

Almanach historie

Výzkumného ústavu matematických strojů




VÚMS →



Díl I.

Historie vývoje počítačů ve VÚMS

zpracoval kolektiv autorů z VÚMS



1950 - 1997

ALMANACH

historie Výzkumného ústavu matematických strojů

Díl I.

Historie vývoje počítačů ve VÚMS

zpracoval kolektiv autorů z VÚMS

pod vedením Ing. Petra Golana, CSc. a Ing. René Kollinera

© Ing. Petr Golan, CSc. a Ing. René Kolliner 2019

Editoři projektu:

Ing. Golan Petr, CSc. (1950)

Ing. Kolliner René (1946)

Zvláštní poděkování při sestavování publikace, za příspěvky, cenné rady, vzpomínky a upřesnění některých částí publikace patří:

paní **Janě Čejkové** - první operátorce EPOSu

panu **RNDr. Zdeňkovi Pachlovi** (1942-2021) – za významný přínos informací, historických pamětí, rozsáhlých vzpomínek na pracovní náplň i na své spolupracovníky v oblasti vytváření programů a programování

Rovněž vřelé poděkování autorům a přispěvatelům do odborné části publikace (v abecedním pořadí):

panu **Ing. Radomírovi Andryšovi** (1930) – za audio vzpomínky

panu **Ing. Miroslavu Konečnému** (1931) – za textovou odbornou část a audio vzpomínky

panu **Ing. Pavlovi Kudrnovskému** (194x) – za textovou odbornou část

paní **Haně Mahlerové** (194x) – za poskytnutí fotodokumentace

paní **Václavě Smetáčkové** (19xx) – za poskytnutí fotodokumentace

panu **prof. Janu Sokolovi, PhD** (1936-2021) – za lektorskou činnost a korekturu

panu **Ing. Karlu Turzovi** (19xx) – za audio vzpomínky

panu **Ing. Janu Vocetkovi** (19xx) – za textové a audio vzpomínky

panu **Ing. Josefu Vranému, CSc.** (19xx) – za audio vzpomínky a propagaci

panu **prof. Ing. Zdeňku Votrubovi, CSc.** (194x)– za textovou odbornou část

panu **Ing. Jaroslavu Zelenému, CSc.** (1941) – za textovou odbornou část

OBSAH

1	ÚVOD	8
2	VZNIK VÚMS.....	10
2.1	Profesor Antonín Svoboda	10
3	ČASOVÝ PRŮŘEZ HISTORIÍ ÚSTAVU A JEHO ČINNOSTÍ	16
3.1	Vznik a vývoj VÚMS do konce 60. let	20
3.2	Národní technické muzeum: složka Výzkumný ústav matematických strojů	31
3.3	VÚMS v roce 1975 pohledem pracovníka generálního ředitelství ZAVT	36
4	ČÍSLICOVÉ POČÍTAČE.....	45
4.1	Nultá generace číslicových počítačů z VÚMS.....	45
4.1.1	Kalkulační děrovač/násobička T50/T520	45
4.1.2	Eliška, SuperEliška, M1, M2	46
4.1.3	SAPO	51
4.1.4	SAPO a software	64
4.1.5	Bibliografie k SAPO	64
4.1.6	Počítač E 1a	66
4.1.7	Počítač E 1b	68
4.1.8	Počítač MNP 10	69
4.2	První generace číslicových počítačů z VÚMS	70
4.2.1	EPOS 1	70
4.2.2	EPOS 1 a software	73
4.2.3	Bibliografie k EPOS 1	74
4.3	Druhá generace číslicových počítačů z VÚMS.....	78
4.3.1	Počítače MSP1, MSP2	78
4.3.2	MSP-2 a software	81
4.3.3	Bibliografie k MSP-2	82
4.3.4	ŘÍP 1000.....	83
4.3.5	Biobliografie ŘÍP 1000	86
4.3.6	EPOS 2/ZPA 600,601, ZPA 200.....	86

4.3.7	EPOS 2 a software	91
4.3.8	Bibliografie k EPOS 2	94
4.3.9	Bibliografie k EPOS 2 – software	97
4.3.10	DP 100	98
4.4	Československá počítačová škola	99
4.5	Třetí generace číslicových počítačů z VÚMS	105
4.5.1	EC 1021	106
4.5.2	Doplnění hardware počítače EC 1021 operacemi v pohyblivé řádové čárce	108
4.5.3	EC 1021 a software	110
4.5.4	Instalace EC 1021 v čs. organizacích	115
4.5.5	Bibliografie k EC 1021	119
4.6	Třiapůltá generace číslicových počítačů z VÚMS	120
4.6.1	EC 1025	120
4.6.2	EC 1025 a software	121
4.6.3	Instalace EC 1025 v čs. organizacích	129
4.6.4	Bibliografie k EC 1025	130
4.6.5	EC 1026	132
4.6.6	Instalace EC 1026 v čs. organizacích	132
4.6.7	Bibliografie k EC 1026	135
4.6.8	EC 1027	136
4.6.9	Software k EC 1026 a EC 1027 (DOS IV a DOS V)	137
4.6.10	Instalace EC 1027 v čs. organizacích	140
4.6.11	Bibliografie k EC 1027	144
4.7	Čtvrtá generace číslicových počítačů z VÚMS	145
4.7.1	EC 1120	145
4.7.2	Bibliografie k EC 1120	149
4.8	Číslicové minipočítače ADT	151
4.8.1	ADT 4000, 4100, 4316	154
4.8.2	ADT 4500	156
4.8.3	ADT 4700	158
4.8.4	ADT 4800	159
4.8.5	ADT 4900	160
4.8.6	Vojenské mobilní minipočítače MOMI	161
4.8.7	Přehled vývoje minipočítačů ADT	163

4.8.8	Bibliografie k ADT	171
ANALOGOVÉ POČÍTAČE		173
4.9	Vladimír Vand	173
4.10	Analogové počítače ve VÚMS	176
4.11	EÚZ	177
4.12	Bibliografie k EÚZ.....	179
4.13	MEDA1, MEDA2	179
4.14	EMDA	180
4.15	ANALOGON.....	180
4.16	VEDA.....	182
4.17	MEDA T.....	182
4.1	ADT 3000	184
5 HYBRIDNÍ POČÍTAČE		185
5.1	HRA-4201.....	185
5.2	ADT 7000	185
6 PROGRAMOVÁNÍ, MIKROPROGRAMOVÁNÍ		186
6.1	Programové vybavení počítačů vyvíjených ve VÚMS	186
6.1.1	ZOS, MOS, DOS 3, 4, 5/EC.....	188
6.1.2	Překladače, třídící programy, komunikační SW	188
6.2	Diagnostické programové prostředky	191
6.3	Programové prostředky automatizovaného návrhu elektronických celků.....	191
6.3.1	SW k ADT (návrh desek ADELA, řízení elektráren,...)	191
6.3.2	SW k MDT 1000 <i>doplnit</i>	191
7 SHRUTÍ HISTORIE VÝVOJE POČÍTAČŮ VE VÚMS		192
7.1	Výzkumný ústav matematických stroju.....	192
7.2	Přínosy československé počítačové školy.....	193
7.2.1	Analogové počítače	193
7.2.2	Číslicové počítače	193

8	PŘÍLOHA - SOUPIS DALŠÍCH ZDROJŮ INFORMACÍ	203
----------	--	------------

1 Úvod

Dostává se Vám do rukou publikace, ve které jsme se pokusili zmapovat historii Výzkumného ústavu matematických strojů (VÚMS) od jeho vzniku až po jeho rozpad po Sametové revoluci. Nejedná se o dílo čistě autorské, protože necháváme promlouvat celou řadu pamětníků a zařazujeme (se svolením autorů) i nejrůznější články a odkazy na internetovské stránky. Proto jsme zvolili jako formu Almanach, neboť ten je definován coby neperiodická publikace obsahující samostatné, většinou tematicky příbuzné stati, spojené v jeden knižní celek se společným názvem.

Musíme bohužel konstatovat, že tato publikace začala vznikat dlouho po rozpadu VÚMS, a tak řada významných pracovníků a pamětníků již není mezi námi. Je tedy nejvyšší čas zachytit vzpomínky dosud žijících pamětníků a uchovat je v písemné podobě pro historiky a příští generace zájemců o historii výpočetní techniky. Neboť jak připomněl doc. Ing. Branislav Lacko, CSc. na skvělém webu o výpočetní technice Ing. Vlastislava Čevely <http://prog-story.technicalmuseum.cz/index.php/r-redakce-vyvoje-prog-story/autorske-texty-samostatne/2749-emoke>, klasik české literatury Josef Škvorecký ve své knize Legenda Emöke praví:

„... Příběh se stává a zapadá a nikdo jej nevypráví. Potom někde žije člověk, odpoledne jsou horká a marná a přijdou vánoce a člověk umírá a na hřbitov přibude nová deska se jménem. Dva, tři, muž, žena, bratr, matka nosí ještě několik roků to světlo, tu legendu v hlavě, a potom také umřou. Pro děti je to už jenom starý film, nezaostřená aura rozlité tváře. Vnuci nevědí nic. A ostatní lidé zapomenou. Po člověku není už ani jméno, ani vzpomínka, ani prázdno. Nic. ...“

Mnoho informací o historii výpočetní techniky lze nalézt na internetových stránkách, kde je bohužel řada chyb, kvůli nimž dochází ke zkreslování a přepisování historie. Naším záměrem bylo čerpat pokud možno jen z ověřených a seriózních pramenů a soustředit nejdůležitější faktografická data o bohaté historii ústavu, o jeho všestranné činnosti, publikacích, projektech, jež se v ústavu řešily, a o výrobcích, které byly v ústavu vyvinuty a předány do výroby. Hlavním posláním této publikace je ale především zachovat vzpomínky

na všechny, kteří se na úspěších Výzkumného ústavu matematických strojů podstatným způsobem podíleli.

Kvůli rozsáhlosti díla jsme museli Almanach rozdělit do více dílů. V prvním díle je shrnuta historie vývoje číslicových a analogových počítačů ve VÚMS, druhý a třetí díl bude zahrnovat vývoj technologických zařízení a prvkové základny, čtvrtý díl je zaměřen převážně na publikační a patentovou činnost pracovníků VÚMS a do posledního, pátého dílu byly shrnuty vzpomínky pamětníků, jež celkový obraz historie a jedinečnou tvůrčí i politickou atmosféru ve Výzkumném ústavu matematických strojů dokreslují.

2 Vznik VÚMS

Historie VÚMS je neodmyslitelně spojena se jménem průkopníka československé výpočetní techniky Antonína Svobody. U příležitosti výročí stého výročí jeho narození jsme v listopadu 2007 uspořádali slavnostní setkání bývalých pracovníků VÚMS, představitelů ČVUT a Akademie věd. Na organizaci akce se tehdy podíleli zejména Zdeněk Votruba, Petr Golan, René Kolliner, Hana Mahlerová, Oldřich Klos a Karel Křišťoufek ve spolupráci s tehdejším děkanem FEL ČVUT Borisem Šimákem a spolkem ELEKTRA. Od sponzorů – soukromých firem založených bývalými pracovníky VÚMS (Alwil Software, a.s., Borland, s.r.o, EEProject s.r.o., VITA Software, s.r.o., VUMS Computers, s.r.o., VUMS Datacom, s.r.o., VUMS Legend, s.r.o. a VUMS POWERPRAG, s.r.o.) - se tehdy na realizaci akce vybralo 200 000 Kč.

Ve stejné době také vyšla kniha Jiřího Klíra a Petra Vysokého Počítače z Loretánského náměstí, kde je dobrodružný a plodný život Antonína Svobody detailně vylíčen. Jelikož kniha není v dnešní době každému dostupná, připomeňme si alespoň nejdůležitější milníky ze Svobodových životních osudů popsanych ve zmíněné knize.

2.1 Profesor Antonín Svoboda

Antonín Svoboda se narodil 14.10.1907 v Praze v rodině středoškolského učitele a již v dětství se projevila jeho mimořádná všestrannost a talent. Zajímala jej matematika, fyzika, ale i hudba, literatura, psychologie a cizí jazyky. Po maturitě v roce 1926 strávil prázdniny ve Francii, kde se naučil hovořit plyně francouzsky. Zde také vzniklo jeho celoživotní přátelství s Václavem Smetáčkem. Po prázdninách začal studovat elektrotechnické inženýrství na Českém vysokém učení technickém. Po složení státní závěrečné zkoušky ukončil



studia v roce 1932 jako elektrotechnický inženýr. V té době jej již velmi zajímala také fyzika, a proto od roku 1931 začal souběžně studovat tento obor na Karlově univerzitě. Zde se také seznámil se studentkou astronomie Miladou Joanellovou, s níž se pak v roce 1939 oženil.

Svoboda se od dětství zabýval hudbou. Hrál výborně na klavír, vystupoval se Smetáčkovým Pražským dechovým kvintetem a přivydělával si i jako korepetitor pěveckého sboru. Naučil se také hrát na bicí a příležitostně účinkoval dokonce v České filharmonii jako hráč na tympány. K okruhu jeho hudebních přátel patřili kromě dirigenta a hoboisty Václava Smetáčka také hudební skladatel Bohuslav Martinů a klavírista Rudolf Firkušný, (https://database.martinu.cz/photos/public_search/page:4), které poznal později v emigraci, a také rodina národního umělce Václava Trojana.

Kromě hudby byl Svoboda zapáleným vyznavačem bridže. Vytvořil dokonce vlastní strategii této hry a publikoval ji v knize Nová teorie bridže. Ale všechny tyto aktivity byly jen doplňkovou činností k jeho hlavnímu zájmu, a tím byla věda a technika.

V roce 1935 přijal Svoboda místo asistenta na katedře matematiky Fakulty strojního a elektrotechnického inženýrství v Praze. V roce 1936 obhájil svou disertační práci, která se týkala využití tenzorového počtu při návrhu elektrických sítí. V témže roce byl povolán k výkonu základní vojenské služby, což mu zabránilo v dokončení druhé disertace na Karlově univerzitě. V armádě se dostal společně s astronomem Vladimírem Vandem k výzkumné skupině, která vyvinula novou koncepci zaměřovače pro dělostřelectvo. Svobodovy znalosti matematiky a mechaniky přispěly k úspěšné a originální konstrukci zaměřovače rozhodující měrou. Bylo to v situaci, kdy sousední Německo již usilovně vyzbrojovalo svou armádu k realizaci Hitlerových světovládných plánů. Když pak po mnichovské zradě došlo na podzim 1938 k obsazení československého pohraničí, rozhodlo se velení armády vyslat Antonína Svobodu a Vladimíra Vanda do Paříže, kde měli zaměřovač dokončit pro použití ve francouzské armádě. Antonín Svoboda odcestoval 26.3.1939 i se svou manželkou do Paříže. Po svém příjezdu do Francie se Svoboda hlásil na francouzském ministerstvu obrany, které již mezitím obdrželo plány na konstrukci protiletadlového zaměřovače od československé tajné služby diplomatickou cestou. Zde přišla velmi vhod Svobodova výborná znalost francouzštiny, díky níž snadno přesvědčil představitele armády o užitečnosti projektu

zaměřovače. Zanedlouho po Svobodovi přicestoval do Paříže i Vladimír Vand. Oba byli jmenováni ministerskými poradci pro výrobu prototypu zaměřovače. Výrobou zaměřovače byla pověřena firma SAGEM a Svoboda s Vandem pro ni museli v krátké době připravit výrobní výkresy. 1.září 1939 vypukla válka a v této nelehké situaci se Svobodovým 6. prosince téhož roku narodila dvojčata. Ze dvou chlapců však přežil jen jeden. (Dostal jméno Tomáš a dnes je úspěšným hudebním skladatelem v USA.) V roce 1940 pak ještě Svoboda pracoval na speciálním zařízení pro korekci chyb gyrokompasu ponorek. Avšak dříve, než stihl zařízení dokončit, obešli Němci Maginottovu linii, vtrhli do Francie a Svobodovi i Vladimír Vand museli rychle uprchnout. Francouzská zpravodajská služba jim vystavila rozkaz, který je opravňoval k nalodění na britský křižník u Bordeaux. Museli urazit asi 400 km na kolech, protože jiný dopravní prostředek nebyl k dispozici. Svoboda při tom vezl v košíku nemluvně a Vladimír Vand jel na dvoukole s paní Svobodovou, která neuměla na kole jezdit. Když konečně dorazili do přístavu a našli loď, která je měla odvézt do Anglie, ukázalo se, že britský důstojník řídící nalodování, nehodlá francouzský rozkaz akceptovat. Utečencům nezbylo nic jiného, než pokračovat v cestě na jih ke španělským hranicím. Tam narazili v jednom přístavu na jednotku československých dobrovolníků, kteří se chystali k nalodění a přepravě do Anglie. Ti byli ochotni vzít Antonína Svobodu a Vladimíra Vanda s sebou. Předpisy však nedovolovaly, aby s nimi cestovala paní Svobodová s dítětem. Padlo tedy rozhodnutí, že pojedje jen Vladimír Vand a vezme s sebou plány zaměřovače, které byly po celou dobu útěku na jih ukryty v rámu jednoho z kol. Při nalodování však velící důstojník Vandovi nedovolil vzít kolo na palubu, a tak kolo i s výkresy muselo být pohřbeno na dně přístavu.

Svobodovi se na tandemu museli po menších útrapách vrátit zpět do Toulouse, kde jim zpravodajská služba vystavila nový rozkaz a pomohla jim dostat se do Marseille. V Marseille pobývali v utajení několik měsíců a stále se jim nedařilo sehnat víza a dostat se ze země. Chtěli jet do Spojených států a jedinou možností, jak se tam dostat, bylo přes Lisabon. K tomu však bylo nutné dostat tranzitní španělské vízum. V této svízelné situaci jim pomohla Československá evangelická misie ve Francii. Paní Svobodová s Tomášem odcestovala do Španělska na cizí pas a s pomocí československého konzula v Madridu se dostala do Lisabonu. Antonínu Svobodovi se v Marseille nepodařilo získat španělské tranzitní vízum, odplul proto do Casablanky, kde mu zásadním způsobem vypomohl obchodní zástupce firmy Baťa, který mu pomohl získat vízum a zajistil mu lodní lístek z Lisabonu do New Yorku. Po

opětovném setkání rodiny v Lisabonu nastal další problém s vízem pro paní Svobodovou, která ztratila svůj pas. Svoboda proto musel odcestovat do New Yorku sám a odtamtud se chtěl pokusit pomoci rodině dostat se do USA. Paní Svobodové v Lisabonu našťastí opět pomohl reverend československé evangelické misie Blahoslav Hrubý, který jí zařídil náhradní československý pas, do něhož pak získala americké vízum. Shodou šťastných náhod jí finančně vypomohl jeden čechoamerický krajan, když se jí naskytla možnost získat vrácený lodní lístek do New Yorku, na který bylo možné prakticky okamžitě odplout.

Po několikaměsíčních útrapách se Svobodovi nakonec všichni šťastně shledali v New Yorku. Svoboda tam již několik týdnů před příjezdem manželky získal zásluhou Čechoameričana a podnikatele R.Jelínka místo jako vedoucí inženýr u firmy ABAX Corporation. Ta měla zájem o výrobu protiletadlového zaměřovače. Mexičtí majitelé firmy však nebyli pro vládu USA dostatečně důvěryhodní a po vstupu Spojených států do války 11.12.1941 přišli o vojenské dotace a museli stavbu prototypu zastavit. To bylo pro Svobodu zklamáním, na druhou stranu však díky vývoji prototypu nabyt důležitých zkušeností a řadu svých nápadů patentoval. Možná proto si jej všimli na MIT, odkud dostal nabídku ke spolupráci. Svobodovi se přestěhovali do Cambridge na předměstí Bostonu a Svoboda začal pracovat v Radiation Laboratory massachusettského technologického institutu. Na MIT se v té době pracovalo na řadě vojenských projektů. Jedním z nich byl vývoj radarového zaměřovače pro řízení protiletadlové palby, kvůli němuž byl Svoboda na MIT přizván ke spolupráci. Zde mohl naplno uplatnit zkušeností nabytých u firmy ABAX a přispět svými tvůrčími schopnostmi k řešení složitých problémů. Svou metodologii návrhu kloubových mechanismů, které byly použity k řešení analogových výpočtů při řízení palby, popsal v knize Computing mechanism and linkages, která patří k prvním knihám o výpočetní technice. Během svého působení v MIT dostal Svoboda jedinečnou příležitost seznámit se s právě vznikajícími zárodky budoucích analogových a číslicových počítačů. Svoboda se ocitl v mimořádně tvůrčím prostředí. Měl možnost se setkávat a diskutovat s takovými osobnostmi, jako byli tvůrci prvního diferenciálního analyzátoru Vannevar Bush a Samuel Caldwell, se zakladatelem kybernetiky Norbertem Wienerem, či hlavním konstruktérem prvního číslicového počítače Mark 1 Howardem Aikenem z Harvardovy univerzity.

Svoboda přispěl svým dílem k úspěšnému dokončení prototypu radarového zaměřovače, který byl nainstalován na amerických válečných lodích a pomohl nemalou

měrou k záchraně lidských životů při náletech japonských letadel na americké křižníky. Za svou práci byl Antonín Svoboda po válce po zásluze oceněn v roce 1948 americkou vládou, která mu udělila vyznamenání „Naval Ordnance Development Award“. Stal se tak jediným Čechem, který toto vyznamenání získal.

Po skončení války se Svoboda vrátil do Československa a pracoval opět jako asistent na katedře matematiky strojní a elektrotechnické fakulty ČVUT. V roce 1947 podnikl společně s profesorem Zdeňkem Trnkou studijní cestu do Velké Británie a Spojených států. Společně navštívili řadu špičkových pracovišť, které se zabývaly vývojem počítačů, a setkali se s řadou světových odborníků, jako byli Alan Turing, Maurice Wilkes, Ralph Philips, Howard Aiken aj. Na kolumbijské univerzitě měli příležitost se seznámit s děroštitkovými stroji z produkce IBM. To mělo zásadní vliv na další Svobodovo profesní zaměření.

V únoru 1947 proběhlo habilitační řízení a Antonín Svoboda byl jmenován docentem. Koncem roku 1947 se bývalý německý podnik Rheinmetal Werke změnil na národní podnik ARITMA a Svoboda byl požádán, aby tam vedl vývoj děroštitkových strojů. Nabídku přijal a založil v Aritmě vývojovou laboratoř. Pod jeho vedením zde byl mj. vyvinut kalkulační děrovač T-50, který umožňoval provádět základní aritmetické operace s čísly vyděrovanými na děrných štítcích. Za vývoj děroštitkových zařízení dostal Svoboda v roce 1953 státní cenu.

Antonín Svoboda však i nadále pracoval na vysoké škole, kde zavedl výuku nového předmětu s názvem Matematické stroje. Tento předmět přednášel až do začátku šedesátých let. Později po něm převzali tyto přednášky jeho aspiranti Miroslav Valach a Jiří Klír. V roce 1950 přešel Svoboda do Ústředního matematického ústavu, který tehdy vedl vynikající matematik profesor Eduard Čech. Ten jmenoval Antonína Svobodu do čela nově založeného oddělení matematických strojů. Po vzniku Československé akademie věd v roce 1952 byl ústav přejmenován na Matematický ústav. Oddělení matematických strojů bylo pak v roce 1953 transformováno na samostatnou Laboratoř matematických strojů a později na Ústav matematických strojů s vlastním rozpočtem a s cílem postavit první československý samočinný počítač. Svoboda se stal jeho prvním ředitelem. Pod jeho vedením vznikly první československé samočinné počítače s celou řadou originálních koncepcí, z nichž řada se později uplatnila např. v počítačích IBM, v mikroprocesorech nebo v počítačích kosmických

sond. Socialistická ideologie však považovala kybernetiku ještě začátkem padesátých let za “buržoazní pavědu” a našli se lidé, kteří rozvoji výpočetní techniky nepřáli a kladli Svobodovi překážky. Jeho sen udělat z Československa počítačovou velmoc, jakou je např. Švýcarsko v oblasti výroby hodinek, nebyl proto v tehdejším ekonomickém a společenském klimatu reálný a on se rozhodl pro emigraci.

V létě 1964 využila jeho rodina a rodina jeho spolupracovníka a přítele Miroslava Valacha příležitosti odcestovat na dovolenou s Čedokem do Jugoslávie. Odtud se jim pak za poněkud dobrodružných okolností podařilo uprchnout do Rakouska. V nemalé míře při tom Svobodovi pomohlo jeho válečné vyznamenání. Celkem snadno se dostal přes Německo do Spojených států a získal tam dobré zaměstnání u firmy General Electric. Svobodu s Valachem v krátké době následovalo dalších cca 80 pracovníků VÚMS i s rodinami. Všichni našli ve Spojených státech dobré uplatnění a s povděkem dodnes vzpomínají na to, co je Svoboda naučil.

Antonín Svoboda se stal v roce 1968 profesorem informatiky na kalifornské univerzitě UCLA a učil tam až do svého odchodu do penze v roce 1977. Zemřel krátce po výbuchu sopky St.Helen 18.5.1980. Na jeho počest byla na budově bývalého VÚMSu na Loretánském náměstí umístěna v listopadu 1997 pamětní deska. V témže roce bylo profesoru Svobodovi uděleno prestižní ocenění IEEE Computer Society za pionýrskou práci vedoucí k rozvoji výzkumu počítačů a za návrh a konstrukci počítačů SAPO a EPOS. V roce 1999 si na svého významného rodáka vzpomněla i jeho vlast. 28.října 1999 udělil prezident Václav Havel profesoru Antonínu Svobodovi in memoriam medaili Za zásluhy I. stupně.

3 Časový průřez historií ústavu a jeho činností

Následující tabulka zachycuje v přehledné formě časový sled nejdůležitějších projektů řešených ve VÚMS v průběhu celé historie Výzkumného ústavu matematických strojů. Údaje vycházejí především z dostupných výzkumných zpráv a z článků v Aktualitách výpočetní techniky, případně z dalších zdrojů, jež byly při zpracování tabulky k dispozici. Některé projekty řešené např. pro armádu mohou v tabulce chybět, pokud podléhaly utajení a jejich výsledky nebyly nikde publikovány.

Datum Kód	Datum	Počítače	Periferie	Technologie	Prvky
20187 11 27	27.11.2018				
1950 06 02	2.6.1950	Vláda přijala usnesení o zřízení Ústředního ústavu matematického (ÚÚM) Jedním z útvarů tohoto ústavu bylo oddělení strojů na zpracování informací. ÚÚM byl podřízen Ústředí vědeckého výzkumu			
1952		Založen Ústav matematických strojů (ÚMS)			
1952		Děroštitkový jednoučelový počítač M1 – spolupráce FZÚ a ÚMS			
1953 07 01	1.7.1953	Na základě usnesení presidia ČSAV bylo oddělení strojů na zpracování informací vyčleněno z rámce Ústředního ústavu matematického a stalo se základem nově zřízené Laboratoře matematických strojů ČSAV			
1955 01 01	1.1.1955	Laboratoř matematických strojů ČSAV byla přejmenována na Ústav matematických strojů ČSAV			
1957		SAPO - reléový počítač			
1958 01 01	1.1.1958	Ústav matematických strojů ČSAV byl převeden do rámce Ministerstva všeobecného strojírenství a stal se jeho rozpočtovou organizací s názvem Výzkumný ústav matematických strojů (VÚMS)			
1958			Oddělení speciálních zařízení- Ing.Miloslav Martínek		
1958			Zřízeno pracoviště Michelská 1 (přesun z Loretán.nám.)		
1960 01 01	1.1.1960	VÚMS byl rozšířen o pracoviště analogové techniky vyčleněné s počtem pracovníků z rámce Výzkumného ústavu telekomunikací			

1962 01 01	1.1.1962	VÚMS převeden na základě rozhodnutí ministra všeobecného strojírenství do podřízenosti VHJ Závody Jana Švermy, Brno a stal se hospodářskou organizací			
1963	1963	EPOS 1 - elektronkový počítač			
1963	1963	MSP2 – malý stolní počítač umístěn na pracovišti Parlérova 14			
1964	1964	EPOS 2 – tranzistorový počítač			
1965 07 01	1.7.1965	VÚMS převeden do podřízenosti oborového ředitelství Závody přístrojů a automatizace, Praha (ZPA Praha)			
1965	1965	ZPA601 (inovovaný EPOS 2) – tranzistorový počítač			
		Zřízení odbor programového vybavení			
			Zřízeno pracoviště Parlérova 14 (přesun z Michelské)		
1966 01 01	1.1.1966	Do VÚMS převedeno bývalé pracoviště výzkumně vývojové konstrukce Zbrojovky Brno s počtem 34 pracovníků			
1966 01 01	1.1.1966	Do VÚMS převedeno bývalé pracoviště n.p. Aritma, Praha-Hloubětín, s počtem 296 pracovníků			
1966	1966	ADT - minipočítač			
1967	1967	DP100 – děroštitkový počítač (ve spolupráci s Aritma n.p.)			
1968	1968	ŘÍP – řídicí počítač			
1968	1968	ZPA200 ZPA600 přenesení výroby počítačů do ZPA Čakovice			
1970	1970	EC1021 – integrované obvody malé integrace, feritová paměť			
1973 12 18	18.12.1973	VÚMS výnosem Federálního ministerstva hutnictví a těžkého strojírenství (FMHTS) pověřen funkcí vedoucího pracoviště vědeckotechnického rozvoje (VTR) pro obor „Stroje na zpracování informací – samočinné počítače“			
1976 01	1.1.1976	VÚMS výnosem FMHTS bylo pověření funkcí VP VTR rozšířeno o			

01		„meziodvětvovou působnost“			
1978	1978	EC1025 – integrované obvody velké integrace, polovodičová paměť, modulární konstrukce		Tester kvality prokovení plošných spojů – pro účely VÚMS ve výrobě PS	
1979 01 01	1.1.1979	VÚMS se stal podřízeným generálnímu ředitelství Závodů automatizační a výpočetní techniky, Praha, (ZAVT Praha), které vzniklo z oborového ředitelství ZPA Praha			
1980				ZPS80 – tester neosazených plošných spojů	
1981 01 01	1.1.1981	VÚMS, k.ú.o. - VÚMS se stal koncernovou účelovou organizací ZAVT, koncern, Praha			
1981	1981	EC1026 – integrované obvody velké integrace, polovodičová paměť, modulární konstrukce			
1981				ZPS81 – tester neosazených plošných spojů (předána výroba do Aritma n.p. – vyrobeno 60 ks)	
1984	1984	EC1027 – integrované obvody velké integrace, polovodičová paměť, modulární konstrukce, velkokapacitní disky			
1985				ZPO85 – tester osazených plošných spojů (in-circuit tester) (předána výroba do ZPA Košiče, n.p. – vyr. 25 ks)	
1985?		DOS-4/EC AVT72			
1985		Projekt EC1120 AVT 67,73			
1985?		Koncepce diagnostiky AVT74			

1985?		Automatizovaný návrhový systém AVT75			
1985?					Hradlová pole AVT76
1986	červen 1986	Databázový procesor Binder,L., Golan,P., Hlavička,J., Korvasová,K., Mirtes,B., Škarda,J., Zbořil,V.: Výzkumná zpráva 3100/10/1986			
1987 11 02	2.11.1978		Ukončení přesunu z Parlěrovy 14 do Vokovic, Lužná 716/2		
1987	květen 1987				Mikroprocesor RISC + MMU Kelbler,J., Golan,P.: Jednotka ovládání paměti MMU (Funkční popis a bloková schémata). Výzkumná zpráva 3100/2/1987
1990	červen 1990	Kancelářský počítač na bázi architektury RISC Golan,P., Kelbler,J., Korvas,Z., Korvasová,K., Křišťoufek,K.: Výzkumná zpráva 3100/2/1990			
1990					Prototyp mikroprocesoru RISC
1993	1993	EC1120 – MUVYS - poslední sálový počítač vyvinutý ve VÚMS – Multiprocesorový výpočetní systém – ve stadiu prototypu			

A takto na začátky Výzkumného ústavu matematických strojů a na vývoj prvních počítačů vzpomínal v roce 1987 v Aktualitách výpočetní techniky č. 60 Svobodův spolupracovník a vědecký aspirant Václav Černý:

3.1 Vznik a vývoj VÚMS do konce 60. let

Ing. Václav Černý

Historie nynějšího VÚMS po stránce organizačního vývoje i z hlediska odborné činnosti od začátku 70. let, kdy bylo započato s vydáváním Aktualit, je zachycena v pracích publikovaných v tomto časopise. Protože publikované práce se vždy týkaly problematiky soudobé nebo perspektivní, není ze stránek Aktualit patrná historie předcházející. Z onoho vývoje, jehož zpětná rekonstrukce se časem stává stále nesnadnější, pokouší se následující článek stručně zachytit období před vydáváním Aktualit.

Vznik původního pracoviště, z něhož se vyvinul nynější VÚMS, spadá do doby založení oboru číslicových samočinných počítačů v Československu. Zakladatelem tohoto oboru u nás je Doc. Ing. Dr. Antonín Svoboda (1907 - 1980), který pracoval v letech 1939 až 1946 v oboru mechanických analogových počítačů ve Francii a zejména v USA, kde obdržel státní vyznamenání za vypracování teorie počítačových mechanismů. Na základě této teorie navrhl mechanický analogový počítač pro protiletadlový radarový obranný systém. Po návratu do vlasti započal se šířením znalosti oboru matematických strojů mezi odbornou veřejností v Československu, kde, jak se ukazovalo během konaných přednášek, nebylo ani v nejvyšších vědeckých kruzích" o tomto oboru známo prakticky nic.

Na popud doc. Svobody byla též v roce 1948 v pražské pobočce n.p. Zbrojovka Brno (od r. 1950 n.p. Aritma Praha-Vokovice) vytvořena malá skupina pracovníků, která pod jeho vedením zahájila první výzkumné práce v oboru číslicových počítačů u nás. Tato skupina se pak stala jádrem celého výzkumného pracoviště n.p. Aritma.

Prvními výsledky této pracovní skupiny počátkem 50.let byly tři funkční modely reléových stolních počítačích strojů, a to dvě kalkulačky se základními aritmetickými operacemi a jeden poloautomat na provádění programovatelných sledů aritmetických a některých nearitmetických operací. Tato zařízení posloužila k propagaci oboru mezi odbornou

veřejností, jako reálné důkazy nových možností řešení strojů pro výpočetní techniku. Získaných zkušeností využila pak pracovní skupina k vytvoření kalkulačního děrovače T-50, který byl v následujících letech předán do sériové výroby (*pozn. editora P. Golana – když jsme jako středoškoláci chodili v roce 1967 na praxi do Aritmy, mluvil náš vyučující pan Pernica o tomto zařízení jako o násobičce T520*). Protože neexistoval v té době v tuzemsku žádný logický element vhodný ke konstrukci číslicových počítačů, bylo nutno vyvinout pro realizaci kalkulačního děrovače speciální elektromagnetické relé. Současně se rozvíjela i teorie návrhu logických spínacích obvodů, která už během první poloviny 50. let dosáhla mezinárodně uznávané úrovně a umožnila postupně vznik celé rodiny reléových počítačů.

Založení pracoviště, z něhož se později vyvinul VÚMS, spadá do roku 1950. Tehdy při nově založeném Ústředí vědeckého výzkumu byla zřízena usnesením vlády ze dne 2. 6. 1950 řada specializovaných vědeckých ústředních ústavů, mezi nimi i Ústřední ústav matematický (ÚÚM). Jedním z útvarů tohoto ústavu bylo oddělení strojů na zpracování informací, jehož vedením byl pověřen doc. Svoboda. Řediteli ÚÚM, akademiku Eduardu Čechovi (1893 - 1960) náleží zásluha, že podpořil vznik a počáteční růst tohoto oddělení, které svými potřebami ani zaměřením nezapadalo zcela do rámce ústavu, ale nemohlo být ve svých počátcích organizačně začleněno do Ústředí vědeckého výzkumu jinak než jako součást většího celku, zaměřeného na některý z klasických vědních oborů.

Skutečná činnost tohoto oddělení započala 1. 8. 1950, kdy byl do oddělení přidělen jeden odborný pracovník a dva vědecktí aspiranti. Další pracovník byl převeden o měsíc později z výzkumného útvaru n.p. Aritma. Postupně se pak hlásili z různých pracovišť další zájemci. Prozatímní umístění toto oddělení našlo v prostorách výzkumného útvaru n.p. Aritma, s nímž také v prvních dobách velmi úzce spolupracovalo.

Během posledního čtvrtletí 1950 vypracovali členové oddělení první projekt reléového počítače M1 na zakázku pro Ústřední ústav fyzikální. Počítač byl specializován na trojrozměrnou Fourierovu syntézu a byl určen pro výzkum krystalových struktur. Vyrobil jej n.p. Aritma a předal do užívání v roce 1952.

Vyškolení odborníci v oboru číslicových počítačů u nás neexistovali, a proto zájemci přicházeli většinou z řad posluchačů odborných přednášek, kteří se hlásili z vlastního zájmu o

obor a chtěli v něm pracovat za jakýchkoliv přijatelných podmínek, i když mohli v jiných podnicích najít výhodnější podmínky k obživě. Vlivem tohoto výběrového klíče pracovníků vznikl v prvních letech kolektiv, který se i bez obvyklých kontrolních a donucovacích prostředků vyznačoval mimořádnou pracovní výkonností. V důsledku toho bylo možno používat i pracovních metod, které pro svou neobvyklost nebyly zvenčí vždy sledovány s důvěrou.

Jednou z těchto pracovních metod byly pravidelné každoroční 14denní zimní pracovní zájezdy na některou horskou chatu. Na těchto zájezdech byly vykonány intenzivním soustředěním během krátké doby rozsáhlé teoretické práce, které by jinak vyžadovaly mnohem delší dobu. Např. při prvním zájezdu v roce 1951 byl vypracován logický projekt operační jednotky budoucího samočinného počítače SAPO. Následkem rostoucího počtu zaměstnanců a vlivem nedůvěry rozhodujících orgánů se zájezd tohoto druhu uskutečnil v roce 1956 naposled.

Vedle samotné výzkumné činnosti byla důležitým úkolem propagace oboru. Bylo zapotřebí, aby se odborná veřejnost seznámila s možnostmi nové výpočetní techniky, aby mohla sama vyhledávat způsoby jejího uplatnění ve svých oborech. Kromě pracovníků oddělení nebylo v počáteční době nikoho, kdo by tuto propagaci mohl vykonávat. Proto, byly již od roku 1950 pořádány pravidelně týdně Rozhovory o strojích na zpracování informací, jichž se po mnoho let pravidelně zúčastňovala též řada předních vědeckých osobností z ČVUT i z jiných institucí. Od sklonku 60. let pokračují Rozhovory pod záštitou ČSVTS až do dnešní doby, vyjma krátkého období v 70. letech, kdy bylo jejich pořádání přechodně zastaveno.

Příležitostí ke zveřejňování výsledků výzkumných prací před odbornou veřejností v celostátním měřítku byly pravidelně pořádané vědecké konference. Již na podzim roku 1951 se zúčastnili pracovníci oddělení svými referáty celostátní matematické konference, pořádané ÚÚM. Od roku 1952 pak pořádali samostatné konference o strojích na zpracování informací. Všechny tyto konference, vyjma první, se zúčastnili též odborníci ze zahraničí. Zpočátku se konference konaly pravidelně každý rok, později v delších intervalech. Poslední z této série konferencí se konala v roce 1984.

Témata, přednesená na konferenci, spolu s pracemi dalších autorů, byla pravidelně publikována ve sborníku Stroje na zpracování informací. Sborník vycházel od roku 1953, zpočátku pravidelně každoročně, v českém jazyce. Jeho prvním vědeckým redaktorem byl prof. Dr. tech. Václav Hruška († 1954). Později byl sborník vydáván cizojazyčně. Umožňoval výměnou v cizině získávat odborné publikace, které nebylo možno u nás získat jinak. Jeho vydávání skončilo 22. svazkem v roce 1982.

Umístění pracovníků oddělení v objektu n.p. Aritma trvalo až do jara 1951, kdy jim bylo vedením ÚÚM přiděleno několik místnosti v budově tohoto ústavu na Loretánském náměstí č. 3, Praha-Hradčany. Zde pak bylo započato s podrobným rozpracováním dalšího projektu reléového počítače, a to univerzálního samočinného počítače SAPO.

V roce 1952 byl ÚÚM převeden do nově založené Československé akademie věd jako Matematický ústav ČSAV (MÚ ČSAV). V jeho rámci bylo převedeno do ČSAV i oddělení strojů na zpracování informací.

V tomto roce vzrostl již počet pracovníků oddělení natolik, že dával možnost existence útvaru jako samostatné jednotky v rámci ČSAV. S rostoucí informovaností odborné veřejnosti proniklo i do nadřízených orgánů vědomí o důležitosti tohoto oboru. V důsledku toho bylo na základě usnesení presidia ČSAV oddělení strojů na zpracování informací vyčleněno dnem 1. 7. 1953 z MÚ ČSAV a stalo se základem nově zřízené Laboratoře matematických strojů ČSAV (LMS ČSAV).

V roce 1953 přecházely již práce na SAPO postupně ze stadia projektování a výzkumu do stadia realizace, pro niž uvolnil MÚ ČSAV další prostory v budově na Loretánském náměstí.

V téže době byla již v LMS vytvořena skupina programátorů, zaměřená na výzkum programovacích metod jednak pro děrnoštítkové stroje, jednak pro připravovaný počítač SAPO. K numerickému řešení konkrétních úloh byla tato skupina vybavena soupravou děrnoštítkových strojů. Na ní bylo vyřešeno velké množství vědeckotechnických úloh pro různé výzkumné ústavy.

Následující rok 1954 proběhl v plném soustředění na stavbu SAPO. Mezitím již LMS přerostla stanovami ČSAV předepsaný rozsah, a proto byla dnem 1. 1. 1955 přejmenována na Ústav matematických strojů ČSAV (ÚMS ČSAV).

Ve znamení stavby SAPO proběhl i rok 1955, kdy již začaly první pokusy s ožíváním jednotlivých částí. Na vývoji a realizaci jednotlivých dílů pracovala řada podniků. Naráželo se během ní na spoustu nejrůznějších překážek, vznikajících z nedostatku materiálu i z obtížné spolupráce s některými dodavateli. Kromě základních elektronických součástí bylo nutno pro počítač vyvinout prakticky všechno. Při montáži a zejména důkladném zkoušení všech dodávaných dílů se střídali téměř všichni zaměstnanci ústavu.

Do roku 1955 spadá též počátek intenzivnější činnosti ústavu v oboru analogových počítačů. Jejím výsledkem bylo (vedle několika menších specializovaných strojů) postavení elektromechanického diferenciálního analyzátoru EMDA v roce 1959. Činnost ústavu v analogovém oboru byla však až do konce roku 1959 pouze okrajová, probíhala spíše jen z důvodu pokrytí oboru počítačů v celé šíři.

Ožívání a úpravy některých částí SAPO probíhaly pak dále v roce 1956 a první výpočet na počítači proběhl v září 1957. V úplné sestavě byl pak počítač dán do provozu v únoru 1958. Byl to první samočinný počítač pracující v Československu. Umožnil získat první praktické zkušenosti jak s konstrukcí a stavbou, tak i s využitím samočinného počítače. Jeho logický projekt zahrnoval některé originální principy, které byly použity při řešení jiných počítačů v cizině teprve mnohem později, a tím se řadil mezi nejmodernější počítače té doby. Některé jeho principy, zejména úplné zabezpečení proti vzniku chyb vlivem poruchovosti součástí, nezastaraly dodnes. Během dlouhého realizačního období však zastaral použitý základní logický element, tj. relé, jehož bylo ostatně použito jen proto, že v té době nebyl u nás dostupný žádný jiný vhodnější logický element a nebylo v možnostech ústavu potřebný element vyvinout. Počítač pracoval na vědeckotechnických výpočtech až do února 1960, kdy vlivem prachu vznikl požár v reléové části stroje. Byla jím zničeno sice jen asi 2 % celého zařízení, jejich opětné zhotovení kusovou výrobou však nebylo považováno za hospodárné s ohledem na rozpracovanost projektů dalších počítačů. Proto bylo rozhodnuto stroj neopravovat.

Mezitím však ÚMS prošel určitým rozhodujícím bodem svého organizačního vývoje, určitě nejkritičtějším za první desetiletí své existence a možná i nejkritičtějším v celé své dosavadní historii. Příčinou byly vztahy mezi tehdejšími vedením ČSAV a tehdejšími vedením ÚMS, které ve druhé polovině 50. let nebyly dobré. Jevilo se, že ústav je v různých směrech diskriminován a po zkušenostech se stavbou SAPO byla zřejmá potřeba bližšího spojení s výrobou. Výsledkem iniciativy vedení ústavu bylo, že 1. 1. 1958 byl ÚMS ČSAV převeden do rámce ministerstva všeobecného strojírenství a stal se jeho rozpočtovou organizací s názvem Výzkumný ústav matematických strojů (VÚMS). Z dnešního pohledu nelze jednoznačně tvrdit, že to bylo rozhodnutí šťastné. Vedle získání některých výhod přineslo i ztráty, zejména odklon od původní koncepce základního výzkumu, který pak postupně přejímaly jiné instituce. Především pak toto rozhodnutí předznamenalo na celé další desetiletí dopředu sérii dalších změn, jak organizačních, tak i personálních, o nichž nelze říci, že byly vždy ústavu ku prospěchu.

Právě na začátku těchto změn, kdy v myslích mnohých rozhodujících činitelů sídlila představa, že VÚMS je nutno od základů přebudovat, došlo k požáru SAPO. Pravděpodobně i tento stav přispěl nejen k rozhodnutí SAPO neobnovit, ale i k tomu, že se dopustilo, aby se toto unikátní zařízení rozplynulo beze stopy ve formě materiálu rozdaného školám pro účely výuky. V novinářských článcích z doby začátku provozu byl počítač nazýván “Golem na Loreť”. Osud SAPO se skutečně osudu Golema trochu podobá. Neexistuje sice šest verzí jeho zániku, ale kromě několika fotografií a krátkého filmu, který byl v poslední chvíli zachráněn z odpadků, nelze již dnes žádným reálným předmětem prokázat, že počítač SAPO, jedno z nejpozoruhodnějších technických zařízení své doby, u nás doopravdy někdy existoval.

V roce 1957, v době, kdy byl počítač SAPO předáván do provozu, byla v ústavu vyčleněna pracovní skupina pro výzkum programového řízení, zaměřeného původně především na řízení obráběcích strojů. Během období, které v tomto přehledu ale sledujeme, tj. do konce 50. let, vyvinula tato skupina řadu specializovaných počítačů a jiných zařízení, předaných do sériové výroby. Především jmenujme čtyři lineární interpolátory, počínaje reléovým NLI-1 a konče feritotranzistorovým NLI-4, po nichž následoval tranzistorový kvadratický interpolátor DAPOS. Souběžně byl vytvořen stavebnicový systém logických bloků LOGIZET, který dosáhl obecného uplatnění v automatizaci průmyslu. *(Poznámka editora Petra Golana: Metodiku programování pro tyto interpolátory vytvořil podle*

vzpomínek docenta Jindřicha Klapky z FSI VUT Brno docent Luděk Granát, který později byl též autorem známých knih o počítačové grafice a vedl ve VÚMS přípravu aspirantů. Vývoj interpolátorů vedl Ing. Miloslav Martínek)

Ve druhé polovině 50. let nestačila již potřebám ústavu kapacita budovy na Loretánském náměstí. Situace v ústavu po stránce pracovních ploch nebyla nikdy růžová. Koncem 50.let se však dostával ústav do období největší prostorové stísněnosti. Podle pramenů z té doby připadalo na pracovníka, vybaveného měřicí technikou, až pouhých 3,5 m². Pod tlakem tohoto stavu začalo v té době rozmísťování jednotlivých pracovišť na různých místech Prahy, vesměs ve starobylých budovách chráněných Památkovým úřadem. Opětně soustředit ústav pod jednou střechou se pak až do současnosti již nepodařilo.

Od 1. 1. 1960 byl VÚMS rozšířen o výzkumné pracoviště vyčleněné z rámce výzkumného ústavu telekomunikací. Toto pracoviště, o počtu 52 pracovníků, bylo zaměřeno především na analogovou techniku. Mělo již za sebou úspěšné ukončení výzkumu a zavedení výroby malého diferenciálního analyzátoru MEDA (*poznámka editora Petra Golana - výroba počítačů MEDA byla zahájena v roce 1958*). Jeho pokračováním v 60. letech byl výzkum a realizace funkčních vzorů velkých diferenciálních analyzátorů ANALOGON (sestavený v roce 1961) a VEDA. Oba počítače byly provozně vyzkoušeny, k jejich sériové výrobě však nedošlo. Pokračováním byly sériově vyráběné analogové počítače pro letecký průmysl. Dalšími výsledky prací této skupiny do konce 60. let byly pokusný model malého číslicového počítače MNP 10, ukončený oživením v roce 1962, dále pak měřicí ústředna MÚ-50 a řídicí počítač ŘÍP 1000. Obě posledně jmenovaná zařízení byla předána do chemického průmyslu, kde splnila úkoly, pro něž byla plánována. V oblasti analogové techniky reprezentovala tato skupina od roku 1960 veškerou činnost vyvíjenou ve VÚMS.

V roce 1959 byl podle požadavku n.p. Kancelářské stroje ve VÚMS navržen a v Závodech Jana Švermy závod NISA vyroben a oživen malý číslicový počítač E la, ovládaný dálkopisnou soupravou. I když k jeho sériové výrobě nedošlo, byl významný tím, že v něm byla poprvé realizována aritmetika zbytkových tříd, stejná jako u pozdějšího počítače EPOS, ale z polarizovaných relé. Tím bylo umožněno prakticky ověřit algoritmy této aritmetiky ještě před stavbou počítače EPOS.

V témže roce byl navržen, rovněž podle požadavku n.p. Kancelářské stroje, malý samočinný počítač E 1b. Jeho vznik spadá do období organizačních změn uvnitř i vně VÚMS, což se odrazilo také v historii vzniku tohoto počítače. Během prací na projektu byl dvakrát vydán příkaz práce zastavit a úkol likvidovat. Nakonec byly výrobní podklady předány výzkumné vývojové konstrukci Zbrojovky Brno, kde do roku 1962 proběhl výzkum bubnové paměti, realizace a oživení počítače. Počítač byl předán katedře samočinných počítačů VUT v Brně, kde byl v provozu do roku 1966. Počítač E 1b byl posledním členem řady reléových počítačů, vytvořených ve VÚMS. Je možno říci, že jím dospěla technika reléových samočinných počítačů ve VÚMS svého vrcholu. Současně však také jejich období ve VÚMS skončilo.

Ve druhé polovině 50.let, v době, kdy byl počítač SAPO uváděn do provozu, začaly již práce na návrhu středního počítače EPOS 1, který byl největším projektem, jaký byl do té doby v ústavu zpracováván. Od všech předchozích počítačů se také významně lišil svou koncepcí, logickým návrhem i hardwarovým řešením. Byl prvním čs. samočinným počítačem, určeným vedle vědeckotechnických výpočtů i ke zpracování hromadných dat. Byl postaven z prvků československé výroby. Základním elementem logických členů byly elektronky. Období vzniku a realizace počítače EPOS 1 bylo ve znamení rostoucího soustředování pozornosti na výpočetní techniku, přičemž cíle této pozornosti byly rozličné. Nový obor, zvaný kybernetika, přestal již být „pavědou tmářů“ a stal se jedním ze stěžejních nástrojů počínající vědeckotechnické revoluce. Znáť názvy zahraničních počítačů se stalo módou. K nejednomu rozhodnutí v té době došlo na základě této úrovně znalostí. Různé instituce i jednotlivci shledávali výhodným zajistit si na tomto poli své místo. V té době se VÚMS jako jediný výzkumný ústav v Československu věnoval problematice tohoto oboru v celé šíři a kolem něj se také soustředovalo veškeré dění v této oblasti. Proto se množily útoky proti výsledkům práce ústavu. Byl zaznamenán bezpočet pokusů s cílem likvidovat úkol EPOS a tím i samu tehdejší podstatu existence ústavu. Naštěstí se ukazovalo, že slova a život se většinou navzájem míjejí bez povšimnutí. Vzdor všemu počítač EPOS 1 prošel počátkem 60. let úspěšně všemi státními zkouškami. Nenašel se však žádný pokračovatel v sériové výrobě. Byly vyrobeny jen tři prototypy v n.p. Aritma-Hloubětín. Jeden z nich pracoval velmi spolehlivě až do roku 1974 (*Poznámka editora PG: Podle svědectví pamětníka Miloše Sedláře šlo o prototyp umístěný na Generálním štábu čs. lidové armády*).

Jako příprava přechodu na další generaci počítačů byla již v roce 1960 připravena ve VÚMS soustava diodotranzistorových logických členů určených především pro tranzistorovou verzi počítače EPOS. Bylo však zřejmé, že tranzistorizace počítače EPOS a jeho zavedení do sériové výroby nebude krátkodobou záležitostí. Proto bylo rozhodnuto vyplnit vznikající časovou mezeru realizací malého samočinného počítače z logických členů pro tranzistorový EPOS 2. Tak byl na základě průzkumu potřeby národního hospodářství vypracován v roce 1960 projekt samočinného počítače MSP. Některými kruhy byla tato práce přijímána jako opoziční akce, namířená proti úkolu EPOS 2. Nechyběly ani pokusy dosáhnout zastavení prací na MSP. Teprve po postavení první verze funkčního vzoru MSP 1 se ukázala účelnost jeho realizace. Zjistilo se, že použitá soustava logických členů, která plně vyhovovala pro funkci samotné jednoduché sčítačky, nevyhovovala již vůbec pro funkci rozsáhlejšího MSP 1, který byl však stále ještě menšího rozsahu než plánovaný EPOS 2. Soustava logických členů musela být proto přepracována a na jejím základě byl pak realizován nový funkční vzor MSP. Počátkem druhé poloviny 50. let převzal jeho sériovou výrobu n.p. ZPA Čakovice. Funkční vzor i všech 13 sériově vyrobených kusů bylo dodáno uživatelům, z nichž někteří si počítač sami doplnili magnetickou páskovou pamětí a řádkovou tiskárnou. Některé z počítačů pracovaly u uživatelů ještě po 10 letech, jeden z těchto doplněných počítačů dokonce po 15 letech.

Během času prošel VÚMS dalšími organizačními změnami. Od 1. 1. 1962 byl převeden na základě rozhodnutí ministra všeobecného strojírenství do podřízenosti VHJ Závody Jana Švermy-Brno a stal se hospodářskou organizací. Od 1. 1. 1965 byl pak převeden do podřízenosti oborového ředitelství Závody přístrojů a automatizace, Praha.

Od 1. 1. 1966 byl rozšířen o další dvě pracoviště, a to jednak o 296 pracovníků bývalého pracoviště n.p. Aritma, Praha-Hloubětín, jednak o 34 pracovníků bývalé výzkumně vývojové konstrukce Zbrojovky Brno.

Mezitím v první polovině 60. let započaly práce na přípravě počítače EPOS 2. Základní jednotka počítače, realizovaná ze soustavy logických členů vyzkoušených v počítači MSP 2, byla ve zkušebním provozu od druhé poloviny roku 1965. Podnik ZPA Čakovice pak v roce 1968 přešel postupně od výroby MSP 2 na výrobu počítačů EPOS 2. Pod názvem ZPA 600 a ZPA 601 jich do roku 1972 vyrobil celkem 38 kusů. Další výroba byla

předčasně ukončena vlivem rozvíjející se mezinárodní spolupráci, ačkoliv EPOS 2 mohl být ještě po řadu let výkonným středním počítačem s mnohými přednostmi a řadou moderních znaků. Bylo však nutno se podřídít požadavkům na kompatibilitu se světovým vývojem počítačů a opustit vlastní, koncepci. Tím také přicházíme ke konci období, jehož sledování si vytkl za úkol tento článek.

Bylo by možno zaplnit ještě mnoho dalších stránek popisem výsledků zejména teoretických prací ve VÚMS. Nebyly uvedeny výsledky v oboru teorie syntézy logických obvodů, teorie kódů, teorie algoritmů, teorie programování, řízení procesů v reálném čase a řada dalších, z nichž mnohé došly uznání i v zahraničí. Nebylo však záměrem tohoto článku podat vyčerpávající přehled pracovních úspěchů ústavu. Nejsou ani uvedeny parametry vyrobených počítačů. To vše najde zájemce v obsáhlých seznamech článků v citované literatuře [1], [2]. Každý z vyrobených počítačů představoval jeden z důležitých mezníků historie ústavu, mezi nimiž bylo nutno vykonat spoustu práce na poli teorie i praxe. Poněkud osvětlit tyto mezníky a zasadit je do zbylých útržků paměti účastníka bylo cílem tohoto článku. Je jisté, že paměti jiných účastníků, kteří měli blíže k organizačnímu a zákulisnímu dění, by byly bohatší a zajímavější. Též formulace jako „... v první polovině 60. let...“ apod. svědčí o tom, že paměti ubývá a písemně doklady jsou stále obtížněji dosažitelné. A tak by se jednoho dne stala zcela nerekonstruovatelnou jedna z podstatných složek toho, co bývá nazýváno tradicí podniku.

Bibliografie

- [1] The Development of the Research Institute of Mathematical Machines in Prague. Stroje na zpracování informací, Sborník 10, NČSAV, Praha, vol.10 (1964), pp.15-24
- [2] Sborník referátů z konference 25 let počítačů ve VÚMS. Účelová publikace Výzkumného ústavu matematických strojů, Praha 1, Loretánské nám. 3, SNTL, Praha 1976.

Další bibliografie k tomuto tématu:

- [3] ČERNÝ V., MAREK J. M., OBLONSKÝ J.: The Czechoslovak Automatic Computer SAPO. IPM*, vol. 10 (1954) pp. 11-92, in Czech.
- [4] KLAPKA J.: Assembler for Czechoslovak E1b Automatic Computer. IPM*, vol. 10 (1964) pp. 219-230, in English.

- [5] OBLONSKÝ J., SVOBODA A.: Logical design of a data-processing system with built-in time sharing. IPM*, vol. 9 (1963) pp. 15-24, in English.
- [6] SVOBODA A., VALACH M.: Decimal arithmetic unit. IPM*, vol. 8, (1962) pp. 11-46, in English.
- [7] KLÍR J.: A note on Svoboda's algorithm for division, IPM*, vol. 9 (1963), pp. 35-39, in English
- [8] ŠKARDA J.: MEDA - a small electronic differential analyser. IPM*, vol. 5 (1957) pp. 185-198, in Czech.
- [9] KRYZÁNEK V.: A large Scale analog computer with digital control and measurement. IPM*, vol. 19 (1963) pp. 199-227, in German.
- [10] ŠÍP E.: Differential Analyser EMDA. IPM*, vol. 8 (1962) pp. 209-215, in German.
- [11] POKORNÝ Z., SEDMIDUBSKÝ Z.: Instrument for the solution of the transportation problem. IPM*, vol. 6 (1958) pp. 239-248, in Czech.
- [12] SVOBODA A.: The construction of a linear analyser in Czechoslovakia. Czechoslovak Journal of Physics, vol. 1 (1952) pp. 10-18, in Czech.
- [13] SVOBODA A.: The Synthesis of relay networks. IPM*, vol. 2 (1954) pp. 157-208, in Czech.
- [14] KUČERA A.: To the problem of modelling logical functions by a physical three-pole network. IPM*, vol. 10 (1964) pp. 45-62, in Russian.
- [15] SVOBODA A.: Some applications of contact grids. Automatika i telemekhanika, vol. 22 (1961) No. 8, pp. 1061-1070, in Russian.
- [16] SVOBODA A.: Synthesis of logical systems of given activity. Trans. of IEEE, Vol. EC-12, December 1963
- [17] KINDLER E.: EPOS ALGOL Compiler. IPM*, vol. 9 (1963) pp. 66-78, in English.
- [18] JÚZA M.: Translation of For Statement by EPOS ALGOL Compiler. IPM*, vol. 9 (1963) pp. 99-106, in English.
- [19] KORVASOVÁ K.: Program of mechanical syntactic analysis of the source language. IPM*, vol. 10 (1964) pp. 221-239, in English.
- [20] VLČEK J. OUTRATA E.: The essential characteristic of a Data-Processing Automatic Programming. IPM*, vol. 10 (1964) pp. 191-198, in English.
- [21] SEDLÁK J.: Translation of conditional expressions and conditional statements by EPOS ALGOL Compiler. IPM*, vol. 9 (1963) pp. 91-98, in English.

[22] KLAPKA J.: Program pro výpočet vstupních údajů pro numerický lineární interpolátor při obrábění strojírenských součástí, jejichž obrys se skládá z úseček a kruhových oblouků. Zbrojovka Brno, Výzkum a vývoj matematických strojů. 1963

[23] KLAPKA J., HANZL M.: Soustava programů pro počítač E1b. Zbrojovka Brno, Výzkum a vývoj matematických strojů. 1963

A co o začátcích VÚMS říká pracovník? Národního technického muzea P. Havránek
Citujme z popisu inventáře:

3.2 Národní technické muzeum: složka Výzkumný ústav matematických strojů

(1951-1983) Inventář NAD č. 738, evidenční pomůcka č. 267, Praha 2002

„Základy Výzkumného ústavu matematických strojů položil známý počítačový odborník docent Antonín Svoboda (1907 - 1980) již v roce 1950, kdy při Ústředním ústavu matematickém založil počítačovou laboratoř. V této laboratoři byl zahájen vývoj prvního reléového počítače, jenž dostal jméno SAPO (SAmočinný POčítač). Trvalo celých sedm let, než se podařilo uvést tento první samočinný počítač do zkušebního provozu. Prodleva byla způsobena hlavně problémy s neplněním dodávek nutných součástí, což bylo velice slabé místo i pro mnoho dalších výzkumných a vývojových projektů pozdějších počítačů. Už ve svých počátcích byl SAPO koncipován s ohledem na odolnost proti chybám, tato konstrukce byla ve své době skutečným průkopnickým řešením.

Přesto výsledek zaostal za svým očekáváním. V době uvedení SAPO do provozu byly již ve světě sériově vyráběny elektronkové počítače a vývoj tranzistorových počítačů se zdárně blížil ke svému konci a v roce vyřazení SAPO (1960) začala ve světě sériová výroba tranzistorového počítače IBM 7090, který byl 5x rychlejší než běžné reléové počítače.

Výzkum, vývoj, výroba a používání SAPO přinášely důležité praktické zkušenosti, které při absenci možnosti dostat se k hodnotným zahraničním materiálům byly hlavním

přínosem při práci na vývoji počítačů dalších generací. Souběžně se vyvíjely i další menší reléové počítače. Na žádost Fyzikálního ústavu ČSAV a s jeho aktivní spoluprací byl v letech 1950-1952 vytvořen jednoúčelový počítač M1 pro výpočet struktur molekul. Jeho aritmetická jednotka pravděpodobně obsahovala, podle některých materiálů, první použití proudového zpracování dat ve světě. Další malý počítač E 1a byl dokončen v roce 1960. Byl řízený děrnou páskou. Jeho přímý nástupce, počítač E 1b, měl již bubnovou paměť s 1000 slovy a desítkové zobrazení čísel v pohyblivé řádové čáře. Byl vcelku úspěšně uveden do provozu v roce 1962. Dalším krůčkem v naší malé počítačové revoluci byl experimentální počítač NMP 10. Měl ještě řídicí logiku na bázi relé, ale v sériové aritmetické jednotce se již objevila první polovodičová vlašťovka v podobě diod a feritových jader. Bohužel všechny tyto počítače trpěly podobnými neduhy jako SAPO - vysokou poruchovostí a zaostalostí plynoucí z nedostupnosti součástkové základny.

Počátkem roku 1960 začal ve Výzkumném ústavu matematických strojů (opět nový název původního Oddělení matematických strojů Ústředního ústavu matematického, později v roce 1953 přejmenovaného na Laboratoř matematických strojů a v roce 1955 opět změněný na název Ústav matematických strojů), tentokrát již v resortu přesného strojírenství, nový projekt malého tranzistorového počítače pod názvem MSP. Opět se historie opakovala, tak jako se to stalo mnohokrát předtím. Celý projekt trpěl průvodními jevy, jako bylo nedostatečné soustředění kapacit a špatnými dodávkami. Funkční prototyp se podařilo sestavit až za pět let v roce 1965. MSP byl počítač pracující v desítkové soustavě s pamětí 2500 slov schopný zpracovávat alfanumerická data. Operační rychlost pro jednotlivé operace byla udávána ve stovkách až tisících mikrosekund. I když měl hotový počítač na našem trhu ideální podmínky - velice slabá konkurence - přesto se na našem trhu nedokázal prosadit. Celkem bylo vyrobeno v ZPA Čakovice v letech 1967-1968 a prodáno asi 11 sestav tohoto počítače (podnik ZPA se později stal poměrně úspěšným výrobcem i řady dalších počítačů). Navzdory tomu byl toto další milník v naší historii výpočetní techniky, protože MSP byl první u nás sériově vyráběný univerzální počítač.

Prvním relativně úspěšným počítačem se stal až počítač DP 100. Od roku 1962 byl vyvíjený ve VÚMS společně s podnikem ARITMA. Konceptně byl velice úzce zaměřen jako řídicí prvek děrnoštítkových výpočetních soustav používaných hlavně ke zpracování hromadných dat. Poučení z předchozích ne zcela úspěšných projektů a také díky zkušenostem

s výrobou děroštitkových strojů v Aritmě, se vývojáři zaměřili především na jednoduchost a spolehlivost počítače. Pro vstup dat sloužil elektromechanický snímač děrných štítků. Štítek procházel lamelami, při průchodu dírou lamela propadla otvorem a vyvolala elektrický kontakt. Jako mezipaměť sloužil děrovač děrných štítků. Po načtení vstupních dat a programu se po zpracování vyděrovaly mezivýsledky, které se znovu načetly na vstup a tak to pokračovalo až do konečného výsledku, který se vytiskl na tiskárně. Při napsání trochu nešikovného programu nastávaly situace, při kterých se operátoři topili v záplavě štítků. Jednoduchost a spolehlivost počítače se ukázaly jako správné předpoklady a od roku 1967, po zavedení do sériové výroby, bylo vyrobeno a prodáno v průběhu deseti let zhruba 200 kusů DP100.

Další kroky již jistě směřovaly k vývoji univerzálního počítače 1. generace. V roce 1956 se soustředil VÚMS na konstrukci nového počítače, který dostal jméno EPOS 1. Byl taktéž určen pro zpracování především hromadných dat. V původním návrhu se počítalo s modulární strukturou tvořenou základním počítačem a různými vstupně-výstupními a paměťovými jednotkami. Architektura počítače obsahovala zcela nová a originální řešení hardware zaměřená na hardwarově řízené přepínání mezi současně zpracovávanými programy. Bylo možno najednou provádět až pět programů. To taktéž dovoľovalo využívat vnější sdílení času mezi základní jednotkou a jednotlivými periferními zařízeními. Vedle toho EPOS umožňoval i další prvky paralelismu jako možnost současného zpracování operace násobení nebo dělení současně s jinou operací základní jednotky.

EPOS 1 byl jednoadresový sério-paralelní počítač s délkou slova 12 dekadických míst, s pamětí o velikosti 1024 slov pracující v celočíselné aritmetice (*pozn. editora PG – tento údaj je pravděpodobně převzat z Encyklopedie výpočetní a řídicí techniky Ing. Karla Křišťoufka, CSc. Pamětnice Jana Čejková upozornila na to, že paměť měla velikost 1000 slov, což je u dekadického počítače logičtější.*). Samozřejmě uměl zpracovávat i operace v pohyblivé řádové čárce, ale jednotka určená pro tyto výpočty nebyla součástí základní jednotky a byla řešená jako zvláštní periferní zařízení. Podle původních předpokladů měl obsahovat nanejvýš 2 000 elektronek, ale nekompletní funkční model měl již v roce 1962 více než 3 400 elektronek a potřeboval příkon kolem 80 kW. Hotový model nakonec obsahoval čtyřikrát více elektronek, než bylo v původním záměru (kolem 8 000) a potřeboval příkon asi 200 kW.

Počítač, jak bylo obvyklé v této době, vykazoval značnou poruchovost. Pro ilustraci: průměrná délka bezporuchového chodu programu během zkoušek v roce 1963 byla jenom 84 minut. Toto spolu s dalšími již klasickými příznaky nedalo velkou šanci najít uplatnění pro EPOS 1. Počítač s takovými vlastnostmi se zkrátka nepodařilo protlačit do sériové výroby. Po kritické diskusi, která pronikla až do tisku, byla výroba počítače odstavena a nové úsilí bylo směřováno na vývoj menšího tranzistorového počítače.

Na základě těchto podnětů byl zahájen projekt nového počítače označovaného EPOS 2. Jak již název napovídá, nový model navázal na svého předchůdce a plně využil logiku EPOSu 1. Tentokrát se již vsadilo na plné využití polovodičových součástek a tranzistorů. Bohužel jeho vývoj velice nepříznivě ovlivnila emigrace doc. Svobody společně s řadou jeho spolupracovníků v letech 1964 - 65. Vývoj se opět neúměrně protáhl a podnik ZPA Čakovice, podle kterého měl počítač interní označení ZPA 600, zahájil sériovou výrobu teprve až v roce 1969.

Mimo dalších vcelku unikátních řešení byly nejzajímavějším rysem EPOSu takzvané operace maskování. Ty dovoľovaly programovat jednou instrukcí i velmi neobvyklé operace. EPOS 2 byl po sérii nezdarů jedním z poměrně úspěšných počítačů. Díky orientaci na vlastní součástkovou základnu a politické podpoře našel uplatnění na řadě míst i v armádě.

Počítač EPOS 2 byl také završením vývoje výpočetní techniky v Československu, která sledovala zcela vlastní cestu vývoje. Přinesla mnoho originálních řešení a nových nápadů (např. použití dekadického zobrazení namísto dnes běžně užívaného binárního). Napříště se již uplatňovala koncepce dovozu techniky z východního bloku a později společný mezinárodní rozvoj socialistických zemí, který byl zaměřen na kompatibilitu a jednotnost řešení. Byla to nutná daň zrychlení dalšího rozvoje počítačů. Bohužel tím se muselo opustit i od mnoha směrů slibného vývoje.

Je jen velká škoda, že význam vývoje a nasazování výpočetní techniky byl u nás až do druhé poloviny 60. let velice podceňován. Na výzkum a vývoj nebyly soustředěny potřebné lidské a finanční zdroje. Společně s izolací od ostatního světa to způsobilo opožďování a dávalo velice neuspokojivé výsledky. Proto je jasným důsledkem, že

potenciální uživatelé výpočetní techniky hledali možnosti mimo území našeho státu. Samozřejmě, že naráželi na vážné ekonomicko-politické problémy jak na naší straně, tak i na straně technologicky vyspělých západních zemí. Rád bych vzpomněl jenom několik nejužívanějších typů počítačů, které se podařilo přivést a uplatnit v Československu i navzdory problémům.

Prvním dovezeným počítačem byl německý ZEUS Z 11, který získala Meopta Přerov v roce 1957. Mezi dalšími byly sovětský URAL 1 a 2, německý LGP 30 a ZRA 1, anglický NE 803, SIRIUS a ICT 1901, americký IBM 1410 atd. Nákupy se většinou realizovaly převážně z limitu Brněnských mezinárodních veletrhů přidělovaného na odkoupení exponátů.

Problémy s provozem se však vyskytly i u těchto dovezených počítačů. Například Ústav teorie informace a automatizace (ÚTIA) koupil v roce 1958 elektronkový počítač URAL 1. O rok později po odstranění konstrukčních závad na magnetopáskových pamětech a provedení dalších zlepšení byl počítač uveden do provozu. V dalším roce pak bylo nutné provést generální opravu, při níž bylo vyměněno 75 % elektronek a asi 10 % germaniových diod. Udržení počítače v provozu znamenalo udržet provozní teplotu mezi 20-25° C, což obnášelo v letních měsících dost velký problém, protože počítač měl velký tepelný výkon a generální opravy se pak opakovaly každý rok.

Další etapu využití výpočetní techniky předznamenalo přijetí vládní koncepce rozvoje umožňující hlavně dovoz počítačů ze socialistických zemí. Typickým představitelem té doby byl běloruský počítač MINSK 2/22. Po výměně původního snímače děrné pásky za domácí výrobek FS 1500 a děrovače představoval poměrně spolehlivý a oblíbený počítač. Jen na okraj, FS 1500 byl jedním z našich vůbec nejúspěšnějších výrobků výpočetní techniky. MINSK 22 nakonec existoval asi v 60 exemplářích na našem území a uživatelé dokonce založili zájmovou organizaci.“

3.3 VÚMS v roce 1975 pohledem pracovníka generálního ředitelství ZAVT

Cenné svědectví o historii Výzkumného ústavu od jeho založení až do poloviny 70.let nám také zanechal pamětník plukovník Ing. Miroslav Kepka z generálního ředitelství ZAVT. V roce 1975 přednesl na konferenci 25 let počítačů ve VÚMS příspěvek, v němž uvádí toto:

.....ústav se zabývá výpočetní technikou prakticky od padesátých let, a to jak v oboru analogových počítačů, tak zejména v oboru počítačů číslicových. Oba tyto obory se rozvíjely vedle sebe a příliš se až do posledních let neovlivňovaly. Dovolím si věnovat v další části svého referátu srovnání obou oborů zvláštní pozornost, protože má podle mého názoru dost velkou důležitost. Zvláštností VÚMS je, že ve svých laboratořích realizoval typy počítačů všech generací.

Nultá generace

U nás v ČSSR se začal rozvoj výpočetní techniky rozvojem techniky děroštitkové zásluhou n.p. Aritma, která nasýtla naše závody a ústavy strojněpočetními stanicemi vybavenými soupravami DŠ strojů - pořizovacích děrovačů a tabelátorů a třídíčů.

A tak je zcela pochopitelné, že hlavním počítacím prvkem prvního skutečného počítače SAPO bylo relé - hlavní stavební prvek DŠ techniky 50. let. Počítač SAPO vzniká ve srovnání se světovou historií počítačů s malým zpožděním, v Evropě však patří do špičky. Kolem výzkumů a vývoje počítače SAPO se vytvořil mladý kolektiv nadšených pracovníků, z nichž mnozí dodnes v ústavě pracují. V počítači SAPO byla realizována celá řada patentů - jednou z nejpozoruhodnějších vlastností počítače bylo, že počítač měl tři základní jednotky, které prováděly paralelní výpočet, a srovnáváním výsledků byla kontrolována správnost výpočtu - tím byl zabezpečen systém proti malé spolehlivosti počítacích prvků-relé.

Považuji to za důležité i pro dnešek. Tenkrát si byli konstruktéři plně vědomi toho, že mají k dispozici stavební prvek s malou spolehlivostí a dovedli se dobře s tímto problémem vyrovnat. Ano, je pravda, že v tehdejší době bylo velmi málo kontaktů se Západem a nebylo jiné východisko než se spolehnout na vlastní síly. K výrobní realizaci počítače SAPO bohužel

nedošlo, ani se nezachoval prototyp v technickém muzeu. Některé patenty a myšlenky byly realizovány VÚMSem v reléovém kalkulačním děrovači T 520, který pak vyráběl n.p. Aritma-Vokovice.

K nulté generaci analogových počítačů patřil analogový počítač EÚZ 1, pradědeček dnešních analogových počítačů MEDA. Počítacími prvky byly metrové tyčové potenciometry, které realizovaly jak lineární, tak i nelineární funkce velmi svérázným způsobem. Rovněž bylo nutno vyvinout a vyrobit další prvky - ss. zesilovače, servomotory, servozesilovače a řadu dalších. Na rozdíl od počítače SAPO bylo vyrobeno několik prototypů počítače, které byly vyzkoušeny v praxi, realizovány v dnešním závodě Aritma-Vysočany, který se pak stal realizačním závodem pro analogovou a hybridní techniku.

První generace počítačů

Zkušeností z prací na počítači SAPO bylo využito na elektronkovém počítači EPOS 1. Nešlo zde o převedení konstrukce na nové počítací prvky - elektronky, ale o zcela novou koncepci počítače. Počítač měl patřit do střední kategorie počítačů, měl zpracovávat paralelně několik programů. Před celým systémem byla realizována část základní jednotky tzv. EPOSEK, na němž byly odzkoušeny některé nové principy. Byl jsem členem několika zkušebních komisí, které hodnotily prototyp počítače EPOS 1, protože se měl rozšířit do značného počtu závodů a institucí. Ačkoli mnozí členové komise přistupovali s nedůvěrou k výkonnosti počítače, museli změnit svůj názor při vlastních zkouškách. Snad nejvíce pozornosti a sporů vyvolal tzv. organizátor, který řídil velmi efektivně zpracování několika programů ve sdílení času. Toto sdílení bylo prakticky ověřeno jak ve státních zkouškách, tak se později osvědčilo v praxi u dalšího typu počítače EPOS 2.

I speciální kód 2 z 5 a třináct dekad s 65 bity, které dovolovaly samoopravnost při ztrátě 1 bitu a hlásily chybu při dvou chybných bitech, byly podrobeny ostré kritice. V praxi se naprosto osvědčily a dokumentovaly, že konstruktéři brali při návrhu v úvahu malou spolehlivost tehdejších stavebních prvků, zejména feritové paměti a zpožďovacích linek.

Pochybovači o účelnosti řešení byli přesvědčeni o naprosté nutnosti samoopravnosti při vypnutí obvodů pro opravu kódu; počítač přestal spolehlivě počítat. Nelze zde hodnotit všechny zvláštnosti - všimnu si ještě jedné - dnes zcela běžné komunikace mezi operátorem a

počítačem: byla zprostředkována obrazovkovým displejem sice jen v omezeném rozsahu a jen číslicově pro kontrolu registrů, nicméně byl to displej! Vzpomínám si, že při hodnocení funkčního vzoru EPOS 1 jsme hodnotili v komisi i spolehlivost systému. Z údajů chybovosti a poruchovosti vycházel výpočet střední doby mezi poruchami 8 - 10 minut. Někteří tehdejší specialisté předpovídali, že systém je neschopen nasazení do praxe.

Když jsme však provedli podrobnou analýzu všech zjištěných poruch, mohli jsme předpovědět, že při realizaci ve výrobním závodě bude střední doba mezi poruchami 5 - 7 hodin, což se pak v praxi plně potvrdilo. (Většina poruch byla totiž v nevhodné technologii výroby, tzv. studené spoje.)

Počítač prošel úspěšně všemi státními zkouškami, avšak nenašel žádného realizátora. Závod Aritma vyrábějící jako jediný v ČSSR výpočetní techniku, považoval za velké riziko přechod od děrnoštítkové techniky na velký a také nákladný počítač, realizoval jen výrobu prototypů a n.p. Tesla výrobu výpočetní techniky vůbec odmítl. A tak byly vyrobeny pouze 3 prototypy v n.p. Aritma-Hloubětín. Je třeba poznamenat, že jeden z prototypů počítal až do r. 1974 a prakticky velmi spolehlivě. A tak zůstaly celostátní záměry jen v plánech a bylo nutno otevřít dveře zahraničním počítačům, které u nás v pozdějších letech vytvořily známé muzeum počítačů řady světových firem. V analogové technice byl počítačem první generace elektronkový speciální počítač EÚZ II a elektronková MEDA. Znamenaly značný pokrok v prvkové základně. Fyzicky rozměrný tyčový potenciometr byl nahrazen 20ti otáčkovým spirálovým potenciometrem, jehož vývoj a výroba včetně speciálních navíjecích strojů byly zvládnuty ve velmi krátké době. Na těchto unikátních strojích jsou spirálové potenciometry vyráběny v n.p. Aritma dodnes, i když ve větším sortimentu.

Realizace výroby počítače EPOS 2 a návazná výroba počítače MEDA ve značném objemu posílila výrobní základnu a ta pak byla schopna realizovat i další typy analogových počítačů dalších generací jak jednoúčelových, tak univerzálních.

Druhá generace počítačů

Další rozvoj počítačů v ČSSR byl předmětem řady konzultací se specialisty SSSR. Ve svých závěrech oceňovali parametry počítače EPOS 1, avšak doporučovali realizaci v tranzistorové verzi, kterou byl počítač EPOS 2. U druhé generace počítačů rozvíjel VÚMS již

dva typy - malé počítače MSP 1 a E 1b a střední počítač EPOS 2. Stavební prvky, kód, délka slova a některé stavební prvky byly stejné. Počítač MSP 2 se dočkal dřívější realizace než EPOS 2 díky průkopnickému nadšení a obětavosti závodu ZPA Čakovice. Číslicová větev výpočetní techniky VÚMS získala až v r. 1965 svůj výrobní závod - po více než desíti letech výzkumu a vývoje. Bohužel jen třináct počítačů MSP 2a bylo vyrobeno - a na brněnské a pražské technice počítaly prakticky až dodnes.

Na počítači EPOS 2, který výrobně realizoval také n.p. ZPA Čakovice pod názvem ZPA 600, ZPA 601 v počtu 38 ks v letech 1968-72, byly promítnuty všechny principy z počítače EPOS 1 a byla provedena celá řada zlepšení.

Snad stojí za zmínku, že všechna periferní zařízení byla domácího původu až na magnetické pásky, které v prvním období byly z dovozu (Francie) a teprve v pozdějších letech byly nahrazeny páskami z n.p. Tesla-Pardubice.

Dnes je možno říci, že nebylo šťastným řešením okamžité zastavení výroby počítače ZPA 601, který mohl být dodnes výkonným počítačem střední kategorie po malé inovaci. Jeho předností je především skutečná víceprogramovost a poměrně snadná údržba. Byl dokonce vybaven i diskovou pamětí a operačním diskovým systémem, takže by i v dnešní době měl řadu moderních znaků. (*Pozn. editora PG – text je z roku 1975.*)

V analogové větvi počítačů je představitelem druhé generace analogový počítač MEDA 40 TA (40 TB). Počítací ss. zesilovače byly plně tranzistorovány a tento typ se stal velmi rozšířeným typem nejen u nás, ale i v socialistických státech. V minulém roce vyrobil n.p. Aritma-Vysočany 1 000. analogový počítač, což samo o sobě ukazuje na dobré tradice v tomto oboru, kde jsou i další možnosti exportu, neboť v rámci socialistických států má naše země speciální postavení jako jediný exportér analogové techniky.

Třetí generace počítačů

Koncem šedesátých let se začala rozvíjet mezinárodní spolupráce v oblasti výpočetní techniky v rámci socialistických států, která probíhá dodnes pod vedením MVK, radou hlavních konstruktérů a vyvrcholila realizací řady šesti typů počítačů od EC 1010 po EC 1050, z nichž ČSSR zajišťuje výrobu EC 1021 a několik periferních zařízení.

Počítač EC 1021 se stane v r. 1980 nejrozšířenějším počítačem v ČSSR - má být vyrobeno a nasazeno přes 500 ks počítačů. Při rozvoji této spolupráce sehráli pracovníci VÚMS, kteří pracovali prakticky ve všech komisích a radách specialistů významnou roli.

Do realizace řady počítačů JSEP byla zapojena řada dalších organizací jako VHJ Tesla, VHJ Zbrojovka, n.p. Pramet-Šumperk a další podniky VHJ ZPA vedle ZPA Čakovice, např. Metra Blansko, ZPA Prešov, Novoborské strojírny.

Přechod k výrobě třetí generace představoval skok, jak ve výrobní technologii - použití integrovaných obvodů a použití víceroštových desek elektroniky, tak i v zabezpečení softwaru, který musel být řešen v podstatně větším předstihu a větším rozsahu než u předchozích generací i rozsahem speciální měřicí techniky. A tak nemůžeme být překvapeni, že při tak značných změnách jak ve výrobní technologii, tak ve složitosti konstrukce a jiné prvkové základně vznikají v počátcích exploatace těžkosti.

Zatím co vývojová řada SAPO - EPOS 1 - EPOS 2 (ZPA 600) představují plynulý vývojový proces - je ZPA 6000/20 - EC 1021 zcela novým typem počítače jednotné řady, kde zatím nebylo ani u nás ani jinde žádných zkušeností.

Musíme si přiznat, že jsme podcenili přechod od 2. ke 3. generaci počítačů, a to jak u výrobců, tak u organizátorů zavádění i u vlastních uživatelů. Jsem přesvědčen, že se nám podaří zvládnout počáteční těžkosti, ale musíme jim věnovat pozornost spojenou s podrobnou analýzou současného stavu a prováděním rázných operativních zásahů.

Tento příklad nám ukazuje, že při výzkumu a vývoji musí výzkumní pracovníci (VÚMS) mít větší sepětí s výrobními závody a uživateli a navrhovat s předstihem opatření k překonání různých obtíží a tyto obtíže včas předvídat.

Představitelem třetí generace v analogové větvi je jednak iterační počítač MEDA 41 TC a jednak hybridní systém ADT 7000, který se skládá z analogové části ADT 3000 a číslicové části ADT 4000. Ve spolupráci s NDR byl z počítače ADT 3000 a počítače KSR

4200 realizován hybridní systém HRA 7000. Tyto hybridní systémy představují špičkovou úroveň malých hybridních systémů.

Číslicová část - minipočítač ADT 4000 našel své další uplatnění v řadě dalších odvětví, např. jako systém CIS nasazený v elektrárnách Tušimice a Dětmárovice. Ale tím se dostáváme z historie do dnešních dnů a je potřeba se zamyslet nad jednotlivými etapami a provést analýzu těchto etap, abychom dobrých zkušeností využili při rozvoji dalších generací počítačů.

Pokus o analýzu období jednotlivých generací

Všimneme-li si jednotlivých oborů výpočetní techniky - analogově-hybridní a číslicové a provedeme-li jejich analýzu, je patrný velmi odlišný charakter vztahů: výzkum - vývoj - výroba - uživatel.

Obor analogové techniky už v prvním období nulté generace nachází svůj výrobní závod (Aritma-Vysočany), a tím i závod pro zajištění vývoje a tento vztah zůstává zachován pro všechny generace až po dnešní dny. Existuje velmi dobrá spolupráce mezi příslušným útvarem VÚMS a vývojovou skupinou n.p. Aritma a spolupráce VÚMS a průmyslem je zde tak úzká, že Aritma staví pro VÚMS i funkční vzorky nových zařízení. VÚMS zajišťuje pro n.p. Aritma prvkovou základnu (nové typy hybridních zesilovačů, funkčních měničů DA a AD převodníků a dalších podobných prvků).

N.p. Aritma-Vysočany udržuje kontakty se svými uživateli, pořádá každý rok semináře analogové techniky MEDA, které jsou zajišťovány odbornými referáty i pracovníky VÚMS. To vytvořilo mimořádně příznivé klima pro dobré vzájemné vztahy. Jsou zde i některé negativní rysy, jako např. nedostatečné výrobní kapacity Aritmy, delší doby náběhu nových systémů, klesání významu a malá podpora oboru, ale ty jdou mimo vliv VÚMS.

Naproti tomu obor číslicové techniky nutno posuzovat od jedné etapy k druhé zcela samostatně, protože charakter těchto vztahů byl pokaždé jiný. Při zahajování výzkumných prací na nulté generaci vyvíjela skupina pracovníků Laboratoře ČSAV (jež dala vznik VÚMS) velmi agilní činnost v pořádání seminářů (Liblice), v publikační činnosti a v seznamování odborníků s novou problematikou matematických strojů (odborné přednášky

každý týden - čtvrtky). Jsou však velké těžkosti se zajišťováním funkčních vzorků a prototypů, které zajišťuje smluvně jen v dílech n.p. Aritma a další podniky. Realizační základna nebyla v tomto období zajištěna.

Podářilo se však shromáždit početnou skupinu schopných mladých odborníků, kteří teoreticky vyrostli a byli schopni řešit nové složitější problémy. První generace počítačů vzniká v období, kdy na Západě jsou vyráběny počítače tranzistorované a v SSSR se vyrábí počítače elektronkové. Některé se v omezeném množství začaly k nám dovážet. Na rozdíl od dovážených malých systémů razí VÚMS koncepci středního výkonného počítače se sdílením času a víceprogramovostí. O novosti řešení začínají vznikat mimo VÚMS pochybnosti a vytváří se jakási opozice, s níž je třeba bojovat. Státní politika podporuje záměry vyrobit větší počet středních počítačů, je připraven rozdělovník pro první uživatele, jsou vedeny první práce s uživateli. VÚMS pokračuje v propagační práci, informuje o novinkách, pořádá dále čtvrtěční besedy (ale už nepořádá několikadenní konference). Průmysl však váhá a přistupuje k zajišťování výroby středního počítače EPOS 1 s velkou opatrností a zpožděním. Tím se vytváří rozpor mezi uživateli a VÚMS a mnozí z nich se orientují na dovážené počítače z KS nebo ze SSSR. Zpoždění ve vývoji je tak velké, že specialisté SSSR doporučují přejít urychleně na tranzistorovou verzi. Výrobně se realizují v n.p. Aritma-Hloubětín pouze tři kusy, z nichž pouze dva se dostávají k uživatelům.

Druhá generace počítačů navazuje na výsledky ověřené v provozu počítače EPOS 1, avšak VÚMS řeší kromě středního počítače i malé počítače MSP a E 1b pro vědeckotechnické výpočty. Ani v této etapě průmysl z počátku nenachází odvahu pustit se do výroby středního počítače. Prvková základna se rovněž zpožďuje, a tak se tranzistorová verze počítačů 2.G realizuje na germaniu, což v té době již nebylo progresivní.

V roce 1965 dochází k reorganizaci průmyslu, vzniká VHJ ZPA a VÚMS je přičleněn jako bývalý rezortní výzkumný ústav k tomuto nově vzniklému trustu podniků, jejichž hlavní náplní byla automatizace. V národním podniku ZPA Čakovice nachází VÚMS výrobní základnu pro malý počítač MSP 2a; v poměrně krátké době 1 a 1/2 roku je zahájena jeho sériová výroba. Brzy potom se ZPA Čakovice ujímají i výroby středního počítače EPOS 2, který dostal název ZPA 600.

V té době před rokem 1968 však vznikají snahy navázat kontakty se zahraničními firmami, a tak VHJ Tesla kupuje licenci na francouzský počítač firmy Honeywell-Bull, nazvaný Tesla 200. Tak vzniká u nás druhý výrobce počítačů, počítačů licenčních, a tím i zvýšení tlaku na VÚMS a VHJ ZPA, které musí čelit této situaci.

Národní podnik Aritma, také začleněný do trustu ZPA se v této etapě orientuje za pomoci VÚMS na malé děroštitkové počítače a tak vzniká další počítač DP 100, v některých prvcích využívající prvkové základny druhé generace čs. počítačů. Je tedy vytvořena výrobní základna a začíná s ní úspěšná spolupráce, ale sílí i vyčerpávající boj za prosazování čsl. koncepce. Druhá strana (opozice VÚMS) získává úspěch a VÚMS je zatlačován do izolace. Spoléhá jen na vlastní síly, jeho propagační akce nejsou dostatečně aktivní. Střední počítač ZPA 600 obstál úspěšně ve všech zkouškách a při exploataci vykazuje po záběhu u prvních uživatelů dobré parametry, je dále součástí státního plánu rozvoje vedle paralelní výroby licenčního počítače Tesla 200. Počty vyrobených domácích počítačů druhé generace (13 ks MSP 2a, 38 ks ZPA 600, 110 ks DP 100), tj. celkem 161 ks je o něco vyšší než počty kusů licenční výroby Tesla 200 (130 ks).

Nástup ke 3. generaci začíná již před rokem 1969 a podněty k ní vznikají při řadě konzultací sovětských specialistů u nás a v ostatních socialistických státech. Ukazuje se, že problematika výpočetní techniky je velmi široká a dává prostor pro dobrou spolupráci všech socialistických zemí. Výzkumné práce jsou centrálně řízeny, vytvářejí se rady specialistů, společné normy a doporučení. To vyžaduje mnoho pracovního úsilí. Úkoly jsou vedeny jako důvěrné, uzavírá se pronikání informací k uživatelům v období tvůrčích prací, izolace VÚMS od organizací s příbuznou problematikou trvá nebo se prohlubuje. Přechod na novou generaci počítačů vyžaduje novou technologii pro výrobu desek, měřící techniku pro integrované obvody, speciální diagnostická zařízení, strojní návrh, zapojení elektronických obvodů a kabeláže a nezbyvá proto mnoho sil více se exponovat. Teprve po zveřejnění celé řady JSEP na výstavě v Moskvě v r. 1973 nastává pronikání informací k uživatelům. Po ověřovací sérii v roce 1973 se rozbíhá sériová výroba v ZPA Čakovice v letech 1974-75.

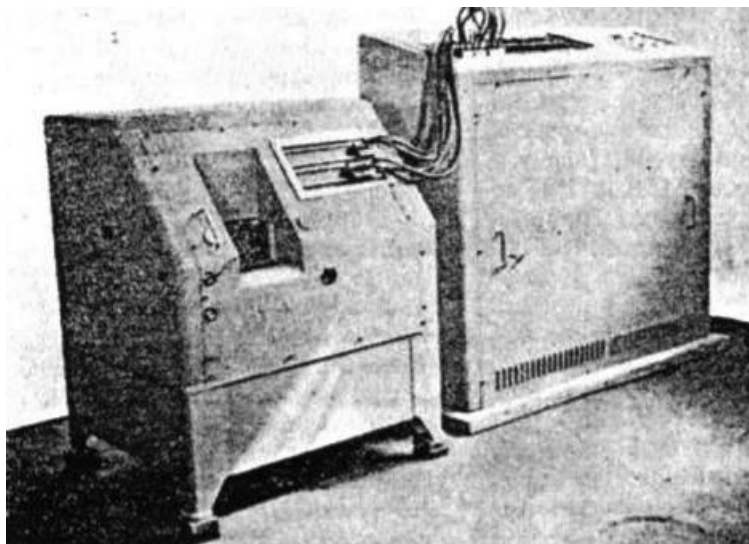
Již sám fakt, že VÚMS existuje 25 let a prošel všemi generacemi počítačů a řadu svých prací úspěšně realizoval ve výrobě, svědčí o tom, že je kvalifikovaným výzkumným pracovištěm a právem mu lze přiznat zásluhy o rozvoj československé výpočetní techniky.

Pokud neměl VÚMS zajištěnu solidní výrobní základnu, končily jeho výzkumné práce bez realizace. Proto má spojení s výrobou pro výzkumný ústav zásadní význam a mělo by se v dalších etapách rozvoje utužovat a prohlubovat.

4 Číslicové počítače

4.1 Nultá generace číslicových počítačů z VÚMS

4.1.1 Kalkulační děrovač/násobička T50/T520



První kalkulační děrovač T 50¹, jenž předcházela modely T 500 a T 520, vznikl začátkem 50. let 20. století v Aritmě pod vedením Antonína Svobody, který provedl logický návrh zapojení a zúročil tak své zkušenosti nabyté během svého zahraničního studijního pobytu s prof. Trnkou v roce 1947. Jak již bylo uvedeno v jeho životopise, za vývoj tohoto zařízení obdržel A. Svoboda a kolektiv pracovníků Aritma v roce 1953 státní vyznamenání.

¹ DVOŘÁK, František. Kalkulační děrovač T 50 Aritma. Aritma, Praha 1954.



A. Svoboda s pracovníky Aritmy u kalkulačního děrovače (fotoarchiv VÚMS)

Kalkulační děrovač prováděl až 6 000 aritmetických operací slučování (tj. sčítání/odečítání) nebo násobení za hodinu. Operace dělení měla poloviční rychlost a výsledek dělení měl maximálně 9 platných cifer. Následující tabulka ukazuje typy realizovatelných aritmetických operací a počet platných cifer vstupních operandů:

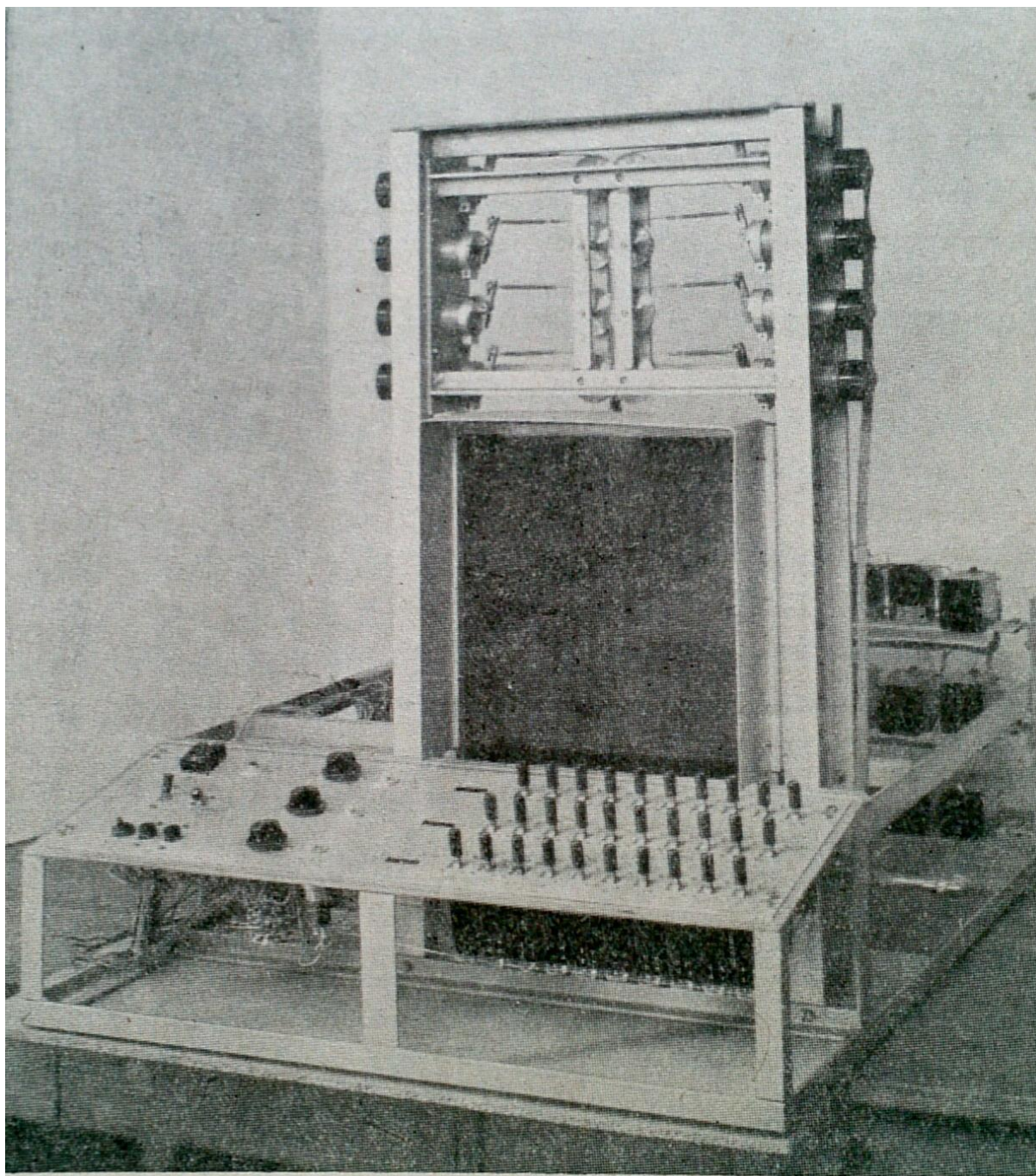
Operace	Počet platných cifer operandů		
	A	B	C
$A \times B$	12	7	
$A \pm B$	11	11	
$A : B$	12	12	
$(A \pm B) \times C$	11	11	6
$A \times B \pm C$	11	5	11

4.1.2 Eliška, SuperEliška, M1, M2

Antonín Svoboda úzce spolupracoval začátkem 50. let s doktorem Allanem Línkem z Ústavu technické fyziky Akademie věd. Výsledkem této spolupráce byly návrhy dvou jednoúčelových strojů podle koncepce dr. Línka. Jeden z nich měl sloužit pro výpočet

strukturních faktorů, druhý k řešení struktur metodou zkoušení a chyb. Stroj pro výpočet strukturních faktorů byl jednoúčelový stolní reléový počítač pro vyhodnocování trigonometrické části strukturního faktoru, tj. výrazů $\cos(2\pi(hx+ky+lz))$ a $\sin(2\pi(hx+ky+lz))$. Těchto výrazů je při každém iterativním kroku řešení struktury třeba vyhodnocovat několik set až několik tisíc.

Stroj byl sestaven mechanikem Škardou z materiálu získaného velmi levně z vojenského výprodeje a dostal přezdívku ELIŠKA. To je akronym vzniklý ze jmen Eniac - LInek-ŠKArda (ENIAC byl obří mnohatunový elektronkově-reléový počítač, který byl konstruován na Univerzitě v Pennsylvánii pro výpočet dělostřeleckých palebních tabulek pro americkou armádu za druhé světové války.



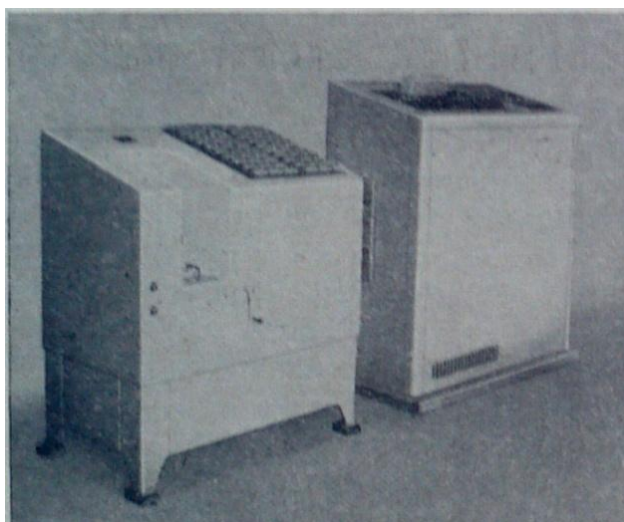
Stroj pro výpočet strukturních faktorů

ELIŠKA byla desetimístná dvojková reléová sčítačka ovládaná z klávesnice, na níž se pomocí tří desítek klíčů nastavovaly s přesností 2-10 periody identity hodnoty proměnných, tj. atomových souřadnic x , y , z . Jedním ze tří tlačítek na klávesnici se ovládalo přičítání vždy jedné z proměnných a tak se krok za krokem vytvářela hodnota argumentu ($hx + ky + lz$). Na sčítačku byl napojen mechanicko-optický dekodér udávající funkční hodnotu - sin a cos - pro

vypočtený argument. Dekodér byl vytvořen osmi pohyblivými clonkami a skleněnou deskou, na niž bylo fotografickou cestou nanесeno 256 dvojic hodnot funkce sin a cos z intervalu uspořádaných do čtvercové matice 16×16 . Každá z clonek byla ovládána jedním z osmi elektromagnetů, napojených na osm nejnižších řádů výstupu ze sčítačky a mohla zaujímat jednu ze dvou poloh. Clonky tak mohly být nastaveny do 256 různých poloh a v každé z nich propouštěly světlo právě na jednu z 256 dvojic funkčních hodnot. Výstup z nejvyšších dvou řádů sčítačky ovládal indikační žárovíčky, jež udávaly znaménko pro odečtené hodnoty sinu a kosinu. Údaj dekodéru pak byl zapisován do připraveného formuláře. Výpočet strukturních faktorů se při používání stroje podstatně zrychlil a zároveň zjednodušil tak, že práci mohl vykonávat zacvičený pracovník. [A. Línek, Čs. čas. fyz. 3, 388 (1953)] ELIŠKA byla v provozu do začátku 60. let a dnes je v depozitáři Národního technického muzea.

Počátkem roku 1954 doktor Línek navrhl spolu s ing. Ctiradem Novákem jednoúčelový stroj, který měl zajistit tuto druhou, na výpočty velmi náročnou část výpočtů při řešení krystalových struktur [A. Línek, Fyzikální věstník 2, 3 (1954); A. Línek, Čs. čas. fyz. 5, 212 (1955); A. Línek, C. Novák, Čs. čas. fyz. 5, 474 (1955)]. Stroj sestavil laboratorní mechanik Mirko Novák, ke stavbě byl použit telefonní materiál - krokové voliče a relé. Základními bloky byly desetimístná dvojková násobička a sčítačka spolu s reléovou pamětí hodnot funkcí sin a cos. Stroj byl vybaven na výstupu tiskárnou pracující v osmičkové soustavě. Umožňoval vyhodnocování elektronové hustoty podle volby ve 120, 60 nebo 40 ekvidistantních bodech periody identity a provádění součtů až do patnácté harmonické. Byl uveden do provozu ještě během roku 1954 a nazván SuperELIŠKA.

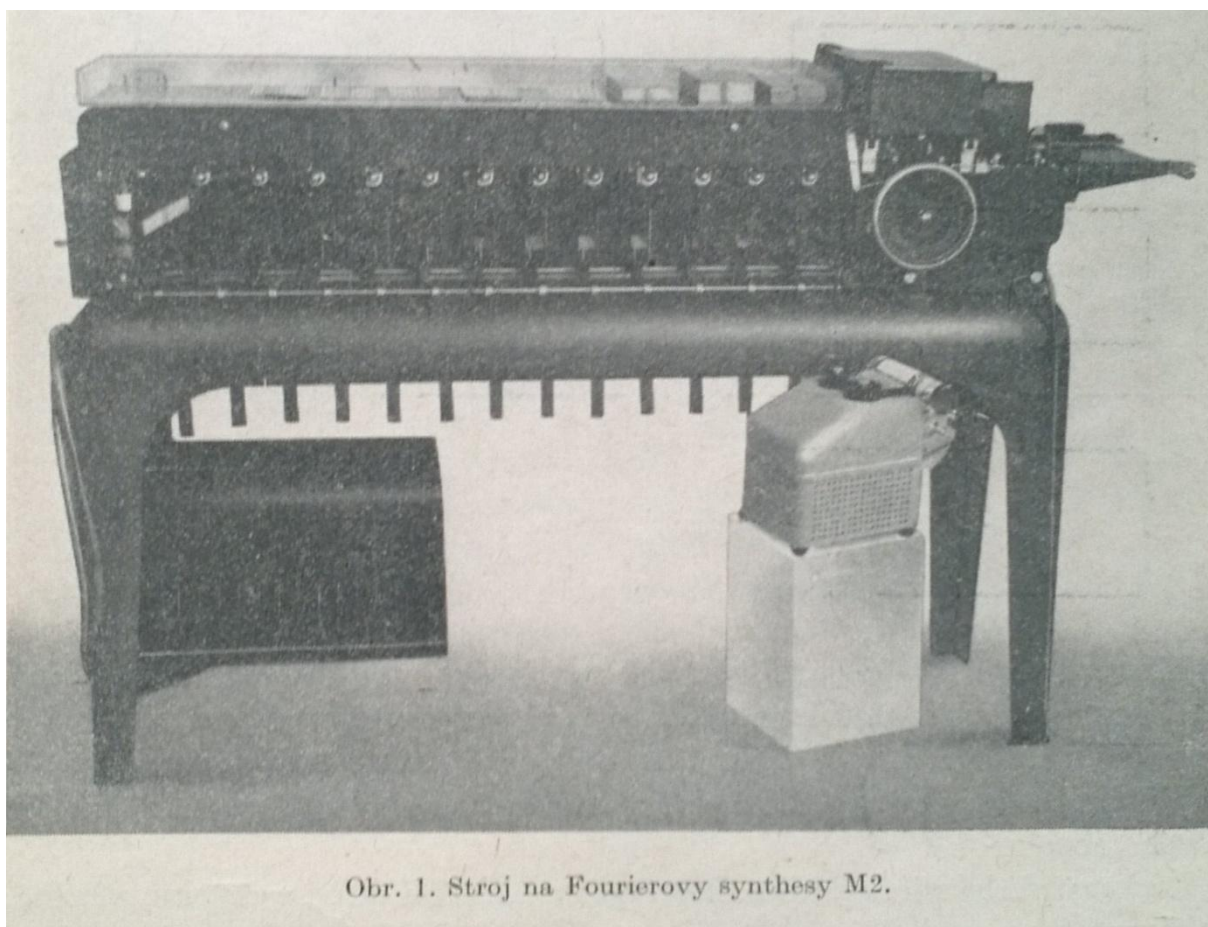
Stroj M1 byl navržen ve VÚMS v roce 1950 a předán do výroby v n.p. Aritma v roce 1952. Byl osazen 1100 speciálními relé, stejnými jako SAPO, pracoval v binárním kódu rychlostí 40 operací za vteřinu. Paměť pro hodnoty funkcí sin a cos argumentu ($2\pi hx$) byla malá sada děrných štítků - jejich počet odpovídal dělení periody identity



(nejvýše 120 bodů). Stroj vyhodnocoval Fourierovy řady do 29. harmonické. Nahradila jej v

roce 1954 SuperELIŠKA. [V. Černý, J. Oblonský, Stroje na zpracování informací III (1955), s. 31]

Pak byl vypracován návrh stroje nazvaného M2. [J. Oblonský, Stroje na zpracování informací III (1955), s. 49]. Měl to být reléový děroštitkový stroj, který měl vyhodnocovat Fourierovy řady do patnácté harmonické. Měl pracovat se sadou děrných štítků, která byla případ od případu vhodně zvolenou podmnožinou základní kartotéky o 74 400 štítcích.



Obr. 1. Stroj na Fourierovy synthesy M2.

Výroba stroje byla zadána národnímu podniku Aritma. Stroj M2, ač provozuschopný, nemohl být využit, protože vyhotovit a zkontrolovat základní kartotéku o 74 400 štítcích (paměť sčítanců Fourierových řad pro různé podmínky syntézy), tj. přibližně 37 krabic ručně děrovaných štítků, nebylo lze zvládnout v krátkém čase. A protože SuperELIŠKA pracovala spolehlivě a přibližně stejně rychle, jako měl pracovat M2, nebylo děrování štítků základní kartotéky nikdy dokončeno a stroj nebyl k předpokládanému účelu nikdy použit.

Bibliografie:

Převzato z

https://www.fzu.cz/sites/default/files/nadrchal_novak.pdf
https://www.fzu.cz/sites/default/files/nadrchal_novak.pdf

a z CD ROM s přednáškou Ing. Ctirada Nováka na slavnostním shromáždění „100 let od narození A. Svobody“ v listopadu 2007

4.1.3 SAPO

Na koncepci reléového číslicového počítače s názvem SAPO (SAmočinný POčítač) pracoval Svoboda s několika spolupracovníky již od roku 1947. Hlavním projektem oddělení matematických strojů při Ústředním ústavu matematickém se SAPO stal v roce 1951. Autorem podrobných plánů operační jednotky stroje byl Václav Černý, plány řídicích a kontrolních obvodů vypracoval Jan Oblonský. Zdeněk Korvas rozpracoval metodiku zkoušení elektrické části počítače. Počítač SAPO měl některé unikátní vlastnosti. Byl to historicky první počítač na světě, který lze zařadit do kategorie počítačů odolných vůči poruchám. Měl tři nezávislé aritmetické jednotky a správnost výsledku byla určována na principu majority. Princip třímodulární redundance byl pak znovu použit až o mnoho let později v USA při kosmických letech a v leteckém průmyslu. Architektura třímodulární redundance byla tehdy nutná, protože počítač SAPO obsahoval 7 000 pětikontaktních relé, jejichž spolehlivost byla nevalná. Činnost relé byla řízena elektromechanickým generátorem impulsů, který vytvářel cca 100 druhů různých budicích a přidržovacích pulsů, aby kontakty relé přepínaly vždy bez proudu. Ukázalo se totiž již při výzkumu kalkulačního děrovače v Aritmě, že v takovémto reléovém systému se v okamžiku přerušení budicího impulsu do většího počtu relé indukuje do přidržovacích vinutí energie, která stačí některé rozpojovací kontakty udržet v sepnutém stavu až do příchodu dalšího přidržovacího impulsu. Magnetický obvod relé proto musel být konstruován s ohledem na potlačení indukční vazby mezi budicím a přidržovacím vinutím. Vyhovující konstrukci relé navrhl Jan Oblonský.

Aritmetika počítače byla binární s pohyblivou čárkou a s délkou slova 32 bitů. Instrukce byly pětiadresové. Kromě dvou adres operandů a adresy pro uložení výsledku, obsahovala dvě adresy následujících instrukcí, mezi nimiž se rozhodovalo podle znaménka

výsledku. Rychlost provádění všech instrukcí byla shodná a rovnala se přibližně pěti operacím za sekundu. V té době ještě neexistoval žádný operační systém; ani by se totiž do paměti nevešel. Programovalo se přímo ve strojovém kódu a jednotlivé instrukce programu byly vyděrovány do série po sobě jdoucích děrných štítků, které se do počítače načítaly ze snímače štítků.

K hlavním přednostem počítače SAPO patřila jeho vysoká bezpečnost, čímž se lišil od některých konkurenčních výrobků, u nichž nedetekovaná závada hardwaru mohla nepozorovaně vygenerovat zcela chybný výsledek. Představíme-li si např. provádění výpočtu nosnosti mostní konstrukce, je taková nedetekovaná chyba fatální. Pro návrháře počítačů z VÚMS byla proto již od dob počítače SAPO bezpečnost hlavní prioritou i za cenu o něco nižší rychlosti počítání a většího objemu hardware. Přenosové cesty byly proto v počítači SAPO jistěny paritou, kontrolním čtením nebo trojnásobným přesunem informace. Každá jednobitová chyba tak byla odhalena a zaznamenána na elektrickém psacím stroji. Operační jednotka obsahovala 15 střadačů o délce jednoho slova. Ve střadačích se vytvářely násobky operandů. Při slučovacích operacích s pohyblivou řádovou čárkou se ve střadačích vytvořilo souběžně celé spektrum možných výsledků s navzájem posunutými operandy. Z nich se pak vybral správný výsledek na základě rozdílu hodnot exponentů obou operandů, čímž se doba výpočtu zkrátila.

Vstup a výstup informací byl zprostředkován děrnými štítky. Jako operační paměť sloužila magnetická bubnová paměťová jednotka s kapacitou 1024 slov. Její vývoj zajišťoval Fyzikální výzkum čs. závodů těžkého strojírenství. Výrobu bubnové paměti zabezpečoval n.p. TESLA-Elektronik, výrobu reléové části měla na starosti ARITMA. Kvůli zpoždění ve výrobě byl prototyp počítače SAPO oživen až v září 1957. I tak to byl při tak malém počtu lidí úctyhodný výkon, srovnáme-li to s údajem 200 000 člověkohodin uváděným v souvislosti s postavením prvního amerického číslicového počítače ENIAC. Počítač SAPO zabíral v budově na Loretánském nám. 3 v Praze pět místností o celkové ploše přes 100 m². Několik let pak sloužil jako užitečný nástroj k vědeckotechnickým výpočtům pro různé podniky. V únoru 1962 však v jednom releovém rámu vznikl malý požár, který poničil asi 2 % stroje. Jelikož v té době byl již rozpracován počítač nové generace, bylo rozhodnuto SAPO již neopravovat, rozmontovat a sešrotovat. Škoda, dnes by to byl jistě velmi žádaný exponát pro některé z velkých počítačových muzejí.

Hodnotíme-li počítač SAPO po výkonové stránce, zaostával počítač SAPO vinou reléové technologie za světovou špičkou. Americký ENIAC, který je považován za první univerzální číslicový počítač², byl zprovozněn koncem války v roce 1945. Obsahoval 20 000 elektronek, 1 500 relé, 7 200 krystalových diod, vážil 27 tun, zabíral plochu 167 m² a měl příkon 150 kW. (Kdykoli jej zapnuli, potemněla údajně všechna světla v celé Filadelfii.) Udává se, že měl rychlost 5 000 sčítacích operací za sekundu, ale to platilo pravděpodobně až po roce 1953, kdy byl již ENIAC vybaven feritovou pamětí o kapacitě 100 slov. Kromě toho objektivní porovnání výkonu by bylo možné jen při spuštění stejných úloh.

Také první východoevropský univerzální číslicový počítač byl již postaven na elektronkách. Byl to ukrajinský číslicový počítač MESM vyvinutý profesorem S. Lebeděvem a jeho aspirantem Z. Rabinovičem. Byl zprovozněn v roce 1951. Obsahoval 6 000 elektronek, zabíral plochu 60 m², měl spotřebu 25 kW a dosahoval průměrné rychlosti 50 operací za sekundu. Měl však jen tříadresové instrukce a pracoval s pevnou řádovou čárkou. Počítač SAPO s pětiadresovými instrukcemi s pohyblivou řádovou čárkou a souběžností některých činností byl pravděpodobně v řadě typů úloh výkonnější než počítač MESM.

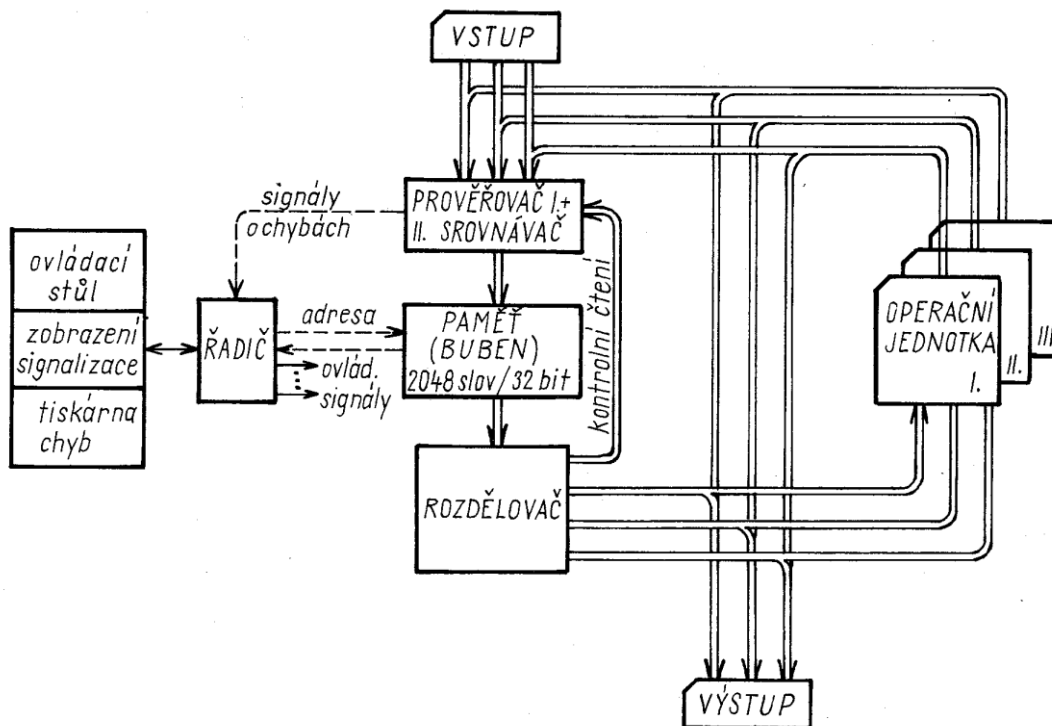
I přes technologické problémy a několikaletým zaostáváním za USA byl projekt SAPO nesmírně důležitý a přínosný, a to přinejmenším ze dvou důvodů. Československo tím tehdy prokázalo, že je schopné úspěšně zvládnout vlastními silami jako jedna z mála zemí na světě návrh i výrobu tak komplikovaného výrobku složeného z desítek tisíc komponent, jako je univerzální číslicový počítač. A Antonín Svoboda tím kolem sebe vybudoval vysoce kvalifikovaný tým počítačových odborníků, kteří vytvořili základ sehraného kolektivu, jenž byl schopen pak v dalších dekádách vyvinout celou škálu technologicky vyspělých produktů počítačové techniky, počínaje prvkovou základnou, přes testery, minipočítače až po sálové počítače vyšších generací.

Závěrem ještě citát ze zápisů z Fondů Výboru prezidenta ČSAV, který dokládá, s jakým nadšením a nasazením tehdy kolektiv Antonína Svobody na počítači SAPO pracoval

² Prvním turingovsky úplným elektrickým počítačem byl stroj Z3 německého konstruktéra Konráda Zuseho - viz https://cs.wikipedia.org/wiki/Konrad_Zuse

a jak bylo pro Svobodu obtížné před vedením Akademie projekt SAPO obhájit: „*SAPO nebude možno využít příští rok, ale příštím rokem začneme už počítat. Uvažte jen, že dr. Černý kreslil schéma celých 14 měsíců a při tom v ústavě i spal. Jsem přesvědčen, že tento stroj je dobrý a žádám o důvěru. Vystavím stroj a uvidíme, co to dělá, začneme s tím počítat a uvidíme, kolik odborných úloh za rok náš ústav udělá. Celkem jde o to, jestli tu vznikne škola matematických strojů. Je nesporné, že je tu skutečně několik lidí, kteří umí navrhovat matematické stroje. Máme tu dorost, který, když jim dáte materiál, Vám může opatřit všechno a ručím Vám za to, že s tímto kolektivem věc postavíme. Zaměřit kritiku celého stroje na počet operací za vteřinu – to nevím, jestli je bezpečná metoda. Znovu prosím o rok důvěry...*“

zdroj



Obr. 1 Blokové schéma reléového počítače SAPO

zdroj: Jiřina, M., Korvas, Z.: Vývoj architektury československých počítačů. AVT č. 49, VÚMS 1984, str. 10-20

Důležité dobové svědectví o počítači SAPO poskytl také člověk z nejpovolanějších – Svobodův aspirant Ing. Miroslav Valach, CSc. v knize Dvacáté století, kniha o vědě a technice, Orbis 1959:

Samočinné počítače představují logicky velmi složité zařízení, obsahující tisíce relé, elektronek nebo polovodičových diod a triod (tranzistorů). Třídí se zpravidla podle jejich ceny na

- a) malé samočinné počítače (do 350 000 Kčs),
- b) střední samočinné počítače (od 350 000 do 3,5 mil. Kčs),
- c) velké samočinné počítače (7,5 až 20 mil. Kčs i více).

Matematické stroje (stroje na zpracování informací) stojí v popředí vědeckého a hospodářského zájmu ve všech státech s vyvinutým průmyslem. Stávají se nutnou podmínkou vědeckého a technického rozvoje. Umožňují provádět vědeckotechnické výpočty neobyčejně rychle a ve velkém rozsahu. Jejich zavedení do administrativy představuje převrat v metodách správy a řízení větších hospodářských jednotek. Tak lze dosáhnout nejlepšího využití výrobních zařízení a největší efektivity. Jako součásti nejsložitějších automatů pro účely obrany nebo pro řízení výrobních procesů vykazují vlastnosti u člověka nedosažitelné. Např. jsou přesnější, nepodléhají únavě ani panice.

Hlavní hospodářský význam počítačů není ani tak v přímých značných úsporách pracovních hodin a počtu pracovníků, jako v tom že,

1. umožňují podstatně zkrátit dobu potřebnou k řešení obsáhlých nebo obtížných vědeckotechnických problémů natolik, aby dosažené výsledky byly vzhledem k stanoveným lhůtám ještě upotřebitelné, a v některých případech umožňují řešení vůbec,
2. umožňují získat rychlý a přesný přehled o současném stavu skutečností, závažných pro ekonomické řízení hospodářských celků;
3. zavedením matematické přesnosti do nejrůznějších oborů lidské činnosti omezují nákladní experimentování a omyly na minimální míru.

Číselně nelze tento hospodářský účín vyjádřit. Samočinné počítače jsou jedním z nejučinnějších prostředků k dosažení stále rychlejšího vědecko-technického rozvoje, ke zvyšování efektivnosti výroby a služeb obyvatelstvu, k ekonomickému řízení podniků apod.

Nesmírný význam budou mít počítače nejen při plánování národního hospodářství jednotlivých socialistických států, ale i při plánování jejich vzájemné hospodářské spolupráce. Největší možnosti použití samočinných počítačů jsou ve státech s plánovaným hospodářstvím. Náš systém dává možnost řídit všechny podniky z hlediska potřeb celého národního hospodářství.

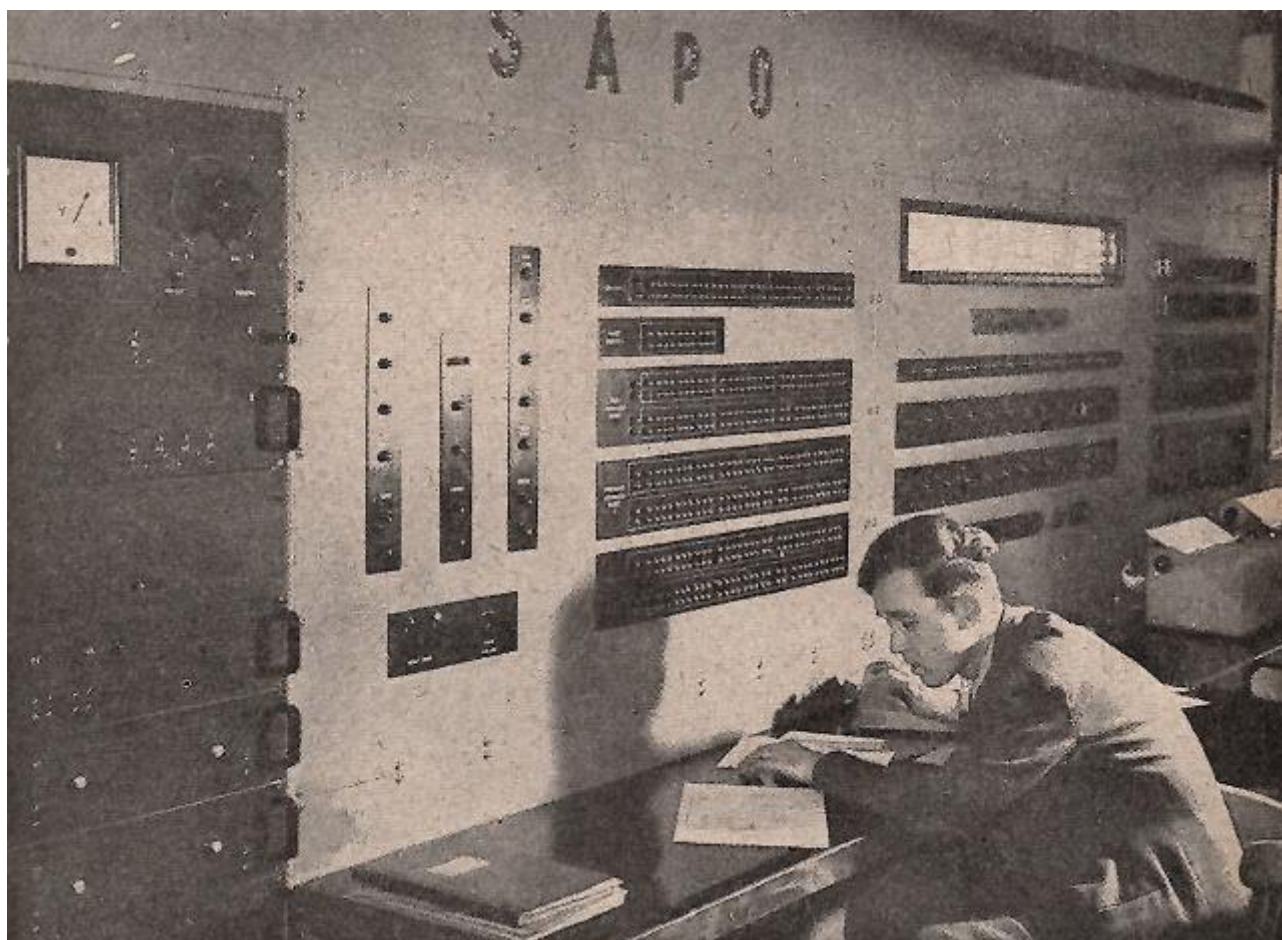
Je třeba si přát, aby i u nás co nejdříve vzrostly výrobní možnosti potřebné k urychlení výzkumu matematických strojů a k sériové výrobě samočinných počítačů. Jenom tak se dosáhne toho, aby mohla být v dohledné době vybavena výpočetní střediska účinnými počítači pro řešení nejnaléhavějších vědeckých, výrobních i organizačních problémů.

Na sklonku roku 1957 byl dokončen v Ústavu matematických strojů ČSAV první čs. samočinný počítač SAPO. Jeho projekt byl dokončen v r. 1951. Byl výsledkem několikaleté práce. Doc. dr. A. Svoboda vypracoval tzv. ideové schéma a jeho první nejbližší spolupracovníci inž. Černý a inž. Oblonský tehdy dokončili podrobné prokreslení elektrických schémat nejdůležitějších částí stroje.

Se stavbou bylo započato v r. 1952. Bylo rozhodnuto, aby tento čs. univerzální samočinný počítač byl reléový, tj používal elektrických relé a nikoli elektronek jako hlavního stavebního prvku. Důvodem k tomu byl nedostatek speciálních elektronek a jiných elektronických součástí v tehdejší době. Nebylo možné pomýšlet na každoroční výměnu několika tisíc elektronek, jak se to u elektronkových strojů musí dělat. Naproti tomu (koncem r. 1951) bylo v n. p. Aritma dosaženo uspokojivých výsledků při výzkumu a vývoji relé.

Zato byl počítač vybaven úplnou tzv. logikou a složitými, důmyslně volenými operacemi. Logika počítače byla řešena tak, aby byla možná co největší rychlost při použití poměrně pomalých prvků reléových. Usilovalo se o zabezpečení správnosti výpočtu i při výskytu nahodilých nebo systematických závad ve stroji a o maximální snížení času potřebného k přípravě programu problémů.

Obdobné stroje bývají na Západě nadneseně nazývány „elektrickými mozky“. Je to proto, že jsou schopny vykonávat určité dílčí funkce, které dosud byly vlastní jen lidskému mozku. Ovšem zdaleka to neznamena, že by stroje mohly myslet nebo vykonávat něco více, než jim určuje program, vypracovaný lidmi. Proto jejich správný název zní samočinný počítač, a první takový obdivuhodný stroj, zhotovený prací našich vědců, techniků a dělníků, dostal podle zkratky tohoto názvu jméno SAPO. SAPO zaujímá několik místností v budově Ústavu matematických strojů.



Obr. Pohled na ovládací panel, na němž lze sledovat, jak SAPO pracuje
(pozn. editora PG: na fotografii Jiří Raichl, později docent na Matematicko-fyzikální fakultě Univerzity Karlovy)

Již před začátkem stavby stroje se vědělo, že bude mít asi 7200 relé. Tato relé jsou umístěna po padesáti na deskách, 10 desek na jednom stojanu, kterých je 24 a zaplňují místnost č. 4). Desky byly nutno po dodání výrobcem n. p. Aritma vyzkoušet tak, aby byla vyloučena každá chyba, která by mohla vzniknout při výrobě. Vždyť každá z desek má asi

1 000 količků, které jsou nejrůznějším způsobem mezi sebou propojeny spoustou elektrických drátků. Celkový počet desek – 240 kusů – ukazuje, že jen na deskách se musela prozkoušet správnost připojení drátů na 240 000 količků. Jenom práce na kontrole o opravách těchto spojení trvaly přes půl roku.

Podobnou práci bylo ovšem nutno provádět i na 24 stojanech, kde kontrola a opravy v zapojení vodičů trvaly další tři čtvrti roku. Tato práce byla provedena skutečně pečlivě, což se projeví velmi příznivě při konečném uvádění počítače do chodu.

Podívejme se nyní blíže, jak SAPO vypadá. Vstoupíme do místnosti č. 1, jejíž název je *velitelna*. Přimo před námi je rozvodná deska stroje, na které vidíme nejrůznější žárovky, knoflíky, přepínače, zástrčky apod. První upoutá náš zrak světelný display, na kterém se za chodu stroje rozsvítí vždy poslední právě obdrženy výsledek, tj. asi 3 čísla za vteřinu. Oko však nemůže touto rychlostí sledovat práci počítače. Světelný display není na rozvodné desce pro tento účel. Jeho hlavní význam se objeví, až když dojde k trvalé poruše stroje.

V první polovině rozvodné desky jsou tzv. tiskárny chyb, které mají za úkol oznámit poruchu, jež ve stroji vznikla. Aby byl přehled o tom, o jaký druh chyby šlo (nahodilá, trvalá, opakující se stále, opakující se jenom při některých operacích apod.), musí tiskárna chyb zaznamenat, v které části stroje k chybě došlo, v kterém okamžiku a za jakých okolností, tj. kterou operaci stroj právě prováděl. Takto podává tiskárna chyb jakýsi přehled „zdravotního stavu“ samočinného počítače. Na základě toho záznamu se provádějí potom opravy počítače. Po získání zkušeností bude možno podle něho provádět i jistá preventivní opatření, což má důležitý význam pro udržování trvalého chodu stroje.

Na levé straně rozvodné desky nalezneme 32 zesilovačů, upravených jako zásuvky na dvou stojanech, a řadu kontrolních žárovek. Na pravé straně místnosti jsou dvě zařízení stejného vzhledu. Jsou to vstupní a výstupní zařízení stroje. Prostřednictvím vstupní jednotky se vkládá do stroje úloha, tzv. čísla i návod k výpočtu, prostřednictvím výstupu odevzdává počítač výsledky, a to tak, že je vyděruje do zvláštních kartiček, tzv. děrných štítků.

Z místnosti č. 1 vstoupíme do chodby 2, kde uvidíme *klimatizační zařízení*. Jeho úlohou je upravovat teplotu a vlhkost vzduchu v místnosti č. 4, která je hlavní místností celého počítače. Klimatizace přivádí do místnosti chladný vzduch a odvádí vzduch ohřátý.

Příkon 15 kW, který počítač dostává, se spotřebuje z největší části v této místnosti. Nebýt této klimatizace, stoupla by teplota místnosti asi na 60° C. Takto se však udržuje trvale na 18° C.

Dveře na levé straně chodby nás zavedou do místnosti 3, kde je umístěn hlavní přívod energie. Je zde deska s hlavními vypínači a pojistkami. V měničce se vyrábí stejnosměrný proud o napětí 100 V, který se přivádí do tzv. *generátoru impulsů*. Zde se pomocí mnoha set kontaktů vyrábí každou vteřinu několik tisíc impulsů; ty se rozvádějí po celém počítači.

Na levé straně je skříňka, regulátor obrátek generátoru impulsů. Generátor impulsů má pět poschodí. V každém poschodí se otáčí 8 hřídelů, na každém hřídeli je asi 50 kontaktů, které se při otáčení rytmicky spínají a rozpínají, některé až 50krát za vteřinu. Celková výška generátoru je asi dva a půl metru.

Protějšními dveřmi se dostáváme do čtvrté hlavní místnosti. Zde jsou umístěny tři nejdůležitější části počítače.

Paměť. Je to rychle se otáčející válec, na kterém je nanášena magnetická vrstva. V tomto zařízení stroj (na obrázku na úvod článku) uchovává všechna čísla, pomocí kterých provádí výpočet; dále je tu uchován celý návod, který k výpočtu potřebuje. Každé číslo, které vložíme do vstupu, se uloží na tento válec tak, jako se nahraje např. hudba na magnetofonový pásek. Potřebuje-li stroj tohoto čísla použít, vyhledá ho na válci a přenesení pomocí elektrických impulsů tam, kde ho právě potřebuje. Podobně když stroj ukončí operaci (např. násobení, dělení, sečítání apod.), uloží výsledek vždy zpět do paměti. Zařízení, jehož činnost jsme právě popsali, vykonává funkci, která je při srovnání s činností mozku obdobná tzv. pamatování (nikoliv však přemýšlení). Pro tuto podobnost se dostalo tomuto zařízení dnes všeobecně užívaného názvu paměť.

Zesilovače, o kterých jsme se již zmínili, patří k paměti. V první místnosti jsou umístěny proto, aby byly snadno přístupné a aby bylo možno sledovat činnost paměti přímo z velitelný. Počet zesilovačů 32 souvisí s počtem třiceti dvou drah, na které se v paměti současně nahrává.

Druhou hlavní částí počítače v místnosti č. 4 je tzv. **operační jednotka**. Je složena ze tří stejných na sobě nezávisle pracujících částí. Kromě slučování, násobení a dělení, které jsme si již jmenovali, je to řada operací dalších, které nelze uvádět bez podrobnějšího vysvětlení. Spokojíme se tedy alespoň se zaokrouhlováním čísel, s obsluhou desetinné čárky, jsou mezi nimi i tzv. logické operace atd. Početní rychlost operační jednotky je 10 000 operací/hod. Hodinová práce počítače by byla tedy pro jednoho výpočtáře prací na několik týdnů.

Proč jsou tyto operační jednotky tři? Na to si odpovíme velmi snadno. Když nám někdo podá dva odlišné výsledky jedné úlohy, nemůžeme rozhodnout, který z nich je chybný. Máme-li však výsledky tři, dva jsou stejné a jeden odlišný, pak snadno řekneme, že odlišný výsledek je pravděpodobně chybný. Tři operační jednotky umožňují tedy počítači, aby při chybě v některé z nich stanovil, v které z nich chyba vznikla, a zároveň aby rozhodl, který výsledek má být jako správný uložen do paměti P počítače. Někdo může namítnout: A co když jsou dva výsledky špatné a jeden správný? Co provede počítač potom?

Abychom si na tuto námitku mohli lépe odpovědět, podíváme se na třetí hlavní část SAPO, která je rovněž v místnosti č. 4 a nazývá se **řadič**. Již název nám říká, že má něco společného s řízením celého počítače. Má několik důležitých funkcí. Řadič provádí především řízení všech operací, které se během výpočtu provádějí, a jejich řazení ve správném sledu. Jeho úlohou je správně sehrát a vzájemně sladit činnost probíhající v různých částech stroje. Jeho druhou úlohou je kontrolovat správnost chodu stroje – zda nevznikla chyba při přenášení čísel z jedné části stroje do druhé (např. ze vstupu do paměti, z paměti do operační jednotky, z paměti do výstupu atd.). Současně kontroluje správnost výpočtů tím, že v tzv. srovnávací srovnává výsledky vypočtené operačními jednotkami. Má také tzv. prověřovač, pomocí kterého se provádí vzájemná kontrola mezi tímto prověřovačem a srovnávačem. Třetí důležitou funkcí řadiče je provádět zásahy do stroje v tom případě, že ve stroji vznikla porucha. Všechny zásahy směřují k tomu, aby se zamezilo chybě ve výpočtu.

V případě, že se ve výsledku vyskytla chyba malá, takže je znám správný výsledek, zařídí, aby další výpočet pokračoval za použití tohoto správného výsledku. Přitom zachová počítač normální chod. Ve složitějším případě, kdy nelze rozhodnout, zda výsledek je správný, je třeba složitějšího zásahu. Řadič změní tzv. normální režim na tzv. chybový režim.

Zastaví další výpočet, vrátí se ve výpočtu na začátek nepodařené operace a zkusí ji provést celou znovu. Tento zásah je přirozeně značně složitý.

Uveďme si pro názornost tento jednoduchý příklad z denního života. Nákladní auto zatáčí do úzké ulice. Řidič špatně zatočil, nemůže zatáčku vybrat. Aby mohl zajet do ulice, musí se o to znovu pokusit, což předpokládá zastavení auta, přehození zpáteční rychlosti, couvání, opětné zastavení, přehození rychlosti a nový pokus o zatočení. Podobně musí i řadič vrátit stroj do stavu, v jakém byl na konci předešlé operace, tj. po obdržení minulého výsledku. Odtud se stroj znovu pokusí provést tutéž operaci ještě jednou. Povede-li se to, dovolí řadič, aby stroj pokračoval ve výpočtu dále. Je-li však výsledek opět takový, že řadič nemůže rozhodnout s jistotou, zda je správný, nestačí, aby se řadič zachoval jako předešle. To by se stále znovu opakovala táž operace. Proto podruhé musí být řadičem proveden zásah jiný. Tímto zásahem je zastavení stroje a signalizování, že stroj pro nepřekonatelnou poruchu nemůže pokračovat v práci.

Tu máme odpověď na otázku, co se stane, když dva ze tří výsledků jsou chybné. Stroj by nepoznal chybu jen tehdy, kdyby dva špatné výsledky byly naprosto shodné. Jinak to znamená, že stroj nalézá tři různé výsledky – a opakuje operaci. Je však velmi nepravděpodobné, že by vznikly při některé operaci dva chybné a přitom naprosto shodné výsledky. Chyba by musela vzniknout v naprosto stejném okamžiku na dvou úplně stejných místech dvou různých na sobě nezávislých strojů. Pravděpodobnost výskytu takovéto chyby je tak malá, že by připadla v úvahu jednou za několik miliónů let chodu počítače. Ve skutečnosti je zabezpečení proti chybám provedeno v počítači mnohem více, než se zde lze o tom zmínit.

Konečně čtvrtou úlohou řadiče je podávat při vyskytnutí nějaké chyby v počítači hlášení o tom, kde, kdy a při které operaci se chyba vyskytla. Toto hlášení podává řadič pomocí tiskárny chyb. Údaj o chybě je tak podrobný, že umožňuje opravářům a údržbářům v případě potřeby rychlé a přesné odhalení poruchy.

Jakým způsobem se předpisuje počítači, co a jak má počítat? Návod k výpočtům sestává z podrobných instrukcí, které počítači udávají, jakou operaci má právě provádět, kde pro tuto operaci nalezne v paměti čísla, kam má uložit výsledek a co má udělat po provedení

operace, tj. kde nalezne v paměti další instrukci. Takovéto instrukce se sestaví v tzv. *instrukční síti*, a to tak, že instrukce navazují na sebe asi jako oka sítě. Řadič bere jednu instrukci za druhou a provádí je, bere instrukce další nebo se k některým opět vrací. Také opakuje i celé skupiny instrukcí, když se např. podobná část výpočtu opakuje několikrát apod. Právě proto, že výpočet nesleduje pouze řadu instrukcí, ale že se instrukcemi neustále jakoby proplétá, tj. vrací se, opakuje, odbočuje atp., nazývá se návod sestavený z instrukcí *instrukční sítí*.

Sestavení instrukční sítě trvá vždycky určitou dobu, někdy několik dnů, jindy i několik týdnů. Při soustavné práci se strojem vzniká tam řada menších i větších instrukčních sítí. Když se potom později má sestavit návod pro nějakou složitou úlohu, skládá se z již připravených jednodušších návodů, jako ze stavebnicových kamenů. Odborné sestavení návodu klade značné nároky. Musí být totiž pamatováno na všechny možnosti, které se při výpočtu mohou vyskytnout. Návod musí být sestaven tak, aby stroj mohl v každé situaci najít správné pokračování. Je-li třeba rozhodnout mezi více možnostmi dalšího postupu (což se děje během jednoho výpočtu velmi často), musí mít stroj připraveny všechny další možnosti, jakož i pravidla, podle kterých se má rozhodnout.

Špatně sestavený návod znamená zmařený výpočet, ztracený drahocenný čas práce počítače. Chybu v přípravě návodu stroj nepozná. Poněvadž počítač pracuje velmi rychle, není možno postup jeho práce podrobně sledovat a tudíž se ani snadno nenalezne, kde se chyba v návodu nachází. Proto práce při přípravě návodu vyžaduje velkého soustředění, pečlivosti, důkladné znalosti možnosti stroje, zkušenosti s numerickými výpočty apod. Patří k velmi odpovědné práci při používání stroje.

Způsob, jakým se provádí kontrola výpočtu SAPO, je zatím nejdůkladnější z dosud užívaných. V zahraničí připadají dvě třetiny každého dne na chod stroje a jedna na opravy. U čs. počítače SAPO se očekává, že se podstatně sníží doby, po kterou bude nutno pro opravy vyřadit stroj z provozu už z toho důvodu, že je možno celou jednu třetinu stroje vyřadit z chodu (a např. opravovat), aniž je nutno práci celého stroje zastavit.

Postavit počítač takových vlastností bylo možno jedině proto, že elektrická schémata jsou navržena velmi úsporně díky vyspělé metodě navrhování těchto schémat, vyvinuté

v ČSR. Pro srovnání uvedme jen, že některé zahraniční stroje používají např. jen ve vstupním zařízení několika tisíc relé, zatímco celý náš – vlastně trojitý počítač – jich obsahuje necelých 8000 pro veškerou svoji činnost.

Československý samočinný počítač SAPO je dnes jediným počítačem na světě, který má úplně vybudovanou kontrolu výpočtu tak, že sám vylučuje chyby, při čemž pokračuje neustále ve výpočtu dál. Přední místo ve světě mu náleží také co do neobyčejně úsporného řešení a konečně co do jednoduchosti přípravy instrukčních sítí.

Čemu bude samočinný počítač sloužit? Na tuto důležitou otázku si odpovíme ve třech bodech. Při výzkumu dalších číslicových matematických strojů je třeba ověřovat si správnou funkci nových zařízení – nových typů pamětí, nové principy vstupních a výstupních jednotek a podobně. K tomu je třeba, aby tato zařízení mohla být zkoušena již v hotovém stroji. Aby mohla být vyzkoušena paměť pro SAPO, bylo nutno sestavit zvláštní zařízení, které by nahradilo do jisté míry celý ostatní stroj. Nyní když je již SAPO hotov, bude možno zkoušky s novými navrženými součástkami provádět přímo na něm, a to tak, že se nové součásti přímo vestaví „na zkoušku“ do počítače.

Za druhé se bude pomocí samočinného počítače SAPO provádět výzkum početních metod – jak nejlépe a nejúsporněji připravovat instrukční sítě. Je to důležité proto, aby se mohlo stále lépe a bohatěji počítače využívat. Metody výpočtů na samočinných počítačích se totiž kvalitativně liší od metod jiných a je třeba je neustále zdokonalovat. Nově nalezené metody, nové způsoby plánování úloh apod. mají pak hluboký vliv na koncepci dalších počítačů.

Konečně za třetí je nutno říci, že výzkum metod se neprovádí na vymyšlených úkolech, ale že je prováděn přímo na úlohách daných praxí, tj. při řešení úloh vědeckých, technických, národohospodářských, tzn. především úkolů státního plánu. Touto výpočtářskou službou bude SAPO ve velké míře sloužit širokým potřebám našeho státu.

viz též: <https://www.casopisczechindustry.cz/products/tak-to-bylo-pred-60-lety-sapo-prvni-ceskoslovensky-samocinny-pocitac/>

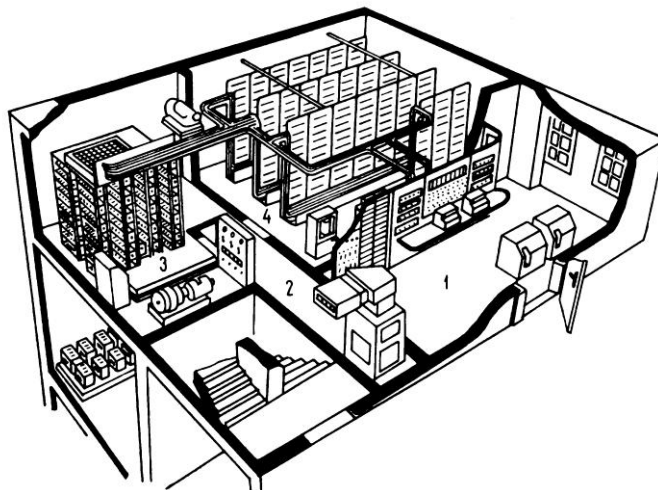
4.1.4 SAPO a software

(převzato z materiálu Zdeňka Pachla)

- programování ve strojovém kódu počítače;
- soustava aplikačních programků - standardních matematických funkcí - v různých variacích;
- pokusy o programovací jazyk – autokód,
- pokusy o strojový překlad (lingvistický).

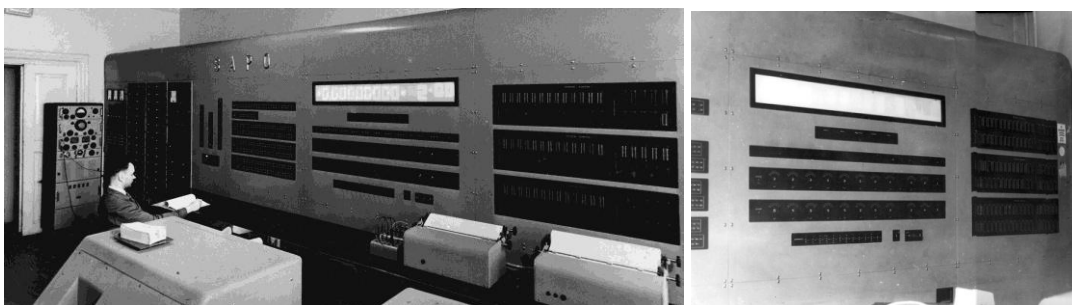


Kabeláž počítače SAPO



Obr. 388. První čís. reléový počítač SAPO. 1) ovládací panel a vstupní/výstupní jednotky na děrné štítky, 2) magn. bubnová paměť, 3) generátor impulsů, 4) tři aritmetické jednotky a řadič

Celkový pohled na počítač SAPO



Zdeňk Korvas u řídicího panelu počítače SAPO

4.1.5 Bibliografie k SAPO

Černý V.: První samočinné číslicové počítače vytvořené ve VÚMS, Sborník referátů 25 let počítačů ve VÚMS, 1975

[1] Stroje na zpracování informací, Sborník 1, Nakladatelství ČSAV, Praha 1953

- [2] Svoboda A.: Z pracovní konference pořádané oddělením strojů na zpracování informací při Matematickém ústavu Československé akademie věd. Časopis pro pěstování matematiky, roč. 78 (1953)
- [3] Černý V., Marek J.M., Oblonský J.: Československý samočinný počítač SAPO. Stroje na zpracování informací, Sborník 2, NČSAV, Praha 1954
- [4] Černý V.: Kódy logických operací čs. samočinného počítače SAPO. Stroje na zpracování informací, Sborník 2, NČSAV, Praha 1954
- [5] Oblonský J.: Elektromagnetické relé s potlačenou induktivní vazbou mezi vinutími. Stroje na zpracování informací, Sborník 2, NČSAV, Praha 1954
- [6] Černý V., Oblonský J.: Stroj na výpočet krystalových struktur. Stroje na zpracování informací, Sborník 3, NČSAV, Praha 1955
- [7] Černý V.: Stroj na zkoušení ústřední paměti čs. samočinného počítače SAPO, Stroje na zpracování informací, Sborník 3, NČSAV, Praha 1955
- [8] Oblonský J.: Stroj na Fourierovy Synthesy, Stroje na zpracování informací, Sborník 3, NČSAV, Praha 1955
- [9] Línek A., Novák C.: Matematické stroje laboratoře krystalových struktur ústavu technické fyziky ČSAV. Stroje na zpracování informací, Sborník 3, NČSAV, Praha 1955
- [10] Černý V.: Kontrolní obvody operační jednotky čs. samočinného počítače SAPO. Stroje na zpracování informací, Sborník 3, NČSAV, Praha 1956
- [11] Chlouba V.: Elektronické obvody čs. samočinného počítače SAPO, Stroje na zpracování informací, Sborník 4, NČSAV, Praha 1956
- [12] Oblonský J.: Metoda zkoušení spojů při stavbě samočinného počítače SAPO. Stroje na zpracování informací, Sborník 4, NČSAV, Praha 1956
- [13] Raichl J.: Samo činný počítač SAPO a práce s ním. Sborník oborové konference výpočetní a organizační techniky, 1958
- [14] Línek A., Novák C.: Specialnoe pečatajuščee ustrojstvo s preobrazovanien čisel dvojičnoj sistemy v desjatičnuju sistemu, izobražennuju meždunarodnym kodom teletajpa. Stroje na zpracování informací, Sborník 8, NČSAV, Praha 1962
- [15] Vývoj Výzkumného ústavu matematických strojů v Praze. Stroje na zpracování informací, Sborník 10, NČSAV, Praha 1964
- [16] "XX. století" - sborník prací - Čs. společnost pro šíření politických a vědeckých znalostí - Orbis Praha 1959

Výzkumné zprávy VÚMS:

[17] Svoboda A. a kol.: Stroj na výpočet struktury molekul M 1. Výzkumná zpráva č. 1 (1951).

[18] Svoboda A. a kol.: Samočinný počítač SAPO, Výzkumná zpráva č. 2. (1951)

[19] Svoboda A., Černý V., Pokorný Z.: Elektrický počítač s možností několika vstupů, synchronizovaný s elektrickým dálkopisným strojem s děrnou páskou. Výzkumná zpráva č. 95. (1959)

[20] Vyšín V.: Koincidenční obvod počítače SAPO. Výzkumná zpráva č. 105. (1959)

4.1.6 Počítač E 1a

Do období r. 1958 spadá jako hlavní pracovní náplň ústavu příprava projektu EPOS. V plánu prací ústavu existovala však též dohoda o spolupráci VÚMS se ZJŠ – závod Nisa v Proseči n. Nisou. Proto bylo vyčleněno několik pracovníků na zajištění této spolupráce. Podle představ n.p. Kancelářské stroje měl být vytvořen počítač pro technické i kancelářské výpočty menšího rozsahu, ovládaný dálkopisnou soupravou. Tak byl na počátku r. 1959 vypracován projekt počítače E 1a [1], [2].

Počítač E 1a pracoval v dekadické soustavě s pevnou řádovou čárkou s osmimístnými nebo šestnáctimístnými čísly. Časy jednotlivých operací se pohybovaly v rozmezí 200 msec až 3 600 msec. Stroj měl 10 osmimístných reléových pamětí mezivýsledků. Jako vstupní jednotky měl stránkový dálnopis k ručnímu ovládnání a psaní textu a 2 páskové dálkopisné vysílače, z nichž jeden byl určen ke vkládání vstupních dat a druhý k automatickému řízení počítače. Řídící páska se zhotovovala automaticky v přijímacím dálkopisném děrovači pásky při prvním, ručně ovládaném, výpočtovém cyklu. Výsledky tiskl tentýž stránkový dálnopis, který sloužil k ručnímu ovládnání a bylo možno je současně děrovat do pásky. Celý stroj, včetně reléových pamětí, obsahoval přibližně 1 500 miniaturních dvoukontakových polarizovaných relé se dvěma stabilními polohami. Relé pro tento počítač byla vyvinuta v závodě Nisa. Důvodem k použití těchto relé byl požadavek na uchování obsahů reléových pamětí po vypnutí zdroje energie a požadavek nízkého příkonu. Důsledkem pak bylo podstatné zjednodušení generátoru impulsů proti strojům s nepolarizovanými relé. Počet potřebných druhů impulsů klesl na 4 druhy, které byly vytvářeny usměrněním střídavého proudu ze sítě. Oživování počítače skončilo v závodě Nisa koncem r. 1959. Během realizace

E la se změnila požadavky n.p. Kancelářské stroje, a tak k výrobě dalších kusů E la nedošlo. Kromě zkušeností, které získali pracovníci v závodě Nisa, spočívá hlavní přínos počítače v tom, že v něm byla poprvé realizována aritmetika zbytkových tříd, stejná jako u pozdějšího počítače EPOS, ovšem v reléové verzi. Tím bylo umožněno prakticky ověřit algoritmy této aritmetiky ještě před stavbou počítače EPOS.

Bibliografie

- [1] Svoboda A., Černý V., Pokorný Z.: Elektrický počítač s možností několika vstupů, synchronizovaný s elektrickým dálkopisným strojem s děrnou páskou. Výzkumná zpráva č. 95. (1959)
- [2] Vaněk V.: Zpracování výpočtu důchodových dávek SÚSZ reléovým počítačem NISA. Výzkumná zpráva č. 125. (1959)

4.1.7 Počítač E 1b

Na základě nově provedeného průzkumu potřeb národního hospodářství požadoval n.p. Kancelářské stroje samočinný počítač pro inženýrskotechnické výpočty s pohyblivou desetinnou čárkou, který by překlenul mezeru mezi děroštitkovými stroji a velkými samočinnými počítači. Podle tohoto požadavku byl pak ještě v r. 1959 vypracován projekt malého univerzálního samočinného počítače E 1b [1], [2]. Vznik E 1b spadá do období rozrůstání VÚMS a s tím spojených vnitřních organizačních změn, což se odráží i v historii tohoto počítače. Po vypracování projektu se ukázalo, že dohodnuté realizace v závodě Nisa se neuskuteční. Proto byla v prvním čtvrtletí 1960 utvořena ve VÚMS pracovní skupina, složená z pracovníků, které byla ostatní oddělení ochotna uvolnit. Tato skupina byla pověřena vypracováním výrobních podkladů pro stavbu E 1b.

Během prací na projektu i výrobních podkladech byl dvakrát vydán příkaz práce zastavit a úkol likvidovat. K uskutečnění tohoto příkazu ale nedošlo. Pro nedostatek kapacit se však nemohlo s vlastní stavbou ve VÚMS začít. Probíhal pouze laboratorní výzkum bubnové paměti, navazující na paměť pro EPOS 1. Proto byla ve 3. čtvrtletí 1960 navázána spolupráce s n.p. ZJŠ Brno [3], kde se podařilo zřídit nové pracoviště (pozdější pobočka VÚMS Brno), které převzalo výzkum a vývoj bubnové paměti i realizaci celého počítače. Realizace skončila koncem r. 1961. V polovině r. 1962 byl počítač oživen a zahájeny provozní zkoušky.

Samočinný počítač E 1b pracoval v dekadické soutavě s desetimístnými čísly a s pohyblivou řádovou čárkou v rozsahu 30 dekadických řádů. Doba trvání operací se pohybovala v rozmezí 180 msec až 1 200 msec. Paměť byla magnetická bubnová o kapacitě 990 slov a sloužila k ukládání dat, instrukcí i textu. Instrukce byly tříadresové. Vstupní informace byly vkládány z děrné pásky. Mimo to byl vstup počítače opatřen jednak klávesnicí k ručnímu vkládání dat i instrukcí, jednak sadou funkčních tlačítek, jimiž byl přerušován probíhající program a současně spouštěny nezávislé výpočtové rutiny předem vložené do bubnové paměti. Tak bylo možno sdílet počítač mezi několika pracovišti. Na výstupu počítače byl připojen elektrický psací stroj a děrovač pásky. Na základě tabulačních konstant, které byly součástí instrukce, bylo možno tisknout výsledky s desetinnou čárkou ve formě přehledných tabulek. Mezi výsledky bylo možno tisknout text, který byl z paměti vybírán

podmíněně podle výsledků. Počítač obsahoval přibližně 1 000 čtyřkontakto- vých polarizovaných relé a přibližně 300 elektronek.

Jedním z prvních zájemců o tento počítač byl Státní úřad sociálního zabezpečení v Praze, jehož pracovníci se podíleli i na přípravě programů během provozních zkoušek. Na základě půlročních zkoušek se ukázalo, že počítač je schopen zákaznického nasazení i v té podobě, jak byl realizován, tj. s použitím prototypových relé z n.p. Nisa, prototypu psacího stroje Consul, zkušebních vzorků magnetického bubnu a provizorní technologie desek s tištěnými spoji. Po uzavření zkoušek počátkem r. 1963 však oponentura zamítla plánovanou výrobu dalších několika kusů i pokračování na rozpracované rekonstruované verzi E 1c. Důvodem zamítnutí byla použitá součástková základna, která během poměrně dlouhého realizačního období zastarala. Počítač byl předán v r. 1963 na Katedru samočinných počítačů VUT v Brně pro účely výuky. Zde byl provozován do r. 1966, kdy byl vystřídán prototypem počítače MSP z VÚMS. Možno říci, že počítačem E 1b dospěla technika reléových samočinných počítačů ve VÚMS svého vrcholu. Současně však také jejich období ve VÚMS skončilo.

Bibliografie:

- [1] Černý V., Pokorný Z., Seidl L.K.: Projekt počítače E 1b. Výzkumná zpráva č. 137. (1959)
- [2] Vlček J., Pokorná O., Nováková M., Černý V.: Operační vlastnosti počítače E1b. Výzkumná zpráva č. 148. (1960)
- [3] Klapka, J: Assembler for Czechoslovak E1b automatic computer. Information Processing Machines XX, Praha 1964, s.219-230

4.1.8 Počítač MNP 10

Typem použitých stavebních logických prvků se od dosud popisovaných počítačů odlišoval počítač MNP 10 [1]. Vznikal na pracovišti Výzkumného ústavu telekomunikací, které bylo přičleněno k VÚMS v době, kdy již tento počítač byl v pokročilém stádiu výzkumu. Projekt byl ukončen v r. 1960. Výroba a oživení ve VÚMS skončilo v roce 1962.

Počítač MNP 10 byl zaměřen především na řešení úloh, vedoucích na trigonometrické výpočty. Pracoval v binární soustavě s pevnou řádovou čárkou a se střední rychlostí až 10 operací/sec. Byl řízen programem na děrných páskách s možností zařazovat podprogramy až z osmi snímačů. Instrukce byla jednoadresová. Bubnová paměť měla kapacitu 767 slov po 50 bitech. Vstup dat i programů byl z rychlosnímačů děrné pásky o rychlosti 1 000 znaků/sec a z číslicové klávesnice. Výstupní jednotkou byla jednak 16-místná číslicová řádková rychlotiskárna o rychlosti 20 řádků/sec, jednak elektrický psací stroj. Obsah výsledkového střadače bylo možno též zobrazit na binárním obrazovkovém displeji. Stavebními prvky aritmetické části byly feritodiodové logické členy, pracující na základní pulsní frekvenci 50 kcyklů/sec. Řadič byl realizován z telefonních relé, pracujících asynchronně. Počítač obsahoval přibližně 1 500 feritových jader, 3 000 diod, 100 elektronek a 150 relé. K praktickému využití tohoto počítače nedošlo. Jeho přínos spočívá v tom, že posloužil jako pokusný model při vývoji přídavných zařízení, jejichž principy se uplatnily nezávisle na tomto počítači. Na předním místě nutno uvést rychlosnímač děrné pásky, jehož princip řízení pohybu pásky, dosud používaný, umožnil konstrukci rychlosnímače špičkových parametrů ve světovém měřítku. Dalším zařízením je pak malá číslicová řádková rychlotiskárna, kterou v následujících letech vyráběl n.p. ZPA Jinonice, a která se uplatnila jako levná výstupní jednotka u jiných zařízení.

Bibliografie:

[1] Fixa Z. a kol.: Předběžný projekt počítače MNP 10. Výzkumná zpráva č. 147. (1960)

4.2 První generace číslicových počítačů z VÚMS

4.2.1 EPOS 1

V době vyhoření počítače SAPO byl již pod vedením Svobodova prvního vědeckého aspiranta Ing. Jana Oblonského rozběhnut vývoj elektronkového počítače nové generace EPOS 1 (Elektronický Počítač Střední), proto bylo rozhodnuto SAPO již neopravovat.

Také počítač EPOS vynikal některými unikátními řešeními, jež předběhla svou dobu.

Vstupní a výstupní operace jako čtení děrných štítků a tisk na tiskárně byly mnohonásobně pomalejší než provádění operací v aritmeticko-logické jednotce (ALU). Byl proto použit princip modularity hardwaru a multiprogramingu s vnitřním i vnějším sdílením času, který umožňoval mnohem lépe ALU vytěžovat.

Modularita hardwaru spočívala v tom, že počítač se skládal ze základní jednotky, feritové paměti, ovládacího pultu a přídavných zařízení, jež byla řízena autonomními řídicími jednotkami, které byly připojeny k základní jednotce jednotným rozhraním. Komunikace se základní jednotkou probíhala vždy jen, když byla přesouvána data nebo další instrukce. Mimo tuto dobu pracovalo periferní zařízení autonomně a základní jednotka mohla provádět jiný program. Bylo možné připojit až 10 kusů z každého typu periferního zařízení.

Vnější sdílení času spočívalo v tom, že v počítači bylo možné v době pomalých vstupně-výstupních operací spustit jiný program, který mezitím využil zahájející ALU. Bylo tak možné řešit až pět navzájem nezávislých úloh. Každé úloze přidělil operátor předem pomocí přepínacího panelu ovládacího pultu potřebný rozsah paměti. Sled provádění instrukcí jednotlivých programů byl řízen hardwarovým organizátorem. V dnešních počítačích, kdy není nouze o paměť, je řízení sledu prováděných instrukcí již samozřejmě řízeno programově a využívá se mechanismus tzv. přerušeni (interrupt).

Vnitřní sdílení času bylo použito při operacích dělení a násobení, které byly časově náročnější. Pokud za operací dělení nebo násobení bezprostředně následovala jiná operace (OP), jejíž výsledek neovlivňoval operandy předchozí operace, prováděla se operace OP souběžně s probíhajícím dělením nebo násobením. Další prioritou bylo použití kódu zbytkových tříd při aritmetických operacích sčítání a násobení. Používaly se zbytky mod 2, mod 3 a mod 5. Autorem této myšlenky byl Svobodův aspirant Miroslav Valach. Tento princip se používá dodnes např. v signálových procesorech, kde je pro provádění Fourierovy transformace potřeba zajistit rychlé sčítání i násobení. Sčítačka a násobička v soustavě zbytkových tříd totiž nemá žádné přenosy mezi jednotlivými řády, jako je tomu u pozičních číselných soustav.

EPOS 1 byl na rozdíl od reléové nulté generace počítačů již postaven na elektronkách. Byl to jednoadresový, sériově/paralelní dekadický počítač s maximální délkou slova

12 dekadických znaků. Počítač využíval feritovou paměť o velikosti 40 000 slov pracující s celými čísly. Dekadické číslice byly zobrazeny pomocí kódu 2 z 5, který má právě 10 kódových slov. Při zápisu do paměti se každé slovo doplnilo kontrolní dekadickou číslicí tak, aby součet číslic slova byl 0 modulo 10. Kontrolní obvody byly schopné díky kódu 2 z 5 detekovat každou jednonásobnou chybu a lokalizovat chybnou číslici slova. Pomocí kontrolní číslice pak bylo možné chybu opravit tak, že se chybná číslice vynechala a dopočítala pomocí kontrolního součtu mod 10 všech ostatních číslic včetně kontrolní.

Přídavnou pamětí byla magnetická bubnová a magnetická pásková paměť. Byly k němu dodávány i periférie; např.: snímač děrných štítků, řádková tiskárna nebo elektrický psací stroj. Děrné štítky byly devadesáti sloupcové. Řízení počítače prováděl operátor z ovládacího panelu (*Pozn. editora PG - viz vzpomínky první operátorky Jany Čejkové ve vzpomínkové části Almanachu, díl č. 5.*) Tištěné výstupy obstarávala řádková tiskárna. Informace o procesech počítače indikovala světla na informačním panelu. Podle původní koncepce A. Svobody měl mít počítač 2 000 elektronek. Po Svobodově emigraci byl však počítač sestaven z 3 400 elektronek a měl příkon 80 kW. Konečný vzor, který byl později uveden do průmyslu, měl 8 000 elektronek a příkon 300 kW. Měl být vyráběn v národním podniku ARITMA. Původní prototyp byl velmi dobrý, ale střední doba mezi dvěma poruchami byla u kopií jen něco přes 80 minut. Z tohoto důvodu se nikdy tento počítač velké sériové výroby nedočkal. Nicméně přinesl spoustu nových technologií a nápadů, jež byly využity v tranzistorové verzi EPOS 2.

Po zahájení vývoje EPOSu se Ústav matematických strojů stal oborovým výzkumným ústavem Ministerstva strojírenství a byl přejmenován na Výzkumný ústav matematických strojů (VÚMS). V podezřivé atmosféře 50.let se stal Svoboda pro své styky se Západem nespolehlivým a byl z funkce ředitele ústavu sesazen. Přesto nadále vedl společně s Janem Oblonským vývoj EPOSu 1 i EPOSu 2 a stihl vyškolit celou řadu svých nástupců a pokračovatelů.

4.2.2 EPOS 1 a software

(převzato z materiálu Zdeňka Pachla)

- programování ve strojovém kódu počítače;
- sady jednotlivých aplikačních programů s variabilními parametry;
- příprava programovacího jazyka (EPOS-Algol),
- pokusy o strojový překlad (lingvistický).

(* *Universální registry*)

- Klasicky byly počítače vybaveny registry pro výběr instrukcí (čítač instrukcí) a pro aritmetické operace (střadač). Universální registry mohly zprostředkovávat více funkcí a umožňovaly urychlení výpočtů: udávaly adresu modifikující adresu uvedenou v instrukci (tj. umožňovaly posouvání programu v paměti), mohly být cílem nebo zdrojem přenosu dat z/do operační paměti, obsahovat následující instrukci atp. .
- EPOS 1 a EPOS 2 byly vybaveny sadou 10 universálních registrů (U0 - U9), pro každý z 5 sdílených programů, z nichž U0 sloužil jako střadač, (nebyl přímo adresovatelný - programově dostupný obsah byl vždy 0), U9 byl čítač instrukcí.
- V každé instrukci bylo možno uvést 4 registry modifikující prováděnou instrukci či určující instrukci následující (registry pokračovací, přijímací, vysílací a modifikující adresu).
- Počítače architektury IBM 360 a vyšších, nebo Spectra 70, ICL či SIEMENS 4004 (viz. dále) byly vybaveny sadou 16 universálních registrů (R0 - RF), které v uživatelském režimu byly (s výjimkou registru 0 - jeho obsah byl rovněž vždy 0) plně k dispozici uživatelskému programu a sloužily např. k jednoduchým aritmetickým nebo logickým operacím), nebo k modifikaci adresy (bázový registr). V privilegovaných stavech byly k dispozici prostředkům jádra systému (tzv. Supervizoru) a vybrané registry sloužily jako systémové registry (např. čítač instrukcí) stavů uživatelských.



EPOS 1 na sále v Dlouhé ul. č. 37



Řídicí pult operátora počítače EPOS 1



EPOS 1 v Hloubětíně

4.2.3 Bibliografie k EPOS 1

Korvasová K.: První střední počítač EPOS 1, Sborník referátů 25 let počítačů ve VÚMS, 1975

[1] Korvas Z., Oblonský J., Svoboda A.: Operační jednotka a logická výstavba počítačů EPOS, záv. zpráva VÚMS č. 97, 1959

[2] Šrámek B., Mach: Dynamický flip-flop, záv. zpráva VÚMS č. 108, 1959

[3] Brunclík z.: Ultrazvuková zpožďovací linka, záv. zpráva VÚMS č. 110, 1959

[4] Marek, Šulc: Návrh parametrů megacyklové diodové logiky počítače EPOS, záv. zpráva VÚMS č. 112, 1959

- [5] Korvas Z.: Logický projekt zjednodušeného modelu operační jednotky, záv. zpráva VÚMS č. 113, 1959
- [6] Oblonský J., Svoboda A.: Řadič a kód EPOS, záv. zpráva VÚMS č. 122, 1959
- [7] Imlauf J., Kindler E., Raichl J., Sedlák J.: Kód základního počítače POS 1, záv. zpráva VÚMS Č. 146, 1959
- [8] Chlouba V., Oblonský J., Svoboda A.: Magnetická bubnová paměť, předprojekt, záv. zpráva VÚMS č. 149, 1960
- [9] Chlouba V., Oblonský J., Svoboda A.: Magnetická pásková paměť pro počítač EPOS, záv. zpráva VÚMS č. 150, 1960
- [10] Vyšín, Křišťoufek, Chlouba: Feritová paměť pro počítač EPOS 1, záv. zpráva VÚMS č. 156, 1960
- [11] Svoboda A, Valach M.: Decimal Arithmetic Unit, Stroje na zpracování informací č. 8, 1962
- [12] Oblonský J., Svoboda A.: Logical Design of a Data-processing System with built-in Time-sharing, Information Processing Machines, No 9, 1963
- [13] Klír J.: EPOS - popis základních operací; záv. zpráva VÚMS č. 158, 1960
- [14] Dykast K.: Tranzistorové diodové logické obvody; záv. zpráva VÚMS č. 159, 1960
- [15] Svoboda, Oblonský, Imlauf, Klouček, Vaněk: Kód přídatných zařízení samočinného počítače EPOS 1, záv. zpráva VÚMS č. 157, 1960
- [16] Šrámek: Impulsní rozvod v počítači EPOS, záv. zpráva VÚMS č. 167, 1961
- [17] Mach P.: Obvod pro kontrolu kódu F; záv. zpráva VÚMS č. 169, 1961
- [18] Bubeník V., Bulgakov V.: Zobrazovací jednotka pro počítač EPOS, záv. zpráva VÚMS č. 176, 1961
- [19] Valenta V.: Magnetostrikční zpožďovací linka; záv. zpráva VÚMS č. 175, 1961
- [20] Chlouba V., Svoboda: MBP-APOS 1 (Vlastní obvody bubnu); záv. zpráva VÚMS Č. 200, 1962
- [21] Kučera A. EPOS 1 - popis činnosti organizátoru; záv. zpráva VÚMS č. 202, 1962
- [22] Sedmidubský: Snímač štítků pro EPOS 1; záv. zpráva VÚMS č. 205, 206, 1962
- [29] Oblonský J.: Logika kombinované děroštitkové jednotky, záv. zpráva VÚMS č. 212, 1962
- [24] Kašpar, Mlázovský: Magnetostrikční ultrazvuková zpožďovací linka; záv. zpráva VMS č. 219, 1962

- [25] Mrkvička J.: Tiskárna EPOS 1 - Prototyp. Návrh logiky a elektroniky, záv. zpráva VÚMS č. 222, 1962
- [26] Bubeník V.: Display Unit for the Computer EPOS; Information Processing Machines No. 8, 1962
- [27] Svoboda A.: An Algorithm for division; Information Processing Machines, No. 9, 1965
- [28] Chlouba V.: Der Magnettrommelspeicher der Rechenanlage EPOS 1; Inf. Proc. Machines No. 9, 1963
- [29] Šrámek B., Valenta: Jednotkové zpoždovací prvky pro čs. samočinné počítače EPOS 1 a EPOS 2; Inf. Proc. Machines No. 9, 1963
- [30] Černík: EPOS 1 - EPOS a děrovač pásky; záv. zpráva VÚMS č. 251, 1963
- [51] Mrkvička J.: Tiskárna EPOS 1 - FV; záv. zpráva VÚMS č. 263, 1963
- [52] Křišťoufek, Vyšín, Kollman: Feritová paměť EPOS 1; záv. zpráva VÚMS č. 268, 1965
- [35] Borák J.: Snímač děrných štítků; záv. zpráva VÚMS Č. 273, 1964
- [34] Dačev, Novanská: Systém magnetické páskové paměti pro EPOS 1; záv. zpráva VÚMS č. 338, 1966
- [35] Chlouba V.: Vyhodnocení ústavních zkoušek funkčního vzoru sam. počítače EPOS 1; záv. zpráva VÚMS č. 239, 1963
- [36] Kolman J., Křišťoufek K., Vyšín V.: A Ferite Core Memory of the Computer EPOS 1, Information Processing Machines No. 11, 1965
- [37] EPOS 1. Univerzální soustava na zpracování dat, Všeobecný popis, 1962
- [38] Imlauf J.: Program pro užití MPP-EPOS; záv. zpráva VÚMS č. 177, 1961
- [39] Imlauf J.: Programy elementárních funkcí EPOS 1; záv. zpráva VÚMS č. 185, 1961
- [40] Kindler E., Jůza M., Sedlák J.: Překladač z jazyka ALGOL; záv. zpráva VÚMS č. 211, 1962
- [41] Autokód Epos 1 - 1966
- [42] Jůza, Kindler, Sedlák: Kompilátor EPOS ALGOL; záv. zpráva VÚMS č. 215, 1962
- [43] Imlauf J., Sedlák J.: Vstupní a výstupní podprogram pro EPOS 1; záv. zpráva VÚMS č. 227, 1962
- [44] Imlauf J.: Standardní podprogramy MB pro EPOS 1; záv. zpráva VÚMS č. 241, 1963
- [45] Imlauf J.: Vstupní program EPOS ALGOL; záv. zpráva VÚMS Č. 242, 1963
- [46] Imlauf J.: Programy pro oživení a profylaktiku sam. počítače EPOS 1; záv. zpráva VÚMS . 271, 1964

- [47] Kindler E.: Translation of arithmetic expressions by EPOS ALGOL computer. Information Processing Machines No. 9, 1963
- [48] Sedlák J.: Translation of Conditional Expressions and Conditional Statements by EPOS ALGOL compiler; Inf. Proc. Machines No. 9, 1963
- [49] Jůza M.: Translation of For Statements by EPOS AIGOL compiler; Inf. Proc. Machines No. 9, 1963
- [50] Kindler E.: Processing of Procedures in EPOS; Inf. Proc. Machines No. 9, 1963
- [51] Jůza M.: Un Algorithm pour la traduction des expressions; Inf. Proc. Machines No. 10, 1964
- [52] Kindler E.: Properties of Addresses Produced by EPOS ALGOL; Inf. Proc. Machines No. 10, 1964
- [53] Fuka, Holec, Kullk, Zezula: Výběr numerických metod; záv. zpráva VÚMS č. 229, 1962
- [54] Vlček, Nováková, Brožková: Program dynamických ekonomických modelů; záv. zpráva VÚMS č. 230, 1962
- [55] Korvasová K.: Základní postup při strojovém překládání odborného textu na EPOSu; záv. zpráva VÚMS č. 228, 1962
- [56] Klouček J.: Program automatického zpracování hromadných dat; záv. zpráva VÚMS č. 232, 1962
- [57] Klouček, Raichlová: Vstupní a výstupní podprogramy pro EPOS 1; záv. zpráva VÚMS č. 279, 1963
- [58] Zezula: Základní programy z maticového počtu; záv. zpráva VÚMS Č. 280, 1963
- [59] Outrata, Vlček: Návrh jazyka pro automatické programování úloh s hromadnými daty - DAJA na počítači EPOS 1; Záv. zpráva VÚMS č. 293, 1963
- [60] Korvasová, Palek: The Problem of the Searching in automatic Dictionary; Inf. Proc. Machines No. 9, 1963
- [61] Vlček, Outrata: The Essential characteristic of a Data processing automat Programming Language; Inf. Proc. Machines No. 10, 1964
- [62] Zezula J.: Kehrmatrix mit Hilfe der Hauntelementenauswahl berechnet; Inf. Proc. Machines No. 9, 1963

4.3 Druhá generace číslicových počítačů z VÚMS

4.3.1 Počítače MSP1, MSP2

Malý samočinný počítač MSP byl vyvíjen souběžně s počítačem EPOS začátkem 60. let. Obsahoval kolem 5 000 tranzistorů a byl umístěn ve skříni o půdorysu 3,5 m x 0,5 m a výšce 2,5 m. Dosahoval rychlosti 7 150 operací sčítání/s a 1 020 operací násobení/s s čísly s pevnou řádovou čárkou. Rychlost instrukcí s čísly s pohyblivou řádovou čárkou, jež byly realizovány pomocí podprogramů, byla nižší: 264 slučování/s, 310 násobení/s, 159 dělení/s.

Na vývoj počítače MSP vzpomíná jeden z autorů jeho logického návrhu (druhým byl Ing. Václav Černý) ve sborníku 25 let Výzkumného ústavu matematických strojů:

Ing. Zdeněk Pokorný, CSc., VÚMS Praha

Malý samočinný počítač MSP-2

Práci na projektu lze datovat do roku 1960. Tehdy byl ve Výzkumném ústavu matematických strojů připraven přechod na počítače druhé generace. Oddělení výzkumu prvků mělo vypracován návrh soustavy kombinačních členů diodotranzistorových a paměťového členu - zpoždovacího elementu, vytvořeného z dynamického klopného obvodu. Jeho zapojení obsahovalo dva tranzistory. Jediný exemplář počítače EPOS v elektronkové verzi pracoval na tehdejšího pracovišti v Dlouhé třídě.

Po zkušenosti, že prvý výrobek nebo dokonce funkční vzor či prototyp nebývá vhodný k tomu, aby na svém dlouhodobém použití prokázal hospodářský efekt, vznikla snaha vytvořit počítač tak malého rozměru, aby byl dostatečně opakovatelný s výrobními prostředky, které tehdy byly k dispozici. Z tohoto hlediska byl nejvhodnější tzv. bubnový počítač, jehož hlavní částí je bubnová paměť udávající též jeho rytmus.

Tehdy existující předlohou byl počítač LGP 30. K tomu účelu bylo nutno navrhnout co nejsériovější aritmetickou jednotku. Je zajímavé, že se podařilo tento požadavek splnit i při

použití desítkové soustavy a kontrolního kódu, umožňujícího indikovat jednu chybu v desítkové číslici. Desítkovou sčítačkou zde procházejí sériově nejen jednotlivé desítkové číslice, ale i jednotlivé bity, z nichž je číslice složena.

Rychlost násobení (i dělení) byla poněkud zvýšena při ponechání jednoduché zcela sériové sčítačky přidáním zcela sériové násobící tabulky, využívající obvodu tvořícího dvojnásobek, obvodu tvořícího pětinasobek a sčítačky. Aritmetika vyžadovala jen nulnásobek až pětinasobek.

Průzkum potřeby vedl mezitím k závěru, že je třeba navrhnout počítač vyšší třídy s objemnější pamětí. Z požadavků i technologických možností vyplynulo nakonec použití feritové paměti s malými nároky na rychlost (cyklus 15 μ s) ve spojení se synchronními tranzistorovými obvody, pracujícími na frekvenci 1 MHz. Ukázalo se, že při těchto rychlostech lze dosáhnout jakési rovnováhy mezi paralelní feritovou pamětí na jedné straně a plně sériovou aritmetikou na straně druhé. Tím se dostal uvažovaný počítač do třídy výkonnějších a nákladnějších počítačů, kterou reprezentoval tehdy existující počítač ELLIOT. Vzhledem k tlaku požadavků musela být částečně opuštěna představa snadné opakovatelnosti ve výrobě.

Pojetí výrobních tolerancí logických členů a přiváděných impulsů bylo tehdy málo vžitě, takže oživování bylo založeno především na ručním doladování jednotlivých obvodů. Ukázalo se, že takto lze přizpůsobit a oživit obvody do rozměru snad šedesáti destiček. Při rozměrnějších celcích vznikaly protichůdné požadavky na nastavení zejména taktovacích impulsů. Tyto obtíže si vynutily revizi návrhu logických členů, zejména členu paměťového. Ukázalo se, že požadavek spolehlivosti nelze splnit paměťovým členem ze dvou tranzistorů. Bylo nutno vypracovat nové zapojení, tentokrát již se třemi tranzistory. Později se rovněž prokázal jako oprávněný požadavek Výzkumného ústavu matematických strojů, že typy tranzistorů mají splňovat v první řadě požadavky číslicové techniky, a že není možné prostě přejmout do výroby počítačů typy tranzistorů určené především pro spotřební rozhlasovou techniku. Několik výrobků bylo dokonce osazeno dovezenými tranzistory francouzské výroby. Během oživování prototypu se vyskytly rovněž obtíže se spolehlivostí feritové paměti.

Představa, že tehdejší stav technologie paměti připouští jen samoopravný kód pro informace v paměti, byla později překonána a ukázalo se, že spolehlivost paměti lze podstatně zvýšit novým návrhem čtecího zesilovače. Tím bylo překonáno období krize při zavádění technologie druhé generace počítačů, takže zkušební provoz funkčního vzoru počítače EPOS 2 pak mohl proběhnout bez závažnějších zakolísání.

K programovému vybavení počítače Patřil jazyk K0.6 typu Algolu s běžnými omezeními, z něhož se programy překládaly do symbolického strojového kódu, tzv. jazyka KOA, dále standardní programy pro vědeckotechnické a ekonomické výpočty i zkušební programy. V národním podniku Kancelářské stroje byl vypracován autokód, který umožňoval využít hotových programů, vypracovaných pro počítače ELLIOT a MINSK. Není bez zajímavosti, že počítač byl vybaven též programem pro řízení současného chodu až tří uživatelských programů.

Výroba počítače MSP byla svěřena národnímu podniku ZPA Čakovice, který si výrobu osvojil v krátké době a úspěšně, přestože měl předtím zcela odlišný výrobní program. Vzhledem k tomu, že rozměr počítače byl větší než se původně zamýšlelo a že doba do začátku výroby dalšího počítače - totiž počítače EPOS 2 - byla krátká, bylo vyrobeno celkem jen čtrnáct počítačů MSP-2, počítaje v to i funkční vzor vyrobený ve VÚMS. I tento funkční vzor, který prodělal transport na Brněnský veletrh, byl později umístěn u uživatele, kde se osvědčil. Odbyt, propagaci a zaškolování pracovníků zajišťovaly tehdy Kancelářské stroje, n.p., závod Brno. Třebaže byl počítač vybaven profylaktickým programem, při jehož provozu se tiskly údaje sloužící diagnostice, neměl ještě diagnostiku vypracovanou do takových podrobností, jak se to požaduje dnes.

Z toho plynuly nároky na technickou službu u uživatele. Pochopitelně za těchto okolností měla kvalita údržby rozhodující vliv na dobré využití času počítače. Uživateli byl počítač hodnocen celkem příznivě; negativní vyjádření se týkala především poměrně malé kapacity paměti (5 000 slov, poslední tři exempláře dokonce 10 000 slov) a chybějící páskové paměti. Vyskytli se ovšem takoví uživatelé, kteří dokázali počítač (namnoze ve spolupráci s VÚMS) doplnit páskovou pamětí, popřípadě i řádkovou tiskárnou. Většina počítačů byla koncem loňského roku vyřazena z provozu. Doba jejich života (osm let) převyšuje dobu, která se počítá na morální zastarání počítače.

Za zmínku snad stojí ještě forma dokumentace tohoto počítače. Úplné a detailní schéma základní jednotky bylo na osmi listech formátu A3, zmenšitelných při zachování čitelnosti i na formát A4. Přejít ze schématu do skutečného zapojení s přesností na jednotlivý pájecí bod umožňovala adresa, která však byla zapsána ve zkrácené verzi: část společná pro oblast byla "vytknuta" a zapsána jen jednou, rozlišení jednotlivých přívodů logického členu bylo zajištěno standardní dohodou. Značné zmenšení schématu bylo umožněno také proto, že typy logických členů byly rozlišeny obrysem značky.

Vcelku lze říci, že počítač MSP kromě bezprostředního hospodářského efektu měl též historický význam jako článek ve vývoji počítačů u nás i jako předmět, který přispěl k odbornému růstu značného počtu pracovníků.

4.3.2 MSP-2 a software

(převzato z materiálu Zdeňka Pachla)

- programování ve strojovém kódu (zvláště nepohodlné při 2 instrukcích ve slově);
- sada jednotlivých aplikačních programků;
- pokusy o programovací jazyk.



Počítač MSP-2

4.3.3 Bibliografie k MSP-2

Černý, V., Fabián, V., Hájek, O., Pokorný, Z.: Malý číslicový počítač MSP. Information Processing Machines X (rusky), Praha 1964, s. 45 - 49

Pokorný, Z.: Malý samočinný počítač MSP-2, sborník 25 let Výzkumného ústavu matematických strojů, VÚMS 1975

Malý samočinný počítač MSP 2A Tabulky obsazení konektorů pro spojky v základní jednotce

Malý samočinný počítač MSP 2A Tabulky destiček. Tabulky osazení roštů. Obrazová příloha

Manuál pro údržbu MSP 2A. ZPA Čakovice 1967 + příloha

Zelenka, J., Tesař, R.: Pokyny pro obsluhu a profylaktiku počítače MSP 2/2A včetně rozsahu povolených zásahů. Kancelářské stroje Brno 1967

Černý, V., Pokorný, Z.: Popis logiky základní jednotky samočinného počítače MSP 2 bez feritové paměti. Závěrečná zpráva VÚMS č. 388 + příloha

Černý, V.: Popis logiky jednotek snímače a děrovače děrné pásky pro počítač MSP 2. Závěrečná zpráva VÚMS č. 389

Generace a rozvod synchronizačních impulsů v počítači MSP 2

Novanský, R.: Soustava pro rozvod hodinových a vybíjecích impulsů

F. Ryšavý: Tranzistoro-elektronkový zdroj hodinových a vybíjecích impulsů. Závěrečná správa VÚMS č. 390

(Knihovna programů MSP. Kancelářské stroje n.p. Brno 1967):

Fuka, M.: Popis operačního kódu MSP 2A

Fuka, M., Páchl, Z.: Pohyblivá aritmetika

Sokol, J.: Návod k použití programu MONITOR I

Páchl, Z., Seidl, L.: Popis zkušebních programů pro MSP 2A. (Příručka pro techniky)

Fuka, M.: Sledovací program

Fuka, M.: Standardní funkce pro MSP 2A

Brzobohatý, Kozdera, Löfler, Prudík: Projekční příprava MSP 2A

Fuka, M., Chudobová, J., Háša, J., Sandaná, D., Hanousek, J.: Převáděcí programy

Hübner, J., Voda, J., Sandaná, D.: Metoda kritické cesty - CPM

Hübner, J.: Relativní adresování T2/0, T2/1

Páchl, Z.: Přídavná zařízení samočinného počítače MSP 2A

Voda, J., Sandaná, D.: Metoda kritické cesty - CPM, Verze 2

Voda, J., Sandaná, D.: Metoda kritické cesty PERT

Ptáček, M., Hanousek, J.: Obecný sledovací program. Přeadresovací programy
Pachl, Z., Háša, J., Seidl, L.: Vypisovací programy
Háša, J., Pachl, Z.: Programy pro manipulaci s děrnou páskou
Polách, B., Řezanina, B., Gruber, J.: Dopravní problém
Hucl, C.: Autokód pro vědecko-technické výpočty na počítači MSP 2A. Návod programování a obsluhy.
Moravec, P., Kousal, J.: Symbolický jazyk KOA. Manuál
Drofová, B., Kousal, J., Moravec P., Sokol, K.: Autokód KO.6 pro počítač MSP 2A
Caha, F., Tóda, L.: Systém diferenciálních rovnic 1. řádu. Výpočet integrálu
Tóda, L. Hradil, J.: Interpolace

4.3.4 ŘÍP 1000

Výzkumný ústav matematických strojů se také podílel na vývoji řídicího počítače pro československý průmysl. Vzhledem k použití feritové paměti a tranzistorové součástkové základně patřil tento počítač již do druhé generace počítačů. Byly vyrobeny jen 2 kusy. Charakteristiky tohoto počítače a historii jeho vzniku a užití popsal ve Sborníku referátů 25 let počítačů ve VÚMS, 1975, Ing. Jiří Škarda, který se na vývoji podílel se Zdeňkem Fixou. Rychlost počítače byla asi 10 000 op/s.

Ing. Jiří Škarda, VÚMS Praha

Počítač ŘÍP 1000

Práce na prvním čl. řídicím počítači ŘÍP 1000 začaly v roce 1965 jako pokračování prací na měřicí ústředně pro průmyslové měření. Malá skupina pracovníků vypracovala elektronkovou měřicí ústřednu MÚ-50, která byla vybavena centrálním nízkoúrovňovým zesilovačem a elektronickým napěťovým převodníkem s indikací na promítacím displeji. V další etapě převzal obor měřících ústředěn VÚAP ZPA a ve VÚMS skupina, která dříve řešila měřicí ústřednu, posílená skupinou pracovníků Z. Fixy, začala se stavbou řídicího počítače. Měřicí ústředna i řídicí počítač byly vyvíjeny pro chemický průmysl. MÚ-50 byla použita ve

Slovnaftu na jednotce destilace pro měření, potřebné pro vypracování modelu destilační jednotky statistickými metodami. Řídicí počítač ŘÍP 1000 byl použit v Chemických závodech československo-sovětského přátelství v Záluží na jednotce destilace a na jednotce výroby ethylenu. Na řešení počítače se kromě pracovníků VÚMS podílela skupina pracovníků VÚAP, která řešila část pro spojení s technologickým procesem a skupina Chemoprojektu Satalice, která řešila pracoviště operátora a některé části pro přímé řízení procesu.

Ve VÚMS byl vyvinut počítač a základní programovací výbava, tj. jednoduchý supervizor a pomocné prostředky pro práci programátora na počítači. Skupina programátorů VÚMS se zúčastnila také i na aplikačních programech řešených skupinou Chemoprojektu, tj. na programu pro sledování průběhu procesu MASCOT a programu pro statickou optimalizaci výroby ethylenu.

Jedním bitem mikroinstrukčního slova byl signál "volná hlavní paměť, který oznamoval řadiči kanálu počítače dobu, kdy může použít hlavní paměť. Kanál počítače, který připojoval vnější bubnovou paměť a některé z periferních zařízení byl řešen jako samostatná operační jednotka pracující současně s hlavní operační jednotkou.

Obě jednotky se sdílely o hlavní paměť na základě signálu "volná hlavní paměť". Systém byl tedy jakýmsi dvouprocesorovým systémem, kde jeden z procesorů byl kanál počítače.

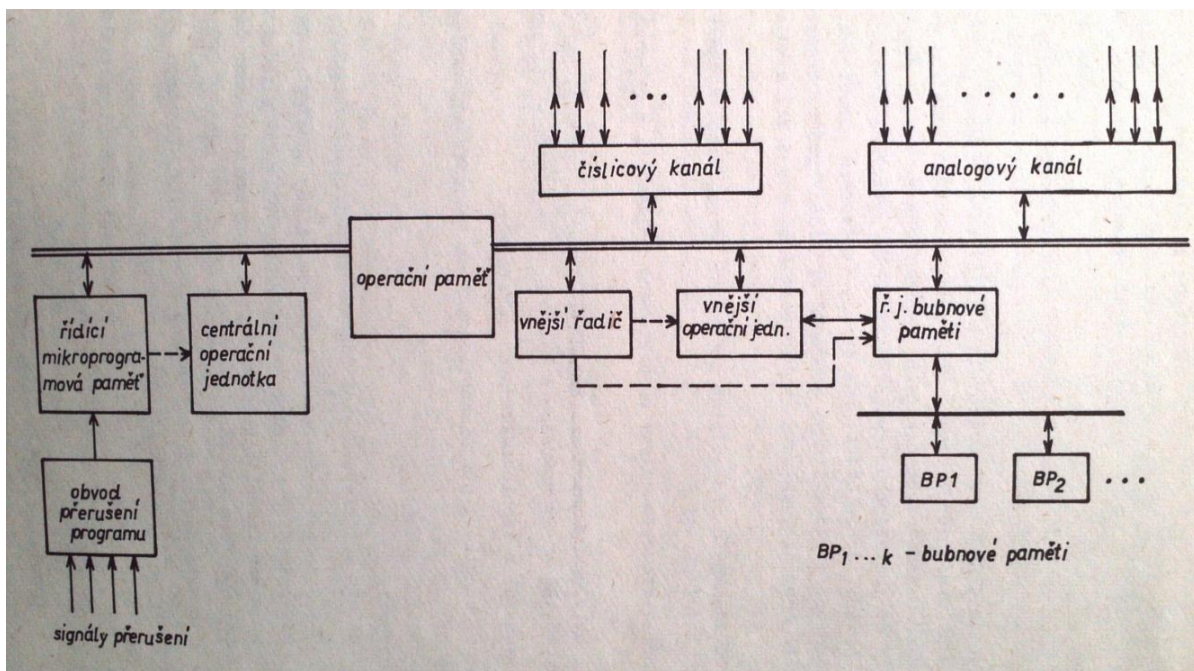
Jednotka spojení s procesorem byla zajímavá tím, že elektronický multiplexor na vstupu centrálního nízkoúrovňového zesilovače měl pneumatickou sekci pro 64 pneumatických signálů. Pneumatický přepínač vybavený jediným převodníkem z pneumatického signálu na elektrický byl vypracován Výzkumným ústavem automatizačních prostředků.

Do programovacích prostředků počítače vypracovaných programátory VÚMS patřila skupina systémových programů zahrnutých pod názvem "HELP" a překladač pro jazyk symbolických adres (assembler) vybavený dosti bohatě makroinstrukcemi. Assembler měl i z hlediska instrukčního kódu dosti velké možnosti (posuzováno ve třídě řídicích počítačů) vlivem rozsáhlého instrukčního kódu, který měl mimo aritmetických operací s pevnou

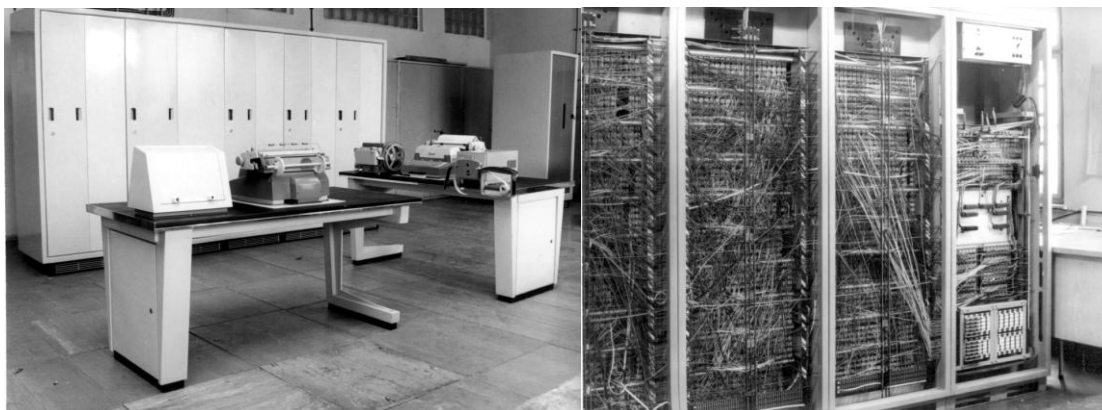
řádovou čárkou v základní délce slova také aritmetické operace s dvojnásobnou délkou slova v pevné řádové čárce a aritmetiku s pohyblivou řádovou čárkou o délce slova 36 bitů. Nevýhodou řešení byla pomalá obvodová základna, i když byla realizována na křemíkových tranzistorech. V některých částech počítače byly použity nevýhodné ferotranzistorové obvody; jinak byl počítač řešen pomocí obvodů s tranzistorovou hladinovou logikou.

Systémově byl počítač v každém případě řešen perspektivně a do dnešní doby nejsou principy mikroprogramového řízení a dvouprocesorového řešení zastaralé. Nevýhodou byl špatně vybavený kanál pro spolupráci s pomalými zařízeními.

Z hlediska aplikace byly všechny plánované úkoly dokončeny, včetně optimalizace procesu výroby ethylenu. V době, kdy byly v ČSSR řešeny řídicí počítače na integrovaných obvodech, nemělo však již smysl počítač vyrábět a aplikovat pro řízení jiných průmyslových výrob.



Blokové schéma počítače ŘÍP 1000



Sestava počítače ŘÍP 1000 a jeho kabeláž

4.3.5 Bibliografie ŘÍP 1000

Škarda, J.: Řídicí počítače. SNTL Praha 1970, 255 str.

4.3.6 EPOS 2/ZPA 600,601, ZPA 200

Počítač EPOS 2 byl přímým pokračovatelem počítače EPOS 1. Byl však cca 2x rychlejší a dosahoval rychlosti kolem 40 000 operací/s. (Zkratka EPOS se po přechodu na tranzistory začala vykládat jako Elektronický počítač samočinný.) Lišil se především technologicky. Logické prvky byly již založeny na tranzistorové technice, což je typický znak počítačů druhé generace. Návrh EPOSu 2 byl dokončen v roce 1964, kdy byl A.Svoboda již rozhodnut k emigraci. Označení ZPA 600 a ZPA 601 se pro počítač EPOS 2 začalo používat po zavedení do sériové výroby v ZPA Čakovice. Na počítači EPOS 2 byla poprvé v Československu (a pravděpodobně i poprvé ve Východní Evropě) úspěšně vyzkoušena emulace jednoho počítače pomocí operačního kódu jiného počítače. Konkrétně se jednalo o emulaci počítače ŘÍP 1000 popsanou v článku Ing. Navrátila a Ševčíka v Information Processing Machines č. 16. Termín emulace však byl pro tento typ simulace zaveden až o mnoho let později.

Model ZPA 200 byl zjednodušenou verzí EPOSu 2, dokončenou v roce 1967. Tento model byl jen jednoprogramový a byl určen pro mobilní použití v armádě.

Základní vlastnosti a charakteristiky jsou přehledně popsány v článku hlavního konstruktéra Zdeňka Korvase, který vyšel ve Sborníku referátů 25 let počítačů ve VÚMS v roce 1975:

Ing. Zdeněk Korvas, CSc., VÚMS Praha

Střední počítač EPOS 2 (ZPA 600)

Již při návrhu počítače EPOS 1 se uvažovalo o další verzi tohoto počítače, která by používala vesměs polovodičových prvků. Byly proto souběžně zahájeny práce na tranzistorových logických a paměťových obvodech, pracujících na pulsní frekvenci 1 MHz a realizovaných s československými polovodiči. Byla vytvořena stavebnice prvků zahrnující logické obvody, dynamické klopné obvody (vytvořené pomocí tzv. zdrží a zpětné vazby) a zpožďovací niklové linky. Současně probíhaly práce na návrhu koincidenční feritové paměti s vyšší rychlostí (vybavovací doba cca 4 μ s) a kapacitou (10 000 slov).

Použití polovodičů znamenalo pro počítač podstatné zvýšení spolehlivosti a také rychlosti a objemu hlavní paměti. Kromě toho byly při systémovém návrhu respektovány zkušenosti s provozem počítače EPOS 1.

V počítači EPOS 2 byly znovu navrženy algoritmy některých operací, byl obohacen operační kód a obvody počítače byly navrženy s ohledem na zajištění proti poruchám. Systémový návrh vycházel z těchto základních požadavků:

1. plné využití základní jednotky i při činnosti pomalých vnějších zařízení na základě sdílení času,
2. zajištění počítače proti poruchám;
3. zajištění stavebnicovosti;
4. použití desítkové soustavy a sérioparalelní řešení aritmetických obvodů.

Plné využití základní jednotky bylo řešeno způsobem, který se plně osvědčil u počítače EPOS 1, tj. sdílením času základní jednotky až pěti nezávislými programy. Na přepojovacím poli bylo možné přidělit každému z pěti programů potřebnou část hlavní paměti po úsecích 1 000 nebo 10 000 slov (u ZPA 601 5 000 nebo 10 000 slov). Přepojovací pole mělo také funkci transformační a kontrolní. Podobným způsobem se na tzv. dispečerském poli přidělovala přídatná zařízení.

Vlastní sdílení času bylo řízeno (stejně jako u počítače EPOS 1) speciálním obvodem, tzv. organizátorem, s využitím statických i dynamických priorit a informací o blokování pro každý ze spuštěných (tj. max. pěti) programů. Základní problém při přechodu z jednoho programu na druhý je úklid a nové nastavení všech pracovních registrů. U počítače EPOS 2 byly pro tyto účely doplněny pracovní registry základní jednotky registry odkládacími o pětikrát větší kapacitě. Vzhledem k realizaci registrů na linkách bylo toto řešení výhodné a úsporné a odpovídalo řešení přijatému v počítači EPOS 1.

Zajištění proti poruchám bylo ve srovnání s počítačem EPOS 1 důslednější a počítač EPOS 2 obsahoval více prostředků pro lokalizaci závady, které vycházely ze základních charakteristik počítače, především ze způsobu kódování. V počítači bylo zásadně používáno pro tok dat kódů m z n. Tyto kódy přinášejí výhody jednak z hlediska obvodů (stejný počet jedniček, stejná zátěž) i pro organizaci kontrol a pro návrh řadiče s kontrolou. Pro data se používalo kódu dva z pěti, jedna z deseti; v aritmetických obvodech podmnožiny kódu tři z deseti (jedna ze dvou, jedna ze tří, jedna z pěti) a dva z devíti (jedna ze čtyř, jedna z pěti); na děrné pásce bylo využito kódu čtyři z osmi.

Obvody základní jednotky byly vesměs navrženy tak, aby se jakákoli porucha projevila porušením výstupního kódu a také jako obvody transitivity, tj. přenášející porušený vstupní kód na výstup opět jako porušený kód. Pro ochranu pamětí bylo použito kódu samoopravného s jednou kontrolní dekadou. Počet oprav při přenosu slova z hlavní paměti nebo z vnějších pamětí se čítal do zvláštních registrů pro informaci technické obsluhy. Při překročení 1 000 oprav byl upozorněn operátor.

Stavebnicovost počítače byla zajištěna především jednotným způsobem připojení přídatných zařízení, tj. jednotným stykem (interfacem). Podobně jako u počítače EPOS 1 byla

přídavná zařízení vybavena řadiči, které pracovaly značně autonomně a zprostředkovaly spojení mezi přídavným zařízením a základní jednotkou. Přenosová rychlost na spojovacím vedení byla zvýšena (maximální rychlost během přenosu 106 dekád/s, efektivní 0,625 nebo $0,556 \cdot 10^6$ dekád/s podle směru přenosu) vzhledem k rychlejší hlavní paměti.

Celkový počet přídavných zařízení byl omezen prakticky jen velikostí dispečerského pole a dimenzováním vedení. Např. u počítače ZPA 601 byl celkový počet zařízení 49 z teoreticky možných deseti od každého typu. Toto omezení vyhovovalo prakticky všem uživatelům.

Vzhledem k předpokládanému nasazení počítače bylo ve shodě s řešením u počítače EPOS 1 použito desítkové číselné soustavy se sérioparalelním řešením aritmetických a logických obvodů. Šířka toku dat v obvodech počítače byla 1 desítková číslice, zakódovaná v registrech na 5 bitech v kódu dva z pěti. Aritmetické obvody pracovaly v kódu zbytkových tříd podle algoritmu $+X-Y+Z$, kterého bylo výhodně využito pro operace násobení a dělení (X, Y, Z jsou dekadické číslice). Alfanaumerický kód měl dvě desítkové číslice na jeden znak a byl shodný s kódem EPOS 1. Délka slova a typy operací byly obdobné jako u počítače EPOS 1.

Operační kód počítače byl však obohacen o nový typ modifikace operandů tzv. maskováním, které umožňovalo efektivnější práci s údaji kratšími než jedno strojové slovo a snazší zpracování alfanumerických dat. Kromě toho byly kratší operace zrychleny cca dvojnásobně ve srovnání s počítačem EPOS 1 - tak např. operace sčítání s pevnou čárkou (12 dekád) trvala 26 μ s, operace sčítání s pohyblivou čárkou trvala 52 μ s nebo 65 μ s.

Pro ovládání počítače přes elektrický psací stroj pomocí operačního systému mělo rozhodující význam zavedení algoritmu pro přerušení programu při programové chybě nebo zásahem operátora přes tlačítko u psacího stroje, přičemž se automaticky přešlo na ovládací program.

Počítač EPOS 2, později ZPA 600, 601, byl postupně doplňován novými stavebnicovými díly - byla to například pasivní část hlavní paměti (později řešená jako zamykatelná paměť) o kapacitě 9 000 slov, určená pro základní operační systém; disková

paměť místo původně vyvinuté bubnové paměti (rychlost $250 \cdot 10^3$ dekád/s, kapacita cca $0,8 \cdot 10^6$ slov), souřadnicový kreslicí stůl ($1\,000 \times 800$ mm²), děroštitková jednotka ARITMA. (Poznámka editora PG. V původní sestavě počítače EPOS 2 mohlo být až 10 bubnových pamětí s kapacitou bubnu 5 000 slov. Buben byl rozdělen na 20 drah po 50 blocích. Rychlost otáčení bubnu byla 3 000 otáček za sekundu. Magnetické páskové jednotky mohly být buď dovozové francouzské mechaniky typ PEN-6 firmy CDC nebo SEA. Záznamová frekvence byla 10 kHz, rychlost pásky 1,27 m/s, délka pásky 750 m, kapacita cca 50 000 bloků, tj. 3 mil. dekád. Ovládání pohybu pásky bylo mechanické. Páskové médium mělo šířku ½ palce. Doporučovány byly pásky AGFA PEC 506A nebo SCOTCH 498. Variantně bylo možné připojit páskové jednotky vlastní konstrukce se záznamovou frekvencí 50 kHz, rychlostí pásky 2,5 m/s, délkou pásky 750 m. Kapacita pásky byla 150 000 bloků, což je 9 milionů dekád. Ovládání pohybu pásky bylo již vakuové s vyrovnávacím kapacitními zásobníky. Snímač děrné pásky měl optické snímání a pracoval rychlostí až 1 500 znaků za sekundu. Patřil v té době ke světové špičce.)

Základní jednotka počítače byla realizována ve VÚMS ve funkčním vzoru, který byl ve zkušebním provozu od druhé poloviny roku 1965; další počítače se vyráběly v ZPA Čakovice s označením ZPA 600 a později ZPA 601. Počítač ZPA 600 se vyznačoval novým konstrukčním a technologickým řešením (např. použití ovíjených spojů). Konečným stupněm vývoje se stal počítač ZPA 601, který měl podstatně zmenšené rozměry hlavně díky novému řešení napájecí soustavy a feritové paměti.

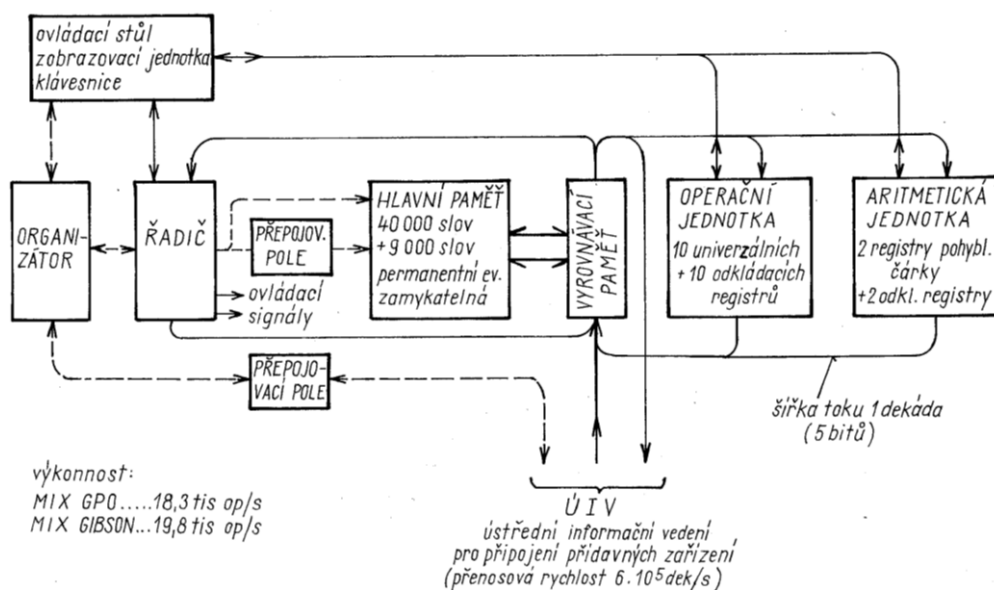
Na programovacích prostředcích se pracovalo souběžně s pracemi na hardware počítače. I když programování v jazyce stroje bylo díky desítkovému kódu poměrně snadné a ovládací stůl s displejem umožňoval snadnou kontrolu práce stroje, byly od počátku vedeny práce pro využívání vyšších programovacích jazyků a později operačního systému.

Pro počítač ZPA 600 byl vytvořen operační systém ZOS, s knihovnou na magnetické pásce (u ZPA 601 na disku), jehož symbolický jazyk byl základním jazykem pro řadu překladačů (FORTRAN, RPG, COBOL).

Podrobnější informace o počítači EPOS 2, ZPA 600 a ZPA 601 je možno získat v uvedeném soupisu literatury. Do soupisu byly zařazeny jen práce veřejně publikované (včetně

závěrečných výzkumných zpráv VÚMS); řada podrobných informací o hardwaru počítače měla původně charakter vnitřních zpráv a byla publikována až později jako materiály tzv. technická dokumentace pro počítač ZPA 600 a 601.

Celkově je možno práce na počítači EPOS 2 a počítačích ZPA 600 hodnotit jako důležitý přínos pro zajišťování výpočetní techniky druhé generace jak v oblasti návrhu základní jednotky, vnějších pamětí, přídavných zařízení i softwaru, tak i v aplikacích.



Blokové schéma počítače EPOS 2

zdroj: Jiřina, M., Korvas, Z.: Vývoj architektury československých počítačů. AVT č. 49, VÚMS 1984, str. 10-20

4.3.7 EPOS 2 a software

(převzato z materiálu Zdeňka Pachla)

- Operační systém vlastního vývoje **ZOS** (částečně v uzamykatelné paměti):
 - i. základní podpora spuštěného programu,
 - ii. správa a řízení spouštění aplikačních programů,
 - iii. **knihovny programů** (zdrojová, makro, modulová a spustitelných programů) a jejich správa,
 - iv. Spojovací program přeložených modulů do spustitelného stavu;

- programovací jazyky (**Assembler**, Fortran, Cobol, RPG);
- pokračování pokusů o strojový překlad;
- sady jednotlivých aplikačních programů.

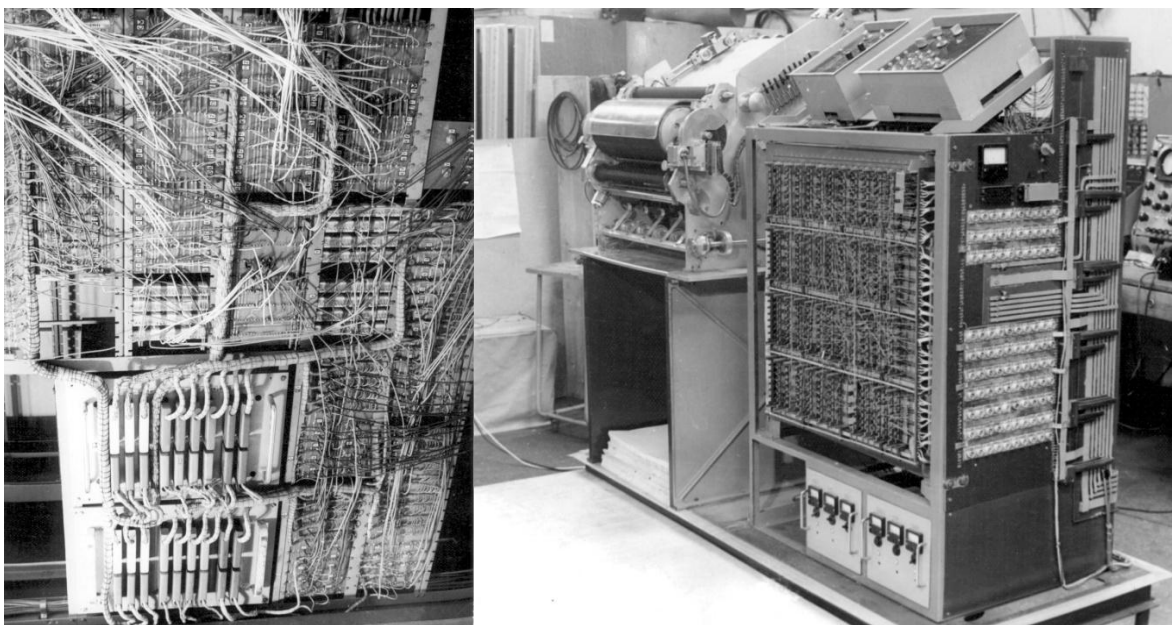
() Závody počítačů Tesla 200 a EPOS 2**

Koncern spotřební elektroniky **Tesla** využil politické a ekonomické uvolnění v roce 1968 a zakoupil od francouzské firmy **Bull GE** licenci na výrobu počítačů 3. generace s bajtovou strukturou, vycházející z koncepce řady **IBM 360**. V rámci propagace tohoto svého kroku vedení firmy Tesla zlehčovalo počítač EPOS 2 a posléze vyprovokovalo vedení GŘ ZPA (Závody průmyslové automatizace – pod něž VÚMS spadal) k soutěži pro srovnání výkonností obou počítačů, na což vedení ZPA bohužel přistoupilo; Tesla byla totiž v té chvíli ve výhodnější situaci:

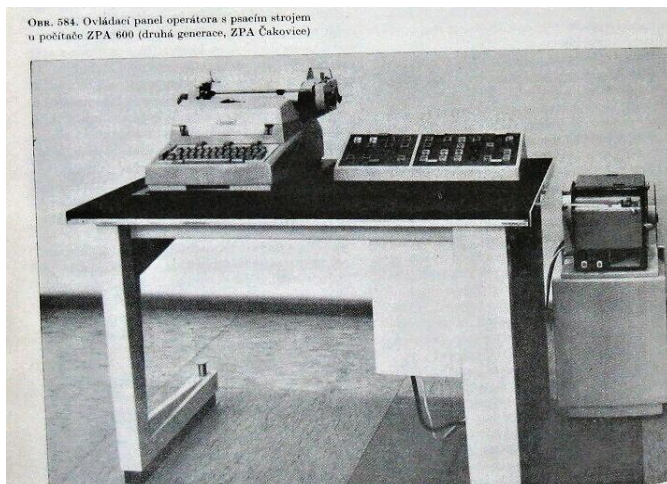
- V rámci licence měla Tesla k dispozici nejen hotový počítač se všemi komponentami i se softwarem, ale též odzkoušené zkušební aplikace, na nichž chtěla prověrku výkonnosti demonstrovat !
- VÚMS měl v té době k dispozici pouze prototyp s nekompletní, resp. prozatímní soustavou periferních zařízení (např. podstatné magnetopáskové paměti byly k dispozici pouze s čtyřikrát nižší zápisovou a čtecí frekvencí - 10 kHz – oproti jednotkám, které měly být dodávány z výroby uživatelům, a které již Tesla měla připojené ke svému počítači), a s n zcela vyzkoušeným operačním systémem s rozpracovanými komponenty (např. pro test podstatným třídícím programem).

Příprava závodu (který firma Tesla na svém prototypu pouze spustila a pak prezentovala) zabrala pracovníkům VÚMS více než dva týdny nepřetržité a úmorné práce (lidé u počítače trávili dny i noci), a stejně vzhledem k výše uvedeným okolnostem neměli naději a soutěž proto v prvním kole prohráli. Mimochodem, to vše se konalo v období počínající okupace. Např. při návratu unesené čs. představitelů z Moskvy jsme poslouchali v radiu jejich projevy vsedě či vleže na podlaze v místnosti prototypu počítače.

Po vyhodnocení pracovníci VÚMS přepracovali a zrychlili třídící program a po připojení výkonnějších magnetopáskových jednotek byla zkušební aplikace na počítači EPOS rychlejší, to už však bylo pozdě.



Kabeláž počítače EPOS 2 a tiskárna o váze 1 tuny



Ovládací pult ZPA 600 s psacím strojem

4.3.8 Bibliografie k EPOS 2

Korvas Z.: Střední počítač EPOS 2 (ZPA 600), Sborník referátů 25 let počítačů ve VÚMS, 1975

[1] Dykast K.: Tranzistorové logické obvody, záv. zpráva VÚMS 159, 1960

[2] Valenta V.: Dynamický zpožďovač, záv. zpráva VÚMS 237, 1963

[3] Mrkvička J.: Předběžný návrh tiskárny EPOS 2, záv. zpráva VÚMS 248, 1963

[4] Jůza M., Sedlák J.: Kód základního počítače EPOS 2, záv. zpráva VÚMS 267, 1963

[5] Juřík M.: Magnetická pásková paměť EPOS 2, záv. zpráva VÚMS 296, 1964

[6] Šulc J.: Tranzistorový snímač děrné pásky, záv. zpráva VÚMS 303, 1964

[7] Šindelář: Zkoušeč destiček feritové paměti EPOS 2, záv. zpráva VÚMS 307, 1964

[8] Mařík J.: Elektrický psací stroj a děrovač pásky pro EPOS 2, záv. zpráva VÚMS 379, 1965

[9] Imlauf J., Sedlák J.: Kód přídatných zařízení EPOS 2, záv. zpráva VÚMS 380, 1965

[10] Malec Z., Punda K.: Obvody pro magnetostriční zpožďovací linky, 13 a 65 μ s, záv. zpráva VÚMS 254, 1965

[11] Oblonský J.: EPOS 2, VÚMS 1965, 2. vyd. 1966

[12] Březina J.: Tiskárna EPOS, mechanická část, záv. zpráva VÚMS 393, 1966

[13] Mrkvička J.: Tiskárna EPOS 2, záv. zpráva VÚMS 394, 1966

[14] Křišťoufek K., Kolman, Dvořák, Děták: Feritová paměť EPOS 2, záv. zpráva VÚMS 341, 1966

- [15] Děták O., Dvořák V., Kolman J., Mašek M., Zbořil V., Zelený J.: The ferrite core memories of the MSP-2 and EPOS 2 computers, Information Processing Machines No. 13, 1967
- [16] Janda F., Nádhera J.: Feritová paměť EPOS 2, záv. zpráva VÚMS 408, 1967
- [17] Mrkvička J.: Tiskárna Anelex pro EPOS 2 (předprojekt), záv. zpráva VÚMS 409, 1967
- [18] Černík J.: Kombinovaná děrnoštítková jednotka EPOS 2, záv. zpráva VÚMS 417, 1967
- [19] Dačev T.: Magnetické páskové paměti dovezené (CDC-EPOS 1 i 2), záv. zpráva VÚMS 418, 1967
- [20] Dačev T.: Magnetická pásková paměť 50 kHz - logika, záv. zpráva VÚMS 431, 1967
- [21] Děták O.: Feritová paměť tranzistorová pro střední samočinný počítač EPOS 2 - funkční vzor, záv. práva VÚMS 451, 1967
- [22] Dobeš J.: Automatizace logického návrhu počítače, záv. zpráva VÚMS 453, 1967
- [23] Petr A., Ptáček M.: Popis soustavy samočinného počítače ZPA 600. Kancel. stroje Brno, 1967
- [24] Fuka M., Kadlec I., Pelouch J., Sokol J.: Popis operačního kódu ZPA 600. Kancel. stroje Brno, 1967
- [25] Antoš J., Drbal P., Holenda V., Sedlák J., Sochorová A., Šárka J., Zoc I.: Autokód EPOS 2 pro počítače ZPA 600, Kancelářské stroje Brno, 1967
- [26] Ptáček M.: Příprava k instalaci ZPA 600. Kancelářské stroje Brno, 1967
- [27] Korvas Z.: Soustava pro zpracování dat ZPA 600. Výpočetní technika v ČSSR, Praha 1968
- [28] Kučera A.: Počítač ZPA 200. Výpočetní technika v ČSSR, Praha 1968
- [29] Dykast K.: Prvková základna ZPA. Výpočetní technika v ČSSR, Praha 1968
- [30] Kolman J., Mašek M.: Permanentní paměť ZPA 600. Výpočetní technika v ČSSR, Praha 1968
- [31] Burian M.: Způsob kontroly a ožívování středního počítače ZPA 600. Výpočetní technika v ČSSR, Praha 1968
- [32] Korvasová K.: Strojový překlad. Výpočetní technika v CSSR, Praha 1968
- [33] Sokol J.: Operační systém. Výpočetní technika v ČSSR, Praha 1968
- [34] Sedlák J.: Programovací jazyky pro počítač ZPA 600. Výpočetní technika v CSSR, Praha 1968

- [35] Drbal P., Nováková M., Brožková V.: Beitrag zur Automatisierung der Beherrschung der inneren Einrichtungen des EPOSsystems bei der Bearbeitung von ökonomischen Sammeldaten. Information Processing Machines, No. 14
- [36] Sedlák J.: Autokód. ZPA 600. Jazyk a algoritmy překladače. záv. zpráva VÚMS 467. 1968
- [37] Mašek M.: Permanentní paměť počítače EPOS 2, záv. zpráva VUMS 500, 1968
- [38] Pelánek L.: Zdroj času pro počítač ZPA 600, záv. zpráva VÚMS 511, 1968
- [39] Pelánek L.: Připojení kreslicího stolu k počítači ZPA 600, záv. zpráva VÚMS 512 1968
- [40] Mlázovský J.: Závěrečná zpráva ZPA 200, závěrečná zpráva VÚMS 521, 1969
- [41] Kolektiv autorů VÚMS: Průvodní dokumentace počítače ZPA 600 (11 knih); ZPA Čakovice, Praha 1969
- [42] Základní operační systém ZPA 600, Programovací manuál ZPA 600, I., KSNP Praha, 1969
- [43] Základní operační systém ZPA 600, Programovací manuál ZPA 600, II., KSNP Praha, 1969
- [44] Vaníček J. a kol.: Algoritmy knihovny standardních podprogramů z numerických metod pro ZPA 600, záv. zpráva VÚMS 532, 1970
- [45] Brožková, Fryčová, Karasová, Krupičková, Veselý: Provozní výzkum knihovních programů pro zpracování hromadných dat pro ZPA 600, záv. zpráva VÚMS 534, 1970
- [46] Holenda, Kousal, Moravec, Sedlák, Sochorová, Sokol, Šárka: Překladač FORTRAN ZPA 600, záv. zpráva VÚMS 535, 1970
- [47] Simandl, Tomášek: Soustava testovacích programů počítače ZPA 600, Kanc. stroje 1970
- [48] Operátorský manuál ZPA 600, KSNP Praha, 1970
- [49] Obslužné programy ZPA 600, KSNP, 1970
- [50] Servisní programy ZPA 600, KSNP, 1970
- [51] Knihovna standardních podprogramů z numerických metod, KSNP, 1970, I., II. díl
- [52] Užití standardních programů z numerických metod, KSNP, 1970
- [53] FORTRAN ZPA 600, KSNP, 1970
- [54] COBOL ZPA 600, KSNP, 1970
- [55] Sokol J.: The basic operating system of the ZPA 600 computer. Information Processing Machines, No. 15, 1971
- [56] KPG ZPA 600, KSNP, 1971
- [57] MAT ZPA 600, KSNP. Technicko-ekonomické programy ZPA 600, KSNP, 1971

- [58] Kolman J.: A fixed memory with E cores. Information Processing Machines, No. 16, 1972
- [59] Šmíd J.: Samočinný počítač ZPA 601. Aktuality výpočetní techniky, 2/1972
- [60] Kubín P.: Disková paměť pro ZPA 601. Aktuality výpočetní techniky, 2/1972
- [61] Pachl Z., Vaníček J.: Disková paměť pro ZPA 601 - software. Aktuality výpočetní techniky, 2/1972.
- [62] Operační systém ZPA 600, PVT, Praha, 1972, 1975
- [63] Autokód DAC - 600, VTŽ Chomutov, 1972
- [64] Magnetické disky ZPA 600/601, PVT, Praha, 1973
- [65] Zavádění ZOSu ZPA 600/601/200, KSNP, 1973
- [66] Komplexní obslužný program pro knihovnu, KSNP, 1974
- [67] Komplexní servisní program a některé univerzální programy, KSNP, 1974

4.3.9 Bibliografie k EPOS 2 – software

Sedlák J.: Řešení některých prací na software prvních sériově vyráběných počítačů

- [1] The Development of the Research Institute of Mathematical Machines in Prague. IPM, vol.10 (1964), pp.15-24
- [2] Sedlák J., Jůza M.: Kód základního počítače EPOS 2. Závěrečná zpráva č. 267, VÚMS, Praha, 1963
- [3] Imlauf J., Sedlák J.: Kód přídatných zařízení EPOS 2. Závěrečná zpráva č. 380, VÚMS, Praha, 1965
- [4] Backus J.W. a j.: Programování v jazyku ALGOL 60. Přeložili J. Sedlák, J. Imlauf, J. Klouček a původními doplňky opatřili J. Sedlák a E. Kindler. Praha, SNTL, 1963
- [5] Kindler E., Jůza M., Sedlák J.: Kompilátor EPOS ALGOL. Závěrečná zpráva č. 215, VÚMS, Praha, 1962
- [6] Kindler E.: EPOS ALGOL Compiler, IPM, vol. 9. (1963), pp. 66 – 78
- [7] Kindler E.: Translation of arithmetic expressions by EPOS ALGOL Compiler, IPM, vol. 9. (1963), pp. 79 – 90
- [8] Sedlák J.: Translation of conditional expressions and conditional statements by EPOS ALGOL Compiler, IPM, vol. 9. (1963), pp. 91 – 98

- [9] Jůza M.: Translation of For Statement by EPOS ALGOL Compiler, IPM, vol. 9.(1963), pp. 99 – 106
- [10] Kindler E.: Processing of procedures in EPOS, IPM, vol. 9. (1963), pp. 107 – 114
- [11] Kindler E.: Properties of addresses produced by EPOS ALGOL, IPM, vol. 10. (1964), pp. 211 – 218
- [12] Sovremennoje programirovanije. Sborník statěj, Izd. “Sovětskoje Radio”, Moskva,1966, str. 263
- [13] Sedlák J., Antoš J., Drbal P., Holenda V., Sochorová A., Zoc I.: Jazyk a algoritmy překladače Autokódu EPOS 2 pro počítač ZPA 600. Závěrečná zpráva č. 476,VÚMS, Praha, 1968
- [14] Drofová R.: KO.6 autocoder for the MSP.2 small computer, IPM, vol. 13. (1967), pp. 229 – 242
- [15] Jura St.: Vyčíslitelnyj metod opredělenija parametrov startstopnych sistem lentoprořažnyh mehanizmov, IPM, vol. 12. (1965), str. 37 – 66

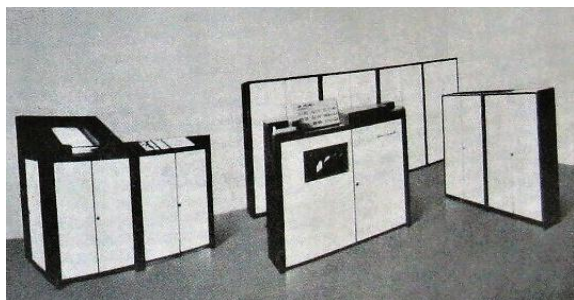
4.3.10 DP 100

Samočinný děroštitkový počítač byl vyvinutý v n.p. ARITMA ve spolupráci s VÚMS. Vyráběl se v letech 1965 až 1974. ARITMA byla úspěšným výrobcem děroštitkových strojů, jako byly děrovače, přezkoušeče, opakovače, popisovače, třídiče a tabelátory. V 60. letech bylo vyrobeno přes 2 250 děroštitkových souprav, z nichž téměř polovina šla na vývoz.

Počítač DP 100 byl modernizací děroštitkových souprav. Patřil k druhé generaci výpočetní techniky. Umožňoval zpracování 80sloupcových i 90sloupcových děrných štítků. Konceptně byl více zaměřen jako řídicí prvek děroštitkových výpočetních soustav použitých hlavně ke zpracování hromadných dat. Pro vstup dat sloužil elektromagnetický snímač. Jako „mezipaměť“ sloužil děrovač děrných štítků. Po načtení vstupních dat a programů se po zpracování vyděrovaly mezivýsledky, které se znovu načetly na vstup, a tak to pokračovalo až do konečného výsledku, který se vytiskl na tiskárně. Při napsání trochu nešikovného programu nastávaly situace, při kterých se operátoři topili v záplavě štítků. Jednoduchost a spolehlivost počítače se ukázaly jako správné předpoklady a od roku 1967 po zavedení

sériové výroby bylo vyrobeno a prodáno v průběhu deseti let přibližně 200 kusů DP 100, což v tehdejší obrovském Sovětském svazu znamenalo téměř 1/8 trhu s počítači.

<http://www.galaxie.name/index.php?clanek=pribeh-pocitace-4-dil>



4.4 Československá počítačová škola

Druhou generací počítačů skončilo období, kdy se VÚMS mohl ve vývoji počítačů ubírat vlastní cestou. Vývoj dalších generací byl již striktně omezen rozumným požadavkem programové kompatibility s počítači v ostatních zemích RVHP, a zejména s počítači největší světové počítačové firmy IBM. Proto je na místě vyhodnotit přínosy československých počítačů nulté až druhé generace pro obor počítačů a vyzvednout některé originální koncepty, z nich počítačová věda a technika těží dodnes. Při troše neskromnosti lze dokonce hovořit o československé počítačové škole, jak to nazval Václav Chlouba ve svém článku Přínos počítačů VÚMS nulté až druhé generace ve sborníku referátů z konference 25 let počítačů ve VÚMS:

Ing. Václav Chlouba, CSc.

Přínos počítačů VÚMS nulté až druhé generace

Úvodem si položíme otázku, zda lze mluvit o čs. škole v oboru samočinných číslicových počítačů (číslíkových Počítačů vůbec) v etapách nulté až druhé generace, tak jak byly řešeny ve VÚMS (a jeho předchůdcích, Laboratoři matematických strojů a Ústavu matematických strojů ČSAV). Abychom tuto otázku mohli zodpovědět, musíme nejprve

blíže určit, jaké jsou nutné a postačující podmínky existence samotné školy, ať ve vědě či v umění.

Základní podmínkou existence školy či samostatného směru je jistě odlišitelnost od jiných škol či směrů, to jest vlastní charakteristické rysy. Jiným projevem existence školy je přínos nových myšlenek a původních způsobů řešení, které představují pokrok z hlediska vývoje oboru. Dalším objektivním měřítkem existence školy může být uznání cizích odborníků, případně zahraničních pracovišť téhož oboru.

Pokusme se nyní stanovit charakteristické rysy číslicových počítačů VÚMS v uvažovaných etapách. Za nejvýznačnější rys považuji snahu o maximální spolehlivost. I když všude byla snaha o spolehlivost přirozeným základním hlediskem, řešení čs. počítačů se od tehdejší praxe ve světě zřetelně odlišuje mírou úsilí i vynaložených prostředků. Autoři prvních čs. počítačů vycházeli ze skutečnosti, že součástky, které mají k dispozici, nejsou určeny pro použití v počítačích. Má-li být realizován prakticky použitelný počítač, bylo nutno hledat zvláštní opatření, jež by umožnila, aby i z nespolehlivých součástek vznikl dostatečně spolehlivý počítač. Uvědomili si důležitou zásadu, že žádný výsledek výpočtu je podstatně lepší než výsledek, na který se nelze spolehnout.

V době návrhu prvního čs. samočinného počítače SAPO nebyly ještě k dispozici žádné zkušenosti ani se spolehlivostí součástek ani s provozem číslicových počítačů jako takových. Proto bylo zvoleno řešení se zcela neobvyklým stupněm zabezpečení, tj. se ztrojením operační jednotky i vstupních a výstupních cest, s vestavěným hlasováním o správnosti výsledku každé operace i vstupujícího a vystupujícího údaje. (Pokud je mi známo, bylo tohoto řešení použito podruhé až u počítače americké rakety Saturn). Některé přenosy uvnitř počítače SAPO, včetně záznamu do paměti, se kontrolovaly na úplnou shodu všech bitů přenášené informace, kontrolovala se ovšem i správná funkce kontrolních obvodů (tzv. prověřovačů) atd. Počítač byl kromě toho vybaven speciální tiskárnou pro záznam všech zjištěných chyb, což umožňovalo průběžné sledování stavu jednotlivých částí počítače.

Zatímco informace v magnetické bubnové paměti byly zabezpečeny obvyklou paritou, zvláštní pozornost byla věnována spolehlivosti výběrových obvodů. Autoři si byli vědomi toho, že chybná funkce výběrového obvodu může způsobit nejen znehodnocení celého

dosavadního výpočtu, ale že se prakticky nedá zjistit, že k takové chybě došlo. O řešení výběrových obvodů se ještě zmíním v další části referátu.

Snaha o dosažení maximální spolehlivosti se obrází i v řešení prvního elektronického počítače EPOS 1 a jeho zdokonalené tranzistorové verze EPOS 2 (vyráběného pod označením ZPA 600 a 601). Protože se tyto počítače měly vyrábět sériově, nebylo z ekonomických hledisek únosné zdvojování některých částí a hlavním prostředkem zabezpečení byla volba bezpečnostního kódu 2 z 5 a kromě toho ještě třinácté kontrolní číslice v každém dvanáctimístném dekadickém slově. Toto důkladné zabezpečení, srovnatelné se zabezpečením používaným v té době v zahraničí pouze u relativně nejméně spolehlivých magnetických páskových pamětí, umožňovalo automatickou opravu jedné chyby uvnitř každého slova při čtení z hlavní nebo vnější paměti a zjištění většiny dvojitych a trojitych chyb i chyb vyšších řádů.

Druhým neméně význačným rysem počítačů řešených ve VÚMS je originální řešení. Kromě systémového návrhu počítače SAPO, již zmíněného v souvislosti se spolehlivostí, lze uvést také algoritmy aritmetických operací, operační kód s pětiadresovými instrukcemi a s bohatými možnostmi operací na instrukcích. Ve srovnání s tehdy obvyklým řešením výběrového obvodu magnetické bubnové paměti na principu čítání hodinových impulsů, u něhož se dalo jednoduše zjistit maximálně to, že někdy během právě dokončené otáčky došlo k chybě, byl pro SAPO navržen výběrový obvod optický se soustavou mechanicky přestavovaných clonek, jejichž poloha se elektricky kontrolovala. Když se tento princip ukázal jako nesnadný z hlediska výroby i údržby, bylo navrženo nové uspořádání s použitím tzv. Korobovovy posloupnosti nejprve s fotografickým záznamem a fotoelektrickým snímáním, později s magnetickým záznamem na paměťovém bubnu. Funkce výběrového obvodu byla ještě zabezpečena dvojím záznamem vzájemně inverzních posloupností a dvěma nezávislými posuvnými registry, na jejichž výstupech se zjišťovala koincidence s danou adresou. Toto řešení se v praxi plně osvědčilo.

Za hlavní přínos v etapách první a druhé generace lze považovat dekadickou aritmetiku s použitím kódu zbytkových tříd, vnitřní sdílení času a zejména multiprogramování řízené obvodovými prostředky (hardwarem). Zatímco první číslicové počítače vznikly především pro účely výpočtů vědeckých a technických, v průběhu padesátých let se začalo

ukazovat, že většina číslicových počítačů bude sloužit v oblasti výpočtů komerčních, finančních, administrativních apod. Z toho dále vyplynulo, že je výhodnější řešit počítače jako dekadické, neboť tato oblast aplikací se vyznačuje velkými objemy dat zpracovávanými relativně jednoduchými programy a převod těchto dat do dvojkové soustavy a získaných výsledků zpět do dekadické zbytečně zabírá užitečný čas počítače.

Návrh dekadického počítače zahrnuje důležitý krok, jímž je volba vhodného zobrazení dekadických informací ve stroji. Nejjednodušší je dvojkové kódování dekadických číslic (tzv. kód BCD nebo 8421), snad i vhodné z hlediska aritmetických operací, ovšem bez jakéhokoli zabezpečení. Proto bylo u některých počítačů použito jiných kódů, umožňujících některé kontroly při zachování přijatelných vlastností aritmetických (např. kód +3 nebo kód bikvinární). Radikální řešení z hlediska zabezpečení představují kódy typu m z n , ovšem v době návrhu počítače EPOS 1 se tyto kódy považovaly za málo použitelné vzhledem ke komplikacím při provádění aritmetických operací.

Tvůrcům počítačů EPOS se nicméně podařilo úspěšně spojit použití bezpečnostního kódu 2 z 5 s realizací sériově paralelní operační jednotky nové koncepce, využívající (uvnitř) kódu zbytkových tříd. Pokud je mi známo, představují počítače EPOS (ZPA 600 a 601) první konkrétní aplikaci kódu 2 z 5.

Použití kódu zbytkových tříd při realizaci dekadického násobení v operační jednotce přineslo navíc příznivý poměr trvání operací násobení k operacím slučování. Zde je nutno zdůraznit, že návrh praktického využití kódu zbytkových tříd i jeho realizace (nejprve u stolního počítače E la a potom u EPOSu) patří také k světovým primátům. Od doby, kdy u nás práce v tomto směru již nepokračovaly, věnovala se této problematice celá řada výzkumných institucí po celém světě, zejména v USA a v Japonsku. Ještě nyní se každý rok objeví asi deset nových prací, týkajících se kódu zbytkových tříd a jeho aplikací.

Tzv. vnitřní sdílení času u počítačů EPOS umožňuje paralelní provádění jiných operací v době, kdy operační jednotka násobí nebo dělí. Vychází ze skutečnosti, že tyto operace zpravidla nenásledují v programu jedna za druhou, takže paralelní provádění jiných operací může zvýšit efektivní výkon počítače. Toto rozdělení operační jednotky do několika

specializovaných částí pracujících paralelně (současné) lze považovat za princip, který byl rozvinut teprve později (např. u počítače CDC Star).

Zvláště významné je multiprogramové řešení počítačů EPOS a ZPA 600 a 601. Vzniklo v době, kdy samo sdílení času bylo ve světovém měřítku teprve v samých počátcích. Pokud je některé počítače měly, šlo o čistě softwarové řešení, vyžadující rozsáhlé operační systémy, u nichž byl každý přechod z jednoho programu na druhý spojen se značnou ztrátou užitečného času počítače. (Např. u anglického počítače Atlas obsahoval supervizor 16 000 instrukcí, které ovšem navíc zabíraly místo v pamětech počítače.) Naproti tomu vnější sdílení času u počítačů EPOS ani nevyžadovalo ohledy programátora, ani nepotřebovalo složitý operační systém a prakticky nesnižovalo výkon počítače. Z tohoto hlediska je nutno hardwarově (tzv. organizátorem) řízené multiprogramování u čs. počítačů první a druhé generace považovat za podstatný pokrok. I když je hodnotíme dnes, s odstupem více než patnácti let, můžeme je vzhledem k současným vývojovým tendencím ještě stále považovat v principu za pokrokové.

Měřítkem pozice ústavu na mezinárodním fóru mohou být zahraniční styky, ať již účastí našich pracovníků na zahraničních konferencích, či naopak, účastí zahraničních odborníků na našich konferencích, nebo ve formě různých studijních pobytů.

V uvažované době můžeme uvést styky s institucemi v SSSR, Rumunsku, NDR a zejména v Polsku. Kromě toho zde byli na studijním pobytu pracovníci z Číny a z Indie. Naši pracovníci se účastnili řady konferencí na Východě i na Západě, kde přednesli původní referáty. Na vědeckém symposiu pořádaném v Praze v r. 1964 se účastnilo 35 zahraničních odborníků, z toho 24 z východních a 11 ze západních zemí, mezi nimi i tak známá jména jako Edwards, Naur, Van der Poel a Wilkes.

Jinou formou uznání výsledků ústavu je zájem o naše publikace, zejména o sborník Information Processing Machines. Jak jsme se několikrát přesvědčili, sborník se v zahraničí sleduje a řada prací byla citována v jiných publikacích.

Pokusili jsme se postihnout hlavní rysy a uvést nejvýznačnější přínos výsledků, kterých VÚMS dosáhl v oboru číslicových počítačů v etapě nulté až druhé generace. Nejde v

žádném případě o výčet úplný; omezili jsme se v podstatě na nejvýznamnější výsledky prací bezprostředně navazujících na realizaci počítačů. Nejsou zahrnuty ani práce teoretické, jež s touto realizací bezprostředně nesouvisely (není zahrnuto programové řízení), ani práce v oblasti programového vybavení, pro jejichž hodnocení se autor necítí povolán.

Vrátíme-li se nyní k otázce položené v úvodu, totiž zda jsme oprávněni hovořit o čs. škole v oboru číslicových počítačů, můžeme konstatovat, že vývoj počítačů ve VÚMS vykazoval zřetelně vlastní charakteristické rysy, přinesl nové a původní myšlenky a byl uznáván i odborníky v zahraničí. Z toho tedy vyplývá, že i když jsme se omezili na oblast návrhu a realizace univerzálních číslicových počítačů a pominuli ostatní oblasti působení ústavu – kde bychom jistě také našli řadu významných výsledků – je označení “čs. škola” plně odůvodněno.

Závěrem jen malé politování, že v průběhu dalšího vývoje číslicových počítačů u nás bylo nutno natolik respektovat požadavky na kompatibilitu s vývojem počítačů ve světě, že nebylo možno vždy pokračovat v pokrokových tendencích, započatých v období první a druhé generace. Ale takový už je život.

4.5 Třetí generace číslicových počítačů z VÚMS

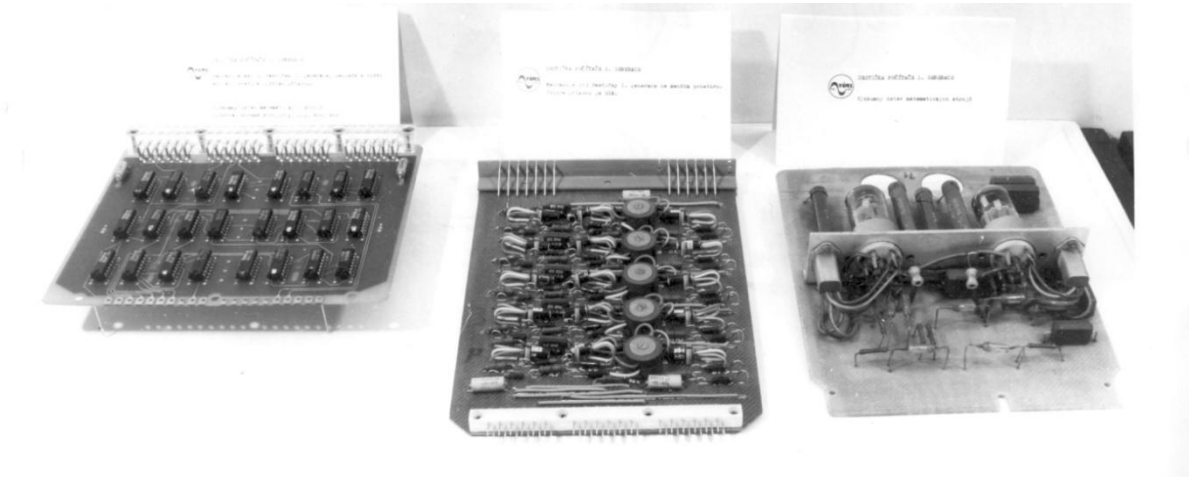
Československo bylo na jaře roku 1968 jedním z iniciátorů mezinárodního jednání členských států RVHP o nové koncepci rozvoje výpočetní techniky. Dne 23. 12. 1969 byla v Moskvě po jednáních uzavřena mezinárodní dohoda (mezi státy SSSR, PLR, NDR, MLR, BLR a ČSSR, později se připojila Kuba a Rumunsko) o vytvoření nových prostředků výpočetní techniky a jejich ekonomického využití. Byl stanoven společný postup uvedených socialistických zemí při výzkumu, vývoji, výrobě a vzájemných dodávkách strojů a zařízení Jednotného systému elektronických počítačů třetí generace (JSEP).

Od roku 1969 se proto začala rozvíjet mezinárodní spolupráce v oblasti střediskových (sálových) počítačů. Každé zúčastněné zemi bylo direktivně přiděleno nomenklaturní označení a požadované parametry vyvíjeného počítače. Jako ideový vzor byla zvolena řada počítačů třetí generace IBM S/360 – vznikly podle ní řady EC 1010 (Maďarsko, minipočítač, není kopie IBM), EC 1020 (SSSR + Bulharsko), EC 1021 (ČSSR - VÚMS, omezená kompatibilita, vlastní operační systém), EC 1030 (SSSR - Minsk), EC 1032 (Polsko), EC 1033 (SSSR - Jerevan), EC 1040 (NDR), EC 1050 (SSSR), EC 1060 (SSSR, pro trvalé technické potíže přesunut do 2. řady a nikdy nefungoval) a později tříiapůlté generace IBM S/370 – realizované jako řady EC 1015 (Maďarsko), EC 1025 (ČSSR - VÚMS), EC 1035, EC 1045 (SSSR), EC 1055 (NDR), EC 1060, 1061 (SSSR), později EC 1027 (ČSSR – VÚMS).

V rámci Československa vznikla Národní organizace technické obsluhy (NOTO). Realizací tohoto systému byly pověřeny n. p. Kancelářské stroje (ČSR) a n. p. Datasystém (SSR) pro počítače JSEP typu EC 1010 až EC 1040 a Ústředí pro výpočetní techniku Tesla pro počítače JSEP typu EC 1050 a EC 1060.

Tím skončila etapa vývoje číslicových počítačů realizovaných na základě vlastních originálních koncepcí, které se říká Československá počítačová škola. Její zakladatel profesor Antonín Svoboda v roce 1964 emigroval do Spojených států a po něm uprchla celá řada jeho blízkých spolupracovníků s rodinami jako Jan G. Oblonský, Miroslav Valach, Jiří G. Klír a další. Tradice logického návrhu počítačů s důrazem na vysokou míru bezpečnosti a komfortní diagnostické vybavení se však udržovala dál. Nově se pak navíc vytvořila tradice vývoje vlastních operačních systémů, jež fungovaly nejen na počítačích JSEP, ale k překvapení

zahraničních techniků a programátorů i na počítačích IBM System/370, Amdahl, Siemens, Hitachi aj.



Deska třetí generace s LSI integrovanými obvody (vlevo)
Deska druhé generace s tranzistory (uprostřed)
Deska první generace s elektronkami /vpravo)

4.5.1 EC 1021

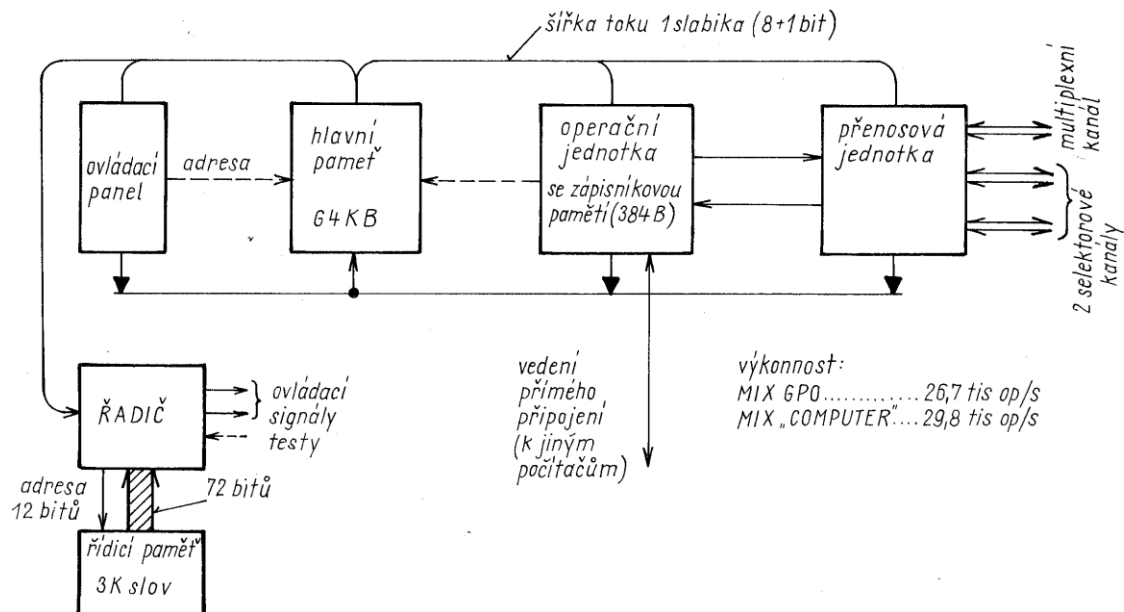
text od Zdeňka Pachla

ZPA 6000/20 alias EC 1021

Hardware:

- počítač 3.generace na integrovaných obvodech s mikroprogramovým řízením (firmware), s bytovou strukturou a s architekturou RCA **Spectra 70** (základní operační kód stejný jako IBM 360, ale s jiným systémem *přerušování a privilegovaných instrukcí*);
- variabilní délka instrukce – 2, 4 nebo 6 bytů;
- 16 universálních registrů s rychlou binární aritmetikou (viz *);
- dekadická aritmetika na variabilně dlouhých operandech v paměti;
- logické operace v registrech i v paměti;
- feritová vnitřní paměť;
- diskové paměti 7,25 MB (Random Access, výměnné svazky) a magnetické pásy;
- operátorský psací stroj, štítky, tiskárna, děrná páska (snímač FS 1500), digigraf, ... ;

- 1966? zahájení prací,
- 1973 dokončení prototypu,
- 1974? ve výrobě v ZPA Čakovice.



Obr. 3 Blokové schéma počítače EC 1021

zdroj: Jiřina, M., Korvas, Z.: Vývoj architektury československých počítačů. AVT č. 49, VÚMS 1984, str. 10-20

Poznámka: z politických důvodů byl dodatečně zařazen do JSEP (Jednotný Systém Elektronických Počítačů) jako **EC 1021**. Zatímco ostatní státy RVHP víceméně spolupracovaly na tvorbě operačních systémů (jednodušší DOS - s pevným rozdělením paměti na „partitions“ a uživatelsky komfortnější OS); odlišná architektura **EC 1021** vyžadovala vytvoření operačního systému vlastního !

(*) *Random access devices* (Random Access Memories)

pozn. PG místo RAM má být asi DASD (Direct Access Storage Device)?

- RAM umožňovaly nejen adresaci po větších blocích, ale rovněž vyhledávání záznamu dat pomocí kanálového programu nejen podle adresy, ale i podle hodnoty klíče. Každý blok mohl mít tři složky - adresa (zz cc hh rrrr k dl - zásobník, válec, hlava a záznam, délka pole klíče a délka pole dat), pole klíče (nepovinné) a pole vlastních dat; tento systém vycházel z tehdejšího poměru hustoty záznamu a tudíž rychlosti přístupu k datům na stopě a přemísťování vystavovacího mechanismu na jinou stopu) a umožňoval osvobodit centrální jednotku od pomalých operací vnějších pamětí.
- RAM – rozeznáváme magnetické disky, bubny, magnetické štítky.
- Každý svazek - pevný či výměnný - měl sadu čtecích a záznamových hlav na společném vystavovacím mechanismu; současně dostupné stopy na záznamovém mediu (prostřednictvím různých hlav) byly označovány za válec.
- Pohyb vystavovacího mechanismu byl (tehdy) výrazně pomalejší než vyhledání a zpracování dat na stopě; na základě toho vznikly specifické datové organizace - DAM a ISAM. Index-Sekvenční Organizace dat využívala válcovou koncepci - na stopě 0 byl vždy umístěn Index válce, vyšší úrovně indexů pak byly na samostatných válcích, vždy dvouúrovňově.
- V důsledku této organizace mohl algoritmus hledání hodnoty indexu na válci probíhat samostatně (nezávisle na CPU), ale po celou dobu blokoval kanál a tedy znemožňoval jeho využití pro jiné operace!
- Protože nové technologie – především menší a lehčí hlavy integrované s diskovým svazkem (Winchester technologie) - umožnily významně zvýšit hustotu zaznamenávaných dat a tím i změnily poměr časových závislostí, přestala být klasická struktura a využívání kanálových programů výhodné a postupně byly nahrazeny rychleji probíhajícími algoritmy na CPU.

4.5.2 Doplnění hardware počítače EC 1021 operacemi v pohyblivé řádové čárce

Počítač EC 1021 byl primárně navržen pro operace s pevnou řádovou čárkou a operace s pohyblivou řádovou čárkou se realizovaly programově, což bylo pro některé uživatele, jako byl např. Výzkumný a zkušební letecký ústav Praha – Letňany příliš pomalé. V roce 1975 bylo proto navrženo a realizováno řešení na bázi přídavné hardwarové jednotky pro operace s pohyblivou řádovou čárkou v kombinaci s úpravou mikroprogramů.

Řešitelský kolektiv, který toto vylepšení počítače EC 1021 realizoval, pracoval ve složení:

Jan S o k o l (VÚMS Praha) - celkový návrh řešení, vedení práce na mikroprogramech, ověřování výsledků po instalaci

Ing. Pavel F a n t a (VÚMS) - návrh a simulace mikroprogramů, výroba a ověřování hardware

Jan H o u d e k (ZPA Košiče) - detailní návrh schématu jednotky pohyblivé čárky, výroba a oživování

Ing. Jiří K o u s a l (VÚMS) - návrh a kontrola mikroprogramů, testování a instalace

Ing. Vladimír N a v r á t i l (VÚMS) - návrh a kontrola mikroprogramů, ověřování a zkušební provoz

Jiří P e l o u c h (VÚMS) - programy pro simulaci a zkoušení, výrobní podklady a kontrola, úpravy software

Vojtěch S e d l á č e k (ZPA Čakovice) - celkový návrh řešení, vedení práce na obvodové části JPC, účast na výrobě a ověřování

Ing. Otakar Š t a s t n ý (ZPA Košiče) - obvodový návrh aritmetiky, řadiče a interface, výroba a oživení

Václav T r o j a n (VÚMS) - návrh a simulace mikroprogramů, úpravy software, účast při instalaci

Ing. Vladimír V r b s k ý (ZPA Čakovice) - obvodový návrh zdrojové a jisticí části, připojení k základní jednotce, výroba, oživení a vlastní instalace.

Před úpravou bylo provedeno porovnání doby násobení matic $\mathbb{P} \times \mathbb{Q} = \mathbb{R}$ na počítačích MINSK 22 a EC 1021 s tímto výsledkem:

Řád	Typ	Příklad		Sestavení		Výpočet	
		MINSK	EC 1021	MINSK	EC 1021	MINSK	EC 1021
40	INTEGER	0:43	1:17	1:43	0:45	3:21	4:56
40	REAL	0:45	1:18	1:46	0:45	3:32	10:27
40	REAL	0:47	1:14	1:46	0:46	3:42	10:51
20	DOUBLE	0:48	0:43	2:27	0:30	3:39	4:31
20	DOUBLE	0:50	0:44	2:28	0:33	3:46	6:09

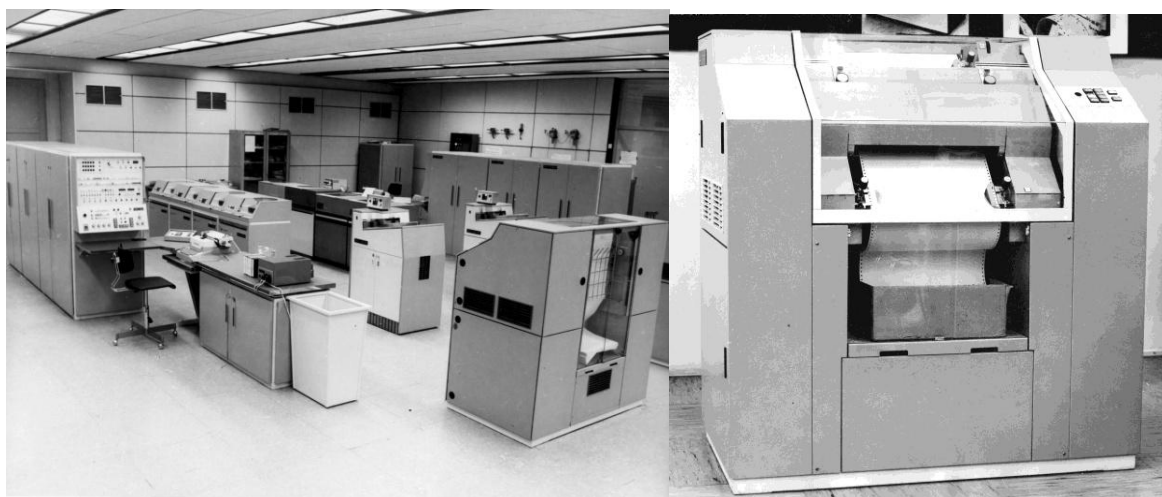
Časy měřeny v minutách:vteřinách.

Po úpravě mikroprogramů a doplnění jednotky pro výpočet v plovoucí řádové čárce podle zlepšovacího návrhu bylo zrychlení operací v pohyblivé čárce ve váženém průměru asi šedesátinásobné. Ve srovnání s Minskem 22 bylo zrychlení cca 40násobné.

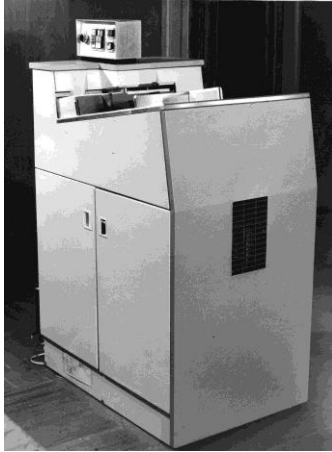
4.5.3 EC 1021 a software

(převzato z materiálu Zdeňka Pachla)

- Operační systém vlastního vývoje **MOS**:
 - i. základní podpora spuštěného programu - **Supervizor**,
 - ii. správa a řízení spuštění aplikačních programů - **Monitor**,
 - iii. **knihovny programů** (zdrojová, makro, modulová a spustitelných programů) a jejich správa,
 - iv. Spojovací program (**Linkage Editor**) ;
- programovací jazyky **Assembler, Fortran, Cobol a RPG** ;
- Na ostatních počítačích JSEP používány operační systémy DOS-1 resp. DOS-2 a na vyšších modelech OS (všechny kopírované dle IBM) .



Sestava počítače EC 1021 a řádková tiskárna



Snímač děrných štítků

Konfigurátor EC 1021 - stav k 1.7.1975

(zdroj: Podzimek, J.: EC 1021 a čs. periferní zařízení 3. generace zařazené do JSEP, Sborník 25 let počítačů ve VÚMS, 1975)

Na **multiplexní kanál** lze připojit až 10 řídicích jednotek z tohoto přehledu:

EC		–			6016				*)
EC				–					7014
EC	–	7033	–	řádková	tiskárna	PLR	(160	zn/řádek)	**)
EC					–				7034
EC					–				7054
EC					–				7063
EC					–				7071
EC – 7902									

Na **selektorový kanál č. 1** se připojuje:

EC – 5558 *) s navazujícími diskovými mechanikami EC – 5058 ***), k EC – 5558 lze připojit až 8 mechanik

EC – 5052 (shodné s 5058, ale BLR)***)

Na **selektorový kanál č. 2** lze připojit:

EC – 5515 s navazujícími páskovými mechanikami EC – 5022, k EC – 5515 lze připojit až 8 mechanik

nebo

EC 5012 (mg. páska, 60 KB/8, BLR)

Jako pořizovací stroje se používaly:

EC – 9014, EC – 9015, EC – 9018, EC – 9041, EC – 9021, EC – 9022.

Poznámky:

*) Systémové zařízení, alespoň 1 kus musí být v sestavě

***) Systémové zařízení, v sestavě musí být alespoň 1 kus EC – 7033 nebo EC – 7034

****) Systémové zařízení, v sestavě musí být alespoň 2 kusy EC – 5058 nebo EC – 5052.

Přehled československých periferních zařízení k EC 1021

Výzkum a vývoj všech řídicích jednotek a většiny ovládacích elektronik byl proveden ve VÚMS. Z mechanismů řešil VÚMS magnetickou diskovou paměť EC 5058 a stolové kreslicí zařízení EC 7054.

Vnější paměti				
Název zařízení	Zahrnuje	Nomenklatura	Základní technická charakteristika	Finální výrobce
magnetická pásková	Mechanismus + ovládací elektronika	EC 5022	Max.rychlost: 128 Kbyte/s, hustota záznamu: 8 nebo 32 zn/m, NRZI	Tesla Pardubice
magnetická disková s výměnným svazkem disků	Mechanismus + ovládací elektronika	EC 5058	Max.rychlost: 156 Kbyte/s, kapacita svazku: 7,25 M byte	Zbrojovka Brno
řídící jednotka magnetických páskových	Řídicí elektronika	EC 5515	až 8 magnet.páskových pamětí EC 5022, 1 – kanál	ZPA Čakovice
řídící jednotka diskových pamětí s výměnnými svazky disků	Řídicí elektronika	EC 5558	až 8 magnetických diskových pamětí EC 5058, 1 – kanál nebo 2 – kanál	ZPA Čakovice
Vstupy/výstupy				
Název zařízení	Zahrnuje	Nomenklatura	Základní technická charakteristika	Finální výrobce
Snímač děrných štítků a ŘJ	Mechanismus + ovládací elektronika + Řídicí elektronika	EC 6016	čtení: 1 000 štítků/min, start-stop režim, čtení po sloupcích, 80 i 90 sl.	Aritma Vokovice
Děrovač děrných štítků a ŘJ	Mechanismus + ovládací elektronika + Řídicí elektronika	EC 7013	děrování: 250 štítků/min, děrování po řádcích; 80 sloupců;	Metra Blansko
Děrovač děrných štítků a ŘJ	Mechanismus + ovládací elektronika + Řídicí elektronika	EC 7014	děrování: 120 sloupců/s, děrování po sloupcích; 80 sloupců	Aritma Vokovice
Snímač a děrovač děrné pásky se sdruženou ŘJ	Mechanismus + ovládací elektronika + Řídicí elektronika	EC 7902	čtení: 1 000 až 1 500 zn/s, děrování: 100 až 150 zn/s, start-stop režim; 5 až 8 stop	ZPA Čakovice
Snímač děrné pásky	Mechanismus + ovládací elektronika	EC 6121	čtení: 300 zn/s; start-stop režim, 5 – 8 stop	Zbrojovka Brno

Snímač děrné pásky	Mechanismus + ovládací elektronika	EC 6122	čtení: 1 500 zn/s, start-stop režim; 5 – 8 stop	ZPA Košiče
Snímač děrné pásky a okrajově děrovaných štítků	Mechanismus + ovládací elektronika	EC 6191	čtení: 300 zn/s, start-stop režim, reverzace; 5 – 8 stop	Zbrojovka Brno
Děrovač děrné pásky a okrajově děrovaných štítků	Mechanismus + ovládací elektronika	EC 7192	děrování: 50 zn/s, v start-stop režimu; reverzace; 5 – 8 stop	Zbrojovka Brno
Abecedně-číslicová řádková tiskárna a ŘJ	Mechanismus + ovládací elektronika + Řídicí elektronika	EC 7034	tisk: 600 řádků/min, jeden trakt papíru; 64 znaku, 132 sloupců	ZPA Jinonice
Kreslicí zařízení stolové s ŘJ	Mechanismus + ovládací elektronika + Řídicí elektronika	EC 7054	a) plocha 1 200 x 1 600 mm, rychlost kresby 50 mm/sek; 64 znaky; ±0,05 mm b) plocha 1 000 x 800 mm, 100 mm/s, ±0,05 mm	Novoborské strojírny

Styk člověk/stroj				
Název zařízení	Zahrnuje	Nomenklatura	Základní technická charakteristika	Finální výrobce
Abecedně-číslicová klávesnice	Mechanismus + ovládací elektronika	EC 0101	min. počet znaků: 96; 10 zn/s, bezkontaktní systém	Zbrojovka Brno
Abecedně-číslicový displej s klávesnicí	Mechanismus + ovládací elektronika + Řídicí elektronika	EC 7063	min.počet symbolů: 64, počet znaků na obrazovce: 960	Tesla Orava
Elektrický psací stroj s ŘJ	Mechanismus + ovládací elektronika + Řídicí elektronika	EC 7071	rychlost: 10 zn/8, počet znaků: min 92	ZPA Čakovice
Elektrický psací stroj	Mechanismus	EC 7272	rychlost: 10 zn/8, 92 znaků	Zbrojovka Brno

Přenos dat				
Název zařízení	Zahrnuje	Nomenklatura	Základní technická charakteristika	Finální výrobce
Modem 200	Elektronický blok	EC 8002	komutované i nekomutované kanály, rychlost: 200 bit/s, seriový, FM, V21	Tesla Banská Bystrica
Modem 1200	Elektronický blok	EC 8006	komutované i nekomutované kanály,	Tesla Banská Bystrica

			rychlost: 600 a 1 200 bit/s, sériový, FU, zpětný kanál: 75 Bd, V23	
Modem pro paralelní přenos	Elektronický blok	EC 8025	a) 20 až 40 zn/s při 16 kombinacích b) 20 zn/s při 64 kombinacích c) 20 zn/s při 256 kombinacích; V30	Tesla Banská Bystrica
Převodník signálů GDN	Elektronický blok	EC 8028	rychlost do 2 400 bitů/s, nízké stejnosměrné úrovně	Tesla Banská Bystrica
Převodník telegrafních signálů	Elektronický blok	EC 8032	do 200 Bd; +20 mA nebo +60 V; 2-drát; vyčleněné symetrické a nesymetrické kanály	Tesla Banská Bystrica

Zařízení na přípravu dat		
Název zařízení a nomenklatura	Skladba	Funkce
Děrnopásková příprava dat – řešila a vyráběla Zbrojovka Brno		
Malé pracoviště děrné pásky EC 9022	snímač DP a okrajových DŠ, 300 zn/s děrovač DP a okrajových DŠ 55 zn/s, abecedně-číslicová klávesnice, 128 zn, pomocná zařízení pro manipulaci s DP, ovládací elektronika	děrování z klávesnice, reprodukce, převod DP na okraj. DŠ, převod okraj. DŠ na DP, verifikace z klávesnice
Velké pracoviště děrné pásky EC 9021	jako EC 9022 + snímač DP, elektrický psací stroj (místo klávesnice), 92 zn	jako EC 9022 + tisk, verifikace mezi dvěma páskami
Děrnštítková příprava dat – řešila a vyráběla Aritma Vokovice		
Děrovač s popisovačem EC 9015	klávesnice, 96 zn, elektronická paměť, popisovač 60 zn/s děrovač 60 zn/s trakt programového štítku	děrování a popis z klávesnice, děrování konstant, přeskokování sloupců, doplňování nul, programový štítek
Přezkoušeč štítků EC 9018	klávesnice 96 zn, , elektronická paměť, trakt programového štítku, 2 odkládací zásobníky	kontrola z klávesnice a z program. štítku, zásek správnosti
Třidič štítků EC 9041	14 odkládacích přihrádek, fotoelektr. snímání, zásobník 4 500 štítků	třídění 100 000 štítků/hod, skupinové třídění, kontrola průběžného čísla
Popisovač štítků EC 9014	fotoelektr. snímání, bodový popis 96 znaků, 60 znaků/s, instrukční štítek	je možný konstantní popis neděrovaných sloupců

4.5.4 Instalace EC 1021 v čs. organizacích

pořadí	rok	organizace	město
1	1974	LIAZ	Jablonec nad Nisou
2	1974	Loana	Rožnov pod Radhoštěm
3	1974	PVT	Holešov
4	1974	PVT	Klatovy
5	1974	PVT	Litoměřice
6	1974	ZPA	Trutnov
7	1974	ZSE	Mohelnice
8	1975	Agrozet	Prostějov
9	1975	Družstevní podnik výpočetní techniky	Hradec Králové
10	1975	Družstevný podnik výpočtovéj techniky	Žilina
11	1975	Karosa	Vysoké Mýto
12	1975	PVT	Jihlava
13	1975	Rudné doly	Příbram
14	1975	Sigma	Lutín
15	1975	Školské výpočtové středisko	Liptovský Hrádok
16	1975	Školské výpočtové středisko	Michalovice
17	1975	Školské výpočtové středisko	Piešťany
18	1975	Trnavské automobilové závody	Trnava
19	1975	TST	Varnsdorf
20	1975	Vítkovice	Brezno
21	1975	ZPA	Děčín
22	1975	ZPA	Nová Paka
23	1975	ZPA	Prešov
24	1975	ZPA	Prešov
25	1975	ZSE	Postřelmov
26	1975	Železářny	Hrádek u Rokycan
27	1976	Calex	Zlaté Moravce
28	1976	Pal	Kroměříž
29	1976	Pozemní stavby	Plzeň
30	1976	Prefa	Olomouc
31	1976	PVT	Beroun
32	1976	PVT	Uherské Hradiště
33	1976	PVT	Ústí nad Labem
34	1976	Romo	Fulnek
35	1976	Sigma	Brno
36	1976	Sigma	Ústí nad Labem
37	1976	Střední průmyslová škola elektrotechnická	Pardubice
38	1976	Tatra	Bánovice nad Bebravou
39	1976	VUT	Gottwaldov
40	1976	ZPA	Nový Bor
41	1976	ZPA	Praha

42	1976	ZSE	Brno
43	1976	Železárny	Veselí nad Moravou
44	1977	Branecké železárny	Hradec nad Moravicí
45	1977	Elektromont	Bratislava
46	1977	Chemické úpravy uranového průmyslu	Mydlovary
47	1977	Jihomoravské plynárny	Brno
48	1977	Kancelářské stroje	Plzeň
49	1977	Motor	České Budějovice
50	1977	Pozemní stavby	Pardubice
51	1977	Přerovské strojírný	Přerov
52	1977	PVT	Hradec Králové
53	1977	PVT	Tábor
54	1977	PVT	Tábor
55	1977	PVT	Ústí nad Orlicí
56	1977	Severoslovenské štátné lesy	Žilina
57	1977	Sigma	Dolní Benešov
58	1977	Sigma	Opava
59	1977	Tatra	Čadca
60	1977	Tatramat	Poprad
61	1977	Urxovy závody	Valašské Meziříčí
62	1977	Vinárske závody	Pezinok
63	1977	Výzkumný ústav hutnictví železa	Ostrava
64	1977	VŽKG	Ostrava
65	1977	ZSE	Bratislava
66	1977	ZŽS	Děčín
67	1977	ZŽS	Komárno
68	1977	Železniční opravy a strojírný	Plzeň
69	1978	Agrozet	Pelhřimov
70	1978	ČKD Praha	Slaný
71	1978	ČKD Praha výpočetní technika	Praha
72	1978	Dopravní podnik	Bratislava
73	1978	Elitex	Červený Kostelec
74	1978	Elitex	Soběslav
75	1978	Fatra	Napajedla
76	1978	Jihočeské pivovary	České Budějovice
77	1978	Karlovarský porcelán	Karlovy Vary
78	1978	Karnola	Krnov
79	1978	Koh-i-noor	Děčín
80	1978	Loana	Rožnov pod Radhoštěm
81	1978	Moravolen	Šumperk
82	1978	Motorpal	Jihlava
83	1978	Odevné závody	Prešov
84	1978	Pozemní stavby	Liberec
85	1978	PVT	Karlovy Vary
86	1978	PVT	Pardubice

87	1978	PVT	Prachatice
88	1978	Sandrik	Hodruša
89	1978	Sedlčanské strojírny	Sedlčany
90	1978	Severoslovenské štátne lesy	Žilina
91	1978	Sigma	Hodonín
92	1978	Sigma	Olomouc
93	1978	Sklo-Union	Litomyšl
94	1978	Sklo-Union	Sázava
95	1978	Státní ústav dopravního projektování	Praha
96	1978	Stredoslovenské vodárne a kanalizácie	xxxxx
97	1978	Vítkovice	Břeclav
98	1978	ZPA	Trutnov
99	1978	ZSE	Praha
100	1978	ZSE	Vsetín
101	1978	ZTŠ	Bratislava
102	1978	ZVL	Žilina
103	1978	Železářny	Prostějov
104	1979	Agrozet	Roudnice nad Labem
105	1979	Agrozet	Uherský Brod
106	1979	Autobrzdy	Jablonec nad Nisou
107	1979	Barum	Otrokovice
108	1979	České závody gumárenské a plastikářské	Otrokovice
109	1979	ČKD Praha - závod Naftové motory	Praha
110	1979	ČSD - Ústav vývoje a racionalizace železnic	Nymburk
111	1979	Datasystém	Košice
112	1979	Družstevní podnik výpočetní techniky	Liberec
113	1979	Družstevný podnik výpočetnej techniky	Bratislava
114	1979	Elektromont	Brno
115	1979	Elitex	Boskovice
116	1979	Elitex	Kdyně
117	1979	Janka ZRL	Praha
118	1979	Jawa	Týnec nad Sázavou
119	1979	Kovohutě	Děčín
120	1979	Kovohutě	Rokycany
121	1979	LIAZ	Mnichovo Hradiště
122	1979	Moravské chemické závody	Ostrava
123	1979	Motorlet	Praha
124	1979	Obchodní sladovny	Prostějov
125	1979	Oděvní průmysl	Prostějov
126	1979	Pleas	Havlíčkův Brod
127	1979	Pozemní stavby	Hradec Králové
128	1979	PVT	České Budějovice
129	1979	PVT	Dunajská Streda
130	1979	PVT	Holešov
131	1979	PVT	Klatovy

132	1979	PVT	Liberec
133	1979	PVT	Nymburk
134	1979	PVT	Olomouc
135	1979	PVT	Praha
136	1979	PVT	Prešov
137	1979	PVT	Tábor
138	1979	PVT	Uherské Hradiště
139	1979	Severomoravský průmysl masný	Ostrava
140	1979	Sigma	Závadka
141	1979	Sklo-Union	Valašské Meziříčí
142	1979	Stavební strojírenství a lehká prefabrikace	Praha
143	1979	Školské výpočtové středisko	Liptovský Hrádok
144	1979	Texlen	Trutnov
145	1979	TST	Piesok
146	1979	Vítkovice	Uničov
147	1979	VÚKOV	Prešov
148	1979	ZPA	Nová Paka
149	1979	ZSE	Kladno
150	1979	ZVT	Námestovo
151	1980	ČKD Praha	Choceň
152	1980	ČKD Praha - závod Tatra Smíchov	Praha
153	1980	Elitex	Šurany
154	1980	Elitex	Týniště nad Orlicí
155	1980	Chirana	Nové Město na Moravě
156	1980	Juta	Dvůr Králové
157	1980	Kovopodnik města Brna	Brno
158	1980	Kovošrot	Ostrava
159	1980	Mlékatenský průmysl	Klatovy
160	1980	Mlékatenský průmysl	Ostrava
161	1980	Povodí	Hradec Králové
162	1980	PVT	Beroun
163	1980	PVT	Bratislava
164	1980	PVT	Brno
165	1980	PVT	České Budějovice
166	1980	PVT	Jihlava
167	1980	PVT	Kutná Hora
168	1980	PVT	Liberec
169	1980	PVT	Lipovský Mikuláš
170	1980	PVT	Litoměřice
171	1980	PVT	Nitra
172	1980	PVT	Ostrava
173	1980	PVT	Ostrava
174	1980	PVT	Písek
175	1980	PVT	Prešov
176	1980	Rudé právo	Banská Bystrica

177	1980	Sfinx	České Budějovice
178	1980	Škoda	České Budějovice
179	1980	Škrobárna	Kyjov
180	1980	Technolen	Lomnice
181	1980	Technometra	Praha
182	1980	VŽKG	Ostrava
183	1980	ZPA	Pečky
184	1980	ZŤS	Praha
185	1980	Železářny	Vamperk
186	1981	Družstevný podnik výpočetnej techniky	Trebišov
187	1981	Elektrotechnické strojárne	Nitra
188	1981	Elite	Varnsdorf
189	1981	Elitex	Ústí nad Orlicí
190	1981	Chirana	Praha
191	1981	Jihomoravské drúbežárské závody	Velké Pavlovice
192	1981	Královdvorské železářny	Beroun
193	1981	Krkonošské papírny	Hostinné
194	1981	Povodí	Chomutov
195	1981	Povodí	Praha
196	1981	PVT	Banská Bystrica
197	1981	PVT	Dunajská Streda
198	1981	PVT	Hodonín
199	1981	PVT	Košice
200	1981	PVT	Nymburk
201	1981	PVT	Písek
202	1981	PVT	Praha
203	1981	PVT	Praha
204	1981	PVT	Žilina
205	1981	ZVL	Skalica
206	1982	Českomoravský len	Humpolec
207	1982	Pozemní stavby	Ústí nad Labem
208	1982	Sigma	Česká Třebová

4.5.5 Bibliografie k EC 1021

AVT č.0 (1/72)	1972	První publikace AVT, JSEP, ZPA6000/20
Jiří Podzimek, prom.mat.	16/105	Abecedy a kódy soustavy EC 1021 (2.část)
Ing. Egon Kratochvíl, Ing. Jan Havrda	17/77	Překlad rozhodovacích tabulek na počítači EC 1021

4.6 Třiapůltá generace číslicových počítačů z VÚMS

Počítače tříapůlté generace řady JSEP měly jako inspirační vzor řadu počítačů IBM System/370. Tato řada obsahovala modely (seřazeno dle výkonu od nejmenšího po největší): Model 115, 125, 135, 138, 145, 148, 155, 158, 168, 168, 195.

Československu byl tradičně přiřčen vývoj sálového počítače na druhém stupínku výkonnostního žebříčku řady JSEP, což odpovídalo počítači IBM S/370 Model 125. Tomuto počítači tříapůlté generace bylo přiřazeno nomenklaturní označení EC 1025.

Hlavní technické parametry počítačů řady JSEP-R2							
Označení	EC 1015	EC 1025	EC 1035	EC 1045	EC 1055	EC 1060	EC 1065
Výrobce	MLR	ČSSR	SSSR a BLR	SSSR a PLR	NDR	SSSR	SSSR
Výkon (tisíc operací/s)	12 až 16	38	125 až 200	400 až 500	450	1 500	4 500
Kapacita operační paměti (KB)	64 až 160	128 až 256	256 až 512	256 až 3 072	1 024 až 2 048	2 048 až 8 192	4 096 až 16 384
Technologie procesoru	TTL	TTL	ECL	ECL	ECL	ECL	ECL

Pramen: Vlček, J., Výpočetní technika, s. 49-51.

4.6.1 EC 1025

(převzato z materiálu Zdeňka Pachla)

Hardware:

- počítač 3,5. generace (JSEP-2) na integrovaných obvodech s mikroprogramovým řízením s bytovou strukturou a s virtuální pamětí (stránkování na žádost) - (viz *), s architekturou (operačním kódem i systémem přerušování a privilegovaných instrukcí) jako IBM 370 a tedy plně kompatibilním s ostatními počítači JSEP;
- variabilní délka instrukce – 2, 4 nebo 6 bytů;

- 16 universálních registrů s rychlou binární aritmetikou (viz zpět *);
- dekadická aritmetika na variabilně dlouhých operandech v paměti;
- logická operace v registrech i v paměti;
- polovodičová vnitřní paměť;
- vnější diskové paměti 100 MB (výměnné) a magnetické pásky;
- operátorský monitor s klávesnicí, štítky, řetězová tiskárna (výměnné řetězy - národní sada), disketa (8“), digigraf, ... ;
- 1975? zahájení vývojových prací, 1978? ve výrobě v ZPA Čakovice.

Poznámka: pro zvýšenou náročnost vývojových prací byl v SSSR ukončen vývoj systému DOS a i po NDR (Robotron) byl vynucován přechod z dalšího vývoje operačního systému DOS I na vývoj OS; Systém OS byl sice komfortnější, avšak pro potřebu počítače EC 1025, který výkonnostně patřil na dolní okraj vývojové řady počítačů příliš složitý a neefektivní; tento fakt si vyžádal opět vytvoření vlastního, efektivnějšího virtuálního operačního systému (viz *). I v NDR však uživatelé s přechodem na OS nebyli všichni srozumění !

4.6.2 EC 1025 a software

- Virtuální operační systém vlastního vývoje **DOS-III** měl stejné složení jako ostatní systémy (viz třeba výše EC 1021) , byl však jediný (v té době) skutečně virtuálně koncipovaný operační systém; na ostatních počítačích JSEP-2 používané virtuální systémy DOS-1 a OS (kopírované dle IBM), neměly správu virtuální paměti zabudovanou ve svém jádru, ale pouze nadstavbově doplněnou, což se projevilo na jejich efektivitě!
- DOS-III byl oproti předchůdci (systému DOS-I, vytvářenému v NDR i DOS II vyvíjenému v SSSR) rozšířen o funkce komfortnějších systémů OS/VS, provozně (tj. svými vnitřními funkcemi) byl však kompatibilní s DOS/VS, takže umožňoval provozovat dřívější aplikace bez nutnosti jejich přepracování.
- Jádro systému DOS-III obsahovalo mimo obvyklých funkcí i jednu speciální: STXIT SVC (SeT eXIT SuperVisorCall), která umožňovala aplikačnímu programu odchyťovat volání funkcí supervisoru a emulovat je; konkrétně tedy v DOS-III prostřednictvím emulátoru funkcí jiného systému (např. OS VS) spouštět aplikační program emulovaného systému

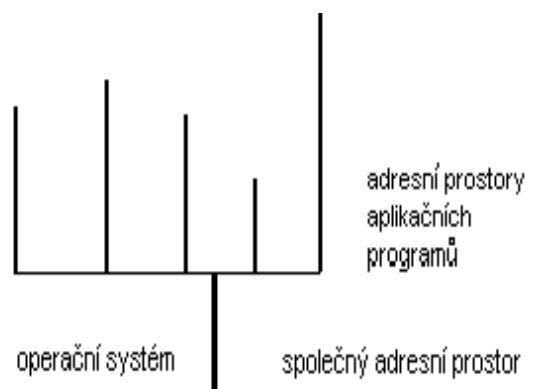
s tím, že jeho volání funkcí jádra (SVC) bude prováděno funkcemi jádra DOS-III ; pro využití této speciální funkce však bylo nutno nejprve vytvořit takovýto emulátor!

- Systém poskytoval podporu národního prostředí – kód a řadičí programy odpovídající požadavků abecedního řazení podle pravidel pravopisu.
- Protože klasický ISAM (viz * výše RAD) blokoval efektivnost procesu stránkování, pro jiné systémy byla vyvinuta nová – virtuální - indexsekvenční přístupová metoda VISAM, která tím, že využívala stránkovací mechanismus systému jej nezdržovala, nebyla však uživatelsky kompatibilní; v DOS III naopak přístupová metoda ISAM byla přepracována tak, že též využívala stránkovací mechanismus, ale na úrovni aplikace zůstala kompatibilní s nevirtuální metodou ISAM; navíc uživatelům nabízela možnost zřízení sekundárních indexů, včetně indexů odpovídajících abecednímu řazení podle pravidel pravopisu.
- Systém nabízel uživatelům vlastní relační databázový systém DB 25, v řadě funkcí se opírající o možnosti přístupové metody ISAM a využívající její virtuální přednosti.
- Programovací jazyky Assembler, Fortran, Cobol, RPG,
- Systém se dodával nejen uživatelům EC 1025 v ČR, ale i k jiným počítačům JSEP-2 uživatelům v NDR a PLR.

(*) Virtuální paměť (DOS III)

Nároky programů na přidělené prostředky (zvláště paměť) počítače stále stoupají, při tom ale v každém programu existují procesy, které se používají jen v jeho určité fázi (např. otevírání souborů), příp. se používají pouze ve výjimečných situacích (např. zpracování chybových stavů). Tohoto faktu využívá princip virtuální paměti:

- část adresního prostoru (počáteční – od adresy 0) je společná a je přidělena operačnímu systému (viz obr. – spodní část – násada vidlí);
- každý spuštěný program má přidělen vlastní adresní prostor (virtuální), který je celý přiřazen na přidělené oblasti vnějších paměti počítače – odkládací prostor; všechny aplikační prostory začínají na stejné adrese, vyplývající z generace systému (z počátku to byla adresa 2 MB);



- spuštění programu se provede přiřazením prostoru programu ve fázové knihovně nově zřízenému adresnímu prostoru spouštěné aplikace (viz obr. – každé z ramen v horní části představuje jednu spuštěnou aplikaci);
- adresní prostor se dělí na tzv. segmenty (velikosti 32 KB, nebo ve vyšších modelech v pozdějších verzích 64 KB) a stránky (page - velikosti 2 KB, nebo ve vyšších verzích 4 KB).;
- programům se odkládací paměť přiděluje po segmentech (operačním systémem nebo na vyžádání vlastního programu), ale spravuje se po stránkách;
- přiřazení adres odkládacího prostoru programu na oblasti vnější paměti je v kompetenci operačního systému, vlastní výměnu dat provádí operační systém v návaznosti na signalizaci a prostředky HW;
- přidělený adresní prostor nemusí a ani nemůže být celý dostupný v reálné paměti počítače:
 - v reálné paměti chybějící potřebné stránky (programu i dat) se přenášejí do operační paměti, z fázové knihovny, příp. z odkládacího prostoru při zjištění jejich potřeby
- (přerušeni Page fault);
 - naopak delší dobu nepoužívané stránky (pokud byly programem změněné) se přenášejí zpět na odkládací prostor, pokud nebyly změněny, zruší se jejich přiřazení.

Poznámka: V **NDR** provedli porovnávací test efektivnosti systémů a ten jednoznačně prokázal výhodnost virtuální koncepce operačního systému **DOS-III**; testovací úloha, vytvořená pro nevirtuální DOS I, byla v Robotronu zkušebně spuštěná na stejném počítači pod různými systémy s následujícím výsledkem:

- **V DOS-1.7** (nevirtuální systém s původním aplikačním programem) 35 min,
- **OS/SVS** (virt. systém s vynuceně přepracovaným aplikačním programem) 50 min,
- **DOS-III** (virt. systém s nevýznamně upraveným aplikačním programem) **40 sek.**

Po pádu komunistických režimů a otevření hranic bylo úspěšně ověřeno, že systém **DOS-III** podporuje funkcionálně nejen veškeré počítače a přídatná zařízení řady JSEP, ale i moderní hardware západní výroby, především všechny modely řady **IBM 370** i další modely s ní kompatibilní (i od jiných výrobců), včetně víceprocesorových sestav a systémů s velikostí stránky 4 Kb a segmentů 64 Kb, diskové paměti s větší kapacitou než 100 MB, magnetické páskové paměti včetně kazetových, laserové tiskárny (např. COMPAREX 6890) a koncové (Front-End) procesory !

Rozdíly třípůlté generace oproti třetí generaci a základní charakteristiky počítače EC 1025 popsal ve sborníku k 25.výročí Výzkumného ústavu matematických strojů šéfkonstruktor Zdeněk Korvas:

Ing. Zdeněk Korvas, CSc., VÚMS

Počítač třípůlté generace

Tento počítač byl navržen ve VÚMS jako jeden z členů zdokonalené řady počítačů JSEP . Vytvoření zdokonalené řady počítačů JSEP sleduje tyto cíle:

zrychlení řešení úlohy, usnadnění ovládání počítače pro uživatele a zlepšení provozuschopnosti.

Nové řešení, lišící se od čs. počítačů třetí generace se týká architektury, struktury hardwaru, výkonnosti a provozuschopnosti. V oblasti architektury, tj. souhrnu vlastností, jak se počítač jeví programátorovi, je důležitým přínosem zavedení virtuální paměti. Základní myšlenkou virtuální paměti je dovolit každému uživateli používat paměťového prostoru o maximální velikosti. Vychází se ze známých dvou vlastností programů:

- 1) instrukce i data se využívají v průběhu programu vícekrát,
- 2) programy často pracují s daty a instrukcemi na sousedních adresách.

Programátor pracuje s adresovým prostorem, kde adresa je identifikací informace (instrukce, dat), a ne údajem, kde je informace v paměti uložena. Rozsah virtuální adresy je určen operačním kódem počítače a nezávisí na skutečné velikosti hlavní paměti.

Transformace virtuální adresy na skutečnou adresu hlavní paměti se zajišťuje hardwarovými prostředky počítače, tj. zvláštními mikroprogramy a obvody, takže je rychlá. Tento způsob transformace se označuje také jako dynamický překlad adres – umožňuje změnit skutečnou adresu během provádění programu, aniž by to mělo jakýkoli vliv na průběh programu.

Instrukce a data programu, která se nevejdou do hlavní paměti, jsou umístěna na diskové paměti. Tato paměť má u počítače EC 1025 zvětšenou kapacitu a kratší vybavovací dobu. Data i program jsou rozděleny do bloků stejné délky, tzv. stránek. Stránka je jednotkou přenosu mezi hlavní a vedlejší paměti. Stránky programu nemusí být v souvislé oblasti hlavní paměti. V průběhu programu se přesouvají nové stránky do hlavní paměti na základě požadavků, vzniklých v programu.

Přemísťování stránek řídí operační systém tak, aby ztráty vzniklé přesuny byly minimální. Hlavním požadavkem postupu je, aby se v hlavní paměti udržovaly ty stránky, které se v daném úseku výpočtu nejčastěji používají. Algoritmus výměny stránek vychází z informace o používání jednotlivých stránek a o tom, zda byla stránka během výpočtu změněna.

Styčným bodem mezi operačním systémem a hardwarovými obvody pro transformaci adres jsou tabulky, uložené na vyhrazených místech hlavní paměti, které obsahují všechny informace pro transformaci virtuálního adresového prostoru na reálné adresy.

Adresy se hardwarově zpracovávají jednak speciálními mikroprogramy, jednak pomocí malé asociativní paměti, do které se mikroprogramem přenesou položky transformačních tabulek, které se právě nejčastěji v daném stavu výpočtu používají. Transformace těchto adres je pak čistě hardwarová a probíhá jen s malými ztrátami času výpočtu.

Používání virtuální hlavní paměti je typickým rysem pro počítače, které zařazujeme do tzv. tříapůlté generace. U počítače EC 1025 má stránka 2 048 slabik (bytů) a hlavní paměť má kapacitu 64 nebo 128 stránek. Rozsah adresy v operačním kódu je 24 bitů, takže je možno adresovat až 8 192 stránek. Kapacita jednoho svazku diskové paměti, kam se ukládají nepoužívané stránky je cca 50 000 stránek, takže má dostatečnou rezervu.

Použití diskové paměti o kapacitě 100 Mbyte na jeden výměnný svazek je důležité nejen pro tzv. odkládací paměť při virtuálním adresování, ale zvyšuje podstatně aplikační možnosti počítače v použití pro řízení systémů s bankami dat, které mají být přístupné s krátkou vybavovací dobou. Předpokládaný počet 4 mechanik diskové paměti s celkovou

kapacitou 400 Mbyte je podstatným faktorem, kterým se odlišuje EC 1025 od třetí generace počítačů.

Dalším zajímavým rysem počítače EC 1025 je způsob jeho ovládání. Ovládací pult počítače má jako hlavní výstup pro komunikaci s člověkem obrazovku s alfanumerickými znaky, která nahrazuje méně flexibilní elektrický psací stroj. Jako vstup se používá klávesnice. Tato zařízení slouží jednak pro komunikaci operátora, jednak pro ovládání stroje technikem při profylaktice nebo opravách. Nový způsob ovládání souvisí i s řešením mikroprogramových pamětí počítače – jsou to paměti aktivní, které umožňují přepisováním jejich obsahu měnit mikroprogramy, což je rozhodující přínos z hlediska zavedení mikroprogramové diagnostiky, optimalizace mikroprogramů a přizpůsobení mikroprogramů speciálním požadavkům – např. požadavku zavedení tzv. emulátorů. Mikroprogramy jsou umístěny na malé diskové paměti (tzv. disketa) v ovládacím stole počítače. Ve struktuře počítače je proti počítačům třetí generace novým prvkem modulová výstavba počítače s jednotným vnitřním stykem modulů.

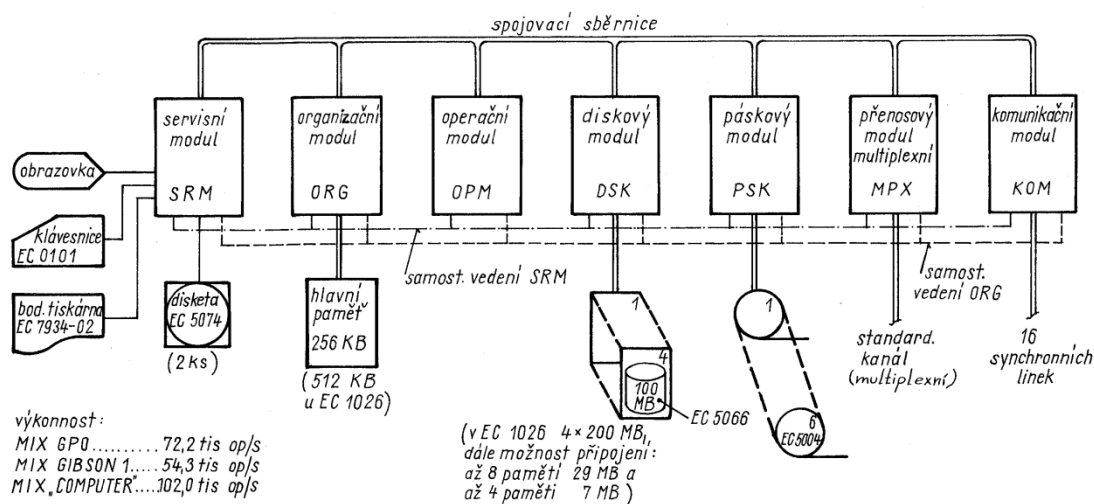
Modulem nazýváme část počítače, která je schopna relativně samostatné funkce a je připojena na ostatní moduly prostřednictvím jednotného styku. Všechny moduly (kromě hlavní paměti) mají řídicí paměť, ve které jsou uloženy mikroprogramy ovládající činnost modulu. Modulová struktura umožňuje zavedení mikroprogramového řízení pro všechny podstatné části počítače, pracující do značné míry paralelně a nezávisle.

Pro uživatele se projevuje tím, že základní jednotka počítače je řešena stavebnicově, a že se snadno zavádí tzv. adaptory pro připojení vnějších zařízení. Adaptory jsou řadiče, které spojují přídavná zařízení přímo s pamětí základní jednotky, bez prostřednictví kanálů. V počítači EC 1025 jsou adaptory ekvivalentní s moduly – např. diskový modul slouží pro přímé připojení až 4 ks diskových mechanik k základní jednotce. Stejným způsobem – tj. přes zvláštní modul jsou připojena i zařízení ovládacího stolu – obrazovka, klávesnice, disketa, příp. bodová tiskárna.

Pro dosažení větší unifikace byly hlavní části všech modulů, které ovládají přídavná zařízení, navrženy jednotně. Hlavní součástí těchto modulů je přenosový procesor, ovládaný mikroprogramem, na který navazuje jednak vnitřní adaptor pro připojení na vnitřní sběrnice,

jednak vnější adaptor pro připojení přídatných zařízení. Pomalá vstupní a výstupní zařízení jsou připojena na multiplexní kanál, který je rovněž řešen pomocí jednotného přenosového procesoru a vnitřního adaptoru. Struktura počítače s uvedením všech modulů a jejich vzájemné návaznosti a návaznosti na přídatná zařízení je uvedena na obr. 1.

Tato struktura umožňuje vzhledem k nezávislému konstrukčnímu řešení modulů i vyšší stavebnicovost u uživatele v základní jednotce počítače. Dosud se stavebnicovost základní jednotky omezovala zpravidla jen na hlavní paměť, nyní je možné podle požadované sestavy doplňovat příslušné moduly počítače. Také pro ožívování a výrobu je modulová struktura výhodná. Výkonnost a provozuschopnost počítače závisí jednak na prvkové u technologické základně, jednak na podrobném logickém návrhu počítače.



Blokové schéma počítače EC 1025

Prvková základna počítače vychází z domácí výroby integrovaných obvodů a z jejího perspektivního zaměření. V základní jednotce jsou používány obvody typu TTL malé i střední integrace a pro paměti velké integrace. Používá se jednak tzv. normální řada obvodů TTL (typické zpoždění 10 ns) a jednak rychlá řada obvodů TTL se Schottkyho diodami (typické zpoždění 3 ns).

Technologicky je počítač řešen na vyšší úrovni, používá 2, 4 a 8vrstvé desky s objemem až 60 integrovaných pouzder a pro propojení konektorů se počítá s tištěnými spoji

(tzv. propojovací deska, na kterou se umístí až 40 desek se součástkami.) Zvýšení provozuschopnosti spočívá jednak v používání obvodů, které zjišťují případně opravují poruchy, jednak ve způsobu reakce na tyto poruchy. Algoritmus pro řízení stroje při poruše je dán mikroprogramem v servisním modulu, který je do značné míry nezávislý na ostatních částech základní jednotky počítače. Servisní modul řídí opakování mikroinstrukce, při níž došlo v některém modulu k poruše, event. (např. pokud je porucha trvalá) přerušení programu pro poruchu stroje. Není-li možné pro poruchu dokončit algoritmus přerušení programu, je stroj zastaven a na obrazovce se indikuje příčina. Technická obsluha má pak možnost zavést přes servisní modul diagnostické mikroprogramy pro lokalizaci poruchy. Obvody a kódy pro samočinnou opravu jsou využívány jen pro hlavní paměť, ostatní obvody používají kódů detekčních.

Pro perspektivní využívání počítačů má velký význam dálkový přenos dat. Proto se počítá v sestavě EC 1025 s komunikačním modulem, který slouží k přímému připojení na modemy komunikačních linek. Referát se nevěnuje otázce programovacích prostředků, která se řeší v úzké návaznosti v rámci mezinárodní spolupráce, a počítač je řešen s ohledem na dosažení programové kompatibility s ostatními počítači JSEP.

Na závěr uvedu předběžné parametry počítače EC 1025:

Průměrná výkonnost (dle testu Gibson I)	cca 30 + 40 tisíc op/s
(dle testu GPO WU II)	cca 70 tisíc op/s
Kapacita hlavní paměti	128 nebo 256 Kbyte
Cyklus čtení hlavní paměti	0,5 μ s
Kapacita diskové paměti	až 400 Mbyte (4 jednotky)
Přenosová rychlost	806 Kbyte/s
Maximální počet přenosových modulů	5
(z toho bytový multiplexní	1
diskový	1
magneticko-páskový	1
komunikační	1
servisní)	1
Celková propustnost cca	1 000 Kbytů/s

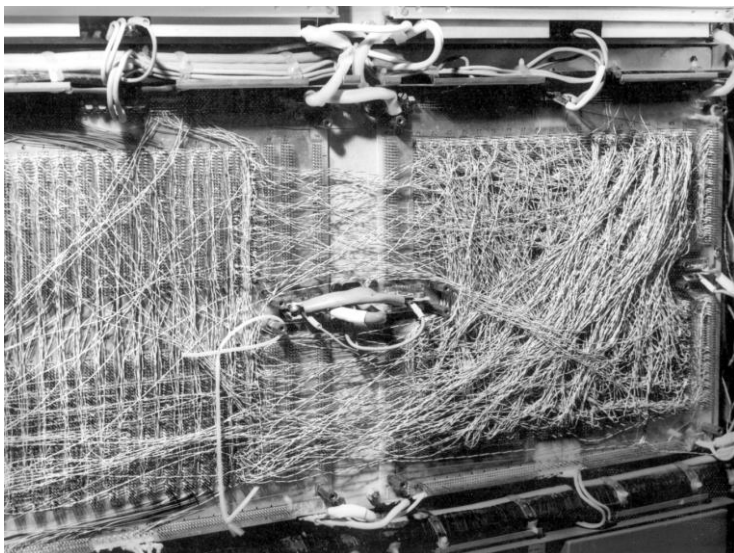
Základní jednotka počítače je umístěna v jedné skříni s ovládacím stolem.



Operátorská konzole počítače EC 1025



Počítač EC 1025



Kabeláž počítače EC 1025

Vývoj EC 1025 probíhal v letech 1975 - 1979.

Mezinárodní zkoušky proběhly úspěšně v roce1979?

Celkem se ve výrobním závodě ZPA Čakovice od zahájení výroby v roce 1979 do jejího ukončení v roce 1984 vyrobilo 33 kusů. Výrobu disketových jednotek zajišťovala Zbrojovka Brno, výrobu magnetopáskových jednotek zajišťovala TESLA Pardubice.

4.6.3 Instalace EC 1025 v čs. organizacích

pořadí	rok	organizace	město
1	1980	Aritma	Praha

2	1980	VUT	Brno
3	1981	Benzinol	Bratislava
4	1981	Bratislavské automobilové závody	Bratislava
5	1981	ČSD - Severozápadní dráha	Ústí nad Labem
6	1981	Frigera	Kolín
7	1981	Gumokov	Hradec Králové
8	1981	Jihomoravský průmysl masný	Brno
9	1981	Kancelářské stroje	Praha
10	1981	PVT	Brno
11	1981	Tatra	Kopřivnice
12	1981	Tesla	Brno
13	1981	TST	Ledeč
14	1981	Vysoká škola	Žilina
15	1982	Barvy a laky	Praha
16	1982	Datasystém	Bratislava
17	1982	Elektromont	Praha
18	1982	Kancelářské stroje	Brno
19	1982	Lesoprojekt	Zvolen
20	1982	Optimit	Odry
21	1982	Pozemní stavby	Ústí nad Labem
22	1982	PVT	Náchod
23	1982	PVT	Písek
24	1982	PVT	Ústí nad Orlicí
25	1982	Slovácké strojírny	Uherský Brod
26	1982	Správa radiokomunikací	Bratislava
27	1982	SVŠT	Bratislava
28	1982	Tesla	Vráble
29	1982	TEVÚH	Praha
30	1982	Universita Palackého	Olomouc
31	1983	Kancelářské stroje	Ostrava
32	1984	Kancelářské stroje	Praha
33	1988	ČVUT - oblastní výpoč.centrum VŠ	Praha

4.6.4 Bibliografie k EC 1025

AVT 22	1977	Modulový procesor systému EC 1025
Ing. Pavel Poucha	26/23	System ovládání zdrojové soustavy počítače EC 1025
Ing. Zdeněk Brunclík, Miroslav Šterba	26/35	Rozvod střídavého a stejnosměrného napětí a způsob zemnění počítače EC 1025
Ing. Pavel Poucha	26/41	Generace a rozvod hodinových pulsů v počítači EC 1025

Jiří Podzimek,
prom.mat.

29/76 Konfigurátor počítače EC 1025 se zařízeními JSEP

4.6.5 EC 1026

Počítač EC 1026 představoval jen inovaci předchozího modelu EC 1025. Byl přepracován operační modul, optimalizovány mikroprogramy nejpoužívanějších instrukcí... přepracovaný návrh rychlé 8 Kbytové cache paměti (TLB - Translation Lookaside buffer) s TTL pamet'ovými obvody na překlad virtuálních adres. Hlavní paměť byla složena z CMOS čipů 16 Kb z Tesly Piešťany. Společně s optimalizací mikroprogramů některých instrukcí tím byl zvýšen výkon počítače na cca 90 000 operací za sekundu. Diskový modul byl rozšířen o možnost připojení dalších typů disků. Komunikační modul umožňoval připojení ... Ostatní moduly zůstaly nezměněny.

Počítačů EC 1026 se ve výrobním závodě ZPA Čakovice vyrobilo celkem 127 kusů. Tento model se vyráběl až do roku 1985, kdy byl nahrazen modelem EC 1027.



Sestava počítače EC 1026

4.6.6 Instalace EC 1026 v čs. organizacích

pořadí	rok	organizace	město
1	1981	ZPA	Praha
2	1982	ČSD	Plzeň
3	1982	ČVUT - fakulta stavební	Praha
4	1982	Kancelářské stroje	Teplice

5	1982	Modeta	Jihlava
6	1982	PVT	Banská Bystrica
7	1982	PVT	Košice
8	1982	Technoplast	Chropyně
9	1982	Tesla	Bratislava
10	1982	ZSE	Frenštát
11	1983	Aero Vodochody	Odolena Voda
12	1983	Cementárne a vápenky	Trenčín
13	1983	Československé aerolinie	Praha
14	1983	ČKD Praha	Kutná Hora
15	1983	ČSD - Severozápadní dráha	Pardubice
16	1983	ČSD - Severozápadní dráha	Ústí nad Labem
17	1983	Elitex	Soběslav
18	1983	Ingstav	Brno
19	1983	Kancelářské stroje	Teplice
20	1983	Kovosmalt	Filákovo
21	1983	Mlékatenský průmysl	Brno
22	1983	Obchodní sladovny	Prostějov
23	1983	Polygrafické závody	Bratislava
24	1983	Pozemní stavby	Karlovy Vary
25	1983	PVT	Banská Bystrica
26	1983	PVT	Bratislava
27	1983	PVT	Brno
28	1983	PVT	Č. Budějovice
29	1983	PVT	Praha
30	1983	Rudné doly	Jeseník
31	1983	Sigma	Lutín
32	1983	Sklo-Union	Turnov
33	1983	Spolek pro chemickou a hutní výrobu	Ústí nad Labem
34	1983	Strojová a trakt.rová stanice a opravovňa poľnohosp. strojov	Dunajská Lužná
35	1983	Škoda	Ostrov nad Ohří
36	1983	Tesla	Liberec
37	1983	Tesla	Stropkov
38	1983	Továrny mlýnských strojů	Pardubice
39	1983	TST	Gottwaldov
40	1983	TST	Praha
41	1983	Uranové doly	Dolní Rožínka
42	1983	Ústredný štátný veterinárny ústav	Bratislava
43	1983	Vysoká škola	Zvolen
44	1983	Vzduchotechnika	Nové Mesto n.V.
45	1983	VŽKG	Ostrava
46	1983	VŽKG	Ostrava
47	1983	Zbrojovka Brno	Brno
48	1983	ZSE	Mohelnice

49	1983	ZŽS	Olomouc
50	1984	Agroprojekt	Praha
51	1984	Benzinol	Bratislava
52	1984	Brněnské papíry	Brno
53	1984	Československé cihlářské závody	Brno
54	1984	ČKD Praha	Hořovice
55	1984	ČSD - Střední dráha	Brno
56	1984	ČSD - Východná dráha	Košice
57	1984	Ferox	Děčín
58	1984	Kancelářské stroje	Brno
59	1984	Kovohutě	Břidličná
60	1984	Nábytkářský průmysl	Brno
61	1984	PVT	Bratislava
62	1984	PVT	Hradec Králové
63	1984	PVT	Liberec
64	1984	PVT	Nitra
65	1984	PVT	Olomouc
66	1984	PVT	Pardubice
67	1984	Severočeské energetické závody	Děčín
68	1984	Severomoravské celulóžky	Paskov
69	1984	Slovenské magnezitové závody	Košice
70	1984	Srojsmalt	Bratislava
71	1984	Tesla	Nižná nad Orav.
72	1984	Tlačiarne	Martin
73	1984	TST	Sezimovo Ústí
74	1984	Vagónka	Poprad
75	1984	Vítkovice	Uničov
76	1984	Vysoká škola	Ostrava
77	1984	ZVS	Adamov
78	1984	ZZN	Praha
79	1985	Agrozet	Jičín
80	1985	Buzuluk	Komárov u Hoř.
81	1985	Bytex	Liberec
82	1985	Carborundum-Electrite	Benátky n. Jiz.
83	1985	Československý kamenoprůmysl	Olomouc
84	1985	ČSD - Východná dráha	Košice
85	1985	Drôtovňa	Hlohovec
86	1985	Elektro-Praga	Hlinsko v Čech.
87	1985	Kovošrot	Praha
88	1985	Kozak	Klatovy
89	1985	Lachema	Brno
90	1985	Mlékatenský průmysl	Hradec králové
91	1985	Mlékatenský průmysl	Praha
92	1985	OKR	Ostrava
93	1985	Pozemní stavby	Č.Budějovice

94	1985	PVT	Chomutov
95	1985	PVT	Košice
96	1985	PVT	Litoměřice
97	1985	PVT	Nymburk
98	1985	PVT	Ostrava
99	1985	PVT	Žilina
100	1985	Sigma	Olomouc
101	1985	Správa dálkových kabelů	Praha
102	1985	Státní statky	Český Krumlov
103	1985	Tesla	Praha
104	1985	Tesla	Praha
105	1985	Tesla	Praha
106	1985	Tesla	Přelouč
107	1985	Tosta	Aš
108	1985	ÚZIS	Praha
109	1985	VAKUS	Bratislava
110	1985	Vysoká škola	Plzeň
111	1985	ZPA	Praha
112	1985	ZSE	Brno
113	1985	ZVS	Adamov
114	1986	Československé aerolinie	Praha
115	1986	Český svaz spotřebních drážstev	Praha
116	1986	ČSD - Severozápadní dráha	Pardubice
117	1986	Jihočeské energetické závody	Č. Budějovice
118	1986	Kovohutě	Rokycany
119	1986	OKR	Ostrava
120	1986	PVT	Nitra
121	1986	PVT	Šumperk
122	1986	Rudý Letov	Praha
123	1986	Severomoravský průmysl masný	Ostrava
124	1986	TST	Rakovník
125	1986	Železářny	Hrádek u Rok.
126	1987	TST	Brno
127	1988	ZPA	Prešov

4.6.7 Bibliografie k EC 1026

AVT 40	1982	Inovace počítače EC-1025
AVT 41	1982	Inovace počítače EC-1025
Ing. Zdeněk Korvas, CSc.	40/5	Další vývoj počítače EC 1025

Ing. Vladimír Navrátil, Jan Sokol	40/10	Další rozvoj operačního systému DOS 3/EC
Viktor Piffel, Ing. Vladimír Pavlok, Ing. Pavel Šťovíček	40/17	Uživatelské vlastnosti mikroprogramového vybavení servisního modulu počítače EC 1025
Ing. Jaroslav Zelený	40/26	Mikrodiagnostický systém počítače EC 1025
Ing. Jiří Simandl	40/32	Softwarová diagnostika počítače EC 1025
Ing. Petr Damborský, Ing. Jiří Šmíd	40/38	Inovace operačního modulu počítače EC 1025
Ing. Zdeněk Bezděk	40/48	Inovace organizačního modulu počítače EC 1025
Ing. Jaromír Frajtkovský, Ing. Petr Martínek, Ing. Jiří Sajdl	40/55	Inovace komunikačního modulu počítače EC 1025
Ing. František Janda	40/63	Inovace hlavní paměti pro počítač EC 1025
Ing. Petr Parkan, Ing. Zdeněk Paták	40/69	Inovovaná řada zdrojů elektrického napájení s impulsní regulací
Bohuslav Jůza, prom.ped., Jan Schön, prom.mat.	40/77	Katalog souborů v operačním systému DOS 3/EC
Ing. Libor Obruča	40/83	Provozní výzkum a spolehlivost prostředků výpočetní techniky
Ing. Egon Kratochvíl, Jan Chlouba	40/89	Charakteristika a možnosti překladače rozhodovacích tabulek PROTAB – 25
Ing. Jaroslav Staněk	40/96	Ekonomické souvislosti inovací počítačů
Ing. Marcel Jiřina, CSc., Ing. Václav Chlouba, CSc.	41/3	Požadavky kladené na budoucí výpočetní systémy
Ing. Václav Chlouba, CSc.	41/10	Tendence vývoje architektury číslicových počítačů
Ing. Jaroslav Staněk	41/18	Ekonomické aspekty dalšího vývoje počítačů
Ing. Vratislav Gregor	41/23	Prognózy vývoje výpočetní techniky ve světě
Ing. Jiří Škarda	41/32	Multimikroprocesorové počítače
Ing. Květuše Korvasová, CSc., Ing. Václav Chlouba, CSc., PhDr. Miloš Sedlár, CSc.	41/42	Některé směry a požadavky v řešení databázových systémů
Zdeněk Fixa	41/49	Jazykově orientovaná struktura počítačů
Ing. Vladimír Navrátil	41/56	Univerzální jádro operačního systému

4.6.8 EC 1027

(převzato z materiálu Zdeňka Pachla)

Hardware:

- Počítače **EC 1026 a EC 1027** byli postupné inovace počítače EC1025 po roce 1990:

- **EC 1026** (1981) - technologické prvky vyšší integrace a další typy periférií,
- **EC 1027** (1986?) - terminálová síť, umožňující interaktivní práci s počítačem,
- Ostatní vlastnosti počítače se shodují s EC 1025;
- 1990? nedokončené pokusy o další inovace, např. s připojováním nových diskových pamětí HDD.

rychlost kolem 200 000 op/s

4.6.9 Software k EC 1026 a EC 1027 (DOS IV a DOS V)

- Virtuální operační systémy vlastního vývoje, navazující na systém **DOS-III** a dále rozšiřující jeho možnosti, např. bylo možno tak jako u vyšších modelů používat virtuální paměť s dvojnásobnou velikostí segmentu i stránky, tedy 64 KB a 4 KB a reálnou paměť do 64 MB;
- **DOS-V** umožňoval připojení lokální sítě s terminály pro interaktivní práci a v jejím rámci i připojení osobních počítačů vybavených programem pro emulaci terminálu (ten byl rovněž produktem vlastního vývoje VUMS Software);
- pro potřeby relačních databází bylo do IS souborů doplněna možnost vytváření IS souborů bez vlastních dat, tj. vytváření indexové nadstavby nad soubory s libovolnou organizací, a to včetně sekundárních indexů;
- zahájení prací umožňujících v DOS-IV, či V provozovat aplikace vytvořené pro systém OS:
 - Ve VUMS Software začal vytvářet emulační program, který by umožňoval prostřednictvím speciální funkce jádra systému DOS STXIT SVC (viz výše software EC 1025) v rámci DOS-V provozovat aplikace připravené a provozované v operačním systému OS; práce byly úspěšné pouze částečně – podařilo se oživit emulaci veškerých funkcí vlastního jádra systému OS, ale nebylo dost spolupracovníků ani času na vypracování emulace všech přístupových metod I/O a tak byl další vývoj ukončen;
 - pracovní tým Masarykovy Univerzity v Brně vyvíjel platformu VM DOS (Virtuálního Stroje), kdy na rozdíl od předchozího postupu nad spuštěným operačním systémem DOS-V uměl provozovat aplikační program, který vytvářel interface holého počítače

IBM/370 a na něm pak provozovat libovolný operační systém, např. OS/SVS; tento prostředek byl úspěšně dokončen a používán u uživatelů nejen v ČSFR, ale i v NDR a to i pro systémy s virtuální organizací paměti typu SVS a při tom, díky vysoké výkonnosti DOS-V i efektivnímu řešení VM/DOS (jeho virtuálnímu zobrazení diskových pamětí) měl na virtuálním počítači téměř stejnou rychlost zpracování, jako na odpovídajícím reálném počítači a někdy dokonce i vyšší !

- Postupně byly ověřovány možnosti podpory západních modelů počítačů a zařízení, které byly na funkcionální úrovni počítačů a zařízení JSEP – (např. SIEMENS 4004),
- Oba systémy se dodávaly nejen uživatelům EC 1026 a EC 1027 v ČR, ale i k jiným počítačům JSEP-2 uživatelům v NDR a PLR, celkem na více než 400 instalacích !

Rozvoj vlastností DOS V

Do dalšího rozvoje systému DOS V byli do značné míry zainteresováni vnější spolupracovníci VUMS – především pracovníci **Masarykovy university v Brně** v návaznosti na rozvoj Virtuálního stroje (Dr. Richard Spíšek, ...) a rovněž pracovníci (východo)německé firmy Robotron (Ing. Gisbert Juch, ...). Byla postupně ověřována jeho funkčnost na dalších počítačích a periferních zařízeních západní provenience a realizována další důležitá rozšíření z hlediska funkčnosti na počítačích západní produkce:

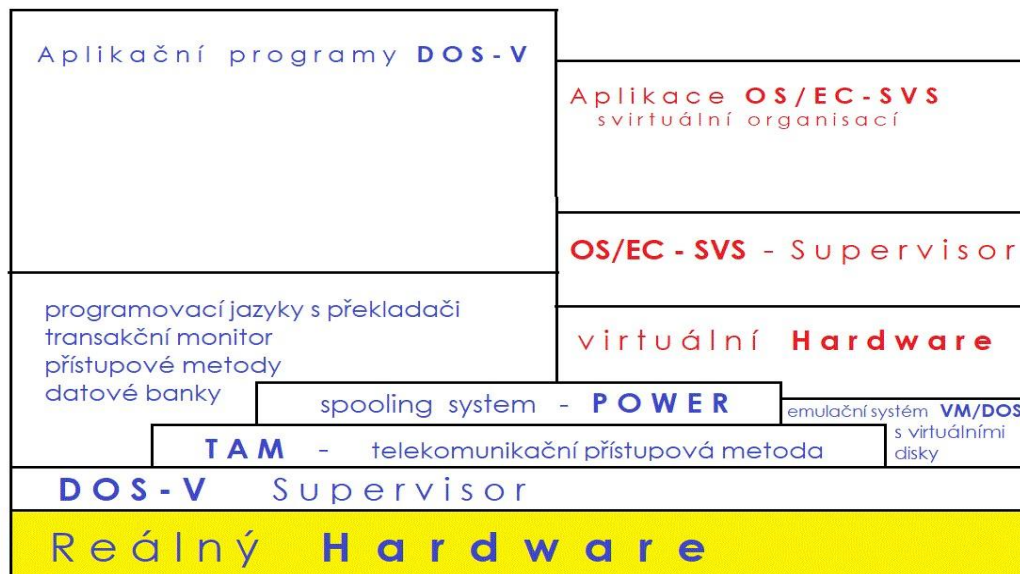
- ✓ Všechny počítače (modely) kompatibilní s IBM / 370 (například IBM 3090, IBM 43nn, IBM937n, IBM 9221) a COMPAREX, a to i s pevnou velikostí stránky 4Kb;
- ✓ IBM/XA-modus;
- ✓ Víceprocesorové sestavy až do počtu osmi procesorů
- ✓ Diskové paměti typů IBM 3330, IBM 3340, IBM 3350, IBM 3375, IBM 3380 v režimech CKD i ECKD, rovněž IBM 3390 a IBM 9345 a taktéž FBA disky jako IBM 3310, IBM 3370, IBM 3436 – 3439, IBM 9332 a IBM 9335 a kazetové páskové paměti jako 3480 a 3490;
- ✓ Laserové tiskárny jako COMPAREX 6890;
- ✓ Koncové procesory jako SEL 88nn a IBM 37nn;

ale i rozšíření obecné funkčnosti na nové technické vlastnosti:

- Rozšíření rozsahu dostupné virtuální paměti z 240 na 496 MB.
- Zvýšení horní hranice pracovní sady (WSET) z 1980K na 14336 K.
- Zvýšení maximálního počtu záznamů spooling systém POWER z 240 na 480.

- Rozšířená podpora VM pro V=V (optimalizované stránkování) a VM 2000 (Siemens).
- Nový emulátor (VM/DOS popř. IGTEMUL) pro tvorbu virtuálního počítače typu IBM/370 resp. JSEP II pro přímé provádění úloh a programů operačních systémů jako OS/SVS také na počítačích s architekturou, která na hostitelském počítači není podporována. Zvláště je třeba zmínit následující funkce, které v systémech VM jiných výrobců nejsou implementovány:
 - Diskové paměti do kapacity 200 MB byly ve virtuální paměti zobrazovány velmi výkonně. Vedle takto získané vysoké výkonnosti přinášely výhodu, že v hostitelském systému v té době již nemusely být podporované.
 - Operační systémy, které používaly jen stránky velikosti 2KB, mohly pod tímto řízením pracovat také na počítačích, které reálně odporovaly jen stránky velikosti 4K.

Emulátor VM/DOS měl v rámci DOS V strukturu zhruba dle následujícího zobrazení:



Další osud

Některé instalace **DOS-V** byly v provozu ještě poměrně nedávno - na osobních počítačích vybavených emulací architektury IBM 370 (přídavná deska do PC, nebo SW emulace), což umožňovalo na nich provozovat aplikace vyvinuté původně pro **DOS-III** (**DOS-IV** či **DOS-V**) i bez sálového počítače; zapojení takového počítače do lokální sítě pak umožňovalo provozovat ostatní počítače v síti jako jeho emulované terminály. Vzhledem k pokroku ve vývoji HW byla taková emulace i rychlejší než na původním sálovém počítači !



Sestava počítače EC 1027

4.6.10 Instalace EC 1027 v čs. organizacích

pořadí	rok	organizace	město
1	1984	Kancelářské stroje	Praha
2	1985	ČVUT - fakulta stavební	Praha
3	1985	PVT	Brno
4	1986	Agrozet	Prostějov
5	1986	Cementárny a vápenky	Praha
6	1986	Československá televize	Praha
7	1986	ČSD	Plzeň
8	1986	ČSD - Severozápadní dráha	Praha
9	1986	Fatra	Napajedla
10	1986	Jas	Bardejov
11	1986	Kancelářské stroje	Teplice
12	1986	Kožiarske závody	Liptovský Mikuláš
13	1986	LIAZ	Jablonec nad Nisou
14	1986	Metra	Blansko
15	1986	PORS	Čáslav
16	1986	PORS	Čáslav
17	1986	PORS	Plzeň
18	1986	PORS	Plzeň
19	1986	PORS	Praha
20	1986	PORS	Praha
21	1986	PORS	Žilina
22	1986	Průmstav	Praha
23	1986	PVT	Banská Bystrica
24	1986	PVT	Hodonín

25	1986	PVT	Hradec Králové
26	1986	PVT	Karlovy Vary
27	1986	PVT	Košice
28	1986	PVT	Kutná Hora
29	1986	PVT	Náchod
30	1986	Romo	Fulnek
31	1986	Rudné doly	Příbram
32	1986	Rukavičkářské závody	Dobříš
33	1986	Trnavské automobilové závody	Trnava
34	1986	Vítkovice	Brezno
35	1986	VŽKG	Ostrava
36	1986	ZPA	Nový Bor
37	1987	Agrozet	Brno
38	1987	Autopal	Nový Jičín
39	1987	ČKD Praha - závod Naftové motory	Praha
40	1987	ČSAD	Bratislava
41	1987	ČSD - Střední dráha	Brno
42	1987	ČSD - Střední dráha	Olomouc
43	1987	ČVUT - fakulta strojní	Praha
44	1987	Datasystém	Banská Bystrica
45	1987	Elektromont	Bratislava
46	1987	Elektrosvit	Nové Zámky
47	1987	Ferox	Děčín
48	1987	Geologický prieskum	Spišská Nová ves
49	1987	Gumotex	Břeclav
50	1987	Chemické závody	Sokolov
51	1987	Chirana	Brno
52	1987	Jihlavan	Jihlava
53	1987	Kancelářské stroje	Plzeň
54	1987	Kancelářské stroje	Teplice
55	1987	KÚNZ	Ostrava
56	1987	Laboratorní přístroje	Praha
57	1987	MÚZO	Praha
58	1987	OPS	Olomouc
59	1987	Orgaprojekt	Praha
60	1987	PORS	České Budějovice
61	1987	PORS	Praha
62	1987	PORS	Příbram
63	1987	PORS	Příbram
64	1987	PORS	Žilina
65	1987	Pozemní stavby	Plzeň
66	1987	Pozemní stavby	Ústí nad Labem
67	1987	Prefa	Olomouc
68	1987	Průmstav	Pardubice
69	1987	Průmyslové stavby	Gottwaldov

70	1987	PVT	Bratislava
71	1987	PVT	České Budějovice
72	1987	PVT	Liberec
73	1987	PVT	Nitra
74	1987	PVT	Ostrava
75	1987	PVT	Pardubice
76	1987	PVT	Písek
77	1987	PVT	Praha
78	1987	PVT	Praha
79	1987	PVT	Prešov
80	1987	PVT	Žilina
81	1987	Rudé právo	Praha
82	1987	Sedlčanské strojírný	Sedlčany
83	1987	Sklo-Union	Valašské Meziříčí
84	1987	Slovenská armaturka	Myjava
85	1987	Správa radiokomunikávií	Bratislava
86	1987	Úřad důchodového zabezpečení	Praha
87	1987	Vagónka	Studénka
88	1987	Vojenské lesy a statky	Praha
89	1987	VŠZ	Praha
90	1987	VÚKOV	Prešov
91	1987	Východoslovenský KNV	Košice
92	1987	Zbrojovka Brno	Brno
93	1987	ZPA	Praha
94	1987	ZSE	Brno
95	1987	ZSE	Postřelmov
96	1987	ZTS	Komárno
97	1988	Mlékárenský průmysl	Ostrava
98	1988	ČKD Praha	Slaný
99	1988	ČSAD	Praha
100	1988	ČSD - Severozápadní dráha	Ústí nad Labem
101	1988	ČSD - Východná dráha	Bratislava
102	1988	ČVUT - fakulta stavební	Praha
103	1988	Dopravní podnik	Bratislava
104	1988	Dopravní podnik	Praha
105	1988	Elektromont	Brno
106	1988	Janka ZRL	Praha
107	1988	Jihomoravské energetické závody	Brno
108	1988	Kancelářské stroje	Praha
109	1988	Kovopodnik města Brna	Brno
110	1988	Lisovny nových hmot	Vrbno pod Pradědem
111	1988	MESIT	Uherské Hradiště
112	1988	Mlékatenský průmysl	Klatovy
113	1988	Oděvní průmysl	Prostějov
114	1988	Pal	Kroměříž

115	1988	Poľnohospodárske zásobovanie a nákup	Nitra
116	1988	Praga	Praha
117	1988	PVT	Bratislava
118	1988	PVT	Dunajská Streda
119	1988	PVT	Hradec Králové
120	1988	PVT	Náchod
121	1988	PVT	Nymburk
122	1988	PVT	Prachatice
123	1988	PVT	Uherské Hradiště
124	1988	PVT	Ústí nad Labem
125	1988	PVT	Ústí nad Orlicí
126	1988	Rudné doly	Jeseník
127	1988	Severočeské energetické závody	Děčín
128	1988	Sigma	Opava
129	1988	Slovácké strojírny	Uherský Brod
130	1988	Srojsmalt	Bratislava
131	1988	Státní statky	Český Krumlov
132	1988	Státní ústav dopravního projektování	Praha
133	1988	Středočeské energetické závody	Praha
134	1988	Škoda	Plzeň
135	1988	Tesla	Bratislava
136	1988	Tesla	Kolín
137	1988	Tesla	Praha
138	1988	Tesla	Stropkov
139	1988	Tesla	Valašské Meziříčí
140	1988	Továrny mlýnských strojů	Pardubice
141	1988	TST	Praha
142	1988	TST	Svitavy
143	1988	TST	Varnsdorf
144	1988	Urxovy závody	Valašské Meziříčí
145	1988	ÚZIS	Praha
146	1988	Vagónka	Poprad
147	1988	Vítkovice	Břeclav
148	1988	Vítkovické stavby	Ostrava
149	1988	VŠZ	Brno
150	1988	VUT	Brno
151	1988	Vysoká škola	Plzeň
152	1988	ZPA	Nová Paka
153	1988	ZPA	Praha
154	1988	ZPA	Trutnov
155	1988	ZSE	Brno
156	1988	ZSE	Frenštát
157	1988	ZŤS	Děčín
158	1988	ZŤS	Bratislava
159	1988	ZZN	Praha

4.6.11 Bibliografie k EC 1027

AVT 46	1983	Výpočetní systém EC 1027 a operační systém DOS 4/EC
Ing. Zdeněk Korvas, CSc.	46/5	Další československý počítač řady JSEP - EC 1027
Jan Sokol	46/10	Operační systém DOS 4/EC jako pokračování DOS 3/EC
Ing. Petr Damborský	46/17	Mikrooperační systém počítače EC 1027
Viktor Piffel	46/19	Funkční mikroprogramové vybavení servisního modulu
Ing. Oldřich Jelínek	46/25	Mikroprogramové vybavení operačního procesoru počítače EC 1027
Ing. Jaroslav Zelený, Ing. Josef Krčál	46/31	Mikrodiagnostický systém počítače EC 1027
Ing. Pavel Fanta	46/38	Prostředky pro vytváření mikroprogramů
Ing. Josef Kelbler	46/42	Víceúrovňová paměť jako prostředek zvýšení výkonnosti počítače EC 1027
Ing. Zdeněk Bezděk, Ing. Zdeněk Zapletal	46/47	Mezimodulový styk u počítače EC 1027
Ing. Zdeněk Bezděk, Ing. František Janda	46/51	Hlavní paměť s organizátorem v počítači EC 1027
Ing. Jiří Šmíd	46/55	Operační procesor počítače EC 1027
Ing. Bohdan Šmilauer, Ing. Marie Parkanová	46/62	Dvoukanálový modul počítače EC 1027
Ing. Dušan Loutocký	46/71	Diskový modul počítače EC 1027
Ing. Jaromír Frajkovský, CSc., Ing. Jiří Sajdl, Ing. Zdeněk Zapletal	46/73	Komunikační modul počítač EC 1027
Václav Holenda, prom.mat.	46/79	Efektivnost práce v operačních systémech DOS 3/EC a DOS 4/EC
Josef Barhoň, Ing. Jiří Voříšek	46/84	Integrační tendence programů operačního systému DOS 4/EC
Ivan Kadlec, prom. mat.	46/90	Nové možnosti vstupu a výstupu v DOS 4/EC
Ing. Vratislav Churavý	46/97	Databáze v systému DOS 4/EC
Ing. Vladimír Župka	46/103	Práce s terminály a databázemi v programovacích jazycích DOS 4/EC
RNDr. Ing. Čestmír Filinger	46/108	Programová dokumentace a kompletace DOS 4/EC

4.7 Čtvrtá generace číslicových počítačů z VÚMS

4.7.1 EC 1120

Vlastnosti posledního sálového počítače vyvinutého ve Výzkumném ústavu matematických strojů shrnuje přehledový článek hlavního konstruktéra Zdeňka Korvase v Aktualitách výpočetní techniky č.73.

Ing. Zdeněk Korvas, CSc.

Systémové řešení EC 1120

1. Úvod

Počítač EC1120 je členem čtvrté řady počítačů JSEP, označené RJAD 4. V souladu s vývojem aplikací střediskových počítačů je v této řadě dále podstatně zvětšena výkonnost procesorů i kapacity pamětí vnitřních a vnějších.

Architektura této řady počítačů zahrnuje dva režimy práce volitelné při počátečním spuštění, a to tzv. základní architekturu a rozšířenou architekturu. Režim základní architektury je kompatibilní s dosavadními řadami JSEP, režim rozšířené architektury má tři podstatná zdokonalení:

- a) adresování až 2 GB reálné i virtuální hlavní paměti,
- b) nové řízení činnosti kanálů s automatickým výběrem volné cesty k zařízení a s obsluhou front v kanálovém procesoru,
- c) zdokonalené řízení víceprocesorových systémů se společnou hlavní pamětí.

2. Základní parametry počítače EC1120

Nominální výkonnost procesoru:	1 mil.instrukcí za sekundu
Kapacita bloku hlavní paměti:	32 MB, perspektivně 128 MB

Počet procesorů:	1, 2 nebo 3
Počet bloků paměti:	1 nebo 2
Počet kanálů:	až 8 blokových multiplexních 1 až 2 slabikové multiplexní
Počet diskových adaptérů:	až 4 (místo blokových multiplexních kanálů)
Přenosová rychlost kanálu:	1,5 MB/s (šířka 18) 3,0 MB/s (šířka 2B)
Celková přenosová rychlost v kanálech):	až 6 MB/s (1 kanálový blok) až 12 MB/s (2 kanálové bloky)

Počítač EC1120 je vybaven jak základní, tak rozšířenou architekturou (*poznámka editora Petra Golana: míněna „extended architecture“ IBM S/370-XA*). Výkonnost systému EC1120 je proti současným střediskovým počítačům podstatně zvýšena. I v jednoprocessorové sestavě je asi 3krát vyšší než počítače EC1027. Souběžně s výkonností je rozšířena kapacita hlavní paměti i vnějších paměti a díky novému přenosovému procesoru byla podstatně rozšířena možnost komunikace s okolím. Tyto úpravy jsou nezbytné pro perspektivní aplikace střediskových počítačů jako centra dat pro rozsáhlé terminálové systémy, tvořené jak běžnými terminály, tak osobními počítači.

Mikroprogramové vybavení EC1120 zahrnuje kromě základních funkcí (podle principů operací JSEP-RJAD 4) i další rozšiřující funkce, které zrychlují činnost počítače. Jsou to zejména: tzv. duální adresový prostor, asisty (tj. speciální mikroprogramy urychlující některé důležité funkce operačních systémů) pro operační systémy OS MVS a VM v základní architektuře a v rozšířené architektuře, asisty pro operační systém OS MVS úrovně 2, instrukce "zahájení interpretačního režimu" (SIE) a instrukce TRACE. S dodávkami některých komponent tohoto vybavení se počítá až od 30. výrobního kusu.

Pro dosažení větší výkonnosti byla v operačním procesoru zavedena paralelně probíhající příprava instrukcí a operandů. Šířka toku dat byla zvětšena na 64 bitů, a to jak ve styku s hlavní pamětí, tak uvnitř procesoru.

V klíčových obvodech procesoru bylo využito nově vyvinutých čs. polozákaznických prvků velké integrace - hradlových polí HP 1000. Tyto prvky se uplatnily zejména ve složitých kombinačních obvodech s velkou šířkou toku dat, např. v aritmetické a logické jednotce, v komutátoru v operačním procesoru a v obvodu pro kontrolu a opravu dat v hlavní paměti.

Oživovací rám počítače EC 1120

Blokové schéma počítače EC 1120

Doplnění od Ing. M. Vlčkové, CSc.

V souladu s programem rozvoje JSEP bylo rozhodnuto použít hradlová pole jako základní stavební prvek centrální jednotky. Bylo vybráno hradlové pole typu STTL. Bylo vyráběno v TESLE Rožnov pod názvem HP1000.

Byly stanoveny předpoklady pro úspěšný návrh počítače:

Systém musí být synchronní, aby bylo zajištěno deterministické chování. Hodiny musí být dvoufázové, poněvadž umožňují splnit diagnostická pravidla a při prodloužení jejich periody je možné vždy najít oblast spolehlivé práce systému. Je nutné doplnit diagnostické prostředky zejména do klopných obvodů, které umožní automatický návrh testů a zjednoduší

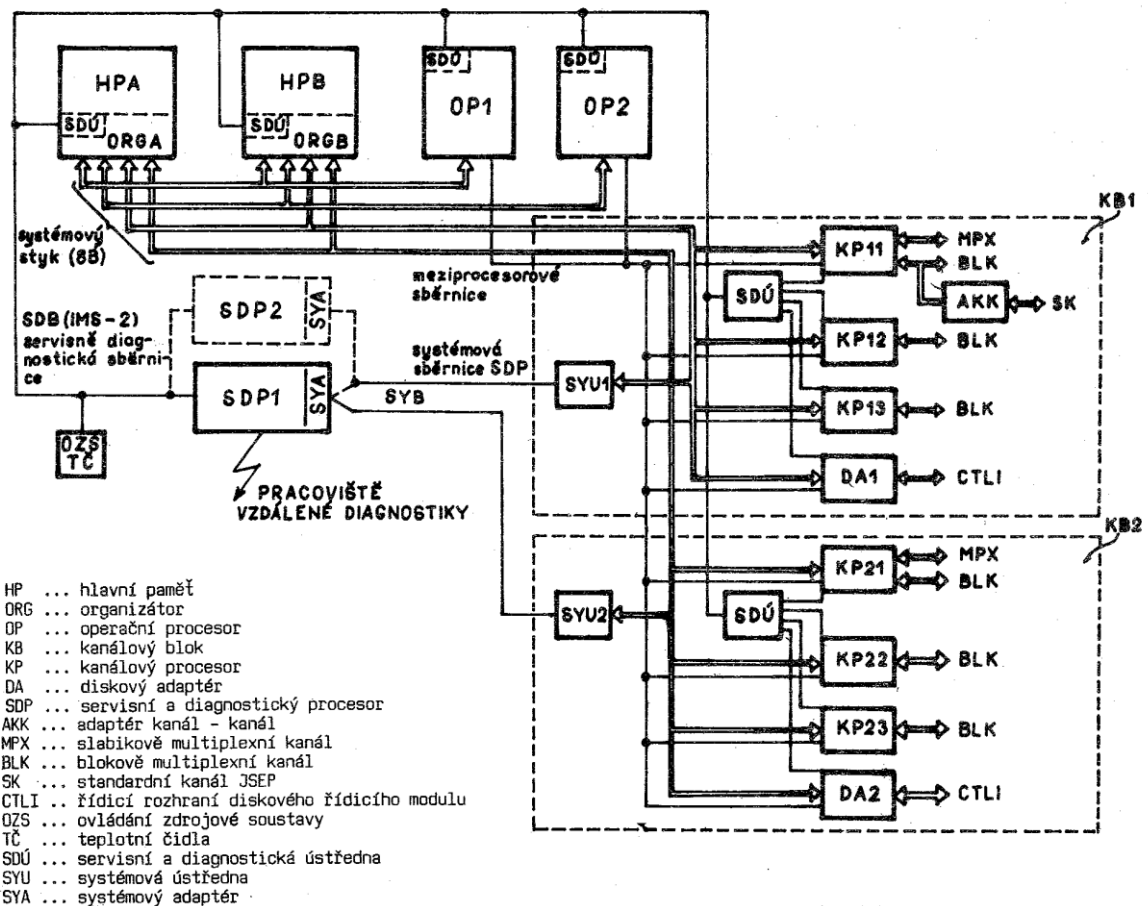


provozní diagnostiku počítače. Nutnou podmínkou pro úspěšný logický návrh a realizaci počítače se stala logická simulace, poněvadž kdyby se postupovalo stejně jako dříve, tak by se funkční vzor značně prodražil, každá změna hradlového pole by se mohla protáhnout až na rok. Proto musel být vytvořen nový systém automatizovaného návrhu, který bude obsahovat simulační prostředky pro funkční a logickou simulaci, prostředky k odladění mikroprogramů, simulační prostředky pro ověření logického

návrhu od hradlových polí až po velké celky (např. operační procesor), prostředek pro

automatickou generaci diagnostických testů, pro technický návrh hradlových polí a desek, prostředky pro kontrolu schématu a časovou analýzu. Systém automatizovaného návrhu musí být uživatelsky orientovaný.

V počítači nebyla použita pouze hradlová pole, ale i paměťové prvky a standardní kombinační integrované obvody.



EC 1120 - blokové schéma

4.7.2 Bibliografie k EC 1120

(články z AVT)

Ing. Marie Vlčková, CSc.	55/103	Požadavky na prostředky automatizovaného návrhu pro počítač s hradlovými poli
Ing. Petr Golan, CSc.	67/62	Dekodér pro opravu dvojnásobných chyb hlavní paměti
Ing. Zdeněk Korvas, CSc.	73/4	Systemové řešení EC1120
Ing. Marie Vlčková, CSc., RNDr. Ing. Jiří Němec, CSc.	73/9	Způsob návrhu EC1120 a návrhové prostředky
Ing. Jaroslav Zelený, Ing. Petr Golan, CSc.	73/15	Diagnostika EC1120
Ing. Jiří Šmíd, Ing. Petr Janda	73/22	Operační procesor EC 1120
Ing. Vlastimil Dráb, Ing. Josef Gabriel	73/29	Obvody přípravy instrukce a styku s hlavní paměti operačního procesoru EC1120
Ing. Zdeněk Korvas, CSc.	73/35	Aritmetická a logická jednotka na hradlových polích
Ing. Petr Damborský, Ing. Pavel Fanta, Ing. Miloslav Procházka	73/40	Principy mikroprogramů EC1120
Ing. Miroslav Kubelík, CSc., Ing. Oldřich Jelínek	73/44	Řešení mikroprogramů aritmetických operací
Ing. František Janda	73/47	Hlavní paměť EC1120
Ing. Zdeněk Bezděk	73/52	Organizační modul EC1120
Ing. Bohdan Šmilauer, Ing. Marie Parkanová	73/57	Kanálový procesor a uspořádání standardních kanálů
Ing. Helena Kvasilová, Ing. Dušan Loutocký	73/67	Diskový adaptér pro EC1120
Ing. Ladislav Šiška, Ing. Pavel Šťoviček, Ing. Jiří Poupa, Ing. Otakar Plechata	73/73	Servisní a diagnostický procesor
Ing. Pavel Poucha	73/80	Generování a rozvod synchronizačních impulsů v EC1120
Ing. Eduard Kottek, Ing. Oldřich Urban	73/85	Prvková základna pro EC1120
Ing. Aleš Laichter, RNDr. Jiří Kalibera, CSc.	73/88	Konstrukce a technologie EC1120
Ing. Petr Martínek, CSc., Ing. Jiří Sajdl, Ing. Zdeněk Zapletal	73/95	Procesor přenosu dat pro EC1120
Ing. Jaroslav Zelený, CSc.	74/3	Redakční úvodník
Doc. Ing. Jan Hlavička, DrSc.	74/4	Perspektivy diagnostiky číslicových systémů
Ing. Jaroslav Zelený, CSc.	74/9	Koncepce diagnostiky počítače EC 1120

Ing. Miroslav Pěchouček, CSc.	74/16	Diagnosticky vybavené obvody pro HP 1000
Ing. Jan Rada	74/23	Algoritmy generátoru testů hradlových polí HP 1000
Ing. Daniel Nevečeřal, Ing. Vanda Růžičková, Ing. Jaroslav Tůma	74/28	Prostředky pro testování desek s hradlovými poli
Ing. Ondřej Novák, CSc.	74/32	Použití pseudonáhodných testů v počítači EC 1120
Ing. Petr Golan, CSc.	74/38	Hlídače a jejich použití v počítači EC1120
Ing. Pavel Hrdlička	74/44	Testovatelnost logických obvodů
RNDr. Tomáš Blažek	74/51	Koncepce diagnostického subsystému počítače EC 1120
Ing. Ladislav Šiška	74/56	Technické prostředky diagnostiky počítače EC 1120
Ing. Vladimír Májský	74/61	Diagnostika SDP
Ing. Pavel Caisl	74/66	Diagnostika systolických systémů
Ing. Michal Tomášek	74/74	Využití dálkového přenosu dat pro diagnostiku počítačů
Ing. Jaroslav Zelený, CSc.	74/79	Jednotné centrum dálkové diagnostiky

další publikace

Marie Vlčková, Zdeněk Korvas. Návrh počítače s hradlovými poli HP1000. Konference ve Vrátné dolině, Žilina, 1988

a

Diagnostika mikroprocesorů VI, Sborník přednášek, ČSVTS-FEL-ČVUT, 1985

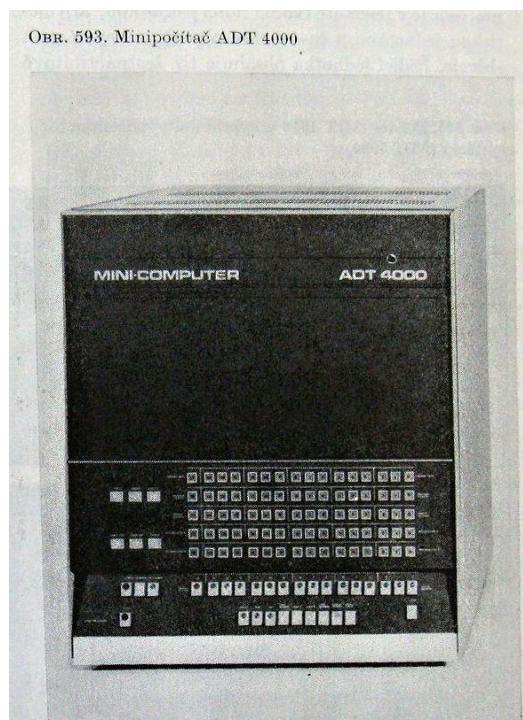
4.8 Číslicové minipočítače ADT

Ve Frkové a Hrbkové přehledové publikaci „30 let československého elektrotechnického průmyslu 1948-1978“ SNTL, Praha 1978, se lze na str. 482-483 dočíst o minipočítačích ADT toto:

ADT 4000 a 4100 byly počítače třetí generace, jednoadresové s dvěma pomocnými střídači, s délkou slova 16 bitů. Zpracování slova bylo paralelní, adresování operační paměti přímé i nepřímé, délka cyklu 3,2 μ s. Operační paměť byla feritová.

Počítače ADT typové řady 4000 byly určeny pro vědeckotechnické výpočty nebo pro řízení technologických procesů, případně ve spojení s analogovým počítačem ADT 3000 vytvářely hybridní výpočetní systém ADT 7000 (konkrétně model ADT 4316). Počítače řady 4000 se skládaly z procesoru, feritové operační paměti, stykové jednotky pro připojení periferních a technologických zařízení, panelu operátora, stolu programátora a ze zdrojového a větracího systému. Procesor byl tvořen řídicí jednotkou, aritmeticko-logickou jednotkou a časovacími obvody se systémem sběrnic. Řídicí jednotka obsahovala 3 šestnáctibitové registry, jeden šestibitový registr a jeden jednobitový registr. Pro vnitřní přenos informace sloužil systém 3 šestnáctibitových sběrnic. Operační paměť byla rozdělena na bloky po 8 x 1024 osmnáctibitových slov zabezpečených paritou. Kapacita paměti u řady 4000 byla 8 KB, u řady 4100 16 KB nebo 32 KB. Počítač ADT 4316 měl paměť 16 KB a 70 typů instrukcí, z nichž 38 bylo mikroprogramovatelných. Procesor bylo možné v případě potřeby doplnit rozšířenou aritmetikou.

[1] Frk, M., Hrbek, V.: 30 let československého elektrotechnického průmyslu 1948-1978. SNTL, Praha 1978, str. 482-483.



Editor Petr Golan ve spolupráci s Pavlem Kudrnovským vypracoval pro odborný katalog k výstavě Česká stopa v historii výpočetní techniky, jež byla v době koronavirové pandemie zpřístupněna veřejnosti v Národním technickém muzeu v Praze pouze ve dnech 5. až 16.5.2021, následující text:

Mini a mikropočítače vyvinuté a vyráběné v Československu neřadíme do Československé počítačové školy, neboť se vesměs jednalo o kopírování západních vzorů, což obor výpočetní techniky neobohatilo žádnými novými myšlenkami. Hlavní tvůrčí práce na vývoji těchto počítačů spočívala ve vymýšlení, jak nahradit nedostupné součástky pomocí prvků z výroby států RVHP. Přesto zařazujeme i kapitolu o mini a mikropočítačích, aby byl historický přehled československé výpočetní techniky úplný.

Na XII. zasedání mezivládní komise pro spolupráci států RVHP v oblasti výpočetní techniky byl v roce 1974 odstartován program SMEP (Systém malých elektronických počítačů). Program byl řízen Radou hlavních konstruktérů a podílely se na něm tyto státy: Bulharsko, Československo, Kuba, Maďarsko, Polsko, Rumunsko a Sovětský Svaz. Odpovědným orgánem v ČSSR v rezortu Ministerstva federálního elektrotechnického průmyslu (FMPEP) byl koncern ZAVT (Závody automatizace a výpočetní techniky). Hlavním konstruktérem československého programu SMEP byl jmenován ředitel Ústavu technické kybernetiky ÚTK SAV akademik Ivan Plander, jenž byl pak v roce 1977 vystřídán náměstkem ministra FMPEP Ing. Karolem Horváthem, CSc.³.

Jako ideový vzor minipočítačů SMEP byly zvoleny výrobky řady PDP (Programmed Data Processor) americké firmy Digital Equipment Corporation (DEC). Vývojem a výrobou počítačů SMEP byly v Československu pověřeny slovenské instituce a podniky – Výzkumně vývojové laboratoře Tesly Orava, závod Žilina (VVL), od 1.1. 1979, kdy vznikl koncern ZAVT, přeměněné na Výzkumný ústav výpočtové techniky (VÚVT) v Žilině, dále Ústav technické kybernetiky (ÚTK) v Bratislavě, TESLA Námestovo, TESLA Banská Bystrica - od roku 1979 Závody výpočtové techniky (ZVT) Banská Bystrica aj.

³ http://pmd85.borik.net/_work/ARA587.pdf

V počátečním období vývoje SMEP byl do tohoto mezinárodního projektu začleněn minipočítač ADT vyvíjený ve VÚMS v rámci programu SMEP 1. Počítače SM 1 a SM 2 vyvíjené ve VÚMS používaly jako ideový vzor řadu minipočítačů Hewlett Packard HP 2100.

Po úspěšném absolvování předepsaných mezinárodních zkoušek však systém ADT nebyl přijat do jednotné série SMEP Radou hlavních konstruktérů kvůli technickým odlišnostem od sovětského systému SMEP 1 a 2. Vývoj systému pak pokračoval jako součást národního programu SMEP a v rámci projektů, ve kterých minipočítače ADT našly své plné uplatnění.

První dodávky systémů ADT začaly v roce 1973: typy ADT 4000 a 4100 se vyráběly v ZPA Trutnov, další typy ADT 4316, 4500, 4700 se vyráběly v ZPA Čakovice. Bylo vyrobeno více než 700 československých 16-bitových číslicových minipočítačů ADT třetí generace. Vynikaly vysokou provozní spolehlivostí a využívaly se např. v energetice k řízení elektráren, výrobních linek a dále v průmyslu, v dopravě, na školách, při tvorbě animovaných filmů apod. Ve spojení s jednotkami pro napojení na technologické procesy DASIO z vývojového pracoviště VÚAP pracovaly konkrétně např. v elektrárnách Mělník 1 a 3, v elektrárně Pruněšov 1 a v elektrárnách Chvalovice, Dětmárovice a Vojany. Systém řízení technologických procesů DASOR vyvinutý ve Výzkumném ústavu automatizačních prostředků a dále rozvíjený ve VÚMS pracoval např. v mlékárně Košice, v bratislavském ISTROCHEMu, v cementárně Čížkovice, v teplárně Lovochemie, v teplárně Trmice, v elektrárně Tisová a v jaderné elektrárně Temelín. Minipočítače ADT využívala i armáda⁴, mj. v řadě mobilních systémů s označením MOMI, jež umožňovaly výstavbu terminálových sítí v polních podmínkách. Pozoruhodnou aplikací programu ADT v průmyslu bylo zcela určitě také použití minipočítače ADT pro řízení automatických skladů továrny na výrobu automobilů VAZ v Togliatti v tehdejším Sovětském svazu,⁵ jenž od roku 1970 vyráběl vozy Fiat 124 alias VAZ 2101 LADA/Žiguli podle italské licence zakoupené v roce 1966.

⁴ <http://www.hydrometeoservice.army.cz/prehled-hlavnich-cinnosti-vojenske-povetnostni-sluzby-od-roku-1945-do-soucasnosti>

⁵ <http://prog-story.technicalmuseum.cz/data/vut-fit/vyzkum.pdf>

4.8.1 ADT 4000, 4100, 4316

První minipočítač ADT 4000 měl kapacitu paměti pouhých 8 Kslov (8 192 šestnáctibitových slov), ve výrobě v ZPA Trutnov ho však předběhl počítač ADT 4100 s pamětí 32 Kslov (32 768 slov), což byla maximální adresovatelná velikost paměti pro tento typ počítačů. Upřednostnění ADT 4100 ve vývoji a výrobě souviselo s postupem výstavby elektrárny Tušimice II, kde mělo dojít, a také došlo, k prvnímu průmyslovému nasazení tohoto počítače. Počítače ADT 4000 až ADT 4316 byly funkčními ekvivalenty amerického minipočítače HP 2116. Jako operační paměť používaly feritové kvádry z Prametu Šumperk s kapacitou 8 K x 18 bitů. Kvádr paměti s obvody pro zápis a čtení zaplňoval jednu vanu 3. generace automatizačních prostředků. Velikost paměti konkrétního typu počítače závisela na tom, kolik takových van se do jeho konstrukce vešlo. Od roku 1975 byl k dispozici od téhož výrobce kvádr o stejném objemu, ale s dvojnásobnou kapacitou. Počítač ADT byl původně koncipován jako číslicová část hybridního systému. Modelu ADT 4000 bylo vyrobeno v ZPA Trutnov jen několik kusů a v hybridním systému jej nahradil model ADT 4316 ze ZPA Čakovice.

Tyto počítače se standardní logikou měly 70 základních instrukcí, dva kanály přímého styku s pamětí, kontrolu parity paměti, soubor instrukcí bylo možné rozšířit přidáním čtyř hardwarových desek o 10 instrukcí pro 32bitové aritmetické operace. Paměťový cyklus činil 1,6 μ s, což byl i čas vykonání jednoduché aritmetické nebo vstupně/výstupní (I/O) instrukce. Desky obsahovaly dva pracovní registry A a B, programový čítač, dva registry pro styk s pamětí a přepínačový registr pro zadávání dat. Vše s přímou indikací na předním, ovládacím a indikačním panelu. Ve spojovací části počítače (interfejsu) bylo možné umístit až 56 adresovatelných interfejsových desek. Z 64 spojovacích I/O adres se 8 adres používalo pro systémové účely. Jedna interfejsová vana obsahovala 16 adresovatelných rezervovaných pozic pro interfejsové desky. ADT 4000 měl jednu, ADT 4316 dvě a ADT 4100 čtyři interfejsové vany.

Programové vybavení záviselo na postupně připojovaných přídatných zařízeních. V letech 1973 až 1975 byl k dispozici děrnopáskový assembler, sestavovací program a tisk listingů na psacím stroji, od roku 1974 jehličková tiskárna, později i bubnová rychlotiskárna.

V roce 1975 pak následovalo připojení kazetové diskové paměti a v roce 1976 diskový operační systém DOS.



Minipočítač ADT 4316 (fotoarchiv VÚMS, autorka Hana Mahlerová)

Souhrnné údaje pro ADT 4000, 4100 a 4316:

vývoj 1971-1975,

výroba 1973-1978,

vyrobena celkem cca 120 ks.

4.8.2 ADT 4500

Počítač ADT 4500 byl klonem počítače Hewlett-Packard HP21MX. Sestával ze dvou modulů, zásuvného modulu procesoru a zásuvného modulu zdrojů. Procesor a zdroje se umísťovaly spolu s dalšími moduly přídavných zařízení (snímač a děrovač pásky, floppy disky apod.) do přístrojové skříně.

Mikroprogramem řízený procesor využíval polovodičovou operační paměť s obnovovacím cyklem (refreší) a paměťovým cyklem 650 ns. Operační paměť tvořil řadič paměti na jedné dvojnásobné desce 3,5. generace (300 x 150 mm) a čtyři paměťové desky stejné velikosti, každá s kapacitou 8 Kslov.

Mikroprogramy pro řízení operací se nacházely v řídicí paměti, pro kterou architektura počítače rezervovala 4K čtyřiadvacetibitových slov. Tato paměť se logicky dělila do šestnácti modulů. Vykonání instrukce probíhalo tak, že kód instrukce uložený v instrukčním registru generoval skrze speciální tabulku adresu mikrokódu, na který řadič přenesl řízení a který požadované operace vykonal. 128 instrukcí základního instrukčního souboru zabíralo 4 moduly řídicí paměti. Paměťový cyklus řídicí paměti byl 325 ns.

V modulu procesoru byla i styková jednotka pro připojování přídavných zařízení a na čele modulu se nacházel ovládací a indikační panel. Ve stykové jednotce bylo místo pro 16 jednoduchých nebo 8 dvojnásobných interfejsových desek. Jednoduché a dvojnásobné interfejsové desky bylo možné v jednotce podle potřeby kombinovat. Pro rozšíření připojovacích možností bylo možné další stykové jednotky umístit v sousedních zásuvných modulech skříně. V této podobě se počítač ADT 4500 podrobil zkouškám v systému SMEP.

Další vývoj se zaměřil na rozšíření operační paměti. Konstrukce procesoru toto rozšíření předpokládala a rezervovala místo pro desku mapovače paměti a desku ochrany paměti. Mapovač obsahoval 4 mapovací registry, mezi kterými bylo možno dynamicky přepínat. Do mapovacího registru se nahrávaly adresy 32 libovolných stránek paměti z celkového množství 1024. Adresování tak poskytovalo prostor pro instalaci operační paměti až 1 Mslov. V procesoru bylo místo pro celkem 8 paměťových desek. Deskami s kapacitou 8 Kslov se tento adresovací prostor zdaleka nemohl naplnit.

Pro obsluhu mapovacího systému se doplnily nové instrukce. Soubor mapovacích instrukcí obsadil jeden další modul řídicí paměti. Pro řídicí paměť se používaly prvky PROM organizované v rastru 256 x 4 bity. Jeden modul tvořilo 6 integrovaných obvodů. 5 modulů pro počítače s mapovacím systémem se vešlo na jednu malou desku.

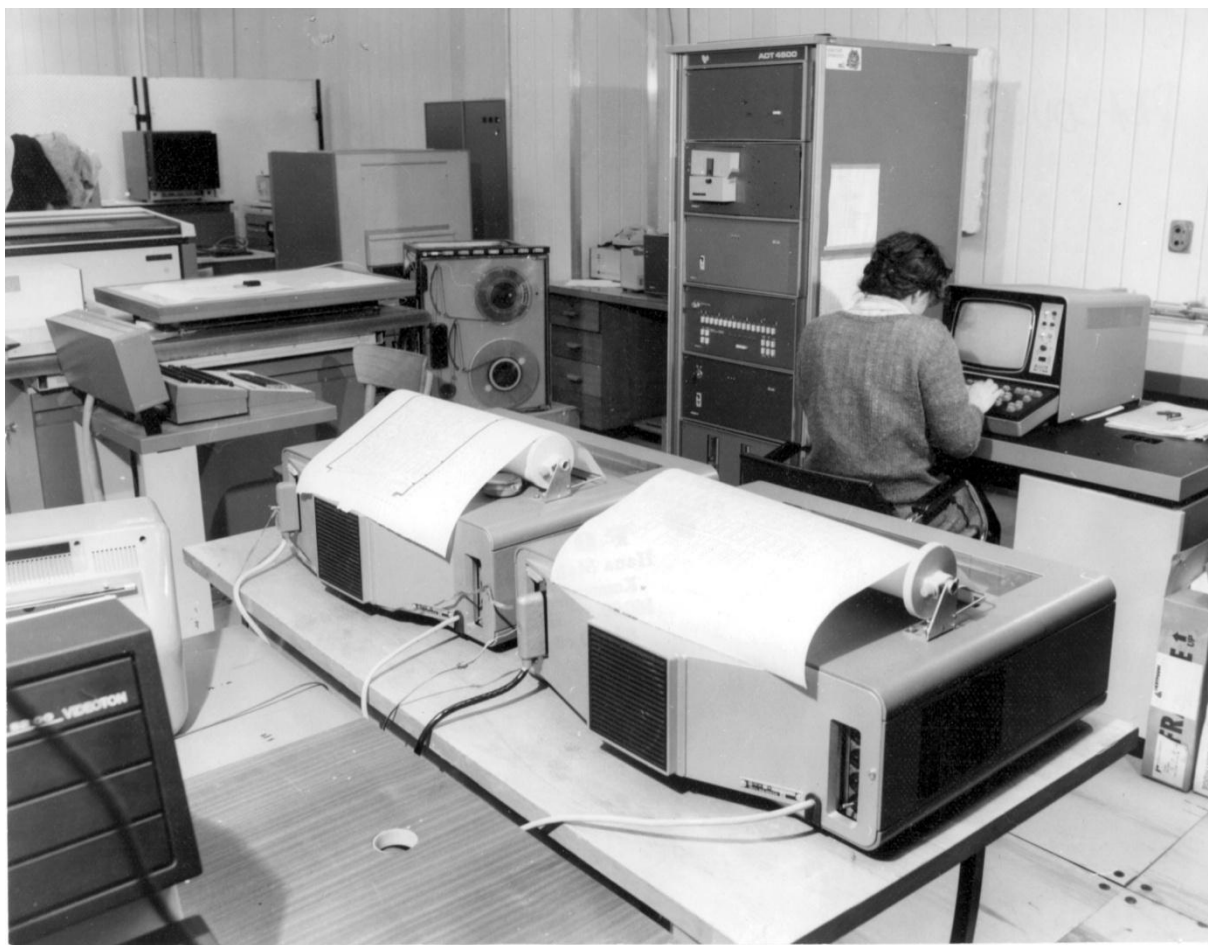
Přídavná zařízení: Všechny interfejsové desky bylo třeba přepracovat do rozměrů a s využitím konektorů 3,5. generace. 2,5MBytovou kazetovou diskovou jednotku nahradila jednotka 5 MB, k dispozici bylo připojení půlpalcových magnetických páskových pamětí, paralelní i sériové připojení alfanumerických displejů i tiskáren.

Souhrnné údaje pro ADT 4500:

vývoj 1975-1978,

výroba 1977-1980,

vyrobena celkem cca 200 ks



ADT 4500 (fotoarchiv VÚMS, autorka Hana Mahlerová)

4.8.3 ADT 4700

Počítač ADT 4700 byl navržen podle vzoru HP21MX-M a představoval modernizaci počítače ADT4500. Ta spočívala především ve zmenšení rozměrů jednak konstrukčním uspořádáním a jednak použitím modernější prvkové základny. Mikroprogramem řízený procesor se přesunul ze čtyř dvojnásobných desek na jednu velkoplošnou osmivrstvou desku. Ta se na jedné straně těsně napojovala na modul paměti – paměťovou vanu – a na druhé na spojovací modul – interfejsovou vanu. V prostoru mezi těmito dvěma moduly se nacházel napájecí zdroj sestavený na míru ze zdrojových prvků typu DS. Výsledkem byl kompaktní autonomní počítač bez drátové kabeláže.

Operační paměť byla polovodičová SRAM. Přímo adresovatelných 32 Kslov základní paměti bylo možné mapováním rozšířit až na 1 048 Kslov. Pracovní délka slova činila 16 bitů, paměťový cyklus byl dlouhý 650 ns. Paměť mohla být volitelně samoopravná.

Řídicí paměť měla adresový prostor 4 Kslov rozdělený do šestnácti modulů. Jeden modul obsahoval 256 čtyřadvacetibitových slov. Standardní instrukční soubor zabíral 5 modulů řídicí paměti (128 základních instrukcí + 38 instrukcí mapovacího systému). Zbývající moduly se používaly pro uživatelské programování, např. instrukce podporující zpracování dat v řídicím systému DASOR. Doba vykonávání mikroinstrukce činila 325 ns. Pro řídicí paměť se používala dvojnásobná deska. Při použití obvodů PROM 512 x 4 bylo na jedné desce možné instalovat řídicí paměť v plném rozsahu 4 Kslov.

Počítač byl standardně vybaven ochranou paměti, detekcí a ošetřením výpadku napájení a dvěma kanály DMA. Spojovací část obsahovala 16 rezervovaných pozic pro jednoduché nebo 8 pozic pro dvojnásobné interfejsové desky. Tuto kapacitu bylo možné podle nároků aplikace rozšířit o další interfejsové vany, tzv. expandery. Pro ladění nových mikroprogramů bylo možné v počítači použít prepisovatelnou řídicí paměť. Desky tištěných spojů využívaly technologii čtyř nebo osmi vodivých vrstev a byly opatřeny nepájevou maskou.

Interfejsové desky se dědily z předchozího typu ADT 4500, připojování nových přídatných zařízení však probíhalo nepřetržitě. Nová připojení byla zpětně kompatibilní. Bylo možné je použít také u předchozího typu počítače, nebo i u počítačů následujících. K počítači

bylo možné mj. připojit 29 MBytové nebo 100 MBytové disky, půlpalcové magnetické pásky, kazetové páskové jednotky, stolní snímač štítků, multiplexor terminálů (dvojnásobná interfejsová deska s mikropočítačem Z 80) umožňoval připojení osmi obrazovkových terminálů.

Za zmínku ještě stojí, že upravený minipočítač ADT 4700 byl údajně použit k animaci postavy Jožky v seriálu Nožky stonožky Božky⁶.

Software: Operační systémy DOS/ADT byly klony operačních systémů reálného času HP-1 000 a podporovaly všechna připojovaná přídatná zařízení.

Souhrnné údaje pro ADT 4700:

vývoj 1979-1983,

výroba 1983-1993,

vyrobeno celkem cca 400 ks

4.8.4 ADT 4800

Poslední verze minipočítače ADT byly připravovány na konci osmdesátých let.⁷ Jednalo se o zdokonalenou verzi ADT 4700 s použitím modernějších integrovaných obvodů převážně typu MSI, čímž se dosáhlo vyšší provozní spolehlivosti i vyšší rychlosti. Ideovým vzorem byly minipočítače HP21MX-E,F. Modul procesoru byl vybaven stále jako u předchozích typů 2 MB operační paměti. Cyklus operační paměti se zkrátil na 595 ns.

Souhrnné údaje pro ADT 4800:

vývoj 1983-1986,

⁶

⁷ <https://cs.wikipedia.org/wiki/ADT>

výroba 1987-1990,
celkem vyrobeny 4 ks

4.8.5 ADT 4900

Verze 4900 byla navíc vybavena 64bitovým aritmetickým koprocесorem⁸. Adresovací prostor řídicí paměti byl 16 Kslov x 24, v počítači bylo místo pro 3 dvojnásobné desky řídicí paměti s prvky PROM. Doba vykonávání mikroinstrukce se podle typu mikroinstrukce zkrátila na 175 nebo 280 ns. Čtyřnásobná velikost řídicí paměti umožnila realizovat řadu problémově orientovaných instrukcí, jako rychlý fortranský procesor FFP, mikroprogramy na podporu budování distribuovaných systémů aj. 2 MBytová operační paměť (standardní nebo samoopravná) se vešla na jednu desku, stejné desky se použily pro konstrukci RAM disku, který v řadě aplikací nahradil paměti diskové. V té době se však už objevily tuhé disky 5,25“, které postupně nahradily kazetové i výměnné disky i v dřívějších instalacích ADT 4700 i ADT 4500. Tyto verze počítačů ADT se však už do sériové výroby nedostaly.

Následníkem řady ADT měl být minipočítač SP 70 (ekvivalent HP21MX-E special) vyvíjený ve VÚMS v letech 1987-1990, ale k jeho výrobě již nedošlo.

⁸ z článku HAAS, Karel. Konstrukční řešení nové řady počítačů ADT 4800/4900. In: *Minipočítače ADT*. Dům techniky ČSVTS České Budějovice, 1990.

4.8.6 Vojenské mobilní minipočítače MOMI

Československá lidově demokratická armáda byla do roku 1989 vybavena výpočetní technikou výhradně z tuzemské produkce nebo ze zemí bývalého RVHP - byly k tomu kromě politických i ekonomické důvody. Postupně se značně začal projevovat nárůst zpoždění technologické úrovně v této oblasti v porovnání se západními zeměmi. Snaha zavést výpočetní a automatizační techniku do procesu velení a řízení ČSLA sahá do poloviny 50. let, kdy byla vybudována Strojněpočetní stanice MNO. Vybavení tvořilo několik děrnoštítkových strojů typu ARITMA zaměřených na hromadné zpracování dat. Postupem času byla armáda vybavena sovětskými počítači MINSK 21, 22 a 32, československými počítači EPOS 1 a EPOS 2. Od roku 1975 do roku 1991 sloužily ve výpočetních střediscích ČSLA stacionární počítače středního výkonu EC 1030 nebo 1045. Postupně byly nasazovány stále novější typy počínaje výpočetní technikou projektu SMEP zastoupené počítači SM, počítači ADT, později osmibitovými počítači TEXT 01 až po moderní počítače typu PC a Silicon. Specifickou a samostatnou kapitolou ve vývoji výpočetní techniky znamenaly mobilní výpočetní prostředky pro práci v polních podmínkách. První vlašťovkou byla děrnoštítková souprava MOST. V 70. letech vznikla převozní počítačová souprava PŘÍPRAVA. V těchto letech vznikly i pojízdné výpočetní automaty CONSUL 261 a 266, které u vševojskových, leteckých a ženijních svazků zabezpečovaly zpracování taktických, technických a týlových výpočetních kalkulací. Ve druhé polovině 80.let byl zaveden nový zodolněný osmibitový počítač PTAS. Dalším zajímavým polním automatizačním prostředkem byl sovětský výpočetní systém PASUV. Byl umístěn v několika obrněných transportérech na podvozku BVP-1 a umožňoval provoz a komunikaci mezi jednotlivými systémy i za přesunu. V naší armádě se příliš neosvědčil. Níže zobrazený mobilní počítač MOMI, zabudovaný v kontejneru, který je umístěn na terénním automobilu Tatra T-148 se dostal do služby ČSLA v průběhu 80. let. Mobilní počítače MOMI byly postaveny na bázi minipočítačů ADT 4300 a ADT500 československé výroby. Soupravy MOMI 2 a MOMI 3 umožňovaly výstavbu terminálových sítí v polních podmínkách na vyšších stupních velení (armáda a front). Jednotlivé soupravy počítačů MOMI byly zařazeny ve výpočetních střediscích Západního vojenského okruhu v Táboře (středisko dislokované v posádce Drhovice), a 1. a 4. armády (posádky Příbram a Písek). Zobrazená počítačová

souprava MOMI - typ ADR 4500 M1, výrobní číslo 001 byla vyrobena v roce 1986 v Závodech průmyslové automatizace n.p.Čakovice.⁹



Pracoviště operátora počítače MOMI-2



Aparatura utajeného přenosu dat počítače MOMI-2

⁹ Text převzat z webu

http://www.brigadyr.net/pozemni_technika/den_spojavaciho_vojska_07/mobilni_pocitac_momi/mobilni_pocitac_momi.htm. Viz též <https://www.100sv.army.cz/historie>.



Počítač MOMI-2 v izotermickém kontejneru na automobilu Tatra 148

Obr. Mobilní vojenské minipočítače MOMI 1, 2 a 3 (Z knihy BURIAN, Michal a Jiří RÝC. *Historie spojovacího vojska*. 1. vyd. Praha: Ministerstvo obrany České republiky - Agentura vojenských informací a služeb, 2007, 247 s. ISBN 978-80-7278-414-1.str. 204.)

4.8.7 Přehled vývoje minipočítačů ADT

převzato z časopisu VÝBĚR INFORMACÍ Z ORGANIZAČNÍ A VÝPOČETNÍ TECHNIKY, č. 2, 1983, s. 189-195, Automatizace a výpočetní technika, článek Ing. Miroslava Kepky

Cílem tohoto článku je souhrnně zhodnotit zkušenosti získané při zavádění systémů ADT v letech 1973 až 1983 a poukázat na jejich přínos k vývoji a využití minipočítačů nejen v oblasti ASR TP [automatizované systémy pro řízení technologických procesů], ale i v jiných aplikacích a stručně zmínit některé zajímavé aplikace těchto systémů a omezující faktory související s jejich aplikací. Článek by měl seznámit odbornou veřejnost se současným stavem techniky a jeho vyhlídkami do budoucna.

1. Úvod

Aktuálním rokem bude 10. ročník, protože uživatelé v naší zemi obdrželi první minipočítače řady ADT 4000 a ADT 4100 od ZPA v Trutnově a o dva roky později také typ ADT 4300 od ZPA Čakovice. Oblast jejich původně zamýšleného použití je definována jejich označením. Zkratka ADT je zkratka pro analogovou digitální technologii a tento systém se ve skutečnosti začal vyvíjet ve VUMS [Výzkumný ústav pro matematické stroje] jako digitální součást hybridního systému ADT 7000, který zahrnoval také analogovou část ADT 3000 zkoumanou ve VUMS Praha a vyvinutý společností Aritma v Praze (v závodě, který byl později převeden do ZPA Čakovice). Tento nový hybridní systém pokračoval v mnohaleté tradici ve vývoji analogové technologie v ČSSR a díky své digitální části poskytoval našim uživatelům mimořádně dobře koncipovaný minipočítač, na který byla velká poptávka, která byla dosud uspokojována dovozem, částečně z nesocialistických zemí (hlavně HP 2116) a částečně z SSSR (systémy M 600 a M 7000). Kompatibilita systému ADT s těmito importovanými systémy nabídla velkou výhodu v tom, že bylo možné navázat na zkušenosti získané při provozu dříve dovážených systémů a dokonce převzít aplikační programy (i když ne vždy jen s malými úpravami). Nedostatek zkušeností a pravděpodobně snaha o zpřístupnění levného a kompaktního systému vedl k omezení rozsahu úložiště operační paměti na 4 - 8 K slov; brzy po zahájení nebo výrobě musela být rozšířena na kapacitu 16 K slov. I ta se později ukázala být příliš malá pro mnoho aplikací. ADT byl určen především pro použití v hybridních systémech, ale praktické aplikace a požadavky uživatelů obrátily situaci úplně vzhůru nohama a minipočítače ADT začaly hledat mnoho aplikací v oblastech zcela odlišných od těch, pro které byly původně určeny. Člověk se může ptát, proč se to stalo. V té době na světě došlo k bouřlivému nárůstu používání minipočítačů pro automatizaci v nejrůznějších oblastech a díky technickým vlastnostem systémů ADT byly tyto systémy vhodné a dosažitelné pro takové aplikace v naší zemi.

2. Počáteční praktické aplikace

První rozsáhlejší aplikací systému ADT bylo jeho použití v digitálním informačním systému CIS 3000 pro velký investiční projekt elektrárny Tušimice II. Cílem použití takového rozsáhlého informačního systému bylo zjednodušit řízení bloku 200 MW elektrárny, což se také odrazilo ve zjednodušení celého velínu elektrárny. Informace o činnosti bloku byly koncentrovány v kondenzované a analyzované formě na obrazovém displeji (displeji) s rozlišením potřebných priorit pro kritické a omezující stavy. Systém neustále monitoroval

tisíce analogových a binárních dat a byl také schopen poskytovat výtisk této informace opačně prostřednictvím vestavěného podprogramu „postmortem“ (30 minut vzad), což v případě poruchy nebo nehody umožnilo provést analýzu a určit její příčinu. Použití informačního systému před dostupností skutečného automatizovaného řídicího systému se ukázalo jako riskantní, ale odvážný krok, který umožnil pokračující vývoj na základě takto získaných zkušeností, které se později zhmotnily v systému CIRIS. Tyto rozsáhlé informační systémy byly potom použity v jiných elektrárnách v Dětmarovicích a Chvaleticích, v Čížkovické cementárně a elektrárně generace plynu ve Vřesové. Hlavní průkopnické úsilí v této oblasti vyvinul VUAP [Výzkumný ústav pro automatizační systémy] Praha, který pro tyto systémy sestavil základní software, včetně speciálních aplikačních programů, a pro systém ADT vybral a připojil vhodná periferní zařízení, včetně vývoje náročná na stavy a výstupy pro připojení k elektrárně (DASIO), která byla později vyrobena podnikem Metra v Blansku. Jako externí paměti byly použity magnetické bubnové paměti z Polska (s kapacitou 0,256 MB). Kromě těchto aplikací byly systémy ADT použity pro vědecké a technické výpočty v mnoha počítačových centrech a také v jejich původní oblasti použití - v hybridních systémech. Pozitivním aspektem jejich využití bylo to, že v krátké době od zahájení výroby byl k dispozici základní software vyvinutý VUT [Brno], ve spolupráci s VUMS a VUAP Praha. Dostupná cena systémů (v průměru 1,5 milionu Kčs) v jejich základních sadách, malá poptávka po klimatizaci a dobrá provozní spolehlivost vyžadující minimální počet obsluhujícího personálu, vynutily expanzi výroby zavedením paralelní výroby v ZPA Čakovice, ve kterých byla zahájena výroba systému ADT 4300 v roce 1975.

3. Požadavky na další zlepšování a technický rozvoj

Pozitivní výsledky získané v počátečních aplikacích a dosažené úrovně zkušeností poskytly podnět pro další technický rozvoj systému ADT, pro lepší modely na jedné straně a rozšiřování použitelných periferních systémů na straně druhé. To se projevilo ve zlepšeném výkonu (počet operací za sekundu) a také v rozšíření paměti operační paměti na 128 K slov (s mapovacím systémem až 1 M slov), protože rozsáhlejší systémy vykazovaly omezenou kapacitu pro lepší využití a složitější algoritmy. Plná kompatibilita softwaru zdola nahoru byla zachována, přestože provozní kód poskytoval snadnější výkon mnoha operací. Praktické operace potvrdily, že nové typy systémů ADT zvládají i staré programy bez nutnosti úprav a manipulují s nimi třikrát rychleji. Velkou výhodou těchto nových typů bylo rozšíření kapacity hlavní paměti na 2 MB. Kromě toho byla do systému ADT postupně přidávána všechna nová

periferní zařízení, což zajišťuje jejich velkou přizpůsobivost a modulární konstrukci. Zlepšení základního softwaru, a to jak v oblasti vysoce výkonných operačních systémů (DOS 3, DOS 4), tak v začlenění dalších překladatelů a softwaru pro přenos dat a vytváření počítačových sítí postupovalo ruku v ruce s vývojem hardware. Aplikace v oblasti ASŘ TP vyvolaly tlak k dosažení vysokého stupně spolehlivosti systému, což byla skutečnost, která měla pozitivní vliv na samotnou výrobu a na výběr komponentů, což vyvolalo požadavek na přidání paměti kazetových disků s vyšší kapacitou a později velkokapacitní diskové paměti. V počátečním období vývoje SMEP byl do tohoto mezinárodního projektu začleněn systém ADT jako SMEP 1 (SMEP 1 a SMEP 2 navazovaly na řadu počítačů Hewlett Packard [HP]). Po úspěšném absolvování předepsaných mezinárodních testů v Bratislavě však československý systém SM 1 nebyl doporučen ani přijat do jednotné série představenstvem hlavních konstruktérů kvůli technickým konstrukčním rozdílům se sovětským systémem SM 1-2, které — ve srovnání se systémem HP - použil speciální kanál (2 K), zatímco československý systém si zachoval svou plnou kompatibilitu se systémem HP. Vývoj systému pak pokračoval jako součást národního programu SMEP a v rámci projektů, ve kterých systémy ADT našly své plné uplatnění. Byly připraveny rozšíření původní rámcové verze o novou moderní stolní verzi, která našla pozitivní reakci mezi uživateli, zejména pro menší systémy.

4. Omezení faktorů, širší použití ADT.

Ačkoli se vývoj minipočítačů ADT v nejrůznějších odvětvích naší národní ekonomiky ukázal jako velmi úspěšný, později se ukázalo, že výroba periferních zařízení byla podceňována, což vedlo ke kritickému nedostatku. Naše vlastní produkce ČSSR byla orientována pouze na čtečku děrných pásek a stolní čtečku děrných karet (EC 6112). Speciálně pro ADT (EC 5069) byl vyvinut kazetový disk o kapacitě 3 MB, opatřený ochrannou známkou KDP 720 ve Zbrojovce Brno. Nicméně, jeho výroba byla vážně omezena v důsledku své nedostatečné kapacity, což se doplní výrobou pamětí s výměnnými disky v EC 5058 (DP 4) pro systémy JSEP EC 1021. Stručně řečeno: podařilo se nám vyrobit systémy ADT, ale většina jejich periferních zařízení musela být importována. Jednalo se především o následující systémy: děrovač karet (Polsko), zobrazovací jednotka (Maďarsko), malá magnetická páska (Polsko, Bulharsko), malá řádková tiskárna (Maďarsko), kazetové disky (Bulharsko) a později také flexibilní disky (Maďarsko). Tento omezující faktor nepříznivě ovlivnil jak vývoj ADT systémů, tak jejich efektivní aplikaci a využití, protože systémy byly zpočátku dodávány pouze v jejich základní omezené konfiguraci s příslibem, že budou

později chybějící periferní zařízení doplněna. Tato kritická situace trvala až do roku 1981-82, kdy byla výroba kazetových disků ve Zbrojovce Brno značně zrychlena a v Tesla-SE (Orava) byla zahájena výroba zobrazovacích jednotek českého typu SM 7202, ale nedostatek flexibilních diskových jednotek a malých magnetických pásek stále přetrvává a musí být dováženy z Bulharska a Polska. Ukázalo se, že úspěšná aplikace minipočítačů vyžaduje nejen zajištění spolehlivého procesoru, ale také výrobu potřebných periferních systémů. V případě aplikace systémů ADT v ASŘ TP byla vyvinuta dobrá a nezbytná periferní jednotka VUAP - jednotka pro komunikaci s médiem DASIO 600, kterou vyrábí Metra v Blansku. V těchto aplikacích nebyl nedostatek periferních systémů pocíťován příliš silně, protože o import požadovaných periférií se lze snadno postarat v rámci investiční výstavby. Tyto potíže vedly k přiměřenému a rozumnému závěru pro zbývající roky současného pětiletého plánu, konkrétně k zajištění přiměřeného počtu klíčových periférií (kazetové disky, pružné disky, malé magnetické pásky) domácí výrobou, včetně zavedení výroby nové magnetické pásky pro minipočítače na základě jejího domácího vývoje koncernu ZVT v Banské Bystrici. Došlo také k problémům s poskytováním hardwarových a softwarových služeb, ty však byly postupně překonávány. Základním požadavkem kladeným na minipočítač je vysoká provozní spolehlivost celého systému. Vzhledem k malému počtu součástí v procesoru je možné dosáhnout požadovaných standardů spolehlivosti řádově několik tisíc hodin za poruchu ($T_0 > 2000$ hodin); při systémovém použití se hlavní problémy setkávají se spolehlivostí periferních systémů, v případě velkého systému hlavně v jejich velkém počtu, aniž by byla učiněna opatření pro poskytování náhradních dílů. Vždyť v mechanických systémech je vždy stanovena konečná mez spolehlivosti, kterou lze překonat pouze poskytnutím rezerv nebo zdvojnásobením takových systémů. To však způsobuje další množení periferních systémů, které jsou stále nedostatečné.

5. Zajímavé oblasti aplikace systémů ADT

Prezentace vyčerpávajícího přehledu všech aplikací systémů ADT dnes přesahuje rozsah krátkého článku. Je třeba zdůraznit, že systémy ADT se používají v nejrůznějších oblastech národního hospodářství, od rozsáhlých systémů v ASŘ TP pro hromadné zpracování dat až po jednoúčelové jednoduché aplikace ve specializovaných měřicích přístrojích. Z tohoto rozsáhlého pole jsou vybírány pouze typické a zajímavé aplikace:

1. CIS 3000 - digitální informační systém založený na systému ADT 4100 s 32 K slovní paměti, externí magnetická bubnová paměť (importovaná z Polska), systém pro připojení k objektu DASIO 600, speciální software s operačním systémem (INFOS), počítačová rezerva zdvojnásobením. Systém byl určen pro získávání a analýzu informací ve velkých investičních celcích, jako jsou elektrárny, plynárny, cementárny. Aplikace: - Tušimice II, Dětmárovice , Chvaletice elektrárny, - Čížkovice Cementárna - Vřesová plynárny, -nuclearní elektrárny, pro integraci informací ze systému Titan II - INFORMACE systems z oceláren (HS 320-Vítkovice), - vodní elektrárny na Vltavské kaskádě.

2. CIRIS - digitální a řídicí systém založený na ADT 4400 (4500) s paměti až 128 až 256 KB, externí kazetovou paměti 5 MB, systém pro připojení k médiu DASIO 600, celkem tři procesory pro vzájemnou rezervu, speciální software. Systém je určen pro získávání a analýzu informací a souběžné provádění řídicích algoritmů na základě systémů IRIS a KORAL (až 50 regulačních smyček v závislosti na rozsahu operační paměti). Aplikace: - Elektrárna Mělník III, - vysoká pec č. IV - Vítkovice , - Mlékárna Česká Lípa , - Centrální trafostanice Chrast u Plzně, - Řízení dopravy na dálnici v Praze - linka B, nový dispečink, - Litex Chrastava Textilní průmysl - dokončení ovládání strojů.

3. ZTK - systém pro ovládání svařovacího zařízení (automatizovaný): jednoduchý řídicí systém pro svařování kol kompresoru a svařování na lopatkách rotoru. Poskytuje vodítko pro svařování drátu v technologicky obtížných podmínkách. Systém je založen na počítači ADT 4100 se zvláštním periferním zařízením. Aplikace: — ČKD podnik — Kompresory Praha se týkají podnikání.

4. NS 720 - digitální řídicí systém pro řízení obráběcích strojů: centrální část je tvořena procesorem ADT, který zpracovává skutečné řízení a také ukládá programy pro jednotlivé technologické operace.

5. IVU - integrované výrobní úseky: základ systému tvoří tři systémy ADT 4500 v rezervním režimu. Programy pro jednotlivé operace technologické linky jsou uloženy centrálně v paměti operační paměti a jsou přenášeny na jednotlivé stroje vybavené pouze

interpolátory a členy V/V. Systém byl postaven ve VUOSO [Výzkumný ústav obráběcích strojů a obrábění]. Aplikace: —TOS [Výroba obráběcích strojů] Olomouc.

6. ASM TS - automatizovaný systém pro měření točivých strojů: základnu systému tvoří počítač ADT 4500 s řadou digitálních měřicích přístrojů a inteligentních terminálů IT 10 připojených ke sběrnici IMS 2 . Systém je určen pro měření charakteristik elektromotorů i dieselových motorů ve zkušebnách. Automaticky provádí všechna předepsaná měření na zkušebním stanovišti, včetně charakteristik zatížení. Aplikace: — ČKD Trakce, Moravské elektrotechnické podniky Mohelnice , ČKD dieselové motory Praha.
7. Hmotnostní spektrograf vytvořený v Tesle Brno: Systém ADT 4500 (dříve ADT 4100) tvoří analytickou část pro Fourierovu transformaci a zobrazování výstupů měření na zapisovači. Systém nelze vyrobit bez počítače.
8. Zpracování dat - kontrola ukládání textilních materiálů v Unitexu Brno:
Systém je založen na ADT 4300, který je vybaven kazetovými disky D 120 (importovanými z nesocialistických zemí) s kapacitou 10 MB. Role systému je vést centralizované záznamy a zásoby materiálu (příchozí a odchozí), rychlé objednávky, vést záznamy o zásobách materiálu, lokalizovat požadované položky, včetně plánu trasování stohování nákladních vozidel do skladu. Tento systém je dosud nejsložitějším systémem pro zpracování dat založeným na minipočítači. Jeho software byl připraven organizací Incotex v Brně na základě operačního systému DOS 3 a databázového systému DBS 1000 pro ADT. Kromě výše uvedených lze nalézt mnoho dalších příkladů, zejména v laboratořích a v oblasti vědeckých a technických výpočtů.

6. Posouzení významu systémů ADT pro národní ekonomiku

Vzhledem k tomu, že první dodávky systému ADT začaly v roce 1973 od ZPA Trutnov (typy ADT 4000 a 4100) a od roku 1976 také od ZPA Čakovice (typ ADT 4300) a v krátké době byly systémy technicky inovovány se značným zlepšením jejich výkonové vlastnosti (ADT 4400 a ADT 4500), letos se tyto systémy vyrábějí již 10 let. Počet používaných systémů již dnes přesahuje 500 jednotek a vzhledem k jejich mnoha úspěšným aplikacím se předpokládá, že bude pokračovat ve výrobě i v současném pětiletém plánu, takže

výroba překročí 1 000 systémů. Produkce v sedmém pětiletém plánu je plánována na roční objemy 100 - 110 jednotek ročně s mírným poklesem ke konci tohoto pětiletého plánu. Celková produkce se odráží v následující tabulce: Pátý pětiletý plán Šestý pětiletý plán Sedmý pětiletý plán 11 jednotek 387 jednotek -500 jednotek Pokud odhadneme průměrnou cenu jednoho systému na 2 miliony Kčs , vstup do národního hospodářství bude představovat přibližně 2 miliardy Kčs v hodnotě systémů. Tato částka však představuje pouze valorizaci hardwaru, ale ne úsilí, které šlo do softwaru, jehož hodnota je prozatím měřena pouze kapacitou vynaloženou na jeho vytvoření v tzv. Mužských letech. Odhaduje se, že samotný základní software představuje hodnotu řádově několik set (asi 900) mužských let, což představuje zhruba hodnotu 630 milionů Kčs , a software ve zvláštních aplikačních programech činí alespoň tolik, nebo spíše dvojnásobek této částky. To znamená, že celkové prostředky investovány do rozsahu softwaru mezi Kčs 1,260 milionu a Kčs 1,890 milionu, což je v souladu s celosvětovými zkušenostmi, protože podíl vynaložený na hardware a software má tendenci být identický (v poslední době, výdaje na software mají tendenci převažující nad těmi pro hardware). Pokud vezmeme v úvahu důležitost systémů ADT pro národní ekonomiku pouze z tohoto hlediska, je třeba konstatovat, že prostředky investované do tohoto systému představují několik miliard korun, a jak ukazují zkušenosti, jejich hodnota bude mnohokrát obnovena, jak je také ukazují celosvětové zkušenosti. Za předpokladu, že tyto systémy mají životnost přibližně 7 let a návratnost investic (v průměru) 2 roky, příspěvek ze strany ADT minipočítačů během doby, kdy jsou v provozu, lze odhadnout na přibližně Kčs 10 miliard, rozhodně není zanedbatelné množství. Z jiného hlediska je třeba zdůraznit, že výroba systémů ADT ve své době představovala podstatné antidumpingové opatření, konkrétně v kritickém období let 1978-81, kdy s výjimkou minipočítače SAPI neexistoval žádný jiný vhodný typ minipočítače dostupný na domácím trhu. První zkušenosti se zavedením ASŘ TP byly získány převážně s použitím systémů ADT. Nízká cena systému rozšířila oblast aplikací výpočetní techniky i do oblastí, do nichž drahý systém JSEP dosud nepronikl, jako jsou laboratoře, výzkumná střediska, specializované operace a mnoho dalších aplikací. Tato fakta jsou realitou, kterou je třeba vzít v úvahu při dalším vývoji aplikací.

7. Závěr

Z toho, co bylo řečeno, vyplývá, že systémy ADT přicházely do výroby v době, kdy byla velká poptávka po minipočítačích, a i když jejich původním úkolem bylo najít uplatnění v hybridních a analogových systémech, skutečná potřeba se pro ně našla v oblastech zcela

odlišných od těch, pro které byly určeny a plánovány. Přesto našli plné uplatnění ve všech oblastech, které poskytly podnět pro jejich inovaci a expanzi přidáním mnoha nových periferních systémů, které však pro jejich uživatele vytvořily bariéru omezující spontánnější vývoj aplikací a efektivní využití. Vývoj vlastního softwaru získal plnou podporu a pozornost od samého začátku s ohledem na specializované aplikace, což se velmi pozitivně projevilo i u uživatelů, kteří vyvíjeli své vlastní aplikační programy. Z hlediska počtu aplikací dosáhne počet systémů vyrobených do konce roku 1985 celkem přibližně 1 000 jednotek, což představuje vysokou částku investice do národního hospodářství, což je částka, která není ani zdaleka zanedbatelná. Je tedy logické, že dbáme na to, aby těžce vydělané zkušenosti a hodnoty generované v softwaru mohly být v plném rozsahu převzaty a v budoucnu přeneseny do nových mikropočítačových systémů, které zaručí plnou kompatibilitu programů a zaručí jejich prezentaci uživatelům, že náklady a úsilí vynaložené na generování speciálních aplikačních programů nebudou zbytečně obětovány.

BIBLIOGRAFIE

1. Monografie ze seminářů pro uživatele ADT, Technologický dům Československé vědecko-technické společnosti v Českých Budějovicích, svazky za roky 1976-1982.

4.8.8 Bibliografie k ADT

Ing. Pavel Kudrnovský	AVT 25/20	Architektura minipočítače ADT 4500 (SM-1)
Jiří Damborský, prom.mat., CSc.	25/28	ADT 4500 (SM-1) - mikrokód a mikroassembler
Ing. Antonín Weinert	25/33	ADT 4500 (SM-1) - Software
Ing. Bohumil Mirtes, CSc.	25/40	Architektura počítače SM-4
Ing. Jan Kudláček	25/53	Sběrnice minipočítače SM-4 a interfacové obvody
Jiří Kodera	25/65	Programové vybavení počítače SM-4
Vladimír Ševčík, prom.mat., Ing. Jiří Kodera	25/71	Simulační a interpretační programy mikropočítače MDT-1000
Ing. Jaroslav Bureš, Ing. Karel Marvan	25/75	Terminálový systém IT 10 - Architektura
Ing. Hynek Sechovský, Ing. Jiří Smíšek	25/99	Mikroprocesor MDT 1000 - Architektura

Ing. Karel Ebert	25/107	Mikroprocesor MDT 1000 - Mikrosoftware
Ing. Otakar Děták	25/117	Operační polovodičová paměť s obvodem 4K-RAK
Ing. Jiří Kupa	25/124	Jednotné charakteristiky konstrukce SMEP
Ing. Jaroslav Hrabal	26/59	Stejnoseměrné napájecí zdroje počítače ADT 4316

Analogové počítače

4.9 Vladimír Vand

Začátky československých analogových počítačů sahají až do období před druhou světovou válkou. Průkopníky tohoto oboru se stali astronom Vladimír Vand a matematik Antonín Svoboda, které osud svedl dohromady při výkonu základní vojenské služby v roce 1936. Podíleli se společně na vývoji mechanického protiletadlového zaměřovače založeného na řešení diferenciálních rovnic extrapolujících pohyb letadla a protiletadlové střely. Další historie tohoto zaměřovače je známa z životopisu Antonína Svobody. Ovšem i Vladimír Vand, ačkoli nebyl pracovníkem VÚMSu, si zaslouží podrobnější zmínku jakožto počítačový guru, který po válce v emigraci dosáhl pozoruhodných vědeckých výsledků. Jeho životní osudy zpracovala Alena Šolcová společně s Vandovým synovcem Michalem Křížkem, profesorem a doktorem věd z Matematického ústavu AV ČR, v publikaci Cesta ke hvězdám i do nitra molekul. Osudy Vladimíra Vanda, konstruktéra počítačů, Vandova konstrukce mechanických počítačích strojů, kterou vydal Matematický ústav v Praze v roce 2011.

Citujme:

Koncem roku 1946 se Vand zabýval myšlenkou, jak sestrojít počítač, protože počítání struktury krystalů pomocí rentgenové difrakce vyžadovalo mnoho času. Ručně počítal jen dvourozměrné projekce a ty jen na dvě desetinná místa. Jeden výpočet mu trval dva dny. Vand chtěl ale řešit trojrozměrné úlohy a na tři desetinná místa. Proto navrhl jednoúčelový počítač stroj obsahující okolo miliónu ocelových kuliček, které se kutálejí po mnoha lištách a slouží k přenosu dat a uchování numerické informace. Před Vánocemi 1946 o tom rodičům píše:

„Vymyslel jsem si stroj, který výpočet provede během několika dní, zatímco jinak by trval přes rok. To bude Tonda Svoboda čubrnět, až mu o tom napíše.“

Stručný popis svého vynálezu uveřejnil Vand v časopise Nature v roce 1949 (viz Vand, V., A mechanical calculating machine for X-ray structure factors, Nature 163 (1949), 169–170. Zbl 0031.22302.a obr.)

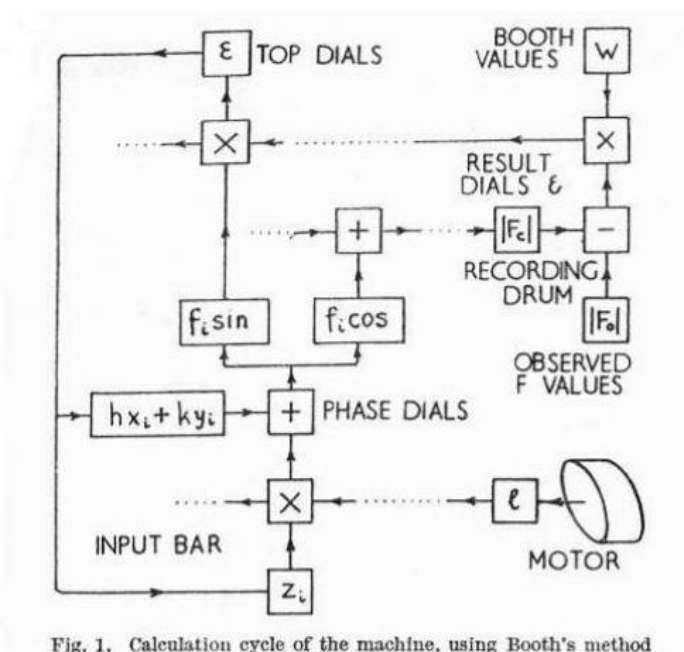
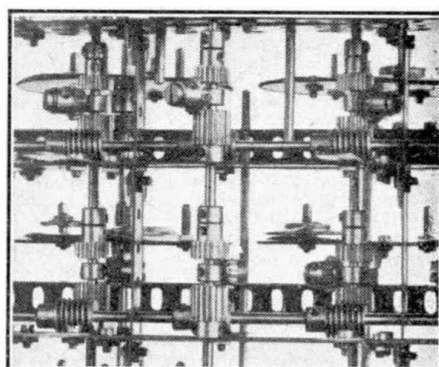
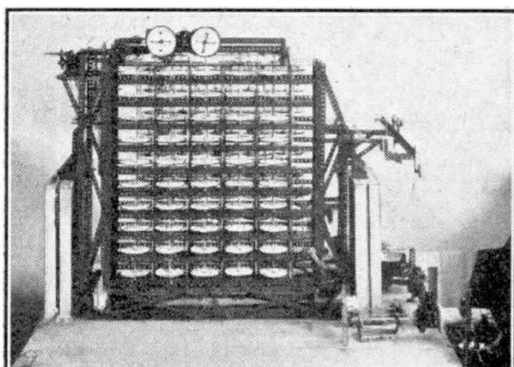


Fig. 1. Calculation cycle of the machine, using Booth's method

a Svobodovi poslal plány a fotografie. Vandův stroj počítal koeficienty třírozměrných Fourierových řad. Přijeli se na něj podívat odborníci z Edinburghu a Sheffieldu.

Dr. Schoone z Utrechtu se v březnu 1949 přijel podívat na Vandův počítač, který umožňoval počítat strukturu molekul až o 24 atomech z difrakčních rentgenogramů krystalů. Schoone však potřeboval stanovit strukturu strychninu $C_{21}H_{22}N_2O_2$ se 47 atomy. I když výpočetní složitost roste se čtvrtou mocninou rozměru molekuly, Schoone se domníval, že obrovský mechanický počítač až pro 120 atomů by mohl být stále mnohem levnější než elektronický počítač. V roce 1949 tedy Vand zkonstruoval na podobném principu další počítač, který byl 4krát menší a přitom mohl počítat mnohem složitější molekuly.



Obr. Vandův mechanický počítačový stroj. (Podrobnosti o tom, jak vlastně Vandův stroj počítá, jsou uveřejněny v [Vand, V., Magnifying 100 million times, The Meccano Magazine 36 (1951), 247.].

I když mechanické počítače představovaly slepou větev ve vývoji výpočetní techniky, Vandův nový počítač odhalil strukturu obrovské molekuly trilaurinu $C_{39}H_{74}O_6$ se 119 atomy (což byl tehdy rekord). Trilaurin je ester glycerinu s kyselinou laurovou. Vand zjistil, že molekula trilaurinu má uprostřed glycerin, na který jsou navázány tři řetězce kyseliny laurové.

Na konferenci v Londýně v roce 1950 měl Vand přednášku o počítačích strojích. Byly tam mj. vystaveny dva počítače založené na Vandových myšlenkách. Jeden z nich nechal postavit Lawrence Bragg, šéf slavné Cavendishovy laboratoře v Cambridge, a druhý byl postaven na Univerzitě v Cardiffu.

V roce 1951 Vand publikoval článek Magnifying 100 million times. V jeho úvodu připomněl, že optickým mikroskopem nelze dosáhnout více než 3000násobného zvětšení, protože nelze pozorovat detaily menší, než je vlnová délka viditelného světla. Elektronový mikroskop může zvětšovat až 100 000krát. Cílem Vanda však bylo pozorovat jednotlivé atomy. K tomu je ale zapotřebí zvětšení řádově milionkrát. Vand upozorňuje, že ale zatím neumíme zkonstruovat čočky pro paprsky X, jejichž vlnová délka odpovídá rozměrům atomu. V případě krystalů lze však využít difrakce a interference paprsků X a příslušný obraz vypočítat tak, jako by jej zobrazila čočka. Vand si jako jeden z prvních uvědomil, že difrakční obrázky lze zpracovat výkonným počítačem, a ten tak vlastně slouží jako mikroskop. Vand v [70] uvádí základní myšlenku svého mechanického stroje a dále poznamenává, že nedávno v USA Ray Pepinsky zkonstruoval podobný elektronický stroj, který umožňuje sečíst až 800 waveletových funkcí a příslušný obraz ukáže na televizní obrazovce. Sám Vand zkonstruoval podobný mechanický stroj umožňující sečíst až 100 waveletových funkcí. Jedná se vlastně o zdokonalenou verzi jeho prvního mechanického počítače, jehož popis je uveden např. v jeho dopisech ze dne 5. 1. a 17. 2. 1947.

Nelze nezmínit, že Vand je také autorem teorie o vltavínech a je po něm pojmenována planetka č. 129 595. S Francisem Crickem a Williamem Cochranem spolupracoval na výpočtu parametrů šroubovicových molekul a Nobelova cena za příspěvek k odhalení struktury molekuly DNA mu možná unikla jen o vlásek.

4.10 Analogové počítače ve VÚMS

Základy československých analogových počítačů vyvinutých ve VÚMS položili dva američtí inženýři Alfred Sarant (alias Philipp Staros) - en.wikipedia.org/Alfred_Sarant a Joel Barr (alias Joseph Berg) - en.wikipedia.org/Joel_Barr, kteří patřili ke skupině komunisticky smýšlejících amerických vědců a inženýrů, kteří během 2. světové války a po ní pracovali v USA pro sovětskou výzvědnou službu. S financováním této skupiny pomáhal milionář Alfred Stern s manželkou Marthou roz. Dobbs, jež bývá označována jako americká Mata Hari - [www.progetto.cz/The Prague fate of the American Mata Hari](http://www.progetto.cz/The_Prague_fate_of_the_American_Mata_Hari) (viz též dokument B Šafaříka v ČT z roku 2000 "Milionáři v náhradním ráji" - v iVysílání již není dostupný).

Na rozdíl od manželů Rosenbergových, kteří byli v roce 1953 popraveni za špionáž ve prospěch SSSR, se Sternovým i Sarantovi a Barrovi podařilo z USA včas uprchnout do Mexika a objevili se pak v Praze - viz kniha Waltera Schneira "Manželé, kteří ukradli atomovou bombu" - books.google.cz. Píše o nich také Karel Pacner v knize "Atomoví vyzvědači" a v článku zpravy.idnes.cz/vyslouzili-sovetsti-vyzvedaci-v-csr. Oba američtí inženýři pracovali v letech 1951-1956 pro naši armádu. Nejprve ve Vojenském technickém ústavu v Praze na Jenerálce, kde se podíleli na vývoji mobilního systému protiletadlové palby se střeleckým radiolokátorem SON9 a analogovým dělostřeleckým počítačem EÚZ I (Elektrický Ústřední Zaměřovač). To byl tedy zřejmě vůbec první československý analogový počítač. Vývoj pak pokračoval ve Výzkumném ústavu telekomunikací VÚT a následně ve VÚMS. Výsledkem byl inovovaný analogový dělostřelecký počítač EÚZ II zvaný MOZEK II - forum.valka.cz/CZK-MOZEK-vozdlo-pro-vypocet-drahy-letu a univerzální analogové počítače ANALOGON, EMDA a MEDA.

Na vojenské katedře Elektrotechnické fakulty ČVUT v Ječné ulici během studia oboru technická kybernetika se někteří studenti školili na funkci technik počítače EÚZ II.

Na spolupráci armády a VÚMS velmi pozitivně vzpomíná ve svých pamětech, uložených v Národním technickém muzeu, plukovník Ing. Miroslav Kepka, který byl

styčným důstojníkem mezi generálním štábem a VÚMS (viz též 5. díl Almanachu). Podle jeho vzpomínek pracoval na vývoji EÚZ II pak již jen Ing. Sarant bez Ing. Barra. Vývoj dotáhl do zdárného konce, takže pak za účasti sovětských expertů proběhly úspěšné zkoušky ostrých střelb celého protiletadlového systému. V té době měli Sověti k řízení protiletadlové palby údajně jen diferenciální analyzátor s trojmužnou obsluhou, která zadávala parametry počasí a polohu letadla ručně pomocí potenciometrů a šroubováků.

Na vývoji EÚZ II se vedle Ing. Saranta podílel také Ing. Bohumil Mirtes, CSc.- viz jeho životopis na webu

http://prog-story.technicalmuseum.cz/images/autorske/Golan/Mirtes_zivotopis.pdf , který pak své zkušenosti z vývoje zúročil při napsání knih Analogové počítače (SNTL 1962), Hybridní počítače (SNTL 1969) a Analogové a hybridní počítače (SNTL 1971). Ačkoliv dostal v roce 1967 státní cenu Klementa Gottwalda za vývoj trenažeru k letounu L-39, a jeho kniha Hybridní a analogové počítače sloužila jako vysokoškolská učebnice, nesměl v ní být v době “normalizace” uveden jako autor, protože nesouhlasil s okupací v roce 1968.

Oba američtí inženýři pak odešli v roce 1956 do Sovětského svazu, kde odvedli pro tehdejší SSSR ještě spoustu neocenitelné práce na vojenských projektech souvisejících s počítačovým řízením palby sovětských ponorek. Podíleli se na založení výzkumného a vývojového centra v Zelenogradu u Moskvy en.wikipedia.org/Zelenograd (tzv. ruské “Silicon Valley”), kde byl Sarant nějakou dobu dokonce ředitelem pro vědu a spadalo pod něj 20 000 inženýrů a vědců.

4.11 EÚZ

V Praze započal vývoj analogové výpočetní techniky mezi léty 1951 až 1953, kdy byly zahájeny přípravné práce na návrhu a konstrukci speciálních analogových zařízení. První speciální jednoúčelový elektronkový analogový počítač s přesnými počítacími tyčovými potenciometry byl dokončen ve Vojenském technickém ústavu na Jenerálce pod označením EÚZ I. Vývoj pokračoval ve Výzkumném ústavu telekomunikací TESLA v roce 1955. Počítač EÚZ I se pak vyráběl v roce 1957 v TESLE Strašnice. O rok později se

realizovala výroba tohoto typu počítače v závodě TESLA Elektrosignál (později ZPA Čakovice, závod Vysočany), kde se pak začala vyrábět také vědeckotechnická verze, jejímž pokračovatelem byla od roku 1960 tranzistorová verze, a později integrovaná verze počítačů řady MEDA.

Elektronický ústřední zaměřovač EÚZ II (též známý pod označením MOZEK II) byl součástí mobilního řešení řídicího centra protiletadlové baterie, jež kromě protiletadlových kanónů ráže 57 mm nebo 85 mm obsahovalo ještě střelecký lokátor SON 9 a elektrocentrálu. Počítač EUZ II byl zabudován v nákladním automobilu TATRA 805 (zvaném Kačena) ve skříňovém provedení. Vstupní elektrické údaje o letícím cíli se z radiolokátoru přiváděly na vstup počítače EÚZ, kde je elektronika pomocí analogového řešení diferenciálních rovnic extrapolujících dráhu letu a určujících nejpravděpodobnější místo zásahu převáděla na výstupní signály napájející selsyny, jež pak přímo řídily natáčení (náměr a odměr) protiletadlových kanónů.

Součástí vybavení bylo ještě zařízení STOPA pro záznam dráhy letícího cíle a telefonní pojítko TZ 57. Jeden z pamětníků vzpomíná na webu <https://www.valka.cz/CZK-MOZEK-vozdlo-pro-vypocet-drahy-letu-t38201#144877> na problémy se spolehlivostí součástek, což znamenalo vždy před ostrými střelbami důkladnou kontrolu celého zařízení. Zmiňuje též přepínač s pojistkou proti náhodnému přepnutí, jenž obracel vstupní údaje o poloze cíle z radiolokátoru o 180 stupňů. Při cvičných střelbách musel být přepínač samozřejmě v poloze přepnuto, čímž byla protiletadlová děla orientována na pomyslný cíl, pohybující se v zrcadlové rovině k cíli skutečnému. Při nesprávné poloze přepínače se jednou stalo, že salva byla vypálena omylem na skutečný cíl a pilot měl co dělat, aby vyvázl se zdravou kůží.

4.12 Bibliografie k EÚZ

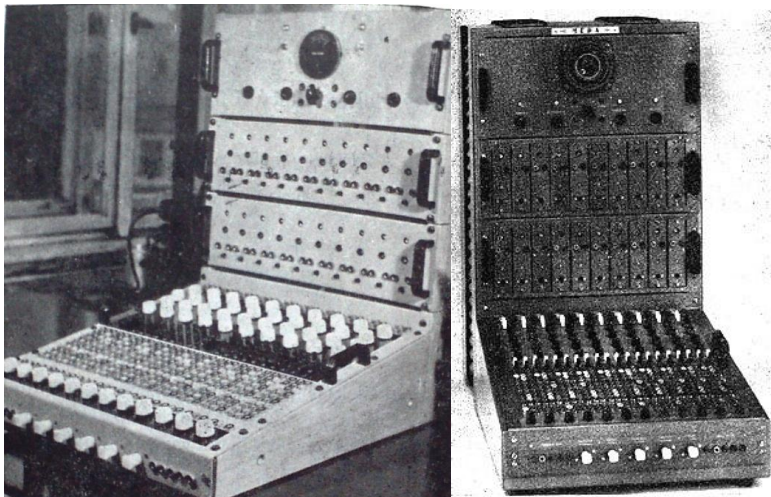
Frk,M., Hrbek, V. a kol.: 30 let československého elektrotechnického a elektronického průmyslu (1948-1978). SNTL Praha 1978, 553 str.

fotodokumentace – viz <https://www.valka.cz/CZK-MOZEK-vozidlo-pro-vypocet-drahy-letu-t38201#144877>

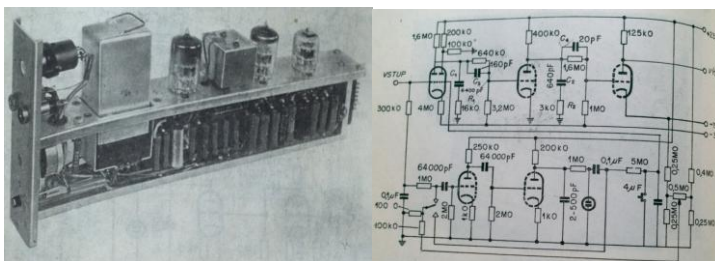
4.13 MEDA1, MEDA2

V polovině 50. let se vývoj EÚZ přesunul do Výzkumného ústavu telekomunikací v Praze (VÚT), kde byl na jeho základě vyvinut pod vedením Ing. Jiřího Škardy v roce 1956 první čs. malý elektronický diferenciální analyzátor MEDA 1 a MEDA 2. Počítače byly elektronkové a obsahovaly servomechanický systém pro přesné nastavování potenciometrů. Jako výstupní zařízení těchto počítačů se používaly pomaloběžné elektronkové osciloskopy ODA a servomechanické zapisovače BAK II.

Další vývoj tohoto zařízení převzal Výzkumný ústav matematických strojů, kam skupina vývojářů výpočetní techniky z VÚT přešla začátkem roku 1960. Sériová výroba diferenciálního analyzátoru MEDA se pak rozběhla v roce 1958 v n. p. Tesla Vysočany. Tento elektronkový univerzální počítač první generace se vyráběl úspěšně až do roku 1965. Kromě VÚMS, VÚT a Tesly Vysočany se výzkumem a vývojem analogové techniky zabývalo také několik dalších pracovišť: Ústav teorie informace a automatizace (ÚTIA) ČSAV v Praze, Ústav pro výzkum radiotechniky (ÚVR) Tesla Opocíněk a Závody průmyslové automatizace.



MEDA 1 a 2



Operační zesilovač a jeho schéma

4.14 EMDA

V roce 1959 byl ve VÚMS sestrojen pod vedením O. Horný a E. Šípa Elektromechanický Diferenciální Analyzátor EMDA.

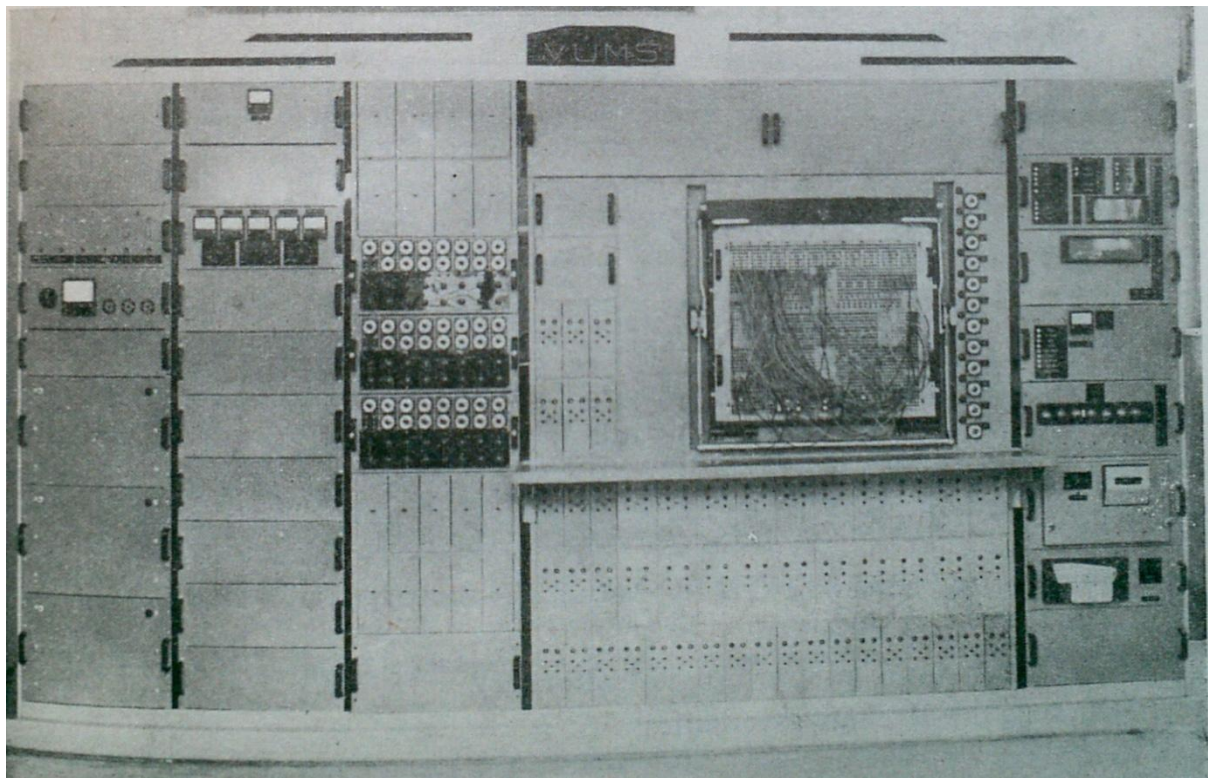
fotobanka ČTK <https://multimedia.ctk.cz/foto/document/1505883/1>

[1] Šíp, E.: Integrieranlage EMDA. Information Processing Machines VIII, Praha 1962, s.209

4.15 ANALOGON

Vývoj počítače ANALOGON byl ukončen v roce 1960. V roce 1961 se započalo v podniku Tesla Pardubice (závod Opočíněk) se sériovou výrobou malého analogového počítače AP 4 a od roku 1962 se v závodě komplementoval i střední analogový počítač AP

3M, který byl na dlouhou dobu největším analogovým počítačem vyrobeným v Československu. Velký analogový počítač ANALOGON z produkce pracovníků VÚMS byl zhotoven v roce 1961 pouze v prototypovém provedení a do sériové výroby se jej nepodařilo prosadit, přesto že svými parametry odpovídal tehdejšími špičkovými zahraničními výrobky.



Analogový počítač ANALOGON

VÚMS dále vyvíjel od roku 1960 analogovou výpočetní techniku pro potřeby leteckého průmyslu, završenou tranzistorovým počítačem TL 29 pro cvičnou kabinu známého čs. školního letounu L 29.

[1] Kryzánek, V.: Grosser Analogrechner mit numerischen Steuersystem und mit numerischer Darstellung der Lösung. Information Processing Machines VIII, Praha 1964, s.199-208.

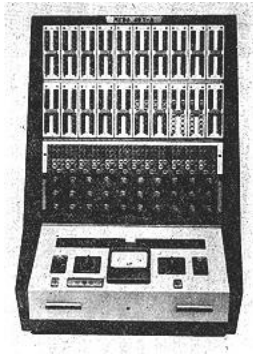
4.16 VEDA

Prototyp dalšího analogového počítače s názvem VEDA byl ve VÚMS dokončen v roce 1965. Do sériové výroby se však dostaly až následující modely analogových počítačů řady MEDA. O počítači VEDA se zachovala jen 36stránková výzkumná zpráva č. 322 Ing. Ivana Fořta Počítací servomechanismy pro analogový počítač VEDA z roku 1964, která byla vypracována v rámci státního úkolu F-15-9-3/4.

4.17 MEDA T

Ve spolupráci VÚMS a n. p. Aritma Praha vznikly malé elektronkové počítače MEDA 1 a MEDA 2, které se vyráběly sériově od roku 1964, dále ještě stavebnice analogových prvků pro přístrojové servomechanismy, převodovky, přesné funkční potenciometry ARIPOT atd. Oba počítače sloužily k řešení soustav diferenciálních rovnic. V letech 1964–1965 následovala další kooperace na výzkumu, vývoji a výrobě malých a středních tranzistorových analogových počítačů pod označením MEDA T (MEDA 40 T, MEDA TS, MEDA 60 T, MEDA 80 T, MEDA 41 TC, MEDA 42 TA, MEDA 42 TB). Tyto stroje představovaly první větší tranzistorové analogové počítače nejen v ČSSR, ale i v rámci států RVHP a dostalo se jim i několika prestižních mezinárodních ocenění. Propojením počítačů MEDA 40TA a MEDA 40TB vznikl systém MEDA 80T. Počítače řady MEDA se vyráběly velmi úspěšně několik následujících roků a v polovině 70. let překročil počet prodaných počítačů této řady 1 000 kusů, z čehož více než 50 % produkce šlo na export, zejména do států RVHP .

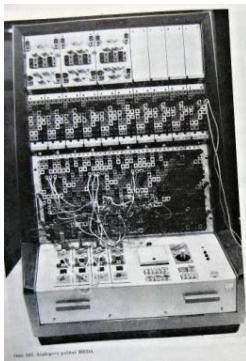
MEDA 40TA



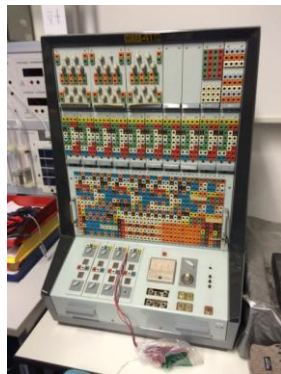
MEDA 40TB



MEDA 41?



MEDA 41



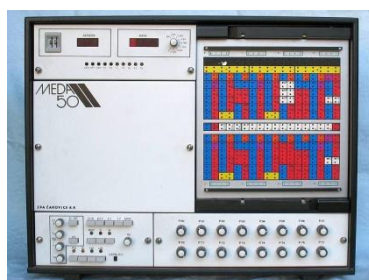
MEDA 42_1



MEDA 43



MEDA 50



4.1 ADT 3000

V letech 1972 až 1975 probíhal ve VÚMS Praha ve spolupráci s VUT Brno vývoj analogového počítače ADT 3000, který tvořil analogovou část hybridního systému ADT 7000.



5 Hybridní počítače

5.1 HRA-4201

Východoněmecký kombinát ROBOTRON experimentoval již od roku 1966 s hybridními počítačovými systémy. Ve spolupráci s československým podnikem ARITMA se v roce 1971 zrodil projekt hybridních počítačů HRA 4201. Hybridní systém byl vytvořen spojením československého analogového počítače MEDA a německého číslicového počítače R-4000 nebo R-4001. V roce 1975 byl pak počítač MEDA nahrazen analogovým počítačem ADT 3000.

zdroj :

https://www.zki.de/fileadmin/user_upload/Downloads/ZKI_Chronik_2009_01.pdf

<http://robotron.foerderverein-tsd.de/39/robotron39a.pdf>

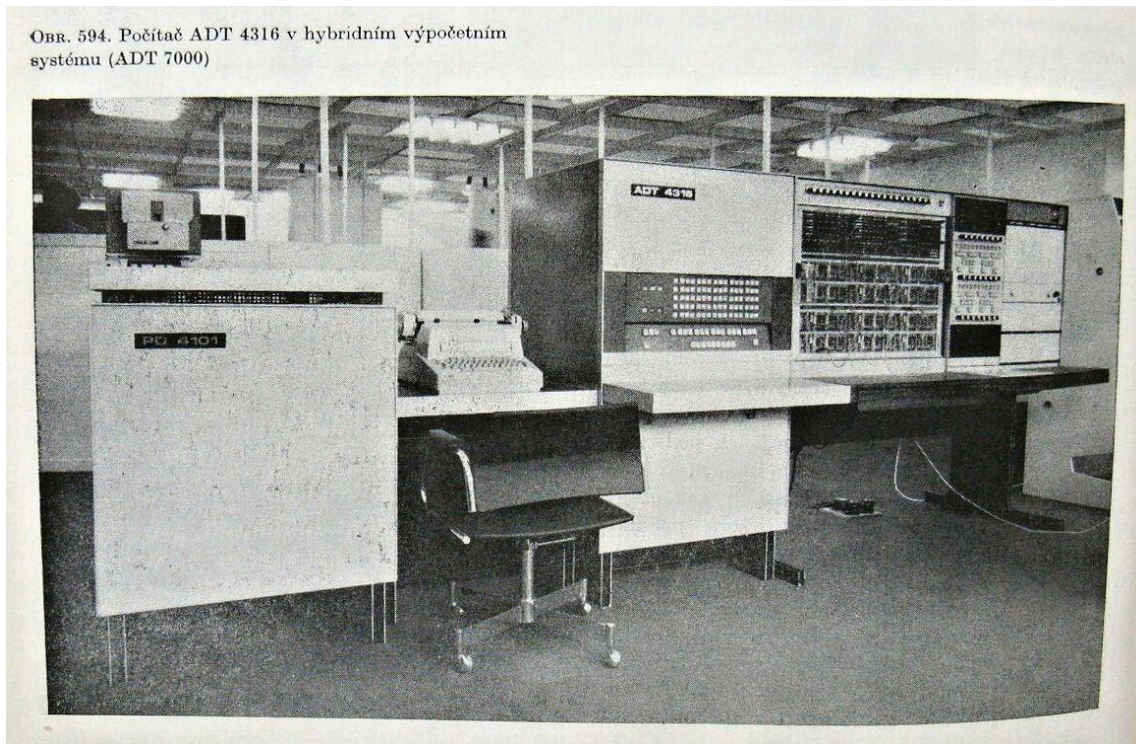
5.2 ADT 7000

Završení produkce analogových počítačů z dílen VÚMS představoval hybridní počítačový systém třetí generace ADT 7000, vyvinutý v letech 1972–1975. Tento systém tvořil číslicový minipočítač ADT 4000 (nebo 4316) a analogový počítač ADT 3000 a k tomu příslušející periferní a softwarové vybavení (hybridní a číslicové). Hybridní analogový systém ADT 7000 byl určen pro řešení širokého sortimentu úloh diferenciálního charakteru s možností časově paralelního nebo sekvenčního řazení jednotlivých operací. Stavebnicovost hybridního počítače ADT 7000 umožňovala vytvářet samostatné výpočetní jednotky, přičemž většího uplatnění našla u uživatelů jeho číslicová část ADT 4000. Na výrobě systému ADT 7000 se podílely ZPA Trutnov a ZPA Čakovice.

Ve výrobě analogových počítačů se podařilo čs. průmyslu dosáhnout výrazně lepších výsledků než při výrobě počítačů číslicových. Tento fakt byl způsoben kromě kvalitní výzkumně vývojové základny ve VÚMS a v n. p. Tesla Pardubice, také včasným zajištěním

příslušné výrobní základny, kterou se podařilo nalézt již v roce 1960 v závodě Aritma Vysočany.

OBR. 594. Počítač ADT 4316 v hybridním výpočetním systému (ADT 7000)



6 Programování, mikroprogramování

(převzato z materiálu Zdeňka Pachla)

6.1 Programové vybavení počítačů vyvíjených ve VÚMS

V počátcích VÚMS se na Software pohlíželo jako na pouze dílčí součást vývoje a programátoři (tehdy nazývaní "výpočtáři") byli součástí technických vývojových útvarů. Výpočtáři zprvu vyvíjeli pouze jednotlivé samostatné programky ve strojovém jazyce počítače, posléze je rozvíjeli v řadě různých variací: např. pro SAPO se vyvinula celá sada programů pro řešení inverze matic, lišící se navzájem parametrickými údaji, způsobem vstupu dat a pod.. Postupně se výpočtáři postupně oddělovali a k práci jim přibýly pokusy o přípravu kompilátorů z tehdy známých programovacích jazyků, počínaje jazykem ALGOL.

V roce 1965 vznikl samostatný útvar - **Odbor programového vybavení**, vedený prof. **Jaroslavem Vlčkem**. Ten si uvědomil, že pro širší využití počítačů – mimo vývojovou základnu – je potřeba mít systémové programové vybavení, umožňující jejich cílené a snadné ovládání a využívání dostupné i laikům. Proto zahájil přípravu na tvorbu systémového řízení provozu a koordinací prací pověřil tvůrčího a koncepčního člověka – **Jana Sokola** (dnes profesora), který dostal k tomuto účelu k dispozici několik čerstvých absolventů MFF UK.. Odbor byl zodpovědný především za vývoj a tvorbu základního programového vybavení pro numerické počítače ve VÚMS vyvíjené:

- testovací programy, určené jak pro ověřování funkce vyvíjeného HW, tak pro pozdější ověřování jeho správné činnosti v provozu;
- základní provozní programové vybavení (později **Operační systém**):
 - i. základní podpora spuštěného programu - později **Supervizor**;
 - ii. správa a řízení spouštění aplikačních programů - později **Monitor**;
 - iii. **knihovny programů** (zdrojová, makro, modulová a spustitelných programů) a jejich správa;
 - iv. překladače, především **Assembler** - překladač z jazyka symbolických adres, později i další z vyšších programovacích jazyků - (**COBOL, Fortran, RPG, ...**), zpočátku též **Algol**;
 - v. později též Spojovací program (**Linkage Editor**);
- vyvinuty byly postupně následující operační systémy:
 - a. **ZOS** (Základní Operační Systém) pro počítač **EPOS-2** (ZPA 600);
 - b. **MOS** (Malý Operační Systém) pro počítač EC 1021 (ZPA 6000/20);
 - c. **DOS III** (Diskový Operační Systém) plně virtuální operační systém pro počítač EC1025;
 - d. **DOS IV a V** – zdokonalené systémy pro modernizované počítače EC 1026 a 1027 ;
- aplikační programy a podprogramy, především třídící (přesněji řečeno řadicí) program umožňující seřazení záznamů podle hodnoty klíčových údajů včetně závěrečného merge ;
- dokumentaci systému, informace pro uživatele, údržba a servis systému i aplikací u uživatelů.

6.1.1 ZOS, MOS, DOS 3, 4, 5/EC

Všechny zmíněné operační systémy byly vyvinuty vlastními silami, jednak proto, že byly vytvářeny pro originální hardware (**ZOS** pro počítač EPOS, **MOS** pro počítač ZPA 6000/20 – viz dále), nebo proto, že systémy „vyvíjené“ v rámci JSEP v ostatních zemích RVHP by na počítačích vyvinutých v ČSR nebyly dostatečně efektivní (virtuální operační systémy **DOS III**, **DOS IV** a **DOS V** – viz dále). Je nutno se zmínit, že koncepce tohoto důsledně virtuálního systému byla dílem **Ing. Vladimíra Navrátila** ! Není bohužel možné zde zmínit všechny schopné a tvůrčí členy odboru, ale je vhodné uvést alespoň další vedoucí Odboru Programového Vybavení, kterými byli postupně Ing. Jaroslav Valenta, RNDr. Jiří Vaníček a RNDr. Jiří Pelouch. Odbor se postupně rozrůstal v souladu s tím, jak narůstaly jeho úkoly a k tomu potřeboval nejen schopné analytiky a programátory, ale i pracovníky na školení uživatelů, sepisování autorské i uživatelské dokumentace, na servis a distribuci systému; důležitá byla nejen odbornost, ale též ochota a kvalifikované jednání s uživateli. Tak byla příležitost (a vlastně i nutnost) zaměstnat i pracovníky jinde z politických důvodů nevídané. I z tohoto důvodu panovalo v odboru přátelské a tvůrčí prostředí, spolupráce a vzájemné porozumění. Takové, jaké se dnes propagačně v moderních podnicích buduje metodami tzv. *Team buildingu*.

Po pádu komunistického režimu se řada pracovníků, kteří ve VÚMS našli azyl, přesunula do prostředí dle vlastního zájmu. Byla i z tohoto důvodu navázána spolupráce s externími pracovními skupinami, např. z **Masarykovy University** v Brně (překladač **COBOL**, později systém VM), nebo z podniků **PVT** (školení a zavádění systému u uživatelů, zvláště z Hradce Králové !

6.1.2 Překladače, třídící programy, komunikační SW

Překladače *doplnit*

Třídící programy *doplnit*

Komunikační software

Součástí operačních systémů jsou též programové komponenty pro obsluhu datových terminálů, propojení počítačů mezi sebou a do počítačových sítí.

Pro DOS-4 EC vyvinuli takovou komponentu Jan Sokol a Vilém Labský. Petr Slačálek, jeden z programátorů, kteří na vývoji spolupracovali, vlastnosti vyvinutého programu popsal takto:

Telekomunikační možnosti přístupové metody TAM DOS-4/JS

Terminálová zařízení a dálkový přenos dat jsou v systému DOS-4 obsluhováni telekomunikačním monitorem TAM, který zajišťuje centrální řízení celé sítě terminálů připojených ke střediskovému počítači a umožňuje tvorbu terminálových aplikací v základním telekomunikačním rozhraní Assembleru i ve vyšších programovacích jazycích. Programy mohou být napsány nezávisle na typu terminálu i způsobu jejich připojení, ale mohou i přímo formátovat obrazovku displeje. TAM umožňuje komunikaci aplikačního programu s celými skupinami terminálů, navazování a rušení logického spojení mezi terminálem a programem (nebo operačním systémem) a postupné nebo souběžné zpracování transakcí. Operátor terminálu má k dispozici poměrně bohatou programovou nadstavbu virtuálního terminálu a terminálových maker ("automatický operátor"). Klasické systémové komponenty pro přenos souborů mohou být připojením k TAMu použity pro dálkový přenos dat, k dispozici jsou i speciální přenosové programy (ECFILE, KERMIT). Podprogram IITMFSV pro sekvenční zpracování souborů umožňuje tvorbu aplikačních programů pro přenos souborů.

1. Podpora klasické terminálové sítě střediskového počítače

TAM podporuje klasické terminálové systémy interakční i dávkové, připojené lokálně (k multiplexnímu kanálu počítače) nebo dálkově (ke komunikačnímu modulu KOM počítače, komunikačním multiplexorům typu IBM 2701, 2702 a 2703 nebo IBM 3705 s emulačním programem).

Takto lze připojit displejový systém IBM 3270 (EC 7920), dávkové terminály typu IBM 2780 a Consul 2714, start-stopní interakční terminály (dálnopis, SM 7202). TAM podporuje i

některé málo rozšířené typy terminálů a umožňuje komunikaci mezi programy ve dvou vzdálených počítačích.

2. Připojení osobních počítačů PC

Osobní počítač připojený přes sériový kanál (start-stopní spojení) může komunikovat s TAMem DOS-4/JS pomocí programu KERMIT, umožňujícím interakční režim komunikace i přenos souborů (pod DOS-4/JS pracuje komponenta KERMIT DOS-4). Ve vývoji je připojení přes sériový kanál v displejovém režimu.

Osobní počítač vybavený synchronní kartou může pracovat v interakčním displejovém režimu (emulátor IBM 3270) i dávkovém režimu (emulátor IBM 2780) umožňujícím přenos souborů i vzdálený vstup úloh připojením k POWER/RJE DOS-4. Optimální způsob přenosu souboru však poskytuje program ECFILE, který umožňuje přenos různých typů souborů v režimu emulace interakčního terminálu IBM 3270. Program ECFILE využívá pro přenos souborů maximální přenosovou kapacitu linky, pro přenos souboru není nutné přerušovat interakční úlohy na jiných terminálech připojených po stejné lince a po ukončení přenosu lze pokračovat v interakci.

Nejrychlejší komunikaci mezi osobním a střediskovým počítačem umožňuje lokální připojení přes adaptér kanálu EC-PC. Osobní počítač komunikuje s TAMem v řádkovém režimu, přenos souborů se provádí programem ECFILE. Je podporována i komunikace v displejovém režimu s formátováním obrazovky (emulátor terminálu IBM 3270).

Ve spolupráci s týmem FEL ZČE v Plzni bylo vyvinuto a v desítkách výpočetních středisek nainstalováno také připojení lokální sítě osobních počítačů (přes adaptér kanálu, synchronní desku i sériově), umožňující interakční komunikaci i přenos souborů programem ECFILE mezi libovolným počítačem sítě PC a střediskovým počítačem.

3. Propojení střediskových počítačů

TAM umožňuje paralelní přenos souborů a vzdálený terminálový přístup mezi dvěma počítači s DOS-4, které jsou propojeny adaptérem kanál-kanál (lokálně) nebo synchronní linkou

(vzdálené i lokálně přes nulový modem). Pomocí paketové úrovně protokolu X.25 pro počítačové sítě vytváří TAM nad tímto spojením libovolný počet virtuálních spojení, která lze použít k přenosu různých typů souborů pomocí systémových i aplikačních programů (např. položky systémových front programem PWRCOPY, knihovní prvky programem SYSCOPY, sekvenční soubory programem FILECOPY), je podporován přenos souborů programem ECFILE. Pomocí systémové komponenty XLOG lze propojit terminálové sítě obou počítačů – terminály, fyzicky v připojené k jednomu počítači, mohou navazovat spojení s programy (nebo systémem) na druhém počítači. Stejně možnosti poskytuje i propojení střediskových počítačů přes veřejnou datovou síť X.25.

Komponenta PVM DOS-4, která je analogií systému Pass-Through VM/SP IBM, umožňuje propojení střediskových počítačů pracujících pod systémy DOS-4/JS a VM/SP (SVM). Tato metoda umožňuje vzdálený terminálový přístup.

6.2 Diagnostické programové prostředky

6.3 Programové prostředky automatizovaného návrhu elektronických celků

6.3.1 SW k ADT (návrh desek ADELA, řízení elektráren,...)

6.3.2 SW k MDT 1000 *doplnit*

7 Shrnutí historie vývoje počítačů ve VÚMS

O vývoji počítačů ve Výzkumném ústavu matematických strojů dnešní laická veřejnost prakticky nic neví. Přitom Československo patřilo po válce mezi několik málo zemí na světě, kde se úspěšně vyvíjely počítače vlastní koncepce s řadou originálních myšlenek. Dnešní mladá generace si již neumí představit život bez výtobytků výpočetní techniky, jako je internet nebo smartphony. Málokdo si však uvědomuje, že při budování základů počítačových technologií sehrál důležitou roli i Výzkumný ústav matematických strojů. Je proto účelné shrnout stručně historii ústavu a vypíchnout nejdůležitější milníky vývoje československých počítačů a jména hlavních aktérů, kteří nové myšlenky prosazovali.

7.1 Výzkumný ústav matematických strojů

A. *Antonín Svoboda*

Zakladatelem a prvním ředitelem Výzkumného ústavu matematických strojů (VÚMS) byl Dr. Ing. Antonín Svoboda, který během 2. světové války pobýval ve Spojených státech, kde se v MIT (Massachusetts Institute of Technology) podílel na konstrukci radarového zaměřovače pro řízení protiletadlové palby MARK 56. Do Spojených států se dostal za velmi dramatických okolností, které podrobně vyličil v interview [1]. Po válce se vrátil do Československa a od roku 1947 začal pod jeho vedením vznikat koncept prvního československého číslicového počítače [2].

B. *Založení Výzkumného ústavu matematických strojů*

V roce 1952 byla založena Československá akademie věd, jejíž součástí se stal Matematický ústav, kde Svoboda vedl oddělení matematických strojů. V oddělení pracovalo šest výzkumných pracovníků a sedm doktorandů. V roce 1953 byla pak založena samostatná Laboratoř matematických strojů, z níž se pak stal v roce 1955 Ústav matematických strojů, v jehož čele stanul A.Svoboda. Od 1.1.1958 byl ústav přeřazen z Akademie věd pod Ministerstvo všeobecného strojírenství a stal se z něj Výzkumný ústav matematických strojů (zkratka VÚMS).

7.2 Přínosy československé počítačové školy

převzato z https://www.academia.edu/40349082/Czechoslovak_Computer_School

publikováno na konferenci IEEE HISTELCON 2019 v Glasgow

7.2.1 Analogové počítače

Ve VÚMS byla mezi lety 1955 až 1975 vyvinuta celá řada analogových a hybridních počítačů, jako EÚZ, MEDA 1, MEDA 2, EMDA, ANALOGON, VEDA, MEDA T, ADT 3000 a ADT 7000. Jeden model byl zkonstruován pod vedením Bohumila Mirtese speciálně pro potřeby leteckého průmyslu - počítač TL 29 pro kabinu simulátoru čs. cvičného proudového letounu Delfin L-29. Nejúspěšnějším analogovým počítačem byl počítač MEDA T. V polovině 70. let překročil počet prodaných počítačů MEDA T 1 000 kusů, z čehož více než 50 % produkce šlo na export, zejména do států RVHP. Hlavním nosným programem VÚMS však byly číslicové počítače a podpůrné technologie, periferní zařízení, testéry, grafická a terminálová pracoviště apod.

7.2.2 Číslicové počítače

1) *SAPO*. První československý počítač SAPO byl postaven v letech 1954 – 1957. Opíral se o reléovou technologii, protože jiné vhodné součástky v té době nebyly v Československu dostupné. Vzhledem k velké nespolehlivosti použitých relé byla pro zvýšení bezpečnosti zvolena pro konstrukci počítače třímodulová redundance, která pomocí majority zajišťovala eliminaci vlivu případné poruchy na správnost výsledku výpočtu. Pokud alespoň 2 operační jednotky dávaly shodný výsledek, byl tento výsledek s vysokou pravděpodobností správný. Samozřejmě za předpokladu, že byl stroj správně naprogramován. Byl to ***první fault-tolerant computer na světě***. Aritmetika počítače byla binární s pohyblivou čárkou a s délkou slova 32 bitů. Instrukce byly pětiadresové. Kromě dvou adres operandů a adresy pro uložení výsledku, obsahovala instrukce dvě adresy následujících instrukcí, mezi nimiž se rozhodovalo podle znaménka výsledku. Rychlost provádění všech instrukcí byla shodná a rovnala se přibližně třem operacím za sekundu. Vstup a výstup informací byl zprostředkován děrnými štítky. Jako operační paměť sloužila magnetická bubnová paměťová jednotka s

kapacitou 1024 slov [3]. Počítač pracoval až do roku 1960, kdy po požáru jednoho reléového bloku byl rozebrán a zlikvidován.

2) **E 1a, E 1b, MNP 10.** Další releový stroj byl malý počítač E 1a, který byl dokončen v roce 1960. Byl řízený děrnou páskou. Rychlost provádění instrukcí se pohybovala od 200 do 3 600 ms. V tomto počítači byla poprvé ověřena koncepce aritmetické jednotky na bázi kódu zbytkových tříd. Jeho přímý nástupce, počítač E 1b, měl již bubnovou paměť s 1 000 slovy a desítkové zobrazení čísel v pohyblivé řádové čárce. Doba trvání operací se pohybovala v rozmezí 180 až 1 200 ms. Počítač obsahoval přibližně 1 000 čtyřkontaktních polarizovaných relé a asi 300 elektronek. Byl uveden do provozu v roce 1962. Dalším v řadě byl experimentální počítač NMP 10 zkonstruovaný pod vedením Zdeňka Fixy. Ten měl ještě řídicí logiku na bázi relé, ale v sériové aritmetické jednotce se již objevily první polovodičové diody a feritová jádra. Počítač obsahoval přibližně 1 500 feritových jader, 3 000 diod, 100 elektronek a 150 relé. Bubnová paměť měla kapacitu 767 slov po 50 bitech. Vstup dat i programů byl z rychlosnímačů děrné pásky o rychlosti 1 000 znaků/s a z číslicové klávesnice. Výstupní jednotkou byla jednak 16-místná číslicová řádková rychlotiskárna o rychlosti 20 řádků/s, jednak elektrický psací stroj.

3) **EPOS 1.** Počítač EPOS 1 byl na rozdíl od reléové nulté generace počítačů již postaven na elektronkách. Byl určen zejména pro vědeckotechnické výpočty, proto měl také instrukce pro práci s čísly s pohyblivou řádovou čárkou. Prototyp byl oživen v roce 1963. Byl to jednoadresový, sériově/paralelní dekadický počítač s maximální délkou slova 12 dekadických znaků. Počítač využíval feritovou paměť o velikosti 1 000 slov pracující s celými čísly. Dekadické číslice byly zobrazeny pomocí kódu 2 z 5, který má právě 10 kódových slov. Při zápisu do paměti se každé slovo doplnilo kontrolní dekadickou číslicí tak, aby součet číslic slova byl nula modulo 10. Kontrolní obvody byly schopné díky kódu 2 z 5 detekovat každou jednonásobnou chybu a lokalizovat chybnou číslici slova. Pomocí kontrolní dekadické číslice pak bylo možné chybu opravit tak, že se chybná číslice vynechala a dopočetla pomocí kontrolního součtu mod 10 všech ostatních číslic včetně kontrolní. Jednalo se tedy o jeden z prvních sálových počítačů s **pamětí zabezpečenou samoopravným kódem.**

Přídavnou pamětí byla magnetická bubnová a magnetická pásková paměť. K počítači byly dodávány i periferie, např. snímač děrných štítků, řádková tiskárna nebo elektrický psací

stroj. Děrné štítky byly devadesáti- sloupcové. Řízení počítače prováděl operátor z ovládacího panelu. Tištěné výstupy obstarávala řádková tiskárna. Informace o procesech počítače indikovala světla na informačním panelu. Podle původní koncepce A. Svobody měl mít počítač 2 000 elektronek. Po Svobodově emigraci byl však počítač sestaven z 3 400 elektronek a měl příkon 80 kW. Konečný vzor, který byl později uveden do průmyslu, měl 8 000 elektronek a příkon 300 kW. Celkem byly ve VÚMS od roku 1963 vyrobeny tři prototypy, z nichž jeden pracoval u zákazníka spolehlivě až do roku 1974.

Také počítač EPOS vynikal některými unikátními řešeními, jež předběhla svou dobu. Vstupní a výstupní operace byly mnohonásobně pomalejší než provádění operací v základní jednotce. Byl proto použit princip *modularity* hardwaru a *multiprogramingu* s vnitřním i vnějším *sdílením času*, který umožňoval mnohem lépe základní jednotku vytěžovat. Modularita hardwaru spočívala v tom, že počítač se skládal ze základní jednotky, feritové paměti, ovládacího pultu a přídatných zařízení, jež byla řízena autonomními řídicími jednotkami, které byly připojeny k základní jednotce jednotným rozhraním. Komunikace se základní jednotkou probíhala vždy, jen když byla přesouvána data nebo další instrukce. Mimo tuto dobu pracovalo periferní zařízení autonomně a základní jednotka mohla provádět jiný program. *Vnitřní sdílení času* bylo použito při operacích dělení a násobení, které byly časově náročnější. Pokud za operací dělení nebo násobení bezprostředně následovala jiná operace (OP), jejíž výsledek neovlivňoval operandy předchozí operace, prováděla se operace OP souběžně s probíhajícím dělením nebo násobením. Tedy vlastně zárodek prvního *pipelingu* na světě.

Vnější sdílení času spočívalo v tom, že v počítači bylo možné v době pomalých vstupně-výstupních operací spustit jiný program, který mezitím využil zahájející základní jednotku. Bylo tak možné řešit až pět navzájem nezávislých úloh. Každé úloze přidělil operátor předem potřebný rozsah paměti pomocí přepínacího panelu. Sled provádění instrukcí jednotlivých programů byl řízen hardwarovým organizátorem. V dnešních počítačích, kdy není nouze o paměť, je řízení sledu prováděných instrukcí již samozřejmě řízeno programově a využívá se mechanismus tzv. přerušování. Počítač EPOS tedy již tehdy využíval *timesharing* a *interrupt*.

Další prioritou bylo použití *kódu zbytkových tříd* při aritmetických operacích sčítání a násobení. Používaly se zbytky mod 2, mod 3 a mod 5. Autorem této myšlenky byl Svobodův

aspirant Miroslav Valach. Tento princip se používá dodnes např. v signálových procesorech, kde je pro provádění rychlé Fourierovy transformace potřeba zajistit rychlé sčítání i násobení. Sčítačka a násobička v soustavě zbytkových tříd totiž nemá žádné přenosy mezi jednotlivými řády, jako je tomu u pozičních číselných soustav.

V počítačích EPOS 1 a EPOS 2 (později přejmenován na ZPA 600) byl kód zbytkových tříd použit v obvodech násobící tabulky pro číslice desítkové soustavy. Velikost modulu byla $2 \cdot 3 \cdot 5 = 30$, takže bylo možné snadno vygenerovat až 29 různých nenulových násobků. Zbytky v soustavě zbytkových tříd byly kódovány v kódu 1 z 5, 1 ze 3 a 1 ze 2. Obvod, který realizuje přičtení konstanty k obecnému číslu spočívá v pouhém překřížení vodičů bez logických členů. Je při tom třeba mít na paměti, že slučování (tj. sčítání i odčítání), stejně jako operace násobení se provádějí modulo 5, modulo 3 a modulo 2.

Slučování a násobení obecných čísel (proměnných) lze pak snadno realizovat elektronickými přepínači, jež provádějí překřížení drátů pro příslušnou číslici sčítance nebo činitele.

Počítač EPOS 1 ještě neměl operační systém. Programovalo se ve strojovém kódu, ale začala se již připravovat implementace překladače jazyka ALGOL 60.

4) **MSP**. Prvním počítačem druhé (tranzistorové) generace, který se dostal do výroby, byl počítač MSP 2. Byl navržen Václavem Černým a Zdeňkem Pokorným, kteří se inspirovali malým britským počítačem Elliot 803. Vývoj MSP 1 probíhal od roku 1960, funkční prototyp MSP 2 se kvůli technickým problémům se součástkami podařilo sestavit až v roce 1965. MSP 2 byl počítač pracující v desítkové soustavě s pamětí 2 500 slov a byl schopný zpracovávat alfanumerická data. Aritmetická jednotka z diodotranzistorových obvodů pracovala sériově. Paměť byla feritová. Operační rychlost pro jednotlivé operace byla udávána ve stovkách až tisícovkách mikrosekund. Celkem se vyrobilo ve výrobním podniku ZPA Čakovice v letech 1967 - 1968 13 sestav tohoto počítače.

5) **ŘÍP 1000**. Počítač ŘÍP 1000 byl první československý číslicový řídicí počítač. Byl již plně tranzistorový, takže také patřil k druhé generaci počítačů. Měl feritovou hlavní paměť o

kapacitě 4 K 12bitových slov a vnější bubnové paměti v blocích po 25 K stejně dlouhých slov. Celý systém byl sestaven z funkčních bloků. To znamená, že výměnné části nebyly destičky s logickými členy, ale větší funkční bloky jako registr, sčítačka apod. Počítač byl paralelní, s bloky připojenými na soustavu třech sběrnic. Základní jednotka byla mikroprogramově řízená magnetickou permanentní řídicí pamětí s koincidenčním výběrem feritových jader, prošitých současně řádkovými vodiči mikroinstrukčního slova paměti. Počet bitů mikroinstrukce byl 78 a počet mikroinstrukcí 1 024. Každé jádro čtvercové matice paměti představovalo mikroinstrukci a každý vodič ze 78, prošitý podle rozpisu mikroinstrukčních sekvencí jednotlivých operací instrukčního kódu, představoval bit mikroinstrukce, který přímo ovládal určené hradlo. Jednotka spojení s procesorem byla zajímavá tím, že elektronický multiplexor na vstupu centrálního nízkourovňového zesilovače měl pneumatickou sekci pro 64 pneumatických signálů [4]. Počítač byl nasazen pro řízení v chemickém průmyslu při výrobě polyetylénu. Celkem byly vyrobeny jen dva kusy.

6) **EPOS 2 (ZPA 600, 601)**. Tento počítač vycházel z logického návrhu elektronkového počítače EPOS 1, logické obvody byly však realizovány pomocí tranzistorů. Prototyp byl postaven v roce 1965. Obvody základní jednotky byly vesměs navrženy tak, aby se jakákoli porucha projevila porušením výstupního kódu a také jako obvody tranzitivní, tj. přenášející porušený vstupní kód na výstup opět jako porušený kód. To byl velice moderní koncept, který byl v nově vzniklém oboru diagnostika číslicových obvodů definován jako "*fail-safe circuits*" (obvody bezpečné při poruše) teprve o mnoho let později. Pro ochranu paměti bylo použito **samoopravného kódu** s jednou kontrolní dekádou. Oprava se prováděla stejným způsobem jako u počítače EPOS 1.

Rychlost počítače byla oproti modelu EPOS 1 zvýšena cca dvojnásobně. Operace sčítání s pevnou čárkou (12 dekád) trvala 26 μ s, operace sčítání s pohyblivou čárkou trvala 52 μ s nebo 65 μ s. Počítač EPOS 2, později pod označením ZPA 600 a ZPA 601, byl postupně doplňován novými stavebnicovými díly - byla to například pasivní část hlavní paměti (později řešená jako zamykatelná paměť) o kapacitě 9 000 slov, určená pro základní operační systém; disková paměť místo původně vyvinuté bubnové paměti (rychlost $250 \cdot 10^3$ dekád/s, kapacita cca $0,8 \cdot 10^6$ slov), souřadnicový kreslicí stůl ($1.000 \cdot 800$ mm²), děrnoštítková jednotka ARITMA. Základní jednotka počítače byla realizována ve VÚMS ve funkčním vzoru, který byl ve zkušebním provozu od druhé poloviny roku 1965; další počítače se vyráběly v ZPA

Čakovice s označením ZPA 600 a později ZPA 601. V letech 1968 - 1972 se vyrobilo celkem 38 kusů. Kromě toho byla realizována ještě zjednodušená mobilní vrze počítače pod označením ZPA 200 určená pro vojenské použití.

Počítač ZPA 600 se vyznačoval novým konstrukčním a technologickým řešením (např. použití ovíjených spojů). Konečným stupněm vývoje se stal počítač ZPA 601, který měl podstatně zmenšené rozměry hlavně díky novému řešení napájecí soustavy a feritové paměti.

Na programovacích prostředcích se pracovalo souběžně s pracemi na hardware počítače. I když programování v jazyce stroje bylo díky desítkovému kódu poměrně snadné a ovládací stůl s displejem umožňoval jednoduchou kontrolu práce stroje, byly od počátku vyvíjeny překladače programovacích jazyků a později i operační systém. Pro počítač ZPA 600 byl vytvořen operační systém ZOS, s knihovnou na magnetické pásce (u ZPA 601 na disku), jehož symbolický jazyk byl základním jazykem pro řadu překladačů (ASSEMBLER, FORTRAN, RPG, COBOL) [5].

Československo v roce 1966 koupilo licenci na výrobu sálových počítačů od francouzské společnosti BULL-GE a ve výrobním závodě TESLA Pardubice byla v roce 1967 zahájena sériová výroba středního počítače TESLA 200.

Od roku 1969 po podpisu mezivládní dohody z 23.12.1968 se pak začala rozvíjet mezinárodní spolupráce v oblasti výpočetní techniky v rámci socialistických států. Každé zúčastněné zemi bylo direktivně přiděleno nomenklaturní označení a požadované parametry vyvíjeného počítače. Jako ideový vzor byla zvolena řada počítačů třetí generace IBM/360 a později třiapůlté generace IBM/370. Současně byl zahájen program mezinárodní spolupráce v oblasti mini a mikropočítačů nazvaný SMEP (Systém Malých Elektronických Počítačů). Vývoj těchto malých systémů byl svěřen slovenskému Výzkumnému ústavu výpočtové techniky v Žilině. VÚMS se na tomto programu podílel vývojem řady minipočítačů ADT.

V rámci programu SMEP se vyvíjely také mikropočítače na bázi mikroprocesorů Intel 8080, 8086 a Zilog Z80. První mikropočítač na bázi mikroprocesoru MHB8080 sestavil v TESLE Piešťany počítačový guru Roman Kišš, který je dnes uctíván jako zakladatel mikropočítačové techniky na Slovensku. Jeho školní kufříkový mikropočítač PMD-85 stál

50 000 Kč a v TESLE Piešťany a v TESLE Bratislava se jich od roku 1983 vyrobilo celkem asi 200 000 kusů "<https://www.pcrevue.sk/a/Rozhovor--Roman-Kiss---Osudy-slovenskeho-Steva-Jobsa>".

Ve VÚMS se mikroprocesorové technologie rozvíjely jako součást nejrůznějších zařízení. Např. mikroprocesorové řezy rodiny čipů Intel 3000 byly použity již v přenosových procesorech počítače EC 1025 v 70. letech. V Čechách a na Moravě se na vývoji mikropočítačů podílela celá řada dalších pracovišť a podniků. V 70. letech byl v TESLE Elstroj vyvinut minipočítač JPR-12. U jeho zrodu stál Ing. Eduard Smutný, kterému jeho bratr Tomáš obstaral od vědecko-technické rozvědky dokumentaci izraelského vojenského mikropočítače ELBIT-100. V roce 1982 pak následoval jednodeskový mikropočítač JPR-1 a o 3 roky později dětský mikropočítač ONDRA, který byl inspirován mikropočítačem Sinclair ZX-81. K dalším mikropočítačům té doby se řadily PMI-80, Didaktik, IQ-181, Consul 2717, TNS aj.

Zahájením programu JSEP skončila etapa vývoje číslicových počítačů realizovaných na základě *vlastních originálních koncepcí*, kterou s trochou neskromnosti můžeme nazývat *československou počítačovou školou*. Její zakladatel profesor Antonín Svoboda v roce 1964 emigroval do Spojených států a po něm uprchla celá řada jeho blízkých spolupracovníků jako Jan Oblonský, Miroslav Valach, Jiří Klír a další. Tradice logického návrhu počítačů s důrazem na *vysokou míru bezpečnosti a komfortní diagnostické vybavení* se však udržovala dál. Nově se pak navíc vytvořila tradice vývoje *vlastních operačních systémů*, jež fungovaly nejen na počítačích JSEP, ale k překvapení zahraničních techniků a programátorů i na počítačích IBM/370, Amdahl, Siemens, Hitachi aj. Za zmínku též stojí, že ve VÚMS byl vyvinut vlastní komplexní automatizovaný návrhový systém ISIS na vývoj počítačů a jiných číslicových elektronických zařízení [6].

7) *JSEP (Jednotný Systém Elektronických Počítačů)*. Prvním československým počítačem řady JSEP-R1 byl model EC 1021. Prototyp byl dokončen v roce 1972. Vyrobeno pak bylo 207 kusů. V druhé etapě JSEP R-2 vyvinul VÚMS počítač tříapůlté generace EC 1025. Inspiračním vzorem byl počítač IBM/370 model 125. Nešlo však o kopírování, nýbrž o dodržení kompatibility na základě veřejně publikovaných Principů operací IBM/370. Počítač EC 1025 měl 128 až 256 KB operační paměti, využíval technologii STTL střední integrace a

dosahoval výkonu kolem 38 tisíc operací za sekundu. Vývoj EC 1025 probíhal v letech 1975 – 1979. Celkem se ve výrobním závodě ZPA Čakovice od zahájení výroby v roce 1979 vyrobilo 33 kusů. Po inovaci operačního modulu bylo dosaženo rychlosti 90 000 op/s. Inovovaný model nesl označení EC 1026 a podnik ZPA Čakovice jich do ukončení jeho výroby v roce 1984 vyprodukoval 123 kusů. Operační systém těchto počítačů DOS-3/EC byl již schopen pracovat s virtuální pamětí. Hlavními architekty operačního systému DOS-3/EC a jeho virtualizace byli Vladimír Navrátil a Jan Sokol [7], disident, zeť filosofa prof. Patočky a pozdější kandidát na prezidenta po skončení 2.funkčního období Václava Havla v roce 2003.

Od roku 1982 byly v rámci JSEP-R3 zahájeny práce na počítači EC 1027, obsahující obvody velké integrace LSI. Počítač měl hlavní paměť o kapacitě 1 nebo 2 MB složenou z československých dynamických paměťových čipů 16 Kb vyráběných technologií MOS a zabezpečenou Hammingovým kódem (72,64). Oproti EC 1025 byl počítač osazen tzv. dvoukanálovým modulem, který zastával funkci jak bytemultiplexního, tak i blokmultiplexního kanálu. Diskový modul umožňoval přímé připojení až 4 diskových mechanik s kapacitou výměného diskového svazku 100 nebo 200 MB. Komunikační modul pro budování terminálových a počítačových sítí umožňoval připojení až 16 synchronních linek s rychlostí přenosu 9.600 Bd, na jedné lince také s rychlostí 96.000 Bd. Sériová výroba počítače EC 1027 se rozběhla v roce 1986 a skončila v roce 1989. Do roku 1988 bylo vyrobeno 156 kusů, celkem pak asi 300 kusů těchto počítačů. Cena byla kolem 13 milionů korun. U některých zákazníků byly tyto počítače provozovány až do poloviny 90.let.

Posledním sálovým počítačem vyvinutým ve VÚMS pod vedením Zdeňka Korvase byl Multiprocessorový výpočetní systém EC 1120, zkráceně též MUVÝS. Byl vyvíjen v druhé polovině 80.let v rámci řady JSEP-R4. Patřil již ke 4. generaci počítačů a byl postaven na bipolární technologii československých polozakázkových hradlových polí HP 1000 z Tesly Rožnov. Kapacita operační paměti byla 32 až 128 MB, virtuální paměť až 2 GB. Paměť byla zabezpečena **samoopravným BCH kódem (144,128)**, který dokázal opravit všechny dvojchyby a detekovat všechny trojchyby [8], čímž se střední doba mezi poruchami paměti mnohonásobně zvýšila. Podobně jako počítač SAPO profesora Antonína Svobody byl **prvním počítačem na světě s třímodulovou redundancí**, tak počítač EC 1120 byl **prvním počítačem na světě s opravou všech dvojnásobných a detekcí všech trojnásobných chyb v hlavní paměti**.

Počítač EC 1120 mohl pracovat s jedním až třemi procesory. Výkon jednoho procesoru byl kolem 600 000 op/s. Počítač byl osazen jedním nebo dvěma bytemultiplexními kanály a až osmi blokmultiplexními kanály, z nichž až 4 mohly být nahrazeny diskovými adaptéry pro přímé připojení velkokapacitních diskových jednotek. Specifikem počítače EC 1120 byl také *strukturovaný návrh* RAS spočívající v jednoduché separabilitě kombinačních obvodů, což umožňovalo snadné testování obvodů velké integrace a *komfortní diagnostiku* počítače [9]. Pomocí lineárních zpětnovazebních registrů a smyček z klopných obvodů byl realizován princip originální metody testování kombinačních obvodů *pseudotriviálními testy* s vysokou mírou pokrytí poruch [10]. Kromě toho všechny hlídače byly navrženy jako *úplně samočinně kontrolované* a aritmeticko-logická jednotka byla navržena *v kódu 1 ze 2*. V oblasti zabezpečení proti chybám byl tedy počítač EC 1120 důstojným pokračovatelem tradice československé počítačové školy založené profesorem Svobodou. Je jen škoda, že po sametové revoluci roku 1989 se nenašla žádná západní počítačová firma, která by dokázala z vědeckotechnického potenciálu Výzkumného ústavu matematických strojů těžit, takže ústav po 40 letech úspěšné práce v roce 1994 zanikl.

BIBLIOGRAFIE

- [1] A. Svoboda: Oral history interview with Antonín Svoboda. Charles Babbage Institute. Retrieved from the University of Minnesota Digital Conservancy, 1979.
<http://hdl.handle.net/11299/10766>.
- [2] A.Svoboda a kol.: Samočinný počítač SAPO, Výzkumná zpráva č. 2, 1951.
- [3] V.Černý, J.M.Marek, J.Oblonský: Československý samočinný počítač SAPO, Stroje na zpracování informací, Sborník 2, NČSAV, Praha 1954.
- [4] J.Škarda: Řídicí počítače. SNTL Praha 1970, 255 str.
- [5] Z.Korvas: Střední počítač EPOS 2 (ZPA 600), Sborník referátů 25 let počítačů ve VÚMS, 1975.
- [6] M. Vlčková, J. Němec: Způsob návrhu EC 1120 a návrhové prostředky, Aktuality výpočetní techniky, č. 73, VÚMS Praha, 1989, str. 9-14
- [7] V. Navrátil, J. Sokol: Další rozvoj operačního systému DOS 3/EC, Aktuality výpočetní techniky č.40, VÚMS Praha 1982, str.10-16.

- [8] P.Golan: Dekodér pro opravu dvojnásobných chyb hlavní paměti, Aktuality výpočetní techniky č.67, VÚMS Praha 1988, str.62-66.
- [9] J.Zelený, P.Golan: Diagnostika počítače EC1120, Aktuality výpočetní techniky č. 73, VÚMS Praha 1990, str. 15-21.
- [10] P.Golan, O.Novák, J.Hlavička: Pseudoexhaustive Test Pattern Generator with Enhanced Fault Coverage, IEEE Transactions on Computers, vol.37, No.4, April 1988, pp. 496-500.

8 Příloha – Soupis dalších zdrojů informací

Pořady v televizi a rozhlasu:

r. 2002 – TV film na ČT2 Počítače z Loretánského náměstí - o A.Svobodovi
(není ke stažení)

Antonín Svoboda pouze na fotografiích. Hovoří zde jeho spolupracovníci
Sláva Mach a Jiří Klír, syn Tomáš Svoboda a vnuk Martin Svoboda. Film má
délku 19 minut.

18.10.2007– Česká televize –rozhovor s doc. Ing. P.Vysokým, CSc. a Ing. J. Foltou
<https://ct24.ceskatelevize.cz/archiv/1463319-100-let-od-narozeni-antonina-svobody>

2. 12. 2008 – Česká televize – pořad Retro
(vystupuje zde Ing. Jaroslav Zelený a Hana Mahlerová)
<https://www.ceskatelevize.cz/ivysilani/10176269182-retro/208411000361203/titulky>

6. 4. 2013 – Česká televize – pořad Retro „První československý počítač SAPO“
(vystupuje Ing. Karel Turzů, délka 28 minut)
<https://www.ceskatelevize.cz/ivysilani/10176269182-retro/213411000360014/obsah/252253-prvni-ceskoslovensky-samocinny-pocitac-sapo>

r. 2008 - Audio záznam z českého rozhlasu:
„Konstruktér počítačů Antonín Svoboda, to je další legenda.“
<https://www.radio.cz/cz/rubrika/kaleidoskop/antonin-svoboda>

linky na pořady s Janem Sokolem v TV a v ČRo <http://www.jansokol.cz> :

FOKUS Václava Moravce: Hrdinství (8. 5. 2018)

GEN ČT – Jan Sokol (25. 2. 2018)

Rozhovor na DVTV (8. 1. 2016)

Interview ČT24 (3. 10. 2016)

Přednáška o penězích (FSS MU Brno) (1. 4. 2014)

Rozhovor o globálních otázkách (FSS MU Brno) (1. 4. 2014)

ČT24: Co jsou peníze? (9. 6. 2014)

ČT 1 Otázky VM (12. 10. 2014; s V. Bělohradským a T. Sedláčkem)

ČTV: Hydepark civilizace (30. 3. 2013)

ČTV: Vzkaz Jana Sokola (13. 10. 2008)

Vzpomínkový seriál „Osudy“ na ČRo Vltava (10 dílů) <https://vltava.rozhlas.cz/filozof-jan-sokol-poslechnete-si-jeho-rozhlasove-vzpominani-ve-vltavskych-8427707>

Rozhovor na Radiožurnálu 18. 5.

odkazy – Václav Benda v TV

<http://www.ceskatelevize.cz/hledani/?q=V%C3%A1clav+Benda&submitSearch=Hledej+video&cx=000499866030418304096%3Afg4vt0wcjv0&cof=FORID%3A9&ie=UTF-8>

interview s Janem Janků v Computer Worldu

<https://computerworld.cz/archiv/tricet-let-v-silicon-valley-25647>

článek o Romanu Staňkovi

https://www.idnes.cz/ekonomika/domaci/programator-jenz-dobyl-ameriku.A040906_105343_ekonomika_maf

interview s Věrou Kůrkovou

https://web.cs.cas.cz/mku/vera/INterview-52-58_Kurkova-fin.pdf

Baudiš-Kučera

<https://www.forbes.cz/z-vyzkumaku-az-na-londynskou-burzu-insider-pohled-do-pocatku-avastu/>

„zpravodajská svodka US ministerstva obchodu“ - zájem USA o informace o ADT, VÚMS aj.

<https://apps.dtic.mil/dtic/tr/fulltext/u2/a342651.pdf>

<https://vums.datacom.cz/> (Pozn. editora PG: původně na webu společnosti VUMS Computers www.vumscomp.cz, kde byly editorem shromažďovány fotografie a dokumenty o historii VÚMS již od roku 2007)

<http://prog-story.technicalmuseum.cz/index.php/mapa-stranek/stitky/vums-praha>

<https://www.fi.muni.cz/usr/jkucera/pv109/sl4.htm>

<https://www.matfyz.cz/clanky/profesor-antonin-svoboda-otec-ceske-informatiky-a-vyvoje-digitalni-vypocetni-techniky>

<https://www.matfyz.cz/clanky/ceskoslovensky-pocitac-epos-2>

<https://www.matfyz.cz/clanky/zavod-pocitacu-epos-2-vs-tesla-200>

přednáška prof. M. Valacha na FEL ČVUT v roce 2008

<https://slideslive.de/38904895/umela-inteligence-a-vzpominky-na-prof-antonina-svobodu?ref=account-folder-10723-folders>

<http://www.galaxie.name/index.php?clanek=pribeh-pocitace-4-dil>

<https://www.retro bajty.cz/vypocetni-technika-pro-hromadne-zpracovani-dat-v-narodnim-podniku-kancelarske-stroje/>

<https://www.root.cz/clanky/prichod-hackeru-pribeh-profesora-svobody/>

<https://www.root.cz/clanky/modely-rady-ibm-system-360-a-pocitace-1045-1057/#k06>

Výstava Česká stopa v historii výpočetní techniky přístupná veřejnosti v době pandemie pouze od 5.5.2021 do 16.5.2021 (autoři výstavy Ing. Petr Golan, CSc. Ing. René Kolliner a Ing. Božena Mannová, PhD. v rámci grantu a pod vedením prof. Marcely Efmertové, CSc. z ČVUT a ve spolupráci s grafikem Jáchymem Šerých, s architektem MgA. Jiřím Novotným a s týmem Národního technického muzea pod vedením Mgr. Hynka Stříteského,)

<https://www.ntm.cz/aktualita/2511-2020-95-2021-ceska-stopa-v-historii-vypocetni-techniky>

<https://www.youtube.com/watch?v=wNXAsFnUkuI>

<https://www.lupa.cz/galerie/ceskoslovenske-pocitace-cipy-a-dalsi-vypocetni-technika/#0>