



LAND OF THE CURIOUS



 E-LIIKKUVUUDEN KEHITTYNEET VALMISTUSMENETELMÄT

LASERTYÖN PERUSTEET

Kootut tietopaketit



Euroopan unionin
osarahoittama



ETELÄ-
KARJALAN
LIITTO



LAPPEENRANTA



Euroopan unionin
osarahoittama

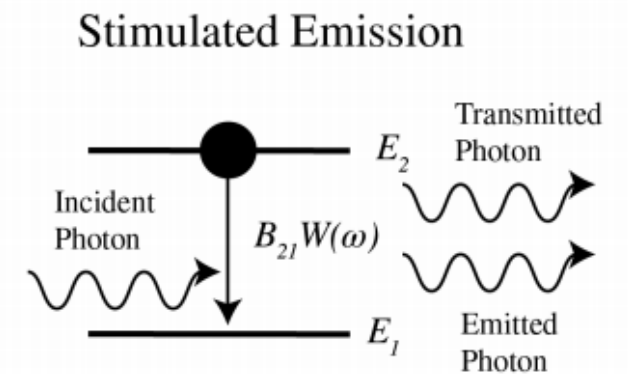
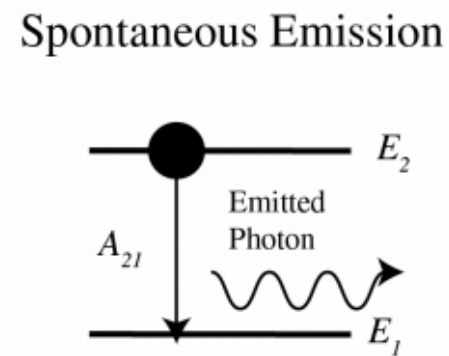
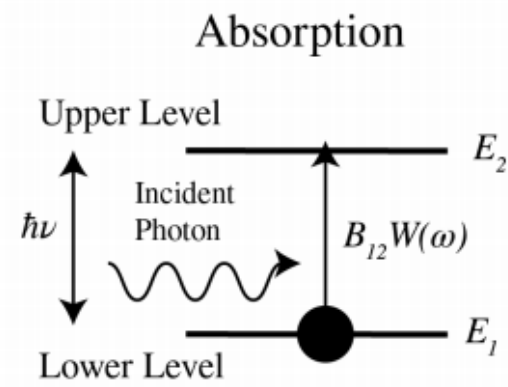
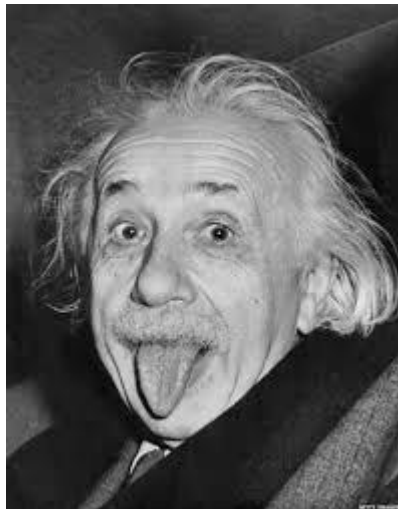


ETELÄ-
KARJALAN
LIITTO



LAPPEENRANTA

- LASER tulee sanoista **L**ight **A**mplification by **S**timulated **E**mission of **R**adiation
- Vuonna 1917 Alber Einstein kuvasi stimuloidun emission teoreettiset perusteet, mikä loi perustan lasereille
- Ensimmäinen toimivan laserin (rubiinilaser) kehitti Theodore Maiman vuonna 1960
- Nykyään laserit ovat monen teknisen laitteen oleellinen osa



NORMAALI VALO VS. LASERVALO

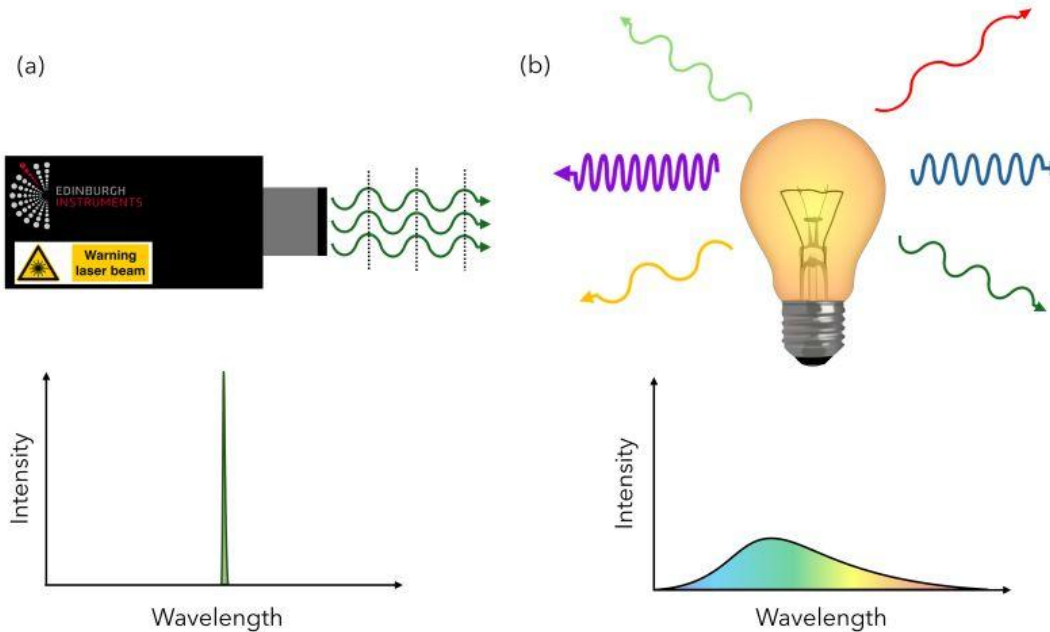


Euroopan unionin
osarahoittama



ETELÄ-
KARJALAN
LIITTO

LAPPEENRANTA



a) Laservalo:

- Monokromaattista: Vain yksi tarkka aallonpituus (yksivärinen)
- Koherenssi: Samanvaiheista ja taajuista
- Kollimoitua: yhdensuuntaista

b) “Normaali” valo (aurinko, hehkulamppu):

- Eri värejä sekoittuneena
- Eri aallonpituudet värähtelevät eri vaiheissa
- Hajaantuu

FOKUSOITAVUUS: NORMAALI VALO VS LASERVALO



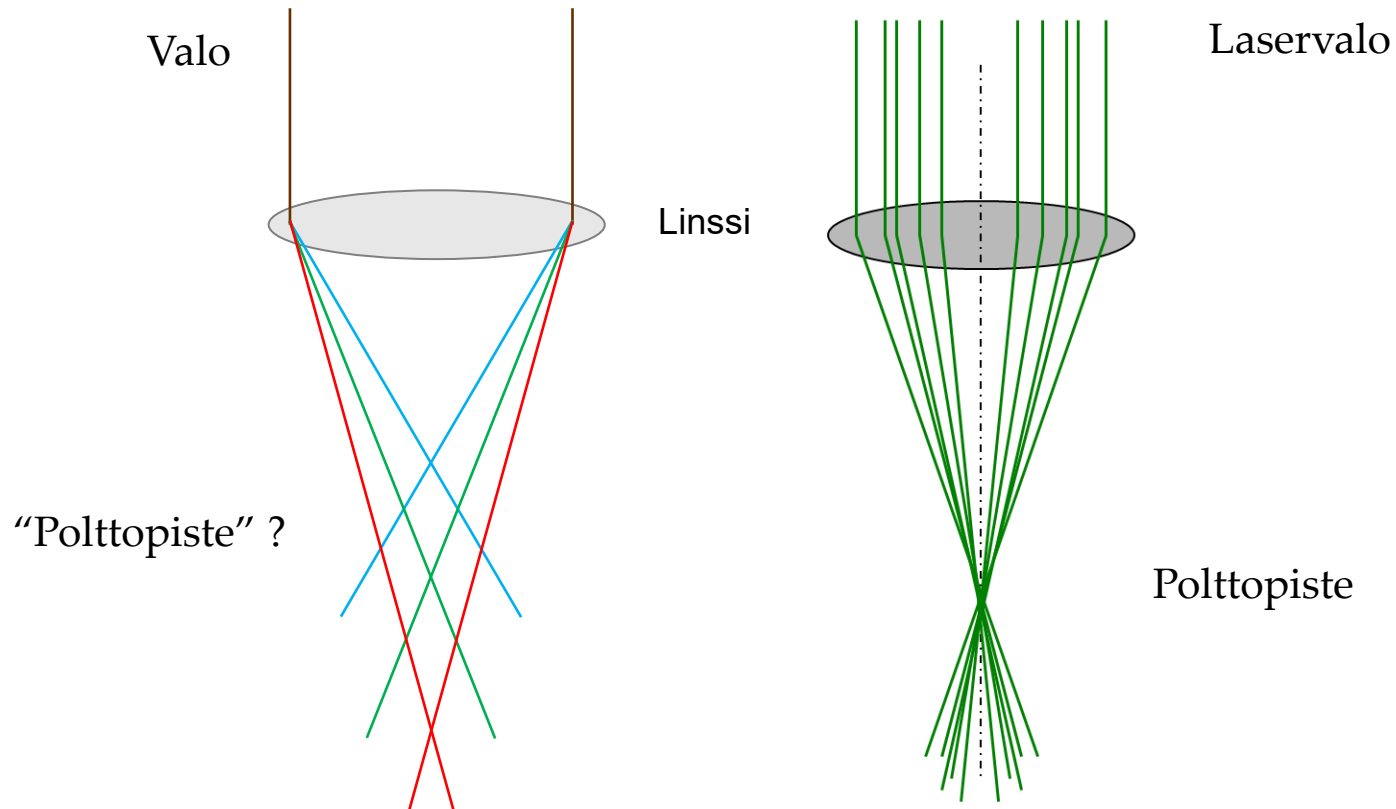
Euroopan unionin
osarahoittama



ETELÄ-
KARJALAN
LIITTO



LAPPEENRANTA



LASERIN PERUSOSAT



Euroopan unionin
osarahoittama



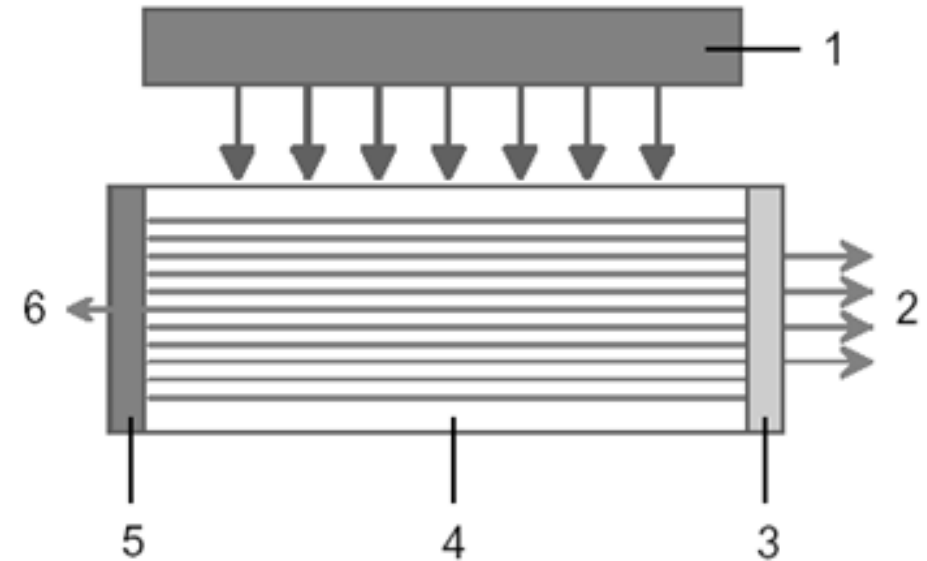
ETELÄ-
KARJALAN
LIITTO



LAPPEENRANTA

Perusperiaate ja peruskomponentit:

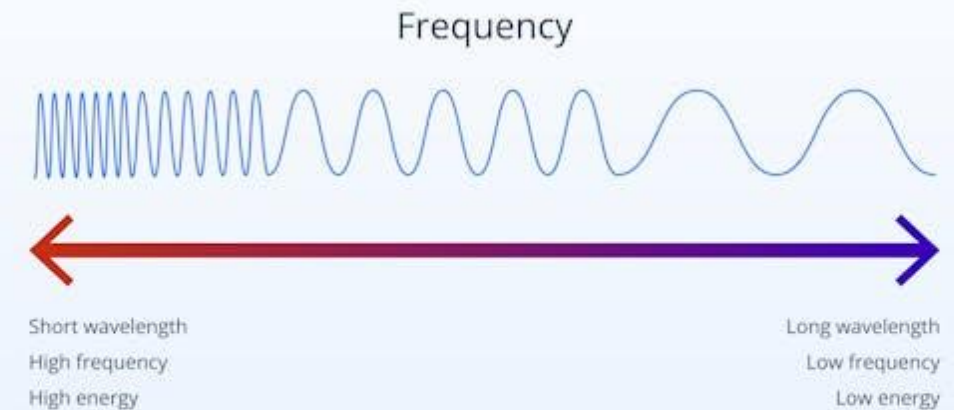
- **Aktiivinen väliaine** (esim. kaasu, neste, kiinteä aine)
- **Energiansyöttö** (pumppaus). Energiaa (esim. valo tai sähkö) syötetään väliaineeseen, jotta saadaan atomit korkeammalle energiatasolle (viritystilaan). Nykyään pumppaukseen käytetään diodilasereita.
- **Stimuloitu emissio**: Virittynyt atomi vapauttaa fotonin (valohiukkasen) ja se saa toisen virittyneen atomin vapauttamaan identtisen fotonin. Tämä prosessi vahvistuu.
- **Resonaattori**: Peilit vahvistavat ja heijastavat fotoneita edestakaisin väliaineen läpi, kunnes säde on riittävän voimakas ja yhtenäinen
- **Lasersäde**: Yksi peili on osittain läpäisevä ja päästää osan lasertehosta ulos resonaattorista



1. Pumppausenergia
2. Lasersäde
3. Osittain heijastava peili
4. Laseraktiivinen väliaine
5. Heijastava peili
6. Tehon mittaus

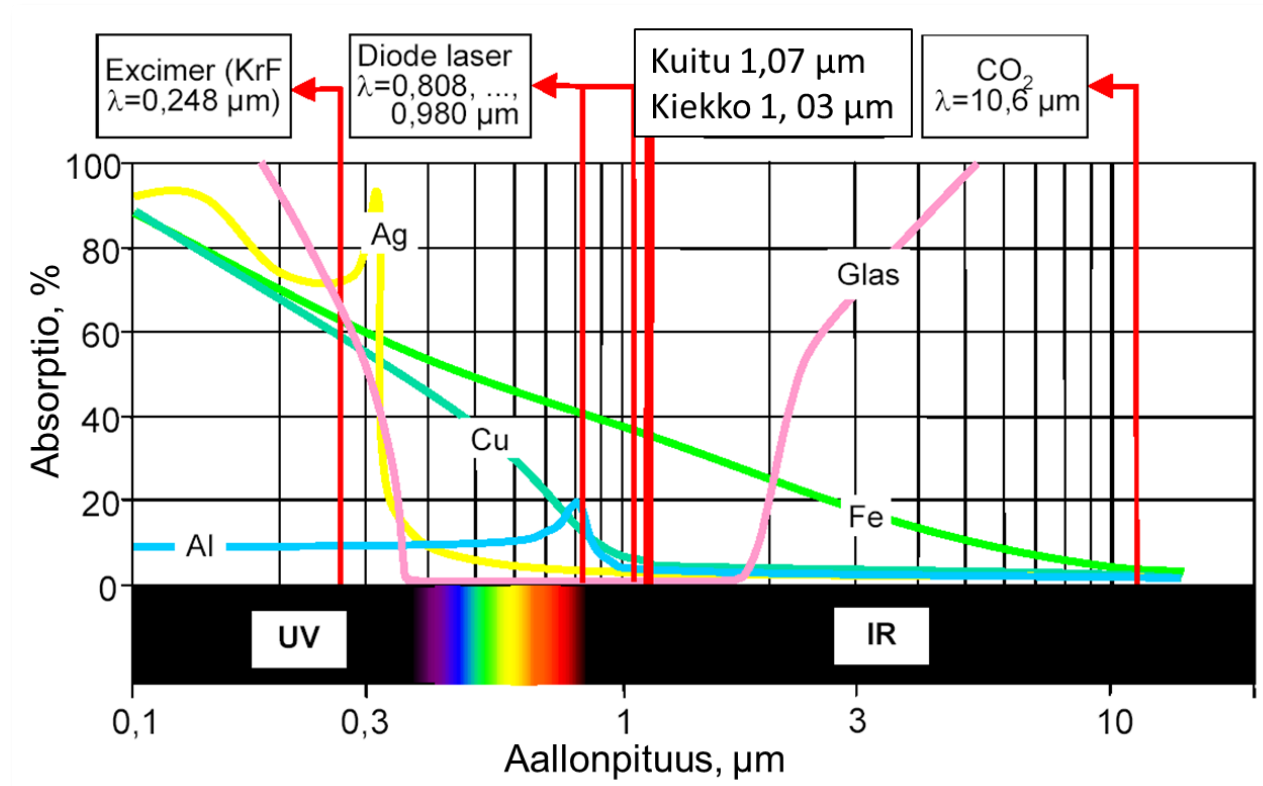
- Aallonpituudet vastaavat suoraan sähkömagneettisen spektrin väriä
- Aallonpituus vaikuttaa säteen ja materiaalin vuorovaikutukseen
- Kaikki materiaalit absorboivat, heijastavat ja läpäisevät valoa niille ominaisilla aallonpituuksilla

Laser Type and Wavelength



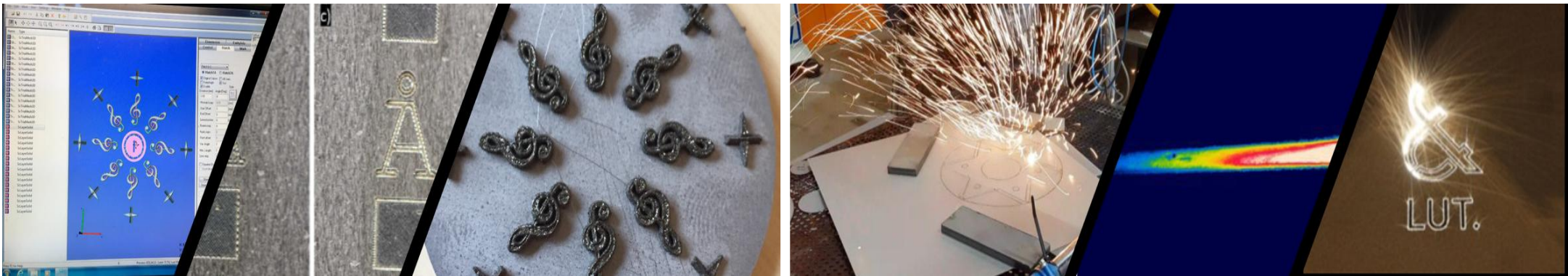
MATERIAALIEN ABSORPTIO AALLONPITUUDEN MUKAAN

- Materiaalit absorboivat säteilyä eri tavoin eri aallonpituuksilla
 - Laserin aallonpituuden valinta absorptio-ominaisuuksien mukaan on avain tehokkaaseen prosessiin



MIKSI LASEREITA KÄYTETÄÄN?

- » Tarkkuus ja toistettavuus: mahdollistaa monimutkaisten ja yksityiskohtaisten muotojen työstämisen
- » Monipuolisuus: soveltuu erilaisille materiaaleille ja prosesseille
- » Nopeus: nopea prosessi verrattuna moniin perinteisiin menetelmiin
- » Kosketukseton: ei kuluvia työkaluja, vähentynyt kontaminaatio



SÄTEEN JA MATERIAALIN VÄLINEN VUOROVAIKUTUS

Lasersäteen kohdatessa materiaalin tehosta riippuen tapahtuu:

➤ Lämmitys

- Materiaalin ominaisuudet muuttuvat sen lämmitessä ja jäähtyessä

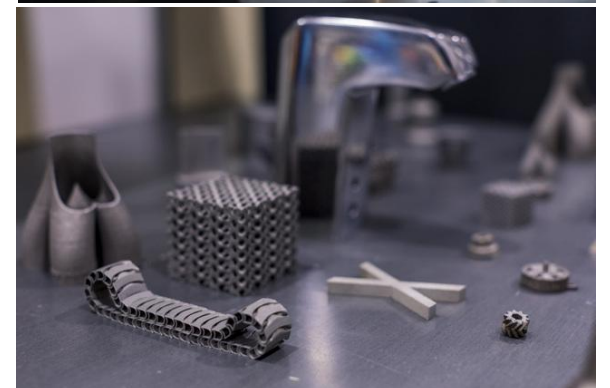
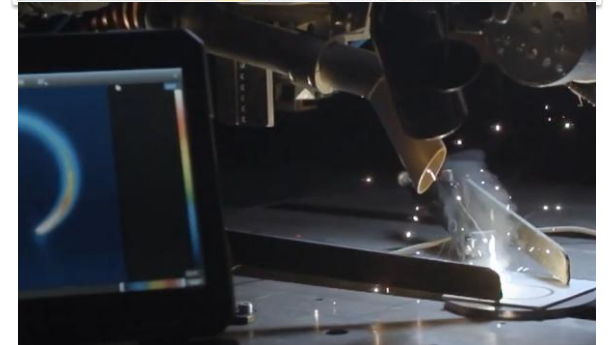
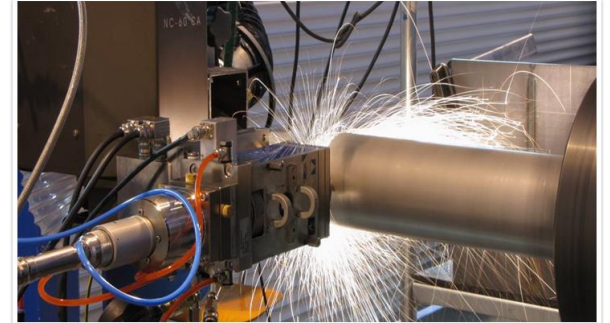
➤ Sulatus

- Materiaalin ominaisuudet ja muoto muuttuu materiaalin sulaessa ja jähmettyessä

➤ Höyrystys

- Materiaalia poistuu höyrystyksen tai sublimation avulla

→ Vuorovaikutus riippuu aallonpituudesta, materiaalin ominaisuuksista, säteen tehotiheydestä, käsittelyajasta jne.



» Sulattava laserhitsaus (johtumishitsaus)

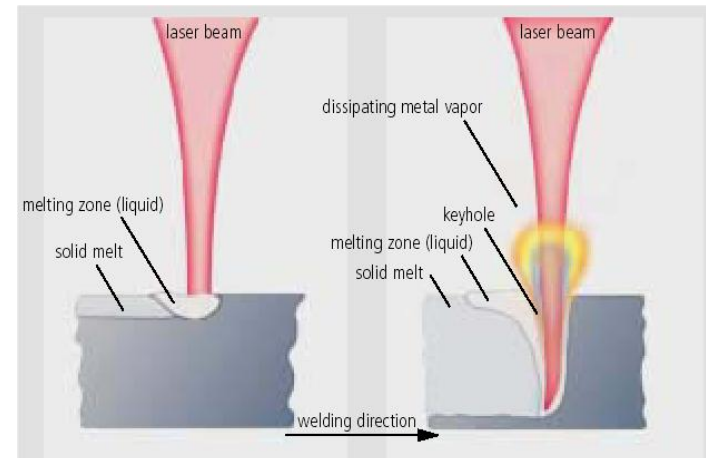
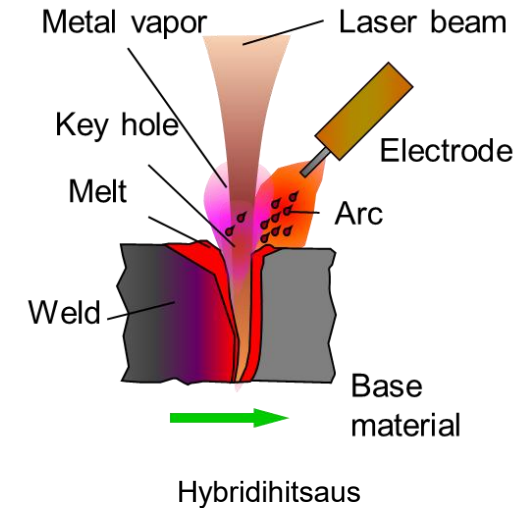
- Toimintaperiaate: Lasersäde sulattaa materiaalin pinnan ja lämpö siirtyy syvemmälle kappaleeseen lämmönjohtumisen avulla.
- Ominaisuudet: Hitsi on leveä ja matala. Käyttökohteet: Soveltuu erityisesti ohuille materiaaleille ja kohteisiin, joissa vaaditaan visuaalisesti siistää jälkeä ja pientä lämmöntuontia.

» Avaimenreikähitsaus

- Toimintaperiaate: Laserin energia on niin suuri, että metalli ei vain sula vaan höyrystyy. Höyrynpaine muodostaa sulaan kapean, kaasutäytteen onkalon eli "avaimenreiän", joka mahdollistaa lasersäteen tunkeutumisen syvälle materiaaliin.
- Ominaisuudet: Hitsi on kapea ja syvä. Menetelmällä saavutetaan suuri hitsausnopeus ja minimaalinen lämpövaikutusalue (HAZ).
- Käyttökohteet: Teollisuuden yleisin laserhitsausmuoto, kun tarvitaan syvää tunkeumaa tai suurta nopeutta.

» Hybridihitsaus

- Toimintaperiaate: Lasersäde takaa syvän tunkeuman, kun taas kaarihitsaus tuo prosessiin lisäainetta ja leventää sulan yläosaa.
- Edut: Sallii väljemmät raolotoleranssit, mahdollistaa liitoksen ominaisuuksien räätälöinnin lisäaineen avulla.
- Käyttökohteet: Raskas teollisuus, kuten laivanrakennus ja autoteollisuus.



Sulattavahitsaus

avaimenreikähitsaus

METALLIEN LASERLEIKKAUS



Euroopan unionin
osarahoittama



ETELÄ-
KARJALAN
LIITTO

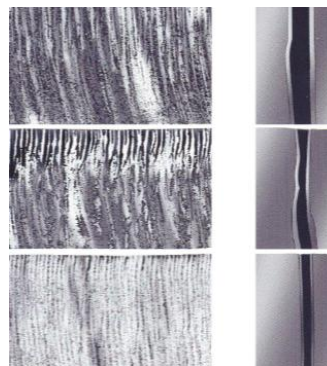
LAPPEENRANTA

» Sulattava laserleikkaus/tyypileikkaus

- Toimintaperiaate: Laser sulattaa materiaalin ja kaasu puhaltaa sulan pois.
- Edut: Leikkauspinta pysyy puhtaana ja kirkkaana ilman hapettumista.
- Käytetään mm. ruostumattoman teräksen ja alumiinin leikkaamiseen

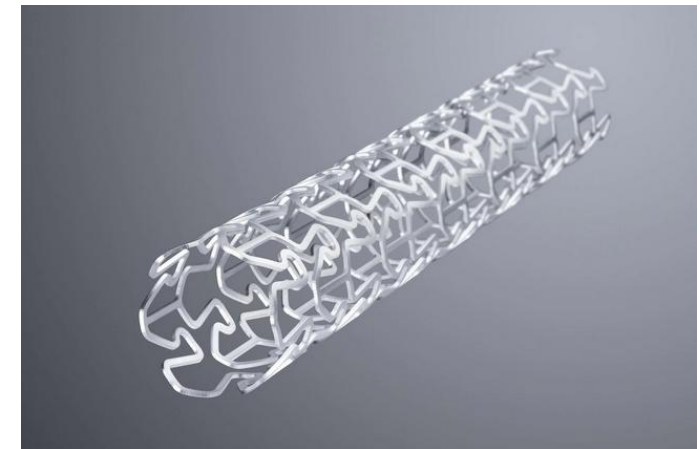
» Polttoleikkaus/happileikkaus

- Toimintaperiaate: Happivirta saa aikaan eksotermisen (lämpöä tuottavan) reaktion eli materiaali "palaa"
- Edut: Mahdollistaa suuremmat leikkausnopeudet paksuilla materiaaleilla ja vaatii vähemmän lasertehoa kuin muut menetelmät.
- Jättää leikkauspinnalle oksidikerroksen (hapettuman)
- Käytetään hiiliterästen ja paksujen metallilevyjen leikkaamiseen



» Höyrystävä laserleikkaus/sublimaatioleikkaus

- Toimintaperiaate: Laserin energiatiheys on niin suuri, että materiaali höyrystyy välittömästi ilman, että se ehtii sulaa.
- Edut: Erittäin kapea leikkausrailo ja siisti leikkauspinta ilman purseita
- Käytetään tarkkaa jälkeä vaativiin kohteisiin





Euroopan unionin
osarahoittama



ETELÄ-
KARJALAN
LIITTO



LAPPEENRANTA

- Menetelmä, jossa perusaineen pintaan sulatetaan lasersäteellä pinnoite, joka parantaa osan ominaisuuksia
- Pinnoitemateriaalin syöttö työkappaleen pinnalle tapahtuu prosessin aikana dynaamisesti lankana, nauhana tai jauheena tai ennen laserkäsittelyä pinnalle levitetyn pastan, levyn tai kalvon muodossa.
- Sovelluskohteita esim. venttiilien tiivistepinnat, turbiinien siivet, laakeripinnat, telat, terät, männät jne.
- Edut: matala sekoittumisaste, pienet muodonmuutokset, kapea lämpövaikutusvyöhyke, soveltuu sisäpinnoille, helposti automatisoitavissa





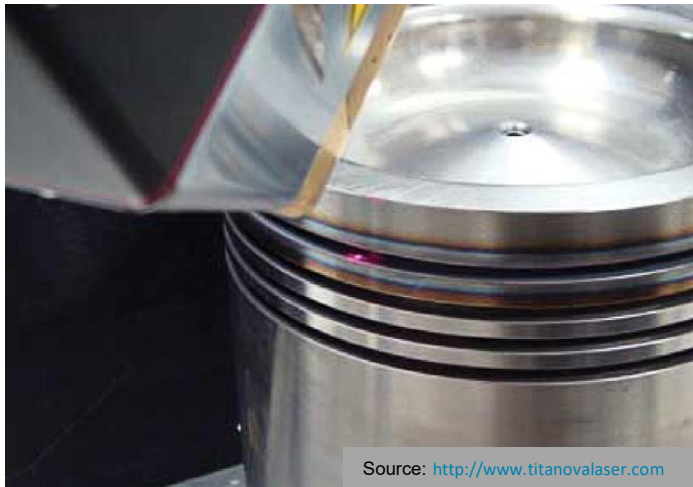
Euroopan unionin
osarahoittama



ETELÄ-
KARJALAN
LIITTO

LAPPEENRANTA

- » Menetelmä, jolla saadaan aikaan kova ja kulutusta kestävä pintakerros
- » Kappale lämmitetään ja jäähdytetään nopeasti
- » Käyttökohteita esim: autoteollisuus, ilmailuteollisuus, työkaluteollisuus, koneenrakennus jne.
- » Edut: Tarkka, vähäinen lämmöntuonti, soveltuu monimutkaisille muodoille



Source: <http://www.titanovalaser.com>

The top and bottom surface of a piston ring groove have been selectively heat treated to enhance wear resistance



Source: <http://www.titanovalaser.com>

Hardening of a key way on a shaft



Source: <http://www.titanovalaser.com>

Heat treatment of the bearing contact area on a wheel spindle of a large vehicle using a diode laser

LASERMERKKAUS JA -KAIVERRUS



Euroopan unionin
osarahoittama

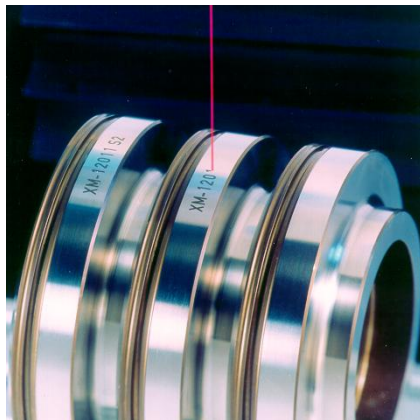


ETELÄ-
KARJALAN
LIITTO

LAPPEENRANTA

»» Lasermerkintämenetelmät:

- »» Päästöväirjäys: Aiheuttaa hallitun hapettumisen ja värinmuutoksen pintaan (metallit)
- »» Kaiverrus: Laser höyrystää materiaalia ja luo pintaan syvän, fyysisen uran (metallit, keraamit, polymeerit)
- »» Materiaalin poisto: Lasersäde höyrystää pintakerroksen pois, jolloin alla oleva perusaine tulee näkyviin (muovit, pinnoitetut metallit)
- »» Värin muutos: Muovin pigmentti reagoi tuotuun energiaan ja muuttaa väriä (muovit)
- »» Vaahdotus: Jotkin muovimateriaalit reagoivat laserenergiaan vaahtoutumalla



LASERMIKROTYÖSTÖ



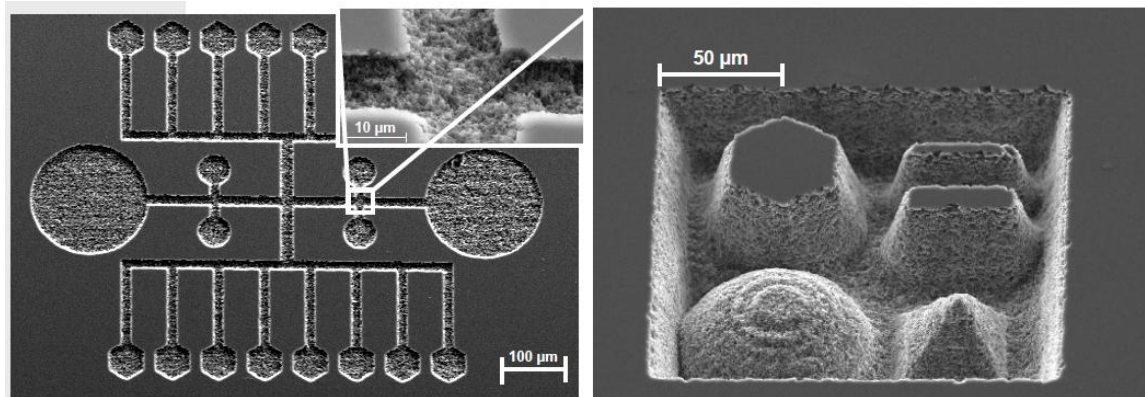
Euroopan unionin
osarahoittama



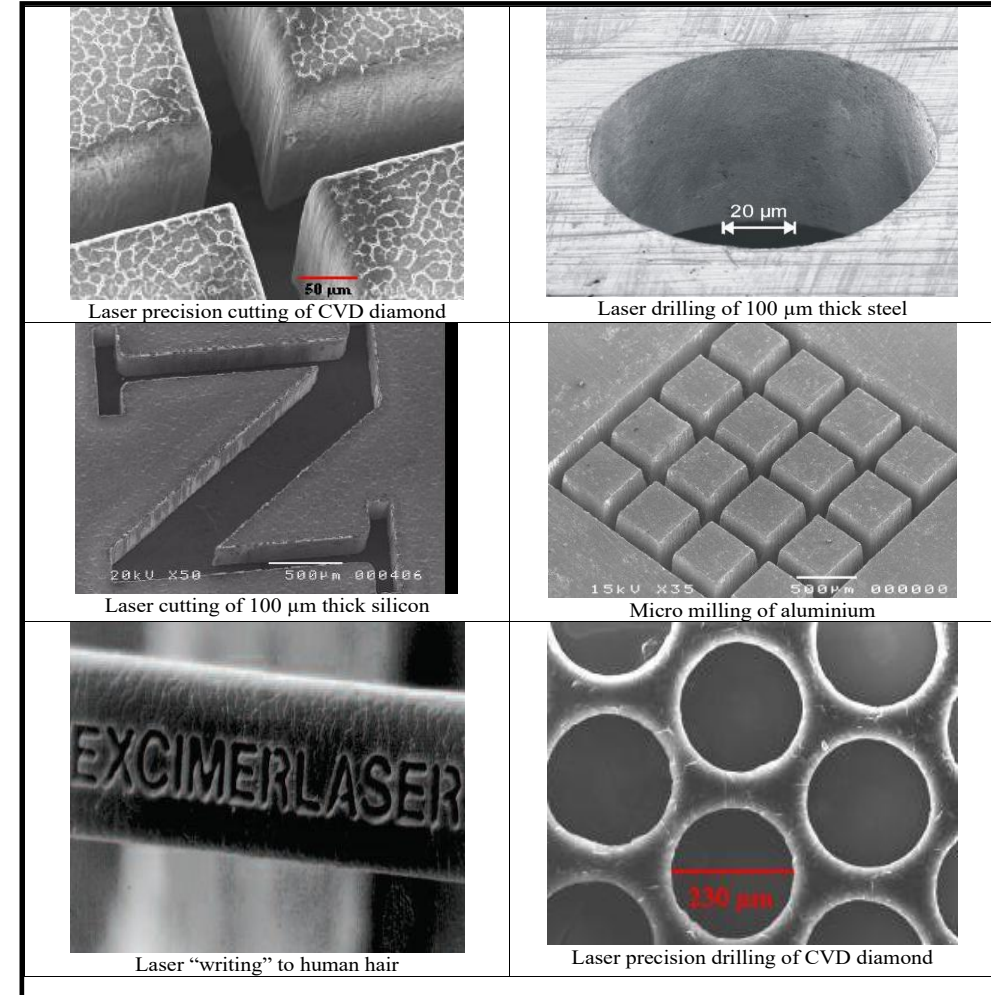
ETELÄ-
KARJALAN
LIITTO

LAPPEENRANTA

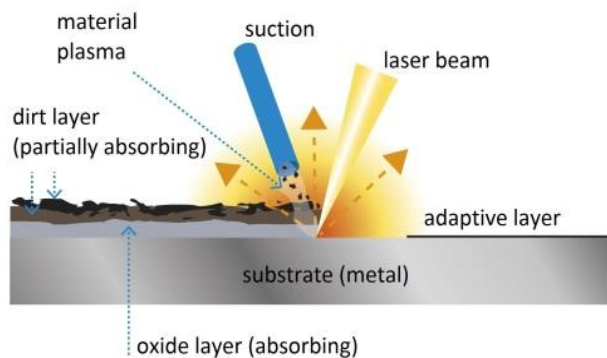
- » Soveltuu osiin, joissa tarvitaan reikiä, uria ja aukkoja mikroskaalassa
- » Tyypilliset prosessit: mikroporaus, ablaatio ja pintastrukturoidinti, mikrohitsaus
- » Sovelluskohteet: elektroniikka ja puolijohteet, lääketieteelliset laitteet, sähköiset ajoneuvot, ilmailu- ja avaruustekniikka, hienomekaniikka ja korut
- » Edut: äärimmäinen tarkkuus ja toistettavuus, minimaalinen lämpövaikutus, kosketukseton



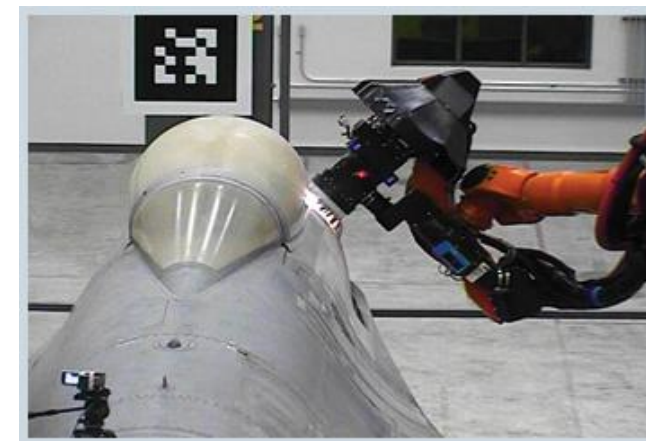
Forms made in Pyrex glass with laser micromachining



- » Lasersäde höyrystää epäpuhtaudet, kuten ruosteen, maalin tai öljyn, vahingoittamatta itse perusmateriaalia
- » Käyttökohteet: Ruosteenpoisto, maalinpoisto, hitsaussaumojen käsittely, muottien puhdistus, noen poisto ja rakennusten kivipintojen entisöinti
- » Edut: pölytön, hiljainen ja ympäristöystävällinen.



Source: <https://laser.w2m.fi/laserpuhdistus/>





LAND OF THE CURIOUS

