

OPTIMALIZACE ÚZKÝCH MÍST POMOCÍ POČÍTAČOVÉ SIMULACE

Vladimír Karpeta¹, Jiří Štoček², Pavel Vik³

Abstrakt

Nekompromisní globální tržní prostředí nutí podniky, aby vyráběly neustále rychleji. Jen ten kdo přijde s výrobkem včas má šanci uspět. Aby však bylo možné se rozhodovat relativně rychle a ne intuitivně, je zapotřebí vnést do rozhodování určitou míru jistoty, k čemuž můžeme využít některý z nástrojů pro podporu rozhodování. Jedním z nich jsou také diskrétní simulace. O tom, že nám tyto nástroje mohou posloužit nejen ke strategickým rozhodnutím (oblast plánování), ale také k řešení problémů střednědobého charakteru (náběh nového výrobku) či operativních problémů (sériová výroba), vypovídá následující text.

1. Úvod

Zavádění nového produktu na trh s sebou nese nejedno úskalí. Bude daný výrobek úspěšný? Budou jej zákazníci kupovat? Bude jeho výroba v delším časovém horizontu zisková? Tyto otázky si jistě musíme klást při plánování výroby nového výrobku. Toto jsou však spíše otázky strategického charakteru. Ve fázi náběhu nového výrobku se však musí výroba vypořádat s řadou spíše provozních úkolů typu:

- zaškolení pracovníků na daném pracovišti
- prověření dané situace při vzniklém problému (např. s novým zařízením)
- prověření odchylek od plánovaného stavu
- pomoc při vývoji řídicího softwaru

Tyto činnosti budeme schopni zabezpečit klasickými způsoby, nebo budeme moci využít prostředků výpočetní techniky např. prostřednictvím „diskrétních simulací“. Vše je pouze otázka časové a finanční náročnosti takového projektu v přímé souvislosti s efekty, kterých můžeme prostřednictvím počítačové simulace dosáhnout. O tom, že má smysl řešit některé problémy tímto způsobem, vypovídá praktická aplikace popsána v tomto příspěvku.

2. Příklad využití simulací ve fázi náběhu nového výrobku

Jako příklad využití je popsán problém logiky řízení vyrovnávacího zásobníku.

2.1 Definice problému

Řešené místo se nachází v provozu svařovny v podniku ŠKODA-Auto, a.s., Mladá Boleslav v hale M12B. Sledováním dat z řídicího systému svařovny a také empiricky bylo zjištěno, že excentrický zvedák se zásobníkem, způsobují díky stávající logice řízení ztrátu v úhrnné výši cca. 40 min za jednu pracovní směnu.

Nejdůležitějším prvkem celého systému je zvedák, do kterého najíždějí skidy (přepravní prostředky) z pracoviště (AFO 600 viz. obr.č.1) , zvedák který je založí do zásobníku v patře, odkud je odebírá a posílá na pracoviště (AFO 601 viz. obr.č.1) přes excentrický zvedák, který vyrovnává rozdílné výšky výrobních linek.

Na obr.č.1. je vidět schematicky tento zásobník s přidruženými pracovišti. Na pracovišti AFO 600 je dovárka platformy a na pracovišti AFO 601 se navařují rámy dveří. Toto uspořádání – jednoho zvedáku a zásobníku v patře bylo využito z důvodu nedostatku prostoru.

¹ Ing. Vladimír Karpeta, Vysoké učení technické v Brně, Fakulta podnikatelská, Ústav managementu, tel.5 4114 2792, e-mail:karpeta@fbm.vutbr.cz

² Ing. Jiří Štoček, Ph.D. ŠKODA-AUTO a.s., Koncepce závodu a řízení, Tř. Václava Klementa 869, e-mail:jiri.stocek@skoda-auto.cz

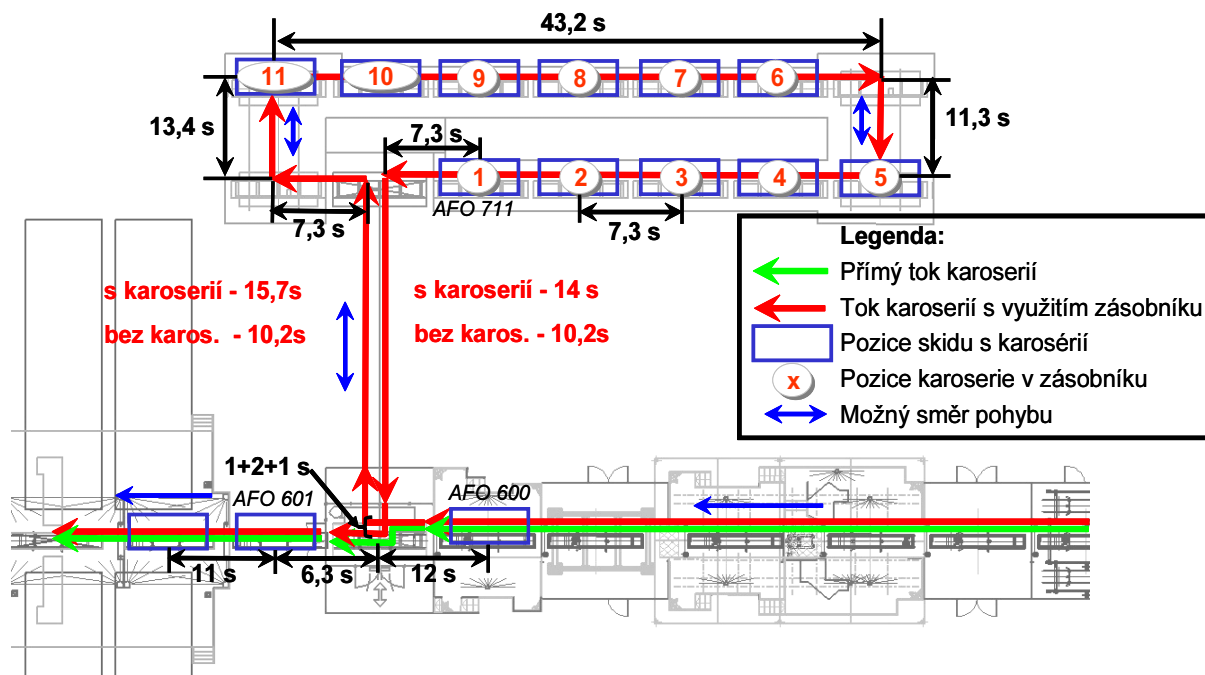
³ Pavel Vik, TU Liberec, Fakulta strojní, Katedra výrobních systémů, e-mail: vikpavel@seznam.cz

2.2 Omezující podmínky simulačního úkolu

- Zásobník je vyskladňován metodou FIFO (kusy v zásobníku mají přednost před nově svařenými kusy – při běžném provozu kdy jsou již svařené kusy v zásobníku, nedochází k přímému přejezdu mezi linkami, ale provoz mezi nimi probíhá přes zásobník).
- Zásobník má včetně dvou příčných přesuvných stolů kapacitu 11 ks karosérií
- V případě, že je linka UB2 rychlejší než následující operace, zvedák zaskladní skid s platformou na volnou pozici v zásobníku.
- V případě, že je volná následující pozice a zásobník je prázdný, je karoserie předána z UBII rovnou na následující operaci.
- Zvedák má 4 základní polohy, centrální (pro příjezd nových karosérií), 1.patro (pro manipulaci v zásobníku), spodní patro (pro výjezd karosérií ze zvedáku), repase (pro případ vyjmutí platformy ze systému). V případě že budeme uvažovat výrobu pouze bezvadných výrobků, budeme hovořit pouze o první třech z nich.
- Systémové hranice modelu byly definovány pracovišti AFO 600 až AFO 601.

2.3 Analýza úzkého místa

Protože se jednalo dle výše nastíněné délky prostojů za směnu o poměrně vážný problém, byl celý systém kolem excentrického zvedáku a zásobníku analyzován velmi důkladně. Proto lze říci, že model který je výstupem tohoto projektu, je zpracován s nejvyšší mírou detailnosti (viz.obr.č.3.).



Obrázek č. 1 – Detail analyzovaného úzkého místa s nastíněním materiálových toků a časů transportů

2.3.1 Pozice zvedáku

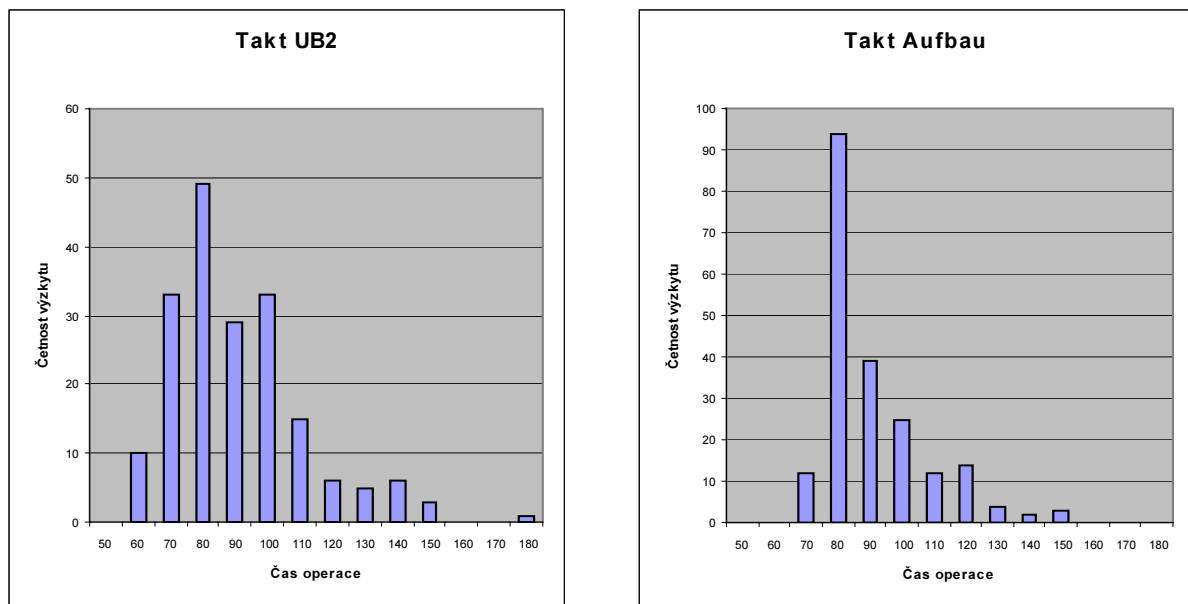
- Nájezdová pozice skidu s platformou (AFO 600)
- Výjezdová pozice skidu s platformou (AFO 601)
- Zaskladnění a vyskladnění skidu s platformou ze zásobníku
- Vyjmutí a vložení skidu s platformou z a do systému

2.3.2 Transportní časy

Časy transportu skidu s platformou, nebo jen prázdného zvedáku jsou uvedeny na obrázku č.1. Transportní časy ve výrobě jsou na úrovni iniciátorů řídicí dopravníkové techniky. Přesné hodnoty byly zjištěny přímo ve výrobě opakovaným měřením.

2.3.3 Takt pracovišť

Hlavním úkolem zásobníku mezi linkou UB2 a linkou Aufbau je vyrovnávat rozdíly v taktech dvou různě rychlých linek. Díky danému zásobníku se nám až do kapacity zásobníků (11 ks platform) podaří eliminovat vliv zřetězení prostojů. Na obr.č.2 jsou zobrazena rozložení četnosti dob operací. Průměrná doba operací na pracovištích UB2 je 80 s a na pracovištích Aufbau přibližně 78 s. Hodnoty byly získány měřením.



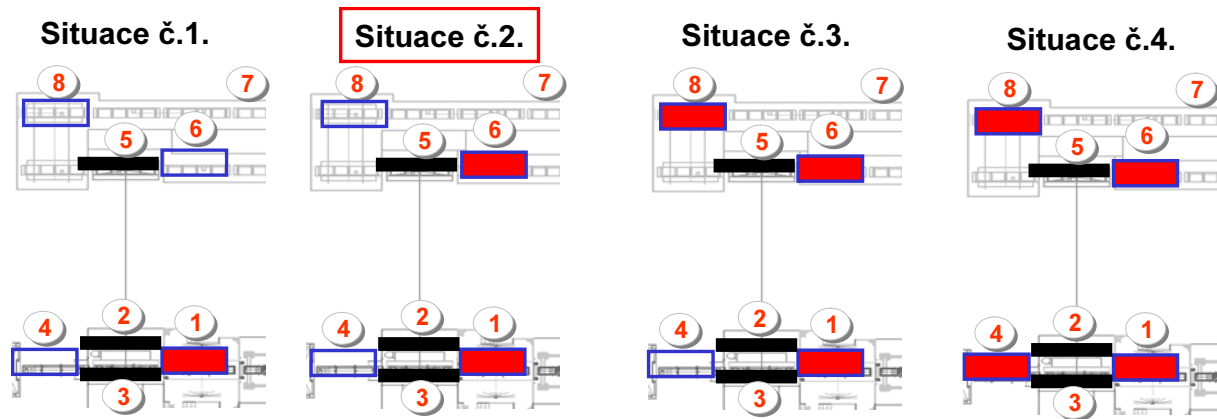
Obrázek č. 2 – Rozložení četností operací

2.4 Logika řízení zásobníku

2.4.1 Původní logika řízení

Původní logika řízení zvedáku způsobovala až 40 minutové prostoje za jedinou směnu, což bylo způsobeno absencí pokročilejší logiky řízení. Proto prošla tato oblast manipulační techniky optimalizací, neboť:

- Zvedák automaticky zaskladňuje platformu vyrobenou na UB2, bez ohledu na volnou následující pozici AFO 601(Aufbau).
- FIFO princip – i při prázdném zásobníku projíždí platforma celým zásobníkem – prostoj v řádu desítek sekund (značně snižuje průchodnost systému)
- Jako čekací pozice funguje bod zaskladňování a vyskladňování ze zásobníků (to způsobovalo řadu zbytečných pojezdů zvedáku).
- Pokud je prázdný zásobník a pozice 601 je prázdná, ale stále ještě probíhá přesun na další linku a zároveň přijíždí nová karoserie z linky UB2 na zvedák, systém tuto situaci vyhodnotí tak, že pošle karoserii do zásobníku.
- Zvedák z 1.patru sjede do centralní pozice, protože na vyskladňovací pozici v zásobníku není platforma (ačkoliv se např. jedna pohybuje v zásobníku – to má za následek dva zbytečné pohyby zvedáku).



Obrázek č. 3 – Schématické znázornění některých situací při řešení logiky zvedáku

2.4.2 Navržená logika řízení

- Nová logika nyní zjišťuje, zda je na volné pozici skid s platformou či nikoliv. Pokud tam není, přejíždí skid s platformou z UB2 hned na volnou pozici.
- Odstranění FIFO principu – pokud na posledních první a druhé pozici pro vyskladnění ze zásobníku není skid s platformou, umožní nová logika zaskladnit příjezdějí skid na první pozici.
- Jako čekací pozice byly definovány jak ta původní tak centrální čekací pozice. Přičemž záleží na řadě faktorů (např. FIFO princip ANO či NE). Nejedná se pouze o pouhé statické čekací pozice. Nyní systém dokáže podle průměrných hodnot taktu např. vypočítat jak dlouho ještě může zvedák čekat v centrální pozici na příjezd skidu s platformou a kdy je naopak výhodné vzít karoserii ze zásobníku (samozřejmě pokud tam nějaká aktuálně je). Doby čekání byly propočteny za pomoci genetických algoritmů a činí 28 s v případě centrální pozice a 25 s v případě pozice zvedáku v 1. patře.
- Dle předchozího bodu, bude skid s platformou v případě prázdného zásobníku a vyjždění z pozice AFO 600 čekat na zvedáku 28 s.
- Nově se systém reaguje nejen na obsazenost první pozice v zásobníku, ale i dvou následujících pozic, aby mohl zůstat zvedák nahoře v 1. patře a nevykonával zbytečný pohyb dolů, v případě putování skidu s platformou zásobníkem.

2.4.3 Nové potenciály pro zlepšování systému

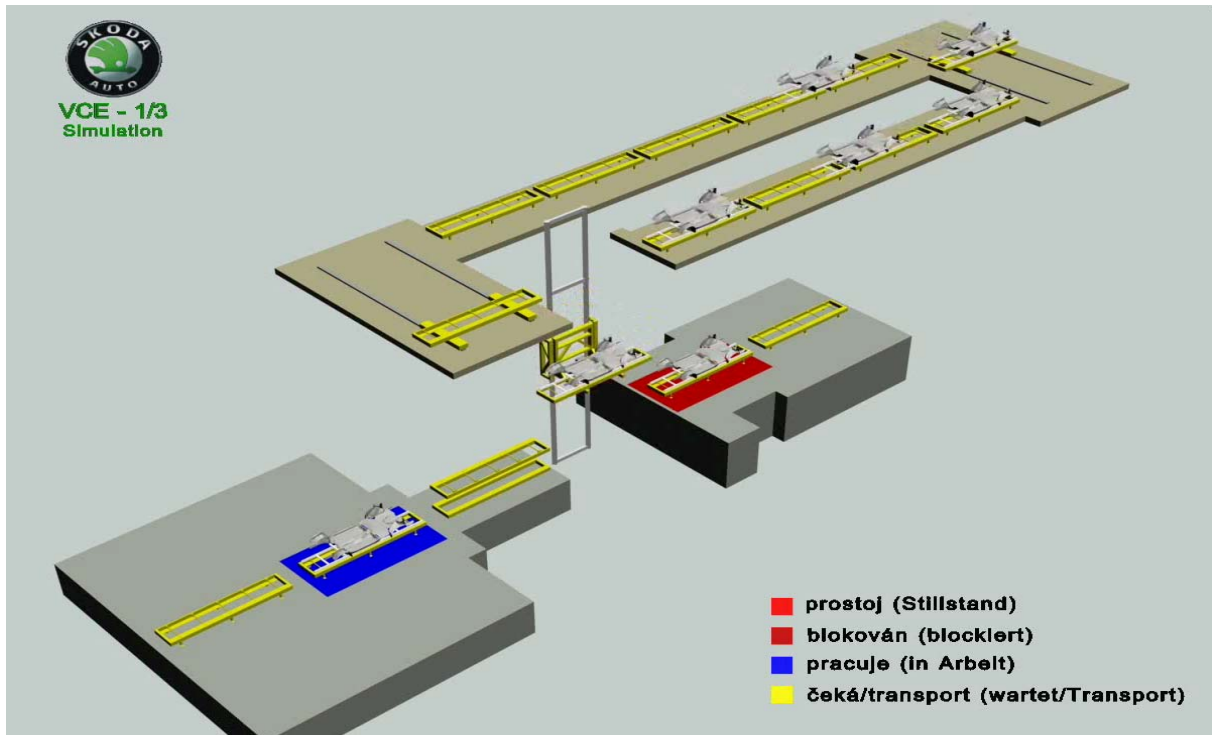
- Nový excentrický zvedací stůl za zvedákem – tento excentrický zvedací stůl by eliminoval počet poloh zvedáku ze 4 na 3. Tzn. neprováděl by se přesun na zvedáku, ale na volné pozici za zvedákem. Zvedákem by platforma pouze projela. Na následující volné pozici je pak dostatečný časový prostor pro sjetí platformy o úroveň níže. Toto řešení však s sebou již nese investiční výdaje, proto nebylo zatím realizováno.
- Současné najetí a vyjetí platformem z a na zvedák – tuto funkcionalitu systém umožňuje, z bezpečnostních důvodů však zatím pracuje systémem „transport pouze do volné pozice“ (kvůli možným kolizím platformem).

2.5 Tvorba modelu

Nejdelší časový úsek projektu si vyžádala samotná tvorba modelu. A to nejen díky poměrně složité logice zásobníku, ale rovněž díky vysoké míře detailnosti modelu.

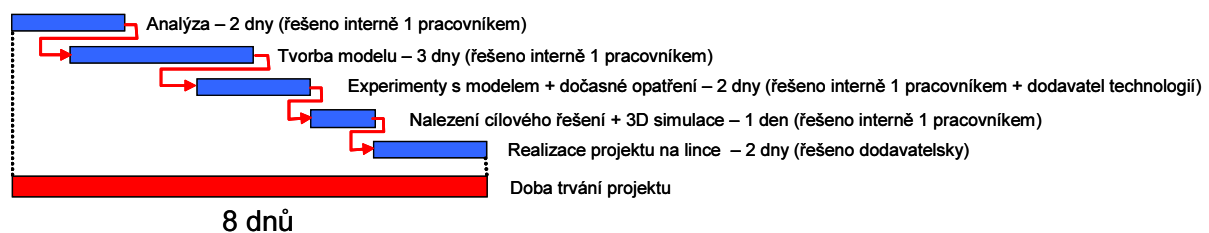
2.5.1 Perspektiva modelu

Z důvodu větší transparentnosti logiky modelu, byl model převeden z 2D prostředí (nižší vypovídací schopnost) do 3D prostředí (vyšší vypovídací schopnost). Ve 2D prostředí byl vytvořen procesně 100% funkční model zvedáku a zásobníků. Z toho prostředí byl vygenerován script, který posloužil jako zdrojový pro samotnou vizualizaci ve 3D prostředí (použito bylo 3D Studio Max). Tam byla vytvořena samotná vizualizace a vyrendrováno instruktážní video. Za pomoci standardních nástrojů pak bylo video převedeno do formátu avi, tak aby jej bylo možné přehrát s běžnými kancelářskými prostředky (např. ve „Windows Media Playeru“).



Obrázek č. 4 – 3D animace zvedáku a zásobníku

2.6 Doba realizace a realizační tým



2.6.1 Doba realizace projektu

2.6.2 Realizační tým

- Simulační specialista (analýza, tvorba modelu, návrhy zlepšení systému)
- Výroba (zadavatel projektu, poskytovatel zdrojových dat a informací, konzultant)
- Dodavatelská firma (aplikace navrhovaných řešení do praxe – formou řídicího softwaru zvedáku a zásobníku)

3. Závěr

Navrhovaná řešení jsou již v současné době zavedena v praxi. Proti výchozímu stavu, kdy se doba prostoje způsobená logikou zvedáku pohybovalo okolo 40 minut za směnu, přinesla navrhovaná opatření redukci těchto ztrátových časů na úroveň 3 minut. V případě, že by byla zavedena opatření z kapitoly 2.3.4., můžeme hovořit o prostojích do jedné minuty za pracovní směnu. Opatření však z výše zmíněných důvodů nebyla přijata, proto je možné tato opatření v případě další optimalizace tohoto systému někdy v budoucnu využít (např. navyšování kapacity svařovny nad plánované množství).

4. Seznam použitých zdrojů

- 1) Interní materiály společnosti ŠKODA-Auto, a.s., URL:<<http://www.skoda-auto.cz>>.
- 2) Intranet společnosti ŠKODA-Auto, a.s. ,URL:<<http://intranet/index.asp>>.
- 3) Internetová prezentace společnosti ŠKODA-Auto, a.s., URL:<<http://www.skoda-auto.cz>>.