

Návrh zefektivnění systému doplňování materiálu pro montážní linky ve vybrané společnosti

Bc. Veronika Ištvánková

Diplomová práce
2024



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta managementu a ekonomiky

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta managementu a ekonomiky
Ústav průmyslového inženýrství a informačních systémů

Akademický rok: 2023/2024

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Bc. Veronika Ištvánková**
Osobní číslo: **M220036**
Studijní program: **N0488P050002 Průmyslové inženýrství**
Forma studia: **Prezenční**
Téma práce: **Návrh zefektivnění systému doplňování materiálu pro montážní linky ve vybrané společnosti**

Zásady pro vypracování

Úvod

Definujte cíle práce a použité metody zpracování práce.

I. Teoretická část

- Provedte průzkum dostupných literárních pramenů zaměřených na problematiku štihlé výroby, logistiky a ergonomie a formulujte teoretická východiska pro zpracování praktické části.

II. Praktická část

- Představte vybranou společnost a proveďte analýzu současného stavu systému doplňování materiálu pro montážní linky.
- Na základě výsledků analýzy zpracujte návrhy vedoucí ke zlepšení současného stavu systému doplňování materiálu pro montážní linky.
- Provedte zhodnocení navrhovaných řešení.

Závěr

Rozsah diplomové práce: **cca 70 stran**
Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**

Seznam doporučené literatury:

ALTMAN, Harry. *Lean: this book includes Lean Six Sigma, Lean startup, Lean enterprise, Lean analytics, Agile project management, Kanban, Scrum*. CreateSpace Independent Publishing Platform, 2017. ISBN 9781978348684.
DYLEVSKÝ, Ivan. *Biomedicínská ergonomie*. Praha: Grada, 2022. ISBN 978-80-271-3600-1.
GROS, Ivan. *Velká kniha logistiky*. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2016. ISBN 978-80-7080-952-2.
JUROVÁ, Marie. *Výrobní a logistické procesy v podnikání*. Praha: Grada, 2016. ISBN 978-80-247-5717-9.
RUSHTON, Alan; CROUCHER, Phil a BAKER, Peter. *The handbook of logistics and distribution management*. London: Kogan Page, 2017. ISBN 978-0-7494-7677-9.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Lucie Hrbáčková, Ph.D.**
Ústav průmyslového inženýrství a informačních systémů

Datum zadání diplomové práce: **5. února 2024**
Termín odevzdání diplomové práce: **19. dubna 2024**

L.S.

prof. Ing. David Tuček, Ph.D.
děkan

prof. Ing. David Tuček, Ph.D.
garant studijního programu

Ve Zlíně dne 5. února 2024

PROHLÁŠENÍ AUTORA BAKALÁŘSKÉ/DIPLOMOVÉ PRÁCE

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k prezenčnímu nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen na elektronickém nosiči v příruční knihovně Fakulty managementu a ekonomiky Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s tím, že vyrovnání případného přiměřeného příspěvku na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše) bude rovněž předmětem této licenční smlouvy;
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Prohlašuji,

1. že jsem na diplomové/bakalářské práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
2. že odevzdaná verze diplomové/bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Ve Zlíně

Jméno a příjmení: Veronika Ištvančková

.....
podpis diplomanta

ABSTRAKT

Diplomová práce je zaměřena na zefektivnění systému doplňování materiálu pro montážní linky ve vybrané společnosti. Hlavním cílem této práce je snížení fyzické náročnosti práce manipulanky. V teoretické části jsou na základě průzkumu literárních pramenů charakterizovány základní prvky štíhlé výroby, logistiky a ergonomie. Součástí praktické části je zanalyzování současného stavu vybraného pracoviště a následně vyhodnocení výsledků snímku pracovního dne, ABC analýzy, spaghetti diagramu, metody KIM, NIOSH a Nordic Questionnaire. Na základě zjištěných nedostatků v analytické části jsou v projektové části vypracovány návrhy a doporučení, jejichž realizace vede ke splnění všech cílů a k celkovému zefektivnění systému doplňování materiálu pro montážní linky na vybraném pracovišti.

Klíčová slova: ergonomie v logistice, pracovní polohy, pracovní zátěž, ruční manipulace s břemeny, doplňování materiálu

ABSTRACT

The diploma thesis is focused on the efficiency of the system of material replenishment for assembly lines in the selected company. The main aim of the thesis is to reduce the physical demands of the manipulator's work. In the theoretical part, the essential elements of lean production, logistics, and ergonomics are characterized by the literature survey. The practical part includes an analysis of the current state of the selected workplace and then an evaluation of the results of the workday snapshot, ABC analysis, spaghetti diagram, KIM method, NIOSH, and Nordic Questionnaire. Based on the identified shortcomings in the analytical part, the project part develops proposals and recommendations, the implementation of which leads to the fulfilment of all objectives and the overall improvement of the assembly line material replenishment system at the selected workplace.

Keywords: ergonomics in logistics, working postures, workload, manual handling of loads, replenishment of material

V první řadě bych touto cestou chtěla velmi poděkovat vedoucí mé diplomové práce paní Ing. Lucii Hrbáčkové, PhD. za její čas, trpělivost, přínosné rady a připomínky, ochotu, pozitivní přístup a odborné vedení při zpracování této diplomové práce.

Dále bych ráda vyjádřila poděkování vedení vybrané společnosti za umožnění zpracování diplomové práce, všem svým spolupracovníkům a zejména svému vedoucímu a jednomu kolegovi, za jejich ochotu, poskytnutí cenných teoretických i praktických rad, vstřícnost a maximální podporu v průběhu psaní této práce.

Na závěr bych chtěla poděkovat celé své rodině za jejich obrovskou podporu a trpělivost nejen při psaní této diplomové práce, ale během celého studia.

Motto:

„Jestli najdeš v životě cestu bez překážek, určitě nikam nevede.“

Arthur C. Clarke

Prohlašuji, že odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

OBSAH

ÚVOD	10
CÍLE A METODY ZPRACOVÁNÍ PRÁCE	11
I TEORETICKÁ ČÁST	12
1 ŠTÍHLÁ VÝROBA	13
1.1 PLÝTVÁNÍ.....	14
1.2 UKAZATELE VÝKONNOSTI PRACOVNÍKA A PROCESU	16
1.2.1 Produktivita, efektivnost a účinnost	16
2 LOGISTIKA	18
2.1 ŠTÍHLÁ LOGISTIKA	18
2.1.1 Plýtvání v logistice	19
2.2 PODNIKOVÁ LOGISTIKA	19
2.2.1 Výrobní a vnitropodniková logistika	20
2.2.2 Manipulace s materiálem uvnitř podniku.....	20
2.3 LOGISTICKÝ SYSTÉM	21
2.3.1 Prvky logistického řetězce	21
2.3.2 Obaly a manipulační jednotky	21
2.4 NOVÉ TRENDY PŘI RUČNÍ MANIPULACI.....	22
3 ERGONOMIE	24
3.1 KATEGORIZACE PRÁCE	25
3.2 RIZIKOVÉ FAKTORY NA PRACOVIŠTI	26
3.3 PRACOVNÍ ZÁTĚŽ	27
3.3.1 Celková fyzická zátěž	27
3.3.2 Lokální svalová zátěž.....	28
3.3.3 Psychická zátěž	28
3.3.4 Zraková zátěž	29
3.3.5 Ruční manipulace s břemeny	29
3.4 NEMOCI Z POVOLÁNÍ.....	30
3.5 PRACOVNÍ POLOHY.....	31
3.5.1 Práce vsedě.....	32
3.5.2 Práce vstoje	32
3.5.3 Pohyb na pracovišti	33
3.5.4 Nepříjemné pracovní polohy	33
3.6 ERGONOMIE V LOGISTICE	35
4 VYBRANÉ ANALYTICKÉ METODY	37
4.1 KONTINUÁLNÍ ČASOVÉ STUDIE.....	37
4.2 ABC ANALÝZA.....	38

4.3	SPAGHETTI DIAGRAM	38
4.4	METODA KLÍČOVÝCH IDENTIFIKÁTORŮ – KIM	38
4.5	ANALÝZA NIOSH	39
4.6	NORDIC QUESTIONNAIRE	40
5	PROJEKTOVÉ ŘÍZENÍ	41
5.1	CÍLE PROJEKTU	41
5.1.1	SMART	41
5.2	RIZIKOVÁ ANALÝZA RIPRAN	42
II	PRAKTICKÁ ČÁST	43
6	PŘEDSTAVENÍ VYBRANÉ SPOLEČNOSTI	44
6.1	HISTORIE SPOLEČNOSTI	45
6.2	VÝROBNÍ PORTFOLIO SPOLEČNOSTI	45
6.3	ORGANIZAČNÍ STRUKTURA SPOLEČNOSTI	46
6.4	FISCHER PROCESSING SYSTEM – FPS	47
6.4.1	Základní hodnoty společnosti	47
6.5	ÚDAJE Z OBCHODNÍHO REJSTRÍKU	48
7	POPIS ANALYZOVANÉHO PRACOVIŠTĚ MANIPULANTKY	49
7.1	LAYOUT PRACOVIŠTĚ MANIPULANTKY	50
7.2	IDENTIFIKACE DOPLŇOVANÝCH BALNÝCH JEDNOTEK	51
8	ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU PRACOVIŠTĚ	55
8.1	SNÍMEK PRACOVNÍHO DNE MANIPULANTKY	55
8.1.1	Vybrané polohy při práci manipulantky	58
8.2	ABC ANALÝZA VZTAŽENÁ K ČINNOSTEM MANIPULANTKY	63
8.3	SPAGHETTI DIAGRAM MANIPULANTKY	64
8.4	METODA KLÍČOVÝCH IDENTIFIKÁTORŮ – KIM	65
8.5	ANALÝZA NIOSH	67
8.6	NORDIC QUESTIONNAIRE	69
	SHRNUTÍ ANALYTICKÉ ČÁSTI	71
9	PROJEKT ZEFEKTIVNĚNÍ SYSTÉMU DOPLŇOVÁNÍ MATERIÁLU PRO MONTÁŽNÍ LINKY	73
9.1	CÍLE PROJEKTU	73
9.2	PROJEKTOVÝ TÝM	74
9.3	ČASOVÝ HARMONOGRAM PROJEKTU	74
9.4	RIPRAN ANALÝZA	75

10	NÁVRHY A DOPORUČENÍ NA ZEFEKTIVNĚNÍ SOUČASNÉHO STAVU SYSTÉMU DOPLŇOVÁNÍ MATERIÁLU PRO MONTÁŽNÍ LINKY	79
10.1	REORGANIZACE ZÁSOB NOVÉHO MATERIÁLU V BALNÝCH JEDNOTKÁCH <i>1X, 2X, 4X, 5X A 6X</i>	79
10.2	ZMĚNA OBALU BALNÝCH JEDNOTEK <i>8Y A 3Y (DÜSE MITTE 1)</i>	81
10.3	ELIMINACE OBSLUHY PRACOVISŤE 5	82
10.4	ÚPRAVA ZPŮSOBU DOPLŇOVÁNÍ MATERIÁLU NA PRACOVISŤI 4	83
10.5	ÚPRAVA ZPŮSOBU DOPLŇOVÁNÍ MATERIÁLU NA PRACOVISŤI 2	84
10.6	OBJEDNÁVÁNÍ NOVÉHO MATERIÁLU POMOCÍ ČTEČKY QR KÓDŮ	85
10.7	STANDARD PRACOVNÍ ČINNOSTI NA VYBRANÉM PRACOVISŤI MANIPULACE	88
10.8	VAKUOVÝ MANIPULÁTOR	92
10.9	UVOLŇUJÍCÍ A PROTAHOVACÍ CVIČENÍ PRO PRÁCI VSTOJE A MANIPULACI S BŘEMENY	93
10.10	ŠKOLENÍ MANIPULAČNÍCH PRACOVNÍKŮ OHLEDNĚ NOVÝCH OPATŘENÍCH	95
11	SHRNUTÍ, EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ A PŘÍNOSY PROJEKTU	97
11.1	EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ PROJEKTU	98
11.2	PŘÍNOSY PROJEKTU A NAVRŽENÝCH DOPORUČENÍ	99
11.3	AKČNÍ PLÁN PROJEKTU.....	100
	ZÁVĚR	101
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	103
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	110
	SEZNAM OBRÁZKŮ	112
	SEZNAM TABULEK.....	114
	SEZNAM PŘÍLOH.....	115

ÚVOD

Zdvihání, nošení nebo pokládání, to vše jsou činnosti spojené s ruční manipulací břemen. Ruční manipulace je nejstarším způsobem přemístování předmětů. V posledních letech si však podniky začaly uvědomovat, že každodenní ruční manipulace s břemeny je pro lidské tělo opravdu zatěžující a je třeba se pokusit ji lidem nějak ulehčit. V rámci tohoto snažení je třeba dbát na spoustu faktorů, které by nejenže pomohly ochránit zdraví pracovníků, ale současně i zvýšily jejich výkonnost a efektivitu práce.

Diplomová práce je svým tématem zaměřena na zefektivnění systému doplňování materiálu pro montážní linky ve vybrané společnosti. Její podstatou je zhodnocení současného stavu na pracovišti manipulační pracovnice a způsobu doplňování materiálu na jednotlivá pracoviště dvou montážních linek. To umožňuje následné vypracování projektového řešení s nápravnými opatřeními cílícími na celkové zlepšení systému doplňování materiálu.

Hlavním cílem diplomové práce potažmo i projektového řešení je snížení fyzické náročnosti práce manipulanky při ručních manipulacích s břemeny. Byly definovány také dílčí cíle, konkrétně jde o vytvoření časové úspory při pracovních činnostech manipulanky, navržení standardu práce na pracovišti a zlepšení pracovních podmínek a spokojenosti pracovnice.

Diplomová práce je rozdělena na dvě hlavní složky, jimiž jsou teoretická a praktická část. Úkolem teoretické části je provedení průzkumu dostupných literárních pramenů a objasnění pojmů se zaměřením na problematiku štíhlé výroby, logistiky, ergonomie a projektového řízení jako východisko pro zpracování praktické části. Mimo to jsou v závěru teoretické části jednotlivě popsány také vybrané analytické metody dále aplikované pro zanalyzování současného stavu. Druhou, praktickou část, lze rozdělit na analytickou část a projektovou část. V analytické části je nejprve představena vybraná společnost a vybrané pracoviště. Následně jsou rozpracovány analytické metody v podobě snímku pracovního dne, ABC analýzy vztahené k jednotlivým činnostem manipulanky a spaghetti diagramu. Dále jsou použity také ergonomické metody KIM, NIOSH a Nordic Questionnaire, sloužící ke zhodnocení současného stavu. Ze zjištěných nedostatků vychází následná projektová část. V rámci té jsou zpracovány nápravná opatření, které by měly vést ke zefektivnění systému doplňování materiálu pro montážní linky. Součástí projektové části je i stanovení cílů projektu, posouzení projektových rizik pomocí RIPRAN analýzy, definování časového harmonogramu, sestavení projektového týmu a současně provedení ekonomického zhodnocení, představení akčního plánu či uvedení přínosů navrhovaných doporučení.

CÍLE A METODY ZPRACOVÁNÍ PRÁCE

Tato práce je zaměřena na zefektivnění systému doplňování materiálu pro montážní linky. Hlavním cílem diplomové práce je navrhnout opatření a doporučení, které povedou ke snížení fyzické náročnosti práce manipulanky při ručních manipulacích s břemeny. Měřitelným ukazatelem splnění tohoto cíle bude kumulativní součet hmotnosti břemen, kterými v rámci osmihodinové pracovní směny pracovnice manipuluje. Mezi dílčí cíle projektu patří vytvoření časové úspory při pracovních činnostech manipulační pracovnice, navržení standardu práce na vybraném pracovišti a celkové zlepšení pracovních podmínek a spokojenosti pracovnice.

Při průzkumu literárních pramenů v teoretické části diplomové práce je čerpáno z mnoha českých i zahraničních knižních zdrojů, internetových zdrojů i databází odborných článků a publikací. Oblasti, které byly prozkoumány se týkají převážně štíhlé výroby, logistiky, podnikové logistiky, manipulaci s břemeny, ergonomii, zátěži na pracovníka, pracovních poloh, projektového řízení či vybraných analytických metod. Tato teoretická východiska umožnila získání potřebných teoretických znalostí pro potřeby zpracování praktické části.

Praktická část diplomové práce je rozdělena na dvě části – analytickou a projektovou. Analytická část je zaměřena na představení vybrané společnosti a zhodnocení současného stavu na vybraném pracovišti. Během zpracování této části diplomové práce jsou využity následující analytické metody:

- snímek pracovního dne → informace o činnostech manipulanky a jejich trvání,
- ABC analýza → rozdělení činností podle důležitosti vzhledem k délce trvání,
- spaghetti diagram → vizualizace jednotlivých pohybů při práci manipulanky,
- metoda klíčových identifikátorů KIM → hodnocení ruční manipulace s břemenem,
- metoda NIOSH → posouzení fyzického zatížení při manipulaci s břemenem,
- Nordic Questionnaire → informace ohledně podmínek na pracovišti, zatěžovaných částech těla a zátěži ve vybraných situacích.

Závěr diplomové práce patří projektové části, kde jsou shrnuty všechny náležitosti projektového řešení spolu s provedenou rizikovou analýzou RIPRAN a díky provedeným analýzám jsou navrženy doporučení a opatření, která pomohou se splněním cílů diplomové práce a zefektivněním stávajícího stavu systému doplňování materiálu pro montážní linky.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 ŠTÍHLÁ VÝROBA

Podstatou konkurenceschopného podniku je v dnešní době výrobní schopnost poskytovat výrobky a služby v nejlepší kvalitě, ceně, co nejrychleji a také schopnost reagovat na změny. I kvůli dosažení té nejlepší výrobní schopnosti podniky hledají řešení v nejrůznějších výrobních filozofiích, strategiích nebo metodách a celkovém zeštíhlování podniku. (Nicholas, 2018, s. 2)

Pojem „lean“ neboli „štíhlý“ je úzce provázán s procesy v rámci celého podniku a zasahuje nejen do výroby, ale také do logistiky, administrativy nebo vývoje (Altman, 2017, s. 137-138). Lean management, do češtiny přeložen jako řízení štíhlé organizace, je založen na principu, kdy činnosti nesouvisející s tvorbou přidané hodnoty pro zákazníka (VA), znamenají pro podnik plýtvání (Oudová, 2016, s. 69).

Kompletní systém, jímž štíhlá výroba je, je orientován zejména na změnu myšlení v oblastech řízení a organizace výroby. Je také základem pro neustálé zlepšování ve třech oblastech, kterými jsou snižování plýtvání, zvyšování hodnoty pro zákazníka a zapojení zaměstnanců do procesu zlepšování. Základní myšlenkou této filozofie je vyrobení pouze takového množství, jež zákazník požaduje, za co možná nejkratší čas, s minimem nákladů. (Bicheno a Holweg, 2016, s. 1) Doležal a kol. (2023, s. 112) lean považuje za filozofii zaměřenou na člověka se dvěma pilíři – neustálé zlepšování a respekt k lidem.

Procesem zeštíhlování se podle Filipa (2019, s. 185) rozumí vyrábět mnohem více, ale s nižšími náklady a pracností, na menším prostoru a s nižšími zásobami. Toho lze dosáhnout prováděním pouze hodnotu přinášejících činností, jež jsou dělány správným způsobem a hned napoprvé.

Počátky štíhlé filozofie sahají už do 19. století, kdy se Frederick W. Taylor pokoušel o standardizování práce a zefektivnění pracoviště. O myšlenku mapování procesů a snižování procesů nepřidávající užitek se postarali Frank a Lillian Gilbrethovi. (Roser, 2017, s. 217-222) Na začátku 20. století začal o průmyslové výrobě přemýšlet také Henry Ford (Altman, 2017, s. 130). Jeho strategie v uspořádání všech prvků výroby, aby nedocházelo ke zbytečným prostojům se tak skvěle osvědčila (Nicholas, 2018, s. 6). Nástroje řízení, které Ford používal se staly základem pro to, co je dnes známo jako štíhlá výroba. O rozvinutí metod a nástrojů štíhlého podniku se postarala japonská společnost Toyota, která sice vycházela z nástrojů řízení automobilky Ford, ale byla schopná se poučit z chyb a modifikovat štíhlé myšlení do dnešní podoby. Díky efektivnosti, ke které se zaváděním štíhlé

teorie společnost Toyota dopracovala, dosahuje vysoké kvality svých produktů za přijatelné ceny. (Altman, 2017, s. 130, 137)

Zavedením prvků štíhlé výroby je umožněno eliminování všech druhů plýtvání, čímž se procesy stávají rychlejšími, flexibilnějšími a schopnými uspokojit požadavky zákazníků. Tato cesta však není snadná a je potřeba dlouhodobé konzistentnosti, aby bylo možno „dělat více s méně“ (Bicheno a Holweg, 2016, s. 1). Respektive dělat jen to, co je potřeba k dosažení požadovaného výsledku (Earley, 2016, s. 2).

Štíhlé smýšlení však nelze aplikovat bez podpory celé organizace. Je třeba iniciativy od nejvyššího vedení a managementu, ale také ochota angažovat se od ostatních zaměstnanců. (Filip, 2019, s. 185)

1.1 Plýtvání

Jak již bylo zmíněno, součástí neustálého zlepšování a cílem štíhlé výroby je snaha o identifikaci plýtvání a jeho eliminaci. To je hlavní podstatou efektivního, respektive štíhlého podniku. (Nicholas, 2018, s. 22) Dle Earleyho (2016, s. 15-16) je plýtvání 90 % všeho, co podnik dělá. Existuje plýtvání, jež je spojeno s činností podniku a nelze jej zcela eliminovat. Snahou by mělo být jej alespoň minimalizovat. Více než 60 % činností je však považováno za druhý typ plýtvání, které nepřináší žádnou přidanou hodnotu pro zákazníka (NVA), čímž jsou zvyšovány náklady na daný produkt. V tomto případě je třeba se zaměřit na jeho odstranění a užitečnější využití.

Za plýtvání je považováno cokoliv jiného než minimální množství materiálu, zdrojů, prostoru nebo času potřebného k přidání hodnoty produktu. Obecně je dle Toyoty možno rozpoznat 7+1 druhů plýtvání. Cílem štíhlé výroby je tedy eliminovat nadprodukcí (nadvýrobu), nadbytečné zásoby, zmetky a vady (nekvalita), nadbytečný pohyb, nadbytečnou práci, čekání, dopravu (transport) a také nevyužitý potenciál (Nicholas, 2018, s. 64-65).

Javaid et al. (2021, 403-404) definují 7 druhů plýtvání a to takto:

- **Zmetky a vady** jsou díly, které nejsou ve stoprocentním pořádku. Takové díly je třeba zcela vyměnit nebo alespoň upravit, čímž jsou zvyšovány náklady. I proto tento druh plýtvání autoři popisují jako nejdražší.
- **Čekání** je považováno za důsledek špatně nastavených procesů. Tyto prostoje mohou být způsobeny lidským faktorem, například čekáním na pracovníka, dále

třeba chybějícím materiálovým vybavením nebo nástroji, a také nečinností zařízení. Je to v podstatě zbytečný čas, který by mohl být využit lepším způsobem a činnostmi přinášejícími hodnotu.

- **Nadbytečné nebo zbytečné pohyby** osob a zařízení jsou považovány za plýtvání pohybem. Tím mohou být jakékoli pohyby, které nezvyšují hodnotu produktu nebo přesahují rámec pohybů potřebných k dokončení procesu.
- Za plýtvání formou **dopravy a transportu** je možno považovat přemísťování objektů z místa na místo, z jednoho výrobního zařízení do druhého, vícečetnou manipulaci nebo zbytečně dlouhé vzdálenosti.
- K **nadprodukcí** dochází v případě výroby něčeho, co není potřebné, nebo i vyššího množství, než je třeba. Tím jsou zvyšovány také náklady na skladování, jelikož je třeba takovou nadvýrobu někde uchovat.
- S nadprodukcí se pojí i další druh plýtvání, **nadbytečné zásoby**. Tak jako nadprodukcí, i udržování zásob stojí peníze, protože zásoby vážou kapitál. To se týká například neprodaných výrobků nebo materiálu, které čekají na své využití. Cílem je tedy naplánovat procesy výroby, nákupu a plánování tak, aby bylo zásob požadované množství.
- Také **nadbytečnou práci** berou autoři jako známku špatně navrženého procesu. Jedná se o provádění většího množství nebo déle trvajících úkonů, než jsou požadovány. Důvody mohou být nedostatečná komunikace, duplicitní informace, neznalost pracovních postupů, chyby nebo třeba vadné nebo neúplné vybavení pracovišť.

Další autoři zmiňují existenci osmého druhu plýtvání. García-Alcaraz et al. (2017, s. 4) jej popisují následovně:

- **Nevyužitý potenciál** může být kombinací výše zmíněných druhů plýtvání jakožto neefektivního procesu a souvisí také s nevyužitím lidského kapitálu a zdrojů. Příkladem nevyužitého lidského potenciálu může být nedostatečné zúročení dovedností, talentu a znalostí jednotlivých zaměstnanců.

1.2 Ukazatele výkonnosti pracovníka a procesu

Výkonnost je chápána jako schopnost podávat výsledky v jakémkoli provedení. Výkonnost lze vyjádřit pomocí dalších ukazatelů jako produktivita, efektivnost, jakost, spokojenost nebo výtěžnost. K optimálním výsledkům přispívá vyvážený přístup kvality a kvantity, respektive když podnik dokáže kombinovat efektivní provedení s vysokými výkony. (Nenadál, 2018, s. 291-292)

Za výkonnost pracovníka je považováno podání určitého výkonu během dané pracovní činnosti. V případě člověka lze posuzovat výkonnost tělesnou – schopnost vyvinout energii a nasazení, a výkonnost duševní neboli psychickou – schopnost vnímat okolí a chovat se racionálně. Velký vliv na lidskou výkonnost má také pohlaví, věk, tělesná zdatnost (zdraví a pracovní způsobilost) a výkonová kapacita. Výkonová kapacita je spojena se stavem lidského organismu a nelze zcela přesně vyjádřit. Je však dána mnohými proměnnými jako fyzická, sluchová, zraková, mentální a sociální kapacita. (Malý a kol., 2010, s. 291-293) Dle Dittrichové a Jurové (2019, s. 80) výkonová kapacita souvisí s tělesnou stavbou a rozměry těla i končetin, svalovou silou nebo rozsahy pohybů. Za optimální výkonnost je považována normální výrobní práce ve správném fyziologickém režimu v rámci produktivního věku jedince (Malý a kol., 2010, s. 292).

1.2.1 Produktivita, efektivnost a účinnost

Obecně lze **produktivitu** pochopit jako poměr výstupů k vstupům. Produktivita je zaměřena zejména na dosažení co největšího výkonu čili kvantitativní aspekt pracovních činností, v daném časovém intervalu. Pokud by tedy práce nebo proces neměly žádné výsledky, jednalo by se o neproduktivitu. (Broský, © 2018) Produktivita práce je rovna podílu celkového objemu odvedené práce a počtu pracovníků vynásobený pracovním časem. Jednotku objemu práce lze vyjádřit mnoha způsoby jako třeba pracovní (Nmin, Nh, Nden), naturální (ks, kg, m) nebo finanční (Kč, euro, dolar). Vypočítaná hodnota je ukazatelem produktivity dané pracovní činnosti. Během života člověka však dochází ke kolísání pracovního výkonu. Jinými slovy fyzická i psychická produktivita jedince se mění během let, měsíců, dní v týdnu, ale i během hodin v rámci jedné pracovní směny. Vyjádřit produktivitu pracovníka lze pomocí křivky denní výkonnosti, která představuje denní dobu, kdy je pracovník nejproduktivnější a naopak. Pro člověka je nejpřirozenější pracovat přes den, avšak zde se naráží na problém směnnosti, kdy někteří lidé střídají ranní, odpolední a noční směny. (Chundela, 2013, s. 124-125, 167)

Oproti produktivitě je **efektivita** (efektivnost), spíše než na kvantitu, zaměřena na kvalitu práce. Podstatou efektivity je děláni správných věcí, které povedou k dosažení stanovených cílů. Lze ji vyjádřit poměrem mezi aktuálním a teoretickým výkonem. (Brodský, © 2018) Efektivnost představuje optimální vztah použitých zdrojů a výsledných účinků, respektive jak dobře podnik využívá své zdroje. Základem efektivních činností je buď dosažení maximálních výstupů s využitím daných zdrojů nebo dosažení požadovaného výstupu pomocí minima zdrojů (čas, energie, materiál, lidé, peníze nebo jiné prostředky). (3E - efektivnost, hospodárnost, účelnost, © 2012)

Na principu děláni věcí správně je zase založena **účinnost**. Je určena množstvím zdrojů potřebným pro realizaci procesu. Ideálním případem je dělat něco bez plýtvání s časem, energiemi nebo materiály. Ukazatel účinnosti dokáže jasně vyhodnotit úspěch a výkonnost každého podniku. (Anthony, © 2023)

2 LOGISTIKA

Pojem logistika pravděpodobně vychází z řeckého logos (lze přeložit jako slovo, řeč, rozum nebo počítání) nebo ze slova logikon (v překladu důmysl, rozum). Nejprve byl pojem spojován s vojenským prostředím v období Byzantské říše, konkrétně za vlády císaře Leontosa VI. (886–911). V obdobných souvislostech jako pohyb, zásobování a ubytování vojska začali logistiku používat také ve Francii během 19. století. Termín logistika zavedl ve své publikaci švýcarský generál Antoine Henri Jomini a byl odvozen od francouzského slova loger (bydlet). (Dupal, 2018, s. 11)

Dnes je logistika spojena s procesy plánování, kontroly a uskutečňování pohybů s osobami nebo výrobky z místa původu až po místo konečné spotřeby. Mezi typické činnosti spadající do řízených logistických aktivit patří doprava, skladování, manipulace s materiály, řízení zásob, plnění objednávek a plánování nabídky či poptávky, navrhování logistické sítě a podobně. (Gros, 2016, s. 25)

Oudová (2016, s. 8) považuje logistiku za disciplínu cílicí na optimalizaci, koordinaci a synchronizaci veškerých činností v rámci dodavatelského řetězce. Dodavatelský řetězec podle Rushtona et al. (2017, s. 6) tvoří dodavatelé, logistika a zákazníci. Podstatou fungování je dodávání surovin, komponentů a finálních výrobků konečnému zákazníkovi.

Během let docházelo k zapojení dalších článků do dodavatelského řetězce jako jsou dopravci nebo komplexní logistické služby. Stejně tak vzájemné propojování a komunikaci mezi nimi bylo potřeba rozvinout a provázat, čímž začaly vznikat celé dodavatelské sítě. (Jurová, 2016, s. 194) Správně nastavené logistické procesy by měly být zaměřeny na uspokojení potřeb, požadavků a očekávání zákazníků (Rushton et al., 2017, s. 119). Gros (2017, s. 29) dodává, že požadavky finálního zákazníka je třeba splnit v požadovaném čase, v požadované kvalitě, v požadovaném množství a na požadovaném místě.

2.1 Štíhlá logistika

Principy štíhlého a inovativního podniku se prolínají také do oblasti logistiky. Logistické činnosti jako je přeprava, manipulace nebo skladování mají velký vliv na chod a výkonnost podniku. Společnosti by tak měly cílit také na štíhlou logistiku, a ne jenom na štíhlou výrobu. (Šimon, © 2015) Štíhlá logistika je zaměřena zejména na zkracování průběžných dob výroby a co nejnižší zásoby, jelikož jejich skladování váže značnou část nákladů i kapacit (Jurová, 2016, s. 245).

2.1.1 Plýtvání v logistice

Dle Šimona (© 2015) je vhodné rovnoměrně rozložit operace během pracovní směny a nastavit standardizaci logistických procesů tak, aby byly činnosti prováděny pokaždé stejně neohledně na to, kým a kdy jsou realizovány. Právě pomocí standardizace a rovnoměrnosti operací lze odstranit tyto formy plýtvání vyskytující se v rámci logistických procesů:

- **Čekání** – může být způsobeno zpožděním předchozích procesů jako je nakládka, vykládka, kompletace nebo dovoz.
- **Hledání materiálu a polotovarů** – v případě, že něco není na svém místě.
- **Zbytečné pohyby a manipulace** – dodání většího nebo naopak menšího množství, než je stanoveno, a zbytečné přesouvání materiálu, lidí či jiných věcí.
- **Nadbytečné dokumenty a administrativa** – zbytečné vyplňování dokumentů, ruční evidování nebo velké množství papírové dokumentace.
- **Chyby v dokumentaci** – způsobeny špatně nebo neúplně vyplněnou dokumentací či chybami v informačním systému.
- **Chyby v logistických činnostech** – nekompletní nebo pozdní dodávka a špatně naložená zásilka mohou být způsobeny pochybením člověka, informačního systému i stroje.

2.2 Podniková logistika

Podniková logistika je orientována převážně na interní procesy materiálového a informačního toku. Zabývá se tak dopravou, manipulací nebo skladováním uvnitř podniku. (Dupal, 2018, s. 17-18)

Dle Jurové a kol. (2016, s. 190-191) je podniková logistika rozdělena na zásobovací, výrobní a vnitropodnikovou, distribuční a logistiku zpětnou. Dupal (2018, s. 18-22) ji však rozděluje pouze na tři kategorie. Nákupní a zásobovací logistiku, jejíž úkolem je zabezpečit, aby bylo z čeho vyrábět. Dále distribuční logistika, která se stará o zabezpečení materiálového toku z podnikového skladu k zákazníkovi nebo odběrateli, a výrobní logistika.

V rámci těchto typů logistiky dochází k mnohým logistickým činnostem. Jde například o řízení zásob, balení, skladování, manipulace, doprava a přeprava, určování vhodných prostor pro výrobu a skladování, zákaznický servis, logistická komunikace nebo vyřizování objednávek. (Jurová, 2016, s. 191)

2.2.1 Výrobní a vnitropodniková logistika

Zaměřením výrobní a vnitropodnikové logistiky je optimalizace toků uvnitř podniku, které souvisí s výrobkem a řízením jeho výrobního procesu. Podílí se na řízení materiálových toků, rozvržení pracovních prostor a tvorbě manipulačních systémů. (Jurová, 2016, s. 190) Řeší také problémy se strukturalizací výroby z hlediska logistiky, plánováním výroby, uspořádání materiálových a informačních toků nebo také novými systémy řízení výroby (Dupal, 2018, s. 21-22).

Materiálovým tokem lze popsat organizovaný a předem naplánovaný pohyb materiálu, surovin a rozpracovaných nebo hotových výrobků. Jeho řízení uvnitř podniku je zabezpečeno logistikou výrobního procesu. Řízený pohyb každého materiálového toku má svůj směr, intenzitu i frekvenci a musí být přímočarý, co nejkratší a přehledný, tudíž bez křížení a vracení. (Jurová, 2016, s. 135, 217)

Je třeba zabezpečit efektivní řízení materiálového i informačního toku v podniku pro plynulý a hladký výrobní proces bez zpomalení nebo výpadků. V opačném případě by podnik nebyl schopný vyrábět produkty v požadovaném čase, kvalitě a za stanovenou cenu. (Dupal, 2018, s. 95) Dle Jurové (2016, s. 190) je snahou z vnitropodnikových logistických procesů odstranit nadbytečný pohyb a manipulaci s výrobky.

2.2.2 Manipulace s materiálem uvnitř podniku

Při práci s materiálem byla dříve využívána především ruční manipulace. I u manipulace s materiálem však dochází k vývoji. Mnohé podniky přistupují k mechanizaci, automatizaci nebo rovnou k robotizaci celých skladů. Využívání technických řešení na urychlení nebo zjednodušení logistických procesů má také pozitivní vliv na zdraví zaměstnanců, kteří dříve museli manipulovat ručně. (Oudová, 2016, s. 35)

Přeprava materiálu ve skladu, ze skladu a do skladu, do výroby nebo i během výrobního procesu je obstarávána vnitřní dopravou v podniku. Manipulace s materiálem mezi jednotlivými pracovišti tvoří až 75 % ze všech manipulačních operací, proto je důležité brát ohled na řízení mezioperační dopravy a manipulace mezi technologickými operacemi. (Dupal, 2018, s. 132-133)

Náklady na manipulaci s materiálem jdou na vrub podniků, protože činnosti spojené s přemísťováním materiálu nepřidávají hodnotu výrobku. S minimalizací nákladů na

manipulační činnosti může pomoci například zkracování manipulačních tras a vzdáleností nebo zvýšení stupně automatizace logistických operací. (Kubasáková a kol., 2017, s. 23)

2.3 Logistický systém

Dosažení ekonomických a výkonových cílů podniku je zabezpečeno celým logistickým systémem, jehož úkolem je transformovat logistické objekty v prostoru a čase (Tichý, 2021, s. 17). Logistický systém je tvořen všemi logistickými prvky v řetězci, mezi něž patří technické prostředky, nástroje a zařízení, budovy, cesty, lidé či informace, které se podílejí na dílčích logistických operacích jako řízení zásob, plánování výroby, skladování, nakupování nebo dopravě. Systematické řízení a zlepšování logistického systému je základem pro efektivnější a výkonnější podnik. (Kubasáková a kol., 2017, s. 24-26) I tak je při efektivním řízení procesů v logistice dle Tichého (2021, s. 20) životně důležité stále brát ohled na potřeby zákazníků.

2.3.1 Prvky logistického řetězce

Logistickým řetězcem je myšlen hmotný a nehmotný tok, který cílí na uspokojení potřeb a požadavků konečného článku řetězce. Hmotným tokem jsou myšleny věci a lidi, tím nehmotným zase informace. Současně existují aktivní a pasivní prvky logistického řetězce. Za pasivní prvky jsou považovány všechny suroviny, materiál a nedokončené výrobky, odpad, obalový materiál, přepravní prostředky, ale také informace. Jejich zpracování, balení, nakládání nebo přepravování je umožněno aktivními prvky logistického řetězce. V tomto případě se jedná o technické prostředky pro manipulaci, skladování či balení, hardware a podnikové softwary, nebo osoby obsluhující a řídicí toky pasivních prvků. (Oudová, 2016, s. 13-15)

2.3.2 Obaly a manipulační jednotky

Pohyby s materiálem, polotovary nebo výrobky usnadňují obaly, které jsou dále sdruženy do jednotek určených na manipulaci a přepravu (Gros, 2016, s. 373). Obaly doprovázejí materiály i výrobky od místa zabalení až do místa určení nebo spotřeby. Obaly sice zvyšují přepravní hmotnost a objem při manipulaci, avšak mají i některé pozitivní funkce. (Molina-besch a Pålsson, 2014, s. 138) Dle Oudové (2016, s. 41) obal poskytuje ochranou funkci jednoho nebo více výrobků a současně usnadňuje manipulaci s výrobky nebo materiálem v obalu. Balné jednotky mohou být například sudy, krabice, plechovky, tašky či pytle a

mohou být vyrobeny z různých materiálů jako je lepenka, plast, dřevo, sklo, kov, papír nebo textil.

Molina-besch a Pålsson (2014, s. 141) dále naznačují, že při výběru vhodného obalu je třeba brát ohled také na ekologickou stránku věci či kompatibilitu během procesu manipulace, jelikož výrobek či komponenty a jejich obaly jsou přepravovány a skladovány společně v mnoha částech dodavatelského řetězce.

Pokud je s jakýmkoli materiálem manipulováno jako s jedním kusem, aniž by bylo třeba tuto jednotku upravovat, jedná se o takzvanou manipulační jednotku. Manipulační jednotky usnadňují přepravu a manipulaci nejen s materiálem, ale i výrobky nebo polotovary. (Oudová, 2016, s. 48)

Obalové systémy je třeba přizpůsobit požadavkům v rámci dodavatelského řetězce. Mimo to je při procesu vývoje obalů třeba zohlednit fyzikální vlastnosti jako velikost, hmotnost či počet kusů. Faktem však zůstává, že optimalizace obalových systémů, jako je třeba snížení množství vzduchu v manipulační jednotce, přispívá k efektivnější přepravě či manipulaci. (Molina-besch a Pålsson, 2014, s. 142)

2.4 Nové trendy při ruční manipulaci

Ke zvýšení efektivity, ale také bezpečnosti, při ručních manipulacích mohou pomoci nové systémy, vylepšené softwary či inovativní technologie. Jelikož úrazy na pracovišti jsou spojeny s velkými náklady, měly by se společnosti zaměřovat na hledání a snižování úrovně ergonomických rizik spojených s ruční manipulací a úrazům tak předcházet. (Sedm technických tipů pro zajištění bezpečnosti práce při manipulaci s materiálem, © 2022)

Trendy v oblasti ruční manipulace dnešní doby cílí na přizpůsobivé a ergonomické zařízení, které by pomohly snížit fyzickou zátěž a únavu. Příkladem mohou být nastavitelné ruční vozíky a plošiny, přizpůsobivé dopravníky nebo světla, či polstrování zařízení zvyšující pohodlí a komfort. Dále je dobré zaměřovat se na životní prostředí, udržitelnost obalového materiálu a tím snižování nákladů na manipulaci s materiálem. Automatizace či chytrý a propojený systém ručních manipulačních zařízení také dokáže kontrolovat a sledovat materiálové toky v reálném čase, díky čemuž mohou operátoři a vedoucí pracovníci téměř okamžitě reagovat. (What are the latest trends and innovations in manual handling equipment?, © 2023)

Autonomní mobilní roboty (AMR)

S činnostmi jako vyhledávání, chystání a přesunování manipulačních jednotek, které by pro člověka mohly být zatěžující až nebezpečné, mohou pomoci autonomní mobilní roboty. Pokročilá technologie trasování a určování polohy těchto robotů umožňuje zvýšení efektivity manipulací, zajištění bezpečnosti i přesnosti. Současně jsou schopny reagovat na podněty ve svém okolí, například vyhnout se překážkám nebo se zastavit v případě pohybu osob, díky čemuž mohou pracovat zcela samostatně. (Sedm technických tipů pro zajištění bezpečnosti práce při manipulaci s materiálem, © 2022)

Autonomně řízená vozidla AGV

Také AGV vozidla mohou fungovat zcela bez obsluhy pomocí své sensoriky a inteligenci, avšak oproti AMR mají přesně stanovenou trasu, po které se musí pohybovat. Tyto fyzické trasy mohou být určeny pomocí nejrůznějších vodiček na podlaze, mezi nejpoužívanější patří magnety, signální vodiče nebo barevné čáry. Problémy však mohou nastat v případě, kdy se vozíku do cesty připlete nějaká překážka nebo dojde k narušení vodítka na podlaze. Také je třeba počítat s pohyby osob v provozu a přizpůsobit tak rychlost a prostor. K zamezení vstoupení vozíku do cesty lze nainstalovat fyzické nebo optické zábrany. (Autonomní vozidla pro průmysl: jak se liší AGV od AMR, © 2022)

Autonomní a kolaborativní ruční manipulační zařízení

Často opakující se činnosti jako třídění nebo vychystávání lze zrychlit a zefektivnit pomocí robotického ramene. Kromě zvýšení produktivity a vytvoření bezpečnějšího pracoviště lze snížit také náklady na pracovníka, avšak je nutno počítat s pořizovacími náklady na robota. (Sedm technických tipů pro zajištění bezpečnosti práce při manipulaci s materiálem, © 2022)

Autonomní a kolaborativní technologie jako jsou roboty, koboti nebo drony dokáží provádět manipulační úkony s minimálním zásahem člověka a zvýšit rychlost, přesnost či flexibilitu. V případě kobotů lze propojit práci člověka a robota bez omezení prostoru například při zvedání, nakládání, vykládání nebo třídění. Koordinace kolaborativních robotů s jinými vede k optimalizaci materiálových toků v podniku. (What are the latest trends and innovations in manual handling equipment?, © 2023)

3 ERGONOMIE

Pojem ergonomie (anglicky „ergonomics“) je odvozen ze dvou slov řeckého původu – ergon (práce) a nomos (zákon). Prvních základních ergonomických principů si šlo povšimnout při chirurgických výkonech již za dob „otce medicíny“ Hippokrata z Kóu (460-370 př. n. l.). V průběhu staletí byly lidmi vymyšleny a vyrobeny mnohé nástroje. Postupem času se jejich dovednosti v jejich tvorbě zlepšovaly. Průmyslovou revolucí byly následně zvýšeny nároky na fyzickou náročnost pracovních úkonů, díky čemuž se ergonomie začala více vnímat. Rozvoj celé ergonomie byl ale uspišen hlavně válečnými konflikty. Po druhé světové válce tak vzniklo mnoho vědeckých pracovišť na ergonomii, která získala statut samostatného vědního oboru. Za autora tohoto nově vznikajícího pojmu pro vědu o práci (1857) je možné považovat polského profesora Wojciecha Jastrzbowskiego. (Dylevský, 2022, s. 9-10)

Její rozvoj je podporován Mezinárodní ergonomickou asociací, jež jako nevládní organizace vznikla roku 1959. Součástí IEA je i Česká ergonomická společnost (ČES) jako zástupce České republiky. (Malý a kol., 2010, s. 76)

S ergonomií jakožto interdisciplinární naukou je spojeno několik oborů aplikovaných věd. Jsou jimi antropometrie včetně biomechaniky, filozofie činnosti, psychologie činnosti a hygieny činnosti. Hlavní předměty výzkumu se týkají výkonnostních determinantů čili pracovní kapacity člověka, adaptace a reakce člověka na pracovní podmínky a jiné činnosti, a také vztahu mezi psychickými a fyzickými vlivy prostředí na lidský organismus. (Senčík a Nechvátal, 2022, s.4)

Existuje mnoho definic ergonomie, avšak v jedné věci se víceméně shodují. Touto vědní disciplínou o práci je systémovým přístupem řešena problematika člověka ve výrobním i nevýrobním procesu. Základním cílem je nalézt rovnováhu mezi požadavky a podmínkami pracovní činnosti a výkonovou kapacitou jednotlivce. (Malý a kol., 2010, s. 55, 132)

Ergonomie je zaměřena na optimalizování schopností a prostředků člověka plnit práci vůči pracovním podmínkám, jež jsou k dispozici (Neugebauer, 2016, s. 194). Dle Dylevského (2022, s. 9) tkví cíl ergonomie v maximalizaci pracovní produktivity člověka a zároveň minimalizaci nežádoucích zdravotních obtíží. Zlepšit lidské zdraví, pohodu a výkonnost lze pomocí zavedení vhodných metod, teorie nebo dat. Zranění, nemoci a úmrtí jsou totiž spojeny s nemalými finančními náklady pro zaměstnavatele (Markova et al., 2022, s. 5527).

Díky ergonomii je poukazováno na některé nevhodné pracovní podmínky a škodlivost jejich dlouhodobého působení na zdraví pracovníků. Úkolem je snaha o přizpůsobení pracoviště

člověku, ne člověka pracovišti. Přijetím ergonomických opatření lze podpořit kladné vnímání zaměstnavatele a stejně tak mohou přinést úspory z hlediska možných ztrát produktivity a efektivity, z důvodů úrazů či nemocí, brzké únavy nebo vyčerpání, které mohou vést k chybovosti. (Tilhon, 2022, s. 5) Markova et al. (2022, s. 5526) shrnuli, že ergonomicky optimalizované pracoviště s sebou nese přínosy v podobě vyšší produktivity, menší pracovní neschopnosti, minimalizaci nákladů na zdravotní péči nebo udržení i starších zaměstnanců.

3.1 Kategorizace práce

Pro správný ergonomický chod pracoviště je nezbytné řídit se mnohými zákonnými předpisy v rámci legislativy. Problematika ergonomie je velice rozsáhlá a zasahuje do více odvětví. I z toho důvodu tedy zahrnuje mnoho vyhlášek, zákonů nebo nařízení vlády. Každému zaměstnavateli je v oblasti bezpečnosti zákonem daná povinnost kategorizovat práci dle § 37 zákona č. 258/2000 Sb. (o ochraně veřejného zdraví). Jakoukoli práci na pracovišti je třeba posoudit a vyhodnotit rizikové faktory, jež působí na zaměstnance. Podle rozsahu výskytu a míry působení rizikových faktorů je práce rozdělena podle vyhlášky č. 432/2003 Sb. do čtyř kategorií. (Novotný, 2022, s. 30) Povaha celkem 13 rizikových faktorů je různá, od fyzikální, chemické a biologické povahy, až po ergonomickou povahu antropometrických, fyziologických a psychologických faktorů (Dittrichová a Jurová, 2019, s. 80).

Správné určení jednotlivých kategorií prací je umožněno na základě měření koncentrací a intenzit rizikových faktorů na daném pracovišti. Tato měření musí být prováděna držiteli osvědčení o akreditaci nebo autorizovanými osobami k příslušným měřením. Účelem odborného hodnocení vybraných rizikových faktorů u dané práce je doporučit zařazení do jednotlivých kategorií. (Šenk, 2015, s. 37)

První kategorie je nejméně rizikovou a není přímo vymezena hodnotami hygienických limitů. Práce v této kategorii nepředpokládá nepříznivý vliv na zdraví člověka a spadá do ní většina administrativních prací. Současně není potřeba oznamovat toto zařazení orgánu ochrany veřejného zdraví. (Novotný, 2022, s. 31)

Druhá kategorie práce je určena rozpětím hygienických limitů, přičemž v této kategorii nedochází k trvalému překročení přípustného limitu stanoveného zvláštními právními předpisy. Ve výjimečných případech se u vnímavých jedinců může vyskytnout negativní

dopad na zdraví. Práce v této kategorii je dovolena i těhotným a mladistvým zaměstnancům (Šenk, 2015, s. 37-38).

- **Druhá kategorie riziková** – při vyšší rizikovosti práce spadající do druhé kategorie je rozhodnuto Krajskou hygienickou stanicí o zařazení do této zvláštní kategorie (Tomšej, 2020, s. 28).

V případě trvalého překročení přípustných hygienických limitů spadá práce do **třetí kategorie**, kde se již objevuje riziko poškození zdraví s následky nemocí z povolání. Je nezbytné, aby pracovníci používali osobní ochranné pracovní prostředky. Doporučuje se navrhnutí a přijetí opatření na snížení dopadu práce na zdraví člověka. Pracovat těhotným a mladistvým zaměstnancům je od této kategorie zakázáno. (Janáková, 2018, s. 96)

Vysoké riziko ohrožení zdraví představuje **čtvrtá kategorie**. Práce v této kategorii má velmi negativní dopad na zdraví člověka. Tato ohrožení nelze zcela eliminovat ani při používání ochranných osobních pracovních prostředků nebo zavedením ochranných opatření. O zařazení do této kategorie rozhoduje Krajská hygienická stanice. (Tomšej, 2020, s. 28)

3.2 Rizikové faktory na pracovišti

Neméně důležitým podnětem k bezpečnému a zdraví neohrožujícímu vykonávání práce je zajištění vhodného pracovního prostředí. I z toho důvodu jsou požadavky na pracoviště a pracovní prostředí upravovány mnohými předpisy. (Neugebauer, 2016, s. 151)

Na každého zaměstnance v menší či větší míře působí škodlivé vlivy, které brání optimálnímu vykonávání pracovní činnosti. Jelikož se jedná o faktory rizikové, v určité míře mohou mít negativní dopady i na zdravotní stav jedince. (Dittrichová a Jurová, 2019, s. 80)

Dle Oudové (2016, s. 82-83) vypovídá o kvalitě řízení v dané organizaci nebo podniku také úroveň zajištění bezpečnosti práce, která je zaměřena na lidi. Rizika mohou být vztažena na pracovní činnosti, ale také na pracovní zařízení. Je důležité brát ohled na uspořádání pracoviště, klimatické, biologické a psychologické faktory nebo třeba na pracovní morálku zaměstnanců.

Novotný (2022, s. 30) uvádí přehled 13 rizikových faktorů:

- prach,
- hluk,
- vibrace,

- pracovní poloha,
- fyzická zátěž,
- zátěž teplem,
- zátěž chladem,
- psychická zátěž,
- zraková zátěž,
- chemické látky,
- neionizující zařízení a elektromagnetické pole,
- práce ve zvýšeném tlaku vzduchu,
- práce s biologickými činiteli (například bakterie).

3.3 Pracovní zátěž

Při výkonu pracovních činností vzniká na lidský organismus vlivem vnějších podmínek nebo požadavků určitá zátěž. Za projev narušení pracovní pohody a působení nadměrné zátěže lze považovat stres. Míra působení pracovní zátěže je dle Chundely (2013, s. 114) rozdělena na čtyři stupně – optimální, mírná, velká a nepříjemná zátěž. Za optimální pracovní zátěž je považováno bezpečné vykonávání práce spojené se stavem pracovní pohody. Mírná zátěž představuje přesáhnutí optimálních hodnot, ale i tak zatím nedochází ke ztrátě výkonnosti nebo k únavě pracovníka. Ke snížení výkonu však dochází při velké zátěži. A u nepříjemné pracovní zátěži nastává riziko nevratného poškození zdraví a znemožnění pracovního výkonu. Existuje několik forem zátěže na lidský organismus, které jsou odlišovány tím, na co se vztahují.

3.3.1 Celková fyzická zátěž

Za fyzickou zátěž je považována zátěž pohybového, srdečně cévního a dýchacího systému. Celková fyzická zátěž je identifikována při dynamické fyzické práci vykonávané velkými svalovými skupinami, do které je zapojeno přes 50 % svalové hmoty. Energetická náročnost práce je vyjádřena hodnotami energetického výdeje a srdečními frekvencemi, kdy při dlouhodobém výkonu práce odpovídá energetický výkon přibližně jedné třetině fyzické zdatnosti pracovníka. (Novotný, 2022, s. 39)

Lze rozlišit mírnou, přiměřenou nebo nadměrnou fyzickou zátěž na pracovníka. Minutová hodnota srdeční frekvence by však neměla přesáhnout 150 tepů. Hygienické limity energetického výdeje i srdeční frekvence jsou uvedeny v nařízení vlády č. 361/2007 Sb., v platném znění. (Fyzická zátěž, © 2016 - 2024)

Z fyziologického hlediska je fyzickou zátěž možno rozdělit dle svalové činnosti na dvě formy (Malý a kol., 2010, s. 195):

- Statická svalová práce = pracovní činnost trvající déle než 3 s, která mnohdy vyvolává svalovou únavu a bolesti. Jedná se nejčastěji o jednostranné, dlouhodobé až nepřírozené pracovní polohy.
- Dynamická svalová práce = pohybová zátěž, při níž se střídavě zapojují svalové skupiny. Jinými slovy dochází k jejich střídavému napínání či zkracování. Kontrakce svalu je kratší než 3 s.

3.3.2 Lokální svalová zátěž

Pod pojmem lokální svalová zátěž si lze představit zatížení formou opakovaných pohybů malých svalových skupin prstů, rukou a předloktí. Toto přetížení může, ale i nemusí být spojeno s vynakládáním sil. (Tilhon, 2022, s. 34)

Hodnocení lokální svalové zátěže probíhá několika metodami měření, na které je třeba disponovat speciálními zařízeními. I proto tato měření většinou provádí specializované akreditované laboratoře. Pro jednoduché a stále se opakující činnosti je možnou metodou měření použití jednoduchých měřidel jako jsou tenzometry, dynamometry nebo momentové klíče. (Malý a kol., 2010, s. 135)

Při zjištěných nedostatcích je možno minimalizovat dlouhodobá rizika lokální svalové zátěže pomocí organizačních opatření jako je rotace zaměstnanců na pracovišti nebo formou krátkých bezpečnostních přestávek k protažení a odpočinutí přetěžovaných svalových skupin. (Tilhon, 2022, s. 35)

3.3.3 Psychická zátěž

Další z forem pracovní zátěže se týká vlivů životního a pracovního prostředí na psychiku člověka. Mnohdy zvýšené nároky na pracovní výkon a požadavky mohou působit na lidský organismus mnohem hůř než zátěž fyzická. Dlouhodobé působení nepříznivých podnětů na

psychiku tak může vyústit až k poruchám mentálního zdraví i psychosomatických onemocnění. (Malý a kol., 2010, s. 103)

V oblasti bezpečnosti a ochrany zdraví při práci jsou psychosociální rizika a stres vnímány ne jako problém jednotlivce, ale celé organizace. Rizika jsou výstupem špatné organizace, struktury a řízení práce. (Psychosociální rizika, © 2016 - 2024)

Psychicky zatěžující jsou opakující se pohybové a úkolové úkony s omezenou možností zásahu zaměstnance do jejich průběhu, práce ve vnučeném pracovním tempu, v třísměnném nebo nepřetržitém pracovním režimu a práce vykonávána pouze v noční době. Pro lidský organismus je nejhorší noční a směnová práce. Nepříznivý vliv u monotónních a rytmem udávajících prací lze minimalizovat bezpečnostními přestávkami v trvání 5 až 10 minut po každých 2 hodinách nepřetržité práce nebo rotací. (Malý a kol., 2010, s. 103)

3.3.4 Zraková zátěž

Při práci zatěžující zrak je rozhodující osvětlení na daném pracovišti. Kromě parametrů osvětlení jsou důležité také vzdálenosti a úhly pozorování. V případě nevhodných zrakových podmínek je zvyšována zraková námaha zaměstnance, důsledkem čehož může vést třeba k natáčení hlavy nebo předklánění trupu. Dále mohou špatné podmínky vyústit v psychickou nepohodu, která vede k chybovosti, nižší produktivitě, pracovní nepřítomnosti, ale i výskytu nemocí z povolání. (Tilhon, 2022, s. 21)

3.3.5 Ruční manipulace s břemeny

Při manipulaci s břemeny dochází k mírnému předklonu i změně těžiště těla, čímž dochází k přetěžování bederní páteře. Během maximálního předklonu je zatěžována dokonce celá vazivová páteřní struktura a je vhodné snížit a roztáhnou těžiště a opěrné body těla, například předsunutím končetiny. Velmi důležitým aspektem je zejména hmotnost manipulovaného břemene, kdy čím těžší, tím méně vhodná manipulace s ním je. (Dylevský, 2022, s. 133)

V případě ručního přenášení břemen nejen při logistických operacích jsou předepsány váhové limity zvláště pro ženy a muže. Břemenem je míněno pravidelné nebo nepravidelné těleso určené vahou, velikostí, tepelným stavem, barvou či dalšími znaky. Pro získání ergonomicky přívětivého pracoviště, je snahou ruční manipulace omezit na minimum nebo alespoň pracoviště vhodně uspořádat tak, aby byla co nejvíce bezpečná a neohrožovala zdraví pracovníků. (Fyzická zátěž - manipulace s břemeny, © 2016 - 2024)

Hygienické limity pro osmihodinovou pracovní směnu jsou pro přehlednost vyobrazeny v tabulce níže (Tabulka 1). Při dlouhodobém přetěžování lidského těla ruční manipulací těžkých břemen hrozí riziko poškození zdraví, trvalých následků nebo nemocí z povolání. (Neugebauer, 2016, s. 212)

Tabulka 1 Hygienické limity ruční manipulace s břemeny (Vlastní zpracování dle Dittrichová a Jurová, 2019, s. 81)

	Ženy	Muži
Občasná manipulace (do 30 minut)	20 kg	50 kg
Častá manipulace (nad 30 minut)	15 kg	30 kg
Při práci v sedě	3 kg	5 kg
Kumulativní hmotnost	6 500 kg	10 000 kg
Tlačná síla	250 N	310 N
Tažná síla	220 N	280 N

Mimo váhové limity je třeba brát zřetel také na frekvenci manipulací. Za občasnou manipulaci s břemeny je považováno méně než 30 minut zvedání a přenášení z osmihodinové pracovní směny. Pokud však zvedání a nošení souhrnně přesahuje 30 minut v rámci osmihodinové směny, jedná se o častou manipulaci. (Bezpečnost práce při ruční manipulaci s břemeny. Rizika, prevence, limity, © 2023)

3.4 Nemoci z povolání

V rámci České legislativy lze rozeznat čtyři druhy poškození zdraví, za jejichž původce je označován výkon pracovní činnosti. Jsou jimi pracovní úraz, nemoc z povolání, ohrožení nemocí z povolání a jiná škoda na zdraví než pracovní úraz nebo nemoc z povolání. (Janáková, 2018, s. 45)

Od pracovního úrazu, jakožto poškození zdraví zaměstnance působením krátkodobých, náhlých či násilných vlivů, je odlišován pojem nemoc z povolání. Takové nemoci jsou způsobeny dlouhodobějším působením nepříznivých a škodlivých vlivů na zdraví zaměstnance při výkonu pracovní činnosti. (Tomšej, 2020, s. 110, 116) Pracovní úrazy a nemoci z povolání mají dle Markove et al. (2022, s. 5526) významné ekonomické dopady nejen pro pracovníka, ale hlavně pro zaměstnavatele.

Je evidováno celkem 87 nemocí z povolání, které jsou definovány nařízením vlády č. 290/1995 Sb., a jsou rozděleny do šesti skupin podle původu nemocí. Nemoci mohou být způsobeny působením chemických látek, fyzikálními faktory, parazity či jinými faktory a

činiteli. Dále je evidována kožní nemoc z povolání a nemoci dýchacích cest, plic a podbřišnice. (Nařízení vlády č. 290/1995 Sb.)

Kromě v minulých letech častého přenosného a parazitárního onemocnění Covid-19 mezi další nejčastější nemoci z povolání v roce 2022 patřily kontaktní alergický ekzém, zánět průdušek nebo problémy s dýchacími cestami – pneumokonióza uhlokopů prostá a astma bronchiale (Nemoci z povolání v České republice v roce 2022, 2023, s. 37-39).

Za obecně nejrozšířenější nemoc z povolání v České republice je považován syndrom karpálního tunelu. Toto onemocnění je způsobeno zúžením prostoru karpálního tunelu, což vede k nadměrnému tlaku na středový nerv a šlachy v zápěstí. Charakteristickými příznaky jsou zejména mravenčení ruky, snížená citlivost 1.-4. prstu, bolesti a snížená svalová síla, zánět, ztuhlost, neobratnost nebo také vypadávání předmětů z ruky. Příznaky jsou vyvolány většinou více než jednou příčinou. Těmi mohou být přetěžování flexorů předloktí, nadměrné repetitivní pohyby rukou a předloktí, nevhodná poloha zápěstí, vibrace nebo chlad. (Zdravotní obtíže a nemoci z povolání, © 2016 - 2024) Chronické přetížení zápěstí je velmi časté například u práce na počítači. Mimo nadměrné namáhání ale může vzniknout také následkem úrazu. (Oudová, 2016, s. 83)

3.5 Pracovní polohy

Postavení těla u pracovní činnosti je určeno pracovní polohou. Pokud v pracovní poloze pracovník setrvává většinu pracovní doby jedná se o základní pracovní polohu. Příkladem lze uvést stoj, sed, předklon, záklon, klek nebo leh. V případě krátkodobějších nebo pomocných pracovních činností se jedná o pracovní polohu vedlejší. Z hlediska fyziologie je možno rozlišit vhodné a nevhodné pracovní polohy, což je posuzováno podle vynaložené síly a kontroly prováděného pohybu. (Dylevský, 2022, s. 131)

Pracovními polohami a pohyby je předurčena namáhavost vykonávané práce, jelikož v různých pracovních polohách má člověk různou pracovní výdrž, výkon a pracovní sílu. Pro zamezení nepříjemných pracovních poloh je nutno přizpůsobit jednotlivé manipulační roviny, pohybové prostory, přirozené dráhy pohybů končetin, nebo organizační změny. Na pracovníka má výrazný vliv také způsob provádění práce v pracovní poloze, zda je provedena staticky nebo dynamicky. (Tilhon, 2022, s. 20-21)

Snahou je umožnit střídání pracovních poloh během pracovní doby. Setrvání v jedné pracovní poloze po celou pracovní dobu by mohlo být příčinou únavy pracovníka, čímž je zapříčiněna ztráta koncentrace. (Dittrichová a Jurová, 2019, s. 81)

3.5.1 Práce vsedě

Jednou z nejčastějších pracovních poloh je sed, avšak velkou roli během něj hraje styl sezení (Dylevský, 2022, s. 134). Pro vhodné držení těla a co nejmenší zatížení páteře by pracovníci měli mít k dispozici správně tvarované ergonomické pracovní židle s regulovatelnou výškou sedací plochy (Malý a kol., © 2020). Zdravé a pohodlné sezení je důležitým faktorem pro výkon práce vsedě. Vždy je třeba zohlednit antropometrické předpoklady a fyziologické požadavky polohy těla při dané pracovní činnosti. Přesné ergonomické požadavky na pracovní sedadlo jsou uvedeny v nařízení vlády č. 361/2007 Sb. (Malý a kol., 2010, s. 237) I přesto dlouhodobý sed vede k přetěžování jednotlivých svalových skupin (Dylevský, 2022, s. 134).

Malý a kol. (2010, s. 203) při výběru hlavní pracovní polohy preferuje práci vsedě, ideálně by však pracoviště mělo pracovníkovi umožňovat volné střídání poloh vsedě a vstoje. Ani Senčík a Nechvátal (2022, s. 7) neprosazují jen jeden dlouhodobý způsob držení těla při práci vsedě, nýbrž doporučují změnu poloh co 20 minut. Využit se kromě ergonomické židle k sedu dají také balanční míče nebo klekačky a vhodnou alternativou je také provádění kompenzačních cvičení a protahování.

3.5.2 Práce vstoje

Při práci vstoje jsou zatíženy zejména dolní končetiny, neboť je na ně přenesena celá tělesná hmotnost. Náplň práce však neumožňuje pouze nehnutý vzpřímený stoj, ale naopak je třeba přenášet váhu z jedné nohy na druhou, pohybovat hlavou, horními končetinami nebo celým trupem. A tím nastává riziko poškození struktur páteře. (Dylevský, 2022, s. 132)

Jelikož při práci ve stoje dochází k velkému celkovému svalovému zatížení, statické zátěži svalů dolních končetin a není poskytnuta žádná opora těla, je považována za méně vhodnou pracovní polohu. Dlouhodobou práci vstoje je třeba kompenzovat správnými protahovacími a uvolňovacími cviky spolu s vhodnou pracovní obuví. Hlavním rizikem pro páteř je práce v předklonu, a tak by se pracovníci měli vyvarovat vyšším předklonům než 10 až 15 stupňů. Podstatným faktorem je také výška pracovní a manipulační plochy, jejíž problematika je řešena v nařízení vlády č. 361/2007 Sb., kde jsou uvedeny doporučené hodnoty pracovní

roviny. Doporučenými hodnotami jsou 102 až 118 cm u mužů a 93 až 98 cm u žen. U ručních manipulací s břemeny těžšími jak 2 kg by mělo dojít ke snížení pracovní roviny o 10 až 20 cm. Je tak vhodné zajistit přizpůsobivost výšky i sklonu pracovních rovin pro jednotlivou osobu. (Senčík a Nechvátal, 2022, s.9-10)

3.5.3 Pohyb na pracovišti

Pohyby na pracovišti umožňuje chůze, jež je rytmické střídání obou dolních končetin, kdy jen jedna noha přichází do kontaktu se zemí či podložkou (Dylevský, 2022, s. 135). Všechny jednotlivé pohyby dolních i horních končetin a těla by měly být navzájem vyvážené, aby nedocházelo k přetěžování pouze jedné poloviny těla (Dittrichová a Jurová, 2019, s. 81).

Schopnosti a dovednosti jednotlivce jsou základem pro vykonávání pracovních pohybů, což vede také k ovlivnění produktivity, respektive pracovního výkonu (Chundela, 2013, s. 123). Všichni pracovníci by se proto měli zaměřit na ergonomii svých pohybů, díky čemuž mohou pomoci chránit své tělo před zbytečně nadměrnou zátěží. Malý a kol. (2010, s. 69) definují hlavní ergonomické zásady ekonomie pohybů takto:

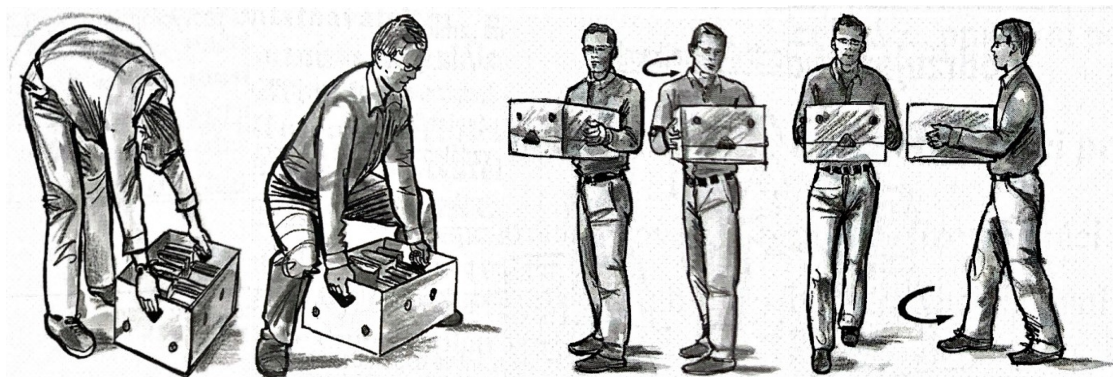
- Střídaté zapojování a zatěžování svalových skupin a změny pracovních poloh jsou pro lidské tělo fyziologicky nejvhodnější.
- Pohyby horních končetin by měly korespondovat s přirozenými pohyby.
- Rovnoměrné rozložení zátěže na obě poloviny těla (horní i dolní končetiny).
- S rostoucí přesností pohybů by se měla zmenšovat vzdálenost od těla.
- Obtížné pohyby by se měly provádět ve výšce lokte.
- Při vyšších rychlostech pohybů se snižuje přesnost.
- Horizontální pohyby (shora dolů a nahoru) jsou rychlejší než pohyby vodorovné.
- Čím vyšší jsou požadavky na svalovou sílu, tím nižší je rychlost a přesnost pohybů.
- Časté změny směrů pohybů způsobují prodloužení a snížení rychlosti pohybů.
- Sdělovače by při práci měly být umístěny v zorném poli.

3.5.4 Nepříjemné pracovní polohy

Zásadním prvkem pro ergonomičnost pracoviště jsou pracovní polohy, protože v důsledku těchto nepříjemných může být vážně poškozeno lidské zdraví. Z toho důvodu jsou pracovní

polohy rozděleny na vhodné (fyziologické) a nevhodné (nefyziologické). Mezi fyziologické polohy patří sed, stoj nebo jejich kombinace, které umožňují vyvinutí optimálních sil a kontroly pohybu pro nejmenší zatížení. Práce ve nefyziologických polohách je spojena s podstatným vychýlením poloh trupu i končetin a měly by se omezit na minimum. Při hodnocení rizikovitosti se dle legislativy polohy dále dělí na přijatelné, podmíněně přijatelné a nepřijatelné. (Malý a kol., © 2020)

Špatné, a naopak dobře provedené pohyby při manipulaci s břemeny jsou zobrazeny na obrázku níže (Obrázek 1). Nejprve lze vidět nepřijatelnou polohu a vpravo od ní vhodnou pracovní polohu. Hlavní zásadou při zvedání břemene je nezvedat břemena s ohnutými zády a daleko od těla. Při sehnutí i zdvihu je správné mít rovná záda, nohy od sebe a pokrčené v kolenou, síla zvedání by pak měla vycházet z nohou, dále mít zpevněný střed těla a vhodný úchop břemene. Během pohybů s břemenem je zase třeba dát si pozor na nevhodné otáčení trupu s břemenem, kdy místo toho je lepší zvolit přešlapování nebo úkroky nohou. (Dittrichová a Jurová, 2019, s. 81)



Obrázek 1 Zásady bezpečné manipulace s břemeny (Dittrichová a Jurová, 2019, s. 96)

K nefyziologickým polohám dochází v případě předklonu trupu více než 60° , záklonu bez opory těla, předklonu hlavy bez opory trupu více než 25° a ostatních prací, které je třeba provádět vkleče, podřepu a vleže. Konkrétně mezi nevhodné pracovní polohy patří rotační pohyby zápěstí, hluboký předklon, rotace trupu, dlouhodobý úklon a záklon hlavy, práci s rukama nad úroveň ramen a zvednutými lokty, práce na kolenou a s nedostatečnou oporou dolních končetin a zad, práce spojená s dlouhým tlakem nebo vibračními zařízeními a práce ve velké horizontální vzdálenosti od těla. Některé z nich jsou vyobrazeny na následujících obrázcích (Obrázek 2). Dle nařízení vlády č. 68/2010 Sb. je hygienický limit setrvání v nepřijatelné pracovní poloze stanoven na 30 minut za osmihodinovou pracovní směnu, kdy doba trvání v této poloze najednou nesmí přesáhnout 1 až 8 minut v závislosti na dané

poloze. U podmíněně přijatelných poloh je hygienický limit dán 160 minutami na osmihodinovou dobu. (Malý a kol., © 2020)



Obrázek 2 Nevhodné pracovní polohy (Malý a kol., © 2020)

3.6 Ergonomie v logistice

Logistické profese mají obecně vysoký podíl manuální práce a také velký vliv na produktivitu v rámci interních logistických procesů. Právě z těchto důvodů Loske et al. (2021, s. 1) vnímají posuzování logistických profesí z hlediska ergonomie jako velmi opodstatněné.

Ruční manipulace s materiálem nebo břemeny jsou považovány historicky za nejstarší způsob přemísťování. Manipulace s břemeny jako je zvedání, pokládání, vyprazdňování, plnění, tažení, tlačení, posunování či přenášení, bezpodmínečně zatěžují lidské tělo a jsou tak spojena s rizikem poškození zdraví. Případy, kdy dochází k rizikovým manipulačním operacím, jsou například přenášení na velké vzdálenosti, manipulace s předměty uloženými velmi vysoko, vysoká frekvence nebo rychlé zvedání, setrvání v nepřijatelné poloze při manipulaci a tahání nebo tlačení po podlaze. (Gros, 2016, s. 317-318)

Právě u pracovníků v logistice nejsou bolesti pohybového aparátu a muskuloskeletální poruchy nikterak neobvyklé. Například úkony jako manipulace těžkých břemen nebo dlouhodobé statické polohy jsou příčinami strukturálních a svalových přetížení. (Loske et al., 2021, s. 6)

Existují však určitá organizační nebo technická opatření, kterými lze snížit vyskytující se riziko ohrožení zdraví pracovníků logistiky při manuálních operacích. Mezi organizační změny se řadí nalezení vhodnějších pracovních postupů a jejich zaškolení, snížení množství manipulovaných břemen, snížení frekvence manipulace a času stráveného při těchto úkonech, zavedení bezpečnostních přestávek nebo rotaci pracovníků. Technická opatření, co by mohla dopomoci ergonomicky přívětivějšímu pracovnímu prostředí pro logistiky, jsou například úprava manipulovaných balících jednotek, reorganizace pracoviště nebo robotizace a záměna ruční manipulace za vhodné mechanismy. (Gros, 2016, s. 319-320)

4 VYBRANÉ ANALYTICKÉ METODY

Pro zhodnocení pracoviště existuje mnoho analýz a metod. Na různé typy pracovišť se však aplikují různé metody. V následujících kapitolách jsou popsány pouze ty, jež budou užitečnými pro zpracování praktické části diplomové práce.

4.1 Kontinuální časové studie

Pro potřeby kontinuálních časových studií jakožto metod přímého pozorování je třeba zajistit vhodná data pomocí plynulého měření bez přerušování (Křišťak, © 2017). Spotřeba času toho, co a jak dlouho se dělá bývá obvykle stanovena za pomoci stopek, potřebných formulářů, případně jsou využity speciální softwary nebo aplikace (Chundela, 2013, s. 159).

Kontinuální časové studie mají dle Višňanského a kol. (2010, s. 22-23) více variant. Jsou jimi snímek operace, snímek pracovního dne a snímek dvoustranného pozorování. Postup snímkování je ve všech případech podobný, kdy nejprve dochází k výběru operace a sběru základních údajů, příprava na provedení snímku, jeho vykonání a posledním krokem je vyhodnocení snímkování.

- **Snímek operace** je zaměřen na rozbor pracovní operace nebo pracovního cyklu. Nejvyžívanější metodou snímku operace je chronometráž, která je vhodná pro analyzování pravidelně se opakujících činností a má 3 druhy (Křišťak, © 2017):
 - **Plynulá chronometráž** – nepřetržité pozorování všech úkonů zkoumané operace, kde je dopředu známý sled a počet opakujících se činností operace.
 - **Výběrová chronometráž** – předmětem zkoumání jsou pouze některé pravidelné nebo nepravidelné činnosti zkoumané operace.
 - **Obkročná chronometráž** – je využita při pozorování a měření velmi krátkých úseků operace a její využití je spíše výjimečné.
- **Snímek pracovního dne** lze využít při nepřetržitém pozorování pracovníka a díky tomu získat přehled o spotřebě času v rámci celé směny. Následně je možné identifikovat plýtvání nebo určit činnosti, které nepřidávají hodnotu (NVA). (Chundela, 2013, s. 159)

4.2 ABC analýza

ABC analýza je vytvořena na základě Paretova pravidla, které určuje nerovnováhu vstupů a výstupů. Podle Pareta je třeba se zaměřit na menšinu, ze které vyjde podstatný výsledek. (Mountjoy, Nyman, 2022, s. 197) Paretoovo pravidlo 80/20, kdy 20 % příčin dá 80 % důsledků, lze modifikovat mnoha způsoby a slouží k identifikaci hlavních prvků jakéhokoli podniku, procesu nebo operace (Rushton et al., 2017, s. 125).

Na základě výsledků ABC analýzy lze jakékoliv položky rozdělit do tří kategorií podle jejich důležitosti, což může pomoci vedení firem rozhodovat se v mnohých situacích. Do kategorie A jsou zařazeny nejdůležitější a nejvíce zastoupené položky podle zvoleného parametru. Na tyto položky je třeba se zaměřit nejvíce. Položky v kategorii B už nejsou tak zastoupeny a do kategorie C patří ty nejméně početné nebo nedůležité. (Mountjoy, Nyman, 2022, s. 198)

4.3 Spaghetti diagram

Spaghetti diagram je nástroj, kterým lze provést vizualizaci toku materiálu a lidí. Díky této analýze lze zjistit současný stav interní logistiky, konkrétní pohyby a trasy během operací, na základě čehož lze identifikovat možnosti pro zlepšení. (Mourato et al., 2021, s. 1936, 1940) Pomocí čar lze sledovat cestu pohybů v procesu a identifikovat kritické body. Například místa, kde se mnoho čar překrývá, jsou považovány za příčiny zpoždění. (Silva et al., 2018, s. 656-657)

4.4 Metoda klíčových identifikátorů – KIM

Klíčem k posouzení rizika muskuloskeletálních poruch je německá metoda klíčových indikátorů KIM (Key Indicator Method). Podstatou této komplexní metody je zhodnocení rizik v případě ruční manipulace s břemeny. Metodou klíčových indikátorů lze odlišit práci, kde dochází ke zvedání, držení a nošení břemen a také jejich tahání či sunutí. Pomocí dvou formulářů lze posoudit míru rizika a podle tabulek zařadit činnosti do kategorií 1 až 4, kdy 4 je nejrizikovější. (Hokmabadi et al., 2018, s. 210-211)

Pro vyhodnocení rizikové kategorie při zvedání, držení a nošení je třeba stanovit četnost ruční manipulace za pracovní den, váhu břemene, polohy při manipulaci s břemenem a stav pracovních podmínek. Na základě těchto informací lze pomocí tabulek ve formuláři definovat bodové hodnoty. Následně se body za váhu, polohy těla a pracovní podmínky sečtou a vynásobí se body za četnost manipulace. (Hodnocení činnosti ruční manipulace na základě klíčových ukazatelů, 2001)

4.5 Analýza NIOSH

Národní institut pro pracovní bezpečnost a zdraví (National Institut of Occupational Safety and Health) vyvinul analytickou metodu NIOSH pro cyklické manipulace s břemeny. Metoda může být použita za předpokladu zapojení obou rukou při manipulaci, volnosti pohybu, manipulaci vstoje, dobrých úchopových vlastností a příznivých okolních podmínek. Současně nesmí činnost probíhat trhavými pohyby zvedání, s pomocí různých pomůcek a déle než 8 hodin denně. (Jaremeý, © 2023)

Pomocí metody NIOSH lze zjistit povolený hmotnostní limit RWL představující maximální možnou hmotnost břemene a zvedací index LI neboli míru relativního fyzického stresu. V případě, že se hodnota LI rovná nebo přesáhne 1, hrozí při manipulaci s břemeny nepřijatelné riziko a je třeba provést nějaké změny. Výpočty hmotnostního limitu a zvedacího indexu jsou dle NIOSH Lifting Index (© 2012) následující:

$$\text{RWL [kg]} = \text{LC} * \text{HM} * \text{VM} * \text{DM} * \text{AM} * \text{CM} * \text{FM}$$

$$\text{LI} = \text{L [kg]} / \text{RWL [kg]}$$

Kdy:

- LC – hmotnostní konstanta,
- HM – horizontální multiplikátor ($\text{HM} = 25/\text{H}$),
 - H – horizontální vzdálenost těžiště břemene a kotníků na počátku zvedání,
- VM – vertikální multiplikátor ($\text{VM} = 1 - 0,003 * |\text{V} - 75|$),
 - V – vertikální vzdálenost těžiště břemene a podlahy na počátku zvedání,
- DM – vzdálenostní multiplikátor ($\text{DM} = 0,82 + 4,5 / \text{D}$),
 - D – vertikální vzdálenost těžiště při zvedání břemene,
- AM – asymetrický multiplikátor ($\text{AM} = 1 - 0,0032 * \text{A}$),
 - A – úhel natočení těla při zvedání břemene,
- CM – multiplikátor spojení (z tabulky), udává podmínky uchopení,
- FM – frekvenční multiplikátor (z tabulky), četnost zvedacích úkonů během 1 minuty.

4.6 Nordic Questionnaire

Při hledání muskuloskeletálních symptomů pracovníků lze pro každou pracovní činnost použít standardizované hodnotící otázky, které jsou součástí Nordic Questionnaire (někdy překládaný jako *Severský dotazník*). Pomocí něj lze zjistit skutečnosti i nové informace přímo od pracovníka, jímž je dotazník vyplňován. Úkolem Nordic Questionnaire je analýza pracovních podmínek a detekce problémů pohybového aparátu, konkrétně krku, zad, ramen a dolních i horních končetin. (Lopez-aragon et al., 2017)

Nordic Questionnaire je složen ze dvou částí. Cílem první části je zjistit základní informace o pracovníkovi (věk, výška, převládající pracovní poloha, preferovaná ruka nebo jak dlouho pracuje na nynější pracovní pozici) a také odhalit příznaky a bolesti za posledních 12 měsíců v 9 částech těla (šíje, horní část zad, dolní část zad/kříž, ramena, lokty, ruce/zápěstí, boky/stehna, kolena a kotníky/chodidla). Z dalších 15 otázek je složena druhá část dotazníku. Zde jsou přiblíženy některé situace přispívající k problémům pracovníka a jeho úkolem je určit míru zatížení daného faktoru. (Doležal, © 2013, s. 101-102)

5 PROJEKTOVÉ ŘÍZENÍ

Každý projekt, jakožto jedinečný, komplexní a složitý úkol, musí být řízen. Mezi potřebné úkony patří zahájení, příprava a plánování, realizace, ukončení a případně následné vyhodnocení. Za projektové řízení jsou považovány určité znalosti, dovednosti, postupy, metody i nástroje, které jsou využívány projektovými týmy k dosažení správných výsledků. (Doležal a Krátký, 2017, s. 16-17, 20)

Skupina osob podílející se na plnění úkolů a cílů projektu je označována jako projektový tým. Úkolem manažera projektu je sestavit vhodný tým jednotlivců, kteří mají společný cíl a jejich dovednosti na sebe plynule navazují a doplňují se. (Máchal a kol., 2015, s. 26-27)

Velmi důležitou částí projektu je tvorba harmonogramu neboli časového plánu. Jinými slovy je to nástroj pro průběžnou kontrolu všech navzájem provázaných aktivit s přiřazenými naplánovanými dobami trvání, milníky nebo daty dokončení. Jeho rozsah i forma se odvíjí na velikosti a charakteru projektu. (Svozilová, 2016, s. 150-151)

5.1 Cíle projektu

Základem každého projektu je stanovení jeho cíle, takzvaného výsledku, jehož je třeba dosáhnout. Cíl lze popsat také jako stav v okamžiku dokončení projektu. Bez ohledu na velikost projektu by měl být stanoven primárně jeden hlavní cíl. Čím konkrétnější daný cíl je, tím přesněji lze specifikovat, jak jej dosáhnout. (Doležal a Krátký, 2017, s. 40-41)

Úspěšné splnění cíle projektu je vyjádřeno splněním stanovené metriky. Metrika umožňuje porovnání původního stavu a stavu po realizaci projektu, respektive měřitelnost definovaných ukazatelů jako jsou náklady, čas nebo jakost. Méně častou alternativou jsou také neměřitelné cíle jako je uspokojení zákazníka, avšak splnění takového cíle s sebou nese značná rizika. Cíle projektu by měly korespondovat s budoucími přínosy a záměrem projektu. (Máchal a kol., 2015, s. 30)

5.1.1 SMART

Vlastnosti, které by měl splňovat každý cíl, jsou dány metodou SMART, jejíž název je akronymem počátečních písmen příslušných vlastností (Svozilová, 2016, s. 90):

- **Specific** (specifické, konkrétní) – je nutno specifikovat každý jednotlivý cíl a jednoznačně určit „Co, Proč, Kdo a Kde“.

- **Measurable** (měřitelný) – u každého cíle je třeba zajistit jeho měřitelnost čili metriky, milníky nebo výsledky, podle kterých lze daný cíl vyhodnotit.
- **Assignable** (přidělitelný) – cíl musí být pod záštitou odpovědné osoby s autoritou k výkonu rozhodnutí.
- **Realistic** (dosažitelný) – je nutno být při stanovování cíle realistický a počítat s dostupností zdrojů, znalostmi i nástroji.
- **Time-bound** (časově vymezený) – časové ohraničení cíle je důležité z hlediska sledování plnění.

5.2 Riziková analýza RIPRAN

Jednou z metod pro analýzu projektových rizik je RIPRAN (RISk PROject ANalysis), jejíž autorem je Čech doc. Ing. Branislav Lacko, CSc. Je zaměřena na identifikaci a zhodnocení rizik, které jsou spojeny s projekty a je tedy vhodným nástrojem, jak systematicky, kvalitně a efektivně analyzovat a řídit daná rizika. Lze ji využít ve všech fázích projektu, ideálně také před zahájením projektu. Cílem je minimalizovat riziko selhání projektu. (Doležal a kol., 2023, s. 281-289)

Proces analýzy rizik podle metody RIPRAN lze podle Lacka (2017, s. 88) rozdělit do pěti kroků:

- Příprava analýzy rizika – příprava podkladů k provedení rizikové analýzy.
- Identifikace rizika – nalezení potencionálních rizik spojených s projektem.
- Kvantifikace rizika – stanovení závažnosti a pravděpodobnosti výskytu rizika pro daný projekt.
- Odezva na riziko – příprava plánu pro minimalizaci rizik a navržení opatření, která sníží jejich dopad.
- Celkové zhodnocení rizika – posouzení úrovně rizika a vyhotovení závěrečné zprávy o průběhu analýzy.

II. PRAKTICKÁ ČÁST

6 PŘEDSTAVENÍ VYBRANÉ SPOLEČNOSTI

Český závod společnosti fischer automotive systems s.r.o. sídlící v Ivanovicích na Hané byl založen v roce 2007 (Obrázek 3). Společnost se zabývá výrobou plastových komponentů pro automobilový průmysl. Sortiment zahrnuje zejména výdechy klimatizací, popelníky, odkládací přihrádky, držáky nápojů nebo jiné multifunkční komponenty pomáhající udržovat interiér vozu uspořádaný. Zákaznické portfolio společnosti tvoří významné automobilky jako jsou Audi, Mercedes, BMW a Porsche. (Interní zdroj společnosti)

V České republice fischer automotive systems s.r.o. zaměstnává okolo 500 lidí a v první polovině roku 2023 se rozdělil na dva závody. Většina výroby zůstala v Ivanovicích na Hané, které disponují výrobní plochou 10 000 m². Část výroby z Ivanovic byla ovšem přesunuta do 27 km vzdálených Holubic u Brna, kde byla v březnu 2023 zahájena výroba. Výrobní plocha tohoto nového závodu čítá 4 400 m². V budoucnu by se do obou českých závodů měla přesunout výroba z Německa. (Interní zdroj společnosti)

V rámci celého koncernu fischer Group, společnost fischer automotive systems s.r.o. spadá do divize fischer Automotive zabývající se vývojem interiérových komponentů pro automobily. Tato divize byla založena v roce 2001 a je druhou největší obchodní divizí koncernu. Současně je považována za předního dodavatele kinematických komponent ve světě. Sídlo fischer Automotive je v Německu ve městě Horb am Neckar, kterému se zodpovídá dalších 5 výrobních závodů po celém světě. Ty se nachází v americkém Auburn Hills, srbském Jagodine, čínském Taicangu a dva závody jsou v České republice. (Interní zdroj společnosti)

Pod koncern fischer Group spadá celkem 50 dceřiných společností ve 38 zemích a distribuuje do více než 120 zemí světa. Koncern zasahuje do několika odvětví a dělí se do pěti divizí. Kromě zmíněného fischer Automotive jsou to fischer fixing systems specializující se na výrobky pro upevnění plastů, oceli a chemických výrobků, fischertechnik vyrábějící dětské hračky, fischer Consulting zabývající se poradenstvím a konzultováním v oblasti zlepšování podnikových procesů a také fischer Electronic Solutions vyrábějící kapacitní dotykové a multidotykové komponenty pro vozidla. (Interní zdroj společnosti)



Obrázek 3 Závod v Ivanovících na Hané (Interní zdroj společnosti)

6.1 Historie společnosti

Od počátku založení koncernu fischer Group v roce 1948 v Německu je společnost ve stoprocentním vlastnictví rodiny Artura Fischera, jenž je také zakladatelem koncernu. Po svém otci převzal vedení celého koncernu čestný profesor a senátor mult. Dipl.-Ing. (FH) Klaus Fischer. (Interní zdroj společnosti)

Do odvětví automobilového průmyslu prorazil fischer v roce 1982 pomocí systému CBOX pro zakládání hudebních kazet do automobilů, avšak k založení samostatné divize fischer Automotive došlo až v roce 2001. Nyní je produkce zaměřena na kinematické systémy do interiérů vozidel. (Interní zdroj společnosti)

Výrobní závody divize fischer Automotive se nacházejí v Německu, USA, Číně, České republice a v Srbsku. Na obrázku níže (Obrázek 4) lze vidět logo společnosti fischer automotive systems s.r.o.



Obrázek 4 Logo společnosti (Interní zdroj společnosti)

6.2 Výrobní portfolio společnosti

Sortiment produktů (Obrázek 5) cílí na interiérová systémová řešení a multifunkční prvky, mezi které patří výdechy ventilace (širokopásmové a lamelové), držáky nápojů, odkládací přihrádky nebo popelníky (Interní zdroj společnosti).

Výrobu těchto komponentů umožňují montáže v různých stupních automatizace. Materiál na montážní linky proudí z lisovny, kde je využíváno především technologie vstřikování plastů (MuCell a sendvičové vstřikování). Vstřikování MuCell využívá termoplastické pěny, díky jejímu lepšímu tečení je možno použití menšího množství materiálu. Sendvičové vstřikování se vyznačuje vstřikováním alespoň dvou plastů současně, které vytváří pevně spojenou vnější vrstvu a jádro. Tato technologie přináší výhodu v kvalitě a vysoké tuhosti díky zesíleným jádrům, která mohou být vyrobena z recyklovaného materiálu. (Interní zdroj společnosti)

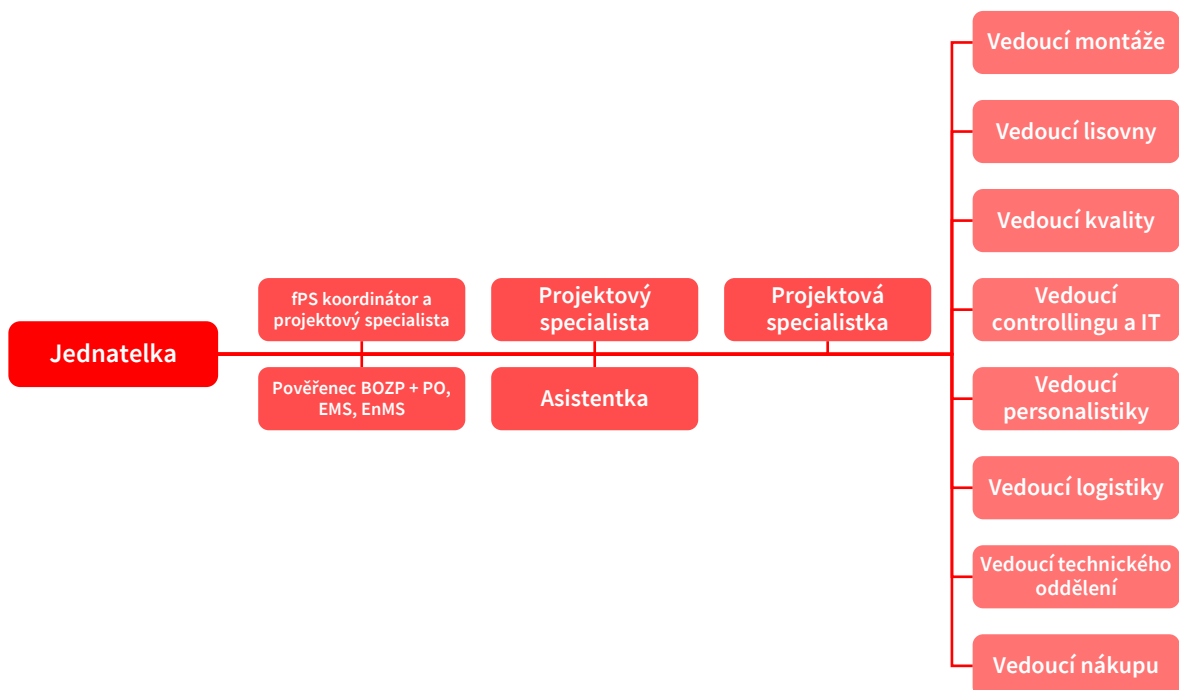
Produkce se dělí mezi čtyři významné automobilky – Mercedes, BMW, Audi a Porsche. Téměř polovina (49,8 %) z celé produkce tvoří zakázky pro Mercedes, 30,2 % produkce míří do vozidel značky BMW, produkty pro Audi tvoří 16,2 % z celkové produkce a nejmenší část z celkové produkce putuje do automobilky Porsche (3,8 %). (Interní zdroj společnosti)



Obrázek 5 Sortiment produkce společnosti (Interní zdroj společnosti)

6.3 Organizační struktura společnosti

Hlavním pilířem organizační struktury fischer automotive systems s.r.o. je jednatelka společnosti Renata Furchová, které se zodpovídají osoby v čele jednotlivých oddělení. Na organigramu společnosti (Obrázek 6) lze vidět rozčlenění jednotlivých úseků. Stejně jako v podobně zaměřených firmách i zde se nacházejí oddělení nákupu, logistiky, controllingu a IT, kvality, lisovny, montáže, personální a technické oddělení (engineering a údržba). Mimo zmíněné úseky ve společnosti působí ještě pracovníci BOZP, projektoví specialisté, asistentka jednatelky a koordinátor fischer procesů. (Interní zdroj společnosti)



Obrázek 6 Organigram společnosti (Vlastní zpracování na základě firemních podkladů)

6.4 fischer Processing System – fPS

Celý koncern společnosti fischer je propojen jednotným systémem na základně japonské teorie Kaizen. Cílem fPS je tedy neustále zlepšovat všechny procesy ve firmě a také pomáhat a podporovat v dosažení strategických cílů firmy. Současně vychází z potřeb a požadavků zaměstnanců i zákazníků. (Interní zdroj společnosti)

Společnost si zakládá na 8 principech každého procesu. Každý závod by měl mít přidanou hodnotu, za kterou zákazník platí a každý pracovník by měl být schopen na první pohled vidět stav procesu. Propojením procesů jsou zajišťovány toky materiálu a informací s cílem co nejvíce zkrátit dodací lhůty. Dále se procesy přizpůsobují potřebám zákazníka a jsou orientovány na výsledek. Je také třeba provádět prevenci výskytu chyb nebo se z nich poučit. Zaměstnanci, systémy a procesy by měli mít vysokou míru flexibility a stejně tak by mělo být samozřejmostí trvalé zlepšování procesů a zajištění udržitelnosti úspěchů. (Interní zdroj společnosti)

6.4.1 Základní hodnoty společnosti

Firemní filozofie udává celkový směr společnosti, kam a k čemu směřuje. Společnost fischer si velmi zakládá na základních hodnotách, kterými jsou inovace, osobní odpovědnost a serióznost (Interní zdroj společnosti):

- Inovace jakožto rychlý pokrok technologií, otřesy sociálních podmínek i globalizace jsou pojmy, které společnost vnímá a musí přijmout, pokud chce zajistit konkurenceschopnost nových projektů. V rámci všech oddělení je třeba synchronizace výroby s vidinou štíhlé společnosti. Je třeba se aktivně podílet na neustálém procesu zlepšování v rámci principů Kaizen a být otevřen novým přístupům.
- Každý zaměstnanec podniku svým výkonem aktivně přispívá k úspěšnosti celého koncernu. Je třeba, aby jednotlivci dodržovali závazky a stanovené úkoly ve stanovený čas. Současně přebírají odpovědnost za své výsledky a chování.
- Už na první pohled si člověk udělá obrázek o tom, jaké je jednání jiných lidí. Právě proto je serióznost jednou z hodnot společnosti. Každý zaměstnanec by měl respektovat práva, stanovená pravidla a normy, jednat s lidmi s úctou, a také by měl být spolehlivý, důvěryhodný a sebekritický.

6.5 Údaje z obchodního rejstříku

V tabulce níže (Tabulka 2) jsou uvedeny údaje z obchodního rejstříku.

Tabulka 2 Údaje z obchodního rejstříku (fischer automotive systems s.r.o. – Obchodní rejstřík firem, © 2024)

Datum vzniku a zápisu	11. leden 2007
Spisová značka	C 54019/KSBR Krajský soud v Brně
Obchodní firma	fischer automotive systems s.r.o.
Sídlo	Osvoboditelů 889/89, 683 23 Ivanovice na Hané
Identifikační číslo	27715256
Právní forma	Společnost s.r.o.
Předmět podnikání	výroba, obchod a služby neuvedené v přílohách 1 až 3 živnostenského zákona obory činnosti: výroba plastových a pryžových výrobků výroba motorových a přípojných vozidel a karoserií velkoobchod a maloobchod
Statutární orgán	Jednatel RENATA FURCHOVÁ okres Brno-venkov Den vzniku funkce: 1. leden 2020
Společník	fischer automotive systems GmbH & Co. KG Registrační číslo: HRA 723147 Industriestraße 103, 721 60 Horb am Neckar Obchodní podíl: 100,00 %
Základní kapitál	61 500 000,-Kč

7 POPIS ANALYZOVANÉHO PRACOVIŠTĚ MANIPULANTKY

Pro účely zpracování diplomové práce bylo vybráno pracoviště manipulantky, kde dochází k zásobování dvou montážních linek Düse Mitte 1 a Düse Mitte 2, na kterých se vyrábějí výdechy ventilace. Důvodem zvolení tohoto pracoviště bylo, že se jedná o nejnáročnější pracoviště zásobování materiálem a absence standardu práce pro pracovní pozici manipulantky, jejíž úkolem je doplňovat materiál na příslušná pracoviště na obou linkách. Jelikož pracovní postup na této pozici není nijak stanoven, manipulační pracovnice si sama určuje, jak budou linky zásobovány. Právě to je také důvodem nadměrných a zbytečných pohybů, kterých se pracovnice dopouští během své práce.

Během analýzy současného stavu pracoviště a práce manipulantky vybranými metodami v následující kapitole, budou identifikovány největší problémy, a následně navrženy nápravná opatření na zefektivnění systému doplňování materiálu pro montážní linky.

Pracovní prostor manipulantky se primárně nachází mezi dvěma montážními linkami Düse Mitte 1 a 2, které stojí naproti sobě. Operátoři na nich montují výdechy ventilace, kdy na lince Düse Mitte 1 dochází k montáži kabelové varianty a na lince Düse Mitte 2 nekabelové varianty. Na každé z těchto linek je 9 totožných pracovišť, ale jen osm z devíti pracovišť pracovnice zásobuje materiálem. Sedmé pracoviště, kde je u kabelové varianty k výdechu ventilace montován kabel, manipulantka neobsluhuje.

Pozice manipulátorky je interně zařazena mezi běžné operátory montáže, i to je důvodem absence samostatného standartu práce pro tuto pracovní pozici. Doba trvání jedné pracovní směny je 8 hodin, čistý pracovní čas však odpovídá 7 hodinám a 20 minutám. Jelikož je manipulátorka vedena jako operátorka montáže, má stejně jako operátoři nárok na bezpečnostní přestávky na jídlo a odpočinek. Ty jsou vždy co dvě odpracované hodiny a jsou rozděleny na 10, 10 a 20 minut.

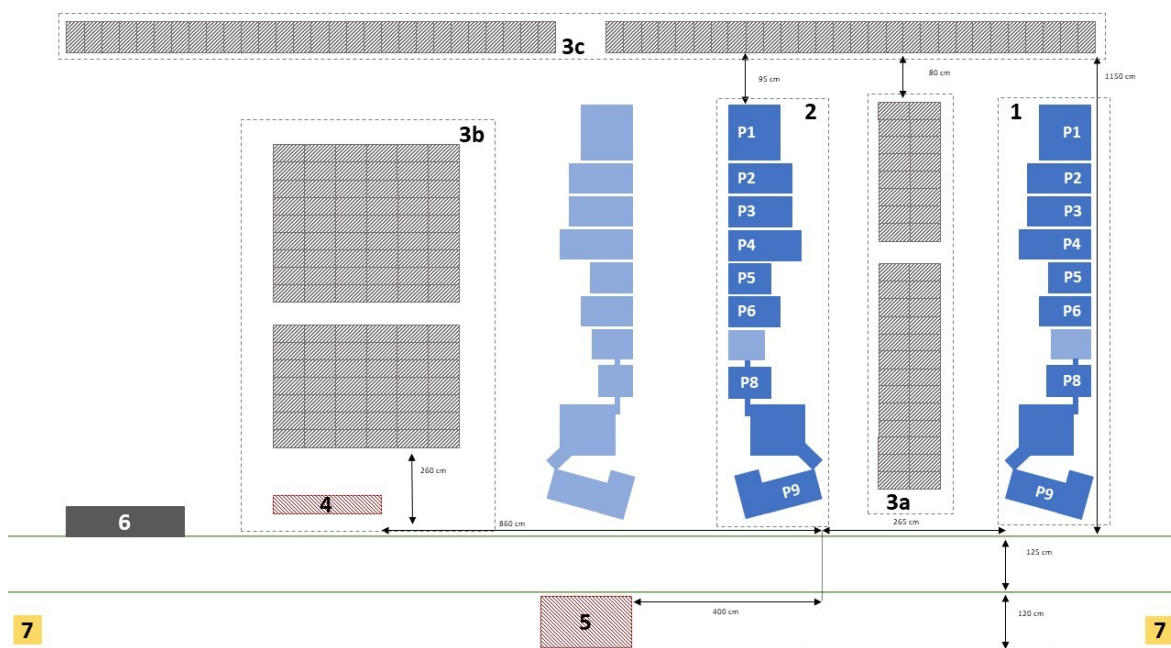
Manipulační pracovnice na vybraném pracovišti pracuje vždy na ranní směně. V případě montování kabelové varianty pracuje na montážní lince celkem 10 operátorů, na osmi z devíti pracovišť jeden člověk, jen na 7. pracovišti se nachází dva operátoři. U nekabelové varianty, kde není v provozu pracoviště 7, tak linka disponuje pouze 8 operátory.

Pro zásobování montážních linek je třeba se pohybovat zezadu obou linek, odkud je doplňován potřebný materiál v různě velkých balících jednotkách. Jediný drobný rozdíl v doplňovaném materiálu u obou linek je na pracovišti 3, kde se na každé lince doplňuje jiná barevná kombinace komponentu a u linky s nekabelovou variantou se nedoplňuje jeden ze

dvou typů balných jednotek. V kapitole 7.2 jsou uvedeny tabulky s přehledy doplňovaných balných jednotek s příslušnou vahou, rozměry, počty komponentů v obalu i maximálním počtem balných jednotek na pracovišti.

7.1 Layout pracoviště manipulantky

Na následujícím obrázku (Obrázek 7) lze vidět současný layout pracoviště, tedy místo, kde se pracovnice během vykonávání pracovní činnosti pohybuje.



Obrázek 7 Layout pracoviště manipulantky (Vlastní zpracování)

- Oblast 1 – linka Düse Mitte 1
- Oblast 2 – linka Düse Mitte 2
- Oblasti 3a, 3b, 3c – odkládací prostory pro balné jednotky
- 4 – Kanban tabule
- 5 – prostor pro hotovou výrobu
- 6 – pracovní stůl mistrů výroby
- 7 – odpadkové koše
- P1 – pracoviště 1
- P2 – pracoviště 2
- P3 – pracoviště 3
- P4 – pracoviště 4
- P5 – pracoviště 5
- P6 – pracoviště 6
- P8 – pracoviště 8
- P9 – pracoviště 9

Na layoutu jsou tmavě modře vyobrazeny pracoviště již zmiňovaných linek Düse Mitte 1 a Düse Mitte 2, které je třeba zásobovat materiálem. Světle modře je zakreslena linka a

pracoviště 7, které pracovnice neobsluhuje. Tři oblasti pod značkami 3a, 3b, 3c jsou firemně nazývány *Kanban* a znázorňují prostory ve výrobě pro skladování balných jednotek s materiálem a již prázdných balných jednotek. Z těchto míst je manipulátka bere a donáší, případně dováží, až na příslušné pracoviště.

Dále lze vidět místo pro odkládání hotové výroby, pracovní stůl pro mistry a Kanban tabuli, kam pracovnice vrací Kanban karty z již použitých balných jednotek s materiálem. Žluté jsou na layoutu znázorněny odpadkové koše, ke kterým pracovnice chodí na konci každé směny a třídí do nich vyprodukovaný odpad ze svého pracoviště.

Zelenou barvou je vyobrazena cesta pro milkrun, který na pracoviště zaváží balné jednotky s materiálem nebo prázdné pro hotovou výrobu, které následně i odváží zpět do skladu. Tyto prázdné balné jednotky na vozíčku pro hotovou výrobu musí pracovnice zařadit k dalším balným jednotkám v *Kanbanu* mezi oběma obsluhovanými linkami a vedle Kanban tabule.

7.2 Identifikace doplňovaných balných jednotek

V rámci této kapitoly byl vytvořen přehled balných jednotek v dále uvedených tabulkách (Tabulka 3 a Tabulka 4), jelikož je třeba doplňovat materiál v různě velkých baleních. Balné jednotky jsou označeny číslem doplňovaného pracoviště a písmenky *x* či *y*, protože v některých případech je doplňováno více druhů materiálu.

Tabulka 3 Přehled doplňovaných balných jednotek pro linku Düse Mitte 1 (Vlastní zpracování)

Balná jednotka	Počet kusů v balné jednotce	Čas spotřeby balné jednotky (hh:mm:ss)	Max. počet balných jednotek na pracovišti	Váha (kg)	Rozměry (cm)
1x	128	0:27:44	8	1,330	59 x 39 x 6
1y	28	0:06:04	7	1,020	59 x 39 x 7,5
2x	320	1:09:20	1	6,065	60 x 40 x 32
2y	20	0:04:20	8	0,645	59 x 39 x 7
3x	400	1:26:40	1	2,430	39,5 x 29,5 x 14,5
3y	28	0:06:04	10	0,430	57 x 37,5 x 2,5
4x	48	0:10:24	1	5,890	60 x 40 x 32
5x	2 500	9:01:40	1	6,985	39,5 x 29,5 x 19,5
6x	140	0:30:20	2	3,010	39,5 x 29,5 x 21
8x	12	0:02:36	5	0,850	59 x 39 x 9,5
8y	22	0:04:46	30	0,365	57 x 38 x 2
9x	8	0:01:44	5	4,870	59,5 x 39,5 x 28

Doplňovaný materiál do linky Düse Mitte 2 je téměř totožný jako u linky Düse Mitte 1. Liší se u pracoviště 3, kdy na pracoviště není doplňován materiál 3x a materiál 3y je v jiném typu obalu a jiném množství. A u pracoviště 1 je rozdíl pouze ve váze balné jednotky 1x. I přesto, že ostatní balné jednotky jsou téměř stejné, byl vytvořen kompletní přehled i pro linku Düse Mitte 2 (Tabulka 4).

Tabulka 4 Přehled doplňovaných balných jednotek pro linku Düse Mitte 2 (Vlastní zpracování)

Balná jednotka	Počet kusů v balné jednotce	Čas spotřeby balné jednotky (hh:mm:ss)	Max. počet balných jednotek na pracovišti	Váha (kg)	Rozměry (cm)
1x	128	0:27:44	8	1,330	59 x 39 x 6
1y	28	0:06:04	7	0,840	59 x 39 x 7,5
2x	320	1:09:20	1	6,065	60 x 40 x 32
2y	20	0:04:20	8	0,645	59 x 39 x 7
3x	-	-	-	-	-
3y	21	0:04:33	10	0,555	59 x 39 x 5,5
4x	48	0:10:24	1	5,890	60 x 40 x 32
5x	2 500	9:01:40	1	6,985	39,5 x 29,5 x 19,5
6x	140	0:30:20	2	3,010	39,5 x 29,5 x 21
8x	12	0:02:36	5	0,850	59 x 39 x 9,5
8y	22	0:04:46	30	0,365	57 x 38 x 2
9x	8	0:01:44	5	4,870	59,5 x 39,5 x 28

V obou tabulkách lze vidět počet kusů komponentů, ze kterých se skládá jedna balná jednotka a také čas spotřeby tohoto materiálu v jedné balné jednotce. Počet kusů je přepočítán na takt linky, který odpovídá 13 sekundám. V tomto taktu je z příslušné balné jednotky na pracovišti operátory odebírán vždy jeden komponent. Současně jsou uvedeny váhy a rozměry jednoho kusu balné jednotky.

Jak již bylo zmíněno, materiál pracovnice doplňuje podle sebe a téměř vždy, když jde okolo. Materiál mnohdy doplňuje i v případě, že na daném pracovišti zásoba materiálu stále je.

V tabulce je uveden také maximální počet jednotlivých balných jednotek, který se vleze jako zásoba na různá pracoviště linky. Tohoto maximálního počtu však nebývá využito na všech pracovištích, protože by zásobování na maximální kapacitu způsobovalo nepříjemné ergonomické polohy jak pro manipulantku, tak pro operátory na lince, které materiál odebírají.

Na dalších obrázcích lze vidět příklady obalů, které se využívají při zásobování jednotlivých pracovišť. Současně lze na obrázku vidět způsob skladování a množství na každém vozíčku.

Balné jednotky $1x$, $1y$, $2y$, $3y$ a $8x$ vypadají typově podobně (Obrázek 8) a odlišují se pomocí barevných lepek, kdy každá barevná kombinace odpovídá jednomu místu doplňování a typu materiálu.



Obrázek 8 Balné jednotky $1x$, $1y$, $2y$, $3y$ a $8x$ (Vlastní zpracování)

Dalším typem obalu jsou KLT boxy, které obsahují materiál $2x$ a $4x$ (Obrázek 9).



Obrázek 9 Balné jednotky $2x$ a $4x$ (Vlastní zpracování)

Pomocí velikostně menších obalů (Obrázek 10) je materiál doplňován i na pracoviště 5 a 6, který lze vidět vlevo. Vpravo je vyobrazena balná jednotka $3x$.



Obrázek 10 Balné jednotky 5x, 6x a 3x (Vlastní zpracování)

Balné jednotky 8y a balná jednotka 3y, která je doplňována na lince Düse Mitte 1, mají speciální typ obalu (Obrázek 11). Problémem v doplňování do linek u těchto balných jednotek je nutnost materiál nejdříve rozbalit.



Obrázek 11 Balné jednotky 8y a 3y (Vlastní zpracování)

Jedinečný typ obalu má také pracoviště 9 (Obrázek 12), které je zásobováno pro potřeby balení hotové výroby. Hotová výroba se z tohoto pracoviště následně odváží do skladu.



Obrázek 12 Balná jednotka 9x (Vlastní zpracování)

8 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU PRACOVISTĚ

Ke zjištění současného stavu na zvoleném pracovišti manipulantky s cílem zjistit aktuální nedostatky byla provedena analýza prostřednictvím několika metod. Nejprve byly použity metody na získání přehledu o pracovních činnostech a jednotlivých pohybech pracovnice. Následně došlo k použití ergonomických analýz, protože se jedná o na práci nejnáročnější pracoviště ze všech pracovišť zásobování v celé společnosti. Je tak nutné nalézt možné změny pro usnadnění práce manipulantky a snížení fyzické náročnosti.

Při zpracování diplomové práce byly využity snímek pracovního dne, ABC analýza, spaghetti diagram, metoda klíčových identifikátorů – KIM, analýza NIOSH a Nordic Questionnaire. Výsledky jednotlivých analýz budou následně okomentovány a umožní navržení opatření vhodných pro zefektivnění zásobování pracovišť obou linek Düse Mitte.

8.1 Snímek pracovního dne manipulantky

K získání přehledu o spotřebě času a prováděných činnostech pracovnice na pozici manipulantky v rámci celé směny byl vyhotoven snímek pracovního dne. Snímkování proběhlo v listopadu roku 2023 v rámci ranní směny v době od 6 do 14 hodin a probíhalo něco málo přes 8 hodin. Manipulantka na pracovišti pracuje vždy 5 dní v týdnu na ranní směně a její pracovní náplň je neměnná. Výrobní program na obou linkách se dlouhodobě nemění, tudíž ty samé činnosti pracovnice vykonává každý den. K náměru byla využita aplikace PIC – Snímek, která umožnila rychlejší a jednodušší zaznamenávání předem navolených činností, jelikož součet četností pracovních činností byl dohromady 2 624.

Kromě toho měla na sobě pracovnice chytré hodinky, které jí po celou dobu snímkování zaznamenávaly počet kroků a nachozenou vzdálenost. Manipulantka tedy v průběhu směny nachodila 12 788 kroků. Během měsíce ledna roku 2024 byl přeměřen počet nachozených kroků během osmihodinové směny. Manipulantka dosáhla celkem 12 652 kroků. Oproti původnímu snímku z listopadu byl počet nachozených kroků nižší o 136, což mohlo být způsobeno tím, že měření v druhém případě trvalo o 4 minuty méně.

V následující tabulce (Tabulka 5) lze vidět přehled činností, které manipulantka v průběhu směny pravidelně vykonává, jejich četnost, podíl trvání činností na celkovém času směny a samozřejmě doba, po kterou tyto činnosti vykonává. Jedná se o činnosti, které se nepodílejí na tvorbě přidané hodnoty výrobku, avšak jsou nezbytné pro samotnou výrobu. Vzhledem k práci manipulantky bylo však určeno, zda činnosti přidávají (VA) nebo nepřidávají

hodnotu (NVA) vzhledem k její náplni práce doplňování materiálu. Za plýtvání je v tomto případě považováno fyzické zatížení při manipulaci s břemeny.

Tabulka 5 Přehled pracovních činností manipulanky, 20.11.2023, od 5:58 do 14:01
(Vlastní zpracování)

Činnost	Trvání (hh:mm:ss)	Podíl v %	Četnost	VA/ NVA
Obsluha pracoviště 1	00:06:35	1,36	61	VA
Obsluha pracoviště 2	01:15:06	15,54	221	VA
Obsluha pracoviště 3	00:18:47	3,89	52	VA
Obsluha pracoviště 4	00:37:12	7,70	217	VA
Obsluha pracoviště 5	00:02:23	0,49	6	VA
Obsluha pracoviště 6	00:01:30	0,31	12	VA
Obsluha pracoviště 8	00:19:06	3,95	155	VA
Obsluha pracoviště 9	00:32:40	6,76	232	VA
Manipulace s hotovou výrobou	00:43:43	9,05	247	VA
Chůze	01:14:23	15,39	806	NVA
Manipulace s prázdnými balnými jednotkami	00:37:40	7,79	343	NVA
Manipulace balných jednotek s novým materiálem	00:14:00	2,90	46	NVA
Manipulace a přeskládávání dovezených balných jednotek	00:20:38	4,27	34	NVA
Skládání prázdných balných jednotek	00:13:19	2,76	68	NVA
Odvoz prázdných balných jednotek	00:24:27	5,06	60	NVA
Rozbalování balných jednotek 3y (Düse Mitte 1) a 8y	00:06:13	1,29	15	NVA
Manipulace s Kanban kartami	00:06:49	1,41	24	NVA
Komunikace	00:02:12	0,46	9	NVA
Úklid pracoviště	00:06:22	1,32	7	NVA
Odvezení balné jednotky s použitými proložkami	00:01:28	0,30	2	NVA
Pauza	00:38:46	8,02	7	NVA
Celkem	08:03:19	100	2 624	-

Ze snímku pracovního dne bylo zjištěno, že manipulanka během jedné směny provádí celkem 21 činností. Činnostmi obsluha pracoviště 1–9 je myšleno zásobování daného pracoviště příslušným materiálem. Balné jednotky s materiálem bere pracovnice z míst, které jsou na layoutu (Obrázek 7) pod označením 3a, 3b nebo 3c. Na obsluhu nejnáročnějším pracovištěm je 2. pracoviště, dále následují pracoviště 4 a 9.

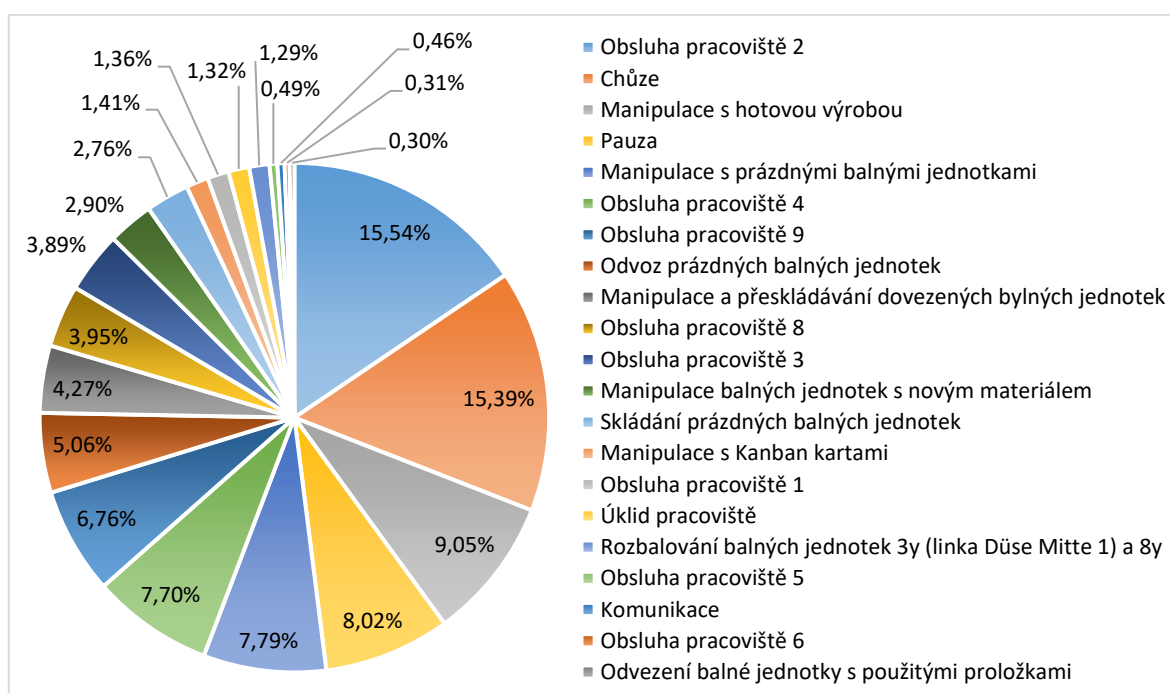
Manipulace s hotovou výrobou navazuje na obsluhu pracoviště 9, které pracovnice zásobuje prázdnými balnými jednotkami. Poté, co jsou naplněny hotovou výrobou, je manipulanka

přeskládá na vozíček a dopraví na odkládací plochu pro hotovou výrobu. Jakmile jsou milkrunem dovezeny prázdné balné jednotky pro hotovou výrobu na vozíčku, musí je pracovnice naskládat do prostoru mezi pracovišti 9, odkud obě pracoviště zásobuje.

K dalším formám manipulace dochází, když pracovnice z jednotlivých pracovišť odnáší prázdné neboli použité balné jednotky. Tyto balné jednotky jsou odkládány na sebe na vozíček, u některých balných jednotek lze na sebe umístit až 30 kusů. Jakmile je vozíček zaplněn požadovaným počtem prázdných balných jednotek, je třeba jej odvézt do *Kanbanu*, konkrétně do míst, kde končí modře vyobrazená trasa ve spaghetti diagramu (Obrázek 22). S vizualizací ve spaghetti diagramu lze propojit také manipulaci s novým materiálem z *Kanbanu*, tyto pohyby jsou znázorněny růžovou, fialovou a zelenou barvou.

Dále manipulátka musí skládat některé typy použitých balných jednotek, zakládat Kanban karty do Kanban tabule, v rámci směny musela pracovnice také komunikovat s mistrovou a operátorkami linek, dva typy balných jednotek bylo třeba před doplňováním připravit a rozbalit, v závěru směny uklízela pracoviště a odvážela použité proložky. Nejčastější činnosti byla samostatná chůze a přechody mezi pracovišti. Pauze se skládala z přestávek na toaletu a občerstvení, oběd a bezpečnostních přestávek.

Pro lepší vizualizaci byla data zpracována i v podobě grafu (Obrázek 13), který zobrazuje podíl jednotlivých činností na celkový čas snímku seřazených od největšího podílu.



Obrázek 13 Podíl činností na směnu manipulátanky, 20.11.2023, od 5:58 do 14:01 (Vlastní zpracování)

8.1.1 Vybrané polohy při práci manipulanky

Pro lepší představení si některých činností jsou v této kapitole vyobrazeny vybrané činnosti i na fotografiích. Na těch si lze všimnout jednotlivých poloh při manipulacích či jiných pohybech. Při těchto činnostech a polohách manipulanka tráví dohromady 60 % pracovní doby. Cílem je zde zejména přiblížení způsobu, jakými dochází k doplňování materiálu na jednotlivých pracovištích. Při zásobování se jedná převážně o polohy nepříjemné nebo podmíněně přijatelné. V prvním případě je nepřijatelné strávit v nepříjemné poloze více jak 30 minut v rámci osmihodinové směny a u podmíněně přijatelných je limitem 160 minut.

Doplňování balných jednotek 1y, 2y, 3y, 8x a 8y probíhá způsobem, který lze vidět na fotografiích níže (Obrázek 14). Během obsluhy pracovišť 1, 2, 3 a 8 musí manipulanka nejdříve odebrat balné jednotky ze zásoby na vozičku, které jsou umístěny mezi oběma linkami. Zásoby balných jednotek jsou od pat pracovnice vzdálené 90-105 cm. Manipulanka nemá určeno, kolik balných jednotek na jednou musí doplňovat, ale často doplňuje až do maximálního množství balných jednotek na pracovišti, i když se na pracovišti plně balné jednotky stále nachází. Tento případ lze vidět také na levé fotografii. Při doplňování pracovišť dochází k ergonomicky nepříjemným polohám. V rámci osmihodinové směny v těchto polohách pracovnice strávila celkem 22 minut a 38 sekund, což dle legislativy splňuje hygienický limit 30 minut při nepříjemných polohách a současně v těchto polohách pracovnice staticky nestráví více jak 8 minut v kuse. Kumulativní součet hmotnosti všech břemen, s nimiž manipuluje, také splňuje legislativní požadavky a odpovídá 5 549,66 kg.



Obrázek 14 Polohy při doplňování balných jednotek 1y, 2y, 3y, 8x a 8y (Vlastní zpracování)

Důvod, proč je činnost „obsluha pracoviště 2“ tou nejdéle trvajícím, je vyobrazen na následující fotografii (Obrázek 15). Kromě zásobování do horní části pracoviště, které lze vidět také vlevo na předchozím obrázku, je třeba materiál jednotlivě vkládat také do podávacích skluzů. Z balné jednotky manipulantka zakládá komponenty do čtyř skluzů, kdy kapacita jednoho skluzu je 15 kusů. Na druhé straně montážní linky ze skluzů komponenty odebírá operátor či operátorka montáže. Při kompletním zaplnění všech skluzů vydrží zásoba materiálu na 13 minut. Problémem však velmi často bývá, že se materiál ve skluzech zadrhne a neklouže až k operátorů. V tom případě je třeba komponenty ručně popostrčit.



Obrázek 15 Poloha při doplňování balné jednotky 2x (Vlastní zpracování)

Úkolem manipulantky při zásobování pracoviště 4 (Obrázek 16) je předávat komponenty z balné jednotky těsně před ní do vzdálenější balné jednotky natočené směrem k pracovníkovi na montáži. Komponenty jsou do bedny před operátory dávány až naházeny ledabyle na sebe, čímž hrozí jejich poškození. Na pracovišti jsou pro účely šetrnějšího zásobování připevněny i čtyři skluzy, tak jako na pracovišti 2. Tady se ovšem nevyužívají právě z důvodu zadrhávání materiálu uvnitř skluzů. Jakmile manipulátorka dojde materiál v balné jednotce před ní, musí balnou jednotku složit a založit na pracoviště novou ze zásoby po její pravici nebo levici podle obsluhované linky. Zásobu materiálu tvoří 6 balných jednotek na sobě na vozíčku a celkově sahá do výšky 2 metrů (Obrázek 17). Z toho lze usoudit, že pro manipulátorku je velmi náročné dosáhnout na vrchní balnou jednotku a při váze 5,89 kg s ní manipulovat.



Obrázek 16 Poloha při obsluze pracoviště 4 (Vlastní zpracování)

Pokud u pracovišť dojde materiál $1x$, $2x$, $4x$, $5x$ a $6x$, musí pro něj manipulátka dojít do prostoru na layoutu označeného jako $3b$ (Obrázek 7). Tyto trasy budou dále vyobrazeny i na spaghetti diagramu v kapitole 8.3. Na fotografii níže (Obrázek 17) lze vidět manipulaci s novým materiálem pro pracoviště 4, kdy balné jednotky na vozíčku veze k pracovišti. Tuto činnost provádí 10krát za směnu. Při manipulaci s materiálem pro pracoviště 1, 2, 5 a 6 však musí manipulátka balné jednotky nosit v rukou. Balnou jednotku $2x$ vážící 6,065 kg musí během směny přenést 12krát. Balné jednotky pro pracoviště 6 nosí po dvou ($2 \times 3,010$ kg) a cestu opakuje také 12krát. Cestu pro balnou jednotku $5x$ absolvovala jedenkrát a vždy s různým počtem balných jednotek $1x$ manipulovala 8krát.



Obrázek 17 Manipulace s novým materiálem (Vlastní zpracování)

Když v balné jednotce na montážní lince dojde materiál, úkolem manipulátky je také prázdné balné jednotky odklízet z pracoviště. Jak lze vidět na fotografii na další stránce

(Obrázek 18), prázdné balné jednotky odkládá vzhůru nohama na vozíček. U každého pracoviště se nachází prostor pro odložení prázdných balných jednotek, takže co vozíček, to jedna barevná kombinace balné jednotky. Jakmile jsou vozíčky v požadované výši, zpravidla se na sebe vleze 20, 27 nebo 30 prázdných balných jednotek podle typu, odváží je manipulátka do prostoru vedle Kanban tabule. I tyto trasy budou dále vizualizovány v rámci spaghetti diagramu (Obrázek 22).



Obrázek 18 Manipulace s prázdnými balnými jednotkami (Vlastní zpracování)

K obsluze pracoviště 5 dochází během směny pouze zřídka, celkově 6krát. Tato činnost spočívá v dosypávání materiálu do násypky, odkud se komponenty sklouznou do zásobníků pro operátory. Násypky jsou na fotografii označeny zeleně (Obrázek 19).



Obrázek 19 Obsluha pracoviště 5 (Vlastní zpracování)

Chystání materiálu v podobě rozbalování balných jednotek 3y pro linku Düse Mitte 1 a 8y pro obě linky trvalo 6 minut a 13 sekund z osmihodinové směny. Pro představu lze na

fotografii (Obrázek 20) vidět, jak manipulátka musí vytahovat papírové folie, kterými jsou prokládány všechny balné jednotky 8y a také 3y.



Obrázek 20 Rozbalování
plastových balných jednotek
(Vlastní zpracování)

Na posledním devátém pracovišti dochází k balení hotové výroby. Aby však bylo do čeho hotovou výrobu ukládat, je manipulátkou doplňována prázdná balná jednotka 9x. Způsob doplňování si lze odvodit od fotografií níže (Obrázek 21). Manipulátka může najednou vložit do zásobníku až 5 prázdných balných jednotek, které se po válečkovém dopravníku postupně posouvají až k operátorce či operátorovi. Opačným směrem po horní části dopravníku putují už plné balné jednotky, odkud je manipulátorka odebírá a odkládá vedle na vozíček. Manipulace s hotovou výrobou bude rozebrána v kapitole 8.4.



Obrázek 21 Polohy při obsluze pracoviště 9 (Vlastní zpracování)

8.2 ABC analýza vztažená k činnostem manipulantky

Na určení nejvíce problémových činností byla využita ABC analýza (Tabulka 6). Na základě zpracování této analýzy jsou známé činnosti, které je třeba zefektivnit s cílem zjednodušení práce manipulantky.

Do této analýzy nebyly zahrnuty bezpečnostní přestávky, přestávka na oběd a toaletu, které se skrývaly pod činností *Pauza*, protože není cílem je zkracovat. Zbylé činnosti byly rozřazeny podle kumulativního podílu součtu trvání činností do následujících kategorií:

- do kategorie A jsou zahrnuty činnosti v rozmezí 0–60 %
- do kategorie B patří činnosti v rozmezí 61–90 %
- do kategorie C jsou zařazeny činnosti v rozmezí 91–100 %

Tabulka 6 Rozřazení pracovních činností podle ABC analýzy (Vlastní zpracování)

Činnost	Trvání (hh:mm:ss)	Kumulativní podíl v %	Kategorie ABC
Obsluha pracoviště 2	01:15:06	16,89	A
Chůze	01:14:23	33,63	A
Manipulace s hotovou výrobou	00:43:43	43,46	A
Manipulace s prázdnými balnými jednotkami	00:37:40	51,93	A
Obsluha pracoviště 4	00:37:12	60,30	A
Obsluha pracoviště 9	00:32:40	67,65	B
Odvoz prázdných balných jednotek	00:24:27	73,15	B
Manipulace a přeskládávání dovezených balných jednotek	00:20:38	77,79	B
Obsluha pracoviště 8	00:19:06	82,09	B
Obsluha pracoviště 3	00:18:47	86,31	B
Manipulace balných jednotek s novým materiálem	00:14:00	89,46	B
Skládání prázdných balných jednotek	00:13:19	92,46	C
Manipulace s Kanban kartami	00:06:49	93,99	C
Obsluha pracoviště 1	00:06:35	95,47	C
Úklid pracoviště	00:06:22	96,90	C
Rozbalování balných jednotek 3y (<i>Düse Mitte 1</i>) a 8y	00:06:13	98,30	C
Obsluha pracoviště 5	00:02:23	98,84	C
Komunikace	00:02:12	99,33	C
Obsluha pracoviště 6	00:01:30	99,67	C
Odvezení balné jednotky s použitými proložkami	00:01:28	100,00	C

Seřazení činností podle délky trvání do tří kategorií vyústilo v přehledné rozdělení. Některé činnosti v kategoriích A a B je cílem zkrátit a pár činností v kategorii C úplně eliminovat.

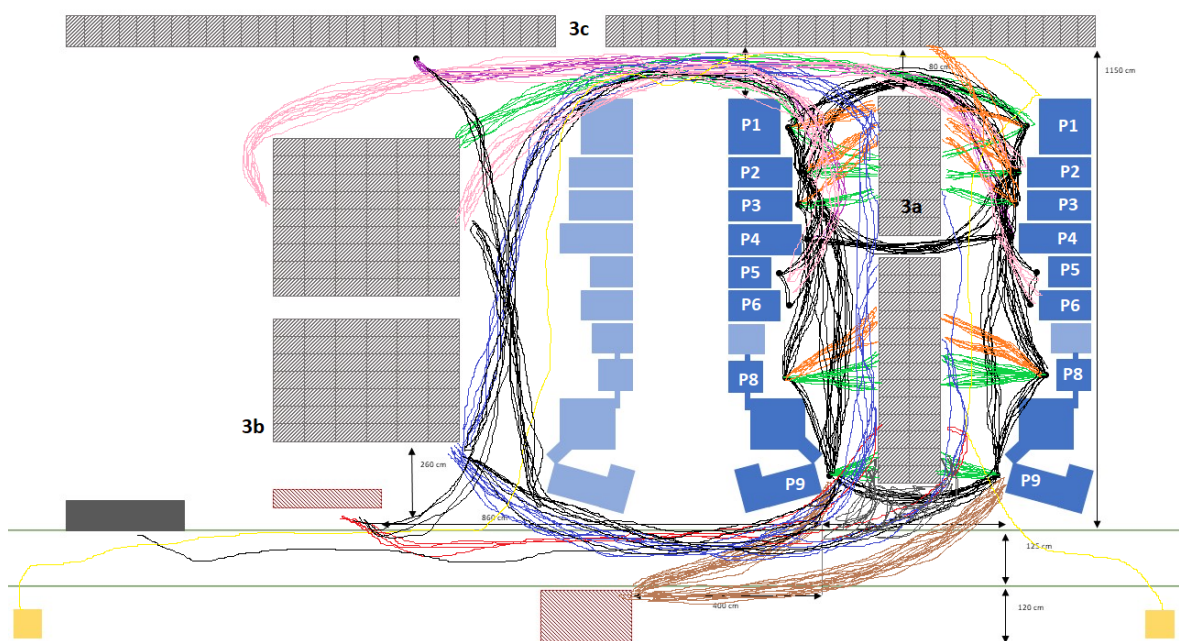
Do kategorie A je zařazeno 5 činností, které manipulantce zaberou nejvíce času, a mělo by se jim věnovat nejvíce pozornosti. Nejdéle trvajícími činnostmi jsou obsluha pracoviště 2 a samostatná chůze. Každá z těchto činností zabrala pracovníci zhruba hodinu a čtvrt času z celé směny. Tyto činnosti jsou také jedny z nejčastějších, a tedy i nejdůležitějších. Z toho však vyplývá, že je nelze zcela eliminovat. Snahou je nalézt vhodná opatření, které by umožnily tyto činnosti v kategorii A alespoň zkrátit.

V kategorii B lze nalézt celkem 6 činností, které pracovníci dohromady zaberou něco přes dvě hodiny času v rámci směny. Do této kategorie spadá i obsluha pracoviště 9, kterou manipulantka provedla 232krát (Tabulka 5), což je třetí nejčetnější činnost.

Činnosti zařazené v kategorii C zabírají nejméně času. Devět činností dalo dohromady 47 minut trvání, což je podílově nejméně. Snahou je tyto činnosti minimalizovat případně odstranit.

8.3 Spaghetti diagram manipulantky

Do výše zobrazeného layoutu byly zaznamenány pohyby manipulantky. Pomocí spaghetti diagramu jsou na obrázku (Obrázek 22) znázorněny cesty, po kterých se pracovníce v rámci celé směny pohybuje.



Obrázek 22 Spaghetti diagram (Vlastní zpracování)

Nejvíce výrazné černé čáry zobrazují přechody mezi pracovišti. Nejvíce opakujícími se přesuny byly trasy mezi pracovišti 2, 4, 8 a 9 na obou linkách. Jedna černá čára značí také cestu ke stanovišti mistrů výroby, kde bylo potřeba komunikovat problémy s doplňovaným materiálem.

Doplňování materiálu na příslušné pracoviště je rozděleno na několik barev pro lepší orientaci. Zelenou barvou je znázorněna obsluha pracovišť 1, 2, 3, 8 a 9, kdy po nejdelší zelené trase se nese materiál pro pracoviště 1. Fialové čáry představují trasu doplňování materiálu pro pracoviště 4, po této trase je třeba materiál vést na vozíčku. Růžové cesty znázorňují trasu manipulace materiálu pro pracoviště 2, 5 a 6, kdy po nejdelší této trase pracovnice nosí balné jednotky pro obsluhu pracoviště 2.

Oranžová barva čar vyobrazuje manipulaci s prázdnými balnými jednotkami, k čemuž docházelo nejčastěji na pracovištích 1, 2, 3 a 8. Po modrých cestách dochází k odvážení prázdných balných jednotek na vozíčku do odkládacího prostoru.

Hnědé čáry značí manipulaci s hotovou výrobou, kterou je třeba zavést do stanoveného prostoru, odkud je později odvážena do skladu. Šedou barvou je znázorněna oblast mezi linkami, kde dochází k manipulaci s dovezenými balnými jednotkami pro hotovou výrobu.

Červeně značené cesty slouží pro odnášení Kanban karet ke Kanban tabuli. A nakonec žluté čáry zobrazují trasy, po kterých pracovnice odnáší odpad do odpadkových košů.

8.4 Metoda klíčových identifikátorů – KIM

K posouzení náročnosti a rizikovosti poloh při ruční manipulaci s břemeny byla provedena analýza metodou klíčových identifikátorů KIM. Při analýze metodou KIM byl použit formulář k ruční manipulaci břemen zvedáním, držetím a nošením (P I). Polohy při činnosti, jež byly touto metodou vyhodnoceny, odpovídají činnosti „manipulace s hotovou výrobou“.

Prvním krokem bylo stanovení počtu **bodů za čas**, jinými slovy počtu opakování za pracovní směnu. Jedná se o činnost zvedání nebo posunování kratší než 5 sekund. Během směny se na obou linkách dohromady průměrně vyrobí 3 200 kusů, které jsou naskládány do balné jednotky 9x po 8 kusech. K odebrání balných jednotek s hotovou výrobou tak dochází celkem 400krát za směnu. Dle tabulky hodnota opakování 200 až 499 odpovídá 6 bodům.

Body za břemeno určuje váha břemena a je zde také odlišeno pohlaví. Váha balných jednotek odpovídá 5,970 kg u nekabelové varianty na lince Düse Mitte 2 a 6,410 kg u kabelové varianty, jež se vyrábí na lince Düse Mitte 1. Jelikož pracovnice je žena a váha

břemene je vyšší jak 5 kg, ale nižší než 10 kg, tabulka určuje bodové ohodnocení 2. Pokud by se jednalo o mužského pracovníka, váhový limit pro bodové ohodnocení 1 je stanoven až do 10 kg.

Pro stanovení **bodů za polohu těla** se používá typická střední poloha těla ruční manipulace, nikoli extrémní hodnoty. Na obrázku níže (Obrázek 23) lze vidět, jakým způsobem pracovnice manipuluje s balnými jednotkami. Při manipulaci dochází k mírnému, při ukládání první balné jednotky na vozíček až k hlubokému předklonu. Současně při odkládání na vozíček dochází k natočení trupu a břemeno je středně daleko až daleko od těla. Z poloh těla při manipulaci a umístování břemene vyplývá bodové ohodnocení 4.



Obrázek 23 Polohy při manipulaci s hotovou výrobou (Vlastní zpracování)

Dalším krokem je **posouzení pracovních podmínek** na pracovišti. I přes to, že je na pracovišti pevná a rovná podlaha, dostatečné osvětlení a dobré možnosti úchopu, bylo

naměřeno, že pracovní prostor při manipulaci s hotovou výrobou je velmi úzký a celkově menší než 1,5 m². To značí omezený prostor pro pohyb a pracovní podmínky jsou tak ohodnoceny 1 bodem.

Výsledek metody klíčových identifikátorů je určen součtem bodů za břemeno, bodů za polohu těla, bodů za pracovní podmínky a vynásobením body za čas. Výsledné skóre rizika se rovná 42, což odpovídá kategorii rizika 3. Ruční manipulace v této kategorie rizika znamená velmi zvýšenou zátěž na pracovníci, a i u osob starších než 21 let a mladších než 40 let může dojít k fyzickému přetížení. Je proto doporučena změna uspořádání pracoviště.

8.5 Analýza NIOSH

Pro zjištění maximální doporučené hmotnosti břemene, s níž pracovník může pracovat, a úrovně fyzického stresu spojeného se zvedáním břemene byla použita metoda NIOSH. Stejně jako u metody klíčových identifikátorů byly analyzovány pracovní pozice při manipulaci s hotovou výrobou, kdy manipulátka přemísťuje vždy pět balných jednotek s hotovou výrobou na příslušný vozíček. Jelikož bylo zjištěno, že při manipulaci s hotovou výrobou dochází k velmi zvýšené zátěži na pracovníci, bude metodou NIOSH vypočítán doporučený hmotnostní limit manipulovaných břemen.

Počáteční a konečné pracovní polohy při manipulaci s hotovou výrobou jsou již vyobrazeny na předchozím obrázku (Obrázek 23). Jelikož ale pracovnice na vozíček vedle pracoviště ukládá vždy 5 balných jednotek na sebe, pro vypočítání metody NIOSH byly použity pracovní polohy při odkládání první a poslední balné jednotky (Obrázek 24).



Obrázek 24 Polohy při odkládání hotové výroby (Vlastní zpracování)

K obouručnému uchopení balné jednotky dochází ve výšce 103 cm od podlahy a ve vzdálenosti 51 cm od těžiště manipulantky. Vertikální vzdálenosti mezi polohami těžiště balné jednotky před a po manipulaci je v případě první balné jednotky 86 cm a 42 cm při manipulaci s pátou balnou jednotkou. Taktéž dochází k úhlovému přemístění 60°.

Pracovnice obsluhuje linku s kabelovou a nekabelovou variantou produktu, což znamená, že váha balných jednotek na každé z linek se liší. Zdvíhaná hmotnost plné balné jednotky kabelové varianty je 6,410 kg a u nekabelové varianty 5,970 kg. Pro porovnání výsledků bude zdvihací index vypočten u obou variant (Tabulka 8). Pomocí formuláře s daným postupem výpočtů (P II) byly vypočítány všechny hodnoty pro získání doporučeného hmotnostního limitu, které jsou přehledně vyobrazeny v následující tabulce (Tabulka 7).

Tabulka 7 Výpočet doporučeného hmotnostního limitu pro manipulaci s hotovou výrobou (Vlastní zpracování)

		První balná jednotka	Pátá balná jednotka
LC	Hmotnostní konstanta	15	15
HM	Horizontální multiplikátor	0,49	0,49
VM	Vertikální multiplikátor	0,916	0,916
DM	Vzdálenostní multiplikátor	0,872	0,927
AM	Asymetrický multiplikátor	0,81	0,81
CM	Multiplikátor spojení – uchopení (z tabulky)	1	1
FM	Frekvenční multiplikátor (z tabulky)	0,94	0,94
OM	Jednoruční zvedání	1	1
PM	Zdvíhání dvěma či více operátory	1	1
RWL	Doporučený hmotnostní limit (v kg)	4,47	4,75

Tabulka 8 Výpočet zdvihacího indexu pro manipulaci s hotovou výrobou (Vlastní zpracování)

LI	Zdvihací index	První balná jednotka	Pátá balná jednotka
LI	Kabelová varianta (6,410 kg)	1,43	1,35
LI	Nekabelová varianta (5,970 kg)	1,34	1,26

Z výpočtů doporučeného hmotnostního limitu (RWL) a zvedacích indexů (LI) pro obě polohy a vyráběné varianty vyplývá, že aktuální manipulace s břemenem pro pracovníci znamenají výrazné zatížení a riziko. Aktuálně zvedaná hmotnost balných jednotek s hotovou výrobou je oproti doporučenému hmotnostnímu limitu u manipulace s první balnou

jednotkou vyšší o 1,94 kg u kabelové a 1,5 kg u nekabelové varianty. U manipulace s pátou balnou jednotkou se hmotnosti liší o 1,66 kg u kabelové a 1,22 kg u nekabelové. Následně byl vypočítán také zdvihací index LI, který ve všech případech taktéž přesahuje hodnotu 1, která je limitem pro rizikovost práce. Z ergonomického hlediska je tedy pracovní činnost manipulace s hotovou výrobou považována za nevhodnou a je proto třeba provést opatření vedoucí ke zlepšení stávající situace.

8.6 Nordic Questionnaire

Ke zjištění podmínek na pracovišti a výskytu problémů podpůrně pohybového aparátu manipulanky z pohledu pracovníka byl použit Nordic Questionnaire. Standardizovaný dotazník vyplněný pracovníci je k nahlédnutí v příloze (P III). Na základě demografických otázek vyplynulo, že manipulanka je pravačka a v 52 letech disponuje výškou 165 cm. Jelikož na dané pozici manipulátorky pracuje již 18 let, její odpovědi jsou adekvátní k získání přehledu o zátěži na tělo i pracovních podmínkách.

V první části dotazníku se zjišťoval výskyt bolestí či tuhnutí ve vybraných částech těla za posledních 12 měsíců a také zda za posledních 12 měsíců kvůli uvedeným problémům pracovnice navštívila lékaře, fyzioterapeuta či jiného zdravotníka. Na základě jejích odpovědí lze lokalizovat problémy v oblastech horní i dolní části zad a kříže, bolesti či tuhnutí v rukou a zápěstích, v bocích a stehnech, v kolenou i v kotnících a chodidlech. Pracovnice uvedla, že nepociťovala problémy spojené s šjí, rameny a lokty. Během posledních 12 měsíců ani nenavštívila žádného lékaře pro uvedené problémy.

Dále pracovnice v dotazníku hodnotila zatížení v definovaných situacích a rozlišovala působení žádné, menší, střední nebo velké zátěže.

- Jako nejvíce zatěžující faktory zvolila dlouhodobou práci ve stejných pracovních polohách, práci na hranici svých fyzických možností, působení chladu a průvanu na pracovišti, nutnost pokračovat v práci i v případě, že se necítí dobře, a jako poslední velkou zátěží označila zdvihání, tahání nebo nošení těžkých předmětů.
- Středně zatěžující činnosti pod číslicí 8 pro ni jsou spěchání při práci, nepohodlné a vynucené polohy, stejně jako práce v předklonu nebo náklonech trupu a přesčasy, dlouhá pracovní doba nebo nepravidelné směny. Manipulaci s drobnými předměty, práci s rukama nad hlavou nebo daleko od těla a nekvalitu pracovních nástrojů označila hodnotami střední zátěže 6 a 7.

- Menší zátěží na ni působí vykonávání stále stejných operací a nedostatečný zácvik na pracovní pozici. Nejméně zatěžující je pro pracovníci nedostatek přestávek na oddech během pracovní směny.

SHRNUTÍ ANALYTICKÉ ČÁSTI

V úvodu praktické části diplomové práce byla jako první představena společnost fischer automotive systems s.r.o., její historie, produktové portfolio, organizační struktura nebo také podnikový systém zlepšování a hodnoty společnosti. Dále následovalo seznámení se s vybraným pracovištěm manipulanky, jejíž úkolem je materiálem zásobovat dvě montážní linky Düse Mitte 1 a Düse Mitte 2 vyrábějící výdechy ventilace. Během toho byl také vyobrazen layout pracoviště, byly konkrétně identifikovány doplňované balné jednotky s jednotlivými komponenty i způsob, jakým manipulanka jednotlivá pracoviště doplňuje. Důvodem zvolení tohoto pracoviště byla absence standardu práce a také to, že se jedná o nejnáročnější pracoviště vzhledem k ručním manipulacím při doplňování materiálu. Kumulativní hmotnost všech břemen při ručních manipulacích během osmihodinové pracovní doby vychází celkem na 5 549,66 kg, čímž není překročen legislativní hmotnostní limit 6 500 kg pro ženské pohlaví. I přes to, že nejsou překračovány legislativní požadavky, se společnost chce věnovat snížení zátěže u této manipulační pracovnice, čímž by se snížila pravděpodobnost možných zdravotních problémů.

Součástí analytické části bylo zpracování vybraných analytických metod, díky nimž mohl být více zmapován současný stav pracoviště a práce manipulanky. Nejprve proběhlo měření dob trvání a četností dílčích činností manipulátorky pomocí snímku pracovního dne a jejich seřazení od nejdéle trvajících v ABC analýze. Nejvíce času pracovníci zabírá obsluha pracoviště 2 a samostatná chůze s přecházením mezi pracovišti, každá z těchto činností v souhrnu trvala kolem hodiny a čtvrt a chůze byla také nejčetnější činností ze všech. Obě tyto analýzy pomohly zejména k získání přehledu o důležitosti jednotlivých činností a nalezení potenciálu ke zefektivnění systému doplňování materiálu pro obě montážní linky.

Jednotlivé pohyby v rámci směny byly vizualizovány pomocí spaghetti diagramu, ve kterém jsou činnosti barevně odlišeny. Lze si všimnout, že pracovnice se při doplňování materiálu převážně pohybuje právě mezi dvěma linkami, avšak jsou zde znázorněny i zbytečně dlouhé trasy chození i manipulací. Dlouhé trasy při ruční manipulaci jsou pro pracovníci náročné také fyzicky, jelikož musí balné jednotky s materiálem nosit, případně vozit na vozičku.

Pracovní činnosti manipulanky byly podrobeny také ergonomickému auditu na současný stav na pracovišti, s cílem zauditovat přítomnost nepřijatelných a podmíněně přijatelných pracovních poloh při vybraných činnostech. Kromě toho byly realizovány také tři

ergonomické analýzy – metoda klíčových identifikátorů (KIM), NIOSH a Nordic Questionnaire.

Analýzami KIM A NIOSH byly hodnoceny pohyby při opakované manipulaci s hotovou výrobou. Během vyhodnocování metody klíčových identifikátorů byly posuzovány četnosti manipulací, váhy břemen, polohy při manipulacích i pracovní podmínky na pracovišti. Získané body za jednotlivé části analýzy umožnily vypočítat výsledné skóre rizika, které odpovídá velmi zatěžující třetí kategorii. Při zpracování analýzy NIOSH byly zjištěny doporučené hmotnostní limity (RWL) a zdvihací index (LI) pro určení rizikovitosti poloh při odkládání první a páté balné jednotky s hotovou výrobou. Porovnány byly také zdvihací indexy kabelové a nekabelové varianty produktu, u kterých se liší váha balné jednotky. Z výsledků obou analýz vyplývá, že činnost manipulace s hotovou výrobou výrazně fyzicky zatěžuje manipulační pracovníci. To značí také vyšší aktuální manipulovaná hmotnost břemene oproti doporučeným hmotnostním limitům ruční manipulace první a páté balné jednotky. Výše uvedené skutečnosti poukazují na nutnou změnu práce manipulační pracovnice.

A jako poslední byly rozebrány podmínky na pracovišti z pohledu manipulační pracovnice pomocí standardizovaného dotazníku Nordic Questionnaire. Jelikož se jedná manipulačně a fyzicky velmi náročné pracovišti, byly zjišťovány problémy s jednotlivými částmi těla. Manipulantka uvedla, že bolesti či tuhnutí pociťuje v celých zádech i dolních končetinách a v některých případech také v rukách a zápěstích, to zejména při manipulaci s hotovou výrobou. K těmto problémům vedou hlavně velmi zatěžující faktory, kterými pro manipulantku jsou práce na hranici fyzických možností, v chladu a průvanu, dlouhodobé pracovní polohy, zdvihání a nošení těžkých břemen nebo také nutnost pracovat ve zhoršeném zdravotním stavu.

9 PROJEKT ZEFEKTIVNĚNÍ SYSTÉMU DOPLŇOVÁNÍ MATERIÁLU PRO MONTÁŽNÍ LINKY

Součástí praktické části diplomové práce je i jeho projektová část. Projektové řešení vychází z výsledků analýzy současného stavu a je zaměřeno na definování návrhů na zefektivnění systému doplňování materiálu pro obě montážní linky Düse Mitte. Výstupem projektové části jsou návrhy a doporučení vedoucí ke zlepšení současného stavu na pracovišti manipulantky.

9.1 Cíle projektu

Hlavním cílem tohoto projektu, který přispěje ke zefektivnění systému doplňování materiálu pro montážní linky, je snížení fyzické náročnosti práce manipulantky při ručních manipulacích s břemeny. Jak již bylo zmíněno, vybrané pracoviště je nejnáročnějším pracovištěm ve vybrané společnosti vzhledem k ručním manipulacím s břemeny a kumulativní součet hmotnosti břemen v rámci osmihodinové pracovní směny momentálně vychází na 5 549,66 kg. Tato hmotnost legislativní požadavky splňuje, avšak společnost chce z dlouhodobého hlediska zabránit neochotě pracovat na této pracovní pozici a také zamezit vzniku nemocí z povolání, se kterými jsou spojeny značné finanční náklady.

Hlavní cíl projektu byl vymezen také metodou SMART:

- **Specific** (specifické, konkrétní) – snížení fyzické náročnosti práce manipulantky.
- **Measurable** (měřitelný) – snížení kumulativního součtu hmotnosti břemen.
- **Assignable** (přidělitelný) – na splnění cíle je třeba podíl všech kompetentních a zainteresovaných osob.
- **Realistic** (dosažitelný) – schválení projektu ze strany vedení společnosti
- **Time-bound** (časově vymezený) – září 2023 až druhá polovina roku 2025.

Se splněním hlavního cíle projektu souvisí také definování dílčích cílů, kterými jsou vytvoření časové úspory při pracovních činnostech plynoucí z realizace návrhů, navržení standardu práce pro pracovní pozici manipulantky na vybraném pracovišti a zlepšení pracovních podmínek a spokojenosti pracovnice. Splnění všech stanovených cílů povede ke zefektivnění systému doplňování materiálu pro montážní linky ve vybrané společnosti.

9.2 Projektový tým

Každý projekt má svůj projektový tým, který je tvořen lidmi podílejícími se alespoň na určité části projektu. Do projektu zefektivnění systému doplňování materiálu pro montážní linky bylo zapojeno celkem 8 osob ze společnosti fischer automotive systems s.r.o., jež je zadavatelem projektu. Kromě těchto osob byli v rámci projektu v případě potřeby k dispozici také pracovníci údržby. Někteří členové projektového týmu figurovali pouze na konzultantské úrovni.

Členy projektového týmu jsou:

- diplomantka
- vedoucí technického oddělení
- fPS koordinátor
- manipulantka materiálu
- mistrová pracoviště
- pověřenec BOZP + PO, EMS, EnMS
- vedoucí logistiky
- vedoucí výroby

9.3 Časový harmonogram projektu

Postup a jednotlivé činnosti projektu byly naplánovány pomocí časového harmonogramu v měsících (Tabulka 9). Počátky projektu lze datovat na konec září, avšak výběr vhodného pracoviště a seznámení se s ním, stanovení cílů projektu, projektového týmu a taktéž schválení projektu, proběhlo až v měsíci říjnu.

Od listopadu a postupně během prosince, ledna i února probíhala analýza současného stavu pomocí několika metod a jejich vyhodnocení. Nejprve proběhlo analyzování činností manipulantky pomocí snímku pracovního dne a spaghetti diagramu. Činnosti byly posléze vyhodnoceny ABC analýzou do skupin podle kritéria kumulativního podílu trvání. Nakonec bylo pracoviště a pracovní činnosti vyhodnoceny z hlediska ergonomie, kdy byla naměřena doba trvání ergonomicky nepřijatelných pozic a provedeny analýzy KIM, NIOSH a Nordic Questionnaire.

Tabulka 9 Časový harmonogram projektu v měsících (Vlastní zpracování)

Harmonogram projektu	2023				2024						2025
Název činnosti	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6-12	1-12
Zadání projektu											
Výběr vhodného pracoviště											
Schválení projektu ze strany všech zainteresovaných stran											
Analýza současného stavu											
Vyhodnocení dat z analýzy současného stavu											
Definování návrhů na zlepšení											
Vyhodnocení návrhů na zlepšení											
Prezentace výsledků											
Realizace projektu											

Na základě vyhodnocení dat z provedených analýz byla navržena nápravná opatření. Tato opatření cílí na splnění cílů projektu. Návrhy byly taktéž vyhodnoceny a zkonzultovány s projektovým týmem a vedením společnosti, kterému byly prezentovány výsledky projektu. Schválení a projevený zájem o návrhy umožnilo jejich následnou realizaci, která začne od měsíce dubna. Některé návrhy však nebudou moci být realizovány hned vzhledem k jejich finanční náročnosti, ale budou zařazeny do plánu investičních aktivit na rok 2025.

9.4 RIPRAN analýza

Pro identifikaci a zhodnocení hrozeb, které by se v průběhu projektu mohly vyskytnout, byla provedena riziková analýza RIPRAN. Během řešení projektu bylo zjištěno šest možných rizik, které by mohly mít negativní dopad na jeho realizaci. Sestavení analýzy spočívalo v definování možných pravděpodobností neboli jak moc je reálné riziko ohrožení projektu, a dopadu na něj. Spolu s tím byla definována vhodná preventivní nebo nápravná opatření, díky kterým by se případným hrozbám mohlo předejít.

Ke stanovení, zda se jedná o malou, střední nebo velkou hodnotu rizika, je třeba přiřadit míry pravděpodobnosti a dopadu k jednotlivým rizikům a jejich scénářům. V následující tabulce (Tabulka 10) je určeno rozmezí hodnot, na jejichž základě lze určit jednotlivé míry

rizikivosti. Výslednou hodnotu rizika lze následně určit pomocí matice hodnoty rizika (Tabulka 11).

Tabulka 10 Rozmezí hodnot míry pravděpodobnosti a dopadu rizika (Vlastní zpracování)

Pravděpodobnost (P)			Dopad (D)			Hodnota rizika	
Malá	MP	1–20 %	Malá	MD	0-10 %	Malá	MHR
Střední	SP	21-60 %	Střední	SD	11-40 %	Střední	SHR
Velká	VP	61-100 %	Velká	VD	41-100 %	Velká	VHR

Tabulka 11 Matice hodnoty rizika (Vlastní zpracování)

	MP	SP	VP
MD	MHR	MHR	SHR
SD	MHR	SHR	VHR
VD	SHR	VHR	VHR

V další tabulce (Tabulka 12) jsou zobrazeny jednotlivé hrozby a jejich scénáře spolu s mírou jejich pravděpodobnosti a nepříznivého dopadu. Pomocí výše zmíněné matice hodnot rizika bylo umožněno vyhodnotit všechny hrozby a stanovit jejich celkovou hodnotu rizika.

Tabulka 12 RIPRAN analýza (Vlastní zpracování)

č.	Hrozba	Scénář	P	D	Hodnota rizika
1	Chybné naměření dat pro zpracování analýz	Nevhodně zvolené analýzy, zkreslené výsledky	VP	VD	VHR
2	Absence analyzované manipulační pracovnice	Onemocnění či jiné zdravotní komplikace analyzované manipulační pracovnice	MP	VD	SHR
3	Nedodržení časového harmonogramu projektu	Zpoždění některé fáze a tím i odevzdání celého projektu	MP	SD	MHR
4	Neochota manipulační pracovnice řídit se novým standardem	Nezodpovědný přístup manipulační pracovnice k novému standartu	SP	SD	SHR
5	Nedostatečná podpora ze strany společnosti	Projekt a jeho aktivity nejsou pro vedení společnosti prioritou	MP	SD	MHR
6	Navržená opatření nesplní očekávané požadavky	Nebude splněn požadovaný cíl projektu	SP	VD	VHR

Aby bylo možno předcházet jednotlivým hrozbám, byly definovány také opatření, které tomu mohou pomoci (Tabulka 13). Zavedením níže zmíněných opatření by se mělo snížit riziko narušení realizace projektu.

Tabulka 13 Nápravná opatření hrozeb projektu (Vlastní zpracování)

č.	Hrozba	Opatření
1	Chybné naměření dat pro zpracování analýz	Konzultace naměřených dat s kompetentními osobami, získání potřebných znalostí před zpracováním analýz
2	Absence analyzované manipulační pracovnice	Zajištění jiného pracovníka/pracovnice v případě nepřítomnosti analyzované manipulantky
3	Nedodržení časového harmonogramu projektu	Pravidelná kontrola termínů, nastavení priorit a dostatečného času pro jednotlivé fáze projektu
4	Neochota manipulační pracovnice řídit se novým standardem	Odůvodnit manipulátorce následky a zdravotní rizika nerespektování navrženého standardu
5	Nedostatečná podpora ze strany společnosti	Schválení projektu vedením společnosti a jeho zařazení do prioritních projektů na rok 2024
6	Navržená opatření nesplní očekávané požadavky	Definování konkrétních požadavků od vedení společnosti, pravidelné kontroly

Z výsledků RIPRAN analýzy vyplynulo, že velmi pravděpodobnou hrozbou projektu je nevhodné zpracování analýz či chybně naměřená data. Nevhodně zvolené analýzy a zkrácené výsledky mohou mít výrazný dopad na dokončení projektu. Tento dopad může být až kritický, neboť zvolením nesprávných analýz je možno dosáhnout zcela jiných výsledků, než je požadováno. Pro potřeby projektu je tak důležité nabýt potřebných znalostí už před zahájením zpracovávání analýz a současně je nezbytné jejich průběh konzultovat s kompetentními osobami ve společnosti či vedoucí diplomové práce.

Velkou hodnotou rizika oplývá také hrozba, že navrženými opatřeními nebudou splněny očekávané požadavky. K této hrozbě může dojít v případě nesplnění hlavního a dílčích cílů projektu, což by mělo velký dopad na jeho úspěšnost. Pokud by však byly definovány konkrétní požadavky od vedení společnosti a současně by byl pravidelně kontrolován postup projektu a jeho výsledky, lze pravděpodobnost této hrozby velmi dobře snížit.

Střední rizika projektu jsou spjata s manipulační pracovnicí. Jelikož spadá do věkové kategorie 50+ a na analyzovaném pracovišti pracuje od jeho zprovoznění, má zažitě své způsoby doplňování materiálu na všech pracovištích montážních linek. Současně je zde riziko jejího onemocnění či jiných zdravotních problémů, přičemž by muselo dojít k zastoupení jiným pracovníkem nebo pracovnicí. Je proto vhodné mít k dispozici proškolený záskok. Při navrhování standardu pro tuto pracovní pozici může pomoci i samotná

pracovnice, neboť její zkušenosti s pracovištěm jsou velmi cenné. Pokud by manipulanka nechtěla dodržovat navržený standart, je důležité s ní osobně probrat možné benefity nebo naopak rizika u dosavadního způsobu doplňování materiálu.

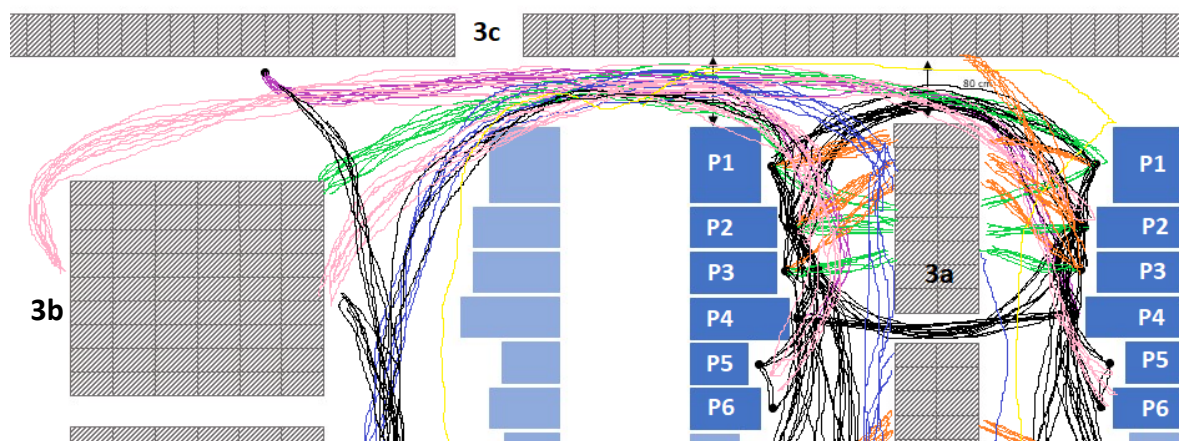
Malou pravděpodobností, a tedy nízkou hodnotou rizika, jsou označeny poslední dvě hrozby spolu s jejími scénáři. Hrozby v podobě nedodržení časového harmonogramu projektu a nedostatečná podpora ze strany společnosti mohou mít na projekt střední dopad. Zpoždění některých fází projektu a tím i odevzdání celého projektu lze předejít pravidelnými kontrolami termínů, nastavením priorit a také dostatečnou časovou rezervou pro jednotlivé fáze, zejména pro ty nejvíce zásadní. Může se také stát, že navrhovaná opatření nebudou mít pro vedení společnosti vypovídající hodnotu a nebude na projekt brán velký zřetel. Pokud by však projekt byl zařazen do prioritních projektů, schválen ze strany společnosti a současně bude mít vedení všechny podstatné informace o jeho průběhu, mohl by si tak projekt jejich pozornost udržet.

10 NÁVRHY A DOPORUČENÍ NA ZEFEKTIVNĚNÍ SOUČASNÉHO STAVU SYSTÉMU DOPLŇOVÁNÍ MATERIÁLU PRO MONTÁŽNÍ LINKY

Vypracování analýz a zhodnocení současného stavu přispělo k identifikaci několika problémů na pracovišti manipulanky. V rámci této kapitoly budou navržena nápravná opatření výše zmíněných nedostatků, které by měly vést ke zefektivnění systému doplňování materiálu pro montážní linky.

10.1 Reorganizace zásob nového materiálu v balných jednotkách 1x, 2x, 4x, 5x a 6x

Jedním z problémů, který zvyšuje počet kroků při práci i zátěž na manipulanku, jsou zbytečné pohyby v podobě chození pro nové balné jednotky s materiálem a jejich ruční manipulace k doplňovanému pracovišti. U původního stavu si na přiblíženém spaghetti diagramu (Obrázek 25) lze všimnout dlouhé zelené, fialové a růžových tras, které odpovídají činnosti „manipulace balných jednotek s novým materiálem“. Při této činnosti dochází k ručnímu přenášení balných jednotek z oblasti 3b a 3c na pracoviště 1, 2, 5 a 6. Materiál pro pracoviště 4 je převážen na vozíčku. Tímto způsobem musela pracovnice manipulovat s břemeny 14 minut v rámci směny a v součtu musela odnést 170,12 kg a na vozíčku odvezla dalších 375,25 kg, k čemuž je připočítána i váha vozíčků, kdy jeden váží 8,075 kg.

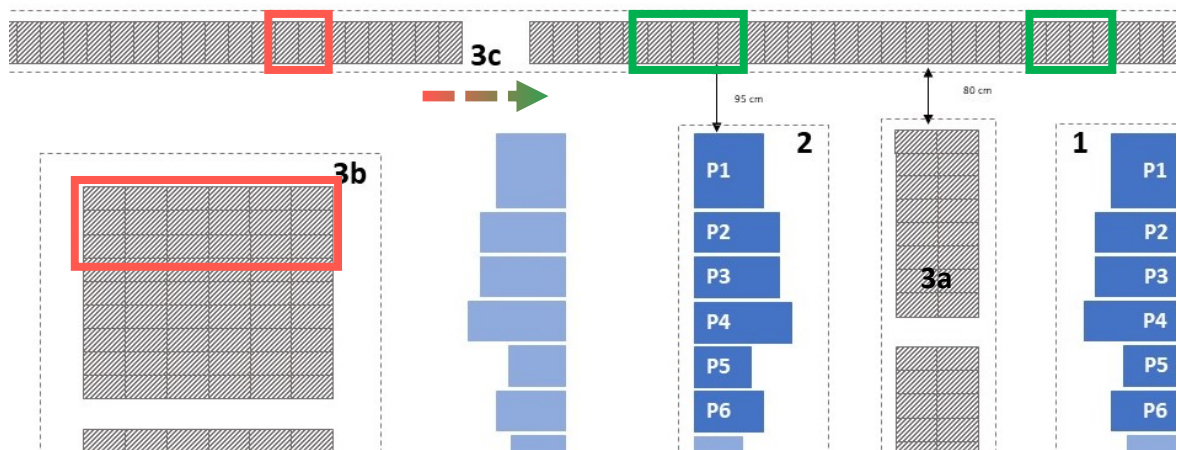


Obrázek 25 Výřez spaghetti diagramu (Vlastní zpracování)

Jelikož nošení, v lepším případě vedení, balných jednotek s materiálem po tak dlouhých trasách je pro manipulanku fyzicky náročné, návrhem, který by tento problém mohl zlepšit, je reorganizace skladovacích prostor nového materiálu, respektive přemístění balných

jednotek 1x, 2x, 4x, 5x a 6x s novým materiálem z oblastí 3b a 3c do prostorů 3c přímo u montážních linek na vybraném pracovišti. Tím by se docílilo zkrácení tras při manipulaci s břemeny a současně by to pomohlo snížit počet nachozených kroků během směny i trvání samostatné chůze, kdy manipulátka pro balné jednotky musí nejdříve dojít.

Navrhované řešení přesunutí zásoby již zmíněných balných jednotek s novým materiálem je vyobrazeno na následujícím výřezu layoutu (Obrázek 26). Původní stav je označen červenými obdélníky. Z dlouhodobého pozorování na pracovišti manipulátka vyplynulo, že v oblasti 3c v zeleně vyznačených prostorech, kam by se materiál mohl přesunout, se nenachází žádný další materiál pro toto nebo jiná pracoviště.



Obrázek 26 Návrh přemístění zásoby materiálu v balných jednotkách 1x, 2x, 4x, 5x a 6x (Vlastní zpracování)

Pro ukázkou časové úspory po reorganizaci skladovacích prostor nového materiálu dle navrhovaného řešení byla v rámci provedené analýzy snímkem pracovního dne přepočítána doba trvání činnosti manipulace balných jednotek s novým materiálem následovně (Tabulka 14). Samostatná chůze k balným jednotkám s novým materiálem vychází na 8 minut a 29 sekund, tudíž při reorganizaci zásob s materiálem by mělo dojít ke zkrácení tohoto času na 4 minuty a 19 sekund. Díky zkrácení všech tras o více než polovinu by se během chození pro materiál a manipulaci s ním ušetřilo dohromady dalších 9 minut a 35 sekund.

Tabulka 14 Porovnání časů chůze a manipulace balných jednotek s novým materiálem před a po realizaci návrhu (Vlastní zpracování)

Činnost	Trvání před (hh:mm:ss)	Trvání po (hh:mm:ss)	Časová úspora
Chůze	01:14:23	01:10:13	00:04:10
Manipulace balných jednotek s novým materiálem	00:14:00	00:08:35	00:05:25
Celkem všechny činnosti	08:03:19	07:53:44	00:09:35

10.2 Změna obalu balných jednotek 8y a 3y (*Düse Mitte 1*)

Během zpracování analýzy prováděných pracovních činností manipulátorky byla nalezena operace, u níž byl shledán potenciál na celkovou eliminaci. Rozbalováním balných jednotek 3y pro linku Düse Mitte 1 a 8y pro obě linky strávila pracovnice během snímkování 6 minut a 13 sekund. Dopředné rozbalování materiálu a vytahování jemných papírových folií před samotným doplňováním je považováno za nadbytečnou práci, která by se nemusela provádět, pokud by došlo ke změně obalu zmíněných balných jednotek. Současně je takto naskládaný materiál na vozíčku velmi nestabilní a hrozí pád při jeho přemísťování ze skladu nebo na pracovišti (Obrázek 27).



Obrázek 27 Současný stav obalového materiálu balných jednotek 3y (*Düse Mitte 1*) a 8y (Vlastní zpracování)

Navrhované řešení pro změnu obalového materiálu těchto balných jednotek je vyobrazeno na následujícím obrázku (Obrázek 28). Materiál obalu a rozměry balných jednotek by měly být stejné jako balná jednotka 3y, ale pro linku Düse Mitte 2. Tento typ obalového materiálu totiž pro balnou jednotku 3y pro linku Düse Mitte 1 není třeba ani nijak upravovat, jelikož jednotlivé komponenty jsou téměř totožné jako na lince Düse Mitte 2. Liší se pouze počtem kusů, které se do tohoto obalu vlezou. Do nově navrhovaného obalu se vlezou 21 kusů, přičemž v balné jednotce 3y pro linku Düse Mitte 1 je momentálně kusů 22. Pro potřeby celého materiálového toku pro jednu linku je třeba disponovat počtem 200 kusů balných jednotek, kdy cena 1 kusu je 15 euro. U balné jednotky 8y je třeba do ceny balných jednotek pro dvě linky zakomponovat také 5 500 euro na vývoj nového typu obalu.



Obrázek 28 Návrh obalového materiálu pro balné jednotky 3y (Düse Mitte 1) a 8y (Vlastní zpracování)

Tato náhrad by zapříčinila celkové odstranění rozbalování a chystání balných jednotek s doplňovaným materiálem, čímž by vznikla časová úspora 6 minut a 13 sekund (Tabulka 15).

Tabulka 15 Porovnání časů rozbalování balných jednotek 3y (Düse Mitte 1) a 8y před a po eliminaci činnosti (Vlastní zpracování)

Činnost	Trvání (hh:mm:ss)	Trvání po (hh:mm:ss)	Časová úspora
Rozbalování balných jednotek 3y (Düse Mitte 1) a 8y	00:06:13	-	00:06:13
Celkem všechny činnosti	08:03:19	07:57:06	00:06:13

10.3 Eliminace obsluhy pracoviště 5

Další potenciál ke zefektivnění práce manipulátorky byl nalezen u obsluhy pracoviště 5, protože čas spotřeby materiálu v balné jednotce je vyšší než délka celé osmihodinové směny. Během směny však pracovnice i tak musela toto pracoviště obsluhovat celkem 6krát. To je dáno tím, že kromě donesení balné jednotky s novým materiálem je třeba dosypávat materiál do dvou násypek, odkud se komponenty sklouznou do zásobníků pro operátory. Kapacita těchto zásobníků je cca 600 ks komponentů, je tedy dostatečně velká na vytvoření zásoby na více než 2 hodiny, z čehož právě potenciál na eliminaci činnosti vyplývá.

Jelikož operátoři montážních linek spadají do 3. kategorie práce, mají během osmihodinové pracovní směny dané desetiminutové bezpečnostní přestávky co 2 hodiny k protažení a odpočínutí přetěžovaných svalových skupin. Během těchto přestávek je tak jejich povinností dělat jiné činnosti než montáž na svém pracovišti. Jedno doplnění tohoto typu materiálu by nemělo trvat ani půl minuty, je tedy v jejich časových možnostech, aby si pracoviště během přestávek stihli zásobovat sami. Tím by tak mohli pomoci manipulátorce, která zásobuje ostatní pracoviště.

Eliminací této činnosti se vytvoří časová úspora v podobě 2 minut a 23 sekund (Tabulka 16).

Tabulka 16 Porovnání časů obsluhy pracoviště 5 před a po eliminaci této činnosti (Vlastní zpracování)

Činnost	Trvání (hh:mm:ss)	Trvání po (hh:mm:ss)	Časová úspora
Obsluha pracoviště 5	00:02:23	-	00:02:23
Celkem	08:03:19	08:00:56	00:02:23

10.4 Úprava způsobu doplňování materiálu na pracovišti 4

Jak již bylo zmíněno, nevhodných pracovních poloh se pracovnice dopouští také u obsluhy pracoviště 4 (Obrázek 16). Stejně tak se na tomto pracovišti nacházely čtyři nevyužívané skluzy, kterými se komponenty měly transportovat k operátorům na lince. Z těchto důvodů je vhodné řešit úpravu tohoto pracoviště. Původní stav na pracovišti lze vidět na obrázku vlevo, kdežto nové rozložení na obrázku vpravo (**Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.**).



Obrázek 29 Stav před a po na pracovišti 4 (Vlastní zpracování)

Nově uzpůsobené pracoviště manipulantce umožňuje jednodušší a ergonomicky vhodnější doplňování materiálu. Jak jde vidět na obrázku vpravo, místo původních velmi vysoko umístěných čtyř skluzů byl instalován jeden velký a široký. Zároveň byl pro odkládání balných jednotek s materiálem vedle pracoviště umístěn odkladač nakloněný k pracovníci,

aby pro ni odebrání bylo co nejpříjemnější. Pro lepší představu byl vyfocen ještě detail nápravného opatření (**Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.**).



Obrázek 30 Detail stavu po na pracovišti 4
(Vlastní zpracování)

10.5 Úprava způsobu doplňování materiálu na pracovišti 2

Obdobnou úpravu, ke které již došlo na pracovišti 4, je navrženo provést také na pracovišti 2. Obsluha pracoviště 2 totiž v součtu vyšla jako nejdéle trvající činností ze všech, což způsobuje zejména doplňování jednotlivých komponentů do čtyř skluzů na pracovišti, které je náročné nejen časově, ale způsobuje manipulanci lokální svalové zatížení (Obrázek 31).



Obrázek 31 Stav před na pracovišti 2 (Vlastní zpracování)

Pokud by došlo ke stejné změně pracoviště jako v kapitole 10.4, bude obsluha pracoviště 2 výrazně méně časově náročná. Při doplňování materiálu by už manipulanka nemusela

vkładat jednotlivé díly do skluzů, ale mohla by využít proložku z tvrdého kartonu, která se v balné jednotce vyskytuje pod každou vrstvou materiálu, a jednoduše všechen materiál z proložky nechat sklouznout do velkého skluzu na pracovišti.

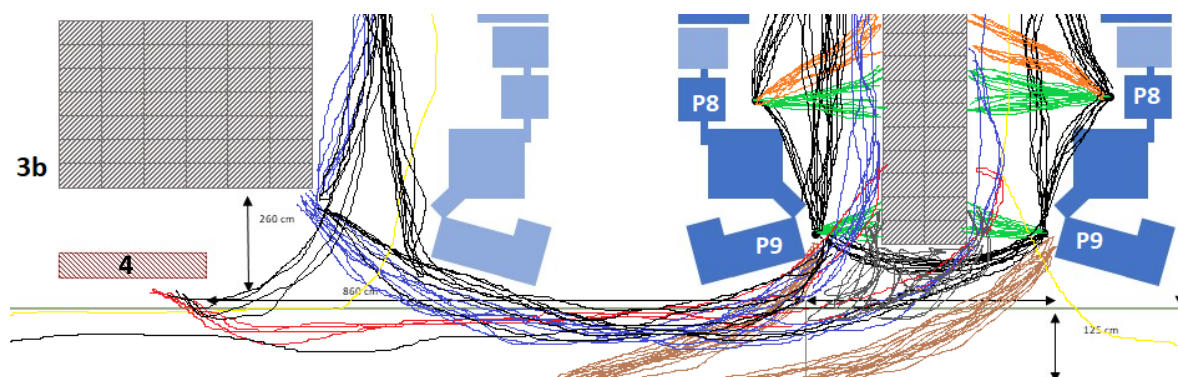
Časová úspora po realizaci tohoto návrhu je odhadnuta na více než 49 minut a obsluha pracoviště by se tak zkrátila téměř o dvě třetiny (Tabulka 17). Čas při práci manipulanky, který se tímto návrhem ušetří by se mohl následně využít jiným způsobem, například by manipulanka mohla pomoci s administrativou na montážních linkách nebo by mohla vypomoct na okolních pracovištích.

Tabulka 17 Porovnání časů obsluhy pracoviště 2 před a po úpravě pracoviště (Vlastní zpracování)

Činnost	Trvání (hh:mm:ss)	Trvání po (hh:mm:ss)	Časová úspora
Obsluha pracoviště 2	01:15:06	00:25:57	00:49:09
Celkem	08:03:19	07:37:22	00:49:09

10.6 Objednávání nového materiálu pomocí čtečky QR kódů

Na vybraném pracovišti i v celé společnosti pro objednávání nového materiálu funguje papírový systém Kanban. A tedy vždy, když pracovníci dochází materiál, je třeba jej objednat pomocí Kanban karet, které odebírá z prázdných balných jednotek u jednotlivých pracovišť. Karty následně odnáší a zakládá v Kanban tabuli, která je v layoutu označena číslem 4 (Obrázek 32). Trasy, po kterých tyto karty odnáší jsou na obrázku níže znázorněny červenými čarami.



Obrázek 32 Výřez spaghetti diagramu 2 (Vlastní zpracování)

Obsluha milkrunu při svém okruhu výrobou Kanban karty přebírá, odváží do skladu a následně předává pokyn k přípravě materiálu skladníkům. Objednaný materiál se na dané pracoviště dostává nejdříve až při dalším okruhu milkranu. Během několika měsíčního

pozorování pracoviště několikrát nastala situace, že objednaný materiál dorazil na pracoviště později, než měl. Tomu je třeba předcházet, neboť by chybějící materiál mohl zastavit chod celé montážní linky.

Ke zefektivnění a zejména k urychlení předávání si informací o objednaném materiálu by bylo možné použít čtečku QR kódů, kterou by se materiál naskenoval přímo na pracovišti a informace o objednání materiálu by zcela okamžitě pomocí podnikového ERP systému putovala do skladu. Výběr konkrétního modelu čtečky QR kódů by dále probíhal podle požadavků vybrané společnosti, neboť je k dispozici spousta modelů v různých cenových kategoriích. Pokud by se nový způsob objednávání materiálu osvědčil, mohl by se aplikovat také na další pracoviště ve výrobě. Na následujícím obrázku (Obrázek 33) lze vidět základní možnou variantu pro čtečku QR kódů s cenou 4 033 CZK bez DPH.



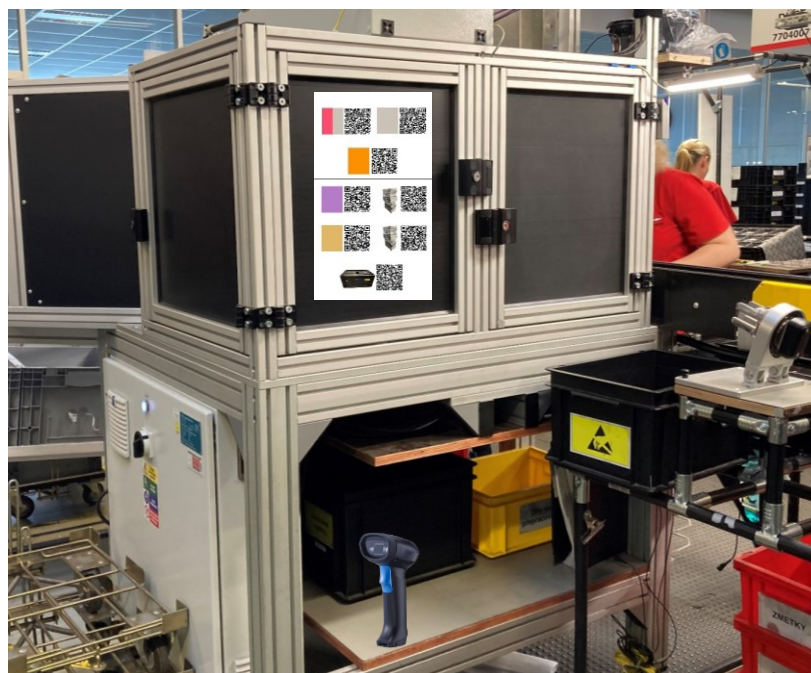
Obrázek 33 CipherLab 2504 odolná
čtečka čárových, 2D a QR kódů (2504
odolná čtečka čárových, 2D a QR kódů, ©
2024)

Jednotlivé balné jednotky pro různá pracoviště jsou barevně odlišeny podle doplňovaného pracoviště. Ne všechny balné jednotky je třeba objednávat ze skladu, proto lze Kanban karty zaměnit za jeden papírový podklad s jednotlivými barevnými označeními a příslušnými QR kódy balných jednotek s materiálem. Na dalším obrázku (Obrázek 34) byl vytvořen návrh podkladu objednávání nového materiálu. Manipulantce tak bude stačit znát barevné označení balné jednotky, nikoli čísla materiálu na Kanban kartách jako tomu bylo dosud. Na podkladu se prozatím vyskytují také balné jednotky 8y a 3y (Düse Mitte 1), jelikož realizace návrhu změny obalového materiálu je naplánována až na rok 2025.



Obrázek 34 Podklad pro objednávání balných jednotek s materiálem (Vlastní zpracování)

Vhodným umístěním podkladu pro objednávání materiálu i čtečky QR kódů může být pracoviště 9 na lince Düse Mitte 2, kde lze podklad nalepit na část pracoviště. Pro manipulátka je toto místo dostatečně dostupné, jelikož na lince Düse Mitte 2 se pracoviště 7 neobsluhuje. Toto místo má taktéž po cestě při každé obchůzce pracovišť a nemusela by tak chodit až ke Kanban tabuli, čímž se sníží také čas chůze. Na obrázku níže (Obrázek 35) je vyobrazen návrh umístění podkladu pro objednávání materiálu a čtečky QR kódů.



Obrázek 35 Doporučené umístění podkladu pro objednávání materiálu a čtečky QR kódů (Vlastní zpracování)

Aplikace navrhovaného řešení by pro manipulanku znamenala eliminaci činnosti, při níž musí manipulovat s Kanban kartami. Časová úspora by tedy pojmla celou dobu trvání této činnosti, což odpovídá 6 minutám a 49 sekundám (Tabulka 18). Bude ušetřen také nějaký čas u chůze, protože již manipulanka nebude muset chodit ke Kanban tabuli. Nový způsob objednávání materiálu zabere odhadem 1 minutu a 51 sekund.

Tabulka 18 Porovnání časů objednávání nového materiálu před a po realizaci návrhu (Vlastní zpracování)

Činnost	Trvání (hh:mm:ss)	Trvání po (hh:mm:ss)	Časová úspora
Manipulace s Kanban kartami	00:06:49	-	00:06:49
Chůze	01:14:23	01:13:21	00:01:02
Objednávání materiálu pomocí čtečky QR kódů	-	00:01:51	+00:01:51
Celkem	08:03:19	07:57:19	00:06:00

10.7 Standard pracovní činnosti na vybraném pracovišti manipulace

Jedním z důvodů zadání tohoto projektu v rámci diplomové práce byla také absence standardu práce manipulační pracovnice. Jak již bylo zmíněno, manipulanka každé z pracovišť doplňuje podle svého uvážení. Během analýzy pracoviště bylo zpozorováno, že pracoviště materiálem dokonce nadzásobuje. Jinými slovy doplňuje balné jednotky i v případě, že na pracovišti je stále dostatek materiálu. Častokrát se snažila zásobit pracoviště materiálem až do maximálního počtu balných jednotek, co se na dané pracoviště vleze. Z toho však plyne zejména ergonomický problém, protože když doplňuje balné jednotky do maximálního počtu, vystavuje se nepříjemným polohám v podobě manipulace břemene nad úrovní hlavy. Kvůli tomu bude na každém z pracovišť stanoven optimální počet balných jednotek. Jinými slovy by pro manipulanku nemělo znamenat výraznou zátěž, pokud bude balné jednotky doplňovat maximálně do výšky úrovně optimálního počtu.

Nyní bude navržený postup doplňování materiálu rozepsán na všechna pracoviště zvlášť. Postup u doplňovaných pracovišť linky s kabelovou variantou a nekabelovou variantou se liší pouze u pracoviště 3, ve zbývajících případech je na obou montážních linkách Düse Mitte způsob doplňování totožný.

P1 – pracoviště 1

- Na pracovišti 1 dochází na obou linkách Düse Mitte ke stejnému postupu při doplňování materiálu dvou typů balných jednotek I_x a I_y . U jedné balné jednotky I_x

je čas spotřeby materiálu 27 minut a 44 sekund. Materiál v jedné balné jednotce *Iy* se spotřebuje za 6 minut a 4 sekundy.

- Vzhledem k ergonomii pracoviště by měl být nastaven optimální počet balných jednotek na pracovišti. Pro balnou jednotku typu *Ix* bude nastaven na 5 kusů a celkový čas spotřeby materiálu v nich v přepočtu na takt linky bude odpovídat 2 hodinám, 18 minutám a 40 sekundám. Mělo by to tak být nastaveno proto, aby se manipulanka doplňováním tohoto materiálu musela zabírat vždy jen po bezpečnostních přestávkách. Jejím úkolem po návratu z bezpečnostní přestávky by tedy mělo být zkontrolovat a doplnit, aby na obou linkách bylo po 5 kusech balných jednotek *Ix*. U balné jednotky *Iy* bude optimální počet nastaven na 4 kusy, čemuž odpovídá celkový čas spotřeby materiálu 24 minut a 16 sekund.

P2 – pracoviště 2

- Také obsluha pracoviště 2 je stejná na obou montážních linkách. Je třeba zde doplňovat dva typy materiálu v balných jednotkách *2x* a *2y*. Čas spotřeby materiálu je 1 hodina, 9 minut a 20 sekund u balné jednotky *2x* a 4 minuty a 20 sekund u balné jednotky *2y*.
- U balné jednotky *2x* však čas spotřeby balné jednotky neodpovídá času, po který se manipulanka o toto pracoviště musí starat. Po úpravě pracoviště by tak ze čtyř skluzů byl na pracovišti vytvořen pouze jeden velký, jehož by šlo naplnit počtem kolem 50 komponentů. Takový počet odpovídá vysypáním dvou kartonových proložek do skluzu. Na pracovišti je možno mít vždy jen jednu balnou jednotku s tímto typem materiálu. U balné jednotky *2y* bude optimální počet na pracovišti nastaven na 4 kusy s celkovým časem spotřeby 17 minut a 20 sekund.

P3 – pracoviště 3 (Düse Mitte 1)

- Na pracovišti 3 dochází k rozdílnému způsobu doplňování materiálu, který závisí na tom, zda se jedná o kabelovou či nekabelovou variantu. Na třetím pracovišti linky Düse Mitte 1 jsou doplňovány balné jednotky *3x* i *3y*.
- Balná jednotka *3x* celkově obsahuje 400 kusů komponentů, ale na pracoviště je třeba tento typ materiálu doplňovat na tácku po 100 kusech. Čas spotřeby jednoho tácku je roven 21 minutám a 40 sekundám. Na pracoviště se vlezou vždy 3 tácky čili 300

kusů komponentů. Celkový čas spotřeby tohoto optimálního počtu na pracovišti by měl vycházet na 1 hodinu a 5 minut.

- U balné jednotky 3y je naplánována změna obalového materiálu, čas její spotřeby by však měl zůstat stejný, tedy 6 minut a 4 sekundy. Optimální počet na pracovišti by měl být upraven na 4 kusy, čemuž bude odpovídat celkový čas spotřeby materiálu v balných jednotkách 24 minut a 16 sekund.

P3 – pracoviště 3 (Düse Mitte 2)

- Oproti první montážní lince se na pracovišti 3 pro Düse Mitte 2 doplňuje pouze balná jednotka 3y. Její aktuální čas spotřeby je 4 minuty a 33 sekund. Optimální počet na pracovišti by měl být nastaven na 4 kusy, z čehož vyplývá celkový čas spotřeby 18 minut a 12 sekund.

P4 – pracoviště 4

- Obě linky na pracovišti 4 jsou zásobovány materiálem v balné jednotce 4x. S navržením správného postupu při doplňování souvisí také úprava pracoviště 4 na základě jednoho z nápravných opatření. Skluz na pracovišti byl upraven, aby se zamezilo neergonomickým polohám při doplňování, ale také proto, aby se zvětšila zásoba materiálu pro operátory. Kapacita skluzu nyní odpovídá množství materiálu v jedné balné jednotce a celkový čas spotřeby vychází na 10 minut a 24 sekund.

P5 – pracoviště 5

- Podle jednoho z návrhů a nového standardu manipulátka pracoviště 5 již nebude obsluhovat.

P6 – pracoviště 6

- Obsluha dalšího pracoviště na obou montážních linkách tkví v donesení vždy dvou balných jednotek 6x na každé ze dvou pracovišť 6. Dvě balné jednotky se tedy rovnají optimálnímu počtu na pracovišti s celkovým časem spotřeby 1 hodina a 40 sekund podle taktu montážních linek.

P8 – pracoviště 8

- Na pracovišti 8 dochází na obou montážních linkách k doplňování dvou typů materiálu v balných jednotkách 8x a 8y. Čas spotřeby jedné balné jednotky 8x je 2 minuty a 36 sekund, a u balné jednotky 8y je to 4 minuty a 46 sekund.

- Optimální počet u balné jednotky δx by měl být nastaven na 4 kusy s celkovým časem spotřeby 10 minut a 24 sekund. Obalový materiál u balné jednotky δy by měl v následujících měsících projít proměnou, tudíž optimální počet bude nově odpovídat 4 kusům. Celkový čas spotřeby optimálního počtu balných jednotek δy vychází na 19 minut a 4 sekundy.

P9 – pracoviště 9

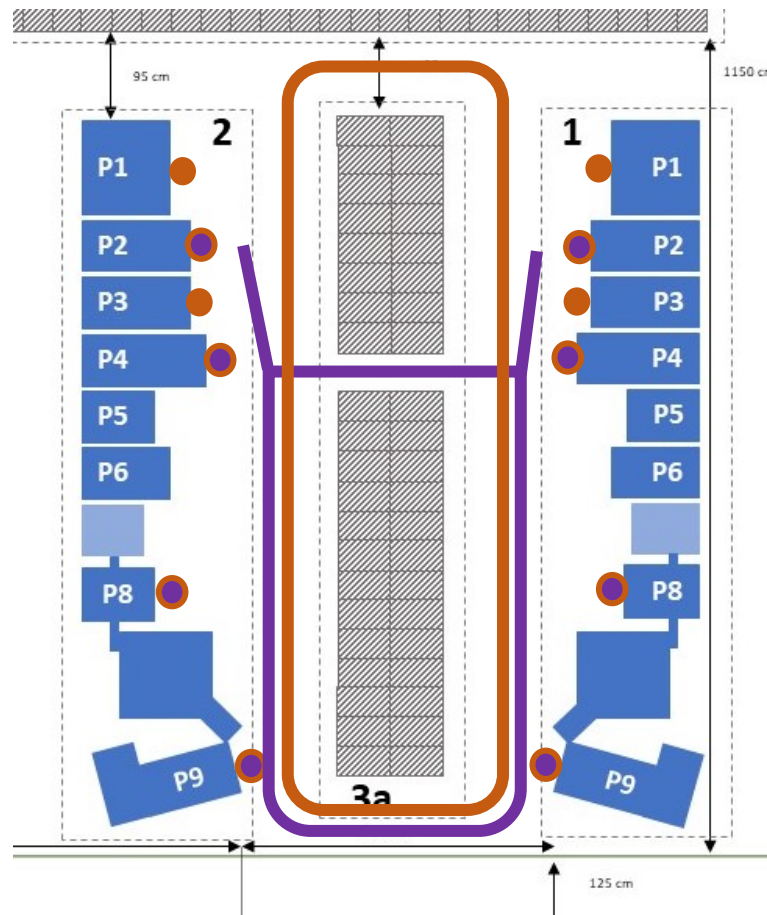
- Posledním doplňovaným pracovištěm je pracoviště 9. Na obou montážních linkách je třeba doplňovat prázdné balné jednotky $9x$ pro hotovou výrobu. Doba naplnění 8 kusů výdechů ventilace do jedné balné jednotky je 1 minuta a 44 sekund. Optimální počet balných jednotek na pracovišti se v tomto případě rovná 5 kusům čili celkový čas spotřeby neboli naplnění všech 5 kusů odpovídá 8 minutám a 40 sekundám.

Pro správné rozvržení času je pro manipulantku třeba nastavit obchůzku jednotlivých pracovišť podle celkových časů spotřeby materiálu v balných jednotkách. Celkové časy spotřeby jednotlivých optimálních počtů balných jednotek na pracovišti jsou rozepsány výše. Je však třeba počítat s určitou časovou rezervou spotřeby, aby nenastaly prostoje na montážních linkách z důvodu chybějícího materiálu. Proto se při navrhování obchůzek bude brát v úvahu časová rezerva spotřeby jedné balné jednotky.

V rámci nového standardu práce manipulantky byly navrženy dva hlavní typy obchůzek – malý okruh a velký okruh. Malý okruh je zaměřen na doplňování balných jednotek nejnáročnějších na čas spotřeby materiálu. Jsou jimi materiály v balných jednotkách $2x$, $4x$, δx a prázdné balné jednotky $9x$. U velkého okruhu manipulantka bude muset zkontrolovat a doplnit balné jednotky jako v malém okruhu, a navíc bude muset doplnit také balné jednotky $1y$, $2y$, $3y$ a δy . Oba typy obchůzek bude střídat, což zajistí lepší organizaci práce a nebude docházet k většímu zásobování pracovišť, než je potřeba.

Kromě obou okruhů bude manipulantka po každé bezpečnostní přestávce doplňovat balné jednotky $1x$, jak již bylo zmíněno v této kapitole dříve. Mimo to a navržené obchůzky doplňování je třeba ještě doplňovat balné jednotky $3x$ a $6x$. Celková spotřeba optimálních počtů těchto balných jednotek se pohybuje okolo 1 hodiny, nebude ale navržen konkrétní čas, kdy je manipulantka bude doplňovat. Jelikož manipulantka okolo pracovišť 3 a 6 bude chodit v obou svých obchůzkách, uvidí, až na pracovišti nebude materiál, což pro ni bude pokyn, že jej má doplnit.

Oba okruhy jsou pro lepší přehlednost znázorněny také do layoutu pracoviště (Obrázek 36). Malý okruh je znázorněn fialovou barvou, kdežto velký okruh barvou oranžovou. Jednotlivé zastávky na obchůzce značí barevné body.



Obrázek 36 Nastavení obchůzky manipulantky (Vlastní zpracování)

10.8 Vakuový manipulátor

Z výsledků ergonomických analýz vyplynulo, že jedna z prováděných činností manipulantce způsobuje velké fyzické zatížení. Manipulace s hotovou výrobou je spojena s vysokou četností manipulace břemen přesahujících váhu 5 kg a jak váhu, tak i frekvenci manipulací nelze momentálně upravit. Při manipulaci s hotovou výrobou dochází také k ergonomicky nevhodným pracovním polohám, kdy je třeba hlubokého předklonu či zvedání břemene nad úroveň ramen.

Při hledání možností snížení zátěže při manipulaci s hotovou výrobou bylo nalezeno několik způsobů, jako je robotické řešení v podobě aplikace kolaborativního robota nebo použití exoskeletu pro manipulantku, avšak je zde třeba zohlednit finanční hledisko navrhovaného opatření. Schůdnější variantou proto bylo navržení implementace vakuového manipulátoru,

jež umožní ergonomické zdvihání i pokládání balných jednotek s hotovou výrobou. Podstatou vakuového manipulátoru je využití vakua, respektive přísavky manipulátoru, ke které se pomocí podtlaku přitiskne manipulovaný předmět. Ten je následně možno za pomoci minimální síly zdvihnout, přesunout či položit, čímž se výrazně sníží riziko zátěže a únavy pracovníce.

Lze nalézt mnoho variant vakuových manipulátorů, avšak pro toto pracoviště byla navržena aplikace hadicového vakuového manipulátoru Jumbo Flex 20 od společnosti Schmalz (Obrázek 37). Jeho nosnost je až 20 kg a za využití přísavkového nástavce Box gripper umožní jednoduchou a rychlou manipulaci s balnými jednotkami. Základní cena tohoto manipulačního zařízení se pohybuje od 250 000 CZK bez DPH.



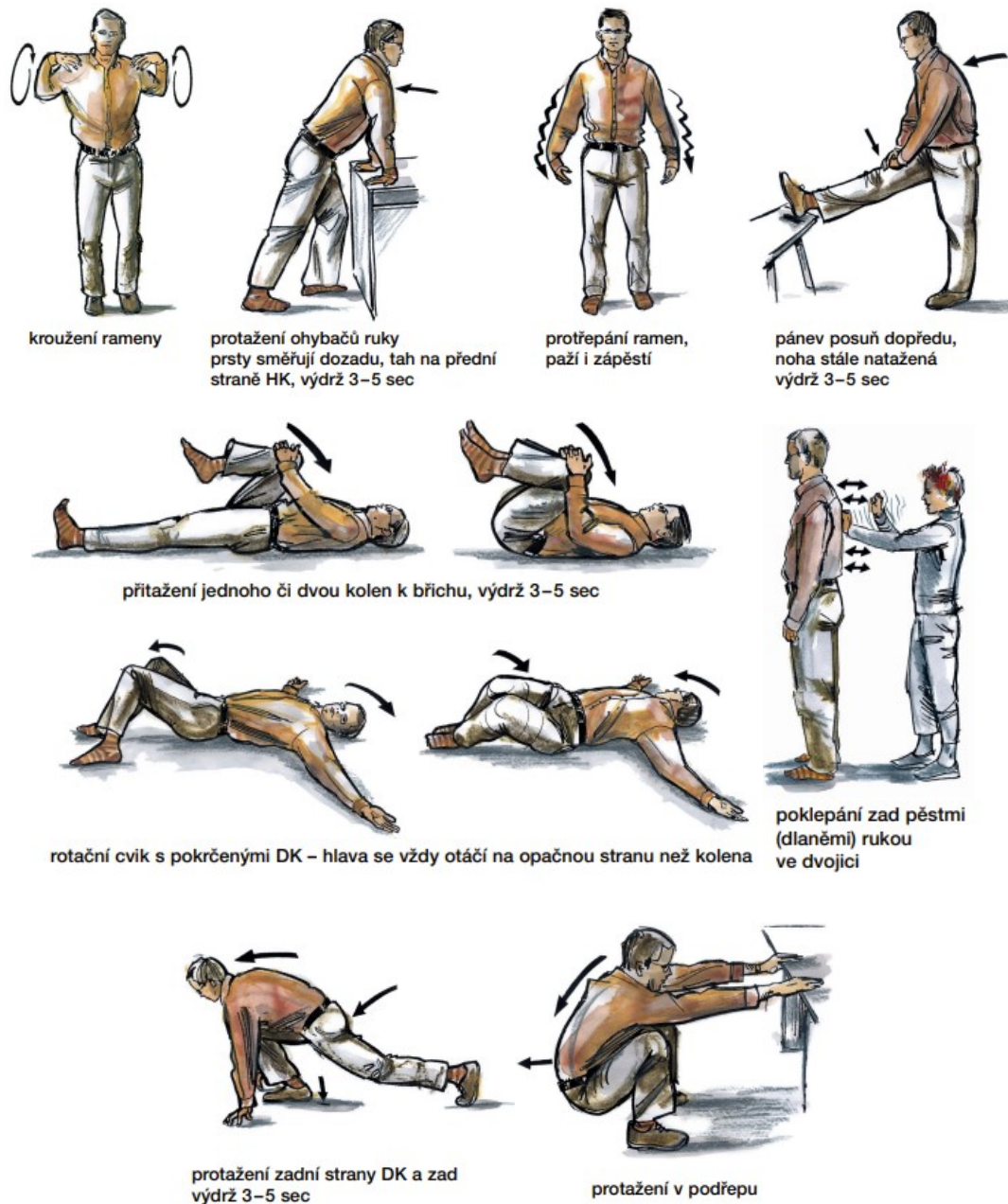
Obrázek 37 Hadicový vakuový manipulátor Jumbo Flex 20 s nástavcem Box gripper (Vacuum Tube Lifters Jumbo, © 2024)

10.9 Uvolňující a protahovací cvičení pro práci vstoje a manipulaci s břemeny

Jelikož manipulátorka spolu s ostatními manipulačními pracovníky na jiných pracovištích ve výrobě spadají pod operátory montáže, vztahují se na ně také pravidla bezpečnostních přestávek. Co dvě hodiny tak mají pauzu na jídlo a odpočinek po 10, 10 a 20 minutách. Dalším návrhem, který by pomohl se snížením zátěže na pracovníci, jsou pár minutová ergonomická cvičení na protažení a uvolnění těla při manipulaci s břemeny a práci ve stoji během těchto bezpečnostních přestávek.

Odovědi z dotazníku Nordic Questionnaire poukazují na problémy s mnohými částmi těla manipulátorky. Pracovnice uvedla bolesti či tuhnutí v oblastech horní i dolní části zad a kříže, v rukou a zápěstích, v bocích a stehnech, v kolenou i v kotnících a chodidlech. Tyto

obtíže lze snížit, případně jim předcházet, pomocí průběžného posilování břišního a zádového svalstva a ergonomickým cvičením na uvolnění a protažení zad a horních i dolních končetin (Obrázek 38).



Obrázek 38 Uvolňovací a protahovací cviky při manipulaci s břemeny (Chraň si záda při manipulaci s břemeny, 2008)

U těchto cviků je třeba dbát na jejich pravidelnost a pomalé a plynulé provádění. Pokud by některé cviky vyvolávaly ještě větší bolesti, je vhodné je vynechat. S uvolněním horních končetin může pomoci jejich celkové protřepání, krouživé pohyby ramen nebo protažení předloktí. U dolních končetin je pomocí uvedených cviků třeba protáhnout zejména přední i zadní stehenní sval a hýždě. Pro uvolnění a protažení zad mohou pomoci výše vykreslené

cviky, ale také protahující a uvolňující cviky při práci ve stoje na obrázku níže (Obrázek 39). Kromě úklonu ze strany na stranu a záklonu může pomoci s uvolněním zad i protažení vzhůru s propletenými prsty nad hlavou – u tohoto cviku je důležité neprohýbat se v bedrech. K protažení bederní části zad lze použít protažení v podřepu či rotační cviky na předešlém obrázku. Pomoci s uvolněním kotníků a chodidel může cvik, kdy je třeba střídavě přitahovat a propínat špičku. U tohoto cviku je však bariérou nutnost sedu a podložení si nohou. V neposlední řadě lze ulevit zádům při opření se o zeď, masáží od kolegy nebo cvikem, u kterého je třeba opřít nohu o schod, podsadit pánev a tlačít trup v před, čímž se zároveň protahují také dolní končetiny.



Obrázek 39 Uvolňovací a protahovací cviky při práci ve stoje
(Ulehči si práci vstoje, 2008)

10.10 Školení manipulačních pracovníků ohledně nových opatření

S navržením standardu práce a dalších opatření vedoucí ke zefektivnění doplňování materiálu na jednotlivých pracovištích montážních linek souvisí také zaškolení manipulantky i dalších manipulačních pracovníků pro potřeby její nepřítomnosti.

Proškolení všech zainteresovaných osob tohoto pracoviště je důležité pro bezpečnou a efektivní práci manipulačních pracovníků. O změnách musí být informováni, aby nedocházelo ke zbytečným prostojeům, chybějícímu materiálu na pracovištích nebo pracovním úrazům. Je důležité pracovníkům představit jednotlivá opatření, důvod implementace a jejich benefity, aby pracovníci pochopili, proč jsou takto nastaveny. Zejména, aby věřili tomu, že díky nim dojde ke zlepšení pracovních podmínek na pracovišti, snížení jejich zatížení, usnadnění práce a tím i jejich spokojenosti.

Valná část školení by se měla věnovat hlavně nově navrženému standardu, respektive předepsanému postupu doplňování materiálu, aby bylo co nejméně zatěžující pro manipulanty. Kromě toho budou představeny a názorně ukázány ergonomické protahovací a uvolňovací cviky, jimiž lze předcházet zdravotním problémům spojeným s manipulacemi. Obrázky s jednotlivými cviky uvedenými výše budou následně k nahlédnutí na nástěnce, pokud by je některý pracovník zapomněl.

11 SHRUTÍ, EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ A PŘÍNOSY PROJEKTU

Spolu s návrhy zaměřenými na zefektivnění současného stavu systému doplňování materiálu pro montážní linky je pro společnost důležitá jejich časová úspora pro práci manipulanky a také finanční náročnost těchto návrhů. Kromě toho budou v následujících kapitolách uvedeny také přínosy jednotlivých navrhovaných opatření a bude stanoven postup při jejich realizaci.

Jelikož analyzovaná pracovní pozice manipulátorky je tou nejnáročnější z hlediska ručních manipulací s břemeny, je snahou společnosti v dlouhodobějším horizontu zabránit vzniku nemocem z povolání a neochotě pracovat na tomto pracovišti. Hlavním cílem vedoucím ke zefektivnění systému doplňování materiálu je snížení fyzické náročnosti práce manipulanky při ručních manipulacích s břemeny. Splnění tohoto cíle lze vyjádřit snížením kumulativního součtu hmotností všech břemen, jež díky realizaci návrhů a doporučení kleslo z původní hodnoty 5 549,66 kg na hmotnost 3 942,67 kg. Na snížení hodnoty o rovných 1 606,99 kg (29 %) má největší podíl aplikace vakuového manipulátoru.

Na splnění dalších dílčích cílů, jimiž jsou vytvoření časové úspory při práci, navržení standardu práce a celkové zlepšení pracovních podmínek a spokojenosti pracovnice, se zasloužilo dalších 9 návrhů a opatření.

Kromě aplikace vakuového manipulátoru a navrženého standardu práce ke snížení fyzické zátěže a zlepšení pracovních podmínek dále může pomoci reorganizace skladovacích prostor se zásobami nového materiálu, změna obalového materiálu u dvou typů balných jednotek, zrušení obsluhy na pracovišti 5, úprava skluzů na pracovištích 2 a 4, změna způsobu objednávání nového materiálu, preventivně působící uvolňovací a protahovací cvičení a v neposlední řadě bude třeba informace o nových opatřeních předat pracovníci či ostatním pracovníkům formou školení.

Časová úspora všech navrhovaných opatření je shrnuta v následující tabulce (Tabulka 19). U každé z činností je označeno, o jakou kategorii se jedná vzhledem k provedené ABC analýze. V tabulce lze dále vidět trvání jednotlivých činností před realizací návrhů a také po nich. Časovou úsporu následně tvoří rozdíl těchto dvou hodnot. Jelikož některé činnosti byly navrženými opatřeními zcela eliminovány, jejich trvání po realizaci návrhu označuje pomlčka.

Tabulka 19 Časová úspora doporučených návrhů (Vlastní zpracování)

	Činnost	Trvání před (hh:mm:ss)	Trvání po (hh:mm:ss)	Časová úspora
A	Obsluha pracoviště 2	01:15:06	00:25:57	00:49:09
A	Chůze	01:14:23	01:09:11	00:05:12
B	Manipulace balných jednotek s novým materiálem	00:14:00	00:08:35	00:05:25
C	Rozbalování balných jednotek 3y (Düse Mitte 1) a 8y	00:06:13	-	00:06:13
C	Manipulace s Kanban kartami	00:06:49	-	00:06:49
C	Obsluha pracoviště 5	00:02:23	-	00:02:23
Celkem		08:03:19	06:19:36	01:15:11

Díky realizaci doporučených návrhů by se z celkového trvání práce manipulátorky měla ušetřit 1 hodina, 15 minut a 11 sekund času. Navržená opatření umožní snížit časy trvání u dvou činností z kategorie A, konkrétně u dvou na čas nejnáročnějších činností, a u jedné činnosti z kategorie B. Tři činnosti spadající do kategorie C se podařilo zcela eliminovat.

11.1 Ekonomické zhodnocení projektu

S doporučenými návrhy a opatřeními ke zefektivnění systému doplňování materiálu se pojí také jednotlivé finanční náklady, jež je třeba vynaložit pro jejich získání. Odhadovanou finanční náročnost projektu lze vidět v následující tabulce (Tabulka 20). Některé návrhy pro pracoviště manipulátorky však nelze přesně peněžně vyčíslit, jelikož jejich náklady odpovídají vynaloženému času na práci. Nejsou zde započítány ani náklady na tisk či papír, neboť se jedná o spotřební materiál, na který se nevztahují přímé pořizovací náklady.

Tabulka 20 Ekonomické zhodnocení projektu (Vlastní zpracování)

Navrhovaná doporučení	Finanční náročnost (bez DPH)
Změna obalu balných jednotek 8x a 3y (Düse Mitte 1)	368 301 CZK
Úprava způsobu doplňování na pracovišti 4	4 890 CZK
Úprava způsobu doplňování na pracovišti 2	4 890 CZK
Objednávání nového materiálu pomocí čtečky QR kódů	4 033 CZK
Vakuový manipulátor	250 000 CZK
Celkem	632 114 CZK

Celkové náklady na projekt činí 632 114 CZK a jsou rozloženy mezi 5 návrhů, které aktuálně lze vyčíslit. Tím nejnákladnějším je změna obalu u dvou typů balných jednotek a spolu s náklady na vakuový manipulátor jsou navrženy do plánu investic na příští kalendářní rok.

Ekonomickou návratnost je v této chvíli těžké vyjádřit, neboť návrhy slouží ke snížení fyzického zatížení a také jako dlouhodobá prevence před pracovní neschopností, pracovními úrazy či nemocemi z povolání, které by pro společnost znamenaly nemalé finanční náklady.

11.2 Přínosy projektu a navržených doporučení

Cílem jednotlivých navržených nápravných opatření je pomoci zefektivnit systém doplňování materiálu pro pracoviště montážních linek a současně alespoň částečně předcházet velkému fyzickému zatížení manipulační pracovnice. Jedná se o nejnáročnější pracoviště vzhledem k ručním manipulacím, a proto by nadměrná dlouhodobá fyzická zátěž na pracovníci spolu s nepříjemnými pracovními polohami mohly vést k výskytu zdravotních problémů či pracovní neschopnosti. Adekvátním řešením může být také zlepšení pracovních podmínek. Dříve zmíněná opatření a doporučení byla koncipována způsobem, aby měla pozitivní vliv na problémové faktory na pracovišti manipulantky. Přínosy jednotlivých návrhů jsou shrnuty v následující tabulce (Tabulka 21).

Tabulka 21 Přínosy navrhovaných opatření (Vlastní zpracování)

Návrh	Přínos
Reorganizace zásob nového materiálu balných jednotek 1x, 2x, 4x, 5x a 6x	Zlepšení pracovních podmínek, snížení fyzické zátěže, snížení délky trvající manipulace s břemenem, zlepšení uspořádání pracoviště
Změna obalu balných jednotek 8x a 3y (<i>Düse Mitte 1</i>)	Zlepšení pracovních podmínek, eliminace přípravy materiálu před jeho doplňováním
Eliminace obsluhy pracoviště 5	Úspora času během práce manipulantky, snížení ruční manipulace s břemenem
Úprava způsobu doplňování na pracovišti 4	Odstranění neergonomické pracovní polohy, zlepšení uspořádání pracoviště
Úprava způsobu doplňování na pracovišti 2	Úspora času během doplňování materiálu, zlepšení uspořádání pracoviště
Objednávání nového materiálu pomocí čtečky QR kódů	Zlepšení pracovních podmínek, zjednodušení práce, zefektivnění procesu zásobování
Standard pracovní činnosti manipulantky	Zlepšení pracovních podmínek, snížení fyzické zátěže, snížení doby v neergonomických pracovních polohách, organizace práce
Vakuový manipulátor	Snížení fyzické zátěže, snížení ruční manipulace s břemenem, odstranění neergonomických pracovních poloh, velká úspora času během práce manipulantky
Uvolňující a protahovací cvičení	Snížení zátěže na problémové oblasti těla, prevence proti bolestem pohybového aparátu
Školení manipulačních pracovníků ohledně nových opatření	Seznámení se a získání informací o nových opatřeních, zamezení chybám kvůli neznalosti navrženého standardu, zvýšení výkonnosti

11.3 Akční plán projektu

Realizace navrhovaných opatření a doporučení v rámci projektového řešení je časově náročná. Je tedy jasné, že jej nezvládne realizovat jeden člověk. I kvůli tomu byl sestaven projektový tým, aby se jeho členové mohli společně podílet na realizaci jednotlivých návrhů. Ke každému z návrhů je třeba stanovit zodpovědné osoby, které realizaci daného návrhu budou mít na starost. Postup při jejich realizaci se taktéž bude lišit, neboť některé návrhy vyžadují výraznou změnu organizace a jiné se obejdou bez jakéhokoli zásahu do pracoviště. Veškerá implementace návrhů se však neobejde bez podpory vedení společnosti, protože jak vyplynulo z ekonomického zhodnocení projektu, u některých návrhů je třeba vynaložit určité finanční prostředky. Díky tomu, že má společnost k tomuto projektu kladný postoj, je v téměř všech případech ochotna pořízovací náklady nyní nebo v budoucnu investovat. Pro přehledné zobrazení zodpovědných osob a termínů byl vytvořen akční plán (Tabulka 22).

Tabulka 22 Akční plán projektu (Vlastní zpracování)

Návrh	Zodpovědné osoby	Termín implementace
Reorganizace zásob nového materiálu balných jednotek 1x, 2x, 4x, 5x a 6x	oddělení logistiky, oddělení výroby, fPS koordinátor	červen 2024
Změna obalu balných jednotek 8x a 3y (<i>Düse Mitte 1</i>)	oddělení logistiky, oddělení výroby	součástí plánu investic na rok 2025
Eliminace obsluhy pracoviště 5	oddělení výroby, mistrová pracoviště	květen 2024
Úprava způsobu doplňování na pracovišti 4	technické oddělení, údržba	duben 2024
Úprava způsobu doplňování na pracovišti 2	technické oddělení, údržba	květen 2024
Objednávání nového materiálu pomocí čtečky QR kódů	oddělení logistiky, oddělení výroby, technické oddělení	říjen 2024
Standard pracovní činnosti manipulanky	diplomantka, fPS koordinátor, mistrová pracoviště	srpen-září 2024
Vakuový manipulátor	fPS koordinátor, technické oddělení, údržba, oddělení logistiky, oddělení výroby mistrová pracoviště, pověřenec BOZP + PO, EMS, EnMS	součástí plánu investic na rok 2025
Uvolňující a protahovací cvičení	pověřenec BOZP + PO, EMS, EnMS	červen 2024
Školení manipulačních pracovníků ohledně nových opatření	mistrová pracoviště, pověřenec BOZP + PO, EMS, EnMS	srpen 2024

ZÁVĚR

Diplomová práce byla zaměřena na návrh zefektivnění systému doplňování materiálu pro montážní linky ve společnosti fischer automotive systems s.r.o. sídlící v Ivanovicích na Hané. Hlavním cílem této práce bylo snížení fyzické náročnosti práce manipulanky při ručních manipulacích s břemeny. Kromě toho bylo třeba splnit dílčí cíle, a to vytvoření časové úspory při pracovních činnostech, navržení standardu práce a zlepšení pracovních podmínek a spokojenosti manipulační pracovnice.

Hlavním smyslem teoretické části diplomové práce bylo vytvoření teoretického základu pomocí průzkumu knižních i internetových literárních pramenů v několika oblastech. Nejprve byla přiblížena problematika štíhlé výroby, plýtvání nebo také ukazatelů výkonnosti pracovníka a procesů. Další kapitola se věnovala logistice a její podnikové oblasti, plýtvání v logistice nebo ručním manipulacím s břemeny. S touto diplomovou prací souvisí také oblast ergonomie, kde byly definovány pojmy jako rizikové faktory na pracovišti, pracovní zátěž, pracovní polohy či jaký je přístup k ergonomii v logistice. V závěru teoretické části byly popsány vybrané analytické metody či náležitosti projektového řízení. Na základě těchto získaných poznatků bylo možné pokračovat ve zpracování části praktické, která byla rozdělena na část analytickou a projektovou.

V rámci analytické části byla nejprve představena společnost fischer automotive systems s.r.o. spolu s její historií, produktovým portfoliem, organizační strukturou a podnikovým systémem zlepšováním. Následovalo představení také vybraného pracoviště manipulanky a zanalyzování současného stavu systému doplňování materiálu pro montážní linky. K prvotnímu seznámení se s jednotlivými činnostmi manipulační pracovnice posloužil snímek pracovního dne či ABC analýza, pomocí níž byly jednotlivé činnosti podle délky trvání seřazeny do tří kategorií. S vizualizací jednotlivých pohybů byl nápomocen spaghetti diagram, díky kterému lze dobře vidět, při kterých činnostech a kudy se manipulanka primárně pohybovala. Jelikož se jedná o velmi náročné pracoviště s ohledem na ruční manipulace, byly vyhotoveny také tři ergonomické analýzy vztažené k pracovním polohám a zátěži na pracovníci. Na základě pozorování byly jako nejvíce zatěžující činnosti určeny pohyby při opakované manipulaci s hotovou výrobou. To potvrdila také metoda klíčových identifikátorů KIM, která na základě několika faktorů a výsledného skóre rizika tuto činnost zařadila do třetí nejhorší kategorie ze čtyř. Fyzické zatížení pohybů u manipulací s hotovou výrobou bylo posouzeno také za pomoci metody NIOSH, výsledkem které byly vypočítány hmotnostní limity břemen a zdvihací indexy zatížení. Pro posouzení zátěže bylo třeba poznat

také pohled samotné pracovnice, která na pracovišti působí již řadu let. Proto byl použit dotazník Nordic Questionnaire, v rámci kterého byly zjišťovány problémové zatěžující faktory či bolesti jednotlivých částí jejího těla.

Ke zefektivnění práce manipulanky zásobující pracoviště montážních linek materiálem bylo navrženo několik opatření a doporučení jakožto součást projektové části diplomové práce, která navazovala na nalezené problémy v části analytické. Nejprve byly představeny základní informace o projektu, včetně jeho cílů, časového harmonogramu a projektového týmu. V rámci rizikové analýzy RIPRAN byly taktéž identifikovány hrozby, jež by projekt mohly negativně ovlivnit. Se zlepšením současného stavu a dosažením projektových cílů by mělo pomoci deset návrhů, mezi něž se řadí reorganizace zásob nového materiálu vybraných balných jednotek, změna obalového materiálu dvou typů balných jednotek, zrušení obsluhy pracoviště 5, úprava pracovišť 2 a 4, změna způsobu objednávání nového materiálu ze skladu, aplikace vakuového manipulátoru, ergonomická cvičení na uvolnění a protažení svalů, nový standard práce pro pozici manipulanky na vybraném pracovišti a také školení, které souvisí s informováním o všech změnách na pracovišti.

Projektová část diplomové práce byla zakončena shrnutím jednotlivých přínosů, časových úspor příslušných návrhů a plánem jejich realizace v podobě akčního plánu. Kromě toho bylo také provedeno ekonomické zhodnocení projektu, kdy předběžné náklady na technická opatření činí 632 114 CZK. Přínos této investice v dlouhodobém horizontu spočívá ve snížení fyzické zátěže, zlepšení zdraví a pracovních podmínek nebo také jako prevence proti pracovním úrazům, pracovní neschopnosti či nemocem z povolání.

Závěrem bych chtěla poděkovat společnosti fischer automotive systems s.r.o. a kolegům popřát mnoho úspěchů. Současně pevně věřím, že diplomová práce bude přínosem nejen pro mě, ale že přispěje hlavně ke zefektivnění současného stavu doplňování materiálu a celkově systému doplňování materiálu nejen na vybraném pracovišti.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

2504 odolná čtečka čárových, 2D a QR kódů, © 2024. Online. Codeware. Dostupné z: https://www.codeware.cz/items/ctecky-carovych-2d-a-qr-kodu_15443429/2504-odolna-ctecka-carovych-2d-a-qr-kodu-cerna-usb_a_A2504-BU.html. [cit. 2024-03-27].

3E - efektivnost, hospodárnost, účelnost, © 2012. Online. Národní knihovna ČR - Ptejte se knihovny. Dostupné z: <https://www.ptejteseknihovny.cz/dotazy/3e-efektivnost-hospodarnost-ucelnost>. [cit. 2024-02-29].

ALTMAN, Harry, 2017. *Lean: this book includes Lean Six Sigma, Lean startup, Lean enterprise, Lean analytics, Agile project management, Kanban, Scrum*. CreateSpace Independent Publishing Platform. ISBN 9781978348684.

ANTHONY, Ray [@Ray Anthony]. *Effectiveness, Productivity, Quality and Efficiency*. Online, příspěvek. 2023-08-28. Dostupné z: <https://www.linkedin.com/pulse/effectiveness-productivity-quality-efficiency-ray-anthony/>. [cit. 2024-03-02].

Autonomní vozidla pro průmysl: jak se liší AGV od AMR, © 2022. Online. Automatizace.HW.cz | Elektronika v automatizaci. Dostupné z: <https://automatizace.hw.cz/autonomni-vozidla-pro-prumysl-jak-se-lisi-agv-od-amr.html>. [cit. 2024-02-27].

Bezpečnost práce při ruční manipulaci s břemeny. Rizika, prevence, limity, © 2023. Online. Koordinátor BOZP - bezpečnost práce na staveništi | BOZP.cz. Dostupné z: <https://www.koordinacebozp.cz/aktuality/rucni-manipulace-s-bremeny/>. [cit. 2023-12-27].

BICHENO, John a HOLWEG, Matthias, 2016. *The Lean Toolbox: A handbook for lean transformation*. Online. Fifth edition. PICSIE Books. ISBN 9780956830753. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/309012216_The_Lean_Toolbox_5th_edition_A_handbook_for_lean_transformation. [cit. 2023-08-29].

BRODSKÝ, Jan, © 2018. *Požadujeme produktivitu a efektivitu! Ale co hodnota?* Online. Ústav práva a právní vědy. Dostupné z: <https://www.ustavprava.cz/blog/2018/11/pozadujeme-produktivitu-a-efektivitu-ale-co-hodnota/>. [cit. 2024-02-27].

ČESKO, 1995. *Nariženi vlády č. 290/1995 Sb., nariženi vlády, kterým se stanoví seznam nemocí z povolání*. Online. In: *Zákony pro lidi*. AION CS, © 2010-2024. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1995-290>. [cit. 2024-02-27].

DITTRICHOVÁ, Milada a JUROVÁ, Marie, 2019. *Bezpečnost práce*. Brno: Akademické nakladatelství CERM. ISBN 9788076230194.

DOLEŽAL, Jan a kolektiv, 2023. *Projektový management*. 2. vyd. Praha: Grada. ISBN 978-80-271-3619-3.

DOLEŽAL, Jan a KRÁTKÝ, Jiří, 2017. *Projektový management v praxi*. Praha: Grada. ISBN 9788024756936.

DOLEŽAL, Miloš. *Racionalizace a ergonomická analýza pracovišť na balící lince*. Online, diplomová práce. Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni, Fakulta strojní, 2013. Dostupné z: <https://otik.uk.zcu.cz/bitstream/11025/7287/1/Milos%20Dolezal%20DP.pdf>. [cit. 2024-02-17]

DUPAL, Andrej, 2018. *Logistika*. Bratislava: Sprint 2. ISBN 978-80-89710-44-7.

DYLEVSKÝ, Ivan, 2022. *Biomedicínská ergonomie*. Praha: Grada. ISBN 978-80-271-3600-1.

EARLEY, John, 2016. *The Lean Book of Lean: A Concise Guide to Lean Management for Life and Business*. John Wiley. ISBN 978-1-119-09619-1.

FILIP, Ludvík, 2019. *Efektivní řízení kvality*. Praha: Pointa. ISBN 978-80-90753-05-1.

fischer automotive systems s.r.o. – *Obchodní rejstřík firem*, © 2023. Online. Obchodní rejstřík firem. Praha: AliaWeb, spol. s r.o. Dostupné z: <https://rejstrik-firem.kurzy.cz/27715256/fischer-automotive-systems-sro/>. [cit. 2023-07-07].

Fyzická zátěž, © 2016 - 2024. Online. Znalostní systém prevence rizik v BOZP. Dostupné z: <https://zsbozp.vubp.cz/fyzicka-zatez>. [cit. 2024-02-27].

Fyzická zátěž - manipulace s břemeny, © 2016 - 2024. Online. Znalostní systém prevence rizik v BOZP. Dostupné z: <https://zsbozp.vubp.cz/fyzicka-zatez-manipulace-s-bremeny>. [cit. 2024-02-27].

GARCÍA-ALCARAZ, Jorge Luis; OROPESA-VENTO, Midiala a MALDONADO-MACÍAS, Aidé Aracely, 2017. *Kaizen planning, implementing and controlling*. Cham: Springer. ISBN 9783319477473.

GROS, Ivan, 2016. *Velká kniha logistiky*. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze. ISBN 9788070809525.

Hodnocení činnosti ruční manipulace na základě klíčových ukazatelů. rueckenkompass.de. Online. 2001. Dostupné z: http://www.rueckenkompass.de/pdf_files/cz/cz-KIM-LHC-ws.pdf. [cit. 2024-02-17].

HOKMABADI, Rajabali; FALLAH, Hossein a ESMAILZADEH, Morteza, 2018. Ergonomic Evaluation of Risk Factors for Musculoskeletal Disorders in Construction Workers by Key Indicator Method (KIM). Online. Archives of Occupational Health. Roč. 2, č. 4, s. 209-215. ISSN 25883070. Dostupné z: <https://doaj.org/article/23de5890ffb54061b7376ee5203040dc>. [cit. 2024-02-11].

CHUNDELA, Lubor, 2013. *Ergonomie*. 3. vyd. Praha: České vysoké učení technické. ISBN 9788001051733.

Chraň si záda při manipulaci s břemeny, 2008. 2. vyd. © Státní zdravotní ústav. Dostupné z: https://archiv.szu.cz/uploads/documents/czpz/edice/plne_znani/plakaty/chran_si_zada.pdf.

JANÁKOVÁ, Anna, 2018. *Abeceda bezpečnosti a ochrany zdraví při práci*. Anag. ISBN 978-80-7554-171-0.

JAREMEY, Darcie. 8 Guidelines For Correctly Using The NIOSH Lifting Equation. Online, podcast. In: The Business of Ergonomics Podcast. 9.6.2023. Dostupné z: <https://open.spotify.com/episode/7HyRYmgMjDFOEcFwguS94F?si=641MSbq7TDu2WjaJDTkrZw>. [cit. 2024-02-11].

JAVAID, M.; HALEEM, A.; RAB, S.; SINGH, R.P.; SUMAN, R. et al., 2022. Exploring relationships between Lean 4.0 and manufacturing industry. Online. *Industrial Robot*. Roč. 49, č. 3, s. 402-414. ISSN 0143991X. Dostupné z: <https://doi.org/10.1108/IR-08-2021-0184>. [cit. 2023-11-20].

JUROVÁ, Marie, 2016. *Výrobní a logistické procesy v podnikání*. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-5717-9.

KRIŠŤAK, Jozef, © 2017. Metódy priameho merania spotreby času za pomoci časomerného prístroja. In: *IPA Slovakia* [online]. Žilina: IPA Slovakia [cit. 2023-10-08]. Dostupné z: <https://www.ipaslovakia.sk/clanok/casove-studie>

KUBASÁKOVÁ, Iveta; KOLAROVŠKI, Peter a STOPKA, Ondrej, 2017. *Logistické informačné systémy*. V Žiline: Žilinská univerzita v Žiline, EDIS - vydavateľské centrum ŽU. ISBN 9788055413891.

LACKO, Branislav, 2017. Systémový a procesní přístup v metodě RIPRAN. *Acta Informatica Pragensia*. Roč. 6. s. 86-93. Dostupné z: <https://doi.org/10.18267/j.aip.102>. [cit. 2023-10-08].

LOPEZ-ARAGON, Laura; LOPEZ-LIRIA, Remedios; CALLEJON-FERRE, Angel-jesus a GOMEZ-GALAN, Marta, 2017. Applications of the Standardized Nordic Questionnaire: A Review. Online. *Sustainability*. Roč. 9, č. 9. ISSN 20711050. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/su9091514>. [cit. 2024-02-29].

LOSKE, Dominic; KLUMPP, Matthias; KEIL, Maria a NEUKIRCHEN, Thomas, 2021. Logistics Work, Ergonomics and Social Sustainability: Empirical Musculoskeletal System Strain Assessment in Retail Intralogistics. Online. *Logistics*. Roč. 5, č. 4, s. 89-89. ISSN 23056290. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/logistics5040089>. [cit. 2024-01-22].

MALÝ, Stanislav; DLUGOŠ, Ivan; MACHÁČKOVÁ, Andrea a MALME, Klára, © 2020. *Objektivní vlivy a subjektivní projevy nesprávných pracovních poloh, z pohledu zdravotních problémů a onemocnění MSD*. Online. BOZPinfo - Časopis JOSRA. Dostupné z: <https://www.bozpinfo.cz/josra/objektivni-vlivy-subjektivni-projevy-nespravnych-pracovnich-poloh-z-pohledu-zdravotnich>. [cit. 2024-02-27].

MALÝ, Stanislav; KRÁL, Miroslav a HANÁKOVÁ, Eva, 2010. *ABC ergonomie*. Praha: Professional Publishing. ISBN 9788074310270.

MARKOVA, Petra; HOMOKYOVA, Maria; PRAJ, Filip a CAMBAL, Milos, 2022. PREVENTION OF ACCIDENTS AT WORK AND OCCUPATIONAL DISEASES BY IMPLEMENTATION OF ERGONOMICS. Online. *MM Science Journal*. Roč. 2022, s. 5526-5532. ISSN 18050476. Dostupné z: <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edsair&an=edsair.doi.....1327d774a99e611476535e1b0eeca3dc&scope=site>. [cit. 2024-01-22].

MÁCHAL, Pavel; KOPEČKOVÁ, Martina a PRESOVÁ, Radmila, 2015. *Světové standardy projektového řízení*. Praha: Grada. ISBN 9788024753218.

MOLINA-BESCH, Katrin a PÅLSSON, Henrik, 2014. Packaging for Eco-Efficient Supply Chains. In: MACHARIS, Cathy; MELO, Sandra Maria de Brito Monteiro de; WOXENIUS,

Johan a LIER, Tom van. *Sustainable logistics*. Bingley: Emerald Group Publishing Limited, s. 137-163. ISBN 9781784410629.

MOUNTJOY, Bill a NYMAN, Don, 2022. Maintenance and Operational Reliability - The 24 Essential Building Blocks - The Transition from Reactive Repair to Reliable Asset Capacity. ISBN 9781523141081. Dostupné také z: <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edsknv&an=edsknv.kt012RTV82&scope=site>.

MOURATO, José; PINTO FERREIRA, Luís; SÁ, José Carlos; SILVA, Francisco J.G.; DIEGUEZ, Teresa et al., 2021. Improving internal logistics of a bus manufacturing using the lean techniques. Online. *International Journal of Productivity*. Roč. 70, č. 7, s. 1930-1951. ISSN 17410401. Dostupné z: <https://doi.org/10.1108/IJPPM-06-2020-0327>. [cit. 2023-11-09].

Nemoci z povolání v České republice v roce 2022, 2023. Online. Praha: Státní zdravotní ústav. ISSN 1804-5960. Dostupné z: <https://szu.cz/wp-content/uploads/2023/04/V-roce-2022.pdf>. [cit. 2024-02-27].

NENADÁL, Jaroslav, 2018. *Management kvality pro 21. století*. Praha: Management Press. ISBN 978-80-726-1561-2.

NEUGEBAUER, Tomáš, 2016. *Bezpečnost a ochrana zdraví při práci v kostce, neboli, O čem je současná BOZP*. 2., aktualiz. a rozš. vyd. Praha: Wolters Kluwer. ISBN 9788075521064.

NICHOLAS, John, 2018. *Lean production for competitive advantage a comprehensive guide to lean methods and management*. 2nd Edition. Taylor & Francis Group. ISBN 978-1-4987-8088-9.

NIOSH Lifting Index, © 2012. Online. Svět produktivity. Dostupné z: <https://www.svetproduktivity.cz/slovník/NIOSH-Lifting-Index.htm>. [cit. 2024-02-11].

NOVOTNÝ, Karel, 2022. *Lexikon BOZP: pro provádění kontrolní činnosti v oblasti bezpečnosti a ochrany zdraví při práci dle právních předpisů a technických norem*. Rožnov pod Radhoštěm: ROVS - Rožnovský vzdělávací servis. ISBN 978-80-11-02859-6.

OUDOVÁ, Alena, 2016. *Logistika*. Aktualiz. 2. vydání. Prostějov: Computer Media. ISBN 978-80-7402-238-8.

Psychosociální rizika, © 2016 - 2024. Online. Znalostní systém prevence rizik v BOZP. Dostupné z: <https://zsbozp.vubp.cz/psychosocialni-rizika>. [cit. 2024-02-27].

ROSER, Christoph, 2017. *"Faster, better, cheaper" in the history of manufacturing*. Boca Raton: CRC Press, Taylor & Francis Group. ISBN 9781498756303.

RUSHTON, Alan; CROUCHER, Phil a BAKER, Peter, 2017. *Handbook of logistics and distribution management*. London: Kogan Page. ISBN 9780749476779.

Sedm technických tipů pro zajištění bezpečnosti práce při manipulaci s materiálem, © 2022. Online. Portál pro moderní výrobu. Dostupné z: <https://www.vseoprmyslu.cz/udrzba-a-diagnostika/asset-management/sedm-technickyh-tipu-pro-zajisteni-bezpecnosti-prace-pri-manipulaci-s-materialem.html>. [cit. 2024-02-27].

SENČÍK, Josef a NECHVÁTAL, Marek, 2022. *I v práci správně sedět, správně stát: Praktická příručka pro bezpečnější pracovní prostředí*. Online. Výzkumný ústav bezpečnosti práce, v. v. i. Dostupné také z: <https://vubp.cz/soubory/produkty/publikace-ke-stazeni/i-v-praci-spravne-sedet-spravne-stat.pdf>.

SILVA, Tiago; PEREIRA, Teresa; FERREIRA, Luís Pinto a SILVA, F.J.G., 2018. Improving the Multi-Brand Channel Distribution of a Fashion Retailer. Online. *Procedia Manufacturing*. Roč. 17, s. 655-662. ISSN 23519789. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.10.114>. [cit. 2023-11-09].

SVOZILOVÁ, Alena, 2016. *Projektový management*. Praha: Grada. ISBN 9788027100750.

ŠENK, Zdeněk, 2015. *Bezpečnost a ochrana zdraví při práci ve státní správě a samosprávě*. Olomouc: ANAG. ISBN 9788072639533.

ŠIMON, Michal, © 2015. *Optimalizace logistických procesů v kontextu štihlé výroby*. Online. SystemOnLine.cz - ekonomické a informační systémy v praxi. Dostupné z: <https://www.systemonline.cz/rizeni-vyroby/optimalizace-logistickyh-procesu-1.htm#:~:text=V%20logistice%20se%20jedn%C3%A1%20nap%C5%99%C3%ADklad%20o%20tyto%20formy,m%C3%A1lo%3B%20zbyte%C4%8Dn%C3%A1%20p%C5%99ekl%C3%A1dka%2C%20p%C5%99esuny%20z%C3%A1sob%2C%20lid%C3%AD%20a%20materi%C3%A1lu..> [cit. 2024-02-27].

TILHON, Jiří, 2022. *Ergonomie v praxi. Správná praxe pro malé a střední podniky*. Online. Výzkumný ústav bezpečnosti práce. Dostupné

z: <https://vubp.cz/soubory/produkty/publikace-ke-stazeni/ergonomie-v-praxi-spravna-praxe-pro-msp.pdf>. [cit. 2023-08-25].

TOMŠEJ, Jakub, 2020. *Zdraví a nemoc zaměstnance*. Praha: Grada. ISBN 978-80-271-1015-5.

Ulehči si práci vstoje, 2008. 2. vyd. © Státní zdravotní ústav. Dostupné z: https://archiv.szu.cz/uploads/documents/czpzp/edice/plne_znani/plakaty/ulehci_si_praci_vstoje.pdf.

Vacuum Tube Lifters Jumbo, © 2024. Online. Schmalz. Dostupné z: <https://www.schmalz.com/cs-cz/vakuove-manipulatory-a-lehke-jezabove-systemy/vacuum-tube-lifters-jumbo/>. [cit. 2024-03-27].

VIŠŇANSKÝ, Matúš; Josef KRIŠŤAK a Marek KYSEL, 2010. *Analýza, meranie a normovanie práce*. Žilina: IPA Slovakia, 56 s. ISBN 978–80–89667–05–5.

What are the latest trends and innovations in manual handling equipment? [@Material Handling]. Online, komunitní článek. © 2024. Dostupné z: <https://www.linkedin.com/advice/0/what-latest-trends-innovations-manual-handling>. [cit. 2024-02-28].

Zdravotní obtíže a nemoci z povolání, © 2016 - 2024. Online. Znalostní systém prevence rizik v BOZP. Dostupné z: <https://zsbozp.vubp.cz/zdravotni-obtize-a-nemoci-z-povolani>. [cit. 2024-02-27].

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

A	úhel natočení těla při zvedání břemene
ABC	analýza pro rozdělení položek do tří kategorií podle jejich důležitosti
AGV	autonomně řízená vozidla
a kol.	a kolektiv autorů
AM	asymetrický multiplikátor
AMR	autonomní mobilní roboty
BOZP	bezpečnost a ochrana zdraví při práci
CM	multiplikátor spojení
CZK	česká koruna
D	vertikální vzdálenost těžiště při zvedání břemene
DM	vzdálenostní multiplikátor
DPH	daň z přidané hodnoty
EMS	system environmentálního managementu
EnMS	system managementu hospodaření s energií
et al.	z latinského „et alia“ („a další“)
FM	frekvenční multiplikátor
fPS	fischer Processing System
H	horizontální vzdálenost těžiště břemene a kotníků na počátku zvedání
HM	horizontální multiplikátor
KIM	metoda klíčových identifikátorů
KLТ	„kleine ladung transporter“ – přepravka pro malý náklad
LC	hmotnostní konstanta
LI	zdvihací index
MD	malý dopad
MP	malá pravděpodobnost

NHR	nízká hodnota rizika
NIOSH	National Institut of Occupational Safety and Health
NHR	nízká hodnota rizika
NVA	činnosti bez přidané hodnoty
PO	požární ochrana
RIPRAN	Risk Project Analysis
RWL	doporučený hmotnostní limit
SD	střední dopad
SHR	střední hodnota rizika
SMART	metoda pro stanovení cílů projektu
SP	střední pravděpodobnost
V	vertikální vzdálenost těžiště břemene a podlahy na počátku zvedání
VA	činnosti s přidanou hodnotou
VD	velký dopad
VHR	vysoká hodnota rizika
VM	vertikální multiplikátor
VP	velká pravděpodobnost

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Zásady bezpečné manipulace s břemeny	34
Obrázek 2 Nevhodné pracovní polohy	35
Obrázek 3 Závod v Ivanovicích na Hané.....	45
Obrázek 4 Logo společnosti	45
Obrázek 5 Sortiment produkce společnosti	46
Obrázek 6 Organigram společnosti.....	47
Obrázek 7 Layout pracoviště manipulanky	50
Obrázek 8 Balné jednotky 1x, 1y, 2y, 3y a 8x.....	53
Obrázek 9 Balné jednotky 2x a 4x	53
Obrázek 10 Balné jednotky 5x, 6x a 3x	54
Obrázek 11 Balné jednotky 8y a 3y	54
Obrázek 12 Balná jednotka 9x	54
Obrázek 13 Podíl činností na směnu manipulanky, 20.11.2023, od 5:58 do 14:01	57
Obrázek 14 Polohy při doplňování balných jednotek 1y, 2y, 3y, 8x a 8y.....	58
Obrázek 15 Poloha při doplňování balné jednotky 2x.....	59
Obrázek 16 Poloha při obsluze pracoviště 4.....	60
Obrázek 17 Manipulace s novým materiálem	60
Obrázek 18 Manipulace s prázdnými balnými jednotkami	61
Obrázek 19 Obsluha pracoviště 5	61
Obrázek 20 Rozbalování plastových balných jednotek.....	62
Obrázek 21 Polohy při obsluze pracoviště 9	62
Obrázek 22 Spaghetti diagram.....	64
Obrázek 23 Polohy při manipulaci s hotovou výrobou	66
Obrázek 24 Polohy při odkládání hotové výroby	67
Obrázek 25 Výřez spaghetti diagramu.....	79
Obrázek 26 Návrh přemístění zásoby materiálu v balných jednotkách 1x, 2x, 4x, 5x a 6x .	80
Obrázek 27 Současný stav obalového materiálu balných jednotek 3y (<i>Düse Mitte 1</i>) a 8y	81
Obrázek 28 Návrh obalového materiálu pro balné jednotky 3y (<i>Düse Mitte 1</i>) a 8y	82
Obrázek 29 Stav před a po na pracovišti 4	83
Obrázek 30 Detail stavu po na pracovišti 4	84
Obrázek 31 Stav před na pracovišti 2	84
Obrázek 32 Výřez spaghetti diagramu 2.....	85
Obrázek 33 CipherLab 2504 odolná čtečka čárových, 2D a QR kódů.....	86
Obrázek 34 Podklad pro objednávání balných jednotek s materiálem.....	87

Obrázek 35 Doporučené umístění podkladu pro objednávání materiálu a čtečky QR kódů	87
Obrázek 36 Nastavení obchůzky manipulantky	92
Obrázek 37 Hadicový vakuový manipulátor Jumbo Flex 20 s nástavcem Box gripper.....	93
Obrázek 38 Uvolňovací a protahovací cviky při manipulaci s břemeny	94
Obrázek 39 Uvolňovací a protahovací cviky při práci ve stoje	95

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Hygienické limity ruční manipulace s břemeny	30
Tabulka 3 Údaje z obchodního rejstříku	48
Tabulka 4 Přehled doplňovaných balných jednotek pro linku Düse Mitte 1	51
Tabulka 5 Přehled doplňovaných balných jednotek pro linku Düse Mitte 2	52
Tabulka 6 Přehled pracovních činností manipulanky, 20.11.2023, od 5:58 do 14:01	56
Tabulka 7 Rozřazení pracovních činností podle ABC analýzy	63
Tabulka 8 Výpočet doporučeného hmotnostního limitu pro manipulaci s hotovou výrobou	68
Tabulka 9 Výpočet zdvihacího indexu pro manipulaci s hotovou výrobou	68
Tabulka 10 Časový harmonogram projektu v měsících	75
Tabulka 11 Rozmezí hodnot míry pravděpodobnosti a dopadu rizika	76
Tabulka 12 Matice hodnoty rizika	76
Tabulka 13 RIPRAN analýza	76
Tabulka 14 Nápravná opatření hrozeb projektu	77
Tabulka 15 Porovnání časů chůze a manipulace balných jednotek s novým materiálem před a po realizaci návrhu	80
Tabulka 16 Porovnání časů rozbalování balných jednotek 3y (<i>Düse Mitte 1</i>) a 8y před a po eliminaci činnosti	82
Tabulka 17 Porovnání časů obsluhy pracoviště 5 před a po eliminaci této činnosti	83
Tabulka 18 Porovnání časů obsluhy pracoviště 2 před a po úpravě pracoviště	85
Tabulka 19 Porovnání časů objednávání nového materiálu před a po realizaci návrhu	88
Tabulka 20 Časová úspora doporučených návrhů	98
Tabulka 21 Ekonomické zhodnocení projektu	98
Tabulka 22 Přínosy navrhovaných opatření	99
Tabulka 23 Akční plán projektu	100

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha P I: Metoda klíčových identifikátorů

Příloha P II: Analýza NIOSH

Příloha P III: Nordic Questionnaire

PŘÍLOHA P I: METODA KLÍČOVÝCH IDENTIFIKÁTORŮ

(Hodnocení činnosti ruční manipulace na základě klíčových ukazatelů, 2001)

HODNOCENÍ ČINNOSTÍ RUČNÍ MANIPULACE NA ZÁKLADĚ KLÍČOVÝCH

UKAZATELŮ Verze 2001

Tam, kde se vyskytuje několik jednotlivých činností se značnou fyzickou zátěží, je nutno tyto činnosti hodnotit odděleně.

Pracoviště/činnost: Manipulace s hotovou výrobou

1. krok: Stanovení počtu bodů za čas (Vyberte pouze jeden sloupec!)

Činnosti zvedání nebo posunování (< 5 s)		Držení (> 5 s)		Nošení (> 5 m)	
Počet za pracovní den	Body za čas	Celkové trvání za pracovní den	Body za čas	Celková vzdálenost za pracovní den	Body za čas
< 10	1	< 5 min	1	< 300 m	1
10 až < 40	2	5 až 15 min	2	300 m až < 1 km	2
40 až < 200	4	15 min až < 1 h	4	1 km až < 4 km	4
200 až < 500	6	1 h až < 2 h	6	4 až < 8 km	6
500 až < 1000	8	2 h až < 4 h	8	8 až < 16 km	8
≥ 1000	10	≥ 4 h	10	≥ 16 km	10

Příklady: • zdění, • vkládání obrobků do stroje • vyjímání krabic z kontejneru a jejich pokládání na dopravník





Příklady: • držení a vedení kusu litiny při práci na brusce, • obsluha ruční brusky, • obsluha sekačky

Příklady: • stěhování nábytku, • přeprava dílů lešení na staveniště

2. krok: Stanovení bodů za břemeno, polohou těla a pracovní podmínky

Skutečné zatížení ¹⁾ u mužů	Body za břemeno	Skutečné zatížení ¹⁾ u žen	Body za břemeno
< 10 kg	1	< 5 kg	1
10 až < 20 kg	2	5 až < 10 kg	2
20 až < 30 kg	4	10 až < 15 kg	4
30 až < 40 kg	7	15 až < 25 kg	7
≥ 40 kg	25	≥ 25 kg	25

1) „Skutečné zatížení“ v tomto kontextu znamená skutečnou akční sílu, která je potřeba k posunutí břemene. Akční síla ne vždy odpovídá hmotnosti břemene. Při nakládání krabice bude na pracovníka působit pouze 50 % hmotnosti břemene a při použití vozíku pouze 10 %.

Typická poloha těla, umístění břemene ²⁾	Poloha těla, umístění břemene	Body za polohu těla
	<ul style="list-style-type: none"> Horní polovina těla vzpřímená, neotočená Při zvedání, držení, nesení a snášení je břemeno blízko těla 	1
	<ul style="list-style-type: none"> Mírný předklon nebo natočení trupu Při zvedání, držení, nesení a snášení je břemeno středně daleko od těla 	2
	<ul style="list-style-type: none"> Hluboký nebo daleký předklon Mírný předklon se současným natočením trupu Břemeno je daleko od těla nebo nad úrovní ramen 	4
	<ul style="list-style-type: none"> Daleký předklon se současným natočením trupu Břemeno je daleko od těla Při stání není poloha těla stabilní Přikrčení se nebo klečení 	8

2) Pro stanovení bodů za polohu těla je nutno použít typickou polohu těla při ruční manipulaci. Pokud například dochází k manipulaci s břemenem v různých polohách, je nutno použít střední hodnotu – ne občasné extrémní hodnoty.

Pracovní podmínky	Body za pracovní podmínky
Dobré ergonomické podmínky, tj. dostatečný prostor, žádné fyzické překážky v pracovním prostoru, rovná a pevná podlaha, dostatečné osvětlení, dobré možnosti úchopu	0
Omezený prostor pro pohyb a špatné ergonomické podmínky (např. 1: prostor pro pohyb je příliš nízký nebo je pracovní prostor menší než 1,5 m ² nebo 2: stabilita postoje je zhoršena vzhledem k nerovné nebo měkké podlaze)	1
Velmi omezený prostor pro pohyb a/nebo nestabilita těžiště břemene (např. převoz pacientů)	2

3. krok: Vyhodnocení

Body, které se této činnosti týkají, zadejte do tabulky a vypočítejte výsledek.

+	2 Body za břemeno		4 Body za polohu těla		1 Body za pracovní podmínky		7 Celkem		×	6 Body za čas		=	42 Skóre rizika
---	----------------------	--	--------------------------	--	--------------------------------	--	-------------	--	---	------------------	--	---	--------------------

Na základě vypočteného skóre a níže uvedené tabulky lze provést přibližné vyhodnocení.³⁾ Bez ohledu na tato ustanovení platí zákon o mateřské dovolené.

Pásmo rizika	Skóre rizika	Popis
1	< 10	Nízká zátěž, výskyt fyzického přetížení je nepravděpodobný.
2	10 až < 25	Zvýšená zátěž, k fyzickému přetížení může dojít u méně odolných osob ⁴⁾ . U této skupiny je vhodné změnit uspořádání pracoviště.
3	25 až < 50	Velmi zvýšená zátěž, k fyzickému přetížení může dojít i u normálních osob. Doporučuje se změnit uspořádání pracoviště.
4	≥ 50	Vysoká zátěž, výskyt fyzického přetížení je pravděpodobný. Je nutné změnit uspořádání pracoviště ⁵⁾ .

³⁾ V podstatě je nutno předpokládat, že s růstem počtu bodů se rovněž zvyšuje riziko přetížení muskuloskeletálního systému. Hranice mezi pásmy rizik jsou plynulé, protože závisí i na individuálních pracovních technikách a podmínkách činnosti. Klasifikaci je tudíž nutno brát jen jako orientační pomůcku. Pro přesnější analýzy jsou nutné odborné ergonomické znalosti.

⁴⁾ Za méně odolné osoby se v tomto kontextu považují osoby starší než 40 let nebo mladší než 21 let, pracovníci, kteří nové povolání vykonávají krátce, nebo nemocní lidé.

⁵⁾ Požadavky na změnu uspořádání lze určit dle čísla bodu v tabulce. Zvýšené námaze lze předejít snížením hmotnosti, zlepšením pracovních podmínek nebo zkrácením doby zátěže.

Kontrola pracoviště nutná z jiných důvodů:

Důvody: _____

Datum hodnocení: 15.2.2024 Hodnotil/a: Veronika Ištvánková

PŘÍLOHA P II: ANALÝZA NIOSH

(NIOSH Lifting Index, © 2012)

ZDVIHACÍ INDEX jednoduchých úloh (dle ISO 11228-1 a EN 1005-2)

ÚLOHA Manipulace s hotovou výrobou (první a pátá balná jednotka)

Referenční hmotnost (kg.)



	MUŽI	ŽENY	
18-45 let	25	20	15
<18 a >45 let	20	15	

VÝŠKA RUKOU - POČÁTEČNÍ POLOHA $1 - 0,003 \cdot |V - 75| = 1 - 0,003 \cdot |103 - 75| = 0,916$

VÝŠKA (cm)	0	25	50	75	100	125	150	>175	VM	0,916
MULTIPLIKÁTOR VM	0,77	0,85	0,93	1,00	0,93	0,85	0,78	0,00		

VERTIKÁLNÍ PŘEPRAVNÍ VZDÁLENOST $0,82 + 4,5/D$ $0,82 + 4,5/86 = 0,872$ $0,82 + 4,5/42 = 0,927$

PŘEMÍSTĚNÍ (cm)	25	30	40	50	70	100	170	>175	DM	0,872 0,927
MULTIPLIKÁTOR DM	1,00	0,97	0,83	0,91	0,88	0,87	0,86	0,00		

HORIZONTÁLNÍ VZDÁLENOST $25/H = 25/51 = 0,49$

HORIZ. VZDÁLENOST (cm)	25	30	40	50	55	60	>63	HM	0,49
MULTIPLIKÁTOR HM	1,00	0,83	0,63	0,50	0,45	0,42	0,00		

HORIZONTÁLNÍ ÚHLOVÉ PŘEMÍSTĚNÍ- ASYMETRIE (STUPNĚ)

ÚHLOVÉ PŘEMÍSTĚNÍ	0	30°	60°	90°	120°	135°	>135°	AM	0,81
MULTIPLIKÁTOR AM	1,00	0,90	0,81	0,71	0,52	0,57	0,00		

UCHOPENÍ

KLASIFIKACE	DOBŘE	ŠPATNĚ	CM	1,00
MULTIPLIKÁTOR CM	1,00	0,90		

FREKVENČNÍ MULTIPLIKÁTOR (FM) V RELACI K DOBĚ TRVÁNÍ

FREKVENCE	TRVÁNÍ KONTINUÁLNÍHO ZVEDÁNÍ		
	≤ 8 HODIN (DLOUHĚ)	≤ 2 HODINY (STŘEDNÍ)	≤ 1 HODINA (KRÁTKĚ)
ZDVIHY/MIN.			

<0,2	1,00	1,00	1,00
0,2	0,85	0,95	1,00
0,5	0,81	0,92	0,97
1	0,75	0,88	0,94
2	0,65	0,84	0,91
3	0,55	0,79	0,88
4	0,45	0,72	0,84
5	0,35	0,60	0,80
6	0,27	0,50	0,75
7	0,22	0,42	0,70
8	0,18	0,35	0,60
9	0,00	0,30	0,52
10	0,00	0,26	0,45
11	0,00	0,00	0,41
12	0,00	0,00	0,37
13	0,00	0,00	0,00
14	0,00	0,00	0,00
15	0,00	0,00	0,00
>15	0,00	0,00	0,00

MULTIPLIKÁTORY PRO OBLASTI NIŽŠÍ NEŽ 75 CM

450 minut 100%

43 minut x

$$x = \frac{100 \cdot 43}{450} = 9,5\%$$

9,5% z 400 četností = 38 četností manipulací

$$\frac{38 \text{ četností}}{43 \text{ minut}} = 0,8837 \text{ manipulací/minuta}$$

G JEDNORUČNÍ ZDVIHANI

NE	ANO	
1,00	0,80	1,00

H ZDVIHÁNÍ DVĚMA ČI VÍCE OPERÁTORY

NE	ANO	
1,00	0,85	1,00

6,410 / 5,970

kabel. v. nekabel. v.

HMOTNOST AKTUALNĚ ZDVIHANA (KG.)

DOPORUČENÝ HMOTNOSTNÍ LIMIT

1. BJ 5. BJ
4,47 / 4,75 Kg.

ZDVIHANÁ HMOTNOST	ZDVIHACÍ INDEX
DOPORUČENÁ HMOTNOST	

kabelová varianta $\left\{ \begin{array}{l} \text{první BJ} \dots 6,410 / 4,47 = 1,43 \\ \text{pátá BJ} \dots 6,410 / 4,75 = 1,35 \end{array} \right.$

nekabelová varianta $\left\{ \begin{array}{l} \text{první BJ} \dots 5,970 / 4,47 = 1,34 \\ \text{pátá BJ} \dots 5,970 / 4,75 = 1,26 \end{array} \right.$

PŘÍLOHA P III: NORDIC QUESTIONNAIRE

(Doležal, © 2012)

NORDIC QUESTIONNAIRE Ergonomická analýza podmínek na pracovištích

Podnik: fischer automotive systems s.r.o.

Číslo (Nevyplňovat):

Datum: (den, měsíc, rok):

Závod, středisko, provoz:

Nynější profese: *LOGISTIK (DOPĽŤUJŤI MATERIÁL PRO MONTÁŽ NA LINCE)*

Kolik roků pracujete v nynějším zaměstnání? : *18 let*

Jste vyučený v nynější profesi? ANO NE

Pracujete: v normálním pracovním poměru
 na zkrácený úvazek

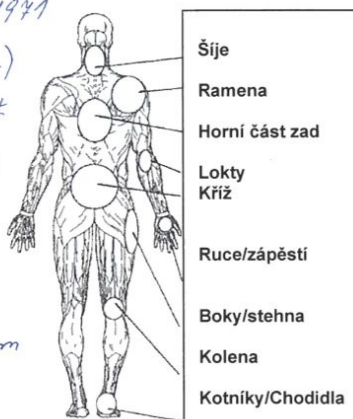
Váš věk (roky): *52*

Vaše výška (cm): *165cm*

Jste: MUŽ ŽENA

Jste: PRAVÁK LEVÁK

Převládající pracovní poloha sezení sezení a stání stání / *CHOZENÍ*



Tělesné části: Viz. obrázek	Pocíval(a) jste za posledních 12 měsíců při práci bolesti či tuhnutí v některé z těchto částí těla?	Navštívil(a) jste za posledních 12 měsíců pro tyto potíže lékaře, fyzioterapeuta či jiného zdrav. specialistu?
ŠÍJE	<input checked="" type="checkbox"/> NE <input type="checkbox"/> ANO	<input checked="" type="checkbox"/> NE <input type="checkbox"/> ANO
HORNÍ ČÁST ZAD	<input type="checkbox"/> NE <input checked="" type="checkbox"/> ANO	<input checked="" type="checkbox"/> NE <input type="checkbox"/> ANO
DOLNÍ ČÁST ZAD, KŘÍŽ	<input type="checkbox"/> NE <input checked="" type="checkbox"/> ANO	<input checked="" type="checkbox"/> NE <input type="checkbox"/> ANO
RAMENA	<input checked="" type="checkbox"/> NE <input type="checkbox"/> ANO	<input checked="" type="checkbox"/> NE <input type="checkbox"/> ANO
LOKTY	<input checked="" type="checkbox"/> NE <input type="checkbox"/> ANO	<input checked="" type="checkbox"/> NE <input type="checkbox"/> ANO
RUCE A ZÁPĚSTÍ	<input checked="" type="checkbox"/> NE <input checked="" type="checkbox"/> ANO <i>NEKDY PŘI MONTÁŽI ZEDNÍ DÝŘÍZÍ</i>	<input checked="" type="checkbox"/> NE <input type="checkbox"/> ANO
BOKY A STEHNA	<input type="checkbox"/> NE <input checked="" type="checkbox"/> ANO	<input checked="" type="checkbox"/> NE <input type="checkbox"/> ANO
KOLENA	<input type="checkbox"/> NE <input checked="" type="checkbox"/> ANO	<input checked="" type="checkbox"/> NE <input type="checkbox"/> ANO
KOTNÍKY A CHODIDLA	<input type="checkbox"/> NE <input checked="" type="checkbox"/> ANO	<input checked="" type="checkbox"/> NE <input type="checkbox"/> ANO

V následujícím seznamu jsou uvedené situace, které při práci mohou přispívat k Vaším bolestem a problémům. Prosím, zakroužkujte v každém řádku číslici podle toho, do jaké míry pocítujete danou situaci (resp. faktor) jako zatěžující.

Otázka		Žádná zátěž			Menší zátěž			Střední zátěž			Velká zátěž	
1.	Vykonávání stále stejných pracovních operací	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2.	Spěchání při vykonávání některých pracovních operací (zdvihání, přemísťování břemen)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
3.	Manipulace s drobnými předměty, součástkami	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
4.	Nedostatečné přestávky na oddech během pracovní směny	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
5.	Práce v nepohodlné nebo vynucené pracovní poloze	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
6.	Dlouhodobá práce ve stejných pracovních polohách (stání, naklánění, klek apod.)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
7.	Práce ve vynuceném předklonu, při náklonech a vytáčení trupu do stran	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
8.	Práce na hranici fyzických možností	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
9.	Práce s rukama nad hlavou nebo daleko od těla	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
10.	Přílišné teplo, chlad, vlhkost, hluk nebo průvan (problémový parametr podtrhněte)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11.	Nutnost pokračovat v práci, i když se necítíte dobře nebo po poranění	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
12.	Zdvihání, tahání nebo nošení těžkých předmětů	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
13.	Přesčas, nepravidelné směny nebo dlouhá pracovní doba	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
14.	Nedostatečná kvalita pracovních nástrojů (hmotnost, vibrace)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
15.	Nedostatečný zácvik a školení ke správnému vykonávání práce	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10