

# A lézer sugárbiztonság (Laser Safety) jelene és jövőképe Magyarországon

Molnár László<sup>1\*</sup> - Vavra Gábor<sup>1</sup> – Dr. Borbás Lajos<sup>1</sup>



**Kulcs szavak:** lézer sugárbiztonság, lézer sugárbiztonsági szakértő, ipari lézerek, szabványok, módszertan, képzés

**Keywords:** laser safety, laser safety officer, industrial lasers, standards, methodology, training

## Tartalmi kivonat

A TÁMOP-4.2.2. operatív program támogatásával hazánkban először készült egy átfogó tanulmány a lézer sugárvédelemről, annak elméleti és gyakorlati vonatkozásairól és oktatási módszertanáról, azzal a szemlélettel, hogy alapja legyen egy lézer sugárvédelmi szakértő képzésnek. Ez a munka teljes összhangban van az Edutus Főiskola stratégiai elképzelésével, a lézersugaras technológiák felsőfokú oktatásának megalapozásával és magas szintű művelésével.

A jelen év végére megvalósult célkitűzés különös értéke továbbá, hogy az újonnan kifejlesztett, szükséges alapozó és szaktárgyak mellett létrejött a lézer sugárvédelmi szakértő (Laser Safety Officer - LSO) képzésnek egy olyan moduláris elemekből építkező, s könnyen mobilizálható oktató laboratóriuma is, ami nagyban segíti, támogatja a leendő szakemberek gyakorlati képzését.

## Abstract

With the support of the SROP 4.2.2. Operational Programme it made a comprehensive study of the Laser Safety in Hungary, for the first time. This work is consistent with the Edutus College's strategy, the idea of higher education in the foundation of industrial laser technology and a high level of cultivation. A very special value realized by the end of this year objective creating the modular building-block laboratory workstations, which will greatly support the practical training of future Laser Safety Officers - LSO.

## 1. Bevezetés

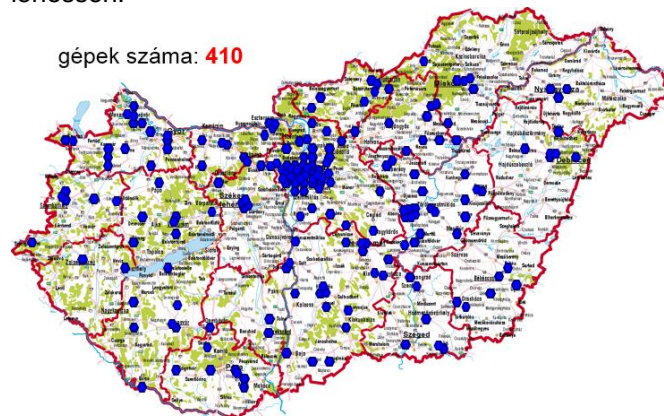


zokban az országokban, melyekben a nagyteljesítményű lézersugaras anyagmegmunkáló technológiák alkalmazása elterjedt - ahogyan Magyarországon is, hiszen ma már bőven 400 fölé tehető a közepes és nagyteljesítményű ipari lézerek száma (ld. 1. ábra), 2000-óta töretlen, folyamatos

emelkedés mellett - természetes, hogy a biztonsági feltételrendszer értékelését lézer sugárbiztonsági szakértők végzik. Az Egyesült Államokban és Európában ennek már hagyománya van.

A lézer sugárbiztonsági feladatok ellátásának alapja az országban érvényes szabvány megléte. Ebben a tekintetben a helyzet megfelelő. „Csupán” az a képzési rend és háttér hiányzik, ami a nemzetközi normáknak is megfelelő biztonsági szakértő képzést jelenti.

Az Edutus Főiskola, mint konzorcium-vezető, által elnyert TÁMOP-4.2.2.A-11/1/KONV-2012-0075A projekt 6.sz. alprojektjének célja, hogy ezt a hiányt pótolni lehessen.



1. ábra

Ipari lézerek területi eloszlása 2014-ben [1]

Az alprojekt eredményeként hazánkban először készült egy aktuális, átfogó tanulmány a lézer sugárvédelemről, annak elméleti és gyakorlati vonatkozásairól és oktatási módszertanáról, azzal a szemlélettel, hogy alapja legyen egy lézer sugárvédelmi szakértő képzésnek. Ez a munka teljes összhangban van a Főiskola stratégiai elképzelésével, a lézersugaras technológiák felsőfokú

<sup>1</sup> EDUTUS Főiskola, Műszaki Intézet Tatabánya

oktatásának megalapozásával és magas szintű művelésével.

A jelen év végére megvalósult célkitűzés különös értéke továbbá, hogy létrejött a lézer sugárvédelmi szakértő (Laser Safety Officer - LSO) képzésnek egy olyan moduláris elemekből építkező, s könnyen mobilizálható oktató laboratóriuma is, ami nagyban segíti, támogatja a leendő szakemberek gyakorlati képzését.

## 2. Szabályozási környezet, irányelvek

### 2.1. Uniós irányelv

Számos ágazatban léteznek részletesen kidolgozott uniós útmutatások, amelyek magukban foglalják az optikai sugárzás egyedi alkalmazásait, valamint hivatkozásokat az ilyen típusú információforrásokra.

A 2006/25/EK számon elfogadott, majd többször módosított, kiegészített irányelv és útmutató (utolsó kiadás: 2011) [2] az optikai sugárzás összes mesterséges forrását tárgyalja.

A mesterséges optikai sugárzásokat az irányelv két kategóriába sorolja: a lézer és a nem koherens sugárzás csoportjába. A hagyományos megközelítés szerint a lézersugárzás olyan sugár, amelynek egyetlen hullámhossza van. Egy munkavállaló igen közel tartózkodhat a sugár pályájához anélkül, hogy egészségkárosodást szenvedne. Azonban abban az esetben, ha közvetlenül a sugárba kerül, adott esetben azonnal bekövetkezhet az expozíciós határérték túllépése. Elmondható, hogy a lézersugár esetében az expozíció valószínűsége alacsony, következményei azonban súlyosak lehetnek, míg a nem koherens sugárzás esetében az expozíció valószínűsége lehet magas, de következményei kevésbé súlyosak.

Az irányelvet az Európai Közösséget létrehozó szerződés 137. cikke alapján fogadták el; ez a cikk nem akadályozza meg, hogy a tagállamok a Szerződéssel összeegyeztethető módon szigorúbb, egyéb védőintézkedéseket vezessenek be és alkalmazzanak a munkakörülmények szabályozására.

Az irányelvhez kapcsolódó útmutató elsődleges célja a munkáltatók – különösen a kis- és középvállalkozások – segítése. Azonban hasznosnak bizonyulhat az egyes tagállamok szabályozó hatóságai és a munkavállalók képviselői számára is.

### 2.2. A minimumkövetelményekről

A 2006/25/EK irányelv meghatározza a munkavállalók mesterséges optikai sugárzás hatásának való expozíciójára vonatkozó biztonsági minimumkövetelményeket.

Az irányelv, s az azt magyarázó útmutató három nagyobb logikai lépésre bontja a munkaadók releváns kötelezettségeit:

- Minden munkáltatónak tanulmányoznia kell az útmutató 1. és 2. szakaszát. Amennyiben a munkahelyen jelen lévő összes forrás megtalálható a 2.3. pontban felsorolt triviális források listájában, további fellépés nem szükséges.

- Amennyiben vannak olyan források, amelyek a 2.3. részben nem szerepelnek, a kockázatértékelés összetettebb lesz. A munkáltatónak tanulmányoznia kell az útmutató 3–9. részeit is. Ennek alapján kell meghozni a döntést, hogy önértékelést kell-e végezni vagy külső segítséget kell kérni.
- A függelékek további információt tartalmaznak, amelyet hasznosnak találhatnak azok a munkáltatók, akik maguk végzik el a kockázatértékelést.

Az irányelv legfontosabb követelménye az, hogy a munkáltatók biztosítsák, hogy a munkavállalók nincsenek kitéve az irányelv mellékleteiben meghatározott expozíciós határértékeket meghaladó mértékű mesterséges optikai sugárzásnak. A munkáltatók ezt a források mellett feltüntetett információkkal, a saját maguk vagy mások által végzett általános értékelésekkel (ú.n. Kockázatértékelési Dokumentum – KÉ), elméleti értékeléssel, vagy mérések elvégzésével demonstrálhatják. Az irányelv nem határoz meg külön módszert, tehát a munkáltató dönthet arról, hogy ezt a kulcsfontosságú célkitűzést hogyan valósítja meg.

Azonban a munkáltatónak e tekintetben iránymutatást nyújtanak az érvényes, közzétett szabványok vagy – amennyiben ilyenek nincsenek – a „rendelkezésre álló, tudományos alapokon nyugvó, nemzeti vagy nemzetközi iránymutatások. Azonban az esetekben, ahol kockázatok kerültek azonosításra, megfelelő tájékoztatást és oktatást kell nyújtani.” [2]

### 2.3. Jelenlegi hazai szabályozás

Fentiekben említett projektünk előkészítő/alapozó munkájaként, az alábbi kérdéseket tartalmazó kérdőívvel kerestük meg a munka- és foglalkozás-egészségügyi illetékes hatóságokat:

- Létezik-e hazánkban hatósági tevékenység a lézer sugárforrást használó munkahelyek ellenőrzésére, pl. munkahigiénés, munkaegészségügyi, foglalkozás-egészségügyi, sugárbiztonsági szempontból?
- Ha igen, akkor létezik-e protokoll a hatósági munkát végző felügyelő számára, s ez hozzáférhető-e?
- Ha létezik hatósági tevékenység, akkor a felügyelők kapnak-e lézer sugárbiztonsági képzést, vagy ennek a tudásnak a megléte alapfeltétel a felügyelői szerepkör betöltéséhez?

A Budapest Főváros Kormányhivatala Népegészségügyi Szakigazgatási Szerve, Sugáregészségügyi Decentrum csak az ionizáló sugárforrásokkal foglalkozik hivatalból, a lézer sugárforrásokat tekintve kizárólag az egészségügyi, kozmetikai alkalmazások a kompetenciája, de ott klasszikus hatósági tevékenysége nincs a Hivatalnak.

A 22/2010. (V. 7.) EüM rendelet - a munkavállalókat érő mesterséges optikai sugárzás expozícióra vonatkozó minimális egészségi és biztonsági követelményekről joganyag és az arra épülő Módszertani Levél egyértelműen kimondja, hogy Magyarországon nem

szükséges hatósági engedély a lézer sugárforrást tartalmazó berendezés munkahelyi telepítésekor.

A munkáltató felelőssége, hogy készítse el a Kockázatértékelési dokumentumot, amely tartalmazza a veszélyességi besorolási osztályt, a jellemző határértékeket és felügyelje azok betartását.

A Munkavédelmi Hatóság ellenőrizheti, hogy az adott munkahelyhez létezik-e a KÉ dokumentum. Az ÁNTSZ (ma fővárosi, megyei járási kormányhivatal népegészségügyi szakigazgatási szerv) is kérheti ezt a dokumentumot az időzítetten végzett munkahely ellenőrzései során, de magának a lézeres munkahelynek a kialakítása nem engedélyköteles! A járási kormányhivatalba tartozó ÁNTSZ kistérségi intézmény csak pl. munkahelyi baleset esetén lép fel elsőfokú hatóságként.

Az orvosi, kozmetikai lézerek kezelőinek (elsősorban orvosok) a képzése lézerbiztonsági témára is kitérve megoldott, működik (Semmelweis Egyetem).

„Az ipari lézerek területén egyértelműen nincs megoldva ez a feladat, nagyon időszerű és kiemelten fontos!” [3]

### **3. Kockázatértékelés, szabványi háttér**

#### **3.1. A kockázatértékelés folyamata**

A kockázatértékelés a 89/391/EGK irányelv által támasztott általános követelmény. Az alábbiakban bemutatott megközelítés az Európai Munkahelyi Biztonsági és Egészségvédelmi Ügynökség lépésről-lépésre meghatározott megközelítésén alapul.

A teljes körű kockázatértékelésnek tekintetbe kell vennie a munkatevékenységgel kapcsolatos összes veszélyt. Azonban a lézer sugárbiztonság kontextusában, az alábbiakban, kizárólag annak veszélyeit tárgyaljuk. Bizonyos berendezések, illetve alkalmazások esetében a termék gyártója által nyújtott információk is szükségesek annak megállapításához, hogy a kockázatkezelés megfelelő-e.

A kockázatértékelés lépésről-lépésre meghatározott megközelítése:

1. lépés: A veszélyek és a veszélyeztetettek meghatározása
2. lépés: A kockázatok értékelése és prioritási sorrend felállítása
3. lépés: Döntés a megelőző lépésekről
4. lépés: A megelőző lépések megtételéig folytatható-e a munka?
5. lépés: A kockázatértékelés hatékonyságának ellenőrzése és felülvizsgálata

Az optikai sugárzás mérése elvégezhető a kockázatértékelési folyamat részeként: „...abban az esetben, ha a munkavállalók mesterséges eredetű optikai sugárzásnak vannak kitéve, a munkáltatónak becsléssel meg kell határoznia, és szükség esetén meg kell mérnie, és/vagy ki kell számíttania az optikai sugárzás általi expozíció azon szintjét, amelynek a munkavállalók valószínűleg ki vannak téve...” [2].

Az értékeléshez, méréshez és/vagy számításához alkalmazott módszereknek a Nemzetközi Elektrotechnikai Bizottság (IEC) szabványait kell követniük a lézersugárzás tekintetében.

#### **3.2. A lézer sugárbiztonság legfontosabb szabványai**

Több olyan európai szabvány létezik, amely az optikai sugárzást kibocsátó termékekre vonatkozik; e szabványok a kibocsátást írják le és tárgyalják a védelmi intézkedéseket. Vannak továbbá nemzetközi (az ISO, az IEC és a CIE által kiadott) szabványok, amelyek nem európai szabványként jelentek meg. A harmadik csoport az útmutatásként szolgáló dokumentumoké, amelyek nemzetközies, de nem feltétlenül kerültek alkalmazásra minden tagállamban.

MSZ EN 207: Személyi szemvédő eszközök.

Lézersugárzás ellen védő szemvédők és szűrők

MSZ EN 208: Személyi szemvédő eszközök.

Szemvédők lézerberendezéseken és lézerrendszereken végzett munkákhoz

MSZ EN ISO 11553-1: Gépek biztonsága. Lézeres megmunkáló gépek. 1. rész: Általános biztonsági követelmények

MSZ EN ISO 11553-2: Gépek biztonsága. Lézeres megmunkáló gépek. 2. rész: Kézi lézeres megmunkáló készülékek biztonsági követelményei

MSZ EN ISO 15609-4: Fémek hegesztési utasítása és hegesztéstechnológiájának minősítése.

Hegesztéstechnológiai utasítás. 4. rész:

Lézersugaras hegesztés

MSZ EN 60825-1: Lézergyártmányok sugárbiztonsági előírásai. 1. rész: Készülékosztályozás és követelmények

MSZ EN 60825-2: Lézergyártmányok sugárbiztonsági előírásai. 2. rész: Fényvezető szálal távközlési rendszerek biztonsági előírásai

MSZ EN 60825-4: Lézergyártmányok sugárbiztonsági előírásai. 4. rész: Lézervédelmek

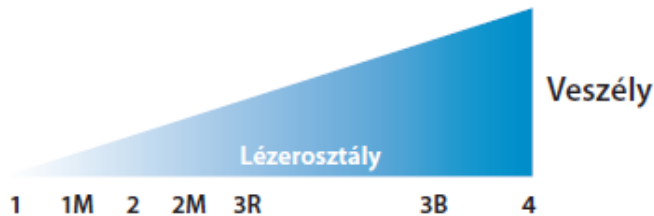
IEC TR 60825-14: 2004. Lézergyártmányok sugárbiztonsági előírása. 14. rész: Felhasználói útmutató

Az irányelv tartalmazza a lézersugárzásra vonatkozó expozíciós határértékeket (Exposure Limit Value - ELV) amely ELV-k tekintetbe veszik, hogy az optikai sugárzás – a hullámhossztól, az optikai sugárzásnak való expozíció időtartamától és a sugárzásnak kitett szövet jellegétől függően – képes biológiai károsodást okozni. Az ELV-k meghatározása a Nemzetközi Nem Ionizáló Sugárzás Elleni Védelmi Bizottság (ICNIRP) által közzétett iránymutatások alapján történik.

#### **3.3. Lézerek biztonsági osztályozása**

A lézerek biztonsági osztályozása a hozzáférhető kibocsátási határérték (Accessible Emission Limit - AEL) alapján történik; ez az érték minden lézercsoport esetében meg van határozva. Az AEL nem csupán a lézertermék kimenetét veszi tekintetbe, hanem azt is,

hogy emberek hozzáférhetnek-e a lézersugárához. A lézereket 7 osztályba csoportosítják: minél magasabb osztályba tartozik egy lézer, annál nagyobb a lehetősége a károsodásnak. A kockázat jelentős mértékben csökkenthető további védőintézkedések alkalmazásával, többek között műszaki megoldásokkal, a terület elkerítésével, egyéni védőfelszerelés (PPE) előírásával...stb.



2. ábra  
Lézerek biztonsági osztályai

Az ipari lézerek szinte kivétel nélkül a legmagasabb, 4-es veszélyességi osztályba soroltak. Ezek olyan lézertermékek, amelyek esetében veszélyes, ha a felhasználó a veszélyességi távolságon belül közvetlenül beletekint a termékbe, vagy megtörténik a bőr expozíciója; veszélyt jelenthet továbbá, ha a felhasználó diffúz visszaverődésekbe néz bele. Valamint ezek a lézerek általában tűzveszéllyel is járnak.

A veszélyességi osztály leírása	Veszélyes a szemre és a bőrre; tűzveszély
Ellenőrzött terület	Kötelezően zárt és reteszelt berendezéssel védett
Kulcs használata	Szükséges
Oktatás	Szükséges
PPE	Szükséges
Egyéb védőintézkedések	Kerülni kell a szem sugárnak való közvetlen expozícióját, valamint a szórt visszaverődésnek való expozícióját.

1. táblázat  
4-es lézerosztály megkövetelt intézkedései

A 3B. és 4. osztályba tartozó lézertermékek használata előtt kötelező kockázatértékelést végezni annak meghatározására, hogy a biztonságos működés garantálásához milyen biztonsági intézkedések szükségesek.

#### 4. Elvégzett feladatok, eredmények

##### 4.1. Tananyag fejlesztés

A lézer sugárbiztonsággal kapcsolatos elméleti tananyag és a laboratóriumi gyakorlatok anyaga beépült a Főiskola reguláris BSc alapképzésébe, mind a nappali, mind a levelező tagozaton.

Az ezen kívüli képzéseinket tekintve, az oktatásban történt jogszabályváltozások értelmében, OKJ-s képzés helyett, Szakirányú Továbbképzési Szak (SzTSz, 2

szemeszter), illetve Rövidciklusú Képzések (RCK, 30 óra) akkreditálása lett a feladat. A releváns SzTSz és RCK tervezetet 2013. április 24-én elfogadta az Edutus Főiskola Szenátusa, valamint 2013 május 8-án befogadta a Komárom-Esztergom Megyei Kormányhivatal Munkaügyi Központja.

A kifejlesztett tananyagok az alábbiak:  
*Fizikai, technológiai és biológiai alapok*

- Lézerfizikai alapismeretek
  - Lézerek ipari alkalmazása
  - Élettan, anatómia
- Lézer sugárvédelmi szaktárgyak*
- Lézer sugárvédelmi szabványok
  - Munkavédelem
  - Lézer sugárvédelmi számítások

##### 4.2. Laboratóriumi munkaállomások fejlesztése

A laboratóriumi munkahelyek kialakításához két fő szempontot tartottunk szem előtt:

- A tananyaggal összhangban mobil laboratóriumi munkahelyek kialakítása (3. ábra) a Fizikai, technológiai és biológiai alapok, valamint a Lézervédelmi szaktárgyak támogatásához (A leggyakoribb ipari lézerek demonstrálása, Laser Safety). Ezen laboratóriumi mérőhelyek mobilitása lehetővé teszi az oktatás külső helyszínen való lebonyolítását is.
- Az ipari lézerek in-situ működésének tanulmányozásához az Edutus Főiskola Lézerlabor berendezéseinek (pl. 4. ábra) és a BAY-ATI Lézerműhely berendezéseinek elérhetősége, látogathatósága.



3. ábra  
Mobilizálható laboratóriumi munkahely



4. ábra  
4kW TRUMPF szilárdtest diszklézer + CNC-cella

A mérési útmutatókkal kialakított labor munkahelyek:  
A leggyakoribb ipari lézerek működésének alapjai

- Dióda lézer
- Szállézer
- Nd-YAG szilárdtest lézer

Laser Safety

- Lézerekkel való munka biztonsági rendszabályai
- Lézerteljesítmény és –energia mérése
- Nyalábátmérő és divergencia mérése
- Szórt lézerfény mérése
- Szűrők transzmisszió mérése



5. ábra  
Laser Safety laboratóriumi munkaállomás

## 5. Intézményi háló – Laser Safety Networking

### 5.1. BAY-ATI



A Bay Zoltán Alkalmazott Kutatási Közhasznú Nonprofit Kft. – mint a lézertechnológia területének egyik meghatározó szereplője – 2013. július 5-én szerződést kötött az Edutus Főiskolával. [3]

A K+F szerződés aláírásával a BAY-ATI ki tudja terjeszteni technológiai kutatásait az Edutus Főiskola lézerberendezésein, az Edutus Főiskola pedig csatlakozni tud egy hazai és nemzetközi kutatási hálózatba, amely megteremtheti a főiskola csatlakozását EU-s projektekhez a 2014–2020-es tervezési időszakban.

A megállapodás tárgya nagysebességű lézersugaras vágási és mélyvarratos hegesztési technológiák vizsgálata és fejlesztése, folyamatokba történő azonos

idejű betekintés és szabályozás alkalmazási lehetőségeinek vizsgálata lézeres megmunkálás esetén és lézeres technológiák folyamatképeségének fejlesztése.

### 5.2. Laser Zentrum Hannover – Lézer Akadémia



A TÁMOP-4.2.2 lézer sugárbiztonsági alprojekt egyik meghatározó feladatának, a Laser Safety Networking kialakításának értelmében lefolytattuk a tárgyalásokat az LZH Laser Akadémiával (Laser Zentrum Hannover) [4] képviselőivel, s konkrét együttműködési ajánlatot kaptunk az alábbi tételekre:

- „Train the Trainer” oktatást ad a programban résztvevő oktatóknak,
- Oktatási segédanyagokat biztosít a hazai oktatáshoz,
- A kurzusok tanúsítványain az Edutus Főiskola mellett a LZH Laser Akadémia is teljes felelősséggel feltüntetésre kerül.

A képzésekre az ütemezésünk szerint 2015 januárjában kerül sor.

Az itt beszerzendő oktatási segédanyagok és módszertan a már kifejlesztett tananyagokkal harmonizálásra kerül.

### 5.3. ELI-ALPS



A lézeres biztonsági ismeretek elterjesztésében nagy szerepe lesz a 2014-ben indult európai uniós beruházásnak, a szegedi ELI-ALPS-nak.

„Az ELI az első, nagyteljesítményű lézereken alapuló nagy civil kutatói létesítmény, amely európai együttműködéssel és a nemzetközi tudományos közösség részvételével jön létre. A három lézeres kutatóközpontot Magyarország, a Cseh Köztársaság és Románia azonos időben, közös koordinációval és egyeztetett kutatási stratégiával hozza létre. Ezek sorrendben az ELI attoszekundumos, beamline- és fotonukleáris kutatási központjai. Az ELI Attoszekundumos Fényimpulzus Forrás (ELI-ALPS) elsődleges célja, hogy egy olyan egyedülálló attoszekundumos berendezést hozzon létre, amely a fejlesztők és felhasználók számára a lehető legrövidebb időtartamú impulzusokat a terahertzestől ( $10^{12}$  Hz) a röntgensugárzásig ( $10^{18}$ - $10^{19}$  Hz) terjedő nagyon széles frekvenciatartományban.” [5]

Az ELI szerepe a lézeres biztonság fontosságának növelésében és időbeli elterjedésében három egymásra épülő hatásként fog megnyilvánulni.

Elsődleges hatásként tekinthető az ELI közvetlen szakember igénye és azok lézerbiztonság szempontjából történő kiképzése az ott felhasznált „state-of-the-art” eszközöknek és technológiáknak megfelelően. Mintegy 150 kutató és a hozzájuk kapcsolódó tudományos asszisztencia személyzet felkészítése önmagában is nagy feladat, tekintettel kutatóintézet speciális célkitűzéseire. Bár a nemzetközi kutatói állások betöltése csak fokozatosan várható az

egyres kutatási-fejlesztési fázisok megvalósulásával, a megfelelő tudású kiszolgáló személyzet korábbi megléte elengedhetetlen a magas szintű kutatási feladatok sikeres ellátásához.

*Másodlagos hatásként* tekinthető az ELI-hez fizikailag és szellemiségben is közvetlenül kapcsolódó ELI Science Park és Inkubátorház, amelybe egyrészt az ELI alapkutatását segíteni tudó high-tech cégek képviselőit várják, másrészt az ELI alapkutatásainak eredményeit hasznosító technológiai spin-off cégek telephelyei lesznek ott. Ezeknek a cégeknek a személyzete mind az ELI-ben kutatót témákat segíti, vagy pedig azok eredményeit igyekszik hasznosítani az ipari vállalatok számára.

*Harmadlagos hatásként* az ELI és az science park vállalatának áttételes hatását lehet megemlíteni a lézeres eljárások magyarországi elterjesztésére vonatkozóan. A kutatóintézet és a kapcsolódó vállalatok marketing és PR munkája nyomán egyre több magyarországi ipari/technológiai cég figyelmébe fog a lézeres technológiák felé fordulni, ami a lézerek magasabb szintű elterjedéséhez fog vezetni a jövőben. Ezeknek a vállalatoknak így egyre több megfelelő lézeres szakismeretekkel, s egyben lézerek sugárbiztonsági ismerettel rendelkező munkatársra lesz szüksége.

## Összefoglalás

Óvatos becslés alapján is néhány ezer munkavállaló kerül nap, mint nap közvetlen kapcsolatba a legmagasabb veszélyességi fokozatú (4. lézertípus) lézeres megmunkáló berendezéssel hazánkban. Bár a munka- és egészségvédelmi hatóságok Magyarországon nem a proaktív gyakorlatot követik a tárgyban, a munkáltatók komoly szankciókkal számolhatnak egy esetleges nem kívánt esemény bekövetkeztekor, ha rosszul, vagy hiányosan mérték fel a munkavégzéssel járó kockázatokat. A lézerek sugárbiztonság oktatásának megteremtésével kívánunk nemcsak a magyarországi, hanem a tágabb, kelet-közép-európai régió, ipari lézereket használó közösségének szolgálatára lenni.

## Köszönetnyilvánítás

A kutatók köszönik TÁMOP-4.2.2.A-11/1/KONV-2012-0075 projekt támogatását.

## Idézett forrásmunkák

- [1] G. Halász, Szerző, *Ipari lézerek Magyarországon - IV. ILAS, Tataháza 2014.11.12.* [Performance]. Messer Hungarogáz Kft, 2014.
- [2] Európai Bizottság, Foglalkoztatás, Szociális Ügyek és Társadalmi Összetartozás Főigazgatósága, *Nem kötelező érvényű útmutató a 2006/25/EK irányelv végrehajtása*

*során alkalmazható legjobb gyakorlatokhoz*, Luxembourg: Európai Unió Kiadóhivatala, 2011.

- [3] Dr. Jung József, *fizikus, lézerek sugárbiztonsági hatósági szakértő (Magyarországon az egyetlen)*, 2013.
- [4] „BAY-ATI,” 2014. [Online]. Available: <http://www.bayzoltan.hu/bay-ati>.
- [5] „LZH Laser Akademie,” 2014. [Online]. Available: <http://www.lzh-laser-akademie.de/>.
- [6] „ELI-ALPS,” 2014. [Online]. Available: [www.eli-hu.hu](http://www.eli-hu.hu).