup>. A CO<sub>2</sub> lézerforrás által kibocsátott lézersugár hullámhossza 10600 nm.

Az üvegampullákat egy megfogó és forgató berendezésben rögzítettük, úgy hogy az üvegampulla nyaka a lézerberendezés jelölési területén helyezkedjen el.

# Elvégzett kísérletek

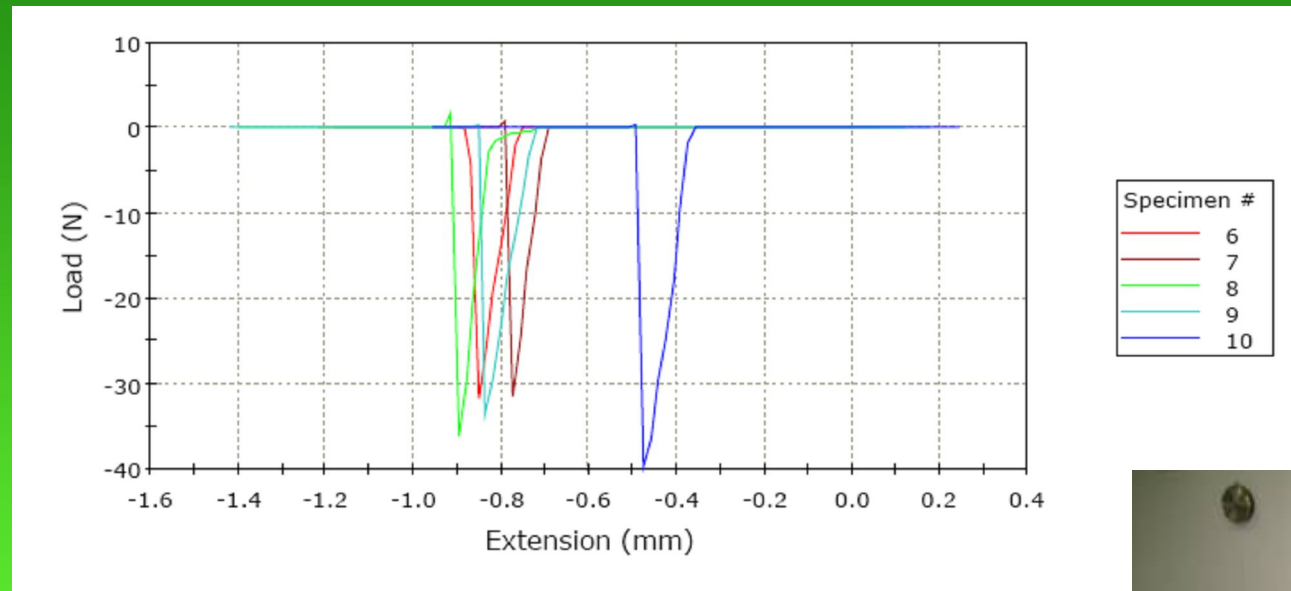


**Dr. TIMÁR Imre egy. tanár, HORVÁTH Pál egy. adjunktus**  
Pannon Egyetem Gépészmérnöki Intézet,  
Veszprém, Egyetem u. 10.  
e-mail: [timari@almos.vein.hu](mailto:timari@almos.vein.hu), [horvathp@almos.vein.hu](mailto:horvathp@almos.vein.hu),  
honlap: [www.uni-pannon.hu](http://www.uni-pannon.hu)



# Eredmények

Az ampullák törését Instran típusú berendezésen végeztük.



**A törőerő értéke 30 és 40 [N] közé esik!**



# Jelölő lézergépek alkalmazása a gyógyszeriparban

