

# Tvorba projektu výrobnéj haly a overenie layoutu výroby uplatnením simulačných prostriedkov

Marek Kliment <sup>1</sup>, Miriam Pekarčíkova <sup>1</sup>, Ladislav Rosocha <sup>1</sup>, Štefan Král <sup>2</sup>,  
Tomáš Švantner <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Technical University of Košice, Faculty of Mechanical Engineering, Institute of Management, Industrial and Digital Engineering  
Park Komenskeho 9, Košice, Slovakia

[marek.kliment@tuke.sk](mailto:marek.kliment@tuke.sk)  
[miriam.pekarcikova@tuke.sk](mailto:miriam.pekarcikova@tuke.sk)  
[ladislav.rosocha@tuke.sk](mailto:ladislav.rosocha@tuke.sk)

<sup>2</sup> Slovak legal metrology  
Hviezdoslavova 1124/31, Banská Bystrica, Slovakia

[kral@slm.sk](mailto:kral@slm.sk)  
[svantner@slm.sk](mailto:svantner@slm.sk)

**Anotácia:** Mnoho podnikov rieši oblasť rozmiestnenia a umiestnenia výroby. Príspevok je zameraný na činnosť výrobnéj spoločnosti, ktorá sa rozhodla vybudovať nové výrobné priestory. V týchto priestoroch chce zjednotiť výrobu, ktorá bola doposiaľ rozdelená na dve samostatné funkčné jednotky. Ide o strojársku spoločnosť pôsobiacu v kusovej a malosériovej výrobe. Umiestnenie strojov je preto potrebné starostlivo zvážiť a výrobu sa snažiť urobiť čo najviac plynulou, ako pre zákazky malého aj väčšieho objemu. V príspevku je spracovaný postup jednotlivých činností, ktoré budú zahŕňať realizáciu myšlienky výstavby novej výrobnéj haly od jej začiatku až po zahájenie výroby. V stručnosti popisuje aj prostriedky ktoré boli využité pri projektovaní tejto haly.

## 1 Úvod

Cieľom príspevku je vypracovať návrh layoutu pre výrobný proces spoločnosti, ktorá plánuje výstavbu novej výrobnéj haly. Spoločnosť touto investíciou plánuje optimalizovať logistické procesy a náklady spojené s transportom výrobkov medzi viacerými prevádzkami. Pri spracovaní projektu a jeho postupností sme využili viacero softvérov. Postup realizácie projektu harmonogram postupnosti operácii bol spracovaný v MS Project. Následne v rámci riešenia pôdorysu a spôsobu výstavby haly boli uplatnené CAD programy a pre vypracovanie rozmiestnenia strojov v už navrhnutéj hale bol využitý simulačný softvér, ktorý nám zároveň umožnil aj prvýkrát vidieť výrobný proces v pohybe. Výroba vo výrobnéj hale je zameraná na trieskové obrábanie strojárskych dielov. V hale sa budú nachádzať obrábacie CNC stroje, zariadenia na prípravu delenie a vŕtanie materiálu. Pri súčiastkach kde sa vyžaduje povrchová úprava termochémickými procesmi ako sú alkalické čistenie za tepla a zinočnaté fosfátovanie, bude súčasťou výrobnéj haly aj linka na tieto procesy. Spoločnosť sa podľa požiadaviek zákazníkov a

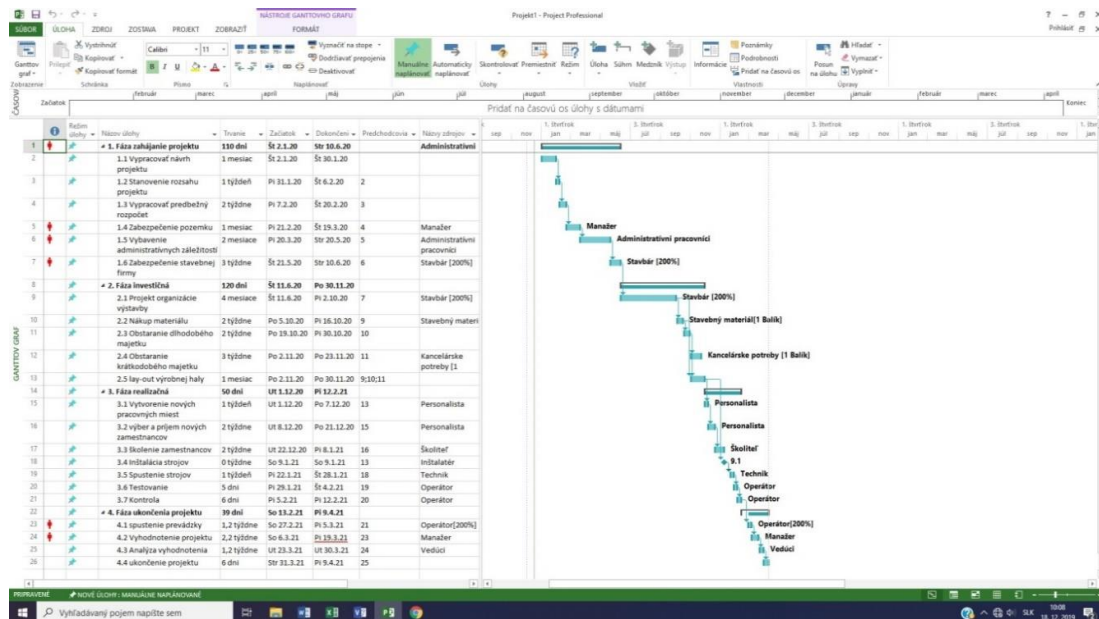
objednávok zaoberá aj klampiarskou činnosťou a taktiež zváraním rôzneho druhu. Všetky tieto procesy budú súčasťou jednej výrobnéj jednotky zastrešenej v jednom výrobnom komplexe.

## 2 Fázy projektu a postup jeho realizácie

Využili sme softvér MS Project pre spracovania potrebných krokov pre spracovanie celého projektu. Výstupom z tohto softvéru bol Gantov diagram postupnosti a návaznosti jednotlivých krokov realizácii. Jednotlivé kroky postupu, môžeme vidieť v tabuľke č. 1 a gantov diagram na obrázku č. 1.

Tabuľka 1 - Vstupné údaje pre realizáciu projektu v MS Project

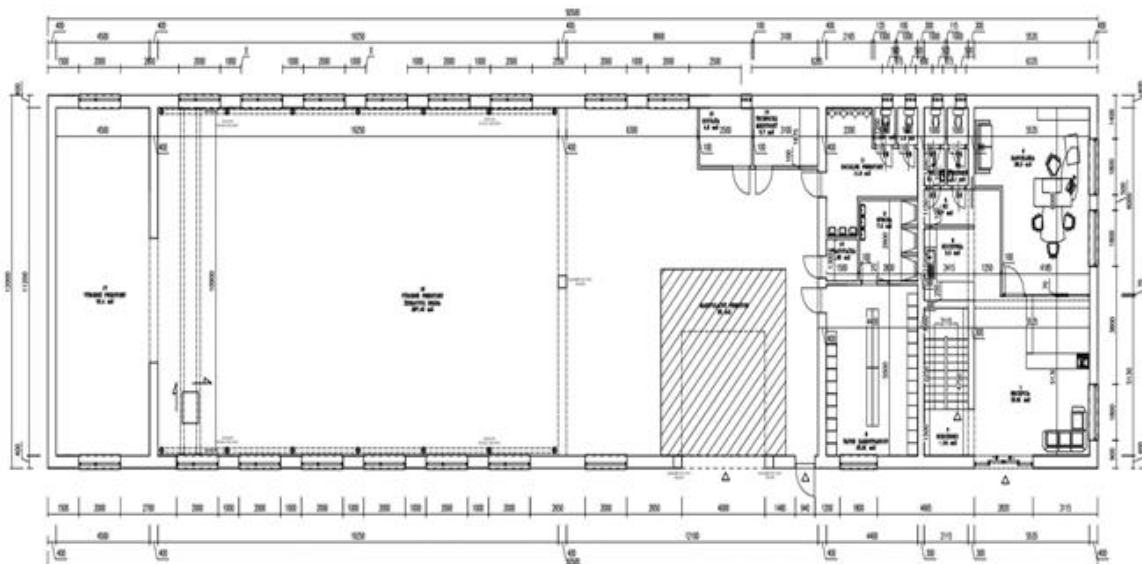
Úloha	Názov úlohy	Bezprostredne predch. činnosť	Odhad doby trvania
1.	Fáza zahájenia projektu	-	-
1.1	Vypracovať návrh projektu	-	1 mesiac
1.2	Stanovenie rozsahu projektu	1.1	1 týždeň
1.3	Vypracovať predbežný rozpočet	1.2	2 týždne
1.4	Zabezpečenie pozemku	1.3	1 mesiac
1.5	Vybavenie administratívnych záležitostí	1.4	2 mesiace
1.6	Zabezpečenie stavebnej firmy	1.5	3 týždne
2.	Fáza investičná	-	-
2.1	Projekt organizácie výstavby	1.6	4 mesiace
2.2	Nákup materiálu	2.1	2 týždne
2.3	Obstaranie dlhodobého majetku	2.2	2 týždne
2.4	Obstaranie krátkodobého majetku	2.3	3 týždne
2.5	Lay –out výrobnéj haly	2,1,2.2,2.3	1 mesiac
3.	Fáza realizačná	-	-
3.1	Vytvorenie nových pracovných miest	2.5	1 týždeň
3.2	Výber a príjem nových zamestnancov	3.1	2 týždne
3.3	Školenie zamestnancov	3.2	2 týždne
3.4	Inštalácia strojov	2.5	1 týždeň
3.5	Spustenie strojov	3.4	1 týždeň
3.6	Testovanie	3.5	5 dní
3.7	Kontrola	3.6	6 dní
4.	Fáza ukončenia projektu	-	-
4.1	Spustenie prevádzky	3.7	1,2 týždne
4.2	Vyhodnotenie projektu	4.1	2,2 týždne
4.3	Analýza vyhodnotenia	4.2	1,2 týždne
4.4	Ukončenie projektu	4.3	6 dní



Obrázok 1 - Gantov diagram realizácie a nadväznosti v projekte

## 2.1 Pôdorys výrobnéj haly

Ako je možné vidieť v tab.1 bod 2.5 je posledným bodom v investičnej fáze rozpracovaného projektu a pozostáva z vytvorenia layoutu výrobnéj haly. Pre optimálne vytvorenie layoutu výrobnéj haly, bol prevzatý pôdorys celej haly s vypracovaného stavebného projektu. Pôdorys celej výrobnéj haly môžeme vidieť na obrázku č. 2.



Obrázok 2 - Pôdorys výrobnéj haly

Vo výrobnéj hale sa budú nachádzať tieto priestory: manipulačný priestor, výrobné priestory, recepcia, šatne pre zamestnancov, jedáleň, sociálne

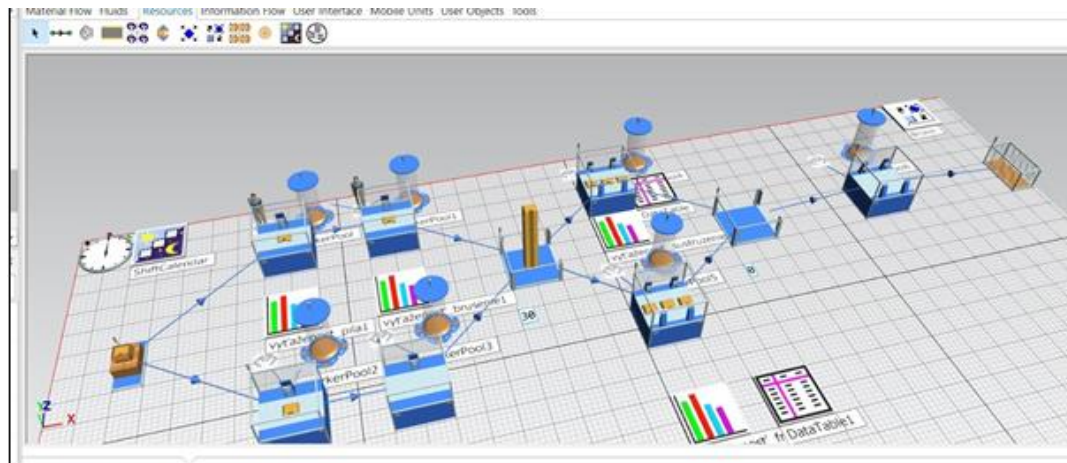
priestory, kancelárie, kuchynka, technická miestnosť a sprchy. Ako je vidno spoločnosť v tomto priestore neplánuje mať len výrobné priestory, ale aj priestory sociálneho zabezpečenia taktiež reprezentatívneho a administratívneho charakteru. Po výstavbe tejto haly by sa mala stať novým kľúčovým sídlom celej spoločnosti a súčasné výrobné priestory by sa mali využívať len okrajovo, prípadne sa prenajať na iné účely.

## **2.2 Návrh rozmiestnenia zariadení**

Po vypracovaní a návrhu dizajnu celej haly sa pristúpilo k riešeniu rozmiestnenia zariadení, ktoré spoločnosť potrebuje pre svoju výrobnú činnosť. Keďže produkcia je zameraná vo väčšej miere na malosériovú a kusovú výrobu bolo možné vypracovať najprv model haly a následne do neho vkladať zariadenia. Pri spracovaní modelu a pôdorysu haly sa dbalo nato aby boli priestorové možnosti predimenzované. Spoločnosť počíta do budúca s rozširovaním a inovovaním strojového zariadenia a preto v súčasnej dobe priestorové možnosti radšej nadhodnotí a zariadenia bude podľa svojich možností postupne dopĺňať a vymieňať. Treba však pri riešení rozmiestnenia strojov vychádzať aspoň z výrobného programu, ktorý v súčasnosti zastrešuje. Pre rozmiestnenie jednotlivých pracovísk sme si vybrali niekoľko modelových a typových dielov, ktoré sa vyrábajú vo väčšom objeme, prípadne sa častejšie opakujú, či už rozmerovo ako aj typovo. Tento výber nám umožnil vytvoriť modelové situácie ako by bolo možné stroje usporiadať pri ich osadzovaní. Pre overenie efektívnosti rozmiestnenia strojov sme využili simulačný model Tecnomatix Plant Simulation. Do tohto modulu sme si vložili pripravený pôdorysný model projektovanej haly a skúšali sme viaceré možné varianty ich rozmiestnenia a softvér nám pomohol vyhodnotiť ich viaceré varianty.

### **2.2.1 Variant 1**

Na obrázku 3 môžeme vidieť 3D spracovanie simulácie variantu 1 aj s celkovou štatistikou výrobného procesu. Výrobný proces prebieha v dvoch pracovných zmenách. Na štatistickom vyhodnotení vidíme, že celková produkcia tohto variantu výroby je na hodnote 17,03% čo je pomerne nízka hodnota. Preto sme sa rozhodli vypracovať ďalší variant rozmiestnenia tých istých zariadení v tom istom priestore.



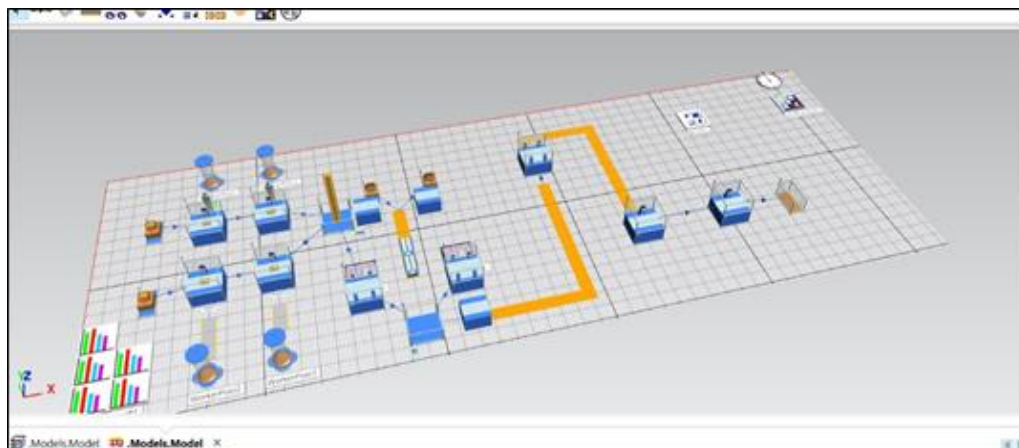
Simulation time: 14:00:00.0000

Cumulated Statistics of the Parts which the Drain Deleted									
Object	Name	Mean Life Time	Throughput	TPH	Production	Transport	Storage	Value added	Portion
výstup	Komponent_1	7:33:14.4375	80	6	17.03%	0.00%	82.97%	12.35%	<div style="width: 100%; height: 10px; background: linear-gradient(to right, green, yellow, red);"></div>

Obrázok 3 - 3D layout pre variantu 1 a štatistické zhodotenie

## 2.2.2 Variant 2

Pri spracovaní variantu č. 2 boli pracoviská usporiadané iným spôsobom, ako v prvom návrhu. V tomto návrhu sme brali do úvahy aj možnosť uplatniť na medzi objektovú dopravu vozíky, ktoré by medzi niektorými pracoviskami uľahčovali pohyb materiálu (obrázok č. 4). Pre vypracovanie návrhov na rozmiestnenie zariadení sme brali do úvahy výroby, ktoré sa vo výrobnom procese najviac opakujú za posledných 5 rokov a ich výrobný proces je veľmi podobný. Aj z tohto hľadiska sa pri rozmiestňovaní pracoviská usporiadali, tak aby sa v čo najväčšej možnej miere eliminovala zbytočná doprava materiálu, medzi jednotlivými výrobnými stanicami.



Cumulated Statistics of the Parts which the Drain Deleted									
Object	Name	Mean Life Time	Throughput	TPH	Production	Transport	Storage	Value added	Portion
výstup	Part	4:41.2821	39	146	63.81%	0.00%	36.19%	35.55%	<div style="width: 100%; height: 10px; background: linear-gradient(to right, green, yellow, red);"></div>

Obrázok 4 - 3D layout pre variantu 2 a štatistické zhodotenie

### 3 Záver

Pri pohľade na štatistické vyhodnotenie Variantu č. 2 vidíme zlepšenie efektívnosti výrobného procesu. Jednotlivo sme vyhodnotili aj všetky stroje a zariadenia, ktoré vo výrobnom procese pracujú a navzájom sme ich porovnali, aby bolo názorne viditeľné, na ktorých pracoviskách došlo k zvýšeniu efektívnosti a kde sa parametre naopak zhoršili (tabuľka č. 2)

Tabuľka 2 - Porovnanie efektívnosti strojov v jednotlivých variantoch

Účinnosť strojov			
	Variant 1	Variant 2	
Píla 1	2,38 %	58,33 %	55,95 % ↗
Píla 2	1,47 %	75,52 %	74,05 % ↗
Brúsenie 1	1,57%	85,94 %	84,37 % ↗
Brúsenie 2	2,90 %	98,44 %	95,54 % ↗
Sústruženie	92,12 %	59,54 %	35,58 % ↘
Frézovanie	92,12 %	61,46%	30,66 % ↘
Povrchová úprava	24,27 %	34,38 %	10,11 % ↗

Celková produkcia sa vo variante 2 zlepšila zo 17,03% na 63,81%. pri operáciách sústruženie a frézovania však pri tomto variante produkcia klesla. Pokiaľ však prihliadame aj na plynulosť výrobného procesu, tak vidíme, že variant 2 sa javí ako výhodnejší. Na danom príklade je viditeľné, že uplatnenie simulácie, môžeme nájsť v rôznych oblastiach životného cyklu výrobku

### PodĎakovanie

Tento príspevok vznikol za podpory grantových projektov APVV-17-0258, APVV-19-0418, VEGA 1/0438/20 a KEGA 001TUKE-4/2020

### Použitá literatúra

- [1] EDL, M., LERHER, T., ROSI, B. Energy efficiency model for the mini-load automated storage and retrieval systems. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 2013, 1-19. ISSN: 0268-3768.
- [2] STRAKA, M., KHOURI, S., ROSOVA, A., CAGANOVA, D., CULKOVA, K. Utilization of computer simulation for waste separation design as a logistics system. *International Journal of Simulation Modelling*, 2018, 17(4), 583-596.
- [3] KŁOS, S. Implementation of the AHP method in ERP-based decision support systems for a new product development. *Communications in Computer and Information Science*, 2015. ISSN 1865-0929.
- [4] CHROMJAKOVA, F., BOBAK, R., HRUSECKA, D. Production process stability – core assumption of Industry 4.0 concept. In: *5th International Conference on Manufacturing, Optimization, Industrial and Material Engineering*, 2017, 143-154.

- [5] BUCKOVA, M., KRAJCOVIC, M., EDL, M. Computer simulation and optimization of transport distances of order picking processes. *Procedia Engineering*, 2017, 192, 69-74. doi: 10.1016/j.proeng.2017.06.012.
- [6] FUSKO, M., BUCKOVA, M., GASO, M., KRAJCOVIC, M., DULINA, L., SKOKAN, R. Concept of Long-Term Sustainable Intralogistics in Plastic Recycling Factory. *Sustainability*, 2019, 11(23), 6750. doi: 10.3390/su11236750.
- [7] FUSKO, M., RAKYTA, M., KRAJCOVIC, M., DULINA, L., GASO, M., GRZNAR, P. Basics of Designing Maintenance Processes in Industry 4.0. *MM Science Journal*, 2018, March, 2252-2259. ISSN 1803-1269.
- [8] FEDORKO, G., MOLNÁR, V., HONUS, S., NERADILOVÁ, H., KAMPF, R. The application of simulation model of a milk run to identify the occurrence of failures. *International Journal of Simulation Modelling*, 2018, 17(3), 444-457.
- [9] MANLIG, F., SLAICHOVA, E., KOBLASA, F., VAVRUSKA, J. Innovation of business processes by means of computer-aided simulation. *Novel Trends In Production Devices And Systems, Applied Mechanics and Materials*, 2014, 474, 67-72. doi: 10.4028/www.scientific.net/AMM.474.67.
- [10] MILLER, A., BUREŠ, M. New Approach to Industrial Engineering Education with the Help of Interactive Tools. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 2015, 174, 3413-3419. doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.01.1012.
- [11] CMOREJ, T., PANDA, A., BARON, P., POOR, P., POLLAK, M. Surface finishing of 3d printed sample manufactured by fused deposition modeling. *MM Science Journal*, 2017, 5, 1981-1985. doi: 10.17973/mmsj.2017\_12\_201753.