

**SLOVENSKÁ VYSOKÁ ŠKOLA TECHNICKÁ V BRATISLAVE**

**STROJÁRSKOTECHNOLOGICKÁ FAKULTA**

Ing. Zdenko Doskočil, CSc.

# **Automatizačné prostriedky**

**Riadenie automatizovaných výrobných systémov**

**1988**

Slovenská vysoká škola technická v Bratislave  
Ústredná knižnica a študijné-informačné stredisko  
Študijné a informačné stredisko  
pri Strojárskeotechnologickej fakulte  
so sídlom v Trnave  
ul. gen. L. Svobodu 52, 917 24 Trnava  
1

S404  
23

UK-SIS MTF STU Bratislava  
284M029512



© Ing. Zdenko Doskočil, CSc.

Lektorí: Doc. Ing. Aleš Krsek, CSc.  
Ing. Marián Haluska

Vydala Slovenská vysoká škola technická v Bratislave v Edičnom stredisku  
SVŠT, Bratislava, Gottwaldovo nám. 17.

Za odbornú a ideologickú náplň tohto vydania zodpovedá doc. Ing. Dušan  
Dobrovodský, CSc., vedúci Katedry automatizovaných systémov riadenia výrobných  
procesov.

Schválil rektor Slovenskej vysokej školy technickej v Bratislave dňa 20.4.  
1986, č. 2815/86 ako skriptá pre Strojárskeotechnologickú fakultu, študijný  
odber: strojárka technológia.

## Predhovor

Skriptum Automatizačné prostriedky - Riadenie automatizovaných výrobných systémov je určené poslucháčom 5-ročného skupinového štúdia podľa individuálneho študijného plánu. Môže však poslúžiť aj študentom nižších ročníkov, zameraným na oblasť ASR TP.

Skriptum je rozdelené na dve tematické časti. V prvej časti sa analyzujú strojárské technologické objekty a uvádza sa metodika ich vytvárania. Zvláštna pozornosť je venovaná úlohe simulácie v tomto procese. Na záver prvej časti je rozobratý komplexný príklad technologického objektu - automatizovaný výrobný systém obrábania. Príklad je opísaný takým spôsobom, že môže poslúžiť ako dobré vodidlo pri utváraní strojárskych automatizovaných výrobných systémov zvierania, tvárnenia alebo montáže.

Druhá časť sa zaoberá problematikou riadenia technologických objektov. Uvádzajú sa základné princípy riadenia strojárskych AVS a analyzuje sa ich informačná výmena s podstatným okolím. V tejto súvislosti sa skúma aj problém spoľahlivosti AVS a otázky operatívneho riadenia opravárskej činnosti v AVS.

Pozornosť v tejto časti je venovaná aj technickým a základným programovým prostriedkom riadenia. Uvádzajú sa všeobecné princípy ich voľby a spôsob návrhu počítačových systémov a základného programového vybavenia pre ASR VTP. Výklad je zameraný na počítače radu SMEP, najmä na perspektívne mikropočítačové stavebnice SM 50/40 a M 16-1. Stručne sú charakterizované aj vývojové systémy pre tieto mikropočítače.

Zvláštna kapitola je venovaná úlohe človeka v technologických objektoch, pretože ľudský činiteľ je kritickým prvkom väčšiny automatizovaných výrobných systémov.

V závere druhej časti sa stručne hovorí o projektovaní riadiacich systémov výrobo-technologických procesov v súvislosti s platnými celoštátnymi predpismi.

Snahou autora bolo obsiahnuť celý komplex problémov teórie a praxe budovania ASR VTP. Východiskom boli autorove skúsenosti a poznatky z projektovania a realizácie automatizovaných výrobných systémov v niektorých československých podnikoch. Skriptum zahŕňa aj rad pozitívnych zahraničných skúseností.

Ako vidieť, problematika opísaná v skripte je pomerne široká, preto vzhľadom na rozsah skriptu sú niektoré témy rozobraté veľmi stručne. Predpokladá sa, že výklad bude ilustrovaný dostatočným počtom príkladov v rámci sprievodných cvičení, aby bolo možné danú tému pochopiť.

Autor ďakuje všetkým spolupracovníkom, ktorí svojimi pripomienkami a diskusiami ovplyvnili náplň tohto skriptu. Súčasne vopred ďakuje čitateľom za prípadné konštruktívne pripomienky.

# 1. Strojárske technologické objekty

## 1.1 CIELE AUTOMATIZÁCIE

Hlavná úloha strojárskoho priemyslu spočíva v racionalizácii celého výrobného procesu vrátane technickej prípravy výroby a jej organizácie tak, aby bola zabezpečená výroba v požadovanej kvalite s najvyššou možnou produktivitou práce a pri minimálnych energetických a materiálových nákladoch.

Na zabezpečenie týchto požiadaviek je potrebné použiť optimálny postup výroby, vhodné výrobné stroje, nástroje, kontrolné, meracie a iné súbory zariadení. Súčasne treba použiť aj optimálne prostriedky na konštrukčnú a technologickú prípravu výroby.

Pokiaľ do konca 50. rokov bolo hlavné úsilie zamerané predovšetkým na mechanizáciu výrobného procesu, dnešné obdobie je charakteristické tým, že sa využívajú celkom nové metódy, ktoré umožňujú na základe komplexnej socialistickej racionalizácie rozsiahle automatizovať nielen vlastný výrobný proces, ale aj všetku naň nadväzujúcu činnosť. Najmä využívanie princípov nových vedných odborov ako technickej kybernetiky, teórie veľkých systémov, umelej inteligencie a nenumrického programovania vedie k ďalekosiahlym zmenám vo filozofii výroby a k rozsiahlej náhrade fyzickej a rutínnej duševnej činnosti autonómnyimi počítačovo riadenými výrobnými systémami.

Automatizované systémy riadenia výrobných a technologických procesov v strojárstve sú v súčasnej etape vývoja kvalitatívne novým riešením automatizácie výroby, umožňujúcim komplexnú automatizáciu výrobného procesu a vytvárajúcim predpoklady na vznik plne automatizovaných závodov, kde sa integrujú technologické procesy s netechnologickými (teda s procesmi pomocnými a obslužnými) do komplexov s vysokým stupňom automatizácie, čo vyžaduje najmä automatizáciu informačných a riadiacich procesov. Preto je aj toto skriptum zamerané na základné otázky súvisiace s rozvojom automatizácie riadenia výrobo-technologických procesov v malosériovej strojárskej výrobe.

### 1.1.1 Mechanizácia, automatizácia, racionalizácia

#### Mechanizácia

Mechanizácia je charakterizovaná používaním rôznych technických prostriedkov na realizáciu pracovných funkcií. V zásade však ide o jednoduché technické zariadenia, kde na prenos energie sú používané mechanické, hydraulické, pneumatické alebo elektrické prvky, zatiaľ funkcia začatia práce, určenie poradia operácií a ukončenie realizuje obsluha. Obsluha strojov zabezpečuje pracovný program podľa výkresovej dokumentácie, pracovných návodov a podľa vlastných skúseností a odbornej kvalifikácie.

Zjednodušene možno povedať, že účelom mechanizácie je odstránenie fyzicky namáhavej, monotónnej a zdraviu škodlivej práce, zatiaľ čo problémy riadenia sú celkom ponechané na vóli obsluhy strojov a zariadení.

#### Automatizácia

V etape vedecko-technickej revolúcie je automatizácia jej hlavnou zložkou, bez ktorej sa nedá zaoberať ani vo vede, ani v priemyselno-výrobnej praxi. Základnou príčinou je rozpor medzi duševnými schopnosťami človeka v procese tvorivého myslenia, kde nie je časovo obmedzený, a medzi obmedzenými možnosťami v prípade potreby rýchleho zmyslového vnímania a realizácie fyzických úkonov.

Automatizácia predpokladá použitie rôznych technických prostriedkov, ktoré umožňujú, aby jednotlivé úseky technologického procesu alebo celý proces prebiehal podľa vopred pripraveného programu samočinne. Ľudská obsluha v tomto prípade nie je zvyčajne včlenená priamo do časového priebehu jednotlivých funkcií technologického procesu, pretože automaticky prebiehajúci výrobný proces je riadený programom uloženým v špeciálnych druhoch pamäti, ako sú napr. vaky, kopírovacie šablóny, nárazkové programovacie systémy, papierové dierne pásy, rozličné magnetické médiá a pod.

Predpokladom takejto zmeny postavenia človeka vo výrobnom procese je teda mechanizácia jednotlivých operácií a použitie takých technických zariadení, ktoré umožňujú automatický priebeh procesu podľa pripraveného programu. Úroveň automatizácie týchto procesov je rôzna. Napr. pri pomocných a obslužných procesoch prevláda doteraz ručná práca. Takisto je nízka úroveň automatizácie manipulačných, dopravných a skladovacích operácií, a naopak technologické procesy sú vďaka búrlivému rozvoju NC-techniky pomerne dobre automatizované.

Zmeny, ktoré prináša automatizácia do technologických procesov, sa dajú zhrnúť do niekoľkých bodov:

- Zvyšuje sa rýchlosť práce strojov. Ich rýchlosť už nie je diktovaná obmedzenými schopnosťami človeka reagovať na priebeh technologického procesu, ale je určovaná technickými parametrami strojov.
- Spracúva sa veľký objem informácie rýchlosťou, ktorá je podstatne vyššia, než akú je schopný dosiahnuť človek. To umožňuje prekonať hranice objemu výroby, ktoré sa predtým dosahovali cestou mechanizácie a zvyšovania počtu pracovníkov.
- Zvyšujú sa ekonomické, technické a spoločenské prínosy, ktoré však je potrebné posudzovať komplexne s ohľadom na spoľahlivosť, náročnosť na údržbu, na kvalifikáciu obsluhujúceho personálu atď.

V priemyselných podnikoch prebieha automatizácia v dvoch základných smeroch. Jednak sa automatizujú výrobnotechnologické procesy a jednak sa automatizuje riadenie podniku.

Pri komplexnej automatizácii výrobnotechnologických procesov treba venovať zvláštnu pozornosť najmä automatizácii prepravných a manipulačných operácií. Základné opatrenia, ktoré sa robia v tomto smere, sú:

- obmedzenie dopravy a manipulácie s materiálom a výrobnými pomôckami na najnižšiu možnú mieru,
- skracovanie prepravných ciest,
- znižovanie počtu súčiastok pre kompletáciu výrobku,
- zámena technologických postupov ťažko automatizovateľných za vhodnejšie,
- nasadzovanie robotov najmä do fyzicky náročných operácií v zdravotne škodlivom prostredí.

Pri prechode strojárstva od mechanickej výroby k automatickej dochádza podľa zmien technických prostriedkov a riadenia technologických procesov aj k závažným zmenám v oblasti riadenia výrobného procesu. Táto oblasť vykazuje v porovnaní s oblasťou technologických procesov značné oneskorenie, ktoré sa v súčasnosti darí úspešne znižovať.

#### Komplexná socialistická racionalizácia

Racionalizácia zahrňuje opatrenia technického a organizačného charakteru, zamerané na účelné a plánovité usporiadanie všetkých výrobnotechnologických procesov a ich technické a organizačné zabezpečenie za súčasného využitia všetkých predností socialistických výrobných vzťahov. Komplexná socialistická racionalizácia zahrňuje oblasti:

- plánovanie,
- výskum, vývoj a príprava výroby,
- vlastný výrobný proces.

Racionalizácia je ovplyvňovaná stavom vedeckého a technického rozvoja prístrojov, strojov a zariadení, ale aj aktivitou a činnosťou pracovníkov. Pôsobí proti morálnemu a technickému zastarávaniu výrobných strojov a zariadení a je súčasne jednou z hlavných metód reprodukčných procesov.

V súčasnosti stojíme na začiatku etapy prechodu od automatizácie čiastkových technologických, informačných a riadiacich systémov k automatizácii výrobných celkov, k vytváraniu AUTOMATIZOVANÝCH VÝROBNÝCH SYSTÉMOV (AVS).

#### Automatizované výrobné systémy

Automatizovaný výrobný systém (AVS) je súbor pracovísk vzájomne prepojených subsystémom medzioperačnej dopravy, kde na riadenie výrobo-technologického procesu je využitý informačný a riadiaci systém vybavený počítačovou technikou.

Realizácia AVS je neľahká úloha, ktorá si vyžaduje zásadné zmeny v celkovom poňatí automatizácie strojárskkej diskkrétnej výroby. Tu je nutný komplexný, systémový prístup tak pri projektovaní, ako aj pri realizácii systémov riadenia. Predpokladá to presnú definíciu hmotných a informačných tokov a presnú definíciu hmotno-energetických (technologických aj netechnologických), informačných a rozhodovacích procesov.

Budovanie rozsiahlejších automatizovaných výrobných jednotiek tak kladie na vytváranie automatizovaných riadiacich a rozhodovacích systémov nové, vyššie požiadavky, pretože je potrebná integrácia všetkých činností a racionálne riešenie vertikálnych aj horizontálnych vzťahov vo výrobných jednotkách.

Celý proces zväčšovania rozsahu a zvyšovania úrovne automatizácie a elektronizácie, realizovaný za podmienok širokej aplikácie najmodernejšej výpočtovej techniky, označujeme tiež ako "kybernetizácia strojárskkej výroby".

Doterajšia prax rozvoja automatizácie však ukázala, že samotné použitie automatizovaných výrobných systémov je nedostatočné a pre ich hladký chod treba nasadiť výpočtovú techniku aj do ďalších oblastí výrobo-technologických procesov. Tieto tendencie vyústili do vzniku systémov CAD/CAM.

### Systémy CAD/CAM

Pod skratkou CAD/CAM chápeme integrovaný komplex technických prostriedkov vytvárajúcich hmotno-energetický systém a programových prostriedkov, ktorý je počítačmi automaticky riadený a optimalizovaný vo všetkých fázach výrobného procesu od návrhu výrobku, cez konštrukciu, výrobu súčiastok a montáž až po kontrolu funkcií hotového výrobku.

Systém CAD/CAM zahŕňa viac-menej samostatné subsystémy (obr. 1.1):

CAD - subsystém počítačovej podpory procesu návrhu a konštrukcie (Computer Aided Design),

CAPP - subsystém počítačovej podpory procesu technologickej prípravy výroby (Computer Aided Process Planning),

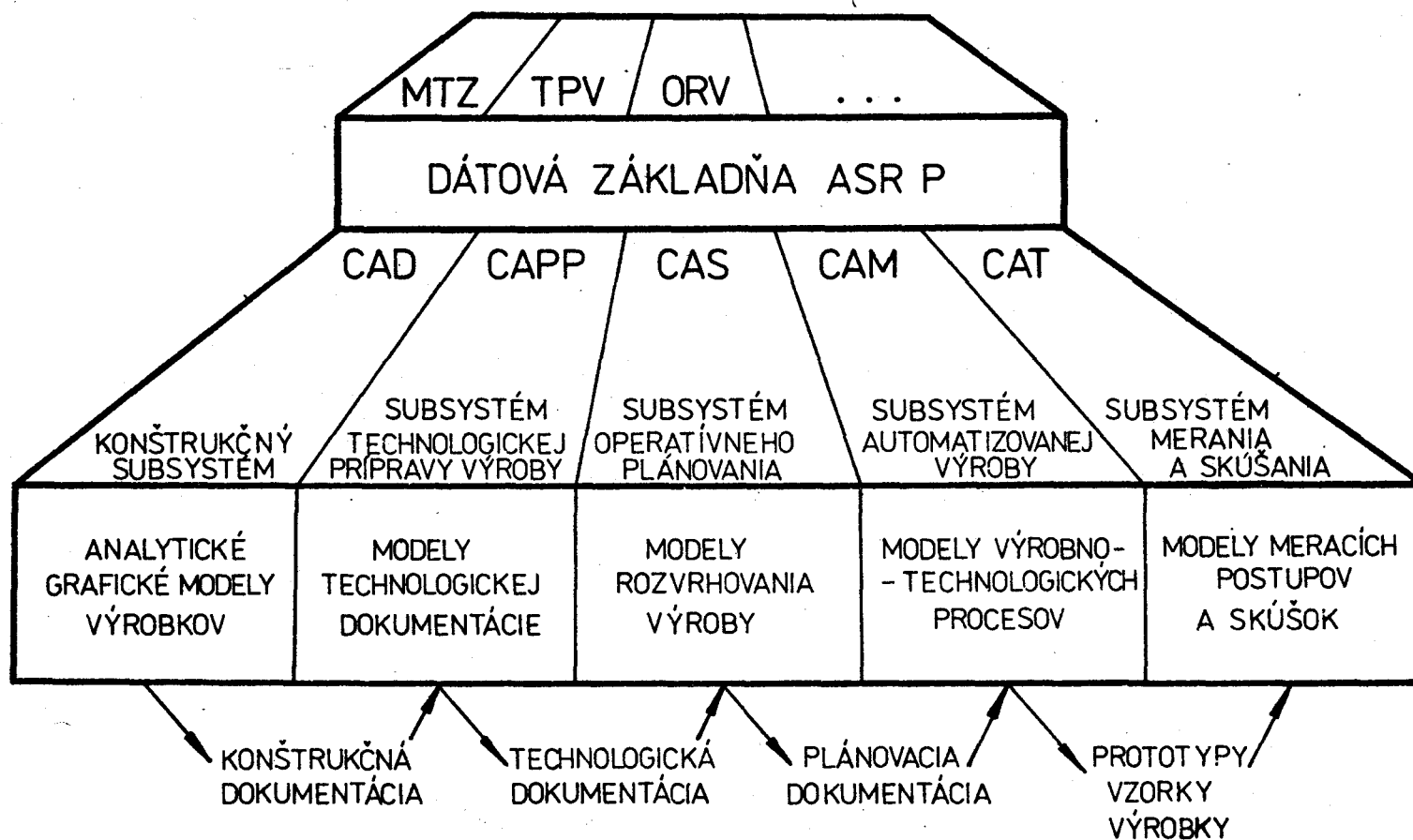
CAS - subsystém počítačovej podpory procesu rozvrhovania výroby (Computer Aided Scheduling),

CAM - subsystém počítačovej podpory procesu riadenia výrobnotechnologického procesu (Computer Aided Manufacturing),

CAT - subsystém počítačovej podpory procesu merania a skúšok (Computer Aided Testing).

Súčasný stav rozvoja v týchto oblastiach vykazuje značnú nevyrovnanosť v rôznych priemyselne vyspelých krajinách sveta. Systémov, ktoré vyhovujú vyššie uvedenému vymedzeniu pojmu CAD/CAM, je v strojárstve v ČSSR - ale aj vo svete - veľmi málo a už aj existujúce sú zamerané iba na úzky výrobný sortiment. Možno konštatovať, že nádeje na to, že vysoká úroveň automatizácie jednotlivých častí CAD/CAM vytvorí automaticky podmienky na integráciu celého systému, nevyšli. Vďaka pokroku výpočtovej techniky a programového vybavenia boli síce vysoko automatizované všetky podsystémy CAD/CAM, ale integrácia nepostúpila ani o krok. Naopak: vznikli vysoko automatizované "ostrovy", ktoré sa nakoniec stali brzdou komplexnej automatizácie.

Po dôkladných analýzach existujúcich automatizovaných výrobných systémov boli identifikované dve základné príčiny tohto stavu. Prvou príčinou je to, že chýbal nástroj na vytváranie integračnej dátovej bázy jednotnej pre potreby všetkých podsystémov. Druhou potom široký sortiment výpočtovej techniky, ktorá nie je schopná navzájom komunikovať. Súčasná etapa vývoja je charakterizovaná hľadaním ciest k odstráneniu týchto príčin zbrzdzenia ďalšej efektívnej automatizácie VTP. Najlepšie výsledky dosiahli firmy General Motors a Boeing, ktoré vytvorili spoločný komunikačný systém MAP/TOP. Podľa posledných údajov bude mať zavedenie štandardu MAP/TOP nielen americký, ale svetový význam. (Podrobnejšie pozri MACHINERY AND PRODUCTION ENGINEERING, March 1986.)



Obr. 1.1  
Štruktúra počítačom integrovaného  
výrobno-technologického systému

### 1.1.2 Etapy vytvárania strojárskych výrobných systémov

#### Prvky a systémy

Každý predmet alebo jav v našej praktickej činnosti možno považovať za SYSTÉM, ktorý sa skladá z PRVKOV a vzťahov medzi nimi. Každý prvok môžeme opäť pokladať za systém a naopak, pôvodný systém môže byť prvkom väčšieho systému. Môžeme potom hovoriť o systéme, podsystémoch atď.

Podľa zložitosti rozoznávame JEDNODUCHÉ a ZLOŽITÉ systémy. Ak prvky systému už ďalej nedelíme, hovoríme o jednoduchých systémoch. Ak prvky systému pokladáme opäť za systémy, hovoríme o zložitých systémoch. Zložitost systému posudzujeme najmä podľa počtu prvkov alebo podľa počtu rôznych vlastností prvkov.

Podľa časovej stálosti vlastností rozlišujeme STATICKE a DYNAMICKE systémy. Statické systémy sú také, ktorých vlastnosti sa v uvažovanom časovom intervale nemenia (v rozsahu zadanej presnosti). Vlastnosti dynamického systému naopak závisia od času.

Ak všetky parametre systému sú vopred jednoznačne dané čiže konštanty, hovoríme o DETERMINISTICKÝCH SYSTÉMOCH. Ak aspoň jeden z parametrov je náhodná veličina alebo náhodný proces, ide o STOCHASTICKÝ SYSTÉM.

#### Strojárske výrobné systémy (SVS)

Na strojárske výrobné systémy možno nazerať ako na zložitý celok a členiť ho na podsystémy, medzi ktorými existujú väzby rôznych typov, ako napr. energetické, hmotné, informačné a pod. Zložitá štruktúra týchto väzieb môže byť registrovaná a riadená iba najmodernejšími prostriedkami spracovania informácie. Preto sa v ostatných rokoch strojárstvo v rámci kybernetizácie výroby stáva najrozsiahlejšou oblasťou použitia komplexných systémov výpočtovej techniky, ktoré pracujú ako riadiace systémy a realizujú v automatizovanom systéme riadenia výrobnotechnologických procesov celý rad zložitých riadiacich a rozhodovacích funkcií.

#### Etapy vytvárania SVS

Úspechy v rozvoji mikroelektroniky v posledných rokoch mali veľký vplyv na celú oblasť výpočtovej techniky. Bol tým súčasne stimulovaný aj rýchly rozvoj teórie, projektovania a konštrukcie veľkých riadiacich komplexov využívajúcich počítače. Základnou kvalitatívnou črtou tohto vývoja v súčasnosti je odklon od riadiacich systémov založených na použití jedného počítača na riadenie strojárskych výrobnotechnologických procesov a prechod k používaniu distribuovaných riadiacich počítačových systémov, ktoré sú v pre-

vádzke podstatne efektívnejšie a dovoľujú pružnejšie reagovať na potreby diskretnej strojárскеj výroby.

Uvedené kvalitatívne zmeny spôsobujú, že dochádza postupne ku zblížovaniu dvoch základných etáp vytvárania SVS:

- ETAPY SYSTÉMOVÉHO PROJEKTOVANIA, v ktorej je potrebné voliť architektúru výrobného systému a určiť jeho základné charakteristiky,
- ETAPY SYSTÉMOVEJ KONŠTRUKCIE, v ktorej treba výsledky získané v prvej etape realizovať.

### 1.1.3 Metodiky vytvárania SVS

Na vytváranie technických systémov majú základný význam tieto metódy vytvárajúce produkčný systém: analýza, abstrakcia a zovšeobecnenie (interpolácia). Všetky tieto produkčné metódy sú založené na porovnávaní, pomocou ktorého zisťujeme, čím sa skúmané objekty líšia a v čom si sú podobné.

#### Analýza

Začiatočným krokom systémového prístupu k riešeniu SVS je objasnenie CIEĽOV, ktoré máme dosiahnuť. To nám potom umožňuje stanoviť primeranú ROZLIŠOVACIU ÚROVEŇ, t. j. mieru podrobnosti. Tento krok je mimoriadne dôležitý, keďže na jeho základe sa určuje, čo bude v ďalšej činnosti zanedbané.

Po vyjasnení týchto otázok je možné prikročiť k určeniu prvkov, väzieb a hraníc systému.

Vlastnosti prvkov systému a vzťahy medzi nimi určíme ANALÝZOU. Všeobecne počet vlastností a vzťahov prvkov systému je nespočítateľný. Preto pri konkrétnej práci berieme do úvahy len tie, ktoré z hľadiska cieľov zostrojenia systému (riešenia úlohy) považujeme za podstatné. Pri výbere vlastností a relácií (vzťahov) sa opierame o skúsenosť a teóriu. To, či sme brali do úvahy všetky rozhodujúce vlastnosti, treba overiť praktickým použitím výsledkov analýzy na riešenie konkrétnych úloh.

Analýza je veľmi účinný nástroj ľudského poznania. Javy materiálneho sveta nie je možné poznať bez toho, aby sme ich nerozčlenili na jednotlivé zložky, súčasti a prvky, teda bez toho, že ich neanalyzujeme.

Analýzu riešenia technických problémov môžeme prirovnávať k demontáži stroja na dielce. Pritom sú tieto dielce - prvky vyjadrené určitými pojmami a ich vzájomné vzťahy jednotlivými výrokmami. Tak ako pre správnu funkciu stroja musíme kontrolovať, či sú jednotlivé dielce v poriadku, či sú správne

zostavené a správne pracujú, tak aj pri analýze riešenia technických problémov musíme kontrolovať jednotlivé pojmy a výroky, či sú správne a či vyjadrujú skutočný stav, čo sa týka zostavenia systému, jeho funkcie a s tým súvisiaci požadovaný účinok.

### Systémová analýza

Systémová analýza reprezentuje syntetickú disciplínu, ktorá vypracúva spôsoby skúmania rôznych zložitých sústav alebo situácií pri nie celkom presne určených cieľoch (kritériách). Treba kriticky priznať, že systémová analýza ako metóda vypracovania racionálnych strojárskych výrobných systémov bola doposiaľ iba málo úspešná. Príčiny tohto stavu sú zrejmé tieto:

- neschopnosť niektorých pracovníkov reprezentovať informáciu vo forme vhodnej pre osobu, ktorá má prijať riešenie či rozhodnutie (konštruktér, projektant a p.),
- preceňovanie možností systémovej analýzy,
- neadekvátnosť údajov,
- neurčitost a ťažkosti pri určovaní príčinných väzieb medzi premennými opisujúcimi stav prostredia,
- pomerne dosť rozšírený názor na nemožnosť použitia analytických metód pri riešení problémov podstatného okolia systému,
- neschopnosť niektorých projektantov vyjadriť ciele plánovania tak, aby bolo možné zhodnotiť pokrok v riešení danej úlohy.

V každom prípade má systémový prístup k riešeniu problémov vytvárania SVS nesporné prednosti v porovnaní s tradičnými prístupmi. Tak dáva možnosť nájsť usporiadaný súbor pravidiel pre voľbu správneho riešenia, dovoľuje lepšie pochopiť vzájomnú väzbu medzi premennými opisujúcimi stav riešenej sústavy a tým vytvoriť predpoklady na správne zahrnutie týchto väzieb pri štúdiu problému.

### Stavový priestor systému

Predpokladajme teda, že máme určený systém s  $N$  prvkami. Keby medzi nimi neexistovali vzájomné vzťahy, na objasnenie ich podstaty by stačilo uskutočniť  $N$  rozličných skúmaní (pokusov). Ak však pripustíme, že tieto prvky spolu tvoria systém, musíme na objasnenie jeho podstaty preskúmať nielen týchto  $N$  prvkov, ale aj  $(N-1)$   $N$  vzťahov medzi nimi, čiže musíme preskúmať aj všetky možné stavy, ktoré systém môže nadobúdať. Množina všetkých stavov, v ktorých sa môže skúmaný systém nachádzať, sa nazýva STAVOVÝ PRIESTOR systému.

## Syntéza

Intuitívne je zrejmé, že analýza sama o sebe nemôže poskytnúť úplné poznanie javov. Je preto potrebné ju doplniť SYNTÉZOU. Rozumieme tým myšlienkové spojenie pojmov a výrokov získaných analýzou v jeden určitý konštrukčný či organizačný návrh.

Treba ale dodať, že pri riešení problémov sa tieto metódy nestriedajú v nejakej presne určenej postupnosti, alebo pevne daných súvislostiach s ostatnými metódami poznania. V priebehu riešenia problému sa každá z nich uplatňuje v "hlavnej úlohe" striedavo podľa konkrétnych okolností, aj keď samozrejme je analýza nutným predpokladom syntézy.

Teoreticky možno systém opísať veľmi podrobne. Avšak treba si položiť otázku, či taký podrobný opis z hľadiska cieľov riešenia problému má význam. Odpoveď na túto otázku nám dáva syntéza, kde nepodstatné rysy systému pri jeho opise zanedbáme. Pri syntéze vychádzame z predpokladov, ktoré sa celkom nezhodujú so skutočnosťou. Vytvárame si myšlienkovú predstavu o systéme, pričom uplatňujeme len tie črty, ktoré považujeme za dôležité. Ideovú predstavu o systéme považujeme za jeho MODEL.

## Modely

Teoretický model môžeme zobraziť rôznym spôsobom. Ak použijeme náčrty a výkresy, vzniká grafický model. Ak teoretický model vyhotovíme v určitej mierke (ak sa vôbec dá), vzniká mechanický model.

Najvšeobecnejším opisom teoretického modelu sú tzv. MATEMATICKÉ MODEL. Skúmanú časť fyzikálnej reality opíšeme matematickými rovnicami alebo postupnosťou algebrických a logických operácií. Umožňuje to nahradiť empirické metódy riešenia exaktnými matematickými postupmi. Pretože model je opísaný konečným počtom symbolov a matematických výrazov, možno po vypracovaní príslušných programov riešiť úlohy na číslicovom počítači. Okrem toho symboly použité v modeloch možno rôznym spôsobom interpretovať a použiť rovnaký model na riešenie rôznych problémov praxe.

Matematickými modelmi možno riešiť problémy na kvalitatívne vyššej úrovni. Východiskom je vždy analýza problému, vytvorenie ideovej predstavy (syntéza teoretického modelu) a zostrojenie adekvátneho matematického modelu pre formálny opis študovaného javu.

Dôležité je uvedomiť si, že model je zobrazením len časti skutočnosti. Vystihuje iba tie vlastnosti skutočnosti, ktoré sme považovali z hľadiska riešenia úlohy za podstatné. Preto riešenie, ktoré získame pomocou modelu, zodpovedá vždy tým reláciám a vlastnostiam, ktoré boli zobrazené v modeli.

To znamená, že získané riešenie zodpovedá takou mierou riešeniu skutočného problému, akou mierou model odzrkadľuje skutočné vlastnosti a relácie fyzikálnej reality.

Z vyššie uvedeného konštatovania zložitosti automatizovaných výrobných systémov a ich modelovania vyplýva, že nie je možné vypracovať jediný model, ktorý by vyhovoval všetkým požiadavkám a zobrazil všetky významné vlastnosti skutočného systému. Na opis AVS, ktorý by mal požadované vlastnosti, musíme teda použiť celý rad modelov, z ktorých každý zobrazí iba určitú časť správania systému alebo jeho hmotných vlastností.

Aby sa zaručilo, že zobrazenia vytvárané čiastkovými modelmi si navzájom neodporujú a že zobrazujú jediný originál, treba dodržať tieto princípy:

- jednotlivé modely treba voliť tak, aby boli realizovateľné s využitím už rozpracovaných teórií, metodík a postupov vhodných pre prácu projektanta a umožnili vypracovať teóriu, ktorá umožní dokázať, že čiastkové modely sú homomorfným zobrazením jedného komplexného modelu;
- modely zostavovať tak, aby zobrazovali všetky podstatné črty systému a boli jednoznačným podkladom na realizáciu. Pritom je nutné rešpektovať princípy modulárnej skladby originálu, ktorá vytvára predpoklady na efektívnu realizáciu systému a zabezpečuje minimálne zmeny celku pri úpravách a rozširovaní jednotlivých modulov;
- stupeň zjednodušenia a úroveň idealizácie musia byť také, aby na jednej strane zapadali do matematických konštrukcií dovoľujúcich presne realizovať výpočty a merania a na druhej strane aby pritom nedošlo k strate informácie o objektívnej realite.

Po získaní modelového riešenia treba sa vrátiť ku skutočnosti, do skutočných podmienok skúmaného deja. Ide o interpretáciu (výklad) a o verifikáciu (overenie) výsledkov modelového riešenia v skutočných podmienkach.

#### 1.1.3.1 Systémový prístup k vytváraniu SVS

Neexistuje jediný "najlepší" spôsob skúmania zložitého prostredia, ale existujú určité všeobecné črty prístupu k takému skúmaniu. Celý postup môžeme rozdeliť na etapy:

1. ETAPA FORMULÁCIE ÚLOHY vyžaduje zvyčajne prejsť od dostatočne všeobecnej formulácie úlohy k interpretácii už existujúcich údajov a možností, k poznaniu toho, čo je možné ovládať a meniť a čo nie, ku kvalitatívnemu vyjadreniu zložiek sústavy a ich vzájomných väzieb.
2. ETAPA MODELOVANIA A ANALÝZY slúži na prechod od kvalitatívneho opisu sústavy ku kvantitatívnemu.

3. ETAPA ZHODNOTENIA MOŽNÝCH VARIANTOV RIEŠENIA vyžaduje zhodnotiť možné varianty riešenia podľa vhodne zvolených kritérií.

Metódy systémovej analýzy teda reprezentujú spôsoby voľby jedného konkrétneho variantu riešenia. V porovnaní so skôr používanými metódami majú väčšiu presnosť a sú teda viacej odôvodnené. Systémový prístup k riešeniu problémov vyžaduje

- vyhľadanie možných variantov riešenia,
- určenie následkov použitia každej z možných variantov riešenia,
- použitie objektívnych výrokov alebo kritérií, ktoré ukazujú, či je dané riešenie výhodnejšie ako ktorékoľvek druhé.

Prítom sa nepredpokladá, že používané spôsoby voľby riešenia sú jediné, alebo že obsahujú neurčitosti. Naopak, pretože plánovanie sa robí s určitou perspektívou, vždy existuje aspoň nejaká minimálna neurčitosť v hodnotení podmienok, ktoré budú prevládať v budúcnosti.

Preto je vhodné pri systémovej analýze dodržiavať určité zásady:

- proces prijatia riešenia musí byť realizovaný tak, aby použité spôsoby voľby riešenia bolo možné zhodnotiť, zdokonaľiť alebo nahradiť inými,
- kritériá hodnotenia používané v procese prijatia riešenia musia byť jasne sformulované,
- úsilie vynaložené na nájdenie väzieb medzi príčinou a následkom môže byť v ďalšom opodstatnené lepším chápaním skúmaného problému.

Dá sa položiť otázka, či uvedené spôsoby voľby riešenia sú dokonalejšie v porovnaní s inými metódami. Zrejme najúčelnejšie by bolo použitie systémovej analýzy ako pomocného prostriedku. Ale človek môže mať skúsenosti, ktoré mu dovoľujú pochopiť všeobecnú stratégiu skúmania, ktorú možno iba ťažko vyjadriť nejakým formálnym spôsobom. Napr. možno zostrojiť počítačové programy, ktoré budú výborne hrať šachy, ale nikdy nedokážu nahradiť špičkových šachistov. Čím je zložitejšia stratégia hry, tým je ťažšie ju modelovať.

Možnosti počítačov rastú koniec koncov rýchlejšie ako možnosti človeka, a nie je vylúčené, že sa raz vyrovnajú. Avšak v súčasnosti hrá veľmi dôležitú úlohu pri štúdiu sústav reprezentácia informácie osobe, ktorá realizuje rozhodnutie spolu s opisom efektov, ktoré nastanú pri zmene parametrov systému, pri zmene systémových hodnotení alebo pri náhrade jedného variantu riešenia druhým.

## 1.2 TECHNOLOGICKÉ OBJEKTY

### 1.2.1 Pojem technologického objektu

Určitý celok, ktorý sa vyskytuje buď ako konkrétne technické zariadenie, alebo ako abstraktný (logický) celok, označujeme pojmom TECHNOLOGICKÝ MODUL. Môže byť reprezentovaný napr. technologickou operáciou, technologickým procesom, technologickým pracoviskom a pod. Súbor technologických modulov potom nazývame TECHNOLOGICKÝ OBJEKT. Poznamenajme, že logický vzťah technologického modulu a objektu je obdobný ako vzťah prvku a systému v kybernetike.

#### Operácie

Tieto technologické objekty (ďalej iba "TO") môžeme charakterizovať jednak ich ŠTRUKTÚROU, ktorá ukazuje, akým spôsobom je objekt vytvorený z technologických modulov, jednak funkciou. Sú to systémy pracujúce v reálnom čase, čo znamená, že musia reagovať včas a s dostatočnou rýchlosťou na udalosti, ktoré vznikajú asynchrónne v jednotlivých technologických moduloch a v ich podstatnom okolí. Elementárne úkony, ktoré sa v tejto súvislosti vyskytujú, nazývame OPERÁCIE.

#### Procesy

Relatívne nezávislé skupiny operácií, komunikujúce navzájom pomocou signálov ľubovoľnej podstaty, nazývame PROCESY. Určitý proces je spravidla zložkou nadriadeného procesu a naopak, proces zvyčajne delíme na čiastkové, podriadené procesy. Najnižší možný proces je totožný s operáciou, zatiaľ čo proces najvyššej úrovne je totožný s CIEĽOVOU FUNKCIOU SYSTÉMU. Nazývame ho ÚLOHA.

#### Dekompozícia procesov

Technologický objekt môže zahrňovať aj viacej navzájom komunikujúcich procesov. V tom prípade hovoríme, že prebiehajú súčasne (súbežne, paralelne). Jednotlivé súbežné procesy sú realizované na rôznych technických zariadeniach, STROJOCH, zvyčajne s pevnou, nemennou logikou činnosti.

Paralelné (súbežné) procesy teda prebiehajú na viacerých technických prostriedkoch. Ak však je k dispozícii menej technických prostriedkov, ako je počet paralelne prebiehajúcich procesov, potom sa procesy musia navzájom prekladať alebo navzájom prekrývať.

V takom prípade si môžeme predstaviť, že každému takému paralelnému procesu patrí vlastný VIRTUÁLNY technický prostriedok vymodelovaný v počítači.

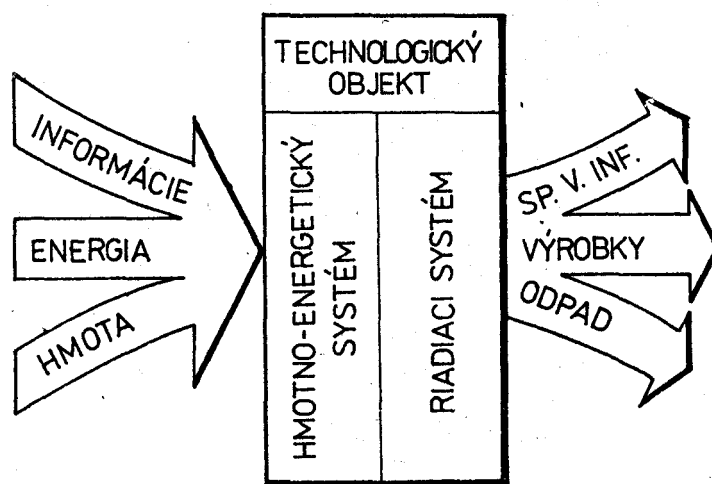
Slovenská vysoká škola technická v Bratislave  
Ústredná knižnica a študijné-informačné stredisko  
Študijné a informačné stredisko  
pri Strojárskej technologickej fakulte  
so sídlom v Trnave  
ul. gen. L. Svobodu 52, 917 24 Trnava  
1

činnosti na skutočných fyzicky existujúcich technických prostriedkoch (strojoch).

S tým súvisiaca technika postupného rozkladu procesu určitej rozlišovacej úrovne na procesy s vyššou rozlišovacou schopnosťou, t. j. s väčším počtom podrobností, sa nazýva DEKOMPOZÍCIA.

#### Interpretácia TO

V našej interpretácii je technologický objekt reprezentovaný moderným, široko automatizovaným výrobným systémom (AVS), vnútorne prepojeným hmotným a informačným tokom, v ktorom prebieha VÝROBNÝ PROCES, t. j. postupnosť technologických, manipulačných, dopravných a riadiacich operácií zabezpečujúcich premenu polovýrobkov na výrobky požadovanej kvality. Táto premena je podmienená účasťou pracovnej sily a výrobného zariadenia. Všeobecná schéma je uvedená na obr. 1.2.



Obr. 1.2

Všeobecná schéma technologického objektu

Vzájomné pôsobenie troch základných činiteľov, ktorými sú ľudská práca, pracovný prostriedok a pracovný predmet, v každom čiastkovom procese je tu určované pracovným programom, v ktorom sú obsiahnuté znalosti a skúsenosti ľudí získané v predchádzajúcej praktickej činnosti.

V súvislosti s touto interpretáciou budeme v tomto skripte používať pojmy "technologický objekt" a "automatizovaný výrobný systém" ako synonymá.

### Technologické a netechnologické procesy

Z hľadiska vzťahu jednotlivých zložiek výrobného procesu realizovaného v TO k transformácii pracovných predmetov môžeme procesy prebiehajúce v TO zásadne rozčleniť na dve skupiny:

- TECHNOLOGICKÉ PROCESY,
- NETECHNOLOGICKÉ PROCESY.

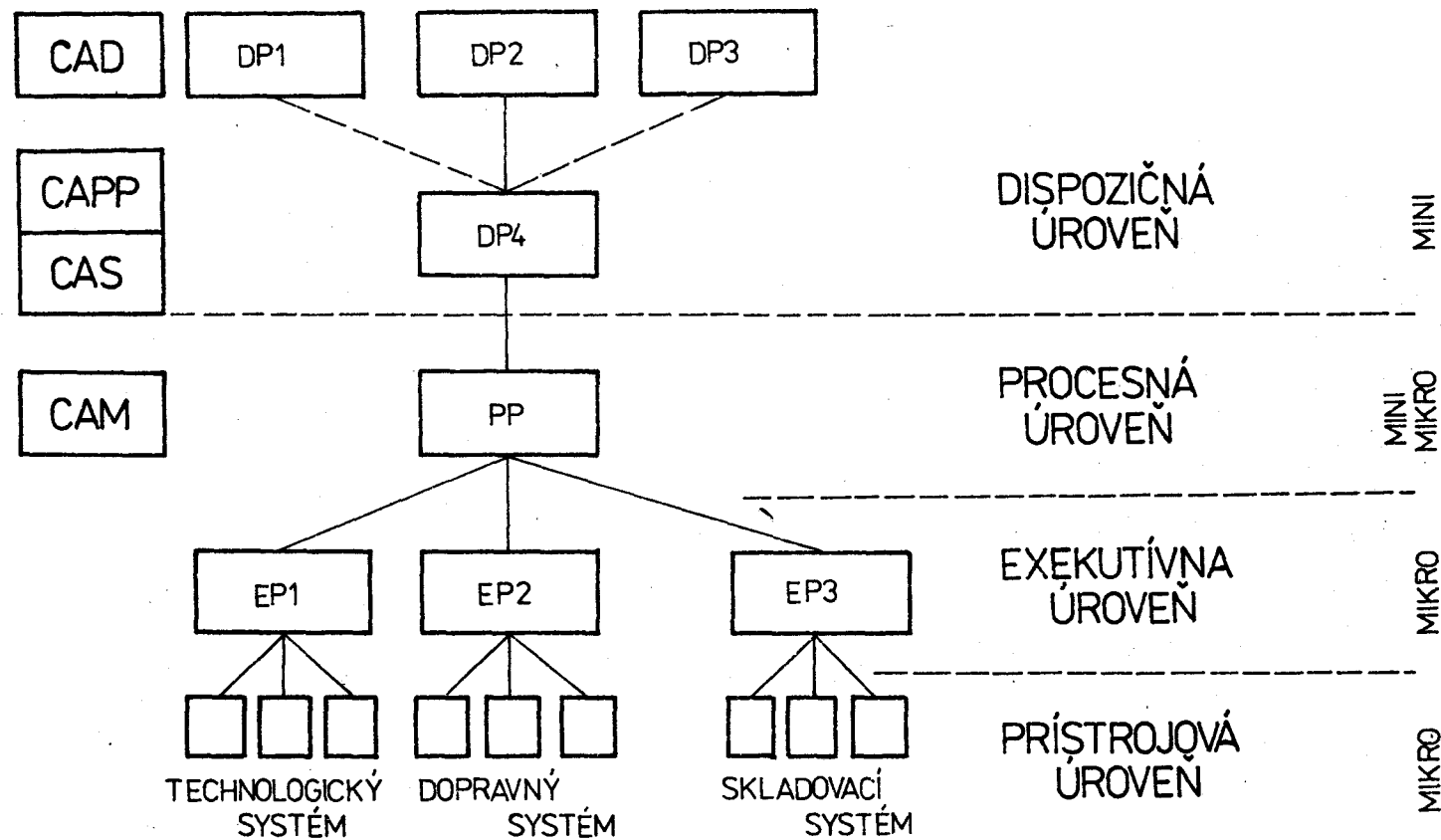
Technologické procesy sú také, ktorých obsahom sú zmeny pracovného predmetu čo do formy, tvaru alebo látkovej podstaty, ako napr. sústruženie, frézovanie, vŕtanie, zváranie, lisovanie, montáž a p. Netechnologické procesy sú také, ktoré nemenia tvar pracovného predmetu, ale ktoré vytvárajú podmienky na požadovaný priebeh technologických procesov. Sú to napr. prepravné a skladovacie procesy, kontrolné procesy atď.

### Hladiny riadenia v TO

S narastajúcou komplexnosťou zariadení používaných v technologických objektoch vznikajú nové organizačné aj technické problémy. Najmä nasadzovanie bezobslužných dopravných systémov (BDS) pre komplexné riešenie otázok materiálového toku v strojárskych prevádzkach prináša nové požiadavky na vhodnú koncepciu riadenia TO. Nové prvky si vynucujú hierarchickú, dobre štruktúrovanú koncepciu riadenia, v ktorej jednotlivé moduly spolu komunikujú v normovaných stykových miestach - "interfejsoch". To potom umožní, aby každý AVS bol prehľadný a požadované úlohy plnil hospodárne a bezpečne, čo znamená, že systém bude prevádzkovo účinnejší.

Rozvoj AVS v strojárstve v poslednom desaťročí naznačuje také rozloženie riadiacich rovin, ktoré sa orientujú na logický obsah realizovaných úkonov. V súlade s tým môžeme v hierarchicky usporiadaných TO vždy identifikovať maximálne štyri problémové (algoritmické) hladiny riadenia (obr. 1.3):

1. Hladinu riešenia organizačno-technických úloh (zodpovedá úrovni závodu, resp. podniku), ktorá produkuje dispoziecie pre činnosť TO - preto ju nazývame DISPOZIČNÁ ÚROVEŇ RIADENIA.
2. Hladinu riadenia skupiny vzájomne viazaných technologických modulov (zodpovedá úrovni základnej výrobnéj jednotky - strediska ap.), ktorá plní úlohy operatívneho riadenia procesov. Preto ju nazývame tiež PROCESNÁ ÚROVEŇ RIADENIA.
3. Hladinu riadenia a jedného technologického modulu (zodpovedá úrovni technologického pracoviska). Táto riadiaca úroveň vykonáva príkazy, ktoré vyplývajú z činnosti dispozičnej a procesnej úrovne riadenia, preto ju tiež nazývame EXEKUTÍVNA ÚROVEŇ RIADENIA.



Obr. 1.3

Počítačové hladiny vo výrobnom systéme

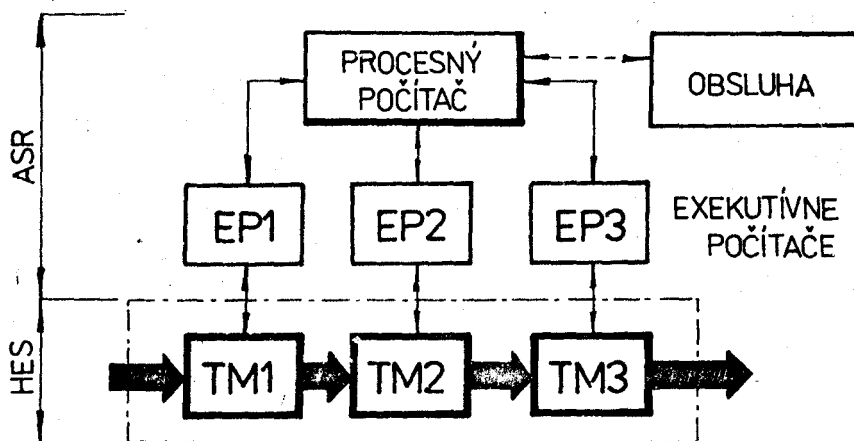
4. Hladinu riadenia (regulácie) jedného parametra (zodpovedá úrovni stroja alebo zariadenia), ktorú nazývame PRÍSTROJOVÁ ÚROVEŇ RIADENIA.

Jednotlivé algoritmické hladiny môžu byť realizované tak na samostatných výpočtových systémoch, ako aj na jedinom systéme.

#### Štruktúra TO

Ako ukazujú výsledky analýzy rôznych typov technologických objektov strojárkej výroby, môžeme ich z hľadiska charakteru hmotného toku rozdeliť do troch základných variantov zovšeobecnených blokových schém, ktoré sa navzájom líšia svojou štruktúrou a charakterom činnosti.

Na obr. 1.4 je zobrazený technologický objekt tvorený skupinou technologických modulov realizujúcich jediný sériový technologický proces.

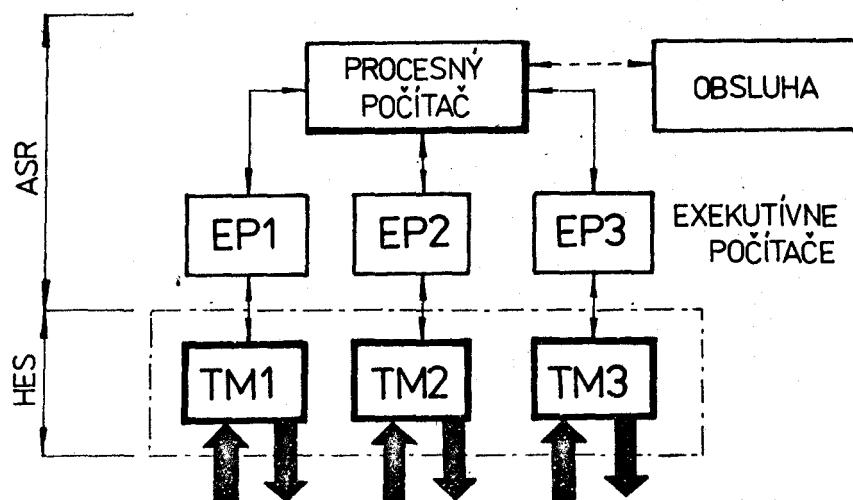


Obr. 1.4

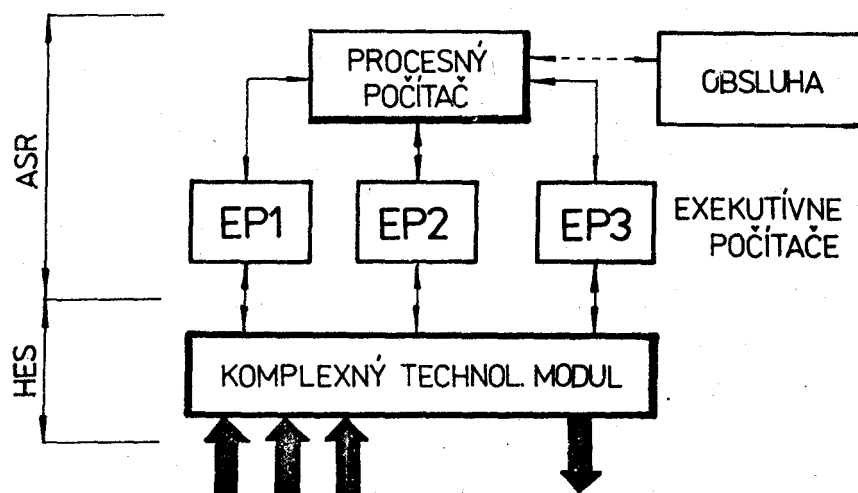
Sériový technologický objekt

Na obr. 1.5 je technologický objekt tvorený skupinou paralelne pracujúcich technologických modulov s rozmanitými stupňami zložitosti a úrovňou automatizácie. A konečne na obr. 1.6 je uvedený jediný komplexný technologický objekt. Jeho riadené parametre sú zvyčajne rozčlenené na skupiny združené priestorovo okolo príslušného mikropočítačového riadiaceho systému.

Na obrázku zakreslené počítače riadiaceho systému realizujú úlohy procesného a exekutívneho riadenia. Exekutívne počítače možno nahradiť aj jediným výpočtovým systémom.



Obr. 1.5  
Paralelný technologický objekt



Obr. 1.6  
Zmiešaný technologický objekt

### Inteligencia TO

Je zrejmé, že takéto TO v diskkrétnej strojárскеj výrobe sú typickými predstaviteľmi veľkých technických systémov, takže ich môžeme považovať za relatívne zložitý, aj keď veľmi špecializovaný systém umelej inteligencie. V tejto súvislosti sa samozrejme hneď vynára otázka hodnotenia stupňa ich intelektuálnosti.

V súlade so zvyklosťami v oblasti UI predpokladáme, že TO je "INTELIGENTNÝ",

- a) ak si udržiava vhodný model vonkajšieho sveta, ktorý využíva na odpoveď na široký okruh problémov, ktoré musí riešiť,
- b) ak je schopný prijímať, resp. aktívne získavať dodatočnú informáciu z vonkajšieho sveta, ktorá mu umožňuje kedykoľvek realizovať úlohy, ktoré vyplývajú z jeho cieľov (ktoré však nie sú v rozpore s jeho fyzickými možnosťami).

Stupeň intelektuálnosti TO môžeme teda hodnotiť napr. podľa nasledujúcich kritérií:

1. Aké sú charakteristiky vonkajšieho sveta, v ktorom je TO schopný pracovať. Pod modelom vonkajšieho sveta, s ktorým riadiaci systém pracuje, rozumieme množinu objektov vrátane samotného TO a vzťahov zadanych na tejto množine, ktoré opisujú priestor možných stavov prostredia obklopujúceho TO.
2. Aký je rozsah a spôsob prijímania informácie systémom riadenia TO.
3. Aká je flexibilita rozhodovacieho programu.
4. Aký je stupeň autonómnosti TO. Pod autonómnosťou sa rozumie schopnosť TO riešiť samostatne zadane úlohy, bez účasti človeka. Chápeme tým predovšetkým funkcionálnu autonómnosť čiže autonómnosť plánovania a realizácie činností smerujúcich k riešeniu zadanych úloh.

Na základe uvedených kritérií môžeme potom definovať tri generácie inteligentných technologických objektov.

#### 1.2.2 G e n e r á c i e i n t e l i g e n t n ý c h t e c h n o l o g i c k ý c h o b j e k t o v

##### ITO nulte j generácie

Sú to technologické objekty, v ktorých je riadiaci program zaznamenaný na nejakom nosnom médiu (diernej páske, magnetickom disku alebo je priamo realizovaný obvodo vo a pod.). Program je vopred pripravený, pričom pre každú úlohu kladenú na technologický objekt je zostavený samostatný program. V programe je zakódovaná úplná postupnosť pohybov výkonných prvkov (strojov) s udaním presných súradníc všetkých objektov.

To znamená, že tzv. "vonkajší svet", v ktorom TO pracuje, je prísne fixovaný. Všetky objekty musia v priestore zaujímať polohy predpísané programom. TO nulte j generácie nezískavajú v priebehu svojej činnosti informáciu o vonkajšom svete, a teda si ani nevytvárajú model vonkajšieho sveta. Riadiaci program je pevný a je nutné ho prepracovať, keď sa zmení poloha člena jediného prvku v sfére činnosti TO.

### ITO prvej generácie

ITO prvej generácie sa zásadne líšia od ITO nulte generácie tým, že majú možnosť prijímať informáciu o vonkajšom svete. To znamená, že vonkajší svet ITO prvej generácie už nie je prísne fixovaný. Prvky patriace do ITO, napr. obrobky alebo palety sa môžu nachádzať v ľubovoľných miestach v zóne činnosti ITO a ten si ich vie sám vyhľadávať. Obraz vonkajšieho sveta je však v tomto prípade veľmi nedokonalý. ITO "poznáva" vonkajší svet postupne, v priebehu svojej existencie. Ale systém plánovania činnosti už vykazuje určité "inteligentné" črty. Plány činnosti sú stupňovité a umožňujú operatívne zadávanie konkrétnych parametrov do programu. Najdôležitejšia je tu možnosť korešpondencie medzi človekom-operátorom a strojom. t. j. ich vzájomná interakcia, aj keď na veľmi obmedzenej množine prirodzeného jazyka. To umožňuje dialógové začlenenie človeka do ITO a rozšírenie možností vytvárania obrazu vonkajšieho sveta. Jediným zdrojom zmien je tu však stále človek, pričom navyše prvky tohto sveta a vzťahy medzi nimi nezávisia explicitne od času.

Pre normálnu činnosť riadiaceho programu musí model vonkajšieho sveta byť ÚPLNÝ, čo znamená, že musí byť opísaný do najmenších detailov.

### ITO druhej generácie

ITO druhej generácie reprezentujú podstatný krok vpred v smere zvýšenia intelektuálnych schopností. Ich charakteristika je v zásade rovnaká ako ITO prvej generácie. Rozdiel je však v tom, že majú plánovací systém, ktorý využíva východiskovú formuláciu úlohy zadávanú človekom a začiatkový model vonkajšieho sveta. Na základe týchto znalostí vytvára automaticky plán alebo postupnosť modelov činností, transformujúcich začiatkový model vonkajšieho sveta na model vyhovujúci podmienkam úlohy. Vo všeobecnosti taká postupnosť nie je jediná, takže ITO musí mať možnosť prijímať rozhodnutie o voľbe plánu, prípadne optimalizovaného podľa niektorých kritérií. To znamená, že sa tu začína objavovať aj určitá črta funkcionálnej autonómnosti. ITO druhej generácie už využívajú nové princípy činnosti a ich plánovacie systémy reprezentujú relatívne komplikované systémy UI.

Súčasný stav rozvoja ITO aplikovaných v diskkrétnej strojárскеj výrobe je taký, že prevažná časť z nich náleží do nulte generácie. Zabezpečenie ITO vyšších generácií bude vyžadovať nezvyčajne vysoké nároky na technické a najmä programové prostriedky použitých výpočtových systémov.

### 1.2.3 Š t r u k t ú r a   t e c h n o l o g i c k é h o   o b j e k t u

Z toho, čo sa povedalo v predchádzajúcej časti, vyplýva, že technologický objekt je zložený z OBJEKTU RIADENIA a SYSTÉMU RIADENIA (obr. 1.1).

Objekt riadenia v sebe zahrňuje predovšetkým vlastné výrobné stroje a zariadenia a ďalej prostriedky slúžiace na realizáciu hmotného toku. Súbor týchto prvkov vytvára hmotno-energetický systém (HES).

Systém riadenia v sebe zahrňuje ZDROJE INFORMÁCIE o úlohách a výsledkoch riadenia, ZARIADENIE NA SPRACOVANIE INFORMÁCIE a konečne VÝKONNÉ ZARIADENIA realizujúce vlastné riadenie (ASR).

#### Vstupné a výstupné premenné

Na ľubovoľný technologický objekt pôsobia vonkajšie vplyvy. Body TO, v ktorých pôsobia tieto vonkajšie podnety, sa nazývajú VSTUPY a samotné vonkajšie podnety sa nazývajú VSTUPNÉ PREMENNÉ alebo VSTUPNÉ PARAMETRE. Všetky vstupné parametre, ktoré nie sú spojené so zdrojmi informácie o úlohách a výsledkoch riadenia, rovnako ako chyby týchto zdrojov informácie, predstavujú RUŠENIE a narušujú proces riadenia.

Parametre, charakterizujúce stav objektu riadenia, podstatné pre organizáciu procesu riadenia, sa nazývajú VÝSTUPNÉ PREMENNÉ alebo VÝSTUPNÉ PARAMETRE objektu. Body, v ktorých môžu byť výstupné parametre pozorované v tvare určitých fyzikálnych veličín, sa nazývajú VÝSTUPY OBJEKTU.

Pojem vstupu a výstupu TO a jeho jednotlivých zložiek je podmienený a vzťahuje sa vždy na určitý systém, resp. modul. Preto tie isté premenné môžu byť pre niektoré časti TO výstupnými a súčasne pre iné vstupnými.

### 1.2.4 O p e r á t o r   t e c h n o l o g i c k é h o   o b j e k t u

Každý dynamický systém, a teda aj TO, realizuje určité transformácie funkcií. To znamená, že ak na vstup takéhoto systému zavedieme určitý súbor vstupných premenných  $x \in X$ , potom na výstupe dostávame všeobecný súbor výstupných premenných  $y \in Y$ .

OPERÁTOROM potom nazývame zákon alebo algoritmus, prípadne súbor nejakých pravidiel, pomocou ktorých je určený súbor výstupných premenných pri zadáných vstupných premenných.

Inými slovami, operátor je súbor matematických a logických operácií nad vstupnými premennými, ktorých výsledkom je získanie hodnôt výstupných premenných. Preto dva základné pojmy, ktoré musia dominovať vo všeobecnej

teórii, sú pojem abstraktnej relácie a pojem rozhodovacieho systému.

Operátor technologického objektu môžeme teda vo všeobecnosti definovať ako reláciu na abstraktných množinách:

$$S \subset X * Y$$

kde  $S$  je množina všetkých možných situácií,

$X$  - vstupná množina,

$Y$  - výstupná množina,

$X * Y$  - karteziánsky súčin množín, t. j. množina všetkých usporiadaných dvojíc  $(x, y)$  takých, že  $x \in X, y \in Y$ , takže

$$(X * Y) = \{(x, y) | x \in X \wedge y \in Y\}$$

Ak  $S$  je funkcia, potom zobrazenie

$$S : X \rightarrow Y$$

reprezentuje funkcionálny systém, kde množina  $X$  je definičný obor zobrazenia  $S$ . Je samozrejmé, že tak  $X$ , ako aj  $Y$  môžu byť karteziánskym súčinom niekoľkých množín, čiže systém môže mať viacej premenných.

V konkrétnej aplikácii je s každým systémom spojená špecifikácia, ktorá udáva, ako určiť pre dané  $x \in X$  zodpovedajúce  $y \in Y$ ; zvyčajne je to realizované pomocou nejakých rovníc, takže  $\forall x \in X$  riešenie príslušných rovníc určuje  $y \in Y$ . Také rovnice reprezentujú konštruktívnu špecifikáciu  $S$ . Pre niektoré dôležité prípady je táto špecifikácia daná v pojmoch rozhodovacieho problému. Predovšetkým sa predpokladá, že je daný súbor rozhodovacích problémov vzťahnutý na vstup

$$\{D(x); x \in X\}$$

a pre  $\forall x \in X$  výstup  $y$  je riešením problému  $D(x)$ . Analytický algoritmus na riešenie  $D(x)$  môže alebo nemusí existovať. Ak existuje, potom vedie zvyčajne k špecifikácii systému pomocou sústavy rovníc.

Operátor technologického objektu alebo modulu je jeho úplnou a vyčerpávajúcou charakteristikou. Pod pojmom operátora sú zahrnuté ľubovoľné matematické operácie: algebrické operácie, derivovanie, integrovanie, časový posuv, logické operácie atď. Zadať operátor  $TO$  znamená zadať súbor operácií, ktoré je potrebné realizovať nad vstupnými parametrami, aby sme na výstupe získali hodnoty výstupných parametrov. Operátor  $TO$  je teda plne určený súborom operátorov opisujúcich funkciu všetkých technologických modulov, z ktorých je  $TO$  zostavený.

### 1.2.5 Základný matematický model

Ako sme už spomenuli v predchádzajúcich odsekoch súčasná strojárská výroba používa stroje a zariadenia s takými technickými parametrami, ktoré neumožňujú priame riadenie s človekom v dôsledku jeho nedostatočnej presnosti, nízkej rýchlosti príjmu a spracovania informácie a pomalej realizácie rozhodovacích činností. Ak chceme napriek tomu také systavy efektívne riadiť, musíme združiť človeka a výpočtovú techniku do jediného celku, umožňujúceho dosiahnuť stanovené ciele podstatne efektívnejšie, ako keby každý z nich pracoval samostatne. Úlohy riadenia pritom musíme rozdeliť medzi človeka a stroj tak, aby každý z nich maximálne využil výsledky činnosti druhého.

Väčšina rozhodnutí, ktoré by mal človek realizovať pri riadení takých zložitých systémov, je v prvom rade nenumерická, ale môže byť reprezentovaná vo forme numerických problémov (ako aproximácia). Aby sme však na riešenie problému mohli plne využiť všetky potenciálne vlastnosti výpočtových systémov a preniesli na ne čo najväčší podiel intelektuálnych činností, musíme

- a) vhodným spôsobom formalizovať celú zvolenú problémovú oblasť,
- b) použiť výpočtové prostriedky ako logické stroje schopné dedukovať a hľadať riešenie situácií vzniknutých v skúmaných sústavách.

Tým si zabezpečíme podmienky na transformáciu reálnej fyzikálnej situácie do sféry vhodných izomorfných systémov a vytvoríme si predpoklady na automatizáciu procesu riadenia a rozhodovania.

V otázke formalizácie intelektuálnych činností človeka je možné vyznačiť niekoľko vývojových smerov. Smer, ktorý je pre súčasnú etapu vývoja diskretnej strojárskej výroby najvýznamnejší, je spojený s menami vedcov Newella, Simona a Nillsona, ktorí sa týmito otázkami intenzívne zaoberali pri výskume umelej inteligencie.

Základná myšlienka ich teórie je založená na použití dvoch pojmov - OBJEKTU A OPERÁTORA - a môžeme ju veľmi stručne zhrnúť do niekoľkých bodov:

1. Človek riešiaci technický problém predstavuje systém spracovania informácie, ktorý je tvorený procesorom pracujúcim v režime postupného spracovania symbolickej informácie a je vybavený senzorovou (vstupnou) a motorickou (výstupnou) časťou.
2. Každý typ problému je reprezentovaný v symbolickej forme určitým PRIESTOROM VYHLÁDÁVANIA. Prvky tohto priestoru sú stavy znalostí, ktoré má subjekt o úlohe. Jeho štruktúra je zadaná súborom operátorov, ktoré pracujú nad daným stavom znalostí, aby vyprodukovali nové stavy znalostí. Riešenie problému spočíva potom v prehľadávaní tohto priestoru. Súbory programov realizujúcich toto hľadanie nazývame PRODUKČNÉ SYSTÉMY.

3. Príslušnosť problému k určitej tematickej doméne predurčuje v značnej miere aj štruktúru priestoru vyhľadávania riešení. Riešiaci stroj (zvyčajne počítač) konštruuje tento priestor zodpovedajúci typu problému skôr, ako začne starostlivé hľadanie vlastného riešenia.
4. Štruktúra priestoru hľadania riešenia predurčuje základné charakteristiky možných postupov, ktoré môžu byť použité na riešenie problému. Okrem toho znalosti, ktoré má k dispozícii riešiaci stroj, sú reprezentované faktami, metodikami a získanými skúsenosťami z predchádzajúcich riešení podobných problémov. Tie hrajú hlavnú úlohu v priebehu celého procesu riešenia problému.

Na základe týchto úvah môžeme problém modelu technologického objektu formálne opísať spôsobom známym v teórii systémov a v teórii riadenia pomocou šestice

$$P = (S, C, D, M, S_L, S_W)$$

kde  $S$  je množina možných situácií (stavový priestor),

$C$  - množina procedúr (operátorov), použiteľných v týchto situáciách,

$D$  - množina rušivých vplyvov,

$M$  - zobrazenie z množiny  $S \times D \times C$  trojíc situácia - rušenie - procedúra do množiny  $S$  čiže  $M : S \times D \times C \rightarrow S$ ,

$S_L$  - množina nežiadúcich situácií,

$S_W$  - množina situácií žiadúcich (množina cieľov), pričom vždy platí:

$$S_L \subseteq S \text{ a } S_W \subseteq S.$$

Treba bohužiaľ kriticky dodať, že tento formalizmus nám síce dáva užitočný spôsob opisu toho, čo sa odohráva po zostavení algoritmu riešenia problému, ale nehovorí nám, čím začať, ak máme iba formuláciu úlohy.

Súčasný stav našich znalostí v tejto oblasti je taký, že máme k dispozícii niekoľko všeobecných princípov, ktoré musíme pri riešení problému dodržať. Máme metódy, ktoré sa líšia svojou užitočnosťou a efektívnosťou. Ale nie sme schopní povedať, ako má byť efektívne myslenie organizované. Taká je teda dnešná realita v oblasti aplikácií umelej inteligencie do strojárskych výrobo-technologických procesov napriek všetkým nadšeným prognózam sedemdesiatych rokov. Ťažkosť je v tom, že na zostrojenie ľubovoľnej deduktívnej teórie je nutná formalizácia všetkých pojmov a termínov priradených každému prvku systému. To, pravdaže, vo vzťahu k človeku je doposiaľ veľmi problematické, pretože uvedomelé, cieľové správanie človeka má často vlastnosti, pre ktoré zatiaľ nemáme k dispozícii nijaký technický spôsob ich realizácie.

### 1.2.6 Simulačné modelovanie

Pri vytváraní automatizovaných výrobných systémov je potrebné riešiť celý rad teoretických aj praktických problémov. Skúmanie vlastností AVS realizáciou pokusov na skutočných výrobných sústavách je stále nákladnejšou záležitosťou. Preto sa hľadajú nové cesty a metódy ich skúmania. Jednou z nich je SIMULAČNÉ MODELOVANIE alebo krátko SIMULÁCIA.

SIMULÁCIA je výskumná metóda, ktorej podstata spočíva v tom, že skúmaný dynamický systém nahradíme jeho SIMULÁTOROM, na ktorom potom realizujeme experimenty s cieľom získania informácie o pôvodnom skúmanom systéme [18].

Uvedená metóda je využiteľná najmä:

- pri projektovaní automatizovaných výrobných systémov, pri riešení otázky priebehu výroby a toku materiálu a pri riešení skladových problémov (optimalizácia stavu zásob, voľba stratégie riadenia skladového hospodárstva ap.),
- pri plánovaní práce pre AVS (rozvrhovanie výrobných úloh),
- pri riešení niektorých problémov operatívneho riadenia výrobnotechnologických procesov.

V praxi sa simulačná technika využíva v prípade, že

- analyticko-matematické riešenie neprichádza do úvahy,
- praktické experimenty sa na reálnych systémoch nedajú uskutočniť.

Analyticko-matematické riešenie neprichádza do úvahy, ak:

- funkcionálne závislosti medzi cieľovými funkciami a nezávislými premennými systému nepoznáme,
- funkcionálne závislosti sú známe, ale matematické modelovanie je časovo alebo výpočtovo náročné, a preto by bolo neekonomické, čo platí pre veľkú časť reálnych technických alebo ekonomických sústav.

Praktické experimenty na reálnych systémoch sú nerealizovateľné, ak:

- potrebné experimenty by na rušovali normálny priebeh výroby,
- experimenty sú nákladné, a teda neekonomické,
- experimentálne vyvolané zmeny stavu systému nie sú jednoznačne reprodukovateľné,
- skutočný systém neexistuje (napr. sa ešte len projektuje),
- experimenty sú nebezpečné pre ľudí, stroje alebo materiál,
- zmeny stavov systému prebiehajú príliš pomaly alebo príliš rýchlo, čo prakticky znemožňuje ich overenie.

### 1.2.6.1 Simulátory

Podľa charakteru simulačného modelu hovoríme o rôznych druhoch simulačných modelov (napr. hydrodynamickom, elektrickom a pod.).

S rozvojom číslicových počítačov sa ukázalo, že sú najvhodnejším prostriedkom na realizáciu simulátorov. Číslicový počítač je v tejto funkcii riadený SIMULAČNÝM PROGRAMOM, ktorý pri svojom behu manipuluje s obsahom viac či menej zložitej dátovej bázy.

Použitím číslicového počítača získavame celý rad výhod:

- model potrebuje veľmi malé množstvo energie a materiálu a nemá škodlivé účinky,
- informácie získané experimentovaním s modelom je možné spracúvať na tom istom počítači, na ktorom bol realizovaný model,
- najväčšia investícia pre realizáciu modelu - počítač - je využiteľná aj na iné účely, ako je simulácia.

Aby však bolo možné simulovať nejaký proces pomocou číslicového počítača vo funkcii simulátora, je potrebné najskôr zostaviť zodpovedajúci MODELUJÚCI ALGORITMUS.

Bohužiaľ zápis takého algoritmu priamo, v tvare programu pomocou elementárnych operácií daného počítača, býva veľmi náročný. Z tohto dôvodu sa používajú rozličné spôsoby reprezentácie simulačných algoritmov s rôznou praktickou hodnotou.

Na zápis algoritmov opisujúcich technologické objekty a v nich prebiehajúce procesy sa využívajú tri základné spôsoby:

- operátorový spôsob zápisu modelujúceho algoritmu,
- zápis pomocou špeciálnych simulačných jazykov,
- zápis pomocou univerzálnych programovacích jazykov.

### 1.2.6.2 Operátorový spôsob zápisu

Operátorový zápis modelujúceho algoritmu obsahuje postupnosť operátorov, z ktorých každý zobrazuje určitú skupinu operácií. Aj keď také vyjadrenie algoritmu neobsahuje explicitné vyjadrenie postupu výpočtu jednotlivých veličín, jeho použitie je výhodné, pretože dovoľuje veľmi dobre sa orientovať v celkovej štruktúre modelujúceho algoritmu a dostatočne vyjadruje jeho logickú výstavbu. Operátorový zápis algoritmu nerešpektuje zvláštnosti použitého počítača; inštrukčná sieť počítača a jeho ďalšie technické aj programové charakteristiky sa berú do úvahy až pri detailnejšom rozpracovaní

algoritmov jednotlivých operátorov a pri ich programovaní.

Výber sústavy operátorov pre zápis simulačného (modelujúceho) algoritmu hrá podstatnú úlohu, keďže určuje "priehľadnosť" opisu a ovplyvňuje vhodnosť opisu na ďalšie spracovanie. Na sústavu operátorov použitých na riešenie určitej triedy úloh sa zvyčajne kladú dve požiadavky:

1. Je žiadúce, aby každý operátor mal dostatočne jasný a názorný zmysel spojený s podstatou modelovaného procesu.
2. Treba mať istotu, že každý použitý operátor môže byť vyjadrený postupnosťou elementárnych operácií bez väčších problémov. Iba v takom prípade sa dá rátať s úspechom pri programovaní úloh pre počítač.

Celý súbor operátorov vytvárajúcich modelujúci algoritmus môže byť rozdelený na tri skupiny:

- základné operátory,
- pomocné operátory,
- služobné (všeobecné, univerzálne) operátory.

ZÁKLADNÉ OPERÁTORY sú tie, ktoré sa používajú na simuláciu jednotlivých elementárnych operácií skúmaného procesu a na opis ich vzájomných vzťahov. Inak povedané, základné operátory opisujú procesy prebiehajúce pri činnosti reálnych prvkov systému s uvažovaním pôsobenia okolia.

POMOCNÉ OPERÁTORY sú určené na simuláciu elementárnych operácií. Realizujú výpočet tých parametrov a charakteristík, ktoré sú potrebné pre prácu základných operátorov.

SLUŽOBNÉ OPERÁTORY zabezpečujú vzájomnú súčinnosť základných a pomocných operátorov pri simulácii procesu v automatickom režime, synchronizáciu behu algoritmu a niektoré podružnejšie funkcie, ako napr. zápis výsledkov simulácie a ich spracovanie.

Ďalšie podrobnosti o tejto metóde možno nájsť v príslušnej literatúre, napr. [19].

#### 1.2.6.3 Zápis pomocou simulačných jazykov

Existujúce špeciálne simulačné jazyky sú zvyčajne vytvorené na základe bežných programovacích jazykov. Poskytujú používateľom vhodné programovacie prostriedky pre simulačné modelovanie dostatočne širokej triedy systémov, prostriedky na ladenie napísaných programov a zber a spracovanie štatistických údajov o modeloch.

Treba podčiarknuť, že všetky simulačné jazyky sú v svojej podstate PROBLÉMOVO ORIENTOVANÉ. Znamená to, že zobrazujú určitý súbor pojmov, ktoré sú charakteristické pre danú triedu úloh. Táto okolnosť veľmi uľahčuje písanie programov používateľovi, ktorý síce má dobré znalosti simulovanej sústavy a priebehu procesov v sústave, ale iba minimálne znalosti metód matematického opisu modelov a programovania. Preto tieto jazyky takmer vždy zahrňujú aparát pre opis statickej a dynamickej štruktúry systémov, riadiace programy na načítanie systémového času (systémové hodiny) a na riešenie tzv. KONFLIKTNÝCH SITUÁCIÍ (zabezpečenie správneho striedania udalostí).

Na druhej strane však tieto jazyky trpia celým radom nedostatkov, ktoré znižujú ich praktickú hodnotu. Základným nedostatkom je skutočnosť, že pri akýchkoľvek zmenách štruktúry simulovanej sústavy (pri zmenách v prepojení aj tých istých prvkov sústavy) je nutné veľmi často napísať nový program. Pritom práve uvedené štrukturálne zmeny sú charakteristické pre projektovanie systémov pri hľadaní vhodných variantov činnosti sústav. Tento nedostatok špeciálnych simulačných jazykov sa zvlášť intenzívne prejavuje pri simulácii neštandardných zložitých systémov, ako sú práve strojárské AVS.

#### 1.2.6.4 Zápis pomocou univerzálnych programovacích jazykov

Použitie univerzálnych programovacích jazykov odstraňuje principiálne nedostatky simulačných jazykov. Na druhej strane však ich použitie je nevýhodné, pretože si vyžaduje okrem dokonalej znalosti simulovanej sústavy a procesov v nej aj dokonalú znalosť metód matematického opisu modelov a programovania. Navyše je tento spôsob zápisu mimoriadne prácny. Je preto potrebné jeho použitie dobre zvážiť a používať ho iba v špeciálnych prípadoch (pozri napr. kap. 2.1.2.5).

Pri praktických aplikáciách simulácie v oblasti AVS sa osvedčil taký postup, že modelujúci algoritmus sa opíše operátorovým spôsobom a v ďalšom kroku sa tento opis pretransformuje buď pomocou špeciálneho simulačného jazyka, alebo pomocou univerzálného programovacieho jazyka na program pre zvolený počítač. Operátorový zápis pritom veľmi uľahčuje rozdelenie úloh pri programovaní na viacej skupín programátorov a koordináciu ich práce.

### 1.3 AUTOMATIZOVANÝ VÝROBNÝ SYSTÉM OBRÁBANIA

#### 1.3.1 Podstatné okolie AVS

Každý AVS je súčasťou určitého vyššieho systému. Prvky tohto systému, s ktorým AVS komunikuje, tvoria jeho PODSTATNÉ OKOLIE, ktoré je reprezentované sústavou pracovných úsekov spojených s AVS materiálovými (hmotnými), energetickými a informačnými tokmi.

Podstatné materiálové okolie AVS tvorí časť organizačnej štruktúry závodu (prípravné, výrobné, skladovacie úseky).

Základné hmotné väzby na podstatné okolie sú schématicky uvedené na obr. 1.7 a ich obsahom je:

1. Vstup materiálu do AVS.
2. Kooperačný tok rozpracovaných obrobkov medzi AVS a kooperujúcimi strediskami (dielňami).
3. Prísun nového náradia a odsun poškodeného náradia.
4. Dodávky elektrickej energie, stlačeného vzduchu a chladiacich emulzií.
5. Odsun hotových dielcov z AVS.
6. Odvoz triesok z AVS.
7. Ostrenie opotrebovaného náradia.
8. Údržba a preventívne prehliadky strojov a zariadení AVS (mechanická údržba).

Podstatné informačné okolie potom tvorí systém riadenia výroby na najbližšej vyššej úrovni - subsystém operatívneho riadenia výroby (ORV) ako súčasť automatizovaného systému riadenia podniku.

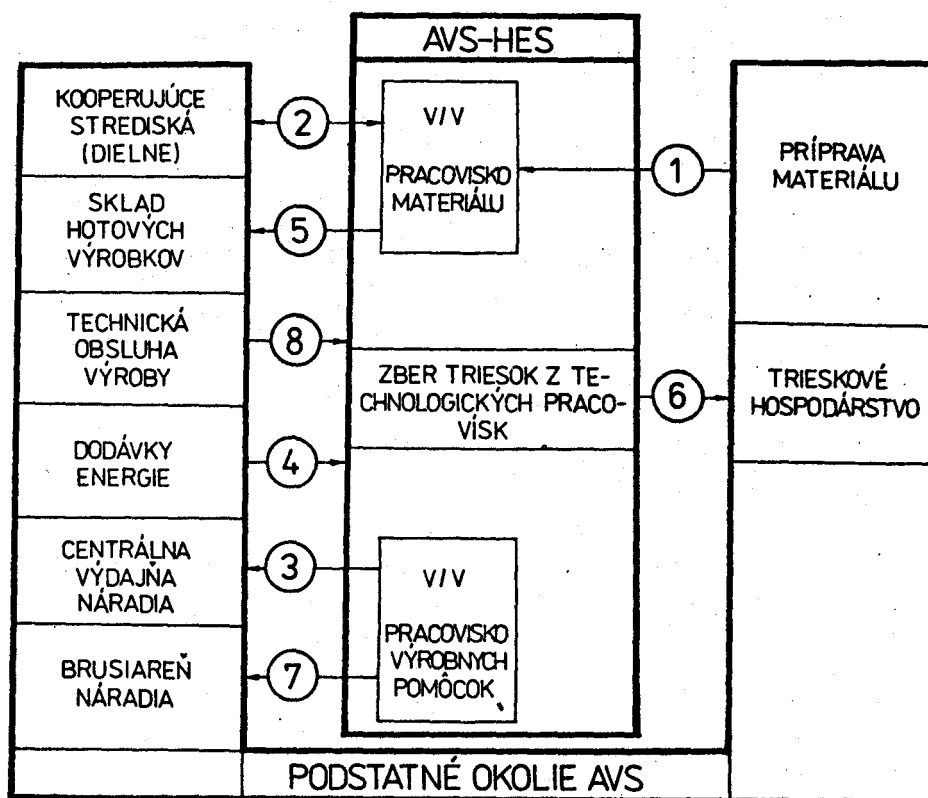
Úlohou podstatného okolia AVS je:

- informačné zabezpečenie AVS,
- príprava materiálu,
- príprava výrobných pomôcok,
- údržba a opravy.

Podstatné okolie strojárskych AVS tvoria zvyčajne nasledujúce prvky:

#### Automatizovaný systém riadenia podniku (ASR P)

Na podnikovej úrovni sú zabezpečované základné činnosti súvisiace s realizáciou trojstupňového riadenia (podnik-závod-stredisko). Na úrovni podniku sa



- ① Vstup materiálu do AVS
- ② Kooperačný tok rozpracovaných polovýrobkov
- ③ Prísun nového a odsun poškodeného náradia
- ④ Dodávky energie, stlačeného vzduchu a chladiacich emulzií
- ⑤ Odsun hotových dielcov
- ⑥ Odvoz triesok
- ⑦ Ostrenie opotrebovaného náradia
- ⑧ Údržba a preventívne prehliadky strojov a zariadení

Obr. 1.7

Základné hmotné väzby VS na podstatné okolie

realizuje spracovanie ročného a štvrtročného plánu výroby. Na úrovni závodu sa spracúva rozpis mesačného plánu v sortimente na stredisko a na úrovni každého strediska sa potom realizuje mesačný plán. Na závodovej úrovni sa zvyčajne nezabezpečujú činnosti, ako rozpis plánu, zásoby materiálu, starostlivosť o základné prostriedky a iné, ktoré sú centralizované na podnikovej úrovni.

Optimálne pracovné podmienky pre AVS je možné vytvoriť iba pri úplnom fungovaní všetkých skupín úloh podsystému ORV (operatívneho riadenia výroby), ktorý je časťou ASR P. Zvyčajne sa člení na nasledujúce skupiny úloh:

- plánovanie finálnej výroby,
- operatívne plánovanie výroby (OPV),
- lehotové plánovanie dielní (stredísk),
- riadenie výroby dielní (stredísk),
- operatívna evidencia výroby.

#### Priama nadriadená úroveň AVS - závod

Tento druhý stupeň riadenia zvyčajne zabezpečuje všetky vstupné informácie pre AVS. Obdobne všetky spätnoväzobné informácie z AVS sú odovzdávané na druhý stupeň riadenia, teda závod.

Z organizačného hľadiska býva tento stupeň rozdelený na:

- úsek riaditeľa závodu,
- úsek technický,
- úsek výrobný,
- úsek obchodný,
- úsek ekonomický.

Výrobná činnosť závodu je organizačne sústredená do výrobného úseku, ktorý máva tieto útvary:

- výrobný-dispečerské oddelenie (VDO),
- oddelenie hlavného mechanika a energetika,
- výrobné strediská (dielne).

#### Technická príprava výroby TPV

Úlohou TPV je vytvorenie a aktualizácia základných výrobnotechnických informácií. Zabezpečuje všetky výrobné podklady pre AVS:

- a) konštrukčné podklady,
- b) technologické podklady,
- c) NC-programy.

Okrem toho zabezpečuje aktualizáciu údajovej základne v rámci TPV.

#### Príprava materiálu

Príprava materiálu sa zvyčajne zabezpečuje na podnikovej úrovni. Požiadavky jednotlivých stredísk sa uplatňujú v predstihu podnikovým plánom v podsysteme MTZ ASR P. Časť polotovarov je pre AVS zabezpečovaná z rezárne materiálu,

časť z kooperácie z iných stredísk alebo závodov (napr. po realizácii operácií hrubovania, kalenia a p.).

#### Príprava náradia

Hospodárenie s náradím je zabezpečované na závodovej úrovni centralizovanou náradňou. Tá zabezpečuje rozpisom plánu náradia pre AVS (v podsystéme NAR ASR P) vychystávanie náradia pre AVS. Okrem toho zabezpečuje opravy náradia.

#### Hospodárenie so základnými prostriedkami

Hospodárenie so základnými prostriedkami je centralizované na závodovej úrovni v odbore ZP základné prostriedky a v odbore EG (energia), ktoré zabezpečujú bežné opravy strojov a zariadení, v kooperácii potom aj opravy väčšieho rozsahu a stredné opravy. Súčasne zabezpečujú náhradné dielce a ich distribúciu pre bežné opravy.

#### Hospodárenie s energiou

Výroba a hospodárenie s energiou je realizovaná na závodovej úrovni v odbore ZP a EG. Vyhodnocovanie spotreby energií patrí do pôsobnosti hlavného energetika závodu.

#### Kooperujúce strediská

Kooperácia sa realizuje medzi AVS a ostatnými strediskami závodu. Sled operácií AVS je teda prerušovaný operáciami, ktoré sa vykonávajú na kooperujúcich strediskách.

### 1.3.2 Š t r u k t ú r a h m o t n o - e n e r g e t i c k é h o s y s t é m u A V S

#### 1.3.2.1 Základné predpoklady automatizácie

Základnou úlohou AVS je realizácia výrobného procesu, ktorý je úzko spojený s dopravnými a skladovými operáciami realizujúcimi HMOTNÝ TOK v systéme. Pritom sa požaduje, aby bola zaručená vysoká pravdepodobnosť automatického alebo aspoň automatizovaného splnenia úloh, ktoré sú AVS ukladané hierarchicky vyšším (riadiacim) systémom.

Aby toto poslanie mohol AVS plniť s využitím všetkých automatizačných prostriedkov, ktoré sú k dispozícii vrátane počítačových systémov, musia byť vytvorené určité predpoklady na formalizáciu jeho činnosti a z nej vyplývajúcu algoritmizáciu všetkých funkcií.

### Manipulačné miesta

Prvým predpokladom je, aby celá výrobná jednotka bola zásadne rozdelená na MANIPULAČNÉ MIESTA.

Pod pojmom MANIPULAČNÉ Miesto rozumieme ľubovoľné miesto v rámci výrobnéj jednotky, na ktorom môže byť uložená alebo z ktorého môže byť odobratá hmotnosť ľubovoľným manipulačným alebo dopravným prostriedkom patriacim do danej základnej výrobnéj jednotky.

Na základe tohto vymedzenia pojmu sa potom všetky manipulačné miesta delia na tri kategórie:

a) MANIPULAČNÉ MIESTA STACIONÁRNE

Do tejto kategórie patria všetky stacionárne, teda nepohybujúce sa manipulačné miesta určené na stále alebo aj prechodné uloženie hmoty. Patria sem teda nielen miesta v medzioperačných skladoch, ale aj manipulačné miesta na technologických a netechnologických pracoviskách určené pre trvalé alebo dočasné uloženie hmôt.

b) MANIPULAČNÉ MIESTA TRANZITNÉ

Do tejto kategórie zahrňujeme všetky manipulačné miesta na dopravných prostriedkoch, napr. manipulačné miesta reprezentované plošinou dopravných vozíkov, vidlicami regálového zakladača ap.

c) MANIPULAČNÉ MIESTA STYKOVÉ

Do tejto kategórie zahrňujeme manipulačné miesta, cez ktoré je realizovaný styk dvoch dopravných prostriedkov.

Každé z týchto troch typov manipulačných miest rozpoznávaných v ZVJ môže byť DOSTUPNÉ alebo NEDOSTUPNÉ dopravným a manipulačným prostriedkom. To znamená, že na tieto miesta je povolené odkladať a z nich odoberať hmotné objekty ("MM dostupné") alebo odoberanie a odkladanie hmotných objektov je zakázané ("MM nedostupné").

### Kódy manipulačných miest

Všetky manipulačné miesta v základnej výrobnéj jednotke sú identifikované pomocou troch typov kódov.

VONKAJŠÍ KÓD MM slúži na komunikáciu používateľa so systémom ASR VTP a jeho obsah si každý používateľ volí podľa svojich zvyklostí pri konfigurácii, prípadne pri generácii konkrétnej verzie systému. Štruktúra vonkajšieho kódu manipulačného miesta môže mať napr. tvar:

GLOBALNY	ČÍSLO SKUPINY	ČÍSLO MIESTA
IDENTIFIKÁTOR	TECH. PROSTRIEDKOV	V RÁMCI SKUPINY TP

GLOBÁLNE IDENTIFIKÁTORY sú zvyčajne v súlade so zvyklosťami v oblasti mini-počítačov SMEP, vytvárané z jedného až šiestich alfanumerických znakov. Systém globálnych identifikátorov môže byť napr. vytvorený takto:

PO, ..., P9	(MM na technologických pracoviskách)
SL, SP, SR	(MM skladové, pričom: SL - označuje ľavý regál centrálného skladu SP - označuje pravý regál centrálného skladu SR - označuje skupinu rozptýlených skladov)
I	(vstupné MM do výrobnjej jednotky)
O	(výstupné MM z výrobnjej jednotky)
V	(vstupno/výstupné MM do/z výrobnjej jednotky)
W	(MM na indukčne vedenom vozíku)
Z	(MM na regálovom zakladači)

Rešpektovanie týchto pravidiel uľahčuje a zefektívňuje spracovanie informácií o manipulačných miestach najmä v etape generovania riadiaceho systému.

ČÍSLO SKUPINY TECHNICKÝCH PROSTRIEDKOV udáva identifikačné číslo skladovej, vstupnej alebo výstupnej sekcie manipulačných miest, prípadne číslo zameniteľných pracovísk (pozri kap. 1.3.2.2) .

ČÍSLO MIESTA V RÁMCI SKUPINY MM je poradové číslo MM v danej skupine technických prostriedkov.

Na účely vnútorného zobrazenia vonkajšej fyzikálnej skutočnosti ("vonkajšieho sveta systému") je potrebné zvoliť vhodný systém kódovania typov manipulačných miest, s ktorými potom riadiaci systém operuje pri vlastných kalkuláciách počítača. Na tento účel vyhovuje kód, ktorý má tvar:

KK D XX

t. j. kód vo forme päťmiestneho dekadického čísla. Označujeme ho ako VNÚTORNÝ KÓD. V praxi býva veľmi užitočné, ak sa vnútorný a vonkajší kód MM formálne stotožní.

Okrem vnútorného kódu manipulačných miest, s ktorým pracuje počítač pri riešení logických problémov a vonkajšieho kódu, s ktorým pracuje používateľ, sa používa ešte aj tzv. STROJOVÝ KÓD MANIPULAČNÉHO MIESTA, čo je tvar opisu manipulačných miest, ktorý akceptujú priamo riadiace systémy jednotlivých skladovacích a dopravných a manipulačných prostriedkov. Tento kód je úzko spojený s technickými princípmi konkrétnych technických zariadení použitých v AVS a je určovaný jednotlivými výrobcami zariadení.

### Nosiče hmoty

Druhým dôležitým predpokladom úspešnej automatizácie výrobných systémov je vyriešenie otázky NOSIČOV HMOTY. Kým pri ručnej manipulácii vo výrobnom, resp. montážnom procese neusporiadaný vstup objektov nehral významnú úlohu, pri automatizovanej doprave a manipulácii vystupujú podmienky ich vstupu do AVS v stanovenej polohe a orientácii do popredia. Pritom je dôležitá ich orientácia nielen s ohľadom na ich nosič, ale aj vzhľadom na dopravné a manipulačné zariadenia.

Pri projektovaní výrobnej jednotky má projektant k dispozícii viacej možností, ako dopravovať hmotné objekty medzi jednotlivými manipulačnými miestami. Výber nosičov hmoty je zásadne určený veľkosťou, tvarom a početnosťou dopravovaných hmotných objektov, ktoré navyše svojimi vlastnosťami apriórne určujú i spôsob ich prípravy pre dopravné, manipulačné a skladové operácie. V diskrétnej strojárskej výrobe je výhodné, ak sú vo funkcii nosičov používané palety, pretože tento spôsob má celý rad predností.

Pre dopravu je významné najmä to, že paletizácia umožňuje dopravovať jedným systémom nielen súčiastky skriňové, ale aj ploché alebo rotačné spolu s výrobnými pomôckami. Pritom pre jednotlivé druhy dopravovaných objektov nevyžaduje samostatné dopravné okruhy, takže okrem možnosti použiť pre dopravné a manipulačné operácie unifikované technické prostriedky pôsobí paletizácia ako integračný faktor umožňujúci zlučovanie niektorých čiastkových funkcií (preprava obrobkov - preprava nástrojov - preprava odpadu). Tým sa súčasne vytvárajú aj priaznivejšie podmienky na prácu riadiacich systémov automatických prostriedkov, pretože sa znižuje logická zložitosť vyžadovaných operácií.

Je síce pravda, že existujú rotačné tvary veľkých obrobkov, ktoré zatiaľ úspešne vzdorujú paletizácii, čím bránia plnej automatizácii dopravy, ktorá potom musí byť riešená "klasickými" metódami, napr. portálovými žeriavmi alebo manipulátormi. Podľa odhadov však môže byť takmer 90 % obrobkov a výrobných pomôcok, ktoré sa bežne vyskytujú v malo- a strednosériovej výrobe, prepravené pomocou paliet. V súčasnosti už existujú aj metódy prepravy veľkých nerotačných dielcov na špeciálnych paletách označovaných niekedy ako "manipulačná doska", ktoré umožňujú premeranie, ustanovenie a upnutie obrobku na prípravnom pracovisku. Ich rozmer sa volí až 2 800 x 4 500 mm.

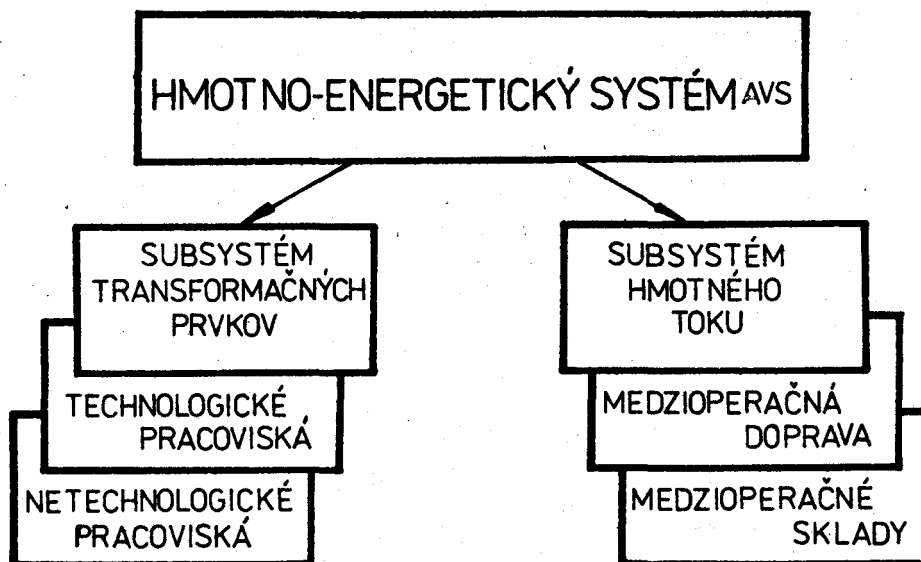
Z hľadiska systému dopravy a manipulácie môžu byť hmoty na palety ukladané buď bez nárokov na presnosť uloženia, alebo môžu byť ukladané presne, čo po upnutí palety s obrobkom na obrábací stroj zabezpečí presnú polohu obrobku vo vzťahu k súradnicovému systému stroja. Tým je umožnená buď ďalšia automatická manipulácia (napr. s náradím), alebo obrábanie bez dodatočného ustanovenia obrobku. Spôsob uloženia hmoty na paletu v uvedenom zmysle

neovplyvňuje činnosť dopravného a manipulačného systému.

Predchádzajúce úvahy ukazujú, že pri automatizovaných výrobných systémoch pracujeme s určitými kvantami hmôt, ktoré predstavujú suroviny, hotové alebo nedokončené výrobky, odpad, náradie, nástroje a pod., ktoré môžu byť balené aj nebalené, ložené voľne alebo na nejakom nosiči, pričom vždy tvoria určitú jednotku, s ktorou môžeme bez akejkoľvek ďalšej úpravy manipulovať. Toto kvantum hmoty nazývame v súlade s ČSN MANIPULAČNÁ JEDNOTKA.

#### 1.3.2.2 Technologické pracoviská (TGP)

Základnými technologickými modulmi výrobnotechnologického subsystému AVS sú technologické a netechnologické pracoviská. Ich vhodným zoskupením utvárame potrebné základné výrobné jednotky, ktoré navyše technologicky alebo predmetovo špecializujeme. (Obr. 1.8.)



Obr. 1.8

Štruktúra hmotno-energetického systému AVS

Pojmom TECHNOLOGICKÉ PRACOVISKO označujeme relatívne izolovaný technologický modul základnej výrobnéj jednotky (strediska, AVS), kde sa realizujú jednak výrobné operácie, jednak rôzne prípravné, pomocné a kontrolné operácie. Môže ho tvoriť jeden stroj, skupina strojov alebo stroj a ručné pracovisko a pod. Na výrobe súčiastok v rámci AVS sa zúčastňuje tým, že

- z polovýrobkov vyrába súčiastky,
- polovýrobky spracúva čiastočne a výroba sa dokončuje mimo TGP alebo
- zabezpečí dokončenie súčiastky rozpracovanej na inom TGP.

Technologické pracoviská zabezpečujú v AVS tieto základné funkcie:

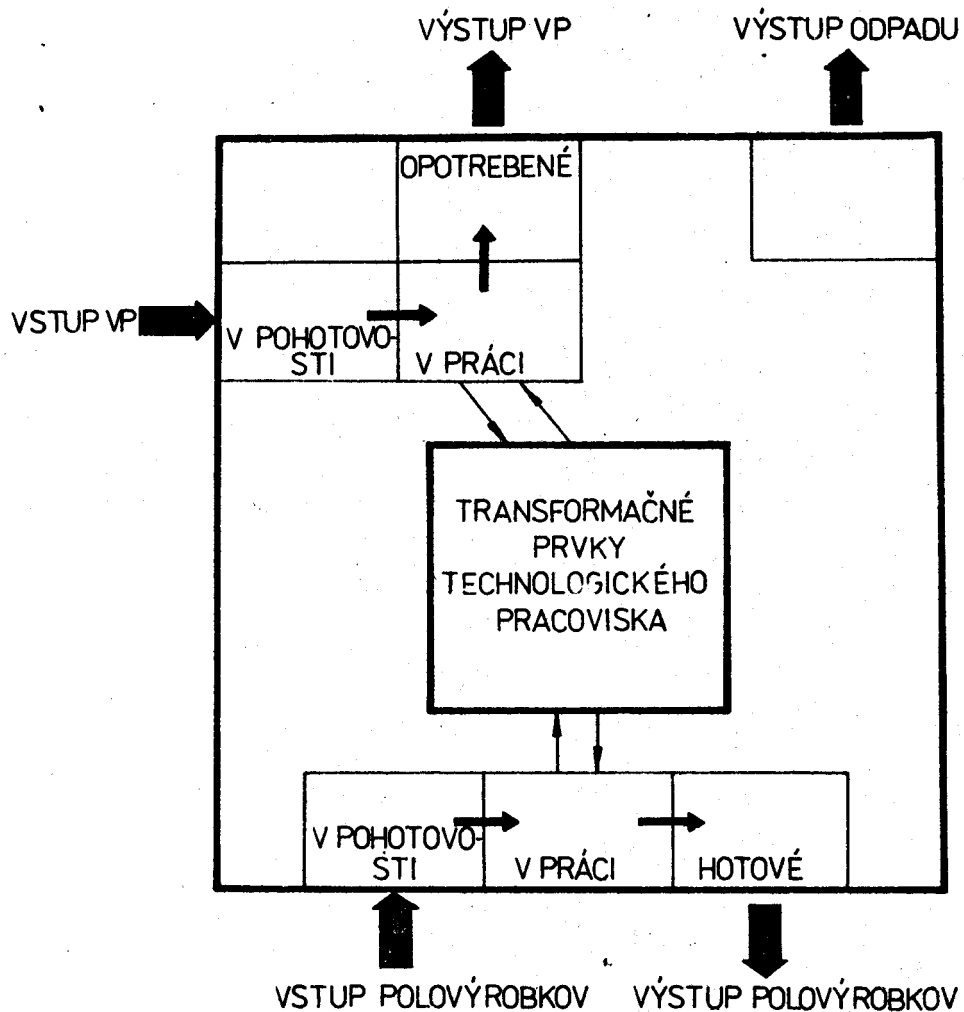
- realizáciu vyžadovaných technologických operácií,
- manipuláciu so súbormi výrobných pomôcok (VP),
- manipuláciu s nástrojmi a ich výmenu,
- odstraňovanie odpadu,
- manipuláciu s obrobkami v rámci technologického pracoviska.

Na realizáciu automatického, resp. automatizovaného cyklu výroby jednotlivých súčiastok je každé TGP vybavené prostriedkami:

- Na vstup a výstup hmôt na pracovisko a z pracoviska. Počet vstupno-výstupných miest (V/V miest) hmôt sa určuje podľa potreby. Môže ísť o jedno, dve, prípadne aj o viac miest určených na vstup a výstup
  - polovýrobov, rozpracovaných a hotových súčiastok,
  - náradia (nástrojov, prípravkov ap.),
  - pomocných hmôt,
  - odpadových hmôt.
- Na uloženie uskladnenie hmôt na pracovisku.
- Na premiestňovanie hmôt pri TGP (manipuláciu s hmotami), ako sú napr. roboty, manipulátory, presúvače, zakladače ap. V závislosti od manipulačných schopností týchto zariadení, najmä priemyselného robota, môže byť potrebná aj inštalácia prostriedkov na zmenu polohy obrobkov (napr. obračacie pri obrábaní na tom istom stroji na viac ako jedno upnutie). Základná schéma TGP je na obr. 1.9.

V technologickom module prebieha, ako vidíme, ucelený a relatívne uzatvorený technologický proces. Na jeho zabezpečenie dostáva technologické pracovisko na základe rozhodnutia systému riadenia výrobného procesu:

- nástroje a pomôcky potrebné na vykonanie požadovanej technologickej operácie,
- polotovar, resp. materiál, na ktorom sa má technologická operácia realizovať,
- blok informácií (riadiaci program) na vykonanie technologickej operácie, teda všetko, čo jednoznačne určuje jeho úlohu a čo na realizáciu úlohy potrebuje. V tejto súvislosti je potrebné si bližšie všimnúť pojem TECHNOLOGICKEJ OPERÁCIE.



Obr. 1.9

Základná schéma technologického pracoviska

### Technologické operácia

Pri detailnejšej analýze technologických (a netechnologických) pracovísk zistíme, že často je veľkým problémom označiť určité elementárne procesy ako jednoznačne "technologické" alebo jednoznačne "netechnologické" v súlade s vymedzením technologických a netechnologických procesov uvedeným v úvode tejto kapitoly, čo v svojom dôsledku prináša určité problémy pri definícii pojmu TECHNOLOGICKÁ OPERÁCIA vo vzťahu k pojmu TECHNOLOGICKÉ PRACOVISKO.

Urobíme preto formálnu dohodu, podľa ktorej:

TECHNOLOGICKÁ OPERÁCIA je súbor elementárnych procesov, technologických a netechnologických, ktoré sa realizujú na technologickom pracovisku medzi jeho vstupom a jeho výstupom.

Táto definícia technologickej operácie je do určitej miery v rozpore s logikou použitých základných pojmov, ale na druhej strane je v súlade s existujúcou praxou v strojárскеj výrobe, ktorú treba rešpektovať.

Z uvedeného vyplýva, že každá "technologická operácia" na danom TGP sa skladá z úkonov technologických, ale aj netechnologických. Zvláštnu skupinu netechnologických úkonov tvoria procesy, ktoré musia byť naprogramované pre každý konkrétny výrobok, ako napr. upínanie na palety, pooperačná kontrola a pod. Kritom nie je podstatné, či program týchto operácií plánuje technická príprava výroby pre každý výrobok samostatne, alebo ako program platný pre skupinu výrobkov, či ako trvalý program príslušného TGP.

#### Jednoznačnosť riadenia TGP

Voči riadeniu výrobného procesu reprezentuje TGP ucelený technologický modul, do činnosti ktorého toto riadenie nezasahuje, pretože vnútorné procesy sú podriadené riadiacemu programu operácie realizovanej týmto modulom. Ako uvidíme v ďalšej časti, riadenie vlastného výrobného procesu nemení obsah technologických operácií, ani ich postupnosť, ale zabezpečuje realizáciu naplánovaných operácií v priestore a čase. Okrem toho operatívne zabezpečuje podmienky v podstatnom okolí technologických pracovísk na ich realizáciu.

Aby bola zaručená jednoznačnosť riadenia, musia technologické pracoviská spĺňať dve základné podmienky:

1. Jednoduchý alebo aj viacnásobný vstup a výstup obrobkov (materiálu) je spoločný pre všetky transformačné prvky umiestnené na danom pracovisku.
2. Od vstupu obrobkov po ich výstup z technologického pracoviska je pohyb obrobkov jednosmerný, čo znamená, že obrobky prechádzajú postupne transformačnými prvkami v pevne určenej (naplánovanej) postupnosti. Pri niektorých technologických operáciách nemusia byť určité transformačné prvky využité (nulová transformácia).

Každé TGP je svojím vstupno-výstupným zariadením, ktoré umožňuje vstup, resp. výstup materiálu, obrobkov a súborov výrobných pomôcok do/z technologického pracoviska pripojené na medzioperačnú dopravu (MOD). Základná schéma technologického pracoviska, ktorá vyhovuje uvedeným požiadavkám, je na obr. 1.8.

#### Druhy TGP

Podľa druhu použitých strojov a zariadení rozlišujeme tieto druhy TGP:

- ručné TGP,
- TGP vybavené konvenčnými strojmi,
- TGP vybavené NC strojmi,

- automatizované technologické pracoviská (ATP) vybavené robotom alebo manipulatorom,
- pracovisko technickej kontroly (TK),
- pracovisko prípravy výrobných pomôcok (PVP - zvyčajne zlúčené s pracoviskom vstupu/výstupu VP do AVS).

V tejto súvislosti treba poznamenať, že operácia kontroly sa zvyčajne programuje rovnakým spôsobom ako ostatné technologické operácie, a preto je aj pracovisko TK uvažované ako akékoľvek iné TGP. Je perspektívnou požiadavkou, aby kontrolné operácie na samostatnom pracovisku odpadli a stali sa integrálnou súčasťou operácií na transformačných TGP. To znamená, že požadujeme, aby dodržanie rozmerov a akosti technologickej operácie zabezpečil sám transformačný prvok.

#### Skupiny zameniteľných pracovísk (SZP)

Všetky TGP dislokované v AVS sa zvyčajne rozdeľia do SKUPÍN ZAMENITEĽNÝCH PRACOVÍSK (SZP). Pod SZP chápeme skupinu takých TGP, ktoré môžu realizovať tie isté technologické operácie s tými istými výrobnými pomôckami. Zameniteľnosť TGP je tu teda chápaná ako schopnosť realizovať požadovanú technologickú operáciu na výrobnéj dávke zabezpečenej materiálom a výrobnými pomôckami ktorýmkoľvek TGP v rámci zadanej SZP.

#### Vnútoraná štruktúra TGP

Vnútoraná štruktúra technologických pracovísk je veľmi podobná štruktúre celého AVS. Môžeme ju rozdeliť na tri základné subsystémy:

- SS transformačných prvkov,
- SS operačnej manipulácie,
- SS riadenia technologického procesu na TGP.

Pohyb obrobkov medzi vstupom na TGP cez jeho transformačné prvky až po výstup z TGP zabezpečuje subsystém operačnej manipulácie. Analogicky je vymedzená operačná manipulácia so súbormi výrobných pomôcok (vrátane nástrojov).

#### 1.3.2.3 Netechnologické pracoviská

Okrem technologických pracovísk zahrňuje AVS aj pracoviská netechnologické. Sú to:

Pracovisko vstupu/výstupu materiálu do/z AVS

Jeho určenie je dané už samotným názvom. Materiál z podstatného okolia AVS je navázaný medzistrediskovou dopravou na V/V manipulačné miesto. Obsluha na tomto pracovisku zabezpečuje kontrolu počtu kusov a prepaletizáciu materiálu z paliet používaných medzistrediskovou dopravou do OHRADOVÝCH (OP), resp. SYSTÉMOVÝCH (SYP) paliet používaných vnútri AVS. Pri výstupe materiálu zabezpečuje prepaletizáciu z OP a SYP do paliet používaných v okolí AVS.

Toto pracovisko zabezpečuje aj také manipulačné činnosti, ktorých cieľom je presne ukladať, polohovať a orientovať manipulačné jednotky na ich nosiče. Manipulačnými úkonmi na tomto pracovisku samozrejme nedochádza k zmene množstva ani fyzikálnych či iných vlastností manipulačných jednotiek.

Manipulačné funkcie paletizačného pracoviska sú závislé od:

- charakteristických parametrov manipulačnej jednotky,
- podmienok vstupu do sústavy,
- požadovanej orientácie na nosiči,
- dovolenej nepresnosti polohy na nosiči,
- spôsobu ukladania,
- plošnej, resp. objemovej veľkosti paletizačnej zóny V/V pracoviska.

Dôležitou podmienkou správnej činnosti paletizačného úseku V/V pracoviska je presné definovanie polohy a orientácie objektu, pretože väčšina výrobných a montážnych systémov najmä tých, ktoré sú vybavené priemyselnými robotmi pre automatickú operačnú manipuláciu, vyžaduje, aby manipulačné jednotky mali v mieste odoberania, resp. vkladania stále polohu a požadovanú orientáciu.

Druhou nemenej dôležitou podmienkou činnosti paletizačnej sekcie V/V pracoviska je vhodné priestorové usporiadanie manipulačných jednotiek. Voľba usporiadania je závislá predovšetkým od:

- tvaru objektov manipulácie,
- rozmerov a hmotnosti objektov,
- parametrov nosiča,
- manipulačných a riadiacich schopností paletizačného robota alebo manipulatora (ak je použitý),
- manipulačných a riadiacich schopností nadväzujúcich manipulačných a dopravných zariadení,
- spôsobu upevňovania objektov,
- smeru ich vkladania a odoberania.

#### Pracovisko vstupu/výstupu výrobných pomôcok do/z AVS

Toto pracovisko je zvyčajne súčasťou pracoviska prípravy výrobných pomôcok (PVP). V tom prípade PVP zabezpečuje tieto činnosti:

1. Prípravu pomôcok, meradiel, dokumentácie a predzoraďenie náradia.
2. Paletizáciu výrobných pomôcok do súborov.
3. Skladovanie výrobných pomôcok a archivovanie dokumentácie.
4. Nastavovanie strojov a zariadení pri nábehu novej výrobnej dávky.
5. Vstup a výstup súborov VP do/z AVS.

#### Pracovisko technickej obsluhy výroby (TOV)

Zabezpečuje bežnú elektroúdržbu v rámci AVS. Delí sa ďalej na silnoprúdovú a slaboprúdovú údržbu. Mechanická údržba, ktorá zabezpečuje údržbu a opravy na mechanických, pneumatických a hydraulických uzloch, je organizačne zabezpečovaná z úrovne závodu a zo systémového pohľadu náleží do podstatného okolia AVS. Vo vlastnom AVS teda zvyčajne oddelenie mechanickej údržby nie je zriadené.

#### 1.3.3 K r á t k o d o b ý   o p e r a t í v n y   p l á n   v ý r o b y A V S

Ako bolo uvedené v kap. 1.3.1, je AVS informačne zabezpečený svojím podstatným okolím. Základnou vstupnou informáciou pre AVS je krátkodobý operatívny plán výroby. Preto si v krátkosti všimneme aj problematiku podrobného operatívneho plánovania.

##### 1.3.3.1 Časová štruktúra výroby

Dôležitým kritériom plánovania je čas zotrvania polovýrobku vo výrobnom systéme. Tento celkový čas členíme na nasledujúce časové intervaly:

PRIEBEŽNÝ ČAS je časový interval medzi výberom polovýrobku danej zákazky k výrobe (zadaním do základnej výrobnej jednotky) a okamihom odvedenia polovýrobku z výrobnej sústavy. Tento priebežný čas sa ďalej člení na technologický, dopravný a skladovací čas.

TECHNOLOGICKÝ ČAS znamená čas, po ktorý polovýrobok obsadzuje výrobný stroj. Je rozdelený na čas PRÍPRAVNÝ, HLAVNÝ a VEDĽAJŠÍ. V prípravnom čase prebiehajú prípravné práce na spracovanie polovýrobku (obrábanie, zváranie ap.). V hlavnom čase prebieha vlastné spracovanie (obrába sa - nástroj je v reze, zvara sa ap.). Vedľajší čas sa počíta do času spracovania, ale je to čas,

po ktorý nie je nástroj v činnosti (výmena rezného nástroja pri obrábaní, nábeh na východiskový bod ďalšieho zvaru ap.).

DOPRAVNÝ ČAS zodpovedá času, po ktorý je obrobok prepravovaný z miesta uloženia ku stroju, od stroja ku stroju alebo od stroja na miesto uloženia.

SKLADOVACÍ ČAS vyjadruje čas, po ktorý obrobok čaká na spracovanie buď preto, že príslušný stroj je obsadený iným polovýrobkom, alebo nasledujúci stroj nie je pripravený na spracovanie daného polovýrobku. V takých prípadoch je polovýrobok uložený do medzioperačného skladu.

V súvislosti s touto časovou štruktúrou výroby je potrebné riešiť otázky plánovacej prípravy výroby a využitia disponibilných kapacít strojov (obr. 1.10). Pritom sa výroba zvyčajne realizuje vo VÝROBNÝCH DÁVKACH.

#### Výrobná dávka

VÝROBNOU DÁVKOU (VD) nazývame počet kusov polovýrobkov, ktoré sú súčasne zadávané do výroby a ktoré sa vyrobia pri jednom nastavení a príprave technologického pracoviska pre jednu operáciu.

Zadávanie práce na pracoviská sa zvyčajne realizuje po DOPRAVNÝCH DÁVKACH (DD), čím sa rozumie počet polovýrobkov jednej výrobnej dávky, ktoré sa na technologické pracovisko dopraví naraz (jednou dopravnou úlohou). Veľkosť dopravnej dávky je určovaná viacerými faktormi, ako napr. veľkosťou a hmotnosťou polovýrobkov, spôsobom dopravy a inými.

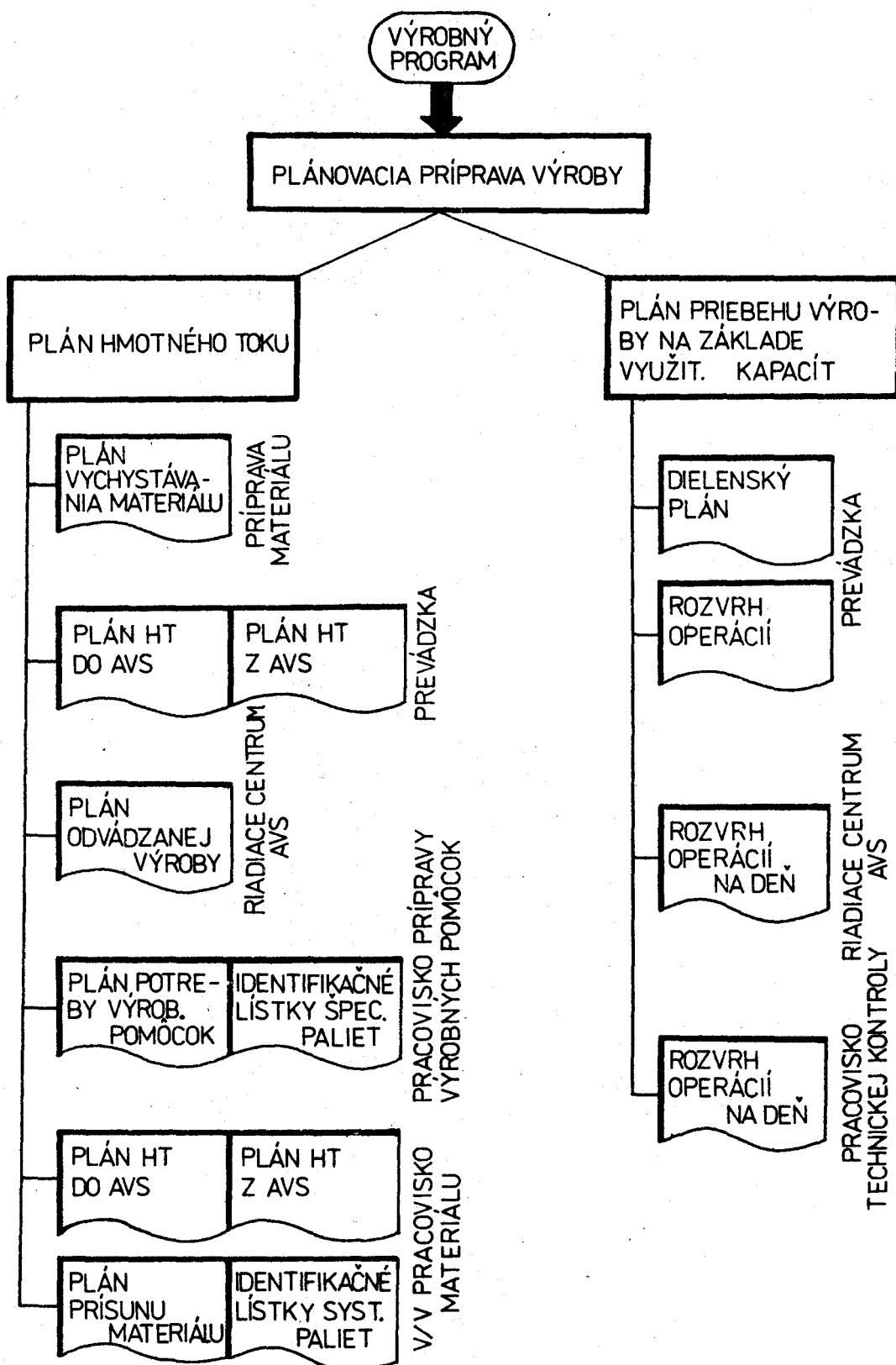
Výrobná dávka zvyčajne prechádza výrobou spôsobom:

- postupným,
- zmiešaným.

Pri postupnom prechode sa na všetkých kusoch výrobnej dávky vykoná prvá operácia a potom sa celá výrobná dávka odovzdá na ďalšie TGP, kde sa opäť na všetkých kusoch vykoná druhá operácia atď.

Pri zmiešanom prechode sa ďalšia operácia na výrobnej dávke začne vykonávať skôr, ako celá dávka prejde predchádzajúcou operáciou. Výrobná dávka sa medzi technologickými pracoviskami odovzdáva po častiach, zvyčajne po dopravných dávkach. Začiatok každej operácie sa plánuje tak, aby sa spracovanie VD vykonalo plynule, pričom sa rešpektuje skutočnosť, že operácie majú rôzne trvanie.

Veľkosť VD sa volí s ohľadom na ekonómiu výroby. Jej zväčšovanie znižuje nároky na nastavovanie strojov a prípravu pracoviska, čím sa zvyšuje využitie strojov a zariadení, pričom náklady na jednotku výroby sa znižujú.



Obr. 1.10

Plánovacia príprava výroby

Na druhej strane sa zväčšením dávky predlžuje priebežný čas a zvyšuje sa rozpracovanosť výroby.

#### 1.3.3.2 Podrobné operatívne plánovanie výroby

Ako sa už uviedlo, dostáva technologický objekt určité vstupné informácie. V prípade strojárskych AVS je to zvyčajne KRÁTKODOBÝ OPERATÍVNY PLÁN VÝROBY (KOPV).

Úlohou podrobného operatívneho plánovania výroby AVS je vypracovanie KOPV, čo znamená priradiť jednotlivé operácie technologického postupu výrobnej dávky na jednotlivé pracoviská alebo skupiny zameniteľných pracovísk AVS tak, aby boli dosiahnuté tieto ciele:

- včasná realizácia úloh vykonávacieho plánu,
- pokiaľ možno rovnomerné vyťaženie výrobných kapacít,
- udržiavanie optimálnej rozpracovanosti výroby s minimalizáciou priebežných časov dávok,
- previazanosť plánu AVS s plánmi podstatného okolia v záujme bezporuchového chodu výrobného systému.

Podrobný operatívny plán výroby musí byť reálny a musí vziať do úvahy tak disponibilnú výšku kapacít jednotlivých pracovísk vrátane plánovaných výpadkov kapacity, ako aj skutočný stav výrobného procesu v sústave počas výpočtu plánu. Spomenuté údaje musia byť zabezpečované ako vstup do výpočtu podrobného operatívneho plánu výroby, a to jednak zadávaním údajov ovplyvňujúcich plánovanú kapacitu výrobných zariadení (smennosť zariadenia, plánovaný výpadok kapacity, koeficient plnenia výkonových noriem), ako aj spätnoväzobnými informáciami o rozpracovaných a dokončených operáciách výrobných dávok.

Pri tvorbe krátkodobého operatívneho plánu výroby AVS (KOPV) sa zvyčajne vychádza z týchto predpokladov:

- AVS je súčasťou systému vyššej úrovne (závodu), v ktorom súčasne pracujú vedľa seba aj ďalšie AVS (strediská) a konvenčné dielne;
- v AVS neprebíha uzavretý výrobný proces. AVS kooperuje s inými dielnami, a teda aj jeho plán musí byť previazaný s plánom iných dielní;
- v AVS okrem plnoautomatizovaných pracovísk sú umiestnené aj konvenčné univerzálne pracoviská a ručné pracoviská;
- AVS má vlastný sklad materiálu, polotovarov a výrobných pomôcok a je vybavený vhodnou dopravnou a manipulačnou technikou;
- v AVS môžu existovať skupiny navzájom zameniteľných pracovísk;

- výroba je organizovaná vo výrobných dávkach, ktoré môžu byť ďalej delené na dopravné dávky, pričom každá dopravná dávka sa dopravuje v samostatnej dopravnej palete;
- každá operácia jednej výrobnej dávky je spracúvaná v súvislom časovom slede na jednom pracovisku (princíp nedeliteľnosti technologickej operácie);
- výroba dávky môže byť organizovaná buď postupným spôsobom (bez prekrývania operácií), alebo zmiešaným (kombinovaným) spôsobom (s prekrývaním operácií).

#### 1.3.3.3 Systavy operatívneho plánovania

Podrobné operatívne plánovanie výroby sa zvyčajne vypracúva ako samostatná skupina úloh, ktorá môže byť aj samostatne využívaná. V praxi však je vhodné, aby pred zavedením podrobného operatívneho plánovania podnik zaviedol automatizované plánovanie finálnej výroby a plánovanie výrobných dávok súčiastok (polovýrobkov), ktoré sa rozpadá do úloh:

- rozpad plánu finálnej výroby do montážnych skupín, podskupín, súčiastok, nakupovaných dielcov a materiálu;
- výpočet termínov hrubej potreby súčiastok;
- stanovenie veľkosti výrobných dávok súčiastky a ich termínov začatia a ukončenia výroby;
- preverenie zabezpečenia naplánovaných výrobných dávok materiálom a výrobnými pomôckami;
- tlač výrobnej a plánovacej dokumentácie.

Používané algoritmy operatívneho plánovania dovoľujú vypracovať reálny plán výroby súčiastok a výstupné zostavy sú potom podkladom na zadávanie jednotlivých výrobných dávok pre pracoviská výrobných stredísk. Zadávanie môže byť riadené riadiacim počítačom, pomocou kartotékovej evidencie, ale aj konvenčným spôsobom.

V plánovacej praxi sa používa niekoľko sústav operatívneho plánovania výroby (OPV). Najdôležitejšie činitele, ktoré určujú sústavu OPV, sú:

- typ výroby (sériovosť),
- technická charakteristika výrobkov,
- výrobo-technická štruktúra závodu, prevádzok a dielní.

Najznámejšie typy sústav OPV sú:

- sústava plánovania podľa rytmu odvádzania výroby,
- sústava plánovania v dávkach podľa zásob rozpracovanej výroby,

- sústava plánovania podľa termínov zadávania a odovzdávania,
- sústava plánovania podľa zákaziek.

V malosériovej výrobe strojárskoho typu sú zvyčajne operatívne plány výroby pre konvenčné dielne vypracúvané do úrovne dávok. Takáto úroveň operatívneho plánu výroby pre dielne typu AVS je nedostačujúca a musí byť členená až na jednotlivé operácie. Pri tvorbe krátkodobého operatívneho plánu výroby, ktorého finálnym produktom je termínový rozvrh technologických operácií na skupiny zameniteľných pracovísk, sa vychádza z týchto predpokladov:

- výroba je organizovaná vo výrobných dávkach, pričom výrobné dávky môžu byť členené na dopravné dávky,
- zo skupiny úloh "operatívne plánovanie výroby" (OPV) vstupuje termínový rozvrh zadávania a odvádzania výrobných dávok,
- termínový rozvrh výrobných dávok je kapacitne vybilancovaný a zabezpečený materiálom a výrobnými pomôckami.

#### 1.3.3.4 Plánovací horizont

Plánovanie ako súčasť riadiaceho procesu musí byť zabezpečované cyklicky. Pre potrebný rozsah platnosti krátkodobého operatívneho plánu výroby má dôležitý význam voľba vhodnej dĺžky tzv. "plánovacieho horizontu".

Plánovací horizont predstavuje časový úsek, pre ktorý je vypočítaný krátkodobý operatívny plán výroby. Zahŕňa zvyčajne PLÁNOVACIE OBDOBIE a PREKRÝVAJÚCE OBDOBIE. Plán vypracovaný na plánovacie obdobie je záväzný, plán na prekrývajúce obdobie je výhľadový. Dĺžka plánovacieho obdobia sa tiež nazýva PLÁNOVACÍ CYKLUS. Je zrejmé, že plánovací cyklus musí byť menší, ako je plánovací horizont.

Po skončení plánovacieho obdobia dochádza k výpočtu nového plánu na plánovacie a prekrývajúce sa obdobie. Pre plán nasledujúceho obdobia sa prekrývajúce obdobie minulého cyklu stáva PLÁNOVACÍM OBDOBÍM. Takýmto spôsobom je zabezpečená periodickosť plánovania. Kľúčovosť plánovania zabezpečuje dostatočný výhľad a umožňuje včasné zásahy do plánov na nasledujúce obdobia vhodnou voľbou priorít.

Voľba vhodnej dĺžky plánovacieho horizontu je závislá hlavne od typu výroby, veľkosti priebežných časov výrobných dávok a operačných časov operácií výrobných dávok. Dĺžka plánovacieho horizontu sa obyčajne volí 10 dní (dekáda), pričom 5 dní predstavuje plánovacie obdobie a 5 dní prekrývajúce sa (teda "výhľadové") obdobie. Takto zostavený plán slúži ako základný podklad na zabezpečenie väzby AVS na jeho materiálové okolie (príprava materiálu a polotovarov, zabezpečenie kooperácie, príprava výrobných pomôcok a pod.).

Vyhotovuje sa tak na úrovni závodu, ako aj pre kooperujúce a zabezpečujúce strediská. Do týždenného operatívneho plánu sú zahrnuté aj tie položky, ktoré sú síce zabezpečené materiálom a výrobnými pomôckami, avšak fyzicky sa ešte nemusia nachádzať v riadenej sústave.

Následkom rôznych odchýlok od plánovaného priebehu výroby (výpadky plánovaných kapacít ap.) dochádza postupne k zvyšovaniu disproporcií medzi plánovaným a skutočným priebehom výroby. Z toho dôvodu sa okrem týždenného OPV, ktorý zabezpečuje strategickú úlohu operatívneho plánu, niekedy vyhotovujú aj DENNÉ OPERATÍVNE PLÁNY VÝROBY.

Denný, prípadne až smenový operatívny plán výroby sa vyhotovuje na obdobie jedného pracovného dňa (jednej pracovnej smeny). Základom jeho tvorby je týždenný operatívny plán výroby, do ktorého sa denne premietajú zmeny zabezpečujúce spätnú väzbu z riadiaceho systému AVS na základe skutočného stavu výrobného procesu a plánovaných disponibilných výrobných kapacít jednotlivých pracovísk. Do denného operatívneho plánu výroby sú zahrnuté len tie položky, ktorých materiál a výrobné pomôcky sa fyzicky nachádzajú v riadenej sústave, tzn. že týždenný operatívny plán slúži ako podklad na zabezpečenie materiálu a výrobných pomôcok v predchádzajúci deň pred ich skutočnou potrebou.

#### 1.3.3.5 Výpočet krátkodobého operatívneho plánu výroby

Pri výpočte krátkodobého operatívneho plánu výroby AVS treba zabezpečiť:

1. Prevzatie operatívneho plánu výroby zo skupiny úloh "operatívne plánovanie výroby" z podnikovej úrovne vo forme termínového rozvrhu zadávania a odvádzania výrobných dávok.
2. Doplnenie údajov potrebných pre priame riadenie výroby do súborov prevzatých zo skupiny úloh OPV (priradenie čísla výrobnej dávky, čísla vstupu do sústavy, čísla operácie v rámci vstupu a pod.).
3. Výpočet týždenného operatívneho plánu výroby na 5 + 5 dní na závodnej úrovni ako základu na zabezpečenie kooperácií, prípravu materiálu a výrobných pomôcok. Termínove je týždenný plán členený na dni. V tomto kroku sú plánované aj operácie vykonávané na kooperujúcich strediskách závodu a podniku.
4. Výpočet denného operatívneho plánu AVS sa realizuje s nasledujúcimi vstupnými informáciami:
  - týždenný plán podľa predchádzajúceho bodu,
  - údaje o stave výrobných dávok a jednotlivých operácií,
  - plán disponibilných výrobných kapacít.

Pri tvorbe denného plánu sú zvyčajne uvažované tieto kritériá:

- prednostné naplánovanie rozpracovaných operácií,
- dodržanie predpísaného poradia operácií výrobných dávky podľa technologického postupu,
- do plánu sú prednostne zaradené operácie výrobných dávok s vyššími prioritami a operácie zabezpečené materiálom a výrobnými pomôckami,
- naplánovaný predstih predchádzajúcej operácie musí sa rovnať alebo byť väčší, ako je vypočítaný minimálny predstih potrebný na to, aby operácia bola na pracovisku spracúvaná v súvislom časovom slede bez prerušenia,
- snaha o maximálne vyťaženie disponibilných kapacít úzkoprofilových pracovísk.

5. Premietnutie dennej a týždennej spätnej väzby o stave výrobného procesu a o disponibilných kapacitách. Spätaná väzba zabezpečuje úzke prepojenie výrobných sústav a tvorby podrobného operatívneho plánu pre ňu.

## 2. Riadenie technologických objektov

### 2.1 ZÁKLADNÉ POJMY TEÓRIE AUTOMATICKÉHO RIADENIA V TECHNOLOGICKOM OBJEKTE

Ako vyplynulo z predchádzajúcich kvalitatívnych úvah, technologické objekty diskkrétnej strojárskej výroby sú typickými predstaviteľmi veľkých technických systémov. Vytvárané sú veľkým počtom prvkov, medzi ktoré patria najmä výpočtové systémy rôznych typov. Medzi týmito prvkami existuje ohromný počet rozličných väzieb, ktoré nedovoľujú skúmať činnosť celého technologického objektu postupne po jednotlivých moduloch. Technologické moduly, ich riadiace počítačové systémy komunikujú s obsluhujúcim personálom, ktorý - pri systémovom pohľade - reprezentuje významnú zložku a ktorého väzby na systém riadenia musíme pri analýze technologických objektov brať bezpodmienečne do úvahy. A konečne uvažovaná trieda riadiacich počítačových systémov použitých v technologických objektoch diskkrétnej strojárskej výroby má hierarchickú štruktúru, čo je práve jedným zo základných črt veľkých systémov. To tiež znamená, že pri skúmaní všeobecného technologického objektu či modulu a jeho riadiaceho systému musíme hlavnú pozornosť venovať nie činnosti jednotlivých zložiek, ale ich VZÁJOMNEJ SÚČINNOSTI a súčinnosti s vonkajším prostredím.

Je zrejmé, že pri takomto pohľade na problematiku systémovej analýzy technologického objektu diskkrétnej strojárskej výroby nevyhnutne dospejeme k záveru, že tu vzniká nová podtrieda kybernetických systémov.

Rozbor súčasného stavu vývoja riadiacich systémov VTP v strojárstve ukazuje, že sa s rôznym úspechom používa rad metodík, systémových techník a programovacích nástrojov. Ich použitie je však nesystematické a nedôsledné. Túto situáciu nevyrieši ani laboratórna výstavba problémovo orientovaných konfigurácií, keďže je príliš časovo a finančne náročná. Navyše je tu celý rad nevyjasnených teoretických otázok, ktoré súvisia s problémami analýzy technologických objektov, s problematikou funkcionálnej efektívnosti a s metodikou jej kvantitatívneho hodnotenia. Hlavné ťažkosti pri rozpracovaní adekvátnych teórií sú vyvolané tým, že technologické moduly diskkrétnej strojárskej výroby patria k najvšeobecnejším typom kybernetických systémov, pretože je v nich zahrnutý aj človek ako ich integrálna súčasť, pričom teória analýzy a syntézy takýchto sústav je podstatne menej rozpracovaná ako teória analýzy a syntézy automatických systémov neobsahujúcich človeka ako svoj prvok.

Na zostrojenie ľubovoľnej teórie je totiž potrebná formalizácia všetkých pojmov a termínov priradených každému prvku systému. To, pravda, vo vzťahu k človeku je zatiaľ veľmi problematická úloha, pretože nevieme ani presne odpovedať na také základné otázky, ako:

- Čo môže a čo nemôže robiť človek?
- Ktoré funkcie musí človek plniť priamo a ktoré pomocou vhodných technických prostriedkov?
- Ktoré funkcie musia byť celkom odovzdané technike?
- Ako sa dá zabezpečiť potrebná efektívnosť a spoľahlivosť komplexu "človek-technika"?

Bez jasnej odpovede na tieto otázky bude mať stratégia projektovania a realizácie technologických modulov vždy pasívny a veľmi subjektivistický charakter. Je nesporné, že ak nemá projektant dostatočné údaje o vlastnostiach a možnostiach človeka, nemôže v podstate zabezpečiť vopred zadanú presnosť, spoľahlivosť a efektívnosť projektovaného technologického objektu.

Predmetom nášho záujmu preto budú predovšetkým úlohy analýzy a syntézy štruktúr technologických objektov a ich riadiacich systémov, úlohy efektívneho a racionálneho rozdelenia funkcií medzi človekom a technickými prostriedkami a úlohy optimálneho prispôsobenia charakteristík človeka a technických charakteristík TO a ich riadiacich systémov.

### 2.1.1 Podstata riadenia

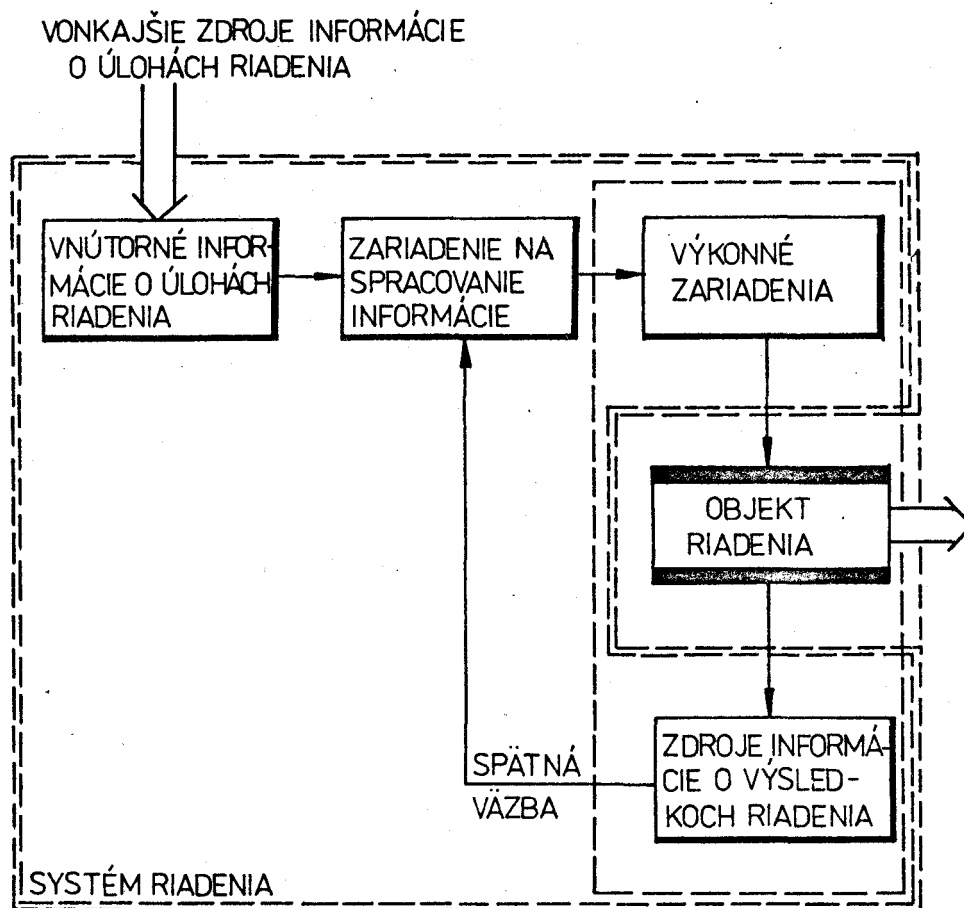
Človek v svojej praktickej činnosti jednoducho využíva rôzne fyzikálne javy a zákony prírody na dosiahnutie určitých cieľov. Pritom ovláda prírodné sily, aby ich donútil pôsobiť v potrebnom smere. Zvlášť jasne je táto tendencia vyjadrená s objavením sa techniky, keď človek riadi rozmanité výrobné stroje či dopravné zariadenia v rôznych odvetviach priemyslu a ovláda rôznorodé výrobné procesy.

RIADENIE v tomto zmysle predstavuje takú organizáciu toho-ktorého procesu, ktorá zabezpečuje dosiahnuť vopred určené ciele.

Vo všeobecnom prípade je proces riadenia zložený z týchto štyroch operácií:

1. Získanie informácie o úlohách (cieľoch) riadenia.
2. Získanie informácie o výsledkoch riadenia, t. j. o správaní objektu riadenia.
3. Analýza získanej informácie.
4. Vypracovanie riešenia vzniknutej situácie a jeho realizácia, t. j. realizácia riadiacich činností.

V súlade s týmito štyrmi operáciami je potrebné mať pre organizáciu procesu riadenia k dispozícii zdroje informácie o úlohách riadenia a výsledkoch riadenia, zariadenie na analýzu získavanej informácie a na vypracovanie riešenia a konečne výkonné prostriedky realizujúce riadenie objektu obr.(2.1).



Obr. 2.1

Všeobecná schéma systému riadenia

### Riadiaci algoritmus

V súčasnosti sa v súlade s rozvojom elektroniky a výpočtovej techniky stále častejšie využívajú ako univerzálne technické prostriedky riadenia číslicové počítače. Ich využitie je efektívne nielen na spracovanie informácií z riadených sústav, ale aj na plánovanie a operatívne riadenie procesov prebiehajúcich v týchto zložitých sústavách. Tým, že číslicový počítač vykonáva postupnosť aritmetických a logických operácií v súlade so zadaným programom, realizuje určitý algoritmus transformácie informácií, ktorý nazývame RIADIACI ALGORITMUS.

### Spätná väzba

Z uvedeného vyplýva, že v organizácii procesu riadenia hrá veľkú - a v mnohých prípadoch rozhodujúcu - úlohu operácia ZÍSKAVANIA INFORMÁCIE O VÝSLEDKOVÝCH RIADENIA. Ak máme túto informáciu, potom rozhodnutie o riadiacích akciách podstatne závisí od výsledkov riadenia. Inými slovami, primárny prvok - riadiaca činnosť - závisí od sekundárneho prvku - správania objektu riadenia vyvolávaného riadiacou činnosťou. Dostávame tak uzatvorený okruh: príčina vyvolávajúca zmenu stavu objektu riadenia sa dostáva do závislosti od toho, aký vyvolala výsledok. Takáto väzba príčiny a následku sa nazýva SPÄTNÁ VÄZBA. Princíp riadenia s využitím informácie o výsledkoch riadenia sa nazýva PRINCÍP SPÄTNEJ VÄZBY.

V niektorých mimoriadnych situáciách sa nedarí princíp spätnej väzby využiť v dôsledku praktickej nemožnosti získania informácie o výsledkoch riadenia. V takých prípadoch sa môže stať riadenie zložitého procesu nemožné.

V niektorých prípadoch je však zákon zmeny stavu objektu riadenia v čase vopred známy a prakticky nezávisí od výsledku riadenia, ale iba od riadiacich činností. Tak napr. pri automatickom riadení obrábacieho stroja, ktorý vyrába súčiastky jedného určitého druhu, je mimoriadne ťažké prakticky realizovať meranie obrobku v priebehu obrábania, t. j. získavanie informácie o výsledku riadenia. Preto je prakticky nemožné riadiť pohyb nástroja s využitím výsledku tohto riadenia čiže s využitím princípu spätnej väzby. Avšak zákon zmeny polohy nástroja počas procesu obrábania rôznych obrobkov iba veľmi málo závisí od rozptylu parametrov jednotlivých pomôcok a je prakticky stály pre všetky súčiastky. Preto v danom prípade je možné zadávať polohu nástroja ako určitú funkciu času a realizovať automatické premiestňovanie nástroja podľa tohto zákona.

Ako sa už spomenulo, ľubovoľný systém riadenia musí obsahovať zdroje informácie o úlohách riadenia a výsledkoch riadenia, zariadenia, analyzujúce informáciu o vytvárajúce rozhodnutia o riadiacich činnostiach, a konečne výkonné zariadenia, ktoré tieto rozhodnutia realizujú. Pravda, nie všetky uvedené elementy musia byť realizované ako technické zariadenia. Niektoré z týchto prvkov alebo aj všetky môže realizovať sám človek.

### Automatizované a automatické systémy

Ak proces riadenia je realizovaný človekom alebo skupinou ľudí pomocou rôznych automatických zariadení realizujúcich jednotlivé operácie riadenia, potom taký systém sa nazýva AUTOMATIZOVANÝ. Ak však funkcie všetkých prvkov systému riadenia sú realizované rozličnými technickými zariadeniami bez priamej účasti človeka, potom systém riadenia sa nazýva AUTOMATICKÝ. Pritom máme vždy na mysli, že systém plní úlohu ZADANÚ ČLOVEKOM. (Ak by to tak nebolo,

potom by bolo možné všetky javy a objekty v prírode zaradiť do triedy automatických systémov!)

## 2.1.2 Automatizovaný systém riadenia V T P

Inovácia strojárskych výrobných procesov je charakterizovaná predovšetkým vysokou úrovňou automatizácie. Rast pevných nákladov s ňou spojený vedie k požiadavke optimálneho využitia inštalovaných výrobných zariadení a zabezpečenia maximálnej efektívnosti výroby. Prostriedkom na to je účinné riadenie všetkých procesov, ktoré s problémom efektívnosti výroby súvisia. Nástrojom sú AUTOMATIZOVANÉ SYSTÉMY RIADENIA VÝROBNO-TECHNOLOGICKÝCH PROCESOV - ASR VTP.

ASR VTP je informačný a riadiaci systém s hierarchickou štruktúrou na báze modernej výpočtovej techniky, určený na riadenie výrobných a technologických procesov v reálnom čase v súlade so stanovenými optimalizačnými kritériami.

Automatizácia riadenia VTP sa najvýraznejšie dotýka operatívneho riadenia výroby, ktoré členíme na operatívne plánovanie výroby a na priame riadenie výrobnotechnologických procesov.

Operatívne plány výroby musia byť reálne, a preto musia byť vybilancované a vyrovnané. O ich problematike sme podrobne hovorili už v kap. 1.3.3.

Priame riadenie výrobnotechnologických procesov nadväzuje veľmi tesne na operatívne plánovanie výroby, keďže podrobne operatívne plány výroby sú jeho základnou vstupnou informáciou a hlavným riadiacim nástrojom.

### 2.1.2.1 Základná koncepcia riadiaceho systému systému AVS

Pri organizácii činnosti AVS je potrebné dodržiavať určité princípy, zabezpečujúce predovšetkým vysokú efektívnosť realizácie hmotného toku:

- každá operácia zvyšuje prevádzkové náklady, preto je potrebné eliminovať všetky zbytočné operácie;
- pri riadení týchto operácií treba rešpektovať skutočnosť, že sú organickou súčasťou výrobného procesu, ktorý určuje ich minimálny nevyhnutný počet a tempo ich realizácie. Z toho vyplýva, že kapacita a pracovný rytmus manipulačných zariadení a technologických zariadení musí byť v súlade;
- hmotný tok má byť plynulý a čo najkratší;
- manipulačná jednotka sa má zhodovať s jednotkou výrobnou, skladovacou a prepravnou;

- charakter operácií musí byť taký, aby bolo možné maximálne využívať typizované zariadenia.

Okrem týchto zásad treba ešte rešpektovať požiadavku variantnosti riešenia, aby bolo možné pre danú konkrétnu aplikáciu vybrať riešenie najvýhodnejšie. Skúsenosti z praxe ukazujú, že sa zväčša pristupuje ku kompromisnému riešeniu, ktoré síce vyhovuje momentálnemu stavu vo výrobných jednotkách, ale nie je perspektívne. To má za následok, že po realizácii takého výrobného systému nie je spokojný ani riešiteľ, ani používateľ. Takto riešené systémy je nutné s postupom času dopracovať, čím sa znižuje celková efektívnosť a nakoniec sa stráca podstatne viacej kapacít a prostriedkov, ako keby sa postupovalo komplexne a s dostatočnou veľkorysťou.

Štruktúra riadiaceho systému AVS, ktorý má splniť vyššie uvedené požiadavky, musí byť volená tak, aby jeho riadiaci systém umožňoval implementáciu aj do viacúrovňových sústav riadenia. Z tohto dôvodu sa takmer vždy predpokladá, že systém riadenia celého automatizovaného výrobného systému má hierarchickú štruktúru a je rozčlenený na niekoľko funkčných hladín tvorených:

1. Subsystémom operatívneho riadenia výrobného procesu (ASR VP).
2. Subsystémom riadenia technologických pracovísk (ASR TGP).
3. Subsystémom riadenia medzioperačnej dopravy a skladovania (ASR MOD/MOS).

Pritom riadiacim subsystémom je subsystém ASR VP, ktorého prostredníctvom sú uzatvárané informačné väzby na podstatné okolie riadenej výrobnéj sústavy a ktorý svojimi riadiacimi činnosťami ovláda činnosť ostatných subsystémov.

Informačné väzby medzi ASR VP a podstatným okolím sú realizované prostredníctvom podsystému operatívneho riadenia výroby (ORV), ktorý je súčasťou nadriadeného systému riadenia (ASR P). Vzájomné väzby podsystému ORV a ASR VP spočívajú zo strany ORV v odovzdávaní informácií nutných na riadenie výroby poskytovaných ako krátkodobý operatívny plán vo forme termínového rozvrhu operácií. Naopak, ASR VP informuje ORV o stave plnenia KOPV na konci každej plánovacej periódy. Tieto informačné väzby medzi ASR VP a významným okolím zabezpečuje útvár riadenia výroby (VDO závodu), ktorý plní všetky funkcie zabezpečujúce plynulú prevádzku AVS.

#### 2.1.2.2 Základné funkcie riadiaceho systému AVS

ASR VP zabezpečuje automatizovaným riadením výroby realizáciu výrobných úloh v reálnom čase. Pritom nevykonáva vlastné plánovanie, ale robí konečné zostavenie a aktualizáciu frontov výrobných úloh pre jednotlivé SZP na základe krátkodobého operatívneho plánu vo forme termínového rozvrhu operácií. Na realizáciu týchto úloh využíva subsystémy ASR TGP a ASR MOD/MOS.

Funkčný vzťah medzi subsystémom ASR VP a subsystémami ASR TGP a ASR MOD/MOS je charakterizovaný týmito základnými operáciami:

- A) Subsystém ASR VP rozhoduje o úlohách jednotlivých pracovísk riadenej výrobnéj sústavy, reaguje na situáciu v riadenej sústave pri rešpektovaní dispozícií, ktoré dostáva z jemu nadriadenej úrovne (ASR P) a vydáva subsystémom ASR TGP a ASR MOD/MOS príkazy na vykonanie potrebných operácií.
- B) Subsystém riadenia technologických pracovísk ASR TGP zabezpečuje tieto základné funkcie:
  - príjem a distribúciu príkazov na riadenie technologických a manipulačných zariadení na technologických pracoviskách vrátane distribúcie NC programov,
  - sledovanie rozpracovaných výrobných úloh a stavu technologických zariadení na jednotlivých pracoviskách,
  - odovzdávanie spätnoväzobnej informácie nadriadenej riadiacej úrovni (ASR VP) o výsledkoch činnosti ASR TGP.
- C) Subsystém riadenia medzioperačnej dopravy a skladovania ASR MOD/MOS zabezpečuje tieto základné funkcie:
  - príjem požiadaviek na dopravu a rozplánovanie dopravných úloh na konkrétne technické prostriedky MOD/MOS, ktoré má subsystém v danom okamihu k dispozícii,
  - priame riadenie jednotlivých technických prostriedkov a sledovanie ich prevádzkyschopnosti,
  - evidenciu pohybu hmôt vo výrobnéj sústave a vedenie skladového hospodárstva výrobnéj sústavy,
  - odovzdávanie spätnoväzobnej informácie nadriadenej riadiacej úrovni o výsledkoch činnosti ASR MOD/MOS.

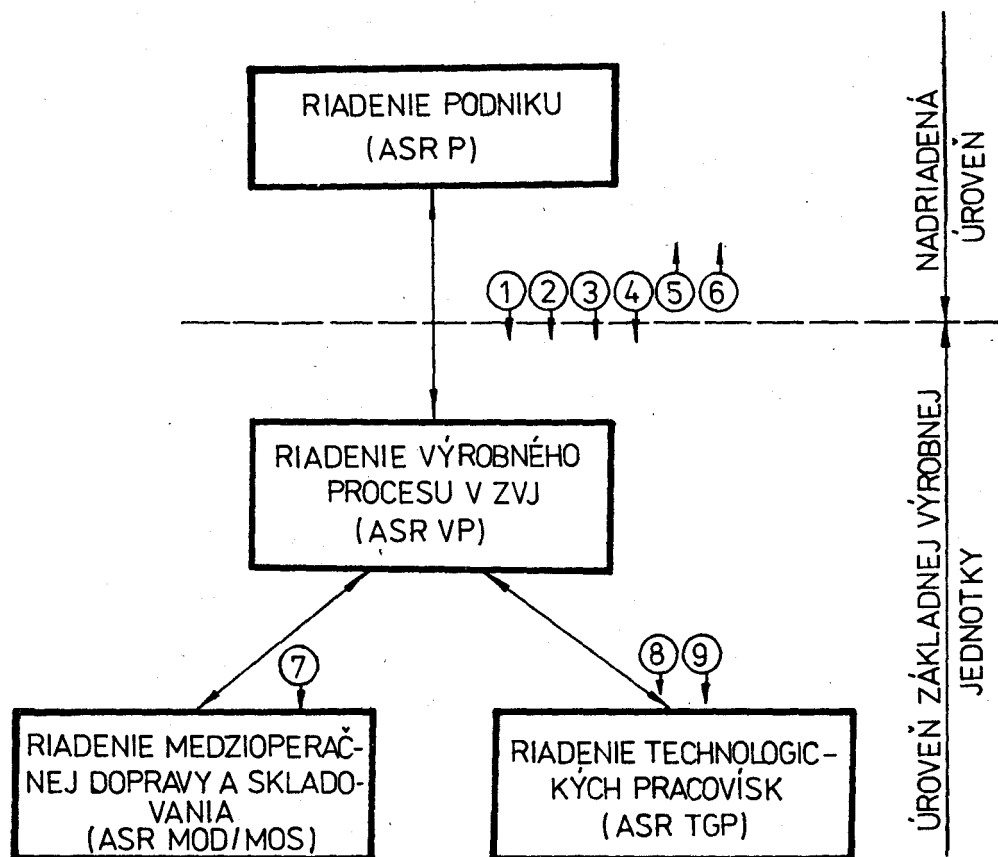
Subsystém riadenia výrobného procesu (ASR VP) pracuje tak, že na začiatku novej plánovacej periódy sa stotožní plán a skutočnosť. V ďalšom období riadiaci systém ovláda prechod výrobných dávok sústavou tak, aby nedošlo k oneskoreniam vinou riadenia, pričom výrobné dávky prechádzajú výrobným systémom podľa okamžitej situácie AVS a v ňom prebiehajúceho výrobného procesu s prihliadnutím na prebratý operatívny plán. Ako sa už spomenulo, ten je základnou vstupnou informáciou riadiaceho systému a jeho kvalita zásadným spôsobom ovplyvňuje kvalitu činnosti ASR VP.

Riadiaci systém priebežne zhodnocuje odchýlky od plánu, pričom určujúcim parametrom býva termín odvádzania výrobných dávok. Pri veľkých odchýlkach od plánu vyvolá riadiaci systém prechod na novú stratégiu riadenia.

Riadiaci systém býva samozrejme vybavený aj prostriedkami, ktoré umožňujú zistiť, ako je ohrozená určitá výrobná dávka z tých, ktoré boli štandardne

zadané podľa plánu, resp. ako sa zmenia termíny odovzdávania pri narušení plánu alebo pri zadaní neštandardnej výrobnéj dávky mimo plánu.

Dekompozícia AVS rešpektujúca doteraz uvedené skutočnosti o hmotno-energetickej sústave a riadiacej sústave AVS je uvedená na obr. 2.2.



- ① Naplnenie východiskových súborov
- ② Informácie o zasielanom materiáli (obrobky, výrobné pomôcky)
- ③ Príkazy na vychystanie výrobných dávok
- ④ Otázky na stav výrobnéj sústavy
- ⑤ Hlásenia o stave výrobnéj sústavy
- ⑥ Požiadavky na medzistrediskovú dopravu
- ⑦ Požiadavky na MOD/MOS
- ⑧ Technologické údaje
- ⑨ Podklady na koordináciu zariadení na TGP

Obr. 2.2

Dekompozícia automatizovanej výrobnéj sústavy

### 2.1.2.3 Stratégia riadenia AVS

Hlavným nástrojom riadenia AVS je krátkodobý operatívny plán výroby, ktorý vstupuje do procesu riešenia rozhodovacích problémov spolu s objektívnymi informáciami o skutočnom a predikovanom priebehu riadeného výrobného procesu. Ako sa už spomenulo, efektívne riadenie vlastného výrobného procesu je podmienené kvalitným plánovaním výroby. Predpokladom na to je kapacitne vybilancovaný, materiálom a výrobnými pomôckami zabezpečený podrobný operatívny plán. Zvyčajne sa predpokladá, že tento plán bude vyhotovený na úrovni plánovacej prípravy výroby v podsystéme ORV a do riadiaceho systému AVS distribuovaný na magnetickej páske.

Rozhodujúcim kritériom plánu výroby je zvyčajne dodržanie plánovaných termínov dokončenia jednotlivých výrobných dávok. Z tohto hľadiska je účelné rozlišovať dve časti KOPV:

- plán dokončenej výroby, ktorý je záväznou časťou KOPV,
- termínový rozvrh operácií na jednotlivé pracoviská, ktorý z hľadiska činnosti riadiaceho systému AVS má charakter smerného plánu. Je to preto, že termínový rozvrh operácií, aj keď je spracovaný čo najdokonalejšie, predsa len je iba MODELOM predpokladaného priebehu výrobného procesu a nemôže byť jediným a záväzným podkladom na rozhodovanie o úlohách jednotlivých pracovísk.

Je zrejmé, že riadiaci systém AVS môže pracovať aj vtedy, ak je k dispozícii iba plán dokončenej výroby. Je však nesporné, že zníženie kvality plánu výroby vyvolá aj zníženie efektívnosti výrobného procesu.

Aktualizácia dátovej základne riadiaceho systému sa vykonáva spravidla pred začiatkom novej plánovacej periódy. Je možné realizovať aktualizáciu aj v priebehu dňa po každej smene bez prerušenia činnosti RS a riadiaceho výrobného procesu. Plánovacie a evidenčné údaje vytvárajú tak základné predpoklady na kvalitné rozhodovanie o úlohách pracovísk riadenej výrobnéj sústavy.

Rozhodovanie o úlohách pracovísk sa zvyčajne robí dvoma spôsobmi:

- Pri základnej stratégii riadenia je to rozhodovanie na základe poradia operácií na jednotlivých výrobných dávkach, ktoré stoja vo fronte práce pre SZP v súlade s termínovým rozvrhom operácií. Výber ďalšej práce je vykonávaný len z operácií tých VD, ktoré sú fyzicky prítomné v AVS a pre ktoré sú zabezpečené výrobné pomôcky. Ďalej sa prihliada na to, aby vybrané VD boli rozpracované na predchádzajúcich operáciách tak, že na ďalšej operácii nevznikne prestoj.

Táto stratégia riadenia sa používa dovtedy, kým nesúlad medzi skutočnosťou a termínovým rozvrhom operácií neprekročí stanovenú hranicu. Po prekročení hranice sa prechádza na tzv. NÁHRADNÚ STRATÉGIU;

- pri náhradnej stratégii riadenia je front operácií pred jednotlivými SZP zatriedený iným spôsobom, a to podľa stupňa ohrozenia plánovaných termínov odovzdávania výrobných dávok. Výber ďalšej práce pre SZP sa potom vykonáva rovnako ako podľa základnej stratégie.

Tieto dva navzájom sa doplňujúce spôsoby rozhodovania o úlohách pracovísk AVS zabezpečujú vyhovujúcim spôsobom dodržiavanie plánovaných termínov odovzdávania výrobných dávok. V súvislosti s uvedenou základnou stratégiou riadenia AVS treba si povšimnúť skutočnosti, že v princípe ide pri činnosti ASR VP o

#### RIADENIE HMOTNÉHO TOKU VÝR. SÚSTAVOU

pretože stratégia riadenia AVS je v tomto prípade sústredená na zabezpečenie PLYNULÉHO PRECHODU VD VÝROBNOU SÚSTAVOU, POKIAĽ MOŽNO V SÚLADE S KOPV.

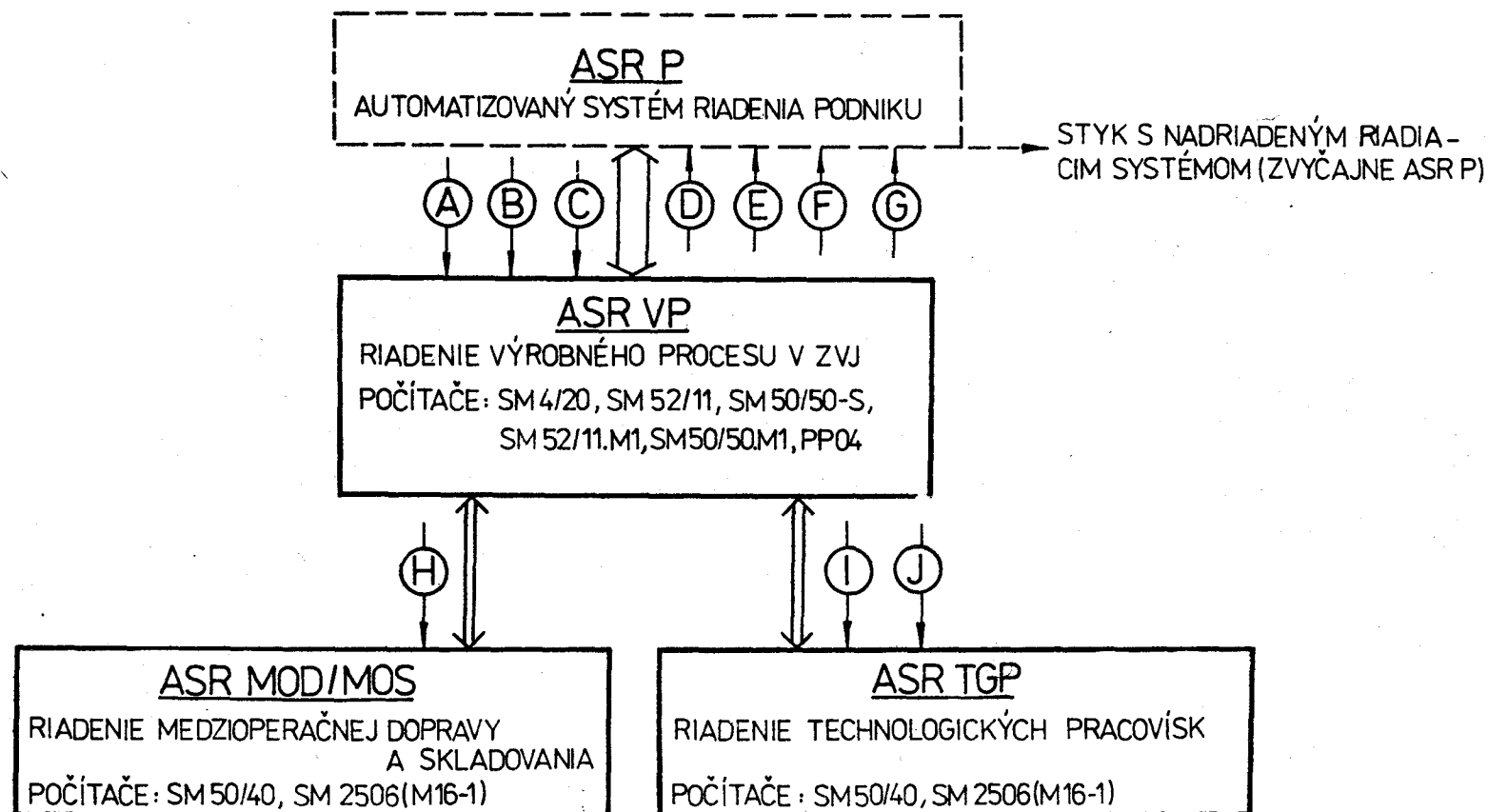
#### 2.1.2.4 Informačná výmena s nadriadeným riadiacim systémom

Základným informačným tokom v AVS strojárskeho typu je tok medzi subsystémom ASR VP a nadriadenou riadiacou sústavou ASR P (podsystemom ORV). Informácie, ktoré do AVS vstupujú, sú zahrnuté v kapacitne vybilancovanom a materiálovo zabezpečenom krátkodobom operatívnom pláne výroby (KOPV) v tvare lehotového rozvrhu operácií s rozvrhom na skupiny zameniteľných pracovísk do úrovne dňa a hodiny. Môžeme ich rozčleniť na tri skupiny; vzťahujú sa na:

- A) výrobné dávky,
- B) operácie,
- C) fronty operácií pred SZP.

Vystupujúce informácie tvoria základnú spätnú väzbu pre ASR P a obsahujú hlásenie o dokončenej výrobe ako podklady na zostavenie nového KOPV, prípadne ďalšie podklady na výpočet miezd, evidenciu nepodarkov, materiálové výdajky ap. (obr. 2.3). V schéme sú označené

- A - informácie k výrobným dávkam
- B - informácie k operáciám
- C - informácie k frontom operácií
- D - spätná väzba
- E - hlásenia o dokončenej výrobe
- F - hlásenia o rozpracovanej výrobe
- G - ďalšie podklady (nepodarky, mzdy, odovzdávacie lístky, materiálové výdajky a i.)
- H - riadiace informácie pre medzioperačnú dopravu a skladovanie
- I - riadiace informácie pre koordináciu zariadení na technologickom pracovisku
- J - technologické dáta



Obr. 2.3

Základná koncepcia riadenia výrobo-technologických procesov

Subsystémy ASR MOD/MOS a ASR TGP komunikujú priamo s prostredím (s HES - spoj nie je v schéme zakreslený).

Krátkodobý operatívny plán výroby

KOPV má zvyčajne tento obsah:

A. Informácie k výrobným dávkam:

*A1 - Číslo výrobnej dávky	CVD
*A2 - Poradové číslo vstupu VD do výrobnej sústavy	PCV
A3 - Číslo dielca (súčiastky, polovýrobku)	CDC
*A4 - Počet dopravných dávok vo VD	PDD
A5 - Počet operácií	POP
*A6 - Plánovaný počet kusov vo VD	KSP
*A7 - Plánovaný termín vstupu VD v dňoch	PVD
A8 - Plánovaný termín vstupu VD v hodinách	PVH
*A9 - Plánovaný termín odovzdania VD v dňoch	POD
A10 - Plánovaný termín odovzdania VD v hodinách	POH
A11 - Externá priorita VD	EPR
A12 - Typ systémovej palety	TSP

B. Informácie k operáciám:

*B1 - Číslo technologickej operácie	OPT
*B2 - Číslo skupiny zameniteľných pracovísk	SZP
B3 - Identifikačné číslo operácie	IČO
*B4 - Pripravný čas	TOP
*B5 - Kusový čas	TOK
B6 - Plánovaný termín začatia operácie v dňoch	PZD
B7 - Plánovaný termín začatia operácie v hodinách	PZH
*B8 - Príznak nutnosti zaistenia operácie výrobnými pomôckami (počet DD výrobných pomôcok)	PVP

C. Informácie k frontom operácií:

C1 - Číslo skupiny zameniteľných pracovísk	SZP
C2 - Číslo výrobnej dávky	ČVD
C3 - Poradové číslo vstupu VD do výrobnej sústavy	PČV
C4 - Číslo technologickej operácie	OPT

Obsahom základnej spätnej väzby sú informácie o dokončených a rozpracovaných výrobných dávkach, resp. operáciách.

D. Hlásenie o dokončených VD podľa PCV:

D1 - Číslo výrobnej dávky	ČVD
D2 - Číslo dielca	ČDC
D3 - Číslo poslednej operácie vykonanej na VD	OPT
D4 - Termín ukončenia VD v dňoch podnikového kalendára	TDD

D5 - Termín ukončenia VD v hodinách a desatinách hodiny	TDH
D6 - Konečný počet kusov	KSK

E. Hlásenie o rozpracovaných VD (toto hlásenie obsahuje údaje o poslednej dokončenej operácii na VD a údaje o všetkých rozpracovaných operáciách).

Údaje o poslednej dokončenej operácii:

E1 - Číslo výrobnej dávky	ČVD
E2 - Číslo dielca	ČDC
E3 - Číslo operácie	OPT
E4 - Skutočné ukončenie operácie v hodinách podľa podnikového kalendára	SUD
E5 - Skutočné ukončenie operácie v hodinách a desatinách hodiny	SUH
E6 - Počet kusov	KSO

O rozpracovaných operáciách sa poskytujú údaje:

F1 - Číslo výrobnej dávky	ČVD
F2 - Číslo dielca	ČDC
F3 - Číslo operácie	OPT
F4 - Počet kusov na poslednej dokončenej operácii	KSO
F5 - Čas začatia operácie v dňoch podnikového kalendára	SZD
F6 - Čas začatia operácie v desatinách hodiny	SZH

Pre subsystém riadenia akosti sa (zvyčajne na pracovisku OTK) zostavujú hlásenia v zložení:

G1 - Číslo výrobnej dávky	ČVD
G2 - Číslo dielca	ČDC
G3 - Číslo operácie (kontrolná operácia na OTK!)	OPT
G4 - Počet nepodarkov	PNP

#### POZNÁMKA:

Hviezdičkou označené položky vstupnej informácie treba považovať za minimálnu vstupnú informáciu pre automatizované riadenie AVS.

O metodike zostavovania KOPV sme podrobne hovorili v kap. 1.3.3. Tu uvedené položky plánu reprezentujú ideálnu zostavu informácií pre súčasný stav plánovania a riadenia v strojárskych podnikoch v ČSSR. Nie je, pravda, vylúčené realizovať riadenie aj s podstatne menším rozsahom plánovaných informácií. Treba si však vždy uvedomiť, že zúženie rozsahu vstupných informácií a zníženie kvality operatívneho plánu výroby sa premieta do zníženia efektívnosti celej výrobnej sústavy.

#### 2.1.2.5 Simulácia hmotného toku v strojárskych AVS

Aby bolo možné operatívne riadiť vlastný výrobný proces v základnej výrobnej jednotke, treba poznať nielen stav a činnosť všetkých technologických a ne-technologických pracovísk, stav rozpracovanosti výrobných dávok, ale aj odpoveď na dve základné otázky:

- a) kde sa práve nachádza určitá dopravná dávka polovýrobcov, prípadne kde sa nachádza určitý prepravný súbor výrobných pomôcok:
- b) ktorý prepravný súbor výrobných pomôcok, prípadne ktorá dopravná dávka polovýrobcov sa nachádza na zadanom manipulačnom mieste základnej výrobnej jednotky?

Na riešenie týchto základných otázok je potrebné v AVS vytvoriť určité technické predpoklady a prispôsobiť tomu aj organizáciu hmotnej stránky výrobného procesu. Existujú v zásade dva spôsoby, ako zistiť tieto informácie:

1. Prvý spôsob je založený na priamom zisťovaní prítomnosti paliet na jednotlivých manipulačných miestach pomocou snímačov, ktoré sú na každom z týchto manipulačných miest inštalované. Pritom však nestačí iba zisťovať, či na tom-ktorom mieste je alebo nie je paleta. Treba prinajmenšom čítať aj jej identifikačné číslo.
2. Druhý spôsob využíva informácie, ktoré má k dispozícii subsystém MOD/MOS o tom, na ktoré manipulačné miesto určitú paletu uložil. Na základe týchto informácií sa potom SIMULUJE hmotný tok - reprezentovaný pohybom jednotlivých paliet - v tzv. ÚSTREDNEJ PAMÄTI RIADIACEHO SYSTÉMU vytvorenej na niektorom pamäťovom médiu riadiaceho počítača.

Uvedený druhý spôsob nevyžaduje inštaláciu snímačov na manipulačných miestach, a preto nie je ani nutné vybavovať palety kódovými štítkami. Ak v niektorých prípadoch sú na určitých miestach inštalované snímače, prípadne ak sú palety vybavené kódovým označením, potom sa údaje snímačov aj čítanie kódov paliet využíva iba na kontrolu.

Oba opísané spôsoby majú svoje výhody, ale aj nevýhody. V Československu dávame prednosť druhému spôsobu, a to preto, lebo

- a) technické prostriedky na jeho realizáciu sú jednoduchšie, čím je zabezpečená aj vyššia spoľahlivosť riadiaceho systému,
- b) náklady na realizáciu, ako aj prevádzkové náklady sú podstatne nižšie v porovnaní s prvým spôsobom,
- c) dodatočná kontrola správnosti priebehu hmotného toku sa ľahko realizuje snímaním obsadenosti manipulačných miest paletami, a to iba vo vybraných miestach v hmotno-energetickej sústave. Navyše je možná aj dodatočná montáž týchto zariadení už do existujúceho AVS.

### Princíp simulácie

Princíp simulácie spočíva v tom, že v pamäti riadiaceho počítača vytvoríme dátový súbor, ktorý má toľko záznamov, koľko je v HES manipulačných miest.

Ako sme už videli, každé manipulačné miesto má svoj číselný kód, ktorý nám dovoľuje určiť charakter manipulačného miesta. To využijeme a vytvoríme v pamäti skupiny pamäťových miest, ktoré pričleníme manipulačným miestam na technologických pracoviskách, v skladoch atď. Každému takému miestu (záznamu na médiu) priradíme okrem kódu niekoľko ďalších položiek, ktoré nám budú bližšie špecifikovať objekt, ktorý sa na danom manipulačnom mieste nachádza. Môže to byť napríklad nejaký identifikačný kód palety (IDP), číslo výrobnej dávky (ČVD), číslo dopravnej dávky (ČDD), kód obsahu palety (KOP) a pod. Ak je určité manipulačné miesto prázdne, potom v ústrednej pamäti bude zapísaný v prvej položke vnútorný kód manipulačného miesta a ostatné položky budú obsahovať dohodnutú hodnotu (napr. -1). Ak na určitom manipulačnom mieste leží paleta, potom okrem prvej položky - vnútorného kódu MM - budú mať priradenú hodnotu inú ako (-1) aj ostatné položky záznamu.

Ako vidíme, pri tomto usporiadaní ústredná pamäť jednoznačne zobrazuje fyzikálnu realitu podstatnú pre riadenie hmotného toku v AVS: máme možnosť zistiť jednoznačnú a správnu odpoveď na dve základné otázky spomenuté v úvode tejto kapitoly.

Vlastná simulácia hmotného toku v AVS potom prebieha podľa nasledujúceho riadiaceho algoritmu:

1. Na vstup do základnej výrobnej jednotky sa položí paleta a obsluha vstupného pracoviska zapíše cez terminál pripojený na riadiaci počítač informácie o vstupujúcej palete. Programové vybavenie zabezpečí kontrolu a zápis tejto informácie do ústrednej pamäti na miesto (záznam) patriace vstupu do systému.
2. Táto informácia sa v ústrednej pamäti presúva podľa toho, ako mení paleta svoju polohu. Podnetom k presunu VETY INFORMÁCIÍ o palete je správa, že bola ukončená dopravná úloha, výsledkom ktorej bolo fyzické presunutie palety zo zdrojového manipulačného miesta na manipulačné miesto cieľové.
3. Obdobným spôsobom sa simuluje aj pohyb paliet na technologických pracoviskách. Presun vety informácií sa potom realizuje na vhodný podnet z prostredia (napr. pomocou signálu o uvoľnení prvého miesta alebo obsadení posledného miesta dráhy, ktorú vykoná paleta na TGP).
4. Veta informácií zotrvá v príslušnom zázname pamäti tak dlho, kým nepríde nová informácia, že paleta bola premiestnená.

#### 2.1.2.6 Dekompozícia funkcií ASR VP

V tejto kapitole sa vrátíme k problematike funkčnej náplne subsystému ASR VP, ktorá bola veľmi stručne uvedená v kap. 2.1.2.2. Cieľom je získanie podrobnejšej predstavy o úlohách, ktoré by mal tento riadiaci systém plniť.

Funkcie ASR VP možno dekomponovať do šiestich funkčných blokov:

**F1. Príjem riadiacich informácií (vstupnej informácie AVS), predovšetkým operatívneho plánu vo forme termínového rozvrhu operácií (TRO).**

F1.1 Vytvorenie zásobníka výrobných úloh AVS a jeho periodická aktualizácia novými plánovými úlohami.

F1.2 Aktualizácia frontov operácií pred jednotlivými SZP.

F1.3 Aktualizácia dátovej bázy ASR VP pri fyzickom vstupe výrobnej dávky do AVS.

F1.4 Aktualizácia dátovej bázy údajmi o neplánovaných VD, ktoré v priebehu plánovacej periódy vstupujú do AVS.

F1.5 Príjem podkladov a ovplyvňovanie prechodu konkrétnej VD riadenou sústavou (urýchlenie, zablokovanie, odblokovanie, zrušenie).

**F2. Riadenie pracovísk AVS.**

F2.1 Kontrola oprávnenosti vstupu VD zo vstupno/výstupného pracoviska do AVS a evidencia VD vstupujúcich do systému.

F2.2 Zabezpečenie výrobných pomôcok (VP) na operácie na VD v reálnom čase a s ohľadom na používateľom stanovené obmedzenia.

F2.3 Zadanie práce na technologické pracoviská a pracovisko technickej kontroly (TK); (zadanie ďalšej systémovej palety rozpracovanej VD, zadanie novej operácie, štart pracoviska, opakovanie žiadosti pracoviska o prácu, ak je pracovisko v organizačnom prestoji).

F2.4 Evidencia paliet v priebehu operačnej manipulácie s paletami na pracovisku.

F2.5 Evidencia prítomnosti obslúh pracovísk.

F2.6 Evidencia prevádzkyschopnosti pracovísk.

F2.7 Ošetrenie dôsledkov vyplývajúcich z prechodu pracoviska do neprevádzkyschopného stavu (prerušenie nasledujúcej operácie, ak to daná situácia vyžaduje, vypratanie pracoviska).

F2.8 Evidencia času rozpracovanosti systémovej palety, ktorá je v polohe "v práci" na pracovisku a sledovanie času rozpracovanosti celej VD.

F2.9 Ovládanie odsunu paliet s obrobkami a opotrebených VP z pracoviska.

F2.10 Evidencia výsledkov činnosti pracoviska TK zmena počtu kusov, nepodarkovosť systémovej palety, nepodarkovosť celej VD, hlásenie o nepodarkoch.

**F3. Riadenie medzioperačnej dopravy a skladovania**

F3.1 Vytváranie požiadaviek na dopravu a skladovanie v súlade s potrebami toku hmotných objektov výrobnou sústavou a ich odovzdávanie

subsystému MOD/MOS.

F3.2 Príjem a spracovanie informácií o priebehu dopravných a skladovacích operácií.

F4. Realizácia informačných väzieb na riadenie prevádzky (VDO).

F4.1 Prevzatie a spracovanie informácie prevádzky o zmene počtu dopravných dávok vo VD, ktorá má vstúpiť do AVS

F4.2 Zadanie neplánovanej VD do zásobníka výrobných úloh AVS na základe rozhodnutia VDO

F4.3 Odovzdanie informácie o stave rozpracovanosti ľubovoľnej VD v AVS, ak o takú informáciu VDO požiada

F4.4 Odovzdanie informácie o zmene počtu dopravných dávok v určitej VD, ktorá bola spôsobená v priebehu spracovania VD v AVS

F4.5 Odovzdanie informácie o VD pripravenej na prepravu z AVS

F5. Ovládanie činnosti vlastného riadiaceho systému (vnútorná koordinácia riadiaceho systému).

F5.1 Aktualizácia riadiacich parametrov, ktorých prostredníctvom ovládajú riadiaci pracovníci AVS chod riadiaceho systému

F5.2 Vynútené prerušenie činnosti RS (napr. po ukončení poslednej smeny)

F5.3 Štart ľubovoľnej programovej úlohy z displeja riadiaceho technika v riadiacom centre

F5.4 Určenie časových intervalov pre aktiváciu úloh riadených časom (štart a opakovaná žiadosť pracoviska o prácu, načítanie času prítomnosti VD na pracovisku a pod.)

F6. Odovzdávanie informácií o výsledkoch činnosti AVS (spätná väzba).

F6.1 Vyhотовenie informácií pre potreby ASR P, podsystém ORV (informácia o dokončenej a rozpracovanej výrobe v AVS po dokončení stanoveného plánovacieho obdobia).

F6.2 Odovzdanie informácií pre potreby systému kontroly akoati (hlásenie o nepodarkoch)

F6.3 Odovzdávanie priebežných informácií o okamžitom stave výrobného procesu v AVS pre potreby riadiacich pracovníkov.

### 2.1.3 Riadenie opravárskej činnosti v AVS

#### 2.1.3.1 Spoľahlivosť AVS

SPOLAHLIVOSŤ systému, resp. zariadenia je schopnosť vykonávať požadované funkcie pri stanovených podmienkach v danom časovom intervale.

Ide teda o celý komplex vlastností, medzi ktoré patrí najmä bezporuchová prevádzka, opraviteľnosť, udržiavateľnosť a pod. Kvantitatívne sa spoľahlivosť hodnotí pomocou UKAZOVATEĽOV SPOLAHLIVOSTI.

### Ukazovatele spoľahlivosti

Najdôležitejšie ukazovatele spoľahlivosti, niekedy ich nazývame tiež SPOĽAHLIVOSTNÉ PARAMETRE, sú:

- pravdepodobnosť bezporuchovej prevádzky,
- stredný čas bezporuchovej prevádzky,
- intenzita porúch.

Okrem nich sa používajú na ohodnotenie spoľahlivosti aj ďalšie dôležité ukazovatele, ako napr.

- súčiniteľ využitia,
- opraviteľnosť,
- udržiavateľnosť atď.

Spoľahlivosť je niekedy nepresne stotožňovaná s pravdepodobnosťou bezporuchovej prevádzky. Táto zámena môže spôsobovať početné nedorozumenia.

### Pravdepodobnosť bezporuchovej prevádzky

Tento ukazovateľ spoľahlivosti sa používa predovšetkým na hodnotenie spoľahlivosti AVS ako celku. Jeho hodnota sa rovná pravdepodobnosti, že v priebehu daného časového intervalu  $t$  nenastane v systéme porucha za predpokladu, že na začiatku intervalu bol systém v bezporuchovom stave:

$$r(t) = \mathcal{P}(t_g > t)$$

kde  $r(t)$  je pravdepodobnosť bezporuchovej činnosti,

$t_g$  - čas spoľahlivej činnosti systému,

$t$  - premenná (čas) z intervalu  $(0, \infty)$ .

Funkcia  $r(t)$  sa vyznačuje tým, že

$$r(t) = 1 \quad \text{pre } t = 0$$

a

$$r(t) = 0 \quad \text{pre } t = \infty$$

Prakticky sa jej štatistický odhad určí ako pomer počtu neporušených prvkov systému v danom časovom intervale k celkovému počtu sledovaných prvkov, pričom tento údaj musí obsahovať aj informáciu o dĺžke intervalu, na ktorý sa vzťahuje.

Obdobným spôsobom ako funkciu  $r(t)$  môžeme definovať aj pravdepodobnosť opačného javu, totiž PRAVDEPODOBNOSŤ VZNIKU PORUCHY, ako funkciu

$$q(t) = P(t_s \leq t)$$

pričom platí

$$r(t) + q(t) = 1$$

Funkcie  $r(t)$  a  $q(t)$  zodpovedajú DISTRIBUČNÝM FUNKCIÁM známym z teórie pravdepodobnosti. Ich derivácie určujú hustotu pravdepodobnosti vzniku poruchy:

$$f(t) = dq(t) / dt = - dr(t) / dt = r'(t)$$

#### Intenzita porúch

Pomer pravdepodobnosti porúch  $f(t)$  k pravdepodobnosti bezporuchovej činnosti  $r(t)$  udáva intenzitu výskytu porúch, označovanú skrátené INTENZITA PORÚCH:

$$\lambda(t) = f(t) / r(t)$$

Upravíme

$$\lambda(t) = - dr(t) / dt \cdot 1 / r(t) = [\ln r(t)]'$$

$$\ln r(t) = \int_0^t \lambda(t) dt$$

$$r(t) = \exp \left[ - \int_0^t \lambda(t) \cdot dt \right]$$

Posledný výraz nám vyjadruje pravdepodobnosť bezporuchovej prevádzky vyjadrenej pomocou intenzity porúch.

Vyššie uvedené vzťahy interpretujeme tak, že hodnota  $\lambda(t)$  udáva podmienenú pravdepodobnosť, že v priebehu nekonečne malej časovej jednotky bezprostredne nasledujúcej po okamihu  $t$  dôjde k poruche systému za predpokladu, že je systém v danom okamihu  $t$  v bezporuchovom stave.

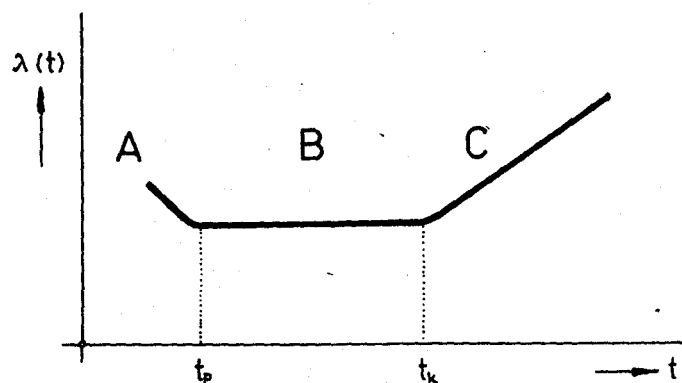
Hodnota intenzity porúch je všeobecne premenlivá v závislosti od času. Typický priebeh tejto závislosti platný pre zložité systémy je na obr. 2.4

Túto krivku môžeme rozdeliť do troch úsekov označených

A - obdobie začiatočných porúch,

B - obdobie normálnej prevádzky,

C - obdobie dožívania systému.



Obr. 2.4

Typický priebeh závislosti intenzity porúch od času

V období začiatkových porúch sa  $\lambda(t)$  vyznačuje zostupnou tendenciou, teda porúch s časom ubúda. Ide o obdobie, keď sa prejavujú chyby, ktoré unikli výstupnej kontrole u výrobcu podsystémov, prípadne ďalšie nedokonalosti výrobkov.

V období normálnej prevádzky má intenzita porúch konštantnú hodnotu  $\lambda(t) = \lambda$ . Toto obdobie sa preto tiež nazýva OBDOBIE NÁHODNÝCH PORÚCH, pretože vznik porúch nie je možné vysvetliť žiadnou konkrétnou príčinou. V dôsledku toho, že intenzita porúch je konštantná, platí tzv. exponenciálny zákon spoľahlivosti

$$R(t) = \exp(-\lambda t)$$

kde  $R(t)$  je pravdepodobnosť bezporuchovej prevádzky a  $t$  je celkový uvažovaný čas. Pre stredný čas medzi poruchami  $T_{str}$  potom platí vzťah

$$T_{str} = \int_0^{\infty} \exp(-\lambda t) \cdot dt = 1/\lambda \cdot \exp(-\lambda t) \Big|_0^{\infty} = 1/\lambda$$

Tento čas sa prakticky určí ako aritmetický priemer nameraných časov medzi poruchami. Jeho hodnota je rozhodujúca pre určenie vhodnej periodicity profylaktických prehliadok, resp. skúšok systému.

V období dožívania systému hodnota  $\lambda(t)$  opäť narastá a skoro dosahuje pomerne vysoké hodnoty. Pravdepodobnosť vzniku poruchy preto ustavične stúpa, čo je následok opotrebenia a starnutia systému.

### Zabezpečenie spoľahlivosti

V systémoch modernej automatizovanej strojárskovej výroby sa dnes vyžaduje vysoké využitie strojov a zariadení pri vysokej intenzite prevádzky a maximálnom zaťažení. Preto tu hrá takú významnú úlohu technický stav použitých strojov a zariadení a jeho priebežné sledovanie. V súlade s nastupujúcou robotizáciou postupne narastajú aj nároky na objem, kvalitu a rýchlosť

opravárskych operácií.

Aby nedochádzalo k neúmernému rastu nárokov na opravársku základňu, čo sa týka personálneho a technického vybavenia, je nevyhnutné v budúcnosti zásadne zracionalizovať doterajší systém údržby a opráv strojov a zariadení, resp. jednotlivých robotizovaných technologických pracovísk. Vzniká tu potreba nahradit' ho novým systémom, založeným na exaktných a komplexných informáciách o charakteristikách spoľahlivosti jednotlivých typov technologických pracovísk, strojov a zariadení, o ich prevádzkovom využití a okamžitom technickom stave.

Vysoký stupeň využitia strojov a zariadení sa dnes dosahuje dvoma cestami:

1. Systémom plánovaných opráv založených na termínovom ukazovateli, prípadne na výkonostnom ukazovateli (sledovanie tzv. výkonového resursu).
2. Skrátением neprevádzkyschopného stavu, t. j. skrátением času opráv a údržby.

Pre strojárske AVS je aktuálna najmä druhá cesta. Možností skrátения času opráv je celý rad; využitie výpočtovej techniky na realizáciu matematických metód a skvalitnenie riadiacich činností, o ktorej chceme ďalej hovoriť, je iba jedna z nich. Z tých ďalších sú to najmä:

- koncentrácia opráv a špecializovaných opravovní,
- výmenný spôsob opráv,
- riešenie udržiavateľnosti a opraviteľnosti strojov a zariadení už v etape ich vývoja a konštrukcie,
- mechanizácia a automatizácia pracovných činností,
- dokonalé materiáľno-technické zásobovanie opravovní,
- aplikácia metód bezdemontážnej technickej diagnostiky.

#### 2.1.3.2 Informačný systém spoľahlivosti

Výpočtová technika môže priaznivo ovplyvniť skrátение času poruchového stavu technologických pracovísk vytváraním predpokladov na zlepšenie organizácie opravárskej činnosti.

Opravársku činnosť môžeme považovať za systém hromadnej obsluhy: Dĺžka radu strojov a zariadení, čakajúcich na opravu, je na jednej strane určená intenzitou príchodu požiadaviek na obsluhu (požiadavky na opravy a profylaktické prehliadky) a na druhej strane intenzitou obsluhy (disponibilnými opravárskymi kapacitami). Podklady na správnu organizáciu tohto procesu musí poskytovať vhodne usporiadaný INFORMAČNÝ SYSTÉM SPOĽAHLIVOSTI (ISS), využívajúci výpočtovú techniku na rozbor poruchovosti, jej periodické vyhodnocovanie

a sledovanie plánovaných opráv. Výsledkom jeho činností sú výstupy charakteru:

- a) operatívneho, ktoré sú určené ako podklady na operatívne riadenie opravárskeho procesu,
- b) štatistické, ktoré sú využívané na racionalizáciu opravárskej činnosti v dlhšom časovom horizonte.

Týmto spôsobom, zrýchlením spracovania informácií bude proces "vznik informácie - prenos - vyhodnotenie - operatívne opatrenie" účinnejší a rýchlejší.

Aby ISS mohol plniť svoju hlavnú funkciu, poskytovať informácie týkajúce sa parametrov spoľahlivosti sledovaných objektov, ich pravdepodobného funkčného správania v budúcnosti a možnosti ich využívania, musí byť vybavený pomerne rozsiahlou údajovou základňou, ktorá:

- obsahuje aktuálny zoznam odstavených strojov a zariadení s udaním príčin a miestom ich odstavenia, prípadne s ďalšími údajmi využiteľnými na plánovanie opravárskej činnosti,
- obsahuje záznamy o všetkých vykonaných opravách, ich dátach, rozsahu a trvaní pracovného zásahu.

Táto informácia musí byť roztriedená do základných (stálych), operatívnych, pracovných a kumulatívnych súborov, v ktorých sa potrebné informácie uchováva.

#### 2.1.3.3 Operatívne riadenie opravárskej činnosti v AVS

V predchádzajúcich častiach sme už hovorili o metodike spracovania krátkodobého operatívneho plánu výroby (KOPV) na riadenie strojárskeho AVS. V tejto oblasti bol vypracovaný celý rad algoritmov rozvrhovania činností. Prax bohužiaľ ukázala, že tieto algoritmy nie dosť dobre vystihujú špecifiká opravárskej činnosti, resp. neumožňujú efektívne začlenenie ďalších špecifik, ako napr.:

- možnosť súčasného vykonávania opráv viacerými opravárskymi čatami rôznych typov na tom istom objekte,
- rozdeľovanie opravárskych čiat na čiastkové "podčaty", ktoré môžu vykonávať svoju činnosť paralelne,
- vzájomnú zameniteľnosť jednotlivých podčiat rovnakého typu a zloženia,
- zameniteľnosť poradia vykonávania jednotlivých operácií.

K tomu pristupujú ešte ďalšie špecifiká, ktoré napr. vylučujú súčasnosť istých operácií, direktívne prikazujú poradie niektorých operácií ap.

Preto rozvrhové algoritmy používané pri spracovaní KOPV pre AVS nie sú na použitie v opravárskej činnosti vhodné.

Je známe, že algoritmy na zostavenie rozvrhu činností patria medzi najzložitejšie kombinatorické algoritmy. Najjednoduchšie optimálneho rozvrhu by si vyžiadalo vyšetrenie veľmi veľkého počtu možností, ktoré zvyčajne časovo a ekonomicky nezvládnutelné. Pre prax je preto potrebné určiť taký algoritmus, ktorý nájde riešenie v rozumnom čase i za cenu toho, že riešenie nie je všeobecne optimálne. Aj keď už boli u nás pokusy o riešenie tejto problematiky a sú k dispozícii prvé praktické skúsenosti, je nutné považovať tento problém za celkom otvorený.

## 2.2 TECHNICKÉ A ZÁKLADNÉ PROGRAMOVÉ PROSTRIEDKY RIADENIA

### 2.2.1 Voľba technických a programových prostriedkov riadenia

Výber vhodných technických a základných programových prostriedkov na riadenie za daných podmienok a na plnenie požadovaných funkcií je veľmi dôležitá etapa pri voľbe koncepcie riadenia a pri projektovaní riadiaceho systému AVS. Dôsledkom poddimenzovania systému býva totiž jeho malá prevádzková efektívnosť, takže nedosahujeme požadované účinky. Naopak, zavedenie predimenzovaného systému pre dané podmienky vyvolá zbytočne vysoké ekonomické náklady. Predpokladom pre správnu voľbu technických a programových prostriedkov riadenia je dôkladná znalosť problematiky výrobného procesu, ale aj znalosť technických možností, funkcií a spôsobu obsluhy vlastných technických a programových prostriedkov.

Pri úvahách o výbere spôsobu zberu a distribúcie dát je nutné dať odpoveď na dve základné otázky:

- ktorá kategória zariadení na spracovanie informácií je pre daný konkrétny prípad vhodná a
- ktorý typ z danej kategórie je najvýhodnejší.

Odpovede na obidve otázky musia vychádzať tak z kvalifikovanej analýzy výrobného procesu, z koncepčných a systémových úvah o celom riadiacom systéme AVS, ako aj z rýdzo technicko-ekonomických úvah, ktoré klasifikujú technické zariadenia podľa ich parametrov a nákladov.

Častou chybou pri výbere technických prostriedkov riadenia býva zjednodušený pohľad na celú problematiku, keď sa technické zariadenia hodnotia iba z úzkeho hľadiska technických parametrov a technickej dokonalosti. Taká veľkorysosť rozhodne nie je na mieste. Tu je dôležité investovať prostriedky iba do takej oblasti a v takej výške, aby bol celkový efekt čo najvyšší.

Medzi závažné faktory určujúce požiadavky na technické a programové prostriedky riadenia zahrňujeme najmä:

- charakter výroby, stupeň opakovateľnosti, priebežné časy výroby, zložitosť a rozmery, príp. hmotnosť výrobkov, systém technickej kontroly ap.,
- doterajšia zaužívaná organizácia výrobného procesu,
- druhy a vlastnosti výrobných strojov a zariadení,
- kvalita pracovníkov v riadení a vo výrobe, ich kvalifikácia, prístup k automatizácii, disciplinovanosť,
- doterajší systém organizácie riadiacich činností,
- doteraz používané prostriedky na spracovanie informácií,
- finančné prostriedky, ktoré sú na zavedenie nového systému riadenia k dispozícii,
- dispozičné usporiadanie a dislokácia útvarov podniku,
- rozsah plánovaných úloh riadiaceho systému.

Ďalšie podrobnosti o tejto problematike možno nájsť v literatúre, napr. [17].

#### 2.2.1.1 Informačné charakteristiky TP riadenia

Z hľadiska kvantity a kvality prenášaných signálov na exekutívnej úrovni môžeme technické prostriedky vhodné pre ASR VTP zásadne rozdeliť do troch charakteristických skupín:

1. Prostriedky s vlastným mikropočítačom určeným pre autonómne riadenie buď jedného technického zariadenia, alebo skupiny technických zariadení určených na plnenie samostatnej (spoločnej) úlohy. Pri nasadení takých technických prostriedkov ide zväčša o formu komunikácie medzi dvoma procesormi po komunikačnej trase, pričom informácia môže byť prenášaná po jednotlivých znakoch alebo aj vo väčších celkoch. Na pripojenia takých zariadení do systému je zvyčajne nutné vypracovať špeciálne prepojovacie zariadenie (interfejs). Výhodné je použiť na ten účel MODULY mikropočítačovej stavebnice čs. výroby SM 50/40, ktoré vypracovanie potrebných stykových zariadení veľmi uľahčujú tak z prístrojovej, ako aj z programátorskej stránky.
2. Prostriedky s vlastným NC-riadiacim systémom. V tomto prípade je zvyčajne informácia prenášaná sériovo, znak po znaku. Na spojenie s nadriadeným riadiacim systémom, ktorým je takmer vždy mikro- alebo minipočítač, je možné využiť niektorý zo štandardných stykových modulov z nomenklatúry SMEP.
3. Technické prostriedky, ktorých riadenie sa dá zabezpečiť jednoduchými spínačmi (hovoríme o tzv. "dvojhodnotovej informácii", resp. o "dvojhodnotových signáloch"). Na pripojenie sústavy takýchto technických

prostriedkov na nadriadený riadiaci systém sa dajú využiť DIO-moduly stavebnice SM 50/40, ktoré sú v programe SMEP určené na vstup napätových dvojhodnotových signálov do mikropočítača z prostredia a na výstup tých istých signálov do prostredia.

#### 2.2.1.2 Riadiace systémy TP

Základné spracovanie všetkých signálov, vstupných aj výstupných, s ktorými sa pracuje v rámci ASR VTP, sa zabezpečuje riadiacimi systémami rôznych koncepcií:

1. ÚČELOVÝMI ELEKTRONICKÝMI OBVODMI, čím sa chépu elektronické obvody s tzv. "pevne zadrôtovanou logikou" ("hard wired"), nedovoľujúce zmenu funkcií v priebehu používania zariadenia. Dovoľujú iba predvoľbu adries a niekoľko vopred definovaných pracovných cyklov. Každá dodatočná zmena funkcie, nezabudovaná v pevnej logike, znamená nutnosť zmeny zapojenia týchto riadiacich obvodov. Ich flexibilita je teda veľmi nízka a náklady na zmeny pomerne vysoké, lebo ide v skutočnosti o rekonštrukciu zariadenia.
2. PROGRAMOVATEĽNÝMI AUTOMATMI, ktoré oproti účelovým obvodom síce už dovoľujú realizovať zmeny funkcií, a to výmenou riadiaceho programu. Po výmene riadiaceho programu sa tieto systémy správajú z funkčnej stránky rovnako ako účelové elektronické obvody. Zmeny teda nevyžadujú zásahy do konštrukcie, takže náklady na zmeny sú oproti predchádzajúcemu vyhotoveniu podstatne nižšie.
3. ČÍSLICOVÝMI RIADIACIMI SYSTÉMAMI (NC-SYSTÉMAMI) dovoľujúcimi operatívnejšiu zmenu funkcie a pomerne ľahkú výmenu riadiacich programov. Na rozdiel od NC systémov určených na riadenie obrábacích strojov nebývajú vybavované snímačom diernej pásky. Povelový blok je zvyčajne zadávaný tlačidlami na pulte operátora zadaním adries a pracovných cyklov, ktoré sa majú realizovať. Pult operátora často možno doplniť stykovými elektronickými obvodmi, ktoré umožňujú zadávať povelové bloky nie tlačidlami na pulte operátora, ale riadiacim počítačom, čím sú vytvorené predpoklady na integráciu týchto zariadení do automatických a automatizovaných sústav.
4. RIADIACIMI POČÍTAČMI, ktoré okrem nízkej ceny a vysokej flexibility môžu zabezpečiť aj podstatne širšie spektrum realizovaných funkcií oproti všetkým vyššie uvedeným riadiacim systémom. Ale aj v tomto prípade sa nemôžeme vyhnúť nutnosti realizovať niektoré funkcie účelovými elektronickými obvodmi. Napr. aj v prípade použitia riadiacich mikropočítačov musíme na technologické pracoviská inštalovať vhodnú modifikáciu pultu operátora, ktorý obsluhu dovolí realizovať ručne určité funkcie.

Dodajme, že riadiace systémy vyššie uvedených koncepcií sú určené iba na exekutívu príkazov pevných formátov definujúcich základné operácie technických zariadení v reálnom čase. Inými slovami, uvedené riadiace systémy nevýhodnocujú LOGIKU POSTUPNOSTI PRÍKAZOV, lebo to je úlohou riadenia procesov. Takéto operácie preto patria do oblasti pôsobnosti vyšších riadiacich úrovní, ktoré využívajú na tento účel riadiace minipočítače a mikropočítače. Vzhľadom na kľúčovú pozíciu riadiacich mini- a mikropočítačov medzi technickými prostriedkami riadenia všimneme si problematiku ich voľby bližšie.

#### Kritériá voľby výpočtových systémov

Východiskové údaje pre voľbu základných technických charakteristík riadiacich počítačových systémov sú dané požiadavkami uvažovaných technologických objektov a ďalej výsledkami dosiahnutými pri algoritmizácii ich funkcií. Pri voľbe výpočtových systémov by sme si mali dať uspokojivú odpoveď na tieto základné otázky:

1. Je zvolený výpočtový systém perspektívny najmenej na 5 - 10 rokov?

Výber perspektívneho výpočtového systému dáva totiž tak technikom, ako aj programátorom istotu, že nebude nutné riešiť ten istý problém a v tom istom rozsahu pre iný počítač. Zmena počítača má totiž zvyčajne za následok narušenie kompatibility, a to tak programovej, ako aj kompatibility dát. Technické prostriedky riadenia technologických objektov by teda mali svojimi parametrami prevyšovať požiadavky z hľadiska automatizácie formulované k okamihu nasadenia najmenej dvoj- až trojnásobne.

2. Je programové zabezpečenie výpočtových prostriedkov perspektívne minimálne na 5 - 10 rokov?
3. Sú novo zvolené technické prostriedky programovo kompatibilné s prostriedkami doteraz používanými?

Táto otázka je niekedy podceňovaná, pretože sa predpokladá, že prepracovanie programov je vždy možné. Často sa však ukáže, že je ľahšie napísať nový program. Preto je veľmi žiadúca buď úplná programová kompatibilita, alebo jednoduchá transpozícia odladených programov na úrovni zdrojových textov programov.

4. Je rozsah úloh riešených výpočtovými systémami dostatočný?
5. Vyhovujú technické prostriedky svojou operačnou rýchlosťou a rozsahom pamäti všetkých druhov pre najnáročnejšiu úlohu?
6. Majú zvolené výpočtové prostriedky možnosť nenákladného rozširovania súboru technických prostriedkov, a to najmä o alfanumerické displeje, grafické prídavné zariadenia, diaľkový prenos dát a špeciálne používateľské prídavné zariadenia?

7. Aký je rozsah programového vybavenia, ktoré je možné využiť či už cestou nákupu, alebo prenajímania?
8. Sú zvolené prostriedky pre automatizáciu riadenia technologických objektov kompatibilné s operačnými systémami JSEP? Ak nie, aké potom treba urobiť opatrenia na zabezpečenie pripojenia zvolených výpočtových prostriedkov na počítače JSEP?
9. Sú zvolené technické prostriedky dostatočne spoľahlivé a z operatívneho hľadiska pohotové? Aká je úroveň poskytovaných servisných služieb?

Z tohto krátkeho prehľadu vidíme, že voľba vhodných výpočtových prostriedkov je relatívne komplikovaná. Charakteristiky jednotlivých výpočtových systémov sú dosť odlišné, takže musíme uvážiť celý rad faktorov, ak sa máme správne rozhodnúť.

Všeobecne možno povedať, že výpočtové systémy na realizáciu riadiacich funkcií diskkrétnej strojárskkej výroby by mali mať toto technické vybavenie a charakteristiky:

- dokonalý systém na prioritné prerušovanie programov,
- rozsiahlu hierarchicky organizovanú pamäť s rýchlym prístupom k dátam (napr. magnetické disky),
- sektorový, prípadne aj multiplexný kanál na rýchlu výmenu informácie po blokoch slov paralelne s prácou procesora,
- dokonalý systém adresácie vzhľadom na predpokladaný veľký počet vysieláčov a prijímačov informácie,
- prístrojové prostriedky na rýchlu realizáciu aritmetických operácií s dostatočnou presnosťou, prípadne doplnené programovými prostriedkami na ďalšie zvýšenie presnosti v prípade potreby,
- hodiny reálneho času realizované prístrojovo, v núdzi aj programovo,
- modulovú štruktúru operačnej pamäti s možnosťou dodatočného rozširovania kapacity v prípade potreby,
- operačný systém umožňujúci dodatočné dopĺňovanie systémovými funkcionálnymi modulmi,
- súbor príkazov a direktív, prípadne celých programových systémov orientovaných na realizáciu koordinačného riadenia vnútri technologických objektov,
- funkcionálnu spoľahlivosť a technickú spoľahlivosť, ktorá plne zabezpečuje požiadavky technologických objektov.

Tieto požiadavky pomerne dobre spĺňajú výpočtové systémy radu SMEP.

## 2.2.2 Mini počítače SMEP so spoločnou zbernicou

Základným charakteristickým znakom týchto počítačov je:

- zhodná systémová architektúra, ktorá využíva ako základ spoločnú zbernicu, na ktorú sú jednotým spôsobom pripojené jednotlivé moduly systému (obr. 2.5),
- totožný základný inštrukčný súbor, ktorý je pri vyšších typoch počítačov uvedenej rodiny ďalej rozšírený,
- možnosť využitia rôznych operačných systémov v základnej alebo modifikovanej forme. Okrem toho sú k dispozícii aj ďalšie spoločné programové produkty,
- unifikácia a modularita konštrukčných prvkov a rozhraní ("interfejsov") elektrických obvodov,

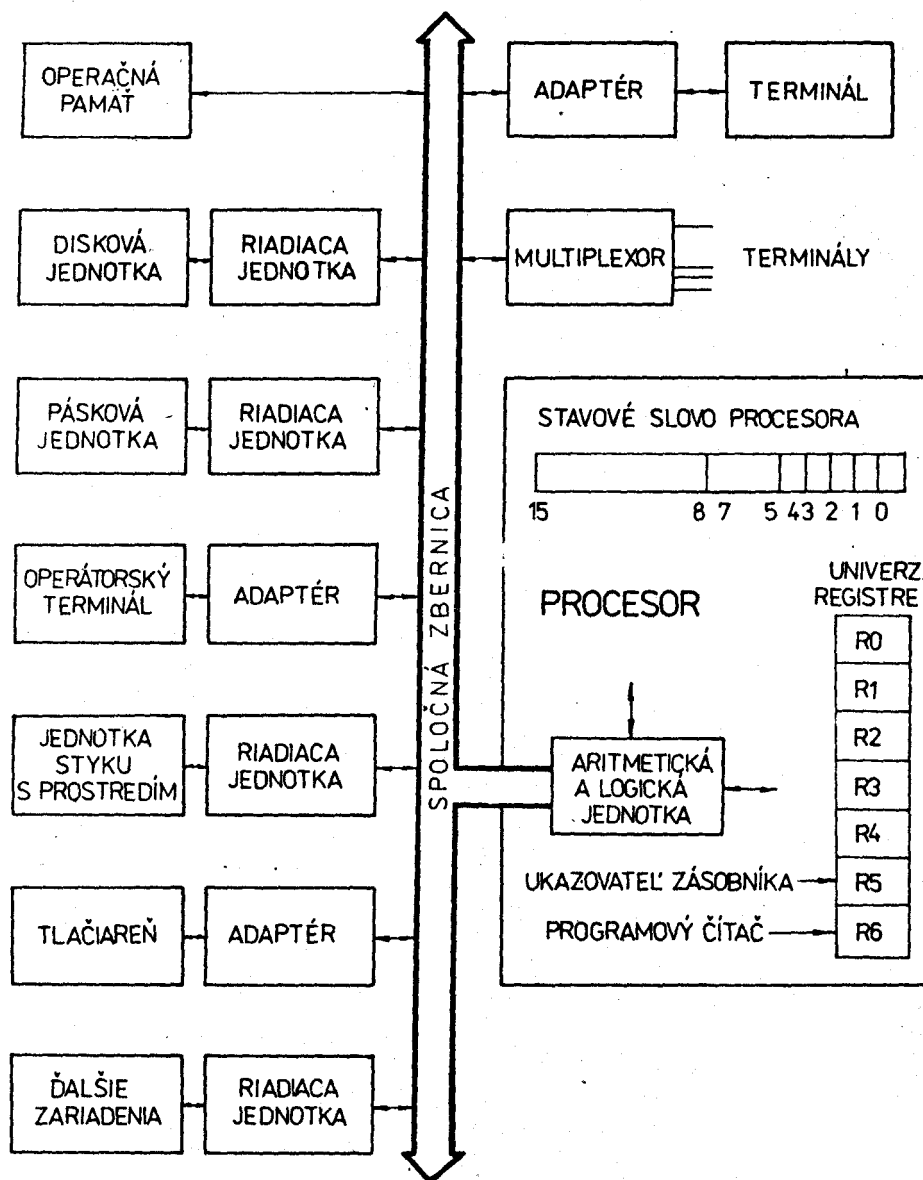
Sú to počítače typov:

- SM 4 - 20
- SM 52/11
- SM 50/50 - TST (terminálová stanica)
- SM 50/50 - S (stojanové vyhotovenie)
- SM 50/50.M1 - S (stojanové vyhotovenie)
- SM 52/11.M1

Všetky tieto počítače umožňujú spracovanie dát po slovách (16 bitov) alebo po bytoch. Väzba medzi jednotlivými počítačmi pracujúcimi na princípe spoločnej zbernice je zabezpečená prenositeľnými pamäťovými médiami (magnetické pásky, magnetické disky, pružné disky) a normalizovaným rozhraním pre diaľkové spracovanie dát.

Štandardne sa tieto počítače dodávajú v tzv. základných zostavách, ktoré pre nasadenie na riadenie výrobnotechnologických procesov môžu organizácie NOTO rozšíriť podľa požiadaviek používateľov o ďalšie technické a programové prostriedky.

Na riadenie v ASR VTP sú optimálne počítače SM 4-20, SM 52/11 a SM 50/50 - S, prípadne SM 50/50.M1 - S. Tieto počítače sú vhodné pre dispozičnú úroveň riadenia na riešenie skupiny úloh krátkodobého operatívneho plánovania výroby (podsystem ORV) a pre ASR VP. Pri rozsiahlych AVS s veľkým počtom technologických pracovísk, prípadne s komplikovaným výrobným systémom (montážne systémy) je vhodné ich použitie aj na procesnej úrovni ASR MOD/MOS, prípadne ASR TGP.



Obr. 2.5

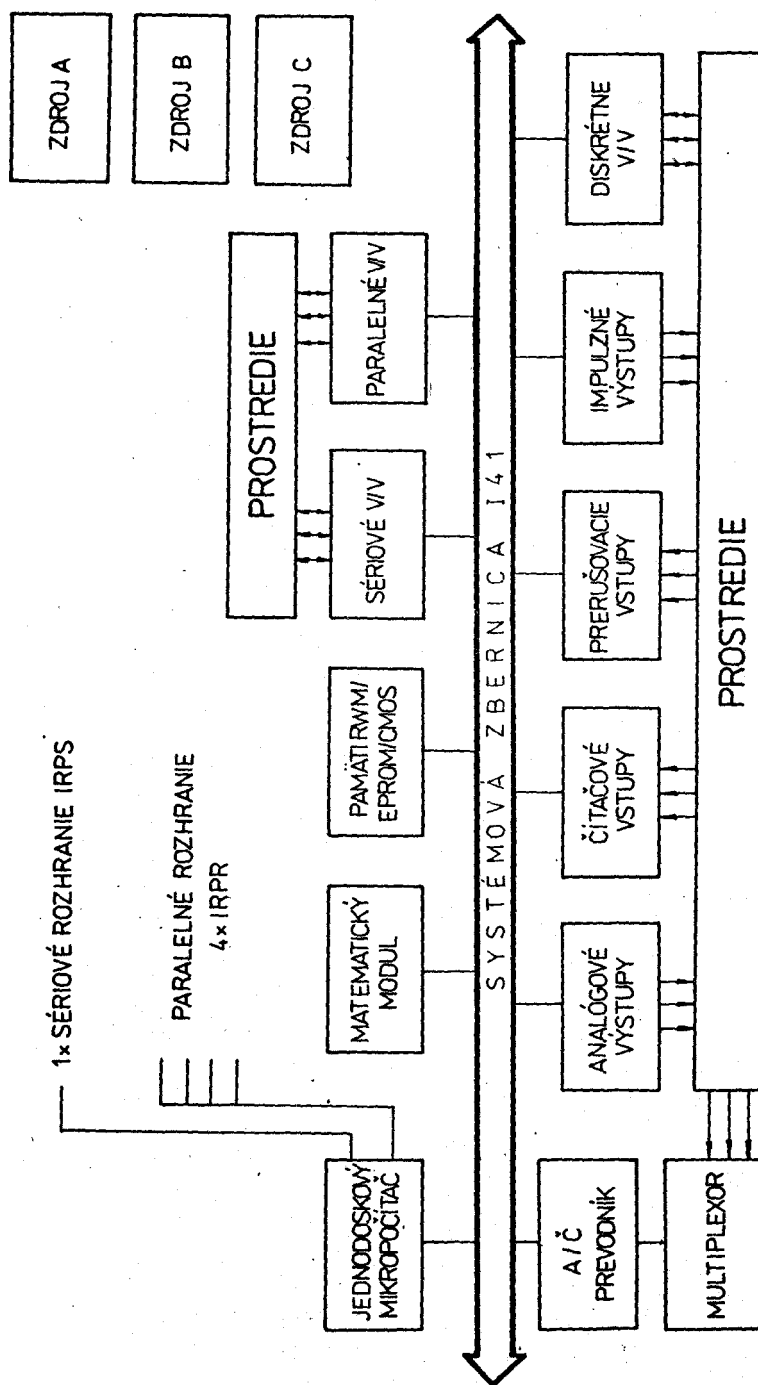
Základná schéma minipočítačov SMEP so spoločnou zbernicou

### 2.2.3 Mikropočítačová stavebnica SM 50/40

Stavebnica SM 50/40 reprezentuje ucelený komplex technických prostriedkov, ktoré sú tvorené systémom modulárnych jednotiek, zahrňujúcich jednodoskový mikropočítač, rozširujúce pamäti, jednotky vstupov a výstupov, radiče periférnych zariadení, konštrukčné prvky a zdroje. Základ stavebnice tvorí jednodoskový mikropočítač vystavený na báze mikroprocesora MHB 8080.

Z modulov sa stavebníkovým spôsobom môžu vytvárať mikroprocesorové systémy rôznych konfigurácií. Schematické znázornenie stavebnice je na obr. 2.6.

Použitie stavebnice SM 50/40 v ASR VTP je vhodné na exekutívnej úrovni na ovládanie technických prostriedkov hmotno-energetickej sústavy, resp. vo funkcii jednotky styku s prostredím.



Obr. 2.6

Základná schéma mikropočítačovej stavebnice SM 50/40

#### 2.2.4 Príklad: Návrh počítačových systémov a základného programového vybavenia pre ASR medzioperačného skladu montáže (ASR MSM)

Tu uvedený príklad reprezentuje návrh realizovaný v rámci "Projektovej úlohy ASR MSM", ktorý je súčasťou výrobo-montážneho AVS automobilovej výroby. Návrh predpokladá určitú voľnosť pre nasledujúcu projektovú a realizačnú činnosť, aby pri prípadných zmenách bolo umožnené rozšírenie technickej a programovej zostavy o ďalšie prvky.

Skutočnosti, ktoré môžu ovplyvniť konečný výber technických a programových prostriedkov ASR MSM, sú najmä tieto:

- dostupnosť navrhovaných prvkov v okamihu realizácie,
- možný nesúlad medzi sľubovanými a skutočnými termínmi dodávok,
- nedodržiavanie dodávateľom proklamovanej spoľahlivosti výpočtovej techniky,
- kolísanie cenových relácií; z tohto dôvodu je potrebné ponechať v rozpočte určitú rezervu na kolísanie cien, prípadne na nákup drobných doplnkov,
- kľúčovou otázkou pre zostavu prostriedkov sa môže stať voľba stupňa automatizácie, ktorá sa môže spresniť až v nasledujúcich projektových a realizačných etapách.

Takisto známy nedostatok kvalifikovaných programátorských kapacít môže zohrať negatívnu úlohu, ak sa investor rozhodne pre príliš vysoký stupeň automatizácie.

V súlade so systémovým riešením hmotného toku cez MSM bol zvolený taký variant riadiacich počítačov, ktorý umožňuje postupné narastanie funkcií ASR MSM v súlade s rozvojom hmotno-energetickej sústavy v podstatnom okolí MSM. Treba súčasne zdôrazniť skutočnosť, že návrh riadiaceho systému bez počítača nie je predmetom riešenia, aj keď je principiálne možný. Také riešenie však bolo by veľmi ovplyvnené subjektívnymi vlastnosťami dispečera MSM, čo by mohlo mať za následok neprijateľný pokles efektívnosti celej riadiacej sústavy.

Pre ASR MSM boli zvolené dva mikropočítačové systémy, rozdelené do dvoch hladín:

- A) Na vyššej, tzv. procesnej, riadiacej úrovni, ktorá realizuje základné algoritmy riadenia a simuláciu hmotného toku v MSM, je použitý mikropočítačový systém SM 50/50;
- B) Na nižšej, tzv. exekutívnej, riadiacej úrovni, ktorá realizuje zber a spracovanie informácií z riadenej sústavy ("styk s prostredím"), je použitý mikropočítačový systém SM 50/40.

Táto zostava umožňuje postupný prechod od relatívne nízkej úrovne automatizácie riadiacich a rozhodovacích činností až po úplnú automatizáciu postupným narastaním programového vybavenia. Súčasne umožňuje aj integráciu do vyšších stupňov automatizovaného riadenia.

V prechodných štádiách budovania a v prípade riešenia havarijných situácií je prípustný prenos informácie medzi počítačom a riadeným objektom aj režimom off-line, teda prostredníctvom operátora MSM. To je, pravda, možné iba tam, kde nasledujúce pripojenie on-line nevyvolá podstatné zmeny v navrhnutej, resp. realizovanej riadiacej sústave, ako napr. pri doplnení hmotno-energetickej sústavy o systémy indukčne vedených vozíkov: ich riadiace pulty môžu byť umiestnené v bezprostrednej blízkosti periférnych jednotiek mikropočítača a vzájomné prepojenie je potom otázkou dodávky príslušných interfejsových obvodov, káblov a doplnenia potrebných programových modulov.

#### 2.2.4.1 Mikropočítačový systém SM 50/50

Mikropočítač SM 50/50 použitý na vyššej úrovni je šestnásťbitový, pracujúci na princípe "spoločná zbernica", čím je zabezpečená prístrojová nadväznosť na nadriadený počítač SM 52/11 použitý v ASR P. Vzhľadom na to, že mikropočítač je určený na riadenie procesu v sieti počítačov, použila sa verzia SM 50/50-S. Nadriadený minipočítač SM 52/11, ako aj podriadený mikropočítač SM 50/40 sú s mikropočítačom SM 50/50-S prepojené cez stykové jednotky CM6002 - ASAD.

Mikropočítač SM 50/50-S má obdobný rozsah použitia ako počítač SM 4-20; má iba tieto obmedzenia:

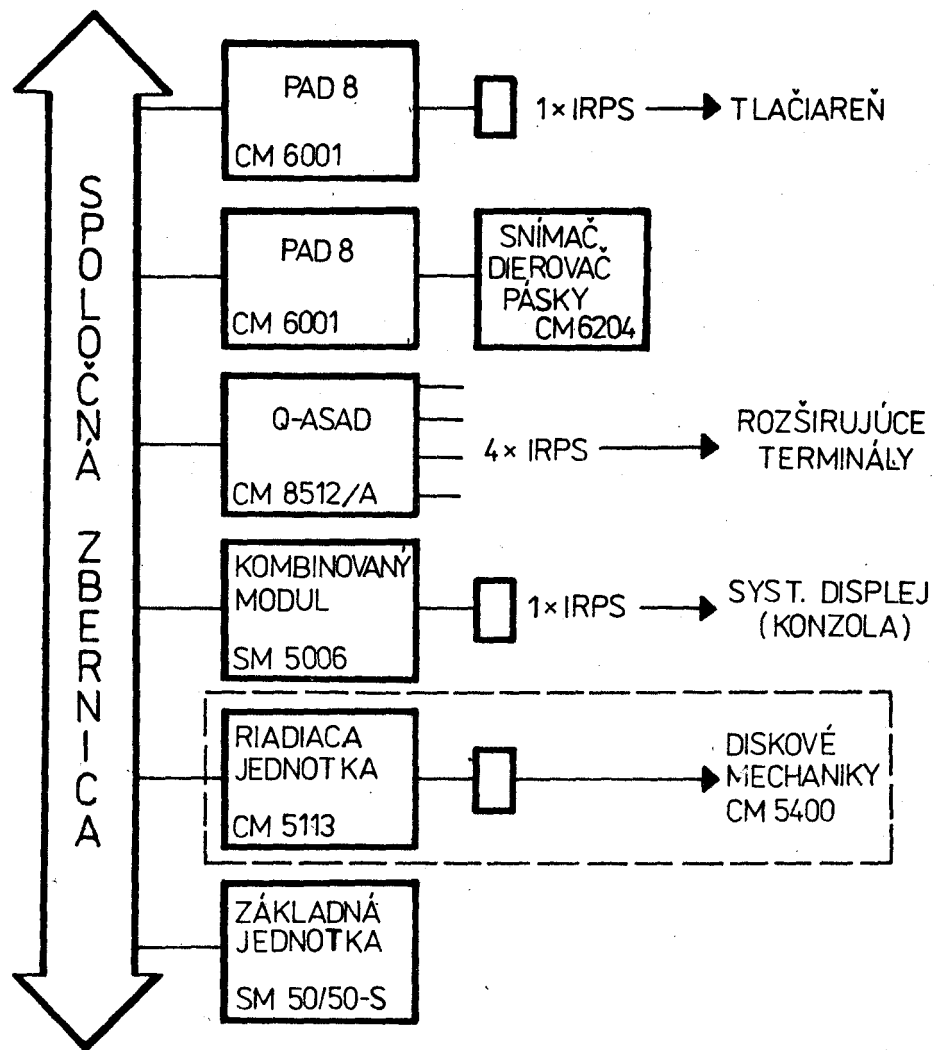
- pomalší procesor, pričom spomalenie v SM 50/50-S je čiastočne vykompenzované použitím pamäti "CACHE";
- nemožnosť využitia procesora s pohyblivou rádovou čiarkou;
- operačná pamäť je v rozsahu 128 kB oproti 256 kB u SM 4-20; v budúcnosti bude toto obmedzenie eliminované dodávkami voliteľného modulu "pamäť 128 kB - SM 0451/A", ktorý je potrebné objednať samostatne (mimo základnej zostavy), čo umožní dodatočné rozšírenie pamäti na 256 kB.

Komplet mikropočítačového systému SM 50/50-S na riadenie MSM je tvorený:

- základnou zostavou,
- prídavnými zariadeniami.

#### Základná zostava

Ako základná zostava SM 50/50-S sa použil variant 1/11 schematicky uvedený na obr. 2.7, ktorý tvorí:



Obr. 2.7

Variant II počítača SM 50/50-S

A) Základná jednotka SM 50/50-S v roste 7U, ktorá obsahuje

- SM 5006 kombinovaný modul s možnosťou pripojenia operátorského terminálu CM7202
- SM 0252 jednodoskový procesor vytvorený na báze štvorbitových rezov označovaný ako CM1628
- SM 0451/A dynamická pamäť RAM s kontrolou parity
- SM 0452 organizátor pamäti s pamäťou CACHE
- CM 8512/A štvornásobný adaptér QASAD (8XN280250)
- CM 5113 riadiaca jednotka kazetových diskových pamätí na pripojenie diskových jednotiek typu CM5400, CM5403 alebo CM5410.

- CM 6001            paralelný adaptér PAD-8 na pripojenie tlačiarne s paralelným rozhraním IRPS
  - kábel 8XF 882 067 na pripojenie CM6001 a tlačiarne CM6309/P alebo CM6317/P (ROBOTRON 1157 alebo 1152)
  - kábel 8XF 641 228 na prepojenie riadiacej jednotky CM5113 a základnej diskovej jednotky CM5400
  - kábel 8XF 641 199 na prepojenie kombinovaného modulu a voliteľného operátorského terminálu CM7202
- B) pamäť s pružnými magnetickými diskami CM5605 obsahujúca riadiacu jednotku a dve diskové jednotky MEMFLEX 6400 alebo CONSUL 7113 v roste vo výške 7U
- C) stojan SMEP (8XK 150 006)
- D) krycie panely veľkosti 2U v počte 3 ks

#### Prídavné zariadenia

- A) prvá (základná) disková jednotka CM5400
- B) druhá (rozširujúca) disková jednotka CM5400
- C) prepoj. kábel pre druhú diskovú jednotku CM5400 typ XF 641 228
- D) operátorský terminál CM7202/S (systémová konzola)
- E) rozširujúce terminály CM7202/S v počte 2 ks
- F) prepojovacie káble pre rozširujúce terminály na ich pripojenie na QASAD/IRPS, typ 8XF 641 144 - 4 ks a typ 8XF 881092 - 4 ks. Pripojenie rozširujúcich terminálov na vzdialenosti vyše 15 m si zabezpečí používateľ pomocou vlastného používateľského rozvodu ukončeného na oboch koncoch svorkovnicou. Tento rozvod vrátane svorkovníc si zabezpečuje používateľ pred inštaláciou počítača. Pre rozvod odporúča výrobca výpočtovej techniky použiť niektorý z káblov typu:
- DCEKEZE 1P 1,5
  - UFau 2x0,6
  - RCBKEY 1P 1,3
- G) asynchrónny adaptér CM6002 (ASAD) - 2 kusy na pripojenie nadriadeného počítača SM 52/11 a podriadeného počítača SM550/40 pomocou sériového asynchrónneho rozhrania IRPS - 40 mA
- H) systémová jednotka CM0101 (8XF 846 062) pre 2 ks ASAD
- I) prepojovací kábel SZ pre CM0101 obj. c. 8XF 641 053 0025 (1 kus)
- J) prepojovacia doska 1/3 (GRANT) obj. c. 8XK 050 020 (2 kusy) do voľných pozícií v CM0101
- K) bodová tlačiareň ROBOTRON 1157/P

### Systémové programové vybavenie

Počítač SM 50/50-S výrobca štandardne dodáva bez programového vybavenia (iba so základným súborom testov pre technické prostriedky). Pre ASR MSM je potrebné tento výpočtový systém vybaviť operačným systémom DOS RV - 2 alebo DOS RV - 3.

#### 2.2.4.2 Požiadavky na generovanie operačného systému

Operačný systém DOS RV pre počítač SM 50/50-S bude generovaný tak, aby splnil požiadavky kladené na OS sústavou technického zabezpečenia ASR MSM a súčasne aby umožňoval primerané rozšírenie funkcií a technickej zostavy výpočtového systému nad rámec ASR MSM podľa uváženia používateľa v týchto oblastiach:

- obsluha periférnych zariadení,
- exekutíva reálneho času,
- rozdelenie pamäti,
- programové zabezpečenie bežných činností (práca so súbormi, príprava a spracovanie programov vo vyšších jazykoch).

#### A) Požiadavky na obsluhu periférnych zariadení

Pri nasadení výpočtového systému sa pre ASR MSM a rozširujúce funkcie ráta s týmito periférnymi zariadeniami:

- alfanumerické obrazovkové terminály:
  - operátorský terminál (systémová konzola) 1 ks
  - terminál riadiaceho technika ASR MSM 1 ks
  - terminál V/V pracoviska 1 ks
  - terminály pre rozširujúce funkcie 6 ks
- tlačiarne:
  - systémová tlačiareň v miestnosti počítačov 1 ks
  - tlačiarne pre rozširujúce funkcie 4 ks
- vonkajšie pamäti:
  - kazetová disková pamäť s jedným radičom 4 ks
  - pamäť na pružných diskoch - súprava s radičom (2 jednotky) 1 ks
  - magnetická pásková pamäť pre rozširujúce funkcie s jedným radičom (2 jednotky) 1 ks

### B) Požiadavky na exekutívu

Exekutíva bude generovaná ako mapovaná s vybavením pre:

- ochranu medzi používateľmi,
- automatickú kompresiu pamäti,
- odkladanie úloh,
- V/V operácie FOS-RV a ANSI MT,
- nerezidentné ovládače,
- cyklické prideľovanie prostriedkov úlohám,
- zmenu priorít,
- používateľský typ terminálu rozšírený o HOLD a ESC - sekvencie,
- direktívy na použitie emulátora FPP procesora.

Ako rezidentné ovládače generovať iba DK:a TIO:

Ostatné ako nerezidentné. Pri všetkých ovládačoch predpokladať zavádzanie do oblasti GEN.

### C) Požiadavky na rozdelenie pamäti

Názov úseku	Veľkosť	Typ úseku
LDR	0	Obráz exekutívy
SYSPAR	10000	MAIN TASK - úsek pre úlohu MCR
FCPPAR	30000	MAIN TASK - úsek pre prácu so súbormi
FCSRES	24000	MAIN COM - úsek pre rezidentnú knižn.
UDATA	10000	MAIN COM - úsek pre spoločnú oblasť dát úloh ASR MSM
GEN		MAIN SYS - úsek pre systémové a použí- vateľské úlohy

### D) Programové zabezpečenie činností

Na plné využitie operačného systému sa vybaví OS prekladačmi

- MAKROASSEMBLER
- FORTRAN 77

vrátane príslušných knižníc. Súčasne sa vybaví OS emulátorom FPP procesora na zabezpečenie možnosti prenosu existujúcich programových modplov z iných

riešení a všetkými bežnými služobnými programami pre prácu so systémom a so súbormi.

#### 2.2.4.3 Mikropočítačový systém SM 50/40

Vo funkcii jednotky styku s prostredím sa v ASR MSM použil osembitový mikropočítačový systém SM 50/40. Zo strany prostredia sú na tento systém pripojené dvojhodnotové signály a riadiaci systém regálového zakladača (NS 850), z nadriadenej úrovne je mikropočítač SM 50/40 riadený mikropočítačom SM 50/50-S.

Mikropočítačový systém SM 50/40 reprezentuje účelový komplex technických prostriedkov, z ktorých sa stavebníkovým spôsobom dajú vytvárať systémy rôznych konfigurácií. Základom systému je jednodoskový mikropočítač vytvorený na báze mikroprocesora MHB8080 a pracujúci na princípe systémovej zbernice I41.

#### Zostava SM 50/40 pre ASR MSM

Zostavu SM 50/40 pre ASR MSM tvorí:

- kazeta A (obj. č. 8XN 280 503)
- pamäť SM 0442/A
- operátorský terminál CM 7202/S
- 2 kusy jednotiek styku s prostredím SM 1355/I2
- sériový adaptér SM 2150 (MPASV - obj. c. 8XN 090 053)
- prepojovací pásik SM 1374 (obj. c. 8XK 052 238, 4 kusy)
- prepojovací kábel (obj. c. 8XF 641 152 - C, 4 kusy)
- prepojovacia skrinka 7CK 200 072

#### Kazeta A

Je základným konštrukčným prvkom určeným na riadenie technologických procesov v priemyselnom prostredí. Obsahuje:

- vlastnú mechaniku kazety,
- materskú dosku SM 2141 s piatimi pozíciami pre dosky a pozíciu pre napájací zdroj,
- ventilačnú jednotku.

Dodáva sa doplnená o zdroj A, panel riadenia a prívodu siete (SM 0250) a základný modul jednodoskového mikropočítača SM 2138 (obj. c. 8XK 052 045). Takto obsadená kazeta má 4 voľné pozície pre rozširujúce moduly. Na modul

jednodoskového mikropočítača SM 2138 sa pripojí operátorský terminál CM 7202/S (pozri ďalej).

Materská doska je ukončená konektorom, ktorý dovoľuje ku kazete A pripojiť rozširujúcu kazetu (ktorá musí byť doplnená vlastným zdrojom).

#### Pamäť SM 0442/A

SM 0442 je kombinovaná pamäť 64 kB RAM vyrobená technológiou NMOS a 16 kB EPROM.

Pole pamäti RAM je obsadené pamäťovými prvkami NMOS s dynamickým uchovaním informácie. Pole pamäti EPROM je voľné a slúži na umiestnenie prvkov typu EPROM (MHB8708 alebo ekvivalentné) s pevným programom.

#### Jednotky styku s prostredím SM 1355/I2

Doska SM 1355/I2 diskretných, opticky izolovaných vstupov/výstupov (DIO-doska) zabezpečuje vstup/výstup dvojhodnotových signálov riadeného procesu do systému SM 50/40. Obsahuje 48 vstupov na úrovni +24 V. Galvanicky oddelená časť DIO musí byť napájaná z externého zdroja (zabezpečí investor, resp. dodávateľ zariadení v prostredí).

V prípade nedostupnosti dosky SM 1355/I2 je potrebné celú zostavu rozšíriť o kazetu B, príslušný zdroj A kabeláž a použiť tri DIO dosky typu SM 1355A (32 vstupov + 16 výstupov na úrovni +24 V).

#### Sériový adaptér MPASV SM 2150

Modul programovateľných adaptérov so sériovým vstupom/výstupom je určený na pripojenie prídavných zariadení so sériovým rozhraním k mikropočítačovému systému SM 50/40; umožňuje pripojenie štyroch zariadení s rozhraním IRPS alebo V.24 CCITT. Modul je programovateľný a umožňuje obojsmerný asynchrónny prenos dát medzi mikropočítačovým systémom a prídavným zariadením rýchlosťou 50 až 9600 bit/s.

Súčasťou dodávky MPASV je toto príslušenstvo:

- prepojovací kábel MPASV, obj. č. 8XF 641 146,
- testovacia prepojka obj. č. 8XF 642 018,
- testovacia doska MPASV 7CN 051 180.

### Systémové programové vybavenie SM 50/40

Jednotlivé moduly stavebnice SM 50/40 sú dodávané bez programového vybavenia. Na zvláštnu objednávku je možné dodať príslušný testovací program.

### Informácia pre riešiteľa dodávky hmotnej časti ASR MOD/MOS

Pripojenie terminálu sa robí cez sériový V/V port 8251. Na strane SM 50/40 sa toto prepojenie realizuje na konektore P1 dosky SM 2138 takto:

- signál DATA OUT je na pine 37B konektora P1,
- signál DATA IN je na pine 27B konektora P1,
- signál GND je na pine 1A konektora P1.

Tieto signály sa pomocou vodičov vyvedú na konektor typ(CANNON), ktorý sa zasúva na strane displeja do pozície MODEM. Pripojí sa:

- vodič signálu DATA OUT na 3. pin konektora,
- vodič signálu DATA IN na 2. pin konektora,
- vodič signálu GND na 7. pin konektora.

Obsluha terminálu ERC využíva 6. a 7. prerušovaciu úroveň pre operácie READ a WRITE. Na generovanie týchto prerušení sa používajú signály RxRDY a TxRDY z obvodu USART (8251).

Ako hodiny systému využíva ERC čítač 0 z obvodu 8253, ktorý vyvoláva každých 50 ms prerušenie, ktoré je obslužené len v tom prípade, že v zozname úloh čakajúcich na čas je aspoň jedna úloha.

Aby sa docielila požadovaná konfigurácia prerušení, je potrebné urobiť tieto zmeny v prepojení signálov na doske SM 2138:

SIGNÁL	PRER. ÚROVEŇ	PREPOJIŤ PINY	POZNÁMKA
RxRDY	6	154 - 54	operácia READ-OT
TxRDY	7	152 - 55	operácia WRITE-OT
OITØ	1	59 - 49	syst. hodiny obvod 8253

Procesorová doska SM50/40 (SM 2138) sa môže v kazete A vložiť do pozícií M1, M2 alebo M3. Výhodné je umiestnenie na 2. pozíciu, aby sa do päťice procesora mohol zasunúť kábel emulátora (doska pamäti SM 0442/A sa osadí do pozície M1 - pozri aj bežné usporiadanie na obr. 2.8).

KAZETA A	1	2	3	4	5
ZDROJ A	MIKROPOČÍTAČ SM 2138	PAMÄŤ SM 0442/A	MPASV SM 2150		
+5V/10A +12V/2A -5V/1A -12V/1A	+5V/4A +12V/0,3A -5V/0,2A -12V/0,2A	+5V/13A +12V/0,55A -5V/0,45A	+5V/3A +12V/0,5A -12V/0,5A		

KAZETA B	1	2	3	4	5
ZDROJ A	DIO MODUL SM 1355/12 (SM 1355 A)	DIO MODUL SM 1355/12 (SM 1355 A)	(DIO MODUL) (SM 1355 A)	KANÁLOVÁ DOSKA SM 2151	DOSKA ROZHRAŇIA SM 2152
+5V/10A +12V/2A -5V/1A -12V/1A	+5V/1A	+5V/1A	+5V/1A	RJ PRUŽNÝCH DISKOV +5V/5,5A	

Obr. 2.8

Usporiadanie modulov v kazetách A a B stavebnice SM 50/40

Poznámka

Ák sa v systéme použil pružný disk, musí sa na pozíciách určených pre diskový radič signál BPRN (pin 4A konektora K2) pripojiť na zem. Signál BPRO (pin 4B, konektor K2) z diskového radiča sa musí pripojiť na signál BPRN na pozícii procesora (pin 41A konektora K2).

#### 2.2.4.4 Vývojový systém MVS II (obj. c. 8XN 129 001)

Vývojový systém MVS II je zariadenie na vývoj aplikačného programového vybavenia pre systém SM 50/40 a pre jeho údržbu a prípadné úpravy v rutínnej prevádzke.

Základná zostava MVS II obsahuje:

- základnú jednotku MVS (obrazovkový terminál, klávesnicu, operátorský panel, zdroj a sadu modulov),
- pamäť s pružným magnetickým diskom a s dvoma diskovými jednotkami MOMFLEX 6400 (resp. CONSUL 7113),
- programátor pamäti PGM 08, ktorý spolu s príslušným programovým vybavením umožňuje vypaľovanie pamäti typu EPROM a PROM,
- vývojový emulátor MVE 80,
- snímač diernej pásky FS 1500A/M,
- 2 stoly s elektrickým rozvodom, 2 stoly bez rozvodu a príslušenstva vrátane káblového prepojenia.

Na dokumentáciu programov je potrebné MVS II doplniť voliteľným modulom - bodovou tlačiarňou robotron 1152/P - CM 6317. Na prácu s kazetou A systému SM 50/40 treba doplniť MVS II 2/3 predlžovacou doskou obj. c. NX009.00-001.

Ďalej je potrebné na vývoj a archiváciu používateľského programového systému zabezpečiť dostatočný počet magnetických médií (pružné disky - minimálne 10 kusov).

#### Systémové programové vybavenie MVS II

Súčasťou dodávky MVS II je súbor testovacích programov, monitor a program pre PGM 08. Na vývoj aplikačného programového vybavenia je potrebné doobjednať operačný systém DOS MVS.

V základnej zostave OS DOS MVS sú programy:

- LIB - knihovník,
- LINK - spojovací program,
- LOCATE - ukladací program,
- MVE 80 - riadiaci program emulátora,
- PROM - riadiaci program pre programátor,
- EDI - editovací program,
- ARITM - knižnica aritmetiky,
- ASM80 - prekladač assemblera.

Na vývoj programov ASR MSM je potrebné do OS DOS MVS doobjednať rozširujúce programové moduly:

- AEDIT - obrazovkovo orientovaný textový editor,
- PL/M 80 - prekladač jazyka pascalského typu s možnosťou tvorby programov pre prácu v reálnom čase,
- ERC - exekutíva reálneho času na vytváranie používateľského systému reálneho času.

#### 2.2.4.5 Programové vybavenie pre medzipočítačovú komunikáciu

Pre medzipočítačovú komunikáciu v diskretnej strojárskvej výrobe nie sú v programe SMEP vhodné programové prostriedky. Existujúce programové vybavenie (SYRPOS) je na riadenie zbytočne komplikované.

Preto pre ASR MSM sa navrhuje použiť:

- A) tzv. "komunikačný driver" pracujúci pod OS DOS RV-2 a FOBOS pre komunikáciu SM 52/11 - SM 50/50-S. Toto programové vybavenie pre medzipočítačovú komunikáciu (SMDRV) dodávajú

KANCELÁRSKE STROJE, K.U.O.

UL. 28. ŘÍJNA Č. 15

111 90 PRAHA 1

Podrobné informácie podá ORS, oddelenie 14 120.

- B) súbor programov pracujúcich pod OS DOS RV-2 na strane SM 50/50-S a pod ERC na strane SM 50/40 pre komunikáciu SM 50/50-S - SM 50/40. Toto programové vybavenie dodáva

DATASYSTÉM, K.U.O. BRATISLAVA

ZÁVOD ŽILINA

HAVLÍČKOVA UL. Č. 13

010 44 ŽILINA

#### Programové vybavenie pre komunikáciu SM 52/11 - SM 50/50-S

Programové vybavenie je reprezentované komunikačným driverom, ktorý zabezpečuje prenesenie určitého počtu bytov z vyrovnávacej pamäti danej adresy alebo daného poľa jedného počítača (SM 52/11) úlohe druhého počítača (SM 50/50-S). Dĺžka vysielanej správy môže byť ľubovoľná, ale prenos sa realizuje po segmentoch dĺžky maximálne 128 bytov.

Dodávané programové vybavenie je určené pre komunikáciu cez:

- asynchrónny sériový adaptér (ASAD) s prúdovou slučkou (plný aj polovičný duplex),
- paralelný adaptér (PAD).

Pre konkrétnu verziu drivera musí investor dodávateľskej organizácii zadať tieto technické parametre:

- adresu prerušovacieho vektora a adresy registrov,
- prioritu,
- počet pripájaných jednotiek,
- rýchlosť prenosu,
- frekvenciu časovača,
- režim (plný alebo polovičný duplex).

Maximálny počet jednotiek je pre DOS RV štyri, pre FOBOS osem. Odporúča sa, aby adresy registrov a vektorov prerušenia boli pri väčšom počte jednotiek v súvislej oblasti.

V prípade, že sa na úrovni SM 52/11 použije iný spôsob komunikácie (napr. SYRPOS), treba primerane upraviť vybavenie počítača SM 50/50-S stykovými jednotkami a príslušnými systémovými komunikačnými modulmi.

#### Programové vybavenie pre komunikáciu SM 50/50 - SM 50/40

Toto programové vybavenie je na strane SM 50/50 realizované v jazyku MAKROASSEMBLER pod OS DOS RV a zahŕňa

- úpravu štandardného drivera obrazovkového terminálu na príjem správ v tvare protokolu ESC,
- program umožňujúci označiť obrazovkový terminál ako terminálovú stanicu SM 50/40,
- súbor reentrantných pozične nezávislých podprogramov na realizáciu funkcie hlavnej a vedľajšej stanice prenosu pre počítač SM 50/50.

Komunikácia medzi počítačmi je zabezpečená znakovým orientovaným protokolom BSC.

Uvedené programové vybavenie vyžaduje, aby počítač SM 50/40 bol na počítač SM 50/50 pripojený cez 40 mA prúdovou slučku (ASAD). Toto technické prepojenie umožňuje vzájomnú komunikáciu na maximálnu vzdialenosť 500 m. Modulačná prenosová rýchlosť je vzhľadom na zabezpečenie spoľahlivosti prenosu 1 200 baudov.

Na strane SM 50/40 je komunikačný program vytvorený ako systémová úloha ERC. Technicky je spojenie na strane mikropočítača SM 50/40 realizované cez modul MPASV (SM2150), kde na nultý prerušovací vstup obvodu 8259 je pripojený vstup a na prvý prerušovací vstup 8259 je pripojený výstup z SM 50/40. Výstup z modulu MPASV je pripojený na 3. prerušovaciu úroveň procesora.

Bázová adresa modulu MPASV je 30H.

#### 2.2.4.6 Programové zabezpečenie spoľahlivosti ASR MSM

Ak má byť riadiaci systém účinný, je potrebné vytvoriť aj v aplikačnom programovom vybavení predpoklady na jeho ochranu pred dôsledkami možných havarijných stavov. V praxi môžeme očakávať takéto situácie:

- a) výpadok elektrickej energie,
- b) porucha počítača SM 50/50-S,
- c) porucha počítača SM 50/40,
- d) porucha technických prostriedkov v riadenej sústave.

##### Výpadok elektrickej energie

Výpadok elektrickej energie nespôsobuje vážnejšie problémy, lebo v čase výpadku primárnej napájacej siete nepracujú ani technologické pracoviská. APV však musí mať prostriedky na nábeh systému po výpadku siete.

##### Porucha počítača SM 50/50-S

Porucha procesora počítača a porucha pamäťových prostriedkov spôsobí stratu výberu informácií na rozhodovanie o riadiacich aktoch. V niektorých prípadoch môže nastať úplné zničenie informácie. Túto situáciu možno riešiť dvoma spôsobmi:

- a) zálohovaním počítača SM 50/50-S počítačom rovnakého typu a v rovnakej zostave. Toto riešenie je investične pomerne nákladné.
- b) zálohovanie sa nepoužije, ale APV rezidentne na SM 50/50-S je vybudované tak, že všetky dôležité informácie o stave riadenej sústavy a riadiacich aktoch ASR MSM sú uložené na magnetickom médiu. V takom prípade sú dve možnosti zabezpečenia pri výpadkoch:

##### 1. Systém riadenia zabezpečuje pravidelné výpisy ústrednej pamäti.

V intervaloch medzi výpismi sa dokumentujú všetky dopravné operácie, takže po výpadku počítača môže dispečer MSM rekonštruovať skutočný stav ústrednej pamäti a pokračovať v dispečerskom (ručnom) riadení. Po oprave počítača musí dispečer MSM realizovať aktualizáciu informácie k ústrednej pamäti.

##### 2. K dispozícii je náhradný počítač (napr. SM 52/11 na nadriadenej úrovni), na ktorom možno realizovať výpis aktuálneho stavu ústrednej pamäti systému po prenesení magnetického média (kazetového disku) z počítača SM 50/50-S. Tento variant predpokladá, že oba počítače majú kompatibilné diskové jednotky. Ďalší postup je obdobný ako v prvom prípade.

Pretože z hľadiska možností realizácie je spôsob ad a) nereálny a aj variant b-2 do značnej miery neistý (ako ukazujú skúsenosti už z realizovaných systémov), treba odporúčať, aby APV bolo vypracované s rešpektovaním zabezpečenia podľa bodu b-1 napriek tomu, že toto riešenie kladie zvýšené nároky na dispečera MSM a na rozsah riešeného APV.

#### Porucha mikropočítača SM 50/40

Mikropočítač SM 50/40 nie je zálohovaný, preto v prípade poruchy preberá všetky jeho funkcie dispečer MSM. To znamená, že na riadenie MSM využíva počítač SM 50/50-S, s ktorým realizuje off-line výmenu informácie. Technické prostriedky poveluje z diaľkových ovládacích pultov.

Pre programové vybavenie ASR MSM to znamená, že musí byť vybavené programovými modulmi na úrovni oboch počítačov (procesnej aj exekutívnej úrovne), ktoré umožnia automatický reštart systému po oprave SM 50/40.

#### Porucha technických prostriedkov v HES

V prípade poruchy ostatných technických prostriedkov riadenia umiestnených v riadenej sústave bude potrebná ich okamžitá oprava. Treba však mať na zreteli, že na využitie počítačov pri riešení porúch technických prostriedkov, umiestnených v HES, je prinajmenšom potrebné technologické pracoviská vybaviť lokálnou telefónnou sieťou na spojenie technologických pracovísk dispečerom MSM.

### 2.2.5 Mikropočítačový systém na riadenie technologických procesov CM2506 (M16-1)

Búrlivý rozvoj výpočtovej techniky v ČSSR viedol k tomu, že v ostatnom čase bol vyvinutý perspektívny mikropočítačový systém na riadenie technologických procesov CM2506 (M16-1).

Vonkajším vyhotovením, typom použitých matičných dosiek a usporiadaním vodičiek zasúvania modulov sa odlišujú 4 základné varianty stvárnenia roštu pre systém M16-1. Označené sú ako varianty A1, A2, B1 a B2. Pre systémy riadenia v strojárskvej výrobe je vhodný najmä variant B1, ktorý stručne opíšeme ďalej.

16-bitový mikropočítačový systém CM2506 so zbernicou I41 je univerzálny stavebnicový modulárny výpočtový systém funkčne riešený na báze mikroprocesora 18086 a podporných obvodov tejto skupiny mikroprocesorov.

Stavebnicosť systému spočíva v možnosti vytvárania základných zostáv a ich rozširovanie podľa požiadaviek užívateľa a možnosti základného riešenia systému v stojanovom alebo stolovom vyhotovení.

Najdôležitejšou črtou riešenia je zabezpečenie funkčnej a konštrukčnej kompatibility smerom dolu so systémom stavebnice 8-bitového mikroprocesora SM 50/40-1, ktorá umožňuje pri dodržaní určitých obmedzení (maximálna adresa pamäti do 64 kByte a max. adresa V/V do 256) osadiť do systému M16-1 funkčné moduly stavebnice SM 50/40 a vytvárať tak rozličné účelovo orientované riadiace systémy na báze 8- aj 16-bitových mikroprocesorov.

Základná časť systému s modulom procesora SM 2286 je osadená podľa vyhotovenia buď do 19" roštu výšky 7U (U=44,45 mm), alebo do kazety "A" konštrukčne prevzatej zo stavebnice SM 50/40-1 rozmerov 452x398x151,5 mm.

Funkčné varianty tohto výpočtového systému sú teda tieto:

- a) 16-bitový mikropočítačový systém M16-1 v kazete,
- b) 16-bitový mikropočítačový systém M16-1 v rošte,
- c) 16-bitový mikropočítačový vývojový systém MVS-III.

#### 2.2.5.1 Základná zostava mikropočítačového systému M16-1

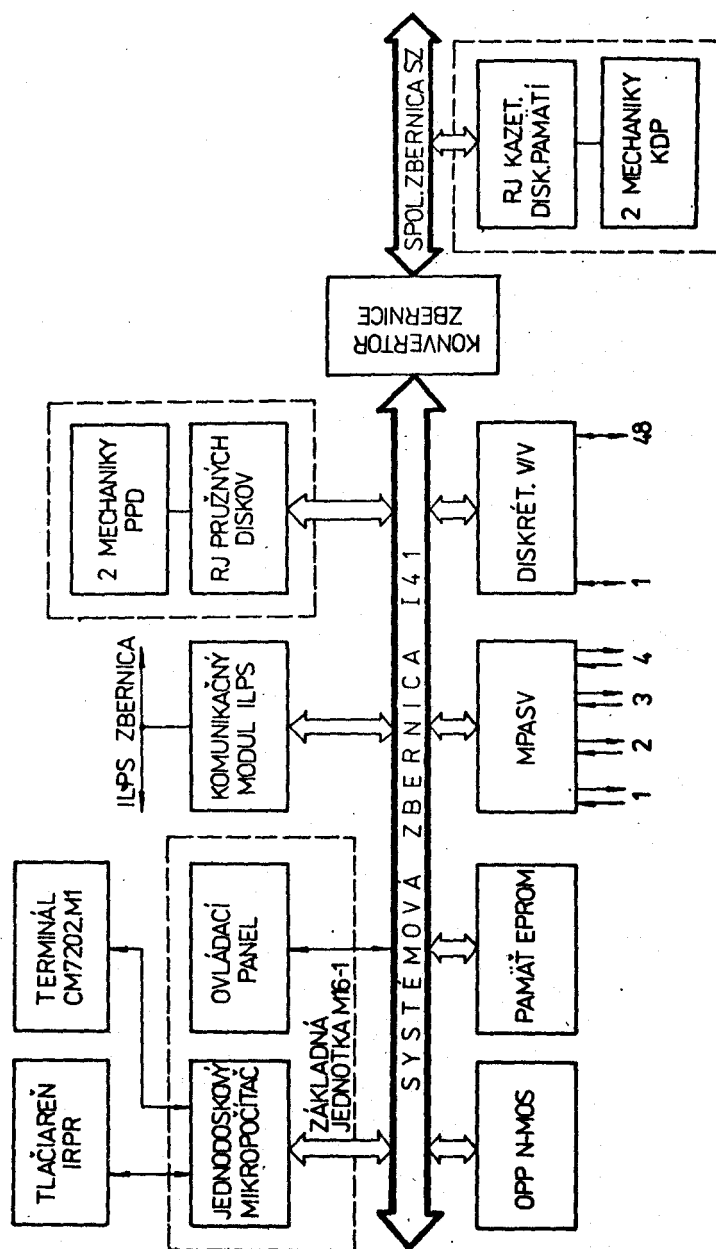
Na priame riadenie výrobného procesu a na riadenie medzioperačnej dopravy a skladovania v AVS je vhodná základná zostava M16-1 doplnená kazetovou diskovou pamäťou.

Základnú jednotku tohto mikropočítača v rošte tvorí mechanika 19" roštu doplnená modulom 16-bitového procesora SM2286 (vo variante pre M16-1) umiestneným v pozícii roštu predpísanej konštrukčnou dokumentáciou. Základná jednotka je ďalej doplnená vybranými modulmi na doskách plošných spojov. Variant použitej mechaniky roštu - typ v ňom osadených matičných dosiek - ovplyvňuje ďalšie možnosti rozširovania systému zasúvateľnými modulmi a vonkajšími prídavnými zariadeniami.

Na riadenie MOD/MOS, prípadne pre dispečerský systém riadenia výrobného procesu je vhodná základná zostava č. 7CZ 930 078 (obr. 2.9).

Do základnej zostavy patrí:

- základná jednotka v rošte variantu B1 s doplňujúcimi modulmi. Variant B1 (číslo zostavy 8XN 280 708) s matičnou doskou zloženou z matičnej dosky SM2284 pre 14 pozícií dosiek plošných spojov v 2/3 formáte SMEP so zbernicou I41 a z matičnej dosky SM2283 so zbernicou SZ pre 4 pozície dosiek plošných spojov v 2/3 formáte SMEP a 2 pozície v 3/3 formáte SMEP. Rošt je doplnený teleskopmi na zabudovanie do stojanu.
- 1 ks terminál CM7202.M1-A.
- 1 ks mozaiková tlačiareň s rozhraním IRPR (C2113.41).



Obr. 2.9

Základná schéma mikropočítačového systému M16-1

- 1 ks vonkajšia pamäť na pružnom disku s dvojnásobnou hustotou záznamu VPPD s mechanizmom výšky 3U.
- 1 ks mechanizmus kazetovej diskovej pamäti KDP CM5400.
- 2 ks stojan univerzálneho účelového pracoviska UUP .
- 1 ks stôl UUP úzky s el. rozvodom.
- 1 ks spojovacia doska.
- 4 ks kryt stojana.
- 5 ks panel.

Základnú jednotku tvorí rošt variantu B1, t. j. vo vyhotovení na zabudovanie do stojana s matičnými doskami pre zbernice I41 a SZ s modulom procesora SM2286 vo vyhotovení pre M16-1. Do roštu sú zasunuté doplnujúce moduly:

- modul OPP 128 kB	SM2298A
- modul EPROM 64 kB	SM2295A
- modul sériového adaptéru MPASV	SM2150
- modul konvertora zberníc	SM2233
- modul radiča VPPD	SM2296
- moduly RJ KDP	SM1640, SM1641, SM1642, SM1643

V rošte ostáva 8 voľných pozícií na obsadenie voliteľnými modulmi so zbernicou I41 s 2/3 formátom SMEP.

Rošt je spolu s mechanizmom VPPD zabudovaný do jedného stojana UUP (č. zostavy 7CZ 800 016), jeden kus mechanizmu KDP je zabudovaný do druhého stojana UUP (č. zostavy 7CZ 800 017). Stôl s terminálom a stojany sú prepojené do jedného celku spojovacou doskou. Príkon tohto variantu je 2,3 kVA.

#### 2.2.5.2 Prídavné zariadenia

Táto základná zostava systému M16-1 sa pre potreby ASR MOD/MOS doplní 2 ks modulov diskretných vstupov/výstupov SM1355 a autonómnym komunikačným modulom AKM-I41 SM1412 na prepojenie na počítač SM 52/11 určený na operatívne riadenie výrobného procesu (ASR VP).

#### 2.2.5.3 Technické charakteristiky prvkov mikropočítačového systému

Systémové vlastnosti použitej zostavy mikropočítačového systému M16-1 sú dané vlastnosťami použitej mechaniky roštu a vybraných funkčných modulov na doskách plošných spojov. Základnými systémovými vlastnosťami sú:

- a) systém je vystavaný z voliteľných modulov komunikujúcich navzájom po zbernici I41, zasúvateľných do mechaniky 19" roštu, ktorá zabezpečuje aj napájanie +5V, -5V, +12V, -12V, +15V, -15V,
- b) centrálné ovládanie štartu a napájania základnej jednotky v rošte z ovládacieho panela,
- c) komunikácia so systémom prostredníctvom terminálu CM7202.M1-A (alebo CM7202) pripojeného cez rozhranie IRPS na modul SM2286,
- d) štandardné pripojenie tlačiarne s rozhraním IRPR,

- e) štandardné pripojenie podsystému vonkajšej pamäti na pružnom disku na uloženie základného programového vybavenia a súborov na testovanie prevádzkyschopnosti systému,
- f) možnosť pripojenia veľkokapacitných pamätí KDP a MPP,
- g) možnosť prepojenia s iným výpočtovým systémom cez normalizované rozhranie IRPS, S2, IRPS alebo ILPS.

#### 19" rošt mikropočítačového systému M16-1

Dvanásťpalcový rošt (výška 7U) je základným konštrukčným modulom mechanickej časti mikropočítačového systému M16-1 (CM2506).

Do roštu sa zasúvajú vybrané funkčné moduly a rošt prostredníctvom zabudovaných zdrojov napájania a matičnej dosky zaistuje ich spoločné napájanie a vzájomnú komunikáciu.

Základné časti roštu tvoria:

- mechanická konštrukcia roštu včítane čelného panela a teleskopov a krytov,
- ovládací panel,
- matičná doska,
- zdrojová sústava,
- blok prívodu siete,
- ventilačné jednotky,
- panel konektorov.

#### Ovládací panel

s modulom SM2174 obsahuje sieťový vypínač ovládaný kľúčom, ovládací prepínač START/INIT a 3 ks signalizačných svetelných diód indikujúcich prevádzkové stavy (RUN, DC-ON, BATT) základnej jednotky.

#### Matičná doska

je usporiadaná pri zvolenom variante tak, že umožňuje v mikropočítačovom systéme použiť moduly radičov veľkokapacitných vonkajších pamätí (KDP a MPP).

#### Zdrojová sústava

roštu je tvorená dvoma unifikovanými zdrojmi SMEP 02 a SMEP 022.

### Blok prívodu siete

s prístrojovou svorkovnicou, poistkovým držiakom a odrušovacím filtrom zaisťuje pripojenie na napájaciu sieť, prepojenie napájacej sústavy so zdrojovou sústavou v rošte a jej istenie.

### Ventilačné jednotky

MEZAXIAL v počte 6 kusov zaisťujú účinné chladenie systému.

### Panel konektorov

umiestnený nad blokom prívodu umožňuje uchytiť maximálne 8 kusov 25-pólových konektorov typu CANNON alebo 16 kusov konektorov typu BNC prepojovacej kabeľáže modulov v rošte s vonkajším prostredím.

### Jednodoskový mikropočítač SM2286

Základnú jednotku tohto jednodoskového mikropočítača tvorí mikroprocesor typu I8086 a jeho podporné obvody. Obsahuje 128 kByte dynamickú dvojprístupovú pamäť RAM, ktorá je prístupná tak zo strany mikroprocesora 8086, ako aj zo zbernice I41.

Modul SM2286 obsahuje:

- blok riadenia mikropočítača,
- blok operačnej dvojprístupovej pamäti RAM,
- blok kontroly parity,
- blok pamäti EPROM,
- blok programovateľných paralelných medzistyków,
- blok programovateľného sériového medzistyku,
- blok programovateľného časovača,
- blok vnútorného prerušovacieho systému,
- blok riadenia systémovej zbernice I41,
- konektor na pripojenie multimodulovej dosky numerického koprocessora,
- konektor na pripojenie multimodulovej V/V dosky.

Čas prístupu do pamäti RAM je 780 ns, čas prístupu do pamäti EPROM je 580 - 780 - 980 ns podľa navolenej prepojky. Rýchlosť vykonávania inštrukcií je min. 0,4 us, maximálne 39 us.

Maximálny príkon modulu je:

- + 5 V max. 7,5 A,
- + 12 V max. 80 mA,
- - 12 V max. 60 mA.

#### Operačná polovodičová pamäť SM2298

Operačná polovodičová pamäť SM2298 sa vyrába v dvoch variantoch:

- SM2298A s kapacitou 128 kB RAM pamäti, osadená IO MHB4114,
- SM2298B s kapacitou 512 kB RAM pamäti, osadená IO ekvivalentom 1164.

Oba moduly sú určené pre mikropočítač M16-1 na vytváranie pamäti RAM až do 16 MB preadresovaním vnútornými prepojkami s krokom 64 kB v adresnom priestore 16 MB. Oba moduly umožňujú zápis a čítanie tak po bytoch, ako aj po slovách.

Modul SM2298 tvoria tieto funkčné časti:

- obvod riadenia pamäti RAM,
- pamäťové pole,
- obvody čítania bytu alebo slova,
- generátor hodín,
- generátor parity,
- obvod kontroly parity a blokovania,
- dekodér adresy,
- výstupný register.

Prístupový čas je 20 ns, doba cyklu na čítanie je 550 ns, na zápis 450 ns. Stredný čas medzi poruchami je 2 500 hodín pre SM2298A a 500 hodín pre SM2298B. Z tohto dôvodu sa v zostave použil modul SM2298A.

Maximálny príkon modulu SM2298A je:

- + 5 V max. 3,5 A,
- - 5 V max. 0,1 A,
- - 12 V max. 1 A.

#### Polovodičová pamäť EPROM SM2295A

Modul polovodičovej pamäti EPROM SM2295A je určený pre mikropočítač CM2506 na vytváranie pamäti až do 16 MB preadresovaním vnútornými prepojkami. Adresovanie je možné krokom 64 kB v adresnom priestore 16 MB.

V rámci jeho kapacity je možné pri SM2295A vnútornými prepojkami blokovat pole EPROM na module krokom blokovania 4 kB, 8 kB, 16 kB. Táto pamäť je čitateľná tak po slovách, ako aj po bytoch. Je určená hlavne na riadenie výrobnotechnologických procesov.

SM2295A tvoria tieto základné funkčné časti:

- obvody riadenia pamäti EPROM,
- pamäťová matica,
- obvody čítania bytu alebo slova,
- obvody dekodéra do 16 MB s krokom 64 kB,
- výstupný register.

Stredný čas medzi poruchami je 9 320 hodín, maximálny príkon modulu je +5 V/0,75 A.

#### Modul konvertora zberníc SM2233

Modul konvertora zberníc SZ a I41 umožňuje pripojenie prídavných zariadení vyvinutých pre SZ, ako je podsystém pamäti na kazetovom disku alebo podsystém pamäti na magnetickej páske k počítačom so zbernicou I41 SM 50/40, CM2506. Vytvorený je ako 2/3 doska plošných spojov, ktorá sa zasúva do roštu mikropočítača so zbernicou I41 a káblom sa pripája k roštu so spoločnou zbernicou.

Vyrába sa v piatich variantoch odlišených dĺžkou kábla (0,6 m, 2 - 5 m). Maximálny príkon je +5 V/2,5 A, stredný čas medzi poruchami je 30 000 hodín.

#### Autonómny komunikačný modul AKM-I41 (SM1412)

Autonómny komunikačný modul AKM-I41 umožňuje pripojenie mikropočítačového systému na lokálnu sieť s medzistykou ILPS. AKM-I41 zabezpečuje prenos správy medzi pamäťou nadradeného počítača s magistrálou ILPS prostredníctvom DMA prenosu cez vyrovnávaciu pamäť FIFO (sériová pamäť, ktorej je prvá čítaná tá informácia, ktorá bola ako prvá zapísaná).

AKM-I41 z hľadiska protokolu ILPS autonómne zaistuje:

- odpoveď na centrálny dopyt stavu s vyslaním stavového hlásenia s výsledkom autodiagnostiky daného terminálu,
- vyslanie definovanej správy so zaistením celého cyklu prenosu, t. j. žiadosť o riadenie magistrály, prenos správy s príslušným počtom opakovaní po neprijatí odpovede, návrat riadenia magistrály centrálnemu počítaču,
- prijatie správy s potvrdením odpovede.

Dĺžka správy je maximálne 256 byte, prenosový protokol podľa ILPS1, spolupráca modulu so systémom M16-1 je cez zbernicu I41, s lokálnou sieťou cez ILPS. Maximálna dĺžka magistrály je 1 500 m, počet staníc max. 63. Maximálny príkon modulu AKM je:

- + 5 V max. 4 A,
- - 5 V max. 0,1 A,
- + 12 V max. 0,4 A.

Stredný čas medzi poruchami je 4 180 hodín.

#### 2.2.5.4 Technické charakteristiky niektorých prídavných zariadení

##### Terminál CM7202.M1-A

Terminál CM7202.M1-A je modernizovaná verzia obrazovkového terminálu CM7202. Má tieto parametre:

- počet zobrazovaných znakov: 80 znakov v riadku, 24 riadkov,
- formát zobrazenia znakov: bodová matica 7 x 7 bodov,
- súbor znakov: kód KOI-7 a 31 špeciálnych znakov,
- činnosť riadenia mikroprocesorom MHB8080A na module SM2138,
- základné režimy činnosti: LOCAL (OFF-LINE), REMOTE (ON LINE),
- prenos: asynchrónny, po znakoch,
- formát pri prenose: 1 štart bit, 7 dátových bitov, 1 paritný bit, 1 stop bit,
- prenosová rýchlosť: max. 9 600 Bd,
- rozhranie pre komunikáciu s počítačom: IRPS, S2,
- hmotnosť: 300 N, príkon max. 300 VA.

##### Tlačiareň CONSUL C2113.41 s klávesnicou

Táto tlačiareň má tieto technické parametre:

- spôsob tlače: sériový - vpred, po znaku,
- počet tlačенých znakov: 96 znakov,
- formát znakov: raster 9 x 9 bodov,
- nositeľ informácie: skladaný papier s okrajovou perforáciou s max. 6 kópiami,
- klávesnica: CONSUL C259.11,
- súbor znakov: kód KOI-7,

- počet tlačенých znakov: max. 132 znakov v riadku,
- riadkovanie: 3 alternatívy rozstup 4,23-6,35-8,26 mm ,
- rýchlosť tlače: 165 znakov/s,
- prenos: synchronný alebo asynchronný,
- rozhranie pre komunikáciu s počítačom: paralelne, IRPR,
- hmotnosť: 8 600 N.

#### Vonkajšia pamäť na pružnom disku (VPPD)

Na riadiaci systém sa použije podsystém vonkajšej pamäti na pružnom disku, variant 7CP 059 055 s výškou roštu 3U, s voliteľnou hustotou záznamu. Skladá sa z radiča (modul SM2296) a samostatného roštu, v ktorom sú umiestnené dva mechanizmy, napájací zdroj a káble.

Radič je navrhnutý pre styk s max. 4 jednotkami jednostranných alebo obojstranných pružných diskov s priemerom média 200 alebo 130 mm. Všetky obvody radiča sú umiestnené na jednej 2/3 doske plošného spoja, ktorá sa zasúva do roštu alebo kazety mikropočítača so zbernicou I41.

Jednotka VPPD má tieto základné technické parametre:

- kapacita: max. 2 MB,
- otáčky disku: 360 ot/min,
- spôsob zápisu: FM (frekvenčná modulácia), MFM (modifikovaná frekvenčná modulácia),
- počet stôp: 77,
- rýchlosť prenosu dát medzi radičom a mechanizmom pamäti: v režime FM - 250 kbit/s, v režime MFM - 500 kbit/s.

Spôľahlivosť VPPD je 2 120 hodín, hmotnosť roštu 150 N. Maximálny príkon roštu s 2 mechanizmami a napájacím zdrojom je 350 VA. Radič je napájaný zo zdroja mikropočítača a jeho maximálny príkon je + 5 V/2 A.

#### Kazetová disková pamäť (KDP) CM5400

Má tieto technické charakteristiky:

- nositeľ informácie: jednodisková výmenná kazeta EC5269-01 (alebo jej ekvivalent), + pevný disk,
- kapacita kazety: max. 5 MB,
- počet povrchov: 4,
- počet stôp na jednom povrchu: 204,

- riadenie pamäti: radičom KDP s možnosťou pripojenia až 4 mechanizmov na jeden radič,
- hmotnosť mechanizmu: max. 580 N,
- príkon: max. 350 VA.

(Výrobca: BĽR.)

## 2.2.6 Mikropočítačový vývojový systém MVS III

Mikropočítačový vývojový systém MVS III umožňuje:

- prevod programu napísaného vo vyššom programovacom jazyku na strojový kód a jeho uloženie na pružný disk, príp. na magnetickú pásku,
- prípravu, odlaďovanie a testovanie programov pre rôzne oblasti použitia,
- odlaďovanie programov a technických prostriedkov systémov na báze mikroprocesorov 8080A a 8086,
- naprogramovanie obsahu pamäti PROM a EPROM a kopírovanie obsahu pamäti PROM a EPROM.

Vyrába sa v niekoľkých verziách označených A až E. Na prípravu aplikačného programového vybavenia pre ASR VTP v strojárstve je najvhodnejší variant A, čo je základná zostava MVS III v stojanovom stvárnení s kazetovou diskovou pamäťou (číslo zostavy 8XN 129 006).

Zostavu tvorí:

- a) základná jednotka v rošte, ktorá obsahuje zdroje, modul systémových funkcií, modul operačnej pamäti, moduly procesorov s mikroprocesormi 8080A a 8086, radič kazetovej diskovej pamäti, konvertor zberníc, radič vonkajšej pamäti na pružnom disku s dvojnásobnou hustotou záznamu a moduly emulátora MVE86,
- b) alfanumerický terminál,
- c) tlačiareň,
- d) mechanika VPPD,
- e) mechanika KDP.

MVS III je vybavovaná operačnou pamäťou minimálne 512kB (perspektívne až 1 MB). Stredný čas medzi poruchami je 220 hodín, príkon max. 1,8 kVA.

### 2.2.7 Systémové programové vybavenie M16-1 (MVS III)

Jednotlivé moduly stavebnice M16-1 sú dodávané bez programového vybavenia. Na zvláštnu objednávku sa dodávajú príslušné testovacie programy. Na vývoj programov pod MVS III sa dodávajú operačné systémy DOS MVS V4.S-1, ERC 86, MIKROS 86 A MIKRON 86.

### 2.3 ÚLOHA ČLOVEKA V TECHNOLOGICKOM OBJEKTE

Z hľadiska riadenia výrobnotechnologických procesov je človek-operátor prvkom systému riadenia, ktorý v sebe zahrňuje prvky adaptívneho riadenia alebo aj prvky optimálneho riadenia a procesu rozhodovania.

Napriek stále širšiemu využitiu počítačov v riadení význam vzťahu človek - stroj ustavične narastá. Je to preto, lebo:

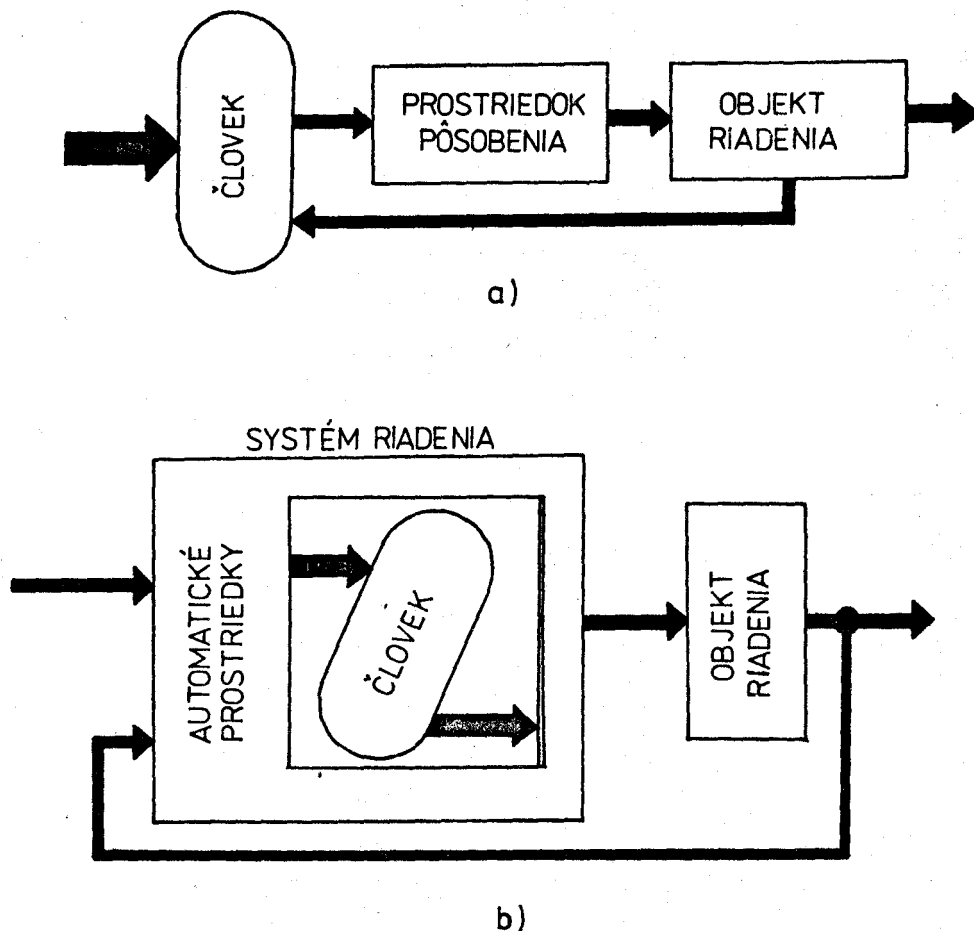
1. V zložitých systémoch môžu vzniknúť poruchy takého charakteru, že zapríčiňujú čiastočný, príp. úplný výpadok zariadenia a na odstránenie následkov je nutný rýchly zásah operátora.
2. V systémoch riadenia s počítačmi získavame nové informácie, ktoré po vyhodnotení slúžia na určenie akčného zásahu, ktorý v mnohých prípadoch nemôže vykonať riadiaci systém, a potom je potrebný operatívny zásah človeka, ktorý disponuje skúsenosťami a pri svojej činnosti využíva aj intuíciu, najmä ak ide o neštandardné situácie.
3. V niektorých prípadoch je potrebné vykonať zmenu štruktúry riadiaceho systému, čo v prevažnej miere patrí človekovi.

Ak chceme posúdiť úlohu človeka v rámci všeobecného technologického objektu, musíme si predovšetkým uvedomiť, že je primárne určovaná charakterom väzieb medzi jednotlivými prvkami v module. V zásade je možné pozíciu človeka v rámci TO rozdeliť do dvoch kategórií:

1. Človek sa zúčastňuje na vypracúvaní a formovaní riadiacích činností.
2. Človek reprezentuje objekt, na ktorý riadiaca činnosť pôsobí.

To znamená, že pozície človeka v rámci TO sme rozčlenili do dvoch zásadne protichodných kategórií. Zatiaľ čo v prvej kategórii človek sám formuje riadiacu činnosť, v druhej kategórii je riadiaca činnosť plne realizovaná a formovaná technickými prostriedkami a človek je iba podriadenou zložkou, čiže objektom riadenia.

Zovšeobecnená abstraktná štruktúra, znázorňujúca začlenenie človeka v rámci TO, je uvedená na obr. 2.10a a 2.10b. V ďalšom predpokladáme, že každý prvok uzatvoreného systému riadenia je schopný iba jednostranne prenášať



Obr. 2.10

Začlenenie človeka v rámci technologického modulu

signál zo vstupu na výstup: z toho potom vyplýva, že aj človek ako prvok uzatvorenej sústavy musí mať svoj "vstup" a svoj "výstup".

Pod "vstupom" človeka chápeme vonkajšie podnety ľubovoľnej podstaty odovzdávané človeku pomocou vhodného indikačného zariadenia, ktoré sú schopné vyvolať jeho reakciu. Môžu to byť podnety svetelné, zvukové, mechanické atď. Z hľadiska posúdenia funkcie človeka v riadiacom systéme nás samozrejme zaujímajú jeho možnosti prijímať informáciu či už uvedomelo alebo podvedome, ktorá je obsiahnutá v podnete, za účelom nasledujúceho cieľového pôsobenia a konania. Pri takom obmedzení sa počet využitých vstupov človeka podstatne redukuje (na 2 až 3, po špeciálnom výcviku 5 až 7). V rámci TO diskkrétnej strojárkej výroby prichádzajú do úvahy hlavne vstupy zrakové, sluchové a taktilné.

V súvislosti s touto úvahou treba tiež spresniť pojem "indikačné zariadenie": chápeme tým súbor technických prostriedkov ľubovoľnej povahy, pomocou ktorých je človeku odovzdávaná informácia nutná pre jeho činnosť v TO.

To, čo sa povedalo o "vstupe", je možné v plnom rozsahu uplatniť aj na "výstup" človeka: pod "výstupom" človeka budeme chápať reakciu organizmu ľubovoľnej povahy.

### 2.3.1 K v a l i t a t í v n e v l a s t n o s t i s y s t é m u č l o v e k - s t r o j

Technologické objekty diskkrétnej strojárске výroby radíme všeobecne do skupiny technických sústav nazývaných súhrnne ERGATICKE SÚSTAVY. Sú to také technické sústavy, v ktorých je cieľové riadenie realizované človekom-ope-  
rátorom, a to buď priamo, alebo pomocou rôznych automatických zariadení. Umiestnenie týchto prostriedkov v riadiacom systéme vo vzťahu k človeku-ope-  
rátorovi a riadenému objektu môže byť veľmi rôznorodé a aj plnené funkcie môžu byť veľmi rozmanité.

Všeobecnú štruktúru technologického objektu môžeme vždy chápať ako zloženú z troch charakteristických a navzájom viazaných prvkov:

1. OBJEKTU RIADENIA, ktorý je zvyčajne tvorený dynamickou sústavou s mnohými väzbami.
2. RIADIACEJ APARATÚRY, ku ktorej radíme rôzne automatické prostriedky riadenia.
3. ČLOVEKA-OPERÁTORA, ktorého musíme tiež pokladať za časť alebo aj za celý riadiaci modul, ktorý však čo do súboru vlastností a plnených funkcií sám o sebe predstavuje samostatný element skúmaný zvlášť.

Je zrejmé, že možnosti takej sústavy čo sa týka splnenia cieľovej úlohy a efektívnosti tohto plnenia sú určené tak individuálnymi charakteristikami každého z troch prvkov, ako aj ich priestorovo-časovým vzájomným pôsobením.

Jednou z hlavných je teda úloha rozdelenia vzájomných väzieb medzi tromi základnými elementami v reálnych sústavách, ktorú je potrebné riešiť vždy pri syntéze ich štruktúry a parametrov.

Existencia principiálnej odlišnosti v možnostiach realizácie úloh riadenia každým z týchto troch elementov má za následok dichotomický priebeh procesu riadenia v ergatických sústavách. Syntéza ergatickej sústavy potom spolu s dichotomickou reprezentáciou riadenia je založená na organizácii štruktúry riadenia dynamickým objektom na princípoch, ktoré sú charakteristické pre organizáciu procesov riadenia formovaných vysoko rozvinutými

formami hmoty a s uvážení zvláštností ľudského prístupu k riešeniu úlohy riadenia.

Taký prístup k formovaniu procesu riadenia dynamickej sústavy zabezpečuje:

- EFEKTÍVNOSŤ PRIEBEHU PROCESU RIADENIA, lebo táto efektívnosť je v biologických sústavách neporovnateľne vyššia, ucelenejšia a organizovanejšia ako v ľubovoľnej neživej sústave, čo je dôsledok dlhej evolúcie prírody, ktorá vytvorila pre naše prostredie dokonalú organizáciu riadenia,
- EFEKTÍVNOSŤ RIADIACICH ČINNOSTÍ ČLOVEKA-OPERÁTORA, pretože ten sa akoby "umelo" stavia do takých pracovných podmienok, ktoré čo do štruktúry a priebehu procesu sú identické s prirodzenými organizáciami riadenia vo vysoko organizovaných formách hmoty a zodpovedajú spôsobu činnosti človeka.

Procesy prebiehajúce v živej prírode sú zložité a rozmanité a každá ich konkrétna verzia vyjadruje svoje charakteristické javy a zákonitosti pre daný konkrétny prípad. Avšak pre množstvo charakteristík prejavujúcich sa pri riadení existujú určité bázové princípy, zovšeobecňujúce zvláštnosti všetkých konkrétnych prejavov riadenia a spájajúcich ich vzájomne jedinou ideou. Objavenie sa týchto princípov na celom intervale riadenia technického objektu bude dokumentovať adekvátnosť organizácie štruktúr ergatickej sústavy a živej, vysoko organizovanej formy hmoty. Tieto princípy reprezentujú axiomaticku ergatických sústav, v ktorých je obsiahnutá všetka podstatná informácia o základných pravidlách organizácie vysoko efektívnych procesov riadenia.

Na úlohy riadenia technologických objektov musia sa preto pri syntéze riadiaceho systému na zabezpečenie optimálnej funkcie záväzne použiť nasledujúce základné princípy:

- A) PRINCÍP FUNKCIONÁLNEJ HOMEOSTÁZY
- B) PRINCÍP NAJMENŠIEHO VZÁJOMNÉHO PÔSOBNIA
- C) PRINCÍP STACIONÁRNOSTI
- D) PRINCÍP FUNKCIONÁLNEJ ZLUČITEĽNOSTI

#### Princíp funkcionálnej homeostázy

Najdôležitejší je princíp funkcionálnej homeostázy, zovšeobecňujúci komplex vlastností charakteristických pre biologické systémy, ktoré reprezentujú cieľové správanie vo využití častí aktívnosti na riadenie vonkajších a vnútorných podmienok, zabezpečujúcich normálnu existenciu organizmu.

Vzhľadom na organizáciu riadenia sa princíp funkcionálnej homeostázy bude prejavovať, ak človeka-operátora postavíme do takých podmienok, aby pri riešení celej množiny zadaných úloh riadenia podľa možnosti udržiaval svoje

úkony v triede určitých funkcionálnych správaní. Zákonitosti v organizácii homeostatického vzájomného pôsobenia človeka-operátora s technickými prvkami a okolitým prostredím sú vyjadrené princípmi najmenšieho vzájomného pôsobenia a stacionárnosti za podmienky jeho funkcionálnej zlučiteľnosti s technickou sústavou v priestore a v čase riadenia.

#### Princíp najmenšieho vzájomného pôsobenia

Tento princíp odhaľuje minimaxnú podstatu riadenia formovaného biologickými systémami a podľa analógie vyjadruje maximálnu efektívnosť ergatických sústav, resp. činností operátora pri minimálnych nákladoch využívaných prostriedkov na celom intervale riadenia. Charakteristickým prejavom pôsobenia tohto princípu v úlohách riadenia dynamickej sústavy je známa experimentálna krivka učenia operátorov, ktorá ukazuje všeobecnú tendenciu k minimalizácii ich pôsobenia pri riadení v čase pri plnení jednej cieľovej úlohy.

#### Princíp stacionárnosti

Ten v biologických systémoch vyjadruje vysokú efektívnosť realizácie funkcionálnej jednotvárnej roboty v porovnaní s dosiahnuteľnou efektívnosťou pri plnení funkcionálne odlišných činností. Princíp stacionárnosti pri syntéze optimálnych sústav vyžaduje podľa možnosti znižovať rôznorodosť činností požadovaných od sústavy pri plnení cieľových úloh rovnakej zložitosti.

#### Princíp funkcionálnej zlučiteľnosti

Určuje, prinajmenšom, minimálnu nevyhnutnú vzájomnú súčinnosť medzi rôznymi časťami biologickej sústavy, pri ktorej je možné zachovanie jej homeostatického stavu a splnenie jej funkcií. Pre ergatickú sústavu podmienka funkcionálnej zlučiteľnosti určuje z hľadiska človeka-operátora nevyhnutnú riaditeľnosť a pozorovateľnosť sústavy, ktorá mu dovoľuje splniť autoritatívne funkcie riadenia na celej množine realizovaných cieľov.

Vyššie uvedené princípy objektívne odrážajú existujúce zákonitosti procesu riadenia, vlastného vysoko rozvinutým formám hmoty. Bez ohľadu na zvláštnosti každej z nich sa vzájomne prekrývajú a navzájom dopĺňajú. Avšak napriek tomu dominujúcim je princíp funkcionálnej homeostázy, keďže iba pri jeho splnení sa môžu v TO prejavovať ostatné princípy pri formovaní nutných riadiacich činností.

Uvedený súbor princípov vyjadruje tie základné a všeobecné črty a zákonitosti, ktoré sa musia prejavovať v činnosti človeka-operátora a automatických prostriedkov pri formovaní riadenia na všetkých etapách činností TO a v každom časovom okamihu, čo je nevyhnutná podmienka efektívnosti TO a je dôkazom celistvosti štruktúry a stabilnosti funkcionálnych vlastností na celom intervale riadenia.

### 2.3.2 Zvláštnosti technických a programových prostriedkov pre styk operátorov s riadiacim systémom "TO"

V začiatkoch vývoja samočinných počítačov používatelia mali často veľmi intímne znalosti strojovej úrovne počítača. Boli preto schopní prevádzkovať svoje vlastné programy písané v strojovom kóde počítača, realizovať ich modifikáciu a ladenie priamo na počítači a komplexne využívať technické možnosti počítačov. S postupným rozvojom kompilátorov vyššej úrovne sa tieto znalosti stali pre programátorov nadbytočné a vývoj viedol postupne až k tzv. dávkovému spracovaniu programov, ako ho poznáme dnes, t. j. ku spracovaniu, ktoré prakticky neumožňuje operatívne zásahy do prebiehajúcich procesov.

Vo veľkých ASR sa od obsluhujúceho personálu očakáva, že bude realizovať základné rozhodovacie operácie v procese riadenia. To znamená, že efektívnosť celého ASR bude vo veľkej miere závisieť od efektívnej činnosti personálu, ktorá zasa bude ovplyvnená možnosťami interakcie s technickými prostriedkami.

Pri hierarchickej štruktúre riadiacich počítačových systémov pre ASR výrobnotechnologických objektov sa charakter vzájomnej spolupráce systému človek-počítač mení od informatívneho, oznamovacieho režimu na najvyššej úrovni až po direktívny na úrovni najnižšej (operátor AVS). V každom prípade je potrebné, aby vzájomná spolupráca systému človek-stroj mala konverzačný charakter a tým bola zabezpečená maximálna efektívnosť systému ako celku.

Zariadenia pre styk s obsluhujúcim personálom začlenené v technologických objektoch musia preto všeobecne zabezpečiť:

1. Zobrazenie informácie na základe pokynov počítača, vyžadujúce okamžité rozhodnutie obsluhujúceho personálu.
2. Plynulé zobrazovanie stavu technologického objektu alebo modulu na základe pokynu počítača.
3. Zobrazenie odpovede na otázky obsluhujúceho personálu: o stave technologických parametrov v technologických moduloch a objektoch, o stave jednotlivých technologických zariadení, priebehu výrobného procesu, plnení plánu atď.
4. Zobrazenie odporúčaní a pokynov na zmenu režimu technologického procesu.
5. Zobrazenie direktív obsluhujúcemu personálu určujúcich nasledujúce operácie, ktoré sa majú realizovať.
6. Registráciu odchýlok technologických parametrov procesov od zadaných hodnôt a zobrazenie prehľadových údajov o rôznych aspektoch výroby.

7. Zabezpečenie vstupu informácie pre beh technologických procesov, a to pre začiatkové spustenie procesu, ako aj pre korekcie jeho priebehu.
8. Vstup začiatkových dát a zobrazenie odpovedí týkajúcich sa operatívnych technologických výpočtov, štatistickej analýzy, prípadne ďalších procedúr v rámci technickej prípravy výroby.

Uvedené funkcie môžu byť najlepšie plnené takými technickými prostriedkami, ktoré najlepšie zobrazujú špecifické zvláštnosti daných technologických procesov a pre obsluhu poskytujú maximum informácie pri minimálnom množstve zobrazovanej textovej informácie. Táto situácia bola až do dneška riešená vývojom neštandardných zariadení.

V súčasnosti je u nás aj vo svete vyvíjané zvýšené úsilie na vyjasnenie všeobecných princípov a metód efektívneho oznamovania informácie v reálnom čase medzi riadiacou výpočtovou technikou a "počítačovo nekvalifikovaným" obsluhujúcim personálom. Uskutočnené výskumy vyúsťujú do vzniku nových problémovo orientovaných jazykov pre dialóg obsluhujúceho personálu s riadiacim systémom. Základným stimulom na ich rozpracovanie je úsilie realizovať problémovo orientované konfigurácie - ktoré by dovolili ušetriť veľkú časť časových a finančných nákladov, ktoré inak musia venovať podniky na vypracovanie svojich konkrétnych ASR výroby.

Základné princípy, ktoré sú rešpektované pri vypracovaní nových dialógových jazykov pre konverzáciu obsluhujúceho personálu s riadiacim počítačovým systémom sú tieto:

1. Na základe priemerných charakteristík prirodzených jazykových foriem v príslušnom technologickom objekte sa určujú požiadavky na minimálny slovníkový fond a na čo najjednoduchšie syntaktické pravidlá dialógového jazyka.
2. Na základe rozboru vzájomnej činnosti človeka a výpočtových systémov v konkrétnych technologických objektoch sú rozpracované zovšeobecnené algoritmy dialógu a ich počítačová realizácia ako štandardná zložka prostriedkov riadiaceho počítačového systému.

Aby sa dalo riadne navrhnuť interaktívne programové vybavenie, je potrebné dôsledne preskúmať charakteristiky človeka a počítača, lebo "optimálne" programové vybavenie je také, ktoré čo najlepšie prispôsobuje počítač človeku a naopak. V tab. PR102 sú preto uvedené niektoré dôležité charakteristiky z hľadiska tvorby interaktívnych programových systémov a je uvedený aj ich vplyv na výstavbu programu.

Všeobecne môžeme povedať, že interaktívne programové systémy určené na zabezpečenie styku operátorov s riadiacimi systémami TO by mali byť rozšírením základného operačného systému, pod ktorým pracuje používateľské programové vybavenie. Ide totiž väčšinou o modulárne celky, ktoré musia používa-

teľovi umožniť pracovať s používateľskými programami na rôznych hierarchických úrovniach.

### 2.3.3 Modálne charakteristiky človeka a stroja

V uzatvorenom systéme človek-stroj, ktorého abstraktnú všeobecnú štruktúru sme uviedli na obr. 2.9, požadujeme od človeka, aby riešil úlohu riadenia nejakého objektu, a to buď priamo, alebo prostredníctvom nejakého pomocného technického zariadenia. V súvislosti s touto problematikou je možné posúdiť porovnateľné MODÁLNE CHARAKTERISTIKY človeka a stroja, čo sú údaje, charakterizujúce vlastnosti človeka a automatizačnej techniky. (Tabuľky PR101 a PR102).

Tab. PR101

CHARAKTERISTIKA	ČLOVEK	STROJ
Schopnosť integrácie rôznorodých prvkov do jednej sústavy	dobrá	veľmi obmedzená
Používa model vonkajšieho sveta?	áno	veľmi obmedzené
Schopnosť extrapolácie vonkajšieho sveta	dobrá	veľmi obmedzené možnosti
Schopnosť riešenia nejasných situácií	dobrá	malá
Schopnosť rozpoznávať situácie vonkajšieho sveta	dobrá	zlá
Schopnosť pozorovania samého seba v priebehu svojej existencie	dobrá	obmedzená, iba primitívne prípady
Flexibilita spôsobu spracovania informácie	vynikajúca	veľmi obmedzená
Typ riešených problémov	celkom všeobecný	špeciálny
Schopnosť pôsobiť v neočakávaných situáciách	vyhovujúci	takmer žiadna
Stupeň nezávislosti v samo-regulácii (homeostáza)	veľký	malý
Čas nepretržitej činnosti	veľmi malý	veľký
Reakcia typu "stimul - odpoveď"	relatívne pomalá a nestab.	veľmi rýchla a stabilná
Počet súčasne ovládaných parametrov vonkajšieho stroja	max. 2 - 3	podľa potreby 200 - 300
Schopnosť vytvárania "vnútorného sveta" (systém znalosti vhodne organizovaný)	dobrá	veľmi obmedzená

Tab. PR102

CHARAKTERISTIKA	ČLOVEK	POČÍTAČ	OPATRENIE V PROGRAME
Usudzovanie a uvažovanie	intuitívne, vy- užíva skúsenos- ti, úsudok, predstavivosť	prísne systema- tické a štylizo- vané	možnosť riadiť usudzovací pro- ces používateľom
Zapamätanie de- tailnej informá- cie	malá kapacita a časovo závis- lá možnosť opa- kovaného vyvo- lania	veľká kapacita, časovo nezávislá	jednoduché ča- sové uchovanie a vybavovanie
Organizácia informácie	neformálna, intuitívna, nemnemonická	formálna, de- tailizovaná, nemnemonická	automatická or- ganizácia stro- jovo zapamätanej informácie
Jednoduchosť or- ganizovania a vyberania infor- mácie	relatívne malá	veľká	automatická ukladanie a vy- beranie infor- mácie
Chyby	časté	veľmi zriedka	verifikácia vstupnej inf.
Odolnosť proti chybnej inform.	veľmi dobrá, intuitívne opravy chýb	veľmi nízka	verifikácia a opravy vstup- nej informácie
Metodika hľa- dania chýb	intuitívna	systematická	konverzia vstup- nej inf. do štan- dardnej formy
Rýchlosť odozvy	pomaly	mimoriadne rýchly	časové delenie
Inteligentné správanie	učenie rých- le, ale postupné	žiadna schop- nosť učenia na HW úrovni, veľmi malá na SW úrovni	inštruktážna in- formácia oznamo- vaná používate- ľovi; komunikač- ný syst. s pos- tupne sa zvyšú- júcou zložitost- ou a výkonnos- ťou

Pokračovanie

Tab. PR102

CHARAKTERISTIKA	ČLOVEK	POČÍTAČ	OPATRENIE V PROGRAME
Schopnosť opakovania informácie	zlá	vynikajúca	možnosť zjednotenia vstupu a výstupu, ak sa informácia opakuje
Schopnosť extrakcie podstatnej informácie	dobrá	zlá	malé konverzačné jednotky, možnosť jednoduchého prehľadávania malých častí rozsiahlych inform. blokov
Formátovanie výstupu	voľný formát, textovo orientovaný	pevný formát symbolický orientovaný	voľný vstupný formát, výstupy označené návestím

## 2.4 PROJEKTOVANIE RIADIACEHO SYSTÉMU VTP

### 2.4.1 P r í p r a v a   r e a l i z á c i e   a   r e a l i z á c i a ASR VTP

Budovanie a realizácia ASR VTP sa uskutočňuje buď v rámci nových stavieb, alebo v rámci modernizácie výroby. Tento proces je v oblasti strojárskcej výroby usmernený viacerými predpismi a pokynmi. Sú to najmä:

1. Vyhláška štátnej komisie pre vedeckotechnický a investičný rozvoj č. 5/87 Zb. o dokumentácii stavieb.
2. Vyhláška štátnej komisie pre vedeckotechnický a investičný rozvoj č. 57/86 Zb. o budovaní automatizovaných systémov riadenia.

Pod pojmom "ASR TP" sa v týchto predpisoch chápe systém riadenia výrobnotechnologických procesov, v ktorom sú racionalizované informačné, rozhodovacie a kontrolné procesy pre riadenie pomocou výpočtovej a automatizačnej techniky. Je to teda pojem, ktorý je synonymom pojmu "ASR VTP" používanému v tomto skripte. Účastníkmi realizácie v zmysle predpisov sú:

- 'INVESTOR', čo je organizácia, ktorá pripravuje, financuje a zabezpečuje stavbu,
- 'GENERÁLNY PROJEKTANT', čo je organizácia oprávnená na projektorú činnosť v oblasti ASR VTP;
- 'DODÁVATELIA' a 'DOVOZCOVIA', čo sú organizácie, ktoré uskutočňujú dodávky pre stavby.

Z pohľadu výstavby ASR VTP sú účastníkmi:

- 'POUŽÍVATEĽ', čo je podnik, pre ktorý je ASR VTP budovaný;
- 'RIEŠITEĽ', čo je útvar v podniku, ktorý buduje ASR VTP, alebo externá organizácia, ktorá na budovaní spolupracuje s príslušnými podnikovými útvarmi;
- 'HLAVNÝ PROJEKTANT ASR VTP', čo je vedúci útvaru podniku, ktorý rieši ASR VTP, alebo externá organizácia poverená riešením.

Povinnosti jednotlivých účastníkov výstavby ASR VTP sú uvedené vo vyššie spomenutých predpisoch.

Budovanie ASR VTP sa uskutočňuje v týchto štádiách:

- a) prípravné štádium,
- b) štádium projektovania,
- c) štádium zavádzania,
- d) štádium vyhodnotenia.

#### 2.4.2 Etapy budovania riadiaceho systému

Celý proces budovania riadiaceho systému technologických objektov rozdeľujeme v súlade s vyhláškou č. 57/86 na nasledujúce etapy:

- A 1. Spracovanie projektovej úlohy riadiaceho systému (PU RS).
- B 2. Spracovanie úvodného projektu riadiaceho systému v dvoch častiach (UP RS):
  - A) Hmotná časť riadiaceho systému, ktorá zahrňuje všetky technické prostriedky riadenia. t. j. počítačový systém a súbor neštandardných zariadení, ako sú ovládacie skrinky na technologických pracoviskách, panel dispečera AVS a pod.
  - B) Nehmotná časť riadiaceho systému, ktorá zahrňuje úvodný projekt programového vybavenia a algoritmy.
- B 3. Spracovanie vykonávacieho projektu riadiaceho systému v obdobnom členení ako úvodný projekt (VP RS).
- C 4. Vývoj a realizácia súboru neštandardných zariadení, resp. prepojení.
- C 5. Dodávka štandardných technických a programových prostriedkov niektorou z organizácií NOTO.
- C 6. Vývoj a realizácia aplikačného programového vybavenia vrátane využitia typového programového vybavenia.
- C 7. Skompletovanie riadiaceho systému a jeho oživenie.
- C 8. Uvedenie riadiaceho systému do prevádzky spolu s riadenou sústavou.
- C 9. Vypracovanie pracovných postupov obsluhy.
- C10. Skúšobná prevádzka, úpravy dokumentácie na základe výsledkov skúšobnej prevádzky.
- D11. Záverečné technicko-ekonomické vyhodnotenie.

Z uvedeného vymenúvania etáp vidieť, že výstavba RS AVS je technicky aj organizačne pomerne náročná záležitosť. Navyše treba zabezpečiť ich úzku nadväznosť na budovanie, prípadne rekonštrukciu hmotno-energetickej časti. Projektovanie je rozdelené na projektovanie hmotnej a nehmotnej časti riadiaceho systému: pritom sa hmotná časť riadiaceho systému vypracuje s časovým predstihom, aby bolo možné včas objednať potrebné technické prostriedky. Nehmotná časť sa dokončuje neskôršie, aby projekt mohol rešpektovať aktuálny stav hmotno-energetickej sústavy.

Uvedených 11 etáp sa usilujeme v praxi realizovať iba pri budovaní riadiaceho systému pre nový typ hmotno-energetického systému. Pri opakovaných realizáciách sa práce redukujú iba na etapy 5, 7, 8, 10 a 11. Ostatné etapy sa zohľadnia v projektoch odvolávkou na príslušný typový projekt.

V priebehu budovania ASR VTP je potrebné predovšetkým vypracovať dokumentáciu uvedenú v bodoch A1, B2 a B3, pričom PU RS (bod A1) je prípravnou dokumentáciou a UP RS (bod B2) a VP RS (bod B3) je dokumentáciou projektovou.

#### 2.4.2.1 Prípravná dokumentácia ASR VTP

Prípravnou dokumentáciou ASR VTP, ako sa už povedalo, je "Projektová úloha". Vypracovanie projektovej úlohy si zabezpečuje používateľ ASR. Jej účelom je vymedziť ASR VTP a okruh riešených problémov v určenom časovom období, zdôvodniť potrebu zavedenia ASR a určiť najmä:

- ciele ASR VTP a požiadavky na jeho riešenie vrátane využitia typových riešení,
- rámcový návrh a štruktúra ASR vrátane väzieb na súvisiace stupne riadenia a okolité systémy,
- možné varianty riešenia a ich zhodnotenie,
- požiadavky na technické, programové a iné nevyhnutné vybavenie ASR VTP, návrhy a zhodnotenia možných variantov technického a programového vybavenia vrátane požiadaviek na pracovné prostredie,
- spôsob zabezpečenia riešenia ASR a spracovania projektovej dokumentácie ASR, spôsob súčinnosti užívateľa ASR, prípadne dodávateľov pre ASR na spracovaní projektovej dokumentácie na ASR VTP,
- návrh postupu budovania ASR, prípadne vrátane návrhu podmieňujúcich opatrení,
- prepočet efektívnosti ASR,
- spôsob zabezpečenia užívania ASR.

Pritom pre viacúrovňový ASR VTP sa vypracúva jedna projektová úloha, v ktorej sa určia ciele ASR jednotlivých stupňov riadenia a ich vzájomné väzby. Spracúva sa do takých podrobností, ktoré by umožnili na jej podklade rozhodnúť o budovaní ASR VTP a vypracovať úvodný projekt. Slúži teda ako podklad:

- a) na rozhodnutie o budovaní ASR VTP,
- b) na zabezpečenie budovania ASR v rámci plánov orgánov a organizácií budujúcich ASR VTP vrátane zabezpečenia potrebných prostriedkov,
- c) na zabezpečenie podmieňujúcich opatrení,
- d) na určenie projektanta ASR VTP, prípadne na uzavretie zmluvy o dodávke projektovej dokumentácie ASR VTP.

Obsahuje úvodnú správu, závery z analýzy objektu riadenia, návrh zámeru budovania ASR s vymedzením cieľov, štruktúry a väzieb na okolie, návrh

počítačového systému, programového, kádrového a organizačného zabezpečenia, návrh postupu budovania ASR a prepočet efektívnosti.

Dokladová časť obsahuje návrhy na investičné zabezpečenie a iné hmotné a finančné zabezpečenie, návrhy na zabezpečenie projektových kapacít, doklady o prerokovaní dodávok a prác, prípadne podklady na zabezpečenie podmieňujúcich opatrení.

Príklad konkrétneho obsahu PU ASR VTP je uvedený v prílohe PR2401 k tejto kapitole.

#### 2.4.2.2 Projektová dokumentácia ASR VTP

Projektová dokumentácia ASR VTP dokumentuje riešenie v podrobnostiach nevyhnutných na zavedenie ASR. Vymedzuje:

- funkciu, rozsah a účinky ASR,
- štruktúru a väzby ASR,
- náplň a postup riadiacich činností v podmienkach ASR,
- organizáciu a využívanie dátovej základne ASR,
- technické a programové riešenie ASR,
- spôsob a podmienky zavádzania, užívania a zmien ASR vrátane súvisiacich organizačných opatrení.

Vytvára sa v súlade s postupom riešenia ASR. Na dokumentovanie celkového riešenia sa používa 'ÚVODNÝ PROJEKT', na dokumentovanie podrobného riešenia 'VYKONÁVACÍ PROJEKT'. Platné predpisy dovoľujú vypracovať aj zjednodušenú projektovú dokumentáciu, 'JEDNOSTUPŇOVÝ PROJEKT', ktorý nahrádza tak úvodný, ako aj vykonávací projekt.

V závislosti od podmienok budovania ASR sa volí jeden z týchto spôsobov spracovania projektovej dokumentácie:

1. Úvodný a vykonávací projekt ASR ako celku.
2. Jednostupňový projekt ASR ako celku.
3. Úvodný projekt ASR ako celku a pre podsystémy (ich ucelené časti)
  - 3a. Úvodný projekt podsystému a vykonávací projekt podsystému (jeho ucelenej časti) alebo
  - 3b. Jednostupňový projekt podsystému (jeho ucelenej časti).

Pre výber spôsobu spracovania projektovej dokumentácie sú rozhodujúce najmä:

- rozsah a štruktúra ASR VTP,
- miera inovácie ASR VTP,

- stupeň využitia typových riešení,
- potreba postupného sledovania priebehu riešenia ASR.

V priebehu prác na projektovej dokumentácii ASR VTP je projektant povinný prerokovať s používateľom ASR súpis prác a dodávok, ktoré sa musia zabezpečiť pri zavádzaní ASR. Ak nejde o jednostupňový projekt, tiež súpis prác, ktoré musí užívateľ ASR vykonať v priebehu spracovania vykonávacích projektov vrátane zabezpečenia podmieňujúcich opatrení, napr. obstaranie stavby, zmena stavby, obstaranie alebo zmena strojov a zariadení nezahrnutých do rozpočtu stavieb vrátane stavebných a montážnych prác.

Okrem toho musí projektant ASR v priebehu prác prerokovať s dodávateľmi pre ASR spresnenie rozsahu a formy predpokladaných dodávok. Doklady o prerokovaní sa pripájajú k projektovej dokumentácii.

#### Úvodný projekt ASR VTP

Úvodný projekt ASR VTP ako celku dokumentuje výsledky celkového riešenia ASR a je zadáním pre úvodné projekty podsystémov (ich ucelených častí) alebo pre jednostupňové projekty podsystémov a pre vykonávací projekt ASR ako celku.

Obsahuje úvodnú správu, opis štruktúry, funkcií a väzieb ASR VTP, opis štruktúry, funkcií a väzieb podsystémov a ich ucelených častí, opis štruktúry dátovej základne ASR VTP, číselníkov, riešenia zberu, distribúcie a prenosu dát, spôsobu ich ochrany a utajenia prenosu, špecifikácie počítačového systému, plán postupu projektovania a realizácie ASR a spresnenie rozpočtu v realizácii ASR VTP.

Dokladová časť obsahuje doklady o prerokovaní dodávok a prác a o zabezpečení podmieňujúcich opatrení.

Úvodný projekt podsystému dokumentuje výsledok celkového riešenia podsystému (jeho ucelených častí) a je zadáním pre vykonávací projekt podsystému.

Obsahuje úvodnú správu, opis štruktúry a funkcií automatizovaných a neautomatizovaných úloh, vstupov, výstupov, štruktúry dátovej základne podsystému (jeho ucelených častí) a rámcový postup zavádzania.

#### Vykonávací projekt ASR VTP

Dokumentuje riešenie ASR VTP ako celku, podsystému alebo jeho ucelených častí do podrobností nevyhnutných na zavedenie a užívanie ASR.

Obsahuje najmä programovú dokumentáciu, operátorskú príručku a užívateľskú príručku včítane pokynov na ochranu a utajovanie dát.

#### Jednostupňový projekt ASR VTP

Spracúva sa ako vykonávací projekt rozšírený najmä o opis štruktúry, funkcií a väzieb ASR VTP, podsystému alebo jeho ucelených častí, opis štruktúry a obsahu dátovej základne.

Ak ide o jednostupňový projekt ASR VTP ako celku, obsahuje tiež dokladovú časť obdobne ako pri úvodnom projekte ASR.

Príklad obsahu jednostupňového projektu ASR VTP je uvedený v prílohe PR2402 k tejto kapitole.

#### 2.4.2.3 Typové projekty

V ostatných rokoch sa dostáva do popredia problematika rozvoja typového aplikačného programového vybavenia (TAPV) pre ASR VTP. Súvisí to úzko s malým počtom vysoko kvalifikovaných pracovníkov v oblasti tvorby a realizácie ASR VTP a so stále narastajúcimi požiadavkami na skracovanie času potrebného na realizáciu ASR VTP a znižovanie nákladov.

Typovosť riešenia nie je možné chápať ako súbor dokumentov opisujúcich "univerzálny riadiaci systém AVS" schopný opakovanej aplikácie, pretože doterajšie praktické skúsenosti ukazujú, že takto chápaná typovosť v oblasti strojárskych diskkrétnej výroby má iba minimálnu nádej na úspech. Nádej na opakované využitie nezvýši ani obmedzenie riešenia na jeden typ technológie, napr. na obrábanie.

Možno konštatovať, že v súčasnosti neexistuje v ČSSR v oblasti riadenia strojárskych AVS ani jeden komplexný typový projekt. Každá aplikácia je svojím spôsobom originálom, čo kladie vysoké nároky na riešiteľské kapacity, a premieta sa aj do ceny riešenia.

Z týchto dôvodov je potrebné chápať typovosť riešenia riadiaceho systému AVS ako súbor nástrojov, ktoré zefektívňujú práce v jednotlivých etapách budovania riadiaceho systému. K takým nástrojom patria najmä:

1. Jednotná metodika analýzy riadenej sústavy.
2. Knižnice textových modulov na vypracovanie predprojektovej a projektovej dokumentácie podľa vyhlášky č. 57/86 Zb.
3. Knižnice programových modulov pre ASR VTP.
4. Typová metodika spracovania pracovných postupov obsluhy.

Treba však mať na zreteli, že na to, aby bolo možné uvedené metodiky a knižnice realizovať, je potrebné vytvoriť určité podmienky tak v oblasti informačného zabezpečenia, ako aj v oblasti hmotno-energetického systému. Najmä je potrebné:

- definovať záväzné požiadavky na obsah a formu informačných väzieb, pomocou ktorých bude riadiaci systém prepojený so systémom riadenia strojárskeho podniku,
- vytvoriť modulárnu štruktúru stavebných prvkov HES s presne definovanými funkciami a s presne definovaným algoritmom činností,
- spracovať prípustné architektúry jednotlivých typov výrobných systémov,
- pre prípustné architektúry vypracovať typové zostavy výpočtovej techniky na riadenie.

Tieto dokumenty musia byť záväzné na určité obdobie, zvyčajne 5 rokov. Akékoľvek zmeny v priebehu tohto obdobia sa zahrnú iba po dôkladnom zvážení dôsledkov ich zavedenia vo všetkých oblastiach riadenia, hlavne v oblasti aplikačného programového vybavenia.

---

OBSAH PROJEKTOVEJ ÚLOHY ASR VTP

1. ÚVODNÁ SPRÁVA

- 1.1 Ciele ASR VTP a požiadavky na jeho riešenie
- 1.2 Opis súčasného stavu
- 1.3 Nadväznosti ASR VTP na vyššiu úroveň riadenia
- 1.4 Opis výrobného procesu

2. ANALÝZA RIADENÉHO OBJEKTU

- 2.1 Štruktúra výrobného procesu
- 2.2 Analýza prvkov riadeného objektu
  - 2.21 Systémová špecifikácia hlavných podsystemov
  - 2.22 Analýza systémových prvkov
- 2.3 Určenie hlavných materiálových a informačných väzieb
  - 2.31 Určenie manipulačných miest v riadenej sústave
  - 2.32 Opis hmotného toku cez manipulačné miesta v nadväznosti na tok informácií
- 2.4 Formulácia úloh ASR VTP vyplývajúca z výsledkov predbežnej analýzy

3. NÁVRH KONCEPCIE RIADENIA

- 3.1 Funkčná štruktúra ASR VTP
- 3.2 Organizačná štruktúra ASR VTP
- 3.3 Informačná štruktúra ASR VTP
- 3.4 Súhrnný opis návrhu koncepcie riadenia
- 3.5 Návrh počítačových systémov a programového vybavenia
  - 3.51 Návrh počítačových systémov
  - 3.52 Návrh systémového programového vybavenia
  - 3.53 Návrh medzipočítačovej komunikácie
  - 3.54 Návrh postupu riešenia aplikačného programového vybavenia
  - 3.55 Zabezpečenie činností prostriedkov riadenia pri poruchách

4. KÁDROVÉ A ORGANIZAČNÉ ZABEZPEČENIE

5. NÁVRH POSTUPU BUDOVANIA ASR VTP

6. PREPOČET EFEKTÍVNOSTI

7. DOKLADOVÁ ČASŤ

---

OBSAH JEDNOSTUPŇOVÉHO PROJEKTU ASR VTP

1. ÚVODNÁ SPRÁVA

- 1.1 Súhrnná charakteristika ASR VTP
- 1.2 Zdôvodnenie zmien voči PU
- 1.3 Zabezpečenie zdrojov
- 1.4 Správa o riešení

2. FUNKCIE A ZÁKLADNÁ ŠTRUKTÚRA ASR VTP

- 2.1 Väzby ASR VTP na okolie
- 2.2 Základná štruktúra ASR VTP
- 2.3 Funkcie ASR VTP
- 2.4 Opis skupín úloh ASR VTP

3. DÁTOVÁ ZÁKLADŇA

- 3.1 Štruktúra dátovej základne
- 3.2 Číselníky
- 3.3 Zber, distribúcia a prenos dát
- 3.4 Ochrana dát

4. ŠPECIFIKÁCIA POČÍTAČOVÉHO SYSTÉMU

- 4.1 Technické vybavenie
- 4.2 Spôsob práce technického systému

5. PROGRAMOVÉ VYBAVENIE

- 5.1 Operačné systémy
  - 5.11 Požiadavky na generovanie OS
- 5.2 Aplikačné programové vybavenie
- 5.3 Programová dokumentácia
  - 5.31 Operátorská príručka
  - 5.32 Užívateľská príručka
- 5.4 Organizácia programovacích prác

6. ČASOVÝ PLÁN POSTUPU PROJEKTOVANIA A REALIZÁCIE ASR VTP

7. DOKLADOVÁ ČASŤ

## Literatúra

- [1] Vyhláška ŠK pre vedeckotechnický a investičný rozvoj č. 57/1987 Zb. o budovaní automatizovaných systémov riadenia.
- [2] Vyhláška ŠK pre vedeckotechnický a investičný rozvoj č. 5/1987 Zb. o dokumentácii stavieb.
- [3] Strojárske výrobné procesy, č. 8, 1985.
- [4] DOSKOČIL, Z. - HALUSKA, M.: Návrh programového vybavenia typového AVS obrábania. Výsk. správa ZŤS. BRATISLAVA, UTAR, 1981.
- [5] DOSKOČIL, Z.: Umělá inteligence a řízení strojírenské výroby. STROJÁRSKA ROČENKA 1984. BRATISLAVA, ALFA 1983.
- [6] DOSKOČIL, Z.: Perspektívy umělé inteligence ve strojírenství. STROJÁRSKA ROČENKA 1985. BRATISLAVA, ALFA 1985.
- [7] DOSKOČIL, Z.: Technická tvorba jako kybernetický systém. STROJÁRSKA ROČENKA 1982. BRATISLAVA, ALFA 1981.
- [8] LANGEFORS, B.: Teoretická analýza informačných systémov. BRATISLAVA, ALFA 1981.
- [9] PONSTEIN, J.: Self-Avoiding Path and the Adjacency Matrix of a Graf. SIAM J. APPL. MATH. 14, 1966, PP. 600-609.
- [10] BERTISZ, A. T.: Štruktúry dát. Teória a prax. BRATISLAVA, ALFA 1979.
- [11] BANERJI, R. - MESAROVIC, M. D.: Theoretical Approaches to non Numerical Problema Solving. PROC. OF THE IV. SYSTEMS, SYMPOSIUM. BERLIN, SPRINGER-VERLAG 1970.
- [12] KATOLICKÝ, A.: Uživatel v inovaci ASR. INFORMAČNÉ SYSTÉMY, 1985, č. 3, s. 227.
- [13] CHVALOVSKÝ, V.: Rozpory ve vývoji vztahu: člověk - počítač. INFORMAČNÉ SYSTÉMY, 1985, č. 1, s. 89.
- [14] CHVALOVSKÝ, V.: Perspektivy vztahu: člověk - počítač. INFORMAČNÉ SYSTÉMY, 1985, č. 2, s. 171.
- [15] CTIBOR, K. - MALEC, I.: Automatizace sběru dat v nespojitých výrobních procesech. PRAHA, SNTL 1971.
- [16] VAŠEK, L. - KONEČNÝ, I.: Simulace systémů. Skripta SVŠT. BRATISLAVA 1986.
- [17] BUSLENKO, N. P.: Modelirovanie složných sistem. MOSKVA, NAUKA 1978.
- [18] Návrh na riešenie väzieb ASR P - ASR TP a zabezpečenie podmienok pre riadenie ASR TP v podnikoch VHJ ZŤS. BRATISLAVA, UTAR 1983.

- [19] VÝBĚR informací z organizační a výpočetní techniky. Příručka SMEP '86. PRAHA, Kancelářské stroje k.ú.o 1986.
- [20] DOSKOČIL, Z. - LENTVORSKÝ, P. - MOSNÝ, M.: Projektová úloha ASR mezi-skladu montáže Š 781. BRATISLAVA, KOVOPROJEKTA 1986.
- [21] DOSKOČIL, Z. - LENTVORSKÝ, P. - MOSNÝ, M.: Projektová úloha ASR MOD/MOS v ozubárni AGROZET ZETOR k.p. BRNO. BRATISLAVA, KOVOPROJEKTA 1987.
- [22] Vzorový postup pro zpracování projektového úkolu ASR TP FMVS, č.j. 800/161/78, 1978.
- [23] Vzorový postup pro zpracování technického projektu systému. FMVS, č.j. 800/162/78, 1978.

# Obsah

PREDHOVOR . . . . .	3
I. STROJÁRSKE TECHNOLOGICKÉ OBJEKTY . . . . .	5
1.1 CIELE AUTOMATIZÁCIE . . . . .	5
1.1.1 Mechanizácia, automatizácia, racionalizácia . . . . .	6
1.1.2 Etapy vytvárania strojárskeho výrobného systému . . . . .	11
1.1.3 Metodiky vytvárania SVS . . . . .	12
1.1.3.1 Systémový prístup k vytváraniu SVS . . . . .	15
1.2 TECHNOLOGICKÉ OBJEKTY . . . . .	17
1.2.1 Pojem technologického objektu . . . . .	17
1.2.2 Generácie inteligentných technologických objektov. . . . .	23
1.2.3 Štruktúra technologického objektu . . . . .	25
1.2.4 Operátor technologického objektu . . . . .	25
1.2.5 Základný matematický model . . . . .	27
1.2.6 Simulačné modelovanie . . . . .	29
1.2.6.1 Simulátory . . . . .	30
1.2.6.2 Operátorový spôsob zápisu modelujúceho algoritmu . . . . .	30
1.2.6.3 Zápis pomocou simulačných jazykov . . . . .	31
1.2.6.4 Zápis pomocou univerzálnych programovacích jazykov . . . . .	32
1.3 AUTOMATIZOVANÝ VÝROBNÝ SYSTÉM OBRÁBANIA . . . . .	33
1.3.1 Podstatné okolie AVS . . . . .	33
1.3.2 Štruktúra hmotno-energetického systému AVS . . . . .	36
1.3.2.1 Základné predpoklady automatizácie . . . . .	36
1.3.2.2 Technologické pracoviská (TGP) . . . . .	40
1.3.2.3 Netecnologické pracoviská . . . . .	44
1.3.3 Krátkodobý operatívny plán výroby AVS . . . . .	46
1.3.3.1 Časová štruktúra výroby . . . . .	46
1.3.3.2 Podrobné operatívne plánovanie výroby . . . . .	49
1.3.3.3 Systémy operatívneho plánovania . . . . .	50
1.3.3.4 Plánovací horizont . . . . .	51
1.3.3.5 Výpočet krátkodobého operatívneho plánu výroby AVS . . . . .	52
II. RIADENIE TECHNOLOGICKÝCH OBJEKTOV . . . . .	54
2.1 ZÁKLADNÉ POJMY TEÓRIE AUTOMATICKÉHO RIADENIA V TECHNOLOGICKOM OBJEKTE . . . . .	54
2.1.1 Podstata riadenia . . . . .	55
2.1.2 Automatizovaný systém riadenia VTP . . . . .	58
2.1.2.1 Základná koncepcia riadiaceho systému AVS. . . . .	58
2.1.2.2 Základné funkcie riadiaceho systému AVS. . . . .	59
2.1.2.3 Stratégia riadenia AVS . . . . .	62

2.1.2.4	Informačná výmena s nadriadeným riadiacim systémom . . . . .	63
2.1.2.5	Simulácia hmotného toku v strojárskych AVS .	67
2.1.2.6	Dekompozícia funkcií ASR VTP . . . . .	69
2.1.3	Riadenie opravárskej činnosti v AVS . . . . .	70
2.1.3.1	Spôľahlivosť AVS . . . . .	70
2.1.3.2	Informačný systém spoľahlivosti . . . . .	74
2.1.3.3	Operatívne riadenie opravárskej činnosti v AVS . . . . .	75
2.2	TECHNICKÉ A ZÁKLADNÉ PROGRAMOVÉ PROSTRIEDKY RIADENIA . . .	76
2.2.1	Voľba technických prostriedkov riadenia . . . . .	76
2.2.1.1	Informačné charakteristiky TP riadenia . . .	77
2.2.1.2	Riadiace systémy TP . . . . .	78
2.2.2	Minipočítače SMEP so spoločnou zbernicou . . . . .	81
2.2.3	Mikropočítačová stavebnica SM 50/40 . . . . .	82
2.2.4	Príklad: Návrh počítačových systémov a základného programového vybavenia pre ASR medzioperačného skladu montáže (ASR MSM) . . . . .	84
2.2.4.1	Mikropočítačový systém SM 50/50 . . . . .	85
2.2.4.2	Požiadavky na generovanie operačného systému . . . . .	88
2.2.4.3	Mikropočítačový systém SM 50/40 . . . . .	90
2.2.4.4	Vývojový systém MVS II . . . . .	94
2.2.4.5	Programové vybavenie pre medzipočítačovú komunikáciu . . . . .	95
2.2.4.6	Programové zabezpečenie spoľahlivosti ASR MSM . . . . .	97
2.2.5	Mikropočítačový systém na riadenie technologických procesov CM2506 (M16-1) . . . . .	98
2.2.5.1	Základná zostava mikropočítačového systému M16-1 . . . . .	99
2.2.5.2	Prídavné zariadenia . . . . .	101
2.2.5.3	Technické charakteristiky prvkov mikropočítačového systému . . . . .	101
2.2.5.4	Technické charakteristiky niektorých prí- davných zariadení . . . . .	106
2.2.6	Mikropočítačový vývojový systém MVS III . . . . .	108
2.2.7	Systémové programové vybavenie M16-1 (MVS III) . . .	109
2.3	ÚLOHA ČLOVEKA V TECHNOLOGICKOM OBJEKTE . . . . .	109
2.3.1	Kvalitatívne vlastnosti systému človek-stroj . . . . .	111
2.3.2	Zvláštnosti technických a programových prostriedkov pre styk operátorov s riadiacim systémom "TO" . . . . .	114
2.3.3	Modálne charakteristiky človeka a stroja . . . . .	116

2.4 PROJEKTOVANIE RIADIACEHO SYSTÉMU VTP . . . . .	120
2.4.1 Príprava realizácie a realizácia ASR VTP . . . . .	120
2.4.2 Etapy budovania riadiaceho systému . . . . .	121
2.4.2.1 Prípravná dokumentácia ASR VTP . . . . .	122
2.4.2.2 Projektová dokumentácia ASR VTP . . . . .	123
2.4.2.3 Typové projekty . . . . .	125
LITERATÚRA . . . . .	129

Slovenská vysoká škola technická v Bratislave  
Ústredná knižnica a štúdiu-informačné stredisko  
Štúdijsé a informačné stredisko  
pri Strojárskej technologickej fakulte  
so sídlom v Trnave  
ul. gen. L. Svobodu 52, 917 24 Trnava  
1

<b>Autor</b>	Ing. Zdenko Doskočil, CSc.
<b>Názov</b>	<b>AUTOMATIZAČNÉ PROSTRIEDKY - Riadenie automatizovaných výrobných systémov</b>
<b>Vydanie</b>	I. vydanie
<b>Náklad</b>	100 výtlačkov
<b>Rozsah</b>	134 strán, 20 obrázkov, 9,583 AH, 9,773 VH
<b>Edičné číslo</b>	3685
<b>Číslo povolenia</b>	ČÚKK Š-331/66
<b>Tlač</b>	Edičné stredisko SVŠT v Bratislave
<b>Vytlačené</b>	august 1988