



Ing. Ondřej Sopr, CSO, © 2025

15.4.2025 – představení nového člena v rámci Národního strojírenského klastru

Laserové technologie, robotizace, průmyslová automatizace

LaserTherm – základní údaje



- **Komplexní služby v oblastech:**

- stavba a integrace robotických systémů (laserové technologie, konvenční svařování, speciální manipulace, ostatní technologie)
- zakázková výroba (laserové technologie, CNC, konvenční svařování)

- Vejprnice: hala pro integraci systémů, nové administrativní centrum

- Plzeň: výrobní hala

- Ostrava: výrobní hala – laserové kalení

- **Počet zaměstnanců skupiny LT:** 147 (87 Lasertherm)

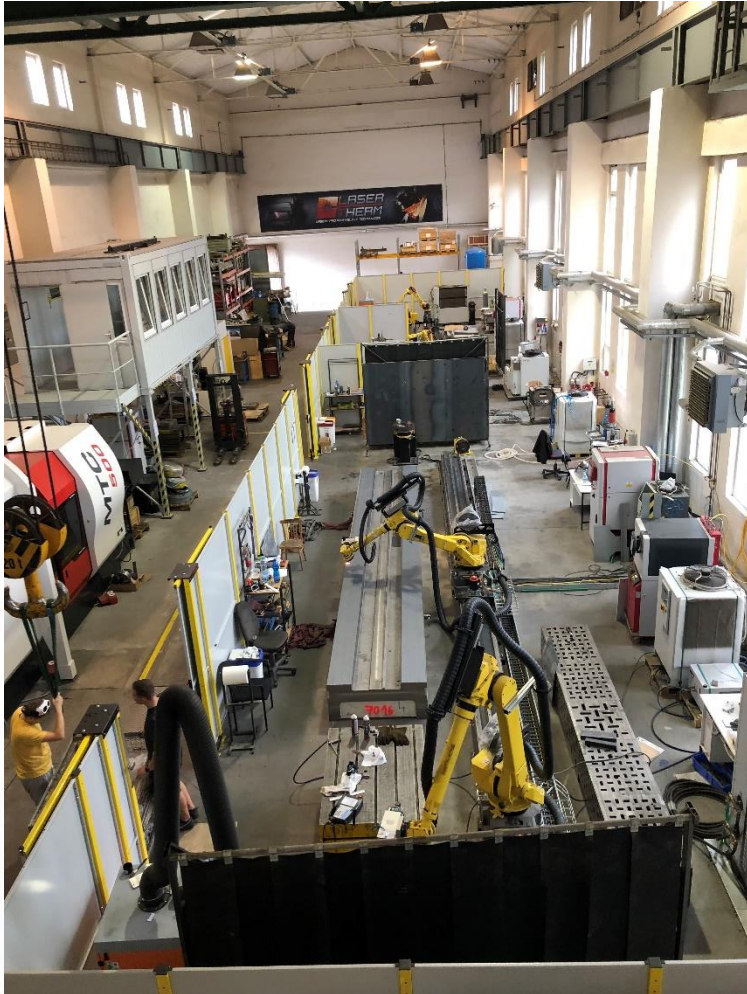
Obrat v roce 2024: ~250mio. Kč

- **Certification:**

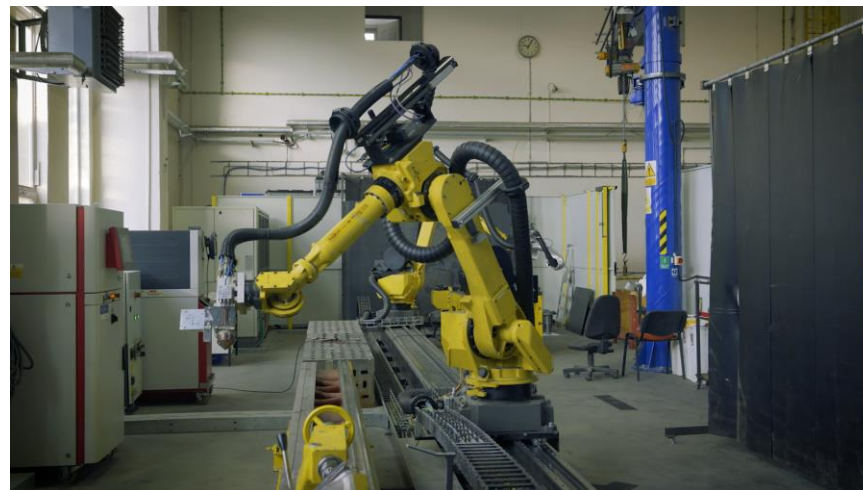
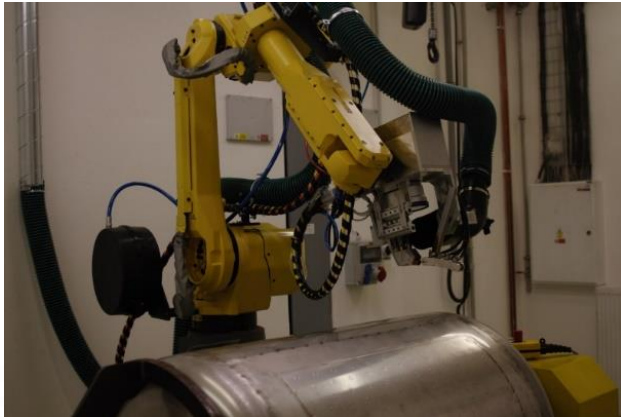
EN ISO 9001, EN ISO 14001, OHSAS 18001, EN ISO 3834-2, DIN EN 15085-2, EN 1090-1,2 EXC 4



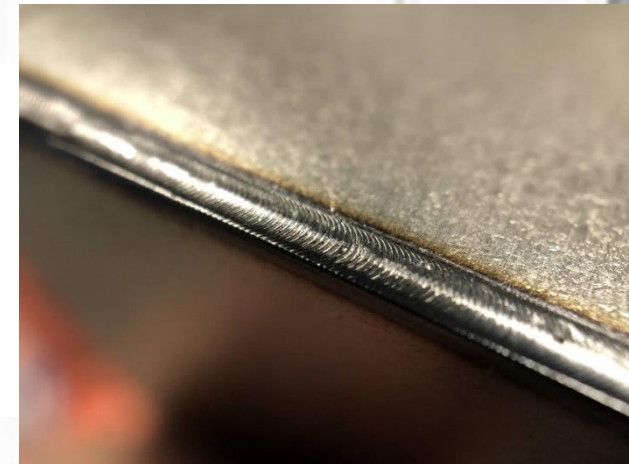
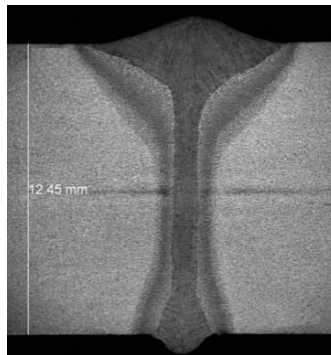
Výrobní služby / sériová a kusová výroba



Integrace systémů na klíč / Referenční pracoviště



- všude ve svařování, kde je potřeba rychlost, přesnost a nízká finální deformace
- velkoobjemové svařování nebo výrobky s vysokou přidanou hodnotou
- svařování laserem je bezkontaktní a bez vyměnitelných dílů (hubice, špičky, elektrody....)
- použití od ~100 W (katetr –zdravotnictví) – 16kW (svařování mědi 10 mm)
- vysoce stabilní a opakovatelný proces (ideální pro robotizaci a automatizaci) **X ruční laserové svařování**

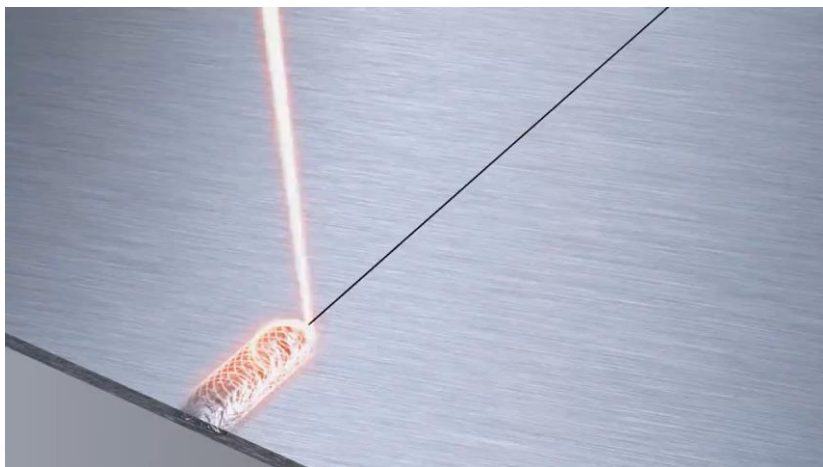


Laserové aplikace pro jaderný průmysl a energetiku

Laserové svařování



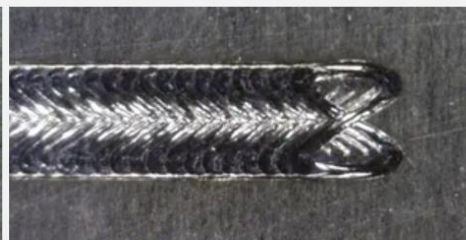
- využití rozmítání paprsku (wobble a remote welding) díky
- rozšíření laserového paprsku je svar s rozmítáním širší = lepší kvalita svaru včetně jeho vzhledu.
- velice efektivní na svařování kruhových spojů – z jedné pozice se zavaří celý svar
- možnost navádění na svar a vyhodnocení kvality svaru



Kruh



Řádek



Obrázek osm



Nekonečno

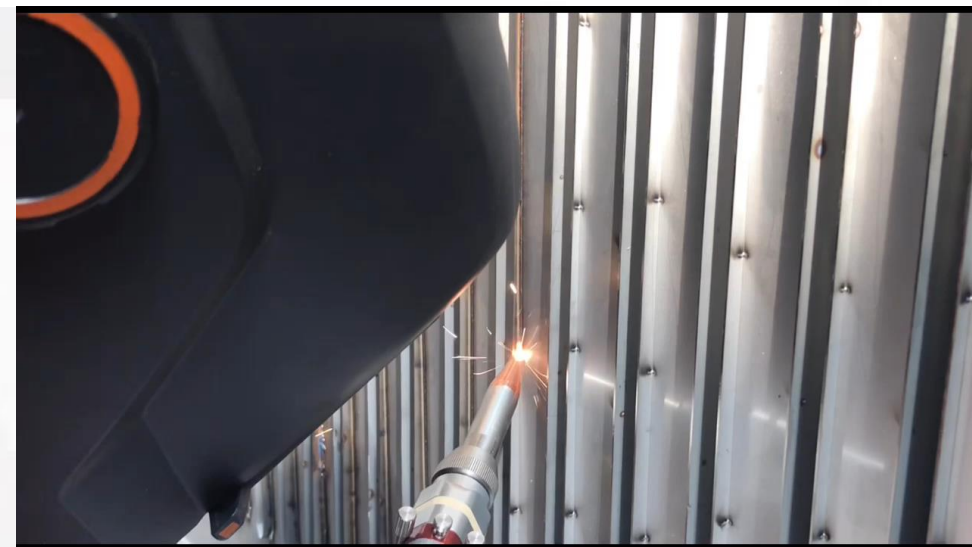
Laserové aplikace pro jaderný průmysl a energetiku

Ruční laserové svařování



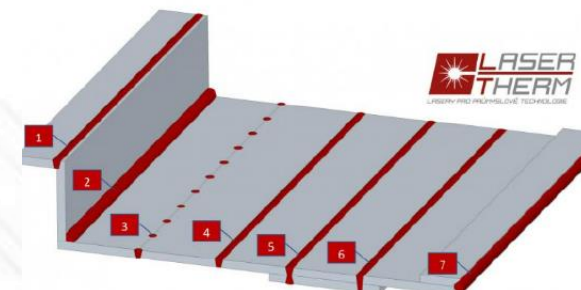
Výhody:

- Skvělé výsledky při svařování materiálů od 0,2 mm
- Jednoduché nastavování parametrů
- Snadné bodování (mikrobodování) materiálů
- Minimální vnesené teplo - minimální deformace
- Nastavitelná šířka svaru a hloubka průvaru
- Možnost podávání drátu
- Výměnné trysky pro různé typy svarů
- Možnost čištění svaru laserem



MATERIÁL	LARISA ADVANCE
	jednostranný / oboustranný průvar
Nerez	0,2 – 8 mm / max 16 mm
Hliník	1 – 5 mm / max 10 mm
Uhlíkaté ocele	0,3 – 8 mm / max 16 mm
Měď	1,5 – 2 mm / max 4 mm

Typy svarů zhotovitelných s ruční laserovou svařečkou



LaserTherm – energetika, jaderné strojírenství



- Laserové ruční svařování – prvovýroba nebo opravy
- spolupráce s ČEZ a.s. - použití laserové technologie pro opravy na Jaderné elektrárně Temelín – 2024 - 2025
- spolupráce ohledně technických pravidel, norem a příručky pro Ruční laserové svařování – s CWS ANB
- nutné globální nebo lokální řešení bezpečnosti z hlediska laserového záření



LaserTherm – energetika, jaderné strojírenství



- **Mechanické poškození krycích vlnovců kompenzátorů roztažnosti potrubí 2RD51Z003 a 2RD52Z003**
- během kontrol v 2GO24 identifikovány povolené matice svorníků kompenzátorů roztažnosti na 2RD51Z003 a 2RD52Z003, 004
- v místech kontaktu matic s vlnovcem zjištěno mechanické poškození materiálu, 10-14.11. provedena NDT kontrola (PT) na těchto pozicích
- dále byla zdokumentována jednotlivá místa poškození a stanovena doporučení pro opravu na základě zkušeností s předchozími opravami vlnovců v 2/2024 a 5/2024
- poté byla započata intenzivní spolupráce mezi ČEZ a Lasertherm



LaserTherm – energetika, jaderné strojírenství



- Na pozici H4 je patrná deformace plechu vlnovce cca 40x15 mm, v tomto promáčknutí je patrné abrazivní poškození povrchu a Fretting, které výrazně snižují tloušťku základního materiálu a indikují PT indikaci H4-1
- S ohledem na charakter poškození doporučujeme vyplnění vady svarovým kovem metodou 521 (laser) s následným přebroušením a přeplátováním místa opravy. Na přeplátovaném místě provést VT+PT kontrolu
- v okolí místa opravy se nachází lešení, které zamezuje přístupu pro provedení opravy. Na místě konzultováno s lešenáři, nutno zkontrolovat odstranění lešení před zahájením opravy



LaserTherm – energetika, jaderné strojírenství



- Provedení kvalifikace a pracovní zkoušky na TARC, vytvoření WPQR



TÜVNORD



1 KVALIFIKACE POSTUPU SVAŘOVÁNÍ (WPQR)

2 INSPEKČNÍ CERTIFIKÁT: 4013 - 012/24

3
4
5 Číslo WPS: pWPS_521 T BW8-1 Zkušební orgán: TÜV NORD Czech, s.r.o.
6 Výrobce: ČEZ ENERGOSERVIS spol. s r.o. Zakázka č.: 5224015/02, díl 02
7 Adresa: Bráfova tř. 1371/16, Horka - Domky, CZ – 674 01 Třebíč, IČ: 60698101 WPQR č.: EGS/02/24 Revision: 0
8 Předpisy/Normy: EN ISO 15613, EN ISO 15614-11

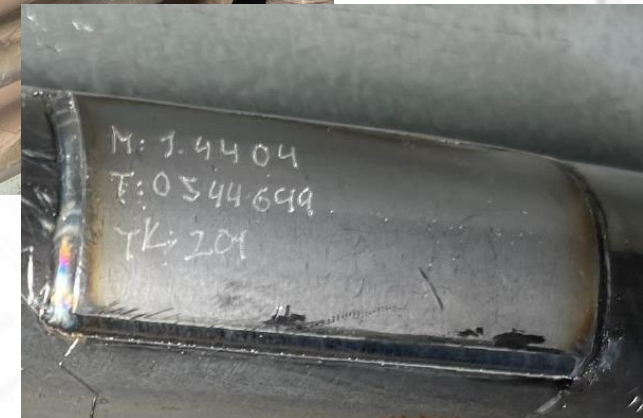
9 ROZSAH KVALIFIKACE

10 Metoda/y svařování:	EN ISO 4063 - 521 - svařování pevnolátkovým laserem, ruční
11 Hloubka průvaru:	--
12 Typ spoje:	jednovrstvý FW na plechu
13 Skupina zákl. materiálu/ů:	sk. 8.1 podle CR ISO 15608
14 Tloušťka zákl. materiálu / svarového kovu: [mm]	$t_1 = 1,0 \text{ mm} + 20\%$; $t_2 = 1,5 \text{ mm} + 20\%$, $a = 1 \text{ mm}$
15 Vnější průměr trubky: [mm]	$D \geq \text{-- mm}$,
16 Přídavný materiál:	EN ISO 14343-A: G 19 12 3 LSi; $\phi 0,8 \text{ mm}$
17 Ochranný plyn / tavidlo:	EN ISO 14175-I1

LaserTherm – energetika, jaderné strojírenství



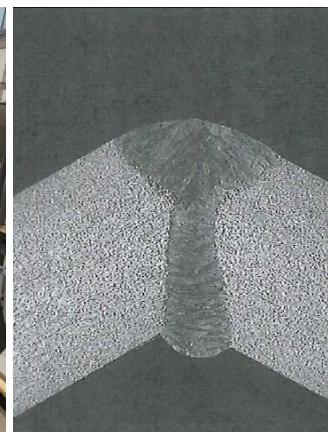
- Provedení opravy



LaserTherm – energetika, jaderné strojírenství



- **Laserové svařování @Ataborových trubek** pro uchovávání vyhořelého jaderného paliva
 - Typ spoje: tupý a tupý pod úhlem
 - Materiál: Neutronit (A982SA) P6, Neutronit (A976SM) P4,2 , Atabor (T76466) P3
 - Tloušťka materiálu: 3 mm, 4.2 mm, 6 mm
 - **Klíčové technologie:** diodový laser 11 kW, speciální hlava Lasertherm, navádění na spoj, diagnostika svaru, svařovací přípravky
- **Problémy při odladování:** nulová spára – špatně identifikovatelná pro laserové profilometry (navádění)

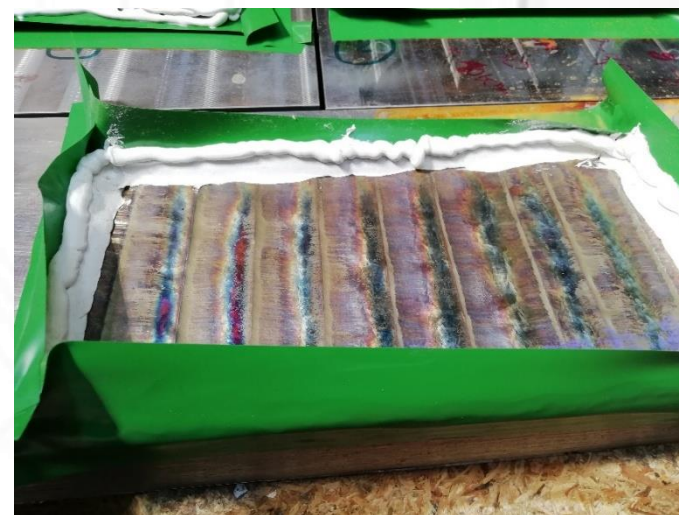
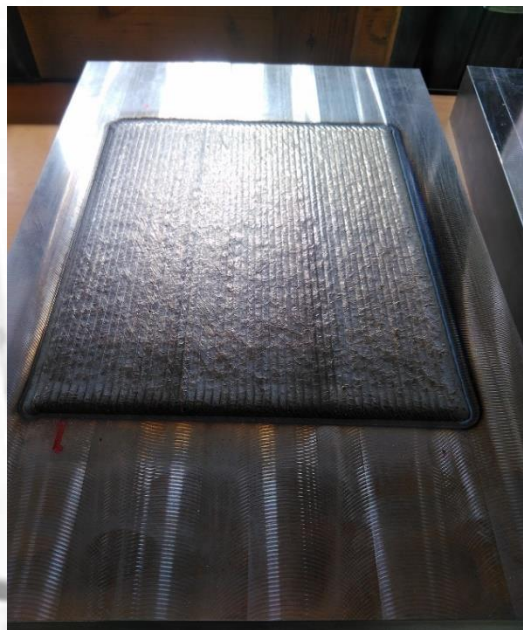


LaserTherm – energetika, jaderné strojírenství



- Laserové navařování antikorozní vrstvy na vnitřek obalového tělesa – studie proveditelnosti

- Vnitřní průměr: 1500 mm, délka 4800 mm, hmotnost: 120 tun
- Materiál jemnozrnná nízkolegovaná ocel (výkovek), návar, AISI 316L
- Testování návaru páskou a drátem, výkon laseru 16 kW
- Aplikace laserového čištění

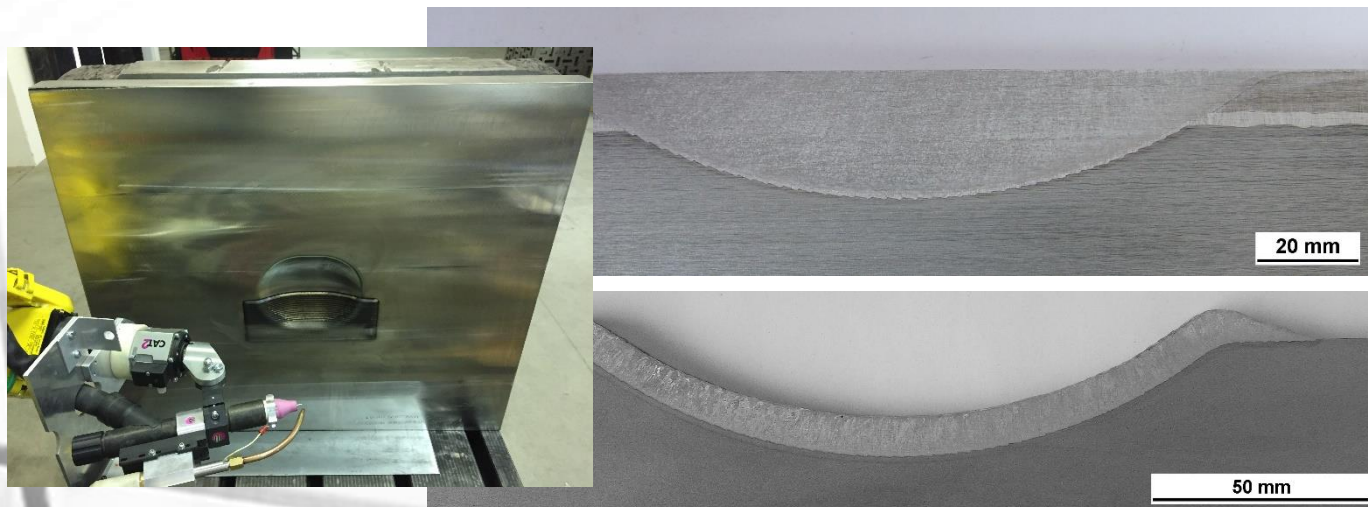


LaserTherm – energetika, jaderné strojírenství



- Technologie a technologický systém pro automatickou opravu vady ve vnitřní stěně reaktoru (2015-2020)

- Plně automatický proces
- Robotické TIGové svařování s přídavným drátem
- Robot FANUC ARC Mate 100iC
- Svařovací zdroj KEMMPI Master TIG MLS AC/DC 3003, Binzel hořák
- (offline skenování a automatické vytvoření trajektorie pro následující svar)



Laserové aplikace pro jaderný průmysl a energetiku

Laserové svařování



- Laserové svařování - heterogenní svarové spoje
- Materiál: 1.4541 + P265GH
- austenitická titanem stabilizovaná ocel se zvýšenou odolností proti mezikrystalické korozi
+ nízkouhlíková, nelegovaná ocel pro vyšší teploty, žárovečná
- Tloušťka 2,6mm
- Typ svaru: I svar
- Přídavný materiál 07X25h3
- Průměr trubky: $\varnothing 44,5$ mm
- Zařízení: LaserLine LDF 6000-40 (6,2 kW)



Laserové aplikace pro jaderný průmysl a energetiku

Laserové svařování



- Laserové **svařování velkých nerezových nádrží** – DIA 4 m, 24 m výška
- materiál: nerez 316, 2 – 10 mm, tupý spoj
- Požadavky na svar: ISO 13919-1 - LEVEL B (mezera a přesazení do 10% tloušťky)
- Klíčové technologie: diodový 3+11 kW laser, navádění na spoj, diagnostika, přípravek
- Typ svaru: Tupý spoj

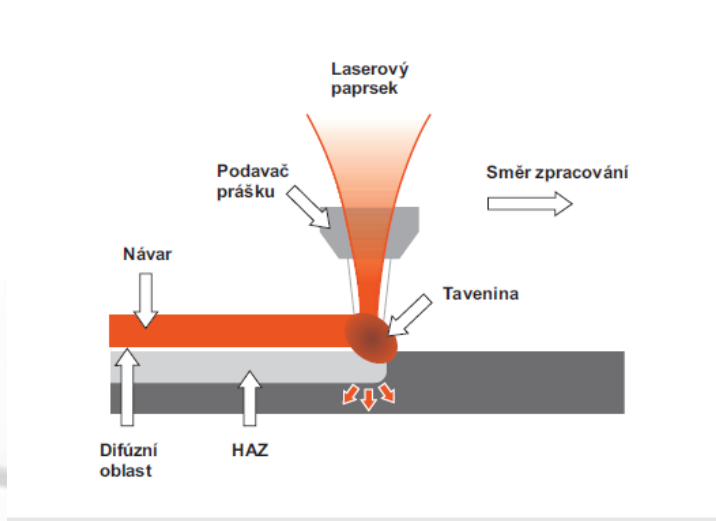


Laserové aplikace pro jaderný průmysl a energetiku

Laserové navařování



- precizní metoda pro vytváření funkčních povlaků na strojních součástech zvyšující jejich životnost a funkčnost
- technologie **vhodná na prvovýrobu a zároveň pro opravy a renovace**
- navařování možné **s přídavným materiálem ve formě drátu nebo prášku**
- návar s metalurgickou vazbou na základní materiál
- nízké vnesené teplo do navařovaných součástí
- výborná adheze a koheze povlaku bez porozit
- možnost navařování v libovolných tloušťkách a 3D tvarech
- vysoká efektivita a reprodukovatelnost



Laserové aplikace pro jaderný průmysl a energetiku

Laserové navařování



- opravy a repase poškozených, opotřebených, nebo špatně vyrobených dílů
- navařování funkčních vrstev (slitiny Cu, Sn, Co, Ni, Fe ...)
- navařování austenitických, feritických a martenzitických slitin Fe
- návary vysoce namáhaných komponent z oblasti energetiky (slitiny Co a Ni)
- navařování náběžných hran turbínových lopatek (slitiny Co)
- zkušenost s navařováním kompozitních materiálů (Cu + čedič)
- navařování heterogenních svarových spojů



Obrázek 4 – Hlavice pro navařování vnitřních průměrů



Obrázek 5 - Povrch navařeného vnitřního průměru (Řez trubky)



Obrázek 10 - Oprava funkční části na průměru hřídele (Přídavný mat. 316 L)

Laserové aplikace pro jaderný průmysl a energetiku

Vysokorychlostní laserové navařování - EHLA



- Vytváření funkčních a ochranných vrstev od tloušťky 0,05 mm
- Mezi vrstvou a základním materiálem je vytvořena metalurgická vazba
- Velmi nízká TOO: 5-10 μm
- Nízká drsnost navařené vrstvy: $RZ=10-20 \mu\text{m}$ (přínosné z hlediska obrábění)
- Efektivní alternativa k žárovým nástřikům
- Rychlosti jsou $\sim 100 \text{ m}$ za minutu (až 450)
- Určeno pro rotační díly: max. průměr 500 mm, max. délka 6.000 mm, max. hmotnost 6.000 kg
- **Referenční pracoviště v LT Plzeň**
- Nabízíme jako službu nebo dodávku systému

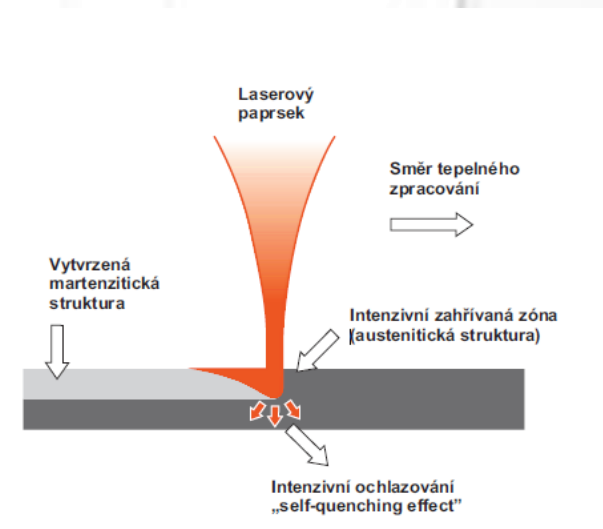


Laserové aplikace pro jaderný průmysl a energetiku

Laserové kalení



- lze dosáhnout velmi tvrdých, otěruvzdorných povrchových vrstev se zvýšenou odolností proti opotřebení
- tloušťka **prokalené vrstvy může dosahovat až 2,5 mm (3 mm)**
- oproti konvenčnímu způsobu nabízí výhody jako **schopnost kalit pouze v konkrétní oblasti** bez tepelného ovlivnění okolí v důsledku přesné distribuce laserové energie
- vysokou kalící přesnost, nižší riziko deformace a eliminaci vzniku trhlin
- **v energetickém průmyslu je laserové kalení nezbytné pro zlepšení odolnosti a životnosti komponent v tepelných elektrárnách a větrných turbínách, jako jsou lopatky a plunžry.**



Laserové aplikace pro jaderný průmysl a energetiku

Laserové čištění a strukturování

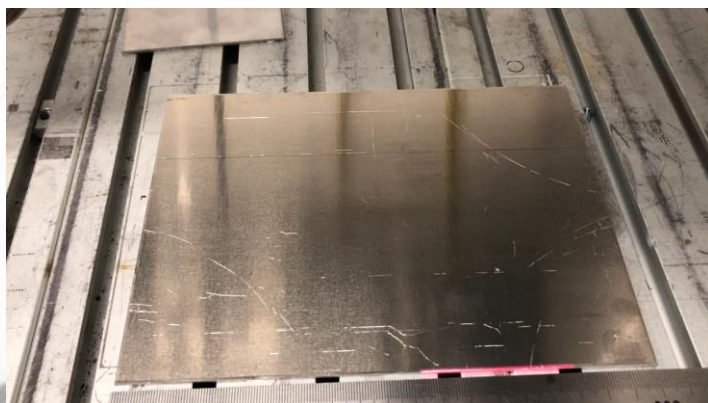
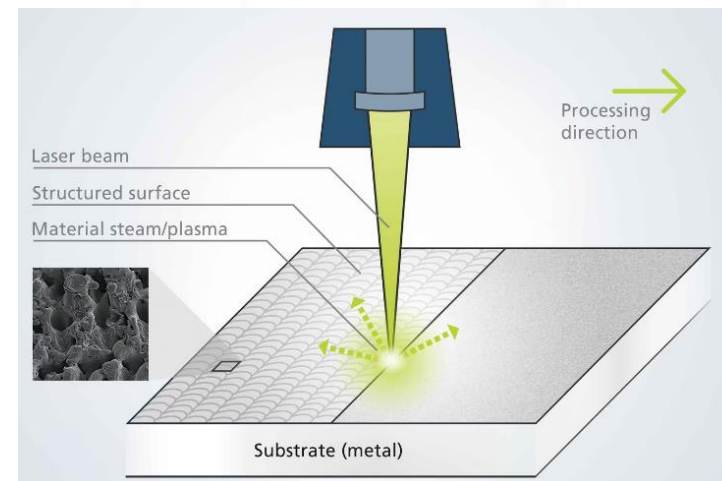


Laserové čištění

- soustředěné laserové záření k odpaření nečistot z povrchu součásti (laserová ablace)
- ultra-krátké laserové pulzy (μs -ms), které generují teplo = způsobuje jejich odpaření

Laserové strukturování

- vytváření pravidelně uspořádaných geometrických tvarů pomocí laserového záření
- materiál se laserovým paprskem kontrolovaně roztaví a ztuhne v definované struktuře



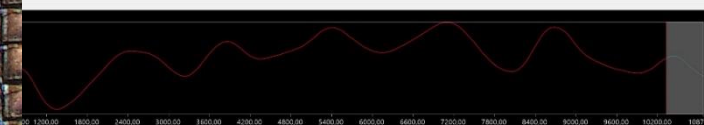
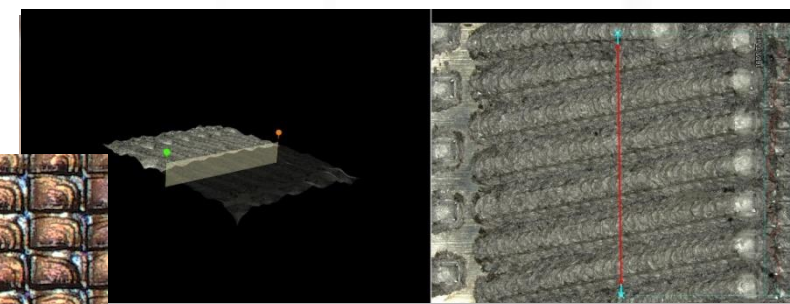
Laserové aplikace pro jaderný průmysl a energetiku

Laserové čištění a strukturování



Laserové čištění – robotizované i ruční

- odstraňování nečistot – odstraňování zbytkových obráběcích emulzí, mastnoty apod.
- odstraňování oxidických vrstev
 - počínající vrstvy oxidace i silné vrstvy koroze
 - odstranění ionizačních vrstev vodičů
- odstraňování starých nátěrů/laků
- čištění svarových spojů – před i po svařování
- selektivní odstranění pokovených nebo lakovaných vrstev
 - náhrada zastaralého maskování a broušení



Laserové strukturování

- zvýšení koheze – lepené spoje = metoda „suchého zipu“
- zdrsňování – náhrada tryskání před následnými operacemi (lakování, nástřik)
- vytváření definované struktury –prohlubně pro zlepšení vlastností atd.

Laserové aplikace pro jaderný průmysl a energetiku

Laserové čištění a strukturování



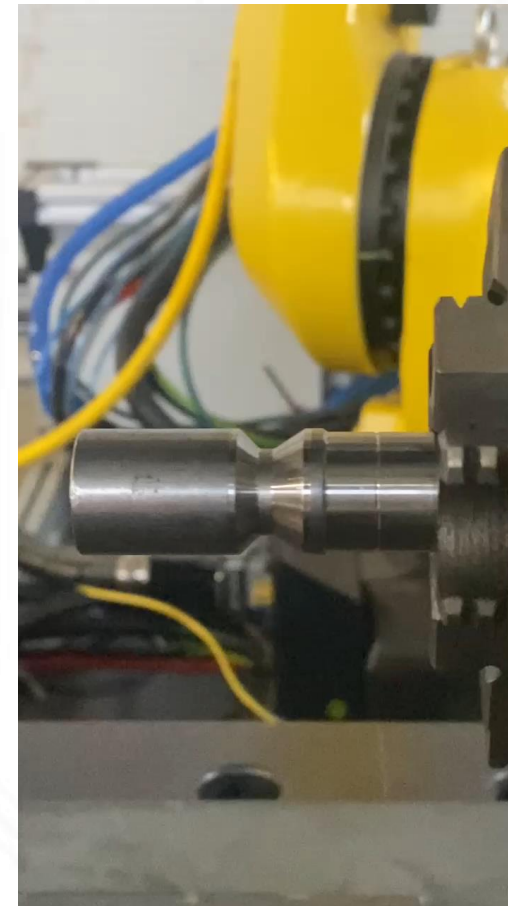
Čištění povrchu před KTL



Selektivní odstranění barvy



Odstranění koroze



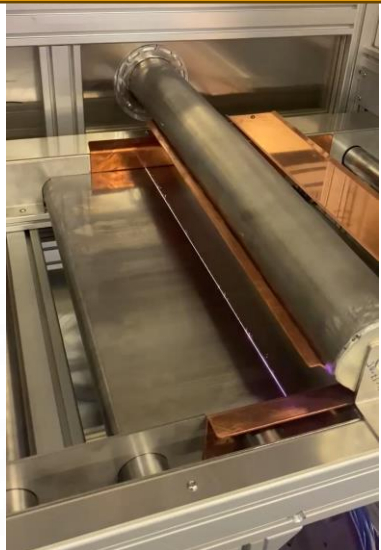
Odmaštění, odstranění emulzí
před navařováním

Laserové aplikace pro jaderný průmysl a energetiku

Laserové čištění a strukturování



Průběžná odmašťovací linka
před leptáním a laminací



Ablace povrchu měděných vodičů



Laserové čištění svarů před KTL –
karoserie, strukturní celky

Odmaštění, odstranění emulze



Průběžné zdrsňování
hliníkových barů – z obou stran –
propojení plast a kov



Čištění sklářských forem



Zdrsňování a čištění – náhrada
mechanického procesu. 6000 ks / směna



Robotizace MIG/MAG svařování v praxi



Robotizace frikčního svařování



- během procesu vznikají velké síly a teplo, které způsobí svaření materiálu, aniž by dosáhl teploty tavení
- robot s enormní tuhostí (FANUC M900) – nosnost 900 kg + frikční hlava ESAB
- pro tloušťky materiálu do 8 mm (hliník) a do 4 mm (měď), nutnost pevné upnutí dílu (přípravky)
- Svařování bez přídavného materiálu a ochranných plynů (rychlost ~ 10 cm / min)

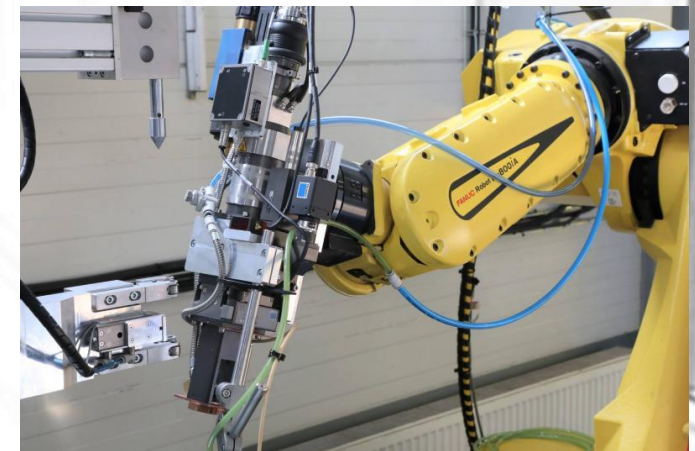




Nové laserové a robotické aplikační centrum – investice ~ 1 mio EUR

Studie proveditelnosti, testování, prototyping, nulté série

- **Přesné laserové svařování a řezání**
(TRUMPF TruDISK 8 kW, skenovací hlava, FANUC laserový robot) včetně svařování mědi, možnost použití taktilního navádění (SCANSONIC hlava)
- **Laserové čištění a laserové strukturování** (TRUMPF TruPulse 1 kW, FANUC robot, GUDEL dráha, polohovadlo) - vhodné i pro větší svařence nebo díly
- **Robotické MIG / MAG svařování – standardní i „kolaborativní“** - KEMPPi AX, 2 osé polohovadlo 500 kg
- **Robotické frikční svařování**



LaserTherm – komplexní řešení



Děkuji za pozornost.

