

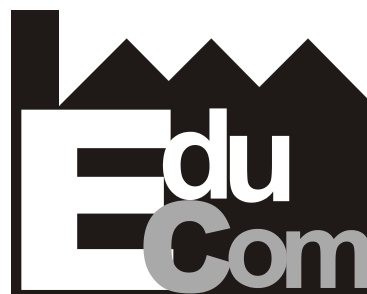


Tento materiál vznikl jako součást projektu EduCom, který je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem ČR.

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Rozvrhování výroby

František Koblasa
Technická univerzita v Liberci



EDUCATION COMPANY

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

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

TU v Liberci



Obsah přednášky

1. Plánování a rozvrhování výroby
2. „Plánování“ do omezených a neomezených kapacit
3. Ganttův diagram
4. Modely výroby – otevřený, proudový, zakázkový
5. Druhy rozvrhů – aktivní a bez zpoždění
6. Prioritní pravidla
7. Příklad na rozvrhování proudové výroby
8. Optimalizace rozvrhu výroby – dávka a pořadí
9. Příklad na rozvrhování zakázkové výroby
10. Kritická cesta
11. Kritický blok
12. Lokální prohledávání

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

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

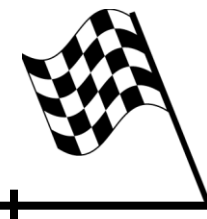
Jaký je rozdíl mezi plánováním a rozvrhováním ?

Plánování

CO ?

JAK?

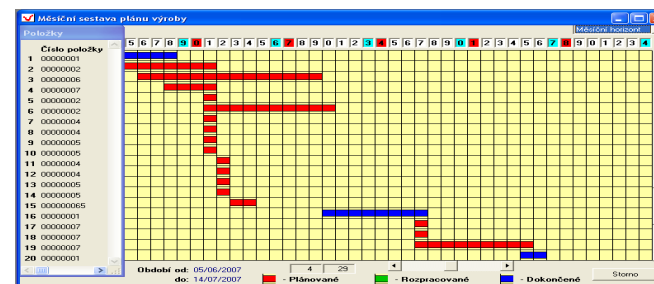
Materiál, nástroje, strojní zařízení, personál, lhůty



Rozvrhování

KDE ? (na jakém „zdroji“)

KDY ? (začátek a konec operace)



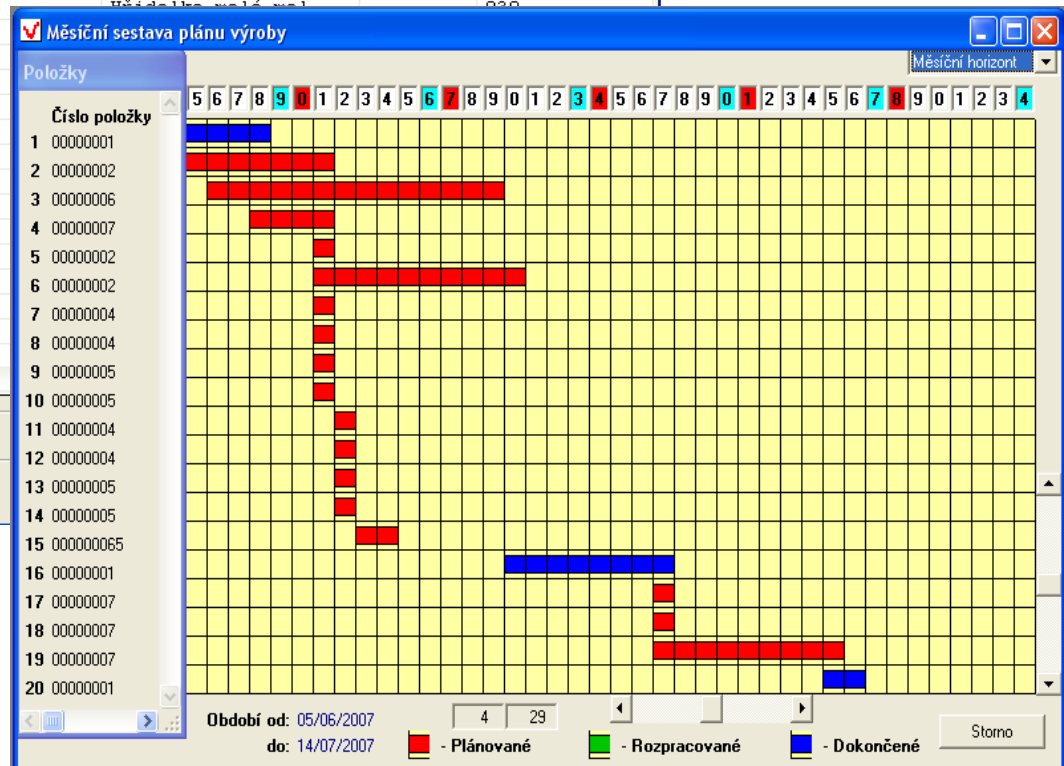
Plánování a rozvrhování

Plán výroby dílen - simulace výroby

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	Hřidelka velká ma...	...	020
00000001	KVS070008	1	KVS	3	Hřidelka malá mal...	...	020
00000007	KVS070008	1	KVS	3	Hřidelka velká ma...	...	025
00000007	KVS070008	1	KVS	3	Hřidelka malá mal...	...	025
00000007	KVS070008	1	KVS	3	Hřidelka velká ma...	...	030
00000007	KVS070008	1	KVS	3	Hřidelka malá mal...	...	030
00000002	KVS070008	1	KVS	3	Hřidelka velká ma...	...	020
00000002	KVS070008	1	KVS	3	Hřidelka malá mal...	...	020
00000001	KVS070008	1	KVS	3	Hřidelka velká ma...	...	025
00000002	KVS070008	1	KVS	3	Hřidelka malá mal...	...	025
00000001	KVS070008	1	KVS	3	Hřidelka velká ma...	...	030
00000007	KVS070008	1	KVS	3	Hřidelka malá mal...	...	030
00000004	KVS070008	1	KVS	4	Hřidelka velká ma...	...	020
00000005	KVS070008	1	KVS	4	Hřidelka malá mal...	...	020
00000004	KVS070008	1	KVS	4	Hřidelka velká ma...	...	025
00000005	KVS070008	1	KVS	4	Hřidelka malá mal...	...	025
00000005	KVS070008	1	KVS	4	Hřidelka velká ma...	...	030
00000005	KVS070008	1	KVS	4	Hřidelka malá mal...	...	030
00000065	KVS070008	1	KVS	5	Hřidelka velká ma...	...	020

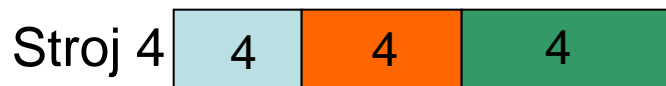
Plán

Rozvrh



Plán a rozvrh

Kapacita



Využitá kapacita

Rozvrh



„Délka“ výroby

Porovnání

Využitá kapacita

„Délka“ výroby

Ganttův diagram – vizualizace rozvrhu

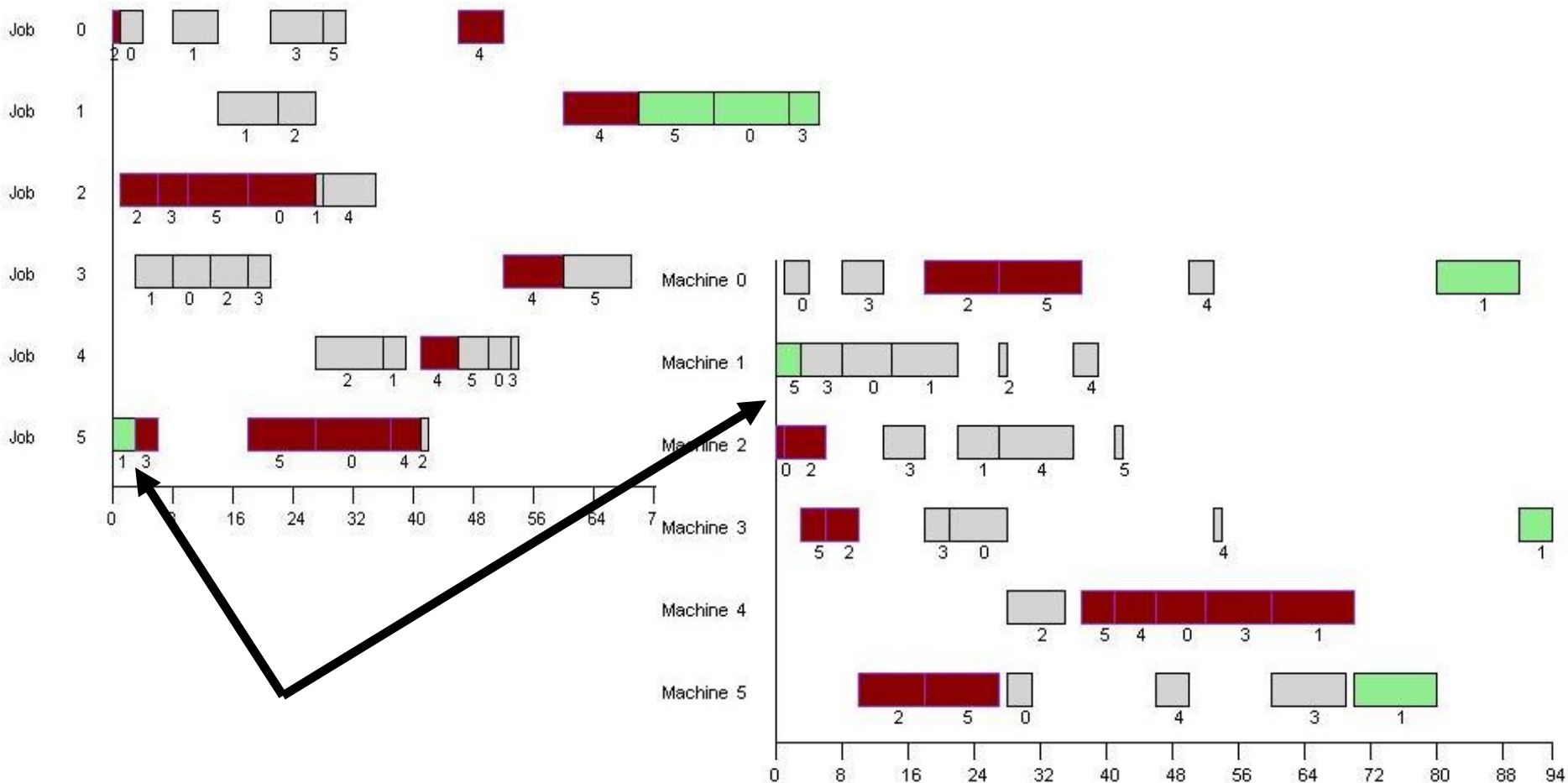
Ganttův diagram (úsečkový diagram) zobrazuje rozvrh po

- 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)



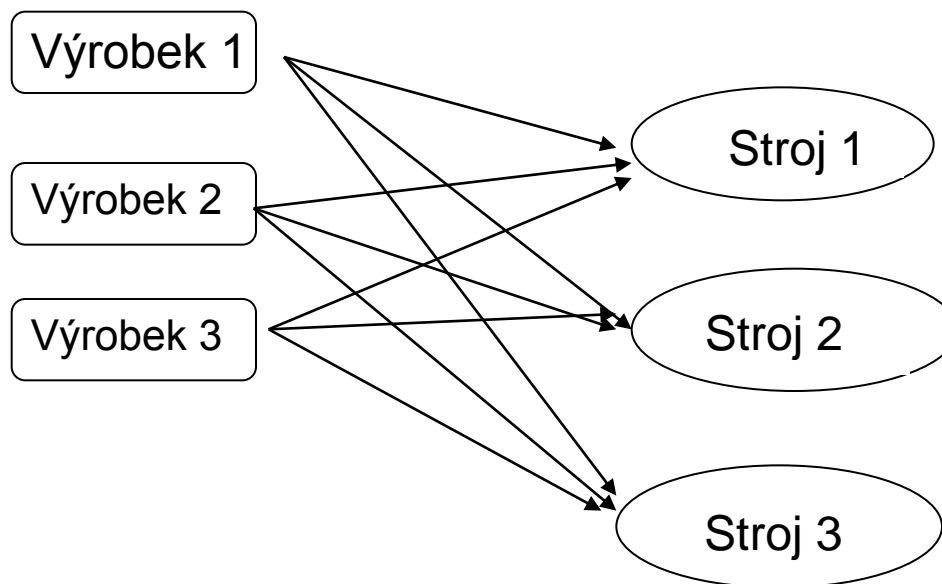
Složitost modelů reálné výroby

- Open shop
- Flow shop
- Job shop

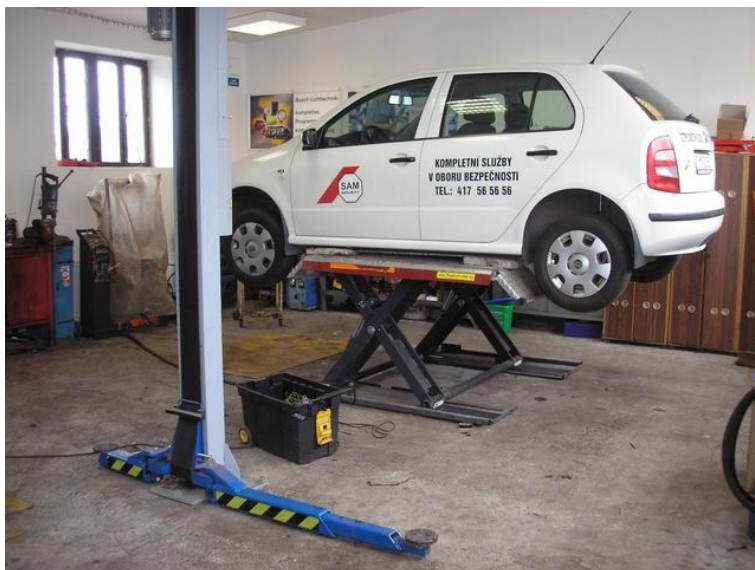
Modifikace

- Hybridní
- Flexibilní

Open schop

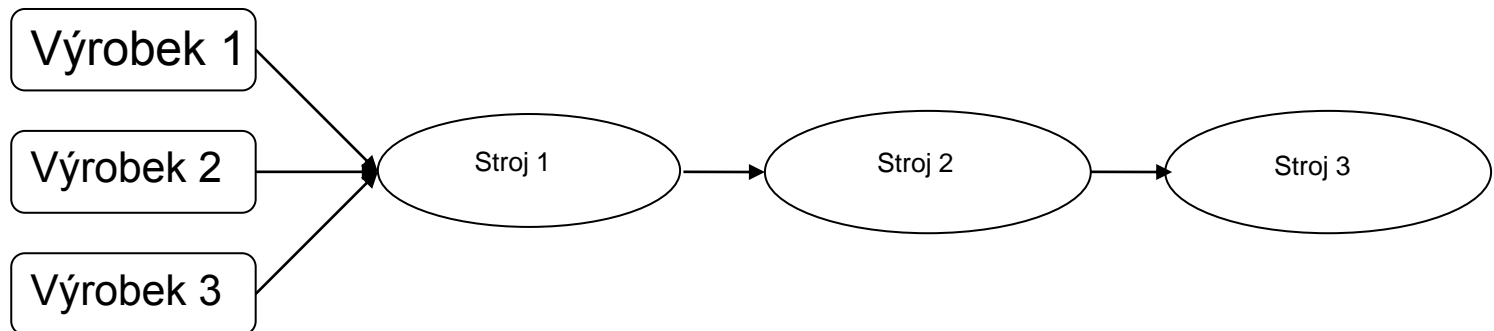


Open schop v praxi



Zjednodušené modely

- Proudová výroba (flow shop)



Výrobní a montážní linky v seriové výrobě

Flow shop v praxi



Textil

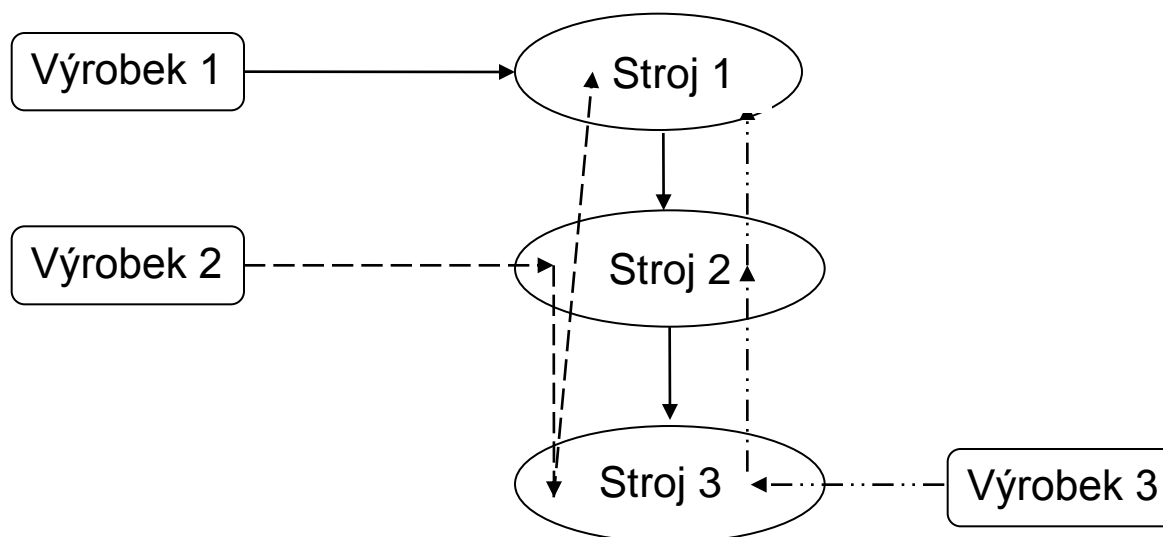
Automotiv



Potraviny

Zjednodušené modely

- Zakázková - kusová výroba (Job shop)



Výrobní a montážní linky v kusové výrobě s velkým počtem odlišných výrobků

Job Shop v praxi

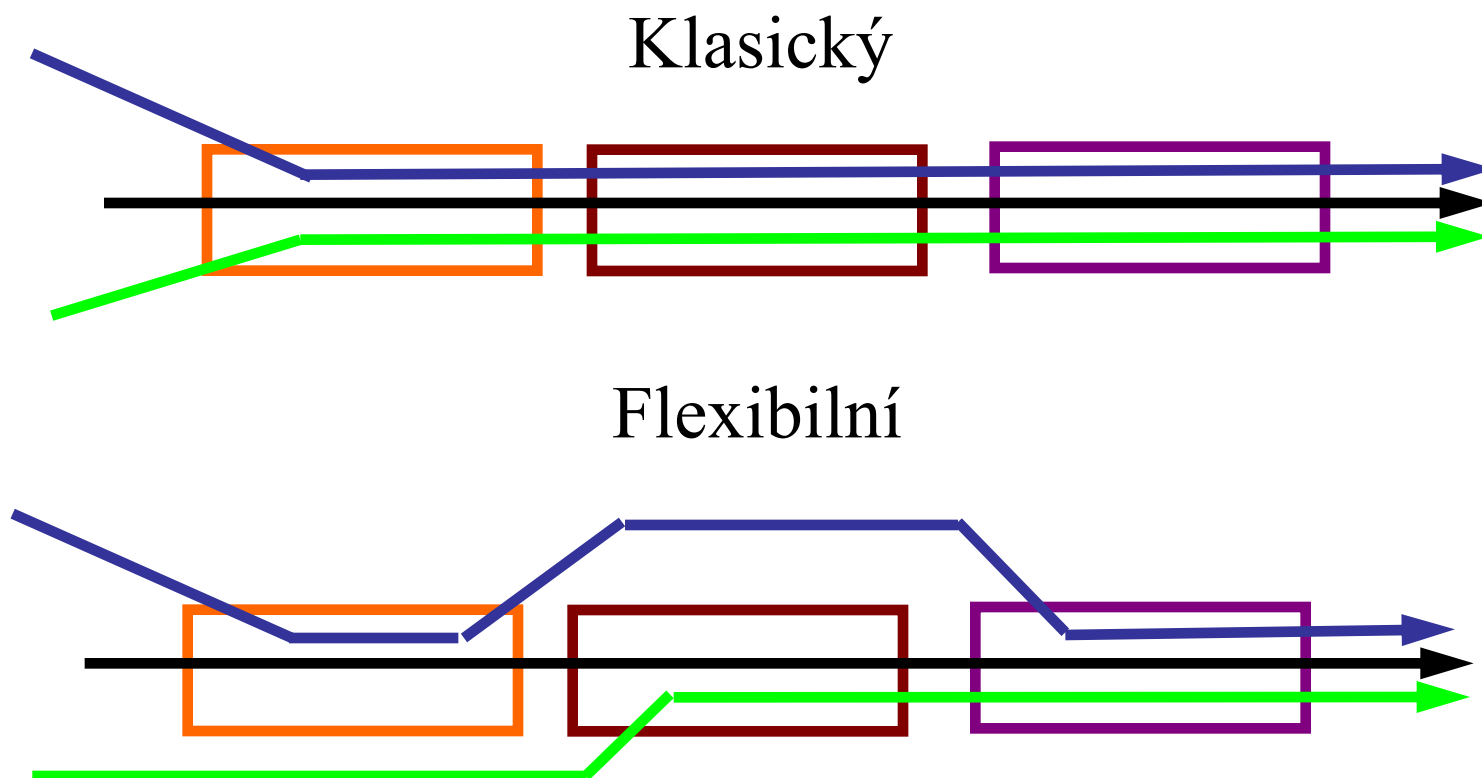


Výroba motorek na zakázku

Výroba obráběcích strojů

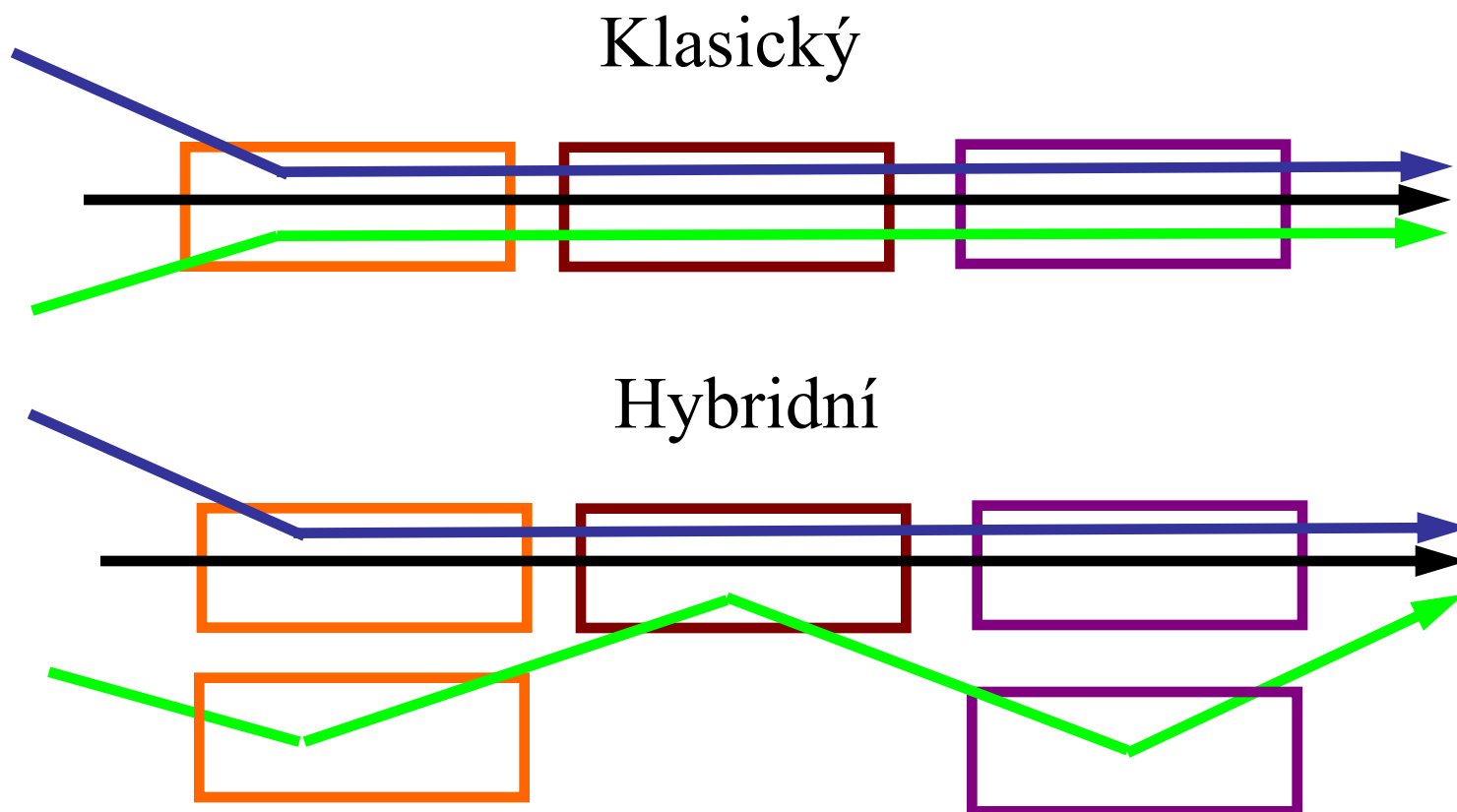
Flexibilní modely – nevyžaduje všechny operace na strojích v dílně

Flexibilní modely



Hybridní modely – Je možné využít paralelní výrobu v technologicky uspořádané výrobě

Hybridní modely



Omezení :

- Materiálová (dostupnost materiálu)
- Technologická (technologický postup)
- Časová (směnnost)
- Více zdrojová (pracovníci, přípravky, transport)

Kritéria optimalizace projektu (výroby)

- Nejkratší čas zhotovení všech zakázek
- Dodržení zákaznických termínů
- Vytížení strojů
- Minimalizace zásob
- Minimalizace seřizování

A jiné...

Příklad - linka

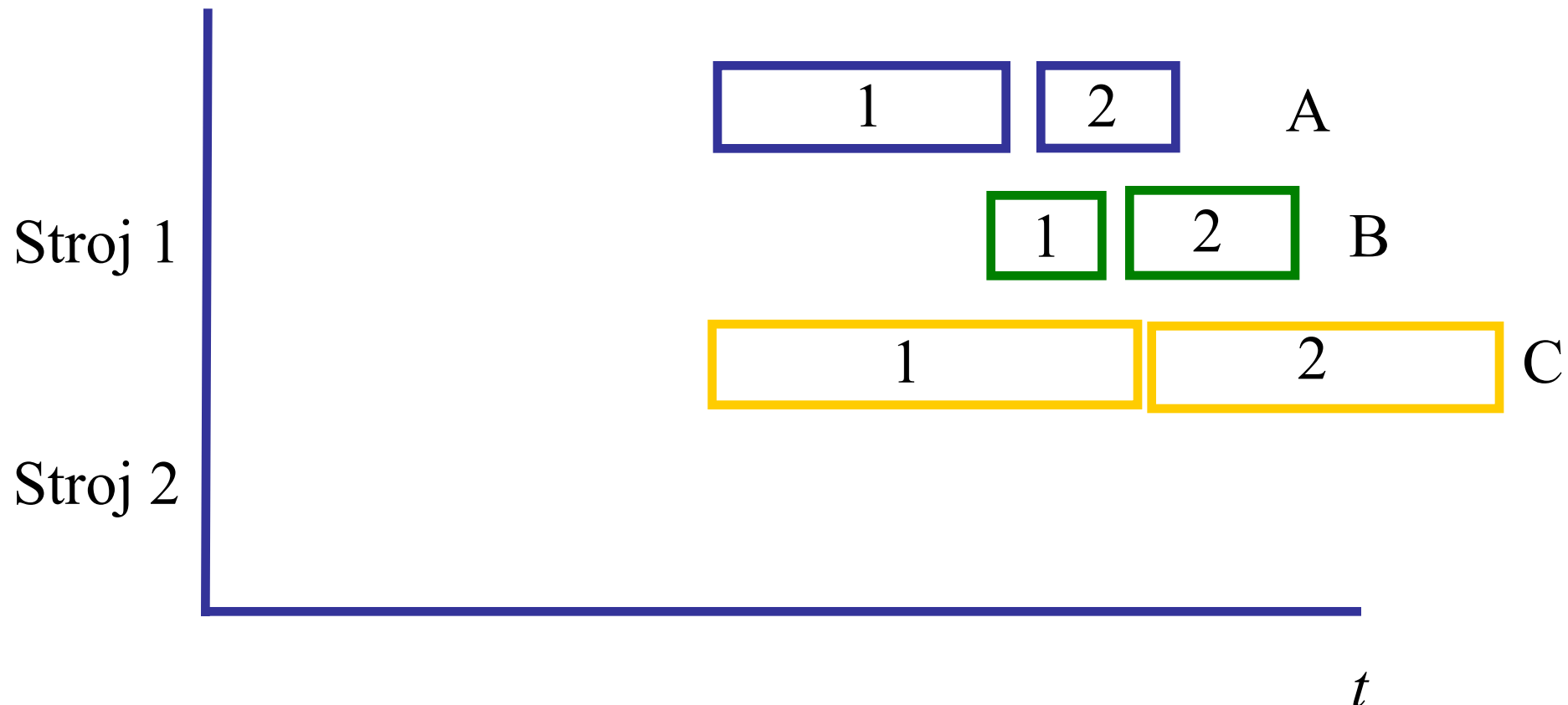
- Jsou dány výrobky A B C procházející linkou přes pracoviště 1-2-3

	Stroj 1	Stroj 2	Stroj 3	Suma
Výrobek A	6	4	3	13
Výrobek B	4	3	2	9
Výrobek C	4	4	3	11
Suma	14	11	8	

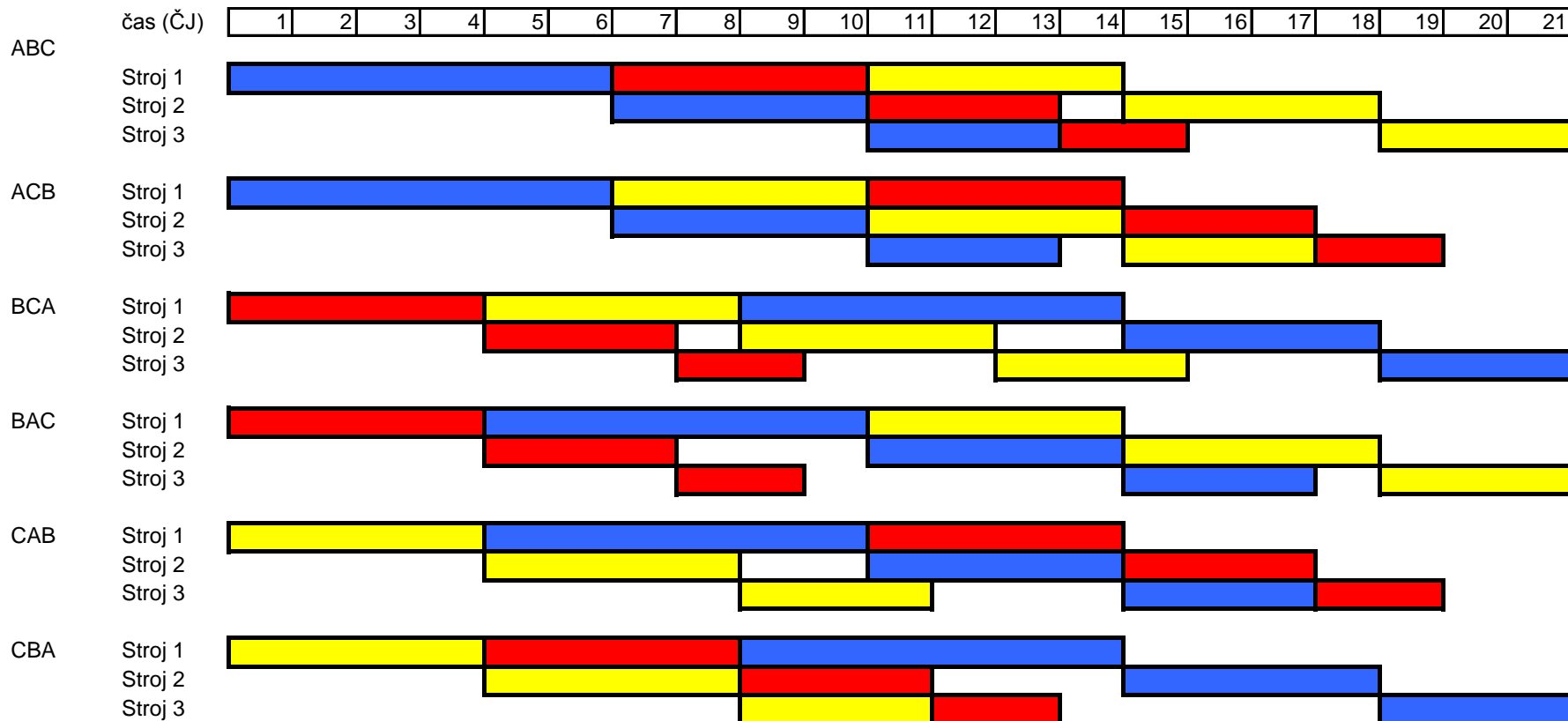
Za jak dlouho lze z kapacitního hlediska uskutečnit plán ?

Jaký bude rozvrh výroby ? (pořadí výrobků na vstupu do linky + začátek operací a jejich konec)

Malý návod – dopředný rozvrh



Výsledné rozvrhy: 6 kombinací

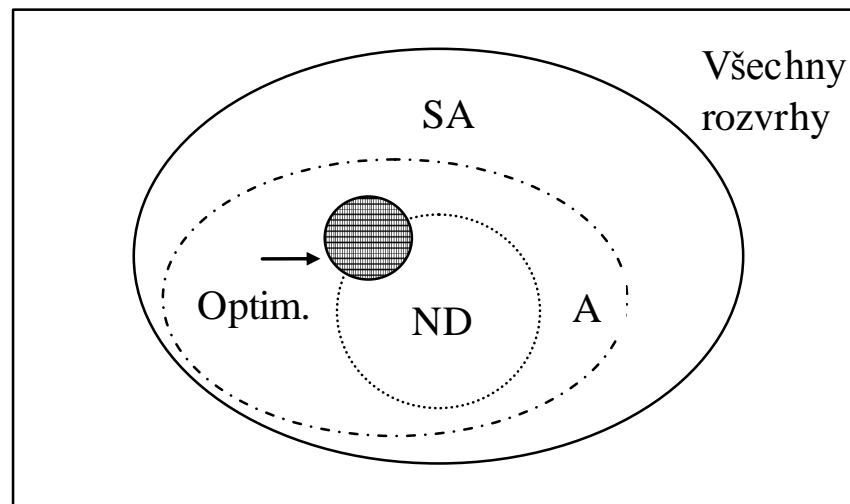


Optimální sekvence pořadí zakázek je na vstupu
 A-C-B, C-A-B s časem dokončení 19

Aktivní rozvrh a rozvrh bez zpoždění

- Semi - aktivní rozvrh je takový rozvrh, kde není možné zaplánuvat operaci dříve bez změny pořadí, ve kterém vstupuje na stroj.
- Aktivní rozvrh je pak rozvrh, kde není možné vytvořit jiný rozvrh změnou sledu alespoň jedné operace na stroji tak, aby byla odvedena dříve bez opoždění operace jiné.
- Rozvrhu bez zpoždění není stroj bez práce (přiřazené operace), pokud je jakákoliv operace v daný čas pro tento stroj dostupná.

Mapa rozvrhů



SA – semi-aktivní rozvrhy; A - aktivní rozvrhy; ND – rozvrhy bez zpoždění

Aktivní rozvrh

- GT – Giffler a Thomson (1965) – Aktivní (A)
- Použití – rozvrhovací systémy
- V praxi málo používaný

- Vyber všechny operace, které lze v tomto okamžiku rozvrhovat v závislosti na omezení
- Vyber z nich ty s nejkratším časem dokončení
- Z nich vyber operaci, která je nejvhodnější...

Dostupná v tomto okamžiku

5

Dostupná za hodinu

2

Následující na stroji 2

4

Stroj 1

8

Čas dokončení

Stroj 2

16

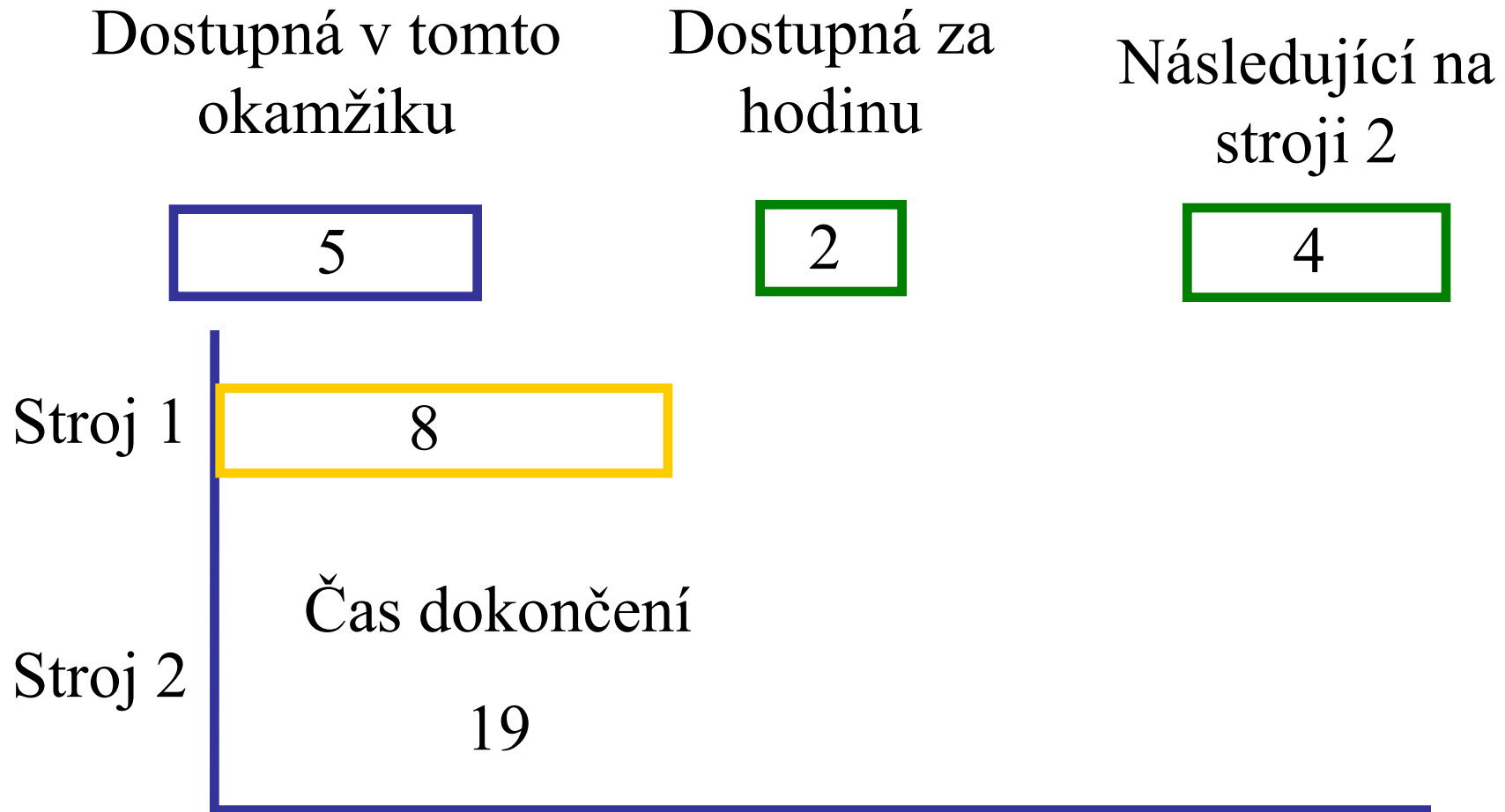
Čekání = plýtvání

Rozvrh bez zpoždění

- Rozvrhy bez zpoždění (Non delay – ND)
- V praxi nejpoužívanější
- Používá např. i simulace

- Vyber všechny operace, které lze v tomto okamžiku rozvrhovat v závislosti na omezení
- Vyber z nich ty, které mají nejdřívější čas začátku nebo....

- Z nich vyber operaci, která je nejvhodnější...



Prioritní pravidla

- Podle priority termínu odvedení, zákazníka, penálí atd.
- Podle vlastností zakázek (tech. postupu, rozvrhu atd.)
- Panvalkar a Isklander jich popsali více než sto (1977)
- SPT (shorter processing time) neboli nekratší procesní čas - používá se při strategii odvést nejkratší operace jako první).
- MWKR (most work remaining) neboli nejvíce práce zbývá – v případech kdy se chceme postupně zpracovávat na co největší spektrum výrobků najednou.
- LWKR (least work remaining) neboli nejméně práce zbývá - v případech kdy chceme zakázky (úlohy) co nejdříve odvést z úzkého místa pro ostatní úlohy.
- FCFS (first come first served) resp. Firs-in firs-out (FIFO) pro plynulejší průtok výrobním systémem je nejčastěji používán při řízení linek
- Random (náhodné)

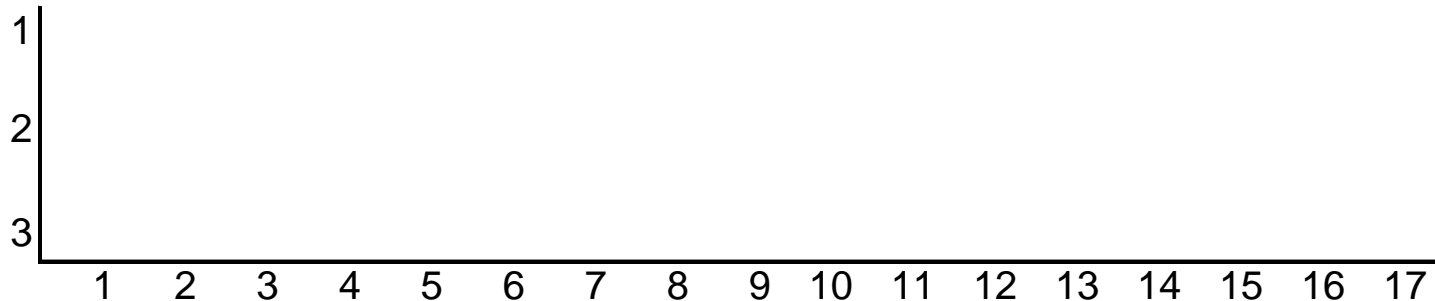
Příklad – tech. pracoviště

	Operace 1	Operace 2	Operace 3
Výrobek	stroj/čas	stroj/čas	stroj/čas
A	1/3	2/2	3/3
B	3/3	2/4	-
C	2/6	1/3	3/2

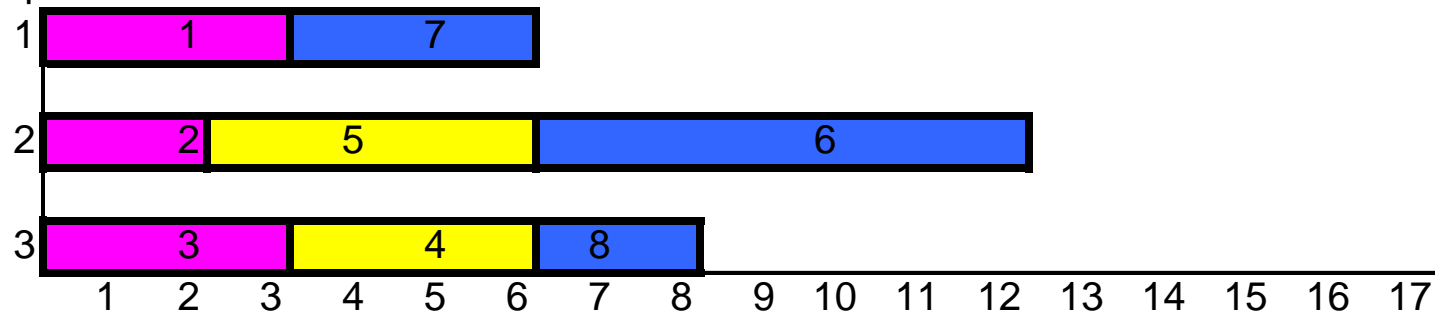
Naším cílem je odvést všechny výrobky z výroby za co nejkratší čas

Konstruktivní algoritmy

Stroj

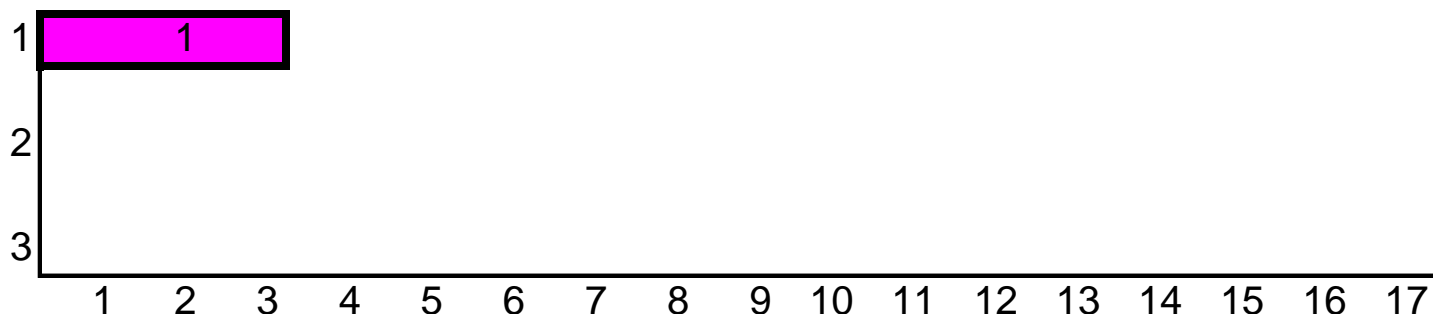


Zásobník práce

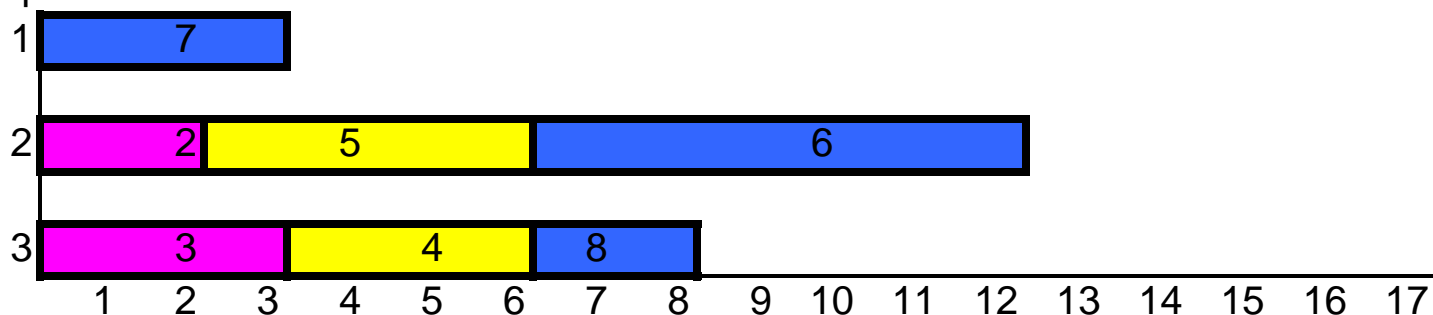


Konstruktivní algoritmy

Stroj

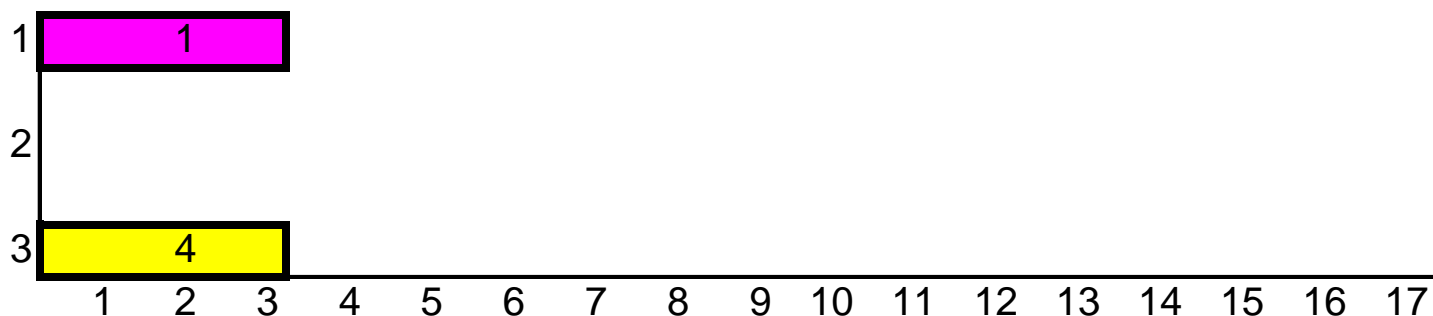


Zásobník práce

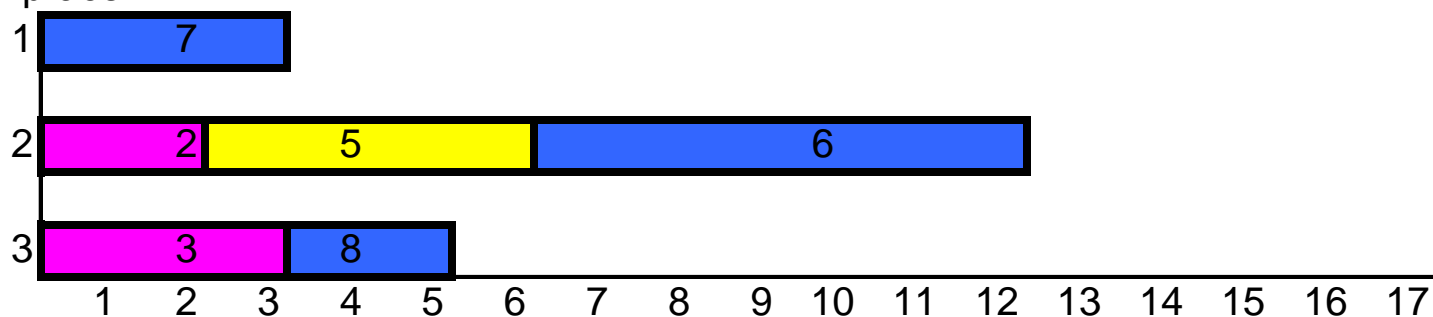


Konstruktivní algoritmy

Stroj

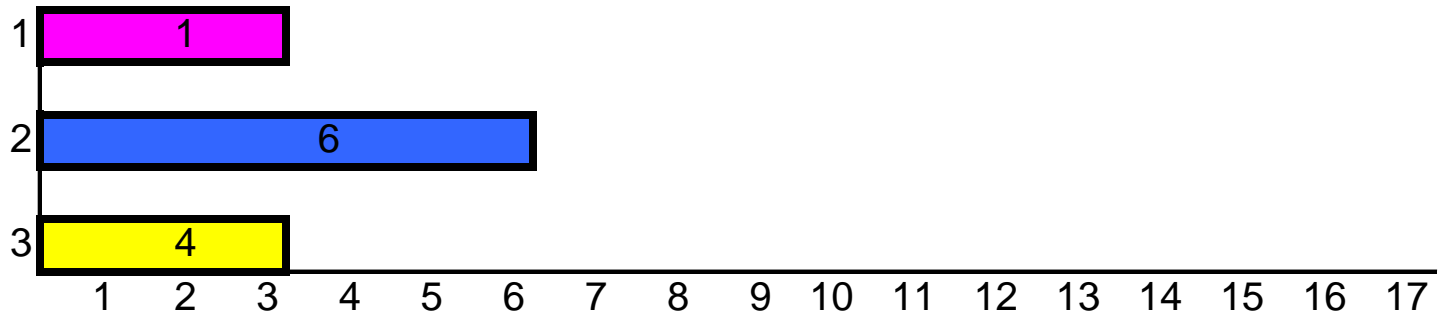


Zásobník práce

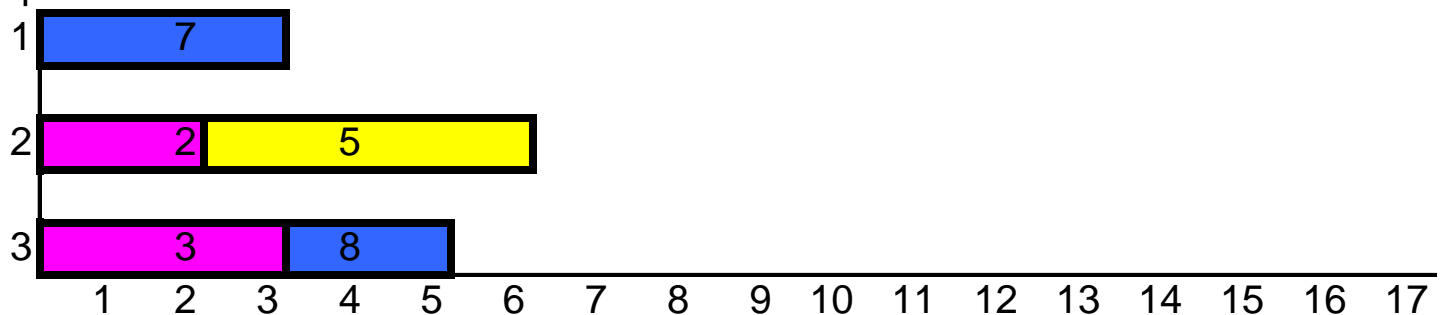


Konstruktivní algoritmy

Stroj

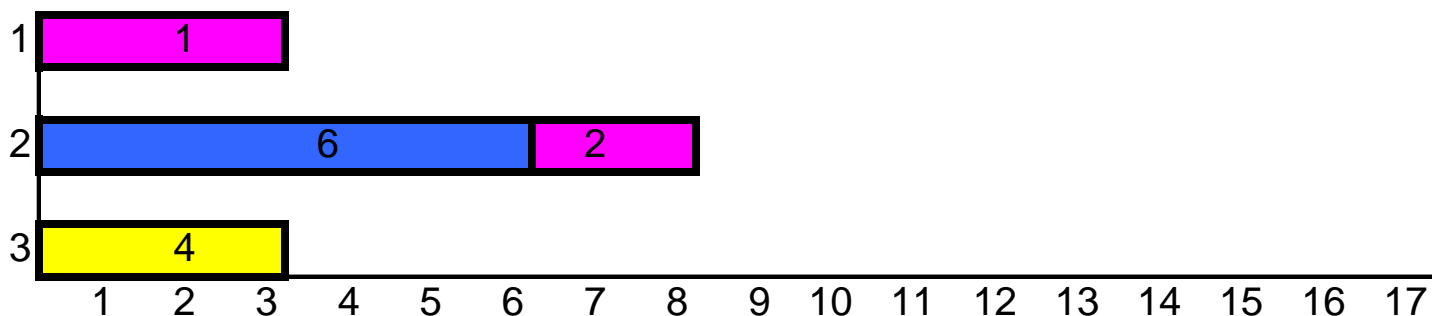


Zásobník práce

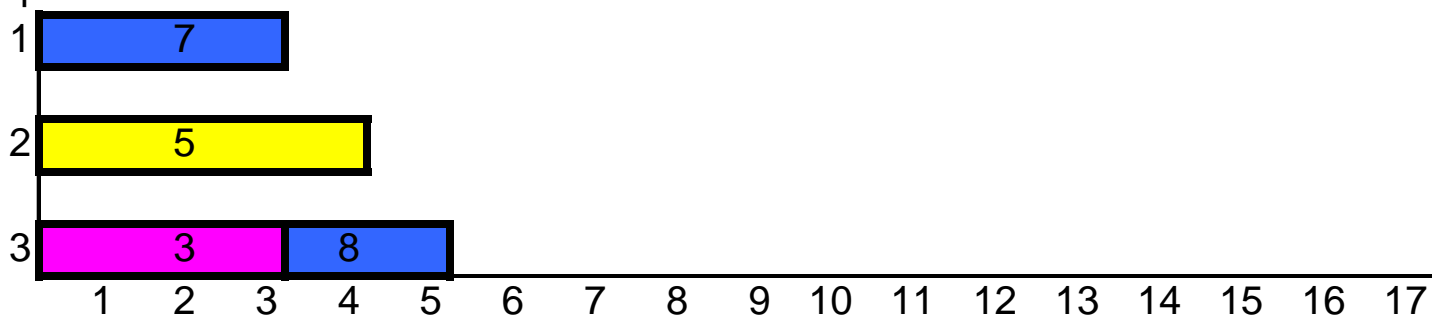


Konstruktivní algoritmy

Stroj

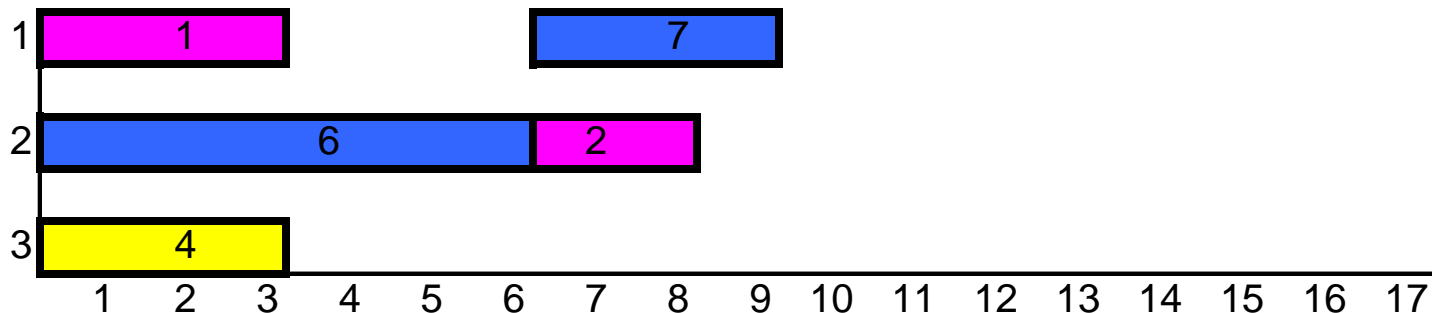


Zásobník práce

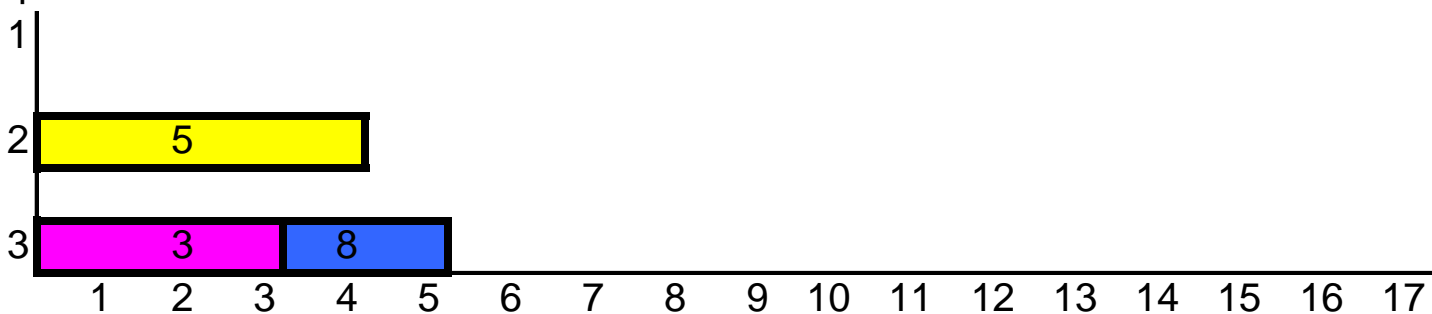


Konstruktivní algoritmy

Stroj

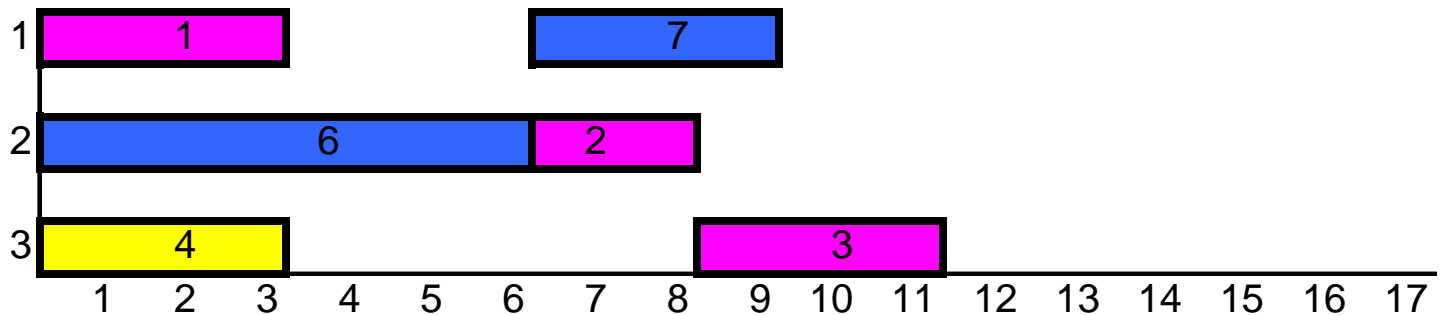


Zásobník práce

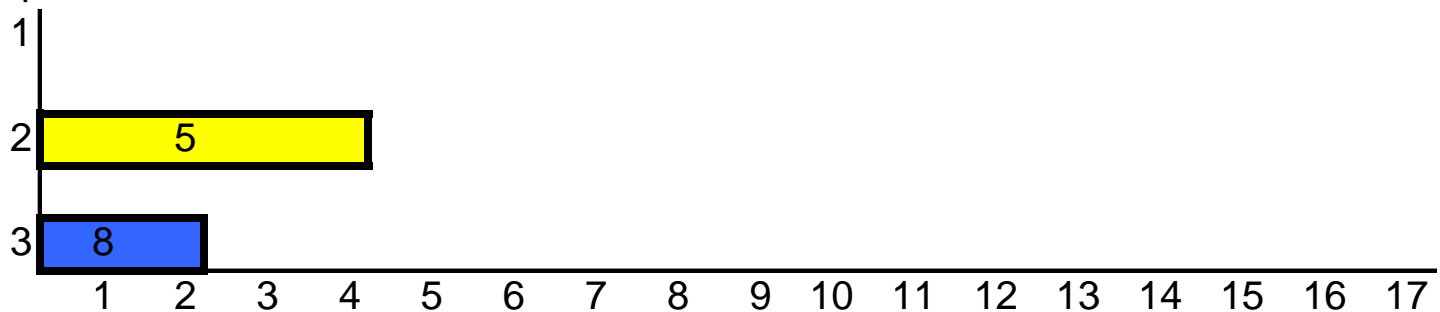


Konstruktivní algoritmy

Stroj

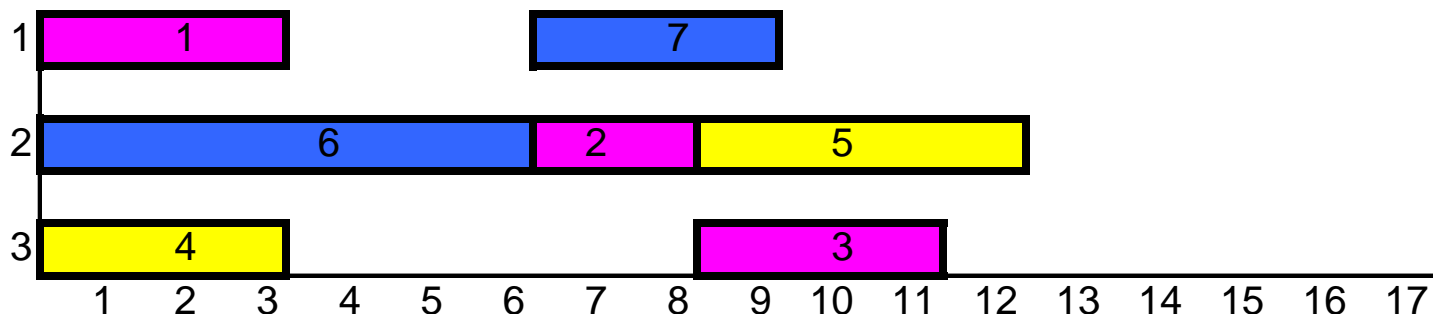


Zásobník práce

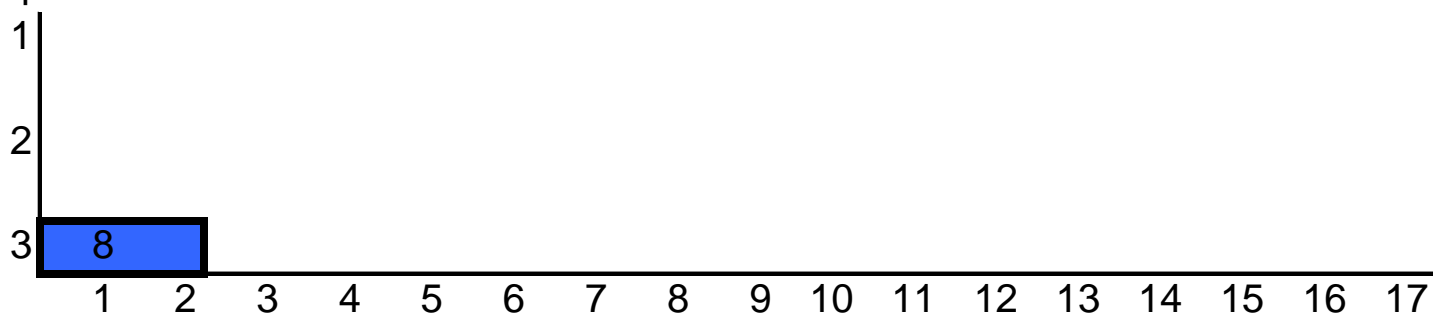


Konstruktivní algoritmy

Stroj

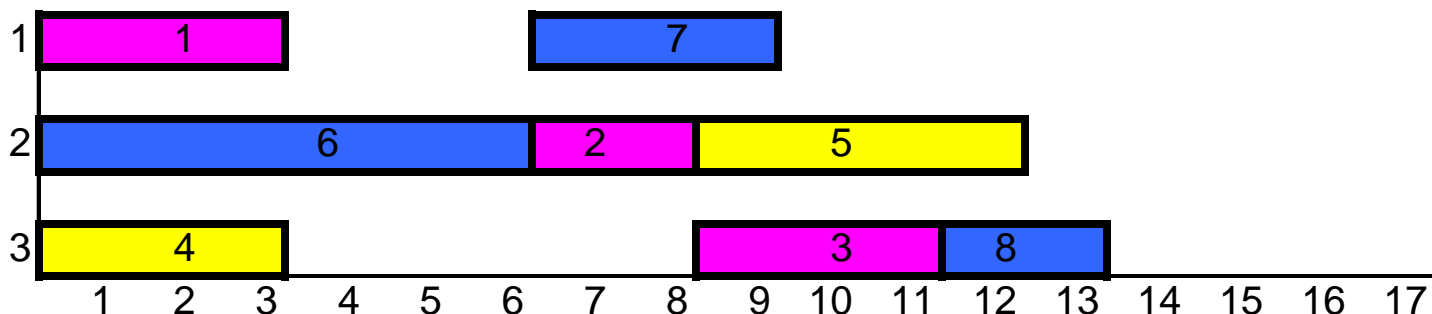


Zásobník práce

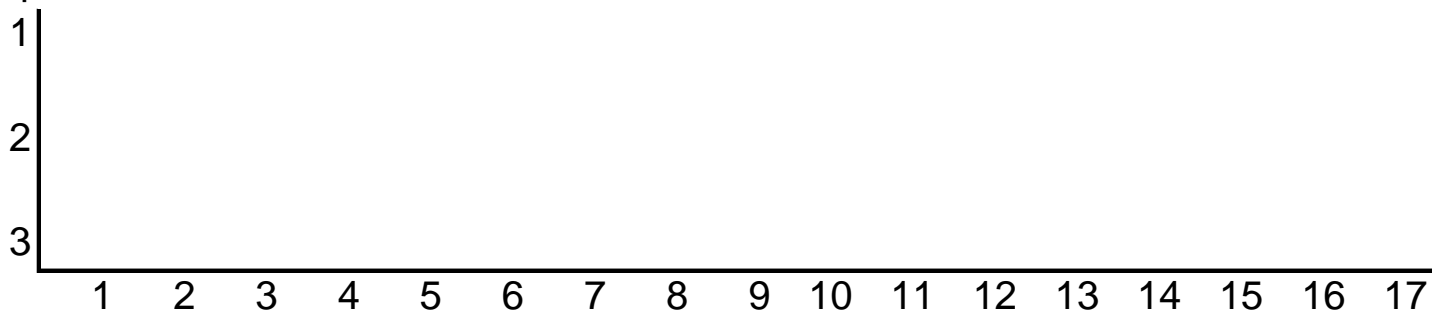


Konstruktivní algoritmy

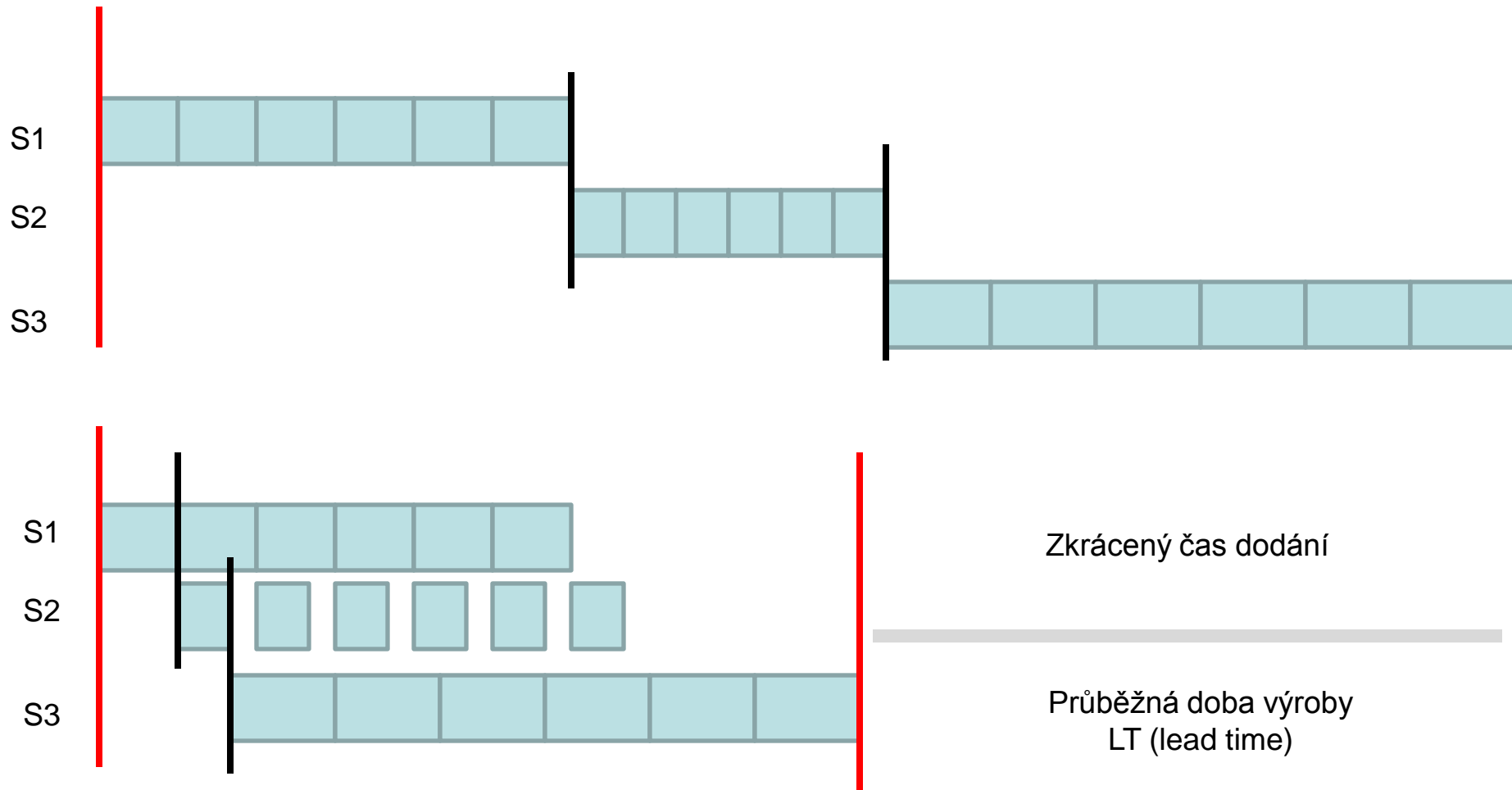
Stroj



Zásobník práce

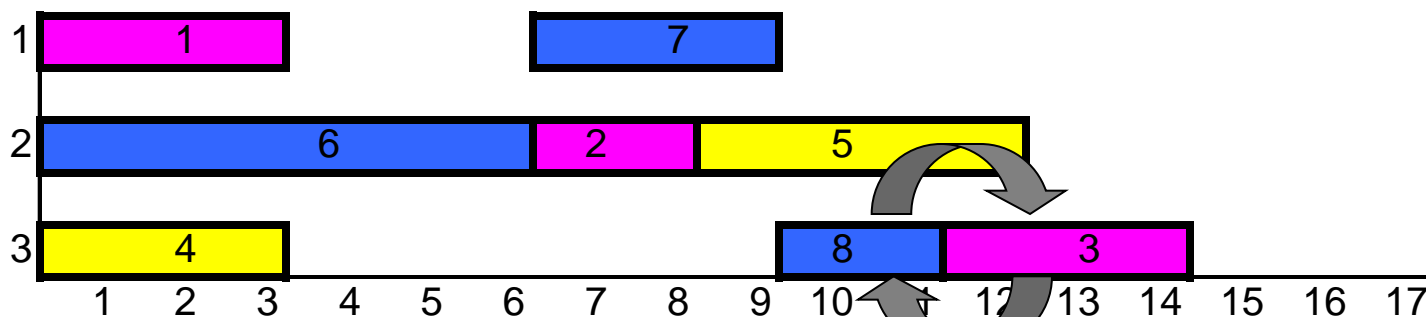


Výrobní vs. Transportní dávka

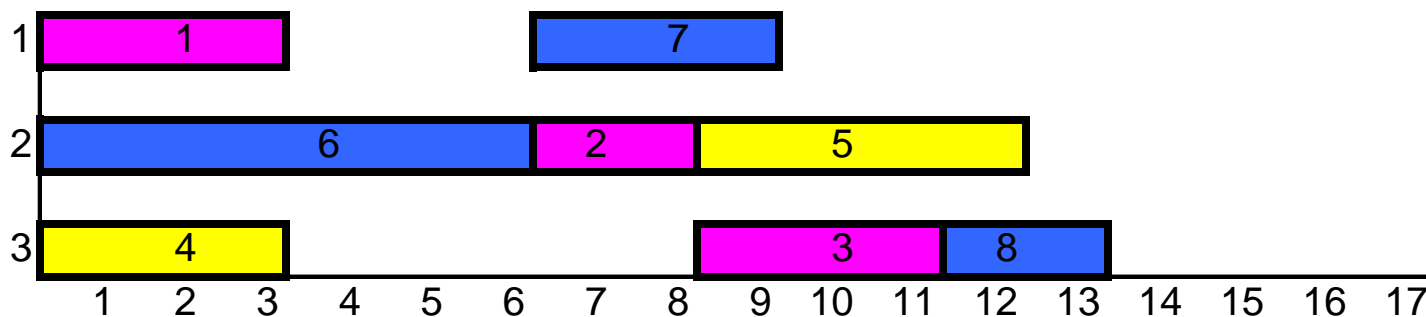


Optimalizace rozvrhu – Lokální prohledávání

Stroj



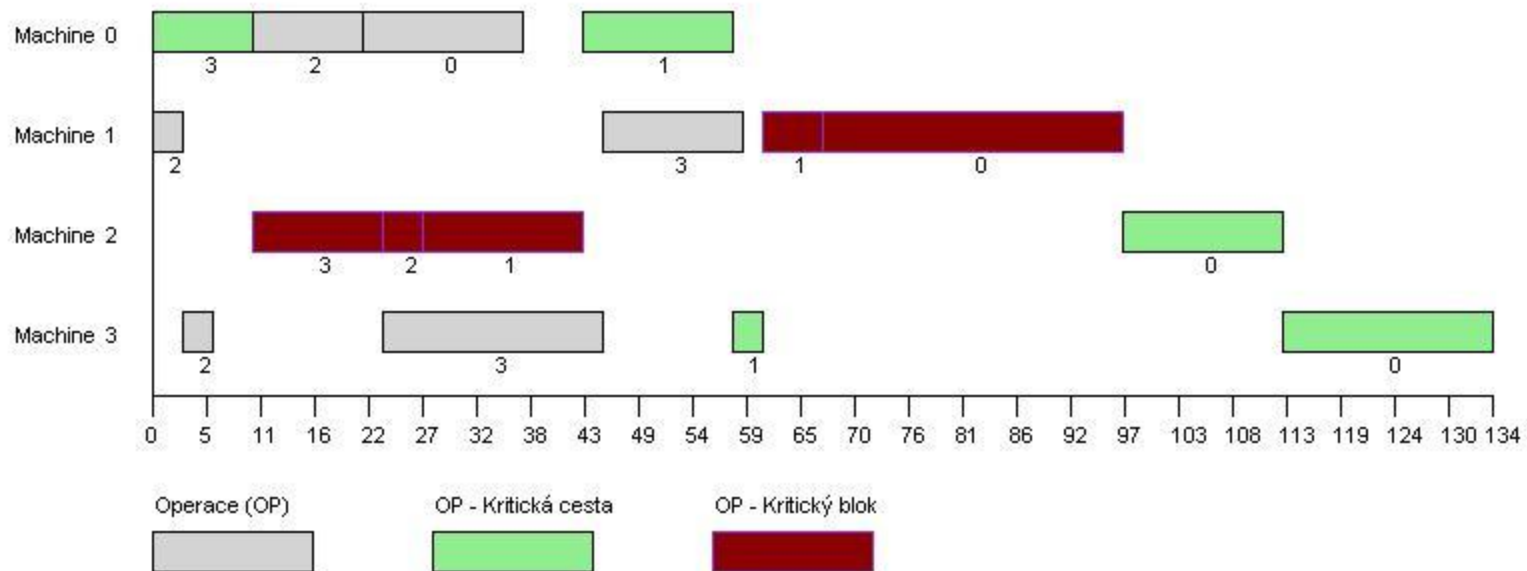
Stroj



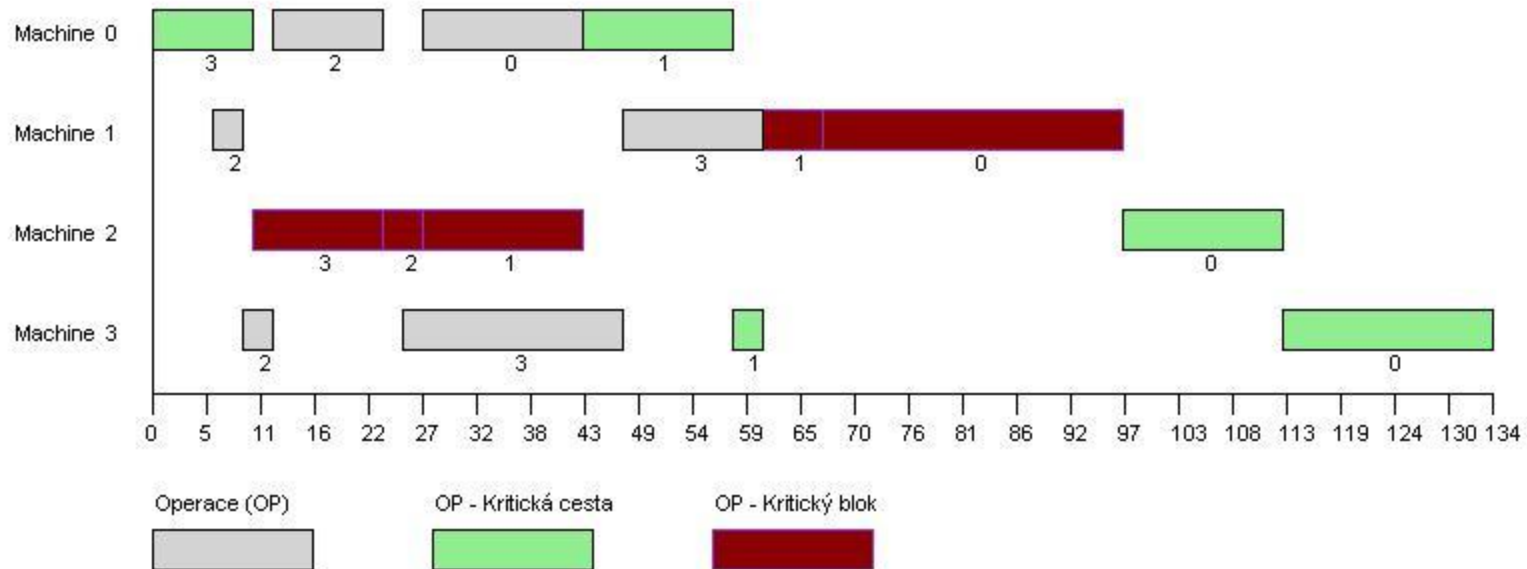
Optimalizace rozvrhu – Kritická cesta

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

Dopředný rozvrh

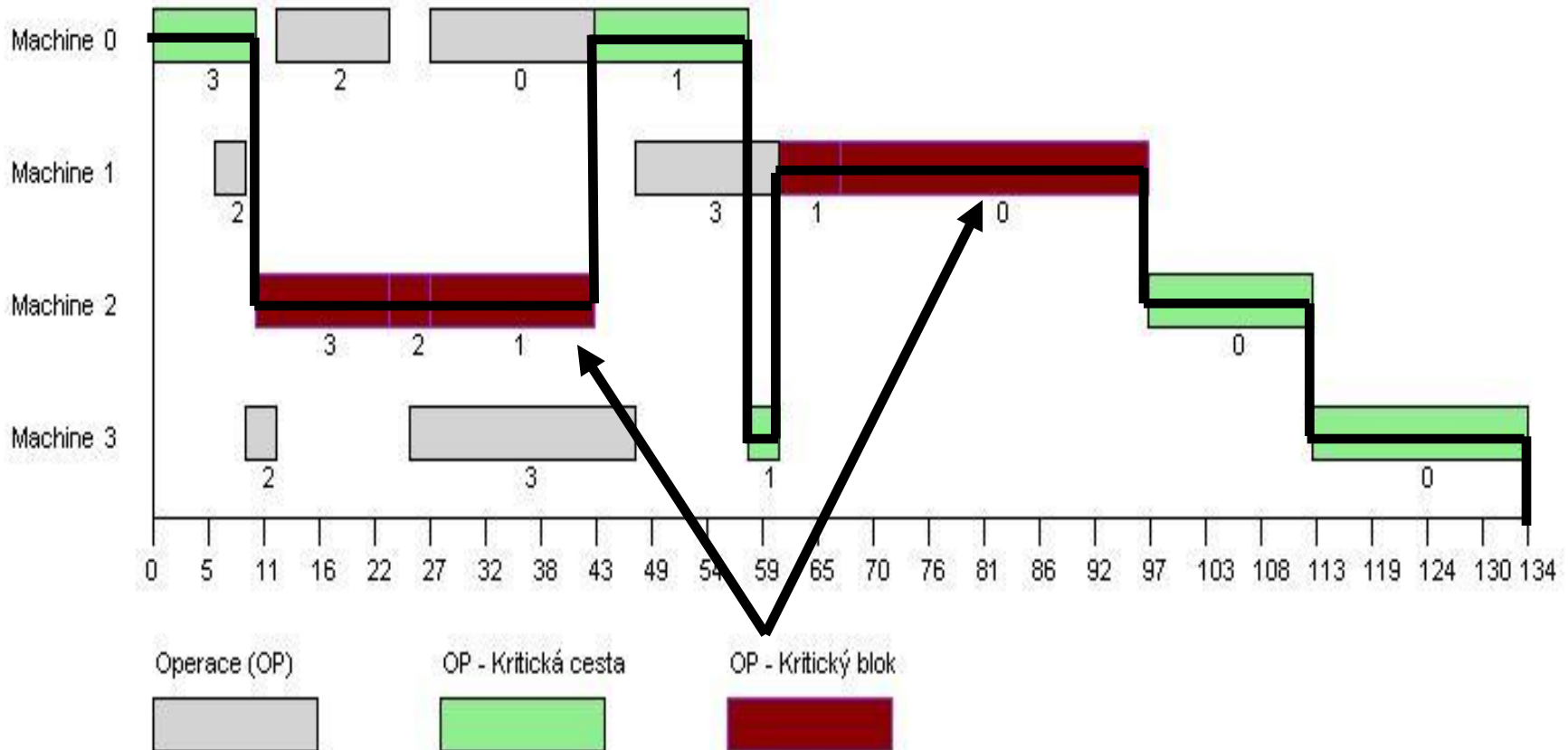


Zpětný rozvrh

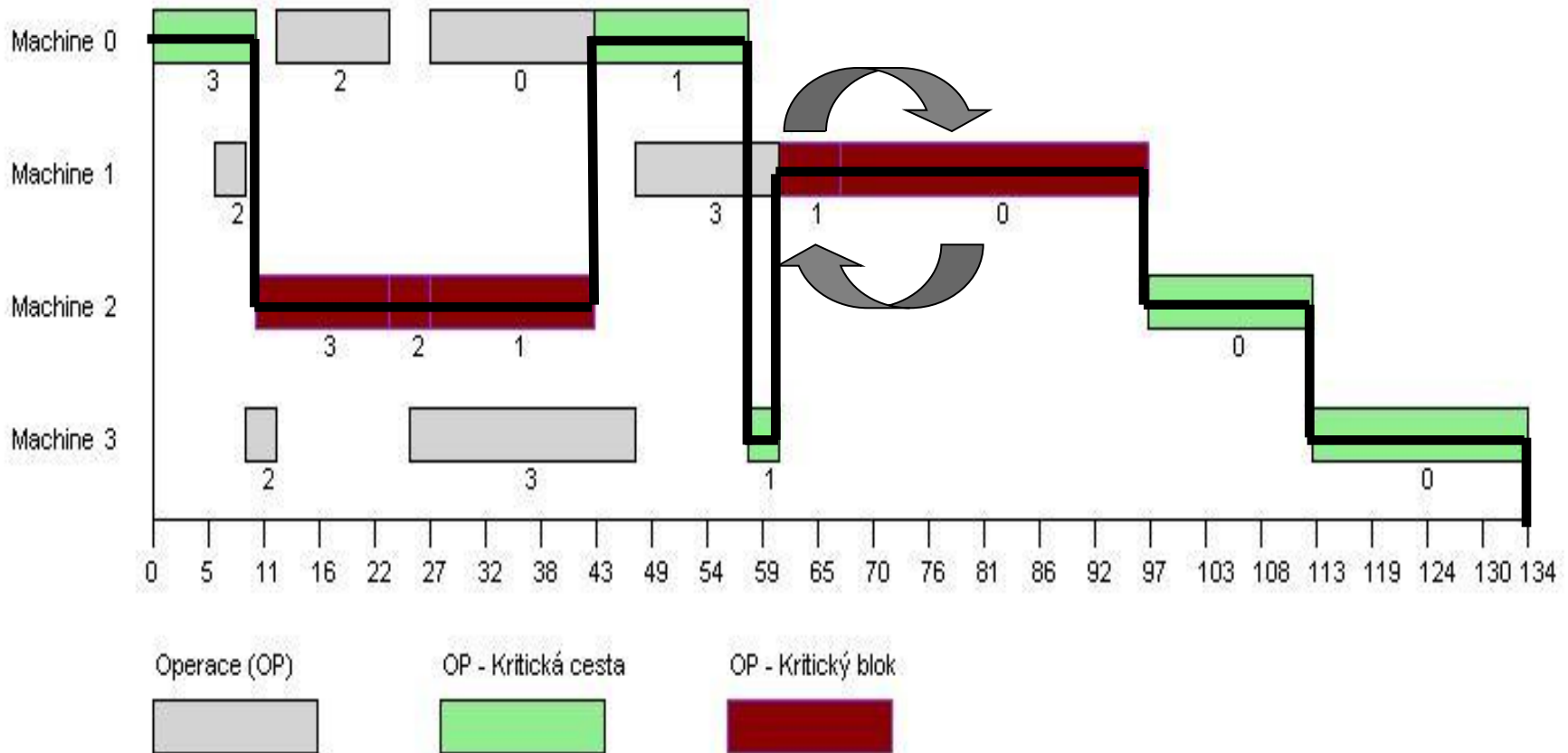


Optimalizace rozvrhu – kritický blok

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



Optimalizace rozvrhu – Nowicky a Smutnický



Optimalizace rozvrhu – vliv seřizování

- Minimalizace seřizování sloučením VZ

Před optimalizací



Po optimalizaci



Optimalizace rozvrhu – další

- Rozvrhování pracovníků
- Určování technologických alternativ
- Seřizování bez prvního kusu výrobní dávky
- Volba transportní dávky
- a jiné...

Děkuji za pozornost