



PRVÁ ZVARAČSKÁ, a. s.

Zborník prednášok PZVAR MEETING 2023

Hotel ATRIUM High Tatras Nový Smokovec



ISBN 978-80-89421-19-0

Príspevky uverejnené v zborníku boli recenzované.

Recenzenti:

doc. Ing. Peter Polák, PhD.

Ing. František Kolenič, PhD.

ZVARAČ
profesionál

Obsah

VYBRANÉ APLIKÁCIE VLÁKNOVÝCH LASEROV VO ZVÁRANÍ V PRIEMyselNEJ PRAXI

Ing. Michal Šimek, PhD., Ing. František Kolenič, PhD., PRVÁ ZVÁRAČSKÁ, a. s., Bratislava

CWC-S COBOT WELDING CELL

p. Patrik Kosmál, IWT, Fronius Slovensko, s.r.o., Trnava

POVERENIE ZVÁRAČSKÝ TECHNOLÓG A JEHO ČINNOSŤ

Ing. Attila Tarcsi, PRVÁ ZVÁRAČSKÁ, a. s., Bratislava

FUNKČNÝ MODUL MERANIA PARAMETROV ELEKTRÓNOVÉHO LÚČA PRI VYSOKOPRODUKTÍVNO M ZVÁRANÍ (PROJEKT APVV 20-0103)

Ing. Ľuboš Kováč, PRVÁ ZVÁRAČSKÁ, a. s., Bratislava

SYSTÉM GENEROVANIA ELEKTRÓNOVÉHO LÚČA PZ- EB-7,5/60KV - KONŠTRUKČNÉ RIEŠENIE A VÝSTUPNÉ TECHNICKÉ PARAMETRE (PROJEKT APVV 20-0100)

Ing. František Kolenič, PhD., Ing. Rastislav Sekerka, PRVÁ ZVÁRAČSKÁ, a. s., Bratislava

EXPERIMENTÁLNE LASEROVÉ PRACOVISKO PRE VÝSKUM ZVÁRANIA DUPLEXNÝCH OCEĽÍ (PROJEKT APVV 21-0232)

Ing. František Kolenič, PhD., Ing. Michal Šimek, PhD., PRVÁ ZVÁRAČSKÁ, a. s., Bratislava

MERANIA A NEDEŠTRUKTÍVNE KONTROLY NA VODNÝCH STAVBÁCH I. A II. KATEGÓRIE

Ing. Jakub Porubčan, PhD., Vodohospodárska výstavba, š. p., Bratislava

MOŽNOSTI OBNOVY FUNKČNÝCH PLÔCH VSTREKOVACÍCH FORIEM

prof. Ing. Ján Viňáš, PhD., Strojnícka fakulta TU Košice

SKRATOVÉ ZVÁRACIE OBLÚKY

p. Pavel Humlach, EWM HIGHTEC WELDING s.r.o, Jiříkov, ČR

VÝHODY KOLABORATÍVNYCH ROBOTOV PRE ZVÁRANIE

p. Leoš Kučera, Robotcall s.r.o., Praha, ČR

POROVNANIE VLASTNOSTÍ ZVAROVÝCH SPOJOV VYSOKOPEVNÝCH OCEĽÍ ZVÁRANÝCH METÓDAMI LBW A MAG

Ing. Martin Frátrik, doc. Ing. Miloš Mičian, PhD. Strojnícka fakulta Žilinskej univerzity v Žiline

ZMENY PRI PREDĽŽOVANÍ KVALIFIKÁCIÍ PRACOVNÍKOV NDT A ZVÁRAČSKÝCH ODBORNÍKOV

Ing. Branislav Šimovič, PRVÁ ZVÁRAČSKÁ, a. s., Bratislava

PREZENTÁCIA FIRMY FANUC SLOVAKIA

p. Martin Hrabčák, p. Tomáš Richnavský, FANUC Slovakia s.r.o., Nitra

PREHĽAD A ORIENTÁCIA V PREDPISOCH OPP A BOZP PRI ČINNOSTIACH SPOJENÝCH SO ZVÁRANÍM

Mgr. Marián Brtko, SAFIRS, s.r.o., Ružomberok

VYUŽITIE OBRÁBACÍCH STROJOV NA ZVÁRANIE HLINÍKOVEJ ZLIATINY AW7075-T651 METÓDOU FSW

Ing. Ján Urminský, PhD., MTF STU Trnava

AUTOMATIZOVANÁ PRÍPRAVA ZVAROVÝCH PLÔCH LASEROM, PLAZMOU A KYSLÍKOM

Ing. Patrik Filipek, MicroStep, spol. s r.o., Bratislava

TEPELNÉ SPRACOVANIE ADITÍVNE VYRÁBANÉHO MATERIÁLU ZA ÚČELOM DOSIAHNUTIA ROVNOVÁŽNEHO STAVU ZVÝŠKOVÝCH NAPÄTÍ

Ing. Matúš Geľatko, PhD., Fakulta výrobných technológií TUKE so sídlom v Prešove

MERANIE KORÓZIE CEZ IZOLÁCIE

p. Andrej Kučík, SlovCert s.r.o., Bratislava

SOLÍK - PARTNER PRI ZAVÁDZANÍ NAJNOVŠÍCH TECHNOLÓGIÍ

p. Martin Solík, Solík SK, s.r.o., Považská Bystrica

LEPENIE NA ŽELEZNIČNÝCH VOZIDLÁCH A ICH ČASTIACH PODĽA NORMY EN 17460

Ing. Štefan Furik, PRVÁ ZVÁRAČSKÁ, a. s., Bratislava

NOVÉ VYDANIE NORMY STN EN ISO 4063:2023 ZVÁRANIE, TVRDÉ SPÁJKOVANIE, MÄKKÉ SPÁJKOVANIE A REZANIE

p. Peter Interholz, PRVÁ ZVÁRAČSKÁ, a. s., Bratislava

SCHVAĽOVANIE POSTUPOV ZVÁRANIA - LASEROVÉ ZVÁRANIE

Ing. Martin Kasenčák, PhD., PRVÁ ZVÁRAČSKÁ, a. s., Bratislava

NOVINKY V OBLASTI INŠPEKCIE A CERTIFIKÁCIE VÝROBKOV

Ing. Vladimír Simonides, PRVÁ ZVÁRAČSKÁ, a. s., Bratislava

CERTIFIKAČNÝ ORGÁN SYSTÉMOV KVALITY

Ing. Eva Gubóová, PRVÁ ZVÁRAČSKÁ, a. s., Bratislava

Za obsahovú stránku príspevkov zodpovedajú autori.

ISBN 978-80-89421-19-0

EAN 9788089421190



PRVÁ ZVARAČSKÁ, a. s.
FIRST WELDING, Inc.
KOPČIANSKA 14, 851 01 BRATISLAVA 5, SLOVAK REPUBLIC

Vybrané aplikácie pevnolátkových laserov vo zváraní v priemyselnej praxi.

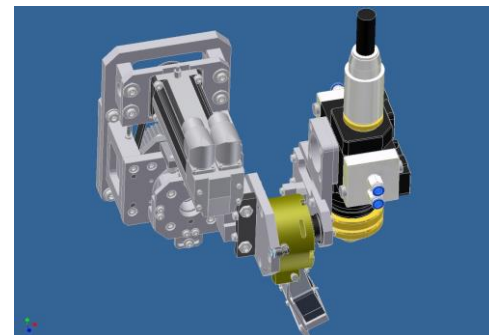
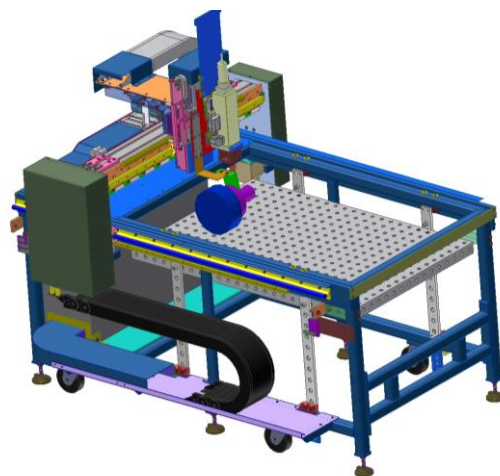
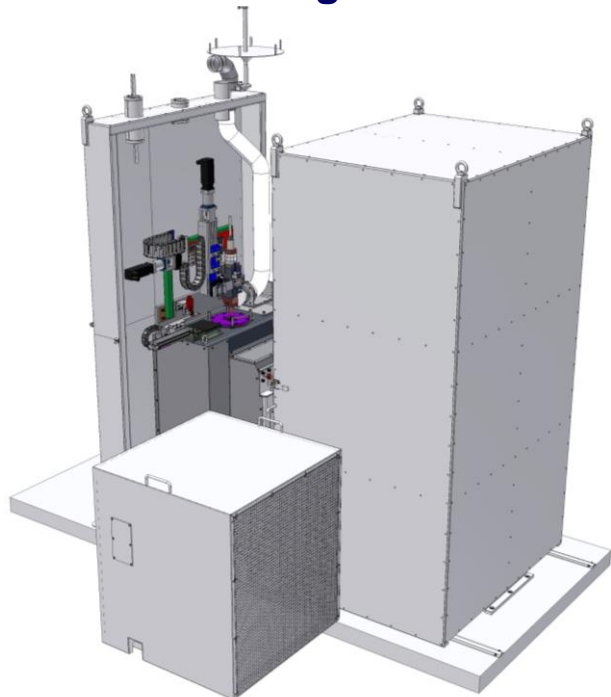
Ing. Michal ŠIMEK, PhD., Ing. František KOLENIČ, PhD.
(PRVÁ ZVARAČSKÁ, a. s.)

PZVAR MEETING 2023, Hotel ATRIUM, Nový Smokovec, 27.9-29.9.2023

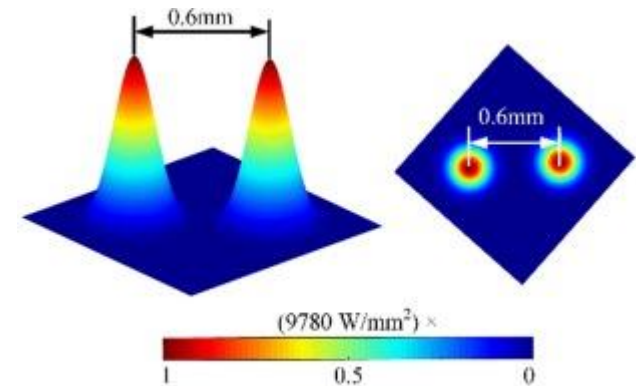
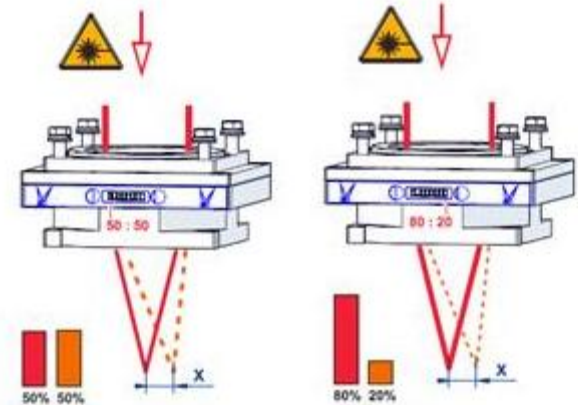
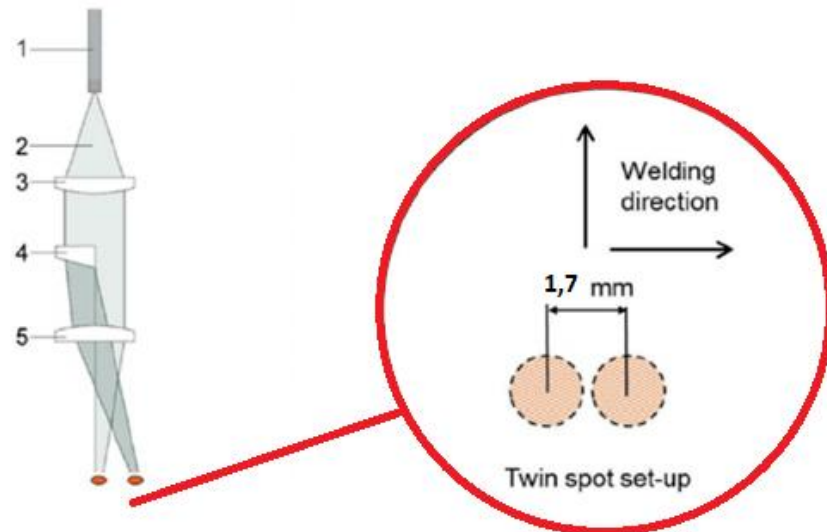


Zdroje laserového žiarenia - IPG YLS 5000

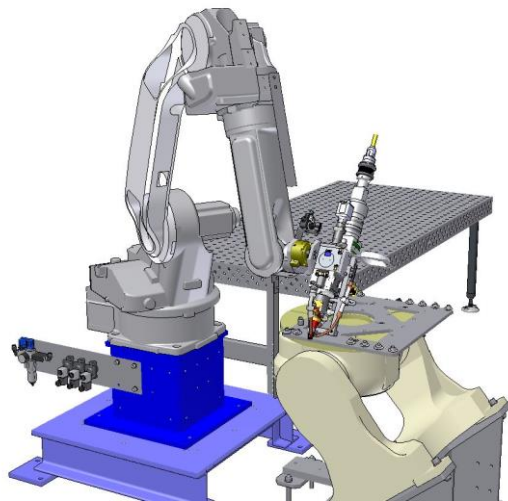
- Výkon laserového generátora: **5000W**
- Priemer optického vlákna: **0,1mm (0,3 mm)**
- Rozmery zvaracej bunky: **4x3 m**
- Rozmery pracovného stola: **1200 x 800 mm**
- Laserová hlava: **Precitec YW 52**
- Kaliaca hlava: **Kugler LK 190F**



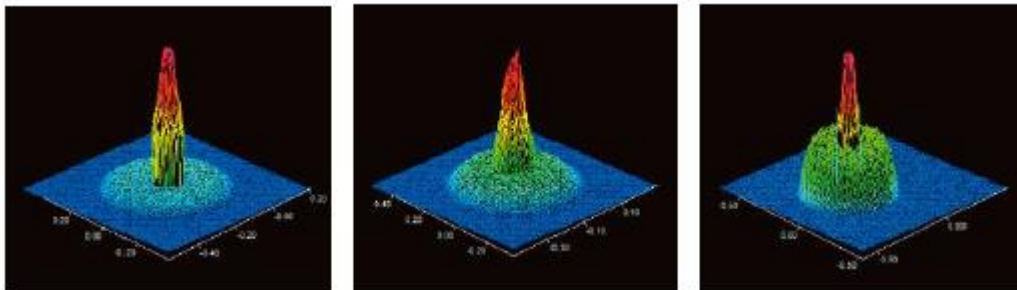
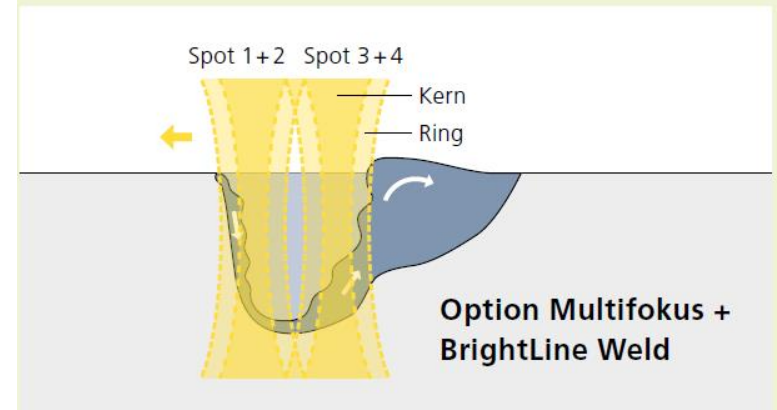
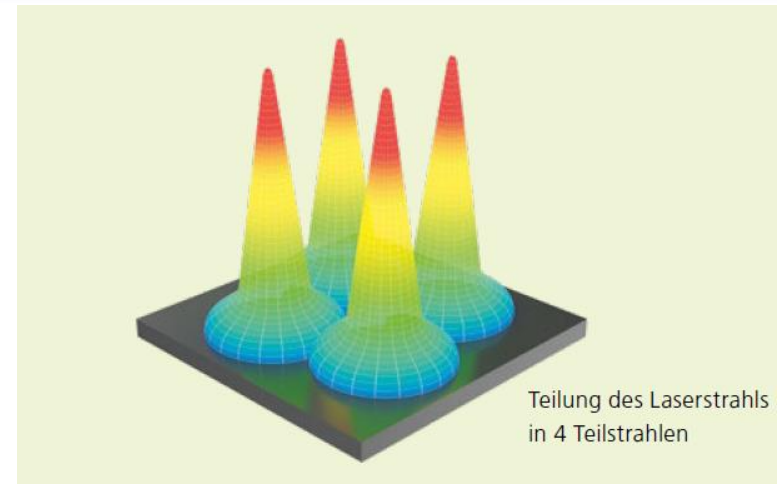
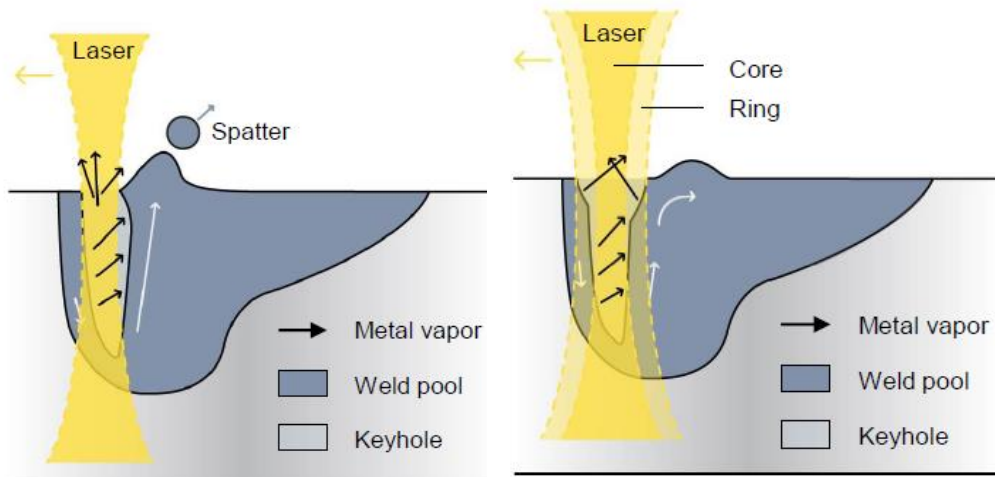
- Precitec YW 52 + TWINSPOT module,
- vzdialenosti medzi osami lúčov 0,3 / 0,6 / 1,7mm,
- pomer rozloženia energie 50/50, 40/60, 30/70, 20/80,
- vyššie rýchlosti zvarovania ako pri jednostopovom režime,
- možnosť premostiť väčšie zvarové medzery.



- výkon laserového generátora: **5000W**,
- pracovná plocha: **6x3 m**,
- 5 osí robot **OTC FD-V20A**
- priemer optického vlákna č.1: **0,2 mm**,
- laserová hlava **BEO D70**,
- priemer optického vlákna č.2: **0,1/0,4 mm**,
- laserová hlava **BEO D70 mutlifokus**

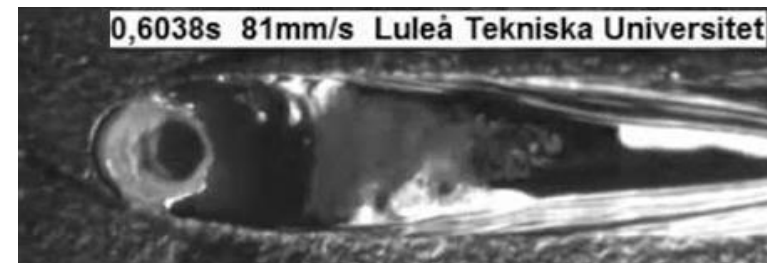
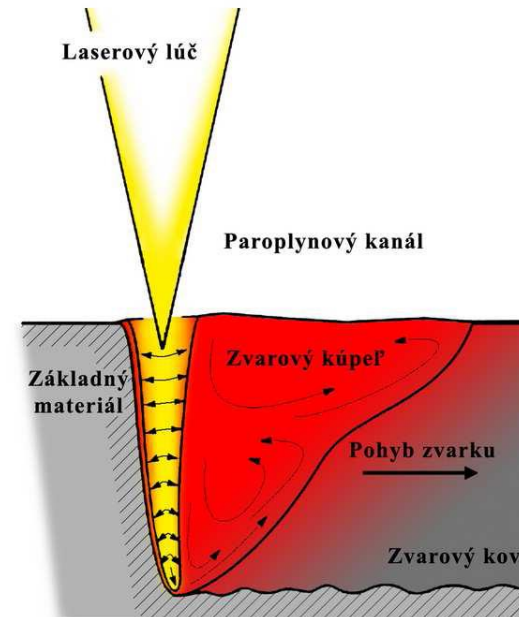
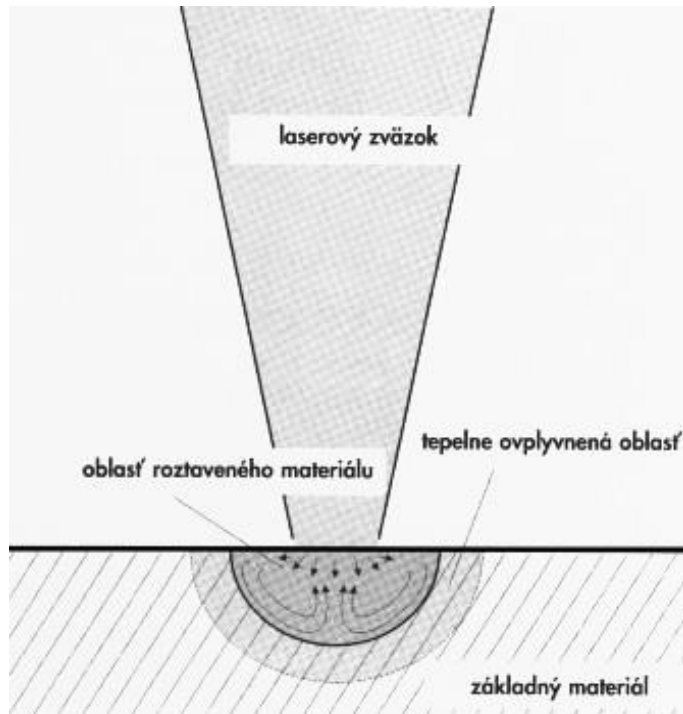


- Brightline Weld + Multifokus minimalizuje tvorbu pórov vo zvare,
- umožňuje riadený odtok kovových pár,
- odstraňuje tvorbu roztreku pri zváraní.



Samotný proces laserového zvarovania môže prebiehať v dvoch režimoch:

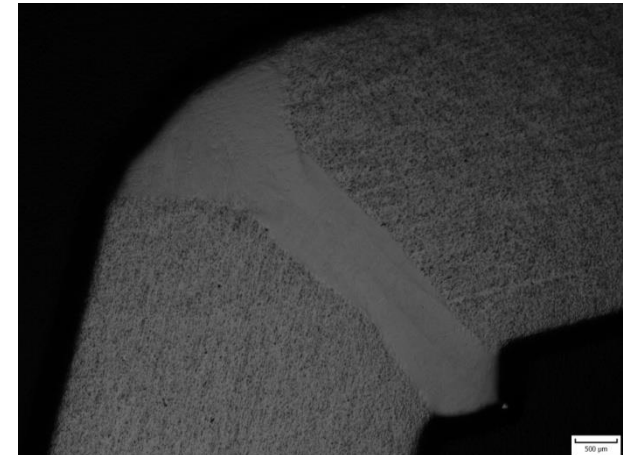
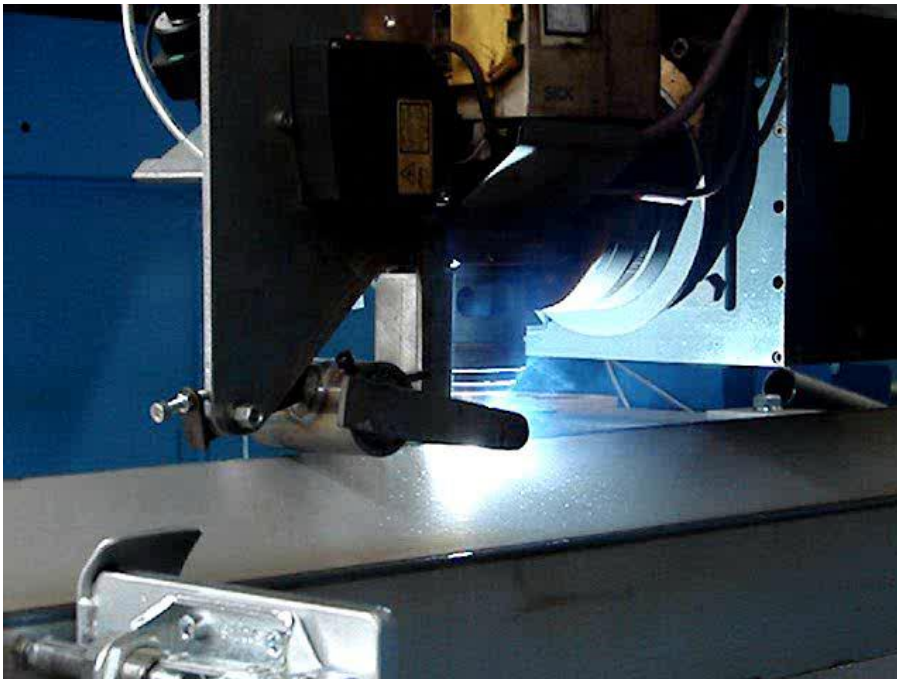
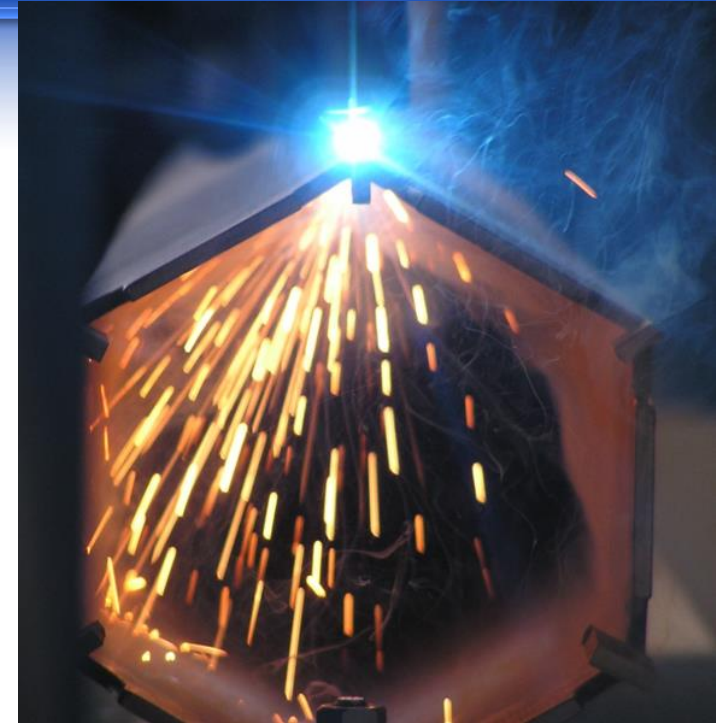
- s plytkým pretavením základného materiálu,
- hlbokým pretavením so vznikom paroplynového kanála.



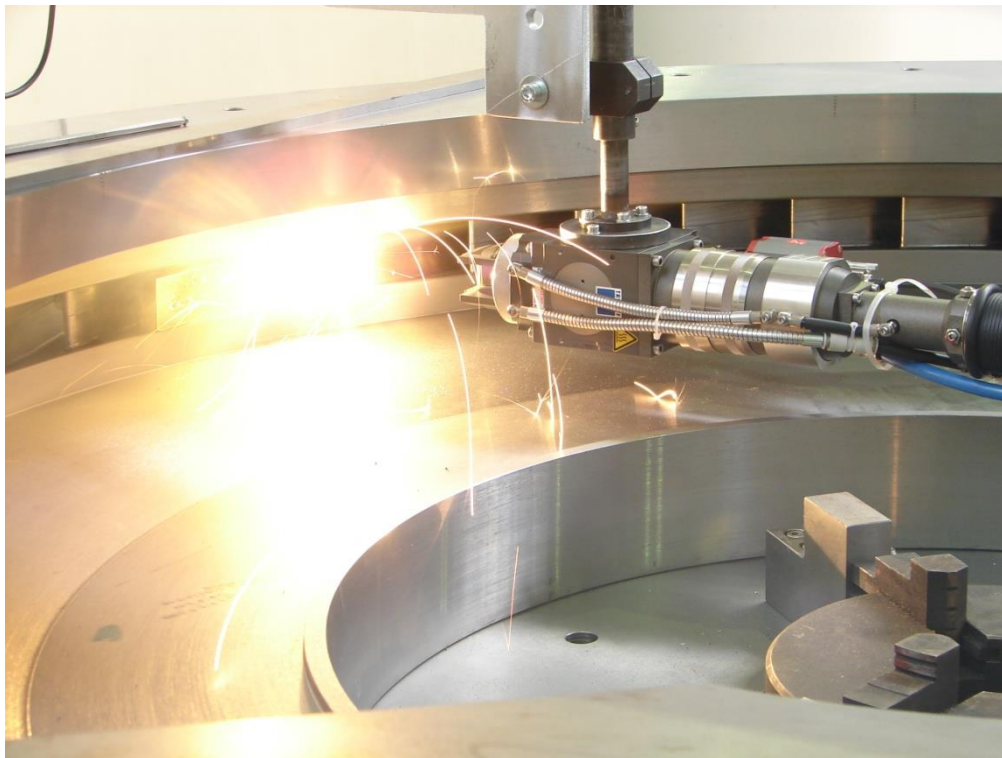


LZ hexagonálnych rúr na uskladnenie vyhoretých palivových článkov

- základný materiál – nehrdzavejúca austenitická oceľ legovaná bórom,
- požadovaný plný prievar 4,85 mm,
- koreň po celej dĺžke zvaru, celistvý zvar, bez degradácie a odolnosti voči MKK, minimálne deformácie.

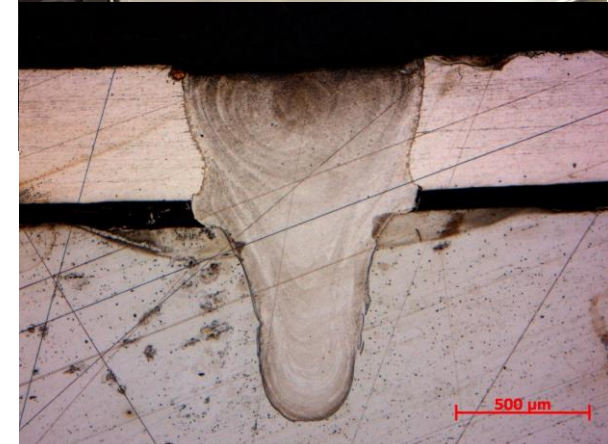
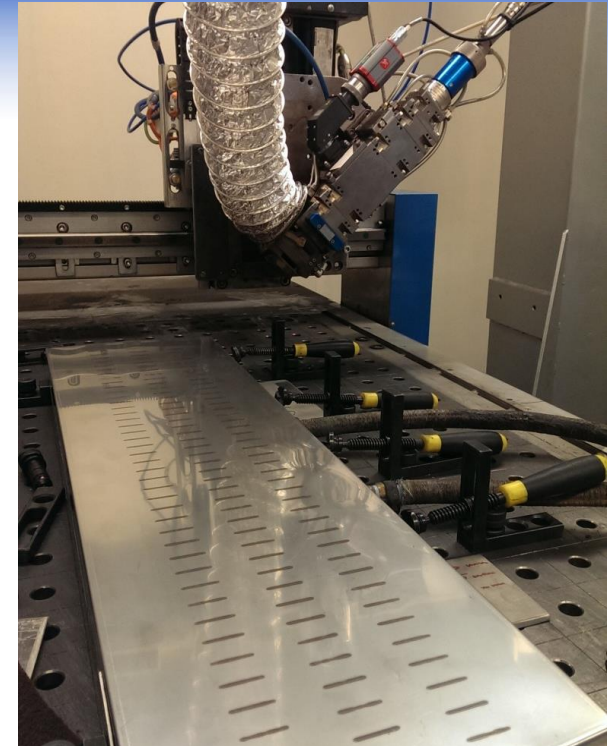


- základný materiál - konštrukčná oceľ S 355J10,
- požadovaný plný prievar 12 mm,
- koreň po celej dĺžke zvaru celistvý, zvar bez pórov a trhlín.



Renovácia poškodených krycích plechov na lineárnych motoroch pomocou LZ

- základný materiál
 - kryt lineárneho motora - nehrdzavejúca austenitická oceľ,
 - stator lineárneho motora - transformátorové plechy s feritickej ocele s povrchovou elektrickou izolačnou vrstvou.
- celistvý a tesný zvar bez pórov a trhlín





LZ krycích plechov lineárnych motorov bez vinutia

- manuálne otáčanie prípravku,
- motorické naklápanie laserovej hlavy



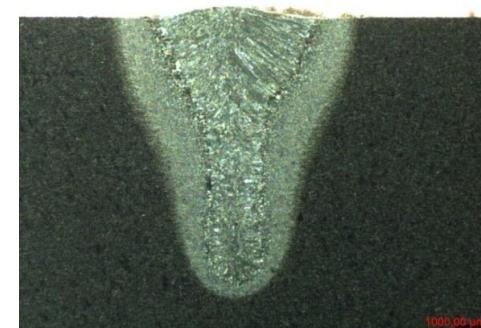
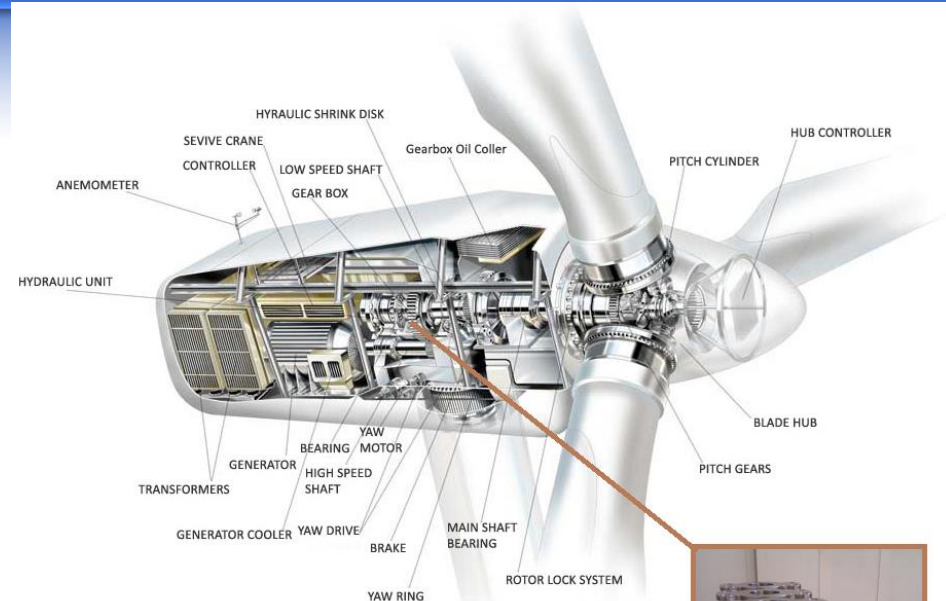
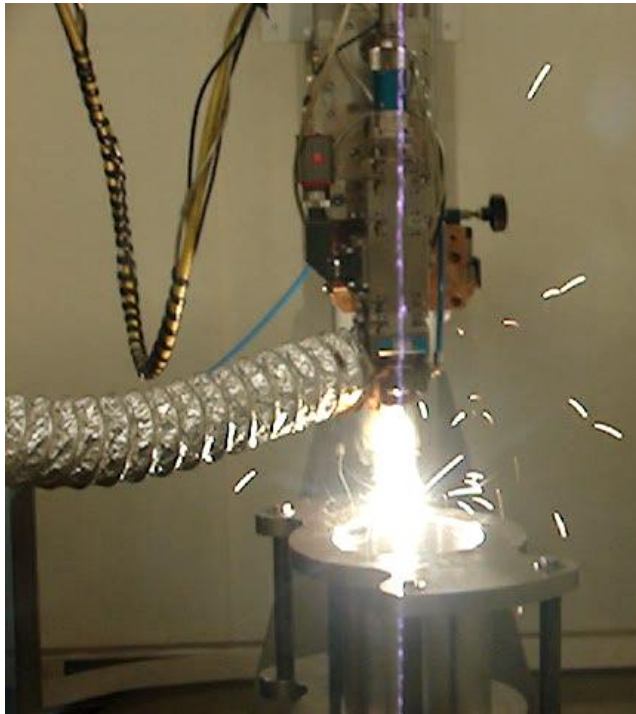


Robotizované LZ krycích plechov lineárných motorov

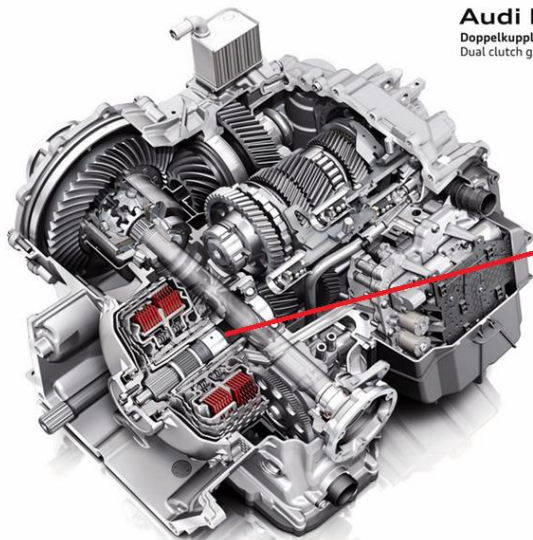
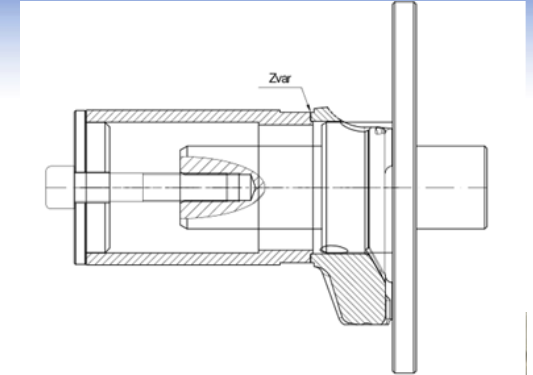
- vyššia rýchlosť zvarovania, vyššia kadencia,
- minimalizácia montážnych časov.
- lepšia opakovateľnosť a presnosť procesu



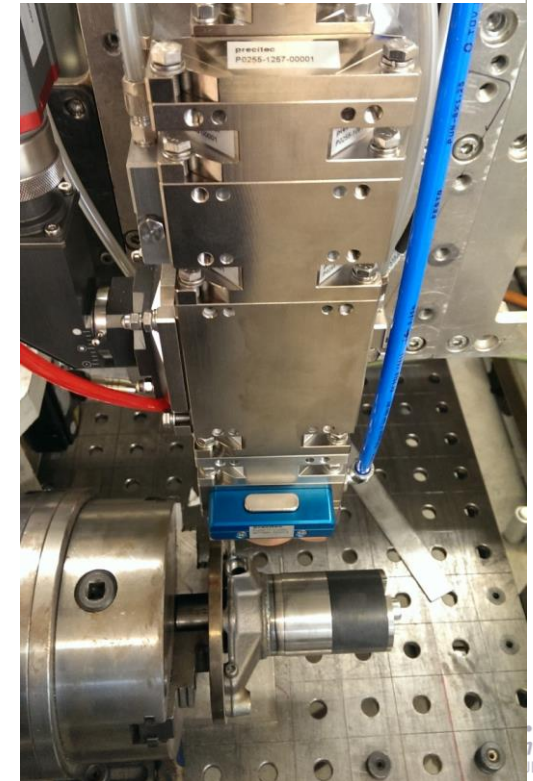
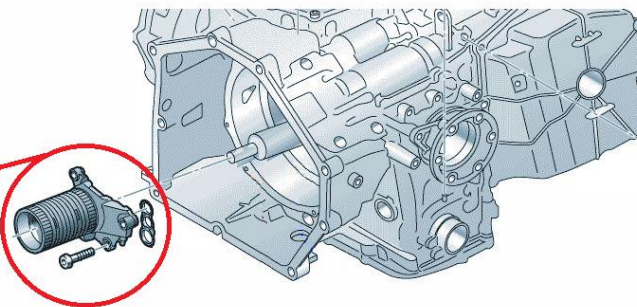
- základný materiál - oceľ S 355J10
- požadovaný minimálny závar 4 mm



- požadovaný plný priedvar,
- celistvý zvar bez pórov a trhlín.



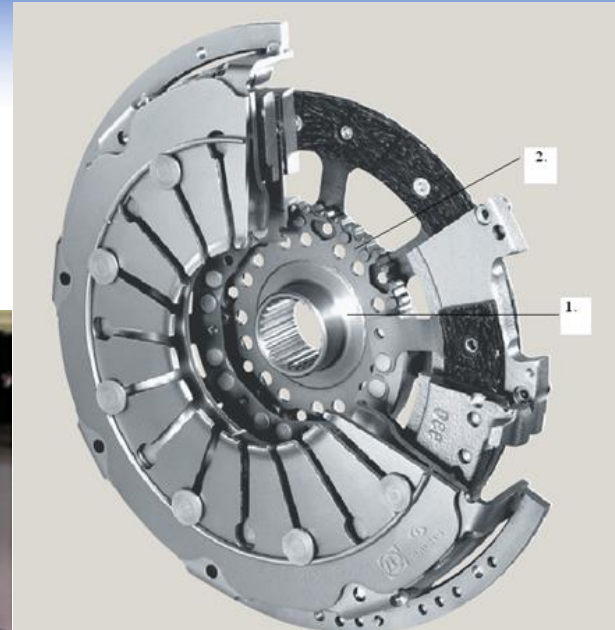
Audi R8
Doppelkupplungsgetriebe S tronic
Dual clutch gearbox S tronic



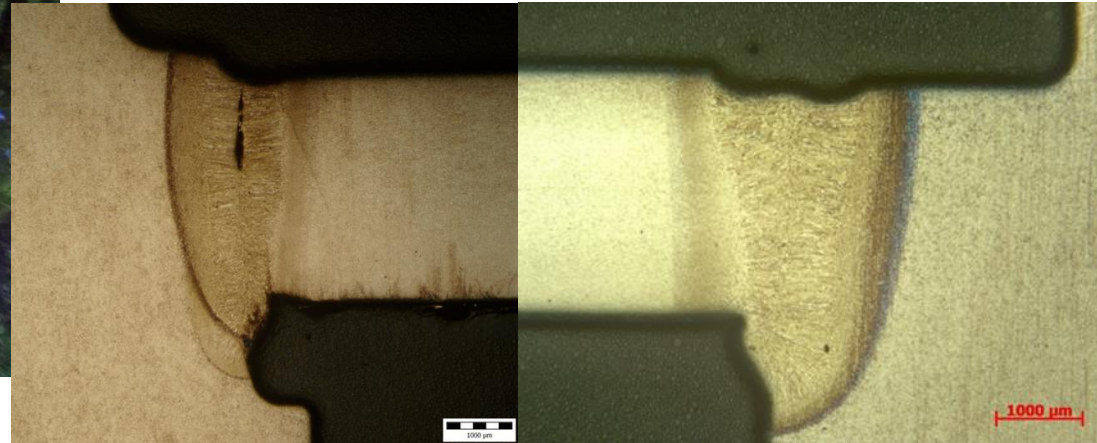
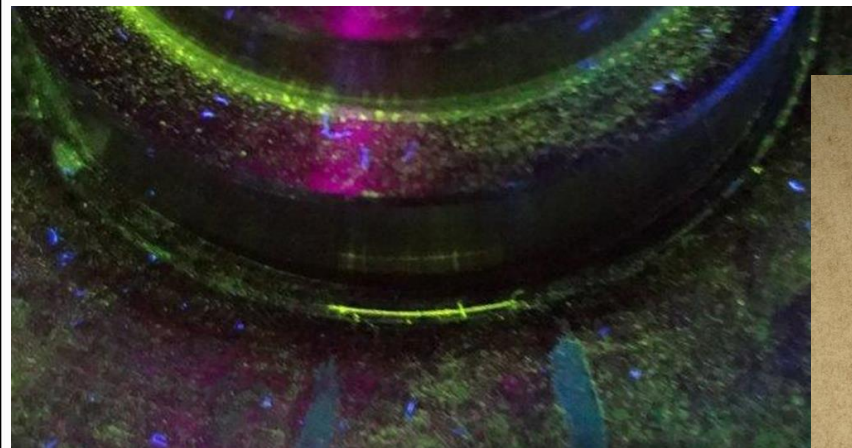
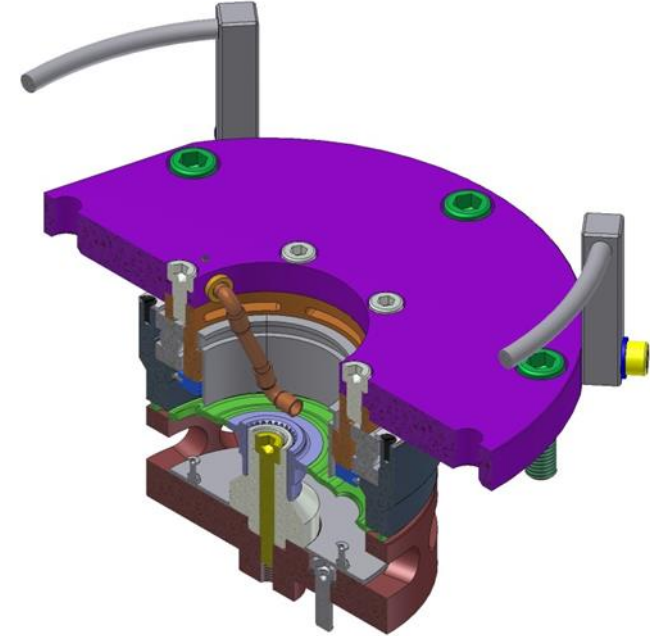
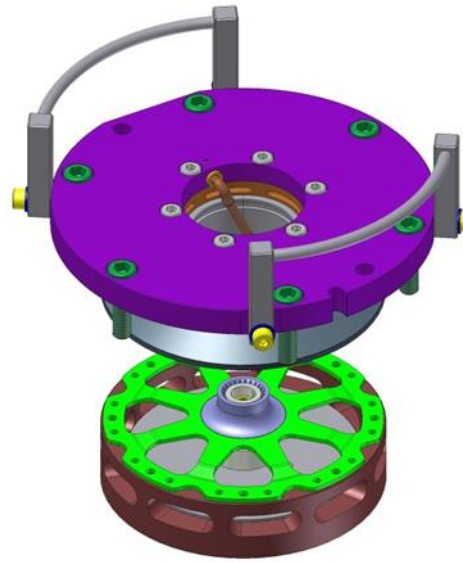


Sériové laserové zváranie ZUK pre osobné automobily

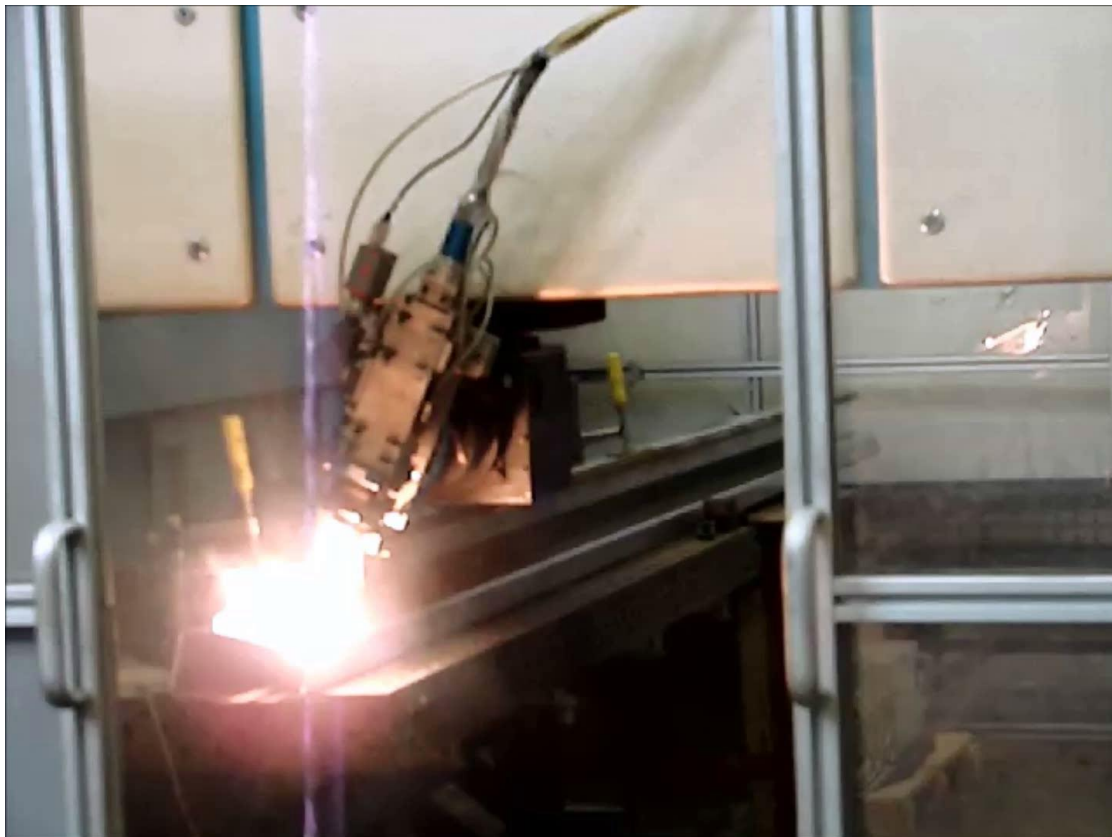
- vzorkovanie procesu podľa noriem VDA 6.3 a QR83,
- laserové zváranie podľa CQ-I 15,
- požiadavky na zvarový spoj – norma STN EN 13919-1 C



- prípravky s integrovanou dýzou na prívod ochranného plynu,
- svahovanie výkonu v mieste prekrytu zvarového spoja



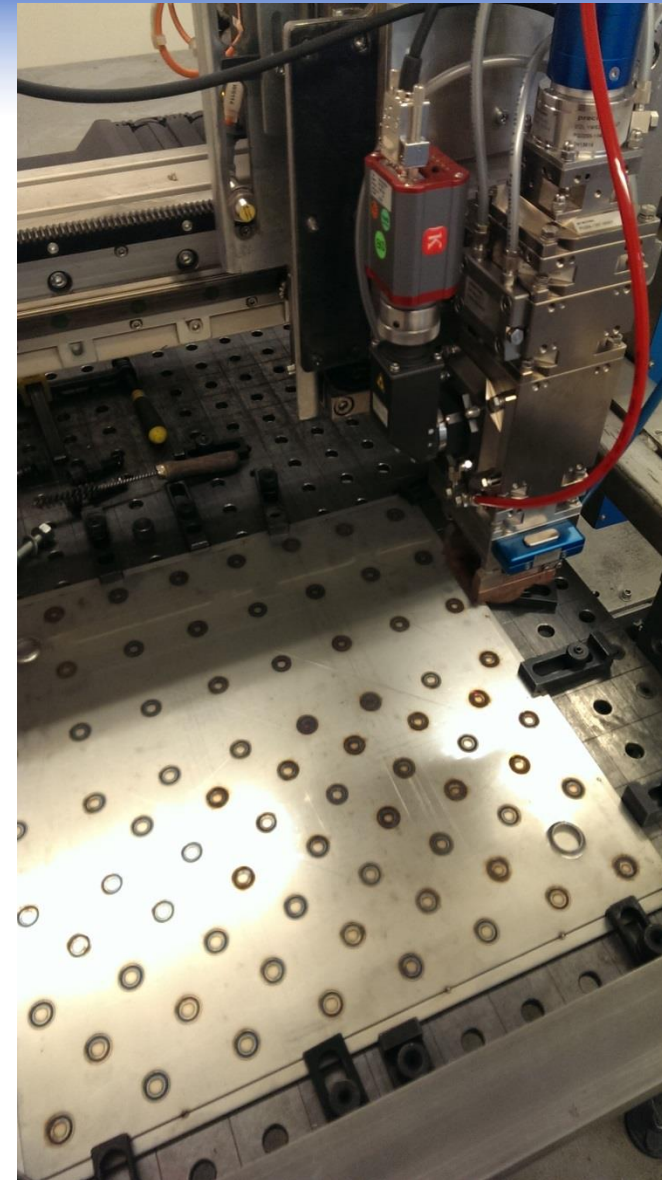
- základný materiál - nehrdzavejúca austenitická oceľ
- plný prievar, tesný zvar





Laserové zvarovanie dna varnej vane pre potravinársky priemysel

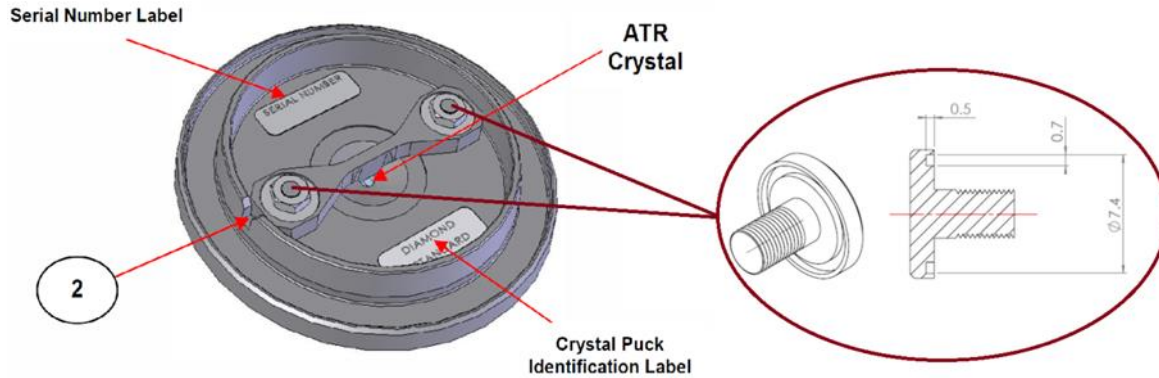
- základný materiál - austenitická chróm-niklová oceľ
- natlakovanie vzorky na 130bar





Laserové zváranie diamantových držiakov pre spektrometre

- zváranie kaleného držiaka a nekalenej skrutky,
- kruhová interpolácia, svahovanie výkonu v mieste stretu začiatku a konca zvarového spoja.



The Quest™ Interchangeable Pucks System

Liquid Puck
"superior ease of use with liquid samples"

Specular Reflectance
"enable the study of reflective materials"

Ge Puck
"for strongly absorbing materials"

Diamond Puck
"superior robust performance"

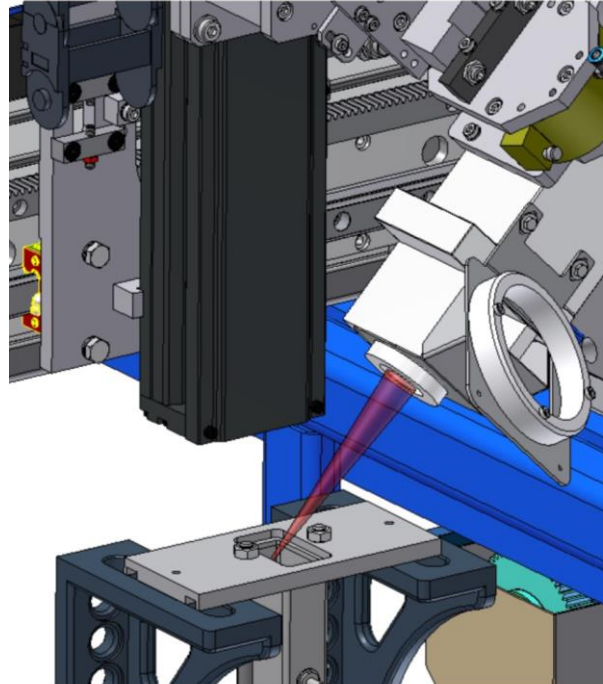
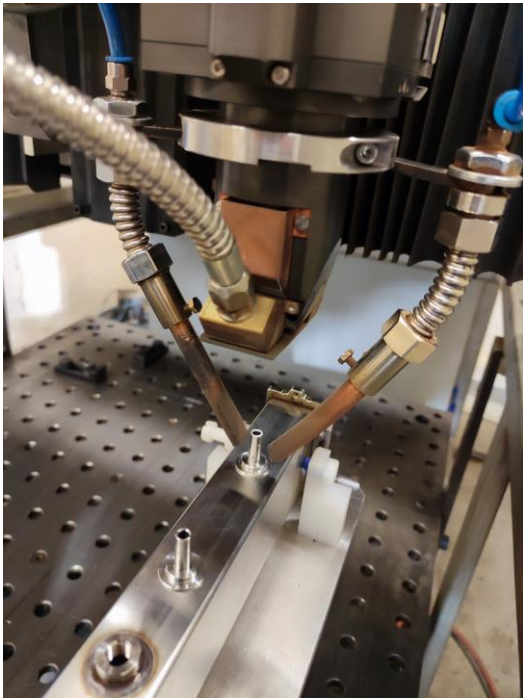
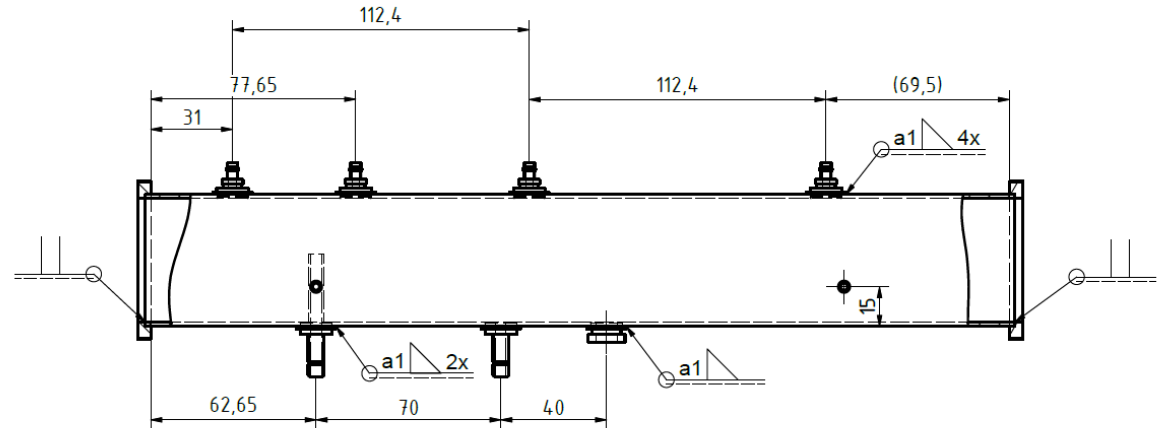
Si Puck
"reduce band distortion whilst limiting reduced band intensity"

ZnSe Puck
"an attractive - and cheap - alternative to diamond"

Specac

YouTube

- tesný zvar-testovanie na 3 BAR podľa DIN EN 1779 C1 (bublínkový test vo vodnom kúpeli)
- základný materiál - austenitická nehrdzavejúca oceľ-1.4301





POĎAKOVANIE

Táto práca bola podporená Agentúrou na podporu výskumu a vývoja na základe zmluvy č. APVV-18-0402 a č. APVV-21-0232

simek.michal@pzvar.sk

CWC-S

Cobot welding Cell



CWC-S Cobot welding Cell

Overview

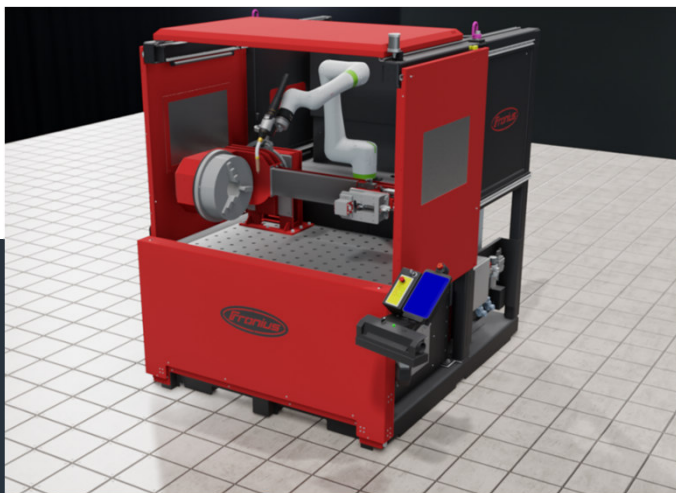


Fronius Cobot Welding CWC-S

- + Nízke investičné náklady
- + Ziskové aj pri malých sériách
- + Mimoriadne jednoduché a intuitívne programovanie
- + Použitie ďalších osí (rotačná jednotka)
- + Maximálna bezpečnosť vďaka krytu v súlade s CE normami.

Základná výbava & opcie

Základná výbava / opcie



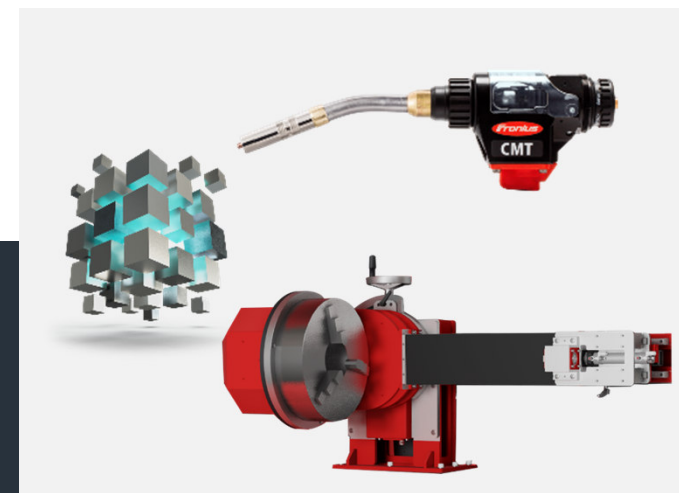
Základná výbava

- Základná konštrukcia so zváracím stolom Demmeler
- Fanuc CX10iA s rukoväťou Fanuc
- Zváracie zariadenie TPS320i push
- Pneumatická ochrana proti žiareniu
- Odsávací digestor
- Bočné posuvné dvere



Štartovací balíček

- Procesný tréning
- Startup-Set balík náhradných dielov / spotrebných dielov
- Skúška zvaráním
- APP WeldConnect



Opcie

- Push Pull CMT TPS400i
- Rotačná jednotka (externá os)
- Koník
- Jednotka na odsávanie dymu
- Funkcia nakladania žeriavom
- Weldcube

Technické údaje



Rozmery / Hmotnosť:

- Rozmery l x d x h: 1680 x 2100 x 2240 mm
- Hmotnosť: 2500 kg

Pracovný priestor :

- Bez otočnej jednotky : 1500 x 1000 x 700 mm
- S otočnou jednotkou: l= 860 , \varnothing = 450 mm

ROBOT:

- Fanuc CRX-10iA
- Dosah: 1249 mm
- Opakovateľnosť - presnosť: +/- 0.04 mm
- Max. zaťaženie: 10 kg

Prehľad

Zváračie zariadenie

- TPS 320i / TPS 400i power
- Rôzne zváračie balíky

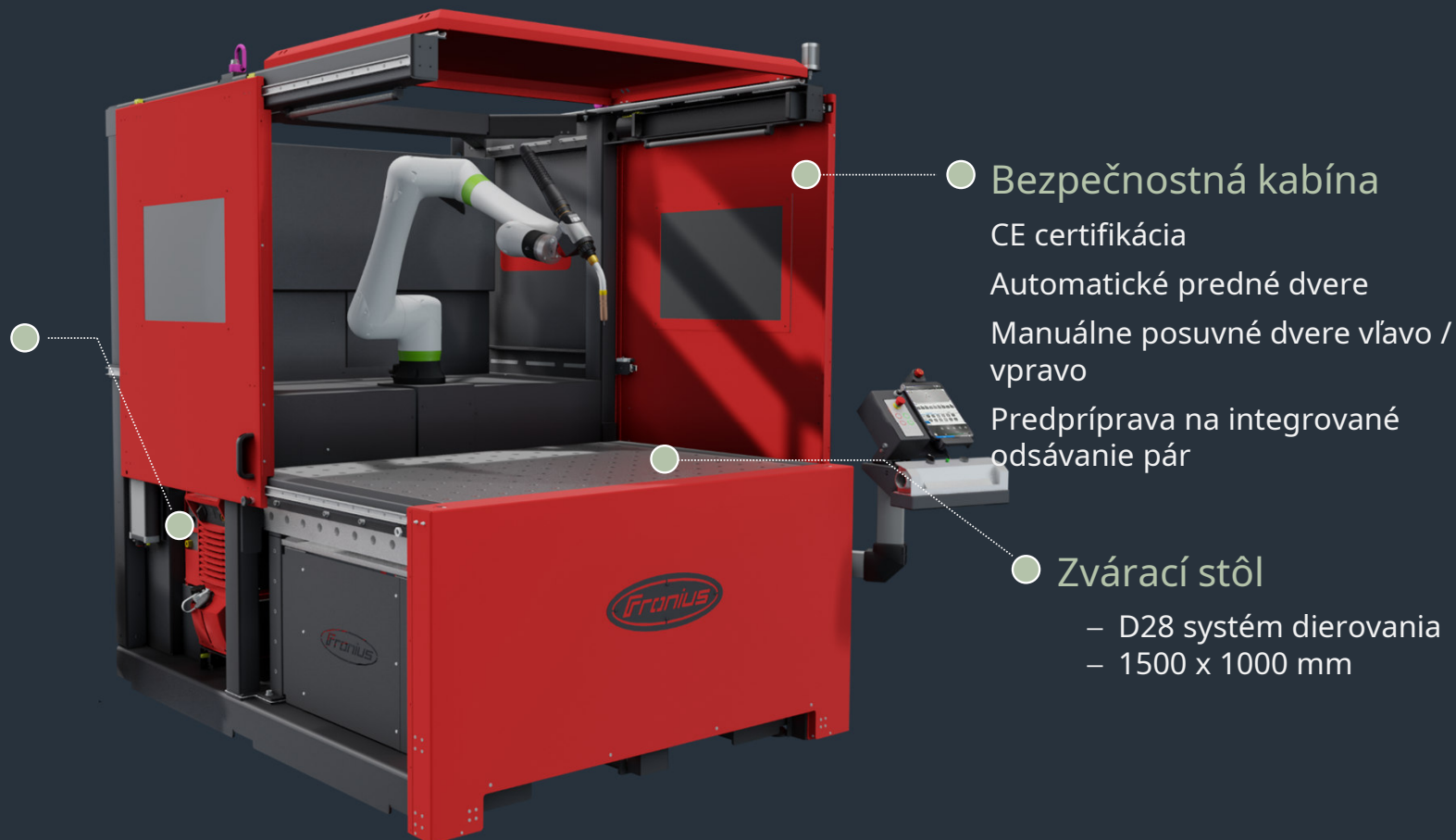
WELDING PACKAGE **STANDARD**

WELDING PACKAGE **PULSE**

WELDING PACKAGE **LSC**

WELDING PACKAGE **PMC**

WELDING PACKAGE **CMT**



Bezpečnostná kabína

CE certifikácia

Automatické predné dvere

Manuálne posuvné dvere vľavo / vpravo

Predpríprava na integrované odsávanie pár

Zváračací stôl

– D28 systém dierovania

– 1500 x 1000 mm

Prehľad

Otočná jednotka (option)

- Motorizovaná otočná jednotka

„koník“ (option)

- Namontované na lineárnej jednotke
- Elektropneumatická prevádzka



COBOT (Fanuc CRX-10iA)

- 6-osový Cobot
- Snímač sily a krútiaceho momentu pre ľahký manuálny pohyb
- Ovládacie / učiace ovládanie namontované na horáku

Ovládací panel

- Ovládanie cez tablet pre jednoduché a intuitívne programovanie

Optimálna dostupnosť

Manuálne bočné dvere vedené koľajnicou pre optimálny prístup.



Posuvná
strecha pre
nakladanie
žeriavom



Zváracie zariadenie



Zváracie zariadenie: Fronius TPS 320i/400i
Pulse/Standard/CMT

Chladiaca jednotka: CU 1100i

Podávanie drátu : WF 25i/SB60i/RD60i

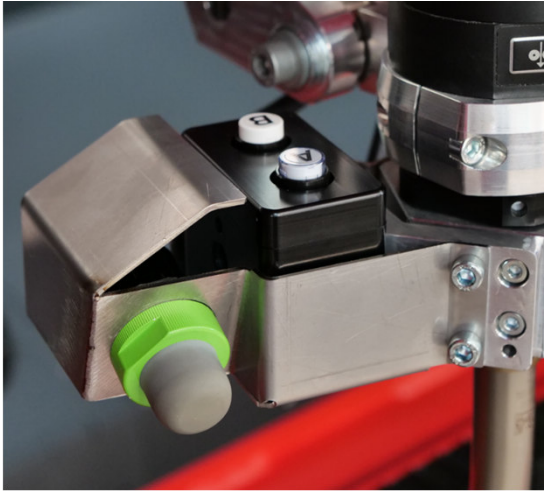
Hadica horáka : MHP 700i

Telo horáka: MTB 400i



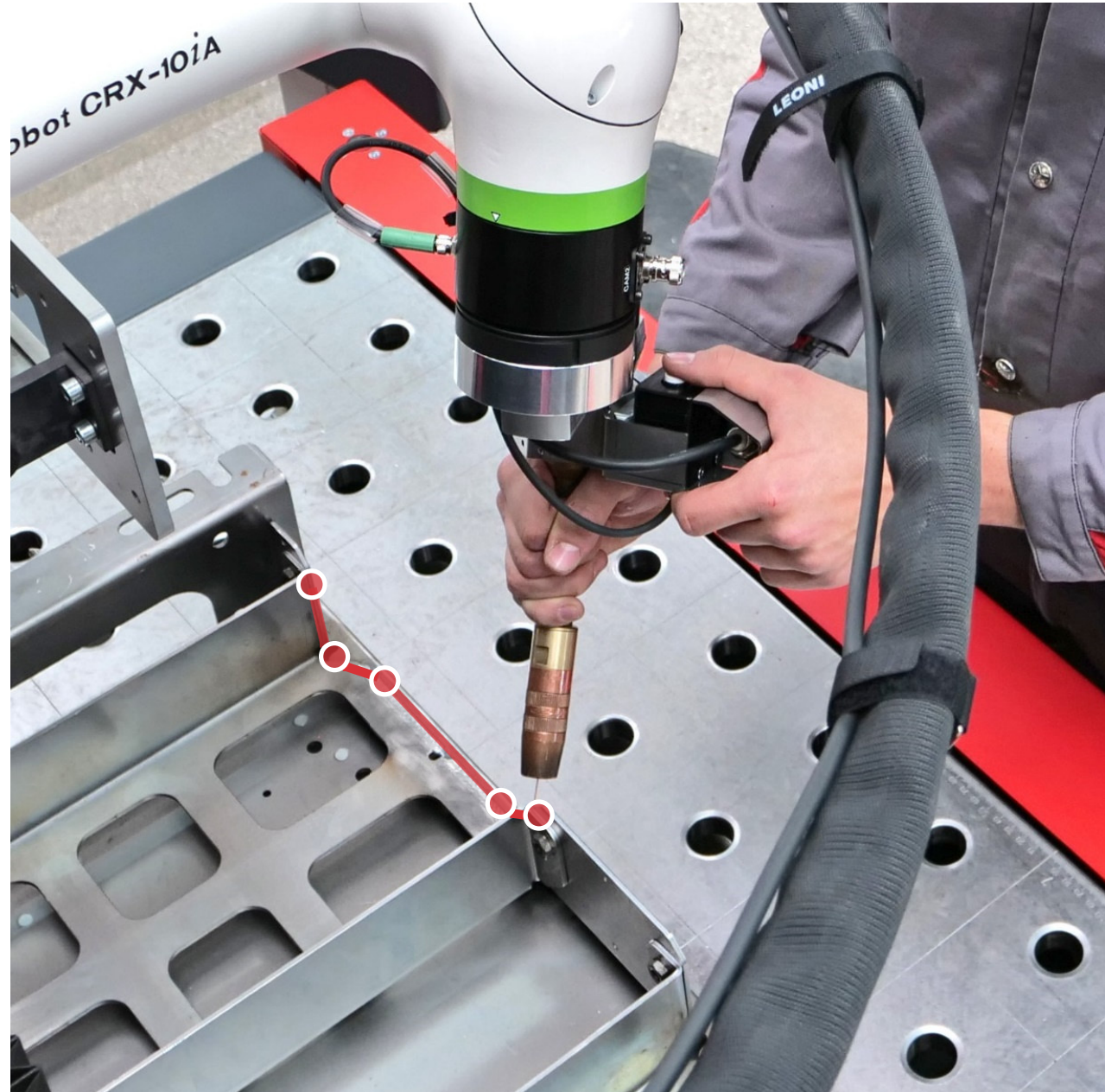
Jednoduché programovanie





Tvorenie dráh pohybu

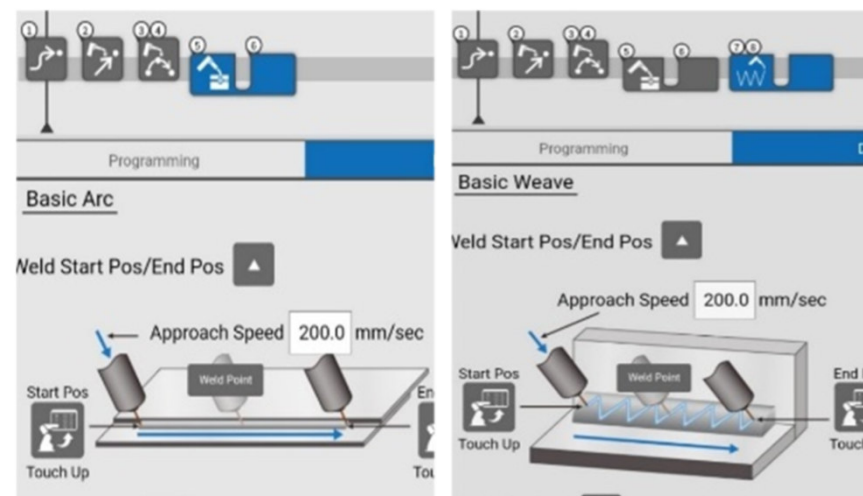
Presuňte cobota do požadovaných pozícií zvarovania a potvrdte počiatočnú a koncovú polohu tlačidlami na ovládacej rukoväti. Program sa vytvorí automaticky.

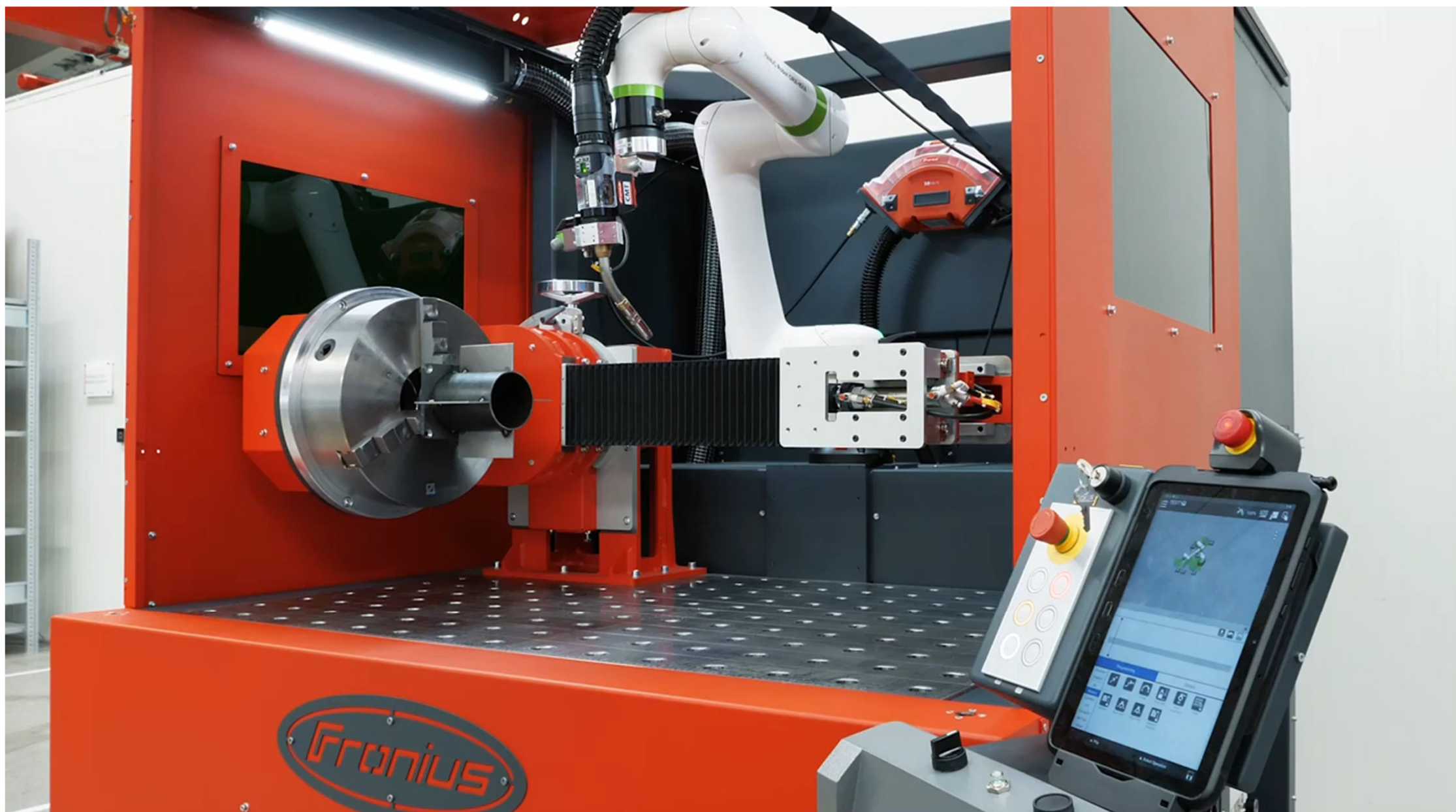




Vytváranie programu Chyt' a pusť

Pomocou predvolených ikon je vytváranie programu veľmi jednoduché a rýchle. Program vytvoríte zoradením a nastavením potrebných ikon v rade za sebou.





Exento HighVac & LowVac



Fronius International, PM Welding Accessories, November 2022
Information Class: Confidential

Positioning

Exento LowVac

Mobilná odsávací jednotka s odsávacím ramenem



Exento HighVac

Mobilný odsávací systém pre použitie s odsávacími horákmi Fronius



Smart Product portfolio





Exento LowVac

Velkosť filtra

Dlhá životnosť filtra vďaka filtračnej ploche 25 m² (voliteľne rozšíriteľná na 42 m²)

Vylepšená odsávacia hubica

O 40 % vyššia miera zachytávania* - Menšia práca pri premiestňovaní sacieho ramena vďaka väčšej ploche zachytávania

Robustná konštrukcia

Odolný kryt s práškovým nástrekom



Viac bezpečnosti

Akustické a vizuálne monitorovanie filtra, výmena filtra bez kontaminácie

Modulárny dizajn

Odsávacie rameno- dostupné dĺžky v 2m / 3m / 4m

Rozšíriteľné

Užitočné príslušenstvo ako automatický štart-stop modul alebo s LED osvetlením



CE, UKCA, UL/CSA, CCC (not required)

*... v porovnaní s konvenčným odsávaním

Výhody Exento LowVac



Veľkosť filtra

Dlhá životnosť filtra vďaka štandardnej filtračnej ploche 25 m² (voliteľne rozšíriteľná na 42 m²)



Viac bezpečnosti

Akustické a vizuálne monitorovanie filtra, výmena filtra bez kontaminácie



+40% vyššia miera zachytávania *

Vylepšená odsávacia hubica

*... compared with conventional oval extraction hood





Exento HighVac

Kvalita filtra

Extra veľká vertikálne namontovaná filtračná vložka zachytí až 99,9 % odsatého jemného prachu.

Intuitívne ovládanie jedným tlačidlom

Jednoduchá obsluha aj so zvaračskými rukavicami

Poloautomatické čistenie

zariadenie upozorní na upchatie filtra – otočným/tlačným gombíkom sa spustí proces čistenia



Konštantná kontrola rýchlosti extrakcie

Automatická regulácia prietoku vzduchu na nastavenú hodnotu (napr. 80 m³/h)

Perfektný výkon

Najlepší výkon s odsávacou sadou Exento alebo odsávacím horákom Exento

Automatický štart-stop (voliteľné)

Šetrí čas a energiu - Odsávanie iba počas procesu zvarovania



CE, UKCA, UL/CSA, CCC (not required)



All information is without guarantee in spite of careful editing – liability excluded.

Intellectual property and copyright: all rights reserved.
Copyright law and other laws protecting intellectual property apply to the content of this presentation and the documentation enclosed (including texts, pictures, graphics, animations etc.) unless expressly indicated otherwise. It is not permitted to use, copy or alter the content of this presentation for private or commercial purposes without explicit consent of Fronius.



POVERENÝ ZVÁRAČSKÝ TECHNOLOG A JEHO ČINNOSŤ

Ing. Attila TARCSI, IWE

Prvá zváračská, a. s., Bratislava



Poverený zvaračský technológ - PZT



Aktívny poverený zvaračský technológ

- ❖ Pre aktívnych PZT predĺženie poverenia je každé 2 roky podľa CDO
- ❖ Termíny v predĺženia 28.02., 28.05., 28.08. a 28.11. daného roka
- ❖ Predĺženie sa uskutoční na základe žiadosti a zaplatení poplatku
- ❖ Poverenia zanikne, ak PZT nepožiada o predĺženie po dvoch za sebou idúcich termínoch
- ❖ Obnovenie je totožné ako získanie poverenia pre nových PZT



Poverený zvaračský technológ - PZT



Nový poverený zvaračský technológ

- ❖ Zaujemca kontaktuje kompetentného pracovníka SO
- ❖ Pracovník SO poinformuje kandidáta o možnosti a požiadavkách k získaniu PZT
- ❖ Kandidát a pracovník SO si dohodnú termín skúšky
- ❖ Skúška pozostáva z aktívneho a pasívneho testu z legislatívy pri zvaraní
- ❖ Poverenie sa vydáva k najbližšiemu termínu určeného pre predĺžovanie poverenia



Poverený zvaračský technológ - PZT

Nový poverený zvaračský technológ

- ❖ **Po úspešných testoch a vydaní poverenia PZT vykonáva činnosť podľa príslušných smerníc SO**
- ❖ **SPZ-SO-2/2021: Poverenie zvaračského technológa**
- ❖ **SPZ-SO-3/2021: Zaškolenia zvaračských robotníkov podľa STN 05 0705**
- ❖ **SO pridelí prístupový kód do ID konta PZT**





Poverený zvaračský technológ - PZT

Poverený zvaračský technológ ZŠ

- ❖ **Zvaračská škola musí mať povereného zvaračského technológa**
- ❖ **Spôsob získania poverenia je rovnaký ako bolo uvedené**
- ❖ **Predĺženie poverenia na 2 roky v tomto prípade sa uskutoční automaticky k 01.01. príslušného roka**
- ❖ **Ak PZT ukončí činnosť vo zvaračskej škole, môže v činnosti pokračovať ako aktívny PZT**



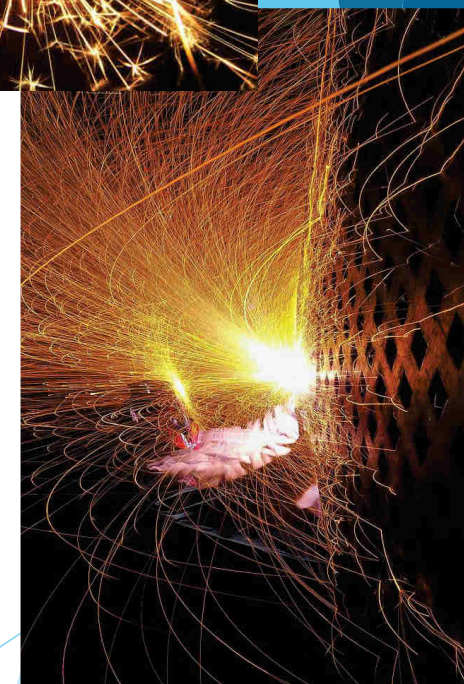


Poverený zvaračský technológ - PZT



UPOZORNENIE

- ❖ **ID konto PZT alebo zvaračskej školy je od 01.04.2020 povinný používať každý PZT**
- ❖ **PZT musí kompletne a presne vyplniť osobné údaje zvarača alebo zaškoleného pracovníka**
- ❖ **Pri preskúšaní z legislatívy pri zváraní musí zakliknúť aj príslušnú normu**
- ❖ **Pri zaškolení správne zadať názov zaškolenia**



Ďakujem za pozornosť



PRVÁ ZVÁRAČSKÁ, a. s.
KOPČIANSKA 14, 851 01 BRATISLAVA 5, SLOVENSKÁ REPUBLIKA

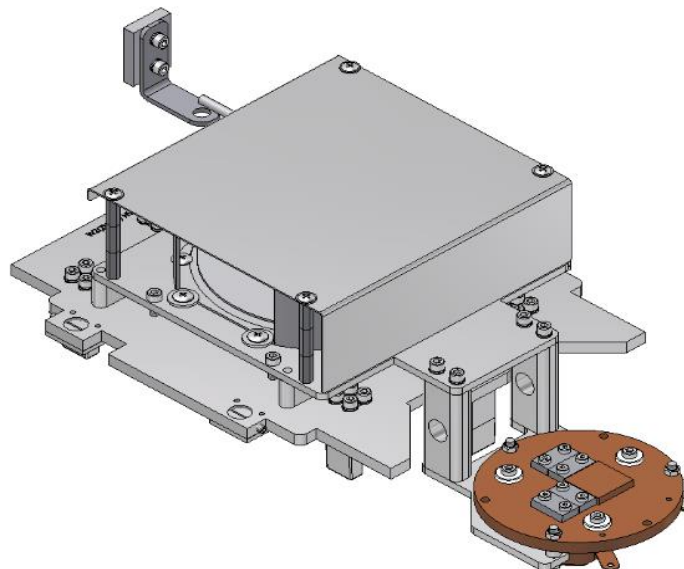
Popularizácia výsledkov riešenia projektu APVV-20-0103

Ing. Ľuboš Kováč

Funkčný model merania parametrov elektrónového lúča pri vysokoproduktívnom zváraní

Názov projektu	Výskum systémov monitorovania vybraných parametrov elektrónového lúča pre procesy vysokokadenčného zvárania
Financovanie	APVV-20-0103
Riešiteľská organizácia	PRVÁ ZVÁRAČSKÁ, a. s.
Zodpovedný riešiteľ	Ing. Michal Šimek, PhD.
Doba realizácie projektu	01. 08. 2021 – 31. 12. 2024

<p>Cieľ výskumu: Získať informácie o kvalitách elektrónového lúča pre vysoko kadenčné zvaracie linky, predikovať zhoršenie stavu elektrónového lúča pre vysoko kadenčné zváranie a tým zabrániť výrobe nezhodných kusov, ktoré vo veľkej miere predražujú výslednú cenu zvaraných komponentov. Návrh analytického nástroja a postupov, ktorý umožní merať vybrané charakteristiky elektrónového lúča. Nástroj by mal umožňovať meranie profilu elektrónového lúča, rozloženia energie v dvoch na seba kolmých osiach. Na základe nameraných dát budú stanovené geometrické charakteristiky a parametre elektrónového lúča, čo umožní posudzovať kvalitu lúča a do určitej miery predikovať životnosť emisného systému.</p>	<p>Zohľadnením uvedeného prístupu vznikli sumárne konštrukčné požiadavky na koncepciu meracej sondy určenej pre procesy vysokokadenčného zvárania a to:</p> <ul style="list-style-type: none">- Meranie priečneho profilu elektrónového lúča lineárnou štrbinovou metódou.- Merania priečneho profilu elektrónového lúča v dvoch navzájom kolmých osiach.- Odolnosť konštrukcie voči prostrediu vysokého vákuu a prítomnosti kovových pár.- Tepelná stabilita konštrukcie.- Jednoduchá a rýchla montáž / demontáž do existujúcich systémov zvaracieho zariadenia určeného na hromadnú výrobu.- Modul musí byť z konštrukčného hľadiska navrhnutý tak, aby neboli potrebné žiadne konštrukčné zásahy do existujúceho zvaracieho zariadenia.- Konštrukcia vyhotovená z materiálov, neovplyvňujúcich geometriu, kvalitu a parametre elektrónového lúča.- Stabilné elektrické pripojenie modulu vo vnútri vákuovej komory.- Pracovná vzdialenosť medzi meracou sondou a elektrónovým delom zodpovedajúca podmienkam sériového zvárania.- Umiestnenie meracej sondy do existujúceho systému zvaracích prípravkov s opakovateľnou presnosťou.- Rozmery modulu musia zohľadňovať obmedzenia existujúceho zariadenia a odstrániť riziko kolízie so súčasťami zvaracieho zariadenia.
<p>Čiastkovou úlohou bol konštrukčný návrh Faradayovej sondy so štrbinovou clonou na meranie plošnej hustoty rozloženia prúdu v elektrónovom zväzku pri sériovom zváraní.</p> <p>Pre zariadenia pracujúce v sériovej výrobe by umiestnenie meracej sondy do zvaracej komory predstavovalo nepríjemný časový výpadok produkcie. Preto navrhnutý dizajn meracej sondy umožňuje umiestniť sondu do meracej polohy v zvaracej komore cez nakladaciu komoru počas zvaracieho cyklu.</p>	



3D model navrhnutého modulu Faradayovej sondy na meranie a posúdenie kvality elektrónového zväzku

Samotná Faradayova sonda je tá najmenšia časť celého riešenia. Zvyšok, je to, čo muselo byť prispôbené zväracím zariadeniam, aby bolo používanie sondy čo najefektívnejšie. Nosná konštrukcia meracej sondy je z austenitickej nehrdzavejúcej ocele, aby nedochádzalo k ovplyvňovaniu kvality a parametrov elektrónového lúča prípadným remanentným magnetizmom feromagnetických materiálov. Táto oceľ taktiež spĺňa aj podmienku odolnosti konštrukcie voči nepriaznivým vplyvom zo zväracieho prostredia, nedochádza k odplyňovaniu a umožňuje jednoduché čistenie.

Sonda, je kompaktná a optimalizovaná presne pre spomínané jednúčelové zväracie zariadenia. Väčšina dielov pozostáva z medených dielov, kvôli dobrému odvodu tepla. Sonda disponuje dvojicou na seba kolmých lineárnych štrbín, čo umožňuje získať dva výkonové profily elektrónového lúča bez nutnosti natáčania celej meracej sondy, nakoľko kadenčné zväracie zariadenie disponuje len lineárnym polohovacím systémom v dvoch osiach.

Meracia štrbina je tvorená dvojicou hranolov. Táto časť je najviac namáhaná a na jej geometrickej stabilite je závislé celé meranie priečného profilu elektrónového lúča. Na elimináciu vplyvu hrúbky lineárnej apertúry sú v mieste merania na hranoloch vytvorené úkopy. To má za následok zníženie tepelnej kapacity hrán, ktoré tvoria lineárnu štrbinu a preto sú náchylné na tepelné poškodenie prechádzajúcim elektrónovým lúčom, síce vysokej rýchlosti, ale aj intenzity. Preto musia byť vyrobené z materiálu odolávajúcemu vysokým teplotám (t. j. vysoká teplota tavenia a dobrá tepelná vodivosť). Zároveň musia byť elektricky vodivé, aby nedochádzalo k hromadeniu elektrického náboja a tým ovplyvňovaniu trajektórie elektrónového lúča odpudivými Coulombovskými silami.

Z dostupných konštrukčných materiálov pripadá do úvahy molybdén a volfrám. Oba tieto materiály sú ťažšie obrobiteľné. Na hranoly tvoriace lineárnu štrbinu sme uprednostnili technicky čistý volfrám pred zliatinami, z dôvodu vyššej teploty tavenia. Vzájomná poloha hranolov lineárnej štrbiny je nastaviteľná a fixovaná pomocou skrutiek. Šírka štrbiny sa nastavuje pomocou listových škáromierok. Komponenty samotnej meracej sondy sú vyhotovené z meďi z elektrických a termodynamických dôvodov. Meď svojou vysokou tepelnou vodivosťou zabezpečuje kvalitu a stabilitu meraní aj v prípade potreby vykonania viacerých meraní. Pod lineárnou štrbinou je umiestnená zberacia elektróda Faradayovej sondy, ktorej úlohou je zachytiť prúd elektrónov prechádzajúci cez štrbinu. Tento prúd je ďalej vedený na merací odpor a následne spracovaný ako analógový napätový signál. Z dôvodu zvýšenia absorpcie letiacich elektrónov zberacou elektródou je povrch v mieste dopadu elektrónovo opracovaný tak, aby uhol dopadu nebol kolmý, ale prípadné odrazy sa uskutočnili vo vnútri Faradayovej sondy. Zberná elektróda je spoločná pre obe lineárne štrbiny. Zberacia elektróda je od celej konštrukcie meracej sondy elektricky oddelená izolačnými podložkami.

Okrem merania priečného profilu elektrónového lúča v dvoch na seba kolmých smeroch umožňuje merací systém snímanie časovej závislosti zväracieho prúdu za účelom posúdenia stability prípadne parametrov pulznej modulácie. Táto meracia plocha má vzhľadom na dlhšiu expozíciu elektrónovému lúču počas merania robustnejšiu konštrukciu a väčšiu tepelnú kapacitu, s možnosťou odvodu tepla do prípravku. Napriek tomu je nevyhnutné toto meranie vykonať defokusovaným lúčom a mať na pamäti množstvo vnesenej energie.



Obr. 1. Pohľad do nakladacej komory a upnutie navrhnutého riešenia vo zväracom prípravku

Merací modul je riešený tak, aby bola montáž čo najrýchlejšia a najjednoduchšia, s ohľadom na minimalizáciu prestojov vo výrobe. Upínací rám nesie samotnú meraciu sondu a navíjací bubon. Konštrukčné riešenie rámu zabezpečuje pracovnú vzdialenosť rovnakú ako pri sériovom zváraní a opakovateľnosť pracovnej polohy.

Rám umožňuje jednoduchú montáž (upnutie) modulu do existujúceho systému zväracích prípravkov. Prvky, ktorými modul dosadá a je upevnený do zväracieho prípravku zodpovedajú rozmerovo zväraným dielom a nie je preto potrebné meniť nastavenia dorazových plôch. Upevnenie rámu v prípravku je riešené pomocou koleno-pákových úpiniek, ktoré sú súčasťou prípravku. Modul nemá vlastný pohybový mechanizmus, nastavenie meracieho modulu do pozície merania sa vykoná pohybom XY polohovacieho, zväracieho stola vo vnútri zväracieho prípravku. Merací modul sa umiestňuje do zväracieho prípravku v nakladacej komore, z ktorej po vyčerpaní na príslušnú úroveň vákua sa premiestni do zväracieho komory na miesto merania. Z toho dôvodu bolo potrebné riešiť bezpečné a spoľahlivé elektrické pripojenie pre prenos signálu, bez rizika poškodenia kábla. Preto je merací systém osadený navíjacím bubnom, ktorý slúži na odvíjanie a navíjanie elektrického vedenia slúžiaceho na prenos meraných signálov. Konzola na uchytienie vedenia spolu s konektorom sa iba jednorazovo prvýkrát upevní do nakladacieho priestoru zväracieho zariadenia a pri opakovanom použití sa už vždy iba zapojí konektor a modul je pripravený na použitie. Meraný signál je zo nakladacej komory vyvedený cez vákuovú elektrickú priechodku a následne koaxiálnym vodičom privedený do meracej aparatury. Samotné meranie cez štrbinu sa vykoná magnetickým vychýľovacím systémom elektrónového dela.

Zostrojením funkčného modelu Faradayovej sondy na posúdenie kvality a parametrov elektrónového lúča pri vysokoproduktívnom zváraní sme získali významnú časť z celkového riešenia systému monitorovania vybraných parametrov elektrónového lúča.

V nasledujúcom období bude riešenie pokračovať tvorbou zodpovedajúceho programového vybavenia, ktoré zabezpečí nastavenie parametrov snímania profilu DAQ modulom, synchronizáciu elektrónového lúča a jeho rýchly prechod ponad meraciu štrbinu, prenos a uloženie nameraných dát a následne matematické spracovanie a vyhodnotenie zosnímaného profilu lúča.



PRVÁ ZVÁRAČSKÁ, a. s.

KOPČIANSKA 14, 851 01 BRATISLAVA 5, SLOVENSKÁ REPUBLIKA

Popularizácia výsledkov riešenia projektu APVV-20-0100

Ing. Rastislav Sekerka

Systém generovania elektrónového lúča PZ- EB-7,5/60kV - konštrukčné riešenie a výstupné technické parametre

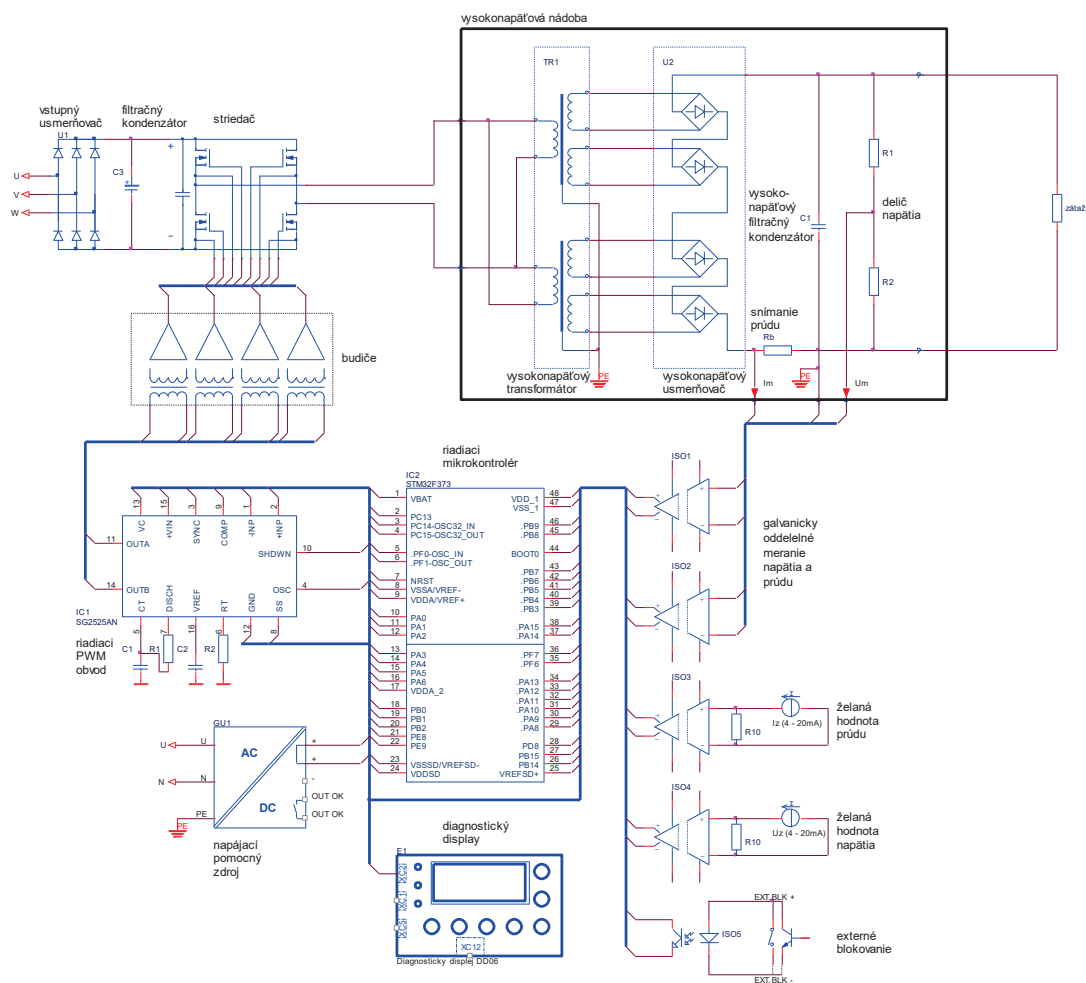
Názov projektu	Výskum zdrojovej sústavy elektrónovolúčového zvracieho zariadenia s vysokou dynamikou riadenia parametrov procesu Prezentácia systému generovanie elektrónového lúča
Financovanie	APVV-20-0100
Riešiteľská organizácia	PRVÁ ZVÁRAČSKÁ, a. s.
Zodpovedný riešiteľ	Ing. Rastislav Sekerka
Doba realizácie projektu	01.07.2021 – 31. 12. 2024

Cieľ projektu:

Cieľom projektu bol aplikovaný výskum topológie elektronických obvodov určených na ochranu zdrojovej sústavy proti skratom a výbojom v striedači a nádobe vysokonapäťového zdroja s využitím digitálnych riešení a počítačovej simulácie, výskum a riešenie digitálne riadeného zdroja urýchľovacieho napätia s frekvenciou invertorového zdroja do 40 kHz a výskum nového riešenia merania a prenosu analógových elektrických signálov s použitím optovlákien. Vyriešenie nastolených, problémov dizajnu moderných generátorov elektrónového lúča posúva tieto produkty do konkurenčne výhodného postavenia. Rozširovanie nových aplikačných možností, zvyšovanie spoľahlivosti pre technologický výskum a poskytovanie kľúčových informácií o parametroch procesu počas celého zvracieho cyklu výrazne zvyšujú celkovú technickú úroveň týchto zariadení a sú v súlade nastolenými inovačnými trendmi v medzinárodnom meradle. Predmetom riešenia bol modul obvodu rýchlej reakcie zdrojovej sústavy na hazardné stavy s využitím digitálneho regulátora zvracieho napätia, integrácia do striedača vysokonapäťového zdroja a inovácia silovej časti VN zdroja (40kHz, 7,5kW).

Narušenie zvracieho procesu krátkodobým elektrickým výbojom v elektrónovom dele alebo vo VN časti zdrojovej sústavy zvracieho zariadenia je najčastejším hazardným stavom pri zváraní elektrónovým lúčom a to je aj najčastejšou príčinou defektu zvarového spoja. Defekty sú vyvolané nekontrolovaným rastom zvracieho prúdu. Pre zabránenie ich vzniku sa vo všeobecnosti vyžíva systém protivýbojovej ochrany založený na princípe včasnej detekcie vniknutého výboja a následného blokovania chodu budiacich obvodov striedača. Po odznení výboja sa automaticky odblokuje analógový regulátor budenia a obnoví sa proces zvárania podľa nastavených parametrov zvárania pred samotným výbojom. Čas potrebný na obnovenie pôvodných zvracích parametrov od momentu identifikácie výboja je technologicky prijateľný v rozmedzí od 6 ms do 10 ms. Pre dosiahnutie týchto parametrov sme zvolili riešenie ošetrovania hazardných stavov s využitím programovateľných digitálnych PID regulátorov, ich implementáciu do mikroprocesora s dôrazom na výber vzorkovacej frekvencie, filtrov a selektovaniu vzoriek. Nové riešenie spočíva rýchlym v riadení výkonových komponentov budiaceho striedača VN zdroja pomocou mikroprocesora ST Microelectronics ARMv7.

Bloková schéma striedača s digitálnym regulátorom



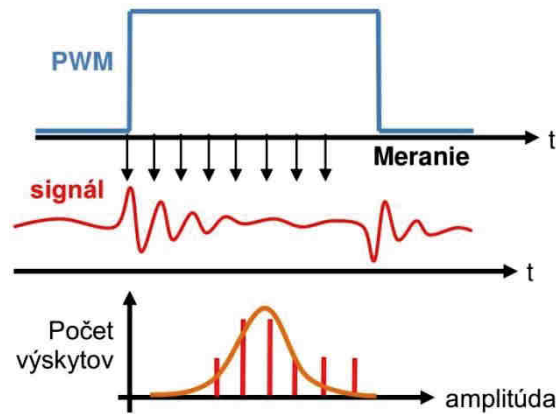
Jednou z kľúčových výhod digitálneho regulátora patrí možnosť nastavenia rámp a výkonového obmedzenia. Výkonové obmedzenie slúži k redukcii výstupného výkonu, aby nedošlo k poškodeniu a následnému zničeniu polovodičových výkonových prvkov vplyvom preťaženia. Digitálny regulátor umožňuje nastavenie rampy pre zvrací prúd I_z , zvracie napätie U_z a výkon P tak, aby nedochádzalo k preregulovaniu.

Realizácia hardvérového riešenia digitálneho regulátora:

Jednou z nespočetných výhod digitálneho regulátora je jeho možnosť synchronizovať sa so spínacími impulzmi výkonových polovodičových tranzistorov a tým dosiahnuť jednoduché odfiltrovanie rušivých signálov, ktoré by zbytočne vnášali chybu do regulátora a spôsobovali nestabilitu výstupných parametrov. Digitálnym regulátorom sa dá obmedziť aj regulačná odchýlka, ktorá má za následok preregulovanie výstupnej veličiny. Digitálny regulátor vie detegovať, kedy sa dostane regulačná odchýlka do oblasti saturácie. Prechod zo saturácie do regulačnej oblasti pri analógovom riešení spomaľuje reguláciu. Tento jav vie digitálny regulátor odstrániť. Využíva sa funkcia tzv. vlečného regulátora, ktorý dokáže byť presnejší a jednoduchšie sa nastavuje. Takýto regulátor je aktívny počas prechodu regulačnej veličiny medzi jednotlivými regulátormi napr. napätia a prúdu. V prípade ošetrenia hazardného stavu pri zvráňaní preberá napäťový regulátor prúdový, ktorý je vďaka funkciám vlečenia pripravený okamžite prebrať úlohu regulácie a nevzniká nežiadúci nadprúd. Nedochádza k preregulovaniu a vzniku prepätia. Digitálny regulátor si dokáže zapamätať úroveň regulačnej odchýlky pred skratom a po skončení skratu sa vie rýchlo vrátiť na pôvodné hodnoty a tým skrátiť čas regulácie.

Problématickým miestom pri riešení digitálnych regulátorov býva zarušenie meraných signálov. Najjednoduchším spôsobom, ako eliminovať rušivé pulzy, je vyhýbať sa meraniu v oblasti tesne za hranou PWM pulzu. Využívame „Low pass filter“ (dolnopriepustný filter), ktorého rezonančná frekvencia f_c je výrazne nižšie ako spínacia frekvencia. Využívame 32-bitové mikroprocesory, ktoré dokážu robiť rýchle výpočty (obsahujú FPU, t.j. Floating-point unit) a aj vykonať rýchle merania analógových signálov. Do regulácie zapájame štatistické metódy „burst“ meranie (rýchle zmeranie signálu v určitej oblasti PWM priebehu) a následne výber „správnej“ meranej hodnoty na základe gaussovej krivky.

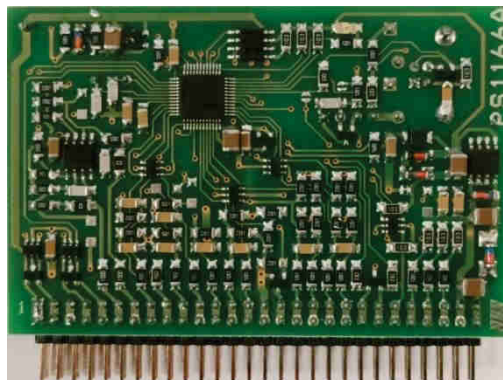
Princíp merania s využitím eliminácie rušivých pulzov



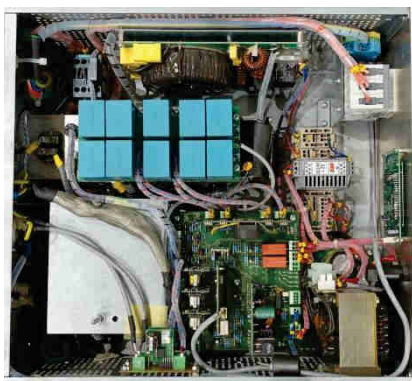
V spínaných zdrojoch boli použité procesory od spoločnosti STMicroelectronics rady Cortex-M4F s 32-bitovým jadrom ARMv7-M s FPU (Float Point Unit) a inštrukčnou sadou SIMD (Single Instruction Multi Data) s procesorom STM32F373 (3ks SDADC (sigma-delta analog-digital converter) s 16-bitovou rozlišovacou schopnosťou, s maximálnou vzorkovacou frekvenciou do 50kHz a 1ks ADC (analog-digital converter) 12-bit a vzorkovacou frekvenciou do 1MHz).

Navrhnutý a zrealizovaný funkčný modul procesorovej dosky s digitálnym regulátorom je na nasledujúcom obrázku.

Procesorová doska digitálneho regulátora



Realizovaný digitálny PID regulátor integrovaný do striedačového modulu 7,5kW



Nízkonapäťová časť elektroniky s radiacím systémom a pomocnými obvodmi je integrovaná do dvoch 19" stojanov Schroff-Pentair, v spodných častiach stojaniek sú osadené olejové nádoby z vysokonapäťovými komponentami, ktorých súčasťou sú vysokonapäťový transformátor, usmerňovacie, vyhladzovacie, meracie obvody a obvody pomocných napätí vysokonapäťovej časti.

Systém generovania elektrónového lúča PZ- EB-7,5/60kV



Technické parametre systém generovania elektrónového lúča PZ- EB-7,5/60kV sú nasledovné:

Veľkosť urýchľovacieho napätia	regulovateľné od 30 kV do 60 kV
Maximálny výkon elektrónového lúča	7.5kW
Stabilita urýchľovacieho napätia	$\pm 0,15\%$
Zvlnenie urýchľovacieho napätia	1,4%
Stabilita zväracieho prúdu	$\pm 0,4 \%$ (v rozsahu 5-125 mA)
Zvlnenie zväracieho prúdu	$\pm 1,5 \%$
Stabilita fokusačného prúdu	$\pm 0,16\%$
Napätie riadiacej elektródy:	0-4 kV
Výkon žeravenia katódy regulovateľný:	20-100 W
Napätie bombardu:	prepínateľné 1kV/2kV
Fokusačný prúd:	0,2 až 1 A
Vychyľovanie:	$\pm 7^\circ$
Protivýbojová ochrana zvarového spoja:	do 8 ms
Modul automatického zažeravovania vlákna a tablety	áno
Meranie wehneltovhho napätia počas zvarania	áno
Meranie bombardového napätia počas zvarania	áno
Ručný režim	áno
PLC režim (jednoduchá automatizácia)	áno



PRVÁ ZVÁRAČSKÁ, a. s.

KOPČIANSKA 14, 851 01 BRATISLAVA 5, SLOVENSKÁ REPUBLIKA

Popularizácia výsledkov riešenia projektu APVV-21-0223

Ing. František Kolenič PhD., Ing. Michal Šimek PhD.

Experimentálne laserové pracovisko pre výskum zvarovania duplexných oceli

Názov projektu	Výskum vplyvu zmeny rozloženia energie duálneho laserového lúča na výsledné vlastnosti zvarových spojov duplexných ocelí Prezentácia experimentálneho laserového pracoviska
Financovanie	APVV-21-0223
Riešiteľská organizácia	Ústav materiálov a mechaniky strojov Slovenskej akadémie vied, v.v.i., Bratislava
Zodpovedný riešiteľ	Ing. Martin Nosko PhD.
Doba realizácie projektu	01.07.2021 – 31. 12. 2024

Cieľ projektu:

Koncepcia laboratórneho laserového pracoviska na realizáciu experimentov je navrhnutá tak, aby umožnila realizovať širokospektrálny experimentálny výskum laserového zvarovania celého sortimentu duplexných oceli v širokom spektre vyšetrovaných vlastností zvarových spojov. Experimentálne pracovisko musí byť aplikovateľné pre celé spektrum duplexných ocelí, ktoré majú nasledovné základné charakteristiky a triedenie.

Koróziivzdorné duplexné ocele predstavujú modernú koncepciu nehrdzavejúcich ocelí pre použitie v rôznych korozívne agresívnych prostrediach, ktoré sa okrem dobrých mechanických vlastností vyznačujú aj dobrými nákladovými reláciami, najmä vďaka relatívne nižšiemu obsahu Ni v porovnaní s klasickými austenitickými oceľami.

Duplexné zliatiny sa často delia do troch poddruhov: **Lean Duplex** (SAF 2102, SAF 2003 a SAF 2304), **Standard Duplex** (SAF2205) a **Superduplex** zliatiny).

Duplexná nehrdzavejúca oceľ najprv tuhne ako ferit, potom sa ďalším ochladzovaním transformuje na maticu feritu a austenitu. V moderných zliatinách by pomer ferit/austenit mal byť 50/50 pre optimálnu odolnosť proti korózii, najmä odolnosť proti koróznemu praskaniu pod napätím. Pevnosť materiálov však nie je významne ovplyvnená rovnováhou ferit/austenit. Hlavným problémom duplexnej nehrdzavejúcej ocele je, že veľmi ľahko vytvárajú krehké intermetalické fázy. Tieto fázy sa môžu vytvárať rýchlo, typicky 100 sekúnd pri 900 °C. Hoci je známe, že kratšia expozícia spôsobuje pokles húževnatosti, pripisuje sa to vzniku sigma v mikroskopickom meradle.

Ich zvarovanie oblúkovými procesmi je v skutočnosti bez problémov. Aplikácia procesov s koncentrovanými zdrojmi energie ako laser a elektrónový lúč sa však považuje ako problematická. Hlavnou príčinou je rýchlosť tuhnutia zvarového kovu. Ako bolo konštatované vyššie, zvarový kov primárne tuhne ako ferit, ktorý sa pomalým ochladzovaním transformuje na austenit. Pri procesoch s rýchlym tuhnutím ZK, ako napríklad pri zvarovaní koncentrovanými zdrojmi energie nie je vytvorený potrebný čas na transformáciu feritu na austenit a výsledná štruktúra zvarového kovu je prevažne feritická. Okrem toho pri rýchlom chladnutí sa vytvára potenciálna možnosť tvorby nežiaducich intermetalických fáz v zvarovom kove. Vyriešiť dobrú zvariteľnosť duplexných ocelí koncentrovanými zdrojmi energie je primárnym cieľom riešeného projektu. Pri návrhu experimentálneho pracoviska je potrebné zobrať do úvahy mnoho faktorov.

Pracovisko musí umožniť predovšetkým:

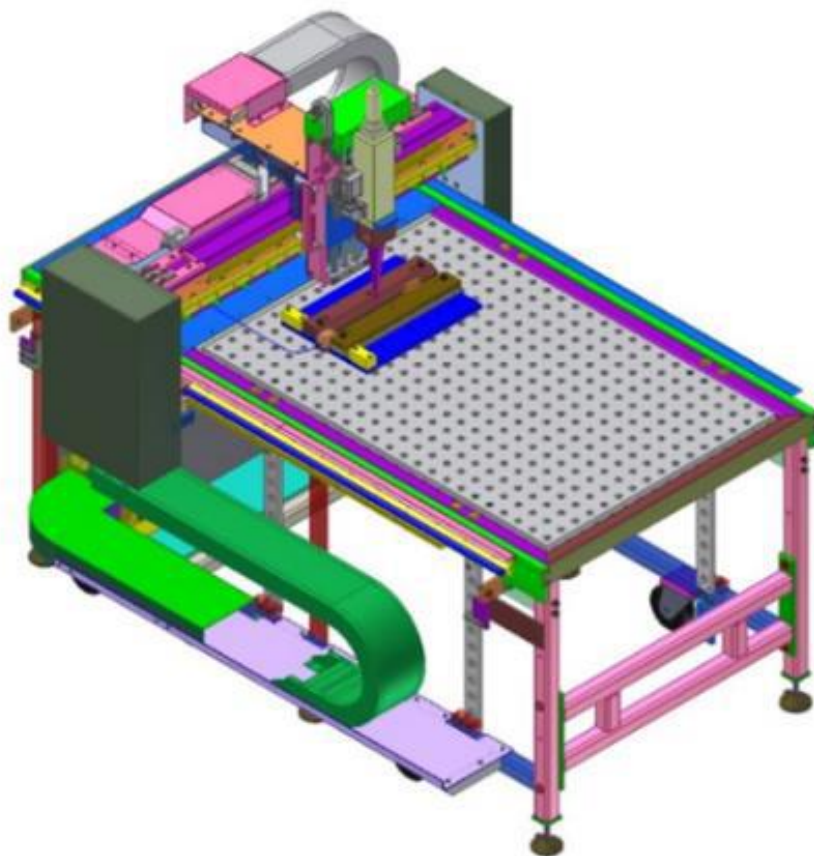
- Plynulú reguláciu zväracieho výkonu.
- Plynulú reguláciu zväracie rýchlosti.
- Programovú fokusáciu/defokusáciu laserového lúča.
- Predohrev/dohrev zväranej vzorky.
- Možnosť ochrany zvarového spoja z povrchu aj koreňa zvaru.
- Rýchla zámena ochranného plynu.
- Automatické programovanie trajektórie zvaru.
- Realizáciu lineárnych, rotačných aj priestorových trajektórií zvaru.
- Zadávanie parametrov experimentov použitím metódy DOE.
- Automatický záznam parametrov zvárania.
- Monitorovanie procesu zvárania vysokorýchlostnou kamerou.
- Ukladanie parametrov zvárania do databázy.
- Editáciu parametrov zvárania.

Návrh pracoviska:

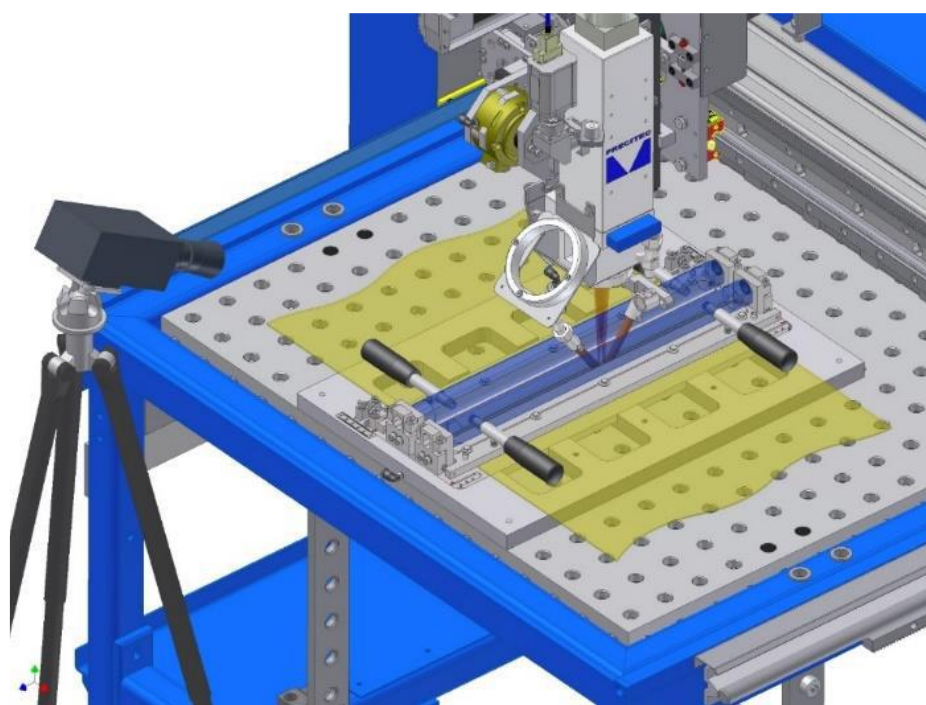
Pracovisko pozostáva z vláknového generátora IPG YLS 5000 (obr. 1) s vlnovou dĺžkou $1,06\mu\text{m}$, pričom je k dispozícii aj diskový generátor TRUMPF Trudisk 5001 s vlnovou dĺžkou $1,03\mu\text{m}$. Na transport lúča s maximálnym výkonom 5000W sa využíva optické vlákno, ktoré vstupuje do technologickej hlavice Precitec YW52 so šošovkovou optikou. Ohnisková vzdialenosť fokusačnej šošovky je 250 mm. Optický systém technologickej hlavice je počas procesu zvárania chránený pred znečistením pomocou ochranného sklíčka a priečného prúdenia stlačeného vzduchu – Cross Jet. Návrh umožňuje použitie špeciálneho modulu pre vytvorenie duálneho lúča Twin Spot Module, ktorý zabezpečí definované percentuálne rozdelenie energie 80:20,70:30,60:40 a 50:50. Pohyb laserovej technologickej hlavice zabezpečuje trojosový polohovací systém Multiweld. Všetky tri osi sú spojitie riadené a maximálna rýchlosť pohybu v jednotlivých osiach je $135\text{ mm}\cdot\text{s}^{-1}$. Navrhnutý pohybovo manipulačný systém z hľadiska riadenia predstavuje plne riadené osi, ktoré sú integrované do riadiaceho systému (obr. 2). Riadiaci systém umožňuje softvérovú konfiguráciu experimentov so záznamom desiatich vybraných technologických parametrov experimentu.



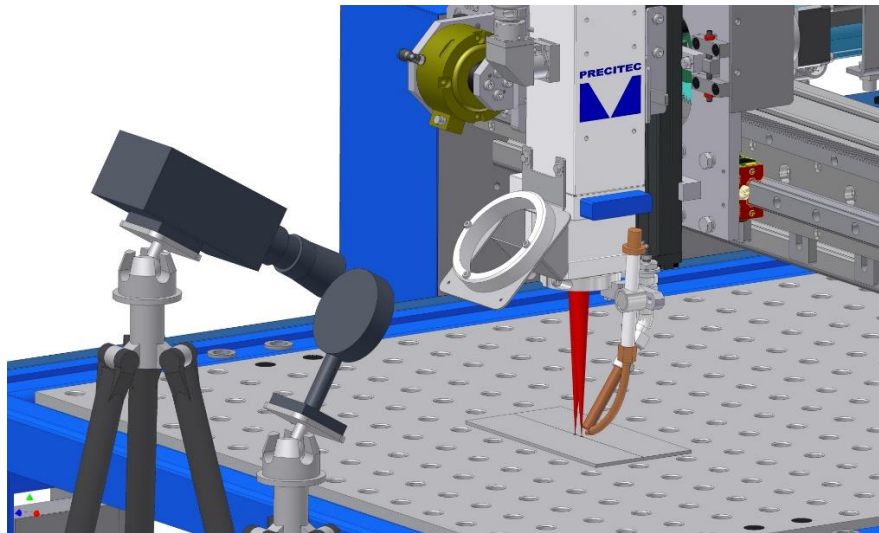
Obr. 1 Laserový generátor, riadiaci pult a ochranná bunka experimentálneho pracoviska.



Obr. 2 Polohovanie laserového lúča.



Obr. 3: Laserové pracovisko so zvaracím prípravkom pre lineárne zvary pomocou duálneho lúča



Obr. 4 monitorovanie procesu zvarania vysokorýchlostnou kamerou

Navrhnuté experimentálne pracovisko pre výskum zvarania duplexných ocelí je realizované tak, aby zabezpečilo zváranie duplexných ocelí koncentrovaným a tiež defokusovaným laserovým lúčom. Týmto spôsobom umožňuje regulovať koncentráciu energie lúča pri zvaraní. Tento princíp umožňuje ovplyvňovať výslednú štruktúru zvarových spojov definovanými distribúciami energie v rôznych pomeroch a zároveň poskytovať lokálnu i komplexnú ochranu zvarového spoja z koreňovej strany (ochrana čistými plynmi a zmesou plynov). Polohovanie laserového lúča je realizované 3D(x,y,z) zväracím polohovadlom s príslušným programovým vybavením. Rotačná os ω je zabezpečená plne riadeným rotačným skľučovadlom. Pre lineárne zvary bol zvärací prípravok navrhnutý tak, aby počas zvarania bolo možné bez ovplyvnenia meniť ochranný plyn na povrchu ako aj na koreň zvaru, jeho smerovanie ako aj dodávané množstvo (Obr. 3). Z hľadiska monitorovania stability plazmového oblaku je do pracoviska integrovaná vysokorýchlostná kamera s osvetlením (obr. 4).

Programové vybavenie pracoviska umožnilo zadávať experimentálne parametre podľa metódy plánovania experimentov. Metóda plánovania experimentov je veľmi účinná a efektívna metóda na návrh, realizáciu, zmeranie a vyhodnotenie experimentu. Návrh experimentu pri metóde plánovania experimentu zohľadní optimálne vedenie experimentu z hľadiska nákladov na experimentovanie resp. času experimentovania, resp. počtu krokov v experimente čiže počtu pokusov. Na vypracovanie konkrétneho plánu experimentov so zohľadnením vstupných procesných parametrov bola využitá metóda DOE (Design of Experiments). Metóda DOE využíva základný model, ktorý predstavuje proces ako zmenu vstupných faktorov na výstupnú charakteristiku. Podstata metódy vychádza z toho, že výstupná charakteristika (premenná), ktorá vyjadruje určitú sledovanú kvalitatívnu vlastnosť, má svoju variabilitu. Táto variabilita môže ovplyvňovať viacero faktorov, z ktorých časť sa dá riadiť a časť faktorov možno len pozorovať.

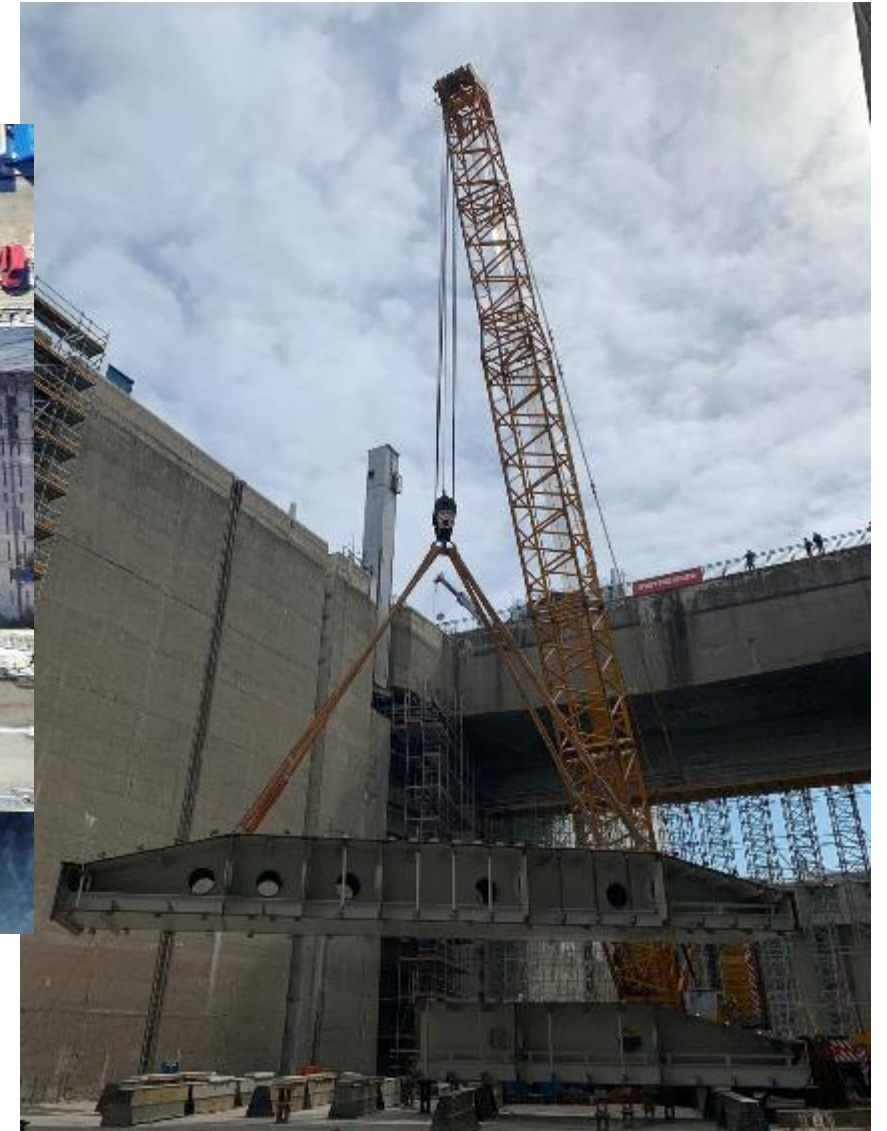
PZVAR MEETING 2023

27.9.2023 až 29.9.2023

Merania a nedeštruktívne kontroly na vodných stavbách I. a II. kategórie

Ing. Jakub PORUBČAN, PhD.

Inovácia a modernizácia plavebných komôr st. Gabčíkovo



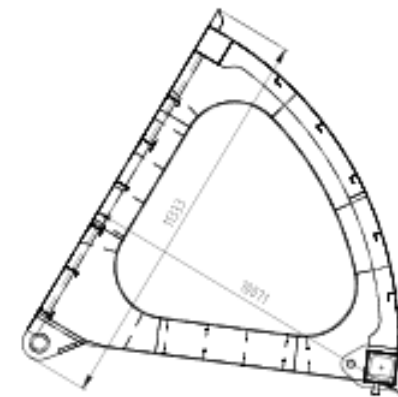
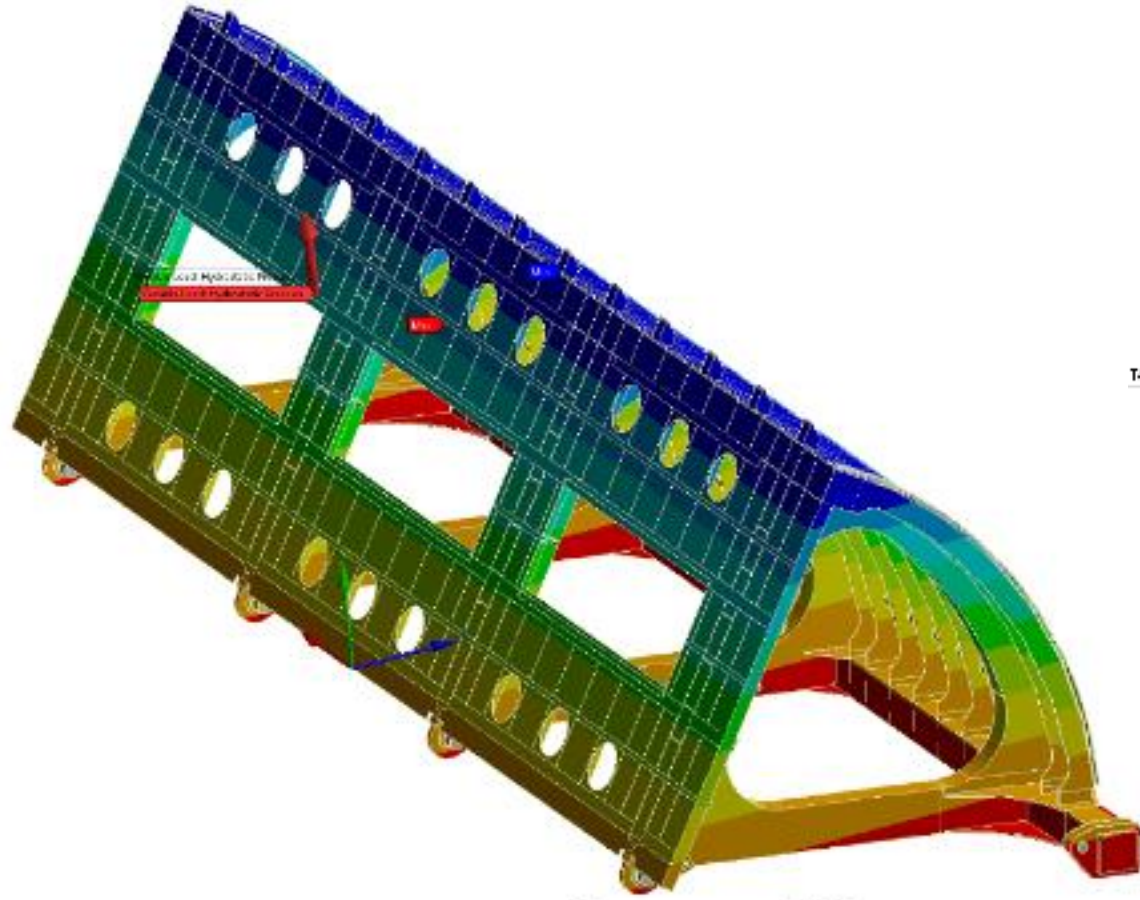
PZVAR MEETING 2023

27.9.2023 až 29.9.2023

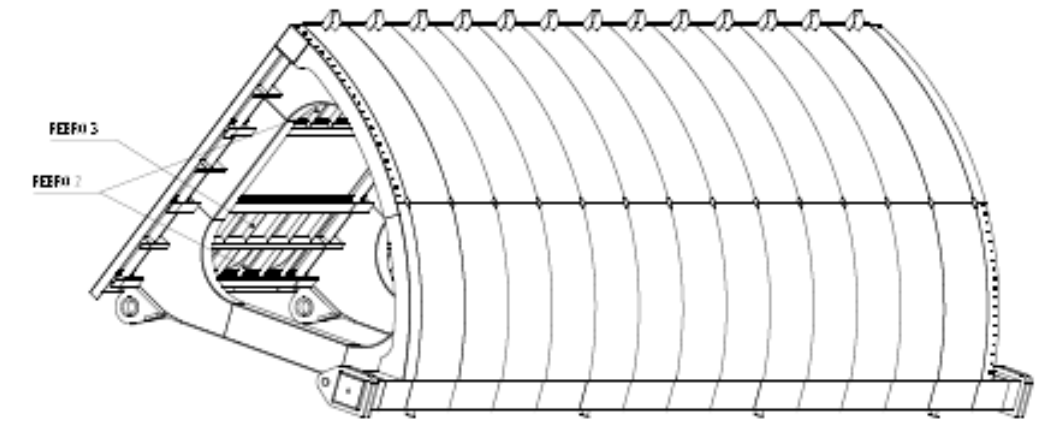
Inovácia a modernizácia plavebných komôr st. Gabčíkovo

1.250
Hydrostatická sila
Tým: 1.1
Lokácia
871203.01.02

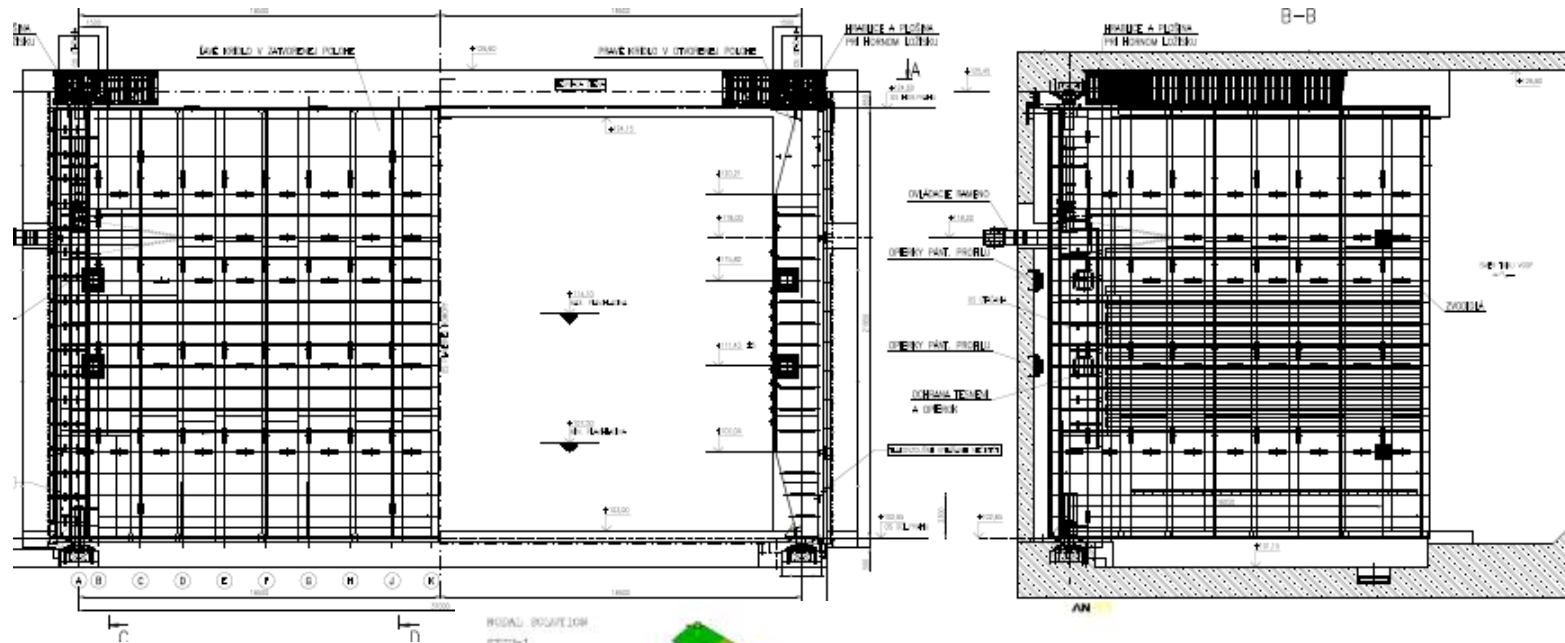
6.00158 Max
6.01150
6.01151
6.01152
6.01153
6.01154
6.01155
6.01156
6.01157
6.01158
6.01159
6.01160



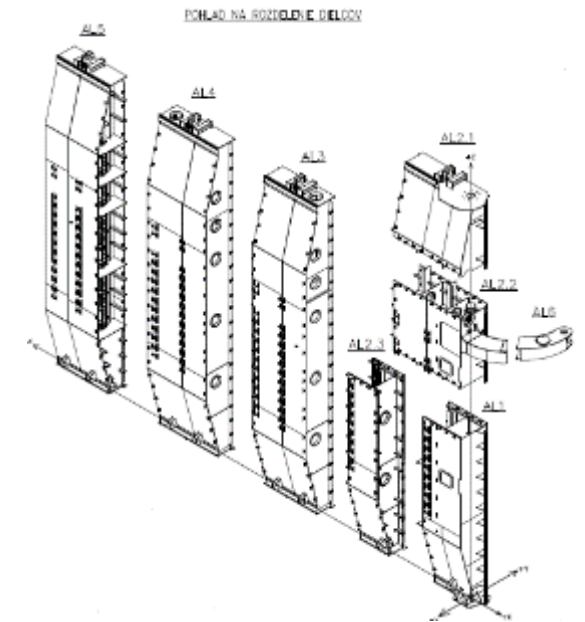
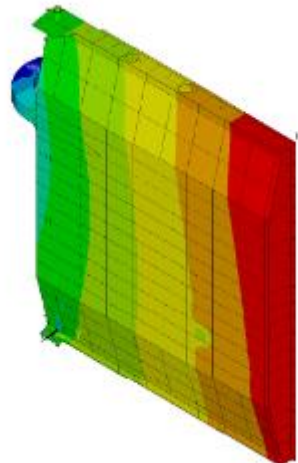
T-12



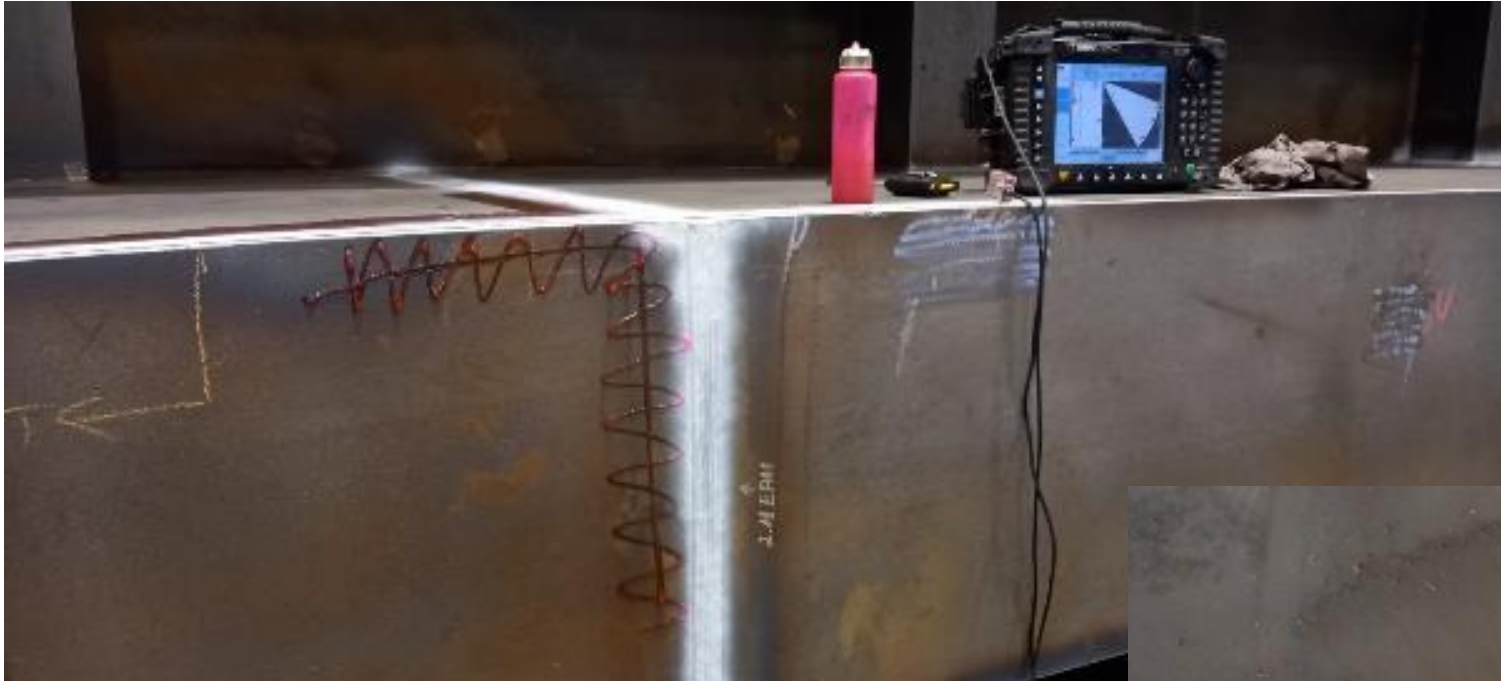
Inovácia a modernizácia plavebných komôr st. Gabčíkovo



MODAL POSITION
STEP=1
SUB=-1
TIME=1
UX 1000
NOTES=0
ENR --012004
ENR --010444
ENR --007815



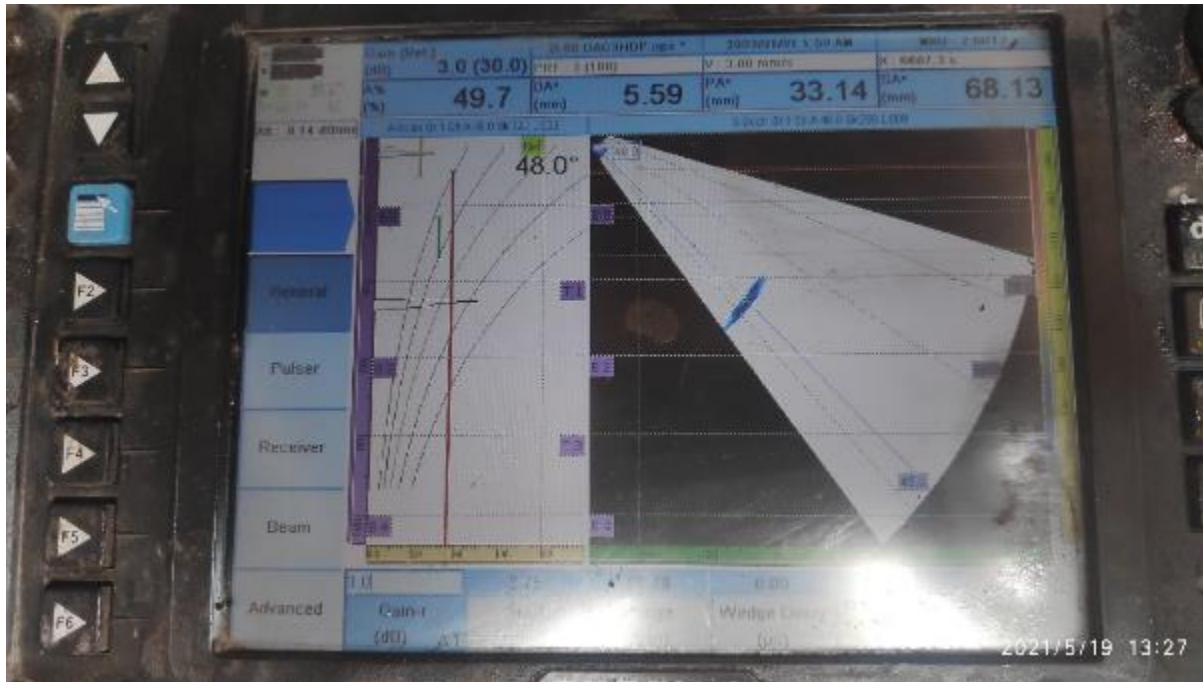
Inovácia a modernizácia plavebných komôr st. Gabčíkovo



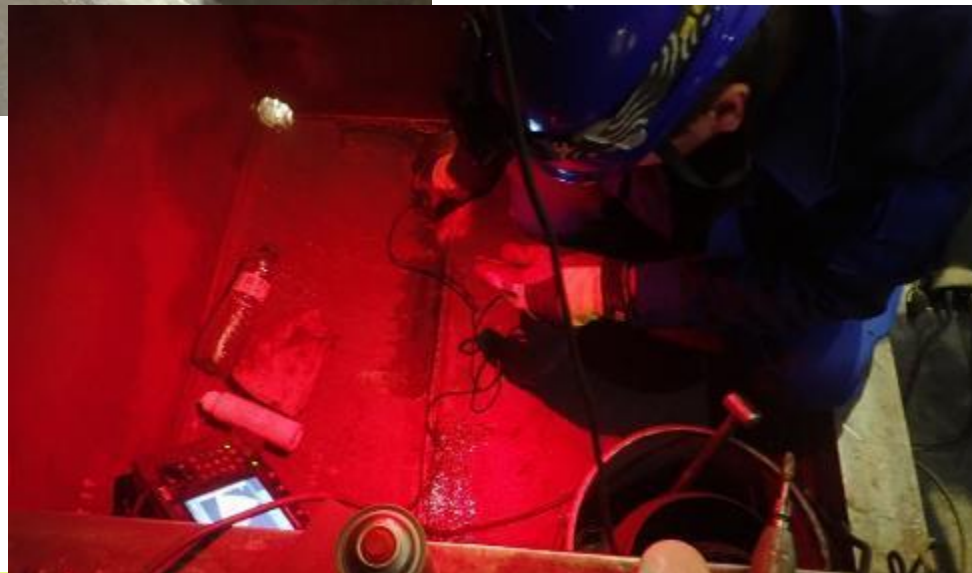
PZVAR MEETING 2023

27.9.2023 až 29.9.2023

Inovácia a modernizácia plavebných komôr st. Gabčíkovo



Inovácia a modernizácia plavebných komôr st. Gabčíkovo



PZVAR MEETING 2023

27.9.2023 až 29.9.2023

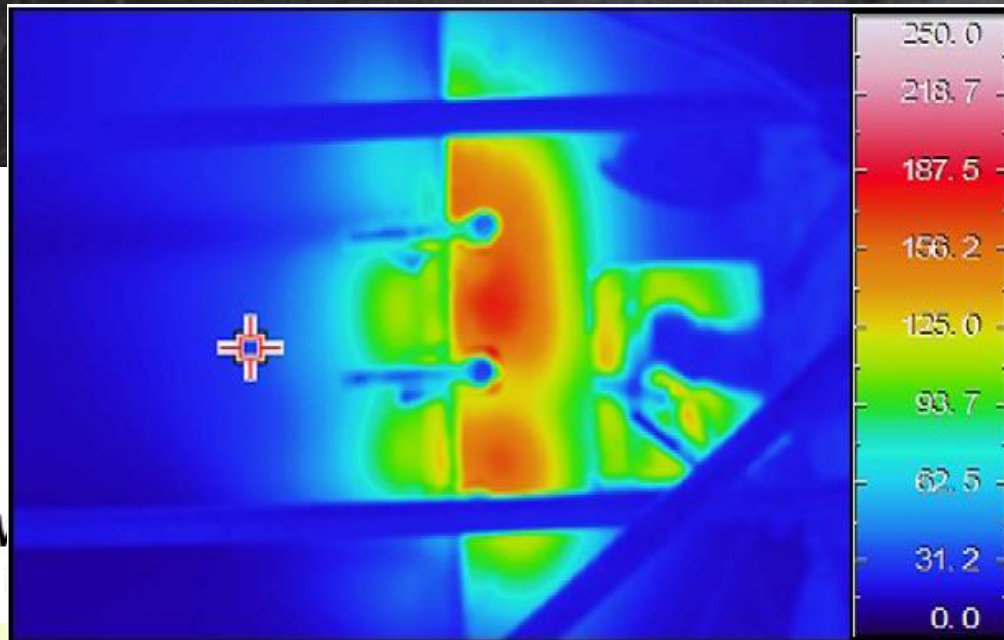
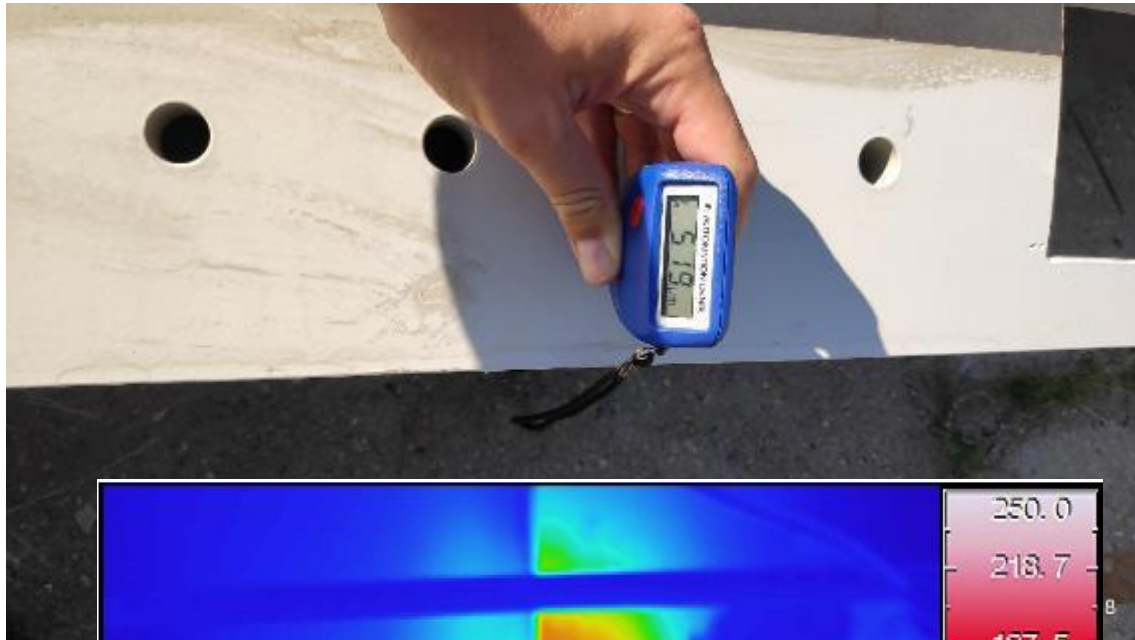
Inovácia a modernizácia plavebných komôr st. Gabčíkovo



PZVAR MEETING 2023

27.9.2023 až 29.9.2023

Inovácia a modernizácia plavebných komôr st. Gabčíkovo



Inovácia a modernizácia plavebných komôr st. Gabčíkovo



Inovácia a modernizácia plavebných komôr st. Gabčíkovo



PZVAR MEETING 2023

27.9.2023 až 29.9.2023

Hať Drahovce



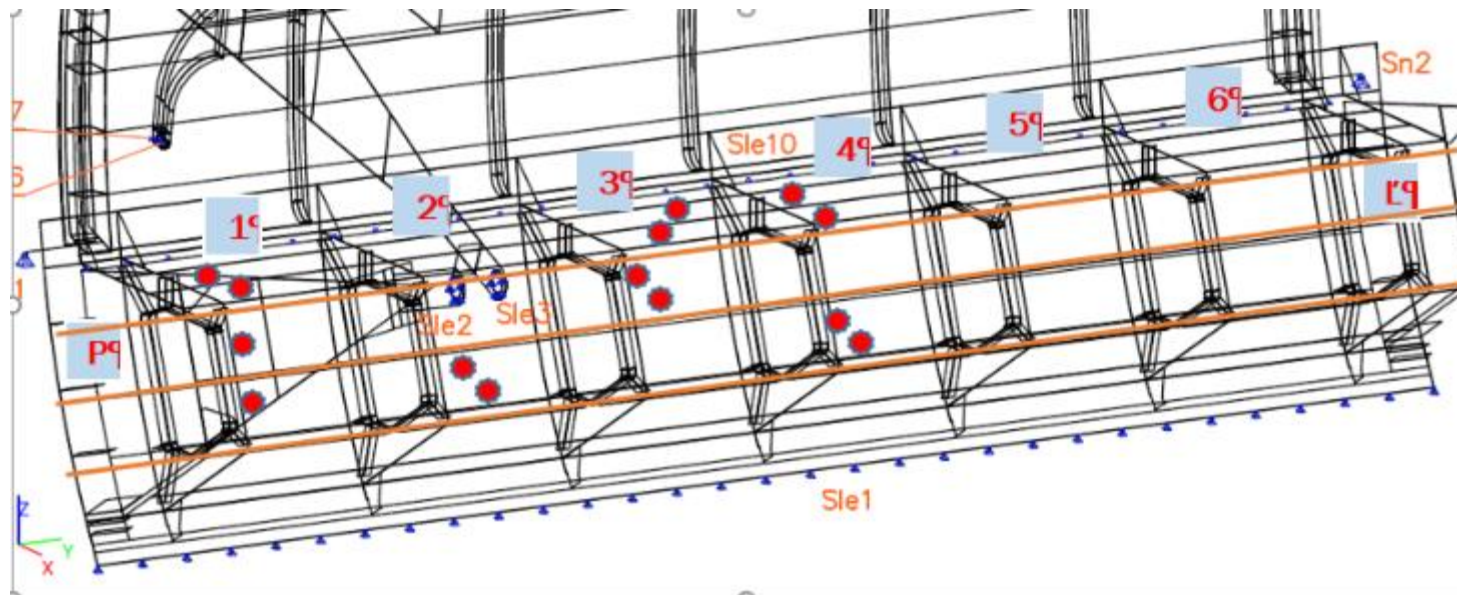
PZVAR MEETING 2023

27.9.2023 až 29.9.2023

Hať Drahovce



Hať Drahovce



Measured values - thickness

Section

P	1	2	3	4	5	6	l'
11,00/13,40	15,5/14,10	-	16,00/13,80	16,60/14,70	-	-	14,80/13,20
12,70/13,40	15,20	-	16,20/13,90	16,50/14,70	-	-	15,70/14,60
14,30/11,90	13,60	16,50/14,50	-	-	-	-	14,20

PZVAR MEE1

27.9.2023 až 29.9.2023

Hať Drahovce



PZV

2/3/2013

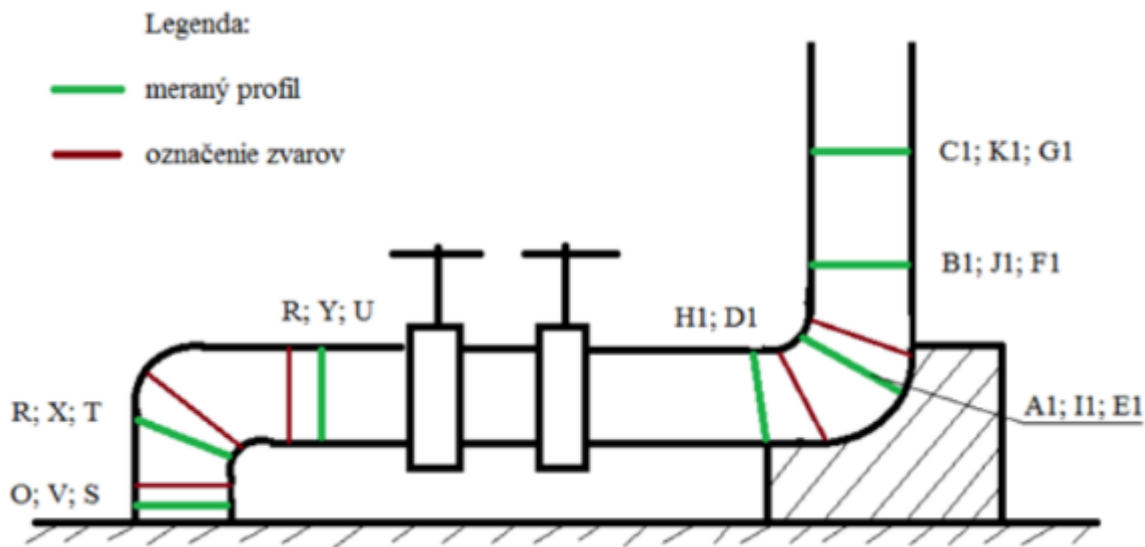
Vodná stavba Vodná nádrž Hriňová



PZVAR MEETING 2023

27.9.2023 až 29.9.2023

Vodná stavba Vodná nádrž Hriňová



PZVAR MEETING 2023

27.9.2023 až 29.9.2023

Vodná stavba Vodná nádrž Hriňová

Line	profile \ point No.	1	2	3	4	Percent			
1	O	6,1	2,9	-	5,6	39	71	N/A	44
	P	5,5	5,8	-	5,7	45	42	N/A	43
	R	5,7	5,9	6,2	5,5	43	41	38	45
	A1	7,5	6,7	7,3	7,2	25	33	27	28
	B1	7,4	6,6	6,7	7,5	26	34	33	25
	C1	-	5,9	-	7,9	N/A	41	N/A	21
2	V	7,3	8,2	-	7	27	18	N/A	30
	X	8,3	7,6	-	7,5	17	24	N/A	25
	Y	7,1	7,4	6,5	7,7	29	26	35	23
	H1	6	5,8	-	6,2	40	42	N/A	38
	I1	5,8	4,8	6,1	6,1	42	52	39	39
	J1	5,1	6,1	4,5	5,9	49	39	55	41
	K1	4,5	4,6	5,2	6,1	55	54	48	39
3	S	7,6	7,4	-	7,5	24	26	N/A	25
	T	6,2	6,4	8,2	7,2	38	36	18	28
	U	7,1	6,7	8,3	7,5	29	33	17	25
	D1	6,3	6,2	-	-	37	38	N/A	N/A
	E1	6,6	6,7	6,2	6,2	34	33	38	38
	F1	5,2	5,8	5,9	5,6	48	42	41	44
	G1	5,9	6,1	6	6,5	41	39	40	35

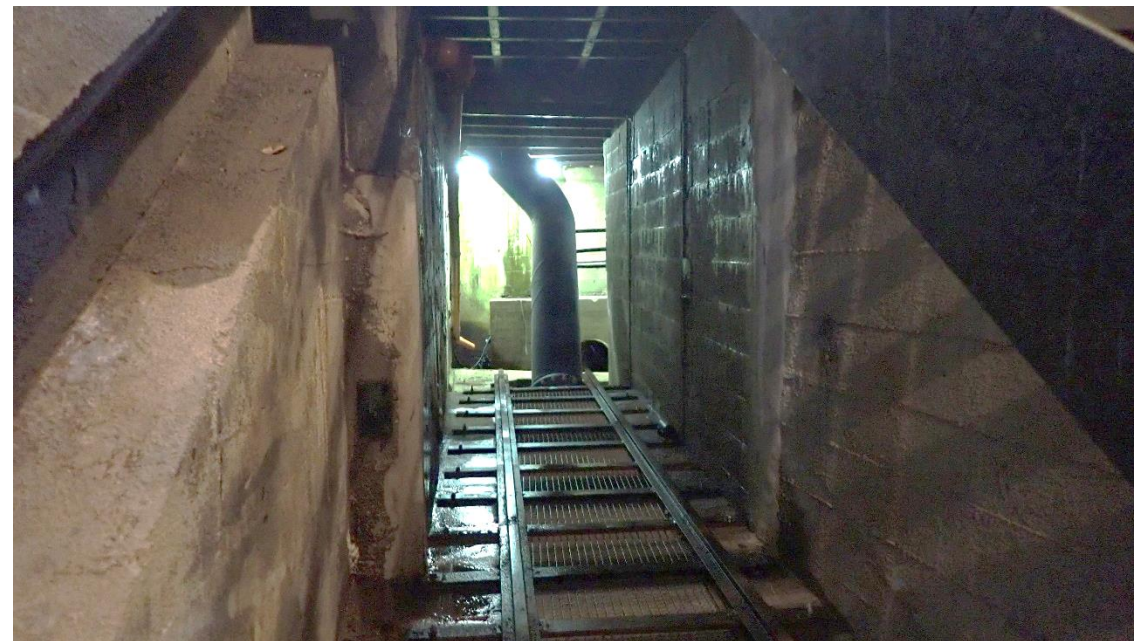
Vodná stavba Vodná nádrž Hriňová



PZVAR MEETING 2023

27.9.2023 až 29.9.2023

Vodná stavba Vodná nádrž Hriňová



PZVAR MEETING 2023

27.9.2023 až 29.9.2023

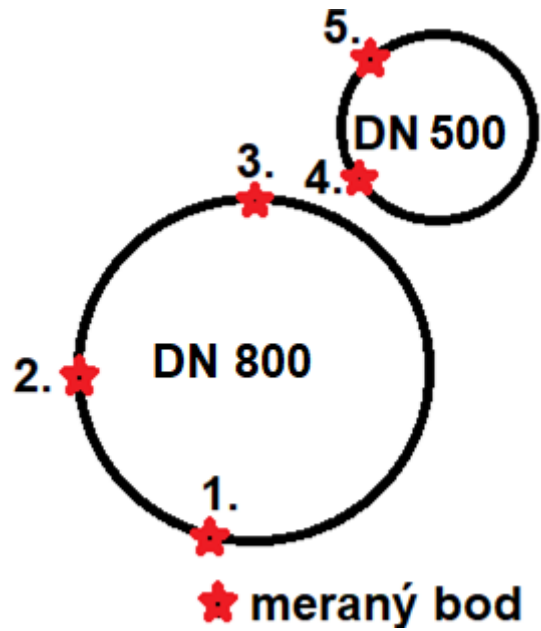
Vodné dielo Žilina



PZVAR MEETING 2023

27.9.2023 až 29.9.2023

Vodné dielo Žilina



Vodné dielo Žilina



PZVAR MEETING 2023

27.9.2023 až 29.9.2023

Vodné dielo Žilina

18,75%

DN 600 (mm)			DN 400 (mm)	
7,9	7,4	7,2	5,8	6
7,7	7,5	7,4	5,9	6
7,8	7,7	6,5	6	5,8
7,3	7,7	6,7	6,1	6,1
7,4	8,2	7,2	5,9	5,9
7,5	7,7	7,4	5,9	5,8
7,2	7,5	7,3	5,8	5,7
7,5	7,4	7,3	5,8	6,1
7,5	7	7,5	3,7	2,8
7,2	7,6	6,9	6,1	6
7,4	7,5	6,8	5,8	5,7
7,6	7,6	7,1	5,9	5,9
7,7	7,8	7,3	5,7	5,6
7	7,3	7,2	5,7	5,7
7,2	7,4	7,2	6	5,7

53,33%

PZVAR MEETING 2023

27.9.2023 až 29.9.2023

Vodné dielo Žilina



PZVAR MEETING 2023

27.9.2023 až 29.9.2023

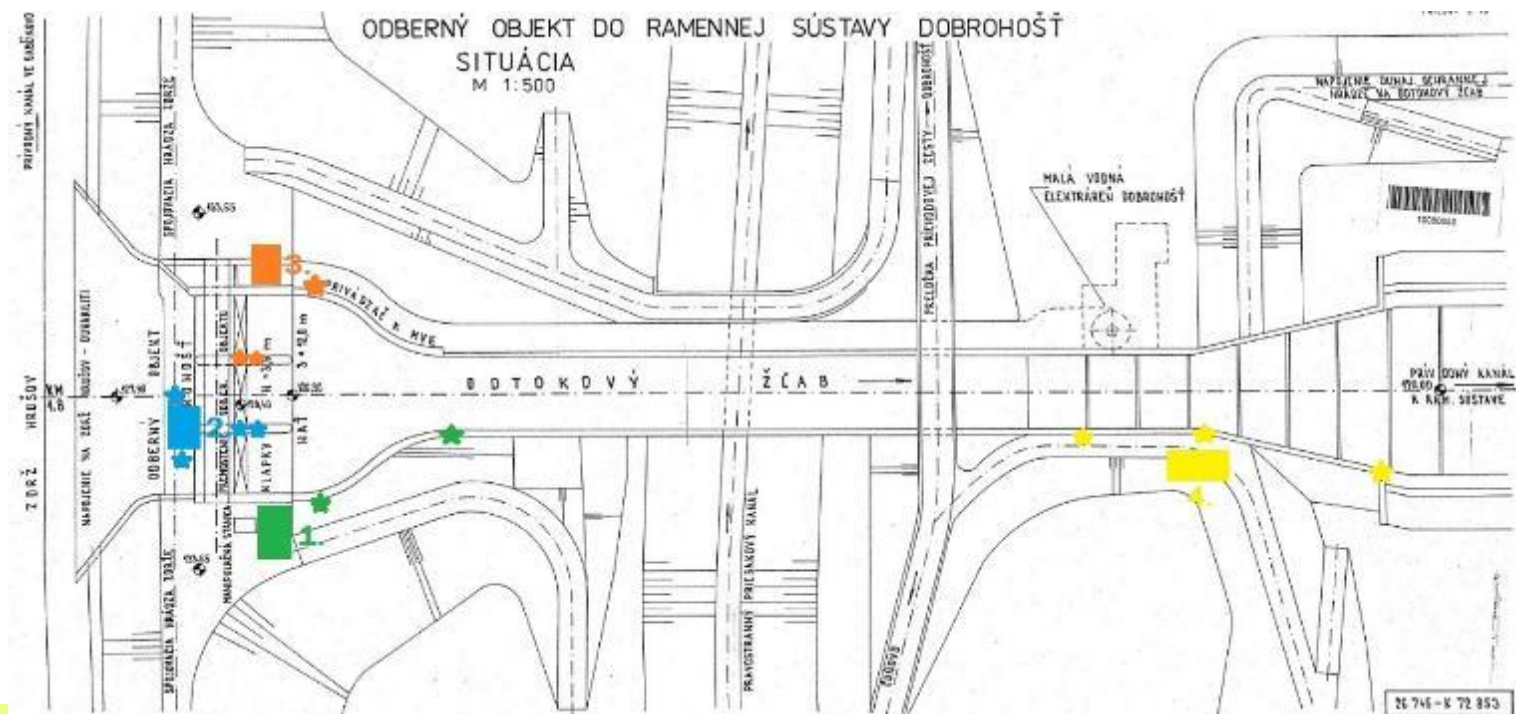
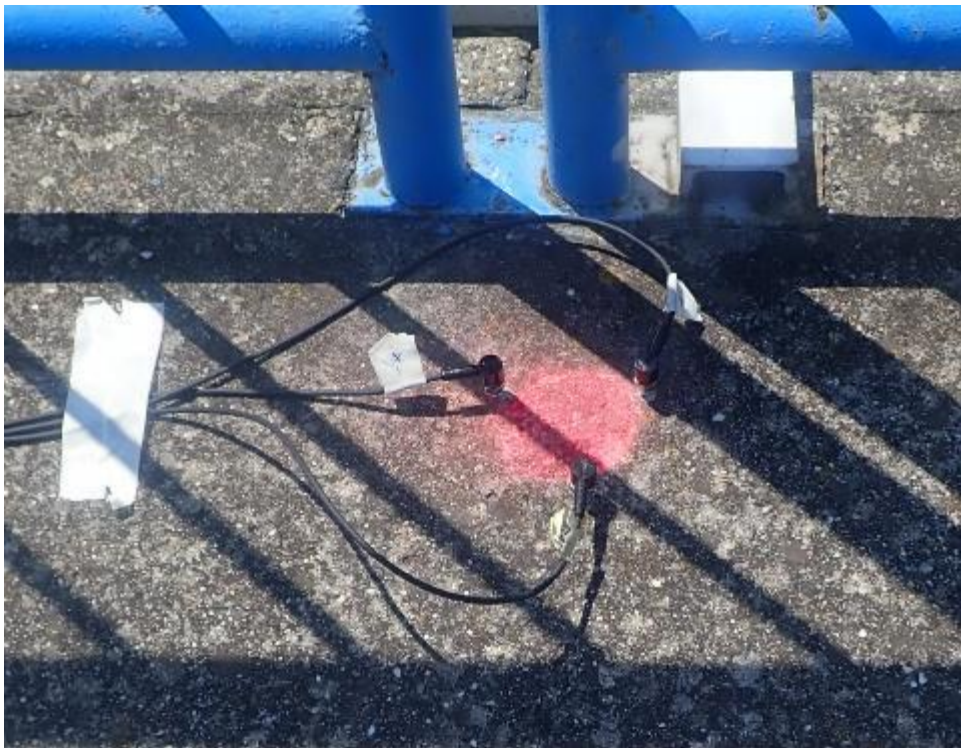
Meranie vibrácií na OORS Dobrohošť



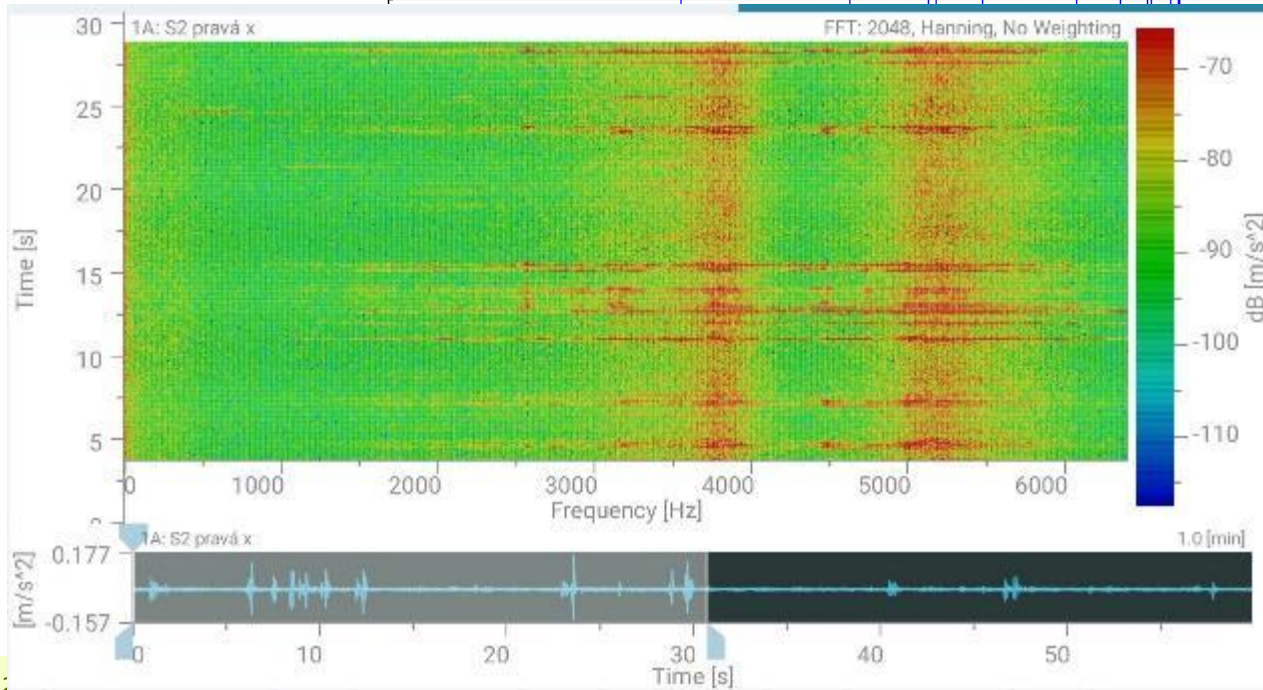
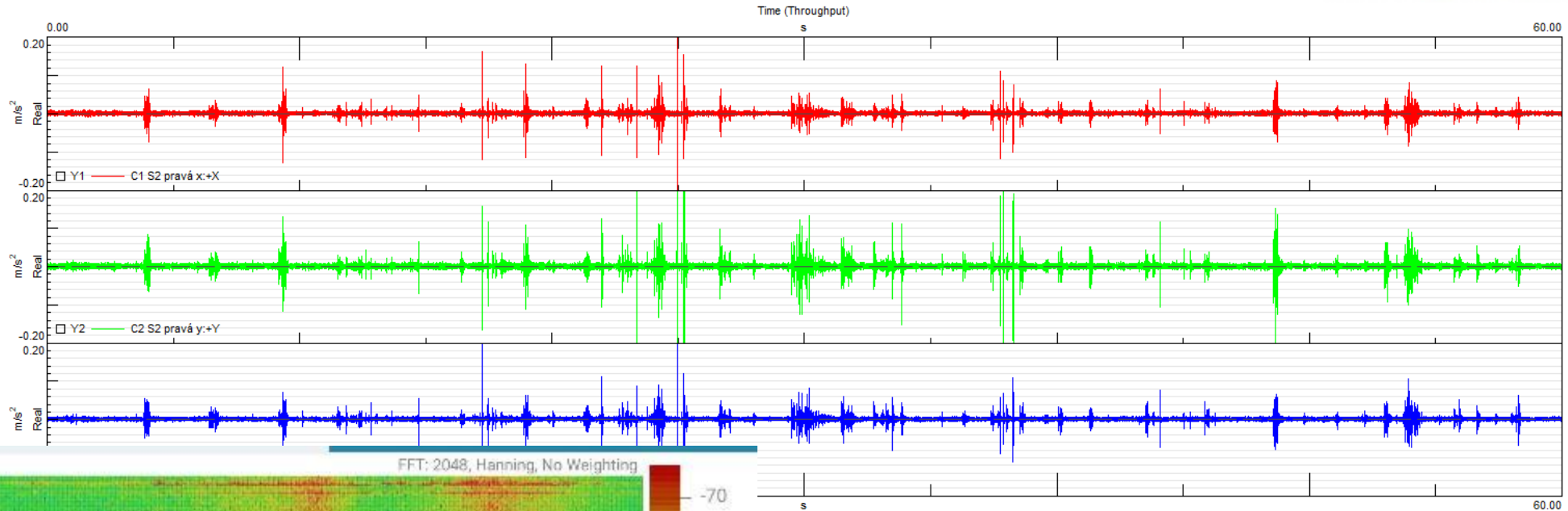
PZVAR MEETING 2023

27.9.2023 až 29.9.2023

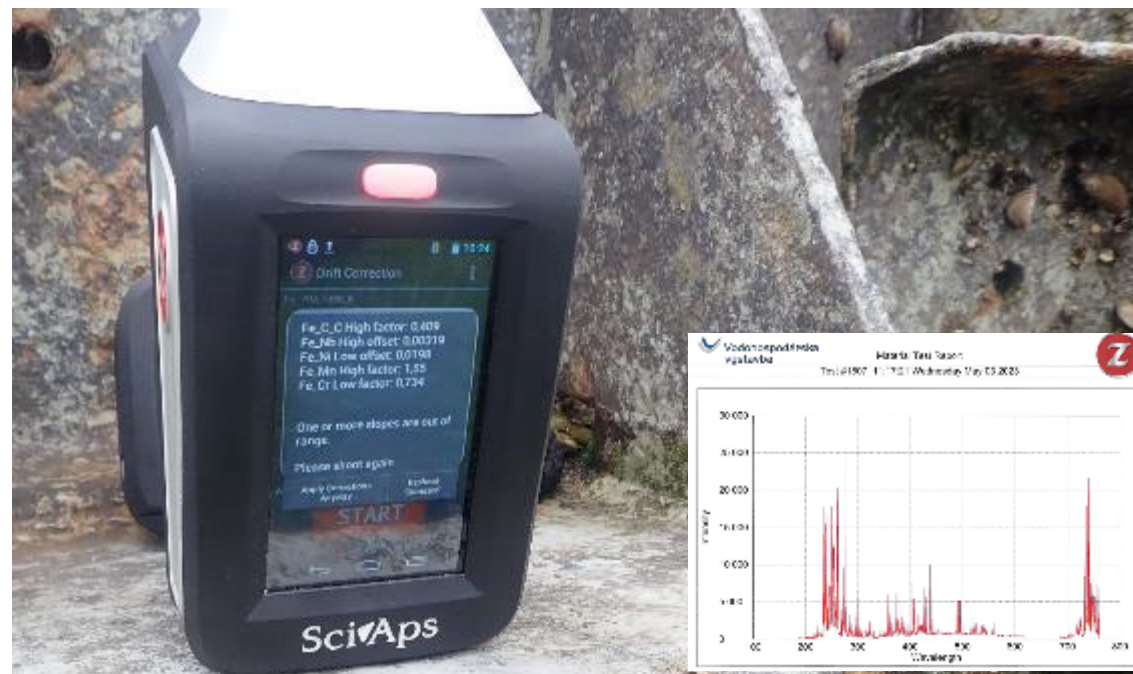
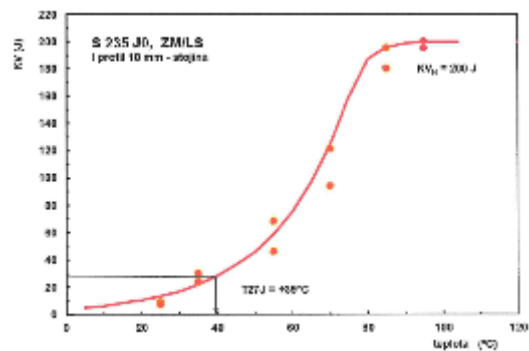
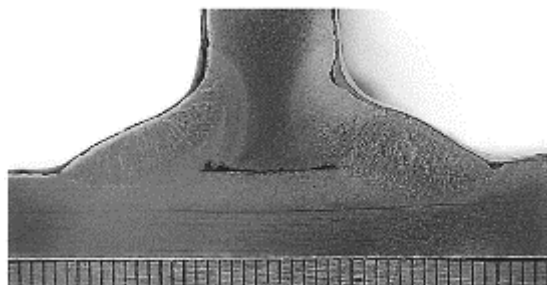
Meranie vibrácií na OORS Dobrohošť



Meranie vibrácií na OORS Dobrohošť



Stanovenie životnosti hradiacich konštrukcií



PZV



Thank you for
attention



Ing. Jakub Porubčan, PhD.
Vedúci oddelenia

+421 917 515 134

jakub.porubcan@vzb.sk

www.vzb.sk

Možnosti obnovy funkčných plôch vstrekovacích foriem

Viňáš Ján¹, Brezinová Janette², Džupon Miroslav³, Brezina Jakub¹

¹Katedra technológií, materiálov a počítačovej podpory výroby, Strojnícka fakulta,
Technická univerzita v Košiciach, Mäsiarska 74, 040 01 Košice

²Katedra automobilovej výroby, Strojnícka fakulta,
Technická univerzita v Košiciach, Mäsiarska 74, 040 01 Košice

³ Ústav materiálového výskumu SAV, v.v.i. Watsonova 47, 043 53 Košice

Príspevok prezentuje výsledky výskumu zameraného na zvýšenie životnosti funkčných plôch foriem pre vstrekovanie hliníkových zliatin. Odliatky z ľahkých Al zliatin sú produkované v rámci sériovej výroby pre automobilový priemysel. Výskum obnovy povrchov ako aj zvýšenia životnosti renovovaných foriem je riešený na základe aktuálnej požiadavky z praxe ako aj v rámci projektov APVV-20-0303, VEGA 1/0597/23 a projektu KEGA 046TUKE-4/2022.

Analýza súčasného stavu životnosti foriem deklaruje ich životnosť v rozpätí 10 – 500 tis. formovacích cyklov. Vzhľadom na cenu nových foriem, neustále narastajúcim cenám ocelí, nákladov na výrobu nových foriem ako aj prestojov v produkcii, ktorá často činí viac ako 600 tis. kusov odliatkov, je snahou hľadať možnosti zvyšovania životnosti týchto foriem. Cena nových tvarovo zložitých resp. rozmerných foriem sa pohybuje v desiatkach a stovkách tisícok Eur. Cena legovaných akostí ocelí neustále stúpa. Na životnosť foriem vplýva viacero tribodegradačných faktorov súčasne a to:

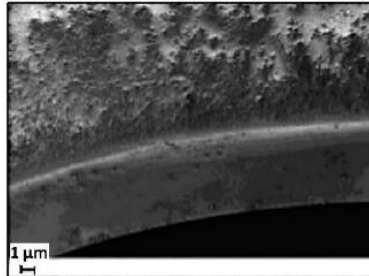
- rozpúšťanie tvarových oceľových plôch v hliníku, a to aj napriek krátkemu času interakcie, povrchov nepresahujúcej 5 s,
- prevádzkové podmienky, teplota formy cca. 250 °C,
- abrazívne opotrebenie vtokových kanálov,
- adhezívne opotrebenie dosadacích plôch delených častí foriem,
- zvyškové napätia vo formách po zábehu cca. 1000 – 1500 cykloch,
- nedostatočné množstvo nanášaného separačného činidla

Poškodenie funkčných plôch foriem sa prejaví zmenami rozmerov a tolerancií odliatkov resp. zmenami morfológie povrchu odliatkov. K degradácii foriem dochádza najmä v ich tvarovo členitých častiach (Obr.1). Rozpúšťaním ocele v Al zliatine dochádza k narušeniu integrity povrchu vznikom povrchových defektov - pórov, ktoré sú vyplnené stuhnutou Al zliatinou (Obr.2) [4–6]. Na hliníkom vyplnený defekt

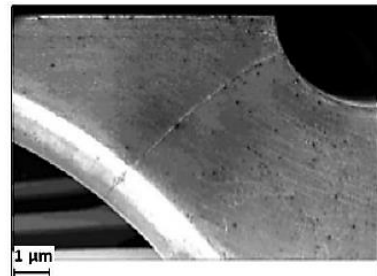
sa naďalej nalepuje zliatina, ktorá pôsobením vysokých plniacich tlakov pôsobí na defekt ako klin. Koncentrácia vnútorných napätí vplyvom cyklického namáhania má za následok iniciáciu trhlín a ich šírenie do telesa formy (Obr.3) [7].



Obr.1 Zadieranie povrchu, adhézia



Obr.2 Nalepovanie Al na povrchy



Obr.3 Detail trhliny na forme

Najčastejšie používaným materiálom pre výrobu foriem pre vstrekovanie Al zliatin v súčasnosti je stredne legovaná oceľ Dievar mat. No. 1.2343 z produkcie Boehler Uddeholm. Jedná sa oceľ vyrobenú pomocou práškovej metalurgie. Pre odolnosť funkčných plôch voči tribologickým faktorom je predpísané jej tepelné spracovanie na tvrdosť v rozsahu 44 – 48 HRC.

Pre obnovu funkčných povrchov foriem resp. jadier foriem sa v praxi najčastejšie používajú konvenčné oblúkové metódy. Metódy MIG/MAG pri obnove veľkorozmerných foriem resp. nevyhnutnosti doplniť väčšie množstvo materiálu, ktorý bol z povrchu formy odstránený trieskovým obrábaním. Pre menšie lokálne opravy resp. opravy kde je potrebné doplniť jednu max. 2 vrstvy návaru je vhodné použiť ručné naváranie metódou TIG. Tieto konvenčné metódy sú používané najmä z dôvodu nízkych ekonomických nákladov na opravu. Tieto oblúkové technológie vnášajú do podnávarových vrstiev veľké množstvo tepla ktoré má negatívny vplyv na metalurgické procesy v oceliach. Na základe realizovaných experimentov je vhodnejším riešením pre obnovu povrchov naváraním aplikovať robotizované progresívne technológie ako napr. CMT, TopTig, MIG Pulz a naváranie laserom. Vhodnou optimalizáciou parametrov je možné výrazne minimalizovať vnesené teplo do návarov a podnávarových oblastí a tým minimalizovať kritické oblasti, ktoré môžu iniciovať degradačné mechanizmy v procese prevádzky. Vzhľadom na akosti renovovaných plôch a typy vhodných prídavných materiálov nie je možné z procesov renovácie vylúčiť tepelné spracovanie žiňaním.

Príspevok prezentuje výsledky dlhoročného výskumu zameraného na obnovu funkčných plôch vstrekovacích foriem. V rámci výskumu bolo hodnotených viacero typov prídavných materiálov. V experimentálnych výstupoch sú definované odporúčania, výhody a nevýhody jednotlivých metód a súčasné trendy v renovácii týchto plôch.

Metodika experimentálnych prác

Vzorky s trojvrstvovými návarmi vyhotovenými technológiou TIG boli trieskovo opracované frézovaním. Na povrchoch bola v zmysle normy EN 13018 realizovaná vizuálna kontrola povrchov s cieľom identifikovať povrchové chyby (dutiny, trhliny, vlásoknicové trhliny) vystupujúce na povrch funkčnej vrstvy. Kapilárna skúška bola realizovaná podľa normy EN ISO 23277 metódou farebnej indikácie. Klasifikáciu chýb zvarových spojov zahŕňa norma ISO 6520-1. Vnútorne chyby boli stanovené ultrazvukovou metódou EN ISO 17 640. Pre charakterizovanie indikácií vo zvaroch bola použitá odrazová metóda s ultrazvukovým prístrojom VEO+ 32:64 by Sonatest (UT Phased Array), použité sondy X1-PE-10M16E0.3P by Sonatest (Phased Array – 10 MHz, 16 meničov) and T1-PE-5.0M32E0.8P by Sonatest (Phased Array – 5 MHz, 32 meničov). Makro a mikroštruktúrna analýza bola realizovaná pomocou svetelných mikroskopov Keyence VHX 5000 a Olympus CX71. Morfológie povrchov opotrebených foriem a chemické analýzy boli realizované pomocou SEM cSEMEVO MA15 s integrovanými analytickými metódami EDX A WDX. Vplyv premiešania návarového kovu s podkladovým materiálom bol stanovený pomocou plošných a líniových EDX analýz. Vplyv tepelného spracovania, ako aj použitých metód a parametrov navárania bol hodnotený tiež pomocou priebehov tvrdosti na priečných výbrusoch v zmysle normy EN ISO 6507-1, na zariadení Shimadzu HMV 2. Odolnosť funkčných plôch voči pôsobeniu taveniny Al sa experimentálne overovala u všetkých typov prídavných materiálov. Kvalita návarov bola hodnotená v podmienkach vysokoteplotnej korózie. Odolnosť návarov bola testovaná úplným ponorom do taveniny hliníkovej zliatiny AlSi8Cu3 udržiavanej na teplote $680\pm 20^{\circ}\text{C}$ v laboratórnej odporovej peci pri výdrži po dobu 120 a 300 min. Tavenina hliníkovej zliatiny bola pripravená z časti bločkov zliatiny akosti AlSi8Cu3 (DIN 226 A), ktoré boli vsádzkované do keramických kelímok a ohriate v laboratórnej peci na teplotu tavenia zliatiny. Jedná sa o teplotu odlievania zliatiny AlSi8Cu3 pri tlakovom liatí na strojoch so studenou plniacou komorou. Vzorky boli počas testov v zvislej polohe. Po teste boli vzorky vybrané z taveniny a ochladené voľne na vzduchu. Významnú úlohu v procesoch obnovy povrchov pomocou navárania zohrávajú zvyškové napätia. Experimentálne práce zahŕňajú aj návary vytvorené pomocou lasera, na ktorých boli hodnotené zvyškové napätia pomocou tenzometrických ružíc a odvrtávacích fréz s priemerom $\varnothing 1,6$ mm. Použité bolo odvrtávacie zariadenie SINT MTS 3000 s turbínou poháňanou stlačeným vzduchom. S cieľom dosiahnutia čo najpresnejších výsledkov bola v každom mieste odvrtávania použitá nová fréza. Pre spracovanie nameraných uvoľnených pomerných deformácií bol použitý softvér EVAL 7.0, ktorý vyhodnocuje hladiny zvyškových napätí v súlade s normou ASTM E-837. Tento softvér okrem normalizovaných výsledkov poskytuje aj vyhodnotenie nameraných uvoľnených pomerných deformácií integrálnou metódou. Chemická kompozícia základného materiálu foriem používaných u zadávateľa výskum je definovaná v Tab. 1. Mechanické vlastnosti ocele mat. No. 1.2343 – Dievar sú

v Tab. 2. Jedná sa o stredne legovanú oceľ, ktorej štruktúra po tepelnom spracovaní je tvorená sorbitom.

Tab.1 Chemické zloženie základného materiálu formy mat. No. 1.243 (hm.%)

C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni	Mo	V	Cu	Fe
0,382	0,377	0,914	0,002	0,003	4,893	0,199	1,277	0,499	0,077	zvyšok

Tab.2 Mechanické vlastnosti ocele mat. No. 1.243 dané výrobcom

Medza klzu (MPa)	Medza pevnosti (MPa)	Ťažnosť A5 (%)	Tvrdosť HRC
1420	1680	12	50

Renovačné vrstvy pre obnovu funkčných plôch pracovných častí foriem na výrobu odliatkov technológiou vysokotlakového liatia boli vyhotovené ručným oblúkovým naváraním metódou GTAW. Použité boli štyri typy prídavných materiálov. Ich priemer bol \varnothing 1,0 mm. Chemické zloženie použitých prídavných materiálov je definované v Tab. 3. Na základe chemického zloženia materiálu foriem pre vstrekovanie Al zliatin boli pri výbere prídavných materiálov smerodajnými hodnoty obsah C a Cr. Preto sú medzi jednotlivými drôťmi u týchto prvkov iba minimálne rozdiely.

Tab.3 Chemické zloženie prídavných materiálov pre naváranie GTAW dané výrobcami [hm.%]

	C	Mn	Si	Cr	W	V	Mo	Ti	Ni	Co	Al	Fe
Pre metódu GTAW												
Cronitex RC 44	0,35	0,6	0,7	5,3	0,4	0,8	1,5	-	-	-	-	Zv.
UTP A 73 G 3	0,25	0,7	0,5	5,0	-	-	4,0	0,6	-	-	-	Zv.
UTP A 673	0,35	0,4	1	5,0	1,3	0,3	1,5	-	-	-	-	Zv.
Dievar® TIG-Weld	0,32	0,4	0,3	4,9	-	0,6	2,1	-	-	-	-	Zv.
Pre metódu CMT												
1.2343	0,32	0,4	0,3	4,9	-	0,6	2,1	-	-	-	-	Zv.
Laser												
1.2343	0,44	0,42	0,15	5,12	-	-	2,27	-	0,07	0,01	0,008	Zv.
UTP A 702	0,02	-	-	-	-	-	4,0	1,6	18,0	12,0	0,1	Zv.
Maraging - Dratec	0,0005	0,50	0,20	0,15	-	-	4,0	1,6	18,0	12,0	-	Zv.

Naváranie metódou TIG bolo realizované na zariadení Fronius TransTig 2200 Job. Skúšobné vzorky boli vyhotovené ako trojvrstvové návary z dôvodu eliminácie premiešania základného a prídavného materiálu. Parametre navárania sú zaznamenané v Tab.4.

Tab.4 Parametre navárania metódou GTAW

Prúd [Iz]	95A
Napätie [Uz]	18 V
Priemer hubice horáka	9,5 mm
Ochranná atmosféra	Ar 4.6
Prietok plynov	12 l
Elektróda	WC 202.4
Uhol zabrúsenia	30°
Naváracie zariadenie	2-takt
Medzihúsenicová teplota	≤ 150 °C
Keramická dýza	s vnútorným priemerom \varnothing 9,5
Použitá polarita	DC+

CMT naváranie

V rámci overenia možnosti aplikácie progresívnych oblúkových metód navárania a overenia kvality návarov boli experimenty tiež realizované na návaroch vyhotovených metódou CMT na zariadení Fronius Trans Puls Synergic 3200 v spolupráci s pracoviskom na MTF STU so sídlom v Trnave. Pri naváraní boli použité nasledujúce parametre:

- Navárací prúd 224 A
- Naváracie napätie 23,2 V
- Rýchlosť podávania drôtu 6,5 m. min⁻¹
- Rýchlosť navárania 8 mm. s⁻¹
- Korekcia dĺžky oblúka 15%
- Korekcia dynamiky 0,3
- Prietokové množstvo ochranného plynu Ar 15 l. min⁻¹
- Posuv horáka medzi húsenicami 5,5 mm
- Vzdialenosť horák – povrch plechu 14 mm

Návary boli vyhotovené v dvoch vrstvách, po 13 zvarových húseníc. Pred naváraním bol podkladový materiál predohriaty na teplotu 300 °C.

Naváranie laserom

Výroba návarových vrstiev sa v rámci prezentovaného experimentu realizovala pomocou pevnolátkového diskového lasera TruDisk 4002 s fokusačnou optikou BEO D70 realizovaná v spolupráci so spoločnosťou PRVÁ ZVÁRAČSKÁ, a.s. Ako prídavný materiál boli použité tri typy prídavných materiálov. Nakoľko sa proces realizoval na robotickom pracovisku boli použité prídavné materiály vo forme drôtov o priemere \varnothing 1,0 mm. Použitý bol drôt na báze základného materiálu formy

a to mat. No.1.2343 (Dievar), prídavný mat. No.1.6356 (UTPA 702), prídavný materiál mat. No.1.6356 z produkcie Datarec. Chemická kompozícia prídavných materiálov je v Tab.3.

Pre naváranie jednotlivých skúšobných vzoriek boli použité nasledujúce parametre navárania:

- a) Prídavný materiál Dievar, výkon lasera 1500W, rýchlosť navárania 6 mm.s⁻¹, rýchlosť podávania prídavného materiálu 10 mm/s fokusácia 20 mm, ochranná atmosféra Ar (4.6) 7 l/min.
- b) Prídavný materiál No. 1.6356 (Dratec), výkon lasera 1600W, rýchlosť navárania 6 mm/s, rýchlosť podávania prídavného materiálu 10 mm/s fokusácia 20 mm, ochranná atmosféra Ar (4.6) 10 l/min/min
- c) Prídavný materiál No. 1.6356 (UTPA702), výkon lasera 1500W, rýchlosť navárania 6 mm/s, rýchlosť podávania prídavného materiálu 5 mm/s fokusácia 0 mm, ochranná atmosféra Ar (4.6) 12 l/min.

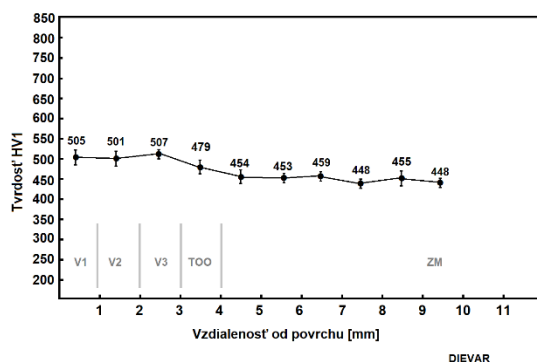
Tepelné spracovanie skúšobných vzoriek

Všetky vyhotovené skúšobné vzorky sa po naváraní tepelne spracovali v súlade s parametrami tepelného spracovania vstrekovacích foriem. Vzorky boli žiňané pri teplote 610 °C počas 2 hodín a potom ochladené na vzduchu. Nástup na požadovanú teplotu trval 2 h a 20 min. Snahou je dosiahnuť hodnotu tvrdosti po tepelnom spracovaní 48 HRC. Táto hodnota sa odporúča pre ocele určené na výrobu hliníkových vstrekovacích foriem.

Výsledky experimentov

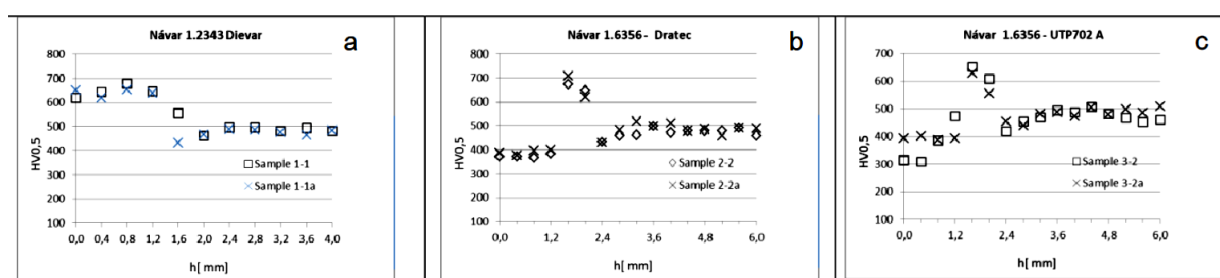
Výsledky hodnotenia priebehov tvrdosti

Priebehy tvrdosti sú hodnotené na priečných metalografických výbrusoch. Hodnotenú sú prevažne vo vertikálnom smere od povrchu smerom do základného materiálu. Na Obr. 4 sú dokumentované výsledky tvrdosti namerané na trojvrstvovom návare zhotovenom metódou TIG pri použití prídavného materiálu 1.2343, ktorý je používaný v rámci experimentov aj ako etalón. Podobný priebeh tvrdosti vykazovali aj návary vyhotovené technológiu CMT. Zmena technológie navárania nemala výrazný vplyv na namerané hodnoty.



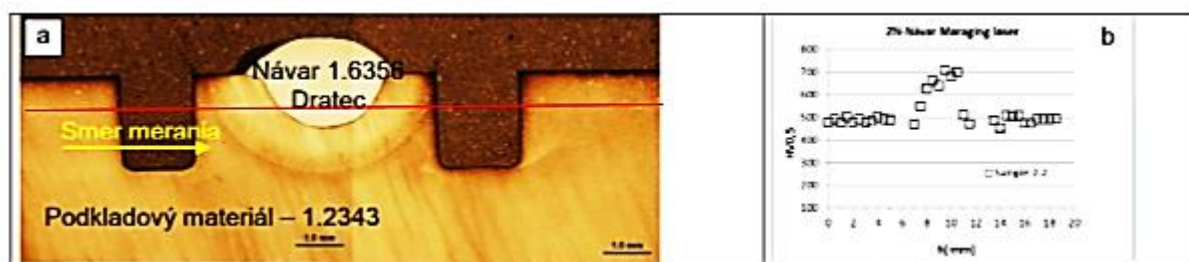
Obr.4 Priebeh tvrdosti u trojvrstvého návaru vyhotoveného TIG prídavným materiálom Dievar® TIG

Priebehy tvrdosti u dvojvrstvových návarov vyhotovených laserom sú zaznamenané na grafoch Obr.5.



Obr.5 Priebehy tvrdosti u dvojvrstvových návarov zhotovených laserom a) návar drôtom 1.2343; b) Dratec; c) UTP A 702

Na pričných rezoch vzoriek použitých na meranie zvyškových napätí odvrávaním bolo vykonané meranie tvrdosti HV0,5. Lína merania bola v hĺbke 0,4 mm pod povrchom podkladovej dosky a prechádzala priečne návarmi (červená čiara). Vtlačky Vickersovho indentora boli vo vzájomnej vzdialenosti 0,4 mm Obr.6. Na obrázkoch vpravo miesta bez nameraných hodnôt mikrotvrdosti odpovedajú slepým otvorom. Zvýšené hodnoty tvrdosti boli namerané v strede návaru.

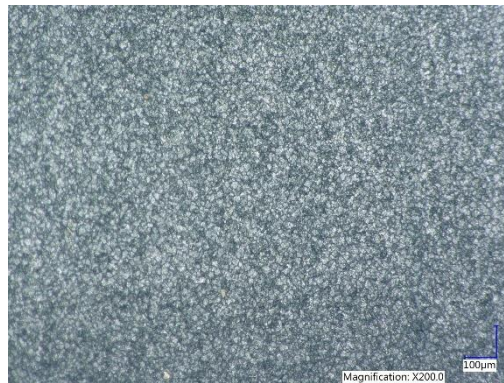


Obr.6 Schéma merania tvrdosti a graf nameraných hodnôt na vzorke s návarom 1.6356 – Dratec

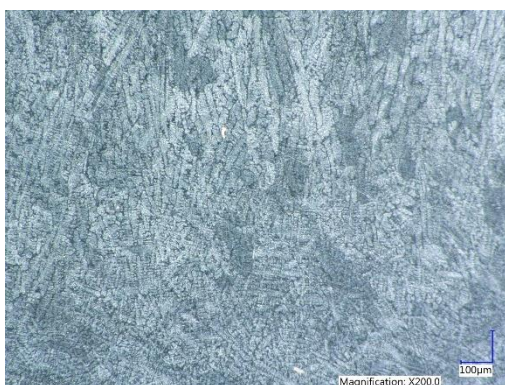
Výsledky metalografických analýz

Výsledky metalografických analýz sú dokumentované na Obr.7 až Obr.15. Základný materiál formy je oceľ mat. no. 1.2343 Dievar. Mikroštruktúra je po tepelnom spracovaní jemnozrná tvorená sorbitom (Obr.7). Na Obr.8 až Obr.11 sú zaznamenané štruktúry návarového kovu. Na všetkých metalografických výbrusoch bola dobre čitateľná kresba viacvrstvových návarov a ukladanie

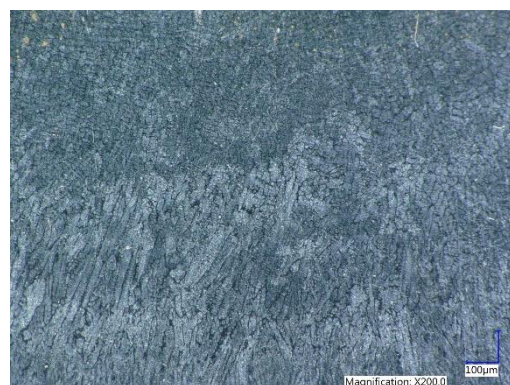
jednotlivých húseníc. U všetkých návarov vyhotovených prídavnými materiálmi Cronitex RC 44, UTP A 73 G 3, UTP A 673, Dievar® TIG. a 1.2343 bola štruktúra po tepelnom spracovaní tvorená sorbitom, čo je v súlade s výsledkami hodnotenia chemickej kompozície návarových vrstiev a tiež výsledkami hodnotenia tvrdosti na priečných výbrusoch. Makroštruktúra prechodovej oblasti návaru zhotoveného metódou CMT s prídavným materiálom Dievar je na Obr.12. Definovaná bola aj hrúbka TOO (1217 μm). Na Obr.13 boli dokumentované makroštruktúry jednovrstvových návarov vyhotovených laserom. Na metalografických výbrusoch je dobre čitateľné ukladanie jednotlivých húseníc. Štruktúru návarov vyhotovených prídavnými materiálmi UTP A 702 bolo možno klasifikovať leiaciu s usmernenou kryštalizáciou (viditeľná v skenovacom elektrónovom mikroskope v režime BSE), bez defektov celistvosti, TOO - bez defektov celistvosti. Zóna stavenia bola bez defektov celistvosti, podkladový materiál mal mikroštruktúra sorbitická bez defektov celistvosti. Hrúbka TOO bola max. 1,0 mm (Obr.14). Podobný typ lejacej štruktúry bol pozorovaný na vzorke s návarom 1-6356 Dratec. Podobná bola aj hrúbka TOO (max. 1.0 mm) (Obr.15).



Obr.7 Mikroštruktúra základného materiálu Dievar (1.2343)



Obr.8 Mikroštruktúra návarového kovu UTP A 673



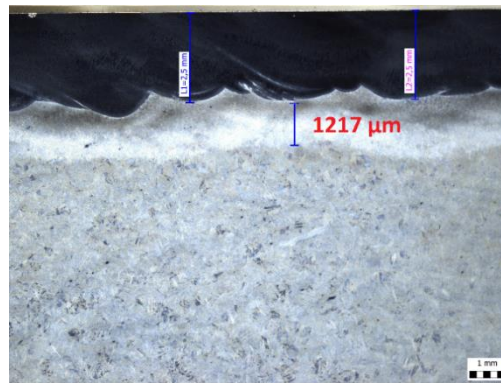
Obr.9 Mikroštruktúra návarového kovu RC 44



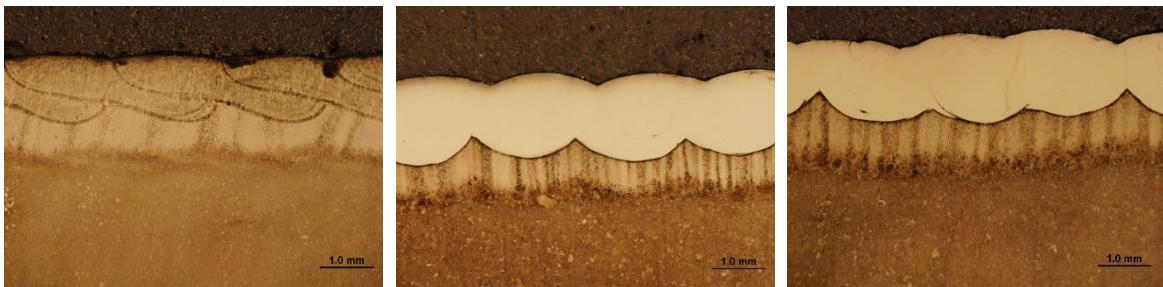
Obr.10 Mikroštruktúra návarového kovu UTP A 73 G 3



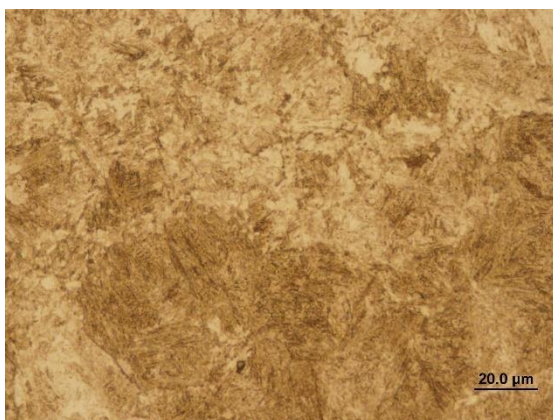
Obr.11 Mikroštruktúra návarového kovu Dievar® TIG



Obr.12 Makroštruktúra návaru vyrobeného CMT (Dievar)



Obr.13 Makroštruktúry laserom naváraných vrstiev (Dievar, Dratec, UTP A 702)



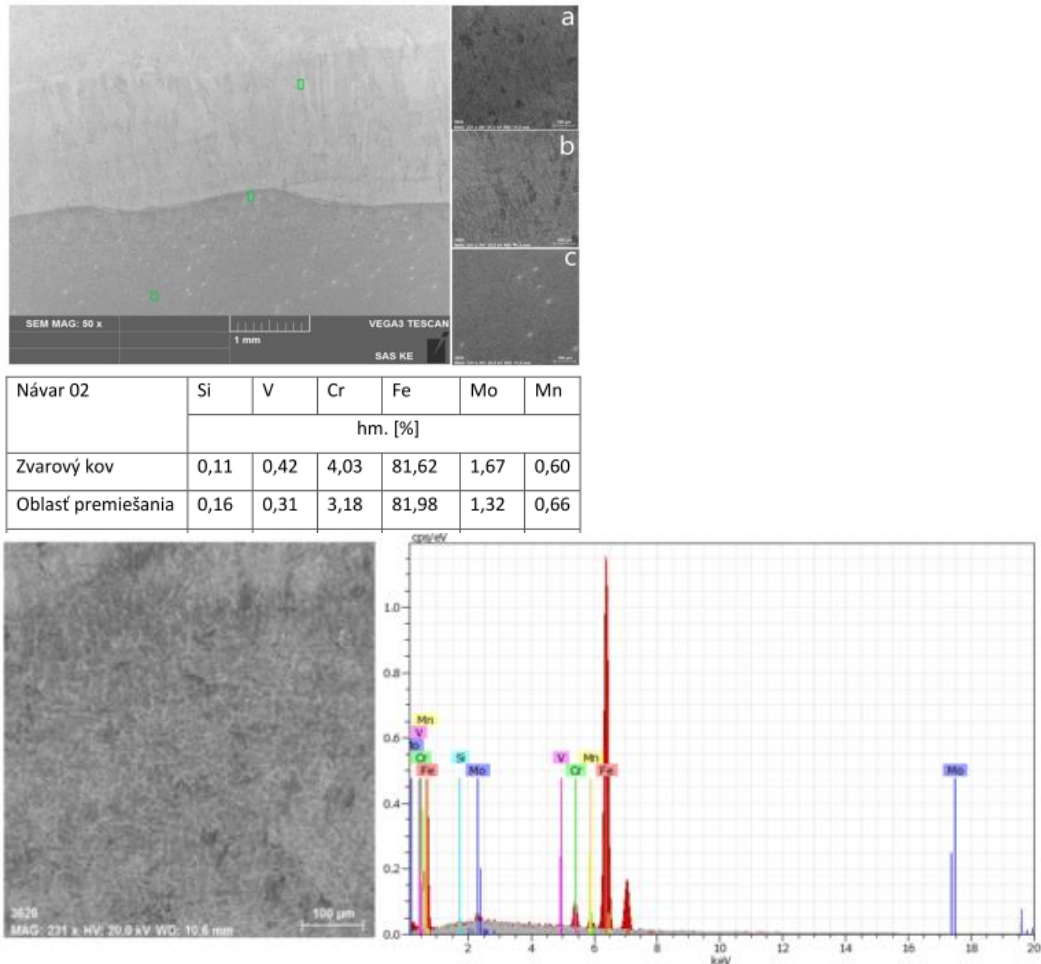
Obr.14 Mikroštruktúra návaru UTP A 702



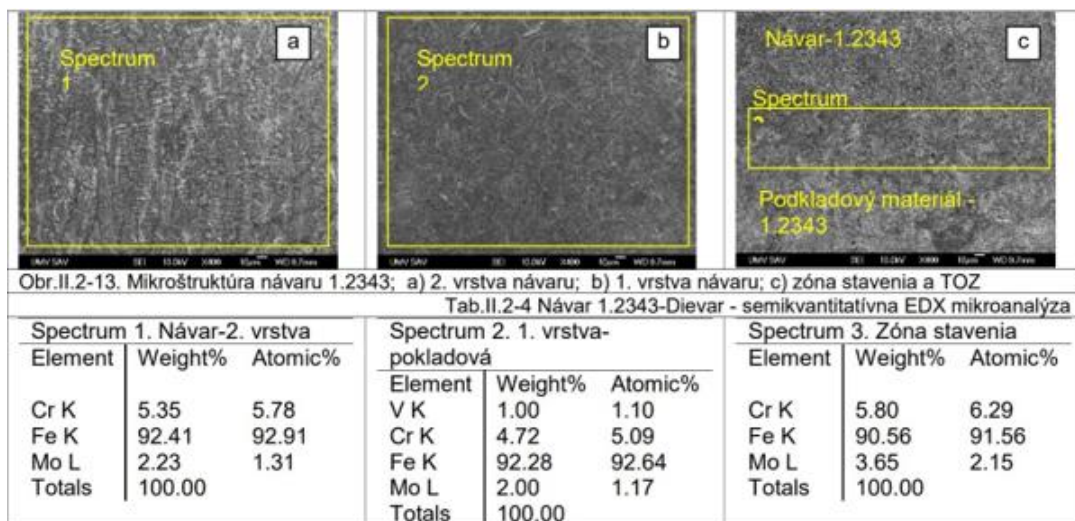
Obr.15 Mikroštruktúra návarového kovu Maraging - Dratec

Chemická kompozícia jednotlivých návarových vrstiev je hodnotená pomocou EDX analýz

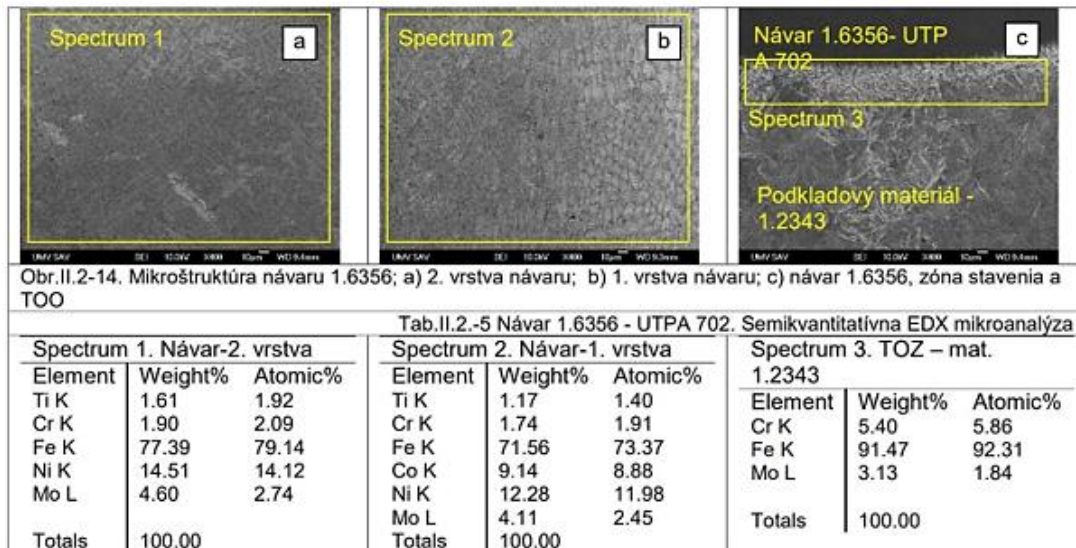
Na Obr.16 až Obr.18 sú dokumentované vybrané výsledky hodnotenia chemickej kompozície návarov zhotovených oblúkovými metódami a tiež laserom v jednotlivých skúmaných oblastiach.



Obr.16 Štruktúrna analýza vzorky vyrobenej metódou CMT, chemická analýza v oblasti premiešania



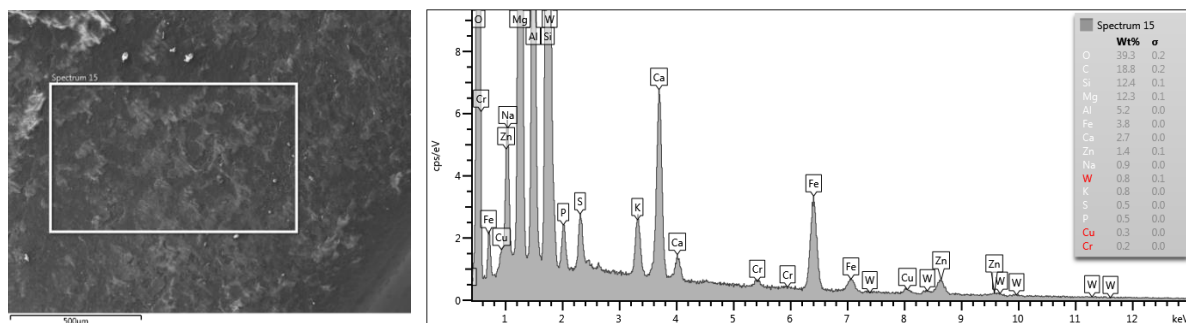
Obr. 17 Spektrálne EDX analýzy vybraných spektier u vzoriek s návarom 1.2343 - a) návarový kov v druhej krycej vrstve; b) návarový kov v podkladovej vrstve; c) zóna natavenia a TOO



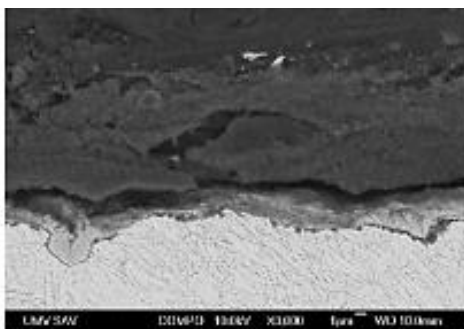
Obr.18 Spektrálne EDX analýzy vybraných spektier u vzoriek s návarom 1.6356 – UTP A 702 - a) návarový kov v druhej krycej vrstve; b) návarový kov v podkladovej vrstve; c) zóna natavenia a TOO

Nalepovanie Al na povrch návaru po skúškach ponorom

Nalepovanie zliatin Al na povrchy skúšobných vzoriek je identifikované pomocou EDX analýz (Obr.19) Na povrchoch nedostatočne ošetrených separačným činidlom dochádza k nalepovaniu reakčných produktov materiálu formy, zliatiny hliníka a separačného prostriedku. Na detekciu prítomnosti vrstvy bola použitá metóda chemického kontrastu (COMPO) Obr.20.



Obr.19 EDX analýza separačného prostriedku na povrchu tvarového dielu

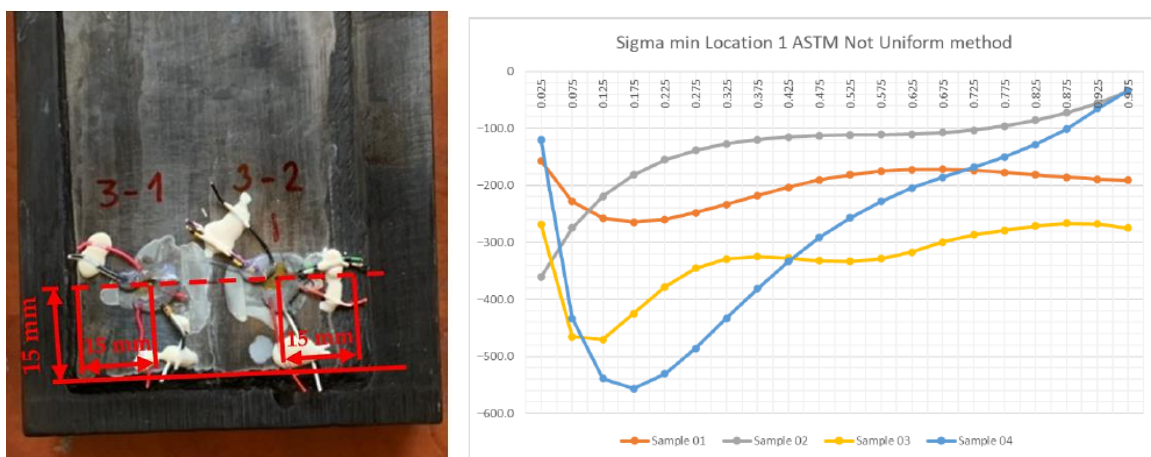


Obr.20 Reakčná vrstva na povrchu návaru s UTP A 73 G 3 po skúškach ponorom identifikovaná metódou COMPO

Cieľom analýz boli tiež zóny so separačným prostriedkom na povrchu tvarových dielov, kontaktu pohyblivého jadra a tvarového dielu a trhlín v na povrchu v oblasti vyhadzovačov. Kvalitatívnou prvkovou EDX mikroanalýzou vrstvy boli v nej okrem prvkov prítomných v materiáli formy detegované čiary Mg, Al, Si, Ca, Zn a O FF. Prítomnosť separačných činidiel na povrchoch foriem je mimoriadne dôležitou najmä počas tzv. zábehu foriem. Za zábeh sa považuje 1000 – 1500 zaformovaní. V tomto čase je vhodné používať kratšie intervaly medzi nanášaním aerosólu separačných činidiel nakoľko sa v tejto etape používania formy na jej povrchu vytvára súvislá reakčná vrstva, ktorá výrazne ovplyvňuje životnosť formy pri ďalších vstrekovacích cykloch.

Výsledky hodnotenia zvyškových napätí

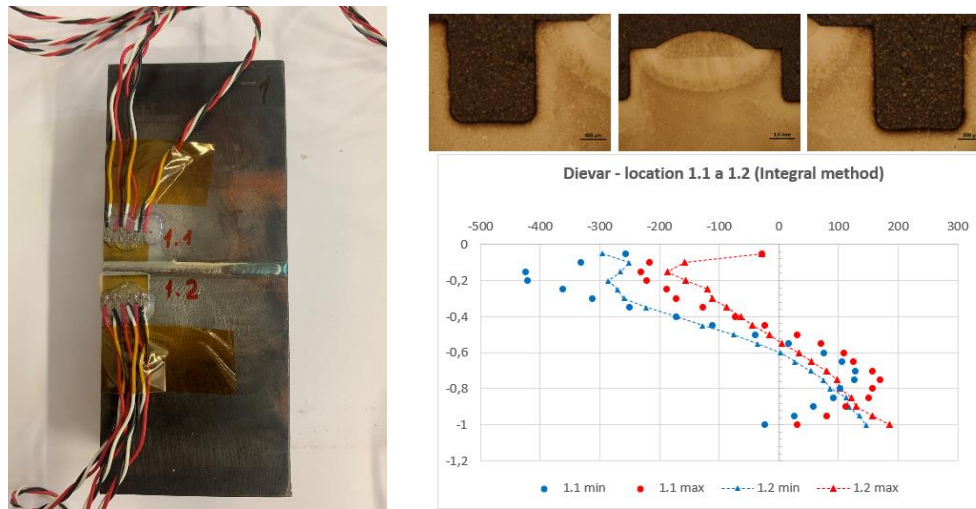
Zvyškové napätia návarových vrstiev boli hodnotené na návaroch zhotovených konvenčnými, ale aj progresívnymi oblúkovými metódami. Na Obr.21 je skúšobná vzorka s návarom vyhotoveným metódou CMT a prídavným materiálom Dievar počas hodnotenia zvyškových napätí.



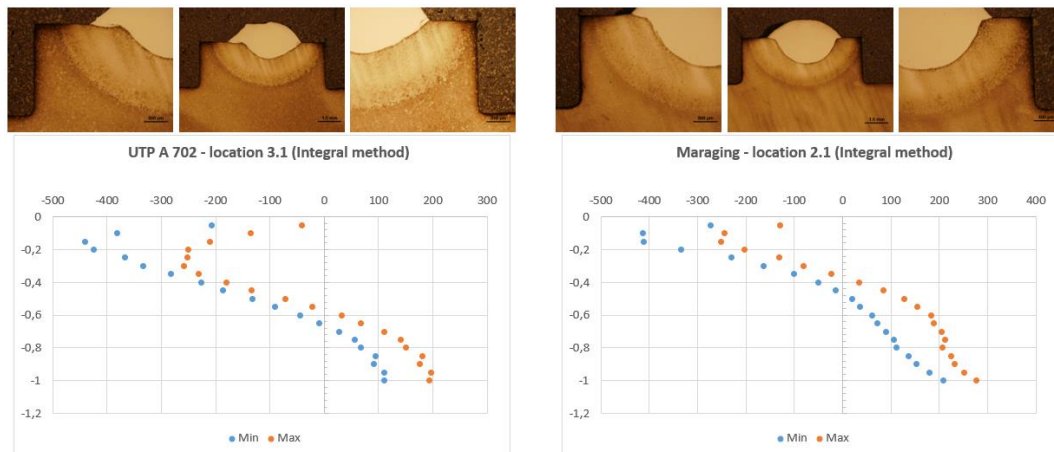
Obr.21 Skúšobná vzorka s návarom CMT a snímačmi (Graf nameraných hodnôt jednotlivých vzoriek)

Na Obr.22 a Obr.23 sú detaily hodnotených oblastí v ktorých boli namerané hodnoty, ktoré sú zaznamenané v grafoch. V grafoch je rozloženie maximálnych a minimálnych normálových zvyškových

napätí zobrazených po výške vzorky voči povrchu vzorky. Pre porovnanie sú prezentované výsledky vyhodnotené podľa normy ASTM E-837 a podľa integrálnej metódy.



Obr.22 Skúšobná vzorka s laserovým návarom Dievar, makroštruktúry hodnotenej oblasti po vyvrtávaní otvorov a namerané hodnoty

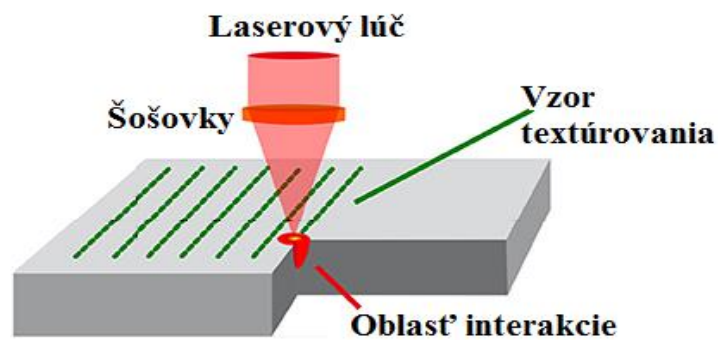


Obr.23 Makroštruktúry a priebehy zvyškových napätí vo vzorkách naváraných prídavnými mat. na báze ocelí Maraging

Úprava povrchov foriem po naváraní a súčasné smerovanie výskumu

Životnosť foriem výraznou mierou ovplyvňuje účinnosť tzv. medzivrstvy vytvorenej chemickou reakciou separačného činidla a povrchom formy. S cieľom vytvoriť povrchy foriem, kde by sa dosiahla lepšia zmáčavosť povrchu separačným činidlom boli povrchy foriem modifikované pomocou textúrovania laserom (Obr.24). Snahou sú úpravy topografie povrchu pre tvarové časti formy prostredníctvom laserového textúrovania s cieľom vytvoriť zásobník separačného prostriedku pri rýchlom plnení dutiny formy. Na povrchoch boli pomocou lasera vytvorené dutiny do hĺbky 3 až 5 μ m, ktoré slúžia ako zásobníky na separačné činidlo a zvyšujú jeho účinnosť v procese vstrekovania Al

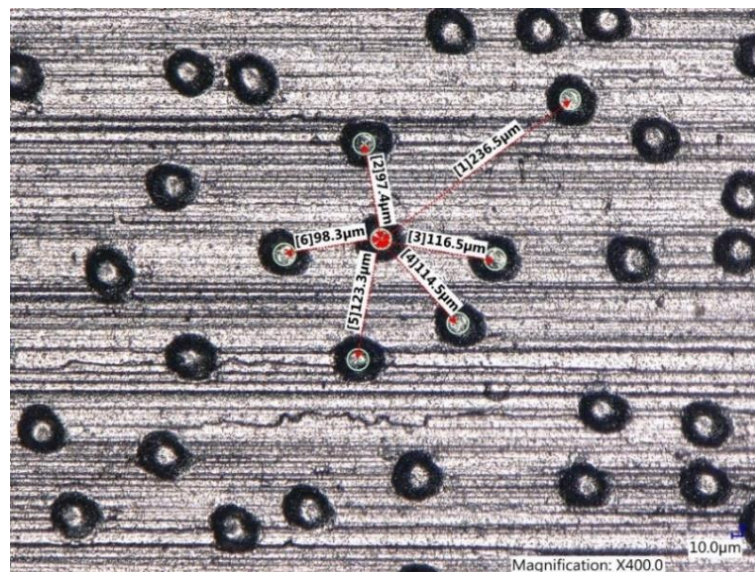
zliatin. Rozmery týchto dutín na povrchu foriem nijako neovplyvňujú povrchovú akosť výliskov, ktorá je hlavným kritériom posudzovania kvality pre odberateľov.



Obr.24 Schéma úpravy povrchu textúrovaním

(Vytvorenie jamkových textúr pomocou laserového zariadenia Piranha II Multi FL205 typu Yb s výkonom 20 W, používané sú 2 typy textúr: náhodné (stochastické) a pravidelné (large))

Počas experimentálnych prác bolo zistené, že na tvarovo zložitý povrch formy je vhodné urobiť náhodné textúrovanie povrchu aplikovaním stochastických textúr vzhľadom na tvarové plochy foriem (Obr.25).

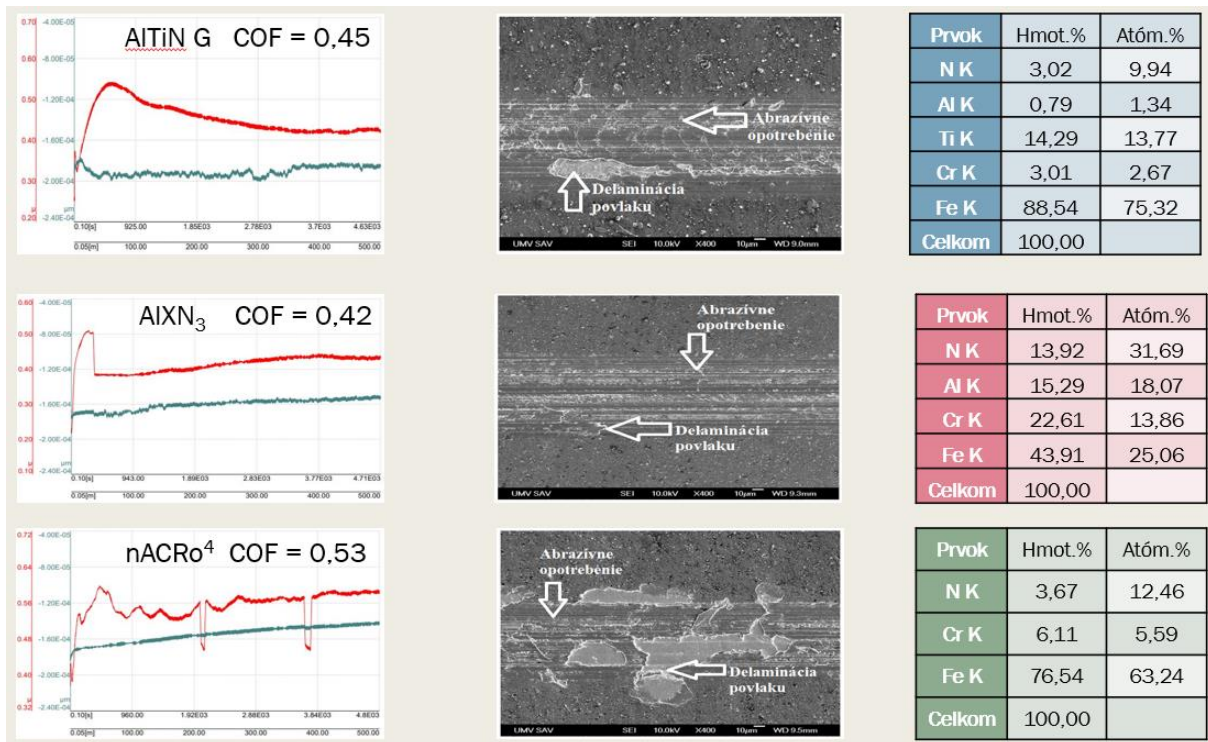


Obr.25 Textúrovaný povrch návaru

Mimoriadne zaujímavými výsledkami z pohľadu zvýšenia životnosti povrchov foriem sú poznatky o úprave novovytvorených povrchov vyhotovených pomocou laserového navárania s aplikovaním textúrovaním povrchom v režime random v kombinácii s povlakovaním. Proces povlakovania sa uskutočnil pomocou PLATIT LARC technology a nová generácia multivrstvových nanoštruktúrnych PVD povlakov bola vyhotovená povlakmi:

- **AlTiN G** –duplexný gradientný povlak s vyššou pevnosťou a tvrdosťou. Hlavná oblasť použitia: povlakovanie vrtacích nástrojov, povlakovanie foriem pre vysokotlakové odlievanie hliníka
- **AlXN₃** - duplexný povlak, ktorý sa skladá z: X=Cr; CrN vrstva + Al/CrN nanomultivrstva + AlN vrstva. Húževnatý povlak, ktorý má vysokú odolnosť voči abrázii pri vysokých teplotách
- **nACRo⁴** - nanokompozitný duplexný povlak spadá do skupiny 4. generácie nanokompozitných povlakov. Má vysokú húževatosť a je odolný voči abrázii a vhodný pre vysoké teploty. Finálna vrchná vrstva je tvorená nc-AlCrN/a-Si₃N₄

Odolnosť povlakov je v súčasnosti analyzovaná pomocou tribologických skúšok ako je dokumentované na Obr.26.



Obr.26 Výsledky skúšok adhézneho opotrebenia povlakov

Záver

Príspevok prezentuje vybrané výsledky výskumu hodnotenia akosti návarových vrstiev zhotovených pomocou konvenčných a tiež progresívnych technológií navárania. Aplikované boli prídavné materiály na báze základných materiálov foriem ale tiež ocele na báze ocelí Maraging, zliatiny na báze Ni ako napr. NiFIL a tiež vysokolegované typy ocelí. Na základe realizovaných experimentov je možné pre obnovu povrchov foriem odporučiť robotické naváranie laserom s prídavnými materiálmi vo forme drôtu do priemeru \varnothing 0,6mm. Na základe skúšok ponorom je ako prídavný materiál je vhodné odporučiť kombináciu ocele Maraging ako podkladovej vrstvy na základný materiál a ako funkčnú

vrstvu tzv. kryciu z materiálu Dievar. Nevyhnutným je tepelné spracovanie takto renovovaných foriem. Na novovytvorené povrchy je vhodné aplikovať stochastické textúrovanie povrchov a PVD povlaky na báze - AlTiN G a nACRO⁴. Dôležitým faktorom je tepelné spracovanie po zábehu vstrekovacej formy a správne dávkovanie separačných činidiel. Životnosť takto renovovaných foriem dosahuje v závislosti od pracovných podmienok niekoľko stotisíc zaformovaní.

Podakovanie

Príspevok vznikol v rámci riešenia projektov APVV-20-0303 - Inovatívne prístupy pri obnove funkčných povrchov laserovým naváraním, VEGA 1/0597/23 - Možnosti aplikácie laserových aditívnych technológií pri obnove funkčných povrchov a projektu 046TUKE-4/2022 - Inovácia vzdelávacieho procesu implementáciou adaptívnych hypermediálnych systémov vo výučbe predmetov z oblasti technológií povlakovania a zvárania materiálov. Za spoluprácu sa chceme poďakovať pracovníkom Prvej zväračskej a.s. a tiež kolegom z Materiálovotechnologickej fakulty so sídlom v Trnave.

Použitá literatúra

1. Bradley, R.K. Education in plastics manufacturing: Aluminum mold making and injection molding. *Int. J. Mech. Eng. Educ.* **2021**. 10.1177/03064190211051105.
2. Moritzer, E.; Martin, Y. Experimental investigations on the fibre length degradation in injection moulds. In Proceedings of the AIP Conference Proceedings; 2017. 10.1063/1.5016769.
3. Brezinová, J.; Džupon, M.; Viňáš, J.; Guzanová, A.; Puchý, V.; Brezina, J.; Draganovská, D.; Vojtko, M. Progressive CMT cladding for renovation of casting mold. *Acta Metall. Slovaca* **2020**. 10.36547/ams.26.3.565.
4. Hou, Y.; Wang, J.; Liu, L.; Li, G.; Zhai, D. Mechanism of pitting corrosion induced by inclusions in Al-Ti-Mg deoxidized high strength pipeline steel. *Micron* **2020**. 10.1016/j.micron.2020.102898.
5. Sharshin, V.N.; Balandin, V.M.; Skitovich, S. V.; Tsiglov, D.A. Improvement of the technology of remelting waste and chips of aluminum alloys with raised iron content. *Litejnoe Proizv.* **1997**.
6. Barth, C.F.; Steigerwald, E.A.; Troiano, A.R.; Frankenthal, R.P.; Pickering, H.W. *On the Mechanism of Localized Corrosion of Iron and Stainless Steel II. Morphological Studies*; 1972;
7. Najbolj, I.; Tehnologije, P.; Lazi, V.; Sedmak, A.S.; Nikoli, R.R.; Mutavd, M.; Aleksandrovi, S.; Krsti, B.; Milosavljevi, D.; ASM Handbook; et al. Thermo-Mechanical Fatigue of Hot Work Tool Steels. *6th Int. Tool. Conf.* **2013**.

EWM&Doosan

EWM:

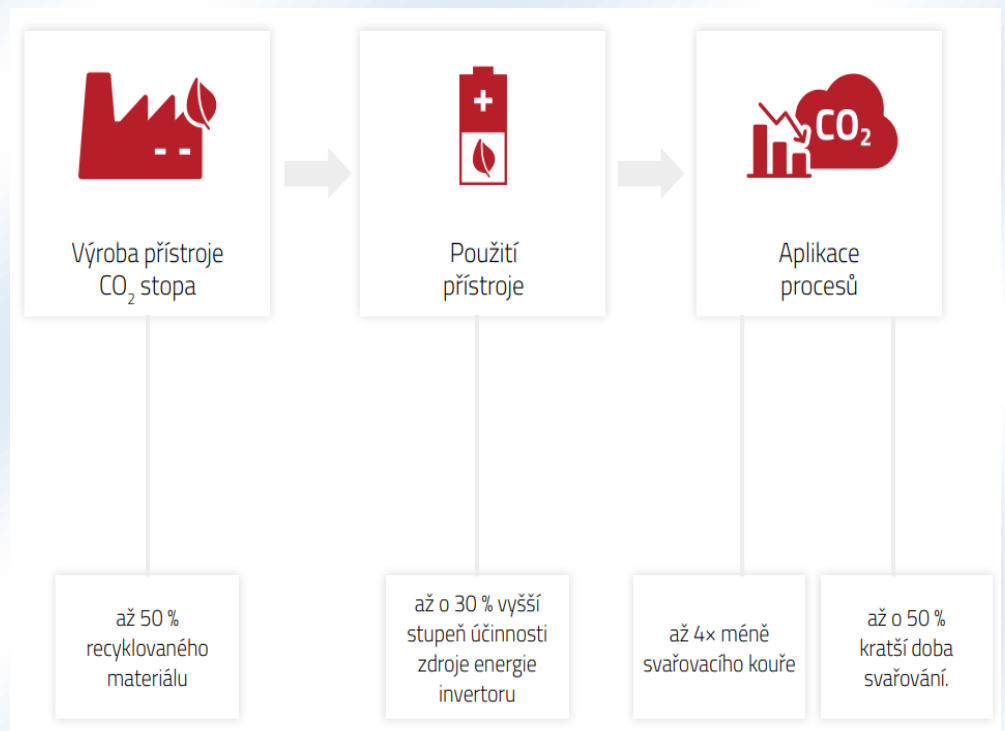
Spoločnosť Elektrowerke Mündersbach bola založená v roku 1957 Edmondom Szczesnym. Podnik najskôr vyvíjal a vyrábal elektronické súčiastky.

Sme jeden z technologických lídrov, spolupracujeme s našimi partnermi a zákazníkmi na vývoji zväzacej techniky budúcnosti. Vďaka tomu sú zväzacie procesy ešte hospodárnejšie, bezpečnejšie a ešte viac chránia zdroje.

Ako poskytovateľ všetkých služieb preberáme zodpovednosť za celý proces zväzania. Vlastný výskum a vývoj a praktické know-how tvoria základ technologického pokroku, ktorý je spojený so značkou EWM.

Dnes je naša iniciatíva za udržateľnosť od objaviteľov „KÓDEXU ZVÁRANIA“

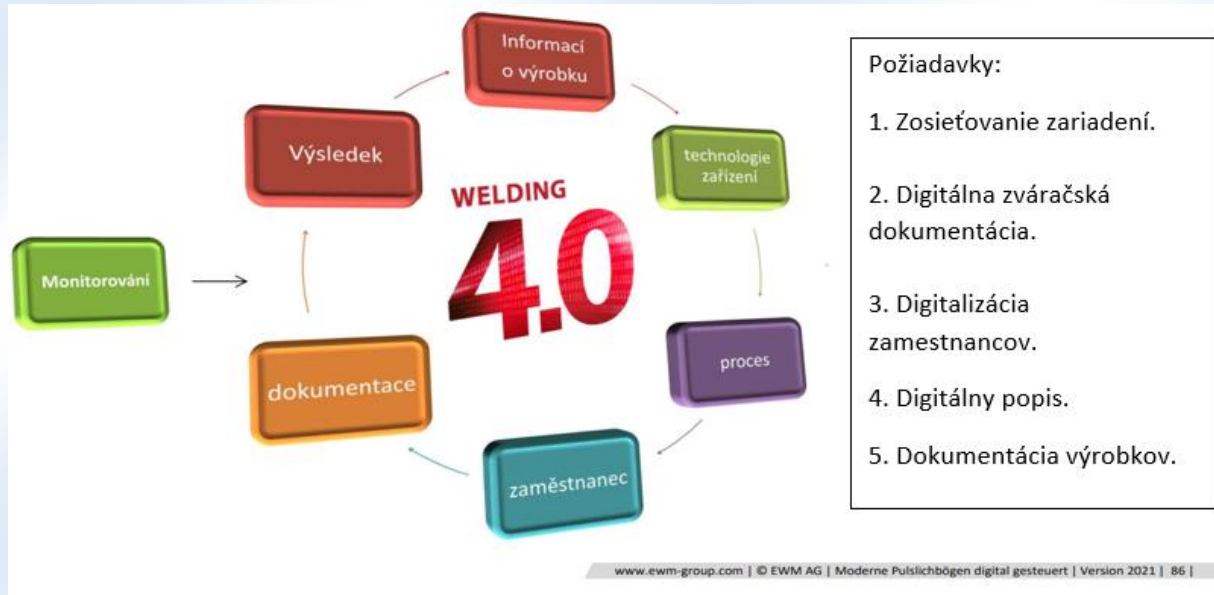
Ako popredná technologická spoločnosť vás podporujeme našou iniciatívou v oblasti udržateľnosti BlueEvolution®, aby ste prispeli k zníženiu CO₂. Pretože zvar je dokonalý len vtedy, ak šetrí energiu a zdroje. S invertorovou technológiou, ktorá šetrí suroviny a zväzacími procesmi znižujúcimi energiu, dávame hospodárnosť a ekológiu do rovnováhy.



Efektivita priemyslu 4.0

Vďaka EWM Xnet sú kovoobrábacie spoločnosti pripravené na budúcnosť.

S EWM Xnet sa rozhodujete aj pre merateľnú pridanú hodnotu v celom hodnotovom reťazci vašej zvaračskej spoločnosti. Do budúcnosti orientovaný systém riadenia zvarovania organizuje výrobu, plánovanie, riadenie kvality, zvaračský dozor, administratívu a pomáha výrazne zlepšiť hospodárnosť, kvalitu a dokumentáciu.



EWM HIGHTEC WELDING & Robotically - Doosan Robotics.

Vnímame ako významný krok do budúcnosti zvarovania. Digitalizácia rastie v každom odvetví a pri zvaraní tomu nie je inak. Kvalita a počet zvaračských odborníkov je na poklese za to nároky na kvalitu a množstvo výrobkov stúpajú.

Prinašame inovatívne riešenia ako firmy môžu pristúpiť k tejto problematike. Cobot je ideálne, rýchle, nízkoenergetické a nenáročné riešenie.

Zákazníci sa rozhodujú pre naše riešenie aj z dôvodu zvýšenia produktivity, ta býva dvojnásobná oproti ručnému zvarovaniu. Zároveň naši klienti, ktorí majú menšie a stredne veľké podniky vidia potenciál k sériovým a väčším zákazkam, aj bez znalosti automatizácie.



Roboticall – Doosan Robotics

Roboticall, s. r. o., je výhradným distribútorom kobotov Doosan Robotics a zváracích laserov Dxtech na českom a slovenskom trhu.

Použitie kolaboratívnych robotov v priemysle je v posledných rokoch veľká téma, hlavne s ohľadom na ich možnú integráciu aj do firiem s malou alebo žiadnou skúsenosťou s robotizáciou či automatizáciou. Schopnosť veľmi rýchleho preprogramovania či zmeny trajektórie umožňuje tiež zapojiť coboty aj do malosériovej výroby.

Značka Doosan Robotics je v tomto ohľade na špičke odboru, a to z mnohých dôvodov. Ponúka široké portfólio robotov (11 modelov) s nosnosťami v rozsahu 5-25 kg a dosahmi 0,9-1,7 m, excelentnú senzitivitu, intuitívne ovládanie a vysokú životnosť.



Bez príplatkov!

Doosan cobot má už v základe veľmi mnoho integrovaných SW balíčkov pre zjednodušené použitie (programovanie) pre rôzne typy aplikácií, ako napr.

- Zváranie
- Obsluha strojov (CNC obrábanie, ohrňovanie a iné operácie.)
- Paletizácia (práve s ohľadom na nosnosti až 25 kg)
- Bin-Picking
- Brúsenie (v podaní cobotov skôr-finishing, superfinishing, zjednotenie povrchov)

Skrátene povedané, Coboty Doosan vám môžu pomôcť v mnohých situáciách!

Výhody kolaboratívnej robotiky

Najväčšia výhoda cobotov všeobecne je skutočne veľmi rýchla integrácia do existujúcich firemných procesov a veľmi malá náročnosť na programovú znalosť obsluhujúceho personálu.

Poslednou dobou je veľmi rozšírená aplikácia zvarovania, ktorá je najľahšie aplikovateľná samotným zákazníkom pri použití funkčných balíčkov, ktoré taktiež ponúkame.



DXTECH – ručný laserový zdroj



Benefity laserového zvarovania

Minimálna deformácia (nízke vnesené teplo)

Rôzne typy zvarov vo všetkých polohách

Rýchlosť (násobne rýchlejšia ako „TIG“ metóda)

Kvalitný povrch bez vrubov a zápalov

Spájanie rôznych druhov materiálov

Čistenie povrchov bez chemických činidiel

Možnosť integrácie s cobotom doosan robotics.

Na začiatok Vám veľmi radi predvedieme nášho robota u vás vo výrobe a napríklad aj na konkrétnej aplikácii, ktorou sa vaša firma zaoberá.

Odporúčame si každého kolaboratívneho robota vyskúšať fyzicky, pretože rozdiely v ručnom vedení ramena, programovaní, kolíznej citlivosti a iných vlastností, sú rozhodujúce.

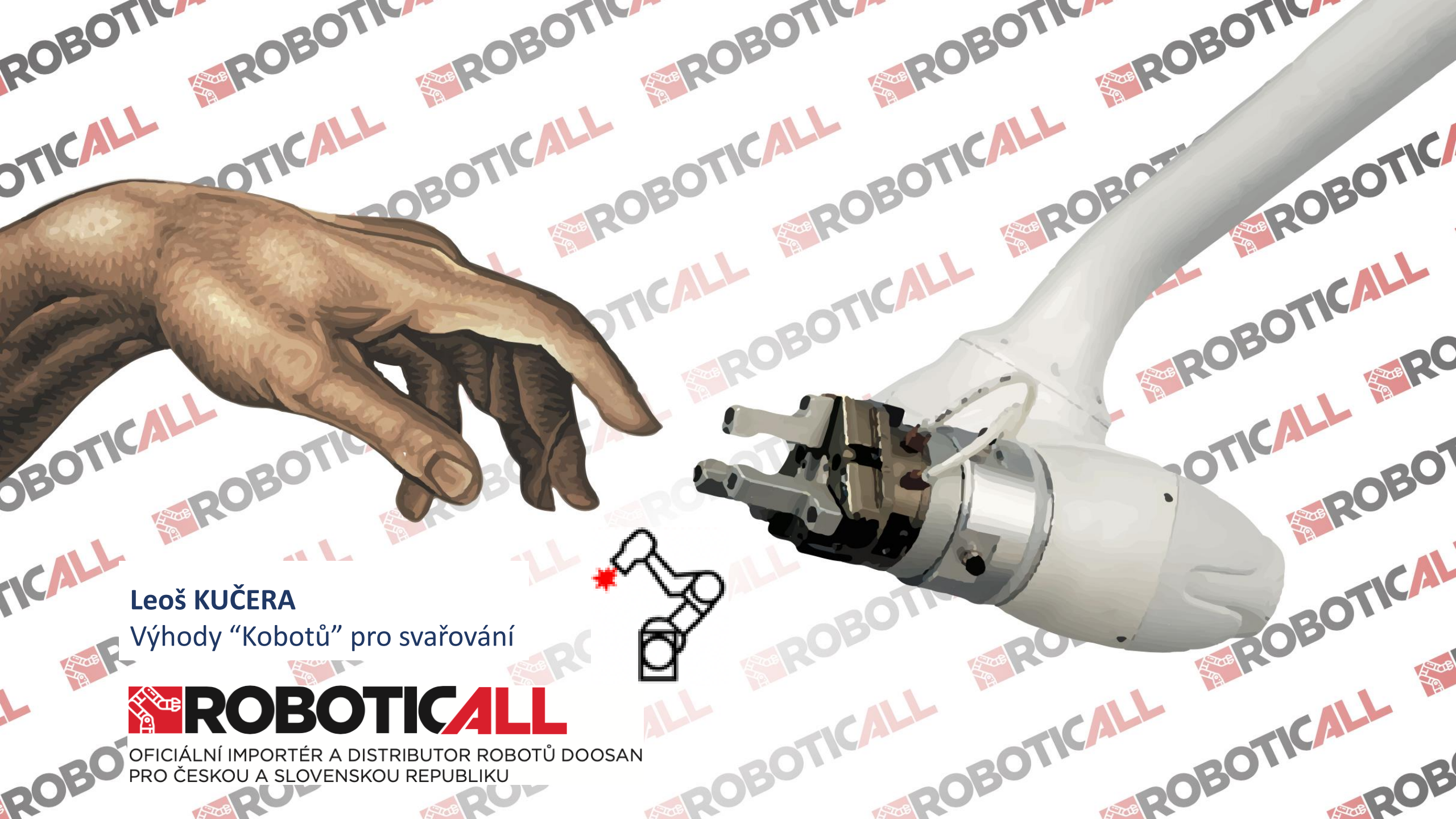
Coboty máme na sklade vrátane funkčných zvaracích balíčkov.

Ďakujeme za čas strávený čítaním, v prípade otázok alebo záujmu o naše služby nás kontaktujte.

Tešíme sa na stretnutie.

zdroje: <https://www.ewm-group.com/>

[ROBOTICALL – Kolaboratívni roboty Doosan Robotics](#)



Leoš KUČERA

Výhody “Kobotů” pro svařování

 **ROBOTICALL**

OFICIÁLNÍ IMPORTÉR A DISTRIBUTOR ROBOTŮ DOOSAN
PRO ČESKOU A SLOVENSKOU REPUBLIKU

Představení firem

Doosan Robotics

Založena v roce 2015

Roční kapacita činí 10.000 robotů

Se sídlem v Suwon-Si



Patří do skupiny DOOSAN GROUP, která je jedním z nejstarších a nejprominentnějších konglomerátů v Koreji.

Doosan Group byla založena roku 1896 a v současnosti zaměstnává více než 41.000 pracovníků ve 38 zemích světa.



Některé další firmy vlastněné Doosan Group:

- Doosan Heavy Industries & Construction
- Doosan Infracore
- Doosan Solus
- Doosan Fuel Cell
- Doosan Engineering & Construction
- American Engineering Services
- Doosan IMGB
- Doosan Babcock Energy
- Doosan Bobcat
- Doosan Moxy
- Skoda Power
- Atd...

Představení firem



Firma založená v roce 2019 za účelem importu, distribuce, servisu a podpory spolupracujících robotů „Doosan Robotics“ v ČR.

Rovněž tak se zabýváme dodávkou komponent pro kolaborativní roboty typu:

- Servo upínače
- Pneumatické upínače
- Podtlakové upínače
- Kamerové systémy
- Externí osy
- atd.

Zároveň poskytujeme možnost „auditu výroby“, za účelem poskytnutí informací zákazníkovi o možné automatizaci procesů, a doporučení dané technologie (průmyslový robot, spolupracující robot, jednoúčelové zařízení) a konkrétního řešení.



novinky o nás kontakty



spolupracující roboty
Doosan Robotics



řešení průmyslové
automatizace



robotické audity



komponenty



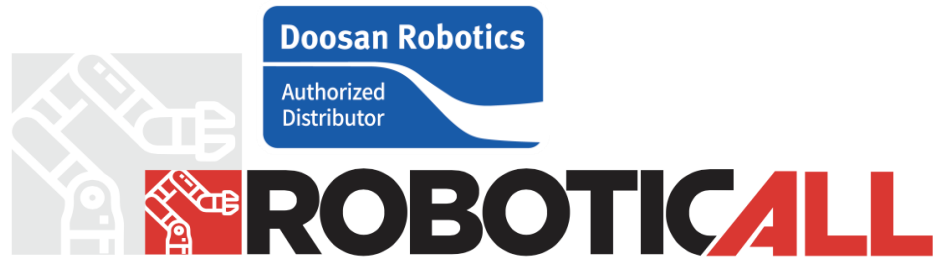
externí osy



Praha : Účetní kancelář

Hradec Králové : Obchodní, technická a servisní podpora + sklady a školící prostory

Představení firem – obchodní koncepce v ČR



<p>Montáž</p>	<p>Obsluha strojů</p>	<p>Svařování</p>	<p>Leštění a odhrotování/odjehlování</p>
<p>Lepení a nanášení</p>	<p>Vstřikování plastů</p>	<p>Lisování</p>	<p>Služby</p>
<p>Odebrání a uložení</p>	<p>Balení</p>	<p>Kontrola</p>	<p>Vzduchové čištění</p>
<p>Paletizace</p>	<p>Manipulace s těžkými předměty</p>		

Funkční balíčky
Robot + svářečka + hořák

Představení firem – obchodní koncepce v ČR/SR



Funkční balíček

- Nejlevnější řešení na trhu (53k – 66k EUR)*
- Prověřená komunikace
- Nejrychlejší dodání (vše skladem)
- Široká variabilita použití

- Přípravek na straně zákazníka
- CE na straně zákazníka* (CE na typizované řešení od nás)

**Je možné zajistit*

- Jedná se o dodávku **robotu, svářečky, hořáku a komunikace** dle výběru zákazníka, případně také **svařovacího stolu**.
- Dodávce předchází **praktický test** na **výrobcích zákazníka** s vybranou specifikací a to **přímo u zákazníka**.





- **Malá až střední firma**
- **Naprosto žádná, nebo malá, zkušenost s automatizací**
- **Personál bez vzdělání se zaměřením na robotizaci/automatizaci**
- **Jednodušší typ dílů (*viz. díly vhodné pro svařování kobotem-dále*)**
- **Častá obměna dílů**
- **Menší série dílů, v ojedinělých případech možná „kusová“ výroba**

Představení produktů

Jednotlivé řady (série):



M - SERIES

M0609 | M0617 | M1013 | M1509



A - SERIES

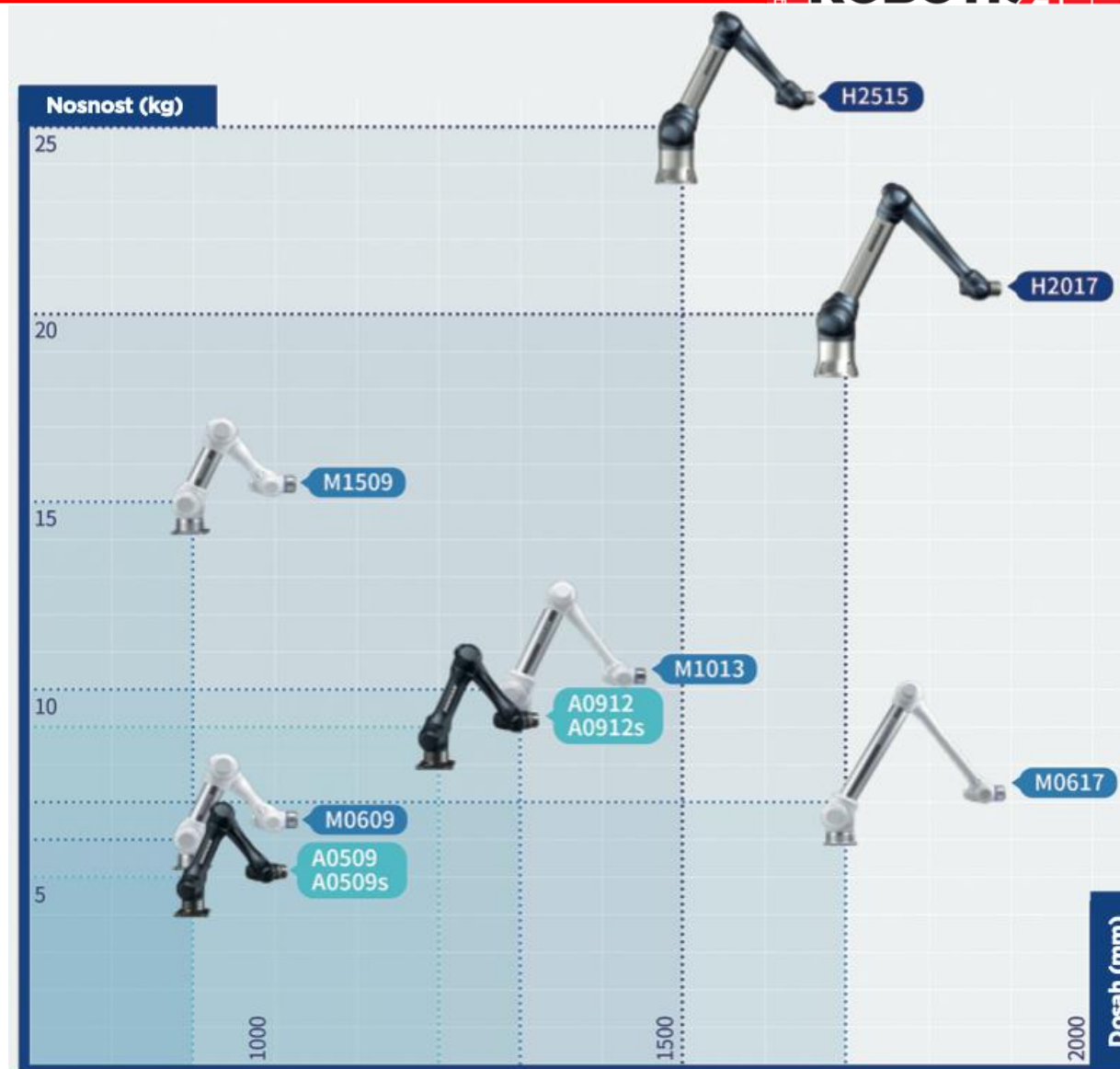
A0509 | A0509s | A0912 | A0912s



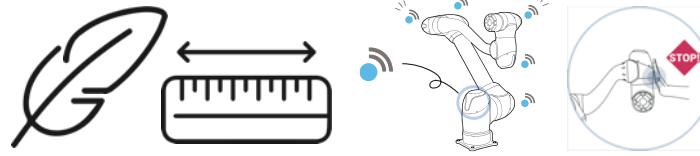
H - SERIES

H2017 | H2515

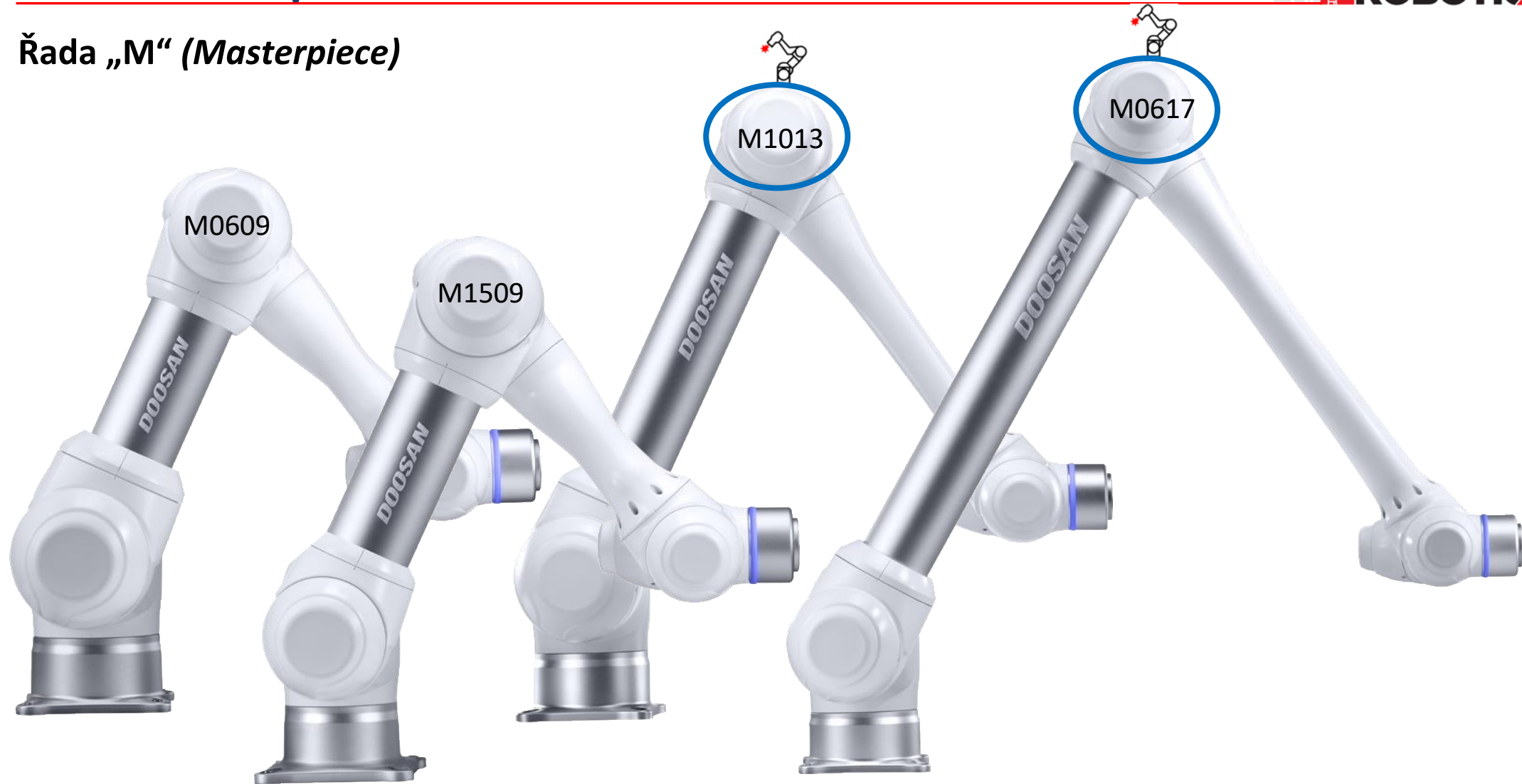
A - ŘADA RYCHLOST	<p>A0912 A0509 A0912s A0509s</p>
M - ŘADA SENZITIVITA A DOSAH	<p>M0617 M0609 M1509 M1013</p>
H - ŘADA DOSAH A NOSNOST	<p>H2017 H2515</p>



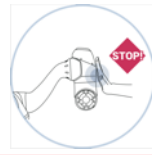
Představení produktů



Řada „M“ (*Masterpiece*)



Představení produktů



ROBOTICALL

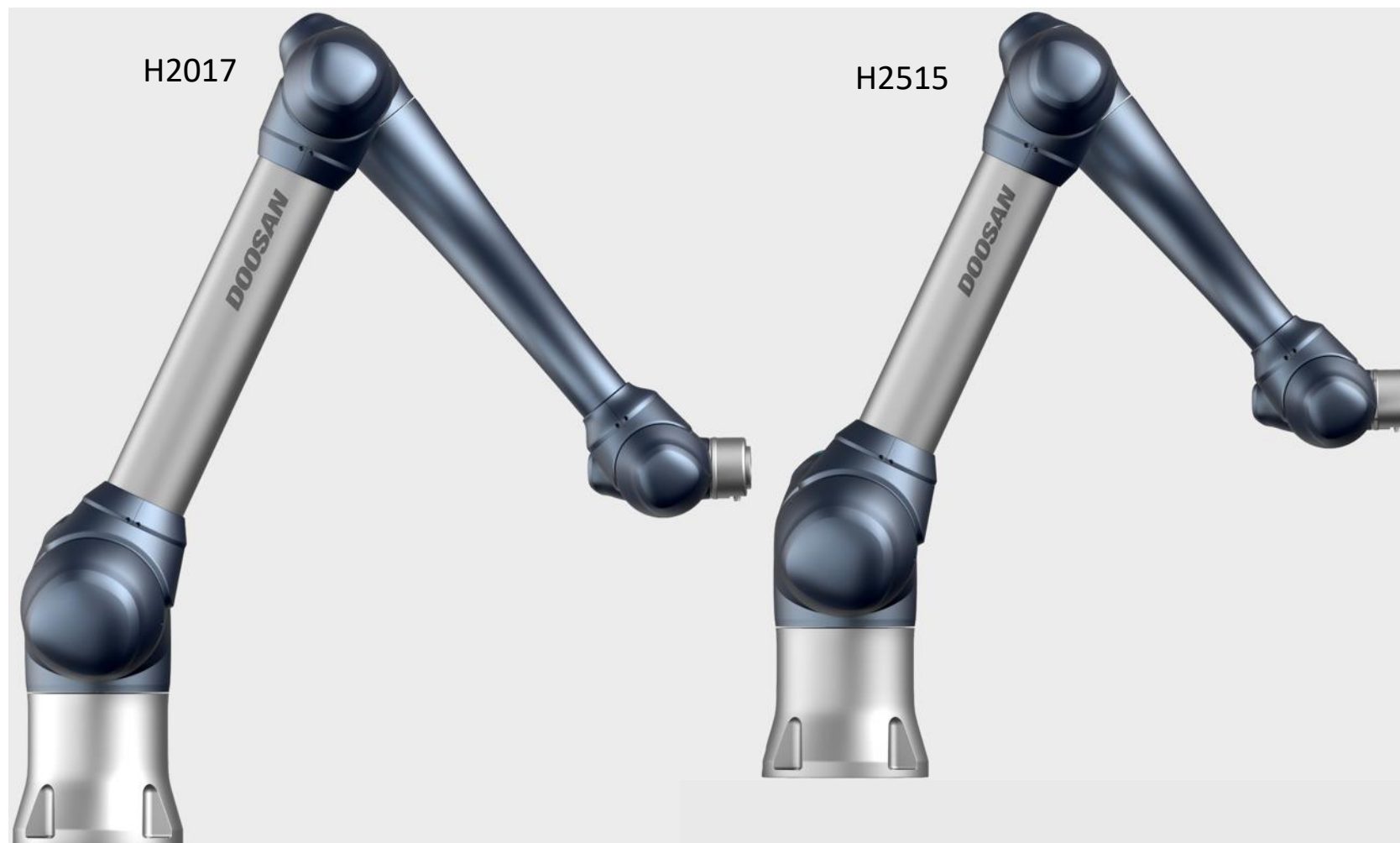
„A“ (Almighty)



Představení produktů



Řada „H“ (*High Power*)





Vhodnost „kobota“ pro svařování



Obecně:



- Rychlost programování a “přeprogramování” robota
- Možnost snadného přesunu robota
- Kolizní bezpečnost – z pohledu robota a nástroje
- Snazší splnění bezpečnostních standardů
- Možnost obsluhy běžným personálem
(není nutnost -programátora-)
- Porovnatelná rychlost s prům.robotem
(rozhoduje technol.rychlost svařování)



- V porovnání s velkými roboty - menší dosah
- Složitě “MultiMove (Coordinated)” aplikace
- Nutnost použití balancéru pro kabelový svazek
- Bez “EMI” odolnosti
- Nemožnost instalace podavače drátu na třetí osu

DOOSAN

*Za použití cockpitu extrémně rychlé a snadné

*Nejlepší kolizní bezpečnost na trhu

*Za pomoci prostorových limitů-velmi

*až 1 700mm

*EMI odolnost u každého typu



Vhodnost „kobota“ DOOSAN pro svařování

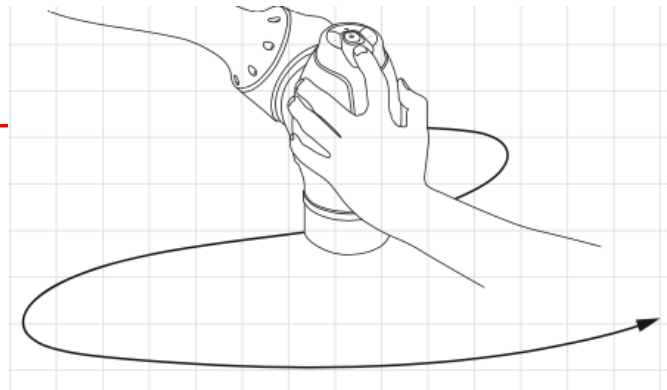


Snadné vedení robota (hořáku) na svařovací body za pomoci “Cockpitu”



Ruční ovládání robota

Pomocí Kokpitu



Funkce kokpitu

1) Tlačítko odbrždění os (tlačítko mrtvého muže)

2) & 5) Tlačítko pro volitelné nastavení

➤ Lineární pohyb v ose Z

➤ Lineární pohyb v ose X-Y

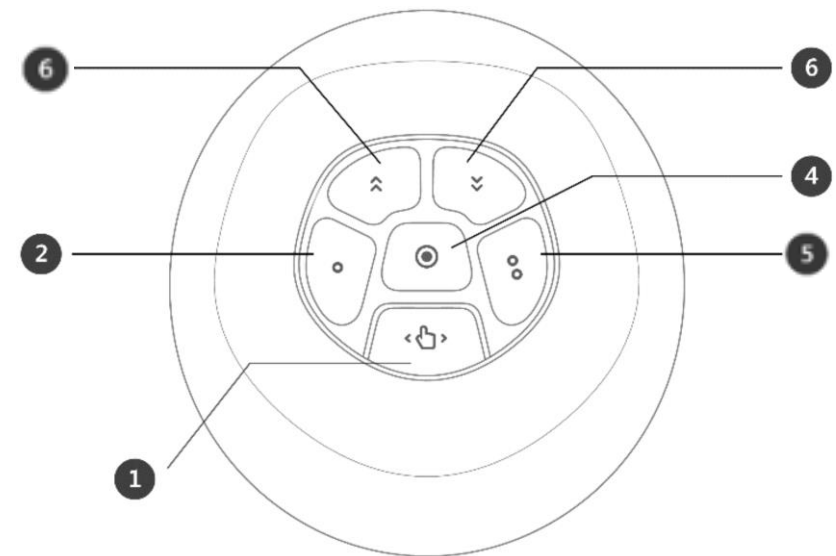
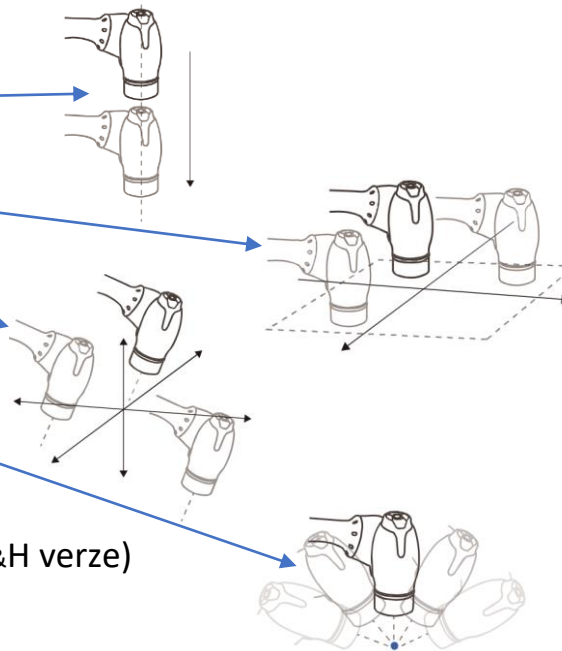
➤ Lineární pohyb v ose X-Y-Z

➤ Pohyb v TCP

3) Vymazání posledního bodu

4) Uložení daného bodu

6) Posun v řádku programu nahorů/dolů (pouze A&H verze)





Vhodnost „kobota“ DOOSAN pro svařování

Snadné programování za pomoci integrovaného uživatelského prostředí – INTUITIVNÍHO PROSTŘEDÍ

Propojení a nastavení SW
Komunikace – signály – digital welding machine

Nastavení IP Adresy v robotu

Vytvoření „Digital welding machine“

Nastavení signálů

Robot - stroj

Korekce parametrů v reálném čase

- Po zvolení módu "Welding Control", se zobrazí pop-up okno s parametry pro on-line korekci v průběhu svařování z programu.
- Korekce je prováděna tlačítky (+ -), kde je možné nastavit potřebný inkrement na každé pozici

Oscilace „pendl“
Weaving Condition

Předdefinované čtyři základní druhy pohybů pro rychlé nastavení

- Kruhová
- Trapézová
- Stranová
- Sinusoidová

Oscilaci je možné nastavit jak na vodorovné ploše, tak na nakloněné rovině.

Task_20211114_142016

Seznam úloh

- GlobalVariables
- MainSub (Task Vel. 250.000, Acc. 1.0...)
- MoveL (domací pozice)
- Start Welding (Svář L., Simulation, Welding...)
- MoveL (příjezd, Arc Off)
- MoveL (start svařování, Arc Off)
- MoveL (konec svařování, Arc On)
- MoveL (odjezd od sváru, Arc Off)
- End Welding

Svařování započne stisknutím středového tlačítka a uvolněním tlačítka svařování ustane.

Pro nastavení parametrů svař. zdroje pro „stehování“ lze vybrat z „welding condition“

Upozornění o zvolení tohoto módu je neustále zobrazeno na TP

Task Welding

Welding Condition

Task Welding_Condition

Execute Task Welding



Vhodnost „kobota“ pro svařování



Použití kobota v závislosti na metodě svařování:

MIG/MAG

Nejrozšířenější metoda používaná u robotů obecně, u kobotů rovněž, pouze s omezením na velmi složité svary, nebo svary v rozsáhlém 3D spektru, s obsáhlými změnami směrů a tvarů.



TIG

Velmi “neoblíbená” metoda pro použití robotů, z důvodu minimálních tolerancí, a tudíž nutnosti velmi přesného opakování v interpolaci mezi body, což je údaj, který mnoho firem vyrábějící roboty ani nikde neuvádí, tudíž je nutné volit aplikaci velmi rozvážně. Obecně vhodnost pouze pro základní a jednoduché tvary.



TIG + drát

Platí stejné jak u TIG, s tím rozdílem, že je nutné ještě zohlednit podávání drátu, které musí mít konstantní směr pohybu, tudíž definované TCP s velkou přesností, a navíc se ještě musí brát na zřetel “překážení” celé konstrukce podavače drátu.



Laser – viz. TIG, nicméně ještě s “většími” požadavky na přesnost (*v závislosti na použité hlavě a zvolené fokusaci*), rovněž s mnohem větším zabezpečením “safety” pracoviště.

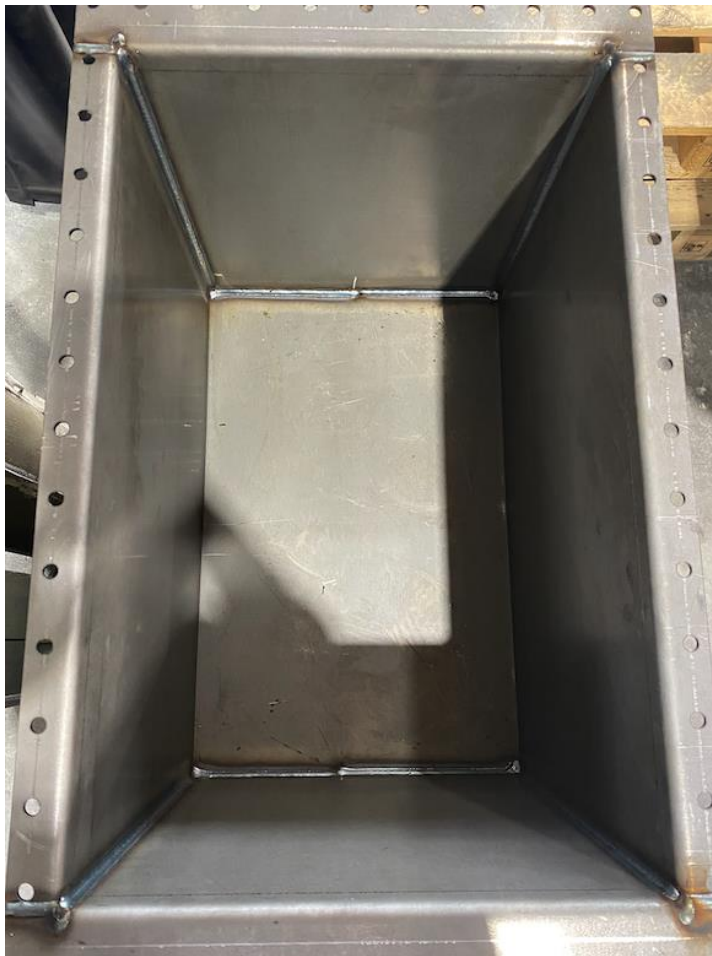


MMA / SAW - Nevhodné pro roboty obecně



Vhodnost „kobota“ pro svařování

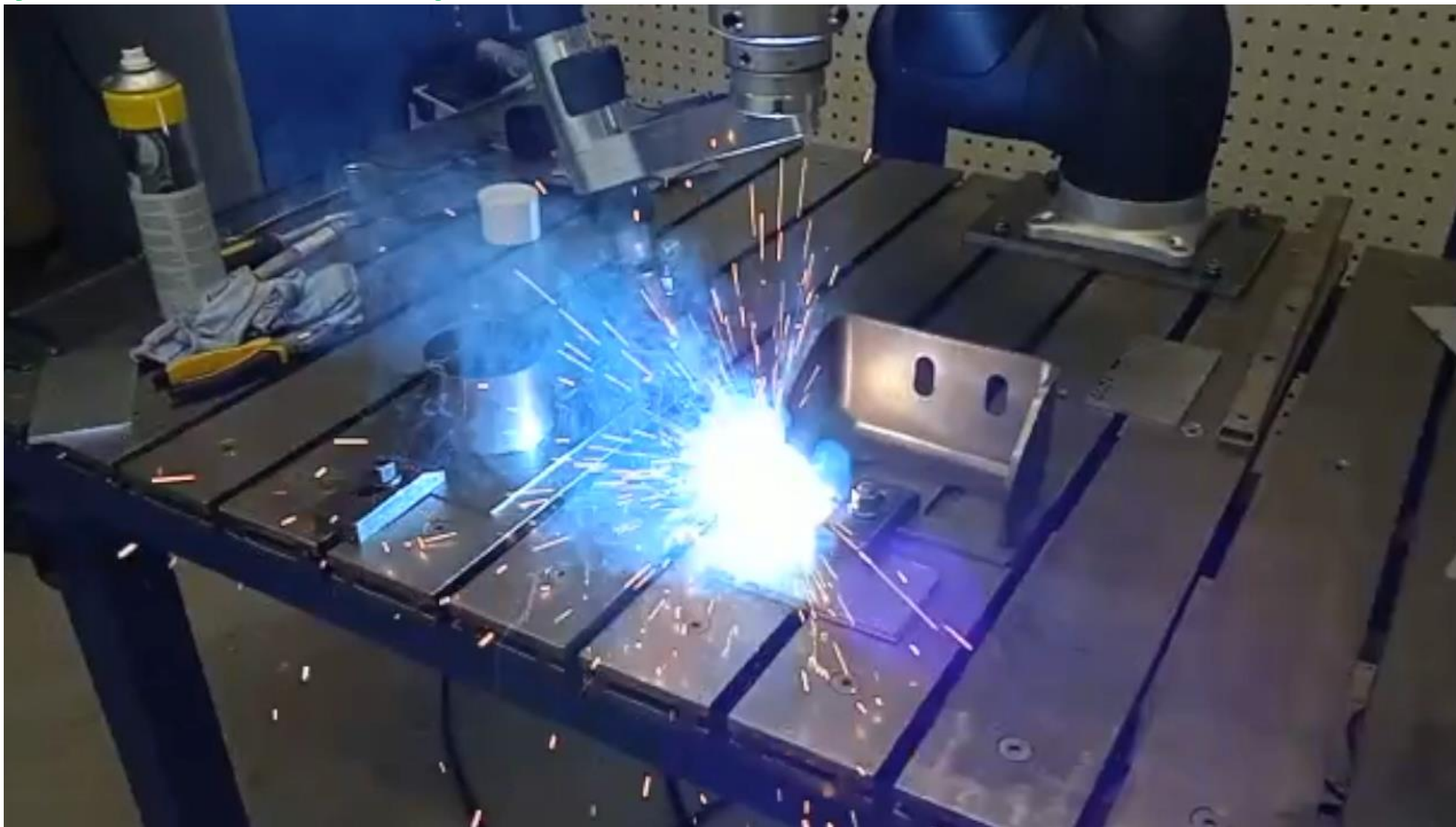
Díly „zaručeně“ vhodné pro svařování kobotem:





Vhodnost „kobota“ pro svařování

Díly „zaručeně“ vhodné pro svařování kobotem:





Vhodnost „kobota“ pro svařování

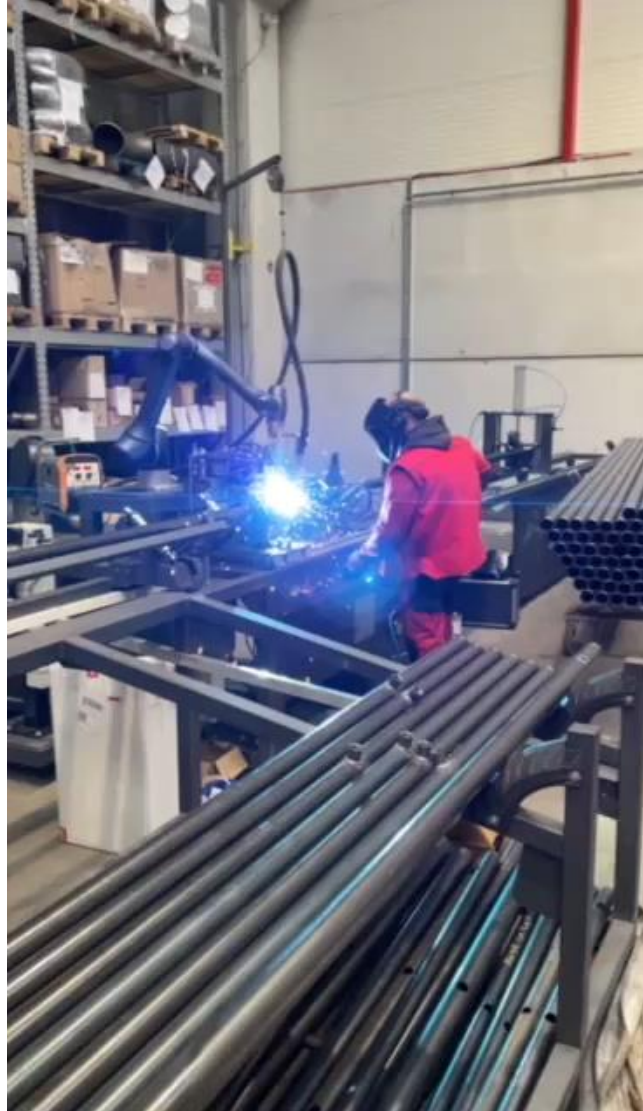
Díly vhodné pro svařování kobotem :





Vhodnost „kobota“ pro svařování

Díly vhodné pro svařování kobotem:

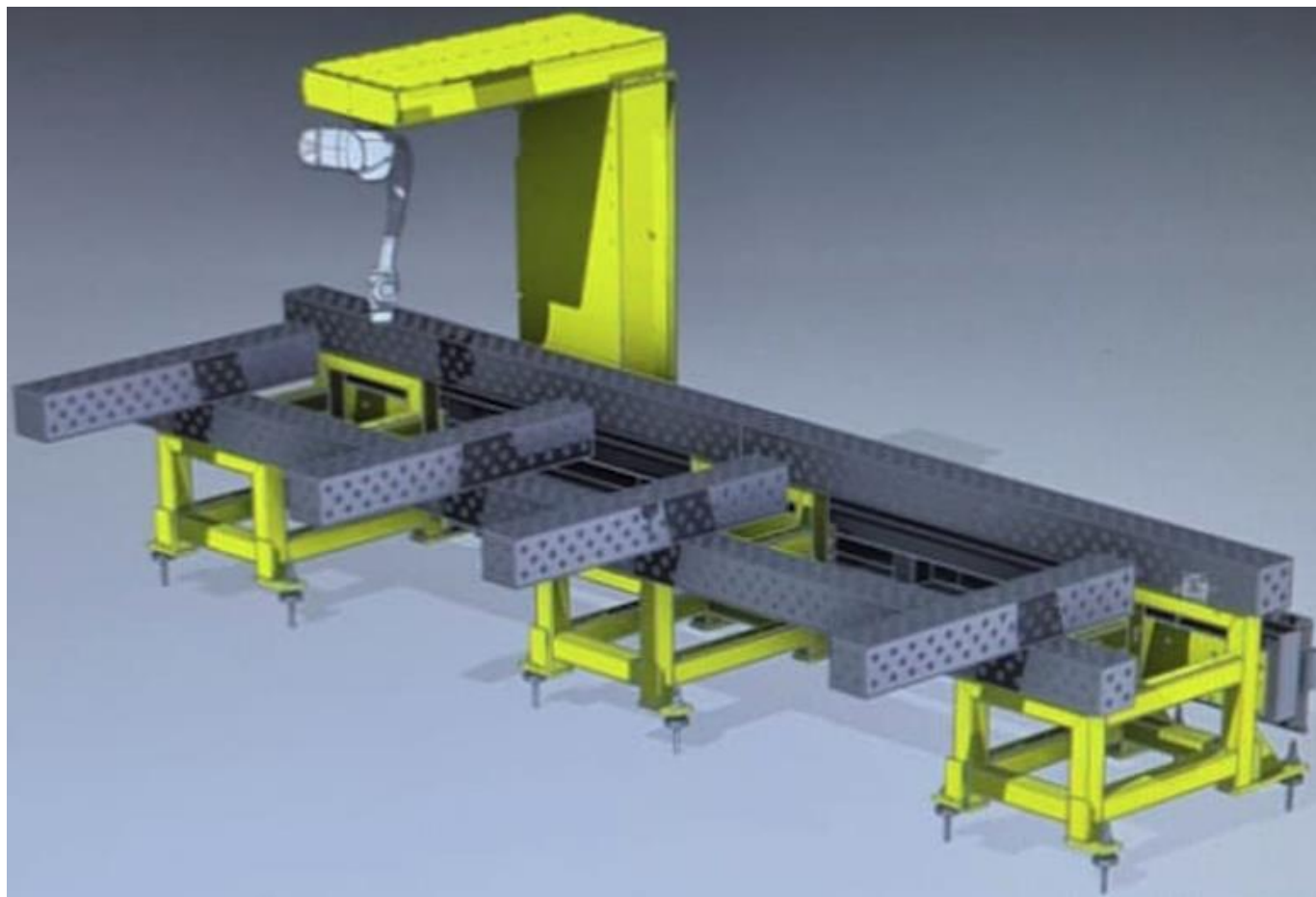




Vhodnost „kobota“ pro svařování

Aplikace „nevhodné“ pro svařování kobotem :

**neznamená že nelze kobota použít, nespĺňuje se ale základní benefit – jednoduchost..*





Vhodnost „kobota“ pro svařování

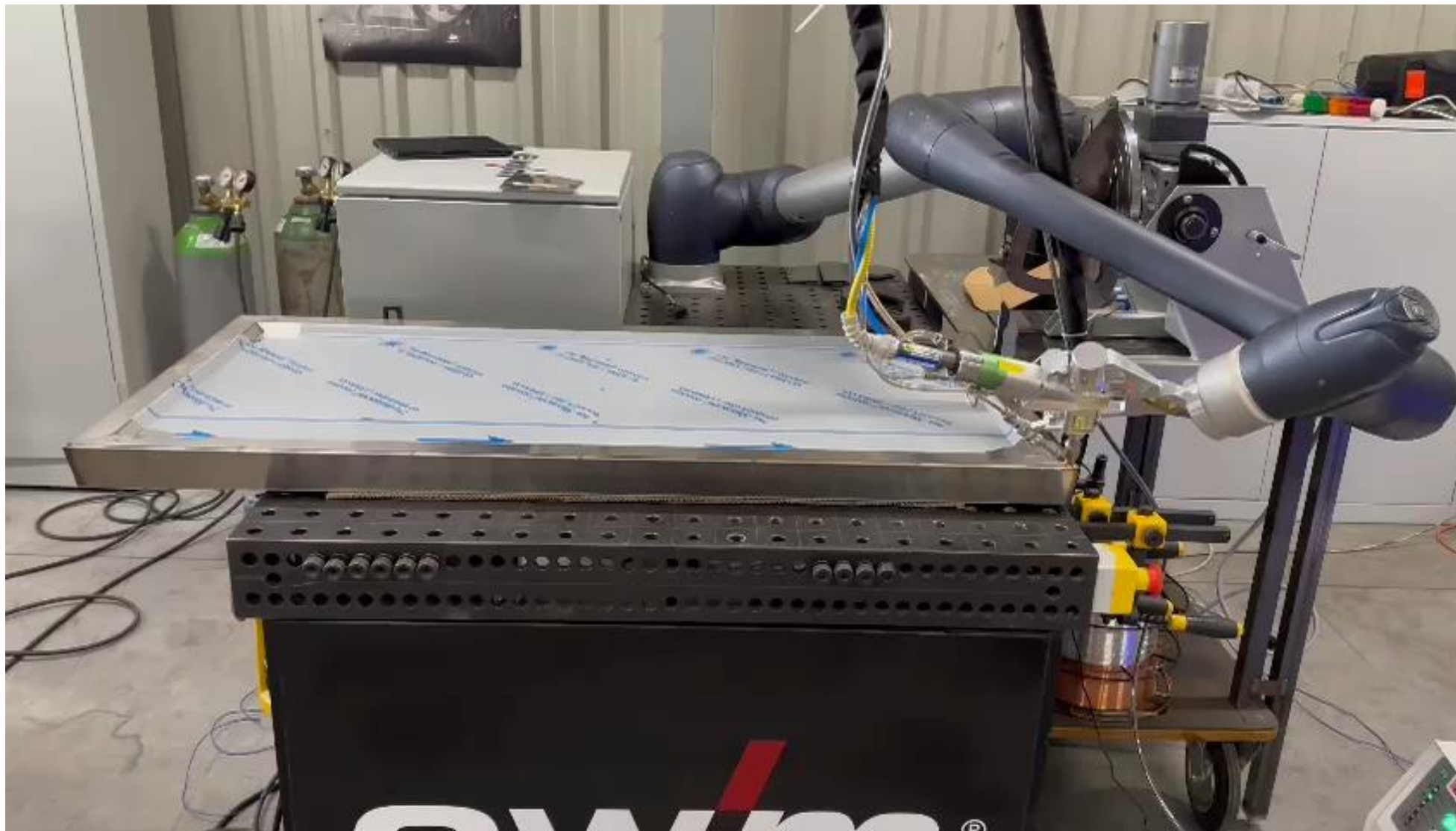
„TIG + drát“ svařování kobotem:





Vhodnost „kobota“ pro svařování

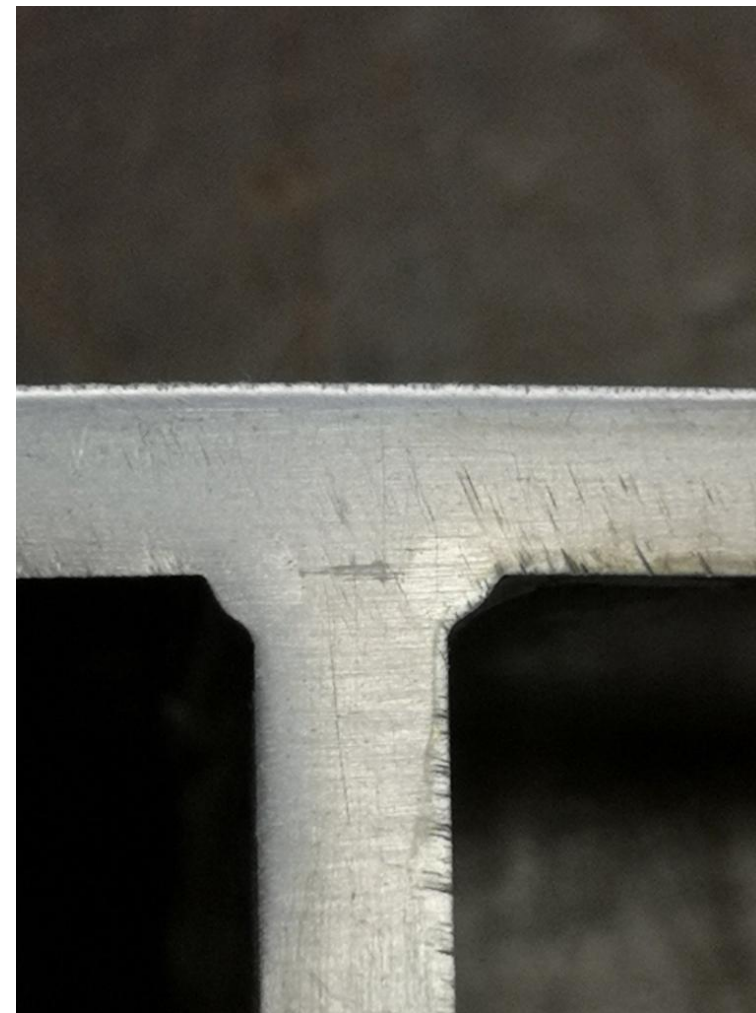
„Laser“ svařování kobotem:





Vhodnost „kobota“ pro svařování

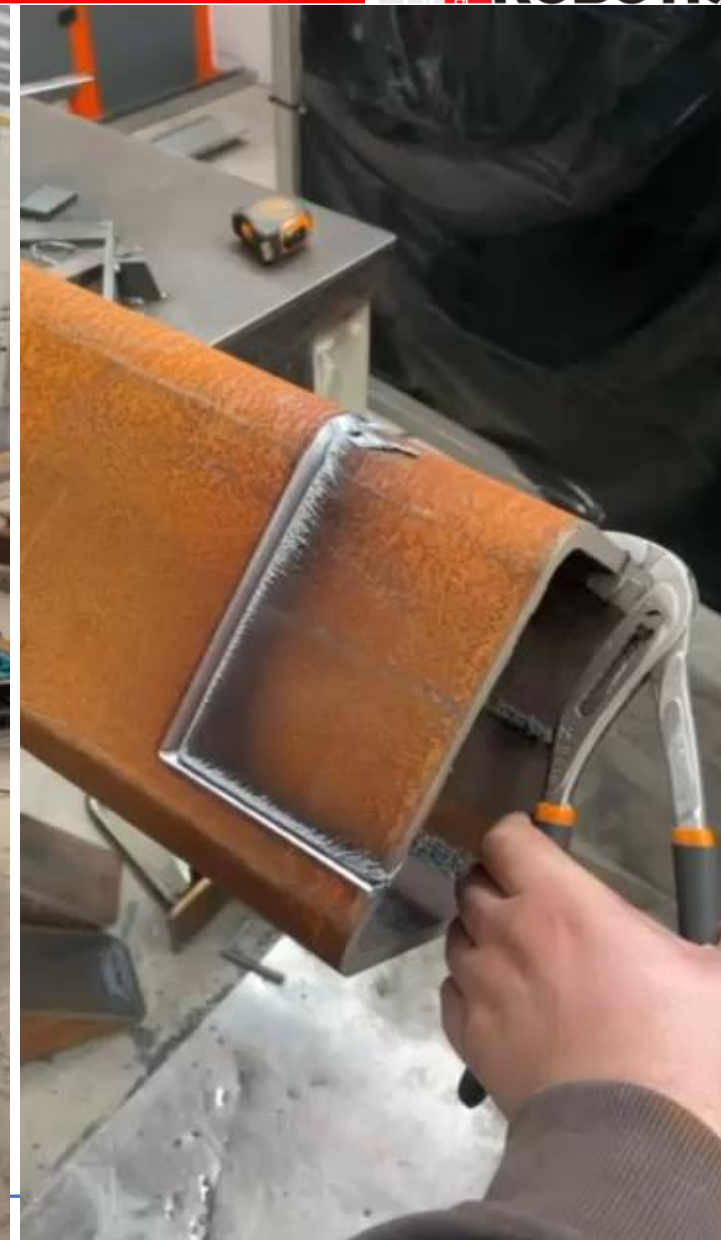
„Laser“ svařování kobotem:





Vhodnost „kobota“ pro svařování

„Plasmové“ řezání kobotem:





Vhodnost „kobota“ pro svařování



Použití kobota v závislosti na způsobu přípravy dílů:

Bez přípravku

- **Navedení robota na start a konec svaru** (*pouze velmi jednoduché tvary*)
- **Rotační svary ideálně stejného průměru** (*s navedením robota na centrážní hroty*)
- **Navedení robota na ověřovací body**
(*Rovněž složité tvary, nicméně se zaručením opakovatelnosti a připravenosti svařence*)

S přípravkem

- **Bez nutnosti navedení robota- s možností kontroly najetí**
(*Robot z program najede na kalibrační body a po odsouhlasení obsluhou provede následný program -stlačením příkazu na obrazovce, či externím tlačítkem, rovněž zatlačením do robota [nudge] – v případě FTS*)
- **Bez nutnosti navedení robota- se zaručením opakovatelnosti**

Kobot se chová jako průmyslový robot, takže v případě “plné” automatizace, je potřeba zaručit opakovatelnost procesu a to již od základních vstupů materiálu..!!



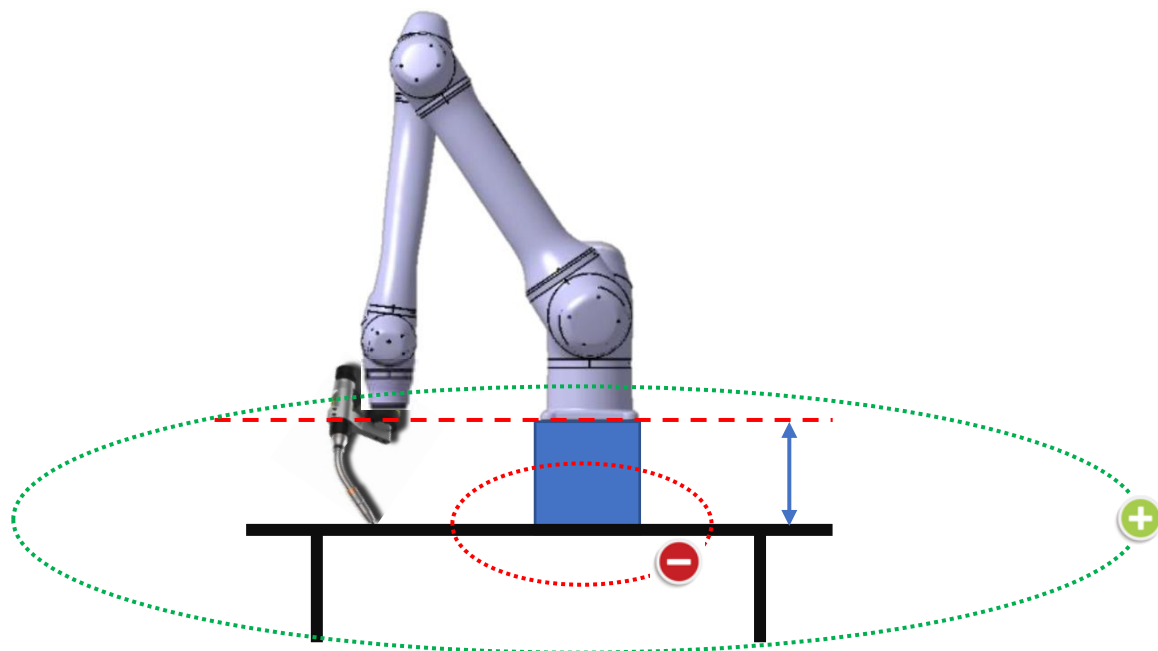
Pozice robota vhodné pro svařování a jejich specifika

☐ Na stole (nejvíce používané s optimálním dosahem v radiusu robota)

- Ideální výška robota nad pracovním stolem rovna TCP hořáku od příruby

+ Větší obvodový dosah

- "Mrtvá" zóna v místě paty robota, či stojanu

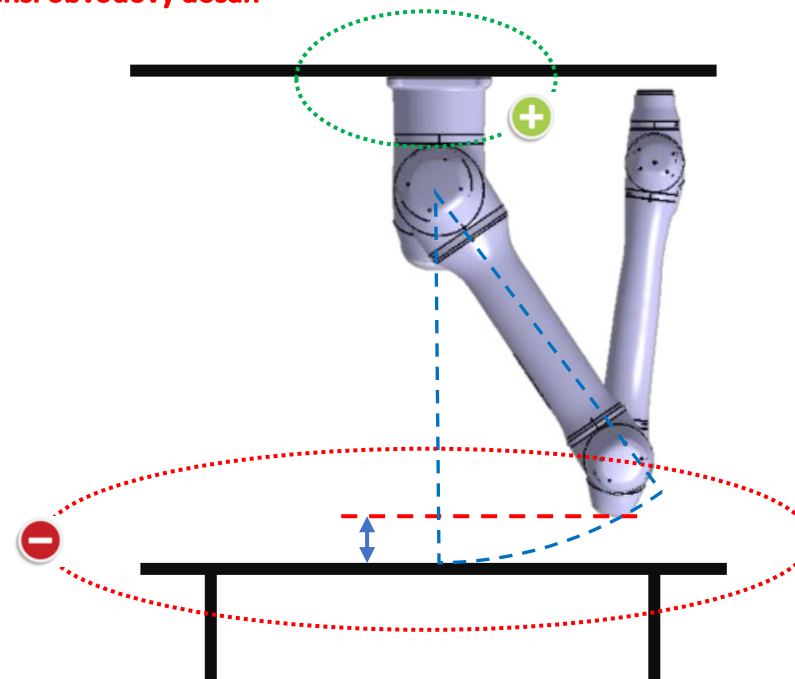


☐ Na stropě (hlavou dolů)

- Nutno kalkulovat potřebnou výšku instalace, s ohledem na průchodnost ramena ve třetí ose - vůči pracovní desce a instalovanému svařenci s přípravky, případně limitu úhlu na tomtéž kloubu

+ Nepřekáží pata robota

- Menší obvodový dosah





Vyvážení kabelového svazku hořáku



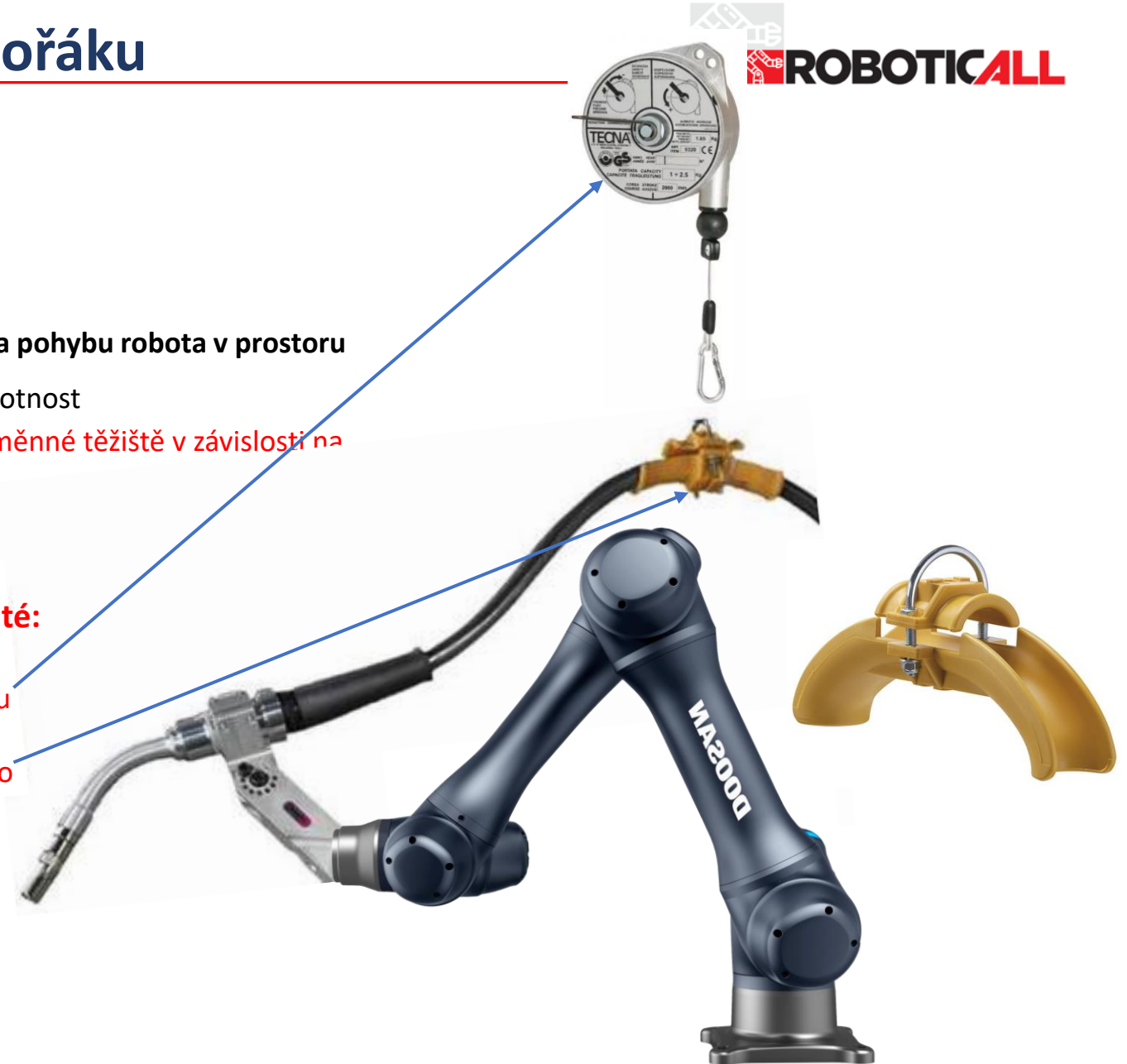
❑ Stabilita robota při jeho ručním navádění závisí na:

- Zvolené hmotnosti koncového zařízení
- Zvoleném těžišti koncového zařízení
- Konstantního odporu (vyvážení a těžiště v závislosti na pohybu robota v prostoru)
 - Hořák s držákem hořáku – konstatní těžiště a hmotnost
 - Kabelový svazek – konstantní hmotnost, ale proměnné těžiště v závislosti na poloze svazku



❑ Pro co možná nejlepší vyvážení robota v závislosti na poloze (natočení) os je důležité:

- Použít balancer o správně zvolené síle tahu
- Správně umístěné podpůrné vedené pro co možná nejmenší omezení dosahu



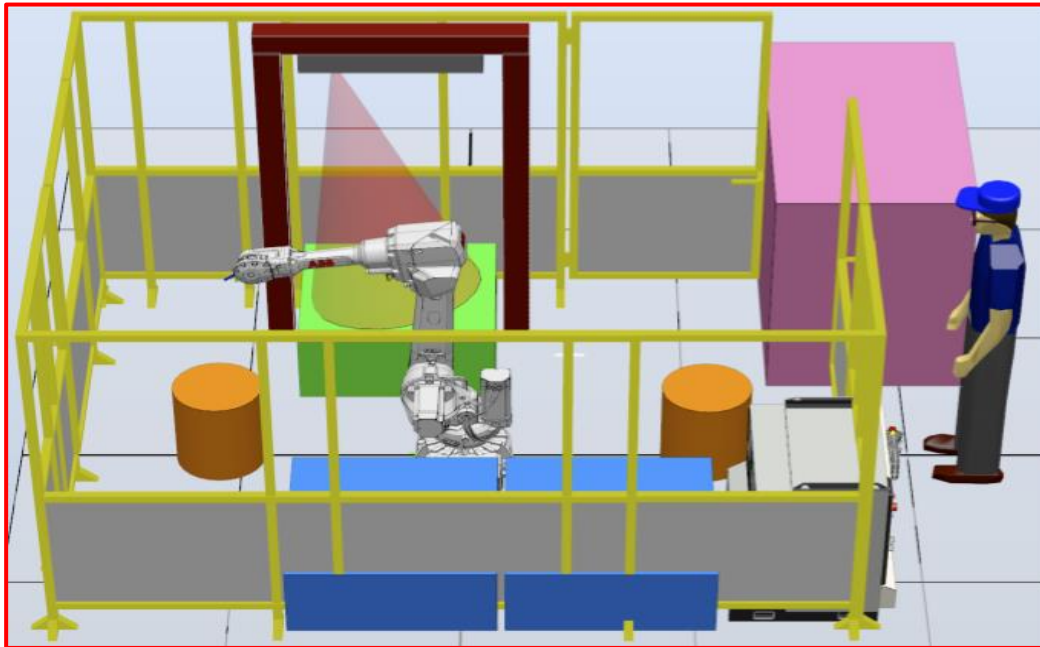
Otázka bezpečnosti kobota pro svařování



Bezpečnost

Tradiční průmyslový robot

Vždy za oplocením či senzory



Spolupracující robot

Za „optimálních“ podmínek bez oplocení a externích senzorů



Spolupracující roboty

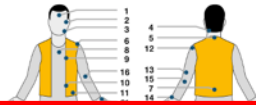
ISO/TS 15066

Biomechanické limity



Místo (oblast) na těle	Specifická část těla	Kvadratický kontakt (skřípnutí)		Translační kontakt (šrám)	
		Maximální přípustný tlak PS (N/cm²)	Maximální přípustná síla FS (N)	Maximální přípustný tlak PT (N/cm²)	Maximální přípustná síla FT (N)
Lehka a čelo	1 Šifed čelo	130	130	130	130
Obličej	2 Společné	110		110	
Šje	4 Křivě				
	5 7 let				
Záda a ramena	6 Rameno				
	7 5. bedra				
Hrudní koš	8 Hrud				
	9 Prsa				
Břicho	10 Bříche				
Pánve	11 Pánve				
Paže a klenost	12 Dlovo				
Novob	13 Pažní				
	14 Vlovo				
Plečkové a klouby rukou	15 Svato				
	16 Nerov				
	17 Bříche				
	18 Bříche				
	19 Kono				
Ruce a prsty	20 Kono				
	21 Bříche				
	22 Dlovo				
	23 Dlovo				
	24 Hřbet				
	25 Hřbet				
Stehno a koleno	26 Steho				
	27 Čelo				
Bérec	28 Steho				
	28 Lyto				

D = dominantní strana těla



Spolupracující roboty

PL/kategorie.... Doosan Robotics
PL"e" Kat."4" -- u STO, SBC a ES



Definování PL pro každou bezpečnostní funkci

Stanovení požadované úrovně vlastnosti (PL)

Průměrná pravděpodobnost nebezpečné poruchy za hodinu PFH₀

Je svařování bezpečná „kolaborativní“ aplikace“ ?? NENÍ.. !! A to z následujícího důvodu:

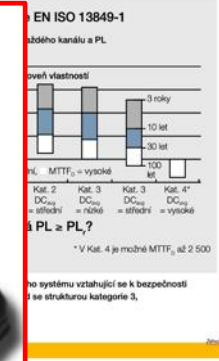
❑ Svařovací oblouk

- Extrémní žár a světelný tok



❑ Malý průřez drátu (katody)

- Nebezpečí mechanického poranění



Spoluprac

ISO/TS 15066

> požadavky pro

TEC	
SPE	
Bub	
Col	
l	

Source: Industrieroboterform DIN EN ISO 10218-1, Technische Spezifikation zur Gestaltung von MRK-Arbeitsplätzen ISO TS 15066

CE certification marks and technical specifications for the robot system.

DECLARATION OF INCORPORATION
Doosan Robotics Inc.
This document is a technical document, containing information, drawings, etc. It is not a contract.

Možné řešení bezpečnosti v závislosti na analýze rizik:

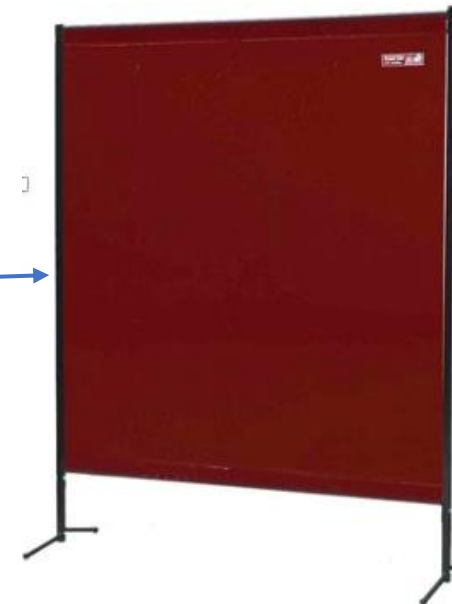
☐ Svařovací kukla se „samo“zatemňovacím průzorem

- Ochrana proti oslnění
- Ochrana hlavy proti poranění



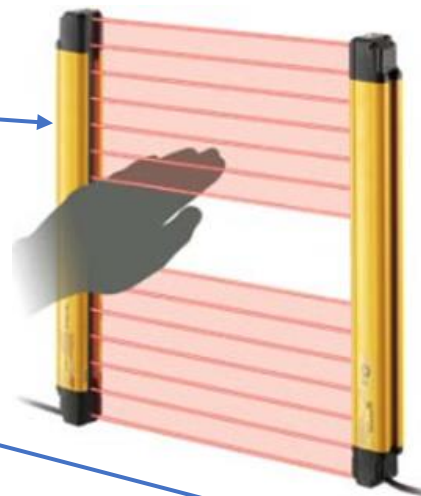
☐ Oplocení s UV zástěnami

- Ochrana proti oslnění nezúčastněných osob



☐ Světelné závory v prostoru vstupu

- Ochrana proti vstupu do pracoviště (kontrolovaná robotem)



☐ Laserový skener

- Ochrana proti vstupu do pracoviště (kontrolovaná robotem)



Výše zmíněné může fungovat samostatně, nebo použitím kombinací zmíněného a to rovněž v závislosti na „uznání“ zbytkových rizik

Limity Robota

Limity a bezpečnostní nastavení se liší dle zaměření robota a jedná se o kondice, kde monitorované bezpečnostní „spouštěče“ aktivují funkci STOP.

Category	Limits	Normal mode	Reduced Mode
1 Force	550.00 N	144.00	72.00
2 Power	1600.00 W	600.00	100.00
3 Speed	8000.000 mm/s	2000.000	1500.000
4 Momentum	165.00 kg.m/s	82.00	50.00
5 Collision	100.00 %	75	

Úhlové limity na kloubech (osách)

Joint	Limits	Normal mode	Reduced Mode	Tolerance
J1	-360.0 - 360.0°	-360 - 360	-360 - 360	-3.0(3.0°)
J2	-360.0 - 360.0°	-95 - 95	-95 - 95	-3.0(3.0°)
J3	-160.0 - 160.0°	-135 - 135	-135 - 135	-3.0(3.0°)
J4	-360.0 - 360.0°	-360 - 360	-360 - 360	-3.0(3.0°)

Rychlostní limity na kloubech (osách)

Joint	Limits	Normal mode	Reduced Mode	Tolerance
J1	120.0 °/s	100	100	-1.5 °/s
J2	120.0 °/s	120	120	-1.5 °/s
J3	180.0 °/s	90	90	-1.8 °/s
J4	225.0 °/s	225	225	-3.0 °/s
J5	225.0 °/s	225	225	-3.0 °/s
J6	225.0 °/s	80	80	-3.0 °/s

Prostorová limitace

Tvar prostoru: Kostka, Nakloněná kostka, Válec, Multi-box, koule / Nastavení prostoru: kolaborativní, chráněný, se sníženou kolizní senzitivitou, definovaný směr nástroje

> **Kostka**
= point1 > point 2 > Save Pose



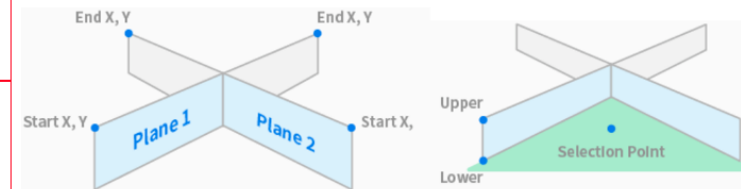
> **Koule**
= bod a poloměr vzdálenosti, nebo nakonfigurujete průměr zvolením dvou koncových bodů > Save Pose



> **Nakloněná Kostka**
= point1 > point 2 (osa X) > Point 3 (osa Y) > Point 4 (osa Z) > Save Pose



> **Multi box**
= zvolte výšku zvolením vrchního a spodního bodu > Add Pose X a Y souřadnice pro zvolení směru ploch > Save Pose > (až 6 ploch může být zvoleno) > zvolte souřadnice plochy kterou nastavujete



> **Válec**
= bod a poloměr vzdálenosti
















Bezpečnost


Signalizace stavu robota pomocí led „pásku“

Řada „M“ .. Na šesté ose
 Řada „A“ .. Na první ose
 Řada „H“ .. Na obou osách

Popis světelné signalizace:

	Jog/Teaching Standstill		Servo Off (STO, Brake hold)		Standalone Workspace Standstill
	Jog/Teaching Move		No Connection (EtherCAT)		Standalone Workspace Run/Wait
	Handguiding Standstill		Interrupted Standstill		Collaborative Workspace Standstill
	Handguiding Move		Recovery Standstill Recovery Move Auto measure Run Backdrive		Collaborative Workspace Run/Wait
			Collision Detection Mute zone Run/Wait		



	LED On(color)		LED Blinking On(color) ↔ Off		LED Flashing On(color) ↔ On(white)
-------------------------------------------------------------------------------------	---------------	--------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------

Sensitivita kolizní detekce robotů „Doosan Robotics“



Laserová technologie je relativně známá, nicméně ruční laserové svařování je největší novinkou za poslední dekádu.

Největší výhody laserového svařování:

- Velká rychlost (porovnání s TIG až násobně rychlejší)
- Minimální vnos tepla a tudíž minimální (téměř žádná) deformace
- Kvalitní povrch bez vrubů a zápalů
- Spojování různých druhů materiálů
- Různé typy svarů v mnoha polohách
- Čištění povrchů bez chemických činidel

Zdroje a výkon:

- 1500w
- 2000w
- 3000w

Aplikace:

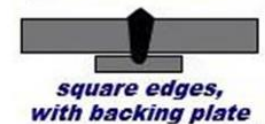
- Svařování
- Čištění
- 3v1
- 4v1

Ostatní produkty:

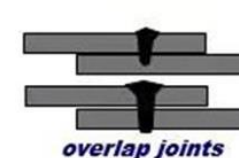
- Řezání
- Značení



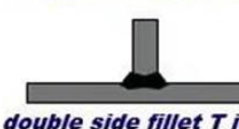
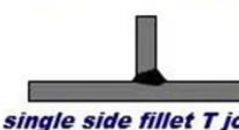
Butt Joints



Lap Joints



T-Butt Joints



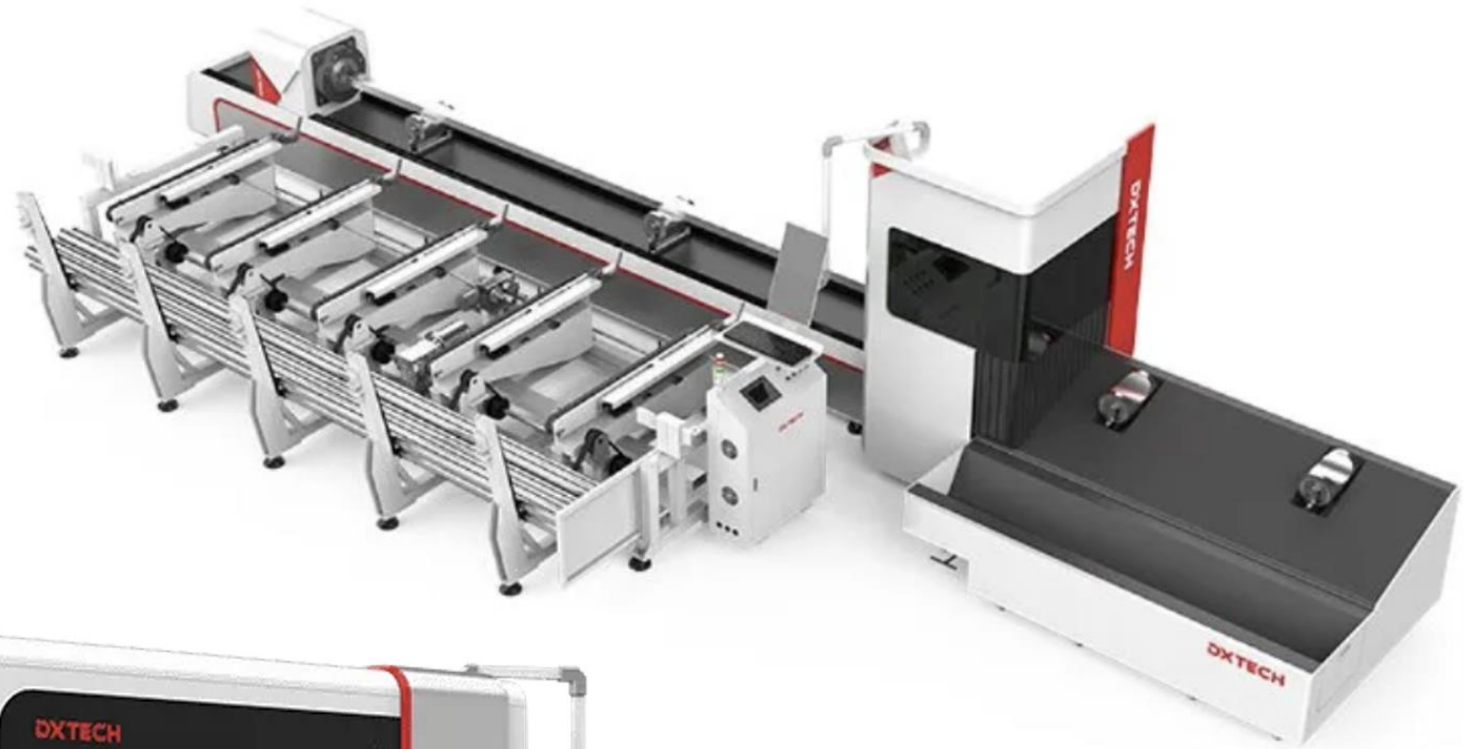
“Řezací” lasery od „DX Tech“

Typy produktů řezací laserů od DX Tech:

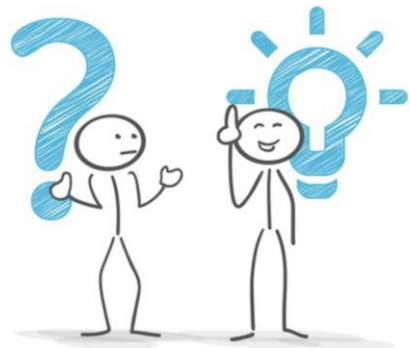
- Klasický deskový s 2D/3D hlavou
- Trubkový s 2D/3D hlavou
- Kombinovaný
- Na řezání plechů s odvíjením
- Kompaktní laser
- Atd.

Zdroje a výkon:

- 1000W – 18000W



Prostor pro vaše dotazy



Děkujeme za vaši pozornost



Porovnanie vlastností zvarových spojov vysokopevných ocelí zváraných metódami LBW a MAG

Martin Frátrik*, Miloš Mičian*

* Faculty of Mechanical Engineering, University of Žilina, Univerzitná 8215/1, 010 26 Žilina, Slovak Republic

Abstrakt

Zváranie vysokopevnostných nízkolegovaných ocelí je náročné z dôvodu vzniku odpevnenia v teplom ovplyvnenej oblasti a značných deformácií zvarových spojov. Z praktického hľadiska má na vznik odpevnenia najväčší vplyv tepelný príkon pri zváraní, ktorý ovplyvňuje úroveň degradácie základného materiálu počas procesu zvárania. Jednou z možností zníženia množstva vneseného tepla a minimalizáciu degradácie materiálu je aplikácia laserového zvárania. V príspevku sú porovnávané zvarové spoje vybraných HSLA ocelí, ktoré boli zvárané technológiami laserového zvárania a zvárania elektrickým oblúkom (MAG). Zvarové spoje boli podrobené mechanickým skúškam, makroskopickej analýze, meraniam mikrotvrdości, meraniam teplotných cyklov. Výsledky preukázali výrazné zlepšenie mechanických vlastností a sledovaných materiálových charakteristík v prospech zvárania laserovým lúčom. Za hlavnú príčinu zlepšenia mechanických vlastností je možné považovať zúženie odpevnenej oblasti, ktorá na základe teoretických predpokladov najviac ovplyvňuje výsledné vlastnosti zvarových spojov. Bolo preukázané, že celková hodnota medze klzu a medze pevnosti zvarových spojov sa zvyšuje so zmeňujúcou sa šírkou odpevnenej zóny, zatiaľ čo výška lokálneho poklesu tvrdosti nemá na tieto hodnoty preukázateľný vplyv.

Kľúčové slová: S960MC; teplom ovplyvnená oblasť (TOO); mäkká zóna; mechanické vlastnosti.

1. Úvod

Cieľom pri produkcii mnohých konštrukčných riešení obsahujúcich zvarové spoje je redukcia hmotnosti konštrukcie pri zachovaní jej pevnosti a tuhosti. Z tohto dôvodu sú do praxe stále vo väčšej miere aplikované aj mikrolegované vysokopevné (HSLA) ocele, ktoré majú na trhu s vysokopevnými ocelami najväčší trhový podiel [1]. Pri výrobe zváraných konštrukcií v stavebníctve, ťažiarenskom priemysle, dopravnom priemysle, prípadne v lodnom priemysle sú najčastejšie aplikované HSLA ocele dodávané v stave po termomechanickom valcovaní (TMCP) a po zušľachtovaní (QT). Medzi najvýraznejšie rozdiely medzi spomenutými vysokopevnými ocelami a konvenčne valcovanými ocelami je možné zaradiť ich zvariteľnosť. Kým pri bežných konštrukčných oceliach je z dôvodu náchylnosti na vznik studeného praskania zvariteľnosť limitovaná s narastajúcou hrúbkou, pri HSLA oceliach dochádza k problematickej zvariteľnosti najmä pri tenších materiáloch [2,3]. Pri zváraní HSLA ocelí je preto nutné zavádzať opatrenia, ktoré súvisia najmä s nenávratnými zmenami mikroštruktúry v teplom ovplyvnenej oblasti (TOO). Tieto zmeny sa prejavujú už pri teplotách prevyšujúcich 400 °C a zahŕňajú zhrubnutie zrna v podhúsenicovej oblasti [4,5], popustenie základného materiálu [6], alebo vznik tzv. M-A fázy (martenzit-austenit) [7]. Pri analýze zvarových spojov je možné tieto zmeny pozorovať vo forme poklesu tvrdosti a pevnosti [8-10], poklese vrubovej húževnatosti [11-13], alebo poklese únavovej pevnosti [14,15].

Z hľadiska staticky namáhaných zvarových spojov má na zmenu mechanických vlastností najväčší vplyv spomínaný pokles tvrdosti a pevnosti, ktorý je v literatúre označovaný aj ako zmäkčujúci efekt. Pre úplnosť poznatkov je nevyhnutné zdôrazniť, že samotný pokles tvrdosti

nie je jediným a primárnym faktorom vplývajúcim na pokles mechanických vlastností zvarového spoja. Viaceré štúdie preukázali, že na zmenu mechanických vlastností vplýva predovšetkým šírka oblasti, v ktorej došlo k tzv. odpevneniu. Maurer et al. [16] alebo Rodrigues et al. [17] sa vo svojich prácach venovali popísaniu všetkých faktorov vplývajúcich na zmenu mechanických vlastností zvarových spojov HSLA ocelí. Na základe týchto a mnohých ďalších výskumov je tak možné tvrdiť, že najväčší vplyv na pokles medze klzu a medze pevnosti zvarových spojov HSLA ocelí má práve šírka odpevnenej oblasti. Bolo preukázané, že s narastajúcou šírkou odpevnenej oblasti klesá celková hodnota medze klzu a medze pevnosti zvarových spojov [16-19]. Rodrigues et al. [17], de Meester [20], aj Törnblom [21] zhodne dokázali, že pri dostatočne úzkej odpevnenej oblasti nebude mať efekt zmäkčovania žiaden vplyv na hodnoty medze klzu a medze pevnosti. Teória poskytuje vysvetlenie tzv. zákonom plastického tečenia. Zjednodušene je možné tvrdiť, že odpevnená oblasť s relatívne nízkou hodnotou medze klzu je obmedzovaná pevnejším okolitým materiálom zvarového kovu a základného materiálu s vyššou hodnotou medze klzu. Pri jednoosovom zaťažení v smere kolmom na zvarový spoj dochádza k interakcii týchto oblastí, pričom výsledkom je nárast napätia odpevnenej oblasti potrebného k dosiahnutiu klzového javu v danej oblasti. Detailnejšie je tento jav popísaný v prácach, ktoré publikovali Maurer et al. [16], Rodrigues et al. [17], Amraei et al. [22], prípadne Collin et al. [23].

Šírka odpevnenej oblasti je ovplyvňovaná najmä technológiou zvarovania, tepelným príkonom, základným materiálom a hrúbkou základného materiálu. V prípade HSLA ocelí platí, že s klesajúcou hrúbkou materiálu sa zvariteľnosť zhoršuje. Dôvodom je limitujúci odvod tepla z oblasti zvaru pri malých hrúbkach. Príkladom sú výskumy zvariteľnosti ocele S960MC, ktorá bola v hrúbkach 6 mm a 8 mm zvarovaná technológiou MAG, pričom mechanické vlastnosti takýchto zvarových spojov dosahovali normou požadovaných hodnôt [18,24]. Pri zvaraní toho istého materiálu s hrúbkou 3 mm technológiou MAG boli namerané nedostatočné hodnoty medze klzu aj medze pevnosti [25,26].

Z dostupných praktických a teoretických skúseností je možné tvrdiť, že technológia zvarovania laserovým lúčom je jednou z najvhodnejších technológií na zabezpečenie normou požadovaných hodnôt mechanických vlastností v prípade tenkostenných HSLA ocelí. Technológia zvarovania laserovým lúčom umožňuje výrazne zredukovať tepelný príkon, navýšiť rýchlosť ochladzovania a zúžiť teplotné polia pri zvaraní. Vychádzajúc z týchto údajov je možné predpokladať, že použitie laserového zvarovania zúži odpevnenú oblasť a celú TOO. Takéto zúženie by malo mať za dôsledok nárast medze klzu a medze pevnosti zvarových spojov. Táto práca sa preto venuje porovnaniu technológií zvarovania LBW a MAG aplikovaných na zvarových spojoch vysoko pevnej ocele S960MC.

2. Základný a prídavný materiál

Základným materiálom použitým v experimente je oceľ S960MC hrúbky 3 mm. Oceľ je vyrábaná procesom termomechanického spracovania, pričom jej vysoká pevnosť je dosiahnutá jemnozrnnou mikroštruktúrou pozostávajúcou zo zmesi popusteného martenzitu, bainitu a zvyškového austenitu. Za účelom dosiahnutia jemnozrnej mikroštruktúry obsahuje oceľ mikrolegúry Nb, V a Ti v celkovom maximálnom súčte 0.22 hm. %. Mechanické vlastnosti sú zobrazené v Tab. 1 a chemické zloženie je zobrazené v Tab. 2.

Tab. 1 Chemické zloženie ocelí S960MC (hm. %).

C	Si	Mn	P	S	Al	Nb	V
0.85	0.18	1.06	0.01	0.003	0.036	0.002	0.007
Ti	Cu	Cr	Ni	Mo	N	B	
0.026	0.01	1.08	0.07	0.109	0.005	0.0015	

Tab. 2 Mechanické vlastnosti ocele S960MC.

R_{p0.2} [MPa]	R_m [MPa]	A [%]	CET/CEV	KV (-40 °C) [J]
1007	1092	7.9	0.28/0.51	32

Prídavným materiálom vo variantoch LBW-2-FM, GMAW-S, GMAW-P a GMAW-CMT bol zvarací drôt Union X96 L-MC s priemerom 1 mm, klasifikovaný ako G 89 5 M21 Mn4Ni2.5CrMo podľa EN ISO 16834-A. Chemické zloženie prídavného materiálu je zobrazené v Tab.3. Prídavným materiálom vo variantoch MCAW-S a MCAW-S cooled bol zvarací drôt Böhler X96 L-MC s priemerom 1 mm, klasifikovaný ako T89 4 TMn2NiCrMo M M21 1 H5 podľa STN EN ISO 18276-A.

Tab. 3 Chemické zloženie prídavných materiálov (hm.%).

	C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo
Union X96	0.12	0.80	1.90	0.45	2.35	0.55
Böhler X96 L-MC	0.06	0.70	1.90	0.60	2.20	0.50

3. Zváranie skúšobných zvarov

Zvarové spoje vyhotovené technológiou zvárania laserovým lúčom (521) mali rozmery 150 mm × 300 mm × 3 mm a pre všetky varianty boli zvárané ako tupé I zvarové spoje s nulovou koreňovou medzerou. Zvarové hrany boli pred zváraním delené laserovým lúčom, vyčistené a odmastené. Zvarové spoje zvárané bez prídavného materiálu s označením LBW-2, zvárané s prídavným materiálom s označením LBW-2-FM a zvarové spoje zvárané s dodatočným pretavením lícej strany zvarovej húsenice s označením LBW-2-D boli vyhotovené na zariadení TRMPF TruDisk 4002. Zvarový spoj zváraný bez prídavného materiálu označený ako LBW-1 bol vyhotovený na zariadení YLR 4500. Pri zváraní všetkých zvarových spojov bol použitý ochranný plyn argón 4.6 (koreňová strana bola ochraňovaná héliom). Na Obr.1a je možné pozorovať proces zvárania na zariadení TRUMPF TruDisk 4002. Zvarový spoj LBW-2-FM bol zváraný s použitím prídavného materiálu, ktorého rýchlosť podávania bola 0.5 m·min⁻¹. Teplotné cykly boli zaznamenávané termočlánkami NiCr–NiAl typu K umiestnenými z koreňovej strany zvarového spoja vo vzdialenosti približne 1 mm od okraja koreňa zvaru.



Obr. 1 Proces zvárania metódami: a) LBW; b) MCAW.

Tab. 4 Parametre zvárania tupých zvarových spojov technológiou LBW.

Zvarový spoj	Výkon [kW]	Rýchlosť zvárania [mm·s ⁻¹]	Fokus [mm]	Prietok plynu [l·mm ⁻¹]	Tepelný príkon [kJ·cm ⁻¹]
LBW-1	4.25	30	-1.0	6	1.41
LBW-2	2.00	20	-1.0	30	1.00
LBW-2-FM	2.00	18	-1.0	30	1.11
LBW-2-D*	2.00	20	-1.0	30	1.00
LBW-2-D**	2.00	20	+10.0	30	1.00

* - 1. vrstva (zvar); ** - 2. vrstva (dodatočné pretavenie)

Oblúkovými technológiami zvárania bolo vyhotovených 5 tupých zvarových spojov technológiou MAG. Metódou 135 v 3 variantoch: skratový režim s označením GMAW-S, pulzný režim s označením GMAW-P, CMT režim s označením GMAW-CMT) a metódou 138 v 2 variantoch: skratový režim s označením MCAW-S a režim so zrýchleným odvodom tepla s označením MCAW-S cooled. Rozmery zváraných dielov boli 150 mm × 300 mm × 3 mm (štandardné vzorky pre účely schvaľovania WPQR). Parametre zvárania pre oblúkové technológie sú zobrazené v Tab.5.

Tab. 5 Parametre zvárania tupých zvarových spojov technológiou MAG.

Metóda	U [V]	I [A]	Rýchlosť zvárania v_z [mm·s ⁻¹]	Rýchlosť podávania drôtu v_d [m·min ⁻¹]	Tepelný príkon Q_p [kJ·cm ⁻¹]	Zvarová medzera b [mm]
GMAW-S	16.6	102	3.7	3.8	3.69	1.5
GMAW-P	19.7	61	3.7	3.2	2.62	2.0
GMAW-CMT	13.1	131	8.3	5.3	1.65	2.3
MCAW-S	14.7	86	4.0	3.0	2.53	2.3
MCAW-S cooled	14.7	86	4.0	3.0	2.53	2.3

3.1. Mechanické skúšky a makroštruktúrna analýza

Skúšobné vzorky boli zo všetkých experimentálnych zvarových spojov odobraté za účelom vyhotovenia statickej skúšky ťahom, skúšky mikrotvrdoosti, skúšky lámavosti a makroštruktúrnej analýzy. Za účelom vyhotovenia statickej skúšky ťahom boli odobraté z každého zvarového spoja 2 vzorky. Spôsob odobratia, miesto odobratia, rozmery a priebeh skúšky boli v súlade s normou STN EN ISO 4136. Skúška bola vyhotovená na zariadení INSTRON 5985.

Skúška lámavosti bola vyhotovená v súlade s normou STN EN ISO 5173 na štyroch vzorkách odobratých z každého experimentálneho zvarového spoja (2×TRBB, 2×TFBB). Priemer zaťažovacieho trňa bol vypočítaný na základe hrúbky materiálu a ťažnosti základného materiálu na 35 mm.

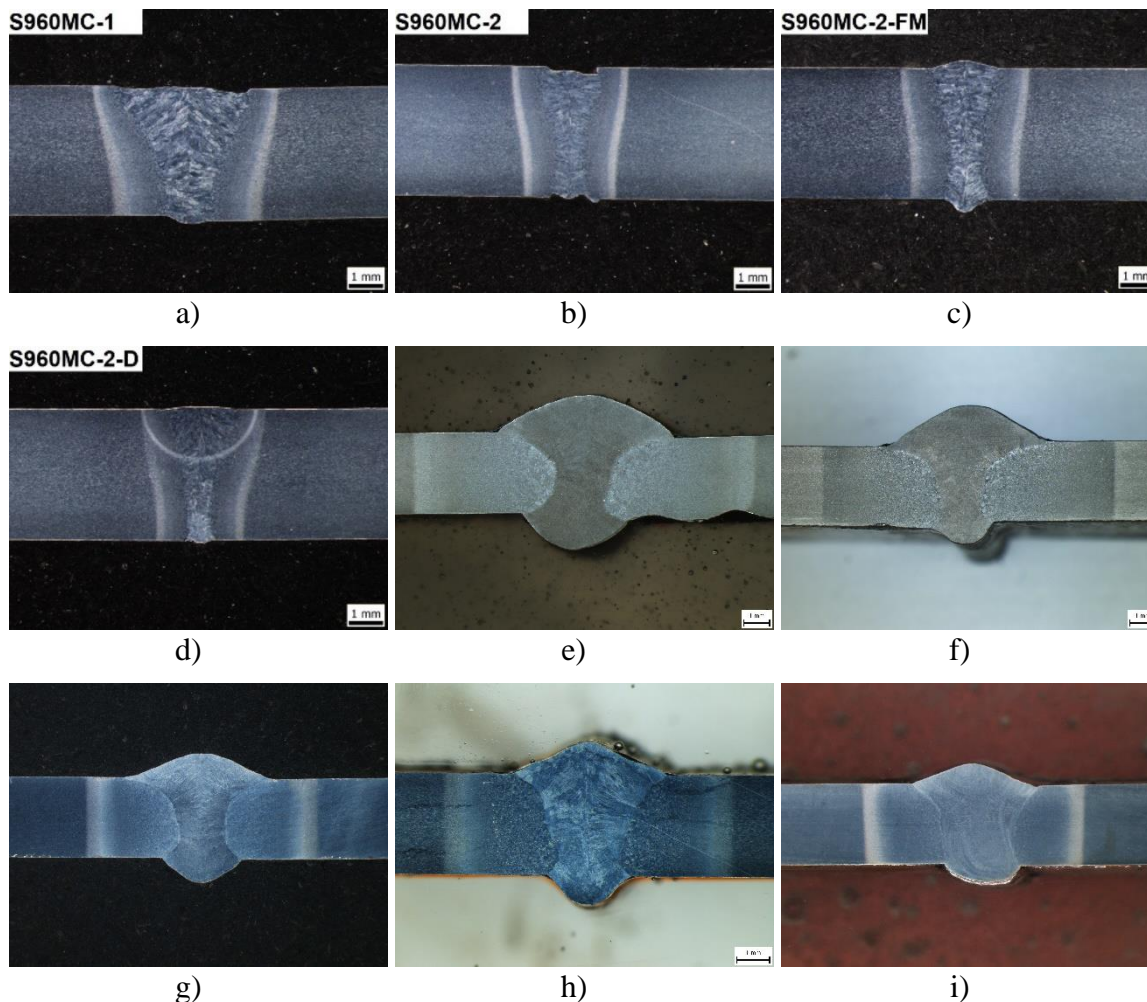
Líniové merania mikrotvrdoosti boli vyhotovené na každom zvarovom spoji metódou Vickers so zaťažením 0,1 kg (HV0.1) na zariadení Innovatest 412D. Lína bola vedená stredom hrúbky materiálu so vzájomnou vzdialenosťou medzi vpichmi 0,1 mm. Na základe týchto meraní bola stanovená šírka odpevnenej oblasti.

Makroštruktúrne snímky priečných rezov zvarových spojov boli vyhotovené na stereolupe Olympus SZX16.

4. Výsledky

4.1 Makroštruktúrna analýza zvarových spojov

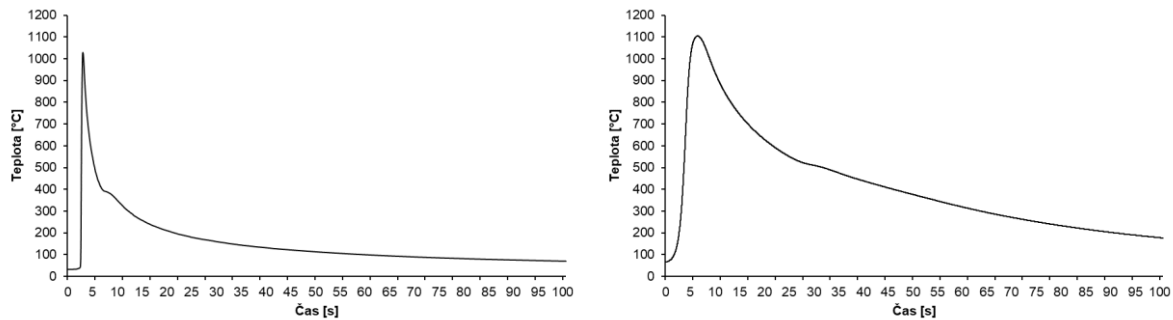
Posúdenie makroštruktúrnych snímok pričných rezov varovými spojmi bolo zamerané na analýzu geometrie zvarových spojov a zadokumentovanie prípadných chýb zvarového spoja. Na základe uvedených snímok (Obr.2) je možné konštatovať vyhovujúcu geometriu zvarového všetkých zvarových spojov, ktorá bola hodnotená v súlade s normami STN EN ISO 5817 a STN EN ISO 13919-1 a absenciu vnútorných chýb.



Obr. 2 Pričné rezy zvarovými spojmi: a) LBW-1; b) LBW-2; c) LBW-2-FM; d) LBW-2-D; e) GMAW-S; f) GMAW-P; g) GMAW-CMT; h) MCAW-S; i) MCAW-S cooled.

4.1 Teplotné cykly

Teplotné cykly boli zaznamenané primárne s cieľom stanovenia rýchlosti ochladzovania vybraných zvarových spojov. Rýchlosť ochladzovania bola stanovená na základe 1. derivácie krivky teplotného cyklu pre teplotu 600 °C. Na Obr.3 (vľavo) je uvedený teplotný cyklus zvarového spoja LBW-2 a na Obr.3 (vpravo) je zobrazený teplotný cyklus zvarového spoja GMAW-S. Pre zvarový spoj LBW-2 bola stanovená rýchlosť ochladzovania 370 °C·s⁻¹ a čas t_{8/5} na 0,8 s. Pre zvarový spoj GMAW-S bola rýchlosť ochladzovania stanovená na 18 °C·s⁻¹ a čas t_{8/5} na 17,5 s.



Obr. 3 Teplotné cykly zvarových spojov LBW-2 (vľavo) a GMAW-S (vpravo).

4.2 Statická skúška ťahom

Priemerné hodnoty medze klzu, medze pevnosti a ťažnosti boli stanovené statickou skúškou ťahom. Hodnoty sú uvedené v Tab. 5. Nakoľko experimentálne skúšobné vzorky nepreukázali pozorovateľný klzový jav, bola hodnota medze klzu nahradená dohovorovou medzou klzu ($R_{p0,2}$).

Tab. 6 Výsledky statickej skúšky ťahom experimentálnych zvarových spojov.

Zvarový spoj	$R_{p0,2}$ [MPa]	R_m [MPa]	A_{50mm} [%]
LBW-1	998	1026	2.3
LBW-2	1079	1152	4.1
LBW-2-FM	998	1085	6.0
LBW-2-D	1091	1129	2.5
GMAW-S	883	921	3.3
GMAW-P	915	940	2.2
GMAW-CMT	927	945	2.2
MCAW-S	951	969	2.2
MCAW-S cooled	955	972	1.7

Výsledky preukázali, že v prípade všetkých laserom zváraných zvarových spojov hodnoty medze klzu a medze pevnosti dosiahli hodnôt požadovaných výrobkovou normou STN EN ISO 10149-2. V prípade všetkých zvarových spojov zváraných technológiou MAG hodnoty medze klzu a medze pevnosti nedosiahli normou požadovaných hodnôt. Pre zvarové spoje ocele S960MC je minimálna hodnota medze klzu stanovená na 960 MPa a minimálna hodnota medze pevnosti na 980 MPa. Preskúmaním všetkých skúšobných tyčí po skúške ťahom bolo možné lokalizovať iniciačnú trhlinu vo všetkých prípadoch do oblasti žihania namätko.

4.3. Skúška lámavosti

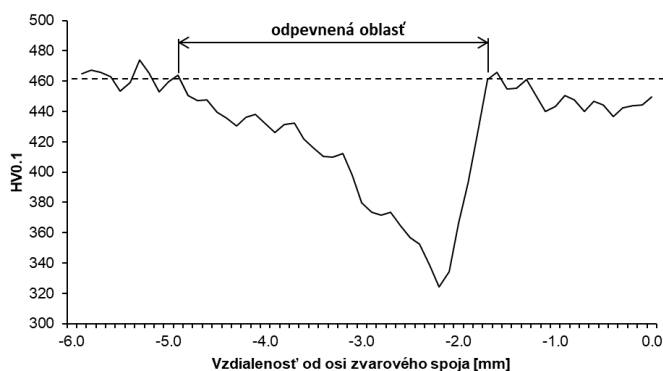
Výsledok skúšky lámavosti bol pre všetky posudzované zvarové spoje uspokojivý nakoľko všetky skúšobné vzorky dosiahli predpísaného uhla ohybu bez vzniku nadmerných trhlín. Predpísaný uhol ohybu, maximálna povolená veľkosť trhlín a priebeh skúšky boli v súlade s normou STN EN ISO 7438.

4.4 Skúška mikrotvrdości

Primárnym cieľom skúšky mikrotvrdości bolo analyzovať vzniknutú odpevnenú oblasť. Sledovanými parametrami bola šírka odpevnenej oblasti a celkový pokles tvrdosti v danej

oblasti. Z nameraných údajov je možné konštatovať vznik odpevnenej oblasti v zóne čiastočnej prekryštalizácie a v zóne žihania namätko pre všetky posudzované varianty. V prípade laserom zváraných zvarových spojov pozostáva línia tvrdosti z oblasti s najväčšou nameranou tvrdosťou, do ktorej spadajú oblasti zvarového kovu, podhúsenicovej oblasti a normalizačnej oblasti. Vysoké hodnoty tvrdosti v daných oblastiach súvisia s vysokou rýchlosťou ochladzovania a s teplotou presahujúcou teplotu vzniku austenitu. V príľahlej oblasti čiastočnej prekryštalizácie je z dôvodu neúplnej austenitizácie možné pozorovať rozpadové štruktúry s menšou tvrdosťou, čoho dôsledkom sú pozorované výrazne nižšie v danej oblasti. Oblasť žihania namätko je ovplyvnená predovšetkým popustením základného materiálu, ktoré taktiež spôsobuje pokles hodnôt tvrdosti. Sledovaný pokles tvrdosti v tejto oblasti je závislý predovšetkým od maximálnej dosiahnutej teploty, z toho dôvodu sa jeho hodnota mení s narastajúcou vzdialenosťou od osi zvaru. V prípade zvarových spojov zváraných technológiou MAG je najväčší rozdiel pozorovaný podhúsenicovej a normalizačnej oblasti, ktoré na rozdiel od laserom zváraných zvarových spojov dosahujú menšie hodnoty tvrdosti. Ďalším sledovaným parametrom bol celkový pokles tvrdosti, ktorý sa vo všetkých variantoch pohyboval v rozmedzí od 85 do 96 Δ HV0.1 v porovnaní so základným materiálom bez ohľadu na technológiu zvárania.

Línie tvrdosti boli použité na stanovenie šírky odpevnenej oblasti. Za odpevnenú oblasť je považovaná tá časť materiálu, ktorej tvrdosť je menšia ako 100 % tvrdosti základného materiálu. V prípade posudzovaných experimentálnych zvarových spojov bola tvrdosť základného materiálu stanovená na 384 HV0.1, na základe čoho je za odpevnenú oblasť možné považovať časť materiálu s tvrdosťou menšou ako 346 HV0.1. Šírka odpevnenej oblasti bola stanovená v mm a bola odčítaná z X-osi grafického priebehu tvrdosti (Obr.4). Namerané hodnoty sú uvedené v Tab. 6.



Obr. 4 Metodológia stanovenia šírky odpevnenej oblasti.

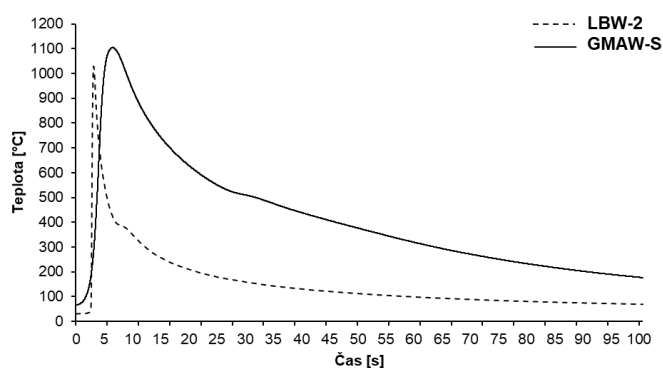
Tab. 7 Šírka odpevnenej oblasti experimentálnych zvarových spojov.

Zvarový spoj	Šírka odpevnenej oblasti [mm]	
	Ľavá	Pravá
LBW-1	2.65*	2.07
LBW-2	1.75*	1.59
LBW-2-FM	1.83*	1.51
LBW-2-D	1.68*	1.46
GMAW-S	7.44	7.95*
GMAW-P	7.56*	6.10
GMAW-CMT	7.32*	5.86
MCAW-S	6.71*	6.34
MCAW-S cooled	5.37*	3.66

* - strana, na ktorej došlo k pretrhnutiu počas skúšky ťahom

5. Diskusia k výsledkom

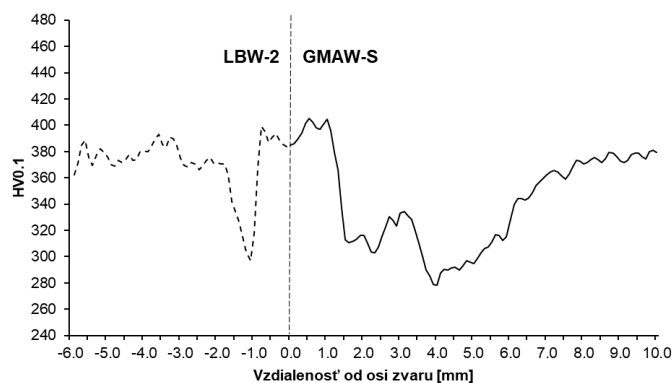
Vzhľadom k charakteru oboch porovnávaných technológií zvarovania sú na základe výsledkov pozorované výrazné rozdiely v takmer všetkých sledovaných parametroch. Z technologických parametrov je najvýraznejší rozdiel pozorovaný v hodnote tepelného príkonu, ktorý pre zvarovanie LBW umožňuje pokles až o 72 % v porovnaní s technológiou MAG. Redukcia tepelného príkonu je v prípade zvarovania LBW umocnená aj nárastom rýchlosti zvarovania až o 710 %. Pokles tepelného príkonu, nárast rýchlosti zvarovania aj charakter zvarového kúpeľa tak prispeli k výrazným zmenám v teplotných cykloch. Vzájomné porovnanie teplotných cyklov je zobrazené na Obr.5.



Obr. 5 Porovnanie teplotných cyklov zvarových spojov zvarovaných technológiami LBW a MAG.

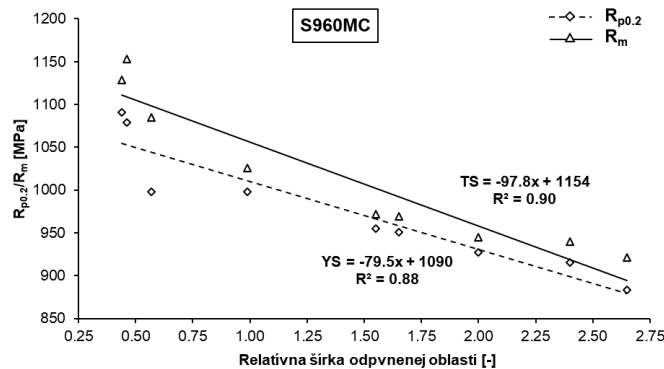
Najväčšie pozorované rozdiely spočívajú v rýchlosti ochladzovania, ktorá v prípade technológie LBW narástla o takmer 20-násobne. Čas ochladzovania $t_{8/5}$ poklesol v prípade zvarovania LBW viac než 20-násobne.

V prípade hodnôt tvrdosti sa rozdiely preukázali najmä v šírke odpevnenej oblasti, ktorá v prípade technológie LBW poklesla 6,5-násobne. Pri porovnávaní celkového poklesu tvrdosti voči ZM boli zaznamenané iba mierne rozdiely, ktoré vzhľadom na zvolenú metódu merania a započítanie odchýlky merania nemožno považovať za relevantné. Z toho dôvodu je celkový pokles tvrdosti vo všetkých zvarových spojov bez ohľadu na zvolenú technológiu považovaný za totožný. Porovnanie profilov tvrdosti je zobrazené na Obr.6.



Obr. 6 Porovnanie profilov tvrdosti zvarových spojov zvarovaných technológiami LBW a MAG.

Z hľadiska mechanických vlastností získaných statickou skúškou ťahom je možné namerané rozdiely popísané v kap. 3.2 pripísať hodnote šírky odpevnenej oblasti. Na základe získaných údajov sa potvrdilo, že šírka odpevnenej oblasti ovplyvňuje výslednú hodnotu medze klzu a medze pevnosti. Graficky vyjadrená závislosť medzi relatívnou šírkou odpevnenej oblasti a hodnotami medze klzu a medze pevnosti je možné pozorovať na Obr. 7. Relatívna šírka odpevnenej oblasti sa stanovila ako podiel šírky odpevnenej oblasti a hrúbky materiálu.



Obr. 7 Vplyv relatívnej šírky odpevnenej oblasti na hodnoty $R_{p0.2}$ a R_m .

V Tab.8 sú zobrazené najdôležitejšie porovnávané parametre zvarových spojov zváraných technológiami LBW a MAG. Hodnoty týchto parametrov vo veľkej miere vplyvajú na výsledné mechanické vlastnosti zvarových spojov a majú vplyv na celkovú zvariteľnosť vysokopevných ocelí.

Tab.8 Porovnanie vybraných parametrov zvarových spojov ocele S960MC.

	LBW	GMAW / MCAW
Tepelný príkon [$\text{kJ}\cdot\text{cm}^{-1}$]	1.0 - 1.4	1.7 - 3.7
$t_{8/5}$ [s] *	0.8	5.0 - 17.5
Šírka odpevnenej oblasti [mm]	1.05 - 2.97	5.55 - 7.95
Pokles tvrdosti ΔHV [HV0.1]	88 - 95	80 - 100
$R_{p0.2}$ [MPa] **	998 - 1091	883 - 955
R_m [MPa] ***	1026 - 1152	921 - 972
A [%]	2.3 - 6.0	1.7 - 3.3
Skúška lámavosti	OK	OK

* - 1 - 15 s (podľa WeldCalcTM od výrobcu SSAB AB)

** - min. 960 MPa (podľa STN EN ISO 10149-2)

*** - min. 980 MPa (podľa STN EN ISO 10149-2)

6. Záver

Predložená štúdia popísala najvýznamnejšie rozdielnosti vo vlastnostiach zvarových spojov ocele S960MC zváraných technológiami zvárania laserovým lúčom (521) a elektrickým oblúkom (135, 138). Analýzou mechanických vlastností, teplotných cyklov a makroštruktúrnych snímok bolo možné dospieť k viacerým záverom, ktoré znejú nasledovne:

- aplikovaním technológie laserového zvárania je možné zredukovať tepelný príkon až o 72 % v porovnaní s technológiou MAG;
- rýchlosť ochladzovania v TOO pri zváraní technológiou LBW dosahuje 7-násobne vyššie hodnoty ako pri technológii MAG;
- aplikovaním technológie LBW je možné čas ochladzovania $t_{8/5}$ zredukovať viac ako 20-násobne v porovnaní s technológiou MAG;
- normou požadované hodnoty $R_{p0.2}$ a R_m je možné dosiahnuť iba použitím technológie LBW (platí pre 3 mm hrubé plechy a materiál S960MC);
- hodnoty medze klzu a medze pevnosti zvarových spojov narastajú s klesajúcou hodnotou relatívnej šírky odpevnenej oblasti zvarových spojov;

- celkový pokles tvrdosti v TOO nemá vplyv na výsledné hodnoty medze klzu a medze pevnosti zvarových spojov.

Pod'akovanie

Autori ďakujú za možnosť publikovať výsledky výskumu aj vďaka finančnej pomoci agentúr: APVV, číslo APVV-20-0427; KEGA, číslo KEGA 008ŽU-4/2022 a VEGA, číslo VEGA 1/0741/21 a VEGA 1/0044/22.

Literatúra

- [1] **Grand View Research**, High Strength Steel Market Size, Share & Trends Analysis Report By Product (High Strength Low Alloy, Dual Phase), By Application (Automotive, Construction, Aviation & Marine, Mining), And Segment Forecasts, URL: <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/high-strength-steel-market> [cited 20 March 2023].
- [2] **R. Ramesh, I. Dinaharan, R. Ravikumar, E.T. Akinlabi**, Microstructural characterization and tensile behavior of Nd:YAG laser beam welded thin high strength low alloy steel sheets, *Materials Science and Engineering: A* 780 (2020) 139178.
- [3] **M. Mičian, M. Frátrik, L. Trško, M. Gucwa, J. Winczek, Ł. Skroński**, Butt welding of thin sheets of S960MC steel, *Welding Technology Review* 93 (2) (2021) 5-12.
- [4] **J. Laitila, J. Larkiola**, Effect of enhanced cooling on mechanical properties of a multipass welded martensitic steel, *Welding in the World* 63 (2019) 637-646.
- [5] **S. Jindal, R. Chhibber, N.P. Mehta**, Issues in Welding of HSLA Steels, *Advanced Materials Research* 365 (2012) 44-49.
- [6] **Y.L. Sun, G. Obasi, C.J. Hamelin, A.N. Vasileiou, T.F. Flint, J.A. Francis, M.C. Smith**, Characterisation and modelling of tempering during multi-pass welding, *Journal of Materials Processing Technology* 270 (2019) 118-131.
- [7] **M. Amraei, S. Afkhami, V. Javaheri, J. Larkiola, T. Skriko, T. Björk, X.-L. Zhao**, Mechanical properties and microstructural evaluation of the heat-affected zone in ultra-high strength steels, *Thin-Walled Structures* 157 (2020) 107072.
- [8] **P. Kah, M. Pirinen, R. Suoranta, J. Martikainen**, Welding of Ultra High Strength Steels, *Advanced Materials Research* 849 (2014) 357-365.
- [9] **F.N. Bayock, P. Kah, B. Mvola, P. Layus**, Effect of Heat Input and Undermatched Filler Wire on the Microstructure and Mechanical Properties of Dissimilar S700MC/S960QC High-Strength Steels, *Metals* 9 (2019) 883.
- [10] **H.G. Pisarski, R.E. Dolby**, The significance of softened HAZs in the high strength structural steels, *Welding in the World* 47 (2003).
- [11] **I. Miletić, A. Ilić, R.R. Nikolić, R. Ulewicz, L. Ivanović, N. Sczygiol**, Analysis of Selected Properties of Welded Joints of the HSLA Steels, *Materials* 13 (6) (2020) 1301.
- [12] **A. Ilić, L. Ivanović, B. Stojanović, D. Josifović, E. Desnica**, *Applied Engineering Letters* 3 (3) (2018) 98-104.
- [13] **V. Haribalaji, S. Boopathi, S. Balamurugan**, Effect of welding process on mechanical and metallurgical properties of high strength low alloy (HSLA) steel joints, *International Journal of Innovation and Scientific Research* 12 (1) (2014) 170-179.
- [14] **T. Ślęzak**, Fatigue Examination of HSLA Steel with Yield Strength of 960 MPa and Its Welded Joints under Strain Mode, *Metals* 10 (2) (2020) 228.
- [15] **P.G. Riofrío, F. Antunes, J. Ferreira, A.C. Batista, C. Capela**, Fatigue Performance of Thin Laser Butt Welds in HSLA Steel, *Metals* 11 (2021).

- [16] **W. Maurer, W. Ernst, R. Rauch, R. Vallant, N. Enzinger**, Evaluation of the factors influencing the strength of HSLA steel weld joint with softened HAZ, *Welding in the World* 59 (2015) 809-822.
- [17] **D.M. Rodrigues, L.F. Menezes, A. Loureiro, J.V. Fernandes**, Numerical study of the plastic behavior in tension of welds in high strength steels, *Journal of Plasticity* 20 (2004) 1-18.
- [18] **F. Hochhauser, W. Ernst, R. Rauch, R. Vallant, N. Enzinger**, Influence of the Soft Zone on the Strength of Welded Modern HSLA Steels, *Welding in the World* 56 (2012) 77-85.
- [19] **M. Mochizuki, T. Shintomi, Y. Hashimoto, M. Toyoda**, Analytical Study on Deformation and Strength in HAZ-Softened Welded Joints of Fine-Grained Steel, *Welding in the World* 48 (2004) 2-12.
- [20] **B. De Meester**, The Weldability of Modern Structural TMCP Steels, *ISIJ International* 37 (1997) 537-551.
- [21] **S. Törnblom**, Undermatching Butt Welds in High Strength Steel, Master's Thesis, Department of Civil, Environmental and Natural Resources Engineering, Structural and Construction Engineering, Luleå University of Technology, Luleå, Sweden, 2007.
- [22] **M. Amraei, A. Ahola, S. Afkhami, T. Bjork, A. Heidarpour, X.-L. Zhao**, Effects of heat input on the mechanical properties of butt-welded high and ultra-high strength steels, *Engineering Structures* 198 (2019) 109460.
- [23] **Collin...M. Amraei, A. Ahola, S. Afkhami, T. Bjork, A. Heidarpour, X.-L. Zhao**, Effects of heat input on the mechanical properties of butt-welded high and ultra-high strength steels, *Engineering Structures* 198 (2019) 109460.
- [24] **C. Schneider, W. Ernst, R. Schnitzer, H. Stauffer, R. Vallant, N. Enzinger**, Welding of S960MC with undermatching filler material, *Welding in the World* 62 (2018) 801-809.
- [25] **M. Jambor, F. Nový, M. Mičian, L. Trško, O. Bokůvka, F. Pastorek, D. Harmaniak**, Gas metal arc welding of thermo-mechanically controlled processed S960MC steel thin sheets with different welding parameters, *Communications* 20 (2018) 29-35.
- [26] **M. Mičian, M. Frátrik, D. Kajánek**, Influence of Welding Parameters and Filler Material on the Mechanical Properties of HSLA Steel S960MC Welded Joints, *Metals* 11 (2021) 305.
- [27] **J. Moravec, M. Mičian, M. Málek, M. Švec**, Determination of CCT Diagram by Dilatometry Analysis of High-Strength Low-Alloy S960MC Steel, *Materials* 15 (2022) 4637.

ZMENY PRI PREDLŽOVANÍ KVALIFIKÁCIÍ **NDT A ZVÁRAČSKÝCH ODBORNÍKOV**

Ing. Branislav Šimovič

ZMENY PRI PREDLŽOVANÍ KVALIFIKÁCIÍ NDT

- v roku 2022 vyšlo nové vydanie normy STN EN ISO 9712:2022
- certifikačný orgán osôb akreditovaný od 28.03.2023
- certifikačný orgán osôb prijal normu dňa 01.04.2023

ZMENY PRI PREDLŽOVANÍ KVALIFIKÁCIÍ NDT

Čo nám nová norma STN EN ISO 9712 priniesla?

- zmenu v označovaní metód NDT a ich techník
- definuje minimálny vek kandidáta - 18 rokov
- definuje bližšie požiadavky na očné vyšetrenie
- zmenu v dĺžke odbornej prípravy
- zmenu v dĺžke požadovanej priemyselnej praxe
- zmena počtu skúšobných vzoriek a vyhodnocovaných snímok
- zmena hodnotenia skúšok
- zmenu v spôsobe predlžovania certifikátov po 5 rokoch od skúšky

ZMENY PRI PREDLŽOVANÍ KVALIFIKÁCIÍ NDT

Zmenu v označovaní metód NDT a ich techník

Skúšanie tesnosti

LT-P – tlaková metóda (pôvodné označenie **LT-B**)

LT-C – metóda zisťovania stopového plynu (pôvodné označenie **LT-C**)

Príloha č.2 , tabuľka F.1

Technika NDT	Skratka	Požiadavky na školenie (dni)		
		stupeň 1	stupeň 2	stupeň 3
LT-P + LT-TG	LT	5	9	6
Tlaková metóda	LT-P	3	4	N/A
Metóda zisťovania stopového plynu	LT-TG	2	5	N/A

ZMENY PRI PREDLŽOVANÍ KVALIFIKÁCIÍ NDT

Zmenu v označovaní metód NDT a ich techník

Skúšanie magnetickou práškovou metódou

MT-FL – zmena magnetického toku (Magnetic Flux Leakage)

Príloha č.2 , tabuľka F.2

Technika NDT	Skratka	Požiadavky na školenie (dni)		
		stupeň 1	stupeň 2	stupeň 3
	MT	5	9	6
zmena magnetického toku	MT-FL	3	4	N/A

ZMENY PRI PREDLŽOVANÍ KVALIFIKÁCIÍ NDT

Zmenu v označovaní metód NDT a ich techník

Skúšanie ultrazvukom

LT-PA – metóda fázových polí (Phased Array)

LT-TOFD – metóda TOFD (Time of Flight Diffraction)

Príloha č.2 , tabuľka F.3 a F.4

Technika NDT	Skratka	Požiadavky na školenie (dni)		
		stupeň 1	stupeň 2	stupeň 3
-	UT	8	10	5
Phased Array	UT-PA	5 + UT1	5 + UT2	N/A
TOFD	UT-TOFD	5 + UT1	5 + UT2	N/A

ZMENY PRI PREDLŽOVANÍ KVALIFIKÁCIÍ NDT

Zmenu v označovaní metód NDT a ich techník

Skúšanie prežarováním, Príloha č.2 , tabuľka F.5

Technika NDT	Obmedzenie	Skratka	Požiadavky na školenie (dni)		
			stupeň 1	stupeň 2	stupeň 3
Filmová + digitálna		RT-FD	8	10	8
Filmová		RT-F	5	10	5
Digitálna		RT-D	5	10	5
Počítačová tomografia		RT-CT	4	10	5
Rádioskopia		RT-S	4	4	5
	Interpretácia filmov	RT-FI	N/A	8	N/A
	Interpretácia digitálneho obrazu	RT-DI		8	
	Interpretácia filmov a digitálneho obrazu	RT-FDI		9	

ZMENY PRI PREDLŽOVANÍ KVALIFIKÁCIÍ NDT

Požiadavky na očné vyšetrenie

Ostrosť zraku na blízko

- interval raz za rok

Farebné videnie

- interval raz za 5 rokov

Videnie do diaľky

- požiadavka normy STN EN 13018 pre vizuálnu kontrolu - VT

ZMENY PRI PREDLŽOVANÍ KVALIFIKÁCIÍ NDT

Zmena dĺžky odbornej prípravy

NDT metóda	Stupeň 1	Stupeň 2	Stupeň 3
ET	35(40)	42(48)	42(48)
LT (LT-P + LT-TG)	35	63	42
LT-P	21(24)	28(32)	-(32)
LT-TG	14(24)	35(40)	-(40)
MT	21(16)	14(24)	28(32)
PT	21(16)	14(24)	21(24)
RT	35(40)	70(80)	35(40)
RT- FI	-	56	-
UT	56(40)	70(80)	35(40)
UT-T	-	28	-
VT	21(16)	14(24)	21(24)
VT-ThP	21	14	21
Doplnkové školenia PED		2	

ZMENY PRI PREDLŽOVANÍ KVALIFIKÁCIÍ NDT

Zmena dĺžky požadovanej priemyselnej praxe

NDT metóda	Prax (dni*)					
	Stupeň 1	Stupeň 2		Stupeň 3		
		so stupňom 1	priamy prístup	so stupňom 2	vysokoškolské vzdelanie so stupňom 2	priamy prístup s vysokoškolským vzdelaním
ET, LT, RT, UT	45	135	180	270	450	540
LT-P, LT-TG	30	90	120	-	-	-
MT, PT, VT, VT-ThP	15	45	60	180	240	360
RT-FI	-	-	90	-	-	-
UT-T	-	-	68	-	-	-

*) Trvanie priemyselnej praxe jedného dňa je 7 hodín. Ak pracuje kandidát viac ako 7 hodín denne (max. 12 hodín), je potrebné priemyselné prax prerátať na 7 hodinové dni.

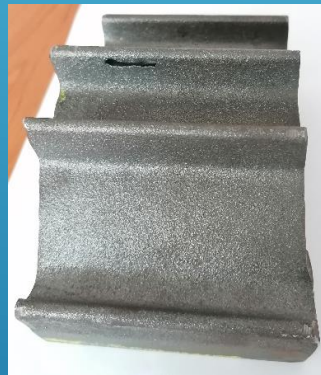
ZMENY PRI PREDLŽOVANÍ KVALIFIKÁCIÍ NDT

Zmena počtu skúšobných vzoriek a vyhodnocovaných snímkov

- 1 vzorka na sektor, minimálne však 2 vzorky na sektor



w-zvary



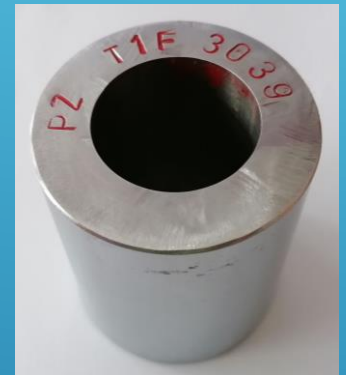
c-odliatky



f-výkovky



wp-tvárnené výrobky



t-rúry

- 10 rádiogramov (5 / sektor)

ZMENY PRI PREDLŽOVANÍ KVALIFIKÁCIÍ NDT

Zmena v spôsobe predlžovania certifikátov po 5 rokoch od skúšky

1. zjednodušená praktická skúška


- pozostáva z vyhodnotenia vzoriek bez vypracovania inštrukcie
- **1-2** výrobných sektory => **1 vzorka**
- **3-4** výrobných sektory => **2 vzorky**
- **5** výrobných sektorov => **3 vzorky**

2. štruktúrovaný kreditný systém

- vychádza z požiadavky STN EN ISO 9712, **kap. 10.1e**
- jedná sa o systém zápočtu bodov – kreditov získaných v období predchádzajúcich 5 rokov
- žiadateľ musí získať za 5 ročné obdobie minimálne **100 bodov**

ZMENY PRI PREDLŽOVANÍ KVALIFIKÁCIÍ NDT

Štruktúrovaný kreditný systém – tlačivo T88-COPZ

 PRVÁ ZVÁRAČSKÁ, a.s. Kopčianska 14, 851 01 Bratislava 5		Certifikačný orgán pre certifikáciu osôb vo zvarení a NDT		T88-COPZ-2023-1											
		ŠTRUKTÚROVANÝ KREDITNÝ SYSTÉM			Strana 1/2										
podľa STN EN ISO 9712:2022 a CS-21-NDT_v2															
Titul, meno, priezvisko:				Metóda:											
Dátum a miesto narodenia:				Stupeň:											
Počítač Aktivita	Stupeň 1		Stupeň 2		Stupeň 3		Získane body								
	Príspevkové body	Max. počet bodov za 1 rok	Príspevkové body	Max. počet bodov za 1 rok	Príspevkové body	Max. počet bodov za 1 rok	1. rok	2. rok	3. rok	4. rok	5. rok	SPOLU ZA 5 ROKOV			
Časť A															
1	Výkon činnosti NDT *	2 za deň	25	95	2 za deň	25	95	2 za deň	25	95					
2	Absolvovanie teoretickej prípravy v metóde	1 za deň	5	15	1 za deň	5	15	1 za deň	5	15					
3	Absolvovanie praktickej prípravy v metóde	2 za deň	10	25	2 za deň	10	25	2 za deň	10	25					
4	Výžuba praktickej alebo teoretickej prípravy v požadovanej metóde NDT	-	-	-	1 za deň	15	75	1 za deň	15	75					
5	Účasť na výskumných aktivitách v oblasti metódy NDT alebo inžinierstva NDT *	1 za týždeň	15	60	1 za týždeň	15	60	1 za týždeň	15	60					
Spolu časť A (Kandidát musí získať z tejto časti zisk: v 1. stupni minimálne 75 bodov, v 2. stupni minimálne 50 bodov, v 3. stupni pre recertifikáciu minimálne 50 a maximálne 70 bodov)															
Časť B															
6	Účasť na technickom seminári v oblasti metódy alebo techniky	1 za deň	2	10	1 za deň	2	10	1 za deň	2	10					
7	Prednášanie na technickom seminári v oblasti metódy alebo techniky	1 za prezentáciu	3	15	1 za prezentáciu	3	15	1 za prezentáciu	3	15					
8	Platné členstvo v komisii NDT alebo v spoločnosti súvisiacej s NDT	1 za členstvo	2	5	1 za členstvo	2	5	1 za členstvo	2	5					
9	Technický dohľad a školenie (mentoring) NDT pracovníkov v príslušnej metóde	-	-	-	2 za ústretovú školenia	10	30	2 za ústretovú školenia	10	30					
10	Účasť alebo vedenie v normalizačných a technických komisiách	-	-	-	1 za komisiu	3	15	1 za komisiu	3	15					
11	Výkonanie technickej úlohy týkajúcej sa metódy NDT v rámci certifikačného orgánu	-	-	-	2 za činnosť	10	30	2 za činnosť	10	30					
Spolu časť B (Kandidát v 3. stupni pre recertifikáciu musí z tejto časti získať minimálne 30 a maximálne 50 bodov)															
Spolu (minimálne 100 bodov na predĺženie platnosti certifikácie po 6 rokoch alebo recertifikáciu po 10 rokoch v 3. stupni) bodov															
Prahšajmen, že údaje uvedené v tomto tlačive sú pravdivé a ako dôkaz prikladám dokumenty podnávňujúce nadobudnuté kreditov v položkách 2-11.															
V _____ dňa _____															
Hodnotenie štruktúrovaného kreditného systému: VYHOVEL / NEVYHOVEL! 															
<small> *Poznámka: * Term. nota je v súlade s platnou vyhlásenou výnos zisk (nky 7), kde o certifikácii rok a rok každému rok. </small>															

Návod k štruktúrovanému kreditnému systému

Štruktúrovaný kreditný systém je spôsob predĺženia kvalifikácie NDT po prvom 5 ročnom období platnosti certifikácie. Pre splnenie kreditného systému musíte získať minimálne 100 bodov, v predchádzajúcom 5 ročnom období NDT. Za rok certifikácie sa považuje certifikčný rok za najdlhšie obdobie platnosti certifikátu, nie kalendárny rok. V tabuľke je presne definované, koľko bodov je možné získať za 1 rok a za obdobie 5 rokov.

V prípade ak nevládte splniť podmienky kreditného systému, musíte absolvovať praktickú skúšku, ktorá pozostáva z vyhodnotenia 1 až 3 skúšobných vzoriek NDT v závislosti od počtu získaných výrobných sektorov (1-2 sektory 1 vzorka, 3-4 sektory 2 vzorky, 5 a viac 3 vzorky).

Časť A je všeobecne určená pre pracovníkov NDT, ktorí pracujú a vzdelávajú sa v NDT.

Časť B je špecifická pre odborníkov v oblasti NDT, kde body možno získať za členstvo, účasť v komisiách ako aj na konferenciách NDT.

Kandidát certifikovaný v 1. stupni NDT musí získať z časti A minimálne 75 bodov.

Kandidát certifikovaný v 2. stupni NDT musí získať z časti A minimálne 50 bodov.

Kandidát certifikovaný v 3. stupni NDT musí získať pri recertifikácii z časti A minimálne 50 a maximálne 70 bodov a z časti B minimálne 30 a maximálne 50 bodov.

Aktivita	Popis
Časť A	
1	Výkon činnosti NDT *
Body získavate za samotný výkon činnosti NDT, prácu v NDT. Maximálne možné zisk: 2 body za 1 deň, 25 bodov za 1 rok a 95 bodov za 5 rokov	
2	Absolvovanie teoretickej prípravy v metóde
Body môžete získať za účasť na vzdelávacej akcii/školení v danej metóde NDT (v ktorej ste certifikovaný), ktorej cieľom je zvyšovanie kvalifikácie (napr. technika NDT pre UT Phased Array, TOFD, iné špecifické techniky NDT pre danú metódu). Maximálne možné zisk: 1 bod za 1 deň, 5 bodov za 1 rok a 15 bodov za 5 rokov	
3	Absolvovanie praktickej prípravy v metóde
Body môžete získať za účasť na workshop/praktickom vzdelávaní kde si zafixujete zručnosti NDT v danej metóde, v ktorej je certifikovaný, ktorej cieľom je zvyšovanie kvalifikácie (napr. technika NDT pre UT Phased Array, TOFD, iné špecifické techniky NDT pre danú metódu). Maximálne možné zisk: 2 body za 1 deň, 10 bodov za 1 rok a 25 bodov za 5 rokov	
4	Výžuba praktickej alebo teoretickej prípravy v požadovanej metóde NDT
Za túto aktivitu môžete získať body len osoba certifikovaná na stupni 2 alebo 3. Jedná sa o činnosť lekára, učiteľa, ktorý vzdeláva iné osoby v danej metóde NDT, v ktorej je certifikovaný. Maximálne možné zisk: 1 bod za 1 deň, 15 bodov za 1 rok a 75 bodov za 5 rokov	
5	Účasť na výskumných aktivitách v oblasti metódy NDT alebo inžinierstva NDT *
Táto činnosť je špecifická pre samotnú činnosť NDT, zahŕňa napríklad návrh NDT kontroly, implementáciu NDT vo výrobe, zavedenie alebo overovanie postupov NDT, hodnotenie dodávateľov a techník NDT, riešenie ťažieb vo výrobe, zodpovednosť za zariadenia NDT, koordinácia prísic NDT, validácia techník NDT. Maximálne možné zisk: 1 bod za týždeň, 15 bodov za 1 rok a 60 bodov za 5 rokov	
Časť B	
6	Účasť na technickom seminári v oblasti metódy alebo techniky
Za túto aktivitu sa považuje účasť na konferenciách, seminároch, odborných akciách ktorej cieľom je získanie nových vedomostí v danej metóde NDT alebo technike. Maximálne možné zisk: 1 bod za deň, 2 body za 1 rok a 10 bodov za 5 rokov.	
7	Prednášanie na technickom seminári v oblasti metódy alebo techniky
Za túto aktivitu sa považuje prednášanie na konferenciách, technickom seminári, odbornej akcii ktorej cieľom je predávanie rozširovanie nových vedomostí v danej metóde NDT alebo techniky. Maximálne možné zisk: 1 bod za prezentáciu, 3 body za 1 rok a 15 bodov za 5 rokov.	
8	Platné členstvo v komisii NDT alebo v spoločnosti súvisiacej s NDT
Za túto aktivitu sa považuje platné členstvo v danom roku v Slovensku považuje platné členstvo v danom roku v SNTD, vo výbere pre certifikácie schémy NDT, členstvo v medzinárodných komisiách NDT a iné akceptované certifikačným orgánom. Maximálne možné zisk: 1 bod za členstvo, 2 body za 1 rok a 5 bodov za 5 rokov.	
9	Technický dohľad a školenie (mentoring) NDT pracovníkov v príslušnej metóde
Za túto aktivitu môžete získať body len osoba certifikovaná na stupni 2 alebo 3. Za túto aktivitu sa považuje osobné vzdelávanie alebo školenie pracovníkov NDT, ktorých vediete a dohliadate nad ich činnosťou. Maximálne možné zisk: 2 body za osobu, 10 bodov za 1 rok a 30(40) bodov za 5 rokov podľa úrovne certifikácie.	
10	Účasť alebo vedenie v normalizačných a technických komisiách
Za túto aktivitu môžete získať body len osoba certifikovaná na stupni 2 alebo 3. Za túto aktivitu sa považuje platné členstvo v danom roku v technickej normalizačnej komisii, napr. STN, ČSN, ... Maximálne možné zisk: 1 bod za komisiu, 3(4) body za 1 rok a 15(20) bodov za 5 rokov podľa úrovne certifikácie.	
11	Výkonanie technickej úlohy týkajúcej sa metódy NDT v rámci certifikačného orgánu
Za túto aktivitu môžete získať body len osoba certifikovaná na stupni 2 alebo 3. Za túto aktivitu sa považuje NDT aktivita vykonávajúca v rámci certifikačného orgánu a spolupráca s certifikačným orgánom (subsidiárky). Maximálne možné zisk: 2 body za činnosť, 10 bodov za 1 rok a 30(40) bodov za 5 rokov podľa úrovne certifikácie.	

K aktivitám 2 - 11 je potrebné doložiť dokumenty potvrdzujúce účasť na danej aktivite. Na potvrdeniach prosím uviesť dĺžku trvania, predmet činnosti a na potvrdení hore vyznačiť, koľko bodov a v ktorej časti kreditného systému si ich uplatňujete.

Priklad

Som NDT pracovník vykonávajúci bežne činnosť NDT. V priebehu 5 rokov som pracoval v tieto oblasti a teda si môžem uplatniť v Časti A, Aktivite č. 1 ... **95 bodov** za 5 rokov činnosti. Toto mi však nepostačuje na uznanie kreditného systému a potrebujem získať ďalších 5 bodov za inú aktivitu napr.: Bol som na konferencii, kde sa preberala téma NDT a podľa Časti B, Aktivite č. 6 som za dva dni získal **2 body**. Ďalej sme pre nového zákazníka spikovali NDT kontrolu a podľa č. 11 som na nastavení NDT kontroly. Podľa Časti A, Aktivite č. 5 som pracoval 3 týždne na nastavení NDT kontroly, tak si môžem uplatniť **3 body** do kreditného systému. Celkovo mám už požadovaných **100 bodov** (95+2+3). Z konferencie prikladám potvrdenie o účasti a za nastavenie NDT kontroly pre nového zákazníka mi vystavil zamestnávateľ potvrdenie o dlžke trvania tejto činnosti. Ďalej prikladám žiadosť o predĺženie T05-COPZ, potvrdenie z očného vyšetrenia T55-COPZ a informáciu o činnosti T88-COPZ.

Strana 2/2

ZMENY PRI PREDLŽOVANÍ KVALIFIKÁCIÍ NDT

Štruktúrovaný kreditný systém – tlačivo T88-COPZ

Položka	Stupeň 1	Stupeň 2	Stupeň 3	Získané body					Max. počet bodov za 5 rokov	Spolu za 5 rokov					
				1. rok	2. rok	3. rok	4. rok	5. rok							
										2019	2020	2021	2022	2023	
5. Účasť na výskumných aktivitách v oblasti metódy NDT <u>Dôkaz:</u> potvrdenie od zamestnávateľa alebo 3. strany Realizovali ste novú výrobu pre zákazníka a bolo potrebné nastaviť NDT kontrolu. Pracovali ste na tom 4 týždne, čiže si môžete uplatniť v časti 5A 4 body.															
Časť A															
1	Výkon činností NDT	25	95	2 za deň	25	95	2 za deň	25	95	25	25	25	25	25	95
2	Absolvovanie teoretickej prípravy v metóde NDT	5	15	1 za deň	5	15	1 za deň	5	15		1		1		2
3	Absolvovanie praktickej prípravy v metóde NDT	10	25	2 za deň	10	25	2 za deň	10	25		2		2		4
4	Výučba praktickej a teoretickej prípravy v požadovanej metóde NDT	-	-	1 za deň	15	75	1 za deň	15	75			2			2
5	Účasť na výskumných aktivitách v oblasti metódy NDT alebo inžinierstva NDT ^{b)}	15	60	1 za týždeň	15	60	1 za týždeň	15	60			4			4
b) zahŕňa: návrh NDT kontroly, implementáciu NDT vo výrobe, zavedenie alebo overovanie postupov NDT, hodnotenie dodávateľov a technik NDT, riešenie nezhôd vo výrobe, zodpovednosť za zariadenia										stupni minimálne 50 bodov, v 3. stupni					107

ZMENY PRI PREDLŽOVANÍ KVALIFIKÁCIÍ NDT

Štruktúrovaný kreditný systém – tlačivo T88-COPZ

Časť B															
6	Účasť na technickom seminári v oblasti metódy alebo techniky	1 za deň	2	10	1 za deň	2	10	1 za deň	2	10					
7	Prednášanie na technickom seminári v oblasti metódy alebo techniky	1 za prezentáciu	3	15	1 za prezentáciu	3	15	1 za prezentáciu	3	15					
8	Platné členstvo v komisii NDT alebo v spoločnosti súvisiacej s NDT	1 za členstvo	2	5	1 za členstvo	2	5	1 za členstvo	2	5					
9	Technický dohľad a školenie (mentoring) NDT pracovníkov v príslušnej metóde	-	-	-	2 za účastníka školenia	10	30	2 za účastníka školenia	10	40					
10	Účasť alebo vedenie v normalizačných a technických komisiách	-	-	-	1 za komisiu	3	15	1 za komisiu	4	20					
11	Vykonávanie technickej úlohy týkajúcej sa metódy NDT v rámci certifikačného orgánu	-	-	-	2 za činnosť	10	30	2 za činnosť	10	40					
Spolu časť B (Kandidáti v 3. stupni pre recertifikáciu musia z tejto časti získať minimálne 30 a maximálne 50 bodov)															
Spolu (minimálne 100 bodov na predĺženie platnosti certifikácie po 5 rokoch alebo recertifikáciu po 10 rokoch v 3. stupni)															bodov _____

ZMENY PRI PREDLŽOVANÍ KVALIFIKÁCIÍ VO ZVÁRANÍ

Predlžovanie certifikátov zvaračských odborníkov

- absolvovanie 2 vzdelávacích akcií v priebehu 3 ročného intervalu platnosti certifikátu
 - konferencie
 - semináre
 - interné vzdelávacie akcie
 - zvyšovanie kvalifikácie v NDT



ĎAKUJEM ZA POZORNOST

Branislav Šimovič

FANUC

Factory Automation Numeric Control

FANUC



Kde všude potřebují FANUC



SILNÝ v Európe

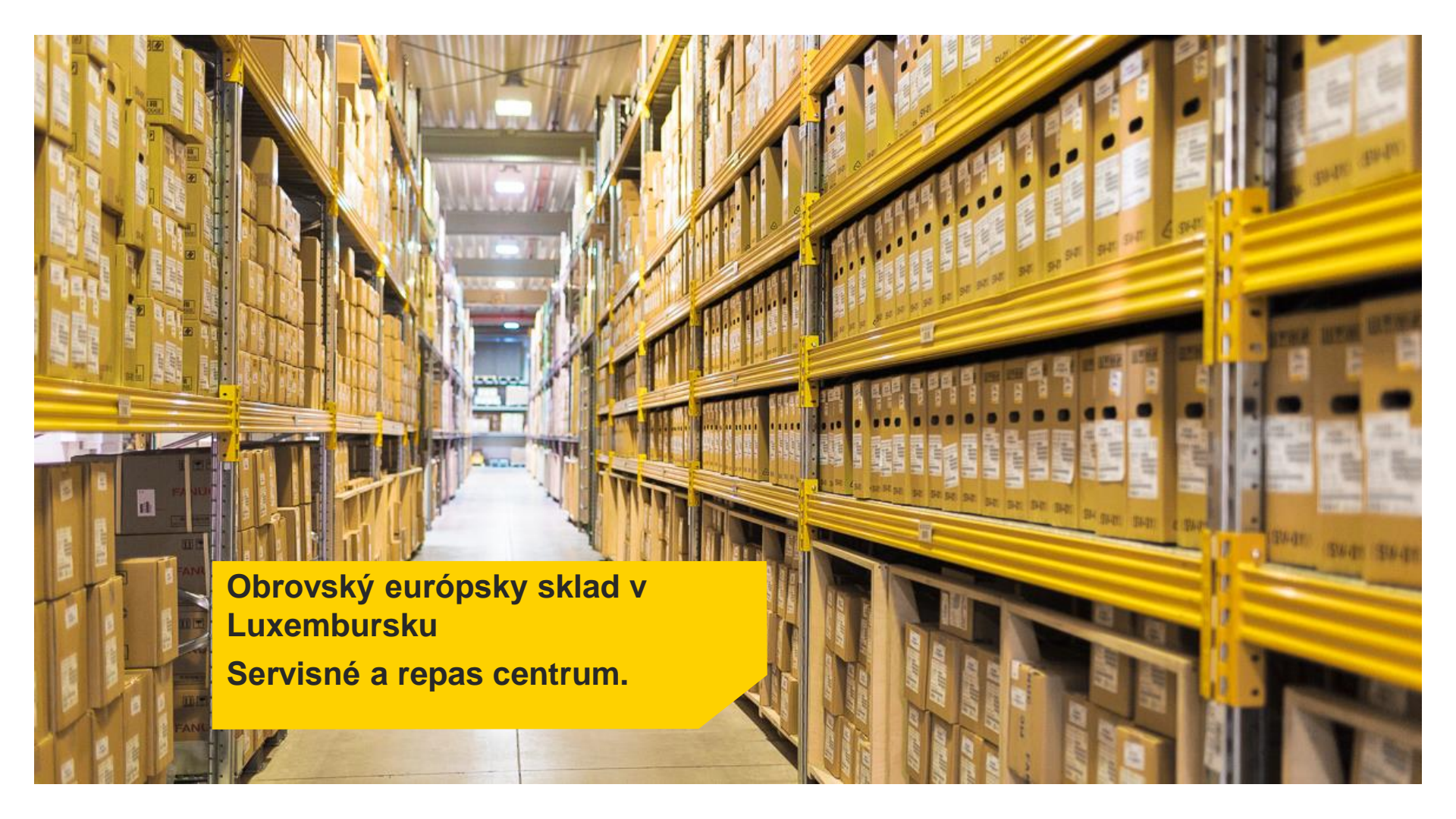
Centrála

- FANUC Europe Corporation, Luxembourg

Pobočky

- FANUC Germany
- FANUC Switzerland
- FANUC Italy
- FANUC France
- FANUC UK
- FANUC Ibérica
- FANUC Nordic
- FANUC Turkey
- FANUC Poland
- FANUC Czech
- FANUC Hungary
- FANUC Benelux
- FANUC Austria
- FANUC Slovenia
- FANUC Russia
- FANUC Bulgaria
- FANUC Slovakia, Nitra





**Obrovský európsky sklad v
Luxembursku
Servisné a repas centrum.**

FANUC a zaujímavosti z histórie robotiky a CNC

1954- Americký vynálezca George Devol si nechal patentovať autonómny stroj, ktorý dokázal plniť príkazy a pohybovať svojimi časťami.

Unimate 1900 – „univerzálny“ a „automatizovaný“ s 227kg payload = Unimation spol. .

1961- V TV „The Tonight Show Starring Johnny Carson“, dirigoval živú kapelu, trafil golfovú loptičku do kelimku a otvoril plechovku piva.

Prvá robotická ruka Unimation sa predala General Motors v New Jersey, kde sa využívala pre prácu s roztaveným kovom.

Spol. Unimation existovala až do 80. rokov, kupila ju technologická korporácia od GMC.

2003- Robot Hall of Fame (Robotická sieň slávy), medzi prvými štyrmi „laureátmi“ bol práve robot Unimate

FANUC história:

1956- Vývoj 1. NC v japonskom súkromnom sektore, 1958 expedované do sveta.

1972- 1. počítačové NC (CNC) a 1. obrábacie centrum Robodrill v Japonsku, 1973 v EU.

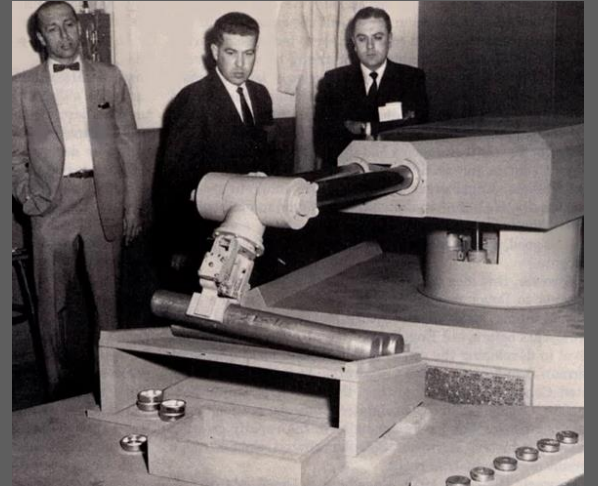
1974- inštalovaný 1. priemyselný Robot v Japonsku, 1983 v Európe.

1975 -1. rezačka Robocut v Japonsku, 1977 v EU.

1976- 1. celosvetovo predávaný robot FANUC ROBOT MODEL 2, plne elektrický 5.osi, manipuloval s predmetmi do CNC a počas prvých 2 rokov sa ich vyrobilo 17 jednotiek.

1984- 1. prvý vstrekolis Roboshoot, 1986 v EU

2010 FANUC je vedúcim globálnym výrobcom systémov pre automatizáciu výroby.



FANUC vo svete a zaujimavosti

<https://factoryautomation.cz/9-tajemstvi-japonskeho-vyrobce-robotu-fanuc/>

<https://www.e15.cz/byznys/technologie-a-media/10-robotickyh-startupu-kvuli-kterym-zaniknou-pracovni-mista-1335234>

<https://factoryautomation.cz/top-10-vyrobcu-robotu-na-svete-kolik-instalovali-robotu/>

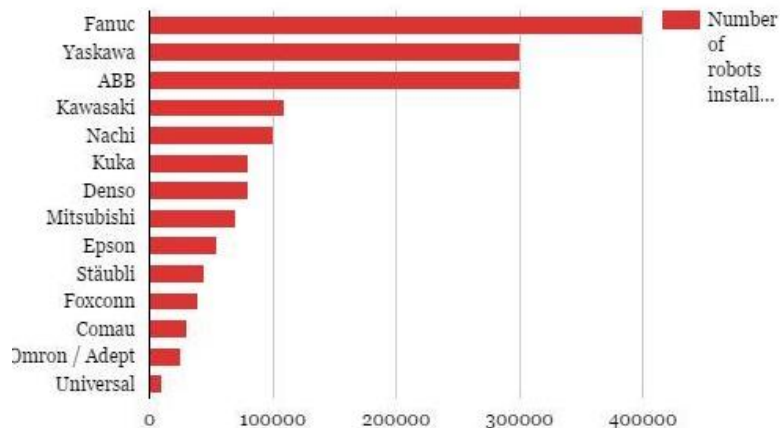
RO a RD vyrabaju hlinikove casti pre iPhone a Xiaomi corp. v Číne.

FANUC vo vyvoji používa fax, nie email, kvoli web bezpečnosti.

FANUC versus SIEMENS, Fanuc svetovo vedie, Siemens v EU.

FANUC má 50% podíl na trhu s NC a CNC stroji vo svete,

Global Industrial Robots Install Base



TOP 10 výrobcov robotov podľa magazínu
Robotics and Automation News cca /2014-2020/:

1. FANUC – 450.000
2. Yaskawa – 300.000
2. ABB – 300.000
4. Kawasaki – 110.000
5. Nachi – 100 000
6. Denso – 95.000
7. Kuka – 80 000
8. Mitsubishi – 70.000
9. Epson – 55.000
10. Stäubli – 45.000

Čo FANUC ponúka?

CNC riadiace systémy

60 rokov skúseností v neustálom vývoji
CNC technológií

Svetový líder v oblasti CNC



Viac než

4.0 milióny

FANUC CNC systémov
inštalovaných po celom svete

Pohony

Naše pohonné systémy transformujú CNC príkazy do presných pohybov robotov alebo strojov



Viac než

19 miliónov

celosvetovo inštalovaných **servomotorov**



CNC Factory

- výrobná kapacita 35 000 CNC a robotov za mesiac
- automatizované linky obsahujúce inteligentné roboty FANUC



Roboty

FANUC ponúka najširšie spektrum priemyselných robotov na svete

- užitočné zaťaženie 0.5 – 2300kg
- najsilnejší kolaboratívny robot na svete
- Počet regulovaných osí 4 – 7
- Široká škála použitia



Viac než

850,000

celosvetovo inštalovaných robotov



Robot Factory

- výrobná kapacita 7 000 robotov mesačne
- automatizované montážne systémy zahŕňajúce početné inteligentné roboty FANUC
- vyhradená oblasť pre konečnú kontrolu a testovanie



ROBODRILL vertikálne obrábacie centrum

Veľmi rýchle a vysoko presné CNC riadené
frézovanie, vŕtanie a závitovanie



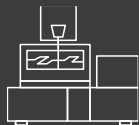
Viac než

280,000

celosvetovo inštalovaných
robotov

ROBOCUT drôtové EDM stroje

Extrémne rýchla a spoľahlivé zavádzanie
drôtu a až 140 hodín bez obslužného
obrábania



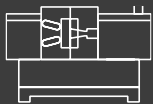
Viac než

38,000

celosvetovo inštalovaných
robocutov

ROBOSHOT elektrické vstrekovacie stroje

Konzistentná kvalita, nízke náklady na výrobu
a inteligentné funkcie



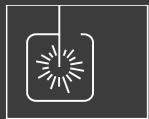
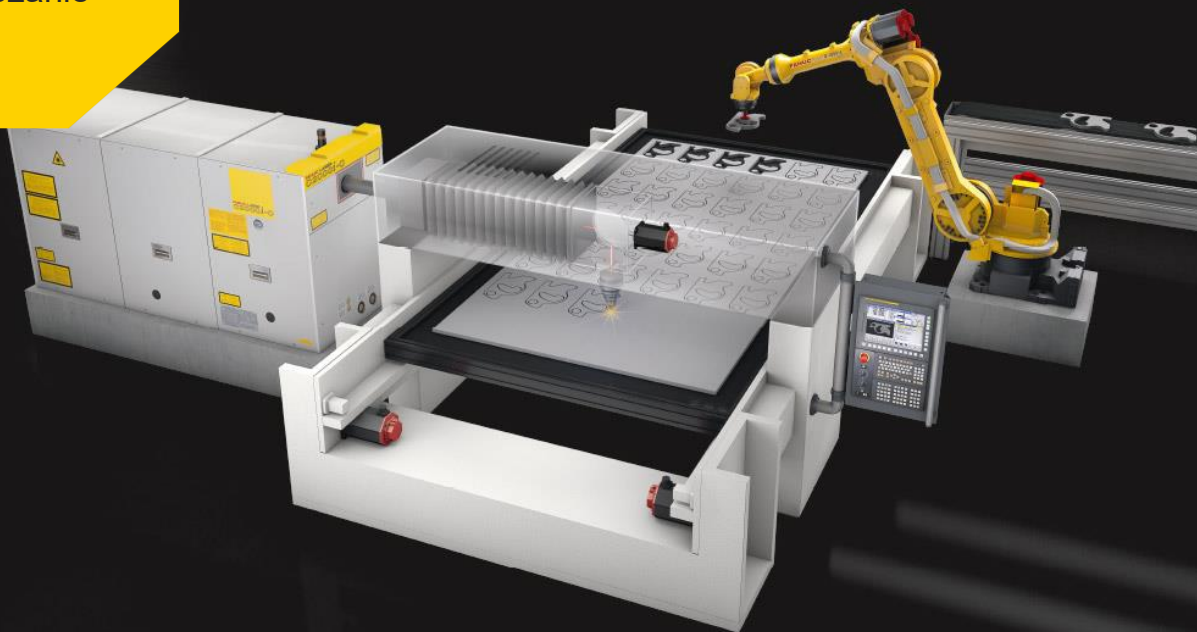
Viac než

70,000

celosvetovo inštalovaných
roboshotov

LASER

Fiber alebo CO2 laserové zdroje + FANUC CNC a FANUC pohonné systémy pre spoľahlivé, presné a hospodárne rezanie plechov, zváranie



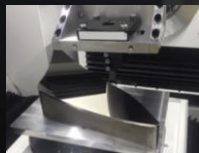
Viac než

20,000

celosvetovo inštalovaných
laserov

FANUC ROBONANO α -NMiA

Obrábanie v
nanometroch



Milling Factory

- výroba dielov pre roboty, ROBOSHOT, ROBOCUT a laserové oscilátory
- továreň môže pracovať bezobslužne 24 hodín vďaka robotickým bunkám FANUC



ROBODRILL Parts Machining Factory

- Bezobslužné robotické bunky FANUC môžu produkovať 24 hodín denne
- výrobná kapacita 3 000 strojov mesačne



ROBOSHOT Factory

- výrobná kapacita 400 strojov ROBOSHOT mesačne
- Server PC automaticky zhromažďuje a analyzuje údaje



FANUC



CNC SYSTEMS



LASER
SYSTEMS



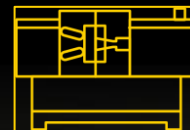
ROBOTS



ROBOCUT



ROBODRILL



ROBOSHOT



ROBONANO

Portfólio
Mesačná produkcia
Made in JAPAN

30 000 CNC systémov

125 000 motorov

160 CO₂ laserov



9800 strojov



11000 robotov

4-7osé

Špeciálne prostredia

Lakovacie /Atex/

Scara, Delta

... na každú aplikáciu



FANUC Global Service Network

264 locations supporting 108 countries



Service First

FANUC

Slovakia s.r.o.,

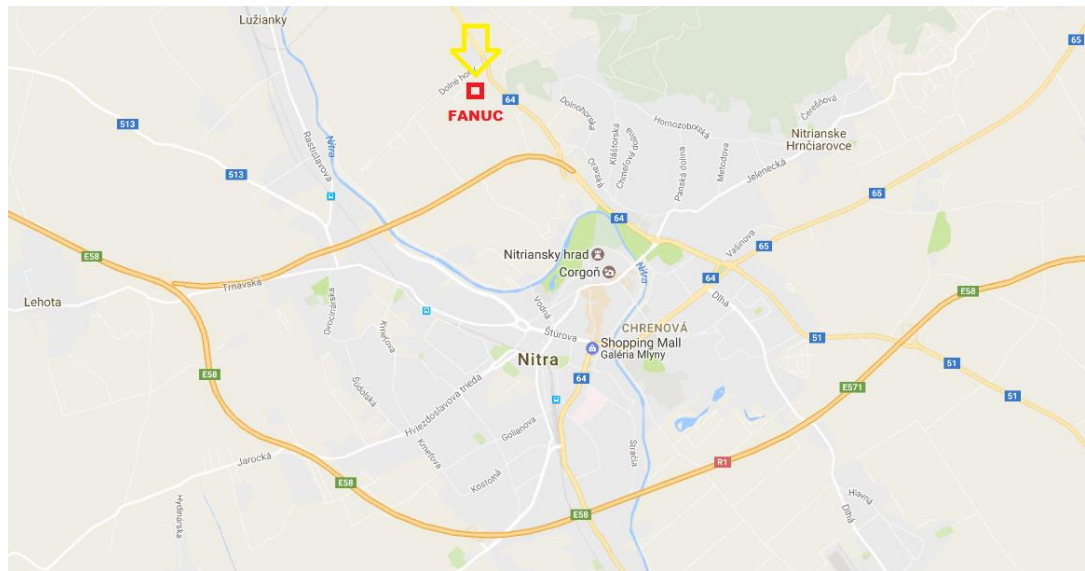
Pri Jelšine

3636/1

Nitra

+421 376 300 759

www.fanuc.eu



Fanuc Slovakia

1.4.2022

27 Zamestnancov /2023/:

- 5 Sales representative eng.
- 5 Application eng.
- 1 Training eng.
- 10 Servis technics
- 3 Operation/office dep.
- 2 Finamce dep.
- 1 Director



FANUC

Slovakia s.r.o.,

Pri Jelšine

3636/5

Nitra

+421 376 300 759

www.fanuc.eu



POZVÁNKA pre Všetkých

FANUC

**FANUC Slovakia spolu so svojimi partnermi
Vás pozýva:**

DNI PRIEMYSELNEJ AUTOMATIZÁCIE



Bližšie informácie a registrácia:
marketing.sk@fanuc.eu

7. - 8. november

Schowroom FANUC Slovakia,
Nitra

Schunk Intec, Lorch-Valtec, SMC, LasCam, 3M, Solidvision, Zimmer-group, SICK safety, Gudel, Hilti, Nástroje 24, Blum, Mitutoyo, Blaser, Kovanda, Mold Master

FANUC Slovakia Servis

FANUC Slovakia s.r.o.

Pri Jelšine 3636/ 5
949 01 Nitra
SLOVAKIA

Hlavný kontakt:

Phone: +421 37 630 0759

Servisný kontakt:

Phone: +421 901 902 357

Email: service.sk@fanuc.eu



Čo ponúkame:

1. Preventívny servis(preventívne údržby typu C, B a A)
2. Prediktívny servis
3. Korektívny servis_(záručný alebo pozáručný)
4. Náhradné diely, ich repasi a opravy
5. Zákaznícke školenia
6. Servisné zmluvy
(garantovaný čas dojazdu, Hot Line 24/7, atď.) – možné uzatvoriť iba s koncovým zákazníkom.
7. Rozšírená záruka od dátumu odovzdania pracoviska

Záruční/pozáruční servis FANUC

FANUC roboty jsou s 99,99% úrovní spolehlivosti nejspolehlivější roboty na světě. K udržení této úrovně poskytujeme prvotřídní servis v podobě záručního i pozáručního servisu a to jak v podobě **PREVENTIVNÍ ÚDRŽBY** tak **SERVISNÍCH ZÁSAHŮ** přímo v místě instalace robota.

PREVENTIVNÍ ÚDRŽBA tak SERVISNÍCH ZÁSAHŮ přímo v místě instalace robota.
ηοιοπνη προσκλήηουμε βίοληηίσην σερβίς λ ποδοβή ζαρηύνηο ι ποζαρηύνηο σερβίς α το ίακ λ ποδοβή



PREVENTIVNÍ ÚDRŽBA

Díky ní dosáhnete optimálního výkonu, minimalizujete možnost výskytu prostojů a prodlužujete životnost robotů.

Poskytována na základě servisní smlouvy minimálně 1x ročně nebo každých 3 850 robohodin.

FANUC 24/7 HOTLINE

doplňková služba telefonické podpory pro zákazníky, kteří mají uzavřenou hlavní smlouvu o údržbě rozšířenou o HOTLINE kontrakt.

Garantovaná dostupnost technika na telefonu
24 hodin, 7 dní v týdnu



VÝHODY služby HOTLINE

- Okamžitá telefonická diagnostika a pomoc při odstranění problému
- V případě neodstranění problému telefonicky, je možné vyslat technika do xx hodin dle servisní smlouvy

ORIGINÁLNÍ NÁHRADNÍ DÍLY **FANUC**



Bezpečnost bez riskování



- okamžitě dostupné originální náhradní díly – originální díly prodlužují životnost Vašich robotů
- *záruka na zakoupené náhradní díly*
- FANUC Emergency Kit – první pomoc pro Vaše roboty - obsahuje všechny základní náhradní díly pro případ nečekaných událostí
- *FANUC STOCK POOLING - bez nutnosti okamžité investice a skladování – díly jsou pro Vás rezervovány, ale platíte je až v okamžiku potřeby. Navíc záruka začíná běžet až v okamžiku vyskladnění náhradního dílu*
- vytvoření balíčku náhradních dílů podle Vašich potřeb



Warranty contract - Robot

Product Base Information

Product SN 2nd Product SN MTB Name Equipment Status

Site / Owner

Site Address *FANUC SLOVAKIA S.R.O.*

Customer Bill To *FANUC SLOVAKIA S.R.O.* Default Dealer *FANUC SLOVAKIA S.R.O.*

MTB Information

System House *FANUC SLOVAKIA S.R.O.*

Machine Model

Machine SN

Item / Product Information

Branch

Inventory Item Number *Ind. Robot LRM200ID7L*

Product Model / Family

Warranty Registration

Date Shipped Date Installation WR Check LU/RO

Warranty Registration St... *WR Entered* Date Warranty Reg Contr. End Date

100% FANUC

FANUC je globálnym lídrom v oblasti priemyselnej automatizácie, s viac ako 40 ročnými skúsenosťami vo výrobe a vývoji robotov, viac ako 800.000 inštalácií celosvetovo, a spokojnými zákazníkmi v každom kúte sveta.

Hmotnosť od 0,5kg – 2300kg
Dosah od 0,28m – 4,683 m
Individualne dodanie pre vybrané typy robotov
90% robotov použiteľné na zváranie /ARC, Spot welding/

Viac ako
800,000
robotov
inštalovaných
celosvetovo

Viac ako
9,000
robotov je
mesačná výrobná
kapacita



Prehľad robotov

6 osé
priemyselné
roboty



LR Mate Series



M-10 Series



M-20 Series



M-410 Series



M-710 Series



M-900 Series



M-2000 Series



R-1000 Series



R-2000 Series

Kolaboratívne
roboty



CR Series

Delta
roboty



M-1 Series



M-2 Series



M-3 Series

SCARA
roboty



SR Series

Paletizačné
modely



Regular Models



Compact Models

Prehľad robotov

Zváracie roboty



ARC Mate 50 Series



ARC Mate 100 Series



ARC Mate 120 Series



M-710 Series

Lakovacie roboty



P-50 Series



P-250 Series



P-350 Series



Paint Mate
200 Series



P-40 Series

Top mount roboty



M-20iA Series



M-710iC Series

Robot Kontrolér



R-30iB Plus

Doplňkové funkcie

ROBOGUIDE

Controller R-30iB Plus

Kontrólér R-30iB Plus je štandard FANUC pre inteligentnejšiu produktivitu. Nová generácia pokročilej technológie a vylepšené integrované hardwarové funkcie FANUC a viac ako 250 softvérových funkcií sú kľúčové pre výkon robota z hľadiska doby cyklu, rýchlosti, presnosti a bezpečnosti. Zvýšená užívateľská prívetivosť, minimálna spotreba energie a najvyššia produktivita maximalizujú celkovú funkčnosť, spoľahlivosť a prevádzkyschopnosť. K dispozícii sú rôzne varianty skríň, ktoré poskytujú flexibilné a cenovo efektívne riešenie.

OpenAir-Cabinet



Compact-Cabinet



Mate-Cabinet



B-Cabinet

A-Cabinet



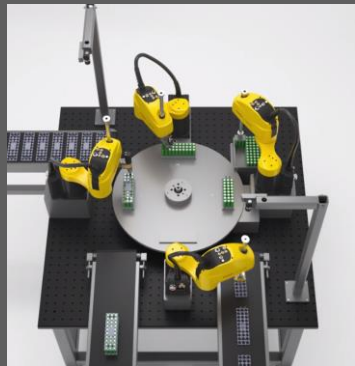
Kolaboratívne roboty- „CRX-5iA, 10iA, 10iAL 20iA, 25iA“



Inteligentné riešenia FANUC

Fanuc iR Vision

- 2D Vision
- 3D Vision
- Line tracking
- Visual Line Tracking



iR PickTool BinPicking



Kolaboratívne roboty



Force sensor



A close-up photograph of a yellow FANUC industrial robotic arm. The arm is positioned over a silver metal component, likely a part of a machine or engine. The welding torch tip is visible, pointing towards the metal part. The background is a blurred industrial environment with yellow safety railings. The FANUC logo is prominently displayed in the top right corner.

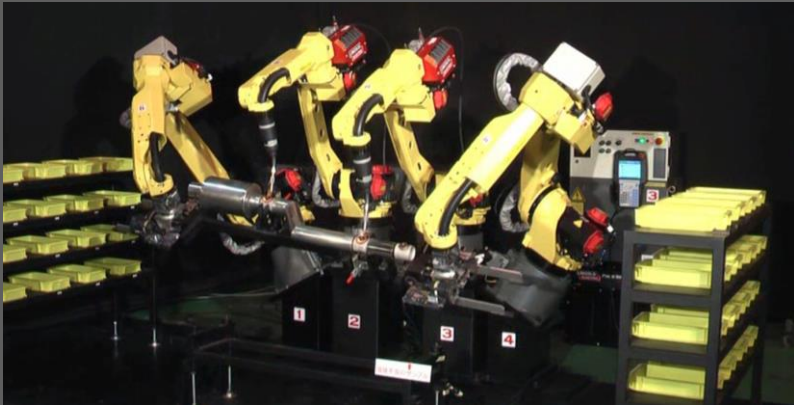
FANUC

Priateľ
robotického
zvárania

Zváracie roboty FANUC a typy zvárania

Oblúčkové zváranie

- ARC Mate roboty: 6ose, 20kg, 0.7- 3.1m
- Zváranie laserom, spájkovanie, rezanie
- Množstvo prídavných Fanuc HW a SW opcí



Bodové zváranie

- R-1000, R-2000, M-900: 7ose, 210kg, - 3,1m
- Zváranie laserom, plazmou, rezanie
- Množstvo prídavných Fanuc HW a SW opcí



Oblúkové zváranie ARC



Max. load capacity
at wrist (kg): **60**



Max. reach
(mm): **3123**



Mounting position*:
**Floor – Angle –
Upside down**



**Arc Mate 50
Series**



**Arc Mate 100
Series**



**Arc Mate 120
Series**



M-710iC/12L



M-710iC/20L



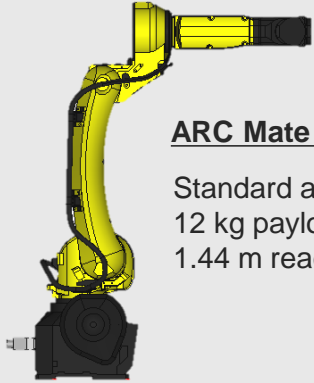
M-800 Series

*Depending on the robot model

ARC Mate 100iD

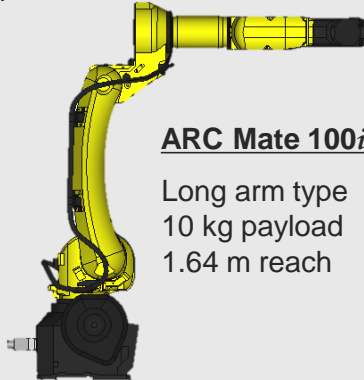
Modular design concept

- ❑ Same base
- ❑ Same mounting interface



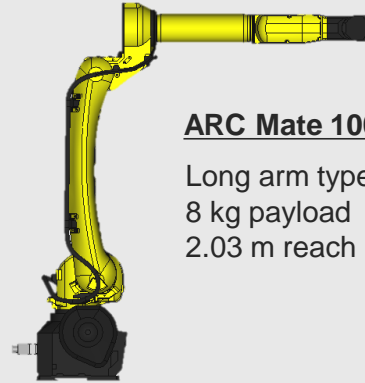
ARC Mate 100iD

Standard arm type
12 kg payload
1.44 m reach



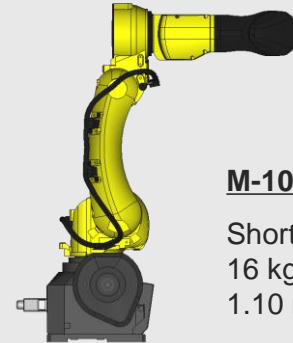
ARC Mate 100iD/10L

Long arm type
10 kg payload
1.64 m reach



ARC Mate 100iD/8L

Long arm type
8 kg payload
2.03 m reach



M-10iD/16S

Short arm type
16 kg payload
1.10 m reach

ARC Mate 120iD

Modular design concept

- Same base
- Same mounting interface



ARC Mate 120iD

Standard arm type
25 kg payload
1.83 m reach

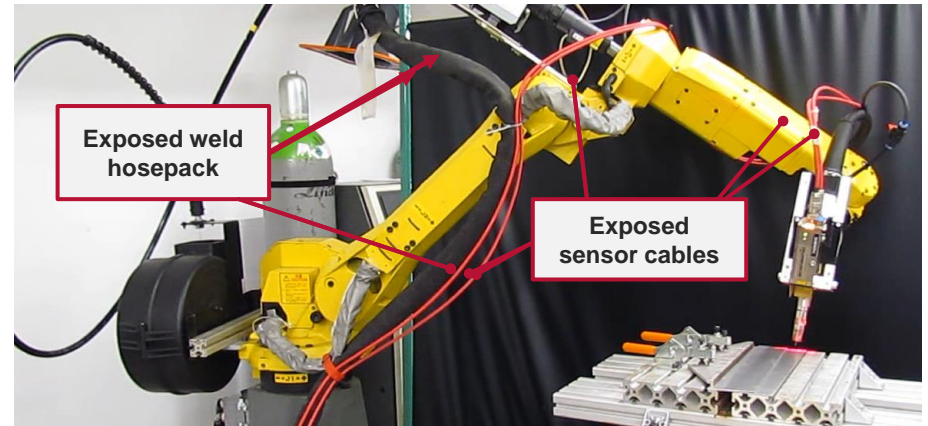
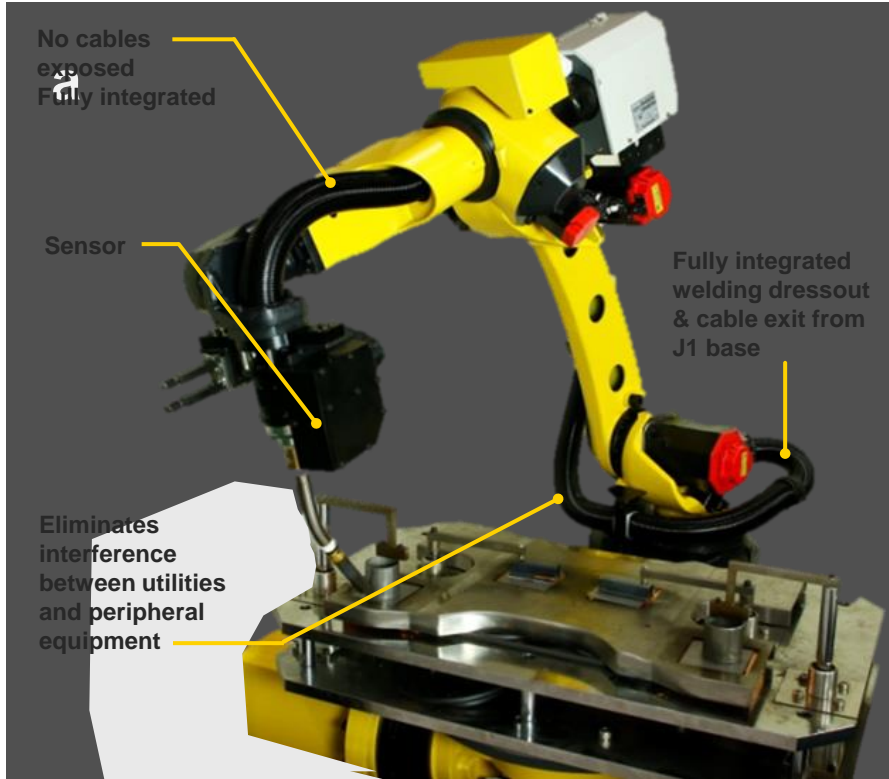


ARC Mate 120iD/12L

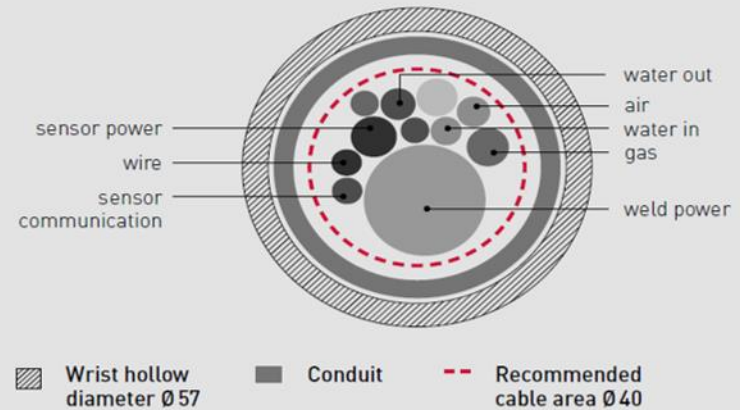
Long arm type
12 kg payload
2.27 m reach

ARC Mate 100iD/120iD

Duté rameno- kabeláž



Example of previous cable routing concept



Example of NEW cable routing concept

M-710iC/12L



M-710iC/12L

M-710iC/20L

Long arm type
12/20 kg payload
3.12 m reach

Bodové zváranie SPOT

Bodové zváranie



Max. nosnosť na
zápästí: 270 kg



Max. dosah:
3540 mm



Dostupné verzie robotov:

R-1000iA/80H	5-osí
R-1000iA/80F, /100F	Štandardný model
R-1000iA/120F-7B	7-osí
R-1000iA/130F	6-osí

R-1000iA



R-2000iC/270F

Dostupné verzie robotov:

R-2000iB/100H	5-osí
R-2000iB/100P	Upevnenie podstavca
R-2000iC/100P	Upevnenie podstavca
R-2000iB/175L, /185L	Dlhé rameno
R-2000iC/125L, /210L	Dlhé rameno
R-2000iC/220U	Montáž hore nohami
R-2000iC/165F, /210F, /270F	Štandardný model
R-2000iC/165R, /210R	Rack mount
R-2000iB/210FS	Duté zápästie
R-2000iC/210WE	Umyvací priestor
R-2000iB/220US	Sklonné držanie, duté zápästie

FANUC 500 kg 1-axis Positioner

Large hollow flange (108 mm)

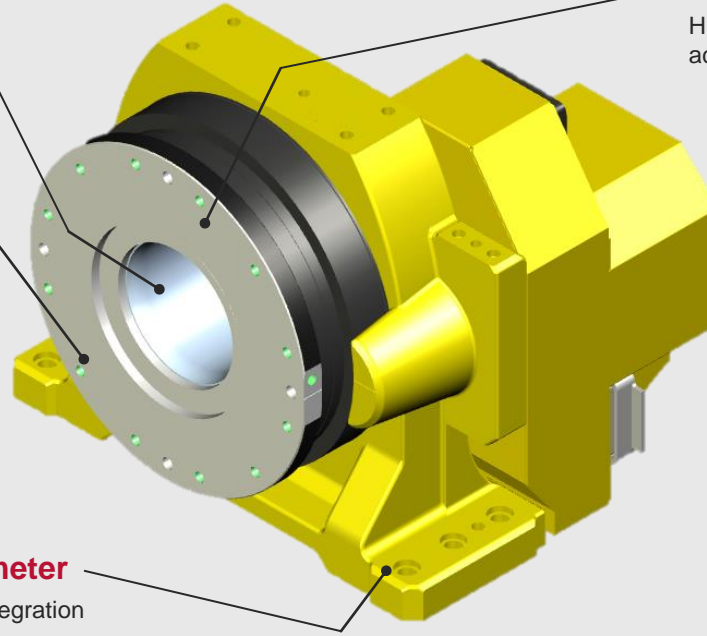
Easy routing of all required user cables to the welding fixture

High dynamic operation

High maximum speed and variable acceleration relative to the load ensure shortest possible cycle times

Compact footprint and flange diameter

Lightweight and compact design support easy integration even in limited space



Superior repeatability

High repeatability of ± 0.02 mm ($R = 500$ mm) for achieving best quality welding results

Continuous rotation option

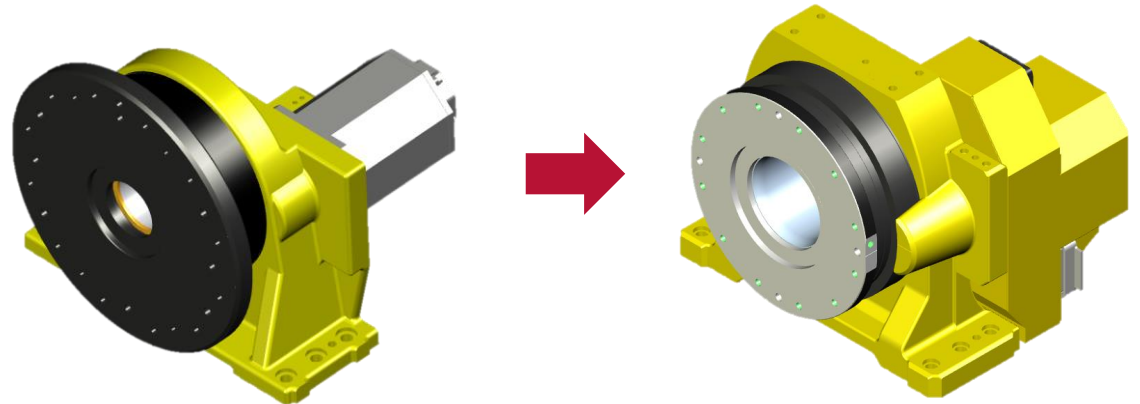
Fully integrated welding earth line, voltage detection line, general electrical signal cable and air hose for continuous rotation available as option

Specifications

FANUC 500 kg 1-axis Positioner

FANUC 500 kg 1-axis Positioner	
Max. speed [°/sec]	160
Motion range [°]	+/- 370
Payload capacity [kg]	500
Flange hollow diameter [mm]	108
Allowable load moment [Nm]	735
Allowable bending moment [Nm]	4000
Allowable load inertia [kgm ²]	360
Repeatability [mm]	+/- 0.02
Weight [kg]	85

Successor of 300/500 kg
1-axis positioner



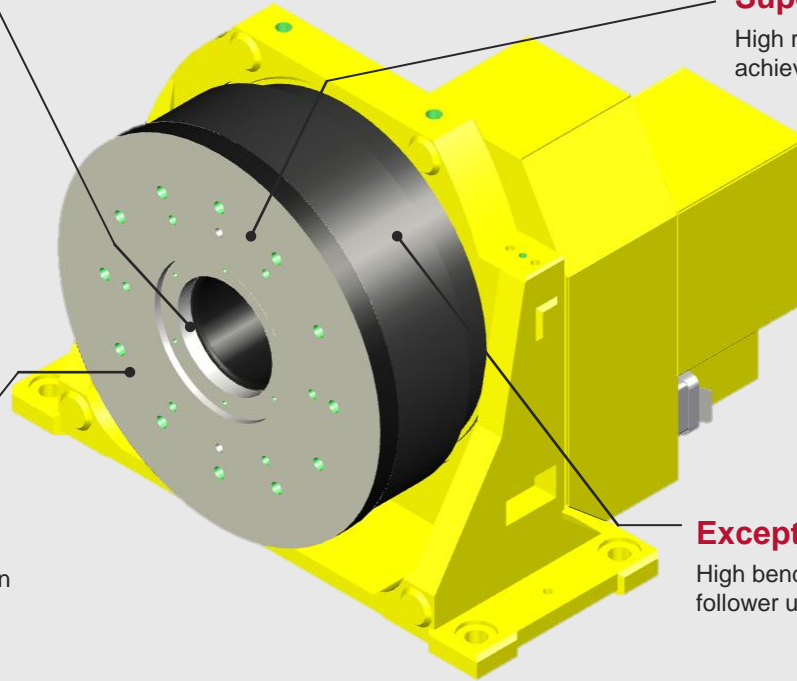
FANUC 1500 kg 1-axis Positioner

Large hollow flange (120 mm)

Easy routing of all required user cables to the welding fixture

Superior repeatability

High repeatability of ± 0.02 mm (R = 500 mm) for achieving best quality welding results



High dynamic operation

High maximum speed and variable acceleration relative to the load ensure shortest possible cycle times

Exceptionally rigid design

High bending moment supports welding long parts, follower unit is available as option

FANUC 2000 kg 1-axis Positioner

Compact design

Supports high payload on a minimum footprint and low positioner mass

Superior repeatability

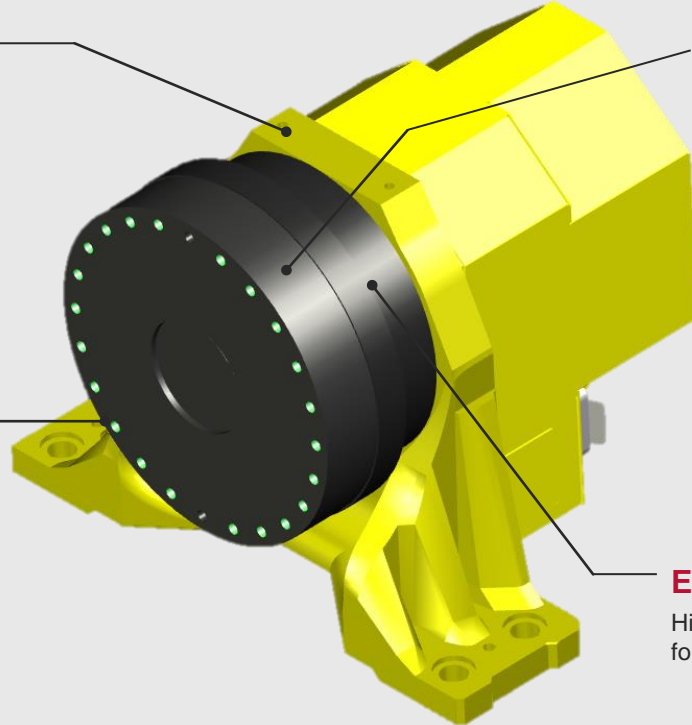
High repeatability of +/- 0.02 mm (R = 500 mm) for achieving best quality welding results

High dynamic operation

High maximum speed and variable acceleration relative to the load ensure shortest possible cycle times

Exceptionally rigid design

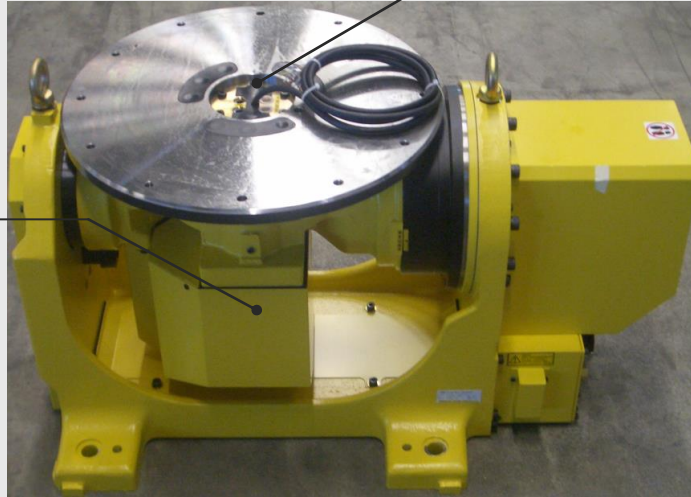
High bending moment supports welding long parts, follower unit is available as option



FANUC 500 kg 2-axis Positioner

Compact design

Supports high payload on a minimum footprint and low positioner mass



Integrated cables

- Welding power
- Air
- Signal

Zváracie EQ knižnice a všeobecné EQ komunikácie

Preddefinované knižnice:



R653 Fronius Weld Equipment Library



R864 SKS Weld Equipment Library



R661 Lincoln Weld Equipment Library



R580 Miller Weld Equipment Library



Univerzálny nástroj na tvorbu rozhraní:



Migatronic Select



Kemppi A7

ESAB
Lorch
EWM
A mnoho ďalších

J708 Weld Equipment Setup Tool:

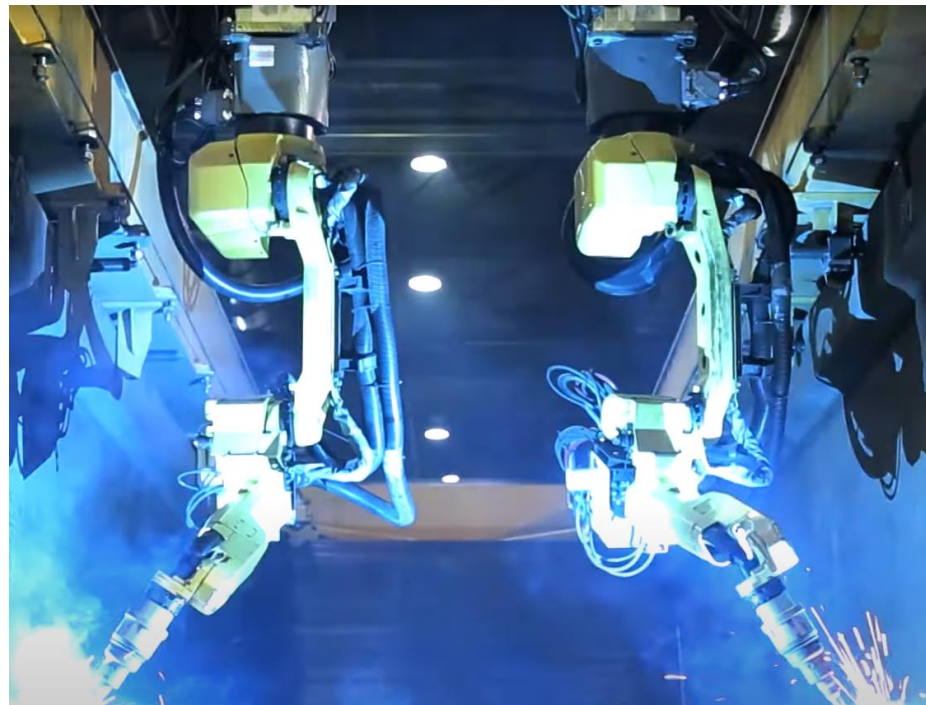
- Určený pre nastavenie komunikácie so zväracím zdrojom s digitálnym rozhraním
- Intuitívny grafický nástroj na webovom rozhraní robota
- Vytvorená konfigurácia je jednoducho prenositeľná (.xml)

Step	Field	Status	Action
1	POWER SUPPLY CONFIG	DONE	EDIT >
2	FIELDBUS SETUP	DONE	EDIT >
3	IO MAPPING (IN)	DONE	EDIT >
4	IO MAPPING (OUT)	DONE	EDIT >
5	PROCESS SETUP	DONE	EDIT >
6	FEEDBACK SCALING	DONE	EDIT >
7	ARC TIMING SETUP	DONE	EDIT >
8	ERROR CODES	DONE	EDIT >

Typické aplikácie



LASER / PLASMA

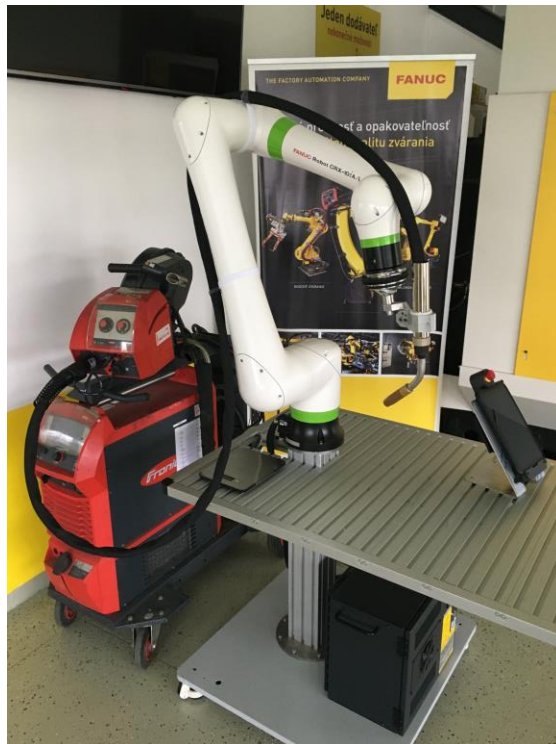


ARC

Typické aplikácie



Kolaboratívne roboty- CRX a ARC zváranie



HandlingTool SW - manipulácia
alebo
ARCTool SW- zváranie

Zváracie roboty FANUC a potrebné opcie pre kvalitu

Oblúkové zváranie

ArcTool.....
Positioner [Arc Positioner, 1-Axis Positioner, ...].....
TAST [Through Arc Seam Tracking].....
TAST Multi-Path Pack.....
AVC (Automatic Voltage Control).....
RPMP [Root-Pass Memorization and Multi-Pass Welding].....
Weaving.....
Custom Weaving.....
Wrist Axes Weaving.....
Touch Sensing.....
Arc Start Height Adjust.....
Torch Angle.....
Torch Guard.....
Arc Torch Mate.....
ServoTorch for Steel.....
ServoTorch for Aluminium.....
Improved Touch Retract.....
Multi-Equipment Control.....
Welding Speed Output.....
Low-Frequency Pulse Welding.....
Coordinated Motion Package.....

Arc Abnormal Monitor.....
Arc Production Monitor.....
Arc Welding Analogue Meter.....
Universal Sensor Interface.....
Heat Wave Synchronization.....
Tracking Jog.....
Arc Override Control.....
Servo Robot.....
Servo Robot ROBOCOM Lite.....
Lincoln Ethernet Default [Arclink-XT].....
Lincoln Electric control parameters for Japan.....
Lincoln Electric control parameters for North America.....
Lincoln Electric Welding Equipment Library.....
Fronius Welding Equipment Library.....
Miller Welding Equipment Library.....



Bodové zváranie

IWDG (Integrated Welding Controller for Dengenshal.....
Nadex DeviceNet Welding Controller.....
Pressure Profile Control.....
Servo Gun Axes.....
Servo Gun Change.....
Servo Gun Option.....
Servo Gun Setup Package.....
Servo Tip Dresser.....
Servo Gun Diagnosis.....
Spot Program Touch-up Function.....
SpotTool+.....
Welding Tip Inspection.....
WTC/Medar Integrated Spot Welding Controller.....
R-2000iB/200R Stud.....
R-2000iB/210F Stud.....

**Manual:
R-30iB software option
descriptions [05-09-
2013]**



Multi Robot Control

72 os v 8 pohybových skupinách

Max. 4 mechanické jednotky a 4 polohovadlá



Coordinated Motion

Coordinated Motion (J619) is an optional function. It is usually ordered in Coordinated Motion Package (J686), which contains also Multi Group Motion (J601) option.

Coordinated motion is a motion control method in which TCP speed and position of a follower motion group (Robot) is relative to the leader motion group (Positioner / Handling Robot).

The follower path is executed in the moving frame of the leader and the relative speed is the same as programmed speed.

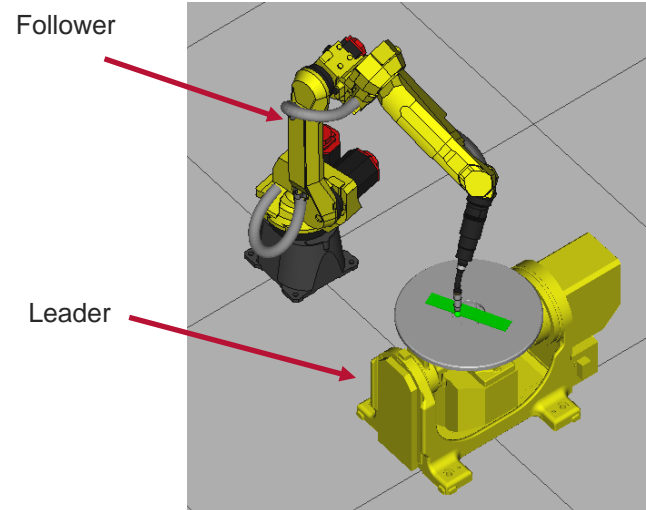
Programming by COORD additional motion instruction.

Compared to simultaneous motion:

- Simultaneous motion only starts and stops motion groups at the same time, however each group is moving in own fixed frame
 - Relative TCP speed is not controlled automatically in simultaneous motion
- ✓ Result of using Coordinated Motion is more efficient programming and better quality welds

NOTES:

- Requires Constant Path
- Supports Extended Axes (e.g. rail)
- Supports Touch Sensing, TAST, RPM and MP
- Can work with Basic or General Positioners controlled by FANUC motors
- Calibration accuracy is important to reach good results
- TP program group mask has to include both groups used for Coordinated Motion.

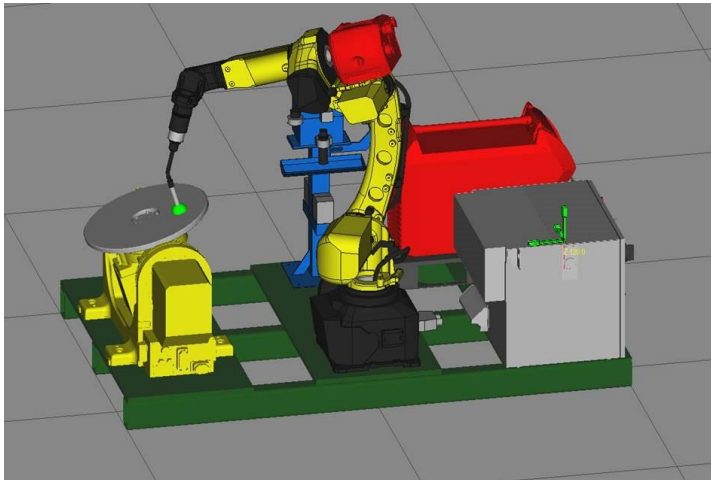


MULTI EQUIPMENT CONTROL FUNCTION

Umožňuje kontrolovať 2 až 4 zväracie zdroje

Tandem welding

MultiArm



System Coupling

```
ARC Welding                1/6
Group/Equipment Coupling:  FALSE
1 Group1                    Equipment [1,*,*,*,*]
2 Group2                    Equipment [*,1,*,*,*]
3 Group3                    Equipment [*,*,1,*,*]
4 Group4                    Equipment [*,*,*,1,*]
5 Group5                    Equipment [*,*,*,*,1]
6 Group6                    Equipment [*,*,*,*,*]
```

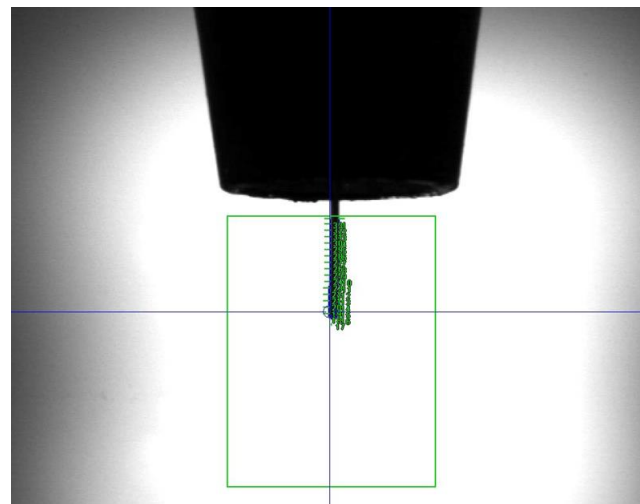
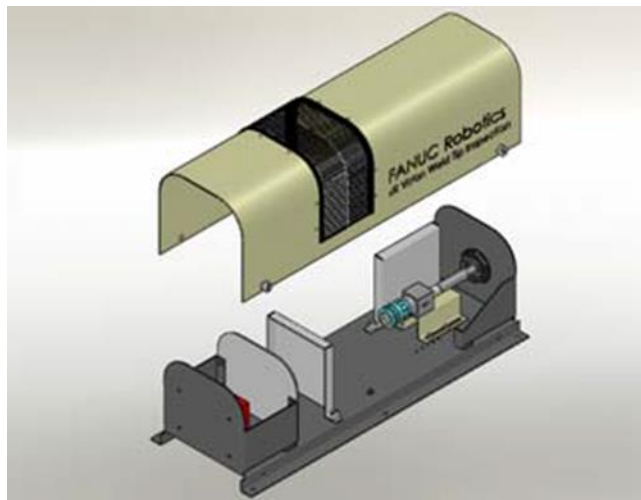
[TYPE]

TRUE

FALSE

iR Vision TORCH MATE

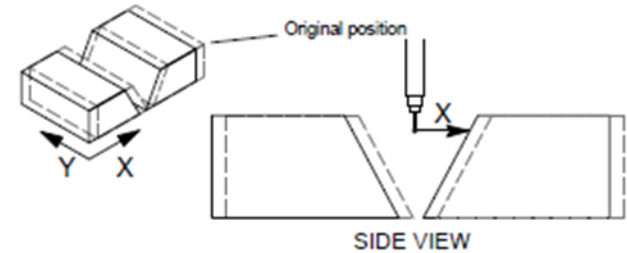
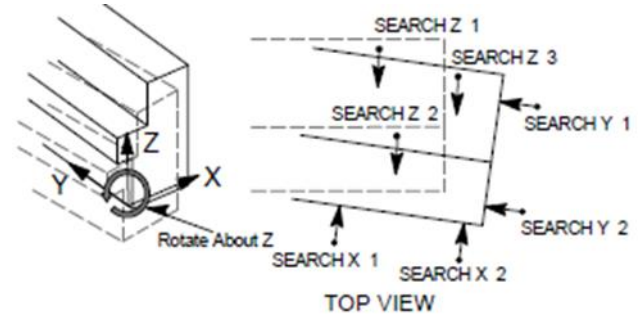
Automatická korekcia TCP pomocou snímku z kamery



Touch Sensing

Touch Sensing (J536) is an optional function. It allows the Robot to change path automatically to compensate for workpiece displacement.

- Simple search
- Fillet/lap search
 - 1_D Shift
 - 2_D Shift
 - 3_D Shift
 - 1_D Offset
 - 2_D Offset
 - 3_D Offset
- V-Groove search
- Outside/inside diameter search



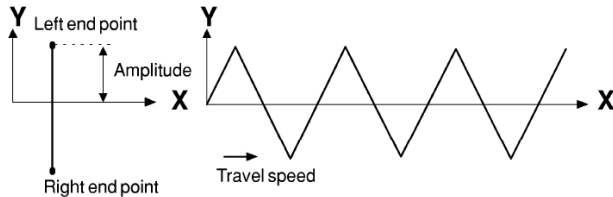
Weaving

Weaving is a standard function in ArcTool. Weaving is used to increase the welding bead width and increase the strength of the weld by small movement of the torch relative to the nominal path.

➤ Weave Sine

Standard weave pattern, supports TAST and Root Pass Memorisation/Multi Pass functions.

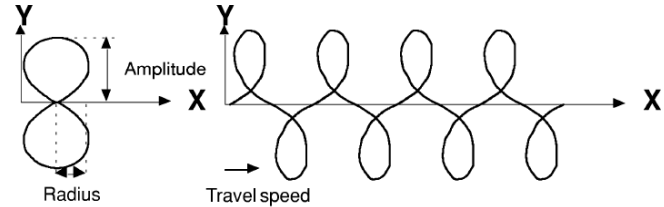
Weave (pattern) [Hz, mm, sec, sec]
Frequency Right dwell
Amplitude Left dwell



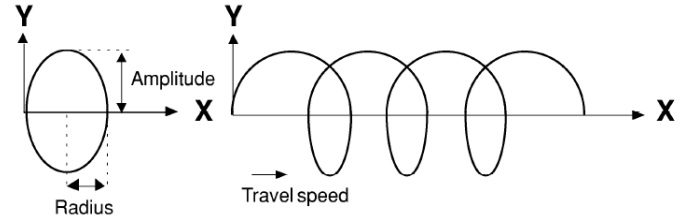
➤ Weave Sine 2

Different motion planning than Weave Sine to allow reaching higher frequencies.

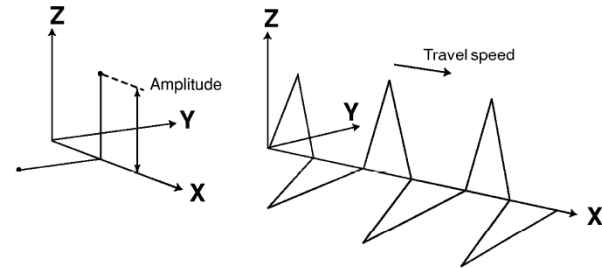
➤ Weave Figure 8



➤ Weave Circle



➤ Weave L



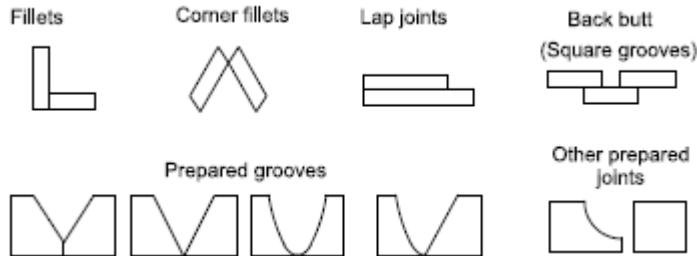
TAST

Through-Arc Seam Tracking – TAST (J511) is an optional function.

TAST compensates part displacement due to poor fixturing, deformation because of heat input, etc. by adjusting robot path while welding.

Features

- Vertical and/or Lateral tracking is possible. Lateral tracking requires Sine type weaving.



TAST Principles

Used in Constant Voltage Gas Metal Arc Welding (MIG/MAG) processes by sensing current feedback returned by the Welding EQ. Path compensation is possible because in CV processes arc length is kept constant and the welding current varies as a function of the wire stickout.

- For Vertical tracking only, the robot samples current feedback at fixed intervals and compares to a reference value
- For Lateral tracking, the values of current feedback measured during left and right dwell is compared
- For V+L tracking, the vertical compensation is calculated from the current feedback samples taken at the center of the weaving pattern

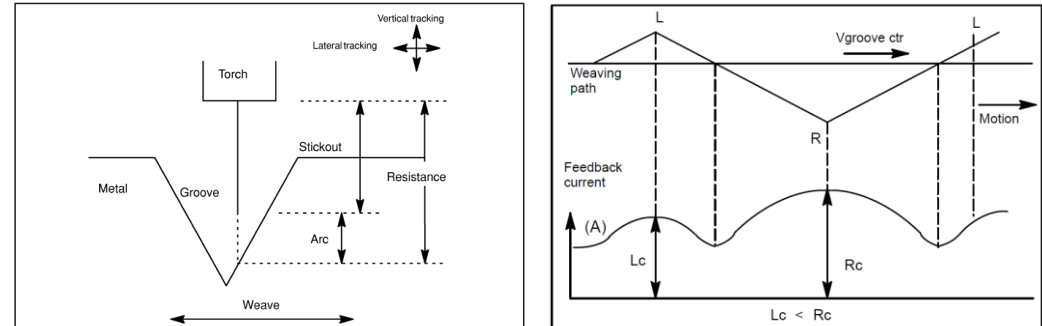


Fig. 20.1 (a) Thru-arc seam tracking

Laser tracking system

Servo Robot Sensor (from Canada)



R604 – Servo Robot via Serial Port

OR

J934 – Servo Robot over Ethernet
R691 – Universal Sensor Interface

Any other Sensor (Falldorf, Meta, Scansonic, etc...)

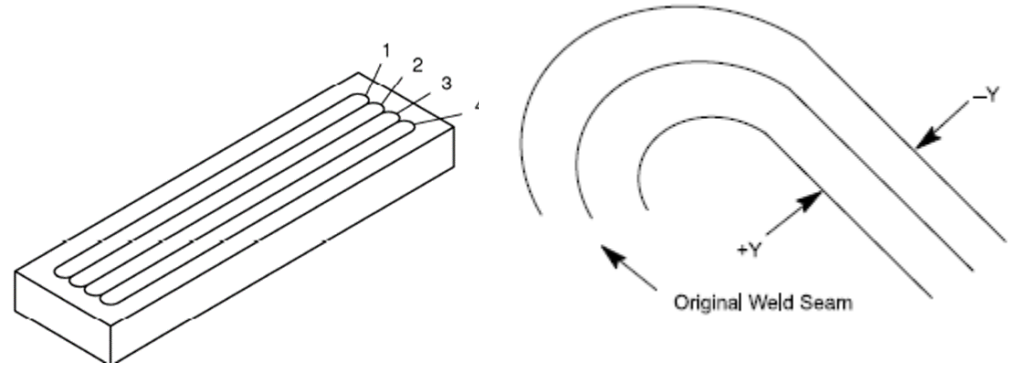
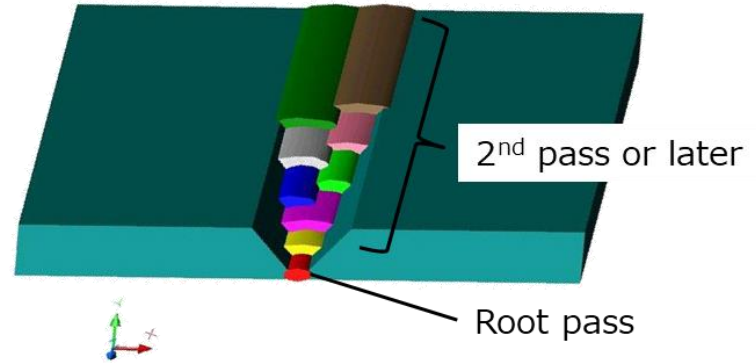
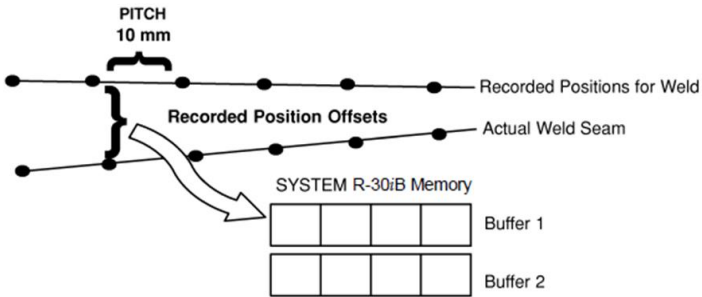


R691 – Universal Sensor Interface
R648 – User Socket Messaging

ROOT PASS MEMORIZATION AND MULTI-PASS

Root Pass Memorization

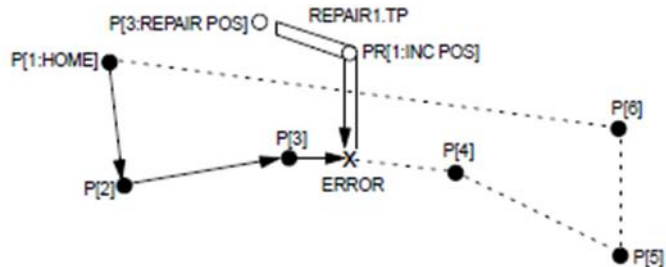
Weld Pass Offset Function



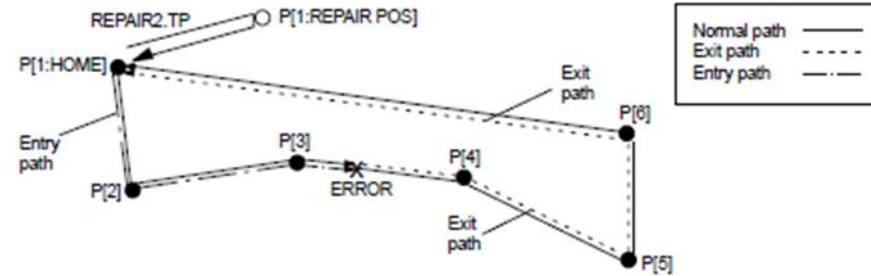
AUTOMATIC ERROR RECOVERY

Error Recovery môže spustiť dva druhy programov obnovy: Resume Programs a Maintenance programs. Hlavným rozdielom je, kedy a kde sa programy obnovy spúšťajú:

Resume Programs are executed from the point of the error.

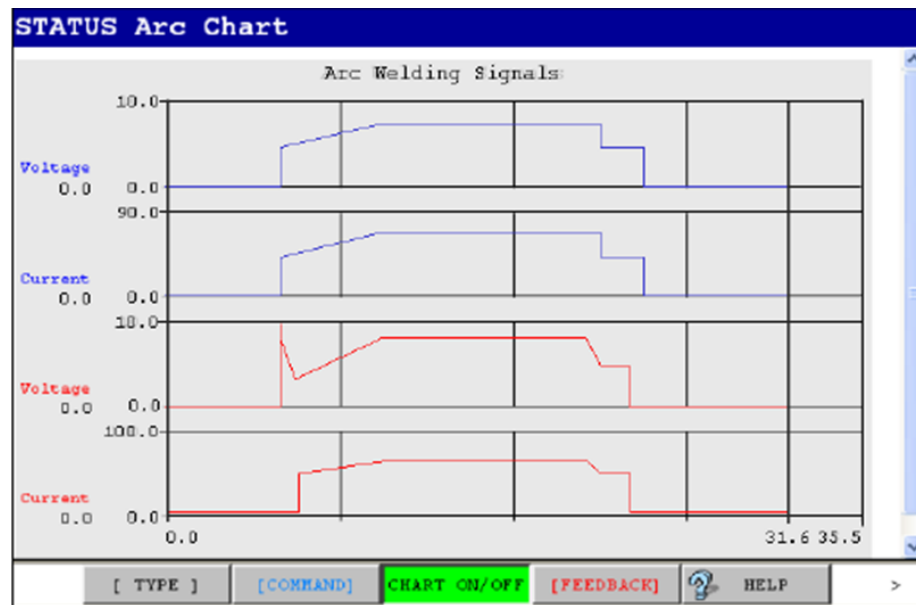


• **Maintenance Programs** are executed after exiting the original program.



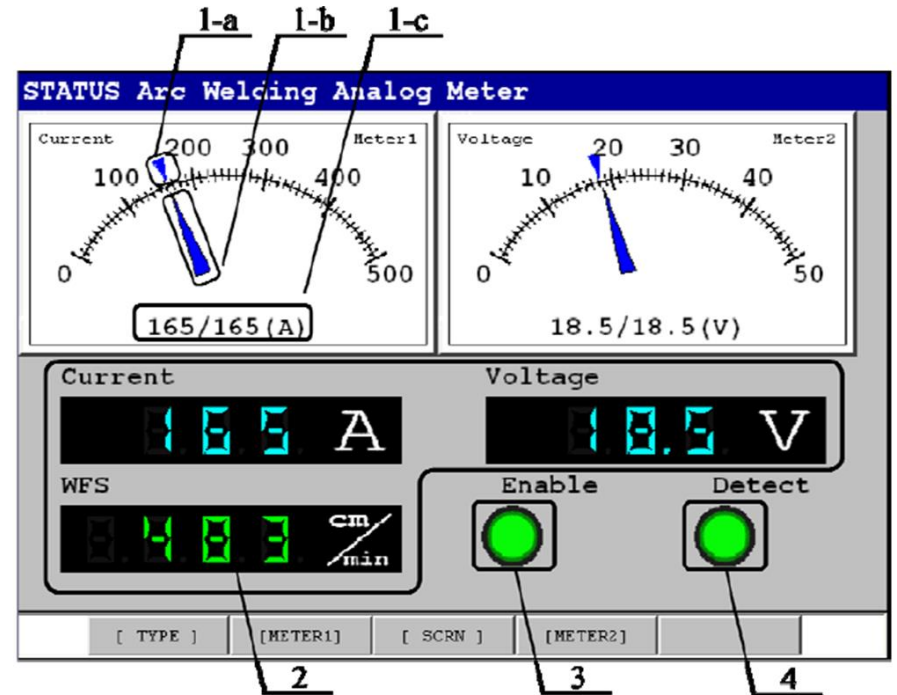
ARC CHART

Grafické zobrazenie zvracích parametrov na obrazovke iPendantu

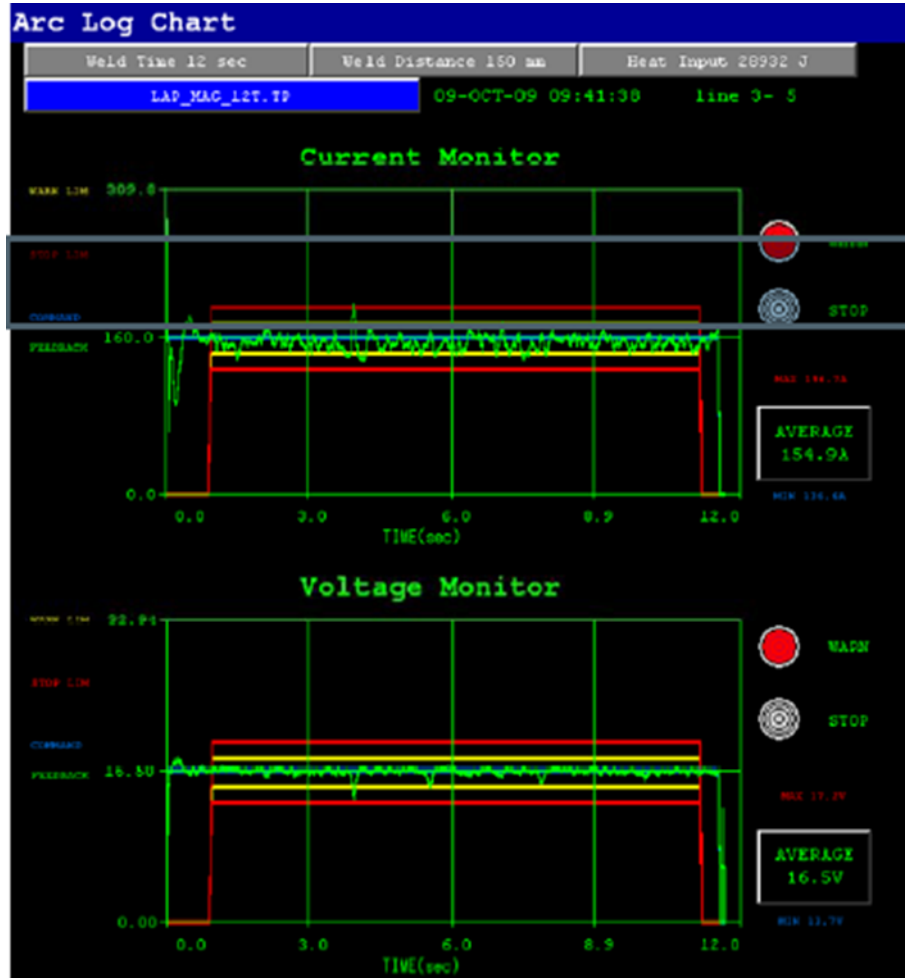
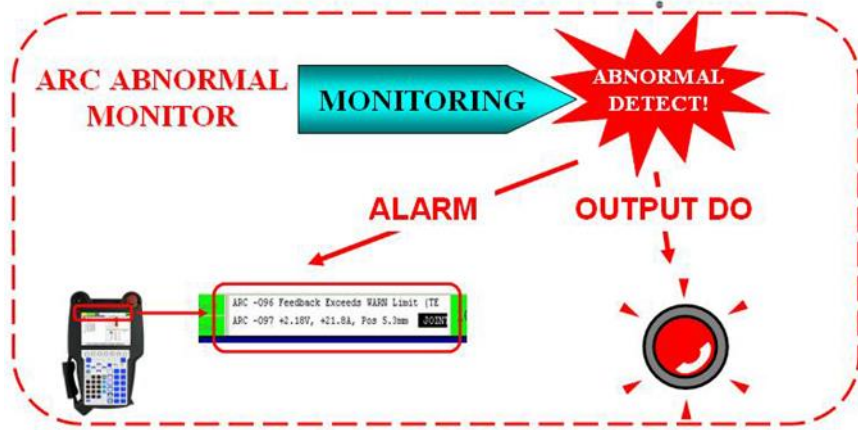


ARC WELDING ANALOGUE METER

Analógové zobrazenie zväracích parametrov na obrazovke iPendantu



ARC ABNORMAL MONITOR FUNCTION



USED WIRE ESTIMATION

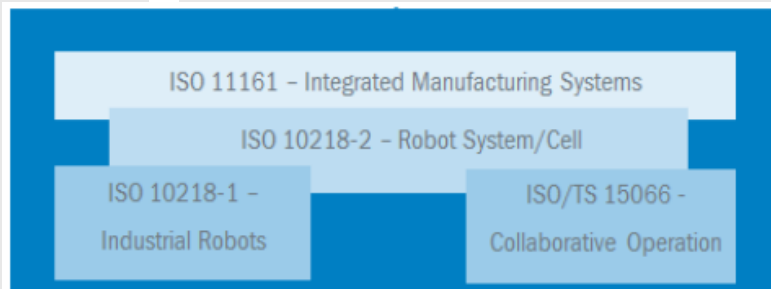
Monitor spotreby zvraciehoho drôtu

STATUS Wire					
	Current weight:		30.0 kg		
1	Warning weight:		5.0 kg		
2	Initial weight:		50.0 kg		
3	Warning signal:		DO[1] S OFF		
4	Wire Diameter:		1.200mm		
5	Wire Material:		Steel		
6	Wire Density:		7.850 g/cm3		
	...				
	[TYPE]	RESET	kg/lb		HELP

Safety Certifikácia

Kolaboratívni robot spĺňuje bezpečnostní požiadavky využitím DCS (Dual Check Safety) a monitorováním síly.

- ISO 10218-1:2011 (Ekvivalentní k JIS B8433-1)
- EN ISO 13849-1:2015 (Category 3, PL=d)
- EN ISO 13849-1:2008 (Category 4, PL=e)



ZERTIFIKAT ◆ CERTIFICATE ◆ CERTIFICADO ◆ CERTIFIKAT ◆ CERTIFICATE ◆ ZERTIFIKAT


Product Service

CERTIFICATE

No. Z10 16 11 18921 187

Holder of Certificate: FANUC CORPORATION
3580, Shibukusa Aza-Komanba
Ochino-mura
Minamitsuru-gun
Yamanashi
401-0597 JAPAN

Factory(ies): 18921

Certification Mark: 

Product: Dual-check Safety system
Robot Controller R-30IB for Collaborative
Robot Application

Model(s): FANUC System R-30IB A-cabinet for CR-35iA Robot
FANUC System R-30IB B-cabinet for CR-35iA Robot
FANUC System R-30IB Mate for CR-4iA, CR-7iA,
CR-7iAL Robot

Parameters: Max. limit for external force: 150N
Operating ambient temperature: 0°C - 45°C

Tested according to: 2006/42/EC
ISO 10218-1:2011
EN ISO 13849-1:2015 (Cat.3, PLd)
IEC 61000-6-7(ed.1)

The product was tested on a voluntary basis and complies with the essential requirements. The certification mark shown above can be affixed on the product. It is not permitted to alter the certification mark in any way. In addition the certification holder must not transfer the certificate to third parties. See also notes overleaf.

Test report no.: 717509284
Valid until: 2021-11-30

Date: 2016-12-01 
(Ginter Orlt)

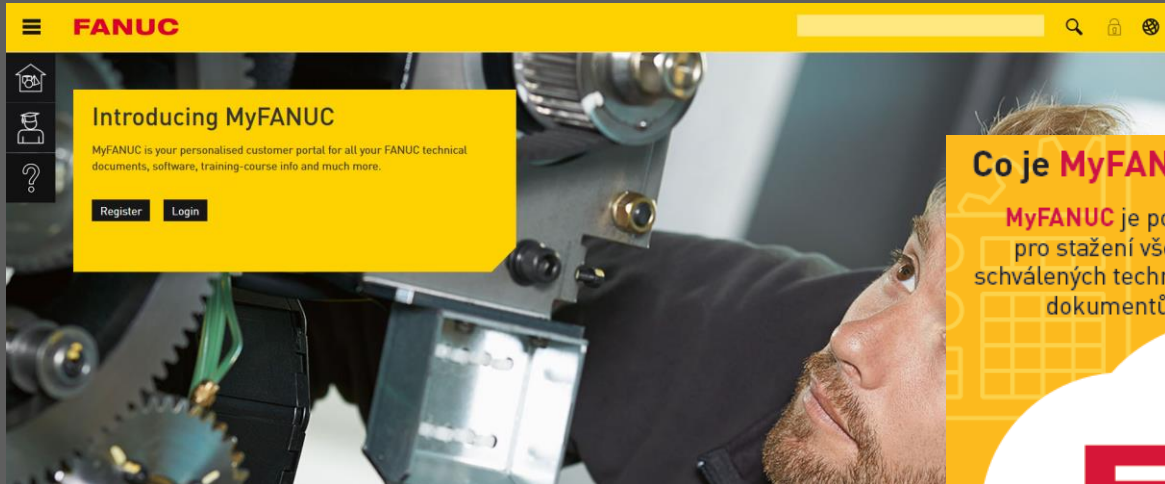


Page 1 of 1

TUV SÜD Product Service GmbH · Zertifikatsstelle · Ridlerstraße 65 · 83039 München · Germany

TUV®

My.Fanuc.eu - technický portál



- Manuály, návody
- 2D a 3D modely robotov
- Aplikačné prospekty
- Technické dokumenty

A graphic with a yellow background and a white cloud shape. The text 'Co je MyFANUC?' is at the top left. Below it, 'MyFANUC je portál pro stažení všech schválených technických dokumentů' is written. To the right, 'MyFANUC je bezplatný' is displayed. The cloud contains the text 'MY FANUC CLOUD' in large letters. At the bottom, the URL 'my.fanuc.eu' is shown, flanked by two small FANUC logos.

Co je **MyFANUC** ?

MyFANUC je portál pro stažení všech schválených technických dokumentů

MyFANUC je bezplatný

MY FANUC CLOUD

my.fanuc.eu

Dôvody, prečo práve FANUC

1. Fanuc Globálne

- Najväčší výrobca priemyselnej automatizácie na svete
- Leader na globálnom trhu vo svete robotov vďaka kvalite a spoľahlivosti
- Široké portfólio produktov, Roboty, CNC, Laser, Robodrill, Roboshot, Robocut, Robonano
- Kompletný vývoj a výroba v Japonsku
- Celosvetová technická podpora
- Vyše 40 rokov vývoj a výroba robotov
- Najširšia škála robotov s nosnosťou od 0.5kg do 2300kg, použitie vo všetkých oblastiach
- Viac než 150 modelov robotov
- Najväčšie portfólio kolaboratívnych robotov
- Inteligentné riešenia, iR Vision, 3D Area Sensor, Force Sensor, ZDT, FIELD link
- 25 rokov garancia náhradných dielov

2. Fanuc v Európe

- 21 pobočiek v rámci Európy
- Centrálny sklad náhradných dielov
- Retrofitové centrum
- Centrálna technická podpora

3. Fanuc Slovensko

- Lokálne zastúpenie pre Slovensko – pobočka v Nitre
- Predaj produktov Fanuc - cenovo stále dostupné v porovnaní s konkurenciou v pomere kvalita/výkon
- Servisná podpora
- Školenia
- Sklad náhradných dielov
- Technická podpora v slovenskom jazyku (bezplatná)
- Servisné zmluvy (preventívna údržba, garancia dojazdu technika, telefonická technická podpora hotline 24/7, predĺžená záruka, zľavy na náhradné diely)
- Možnosť spolupráce s našimi certifikovanými systémovými integrátormi vo vašom okolí
- Perspektíva dlhodobej spolupráce na obchodnej a technickej úrovni.

Service First 

FANUC Slovakia s.r.o.

Contact

FANUC Slovakia s.r.o.

Pri Jelšine 3636/ 1, 949 01 Nitra

VAT: SK2120553600

ID: 51 005 557

☐ +421 37 630 07 59

☐ info@fanuc.eu

☐ www.fanuc.sk



The company FANUC Slovakia s. r. o., was established on 15 July 2017 as a branch of FANUC Europe for Slovakia. It's a supplier of products for industrial automation and software of the traditional Japanese brand FANUC - the biggest producer of industrial automation and robots in the world.

FANUC Slovakia s. r. o., offers:

- Industrial robots
- Collaborative robots
- CNC control systems
- Laser units– CO2, Fiber
- ROBODRILL – milling center
- ROBOSHOT – Electric injection moulding
- ROBOCUT – multipurpose wire cutting machine
- ROBONANO – ultraprecision machine tool
- FIELD system – industrial IoT platform

FANUC Slovakia also provides:

- Industry-certified trainings
- Warranty and post-warranty service
- Delivery of spare parts
- Repair of spare parts
- Technical support
- Service contracts (preventive maintenance, hot-line, guaranteed range)

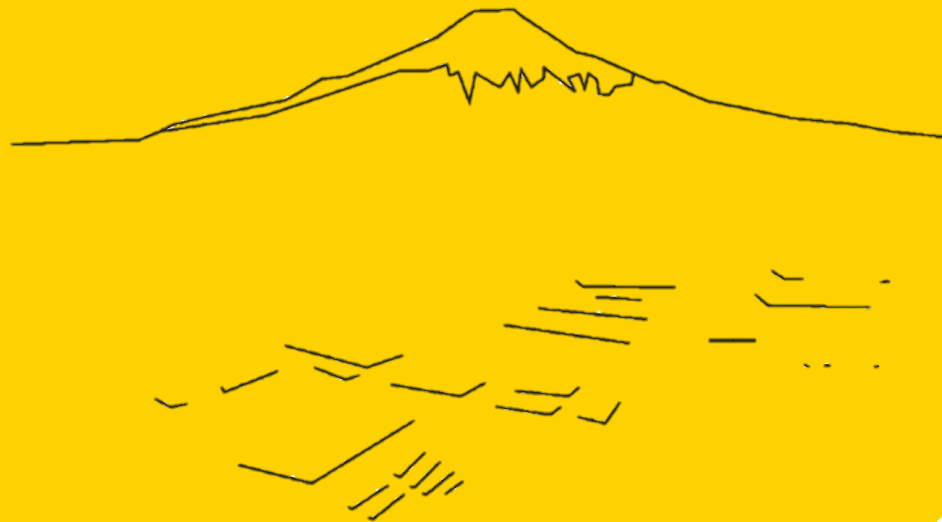
FANUC

Ing. Martin Hrabčák

Sales Representative- Robotics

+421 901 902 342

Martin.hrabcak@fanuc.eu



18. Ročník konferencie

PZVAR MEETING 2023



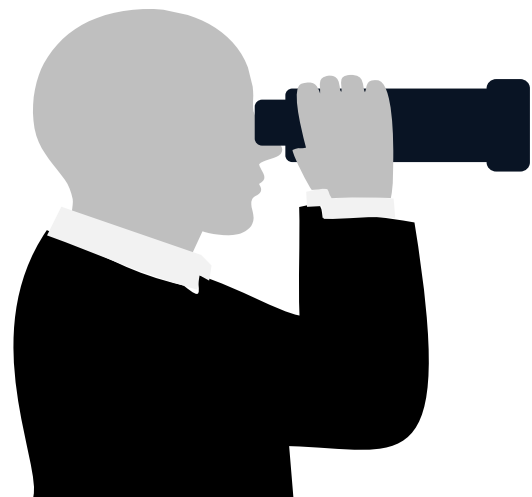
PRVÁ ZVĀRAČSKĀ, a. s.



Divízia preventívnych a ochranných služieb (DPOS/SAFIRS, s.r.o.)



„Prehľad a orientácia v predpisoch OPP a BOZP pri činnostiach spojených so zváraním“.



SAFIRS, s.r.o.

Mgr. Marián Brtko

Riaditeľ divízie preventívnych a ochranných služieb a marketingu SAFIRS, s.r.o.

Právne predpisy, určujúce podmienky ochrany pred požiarmi a bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci zamestnancov a osôb pri

ZVÁRANÍ



Zákon NR SR č. 314/2001 Z. z. o ochrane pred požiarmi, vykonávací predpis - Vyhláška MV SR č. 121/2002 Z. z o požiarnej prevencii

Zákon NR SR č. 124/2006 Z. z. o bezpečnosti a ochrane zdravia pri práci

Čo je právny predpis?

Právne predpisy sa triedia podľa tzv. "právnej sily". Právnou silou rozumieme vlastnosť právnych predpisov, vyjadrujúcu podradenosť jedného právneho predpisu druhému, t.j. právnemu predpisu vyššej právnej sily, či odvodenosť jedného právneho predpisu od právneho predpisu vyššej právnej sily. Zo vzťahu právnych predpisov rôznej právnej sily vyplýva, že právny predpis nižšej právnej sily nesmie odporovať právnemu predpisu vyššej právnej sily a to, že právny predpis v danom vzťahu silnejší, môže druhý, slabší právny predpis zrušiť.



Druhy všeobecne záväzných právnych predpisov



Ústava Slovenskej republiky

Ústavný zákon

Zákon

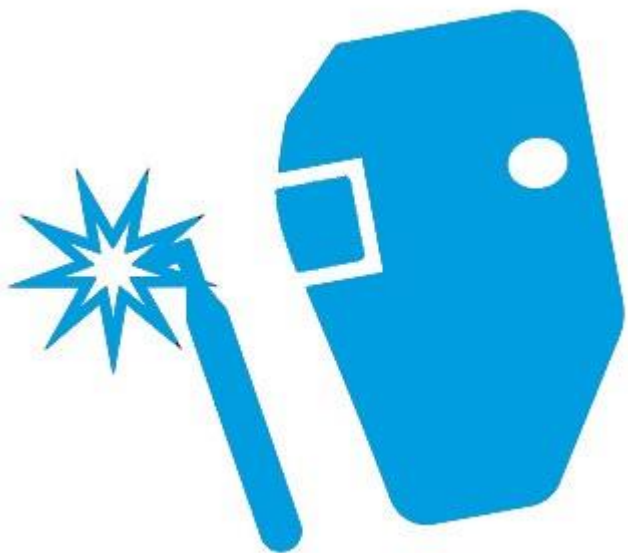
Nariadenie vlády

Vyhlášky orgánov štátnej správy

Opatrenia orgánov štátnej správy

Všeobecne záväzné nariadenie obce alebo samosprávneho kraja

Povinnosti zamestnancov a osôb vykonávajúcich zvaračské práce.



- Zamestnancovi zákon o BOZP určuje povinnosť obsluhovať pracovné prostriedky a vykonávať činnosti s vyšším rizikom podľa **právných predpisov** a ostatných predpisov na zaistenie BOZP len na základe **preukazu**, **osvedčenia** alebo **dokladu** podľa § 16 zákona o BOZP a len ak je zamestnávateľom poverený na túto obsluhu alebo na vykonávanie tejto činnosti, **kde ale práca zvarača nie je priamo definovaná.**
- **Ako je to teda s prácou zvarača z pohľadu platných právnych predpisov?**

Práca zvarača je teda z hľadiska právneho predpisu o BOZP v tomto prípade obsiahnutá len v technických normách.

Pracovnú činnosť zvarača ale nachádzame aj v platných právnych normách a to hlavne v právnej norme o OPP.

Čo je teda technická norma a je pre zamestnávateľa z hľadiska BOZP záväzná?

TECHNICKÁ NORMA



- je publikovaný dokument (*nepublikovaný v zbierke zákonov/právnych predpisov*), ktorý je výsledkom kolektívnej práce odborníkov, celosvetovo/európsky/ národne uznaný na **dobrovoľné** používanie pre výrobky, postupy, systémy vo všetkých oblastiach života ako napr.: športové vybavenie, ochranné prostriedky, nanotechnológie, manažérstvo organizácií, ochranu životného prostredia, spoločenskú zodpovednosť...,
- je „cesta“ ako dodržiavať dobrú prax a pracovať efektívne, redukovať riziká, zabezpečiť rast,
- je prostriedok na zabezpečenie kvality a bezpečnosti výrobkov, postupov a služieb,
- je výhodný nástroj pre výrobcov, predajcov, dovozcov, spotrebiteľov, tvorcov **legislatívy/právnych noriem** (ako podporný nástroj).....



vytvoriť/kodifikovať najlepšiu prax

znížiť rôznorodosť a eliminovať straty

vytvoriť kompatibilitu a vzájomnú zameniteľnosť

chrániť bezpečnosť a zdravie obyvateľstva

chrániť životné prostredie

získať zdroj informácií o najlepšej praxi a najnovšom stave techniky v danom čase

Prečo by sme teda mali „dodržiavať“ a aplikovať technické normy v zamestnávateľskej praxi pri pracovnej činnosti zamestnancov/osôb vykonávajúcich zvaračské práce keď v zmysle:

- § 3 ods. 11 Zákona NR SR č. 60/2018 Z. z. o technickej normalizácii je dodržiavanie slovenskej technickej normy alebo technickej normalizačnej informácie **dobrovoľné?**

Kedy je použitie STN povinné?:



v rámci rozhodnutia orgánu štátnej správy dodržať konkrétnu STN uvedenú priamo v texte **všeobecne záväzného právneho predpisu**

v rámci odkazu na technické normy v zmluve medzi účastníkmi obchodného vzťahu

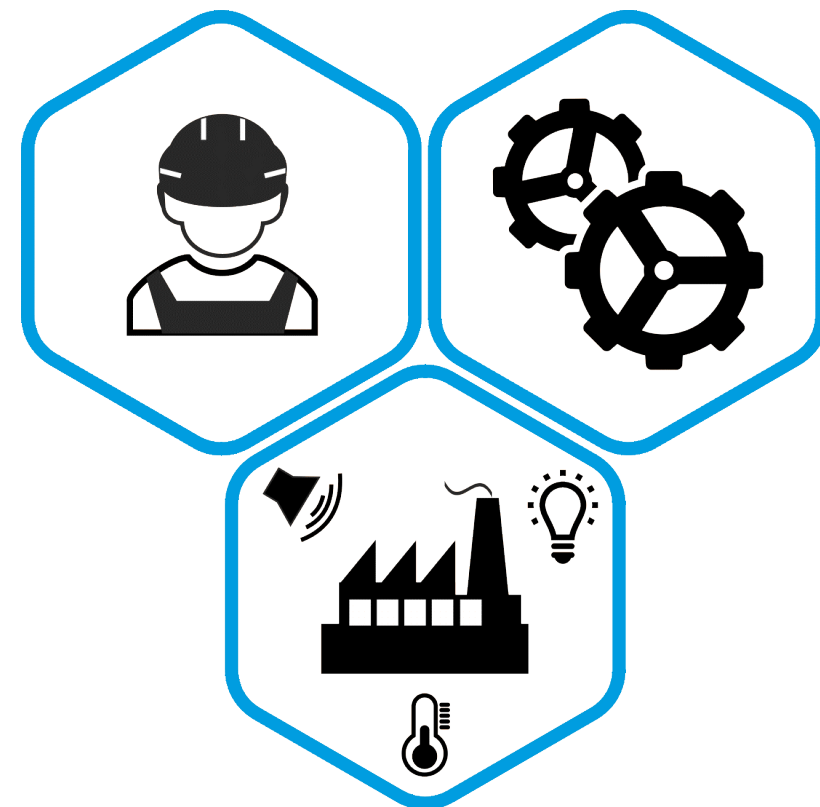
v rámci odkazu na technické normy v zmluve v rámci pracovnoprávných vzťahov

„A čo na to hovorí právny predpis o BOZP???”

§ 38

(1) Ak zamestnávateľ a fyzická osoba, ktorá je podnikateľom a nie je zamestnávateľom, plnia povinnosti **ustanovené týmto zákonom** a ďalšími všeobecne záväznými právnymi predpismi na zaistenie bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci spôsobom alebo postupom upraveným v **slovenskej technickej norme**, toto plnenie sa považuje za splnenie požiadaviek na zaistenie bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci; tieto povinnosti možno splniť aj iným preukázateľne primeraným spôsobom.

(3) Ak zamestnávateľ a fyzická osoba, ktorá je podnikateľom a nie je zamestnávateľom, plnia požiadavky na zaistenie bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci spôsobom alebo postupom upraveným v **slovenskej technickej norme** a tieto požiadavky **nie sú ustanovené právnymi predpismi na zaistenie bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci**, toto plnenie sa považuje za splnenie požiadaviek na zaistenie bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci; tieto požiadavky možno splniť aj iným preukázateľne primeraným spôsobom.



A kde a ako je teda určená povinnosť pre zamestnanca alebo osobu vykonávajúcu zvaračské práce v zamestnávateľskej organizácii dodržiavať zásady ochrany pred požiarmi a ochrany zdravia pri práci v právnych predpisoch SR?

„Čo na to hovorí zákon o ochrane pred požiarmi?“

Tento zákon s odvolaním sa na § 1 bod c) Vyhlášky MV SR č. 121/2002 Z. z o požiarnej prevencii určuje, že

činnosti so zvýšeným nebezpečenstvom vzniku požiaru, ktoré vytvárajú zvýšené riziko možnosti vzniku požiaru pri výrobe, spracúvaní, používaní alebo pri skladovaní horľavých látok, sú aj činnosti, ku ktorým patrí okrem iného aj:

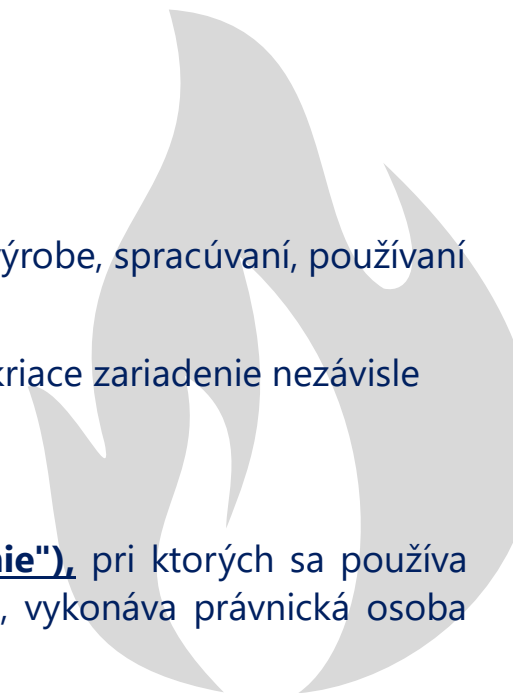
c) zvaranie, tepelné delenie a ďalšie spôsoby spracúvania kovov, pri ktorých sa používa **zvaracie**, brúsiace alebo iskriace zariadenie nezávisle od stupňa automatizácie na miestach s možnosťou vzniku požiaru alebo výbuchu,

preto uvedený právny predpis v § 5 bode a) „určuje“, že okrem iného,

činnosti spojené **so zvaraním**, s tepelným delením a s ďalšími spôsobmi spracúvania kovov (**dalej len „zvaranie“**), pri ktorých sa používa zvaracie zariadenie nezávisle od stupňa automatizácie na miestach s možnosťou vzniku požiaru alebo výbuchu, vykonáva právnická osoba alebo fyzická osoba-podnikateľ/**zamestnávateľ** prostredníctvom

a) osôb, ktoré majú platné oprávnenie podľa technickej normy*

** Napríklad STN EN ISO 9606-1 Kvalifikačné skúšky zvaračov. Tavné zvaranie. Časť 1: Ocele (ISO 9606-1:2012 vrátane Cor. 1: 2012) (05 0712) STN EN ISO 17660-1 Zvaranie. Zvaranie výstužnej ocele. Časť 1: Zatažené nosné zvarané spoje (ISO 17660-1: 2006) (05 0250).*



STN 05 0600 Zváranie. Bezpečnostné ustanovenie pre zváranie kovov. Projektovanie a príprava pracovísk.

STN 05 0601 Zváranie. Bezpečnostné ustanovenie pre zváranie kovov. Prevádzka.

STN 05 0610 Zváranie. Bezpečnostné ustanovenie pre plameňové zváranie kovov a rezanie kovov.

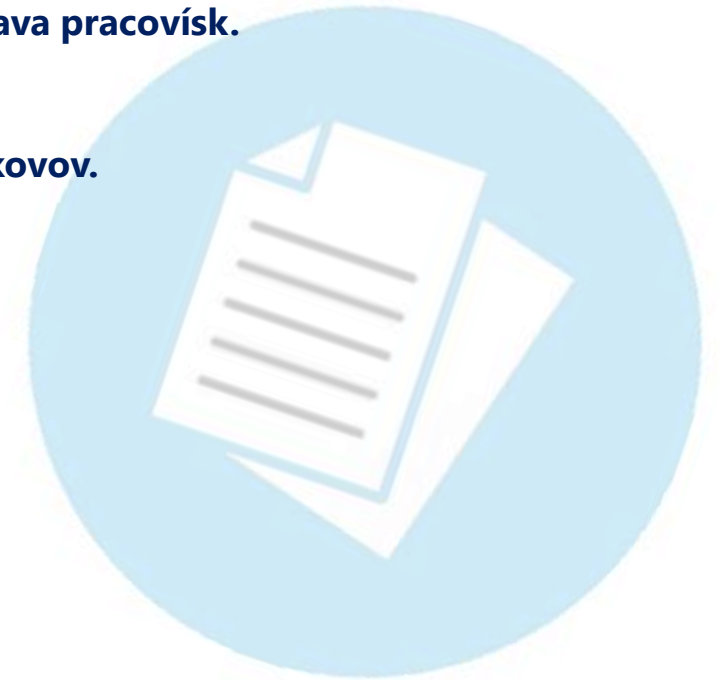
STN 05 0630 Zváranie. Bezpečnostné ustanovenie pre oblúkové zváranie kovov.

STN 05 0650 Zváranie. Bezpečnostné ustanovenie pre odporové zváranie kovov.

STN 05 0661 Zváranie. Bezpečnostné ustanovenie pre trecie zváranie kovov.

STN 05 0671 Zváranie. Bezpečnostné ustanovenie pre laserové zváranie kovov.

STN 05 0672 Zváranie. Bezpečnostné ustanovenie pre elektrónové zváranie kovov.



STN 05 0705 Zváranie. Predpisy pre základné skúšky zvaračov.

Vyššie uvedená norma obsahuje zásady, ktoré sa musia v zmysle normy dodržiavať pri vzdelávaní a kvalifikačných skúškach zvarača kovov.

Taktiež obsahuje podmienky platnosti kvalifikácie zvarača a zaškoleného pracovníka, ktoré je stanovené na 2 roky a začína dňom vykonania prvej skúšky, „od nadobudnutia preukazu/ID zvarača“.



STN 05 0705 Zváranie. Predpisy pre základné skúšky zváračov.

Naša spoločnosť **SAFIRS, s.r.o.** zabezpečuje predlžovanie platnosti kvalifikácie zvárača a zaškoleného pracovníka/základného kurzu zvárača prostredníctvom e-learningu v spolupráci so spoločnosťou **PRVÁ ZVÁRAČSKÁ a.s.**

Týmto spôsobom opakovaného oboznamovania zváračov z bezpečnostných ustanovení pri zváraní sa snažíme priniesť pre zamestnávateľov, ako aj samotných zváračov, moderný a jednoduchý spôsob opakovaného vzdelávania, ktoré zamestnávateľom ako aj zváračom prináša možnosť rýchlej dostupnosti k predĺženiu platnosti kvalifikácie, ako aj eliminovanie nákladov na prepravu k vzdelávateľovi a čas strávený pri obnove platnosti preukazu/ID zvárača.



STN 05 0705 Zváranie. Predpisy pre základné skúšky zváračov.

V prípade Vášho záujmu, Vám vieme úplne jednoduchým spôsobom poskytnúť náš vzdelávací nástroj, ktorý si pre ilustráciu dokážete pozrieť aj na našej webovej stránke www.bezpecnevpraci.sk



Referencie



Mgr. Marián Brtko

Riaditeľ divízie preventívnych a ochranných služieb a marketingu SAFIRS, s.r.o.

brtko@safirs.sk
+421 (0) 903 418 811

& ostatné.

SAFIRS, s.r.o.

Zarevúca 5039/1C
034 01 Ružomberok
Slovakia



safirs@safirs.sk



www.safirs.sk



facebook.com/safirs

ĎAKUJEM veľmi pekne za pozornosť a teraz je tu priestor na vaše otázky 😊



Využitie obrábacích strojov na zváranie hliníkovej zliatiny AW7075-T651 metódou FSW

Jozef Bárta, Ján Urminský, Milan Marônek,
František Jurina, Katarína Bártová

Materiálovotechnologická fakulta, Slovenská Technická Univerzita, J. Bottu 25, 917 24, Trnava, Slovakia

PZVAR MEETING 2023



SLOVENSKÁ TECHNICKÁ
UNIVERZITA V BRATISLAVE
MATERIÁLOVOTECHNOLOGICKÁ
FAKULTA SO SÍDLOM V TRNAVE

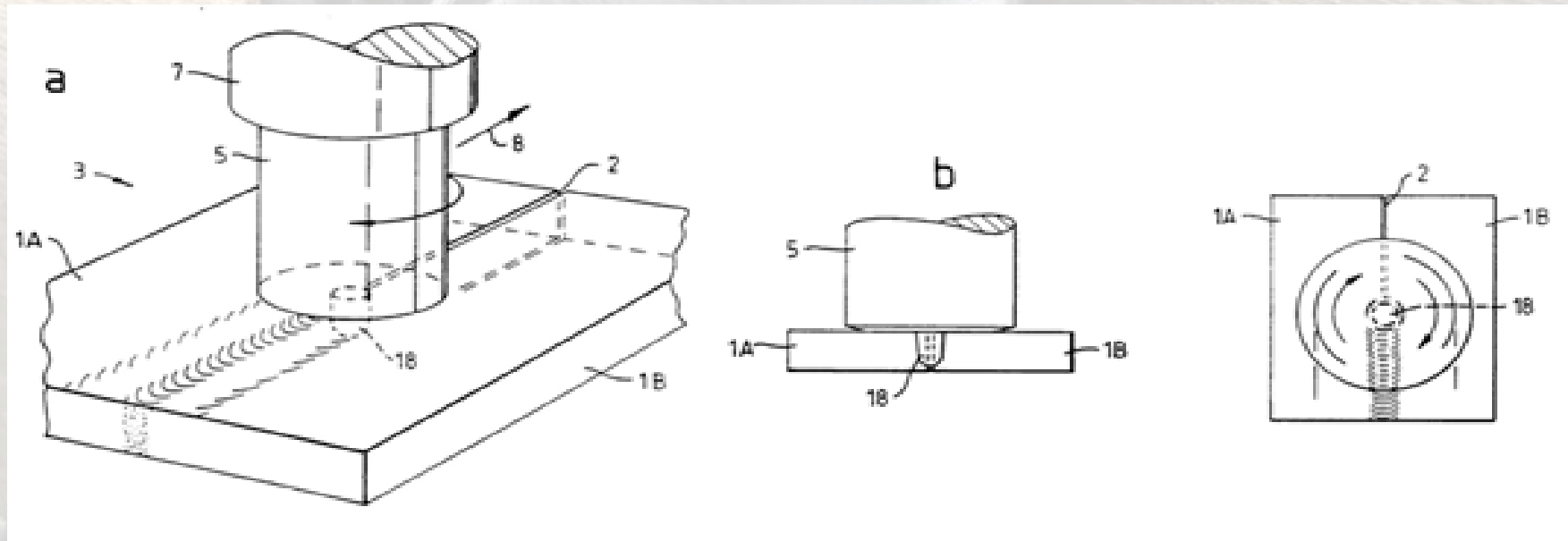
PRVÁ ZVÁRAČSKÁ, a. s.
FIRST WELDING COMPANY, Inc.

Obsah

- Úvod
- Experiment
- Zhodnotenie
- Záver

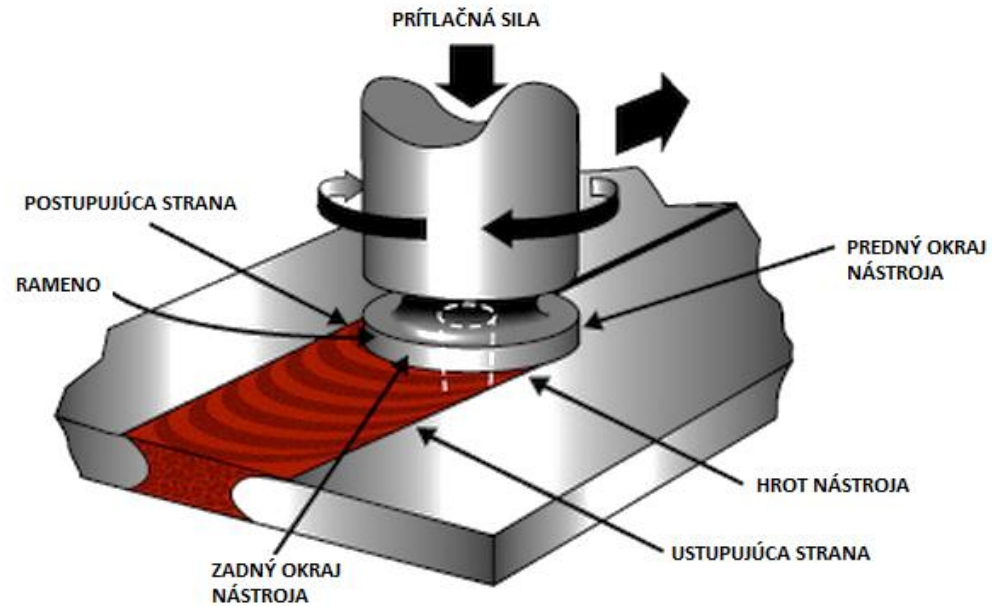
Úvod

- Trecie premiešavacie zváranie (Friction Stir Welding – FSW)
 - patrí medzi technológie zvárania v pevnom stave za tepla
 - 1991 - The Welding Institute v Cambridge, United Kingdom

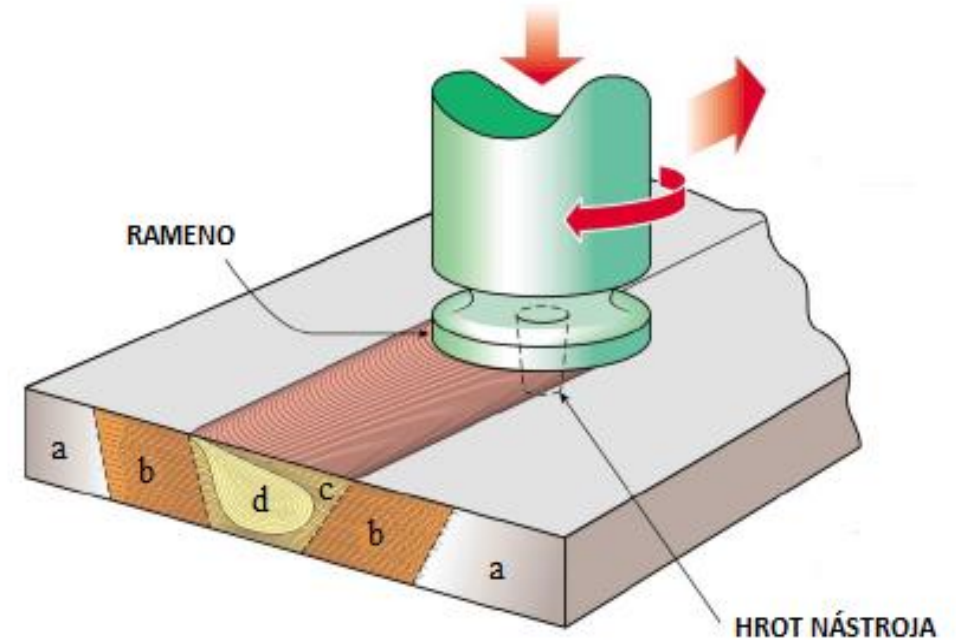


Obr. 1 Schéma trecieho premiešavacieho zvárania
(patent EP 0615480)

Úvod



Obr. 2 Schéma trecieho premiešavacieho zvarovania



Obr. 3 Mikroštruktúrne zóny v reze zvaru [20]
a – základný materiál, b – teplom ovplyvnená zóna,
c – termomechanicky ovplyvnená zóna, d – zvarový kov

Úvod

- Výhody trecieho premiešavacieho zvarovania
 - žiadne požiadavky na manuálnu zručnosť
 - žiadne výpary a splodiny
 - žiadne škodlivé žiarenie
 - žiadne chemikálie v procese zvarovania a pri čistení
 - minimálna výsledná deformácia
 - vysoká produktivita

Úvod

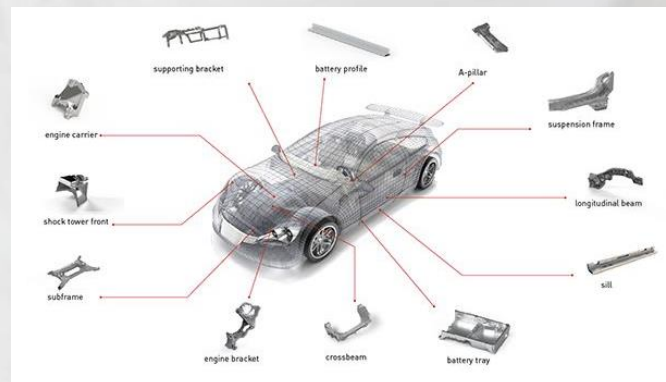
- Aplikácie trecieho premiešavacieho zvarovania
 - Automobilový priemysel (časti karosérie, batériové boxy,...)
 - Letectvo (vesmírne moduly a lietadlá,...)
 - Stavba lodí (panely)
 - elektronika (iMac)

Experiment

- hliníková zliatina AW7075-T651
 - hrúbka 5 mm

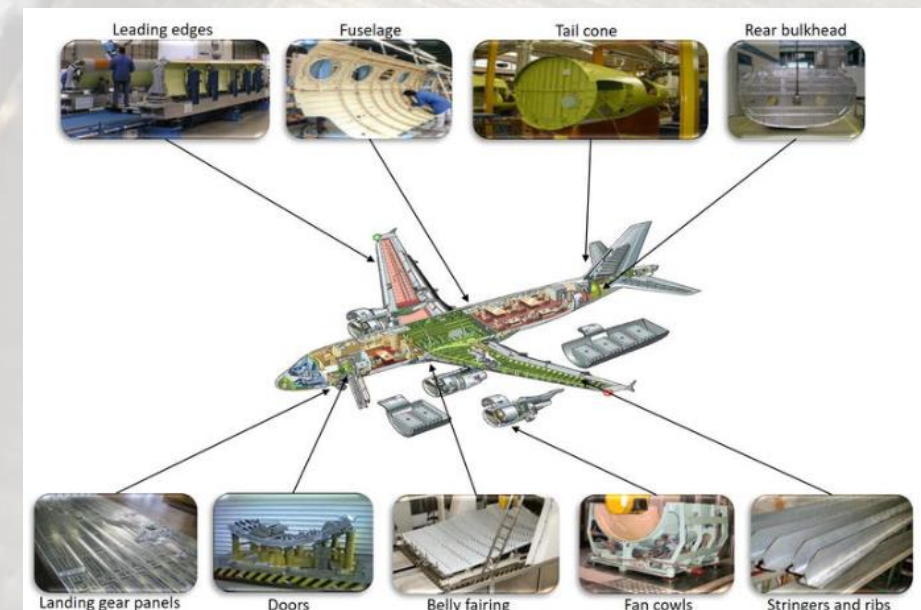
Tab. 1 Namerané chemické zloženie hliníkovej zliatiny AW7075-T651 [hm. %]

Al	Cr	Cu	Fe	Mg
88.7	0.178	1.740	0.201	2.511
Mn	Si	Ti	Zn	Other
0.059	0.082	0.018	6.440	0,071



Tab. 2 Typické mechanické vlastnosti AW7075-T651 uvádzané výrobcom [1]

Tvrdosť, Brinell	150
Tvrdosť, Rockwell B	87
Tvrdosť, Vickers	175
Medza pevnosti	538 MPa
Medza klzu	476 MPa



Experiment

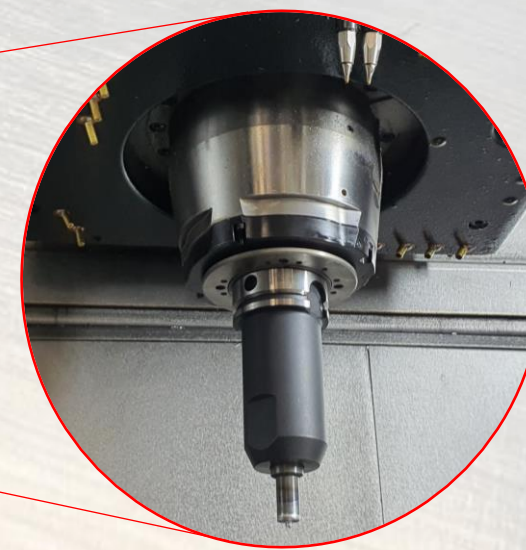
- DMU 85 monoBLOCK- 5-Axis Milling od DMG MORI



Obr. 4 Frézka DMG DMU 85 Monoblok



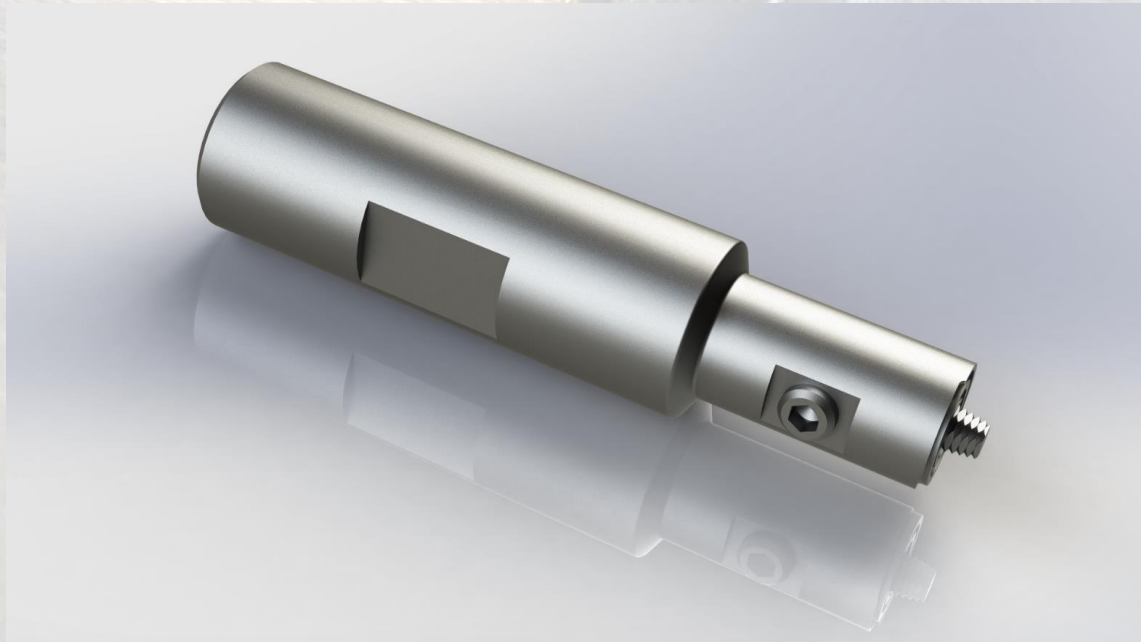
Obr. 5 Frézka DMG DMU 85 Monoblok



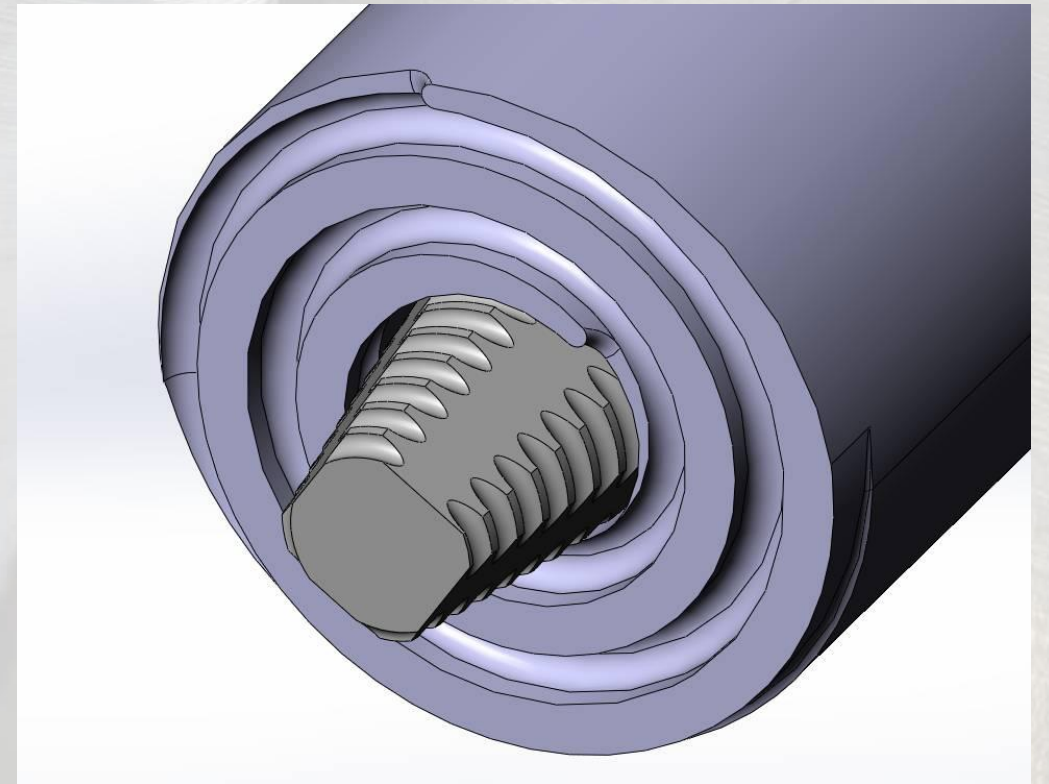
Obr. 6 Zvárací nástroj

Experiment

Nástroj na zváranie



Obr. 7 Zvárací nástroj - CAD model



Obr. 8 Zvárací nástroj

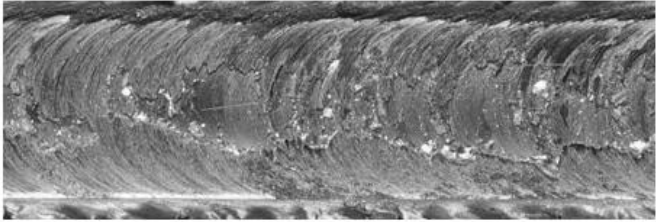
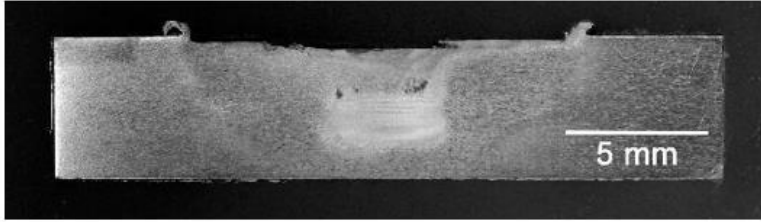

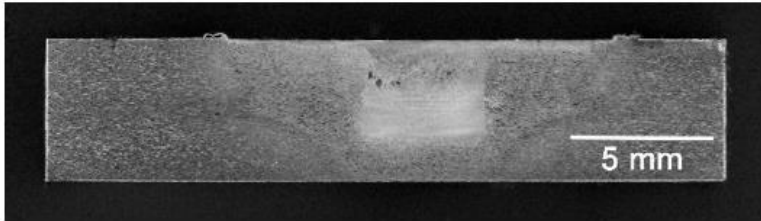
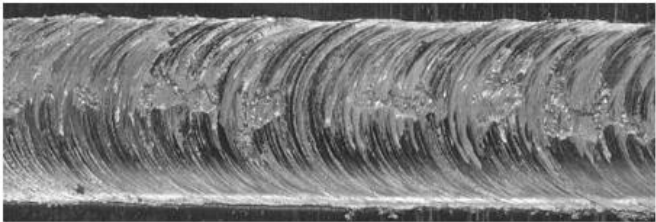
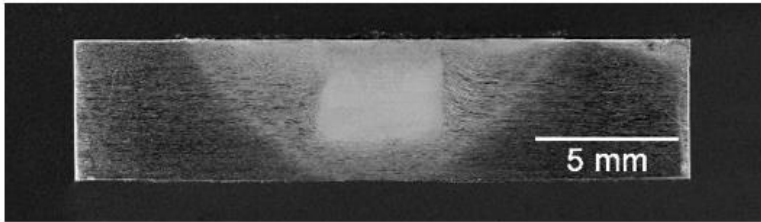
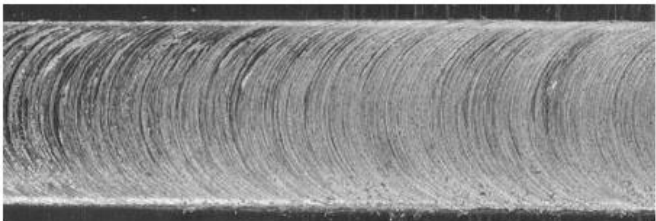
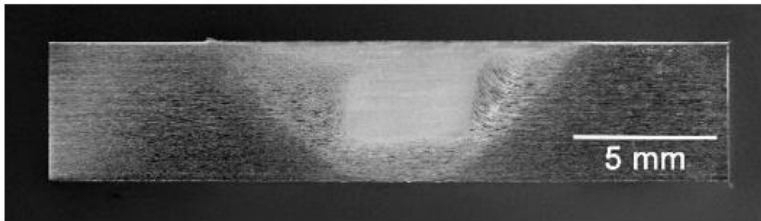
Parametre zvarania

Tab. 3 Parametre zvarania hliníkovej zliatiny AW7075-T65

Číslo vzorky	Frekvencia otáčania [RPM]	Rýchlosť zvarania [mm/min]	Zaťaženie vretena [%]
5	3000	100	6
6	2500	100	6
7	2000	100	7
8	1500	100	9
11	1000	100	15
12	1000	150	15
14	1000	200	19
15	1000	300	19
17	1000	400	23
18	1000	500	23


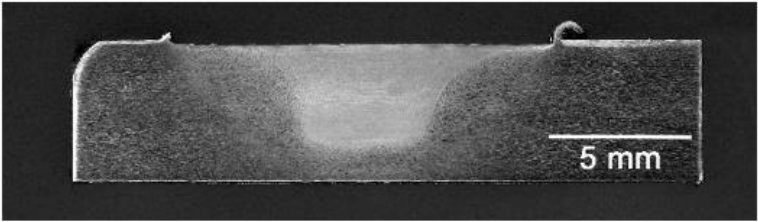

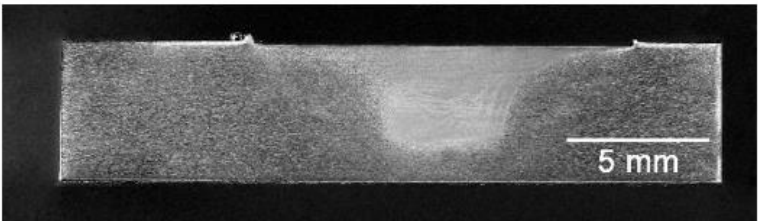

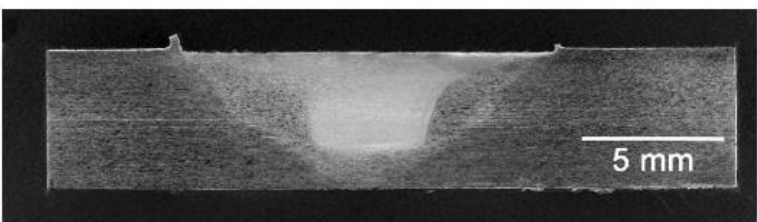
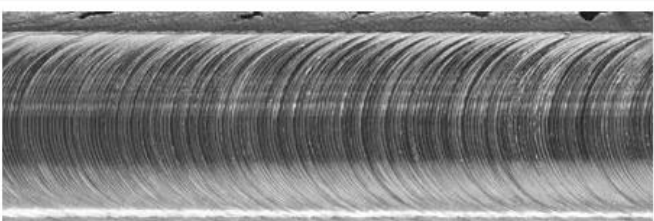
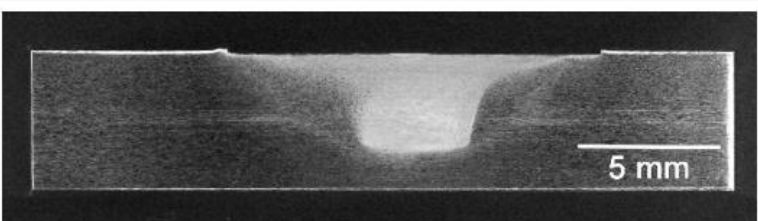
Prietavy

Tab. 4 Výsledné prietavy vyhotovené na hliníkovej zliatiny AW7075-T65

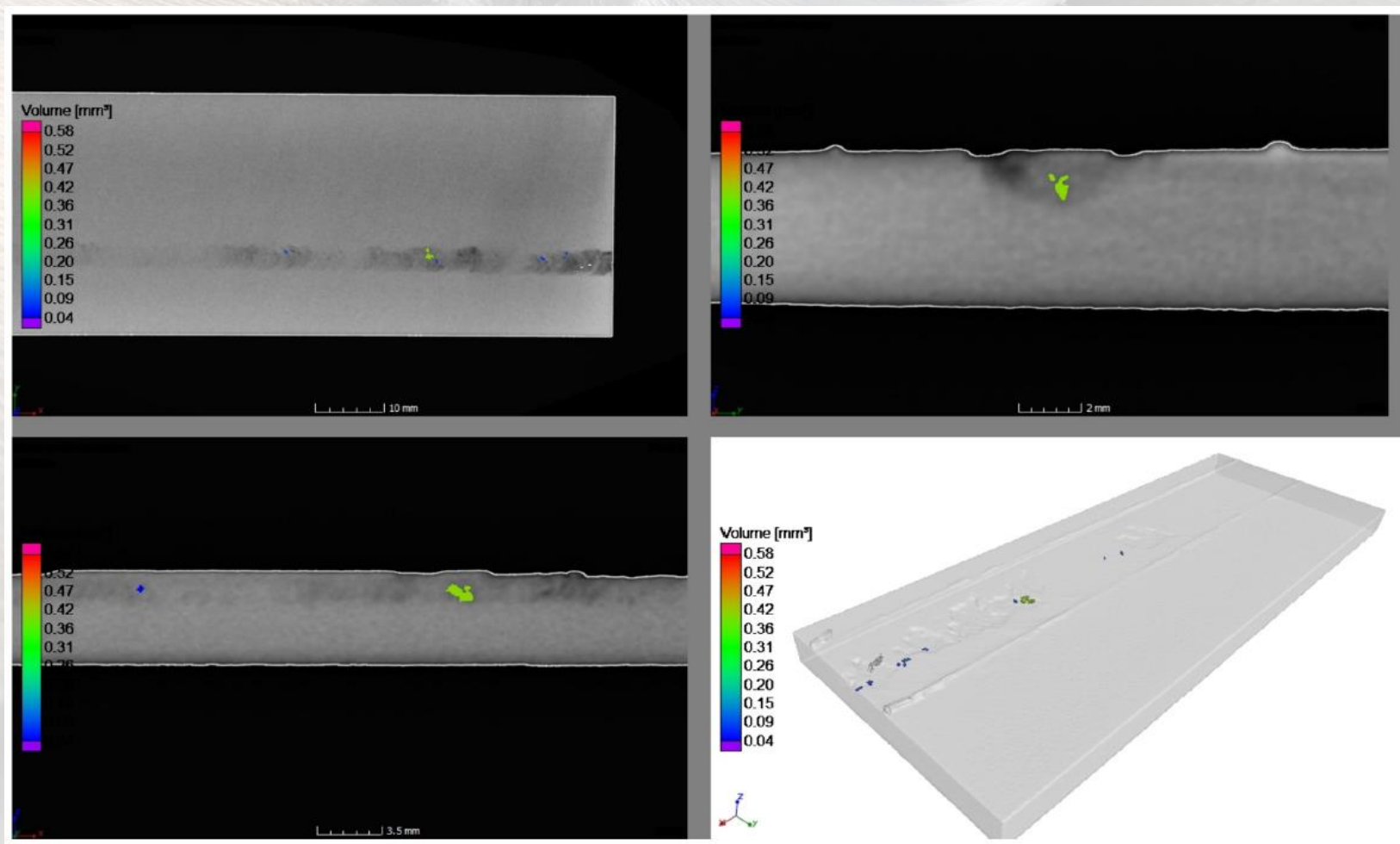
Sample	Ra	Weld surface	Macroanalysis
5 3000/100	N/A		
6 2500/100	N/A		
7 2000/100	N/A		
8 1500/100	4.089		

Prietavy

Tab. 5 Výsledné prietavy vyhotovené na hliníkovej zliatiny AW7075-T65

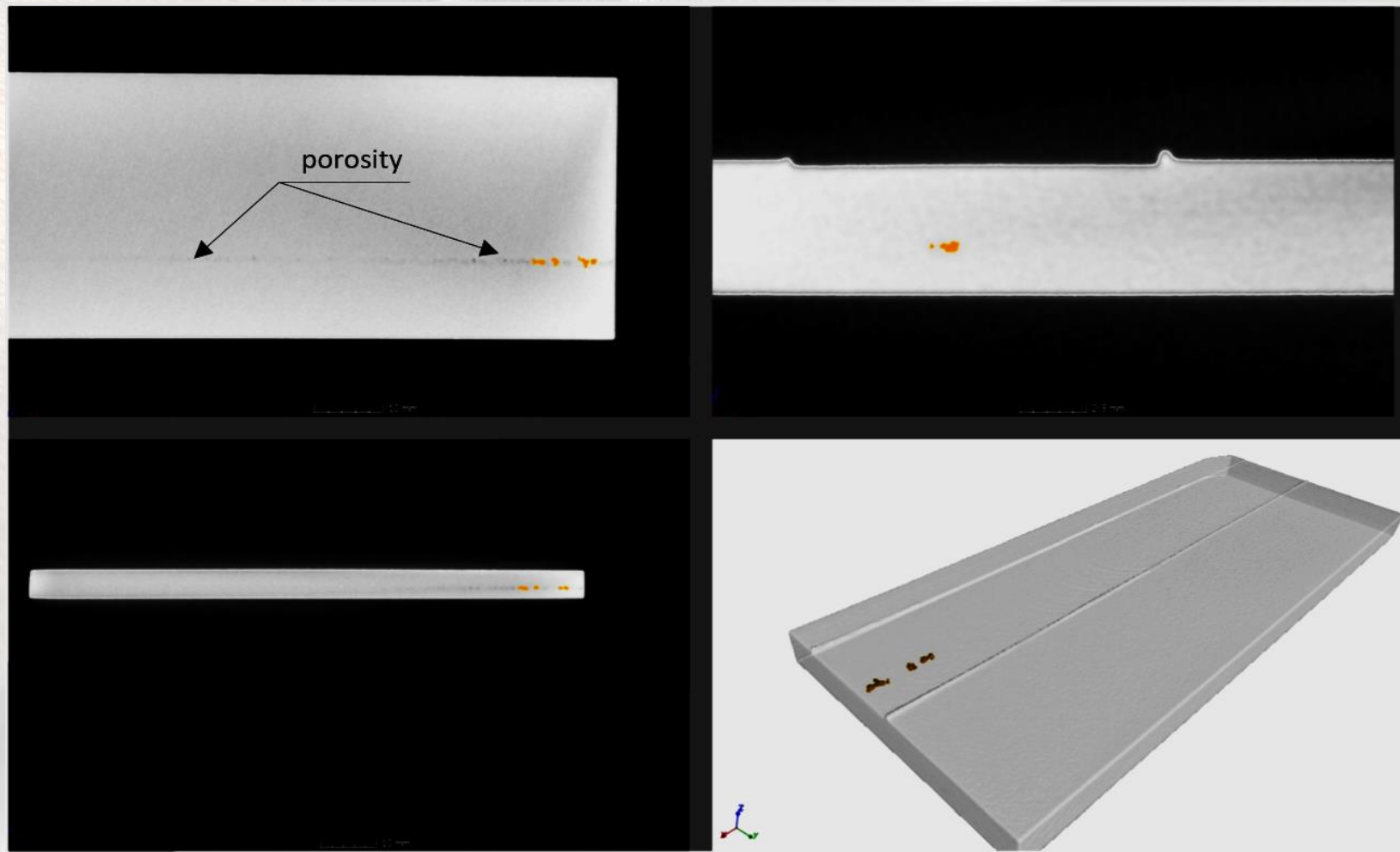
Sample	Ra	Weld surface	Macroanalysis
11 1000/100	3.386		
12 1000/150	3.831		
14 1000/200	4.657		
15 1000/300	3.979		

RTG analýza – vzorka 6



Obr. 9 RTG analýza vzorka č. 6

RTG analýza – vzorka 17



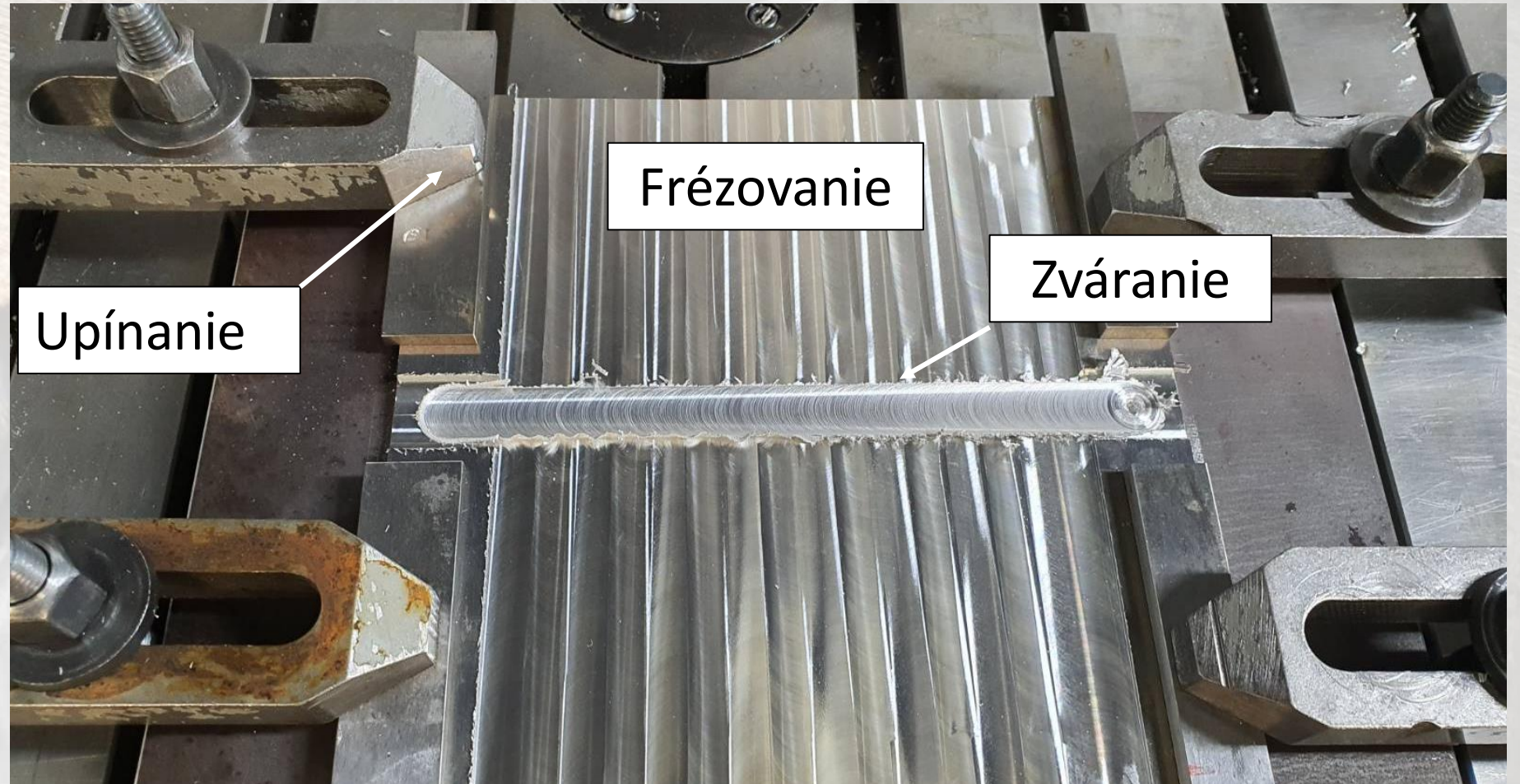
Obr. 10 RTG analýza vzorka č. 17



Experiment – zvar

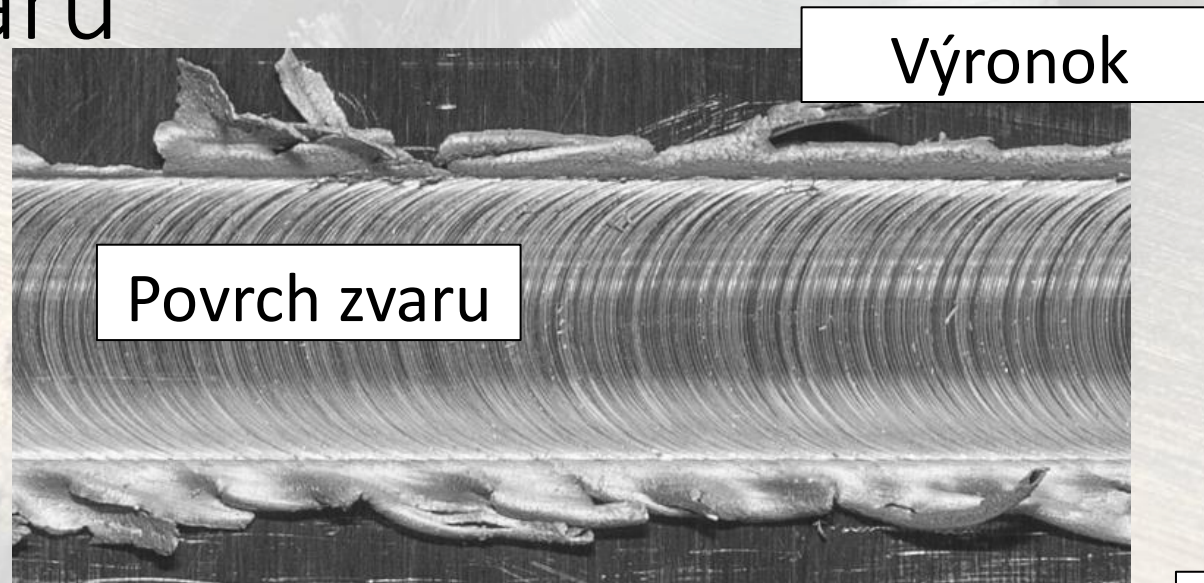
Parametre zvarania

- 1000 RPM
- 200 mm/min



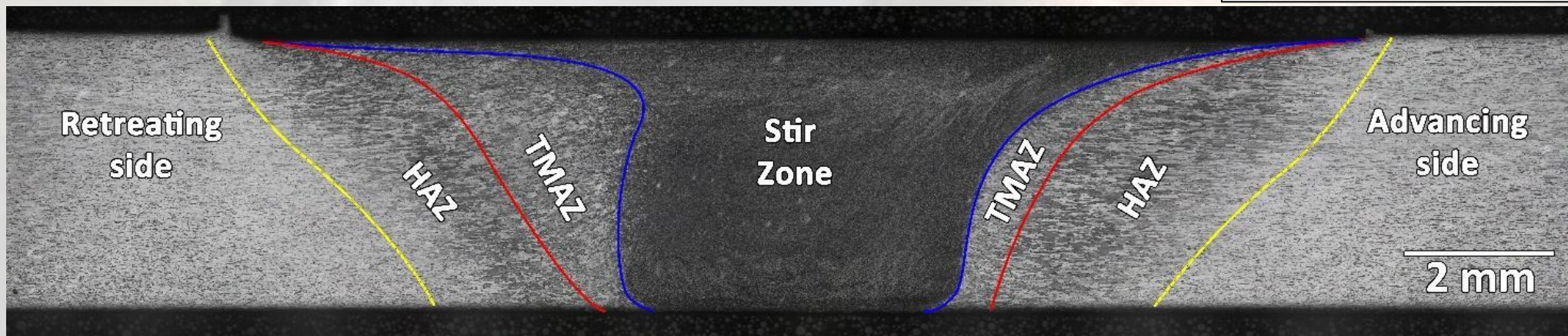
Obr. 11 Vyhotovenie zvaru

Vzhľad zvaru



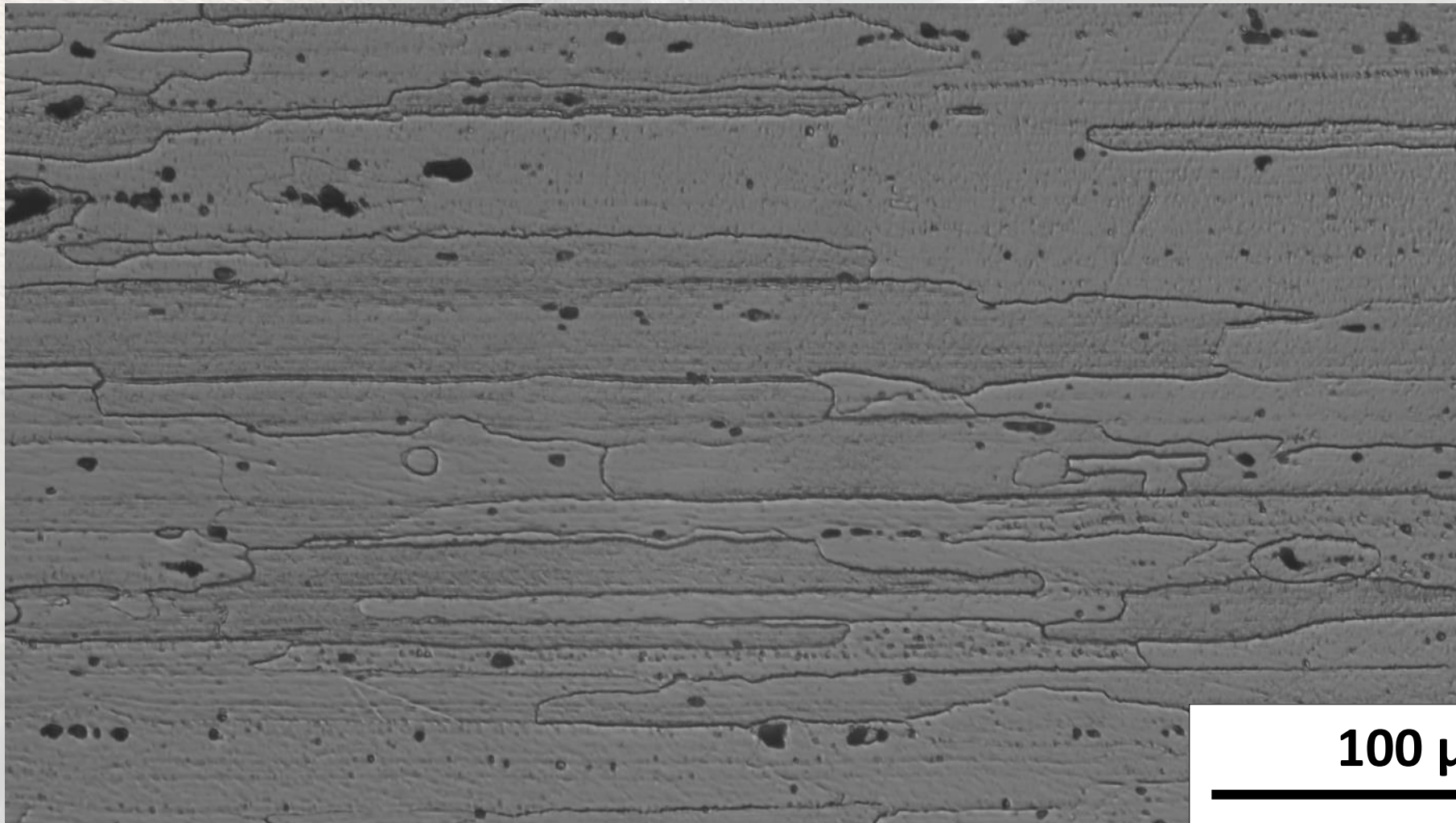
Obr. 12 Zvarový spoj - povrch

Rez zvarom



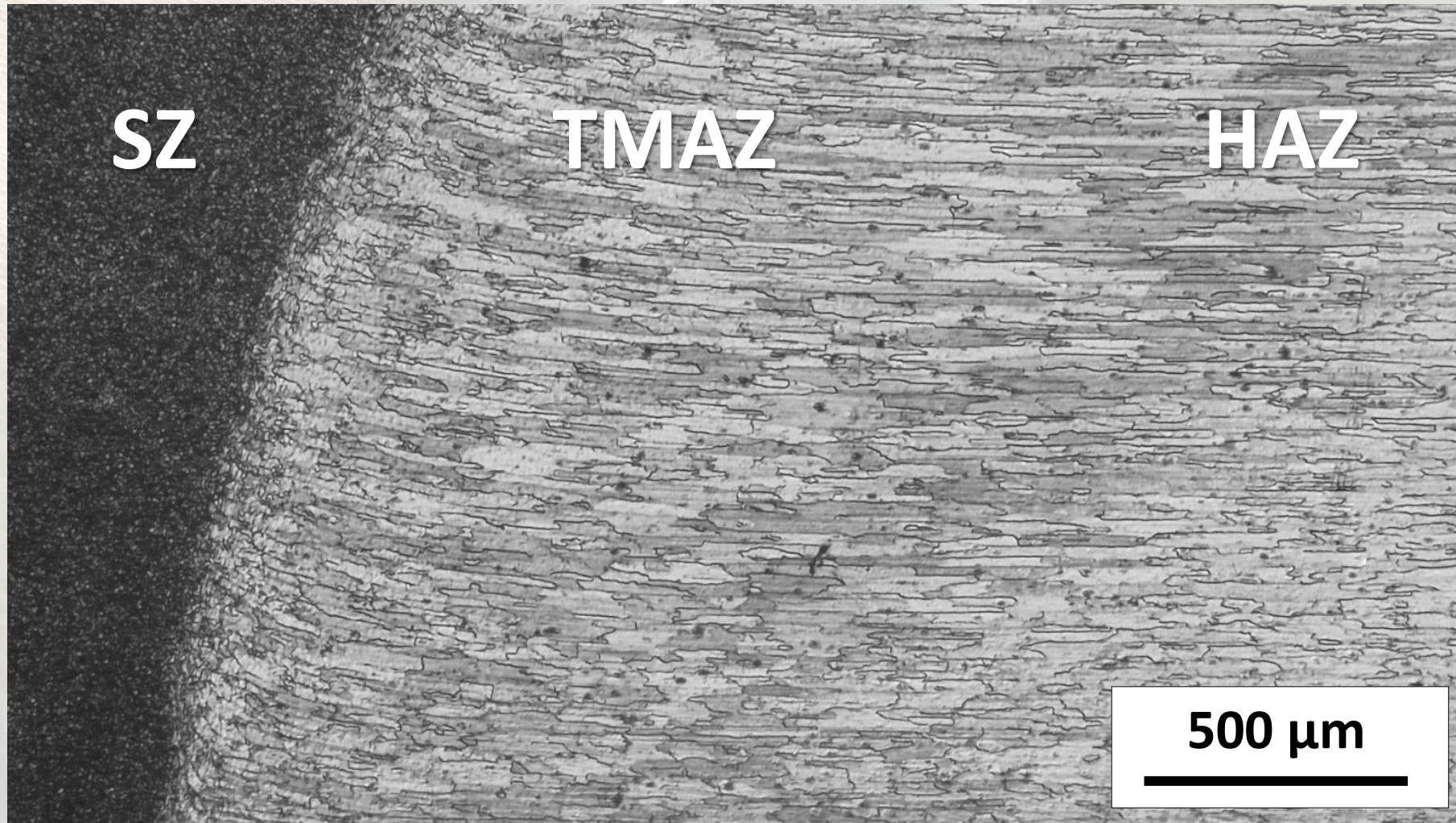
Obr. 13 Makroštruktúra zvarového spoja

Štruktúrna analýza (ZM)



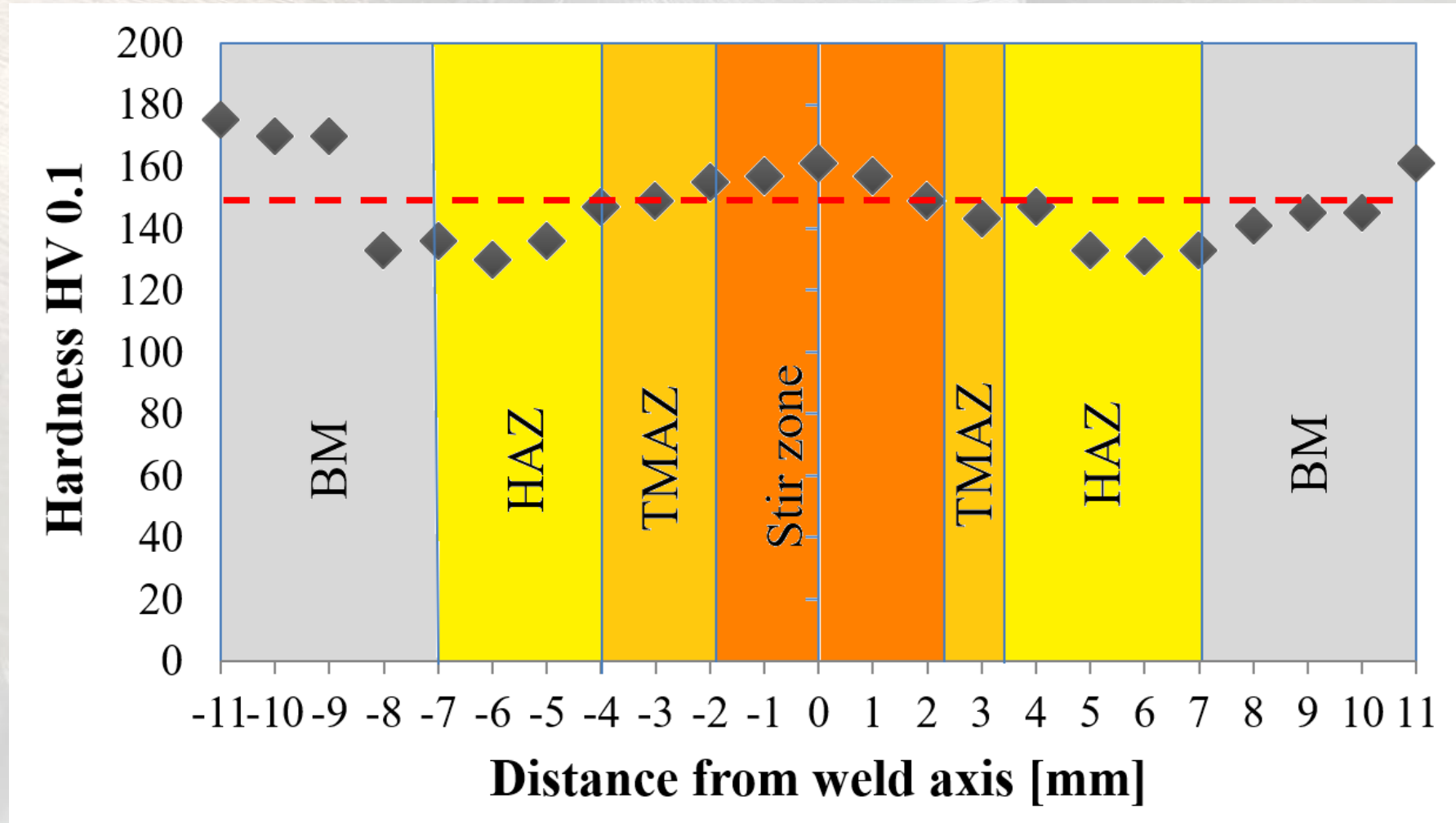
Obr. 14 Makroštruktúra AW 7075-T651 (základný materiál)

Štruktúrna analýza (ZK-T00)



Obr. 15 Makroštruktúra prechodová zóna - AW 7075-T651

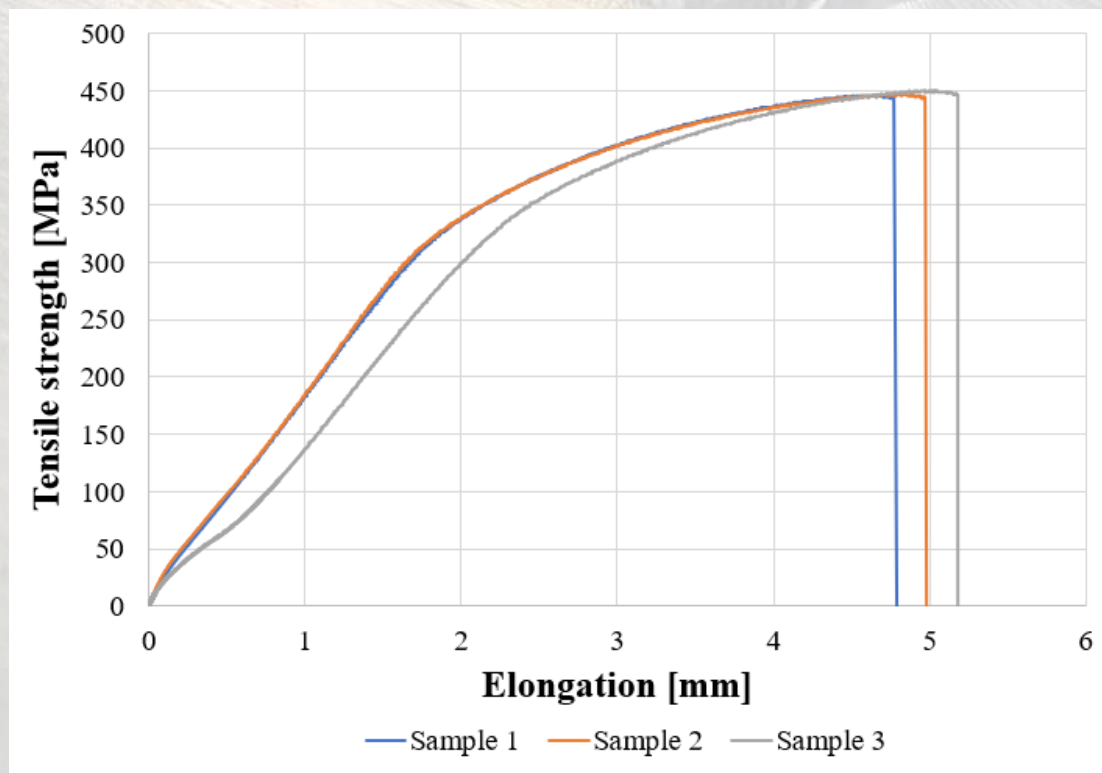
Mikrotvrdość



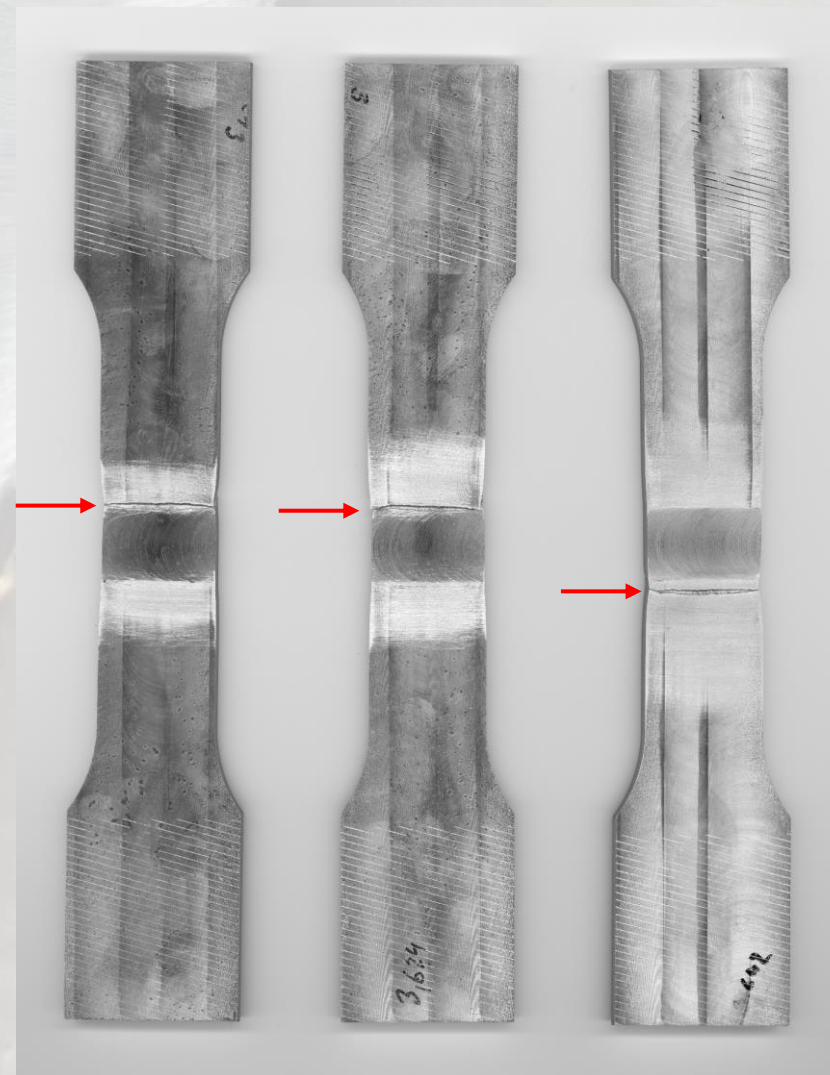
Obr. 16 Meranie mikrotvrdości cez zvarový spoj

Statická skúška v ťahu

podľa ISO 4136



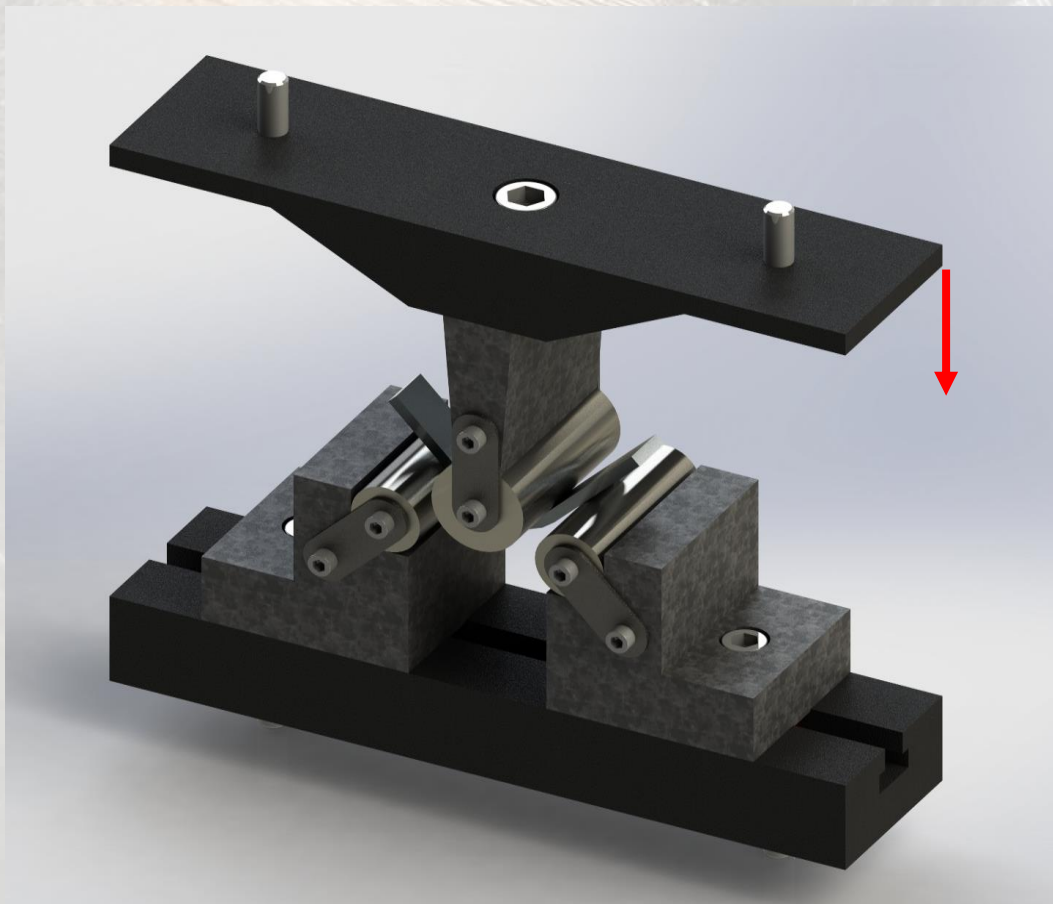
Obr. 17 Výsledky skúšky pevnosti v ťahu



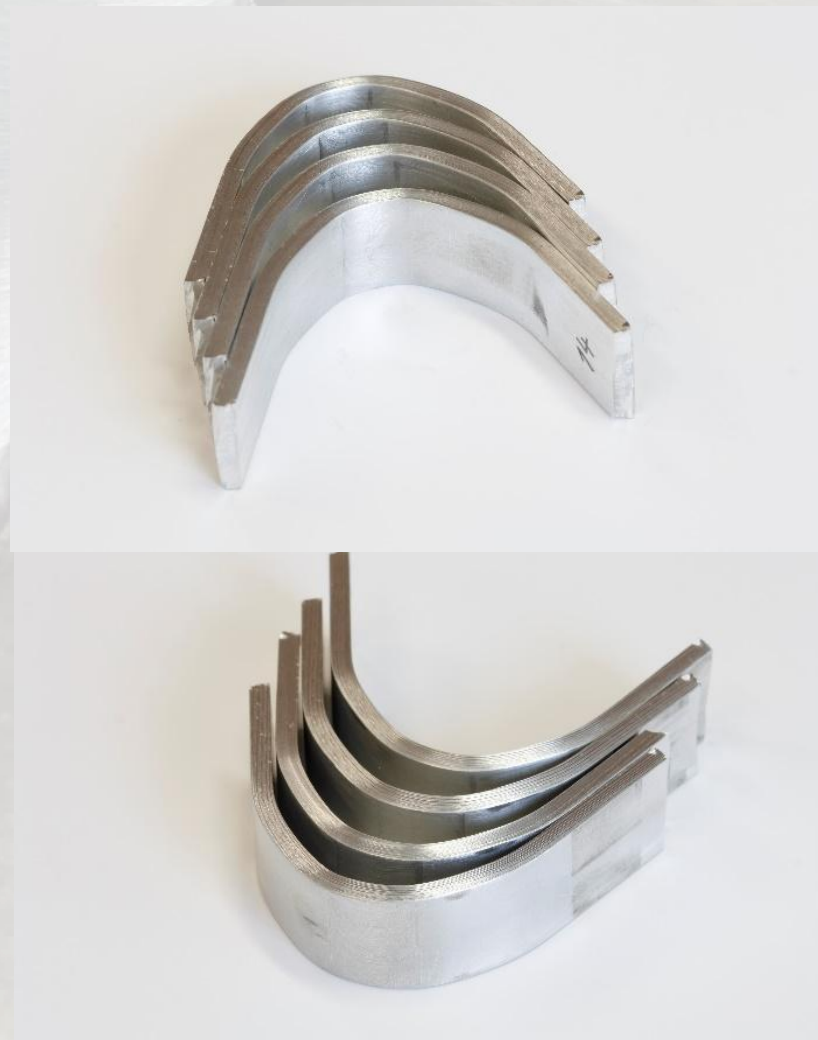
Obr. 18 Vzorky po skúške pevnosti v ťahu s vyznačeným miestom porušenia

Ohybová skúška

podľa ISO 5173



Obr. 19 Prípravok na skúšku ohybom



Obr. 20 Vzorok po skúške ohybom bez porušenia

Záver

- vysoká frekvencia otáčania spôsobuje nepravidelnú tvorbu povrchov zvarových spojov (dutiny)
- nízka frekvencia otáčania a vyššia rýchlosť zvarovania môžu viesť k vzniku defektu - tunel
- najlepšie parametre pre zvarovanie AW 7075 boli frekvencia otáčania 1000 ot./min a rýchlosť zvarovania 200 mm/min.
- zaťaženie vretena bolo len 23 % jeho maxima

Teplota Solidus. 477 °C (890 °F); eutektická teplota pre nehomogénny odlievajúci alebo kovaný materiál, ktorý má neboli tepelne spracované roztokom

Počiatková teplota topenia. 532 °C (990 °F) pre homogenizovaný (roztokový tepelne spracovaný) tvárnený materiál

Záver

- mikroštruktúra vykazovala veľmi jemnú štruktúru v oblasti premiešania a potvrdila prítomnosť malých precipitátov vo všetkých oblastiach
- pevnosť v ťahu vykazovala 19 % pokles
- mikrotvrdosť v oblasti premiešania vykazovala 89 % hodnoty základného materiálu (a 77 % v HAZ)
- ohybové testy neukázali žiadne praskliny
- ďalší výskum bude zameraný na novú geometriu nástrojov, materiál a povrchovú úpravu

ĎAKUJEM ZA POZORNOSŤ

Táto práca bola podporená Agentúrou na podporu výskumu a vývoja na základe zmluvy č. APVV-21-0111. Výskum zvarovania hliníkových zliatin trecím premiešavacím zvaraním s ohľadom na zaťaženie vretena a životnosť nástroja.



AGENTÚRA
NA PODPORU
VÝSKUMU A VÝVOJA



MINISTERSTVO
ŠKOLSTVA, VEDY,
VÝSKUMU A ŠPORTU
SLOVENSKEJ REPUBLIKY



SLOVENSKÁ TECHNICKÁ
UNIVERZITA V BRATISLAVE
MATERIÁLOVOTECHNOLOGICKÁ
FAKULTA SO SÍDLOM V TRNAVE



Automatizovaná príprava zvarových plôch laserom, plazmou a kyslíkom

MicroStep, spol. s r.o.

Konferencia „PZVAR MEETING 2023“ ·
28. september 2023 · Nový Smokovec

Ing. Patrik Filipek

Ide o investíciu ... nie nákup.

Maximalizujte Vašu pridanú hodnotu. Inovujte. Naplňte svoj potenciál.



Pôsobnosť vo všetkých

kovospracujúcich

odvetviach

Viac ako **20-ročné**

skúsenosti s úkosovým rezaním

Viac než 1000 strojov s

úkosovým rezaním a

vyše 500 strojov s rezaním rúr

vyše 300 strojov s vŕtaním

Vyššie

60 ľudí

vo vývoji

Viac než

400 zamestnancov

na Slovensku

Zastúpenie v

58 krajinách

Rezanie plechov, ale aj

rúr, profilov, kupol

a mnohých iných polotovarov

Riešenia pre...

plazmové, laserové, kyslíkové a vodnolúčové
rezanie

Viac než

3300 strojov

na celom svete

Priemerne

180 strojov

ročne

95% strojov

export do zahraničia



Kontinuálny

Výskum & Vývoj

CNC riadenie MicroStep – Rozhrania aj Riadenie pohybov

MicroStep CNC CyberFab Control®

Vývoj HW modulov

MicroStep PLC & HW/SW moduly

Vývoj CAM softvéru

2D & 3D CAM programovací softvér

Vlastný softvér centrálnej správy výroby (CAPP)

CyberFab Manager® s možnosťou integrácie s MES softvérmi a ERP systémami

Vlastná digitalizačná platforma

CyberFab®

Spoločnosť MicroStep, spol. s r.o. bola založená v januári 1991 desiatimi pracovníkmi katedry Automatizácie a regulácie STU v Bratislave. Počiatočnou ambíciou bol vývoj a dodávka CNC riadiacich systémov pre rôzne odvetvia priemyslu



1991

Vývoj a dodávka prvého CNC riadiaceho systému pre plazmový rezací stroj

1992

Špecializácia spoločnosti na oblasť automatizácie CNC rezania procesov energolúčovými technológiami – plazmou, laserom, kyslíkom a vodným lúčom

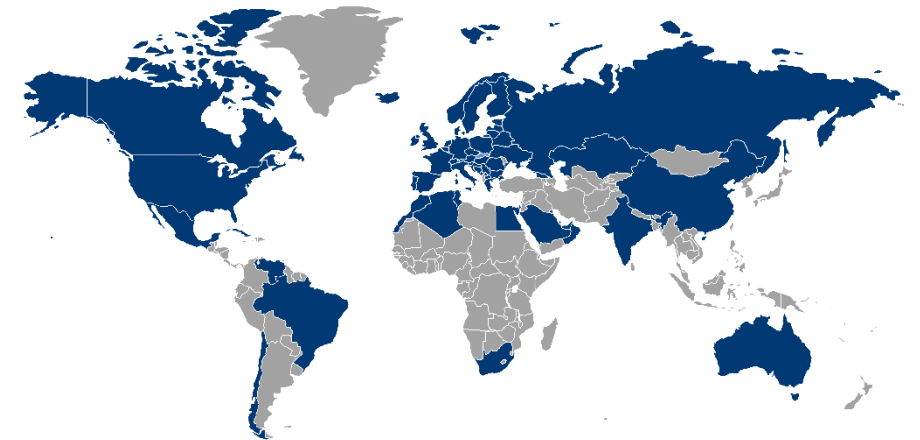
1996



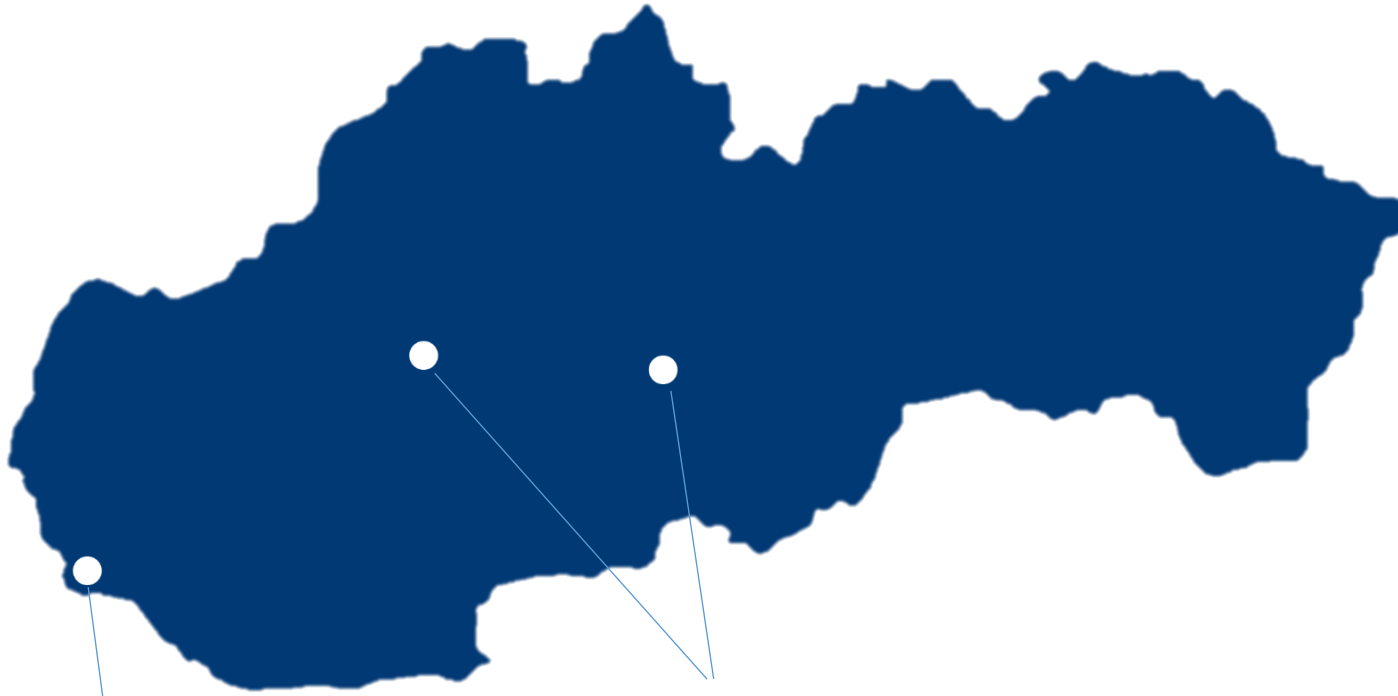
Založenie nemeckej pobočky MicroStep Europa GmbH – začiatok dynamického rastu spoločnosti na medzinárodných trhoch.

1999

MicroStep má zastúpenie v 58 krajinách sveta prostredníctvom vlastných pobočiek a autorizovaných zástupení. Celosvetovo zamestnáva vyše 600 ľudí, z toho 400 v SR



dnešok



MicroStep – sídlo firmy
Bratislava

MicroStep – výrobné závody
Partizánske a Hriňová

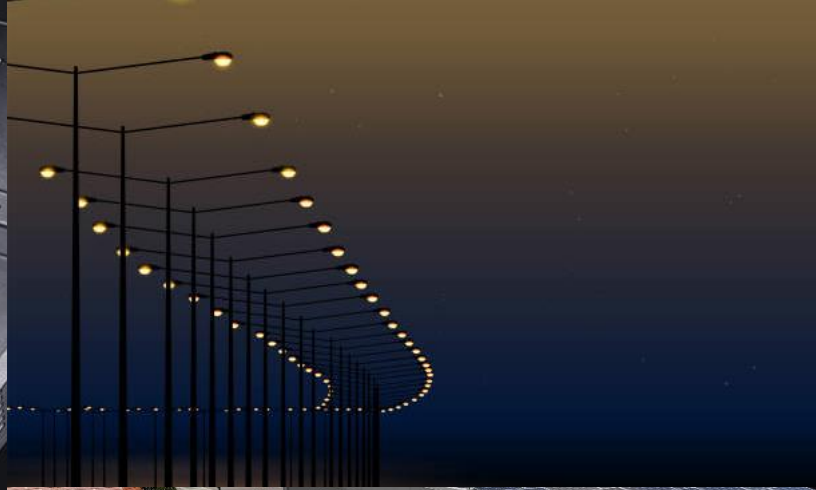
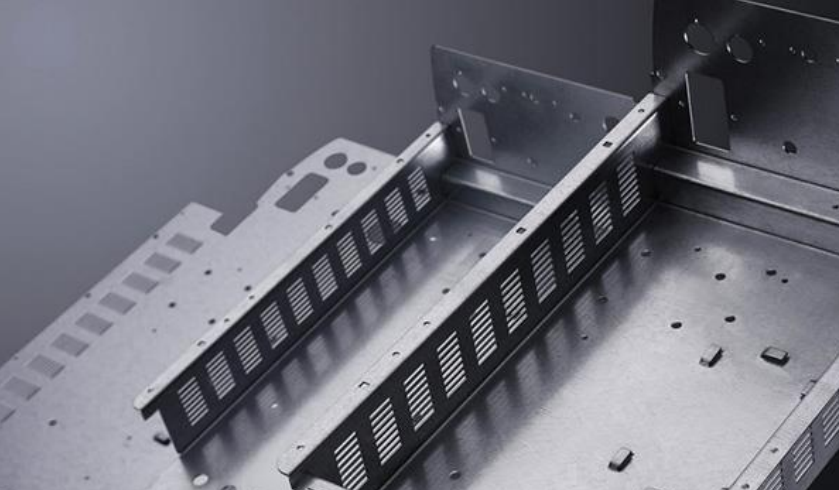


MicroStep – sídlo firmy
Bratislava

MicroStep® Medzinárodné referencie



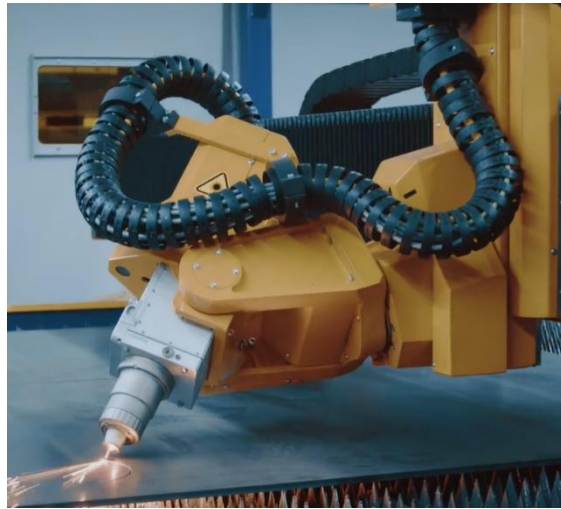




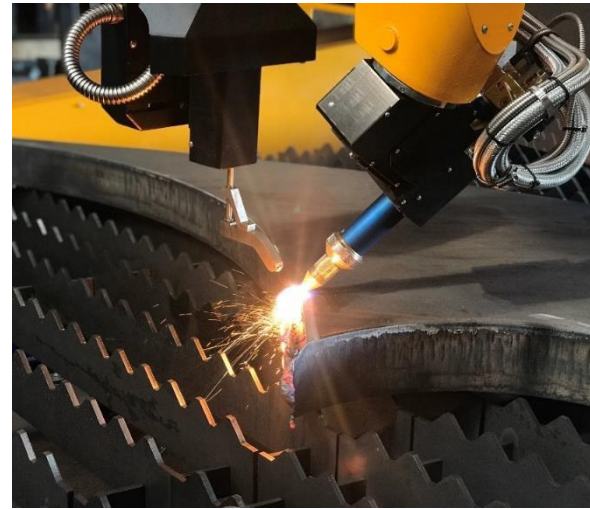
Plazma



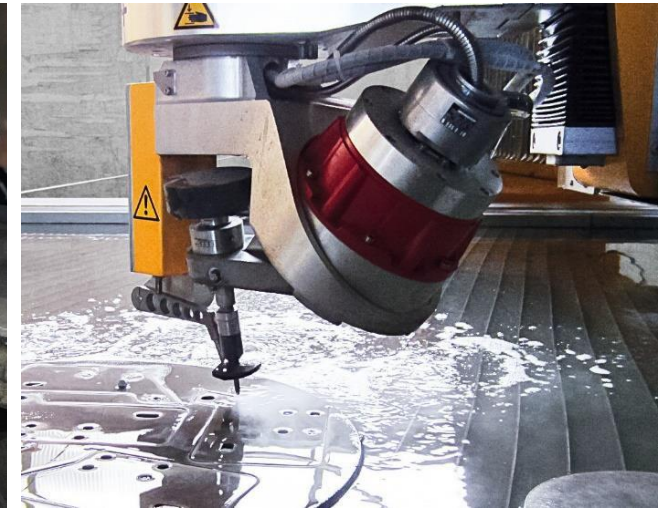
Fiber laser



Kyslík

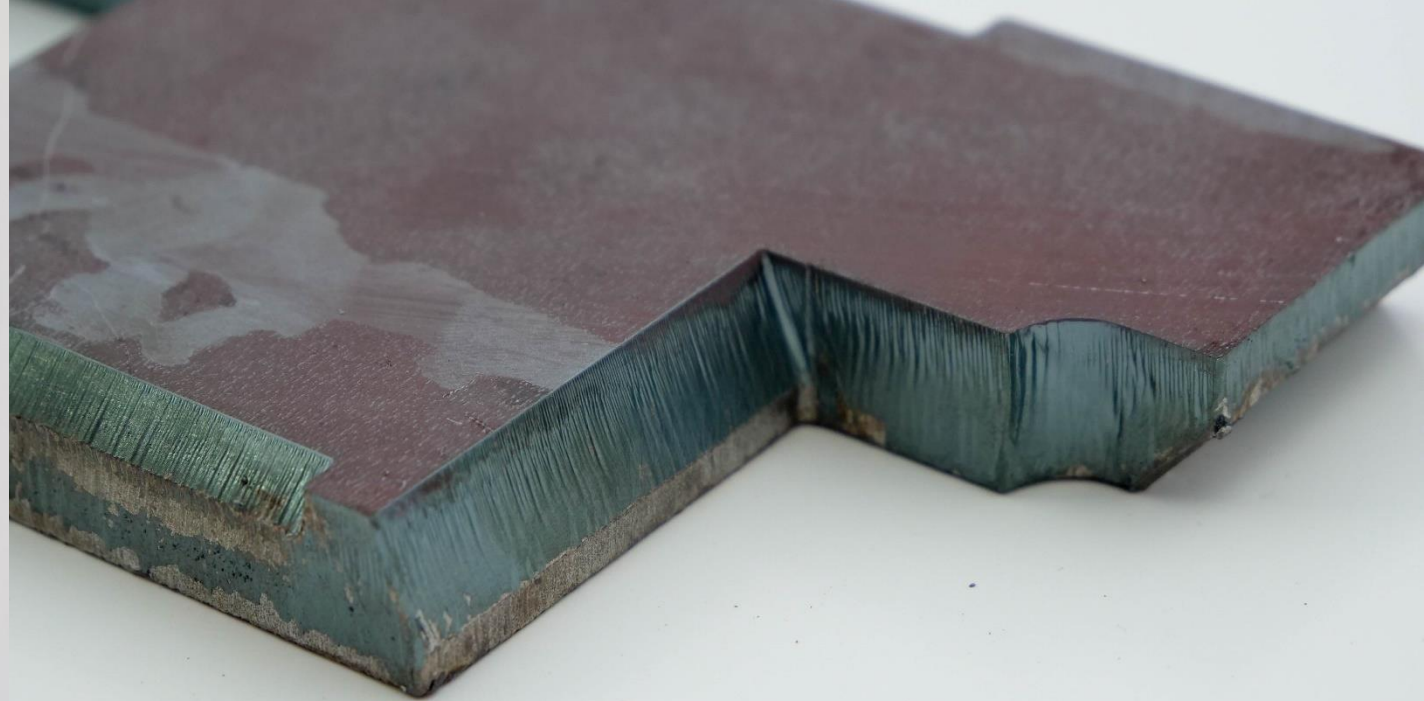
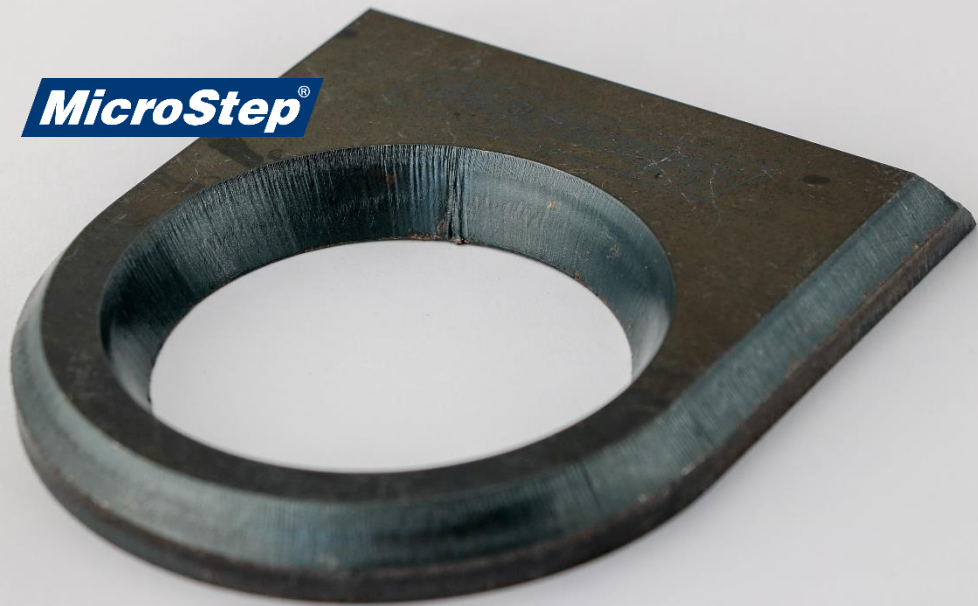


Vodný lúč

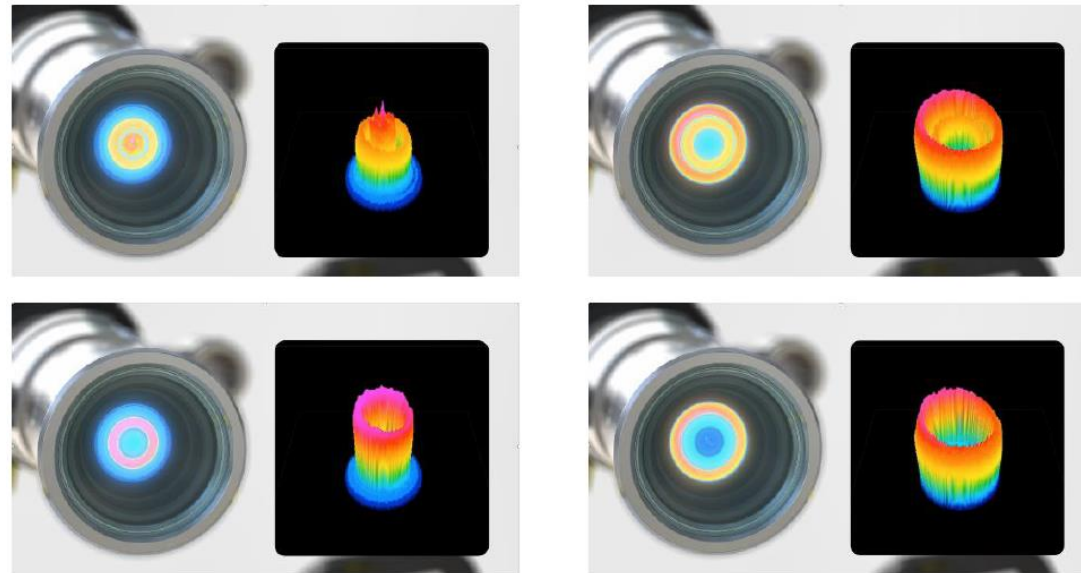


Aplikácie pre kolmé rezanie a **3D úkosové rezanie**

MicroStep®



Dosiahnutie vysokej kvality a stability procesu pre malé a veľké hrúbky

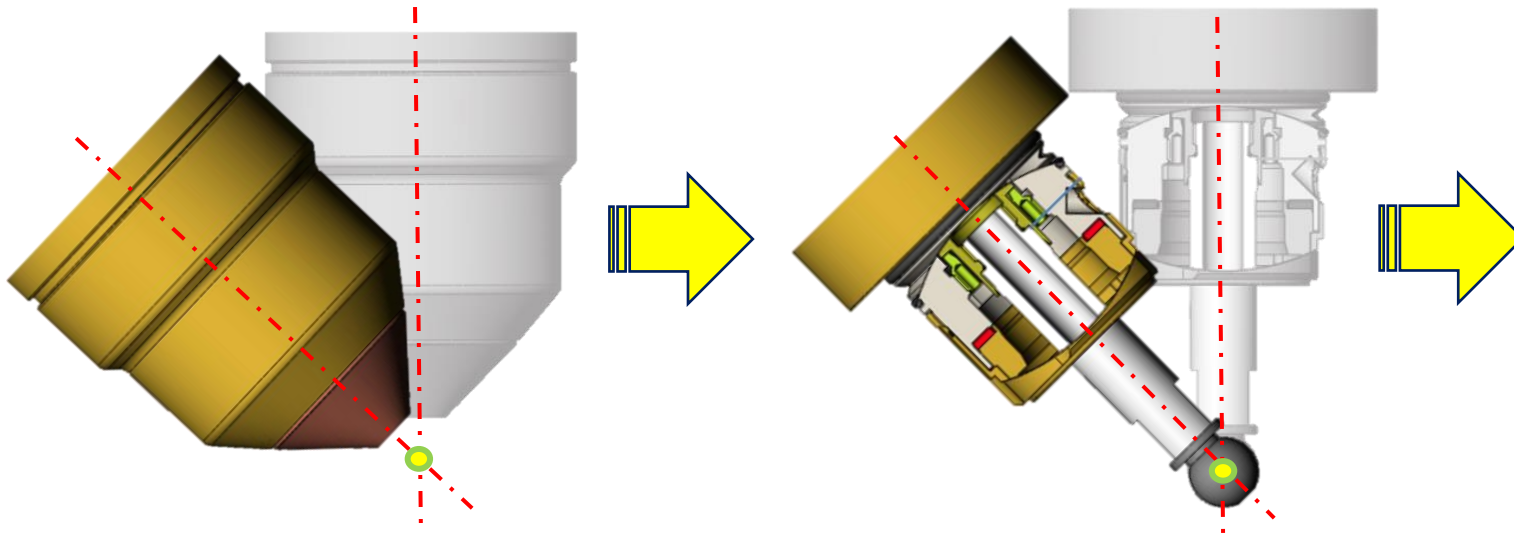


Modulacia lúča a variabilná distribúcia výkonu



ACTG® - Automatic Calibration of Tool Geometry

Automaticke meranie odchylok a nasledné kompenzácia



MicroStep®



MicroStep®

www.microstep.eu

MasterCut-P 6001.20

MasterCut-P 6001.20
www.microstep-europa.de

MicroStep®

Od jednoduchých kompaktných zariadení...

MicroStep®



cez komplexnejšie kombinované systémy...

MicroStep®



s možnosťou jednoduchej automatizácie ...

MicroStep®

alebo vysokého stupňa automatizácie systému...

MicroStep®



až po špecializované projekty...

MicroStep®

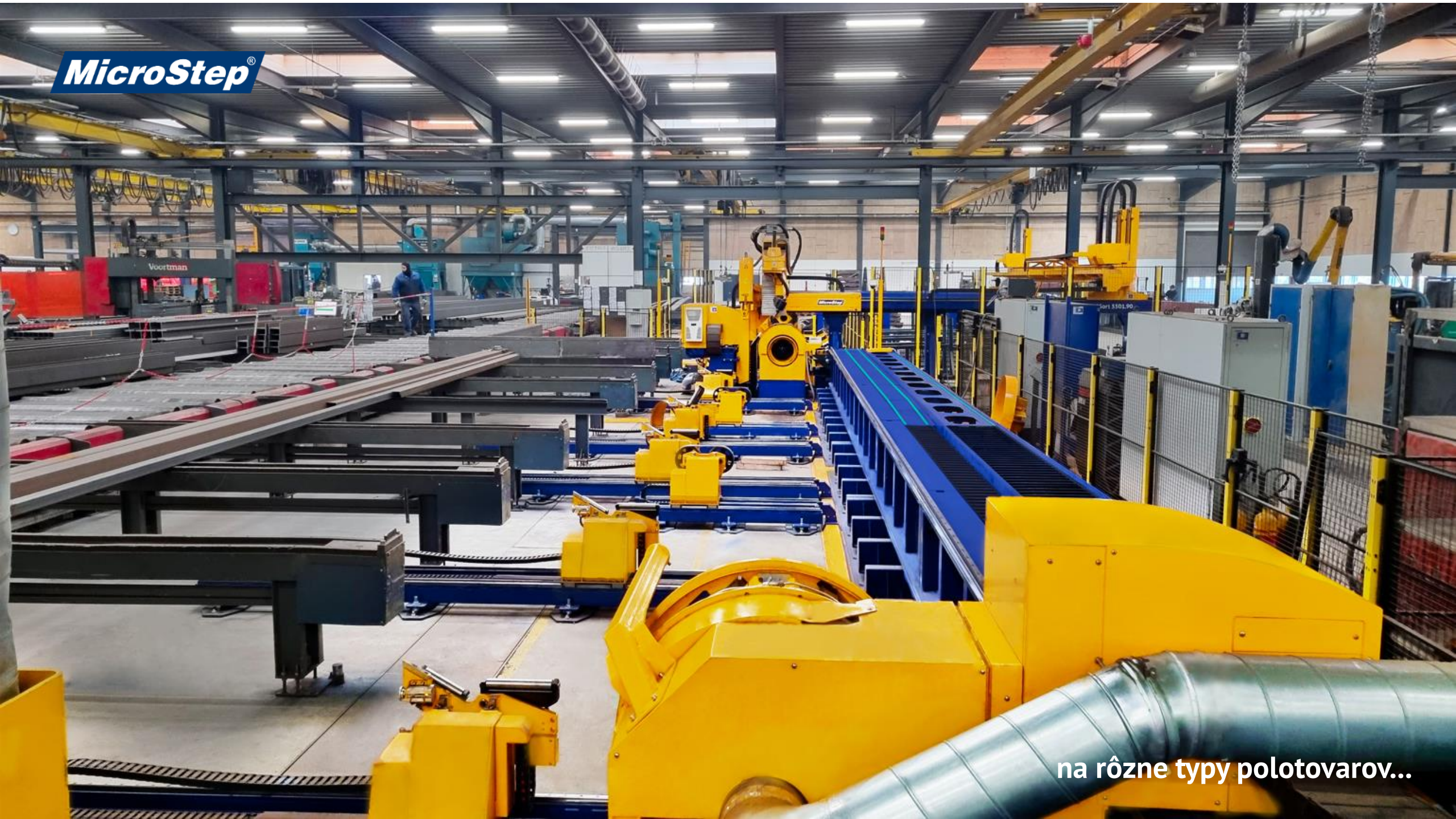
DEMAG

9t

a plne automatizované linky...



MicroStep®



na rôzne typy polotovarov...

MicroStep®



využívajúce rôzne technológie rezania, popisovania a i.



2 CNC stroje + systém rotujúcich roštov MSLoop:

MSLoop 13001.35 – automatický systém výmeny roštov

DRM-PL 13001.35 Fblb – otryskávanie + popisovanie
atramentom

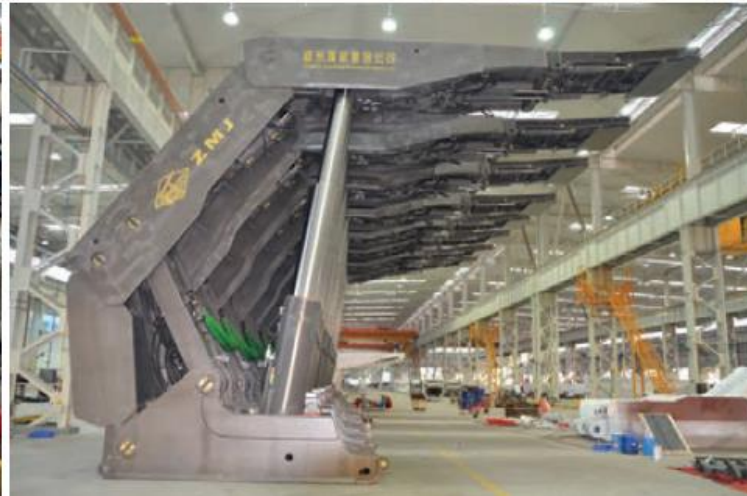
MG 13001.35Prk – úkosové rezanie plazmou

+ 1 nezávislý CNC stroj:

MG 13001.35 Gbk – úkosové rezanie plynom

MicroStep[®]



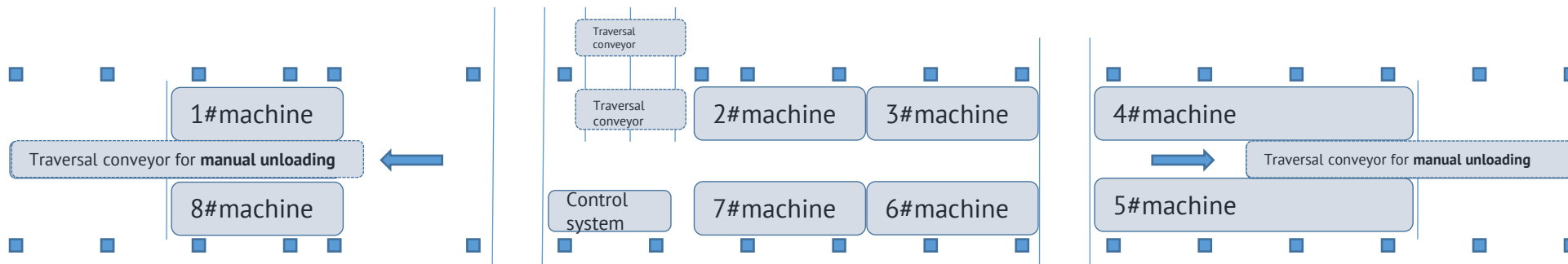
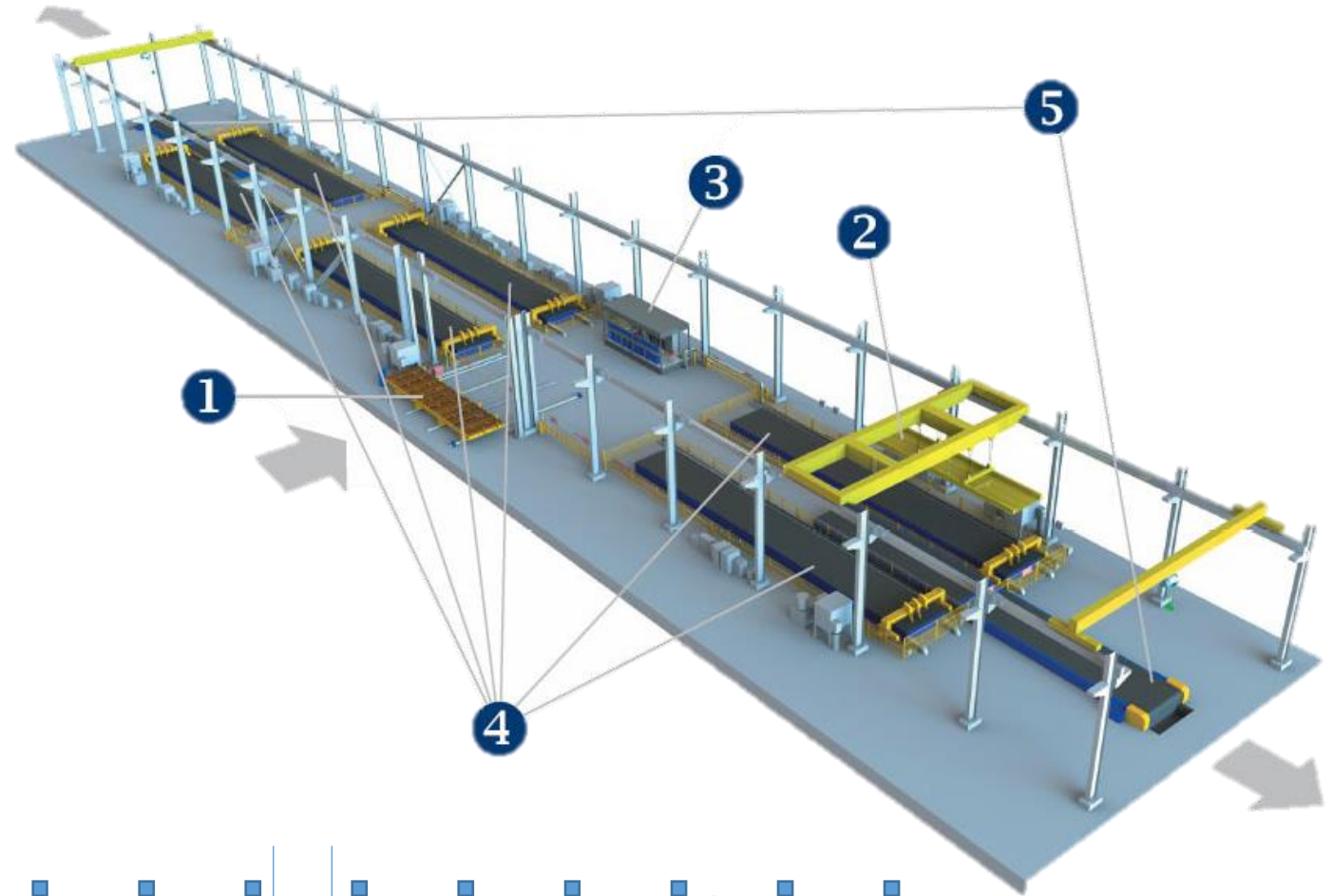


14 MicroStep machines; 7 x MG 40001.50 PPrk – , 1x CombiCut 28001.70 PP – straight plasma
8x CombiCut 14001.30 PP in automatic cutting line with fully automatic 3-shift operation without actual human
interference, controlled by MicroStep's CAPP application MicroStep Production Management (MPM). Processing of ~
500 tons of mild steel per day.

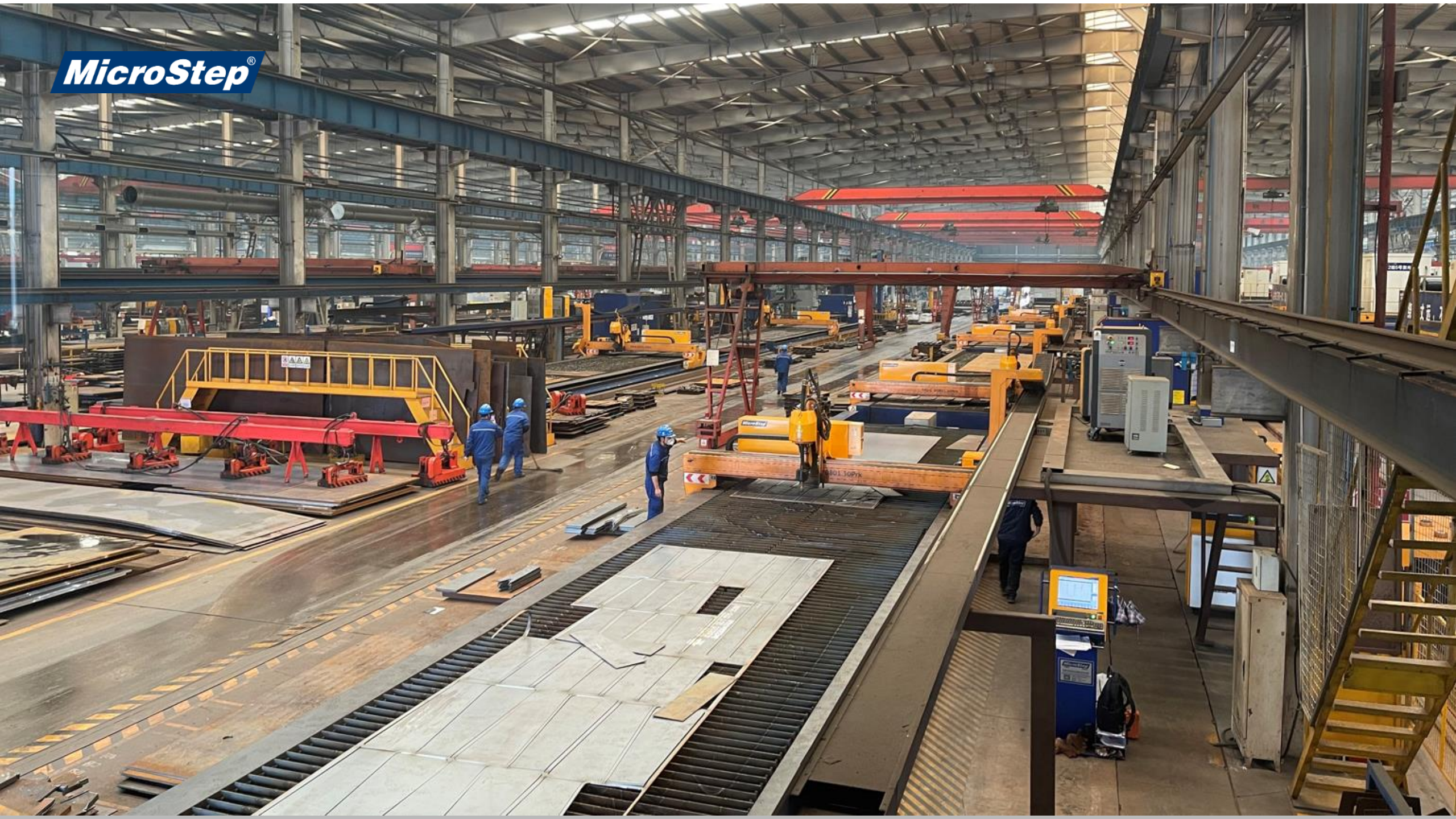
Automatická rezacia linka na kolmé rezanie plazmou

Automatická rezacia linka, dodaná v 2013

- Plne automatický proces bez aktívneho zásahu obsluhy
- Aplikácia vyššej úrovne továrenskej automatizácie
- 8 rezacích strojov ~ 8 000 – 10 000 ton mesačne



MicroStep[®]



Výrobca strojov pre baníctvo a projekty civilného inžinierstva



26 MicroStep machines in 2 factories

Automatic line 1: 6x MG 12001.30 Prk (plasma bevel) + 6x MasterCut 12001.30 Ptk (plasma bevel)

Automatic line 2: 6x CombiCut 12001.30 Gra (oxyfuel triple torch); 8 x MG 11001.25 Prk (plasma bevel)

MicroStep[®]

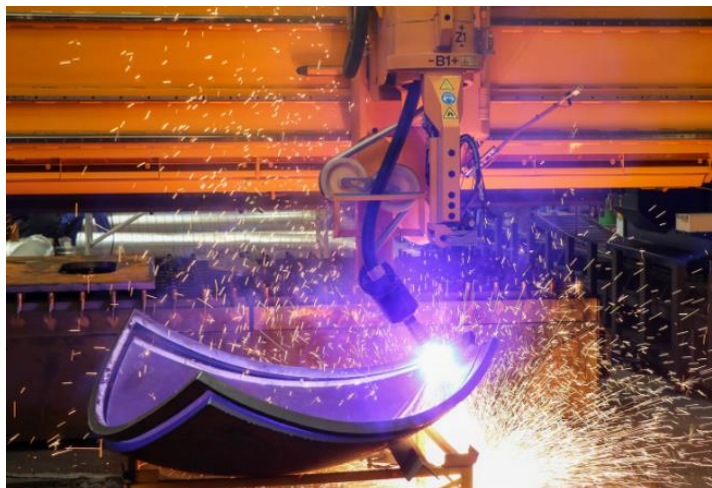
质量是

是永恒的保证

MG 26001.30GbKS

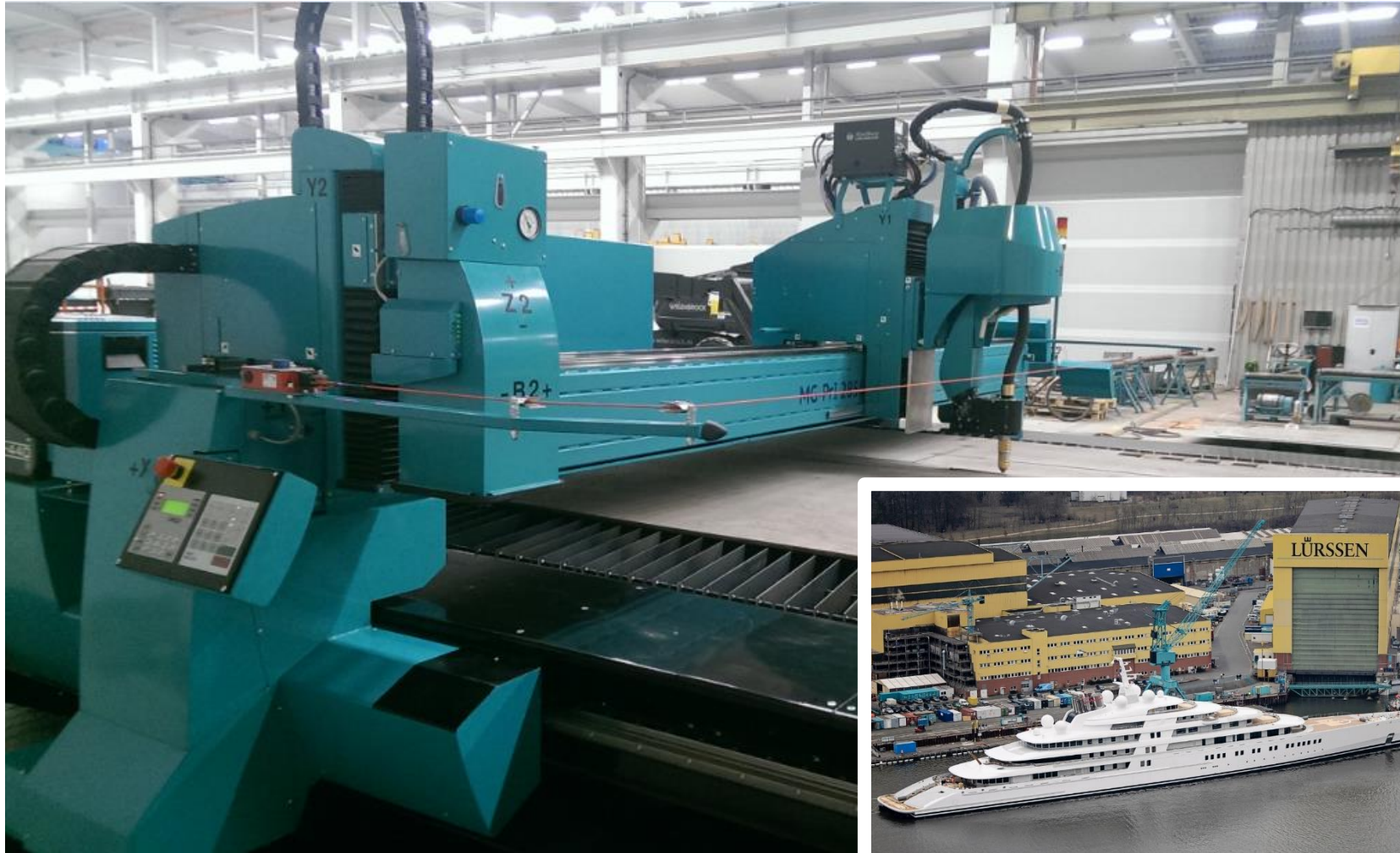


Automatizácia pre výrobcu strojov pre baníctvo a projekty civilného inžinierstva

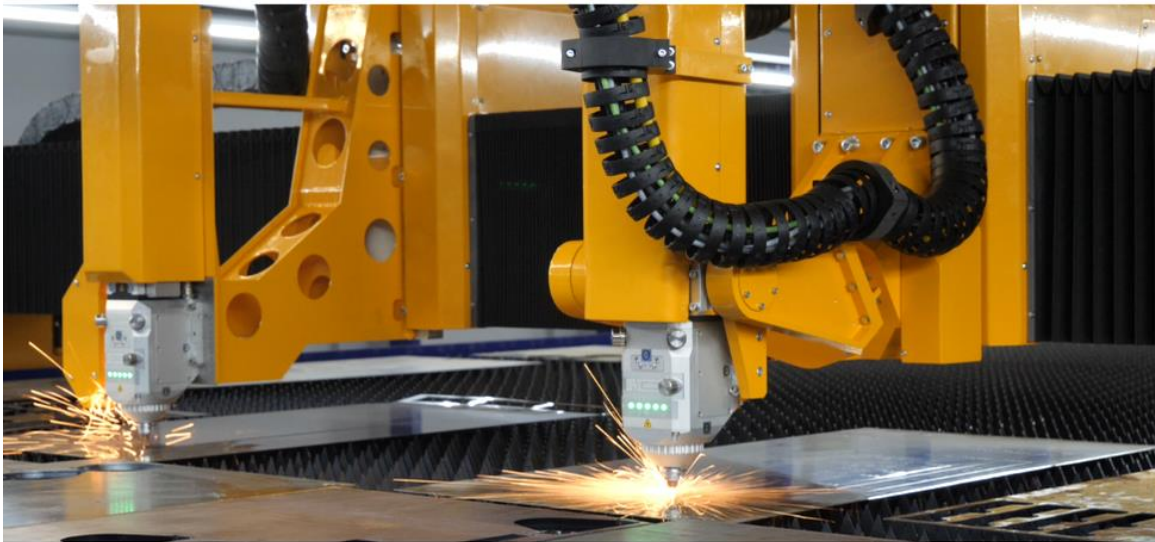


Celkovo instalovane 3 stroje MicroStep

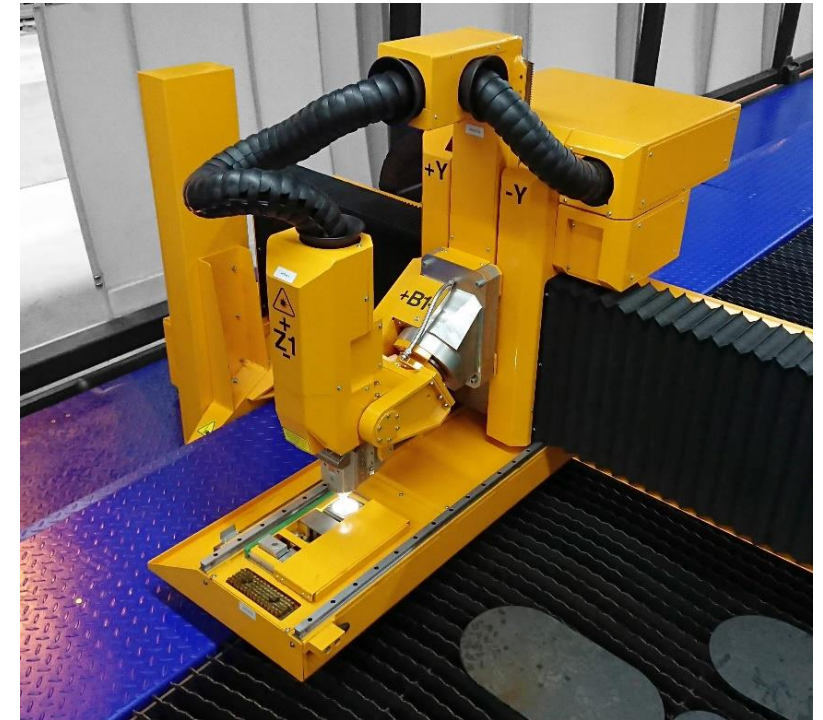
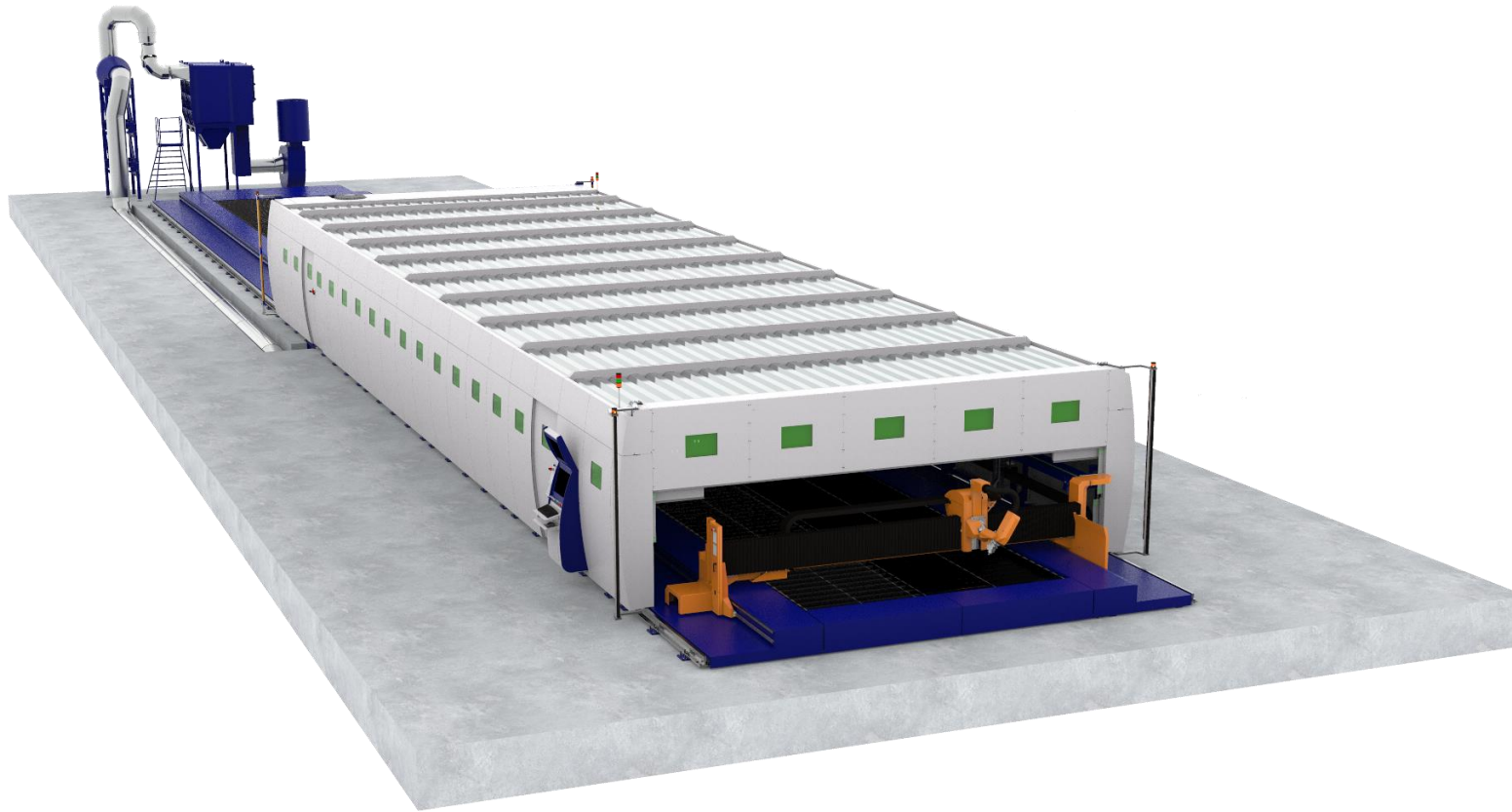
3x DRM Max 21001.35 P/GpksaGG+B - plechy 13x3,5m / kupolyup to Ø 4,5 m / 3D petals
- plasma 3D rezanie + kyslíkové 3D rezanie + heavy duty D70mm vrtanie + frézovanie



Celkovo 6 inštalovaných strojov MicroStep v Lurssen od 2009 ----- všetky s 3D úkosovým plasmovým rezaním



MSF Pro 14001.30 LtkL 10kW + 6kW – 14x3m rezacia plocha – 3D rezanie s 10kW and 2D rezanie s 6kW
– paralelné rezanie so 6 kW

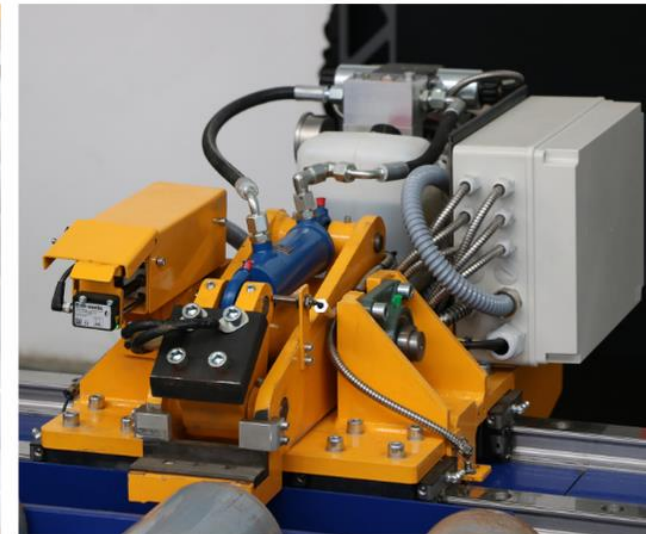


MSF Max 41001.30 Ltk

- 40x3m fiber laser rezací stroj pre 3D úkosové rezanie 8kW s mobilnou kabínou pokrývajúcou plochu 20x3m

Referencie na Slovensku





Stroj typu DS – vysoko-automatizovaný systém na výrobu prírub – automatická nakládka plechov a vykládka dielcov
3D **plazmové rezanie** plechov 6 x 2m / vysoko-produktívne vrtanie



Stroj typu MSF Pro – 6kW fiber laser

3D **fiber laserové** rezanie plechov formátu 4x2m s prídavnou technológiou vrtania a závitovania



Stroj typu MG – kombinovaný (vlajková loď MicroStep)

3D **plazmové rezanie** plechov formátu 12 x 3m / kyslíkové rezanie / rezanie kupol do priemeru Ø 3,5 m



2 stroje typu AquaCut
3D úkosové **vodnolúčové rezanie** polotovarov formátu 2x3m s prídavnou technológiou predvrtavania



Ďakujem za pozornosť.

www.microstep.sk

Tepelné spracovanie aditívne vyrábaného materiálu za účelom dosiahnutia rovnovážneho stavu zvyškových napätí

Matúš Geľatko¹, Michal Hatala¹, František Botko¹, Radoslav Vandžura¹, Martin Kasenčák²

¹Fakulta výrobných technológií Technickej univerzity v Košiciach so sídlom v Prešove

²PRVÁ ZVÁRAČSKÁ, a. s., Bratislava

Abstrakt

Príspevok popisuje experiment zameraný na tepelné spracovanie aditívne vyrábanej nehrdzavejúcej ocele, za účelom dosiahnutia rovnovážneho stavu zvyškových napätí, s cieľom tvorby referenčného etalónu pre ich identifikáciu pomocou metódy vírivých prúdov. Zvyškové napätia experimentálnych vzoriek sú hodnotené pomocou röntgenovej difrakcie, pričom sa zohľadňuje vplyv tepelného spracovania na mikroštruktúru materiálu.

Úvod

Zvyškové napätia patria medzi kľúčové ukazovatele integrity povrchu, čo zahŕňa aj kovové produkty aditívnej výroby, kde sú ich hlavnými mechanizmami ostré termálne gradienty vznikajúce pri pôsobení laserovej energie. Ich identifikácia je preto nevyhnutná, pričom určitom potenciálom disponuje aj menej aplikovaná metóda vírivých prúdov. Keďže je metóda vírivých prúdov komparačná, v rámci identifikácie je nutná prítomnosť referenčného etalónu s neutrálnym napät'ovým stavom. Na takéto uvoľnenie napätí ponúka riešenie tepelné spracovanie. Keďže žiadna norma nestanovuje parametre tohto procesu pre materiál SS 316L, bol uskutočnený experiment s cieľom určenia optimálnych parametrov tepelného spracovania, vďaka čomu by bolo možné získať referenčnú vzorku s uvoľneným napät'ovým stavom, pre potenciálne nadväzné experimenty.

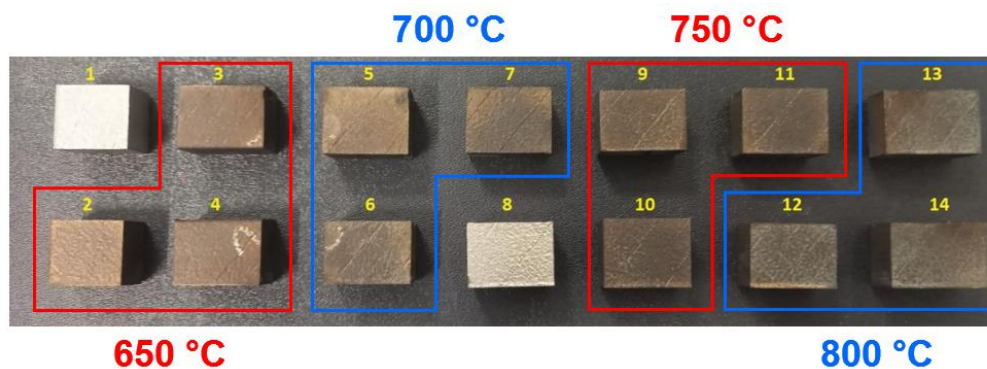
1. Príprava experimentu

Pre experiment bola pripravená vzorka materiálu SS 316L (Tab. 1) o rozmeroch 140 x 30 x 10 mm, v Centre 3D tlače (Protolab), na pôde Technickej Univerzity v Ostrave (ČR). Systém s označením AM500E (Renishaw) využíva pri tvorbe súčiastok technológiu Selective Laser Melting (SLM) [1], v rámci ktorej je práškový materiál plne zohriaty na teplotu tavenia a po ukončení vplyvu laserovej energie vychladnutý, čím sa vytvorí homogénna štruktúra.

Tab. 1 Materiálové zloženie ocele SS 316L [2]

Prvok	Cr	Ni	Mo	Mn	Si	N	O	P	C	S
hm. %	16-18	10-14	2-3	≤ 2	≤ 1	≤ 0,1	≤ 0,1	≤ 0,045	≤ 0,03	≤ 0,03

Po procese tlače nasledovalo rezanie experimentálnej súčiastky na 14 vzoriek s rozmermi 10 x 15 x 10 mm (Obr. 1) pomocou abrazívneho vodného prúdu na stroji Water Jet 3015 RT-3D v laboratóriu dezintegrácie materiálu technológiou vodného prúdu, na pôde Fakulty výrobných technológií so sídlom v Prešove. Primárnym dôvodom aplikácie tejto technológie je jej zanedbateľný vplyv na napät'ové stavy obrábaného materiálu. Všetky rezy boli prevedené použitím vysokého tlaku (400 MPa) a hmotnostného toku abrazíva na úrovni 400 g.min⁻¹ (austrálsky Granát – MESH 80). Proces tepelného spracovania prebiehal na Fakulte výrobných technológií so sídlom v Prešove, v laboratórnej muflovej peci LAC, typu LMH 07/12, s komorou o rozmeroch 170 x 170 x 275 mm. Vzorky boli rozdelené do štyroch skupín, na základe aplikovanej teploty (650 °C, 700 °C, 750 °C a 800 °C). Nábehový čas na požadovanú teplotu bol nastavený na 70 minút pre všetky štyri teplotné režimy, v rámci ktorých boli časy výdrže na daných teplotách stanovené na 4, 6 a 8 hodín. Po dosiahnutí požadovanej teploty a udržiavaní v požadovanom časovom horizonte boli vzorky ochladzované voľne na vzduchu. Vzorka 1 z okrajovej časti súčiastky a vzorka 8 z jej stredu boli vylúčené z procesu tepelného spracovania, z dôvodu sledovania vplyvu ohnutia vzorky na jej napät'ový stav po odstránení zo substrátu 3D tlačiarne.



Obr. 1 Vzorky materiálu SS 316L po tepelnom spracovaní

1.1 Meranie zvyškových napätí

Pre hodnotenie zvyškových napätí v tepelne spracovaných vzorkách bola použitá metóda röntgenovej difrakcie v ich povrchovej vrstve. Tieto merania boli realizované na Katedre obrábania a výrobnej techniky, Strojníckej fakulty, Technickej univerzity v Žiline, na zariadení Proto iXRD s goniometrom MG40 a modulárnym mapovaním povrchov. Meranie prebiehalo za použitia Mn_K (α) RTG trubice, s kolimátorom o premiere 1 mm a Cr filtrom. Elektrické napätie bolo na úrovni 20 kV a prúd na 4 mA. Oscilácia beta (β) bola 3° a na každej pozícii boli vykonané merania v 15 uhlových pozíciách ($\pm 30^\circ$). Hĺbka penetrácie metódy dosahuje pri takýchto parametroch cca. 10 μ m. Každá vzorka bola podrobená 5

meraniam, z ktorých štyri boli vykonané v rohoch súčiastky a jedno v jej strede, na ich vrchných plochách. Sumárom bolo spolu vykonaných 70 meraní, v prípade všetkých 14 vzoriek.

2. Výsledky experimentu

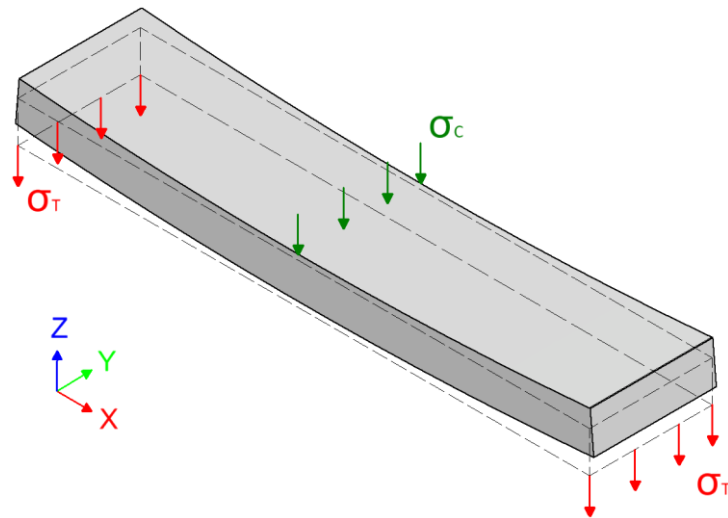
Pomocou RTG difrakcie boli monitorované normálové napätia, ktoré vyjadrujú napäťový stav hodnoteného materiálu a sú kľúčovým ukazovateľom reziduálnych napätí. Hodnoty napätí v jednotlivých vzorkách sú zhrnuté v nasledujúcej tabuľke (Tab. 2). Hodnoty napätí v piatich bodoch každej vzorky boli priemerované (Priem.), boli vybrané maximálne (Max.) a minimálne (Min.) hodnoty a taktiež boli vyjadrené absolútne hodnoty |Min.], najbližšie k neutrálnemu stavu.

Tab. 2 Hodnoty zvyškových napätí vo vzorkách

Vzorka	Teplota T [°C]	Čas t [h]	Normálové napätia σ [MPa]			
			Priem.	Max.	Min.	Min.]
1	-	-	119,7	157,5	93,7	93,7
2	650	4	87,6	122,2	57,5	57,5
3		6	- 16,84	12,9	- 49,7	- 2,2
4		8	- 6,7	40,8	- 28,4	- 5,5
5	700	4	- 33,14	- 5	- 69	- 5
6		6	2,56	43,9	- 38,4	10,3
7		8	0,4	11,3	- 18,1	6,4
8	-	-	- 20,46	- 5,2	- 41,9	- 5,2
9	750	4	- 5,92	17,2	- 33,1	1,3
10		6	1,62	31,9	- 18,2	0,4
11		8	33,74	62,5	12,4	12,4
12	800	4	20,56	31,2	7,6	7,6
13		6	1,44	19,5	- 12,2	0,7
14		8	- 6,46	17,5	- 41,2	- 0,7

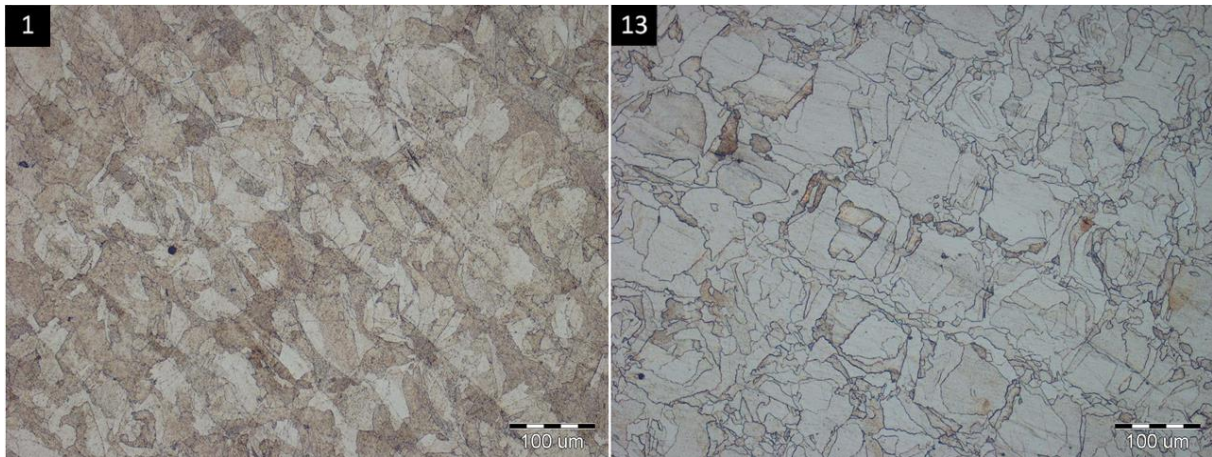
Ako bolo predpokladané, najväčšie hodnoty zvyškových napätí boli zaznamenané vo vzorke 1, ktorá nebola podrobená procesu tepelného spracovania. Tepelné spracovanie pri 650 °C možno považovať za menej efektívne, najmä v prípade kratších časov. Pri teplotnom režime 700 °C dosiahla vzorka 7 najviac relaxovaný stav napätí zo všetkých 14 identifikovaných vzoriek. Napätie vzorky 8, ktorá nebola tepelne spracovaná, na rozdiel od vzorky 1 vykazuje tlakový charakter. Dôvodom je ohybový jav [3], ktorý nastáva po odstránení vzorky z platformy 3D tlačiarne. Hlavným faktorom je pomer dĺžky hrán v smere osí X a Y, v kombinácii s pomerne malou hrúbkou komponentu, aj napriek použitiu podporných štruktúr. Po dokončení tlače a pred odstránením zo substrátu, je komponent pod vplyvom

napätí ťahového charakteru. Hneď po jeho vyňatí sú tieto napätia relaxované, čo má za následok ohyb súčiastky pod určitým uhlom a rozloženie napätí interpretované na Obr. 2.



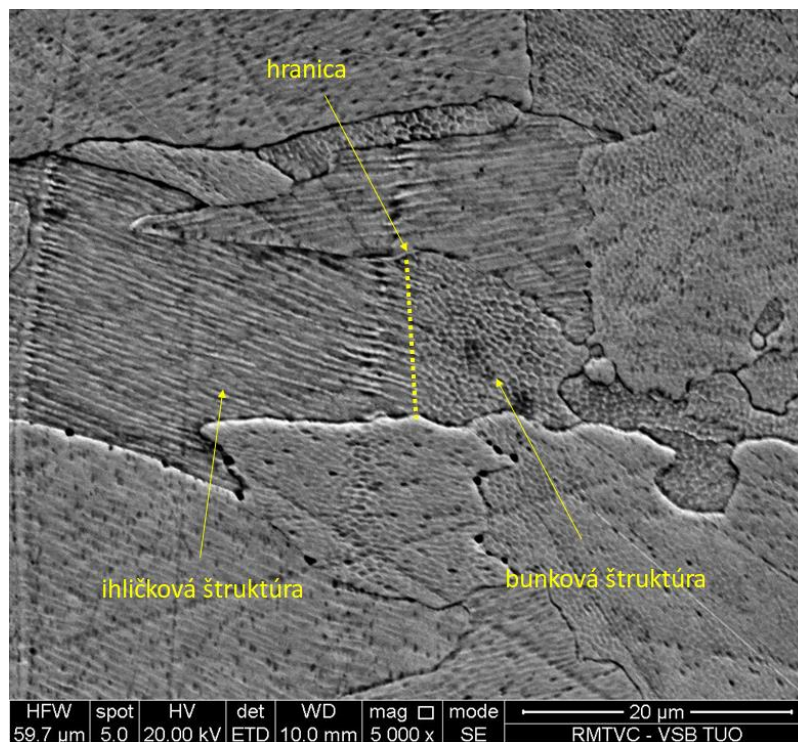
Obr. 2 Rozloženie zvyškových napätí v experimentálnej súčiastke (σ_T – ťahová zložka, σ_c – tlaková zložka napätia) [3]

V rámci tretieho teplotného režimu (750 °C) boli dosiahnuté hodnoty blízko nule, s výnimkou vzorky 11, ktorá vykazovala napätia ťahového charakteru. Dôvodom je jej pozícia, bližšie k okraju pôvodnej súčiastky, kde boli pôvodné zvyškové napätia ťahového charakteru, čo spôsobilo, že tepelné spracovanie uvoľňovalo napätia z vyšších hodnôt ako v prípade vzoriek 9 a 10. Podobný jav nastal aj pri tepelnom spracovaní vzoriek teplotou 800 °C, ale s tým rozdielom, že vzorka 12 dosiahla najväčšiu odchýlku od neutrálneho napätového stavu z dôvodu krátkeho trvania tepelného spracovania (4 h). Vplyv finálnych mikroštruktúr by mohol byť dôležitým faktorom pri rozhodovaní určenia optimálnej teploty tepelného spracovania, na základe čoho boli vzorky vyhodnotené optickou mikroskopiou pomocou prístroja Olympus GX51 a SEM analýzou pomocou elektrónového mikroskopu QUANTA 450 FEG na Katedre materiálov a technológií pro automobily, Fakulty materiálově-technologickej, Technickej univerzity v Ostrave. Mikroštruktúra tepelne nespracovaných vzoriek (1 a 8) obsahovala zrná veľkosti 20 - 50 μm , s nepravidelným rozložením a viditeľnými dráhami skenovania v diagonálnom smere. Tepelné spracovanie spôsobilo zníženie výraznosti týchto dráh, pričom pri zvýšených teplotách (800 °C) došlo k rastu austenitického zrn (10 - 100 μm). Výrazná rekryštalizácia však nenastala (Obr. 3).



Obr. 3 Mikroštruktúry vzoriek 1 a 13

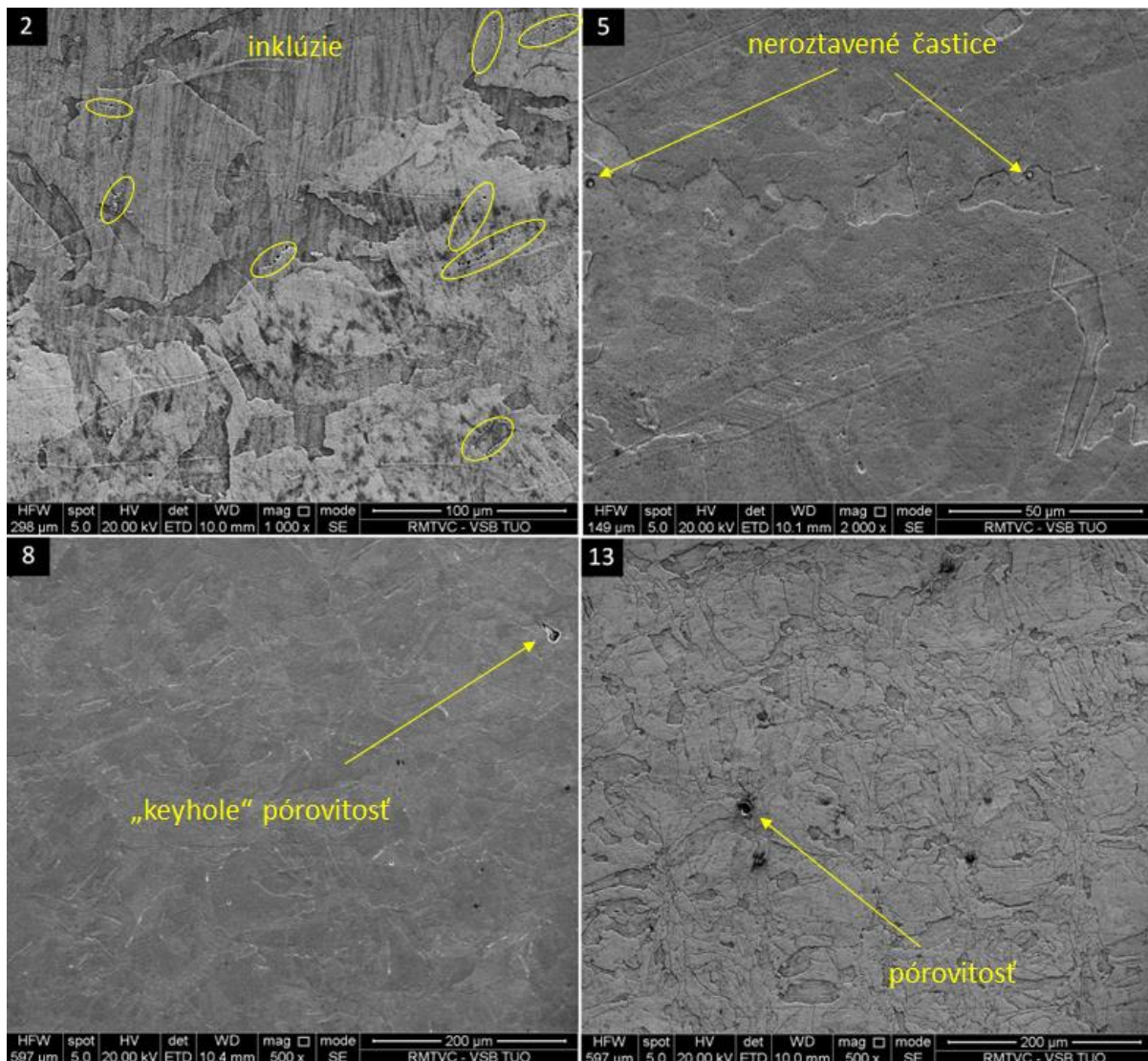
Samotné zrná vo všetkých vzorkách pozostávajú z jemnej bunkovej štruktúry s rôznou orientáciou, charakteristickej pre SLM proces. Tvorba takejto jemnozrnnej štruktúry môže spočívať v samotnom procese tuhnutia, ktorý je charakteristický rýchlym chladnutím materiálu [4]. Transformácia medzi bunkovými a reorientovanými (ihličkovými) štruktúrami prebieha prirodzene vo forme morfológických variácií na rozhraniach nanášaných vrstiev (tavných kúpeľov) a hraniciach zŕn [5].



Obr. 4 Bunková štruktúra zŕn vo vzorke 7

Všetky vzorky obsahovali zanedbateľné množstvo defektov súvisiacich s technológiou SLM: neroztavené častice prášku, precipitačné inklúzie (δ -ferit) na hraniciach zŕn [6], pórovitosť

oválneho tvaru spôsobená zachytávaním plynu a „keyhole“ pórovitosť spôsobená lokálnym prepadom vrstvy.



Obr. 5 Defekty v mikroštruktúre experimentálnych vzoriek

Záver

Popísaný experiment bol zameraný na porovnanie vplyvov rôznych režimov tepelného spracovania na uvoľnenie napätí v nehrdzavejúcej oceli vyrobenej technológiou SLM, z dôvodu získania referenčnej vzorky pre hodnotenie napätí metódou vírivých prúdov. Ako kľúčové možno zhodnotiť faktory v podobe času a teploty, či faktor pôvodnej distribúcie napätí pred tepelným spracovaním, interpretovaný pomocou ohybového javu. Výstupy môžu poslúžiť ako podklad pre nastavenie optimálnych parametrov relaxačného tepelného spracovania, s prihliadnutím na mikroštruktúrne zmeny materiálu, ktoré boli v rámci aplikovaných teplotných režimov menej výrazné. Dôležité je však tento experiment aplikovať pre vzorky väčších rozmerov.

Pod'akovanie

APVV-21-0228: Výskum a stanovenie postupov tavného zvárania kovových komponentov vyrobených aditívnymi technológiami SLM a SLS

VEGA 1/0391/22: Výskum a aplikácia nových technologických postupov nedeštruktívneho testovania produktov aditívnej výroby

KEGA 017TUKE-4/2023: Implementácia poznatkov výskumu technológií aditívnej výroby do študijných programov FVT TUKE

IMTS: 313011BWN5: Rozvoj excelentných výskumných kapacít v oblasti aditívnych technológií pre Priemysel 21 storočia

Literatúra

[1] Röttger, A.; Boes, J.; Theisen, W.; Thiele, M.; Esen, C.; Edelmann, A.; Hellmann, R.: Microstructure and mechanical properties of 316L austenitic stainless steel processed by different SLM devices. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 108, 3, 2020, 769-783.

[2] Data Sheet: SS 316L-0407 Powder for Additive Manufacturing. Available online: <https://www.renishaw.com/resourcecentre/en/details/data-sheet-ss-316l-0407-powder-for-additive-manufacturing--90802> (cit. 13-09-2023).

[3] Liu, Y; Yang, Y.; Wang, D.: A study on the residual stress during selective laser melting (SLM) of metallic powder. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 2016, 87: 647-656.

[4] Kurian, S; Mirzaeifar, R.: Deformation mechanisms of the subgranular cellular structures in selective laser melted 316L stainless steel. *Mechanics of Materials*, 2020, 148: 103478.

[5] Yang, D., et al.: Influence of porosity on mechanical and corrosion properties of SLM 316L stainless steel. *Applied Physics A*, 2022, 128: 1-9.

[6] Morozova, I., et al.: On the Heat Treatment of Selective-Laser-Melted 316L. *Journal of Materials Engineering and Performance*, 2023, 32.10: 4295-4305.

Korózia pod izoláciou - 7 Kontrolných metód o ktorých treba vedieť

Ing. Pavol Kučík



Korózia pod izoláciou (KPI) je jedným z najťažších procesov, ktorým sa dá zabrániť. Dôvodom je, bez ohľadu na vykonané opatrenia to, že voda trvalo presakuje do izolácie a tým začne jej deštruktívna práca, častokrát neviditeľná, až kým nedôjde k úniku média vplyvom prehrdzavenia steny. V technických správach sa uvádza, že asi 60% netesnosti potrubia sú poškodenia práve vplyvom KPI. To nie je dobré.

KPI je ťažké nájsť, pretože izolácia zakrýva problém korózie, až kým nie je príliš neskoro.

Odstránenie izolácie, kontrola, a potom znovuzaisolovanie po prehliadke je nákladný proces. Kontrola bez odstránenia izolácie a ochrana pred vplyvom počasia výrazne znižujú náklady na kontrolu. Nedeštruktívne testovacie metódy na detekciu KPI sú tiež dôležitým prínosom pre priemysel.

Existuje celý rad NDT metód používaných na kontrolu KPI. Žiadna metóda sa nepoužíva individuálne, viacero použitých inšpekčných metód sa navzájom dopĺňajú pre dosiahnutie optimálnych výsledkov.

Najbežnejší a priamočiary spôsob, ako kontrolovať koróziu pod izoláciou je vyrezať časť izolácie, ktorá môže byť odstránená, aby bolo možné použiť ultrazvukové meracie metódy. Ostatné bežne používané metódy sú rádiografia alebo úplné odstránenie izolácie. Viac pokročilé metódy zahŕňajú použitie techniky pulzných vírivých prúdov.

Uvediem sedem najbežnejších spôsobov kontroly korózie pod izoláciou s ich kladmi a záporni.

1. Vizualna kontrola



Vždy prvý a najjednoduchší spôsob kontroly je samozrejme, vizuálna kontrola. To zahŕňa odstránenie izolácie, kontrolu stavu povrchu rúrky a nahradenie izolácie novou alebo pôvodnou izoláciou. Je to tiež najdrahšia a časovo najnáročnejšia metóda. Logistika odstránenia izolácie občas zahŕňa sprievodné komplikácie – napr. odstránenie azbestu. Môže tiež nastať prevádzkový problém súvisiaci s tým, že izolácia je odstránená, zatiaľ čo potrubie je v prevádzke. V dnešnej dobe, sa vizuálna kontrola zvyčajne vykonávajú s prenosnými vizuálnymi skenermi, čo umožňuje

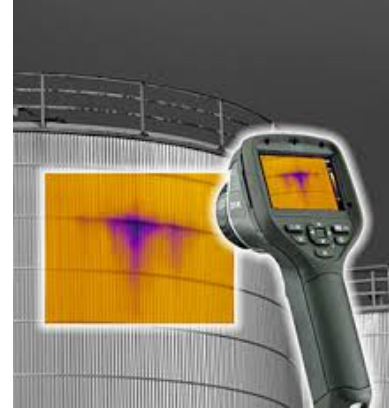
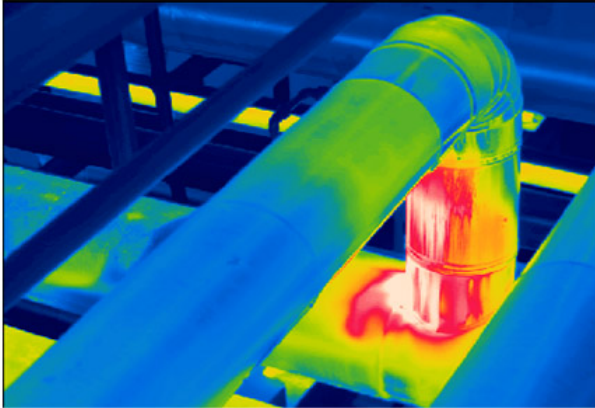
presné, určenie povrchovej korózie na vonkajšom priemere.

Existujú dva základné typy vizuálnej kontroly:

Kompletné odstránenie izolácie	
Výhody	Nevýhody
Je kontrolovaný celý vonkajší povrch	Drahšie - nutnosť výmeny izolácie
Určenie veľkosti KPI	Stanovenie rozmeru viditeľného defektu
Sledovateľnosť	Azbest (príležitostné)
Čiastočné odstránenie izolácie	
Výhody	Nevýhody
Lacnejšie ako kompletné odstránenie	inšpekcia obmedzená len na malé oblasti
	možnosť vniknutia vody
	Všetky izolačné opravy musia byť Vykonané správne

2. Termovizuálna kontrola

Infračervená termovízia umožňuje odhaliť a zdokumentovať veľké teplotné rozdiely na povrchu izolovaného média, ktoré poukazujú mokré izolácie, chýbajúce izolácie, výrazné korózne opotrebenie stein. Sú ideálny nástroj na hľadanie pary alebo únikových miest v potrubí.



Termografiu môžeme kombinovať spolu s inými metódami poskytnúť kompletnú analýzu o technickom stave. Teplotu zariadení, rozvodov je možné sledovať v časovom priebehu a historické údaje môžu byť porovnávané.

Výhody	Nevýhody
Netreba odstániť izoláciu	Nevhodné pri odstavenom zariadení
Prístup k potrubiam bez lešenia	Neumožňuje presnú detekciu alebo meranie korózie
Ľahká a všestranná skeiningová metóda, lokalizuje problémové miesta počas prevádzky	Lokalizuje už prevažne veľmi kritické chyby

3. Spätňý neutrónový rozptyl

Táto metóda sa používa pre NDT testovanie a je určená pre detekciu mokrých izolácií na potrubí a nádržiach. Rádioaktívny zdroj vyžaruje neutróny s vysokou energiou do izolácie. Ak je vlhkosť v izolácii, vodíkové jadrá utlmujú energiu emitovaných neutrónov. Detektor prístroja zaznamenáva množstvo nízkoenergetických neutrónov priamo úmerné množstvu vody v izolácii. Vysoké počty takýchto neutrónov za časové obdobie ukazujú viac vlhkosti a vyššiu pravdepodobnosť prítomnosti korózie pod izoláciou.



Výhody	Nevýhody
Relatívne rýchla a presná metóda na identifikáciu oblasti s potenciálnou KPI	Metóda použitá ako prieskumná
Prístup z vyvýšenej plochy bez lešenia	Neumožňuje presnú detekciu alebo meranie korózie
Ľahká a všestranná metóda, obsiahne všetky dôležité oblasti	Generuje nesprávne údaje

4. Prežarovanie/ Rádiografia

RTG lúče sa používajú rôznymi spôsobmi pri detekcii KPI, ako rádiografia v reálnom čase (RTR), počítačová rádiografia (CR) alebo digitálna rádiografia detektorov (DDA; ploché panelové detektory).

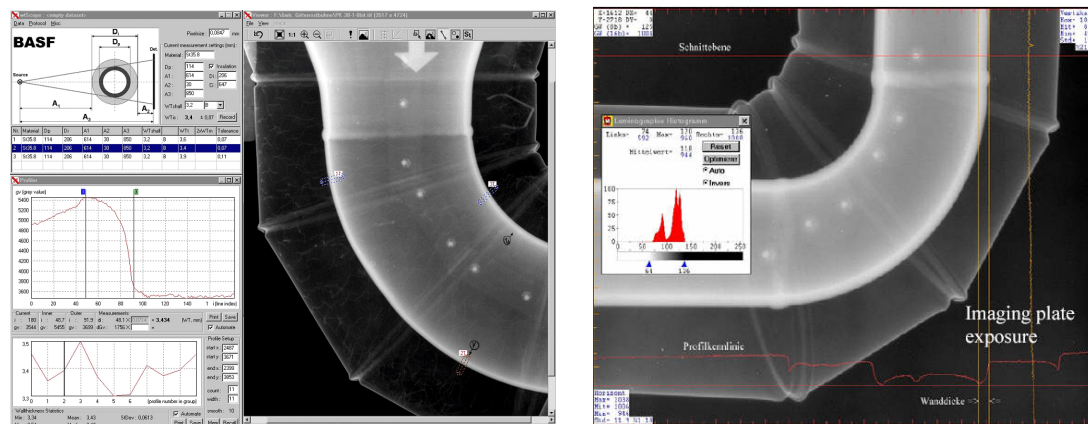
Rádiografia v reálnom čase



RTR poskytuje pohľad na vonkajší profil priemeru potrubia cez izoláciu. V reálnom čase pomocou zdroja žiarenia a zosilňovača obrazu / detektora možno prehliadať dané miesto. Existujú dve hlavné kategórie RTR zariadení na dnešnom trhu; s rtg lampami alebo so zdrojmi rádioaktívneho žiarenia. Každé z nich má svoje výhody a nevýhody, ale röntgenové systémy poskytujú oveľa lepšie rozlíšenie než izotopy. Ak dôjde k zmene profilu vonkajšieho priemeru, to spravidla znamená koróziu. Avšak, tu nie je možné merať hrúbku z profilu korózie a posúdiť rozsah zmeny hrúbky steny. Táto metóda je obmedzená na drobné stavby s dobrým prístupom.

Výhody	Nevýhody
Zobrazenie v reálnom čase	Rádioaktivita – nebezpečenstvo poškodenia zdravia
Rýchla analýza	Nižší kontrast a obmedzenie rozlíšenia v porovnaní s filmovou rádiografiou
Sledovateľnosť	Nerovnomerné prežiarenie, nedostatok ostroti, vysoký šum
Archivácia	výkon klesá s rastom hrúbky stien / priemero trubky
Nízka potreba opakovanej expozície	Obmedzenie len na drobné stavby
	Vyžaduje prístup z oboch strán komponentov

Počítačová rádiografia (CR)



CR používa zariadenie, veľmi podobné konvenčnej rádiografii. Namiesto RTG filmov, používa ohybné zobrazovacie luminiscenčné fólie s pamäťovým efektom. Uvedená platňa sa exponuje tak ako klasický rtg fim, potom je skenovaná špeciálnym laserovým skenerom, ktorý načíta uložené informácie a prevádza ich na výsledný digitálny obraz. Digitálny obraz potom

možno prezerať pomocou zobrazovacieho softvéru s funkciami veľmi podobným bežným softwarom pre digitálne spracovanie obrazu, ako sú nastavenia kontrastu, jas, filtrácia a zoomovania a pod.

Výhody	Nevýhody
Zobrazovanie v reálnom čase	Drahé zobrazovacie dosky, môžu byť poškodené a generovať chybné obrazové artefakty
Rýchla analýza	Zobrazovacie dosky citlivé na zahmlievanie - sa musia vymazať denne
Sledovateľnosť	Nadmerná expozícia degraduje kontrast
Archivácia v digitálnej forme	Obmedzené na oblasti, ktoré sú prístupné pre umiestnenie zobrazovacích dosiek
Menšie potreba opakovaných expozícií	Výkon klesá s rastom hrúbky stien / priemerom trubky
Široká škála hrúbok materiálu – len úprava jas a kontrastu obrazu	Ohrozenie zdravia
	Vyžaduje prístup k oboj stranám komponentov
	Obmedzené na na menšie projekty

Digitálna rádiografia (DR) s plochým panelovým detektorom



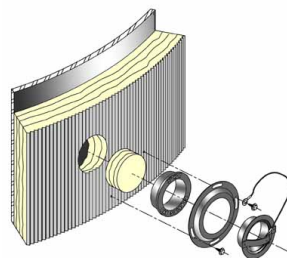
Ploché detektory s poliemi diód (DDA) alebo ploché panelové detektory (FPD) sú súčasťou digitálnej rádiografie kde je detektor zariadenie podobné ako snímače v digitálnej fotografii a videu. Röntgenové lúče prechádzajú cez objekt na jeden z dvoch typov detektorov: detektory nepriame alebo priame. Sú citlivejšie a rýchlejšie ako klasický rtg film. Ich citlivosť umožňuje nižšiu dávku žiarenia pre požadovanú kvalitu obrazu. Sú ale neohybné, oveľa odolnejšie, s menším objemom, presnejšie a majú oveľa menšie skreslenie obrazu než zosilňovač obrazu. Môžu byť tiež vyrobené v rôznych veľkostiach snímačej plochy.

Výhody	Nevýhody
Zobrazenie v reálnom čase	Vyžaduje viac energie ako pri filmoch aby so dosiahol požadovaný obraz
Rýchla analýza	Výkon klesá s rastom hrúbky stien / priemerom trubky
Sledovateľnosť	Ohrozenie zdravia
Archivácia v digitálnej forme	Vyžaduje prístup k oboj stranám komponentov
Menej opakovaní expozícií	Obmedzené na na menšie projekty
Menšie skreslenie obrazu ako u filmov	
Kompaktné riešenie	

5. Ultrazvukové meranie hrúbky



Táto metóda (označované ako UTG) je nedeštruktívne meranie lokálnej hrúbky steny pevného prvku v závislosti na čase prechodu ultrazvukových vln cez túto hrúbku. Tento typ merania sa zvyčajne vykonáva pomocou ultrazvukového hrúbkomera alebo klasického ultrazvukového defektoskopu. Jedná sa o efektívnu metódu, ale obmedzenú na malé plochy. Rovnako ako pri čiastočnom odstránení izolácie, ktoré predstavuje vysoké náklady je nepraktické vytvárať otvory v izolácii aby sa získali pravidelne monitorované výsledky. Kontrolné miesta a následné zátky/záplaty môžu ohroziť celistvosť izolácie a vytvoriť ďalšie problémy KPI.



Výhody	Nevýhody
Schopnosť presného merania hrúbky	Prehliadky obmedzené na malé plochy
Sledovateľnosť	Možnosť vniknutia vody
Nevyžaduje prístup k oboj stranám skúšobnom povrchu	Všetky opravy izolácie musia byť vykonané správne
Dobrá presnosť (0,1 mm a menšie) za použitia štandardných prístrojov	Vyžaduje kalibráciu pre každý materiál
	Vyžaduje dobrý kontakt so skúšobným povrchom

6. Technika Guided waves – vedených ultrazvukových vln



Technika smerovaných vedených ultrazvukových vln (GWT) je efektívna metóda skríningu pomocou UT. Základom system je prstenec sond pravidelne rozmiestnených po obvodu zvaru (tzv. golier, či límeč).

Vzhľadom na nízku frekvenciu sa akustická väzba dosiahne bez prídavného média, iba prítlakom (natlakovaním límca). Elementy límca pozostávajú z niekoľkých UT sond usporiadaných za sebou. Je použitá pri detekcii všeobecnej korózie a výraznej strate hrúbky steny. Je schopná snímať dlhšie úseky potrubia v porovnaní s konvenčnou UT, ale stále vyžaduje vyrezanie časti izolačného materiálu. Je však schopná zmerať presné percento rozsahu korózie. Je ovplyvnená dĺžkou úsekov a ohybov izolovaných sústav.

Výhody	Nevýhody
Je kontrolovaný celý prierez potrubia daného úseku aj pod izoláciou (voľný rovný úsek potrubia)	Nutnosť odstránenia časti izolácie
Schopné odhaliť skorodované plochy s úbytkom od 10% prierezu steny	Chyby typu pittingov a malých netesností cez stenu neodhalí
Vhodná diagnostická technika, schopná monitorovať stav	Rozsah kontroly do cca 70-100m, závisí od viacerých faktorov
Lacnejšie ako kompletne odstránenie izolácie	Ohyby potrubia znižujú dosah. , dosah je výrazne menší a rušivé vplyvy väčšie
	Nutné opravovať odobratú izoláciu

7. Pulzné polia vírivých prúdov (PEC)



PEC je elektromagnetická metóda pre stanovenie hrúbky steny elektrických vodivých materiálov. PEC sonda je umiestnená na izolovanom potrubí alebo nádoby. Magnetické pole vytvorené prechodom prúdu vo vysielačnej cievke sondy preniká ochranným opláštením i izoláciou a magnetizuje steny potrubia. Elektrický prúd vo vysielačnej cievke sondy je následne vypnutý, čo spôsobuje náhly pokles magnetického poľa. V dôsledku elektromagnetickej indukcie, vygenerujú sa vírivé prúdy v stene potrubia. Vírivé prúdy sa rozširujú smerom dovnútra steny, čím poklesne ich sila. Pokles vírivých prúdov je sledované PEC sondou a slúži na určenie hrúbky steny. Čím väčšia je hrúbka, tým dlhšie trvá, kým tok vírivých prúdov klesne na nulu. Aplikované funkčné princípy PEC sa líšia systém od systému. Všeobecne platí, že pre získanie kvantitatívneho údajov hrúbky steny, PEC systémy používajú algoritmy, ktoré sa vzťahujú k difúznemu správaniu tokov prúdu v čase, na materiálové vlastnosti a hrúbku stien.

PEC určí len priemernú hrúbku steny v danom meranom mieste, vždy zodpovedajúcom účinnej ploche snímača sondy. V dôsledku toho, PEC je vhodná pre meranie rozsahom väčších plôch s úbytkom hrúbky, ale izolované drobné bodové korózie (pitting) nemôžu byť detekované. Táto technika je len základný skrínigový testovací nástroj.

Výhody	Nevýhody
Meranie v reálnom čase	Screening nástroj
Sledovateľnosť	Platí iba pre uhlíkovej ocele a nízko legovanej ocele
Nevyžaduje kontakt s povrchom skúšaného potrubia	Okrajový efekt v blízkosti rušivých prvkov
Navrhnutý tak, aby meral cez povlaky, obloženie, izolácie, ochranné obaly, atď.	
Dobrá presnosť merania (rozptyl cca 10% zo zostávajúcej hrúbky steny)	
Meranie hrúbky steny	

Záver

Korózia pod izoláciou je skutočne veľký problém, ktorý technika NDT pomáha odhaľovať. Je celý rad kontrolných metód ktoré majú svoje prednosti, ale to neznamená, že niektorá je výrazne lepšia než ostatné. V skutočnosti sa často vzájomne dopĺňajú najmä tam kde len jedna nie je úspešná. Špecifická kombinácia kontrolných metód závisí do značnej miery na konkrétnych podmienkach kontroly. Každá technika je schopná monitorovať stav potrubia ak sa vykonáva dlhodobo a vtedy je schopná poskytnúť údaje pre predikciu ďalšieho vývoja stavu potrubia.



ODBORNÁ RODINNÁ FIRMA, PARTNER PRE
ZAVÁDZANIE NOVÝCH TECHNOLOGIÍ
VIAC AKO 20 ROKOV



10 000+ obslužených zákazníkov
20 000+ balíkov ročne



8000+ produktov v portfóliu
4000+ skladom



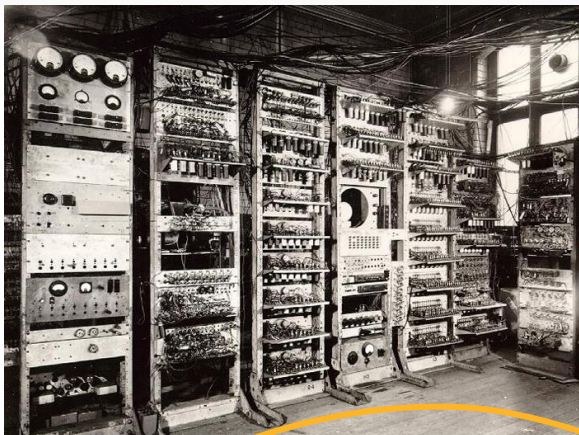
stovky zväračiek ročne
privedených opäť k životu



ISO 9001
ISO 14001

27.9.2022, PZVAR MEETING 2023, Nový Smokovec

☎ 0917 500 507 // www.solik.sk



LASER XT-1500W MOST

Výkon: **1500 W**
Chladenie: **kvapalinou**
Hmotnosť: **250 kg**

LASER MA-XT 65 MOST

Výkon: **1500 W**
Chladenie: **vzduchom**
Hmotnosť: **38 kg**

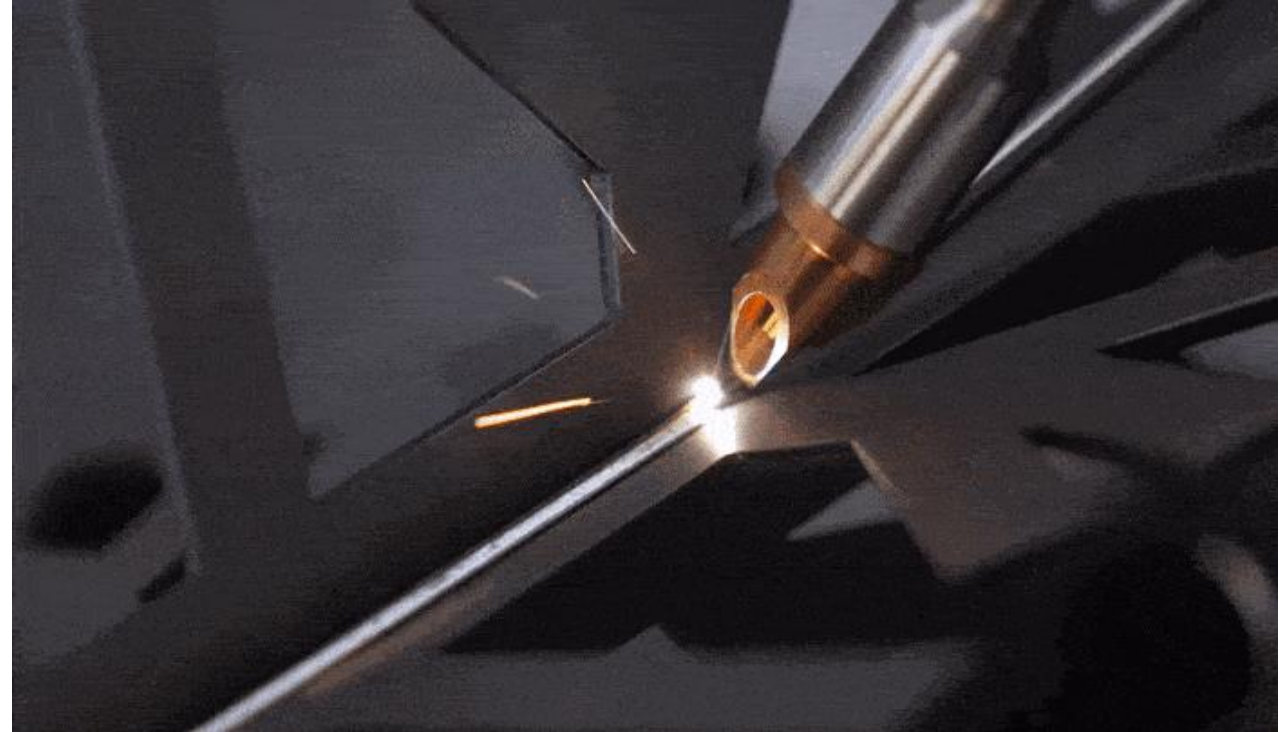
ŠPIČKOVÉ VÝSLEDKY DOSIAHNUTÉ JEDNODUCHŠIE:

- malá teplota ovplyvnená zóna - malá deformácia
- vysoká rýchlosť procesu
- veľmi hlboký priedar pri malej šírke zvaru
- estetické zvary bez potreby brúsenia

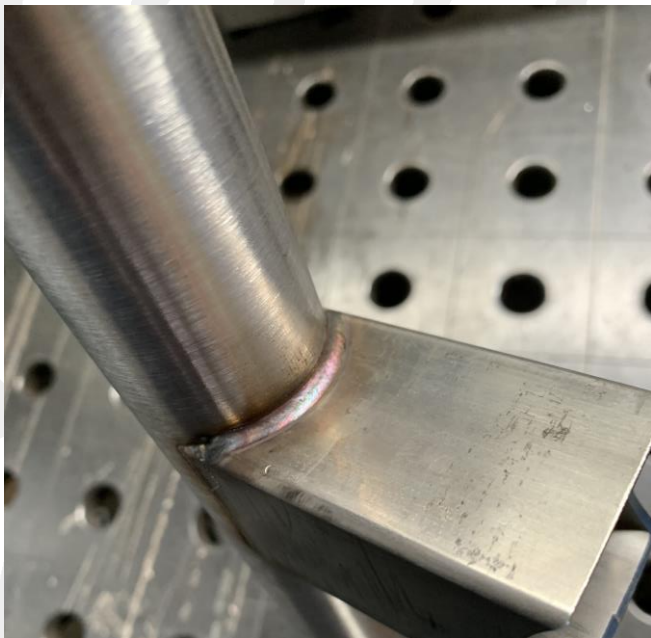
ÚPLNÁ PODPORA

PRI PRÍPRAVE ZVÁRACIEHO PRACOVISKA

- bezpečné zvaracie pracovisko
- osobná ochrana zvarača
- laserová technológia



DOHODNITE SI PREDVEDENIE NA VAŠICH VZORKÁCH



Váhate, či pri zváraní **laserom** použiť

KUKLU S FILTROM

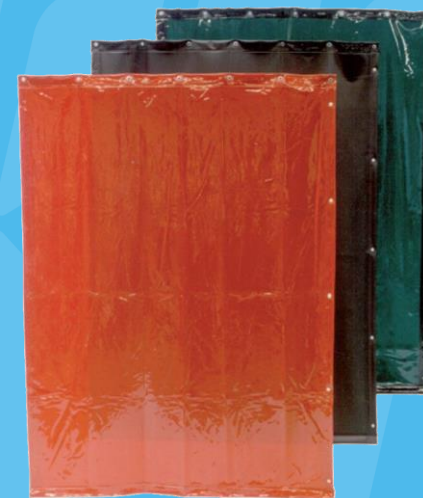
ALEBO?

OCHRANNÉ OKULIARE



OBYČAJNÉ

OCHRANNÉ ZVÁRACIE ZÁSTENY?



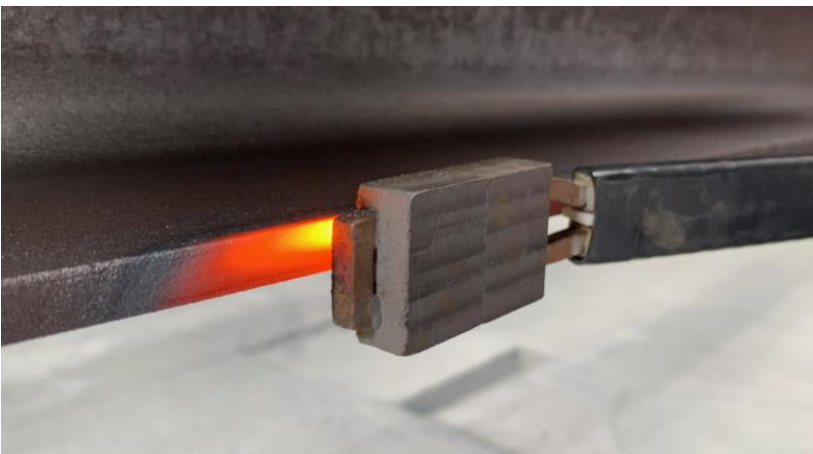
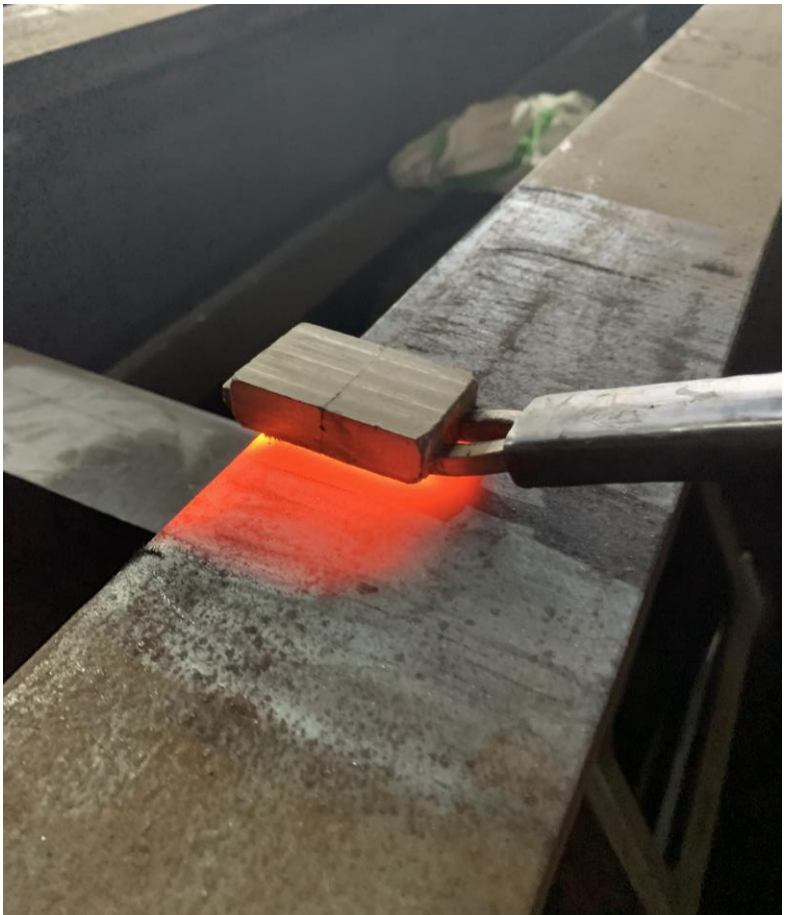
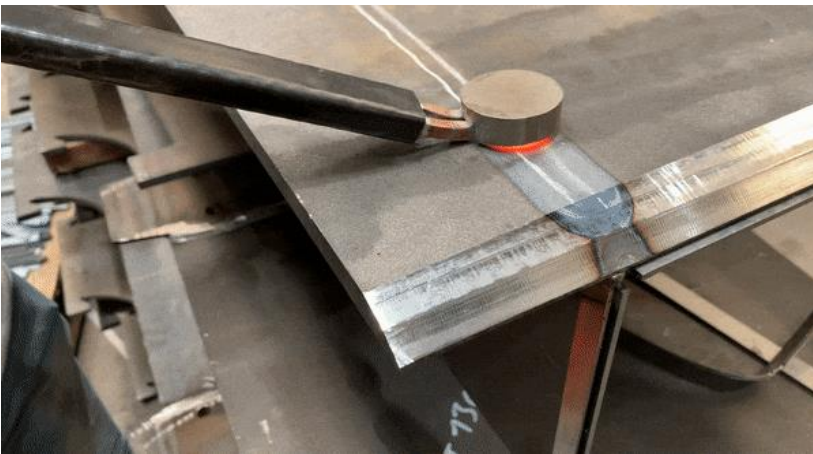
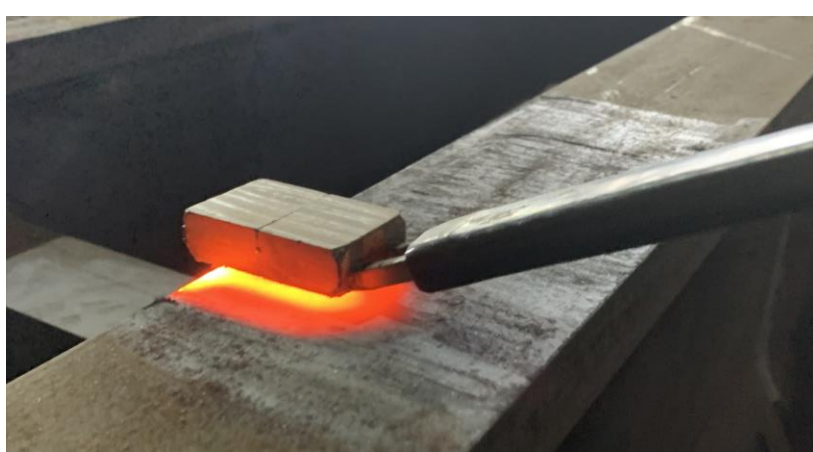
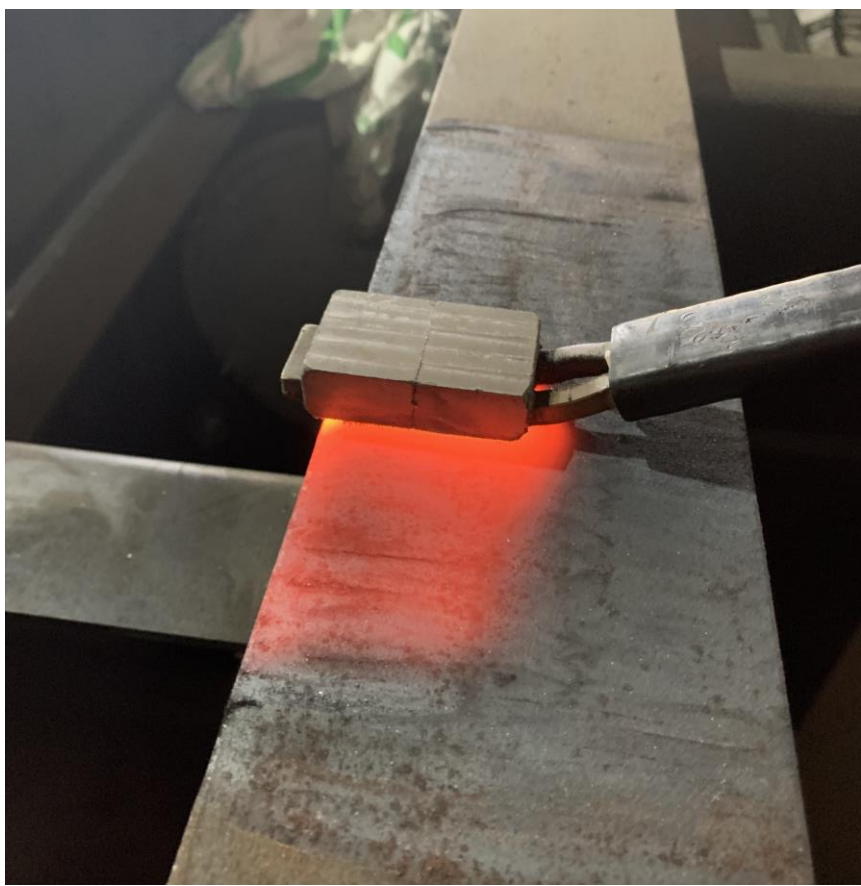
Očakávaný 19kW **indukčný ohrev** - 2-násobný výkon, 3x rýchlejšie nahrievanie.

INDUKČNÝ OHREV DHI-190F HD

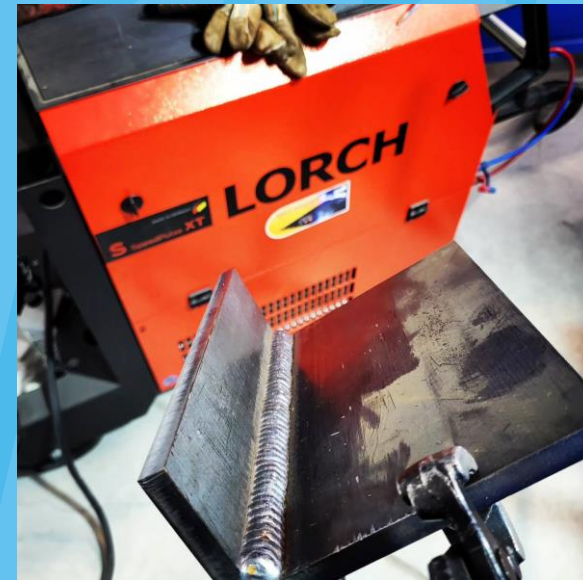
- **hrubšie materiály** – až 120mm materiál
- mohutnejšie cievky a volfrámové vodiace špičky pre **dlhšiu životnosť**;
- digitálny display
- nové funkcie








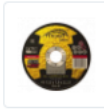


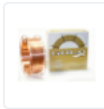






DAWELL CZ
INDUSTRIAL HEATING TOOLS



- cenové ponuky s **individuálnym prístupom**
- **testovanie** kúriel a zariadení – overených produktov aj noviniek
- možnosť objednávania online



- | | | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  Zväracie kukly |  Zväračky |  Zväracie horáky |
|  Stroje na rezanie plazmou |  Systémy na čistenie zvarov |  Autogén, plynové rezanie a zváranie |
|  Ochranné pomôcky a odevy |  Brúsne materiály |  Technická a zväračská chémia |
|  Lepenie |  Prídavné materiály |  Zväracie stoly |
|  Automatizácia a robotika |  Vybavenie dielne |  Príslušenstvo |



Martin Solík, IWT
obchodný zástupca
telefón: +421 908 559 609
e-mail: martin.solik@solik.sk



Andrej Procházka - špecialista na laser
a indukčné ohrevy
telefón: +421 917 590 148
e-mail: andrej.prochazka@solik.sk





LEPENIE NA ŽELEZNIČNÝCH VOZIDLÁCH A ICH ČASTIACH PODĽA NORMY EN 17460

PRVÁ ZVÁRAČSKÁ, A. .

ING. ŠTEFAN FURIK

29.09.2023

Definície

- ▶ LEPENIE - Proces spojovania lepidlom alebo tesniacim tmelom.
- ▶ Spojenie dvoch alebo viac substrátov z rovnakých alebo rôznych materiálov pomocou lepidla
- ▶ LEPIDLO – Nekovový materiál, ktorý spája dva materiály

Minimálne požiadavky na dozor v oblasti lepenia

Rozsah práce	Poznámky	Trieda A1	Trieda A2		Trieda A3	Trieda Z
Uvoľnenie vývojovej fáze (predprodukcia) konštrukcia produktu a procesu		Úroveň 1	Úroveň 1 pre konštrukciu produktu, s výpočtami/validáciou	Úroveň 2 pre produkty bez výpočtu/validácie	Úroveň 2	Definuje užívateľ
Dohľad nad výrobou/montážou (procesy vo výrobe) a údržbou (post produkcia) bez akýchkoľvek zmien definovaného procesu	V prípade novej alebo prepracovanej konštrukcie alebo nových procesov či zmien procesu je treba sa vrátiť na prvý riadok tejto tabuľky	Úroveň 2	Úroveň 2		Úroveň 3	Definuje užívateľ
Zapojenie rABC do nákupu, predaja, montáže a subdodávok lepených súčastí	Dodávateľský reťazec musí byť uzavretý a sledovateľný, aby bolo zaistené, že každý zmluvný partner disponuje potrebnými kompetenciami	Úroveň 3	Úroveň 2		Bude definované v technických špecifikáciách	Definuje užívateľ

Kompetencie personálu lepenia

Úroveň	Rozsah odbornej spôsobilosti, znalosti a skúsenosti
1	Ucelená technická spôsobilosť, znalosti a skúsenosti v technológií lepenia sú splnené v podobe najmodernejších a pokročilých zručnosti (najmenej jeden rok vhodnej praxe v technológií lepenia).
2	Špecifická technická spôsobilosť, znalosti a skúsenosti v technológií lepenia sú splnené v podobe najmodernejších a pokročilých zručnosti (najmenej jeden rok vhodnej praxe v technológií lepenia).
3	Základná technická spôsobilosť, znalosti skúsenosti v technológií lepenia sú splnené v podobe najmodernejších zručnosti. Školenie a kvalifikáciu tejto úrovne môže schváliť rABC/d. V tomto prípade je treba, aby rABC/d definoval rozsah kvalifikácie.

(Zodpovedný) dozor lepenia (rABC/ABC)

- ▶ Určiť aspoň jednu osobu ako rABC a aspoň jedného zástupcu, ktorí sú oprávnený koordinovať všetky činnosti súvisiace s lepením v rôznych oblastiach.
- ▶ Ak je dozorom poverených viacero osôb, každý koordinátor musí mať určené úlohy, oblasti zodpovednosti a príslušné kompetencie.
- ▶ Preukázateľne a v pravidelných intervaloch (nie dlhšie ako dva roky) musí udržiavať a rozvíjať svoju odbornú spôsobilosť prostredníctvom kurzov poskytovaných nezávislými dodávateľmi

Povinnosti zodpovedného dozoru lepenia

Pri lepení treba zohľadniť všetky požiadavky, ktorú sú pre lepenie špecifické, ako napr.:

- ▶ Vývoj, projektovanie a konštrukcia
- ▶ Návrh procesov
- ▶ Výroba
- ▶ Opravy
- ▶ Nákupy
- ▶ Predaj
- ▶ Montáž
- ▶ Subdodávky

Triedy bezpečnosti lepených spojov

Trieda	Stanovenie bezpečnostných požiadaviek
A1	Požiadavka na vysokú bezpečnosť Porušenie lepeného spoja spôsobí vznik následných udalostí s poradením osôb alebo k poruche celkovej funkčnosti.
A2	Požiadavka na stredne vysokú bezpečnosť Porušenie lepeného spoja môže spôsobiť vznik následných udalostí s poradením osôb alebo k poruche celkovej funkčnosti.
A3	Požiadavka na nízku bezpečnosť Porušenie lepeného spoja nespôsobí priame narušenie celkovej funkčnosti. Vznik následných udalostí s poranením osôb nie je pravdepodobný.
Z	Bez požiadaviek na bezpečnosť Porušenie lepeného spoja nespôsobí za bežných prevádzkových podmienok narušenie celkovej funkčnosti ani poranenie osôb (vedie napr. ku strate komfortu).

Konštrukčná a výrobná dokumentácia

Ku každej zostave musí byť vypracovaná konštrukčná dokumentácia (2D výkresy, 3D modely, kusovník). Minimálny obsah dokumentácie pre lepené spoje je:

- ▶ Materiál adherentov
- ▶ Povrch adherentov
- ▶ Lepidlo
- ▶ Príprava povrchu
- ▶ Rozmery a umiestnenie (tolerancie)
- ▶ Trieda bezpečnosti
- ▶ Odkaz na tento dokument

Validácia konštrukcie

Rozsah validácie závisí na triede do ktorej je lepený spoj zaradený.
Metódy validácii:

1. Výpočet každého lepeného spoja (napr. napätosť a pomerná deformácia) a porovnanie so zaťažiteľnosťou.
2. Skúšky súčasti alebo ich dielov za reálnych podmienok z dôvodu pevnosti časti zostavy.
3. Osvedčená konštrukcia na základe zdokumentovaných skúsenosti.
4. Metódy 1, 2 a 3 sa dajú kombinovať.

Mechanické vplyvy na lepené spoje

	Statické		Dynamické/cyklické
	Krátkodobé	Dlhodobé	
Príklady	Kvazistické (smerové zaťažovacie stavy), náraz/uder, kolízia	Kríp, relaxácia (trvalá deformácia)	Únava Vibrácie Aerodynamické zaťaženie

Nemechanické vplyvy na lepené spoje

	Chemické a mikrobiologické vplyvy	Tepelné a iné fyzikálne vplyvy
Príklad	Vlhkosť (korózia) čistiace prostriedky odmrazovanie	Tepelné, fotochemické (UV), elektromagnetické, elektrické

Výrobné prostredie

Musia byť pripravené tak, aby bol zaistený správny výsledok lepenia. Treba preto zohľadniť tieto požiadavky:

- ▶ Identifikácia a označenie pracoviska lepenia (napr. prístup len povolaným osobám)
- ▶ Dodržiavať a rešpektovať teplotne a vlhkosťne limity pre lepenie
- ▶ Prevencia neprípustného pohybu vzduchu
- ▶ Prevencia neprípustnej kontaminácie (napr. silikóny, prach, aerosóly)
- ▶ Zaistenie vhodných podmienok osvetlenia
- ▶ Zaistenie dostatočného priestoru

Príprava pracovísk a aklimatizácia materiálov

K príprave pracovísk a zón pre kondicionovanie dielov a lepidiel treba previesť:

- ▶ Zaistenie správnej teploty pre aklimatizáciu adherentov, lepidiel, nástrojov, pomôcok a ostatných materiálov pomocou vhodného zariadenia.
- ▶ Dodržanie technicky prípustnej teplotnej tolerancie počas procesu lepenia.
- ▶ Vyber vhodných nástrojov a pomocných materiálov (napr. vybavenie, plošiny, čerpadla, čistiace obrúsky, atď.) ktoré vyhovujú danému procesu a zaistenie ich dostatočného množstva.

Príprava povrchu adherentov

Všetky prostriedky a metódy povrchovej predúpravy musia byť overené a špecifikované v pracovných pokynoch:

Čistenie:

- ▶ Používať len také čistiace prostriedky a metódy, ktoré sú vhodné pre konkrétnu kontamináciu
- ▶ Stanoviť a dodržiavať odvetrávaciú dobu
- ▶ Meniť čistiace utierky tak často ako je to treba
- ▶ Kontrolovať výsledky čistenia, napr. VT kontrolou, skúškou zmáčavosti
- ▶ Zaisťovať aby nedošlo ku kontaminácii čistiacich prostriedkov

Príprava povrchu adherentov

Príprava povrchu:

- ▶ Používať dostatočné čisté brúsne alebo tryskacie prostriedky a v prípade potreby ich vymeniť za nový materiál
- ▶ Pri použití kúpeľa zabrániť jeho kontaminácii
- ▶ Po prípadnom morení je treba adherenty dostatočne opláchnuť a osušiť
- ▶ Materiály sa nanášajú čo najrovnomernejšie pomocou vhodných pomôcok tak, aby bol povrch celkom pokrytý.

Zabezpečovanie kvality

- ▶ Dokumenty požadované pre zabezpečovanie kvality sa pripravujú aspoň pre triedy A1 a A2 s podporou od rABC
- ▶ U tried A3 a Z sa dá použitie týchto dokumentov dohodnúť.

Protokol o skúške

Musí obsahovať:

- ▶ Odkaz na testovací pokyn ku skúške
- ▶ Dátum prevedenia skúšky
- ▶ Jednoznačnú identifikáciu skúšky
- ▶ Vyhodnotenie výsledkov
- ▶ Podpis a meno osoby ktorá skúšku vykonala (podpis môže byť elektronicky)
- ▶ Vyhodnotenie výsledkov zo strany rABC

Skúšobné metódy

Nedeštruktívne metódy:

- ▶ Vizuálna kontrola
- ▶ Skúška tesností
- ▶ Penetračná metóda
- ▶ Metóda využívajúca ultrazvuk, žiarenie, elektrickú vodivosť
- ▶ Skúška poklepaním

Deštruktívne metódy:

- ▶ Ťahová skúška, šmyková skúška, skúška odlupovaním
- ▶ Únavové skúšky
- ▶ Cyklické skúšky

Skúšky urýchleného starnutia



Priestor na vaše otázky



Ďakujem za pozornosť

PZVAR MEETING 2023





**Zváranie, tvrdé spájkovanie,
mäkké spájkovanie a rezanie
Zoznam procesov a ich číselné
označovanie
(ISO 4063: 2023)**

Júl 2023

(anglická verzia- Welding, brazing, soldering
and cutting – Nomenclature of processes
and references numbers)





**Táto norma bola oznámená vo
vestníku ÚNMS SR č. 06/23**





**Cieľom prezentácie nie je citovať
normu, ale upozorniť na
niektoré zmeny**





**Tento dokument bol pripravený
technickou komisiou ISO/TC 44 v
spolupráci s CEN/TC 121**





Dokument stanovuje názvoslovie pre

- **zváranie**
- **tvrdé a mäkké spájkovanie**
- **tepelné rezanie**





**Každý proces je označený
referenčním číslem**





Všeobecne

**Označenie uvedené na prvom
mieste je preferované a všetky
nasledujúce sú bližšie
špecifikácie**





**V dokumente sú uvedené
3 prílohy**

A

B

C





Príloha A

**Sú uvedené doplnkové možnosti
pre varianty procesu**





Príloha B

**Poskytuje prehľad nahradených
a zastaraných procesov**





Príloha C

**Poskytuje zoznam bežne
používaných skratiek pre
zváracie procesy v USA**





Prehľad metód a číslovanie

Metódy sú rozdelené na 9 skupín





1XX- oblúkové zváranie

2XX- odporové zváranie

3XX- plameňové zváranie

4XX- tlakové zváranie

5XX- lúčové metódy

6XX- zváranie plastov - **nové**

7XX- ostatné spôsoby zvárania

8XX- rezanie a drážkovanie

9XX- spájkovanie





A.1

**Varianty metod môžu byť
označené druhom prenosu
zvarového kovu**



A.1



REŽIM	NÁZOV
B	Zakopaný - skrytý oblúk, zasypaný, zarytý (Buried – arc transfer)
D	Skratový prenos (short-circuit transfer, dip- transfer)
G	Kvapkový – guľový prenos (Globular transfer)
S	Sprchový prenos (Spray transfer)
P	Impulzný prenos (Pulsed transfer ^a)

Nové

Príklad
ISO 4063
131-D



a V ISO/TR 25901-4 sa označuje ako pulzný prúd



Elektrický oblúk slúži na lokálne roztavenie základného materiálu, ako aj roztavenie prídavného drôtu uloženého vo zvare.

Zváracie teplo sa dostane dobre dovnútra zv. kúpeľa, aby sa dosiahol hlboký prievar





**Zasypaný (zarytý, pochovaný) oblúk
sa tiež nazýva zváranie s vysokou
hustotou prúdu, čo je presne to, čo
robí túto techniku funkčnou.
Vysoký prúd a nízke napätie
spôsobujú, že oblúk sa zaryje
hlboko pod povrch.**





A.2

Ak sa použije viac ako jedna elektróda, **môže** to byť označené dodatočným číslom

Príklad
ISO 4063
131-2





A.3 – Ďalšie položky

Ak sa používa dodatočný zvärací materiál **môže** sa označiť údaj o **drôte**

Príklad
ISO 4063
121-C

Označenie	Názov
C	Studený drôt (Cold wire)
H	Horúci drôt (Hot wire)





A.4 Spájanie plastov

Názov	Referenčné číslo
laserové spôsoby	52-A,B,C,D,E,F.
vibračné zváranie s IR predohrevom	424-A (tlakové)
zváranie horúcim klinom vyhrievaným horúcim plynom (fólie)	662-A
zváranie horúcim klinom vyhrievaným elektricky (fólie)	662-B

Príklad
ISO 4063
662-A





**Do číselníka zváracích procesov
v skupine 41 pre ultrazvukové
zváranie pribudli metódy**

411, 412, 413 a 414

**(UT zváranie za tepla, bodové,
švové a torzné)**





**V skupine 43 pre trecie zváranie
premiešaním pribudli metódy
431,432,433,434 a 435
(trecie bodové – rôzne variácie)**





**V skupine 45 pre difúzne
zváranie pribudla metóda**

451

**(zváranie izostatickým tlakom za
tepla)**





poznámka :

Izostatické lisovanie za tepla (HIP) je forma tepelného spracovania, pri ktorom sa používa vysoký tlak na zdokonalenie vlastností materiálu. Daný tlak sa vyvíja pomocou **inertného plynu**(argón)





**V skupine 48 pre difúzne
zváranie pribudla metóda**

481

**(zváranie extrúznym tlakom za
studena)**





**V skupine 49 pre difúzne
zváranie pribudla metóda
491,492 a 493
(zváranie tlakom za tepla)**





A.4 – Spájanie plastov





**Bola pridaná celá skupina
6XX
pre zváranie plastov**





Bola odstránená metóda

787

**(zdvihové priváranie svorníkov s
natavením nákrúžku)**





**V skupine metód 8XX a 9XX som
nenašiel žiadne zmeny**



C.1 Skratky



136.....FCAW-G (Flux cored arc welding-gas)

13.....GMAW (Gas metal arc welding)

111.....SMAW (Manual metal arc welding)

12.....SAW (Submerged arc welding)

912.....TB (Torch brazing)

(a veľa ďalších)





Ďakujem za pozornosť





PRVÁ ZVÁRAČSKÁ, a. s.

PZVAR MEETING 2023

Stanovenie a schválenie postupov zvarania kovových materiálov. Skúška postupu zvarania. Časť 11: Zváranie elektrónovým a laserovým lúčom (ISO 15614-11:2002)

Ing. Martin Kasenčák, PhD.

- pWPS / WPS EN ISO 15609-3 zváranie elektrónovým lúčom
- pWPS / WPS EN ISO 15609-4 zváranie laserovým lúčom
- Definovanie úrovne kvality B, C, D (aplikačná norma výrobku, konštruktér)
- EN ISO 13919-1 oceľ
- EN ISO 13919-2 zliatiny hliníka

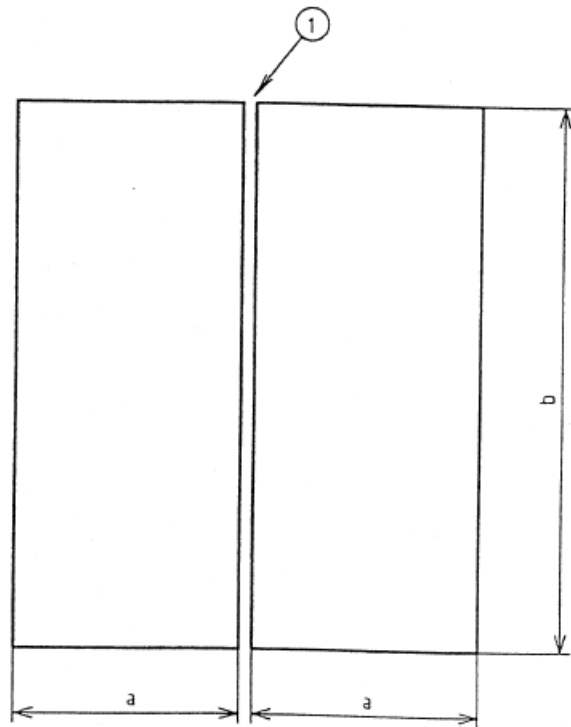


Skúšobný kus

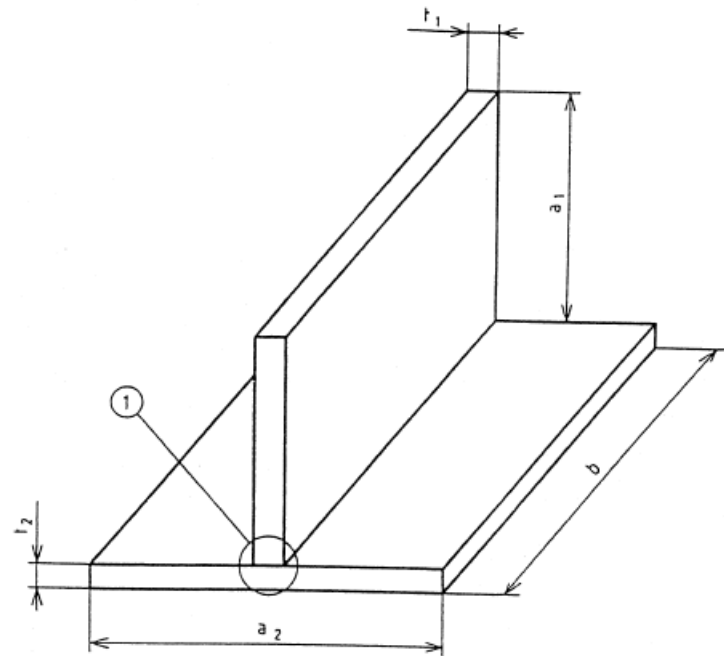
- Skúšobné kusy musia mať dostatočnú veľkosť, aby sa zabezpečila primeraná distribúcia tepla a aby sa mohli aplikovať nedeštruktívne a/alebo deštruktívne testy.
- Skúšobný kus musí byť navrhnutý tak, aby čo najviac reprezentoval geometriu komponentu a spoja a musí byť špecifikovaný.
- Jeden alebo viac skúšobných kusov aby bolo možné vykonanie požadovaných skúšok
- Pokiaľ nie je uvedené inak, tvar a minimálne rozmery skúšobného kusu musia byť také, ako sú definované nižšie.

Skúšobný kus

- Lineárny tupý zvar



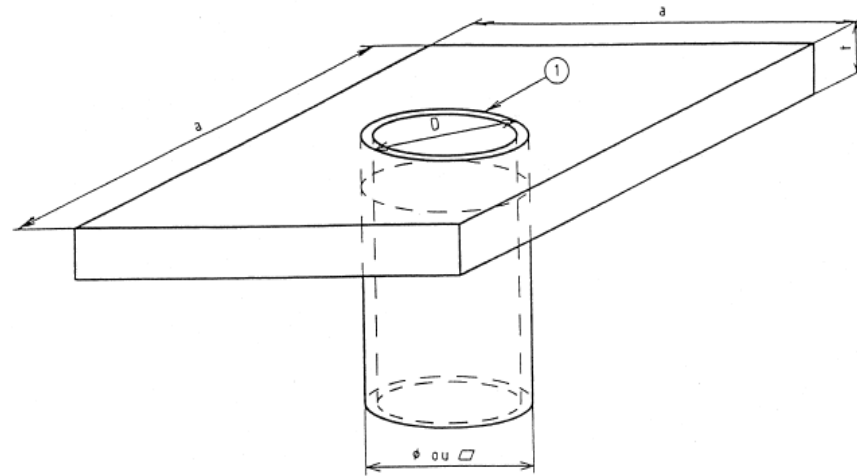
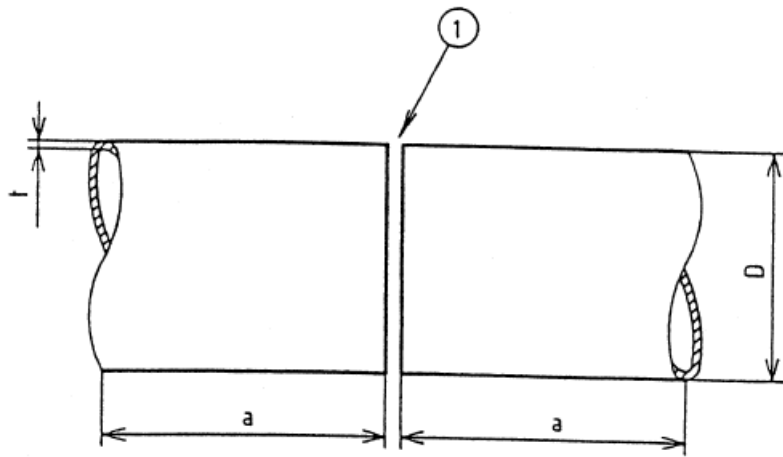
- T-spoj



T-spoj z jednej strany, T-spoj z dvoch strán, Kútový zvarový spoj, Zvarový spoj s prekrytom

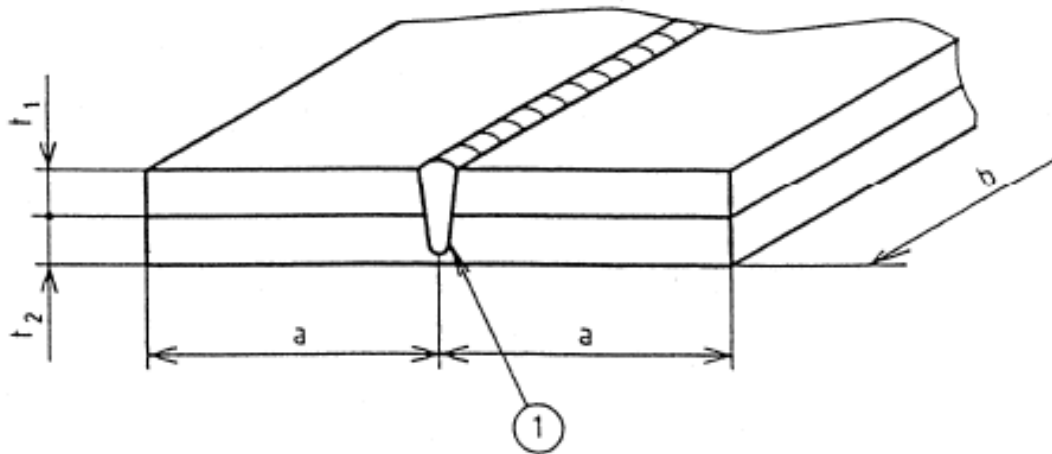
Skúšobný kus

- Kruhový tupý zvar



Skúšobný kus

- Preplátovaný zvarový spoj



Skúšanie

Akceptačné kritéria – stupeň D (EN ISO 13919-1, 2)

Skúšobná vzorka	Typ skúšky	Rozsah skúšania
Tupy zvarový spoj Obr. 1, 2a), 2b)	VT RTG UT MT/PT Metalografické hodnotenie	100% ak je potrebné ak je potrebné ak je potrebné min. 1 vzorka
T-spoj Obr.3	VT MT/PT UT Metalografické hodnotenie	100% ak je potrebné ak je potrebné min. 1 vzorka
Preplátovaný zvarový spoj Obr.4	VT Metalografické hodnotenie	100% min. 1 vzorka

Skúšanie

Akceptačné kritéria – stupeň C (EN ISO 13919-1, 2)

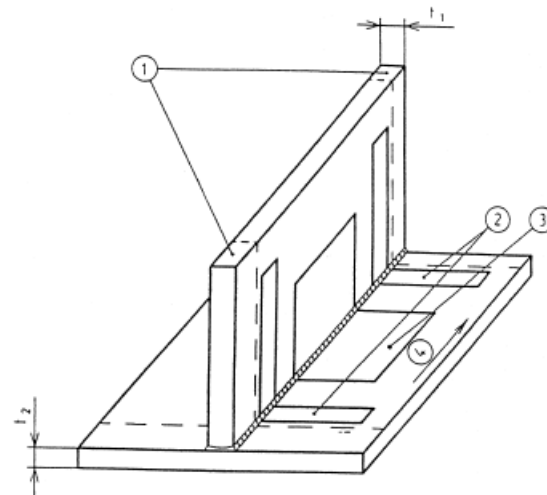
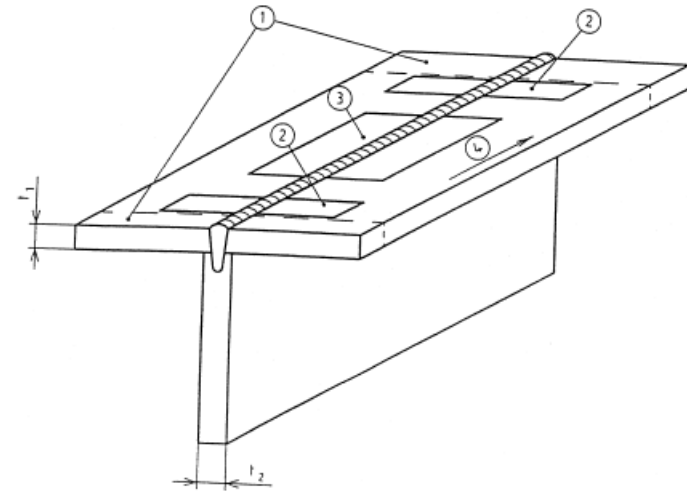
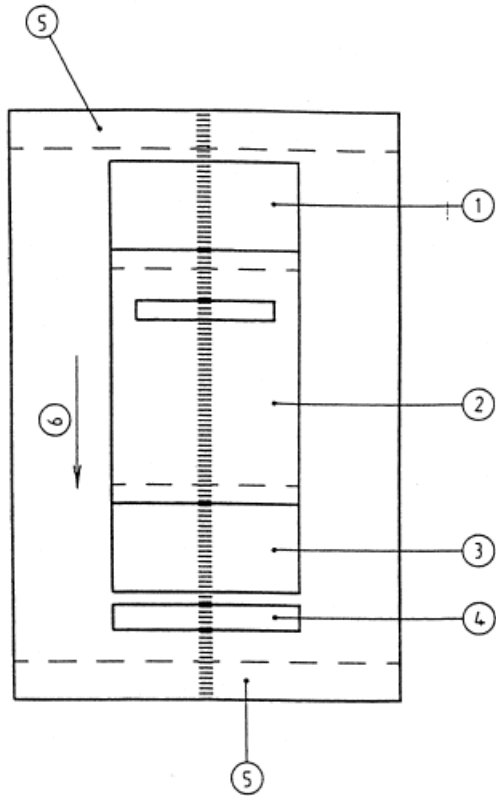
Skúšobná vzorka	Typ skúšky	Rozsah skúšania
Tupy zvarový spoj Obr. 1, 2a), 2b)	VT RTG UT MT/PT Metalografické hodnotenie Skúška tvrdosti Skúška priečného ohybu Skúška pozdĺžneho ohybu Priečna skúška ťahom	100% 100% 100% 100% min. 1 vzorka ak je potrebné ak je potrebné(FBB, RBB) ak je potrebné(FBB, RBB) 2 vzorky
T-spoj Obr.3	VT MT/PT UT Metalografické hodnotenie Skúška tvrdosti Ostatné skúšky	100% 100% 100% min. 1 vzorka ak je potrebné ak je potrebné
Preplátovaný zvarový spoj Obr.4	VT Metalografické hodnotenie Ostatné skúšky	100% min. 1 vzorka ak je potrebné

Skúšanie

Akceptačné kritéria – stupeň B (EN ISO 13919-1, 2)

Skúšobná vzorka	Typ skúšky	Rozsah skúšania
Tupy zvarový spoj Obr. 1, 2a), 2b)	VT RTG UT MT/PT Metalografické hodnotenie Skúška tvrdosti Skúška priečného ohybu Skúška pozdĺžneho ohybu Priečna skúška ťahom Skúška rázom v ohybe	100% 100% 100% 100% min. 1 vzorka ak je potrebné ak je potrebné(FBB, RBB) ak je potrebné(FBB, RBB) 2 vzorky 1 sada
T-spoj Obr.3	VT MT/PT UT Metalografické hodnotenie Skúška tvrdosti Ostatné skúšky	100% 100% 100% min. 2 vzorky ak je potrebné ak je potrebné
Preplátovaný zvarový spoj Obr.4	VT Metalografické hodnotenie Ostatné skúšky	100% min. 2 vzorky ak je potrebné

Skúšanie a odber skúšobných telies



Skúšanie a odber skúšobných telies

- Nedeštruktívne testovanie
- VT, PT, MT, UT, RTG – akceptačné kritéria EN ISO 13919-1,2
- Deštruktívne testovanie
- Skúška ťahom – pre B, C nesmie by R_m nižšie ako minimálnašpecifikovaná hodnota
- Skúška lámavosti
- Skúška rázom v ohybe
- Skúška tvrdosti
- Metalografické hodnotenie – akceptačné kritéria EN ISO 13919-1,2

Rozsah kvalifikácie WPQR

- Zmeny mimo špecifikovaných rozsahov si vyžadujú novú skúšku postupu zvarovania.
- Schválenie platí len pre typ použitého laserového systému, prípravky alebo nástroje. Túto kvalifikáciu možno rozšíriť na podobné zariadenia od rovnakého výrobcu pomocou vybraných testov definovaných v špecifikácii.
- Materiál - schválenie len pre skupinu materiálu skúšobného kusu. (môže byť rozšírená na ekvivalentné stupne definované v špecifikácii)

Rozsah kvalifikácie WPQR

- Hrúbka

Depth of penetration	Acceptance level B	Acceptance level C	Acceptance level D
$s < 5$	$t \pm 20 \%$	$t \pm 25 \%$	$t \pm 30 \%$
$5 \leq s \leq 25$	$t \pm 15 \%$	$t \pm 20 \%$	$t \pm 25 \%$
$s > 25$	$t \pm 10 \%$	$t \pm 15 \%$	$t \pm 20 \%$

- Priemer

"D" diameter of the test piece	Range of qualification
D	$\geq 0,75 D$

Rozsah kvalifikácie WPQR

- Prídavný materiál - schválenie len pre materiál na skúške (trieda alebo označenie, tvar a veľkosti)
- Geometria spoja – schválenie len pre danú geometriu spoja
- Typ zvaru – schválenie len pre daný typ (plný priedvar, čiastočný priedvar)
- Poloha zvarovania – schválenie len pre danú polohu
- Parametre zvarovania – schválenie len pre špecifikovaný rozsah parametrov zvarovania
- Predohrev / Tepelné spracovanie - nie je možné odstránenie, zníženie/zvýšenie mimo definovaný rozsah
- Počet obbehov – schválenie len pre počet ako na skúške
- Doba platnosti - Doba platnosti kvalifikácie zvaracieho postupu je neobmedzená za predpokladu, že nedošlo k zásadnej zmene zvaracieho stroja od jeho výroby.

Ďakujem za pozornosť

PRVÁ ZVÁRAČSKÁ, a. s.



**PZVAR MEETING
2023**

**29.09.2023,
Vysoké Tatry**

HOTEL ATRIUM* Nový Smokovec**

Ing. Vladimír SIMONIDES

simonides.vladimir@pzvar.sk

+421 915 264 288, +421 2 68262 220

**PRVÁ ZVÁRAČSKÁ, a.s. , Bratislava 5,
Kopčianska 14**



**NOVINKY V OBLASTI
INŠPEKCIE A
CERTIFIKÁCIE
VÝROBKOV**

MÍLNIKY CERTIFIKAČNÉHO ORGÁNU PRE VÝROBKY

20

Nadviazanie spolupráce z indickou
firmou FIRST WELDING
CERTIFICATION PRIVATE LIMITED
01/2021

Pune

Bhopal

Chennai





INDIA

Prestigious Clientele



Mekins Industries Limited



NTC



**Enginemates
Group**



MÍLNÍKY CERTIFIKAČNÉHO ORGÁNU PRE VÝROBKY

MINISTERSTVO DOPRAVY SLOVENSKEJ REPUBLIKY
Sekcia bytovej politiky, stavebníctva a mestského rozvoja

07603/2023/SBPSM/17065
stupen' dovery: verejné

Bratislava 04.04.2023

**Autorizácia
CV na
stavebné
výrobky
prostredníctvom
Ministerstva
dopravy a
výstavby
04/04/2023**

21

OSVEDČENIE O AUTORIZÁCIÍ

Registračné číslo: SK14

Podľa § 13 ods. 1 písm. f) bod 1 a § 15 ods. 2 zákona č. 133/2013 Z. z. o stavebných výrobkoch a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov (ďalej len „zákon“) Ministerstvu dopravy Slovenskej republiky, sekcia bytovej politiky, stavebníctva a mestského rozvoja, inštitúciou

PRVÁ ZVÁRAČSKÁ, a.s.

Sídlo: Kepčianska 14, 851 01 Bratislava

IČO: 35 805 609

na základe žiadosti, posúdenia plnenia podmienok a predpokladov podľa ustanovení § 14 a § 15 zákona a vyhlášky Ministerstva dopravy, výstavby a regionálneho rozvoja Slovenskej republiky č. 162/2013 Z. z., ktorou sa ustanovuje zoznam skupín stavebných výrobkov a systémy posudzovania parametrov v znení neskorších predpisov (ďalej len „vyhláška“), rozhodnutím č. 07603/2023/SBPSMR/17065 zo dňa 21.03.2023, ktoré nadobudlo právoplatnosť dňa 03.04.2023

autorizovalo: – na certifikáciu výrobkov,
 – na certifikáciu riadenia výroby.

Autorizácia nadobudla účinnosť dňa 04.04.2023. Rozsah autorizácie je v zmysle prílohy č. 1 k vyhláške podrobne špecifikovaný prílohou k tomuto osvedčeniu, ktorá je jeho neoddeliteľnou súčasťou.

Podľa ustanovení zákona v mene autorizovanej osoby je oprávnený konať:

Ing. Vladimír Simonides, v jeho zastúpení Ing. Branislav Šimovič

Registračné číslo tohto osvedčenia je autorizovaná osoba povinná uvádzať vo všetkých svojich dokumentoch, ktoré sa týkajú predmetu autorizácie.

Mgr. Ladislava Cengelová
generálna riaditeľka

Autorizácia CV na stavebné výrobky

- Oceľové a hliníkové konštrukcie
- Materiály na zváranie kovových konštrukčných častí stavieb
- Spojovacie prvky na kovové konštrukčné časti stavieb, najmä nity, svorníky, čapy a skrutky s maticami a podložkami
- Za tepla valcované, za studena tvarované alebo inak vyrobené kovové prierezy (T, L, H, U, Z, I), žľaby, duté profily, rúrky, ploché výrobky (dosky, plechy, pásy), tyče
- Tyče, prúty, vrúbkovaná pásová oceľ, siete a priestorová (priehradová) výstuž z ocele
- Osvetľovacie stožiare oceľové, hliníkové
- Cestné záchytné systémy - zvodidlá, tlmiče nárazov

MÍLNÍKY CERTIFIKAČNÉHO ORGÁNU PRE VÝROBKY

22

**Akreditácia inšpečného orgánu
prostredníctvom SNAS-u
05/05/2023**



OSVEDČENIE O AKREDITÁCII

č. I-059

Slovenská národná akreditačná služba na základe rozhodnutia
č. 141/9362/2023/3 zo dňa 05.05.2023 osvedčuje, že

PRVÁ ZVÁRAČSKÁ, a.s.

Inšpekčný orgán

Kopčianska 14, 851 01 Bratislava

IČO: 35 805 609

je spôsobilý ako **Inšpekčný orgán typu A** vykonávať inšpekcie jednoduchých tlakových nádob a tlakových zariadení, schvaľovanie technologických postupov zvárania, overovanie splnenia požiadaviek na vykonávanie určených činností na nedeštruktívne skúšanie a zváranie, overovanie spôsobilosti tlakových zariadení, overovanie technickej dokumentácie, overovanie inšpekčných (materiálových) certifikátov podľa rozsahu akreditácie uvedeného v prílohe tohto osvedčenia. Príloha tvorí neoddeliteľnú súčasť osvedčenia o akreditácii.

*Spôsobilosť vykonávať akreditované činnosti neustranne a dôveryhodne akreditovaná osoba preukazuje plnením požiadaviek normy **ISO/IEC 17020: 2012**.*

Akreditácia udelená dňa 05.05.2023 platí do 05.05.2028.

Bratislava 05.05.2023



Ing. Štefan Kráľ, PhD.
riaditeľ

Akreditovaný inšpekčný orgán

- Tlakové zariadenia a zostavy, Moduly A2, C2, F, G podľa Smernice Rady 2014/68/EÚ
- Schvaľovanie technologických postupov zvárania, spájkovania, tepelného delenia a rozširovania, NEPED, a PED podľa Smernice Rady 2014/68/EÚ
- Určené technické zariadenia tlakové T3, T4, T5, T6, T7 a ich konštrukčná dokumentácia podľa zákona č. 513/2009 Z. z. o dráhach

Akreditovaný inšpekčný orgán

T3

Vzduchojemy hnacích dráhových vozidiel, traťových strojov

T4

Vzduchojemy ťahaných koľajových vozidiel

T5

Tlakové nádoby stabilné, ktoré sú súčasťou zariadení dráhy

T6

Tlakové nádoby batériových koľajových vozňov určené na prepravu plynov okrem jedovatých plynov a acetylénu

Akreditovaný inšpekčný orgán

- Overovanie splnenia požiadaviek na vykonávanie určených činností pre zváranie a NDT podľa zákona č. 513/2009 Z. z. o dráhach a overovanie technickej dokumentácie pre určené činnosti
- Overovanie Inšpekčných (materiálových) certifikátov podľa STN EN 10204-3.2

MÍLNIKY CERTIFIKAČNÉHO ORGÁNU PRE VÝROBKY

23

**Autorizácia inšpečného orgánu
prostredníctvom DÚ SR
31/08/2023**



DOPRAVNÝ ÚRAD
TRANSPORT AUTHORITY





DOPRAVNÝ ÚRAD
LETISKO M. R. ŠTEFÁNIKA, 823 05 BRATISLAVA
TRANSPORT AUTHORITY
M. R. ŠTEFANIK AIRPORT, 823 05 BRATISLAVA, SLOVAK REPUBLIC

Číslo spisu: 18628/2023/OUTZ-0003

Bratislava 07. 08. 2023

ROZHODNUTIE

DOPRAVNÝ ÚRAD
poveruje

podľa § 103 ods. 2 písm. g) bod prvý zákona č. 513/2009 Z. z. o dráhach a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov (ďalej len „zákon o dráhach“) právnickú osobu:

Obchodné meno: **PRVÁ ZVÁRAČSKÁ, a.s.**

IČO: **35805609**

so sídlom Kopčianska 14, 851 01 Bratislava zapísanú v Obchodnom registri Slovenskej republiky vedenom Mestským súdom Bratislava III v oddiele Sa, vložka číslo 2652/B, zastúpená predsedom predstavenstva Ing. Petrom Fodrekom, PhD.

overovaním splnenia požiadaviek na vykonávanie určených činností

v rozsahu podľa § 17 ods. 1 písm. b) a ods. 3 zákona o dráhach, a to:

overovaním splnenia požiadaviek právnických osôb na vykonávanie určených činností na zváranie dráhových vozidiel, ocelových mostní a mostom podobných dráhových konštrukcií, strojnotechnologických podsystémov lanových dráh a ocelových konštrukcií zdvíhacích zariadení.



DOPRAVNÝ ÚRAD
LETISKO M. R. ŠTEFÁNIKA, 823 05 BRATISLAVA
TRANSPORT AUTHORITY
M. R. ŠTEFANIK AIRPORT, 823 05 BRATISLAVA, SLOVAK REPUBLIC

9/2023/OUTZ-0003

Bratisl

ROZHODNUTIE

DOPRAVNÝ ÚRAD
poveruje

2 písm. g) bod druhý zákona č. 513/2009 Z. z. o dráhach a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov (ďalej len „zákon o dráhach“) právnickú osobu:

Obchodné meno: **PRVÁ ZVÁRAČSKÁ, a.s.**
IČO: **35805609**

so sídlom Kopčianska 14, 851 01 Bratislava, Slovenská republika zapísanú v Obchodnom registri Slovenskej republiky vedenom Mestským súdom Bratislava III v oddiele Sa, vložka číslo 2652/B, zastúpená predsedom predstavenstva Ing. Petrom Fodrekom, PhD.

overovaním splnenia požiadaviek na vykonávanie určených činností

v rozsahu podľa § 17 ods. 1 písm. b) a ods. 3 zákona o dráhach, a to:

plnením požiadaviek právnických osôb na vykonávanie určitého druhu činností na zváranie dráhových vozidiel, koľajníc a ocelových mostí a mostom podobných dráhových konštrukcií.



DOPRAVNÝ ÚRAD
LETISKO M. R. ŠTEFÁNIKA, 823 05 BRATISLAVA
TRANSPORT AUTHORITY
M. R. ŠTEFANIK AIRPORT, 823 05 BRATISLAVA, SLOVAK REPUBLIC

Č. sp. 18235/2023-OUTZ-0003

Bratislava 27. 07. 2023

ROZHODNUTIE

DOPRAVNÝ ÚRAD
poveruje

podľa § 103 ods. 2 písm. g) bod prvý zákona č. 513/2009 Z. z. o dráhach a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov (ďalej len „zákon o dráhach“) právnickú osobu:

Obchodné meno: **PRVÁ ZVÁRAČSKÁ, a.s.**
IČO: **35 805 609**

so sídlom Kopčianska 14, 851 01 Bratislava zapísanú v Obchodnom registri Slovenskej republiky vedenom Mestským súdom Bratislava III v oddiele Sa, vložka číslo 2652/B, zastúpená predsedom predstavenstva Ing. Petrom Fodrekom, PhD.

posudzovaním technickej dokumentácie a overovaním a schvaľovaním spôsobilosti určených technických zariadení

v rozsahu podľa § 16 ods. 1 a ods. 3 zákona o dráhach, a to:

posudzovaním technickej dokumentácie určených technických zariadení (ďalej len „UTZ“) tlakových a overovaním a schvaľovaním spôsobilosti UTZ tlakových v rozsahu T3, T4, T5, T6, T7 podľa prílohy č. 1 vyhlášky Ministerstva dopravy, pôšt a telekomunikácií Slovenskej republiky č. 205/2010 Z. z. o určených technických zariadeniach a určených činnostiach a činnostiach na určených technických zariadeniach v znení neskorších predpisov (ďalej len „vyhláška o UTZ“).



MÍLNIKY CERTIFIKAČNÉHO ORGÁNU PRE VÝROBKY

24

**Autorizácia inšpečného orgánu na
PED prostredníctvom ÚNMS
11/09/2023**

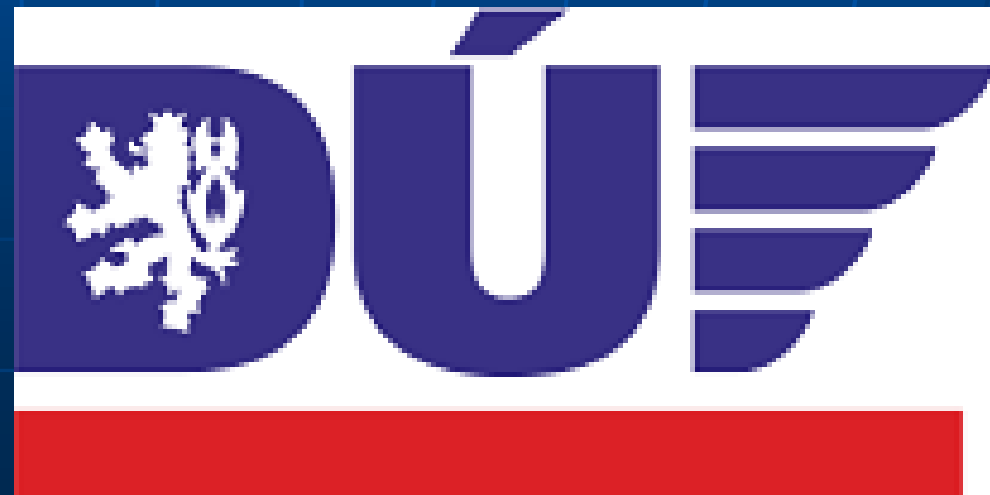
MÍLNÍKY CERTIFIKAČNÉHO ORGÁNU PRE VÝROBKY

25

Uznanie certifikačného orgánu

DÚ ČR

31/08/2023



Evid. číslo osvědčení:
DÚ-UCO-08/23

V Praze dne 31.8.2023

DRÁŽNÍ ÚŘAD
Wilsonova 8, 121 06 Praha 2

O SVĚDČENÍ O UZNÁNÍ CERTIFIKAČNÍHO ORGÁNU

vnitrostátním bezpečnostním pro železnici

vydané pro

PRVÁ ZVÁRAČSKÁ, a.s.
Kopčianska 14
851 01 Bratislava
Slovenská republika

certifikující výrobce
ke svařování železničních kolejových vozidel a jejich částí
v souladu s požadavky ČSN EN 15085-2

na základě oprávnění Drážního úřadu od Min. dopravy pod zn.:63/2008-130-SPR/2

Na základě prověření podmínek odborné způsobilosti uznává Drážní úřad jako národní bezpečnostní orgán na železnici způsobilost certifikačního orgánu k certifikaci výrobců železničních kolejových vozidel a jejich částí podle řady norem ČSN EN 15085 pro proces svařování při výrobě nebo údržbě (včetně oprav) železničních kolejových vozidel nebo jejich částí včetně dokončujícího svařování odlitků a rovněž k certifikaci organizací, které konstruují svařovaná železniční kolejová vozidla nebo jejich části nebo nakupují anebo prodávají svařované části pro montáž do těchto vozidel.

Toto osvědčení platí v rozsahu rozhodnutí Drážního úřadu č.j. DUCR-53024/23/Jf ze dne 30.08.2023 za podmínek uvedených v dokladech ve spisu zn. NU-JRI0011/23. Držitel tohoto osvědčení je povinen oznámit Drážnímu úřadu všechny změny týkající se údajů a dokumentů, na základě kterých bylo osvědčení uděleno a předložit o nich doklady do 30 dnů od vzniku změn.

Toto osvědčení platí do 31.8.2028



Ing. Petr Dávidek
ředitel odboru UTZ



MÍLNÍKY CERTIFIKAČNÉHO ORGÁNU PRE VÝROBKYC

26

**Autorizácia certifikačného orgánu
prostredníctvom ECWRV –
Európskej komisie pre zváranie
koľajových vozidiel
10/2023**



ECWRV – Európska komisia pre zváranie koľajových vozidiel

<https://www.en15085.net>

<https://joincert.eu>

<https://en15085.joincert.eu>

MÍLNÍKY CERTIFIKAČNÉHO ORGÁNU PRE VÝROBKYC

27

**Notifikácia CV na stavebné
výrobky prostredníctvom
Ministerstva dopravy a výstavby
SR**

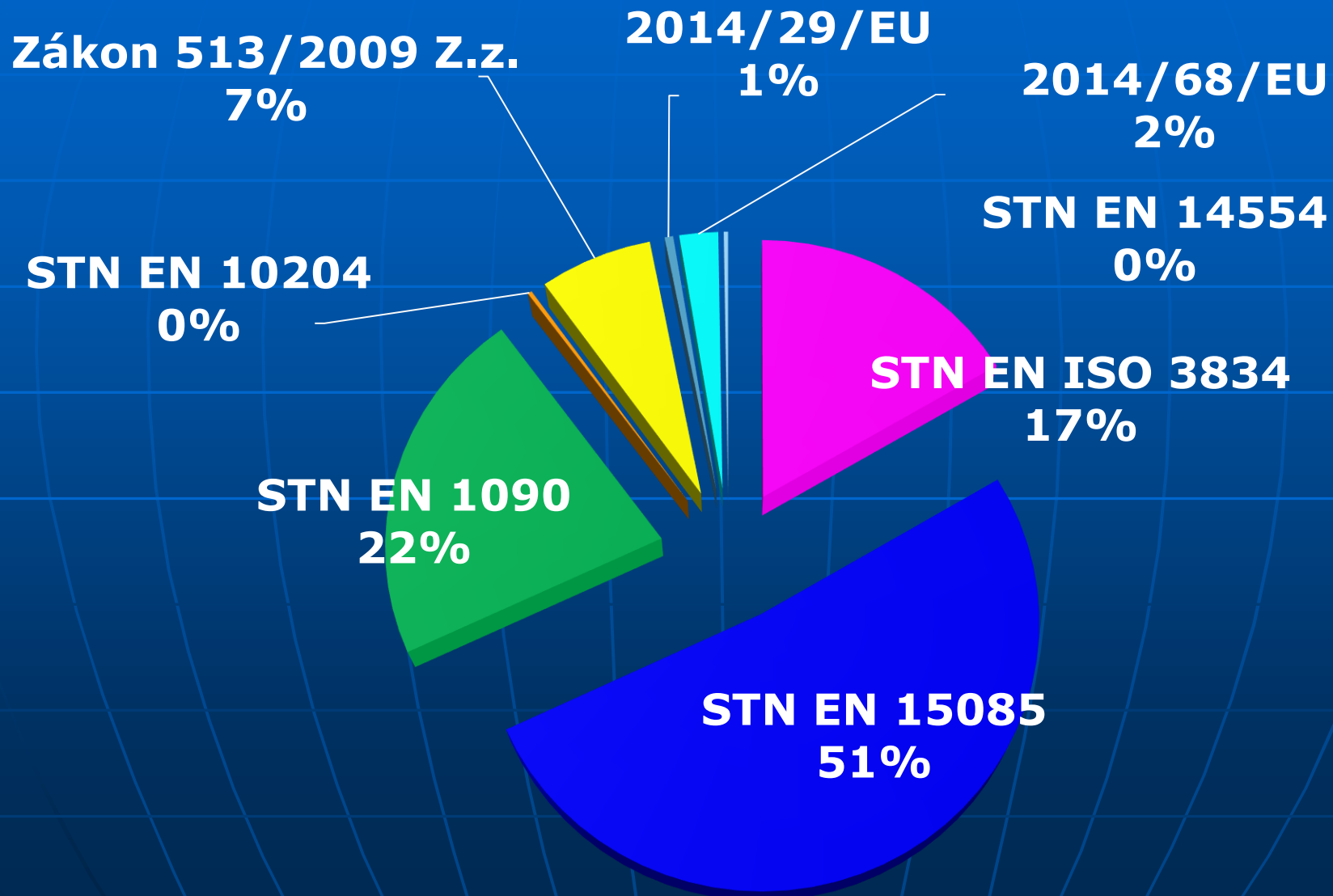
12/2023

MÍLNÍKY CERTIFIKAČNÉHO ORGÁNU PRE VÝROBKYC

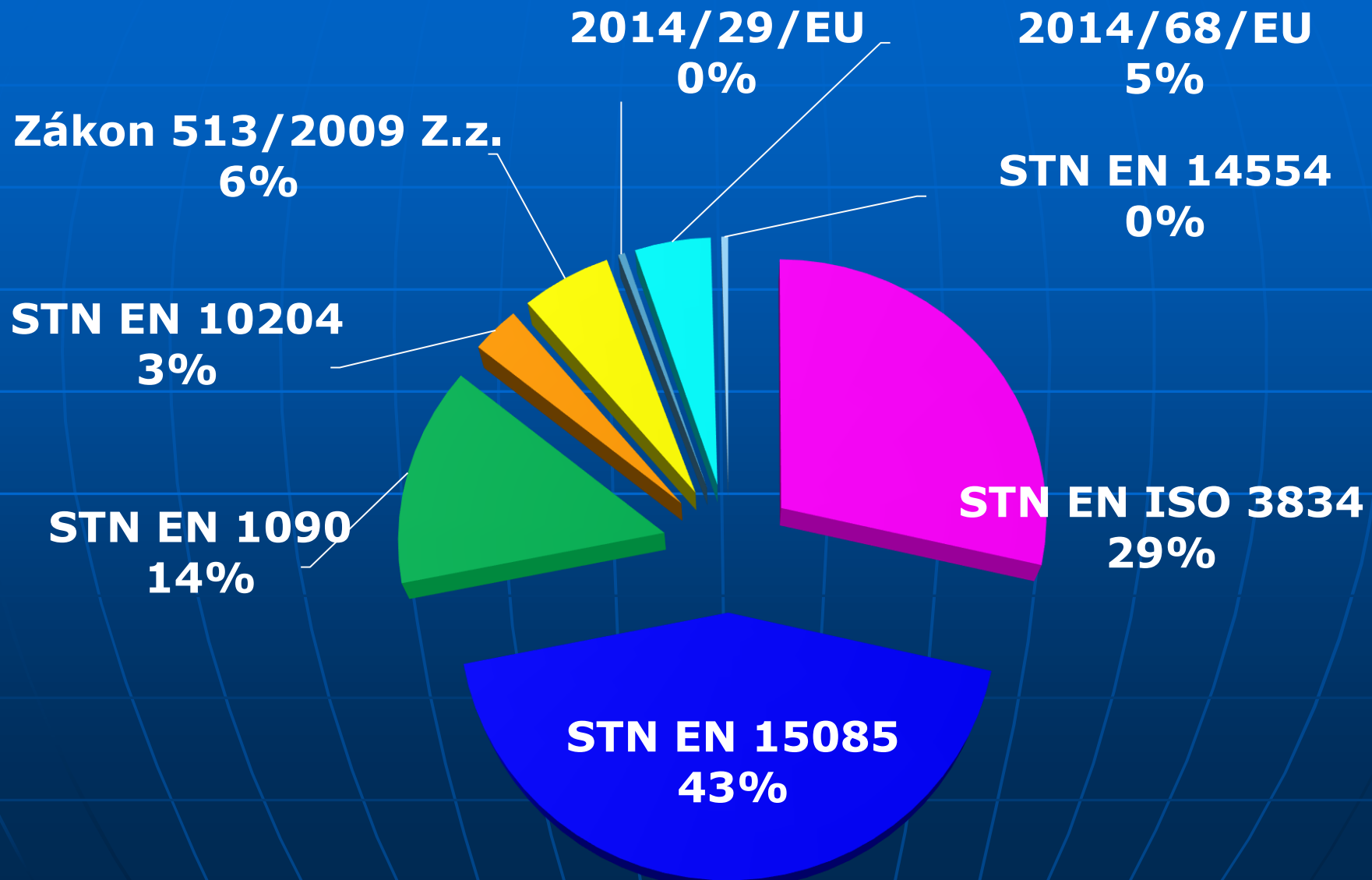
28

Uznanie certifikačného orgánu
pre výrobky od ECBRV
??????

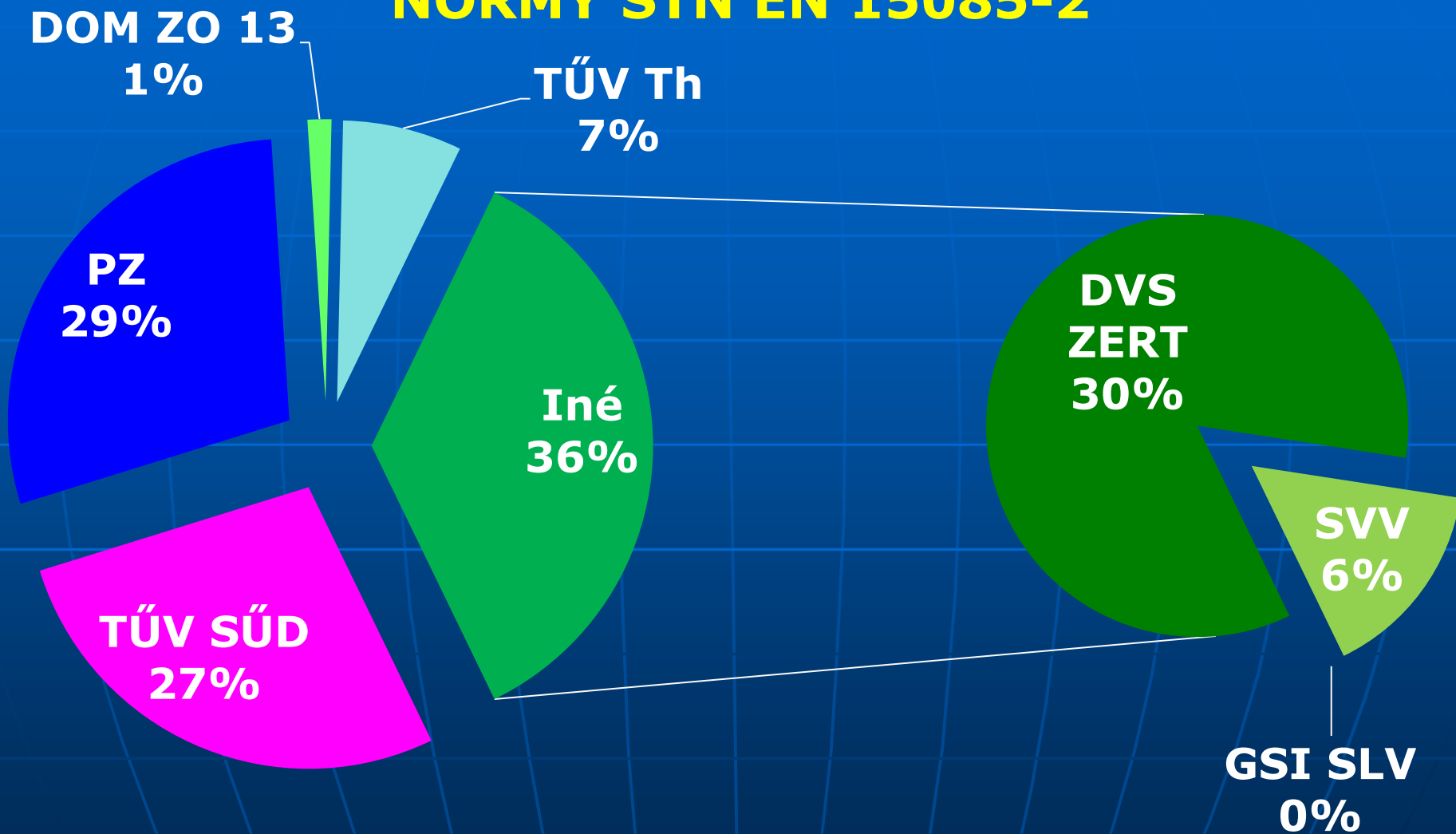
PODIEL VÝKONOV CERTIFIKAČNÉHO ORGÁNU PRE VÝROBKY PODĽA JEDNOTLIVÝCH NORIEM [%]



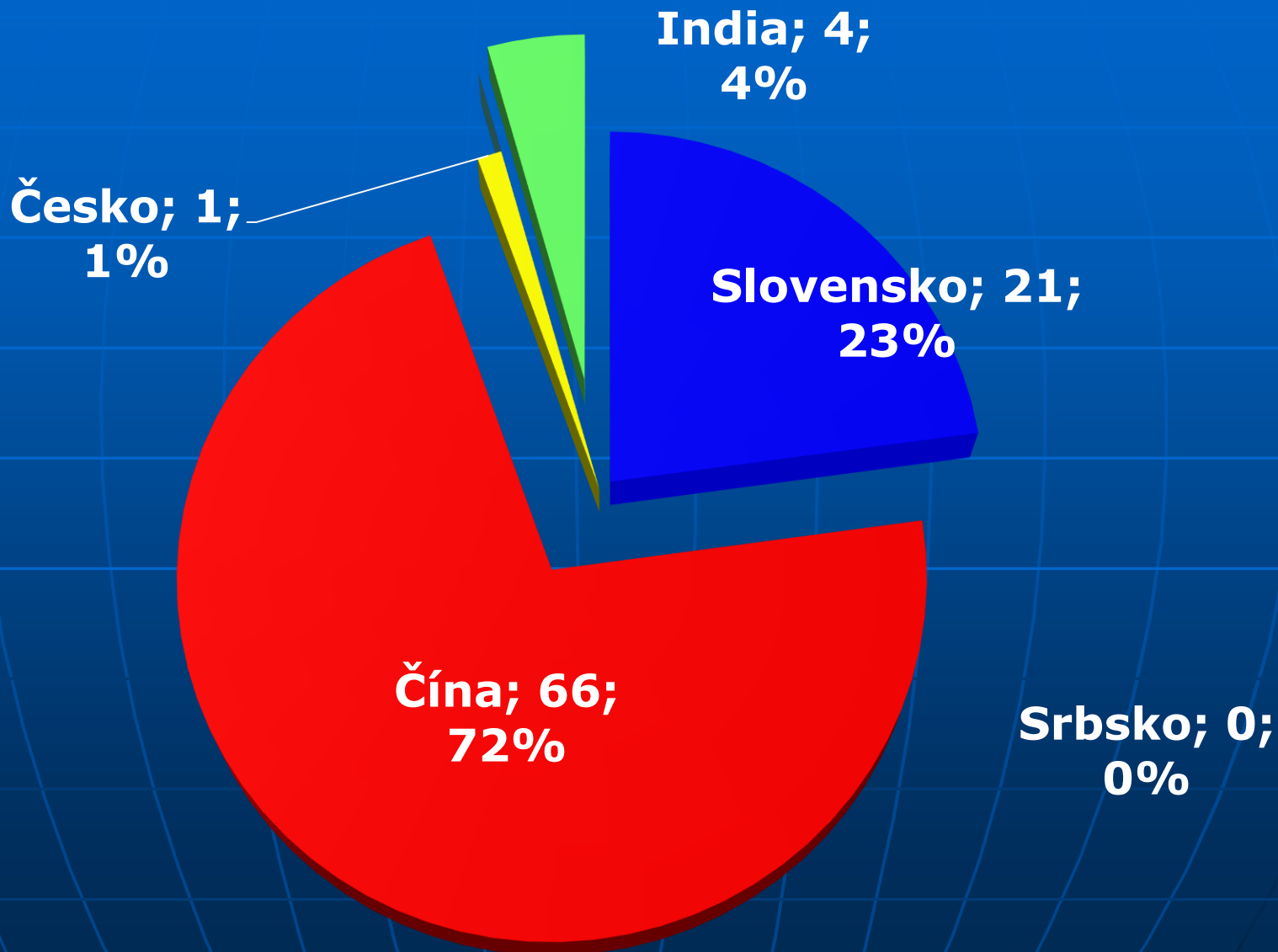
PODIEL VÝKONOV CERTIFIKAČNÉHO ORGÁNU PRE VÝROBKY PODĽA POČTU VYDANÝCH CERTIFIKÁTOV [%]



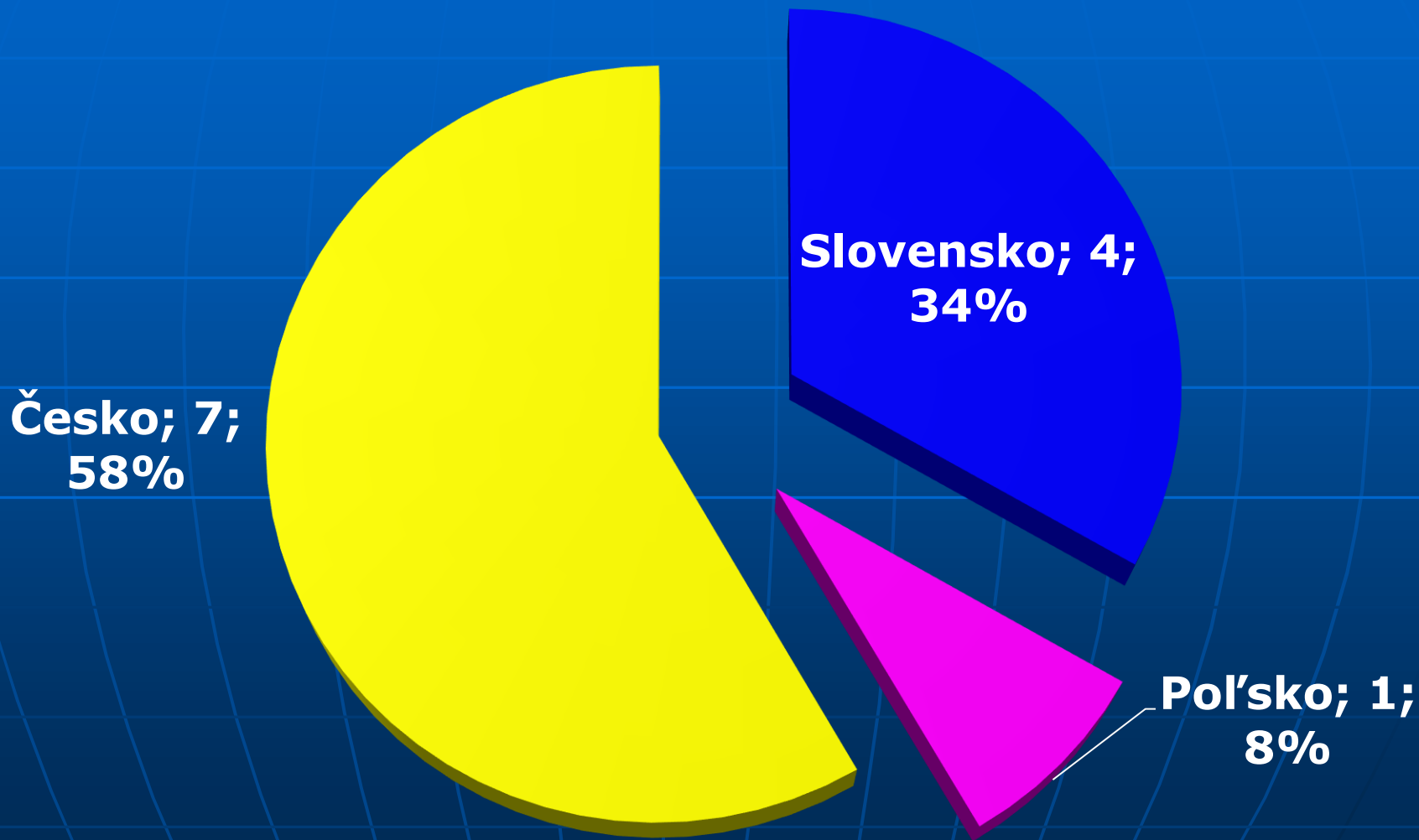
PODIEL PZ NA SLOVENSKOM TRHU V POČTE CERTIFIKOVANÝCH FIRIEM PODĽA NORMY STN EN 15085-2



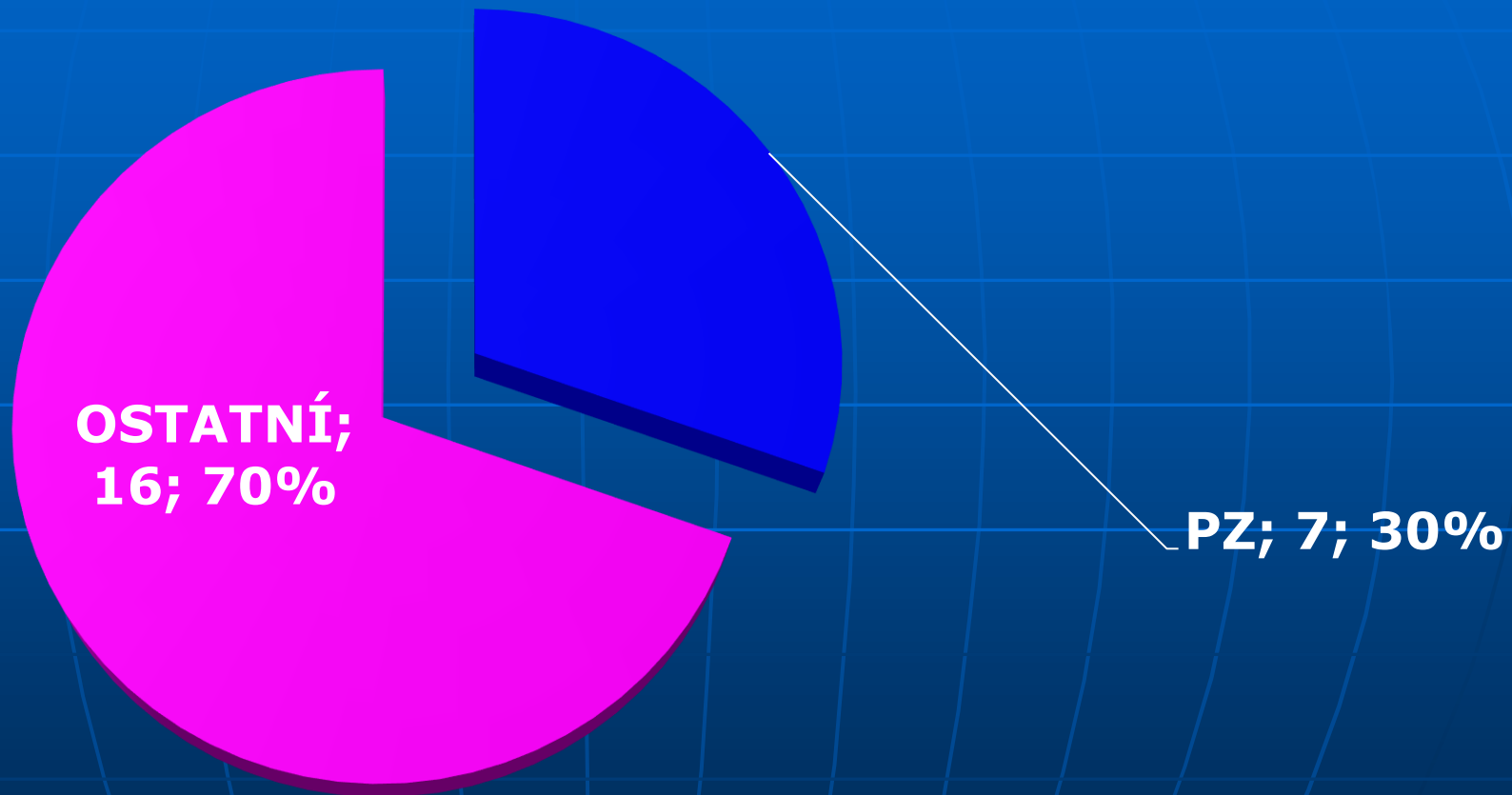
ROZLOŽENIE FIRIEM CERTIFIKOVANÝCH PZ PODĽA NORMY EN 15085-2 PODĽA KRAJÍN



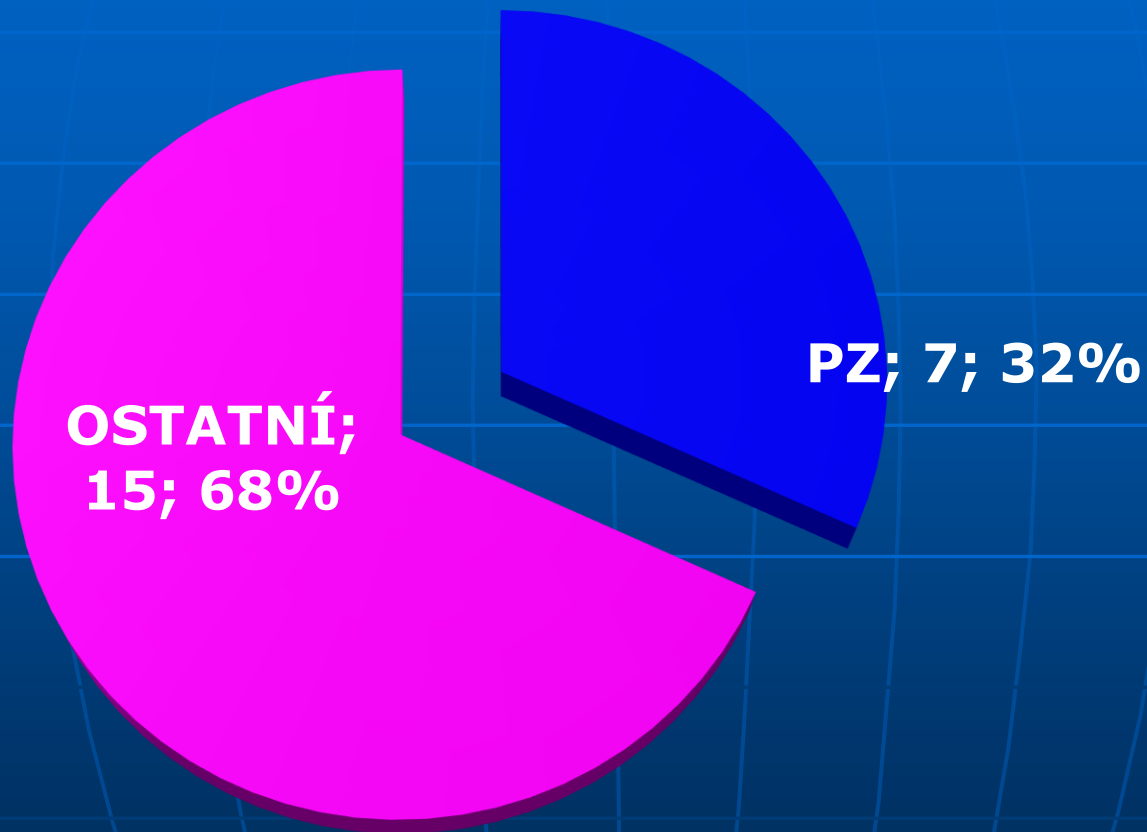
ROZLOŽENIE FIRIEM CERTIFIKOVANÝCH PZ PODĽA ZÁKONA 513/2009 Z. Z. PODĽA KRAJÍN



PODIEL PZ NA SLOVENSKOM TRHU V POČTE INŠPEKCIÍ ZVÁRANIA PODĽA ZÁKONA NR SR 513/2009 Z.z.



PODIEL PZ NA SLOVENSKOM TRHU V POČTE INŠPEKCIÍ NDT PODĽA ZÁKONA NR SR 513/2009 Z.z.



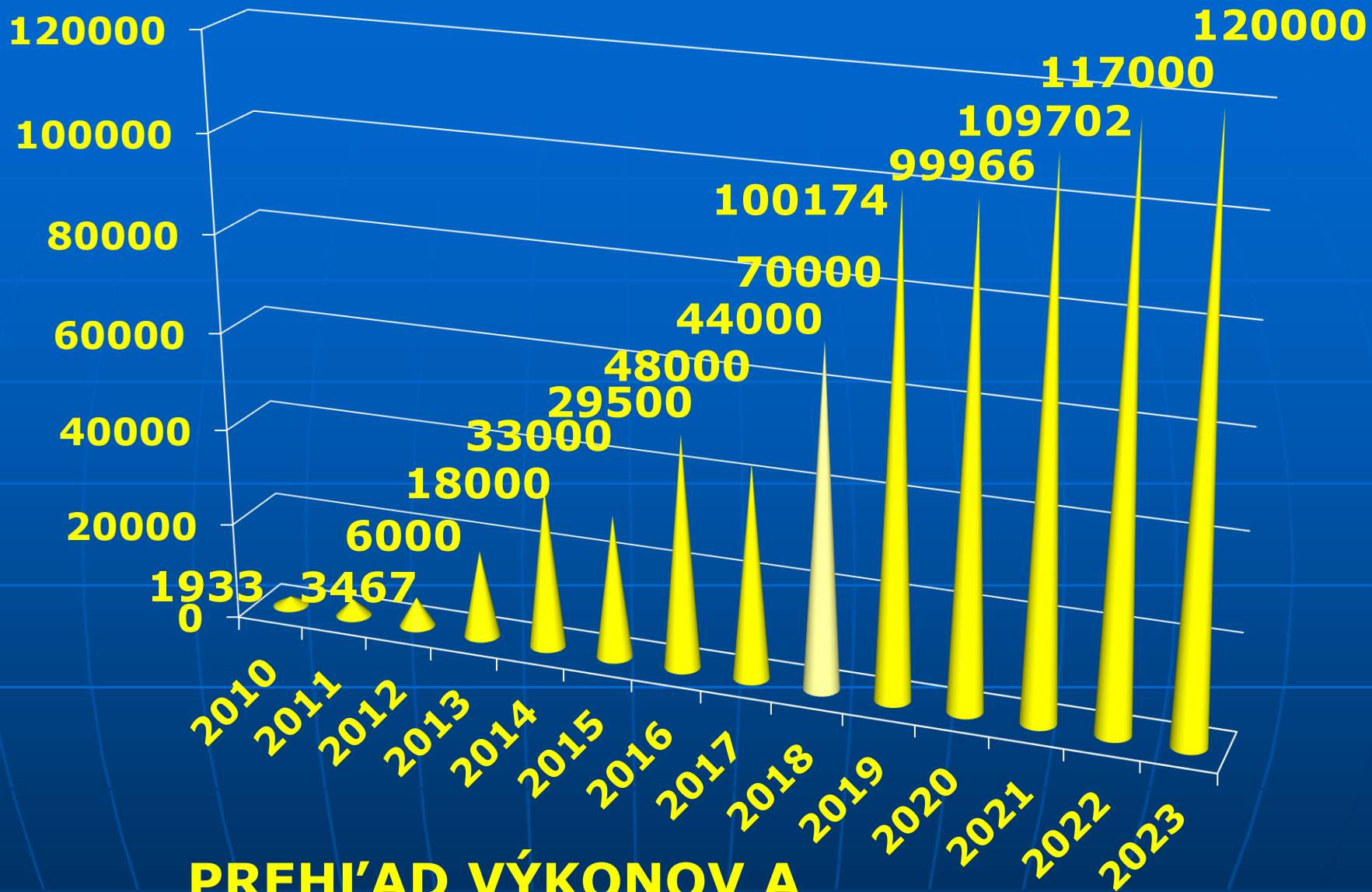




Ďakujem za pozornosť

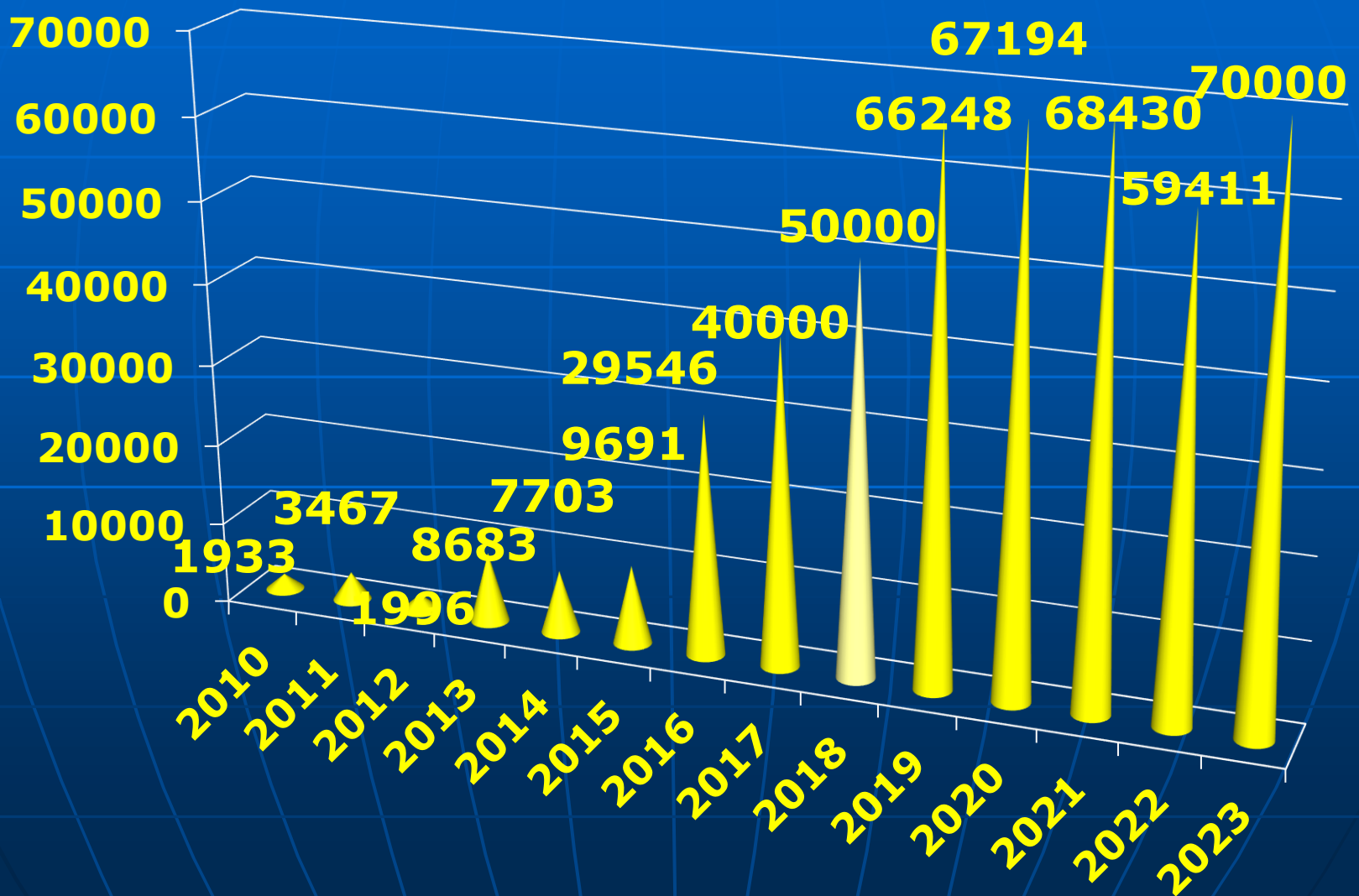
OTÁZKY

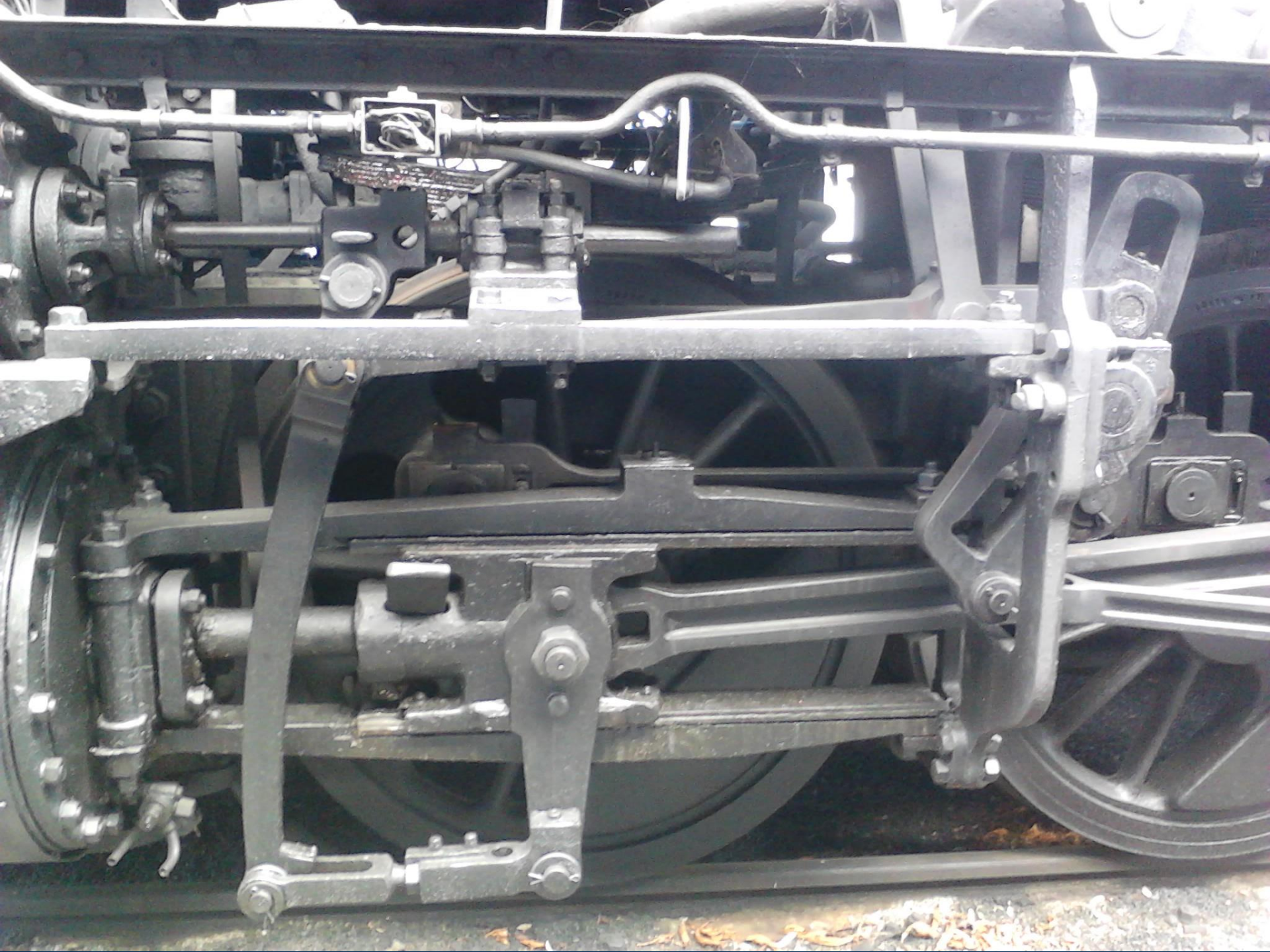




**PREHĽAD VÝKONOV A
PREDPOKLADANÝCH VÝKONOV
CERTIFIKAČNÉHO ORGÁNU PRE VÝROBKY
[€]**

PREHĽAD VÝKONOV CERTIFIKAČNÉHO ORGÁNU PRE VÝROBKY V OBLASTI CERTIFIKÁCIE PODĽA NORMY EN 15085-2 [€]













DOPRAVNÝ ÚRAD
LETISKO M. R. ŠTEFÁNKA, 823 05 BRATISLAVA
TRANSPORT AUTHORITY
M. R. STEFANIK AIRPORT, 823 05 BRATISLAVA, SLOVAK REPUBLIC

Č. sp. 18235/2023/OUTZ-0003

Bratislava 27. 07. 2023

ROZHODNUTIE

DOPRAVNÝ ÚRAD

poveruje

podľa § 103 ods. 2 písm. g) bod prvý zákona č. 513/2009 Z. z. o dráhach a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov (ďalej len „zákon o dráhach“) právnickú osobu:

Obchodné meno: **PRVÁ ZVÁRAČSKÁ, a.s.**
IČO: **35 805 609**

so sídlom Kopčianska 14, 851 01 Bratislava zapísané v Obchodnom registri Slovenskej republiky vedenom Mestským súdom Bratislava III v oddiele Sa, vložka číslo 2652/B, zastúpenú predsedom predstavenstva Ing. Petrom Fodrekom, PhD.

posudzovaním technickej dokumentácie a overovaním a schvaľovaním spôsobilosti určených technických zariadení

v rozsahu podľa § 16 ods. 1 a ods. 3 zákona o dráhach, a to:

posudzovaním technickej dokumentácie určených technických zariadení (ďalej len „UTZ“) tlakových a overovaním a schvaľovaním spôsobilosti UTZ tlakových v rozsahu T3, T4, T5, T6, T7 podľa prílohy č. 1 vyhlášky Ministerstva dopravy, pôšt a telekomunikácií Slovenskej republiky č. 205/2010 Z. z. o určených technických zariadeniach a určených činnostiach a činnostiach na určených technických zariadeniach v znení neskorších predpisov (ďalej len „vyhláška o UTZ“).

22. 08. 2023

07. 08. 2023

ie a doplnení
“) právnickú

ie a doplnení
) právnickú

Obchodnom
e Sa, vložka

Slovenskej
lo 2652/B,

ti

stí

ch činností
stných

ch činností
dráhových
onštrukcií





Certifikačný orgán systémov kvality

Ing. Eva Gubóová
PRVÁ ZVÁRAČSKÁ, a. s., Bratislava



Predĺženie platnosti Osvedčenia o akreditácii č. Q-033 a č. Q-035

**V dňoch 16.6.2023 a 19.6.2023 sme absolvovali
reakreditačný audit SNAS (Slovenská národná akreditačná
služba) – posúdenie na mieste.**

**Zároveň 8.6.2023 sa konalo svedecké posúdenie SNAS pri
výkone auditov u nami certifikovaného klienta.**



Predĺženie platnosti Osvedčenia o akreditácii č. Q-033 a č. Q-035

Výsledok reakreditačného auditu:

- ▶ 0 nezhôd,
- ▶ 2 riziká formálneho charakteru.

Na základe Rozhodnutia o akreditácii zo dňa 14.08.2023 nám bolo udelené nové Osvedčenie o akreditácii č. Q-033 a č. Q-035 platné odo dňa 16.10.2023 do 16.10.2028.



SLOVENSKÁ NÁRODNÁ AKREDITAČNÁ SLUŽBA

Karľovská 63, P. O. Box 74, 840 00 Bratislava 4

OSVEDČENIE O AKREDITÁCII

č. Q-033

zo dňa 30.08.2023

Slovenská národná akreditačná služba vydáva podľa § 26 ods. 6 zákona č. 53/2023 Z. z. o akreditácii orgánov posudzovania zhody (ďalej len „zákon o akreditácii“) osvedčenie o akreditácii akreditovanej osobe

PRVÁ ZVÁRAČSKÁ, a.s.

Kopčianska 14, 851 01 Bratislava
IČO: 35 805 609

Organizačná zložka vykonávajúca činnosť akreditovanej osoby:
Certifikačný orgán systémov kvality

Miesto výkonu činnosti akreditovanej osoby:
Kopčianska 14, 851 01 Bratislava

Identifikačné číslo akreditovanej osoby: 141/Q-033

Oblasť akreditácie: Certifikácia manažérskych systémov

Certifikačný orgán preukázal spôsobilosť vykonávať akreditovanú činnosť plnením akreditačných požiadaviek normy ISO/IEC 17021-1: 2015 a normy ISO/IEC 17021-3: 2017 na výkon certifikácie systémov manažérstva kvality podľa ISO 9001: 2015 v rozsahu akreditovaných činností uvedených v prílohe tohto osvedčenia o akreditácii. Príloha tvorí neoddeliteľnú súčasť osvedčenia o akreditácii.


Číslo a dátum vydania rozhodnutia o akreditácii: č. 141/10811/2023/2 zo dňa 14.08.2023.

Čas platnosti rozhodnutia o akreditácii:

Rozhodnutie o akreditácii č. 141/10811/2023/2 zo dňa 14.08.2023 platí odo dňa 16.10.2023 a je platné do dňa 16.10.2028.

Platnosť tohto osvedčenia o akreditácii zaniká uplynutím platnosti rozhodnutia o akreditácii, rozhodnutím o zrušení akreditácie podľa § 31 alebo zánikom akreditácie podľa § 32 zákona o akreditácii.




Ing. Štefan Král, PhD.
riaditeľ



SLOVENSKÁ NÁRODNÁ AKREDITAČNÁ SLUŽBA

Karloveská 63, P. O. Box 74, 840 00 Bratislava 4

OSVEDČENIE O AKREDITÁCII

č. Q-035

zo dňa 30.08.2023

Slovenská národná akreditačná služba vydáva podľa § 26 ods. 6 zákona č. 53/2023 Z. z. o akreditácii orgánov posudzovania zhody (ďalej len „zákon o akreditácii“) osvedčenie o akreditácii akreditovanej osobe

PRVÁ ZVÁRAČSKÁ, a.s.

Kopčianska 14, 851 01 Bratislava

IČO: 35 805 609

Organizačná zložka vykonávajúca činnosť akreditovanej osoby:

Certifikačný orgán systémov kvality

Miesto výkonu činnosti akreditovanej osoby:

Kopčianska 14, 851 01 Bratislava

Identifikačné číslo akreditovanej osoby: 141/Q-035

Oblasť akreditácie: Certifikácia manažérskych systémov

Certifikačný orgán preukázal spôsobilosť vykonávať akreditovanú činnosť plnením akreditačných požiadaviek normy ISO/IEC 17021-1: 2015 a normy ISO/IEC 17021-3: 2017 na výkon certifikáciu systémov manažérstva kvality pri zváraní podľa ISO 9001: 2015, ISO 3834-2: 2005, ISO 3834-2: 2021, ISO 3834-3: 2021 a ISO 3834-4: 2021 v rozsahu akreditovaných činností uvedených v prílohe tohto osvedčenia o akreditácii. Príloha tvorí neoddeliteľnú súčasť osvedčenia o akreditácii.


Číslo a dátum vydania rozhodnutia o akreditácii: č. 141/10811/2023/3 zo dňa 14.08.2023.

Čas platnosti rozhodnutia o akreditácii:

Rozhodnutie o akreditácii č. 141/10811/2023/3 zo dňa 14.08.2023 platí odo dňa 16.10.2023 a je platné do dňa 16.10.2028.

Platnosť tohto osvedčenia o akreditácii zaniká uplynutím platnosti rozhodnutia o akreditácii, rozhodnutím o zrušení akreditácie podľa § 31 alebo zánikom akreditácie podľa § 32 zákona o akreditácii.




Ing. Štefan Král, PhD.
riaditeľ



Osvedčenie o akreditácii č. Q-035

platné od 16.01.2023

- ▶ **prechod certifikačného orgánu na revidované normy radu EN ISO 3834:2021 (mimoriadne posúdenie SNAS)**



SLOVENSKÁ NÁRODNÁ AKREDITAČNÁ SLUŽBA
Karloveská 63, 840 00 Bratislava 4, Slovenská republika

OSVEDČENIE O AKREDITÁCII

č. Q-035

Slovenská národná akreditačná služba na základe rozhodnutia
č. 141/10160/2023/1 zo dňa 16.01.2023 osvedčuje, že

PRVÁ ZVÁRAČSKÁ, a.s. Certifikačný orgán systémov kvality

Kopčianska 14, 851 01 Bratislava
IČO: 35 805 609

je spôsobilý podľa požiadaviek **ISO/IEC 17021-1: 2015** vykonávať certifikáciu systémov manažérstva kvality pri zvaraní podľa **ISO 9001: 2015, ISO 3834-2: 2005, ISO 3834-2: 2021, ISO 3834-3: 2021 a ISO 3834-4: 2021** v rozsahu akreditovaných činností uvedených v prílohe tohto osvedčenia. Príloha tvorí neoddeliteľnú súčasť Osvedčenia o akreditácii.

Akreditácia udelená dňa 16.01.2023 platí do 15.10.2023.

Bratislava 16.01.2023



Ing. Štefan Král, PhD.
riaditeľ



**Podmienky a postup certifikačného
orgánu systémov kvality pri prechode
certifikovaných klientov na revidovanú
STN EN ISO 3834–2,3,4:2021**



Hlavné zmeny EN ISO 3834–2:2021

- ▶ Revízia úpravy
- ▶ Aktualizácia odkazov na najnovšie vydanie ISO 3834–5 (pripravované vydanie, toho času ako ISO/DIS ISO 3834–5:2021)
- ▶ Prepracovaná kapitola 16 týkajúca sa kalibrácie a validácie meracích, kontrolných a testovacích zariadení



Hlavné zmeny EN ISO 3834–2:2021

Kalibrácia a validácia zariadení na meranie, kontrolu a skúšanie, kapitola 16

NEZMENENÉ:

- ▶ Výrobca je zodpovedný za kalibráciu alebo overenie zariadení určených na meranie, kontrolu a skúšanie
- ▶ Všetky zariadenia použité na vyhodnotenie kvality konštrukcie sa musia vhodne kalibrovať alebo overovať v stanovených intervaloch
- ▶ Odkaz na normatívne dokumenty uvedené v tabuľkách 9 (oblúkové, elektrónové a laserové zvarovanie) a 10 (tavné spôsoby zvarovania), norma ISO 3834–5



Hlavné zmeny EN ISO 3834–2:2021

Kalibrácia a validácia zariadení na meranie, kontrolu a skúšanie, kapitola 16

DOPLNENÉ:

- ▶ Súlad so špecifikáciou postupu zvarovania sa overuje pomocou validovania
- ▶ Kalibrácia alebo validácia zvaracieho zariadenia nezbavuje výrobcu zodpovednosti za overenie práce v súlade s WPS



Prvotná certifikácia (certifikačný audit)

- ▶ Certifikačný orgán od 1.2.2023 vykonáva certifikačné audity iba podľa ISO 9001:2015 a ISO 3834:2,3,4:2021.
- ▶ Žiadatelia musia preukázať, že plnia technické požiadavky ISO 9001:2015 a ISO 3834-2,3,4:2021.
- ▶ Proces certifikácie je popísaný v postupoch P01-COSK a P06-COSK.



Recertifikácia (predĺženie platnosti certifikátu)

- ▶ Certifikačný orgán od 1.2.2023 vykonáva všetky recertifikačné audity iba podľa ISO 9001:2015 a ISO 3834:2,3,4:2021.
- ▶ Žiadatelia musia preukázať plnenie technických požiadaviek ISO 9001:2015 a ISO 3834-2,3,4:2021.
- ▶ Proces recertifikácie je popísaný v P06-COSK.



Dozorné audity (platí od 1.2.2023)

Dozorný audit je realizovaný jedným z nižšie uvedených spôsobov:

- ▶ Výkon auditu je realizovaný podľa pôvodnej normy (ISO 3834:2005) v prípade, ak certifikovaný klient neplní požiadavky revidovanej ISO 3834-2,3,4:2021.
- ▶ Prechod na revidovanú normu je realizovaný najneskôr pri recertifikačnom audite.



Dozorné audity (platí od 1.2.2023)

- ▶ Výkon auditu je realizovaný podľa revidovanej normy, ak certifikovaný klient plní všetky požiadavky revidovanej ISO 3834:2021.
- ▶ Klient požiadal o prechod na novú normu, lebo požiadavky revidovanej normy plní.
- ▶ Klientovi, ktorý preukáže plnenie požiadaviek revidovanej ISO 3834:2021 je vydaný revidovaný certifikát s pôvodnou platnosťou.



Dozorné audity (platí od 1.2.2023)

- ▶ Prechod všetkých klientov COSK, ktorí sú držiteľmi certifikátu QMS-W na revidovanú normu ISO 3834:2021 musí byť najneskôr pri recertifikácii.
- ▶ COSK predpokladá prechod všetkých klientov (držiteľov certifikátu QMS-W) najneskôr do 12/2025.



Ďakujem za pozornosť