

## A LÉZERVÁGÁS BIZTONSÁGTECHNIKAI KÉRDÉSEI

### THE SAFETY ISSUES OF LASER CUTTING

Andraws Andrew<sup>1</sup>, Kovács-Coskun Tünde<sup>2</sup>

Óbudai Egyetem, Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar, Cím:  
1034 Magyarország Budapest, Bécsi út 96/B.

<sup>1</sup>tigris9494@hotmail.com

<sup>2</sup>kovacs.tunde@bgtk.uni-obuda.hu

#### Abstract

In this writing we are examining the effect of laser beam on living organisms. As we all know laser is dangerous to living organisms even though we use it in multiple usefull technologies. That's why we have to take into consideration its dangers and take equal actions in making safety rules that reduces the amount of injuries occurring while using lasers.

**Keywords:** safety, safety rules, laser safety, laser.

#### Összefoglalás

Ebben a cikkben a termikus vágásnál is alkalmazott lézersugár élő szervezetre való hatását vizsgáljuk. A lézer veszélyes az élő szervezetekre nézve, ennek ellenére több hasznos technológiában használjuk. Figyelembe kell vennünk a lézer technológia veszélyeit és megfelelő biztonsági szabályokat kell fogantatítani a lézer okozta sérülések csökkentésére.

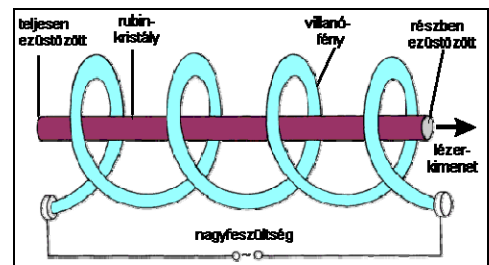
**Kulcsszavak:** biztonság, biztonsági előírások, lézer biztonság, lézer.

### 1. A Lézer

A lézer szó az angol LASER szóból származik mozaikszó (Light Amplification by the Stimulated Emission of Radiation, ami magyarul fényerősítés a sugárzás indukált emissziójával). A lézer működéséhez tehát az szükséges, hogy domináljon az indukált emisszió, és a fény általa erősödjön. [1]

Az első lézert az amerikai Maiman fejlesztette ki 1960-ban. A prototípus anyaga, amelyben a lézereffektus lejátszódott, rubinkristály ( $\text{Cr}_2\text{O}_3$ -mal szennyezett  $\text{Al}_2\text{O}_3$  kristály, amely rendelkezik a megfelelő metastabil energiaszinttel) volt, gerjesztésként pedig egy villanólámpa fényét használ-

ta. A rubinkristály két végére féligáteresztő, illetve egy nagy visszaverő-képességű tükrörréteget párologtattak (1. ábra).



1. ábra. Rubinlézer vázlata [1]

Amikor a villanólámpa gerjeszti a rubint, és létrejön az a nagyon jól meghatározott energiájú (a metastabil állapot és az alapállapot különbségének megfelelő) fény, amely a lézert fény kibocsátását elindítja, az először a kristály két végéről sokszor visszaverődve ide-oda cikázik a kristály tengelye mentén. Mivel a rubin oldalán nincsen tükör, a többszöri visszaverődés miatt csak azok a sugarak maradnak meg a rendszerben, amelyek szigorúan párhuzamosak a kristály hossz tengelyével.

Amikor a fény energiája meghaladja azt a mértéket, amely már ki tud lépni a féligáteresztő tükrön, a lézer világítani kezd. A két tükör, vagyis voltaképpen az elrendezés geometriája miatt a kilépő fény már nagyon párhuzamos nyalábokból áll, a sugár szét-tartása (divergenciája) elhanyagolhatóan kicsi [2].

## 2. Lézer vágás elve

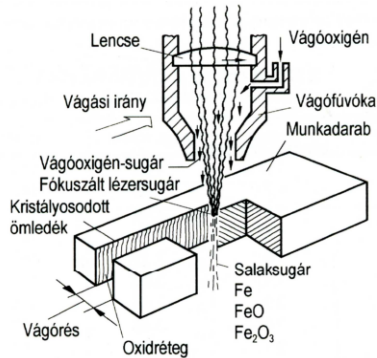
Nagy energiasűrűségről vagy nagy teljesítménysűrűségről akkor szokás beszélni, ha a fajlagos teljesítmény- (energia-) bevétel meghaladja a  $102\text{W}/\text{mm}^2 = 104\text{W}/\text{cm}^2 = 108\text{W}/\text{m}^2$ -es értéket. Ez a határérték azonban nem különíti el jól és egyértelműen a hagyományos, illetve az általában nagy energiasűrűségüként említett vagy ismert hőforrásokat. Ezeket a hőforrásokat az anyagtechnológiák több területén (pl. vágás, felületkezelés) is alkalmazzák [7].

Anyagszétválasztás az alapanyag lézert sugárral való ömlesztésével. Az ömledéket gázsugár fűjja ki (2. ábra).

Ömlesztő és gőzölgető lézervágásnál a lézert sugár helyileg megolvasztja a vágandó anyagot, a keletkezett ömledéket, aktív vagy semleges gázsugár fűjja ki, vagy az ömledék elgőzölög.

Oxidáló lézervágás a lángvágásra alkalmas alapanyag lézert sugárral való felhevítése és oxigénsugárban való elégetése. A keletkező salakot az oxigénsugár a vágási résből kifűjja [7, 8]. A biztonságtechnikai

ismeretek birtokában lehet elérni, hogy a „problémamegoldó” lézer ne okozzon egészséget veszélyeztető problémákat [7].



2. ábra. Lézer vágás elrendezése [8].

## 3. Lézer sugár élő szervezetre való hatása

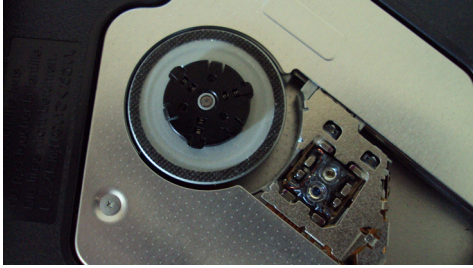
A lézerforrást tartalmazó berendezések egyre elterjedtebbek a hétköznapi életben. Az ipari lézerberendezések esetében igen nagy figyelmet kell fordítanunk a biztonságtechnikára. A lézerberendezéseket használó munkahelyen egészséget károsító sugárzás érheti az ott dolgozókat, ezért biztonsági előírásokat szabvány rögzíti, az előírások betartását pedig törvény írja elő. A lézert gyártmányok sugár biztonsági előírásait több szabványban is megtaláljuk és csak ezen szabványok előírásait alkalmazhatjuk.

A nemzetközi szabvány 1-4 osztályba sorolja az eszközöket. Ezekben belül található még egy-egy karakterrel megkülönböztetett felosztás. Mindezek alapja az élettani hatás. A szabvány az alábbiakat különbözteti meg: 1, 1M, 2, 2M, 3R, 3B és 4.

### 3.1. 1-es osztályú lézerberendezés

Azokat a veszélytelen lézert eszközöket soroljuk ide, amelyeknél az előállított lézert nyaláb teljesítménye mindig alatta marad

a legnagyobb megengedett expozíció értékének, pl. a **3. ábrán** látható CD olvasót.



**3. ábra.** 1-es osztályú CD olvasó

### 3.2. 1M-es osztályú lézerberendezés

A 302,5-től 4.000 nm-ig terjedő hullámhosszúságú lézerek alkalmaznak. Az emberi szemre nem veszélyesek, kivéve, azt ha a sugárzás a keresztmetszetét csökkentő optikai eszközből érkezik.

### 3.3. 2-es osztályú lézerberendezés

Ez az osztály a 400-700 nm hullámhossztartományban működő lézerekre (**4. ábra**) vonatkozik. A rövididejű ( $t < 0,25$  s) besugárzás esetén az emberi szemre sem veszélyes. A 400-700 nm tartományon kívüli sugárzásokra az 1-es lézérosztály előírásai érvényesek.



**4. ábra.** Pointer. Nagyobb kivitelben elérheti az 3A besorolást is [3].

### 3.4. 2M-es osztályú lézerberendezés

Ez az osztály a 400-700 nm hullámhossztartományban működő lézerekre vonatkozik. A rövididejű ( $t < 0,25$  s) besugárzás esetén az emberi szemre nem veszélyes, kivéve, ha az a sugárzás keresztmetszetét csökkentő optikai eszközből érkezik. A 400-700 nm tartományon kívüli sugárzásokra az 1-es lézérosztály előírásai érvényesek.

### 3.5. 3R osztályú lézerberendezés

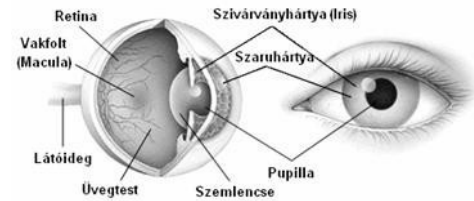
Ebbe az osztályba a 400-700 nm hullámhossztartományban működő lézerek tartoznak és a rövididejű ( $t < 0,25$  s) besugárzás esetén az emberi szemre nem veszélyesek, kivéve, ha a sugárzás a keresztmetszetét csökkentő optikai eszközből érkezik. Ekkora sugárzási szintek még a fénytávközlésben is előfordulnak [4,5].

### 3.6. 3B osztályú lézerberendezés

Az ilyen eszközök folytonos üzemben legfeljebb 0,5 W teljesítményt bocsáthatnak ki. Az ilyen nyalábra való nézés mindig veszélyes.

### 3.7. 4-es osztályú lézerberendezés

Az ide sorolt berendezések teljesítménye meghaladja a 3B osztályú eszközökre megengedett határértékeket. Ilyen teljesítmény már bőrkárosodást és tüzet is okozhat. A szórt visszaverődés is káros a szemre.

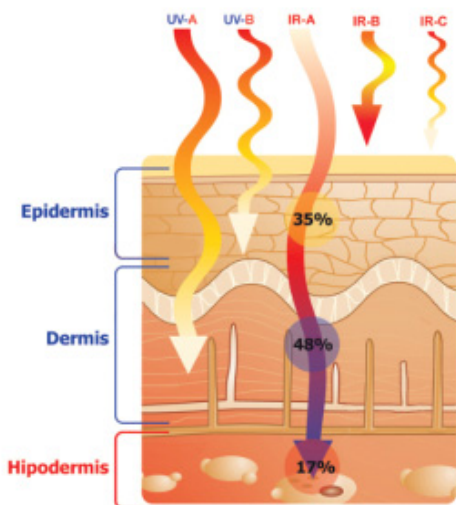


**5. ábra.** A szem felépítése [3]

A lézerek az emberi szemre (**5. ábra**) a legveszélyesebbek. A szem egyes részeinek eltérő optikai tulajdonságai vannak.

#### 4. A fényhullámok hatásai a test különböző részein

- UVC (100 – 280 nm) → erős abszorpció a felszíni hámrétegben (6. ábra);
- UVB (280 – 315 nm) → bőrpír, a kapilláris erek kitágulása miatt; határérték  $\sim 0,1 \text{ J/cm}^2$ ;
- UVA (315 – 380 nm) → a bőr direkt pigmentesedése; határérték  $\sim 10 \text{ J/cm}^2$ ;
- Látható (380 – 780) → legnagyobb behatoló képesség, fotokémiai reakciók, hőhatások;
- IRA (780 – 1400 nm) és IRB (1400 – 3000 nm) → csökkenő behatolási mélység, erős hőhatás;
- IRC (3000 nm – 1 mm) → elnyelődés a bőrfelszínen, erős hőhatás, égés.



6. ábra. Különböző fényhullámok behatolása a bőrbe.

A problémát az jelenti, hogy a szem a látható és a közeli infravörös (IR A; NIR) sugárzást a retinára fókuszálja, emiatt nő a sugárzás intenzitása és sűrűsége. A látóidegek a retinánál rendkívül kis keresztmetszetű vérerekkel vannak behálózva, ami miatt rendkívül sérülékeny lehet pl. a hemoglobin vagy más fehérjéknél a koagulációját vált-

hatja ki és mivel ez a hőhatás (az energia elnyelődés miatt) rendhagyóan magas ezért visszafordíthatatlan ez a koaguláció [3,6].

#### 5. Következtetések

A lézer nagyon veszélyes a testre és főképpen a szemre, ezért a lézer használat (vágásnál is) a nemzetközi szabványban előírtak szerint kell védekezni a sérülések elkerülése érdekében. A védő szemüveg használata kötelező a 2-es osztálynál nagyobb osztályú lézer berendezések üzemelése közben így a lézervágási technológia alkalmazása során is.

#### Szakirodalmi hivatkozások

- [1] Paripás Béla: *A lézerek működési elve, indukált emisszió, populációinverzió*, [http://www.unimiskolc.hu/~www\\_fiz/paripas/diagn/1%E9zer\\_ek\\_diagn\\_14.pdf](http://www.unimiskolc.hu/~www_fiz/paripas/diagn/1%E9zer_ek_diagn_14.pdf) 2015.04.04
- [2] Bitay Enikő: *Lézeres felületkezelés és modellezés*, Erdélyi Múzeum-Egyesület, Kolozsvár, 2007.
- [3] <http://www.trumpf-laser.com/> 2015.04.04
- [4] Buza Gábor: *Lézersugaras technológiák I*, EDUTUS 2012.08.22.
- [5] Tu J.F., Paleocrassas A.G.: *Fatigue crack fusion in thin-sheet aluminium alloys AA075-T6 using low-speed fiber laser welding*, Journal of Materials Processing Technologie, 2010.
- [6] Nemzetközi szabvány IEC 60825-1
- [7] Bitay E., Bagyinszki Gy.: *A lézeres anyagmegmunkálás veszélyessége*, FMTÜ XVIII. Kolozsvár, 2013.
- [8] Gáti József: *Hegesztési Zsebkönyv*, Cokom mérnökiroda Kft., Miskolc, 2010.