



Projekt do predmetu Modelování a simulace

Logistika pre firmu na výrobu štítkov

12.1.2022

Adrián Matušík (xmatus35)

Matúš Vráblik (xvrabl05)

Contents

| | |
|-------------------------------------|---|
| 1. Úvod..... | 3 |
| 1.1. Zdroje faktov | 3 |
| 1.2. Overenie validity | 3 |
| 2. Fakty..... | 3 |
| 2.1. Procesná analýza..... | 4 |
| 2.2. Použité technológie | 5 |
| 3. Konceptia modelu/simulátoru..... | 5 |
| 3.1. Petriho site..... | 6 |
| 4. Experimenty | 7 |
| 4.1. Experiment 1..... | 7 |
| 4.2. Experiment 2..... | 7 |
| 4.3. Experiment 3..... | 8 |
| 5. Záver..... | 8 |
| 6. Literatúra..... | 9 |

1. Úvod

Táto práca sa zaoberá problematikou zvýšenia efektívnosti výrobného procesu vybraného produktu z logistického hľadiska. Na základe vytvoreného modelu sa nájdu úzke miesta v systéme a vykonajú sa experimenty na ich ošetrovanie.

Cieľom práce je zefektívniť proces výroby vo firme upravením doby transportov medzi jednotlivými výrobnými linkami.

1.1. Zdroje faktov

Ako zdroje faktov slúži diplomová práca, ktorej autorom je Bc. Jan Růžička[1].

1.2. Overenie validity

Validitu modelu sa podarilo overiť porovnaním výsledkov z jednotlivých experimentov s výsledkom diplomovej práce.

2. Fakty

Všetky použité informácie a fakty sú získané z pozorovaní a meraní diplomovej práce Bc. Jana Růžičku[1].

Za sledované obdobie 1.11.2020 – 31.3.2021 mala spoločnosť celkovo 4638 rôznych zákaziek, pričom väčšina zákaziek (36,05%) bola tvorená typom materiálu „Nerez-kartáčovaný“.

Tabulka 1 Počet zakázek ve sledovaném období [2]

| Materiál | Počet zakázek ve sledovaném období |
|-------------------|------------------------------------|
| AL | 1 112 |
| AL-duraseal | 88 |
| AL-kartáčovaný | 76 |
| Mosaz | 6 |
| Nerez | 130 |
| Nerez-kartáčovaný | 1 672 |
| PVC | 40 |
| PC | 1 268 |
| PVCS | 246 |
| Celkem | 4 638 |

Keďže ostatné materiály sú menej početné, tak sme sa ich rozhodli vynechať pre účely našej simulácie.

2.1. Procesná analýza

“K chronologickému vyobrazeniu výrobných činností v sledovanom procese bola vypracovaná procesná analýza. Vypracovanie procesnej analýzy umožňuje detailný prehľad o všetkých činnostiach, ktoré figurujú v rámci celého sledovaného výrobného procesu” [3].

Tabuľka výrobných činností v sledovanom procese [4]

| č. | Činnosť | Vzdialenosť(m) | Doba transportu(s) | Doba činnosti(s) |
|----|---|----------------|--------------------|------------------|
| 1 | Príjem (materiálu) | | | 300 |
| 2 | Kontrola (materiálu) | | | |
| 3 | Transport (materiálu) | 68.8 | 75.68 | |
| 4 | Skladovanie (materiálu) | | | |
| 5 | Výber a námer (materiálu) | | | 21.4 |
| 6 | Transport (materiálu) | 5 | 5.5 | |
| 7 | Strih (materiálu) | | | 15.8 |
| 8 | Transport (štítkov) | 1.5 | 1.65 | |
| 9 | Obrúsenie hrán (štítkov) | | | 11.3 |
| 10 | Transport (štítkov) | 15 | 16.5 | |
| 11 | Zriadenie digitálneho tlaču | | | 162.6 |
| 12 | Tisk (filmu) | | | 354.5 |
| 13 | Transport (filmu) | 14 | 15.4 | |
| 14 | Zriadenie digitálneho tlaču | | | 105.3 |
| 15 | Natlačenie leptacej masky | | | 309.2 |
| 16 | Transport (štítkov) | 6 | 6.6 | |
| 17 | Skladovanie (štítkov) | | | |
| 18 | Transport (štítkov) | 24.2 | 26.62 | |
| 19 | Vypalenie farieb | | | 624.2 |
| 20 | Transport (štítkov) | 2.5 | 2.75 | |
| 21 | Skladovanie (štítkov) | | | |
| 22 | Transport (štítkov) | 12 | 13.2 | |
| 23 | Umyvanie a sušenie (štítkov) | | | 41.5 |
| 24 | Transport (štítkov) | 6.8 | 7.48 | |
| 25 | Leptanie natlačenej masky | | | 329.7 |
| 26 | Transport (štítkov) | 3.4 | 3.74 | |
| 27 | Odstránenie leptanej farby | | | 90.4 |
| 28 | Transport (štítkov) | 8.4 | 9.24 | |
| 29 | Skladovanie (štítkov) | | | |
| 30 | Príprava filmu a sieťotlačového sita | | | 186 |
| 31 | Osvietenie | | | 140 |
| 32 | Transport (sieťotlačového sita) | 2.5 | 2.75 | |
| 33 | Vyvolanie pomocou vodnej lázne | | | 96.5 |
| 34 | Sušenie (osvetľujúceho sita) | | | 203 |
| 35 | Transport (sieťotlačového sita) | 21 | 23.1 | |
| 36 | Kontrola (sieťotlačového sita) | | | |
| 37 | Transport (štítkov) | 9.6 | 10.56 | |
| 38 | Usadenie sita na sieťotlač | | | 25.6 |
| 39 | Vycentrovanie štítku pre tlač | | | 29.7 |
| 40 | Namiešanie farieb | | | 36 |
| 41 | Tlač na sieťotlač | | | 41.4 |
| 42 | Kontrola tlaču | | | |
| 43 | Očistenie sita | | | 66.5 |
| 44 | Transport (štítkov) | 9.2 | 10.12 | |
| 45 | Vypálenie farieb | | | 625.2 |
| 46 | Transport (štítkov) | 43.5 | 47.85 | |
| 47 | Zriadenie Laseru Hero | | | 279 |
| 48 | Vyrezanie finálnych tvarov (štítkov) | | | 36.4 |
| 49 | Transport (štítkov) | 25 | 27.5 | |
| 50 | Skladovanie | | | |
| 51 | Transport | 3.6 | 3.96 | |
| 52 | Kontrola (štítkov) | | | |
| 53 | Vylúpanie | | | 50 |
| 54 | Popísanie a preloženie jednotlivých štítkov | | | 24 |
| 55 | Zabalenie do krabice | | | 68.8 |
| 56 | Transport | 13.6 | 14.96 | |
| 57 | Skladovanie | | | |
| 58 | Expedícia | 5 | 5.5 | |
| | Celkom | 300.6 | 330.66 | 4274 |

Spracovaná procesná analýza popisuje postup všetkých výrobných procesov potrebných pre zhotovenie sledovanej zákazky. Prevedená analýza poukazuje na celkovú vzdialenosť transportu pri vypracovaní zákazky (300,6m).

Za kritické vzdialenosti pri transporte sa javia vzdialenosti transportu č.3 - vzdialenosť od prijatia materiálu po jeho uskladnenie (68,8m), č.18 - vzdialenosť od pracoviska digitálnej tlače na vypálenie farby (24,2m), č.46 – vzdialenosť na výrez do finálnej podoby na lasery Hero(43,5m) a č.49 – vzdialenosť do skladu na finálnu kontrolu (25m).

Je teda možné, že procesná analýza poukázala na úzke miesta v danom systéme, kde je potenciál na zlepšenie a zrýchlenie procesu výroby za pomoci skrátenia časov transportov.

Pre výpočet času pri transporte bolo vychádzané z priemernej rýchlosti chôdze človeka, ktorá je 4km/h, čo je v prepočte 1,1m/s [5].

2.2. Použité technológie

- C++ <https://cplusplus.com/>
- g++ <https://man7.org/linux/man-pages/man1/g++.1.html>
- SIMLIB <https://www.fit.vutbr.cz/~peringer/SIMLIB/>
- Fedora 5.19.15-201.fc36.x86_64 <https://getfedora.org/cs/workstation/download/>

3. Koncepcia modelu/simulátoru

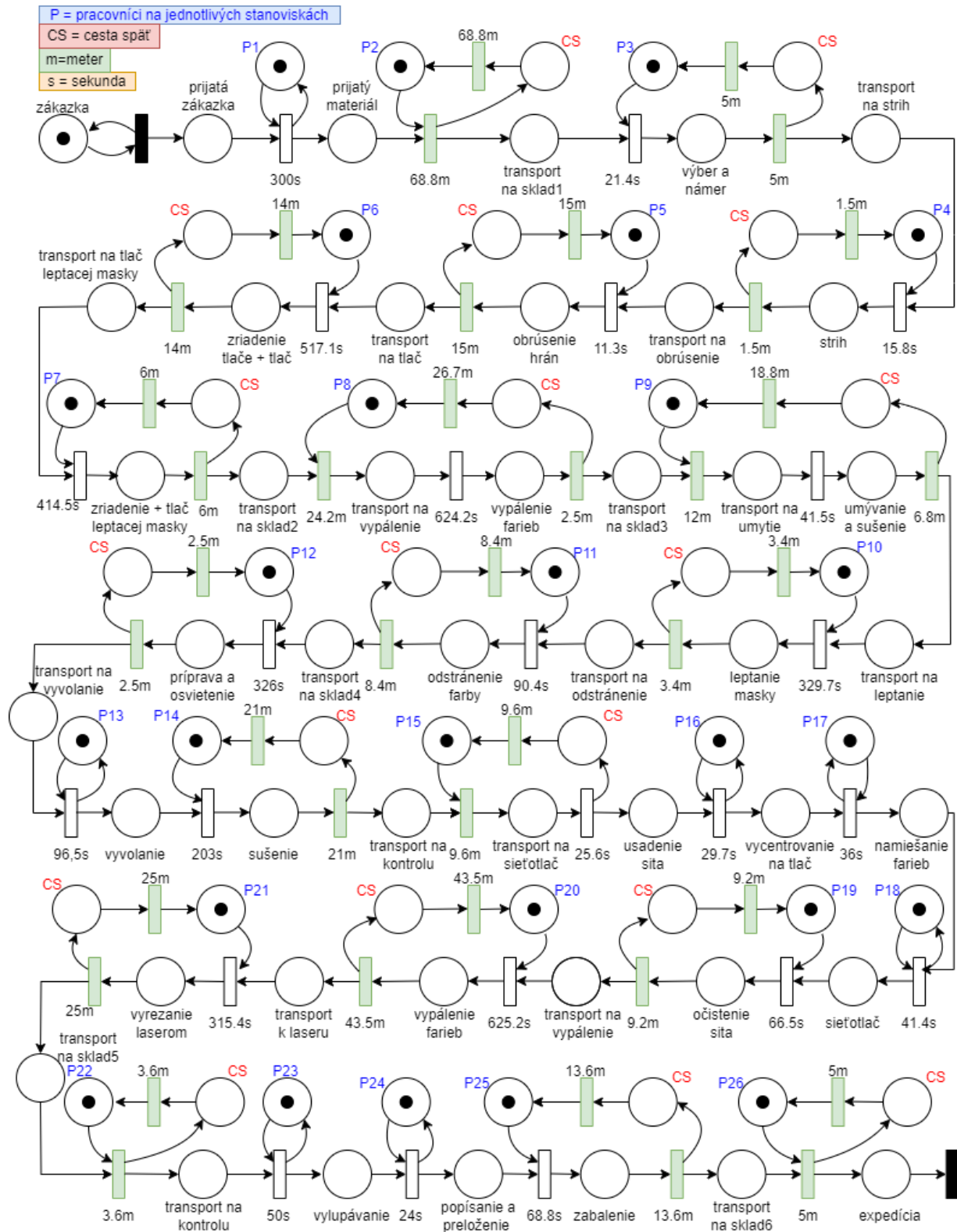
Pre potreby tohto modelu sme použili vyššie uvedenú tabuľku pre spracovanie nerezu kartáčového. Pracovníkov sme uvažovali podľa pôvodnej tabuľky [4], pričom sme pridali pracovníka pre činnosť vypalovania farieb (č.19).

Taktiež uvažujeme, že keď pracovník dokončí svoju činnosť na svojom stanovisku a nasleduje transport na iné pracovisko alebo do skladu(fronta, kde výrobky čakajú na spracovanie ďalšou činnosťou). Pracovník ktorý ide vykonávať svoju činnosť, ale výrobok má uložený v spomínanom sklade, tak si pre daný výrobok musí ísť osobne.

Celý model je popísaný Petriho sieťou (obr.s názvom “Petriho sieť”). Pri experimentoch sa sústredíme na zelene vyznačené prechody (vzdialenosti transportov medzi jednotlivými stanoviskami výroby).

Pre simuláciu sme použili časové okno jedného pracovného dňa 8h.

3.1. Petriho site



4. Experimenty

Cieľom experimentov je eliminovať alebo znížiť dobu transport výrobku medzi jednotlivými stanoviskami. Experimenty boli realizované pomocou simulátoru.

4.1. Experiment 1

Prvý experiment (tabuľka 2) má za úlohu overiť validitu modelu na základe času výroby prvého produktu. Používa hodnoty, ktoré boli získane osobným meraním v diplomovej práci [1].

Tabuľka 2

| | Simulácia | Výpočet z tabuľky | Úspech |
|----------------------------|-----------|-------------------|--------|
| Čas výroby prvého produktu | 4547,27s | 4604,66s | 98,75% |

Odchýlka je z veľkej časti spôsobená rozdelením činnosti Príjmania materiálu a jeho transportom do skladu medzi dvoch pracovníkov.

4.2. Experiment 2

Druhý experiment (tabuľka 3) má za úlohu zistiť, či má zmysel nahradiť transport štyroch najviac vyťaženejších pracovníkov (okrem pracovníka na príjme materiálu, ktorý je vyťaženejší na 100%, ale nevykonáva žiadny transport) prepravnými zariadeniami.

Tabuľka 3

| | | | | | | | | | | |
|-------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Pracovníci nevykonávajúci transport | - | - | 6 | 6 | 7 | 7 | 8 | 8 | 20 | 20 |
| Rýchlosť chôdze | 1.1m/s | 1.4m/s | 1.1m/s | 1.4m/s | 1.1m/s | 1.4m/s | 1.1m/s | 1.4m/s | 1.1m/s | 1.4m/s |
| Rýchlosť prepravných zariadení | - | - | 1.1m/s | 1.4m/s | 1.1m/s | 1.4m/s | 1.1m/s | 1.4m/s | 1.1m/s | 1.4m/s |
| Počet dokončených zákaziek | 70 | 72 | 70 | 72 | 70 | 72 | 70 | 72 | 74 | 74 |
| Zvýšenie dokončených zákaziek | | 2.86% | 0.00% | 2.86% | 0.00% | 2.86% | 0.00% | 2.86% | 5.71% | 5.71% |
| Priemerná celková vyťaženosť | 30.31% | 31.00% | 31.56% | 31.07% | 31.44% | 30.97% | 31.78% | 31.24% | 31.57% | 31.08% |
| Zmena vyťaženia | | 0.69% | 1.25% | 0.76% | 1.13% | 0.66% | 1.47% | 0.93% | 1.26% | 0.77% |

Po nahradení jednotlivých transportov vybraných pracovníkov prepravnými zariadeniami sme zistili, že nahradenie u Pracovníka 20 má ako jediné pozitívny vplyv na počet dokončených zákaziek. Zvýšenie rýchlosti chôdze zamestnancov pri tomto nahradení má negatívny vplyv na celkovú vyťaženosť a neprináša žiadne zvýšenie počtu dokončených zákaziek.

4.3. Experiment 3

Tretí experiment (tabuľka 4) má za úlohu zistiť, či kombinácia použitia prepravných zariadení u viacerých pracovníkov poskytne ešte väčšie výhody.

| | | | | | | |
|-------------------------------------|--------|--------|--------|--------|-----------|-----------|
| Pracovníci nevykonávajúci transport | - | - | 8,20 | 8,20 | 20 | 8,20 |
| Rýchlosť chôdze | 1.1m/s | 1.4m/s | 1.1m/s | 1.4m/s | 1.1m/s | 1.1m/s |
| Rýchlosť prepravných zariadení | - | - | 1.1m/s | 1.4m/s | 0.8773m/s | 1.3593m/s |
| Počet dokončených zákaziek | 70 | 72 | 74 | 76 | 74 | 76 |
| Zvýšenie dokončených zákaziek | | 2.86% | 5.71% | 8.57% | 5.71% | 8.57% |
| Priemerná celková vyťaženosť | 30.31% | 31.00% | 31.94% | 31.37% | 31.61% | 32.04% |
| Zmena vyťaženia | | 0.69% | 1.63% | 1.06% | 1.30% | 1.73% |

Kombinácie jednotlivých transportov ukázali, že jedine kombinácia u Pracovníka 8 a 20 nám poskytuje väčšie zvýšenia ako keby sme použili len transport u Pracovníka 20, pričom rýchlosť chôdze pracovníka môže zostať nezmenená, ale rýchlosť prepravného zariadenia musí byť zvýšená v priemere na 1,3593 m/s. V takomto prípade sa zvýši počet dokončených zákaziek o 8,57% a zlepši sa vyťaženosť pracovníkov o 1,73%. Ďalšou možnosťou je kúpiť prepravné zariadenie len u Pracovníka 20 s priemernou rýchlosťou 0,8773 m/s, kde sa zvýši počet dokončených zákaziek len o 5,71% a vyťaženosť pracovníkov o 1,30% a kúpi sa teda len prepravné zariadenie o celkovej dĺžke 43,5m namiesto 70,2m.

5. Záver

Z dostupných údajov, ktoré sme si obdobne interpretovali sme vytvorili simulačný model pre firmu na výrobu štítkov. Experimentami na tomto modeli sa dokázalo, že má zmysel nahradiť transport u Pracovníka 8 a 20 prepravným zariadením a zvýšiť tak efektivitu celkovej výroby o 8,57%.

Táto zmena by mala pozitívny vplyv aj na samotných pracovníkov, ktorí denne prejdú na niektorých stanoviskách až 7 km kvôli transportom.

Otázkou je či takáto zmena sa oplatí pre danú firmu z finančného hľadiska a či je to vôbec priestorovo možné.

6. Literatura

[1] Diplomová práce, autor: Bc. Jan Růžička

<http://digilib.k.utb.cz/handle/10563/50044>

[2] Diplomová práce, autor: Bc. Jan Růžička, strana 50, Tabulka 1

<http://digilib.k.utb.cz/handle/10563/50044>

[3] Diplomová práce, autor: Bc. Jan Růžička, strana 58

<http://digilib.k.utb.cz/handle/10563/50044>

[4] Diplomová práce, autor: Bc. Jan Růžička, strana 59, Tabulka 2

<http://digilib.k.utb.cz/handle/10563/50044>

[5] Diplomová práce, autor: Bc. Jan Růžička, strana 62, upravené

<http://digilib.k.utb.cz/handle/10563/50044>