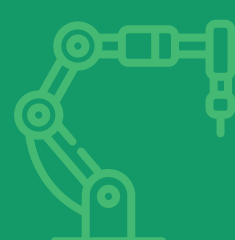
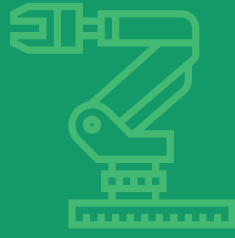
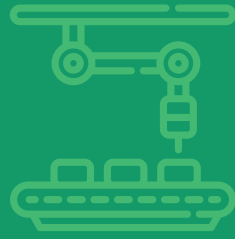




PRAKTICKÝ SPRIEVODCA PRIEMYSELNOU ROBOTIKOU

(NIELEN) PRE MALÉ A STREDNÉ PODNIKY



- 1 ROBOTIKA ZÍSKAVA NA POPULARITE
- 2 KEDY SA ROBOTIKA OPLATÍ
- 3 TYPY ROBOTOV A APLIKÁCIÍ
- 4 NÁVRH A OPTIMALIZÁCIA ROBOTICKÉHO PRACOVISKA
- 5 PRAKTICKÝ PROJEKT ZAVÁDZANIA ROBOTIKY
- 6 POSUDZOVANIE RIZIKA V ROBOTIKE
- 7 NORMY V ROBOTIKE
- 8 KOLABORATÍVNA ROBOTIKA
- 9 FINANCOVANIE INOVAČNÝCH PROCESOV SO ZAMERANÍM NA ROBOTIZÁCIU
- 10 PRÍPADOVÉ ŠTÚDIE Z PRAXE
- 11 RESUMÉ
- 12 ZOZNAM ROBOTICKÝCH DODÁVATEĽOV, INTEGRÁTOROV A ORGANIZÁCIÍ

ROBOTIKA ZÍSKAVA NA POPULARITE

Slovenská ekonomika zažíva v súčasnosti konjunktúru, miera nezamestnanosti sa prvý raz od roku 2008 dostala pod hranicu 8 %. Pociťujú to mnohé priemyselné podniky všetkých veľkostí, pre ktoré je zohnať kvalifikovanú aj nekvalifikovanú pracovnú silu čoraz ťažšie a sú nútené obzerať sa po náhradných riešeniach. Tie prináša robotika, ktorá dokáže mnohé ľudské činnosti nielenže rovnocenne zastúpiť, ale v kvalite práce aj výrazne prevýšiť.



Robotika nie je len náhradou za chýbajúcu pracovnú silu, ale aj prostriedkom, ako odbremeniť pracovníkov od neergonomickej stereotypnej, fyzicky náročnej alebo nebezpečnej a zdravie ohrozujúcej práce. Robotika je tiež často vhodným riešením v prípadoch, keď je potrebné pokryť značný nárast dopytu alebo výrazne zvýšiť rýchlosť, presnosť, či spoľahlivosť výrobných operácií, ktoré ľudskými kapacitami nie je reálne dosiahnuť.

Naše vydavateľstvo HMMH, s.r.o. (mesačník ATP Journal) spolu so spriazneným vydavateľstvom LEADER press, s.r.o. (vydáva dvojmesačník ai magazine) organizovalo v polovici mája 2017 odbornú konferenciu s názvom Robotika vo výrobnej praxi malých a stredných podnikov. Tá sa stretla s veľkým záujmom, čím sa potvrdilo, že robotika je dnes v kurze a to predovšetkým u malých a stredných podnikov, ktoré v nej vidia nástroj na udržanie konkurencieschopnosti v tvrdom trhovom prostredí. Často však nemajú úplnú predstavu o tom, čo všetko robotika ponúka resp. ako z nej vyťažiť maximum. Konkurencieschopnosti pomáhajú nové technológie a tie má robotika k dispozícii. Výstižne to popísal doc. Ing. František Duchoň, PhD., riaditeľ Národného centra robotiky, ktoré bolo odborným partnerom konferencie: „Malým a stredným podnikom sme preto vytvorili priestor, aby sa dozvedeli, čo všetko je v robotike k dispozícii, čo je efektívne, čo je ekonomicky

návratné a aké majú možnosti dofinancovania pracovísk. Treba im to ukázať, povedať im, aké prostriedky do toho musia investovať, za koľko rokov sa im to vráti, čo im to spôsobí vo firme z hľadiska zamestnanosti či štruktúry zamestnancov. Momentálne je konkurencia z východnej Ázie, Ameriky, ale v Európe nebudeme mať viac ľudí. To si otvorene povedzme, demografická krivka nepustí. Ale môžeme pomôcť práve vývoju výroby a priemyslu v zmysle našich technológií, ktoré by sme mali vyvíjať, skúmať, vytvárať. Aby neskončili niekde na univerzitách a v akadémiách. Ale naozaj boli nasadené v praxi.“

V nadväznosti na konferenciu prichádza naše vydavateľstvo s praktickou príručkou, s akýmsi základným návodom, ako postupovať pri zavádzaní robotiky v priemyselných prevádzkach. Z časti sa venuje podobným témam prezentovaným na konferencii, rozoberá však aj ďalšie, ako sú kolaboratívna robotika, posúdenie rizika, či normy. V príručke sa okrem iného dočítate, kedy sa oplatí zamýšľať nad robotikou, ako taký projekt zavádzania robotiky v praxi vyzerá a ako sa robotické pracovisko navrhuje. V jej závere nájdete popis niekoľkých reálnych projektov z priemyslu a akú pridanú hodnotu robotika jednotlivým podnikom priniesla. Veríme, že informácie získané z tohto dokumentu, budú pre vás prínosom.

2

KEDY SA
ROBOTIKA
OPLATÍ



Ak sa na automatizáciu pozeráme ako na prostriedok zvýšenia efektivity, produktivity a konzistencie procesov a zníženia miery činností bez pridanej hodnoty, je na mieste uvažovať nad automatizáciou na báze robotiky. Roboty síce majú svoje obmedzenia, ak sa však správne aplikujú, prinášajú veľký úžitok. Skôr ako sa pustíte do robotického projektu, je vhodné utvoriť si ucelenejší prehľad o postavení automatizácie vo vašom podniku a položiť si niekoľko zásadných otázok. K tým základným by mali patriť tieto:

- Bude investícia zisková – máte komplexnú analýzu návratnosti?
- Sú vaše prvky a materiály vhodné na automatizovanú výrobu?
- Je vaša organizácia zameraná na automatizáciu? Máte vedomosti a skúsenosti s plánovaním, prevádzkou a servisom na tejto úrovni a môžete túto technológiu prispôbiť vašim pracovným postupom?
- Poznáte toleranciu objektov a materiálov zahrnutých do automatických systémov a je táto tolerancia prijateľná pre automatizované riešenie?
- Bude automatizácia zlepšovať proces a kvalitu prvkov, aby získali vyššiu hodnotu?
- Mala by existovať kontrola kvality pred a/alebo po spustení automatizovaného systému? Manuálni operátori obvykle

vedome alebo nevedome vykonávajú kontrolu kvality prvkov a reagujú, ak niečo nie je také, ako by malo byť.

- Má samotná firma vedomosti o procese v kontexte automatizácie alebo nájdete dodávateľov, ktorí sa môžu prezentovať referenčným závozom s rovnakými procesmi?
- Zachová automatizácia flexibilitu výroby, ktorú vaši zákazníci vyžadujú?
- Potrebujete výrobky prepracovať tak, aby boli vhodné na automatizovanú výrobu?
- Mali by existovať zmeny na inom mieste vo výrobnom procese s cieľom zlepšiť účinok automatizovanej výroby?

INVESTOVANIE A PRIEBEŽNÁ OPTIMALIZÁCIA

Náklady na automatizáciu ustavične klesajú, inštalácia robotického systému však stále vyžaduje nezanedbateľnú investíciu. Pred ňou samotnou je dôležité poriadne sa zamyslieť a objasniť si tie zlepšenia v efektívnosti, ktoré možno dosiahnuť rôznymi zmenami vo výrobe. Ako zmodernizuje robotické riešenie váš proces? Ako môže šťihly manažment (lean management) vylepšiť celkovú plynulosť procesov? Šťihly manažment je komplexná obchodná stratégia založená na dvoch pilieroch – plynulosti a eliminácii plytvania. Či jediný robot, alebo celá robotická linka, vždy prispievajú

k väčšej plynulosti. V tejto súvislosti sa vynárajú ďalšie dôležité otázky:

- Výrobu ktorých variantov produktov očakávate v budúcnosti a v akom objeme? Koľko z týchto variantov sa bude vyrábať na robotickej linke?
- Čo ovplyvňuje plynulosť procesov pred robotom? Aké efektívne sú procesy za robotom? Môžete vytvoriť dobre fungujúci výrobný tok s minimálnou prepravou okolo robota?
- Je výrobná zóna vhodne usporiadaná a uprataná (metodika 5S v štíhlych manažmente) s dostatočným priestorom na inštaláciu robota?
- Aké sú cyklové časy zariadení, ktoré budú na rovnakej výrobnéj linke ako robot? Bude realita napokon taká, že mieru využitia robotického systému budú diktovať okolité zariadenia?
- Máte skúsenosti s používaním zariadení s rovnakou zložitou? Máte k dispozícii personál ochotný absolvovať školenie na obsluhu robota?
- Ako veľmi sú si podobné spracúvané diely? Bude robot schopný zvládnuť variácie pri zachovaní vysokej účinnosti?
- Sofistikovaná výroba blízkej budúcnosti vyžaduje čoraz väčšiu flexibilitu. Dbajte na to, aby ste zriadili pracovisko, ktoré dokáže vyhovieť budúcim variantom nových produktov a menším sériám, resp. dávkam.

ŠKÁLA GENEFKE

V automatizácii existujú rôzne kategórie riešení. To, akú komplexnosť a mieru potreby znalostí vyžaduje realizácia samotného riešenia, dobre ilustruje napríklad tzv. škála Genefke vyvinutá v Dánskom technologickom inštitúte. Škála Genefke je rozdelená do piatich úrovní náročnosti automatizačných riešení. Pred investovaním do automatizácie je dôležité vyjasniť si so systémovým integrátorom, aké riešenie je najvhodnejšie pre vašu výrobu. Ďalej sú uvedené základné charakteristiky každej z piatich úrovní:

Kategória 1 – štandardné riešenie:

- bežné, väčšinou okamžite dostupné riešenie,
- manipulačný robot,
- bez procesu,
- samostatný robot,
- bez externých osí,
- počet referenčných systémov: veľa.

Kategória 2 – prispôbené štandardné riešenie:

- bežné, väčšinou okamžite dostupné riešenie, prispôbené špecifickej úlohe,
- procesné roboty,

- možnosť inštalácie viacerých robotov (bez vzájomného prekryvania pracovných priestorov),
- žiadne alebo len niekoľko osí,
- počet referenčných systémov: dostatočný.

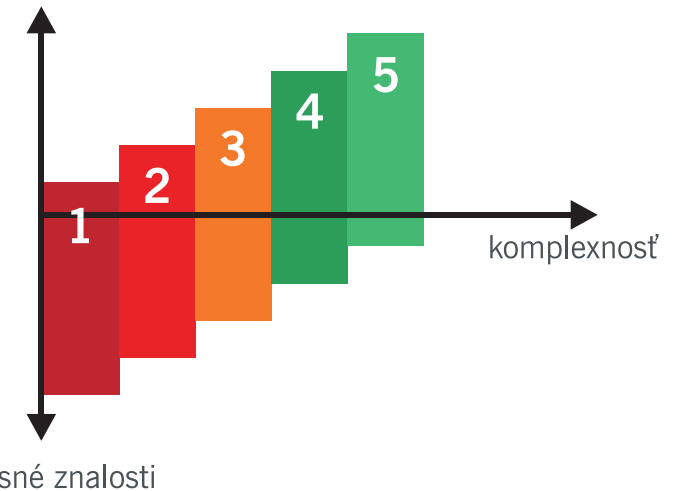
Kategória 3 – jedinečné riešenia:

- riešenie vyžadujúce nové znalosti získané predbežným testovaním, aby sa zvládli technické výzvy,
- riešenia zahŕňajú procesy,
- jednoduché senzorové vstupy,
- možnosť inštalácie viacerých robotov so vzájomne sa prekrývajúcimi pracovnými priestormi,
- spolupracujúce roboty so štandardným kontrolérom,
- externé osi,
- počet referenčných systémov: žiadne nie sú identické, časti riešení však možno nájsť v iných systémoch.

Kategória 4 – inovácia/vývoj:

- také komplexné riešenia, že systémoví integrátori (alebo dodávatelia robotov) musia kvôli úvodnému testu kontaktovať špecialistov znalostných centier; tieto riešenia sa najčastejšie vyvíjajú ako inovačné projekty čiastočne financované fondmi na výskum a vývoj,
- riešenia obsahujú komplikované procesy,

potreba nových znalostí



- vstup z rôznych senzorov,
- spolupracujúce roboty sú programované offline,
- externé osi,
- počet referenčných systémov: žiadne nie sú identické, časti riešení však niekedy možno nájsť v iných systémoch.

Kategória 5 – výskumné projekty:

- výskumné projekty, ktoré sú zaujímavé pre priemysel z dlhodobého hľadiska,
- robotické riešenia odlišné od všetkých doteraz zrealizovaných,

- spolupracujúce roboty sú programované v reálnom čase,
- mobilné roboty,
- nové typy senzorov,
- počet referenčných systémov: žiadne.

KEDY SA ZAMÝŠLAŤ NAD ROBOTIKOU

Robotika musí prinášať jasné benefity a jej opodstatnenosť je preukázateľná najmä vtedy, ak je ekonomicky výhodnejšia ako nasadenie ľudí, keď výrazne zlepšuje ergonómiu práce a v neposlednom rade, keď sú technické požiadavky také vysoké, že človek nedokáže výrobnú operáciu zrealizovať v požadovanej kvalite a na požadovanej technologickej úrovni.

Ekonomická výhodnosť

Nasadenie robotiky je z ekonomického hľadiska výhodné predovšetkým v týchto prípadoch:

- úspora personálnych nákladov – mzdy, benefity, zabezpečenie, náklady na nábor pracovníkov, náklady pri výpadku výroby (robot nepýta mzdu, odstupné, tzv. paragrafy, PN, dá sa vypnúť a pod.),
- rast produktivity práce,
- vyššia kvalita finálnej produkcie – nízke náklady na záručné opravy, menej nepodarkov vo výrobe,
- úspora materiálu, energie, flexibilita a skrátenie výrobného cyklu,
- rast konkurencieschopnosti komplexnejším, kvalitnejším a lacnejším zvládnutím procesov,
- lepšie využitie výrobných priestorov,
- nižšie výdaje na výrobné prostriedky,
- viacúčelové a dlhodobejšie využitie investície,
- príležitosť – rozšírenie sortimentu produktov,
- zisk aj pri nižšej marži (nestačila by na mzdy).

Ergonómia

Robotika je veľkým pomocníkom v situáciách, keď je pracovný proces pre človeka monotónny, fyzicky náročný, namáhavý, neznesiteľný, manuálne neuskutočniteľný, ohrozujúci zdravie alebo jeho dôstojnosť, jednoducho keď je ergonomicky málo alebo nevyhovujúci, čo je hlavne v týchto prípadoch:

- realizácia pracovných úkonov, kde nie je fyzické nasadenie človeka vhodné (napr. pre rozmery),
- ak je práca človeka nad možnosti jeho zmyslov,
- ak na danú prácu nestačia psychomotorické schopnosti človeka,
- ak sa požaduje pracovný výkon, ktorého človek nie je schopný,

- ak človek nie je schopný spracovať požadované množstvo informácií a údajov,
- práca v nebezpečnom prostredí.

Robotika je v rámci ergonómie ďalej výhodná vtedy, keď vedie k zníženiu preťaženia:

- pri úlohách, ktoré vedú k zahlteniu jeho vnemových kanálov,
- s cieľom zníženia spracúvaných úloh v určitom časom intervale,
- aby sa obmedzili úkony, ktoré treba vykonať naraz,
- pri pásovej výrobe – práca v takte,
- pri stále sa opakujúcich úkonoch,
- pri nudnej a demotivujúcej práci,
- pri práci v noci.



Technické požiadavky

Pokiaľ sú požiadavky na kvalitu výrobných operácií také vysoké, že nie je v ľudských silách ich splniť, je vďaka svojej chirurgickej presnosti, neomylnnej opakovateľnosti (0,1 mm) a vysokej rýchlosti (7 m/s a viac) vhodnou voľbou práve robot. Osvedčuje sa predovšetkým, ak treba:

- zabezpečiť také vlastnosti výrobku, takú inováciu a takú úroveň technológie výroby, ktorú pri súčasnom stave ľudských kapacít nemožno dosiahnuť,
- realizovať presnejšiu kontrolu kvality, zvýšiť rýchlosť a presnosť a zlepšiť spoľahlivosť tejto kontroly, viesť o nej evidenciu a pod.,
- manipulovať s komponentmi, ktoré sa odlišujú len v drobných detailoch,
- zlepšiť a zrýchliť logistiku a služby.

VYUŽITIE ROBOTIKY V MALÝCH A STREDNÝCH PODNIKOKCH

Kedy má teda robotika v malých a stredných podnikoch najväčší význam? Rentabilita implementácie robotiky je vyššia pri veľkosériových zákazkách, pretože má výrazne kratšiu návratnosť vložených investícií. V každom prípade súčasní výrobcovia ponúkajú flexibilitu aj pre malosériovú výrobu vďaka mobilite robota a možnosti jeho rýchlej prestavby

a preprogramovania, takže jeden robot môže vykonávať viacero operácií. Vytvára sa tiež príležitosť pre jeden z trendov, kolaboratívnu robotiku, pretože umožňuje úzku spoluprácu človeka s robotom bez nároku na veľký pracovný priestor a obmedzujúce prostriedky ochrany, ako sú bezpečnostné ploty a bariéry. Malí a strední podnikatelia teda robotiku využijú najmä v takých operáciách, ako je zváranie, opracovanie po obrábaní, pick and place, paletizácia a balenie, lepenie, montáž, spolupráca s CNC strojmi pri obrábaní a tvarovaní, prísun materiálu do strojov a pod. Ďalšiu skupinu vhodnej integrácie robotickej technológie tvoria netradičné aplikácie v rozličných, hlavne drsných priemyselných prostrediach – paletizácia vriec s cementom v prašnom prostredí, plnenie sudov s chemikáliami, práca v lakovniach a galvanizovniach atď.

PRVÉ KROKY S ROBOTIKOU

Ako teda začať s robotikou? V prvom rade si dajte vaše procesy vo výrobe vyhodnotiť odborníkom z oblasti robotiky a zamerajte sa najmä na úlohy a úkony nebezpečné pre človeka, nudné, stereotypné, namáhavé, také, kde musí predmety zdvíhať viac ako jedna osoba, alebo úlohy s rýchlymi pohybmi, kde sa na ich vykonávanie nevyžaduje nejaké kvalifi-

kované rozhodovanie. Niektoré robotické aplikácie sa dajú vyriešiť štandardnými riešeniami, iné vyžadujú zložitejšiu podobu s istou mierou prispôbenia. Ak je robotizovaným procesom napríklad zváranie, na trhu je k dispozícii niekoľko komerčne dostupných robotických systémov, ktoré sú už natoľko vyspelé, že sa dokonale hodia pre vašu aplikáciu. Využitím štandardných systémov sa zároveň predchádza dodatočným nákladom, ktoré sú nutné v prípade prispôbeného riešenia. Prispôbeným riešením sa teraz nemyslí návrh úplne na mieru. Väčšina automatizačných systémov sa tvorí skladaním prvkov a komponentov z bežne dostupných technológií a samotné prispôbenie je v ich aplikácii v konkrétnom výrobnom procese s ohľadom na požiadavky závodu.

Z identifikovaných procesov vhodných na robotizáciu vyberte tie, ktoré majú za sebou bohatú históriu úspešných robotických inštalácií v priemyselnej praxi. Paletizácia je napríklad jednoduchší systém ako operácia triedenia vyžadujúca niekoľko kamier na zisťovanie tvaru a detekciu farby. Cieľom premiérovej inštalácie v podniku je zaznamenať okamžitý úspech, na základe ktorého sa celá firma naučí s novou technológiou pracovať, porozumie jej a akceptuje ju.

Nájdite v závode procesy vhodné na zautomatizovanie a identifikujte predbežné technické riešenie, ktorého náklady

na inštaláciu možno odhadnúť. Po odsúhlasení, že systém spĺňa váš rozpočet a dôležité kritériá návratnosti investície, začnite vývoj systému.

V prvom kroku sa rozhodnite, či si systém chcete postaviť sami alebo zaangažujete systémového integrátora. Pokiaľ je takýto typ projektu váš prvý v závode, je rozumné využiť služby systémového integrátora. Ako teda vyberiete správneho integrátora vhodného pre firemnú kultúru a systémové potreby? Poriadne preverenie integrátora znamená zistiť, aké skúsenosti má s vaším priemyselným odvetvím a so samotnou aplikáciou, vyhodnotiť schopnosti a pozadie integrátora, skontrolovať jeho referencie, ubezpečiť sa, že má technickú odbornosť a personál na dodávku systému a jeho technickú podporu v budúcnosti a tiež že má dostatočné finančné krytie na zaobstaranie všetkého potrebného materiálu. Musíte sa cítiť komfortne pri pomyslení na to, že vybraný integrátor úplne rozumie vášmu procesu a je schopný dodať rozsiahle riešenie pre vaše automatizačné potreby, ktoré je schopný v budúcnosti aj technicky podporovať.

S požiadavkou na riešenie oslovte viacerých integrátorov, pretože ich koncepty sa môžu výrazne líšiť a jeden môže byť oveľa výhodnejší ako iný. Verifikujte, že systémový návrh zohľadňuje všetky v súčasnosti známe alebo v budúcnosti



potenciálne rozšírenia výroby. Preverte schopnosť systému zavádzať nové diely alebo procesy a pred finálnym rozhodnutím treba mať na pamäti, že systém s najnižšou cenou je najlacnejší z nejakého dôvodu.

Zvolený proces s vybraným integrátorom sa môže odlišovať podľa toho, či je systém jeden zo štandardných, kde si možno vybrať z portfólia veľkostí, rýchlostí a pod., verzus systém, ktorý vyžaduje istú mieru prispôbenia. Bez ohľadu na to sa váš súčasný manuálny proces vyhodnotí spolu s procesmi pred ním a za ním, aby sa zabezpečila vhodnosť implementácie automatizovaného systému. Ďalšie položky, ktoré sa budú zohľadňovať, sú:

- úroveň zapojenia operátora do automatizácie,
- otázky kontroly kvality dielov alebo operácií, ktoré sú v tomto procese zavedené,
- rozhranie s vaším výrobným systémom z hľadiska požiadaviek na pohyb dielov a zber dát,
- technická schopnosť vašej spoločnosti prevziať vlastníctvo systému a po inštalácii ho úspešne prevádzkovať a udržiavať.

Ďalej treba vytvoriť niekoľko predbežných usporiadaní a návrhov, aby sa stanovili priestorové požiadavky, pohyb častí, potreby nástrojov a prípravkov, bezpečnostné problémy,

koncept akýchkoľvek rozhraní pre váš výrobný systém a komunikácia s operátormi. Tento proces môže zahŕňať simulácie systému, štúdie času taktu a akékoľvek overovacie testy na preukázanie, že koncepcia automatizačného systému je správna a bude fungovať. Po schválení návrhu sa systém konštruje, čo obsahuje obstarávanie periférnych zariadení, výrobu komponentov tam, kde sa to vyžaduje, budovanie systémov, programovanie, testovanie a ladenie.

Miesto inštalácie treba vyčistiť od akéhokoľvek zariadenia a následne pripraviť prostredníctvom inžinierskych služieb a podľa štrukturálnych potrieb nového systému. Treba zväžiť potreby vašej súčasnej výroby, aby zákazníci boli počas montáže spokojní. Budete bez prerušenia pokračovať, pozastavíte ju alebo budete vyrábať v okolí miesta inštalácie, spustenia a implementácie nového systému? Po úspešnej inštalácii, nábehu a zaškolení personálu je nový systém plne prevádzkyschopný. Záverečné zhodnotenie systému a procesu vývoja bude prebiehať tak, aby navrhovalo potenciálne zlepšenia projektu.

Je veľmi pravdepodobné, že v krátkom čase po úspešnej implementácii automatizačného (robotického) systému identifikujete ďalšie oblasti, kde sa hodí. Mali by ste uvažovať o robotickej technológii, pretože vaši konkurenti tak už robia.

TYPY ROBOTOV A APLIKÁCIÍ

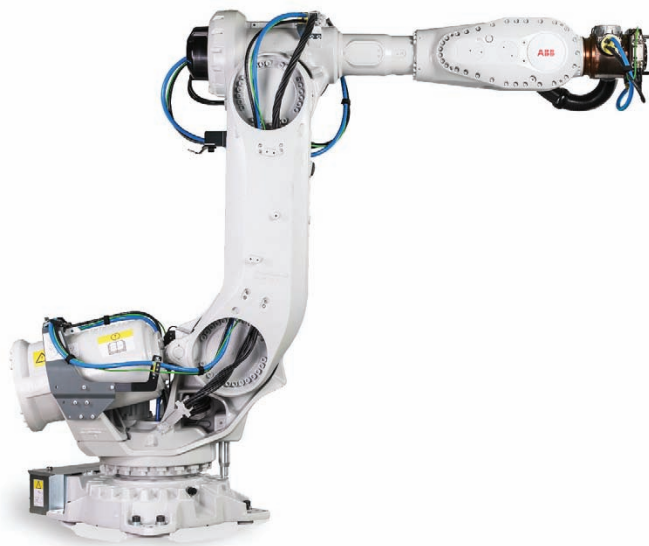
Prvý priemyselný robot bol nasadený v roku 1959 v závode General Motors v Trentone v štáte New Jersey a jeho úlohou bolo vyberať horúce kovové odliatky zo stroja a ukladať ich na určené miesto. Robotické rameno s označením Unimate 1900 sa stalo vôbec prvou robotickou technológiou masovo rozšírenou v priemyselnej automatizácii, keďže krátko nato sa v zlievarenstve nasadilo ďalších 450 kusov tohto robota. Za vyše polstoročie od svojho zrodu prešla robotika značným vývojom, ktorý pre priemyselnú sféru vyprofiloval niekoľko základných typov robotov. Vo fabrikách dnes už prakticky neexistuje opakujúca sa činnosť, ktorá by sa nedala robotizovať. To, aké základné typy robotov a pri akých operáciách ich možno v praxi využiť, sa dočítate v tejto kapitole.



ZÁKLADNÉ TYPY ROBOTOV

KÍBOVÉ ROBOTY

Kĺbové rameno je najbežnejšie používaným robotickým systémom. Neexistuje prakticky žiadna úloha, ktorú by správne zvolený kĺbový robot nezvládol. Kĺbový robot je extrémne flexibilný a mnohé úlohy možno zrealizovať len s ním, pričom je oveľa rýchlejší a presnejší ako jeho ľudský náprotivok. Kĺbový robot nedosahuje z hľadiska rýchlosti a ceny kvality špecifických riešení SCARA a paralelných robotov alebo dosah kartézskeho robota. V každom prípade kartézsky robot, resp. jeho niektoré časti, napr. koľajnice alebo portál, možno kombinovať s kĺbovým ramenom a získať tak oboje – flexibilitu aj dlhý dosah.



ROBOTY SCARA

Robot SCARA je vzhľadom na svoju cenu extrémne rýchly, daňou za to je však nižšia flexibilita a dosah. Používa sa hlavne na malé manipulačné úlohy a balenie menších objektov. Roboty SCARA sa používajú v akomkoľvek priemysle s manipuláciou s malými dielmi, kde je zásadná rýchlosť, ale flexibilita už nie je taká dôležitá. Bežné priemyselné odvetvia nasadenia zahŕňajú potravinársky a farmaceutický priemysel.



PARALELNÉ ROBOTY

Rovnako ako robot SCARA, aj paralelný robot je užitočný pri manipulácii s menšími predmetmi pri veľkej rýchlosti na krátke vzdialenosti. Balenie je jedna z takýchto operácií. Paralelný robot sa líši od robota SCARA tým, že má závesnú konštrukciu. To znamená, že nestojí v ceste napríklad dopravníku a môže tak pokojne obsluhovať obe jeho strany. Závesná montážna konštrukcia zase umožňuje ľahké čistenie pracovného priestoru, vďaka čomu je paralelný robot obzvlášť populárny v potravinárskom priemysle.



KARTÉZKE ROBOTY

Tento typ robota je vhodný na ploché rovinné povrchy. Škála variantov týchto robotov siaha od malých robotov typu Pick and Place až po gigantické portálové systémy, napríklad v lodeniciach. Tento typ robota je unikátny tým, že môže byť upevnený na oboch koncoch portálového systému a môže jazdiť na koľajniciach alebo ozubených nosníkoch. To dáva robotu veľký pomer sily a hmotnosti. Dosah robota je obmedzený len dĺžkou koľajníc (v portálovom systéme), teda je prakticky neobmedzený v jednej rovine. Kartézske roboty sú pomerne hojne rozšírené v kovospracujúcom priemysle na rezanie oceľových dosiek a povrchovú úpravu.



ZÁKLADNÉ TYPY APLIKÁCIÍ

OBLÚKOVÉ ZVÁRANIE

Okrem vysokej presnosti tento proces nevyžaduje ani vysokú rýchlosť ani veľké užitočné zaťaženie. Kľúčovými parametrami sú dosah a hlavne manévrovateľnosť. Mnohé špecializované roboty s oblúkovým zváraním preto môžu mať viac kĺbov ako štandardne, ktoré im umožňujú prístup do ťažko dostupných zón. Na oblúkové zváranie sa používajú hlavne kĺbové roboty, či už samotné, alebo v kombinácii s kartézskymi robotmi, ktoré im poskytujú takmer až neobmedzený dosah. Oblúkové zváranie sa využíva v rôznych priemyselných odvetviach, napr. v kovospracujúcom priemysle.



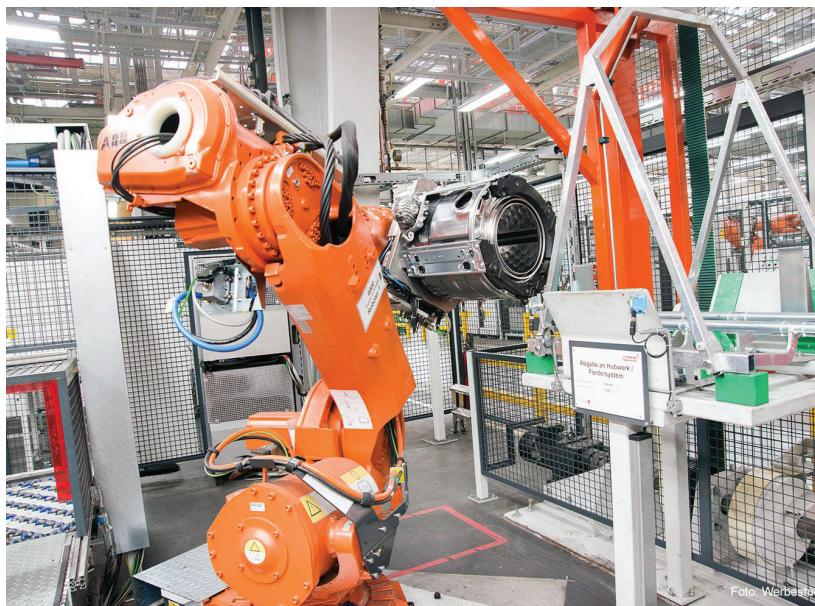
BODOVÉ ZVÁRANIE

Pre roboty na bodové zváranie sú dôležité predovšetkým dva atribúty – vysoká pozícia a vysoká rýchlosť pohybu. Samotná operácia zvárania zaberie len zlomok z celkového času prevádzky robota, na rozdiel od manévrovania z jedného zväracieho miesta na druhé. Pre bodové zváranie je preto najvhodnejšie rýchle odľahčené kĺbové robotické rameno so stredne veľkým užitočným zaťažením. Tieto typy robotov sú v praxi aj najvyužívanejšie spolu v kombinácii s dopravníkovými pásmi, po ktorých sa privádzajú jednotlivé diely do dosahu zväracieho robota. Bodové zväračky sú zvyčajne závislé od ostatných robotov alebo pridržiavacích systémov na upevnenie dielov počas procesu zvárania. V hojnej miere sa nachádzajú napr. v automobilovom priemysle.

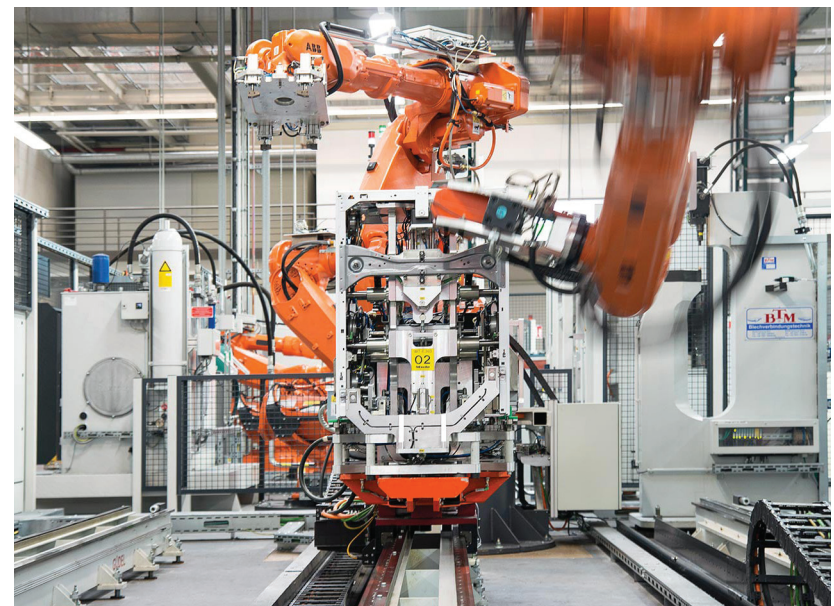


MONTÁŽ

Proces montáže sa líši od ultrarýchleho skladania malých dielov, ako je pick and place, vysoko presnou výrobou až po extrémnu nosnosť, napríklad v automobilovom priemysle. Veľkosť robota by mala vyhovovať požiadavkám procesu montáže z hľadiska dosahu a nosnosti. Pri bežných procesoch montáže je potrebný robot, ktorý je dostatočne rýchly, aby sa nespomalila výrobná linka. Základné pravidlo hovorí, že čím ľahšie a menšie sú diely, s ktorými sa manipuluje, tým rýchlejší robot možno vybrať. Pre malé diely sú vďaka



svojej rýchlosti a presnosti najvyhovujúcejšie SCARA a paralelné roboty, ich slabšou stránkou je však nízka flexibilita. Pri väčších úlohách alebo úlohách vyžadujúcich menšiu rýchlosť a väčšiu flexibilitu je použiteľný kĺbový robot. Na obrovské montážne práce a operácie na rovinnej ploche, ktoré sú mimo dosahu robotov SCARA a paralelných robotov, je dobrou voľbou kartézsky robot pre flexibilitu kombinovanú často s kĺbovým robotom. V oblasti montáže sú čoraz rozšírenejšie kolaboratívne roboty pracujúce s ľuďmi. Roboty sa bežne používajú v celom montážnom priemysle.



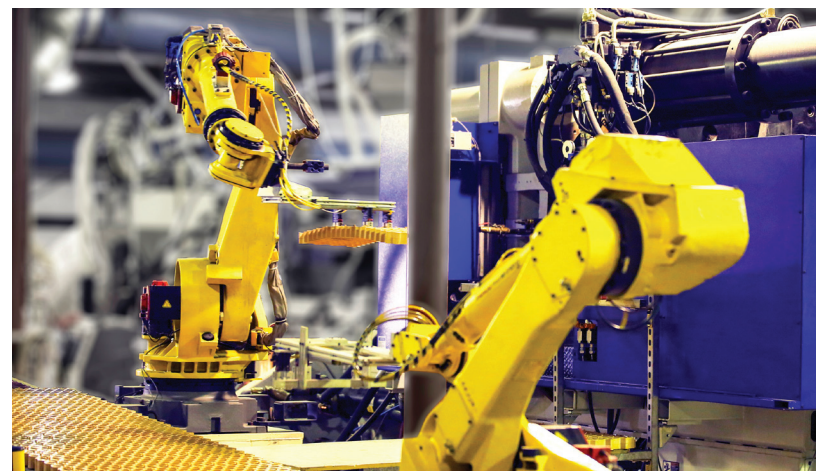
STRIEKANIE/LAKOVANIE

Proces sa v mnohých ohľadoch podobá procesu oblúkového zvárania. Robot nepotrebuje veľkú užitočnú nosnosť alebo vysokú rýchlosť, dôležitými faktormi sú však dosah, presnosť a manévrovateľnosť. Robot môže byť umiestnený v nehostinnom prostredí a môže byť potiahnutý ochranným obalom a/alebo schopný odolávať korozívnym chemikáliám.



MANIPULÁCIA

Proces manipulácie sprevádza mnohé ďalšie procesy, ako je zváranie, bodové zváranie a montáž, a to prichytávaním a upevňovaním dielov. Podobne ako montáž, aj manipulácia môže vyžadovať čokoľvek, od nízkej hmotnosti a vysokej rýchlosti až po prácu s obrovskými dielmi automobilov či dokonca lodí. Roboty, ktoré sa používajú na manipuláciu, sú z dôvodu flexibility predovšetkým kĺbové roboty. V závislosti od požiadaviek na manipuláciu však môže byť použitý akýkoľvek typ robota. V oblasti manipulácie sú podobne ako pri montáži čoraz rozšírenejšie kolaboratívne roboty, ktoré slúžia napríklad ako tretie ramená a ruky. Manipulačné roboty sa používajú v celom výrobnom priemysle.



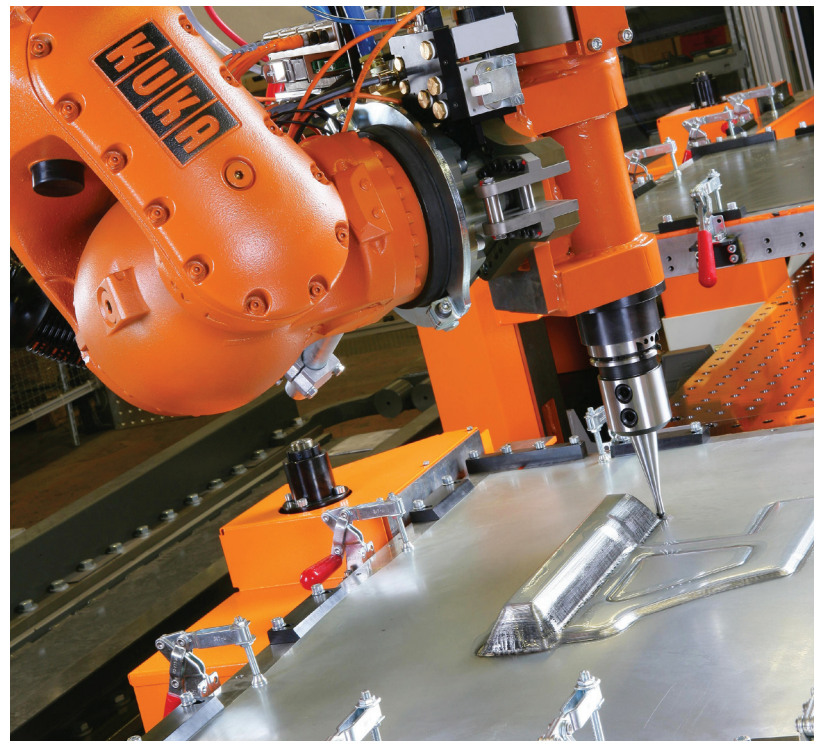
BALENIE

Balenie je v princípe manipulácia a/alebo montáž do škatúl. Preto každé riešenie, ktoré sa môže vzťahovať na tieto dva procesy, môže byť použité aj pri baliacich robotoch. Rýchlosť je dôležitým faktorom a SCARA a hlavne paralelné roboty sú vynikajúce na balenie menších predmetov z dopravného pásu do škatúl, schopných zabaliť aj niekoľko tisíc položiek za hodinu.



BRÚSENIE/OBRÁBANIE

Rovnako ako lakovanie a oblúkové zváranie, ani proces brúsenia a dokončovania nevyžaduje vysokú rýchlosť alebo veľkú nosnosť. Dôležité sú však dosah, presnosť a manévrovateľnosť. Robot môže byť takisto umiestnený v drsnom prostredí a môže mať ochranný obal a/alebo môže byť schopný odolávať koróznym čistočkám.



PALETIZÁCIA

Paletizácia zameraná výhradne na umiestňovanie kartónov na palety vyžaduje manipuláciu s väčšími škatuľami. Potrebne sú preto roboty s pomerne vysokou nosnosťou a dosahom, pričom rýchlosť nie je často požadovaným kľúčovým parametrom. Na paletizáciu sa z dôvodu flexibility hodia väčšie

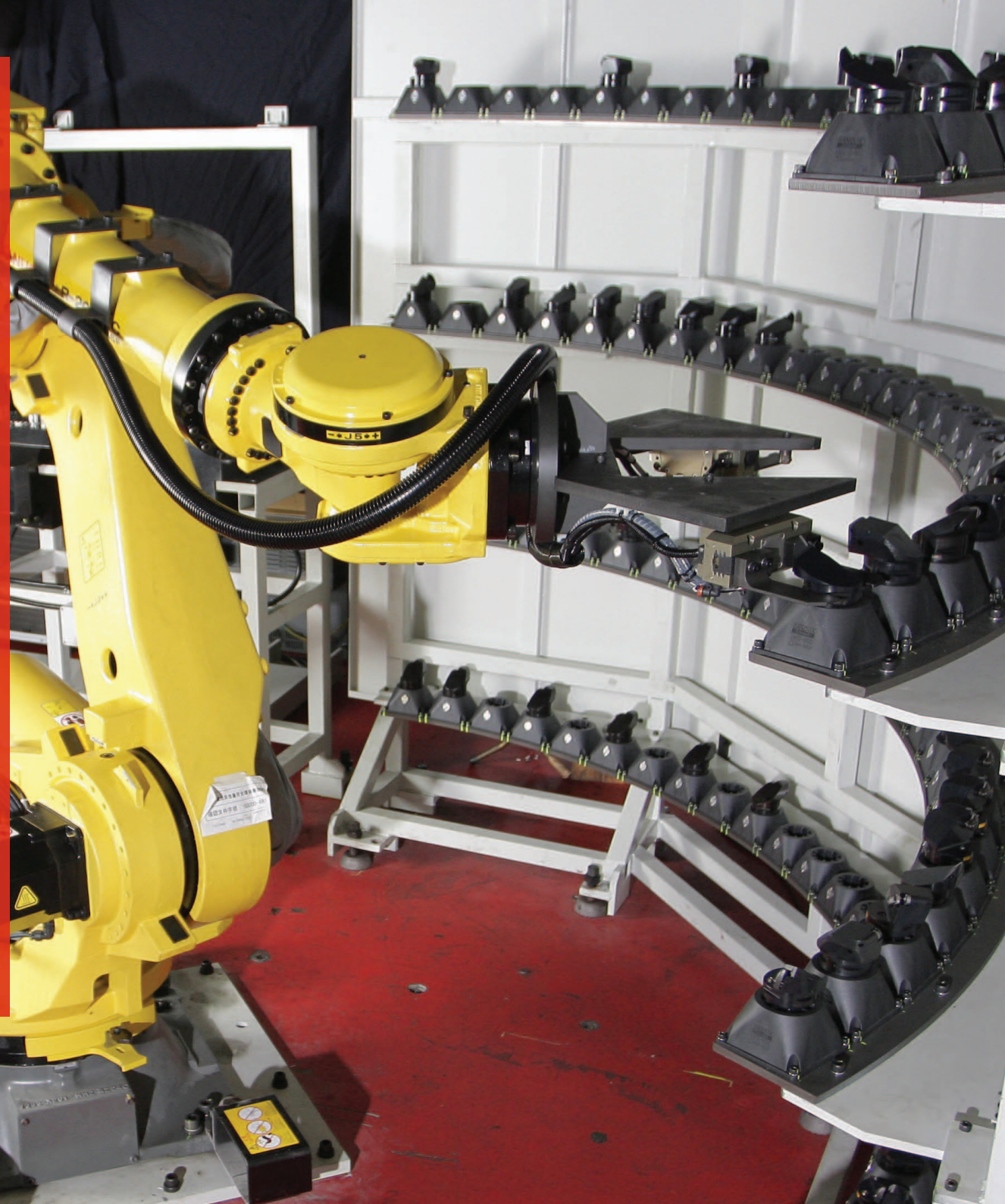
kĺbové roboty, niekedy kombinované s koľajnicovým alebo portálovým (kartézsky) systémom, napr. pri flexibilnom vyberaní (prekladanie viacerých druhov predmetov). Použiteľné sú aj väčšie kartézske roboty, najmä pre vyššiu nosnosť a dlhší dosah. Paletizácia sa používa v každom odvetví, ktoré distribuuje tovar na paletách.



NÁVRH A OPTIMALIZÁCIA ROBOTICKÉHO PRACOVISKA

Realizácii robotického pracoviska predchádza celá škála základných predpokladov, požiadaviek a cieľov, ktoré sa následne pretavia do skutočnej integrácie robotickej technológie. Projekt takejto integrácie sa skladá z niekoľkých zásadných fáz, ako sú tvorba konceptu, stanovenie požiadaviek na hardvér a softvér, vizualizácia a simulácia a ďalšie. Táto kapitola opisuje jednotlivé fázy detailnejšie a poskytuje tak ucelenejší obraz o tom, ako pri implementácii robotického pracoviska postupuje jeho realizátor, čo je vo väčšine prípadov integrátor robotickej technológie.

4



VSTUPNÉ INFORMÁCIE

Pred tým ako investor spustí projekt nasadenia robotiky, mal by si ujasniť, aký bude výber integrácie robotickej technológie (nová aplikácia, robotizácia existujúceho procesu...), aké sú ciele robotizácie a aký sa požaduje takt na jednu robotickú operáciu.

Výber integrácie

- Nový projekt – pre integrátora najlepší variant s najmenším počtom obmedzení.
- Robotizácia existujúceho procesu – robotizuje sa manuálna montáž alebo výroba (zvýšenie kvality, zmena taktu výroby).
- Integrácia do existujúcej robotickej linky – cieľom je zvýšenie kvality alebo produktivity, rozšírenie možností, realizácia zmien na vyrábaných dieloch a pod.
- Optimalizácia (existujúcej) robotickej linky – zvýšenie taktu, úspora nákladov...

Ciele robotizácie

– zámer, ktorý sa robotizáciou sleduje:

- zvýšenie produktivity,
- zvýšenie kvality,

- optimalizácia technologických nákladov,
- zníženie ergonomického zaťaženia – ergonómia človeka je hodnotená rozličnými kritériami, ktoré zohľadňujú zaťaženie jednotlivých svalov, úponov, kĺbov. Každý úkon má svoje definície a hranice. Prechod do vyššej poistnej triedy, kde sa neplatí také vysoké poistné pokrývajúce úrazy a choroby z povolania, znamená zníženie ergonomického zaťaženia človeka.

Takt

Výpočet taktu na výrobu jedného kusu výrobku, resp. času potrebného na vykonanie jednej robotickej operácie je dôležitý. Vo všeobecnosti sa počíta podľa vzorca:

$$Takt[s]=\frac{\text{Počet normohodín ročne} * \text{Efektivita pracoviska}(\%/100) * 3600}{\text{Požadovaný počet produktov ročne} * (1 + \text{Flexibilita pracoviska}(\%/100))}$$

Takt sa integrátorovi zadáva priamo alebo sa zdôvodňuje výsledkami, ktoré sa majú robotizáciou dosiahnuť.

Prvé informácie pre integrátora

Prvé informácie, ktoré integrátor potrebuje pred tvorbou robotickej aplikácie, sú:

- požadovaný typ integrácie,
- cieľ integrácie,
- požadovaný takt,
- vstupný produkt,
- výstupný produkt.

KONCEPT

Po definovaní vstupných informácií, kedy by už investor mal mať predstavu, ako má robotické pracovisko vyzeráť a čo sa ním chce dosiahnuť, prichádza na rad návrh základného konceptu, ktorý je pre prípravnú fázu projektu veľmi dôležitý. Ak je koncept zle vyhotovený, môže oddialiť termín dodania robotického zariadenia. Potvrďuje to aj Ing. Maroš Mudrák, šéf digitálneho podniku a vývoja v MATADOR Automation, s. r. o., ktorý sa venuje automatizácii a robotizácii procesov najmä pre automobilový priemysel, aktivity však vyvíja aj v potravinárstve, vo farmácii či elektrotechnickom odvetví: „V praxi sa nám stal prípad, keď sme dostali od zákazníka koncept a po dvoch mesiacoch prác sme zistili, že je technicky neuskutočniteľný. Pokiaľ zákazník nemá skúsenosti

s integráciou robotov, prvé koncepty by mal prenechať potenciálnym integrátorom.“ Pri tvorbe prvej verzie konceptu v spolupráci s integrátorom potom môže zákazník stanovovať obmedzujúce požiadavky na priestor, logistiku, údržbu, počet

„V praxi sa nám stal prípad, keď sme dostali od zákazníka koncept a po dvoch mesiacoch prác sme zistili, že je technicky neuskutočniteľný. Pokiaľ zákazník nemá skúsenosti s integráciou robotov, prvé koncepty by mal prenechať potenciálnym integrátorom.“ Maroš Mudrák

ľudí na pracovisku a pod. Dôležité je požadovať od integrátora taktovú analýzu, ktorá vychádza zo základných údajov robotického pracoviska (tvar a rozmery dielu, ročná produkcia, typy operácií). Požadované parametre sa zakomponujú do výsledného konceptu, v ktorom sú definované počet a typy robotov, koncové manipulátory (uchopovače), naznačený tok materiálu, reálny odhad potrebnej plochy na realizáciu celej aplikácie, počet a typy rozvádzačov, jednoducho všetko

potrebné na realizáciu celej robotickej aplikácie. Koncept je väčšinou vo vizuálnej forme 2D alebo 3D obrázkov, resp. animácií z vizualizačných softvérov. Pre to isté zadanie integrátori často vypracúvajú štyri až päť cenových ponúk s rôznymi riešeniami v závislosti od miery nasadenej automatizácie.

Kolaboratívny vs konvenčný robot

Súčasnosť charakterizuje presadzujúca sa kolaboratívna robotika v priemysle. Na mieste je preto otázka, aký typ robota vybrať. M. Mudrák odporúča siahnuť po kolaboratívnom robote vtedy, keď je to nevyhnutné. Určitú a často postačujúcu úroveň kolaboratívneho režimu totiž možno dosiahnuť špeciálnymi bezpečnostnými modulmi a balíkmi aj pri konvenčnom robote (bezpečné spomalenie pohybu robota pri narušení ochrannej zóny atď.). V tejto súvislosti je hodné spomenúť, že aktuálne prichádzajú do praxe normy, ktoré sú reštriktívne voči kolaboratívnym robotom tým, že definujú vyvinutie maximálnych povolených síl na rôzne časti tela.

POŽIADAVKY NA HARDVÉR A SOFTVÉR

Pri stanovovaní základných požiadaviek na hardvér a softvér by mal investor vychádzať z toho, aké typy zariadení

a od akých výrobcov má vo svojej prevádzke už inštalované. Pri výbere robota, periférií a automatizačnej techniky je tak vhodnejšie inklinovať k rovnakým značkám, pretože v závode s nimi už prišli do kontaktu.

Typ robota

Výhodou nasadenia robota od dodávateľa, s ktorým v závode už majú skúsenosti, sú minimálne požiadavky na zaškolenie pracovníkov obsluhy a údržby, prípadne jednoduchá zámena robotov pri výskyte poruchy. Pri výbere sa odporúča opatrnosť pri voľbe repasovaného robota, pokiaľ pochádza od málo známeho dodávateľa.

Periférie

Po výbere periférií sa treba zamýšľať nad prvkami, ako sú bezpečnostné brány, skenery, zábrany, pneumatický systém a pod., ďalej treba zvážiť možnosti rozšírenia, zohľadniť stavbu nástroja, dostupnosť servisu, náhradných dielov a údržby.

Automatizácia

Roboty všetkých známych výrobcov majú zabudovaný vlastný riadiaci systém, otázkou preferencií investora je, či v robotickom pracovisku chce alebo nechce mať inštalovaný nadradený

riadiaci systém a ako zabezpečiť napojenie na vyššie systémy riadenia. MATADOR-u Automation sa v tomto smere najviac osvedčilo používanie osobitného riadiaceho systém vo forme PLC pracujúceho v režime komunikačného uzla (s robotom, s distribuovanými V/V, s bezpečnostnými prvkami, so SCADA/zberom dát).

ZADÁVACIE PODMIENKY

Zo vstupných informácií, konceptu a požiadaviek na hardvér a softvér by mal investor vytvoriť zadávacie podmienky a distribuovať ich potenciálnym integrátorom. Dokáže tak objektívne porovnať cenové ponuky a technické riešenia. Predíde tiež mnohým problémom v priebehu integrácie a počas samotného využitia robotizovaného pracoviska.

SIMULÁCIA A DIZAJN

Softvéry

V súčasnosti je bežnou súčasťou návrhu pracoviska jeho dizajn a simulácia vo výkonných 3D softvéroch, ako sú 3D CAD programy (Catia, NX, Inventor) a 3D simulácie (Process Simulate, Robcad, Robot Studio). V prvých simuláciách sa hľadá správna poloha dielu na vstupe aj na výstupe a dôraz

sa kladie na čo najergonomickejšie uloženie dielu. Zo simulácie vyplynie dosah robota/robotov, pracovný takt, priestorové požiadavky a pod.

Návrh nástroja

Nástroj, resp. koncový manipulátor alebo efektor je nemenej dôležitá súčasť robota. Predovšetkým treba poznať typ konštrukcie nástroja (modulárny s jednoduchou výmenou dielov alebo bude potrebné dať ho vyrobiť na mieru) a prípravky na prichytenie opracúvaných dielov.

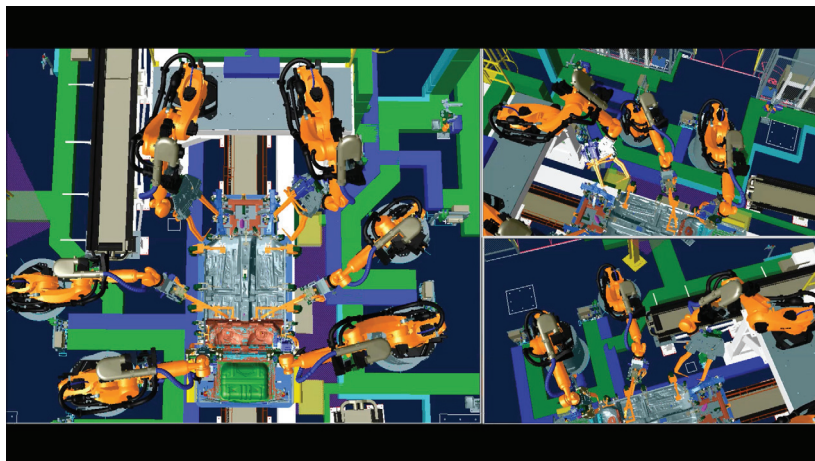


Výber robota

Pri výbere treba mať na pamäti tri hlavné parametre robota – rýchlosť, nosnosť a dosah. Veľa integrátorov robí chybu v tom, že konfiguráciu robota navrhnu iba na statické zaťaženie, kde je jeho nosnosť vyššia ako pri dynamickom.

NÁBEH PRACOVISKA

Navrhnutá robotická linka sa odladí ešte pred inštaláciou v závode prostredníctvom virtuálneho sprevádzkovania v simulačnom softvéri (je to cca o 30 % lacnejšie ako nábeh v reálnych podmienkach). V ňom sa vykonáva aj FAT (Factory Acceptance Test). Dnešné pokrokové simulačné softvéry umožňujú vytvorené programy priamo importovať do riade-



nia robota (offline programovanie) vďaka špeciálnym softvérovým modulom určeným pre jednotlivých výrobcov robotov, pričom prístup k nim sa získava zakúpením príslušnej licencie. Výrazne to uľahčuje a skracuje tvorbu riadenia programu robota. Technickou vymoženosťou súčasných špičkových softvérov je tiež online diaľkové pripojenie na robotické pracovisko s možnosťou vykonávania prípadných zmien v samotnom riadiacom programe robotov. V MATADOR-e Automation si na to nedávno zaobstarali osobitnú licenciu. Nábeh pracoviska môže prebehnúť u integrátora alebo aj na mieste inštalácie, čo je zväčša drahšia alternatíva.

Pri samotnom preberaní pracoviska sa odporúča vykonať test Run and Rate. Je vhodné sledovať takt, požadovať 3D dáta, uskutočniť test bezpečnosti a Shut down (čo sa deje pri nečakanom výpadku napájania). Nakoniec sa uskutočňuje optimalizácia robotického pracoviska. Tej predchádza dôkladná analýza (takty, možnosti rozšírenia a zrýchlenia pohybov a pod.). „Z praxe môžem uviesť príklad, keď sme optimalizáciou a pridaním piatich robotov (pôvodný počet 15) skrátili takt z 90 na 64 sekúnd pri využití rovnakého priestoru. Bez dôkladnej prípravy a simulácie to nie je možné,“ ozrejmuje M. Mudrák. Jedným dychom hneď uvádza aj ďalšie príklady optimalizácie operácií v praxi. Štandardné nitovanie skrutiek

„Z praxe môžem uviesť príklad, keď sme optimalizáciou a pridaním piatich robotov (pôvodný počet 15) skrátili takt z 90 na 64 sekúnd pri využití rovnakého priestoru. Bez dôkladnej prípravy a simulácie to nie je možné.“
Maroš Mudrák

je možné napríklad v prípade nevyhnutnosti skrátiť čas zo 6 na 4,5 sekundy. Milisekundy sa dajú ušetriť aj v procese zvarovania, nie však pri samotnom zvare, ale pri okolitých dejoch (napríklad miera otvorenia zvaracích klieští), čo v konečnom výsledku prináša skrátenie celkového času aj o niekoľko sekúnd. Časovú úsporu možno docieľiť tiež zmenou poradia vykonávania jednotlivých operácií (pri dováracích procesoch sa takto MATADOR-u Automation podarilo skrátiť čas z 3,5 – 4 s na 1,8 s aj s preplohouvaním robota pri zachovaní kvality zvaru).

Overenie funkčnosti navrhnutého robotického pracoviska sa uskutočňuje už v simulácii. Na prípadné chyby v samotnej aplikácii sa príde väčšinou už pri montáži robotického pracoviska a následne sa v simulácii preveruje, ako tieto chyby odstrániť.

Skúsení robotickí integrátori vedia často už v prvom týždni zákazky, ktoré komponenty z dôvodu kritickej dodacej lehoty zaobstarať. Na ilustráciu len dodanie zvaracích klieští trvá 16 týždňov (približne 70 % nitovacích aplikácií realizovaných MATADOR-om Automation vyžaduje výrobu nitovacích klieští na mieru). Najdlhšie dodacie lehoty zvyknú mať koncové technológie (lepenie, nitovanie, vypeňovanie...).

VYHODNOTENIE A RIADENIE RIZIKA (RISK MANAGEMENT)

Bezpečnosť pracoviska je nevyhnutné zahrnúť už do tvorby konceptu, kde a aké riziká môžu nastať a obmedziť ich ďalej pri samotnej detailnej konštrukcii. Zo širokej škály bezpečnostných prvkov treba vybrať tie vyhovujúce (ochranné plochy, svetelné závory, skenery...), správne vypočítať bezpečnú vzdialenosť (po stlačení núdzového tlačidla sa robot do úplného zastavenia otočí ešte o 45°) či inštalovať ochranné stĺpy, o ktoré sa robot rozbije pri neočakávanom pohybe. Riziko možno vyhodnocovať aj v simulačnom softvéri (napr. v Process Simulate na to slúži modul Human) a v špeciálnych softvéroch na vyhodnocovanie bezpečnosti elektrických zariadení. Posudok o bezpečnosti pracoviska vypracúva aj Technická inšpekcia SR. Vo všeobecnosti sa bezpečnosť pracoviska zaisťuje podľa všeobecných platných bezpečnostných

noriam a napr. v MATADOR-e Automation majú na to určenú samostatnú profesiu bezpečnostného analytika.

ÚSKALIA NÁVRHU ROBOTICKÉHO PRACOVISKA

Pri návrhu robotického pracoviska môžu riešitelia naraziť na viacero nástrah. K najčastejším patrí nedodržanie požadovaného času cyklu (taktu), vyššia poruchovosť na nejakom zariadení, ako sa očakávalo, iné svetelné podmienky na mieste inštalácie kamerového (vision) systému ako v čase nasadenia pracoviska alebo môže zlyhať dodávateľ technológie potrebnej na realizáciu robotického pracoviska. Takisto sa však môže stať, že pri vyhotovovaní detailného konštrukčného návrhu vysvitne, že daná aplikácia sa na základe konceptu nedá zrealizovať. Potom je to o skúsenosti a know-how integrátora, či je schopný ponúknuť alternatívne riešenie. Po dodaní a odovzdaní technologického riešenia sa zase môže ukázať, že slabým miestom je operátor, resp. jeho obsluha (nestíha vykonávať svoju činnosť, obmedzená ergonómia, napr. tým, že vzhľadom na veľkosť dielu je potrebný zamestnanec s výškou aspoň 180 cm a pod.). Niekedy sa môže prejavieť nejaká nedokonalosť výroby, v reálnej praxi sa totiž stalo už aj to, že pre podcenenú tuhosť konštrukcie sa zlomil a odletel koncový uchopovač (efektor).

ROBOT NIE JE VŠETKO

Je dôležité mať na pamäti, že investícia do robota ako zariadenia je len časť všetkých nákladov. Výsledná cena za kompletne robotické pracovisko závisí od typu aplikácie. Pri robotizácii jednoduchých operácií, ako sú prenášanie a manipulácia, ide o cenovo dostupné riešenie, v ktorom náklady na robot predstavujú bežne 50 % a viac z celkovej ceny pracoviska. Na opačnej strane stoja zložitejšie operácie, ako sú nitovanie, nanášanie lepidla, inštalácia 3D (vision) kamier a pod., keď sa pri cene robota 30 000 € môžu výsledné náklady na celkovú integráciu vyšplhať aj na 450 000 €.

M. Mudrák dáva na záver niekoľko odporúčaní:

- Určte si smer robotizácie (koľko robotov a akých kde použijete).
- Vytvorte zadávacie podmienky.
- Obmedzte integrátora vašimi technologickými podmienkami.
- Vytvorte kvalitný koncept.
- Vyberte správneho integrátora (najlepšie skúseného s dostatkom kvalifikovaného personálu a so solídnu technickou podporou).
- Otestujte pracovisko rôznymi spôsobmi, pustite operátora k testovaniu (otestovanie pracoviska na všetky možné situácie).

PRAKTICKÝ PROJEKT ZAVÁDZANIA ROBOTIKY

Úspešné zvládnutie nasadenia robota v priemyselnej prevádzke vyžaduje od zadávateľa projektu, resp. investora, aby uskutočnil celý rad krokov, od analýzy robotizácie technologického procesu cez zabezpečenie finančných zdrojov, výberové konanie, spoluprácu s dodávateľ(om/mi), inštaláciu, oživenie a nasadenie do prevádzky až po zaškolenie obsluhy a údržbu a servis počas životnosti. V závislosti od robotickej aplikácie sa prístup v jednotlivých krokoch môže pre rôzne priemyselné odvetvia líšiť, mnohé však budú mať spoločné.



To, ako môžu etapy robotického projektu vyzeráť v realite, je najlepšie ukázať na príkladoch z praxe. O svoje skúsenosti sa podelil Ing. Ján Mokošák, zvárací inžinier z HERN, s. r. o. Oravská spoločnosť z Námestova sa venuje výrobe konštrukčných komponentov pre poľnohospodársku, stavebnú a manipulačnú techniku takých renomovaných značiek ako John Deere, Caterpillar, Claas, Doosan Bobcat, Same Deutz-Fahr či Still. Jedna z ťažiskových operácií je zváranie dielov z konštrukčnej ocele (profilová alebo plechy) v rozpätí hrúbky od 1 do 150 mm, na čo v závode slúži 70 zváracích boxov, z toho deväť robotických. V drvivej väčšine pri zváraní využívajú metódu MAG, okrem nej ešte odporové zváranie (RSW), nastreľovanie svorníkov a najnovšie aj metódu TIG. Škála zvarencov je v HERN-e široká, od malých jednoduchých s jedným zvarom až po veľké, zložené so 150 až 200 zvarmi.

ANALÝZA VHODNOSTI, RESP. PRÍNOSOV VYUŽITIA ROBOTIKY V TECHNOLOGICKOM PROCESE

Robotika sa vo všeobecnosti oplatí predovšetkým tam, kde sa opakuje nejaká činnosť pri výrobe produktu vo väčších sériách. Rovnakú filozofiu vyznávajú aj v oravskej spoločnosti. Najskôr si vyselektujú produkty na základe normohodín po-

trebných na výrobu a podľa počtu vyrobených kusov. Potenciál na robotické zváranie majú tie zverence, ktoré vyžadujú súhrnne min. 1 000/2 000 hodín zvárania ročne. Ďalej sa analyzuje, či robotické zváranie prinesie pri zvolených výrobkoch aspoň 40 % úsporu času v porovnaní s ručným zváraním, keďže náklady na robotické zváranie sú takmer o tretinu vyššie. Nové zákazky vždy podstupujú porovnanie, či je výhodnejšie ručné alebo robotické zváranie. Pri veľkých zvarencoch je rozdiel medzi oboma spôsobmi zvárania už markantný v prospech robotického, pretože je lacnejšie. Hlavným cieľom je vyťažiť existujúce robotické pracoviská, preto sa pri nových zákazkách posudzuje, či majú nejaké voľné kapacity (z hľadiska dostupnosti aj vhodnosti parametrov výrobku, ako sú jeho hmotnosť a rozmery). Ak nie sú, prichádza na rad kalkulácia rentability investície do nového robotického pracoviska (z hľadiska objemu a časovej náročnosti plánovanej výroby).

J. Mokošák ako zvárací inžinier v HERN-e kompletne zastrešuje zvárací proces od ponuky cez kvalitu, reklamácie či školenia zvaračov a dokonale pozná manuálny aj robotický spôsob zvárania. Podľa jeho názoru je pri porovnaní všetkých výhod a nevýhod robotické zváranie celkovo kvalitnejšie (vrátane samotného zvaru). Zdôrazňuje to aj na príklade jednej

zákazky, kde kvalitatívne požiadavky na výrobok vedeli splniť len využitím robotického zvárania.

Pre firmu je robotické zváranie jasnou voľbou aj pri výrobe dlhých dielov s posuvom 14 – 18 m. Tu sa zvára tandemovou metódou prúdom až 900 A, čo je sprevádzané generovaním vysokej teploty ohrozujúcej zdravie človeka.

Robot sa tiež vyznačuje stálou opakovateľnosťou činnosti, ktorú ma zadanú v programe. To je nesporná výhoda aj pri robotickom zváraní. J. Mokošák to opäť ukazuje na príklade z vlastnej praxe. Pri jednej zákazke bolo potrebné pri zváraní konzoly realizovať predĺžený zvar. Dve partie zváračov sa toho dôsledne pridržali, potom však prišla tretia partia, ktorá si tento zámerný výbežok zvaru v technickom výkrese nevšimla, resp. ju na to nikto neupozornil. Dôsledkom bola reklamácia zo strany zákazníka. „Robotu by sa také niečo, samozrejme, nestalo, pretože on svoj postup zvárania vykonáva neustále rovnako podľa toho istého programu,“ hovorí J. Mokošák.

Priemyselné podniky sa v súčasnosti boria s nedostatkom vhodnej pracovnej sily, ktorú nevedia na Slovensku nájsť, a preto sa obzerajú po ľuďoch aj za hranicami Európskej únie, napr. v Srbsku. Svoje o tom vedia aj v HERN-e, dopyt po ich produktoch je taký veľký, že aktuálne by potrebovali 10 ďal-



Ján Mokošák pri najnovšom robotizovanom pracovisku CLOOS

ších zváračov, ktorých na Slovensku zatiaľ márne hľadajú. Problém s chýbajúcimi zamestnancami sa dá často vyriešiť práve inštaláciou robota. Podľa J. Mokošáka stačí na obsluhu piatich robotických zváracích buniek jeden šikovný programátor a bežní pracovníci bez nutnosti angažovania zručného zvárača. „Ak je aj zvárač potrebný, tak maximálne jeden alebo dvaja pre prípad úprav alebo opráv zvarov. Robotická bunka dokáže v princípe v plnej miere nahradiť špecializáciu zvárača,“ vysvetľuje J. Mokošák.

VÝBEROVÉ KONANIE A KRITÉRIÁ ZADANIA

Pokiaľ je podnik vo fáze, že vie, aké procesy chce robotizovať a aké prínosy tým chce dosiahnuť, môže sa pustiť do špecifikácie zadania projektu. To, ako môže vyzeráť reálne zadanie robotizovaného zváracieho pracoviska pre tri typy zvarencov, je uvedené v nasledujúcej časti.

Zadanie zákazky – návrh robotizovaného zváracieho pracoviska na tri zvarence

Základné zadanie:

- časová štúdia, typy, veľkosť, dĺžka, počty zvarov,
- návrh, časová štúdia, cenová ponuka,
- cenová ponuka obsahuje: cena pracoviska, tvorba programov a odladenie v priestoroch závodu,

- garancia času cyklov, opakovateľnosti a kvality zvarov podľa normy EN ISO 5817-C,
- testovanie zvarovania (pozn.: Menší dodávatelia robotických pracovísk nemajú testovacie centrum, preto testovanie ponúkajú na pracoviskách zo zrealizovaných projektov u nejakých svojich zákazníkov. „Nie je to vhodné riešenie, pretože treba chodiť do cudzej firmy, ktorá má svoj výrobný program a na tých pracoviskách aj reálne vyrába. Procesy testovania treba ladiť, čo často trvá aj dva-tri týždne,“ ozrejmuje J. Mokošák.),
- preverenie dosahu robota v offline softvéri (pozn.: Táto požiadavka zabezpečí, aby sa neskôr po inštalácii robota v priestoroch závodu nestalo, že po osadení zvarenca do polohovadla robot nedočiahne na niektorý zvar.).

Opcie:

- tandemové zvarovanie s automatickou výmenou horákov,
- offline laserový senzor,
- rýchlopínací výmenný systém zvarovaných prípravkov,
- vývod stlačeného vzduchu priamo v polohovadle,
- odsávanie,
- možnosť manipulácie a otáčania druhým voľným polohovadlom,
- kalibračné prípravky na narovnávanie horákov,
- plynulý prechod z úzkej do širokej medzery,

- softvér offline programovania,
- cena servisného zásahu (cena zásahu, dielov a tiež času, dokedy je dodávateľ schopný vykonať servisný zásah).

V zadaní je stanovené, v akom množstve sa budú dielce zvärať. Tiež je v ňom uvedené, že treba dopredu počítať s nepresnosťou najmä ohnutých dielov, akceptovať túto nepresnosť a eliminovať ju využitím navádzania (laserovým alebo dotykovým). Zadanie, samozrejme, obsahuje termín odovzdania projektu.

Ponuka od dodávateľa na základe tohto zadania

Takéto zadanie spolu s modelom a výkresmi operácie zvarovania (stanovené sú základné kritériá, ako je zvärací zdroj, dosah robota, počet osí, nosnosť polohovadla, a dodatočné opcie, ako je offline laserový senzor, tandemové zvarovanie, rýchly výmenný systém a pod.) sa posiela vybraným dodávateľom robotických pracovísk. Následná ponuka od dodávateľov obsahuje na základe stanovenej veľkosti, typu a dĺžky zvarov špecifikáciu času cyklov, kvality zvaru, opakovateľnosti, robota s definovanou nosnosťou a dosahom, softvéru, senzoričky, zväracieho zdroja, príslušenstva k drôtu či polohovadla. Z týchto špecifikácií je potom odvodená základná cena robotického pracoviska, v ktorej je zahrnuté aj zaškolenie obsluhy.



Robotizované pracovisko vybavené robotom FANUC a detail polohovadla robota s nainštalovaným upínacím rýchlomerným modulom VERO-S



Jednotlivé opcie, napr. tandemové zváranie, siedma os, zvýšená nosnosť polohovadla, laserové vyhľadávanie, odsávanie, rýchloupínacie hniezda a pod., sú v ponuke uvedené osobitne aj s cenou.

V oravskom HERN-e zvažujú pri rozhodnutí o výbere víťazného dodávateľa popri cene aj možnosti testovania a garanciu kvality zvarov (čas zvaru, kvalita zvaru podľa štandardu EN ISO 5817-C, opakovateľnosť).

FINANCOVANIE

Financovanie nákupu nových technológií možno zabezpečiť rôznymi spôsobmi – vlastnými prostriedkami, bankovými úvermi, štátnou podporou, investičnými fondmi a pod. Vedenie firmy HERN pri každom takomto rozhodnutí berie do úvahy v prvom rade štyri základné atribúty – typ a objem vykonávaných operácií, výšku samotnej investície a vyhladky využitia pracoviska v budúcnosti. Dôležitým parametrom je takisto, samozrejme, návratnosť investície do novej technológie, ktorá je v oravskom závode stanovená na maximálne šesť rokov. Pri svojich investičných zámeroch využívajú i európske fondy, napr. v roku 2012 s ich podporou nakúpili dve robotické pracoviská na báze robotov Fanuc a zváracích

zdrojov Fronius v súhrnnej výške 220 000 €, resp. 270 000 € aj s dodatočnými opciami.

INŠTALÁCIA, OŽIVENIE A NASADENIE DO RUTINNEJ PREVÁDZKY

Po podpise zmluvy s dodávateľom je v HERN-e reálna lehota dodania robotického pracoviska pri štandardnom, tzv. kontajnerovom riešení niekedy len mesiac, pri väčších pracoviskách navrhnutých na mieru tri až štyri mesiace. Po skonštruovaní pracoviska prebieha u dodávateľa tzv. predprebierka, kde sa kontroluje jeho funkčnosť a dodržanie základných požadovaných parametrov. Pracovisko sa následne rozoberie a do týždňa sa transportuje do závodu HERN v Námestove, kde sa umiestni, oživí, vyladí sa riadiaci program a uskutoční sa samotná prebierka. Riadiace programy sa zväčša dokážu vyladiť už pri piatom testovacom kuse, k dokonalému vyladeniu veľkých a náročných zvarencov (cca 500 kg) príde často až po 50 kusoch. Zváracie programy sú tvorené s dôrazom na rýchlosť a časovú optimalizáciu.

Technická dokumentácia od dodávateľa

Technická dokumentácia, návody a príručky sú bežnou súčasťou dodávok nových technologických celkov. Robotické pracoviská tak prichádzajú do HERN-u s príručkou na riadenie kontroléra a robota, návodom na obsluhu, s inštrukciami na ovládanie laserového senzora (dvaja ľudia na týždňovom školení) a dokumentáciou k bezpečnosti a ochrane zdravia pri práci.

ÚDRŽBA ROBOTICKÉHO PRACOVISKA

Bežnú údržbu pracoviska vykonáva obsluha dielne v HERN-e. Má stanovený plán údržby na dennej, týždennej a mesačnej báze (premazanie, prefúknutie stlačeným vzduchom a pod.). Údržbu vo vlastnej réžii vykonáva operátor alebo programátor robotického pracoviska, resp. pracovníci oddelenia údržby. Náročnejšie zásahy vykonáva zmluvný servis dodávateľa robotického pracoviska (napr. opravy porúch senzoriky, výmeny poškodených dielov robota). V zmluve s dodávateľom robotickej bunky sú zároveň stanovené sadzby servisného zásahu, čas, dokedy treba servisný zásah uskutočniť, termíny dodania náhradných dielov a pod.

POSUDZOVANIE RIZIKA V ROBOTIKE

Priemyselné roboty sa čoraz viac využívajú v závodoch a fabrikách po celom svete v širokom spektre výrobných odvetví. Táto technológia sa za ostatných 50 rokov vyvíja a prispôbuje potrebám používateľov. V priebehu všetkých tých rokov sa ľudia usilovali, najlepšie ako len vedeli, analyzovať bezpečnostné aspekty robotickej bunky. Nehodám sa, samozrejme, úplne predísť nepodarilo a aj preto má posúdenie rizika pri nasadzovaní robotiky taký kľúčový význam. Popri tom sa neustále zdokonaľujú bezpečnostné štandardy a technologické prvky, ktoré sa snažia dávať odpoveď na otázky bezpečnosti priemyselnej robotiky.



Od chvíle, keď sa v továrňach objavili prvé roboty, priemysel skúmal, ako môžu roboty a ich okolité zariadenia potenciálne ublížiť ľudským pracovníkom. Postupne dospel k tomu, že je dôležité položiť si v prvom rade tieto štyri hlavné otázky:

- Ako rýchlo sa robot pohybuje?
- Ako ďaleko sa môže pohybovať?
- Aké nebezpečné sú operácie, ktoré robot vykonáva?
- Ako možno zabrániť tomu, aby silné a rýchle roboty zasiahli pracovníka?

Na základe týchto otázok sa vykonáva posúdenie rizík a identifikujú sa bezpečnostné prvky, ktoré by sa mohli pridať do robotickej bunky, aby boli ľudia počas práce robota v bezpečí. Bežným riešením býva obohnanie robota bezpečnostným oplotením, ktoré bráni akémukoľvek vzájomnému kontaktu s ľuďmi. Často si ho vyberajú ako jednu z prvých volieb aj špecialisti na posudzovanie rizík.

ČO JE POSÚDENIE RIZIKA?

Stručná definícia posúdenia rizika znie takto: Je to identifikácia, odhad a zhodnotenie úrovni rizika spojeného s danou situáciou, ich porovnanie s referenčnými kritériami alebo štandardmi a určenie akceptovateľnej úrovne rizika. Vo svete robotiky sa posúdenie rizika používa na zhodnotenie

možností ublíženia ľudskému pracovníkovi počas prevádzky robotického systému a následne na zníženie týchto možností na akceptovateľnú úroveň.

Aby sa zaistila potrebná bezpečnosť, musia všetky strojné zariadenia absolvovať posúdenie rizika. Niektoré zariadenia dostupné na trhu sú schválené samotnými výrobcami alebo organizáciami tretích strán, čo zjednodušuje proces posúdenia, pretože netreba overovať úroveň bezpečnosti niektorých dielov, napr. koncového robotického nástroja. V každom prípade aj keď sú certifikované vnútorné komponenty a softvér robota, neznamená to, že robot ako celok je bezpečný. Najmä v prípade priemyselných aplikácií je používanie také rozmanité, že pre výrobcu dielov je nemožné schváliť žiaden daný proces. A vtedy prichádza na rad postup posúdenia rizika.

Ďalším uhlom pohľadu je, že treba vyhodnotiť každú priemyselnú aplikáciu ako celok a nie každé zariadenie samostatne. Ak si vezmeme príklad ostrého dielu alebo noža, ktorým manipuluje certifikovaný robot, neznamená to, že aplikácia je bezpečná, aj keď je bezpečná každá časť sama o sebe.

PREČO ROBIŤ POSÚDENIE RIZIKA

Zaistenie bezpečnosti pracovníkov je zodpovednosť zamestnávateľa. Posúdenie rizika je nástroj na dosiahnutie bezpeč-

nosti pracovníkov. V niektorých regiónoch sveta vyžadujú miestne zákony a predpisy vykonávanie posúdenia rizika pre každé strojné zariadenie inštalované v závode. Nie všade sa vyžaduje rešpektovanie štandardov, ale väčšina bezpečnostných inštitúcií má zákony obsahujúce alebo odkazujúce na bezpečnostné normy. To platí aj pre veľké spoločnosti, ktoré majú zvyčajne svoje vlastné bezpečnostné pokyny. S najväčšou pravdepodobnosťou tak musíte pri integrácii a navrhovaní robotickej bunky dodržiavať niektoré štandardy (ISO alebo iné), aby ste vyhovelí príslušným zákonom a zaistili bezpečnosť pracovníkov. Posúdenie rizika sa potom zakladá na ľubovoľnom štandarde, ktorý si vyberiete, buď pre váš región, alebo dokonca ešte pre vyšší stupeň na zaistenie bezpečnosti pracoviska na globálnej úrovni. Ak chcete zaistiť bezpečnosť robotickej bunky, budete musieť vykonať testy a nastaviť bunku v súlade so všetkými bodmi vyžadovanými vybranými normami. V súlade s týmito štandardmi by ste tiež mali zdokumentovať výkonnosť bunky. Podrobnejšie a konkrétnejšie informácie možno získať od integrátora robotických riešení alebo od organizácie zaoberajúcej sa bezpečnosťou a ochranou zdravia pri práci.

POSTUP PRI POSUDZOVANÍ RIZIKA

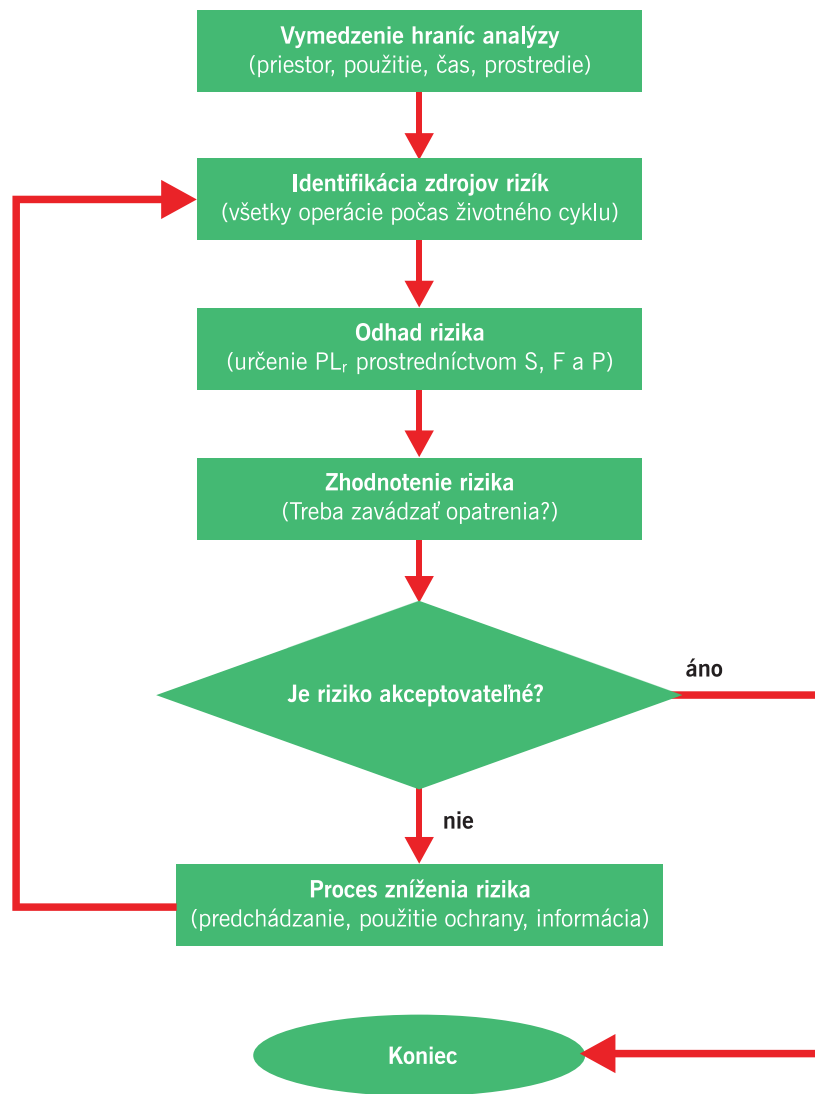
Väčšina zariadení používaných v robotických bunkách už bude mať stanovenú výkonnosťnú úroveň (PL), posudzovanie rizika bude preto pre koncového používateľa alebo integrátora väčšinou o aplikácii samotnej. Postup pri posudzovaní rizika je uvedený vo vývojovom diagrame.

Vymedzenie hraníc analýzy

Táto časť posudzovania rizika je opisom kontextu použitia stroja. Kde sa bude robot používať? Ktoré nástroje sa použijú? Aké objekty budú súčasťou operácie? Musíte tiež uviesť údaje, ako sú maximálna rýchlosť a zrýchlenie robota, efektívna hmotnosť (užitočné zaťaženie robota), hmotnosť kusu atď. To poskytne všetky potrebné informácie, ktoré budete potrebovať ďalej pri posudzovaní rizika.

Identifikácia rizika (nebezpečenstva)

V ďalšom kroku musíte identifikovať všetky operácie, ktoré obsahujú akékoľvek nebezpečenstvo. Tieto operácie nezahŕňajú len prevádzku robota, ale všetko od okamihu, keď je robot odovzdaný z prepravného nákladného auta, do momentu jeho vyradenia z prevádzky. Táto časť analýzy sa môže zdať trochu prehnaná, ale niekedy môže byť tiež podceňovaná.



Vývojový diagram postupu posudzovania rizika

V praxi sa stal napríklad prípad, keď robot zabil pracovníka počas inštalácie. Posudzovanie rizika preto analyzuje rozličné pohyby a činnosti robota počas jeho životnosti a jednoducho oddelí každú operáciu na osobitnú analýzu. Tento proces sa nazýva posudzovanie rizika na základe úloh.

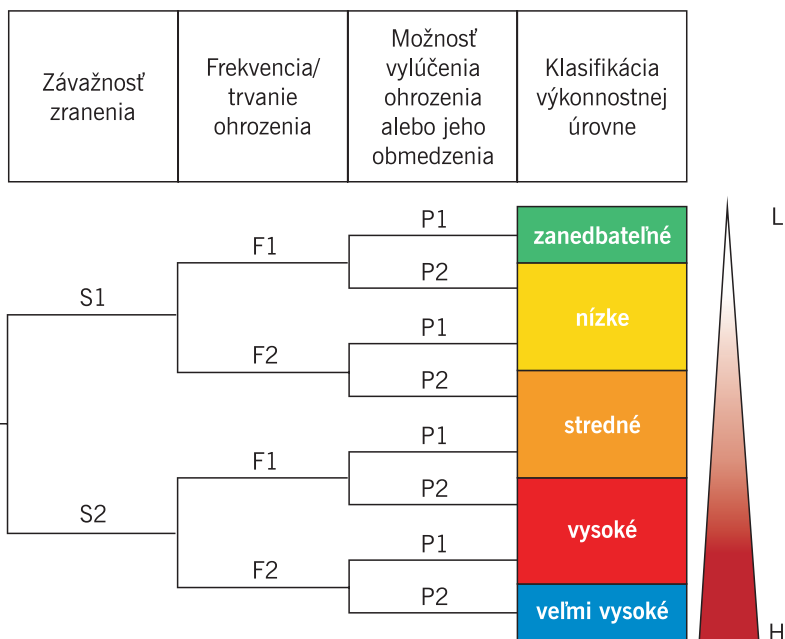
Odhad rizika

Z pozorovaní uskutočnených počas analýzy identifikácie rizika musíte vytvoriť rebríček rizík daných pohybom. Existujú rôzne spôsoby, ako monitorovať alebo klasifikovať riziko. Na zjednodušenie vysvetlenia je dobré si vypomôcť normou ISO 13849-1. Riziko sa odhaduje pomocou nomenklatúry klasifikácie výkonnostnej úrovne (PL_r). Táto analýza používa tri rôzne parametre: závažnosť zranenia (S), frekvenciu alebo trvanie ohrozenia (F) a možnosť vylúčenia ohrozenia alebo jeho obmedzenia (P). Základným spôsobom odhadovania rizika je teda hodnotenie každého parametra a aplikácia grafu určenia výkonnostnej úrovne na zistenie úrovne rizika. V grafe predstavuje L najnižšie riziko a H najvyššie riziko.

Na kvantifikáciu PL_r treba vyhodnotiť nasledujúce parametre:

S: Závažnosť zranenia:

- S1: ľahké (zvyčajne s prechodnými následkami),
- S2: závažné (zvyčajne s trvalými následkami).



Graf pre určenie výkonnostnej úrovne PL_r

F: Frekvencia alebo trvanie ohrozenia:

- F1: zriedka až málo časté a/alebo čas vystavenia je krátky,
- F2: častá až nepretržitá a/alebo čas vystavenia je dlhý.

P: Možnosť vylúčenia ohrozenia alebo jeho obmedzenia:

- P1: možné za určitých podmienok,
- P2: sotva možné.

Treba podotknúť, že niektoré grafy určenia výkonnostnej úrovne budú mať ďalšie možnosti výberu. Niektoré nomen-

klatúry rozdeľujú parametre do troch alebo viacerých kategórií intenzity namiesto dvoch. To poskytuje presnejší odhad rizika. Cieľom je určiť, či je riziko pre robotickú bunku príliš vysoké. To nás privádza k ďalšiemu kroku posudzovania rizika, a to k zhodnoteniu rizika.

Zhodnotenie rizika

Aké opatrenia sú potrebné na zníženie rizika? Za pozornosť stojí, že existuje zhoda medzi klasifikáciou výkonnostnej úrovne (PL_r) a celkovou výkonnostnou úrovňou (PL). Inými slovami ak odhadnete, že vaša bunka alebo aplikácia má vysoké riziko (PL_r = vysoké), musíte zaistiť, aby bezpečnostné funkcie, ktoré túto aplikáciu zabezpečia, mali výkonnostnú úroveň rovnú alebo vyššiu ako d (PL ≥ d). V tomto prípade d alebo e. Tým sa zabezpečí, že riziko bude monitorované alebo zaistené zariadením, ktoré bude schopné akceptovať existujúcu úroveň nebezpečenstva.

PL _r	PL
zanedbateľné	a
nízke	b
stredné	c
vysoké	d
veľmi vysoké	e

Je riziko akceptovateľné?

Dôležitosť tohto kroku spočíva v otázke: Je toto riziko prijateľné? Vo väčšine prípadov chcete byť v kategórii nízke až zanedbateľné, aby ste sa uistili, že vaši zamestnanci sú v bezpečí. Ak sa v takej kategórii nachádzate, ste hotový, ak nie, sú nevyhnutné ďalšie kroky. Pokiaľ je výsledkom zhodnotenia potenciálne vysoké riziko, musíte sa naň zamerať a znížiť ho alebo eliminovať. Po znížení rizika sa treba vo vývojom diagrame postupu posudzovania rizika vrátiť späť na krok identifikácie rizika (nebezpečenstva) a následný proces dokončiť, aby ste sa uistili, či práve znížené riziko náhodou neprodukuje iné riziko. Ukážeme si to na príklade. Povedzme, že integrujete ochranu, aby ste predišli kolíziám, ale táto ochrana zvyšuje možnosť nárazu a závažnosť zranenia zamestnanca počas výkonu údržby. Konfiguráciu tejto ochrany musíte preto vyhodnotiť, výsledkom čoho bude možno jej premiestnenie alebo zmena jej konfigurácie. Majte na pamäti, že po každej zmene uskutočnenej vo vašej aplikácii treba opäť vykonať jej vyhodnotenie z hľadiska rizika.

Proces zníženia rizika

Ako bolo spomenuté v predchádzajúcom odseku, musíte sa ubezpečiť, že eliminácia a zníženie rizika alebo predchádza-

nie riziku nepríde do konfliktu s inými aspektmi robotickej bunky alebo nepredstavuje väčšie riziko pre pracovníkov inde v robotickej aplikácii. Tento proces je iteračný a musí sa vykonávať veľmi starostlivo pri posudzovaní každého potenciálneho rizika na základe vývojového diagramu.

KTO BY MAL VYKONÁVAŤ POSUDZOVANIE RIZIKA?

Na túto otázku neexistuje jednoznačná odpoveď. V skutočnosti môžu koncoví používatelia vo vlastnom závode vykonávať posudzovanie rizika sami. Integrátori sú však zvyknutí ich robiť a v drvivej väčšine sú aj citeľne rýchlejší ako tí, ktorí sa celý proces musia učiť od začiatku. Integrátori majú k dispozícii šablóny a presne vedia, čo urobiť ako prvé, aby znížili riziko už v štádiu návrhu. Vykonávať posudzovanie rizika sa stále dá aj po vlastnej osi, vyžaduje si to však viac času. Pozitívom takéhoto prístupu je získanie interných znalostí o tom, ako sa také posudzovanie rizika robí. Na druhej strane všetka zodpovednosť leží potom na vašich pleciach.

CERTIFIKÁCIA VÝROBCU

Posúdenie rizika sa vyžaduje pre celú robotickú bunku. V tomto prostredí bude robot zohrávať ústrednú úlohu, na kalkulácii rizika sa však podieľajú aj všetky ostatné zariadenia.

To je dôvod, prečo by mal každý výrobca poskytnúť svojmu produktu minimálnu certifikáciu, aby koncový používateľ nemusel opakovať celé posúdenie rizika odznova.

Výrobcovia predávajúci v európskych krajinách musia rešpektovať CE požiadavky. V súlade s nimi môžu certifikáciu vykonať samotní výrobcovia a nie tretie strany. Tieto normy sú v európskych krajinách používaným minimom. Bežne sa však využívajú aj služby tretích strán, ktoré schvaľujú produkty v súlade s danými platnými normami.

VÝKONNOSTNÉ POŽIADAVKY

Ak sa chceme pozrieť detailnejšie na to, čo sa považuje v robotickej bunke za akceptovateľne bezpečné, musíme sa odvolať na časť 5.4.2 v norme STN EN ISO 10218-1, ktorá uvádza: „Bezpečnostné časti riadiacich systémov sa musia navrhnuť tak, aby vyhovovali PL ,d' s kategóriou konštrukcie 3 podľa ISO 13849-1 (Bezpečnosť strojov. Bezpečnostné časti riadiacich systémov).“ To znamená najmä, že:

- a) porucha v ktorejkoľvek z týchto častí nevedie k strate bezpečnostnej funkcie;
- b) kedykoľvek je to rozumné/prakticky možné, je potrebné, aby sa porucha zistila pri najbližšej bezpečnostnej funkcii alebo pred ňou;



- c) ak nastane porucha, bezpečnostná funkcia sa vždy vykoná a udržiava sa bezpečný stav až do odstránenia zistenej poruchy;
- d) musia sa zistiť všetky rozumne predvídateľné poruchy.

Takže čo to naozaj znamená? Aby sa dodržali normy ISO, musia všetky zariadenia alebo stroje rešpektovať určitú úroveň bezpečnosti. Výkonnostná úroveň sa nastavuje vzhľadom na pravdepodobnosť poruchy testovaného zariadenia. Tabuľka opisuje rôzne výkonnostné úrovne v norme ISO 13849-1.

PL	priemerná pravdepodobnosť výskytu nebezpečnej poruchy za hodinu 1/h
a	$\geq 10^{-5} < 10^{-4}$
b	$\geq 3 \times 10^{-6} < 10^{-5}$
c	$\geq 10^{-6} < 3 \times 10^{-6}$
d	$\geq 10^{-7} < 10^{-6}$
e	$\geq 10^{-8} < 10^{-7}$

ZHRNUTIE

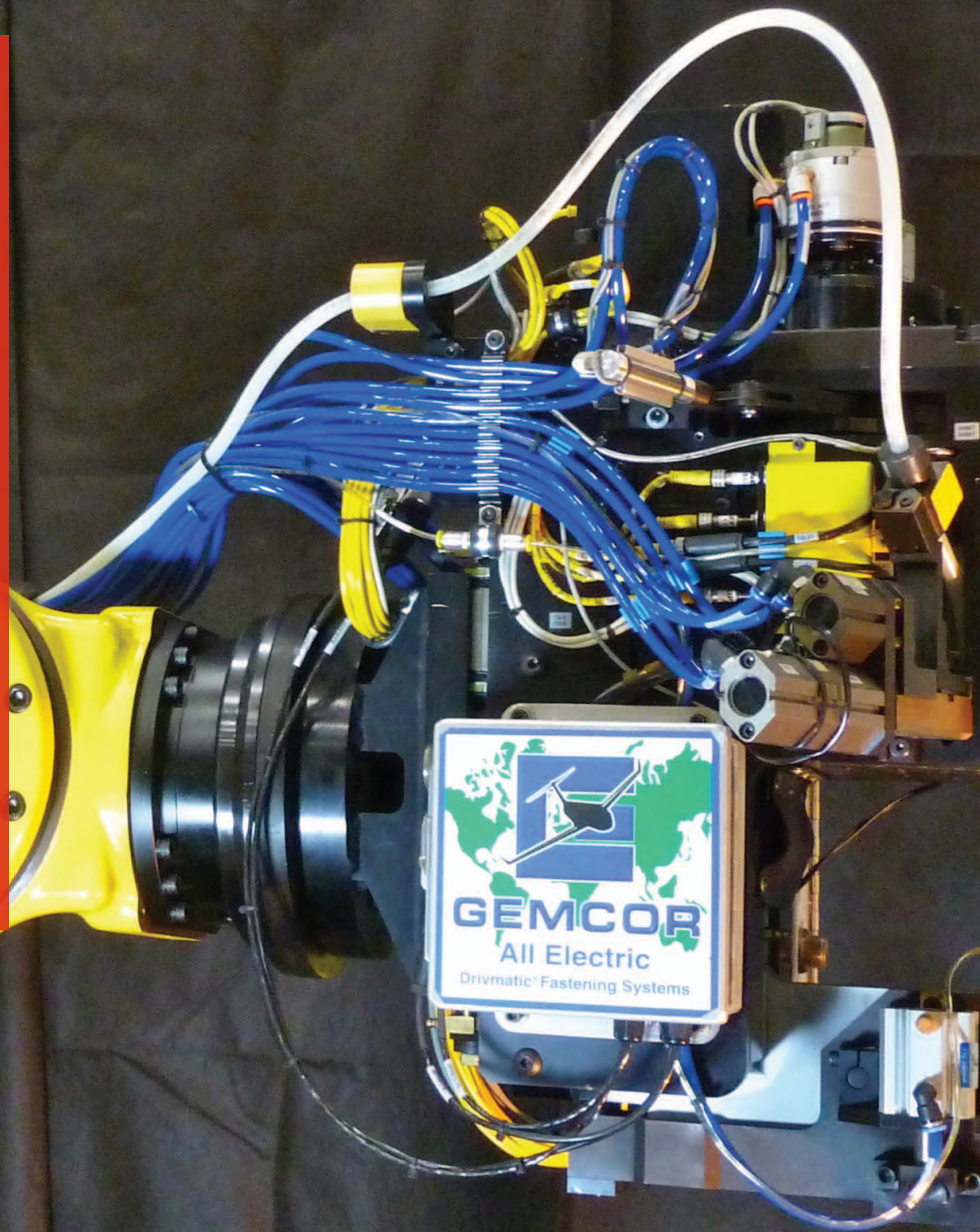
Postup posudzovania rizika je určený na ochranu pracovníkov, ktorí používajú priemyselné stroje a zariadenia. V prípade robotiky sa tento postup implementuje na to, aby sa



zabezpečilo, že používatelia robotických buniek budú pri práci s robotom a jeho príslušenstvom v bezpečí. Posúdenie rizika sa vykonáva aj s cieľom štandardizácie integrácie robotov a aby sa zabezpečilo to, že robotická bunka dosiahne určitú úroveň bezpečnosti. Postup posudzovania rizika by sa však mal vykonávať aj v súlade so zákonmi a legislatívou, ktoré sa uplatňujú tam, kde je bunka integrovaná. Dokonca aj vtedy, keď výrobcovia robotov a robotických zariadení stanovili pre svoje zariadenia bezpečnostnú výkonnostnú úroveň (PL = d kategória 3), stále je tu veľká časť z postupu posudzovania rizika, ktorú treba vykonať s ohľadom na samotnú aplikáciu a okolité prostredie.

NORMY V ROBOTIKE

V oblasti noriem sa priamo robotiky týka STN EN ISO 10218 (zložená z dvoch častí) a len minulý rok organizáciou ISO schválená technická špecifikácia ISO/TS 15066. Obe sú zamerané na bezpečnosť. Tretia norma, ktorú sa pri konštrukcii robotického pracoviska odporúča aplikovať, je STN EN ISO 12100 zaoberajúca sa bezpečnosťou strojov. Prvá a tretia norma nie sú na Slovensku už žiadnymi novinkami, Úrad pre normalizáciu, metrológiu a skúšobníctvo Slovenskej republiky ich harmonizoval a vydal v rokoch 2012, resp. 2011, preto iba uvedieme ich obsah. Väčší priestor si zaslúži technická špecifikácia ISO/TS 15066, ktorá je vôbec prvým dokumentom z dielne ISO na tému bezpečnosti kolaboratívnej robotiky a akýmsi predvojom chystanej oficiálnej normy.



NA POLCESTE K NORME O BEZPEČNOSTI KOLABORATÍVNEJ ROBOTIKY

STN EN ISO 10218-1

Táto časť normy má oficiálny názov Roboty pre priemyselné prostredie. Bezpečnostné požiadavky. Časť 1: Robot. Špecifikuje požiadavky a smernice pre základnú bezpečnú konštrukciu, ochranné opatrenia a informácie týkajúce sa použitia priemyselných robotov. Opisuje základné nebezpečenstvá spojené s robotmi a uvádza možnosti ich eliminácie alebo primerané obmedzenia spojené s týmito rizikami. Táto časť neplatí pre iné typy robotov než priemyselné, hoci bezpečnostné princípy uvedené v norme môžu byť použité aj pri iných robotoch.

STN EN ISO 10218-2

Druhý diel normy má oficiálny názov Časť 2: Robotický systém a integrácia. Špecifikuje bezpečnostné požiadavky na integráciu priemyselných robotov a priemyselných systémov robota tak, ako je definované v ISO 10218-1, a priemyselné bunky robota. Integrácia zahŕňa:

- konštrukciu, výrobu, inštaláciu, prevádzku, údržbu a vyradenie z prevádzky priemyselného systému robota alebo bunky,
- nevyhnutné informácie týkajúce sa konštrukcie, výroby, inštalácie, prevádzky, údržby a vyradenia z prevádzky priemyselného systému robota alebo bunky,

- súčasti zariadenia priemyselného systému robota alebo bunky.

Táto časť ISO 10218 opisuje základné nebezpečenstvo a nebezpečné situácie identifikované s týmito systémami a stanovuje možnosti eliminácie alebo primerané obmedzenia rizika spojeného s týmito nebezpečenstvami. Tiež špecifikuje požiadavky na priemyselný systém robota ako časť integrovaného výrobného systému. Neopisuje špecificky nebezpečenstvo spojené s procesmi (napr. laserovú radiáciu, odlietajúce triesky, dym vznikajúci pri zváraní). Pri týchto procesoch možno s ohľadom na nebezpečenstvo aplikovať ďalšie normy.

STN EN ISO 12100

Norma má oficiálny názov Bezpečnosť strojov. Všeobecné zásady konštruovania strojov. Posudzovanie a znižovanie rizika. Uvádza základnú terminológiu, princípy a metodiku na dosiahnutie bezpečnosti navrhovaných strojov, pričom špecifikuje pre konštruktérov princípy posudzovania a znižovania rizika. Tieto princípy sú založené na poznatkoch a skúsenostiach pri navrhovaní, používaní, na skúsenostiach z nehôd, úrazov a rizík súvisiacich so strojmi. Táto norma opisuje postupy na identifikovanie nebezpečenstiev, odhadovanie a hodnotenie rizík počas príslušných fáz životného

cyklu stroja a eliminovanie nebezpečenstiev alebo zaistenie dostatočného zníženia rizika.

ISO/TS 15066

Celosvetovo prvá špecifikácia zaoberajúca sa bezpečnostnými požiadavkami na kolaboratívne robotické aplikácie ISO/TS 15066 je konečne tu. Pre komisiu ISO zloženú z členov z 24 členských krajín vrátane zástupcov vedúcich výrobcov kolaboratívnych robotov to bola od roku 2010 dlhá cesta. ISO/TS 15066 je navrhnutá tak, aby dopĺňala požiadavky a pokyny na implementáciu kolaboratívnych robotov uvedených v ISO 10218-1 a ISO 10218-2, a špecifikuje bezpečnostné požiadavky systémov priemyselných kolaboratívnych robotov a pracovného prostredia. Konkrétna technická špecifikácia poskytuje komplexný návod na hodnotenie rizika v aplikáciách s kolaboratívnymi robotmi.

Zásadne nové informácie priniesla tabuľka vyvinutá a spracovaná na nemeckej univerzite v Mainzi, ktorá poskytla zoznam úrovne sily a tlaku pri návrhu dizajnu robota. ISO/TS 15066 navyše prvýkrát opisuje maximálne limity povolenej sily a rýchlosti pre kolaboratívne roboty používané v aplikáciách s obmedzením sily a výkonu. Táto špecifikácia prináša spresnenie v oblasti hodnotenia rizík pre systém kolaboratív-



nych robotov. Dokument tiež prehlbuje úroveň pozorovania, ktorá je potrebná na posúdenia rizika pri kolaboratívnych robotoch, zvyšuje bezpečnosť a podporuje procesy s možnosťou budúcich inovácií.

Ako možno vidieť, ISO/TS 15066 je prínosom pre celú škálu zainteresovaných, od operátorov pri výrobných linkách cez výrobných manažérov až po aplikačných inžinierov a integrátorov.

NOVINKA ISO/TS 15066

V kolaboratívnej robotike sa môžu ľudia a roboty deliť o spoločný pracovný priestor. ISO/TS 15066 obsahuje pokyny

na navrhovanie a implementáciu kolaboratívneho priestoru tak, aby sa dalo riziko kontrolovať. Jednou z hlavných myšlienok ISO/TS 15066 je:

„Ak je možný kontakt robota s človekom a môže nastať náhodný kontakt, potom tento kontakt nebude mať za následok zranenie alebo bolesť.“

S týmto cieľom poskytuje ISO/TS 15066 údaje o „úrovniah bolesti“, maximálne povolený výkon a rýchlosť, kritériá návrhu a hlbšie vysvetlenie kolaboratívnej techniky. Kľúčovým prvkom ISO/TS 15066 sú „tvrdé údaje“ a vzorce, podľa ktorých môžu realizátori postupovať pri hodnotení rizík v aplikáciách s kolaboratívnymi robotmi.

ÚDAJE O ÚROVNIACH BOLESTI

Výskumníci z nemeckej univerzity v Mainzi uskutočnili s pomocou komisie ISO tzv. štúdiu bolesti (Pain Onset Study). Do štúdie sa zapojilo sto subjektov a bola navrhnutá tak, aby sa dali vyjadriť silové a tlakové limity na 29 oblastiach tela. ISO/TS 15066 používa výsledky tejto štúdie na definovanie zoznamu maximálnej sily a maximálnej úrovne tlaku pre každú časť ľudského tela. Tieto údaje možno použiť pri vytvorení množiny maximálnych hodnôt sily a tlaku, ktoré by robot nemal prekročiť, a pri návrhu, konštrukcii a integrácii robotov.

MAXIMÁLNY POVOLENÝ VÝKON A RÝCHLOSŤ ROBOTICKÉHO SYSTÉMU

ISO/TS 15066 načrtáva, aké sú odporúčané limity výkonu a sily pre kolaboratívne robotické systémy určené na prevádzku s limitovaným výkonom a silou. Zároveň obsahuje návod, ako určiť maximálnu povolenú rýchlosť pri nastavovaní robota tak, aby koncový efektor alebo jeho časť neprekročili maximum pre daný robotický systém.

NÁVRHOVÉ KRITÉRIÁ

ISO/TS 15066 opisuje rôzne návrhové kritériá, ktoré by mali výrobcovia robotických nástrojov zaviesť do svojich konštrukčných návrhov. Táto časť obsahuje pokyny pre výrobcov, ktorí mali predtým problém rozlíšiť, čo je a čo nie je kolaboratívny robotický systém.

KOLABORATÍVNE OPERÁCIE

Na základe informácií uvedených v ISO 10218 opisuje ISO/TS 15066 štyri hlavné techniky pre kolaboratívnu prevádzku:

- a) monitorované bezpečnostné zastavenie,
- b) ručné navádzanie robota,
- c) monitorovanie rýchlosti a separácie,
- d) obmedzenie výkonu a sily.

Mimoriadna pozornosť sa venovala monitorovaniu rýchlosti a separácie. V takýchto systémoch sa udržiava minimálna ochranná vzdialenosť medzi robotickým systémom a osobou tak, aby sa zabránilo kontaktu. Pri zvažovaní možného kontaktu medzi ľuďmi a robotmi je dôležité mať na pamäti, že ku kontaktu môže dôjsť iba pri aplikácii s limitovaným výkonom a silou. Ostatné typy kolaboratívnych operácií neumožňujú fyzický kontakt medzi pohybujúcim sa robotom a jeho ľudským spolupracovníkom. V dôsledku toho sa tieto akcie nezahŕňajú do hodnotenia rizík.

PRE KOHO JE ISO/TS 15066 URČENÁ?

ISO/TS 15066 je primárne určená pre dodávateľov robotov, integrátorov, výrobcov koncových efektorov, výrobných manažérov a aplikačných inžinierov. Operátori pravdepodobne nikdy nebudú musieť túto špecifikáciu čítať.

JAZYKOVÁ POZNÁMKA

Pri čítaní normy alebo technickej špecifikácie treba venovať pozornosť nasledujúcim kľúčovým slovám: musí, má/mal by a môže.

Slovo **musí** sa používa iba v prípade, že požiadavka existuje a je zadefinovaná. **Má/mal by** označuje odporúčanie (tiež



známe ako informatívne usmernenie) a slovo **môže** sa používa na konštatovanie faktu. Požiadavky sú normatívne a záväzné, odporúčania a informácie zase dobrovoľné.

RODOKMEŇ ISO/TS 15066

Kam zapadá ISO/TS 15066 vo svete robotických noriem ISO a technických špecifikácií? ISO/TS 15066 je založená na ISO 10218-1 a ISO 10218-2, ktoré boli zverejnené v roku 2011



a opisujú požiadavky na bezpečnosť priemyselných robotov. Príprava častí o kolaboratívnej robotike pre ISO 10218 bola „takmer ako písanie sci-fi,“ hovorí Dave Smith, expert na bezpečnosť robotov z Honda Canada Manufacturing, ktorý bol zodpovedný za prípravu ISO 10218 a ISO/TS 15066. „Pripravovali sme požiadavky na prichádzajúce technické prvky bez toho, aby sme vedeli, ako presne budú vyzerať. Natrafili sme na množstvo nových produktov, hlavne kolaboratívne a výkonovo a silovo obmedzené roboty, o ktorých sme v tej dobe veľa nevedeli,“ pokračuje.

Kolaboratívna robotika sa stáva čoraz rozšírenejšia, keďže ISO 10218 bola publikovaná ešte v roku 2011. Podľa štúdie publikovanej spoločnosťou ABI Research v roku 2015 sa očakáva zhruba desaťnásobný nárast v odvetví s kolaboratívnu robotikou v období rokov 2015 a 2020. Tržby by mali narásť z 95 miliónov dolárov na viac ako 1 miliardu.

Už v roku 2011 sa začala pripravovať znalostná databáza zameraná na bezpečnosť kolaboratívnych robotov, a tak bolo možné vytvoriť súbor technických špecifikácií pre kolaboratívne robotické aplikácie. „Keďže sa kolaboratívne roboty dostávajú čoraz viac do popredia, bolo potrebné tieto špecifikácie napísať. Potrebovali sme uviesť podrobnosti o požiadavkách ISO 10218 na základe skúseností, ktoré sme získali

po publikovaní prvej verzie,“ vysvetľuje D. Smith. Očakáva sa, že ISO/TS 15066 sa integruje do ISO 10218 do časti I alebo II (podľa potrieb), keď sa norma dostane na opätovnú revíziu v roku 2017.

„Keď v roku 2003 definovala RIA (Organizácia priemyselnej robotiky) prvýkrát termín kolaboratívny robot, išlo o odlišné roboty,“ hovorí Jeff Fryman, konzultant pre oblasť robotickej bezpečnosti a riaditeľ prípravy noriem v RIA (pričom v tejto pozícii pôsobí už 17 rokov). „Predstavovali sme si veľké šesťosové kľbové roboty. Koncept súčasného kolaboratívneho robota je dosť odlišný od našej pôvodnej vízie. Nepredstavovali sme si ‚Foxconn‘ riešenie typu človek – robot – človek – robot spolupracujúci na jednej výrobnnej linke,“ pokračuje. „ISO 12018-2 hovorí o návrhu kolaboratívnych robotických buniek, ale nehovorí už o konkrétnych detailoch. Dúfame, že túto medzeru vyplníme technickou špecifikáciou ISO/TS 15066.“

NADVÄZNOŠŤ ŠTANDARDOV

V podstate možno vyhlásiť, že ISO/TS 15066 je navrhnutá tak, aby doplnila obmedzené požiadavky stanovené existujúcimi normami. „ISO 10218 len všeobecne opisuje požiadavky, kým ISO/TS 15066 ponúka rozšírené návody,“ vysvetľuje

Lasse Kieffer z Universal Robots, ktorý poukazuje na to, že ISO 10218 (časť I a II) ponúka len niekoľko strán požiadaviek pre všetky typy kolaboratívnych operácií. ISO/TS 15066 práve k nim pridáva množstvo nových informácií.

„Technická špecifikácia ISO/TS 10566 odpovedá na otázky, ktoré zostali nezodpovedané v ISO 10218 – najmä o kontakte človeka s robotom,“ hovorí Elena Dominguez, bezpečnostná expertka na robotiku z Pilz. „ISO 10218 uvádza niektoré všeobecné požiadavky na kolaboratívne operácie.“ ISO 10218 vyžaduje pri operáciách limitujúcich výkon a silu taký kontakt medzi človekom a robotom, aby robot nemohol spôsobiť zranenie. No už nedefinuje, aká veľká má byť sila, ako ju možno merať a aké obmedzenia majú byť nastavené. „V norme ISO 102180 je síce uvedené, že kolaboratívny robot možno implementovať, ale už chýba dostatok technických podkladov. ISO/TS 15066 umožňuje technikovi postupovať pri vytváraní a implementácii robotického riešenia oveľa presnejšie, takže následne môže potvrdiť, že dosiahol zámer normy ISO 10218.“ dodáva E. Dominguez.

NORMY VERZUS TECHNICKÉ ŠPECIFIKÁCIE

Treba si uvedomiť, že ISO/TS 15066 nie je norma, ale technická špecifikácia. Rozdiel je dôležitý. Organizácia ISO nie-

kedy vyvíja technické špecifikácie pred uvoľnením konečnej a formálnej normy. „Publikovaním technickej špecifikácie uznávate fakt, že technológie sú v pohybe a vyvíjajú sa v čase,“ vysvetľuje Björn Matthias z ABB. „Formát technickej špecifikácie je určený na zaznamenanie určitého stavu technológie tak, aby bola k dispozícii istej komunite a aby s ňou mohla pracovať. Samozrejme musí brať do úvahy, že v budúcnosti nastanú v špecifikácii zmeny a pribudnú dodatky,“ hovorí B. Matthias.

„Technické špecifikácie, ako je ISO/TS 10566, musia dozrieť,“ dodáva J. Fryman. „Technické špecifikácie sú rezervované pre informácie, ktoré sa v konečnom dôsledku objavia v norme ISO, ale nie sú považované za celkom rozvinuté a musia byť ešte otestované. Technická špecifikácia predstavuje niečo, čo si myslíme, že bude konečným znením normy v budúcnosti. Len na to bude potrebná aj spätná väzba.“

L. Kieffer z Universal Robots vidí technické špecifikácie ako dokumenty, ktoré poskytnú priemyslu návod na testovanie. „Je to spôsob, ako požiadavky vyskúšať. Ak by sme si boli istí obsahom, potom by sme publikovali normu. My sme sa rozhodli pre technickú špecifikáciu,“ hovorí L. Kieffer.

Vedúca Pracovnej skupiny bezpečnosti priemyselnej robotiky ISO/TC 299/WG 3 Roberta Nelson Shea vidí technickú špe-

cifikáciu ako dokument, ktorý ešte nie je úplne pripravený na formalizáciu požiadaviek. „Technická špecifikácia hovorí, že technológia potrebuje trochu viac času a priemysel potrebuje získať skúsenosti. Potom bude možné definitívne vyhlásiť normu. V tomto okamihu sa o aplikáciách kolaboratívnych robotov stále učíme.“

Ak nie je ISO/TS 15066 úplná norma ISO, prečo si na ňu treba dávať pozor? Po prvé: nikdy nie je príliš neskoro začať s bezpečnosťou. ISO/TS 15066 nielenže vychádza z požiadaviek normy ISO 10218-1 a 10218-2, ale ukazuje aj osvedčené postupy pre súčasný priemysel. Po druhé: ISO/TS 15066 je dokument, ktorý môže pomôcť s bezpečnosťou kolaboratívnej robotickej aplikácie a ponúknuť zamestnancom bezpečné pracovné prostredie.

„TS 15066 poskytuje návod, ako správne zabezpečiť robotický systém,“ vysvetľuje E. Dominguez z Pilz. „Ak budem postupovať podľa technickej špecifikácie, môžem povedať, že mám bezpečný systém a že implementujem robotický systém v súlade s osvedčenými postupmi zo súčasného priemyslu.“ V širšom zmysle môže byť ISO/TS 15066 inšpiráciou pre pokrok vo vývoji ochranných zariadení, lepších senzorov, dokonalejšieho riadenia pohybu a iných inovácií.

KOLABORATÍVNA ROBOTIKA

Jedným z aktuálnych trendov priemyselnej robotiky je kolaborácia, čiže spolupráca človeka a robota bez nutnosti inštalácie obmedzujúcich oddeľujúcich zábran a iných bezpečnostných prvkov. Okolo slovného spojenia kolaboratívny robot dnes vznikajú určité významové nezrovnalosti a mylné domnienky v tom, čo tento pojem vlastne znamená. V tejto kapitole sa pokúsime priblížiť, čo je to kolaboratívny robot, a ponúknuť inšpiráciu, ako postupovať, keď s kolaboratívnou robotikou v podniku len začínate.



KOLABORÁCIA

Definícia pojmu kolaborácia je približne takáto: ide o spoločnú prácu dvoch alebo viacerých subjektov (osôb, inštitúcií, organizácií a pod.) pri tvorbe alebo výrobe niečoho. A to je presne cieľ kolaboratívnych robotov. Nedorozumenie sa však netýka účelu alebo použitia robota, ale jeho funkčnosti, resp. toho, ako funguje. V skutočnosti sa väčšina ľudí domnieva, že kolaboratívny robot je robot, ktorý sa používa bez ochranného oplotenia a ktorý môže pracovať okolo ľudí. Áno, to z toho robí kolaboratívnu činnosť, ale nerobí robot kolaboratívnym. Sú rôzne typy kolaboratívnych robotov, ale iba jeden z nich, unikátny, môže byť použitý bez dodatočných bezpečnostných prvkov. V zmysle medzinárodnej normy ISO 10218 (časť 1 a 2) spomínanej v predchádzajúcej kapitole disponujú roboty štyrmi typmi kolaboratívnych vlastností, ktoré detailnejšie rozoberieme na nasledujúcich riadkoch.

MONITOROVANÉ BEZPEČNÉ ZASTAVENIE

Tento typ kolaboratívnej funkcie sa používa, keď robot väčšinou pracuje sám, ale príležitostne môže do jeho pracovného priestoru vstúpiť človek, čiže keď sa určitá operácia musí vykonať v oblasti, ktorá sa nachádza v priestore robota. Ako príklad môže poslúžiť činnosť, kde robot manipuluje s nejakým

ťažkým dielom, zatiaľ čo človek na ňom vykonáva sekundárnu operáciu. Týmto spôsobom môže človek pracovať na danom diele a zároveň sa nachádzať v priestore robota. Ak človek vstúpi do zakázanej oblasti vo vopred určenej bezpečnostnej zóne, robot svoj pohyb úplne zastaví. Nedôjde k vypnutiu robota, iba k aktivácii brzd. Takéto roboty sú najefektívnejšie, keď ľudia pracujú väčšinou mimo ich zóny, ale na krátky čas sa môžu dostať do ich blízkosti. V inom prípade totiž dochádza k značným časovým prestojom, pretože robot sa často zastavuje pri vstupe človeka do bezpečnostnej zóny.

Špecifické charakteristiky:

- použitie bežných priemyselných robotov,
- bezpečnostné zariadenia detegujúce blízkosť človeka,
- roboty sa veľmi zriedkavo používajú pri operáciách vyžadujúcich kooperáciu,
- robot v zásade zastavuje pri narušení zóny.

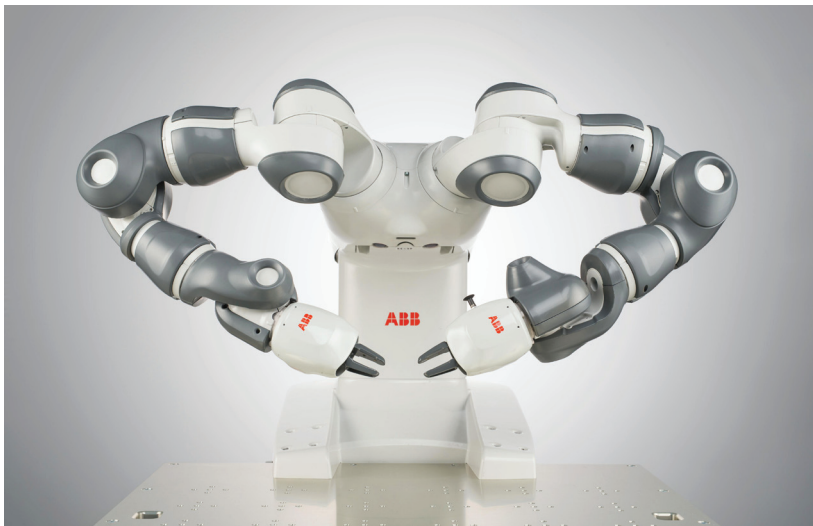
RUČNÉ NAVÁDZANIE

Tento typ kolaboratívnej aplikácie sa používa na ručné navádzanie alebo učenie trajektórie. Ak chcete robot rýchlo naučiť jeho trajektóriu, napríklad pre aplikáciu pick and place, môžete použiť ručné navádzanie. Tento typ kolaborácie využíva bežné priemyselné roboty, ale s inštalovaným ďalším

zariadením, ktoré „cíti“ silu vyvíjanú na koncovom nástroji robota. Najobľúbenejším zariadením na dosiahnutie takejto kolaborácie je snímač krútiaceho momentu. Kolaborácia sa tu uplatňuje len vtedy, keď prebieha proces navádzania, resp. učenia. Iné pracovné režimy vyžadujú nasadenie adekvátnych bezpečnostných opatrení.

Špecifické charakteristiky:

- použitie bežných priemyselných robotov,
- potreba koncového zariadenia na detekciu vyvinutej sily,
- využívané na ručné navádzanie a učenie trajektórie pohybu robota,
- v iných režimoch robot nie je kolaboratívny.



MONITOROVANIE RÝCHLOSTI A ODSŤUPU

Tu je prostredie robota monitorované laserom alebo systémom strojového videnia, ktorý sleduje pozíciu pracovníkov. Robot pracuje v rámci špecificky navrhnutých bezpečnostných zón. Ak je človek v určitej bezpečnostnej zóne, robot reaguje určenou rýchlosťou (všeobecne nízkou) a zastavuje, keď je pracovník príliš blízko. Vo všeobecnosti platí, že čím je človek k robotu bližšie, tým sa robot hýbe pomalšie, eventuálne až do úplného zastavenia.

Aký je rozdiel medzi týmto typom a monitorovaným bezpečným zastavením? Pri druhom spomínanom robot úplne zastavuje, keď niekto alebo niečo poruší jeho bezpečnostné parametre. Robot musí potom čakať do okamihu, kým operátor tlačidlom nepotvrdí obnovenie prevádzky. Čaká teda dovtedy, kým nedostane spätnú väzbu. V prvom prípade je robot stále v činnosti pri nastavenej rýchlosti, ktorá zodpovedá príslušným bezpečnostným zónam. Jednotlivé bezpečnostné zóny sú odstupňované, robot v každej z nich reaguje odlišne na základe pozície pracovníka a tiež môže úplne zastaviť, ak sa človek ocitne príliš blízko.

Špecifické charakteristiky:

- použitie bežných priemyselných robotov,
- potrebuje osobitný systém na detekciu blízkosti človeka,

- využíva sa v operáciách vyžadujúcich častú prítomnosť pracovníkov.

OBMEDZENIE SILY

Toto je ten typ robota, ktorý sa môže nazvať kolaboratívnym. Pri ľuďoch môže pracovať bez dodatočných bezpečnostných zariadení a je tak pravdepodobne robotom najprívetivejším k blízko sa pohybujúcim pracovníkom. Robot cíti abnormálne sily pri vykonávaní svojej trajektórie. V skutočnosti je naprogramovaný tak, aby sa zastavil, keď deteguje silové preťaženie. Tieto roboty sú zároveň navrhnuté tak, aby v prípade nárazu rozptýlili sily na široký povrch, čo je jeden z dôvodov, prečo sú roboty oblejšie. Rovnako nemajú nechránené motory. Mnoho z týchto robotov je certifikovaných tretími stranami, ktoré sa zameriavajú na bezpečnosť spolupráce človek – robot v priemysle.

Základnou črtou týchto robotov je ich schopnosť snímať silu v kĺboch. To im umožňuje zistiť, kedy na ne počas činnosti pôsobia abnormálne sily. V takýchto situáciách môžu byť naprogramované tak, aby zastavili. To znamená, že pri kontakte s človekom môžu okamžite reagovať a rozptýliť časť energie prenášanej z nárazu. Táto vlastnosť vedie k ďalšej

zaujímavej vlastnosti spomínanej skôr – ručnému navádzaniu. Vzhľadom na to, že tieto roboty cítia sily, môžete s nimi doslova hýbať a ukázať im pozície alebo trajektórie, ktoré potom môžu opakovať.

Tieto roboty, na trhu prezentované ako bezpečné, sú konštruované tak, aby boli citlivejšie ako ich priemyselní kolegovia. Ich geometria je oblejšia, nemajú žiadne ostré hrany a väčšinou majú skryté motory a kabeláž, aby boli kompaktnjšie. Niekedy sa preto na ne vzťahuje termín ľahké roboty. Niektoré modely majú dokonca aj akúsi vonkajšiu „kožu“, ktorá im umožňuje cítiť prostredie, ale tiež zjemniť prípadný náraz.

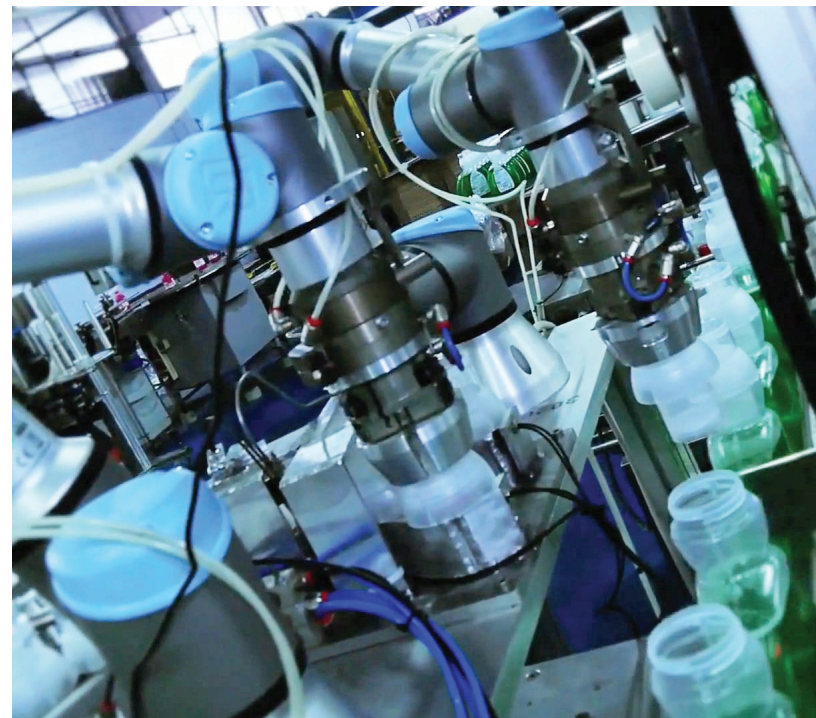
Robot s obmedzením sily je zaujímavý z dôvodu jednoduchého programovania a integrácie aj z ekonomického hľadiska. Nie je potrebné ochranné oplotenie alebo iné bezpečnostné zariadenie, čas programovania je kratší vďaka ručnému navádzaniu a napokon netreba meniť výrobnú linku, pretože robot je určený na prácu si ľuďmi. S investíciou okolo 50 000 eur možno zaobstarať kompletnú robotickú bunku s návratnosťou do šiestich mesiacov. K najznámejším naozaj kolaboratívnym robotom (s vlastnosťou obmedzenia sily) dostupným v súčasnosti na trhu patria ABB YuMi, KUKA LBR iiwa, Fanuc CR-35iA, modely UR3, UR5, UR 10 od Universal Robots.

PÄŤ ZÁKLADNÝCH KROKOV, AKO ZAČAŤ S KOLABORATÍVNOU ROBOTIKOU

Väčšina výrobných spoločností sa zaoberá tými istými otázkami – získaním a udržaním kvalifikovanej pracovnej sily, zvýšením objemu produkcie a kvality a znížením výrobných nákladov. Všetky tieto faktory možno dramaticky zlepšiť nasadením automatizácie a robotiky. Pre malé a stredné podniky s obmedzenými finančnými zdrojmi je pomerne ťažké zistiť, kde začať. Odpoveď jednou vetou znie, že treba začať skromne, pustiť sa do toho čo najskôr a postupne stavať na vlastnom úspechu, ktorý určite príde. Nasledujúcich päť základných krokov by mohlo poslúžiť práve malým a stredným podnikom ako inšpirácia k tomu, ako začať s kolaboratívnou robotikou.

1. KROK: ČO MÔŽU ROBIŤ KOLABORATÍVNE ROBOTY?

Hoci sú kolaboratívne roboty novou technológiou, neznamená to, že sú nevyhnutne komplexné. V skutočnosti je to naopak. Tradičné roboty sa postupne vyvinuli do zariadení predovšetkým na uspokojovanie potrieb priemyselných odvetví s veľkým objemom produkcie. Kolaboratívne roboty sú navrhnuté najmä pre zmiešanú priemyselnú výrobu typickú pre malé a stredné podniky. Rovnako ako tradičné roboty, aj kolaboratívne vedia vykonávať nasledujúce činnosti:



- hýbať dielmi,
- sledovať trajektóriu na zrealizovanie daného procesu,
- autonómne pracovať dlhší čas a zvyšovať tým kvalitu a produktivitu.

Na rozdiel od tradičných priemyselných robotov tie kolaboratívne:

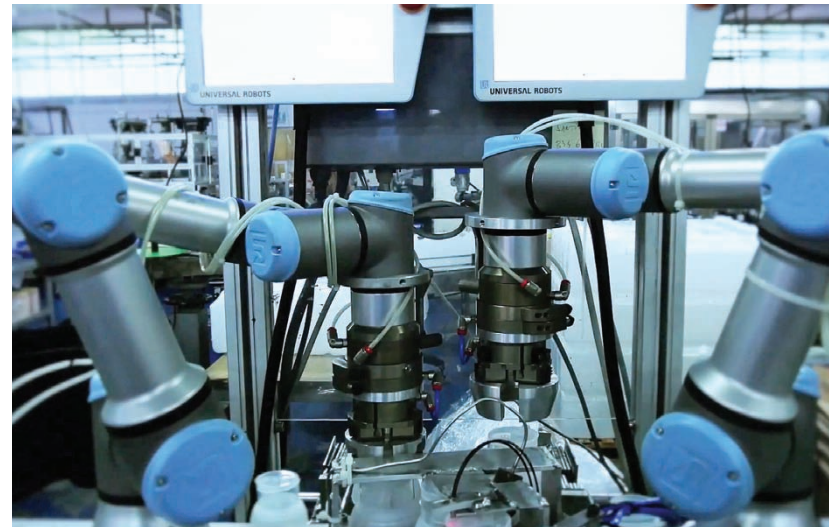
- sa jednoducho a rýchlo programujú aj neodborníkmi. Školenie týkajúce sa kolaboratívneho robota trvá bežne

na mieste inštalácie približne pol dňa, pri priemyselných robotoch a mimo miesta inštalácie sú to dva dni.

- zaberajú málo miesta. Väčšina aplikácií nevyžaduje oplo-tenie.
- sa jednoducho integrujú pri jednoduchých úlohách. To sú presne tie úlohy, s ktorými by sa malo začať ako s prvými.
- sa dajú ľahko prispôbiť novým úlohám a tým môžu do-konca úplne zmeniť svoj pôvodný účel.

Teraz niekoľko príkladov využitia kolaboratívnych robotov:

- Obsluha stroja – umiestňovanie dielu do stroja na ďalšie spracovanie. Robot dokáže vkladať a vykladať diely a oslo-bodiť tak operátora od monotónnej práce.
- Pick and place – premiestňovanie dielov z výstupu jed-ného procesu na vstup ďalšieho procesu. Ide napríklad o vyberanie dielov zo zásobovacieho koša a ich zoraďova-nie do prepraviek. Tu takisto ide o operáciu bez pridanej hodnoty, ktorou sa operátor odbremení.
- Aplikácie s nízkou hmotnosťou – kolaboratívnym robotom sa dá zrealizovať väčšina aplikácií vykonávaných člove-kom, ktoré nevyžadujú nejakú špeciálnu zručnosť. Dob-rým príkladom spolupráce človek – robot je aplikácia, kde robot hýbe dielom a operátor na ňom vykonáva operácie montáže, pri ktorých využíva svoju zručnosť.



2. KROK: IDENTIFIKÁCIA POTENCIÁLNYCH PROCESOV A ÚLOH PRE AUTOMATIZÁCIU

V tomto odseku sa bližšie pozrieme na silné stránky a ob-medzenia procesnej automatizácie s kolaboratívnou roboti-kou. Na to, čo dnes technológia dokáže, treba mať realistický pohľad. Niektoré aplikácie sa automatizujú ľahšie ako iné a pri prvej integrácii je vhodné začať s malou a jednoduchou. Procesy ideálne na prvú implementáciu kolaboratívneho ro-bota sú tie, ktoré sú vysoko predpovedateľné a opakovateľné. Také sa kolaboratívnym robotom najľahšie automatizujú.

Lahko automatizovateľné

Opakujúce sa úlohy,
v ktorých robot nevyvíja silu

- Pick and place
- Rozdeľovanie predmetov

Diely

- Rozlišovanie malých dielov alebo prechody medzi podobnými dielmi

Podávanie dielov

- Usporiadané diely, štruktúrované na stole, matica alebo prepravka

Interakcia s pevnými objektmi,
ako sú napr. škatule

Procesy riadené miestom

- Vyberanie vždy na tom istom mieste
- Ukladanie vždy na to isté miesto

Ťažšie automatizovateľné

Komplexné logické úlohy alebo úlohy
vyžadujúce rozhodovanie

Projekty vyžadujúce senzory

- Strojové videnie
- Senzor krútiaceho momentu

Diely

- Rýchle prechody medzi dielmi s rozdielnymi parametrami (veľkosť, tvar)
- Deformovateľné diely

Podávanie dielov

- Pohybujúce sa dopravníky
- Neštruktúrované podávanie (koše)

Integrácia komunikácie s inými strojmi

Procesy riadené silou

- Brúsenie, leštenie, vŕtanie
- Presná montáž

Procesy vyžadujúce špecializované alebo ľudské know-how

- Zváranie
- Striekanie

Tip: To, aké typy senzorov budete pri svojej aplikácii potrebovať, napovie jednoduchá simulácia. Vykonajte úlohu a predstavte si, že by ste tú istú úlohu mali uskutočniť bez toho, aby ste diel videli, cítili, nepoznali jeho hmotnosť alebo sily, ktorými pôsobí. Inými slovami, vedeli by ste tú úlohu zrealizovať naslepo?

Zhrnujúco možno teda povedať, že kolaboratívne roboty sa výborne hodia hlavne na procesy pick and place, manipuláciu a rozdeľovanie materiálu. Aplikácie vyžadujúce vyvinutie nejakej sily a momentu sú však zložitejšie. Oplatí sa zopakovať už spomínané, najlepšie je začať s jednoduchými operáciami a postupne si budovať odbornosť.

3. KROK: ZBLÍŽENIE PRACOVNÍKOV A ROBOTOV

V súvislosti s robotmi stále koluje veľa mylných predstáv. Tá najčastejšia je, že veľa ľudí stratí prácu, keď sa v podniku inštaluje robot(y). Cieľom robotov však primárne nie je eliminovať pracovné miesta, ale monotónnu a opakujúcu sa činnosť, aby sa pracovníci mohli sústrediť na úlohy s vyššou pridanou hodnotou a zdvihli tým produktivitu a prosperitu podniku. Hlavným cieľom je prostredníctvom robotov zvýšiť produkciu, takže na výrobných linke bude potrebných viac ľudí. Pracovníci

sa tak presunú k činnostiam, ktoré sú pre nich povzbudzujúcejšie. V konečnom dôsledku budú zamestnanci vo svojej práci motivovanejší.

Na uľahčenie integrácie robotiky v prevádzke by ste mali prezentovať mnohé benefity, ktoré roboty denno-denne pracovníkom prinesú. To im pomôže pochopiť, že robot je nástroj ako akýkoľvek iný a poskytne im dôvody na akceptovanie tohto nového kolegu, ako aj na dôveru v neho.

Ergonómia

Činnosti vyžadujúce telesnú námahu a vysokú rýchlosť, resp. vytrvalosť zvyknú byť pre pracovníkov fyzicky náročné. Narastá tak pravdepodobnosť zranenia, resp. riziko úrazu na pracovisku. To, že môžu predísť týmto hrozbám, pomôže zamestnancom vidieť robot v pozitívnom svetle, obzvlášť v prípadoch, keď sú premiestnení na vykonávanie bezpečnejšej práce.

Nudné činnosti bez pridanej hodnoty

Obsluhovať stroj celý deň nie je práve motivujúca práca. Robiť nastavenia, kontrolovať kvalitu a programovať roboty sú pre ľudí oveľa povzbudzujúcejšie a bezpečnejšie úlohy. Počas prebiehajúcej výroby sa produktu doslova pridáva na hodnote.

Nasadenie robotov zároveň umožňuje udržať rýchlosť produkcie na konštantnej úrovni.

Vo väčšine prípadov sa strach z robotov rozplynie po ich prvej inštalácii, pretože ľudia si uvedomia, že im pomáha viac sa tešiť z práce. Veľa robotov sa stane súčasťou tímu až do takej miery, že dostávajú prezývky.

4. KROK: VYHODNOTENIE A POSÚDENIE POTENCIÁLNYCH APLIKÁCIÍ NA INTEGRÁCIU ROBOTA

Potom, čo sa pracovníkov podarí presvedčiť, že roboty sú naozaj dobrá myšlienka, treba sa sústrediť na niekoľko aplikácií, ktoré boli identifikované ako tie s najväčším potenciálom na nasadenie automatizácie. Bude potrebné získať relevantné dáta na uskutočnenie jasného rozhodnutia s cieľom automatizovania prvej aplikácie.

Fotky a videá

Rozhodne sa odporúča zaobstarať si fotky a video záznam aplikácie, ktorú chcete modernizovať. Pomôže to rozlíšiť každú operáciu/pohyb a zároveň to dáva možnosť pozrieť sa na aplikáciu od stola na počítači bez nutnosti častých návštev prevádzky.

Podávanie a odovzdávanie dielov

Jedna z najkomplexnejších častí robotickej aplikácie je zistiť, kde je diel, ako je orientovaný a aké sú jeho rozmery a hmotnosť. Tieto faktory musíte identifikovať na určenie toho, či je príliš komplexné diel lokalizovať a zobrať ho. To isté treba urobiť pri operácii uvoľnenia.

Proces alebo úloha

Čo sa stane potom, ako diel uchopí pracovník/robot? Potrebujete urobiť komplexný pohyb vyžadujúci zručnosť alebo sa používajú dve ruky? Toto treba zvážiť pri návrhu bunky. V tomto prípade je video dôležité. Každý pohyb odlíšte a preskúmajte, ako by to mohol urobiť robot. Aj keď proces zvládnu ľudia iba dvoma rukami, majte na pamäti, že sa to dá možno zrealizovať jednoduchšími automatizačnými technikami (zverákom, vzduchovými akčnými členmi, upínacími prípravkami a pod.) alebo použitím jednoramenného robota.

Dáta

Dáta by mali tvoriť najväčšiu časť dokumentácie. Vyhodnoťte si aktuálny proces a uvidíte, či sa dá automatizovať. Získate zároveň predstavu o výkone bunky a potenciáli zlepšenia.

Výrobná kapacita

Aká je výrobná kapacita bunky pred implementáciou robota? Aký je výstup bunky? Snahou je udržať čas cyklu minimálne na rovnakej úrovni.

Kvalita

Aké je množstvo nevyhovujúcich výrobkov vychádzajúcich z bunky? Aké sú celkové náklady na výrobu týchto nepodarkov? Zvýšená kvalita je častým benefitom nasadenia robotiky.

Prostredie

Sú v blízkosti pracovnej zóny nejaké nebezpečné výstupky, extrémne teplo alebo kvapaliny? V prípade nebezpečného prostredia treba robot adekvátne ochrániť.

Náročnosť integrácie

Vyhodnoťte náročnosť integrácie kolaboratívneho robota pre danú aplikáciu.

Potenciál návratnosti investície (ROI)

Je s automatizovaním procesu spojené nejaké finančné riziko? Sú vyššia kapacita výroby, nárast kvality a úspora času hodné investície? Posúdenie je na vás.

Bezpečnosť

Treba si pripomenúť, že kolaboratívne roboty sú navrhnuté na prácu s ľuďmi bez ochranných zariadení. To vyžaduje vyhodnotiť riziko a absolvovať interné školenie týkajúce sa bezpečnosti robotov. Zaistite, aby do vyhodnotenia rizika boli zahrnuté všetky relevantné oddelenia a bunka spĺňala všetky potrebné štandardy vo vašej lokalite.

Záujem pracovného tímu

Prax ukázala, že pokiaľ pracovníci nechcú, aby robot fungoval, fungovať nebude. Zaškolenie tím v prevádzke, vyzdvihnite prínos robota a názory pracovníkov na robota vyhodnoťte.

5. KROK: ZAANGAŽUJTE MANAŽMENT

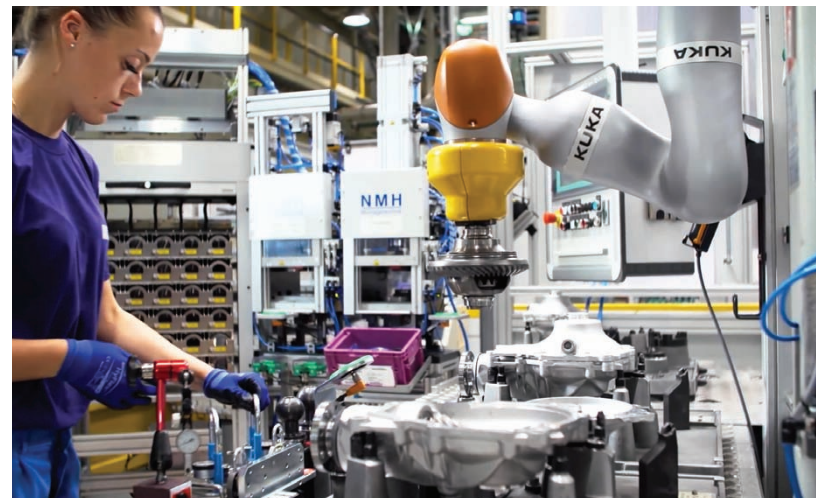
Kľúčom k úspechu integrácie robota v prevádzke je presvedčiť nielen pracovníkov, ale predovšetkým vedenie podniku, ktoré rozhoduje o investíciách. Dokonca ak ste sám členom manažmentu, aj tak budete musieť integráciu robota odôvodniť solídnymi argumentmi. K nim nepatrí len finančná stránka veci, ale aj to, čo sa dá robotom dosiahnuť a ako rýchlo sa investícia vráti. Tu je niekoľko bodov, na ktoré sa odporúča pri presvedčaní členov manažmentu zamerať.

Kvalita a konzistencia

Väčšina chýb vo výrobnom procese nastáva v dôsledku ľudského zlyhania. Logicky eliminácia potenciálnych ľudských omylov automaticky prináša vyššiu kvalitu produkcie. Ak robot opakovane vkladá diel na to isté miesto, stále tým istým spôsobom, nie je dôvod na poruchu v procese.

Kapacita výroby

Kolaboratívny robot nie je nevyhnutne rýchlejší ako človek. Má však celý rad výhod, nepotrebuje jesť, nemá prestávky, dokáže pracovať aj pri vypnutom svetle, čiže sa ním zabezpečí konzistentnejšia výroba.



Návratnosť investície (ROI)

Prax ukázala, že väčšina kolaboratívnych robotických buniek má návratnosť investície približne do ôsmich mesiacov. Spolu s ostatnými dvoma argumentmi (kvalita a kapacita výroby) investíciu pomerne ľahko odôvodníte.

Investičné riziko

Vzhľadom na to, že robot sa jednoducho programuje a možno ho premiestniť na inú operáciu v závode, výrazne sa tým znižuje riziko investície do kolaboratívneho robota. Pokiaľ prvá zvolená činnosť neprináša dostatočnú návratnosť, pomerne ľahko mu pridelíte inú úlohu, s ktorou budete spokojnejší.

Činnosti s pridanou hodnotou

Koncoví zákazníci v priemysle neplatia za činnosti s pridanou hodnotou (napr. nastavenia technológie či špeciálne merna) peniaze navyše, pokiaľ nemusia. V prípade kolaboratívneho robota to často ani nie je nutné, pretože jeho nastavenie, resp. prestavenie na novú úlohu vedia urobiť samotní pracovníci. Tým sa podstatne redukovujú prestoje vo výrobe.

Zníženie rizika úrazu

Ako už bolo spomínané, v priemyselnom prostredí existujú početné pracovné činnosti s nezanedbateľnou mierou rizika úrazu. Úrazy sú vždy spojené s kompenzačnými odškodneniami postihnutých pracovníkov a často aj s prestojmi vo výrobe. Pre podnik to znamená nečakané náklady navyše, resp. výpadok potenciálnych príjmov z dôvodu pozastavenej výroby. Začlenenie robota do výrobnéj linky výrazne znižuje riziko zranení spôsobené ergonomickým stresom. Z dlhodobého hľadiska to je prospešné pre zamestnancov aj manažérov.

Udržanie zamestnancov

Robotika eliminuje stereotypné, únavné činnosti a stavia pracovníkov do pozície, že sú zodpovední za nastavovanie a údržbu robota a kvalitu jeho výstupu. S kolaboratívnym



robotom budú s entuziazmom pracovať predovšetkým mladší zamestnanci, čo podporí celkovú produktivitu a tiež ich motiváciu. Vďaka tomu sa zvyšuje pravdepodobnosť, že v podniku zostanú pracovať dlhšie.

FINANCOVANIE INOVAČNÝCH PROCESOV SO ZAMERANÍM NA ROBOTIZÁCIU

Podľa zákona č. 172/2005 Z. z. sa pod inováciou rozumie nový alebo zdokonalený výrobok (poprípade nová alebo zdokonalená služba), ktoré sú uplatniteľné na trhu a založené na výsledkoch vývoja a výskumu. Európska komisia EÚ chápe inovácie ako obnovu a šírenie škály výrobkov a služieb a s nimi spojených trhov, vytváranie nových metód, technológií a spôsobov výroby, dodávok a distribúcie, zavedenie zmien v riadení a v organizácii práce, v zlepšení pracovných podmienok a v raste kvalifikácie pracovníkov. Za hlavný zdroj inovácií považuje vedu, výskum a vývoj (VaV), čo súvisí so schopnosťou ich aplikácie v podnikateľskej praxi, s tvorivosťou a kvalifikovanosťou podnikateľov a ich zamestnancov.

9



ZÁKLADNÉ LEGISLATÍVNE PREDPISY SÚVISIACE S PODPORU VÝVOJA A VÝSKUMU Z VEREJNÝCH ZDROJOV

Zákon č.172/2005 Z. z.

o organizácii štátnej podpory výskumu a vývoja.

Zákon č. 185/2009 Z. z.

o stimuloch pre výskum a vývoj

Zákon o štátnej pomoci č. 358/2015

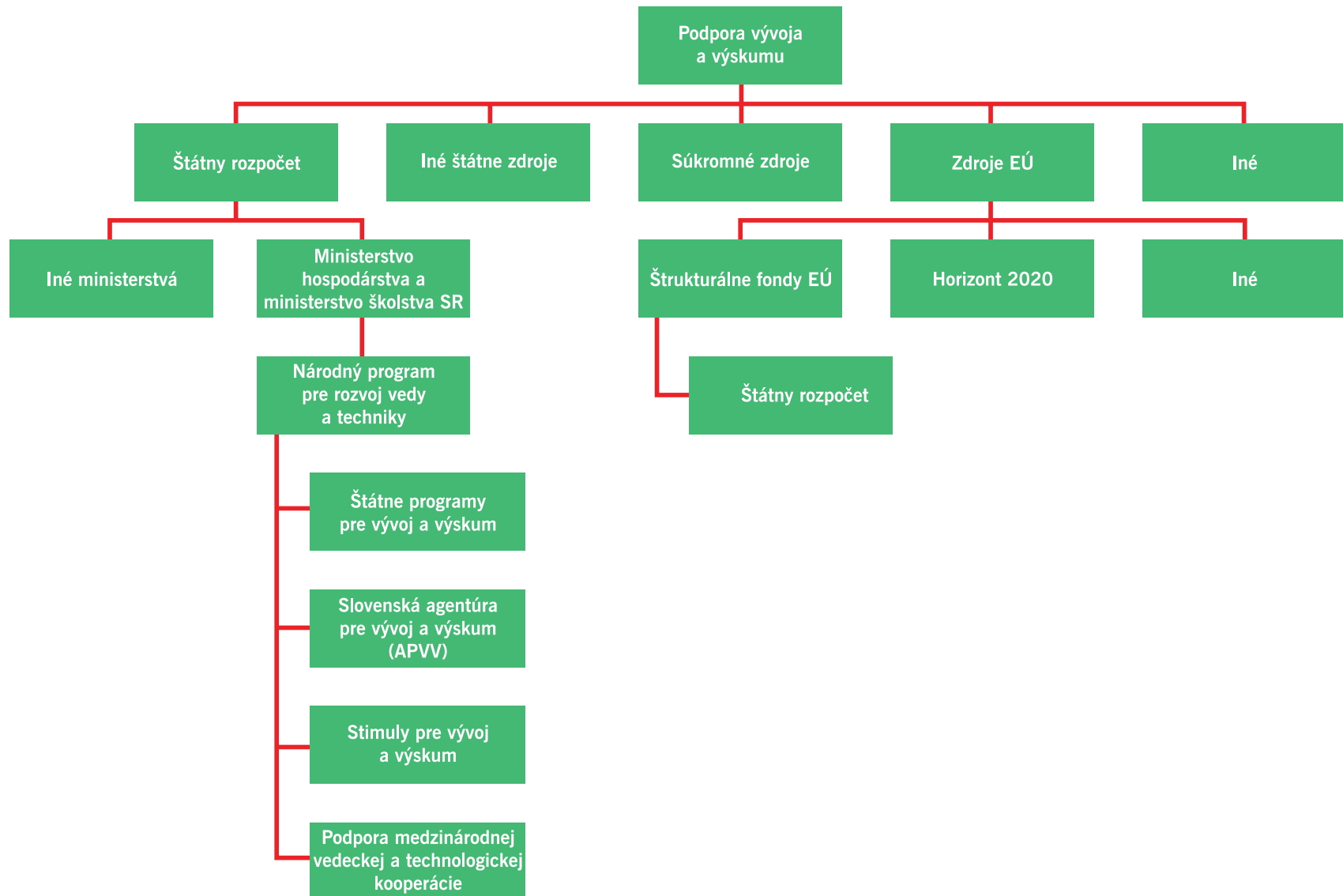
Zákon č. 523/2004 Z. z.

o rozpočtových pravidlách verejnej správy

Nariadenie komisie č. 651/2014

o vyhlásení určitých kategórií pomoci za zlučiteľné s vnútorným trhom

MOŽNOSTI FINANCOVANIA VÝVOJA A VÝSKUMU Z VEREJNÝCH ZDROJOV



PODPORA VÝSKUMU A VÝVOJA ZO ŠTÁTNEHO ROZPOČTU

Podpora VaV zo štátneho rozpočtu cez MŠVVaŠ SR (Ministerstvo školstva, vedy, výskumu a športu SR) sa realizuje prostredníctvom Národného programu rozvoja vedy a techniky. Národný program je koordinovaný MŠVVaŠ SR a jeho podpora je orientovaná na výskum a vývoj zameraný na plnenie cieľov štátnej vednej politiky.

Podporované aktivity programu:

- Štátne programy VaV
- Štátne programy rozvoja infraštruktúry VaV
- Stimuly pre VaV
- APVV (Agentúra pre podporu VaV)
- Vedecká agentúra
- Členstvo SR v medzinárodných centrách a iniciatívach VaV
- Podpora vedecko-technických služieb

Štátny program výskumu a vývoja rieši kľúčové problémy rozvoja a napĺňania potrieb spoločnosti; špecifikuje oblasť vedy a techniky, v ktorej sa má sústrediť, prípadne zintenzívniť výskum a vývoj so zámerom dosiahnuť zvýšenie jej ekonomickej a spoločenskej prospešnosti a prispieť k dosiahnutiu jej vysokej úrovne a medzinárodného uznania. Uskutočňuje sa formou riešenia projektov výskumu a vývoja.

Štátny program rozvoja infraštruktúry výskumu a vývoja sa uskutočňuje formou riešenia rozvojových projektov a je za-

meraný na vytváranie a zlepšovanie podmienok na riešenie projektov výskumu a vývoja.

Témy pre Programy štátneho výskumu a vývoja

- Výskum materiálov a nanotechnológie
- Informačné a komunikačné technológie
- Biomedicína a biotechnológie, životného prostredie, poľnohospodárstvo a bezpečnosť potravín
- Energetická bezpečnosť, efektívne využívanie zdrojov energie

Stimuly pre výskum a vývoj

- Ide o schému štátnej pomoci na podporu výskumu a vývoja v podnikateľskom sektore, najmä u malých a stredných podnikov
- Podpora projektov, ktoré sú orientované na konkrétny výsledok priamo uplatniteľný v praxi
- Podpora spolupráce medzi podnikateľským sektorom a pracoviskami VŠ a SAV a medzi pracoviskami MSP navzájom

Schému štátnej pomoci formou stimulov pre vedu a výskum manažuje Sekcia vedy a techniky (SVT) MŠVVaŠ SR, ktoré v roku 2016 investovalo 6,7 milióna EUR na podporu 13 projektov priemyselného výskumu.

SVT MŠVVaŠ v rokoch 2009 – 2018 podporilo 11 projektov v oblasti robotiky vo výške 15,768 milióna EUR.

PRÍKLADY PODPORY

„Výskum novej generácie elektronovolúčových komplexov určených na vákuové zváranie hliníkových a horčíkových zliatin“ – **projekt PV spoločnosti Prvá Zváračská, a. s.**

„Výskum a vývoj Hi-Tech integrovaných strojnotechnologických systémov pre výrobu automobilových plášťov“ – **projekt PV spoločnosti VIPO, a. s.**



„Komplexný modulárny robotický systém strednej kategórie s vyššou inteligenciou“ – **projekt PV spoločnosti VVÚ ZTS Košice, a. s.**

„Výskum a vývoj technologických uzlov CNC strojov na priestorové delenie materiálov energolúčovými technológiami“ – **projekt PV spoločnosti MicroStep, s. r. o.**

„Výskum pokročilých technológií tvárnenia a spájania materiálov a robotizácie technologických procesov vo výrobe komponentov dopravných prostriedkov“ – **projekt PV spoločnosti Matador, Industries, a. s.**

„Projekt priemyselného výskumu technológie autonómneho výrobného cyklu v súlade s konceptom Industry 4.0“ – **projekt PV spoločnosti Merchant, s. r. o.**

Podmienky poskytnutia finančných prostriedkov a predpokladaný časový harmonogram

1. V prípade, že MŠVVaŠ SR má v rozpočte plánované finančné prostriedky, môže vypísať oznámenie o prekladaní žiadostí o stimuly;
2. Potenciálni žiadatelia majú 30 dní na predloženie žiadosti. Súčasťou žiadosti je projekt VaV. Oprávnení žiadatelia sú podnikateľské subjekty spĺňajúce podmienky §2 ods. 2 písm. a) Obchodného zákonníka;



3. Ministerstvo skontroluje úplnosť žiadostí a nechá ich posúdiť štyrmi posudzovateľmi (dvaja posudzujú žiadosť a splnenie podmienok podľa § 4 zákona a dvaja hodnotia projekt VaV). Ich hodnotenia sú podkladom pre vyhodnotenie žiadostí vypracovanie komplexných hodnotení (KH) žiadostí, ktoré vypracováva komisia vymenovaná ministrom. Žiadosti sa hodnotia anonymne, pod kódom. Tento proces reálne trvá cca do troch mesiacov;
4. KH spolu s návrhom na schválenie, resp. neschválenie poskytnutia sa predkladajú ministrovi na schválenie;
5. Po schválení návrhov ministrom sa vydajú rozhodnutia o schválení, resp. neschválení poskytnutia stimulov žia-

dateľom, ktorí majú zákonom stanovený čas na odvolanie. Tento proces trvá cca 30 dní;

6. Do 30 dní po vydaní rozhodnutí o schválení poskytnutia stimulov ministerstvo uzavrie zmluvu s úspešným žiadateľom o poskytnutí stimulov.

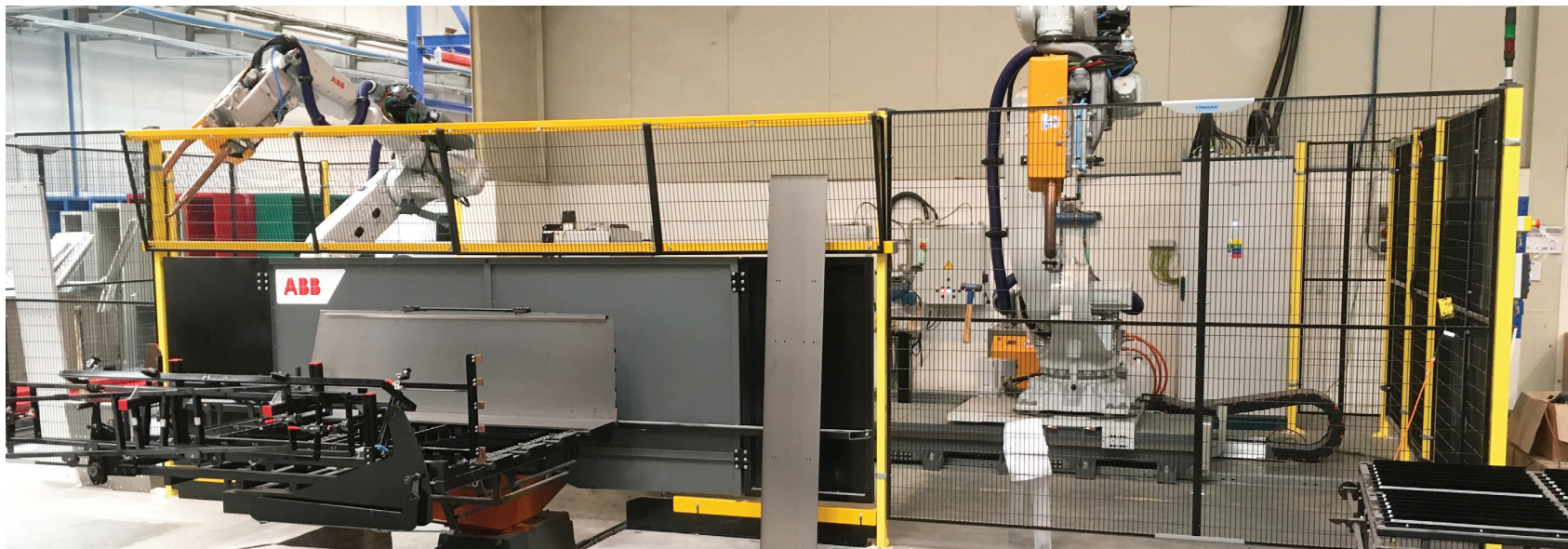
Uchádzači o podporu z verejných zdrojov (štátny rozpočet, štrukturálne fondy EÚ) na základe vypísaných výziev v prípade APVV, Výskumnej agentúry SR (VA), Sekcie štrukturálnych fondov (SŠF) MŠVVaŠ SR, Štátnych programov pre výskum a vývoj (ŠPVaV), HORIZONT 2020 a Medzinárodnej vedeckej a technologickej spolupráce (MTVS) musia byť držiteľmi Osvedčenia o oprávnení vykonávať vedu a výskum.

10

PRÍPADOVÉ
ŠTÚDIE
Z PRAXE



ROBOTY POMOHLI VÝRAZNE ZVÝŠIŤ PRODUKCIU PLECHOVÝCH SKRIŇÍ



ÚLOHA

Známa trnavská firma zaoberajúca sa výrobou a predajom kovového nábytku so zameraním na úložné systémy (šatníky, skrine, počítačové skrinky, regály, lavičky) potrebovala pre vysoký dopyt výrazne zvýšiť objem výroby plechových šatníkových skriň. Jednou z ťažiskových operácií pri výrobe je zváranie jednotlivých dielov. Doteraz túto činnosť vykonávala trojica zručných zvaračov, ktorí by však plánovaný nárast produkcie nezvládli pokryť. Firma sa preto rozhodla pre inštaláciu robotického pracoviska. O kompletnú integráciu technológie sa postarala slovenská pobočka jedného z najväčších výrobcov robotov na svete, spoločnosť ABB.

RIEŠENIE

Základom robotického pracoviska sú dva priemyselné roboty IRB 6700-155/2,85 (nosnosť 155 kg, dosah 2,85 metra, 6-osí), ktoré sa pohybujú na jednom vozíku. Diely zvárajú prostredníctvom bodových zváracích klieští ARO. Technici ABB museli pri návrhu robotického bunky posúdiť spracovateľnosť vstupných materiálov a otestovať dosiahnutie požadovanej presnosti a kvality zvaru. Takisto si museli vyrobiť špeciálny prípravok na uchytenie kostry skrine presne na mieru danej aplikácie. Prípravok je univerzálny, pretože dokáže uchytíť 10 typov zvarencov šatníkových skriň. Simulácia procesu a návrh pracoviska prebehol vo vlastnom výkon-



nom softvéri RobotStudio, v ktorom okrem iného simulovali trajektórie pohybov robotov, aby splnili základnú požiadavku na čas cyklu (6 minút na výrobu jednej skrine). Výsledkom simulácie bol virtuálny návrh pracoviska so stanovenými typmi robotov (na základe nosnosti a dosahu), ktorý sa následne pretavil do skutočnej realizácie. Ovládanie robotov je pod taktovkou vlastných riadiacich systémov. Pracovisko je osadené otočným stolom s prípravkom, na ktorý sa upevňujú zvarence. O bezpečnosť pracovníkov sa stará skener snímajúci pohyb osôb pred otočným stolom.

PRÍNOSY

Inštaláciou robotickej bunky sa podarilo splniť dve hlavné požiadavky – zvýšiť produkciu šatníkových skríň z 3 na 10 za hodinu a zabezpečiť vysokú opakovateľnú kvalitu a presnosť pohľadových zvarov. Trnavská spoločnosť mohla tiež jednému zvaračovi zadať iné úlohy, pretože robotické pracovisko obsluhujú len dvaja ľudia.

BRÚSENIE DREVENÝCH TRUHIEL V ROBOTICKOM VYDANÍ



ÚLOHA

Firma z Turca vyrábajúca kvalitné drevené truhly sa nedávno dostala na hranicu svojich maximálnych výrobných kapacít. Nárast dopytu po jej produktoch najmä z krajín Beneluxu ju prinútil hľadať alternatívne riešenie, ktoré našla v integrácii robotickej bunky. Tú dostala na starosť slovenská pobočka ABB.

RIEŠENIE

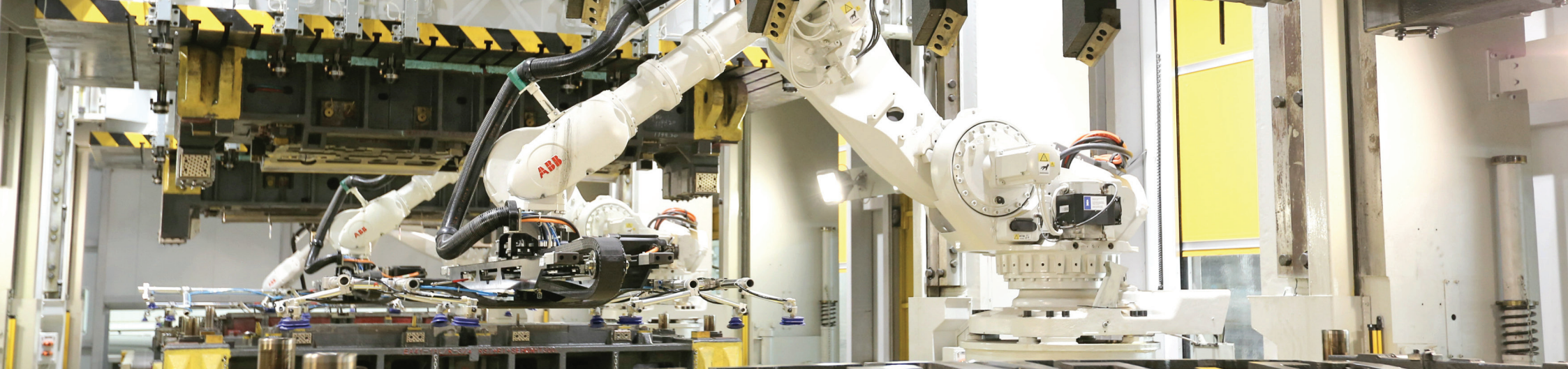
Surová truhla po poskladaní prichádza na operáciu brúsenia, kde bolo doteraz úlohou štyroch operátoriek vytmeliť a vybrúsiť drevené časti truhly (veko a spodok). Vo veľmi prašnom a hlučnom prostredí (jemný drevný prach a hluk od brúsok) zvládli opracovať počas jednej pracovnej zmeny 30 truhiel. Činnosť operátoriek nahradil jeden priemyselný robot IRB

6700-150/3,20 (nosnosť 150 kg, dosah 3,2 metra), ktorý si dokáže prostredníctvom meniča nástrojov automaticky vymieňať dva koncové uchopovače s osadenými dvoma typmi kief pre brúsenie surových truhel hrubším zrnom a brúsenie nalakovaných a namorených truhel jemnejším zrnom. Truhly prichádzajú k robotovi na dopravníku, ktorý ich zrovnáva a centruje do požadovanej pozície. Brúsnu kabínu so systémom bezpečnostných prvkov a dopravníkovým systémom riadi programovateľný automat od spoločnosti B&R. Koncept robotického pracoviska vytvárali technici integrátora najskôr v simulačnom softvéri ABB RobotStudio, čo je v súčasnosti už neodmysliteľnou súčasťou návrhu každého robotického riešenia.

PRÍNOSY

Nasadením robota dokázala spoločnosť uspokojiť nárast dopytu, keďže čas potrebný na obrúsenie jedného kusu truhly sa dramaticky skrátil z pôvodných 20 na 5 minút. Zároveň sa odbremenili pracovníčky od manipulácie s ťažkými truhlami a hlavne ich brúsenia v zdraví škodlivom prostredí. Nezanebateľným pozitívom robotického brúsenia je tiež dosiahnutie vysokej stabilnej kvality procesu opracovania surového dreva.



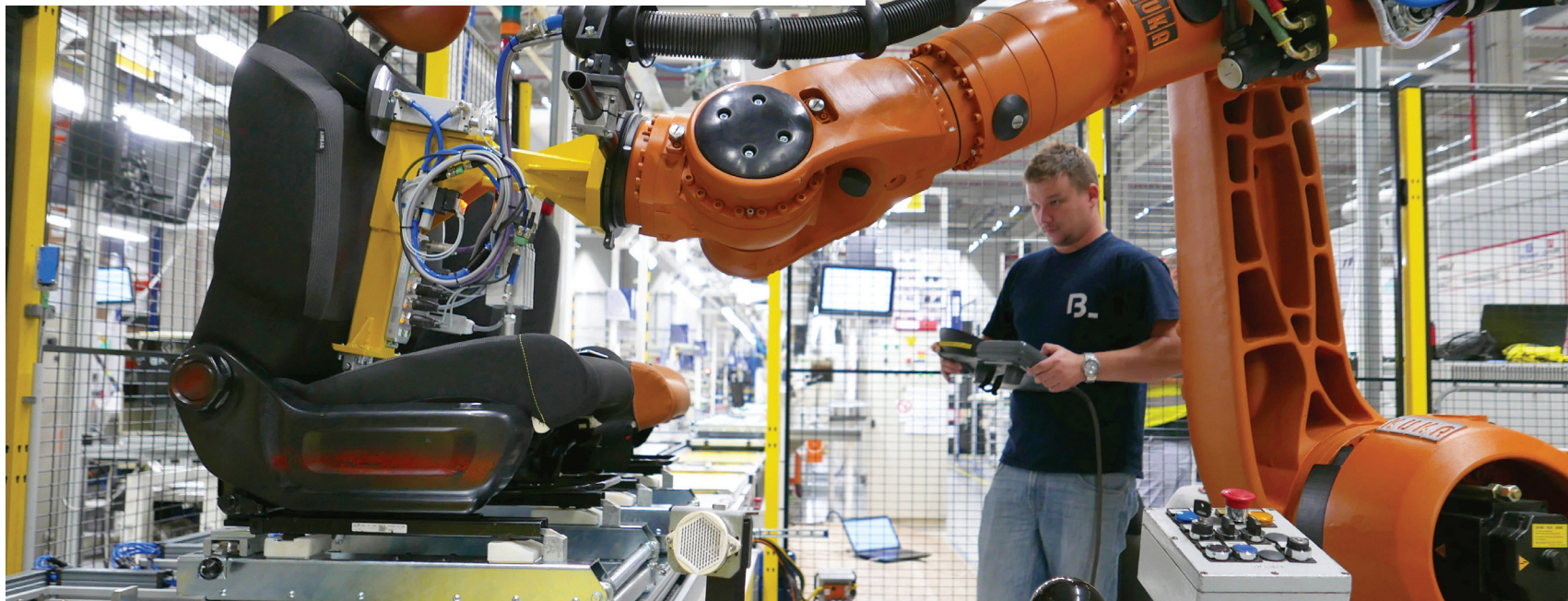


Univerzálne riešenie

Priemyselné roboty ABB

Roboty ABB dokážu v každom odvetví priemyslu prevziať množstvo úloh, od manipulácie s materiálom, balenia, paletizácie, cez zvarovanie, rezanie, brúsenie, lepenie, tmelenie, lakovanie, až po obsluhu obrábacích strojov či montáž produktov. Inštalácia robota prináša veľa výhod a úspory nákladov. Sú ideálne všade tam, kde sa často opakuje rovnaká činnosť, všade, kde je pre človeka nepriaznivé prostredie, v procesoch s vysokými nárokmi na presnosť alebo pri manipulácii s ťažkými bremenami. Pracovné podmienky robota pritom umožňujú znižovať spotrebu energií, čo vedie k značným úsporám. Naše roboty uľahčia prácu a zvýšia produktivitu aj na vašom pracovisku. www.abb.sk/robotika

MANIPULÁCIU SO SEDAČKAMI UĽAHČIL ROBOT



ÚLOHA

Jedna z významných nadnárodných korporácií dodávajúca pre automobilový priemysel sedačky prevádzkuje na Slovensku niekoľko závodov.

V jednom z nich sa nedávno rozhodli zrealizovať svoju prvú robotickú aplikáciu. Sedačky pre konkrétne modely osobných vozidiel sa skladajú na niekoľkých linkách a do automobiliek sa expedujú v kompletnej zostave predných dvoch sedačiek a zadnej lavice. Na jednej z liniek prebieha výroba predných sedadiel, kde je poslednou operáciou presun sedačky na dru-

hú kolmo orientovanú linku do expedičnej palety. Doteraz túto operáciu vykonával operátor pomocou elektricko-ručného manipulátora, ktorým zdvíhal približne 20 kg vážiacu sedačku. Napriek tomu, že táto záverečná činnosť spĺňala všetky smernice bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci, bola monotónna, pomerne zdĺhavá a relatívne ťažkopádna, čo boli hlavné dôvody nahradenia ľudskej práce robotom.

RIEŠENIE

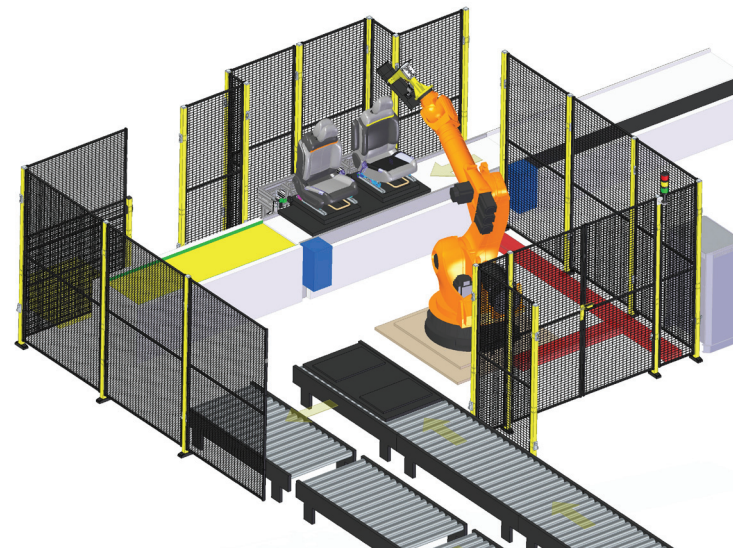
O vkladanie sedačky po sedačke na expedičnú paletu sa stará priemyselný robot KUKA KR150 L 130 s rádiom

2900 mm. Ide o štandardný model KR 150, ktorý má však predĺžené rameno o 200 mm a tým pádom zníženú nosnosť zo 150 kg na 130 kg. Inštalácia robota si vyžiadala aj malé technické úpravy na výrobnéj linke, kde pribudli pneumatické komponenty na aretáciu palety a na aretáciu a automatické odaretovanie sedačky.

Koncový efektor robota bol navrhnutý a vyrobený presne na mieru pre potreby tejto aplikácie. Má formu akejsi lyžice, ktorá sa vkladá medzi sedák a opierku sedadla. Pneumatický valec lyžicu roztiahne, vďaka čomu robot sedačku pevne uchopí.

Pracovný takt robota je 55 sekúnd, počas ktorých preloží z výrobnéj do expedičnej palety dve predné sedadlá, čiže jednu kompletnú zostavu predných sedadiel. Zvolený robot je rýchly a disponuje dostatočnou časovou rezervou v prípade požiadavky na prípadné skrátenie pracovného taktu.

Robotická bunka je obohnaná ochranným plotom so vstupnými dverami s bezpečnostným zámkom. Ďalšie bezpečnostné prvky sú svetelné závory na vstupe a skenery monitorujúce podlahu vo vnútri robotickéj bunky, či sa v nej niekto náhodou nenachádza. Zvolený koncept ochrany v plnej miere spĺňa všetky potrebné normy na bezpečnosť strojových zariadení a ochrany zdravia pri práci.



PRÍNOSY

Vedene závodu sa rozhodlo pre inštaláciu staršieho použitého robota, ktorý sa doviezol z inej fabriky koncernu. O jeho kompletne zrepasovanie sa postaral dodávateľ robotického pracoviska Blumenbecker Slovakia s.r.o. Aj vďaka tomu sa výrazne znížila celková investícia do projektu, ktorý v konečnom dôsledku priniesol necelú dvojročnú návratnosťou vloženého kapitálu. Robot nahradil monotónnu a ťažkopádnu ľudskú prácu a poskytol možnosť využiť dovedejšieho pracovníka na iné úlohy. S riešením sú v závode veľmi spokojní, o čom svedčí aj fakt, že po úspešnom testovacom období ostrej prevádzky sa zodpovední manažéri zaoberajú zriadením ďalšej robotickéj bunky pre operácie parného žehlenia natiahnutých poťahov na sedačky.

VYUŽITE NAŠE ODBORNÉ ZNALOSTI NA REALIZÁCIU VÁŠHO EFEKTÍVNEHO ROBOTICKÉHO RIEŠENIA.

Robotické riešenia na kľúč z jedného zdroja.

Spoločnosť Blumenbecker už niekoľko rokov dodáva robotické riešenia do viacerých priemyselných odvetví. Naše projekty sú rôznorodé a vždy šité na mieru konkrétnej aplikácie. Naš rozsah služieb siaha od návrhu a simulácie, cez dizajn a projekciu, programovanie až po odladenie a servis.

Robotické riešenia sa obvykle používajú pre:

- I Laserové a oblúkové zvarovanie
- I Lepenie a spájkovanie
- I Manipuláciu a triedenie
- I Paletizáciu
- I BIN PICKING
- I Kontrolu kvality

Naše bohaté skúsenosti presahujú tieto oblasti a zahŕňajú riešenia navrhnuté pre rad renomovaných spoločností na svetovom trhu.

Blumenbecker Slovakia s.r.o.
Staviteľská 1, 831 04 Bratislava
Tel.: +421 2 3266 3150
info@blumenbecker.sk
www.blumenbecker.com

B.
BLUMENBECKER
WE DELIVER SOLUTIONS



ROBOTICKÁ BUNKA ODBREMEŇUJE OD NAMÁHAVEJ PRÁCE

ÚLOHA

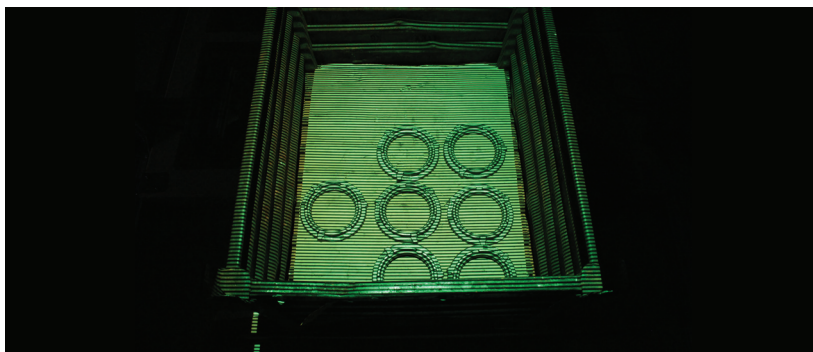
Jeden z najvýznamnejších nemeckých nadnárodných subdávateľov pre automobilový priemysel prevádzkuje na Slovensku niekoľko závodov. V jednom z nich sa nachádza linka, kde sa opracovávajú a vyvažujú veká lamely spojky. Prísun dielov do strojov, ich vykladaním na dopravník z pristaveného naloženého koša a prekladanie do vyvažovačky vykonávali donedávna dvaja pracovníci. Tieto činnosti boli v zásade ich jedinou náplňou práce počas celej pracovnej zmeny. Pri manipulácii s pomerne ťažkými dielmi (najťažšie vážia okolo 7 kg) sa pracovník počas jednej zmeny dostával na hranicu povolených hmotnostných limitov, ktoré môže zdvihnúť (v jednom koši je vyše 200 kusov dielov). Pri dlhodobej záťaži tohto charakteru sa dramaticky zvyšuje pravdepodobnosť vzniku zdravotných komplikácií ako sú napr. karpálne tunely na rukách a iné trvalé následky. V závode sa preto rozhodli pre aplikáciu sofistikovaného robotického riešenia, ktoré nahradilo monotónnu a fyzicky náročnú manuálnu prácu vykladania a prekladania spomínaných dielov.

RIEŠENIE

Srdcom robotickej bunky je robot FANUC M-20iA 35 M spolu so špeciálnym senzorovým a kamerovým systémom FANUC



3D Area Sensor na analýzu 3D objektov v priestore a ich následné uchopovanie, ktorý sa využíva na vyberania predmetov zo zásobovacích košov tzv. 3D bin picking. Zvolený robot disponuje šiestimi osami, dosahom 181,3 cm a nosnosťou 35 kg. Senzorový systém 3D Area Sensor umožňuje realizáciu najzložitejšej úlohy určenia presnej polohy uložených dielov, ktoré robot vyberá koncovým uchopovačom PZN plus 125 od firmy SCHUNK a ukladá na malú paletku na dopravník výrobnéj linky. Zdvih uchopovača je 10 mm na čelusť, čiže v priemere 20 mm. Uchopovače s väčším zdvihom majú veľkú plochu (dlhý obvod) a pre potreby tejto aplikácie boli nevyhovujúce. Požiadavkou bolo, aby mal uchopovač menší priemer ako priemer obrobku, pretože inak by narážal do stien zásobovacieho koša. Jeden cyklus vybratia veka lameľy spojky z koša s umiestnením na dopravník trvá približne 12 sekúnd.



Voči štandardnej konfigurácii kontroléra robota je pre túto aplikáciu potrebná ešte jedna karta, ktorá zabezpečí prepojenie jednotlivých prvkov. Aplikácia má pre svoj účel vyhradený aj osobitný procesor. Celý softvér sa nachádza v kontroléri. Nastavenia (definovanie senzorov, expozícia a kalibrácia kamier 3D senzora,...) je možné uskutočniť prostredníctvom dotykového ovládača FANUC iPendant Touch i webového prehliadača. Obsluhu chráni bezpečnostný plot okolo robotickej bunky a optické závory. V prípade detekcie pohybu v priestore lúčov optických závor robot v automatickom režime okamžite zastavuje svoju činnosť. V ručnom režime je otvorenie plota povolené, vtedy to však znamená, že obsluha robota ovláda s tým, že na ovládači neustále drží hlavné bezpečnostné tlačidlo. Robot sa následne v ručnom režime pohybuje maximálnou rýchlosťou 250 mm/s.

PRÍNOSY

Hlavným dôvodom integrácie robotickej bunky bolo odbremeniť operátorov od namáhavej práce a predísť prípadnému vzniku potenciálnych vážnych zdravotných ťažkostí. Robotické riešenie so systémom 3D Area Sensor je však tiež veľmi dobrý nástroj na optimalizáciu logistických tokov. Podľa slov jedného z manažérov fabriky tak vznikol perfektný zásobník, ktorým je možné vyvažovať chod výrobného procesu linky.



THE FACTORY AUTOMATION COMPANY

FANUC

Najširšia ponuka robotov na svete



Špičkové výkony pre inteligentnejšiu automatizáciu

- viac než 100 rôznych modelov robotov
- užitočné zaťaženie až 2300kg
- dosah až 4680mm
- 99.99% spoľahlivosť
- jednoduché ovládanie
- optimalizovaná spotreba energie
- celoživotná dostupnosť náhradných dielov



WWW.FANUC.SK

Viac ako **40** rokov
robotických
skúseností

navrhnuté a vyrobené v Japonsku



ROBOTICKÉ RAMENO SKVALITNILO A ZRÝCHLILO OTRYSKÁVANIE VÝLISKOV



ÚLOHA

Popredná česká spoločnosť pôsobiaca v Moravskosliezskom kraji je vyše 50 rokov tradičným, plne integrovaným dodávateľom komplexných projektov pre automobilové odvetvie aj ďalšie priemyselné odbory. Vyrába vysoko kvalitné plastové technické výlisky, vstrekovacie formy pre spracovanie termoplastov a termosetov a kompletizuje konštrukčné zostavy, finálne výrobky a domáce spotrebiče.

Po vylisovaní na vstrekovacom lise sa povrch každého kusu finalizuje jeho obojstranným otryskaním špeciálnym tryskacím médiom. To sa ešte donedávna vykonávalo ručne otryskávaním výliskov na špeciálnom stole s prípravkami pre uchytenie

výrobkov a aplikačnou pištoľou. Táto operácia bola náročná nielen na čas, ale aj na presnosť prevedenia, keďže aplikátor je nutné držať kolmo nad výliskami, čo bolo pre pracovníkov fyzicky náročné. Pracovisko je navyše veľmi prašné a hlučné. Manuálna metóda otryskávania bola náročná na čas a dochádzalo pri nej k nerovnomernému otryskaniu výrobkov, ktoré boli pri finálnej kontrole pred zabalením a odoslaním zákazníkovi vrátené späť k opakovanému spracovaniu. Kvôli časovej náročnosti finalizačnej operácie nebolo možné spracovať dennú produkciu vstrekovacieho lisu a dochádzalo k prestojom vo výrobe. Česká spoločnosť preto hľadala spôsob, ako proces tryskania zautomatizovať tak, aby bol nový

postup bezpečnejší, precíznejší a efektívnejší. Napokon sa rozhodla pre nasadenie robotickej technológie.

RIEŠENIE

Zvolené riešenie, robotické rameno UR5 od Universal Robots, pracovalo v testovacej prevádzke už počas jedného týždňa od objednania. Robot je umiestnený na existujúcom pracovisku a vybavený jednoduchým prípravkom pre uchytanie aplikátora tryskacieho média. Vďaka bezpečnostným prvkom implementovaným priamo v robote môže UR5 pracovať spoločne s ľudskou obsluhou, ktorá zakladá výlisiky do prípravkov a už počas cyklu robota otáča otryskané kusy pre finalizáciu z druhej strany. Pracovník zakladajúci výlisiky do prípravkov ovláda robotické rameno jediným tlačidlom a počas jeho pracovného cyklu obracia už otryskané kusy pre spracovanie z druhej strany. Robot deteguje prítomnosť tryskacieho média a automaticky sa zastaví, akonáhle je potrebné ho doplniť.

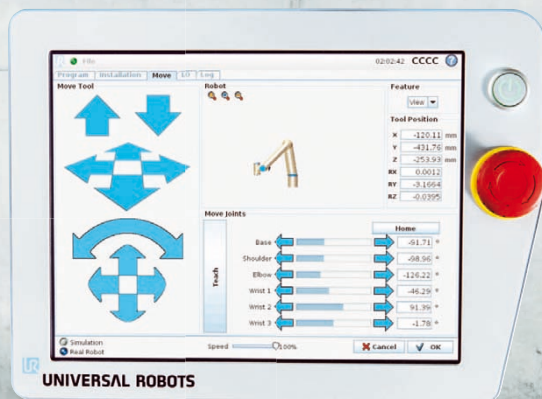
PRÍNOSY

Robotické rameno UR5 nahradilo fyzicky náročnú a neergonomickú prácu obsluhy tryskacieho pracoviska a s absolútnou presnosťou a v pevne danom čase finalizuje výlisiky, ktoré



jeho ľudský spolupracovník zasadí do prípravkov. Akčný rádius robota síce umožňuje otryskanie menšieho počtu výrobkov v jednom cykle ako pri pôvodnej čisto ľudskej obsluhu, avšak zároveň sa až o 30% skrátil čas spracovania jedného dielu. Vo výsledku sa teda zvýšila produkcia a zásluhou absolútne presného otryskania každého výlisiku sa tiež úplne minimalizoval počet kusov, ktoré sa pri výstupnej kontrole vracajú späť na opakované opracovanie. Vďaka opakovateľnej presnosti otryskania sa podarilo znížiť spotrebu tryskacieho média o 35% (plánovaná bola aspoň 20% úspora). Pomocou robota UR5 teraz v závode dokážu finalizovať, skontrolovať, zabaliť a odoslať celú dennú produkciu vstrekovacieho lisu. Skutočná doba návratnosti napokon prekonalá všetky očakávania, keďže predpokladaných 36 mesiacov sa v realite skrátilo na tretinu, teda na 12 mesiacov.

Programování UR robotického ramene je v zásadě hračka



195 DNI | PRŮMĚRNÁ DOBA NÁVRATNOSTI

Podívejte se, co pro vás robot může udělat: universal-robots.com/cs



Universal Robots A/S, Siemensova 2717/4, 155 00 Praha 13 – Stodůlky, Czech Republic, www.universal-robots.com/cs

AKÚTNY NEDOSTATOK PRACOVNEJ SILY VYRIEŠIL JEDEN ROBOT

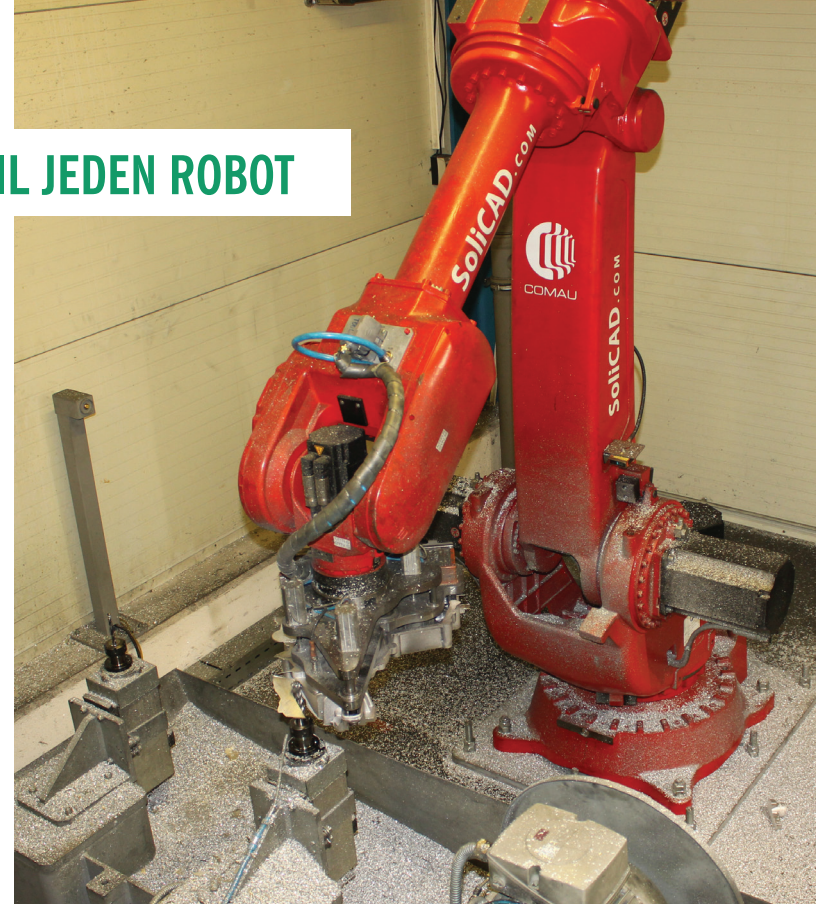
ÚLOHA

Jedna z najvýznamnejších zlievarní v Českej republike produkuje v malých sériách niekoľko sto typov dielov pre desiatky zákazníkov.

Definícii malosériovej výroby sa vymyká iba dvojica dielov motorovej brzdy dodávaná švédskemu výrobcovi ťahačov v objeme 50 000 kusov ročne. Po odliatí je potrebné tieto diely finálne opracovať, čo donedávna manuálne vykonávalo niekoľko pracovníkov. Išlo o operácie odrezania nátokovej sústavy, brúsenia na pásovej a malej ručnej pásovej brúske a začisťovania vnútorných kapsičiek pilníkom. Zhoršujúca sa dostupnosť spoľahlivej pracovnej sily, jej obrovská fluktuácia a v konečnom dôsledku aj nezanedbateľná miera nepodarkov z procesu opracovania prinútili závod hľadať náhradné riešenie, ktoré našiel v inštalácii robotického pracoviska.

RIEŠENIE

Manuálne operácie niekoľkých ľudí nahradilo robotické pracovisko s jedným inštalovaným 6-osím robotom COMAU NJ130 s nosnosťou 130 kg, dosahom 260 cm a vystuženou štvrtou osou na zvládnutie kmitania a reakčných síl celej sústavy počas rezania a frézovania. Robot manipuluje s odliatkom



s hmotnosťou takmer 8 kg a opracováva ho na kotúčovej píle a dvoch frézach s pevným umiestnením.

Z dôvodu rozdielnej konštrukcie si každý typ dielu motorovej brzdy vyžaduje osobitný uchopovač, ktorý operátor pracoviska osádza na koncové rameno robota. Oba uchopovače boli kompletne vyvinuté a vyrobené presne na mieru, pretože potrebám aplikácie nevyhovoval žiaden na trhu dostupný štandardný model.

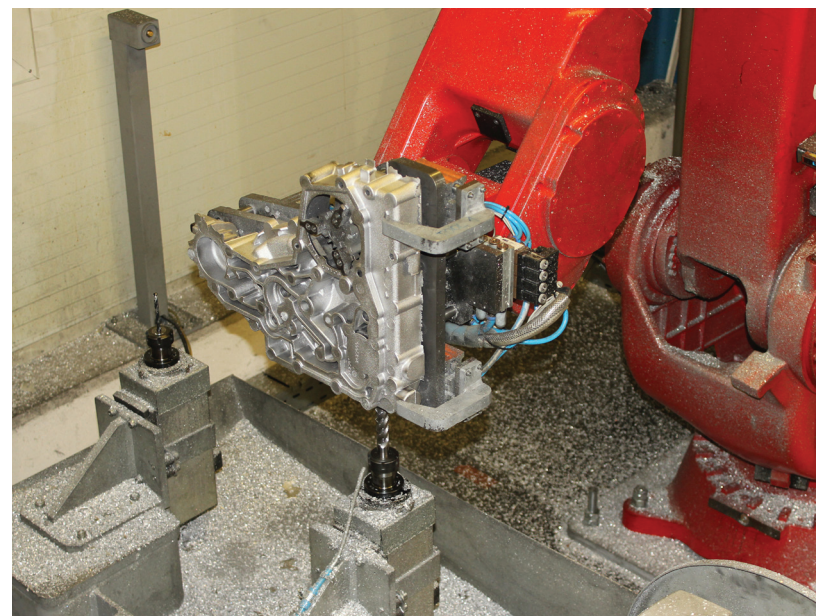
Základným kameňom návrhu robotického pracoviska bola tvorba jeho digitálnej podoby vo výkonných softvéroch.

Najskôr sa koncept celého pracoviska nasimuloval vo vizualizačnom softvéri Visual Components. Model činnosti s presnými trajektóriami a rýchlosťami pohybu sa následne vytvoril v intuitívnom CAM softvéri SprutCAM určenom na robotické obrábanie, frézovanie a sústruženie. Zo SprutCAM-u sa cez postprocessor generuje vykonávací kód pre robot v takom formáte, ktorý dokáže prečítať.

Programovanie celej aplikácie a ladenie prevádzkových podmienok ako odstraňovanie chýb uchytenia, kalibrácia, výber vhodných obrábacích nástrojov, stanovenie otáčok a rýchlosti vretien, návrh chladenia vzduchom a olejom, trvalo približne 2 mesiace.

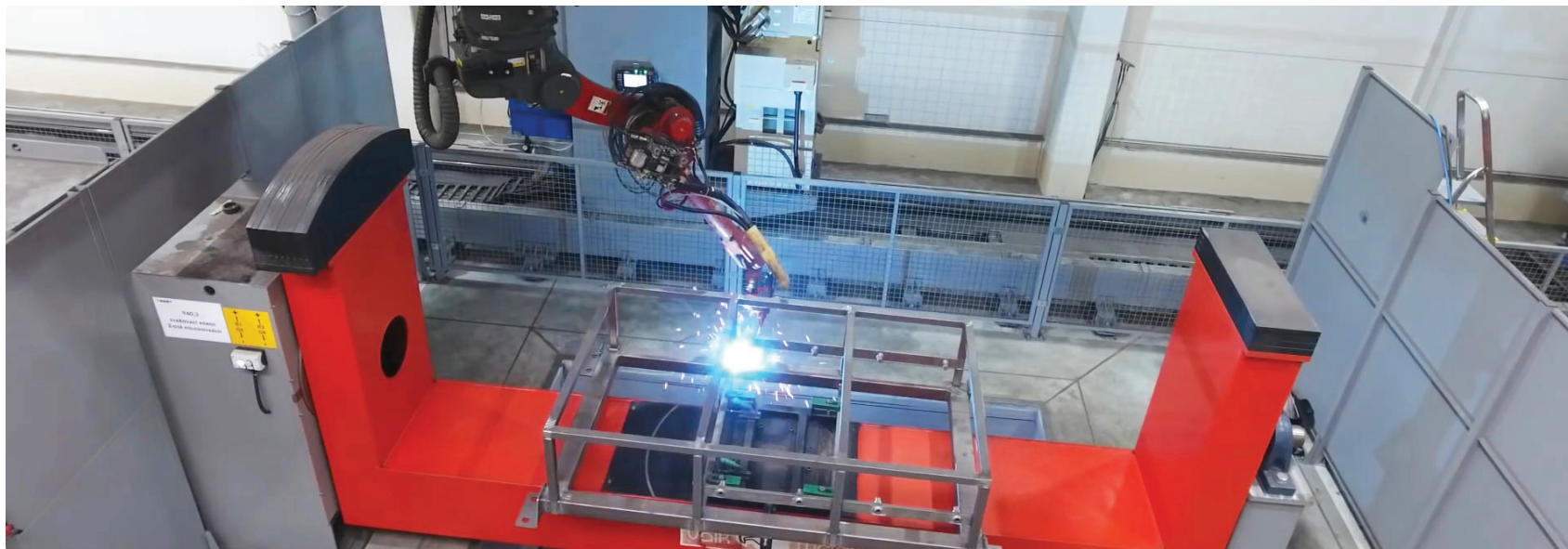
PRÍNOSY

Robotické pracovisko pomohlo zlievarni odstrániť bolestivý problém veľkej fluktuácie a nedostatku pracovnej sily a výrazne zvýšilo kvalitu obrábania odliatok, pri ktorých sa miera nepodarkov znížila až trojnásobne. „Vybudovanie robotického pracoviska bolo na začiatku vykúpené precíznou technickou pripravenosťou, teraz je však na nezapltenie trvalá stabilita a opakovateľnosť vykonávania operácií,“ hovorí na margo nasadenej robotickej technológie vedúci oddelenia technológie Z-02 v závode.



Vedenie podniku je s robotickým pracoviskom mimoriadne spokojné a na základe pozitívnych skúseností s vôbec prvou inštaláciou tohto druhu v závode sa v blízkej dobe plánuje pustiť do ďalšieho podobného projektu. Jeho podstatou je inštalácia ďalšieho robotického pracoviska, kde sa bude obrábať šesť rôznych typov odliatok pre zákazníka zaoberajúceho sa výrobou brzd a spojok pre nákladné ťahače (telesá posilňovačov brzd a spojky, rozdeľovač hydraulického kvapaliny). Tieto diely budú niekoľkonásobne konštrukčne aj výrobné jednoduchšie ako v prípade dielov motorovej brzdy.

PRETRVÁVAJÚCI NEDOSTATOK ODBORNÝCH ZVÁRAČOV VYRIEŠILO ROBOTICKÉ PRACOVISKO



ÚLOHA

Popredný český dodávateľ pre sektor železničnej vyrába skrine, rámy dverí a ich súčasti, brzdové systémy, kryty klimatizácií, rozvodových panelov, napäťových transformátorov a bezpečnostných prvkov, úložiská batérií a ďalšie časti koľajových vozidiel. Medzi jeho odberateľov patria dobre známe spoločnosti ako Siemens, Alstom, Bombardier a Knorr-Bremse. V závode na ploche 24 000 m² pracuje v dvoj- až trojzmennej prevádzke viac ako 230 ľudí. Pre spracovanie nehrdzavejúcej ocele a hliníka vlastní spoločnosť rozšírenú výrobu s CNC zariadeniami pre spracovanie plechov, povrchové úpravy a zváranie, kde sa používajú metódy MAG, MIG, TIG,

laserové a tiež odporové zváranie. Pre procesy zvárania trpela spoločnosť pretrvávajúcim nedostatkom odborných zváračov, ktorý vyriešila investíciou do robotického zvaracieho pracoviska.

RIEŠENIE

Vybraný špecialista na robotické zváranie dodal robotický systém s dvoma zvaracími robotmi Panasonic TA-1900WGH3 upevnenými na závesných stojanoch (tzv. šibenica), ktoré môžu obsluhovať tri pracoviská. Oba zvaracie roboty sa pohybujú na 18-metrovom spoločnom pojazde. Prvé pracovisko tvorí jednoosové polohovadlo pre maximálne zaťaženie

6000 kg. Prostredné pracovisko sa skladá z dvojosého polohovadla typu drop center s maximálnym zaťažením 1500 kg. Tretie pracovisko pre malé časti je vybavené otočným stolom s dvoma L polohovadlami každé s nosnosťou 250 kg. Tieto tri pracoviská sú zostavená a nastavená tak, že je možné umiestniť a spracovať takmer všetky výrobky a časti, ktoré spoločnosť dodáva pre sektor železničnej prepravy.

Všetky výrobky produktového portfólia firmy sú programované off-line, čím je možné s pomocou zváracích robotov dosiahnuť vysokú efektivitu aj pri malosériovej výrobe. Pro-



gramovanie off-line z počítača namiesto priamo na robotovi maximalizuje produktivitu celého zváracieho procesu. Neproduktívne časy sú podstatne nižšie, pretože nie je potrebné prerušovať výrobu kvôli programovaniu.

Český výrobca vyhotovuje certifikované zvary v zhode s EN 15085 a ISO 3834. Garantuje vysokú kvalitu zvarov a preto používa sledovací systém Arc Eye. Arc Eye vykoná kompletný 3D sken zvaru, odhalí odchýlky a vedie zváracieho robota presne po zvare. Laserový senzor nie je navyše náchylný k odrazom od lesklých materiálov ako sú napríklad hliník alebo nehrdzavejúca oceľ.

PRÍNOSY

Robotický systém dokáže obhospodáriť asi 80 percent všetkého zvárania v závode a nahradí 18 až 24 ručných zvaračov. Týmto spôsobom sa vyriešili nedostatok zvaračov a dosiahla kontinuita výrobného procesu. Robotika okrem nahradenia manuálneho zvárania pomohla zvýšiť úroveň produktivity, zlepšila kvalitu zvarov a efektivitu výrobného procesu. „Hlavne sme prešli na automatizovanú výrobu malých sérií a opakovaných zákaziek, pre laserové rezanie, obrábanie a zváranie. Máme nielen zváracie roboty, ale tiež dva laserové zváracie roboty“, poznamenáva jeden z majiteľov českej firmy.

11

RESUMÉ



ROBOTIKA BUDE NA SLOVENSKU PREKVITAŤ

Robotika onedlho oslávi 60 rokov od svojho prvého nasadenia v priemyselnej praxi. Hoci je dnes možné na ňu natrafiť prakticky v akomkoľvek sektore, masovejšieho nasadenia sa dočkala predovšetkým v odvetviach s vysokou pridanou hodnotou ako je napr. automobilový priemysel a prischla jej nálepka technológie pre „zámožných“. To sa v ostatnom desaťročí zásadne zmenilo. Dôvodom je predovšetkým citeľný pokles cien robotických komponentov. Návratnosť investície sa v súčasnosti často pohybuje do troch rokov, pri niektorých aplikáciách sa dá dopracovať až k extrémnej hranici pol roka.

Dnes už v priemysle hádam ani nie je činnosť, predovšetkým tá často sa opakujúca, ktorú by roboty nezvládli. Dokážu zvärať, lakovať, rezať, baliť a paletizovať, obrábať a brúsiť, skladať a montovať, lepiť a tmeliť, manipulovať a prekladať alebo obsluhovať stroje a mnohé ďalšie operácie, ktoré tu nie sú spomínané. Treba objektívne priznať, že všetky tieto činnosti vedú robiť oveľa rýchlejšie, presnejšie, spoľahlivejšie i stabilnejšie, vďaka čomu výrazne zvyšujú produktivitu. Ako bolo uvedené v tejto príručke, popri produktivite je ďalším nemenej dôležitým kladom robotov ich schopnosť odbremeniť ľudí od neergonomickej práce, predovšetkým tej namáhavej a zdravie ohrozujúcej.

Kľúčovým svetovým ekonomikám sa darí. Dopyt po tovaroch sa zvyšuje, čo sa premieňa do rastu priemyselnej výroby. Podniky, firmy, továrne a závody hľadajú spôsoby, ako vysokým požiadavkám vyhovieť. Jednou z možností je práve nasadenie robotickej technológie. Z nášho vlastného prieskumu uskutočneného medzi čitateľmi ATP Journal vyplynulo, že robotika bude na Slovensku v najbližšom období prekvitať. Až 90% tých, ktorí sa nad robotikou zamýšľajú, vidí veľmi reálne, že do troch rokov nasadí nejaké robotické riešenie vo svojej prevádzke. Plejáda procesov, ktoré plánujú robotizovať, je pritom široká, od zvärania, cez montáž, nakladanie a vykladanie zo strojov resp. obsluhu strojov, frézovanie, sústruženie, leštenie, indukčné kalenie, zväranie až po balenie. Dobrou správou pre integrátorov robotických technológií je, že až 80% podnikov uvažuje pri implementácii robotov využiť práve ich služby, ďalších 10% to chce skúsiť v kombinácii svojho tímu s integrátorom a zvyšných 10% si na to trúfa vo vlastnej réžii.

Pokiaľ ste pri čítaní prišli až sem, tak veríme, že táto príručka splnila svoj cieľ a pomohla vám zorientovať sa v problematike a hádam sa aj rozhodnúť, či investovať do robotického riešenia, ak ste nad ním uvažovali.

12

ZOZNAM ROBOTICKÝCH DODÁVATEĽOV, INTEGRÁTOROV A ORGANIZÁCIÍ





ABB, s.r.o.
www.abb.sk

Tuhovská 29, 831 06 Bratislava, Slovenská republika
Tel.: + 421 800 700 101,
(zo zahraničia +420 597 468 940)
kontakt@sk.abb.com

str. 72 – 76



BLUMENBECKER SLOVAKIA s.r.o.
www.blumenbecker.sk
www.robotics.blumenbecker.com/cs/

Staviteľská 1, 831 04 Bratislava, Slovenská republika
Tel.: +421 2 3266 3157, +421 905 346 961
Peter Grňo, konateľ
pgrno@blumenbecker.com

str. 77 – 79



FANUC Czech s.r.o.
www.fanuc.cz

U Pekařky 1A/484 (Budova B), 180 00 Praha 8 – Libeň,
Česká republika
Tel.: +420 234 072 900
info.cz@fanuc.eu, sales.cz@fanuc.eu

str. 80 – 82



Universal Robots A/S, Czech Branch
www.universal-robots.com/cs

Siemensova 2717/4, 155 00 Praha 13 – Stodůlky,
Česká republika
Tel.: +420 702 020 024
Kateřina Slánská, ksl@universal-robots.com

str. 83 – 85



Národné centrum robotiky
www.nacero.sk

Ilkovičova 3, 841 04 Bratislava, Slovenská republika
Tel.: +421 915 719 462
doc. Ing. František Duchoň, PhD.
frantisek.duchon@stuba.sk

AUTOMATICA, s.r.o.

Vrbická 1883/36
031 01 Liptovský Mikuláš
Slovenská republika

BOKI Robotizované systémy

Nad Bezednou 208
252 61 Dobrovíz
Česká republika

BOST SK, a.s.

Súvoz 1/1594
911 01 Trenčín
Slovenská republika

CEIT a.s.

Univerzitná 8661/6A
010 08 Žilina
Slovenská republika

Comau Czech s.r.o.

ul. Hornopolní 3308/40
702 00 Ostrava
Česká republika

Dynamic Automation s.r.o.

Rajecká 40
821 07 Bratislava
Slovenská republika

G – Automation s.r.o.

A. Sládkoviča 67/641
018 51 Nová Dubnica
Slovenská republika

InPro-electric, s.r.o.

Koprivnická 14/A
841 01 Bratislava
Slovenská republika

INTERVIS, spol. s r.o.

Coburgova 2265/84
917 02 Trnava
Slovenská republika

IQLOGY, s. r. o.

Galvaniho 7B
821 04 Bratislava
Slovenská republika

Klaster AT+R z.p.o.

Južná trieda 95
P. O. BOX B45
040 01 Košice
Slovenská republika

KLIMASOFT, s.r.o.

Vajanského 58
921 01 Piešťany
Slovenská republika

**KUKA Roboter CEE GmbH,
organizační složka**

Pražská 239
250 66 Zdiby
Česká republika

MANEX spol. s r.o.

Alvinczyho 12
040 01 Košice
Slovenská republika

MATADOR HOLDING, a.s.

Bojnická 3
831 04 Bratislava
Slovenská republika

MERCHANT, s.r.o.

Štúrova 844/21
927 01 Šaľa
Slovenská republika

**MITSUBISHI ELECTRIC
EUROPE B.V. – odštěpný závod
Czech Branch**

Avenir business Park
Radlická 751/113e
158 00 Praha 5
Česká republika

MTS, spol. s r.o.

Krivá 53
027 55 Krivá
Slovenská republika

NMS s.r.o.

Ivanská cesta 30/B
821 04 Bratislava
Slovenská republika

PGS Automation, s.r.o.

Zavarská 10H
917 01 Trnava
Slovenská republika

robotec, s. r. o.

Hlavná 3
038 52 Sučany
Slovenská republika

Robotic SK s.r.o.

Trenčianska Turná 2506
913 21 Trenčianska Turná
Slovenská republika

ROBOTIC SYSTEMS s.r.o.

Pazite 960/3
907 01 Myjava
Slovenská republika

S.D.A. s.r.o.

Jána Bottu 4
974 01 Banská Bystrica
Slovenská republika

SCHUNK Intec s.r.o.

Levická 7
949 01 Nitra
Slovenská republika

Stäubli Systems, s.r.o.

Hradecká 536
530 09 Pardubice
Česká republika

STIMBA, s. r. o.

Súvoz 1/1662
911 01 Trenčín
Slovenská republika

Valk Welding CZ, s.r.o.

Podnikateľský areál 323/18
742 51 Mošnov
Česká republika

YASKAWA Czech s.r.o.

West Business Center Chrástky
252 19 Rudná u Prahy
Česká republika

POĎAKOVANIE

Ďakujeme Ing. Marošovi Mudrákovi, šéfovi digitálneho podniku a vývoja v MATADOR Automation, s. r. o.,
Ing. Jánovi Mokošákovi, zvraciemu inžinierovi v HERN, s. r. o.,
Ing. Jurajovi Habovštiakovi, riaditeľovi MTS, spol. s r. o. a
doc. Ing. Františkovi Duchoňovi, PhD., riaditeľovi Národného centra robotiky,
za čas a ochotu podeliť sa s nami o svoje názory, znalosti a skúsenosti.

ZDROJE INFORMÁCIÍ A LITERATÚRA

www.automatizacia.sk/konferencie/robotika

www.robotinvestment.eu

<http://robotiq.com>

www.robotics.org

<https://ifr.org>

www.eu-robotics.net

www.controldesign.com

www.robots.com

www.flaticon.com

| atp | journal |

© HMH, s.r.o.

2017