

Vysoké Učení Technické v Brně

Fakulta informačních technologií

Modelování a simulace

Simulačná štúdia

Téma č. 10: Systém hromadnej obsluhy vo výrobe

Model a simulácia procesu tlače etikiet

12.12.2021

Roman Fulla – xfulla00

Pavol Szepsi – xszeps00

Obsah

1 Úvod	3
1.1 Autori a zdroje faktov	3
2 Fakty	3
2.1 Súčasti výrobnnej linky	3
2.2 Dizajn etikety	3
2.3 Tlač	4
2.4 Ražba	4
2.5 Vyrezanie	4
2.6 Dokončenie objednávky	4
3 Konceptuálny model	5
4 Experimenty	7
4.1 Bežná prevádzka	7
4.2 Zvýšený počet objednávok: nová objednávka každé 2 hodiny	7
4.3 Pokazená tlačiareň: v prevádzke sú iba 2 tlačiarne	8
4.4 Reklamná kampaň:	9
4.5 Nový ražebný stroj	10
Záver	10

1 Úvod

V našej práci je simulovaný proces tlače etikiet v konkrétnom výrobnom podniku na južnej Morave ako systém hromadnej obsluhy. Na základe modelu a simulačných experimentov bude ukázané chovanie systému pri zmenách počtu strojov vo výrobnnej linke a zmenách počtu zamestnancov, ktorí vo výrobe pracujú. Cieľom experimentov bolo zistiť, či sa tento výrobný proces dá nejakým spôsobom zefektívniť, ako napríklad kúpou nového stroja do výrobnnej linky alebo prijatím nového zamestnanca. Konceptuálny model je založený na Petriho sieti, a je naprogramovaný v jazyku C++ s použitím knižnice SIMLIB. Projekt bol testovaný na serveri merlin.fit.vutbr.cz.

1.1 Autori a zdroje faktov

Autormi tohto projektu sú Roman Fulla a Pavol Szepsi. Informácie o procese tlače etikiet sme získali od dlhoročného zamestnanca spomínaného podniku. Ďalším zdrojom informácií o modelovaní systému hromadnej obsluhy boli prednášky a demonštračné cvičenia predmetu IMS. Taktiež sme informácie čerpali z literatúry uvedenej na konci tohto dokumentu.

2 Fakty

2.1 Súčasti výrobnnej linky

Tlačiarenská linka sa skladá zo strojov, ktoré sa používajú pri procese tlače, a zo zamestnancov podniku. Zamestnanci a stroje sú uvedené v poradí, v ktorom pri výrobe pracujú.

Súčasti simulačného modelu:

- 2 dizajnéri vzhľadu etikety
- 3 digitálne tlačiarne
- Vedúci tlače
- 1 Ražebný stroj
- 2 plottery
- 2 stroje na dokončenie objednávky etikiet

Každý zo strojov je obsluhovaný zamestnancom, avšak títo tu pre zjednodušenie nie sú uvedení.

2.2 Dizajn etikety

Denne firma dostane 4 až 5 nových objednávok. V 85% prípadov je to objednávka, ktorá nepotrebuje návrh dizajnu etikety, keďže zákazník už má svoj vlastný dizajn etikety. Vo zvyšných prípadoch je potrebný dizajn etikety. Vo firme pracujú dvaja dizajnéri. Návrh dizajnu trvá v priemere 7 hodín. Po návrhu dizajnu sa dizajnér skontaktuje so zákazníkom a pýta sa ho, či mu dizajn vyhovuje. V 90% prípadov má zákazník nejaké pripomienky, a ďalšia úprava alebo

niekoľko úprav dizajnu trvá priemerne 3 hodiny. V 5% prípadov je pôvodný dizajn pre zákazníka vyhovujúci, a v 5% prípadov nie je vyhovujúci a zákazník sa rozhodol pre kompletne prerobenie návrhu.

2.3 Tlač

Pred samotnou tlačou je potrebné vykonať prípravu návrhu etikety na tlač, a taktiež sa tlačiareň musí zahriať na správnu teplotu. Príprava návrhu na tlač trvá 20 až 30 minút, zahrievanie tlačiarne trvá 2 až 6 minút v závislosti od toho, akú teplotu mala tlačiareň predtým. Keďže etikety sa tlačia na rôzne materiály, tak sa tieto musia niekedy v tlačiarňi vymeniť za vhodný materiál pre danú etiketu. V priemere je to každých 5 hodín. Táto výmena trvá 10 minút. Následne sa najprv vytlačí jedna vzorka etikety, ktorú zamestnanec vyreže a vezme ju vedúcemu tlače na schválenie. Tento proces trvá väčšinou približne 2 minúty. V približne 85% prípadov je vzorka vyhovujúca, v 15% prípadov sa musí upraviť nastavenie tlačiarne, čo zaberie zamestnancovi v priemere 10 minút, vytlačiť a orezať nová vzorka a vziať ju vedúcemu na schválenie. Podnik disponuje 15 rôznymi materiálmi. Priemerne v 60% prípadov sa tlačí na tenký papier, v 10% na hrubý papier a v 30% na plastový materiál. Čas tlače závisí od veľkosti objednávky a od materiálu, pričom pri tenkom papieri trvá tlač v priemere 10 minút, pri hrubom 12 minút a pri plaste 7 minút. Pri tlači sa vytlačí o poznanie viac etikiet, ako je potrebných pre objednávku, pretože veľa z nich sa počas procesu ražby a vyrezávania znehodnotí.

2.4 Ražba

Približne 20% objednávok musí podstúpiť ražbu. Ražba je povrchová úprava etikety, pri ktorej sa na jej povrch teplom lisuje fólia. Slúži na docielenie zlatého, strieborného alebo holografického povrchu etikety. Keďže do stroja, ktorý tento proces vykonáva sa nezmestí kotúč etikiet štandardnej veľkosti, musí byť tento kotúč na konci tlače rozdelený na 3 menšie kotúče. Proces prípravy objednávky na ražbu trvá približne 45 minút a samotné razenie trvá od 3 do 4 hodín.

2.5 Vyrezanie

Všetky objednávky nezávisle od toho, či boli na ražbe pokračujú do ďalšieho stroja, ktorým je tzv. plotter. V tomto stroji sa etikety vyrezávajú podľa ich tvaru. Pred vyrezávaním sa musí vykonať nastavenie plottru, ktoré zamestnancovi trvá 10 až 15 minút. Po nastavení nasleduje vyrezanie, ktoré zaberie v priemere 30 minút na jeden kotúč etikiet. Keďže kotúč etikiet, ktorý prešiel ražbou musel byť rozdelený na 3 časti, tak v týchto prípadoch trvá vyrezanie trikrát dlhšie.

2.6 Dokončenie objednávky

Posledným strojom vo výrobnom procese je stroj na dokončenie objednávky. Tu sa kontroluje, či sú etikety správne vyrezané, separujú sa chybné etikety, kotúče etikiet sa prevíjajú na správny návin, etikety sa počítajú a rozdeľujú na jednotlivé menšie kotúče. Následnej ešte

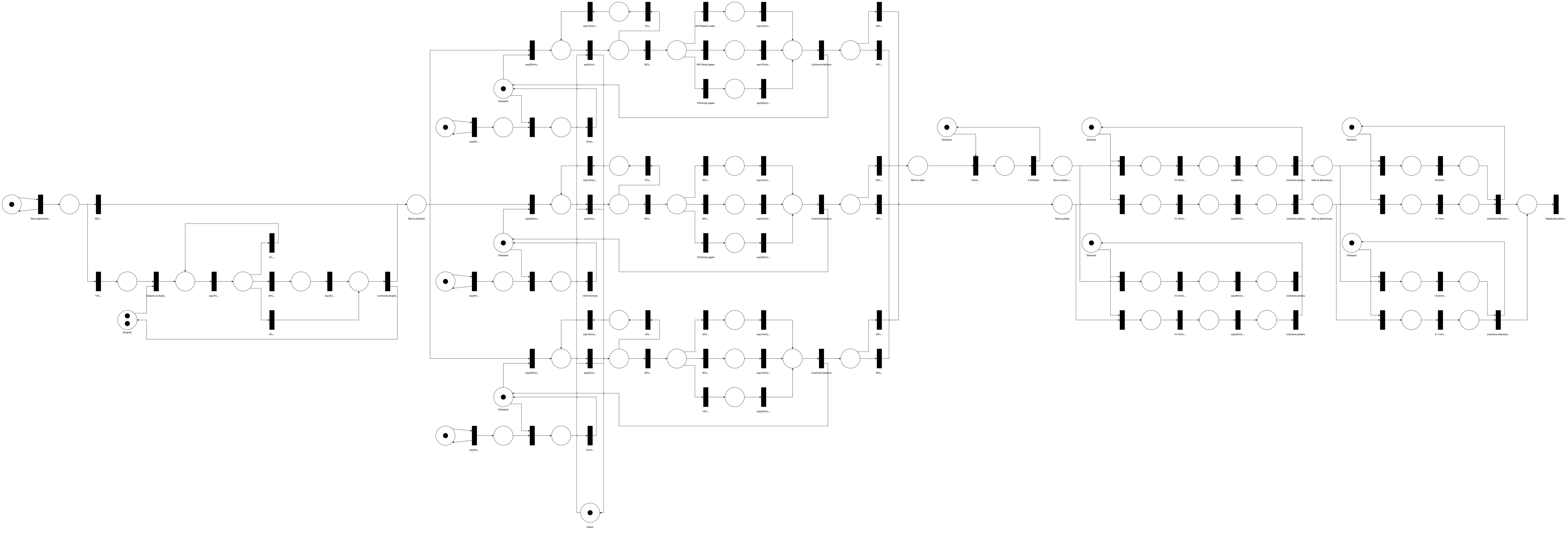
zamestnanci kotúče balia do ochranných fólií. Celý tento proces trvá 6 až 11 minút na jeden kotúč etikiet.

Po dokončení všetkých týchto procesov je objednávka pripravená na vyzdvihnutie zákazníkom.

3 Konceptuálny model

Modelový čas v simulovanom modeli je v minútach. Hlavný proces v modeli je proces objednávky. Príchody nových objednávok do systému sú modelované s exponenciálnym rozložením so stredom 5 hodín. Zamestnanci, ktorí obsluhujú stroje sú modelovaní ako súčasť týchto strojov, nie samostatne, keďže pri činnosti stroja je pri ňom neustále zamestnanec, ktorý ho obsluhuje. Všetky priemerné trvania jednotlivých činností sú modelované ako prechody s exponenciálnym rozdelením so stredom odpovedajúcim priemernej dobe trvania. Trvania činností s rozmedzím sú modelované ako rovnomerné rozdelenie s intervalom daným krajnými dobami trvania činností.

Proces prípravy návrhu etikety na tlač a zahriatie tlačiarne je modelovaný ako jeden prechod miesto dvoch samostatných. Tak isto vytlačenie vzorky, jej vyrezanie a posúdenie vedúceho tlače sú modelované ako jeden prechod. Proces dokončenia objednávky a balenie kotúčov sú modelované ako jeden prechod.



4 Experimenty

Účelom experimentov bolo simulovanie prevádzky výrobnéj linky v rôznych podmienkach, ktoré sa líšia od bežnej prevádzky. Pri všetkých experimentoch bola dĺžka simulácie 10 rokov.

4.1 Bežná prevádzka

Toto je kontrolná simulácia zobrazujúca bežnú prevádzku firmy. Základné hodnoty počtu zamestnancov a strojov boli rovnaké ako v realite (viz. [kapitola 2.1](#)). Ako môžete vidieť v tabuľke, najdlhšiu čakaciu dobu majú dizajnéri a ražebný stroj.



	Počet	Priemerné vyťaženie (%)	Priemerná čakacia doba (min)
Dizajnéri	2	x	260,7
Vedúci tlače	1	x	1,9
Tlačiarne	3	8,8	16,2
Ražebné stroje	1	17,4	152,6
Plottery	2	9,2	41,3
Dokončovacie stroje	2	2,0	4,0

4.2 Zvýšený počet objednávok: nová objednávka každé 2 hodiny

V tomto experimente bola simulovaná situácia extrémneho prívalu objednávok. Chceli sme zistiť, či je túto záťaž firma schopná zvládnuť s aktuálnymi zdrojmi. Nová objednávka bola vygenerovaná každé 2 hodiny, miesto pôvodných 5.

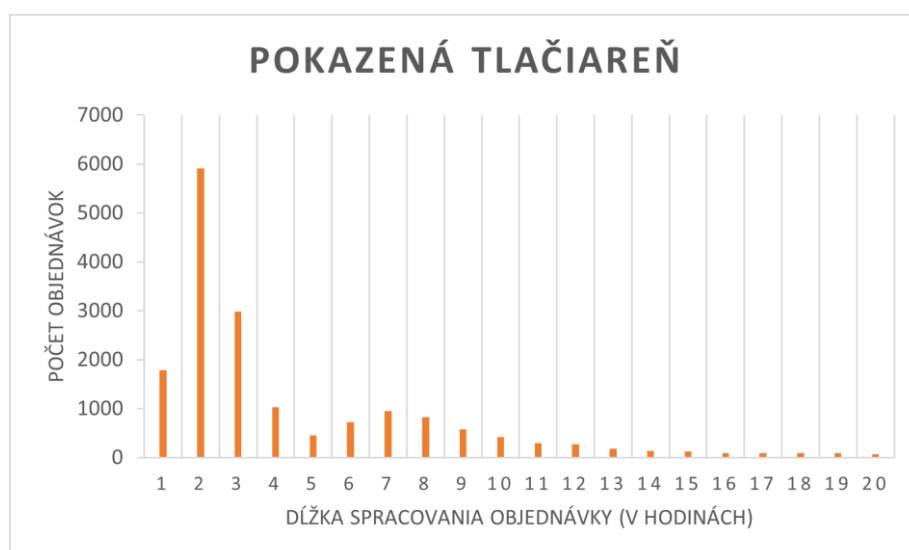


	Počet	Priemerné vyťaženie (%)	Priemerná čakacia doba (min)
Dizajnéri	2	x	412,2
Vedúci tlačne	1	x	2,0
Tlačiarne	3	17,3	25,0
Ražebné stroje	1	42,4	219,3
Plottery	2	22,8	46,1
Dokončovacie stroje	2	5,0	6,9

Čakacia doba na dizajnérov a ražebný stroj sa podstatne zvýšila. Na základe priemerných zaťažení strojov je firma túto situáciu stále schopná zvládnuť. Ak však firme záleží na udržaní čo najkratších čakacích dôb, možno by v takejto situácii mala zvážiť prijatie nového dizajnéra.

4.3 Pokazená tlačiareň: v prevádzke sú iba 2 tlačiarne

V tomto experimente simulujeme poruchu jednej z tlačiarň. To znamená, že v prevádzke sú iba dve tlačiarne namiesto pôvodných troch.

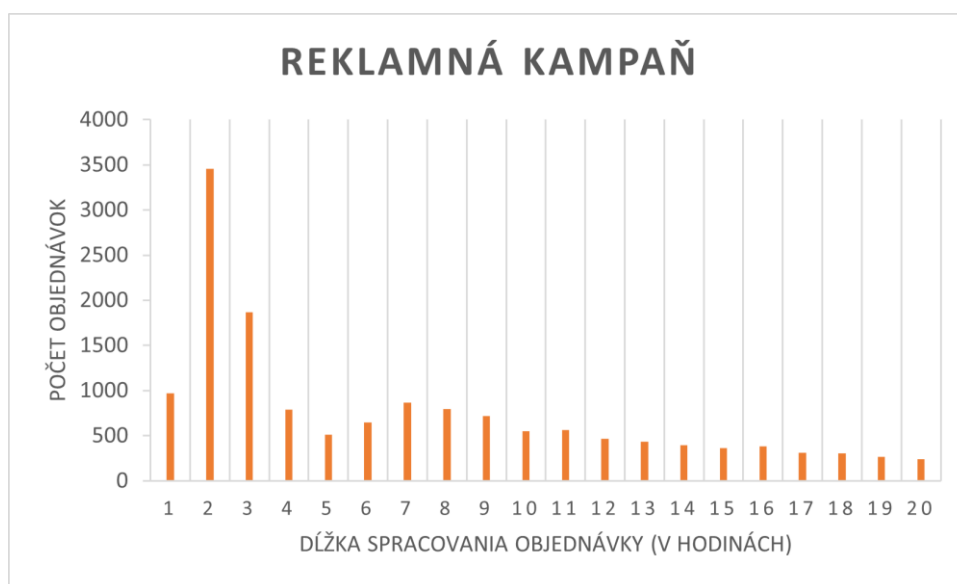


	Počet	Priemerné vyťaženie (%)	Priemerná čakacia doba (min)
Dizajnéri	2	x	321,6
Vedúci tlače	1	x	2,2
Tlačiarne	2	11,6	22,5
Ražebné stroje	1	17,1	156,1
Plottery	2	9,1	40,3
Dokončovacie stroje	2	2,0	3,9

Táto situácia výrobu výrazne neovplyvní, takže firma by mala dostatok času na opravenie chybných tlačiarne.

4.4 Reklamná kampaň:

Firma investovala do reklamnej kampane, ktorá bola úspešná, a prilákala veľa nových zákazníkov. Keďže títo zákazníci s firmou ešte nepracovali, potrebujú vytvoriť nový dizajn etikiet s pomocou dizajnérov. Túto situáciu sme simulovali tak, že až 50% objednávok smeruje k dizajnérom na dizajn.

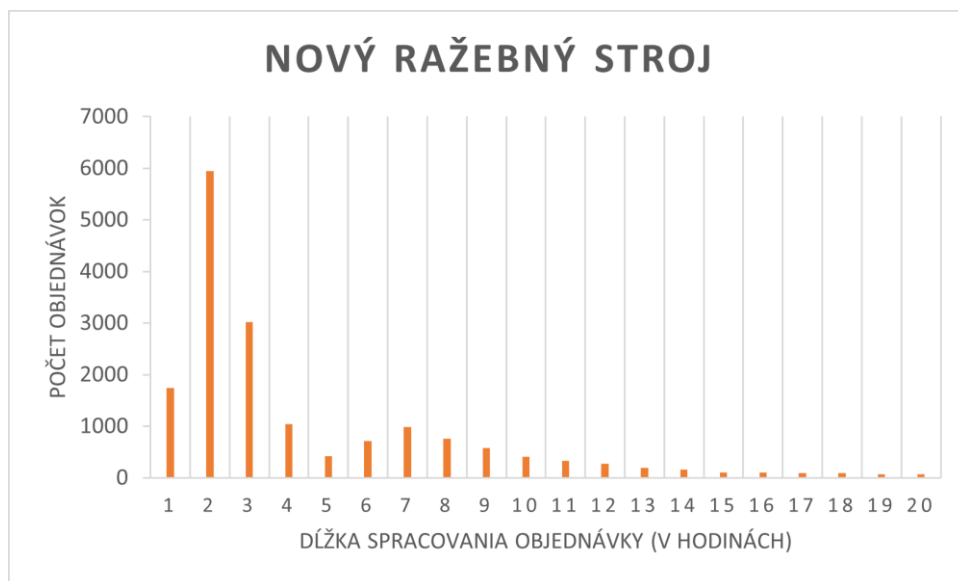


	Počet	Priemerné vyťaženie (%)	Priemerná čakacia doba (min)
Dizajnéri	2	x	505,9
Vedúci tlače	1	x	2,1
Tlačiarne	3	8,8	16,6
Ražebné stroje	1	17,1	142,9
Plottery	2	9,0	41,7
Dokončovacie stroje	2	2,0	3,9

Z výsledkov experimentu sme zistili, že firma by v tomto prípade nutne potrebovala prijať nového dizajnéra, aby udržala čakaciu dobu v prijateľnej norme.

4.5 Nový ražebný stroj

Z predošlých experimentov sme zistili, podstatná časť objednávok čaká na ražebný stroj. Simulovali sme kúpu nového stroja.



	Počet	Priemerné vyťaženie (%)	Priemerná čakacia doba (min)
Dizajnéri	2	x	238,6
Vedúci tlače	1	x	2,1
Tlačiarne	3	8,8	16,2
Ražebné stroje	2	8,6	159,9
Plottery	2	9,2	46,5
Dokončovacie stroje	2	2,0	4,0

Z výsledov experimentu vyplýva, že toto čakanie nie je spôsobené tým, že vo výrobnnej linke je iba jeden ražebný stroj, takže kúpa nového by nebola vhodnou investíciou.

Záver

Na základe našich experimentov sme vyhodnotili, že firma bežnú prevádzku zvláda. Simulácie dokonca ukazujú, že niektoré časti výrobnjej linky sú predimenzované. Napríklad by sa firma zaobišla bez jednej z tlačiarň a iba s jedným dokončovacím strojom. Avšak pri prívale nového počtu veľkých objednávok by firma mala zvážiť prijatie nového dizajnéra.