

Stimuly pre výskum a vývoj

Prezentácia stavu a výsledkov riešenia projektu

Názov projektu: Výskum technologických uzlov automatizovanej linky na výrobu segmentov oceľových konštrukcií

Druh projektu: aplikovaný výskum

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

Číslo projektu: 2018/14613:1-26C0

Logo riešiteľ'a – MicroStep, spol. s r. o. :



Logo spoluriešiteľ'a 1 – Zvaračský inštitút, s. r. o. :



Logo spoluriešiteľ'a 2 – SjF STU Bratislava :



SLOVENSKÁ TECHNICKÁ
UNIVERZITA V BRATISLAVE

Údaje o projekte

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

Spoluriešiteľ: Zváračský inštitút, s. r. o., SJF STU Bratislava

Doba riešenia: 12. 12. 2018 - 30. 11. 2021

Vytvorenie/udržanie pracovných miest vo výskume a vývoji: 5 / 40

Zodpovedný riešiteľ: Ing. Alexander Varga, PhD.

Hlavný cieľ projektu

Cieľom predloženého projektu je priemyselný výskum špičkových technických riešení stavebných modulov automatickej linky na výrobu segmentov oceľových konštrukcií. Ide o mechatronický komplex pozostávajúci zo špecializovaných CNC strojov, ktoré umožňujú tvarové delenie polotovarov na dielce, vŕtanie otvorov do nich pre pripájanie prírub a vytváranie týchto prírub. Tieto dielce sú v následnom procese zvárané, resp. inak spájané do finálnych zostáv v montážnom robotizovanom module. Výstupom tejto časti je hotový segment oceľovej konštrukcie. Jednotlivé technologické moduly vykonávajúce operácie delenia, vŕtania a zvárania budú prepojené dopravným systémom, ktorý zabezpečí presúvanie jednotlivých opracovaných dielcov k pracovnej bunke montáže a zvárania zostáv tak, aby celý výrobný proces mohol prebiehať s minimálnou asistenciou obsluhy v automatizovanom režime. Ide o rozsiahly projekt výskumu integrujúci v sebe okrem nových výskumných aktivít aj väzbu na predchádzajúce výskumné aktivity predkladateľa zamerané na delenie otvorených a uzavretých profilov energolúčovými technológiami. Tieto predchádzajúce výskumné aktivity doplnia o výskum nových modulov – CNC strojov s cieľom vytvorenia komplexnej automatickej výrobnéj bunky. Automatizovaný výrobný systém podľa úlohy bude zložený z nasledovných CNC strojov:

- CNC stroj na výrobu prírubových dielcov.
- CNC stroj na vŕtanie a tvarové delenie otvorených a uzavretých profilov.
- Automatický systém montáže segmentov s robotickým systémom zvárania.
- CNC stroj na delenie rovinných dielcov plazmou s automatickým výmenníkom roštov a automatickým triedením vyrezaných dielcov.

Etapy riešenia

Etapa 1 : Konceptný návrh automatickej linky na výrobu segmentov oceľových konštrukcií.

Termín : 12.12.2018 – 30.6.2019

Etapa. 2: Výskum mechatronických modulov a návrh programového vybavenia komplexu

Termín : 01.07.2019 – 30.12.2019

Etapa. 3: Výskum a zostavenie modulov riadenia, tvorba programového vybavenia, finalizácia riešenia kinematík jednotlivých modulov

Termín : 1.1.2020 – 30.12.2020

Etapa. 4: Overovanie dosiahnutých výsledkov v laboratórnych podmienkach a návrh finálnych riešení.

Termín : 1.1.2021 – 30.11.2021

Finančné prostriedky

Rok	Výška oprávnených nákladov na projekt	Plán	Čerpanie
2018	Celkom:	485 000,00	300 797,64
	Vlastné prostriedky:	4 000,00	4 000,00
	Dotácia:	481 000,00	296797,64
	Podiel vlastných prostriedkov:	0,82%	1,33%
	Rozdelenie dotácie medzi hlavného riešiteľa a spoluriešiteľov:		
	Hlavný riešiteľ – MicroStep, spol. s r. o.:	466 948,00	282 921,92
	Spoluriešiteľ – Zvaračský inštitút, s.r.o.	0,00	0,00
	Spoluriešiteľ – STU Bratislava:	14 052,00	13 875,72
2019	Celkom:	1 223 587,00	1 259 534,05
	Vlastné prostriedky:	760 587,00	796 594,17
	Dotácia:	463 000,00	462 939,88
	Podiel vlastných prostriedkov:	62,16%	63,25%
	Rozdelenie dotácie medzi hlavného riešiteľa a spoluriešiteľov:		
	Hlavný riešiteľ – MicroStep, spol. s r. o.:	333 312,00	333 312,00
	Spoluriešiteľ – Zvaračský inštitút, s.r.o.	50 000,00	50 000,00
	Spoluriešiteľ – STU Bratislava:	79 688,00	79 627,88
2020	Celkom:	535 220,00	-
	Vlastné prostriedky:	322 220,00	-
	Dotácia:	213 000,00	-
	Podiel vlastných prostriedkov:	60,2%	-
	Rozdelenie dotácie medzi hlavného riešiteľa a spoluriešiteľov:		
	Hlavný riešiteľ – MicroStep, spol. s r. o.:	156 812,00	-
	Spoluriešiteľ – Zvaračský inštitút, s.r.o.	20 000,00	-
	Spoluriešiteľ – STU Bratislava:	36 188,00	-
2021	Celkom:	424 193,00	-
	Vlastné prostriedky:	247 193,00	-
	Dotácia:	177 000,00	-
	Podiel vlastných prostriedkov:	58,27%	-
	Rozdelenie dotácie medzi hlavného riešiteľa a spoluriešiteľov:		
	Hlavný riešiteľ – MicroStep, spol. s r. o.:	141 928,00	-
	Spoluriešiteľ – Zvaračský inštitút, s.r.o.	15 000,00	-
	Spoluriešiteľ – STU Bratislava:	20 072,00	-
Celkom	Celkom:	2 668 000,00	-
	Vlastné prostriedky:	1 334 000,00	-
	Dotácia:	1 334 000,00	-
	Podiel vlastných prostriedkov:	50%	-
	Rozdelenie dotácie medzi hlavného riešiteľa a spoluriešiteľov:		
	Hlavný riešiteľ – MicroStep, spol. s r. o.:	1 099 000,00	-
	Spoluriešiteľ – Zvaračský inštitút, s.r.o.	85 000,00	-
	Spoluriešiteľ – STU Bratislava:	150 000,00	-

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, so stratégiou SMART Industry a Industry 4.0 zameranou na plne automatizované výrobné procesy.

Popis prínosov za prvý rok riešenia - 2019

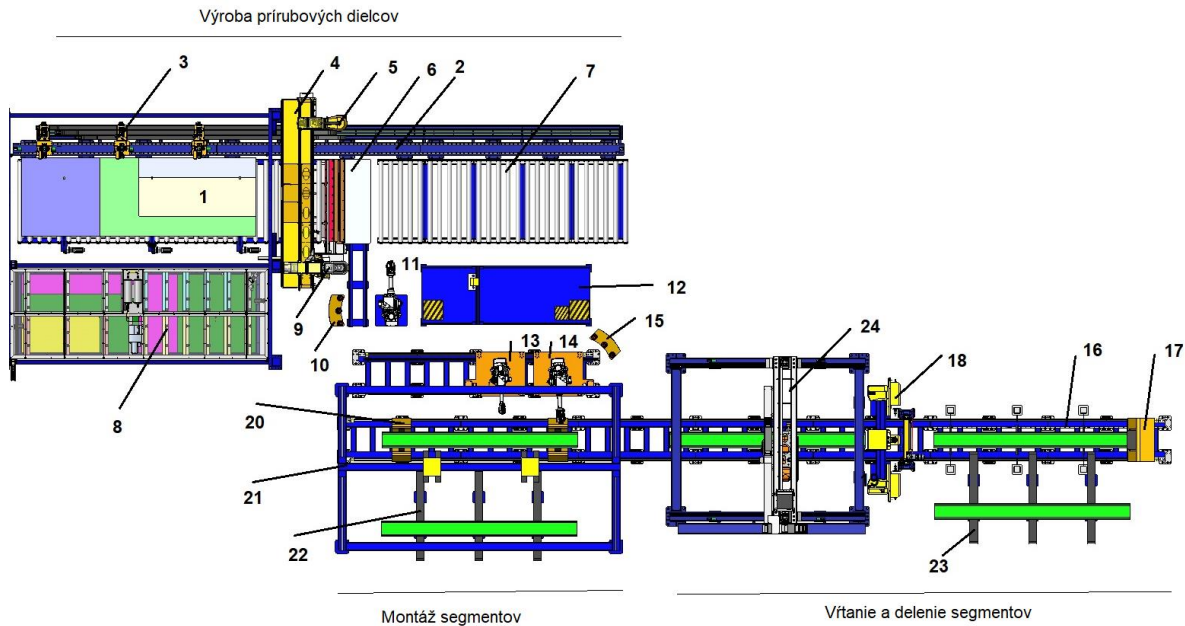
Prínosy riešenia po prvej etape, ktorá prebehla od 12. 12. 2018 do 30. 12. 2019 spočívajú v rozpracovaní koncepcie modulárneho automatizovaného výrobného systému, ktorý umožní produkciu segmentov oceľových konštrukcií. Ide o zostavu nasledovných CNC strojov:

- CNC stroj na výrobu prírubových dielcov.
- CNC stroj na vŕtanie a tvarové delenie otvorených a uzavretých profilov.
- Automatický systém montáže segmentov s robotickým systémom zvarovania.
- CNC stroj na delenie rovinných dielcov plazmou s automatickým výmenníkom roštov a automatickým triedením vyrezaných dielcov.

Tieto jednotlivé uzly sú navzájom prepojené manipulačnými jednotkami tak, aby celá zostava dokázala pracovať v plne automatickom režime. Každý z modulov - jednotlivých CNC strojov - tejto zostavy predstavuje aj samostatne aplikovateľný modul, využiteľný, ako výrobný modul aj v inej zostave výrobnéj linky. Pri návrhu týchto modulov budú v priebehu riešenia aplikované výsledky z predchádzajúceho vývoja a podobne predpokladáme využitie vyvíjaných modulov aj v iných systémoch výrobného portfólia riešiteľa MicroStep, spol. s r. o.

Súčasťou riešenia je programové vybavenie jednotlivých modulov, ako aj celej automatizovanej výrobnéj bunky zahrňujúce v sebe komplexné spracovanie výrobných dát (ide o veľký objem dát) a aj údajov získaných monitorovaním jednotlivých uzlov systému na základe technológie digitálneho dvojčata, ktorá je jedným z nosných konceptov Industry 4.0. Monitorovanie jednotlivých uzlov systému poskytne komplexný obraz o ich stave, ako aj histórii, čo bude možné využiť na predikciu porúch. Na zabezpečenie monitorovania je navrhovaný systém vybavený inteligentnou senzorikou. V rámci riešenia sú navrhované programové prostriedky na zabezpečenie inteligentného servisu, sledovanie energetickej spotreby (el. energia, plyny, atď.) s možnosťou pridelenia tejto spotreby k danej výrobe. Navrhovaný systém bude predstavovať inteligentný výrobný systém spĺňajúci koncepciu Industry 4.0 (Priemysel 4.0). Výsledky získané v tejto oblasti budú aplikovateľné vo všetkých systémoch produkovaných riešiteľom Microstep, spol. s r. o.

Navrhnutá koncepcia vyvíjaného systému je znázornená na obr.1.



Obr. 1: Koncepčný náčrt automatizovaného systému

CNC stroj na výrobu prírubových dielcov

Uzol je určený na automatickú výrobu stykových plôch segmentov ocelových konštrukcií. V týchto dielcoch – prírubách - montážne otvory nemôžu byť vytvárané termickým rezaním aby sa termicky neovplyvnila štruktúra materiálu. Takýto stroj musí byť preto vybavený kombináciou technológie vrtania a rezania plazmou, resp. kyslíkom. Okrem procesu vrtania otvorov musí umožniť vreteník aj vysokorychlostné frézovanie drážok do vytváraných prírubových dielcov. Stroj musí byť vybavený pre každú technológiu samostatným suportom, pričom okrem spomenutých technológií bude ho možné doplniť o technológiu popisovania. Stroj bude navrhnutý na spracovanie polotovarov s rozmermi max. 6 x 2,5 m s maximálnou hrúbkou 80 mm. Nakladanie polotovaru do systému bude automatické, rovnako ako odoberanie hotových dielcov do následnej časti celej zostavy. Navrhnutá koncepcia v súlade s obr. 1 pozostáva zo statického portálu 4, na ktorom sa v priečnom smere posúvajú jednotlivé technologické hlavy – rezacie 5, popisovacia a vrtacia, resp. frézovacia 9. V procese činnosti sa v pozdĺžnom smere nepohybuje portál, ako to býva pri štandardných riešeniach rezacích systémov, ale obrábaný polotovar. Ten je nakladacím systémom 8 založený na pracovný stôl 1 a po uchytení posúvačmi 3 je následne zasúvaný pod rezaciu časť stroja. Rezací a vrtací postup bude navrhnutý tak, aby sa vytváral vždy jeden rad dielcov v smere portálu 4. Rad vytvorených dielcov sa pomocou odoberacieho stola 6 vysunie do pracovného priestoru manipulačného robota 11, ktorý ich preloží do skladovacej časti 12. Uchopovanie dielcov robotom 11 je zabezpečené prostredníctvom automaticky vymeniteľných hláv uložených v zásobníku 10.

Postupne je polotovar spracovaný na prírubové dielce a posúvače 3 postupne presunú zostatkovú časť polotovaru – odpad na výstupnú časť 7 stroja. Dielce uložené v zásobníku 12 predstavujú vstupné komponenty do robotickej montáže segmentu.

CNC stroj na vrtanie a tvarové delenie otvorených a uzavretých profilov .

Uzol je určený na delenie polotovaru profilového charakteru na časti zodpovedajúce požadovaným segmentom a doplnenie týchto dielcov otvormi potrebnými na montáž. Táto časť v rámci riešenia úlohy bude okrem plazmového rezania rozšírená o možnosť mechanického pílenia a možnosť vrtania otvorov. V systémoch budú integrované výsledky predchádzajúceho výskumu zamerané na procesy tvarového delenia profilov rôznych prierezov využitím robotického ramena do kombinovaného systému umožňujúceho aj prídavné vrtanie a tým úplné opracovanie koncových častí profilu . Ide o časť delenia vrtania segmentov zostavy znázornenej na obr. 1.

Táto časť pozostáva z nakladacej časti profilov **23**, ktorá podáva polotovar do časti, kde je profil uchopený podávačom **17** a postupne zasúvaný cez vrtaciu časť **18**, rezaciu časť **24** osadenú robotickým ramenom až do časti, kde bude prebiehať montáž segmentu - jeho osadenie prírubami a rôznymi návarkami do finálnej podoby. Pri presúvaní polotovaru cez jednotlivé pracovné pozície sa posúvač **17** pohybuje po dráhe **16** až po montážnu časť segmentov. Pri vysúvaní dielca do tejto časti je profil prechytávaný otočnými podperami **20**. Podpery v časti vrtania rezania segmentom zabezpečujú jeho fixáciu pri pracovných operáciách, pričom v tejto časti sa nachádza aj merací systém zabezpečujúci identifikáciu presných rozmerov polotovaru. V rámci riešenia úlohy sú navrhované jednotlivé uzly systému – podávací systém polotovarov, vrtacia jednotka umožňujúca súčasné vrtanie otvorov do profilov v troch smeroch, pričom tieto budú vybavené automatickou výmenou nástrojov. Vrtacie vretená budú navrhnuté tak, aby umožnili aj frézovanie drážok do profilov technológiou vysokorýchlostného frézovania. Súčasne je navrhovaný kompletný riadiaci systém, pričom sa pri vývoji nadväzuje na systém vyvinutý v predchádzajúcom období.

Automatický systém montáže segmentov s robotickým systémom zvarania.

Modul je určený na doplnenie segmentov konštrukcie o ďalšie časti, ako sú príruby, rôzne výstuhy technológiou zvarania. Je koncipovaný ako robotické pracovisko osadené jednak samotným zvaracím robotom a jednak manipulačným robotom na prikladanie naváraných dielcov k miestam montáže, pričom maximálna dĺžka vytváraného segmentu bude 12 m . V súlade s obr. 1 je segment vysúvaný z vrtacej a rezacej časti prechytaný otočnými podperami **20**, ktoré umožňujú tento segment natáčať podľa potreby montáže. Pozdĺž vedenia podpier je umiestnené vedenie zvaracieho robota **13** a montážneho robota **14**, ktorý odoberá hotové príruby zo skladu **12** a prikladá na miesto navárania. Po navarení všetkých častí je hotový segment uchopený manipulátorom **21** a vyložený na výstupný dopravník **22** linky.

V rámci riešenia úlohy sú navrhované jednotlivé uzly systému – podávací systém polotovarov, vrtacia jednotka umožňujúca súčasné vrtanie otvorov do profilov v troch smeroch, pričom tieto budú vybavené automatickou výmenou nástrojov. Vrtacie vretená sú navrhnuté tak, aby umožnili aj frézovanie drážok do profilov technológiou vysokorýchlostného frézovania. Zároveň v procese riešenia je navrhovaný kompletný riadiaci systém. V roku 2019 bol ukončený koncepčný návrh systému (*Etapa 1*) a následne v rámci *Etapy 2* bol ukončený návrh CNC stroja na výrobu prírubových dielcov. Zároveň boli rozpracované ostatné CNC stroje. Práce na projekte pokračujú v súlade s plánom.