

A Kézi Lézeres Hegesztés Biztonsága

- Szakmai megfontolások és javaslatok
- Egyéni védőeszközök
- Lézeres munkahely kialakításának eszközei

TERMÉKKATALÓGUS

ELŐSZÓ

A kézi lézeres hegesztés (KLH) egy korszakalkotó, csodálatos, új hegesztési eljárás, amely számos olyan feladatra nyújt megoldást, amelyek addig nehéz kihívás elé állítottak bennünket.

A termikus vágások terén, amely technológiák a gyártási folyamatban a hegesztést rendre megelőzik, az 5 mm alatti vastagságú anyagok vágására már évtizedek óta egyre jobb megoldások születtek. Kezdetben a plazmavágás tette lehetővé a minimális deformációkkal járó vágást, majd a lézeres vágás szinte tökélyre fejlesztette, hozzááté a rendkívül magas vágási sebességet és minőséget.

Elmondható, hogy ezáltal a termelékenység növekedése a vágások terén a csúcsra ért.

A vágást követő munkafolyamatok fejlődése azonban csak piciny léptekkel követték azt. Születtek kiváló hegesztési eljárásváltozatok, amelyek legkülönbjeinek az alkalmazása leginkább csak robotizálással együtt hozott előrelépést, de nagyságrendi fejlődést egyik sem eredményezett.

Különösen sajnálatos dolog az, hogy hazánkban a robotizálás lehetőségeinek a kiaknázása is nagyon alacsony szinten van, aminek az okait most nem szeretném elemezni.

Megállapíthatjuk, hogy a kézi lézeres hegesztés megjelenéséig már évtizedek óta nem történt átütő technológiai fejlesztés, a hegesztőipart döntő többségben a MIG/MAG eljárásváltozatok alkalmazása jellemezte.

A gépesítés, robotizálás helyett többnyire megmaradt a kézi hegesztés, amelynek mind a minősége, mind a termelékenysége komoly kívánalmakat hagy maga után.

A KLH most pontosan a kézi hegesztés terén kínál rendkívüli fejlődési lehetőséget a minőség és a termelékenység tekintetében, főként a legkritikusabb, vékonylemezes, illetve vékony falvastagságú alkatrészek hegesztésének tartományában. Ahogy a lángvágás idején nem volt megoldásunk a vékony anyagok termikus vágására, úgy eddig az ívhegesztéssel is nagyon körülményes, lassú és sok utómunkával járó munkafolyamat volt a vékony anyagok hegesztése.

A KLH erre egy kiváló megoldást kínál, gyors terjedésének azonban gátja magának a lézernek a veszélyessége.

Ez a kiadvány pontosan azért készült, hogy segítsen megérteni magának a lézernek a természetét, a veszélyeit és azokat a módszereket, eszközöket, amelyekkel a dolgozókat meg lehet védeni a veszélyektől.

A KLH alkalmazásának szabályozása még hiányzik, de a veszélyeit és a balesetmegelőzés lehetőségeit ismerjük. A **Kézi Lézeres Hegesztéstől** tehát nem félni kell, hanem a szükséges biztonsági intézkedések mellett alkalmazni azt, a technológiai fejlődés, a termelékenység, a versenyképesség érdekében.

A szabályozás, a szabványok hiánya nem a tudás hiányát jelenti.

Aki tehát alkalmazni szeretné ezt a csodálatos technikát, az a képzéseinken is megszerezheti a szükséges ismereteket és azok birtokában használja biztonsággal a Kézi Lézeres Hegesztést!

Jelen kiadványunkkal is ehhez kívánunk hozzájárulni.

**A bűn megelőzi a törvényt,
de amíg nincs törvény, addig nincs mit megszegni,
vagyis bűn sincs,
csak a lelkiismeret és a józan ész.**

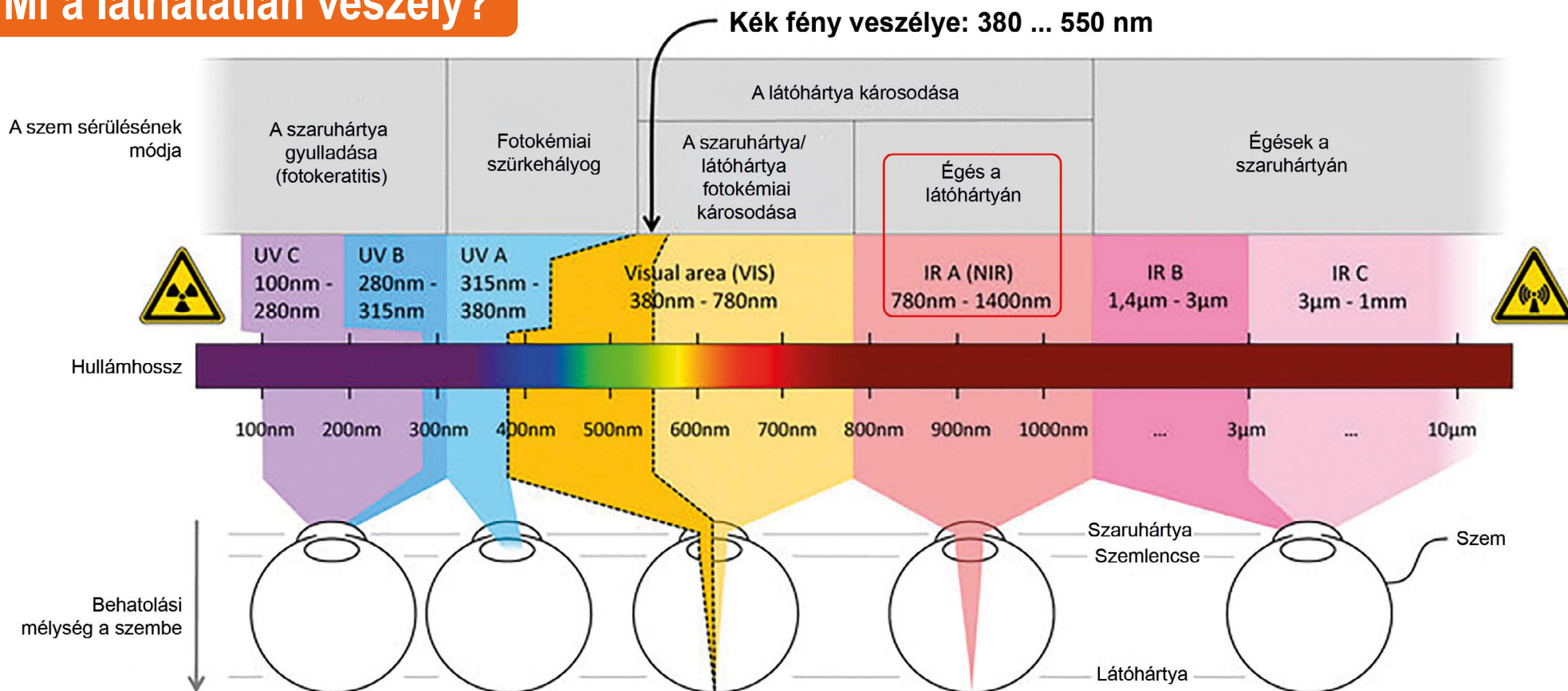


Nagy Ferenc
hegesztő szakmérnök, ügyvezető

✉ rehm@rehm.hu

🌐 www.rehm.hu

Mi a láthatatlan veszély?



Az optikai sugárzásnak való intenzív kitettség által okozott szemkárosodás grafikus ábrázolása, a fény színétől és hullámhosszától függően
(Grafika: C. Prall, smart optics Sensortechnik GmbH) (alapadatok: 4, 9, 15).

A csúnya igazság a lézeres sugárterhelésről

A szemet érő lézersugárzás egy szempillantás alatt károsíthatja a szemet. a lézernek való védtelen kitettség, a szemlencse fókuszáló hatása miatt, retinasérülést okozhat, szűrkehályog kialakulásához vagy akár szaruhártyaégéshez is vezethet, ami a látás elvesztését eredményezheti. Ha lézerrel vagy annak közelében dolgozik, nagyon fontos, hogy tisztában legyen a lézersugárzásnak való kitettség lehetséges következményeivel.

A lézeres hegesztés lehetséges veszélyei

Minden kézi lézeres hegesztő berendezés a 4. lézervédelmi osztályba tartozik. Ezért a lézerbiztonság érdekében a felhasználó részéről különböző intézkedésekre van szükség, mint például:

- a munkavállalók megfelelő képzése,
- speciális egyéni védőfelszerelés (PPE) viselése
- külön lézerbiztonsági terület kialakítása.

Veszélyes-e a kézi lézersugaras hegesztés? Merjük-e alkalmazni az üzemünkben?

A lézersugaras hegesztés napjaink slágere. Évtizedek óta nem került alkalmazásba egy ilyen átütő sikerű új eljárás a kézi hegesztésben. A szállázatok feltalálása és egyre szélesebb körű alkalmazása lehetővé tette a kézi hegesztések terén való alkalmazását, ami forradalmasítja a vékony anyagok ömlesztő hegesztését. Rendkívül koncentrált energiájának köszönhetően nagyon alacsony hőbevitellel és kimagasló hegesztési sebességgel lehet vele hegesztetni.

A lézersugaras hegesztéssel új fogalmakat kell megismernünk, új veszélyekkel kell szembenéznünk és ezeket a veszélyeket megfelelően kell kezelünk.

Vannak tehát új veszélyek, ahogy minden új technika, technológia esetén, de ezek a veszélyek kezelhetők, ahogy az ívhegesztés esetén is már teljesen jól kezeljük az ott jelentkező veszélyeket.

Akkor az elmúlt hónapokban mégis miért hangsúlyoztuk az előadásainkban azt, hogy: HÉ EMBEREK! VIGYÁZZA-TOK, MERT a LÉZER NEM JÁTÉK! VESZÉLYES!

Azért tettük ezt, mert robbanásszerűen kezdett terjedni az országban a lézersugaras hegesztés úgy, hogy annak biztonságtechnikájával, munkavédelmével szinte senki sem foglalkozott.

Munkavédelmi felszerelések és szakmai ismeretek nélkül kezdtek el használni a lézersugaras hegesztőgépeket, aminek a látván a jobban tájékozottak haja égnek állt.

Elkezdtek tehát hirdetni, hogy veszélyes, meg lehet vakulni tőle, ha nem vigyázunk, komoly égési sérüléseket lehet szerezni, vagy okozni vele, stb.

Ennek következtében azonban egy kicsit átestünk a ló túloldalára. Sajnos egyesek annyira megijedtek, hogy nem is merik alkalmazni az üzemünkben ezt a kiváló technikát.

Árnyaltabban kezelve a kérdést, elmondhatjuk, hogy a kézi lézersugaras hegesztés nem veszélyesebb, mint bármely másik ömlesztő-hegesztési eljárás.

A lényeg az, mint minden más esetben, hogy meg kell ismerni mind a veszélyeket, mind azok kezelésének módját.

Emiatt a Hegesztési Biztonsági Szabályzat is új értelmet nyer. A régen ismert hegesztési eljárások kapcsán ugyanis sokan feleslegesnek tartják az óvatosságot és a benne lévő követelmények egy részét, de egy ilyen új eljárás esetén, amit még nem ismerünk kellően, mindenki megérti, miért is van szükség képzésre és minősítésre.

Egy csapásra megértjük az EN ISO 14732 szabvány jelentőségét, amely a hegesztőgép-kezelők és -beállítók minősítését szabályozza, és amely alapján a TÜV a kézi lézersugaras hegesztők minősítését is végzi.

Az eljárás annyira új, hogy még nem született meg az egyértelmű szabályozás hozzá.

Külföldön, sőt már itthon is vannak, akik az ömlesztő hegesztőkre vonatkozó, EN ISO 9606 szabványsorozat szerint végzik a minősítést, ám jelenleg ez a szabvány még nem terjed ki a lézersugaras hegesztésre, és nagyon káros is lenne ha ez megtörténne.

A kézi lézersugaras hegesztés esetében tehát mindenki könnyen elismeri, hogy szükség van a gépkezelők kiképzésére, sőt minősítésére, mivel nem közismertek a jellemzői és veszélyei.

A minősítés több fontos dologról tanúskodik:

Gépkezelő esetén:

1. arról, hogy a kézi lézersugaras eljárással hegesztő személy tisztában van az eljárás jellemzőivel, veszélyeivel és biztonsági intézkedések módjával, ill. a munkavédelmi felszerelések alkalmazásának követelményeivel.
2. Arról, hogy ismeri a lézersugaras pisztoly vezetésének módját, a pisztolytartás és a hegesztési sebesség hatását a varrat kialakulására.
3. Arról, hogy felismeri a folyamat rendellenességeit és meg tudja óvni mind a pisztolyt, mind a gépet a súlyos károsodástól.

Gépbeállító esetében a fentiekén túl arról, hogy

4. ismeri a gép beállítási lehetőségeit és a WPS-ben előírt paramétereket be is tudja állítani.
5. Ismeri a gép és a pisztoly karbantartására vonatkozó előírásokat, képes arra, hogy a pisztoly „kopó” alkatrészeit a kívánt elővigyázatossággal, a tisztasági követelmények betartása mellett úgy cserélje, hogy ez a nagyértékű eszköz a használat közben ne menjen tönkre.

Természetesen a legjobb, ha mindez a tudás egy személy birtokában van, aki beállítja és kezelje is a gépet.

A címben feltett kérdésre tehát az egyértelmű válasz az, hogy nem kell félnünk a kézi lézersugaras hegesztéstől, amennyiben betartjuk az előírásokat és minősített szakemberek dolgoznak a géppel. Alkalmazásának előnyei nagyon gyorsan megmutatkoznak. a termelékenység az eddigiek sokszorosára emelkedhet a nagy hegesztési sebesség következtében, a rendkívül időigényes és költséges utómunkálatok elmaradásának köszönhetően pedig a költségek drasztikusan csökkennek.



Minősített lézersugaras hegesztők és oktatóik

Képzési kínálatunk



- ★ **Kockázatértékelés kézi lézeres hegesztés bevezetéséhez és a lézeres munkahely kialakításához**
1 napos képzés
- ★ **LSO - Lézerbiztonsági és kézi lézeres hegesztési képzés TÜV bizonyítvánnyal**
3 napos képzés
- ★ **Kézi lézeres hegesztési minősítő vizsgára felkészítő képzés és TÜV EN ISO 14732 szerinti gépkezelői minősítő vizsga**
1 napos képzés

A sikeres vizsgákról a TÜV Thüringen Hungária Kft. állítja ki a bizonyítványt, illetve a minősítést.

Mindazok figyelmébe, akik a kézi lézeres hegesztőket az EN ISO 9606 szabványsorozat szerint akarják vizsgáztatni!



A KLH személyzet

Forrás: EWA, Megfontolások a kézi lézeres hegesztésről (KLH) 2026

Ahogy az már az előzőekben szerepel, a lézerek biztonságos alkalmazása érdekében szükséges néhány biztonsági intézkedés.

Ezek közül az egyik a dolgozók képzése, aminek a sikeres elvégzését minősítéssel vagy bizonyítvánnyal kell igazolni.

A hegesztést végző személyt célszerű az EN ISO 14732 szabvány szerint minősíteni, azonban a többi biztonsági intézkedés megvalósításának szavatolása érdekében lennie kell egy felelős személynek is.

Lézerbiztonsági felelős (LBF) képesítés

Minden szervezetnek rendelkeznie kell képzett lézerbiztonsági felelőssel (LBF, Laser Safety Officer, LSO), aki felelős a kezelők és a megfigyelők biztonságáért. Ez magában foglalja, de nem kizárólagosan:

1. minden lézersugár- és nem-lézersugár eredetű veszély felmérését;
2. annak biztosítását, hogy minden védelmi intézkedést bevezettek és betartanak;
3. a lézerek használatával kapcsolatos üzemeltetési eljárások jóváhagyását;
4. annak biztosítását, hogy minden kezelő és megfigyelő, aki lézert használ vagy lézersugárzásból eredő veszélynek van kitéve, információt és képzést kapjon a berendezés biztonságos használatáról és a lehetséges kockázatokról.

A gépkezelő (hegesztő) szerepe

Forrás: Der Praktiker-6-2025 - 45. oldal

A hegesztéseket huzal nélkül, nitrogén védőgáz alatt végezték, mind tapasztalt hegesztők, mind hallgatók részvételével. Az eredmények alátámasztják, hogy sem a kezelő képzettsége, sem tapasztalata nem gyakorol jelentős hatást a hegesztési varrat mechanikai tulajdonságaira.

A visszaverődő és szórt sugárzás veszélyei

Forrás: EWA, Megfontolások a kézi lézeres hegesztésről (KLH) 2026

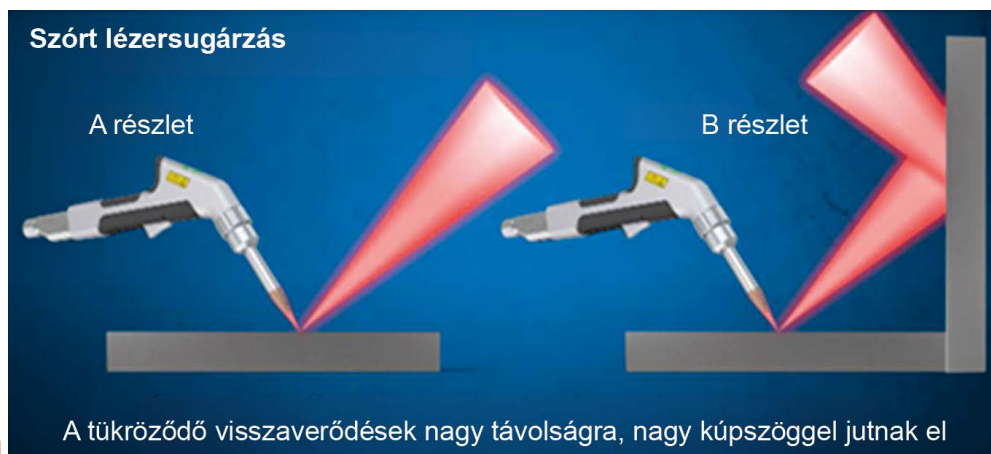
Lézeres hegesztésnél mindig figyelemmel kell lenni a szórt és közvetlen sugárzásra.

Erősen fényvisszaverő fémek felülete „tükörként” hozhat létre veszélyes szórt (reflektált, visszaverődő) sugárzást. a szórt sugárzás intenzitása függ az anyagminőségtől és annak felületi simaságától. Ugyanakkor a nagyon jó hővezető anyagok (pl.: az alumínium és a réz) a lézersugár energiájának bizonyos részét vissza tudja verni a hegesztés felületéről, ha késlekedik a plazma létrejötte. Amint a plazma létrejött, a visszaverődés minimális lesz. Hővezetési hegesztésnél mindig nagyobb a tükröződés veszélye, mint a mélyvarratos („key-hole”) módszer alkalmazásakor, amikor mély kráter képződik.

A felhasználónak fel kell mérnie a munkahelyet a kézi lézeres hegesztő berendezés használatba vétele előtt, annak megítélésére, hogy vannak-e lézersugarat veszélyesen tükröző felületek. Az ELM (ellenőrzött lézeres munkatér) teljes felülvizsgálatának részét kell képezze ez az értékelés (kockázatértékelés - a szerkesztő).

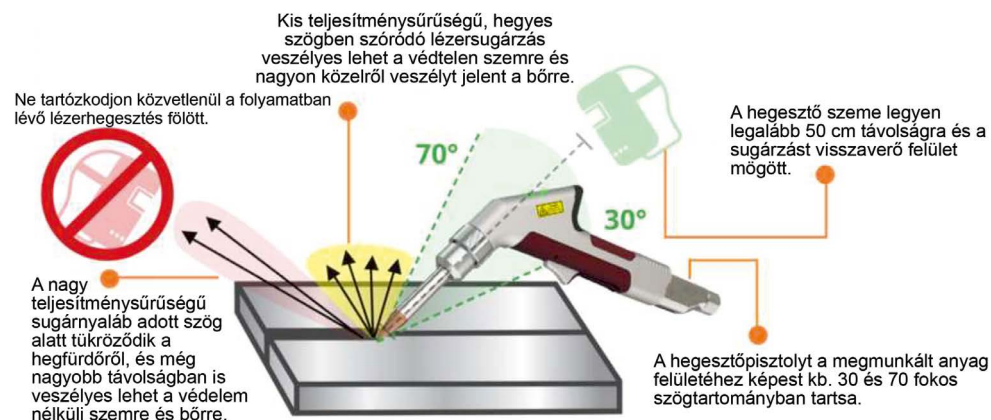
A lézersugár reflektálásának normál iránya a fém felületéről veszélyes sugárnyalábot képezhet, amely a célzott hegesztési felületről verődik vissza.

Emellett, a lézersugár normál szórása veszélyes sugárnyalábot képezhet, amely két, egymással szöget bezáró felületről verődik vissza (ez a „reflexió”)



Többszörös reflexió vázlata lézeres hegesztésnél
[Forrás: Miller Electric Mfg LLC, USA]

A szórt sugárzás veszélyes a szemre és a bőrre, a hegesztő és minden más személy számára, akik az ellenőrzött lézeres munkatérben vannak, mert a sugárnyaláb egy része többszörösen visszaverődhet különböző felületekről. A kezelő védelmére vonatkozó ajánlások a lenti ábrán láthatók.



Vázlat a KLH szórt sugárzása elleni védekezésre vonatkozó ajánlásokról
[Forrás: IPG Photonics Corporation, USA]

A munkadarab felületéről történő szórt sugárzás mellett, tompavarratok hegesztésekor a lézernyaláb átjuthat a munkadarabokon, különösen, ha elvárás a teljes átoltasítás. a képen látható, hogy a nyalábnak elegendő energiája maradt meggyújtani a kartonlapot, miután átjutott az acéllemezen, és ezzel létrejött a közvetlen lézersugárzási veszély.

Következésképpen, a hegesztett tárgy mögötti részt szintén vizsgálni kell lézerbiztonsági szempontból.

A sugárnyaláb energiája átjut a lemezen tompavarratos hegesztésnél és meggyújtja a falon lévő kartonlapot [Forrás: ifw Jena, Germany]



A szem védelme

Forrás: Hegesztés és Vágás folyóirat, I. évfolyam V. szám



Lézeres hegesztéskor a legnagyobb veszélynek a szemünk van kitéve, mivel maradandó károsodás érheti. A károsodások elkerülése érdekében a szemüvegek, pajsok és védőablakok kiválasztásakor körültekintően kell eljárunk, amihez ismernünk kell ezen eszközök jelöléseinek jelentését.

Sok évtizede ismerjük az ívhegesztés veszélyeit, megvan az a védőeszközök, pajsok, amelyek a mindennapi szakmai életünkhöz tartoznak, ismerjük őket, és bizalommal vagyunk feléjük. Az elektromos ív a káros sugárzások mellett erős látható fénnel is rendelkezik, így a veszélyt akár „láthatónak” is nevezhetjük.

A lézer használata teljesen új fogalmakat hozott az életünkbe. Olyanokat, amiket józan „paraszi” ésszel már nehezebb megérteni. Az anyagi világban élve nehéz elképzelnünk, milyen részecske is az, amelynek nincs tömege, csak energiája. A **foton** egy ilyen részecske. A szállézer lézernyalábja ezekből a fotonokból áll, mégpedig a szem számára láthatatlan hullámhossz-tartományban.

A szemünket különféle „fényszűrő” műanyag lapokkal védhetjük, amelyek szemüvegkeretekbe helyezve lézeres védőszemüveggé, nagyobb keretbe foglalva ablakká válnak.

Ezek olyan szűrők, amelyek a lézersugár túlnyomó többségét elnyelik, de fontos, hogy a látható fény tartományába eső sugárzásokat átengedjék olyan mértékben, ami az adott munkafolyamat látásához szükséges. A különféle szűrőanyagok más-más hullámhosszú sugárzást nyelnek el és különböző mértékben engedik át a látható fényt.

A szűrők hatékonyságát, vagyis azt, hogy milyen mértékben nyelik el a sugárzást, a szűrő optikai sűrűségével (OD) számszerűsítik. Ugyanakkor nem elegendő ezt a számot figyelembe venni, mert egy szűrőanyagot csak bizonyos hullámhossz-tartományban jellemez ez a szám.

Fontos ellenőriznünk az EN 207:2017 számú szabvány szerinti LB besorolást is, amely figyelembe veszi a lézersugárzás módját is, és megmutatja, hogy az adott szűrőanyag folyamatos sugárzás esetén legalább 5 mp-ig, impulzusos lézersugárzás esetén legalább 50 impulzusig ellenáll az adott lézersugárnak.

Tudni kell tehát, hogy a szűrő anyaga károsodik, amikor elnyeli a sugárzást, ahogy minden lézerlencse is károsodik, amikor egy felületi szennyeződés miatt a lézersugár egy részét elnyeli. Az elnyelt energia hővé alakulva károsítja az anyagot. Az EN 207 szerinti jelölés figyelembe veszi tehát, hogy folyamatos, vagy impulzusos üzemi lézerről van-e szó, ill. mely hullámhossztartományra vonatkozik az adott védőhatás. Innen pedig már az LB és OD értékek megegyeznek.

Mi az OD érték (optikai sűrűség)?

Az optikai áteresztést (T-transzmisszió) az áteresztőképességgel jelzik, amely általában egy %-ban kifejezett érték.

Az optikai sűrűség (OD-Optical Density), vagy abszorbancia (elnyelési arány), egy mennyiségi mérőszám, amelyet az anyagra eső sugárzás és az anyagon áthaladó sugárzás logaritmikus arányaként fejeznek ki.

Minél nagyobb az OD érték, annál nagyobb az elnyelési, illetve a csillapítási arány, így jobb védelmet biztosít. Az optikai sűrűségnek elég magasnak kell lennie ahhoz, hogy megakadályozza a szem sugárterhelésből eredő károsodását.

Példa: OD 6 esetén 1.000.000-szoros csillapítási tényezővel kell rendelkeznie. Ez azt jelenti, hogy 1000 W optikai teljesítményből legfeljebb 1 mW sugárzást engedhet át. Persze csak akkor, ha véletlenül pont a sugárnyalábba nézünk, amit nem volna szabad. Azonban megmenti a látásunkat, ha ez mégis megtörténik.

Észszerűbb eset, ha a lézernyalábnak a felületről történő két wattos visszaverődését vesszük, és csak 0,002 mW sugárzást engedünk át a szemünkbe.



Látható fényáteresztés („VLT” - Visible Light Transmissi-on) a lézeres védőszemüvegekkel kapcsolatban.

A legtöbb szemüveg bizonyos hullámhosszak esetén nyújt védelmet, és a látható fény spektrumában lévő más hullámhosszakat átengedi, a láthatóság érdekében.

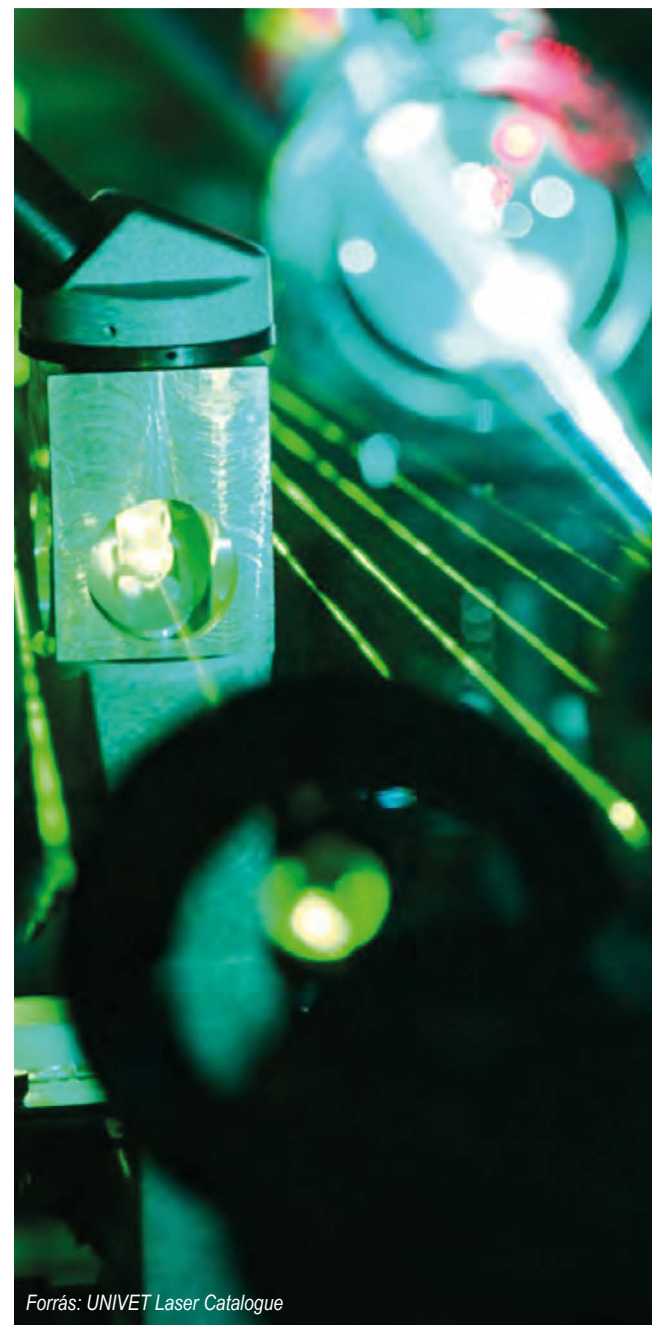
A látható fényáteresztés (VLT) az a fény mennyiség, amely egy szűrőn átjuthat. a VLT növekedésével több szín jut át a szűrőn. Fontos megjegyezni, hogy az átengedett látható fény sokfélesége is olyan tényező, amelyet figyelembe kell venni védőszemüveg vásárlásakor.

Ügyeljen arra, hogy lézerek vagy lézeres eszközök használatakor jó minőségű lézerszemüveget vásároljon! Győződjön meg róla, hogy látja a piros mutató fényt a hegesztés közben!!

Optikai sűrűség (OD érték)	Áteresztő képesség	Csillapítási arány	Védőfunkció
0	100%	0	gyenge
1	10%	1/10	
2	1%	1/100	
3	0,1%	1/1000	
4	0,01%	1/10000	
5	0,001%	1/100000	
6	0,0001%	1/1000000	
7	0,00001%	1/10000000	
8	0,000001%	1/100000000	
9	0,0000001%	1/1000000000	
10	0,00000001%	1/10000000000	kiváló

FIGYELEM!

- Ne nézzen közvetlenül a lézersugárba a lézeres védőszemüvegen keresztül!
- Ne irányítsa a lézersugarat közvetlenül a lézeres védőszemüvegre, mert az károsíthatja a szemüveget!
- Ne használja inkompatibilis lézerekkel vagy hullámhosszúsággal (még ha a lézerek neve azonos is, a hullámhosszuk eltérő lehet)!
- Munka közben ne vegye le a lézeres védőszemüveget!
- Ne használja védőszemüveggént ívhegesztéshez!
- Ne használjon olyan szemüveget, amely sérült, vagy amely nagy lézere energiát kapott!
- Hegesztés közben soha se az ömledéket nézze! Ez a hagyományos (ív, láng) eljárásokkal hegesztők szokása. A lézeres hegesztési folyamat és a sebesség túl gyors, így a hegfürdőt nem lehet látni, csak a vakító fényt.
- A nagy hegesztési sebesség és a hegfürdő piciny mérete miatt a hegesztést végző személy nem tud hatással lenni a varratképzésre.



Forrás: UNIVET Laser Catalogue

TERMÉKKÍNÁLATUNK – SZEMÜVEGEK



MODELL 1005-5x7

Cikkszáma: LV-UN.1005-5x7

Látható fényáteresztés: 33%, zöld
1030-1065 nm OD8+ D LB6 IR LB8 M LB7Y
1000-1070 nm OD7+ D LB6 IR LB7 M LB7Y
770-1090 nm OD6+ DIR LB6 + M LB6Y



Saját dioptriás szemüveg fölé is helyezhetők.
Lencséjüknek szélessége és széles látómezőjük révén optimális védelmet biztosítanak.
A száruk állíthatóak, innovatív Softpad kialakítással rendelkeznek, amelynek segítségével a szemüvegek tökéletesen igazíthatók a felhasználó arcának sajátosságaihoz.

MODELL 304G

Cikkszáma: LV-PS.PGLP-0304G

Látható fényáteresztés: 60%, zöld
Keret: fehér vagy fekete
800-1100 nm OD7+



MODELL 1005-559G

Cikkszáma: LV-UN.1005-559G

Látható fényáteresztés: 33%, zöld
1030-1065 nm OD8+ D LB6 IR LB8 M LB7Y
1000-1070 nm OD7+ D LB6 IR LB7 M LB7Y
790-1090 OD6+ DIR LB7

MODELL 10G

Cikkszáma: LV-PS.PG91-0010G

Látható fényáteresztés: 60%, zöld
800-1100 nm OD7+ fekete kerettel
Állítható fejpánt, párnázott belső tér a kényelemért



MODELL 2007-559G

Cikkszáma: LV-UN.2007-559G

Látható fényáteresztés: 65%; kék
750-1100 nm OD8+ D LB6 I LB8 R LB7 M LB8Y

Saját dioptriás szemüveg fölé is helyezhetők.
Gumis pántjuknak köszönhetően stabilan illeszkednek az archoz, emiatt különösen ajánlottak olyan munkálatokhoz, melyeknél a lézersugár szétszóródása nem meghatározható.



A szem és az arc védelme

Forrás: Hegesztés és Vágás folyóirat, II. évfolyam I. szám

A lézer akkor veszélyes az emberi testre, ha közvetlenül, vagy valamilyen felületről visszaverődve éri azt. Önmagában, a hegesztés során nem keletkezik folyamatosan minden irányba terjedő károsnak tekinthető sugárzás, mint ívhegesztéskor.

Az esetlegesen visszaverődő sugárzástól azonban érdemes az arcunkat is védeni, nem csak a szemünket.

Az ívhegesztések során a szem és az arc védelmére hegesztőpajzsot használunk, így a lézeres hegesztés során is kénytelenek vagyunk az alkalmazásuk.



1. ábra: Optrel ívhegesztőpajzs



2. ábra: Arcvédő pajzs

Itt azonban az ívhegesztéshez használt pajzsoktól eltérő védelmet várunk.

Előzőleg már részleteztük a szemvédelem jellemzőit, az optikai sűrűség (OD) és a látható fényáteresztés (VLT) fogalmát. Azt is megírtuk, hogy a védőeszköz, illetve az anyag, amivel a szemünket védjük, azáltal véd, hogy a káros sugárzást elnyeli. Ez azt jelenti, hogy a legjobb védelmet azáltal biztosíthatjuk, ha a teljes arcunkat ezzel az anyaggal védjük, amit a 2. ábrán is láthatunk. Feltéve, hogy az adott anyag optikai sűrűsége megfelelő, vagyis legalább OD6 az adott hullámhosszon.

A hagyományos hegesztőpajzsok gyártói számára a legkényelmesebb megoldásnak az látszott, hogy az ívhegesztéshez használt pajzsokba beépítettek egy optikai szűrőt, amely a lézersugárzástól véd. **Így létrejöttek a kombinált pajzsok, vagyis olyanok, amelyeket lézeres és ívhegesztéses eljárásoknál egyaránt lehet használni.**



3. ábra: Fanuci és Optrel vegyes használatú hegesztőpajzsok

Ezekkel a pajzsokkal az a probléma, hogy olyanok alkották őket, akik nem ismerik a lézeres hegesztést.

Az ívhegesztők megszokták, hogy az ívet, illetve a hegfürdőt figyelik, annak érdekében, hogy megfelelő minőségű varratot hegesszenek.

Mondani is szokták, hogy „a jó hegesztő tudja, mit kell nézni”. Ezért is fontos, hogy a pajzs szűrőjén keresztül minél szebben legyen látható a hegfürdő, illetve az egész folyamat. A szűrő legfontosabb szerepe a látható fény korlátozása, hogy az ne vakítsa el a hegesztőt és láthassa a folyamatot. Az ív káros sugárzásaitól ezek a pajzsok folyamatosan védenek.

Lézeres hegesztés esetén nincs értelme azt a pontot nézni, ahol a hegesztés történik. a folyamat rendkívül gyors, a fürdő

rendkívül kicsi, így a hegesztő nem tud beleavatkozni a folyamatba.

A „hegesztőnek” arra kell figyelnie, hogy a pisztolyt megfelelő pozícióban és a megfelelő irányban tartsa, a lehető leggyengébb sebességgel. A hagyományos, automatikusan besötétedő szűrők éppen ezért túlzottan elsötétítik a látványt. A lézeres hegesztés fénye nem világítja meg úgy a környezetet, mint az ív. Sötétedésre tehát lézeres hegesztésnél nincs szükség, mivel inkább csak megnehezíti a varratok pontos kivitelezését, vagyis a szögek és az irány tartását.

Tekintettel arra, hogy a magas OD értékű szűrők gyakran több mm vastagok, így teljes arcvédelemre olyan megoldások születtek amelyek esetén egy műanyag vagy fémmel burkolt pajzs testbe egy nagyméretű sík vagy enyhén ívelt lézerszűrő lemezt helyeztek.

Megítélésünk és tapasztalatunk szerint ezek a nagy látómezővel rendelkező, sötétedés nélküli passzív pajzsok biztosítják a legjobb védelmet és egyúttal biztosítják a jó láthatóságot, ami a hegesztés pontos kivitelezéséhez szükséges.

Ugyanakkor meg kell jegyeznünk, hogy a fémbevonat nem indokolt.



4. ábra: Lézeres hegesztőpajzsok

TERMÉKKÍNÁLATUNK – LÉZERVÉDŐ PAJZSOK



Cikkszám: LV-PS.PHILP-0001G

Látható fényáteresztés: 68%.

Lézeres tisztításhoz megfelelő, lézeres hegesztéshez szemüveg ajánlott hozzá.

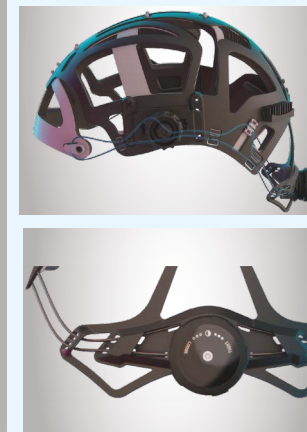
Védelmi fokozat 950-1080 nm OD8+



Cikkszám: LV-B1010.300

1000-1086 nm OD7+

Látható fényáteresztés: ~27%



Cikkszám: C16010100034

Látható fényáteresztés 10%

1050-1100 nm OD7+



Swiss Air szűrt levegős rendszer

Hegesztőpajzsokkal kompatibilis

Cikkszám: LV-B4600.175



Védőruházat

Forrás: Hegesztés és Vágás folyóirat, I. évfolyam IV. szám

Ahogy azt az előzőekben már megfogalmaztuk, a kézi lézeres hegesztés biztonságos alkalmazásának legfontosabb feltétele az, hogy a gépkezelő megfelelő képzésben részesüljön, amit egy minősítés is tanúsít. Ezáltal a felelősség kérdése is jobban tisztázódik.

Arról is írtunk, hogy fontos betartani a szabályokat. A probléma azonban az, hogy Magyarországon (sőt Európa egészében) még nincsenek konkrét, hivatalosan megfogalmazott szabályok, amikhez tarthatnánk magunkat.

Marad tehát a józan ész és a lelkiismeret, no meg a külföldi szabályok és gyakorlat.

A legfontosabb szempont az, hogy se a gépkezelő hegesztőt, se a környezetében dolgozókat ne érje károsodás, baleset.

Eddig tehát a dolog megfeleltethető az ívhegesztésnek, csak éppen másmilyen a veszélyforrás.

A legnagyobb különbség az, hogy az elektromos ívhez két pólus kell, ami között az ív fennáll, és a veszélyt másodlagosan okozza. Az ív maga köré az elektromágneses sugárzás széles spektrumát (UV, IR, stb.) bocsátja ki, és rendkívül magas a hőmérséklete, de szélsőséges gondatlanságot leszámítva egyik sem okoz azonnali és visszafordíthatatlan károsodást az emberi szervezetben.

A lézersugár ezzel ellentétben kilép a pisztolyból és meglehetősen nagy távolságokban tud komoly veszélyt jelenteni, vagyis nem másodlagosan, hanem magának a lézersugárnak az elsődleges hatásával lehet találkozni.

Mivel azonban nincsenek törvénybe iktatott szabályok, józan megfontolás alapján kell a lehető legnagyobb biztonságot szavatolnunk a dolgozók számára.

A gépkezelő hegesztő számára a biztonságos munkavégzés feltételeinek ismeretén túl a legfontosabb a személyi védőfelszerelés (PPE).

Ezen belül is a legfontosabb a szemet és arcot is védő lézeres hegesztőpajzs, valamint a védőruházat, azon belül pedig a kesztyű.

Vizsgáljuk most meg, hogy mitől és hogyan is véd a kesztyű, amit lézeres hegesztéshez ajánlanak?!

Lehetséges lenne az, hogy egy olyan anyag, amiből a kéz formájához igazodó, munkavégzésre, ujjmozdulatokra lehetőséget biztosító kézvédőt lehet készíteni, ellenállna annak a lézersugárnak, amely egy másodperc töredéke alatt 6-8 mm mélyre hatol az acélba?

Léteznek hőálló anyagokból (kohászoknak), bőrből (ív- és lánghegesztőknek) sőt láncból (húsfeldolgozóknak) készített kesztyűk, de ezek egyike sem áll ellen a fent jellemzett lézersugárnak.

Mitől véd tehát a lézeres hegesztéshez ajánlott kesztyű?

Kizárólag a visszaverődő (erősen legyengült) illetve a szórt sugárzástól. A direkt lézersugártól tehát csak és kizárólag az véd, hogy tisztában vagyunk a veszéllyel és minden módon elkerüljük azt, hogy a kezünkre, vagy a testünk bármely részére ráirányítsuk a lézersugarat.

Mit jelet akkor az, hogy a kesztyűt lézeres hegesztéshez ajánlják?

A PROTECT cég kesztyűje az egyik legkiválóbb hegesztőkesztyű.

Ellenáll a mechanikai hatásoknak és a hőnek. Aránylag vékony, könnyű és rugalmas. Lézeres hegesztéshez azért ajánlják, mert a szórt sugárzásnak a többi hegesztőkesztyűhöz viszonyítva jobban ellenáll, jobban védi a kezét.

Vizsgáljuk meg a kesztyű adatlapját:

- **a megnevezése:** Lézeres védőkesztyű
- **a termékleírásban** hivatkozott szabványok egyike általánosan szól a védőkesztyűkről, a másik pedig általánosan a hegesztőkesztyűkről.

LÉZERES VÉDŐKESZTYŰ

TERMÉKINFORMÁCIÓ

Terméktípus: **VÉDŐKESZTYŰ**

Cikkszám: **300-LK1-GLOV-3K**

Termékleírás: Védőkesztyű mechanikai hatások ellen, az **EN 388:2016+A1** szabványnak megfelelően
Hegesztőkesztyű, az **EN 12477:2001+A1:2005** szabványnak megfelelően

Alkalmas védelemre a lézersugárzás ellen.

Nem alkalmas közvetlen lézersugárzás elleni védelemre!

Teljesítményfokozatok: Mechanikus 2 23 1X

Termikus 410 X 4 X típus B

Mégis odairják (saját felelősségükre), hogy véd a lézersugárzás ellen, amit alatta úgy pontosítanak, hogy **a közvetlen sugártól nem véd.**

Ki kell azonban emelnünk, hogy a CE konformitási nyilatkozat már nem is tartalmazza a „lézeres” szót. Nem is tartalmazhatja, hiszen nem létezik olyan szabvány aminek megfelelhessen.

Az a tény, hogy a gyártó az adott kesztyűt a termékmegnevezésben a lézeres hegesztéshez ajánlja, azt is jelenti, hogy úgy ítélte, a kapható hegesztőkésztyűk között ez biztosítja a legjobb védelmet. **Ők tudják, hogy szabályozás híján egy szakembernek saját felelősségére is döntéseket kell hoznia, a legjobb tudása és a lelkiismerete alapján.**

Minden védőruha, szövet, függöny vagy fal védőhatását aszerint értékelik, hogy mennyi ideig áll ellen a sugárzásnak.

Bele van kalkulálva a hegesztő reakcióideje. Az, hogy az észleléstől kezdve hamarabb reagál, és korigálja a hibát, mint amennyi idő alatt a védelem „megadja magát”.

Mi tehát a legfontosabb a védelem és a biztonság szempontjából?

1. a kiképzett és minősített gépkezelő
2. a lézeres hegesztéshez elkülönített terület
3. a lézeres hegesztéshez ajánlott személyi védőfelszerelés és térelhatárolás.

Miután ezek megvannak, a veszély szintje hasonló a kohászéhoz, akiket semmi sem véd attól, ha ráömlik az olvadt fém. Hasonló a vadászéhoz, akit semmi sem véd attól, ha a másik vadász rálő.

Hasonló a kerékpározó, vagy motorozó sportolókéhoz, akiket semmi sem véd attól hogy elesnek és megsérülnek.

Az életünk minden területe tele van veszélyekkel, védekezés-ként mégsem zárkózunk be a szobánkba.

A munkahelyeken szakmai és munkavédelmi ismeretekkel rendelkező szakemberek dolgozhatnak, akiknek a fennmaradó kockázatok tudatában kell dolgozniuk. Így van ez a kohászokkal, asztalosokkal, az építkezéseken dolgozókkal, az ívhegesztőkkel, a kamionsofőrökkel, a favágókkal és még sorolhatnánk az összes szakmát.

A lézeres hegesztés alkalmazását sem szabad hátráltatni azért, mert nincs vele szemben 100%-os védelem.

100%-os védettség az életünk egyetlen területén sincs. A biztonságot lehet fokozni, de egy határon túl akadályozzuk vele a munkát. Nem szabad megengedni, hogy az üzleti érdekek az ésszerűség fölé kerekedjenek. Különben a dolgozók nem tartják be az előírásokat.

Figyelem!

A lézeres munkákhoz ajánlott kesztyűk és ruházati elemek a közvetlen lézersugártól nem védenek!



TERMÉKKÍNÁLATUNK – LÉZERES VÉDŐKESZTYŰK



Cikkszám: LV-PR.G01K

Alkalmas szórt lézersugárzás esetén történő használatra.

Nem alkalmas közvetlen lézersugárral szembeni védelemre!

Védőkesztyű mechanikai kockázatok ellen az EN 388:2016+A1 szerint és hegesztők számára az EN 12477:2001+A1:2005 szerint.

Területegységre vetített súly: kb. 1050 g/m²

Vastagság: kb. 3,0 mm

Teljesítményszintek:

- mechanikai 1 1 2 1 X
- termikus 4 3 0 X 4 X 4 X B típus

Méret: 8 - 10 -12



Cikkszám: LV-PS.G00

Alkalmas szórt lézersugárzás esetén történő használatra.

Nem alkalmas közvetlen lézersugárral szembeni védelemre!

Az EN ISO 11611 hegesztési védelmi szabványának megfelelően használható.

Az EN ISO 11612 hő- és lángvédelmi szabványának megfelelően használható.

A DIN EN 12254:2012-04 lézeres szabvány szerint tesztelve.

Anyag: speciális szövet, 3000°C hőmérséklet-ellenállással, illetve KEVLAR szövet.

Teljesítménysűrűség: 300W/cm².

Egy méretben kapható.



Cikkszám: LV-PR.G03K

Alkalmas szórt lézersugárzás esetén történő használatra.

Nem alkalmas közvetlen lézersugárral szembeni védelemre!

Védőkesztyű mechanikai kockázatok ellen az EN 388:2016+A1 szerint és hegesztők számára az EN 12477:2001+A1:2005 szerint.

Területegységre vetített súly:

- a kézfejen: kb. 1050g/m²
- a tenyéren: kb. 350g/m²

Vastagság:

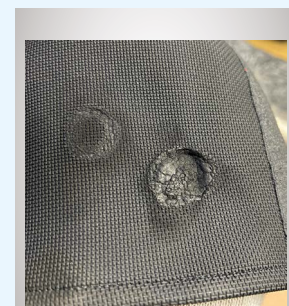
- a kézfejen: kb. 3,0 mm
- a tenyéren: kb. 0,9 mm

Teljesítményszintek:

- mechanikai 2 2 3 1 X
- termikus 4 1 0 X 4 X 4 X B típus

Méret: 8-10-12

Közvetlen lézersugár hatása a lézeres védőkesztyűkre



TERMÉKKÍNÁLATUNK

Lézeres védőkabát



Cikkszám: LV-PR.J00

Szórt lézersugárzás esetén történő használatra.

Nem alkalmas közvetlen lézersugárral szembeni védelemre!

Fényvisszaverő csík, zsebek.

Megfelelőségek:

Hegesztéshez és kapcsolódó eljárásokhoz tanúsított védőruha az EN ISO 13688:2013+A1:20221
EN ISO 11611:2015

Tömeg: ~900g/m²,

Anyagvastagság: ~2,6mm,

40 °C-ig mosható,

Méret: S-XXL.



Lézeres védőkötény



Cikkszám: LV-PR.A00

Szórt lézersugárzás esetén történő használatra.

Nem alkalmas közvetlen lézeres sugárzás elleni védelemre!

Megfelelőségek:

Hegesztéshez és kapcsolódó eljárásokhoz tanúsított védőruha az alábbi szabványok szerint

EN ISO 13688:2013+A1:20221

EN ISO 11611:2015

40 °C-ig mosható,

Egy méret.



Lézeres védőnadrág



Cikkszám: LV-PR.T00

Szórt lézersugárzás esetén történő használatra.

Nem alkalmas közvetlen lézeres sugárzás elleni védelemre!

Fényvisszaverő csík, zsebek.

Megfelelőségek:

Hegesztéshez és kapcsolódó eljárásokhoz tanúsított védőruha az EN ISO 13688:2013+A1:20221
EN ISO 11611:2015

40 °C-ig mosható,

Elérhető méretek: S, M, L, XL, XXL.



A lézeres hegesztéshez elkülönített terület kialakítása

Forrás: Hegesztés és Vágás folyóirat, II. évfolyam II. szám

A lézer kiemelkedő veszélyessége miatt fokozott figyelmet kell fordítani azon személyek védelmére is, akik a környezetben dolgoznak, illetve tartózkodnak.

A védelem kialakításának legelső lépése egy kockázatértékelés, amely figyelembe veszi a környezeti jellemzőket azon a helyen, ahol a lézeres munkaterületet ki szeretnénk alakítani.

A legegyszerűbb helyzet az, amikor a lézeres munkavégzés egy elkülönített, ablaktalan helyiségben történik. Ilyen esetben elegendő a bejárati ajtó biztonsági reteszelése és figyelmeztető jelzések alkalmazása.

Az ajtó reteszelése egy biztonsági kapcsoló elhelyezését jelenti. Az ajtó nyitásakor a kapcsoló leállítja a lézer működését, hogy az ajtón belépő személyt ne érhesse káros sugárzás. Az ajtón kívülre lézeres munkavégzésre figyelmeztető feliratot és figyelmeztető lámpát kell elhelyezni.



Biztonsági kapcsoló



Figyelmeztető lámpa

Egy nagyobb üzemcsarnokban az elkülönített helyiség biztonsági szintjét egy felülről is zárt lézeres hegesztőkabin alkalmazásával tudják elérni, amely a következő képen is látható.



Lézerbiztonsági kabin

A legnagyobb biztonság mellett ugyanakkor ez a legköltségesebb megoldás is, amire nem feltétlenül van szükség. A már említett kockázatértékelésnek elemeznie kell a lézeres munkahely számára kijelölt terület veszélyforrásait a lézeres munka szempontjából és meg kell határozni a szükséges védelem módját és eszközöket, amelyekkel megvalósítható a megfelelő szintű védelem.

Léteznek tetővel ellátott és tető nélküli kabinok.



Tetővel ellátott kabin



Tető nélküli kabin

Tetőre csak akkor van szükség, ha a munkahely felett tükröző felületek, fényes csővezetékek vannak. A kabinban történő munkavégzés biztonságához további eszközökre is szükség van, illetve lehet.

Ilyenek például:

- az ajtónyílást engedélyező kód alkalmazása, hogy illetéklének egyáltalán ne tudjanak bemenni, illetve megszakítani a kabinban folyó munkát.
- A kabinban dolgozó személy állapotának és a bent folyó munkának ellenőrzésére belül kamerát, kívül egy monitort szoktak elhelyezni.



Monitor



Kamera

- Ennél egyszerűbb és költségkímélőbb megoldás egy betekintő ablak elhelyezése a falon vagy az ajtón, de ezeket előszeretettel együtt alkalmazzák.



Betekintő ablak

Szervezeti és munkahelyi követelmények

Forrás: EWA, Megfontolások a kézi lézeres hegesztésről (KLH) 2026

Sok esetben a kijelölt munkaterületet 1-2 oldalon fal határolja, így elegendő lehet lézervédő függönyök, vagy paravánok alkalmazása is.



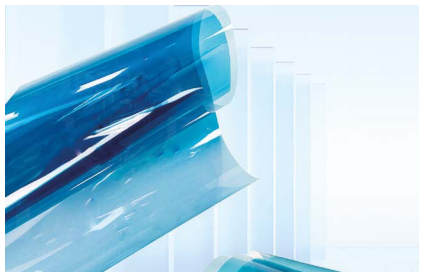
Lézerbiztonsági paraván



Lézerbiztonsági függöny

A falakon viszont gyakran ablakok is vannak, amelyeken túl személyek dolgoznak, vagy közlekednek. Ezeket az ablakokat feltétlenül védelemmel kell ellátni, mivel az üveg nem véd a szálló sugaraktól. Az ablakok elé praktikusán lehúzható függönyt lehet szerelni, vagy az ablakra lézervédő fóliát ragasztani.

A fólia gyengébb védelmet biztosít ugyan, de a munkavégzés pontos körülményeinek a vizsgálata alapján (kockázatértékelés) adott esetben elegendő védelmet nyújthat.



Lézerbiztonsági fólia



Lehúzható függöny

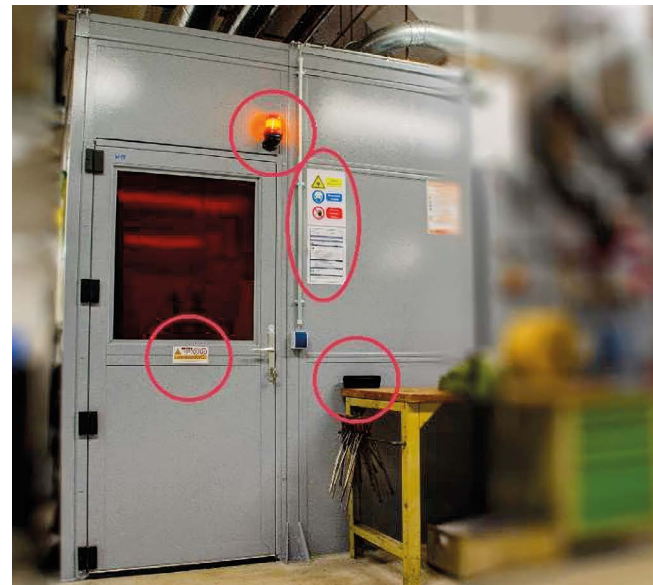
Minden szervezetnek, illetve minden szervezeten kívüli önálló felhasználónak, aki 4-es osztályú lézert üzemeltet, szükseges:

1. kineveznie egy képzett lézerbiztonsági felelőst (LBF, Laser Safety Officer, LSO) kinevezni, vagy saját maga ilyen képzést elvégezni;
2. dokumentált lézerbiztonsági programmal rendelkezni;
3. minden egyes használati helyen ellenőrzött lézeres munkaterület (ELM, Laser Controlled Area, LCA) kialakítani.

A kezelőknek és az ELM területen tartózkodó minden személynek viselnie kell az előírt egyéni védőeszközöket (EVE), beleértve a lézerbiztonsági szemüveget, a lézerbiztos hegesztőpajzsot, a lézerálló kesztyűt és ruházatot.

Az ELM egy fényzáró burkolattal ellátott tér, amely lézerelnyelő panelekkel, reteszkapcsolós beléptető ajtóval (interlock), valamint „Lézer bekapcsolva” figyelmeztető táblával és/vagy fénnel rendelkezik. Az ELM külső oldalán tájékoztató tábla is szükséges, amely feltünteti a maximális lézerteljesítményt és a hullámhosszt. A hegesztési területen használt bármilyen védőfalnak vagy ablaknak lézerbiztos anyagból kell készülnie, amely ellenáll a közvetlen és visszavert sugaraknak. A kép egy biztonsági funkciókkal ellátott ELM (kabin) látható.

Megfelelő lézerfigyelmeztető táblákat kell elhelyezni a teljes ellenőrzött területen, különösen a területre vezető minden be- és kijáratnál. Az LCA-hoz való hozzáférést kizárólag azok számára szabad engedélyezni, akik lézerbiztonsági képzésben részesültek és lézert üzemeltetnek.



Biztonsági funkciókkal ellátott ellenőrzött lézeres munkatér (ELM) példája

[Forrás: ifw Jena, Németország]

TERMÉKKÍNÁLATUNK – LÉZERBIZTONSÁGI FÜGGÖNYÖK



Típus: BUDGET

180–11000 nm közötti hullámhosszra.

Tömeg: kb. 1,0 kg/m²

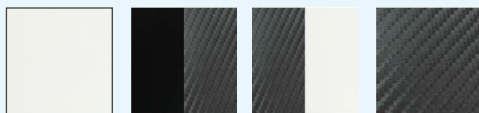
Anyag vastagsága: kb. 0,8 mm

Védelmi szint az EN 12254 szabvány szerint

D AB8 + IR AB3 + M AB5Y	180 - 315
D AB5 + I AB7 + R AB6 + M AB8	>315 - 1050
D AB4 + I AB7 + R AB6 + M AB8	>1050 - 1400
DIR AB2 + M AB4Y	>1400 - 11000
PF CE	

Teljesítménysűrűségek az EN 60825-4 szabvány szerint

02 Fehér	1064nm 1mm 1,85MW/m ² 237s T2*
59 Fekete/szürke	1064nm 1mm 2,09MW/m ² 153s T2*
60 Szürke/fehér	1064nm 1mm 1,68MW/m ² 218s T2*
61 Szürke	1064nm 1mm 2,09MW/m ² 153s T2*



02 Fehér 59 Fekete/szürke 60 Szürke/fehér 61 Szürke



Típus: BUDGET függöny kerettel

180–11000 nm közötti hullámhosszra.

Tömeg: kb. 1,0 kg/m²

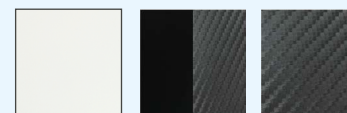
Anyag vastagsága: kb. 0,8 mm

Védelmi szint az EN 12254 szabvány szerint

D AB8 + IR AB3 + M AB5Y	180 - 315
D AB5 + I AB7 + R AB6 + M AB8	>315 - 1050
D AB4 + I AB7 + R AB6 + M AB8	>1050 - 1400
DIR AB2 + M AB4Y	>1400 - 11000
PF CE	

Teljesítménysűrűségek az EN 60825-4 szabvány szerint

02 Fehér	1064nm 1mm 1,85MW/m ² 237s T2*
59 Fekete/szürke	1064nm 1mm 2,09MW/m ² 153s T2*
61 Szürke	1064nm 1mm 2,09MW/m ² 153s T2*



02 Fehér 59 Fekete/szürke 61 Szürke



Típus: BUDGET EXTRA

180–11000 nm közötti hullámhosszra.

Tömeg: kb. 1,5 kg/m²

Anyag vastagsága: kb. 1,2 mm

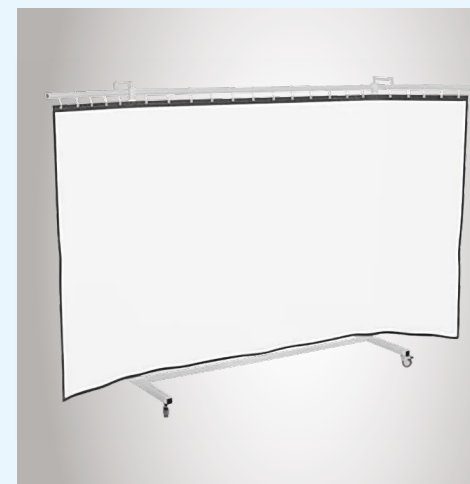
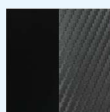
Védelmi szint az EN 12254 szabvány szerint

D AB8 + IR AB3 + M AB5Y	180 - 315
D AB6 + I AB7Y + M AB8	>315 - 1050
D AB5 + I AB7Y + M AB8	>1050 - 1400
DIR AB3 + M AB4Y	>1400 - 11000
PF CE	

Teljesítménysűrűségek az EN 60825-4 szabvány szerint

59 Fekete/szürke	1064nm 1mm 7,77MW/m ² 178s T2*
------------------	---

59 Fekete/szürke



Típus: BUDGET HIGHTECH függöny kerettel

180–11000 nm közötti hullámhosszra.

Tömeg: kb. 2,2 kg/m²

Anyag vastagsága: kb. 2,2 mm

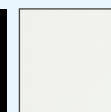
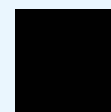
Védelmi szint az EN 12254 szabvány szerint

D AB9 + IR AB4 + M AB5Y	180 - 315
D AB7 + IR AB6 + M AB8Y	>315 - 532
D AB7 + IR AB7 + M AB8Y	>532 - 1050
D AB6 + IR AB7 + M AB8Y	>1050 - 1400
D AB3 + IR AB4 + M AB3Y	>1400 - 11000
PF CE	

Teljesítménysűrűségek az EN 60825-4 szabvány szerint

01 Fekete	800-1400nm 130kW/m ² 100s T2*
02 Fehér	800-1400nm 130kW/m ² 100s T2*

01 Fekete



02 Fehér

TERMÉKKÍNÁLATUNK – LÉZERBIZTONSÁGI PARAVÁNOK



Típus: PEGASUS

Három modulból és egy csatlakozó elemből áll és tovább bővíthető. A modulok 90°-os szögben mozgathatók.

Magasság: 2200 mm, beleértve a 30 mm lábmagasságot

Anyaga: alumínium kopozit panel

Vastagsága: kb. 4 mm

Színe: ezüst

Opcionálisan kerékkel is felszerelhető, magassága 50 mm.

1 modul mérete 1250 x 2200 mm, beleértve a 30 mm lábmagasságot.

Védelmet biztosít a következő hullámhossztartományban: 180-11000nm között

Védelmi szint az EN 12254 szabvány szerint

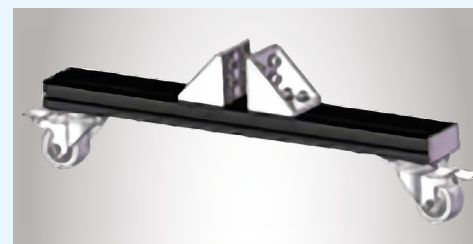
D AB10 + IR AB5 + M AB6Y	180 - 315
DR AB7 + I AB8 + M AB10	>315 - 1050
D AB7 + I AB8 + R AB6 + M AB10	>1050 - 1400
DIR AB4 + M AB5Y	>1400 - 11000
PF CE	

DIN EN 60825-4

101,86 MW/m ² 300s T2 1064nm 0° 1 mm
6,37 MW/m ² 240s T2 1070nm 0° 20 mm



Típus: TRM



Magasság: 2250 mm

Szélesség: 1200 mm

Anyaga: GD.LSW304 lemez + alumínium profilkeret

Vastagsága: 4 mm

Színe: fekete

Ablakos, illetve ablak nélküli verzió érhető el. (Ablak méretei: 300x600mm)

Opcionálisan kerékkel is felszerelhető.

Bővíthető, egyedi kialakításra van lehetőség.

Védelmet biztosít a következő hullámhossztartományban: 190-11000nm

A TÜV által kiadott lézer elleni védelmet szolgáló falra vonatkozó vizsgálati jegyzőkönyv a következők szerint áll rendelkezésre:

EN 60825-4:2006+A1+A2;

Lézervédelmi termékek biztonsága – 4. rész: Lézervédő burkolatok.

Védelmi szint az EN 60825-4 szabvány szerint:

≥1132 kW/m² x 100s @ 1030nm,

Tolóajtó lézerbiztonsági paravánhoz, vagy kabinokhoz



Önállóan is használható saját építésű kabinokhoz

A tolóajtó szélessége 1064 mm

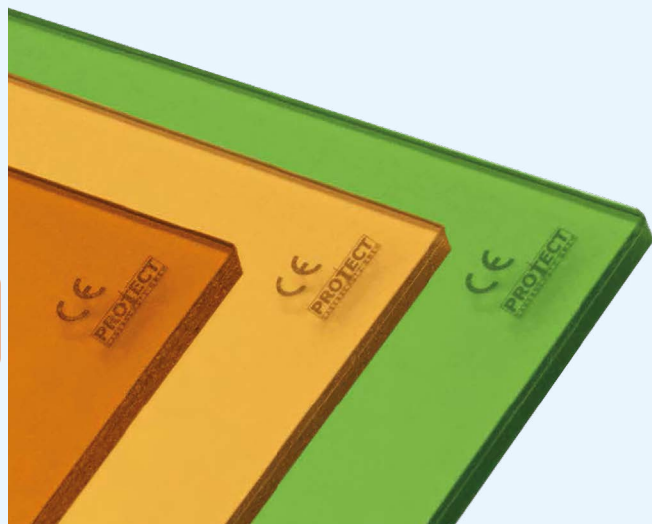
Tartozékai:

- Biztonsági kapcsoló
- 1 db golyós retesz, belső és külső fogantyúval
- Felső vezetőprofil 40 x 40, 2 db görgővel

TERMÉKKÍNÁLATUNK – LÉZERBIZTONSÁGI ABLAKOK

TERMÉKKÓD	ANYAG	SZÍN	VLT	NÉVLEGES VASTAGSÁG	MAXIMÁLIS MÉRLET	TANÚSÍTVÁNY			
						EN207	EN207 10"	EN12254	EN60825-4
708.003.XXX EK	Akril	Zöld	51%	3.2 mm	1200 x 900 mm	•		•	
708.001.XXX FK		Sötét narancs	22%	3.2 mm	600 x 900 mm	•		•	
708.001.XXX GK		Narancs	34%	3.2 mm	600 x 900 mm	•		•	
708.001.XXX NK		Sötét zöld	21%	3.2 mm	1200 x 900 mm	•		•	
708.001.XXX QK		Zöld	38%	3.3 mm	1800 x 1000 mm	•	•	•	
708.001.XXX RK		Sötét zöld	20%	3.3 mm	1800 x 1000 mm	•	•	•	•
708.001.XXX SK	Polikarbonát	Sötét zöld	22%	6.5 mm	1800 x 1000 mm	•	•	•	•
708.000.XXX EZ		Bronz	50%	3.0 mm	2000 x 1500 mm	•			
708.000.XXX FZ		Bronz	50%	4.0 mm	2000 x 1500 mm	•			
708.000.XXX CZ		Bronz	50%	5.0 mm	2000 x 1500 mm	•			
708.000.XXX GZ		Színtelen	90%	3.0 mm	2000 x 1500 mm	•			
708.000.XXX DZ		Színtelen	90%	4.0 mm	2000 x 1500 mm	•			

TERMÉKKÓD	ANYAG	LÉZER TÍPUSA																							
		Excimer	UV	Nd:YAG(4x)	ND:YAG(3x)	Blue	Argon	Nd:YAG KTP	Alexandrite	Ti:Sapphire	Diode	Diode	Yb:YAG	Nd:YAG	Fiber	Fiber (Raman)	Telecom	Diode	TM:YAG	Ho:YAG	Er:YAG	CO2			
708_EK	Akril	193 nm	248 nm	266 nm	355 nm	445 nm	515 nm	532 nm	755 nm	800 nm	808 nm	940 nm	1030 nm	1064 nm	1080 nm	1125-1135 nm	1320 nm	1470 nm	2000 nm	2100 nm	2940 m	10600 nm			
708_FK																									
708_GK																									
708_NK																									
708_QK																									
708_RK																									
708_SK	Polikarbonát																								
708_CZ																									
708_DZ																									
708_EZ																									
708_FZ																									
708_GZ																									
708_HZ																									



Keretek lézerbiztonsági ablakokhoz

Készre szerelhető kereteink segítségével mineral üveg és polimer ablakok szerelhetők be lézerbiztonsági kabinokba, paravánokba vagy ajtókba.

A fekete porfestett fémkeretek kb. 10 mm vastagságú lézerbiztonsági ablakokhoz alkalmasak.

Fekete színben.

Standard méretek:

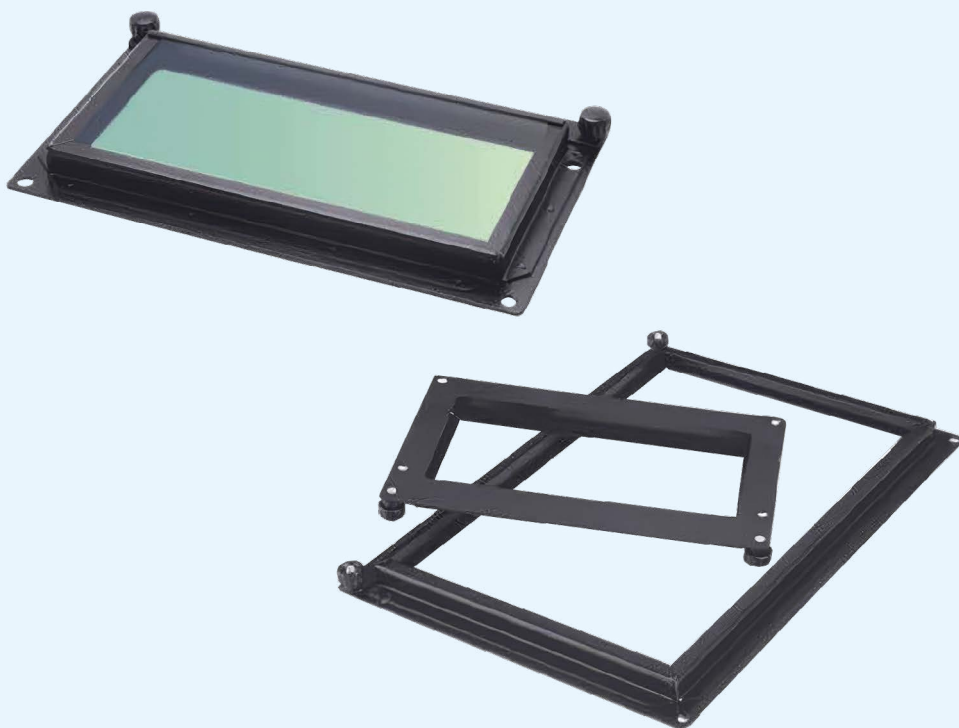
Cikkszám: LV-PR.190-RAHMEN-100X200

LV-PR.190-RAHMEN-210x297

Egyedi méret:

Cikkszám: LV-PR.190-RAHMEN-E

Egyedi méretekre és dupla keretekre vonatkozóan kérje egyedi ajánlatunkat



Könnyen felhelyezhető ablakfólia a lézersugár intenzitásának csökkentésére



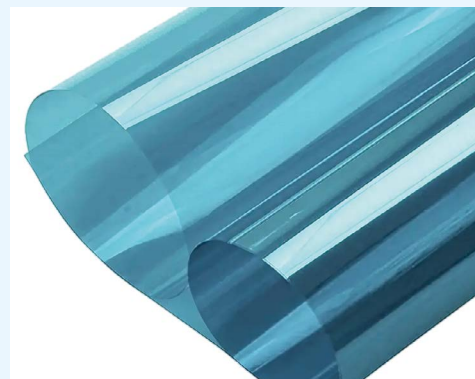
Kétoldalas alkalmazás esetén megduplázza a védelmi tényezőt (magnövelt OD).

Ez a védőfólia tetszőleges méretre vágható és bármilyen anyagfelületre felragasztható, valamint egy-, két- vagy többrétegben is használható a nagyobb optikai sűrűség biztosítása érdekében.

Egyszerű, gyors felhelyezés és megbízható tapadás.

Szuper kopásálló PET védőfóliából és speciális eljárással speciális hullámhosszú nano hullámmelnyelő anyaggal kevert többrétegű fóliából készült.

A termék kiváló tulajdonságokkal rendelkezik a kopásállóság és az öregedési ellenállás tekintetében. Védelmet nyújt a 780-3000 nm hullámhosszú lézersugárással szemben, elnyelve és visszaverve azt.



Jellemzői:

- OD4 (LB3) védelmi szint 950~1600 nm hullámhosszon
- Látható fényáteresztés: kb. 58%
- Méteráru, sélessége: 1500 mm
- Vastagsága: 125 µm
- 3 különböző rétegből áll
- Színe: átlátszó, világoskék
- Jó szín-láthatóságot és
- UV védelmet is biztosít



TERMÉKKÍNÁLATUNK

TRM Lézerbiztonsági kabin

Fal védelmi szintje:

$\geq 1132 \text{ kW/m}^2 \times 100 \text{ s} @ 1030 \text{ nm}$

A fal anyaga: alumínium kompozit panel

A fal vastagsága: 4 mm

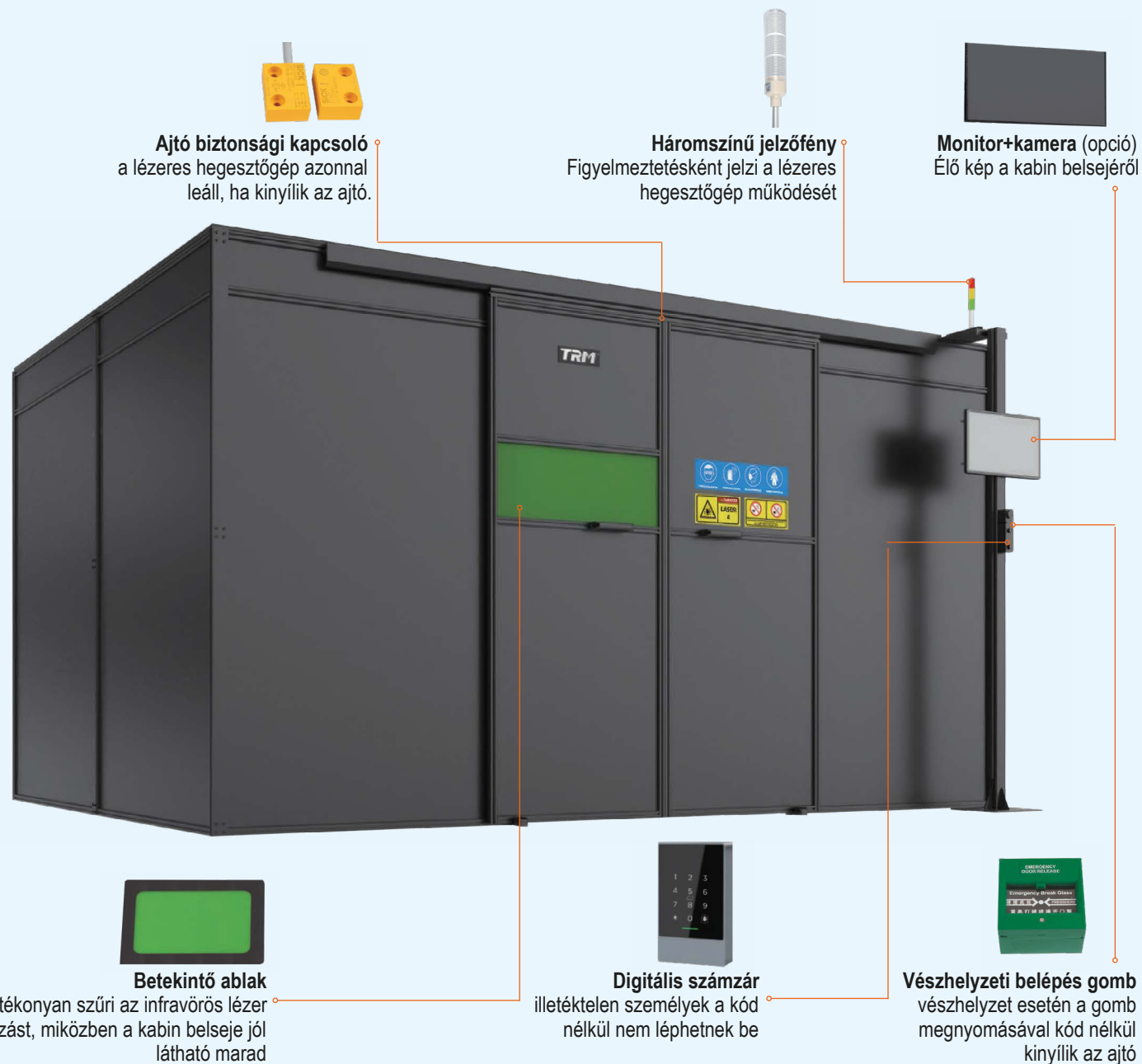
Betekintő ablak védelmi szintje:

DIRM AB4 CDS0	813-842
DIRM AB5 CDS0	843-865
D AB6 + I AB8 + R AB6 + M AB8Y DCS0	866-1050
D AB5 + I AB8 + R AB6 + M AB8Y DCS0	1051 - 1100

Ajtó mérete (sz x m): 1,5 m x 2 m

Opcionális felszerelések:

Világítás	
Kamera	
Hálózati DVR	
Monitor	
Biztonsági PLC rendszer	
Hálózati tápegység	



Közvetlen lézersugár hatása a TRM lézerbiztonsági kabin anyagára a TÜV Reinland vizsgálatai alapján

A fal anyaga GD LSW304 jelű kompozit alumínium panel
Vastagsága 4 mm

A teszthez alkalmazott lézer jellemzői:

Gyártó	IPG
Hullámhossz	1030 nm
Optika	YLS-10000
Fókusz távolság	300 mm
Szállátmérő	0,2 mm
Fókuszátmérő	0,7 mm
Nyers sugárnyaláb átmérő- je fókuszálás előtt	25 mm

Teszt 1

3000W – Előlről



Teszt 2

4000W – Előlről



Teszt 3

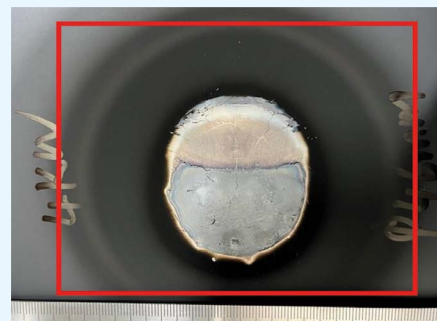
5000W – Előlről



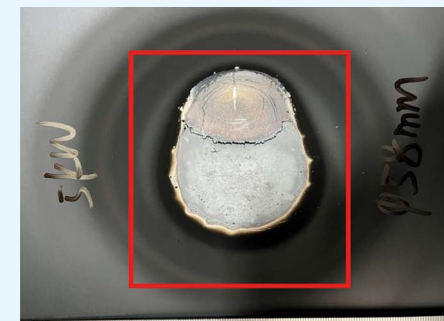
3000W – Hátról



4000W – Hátról



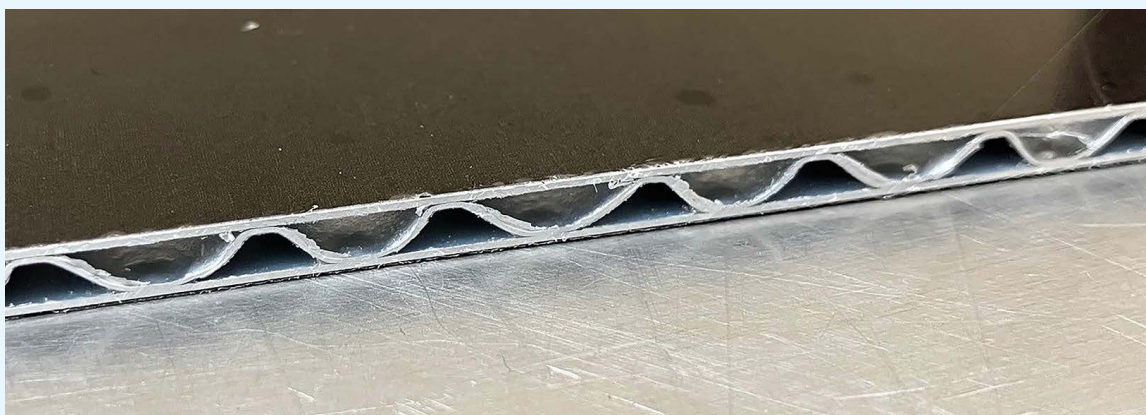
5000W – Hátról



Tesztelési távolság: 3F

Tesztek teljesítménye és időtartama

	Lézer kimeneti teljesítménye	Mért teljesítmény	Idő
Teszt 1	3 kW	2,46 kW	100 s
Teszt 2	4 kW	3,25 kW	100 s
Teszt 3	5 kW	4,06 kW	100 s



UNISONIC Lézerbiztonsági kabin

Tömeg: 10,4 kg/m²

Fal vastagsága: 80 mm

Hullámhossz tartomány	897-960nm 124kW/m ² T2
Hullámhossz tartomány	960-1190nm 166kW/m ² T2

Tetőkeret

- Könnyen felszerelhető tetőpanelek
- A tetőpanelek a keretbe vannak süllyesztve

Sarokprofil

- 90°-os szög biztosítása
- Elegáns és fényes megjelenés

Szellőzőnyílás

- A külső elszívórendszerhez előkészítés

Bejárati ajtó

- Balra vagy jobbra nyitható
- Ablakkal és zárral felszerelve

Tetőpanelek

- Könnyen felszerelhető a tetőkeretbe

Szendvicspanel

- Hangszigetelt
- 80 mm vastag

Reteszelő rendszer

- LED-es figyelmeztető világító feliratok
- Robusztus üzembiztos rendszer

Lézerszűrő ablak

- Kétrétegű biztonsági üveg
- DIN EN 60825-4:2011

Légbevezetés

- Zajszigetelő rács
- Rugalmas fali elhelyezés

Padlóprofilok

- Erős rögzítőelemek
- Könnyen telepíthető és méretre vágható

SMART SHIELD

★ Megelőzi a lézer okozta károkat

★ Teljesen automatizált

★ Utólag felszerelhető

★ Aktív figyelmeztető lámpák



A SMART SHIELD megfelel a következő irányelveknek:

- Elektromágneses kompatibilitás 2004/108/EG
- DIN EN 60825-1 (VDE 0837 1. rész)
- 2006/95/EG - Kisfeszültségű irányelv
- 2014/30/UE - EMV irányelv
- 62368/EN - Általános termékbiztonság



A Smart Shield egy utólagosan felszerelhető, teljesen automatizált lézervédelmi rendszer, amely a meglévő védőfalat használja passzív védelemként a leállítási folyamat időtartama alatt.

A rendszer egy nagyon vékony érzékelőfóliát használ, teljes felületű fémes rétegekkel, a nem megengedett lézersugárzás érzékelésére, hogy megakadályozza a passzív védelem károsodását vagy átlukadását.

A fal belsejében található állapotjelző LED-csíkok zöld színrel jelzik az egyes falcsíkok aktív és hibamentes állapotát.

A veszélyes sugárzással érintett területeket piros figyelmeztető lámpa jelzi.

Különösen a teljesen automatikus, nem folyamatosan felügyelt rendszerek esetében az időben történő leállítás jelentős biztonsági előnyt jelent, mivel a falak megsérülnének, ha nem állítanák le őket. Aktív védelem nélkül egyébként 30 000 másodperces besugárzási időt kellene kibírniuk.

A rendszertől és a lézersugárzás jellemzőitől függően 100 ms-os kikapcsolási idő érhető el. a lézerfókusz minimális távolsága a kabin falától 130 milliméter, 5 kW lézerteljesítmény mellett.

Hegesztési füst

Forrás: EWA, Megfontolások a kézi lézeres hegesztésről (KLH) 2026

A kézi lézeres hegesztés során az alapanyag és a hozaganyag lézersugárban történő párolgása következtében, a lehűlés során hegesztési füst részecskék is keletkeznek. Ezek rendkívül finom szemcsék, és általában belélegezhetők. Ahogy az ívhegesztésnél is, a lehetséges egészségügyi kockázat típusa az alkalmazott anyagoktól függ. Ezért a KLH eljárásra ugyanazok az egészségvédelmi és biztonsági előírások érvényesek, mint az ívhegesztésre. Általános szabály, hogy a munkavállaló légzési zónájában levő levegőben a szennyező anyagok koncentrációja nem haladhatja meg a határértékeket. További információ található az EWA "Introduction to methods of prevention and extraction of welding fume" („Bevezetés a hegesztési füst megelőzésének és elszívásának módszereibe”) című tájékoztató kiadványában. Ha a veszélyes anyagok kibocsátása nem akadályozható meg, vagy nem csökkenthető megfelelő mértékben, azokat a keletkezés helyének közelében kell elszívni, mielőtt belépnének a légzési zónába. A kiegészítő általános szellőzés csökkentheti a teljes helyiségben a koncentrációt, így védve azokat a személyeket is, akik közvetlenül nem vesznek részt a hegesztési folyamatban. Ha ilyen műszaki vagy szervezési intézkedések nem alkalmazhatók vagy nem elég hatékonyak, sok esetben az egyetlen megoldás az, hogy a hegesztő egyéni légzésvédő eszközt visel. Ugyanakkor figyelembe kell venni, hogy ez csak a viselő személyt védi.

Bár az előzetes hegesztési füstvizsgálatok azt mutatják, hogy a lézeres hegesztés füstkibocsátási rátája sokkal kisebb az ívhegesztési eljárásokhoz, például a MIG/MAG-hoz képest, a KLH során keletkező füstök mégis kockázatot jelentenek. Raadaaúl a teljesítményszint növekedésével a füstkibocsátás mértéke is növekszik. Mivel bizonyos fémek és ötvözetek hegesztése során ismertén rákkeltő és neurotoxikus füstök keletkeznek, a lézeres hegesztésnél fokozott elővigyázatosság szükséges a hegesztő egészségének és biztonságának megóvása érdekében.

A lézeres tisztítás a légzőszervekre különösen veszélyes

A lézeres hegesztés mellett nem szabad megfeledkeznünk a lézeres tisztításról sem. Ennek két fő oka van.

- A kézi lézeres hegesztőgépek általában alkalmasak lézeres tisztításra is.
- Ahol fémek hegesztése történik, ott kézenfekvő a gépnek, illetve a lézersugárnak a tisztító képességét is kihasználni, hiszen a leghatékonyabban a rozsdá eltávolítása oldható meg vele.

A KLH gépe sugárjellemzőiből eredően a tisztítás során a rozsdá, a reve és minden más szerves, vagy szervetlen szennyeződés, bevonat leég az anyag felületéről. Az égés során lényegesen több füst és gőz kerül a levegőbe amelyek belégzése rendkívül káros. Különösen igaz ez horgany, olajszennyeződések, vagy festékbevonatok eltávolításakor.

Ilyen esetben a légzésvédelem kiemelkedően fontosá válik.



Forrás: Protect Laserschutz GmbH



Forrás: Protect Laserschutz GmbH

TERMÉKKÍNÁLATUNK



Mobil elszívó berendezések

A hegesztési füst leválasztása mobil füstelszívó és szűrő berendezések alkalmazásával.

Könnyen mozgatható, ergonomikus, hatékony eszközök akár változó helyen végzett hegesztési munkálatok füstelszívásának biztosítására.



Helyhez kötött elszívó berendezések

Helyhez kötött, vagy falra szerelhető hegesztési füstelszívó és szűrő berendezések egy eszközzel akár két munkaállomáshoz.

Egyszerű és költséghatékony megoldások a hegesztési füst befogása és leválasztása biztosítására.



Szívókarok és ventilátorok

Rugalmas hegesztésifüst-elszívó karok akár 10 méteres hatósugárral, egyéni munkaállomásokhoz vagy hegesztőkabinokhoz.



Nagy teljesítményű központi elszívó berendezések

Központi füstelszívó és szűrő berendezések, amelyek csatlakozó csővezet segítségével fogják be a füstöt, illetve keringtetik vissza a megszűrt levegőt.

Kettő vagy több munkaállomás hegesztési füstjének befogására és elválasztására ideális megoldást jelentenek.



Csarnokelszívó rendszerek

Nagy légtérű üzemek, csarnokok légszűrését biztosító berendezések, melyek a kiszorításos vagy rétegszellőztetés elvén működnek a hegesztési füsttel terhelt levegőt a megfelelő magasságban befogva, illetve szűrt levegőt finoman visszakeringtetve - ezzel a csarnok fűtési költségeit jelentősen csökkentve, a csarnok összes munkavállalója számára a tiszta levegőt folyamatosan biztosítva.



Nagyvákumú elszívó berendezések

Hegesztési füst elszívása szívótömlőkkel, elszívó tölcsekkel vagy a hegesztőpisztolyba integrált elszívórendszerrel.

2026. augusztus

Borítóképek: UNIVET Laser Catalogue



REHM Hegesztéstechnika Kft.

2766 Tápiószele, Jászberényi út 4.

Tel.: +36 (30) 138 0985

E-mail: rehm@rehm.hu

Web: www.rehm.hu