

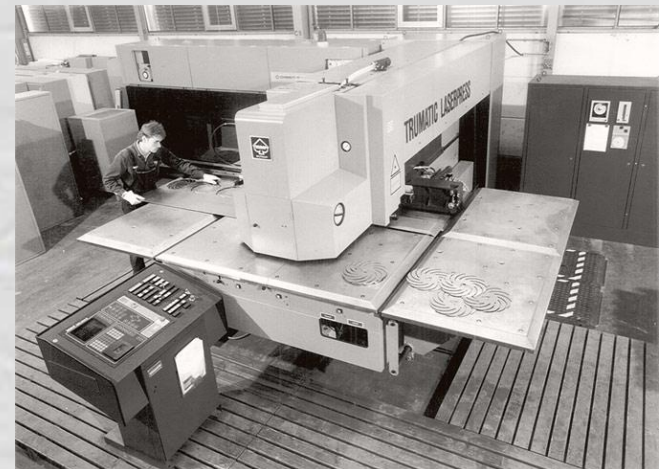
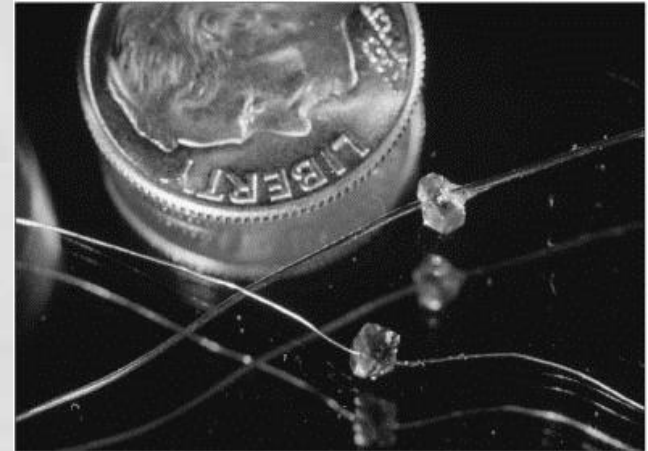
Využití výkonových laserů ve strojírenské praxi svařování, dělení a další technologie

RNDr. Libor Mrňa, Ph.D.

- Ústav přístrojové techniky AV ČR
- Dendera a.s.
- VUT Brno, FSI, ÚST, odbor svařování a povrchových úprav

Historie

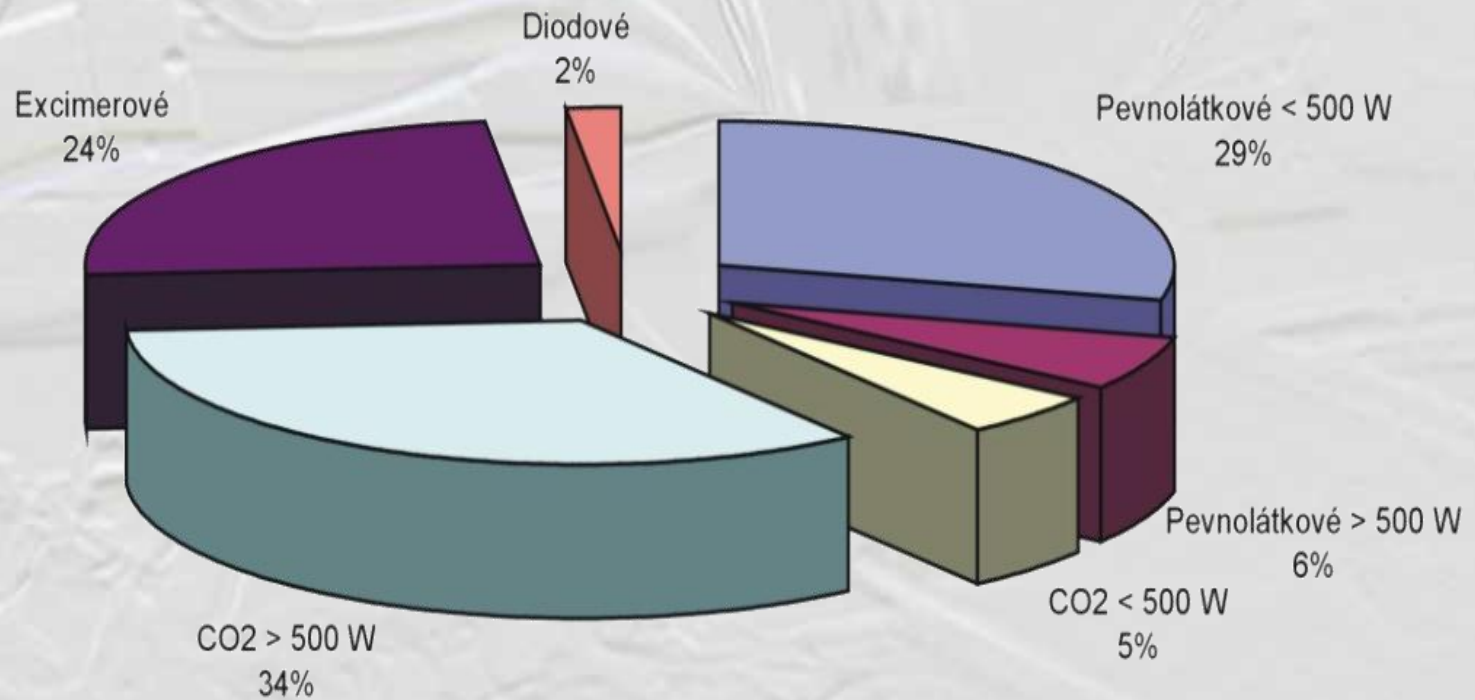
- Rubínový laser pro vrtání
- CO2 laser 1965
- Svařování pacemakerů 1973
- Řezání materiálů 1977



Požadavky na lasery v průmyslu

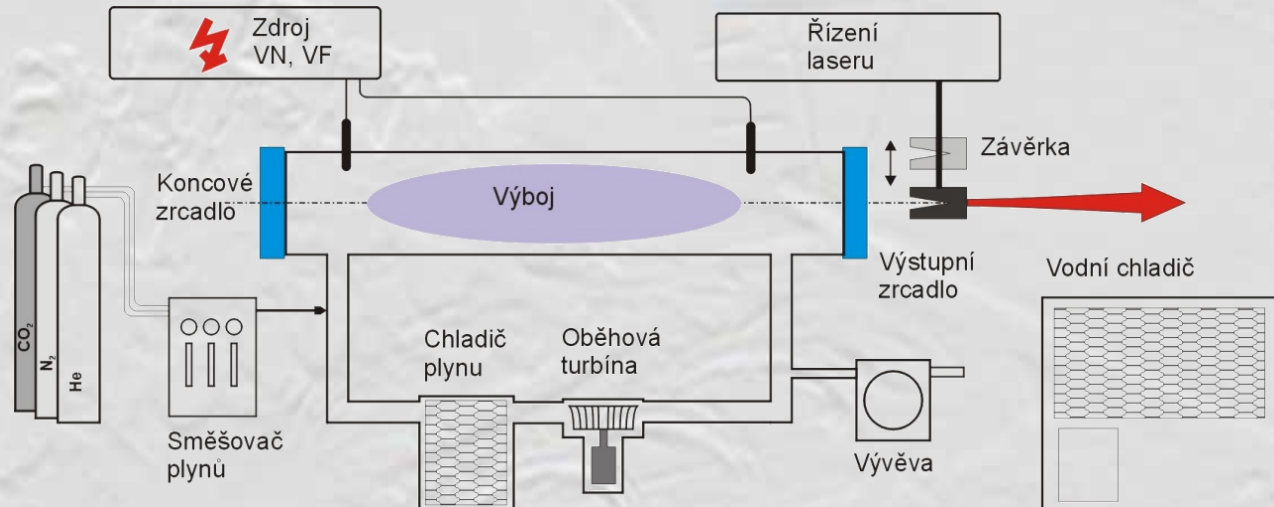
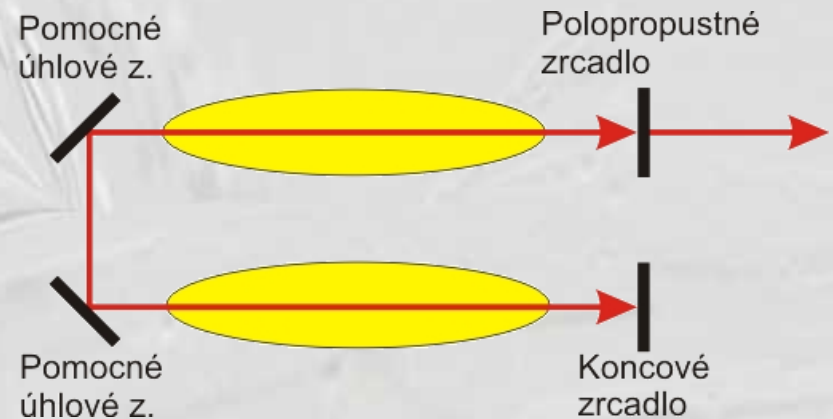
- Schopnost snášet průmyslové prostředí
- Vícesměnný provoz
- Malé požadavky na servis a údržbu

Typy laserů v průmyslu



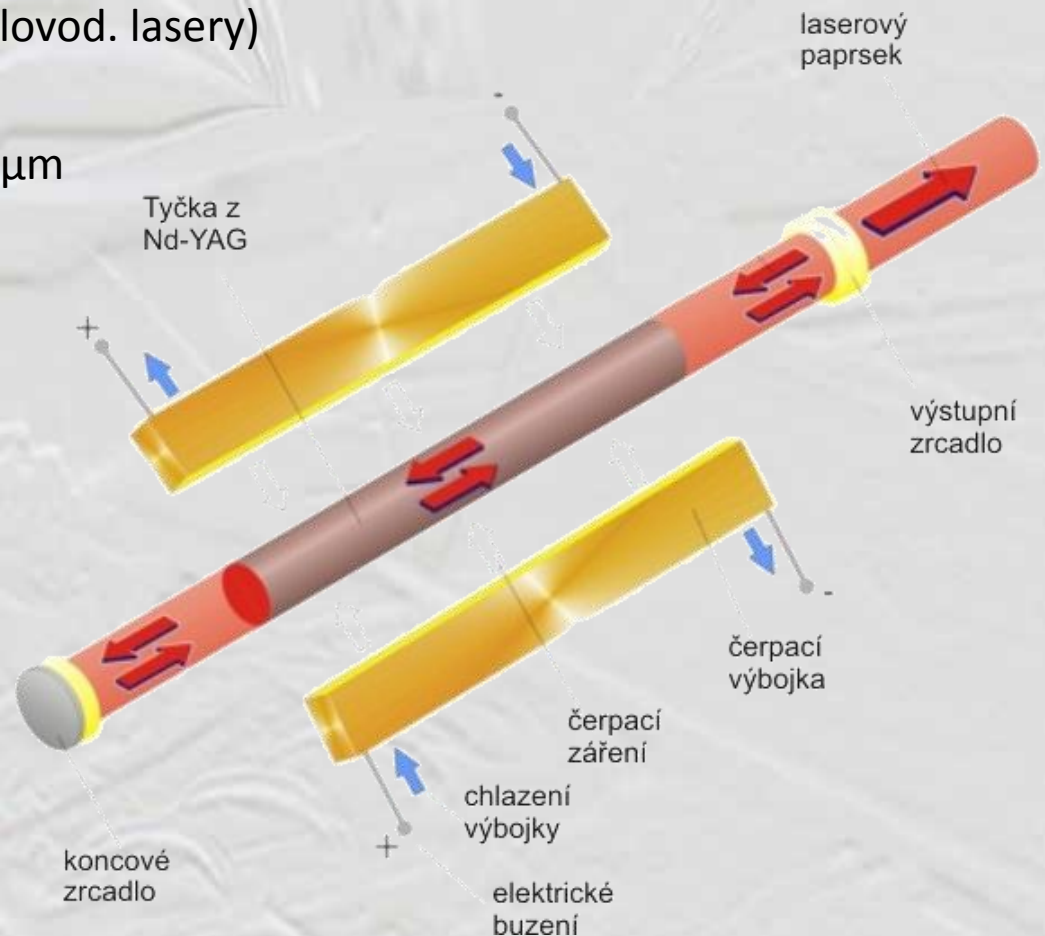
CO₂ laser

- plynový laser (He + N₂ + CO₂)
- buzení elektrickým výbojem
- kontinuální i pulzní provoz
- pracovní vlnová délka **10,6 μm**
- výkon do 20 kW
- účinnost 5 – 10 %



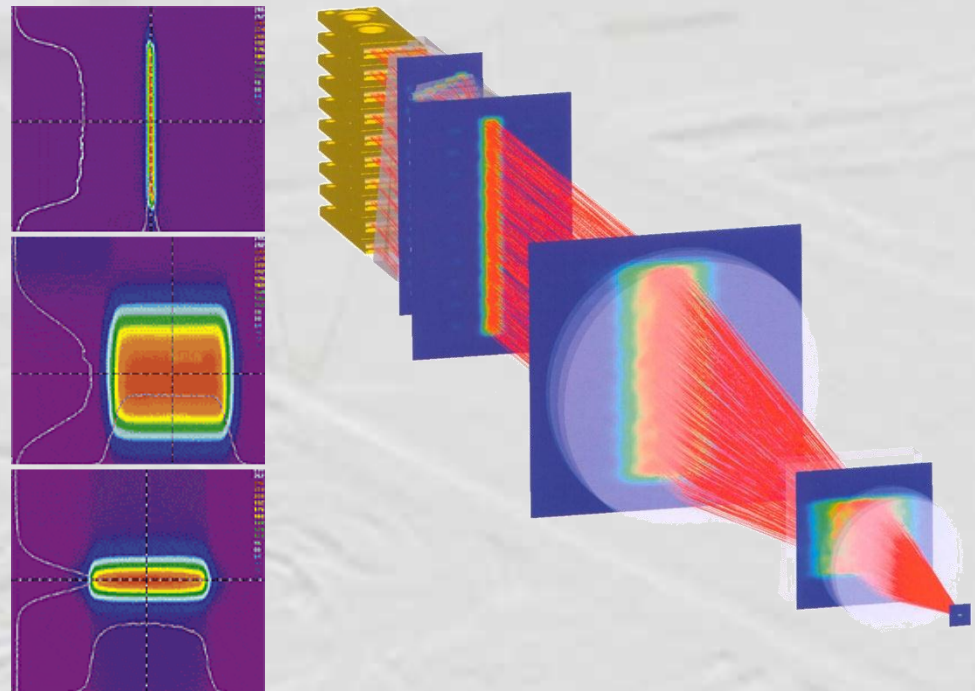
Nd-YAG laser

- pevnolátkový laser
- buzení optické (výbojky, polovod. lasery)
- kontinuální i pulzní provoz
- pracovní vlnová délka 1,06 μm
- výkon cw do 6 kW
- účinnost 2-3%



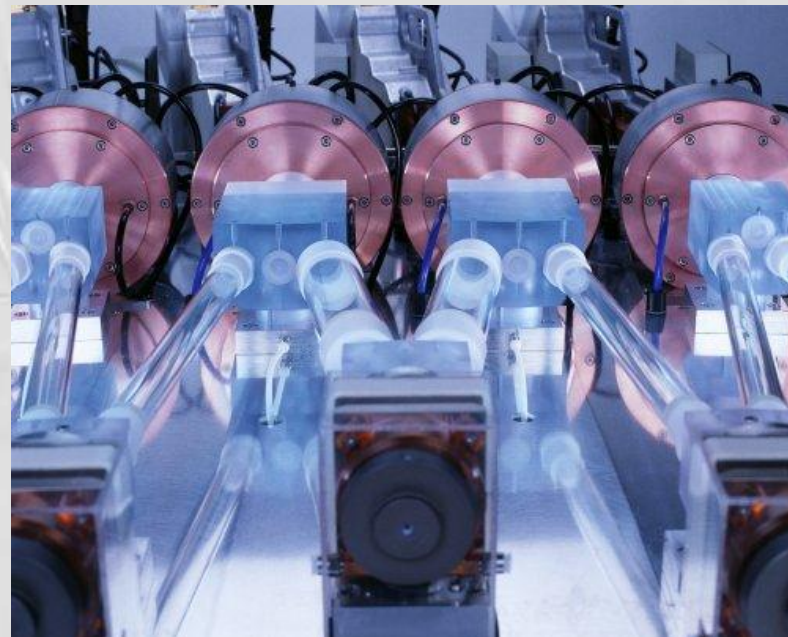
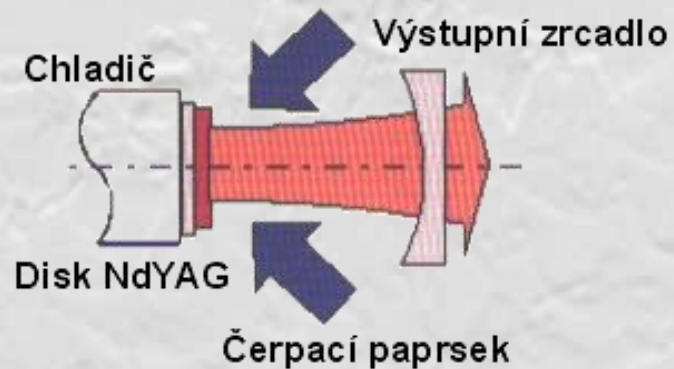
Polovodičový laser

- pevnolátkový laser
- buzení průchodem el. proudu
- kontinuální provoz
- vlnová délka okolo $1\ \mu\text{m}$
- výkon do 10 kW
- účinnost až 40 %



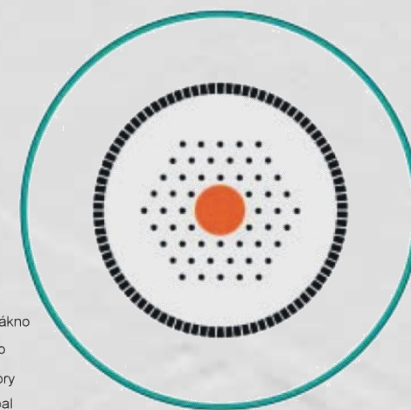
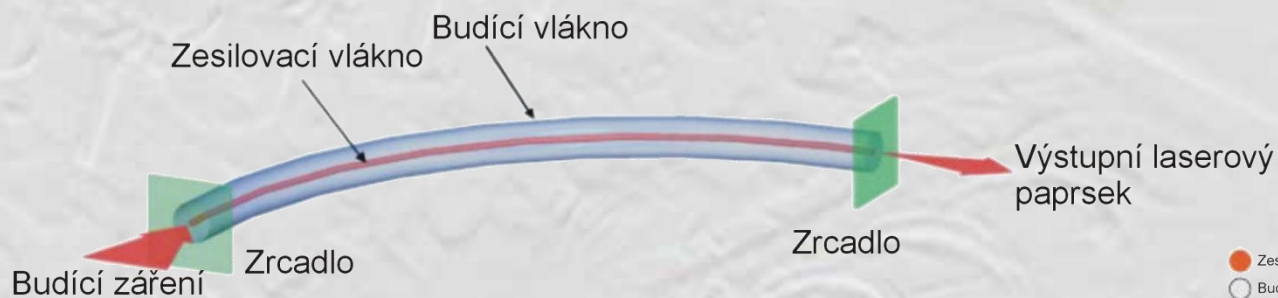
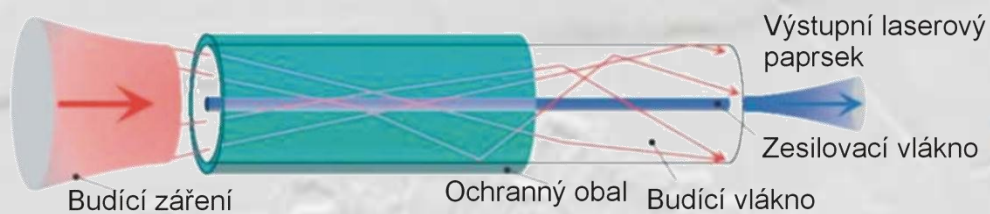
Diskový laser

- varianta Nd-YAG laseru
- lepší stabilita modu
- kompaktnější konstrukce
- buzení laserovými diodami
- účinnost 30 – 40%



Vláknový laser

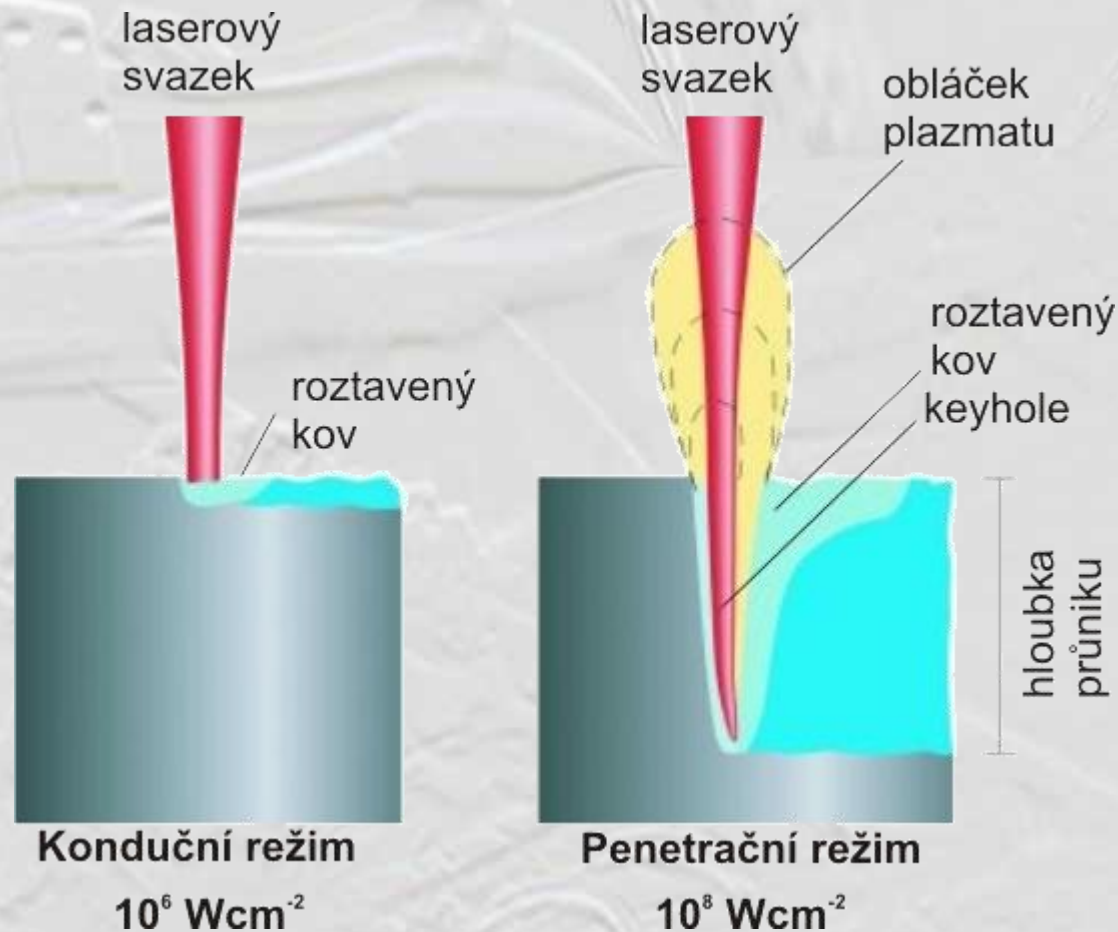
- vysoce kvalitní mod
- modulární konstrukce
- buzení pomocí LED
- bez vodního chlazení
- účinnost 30 – 40 %



Technologie využívající laser

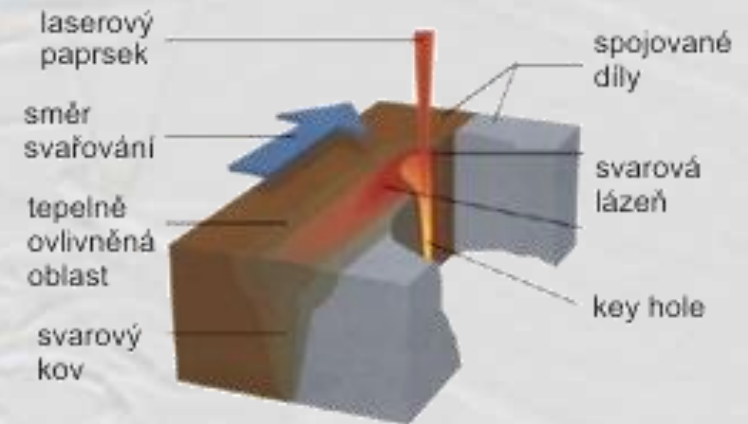
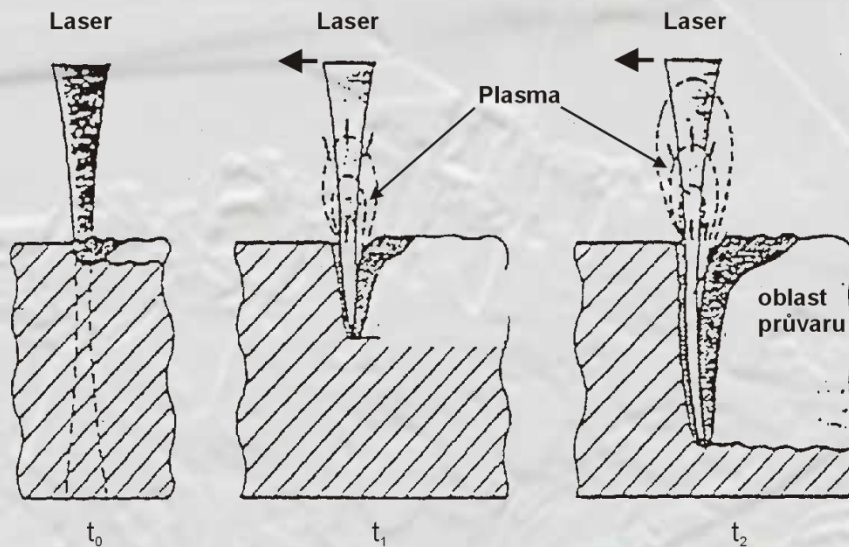
- Většina metod využívá vysoké výkonové hustoty zaostřeného laserového svazku – 10^8 W.cm^{-2}
- Pak přívod tepla do materiálu je řádově vyšší než odvod tepla materiálem
- Dochází k lokálnímu přehřátí – až sublimace

Dva režimy účinku laserového svazku na materiál



Svařování materiálů laserem

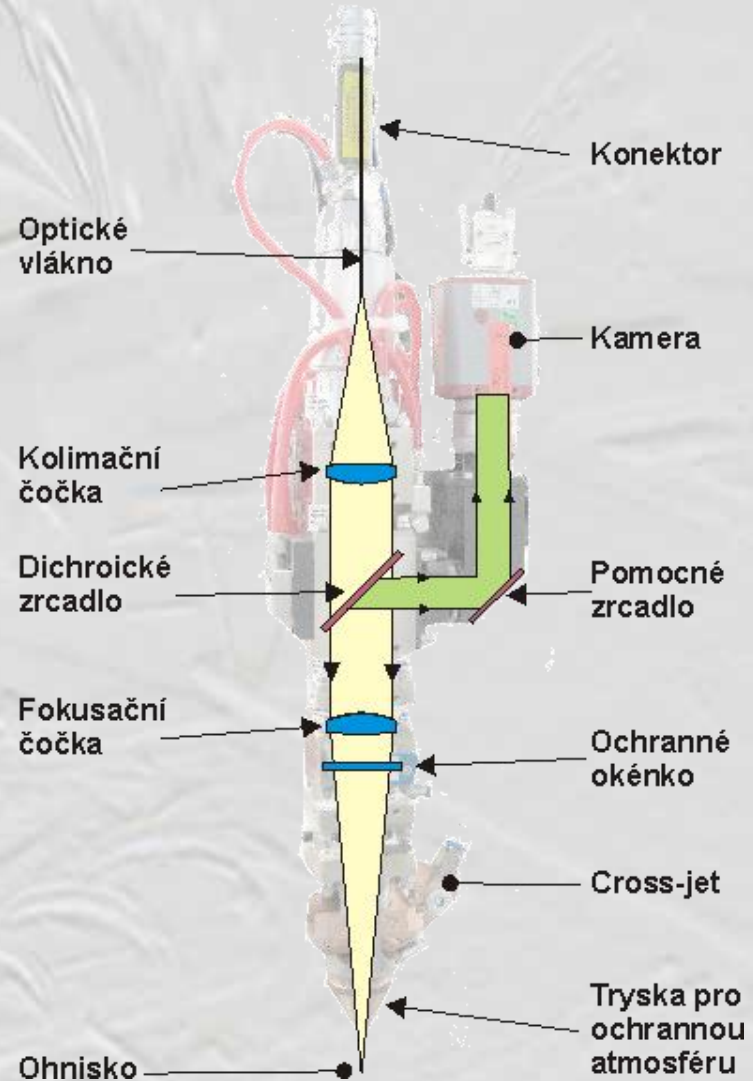
- při nízkých výkonových hustotách **kondukční svařování**
- při vysokých pak **penetrační svařování**
- vzniká key hole – lze vytvářet velmi hluboké svary
- Vazba záření v key hole pomocí vícenásobných odrazů



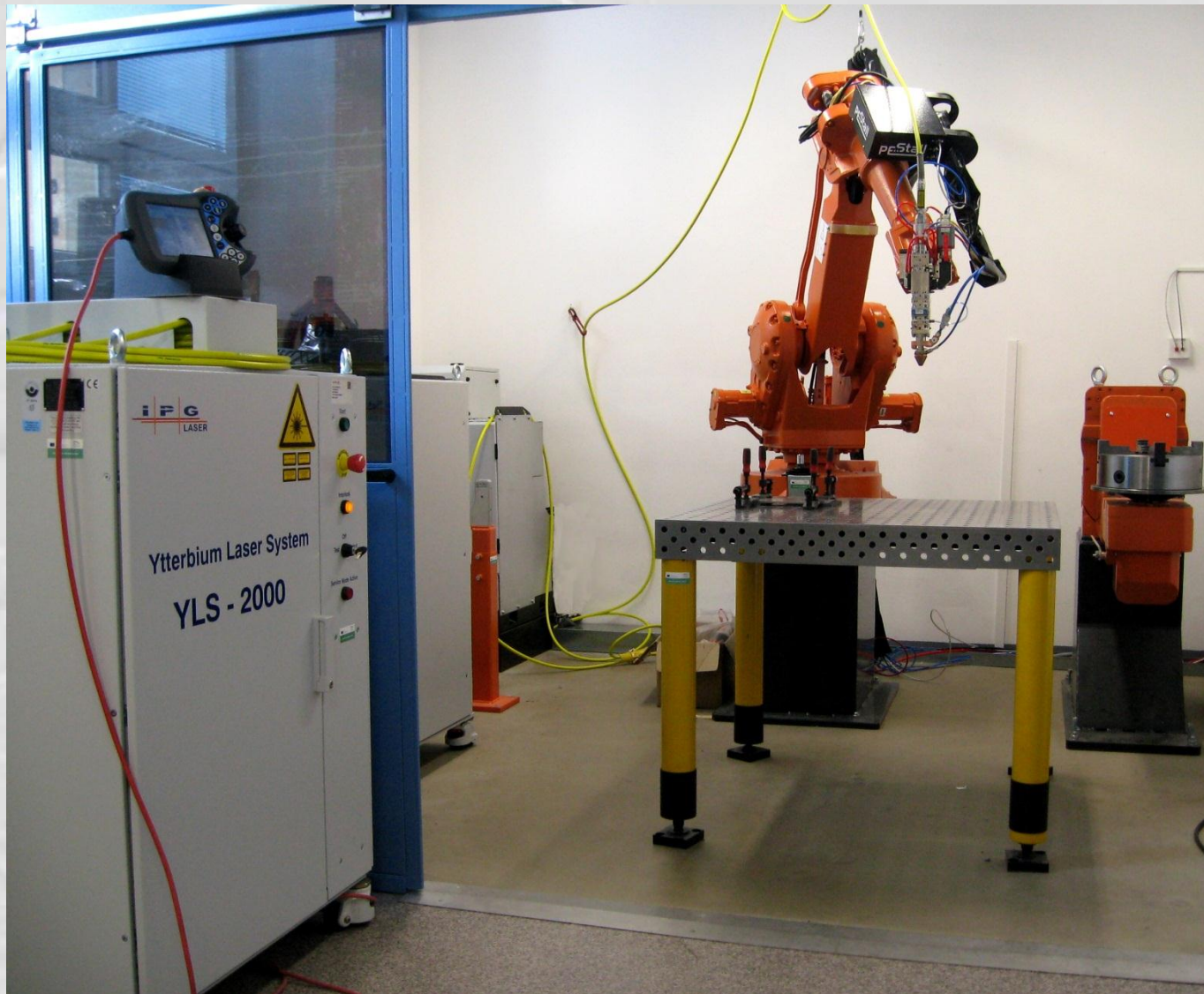
Svařování materiálů laserem

Svařovací hlava

- fokusace svazku
- ochrana optiky – cross jet
- přívod ochranné atmosféry

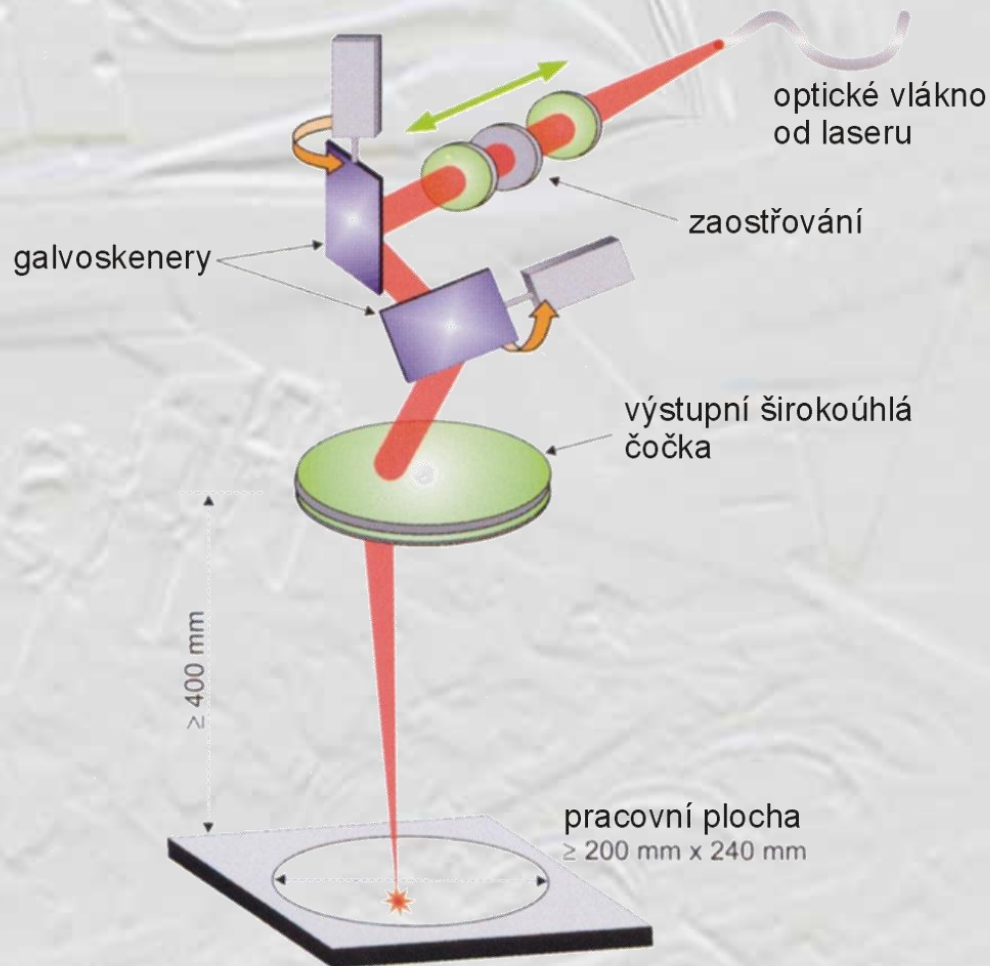


Svařovací pracoviště – 3D



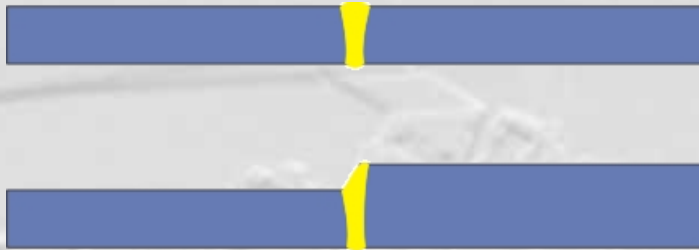
Svařování materiálů laserem

Remote welding

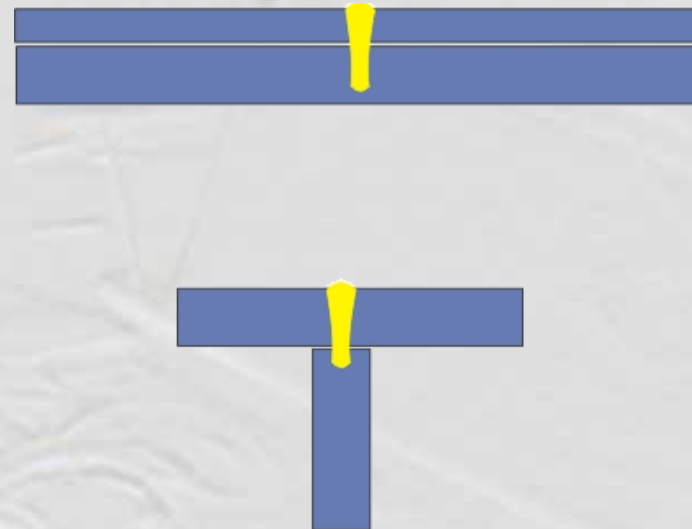


Typy laserových svarů

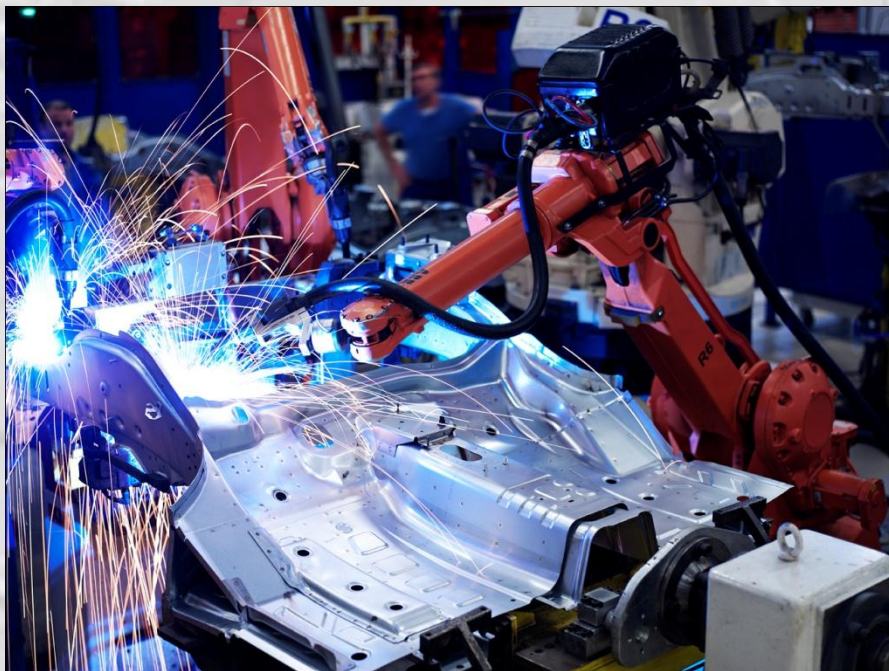
Natupo



Průvarový



Svařování laserem - příklady

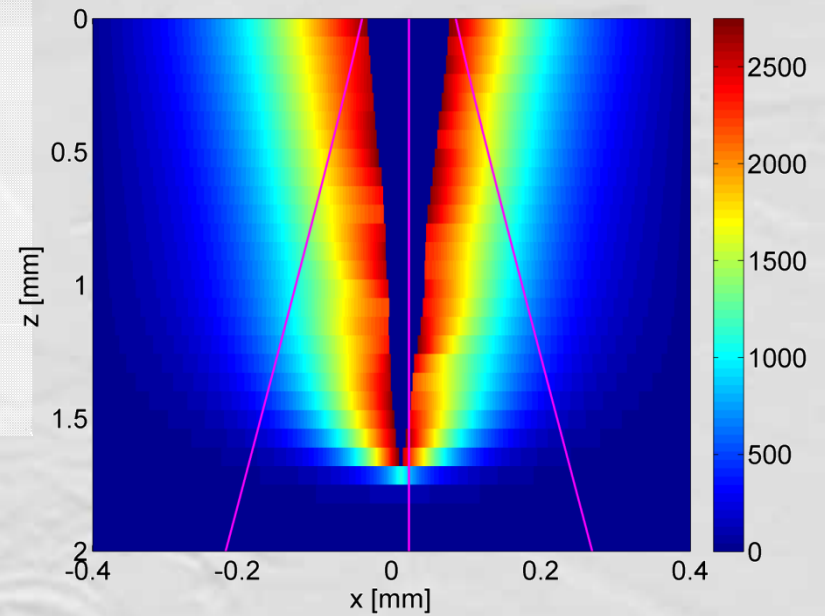
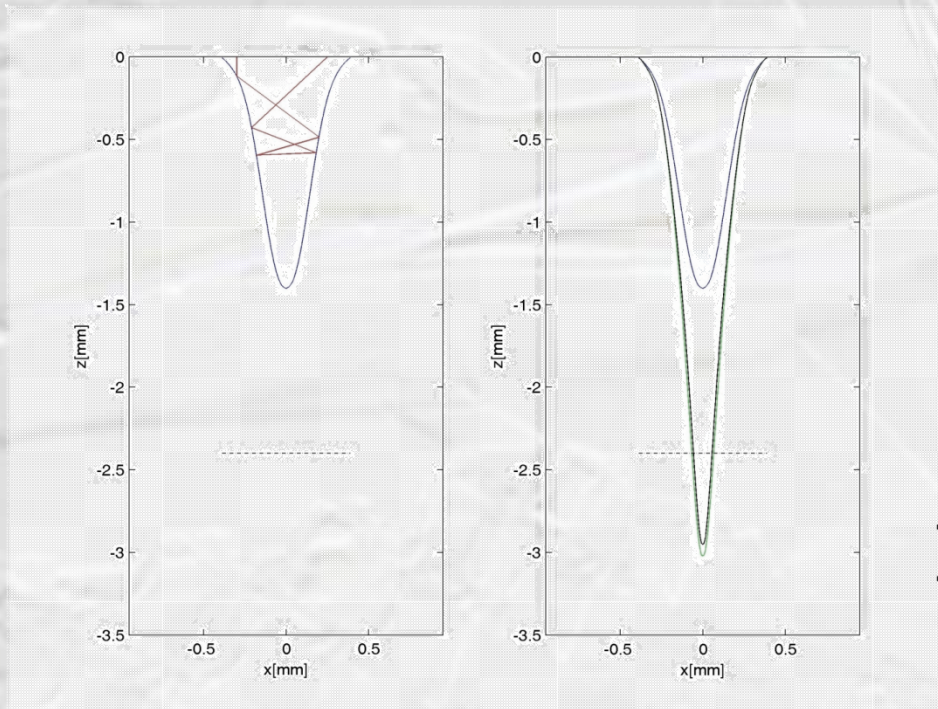


Karoserie auta



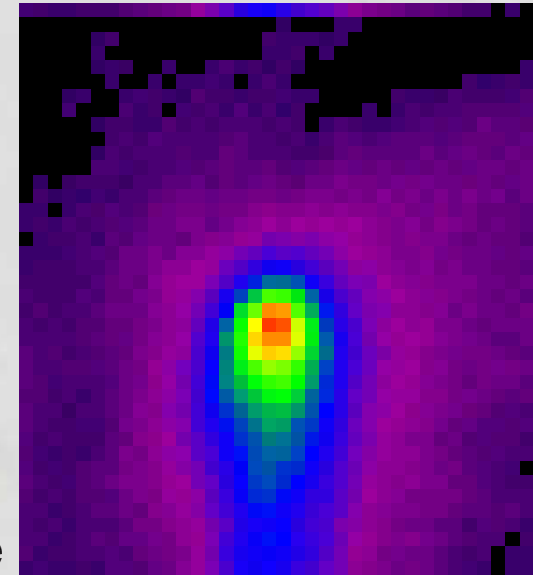
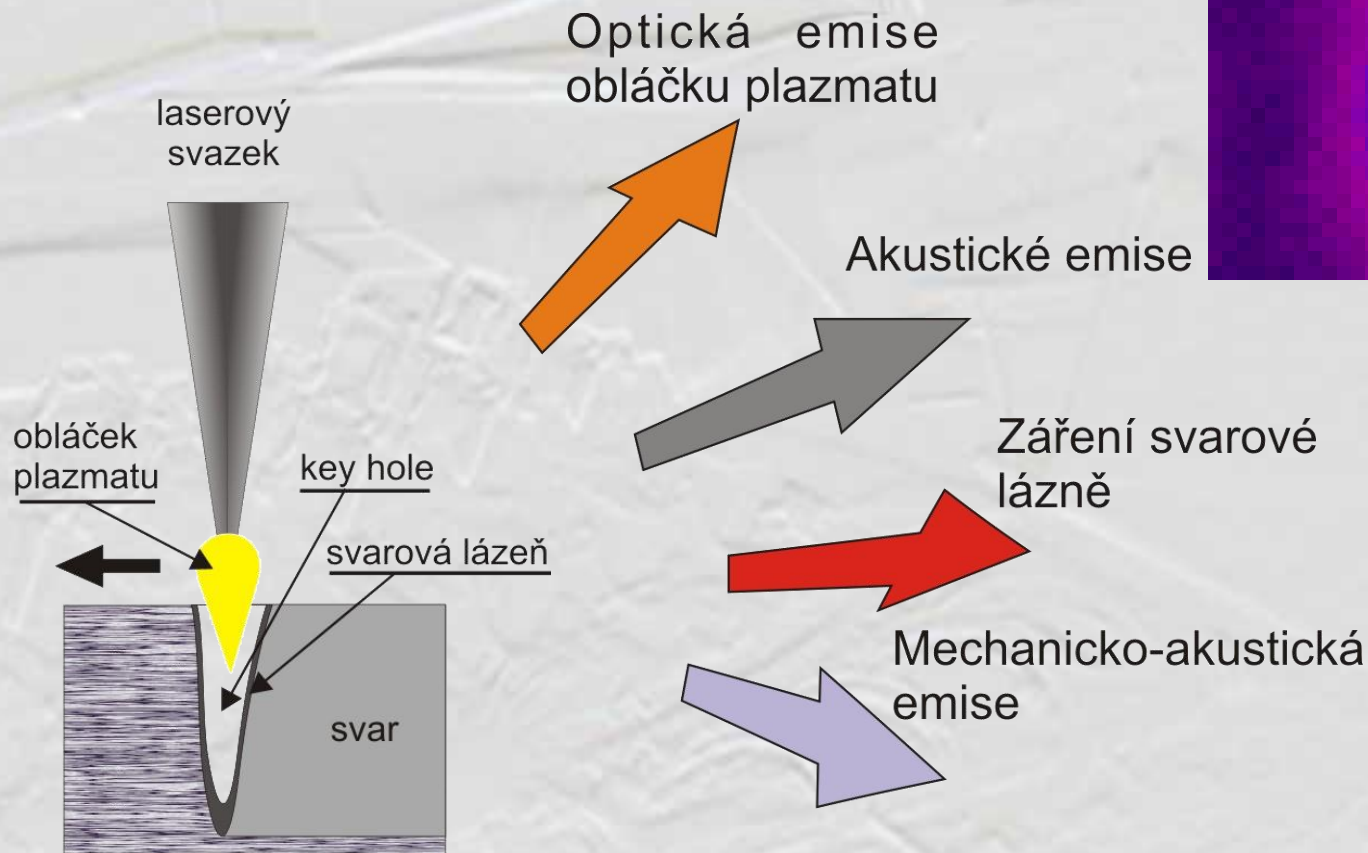
Tailored blanks

Svařování laserem - simulace



Svařování laserem – diagnostika, řízení procesu

- navádění laserového svazku do spoje
- diagnostika svařovacího procesu
- zpětnovazební řízení svařovacího procesu



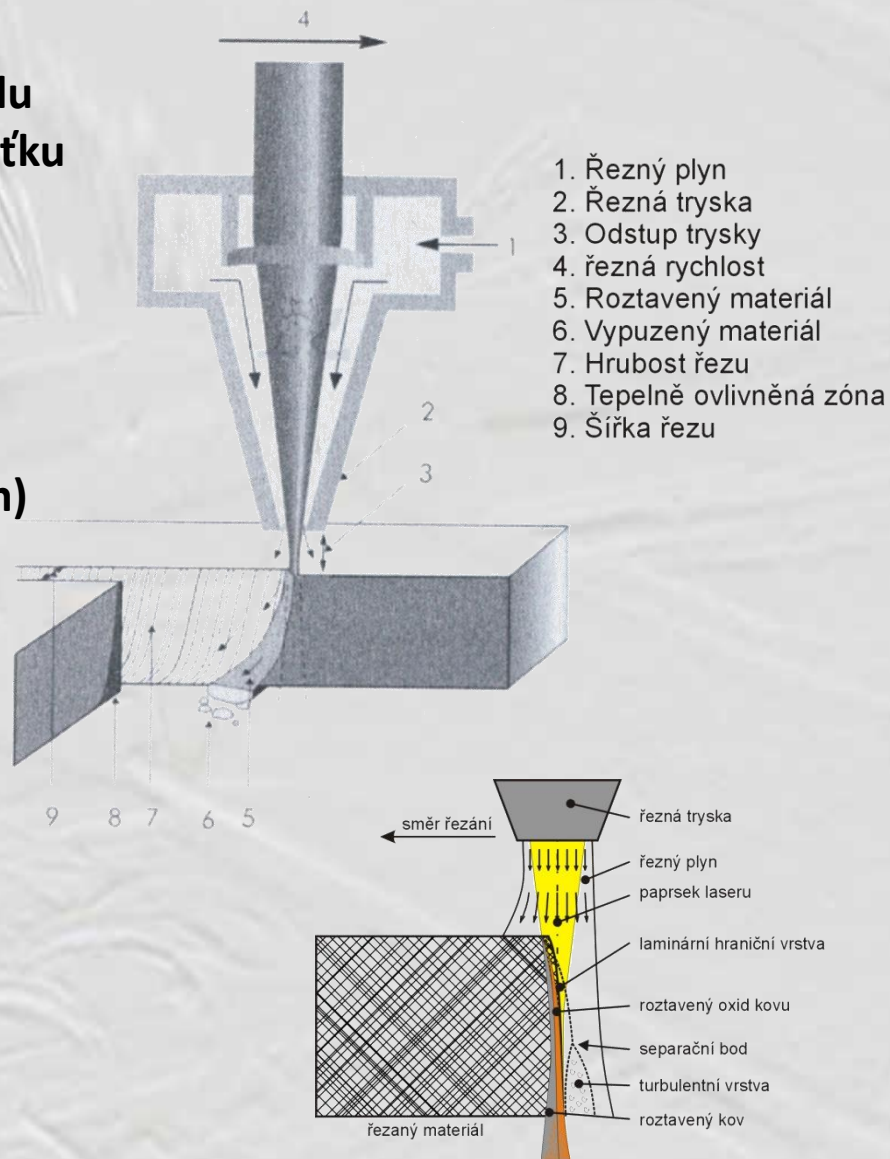


Dělení materiálu laserem

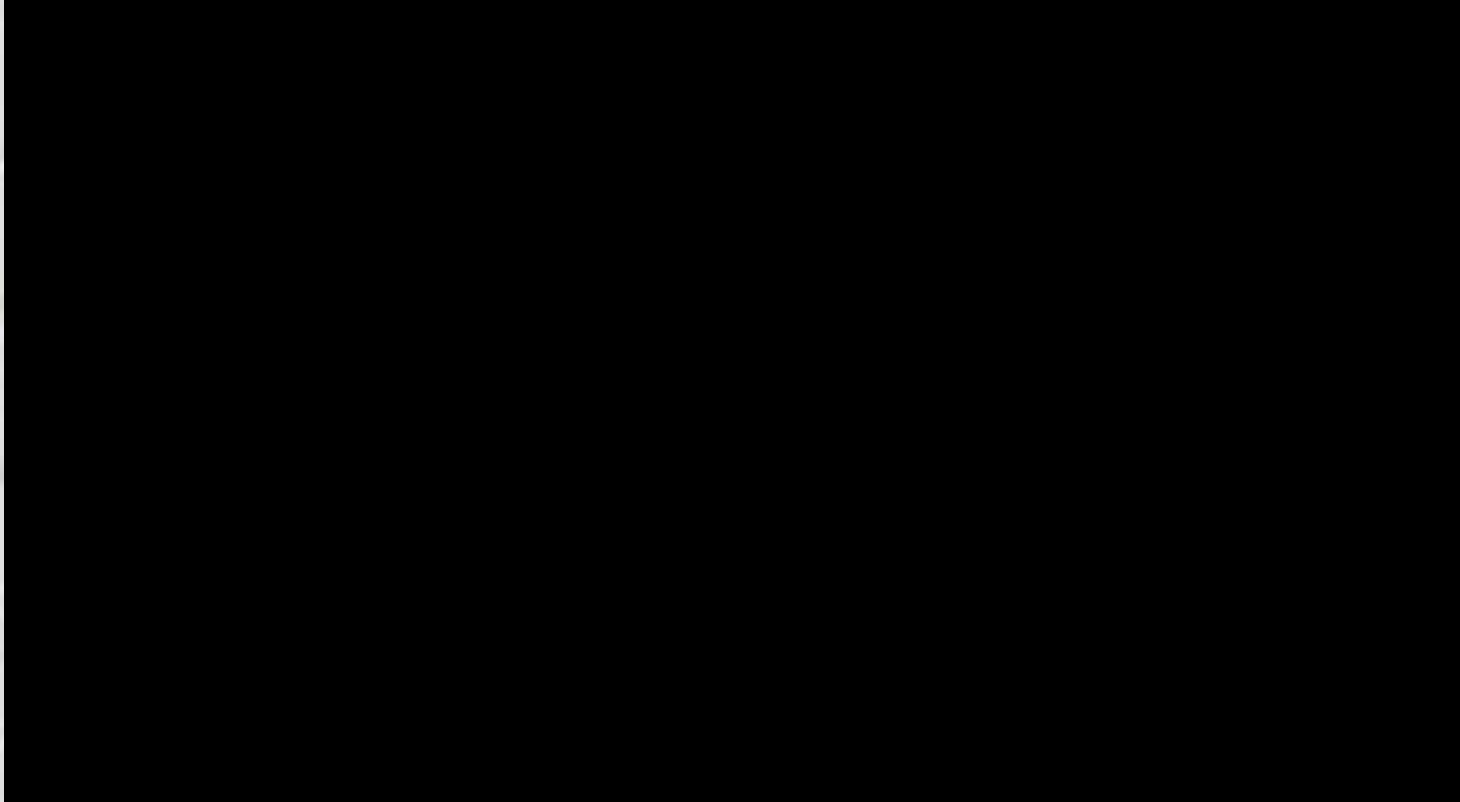
- zaostřený paprsek se pohybuje po materiálu
- dochází ke vzniku key hole skrz celou tloušťku
- vzniká spára vyplněná roztaveným kovem
- roztavený kov je nutné ze spáry odstranit rezným plynem
- proudící plyn chrání fokusační optiku
- tavné řezání – pomocí dusíku (do 15 mm)
- oxidační řezání - pomocí kyslíku (do 30 mm)
- sublimační řezání
- řez je takřka kolmý k povrchu materiálu
- 2D dělení - plechy
- 3D dělení – profily, výlisky

Výhody laserového řezání

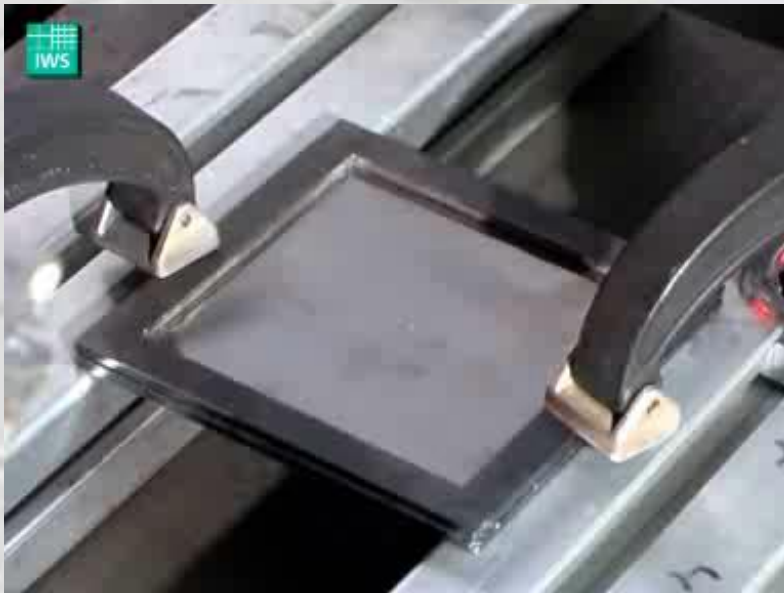
- vysoká rezná rychlost
- kolmý řez
- vysoká přesnost



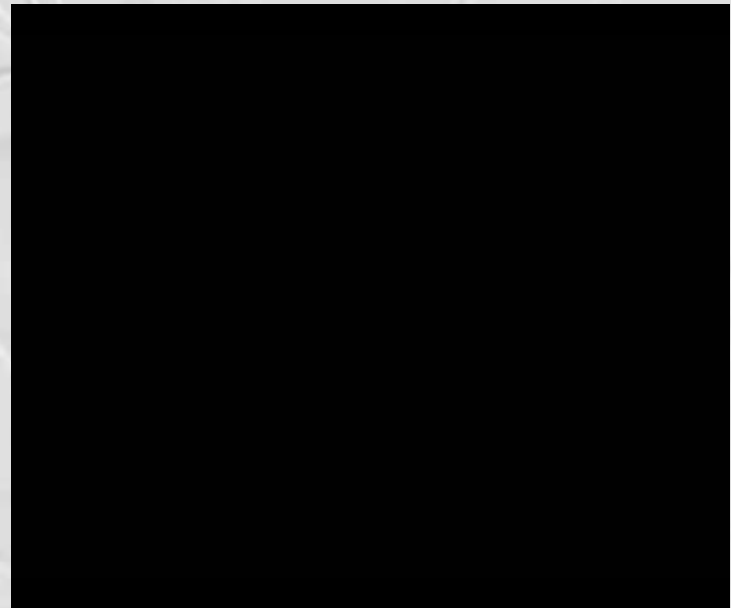
Dělení materiálů laserem - plošné



Dělení materiálů laserem - příklady



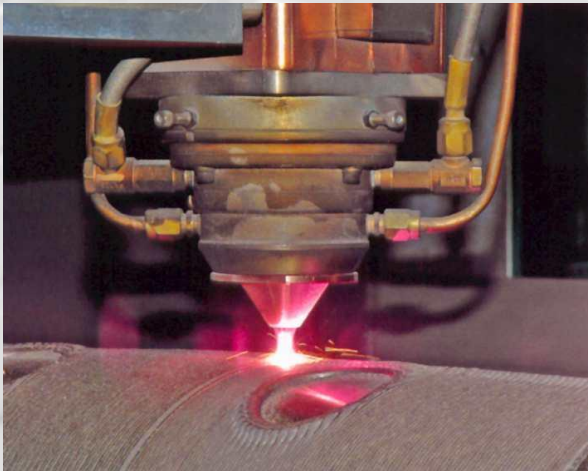
Sublimační řezání fólie



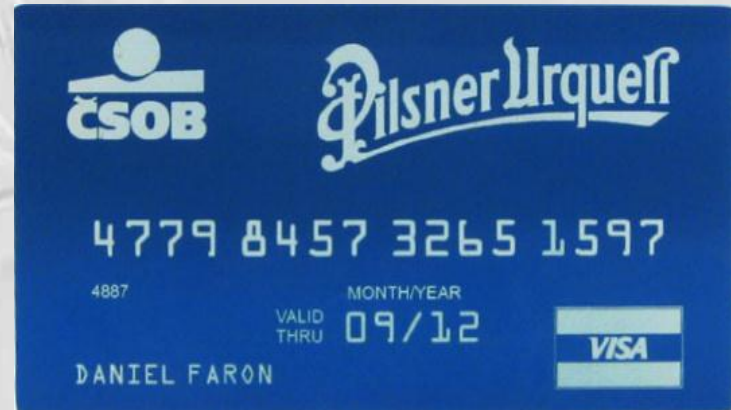
Řezání profilů a trubek

Další využití

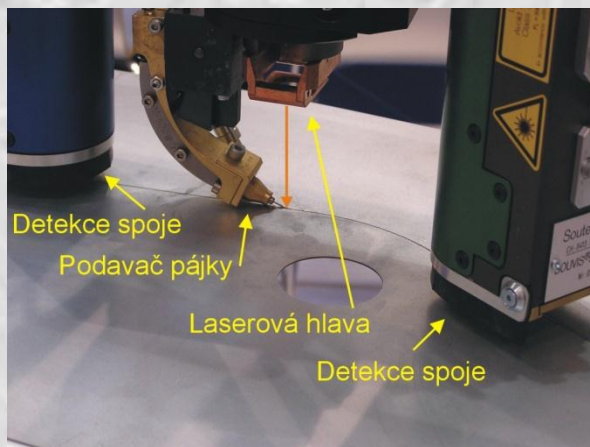
Povrchové zušlechťování



Gravírování



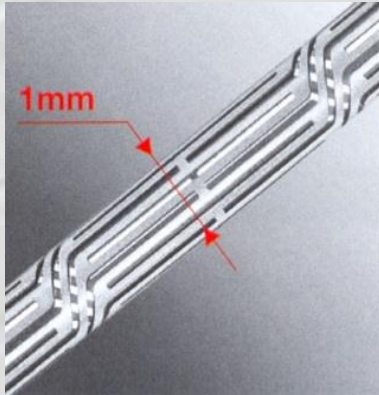
Pájení



Hybridní svařování

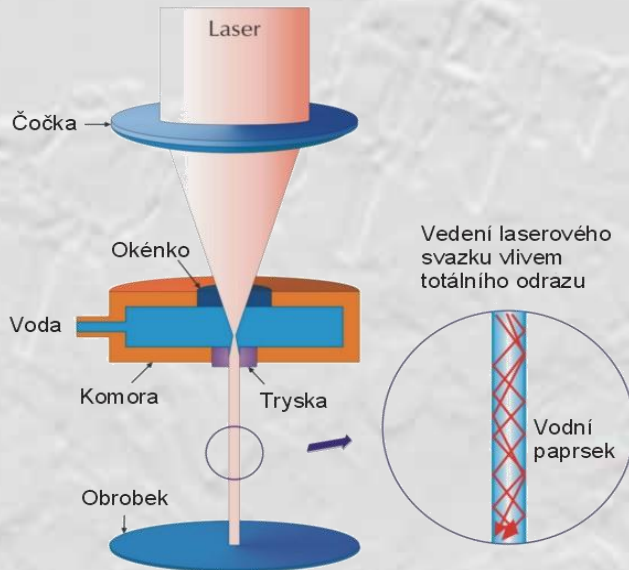
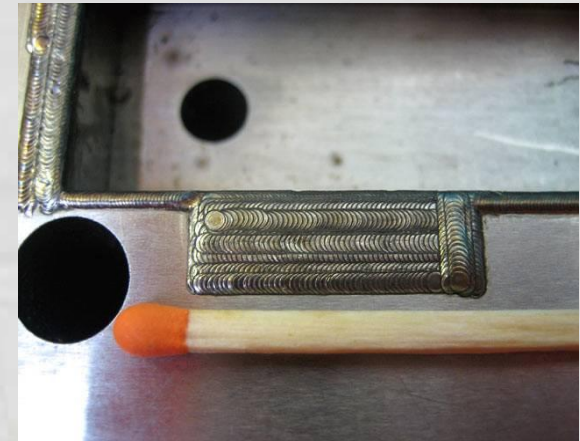


Laserové mikrotechnologie



Mikrořezání

Mikronavařování



Laser - Microjet

Laserové mikrotechnologie využití pikosekundových laserů

Rychlost předávání energie

- foton – elektron: 10 fs
- elektron – elektron: 100 fs
- elektron – mřížka: 10 ps
- pohyb v mřížce: rychlost zvuku



Budoucnost laserových technologií

- Nárůst podílu pevnolátkových laserů v průmyslových aplikacích
- Rozvoj pikosekundových aplikací
- Pokles cen laserů (investičních i provozních)
- Následné další rozšíření stávajících aplikací
- Vývoj aplikací nových

Co nabízí firma **DENDERA a.s.**

Dendera



**JOB SHOP komplexního zpracování
plechu**

**Kanice 104
664 01 Bílovice nad Svitavou**

Nabízené technologie

- Dělení materiálů laserem (ocel 20 mm, nerez 10 mm, hliník 6mm) do rozměru 3000 x 1500 mm
- Ohraňování na CNC ohraňovacích lisech (délka až 3000 mm, síla až 15 mm)
- Ruční svařování MIG/MAG, TIG, bodování
- 2D svařování laserem (hloubka průvaru cca 5mm)
- Pulzní navařování šroubů, lisování matic
- Třískové obrábění (vrtání, zahlubování, závitování, frézování, soustružení)
- Povrchové úpravy (mokrý a práškový nátěr, galvanizační úpravy Ni, Zn, černění, kataforéza, žárový Zn)

Možnosti zadávání, spolupráce

- Pracujeme na základě výkresové dokumentace dodané zákazníkem (náčrty od ruky, technické výkresy, elektronická dokumentace ve formátech *dxf* a *dwg*). Jsme schopni vyrábět díly od jednoho kusu až do tisícikusových sérií.
- Kromě prosté výroby jsme schopni zákazníkovi pomoci při návrhu a vývoji jeho výrobku s ohledem na instalované technologie, zajistíme výrobu prototypů.

Strojní vybavení

- 4 laserová řezací centra AMADA 4 kW
- 2x ohraňovací lis AMADA (1000 a 2200 kN)
- Robotizované ohýbací centrum ASTRO100
- Svářečky ESAB, bodovka TECNA



Děkuji Vám za pozornost