

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Plánování a řízení výroby simulační hra

1 Úvod

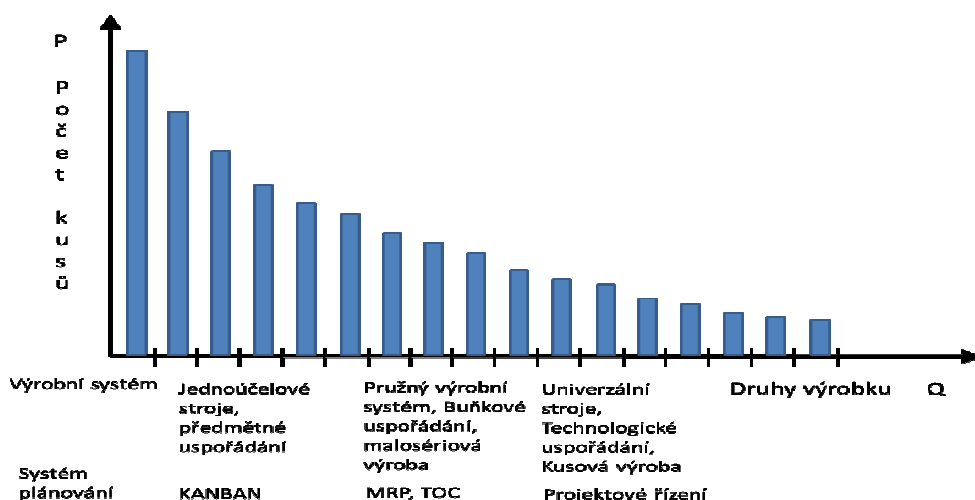
Tato simulační hra má za úkol ozřejmit výhody a nevýhody metod řízení výroby pomocí tří základních postupů. Popisovaný model výroby má však vlastnosti, které jej předurčují pro řízení výroby pomocí TOC (Teorie omezení). Simulační hra je tak vhodná zvláště pro zažití postupů pro řízení touto metodou. V žádném případě nemá studentům vštípit, že TOC je jedinou správnou teorií. Právě naopak. Simulační hra bude postupně doplňována o další modely tak, aby si studenti uvědomili, že žádná z metod řízení výroby není „samospasitelná“.

2 Teorie omezení

Modul simulační hry pro řízení výroby pomocí TOC vychází zejména z „sirkové“ hry publikované v „milostném románu o výrobě“ The Goal od zakladatele a popularizátora Teorie omezení Eliahu Goldráta. Zejména je pak inspirována hrou popisující nestabilitu systému pomocí hodu kostek. Tato hra jev různých variacích známa již od počátku publikování literatury zabývající se metodou DBR (Drum- Buffer – Rope), avšak byla analyzována a detailně popsána až v díle Ingo Lange (2005).

3 Použití metody omezení v materiálovém resp. kapacitním plánování.

Kapacitní plánování se snaží o jak časové tak finanční vytížení kapacit vzhledem k nákladům na ně s ohledem na poptávku zákazníka a model výroby. V závislosti na cílech a požadavcích lze použít v rámci kapacitního plánování několik technik. Nejčastěji se použití metod rozděluje dle flexibility výrobních zdrojů a flexibility poptávky či sériovosti výroby (obrázek č.1).



Obrázek č. 1. PQ diagram Výrobních systémů

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

4 DBR – (Buben, Zásobník, Lano)

Teorie omezení (TOC) je přístup k řešení organizace reálných systémů pomocí alespoň jednoho úzkého místa, které limituje celkový peněžní průtok. TOC byla vyvinuta na přelomu 80 a 90 let minulého století E. M. Goltratem [1]. Základním principem teorie je že jakoukoli organizaci můžeme přirovnat k řetězu. V oblasti řízení výroby pak lze považovat za takový řetěz na sebe navazující pracoviště v lince. Obrázek č 2 zobrazuje jednoduchou výrobní linku, kde omezujícím (úzkým) pracovištěm je pracoviště C (produkce výrobku zobrazena počtu výrobků za hodinu – uvažujeme pouze jeden výrobek).



Obrázek č. 2 : Pracoviště s úzkým místem

Hlavní myšlenkou je že takovýto produkční systém nemůže produkovat více výrobků, než mu dovoluje pracoviště C. V takovém případě, se bez použití např. řízením tlakem, začnou postupně před pracovištěm kumulovat zásoby. Pro organizaci úzkého místa (každý systém má podle Goldratta alespoň jedno) lze použít těchto 5 následujících kroků:

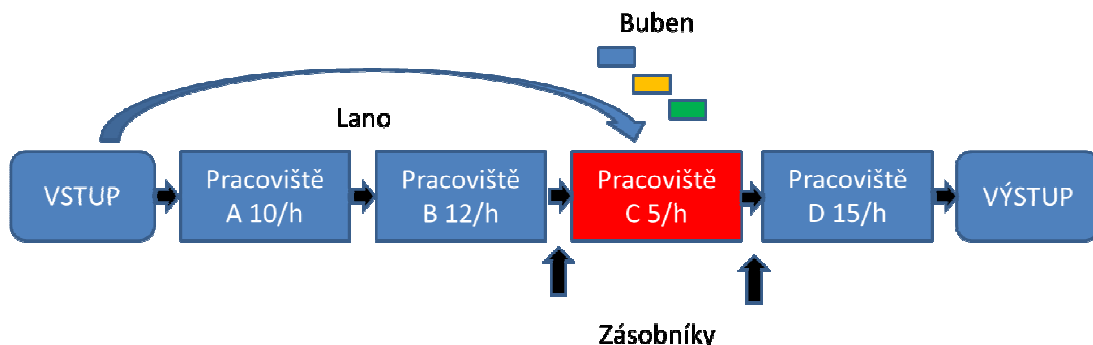
1. Identifikuj úzké místo- ÚM (nejčastěji ho identifikujeme pomocí hromadících se zásob)
2. Využij úzké místo na maximum (volba pořadí výrobních zakázek, tak aby se seřizovalo co nejméně, rotace pracovníku na pracovišti a dostatečné zásoby aby úzké místo nikdy nestálo)
3. Podříď neúzká místa místu úzkému (předcházející pracoviště vyrábí pouze tolik kolik je schopné ÚM zpracovat)
4. Optimalizuj ÚM tak, aby přestalo být omezením (tento krok je diskutabilní, přílišné odstraňování ÚM vede k tzv. problému putujících úzkých míst)
5. Po odstranění ÚM se vrátit na krok 1

Drumm – Buffer – Rope (Buben – Zásobník – Lano) je metoda pro plánování a řízení výroby pomocí ÚM. Funkce bubnu spočívá v určení priorit na ÚM včetně pořadí a volby výrobní dávky. V tomto místě se rozvrhuje do omezených kapacit. Lze říci, že díky bubnu se udává rytmus výroby.

Buffer neboli zásobník má v této metodě dvě podoby. Zprvce jsou to časové zásobníky, které zajišťují včasné ukončení předcházející metody. Dávají nám jakýsi nárazník pro případ špatného odhadu průběžné doby výroby před ÚM. Tento zásobník se obvykle volí jako násobek celé průběžné doby výroby před ÚM a postupně se zmenšuje. Druhý zásobník pak zajišťuje, aby v případě výskytu Murphyho zákonů se mohlo vyrábět dále.

Rope neboli lano zajišťuje (obrázek č. 3), aby neúzká místa před zásobníkem jej nezahtila. To se provádí pomocí uvolňování materiálu do výroby v míře, které ÚM je schopno zpracovat (zde se nabízí paralela s metodou KANBAN v rámci teorie Just-In-Time).

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



Obrázek č. 3 : Pracoviště s úzkým místem – metoda DBR

5 Tvorba simulační hry DBR

Prezentovaná hra lze hrát v týmech po 6-8 studentech minimem pro pochopení je však 5. V našem případě uvažujeme zhruba skupinu po cca 10 lidech kde 5 „hráčů“ hraje hru a zbylých 5 analyzuje vlastnosti výrobního procesu. V takovém případě se pak uspoří čas pro jednotlivé sehrávky a lze jich v rámci vyučovacího bloku odehrát více. V našem modelu 5ti hráčů každý hráč představuje jedno pracoviště (tzn. 5 pracovišť). Každé pracoviště je na začátku hry zásobováno 4mi žetony (např. pokerové žetony, podložky pod šrouby). V našem případě používáme speciálně vytvořené žetony, které budou použity v návazných hrách o řízení výroby (obrázek č. 5).



Obrázek č. 4 :Učební pomůcky

Dalším krokem je zvolit člena týmu, který bude úzkým místem libovolně, avšak pro názornost hry je nevhodné první či poslední pracoviště (obr. č. 5)

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



Obrázek č. 5 :Hrací plán

Každé pracoviště je také vybaveno kostkami, které reprezentují produkci v každém z dnů. Po hodu kostek každý z hráčů přesune odpovídající počet žetonů ze svého pracoviště na pracoviště následující směrem k zákazníkovi, maximálně však tolik kolik má připravené v podobě polotovarů či základního materiálu (první pracoviště má neomezené zásoby)

Standartní sehračka trvá pro každou z metod 10 dnů tzn. deset kol. Statisticky je dáno, že průměrná produkce by měla být 35, jelikož průměrná hodnota hodu kostkou je 3,5. Po sehrání deseti dnů je zaznamenána celková produkce a rozpracovaná výroba. Hráči mohou zaznamenávat stav zásob a produkci každý den pro případnou VSM analýzu. Důležitými daty jsou pak:

- Průměrná denní produkce = Počet prodaných žetonů/ počet dnů
- Průběžná doba = Rozpracovaná výroba/ průměrná denní produkce

Tímto způsobem se odehrají celkem 3 různé metody:

Kolo 1.: Na začátku hry se rozdají žetony tak jak je tomu na obrázku č. 5 s tím, že všechna pracoviště dostanou 2 kostky až na ÚM, které má jedno. Toto kolo tedy představuje standartní produkci s ÚM pomocí řízení výroby tlakem.

Kolo 2.: Postup ze začátku stejný jako u kola prvního, avšak odebereme všem hráčům jednu kostku vyjma hráče na ÚM. Toto kolo představuje produkci tahem. V tomto kole navíc probíhá hra opačným směrem, resp požadavek na materiál z předešlého pracoviště. Tzn. První hraje 5. pracoviště a na základě jeho produkce stanoví požadavek na dorovnání hladiny dané kanbanem (1).

$$N = D(T_p + T_w)(1 + \alpha) / C \quad (1)$$

Kde N počet kanbanových karet

D odbyt za časovou jednotku

T_w čas potřebný pro dodání

T_p čas potřebný na zpracování

α bezpečnostní koeficient

C počet dílů vázaných na jednu kanbanovou kartu

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

To znamená, že počet kanbanových katet (resp dílů držených kanbanovou hladinou

$$N=3,5(1+0)(1+1)/1 = 7$$

Při sehrávce pomocí metody kanban existují omezení daná touto metodou. Tzn. Hráč nemůže produkovat větší počet dílů než hodí kostkou a zároveň více než má dostupného materiálu a zároveň více než je požadavek následujícího pracoviště

Takto se postupuje až k pracovišti prvnímu.

Kolo 3. V tomto kole dostane každý hráč až na ÚM a prvního hráče kostku zpět. Pro pochopení této metody lze odebrat prvnímu pracovišti všechny kostky. V takovém případě produkuje (uvolňuje) první pracoviště stejně materiálu jako zpracovalo ÚM (funkce Rope – Lana). Význam hodu kostkou se nemění až na výjimku ÚM. ÚM stále hází kostkami, avšak v případě kdy hodí hráč na kostce 1-3 jeho produkce je 3 žetony v případě kdy hodí 4-6 jeho produkce jsou 4 žetony.

Důležité je v tomto kroku studentům vysvětlit tuto změnu, což se často opomíná. Průměrná produkce zůstává stejná 3,5, avšak standardizuje se díky snahy o využití pracoviště rovnoměrně. V našem případě neuvažujeme rozdílnou dobu výroby různých výrobků, a tedy nelze simulovat stav, kdy ÚM vyprodukuje velké množství výrobků s krátkou dobou výroby a po té se zdrží výrobky s velkou dobou zpracování. Zároveň způsob tohoto hodu představuje řazení zakázek ÚM a tedy minimalizaci seřizování.

Výsledky se pak zapisují do formuláře (příloha č. 1) obsahující tyto data Obr č. 6.

	Tlak	Tah	TOC - DBR
Prodané jednotky			
Rozpracovaná výroba			
Průměrná denní produkce			
Průběžná doba výroby			

Obrázek č. 6 Statistické výstupy

6 Předpokládaný výstup hry

Každé z kol by mělo studentům přibližovat jeden ze známých druhů řízení výroby.

- Kolo 1. VS Kolo 3: Hlavním rozdílem mezi těmito koly tzn. Výroby tlakem a pomocí DBR by měla být úroveň zásob. Důvod tohoto je dán principem zásobování linky, kde je do výroby uvolňován počet žetonů rovný počtu zpracovaných na ÚM. Uvolňujeme tedy do výroby pouze tolik materiálu, kolik je ÚM schopnou zpracovat. Porovnáním těchto kol také docílíme toho, že si studenti uvědomí základní princip hledání ÚM. Zásoby se hromadí před ÚM vzhledem k tomu, že pracoviště před ÚM mají dvojnásobnou produkci.

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

- Kolo 2. VS Kolo 3: Štíhlá výroba v kole 2 má za důsledek menší produkci materiálu oproti metodě DBR. Toto kolo nemusí nutně zobrazovat štíhlou výrobu, ale také výrobu balancovanou, kde každé pracoviště se stává na základě Murphyho zákonů pracoviště úzké a můžeme tedy hovořit o problému putování úzkého místa.
- Kolo 2 VS Kolo 1 Zásadním rozdílem mezi těmito dvěma koly je i rozdílem mezi těmito dvěma metodami. V kole 2 bývají znatelně menší zásoby než u kola prvního a tím se zmenší také průběžná doba výroby, což je jedním z hlavní ukazatelů v dnešní výrobě.

7 Závěr

V této simulační hře se předpokládá, že metoda DBR bude mít největší úspěch ve všech měřených ukazatelích. Je třeba však zdůraznit že aplikace metody DBR je závislá na modelu výroby tak jak bude ukázáno na dalších simulačních hrách aplikovaných v rámci projektu EduCom CZ.1.07/2.2.00/15.0089

Literatura

[1] Eliyahu M. Goldratt, Jeff Cox. *The Goal: A Process of Ongoing Improvement*. (1984). North River Press; 2nd). [ISBN 0-88427-061-0](#); 20th Anniversary edition (2004) 0-88427-178-1

[2] BASL, Josef , et al. *Teorie omezení v podnikové praxi, Zvyšování výkonnosti podniku pomocí nástrojů TOC*. 1.vydání Praha : Grada Publishing, 2003. 216 s. ISBN 80-247-0613-X.