

Ing. Jiří S t o č e s, VÚHU

Malý operační systém pro soubor SAPI/R

Zvyšující se nároky na množství těžných hmot a zhoršující se geologické podmínky perspektivně vedou k nasazování výkonnějších zařízení, dopravě na větší vzdálenosti, vytváření rozdělovacích uzlů umožňujících modifikací dopravních cest, těžbě více rypadel na jednu dopravní linku, těžbě v závalových polích s nutností odděleného odtahu uhlí a hlušiny aj. Tím se komplikuje řízení celého dobývacího procesu. Jednotlivé elementy /zejména pásová doprava/ jsou vybavovány poruchovou signalizací, která je společně s provozní signalizací přiváděna na dispečink. Dispečer většinou zaznamenává ručně průběh směny. Tyto záznamy jsou zakódovány a dekadně i měsíčně vyhodnocovány samočinným počítačem. Úroveň dispečerských záznamů i řízení složitějších situací je poměrně nízká. Proto jsou technologické celky zkušebně vybavovány mini-počítači s cílem automatického pořizování záznamu směny a poskytování podkladů pro zvýšení úrovně řízení.

Systém nasazený na k.p.PKAZ v současné době slouží k monitorování průběhu směny v různé míře podrobnosti na různých řídících pracovištích, k vytváření tištěného dokladu o průběhu směny a dne a k předzpracování těchto údajů pro dekadní vyhodnocování. Technicky je použito SAPI se třemi procesory JPR 12. Dva z nich pracují paralelně, zpracovávají 80 digitálních signálů a komunikují s šesti dálnopisy. Třetí procesor je připojen seriově na vzdálenost 10 km, přijímá některé údaje, zpracovává je a vytváří děrnou pásku pro dlouhodobá vyhodnocování na počítači KRK 4100. Tento procesor kromě toho řídí vlastní dálnopisnou síť, přičemž 3 dálnopisy obou systémů jsou společné.

Na základě vypracovaných projektů ASŘ TP na 7. pětiletku lze konstatovat, že uvedený základní trend bude zachován. Technicky dochází k orientaci na SAPI/R.

Základním členem systému SAPI/R je jednotka programového řízení JPR 12/R. Dále obsahuje desky a jednotky propojení, řadiče a jednotky vnějších magnetických pamětí, periferní zařízení a kabely. Systém SAPI/R představuje inovaci souboru SAPI, se kterým může prostřednictvím desky propojení PSI a jednotek propojení JPN spolupracovat.

JPR 12/R je šestnáctibitový počítač s maximální kapacitou 32k slov, z čehož 4 k slov je vyhrazeno na sběrnici pro přídatná zařízení. Charakteristické pro tento počítač je, že nemá instrukce vstupu a výstupu, neboť manipulace s daty přídatných zařízení je stejná jako s daty v paměťové buňce nebo registru. Instrukční síť tohoto minipočítače plně odpovídá počítači SM 3 řady SMEP.

Pro ilustraci uvádíme na obr. 1 příklad blokového schéma výstavby systému SAPI/R. Součástí dodávky JPR 12/R je základní programové vybavení.

Děrnopáskový operační systém /odpovídá systému LOS pro SM 3/ umožňuje přípravu, sestavování a odladění programů v dialogovém režimu. Obsahuje překladač jazyků ASSEMBLER, BASIC a FOKAL, dále servisní, zkušební a provozní programy.

Operační systém na pružném disku je určen pro sběr a zpracování informací. Oproti děrnopáskovému operačnímu systému obsahuje překladač jazyků MAKROASSEMBLER a FORTRAN. Odstraňuje nevýhody práce s děrnou páskou. Bude pravděpodobně podmnožinou operačního systému FOBOS pro SM 3.

Dodávané operační systémy umožňují tvorbu programového vybavení. Neobsahují však žádný řídicí program pro práci v reálném čase. Lze předpokládat, že pro JPR 12/R by bylo možno upravit i některé jiné operační systémy pro řadu SMEP. Pro řízení procesorů je určen operační systém DOS RV. V současné době nejsou dostupné bližší informace o tomto operačním systému. Údajně lze vygenerovat jeho verzi schopnou práce bez podpory diskové paměti. V nejbližší době však nebude

pravděpodobně k dispozici.

Z těchto důvodů byly ve VÚHU zahájeny práce na vytvoření malého operačního systému v reálném čase. Do tohoto systému budou zařazeny některé programy z LOS jako

- počáteční zavaděč
- absolutní zavaděč
- překladače jazyka ASSEMBLER
- textový editor
- ladící program
- výpisy paměti.

Uvedené programy slouží pro vytváření cílového programového vybavení, nejsou však jeho součástí. Z velké části budou použity i standardní podprogramy.

Vlastní řídicí program, který je součástí tohoto cílového programového vybavení, je v dalším nazýván operační systém /dále OS/.

Nejprve je nutno definovat základní požadavky kladené na navrhovaný OS.

- 1/ Vzhledem k podmínkám nasazení SAPI/R nelze uvažovat s použitím vnějších pamětí.
- 2/ OS musí umožňovat vyvolávání jednotlivých procesů
 - a/ při dovršení jisté hodnoty reálného času
 - b/ jako odezvu na signály z reálného prostředí
 - c/ na základě požadavku některého procesu.
- 3/ OS musí být vytvořen tak, aby v programovém vybavení pracujícím pod jeho podporou bylo možno co nejjednodušeji provádět změny, a aby bylo možné jednoduše spojovat jednotlivé programové bloky, vytvářené několika programátory.
- 4/ OS musí jednoduše umožňovat komunikaci s více terminály.
- 5/ Nároky OS na kapacitu paměti nesmí být velké.
- 6/ Rychlost odezvy OS na signály dle 1/ nemusí být vysoká /cca sekundy/.
- 7/ OS vychází z předpokladu pevného přidělení paměti jednotlivým procesům, které nemohou tudíž dynamicky vznikat a zanikat.

OS lze rozdělit na několik částí - řídicí modul, modul HODINY, komunikaci s terminály a standardní a pomocné podprogramy.

Řídicí modul

V paměti počítače je vytvořena tabulka procesů /TPROC/, jejíž i-tá položka obsahuje startovací adresu i-tého procesu. Proces může být ve stavu vyžádán/pasivní a zakázán/povolen. Vyžádané procesy /jejich pořadová čísla/ jsou řazeny do fronty procesů /FP/. Řídicí modul testuje stav této fronty a postupně předává řízení povoleným procesům. Každý proces se celý vykoná a pak vrátí řízení řídicímu modulu. Priority procesů lze zavést vytvořením samostatné fronty FP pro každou prioritu. Zůstává však zachováno, že spuštěný proces nižší priority je nejprve dokončen a pak jsou spouštěny postupně procesy s vyšší prioritou. Proces může být přerušen pouze hardwarově, po vykonání příslušné rutiny přerušeni je však tentýž proces dokončen. Zavedení nepřerušitelných procesů ve výše uvedeném smyslu výrazně zjednodušuje realizaci OS. Zakázaný proces nemůže být spuštěn. Tuto situaci lze řešit následovně:

- 1/ Ke každé frontě procesů je vytvořena pomocná tabulka /případně jediná tabulka pro všechny fronty/ do níž jsou z fronty přesouvány zakázané procesy. Řídicí modul pak prohlíží také tuto tabulku /v níž každý proces může být zaznamenán i několikrát/ a proces, který již není zakázán, spustí a odpovídající položku z pomocné tabulky vypustí a provede zhuštění položek tabulky. Při naplnění tabulky se ztrácí nejstarší požadavek /tj. 1. položka/.
- 2/ Zakázaný proces je z fronty procesů vypuštěn a požadavek na spuštění se ztrácí.
- 3/ Zavést dva typy zakázání procesu, z nichž jeden je ošetřen metodou 1 a druhý metodou 2. Jeden z požadavků zakázání procesu lze umístit přímo do nejnižšího bitu odpovídající položky TPROC, neboť žádný proces nebude začínat na liché adrese. Druhý požadavek lze umístit do vyhrazeného

bitu zvoleného slova paměti.

Na obr. 2 je vývojový diagram řídicího modulu pro dvě úrovně priority a ošetření zakázání procesu metodou 2.

Zvolený princip řídicího modulu má tuto nevýhodu:

Doba trvání procesu je omezena. Proces nesmí obsahovat čekání na signály od periferních zařízení /např. vstup dat z klávesnice, dosažení předem definovaného parametru určitého zařízení aj./. Toto omezení není ovšem srovnatelné s délkou trvání instrukce, nebo odezvou elektroniky.

Uvedená vlastnost způsobuje, že proces A, který takové čekání obsahuje, je nutno rozdělit na několik procesů A_1 až A_n , přičemž proces A_1 může být v daném okamžiku vykonán bez jakéhokoliv omezení a proces A_{i+1} je vyžádán signálem, na který původní proces A čekal.

Modul HODINY

Tento modul zpracovává přerušení od hodin reálného času. Načítá čas a každou sekundu jej porovnává s hodnotami aktivních položek tabulky "jízdního řádu" /TJR/ a v případě shody vyžádá příslušný proces. Položka TJR obsahuje tyto informace

- příznak aktivity
- hodina, minuta a sekunda vyvolání
- příznak periody opakování
- hodina, minuta a sekunda periody opakování
- číslo procesu.

Jednu položku lze umístit do sedmi bytů paměti /příznaky lze umístit do nejvyššího bitu bytu pro hodiny/. Pokud je v bitu pro příznak 0, je příznak nastaven /položka je aktivní, opakování se má provést/. TJR bude obsahovat pevné položky /stálé pořadí v TJR, stálý obsah/ a proměnné položky /stálé pořadí v TJR, proměnný obsah/. Proměnné položky představují společné proměnné, se kterými pracuje modul HODINY i některé jiné procesy. Nežádoucí případy časové závislosti lze vyloučit

tak, že změny v TJR budou prováděny pouze prostřednictvím speciálního podprogramu, který bude nepřerušitelný.

Na obr. 3 je uveden zjednodušený vývojový diagram modulu HODINY.

Komunikace s terminály

V předchozím již bylo zdůrazněno, že doba trvání procesu je omezena. Proces nemůže čekat na vypsání nebo vložení skupiny znaků, ani na uvolnění terminálu.

Obslužné rutiny pomalých terminálů /dálnopisy T 100, obrazovkové displeje s klávesnicí, děrovače děrné pásky, seriově připojený vzdálený počítač/ musí být zařazeny do OS.

Obslužné rutiny rychlých periferních zařízení /digitální vstupy a výstupy, listový displej aj./ budou výrazně jednodušší a budou doplňovány pro každou konkrétní aplikaci.

Veškerý styk s terminály musí být zásadně zajišťován pomocí přerušení. Pro každý typ terminálu je nutno vytvořit rutinu zpracování přerušení - ovladač. Každý z ovladačů musí být reentrantní, aby mohl obsluhovat více terminálů. Vypsání datové oblasti na terminálu je realizováno předáním hranic této oblasti ovladači. Ten pak již samostatně zpracovává přerušení od terminálu, vysílá další znaky oblasti, testuje vypsání celé oblasti, vede evidenci o režimu /výpis, vstup, volný/, testuje hardwarovou způsobilost terminálu aj. Chce-li proces terminálu použít, musí být tento terminál v režimu volný, což je z hlediska stavby procesu obtížně splnitelný požadavek. Proto je nutno vytvořit pomocnou rutinu ovladačů PR0. Procesy spolupracují s ovladači výhradně prostřednictvím PR0. Tato rutina si vytváří pro každý terminál fronty požadavků na výstup /FP0/ a vstup /FPI/ a z hlediska procesu je proto terminál volný vždy. Položka FP0 obsahuje hranice oblasti výpisu a byte příznaků, jehož obsah indikuje, zda adresa této oblasti je přímá či nepřímá a dále zda lze pokračovat ve zpracování FP0, či je nutno přejít na zpracovávání FPI. Zpracování FPI je umožněno po jedné položce s následným přechodem

na zpracování FP0. Položka FPI obsahuje hranice bufferu, do něhož mají být přijaté znaky zapsány a číslo procesu, který daný buffer po jeho naplnění zpracovává.

Jsou-li FPI i FP0 prázdné, pak se ovladač dostává do vnitřního stavu "volný" /z hlediska jednotlivých procesů je terminál volný vždy/. V tomto stavu je schopen přijímat příkazy operátora. Ovladač obsahuje tabulku příkazů, jejíž položka obsahuje znakový kód příkazu a číslo procesu, který realizuje daný příkaz /tento proces bude vyžádán/.

Na základě této tabulky jsou příkazy operátora vyhodnocovány. Blokování terminálu pro vstup, resp. výstup musí být časově omezeno.

Základním předpokladem správné funkce takto koncipované s terminály je "stálost" obsahu dané oblasti paměti během výpisu. Existují jistě případy, které splňují tento předpoklad. Jsou to většinou dlouhé výpisy, které jsou požadovány v delších periodách /1 h, 8 h, 24 h aj./. Na druhé straně však existuje řada výpisů, které s jistou modifikací mohou být v krátkém časovém okamžiku požadovány vícekrát. Typů těchto výpisů může být větší počet. Danou situaci lze řešit zavedením fronty na výpis /FV/ pro každý terminál. Veškeré výpisy s krátkou periodou /většinou krátké výpisy/ jsou zaznamenány do fronty na výpis. Operační systém bude obsahovat podprogram pro naplňování fronty na výpis a pro její výpis. Podprogram pro výpis fronty používá standardním způsobem rutiny PR0 /vypisuje naplněnou oblast od výstupního ukazatele do vstupního ukazatele/. Po vypsání fronty nastaví výstupní ukazatel. Zjištění, že fronta je již fyzicky vypsána, je za daných podmínek poměrně komplikované /i když realizovatelné/. Patrně bude postačující považovat frontu na výpis za vypsanou, pokud fronta FR0 bude prázdná.

Standardní a pomocné podprogramy

K usnadnění tvorby cílového programového vybavení je vhodné doplnit OS o standardní podprogramy. Tyto podprogramy

Lze převzít z LOS. Jsou v zásadě členěny do tří skupin.

- I. - podprogramy pro práci s celými čísly a dekodéry do ASCII
- II. - podprogramy pro práci s čísly v pohyblivé řádové čárce
- III. - podprogramy pro výpočet funkcí.

Termin pomocné podprogramy je použit pro podprogramy, které jsou nezbytné pro správnou funkci OS. Jsou to např. podprogramy

- pro práci s frontou /vlození položky, vyjmutí položky, fronta prázdná, fronta plná aj./
- pro modifikaci tabulek TJR, TPROC
- pro práci s frontami FPO, FPI, FV
- pro čtení a modifikaci reálného času aj.

Tyto podprogramy musí být řešeny jako nepřerušitelné.

Spolehlivost OS, kolize procesů

I za předpokladu, že jednotlivé procesy jsou správně naprogramovány, může mezi nimi dojít ke kolizím. Spolehlivost OS lze hodnotit podle pravděpodobnosti vzniku těchto kolizí. Jestliže procesy sdílejí periferní zařízení, nebo pracují se společnými proměnnými, může dojít k časově závislým chybám. Při chybném ošetření čekání na uvolnění prostředků může dojít k uváznutí procesů, tj. stavu, kdy všechny procesy čekají na uvolnění prostředku.

V navrhovaném operačním systému jsou jednotlivé procesy vykonávány sekvenčně a činnost jednoho procesu nemůže být přerušena činností jiného procesu. Práce s terminály je řešena tak, že se jednotlivé procesy nemusí zajímat o stav terminálu /obsazení, volný/. K časově závislým chybám mezi procesy nebo k uváznutí procesů tedy nemůže dojít.

Ke kolizím může dojít mezi programovými částmi, které pracují na různých UP a používají tytéž podprogramy nebo pracují s týmiž proměnnými. V rámci OS je toto riziko odstraněno zavedením pomocných podprogramů. Uživatel OS musí brát na

tuto skutečnost ohled při tvorbě rutin zpracování přerušení.

Navržený operační systém používá několika front /FPO, FPI, FV, fronty procesů F_1 , F_2 /. Uživatel musí definovat jejich velikost. Přeplněním těchto front dochází k nestandardní situaci, kterou je nutno řešit a indikovat v podprogramech pro zápis do těchto front. Je vhodné tyto fronty předimenzovat, aby nemusely být následně prodlužovány. Dále lze zařadit do OS některé testovací podprogramy /stálost zásobníku, stav periférií aj./, z nichž uživatel může vytvořit testovací proces nebo jich použít v jednotlivých procesech. Aby nedošlo k příliš dlouhému, příp. trvalému přidělení procesoru jednomu procesu, je vhodné rozšířit modul HODINY o testovací doby vyčerpané právě běžícím procesem.

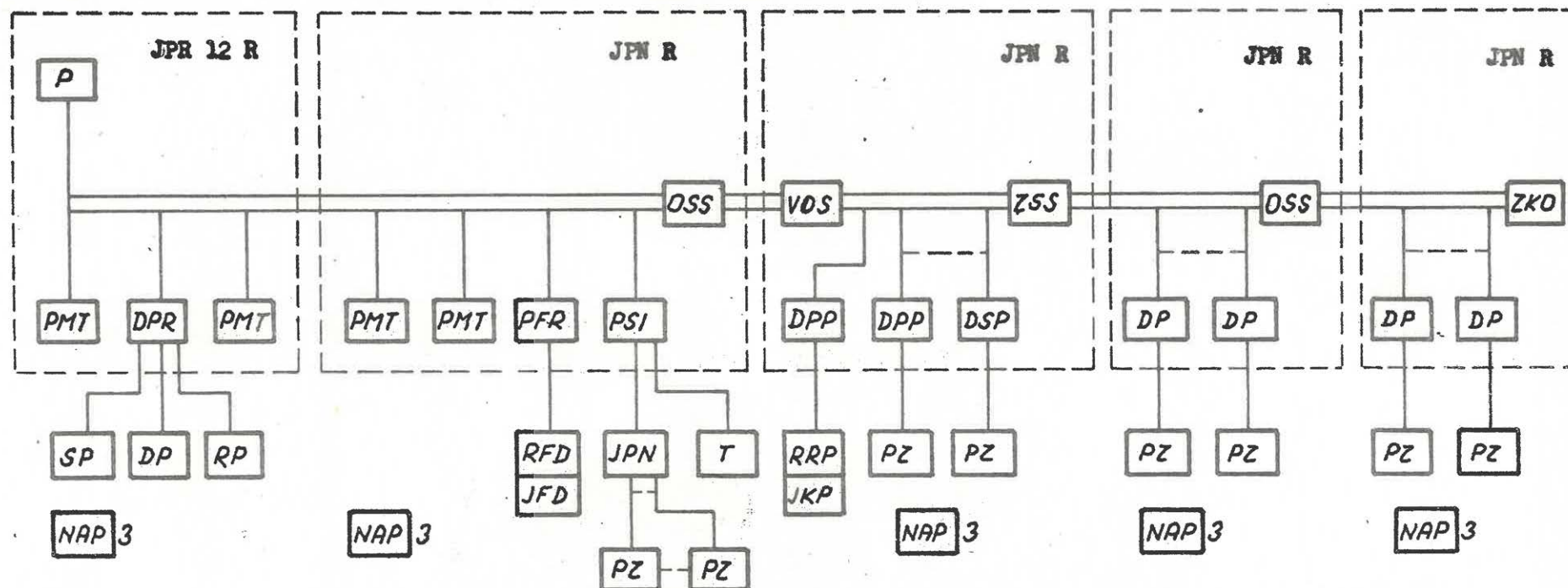
Závěr

Navržený operační systém tvoří součást cílového programového vybavení /CPV/. Jeho použití by mělo urychlit a zobecnit tvorbu CPV, zvýšit jeho spolehlivost, zjednodušit jeho vytváření více programátory a umožnit jednodušší provádění změn. Je vhodný pro oblast připravovaných ASŘTP na povrchových dolech vybavených souborem SAPI/R. Představuje obecný základ použitelný pro všechny konkrétní aplikace /lom Vršáky, VČSA, PKAZ apod./.

Operační systém, vytvořený dle předloženého návrhu, umožňuje vyvolávat jednotlivé procesy při dosažení určité hodnoty reálného času i jako odezvu na signály z reálného prostředí a zjednodušuje komunikaci s větším počtem terminálů. Při vytváření CPV je nutné používat i některé programy děrnopáskového operačního systému dodávaného výrobcem, lze je vytvářet i na minipočítači SM 3.

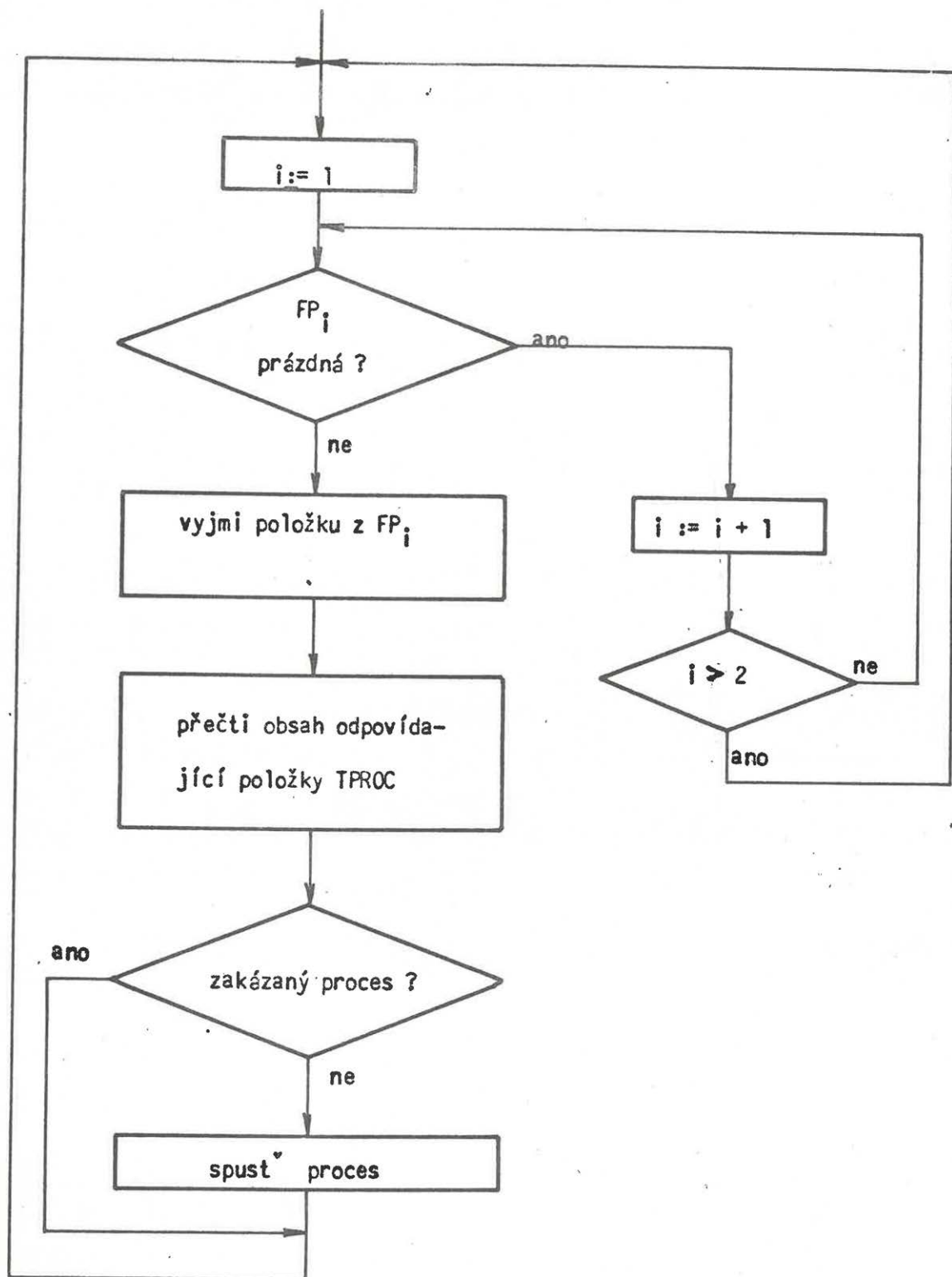
K návrhu uvedeného operačního systému by bylo možné přistupovat i jinými způsoby. Lze však předpokládat, že použitý způsob přes svoji jednoduchost bude vyhovovat pro danou oblast aplikací a bude klást i přiměřené nároky na operační paměť JPR 12/R.

Příklad blok. schéma výstavby systému SAPI - R

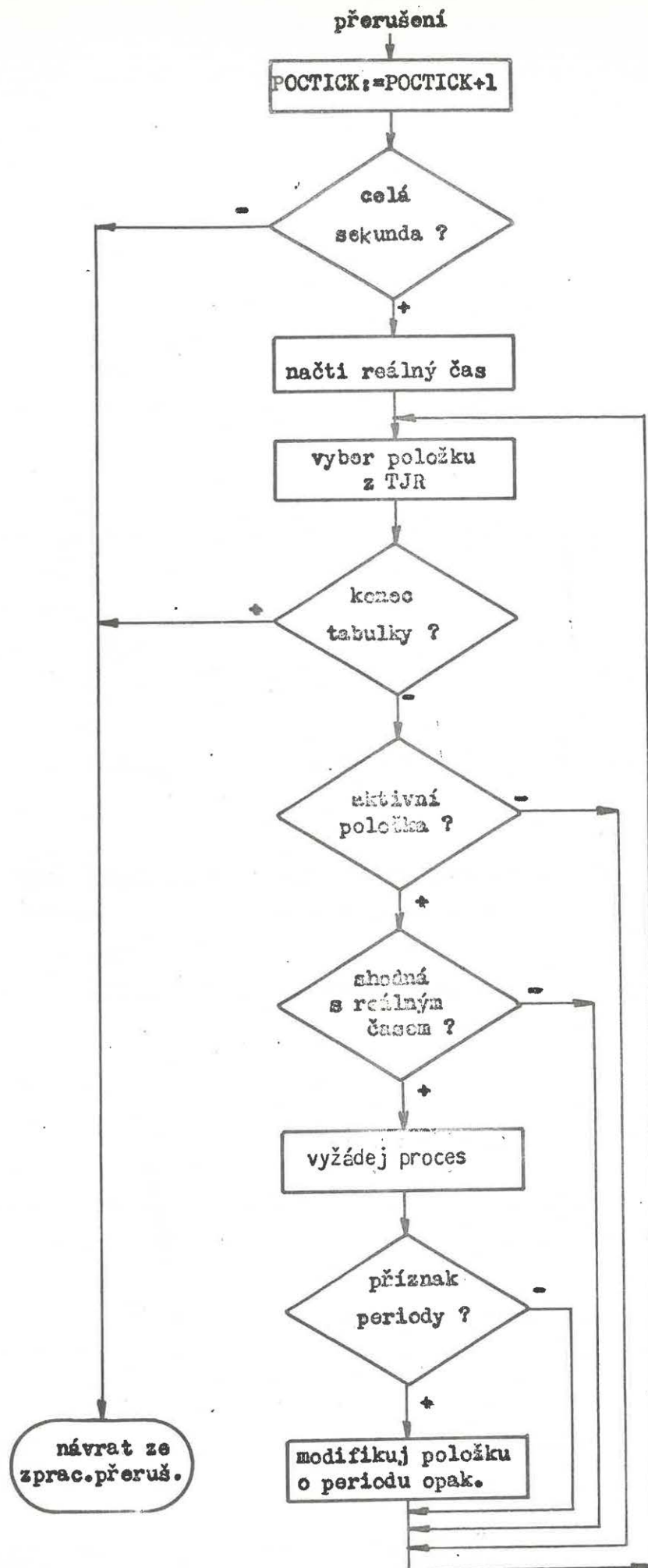


P - procesor
 PMT - paměť
 DPR - propojení děrnopásk. periférií
 SP - snímač pásky FS 1503
 DP - děrovač pásky DT 105 s
 RP - ref. periferie (RPE 2, alfanumer. displej VT 340)
 PFR - propojení flex. disků
 RFD - řadič flex. disků
 JFD - jedn. flex. disků
 PSI - deska propojení SAPI a tiskárny

JPN - jedn. propojení SAPI
 PZ - periferní zařízení
 T - tiskárna DZM 180 nebo Consul 2111
 DPP - propojení paralel. přenosu
 RKP - řadič magnet. kazet pásky
 JKP - jedn. kazet. pásky
 DP - desky propojení
 OSS - opakovač společné sběrnice
 ZSS - zkrat. spojky spol. sběr.
 VOS - vst. opakovač spol. sběr.
 NAP 3 - napáječ



Obr. 2



Obr. 3