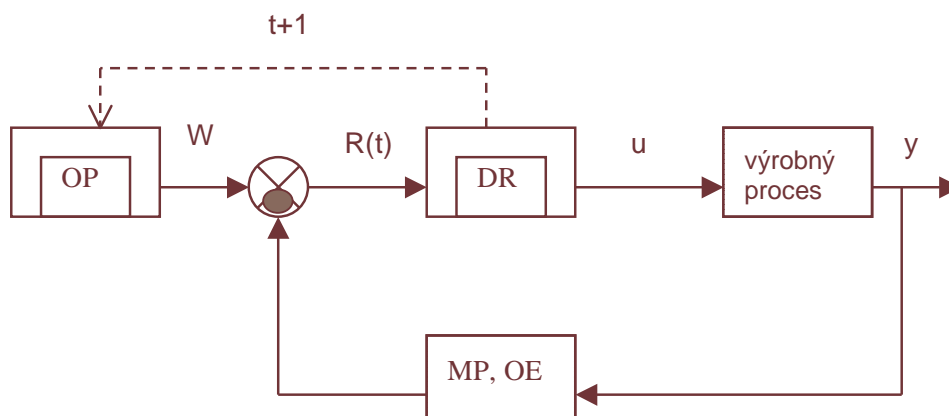


## OPERATÍVNY MANAŽMENT VÝROBNÉHO PROCESU



### DEFINÍCIA

Ide o systém riadiacich činností, ktoré priamo zabezpečujú priebeh výrobného procesu.

Pozostáva z:

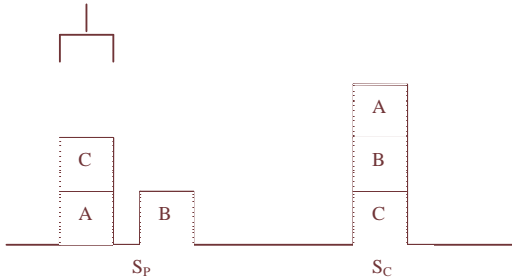
1. **Operatívne plánovanie (OP)** – plní funkciu definovania cieľov výrobného procesu. Tieto sú dané vo forme operatívnych plánov (rozvrhov) ( $W$ ), ktoré sú výstupmi operatívneho plánovania.
2. **Dispečerské riadenie (DR)** – zabezpečuje prenos cieľov na výrobný proces. Porovnávanie výstupov ( $y$ ) operatívneho plánovania s jeho cieľmi ( $W$ ), na základe ktorých zisťuje stav a prijíma rozhodnutia ( $u$ ), tak aby sa dosiahol súlad medzi ( $y$ ) a ( $W$ ). Zabezpečuje realizáciu tých rozhodnutí ( $u$ ).
3. **Monitorovanie procesov a operatívna evidencia (MP, OE)** - zabezpečuje zber dát o priebehu výrobného procesu a ich spracovanie do formy potrebnej pre analýzu a kontrolu výrobného procesu.

## ROZVRHOVANIE

### PLÁNOVANIE

Je to nejaký postup vytvárania plánu.

PLÁN - je to postupnosť akcií, ktoré je potrebné aplikovať tak, aby sa systém dostal z počiatočného stavu do cieľového stavu za daných ohraničení.



```
% popis operatorov na zmenu sveta
Pripustne akcie robota:
  zdvihni(x)
  zdvihni_z(x,y)
  poloz(x)
  poloz_na(x,y)

% popis stavu sveta
S0: na_podlozke(A)
     na_podlozke(B), na(C, A)
     chapadlo_prazdne
Sc: na_podlozke(C), na(B, C), na(A, B)
     chapadlo_prazdne

% plan (S0 -> Sc)
Plan (S0 -> Sc):
  zdvihni_z(C,A), poloz(C), zdvihni(B), poloz_na(B,C), zdvihni(A), poloz_na(A,B)
```

### ROZVRHOVANIE

Používame ho ak nás okrem postupnosti akcií zaujíma aj ich umiestenie v čase.

#### ROZDIELY ROZVRHOVANIA VOČI PLÁNOVANIU

1. Paralelizmus – máme viac strojov a požiadavky môžu byť vykonávané naraz.
2. Trvanie akcií – je pri rozhodovaní dôležité.
3. Precedenčné ohraničenia – nemôžeme začať od konca výroby.
4. Implicitné ohraničenie – na jednom stroji môžeme vyrábať jeden výrobok.
5. Obmedzené zdroje – obmedzený počet strojov, surovín.
6. Špecializované prostriedky – niektoré úlohy môžu byť vykonané iba na špecializovanom stroji.
7. Časy medzi akciami – niektoré úlohy nemôžu byť vykonané skôr ako skončia predchádzajúce úlohy.

ÚLOHY ROZVRHOVANIA – sú charakterizované týmito parametrami:

I. **Hlavné zložky** – 1. Stroje (procesory)

2. Úlohy

II. **Doplnkové zložky** – a) zakázky (jobs)

b) pomocné zdroje (resources)

c) precedenčné ohraničenia (usporiadanie)

d) disjunktné ohraničenia (zdieľanie zdrojov)

### 1. Stroje – procesory

Poznáme:

a) paralelné - úloha môže bežať na rôznych strojoch.

b) dedikované - úloha môže bežať len na špeciálnych strojoch.

Podľa výkonnosti procesorov:

a) identické – na každom stroji rovnako dlho trvá zrýchlenie a spomalenie.

b) uniformné ( $b_j$ ) – zrýchlenie (spomalenie) na jednom procesore je  $b_j$ -krát pomalšie (rýchlejšie) ako na druhom.

c) nesúvzťažné ( $t_{ij}$ ) – úplne iná výkonnosť pri každej úlohe.

### 2. Úlohy

Množina úloh  $T = \{T_1, T_2, \dots, T_n\}$

Povinné:

1) Čas spracovania úlohy  $t_i$  - vektor  $t_i = [t_{i1}, t_{i2}, \dots, t_{im}]^T$

a) identické -  $t_i = [t_i, t_i, \dots, t_i]$   $t_{ij} = t_i$

b) uniformné -  $t_{ij} = t_i / b_j$

c) nesúvzťažné -  $t_{ij} = [t_{i1}, t_{i2}, \dots, t_{im}]$

2) Čas pripravenosti  $r_i$  (release) – od akého okamžiku je úloha pripravená na realizáciu.

Ak sú všetky úlohy pripravené naraz  $\rightarrow r_i = 0$  (pre všetky  $i$ )

3) Požadovaná doba splnenia  $d_i$  (due dates) - doba dokedy by mala byť úloha splnená, po prekročení tej doby sú penále.

Nepovinné:

4) Dodacie časy  $\tau_i$  (deadline) – neprekročiteľné časy určenia.

5) Priority  $w_i$

6) Požadované doplnkové zdroje (resources)

Zhrnutie:

1)  $T = \{T_1, T_2, \dots, T_n\}$

2)  $P = \{P_1, P_2, \dots, P_m\}$

3)  $R = \{R_1, R_2, \dots, R_k\}$

4) Ohraničenia - precedenčné

- zdieľanie zdrojov

## TYPY ROZVRHOVANÝCH ÚLOH

- I. Paralelné procesory      1) Rozvrhovanie na jednom procesore  
                                      2) Rozvrhovanie na viacerých procesoroch

II. Dedikované procesory – množstvo úloh spájajú do zákaziek:  $J_k = [T_{1,k}, \dots, T_{n_k,k}]$

	$n_k$	Poradie úloh v $J_k$
1) Open shop	rovnaké $\forall k$	ľubovoľné
2) Flow shop	rovnaké $\forall k$	pevne dané, rovnaké $\forall k$
3) Job shop	rôzne	pevne dané, rovnaké $\forall k$

-> každá úloha v rámci  $J_k$  beží na inom stroji

## ĎALŠIE ATRIBÚTY ÚLOH ROZVRHOVANIA

- Preempcia (prerušiteľnosť)
- Deterministické rozvrhovanie – všetky parametre sú známe a stabilné
- Prediktívne rozvrhovanie – na dlhší horizont
- Reaktívne rozvrhovanie – na krátku dobu

## ROZVRH R

Je to súbor údajov, z ktorého je zrejmé, v ktorých časových intervaloch sa majú úlohy a operácie realizovať.

Nech  $C_i(R)$  je čas ukončenia  $T_i$  v rozvrhu  $R$ , potom je zrejmé, že každý *prípustný rozvrh*  $R$  je daný n-ticou  $[C_1(R), \dots, C_n(R)]$  za predpokladu, že spĺňa všetky ohraňovania.

- a) Kriteriaálnu funkciu – ktorá je definovaná na množine všetkých prípustných rozvrhov spravidla ako nejaká reálna funkcia  $f$  času ukončenia jednotkových úloh.  
$$F(R) = f(C_1(R), \dots, C_n(R))$$
- b) Optimálny rozvrh – je to taký prípustný rozvrh, pre ktorý  $f$  nadobúda minimum na množine iných prípustných hodnôt.
- c) Regulárnu kriteriaálnu funkciu –  $F(R)$  je regulárna vtedy, ak nie je možný jej nárast bez toho, aby sa nepredĺžil termín ukončenia aspoň jednej úlohy.
- d) Dominantnú množinu rozvrhov ( $Dom$ ) – ktorá je taká množina, kde zanedbávame nejaké úlohy.  
$$\forall R \notin Dom : \{ \exists S \in Dom, c_i(S) \leq c_i(R), \forall i = 1, \dots, n \}$$

Najčastejšie používané kriteriaálne funkcie (pričom  $f_i$  je tzv. funkcia nákladov)

$$F(R) = f(f_1(c_1(R)), \dots, f_n(c_n(R)))$$

A:  $f = \sum_{i=1}^n f_i(c_i(R))$

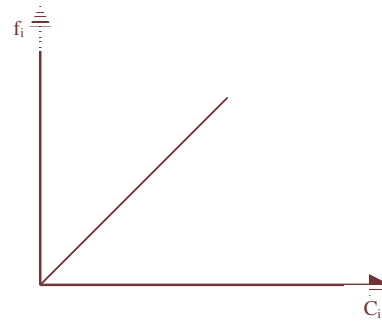
B:  $f = \max_i f_i(c_i(R))$

1. completion time

- I.  $C$
- II.  $C_{\max}$

$$f_i = c_i(R)$$

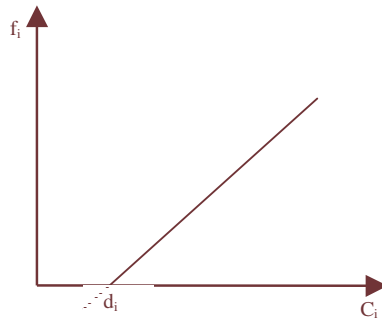
$$f_i = w_i c_i(R)$$



2. lateness time – oneskorenie

$$f_i = c_i - d_i$$

$$f_i = w_i(c_i - d_i)$$



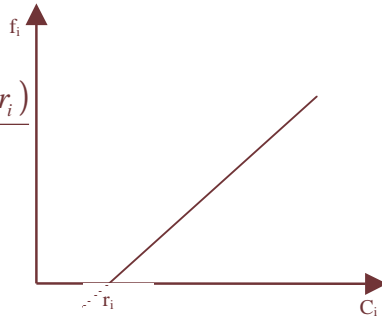
- I.  $L$
- II.  $L_{\max}$

3. flow time – dĺžka spracovania

$$f_i = c_i - r_i$$

$$f_i = w_i(c_i - r_i)$$

$$\bar{F} = \frac{F}{n} \text{ resp. } \frac{\sum w_i(c_i - r_i)}{\sum w_i}$$

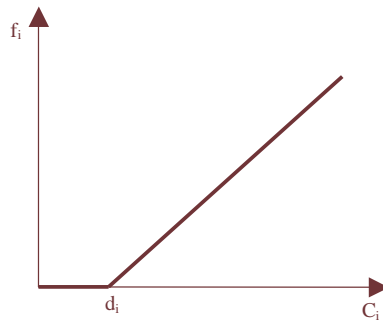


- I.  $F$
- II.  $F_{\max}$

4. tardeness time – dĺžka omeškania

$$f_i = \max(0, w_i(c_i - d_i))$$

$$\bar{T} = \frac{T}{n} \text{ resp. } \frac{\sum w_i f_i}{\sum w_i}$$



- I.  $T$
- II.  $T_{\max}$

5. počet omeškaných úloh ( $n_T$ ):  $f_i = \text{sign}(\max(0, w_i(c_i - d_i)))$