

Technologie využívající laser

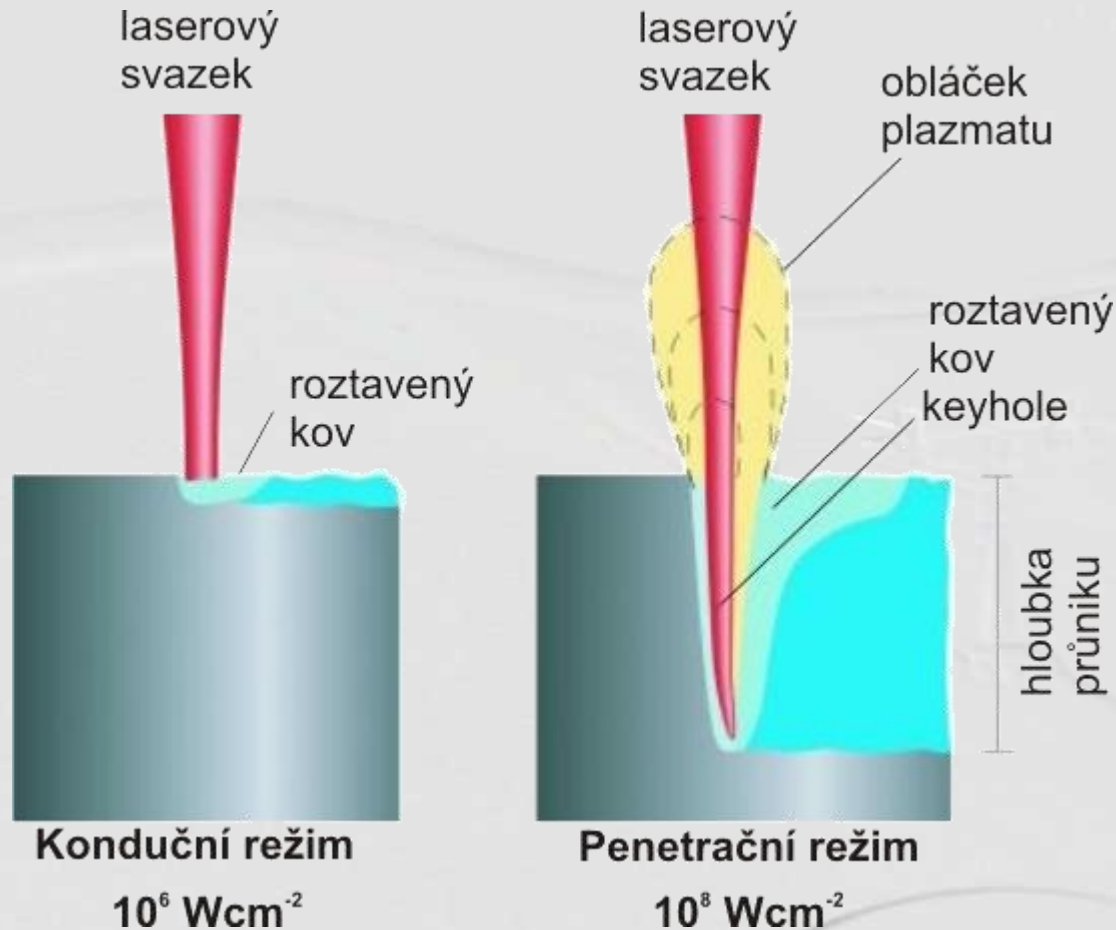
RNDr. Libor Mrňa, Ph.D.

- dělení materiálů
- svařování laserem
- povrchové kalení, naplavování, gravírování
- mikrotechnologie

Srovnání metod

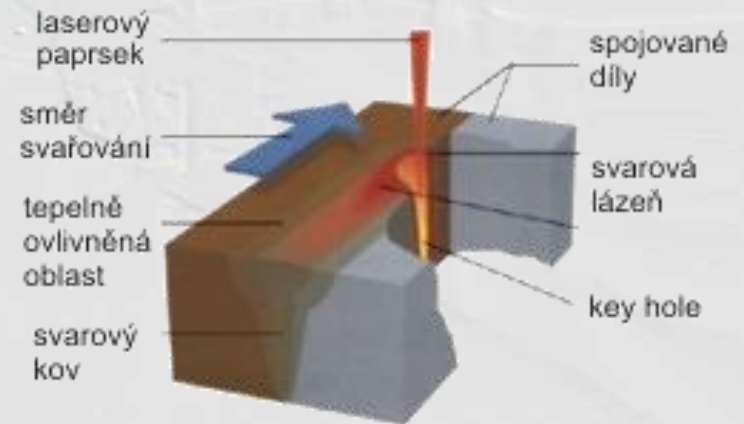
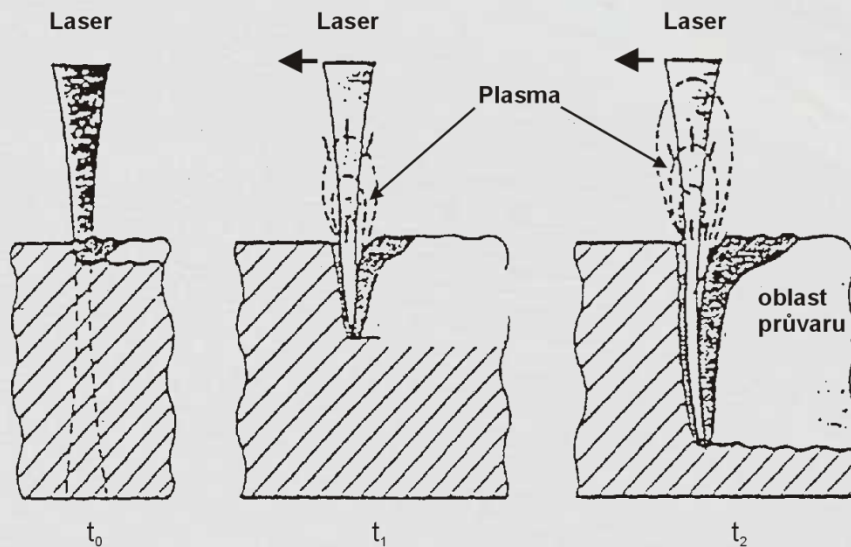
Metoda	Hustota energie [W/cm²]	Hloubka průvaru [mm]	šířka/hloubka svaru	Svařovací rychlost [m/min]
Laser	$10^7 - 10^9$	10	0.1 – 0,5	10 m/min
Plamen	10^3	3	3	0.01
El.oblouk	10^4	4	2	0,5 - 3
Plasma	10^6	6	1	0,5 - 5
El. paprsek	10^8	50	0,03	0,5 - 5

Dva režimy účinku laserového svazku na materiál

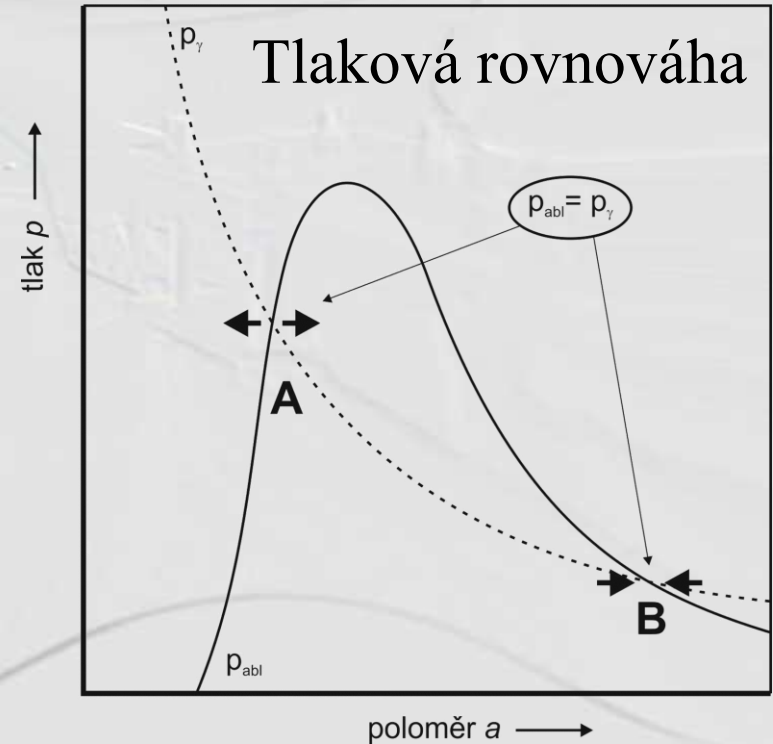
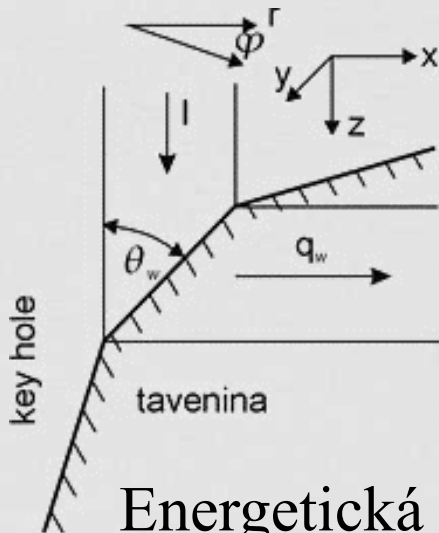
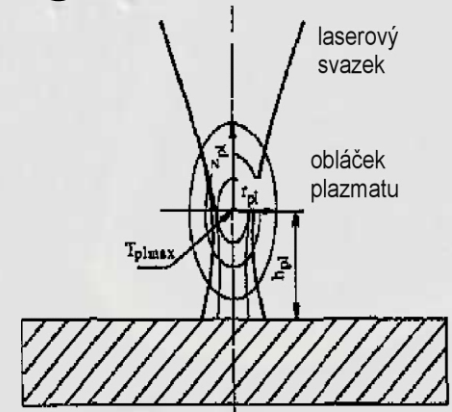
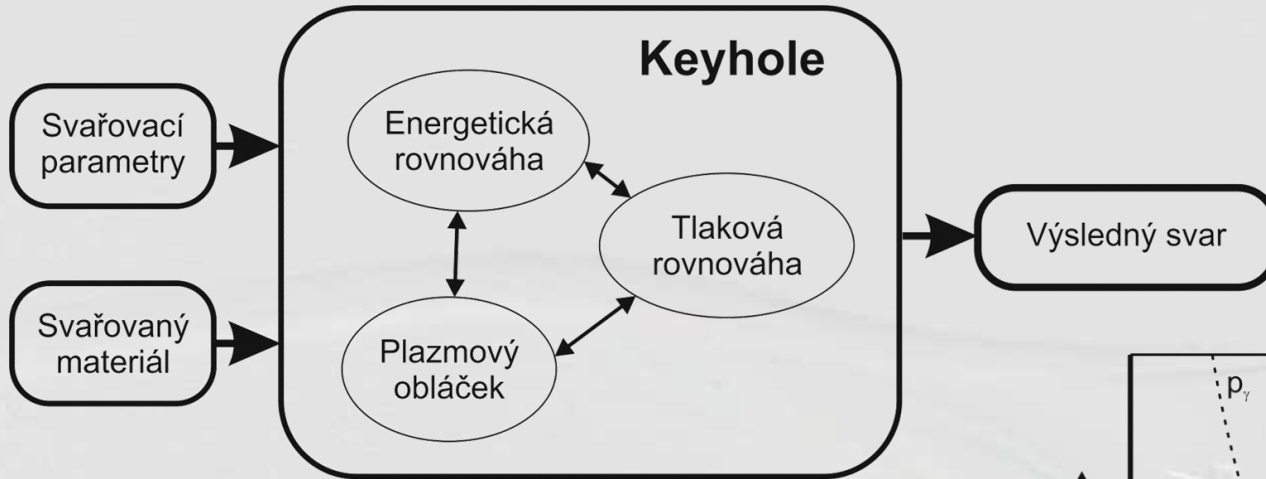


Svařování laserem – princip metody

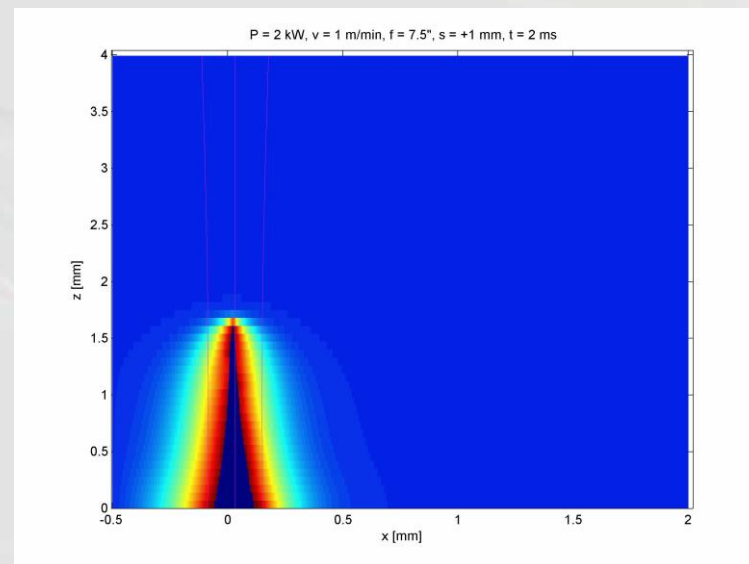
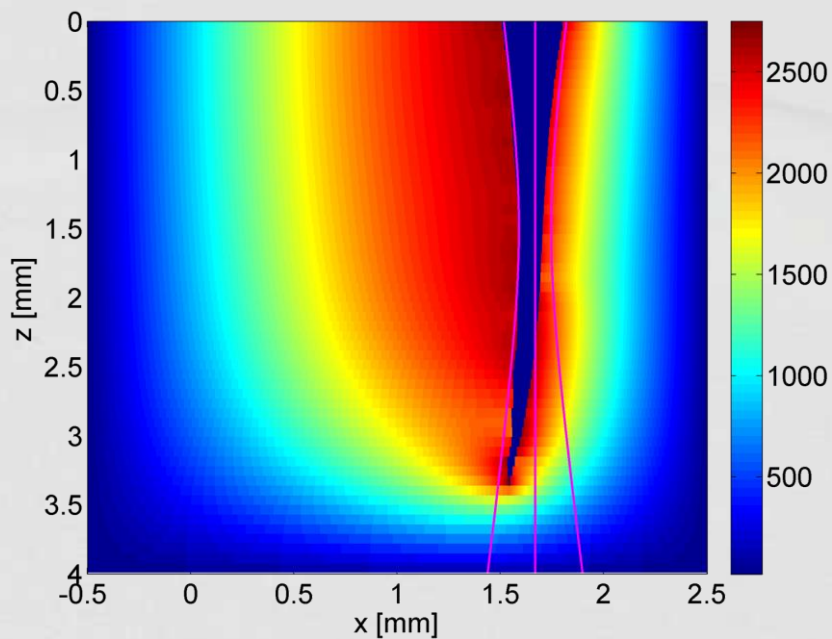
Rovnoběžný paprsek z laseru se zaostří pomocí vhodné optiky do bodu – ohniska, kde vlivem vysoké koncentrace energie je rychlost ohřevu o mnoho řádů vyšší než odvod tepla. Vzniká efekt tzv. „key hole“.



Rovnováha v keyhole

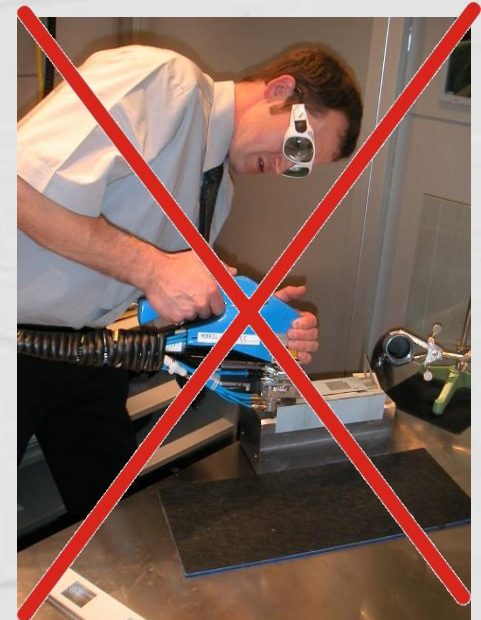
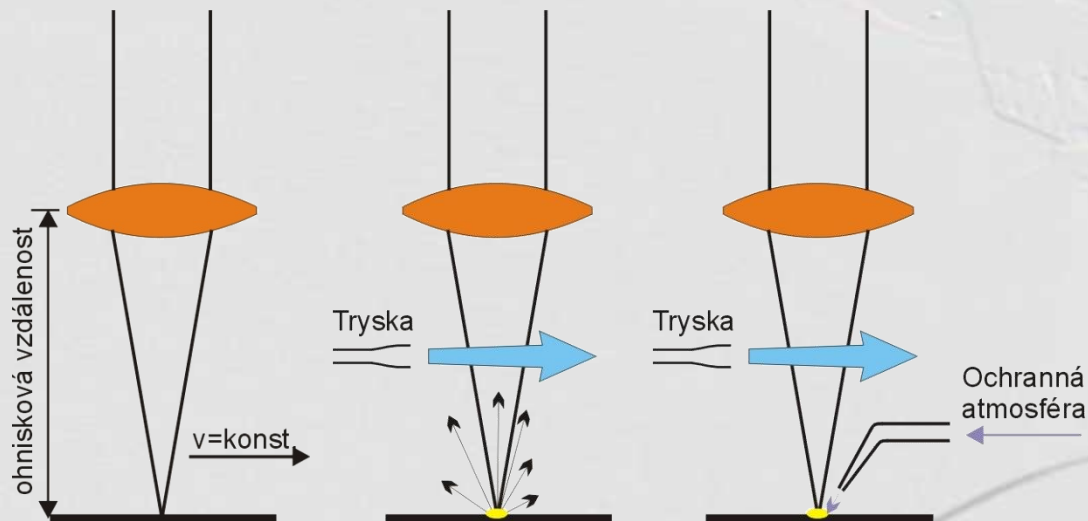


Simulace chování key hole



Svařování laserem – požadavky na proces

- kolmý dopad paprsku na povrch
- konstantní odstup
- konstantní posuvná rychlost
- ochrana optiky

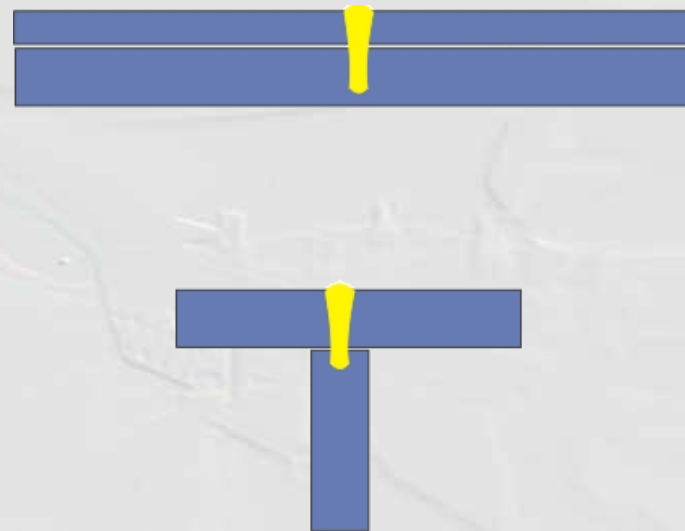


Typy laserových svarů

Natupo



Průvarový

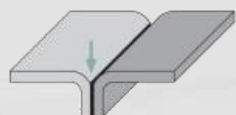


Svařuje se BEZ přídavného materiálu

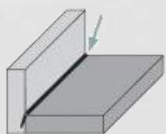
Další typy laserových svarů



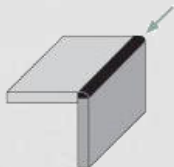
Natupo



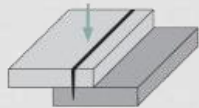
Lemový



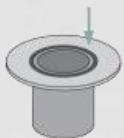
Koutový vnitřní



Koutový vnější



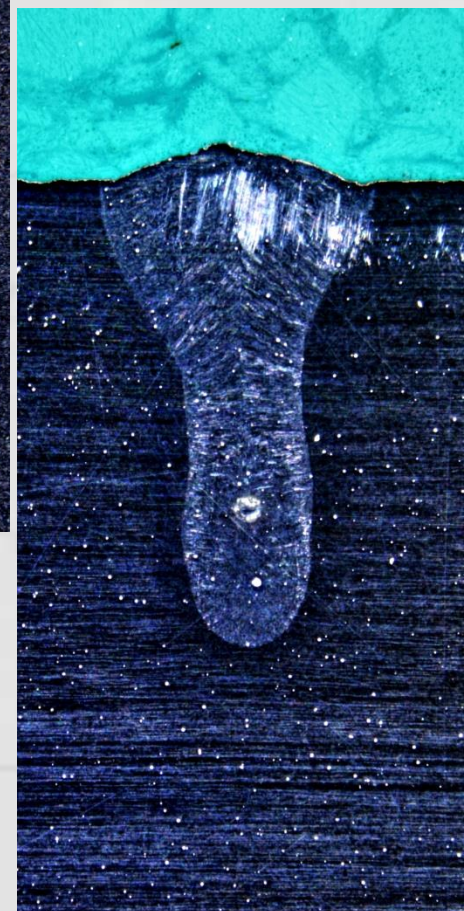
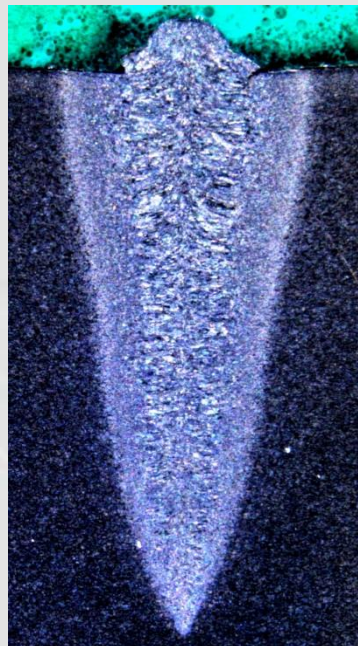
Přeplátováním



Axiální



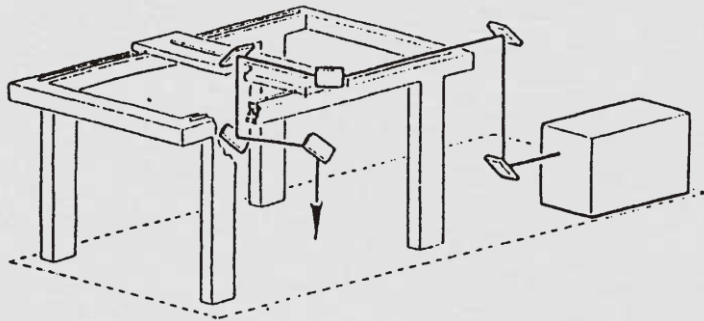
Radiální



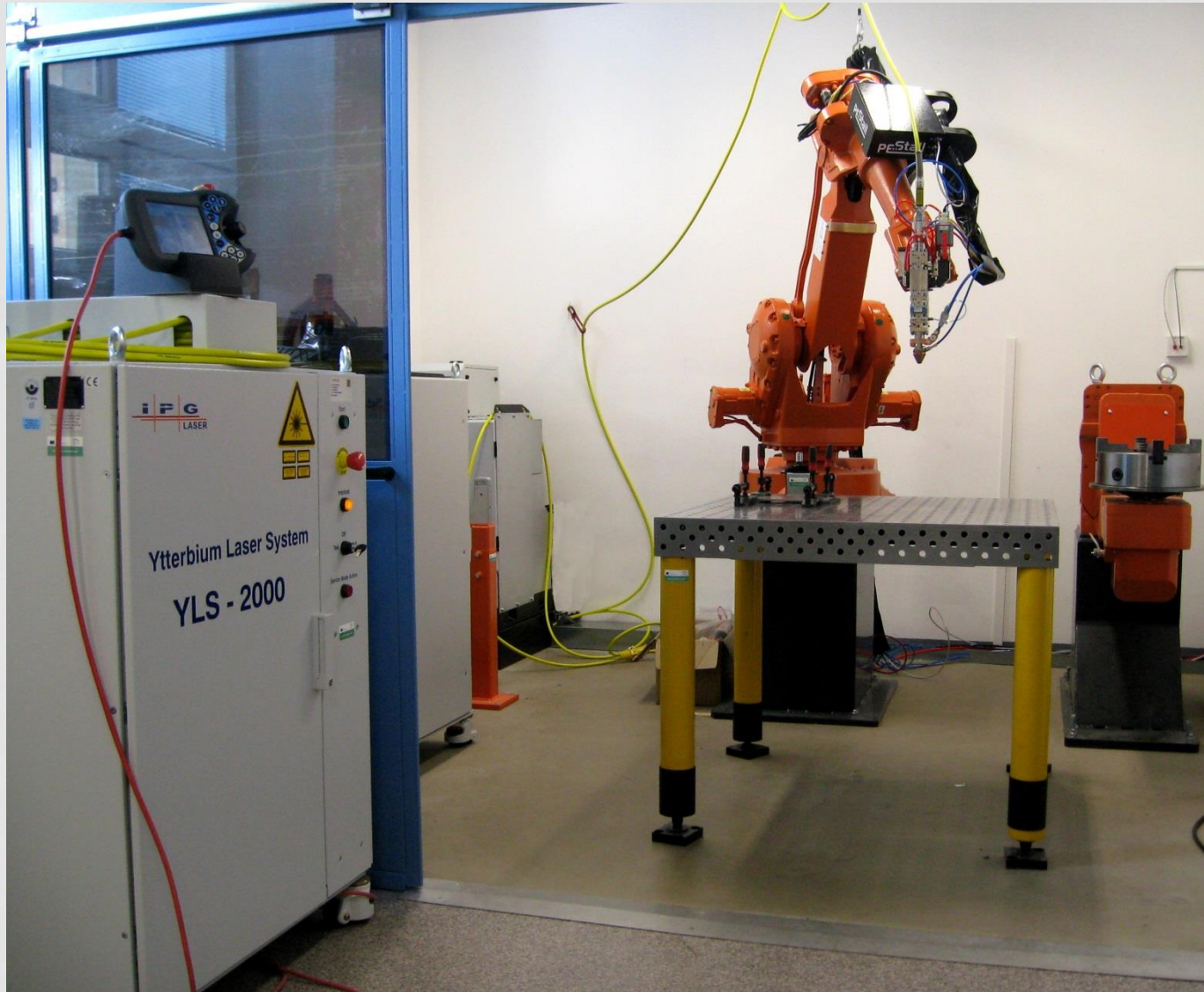
Svařování laserem - technika

Kartézské polohovací systémy

Jednotlivé osy jsou lineárně spojovány na sebe



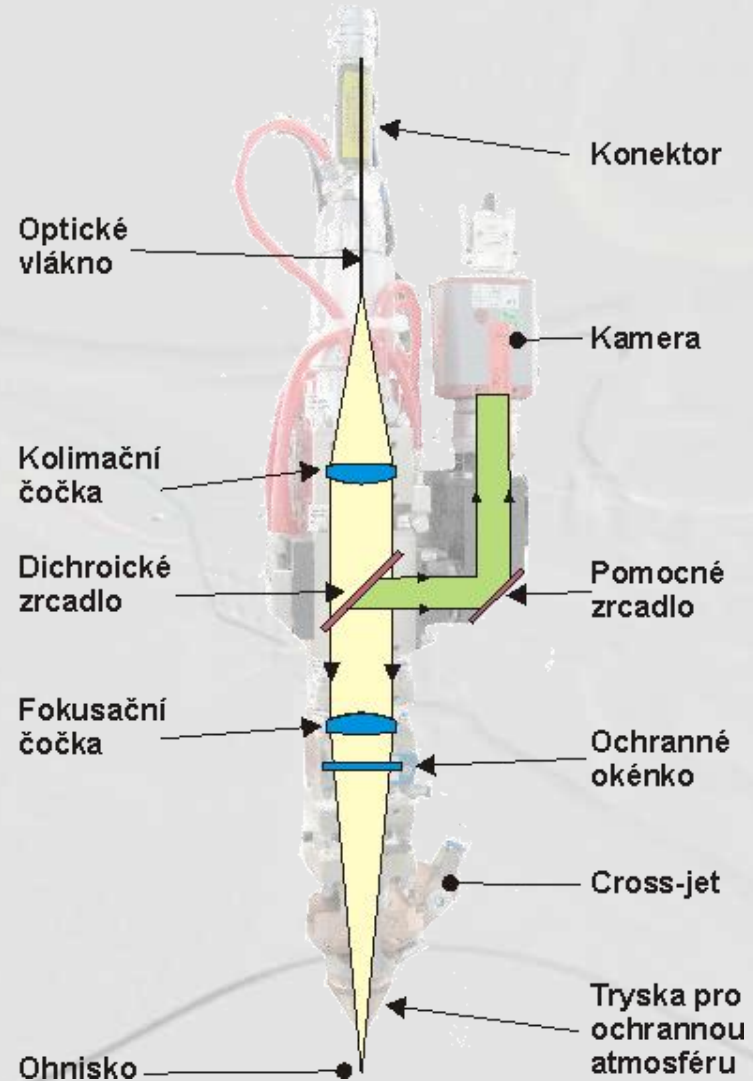
Svařovací pracoviště – robot



Svařování materiálů laserem

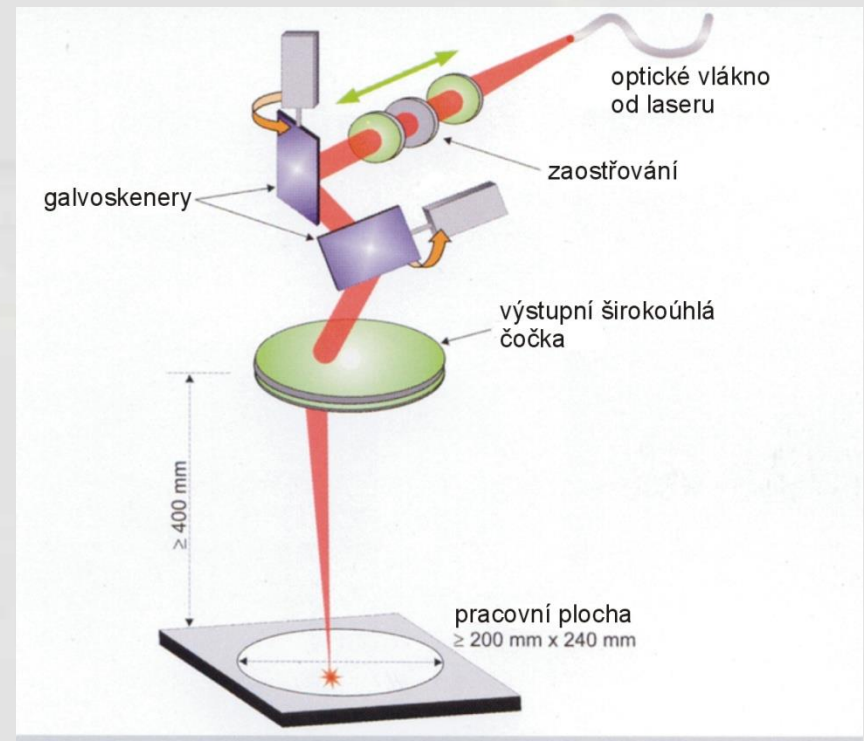
Svařovací hlava

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

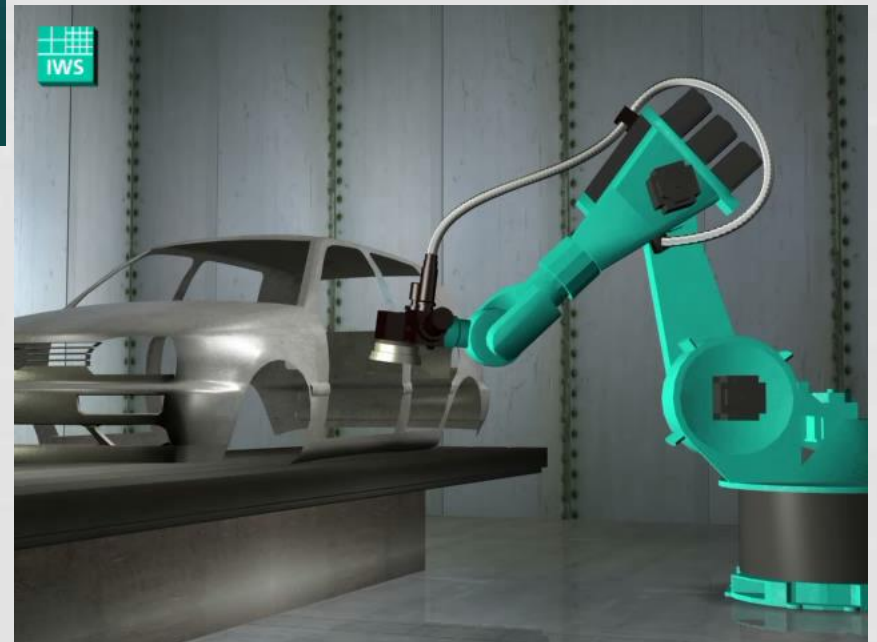
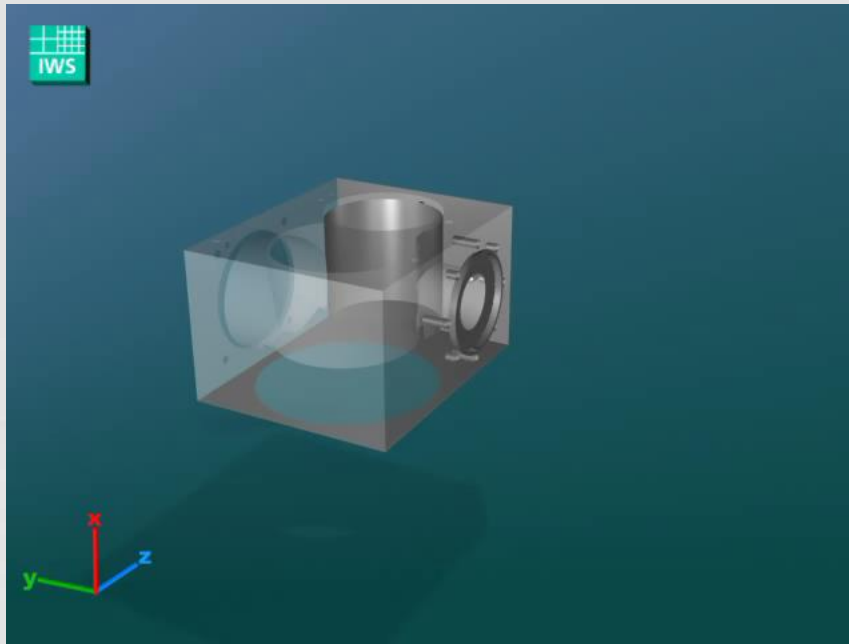


Svařování laserem - „Remote welding“

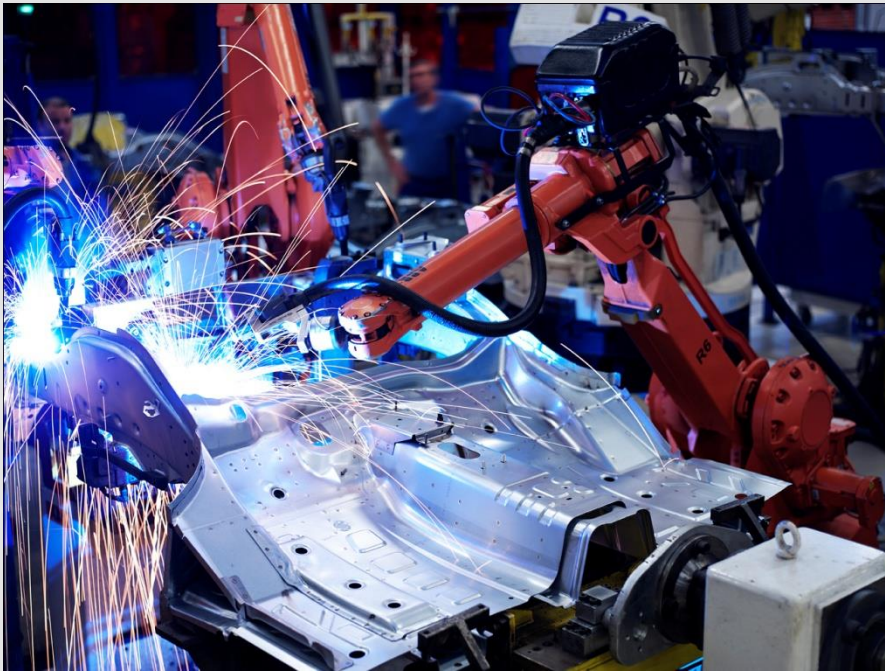
- bez svařovací hlavy
- bez ochranné atmosféry
- ohromná dynamika
- záleží jen na rychlosti zaostřování
- svařování průvarem
- jen na tenké plechy



Remote welding



Svařování laserem - příklady



Karoserie auta



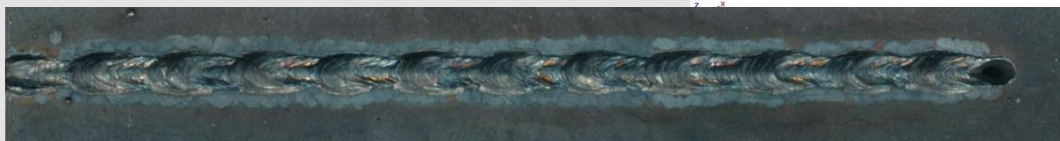
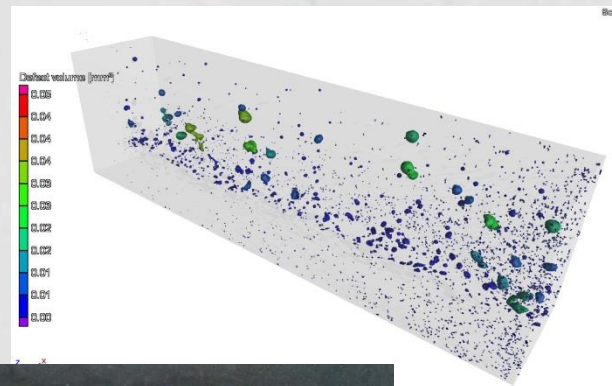
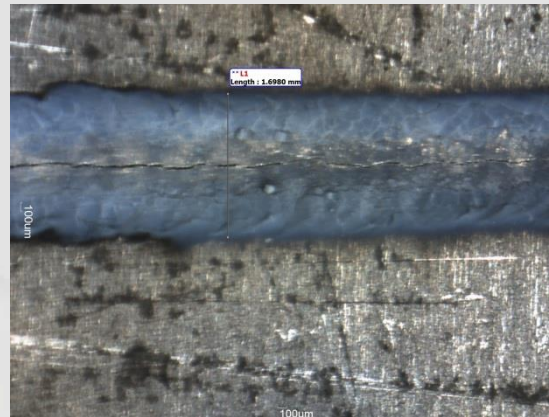
Tailored blanks

Svařování laserem



Svarové vady

- Podélná trhlina
- Pór, bublina
- Rovnoměrná pórovitost
- Shluk pórů, řádek pórů
- Studený spoj
- Neprovařený kořen,
- Nadměrně propadlý kořen
- Proláklý svar
- Humping
- Pitting

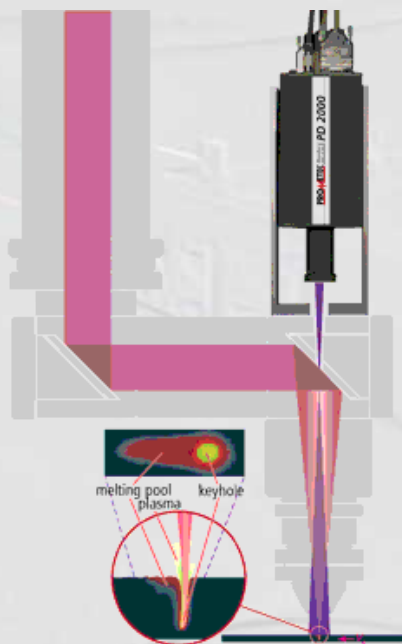
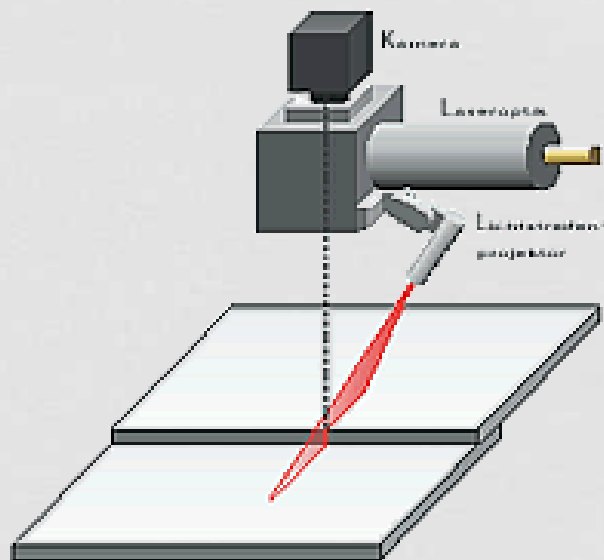


Legislativa

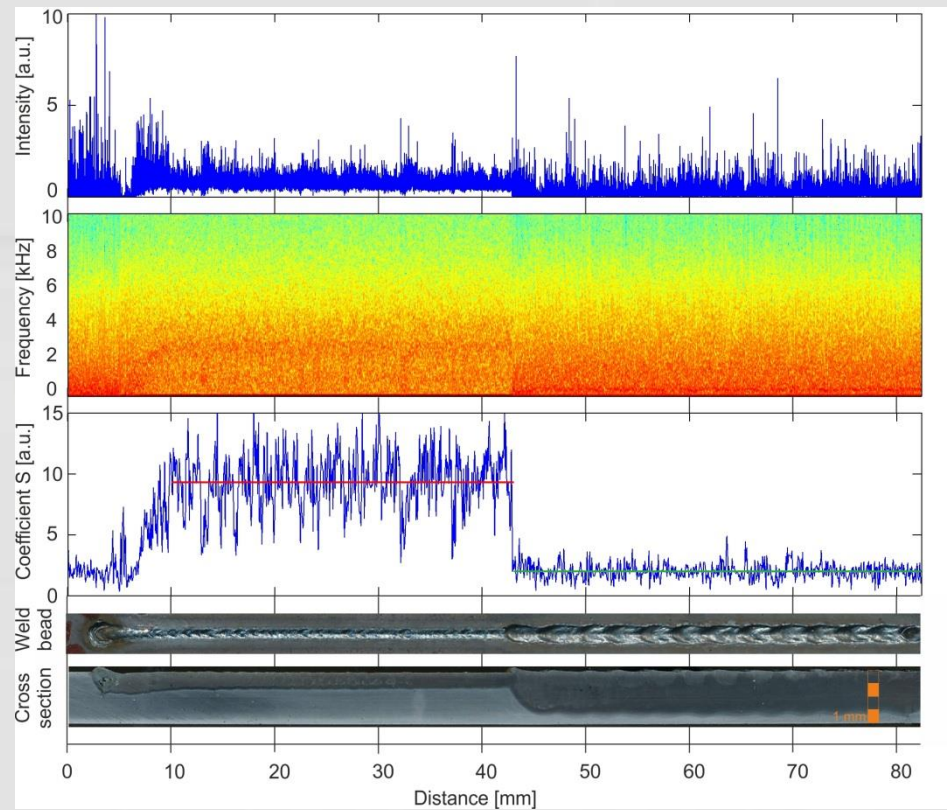
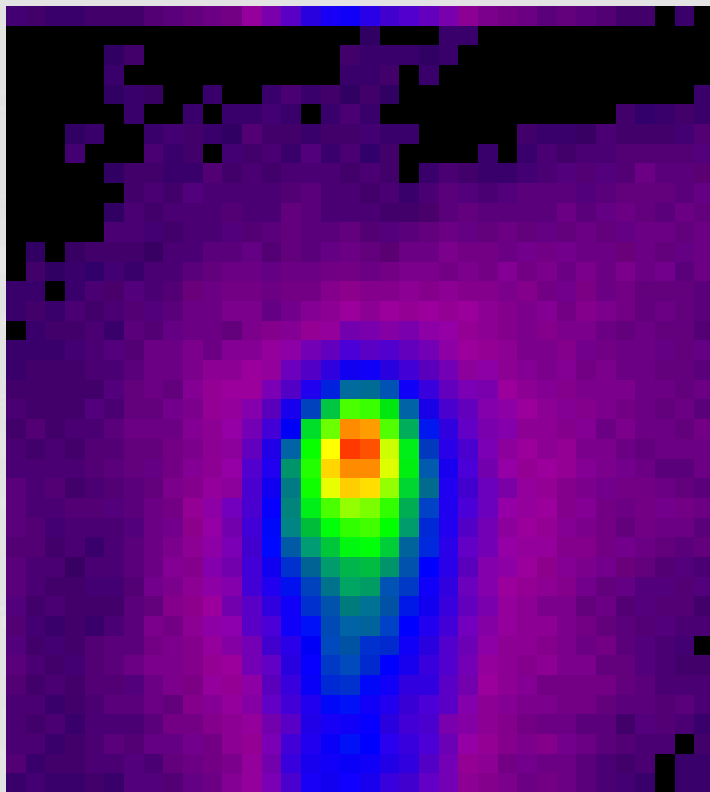
- ČSN EN 1011-6 Svařování – Doporučení pro svařování kovových materiálů – Část 6: Laserové svařování
- ČSN EN ISO 9956-11 Stanovení a schvalování postupů svařování kovových materiálů- Část 11: Stanovení postupu laserového svařování

Monitorovací systémy

Cílem je udržení svazku přesně v místě styku dílů zavedením korekce do CNC programu prostřednictvím systému monitorování polohy, nebo sledování vlastního svařovacího procesu a úpravou svařovacích parametrů zajistit rovnoměrnou kvalitu svaru.



Monitorovací systémy

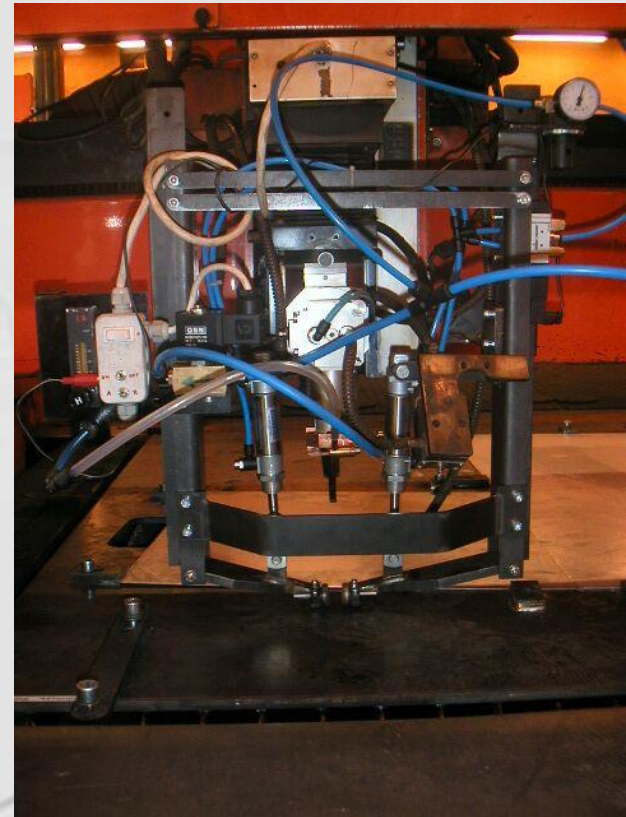


Přípravkování

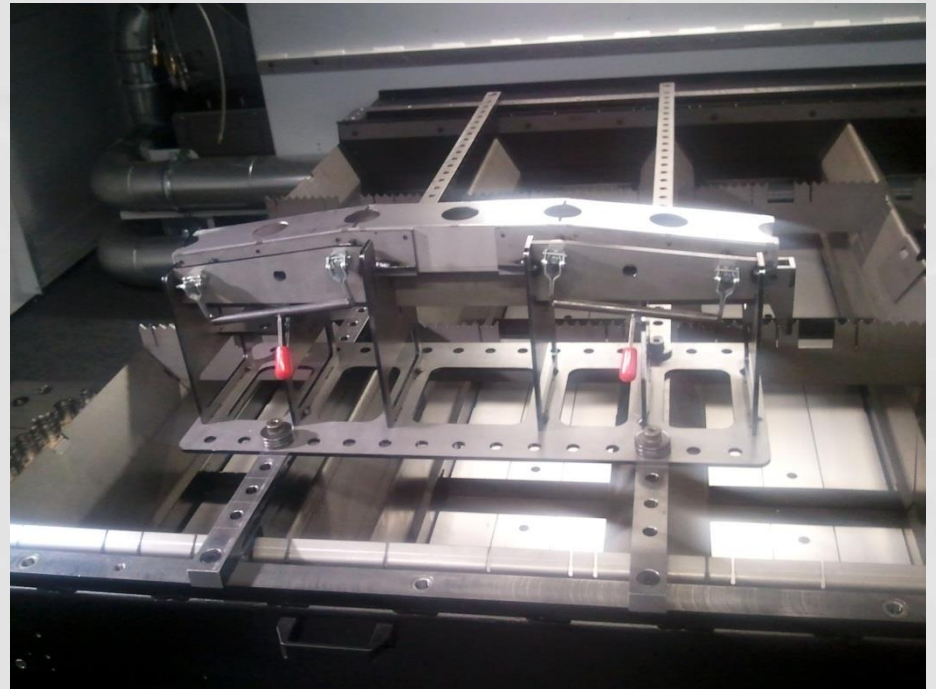
Úkol:



Řešení:



Přípravkování II

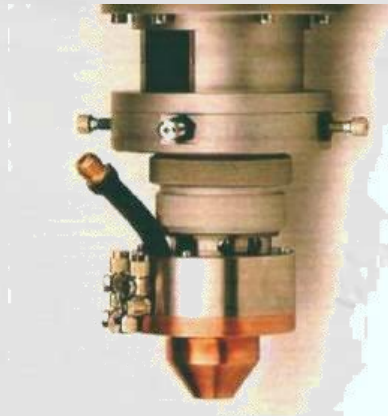
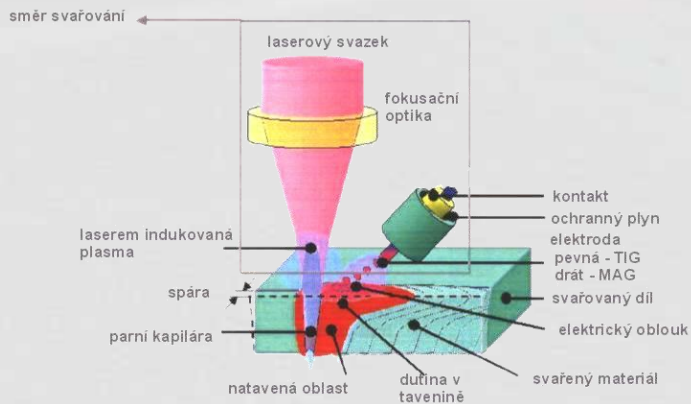


Charakteristika laserového svařování

- vysoká svařovací rychlost
- svár s vysokou štíhlostí
- malé vnesené teplo
- průvarové svary
- bez přídavného materiálu
- drahé zařízení
- složité přípravkování

Hybridní svařování (laser hybrid)

Jde o kombinace Laser / MAG nebo
Laser / TIG



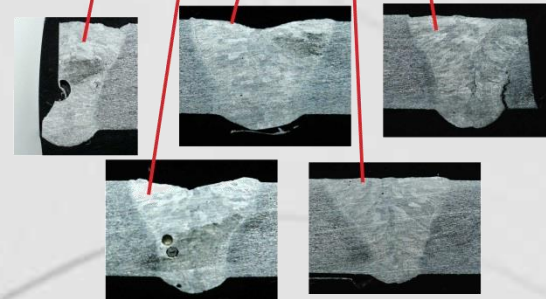
Laser hybrid - Fronius



Laser hybrid - ÚPT

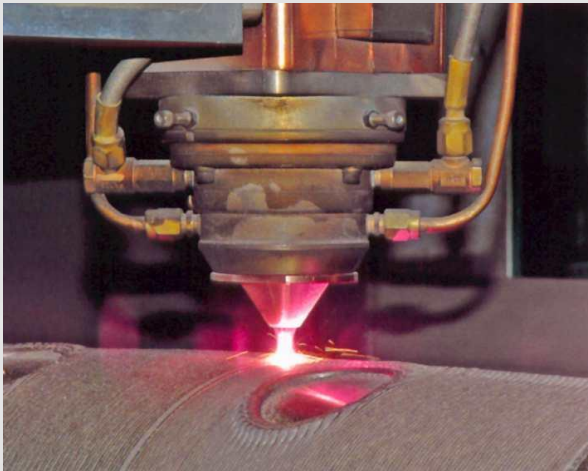


Dural 2 mm,
1800 W, 30 mm/sec, Ar 15 l/min

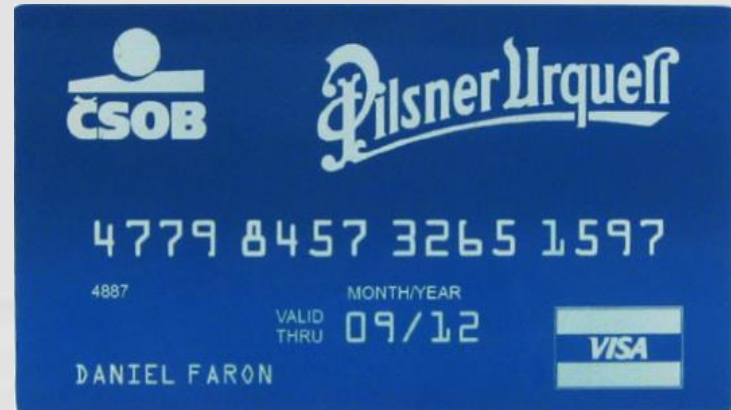


Další využití laseru

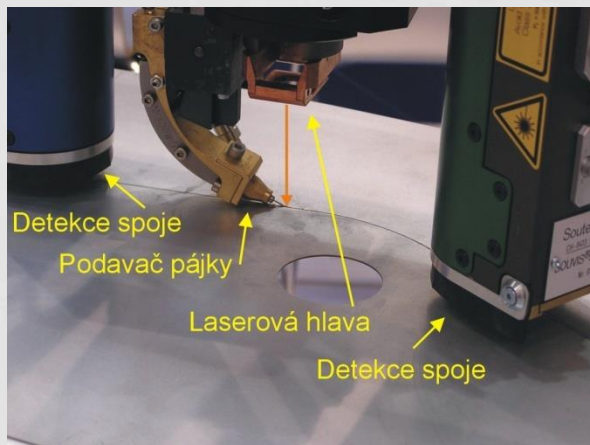
Povrchové zušlechťování



Gravírování



Pájení



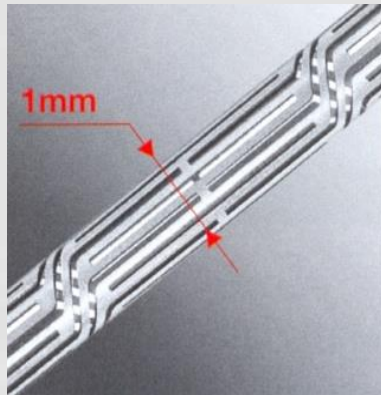
Intravolumární glyptika



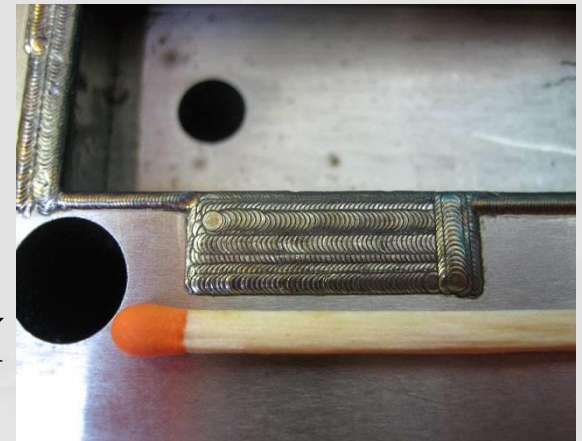
Laserové gravírování



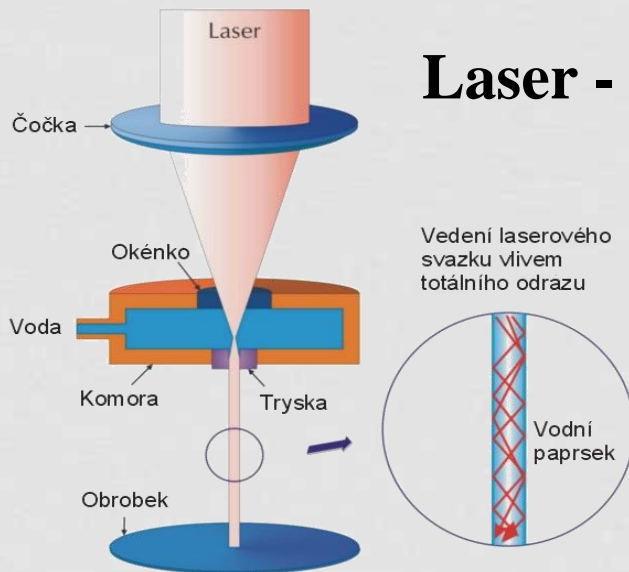
Laserové mikrotechnologie



Mikrořezání

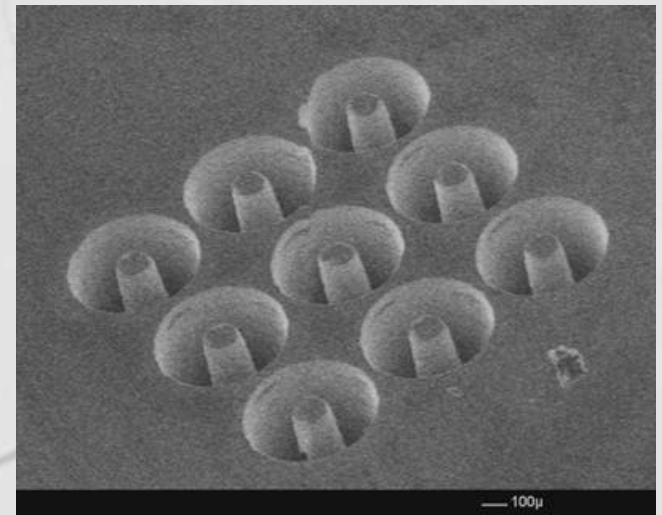


Mikronavařování



Laser - Microjet

Strukturování



Laserové mikronavařování

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



Závěr

Laserové technologie jsou:

- vysoce progresivní a produktivní
- instrumentačně náročné
- drahé
- určené pro velkosériovou výrobu (kromě dělení)