

Změna uspořádání pracoviště za účelem zvýšení objemu výroby

Filip Rybníkář¹, Jana Kleinová¹

¹ Západočeská univerzita v Plzni, Fakulta strojní, Katedra průmyslového inženýrství a managementu

Univerzitní 8, 306 14, Plzeň, Česká republika

rybnikar@kp.v.zcu.cz

kleinova@kp.v.zcu.cz

Anotace: Článek je zaměřen na návrh nového prostorového uspořádání výrobní jednotky. Pro realizaci změny prostorového uspořádání bylo nutné provést prvotní analýzu současného stavu, nalézt nedostatky na pracovišti a stanovit kritéria pro budoucí hodnocení. Na základě analýzy byly vytvořeny varianty nového prostorového uspořádání. Následně jsou varianty hodnoceny a vybrána nejlepší. Závěrem je tato varianta porovnávána s původním stavem na pracovišti.

1 Úvod

Článek se zabývá návrhem nového prostorového uspořádání pracoviště pro společnost, která požaduje zvýšení objemu výroby na tomto pracovišti.

Správný návrh není možné vytvořit bez vstupních dat, která je nutné získat analýzou současného stavu. Součástí analýzy je definice základních faktorů, které významně ovlivňují produktivitu výroby. Těmito faktory je nutné se v dalších fázích projektování důkladně zabývat a nový návrh přizpůsobit jejich zlepšení. Pro zlepšování je nutné vytvořit nové varianty uspořádání, následně je porovnat a vyhodnotit přínosy. Hodnocení je prováděné hodnotícími metodami, na základě kterých je zvolena vhodná varianta. Pro tuto práci je podstatná metoda multikriteriální, pomocí které byly návrhy hodnoceny v jednotlivých kritériích a následně zvolena nejvhodnější.

Návrh a tvorba nového prostorového uspořádání se řídí určitými zásadami. Cílem je tedy nalézt a navrhnout takové prostorové uspořádání pracoviště, které bude mít významný vliv na zvýšení produktivity a objemu výroby výrobní jednotky. Návrhy prostorového uspořádání jsou tvořeny v software visTable, díky kterému je možno grafické znázornění návrhu ve 2D výkresu i 3D vizualizaci. Vhodná varianta je v závěru porovnána s původním stavem pro ověření přínosů a rozhodnutí, zda bude návrh zaveden do výroby.

2 Metodika

Práce byla prováděna dle klasických metodik pro návrh a tvorbu prostorového uspořádání pracoviště. V první části byla provedena analýza vstupních dat pro tvorbu koncepce projektu a následující kroky tvořily samotný návrh a

vizualizaci v software visTable. Návrhy byly hodnoceny multikriteriálním hodnocením a následně porovnány.

2.1 Analýza vstupních dat

V této části byla provedena analýza výrobní jednotky, výrobního programu a výrobní základy. Výrobní program a základna byly analyzovány dle pozorování a dle komunikace s podnikem. Pro analýzu pracoviště byla využita prostorová studie v několika dílčích krocích pomocí spaghetti diagramu, rozměření haly, tvorbou 2D výkresu a zanesením materiálových toků. Následovala časová studie činností pracovníka pomocí snímku pracovního dne a časové využití strojů.

2.2 Stanovení hodnotících kritérií

Na základě analýzy byly definovány nedostatky na pracovišti a dle nich byla stanovena kritéria hodnocení jednotlivých variant. Kritéria byla volena měřitelná i neměřitelná, která byla posuzována dle kvalitativního posouzení. Dále jsou jak kritéria maximalizační, u kterých bylo požadavkem dosáhnout vyšších hodnot, tak kritéria minimalizační, u kterých naopak nižších hodnot. Pro stanovení důležitosti kritérií bylo využito metody párového porovnání. Metoda pracuje na principu stanovení pořadí kritérií od nejdůležitějšího po nejméně důležité. Po stanovení pořadí důležitosti je možné vypočítat nenormované váhy kritérií pro určení, kolikrát je kritérium významnější než ostatní kritéria, dle následujícího vzorce (1) [1]:

$$K_i = n + 1 - p_i \quad (1)$$

K_i – nenormovaná váha i-tého kritéria

n – počet kritérií

p_i – pořadí i-tého kritéria

Pro procentuální vyjádření důležitosti kritérií byla stanovena normovaná váha kritéria dle (2) [1]:

$$V_i = \frac{K_i}{\sum_{i=1}^n K_i} \quad (2)$$

V_i – normovaná váha i-tého kritéria

K_i – nenormovaná váha i-tého kritéria

n – počet kritérií

2.3 Tvorba návrhů prostorového uspořádání

Návrhy prostorového uspořádání byly tvořeny s ohledem na odstranění zjištěných nedostatků z prvotní analýzy. Cílem bylo zavedení nápravných opatření k nedostatkům a dosažení zlepšení v rámci stanovených kritérií.

2.4 Výsledné hodnocení variant

Hodnocení variant bylo provedeno metodou pořadové funkce, pomocí níž je určeno pořadí variant. Nejvyšší hodnotu pořadové funkce má nejlepší varianta v daném kritériu. Hodnocení je provedeno dle (3) [2]:

$$w_t = \sum_{k=1}^n V_i * g_r(x_t) \quad (3)$$

w_t – hodnota pořadové funkce

V_i – váha důležitosti kritéria

$g_r(x_t)$ – hodnota přiřazené pořadové funkce

3 Výsledky

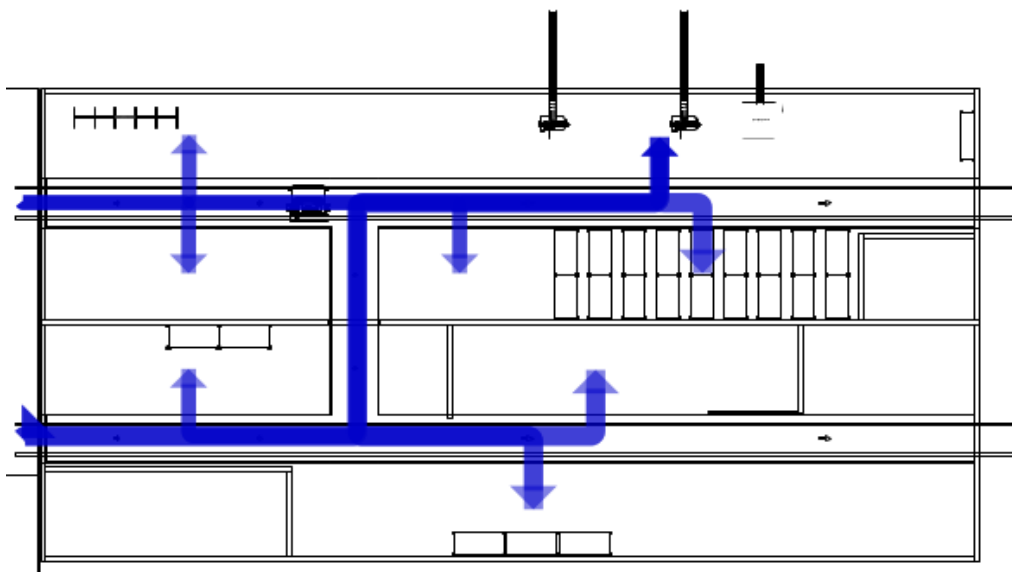
Tento článek je tvořen na základě skutečně prováděného projektu pro podnik, který požadoval zvýšení objemu výroby na pracovišti přípravy a dělení materiálu. Podnik také předpokládal rostoucí objem výroby v následujících obdobích, a proto byly společností provedeny požadované kapacitní propočty, které byly porovnány se současně dostupnými. Bylo zjištěno nedostatečné kapacity pro budoucí výrobu, proto podnik provedl investici v podobě nákupu 2 nových dělicích zařízení, přičemž nejstarší a nejporuchovější stroj z původních z pracoviště odstraní. Při tvorbě návrhu bylo tedy nutné přihlídnout k tomuto faktu a jako vstup pro návrhy uvažovat celkem 4 dělicí zařízení. Celkem byly vytvořeny 3 varianty nového prostorového uspořádání.

3.1 Analýza současného stavu

Pracoviště se nachází v hale složené ze dvou lodí, z nichž pouze v jedné jsou dělicí zařízení.

3.1.1 Prostorová studie

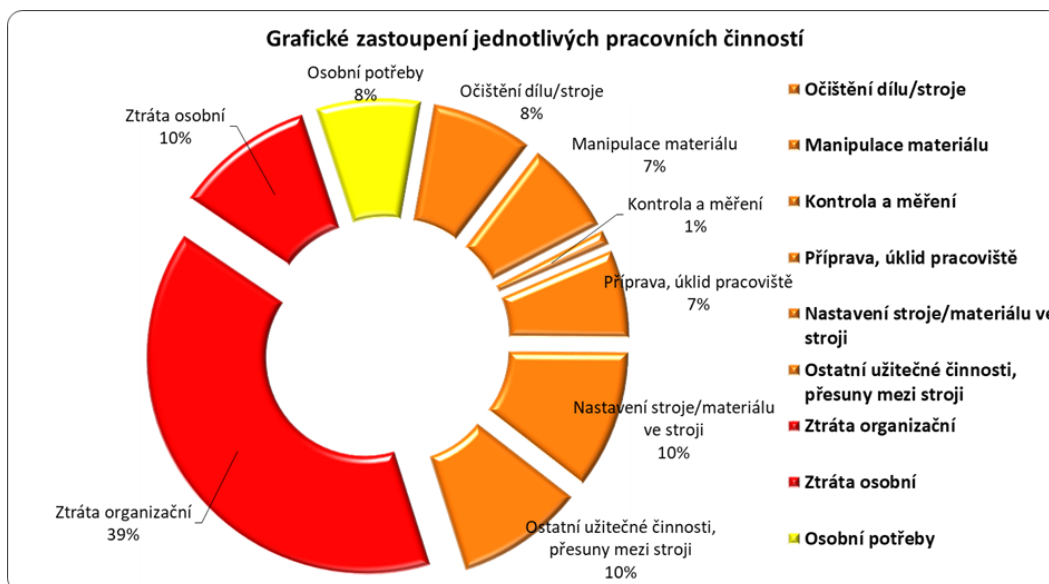
Z prostorové studie bylo zjištěno, že na pracovišti jsou problémy týkající se překonávání dlouhých vzdáleností při manipulaci materiálu a také při přechodech pracovníka. Pracovník manipuluje dlouhé a těžké 6 metrové tyče z lodě výrobní haly, kde nejsou stroje a tuto práci provádí zpravidla ručně. Dalším nedostatkem je tedy nejen špatná ergonomie pracoviště, ale i nedodržení bezpečnosti z hlediska velikosti manipulačních zón na pracovišti. Stroje jsou také nevhodně orientované a dopravníky, které k nim přiléhají, jsou orientované ven z haly, což opět znesnadňuje obsluhu práci. Výsledný výkres stanovený pozorováním na pracovišti, rozměření haly a provedením spaghetti diagramu je vidět na obrázku 1.



Obrázek 1 – 2D výkres haly včetně materiálových a personálních toků

3.1.2 Časová studie

Výsledky snímků pracovního dne úzce souvisí s výsledky prostorové studie. Výrazný podíl času zaujímají právě zdlouhavé manipulace materiálu. Velký podíl času připadá také na přechody pracovníka do buňky mistra pro vytištění zakázky, hledání materiálu v regálech, přechody ven k dopravníkům a především na čekání u stroje, přičemž další stroj v danou chvíli neběžel. Tyto činnosti jsou zavedené jako organizační ztráty a bylo zjištěno, že ani kapacity strojů nejsou plně využité. Výsledek lze vidět na obrázku 2.



Obrázek 2 – Grafické zastoupení pracovních činností pracovníka

3.2 Stanovení kritérií

Volba kritérií vychází z analýzy současného stavu a z vypozerovaných problémů. Tato kritéria jsou znázorněna v tabulce 1.

Tabulka 1 – Jednotlivá kritéria včetně popisu

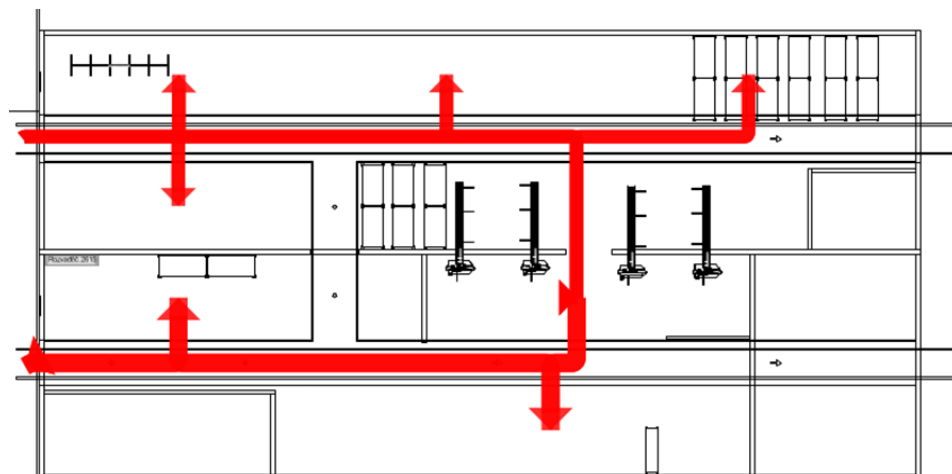
Název kritéria	K	Popis kritéria
Délka materiálového toku	K ₁	Minimalizační kritérium, cílem je dosažení co nejmenší hodnoty materiálové toku.
Délka personálního toku	K ₂	Minimalizační kritérium, cílem je dosažení co nejmenší hodnoty personálního toku.
Manipulační zóny	K ₃	Max. kritérium, cílem je dosažení nejvhodnějšího uspořádání z hlediska dodržení manipulačních zón a zároveň nezabrat velké plochy výrobní jednotky.
Organizace práce	K ₄	Max. kritérium, cílem je dosažení vhodné organizace práce z hlediska rozdělení činností pracovníka a zavedení vícestrojové obsluhy.
Využití kolejnic pro manipulaci materiálu	K ₅	Max. kritérium, cílem je vyšší využití kolejnic pro zlepšení manipulace při zavážení materiálu.
Využití jeřábu pro manipulaci materiálu	K ₆	Max. kritérium, cílem je vyšší využití jeřábu pro zlepšení manipulace při zavážení materiálu.
Náklady	K ₇	Minimalizační kritérium, cílem je dosažení co nejmenších nákladů na reorganizaci pracoviště.

3.3 Návrhy uspořádání výrobní jednotky

Návrhy na nové prostorové uspořádání výrobní jednotky byly tvořeny na základě nápravných opatření definovaných k jednotlivým nedostatkům na pracovišti. Cílem bylo dosažení co největšího hodnocení v rámci zvolených kritérií.

3.3.1 Varianta A – stroje za sebou

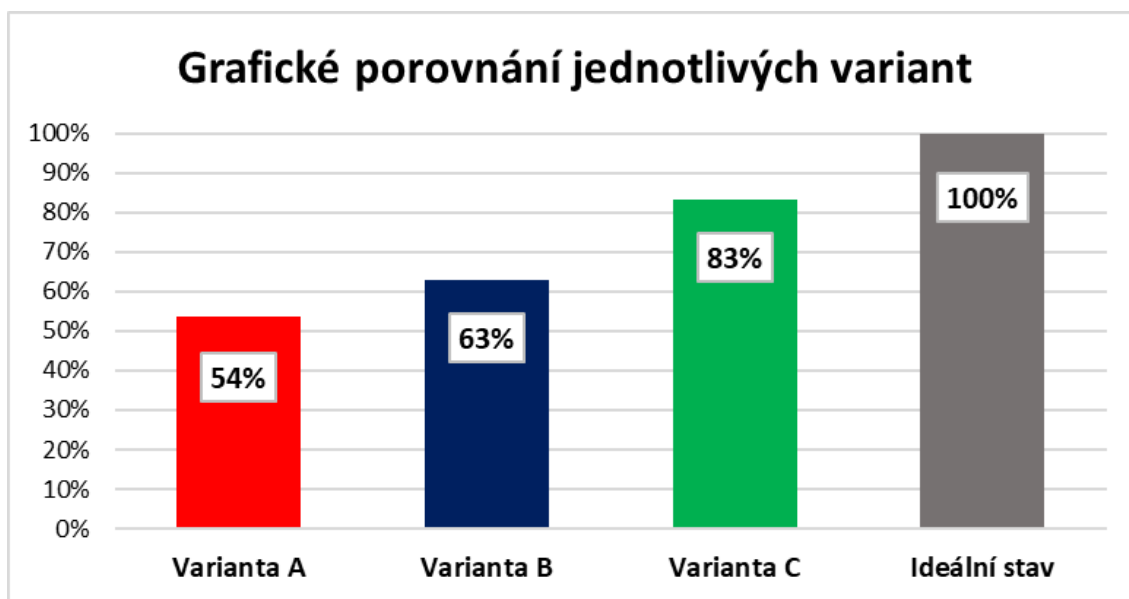
První varianta spočívá ve změně orientace strojů a dopravníků k nim přilehlých. Pro uskutečnění tohoto návrhu je třeba pouze přesunu 1 regálu a tímto dojde k úspoře přechodů ven z haly. Návrh je zobrazen na obrázku 3.



Obrázek 5 – Varianta C

3.4 Hodnocení a výběr varianty

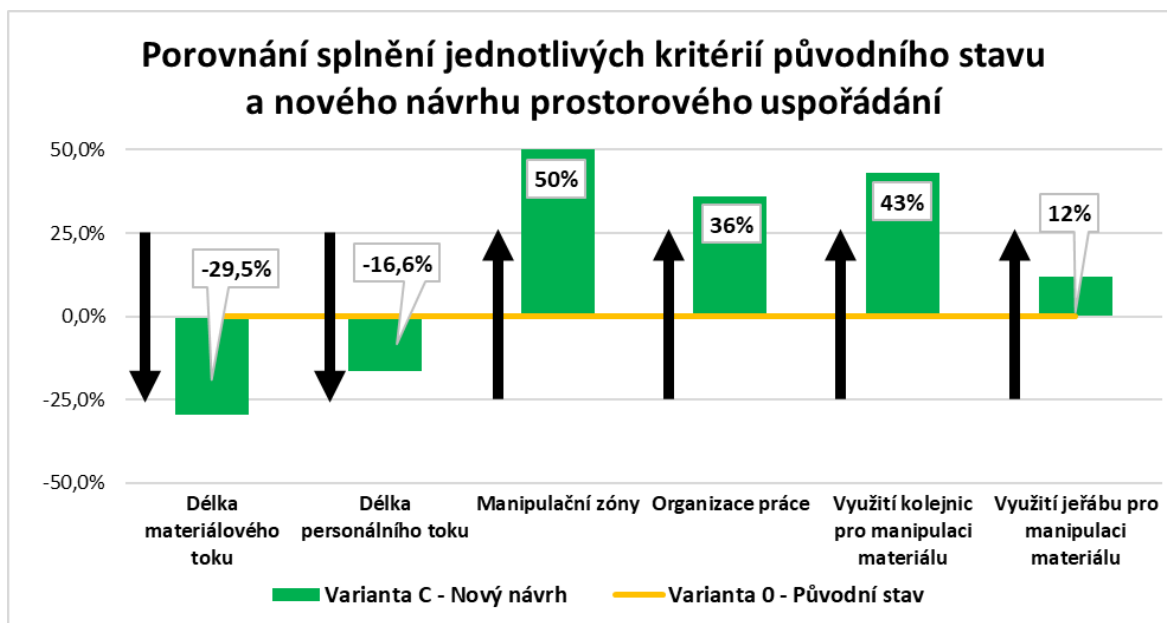
Hodnocení variant a jejich výběr byl proveden na základě multikriteriálního hodnocení podle zvolených kritérií, jejichž významnost byla stanovena skupinou expertů z podniku. Výsledné hodnocení bylo provedeno metodou pořadové funkce a v grafu na obrázku 6 je znázorněno pořadí variant po vyhodnocení.



Obrázek 6 – Sloupcový graf s porovnáním jednotlivých variant

3.5 Porovnání s původním stavem

Pro přehlednost byl vytvořen graf na obrázku 7, který znázorňuje procentuální porovnání jednotlivých kritérií nového prostorového uspořádání oproti původnímu stavu. Šipky označují, zda jde o minimalizační, šipkou dolů, či maximalizační kritérium, šipkou nahoru.



Obrázek 7 – procentuální porovnání kritérií původního a nového uspořádání

4 Závěr

Článek se zabývá oblastí návrhu nového prostorového uspořádání výrobní jednotky. Návrh byl tvořen v souladu s charakterem výroby a s požadavky podniku na zvýšení objemu výroby na pracovišti. Z původních analýz, které se týkaly prostorových a časových studií, byly odhaleny určité problémy a stanovena kritéria pro multikritériální hodnocení variant návrhu. Kritéria byla mezi sebou párově porovnána pro stanovení důležitosti těchto kritérií pro podnik. Důležitost kritérií byla stanovena pomocí váhy pro každé kritérium.

Dle definovaných nedostatků a kritérií byly vytvořeny 3 varianty nového návrhu prostorového uspořádání. Cílem nového návrhu bylo zavést nápravná opatření, která nedostatky eliminují nebo úplně odstraňují, a tím dosáhnout co nejlepšího hodnocení ve všech kritériích. Hodnocení variant probíhalo na základě metody pořadové funkce, kdy je určeno pořadí variant dle získaných hodnot v jednotlivých kritériích. Dle tohoto hodnocení byla vybrána nejvhodnější varianta.

Nově navržený stav uspořádání výrobní jednotky byl poté porovnán s původním stavem. Dle porovnání v rámci bylo zjištěno, že nový stav dosahuje zlepšení ve všech hodnotících kritériích. Došlo tedy ke zvýšení produktivity nového pracoviště oproti původnímu stavu. Výstupem je také grafické znázornění 2D výkresu výrobní haly včetně 3D vizualizace.

Poděkování

Tento článek byl vytvořen za podpory interního grantu Západočeské univerzity v Plzni číslo SGS-2018-031 s názvem Optimalizace parametrů udržitelného výrobního systému.

Použitá literatura

- [1] Fotr, J., Švecová, L. *Manažerské rozhodování: postupy, metody a nástroje*. 3. vyd., Praha: Ekopress, 2016. ISBN 978-80-87865-33-0.
- [2] Záček, V. *Management podniku*. 1. vyd., Praha: Nakladatelství ČVUT, 2009. ISBN 978-80-01-04370-7.