

1

# Laserturvallisuus

TTE-6310 Lasertyöstöprosessit

Laserturvallisuus

Jyrki Latokartano



**DANGER**  
Do not look into laser  
with remaining eye

 TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO  
Tuotantotekniikan laitos


TTE-6310 Lasertyöstöprosessit - Laserturvallisuus

2008

2


# Laserluokat

- Kaikki laserit jaetaan turvallisuusluokkiin aallonpituuden ja tehon mukaan
- Luokkia on neljä
- Turvaluokka riippuu sekä laserin aallonpituudesta että tehosta.
- Luokituksen perustana säteen kudoksille aiheuttamat fysiologiset vaarat
- Luokittelut kansainvälisessä standardissa IEC 60825-1:2001



**Luokan 1 laser**

Vaara - Näkymätöntä lasersäteilyä  
Vältä suoraa tai epäsuoraa  
silmien ja ihon altistumista säteelle  
Luokan 4 laser

 TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO  
Tuotantotekniikan laitos

TTE-6310 Lasertyöstöprosessit - Laserturvallisuus

2008



3

## Lasereiden turvallisuusluokitus IEC 60825-1:2001

Laserlaitteet luokitellaan eri turvallisuusluokkiin säteilytehon ja aallonpituuden perusteella. Luokitusperusteet ja -menetelmät, eri turvallisuusluokkien tehorajat ja tekniset vaatimukset sekä käyttöohjeita ja varoitusmerkintöjä koskevat vaatimukset on esitetty standardissa [SFS-EN 60825-1](#).

- Luokka 1 & 1M
- Luokka 2 & 2M
- Luokka 3R
- Luokka 3B
- Luokka 4

TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO  
Tuotantotekniikan laitos

TTE-6310 Lasertyöstöprosessit - Laserturvallisuus

2008

4

## Lasersäteilyn turvallisuusluokitus, Luokat 1, 1M, 2 ja 2M

**Luokka 1**  
Luokkaan 1 kuuluvat laserit, joiden käyttö ei voi aiheuttaa silmä- tai ihovammoja. Silmävaurioita ei synny vaikka säteeseen katsotaan suoraan esimerkiksi kiikarilla. Luokan 1 laserit ovat joko kokonaan koteloidut tai niiden teho on niin pieni, että altistumisrajat eivät ylity. Jatkuvat toimisten näkyvällä aallonpituusalueella toimivien lasereiden emissioraja on 0.39 mW.

**Luokka 1M**  
Luokan 1M laserit eivät aiheuta vaaraa normaalikäytössä, mutta silmävammoja voi syntyä, jos säteeseen katsotaan optisen laitteen avulla (esim. kiikarilla tai mikroskoopilla). Emissiorajat ovat samat kuin luokan 1 laserien.

**Luokka 2**  
Luokkaan 2 kuuluvat pienitehoiset näkyvällä aallonpituusalueella (400-700 nm) toimivat laserit. Turvallinen altistumisaika on rajoittunut silmän sulkeutumisrefleksiin 0.25 s. Emissioraja on 1 mW jatkuvatoimisille lasereille.

**Luokka 2M**  
Luokkaan 2M kuuluvat laserit noudattavat samaa periaatetta kuin luokkaan 1M kuuluvat laserit. Emissioraja on 1 mW jatkuvatoimisille lasereille.

TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO  
Tuotantotekniikan laitos

TTE-6310 Lasertyöstöprosessit - Laserturvallisuus

2008



5

## Lasersäteilyn turvallisuusluokitus, Luokat 3R, 3B ja 4

**Luokka 3R**  
Näkyvällä aallonpituusalueella toimivien lasereiden emissioraja on viisinkertainen luokan 2 emissiorajaan verrattuna. Näkymätöntä säteilyä lähettävien lasereiden emissioraja on viisinkertainen luokan 1 emissiorajaan verrattuna. Altistuminen suoraan silmään tulevalle säteilylle voi olla haitallista.

**Luokka 3B**  
Luokan 3B laserista suoraan kohdistuva säteily on vaarallista silmille ja iholle. Myös hajaheijastunut säteily saattaa olla haitallista silmille. Jatkuvatoimisten, näkyvällä ja infrapuna-aallonpituusalueella toimivien laserien emissioraja on 0.5 W.

**Luokka 4**  
Luokkaan 4 kuuluvat suuritehoisimmat laserit (jatkuvatoimisten laserien teho > 0.5 W). Luokan 4 lasersäde on vaarallista sekä silmälle että iholle. Myös hajaheijastukset voivat olla vaarallisia. Luokan 4 laserit voivat aiheuttaa lisäksi palovaaran. Työstölaserit kuuluvat yleensä luokkaan 4 elleivät ole täysin koteloituja.

TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO  
Tuotantotekniikan laitos

TTE-6310 Lasertyöstöprosessit - Laserturvallisuus

2008

6

## Laserluokka 1

**Sellaiset laserit ja laserjärjestelmät, jotka eivät normaaleissa käyttöolosuhteissa tuota vaaraa silmälle edes optisilla laitteilla katsottuna**

*Class 1: Lasers that are safe under reasonably foreseeable conditions of operation, including the use of optical instruments for intrabeam viewing.*

**Luokan 1 laser**

TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO  
Tuotantotekniikan laitos

Luokkien suomenkieliset kuvaukset ja varoituskyltit kirjoittajan omia suomennoksia.

TTE-6310 Lasertyöstöprosessit - Laserturvallisuus


2008

7

## Laserluokka 4

**Laserit ja laserjärjestelmät, jotka eivät aiheuta vaaraa ainoastaan suorina tai moninkertaisina heijastuksina, vaan synnyttävät myös vaarallisia hajaheijastuksia. Tällaiset laserit voivat aiheuttaa merkittäviä iho- ja tulipalovaaroja.**

*Class 4: Lasers that are also capable of producing hazardous diffuse reflections. They may cause skin injuries and could also constitute a fire hazard. Their use requires extreme caution.*



Vaara - Näkymätöntä lasersäteilyä  
Vältä suoraa tai epäsuoraa  
silmien ja ihon altistumista säteelle  
Luokan 4 laser

Luokkien suomenkieliset kuvaukset ja varoituskyltit kirjoittajan omia suomennoksia.

TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO  
Tuotantotekniikan laitos

TTE-6310 Lasertyöstöprosessit - Laserturvallisuus

2008

8

## Laserluokat, yhteenveto

Laserturvallisuus luokat määritellään standardissa EN 60825, siinä määritellään mm seuraavia seikkoja:

- Kaikki työstölaserit ovat suojaamattomina luokan 4 laserlaitteita
- CE-merkki edellyttää suojausta, joka muuttaa laitteen luokan 1 laserlaitteeksi
- Laserprosessointilaitteiston ympärillä tehtävä työ on sallittua vain koulutetuille työntekijöille
- Laseria tulee käyttää vain kontrolloidulla alueella
- Laserilaite tulee olla avaimella suojattu luvattomalta käytöltä

TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO  
Tuotantotekniikan laitos

TTE-6310 Lasertyöstöprosessit - Laserturvallisuus

2008

9

## Laserlaitteiden aiheuttamat vaarat


**Vaarat:**

**Ensisijaiset vaarat:**

- Silmän altistuminen
- Ihon altistuminen
- Lasersäteilyn aiheuttamia

**Toissijaiset vaarat:**

- Tulipalot ja räjähdykset
- Kemialliset vaarat
- Sähköiset vaarat
- Pääasiassa laitteiston aiheuttamia

 TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO  
Tuotantotekniikan laitos

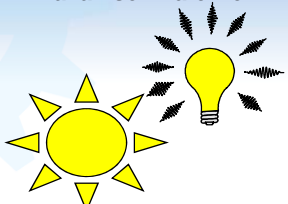
TTE-6310 Lasertyöstöprosessit - Laserturvallisuus

2008

10

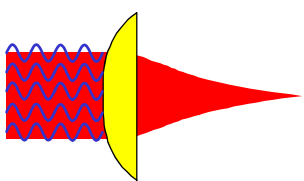
## Yhteenvetoa, lasersäde

**Tavallisen valon ominaisuudet**




- \* säteilee satunnaisesti joka suuntaan
- \* useita aallonpituuksia
- \* erivaiheista
- \* satunnainen polarisaatio

**LASERSÄDE**



- \* yhdensuuntaista
- \* tietty aallonpituus
- \* samanvaiheista
- \* polarisaatio tunnetaan
- \* on usein näkymätöntä

 TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO  
Tuotantotekniikan laitos

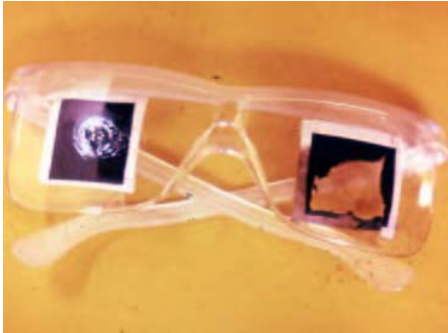
TTE-6310 Lasertyöstöprosessit - Laserturvallisuus

2008

11

## Monokromaattisuus

Suojalasien pitää suojata käytetyn laserin säteilyn aallonpituudelta  
Lasien väri ei kerro suojaominaisuuksista  
Pienikin muutos aallonpituudessa voi vaikuttaa huomattavasti suojalasien vaimennusominaisuuksiin



TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO  
Tuotantotekniikan laitos

TTE-6310 Lasertyöstöprosessit - Laserturvallisuus

2008

12

## Yhdensuuntaisuus

Lasersäde voi olla vaarallinen hyvinkin pitkän etäisyyden päässä

Toisin kuin ionisoiva säteily, laser on vaarallinen vain kun säde tai sen heijastumat ovat näköyhteyden päässä

TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO  
Tuotantotekniikan laitos

TTE-6310 Lasertyöstöprosessit - Laserturvallisuus


2008



13

## Heijastukset

Kartoita ja varo peiliheijastuksia  
Hajaheijastus vähentää riskiä huomattavasti  
Mieti mahdollisten tahattomien heijastuksien  
mahdollisuutta

 TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO  
Tuotantotekniikan laitos


TTE-6310 Lasertyöstöprosessit - Laserturvallisuus

2008

14

## Lasersäteilyn terveysriskit

Ihon vauriot  
Silmän vauriot

 TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO  
Tuotantotekniikan laitos

TTE-6310 Lasertyöstöprosessit - Laserturvallisuus

2008

15

### Lasersäteen ja kudoksen vuorovaikutus

Refraktio (taittuminen)      Siroaminen      Absorptio (imeytyminen)

Vaikutus riippuu aallonpituudesta ja kudostyypistä

TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO  
Tuotantotekniikan laitos

TTE-6310 Lasertyöstöprosessit - Laserturvallisuus

2008

16

### Valon luokittelu aallonpituuden mukaan

|              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |               |               |               |
|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|---------------|---------------|
| 100 - 280 nm | 280 - 315 nm | 315 - 400 nm | 400 - 425 nm | 425 - 445 nm | 445 - 500 nm | 500 - 575 nm | 575 - 585 nm | 585 - 620 nm | 620 - 780 nm | 780 - 1400 nm | 1.40 - 3.0 μm | 3.0 - 1000 μm |
| UVC          | UVB          | UVA          | violetti     | indigo       | sininen      | vihreä       | keltainen    | oranssi      | punainen     | IRA           | IRB           | IRC           |

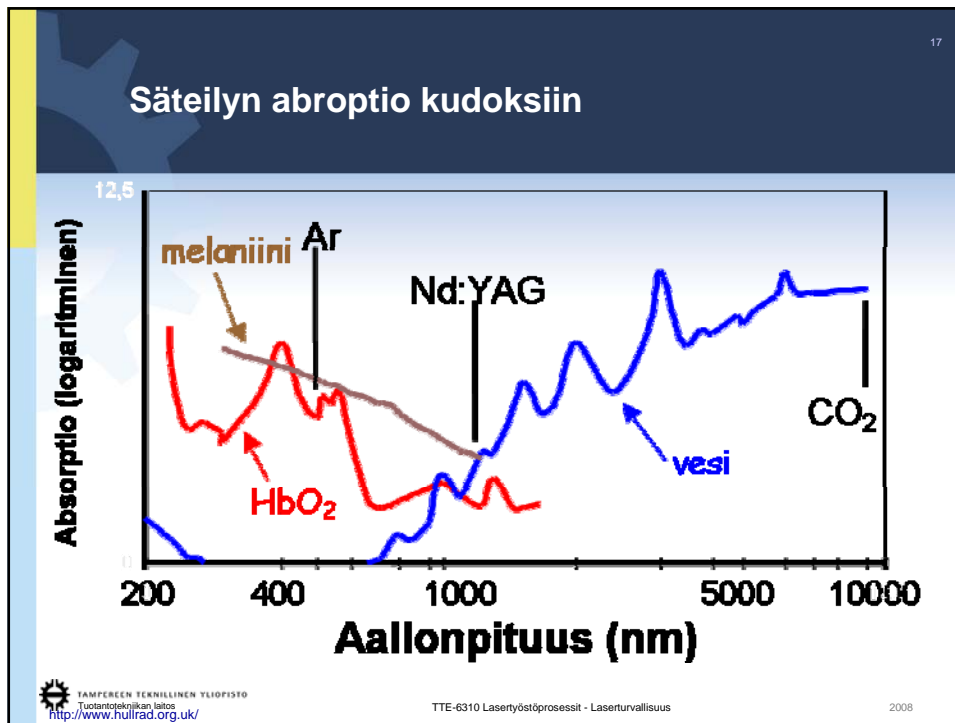
## Näkyvä valo

<http://www.hullrad.org.uk/>

TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO  
Tuotantotekniikan laitos

TTE-6310 Lasertyöstöprosessit - Laserturvallisuus

2008



18

### Ihovauriot

Ihon altistuminen lasersäteilylle saattaa aiheuttaa

- Palamista
- Photokemiallisia muutoksia

Vaurioiden vakavuus johtuu lähes pelkästään lasersäteilyn suuresta tehotiheydestä

Kirjallisuudessa mainitaan kaksi vaurioiden päätyyppiä

- Pitkän UV laservalolle altistumisen aiheuttama ihon punottaminen (auringon polttama)
- Suurtehoisen säteen polttama iho
- Ei juurikaan raportoituja ihon alaisia muutoksia

Uudempien lyhyen pulssin lasereiden vaikutuksista toistaiseksi vähän julkaistuja tuloksia

TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO  
Tuotantotekniikan laitos

TTE-6310 Lasertyöstöprosessit - Laserturvallisuus

2008

19

## Lasersäteilyn aiheuttamat silmävauriot

TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO  
Tuotantotekniikan laitos

TTE-6310 Lasertyöstöprosessit - Laserturvallisuus

2008

20

## Silmän rakenne

Sarveiskalvo

Kammiovesi

Verkkokalvo

Tarkannäön piste

Keltainen täplä

Näköhermo

Lasiainen

Linssi (mykiö)

Sokea täplä (mykiö)

Kehäkalvo eli iris

TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO  
Tuotantotekniikan laitos

TTE-6310 Lasertyöstöprosessit - Laserturvallisuus

2008

21

## Mahdolliset silmävauriot


Biologiset vauriot silmissä ovat joko lämpö-, akustisia- tai photokemiallisia vaurioita

### Lämpövauriot

- Laserenergian absorptio aiheuttama lämpötilan nousu kudoksissa
- Vakavuus riippuu
  - altistuksen kestosta
  - Aallonpituudesta
  - Säteen energiasta
  - kudostyypistä

Silmän fokuointi vahvistaa normaalisti säteen intensiteetin 100 000 kertaiseksi

- 1 mW/cm<sup>2</sup> säteen teho verkkokalvolla jopa 100 W/cm<sup>2</sup>
- Verkkokalvon vauriot yleisimpiä silmävaurioita
- Verkkokalvo EI uusiudu

 TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO  
Tuotantotekniikan laitos

TTE-6310 Lasertyöstöprosessit - Laserturvallisuus

2008

22

## Mahdolliset silmävauriot, jatkoa


### Akustiset vauriot

- Alle 10 ms pulssien aiheuttama shokkiaalto aiheuttaa verkkokalvon kudosten repeytymisen
- Pysyvä vaurio
- Usein palovaurioita pahempi
- Vaikuttaa suurempaan alueeseen joten vaurioiden rajaenergia on matalampi

### Photokemialliset vauriot

- Aiheutuu photonien reagoidessa solujen kanssa
- Kemialliset muutokset soluissa saattavat aiheuttaa vaurioita tai muutoksia soluihin
- Riippuu voimakkaasti aallonpituudesta

Kaikkien vaurioiden vakavuuteen vaikuttaa onko silmään osunut fokuoitu vai hajataittunut säde

 TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO  
Tuotantotekniikan laitos

TTE-6310 Lasertyöstöprosessit - Laserturvallisuus

2008

23

### Eri aallonpituuksien absorptio silmässä

**Mikroaallot ja gammasäteily**

Infrapuna >1400 nm ja ultraviolettisäteet < 300 nm

**Lähi ultraviolettisäteily 300 – 400 nm**

Näkyvä valo ja lähi infrapunasäteet 400 – 1400 nm, Vaara käytä suojalaseja

TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO Tuotantotekniikan laitos

24

### Säteilyn silmille aiheuttavat vauriot

|      |                 |   |
|------|-----------------|---|
| UVC  | 200...280 nm    | Lumisokeus (Photokeratitit)                                     |
| UVB  | 280...315 nm    | Lumisokeus (Photokeratitit)                                     |
| UVA  | 315...400 nm    | Kaihi   |
| VALO | 400...780 nm    | Photokemiallisia ja lämmön aiheuttamia vaurioita verkkokalvolla |
| IRA  | 780...1400 nm   | Kaihi, verkkokalvon palaminen                                   |
| IRB  | 1400... 3000 nm | Sarveiskalvon vauriot, lasinpuhaltajan kaihi                    |
| IRC  | 3000...10000 nm | Sarveiskalvon vauriot   |

TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO Tuotantotekniikan laitos

TTE-6310 Lasertyöstöprosessit - Laserturvallisuus

2008



25

## Lasertapaturmat

Suurin osa raportoiduista lasertapaturmista silmävaurioita ja palovammoja Nd-YAG ja Argon laserit useimmin kyseessä

Useimmin...

- Tapahtuvat linjausta tehtäessä
- Suojalaseja ei ole käytössä
- Laitteistovirhe aiheuttaa odottamattoman säteen
- Työstölaseilla tapahtuneet onnettomuuden melko harvinaisia

Tapaturmia tilastoi esim. Rockwell Laser Industries [www.rli.com](http://www.rli.com)

TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO  
Tuotantotekniikan laitos

TTE-6310 Lasertyöstöprosessit - Laserturvallisuus

2008

26

## Lasersäteilyltä suojautuminen

Suojarakenteet  
Lasersuojalasit  
Varoittaminen

TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO  
Tuotantotekniikan laitos

TTE-6310 Lasertyöstöprosessit - Laserturvallisuus


2008

27

## Lasersäteilyltä suojauminen

Säteilyn intensiteetti tulisi aina laskea turvalliselle tasolle  
Suurin turvallinen säteilyn intensiteetti ilmoitetaan MPE arvona  
Ensisijainen toimenpide on koteloida säteen kulkureitti jos MPE arvot ylittyvät  
Mikäli eristäminen ei ole mahdollista, on käytettävä henkilökohtaisia suojavarusteita, jotka rajaavat intensiteetin sallitun MPE rajan alapuolelle

Maximum Permissible Exposure, MPE = Suurin intensiteetti jolle henkilö voi altistua ilman vaurioita

 TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO  
Tuotantotekniikan laitos

TTE-6310 Lasertyöstöprosessit - Laserturvallisuus

2008

28

## Suojarakenteet

Lasersäteily tulisi aina eristää mahdollisimman tehokkaasti ympäristöstään  
Käytettävät suojarakenteet on sijoitettava oikein  
Suojarakenteiden materiaalien on kestävä lasersäteelle altistusta määräysten mukaisesti



 TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO  
Tuotantotekniikan laitos

TTE-6310 Lasertyöstöprosessit - Laserturvallisuus

2008



31

## Lasersuojalasit

Suojalasien materiaali ja toiminta riippuu laserin

- tehosta
- aallonpituudesta
- tyypistä

Lasit suojaavat tietyltä aallonpituusalueelta tai eri aallonpituuksien yhdistelmiltä

Tarkista aina lasien sopivuus !



TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO  
Tuotantotekniikan laitos

TTE-6310 Lasertyöstöprosessit - Laserturvallisuus

2008

32

## Lasersuojalasit, toimintaperiaate

heijastava pinnoite




- pienet lasertehot
- ei värvääristymiä

suojalasin absorptio

- pienillä teholla polymeerejä
- suurilla tehoilla mineraalilasi
- värvääristymiä

yhdistelmät

- useille aallonpituuksille



kuvat: Laservision GmbH

TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO  
Tuotantotekniikan laitos

TTE-6310 Lasertyöstöprosessit - Laserturvallisuus

2008

33

## Lasersuojalasit

Suojalaseista pitää löytyä merkintä suojaetuista aallonpituuksista ja niiden suojausluokka

**Laserin aallonpituus**      **Tehdaskoodi**      **CE merkintä**

D    180 nm    L10    LV    **DIN**    CE    S

**Lasertyyppi**      **Suojausluokka**      **Standardi**      **Parannettu kestävyys**

D = jatkuva säde  
I = pulssitettu  
R = superpulssi

**Laservision GmbH**

TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO  
Tuotantotekniikan laitos


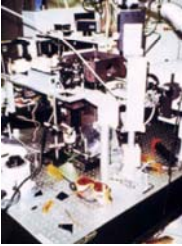
TTE-6310 Lasertyöstöprosessit - Laserturvallisuus

2008

34

## Lasersuojalasit muistettavaa

- Suojaavat oikealta aallonpituudelta
- Suojausluokka
- Valon läpäisevyys
- Mukavuus ja sopivuus
- Mahdolliset silmälasit
- Suojalasien tarkastaminen säännöllisesti
- Oikea säilytys
- Älä jätä optiselle pöydälle

TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO  
Tuotantotekniikan laitos


TTE-6310 Lasertyöstöprosessit - Laserturvallisuus

2008

35

## Ihon suojaaminen

Mikäli säteilyn intensiteetti ylittää ihon MPE arvon,  
on käytettävä sopivaa suojavaatetusta  
Koskee pääasiassa luokan 4 laserlaitteita

 TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO  
Tuotantotekniikan laitos

TTE-6310 Lasertyöstöprosessit - Laserturvallisuus

2008

36

## Takaisinheijastumat vaarana erityisesti pintakäsittelyssä

Kun säde ei uppoa materiaaliin, ovat takaisinheijastumat todennäköisempiä ja mahdollisesti hyvinkin voimakkaita.



Esimerkinä CO2 laserpinnoitus, Ketek.

 TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO  
Tuotantotekniikan laitos

TTE-6310 Lasertyöstöprosessit - Laserturvallisuus

2008


37

## Varoittaminen


Pääsytieltä alueelle jolla käytetään 3B tai 4 luokan lasereita on merkittävä sopivilla varoituskylteillä

Varoitukset myös lasereiden suojakoteloihin ja niiden luukkuihin

Vaadittavat symbolit ja varoitustekstit määritellään IEC 60825-1 standardissa



Vaara - Näkyvää lasersäteilyä  
Vältä suoraa tai epäsuoraa  
silmien ja ihon altistumista säteelle  
Luokan 4 laser



Vaara - Näkymätöntä lasersäteilyä  
Vältä suoraa tai epäsuoraa  
silmien ja ihon altistumista säteelle  
Luokan 4 laser

TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO  
Tuotantotekniikan laitos TTE-6310 Lasertyöstöprosessit - Laserturvallisuus 2008

38

## Laserlaitteiden merkinnät

- Lasertyöstölaitteistoon on selkeästi merkittävä säteilyturvallisuuteen liittyvät riskit
- Merkintöjä tarvitaan esim. huoltotilanteita varten
- Merkinnät tehdään tyypillisesti tarroilla, joissa on keltaisella pohjalla musta teksti
- Varoitustarrojen on sisällettävä seuraavat seikat:
  - Laserluokka (esim. luokka 1)
  - Lasertyyppi (esim. Nd:YAG-laser)
  - Varoitus
  - Laitteiston suurin laserteho
  - Ilmoitus siitä, onko valo ihmisilmälle näkyvää vai näkymätöntä
  - Lasersäteiden aallonpituus
  - Vaaran kuvaus
- Tarrojen ja kilpien väri ja muoto on määritetty standardissa
- Tarrojen pakolliset paikat ovat säteen ulostulokohta ja työaseman/laserlaitteen suojakotelo
- Varoitustarrat korjaus- ja huoltotilanteita varten erikseen

TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO  
Tuotantotekniikan laitos TTE-6310 Lasertyöstöprosessit - Laserturvallisuus 2008



39

## Koulutus (IEC 60825-1)

Laserlaitteet voivat aiheuttaa vaaran käyttäjän lisäksi myös ulkopuolisille henkilöille pitkänkin etäisyyden päässä, tämän vuoksi vain koulutettujen henkilöiden pitäisi käyttää (erityisesti luokkien 3R, 3B ja 4) laserlaitteita

Koulutuksen pitäisi sisältää vähintään:

- Laitteen käyttötapoihin tutustuminen
- Turvalaitteiden käyttö ja varoitukset
- Henkilökohtaisten suojalaitteiden käyttö
- Onnettomuuksien raportointi
- Säteen terveydelle aiheuttamat vaarat

TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO  
Tuotantotekniikan laitos

TTE-6310 Lasertyöstöprosessit - Laserturvallisuus

2008

40

## IEC 60825-1.2:2001

IEC:n julkaisema kansainvälinen standardi  
Hyväksytty EU normiksi EN 60825-1  
SFS:n hyväksymä versio merkitään esim.  
SFS-EN ISO ...

Laserturvallisuuden päästandardi

- Laitteiden luokitus
- Turvallisuusvaatimukset
- Käyttäjän ohjeet

[IEC 60825-1.2:2001](#)

Lisäksi tarkentavia ja selventäviä teknisiä  
raportteja

**INTERNATIONAL  
STANDARD**

**IEC  
60825-1**

Edition 1.2  
2001-08

---

Edition 1:1993 consolidated with amendments 1:1997 and 2:2001

---

GROUP SAFETY PUBLICATION

---

**Safety of laser products –**

**Part 1:  
Equipment classification, requirements  
and user's guide**

*Sécurité des appareils à laser –  
Partie 1:  
Classification des matériels, prescriptions  
et guide de l'utilisateur*

---

Reference number  
IEC 60825-1:1993+A1:1997+A2:2001

TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO  
Tuotantotekniikan laitos

TTE-6310 Lasertyö