

# A természetes fa vágása lézerrel. I. rész

Gerencsér Kinga \*

## Cutting solid wood with lasers. Part 1

In the first part of her article, the author presents the main areas of laser utilisation, the theoretical background and the properties of laser light. She also briefly analyses the operation principles and the characteristics of the cutting mechanism. In the second part of the article, the author will discuss the laser cutting of wood, and presents the research results.

**Key words:** laser, laser types, laser cutting

### *Bevezetés*

A lézerekkel ma már sokfelé találkozhatunk: autóhegesztésnél, ruhaszabásnál, TV műsorok és telefonüzenetek továbbításánál, chipek forrasztásánál és nyomtatásnál, de lézer van a lemezjátszóban és az áruházi vonalkód leolvasókban is. A „lézerszike” használata megkönnyíti a sebész munkáját és csökkenti a betegnek okozott fájdalmat. Lézerfény szükséges a térhatású fényképezéshez, a holográfiához. Hasznossága mellett a lézerfény csodálatos látványt nyújt, popkoncerteken, diszkókban különleges fényhatásokat hoznak létre vele. A faiparban való alkalmazásuk is sokrétű:

- Vágószerszám lézeres hőedzése. A lézeres hőedés lehetővé teszi a felület mikroke-ménységének 1000-2000 MPa értékkel tör-ténő növelését, a vágószerszám korróziós el-lenállásának fokozását, és a vágószerszám kopásának szabályozását (Safonov és tsai 1989).
- Gépbeállítás, pontossági vizsgálatok, méré-sek kivitelezése (Myring, és Kimmitt 1988).
- Adatok és méretek holografikus képi rö-g-zítése (Csillag és Kroó 1987).
- Csíráltalanítás lézeres besugárzással. A fun-gicid károsítókkal szembeni ellenállás növe-lése érdekében a védőszerrel kezelt fát lézer-besugárzással csíráltalanítják (Misiga 1981).
- Fafajmeghatározás lézergerjesztésű fluor esszenciával (Singleton és Sum 1991).
- Roncsolásmentes faanyag-vizsgálat.

Anyagmegtakarítási célokra most van elterjedőben alkalmazásuk a faiparban vágás, fűrés (Nagy 1967), bemetszés területén. A

lézeres bemetszést elsősorban védőszerrel beszi-vódásának javítása érdekében végzik (Goodel és tsai 1991, Ruddick 1991). A természetes fa vágására és fűrésására az USA-ban és Nyugat-Európában jó néhány példát találunk. Magyarországon is próbálkoztak már vele intarziapadló gyártásánál. Külföldön egyre több írás jelenik meg ebben a témakörben, de a hazai szakirodalomban keveset olvashatunk róla. A Fa- és Papírtechnológiai Intézetben egy éve kezdtük el a fa lézeres vágásainak kísérleteit. E munkáról és a kapott vizsgálati eredményekről szeretnék most beszámolni.

### *A lézer sugárzásról*

A sugárzás és az atomok közötti kap-csolat feltárása a XX. század első harmadának köszönhető. Úttörői a modern atomfizika ismert nagyságai: M. Planck, N. Bohr és A. Einstein. Az első működő lézerre mégis 1960-ig kellett várni, amikor T. Maiman amerikai fizikus a Hughes Research Laboratory-ban létrehozta – 694 nm-es hullámhosszon – fénygerjesztésű rubin lézerét.

A lézersugár úgy néz ki, mint egy egyenes, merev, átlátszó, ragyogó rúd. A lézer-fény tulajdonságai nagyon eltérnek a megszokott fénytől. A fény hullámok szakadatlan mozgásával terjed. Egy hullám legmagasabb pontjai a csúcsok, legmélyebb pontjai a völ-gyek. A fényhullám kétféle módon jellemez-hető: a hullámhosszal (két csúcs közötti távol-ság) és a frekvenciával (a másodpercenkénti rezgések száma). A látható fény a 400-750 nm-es hullámhossz- illetve  $10^{15}$ - $10^{14}$  Hz-es frekvenciatartományba esik.

\* Dr. habil. Gerencsér Kinga CSc., tszv. egy. docens, NYME Fa- és Papírtechnológiai Intézet

Valamely test – pl. egy izzólámpa wolfram spirálja – akkor bocsát ki fényt, amikor az alapállapotonál magasabb energiaszintre hozott – gerjesztett – atomjai alacsonyabb energiaszintre visszatérve, a gerjesztéskor elnyelt – abszorbeált – energiát sugárzás formájában emittálják. A gerjesztés többféle módon is történhet, így pl. elektromos impulzussal, sugárzással, vagy hevítéssel (azaz az atomok ütköztetésével). Az említett energiaszintek az atomok és a körülöttük keringő elektronok távolságától függnak: a maghoz közelebbi elektronpályákhoz kisebb, a távolabbiakhoz nagyobb energiaszint tartozik.

A gerjesztett atomok maguktól (spontán) fotonokat (fényt) bocsátanak ki. Ez a spontán emisszió. A kibocsátott fotonok közül némelyik egy másik gerjesztett atomnak ütközik, s azt egy másik, ugyanolyan foton kibocsátására készíti. Ez az indukált emisszió. A fényerősítést az okozza, hogy a gerjesztett atomnak ütköző foton hatására az atomból kilép egy újabb – vele fázisban és energiában teljesen azonos – foton. Ezután már mindkét foton új fotonokat kelthet, azok megint újakat stb. Minden fényforrás úgy világít, hogy bennük atomok vagy molekulák gerjesztődnek, majd fotonokat sugároznak ki (Myring és Kimmitt 1988).

### *A lézerefény tulajdonságai*

A lézer a szó az angol LASER (Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation) szóból származik, amely jelentése: sugárzás gerjesztése által történő fényerősítés. Első sajátossága, hogy míg a közönséges fényforrások a tér minden irányában sugároznak, addig a lézernyaláb széttartása (divergenciája) igen kicsi. Második sajátossága, hogy szemben a hagyományos fényforrások széles színeképtartományával a lézerefény általában nagymértékben monokromatikus, igen kis sáv szélességű. Harmadik sajátossága a fényhullámoknak a lézersugárban, hogy a hullámok azonos fázisban vannak. E tulajdonságát nevezik koherenciának. A lézer az egyetlen koherens fényforrás (Goodel és tsai 1991).

Negyedik sajátosság a lézer teljesítménye, amelyet hasonlóan az izzólámpához wattban mérnek. Míg egy 10 Wattos lámpánál alig lehet olvasni, egy 10 Wattos lézer átlukaszthatja a

könyvet. A különbség oka, hogy a lámpa fénye szétszóródik, míg a lézer fénye koncentrálódik.

Ötödik jellemzője a kimenetnél mért teljesítmény, ami lehet folytonos vagy impulzusos. Az impulzuslézerek nem folyamatos sugarat, hanem igen rövid fényimpulzusokból álló sorozatot bocsátanak ki. Az impulzus hossza lehet egy ezredmásodperc, de lehet a másodperc milliárdod részénél is rövidebb. Az egyes impulzusok energiája változtatható (John 1979).

### *A lézerek működési elve*

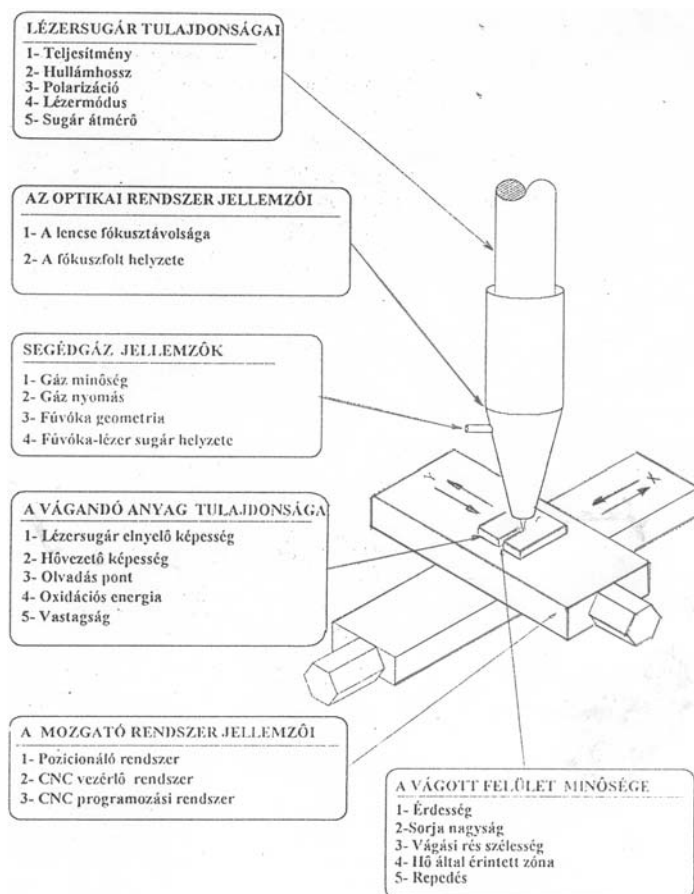
Két egymással szembefordított tükör közötti, úgynevezett rezonátortérben levő anyagot gerjesztünk. Az anyag gerjesztett állapotba került elektronja, ha visszaesik az alapállapotba, akkor egy foton sugároz ki, melynek energiája megfelel a két állapot közötti energiakülönbségnek. Az így keletkező fotonpopuláció vagy fénynyaláb a két tükör között oda-vissza verődve felerősödik és az egyik csökkentett fényviszszaverő képességű tükrön keresztül kilép a rezonátor térből. Ez a fény a lézerefény.

### *A lézerek fajtái*

Sokféle módon és különböző anyagokból lehet lézerefényt indukálni. Ezért a lézereket mindig az adott feladathoz lehet megválasztani.

Gázlézerek: e lézercsaládban a fényerősítő közeg gáz, a gerjesztést általában elektromos gázkisülés biztosítja. A He-Ne lézerral elérhető teljesítmény 1-50 mW. Elterjedt és egyben a legolcsóbb lézertípus, fénye 633 nm-es vörös színű. Az Argon-lézer teljesítménye néhány Watt. A CO<sub>2</sub> lézereknek több típusa van, ezek közül legegyszerűbb az alacsony nyomású gázkisüléses gerjesztésű CO<sub>2</sub>-N<sub>2</sub>-He lézer. Ez kb. 1m hossz mellett 50 W folytonos teljesítményt ad. Több méteres rezonátorhosszal elérhető az 1 kW teljesítmény kb. 10 % hatásfokkal (Csillag és Kroó 1987).

Félvezető lézerek: kis méretűek és árammal közvetlenül vezérelhetők. Az igen apró félvezető anyagdarabkákból készített lézercipek elektromos áram hatására világítanak. Legelterjedtebbek a GaAs alapú típusok, amelyek folytonos üzemmódban néhány mW, impulzus üzemben 10 W teljesítményűek, hatásfokuk 50-90 % közötti.



1. ábra – A lézervágást befolyásoló tényezők

Szilárdtest lézerek: átlátszó anyagú rudakból készítik, pl. mesterséges rubinból vagy smaragdból. A lézerműködést egy erős fényvillanás váltja ki. A legelső lézer is szilárdtest rubinlézer volt (Myring és Kimmitt 1988).

Kémiai lézerek: vannak anyagok, amelyek egymással összekeverve igen heves, nagy hőfejlődéssel járó reakcióba lépnek. A felszabaduló energia a bennük levő atomokat gerjeszti. Pl. a hidrogén és a fluor gerjesztett hidrogénfluoridá alakul. Így működik a szénmonoxid, a hidrogénbromid és a hidrogén-cianid lézer is.

### A lézervágás főbb jellemzői

A lézereket az iparban legtöbbször fűrészes és vágásra használják. Mivel a lézersugárban maga az erős fény dolgozik, ezért a hagyományos fűrésszel és fűróval ellentétben a „lézerfű-

rész” és „lézerfűró” nem csorbul ki és nem tömődik el. A lézer gyors és tiszta, és a hagyományos szerszámoknál sokkal pontosabb. A lézervágás jellemzőit hat csoportba sorolhatjuk (1. ábra), amelyek vizsgálata önálló kutatási munkát igényelne. A munkánk második részében az eddig vizsgált jellemzők közül emelünk ki néhányat, és bemutatjuk a lézer alkalmazását fém és faanyag esetében.

### Irodalomjegyzék

1. Csillag L. 1980. *Lézer a mérés technikában*. Fizika 1979-80 Bp. Gondolat Kiadó
2. Csillag L., Kroó N. 1987. *A lézerek titkai*. Kosmosz könyvek
3. John E. Harry 1979. *Ipari lézerek és alkalmazásuk*, Műszaki Könyvkiadó
4. Goodel, B., Kamke, F.A., Liu, J. 1991. *Fűrészáru lézer bemetszése a védőszer beszívódás javítása érdekében*. Forest Prod. J. 41(9):48-52
5. Nagy E. 1967. *A Laser*. Műszaki Könyvkiadó, Budapest.
6. Nagy R. 2002. *Fa vágása lézerrel*. Szakdolgozat, Sopron
7. Misiga, S. 1981. *A lézersugár hatásának vizsgálata a fa fungicid tulajdonságainak szemszögéből*. In: Proc. Lignolaser '81, Pozsony
8. Mortensen, P. 1990. *Diode lasers make gains in Japanese markets*. Laser Focus World 1990 július.
9. Ruddick, J.N.R. 1991. *Kanadai lágymű lézeres bemetszése a telíthetőség javítása érdekében*. Forest Prod J. 41(4):53-57
10. Safonov, A.N., Tarasenko, V.M., Skopomnik, V.I. 1989. *A vágószerszám lézeres hővezetése*. Obzornaja Informacija 1989/3.
11. Singleton, D.J., Sum, S.T. 1991. *Lézergerjesztésű fluoreszcencia, mint a fafajok azonosításának lehetséges technikája*. Wood Sci Technol. 25(6):405-413
12. Vámos R 1981. *Lézerek alkalmazási lehetőségei a faiparban*. Faipar 11. sz.
13. <http://www.Z-LASER.com>