



LAND OF THE CURIOUS



 E-LIIKKUVUUDEN KEHITTYNEET VALMISTUSMENETELMÄT

TYÖTURVALLISUUS LASERTYÖSTÖSSÄ

Kootut tietopaketit



Euroopan unionin
osarahoittama



ETELÄ-
KARJALAN
LIITTO



LAPPEENRANTA

LASERIEN TYÖTURVALLISUUS –MITÄ JA MIKSI



Euroopan unionin
osarahoittama



ETELÄ-
KARJALAN
LIITTO

LAPPEENRANTA

Lasersäteen ominaisuudet:

- » Laserilla saadaan aikaan tarkasti kohdennettu, korkean intensiteetin valonsäde
- » Säde etenee yhdensuuntaisena ja kapeana pitkiä matkoja
- **Vaarallinen myös kaukana laserlähteestä!**

Vuorovaikutus kappaleiden kanssa:

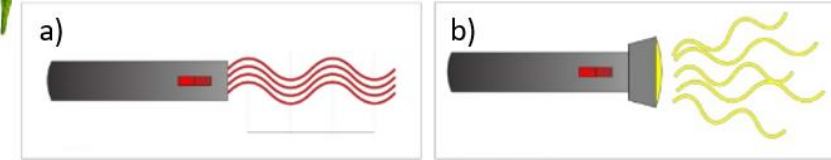
- » Voidaan kohdistaa suoraan tai heijastaa pintojen kautta
- » Säteilyenergian absorboituminen materiaaliin saa aikaan materiaalin lämpenemisen
- **Heijastukset ja hajasäteily vaarallista!**

Lasersäteilyn vaikutukset:

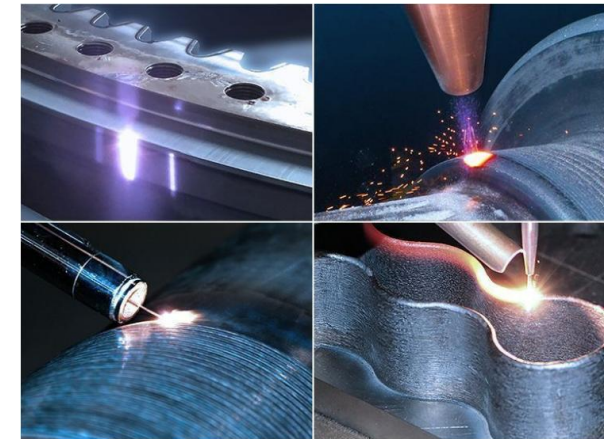
- » Aiheuttaa lämpötilan nousua materiaalin pinnalla ja mahdollisesti myös materiaalin sisällä
- » Voi johtaa fysikaalisiin muutoksiin, kuten sulamiseen, haihtumiseen ja muodonmuutokseen
- **Absorboituu ihoon ja silmän osiin!**

Sovelluskohteet:

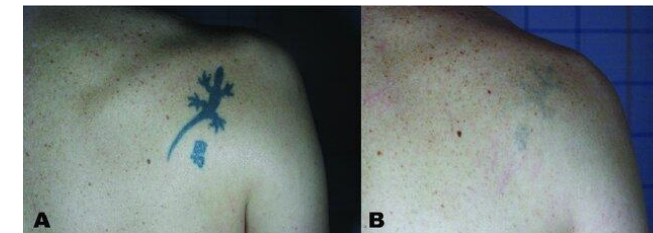
- » Valmistava teollisuus: esim. hitsaus, leikkaus, kaiverrus, merkkkaus, lisäävä valmistus (3D-tulostus)
- » Voidaan hyödyntää lääketieteessä: erilaiset laserleikkaukset (esim. silmien taittovirheet, ihomuutokset jne.)



Erot lasersäteen (a) ja normaalin valon (b) välillä (Mod. Kosmala 2015).



Lasertyöstöä, Laserline <https://www.laserline.com>



Tatuoinnin poistaminen, DOI: [10.3390/life11070699](https://doi.org/10.3390/life11070699)

LASERSÄTEILYÄ KOSKEVAT TURVALLISUUSSTANDARDIT (KESKEISIMMÄT)

Lähde: Stuk (muok.)

Julkaisija	Nimi	Tunnus	Standardi/suositus
SFS (Suomen Standardisoimisliitto)	Safety of laser products- Part 1: Equipment classification and requirements	SFS-EN 60825-1	Suomalainen SFS-standardi
	Personal eye-protection equipment. Filters and eye- protectors against laser radiation	SFS-EN207	
CENELEC	Safety of laser products- Part 1: Equipment classification and requirements	EN 60825-1	Eurooppalainen EN-standardi
IEC	Safety of laser products- Part 1: Equipment classification and requirements	IEC 60825-1	Kansainvälinen standardi
	Safety of laser products- Part 14: A user's guide	IEC TR 60825-14	Tekninen raportti (kansainvälinen suositus)
ANSI	American National Standard for Safe Use of Lasers	ANSI Z136.1	Amerikkalainen standardi
CNIRP	Guidelines on limits of exposure to laser radiation of wavelengths between Health 180 nm and 1 000 µm	CNIRP Guidelines, Health Phys. 71(5): 804-819	Kansainvälinen suositus
ICNIRP	Revision of guidelines on limits of exposure to laser radiation of wavelengths between 400 nm and 1,4 µm	ICNIRP Guidelines Health Phys. 79(4): 431-440	Kansainvälinen suositus



YLEISET VAATIMUKSET LASERLAITTEIDEN KÄYTTÖÖN



Työnantajan on huolehdittava siitä, että laserlaitteiden käyttäjät ja käyttöalueella työskentelevät saavat tarpeellisen tiedon laitteistosta ja henkilönsuojaimien käytöstä.

Lisäksi on huolehdittava, että:

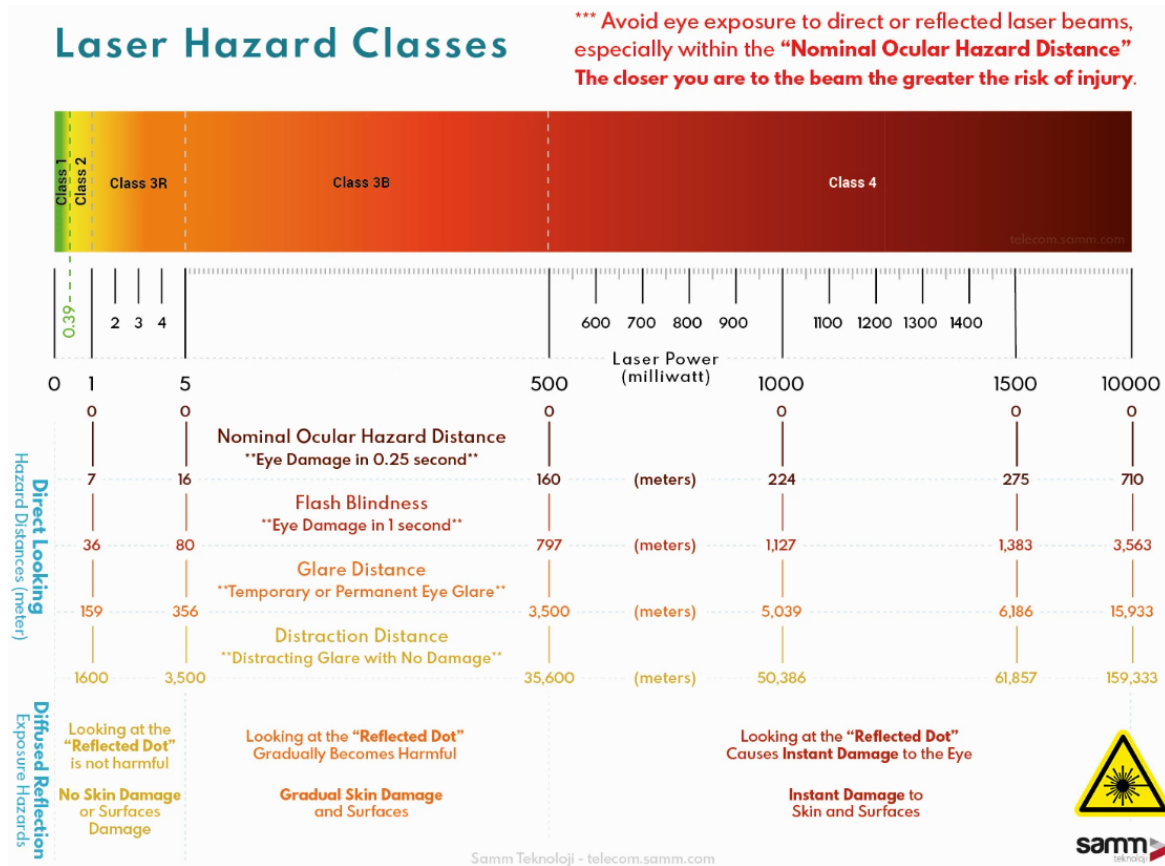
- » luokan 4 laserlaitetta käyttää vain koulutettu ja nimetty henkilö
- » luokan 4 laserlaitteen vaara-alueella suojataan silmät ja iho
- » luokkien 2 – 4 laserlaitteen säde ei osu silmään
- » luokan 4 laserlaitteen säde ei osu iholle
- » luokan 1M ja 2M ja ylempien luokkien laserlaitteiden säde ei tule silmään optisen apuvälineen kautta
- » lasersädettä ei suunnata ihmistä kohti
- » säteen asettamista silmien tasolle vältetään
- » säde pyritään pysäyttämään säteilyä hyvin vaimentavalla, tarvittaessa paloturvallisella aineella.

Käytettäessä luokan 3B tai 4 laserlaitetta on lisäksi

- » järjestettävä laserlaitteen käyttötilan ja vaara-alueen valvonta ja estettävä tarpeeton oleskelu näillä alueilla
- » pyrittävä estämään säteen tarpeettomat heijastukset
- » määrättävä käyttämään silmiensuojaimia vaara-alueella ja valvottava suojaimien käyttöä
- » pyrittävä mahdollisuuksien mukaan sulkemaan säde suojan sisälle
- » asetettava käyttöpaikalle johtaville kulkureiteille yleinen varoituskilpi, joka varoittaa lasersäteilystä.

LASERIEN LUOKITTELU

Turvallisuussyistä laserit luokitellaan eri luokkiin sen perusteella
kuinka suuren vaaran ne aiheuttavat ihmisen silmille ja iholle



» Luokittelu perustuu:

- » Lasersäteen aiheuttama mahdollinen vaara
- » Vaara normaalikäytössä (ei huollon tai kunnossapidon aikana)
- » Suurin mahdollinen altistustaso

» Huomioon otettavat tekijät:

- » Aallonpituus
- » Jatkuvateho- vai pulssilaser
- » Ulostuloteho tai pulssienergia
- » Toistotaajuus (Repetition Rate (PRF))
- » Säteen halkaisija ja profiili
- » Säteen divergenssi

TURVALLISUUSLUOKAT



Laserien luokittelu IEC 60825-1 standardin mukaan:

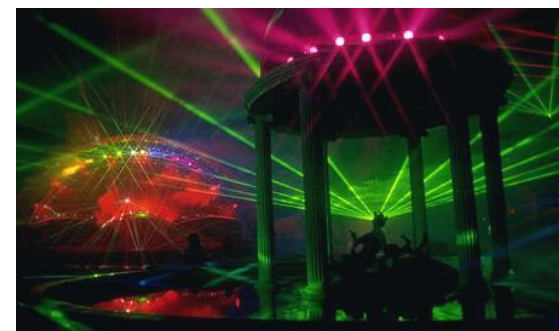
Luokka	Ominaisuudet
Class 1 (alhainen teho)	Vaarattomia silmille kaikissa käyttöolosuhteissa.
Class 1M (alhainen teho)	Turvallinen katsella suoraan paljaalla silmällä, mutta voi olla vaarallista katsella optisten instrumenttien avulla
Class 2 (alhainen teho)	Turvallinen vahingossa tapahtuvalle katselulle kaikissa käyttöolosuhteissa. Ei kuitenkaan välttämättä turvallinen yli 0,25 sekunnin altistukselle.
Class 2M (alhainen teho)	Turvallinen tahattomasti tapahtuvalle katselulle kaikissa käyttöolosuhteissa, jos ei katsota optimisen instrumentin avulla.
Class 3R (keskiteho)	Suoraan katsominen voi olla vaarallista, varsinkin jos sädetä katsotaan optisten instrumenttien läpi.
Class 3B (keski-suuri teho)	Vaarallisia silmille ja käytettäessä on välttämätöntä käyttää asianmukaisia suojalaseja ja muita suojaruusteita.
Class 4 (suuri teho)	Erittäin vaarallisia silmille, iholle ja syttyville materiaaleille. Vaativat erittäin tiukkoja turvatoimia, kuten asianmukaiset suojalasit ja suojaruusteet sekä suojatut työtilat.

LASERIEN TURVALLISUUSLUOKAT

Class 1 & 1M
CD/DVD-soittimet



Class 2 & 2M
Lasernäytökset, yökerhot



Class 3R & 3B
Ohjauslaserit,
tähtitiede



Class 4
Teollisuuslaserit



MAXIMUM PERMISSIBLE EXPOSURE (MPE) (SUURIN SALLITTU ALTISTUS)



Maximum Permissible Exposure (MPE): suurin sallittu laseraltistus, joka ei aiheuta haittaa silmälle tai iholle

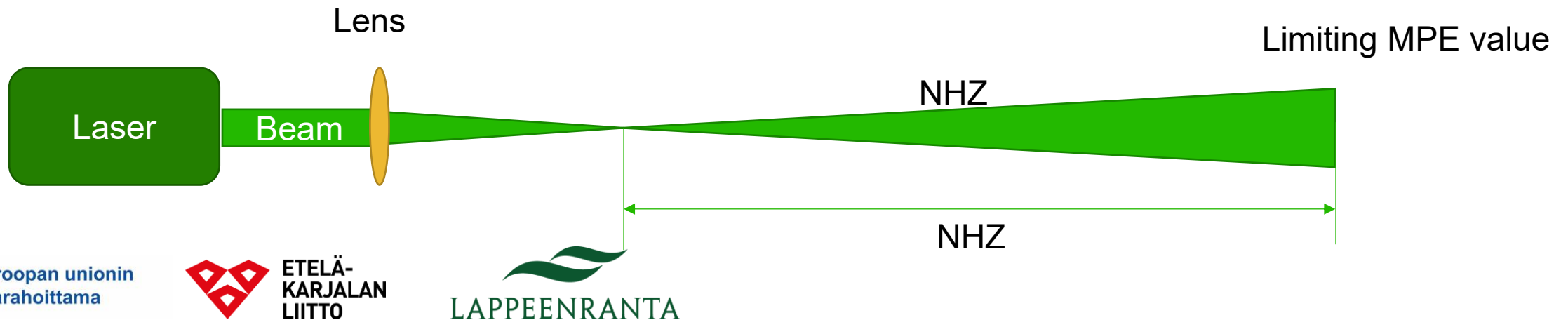
- » Turvallisuuden mittari, jota käytetään turvallisuustandardien (esim. IEC 60825-1 ja ANSI Z136.1) pohjana
- » MPE-arvo ei ole vakio, vaan riippuu useista tekijöistä esim. aallonpituudesta ja altistusajasta
- » Ihon ja silmän optiset ja termiset ominaisuudet eroavat toisistaan
 - » MPE-arvot silmälle ja iholle eroavat toisistaan => MPE_{skin} , MPE_{eye} !
- » MPE ilmaistaan joko säteilyaltistuksena $J\ m^{-2}$ (joules/cm²) tai säteilyvoimakkuutena $W\ m^{-2}$ (watts/cm²)
- » Lasertuotteet luokitellaan niiden MPE-tasojen ylityspotentiaalin perusteella
- » MPE-arvon perusteella voidaan varmistaa turvallisuus:
 - » **Suunnittelu:** Tekniset suojatoimenpiteet (esim. suojakotelot, esteet ja lukitukset) ja turvaetäisyys
 - » **Suojavarusteet:** Jos tekniset ratkaisut eivät riitä, käytetään henkilökohtaisia suojavarusteita, kuten lasersuojalaseja. Niiden vaatima optinen tiheys (OD) perustuu siihen kuinka paljon lasersäteilyä on vaimennettava, jotta se on MPE-arvon alapuolella.
 - » **Riskialueet:** MPE-arvon avulla määritellään nominaalinen vaara-alue (NHZ). Tällä alueella on erityisiä turvallisuusvaatimuksia.

AEL, ACCESSIBLE EMISSION LIMIT (KÄYTETTÄVISSÄ OLEVAT PÄÄSTÖRAJAT)

- 
- » Suurin sallittu lasersäteilyn määrä, jolle ihminen voi altistua tietyssä laserluokassa
 - » Johdettu MPE-arvosta
 - » Laserit luokitellaan vaarallisuuden mukaan tasoihin 1-4 ja AEL-arvot määrittävät niiden luokkien rajat
 - » Standardit, kuten IEC 60825-1, perustuvat AEL-arvoihin
 - » AEL-arvo lasketaan käyttäen suurimman sallitun altistuksen (MPE) ja rajoittavan aukon (Limiting Aperture) pinta-alan tuloa ($AEL = MPE \cdot LA$:n pinta-ala). LA riippuu pupillin koosta ja aallonpituudesta.
 - » Johtaa tehon [W] ja energian [J] raja-arvoihin kullekin laserluokalle

NHZ (NOMINAL HAZARD ZONE)

- NHZ on alue, jossa laserin säteily ylittää sallitut raja-arvot (MPE) ja voi siten aiheuttaa silmä- tai ihovammoja
 - NHZ on keskeinen turvallisuusraja, joka määrittää suojatoimenpiteitä, kuten suojauksia ja kulkurajoituksia
 - NHZ on laserin ympärille piirretty kolmiulotteinen alue, jonka sisällä lasersäteily on vaarallista
 - NHZ-etäisyys riippuu siitä, tuleeko säde suoraan, fokusoituna/hajoitettuna vai heijastuneena
 - Laskennassa otetaan huomioon laserin ominaisuudet, kuten teho, aallonpituus, säteen koko, säteen hajaantuminen jne.



ESIMERKKI KÄSILASERILLE



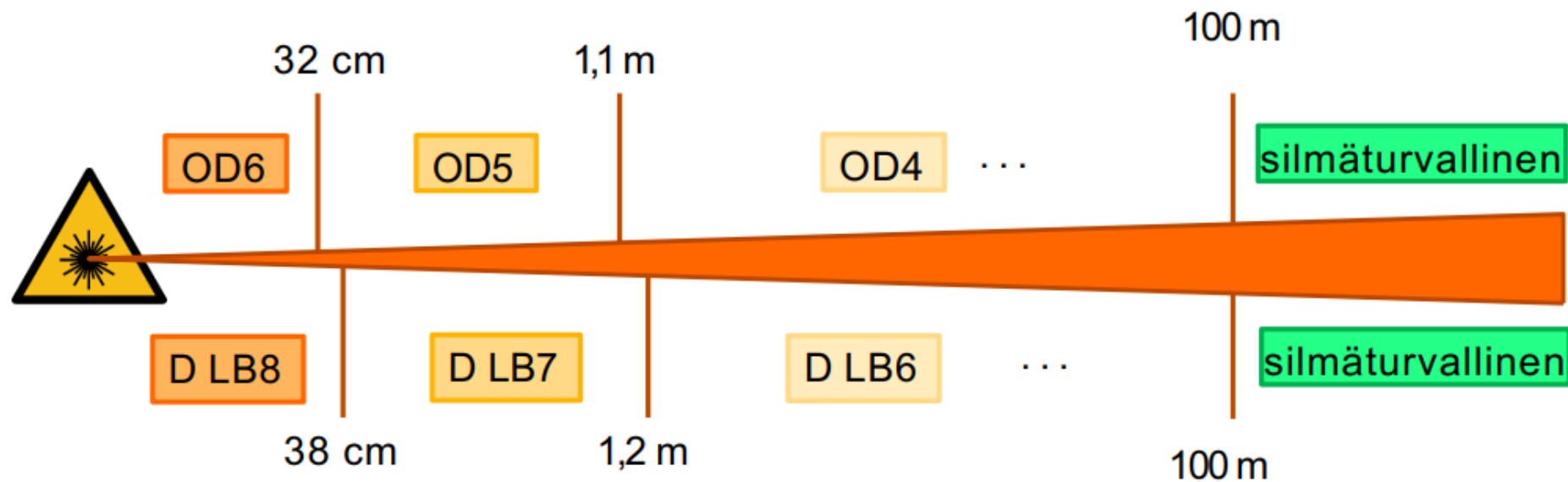
Euroopan unionin
osarahoittama



ETELÄ-
KARJALAN
LIITTO

LAPPEENRANTA

- Parametrit: Teho=1000 W, hajontakulma= 50 mrad, aallonpituus=1070 nm
- MPE 50 W/m² yli 10 s altistus → silmäturvallinen etäisyys EN 60825-1 standardin mukaan 100 m
- EN 207 mukaisesti vaadittu lasersuojalasien suojatasot
 - D LB8=lasinen lasersuodin heijastava pinnoite, D LB7=mineraalilasinen, D LB6=muovinen lasersuodin



- » Kuten mikä tahansa materiaali, ihmiskeho voi reagoida tiettyjen lasereiden säteilyyn ja tietyissä olosuhteissa altistuminen voi vahingoittaa silmiä ja ihoa.
- » Silmä on alttiimpi vammoille kuin iho
- » Laser-kudosvuorovaikutuksen tyyppi riippuu altistuksen aallonpituudesta ja kestosta.

Laser Safety Issues

- **Laser pointer, 3 mW:**
rather bright; could quickly damage the retina, but: blinking reflex helps
- **Small Nd:YAG laser, 100 mW:**
invisible – no blinking reflex!
⇒ rather dangerous for the eyes
- **Larger Nd:YAG laser, 10 W:**
burns skin and clothes
- **Small Nd:YAG laser für Q-switched pulses:**
very hazardous even for small average output power
- **Industrial high power Nd:YAG or CO₂ laser, 1-10 kW:**
for welding; not beneficial for skin and eyes!



© Christine Kirchraih Paschotta

LASERKUDOSVAMMAT



»» Termoakustiset vammat

- »» syntyvät, kun lyhyt laserpulssi kohdistetaan verkkokalvolle
- »» aiheuttaa paineaallon kaltaisen vaikutuksen, joka repii verisuonia verkkokalvolla
- »» merkittävää näönmenetystä voi esiintyä
- »» suurin riski on lyhyillä pulsseilla näkyvän valon ja lähi-infrapuna-alueen lasereissa

»» Termoakustiset vauriot voivat olla verkkokalvolle vakavampia kuin lämpövauriot



»» Fotokemialliset vammat

- »» Korkeaenergiset fotonit rikkovat molekyylisidoksia solujen sisällä ja luovat myrkyllisiä molekyylifragmentteja.
- »» Merkittävin vaurio on UV-lasereilla (laservalo voi vahingoittaa verkkokalvoa samalla tavalla kuin auringonpoltta iholle).

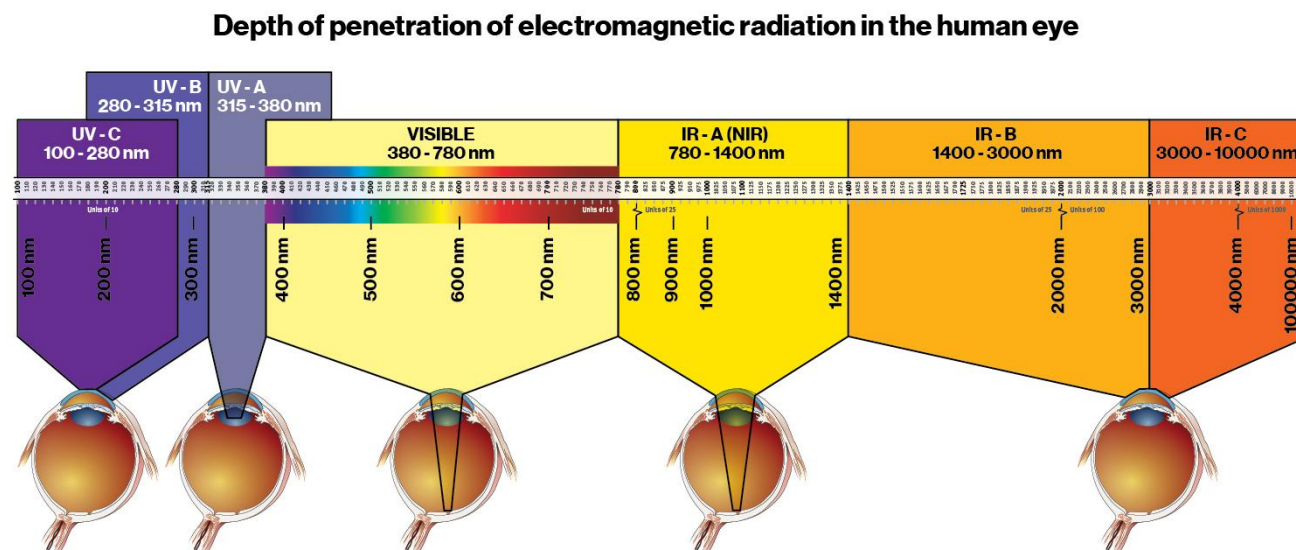
- Muutokset kemiallisissa ominaisuuksissa
- Biologisen toiminnallisuuden tuhoutuminen.

- »» Tämä johtaa pysyvään näönmenetykseen.

- »» UV-spektrialueella (100–380 nm) säteilyn biologinen vaikutus on kumulatiivinen

- »» Muita UV- ja fotokemiallisia vaurioita ovat mm. silmän kipu, kaihi ja ihosyöpä pitkäaikaisesta altistumisesta pienille säteilyannoksille.

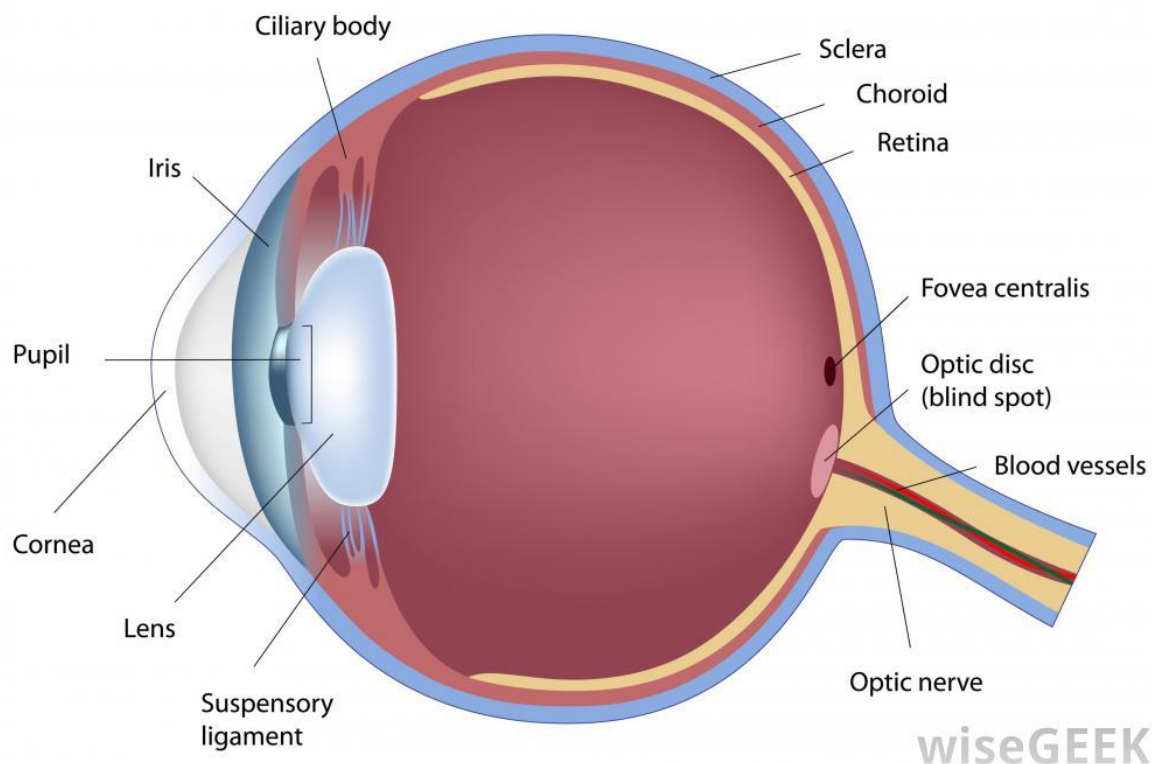
- » Lähi-infrapunasäteilyn aallonpituudet (700–1400 nm) ovat erityisen vaarallisia ihmissilmälle, koska meillä ei ole luonnollista suojaa niitä vastaan.



- » Silmän räpäytysrefleksi on tehokas vain enintään 1 mW:n säteilyteholla
- » Suuremmilla tehotasoilla silmään menee liikaa energiaa ennen kuin räpäytysrefleksi ehtii reagoida, mikä voi johtaa peruuttamattomaan verkkokalvovaurioon
- » Altistuminen havaitaan vasta, kun vaurio on jo tapahtunut



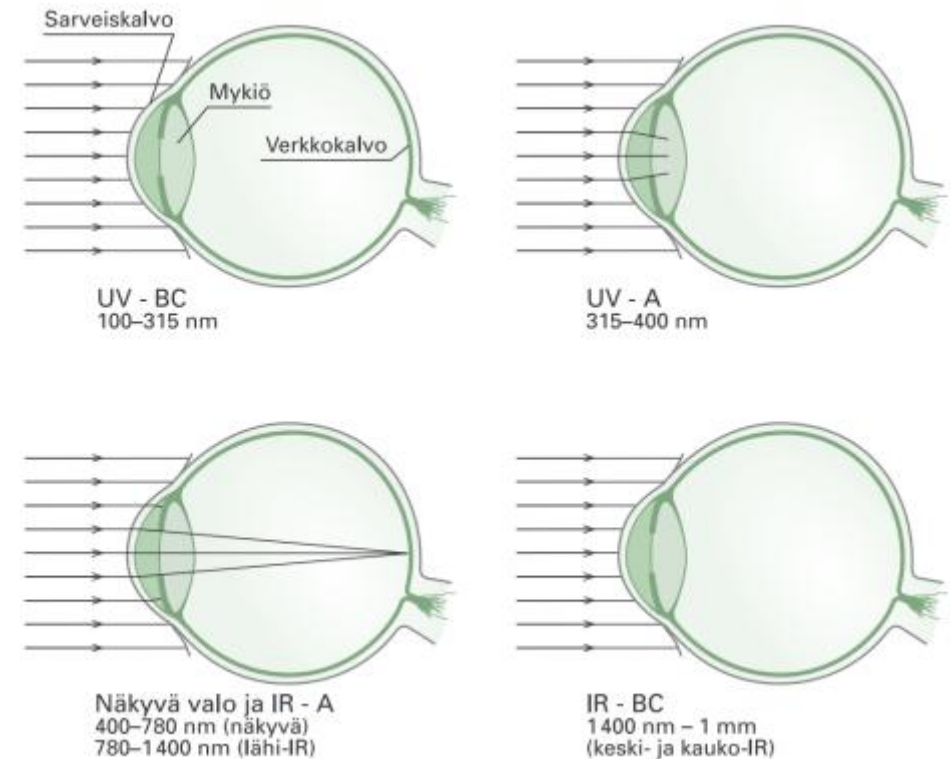
Human Eye Anatomy



- liris : rajoittaa valon pääsyä verkkokalvolle.
- Linssi : tarkentaa kuvan verkkokalvolle
- Verkkokalvo : muuntaa optiset signaalit sähköisiksi signaaleiksi
- Näköhermo: lähettää sähköisen signaalin aivoihin tiedonkäsittelyä varten.
- Fovea : Tarkimman näön alue

LASERIN AIHEUTTAMAT SILMÄVAURIOT

- » Lasersäteilyä voi absorboitua silmän eri osiin riippuen aallonpituudesta
- » Silmävamman vakavuus riippuu altistusajasta, aallonpituudesta ja laserin tehosta
- » Verkkokalvovauriot yleisempiä
 - » Verkkokalvo ei uusiudu



Jokela, K, Ylianttila, L, Visuri, R. & Hietanen, M. 2009



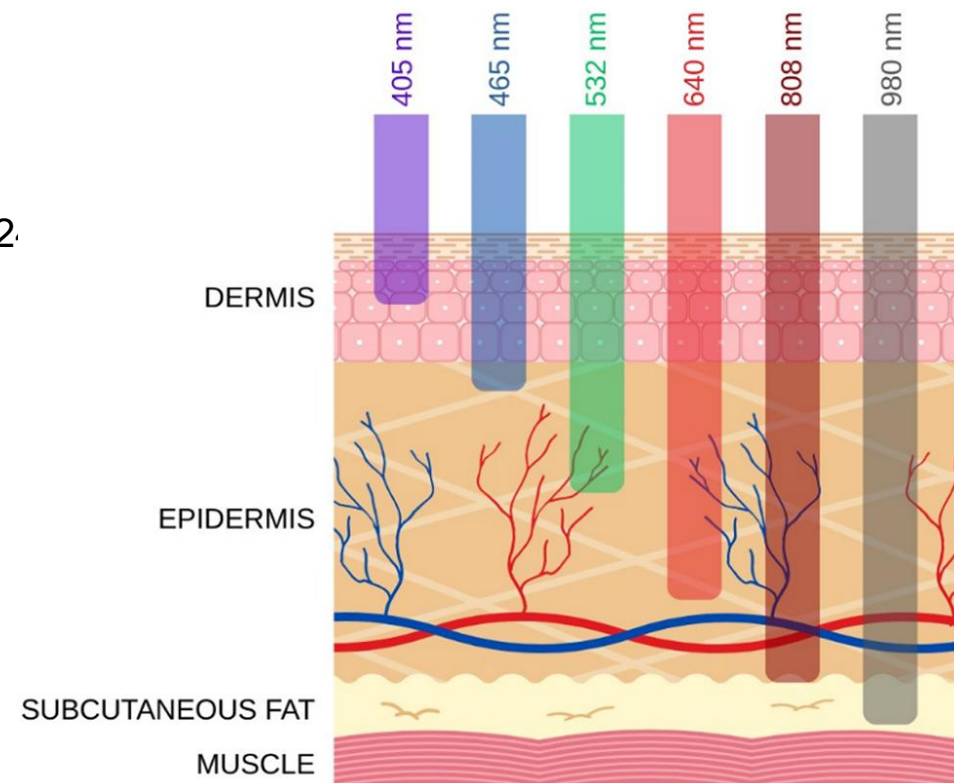
Aallonpituus	Alue	Vahinko
Kauko-UV (100 – 315 nm)	sarveiskalvo	Fotokemiallinen prosessi aiheuttaa sarveiskalvon proteiinien denaturoitumista. Tämä on väliaikainen tila, koska sarveiskalvon kudokset uusiutuvat hyvin nopeasti.
Lähi-UV (315 – 400 nm)	linssi	Fotokemialliset prosessit denaturoivat linssin proteiineja, mikä johtaa kaihin muodostumiseen.
Näkyvä ja lähi-infrapuna (400 – 1400 nm)	verkkokalvo	Perustyyppisiä vaurioita ovat lämpöpalovammat, fotokemialliset reaktiot ja akustinen sokki. Nämä voivat olla pysyviä.
Kauko-infrapuna (1400 nm – 1 mm)	sarveiskalvo	Sarveiskalvon pinnan proteiinin denaturoituminen. Kaukoinfrapuna- ja kaukoultraviolettisäteily aiheuttavat fotokeratiittia, joka voi olla ärsytystä ja kipua, tai se voi aiheuttaa pigmentaatiota sarveiskalvossa.

Lämpövamma (palovamma)

- » Punoitusta voi esiintyä, kun säteilyteho ylittää 12 W/cm²
- » Rakkulat (toisen asteen palovamma) esiintyvät, kun säteilyteho ylittää 20 W/cm²
- » Kolmannen asteen palovamma, kun säteilyteho ylittää 34 W/cm²

Fotokemialliset vaikutukset

- » Muutokset ihon pigmentaatiossa
 - » Hyperpigmentaatio (melaniinin puute eli ihon värin puute)
 - » Hyperpigmentaatio (melaniinin lisääntyminen eli ihon ruskettuminen)
- » Ihosyöpä (johtuu DNA-mutaatioista)
- » Nopeutunut ihon vanheneminen



<https://www.nature.com/articles/s41598-025-17459-3/figures>

- Sähköiskut
- Kemikaalit
- Säteily
- Tulipalot
- Rajähdys
- Kaasut
- Melu
- Ergonomia

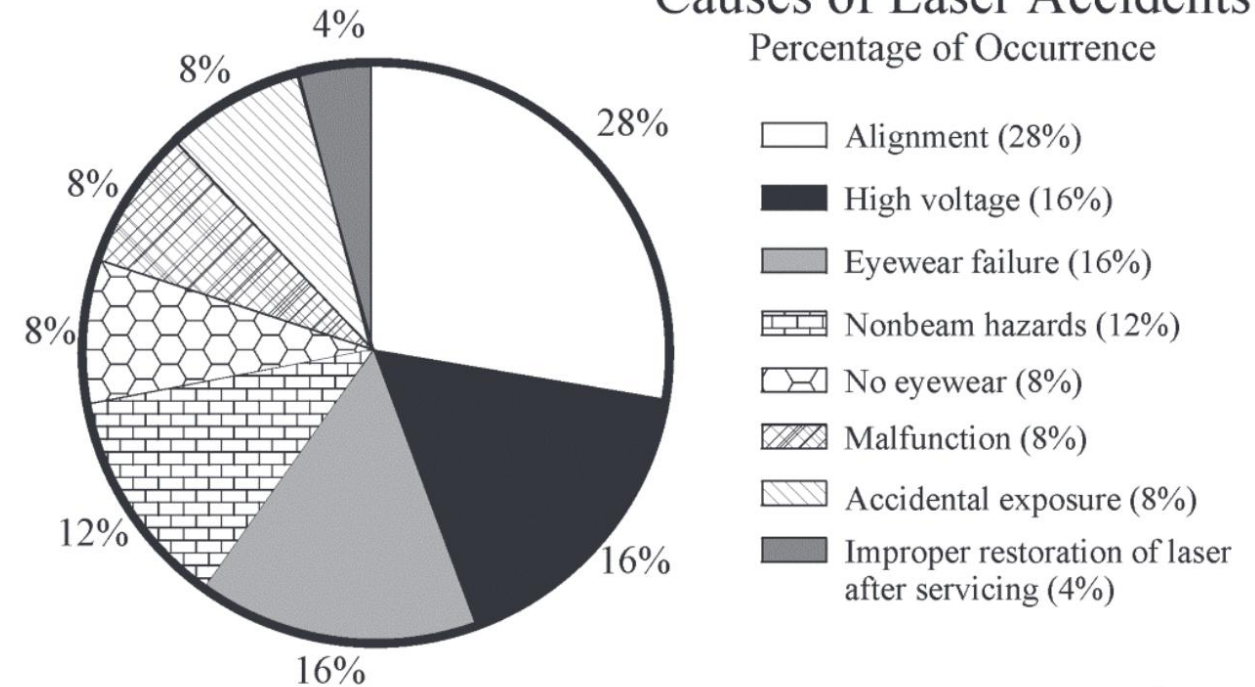


TYYPILLISIMMÄT VAARAT

- » Väärin lasersuojalasien käyttö tai suojalasien käyttämättä jättäminen
- » Riittämätön koulutus
- » Turvapiirin ohittaminen
- » Laserin laittaminen päälle vahingossa
- » Heijastusten syntyminen
- » Hyväksytyjen toimintamenettelyjen tai turvallisten työtapojen noudattamatta jättäminen

Causes of Laser Accidents

Percentage of Occurrence



Euroopan unionin
osarahoittama



ETELÄ-
KARJALAN
LIITTO

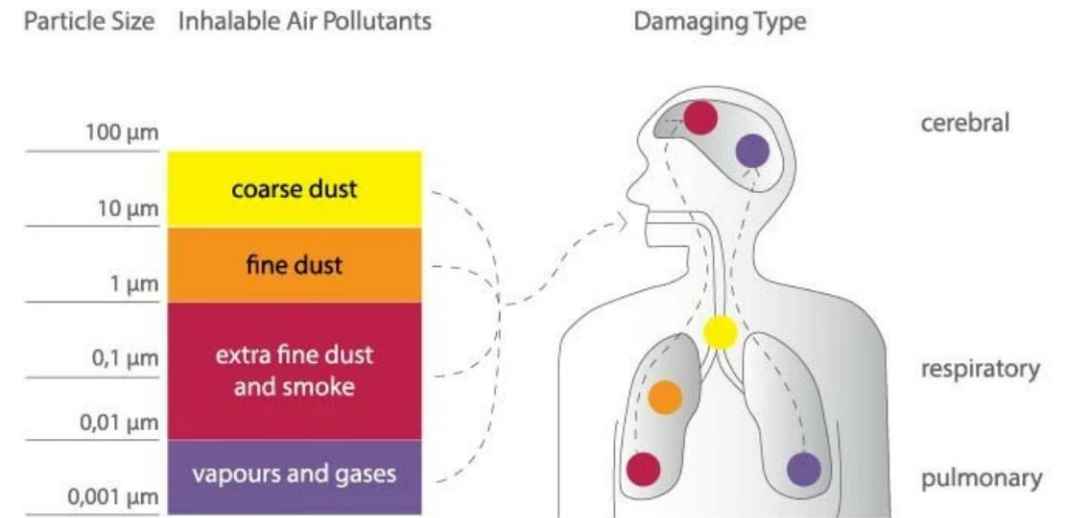
LAPPEENRANTA



Danger
Electrical hazard

- » Lasereiden tai laserjärjestelmien käyttö voi aiheuttaa sähköiskun vaaran.
 - » Laserissa tai laserjärjestelmässä tulee olla CE-merkintä 
 - » Asianmukainen maadoitus on tärkeää.
- » Voi tapahtua laserin asennuksen, huollon ja ylläpidon aikana, kun laitteen suojaovet ovat auki.
- » Sähkövaaran mahdolliset syyt:
 - » Kosketus verkkovirran, laitteen ohjauksen ja virtalähteen johtimiin, jotka toimivat 50 voltin tai sitä suuremmalla jännitteellä
 - » Suuritehoisissa lasereissa käytetty vesijäähdytys voi aiheuttaa vuodon yhteydessä oikosulun vaaran
- » Riski laitteiden asentajille, käyttäjille, teknikoille ja tietämättömille ohikulkijoille

- » Altistumisriskit pääasiassa höyryille ja pölylle:
 - » Metallihöyryjen hengittäminen on erityisen haitallista, jos henkilöllä on keuhkosairauksia, keskushermostosairauksia, luusairauksia tai anemiaa
 - » Silmien ja hengitysteiden ärsytys
 - » Flunssan kaltaiset oireet (vilunväristyksset, yskä, lihaskivut).
- » Terveysongelmat voivat ilmetä hitaasti pitkän ajan kuluessa
 - » Metallihöyryille altistuminen voidaan määrittää virtsa- tai verikokeella. Virtsakoetta pidetään yleensä tarkempana
- » Haittojen välttäminen/lieventäminen:
 - » Ilmanvaihto
 - » Eristetty työtila
 - » Suodattimien säännöllinen tarkistus ja vaihto
 - » Henkilökohtaisten suojavarusteiden käyttö



www.plymovent.com/nl/inzichten/nieuws-en-artikelen/afzuiging-van-lasrook-zorgt-voor-een-veilige-werkomgeving

- Yksi yleisimmistä laseronnettomuuksien syistä on materiaalien syttyminen. Mahdollisia syitä:
 - Sopimattomien koteloiden/suojaratkaisujen sulaminen
 - Sähköpiirin oikosulku
 - Höyryjen/pölyn palaminen käsittelyn aikana

- Riskien lieventäminen
 - Käytä vain asianmukaisia varusteita ja niiden käyttötarkoitusta
 - Pidä työalue siistinä
 - Pidä sammuttimet lähellä



MUUT VAARAT: MELU

- » Laserlaboratorion/työaseman melutasot voivat ylittää turvalliset rajat
- » Käytä korvatulppia ja suojaimia.
- » Laserjärjestelmän kotelointi/eristys voi olla tarpeen

Sonorous level (dB A)	Hazards and exposure time maximum
0	Korvan havaitsema hiljaisin melu
50	Normaali puhe
60-70	Pidä lyhyitä taukoja
80	8h: haitallisuuden kynnyсарvo
89	1h
98	7.5 min
120	0 min: kipukynnyс



IRSN
INSTITUT
DE RADIOPROTECTION
ET DE SÛRETÛ NUCLEAIRE



Euroopan unionin
osarahoittama



ETELÄ-
KARJALAN
LIITTO

LAPPEENRANTA

KYLTIT JA MERKINNÄT

Kaikissa laitteissa ja tiloissa tulee olla tietolaatta, joka osoittaa lasertyyppin. Esimerkiksi:



Laserjärjestelmässä ja sen osissa tulee olla CE-merkintä, joka osoittaa sen perusosien olevan turvallisia

ANTURIT JA VAROITUSVALOT



LASERASEMAN TURVATOIMENPITEET



➤ Suojakotelo/suojaseinät

- Seinien tulee kestää altistuminen ennakoitavissa olevissa yksittäisissä vikatilanteissa

➤ Luukut ja turvapiiri

- Huomioitava mikäli luukun tai turvapiirin irrottaminen antaa pääsyn korkeamman luokan laseri tilaan

➤ Etälukitus

➤ Manuaalinen nollaus

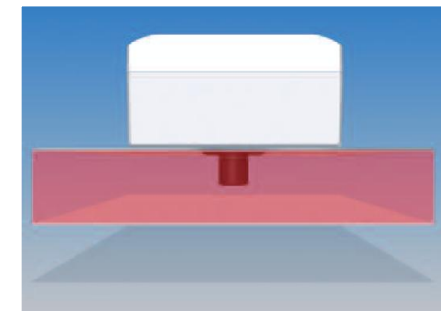
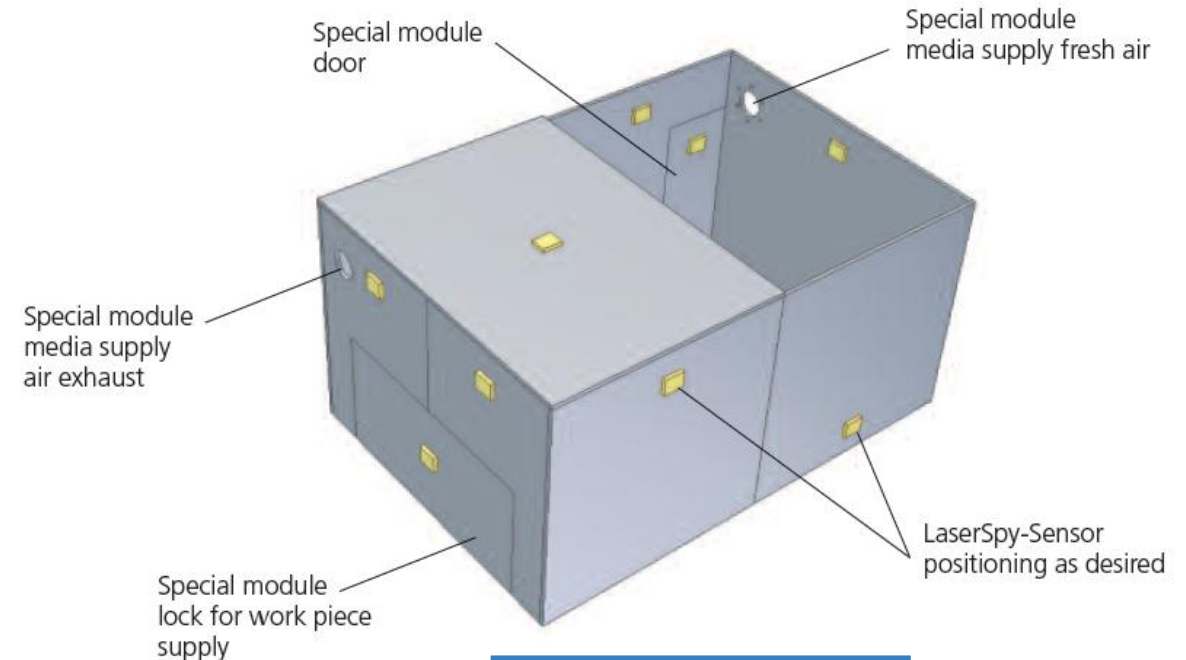
- Class 4, Sädetöystön jatkaminen keskeytyksen jälkeen

➤ Avainlukitus

- Class 3B ja 4 lasereissa tulisi olla avaimella toimiva pääohjaus

➤ Varoitusvalo "laser päällä"

- Vilkkuva "säteily päällä" -signaali



REIS
REIS LASERTEC



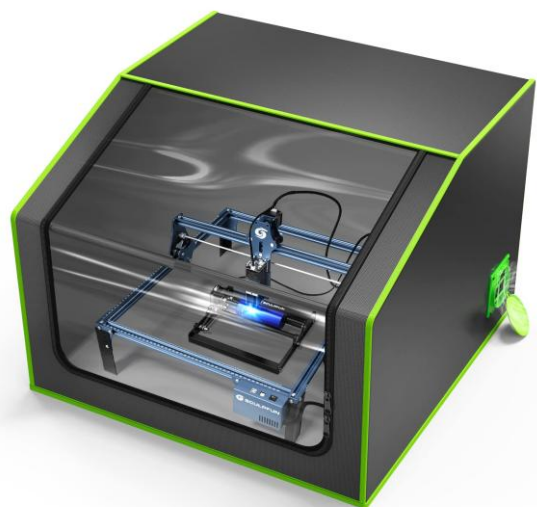
Euroopan unionin
osarahoittama



ETELÄ-
KARJALAN
LIITTO

LAPPEENRANTA

SUOJAKOTELOT



Laserkaiverruslaitteen kotelo
tuuletusaukolla. Palonkestävä ja pölytiivis.
Eristää savua ja hajua, melunvaimennus,
silmiensuoja, 700x700x460mm



<https://www.youtube.com/watch?v=7wqT0OcxtO0>



<https://serralaserstore.com/products/lightsafe-certified-fiber-laser-welding-enclosure>



Euroopan unionin
osarahoittama



ETELÄ-
KARJALAN
LIITTO

LAPPEENRANTA

SUOJASEINÄT JA VERHOT

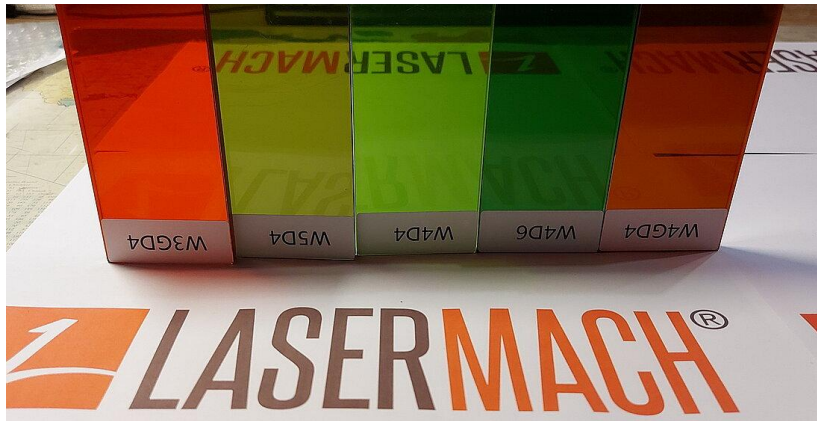


TRAX
INDUSTRIAL CURTAINS





Suojaikkunoita käytetään yleisesti laboratorioissa ja tuotantolaitoksissa



SUOJALASIEN TYYPIT JA MERKIT



Euroopan unionin
osarahoittama

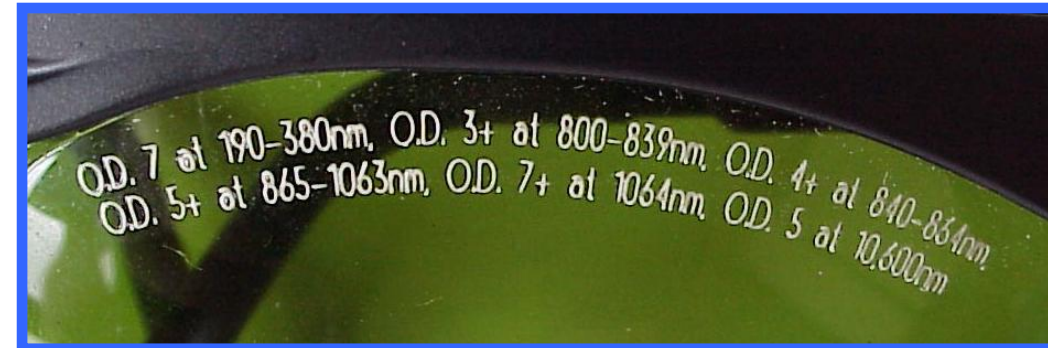


ETELÄ-
KARJALAN
LIITTO



LAPPEENRANTA

- Käytä laserin ominaisuuksiin sopivia suojalaseja
 - CO2-laserille soveltuu tavalliset kirkkaat suojalasit
 - Muille omat erikoissuojalasit
 - Suojalasien väri ei kerro suojaominaisuuksista
 - Aallonpituusalue: Varmista soveltuvuus käytettävälle laserille
 - OD (optinen tiheys) tarkoittaa laserin suodatuskapasiteettia. Mitä korkeampi OD-arvo on (esim. OD 6+ tai OD 7+), sitä paremmin lasit suojaavat silmiä lasersäteilyltä.
 - Esim. kuitulaser (1080 nm, CW), teho max. 10 kW
→ Vaadittu OD 6.720
 - Lasien on suojattava myös silmien sivusta tulevalta säteeltä
- Valmiit CE-merkityt lasertyöasemat ovat luokkaa 1 → suojalaseja ei tarvita



RISKIEN EHKÄISY



Euroopan unionin
osarahoittama

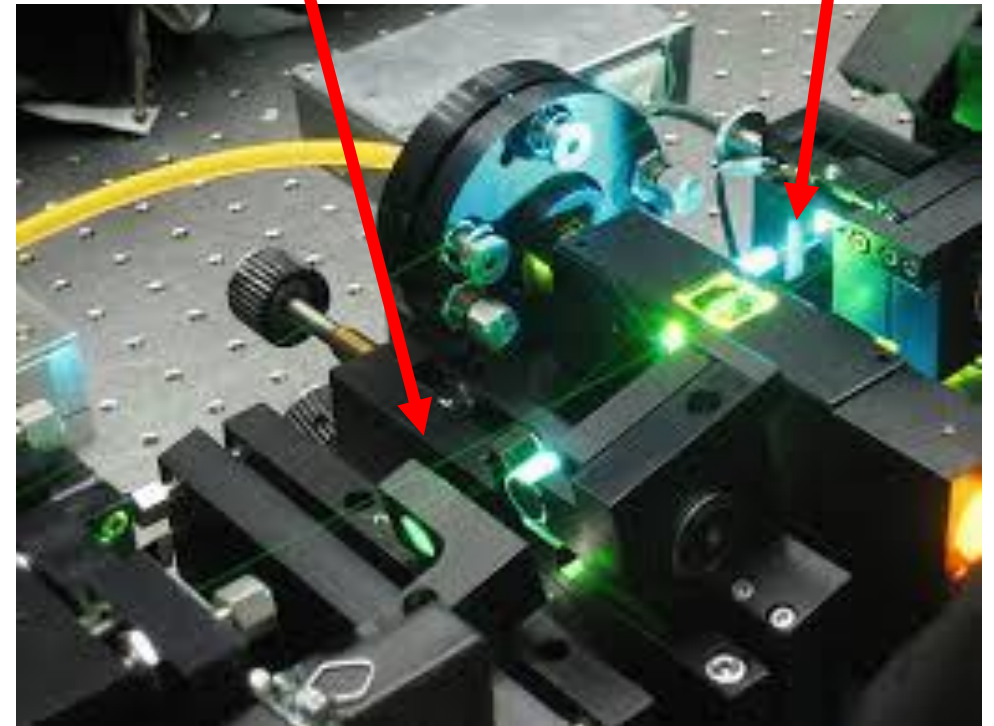


ETELÄ-
KARJALAN
LIITTO

LAPPEENRANTA

➤ Laitteet

- ✓ **Eristä** säde mahdollisimman hyvin
- ✓ **Määrittele** säteen reitti ja varmista, että se pysyy esteettömänä
- ✓ **Älä koskaan käynnistä** laseria ilman huolellista valmistelua
- ✓ **Huolehdi** ettei säde ole turhaan päällä



RISKIEN EHKÄISY



Euroopan unionin
osarahoittama



ETELÄ-
KARJALAN
LIITTO



LAPPEENRANTA

➤ Suositukset

- Työskentele pienellä teholla säätäessäsi sädettä
- Tarkista turvajärjestelmät säännöllisesti
- Käyttäjien terveyden seuranta (säännölliset silmälääkärin tarkastukset)
- Käytä laserille sopivia suojaimeja
- Noudata työpisteen erityisiä turvallisuussuosituksia (suojalasit, käsineet, maski jne.)

