


LABERTYÖSTÖN OPPIMISYMPÄRISTÖ [HTTP://PE.TUT.FI/LAL/ESR](http://pe.tut.fi/lal/esr)


## Lasersovelluksia 2

- Pulssilaserhitsaus
- Lämmönrajoittumisjohteinen hitsaus
- Laserkarkaisu
- Laserpinnoitus



## Nd:YAG-pulssilaserhitsaus

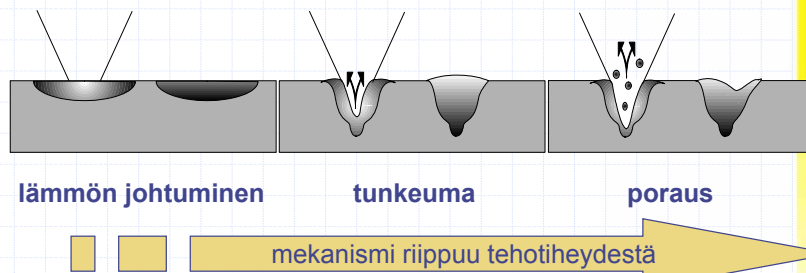
- ▲ Nd:YAG pulssilaserien keskimääräiset tehot ovat tyypillisesti 25-500 W.
- ▲ Nd:YAG pulssilaserilla on suuri pulssiteho (pulssiteho =  $\sim 100 \times$  keskimääräinen teho), pienelläkin pulssilaserilla voidaan hitsata 1,5 mm tunkeuma.
- ▲ Hienomekaaniset hitsaussovellukset tehdään pääsääntöisesti Nd:YAG pulssilasereilla.
- ▲ Energiantuontia voidaan kontrolloida pulssi kerrallaan.
- ▲ Hitsipisteen koko on tyypillisesti 0,1 – 2 mm.
- ▲ Käytännössä suurin pulssilaserilla hitsattava tunkeuma on 1,5 mm.
- ▲ Yhtenäinen hitsi muodostetaan liittämällä pulsseja.



ESR LABERTYÖSTÖN OPPIMISYMPÄRISTÖ

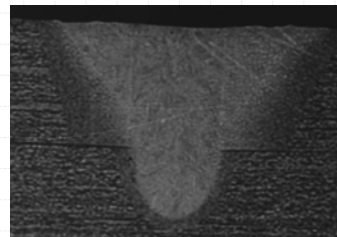
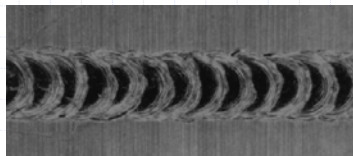
## Nd:YAG-pulssi laserhitsauksen mekanismi

- ▲ Pulsilaserhitsauksen prosessimekanismi riippuu tehotiheydestä
- >  $P_d < 1\,000\text{ W/mm}^2$  lämmönjohtumisrajoitteinen hitsaus.
  - >  $P_d = 1\,000 - 10\,000\text{ W/mm}^2$  tunkeumahitsaus.
  - >  $P_d > 10\,000\text{ W/mm}^2$  poraus.

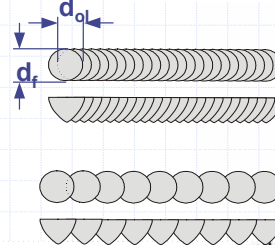
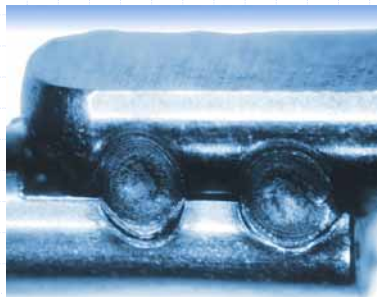


ESR LASERTYÖSTÖN OPPIMISYMPÄRISTÖ

## Nd:YAG-pulssilaserhitsaus



Lähde: LASAG



ESR LASERTYÖSTÖN OPPIMISYMPÄRISTÖ



## Nd:YAG pulssilaserhitsaus



Kuvaputken osien pistehitsaus

Materiaali: CrNi-teräs, 0,2 mm

Lähde: Trumpf

ESR LASERTYÖSTÖN OPPIMISYMPÄRISTÖ



## Pistehitsattu partakoneen terä



- ▲ Terän hitsaus jouselementtiin
- ▲ Yksi suurimmista pulssilaserhitsaus sovellutuksista: ~100 laseria.



Lähde: Lumonics

ESR LASERTYÖSTÖN OPPIMISYMPÄRISTÖ



## Nd:YAG pulssihitsaus käsityöasemat



- ▲ Nd:YAG pulssihitsaus; käsityöasemat
- ▲ Laserteho 25-120 W
- ▲ Käyttäjryhmät
  - Kultasepät
  - Hammasteknikot
  - Ruiskupuristusmuottien korjaajat
  - Prototyyppien valmistajat.



Lähde: Trumpf, Rofin

ESR LASERTYÖSTÖN OPPIMISYMPÄRISTÖ

## Diodilaserhitsaus

ESR LASERTYÖSTÖN OPPIMISYMPÄRISTÖ

## Tiskialtaan diodilaserhitsaus



Säteen liike robotilla



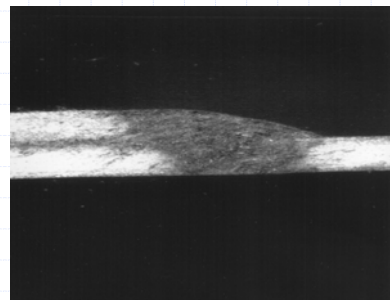
Viimeistely hitsaustulos

Lähde: Rofin

ESR LASERTYÖSTÖN OPPIMISYMPÄRISTÖ

## Diodilaserhitsaus

Laserteho:	2000 Watt
Polttoväli:	50 mm
Polttopisteen asema:	0 mm
Työskentelyetäisyys:	35 mm
Materiaali:	1.4301
Paksuus:	1,0/1,0 mm
Nopeus:	0,5 m/min
Tunkeuma:	2,0 mm
Hitsin leveys pinnassa:	3,7 mm
Hitsin leveys juuressa:	1,7 mm
Liitosmuoto:	piena
Suojakaasu:	Argon
Suojakaasun virtaus:	30 l/min
Juurikaasun virtaus:	10 l/min



### Edut:

- pienet käyttökulut
- toistettavuus
- hitsauksen laatu
- ei jälkityöstötarvetta

ESR LASERTYÖSTÖN OPPIMISYMPÄRISTÖ

## Asennuskaapin diodilaserhitsaus

Sanmina Oy, Uusikaupunki, 1 kW Diodilaser  
1 mm RST-kaappi, särmätyt levyosat  
Kokoonpano laserhitsaamalla robotisolussa

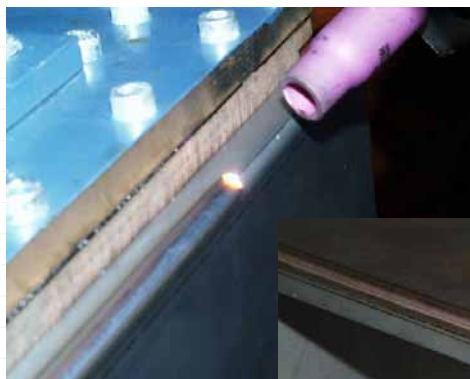


Kuva Oy Sanmina Oy

ESR LASERTYÖSTÖN OPPIMISYMPÄRISTÖ

## Asennuskaapin diodilaserhitsaus


Sanmina Oy, Uusikaupunki  
1 kW Diodilaser  
1 mm RST-kaappi  
Osat särmätyjä  
Laserhitsaus robotisolussa




Kuva Oy Sanmina Oy

ESR LASERTYÖSTÖN OPPIMISYMPÄRISTÖ






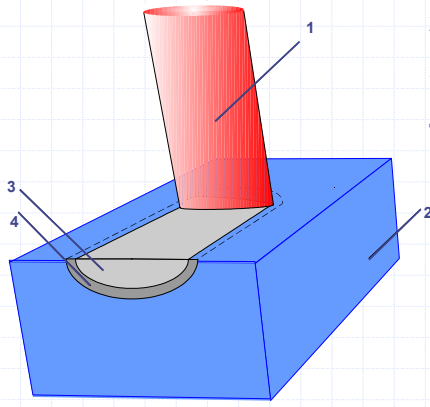
## Laserkarkaisu



ESR LASERTYÖSTÖN OPPIMISYMPÄRISTÖ


## Laserkarkaisun periaate





1. Laser
2. Perusaine
3. Karkaisuvyöhyke
4. Lämpömuutosvyöhyke

Rofin-Sinar Laser GmbH:n luvalla



ESR LASERTYÖSTÖN OPPIMISYMPÄRISTÖ

## Laserkarkaisu

- ▲ Karkaisuleveys: 5 – 20 mm.
- ▲ Karkaisusyvyys: 0,5 – 1,5 mm.
- ▲ Karkenemiskovuus ~200 HV suurempi verrattuna liekki tai induktiokarkaisuun.

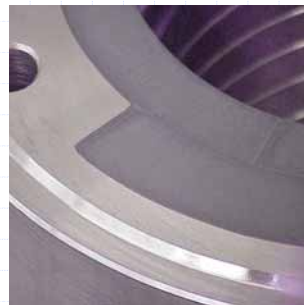
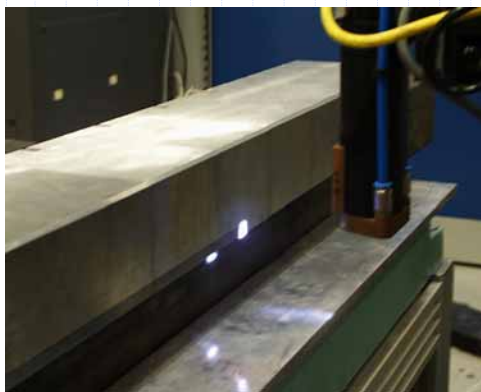
### Edut:

- ▲ Pieni lämmöntuonti.
- ▲ Laserkarkaisu ilman reunojen sulamista.
- ▲ Erinomainen toistettavuus.
- ▲ Suuri tehokkuus ja pienet käyttökulut.
- ▲ Ei esivalmisteluja.
- ▲ Ei jälkityöstöä.

ESR LASERTYÖSTÖN OPPIMISYMPÄRISTÖ



## Laserkarkaisu



kuvat: TTY / LAL

ESR LASERTYÖSTÖN OPPIMISYMPÄRISTÖ



## Taivutustyökalun laserkarkaisu

- parempi kulumiskestävyys
- vain kriittiset osat karkaistaan
- ei jälkityöstötarvetta
- karkaisuaika < 10 s / kappale



kuvat: TTY / LAL

ESR LASERTYÖSTÖN OPPIMISYMPÄRISTÖ

## Diodilaserkarkaisu

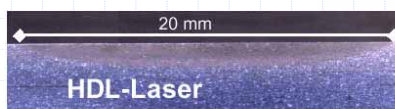
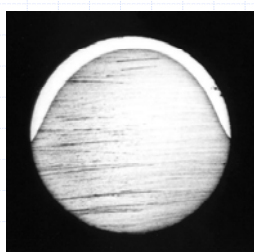
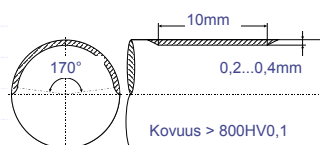



Photo ERLAS

Diode Laser
2500 W
5 mm/s
1050 °C
20 mm
1 mm



Lähde: Laserline, Rofin

ESR LASERTYÖSTÖN OPPIMISYMPÄRISTÖ

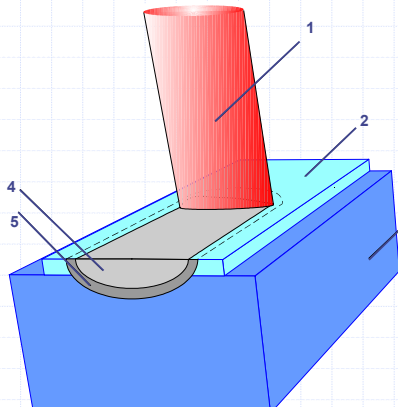


# Laserpinnoitus

ESR LASERTYÖSTÖN OPPIMISYMPÄRISTÖ




## Laserpinnoituksen periaate



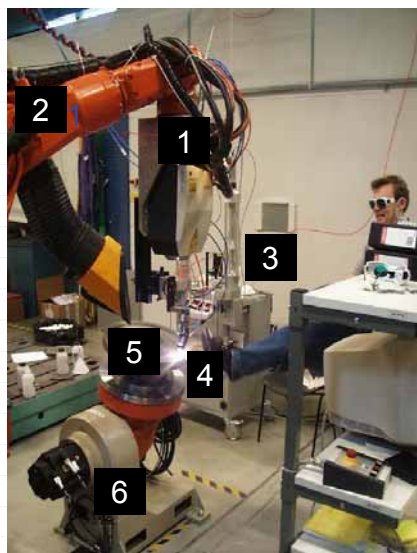
1. Laser
2. Pinnoiteainekerros
3. Perusaine
4. Sulatettu kerros
5. Lämpömuutosvyöhyke

Rofin-Sinar Laser GmbH:n luvalla

ESR LASERTYÖSTÖN OPPIMISYMPÄRISTÖ



## Diodilaserpinnoituslaitteisto



### Laitteiston osat:

1. Laserlähde (laserpää, teholähde, jäähdytysyksikkö)
2. Teollisuusrobotti
3. Jauheensyöttölaite
4. Jauheinjektori
5. Pinnoitettava komponentti
6. Pyörituspöytä



kuvat: TTY / LAL

ESR LASERTYÖSTÖN OPPIMISYMPÄRISTÖ

## Laserpinnoituksen edut / haitat

### Etuja:

- ▲ Suuri tehotiheys
- ▲ Alhainen lämmöntuonti
- ▲ Alhainen seostuminen
- ▲ Erinomainen tartuntalujuus
- ▲ Pinnoitteen tiiveys
- ▲ Kappalekoolla ei rajoituksia
- ▲ Ohuet ja paksut pinnoitteet (0,1-4 mm ...)
- ▲ Kohdennettu/paikallinen pinnoitus
- ▲ Tarkkuus ja toistettavuus

### Haittoja:

- ▲ Korkeat investointi- ja käyttökustannukset
  - Diodilasertekniikka muuttaa tilannetta
- ▲ Tuotto/tehokkuus
  - Diodilaserpinnoituksen kehittäminen muuttaa tilannetta
- ▲ Laitteet ei liikuteltavia
- ▲ Vielä vähäinen tunnettavuus/saatavuus

ESR LASERTYÖSTÖN OPPIMISYMPÄRISTÖ

## Laserpinnoitteiden käyttösovelluksia

- ▲ Tasomaiset ja pyörähdyssymmetriset kappaleet; rajoitetusti monimutkaisemmat kappaleet
- ▲ Käyttötarkoitus
  - Korjauspinnointus
  - Korroosiosuojaus
  - Korkealämpötilasuojapinnoitteet
  - Kulumissuojapinnoitteet
- ▲ Komponentteja
  - Karat, akselit, luistit, telat, pumppujen osat, venttiilien osat, turbiinin osat, kulutuslevyt, työkalut, muotit, terät, tiivistyspinnat, jne.

ESR LASERTYÖSTÖN OPPIMISYMPÄRISTÖ



## Venttiililautasen laserpinnoitus

- ▲ Verrattaessa laserpinnoitusta perinteisiin menetelmiin pinnoitteeseen saadaan seuraavia ominaisuuksia:
  - Tiiviimpi pinnoite
  - Perusaine ei seostu pinnoitteeseen
  - Parempi korroosionkesto
  - Pieni lämmöntuonti, ei lämpövääristymiä työkappaleeseen.



by courtesy of  Fraunhofer ILT  
Werkstatt für  
Lasertechnik

ESR LASERTYÖSTÖN OPPIMISYMPÄRISTÖ



## Laserpinnoitus



Fortum Service Oy, Kokkola  
Teho 6 kW CO<sub>2</sub>  
Useita eri komponentteja  
voimalaitoksissa ja  
prosessiteollisuudessa

Kuvat Fortum Service Oy

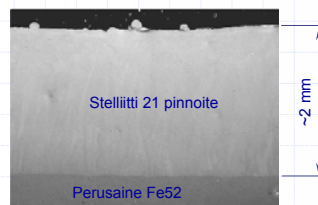
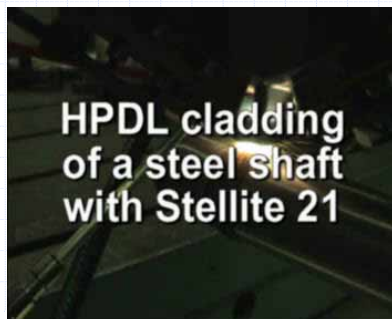
ESR LASERTYÖSTÖN OPPIMISYMPÄRISTÖ



## HPDL pinnoitus

### Akselin pinnoitus

- ▲ Pinnoitejauhe - Stelliitti 21
- ▲ Laserteho – 4,8 kW
- ▲ Jauheensyöttö – 90 g/min
- ▲ Pintanopeus – 400 mm/min
- ▲ Pinnoitteen paksuus ~2 mm



Kuvat: TTY // LAL

ESR LASERTYÖSTÖN OPPIMISYMPÄRISTÖ

