

# Informační systémy plánování výroby

**František Koblasa**  
Technická univerzita v Liberci



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

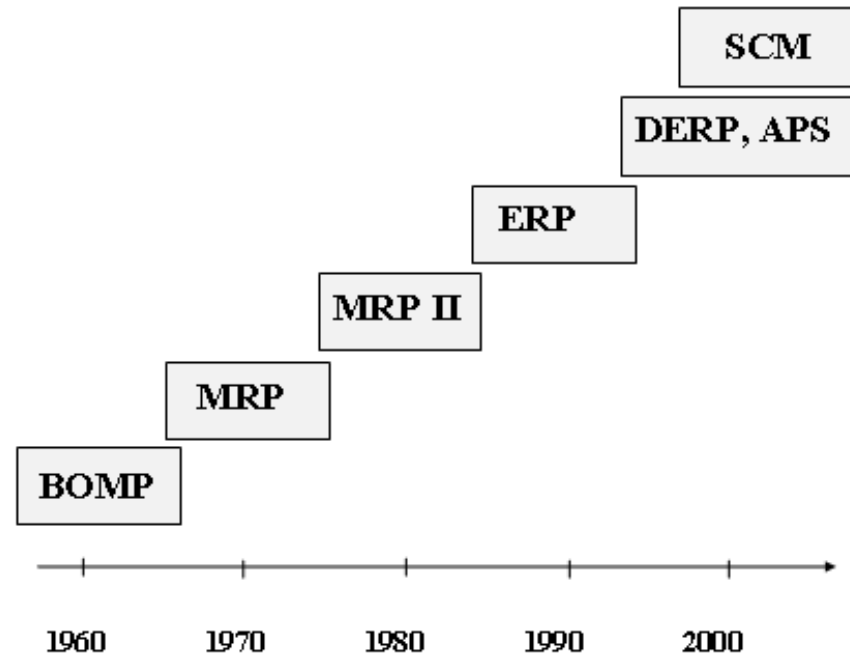
Technické univerzity v Liberci a partneři  
Preciosa, a.s. a TOS Varnsdorf a.s.



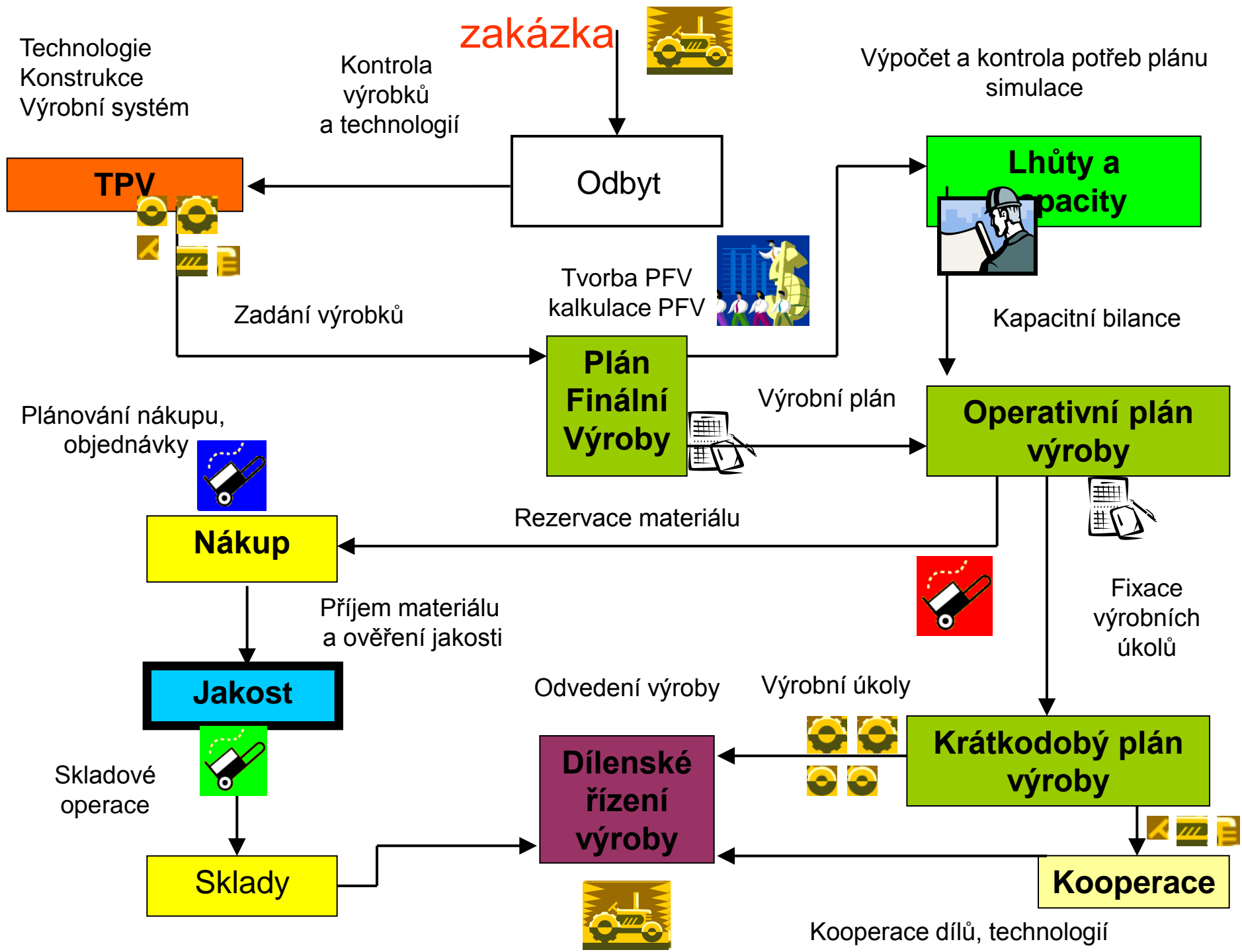
## Obsah přednášky

1. Historie vývoje systémů pro plánování a řízení
2. Informační a materiálový tok zakázky
3. Technická příprava výroby
4. MRP I – materiálové a lhůtové plánování
5. MRP II – kapacitní plánování
6. ERP – plánování celopodnikových zdrojů
7. APS – pokročilé plánování a rozvrhování
8. MES – řízení a optimalizace výroby
9. WMS – řízení skladového hospodářství
10. SCM – řízení dodavatelských řetězců

## Historie „ERP“



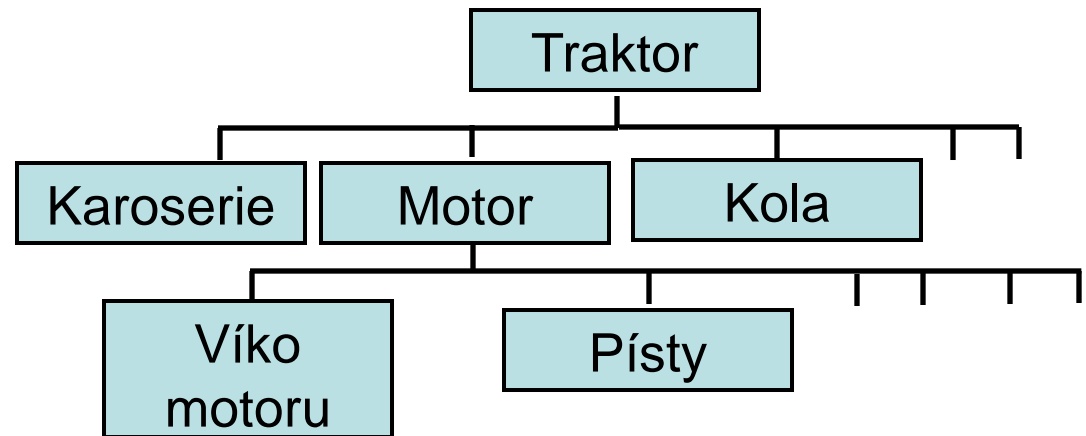
<b>BOMP</b>	<b>Bill of Material Processing</b>	(zpracování kusovníků)
<b>MRP</b>	<b>Material Requirements Planning</b>	(plánování požadavků na materiál)
<b>MRP II</b>	<b>Manufacturing Resource Planning</b>	(plánování výrobních zdrojů)
<b>ERP</b>	<b>Enterprise Resource Planning</b>	(plánování celopodnikových zdrojů)
<b>DERP</b>	<b>Dynamic ERP</b>	(dynamické ERP)
<b>APS</b>	<b>Advanced Planning Scheduling</b>	(systémy pokročilého plánování)
<b>SCM</b>	<b>Supply Chain Management</b>	(řízení dodavatelského řetězce)



## BOMP – Bill Of Material Processing

### „Strukturované“ kusovníky

**Popis struktury výrobku**



### Technologická data prvků

Počet prvků	Výrobní / nakupovaná položka	Dodavatelé	Ceny
Technologický postup	Konstrukční dokumentace	Výrobní prostředky	

## Strukturní kusovník

Číslo položky: 00000010

Název: Maltez mechanismus

MeJe: KS

Číslo položky	Pozice	MeJe	Množství/MJ	B	Dr	Tp	Název položky
00000010	KS		V A				Maltez mechanismus
000000022	00001 KS		1,000 0 V A				Sestava stojanu maltez mechanismu
000000001	00001 KS		1,000 0 V A				Podstavec maltez mechanismu
000000011	1 KS		1,000 0 N				Plastová deska maltez mechanismu
000000002	00002 KS		1,000 0 V A				Stojan maltez mechanismu
000000021	1 KS		1,000 0 N				Hlinikova deska maltez mechanismu
000000065	00002 KS		1,000 0 V A				Sestava kolečka maltez mechanismu
000000006	00001 KS		1,000 0 V A				Kolečko maltez mechanismu
000000061	1 KS		1,000 0 N				Tyčovina na kolečko maltez mechanismu
000000005	00002 KS		1,000 0 V A				Hřidelka malá maltez mechanismu
000000045	1 KS		1,000 0 N				Hřidelka maltez mechanismu
000000003	00003 KS		1,000 0 N				Závlačka maltez mechanismu
000000074	00004 KS		1,000 0 V A				Sestava hvězdy maltez mechanismu
000000007	00001 KS		1,000 0 V A				Hvězda maltez mechanismu
000000071	1 KS		1,000 0 N				Plech na hvězdu maltez mechanismu
000000004	00002 KS		1,000 0 V A				Hřidelka velká maltez mechanismu
000000045	1 KS		1,000 0 N				Hřidelka maltez mechanismu
000000003	00005 KS		1,000 0 N				Závlačka maltez mechanismu

Obnovit

Technologický postup



Storno

## Technologický postup

**Základní technologický postup** ✖

Položka: **00000004**      Hřidelka velká maltez mechanismu

Výrobní příkaz:                      Množství:      1,000                      1234567890123456789

Termín platnosti: 23/05/07      Měrná jednotka: KS                      Variantní klíč:

---

Číslo alternativy:      Platnost od: 00/00/00      Platnost do: 00/00/00      Množství od:                      Množství do:

Výr.příkaz odchylky:                      Platnost odchylky:

    Čas před kampaní:      0                      Čas po kampani:      0                      Počet obs.uzlů:      0

---

Dr.op.	Č.op.	Středisko	Pracoviště	Mzda	Třída	Čas příp.	Čas kus.	B	Obsluha	Čas před op.	Rezerva	Dopr.dávka	Čas dopr.	IČO koop.
V	010	KVS	4	C	19	1	0,10	0	1,00	0	0,00	0	0,00	
V	020	KVS	2	C	69	1	0,08	0	1,00	0	0,00	0	0,00	
V	025	KVS	2	C	69	0	0,23	0	1,00	0	0,00	0	0,00	
V	030	KVS	2	C	69	0	0,14	0	1,00	0	0,00	0	0,00	

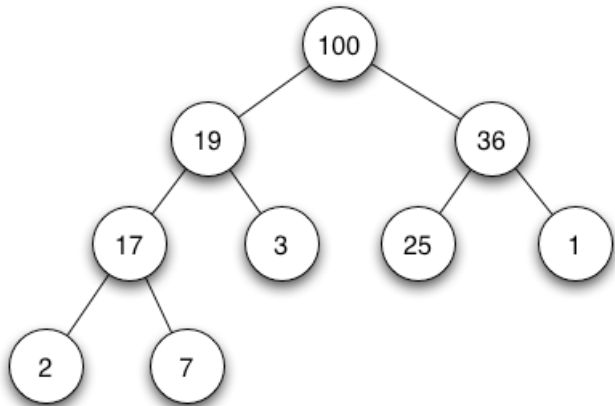
Cesta souborem zařízení
Storno

## MRP - Material Requirements Planning

- Slouží k plánování výroby a řízení zásob
- Obsahuje BOMP, plánování nákupu, základní plánování výroby

### Snaží se řešit základní otázky

CO ?



KOLIK ?



KDY ?





## MRP - Material Requirements Planning

### Plánování výroby

### Master Production Schedule (MPS) – tj. Plán finální výroby

#### Vstupy :

- Předpokládaná nebo známá poptávka
- Dostupná kapacita v normálním čase a přesčase, kooperace
- Náklady na výrobu, skladování, subdodávky aj.

#### Výstup :

Plán finální výroby – odhad termínů a ceny výroby na základě vstupů

Riziko– plánování na základě „průběžné doby výroby“ neodráží omezení ve výrobě.

## Plánování a rozvrhování výroby

### Co je plán ?

**Plán** - posloupnost **akcí**, které musíme aplikovat tak, aby se systém podléhající plánování dostal z nějakého svého **počátečního** (výchozího) **stavu** dostal do **stavu koncového** (cílového)

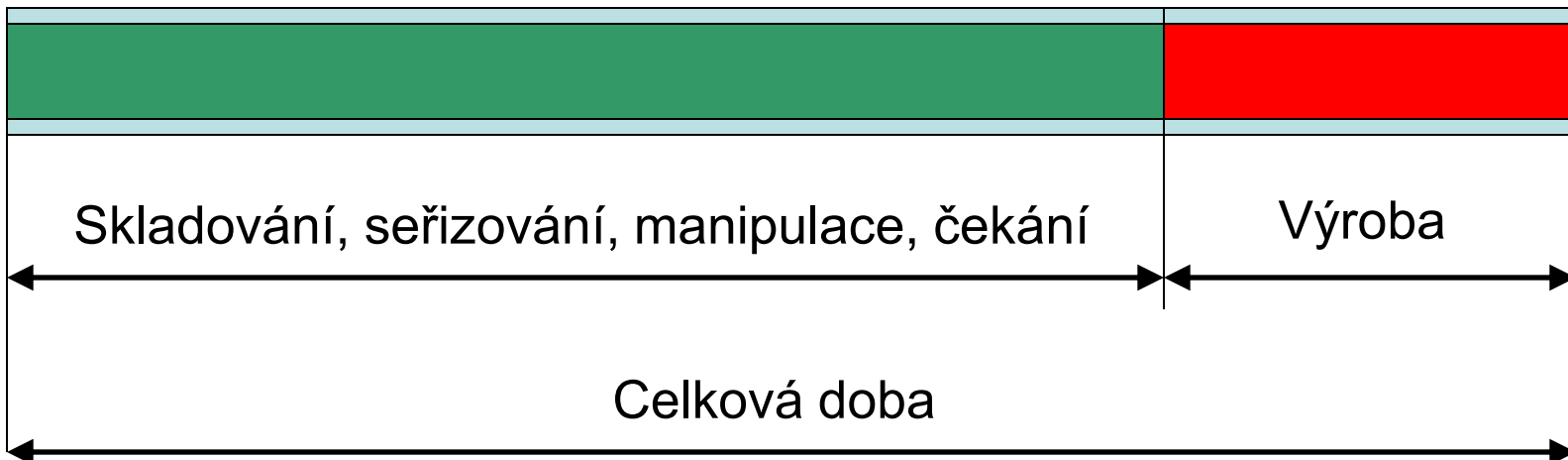
Nalezení odpovědí na otázku:

Jaké akce (operace) jsou potřeba k dosažení cílů,  
rozhodování o výběru operací a určování jejich pořadí

## Lhůtové plánování

- Stanovení počátku a konce výroby  
(na základě průběžné doby výroby bez ohledu na kapacity)

Založeno na měření či odhadu „produkční doby stroje a prostojů“



## Měsíční sestava plánu

**Čtvrtletní sestava plánu výroby**

Číslo položky	Číslo příkazu	VD	Ope	Střed.	Prac.	Název
1	00000006	1	010	KVS	4	Koleček
2	00000006	1	020	KVS	1	Koleček
3	00000002	1	010	KVS	4	Stojan
4	00000001	1	010	KVS	4	Podstě
5	00000002	1	020	KVS	3	Stojan
6	00000006	1	030	KVS	1	Koleček
7	00000007	1	010	KVS	4	Hvěz
8	00000002	1	030	KVS	3	Stoja
9	00000002	1	040	KVS	3	Stoja
10	00000004	1	010	KVS	4	Hřide
11	00000004	1	020	KVS	2	Hřide
12	00000005	1	010	KVS	4	Hřide
13	00000005	1	020	KVS	2	Hřide
14	00000004	1	025	KVS	2	Hřide
15	00000004	1	030	KVS	2	Hřide
16	00000005	1	025	KVS	2	Hřide
17	00000005	1	030	KVS	2	Hřide
18	00000065	1	010	KVS	5	Sestk
19	00000001	1	020	KVS	3	Pods
20	00000007	1	020	KVS	3	Hvěz

do: 06/07/2007 ■ - Plánované ■ -

**Měsíční sestava plánu výroby**

3. měsíc Čtvrtletní horizont

Položky	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
1	■	■	■	■																
2		■	■	■	■	■														
3			■	■	■															
4				■	■	■	■													
5					■	■	■	■	■											
6						■	■	■	■	■	■									
7							■	■	■	■	■	■								
8								■	■	■	■	■	■							
9									■	■	■	■	■	■						
10										■	■	■	■	■						
11											■	■	■	■						
12												■	■	■						
13													■	■	■					
14														■	■	■				
15															■	■	■			
16																■	■	■		
17																	■	■	■	
18																		■	■	■
19																			■	■
20																				■

Období od: 31/05/2007 do: 09/07/2007 ■ - Plánované ■ - Rozpracované ■ - Dokončené Storno

# MRP - Material Requirements Planning

## Plánování materiálu

### Vstupy :

- BOM
- Množstevní a termínový požadavek zákazníka
- Úroveň zásob
- „Master production schedule“ – Plán finální výroby

### Výstup :

Plán nákupu – obsahuje data jaký materiál, kdy má být doručen v jakém množství a ceně. Také obsahuje data kdy se mají vystavit objednávky.

## Používané systémy plánování

- Prodejní prognóza a pojistné zásoby
- Zakázková výroba
- Plánování přes Objednací hladiny
- Oddělené plánování mezioperačních polotovarů
- Automatické plánování rodiny výrobků

## MRP II - Manufacturing Resource Planning

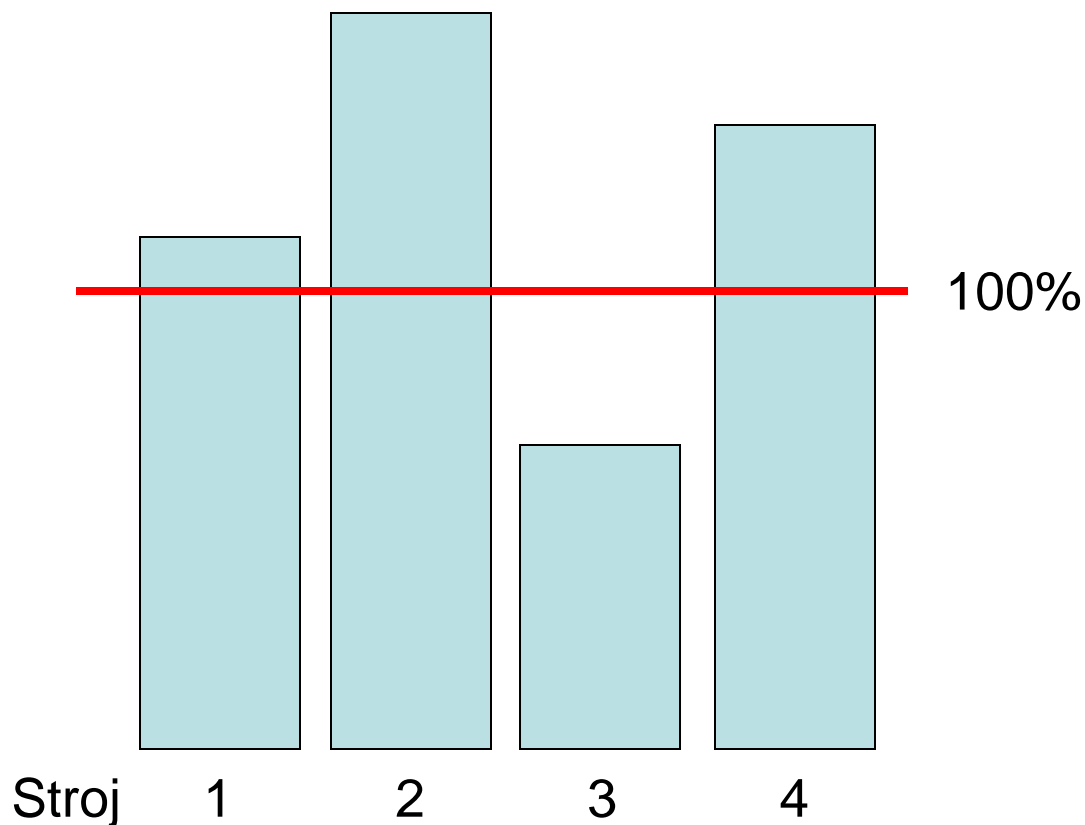
### Plánování výrobních zdrojů

Vychází z MRP avšak používá „pokročilejší“ způsob plánování uvažuje kapacitní a materiálová omezení

- Vychází z „Plánu finální výroby“
- Stanovuje dle vybrané metody velikost výrobní dávky
- „Porovnává“ strojní a lidské výrobní kapacity
- Tvoří frontu výrobních operací

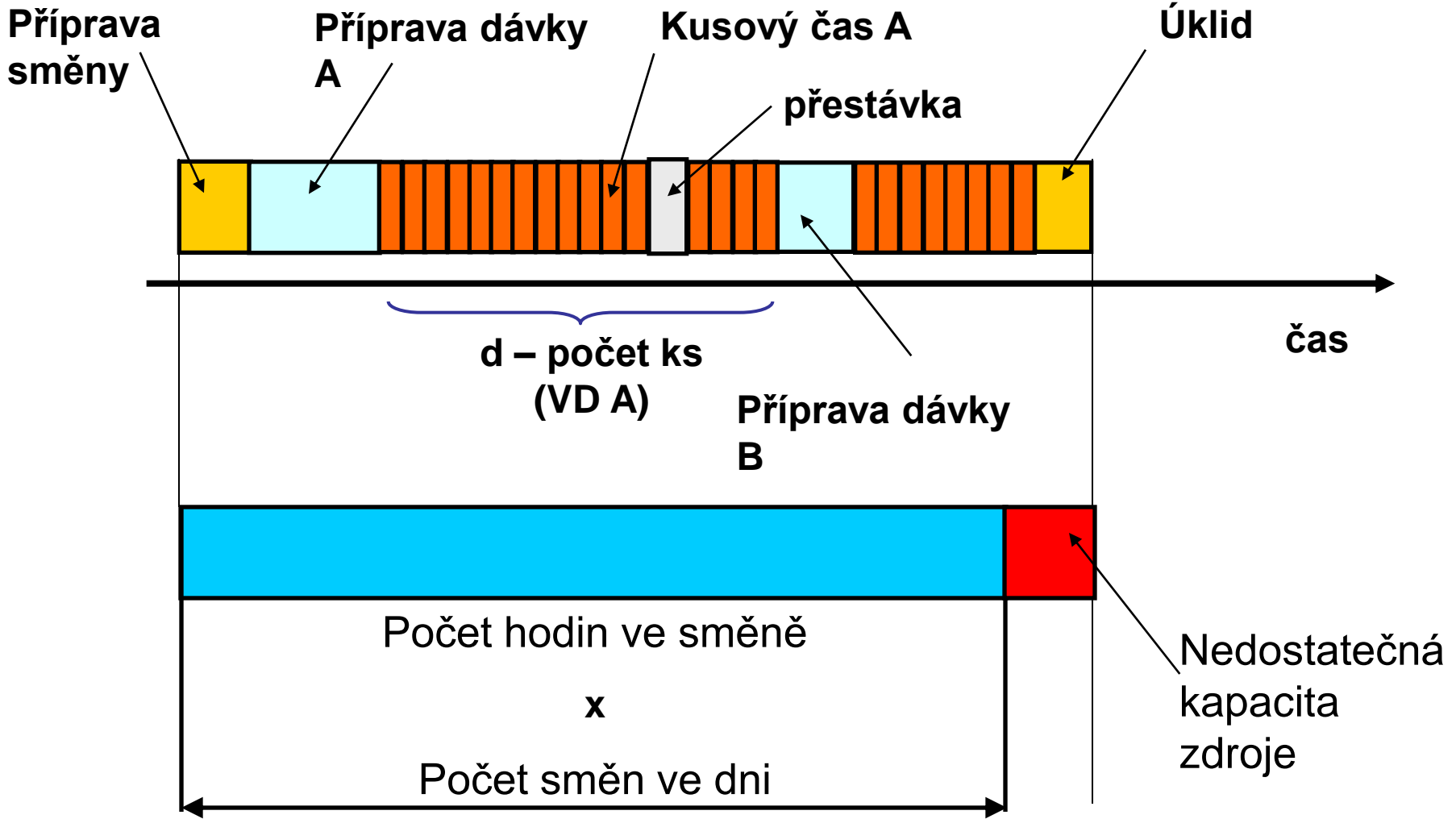
## Kapacitní plánování

Porovnání časového fondu výrobních zdrojů s kapacitními požadavky na výrobní zdroje





## Kapacitní požadavky versus časový fond stroje



## Velikost výrobní dávky

- Na základě zákaznického požadavku  
(výrobní dávka = potřeba zákazníka \* potřeba finální sestavy)
- Ekonomická výrobní dávka  
(výrobní dávka zvolena dle zvoleného poměru „investování“ času do činností přidávající a nepřidávající hodnotu výrobku – výroba x skladování, seřizování atd.)
- Na základě potřeb v časovém horizontu  
(suma všech zákaznických požadavků dle rozpadů BOM na daný plánovací horizont)

## Kapacitní bilance pracovišť

**Seznam pracovišť (17/05/07 - 30/05/07)**

Středisko	Pracoviště	Vytižení (%)	Disp. kapacita	Název pracov
541	044250	4,8	42,50	SOUSTRUH REV
541	044260	3,7	42,50	SOUSTRUH REV
541	046130	2,4	25,50	VRTACKA STOLI
541	046140	...	34,00	VRTACKA STOLI
541	051580	11,9	8,50	FREZKA UNIVE
541	052250	4,4	17,00	FREZKA SVISL
541	059220	...	8,50	ZAVITOREZ GI
541	094210	6,4	85,00	ZAMECNIK
541	155440	2,5	17,00	BRUSKA BEZHR
KOOPE	111111	...	8,50	Kooperace
KVS	1	...	8,00	Mazac Integr
KVS	2	12,8	8,00	Soustruh Emc
KVS	3	100,0	8,00	Frezka Emco
KVS	4	54,2	8,00	Dělička
KVS	5	10,4	8,00	Montáž Malte
STRO1	PRAC1			

**Graf vytižení**

Středisko:       Vybrané období:  --   
 Pracoviště:      
 Denní disponibilní kapacita: 8,00  
Průměrné vytižení za období: 54,2 %

Název pracoviště:

17/05      28/05

## Plán dílen

Číslo položky	Číslo VP	Číslo dávky	Středisko	Pracoviště	Název položky	Číslo VU	Číslo operace
00000004	KVS070008	1	KVS	2	Hřidelka velká ma...	...	020
00000005	KVS070008	1	KVS	2	Hřidelka malá mal...	...	020
00000004	KVS070008	1	KVS	2	Hřidelka velká ma...	...	025
00000005	KVS070008	1	KVS	2	Hřidelka malá mal...	...	025
00000004	KVS070008	1	KVS	2	Hřidelka velká ma...	...	030
00000005	KVS070008	1	KVS	2	Hřidelka malá mal...	...	030
00000002	KVS070008	1	KVS	3	Stojan maltez mec...	...	020
00000001	KVS070008	1	KVS	3	Podstavec maltez ...	...	020
00000007	KVS070008	1	KVS	3	Hvězda maltez mec...	...	030
00000007	KVS070008	1	KVS	3	Hvězda maltez mec...	...	035
00000007	KVS070008	1	KVS	3	Hvězda maltez mec...	...	020
00000002	KVS070008	1	KVS	3	Stojan maltez mec...	...	030
00000002	KVS070008	1	KVS	3	Stojan maltez mec...	...	040
00000001	KVS070008	1	KVS	3	Podstavec maltez ...	...	030
00000002	KVS070008	1	KVS	4	Stojan maltez mec...	...	010
00000001	KVS070008	1	KVS	4	Podstavec maltez ...	...	010
00000007	KVS070008	1	KVS	4	Hvězda maltez mec...	...	010
00000004	KVS070008	1	KVS	4	Hřidelka velká ma...	...	010
00000005	KVS070008	1	KVS	4	Hřidelka malá mal...	...	010
000000065	KVS070008	1	KVS	5	Sestava kolečka m...	...	010

Funkce    Vyhledej    Nastavení    1 / 20    Storno    15:32

## ERP

# ERP- Enterprise Resource Planning (plánování celopodnikových zdrojů)

Informační systém pro podporu plánování a řízení  
výroby

(organizační plánování, řízení a kontrola procesu  
zpracování zakázky včetně nákupu, výroby,  
odbytu s přihlédnutím k termínovým a  
kapacitním možnostem výroby)

## Výrobci a dodavatelé ERP

- SAP
- Lawson
- Oracle Applications
- IFS
- Nexedi
- Infor
- ABAS AG
- Microsoft (Dynamics AX, Dynamics NAV)

## ERP – enterprise resource planning



## Advanced Planning and Scheduling

- pokročilé plánování a rozvrhování výroby
- plánování do omezených kapacit

System pro optimalizování alokace zdrojů a materiálu nutných k zajištění poptávky

APS není náhradou ERP, je jeho doplňkem



## Plánování a rozvrhování výroby

# Co je rozvrhování?

Nalezení odpovědí na otázku:

Kde a kdy budu zpracovávat zakázky?

- rozhodování o posloupnosti prováděných akcí (plánů)
- umístění na časové ose s ohledem na kapacitní omezení

# Plánování a rozvrhování výroby

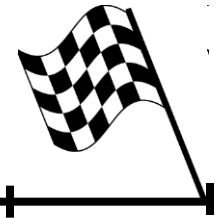
## Jaký je rozdíl mezi plánováním a rozvrhováním ?

Plánování

CO ?

JAK?

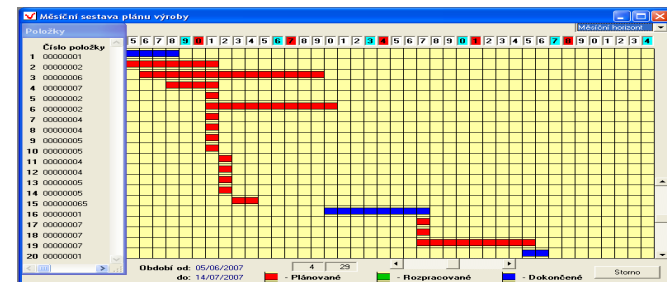
Materiál, nástroje, strojní zařízení, personál, lhůty



Rozvrhování

KDE ? (na jakém „zdroji“)

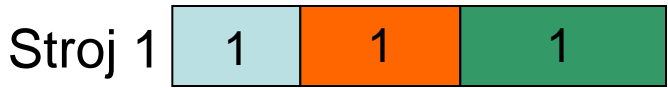
KDY ? (začátek a konec operace)



# Plán a rozvrh

## Kapacita

## Rozvrh



## Porovnání



## Ganttův diagram – vizualizace rozvrhu

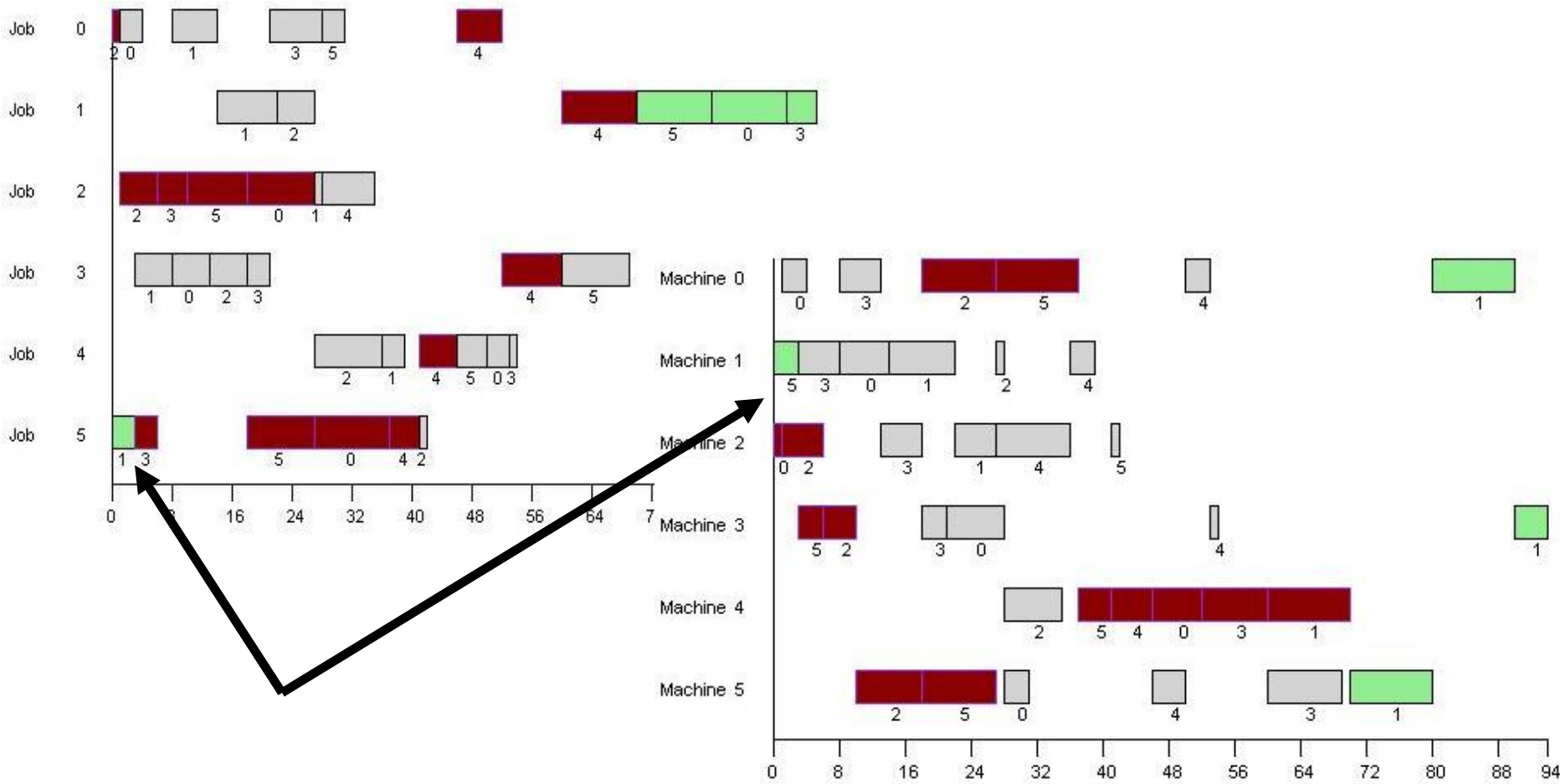
Ganttův diagram (úsečkový diagram) zobrazuje rozvrh po

- operacích (projektové řízení)  
délka trvání operace spolu s jejím začátkem a koncem
- obsazenosti na strojích (rozvrhování výroby)  
počátek a konec obsazenosti na stroji

# Ganttův diagram

## Zakázky

## Stroje

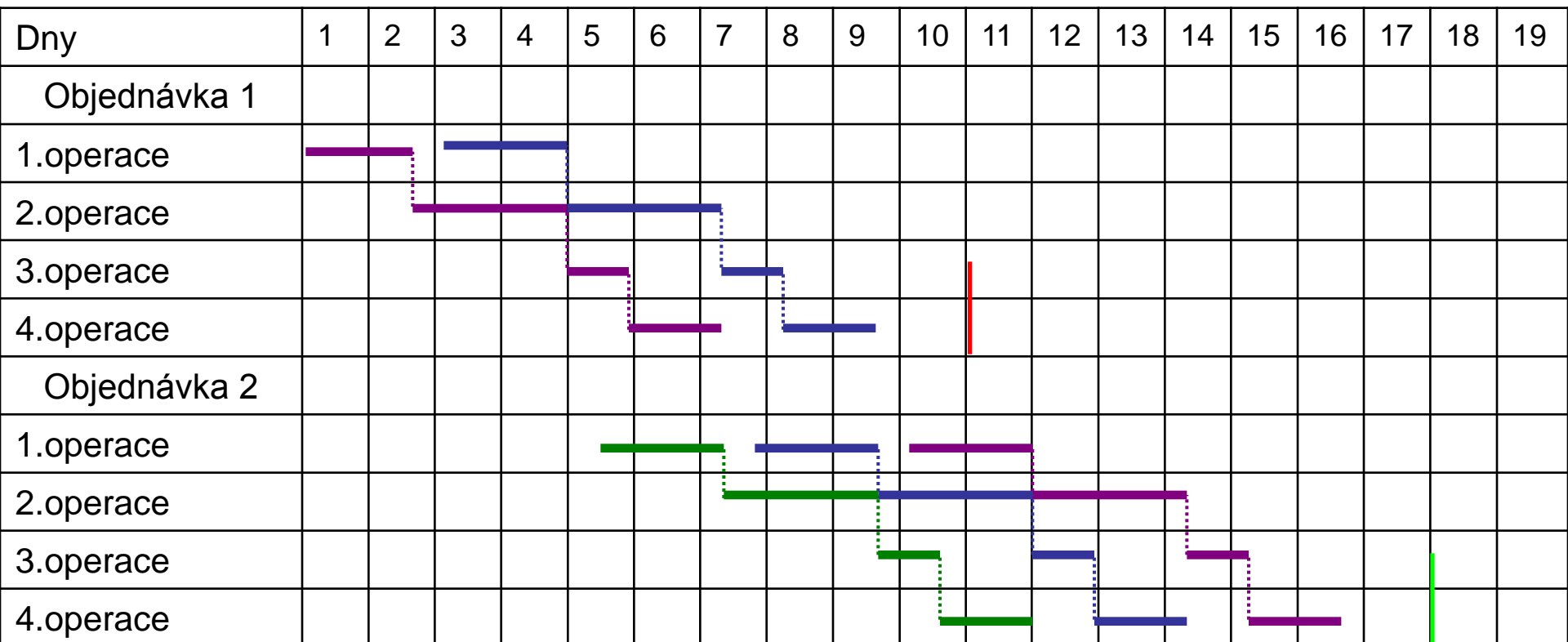


## Ganttův diagram – výhody nevýhody

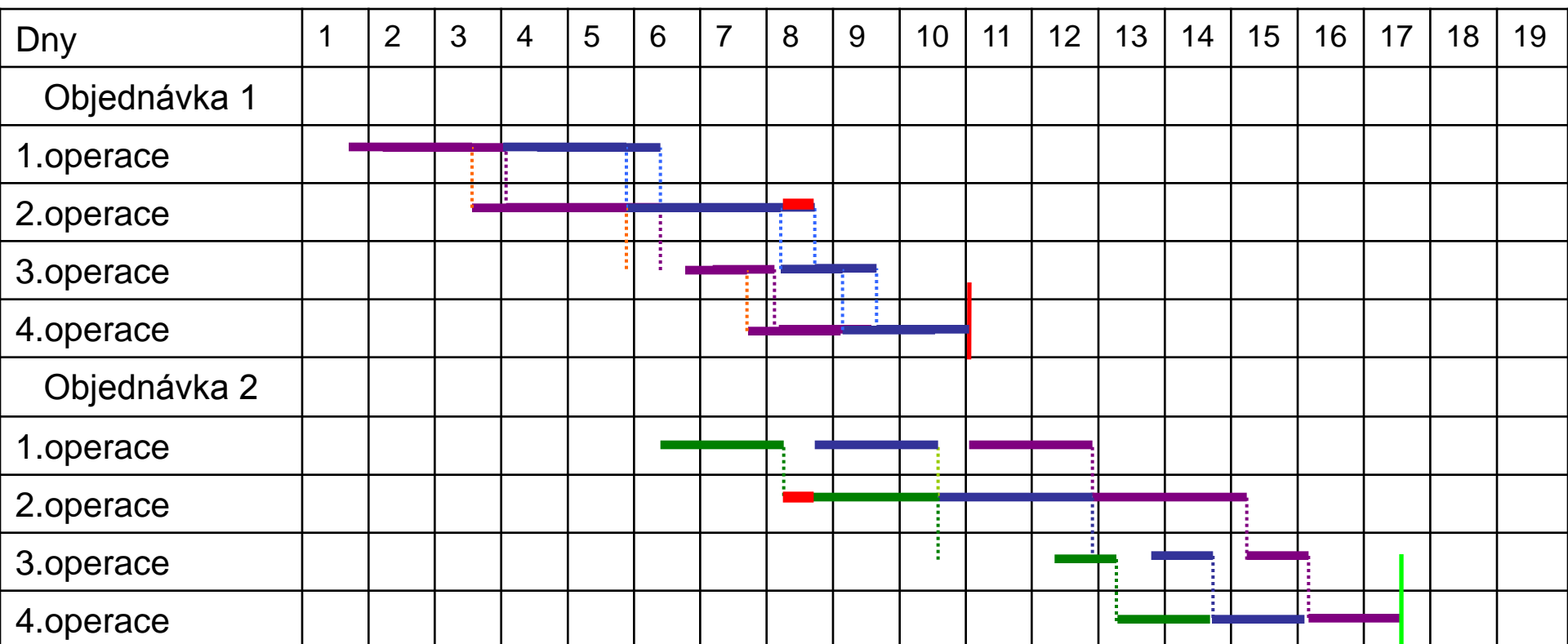
- Přehled o počátku a konci operací v zakázkách spolu s jejich vzájemnými vztahy
  - Zobrazení čekání, potřeby zdrojů vzájemných konfliktů atd.
- 
- V rámci většího počtu operací (rozsáhlosti projektu) stává se nepřehledným
  - Zobrazuje pouze základní omezení (čas, zdroj/operaci, rozsah)



## Dopředné plánování



## Zpětné plánování (rozvrhování)





## Další zaměření APS

- Strategické a dlouhodobé plánování
- (jaký produkt a trh, hlavní cíle)
- Obsluha skladů v rámci dodavatelského řetězce
- (alokace výrobků)
- Plánování zakázek na základě předpovědí
- (požadavek zákazníka vs max. produkce)
- Plánování prodeje
- ( předpověď – prodej – sesterské org.)
- Plánování transportu
- (opt. trasy vs max. náklady)

## Manufacturing Execution System

Systemy MES poskytují v „reálném“ čase přístup k informacím o výrobním procesu všem zainteresovaným pracovníkům od obsluhy strojů, až po management podniku.

Monitorování – zakázek, strojů, pracovníků

Optimalizace – pořadí zakázek, údržby strojů, výdeje materiálu atd.

### Odvádění všech činností ve výrobním systému

## Dílenské řízení výroby – odvádění hotové výroby

Pracoviště: **4**  
 Název: **Dělička**  
 Počet strojů: **1**

Výrobní úkol: <b>5179</b>	Množství odvedené: <b>500,000</b>
Množství plánované: <b>500,000</b>	Počet zmetků: <b>0,000</b>
Dne: <b>23/05/07</b>	

Čas kusový: **3,000000** Min      Tarifní třída: **19**  
 Čas přípravný: **0,00** Min      Hodinová sazba: **35,00** CZK /hod  
 Koefficient obsluhy: **1,00** prac./stroj      Odpracovaný čas: **25,00** Hod

**Mzdová částka**  
**875,00** CZK     

Číslo zakázky: **KVS070010**  
 Číslo dávky: **001**

**Odváděcí lístek**

Středisko předávající : **KVS**      Středisko přejímající :  
 Číslo dokladu : **5181. 1**

Položka	Název položky	Zakázka	Dávka	Op.	Odvádění
00000001	Podstavec maltez mec	KVS070010	1	030	23/05/07
Plánované množ.:		Předávané množ.:	Celkem předané množ.:		Kód
500,000		500,000		500,000	4

Počet kopií:

**Odvést na meziklad ?**

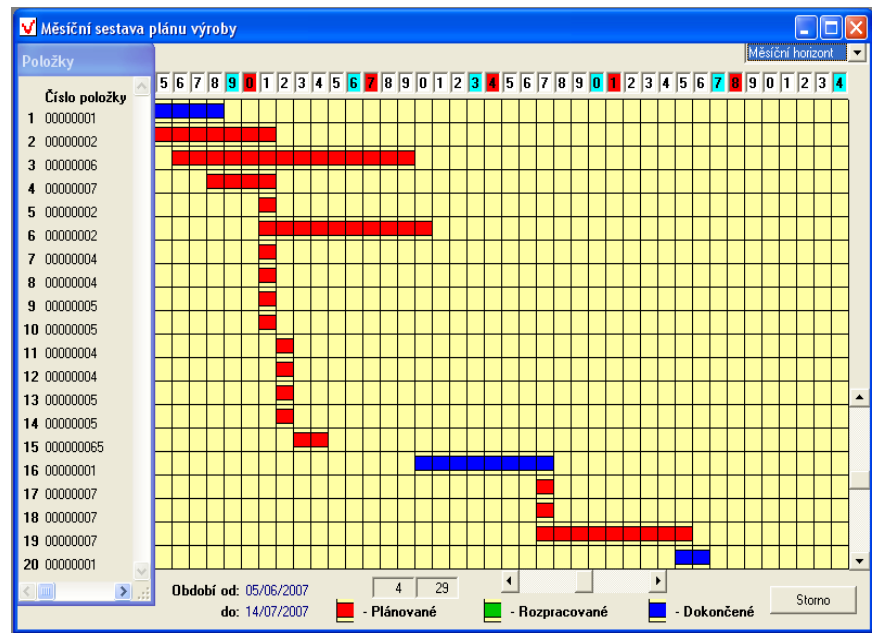
**Spotřeba materiálu pro výrobní dávku**

Číslo odváděné položky: **00000001**      Název: **Podstavec maltez mechanismu**  
 Číslo dávky: **KVS070010**      1      Množství: **500**

Čís Op.	Číslo položky	Jakostní dávka	Číslo obalu	Celk. plán. spotřeba	Stav na středisku	Skutečná spotřeba
010	000000011	KVS070001		500,000	500,000	



## Dodavatelé MES

- Captor (Systeplant, **CP Data a. s.** )
- Hydra (MPDV Mikrolab, **ICZ**)
- PHARIS (**UNIS, a.s** )
- ATS
- V ČR prodává desítky společností  
systémy typu MES

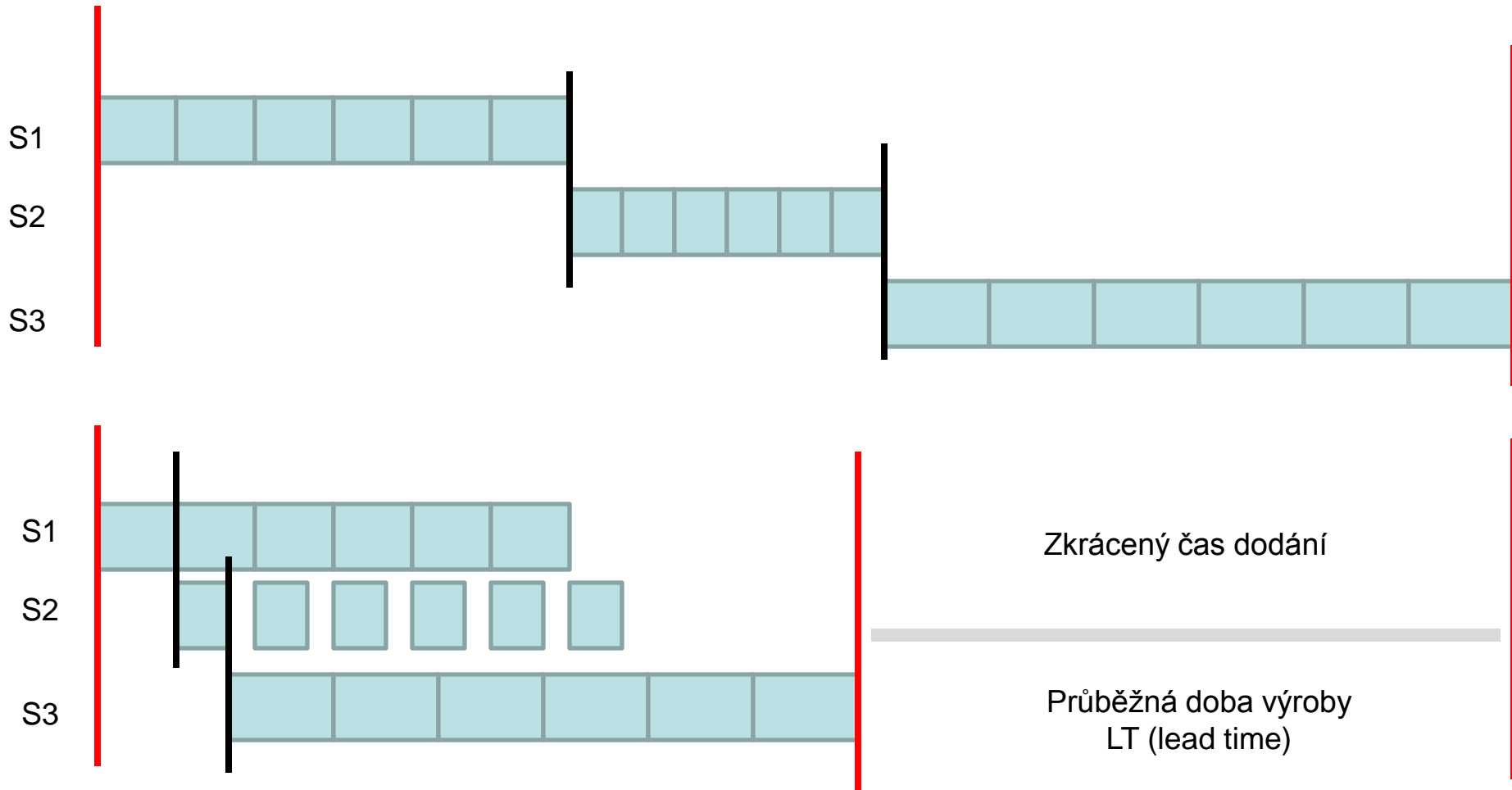
## Optimalizace

### Trend - optimalizace krátkodobého plánu

#### Optimalizace

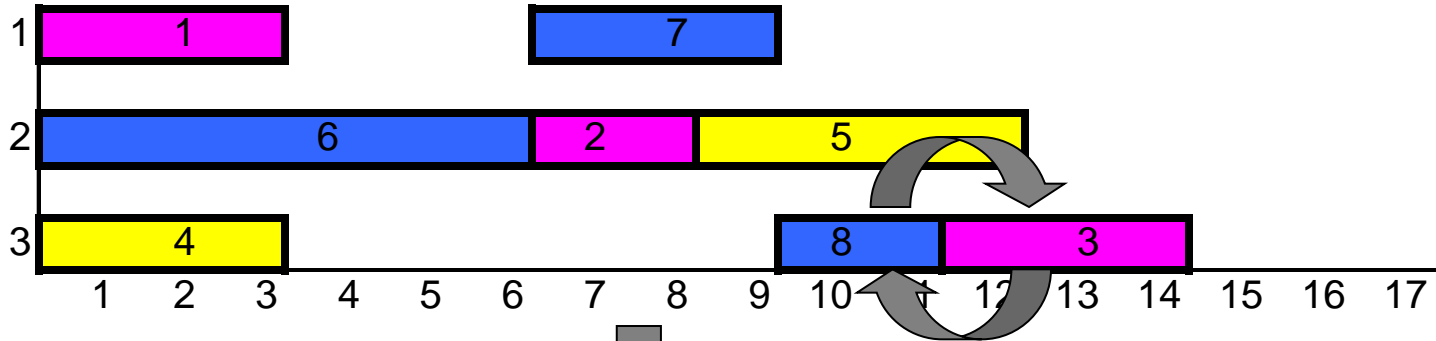
- Velikosti výrobní dávky
- Sekvence výrobních dávek s ohledem na úzká místa či kritickou cestu
- Rozvrhu seřizovačů
- Rozvrhu operátorů dle jejich multi-profesnosti
- Alokace materiálu atd.

## Výrobní vs. Transportní dávka

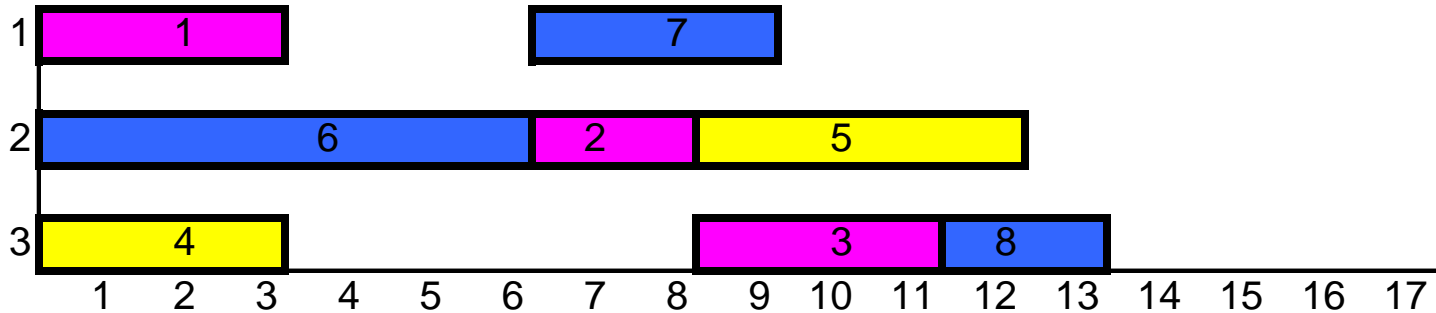


# Optimalizace rozvrhu – Lokální prohledávání

Stroj



Stroj

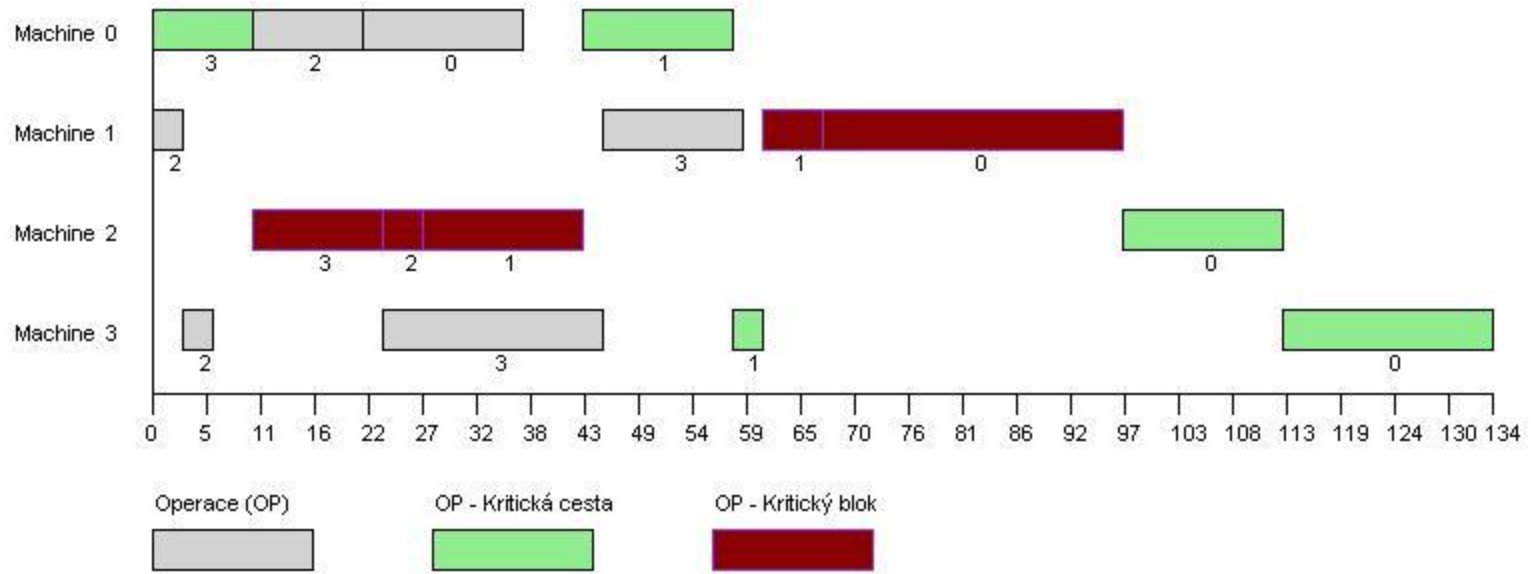


## Optimalizace rozvrhu – Kritická cesta

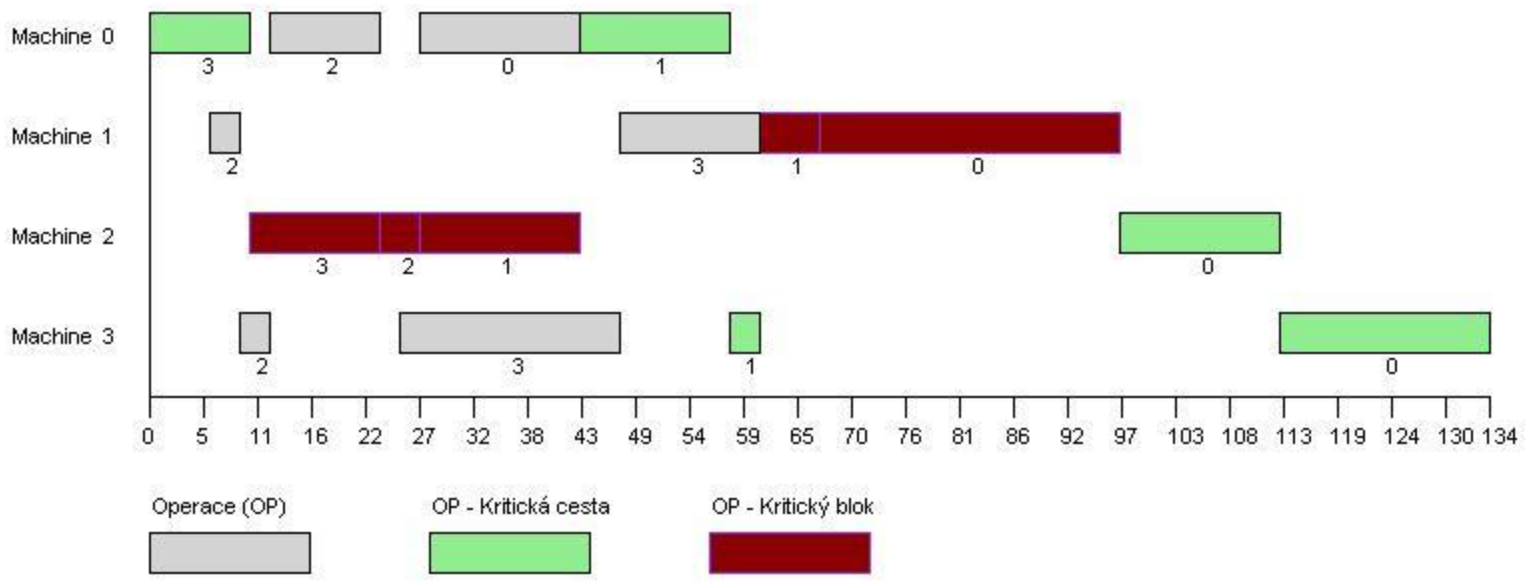
- CPM (critical path method)
- Projektové řízení
- Taková posloupnost operací, kde operace, která se opozdí, zpozdí celý plán (rozvrh)
- Dopředný a zpětný rozvrh



# Dopředný rozvrh

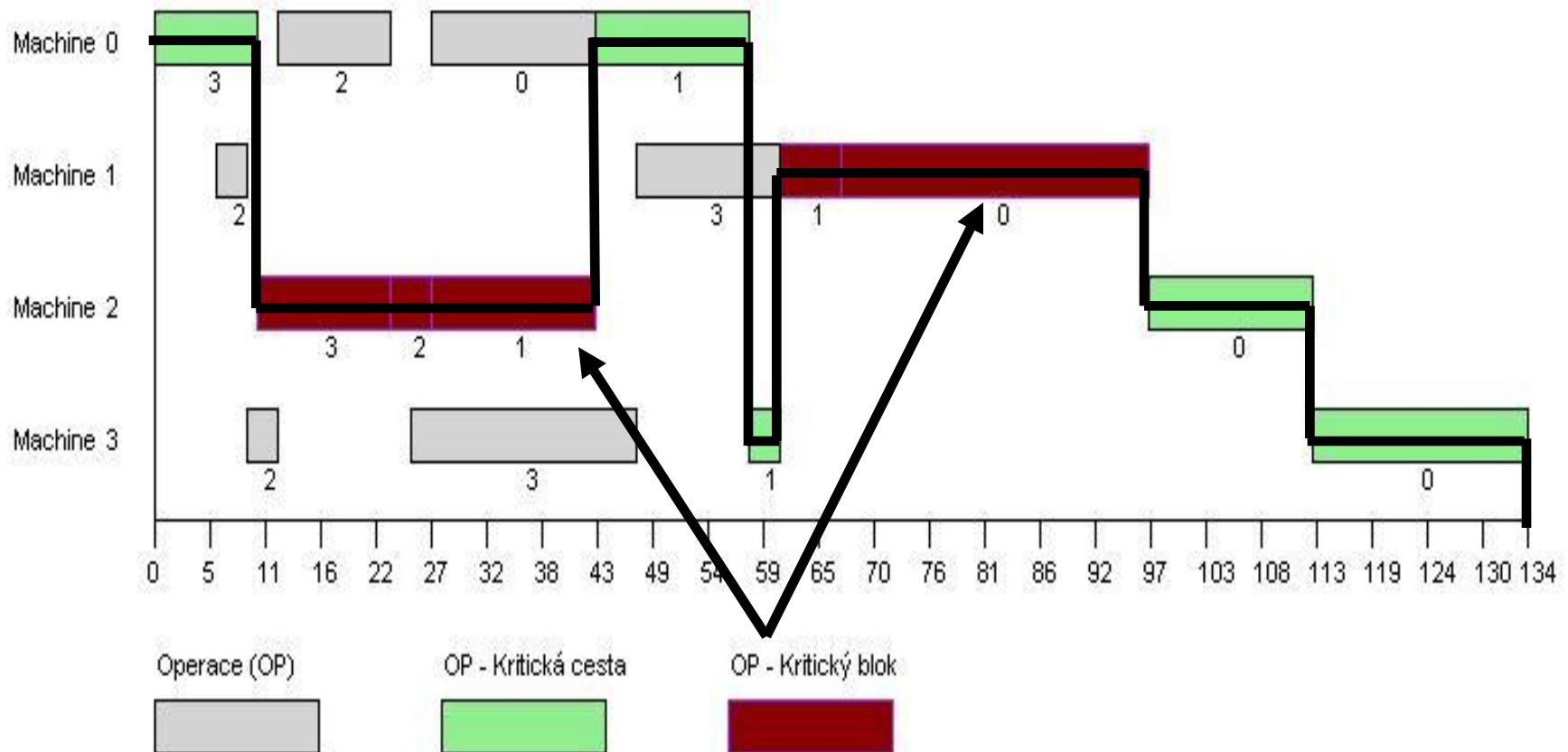


# Zpětný rozvrh

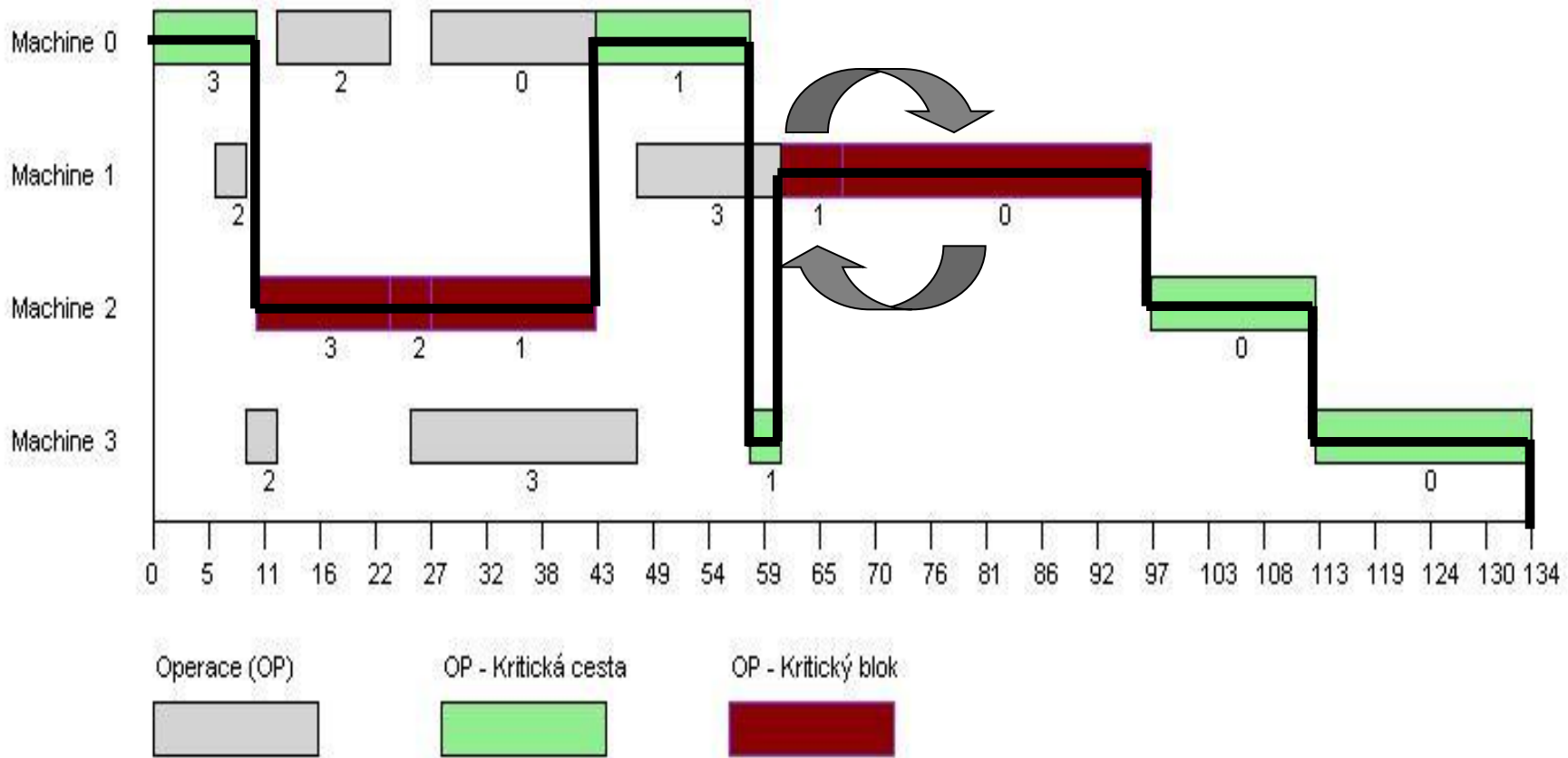


## Optimalizace rozvrhu – kritický blok

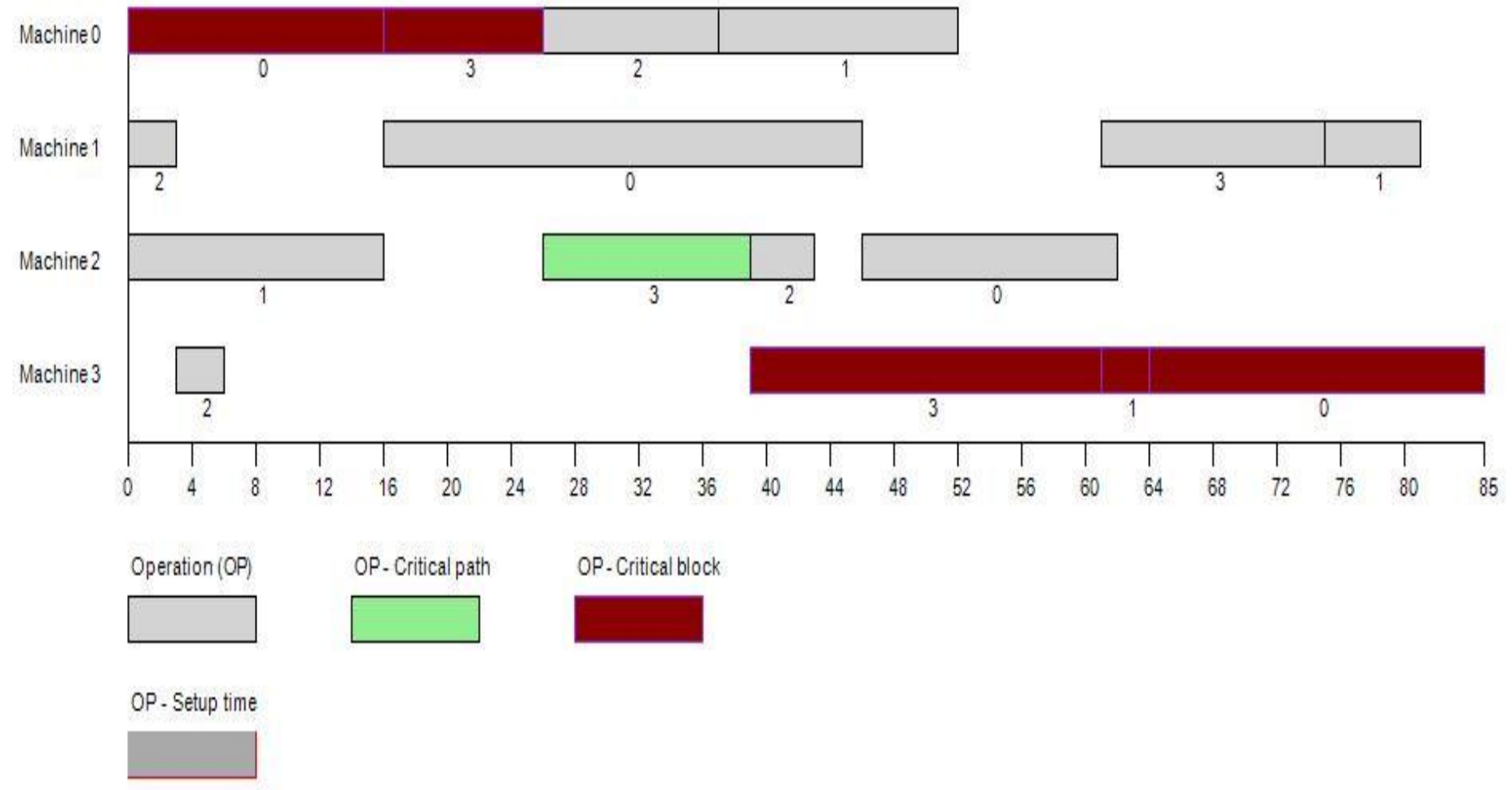
- Kritický blok je množina operací na kritické cestě, na jenom zdroji, jdoucí bezprostředně za sebou



# Optimalizace rozvrhu – Nowicky a Smutnický



# Optimální rozvrh z pohledu Cmax



## Warehouse Management System

# System skladového hospodářství

Umožňuje automatickou správu skladového provozu napříč všemi skladovými procesy, počínaje objednáním zboží u dodavatele a konče expedicí dodávky zákazníkovi.

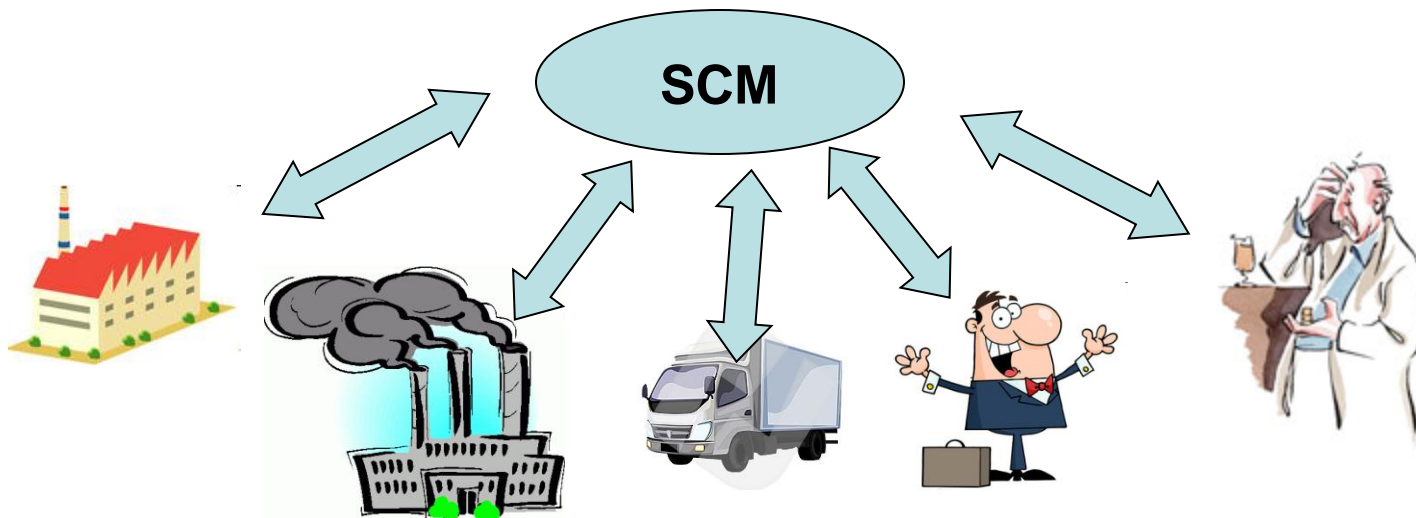
## Warehouse Management System

Tento systém řídí zejména:

- Příjem – Monitorování příjmu – produkty doručeny avšak nenaskladněny
- Výdej – monitorování všech zásob, plánu výdeje, tvorba tras, řízení manipulace (co, kolik, kam, v jakém pořadí)
- Vychystávání – plánování a řízení vychystávání včetně kontroly
- Balení – řízení obalů (co do čeho a jak zabalit)
- Přepřavu – sledování správnosti nakládky, monitorování manipulační techniky atd.

## Supply Chain Management – Řízení dodavatelského řetězce

Sdílí informace mezi zákazníkem-dodavatelem  
(dodavatel - výrobce - distributor - prodejce - zákazník )



Implementován jako modul ERP či jako samostatný systém.



# Děkuji za pozornost