

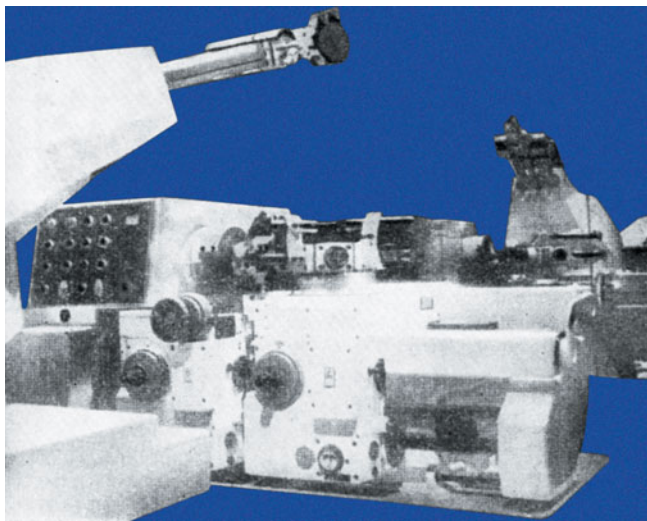
# Tridsať rokov svetovej robotiky (3)

Václav Kalaš

## Rozvoj robotiky v bývalom Československu

### 5. Začiatky československej robotiky

Za prvý pokus použitia priemyselného robota v Československu možno pokladať inštaláciu automatického pracoviska pozostávajúceho z československého poloautomatického revolverového sústruhu RB 25 a priemyselného robota UNIMATE dovezeného z USA, na svetovej výstave EXPO 1967 v kanadskom Montreale [10]. Priemyselný robot zabezpečoval podávanie a odoberanie obrobkov do sústruhu a zo sústruhu, ako aj kontrolu rozmerov obrobenej súčiastky. Na obr. 12 je uvedená štruktúra tohto robotizovaného pracoviska.



Obr.12 Štruktúra prvého československého robotizovaného pracoviska na svetovej výstave EXPO '67 v Montreale

Prvé československé roboty QJN 020 boli vyrobené v roku 1973 v spolupráci VUSTE Praha (Výskumný ústav strojárské technológie a ekonomiky), ktorý navrhol a zhotovil mechanické časti týchto robotov, a VÚTS Brno (Výskumný ústav tváracích strojů a tváření), ktorý navrhol a zhotovil riadiace systémy týchto robotov. Hlavné parametre robotov boli: nosnosť 20 kg, pri pomalých rýchlostiach 40 kg a presnosť polohovania  $\pm 0,15$  mm. Celkovo boli vyrobené dva exempláre týchto robotov. Jeden pracoval v DESTA Domažlice a ďalší v Považských strojárňach. V 70-tych rokoch sa do Československa doviezli z Anglicka dva kusy vtedy v Európe rozšíreného a najstaršieho hydraulického robota VERSATRAN 500. Jeden exemplár bol distribuovaný do AZNP Mladá Boleslav a druhý na Strojnícku fakultu VŠT Košice (obr. 13). Tento robot mal 5 stupňov voľnosti, presnosť  $\pm 10$  mm, cylindrický súradnicový systém, riadenie PTP a CP (pozri ďalej),



Obr.13 Anglický hydraulický robot VERSATRAN 500 – prvý robot na pedagogickom pracovisku – SJF VŠT Košice

potenciometrický odmeriavací systém polohy, generátor hydraulického tlaku kompaktný s robotom. Výrobcom bol HAWKER Siddeley Dynamics Eng. Ltd. England – USA.

Sústavná pozornosť robotike v Československu sa začala v roku 1971. V roku 1972 boli prvé rokovania s bývalým ZSSR. Vtedy sa v Moskve na Štátnom výbore pre vedu a techniku na adresu československej delegácie povedalo: „Máte vyspelý strojársky priemysel schopný vyrábať kvalitné roboty. Snažte sa byť vpredu, nečakajte. Bude to pre vás vynikajúci exportný artikel. Musíte však popohnať československú elektroniku.“ [11]

V tom čase sa za klady československej robotiky pokladalo najmä toto:

- Existencia Výskumného ústavu kovopriemyslu (VÚKOV) Prešov – vedecko-výrobnoprojektčná inštitúcia pre robotizované pracoviská, návrhy a stavbu priemyselných robotov.
- Možnosť projektovania aj výroby robotizovaných pracovísk aj v iných organizáciách ako ZŤS, ČAZ a iné, čo boli výrobnohospodárske jednotky (VHJ).
- Na vysokých školách existovali študijné odbory veľmi blízke problematike robotiky. Pritom bol pomerne značný záujem študentov o tento progresívny odbor.
- Programové zaradenie výskumnej problematiky robotiky a umelej inteligencie v ČSAV a v SAV.

- Schopnosť Československa k medzinárodnej spolupráci v oblasti robotiky.
- Možnosť usporiadania periodických medzinárodných výstav robotov v Brne, čo sa aj realizovalo každé 2 roky počnúc rokom 1978.
- Úvahy začať sériovú výrobu robotov okrem VÚKOV Prešov v ZŤS, ZPA Prešov, ZEZ Hloubětín – Závod Hořice, DESTA Klatovy atď.

Za nedostatky rozvoja robotiky v Československu sa pokladalo najmä toto:

- Pomalosť, nepružnosť, nerozhodnosť riadiacich štruktúr, ako aj vedení VHJ.
- Predstavy o rozvoji robotizácie zo začiatku boli relatívne skromné.
- Nedostatočné pochopenie spoločensko-ekonomického významu robotiky u väčšiny vedúcich hospodárskych a štátnych pracovníkov a ich veľká negramotnosť v tejto oblasti.
- Neochota VHJ obetovať pre rozvoj robotiky prostriedky z vlastných zdrojov.
- Ukázalo sa, že československé roboty budú relatívne drahé.
- Mimoriadny nedostatok uzlov a komponentov na výrobu robotov, ako sú špeciálne guľôčkové ložiská, prevodovky, elektromotory, výkonové tranzistory, snímače, hydraulické a pneumatické systémy atď.
- Prílišné centrálné a silne direktívne riadenie rozvoja robotiky zo strany štátu, t. j. tlak na rozvoj tohto odboru bol zhora pri malej iniciatíve technologického prostredia.

Napriek uvedeným ťažkostiam možno jednoznačne konštatovať, že nastávajúci rozvoj robotiky v Československu bol iniciovaný slovenskými pracoviskami, a to najmä zásluhou organizácie VÚKOV Prešov, Ústavu technickej kybernetiky SAV a niektorými vysokými školami.

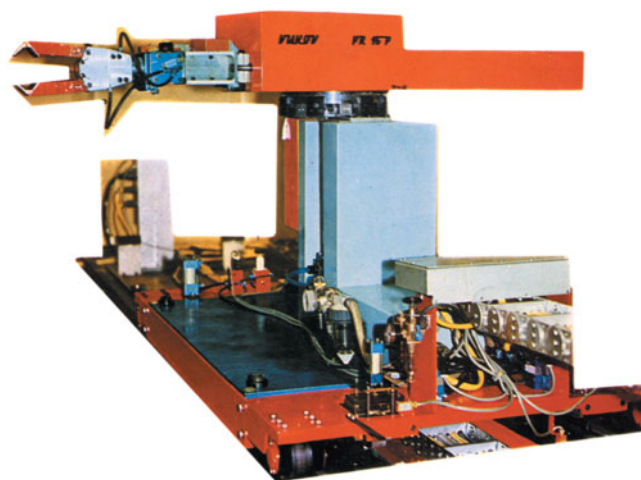
Predpokladalo sa, že využitie robotov bude najmä v nasledujúcich oblastiach:

- plošné a objemové tvárnenie – obsluha lisov, kovacích zariadení a pod.,
- procesy zvarovania, a to jednak odporového bodového, jednak elektrického oblúkového zvarovania metódami MAG, MOG, MIG a TIG,
- procesy lejárstva,
- výroba súčiastok z plastov,
- technológie obrábania,
- tepelné spracovania, napr. obsluha kaliacich pecí,
- procesy montáže najmä v strojárskom a elektrotechnickom priemysle,
- technológie merania a kontroly,
- povrchové úpravy, t. j. farbenie a pod.,
- paletizácia a depaletizácia výrobkov,
- výroba stavebných dielcov, napr. tehál, panelov a pod.

Okrem toho sa perspektívne uvažovalo o aplikácii robotov aj v oblastiach textilného a obuvníckeho priemyslu, v sklárskej výrobe, vo výrobe potravín, liekov atď.

V Československu išlo v uvažovanom období jednak o priemyselné roboty 1. a 2. generácie so štyrmi až šiestimi stupňami voľnosti s preprogramovateľnými riadiacimi systémami s riadením polohy koncového bodu robota, napr. chápadla z bodu do bodu (tzv. polohové PTP riadenie), jednak išlo o systémy s tzv. dráhovým riadením CP, kde ide o pohyb koncového bodu robota po danej trajektórii, pričom sa riadi rýchlosť pohybu po dráhe, príp. ďalšie fyzikálne veličiny (uhol zvaracej pištole, jej malé periodické priečne pohyby pri oblúkovom elektrickom zvaraní a pod.).

Nižším stupňom uvažovaných systémov sú manipulátory, ktoré majú spravidla menší počet stupňov voľnosti a možno ich deliť na programovateľné, účelové, ručné a teleoperátorové. Tieto manipulátory môžu byť aj veľmi komplikované a môžu mať vysoký



Obr. 14 Pneumatický robot PR 16-P – VÚKOV Prešov

počet stupňov voľnosti. Účelom manipulátorov je najmä odbremenenie človeka od namáhavej fyzickej činnosti na rozdiel od robotov, ktoré zabezpečujú predovšetkým technologické operácie. Pod pojmom PRaM budeme ďalej rozumieť priemyselné roboty a manipulátory.

Zakladajúcim a priekopníckym pracoviskom rozvoja robotiky v bývalom Československu bol VÚKOV Prešov, ktorý už začiatkom 70-tych rokov z vlastnej iniciatívy zabezpečoval výskum, vývoj, výrobu a technologické aplikácie prvých československých PRaM. Na tomto pracovisku vznikol aj prvý československý, neskôr sériovo vyrábaný, priemyselný robot PR 16-P (obr. 14).

Išlo o robotický systém s pneumatickými pohonmi s maximálnou hmotnosťou manipulovaných predmetov do 16 kg. Robot pracoval v tzv. cylindrických súradniciach s tromi stupňami voľnosti ramena a s dvoma stupňami voľnosti zápästia. Bol určený na automatickú obsluhu výrobných strojov a zariadení. Robot pôvodne disponoval riadiacim systémom NS 910, pričom používal feritovu vnútornú pamäť, počet krokov v pracovnom cykle bol do 100. Pracoval s riadením z bodu do bodu (PTP). V pôvodnej modifikácii bolo tento robot možné riadiť aj diernou páskou s možnosťou ovládania cez nadradený počítač. Celková hmotnosť robota bola 813 kg.

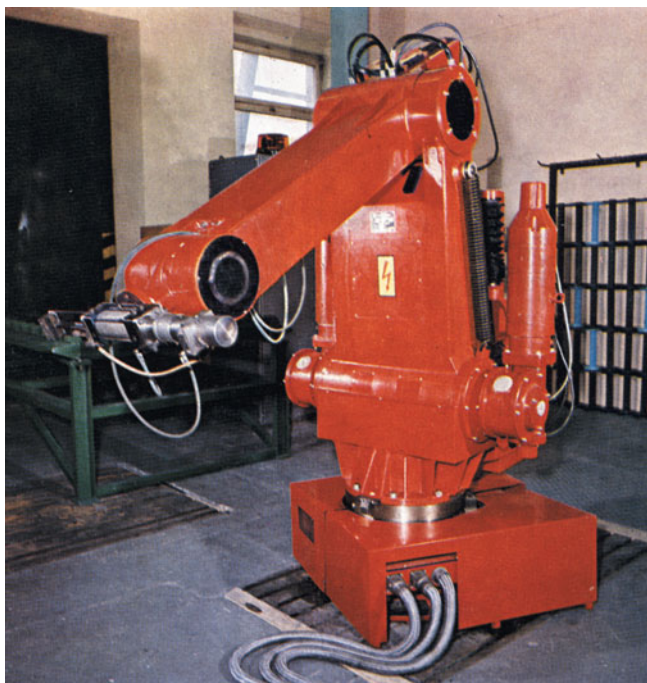
## 6. Výroba československých robotov a manipulátorov

Koordinovaný rozvoj robotizácie v Československu sa začal v roku 1975 výskumom, vývojom a výrobou PRaM v rámci štátneho plánu rozvoja vedy a techniky. Bol vytvorený typový rad PRaM stavebnicovej koncepcie s hmotnosťou manipulovaných predmetov do 1, 4, 16, 32, 63 a 160 kg. Pritom sa počítalo len s československou súčiastkovou základňou. Program zabezpečovalo Federálne ministerstvo pre technický a investičný rozvoj a Federálne ministerstvo všeobecného strojárstva. Ako vedúce pracovisko bol stanovený VÚKOV Prešov. Postupne sa v 70-tych a 80-tych rokoch v malých sériách vyrábalo v Československu približne dvadsať typov PRaM. Išlo najmä o tieto typy PRaM a ich výrobcov:

Typ robota	Výrobca
PR 16 – P	ZPA Prešov
PR 32 E	ZŤS Detva a ZES Hořice
PROB10 a PROB20	Motocyklové závody Strakonice
APR2,5	VÚKOV Prešov
APR20	VÚKOV Prešov
APR40	VÚSTE Praha, ZEZ Praha
OJ10	ZŤS Detva
IBR8	TOS Rakovník
AM1D	VÚMA Nové Mesto nad Váhom
AM5	ZPA Prešov
MTL 10	Vihorlat Snina

AM20	VÚKOV Prešov
M 40	BAZ Bratislava
M 63	Vihorlat Snina
AM 80	VÚKOV Prešov, TST Praha
MPH 1	VÚKOV Prešov
MX	VÚMA Nové Mesto nad Váhom
MSS 63	TOS Kuřim
SPR5, 10	SAM Myjava
UM 160	Vihorlat Snina

Z uvedených PRaM je napr. na obr. 15 demonštrovaný prvý československý robot s elektrickými pohonmi PR 32-E vyvinutý vo VÚKOV Prešov, ktorý mal päť stupňov voľnosti a bol určený na manipuláciu s predmetmi s hmotnosťou do 32 kg a pri zníženej rýchlosti do 63 kg. V tomto robote boli použité DC motory typu MEZOMATIC MEZ Brno. Riadiaci systém robota umožňoval technologický proces činnosti v režime PTP i v režime CP. Tento robot bol v Československu rozšírený aj pri procesoch zvárania elektrickým oblúkom v ochranných atmosférach plynov.



Obr.15 Priemyselný robot PR-32 E – VÚKOV Prešov

Na obr. 16 je úspešné zváracie robotizované pracovisko elektrického oblúkového zvárania v ochranných atmosférach plynov ZĽS s robotom OJ10 s piatimi stupňami voľnosti, s rumunskými diskovými motormi DC radu SMU, každý s výkonom 250 W, s nosnosťou do 10 kg. Opakovaná presnosť robota bola  $\pm 0,1$  mm, zváracia rýchlosť bola nastaviteľná v rozsahu 0,1 až 99 mm/s. Hmotnosť

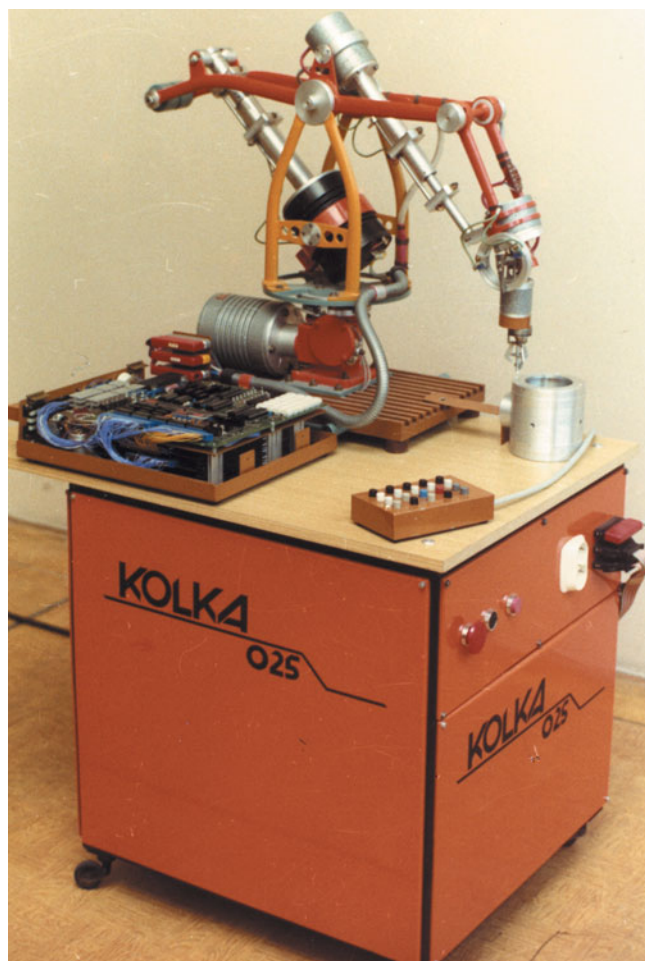


Obr.16 Zváracie pracovisko elektrického oblúka s robotom OJ 10 – ZĽS

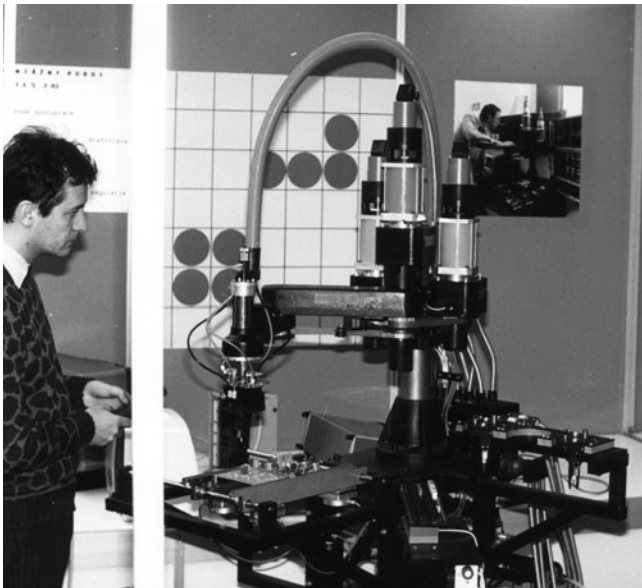
robota bola približne 300 kg. Na obr. 16 vidieť i systémové okolie robota, a to dve kruhové polohovadlá, každé s dvoma stupňami voľnosti na polohovanie zvarencov, riadiaci systém RSP 01 s možnosťou riadenia 10 osí, zvärací poloautomat, jednotku programovania zväracích parametrov a výložník podávania drôtovvej zväracej elektródy.

Okrem už uvedených PRaM vyrábaných v Československu bol v rôznych organizáciách a obdobiach navrhnutý a vyrobený rad ďalších robotov, napr. robot HYMR 50 navrhnutý na Strojníckej fakulte VÚT Košice, manipulátor PRIM Chronotechna Šternberg, robot PR-20S ČVUT/ČKD a ďalšie. Na ilustráciu je na obr. 17 z tejto kategórie robotov zobrazený pedagogický laboratórny robot KOLKA 025 (Kolektív Kalaš) s piatimi stupňami voľnosti, s pohonnými servosystémami s krokovými motormi, ktorý vznikol v rokoch 1978 až 1979 na Katedre automatizácie a regulácie Elektrotechnickej fakulty SVŠT v Bratislave. Tento robot umožňoval napr. simuláciu vedenia zväracej hubice po naprogramovanej dráhe s CP riadením, pričom ceruzka uchopená v chápadle robota mohla kresliť na príslušný papier svoju čiastočne aj priestorovú dráhu a konfrontovať ju s jej programovaným matematickým modelom. Išlo o prvý československý robot s mikroprocesorovým riadiacim systémom. Robot bol na Medzinárodnej výstave ROBOT '82 v Brne odmenený najvyšším vyznamenaním z nevýrobnej sféry.

Na obr. 18 je montážny robot ROTES 2-01 skoncipovaný v TESLA-VRUSE v spolupráci s Katedrou automatizácie a regulácie Elektrotechnickej fakulty SVŠT v Bratislave. Robot bol ťažiskovo určený na zakladanie elektronických súčiastok do dosiek s tlačnými spojmi pre rozhlasové a televízne prijímače, počítače a pod. Robot mal automatickú výmenu chápadiel. Servosystémy robota boli koncipované na báze krokových motorov s drobením kroku a so spätnými väzbami. Nominálna hmotnosť vrátane chápada



Obr.17 Pedagogický robot KOLKA 025 – KAR EF SVŠT Bratislava z rokov 1978 – 1979



**Obr.18 Montážny robot ROTES 2-01  
– TESLA VRUSE a KAR EF SVŠT Bratislava**

bola 2 kg, presnosť polohovania  $\pm 0,05$  mm, štyri až päť stupňov voľnosti, maximálna rýchlosť 2 m/s. Riadiaci systém robota bol 16-bitový mikropočítačový s prvotným predvádzaním. Robot bol skoncipovaný v rokoch 1984 – 85.

Uvedme v tejto subkapitole ešte niektoré kvantitatívne informácie o výrobe československých systémov PRaM na základe údajov už uvedených ministerstiev a Federálneho štatistického úradu. V rokoch 1965 až 1970 sa v Československu realizovalo celkovo 566 automatizovaných technologických pracovísk (ATP), v ktorých bolo nasadených 1204 systémov PRaM domácej a zahraničnej produkcie. Napr. v rokoch 1981 až 1982 sa realizovalo ďalších 443 ATP s 1093 PRaM. V rokoch 1983 až 1985 sa vyrobilo 86 robotov PR 16-P, 119 robotov PR 32-E, 75 robotov UM 160, 60 robotov PR4, 74 robotov SPR10 a SPR20 na striekanie farieb, 234 manipulátorov M 63 atď. Prítom v roku 1983 sa doviezlo 65 zahraničných priemyselných robotov. V rokoch 1985 až 1990 sa malo v rámci cieľového programu Automatizácia výrobných procesov s využitím priemyselných robotov podľa plánu vyrobiť a nasadiť 9400 systémov PRaM v približne 4900 ATP. Prítom sa v uvedenom období malo dovieť 405 robotov zo socialistických štátov a 416 z kapitalistických štátov. Údaje aspoň o čiastočnom naplnení tohto projektu nie sú však k dispozícii. Všetky informácie o produkcii československých a uvedených údajov o systémoch PRaM a o počte vzniknutých ATP treba brať s rezervou, pretože sa často exaktne neoddeľujú roboty od manipulátorov, pričom sa obvykle štátne plány plnili realizáciou jednoduchých, tzv. ručných manipulátorov.

*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**