

Stimuly pre výskum a vývoj

Prezentácia stavu a výsledkov riešenia projektu

Názov projektu: Výskum technologických uzlov CNC strojov na delenie materiálov energolúčovými technológiami

Druh projektu: aplikovaný výskum

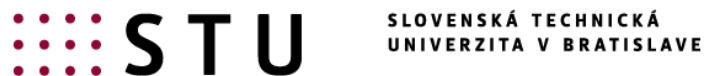
Poskytovateľ stimulov: Ministerstvo školstva, vedy, výskumu a športu SR

Číslo projektu: 2015-10962/19795:1-15AA

Logo riešiteľa:



Logo spoluriešiteľa:



Údaje o projekte

Riešiteľ: MicroStep, spol. s r. o., Vajnorská 158, 831 03 Bratislava
varga@microstep.sk

Spoluriešiteľ: STU Bratislava

Doba riešenia: 1. 8. 2015 - 30. 7. 2018

Vytvorenie/udržanie pracovných miest vo výskume a vývoji: 5 / 35

Zodpovedný riešiteľ: Ing. Alexander Varga, PhD.

Hlavný cieľ projektu

Cieľom predloženého projektu je výskum špičkových technických riešení v oblasti CNC strojov na delenie materiálov energolúčovými technológiami - plazma, kyslík, vysokotlaková voda a laser. Projekt je zameraný na vývoj uzlov umožňujúcich modulárnu stavbu zložitých rezacích centier s kombináciou deliacich technológií, prídavných technológií vrtania, rezania závitov a popisovania s možnosťou automatického nakladania polotovarov a automatického vykladania hotových dielcov. Súčasťou riešenia bude aj automatické odstraňovanie odpadu vznikajúceho v procese delenia.

V rámci riešenia bude navrhnutý modulárny systém pre automatické podávanie materiálu do pracovného priestoru rezacích hláv, systém automatického uchopovania, posúvania a natáčania materiálu v procese rezania a jeho triedenia po ukončení procesu delenia. Modulárny systém bude navrhnutý jednak pre prípad delenia plošných dielcov a jednak pre prípad delenia otvorených a uzavretých profilov rôznych prierezov. Moduly posúvania a natáčania materiálu v pracovnej zóne budú predstavovať interpolované pohybové osi CNC systému. Tieto moduly budú vybavené automaticky ovládanými úchopovými jednotkami so senzorikou slúžiacou na presné zameranie polohy materiálu a na presnú identifikáciu jeho rozmerov.

Cieľom je vytvoriť automatické bunky pre plne automatizované rezacie pracoviská s materiálovým tokom prispôsobiteľným požiadavkám zákazníka. Do rezacieho systému budú zakomponované špeciálne robotické kinematiky za účelom rozšírenia možností rezania zložitejších priestorových útvarov riadené priamo z riadiaceho systému CNC stroja, ako aj za účelom manipulácie a triedenia hotových dielcov. Okrem vývoja riadiaceho systému jednotlivých modulov týchto uzlov bude súčasťou riešenia vývoj informačného systému pre riadenie produkcie takéhoto uzla, resp. skupiny uzlov vytvárajúcej automatické rezacie pracoviská. Takto koncipovaný subsystém bude možné jednoducho pripojiť do informačného systému podniku. Z jednotlivých modulov budú zostavené skúšobné stendy umožňujúce overenie navrhnutých modulov.

Cieľom riešenia úlohy je vytvoriť nové produkty - CNC stroje na delenie materiálov, ktorých modulárna koncepcia musí umožniť prispôbenie sa špecifickým požiadavkám zákazníka:

- Stupeň automatizácie pracoviska, resp. postupné zvyšovanie tohto stupňa.
- Možnosť prispôbenia sa materiálovému toku v mieste realizácie.
- Možnosť napojenia stroja na nadradený informačný systém riadenia výroby.

Nové produkty budú mať kvalitatívne ukazovatele porovnateľné so špičkovými produktmi svetových výrobcov. Práce na riešení sú orientované na štyri oblasti:

1. Návrh kinematík s ohľadom na konštrukčné riešenie, realizovateľnosť, zaťažiteľnosť, dynamiku, presnosť, atď. jednotlivých komponentov ako aj celku.
2. Návrh senzorických systémov na monitorovanie a korekcie procesu rezania tak, aby sa dosahovala čo najvyššia presnosť výstupného dielca a v maximálnej miere bol eliminovaný vplyv nedokonalosti vstupného polotovaru.
3. Návrh riadiacich systémov na báze a rozširovaním modulárnej stavebnice vyvinutej riešiteľom pre aplikácie v CNC strojoch na delenie materiálov, vrátane vývoja nových HW aj SW modulov.
4. Návrh programových systémov umožňujúcich rýchle programovanie týchto strojov nie len s ohľadom na samotný rez, ale aj s ohľadom na celý automatizovaný proces a jeho napojenie na riadenie výrobného procesu.

Etapy riešenia

Etapa I: Spracovanie podrobnej koncepcie modulárneho systému.

Termín: 1. 8. 2015 - 30. 12. 2015

Etapa II: Výskum mechatronických modulov systému a stavba prototypov.

Termín: 1. 1. 2016 - 30. 12. 2016

Etapa III: Výskum a zostavenie modulov riadenia, SW a kinematík.

Termín: 1. 1. 2017 - 30. 12. 2017

Etapa IV: Overovanie dosiahnutých výsledkov v laboratórnych podmienkach na stendoch.

Termín: 1. 1. 2018 - 30. 7. 2018

Finančné prostriedky

| Rok | Plánovaná výška oprávnených nákladov na projekt | | |
|--------|---|--------------------|--|
| 2015 | Celkom: | 252 172 € | |
| | Vlastné prostriedky: | 88 260 € | |
| | Požadovaná dotácia: | 163 912 € | |
| | Podiel vlastných prostriedkov: | 35,00 % | |
| | Rozdelenie dotácie medzi hlavného riešiteľa a spoluriešiteľov: | | |
| | Hlavný riešiteľ – MicroStep, spol. s r. o.: | 131 279 € | |
| | Spoluriešiteľ – STU Bratislava: | 32 633 € | |
| 2016 | Celkom: | 483 570 € | |
| | Vlastné prostriedky: | 299 249 € | |
| | Požadovaná dotácia: | 184 321 € | |
| | Podiel vlastných prostriedkov: | 61,88 % | |
| | Rozdelenie dotácie medzi hlavného riešiteľa a spoluriešiteľov: | | |
| | Hlavný riešiteľ – MicroStep, spol. s r. o.: | 117 721 € | |
| | Spoluriešiteľ – STU Bratislava: | 66 600 € | |
| 2017 | Celkom: | 723 112 € | |
| | Vlastné prostriedky: | 353 089 € | |
| | Požadovaná dotácia: | 370 023 € | |
| | Podiel vlastných prostriedkov: | 48,83 % | |
| | Rozdelenie dotácie medzi hlavného riešiteľa a spoluriešiteľov: | | |
| | Hlavný riešiteľ – MicroStep, spol. s r. o.: | 298 523 € | |
| | Spoluriešiteľ – STU Bratislava: | 71 500 € | |
| 2018 | Celkom: | 741 146 € | |
| | Vlastné prostriedky: | 259 402 € | |
| | Požadovaná dotácia: | 481 744 € | |
| | Podiel vlastných prostriedkov: | 35,00 % | |
| | Rozdelenie dotácie medzi hlavného riešiteľa a spoluriešiteľov: | | |
| | Hlavný riešiteľ – MicroStep, spol. s r. o.: | 432 477 € | |
| | Spoluriešiteľ – STU Bratislava: | 49 267 € | |
| Celkom | Celkom: | 2 200 000 € | |
| | Vlastné prostriedky: | 1 000 000 € | |
| | Požadovaná dotácia: | 1 200 000 € | |
| | Podiel vlastných prostriedkov: | 45,45 % | |
| | Rozdelenie dotácie medzi hlavného riešiteľa a spoluriešiteľov: | | |
| | Hlavný riešiteľ – MicroStep, spol. s r. o.: | 1 000 000 € | |
| | Spoluriešiteľ – STU Bratislava: | 200 000 € | |

Čiastkové ciele projektu

V rámci riešenia úlohy v priebehu jednotlivých etáp budú navrhnuté nasledovné modulárne rezacie systémy s možnosťou automatickej nakládky a vykládky:

- Systém na rezanie rúr a profilov do priemeru 200 a 300 mm laserom, resp. plazmou s postupným posúvaním polotovaru do rezacieho priestoru.
- Systém na rezanie rúr a profilov do priemeru 700 mm plazmou, resp. kyslíkom s postupným podávaním polotovaru do rezacieho priestoru.

- Systém na rezanie uzavretých a otvorených profilov bez otáčania do šírky 700 mm plazmou a kyslíkom s robotickou kinematikou rezacieho suportu.
- Systém na automatickú obsluhu laserových rezacích strojov, ktoré sú produktmi riešiteľa MicroStep, spol. s r. o. Systém bude koncipovaný na manipuláciu s plechmi v rozmeroch od 3 x 1,5 m do 8 x 2 m. Hrúbka manipulovaných polotovarov bude v rozsahu 0,5 až 25 mm. Systém bude umožňovať aj triedenie vyrezaných dielcov. Súčasťou navrhovaného riešenia bude vežový zásobník s kapacitou 10 pozícií pre zakladanie paliet s polotovarmi a paliet s vyrezanými dielmi.
- Programové vybavenie riadiaceho systému a programové prostriedky na tvorbu rezných plánov ako aj prostriedky na zapojenie takýchto automatizovaných buniek do systému riadenia výroby.

Etapy riešenia úlohy sa vzťahujú na všetky tieto parciálne ciele.

Plánované výstupy riešenia

Konečným cieľom projektu je rozšírenie produktového portfólia firmy MicroStep, spol. s r. o. do oblasti vysoko sofistikovaných systémov. Výstupom projektu budú technické riešenia, znalosti a skúsenosti, ktoré umožnia projektovanie a výrobu takýchto systémov. Paralelne s touto úlohou bude prebiehať integrácia skúmaných modulov do produktového portfólia.

Prípadný dopyt po výstupoch / využite výsledkov

Dopyt po systémoch, ktoré sú predmetom riešenia úlohy, neustále rastie. Tento rast súvisí s rastúcimi požiadavkami na automatizáciu výrobných procesov a aplikácie rôznych systémov na riadenie produkcie. Skúmané systémy v plnej miere zapadajú do vývojového smerovania RIS3 SK, stratégie EÚ pre dunajský región a so stratégiou SMART Industry a Industry 4 zameranou na plne automatizované výrobné procesy.

Hlavné realizované výstupy (výsledky) za prvý rok riešenia

V rámci prvej etapy riešenia projektu bola spracovaná podrobná koncepcia systémov v súlade s čiastkovými cieľmi projektu. Na základe tejto koncepcie bude v následných etapách riešenia postupovať výskum a vývoj.

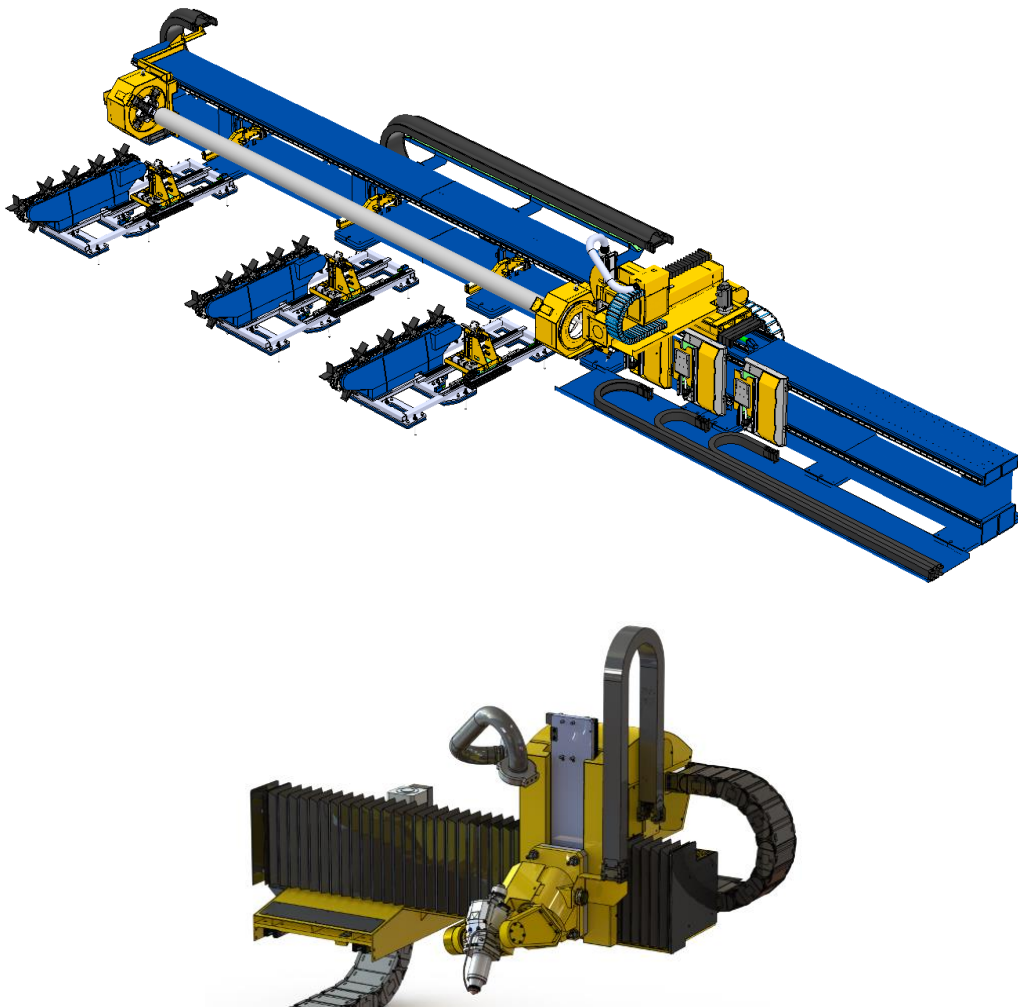
Popis prínosov za prvý rok riešenia

Prínosy riešenia po prvej etape, ktorá prebehla od 1. 8. 2015 do 30. 12. 2015 spočívajú v rozpracovaní koncepcie riešenia modulárnych rezacích systémov predstavujúcich čiastkové ciele riešenia projektu.

Systém na rezanie rúr a profilov do priemeru 200 a 300 mm laserom, resp. plazmou s postupným posúvaním polotovaru do rezacieho priestoru.

Na nasledujúcom obrázku je znázornená modulárna koncepcia rezacieho systému navrhnutá v rámci riešenia, ktorá pozostáva z nasledovných modulov:

- *Univerzálny rám s vedeniami* predstavuje základňu celého komplexu. Na tomto ráme sú umiestnené vedenia, po ktorých sa pohybujú jednotlivé suporty.
- *Rezací suport* zabezpečuje pohyb laserovej, resp. plazmovej rezacej hlavy nad rezaným polotovarom. V jednoduchšej alternatíve ide o kolmé uloženie rezacej hlavy a v zložitejšom o výkyvné uloženie hlavy umožňujúce úkosové rezanie na dielcoch.
- *Posuvné polohovadlo a luneta* zabezpečujú fixáciu, natáčanie a podávanie rezaného polotovaru do rezacieho priestoru. Každá jednotka je osadená dvojicou pohonov, ktoré zabezpečujú rotáciu polotovaru a pracujú synchronne. Aktívna rotácia oboch modulov eliminuje možnosť torznej deformácie polotovaru. Skľučovadlá, ktoré sú súčasťou týchto modulov, budú vybavené zostavou dvoch samostatne ovládaných na seba kolmých čeľustí, ktoré umožňujú fixáciu aj profilov s obdĺžnikovým prierezom. Súčasťou automatických skľučovadiel bude merací systém rozmeru polotovaru a systém vyhľadávania polohy polotovaru pri procese jeho založenia.



Modulárny rezací systém a detail rezacieho suportu s výkyvnou rezacou hlavou

- *Podporný systém polotovaru* eliminuje priehyb polotovaru vplyvom jeho vlastnej hmotnosti a v priečnom smere musí zabezpečiť udržanie polotovaru v osi rotácie. Pohyb v smere osi Z (v zvislom smere) musia zabezpečiť polohové servosystémy, ktoré nastavujú výšku podpier tak, aby počas otáčania v každom okamihu ležal rezaný profil na podpere. V prípade rezania rúr sa podpery nastavujú do vzdialenosti od osi

rotácie rovnajúcej sa polomeru rúry. Podporný systém predstavuje plne riadenú os CNC stroja. Pri skracovaní rezaného polotovaru sa jednotlivé podpery podporného systému zaklápajú do rámu stroja.

- *Nakladací systém* zabezpečuje vkladanie polotovaru do osi rotácie skľučovadla a lunety. Riešenie bude predpokladať dve alternatívy – podávanie polotovaru z dopravníkového zásobníka a zo zväzku.
- *Suporty na odoberanie hotových dielcov* zabezpečujú podopieranie rezaného dielca na výstupnej časti stroja a následne ich transport a vyklopenie do výstupného kontajnera. Tieto na obrázkoch nie sú naznačené. Suporty sa pohybujú v pozdĺžnom smere na tých istých vedeniach ako rotačné skľučovadlo a luneta, a okrem týchto pohybových osí sú vybavené univerzálnou montážnou platformou, ktorej pohyb v zvislom smere zabezpečujú polohové servosystémy. Na platformy možno osadiť rôzne nástavce podľa charakteru produkcie. Nástavcami môžu byť podporné stoly, resp. podporné valce, alebo systém s odoberacou tyčou. Systém odoberania s odoberacou tyčou umožňuje rezať rúry a profily bez ich vnútorného znečistenia roztaveným materiálom z reznej štrbiny. Všetky tieto nástavce budú predmetom návrhu riešenia.

Opísaný systém predstavuje univerzálne riešenie CNC rezacieho stroja na rezanie rúr a profilov, pričom umožňuje realizovať rôzne varianty prispôbené potrebám zákazníkov. Ďalšou výhodou je jednoduchá možnosť realizácie CNC stroja s kombinovanou funkciou rezania plechov a rezania rúr. Uvedený systém predstavuje zložitý mechatronický komplex, pričom predmetom následného riešenia úlohy je návrh jeho mechanických uzlov a jeho riadiaceho a senzorického systému, vrátane programového CAM systému na tvorbu rezných plánov.

Systém na rezanie rúr a profilov do priemeru 700 mm plazmou, resp. kyslíkom s postupným podávaním polotovaru do rezacieho priestoru.

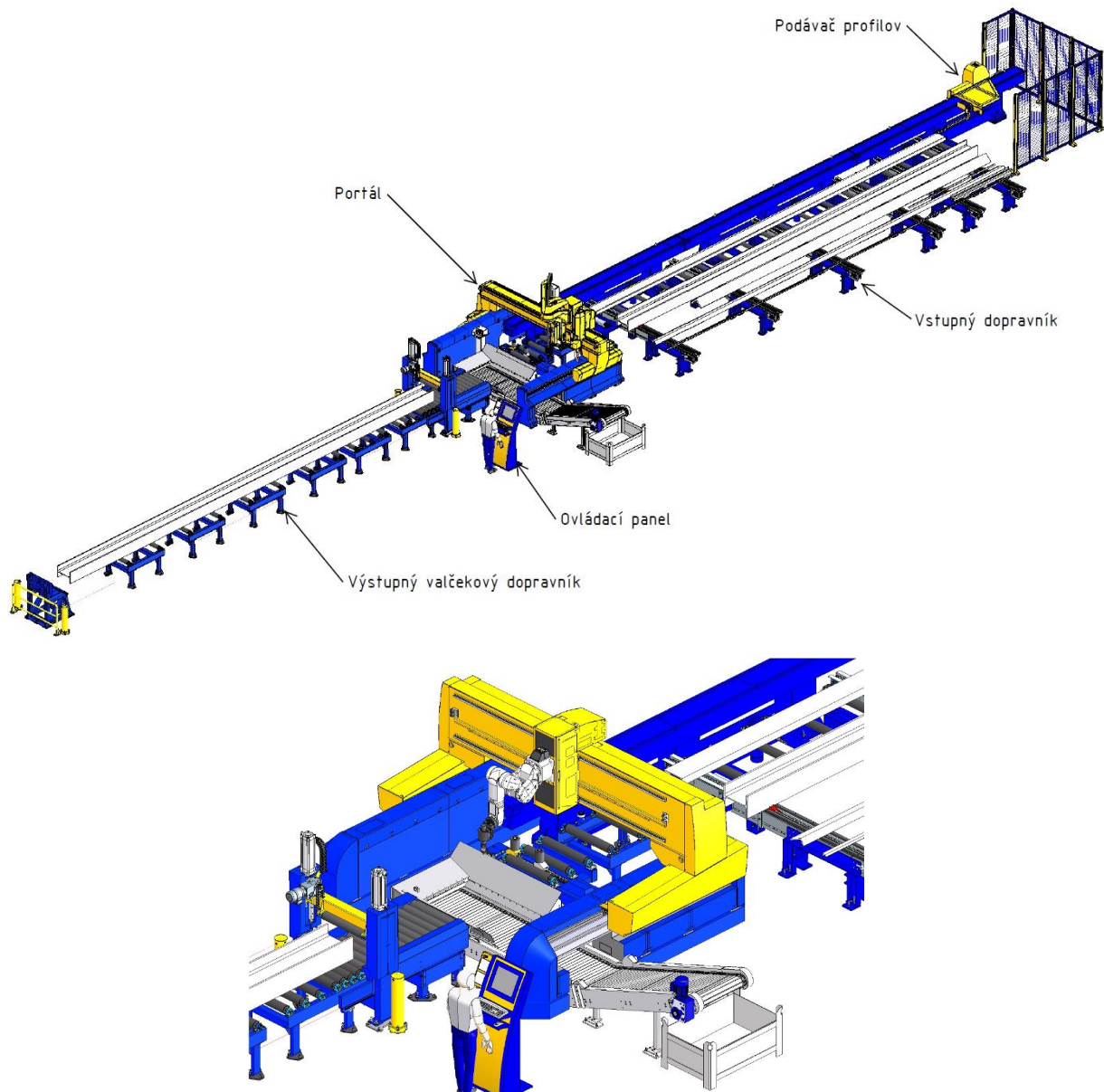
V rámci riešenia prvej etapy bola navrhnutá koncepcia tohto systému, ktorá je filozofiou riešenia podobná predchádzajúcemu systému, je však prispôbená práci s veľkorozmernými dielcami. V nasledujúcich etapách bude táto koncepcia rozpracovaná podrobne.

Systém na rezanie uzavretých a otvorených profilov do šírky 700 mm plazmou a kyslíkom bez otáčania s robotickou kinematikou rezacieho suportu.

Koncepcia tohto CNC systému rozpracovaná v priebehu prvej etapy riešenia úlohy je znázornená na nasledujúcom obrázku. Systém pozostáva z nasledovných modulov:

- *Vstupný dopravník s podávačom*, zabezpečujúci zasúvanie polotovaru do rezacej zóny. Vstupný dopravník dotláča polotovar do polohy, v ktorej je uchopený podávačom a ten ho postupne zasúva do rezacej zóny.
- *Rezacia zóna* tvorená portálovým systémom s krátkym pozdĺžnym vedením a suportom s rezacou hlavou pohybujúcim sa na portáli. Poloha rezaného profilu je fixovaná bočnými prítlačnými valcami, ktoré budú obsahovať integrovaný merací systém na identifikáciu presného rozmeru polotovaru. Odpad a krátke dielce sú po odrezaní vynášané dopravníkom do kontajnera. Dlhé dielce sú vysúvané na výstupný dopravník, ktorý už musí byť koncipovaný tak, aby nadväzoval na materiálový tok výroby. Súčasťou riešenia bude aj implementácia robotickej kinematiky do rezacieho

systemu. Na nasledujúcom obrázku je zobrazený aj detail rezacej zóny s robotickým ramenom. Takéto riešenie významne rozšíri triedu rezateľných profilov v porovnaní s rezacou hlavou s náklonom $\pm 120^\circ$, ktorá bola predmetom predchádzajúceho vývoja. Celá rezacia zóna bude umiestnená v uzavretej kabíne s odsávaním splodín vznikajúcich počas procesu rezania.



Zostava automatizovaného systému na rezanie profilov a detail robotizovanej rezacej hlavy systému

- *Výstupný dopravník*, ktorý zabezpečuje odsun hotových dielcov do manipulačnej polohy a odpadu vznikajúceho v procese rezania do kontajnera.

V priebehu nasledujúcich etáp riešenia budú detailne navrhnuté jednotlivé moduly takejto zostavy a bude navrhnutý riadiaci systém vrátane programového vybavenia.

System pre automatickú obsluhu laserových rezacích strojov

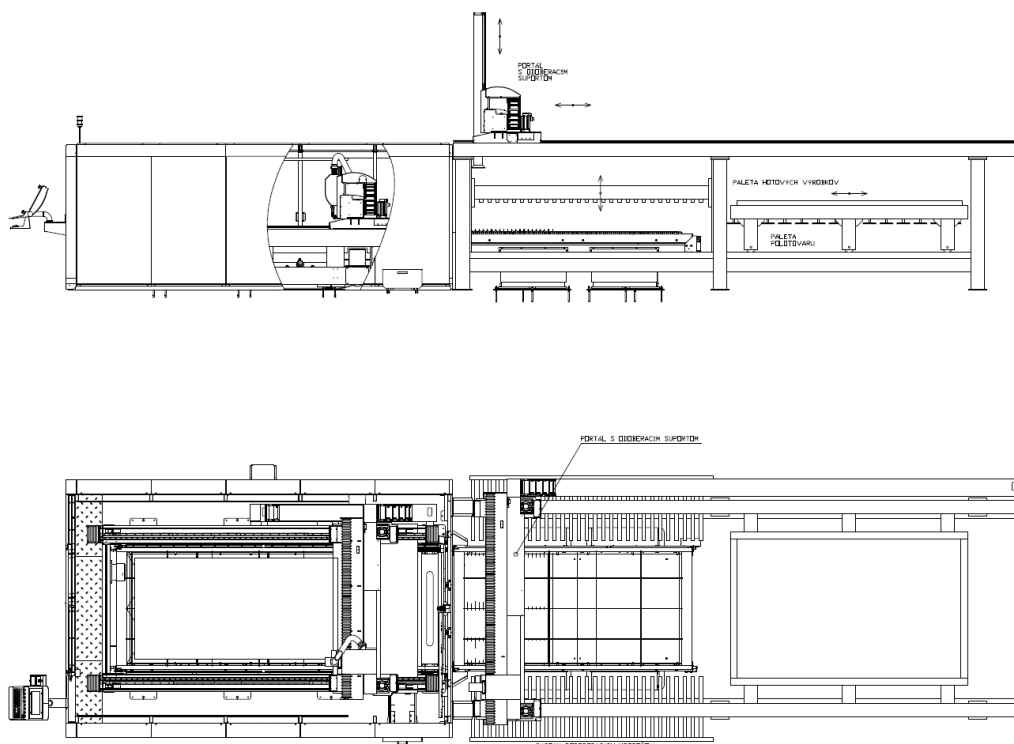
System bude koncipovaný na manipuláciu s plechmi s rozmermi od $3 \times 1,5$ m do 8×2 m. Hrúbka manipulovaných polotovarov bude v rozsahu 0,5 až 25 mm. System bude umožňovať aj triedenie vyrezaných dielcov. Súčasťou navrhovaného riešenia bude vežový zásobník s kapacitou 10 pozícií pre zakladanie palet s polotovarmi a palet s vyrezanými dielmi.

System bude pozostávať z nasledujúcich modulov:

- *Základový rám s vedeniami* tvoriaci univerzálnu montážnu platformu manipulačného systému s integrovanými posuvnými jednotkami paletového systému.
- *Portál so suportom na odoberanie jednotlivých dielcov* na zabezpečenie pohybu uchopovacieho nástroja nad plochou výmenného stola rezacieho stroja, pričom súčasťou bude automatický výmenník tohto nástroja. Pohyb nástroja bude riadený na základe rezacieho plánu CNC stroja, ktorý bude preberať z jeho riadiaceho systému. Tento program bude optimalizovaný tak, aby bol pohyb minimalizovaný. Celý manipulačný systém bude môcť alternatívne pracovať aj bez tejto funkčnosti.
- *Portál s hrebeňovým odoberacím systémom* na zabezpečenie odobratia rozrezaného listu ako celku, alebo iba odpadu, ktorý ostáva po odstránení vyrezaných dielcov odoberacím suportom jednotlivých dielcov.
- *Paletový systém na zakladanie polotovaru na výmenný stôl stroja* realizujúci presúvanie materiálu pri nakladaní a vykladaní do priestoru výmenného stola stroja a priestoru, v ktorom dochádza k nakladaniu a odoberaniu dávky polotovaru a hotových dielcov. Pri kombinácii triedenia výrobkov bude mať systém 3 palety.
- *Zdvíhač palet na obsluhu zásobníka* bude zabezpečovať vynášanie palet do jednotlivých sekcií vežového zásobníka a opačne ich prenášanie v opačnom smere.
- *Vežový zásobník* bude koncipovaný pre spolu 10 palet hotových výrobkov a dielcov. Paleta s triedenými dielcami nebude vkladaná do vežového zásobníka.

System bude spájať funkciu odoberania a triedenia jednotlivých dielcov s funkciou odoberania odpadu, resp. súčasného odobratia celého vyrezaného listu naraz. Moduly budú koncipované tak, aby umožňovali realizáciu manipulačnej zostavy v pozdĺžnom smere, t. j. v smere osi stroja, ako aj smere kolmom na os stroja. Musia umožňovať zostaviť manipulačný systém rôznej zložitosti s minimálnou potrebou zákaznicky orientovaných konštrukčných uzlov.

Základná koncepcia systému je znázornená na nasledujúcom obrázku.



Automatický nakladací a vykladací systém pre laserové rezacie stroje

Predmetom riešenia úlohy v ďalších etapách je mechanika zostavy, riadiaci systém s programovým vybavením a väzbou na prácu celého rezacieho komplexu.

Programové vybavenie riadiaceho systému a programové prostriedky na tvorbu rezných plánov ako aj prostriedky na zapojenie takýchto automatizovaných buniek do systému riadenia výroby.

Výskum v oblasti programového vybavenia vyššie uvedených systémov nadväzuje na predchádzajúci vývoj riešiteľa, v rámci ktorého bol rozpracovaný systém mCAM na tvorbu rezných plánov a systém MPM určený na manažment produkcie. Navrhované riešenia systémov s automatickým nakladaním a vykladaním vyžadujú rozšírenie funkcií týchto programov. V rámci prvej etapy riešenia bola navrhnutá koncepcia týchto nových modulov tak, aby bol systém schopný generovať komplexný rezací program doplnený o operácie riadenia podpier, podávania polotovaru a odoberania hotových dielcov, ako aj triedenia hotových dielcov.

Finančné prostriedky

Čerpanie prostriedkov na riešenie projektu v roku 2015 - v prvej etape riešenia znázorňuje nasledovná tabuľka. Dotácia bola čerpaná v plnej výške. Zvýšené náklady riešenia boli hrazené z vlastných prostriedkov hlavného riešiteľa.

| | | | |
|-------------|--|-------------|--|
| Rok | Čerpanie prostriedkov na projekt | | |
| 2015 | Celkom: | 266233,15 € | |
| | Vlastné prostriedky: | 102438,15 € | |
| | Poskytnutá dotácia: | 163912 € | |
| | Podiel vlastných prostriedkov: | 38,47 % | |
| | Rozdelenie dotácie medzi hlavného riešiteľa a spoluriešiteľov: | | |
| | Hlavný riešiteľ – MicroStep, spol. s r. o.: | 131279 € | |
| | Spoluriešiteľ – STU Bratislava: | 32633 € | |

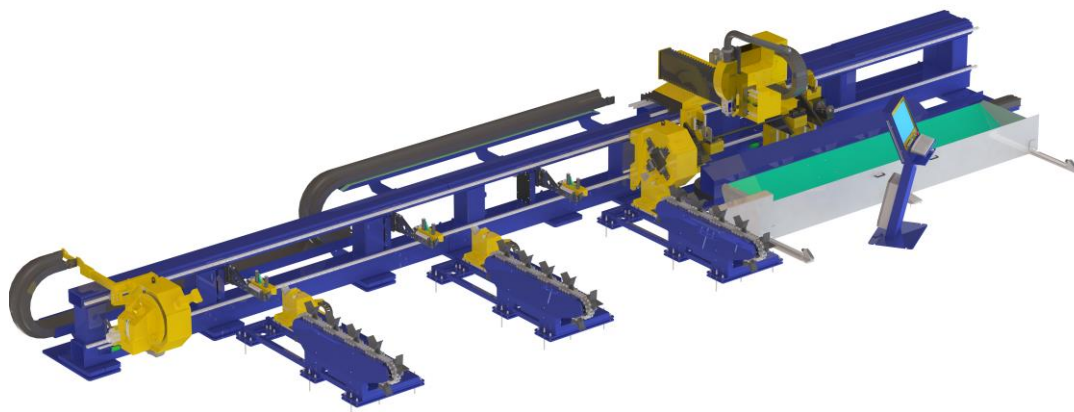
Popis prínosov za druhý rok riešenia

V roku 2016 prebiehala druhá etapa riešenia úlohy, pričom koncepčné riešenia spracované v prvej etape riešenia boli detailne rozpracovávané. Práce v jednotlivých oblastiach prebiehali nasledovne :

System na rezanie rúr a profilov do priemeru 200 a 300 mm laserom, resp. plazmou s postupným posúvaním polotovaru do rezacieho priestoru.

V oblasti týchto systémov prebiehali konštrukčné práce na detailnom rozpracovaní jednotlivých modulov.

Na nasledujúcich obrázkoch je znázornená celková zostava vytvárajúca predstavu o principiálnom riešení a pohľad na systém uzavretý v ochrannej kabíne tak, aby spĺňal kritériá bezpečnosti laserového rezacieho zariadenia.



Koncepcia automatizovaného laserového stroja na rezanie rúr do priemeru 200mm

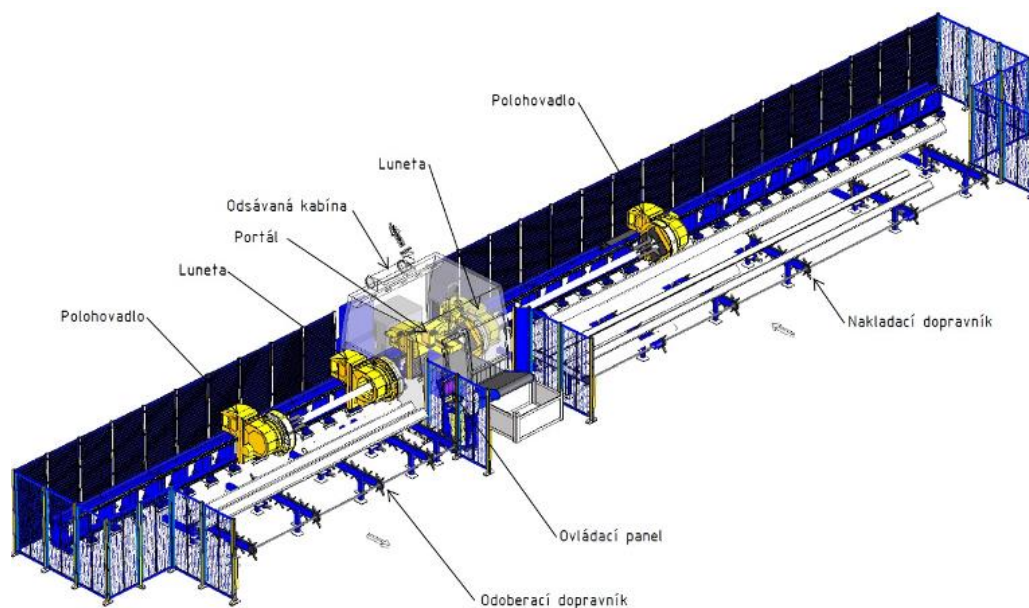


Koncepcia automatizovaného laserového stroja na rezanie rúr spolu s ochrannou kabínou

Detailne boli navrhnuté jednotlivé moduly - rotačné skľučovadlo, luneta , podperný systém, odoberacie suporty - pričom bol začatý proces tvorby výrobnjej dokumentácie pre výrobu funkčného vzoru.

V oblasti systémov na rezanie rúr a profilov do priemeru 300 mm bol v rámci riešenia úlohy rozpracovaný systém znázornený na nasledujúcom obrázku. Pozornosť bola zameraná na automatizáciu nakladacej a odoberacej časti (samotná rezacia časť pozostávajúca z rezacieho suportu a rezacej hlavy bola riešená v predchádzajúcom vývoji).

V rámci riešenia mechaniky boli navrhnuté nové moduly rotačného skľučovadla a lunety s možnosťou zabudovania senzorov na meranie rozmerov polotovaru. Ide o identifikáciu presnej dĺžky polotovaru. Na meranie rozmerov pričného profilu polotovaru bol systém vybavený líniovým skenerom umiestneným pri rezacej hlave.



Automatický systém na rezanie rúr a profilov do priemeru 300 mm plazmou



Realizovaný stend automatického rezacieho systému na rezanie rúr do priemeru 300 mm

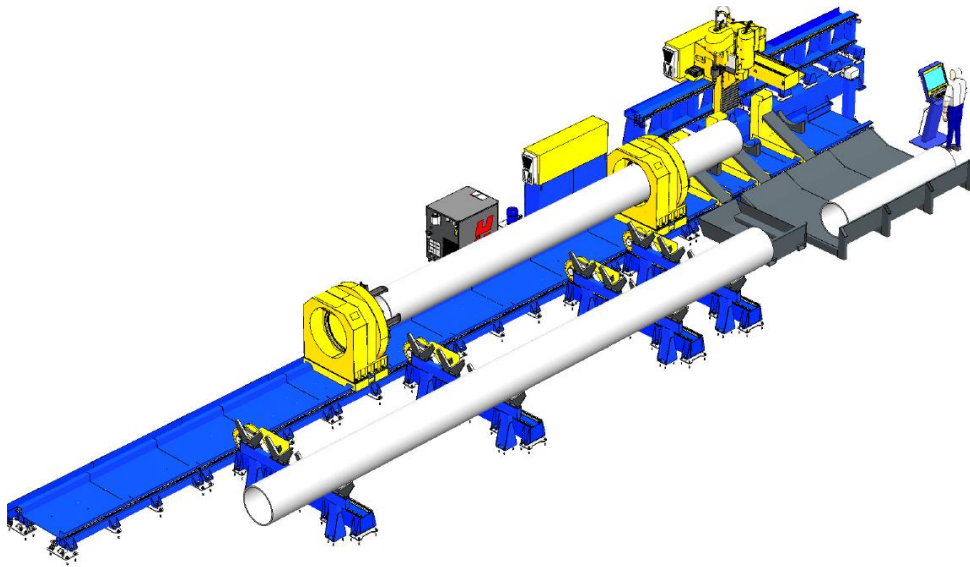
V priebehu riešenia druhej etapy bol realizovaný testovací stend znázornený na fotografii a bolo testované programové vybavenie tohto rezacieho systému. V nasledujúcej etape riešenia bude tento stend dobudovaný o výstupnú časť na automatické odoberanie dlhých dielcov, tak, ako to znázorňuje obrázok celkovej koncepcie riešenia. Samotný testovací stend bol financovaný z vlastných zdrojov riešiteľa.

System na rezanie rúr a profilov do priemeru 700 mm plazmou, resp. kyslíkom s postupným podávaním polotovaru do rezacieho priestoru.

Na tejto čiastkovej úlohe pokračoval výskum a vývoj v druhej etape riešenia úlohy na návrhu konštrukčného riešenia mechanických uzlov rezacieho systému. Tak, ako bolo definované v prvej etape riešenia, bol systém navrhovaný tak, aby ho bolo možné implementovať k štandardným rezacím strojom, ktoré sú vo výrobnom portfóliu riešiteľa, ale aj aplikovať ako samostatný systém určený iba na rezanie rúr. Zostava systému v prevedení samostatného CNC stroja je znázornená na nasledujúcom obrázku.

Nasledujúci obrázok znázorňuje rozpracovanú zostavu, pričom táto zostava je svojou koncepciou identická, ako oba vyššie uvedené systémy. Avšak, skutočnosť, že je určená pre rúry do priemeru až 700 mm vyžaduje iné riešenia niektorých uzlov systému.

V priebehu druhej etapy riešenia prebiehal podrobný návrh konštrukčného riešenia tak, aby mohol byť realizovaný skúšobný stend v nasledujúcej etape. Programové vybavenie a štruktúra riadiaceho systému sú identické, ako pre predchádzajúce systémy.



Automatický systém na rezanie rúr a profilov do priemeru 700 mm

System na rezanie uzavretých a otvorených profilov do šírky 700 mm plazmou a kyslíkom bez otáčania s robotickou kinematikou rezacieho suportu.

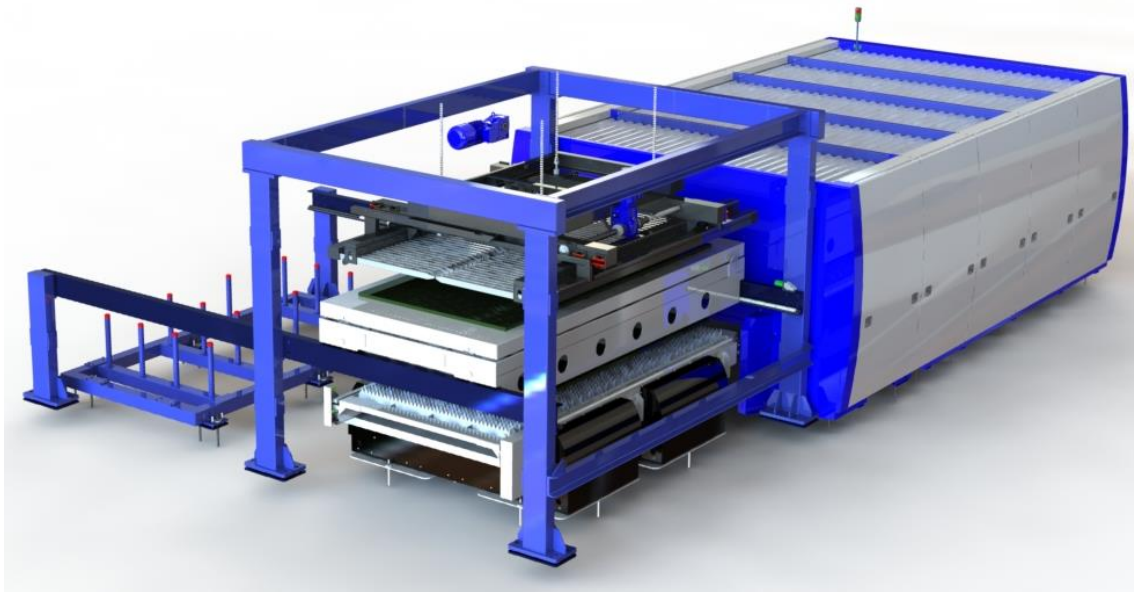
V druhej etape boli riešenia úlohy v rámci tejto časti riešené jednotlivé moduly zabezpečujúce automatické zasúvanie polotovaru do zóny, z ktorej je profil zasúvaný do rezacej časti, samotná časť zabezpečujúca posúvanie profilu do rezacej zóny, riešenie meracieho systému a samotného suportu rezacej hlavy.

Práca bola ďalej zameraná na implementáciu robotického ramena do rezacieho komplexu, pričom išlo najmä o vývoj programového vybavenia. Tieto práce budú v ďalšej etape pokračovať.

System pre automatickú obsluhu laserových rezacích strojov

V druhej etape riešenia úlohy prebiehala práca na výskume a vývoji upresnením koncepcie riešenia obslužného systému, tak aby bol modulárny.

Navrhnutá podrobná koncepcia je znázornená na nasledujúcich obrázkoch. Ide o modulárny systém bez vežového zásobníka, alebo s vežovým zásobníkom s možnosťou jeho rozšírenia o automatickú triediacu časť. V druhej etape riešenia prebiehali práce na tejto časti automatického nakladania polotovarov a vykladania celého vyrezaného polotovaru a na systéme rozšírenia tohto modulu o modul vežového zásobníka. V nasledujúcej etape riešenia bude realizovaná výroba skúšobného stendu takejto zostavy. Zároveň bola v druhej etape rozpracovaná zostava rozširujúceho modulu, ktorá bude zabezpečovať triedenie vyrezaných dielcov z vyrezaného polotovaru.



Automatický nakladací a vykladáací systém pre laserové rezacie stroje



Automatický nakladací a vykladáací systém pre laserové rezacie stroje rozšírený o vežový zásobník

Programové vybavenie riadiaceho systému a programové prostriedky na tvorbu rezných plánov ako aj prostriedky na zapojenie takýchto automatizovaných buniek do systému riadenia výroby.

V oblasti programového vybavenia prebiehali v druhej etape riešenia práce na programových vybaveniach jednotlivých zostáv uvedených vyššie a na riešení CAM systémov vytvárajúcich rezné plány pre jednotlivé systémy. Niektoré moduly navrhovaného programového vybavenia boli overené na vytvorenom skúšobnom stende na rezanie rúr do priemeru 300mm.

Hlavné realizované výstupy (výsledky) za prvý rok riešenia

Prínosy riešenia po druhej etape, ktorá prebehla od 1. 1. 2016 do 30. 12. 2016 spočívajú v detailnom rozpracovaní jednotlivých mechatronických modulov systémov upresnených vyššie. Bol realizovaný skúšobný stend CNC stroja na rezanie rúr a profilov do priemeru 300 mm a boli testované programové prostriedky na riadenie takéhoto systému. V ďalšej etape riešenia budú realizované skúšobné stendy na rezanie rúr do priemeru 200 mm laserom a systém automatickej nakládky.

Úlohy sú značne rozpracované a dávajú predpoklad úspešného riešenia.

Finančné prostriedky

Čerpanie prostriedkov na riešenie projektu v roku 2016 - druhej etape riešenia znázorňuje nasledovná tabuľka. Dotácia bola čerpaná podľa plánu, ktorý je uvedený v úvode tejto prezentácie. Mierne zvýšené náklady riešenia oproti plánu boli hradené z vlastných prostriedkov hlavného riešiteľa úlohy.

| Rok | Čerpanie prostriedkov na projekt | |
|-------------|--|--------------|
| 2016 | Celkom: | 493 758,09 € |
| | Vlastné prostriedky: | 309 583,05 € |
| | Poskytnutá dotácia: | 184 174,58 € |
| | Podiel vlastných prostriedkov: | 62,73 % |
| | Rozdelenie dotácie medzi hlavného riešiteľa a spoluriešiteľov: | |
| | Hlavný riešiteľ – MicroStep, spol. s r. o.: | 117 721,00 € |
| | Spoluriešiteľ – STU Bratislava: | 66 454,42 € |