







TAMPEREEN
TEKNILLINEN
YLIOPISTO



LASER
APPLICATION
LABORATORY



PIRKANMAAN
TAITOKESKUS



TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU

Lasertyöstön Oppimisympäristö <http://pe.tut.fi/lal/esr>

LASERHITSAUS


Laserhitsauksen suunnittelun perusteet




- Saavutettavat edut
- Liitosmuodot
- Sovelluksia

Laserhitsauksen suunnittelun perusteet

Johdanto

- ◆ Laserhitsaus antaa suunnittelijalle monia mahdollisuuksia, joita perinteiset menetelmät eivät tarjoa
- ◆ Uusissa tuotteissa laserhitsauksen mahdollisuuksia voidaan hyödyntää parhaiten
- ◆ Suunnittelijan tulee olla tietoinen menetelmän antamista mahdollisuuksista ja sen erityispiirteistä





Laserhitsauksen suunnittelun perusteet



Laserhitsausta kannattaa käyttää kun halutaan

Perusaineissa

- materiaalien käytön optimointia
- materiaalisäästöjä
- sekaliitoksia
- vaikuttaa seostumisasteeseen
- ◆ hyvää hitsausenaikaista suojausta



Laserhitsauksen suunnittelun perusteet



Konstruktiossa

- kapeaa ja syvää hitsiä
- pieniä hitsausjännityksiä ja –muodonmuutoksia
- vapaampaa liitossuunnittelua
- modulointia
- yksinkertaistamista
- hitsaus viimeiseksi työvaiheeksi





Laserhitsauksen suunnittelun perusteet



Valmistuksessa

- joustavuutta
- automatisoitavuutta
- valmistusketjun lyhentymistä
- alhaista lämmöntuontia
- tarkkuutta



Laserhitsauksen suunnittelun perusteet



Laadussa

- prosessin kontrolloitavuutta
- luotettavaa toistettavuutta
- virheiden minimointia
- korkeaa laatua
- alhaista hukkaprosenttia



Laserhitsauksen suunnittelun perusteet

Seuraavassa esitetään laserhitsauksen

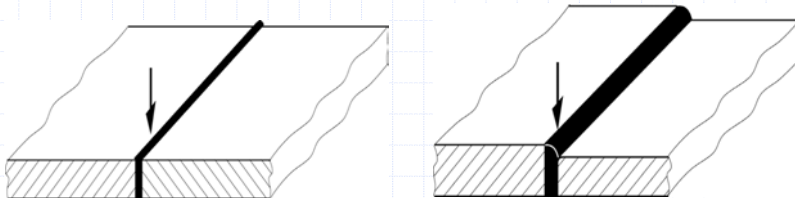
- ◆ liitosmuotoja
- ◆ liitokseen liittyviä parametrejä
- ◆ hitsauskiinnittimiä



Laserhitsauksen suunnittelun perusteet

Avaimenreikä-laserhitsauksen liitosmuodot, I-railo

- ◆ Päittäisliitos, I-railo
- tarkin toleranssien suhteen
- ◆ Eripaksuisten materiaalien hitsaus



Lähde: Trumpf GmbH



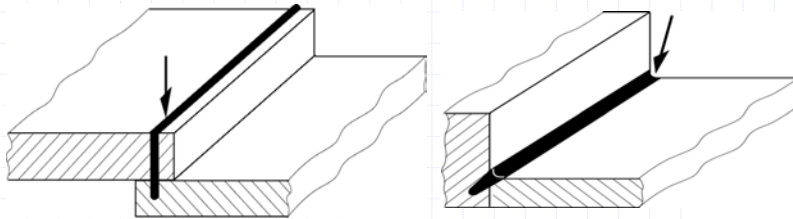
Laserhitsauksen suunnittelun perusteet



Avaimenreikä-laserhitsauksen liitosmuodot, päällekkäis- ja pienaliitos

- ◆ **Päällekkäisliitos**
- sallii enemmän
asetusvirhettä, kuin
I-railo

- ◆ **Pienaliitos**



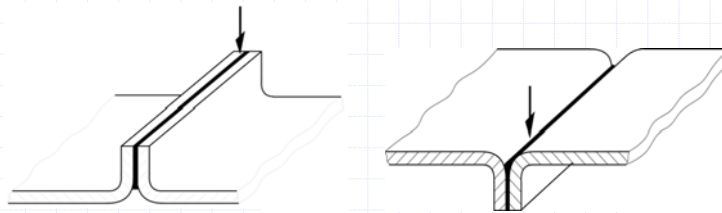
Lähde: Trumpf GmbH



Laserhitsauksen suunnittelun perusteet



Avaimenreikä-laserhitsauksen liitosmuodot, reunahitsi

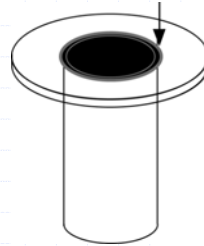
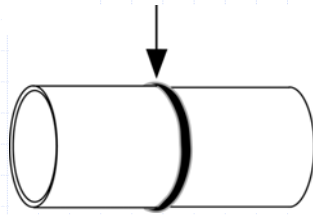


Lähde: Trumpf GmbH



Laserhitsauksen suunnittelun perusteet

Avaimenreikä-laserhitsauksen liitosmuodot,
pyörähdysymmetriset kappaleet



Lähde: Trumpf GmbH

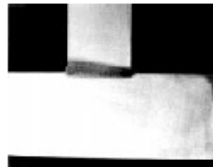
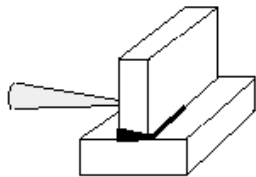
- huomioitava aloitus ja lopetusliittymät



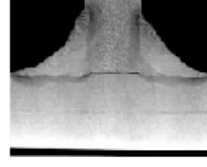
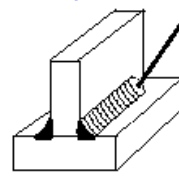
Laserhitsauksen suunnittelun perusteet

Avaimenreikä-laserhitsauksen liitosmuodot, T-liitos

♦ Laserhitsaus



♦ Perinteinen puikkohitsaus



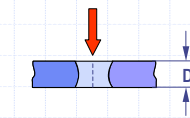
- T-liitos on mahdollista toteuttaa yhdellä laserhitsillä.
- laserhitsauksessa ei ole a-mitta mitoitusta

TTY/LAL

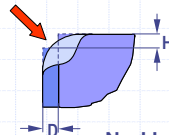


Laserhitsauksen suunnittelun perusteet

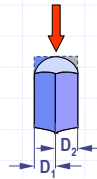
Sulatushitsauksen liitosmuotoja:



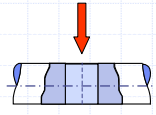
Päittäisliitos



Nurkkaliitos



Reunaliitos



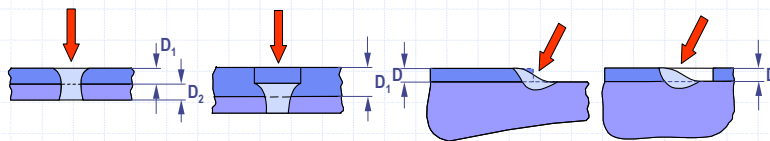
Päittäisliitos, pyörähdyskappale

Lähde:
Materialbearbeitung
durch Laserstrahl



Laserhitsauksen suunnittelun perusteet

Sulatushitsauksen liitosmuotoja, päällekkäisliitoksia



Päällekkäisliitosten ainepaksuuksissa voi olla suurikin ero.

Lähde:
Materialbearbeitung
durch Laserstrahl



Laserhitsauksen suunnittelun perusteet



Esimerkki tiskialtaan sulatushitsauksesta



Kosmeettinen hitsisauma

Diodi-laserhitsaus robotin avulla

Lähde: Rofin-Sinar Laser GmbH



Laserhitsauksen suunnittelun perusteet



Hitsausliitoksiin liittyvät parametrit

Seuraavassa esitettävät toleranssivaatimukset ovat suuntaa antavia ja niihin vaikuttavat mm.:

- fokuspisteen koko
- säteen poikkeutus
- laserteho
- polttoväli
- säteen laatu
- hitsaus nopeus
- polttopisteen asema

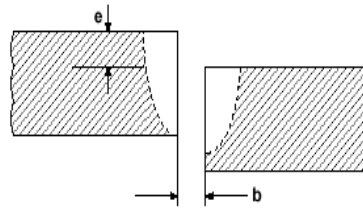


Laserhitsauksen suunnittelun perusteet

Hitsausliitoksiin liittyvät parametrit

Päittäisliitoksen ilmaraon ja
asetusvirheen toleranssit
lävistävässä hitsauksessa

0,5	0,025	0,075
0,7	0,04	0,11
1	0,05	0,15
2	0,10	0,3
4	0,12	0,4
5	0,15	0,5
6	0,18	0,6
8	0,24	0,8
10	0,3	1,0
ainepaksuus	b	e



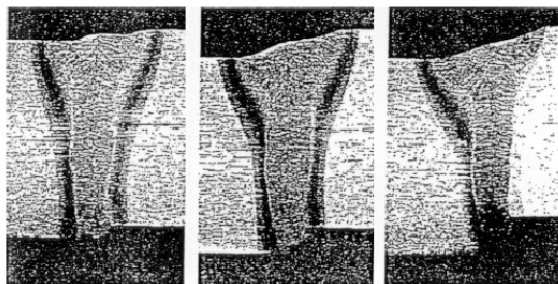
TTY/LAL



Laserhitsauksen suunnittelun perusteet

Asetusvirheen vaikutus, päittäisliitos

ainepaksuus = 8 mm, P = 10 kW CO₂



e = 0,5 mm

e = 1 mm

e = 1,5 mm

TTY/LAL

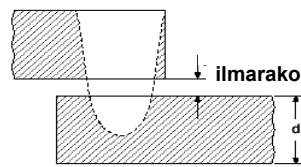


Laserhitsauksen suunnittelun perusteet

Hitsausliitoksiin liittyvät parametrit

Päällekkäis- ja pienaliitoksen
ilmaraon toleranssit lävistävässä
hitsauksessa

	päällekkäis liitos	piena liitos
aine paksuus	ilmarako	ilmarako
1	0,05	0,15
2	0,10	0,3
4	0,20	0,4
5	0,25	0,5
6	0,30	0,6
8	0,24	0,8
10	0,3	1,0
d	b	e



TTY/LAL



Laserhitsauksen suunnittelun perusteet

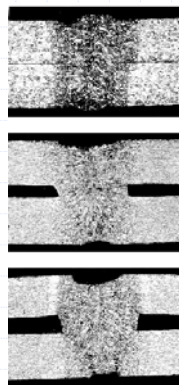
Ilmaraon vaikutus, päällekkäisliitos

Ilmarako

0.1 mm

0.2 mm

0.3 mm



d = 0.75 mm,
P = 4 kW CO₂
v = 4 m/min

TTY/LAL



Laserhitsauksen suunnittelun perusteet



Laserhitsauksen sovelluksia

Alumiinin Nd:YAG laserhitsaus



Trumpf GmbH:n luvalla

Audi A2:n alumiinirakenteen laserhitsaus

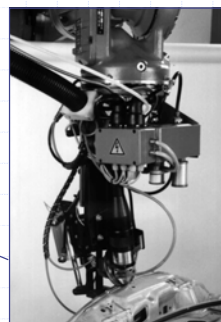
- pursotettujen profiilien hitsaus, Al-ohutlevyrakenteisiin ja Al-valuihin
- lisäaineellista laserhitsausta
- kaikki liitokset limiliitoksia
- 30 m laserhitsiä / A2



Laserhitsauksen suunnittelun perusteet



Auton oven laserhitsaus



- esimerkki liitosmuodosta, joka ei aiheuta lämpövääristymiä näkyvään ovipintaan

(Lähde: Porsche, Kuka Roboter GmbH)





Laserhitsauksen suunnittelun perusteet



Hitsausasennot

- ◆ Syntyvä sula pieni ja jähmettyminen nopeaa, kaikki asennot mahdollisia
- ◆ Yleensä jalkoasento
- ◆ Lakiasennossa kriittistä optiikan suojaus
- ◆ Vaaka-asennossa huomioitava työturvallisuus



Laserhitsauksen suunnittelun perusteet



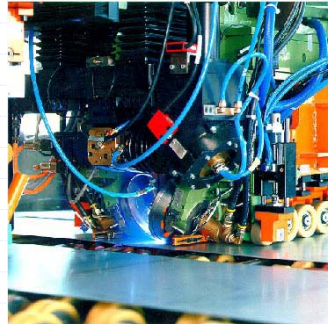
Hitsauskiinnittimet

- ◆ Kiinnittimien suunnittelu on tärkeä työvaihe, sillä siitä usein riippuu lasertyöstön kokonaistehokkuus. Oikeanlaisella kiinnittimellä ja työkappaleen kiinnitettävyyden suunnittelulla on mahdollista pienentää hitsauksen vaiheajoja asetusajoja nopeuttamalla.
- ◆ Kiinnittimien tehtävänä lasertyöstössä on:
 - sitoa työkappale tarkasti ennalta määrättyyn asemaan
 - poistaa rako liitettävien työkappaleiden väliltä
 - estää kappaleiden liike lämpölaajenemisen seurauksena
 - toimia lämmön johtimena



Laserhitsauksen suunnittelun perusteet

- ◆ Työkappaleiden tulisi olla kiinnittimiin ja toisiinsa helposti keskittyviä. Kiinnitysvoimien ei lasertyöstössä tarvitse olla suuria. Siksi kiinnittimien lukitus on helpointa toteuttaa epäkeskoilla tai pneumatiikalla.
- ◆ Auton korilevyjen valmistuksessa käytetään monimutkaisia laserhitsauspään ja kiinnittimen yhdistelmiä.

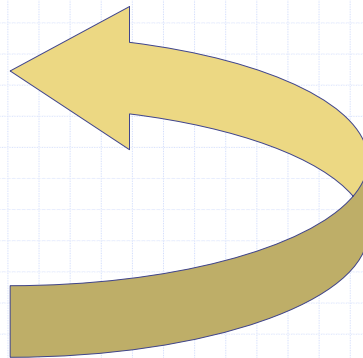


TTY/LAL


Laserhitsauksen suunnittelun perusteet

Hitsausprojekti

- ◆ Tuotteen analysointi
- ◆ Menetelmän valinta
- ◆ Testaus
- ◆ Tuotantokonseptin laadinta
- ◆ Kiinnittimet
- ◆ Prosessin hienosäätö
- ◆ Tuotanto









Laserhitsauksen suunnittelun perusteet

Hitsausprojekti

- ◆ Tuotteen analysointi
 - Muoto
 - Aihionvalmistus
 - Koko
 - Materiaali
 - Liitosmuoto
 - Liitosgeometria
 - Tunkeuma
 - Laatu
 - Volyymi
 - Kustannukset






Laserhitsauksen suunnittelun perusteet

Hitsausprojekti

- ◆ Muotoilu
 - Laserhitsaus sallii pienemmän lämmöntuonnin ansiosta suuremmat vapaudet muotoilulle
- ◆ Liitosten sijoittelu
 - liitosten sijoittelu paikkoihin missä ei esiinny rakenteessa jännityksiä
 - monipuoliset liitosvalikoimat
 - pieni lämpövaikutus
 - muodonmuutokset
 - hyvä ulottuvuus
 - tarkkuus







Laserhitsauksen suunnittelun perusteet

Materiaalin valinta

- ◆ Hitsaus
 - kaikki sulahitsattavat materiaalit
 - eripariliitokset
 - laaja paksuusalue

Laserhitsauksen suunnittelun perusteet

Laserhitsauksen esteitä

- ◆ Laser on kallis
- ◆ Lasertyöasema on kallis
- ◆ Laserhitsaus vaatii osilta suurta tarkkuutta
- ◆ Laserhitsaus vaatii kiinnittimiltä suurta tarkkuutta
- ◆ Koneensuunnittelijoilla on omat kokemukset, vanhat periaatteet joista on vaikea irrottautua

