

Simulace na modelu firmy v prostředí Witness

Vávra David · Elektrotechnika, Informačné technológie

30.11.2011



Tento článok sa zaoberá simuláciou modelu firmy pro opravu automobilů v prostředí Witness. Po stanovení účelu a cílů simulace byl sestaven plán simulačních experimentů a ty byly následně realizovány na modelu. K simulaci bylo využito náhodných veličin a pro každý experiment byly vyhodnoceny parametry rozhodující pro sledování a vyhodnocení celého simulačního experimentu. V závěru článku je uvedena analýza a vyhodnocení simulace.

1. Popis modelu

Na modelu je ukázána simulace firmy zajišťující opravu automobilů, která po opravě obstarává i mytí těchto aut a sama si zajišťuje administrativu. Cílem je zjištění optimálního počtu pracovišť a pracovníků pro opravnu s myčkou a administrativních pracovníků.



Obrázek 1. Vytvořený model firmy pro opravu automobilů v prostředí Witness

Položka (1) simuluje vozy přijíždějící k opravě. Pokud je při příjezdu vozu k opravně (3) volné pracoviště a pracovníci (11) (a žádný vůz tedy není ve frontě (2)), přesune se vůz přímo k opravě. Jestliže volno není, pak se tento vůz zařadí do fronty vozů čekajících na opravu. Jakmile se v opravně uvolní pracoviště, přesune se první vůz ve frontě do opravy, čímž dojde i k posunutí fronty vozů čekajících na opravu. Po opravě se vůz přesune do fronty (4) vozů čekajících na umytí a v případě, že je tato fronta prázdná, přesune se přímo do myčky (5). Princip fronty je zde totožný jako v předchozím případě. Po umytí se vozy přesouvají k pokladně (7), kde vůz reálně převezme zákazník, který provede úhradu služeb. I před pokladnou je pro účely simulace vytvořena fronta (6), jejíž princip je logický a de facto totožný jako v předešlých případech.

Pro komplexnější simulaci je třeba vzít navíc v úvahu i další administrativní záležitosti spojené s chodem firmy. Z tohoto důvodu je v modelu zařazena položka (8)

představující přicházející administrativní záležitosti. Tyto se analogicky hromadí ve frontě (9) a z té jsou postupně zpracovávány na následujícím pracovišti (10). Konkrétní práce pak zajišťují pracovníci pro opravu a myčku (11) a pracovníci pro pokladnu a administrativu (12).

Pro adekvátní simulaci bylo nezbytné správně nastavit dobu trvání jednotlivých položek. Celková doba simulace byla nastavena na 7,5 hodiny - což odpovídá standardní jednodenní pracovní směně. Ostatní položky, jako např. doba příjezdu vozů, opravy vozu, umytí vozu a související administrativní položky byly stanoveny na základě odhadu vyplývajícího z dostupných informací a obecných zkušeností. Jako data byly použity náhodné veličiny normálního rozdělení (což odpovídá době okolo x minut), žádná experimentální data nebyla pro tento typ simulace potřebná.

Tabulka konkrétních hodnot:

Doba příjezdu vozů:	okolo 30 minut
Doba opravy vozu:	okolo 30 minut
Doba umytí vozu:	okolo 16 minut
Doba strávená na pokladně:	okolo 6 minut
Doba „příchodu“ nové administrativní položky:	okolo 20 minut
Doba zpracování administrativní položky:	okolo 10 minut

2. Experiment č. 1

Pro tento experiment byl nastaven co nejnižší počet pracovišť a pracovníků - na hodnoty 6 a 4, což zajišťuje nejnižší náklady na pracoviště a pracovníky.

Tabulka vstupních hodnot

Počet pracovišť pro opravnu:	2
Počet pracovníků pro opravnu a myčku:	2
Počet pracovišť pro myčku:	1
Počet pracovníků pro administrativu:	2
Počet pracovišť pro administrativu:	3

Počet pracovišť a pracovníků je v tomto experimentu sice nejnižší možný, ale je zřejmé, že zde vznikají relativně dlouhé čekací doby ve frontě na opravu a mytí auta, což má za následek horší průběh a kvalitu celého procesu.

Tabulka výstupních hodnot

Vytížení opravny	90.52
Vytížení myčky	87.25
Vytížení pokladny	31.05
Vytížení administrativy	55.01
Průměrná doba, kterou auto strávilo v systému	74.53

Průměrný počet aut v systému	3.81
Průměrná doba ve frontě v opravně	14.41
Průměrná doba ve frontě na myčce	12.55
Průměrná doba ve frontě na pokladně	0.00
Průměrný počet ve frontě v opravně	0.99
Průměrný počet ve frontě na myčku	0.72
Průměrný počet ve frontě na pokladně	0.00
Maximální počet ve frontě v opravně	4.00
Maximální počet ve frontě na myčce	2.00
Maximální počet ve frontě na pokladně	1.00

3. Experiment č. 2

Druhý experiment zachovává vzhledem k prvnímu počet pracovníků pro opravnu a myčku na celkovém počtu 4 pracovníků, byly však přidány 2 pracoviště – jedno pro opravu a druhé pro mytí aut.

Tabulka vstupních hodnot

Počet pracovišť pro opravnu:	3
Počet pracovníků pro opravnu a myčku:	2
Počet pracovišť pro myčku:	2
Počet pracovníků pro administrativu:	2
Počet pracovišť pro administrativu:	3

Při tomto experimentu vznikaly dlouhé čekací doby ve frontě na opravu a mytí auta. Z výsledků tedy plyne, že toto rozvržení pracovišť a pracovních sil se nejeví jako vhodné.

Tabulka výstupních hodnot

Vytížení opravný	47.50
Vytížení myčky	23.85
Vytížení pokladny	17.64
Vytížení administrativy	56.85
Průměrná doba, kterou auto strávilo v systému	148.58
Průměrný počet aut v systému	4.29
Průměrná doba ve frontě v opravně	25.12
Průměrná doba ve frontě na myčce	42.51
Průměrná doba ve frontě na pokladně	0.30
Průměrný počet ve frontě v opravně	1.51
Průměrný počet ve frontě na myčku	1.89
Průměrný počet ve frontě na pokladně	0.01
Maximální počet ve frontě v opravně	4.00

Maximální počet ve frontě na myčce	5.00
Maximální počet ve frontě na pokladně	1.00

4. Experiment č. 3

Třetí experiment zachovává stejný počet pracovišť jako experiment druhý. Rozdíl je ve zvýšení počtu pracovníků pro opravnu a myčku a snížení počtu administrativních pracovníků. Celkový počet pracovníků však zůstává zachován stejně jako v experimentu č. 1 a č. 2 na hodnotě 4.

Tabulka vstupních hodnot

Počet pracovišť pro opravnu:	3
Počet pracovníků pro opravnu a myčku:	3
Počet pracovišť pro myčku:	2
Počet pracovníků pro administrativu:	1
Počet pracovišť pro administrativu:	3

Při tomto experimentu vznikala enormní čekací doba ve frontě na pokladnu. Toto nastavení je tedy naprosto nevhodné.

Tabulka výstupních hodnot

Vytížení opravy	57.52
Vytížení myčky	39.08
Vytížení pokladny	20.05
Vytížení administrativy	39.98
Průměrná doba, kterou auto strávilo v systému	118.74
Průměrný počet aut v systému	3.96
Průměrná doba ve frontě v opravně	4.36
Průměrná doba ve frontě na myčce	2.21
Průměrná doba ve frontě na pokladně	50.66
Průměrný počet ve frontě v opravně	0.28
Průměrný počet ve frontě na myčku	0.12
Průměrný počet ve frontě na pokladně	2.36
Maximální počet ve frontě v opravně	3.00
Maximální počet ve frontě na myčce	2.00
Maximální počet ve frontě na pokladně	5.00

5. Experiment č. 4

I čtvrtý experiment zachovává stejný počet pracovišť jako předešlé dva experimenty. Oproti předchozímu experimentu však byl přidán 1 pracovník pro opravnu a myčku, čímž dosáhl celkový počet pracovníků hodnoty 5.

Tabulka vstupních hodnot

Počet pracovišť pro opravnu:	3
Počet pracovníků pro opravnu a myčku:	3
Počet pracovišť pro myčku:	2
Počet pracovníků pro administrativu:	2
Počet pracovišť pro administrativu:	3

Nastavené hodnoty umožnily podstatně lepší průběh a tím i kvalitu celého procesu, tudíž se toto nastavení jeví jako vhodné řešení. Počet pracovišť i pracovníků je zde sice vyšší než v experimentu č.1, nicméně se zvyšuje i plynulost provozu. Při tomto experimentu vznikla pouze krátká čekací doba ve frontě na opravu automobilu, ve frontě na opravu, mytí auta i pokladnu byly čekací doby téměř nulové.

Tabulka výstupních hodnot

Vytížení opravny	60.72
Vytížení myčky	43.77
Vytížení pokladny	31.49
Vytížení administrativy	57.35
Průměrná doba, kterou auto strávilo v systému	70.76
Průměrný počet aut v systému	3.77
Průměrná doba ve frontě v opravně	5.07
Průměrná doba ve frontě na myčce	0.42
Průměrná doba ve frontě na pokladně	0.89
Průměrný počet ve frontě v opravně	0.35
Průměrný počet ve frontě na myčku	0.02
Průměrný počet ve frontě na pokladně	0.05
Maximální počet ve frontě v opravně	3.00
Maximální počet ve frontě na myčce	1.00
Maximální počet ve frontě na pokladně	1.00

6. Experiment č. 5

Poslední experiment opět zachovává stejný počet pracovišť jako předešlé tři experimenty. Avšak oproti čtvrtému experimentu byl přidán ještě další pracovník pro opravnu a myčku. V tomto experimentu je nejvyšší počet pracovníků, s čímž jsou spojeny i podstatně vyšší náklady.

Tabulka vstupních hodnot

Počet pracovišť pro opravnu:	3
Počet pracovníků pro opravnu a myčku:	4
Počet pracovišť pro myčku:	2

Počet pracovníků pro administrativu:	2
Počet pracovišť pro administrativu:	3

I tento experiment vykazuje podstatně lepší průběh a tím i kvalitu celého procesu - i toto nastavení se tedy jeví jako vhodné. Počet pracovníků je zde sice relativně vysoký, to se však příznivě odráží na plynulosti provozu. Tento experiment nemá oproti experimentu č. 4 téměř žádnou čekací dobu na opravu a ostatní čekací doby jsou také zanedbatelné.

Tabulka výstupních hodnot

Vytížení opravy	65.69
Vytížení myčky	46.75
Vytížení pokladny	37.13
Vytížení administrativy	49.28
Průměrná doba, kterou auto strávilo v systému	61.14
Průměrný počet aut v systému	3.53
Průměrná doba ve frontě v opravně	1.86
Průměrná doba ve frontě na myčce	0.36
Průměrná doba ve frontě na pokladně	1.82
Průměrný počet ve frontě v opravně	0.13
Průměrný počet ve frontě na myčku	0.02
Průměrný počet ve frontě na pokladně	0.11
Maximální počet ve frontě v opravně	3.00
Maximální počet ve frontě na myčce	1.00
Maximální počet ve frontě na pokladně	1.00

7. Závěr

Pro určení nejlepšího řešení je nutné vycházet z hlavního cíle. Pokud by bylo hlavním cílem ušetřit co nejvíce nákladů za pracoviště a počet pracovníků, jeví se jako nejvýhodnější experiment č. 1, kdy sice vznikaly relativně dlouhé čekací doby ve frontě na opravu a mytí auta, ale počet pracovišť a pracovníků je nejnižší možný. Pokud by však bylo cílem zachovat lepší průběh a tím i kvalitu celého procesu, jeví se jako vhodné řešení experiment č. 4, eventuálně experiment č. 5. Počet pracovišť i pracovníků je zde vyšší, nicméně se zvyšuje i plynulost provozu. Experimenty č. 2 a č. 3 se jeví jako nevhodné. Další zvyšování pracovišť a pracovníků (než je v experimentu č. 5) nemá žádný význam. Pro celou praktickou část byl použit program Witness.

