

Tridsať rokov svetovej robotiky (4)

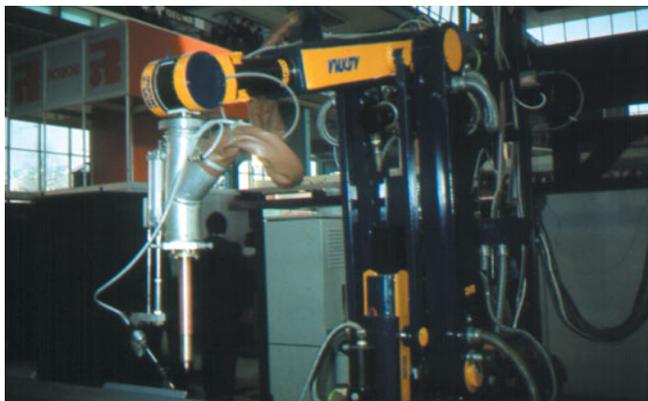
Václav Kalaš

Rozvoj robotiky v bývalom Československu a súčasný stav v SR

7. Vybrané realizované československé pracoviská so systémami PRaM

Zo širokej palety automatizovaných technologických pracovísk (ATP) realizovaných v Československu uvedieme len malú vybranú časť, pričom okrem podniku je spravidla udaný aj realizátor a rok realizácie:

- KOVOLIT Modřice u Brna – ATP tlakového liatia, robot PR16-P, VÚKOV, 1980
- Zbrojovka Vsetín – pracovisko objemového tvárnenia, robot PR16-P, VÚKOV, 1981
- ZVL Dolný Kubín – pracovisko objemového tvárnenia, robot PR16-P, VÚKOV, 1982
- SANDRIK Hodruša-Hámre – pracovisko plošného tvárnenia, automatický manipulátor AM5, VÚKOV, 1982
- LIAZ Jablonec nad Nisou – pracovisko objemového tvárnenia, automatický manipulátor AM1, VÚKOV, 1982
- KOVOSMALT Fiľakovo – pracovisko plošného tvárnenia, manipulátor M4, VÚKOV, 1982
- MEZ Frenštát, šesť ATP vo výrobných linkách obrábania rotorov asynchrónnych motorov, 1983
- JIHOSTROJ Velešín – automatické kovacie linky s deviatimi systémami PRaM, 1983 – prvé skupinové nasadenie PRaM v Československu
- DUSLO Šaľa – aplikácia NSR manipulátora OSAMAT firmy GREIF na plnenie vriec pre výrobky z AGRO II, 1984
- Železárnja a drátovny Bohunice – obrábanie kolies pre železničné vozne, dovoz 40 PRaM z NSR s nosnosťou 500 kg, 1985
- MEZ Frenštát – pracovisko so 42 manipulátormi M63, pracovisko obrábania hriadeľov elektromotorov, projektoval INPRO Košice, 1985
- MEZ Michalovce – výroba elektromotorov s použitím 70 exemplárov PRaM, VÚKOV, 1985 – v tom čase najrobotizovanejší podnik v Československu
- AZNP Mladá Boleslav – zváranie automobilových karosérií, dovoz, celkovo inštalovaných 116 robotov, 1985
- Považské chemické závody Žilina – aplikácia dvoch manipulátorov M 63, pracovisko odformovávania organického skla, 1986
- Gumárne Púchov – ATP automatického vyvažovania autoplášťov, 2 x PR16-P, 1986



Obr.19 Adaptívny zvärací priemyselný robot APR-20 – VÚKOV Prešov

- Chemko Strážske – aplikácia manipulátora OSAMAT na baliacej linke VELOX, 1986
- ELEKTROSVIT Nové Zámky – ATP tvarovania cievok statora motora/kompresora chladničiek, PR16-P, INORGA Praha, 1988 – 89

Väčšinou išlo o pracoviská s malým počtom systémov PRaM, pričom celkový počet takýchto ATP v Československu bol niekoľko tisíc. V uvažovanom období nastal však v Československu pomerne intenzívny rozmach výroby robotov tretej generácie, pričom išlo o tzv. adaptívne roboty, ktoré sú vďaka špeciálnym senzorickým systémom (vizuálny, silovo-momentový systém a pod.) schopné v určitom rozsahu aktívnym zásahom do riadiaceho programu, t. j. nadradením spätných väzieb, automaticky vykonávať korekcie v technologických procesoch. Môže ísť napr. o automatické rešpektovanie tepelných deformácií v zväracích procesoch, rešpektovanie rozptylu v presnosti upnutí, v rozmeroch zvarencov a pod.

Z kategórie adaptívnych robotov je na obr. 19 uvedený robot APR-20 – VÚKOV Prešov, ktorý mal nosnosť 10 kg. Bol určený na zväracie procesy metódami MIG a MAG a na zváranie rúrkovou elektródou. Mal riadiaci systém RS-4A, opakovaná presnosť bola $\pm 0,5$ mm, cylindrický súradnicový systém, 6 stupňov voľnosti, maximálnu rýchlosť 1000 mm/s a elektrické servosystémy.

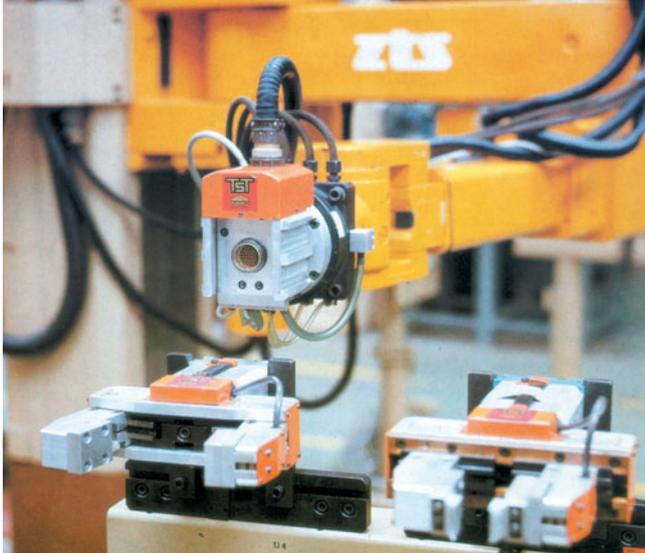
Na obr. 20 je demonštrovaný ťažký adaptívny robot APR 40 – VÚSTE Praha, ťažiskovo určený na elektrické odporové bodové zváranie. Robot mal tieto parametre: nosnosť 60 kg, resp 80 kg (pri menšej rýchlosti), presnosť 1 mm, 6 stupňov voľnosti, hmotnosť 1650 kg.



Obr.20 Adaptívny priemyselný robot ťažkého radu APR 40 – VÚSTE Praha

V tejto podskupine adaptívnych robotov uvedme ešte adaptívny montážny robot PR 300 ZŤS uvedený na obr. 21. Robot pracuje v cylindrickom súradnicovom systéme, používa vyspelý riadiaci systém koncipovaný na báze vyšších programovacích jazykov, disponuje možnosťou automatickej výmeny montážnych nástrojov. Menovitá nosnosť robota je 20 kg, presnosť polohovania $\pm 0,1$ mm, maximálny horizontálny dosah ramena 1670 mm, pracovná rýchlosť 0,1 až 100 mm/s, druh adaptivity polohový, resp. silovo-momentový, pohony robota aplikujú diskové motory DC.

Tieto roboty, ako i rad ďalších, mali koncom 80-tych a začiatkom 90-tych rokov zabezpečiť realizáciu vyspelých ATP, resp. robotizovaných komplexov v československom priemysle.



Obr.21 Adaptívny priemyselný montážny robot PR 300 – ZTS

8. Pozitíva a negatíva československej robotiky

Nie je jednoduché objektívne zhodnotiť približne 20-ročné obdobie rozvoja československej robotiky, pretože hľadiská na túto problematiku môžu byť veľmi rozdielne. Napriek tomu možno uviesť tieto pozitíva:

- Program robotizácie československého priemyslu znamenal rozvojový impulz, ktorý čiastočne pohnal najmä rozvoj strojárstva, elektrotechniky, elektroniky, výpočtovej techniky, výkonovej elektroniky, materiálového inžinierstva a pod.
- Ťažisko rozvoja československej robotiky bolo najmä v oblasti výskumu, vývoja, výroby i nasadzovania PRaM približne z 80 % na Slovensku. Vznikol rad pracovísk, kde bola, i keď nie celkom uspokojivo, zvládnutá mimoriadne náročná a komplexná problematika robotiky.
- Na problematike robotiky vyrástla generácia schopných konštruktérov a manažérov, pričom nadobudnutý intelektuálny potenciál sa zovšeobecnil a zúžitkoval aj v iných oblastiach. Vplyv robotizácie na profesijnú štruktúru pracovných síl bol pozitívny.
- Československý rad PRaM bol primeraný, i keď ho bolo potrebné v neskorších rokoch zúžiť.
- PRaM boli modulového typu, umožňovali dedičnosť a aj unifikáciu na jednoduchšie systémy.
- Československé roboty boli porovnateľné s robotmi bývalých krajín RVHP. V podstate sa postupne zvládli niektoré náročné strojárské a elektrotechnické komponenty, ako i technológie, napr. tlakové liatie veľkých blokov PRaM, vývoj a výroba harmonických a iných prevodoviek, veľkopriemerových valivých ložísk, materiály ako magnetické kvapaliny, špeciálne vodiče odolné voči otrasom, niektoré senzorké špeciálne systémy ako 6-zložkový silovo-momentový snímač, niektoré typy chápadiel, resp. technologických hlavíc robotov.
- Postupne sa prechádzalo ku skupinovému nasadzovaniu PRaM v tvorbe ATP.
- V dvojročných cykloch sa organizovali medzinárodné výstavy robotov s veľkou účasťou československých výrobcov, československých vysokých škôl, akadémií vied a pod. pod názvom ROBOT Brno. Podobne sa organizovali kongresy a konferencie orientované na robotiku, pričom problematika robotiky razantne prenikla aj do odborných publikácií.
- Boli vyvinuté a prakticky aj odskúšané systémy indukčného vedenia dopravných bezvodičových vozíkov (ZTS).
- Najmä VÚKOV, ÚTK SAV, ale aj iné inštitúcie sa snažili o rozvoj medzinárodnej spolupráce, a to neskôr aj s Japonskom, Nemeckom a Talianskom.
- Mimoriadne úsilie vyvíjal VÚKOV v oblasti vytvorenia koncepcii v rámci združenia VHJ do inštitúcie ROBOTECH a inštitúcie ROBOT.
- Začal sa rozvoj robotizácie i v netradičných oblastiach, ako je výroba obuvi, textilná výroba, tehliarstvo, sklársky priemysel, papierenský priemysel a pod.

V československej robotike však bol rad vážnych problémov a negatív ako:

- Už spomínané silné direktívne riadenie, silne centralizované bez dostatočnej aktivity zdola.
- Existovala veľká psychologická bariéra a strach z nového, nepoznaného a náročného odvetvia. Vznikali aj veľké obavy zo substitúcie pracovnej sily robotmi.
- Pri projektovaní vtedajších závodov sa nepočítalo s ich robotizáciou.
- Nedarilo sa v plnom rozsahu plniť štátne plány v oblasti robotiky, a to ani po ich korekciách.
- Počítalo sa, že do roku 1990 sa vytvorí celkovo približne 4800 roboto-technologických komplexov, resp. pružných výrobných systémov v československých závodoch, čo sa nepodarilo v globále splniť.
- Efektívnosť zavádzania PRaM do československých technológií bola pomerne malá.
- Cena československých PRaM bola veľmi vysoká, napr. robot PR32-E stál približne 1,3 mil. Kčs, robot PR 16-P približne 750-tis. Kčs. Napriek 40 % štátnej dotácii, ktorá bola zavedená od roku 1983 pre výrobcov, resp. odberateľov, boli problémy s financovaním robotických zariadení.
- Československé PRaM vykazovali horšie charakteristiky v porovnaní so svetovou špičkou, a to hmotnostné, materiálové, energetické a spoľahlivostné. Poruchovosť československých PRaM bola spočiatku veľmi vysoká a obnášala v priemere približne 200 pracovných hodín medzi dvoma poruchami, pričom napr. japonské roboty vykazovali v tom čase približne desaťnásobnú spoľahlivosť. Postupne sa podarilo tento faktor zvýšiť na 500 až 600 hodín. Najväčšiu poruchovosť vykazovali elektronické a elektrotechnické systémy (okolo 60 %) a mechanické systémy (okolo 40 %).
- Československej robotike chýbali vhodné komponenty na výrobu robotov, napr. diskové pohonné jednotky, hydraulické motory, lineárne valivé uloženia, prevodovky, riadiace systémy, elektromagnetické brzdy, vhodné servoventily, tranzistorové meniče pre motory, priame, t. j. bezprevodkové hyperservomotory, rad senzorkých systémov atď.
- Chýbali projekčno-dodávateľsko-servisné systémy robotizovaných pracovísk.
- Bol veľký nedostatok systémového okolia ako vhodné chápadlá robotov, technologické hlavice, polohovadlá, automatické dopravné systémy a pod.

Všetky tieto, ako aj ďalšie problémy, boli nad silu československej ekonomiky. V globále však možno konštatovať, že bez programu československej robotizácie v danom období a za daných podmienok by bola situácia v československej ekonomike ešte komplikovanejšia.

9. Stav v robotike na Slovensku po roku 1990 a jej perspektívy

I keď sa po zmene politicko-ekonomického systému výroba PRaM na Slovensku postupne utlmovala, niektoré slovenské firmy ešte niekoľko rokov navrhovali a realizovali robotizované pracoviská, a to najmä v Česku. V ďalších rokoch sa rozširoval rad firiem, ktoré sa úspešne angažovali v uvažovanej, resp. blízkej oblasti, pričom Slovensko má veľké šance v ďalšom rozvoji komplexnej automatizácie technologických procesov. V nových podmienkach sa výrazne zlepšila situácia v oblasti riadiacej výpočtovej techniky, v dostupnosti komponentov i celkov aj pre robotizáciu výrobných technológií. Prítom podľa odhadov pracuje v súčasnosti v SR približne 1000 priemyselných robotov a ich počet sa bude rýchle zvyšovať najmä v súvislosti s ďalším rozvojom automobilového priemyslu.

Problematiku ďalšieho rozvoja robotiky v SR možno zhrnúť takto:

- V SR existuje značný vedecký, odborný a technologický potenciál na rozvoj robotiky, a to najmä v oblasti programového vybavenia, v tvorbe nových senzorkých systémov, v pohonných systémoch, v aplikovanej výkonovej elektronike aj z hľadiska

medzinárodnej spolupráce. Uvedený potenciál dokumentuje napr. aj skutočnosť, že slovenská vývojová firma ZĽS VVÚ Košice vyhrala v roku 2003 konkurz medzi 88 svetovými firmami na riešenie usadzovania približne 2000 supravodivých magnetov pre 27 km dlhý urýchľovač, ktorý buduje ženevská inštitúcia CERN. Existuje výrazná možnosť rozvoja i mechanických komponentov robotov, čo možno takisto dokumentovať napr. aj košicko-prešovskou firmou SPINEA, ktorá svoju originálnu patentovanú ložiskovú prevodovku, pokiaľ ide o výrobu, prakticky celú produkciu exportuje výrobcom robotov, radarov, zdravotnej techniky a pod. a razantne zvyšuje neustále produkciu. Podobne je úspešných i rad ďalších firiem, napr. MICROSTEP GROUP Bratislava, ktorá sa úspešne presadila so svojimi veľkoplošnými technologickými centrami CNC na delenie materiálov na báze elektrického plazmového oblúka, vysokotlakového vodného lúča, laserového zväzku, plameňa a frézovania v Západnej aj vo Východnej Európe a v Južnej Amerike (obr. 22, 23, 24).

- SR má veľké šance angažovať sa v rozvoji technológií tretieho tisícročia, ako sú laserové technológie, moderné technológie zvarovania, technológie delenia materiálov plazmovým oblúkom a vodným lúčom, aplikáciou robotov v medicínskych oblastiach, v domácnostiach, v rozvoji ťažby konkrécií (valúnov) z morského dna. Na svojej vymedzenej ploche v Tichom oceáne SR už experimentálne vyťažila z hĺbky 4800 m približne 500 ton obohatených surovín vzácnych kovov, pričom v týchto technológiách sa perspektívne budú aplikovať teleoperátorické systémy a ťažké drapákové roboty, ako aj iné mechanizmy.



Obr.22 Súčasná výroba veľkoplošných rezacích centier CNC vo firme MICROSTEP GROUP Bratislava, ktoré môžu disponovať aj 6 stupňami voľnosti



Obr.23 Veľkoplošný technologický systém AQUACUT firmy MICROSTEP GROUP na delenie materiálov vodným lúčom



Obr.24 Detail technologickej páliacej hlavice veľkoplošného deliaceho automatu CNC COMBICUT firmy MICROSTEP GROUP s možnosťou delenia kovových materiálov do hrúbky 200 mm

- Rad školských pracovísk má vybudované, resp. za výraznej sponzorskej pomoci buduje pedagogické robotické laboratória, napr. Strojnícka fakulta STU v Bratislave v spolupráci s firmou FESTO a tiež budovaného Laserového centra v Bratislave.
- SR má predpoklady na ďalší rozvoj špeciálnych systémov s ľudským zameraním (napr. odmiňovacie systémy) a pod.
- V SR sa úspešne rozvíjajú mimoriadne atraktívne súťaže, a to aj na medzinárodnej úrovni študentov a žiakov v oblasti tvorby autonómnych mobilných robotov, kde napr. Fakulta elektrotechniky a informatiky STU v Bratislave zorganizovala v roku 2004 už piaty ročník takejto súťaže, ktorej sa zúčastnilo i zo susedných krajín približne 50 rôznych typov robotov [18]. Podobných aktivít v SR by bolo možné uviesť viac. Celkovo možno konštatovať, že SR môže dosiahnuť v budúcnosti v oblasti robotiky ďalšie významné, aj medzinárodné úspechy.

Literatúra

- [10] BUDA, J., KOVÁČ, M.: Priemyselné roboty. Bratislava: ALFA, 1976.
- [11] Zborník z celoštátnej konferencie Aplikovaná robotika '81, Havířov.
- [12] Prospekty VHJ ZĽS
- [13] Prospekty firmy VŮKOV
- [14] ČOP, V., BUDA, J., KOZIREV, J. G.: Automatizácia technologických procesov priemyselnými robotmi a manipulátormi. Bratislava: ALFA, 1985.
- [15] Správa Federálneho štatistického úradu uverejnená v denníku Pravda z 24. 1. 1987.
- [16] SURII, J., REMSA, V.: Roboty slouží člověku Praha: Naše vojsko, 1982.
- [17] KALAŠ, V.: Prednášky z disciplíny ROBOTOTECHNIKA, FEI STU Bratislava.
- [18] Internetové stránky www.robotika.sk

Pokračovanie v budúcom čísle.

prof. Ing. Václav Kalaš, DrSc.

**Slovenská technická univerzita
Fakulta elektrotechniky a informatiky
Ilkovičova 3, 812 19 Bratislava
e-mail: kalas@kar.elf.stuba.sk**