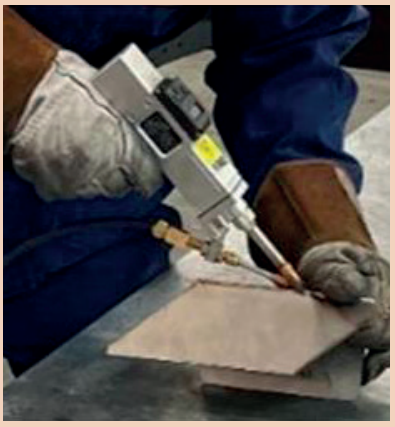
Käsikäyttöisten lasereiden turvallisuusriskit yllättävät monet

■ Juha Kauppila, Jari Hovikorpi ja Antti Salminen

Tällä hetkellä kovaa vauhtia yleistyvät käsikäyttöiset työstölaserit hitsaukseen, puhdistukseen, merkkaukseen ja leikkaukseen tuovat mukanaan aiempia suuremman riskin käyttäjälle ja ympäristölle. Riskien toteutuminen voi aiheuttaa vakavia vammoja käyttäjälle ja muille.



Johdanto

Laseria on käytetty konepajan työkaluna Suomessakin jo 80-luvun puolivälistä asti. Työstölasereiden käyttö yleistyy tällä hetkellä varsin kovaa vauhtia. Käytön kasvua on edistänyt lasereiden alentunut hinta ja yhä parempi käytettävyys. Todennäköisesti käytön kasvu johtuu teknologian ilmeisten etujen oivaltamisesta ja niiden hyödyntämisestä valmistuksessa. Lasertyöstö mahdollistaa entistä joustavamman tuotannon ja aivan uudenlaisten rakenteiden käyttöönoton. Maailmalla suurteholasertyöstöt ovat olleet käytössä kymmeniä vuosia ja niiden kanssa on totuttu työskentelemään.

Työstölaser on aivan erilainen laite kuin mikään muu konepajan laite ja sen käytössä on huomioitava uusia asioita, jotka aiheuttavat muutoksia esim. tehtaan työturvallisuusjärjestelyissä. Automatisoitujen ja käsikäyttöisten työstölasereiden, aallonpituus on näkyvän valon yläpuolella IR-A (1030-1070nm). Tämä lasersäteily on näkymätöntä silmälle. Kirkaan valon laukaiseva silmäluomen kiinnimenorefleksi ei siis suojaa silmää. Tilannetta pahentaa, että NIR lasersäde tarkentuu kuitenkin silmän mykiön läpi pisteeksi verkkokalvolle. Peruuttamattoman verkkokalvovaurion syntymistä ei voi havaita ennen kuin on liian myöhäistä. Säde ei myöskään näy sivusta. Eli ilmassa vapaana etenevä lasersäde on erittäin vaikea havaita, ellei säteeseen osu jotain, joka sitten lämpiää, sulaa, höyrystyy tai syttyy palamaan.

Laserturvallisuus

Koko laserin käyttöhistorian ajan ovat laitevalmistajat, tutkimuslaitokset kuin viranomaisetkin pyrkineet määrittelemään erilaisten lasereiden, prosessien ja laitteiden muodostamat potentiaaliset terveysriskit ja luomaan käytänteitä riskien minimointiin. Käytännössä on luotu säännöstö, jonka noudattaminen tekee mahdolliseksi lasereiden turvallisen käytön. Perinteisesti eurooppalaiset CE-merkityt lasertyöasemat ovat alentaneet riskin niin, että laiteita on voitu käyttää luokan 1 laserlaitteina huolimatta niissä käytetyistä suurteholasereista. Käytännössä näissä laitteissa lasertyötapaturma on ollut mahdollista vain esim. huoltotilanteissa tai kun turvallisuussäännöksiä on systemaattisesti kierretty.

Lasertyöstön riskit aiheutuvat lasersäteestä, joka on sähkömagneettista valoa. Valo etenee suoraan ja kohdatessaan pinnan se joko heijastuu, absorboituu/heijastuu, absorboituu/siroaa tai läpäisee pinnan. Kun säde kohtaa materiaalin pinnan se lämmittää, sulattaa ja höyrystää sitä, mutta aina osa säteestä heijastuu ympäristöön. Kappaleeseen jäävää lämpöä käytetään eri prosesseissa, mutta heijastuva osa aiheuttaa työympäristöön riskin. Riski on vielä huomattavasti suurempi, jos lasersäde pääsee etenemään vapaasti tilassa.

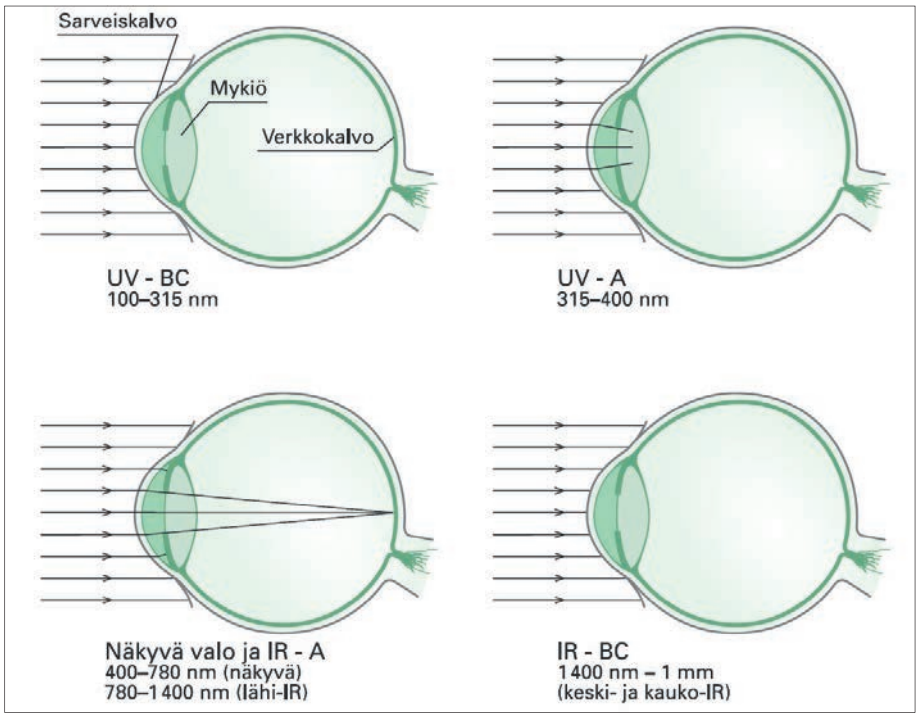
Tyypillinen sädeturvallisuuden riskitilanne työstölasereiden kanssa syntyy, kun lasersäde pääsee etenemään vaakasuorassa vapaasti. Se voi edetä vaarallisena hyvin pitkiä matkoja. Lasersäde hajaantuu edetessään ilmassa, mutta kriittistä on aina sen tehotiheys. Säde höyrystää lähes kaiken, mitä sen eteen tulee ja vielä muutamien metrien päässäkin, jos tehotiheys on riittävän suuri, palovamman riski on myös suuri. Lasersäteen aiheuttamia riskejä työympäristössä ovat:

- Ihovauriot suoraan tai heijastuneesta säteestä, 1-, 2- ja 3-asteen palovammoja
- Silmävaurio, lievästä vauriosta näkökyvyn menetykseen
- Laitteiden ja ympäristön vauriot, palaminen, sulaminen ja höyrystyminen

Tyypillisesti laserin kanssa työskenneltäessä ollaan totuttu siihen, että työasema on rakennettu niin, että lasersäde ei pääse edes heijastuksien kautta sen ulkopuolelle. Sisäpuolella työskenneltäessä on tyypillisesti käytetty henkilökohtaisia suojavarusteita, oikeanlaisia suojalaseja, suojavaatteita, turvakenkiä, maskeja jne.

Oikeanlaiset suojalasit ovat erittäin tärkeät, sillä esim. silmävaurion riski riippuu lasertehon lisäksi oleellisesti myös säteen aallonpituudesta. Kuvassa 1 on esitetty millaisia riskejä eri aallonpituudet aiheuttavat säteen osuessa silmään. Kuvan mukaisesti nyt jo pienimmälle käytölle jääneet CO_2-laserien IR-BC -aallonpituus ei ollut läheskään yhtä haitallista silmälle kuin nykyisin vallalla olevien kuitu-, kiekko- ja diodilasereiden näkyvän ja IR-A aallonpituusalueelle.

Näiden modernien laserien työturvallisuusriski on näön kannalta erittäin kriittinen. Kohtuullisen pienikin laserteho voi aiheuttaa silmään vamman, sillä silmän optiikka fokusoi lasersäteen verkkokalvolle, jolloin siihen voi syntyä sokea piste.



Kuva 1. Optisen säteilyn tunkeutuminen silmään. Eri aallonpituuksien välillä on iso ero.

Käsilaserin riskit

Tällä hetkellä kovaa vauhtia yleistyvät käsikäyttöiset työstölaserit (hitsaukseen, puhdistukseen, merkkaukseen ja leikkaukseen) tuovat mukanaan aiempia numeerisesti ohjattuja laitteita huomattavasti suuremman riskin käyttäjälle ja ympäristölle. Laitteistojen yleistyminen tuo myös uusia käyttäjiä tekniikkaan pariin. Heillä ei ole aikaisempaa lasertyöstökokemusta, ja jo tällä hetkellä suomessakin käsilasereita on käytössä konepajoissa perinteisen käsin hitsaamisen korvaajina mm. autokorjaamoissa, teollisuuspuhdistuksessa ja kiinteistöhuollossa. Kaukana ei myöskään ole tilanne, jossa kädessä pidettävät lasertyöstölaitteistot yleistyvät yksityiskäytössäkin. Kuluttajakäytössä kädessä pidettävät lasertyöstölaitteistot ovatkin erittäin harmaalla alueella, koska kuka on laitteiston oikeaa käyttöä valvova viranomainen. Esimerkiksi kuvan 2 mukainen laitteisto aiheuttaa käyttäjälle ja ympäristölle välittömän vaaran ja sitä saa käyttää vain suljetussa valotiiviissä tilassa, jossa käyttäjällä on asianmukaiset henkilökohtaiset suojavarusteet.

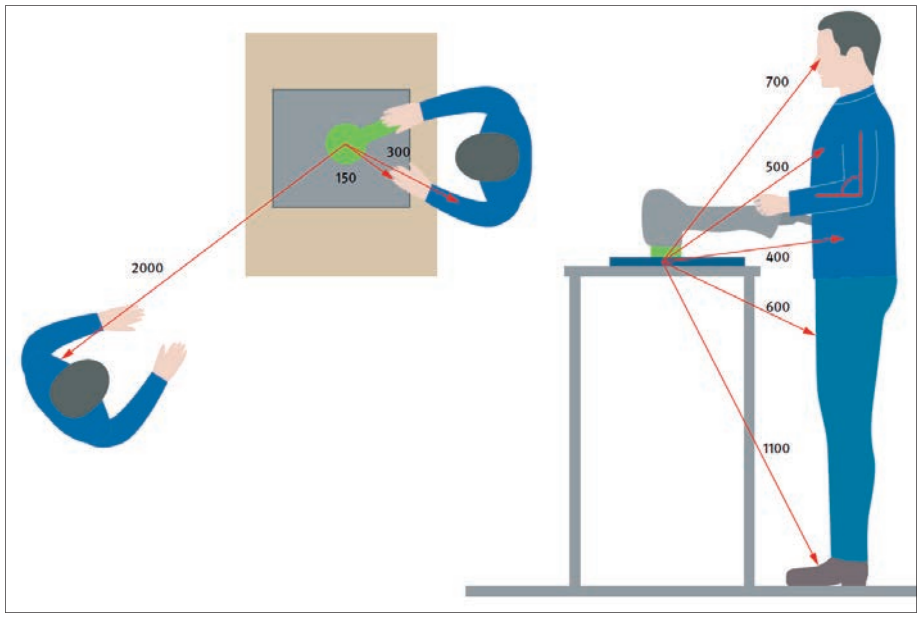
Lasersäde heijastuu tyypillisesti käsiteltävästä pinnasta hajasäteilynä, mutta pahimmillaan syntyy ns. peilimäinen heijastus, jolloin koko säteen tehosta voi heijastua yli 90 % yhteen suuntaan. Tällöin riski on suurimmillaan. Säde tyypillisesti hajaantuu edetessään ilmassa ja riittävän pitkä suojaetäisyys pienentää vamman riskiä. Saksalainen DGUV Information 203-093 ohje käsilasereiden turvalliseen käyttöön esittelee tyypillisiä etäisyyksiä prosessiin kuvassa 3. Kun näitä etäisyyksiä vertaa kuvan 4 suositeltuihin turvaetäisyyksiin, nähdään, että työskentely tai sen seuraaminen normaali etäisyyksiltä edellyttää aina asianmukaisia henkilökohtaisia suojavarusteita.

Kuvassa 4 on esitetty turvallisen työskentelyn etäisyydet, kun käytetään 1000 W kuitulaseria, jossa säteen hajontakulma on 50 mrad ja aallonpituus on 1070 nm.

Käsilasereilla silmän ja ihon tapaturmariskit ovat suuria. Käyttäjään tai ympäristöön voi kohdistua isoja peilimäisiä heijastumia prosessista. Lasersäde voi myös läpäistä kappaleen esim. hitsausliitoksen ilmaraosta tai jos prosessi muuttuu leikkaukseksi, jolloin vapaana kulkeva lasersäde voi aiheuttaa erittäin pahan tapaturman. Koska käsikäyttöiset laserit ovat kaikki näkyvän valon tai IR-A aallonpituuden lasereita on pienitehoinenkin heijastuma, vielä kahden pinnan kauttakin, silmälle vaarallinen (aikaisempi kuva 1).

Laserturvallisuudessa pitää sen eri osa-alueet saada kuntoon, kuva 5. Tämä edellyttää, että niin tekniset suojatoimet kuin organisatoriset ja henkilökohtaiset suojatoimet pitää olla kunnossa. Käyttäjillä pitää olla asianmukaiset tarvittavat henkilökohtaiset suojavarusteet, Tila, jossa lasertyöstöä tehdään, on oltava suljettu ulkopuolisilta ja asianmukaisesti merkitty. Laitteen käyttäjät tulee perehdyttää laitteen oikeaoppiseen käyttöön ja tietoseksi sen käyttöön liittyvistä riskeistä. Vastuu käsilasereiden oikeaoppisesta käytöstä ja niiden työturvallisuudesta, on aina yritysten johdolla.

Kuva 2. LASER luokka 4 lasermerkkauslaitteisto (https://www.ubuy.hk/en/product/1B6VBUFYO-30w-mopa-jpt-m7-hand-held-fiber-laser-engraver-mopa-laser-marking-machine-for-color-marking-with-175mm-lens).



Kuva 3. Tavanomaiset etäisyydet prosessiin käsilaserilla työskenneltäessä (DGUV Information 203-093).

Yhteenveto

- Älä koskaan katso lasersäteeseen, älä koskaan altista kehoa lasersäteelle.

Lähteitä

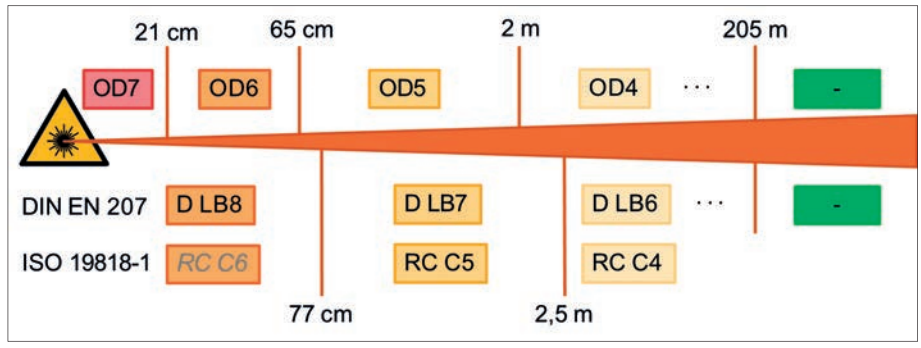
Handlungshilfe für die Gefährdungsbeurteilung beim Betrieb von offenen Laser-Einrichtungen zur Materialbearbeitung mit Handführung oder Handpositionierung (HLG)DGUV Information 203-093 zu beziehen bei Ihrem zuständigen Unfallversicherungs-träger oder unter www.dguv.de/publikationen.

Juha Kauppila
Koulutuspäällikkö
Suomen Hitsausteknillinen Yhdistys
juha.kauppila@shy.fi

Jari Hovikorpi
Tekninen johtaja
Apricon Oy
jari.hovikorpi@apricon.fi

Antti Salminen
Professori
Turun yliopisto, konetekniikka
antti.salminen@utu.fi

Tehotiheys	$2{,}1 \times 10^8$ W/m²	$2{,}4 \times 10^7$ W/m²	$2{,}1 \times 10^6$ W/m²	$3{,}4 \times 10^5$ W/m²	50 W/m²
Säteen halkaisija	3 mm	9 mm	30 mm	75 mm	6,1 m
Etäisyys	10 cm	30 cm	1 m	2,5 m	205 m
Esimerkki	Käyttäjän Käsi	Käyttäjän Kasvot	Tarkkailija	Laser alueen reunalla	Silmäturvallinen etäisyys



Kuva 4. Lasersäteen edetessä se hajaantuu ja tehotiheys pienenee. Silmäturvallinen etäisyys on kuitenkin varsin suuri. Silmäturvallinen tehotiheysraja perustuu DIN EN 60825-1:2022 -standardiin.

Kuva 5. Asianmukaiset henkilökohtaiset suojavarusteet käsilaserhitsaukseen. Huomaa myös, että tila on eristetty ympäristöstä valotiiviillä suojaseinillä (kuva, Veslatec Oy).