

Univerzita Pardubice
Dopravní fakulta Jana Pernera

Racionalizace zásobování výrobních linek materiálem
Matěj Tecl

Bakalářská práce

2013

Univerzita Pardubice
Dopravní fakulta Jana Pernera
Akademický rok: 2012/2013

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Matěj Tecl**
Osobní číslo: **D10441**
Studijní program: **B3709 Dopravní technologie a spoje**
Studijní obor: **Dopravní management, marketing a logistika**
Název tématu: **Racionalizace zásobování výrobních linek materiálem**
Zadávací katedra: **Katedra dopravního managementu, marketingu a logistiky**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Úvod

1. Problematika manipulace s materiálem
2. Analýza materiálových toků na vstupu do výroby
3. Možnosti racionalizace
4. Zhodnocení a výběr optimální varianty

Závěr

UPA054825




Rozsah grafických prací: dle doporučení vedoucí
Rozsah pracovní zprávy: 40 - 50 stran
Forma zpracování bakalářské práce: tištěná/elektronická
Seznam odborné literatury:
dle pokynů vedoucí práce


Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Petra Bártová, Ph.D.**
Katedra dopravního managementu, marketingu
a logistiky

Datum zadání bakalářské práce: **30. listopadu 2012**

Termín odevzdání bakalářské práce: **31. května 2013**


prof. Ing. Bohumil Culek, CSc.
děkan

L.S.


prof. Ing. Vlastimil Melichar, CSc.
vedoucí katedry

V Pardubicích dne 30. listopadu 2012

Prohlašuji:

Tuto práci jsem vypracoval samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využil, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byl jsem seznámen s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Souhlasím s prezenčním zpřístupněním své práce v Univerzitní knihovně.

V Pardubicích dne 14. 11. 2013


Matěj Tecl

Děkuji vedoucí práce Ing. Petře Bártové, Ph.D. za podněty a připomínky při vypracování práce.

ANOTACE

Práce je zaměřena na vnitroobjektovou dopravu ve výrobním podniku. Zabývá se problematikou prázdných jízd, které zvyšují fyzickou zátěž pracovníků. Analyzuje současný stav a navrhuje možná řešení k jeho racionalizaci. Dále jsou porovnána řešení pomocí manipulační techniky.

KLÍČOVÁ SLOVA

racionalizace, manipulace, vnitroobjektová doprava, časové studie

TITLE

Rationalization of material flow for production lines

ANNOTATION

The work focuses on an intralogistic in manufacturing company. It deals with empty ways, which increases physical stress of operators. It analysis current process and proposes possible solutions oriented for rationalization of this situation. There is comparison of manipulation technology in next part.

KEYWORDS

rationalization, manipulation, intralogistic, time study

OBSAH

Úvod	9
1. Problematika manipulace s materiálem	10
1.1 Vybrané názvosloví v manipulaci s materiálem.....	10
1.2 Význam manipulace s materiálem.....	11
1.3 Ruční manipulace s břemenem.....	12
1.4 Příručka hodnocení rizik v malých a středních podnicích – fyzická zátěž ruční manipulace s břemeny.....	15
1.5 Paletizace.....	18
1.6 Manipulační prostředky a systémy	20
2. Analýza materiálových toků na vstupu do výroby	22
2.1 Rozbor práce a materiálu.....	22
2.1.1 Rozbor práce.....	22
2.1.2 Rozbor materiálu	24
2.2 Časová studie.....	25
2.2.1 Přímé měření práce	26
2.2.2 Cíle časových studií.....	28
2.2.3 Plýtvání	29
2.3 Snímkování.....	29
2.3.1 Časový fond pracovníků	33
2.3.2 Spaghetti diagram	34
2.4 Analýza hodnocení rizik v malém a středním podniku	35
3. Racionalizace.....	38
3.1 Cíl	38
3.2 Odstranění přebytečných prázdných jízd	41
3.2.1 Zrušení odvozu odpadu na okruhu „yz“	43
3.2.2 Eliminace prázdných jízd na okruhu „wx“	45

3.3 Rozbor procesu na okruhu „wx“	46
3.3.1 Problémy v procesu navážení na okruhu „wx“	46
3.3.2 Návrh řešení na okruhu „wx“	47
3.3.3 Elektronický objednávkový systém	47
3.3.4 Stanovení intervalů objednání materiálu	48
3.4 Zhodnocení eliminace prázdných jízd	49
3.5 Hlavní přínosy racionální části této práce	50
4. Zhodnocení a výběr optimální varianty	51
4.1 Nízkozdvižný poháněný paletový vozík.....	55
4.2 Traktor s přívěsnými vozíky.....	56
4.3 AGVS technika.....	58
4.4 Zhodnocení variant	60
4.5 Problém úzkých koridorů	61
Diskuze.....	63
Závěr	64
Použitá literatura	65
Seznam obrázků.....	66
Seznam zkratk.....	67
Seznam příloh	68

ÚVOD

Výrobní podniky současnosti mají snahu o maximální zefektivnění své produkce. Hledají možnosti, jak odstranit plýtvání, zjednodušit a urychlit výrobní procesy s cílem snížit své výrobní náklady a tím zvýšit svůj zisk. Aplikují tedy metody a přístupy optimalizace procesů do své podnikové kultury, proškolují své zaměstnance v tomto duchu. Záměrem je zvýšit svou konkurenceschopnost a tím udržet krok v určitém tržním segmentu, ve kterém působí. Jde o koloběh neustálého zlepšování celého podniku, který nikdy nekončí. Vždy je co zlepšovat a žádný stav není konečný. Tato činnost se samozřejmě neobjede bez investic. Ať už se jedná o nákup a vývoj softwarových aplikací, či využívání moderní techniky a technologie. Mnohdy se však jedná o výrazný zásah do podnikových procesů, který s sebou nese určitá rizika, jako pokles produktivity, ovlivnění jakosti výrobku, až kolaps celého průběhu výroby. Tyto velké kroky s sebou přinášejí značné investiční náklady, které podnik zatěžují. V případě neúspěchu těchto velkých projektů, to může v závislosti na poměru investovaného podnikové kapitálu v konečném důsledku znamenat i existenční problémy podniku. Z toho důvodu je nutné současné děje v podniku řádně analyzovat a rozkrýt do důsledků. Obnažení procesů napomůže ke zjištění slabých míst, nedostatků, možných příležitostí k nápravě, zefektivnění práce a činností. Důkladná analýza, poznání rizikových jevů a jejich pojmenování zajistí identifikaci rizika před realizací projektů a lepší odhad problémů, které mohou zapříčinit neúspěch projektu.

Mnohdy není nutné zacházet do krajních možností a násilně ohýbat výrobní proces novou technologií a vynakládat velké investice, které nemají veliký efekt na zlepšení stavu. Snáze se činnosti zdokonalují po menších krocích pomocí jednoduchých tzv. „soft“ metod, které nenásilnou formou očišťují a zlepšují procesy.

Předkládaná práce se zaměřuje na problematiku vnitroobjektové logistiky ve výrobním podniku. Cílem práce je dospět k racionalizaci transportu materiálu se zaměřením na zbytečnou manipulaci. Obsahem je analýza daného stavu, a na základě jejích výsledků jsou navrženy způsoby zlepšení pomocí tzv. „soft“ metod. Tyto metody vynikají malou náročností realizace a relativně vysokou účinností bez velkých investic. Pro ekonomický přínos je proveden návrh úspor podniku možným nasazením manipulační techniky.

1. PROBLEMATIKA MANIPULACE S MATERIÁLEM

Ve všech výrobních a zejména montážních podnicích je třeba manipulovat s určitými polotovary, či materiálem. I když je například v automotive nebo výrobě elektrosoučástek hojně rozšířena automatizace, neznamena to, že se pohybuje samo úplně vše. V podstatě se pohybuje samostatně jen montovaný výrobek po dopravníku a do něj jsou na jednotlivých stanovištích vkládány součástky. Avšak tyto součástky a díly je třeba k danému místu nějakým způsobem dopravit. Čím je výroba složitější a rozmanitější, tím je i obsluha materiálem komplikovanější. V důsledku není důležité, čím se materiál naváží, ale jak je návoz efektivní tzn. je potřeba dodat potřebné množství na konkrétní místo. U manipulační techniky nebo způsobu manipulace lze využít benefity, které jednotlivé řešení nabízí. Může to být přepravní kapacita, snadnost obsluhy, ulehčení fyzické námahy, atd.

1.1 Vybrané názvosloví v manipulaci s materiálem

- *Manipulace s materiálem* – je souhrn operací skládajících se převážně z nakládky, přepravy, vykládky a překládky, tedy z dopravy materiálu polotovarů, z technologických manipulací, dále z dopravy výrobků, jejich skladování, balení, třídění, dávkování, měření a počítání kvality a manipulace s odpadem (Dražan, 1979).
- *Doprava* – z hlediska manipulace s materiálem je definovaná jako organizované přemístění materiálu na odstranění rozdílu mezi místem výskytu (výroby) a místem spotřeby nebo činnosti, skladování, zpracování, atd. (Gajdoš, 1989).
- *Vnitroobjektová doprava* – je doprava materiálu vykonávaná uvnitř hranic jednoho objektu (Dražan, 1979).

Z funkčního hlediska je vnitroobjektová doprava rozdělena na tři úseky (Gajdoš, 1989):

- *Dílenská doprava* – zařízení této dopravy přepravují materiál po určitých ucelených výrobních etapách mezi jednotlivými dílnami a samostatnými pracovišti.
- *Mezioperační doprava* – v rámci mezioperační dopravy se přepravuje materiál v průběhu jeho zpracování mezi jednotlivými navazujícími pracovišti a technologickými zařízeními nebo operacemi v rámci jedné dílny.
- *Skladová doprava* – je to doprava, která souvisí s přebíráním materiálu do skladu, zabezpečuje jeho uložení, odebíráním z místa skladování a připravuje na expedici dalším odběratelům.

- *Vnitropodniková doprava* – je veškerá doprava materiálu vykonávaná uvnitř hranic podniku nebo závodu (Dražan, 1979).
- *Materiál* – je souhrnné označení pro suroviny, hotové i nedokončené výrobky a zboží všeho druhu i odpad. Může být kusový, sypký, kapalný, plynný (Dražan, 1979).
- *Ložní operace* – jsou nakládka, vykládka a překládka materiálu (Dražan, 1979).
- *Fixace* – zabezpečení materiálu v přepravních nebo dopravních prostředcích proti pohybu při manipulaci a dopravě (Dražan, 1979).
- *Balení* – ochrana výrobků obalovými materiály a obaly před působením vnějších vlivů (Dražan, 1979).
- *Dopravní výkonnost* – je množství dopravovaného materiálu vyjádřené měrnými jednotkami za jednotku času (Gajdoš, 1989).

1.2 Význam manipulace s materiálem

Zásadní společenský význam manipulace s materiálem je dán těmito (vybranými) faktory (Dražan, 1979):

- Z celkové doby průběžných výrobních časů připadá podstatná část na manipulaci s materiálem,
- určitou část pracovních časů výrobních dělníků tvoří manipulace s materiálem a může být podstatně zkrácena,
- na úrovni manipulace materiálu závisí potřeba ploch pro operace ve výrobních prostorech i ve skladech,
- vytvoření plynulého materiálového toku je jednou ze základních podmínek uskutečnění proudové výroby,
- manipulace s materiálem je oblastí nejnamáhavější fyzické práce a zdrojem většiny pracovních úrazů,
- špatná organizace manipulace s materiálem způsobuje poruchy v přísunu materiálu ke strojům a vyvolává ztrátové časy strojů i dělníků.

Vzhledem k uvedeným skutečnostem je možno konstatovat, že modernizace a racionalizace manipulace s materiálem má tyto (vybrané) příznivé ekonomické účinky (Dražan, 1979):

- Zvyšuje produktivitu práce výrobních dělníků a podstatně zvyšuje produktivitu nevýrobních dělníků,

- zmenšuje potřebu skladových a výrobních ploch pro manipulaci, čímž uvolňuje plochy pro výrobní zařízení bez nároků na stavební investice,
- vytvoření plynulého materiálového proudu snižuje potřebu výrobních ploch na jednici výroby a zlepšuje tak poměr strojních investic k investicím stavebním, zároveň umožňuje zvyšovat výrobní kapacity při minimální potřebě stavebně montážních prací,
- odstraňuje namáhavou fyzickou práci a velký zdroj pracovních úrazů.

1.3 Ruční manipulace s břemenem

V činnosti, která je předmětem zkoumání této bakalářské práce probíhá manipulace s materiálem převážně ručně, proto se teoretická část dále zaměřuje na ruční manipulaci s břemenem a její zákonné úpravy.

Problematika ruční manipulace s břemenem je upravena v ustanoveních § 28 až § 30 nařízení vlády č. 361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci (BOZP Info, 2010).

§ 28 Vymezení ruční manipulace s břemenem

Ruční manipulací s břemenem se rozumí přepravování nebo nošení břemene jedním nebo současně více zaměstnanci včetně jeho zvedání, pokládání, strkání, tahání, posunování nebo přemísťování, při kterém v důsledku vlastností břemene nebo nepříznivých ergonomických podmínek může dojít k poškození páteře zaměstnance nebo onemocnění z jednostranné nadměrné zátěže (Předpis č. 361/2007 Sb.).

§ 29 Hodnocení zdravotního rizika, hygienické limity, bližší požadavky na způsob organizace práce a pracovní postupy a informace k ochraně zdraví (vybrané odstavce):

(1) Hodnocení zdravotního rizika při ruční manipulaci s břemenem zahrnuje mimo posouzení hmotnosti ručně manipulovaného břemene, kumulativní hmotnosti a vynakládaného energetického výdeje nebo srdeční frekvence a vyhodnocení pracovních podmínek, za kterých k ruční manipulaci dochází (Předpis č. 361/2007 Sb.).

(2) Přípustný hygienický limit pro hmotnost ručně manipulovaného břemene přenášeného mužem při občasném zvedání a přenášení je 50 kg, při častém zvedání a přenášení 30 kg. Při práci vsedě je přípustný hygienický limit pro hmotnost ručně manipulovaného břemene mužem 5 kg (Předpis č. 361/2007 Sb.).

Občasným zvedáním a přenášením břemene se rozumí přerušované zvedání a přenášení břemene nepřesahující souhrnně 30 minut v průměrné osmihodinové směně. Častým zvedáním a přenášením břemene se rozumí zvedání a přenášení břemene přesahující souhrnně 30 minut v průměrné osmihodinové směně (BOZP Info, 2010).

(3) Průměrný hygienický limit pro celosměnovou kumulativní hmotnost ručně manipulovaných břemen v průměrné osmihodinové směně mužem je 10000 kg (Předpis č. 361/2007 Sb.).

(9) Přípustný hygienický limit pro tlačné a tažné síly při manipulaci s břemenem pomocí jednoduchého bezmotorového prostředku je (Předpis č. 361/2007 Sb.):

- a. pro muže tlačné 310 N a tažné 280 N,
- b. pro ženy tlačné 250 N a tažné 220 N.

(10) Jde-li o práci ve směně delší než osmihodinové, odpovídá hodnota navýšení průměrného hygienického limitu v procentech skutečné době výkonu práce; u směny dvanáctihodinové nesmí být průměrný hygienický limit při ruční manipulaci s břemenem navýšen o více než 20 %. Procentuální navýšení průměrného hygienického limitu je posuzováno vždy v závislosti na konkrétní délce směny a činí 5 % za každou hodinu nad osmihodinovou směnu (Předpis č. 361/2007 Sb.).

§ 30 Minimální opatření k ochraně zdraví při práci, bližší hygienické požadavky na pracoviště, bližší požadavky na pracovní postupy

(1) Před zahájením práce spojené s ruční manipulací s břemenem musí být zaměstnanec seznámen, pokud možno, s přesnými údaji o hmotnosti a vlastnostech břemene, o umístění jeho těžiště, nejtěžší straně břemene, o jeho správném uchopení a zacházení s břemenem a s rizikem, jemuž může být zaměstnanec vystaven při nesprávné ruční manipulaci s břemenem, zejména (Předpis č. 361/2007 Sb.):

- a. s možností poškození bederní páteře při otáčení trupu, prudkém pohybu břemene, při vratkém postoji, při zvýšené fyzické námaze nebo při excentrickém umístění těžiště břemene,
- b. s nedostatky, které ztěžují manipulaci, zejména s nedostatkem prostoru ve svislém směru, s prací na nerovném, kluzkém nebo vratkém povrchu nebo v nevyhovujících mikroklimatických podmínkách,

- c. se stavy, které zvyšují riziko poškození páteře vlivem příliš časté nebo příliš dlouho trvající fyzické námahy, nedostatečného tělesného odpočinku, nedostatečné doby na zotavení nebo práce ve vnuceném pracovním tempu.

(2) Manipulace s břemenem vykonávaná zaměstnancem vstoje nebo vsedě se organizuje tak, aby byla časově ve směně rovnoměrně rozložena (Předpis č. 361/2007 Sb.).

(3) Práce spojená s ruční manipulací s břemenem překračující stanovené hygienické limity musí být přerušována bezpečnostními přestávkami v trvání 5 až 10 minut po každých 2 hodinách od započetí výkonu práce nebo musí být zajištěno střídání činností nebo zaměstnanců (Předpis č. 361/2007 Sb.).

Pro posouzení, zda se jedná o nadměrnou manipulaci břemene, je třeba vypočítat hodnoty energetického výdeje daného pracovníka vydané při měřené činnosti. Naměřené hodnoty se porovnají s hodnotami dle normy, viz Obr. 1.

Energetický výdej	Jednotky	Muži	Ženy
Směnový průměrný	MJ	6,8	4,5
Směnový přípustný	MJ	8	5,4
Roční průměrný	MJ	1600	1060
Minutový přípustný	$\text{kJ} \cdot \text{min}^{-1}$ w	34,5 575	23,7 395

Obr. 1: Přípustné a průměrné hygienické limity energetického výdeje při práci s celkovou fyzickou zátěží (Zdroj: Předpis č. 361/2007 Sb.).

Měření hodnot zátěže je značně komplikované a v podmínkách podniku lze aplikovat pouze na jednoduché úkony. Měření tahů, tlaků pák, rukojetí a jiných ovladačů a hmotnosti břemen lze provést pomocí jednoduchých měřidel, jako jsou mincíře, momentové klíče, dynamometry, váhy, jednoduché tenzometry bez kontinuálního časového záznamu. Metoda je použitelná pro jednoduché pracovní činnosti (Předpis č. 361/2007 Sb.).

Složitější měření pomocí tenzometrické aparatury s kontinuálním časovým záznamem je přesnější metoda, ale v podniku je z vlastních zdrojů těžko aplikovatelná (Předpis č. 361/2007 Sb.). Komplexní měření svalových zátěží při manipulaci s břemenem se vyplatí objednat od specializované firmy, která zpracuje kompletní zprávu o měření. Tato volba je výhodná v tom, že dává přesné podklady pro realizaci nápravných opatření. Nevýhodou je, že se za tuto službu u specializované firmy platí, proto je třeba mít přesně

určenou konkrétní rizikovou činnost ve výrobě, aby byly finanční prostředky vynaloženy účelně v úměrné výši výkonu.

I přes to, že Předpis č. 361/2007 Sb. uvádí, že lze hodnoty u jednoduchých úkonů vypočítat, je tato analýza v podmínkách praxe velmi náročná. V mnohých provozech jsou tak měření, která by mohla vést k fyzické úlevě pracovníků, z důvodů náročnosti předem odsouzena. Hlavním problémem je, že podnik nechce na tuto činnost vyčleňovat své pracovníky, protože výsledek z měření nepřináší firmě z pohledu finančně zaměřeného managementu prakticky žádné zisky.

Tento manažerský přístup je krátkozraký, protože přetěžování pracovníci nemají energii k tomu, aby podávali požadované výkony v patřičné kvalitě. Při časovém presu se zvyšuje riziko pracovních úrazů zejména při nedodržení pravidel bezpečnosti práce. Naopak pracovník, který je optimálně pracovním vyčerpán odvádí svou práci dobře, v požadované jakosti. Snáze udržuje pořádek na pracovišti, tím je sníženo riziko vzniku úrazů na pracovišti a z toho plynoucích výdajů podniku na úhradu nákladů léčení a rekonvalescence pracovníků.

Vhodným a dostupným nástrojem pro hodnocení rizik spojených s manipulací s břemenem jsou příručky. Obsahují jednoduché postupy a formuláře, které jsou jednoduše aplikovatelné a dokážou napomoci k identifikování manipulace, která je nad rámec povolených zátěží. Na takto definovaná místa pak dokáže podnik zaměřit svou pozornost a jednoduchými kroky napomoci k usnadnění manipulace.

1.4 Příručka hodnocení rizik v malých a středních podnicích – fyzická zátěž ruční manipulace s břemeny

Mezinárodní asociace ISSA (International Social Security Association) zpracovala příručku „Příručka pro hodnocení rizik v malých a středních podnicích“, jejímž cílem je shrnutí požadavků nutných k identifikaci a hodnocení manipulace s břemeny při práci (Schmitter, 2012). Tato kapitola poskytuje teoretické zázemí pro kapitolu 2.4, kde je příručka použita na analýzu praktického případu manipulace s materiálem, který je základem této bakalářské práce.

Příručka slouží k zavedení Rámcové směrnice pro realizaci opatření ke zlepšení bezpečnosti a ochrany zdraví zaměstnanců při práci (89/391/EHS) a k ní vydaných jednotlivých nařízení. Právní a normativní základy pro ruční manipulaci s břemeny tvoří právní předpisy příslušných zemí. Na mezinárodní úrovni platí Standard ISO 11 228-1, Ergonomie – Ruční manipulace s břemeny, zvedání a přenášení břemene. Pro EU je právním

základem směrnice 90/269/EHS, která stanoví minimální požadavky ochrany zdraví zaměstnanců před možným nebezpečím poškození zdraví vyplývajícího z ruční manipulace s břemeny (Schmitter, 2012).

Příručka uvádí nutnost provádění posuzování rizik ve třech krocích (Schmitter, 2012):

1. identifikace rizika,
2. odhad a hodnocení rizika,
3. přijetí opatření.

V prvním kroku se identifikuje konkrétní nebezpečí. K posouzení a prvotnímu nalezení rizika je vytvořen jednoduchý dotazník s třemi možnostmi výběru odpovědi (ANO, ČÁSTEČNĚ, NE), viz Příloha č. 1. Pokud na jednu nebo více otázek bylo odpovězeno „ČÁSTEČNĚ“ nebo „ANO“, mělo by být provedeno hodnocení rizika a odhad míry rizika.

Druhým krokem je odhad a hodnocení rizika. Zde jsou použity metody klíčových ukazatelů. Proto je umožněno orientačně zhodnotit rizika, která berou v úvahu nejdůležitější rysy a prvky ruční manipulace s břemeny. Vzhledem k různým pracovním činnostem a k různým formám pracovního stresu se odhad a hodnocení rizika s klíčovými ukazateli provádí odděleně pro „**zvedání – držení – přenášení**“ a „**tahání – tlačení**“ (Schmitter, 2012).

V rámci řešeného problému v praktické části se dále teorie zaměřuje na část „**tahání – tlačení**“. Ruční manipulace s břemeny také zahrnuje dopravu na vozících, kolečkových pásech nebo ručními pomůckami. Namísto přenášení jsou tedy přepravované náklady tlačené nebo táhnuté. Tímto způsobem lze přepravit i náklad o vysoké hmotnosti a přeprava nákladu o hmotnosti 10 až 50 kg je účinně usnadněna. Nicméně je nutné dodržovat základní pravidla, aby bylo zabráněno možnému nebezpečí (Schmitter, 2012).

Provozní postupy pro klíčový ukazatel „tahání – tlačení“ (hodnotící formulář pro tahání a tlačení, viz Příloha č. 1):

- a. **Stanovení počtu bodů za čas** – body za čas se stanovují podle tabulky, odděleně pro tahání a sunutí na krátké vzdálenosti a pro tahání a sunutí na dlouhé vzdálenosti. U tahání a sunutí na delší vzdálenosti se jako základ bere celková vzdálenost. Musí být tedy zjištěn pracovní postup, doba trvání manipulace, frekvence pohybů a ujeté **vzdálenosti s břemenem** (Schmitter, 2012).

- b. **Stanovení bodů za hmotnost, přesnost umístění, polohu těla a pracovní podmínky** – existují různé způsoby přesunu nákladu taháním nebo sunutím. Přemisťování prováděné bez pomocných prostředků, kde je břemeno váleno. Přemisťování s pomocí vozíků, kolečkových kontejnerů, vozíků s ojí, ručních paletových vozíků, jiných ručních pomůcek. Břemeno manipulované v zavěšení, nebo ve vodící koleji. Na začátku je důležité posoudit, zda jsou pomocné prostředky vhodné pro daný pracovní úkol. V úvahu je třeba vzít typ, velikost a hmotnost zboží, které má být přepraveno, také ujetou vzdálenost, kvalitu povrchu naklápací stability a frekvenci přesunů. Zjišťuje se hmotnost nákladu a hmotnost pohybujícího se dopravního prostředku. Postačují hrubé referenční hodnoty. Hmotnost dopravního prostředku je zpravidla uváděná na typovém štítku. Hmotnost břemene je buď na dokumentaci, nebo se zjistí vážením, v krajním případě se dá odhadnout. Dále se určuje rychlost pohybu a jak přesně je pohyb tlačení a tahání vykonáván. Vysoká rychlost a přesnost pohybu je značně vysilující a hrozí zde větší riziko nehod. Pro činnost tlačení nebo tažení se posuzuje poloha těla (jeho držení). Tělo by mělo být ve svislé poloze v mírném předklonu a bez vytáčení trupu. Oje, které jsou příliš krátké, chybějící kliky nebo náklad blokující výhled, mohou vést k nepříjemné poloze. Vytáčení, ohýbání a naklánění trupu snižují možné fyzické síly a nepříznivě zatěžují svalově kosterní systém. Jako poslední důležitý ukazatel jsou posuzovány pracovní podmínky. Jedná se především o dopravní vzdálenost a technický stav dopravních prostředků. Stav plochy, po které se dopravní prostředky pohybují (hrubost, dlažba, výmoly, okapy, schody, svahovitost). Špatný stav plochy může výrazně zhoršit až znemožnit dopravu. Pozornost je nutné věnovat překážkám na cestě, bočním spádům, které by mohli způsobit sklápění a naklánění nákladu (Schmitter, 2012).

c. **Pro vyhodnocení je nutné sečíst výsledky kroků „a“ a „b“. Dále zodpovědět tři komplexní otázky (Schmitter, 2012):**

- Je poměr mezi požadovanou akcí sil a dostupné fyzické síly adekvátní?
- Jaké jsou možné přijatelné polohy?
- Jsou pracovní podmínky bezpečné?

Posouzení rizika provedené metodami klíčového ukazatele nemusí vždy vést k závěrečnému vyhodnocení. V případech složitých pracovních cyklů, při přípravě investičních záměrů, při práci osob za ztížených pracovních podmínkách jsou nezbytné další analýzy. To vyžaduje více času a odborníky se speciálními znalostmi v oboru ergonomie (Schmitter, 2012).

1.5 Paletizace

Paletizace je manipulační metoda, při níž materiál stále spočívá na paletě (podložce), s níž se zároveň přepravuje. Základní princip paletizace, tj. manipulace se sdruženým nákladem je u nás znám hodně dlouho. Ve velkých podnicích se používal již v období mezi dvěma světovými válkami. Šlo však jen o náznaky nynější paletizace. Paletizace řeší, resp. může řešit hospodárně celý dopravní cyklus – od suroviny přes výrobu až k odběrateli. Paletované náklady je možno ukládat do několika vrstev nad sebou, tj. stohovat. K rozšíření paletizace přispívá značnou měrou i to, že se používá mezinárodně dohodnutých rozměrů, především 800 x 1 200 mm (euro paleta) a 1 000 x 1 200 mm (industriální paleta). Paletizace umožňuje komplexně mechanizovat ložné, dopravní i skladištní práce, zvýšit kapacitu vozidel i skladů využitím výšky, snížit náklady na obaly, zabránit promíšení roztříděných součástí, atd. (Dražan, 1979).

Paletová manipulační a přepravní jednotka je soustava břemen, balených nebo nebalených, uspořádaných na paletě určeným způsobem, správně připevněných k paletě tak, aby nedocházelo k jejich posunu při manipulaci běžnými manipulačními zařízeními, s níž lze manipulovat jako s jedním celkem (Dopravní a manipulační technika, 2010).

Paleta je pevná horizontální plošina s minimální výškou vhodnou pro manipulaci vidlicovým nízkozdvíhým vozíkem nebo vidlicovým vysokozdvíhým vozíkem nebo jiným vhodným manipulačním zařízením, používaná jako základna pro kompletaci, stohování, skladování, manipulaci a přepravu zboží a nákladů. Palety jsou přepravní, skladovací a nosné prostředky

určené pro vytvoření podložky pro manipulovaný a dopravovaný materiál, čímž se vytvoří manipulační jednotka (Dopravní a manipulační technika, 2010).

Palety se rozdělují podle konstrukčního provedení nebo podle použitého materiálu. Podle konstrukčního provedení se třídí na palety prosté a palety ohradové. Ohradové palety mohou být s plnými stěnami (pevnými, sklopnými, skládacími, odnímatelnými) nebo se stěnami s výplní pletiva nebo mřížemi, kdy stěny mohou mít stejné provedení jako u palet s plnými stěnami. Podle použitého materiálu se palety dělí na dřevěné, kovové, z plastických hmot, lepenkové, kombinované z uvedených předchozích materiálů. Z hlediska funkčního se mohou vyskytovat i zvláštní palety, přepravující tvarově i objemově složitý materiál vyžadující zvláštní uložení, uchycení nebo polohování (Dražan, 1979).

Palety prosté slouží k přepravě a skladování především výrobků zabalených v přepravních obalech, případně nebalených tam, kde to povaha výrobků připouští. V takových případech musí být zajištěny podmínky pro stohování a stabilita, zejména vhodnou vazbou vloženého materiálu a jeho vrstev, popřípadě páskováním nebo jiným způsobem. Palety ohradové a skříňové slouží především k přepravě výrobků balených ve spotřebitelských nebo skupinových obalech, nebo k přepravě a skladování výrobků a materiálů nebalených (Dražan, 1979).



Obr. 2: Příklad prosté (Zdroj: <http://www.e-palety.cz>) a ohradové palety (Zdroj: <http://www.neliba.com>).

Rozdělení palet z hlediska umožnění manipulace s vidlicovým zařízením zdvižných vozíků se rozdělují na dvoucestné, kde paleta umožňuje zasunutí vidlice vysokozdvižných a nízkozdvižných vozíků pouze ze dvou stran. Dále na čtyřcestné, kdy do nich lze vjíždět vidlicovým zařízením ze čtyř stran. S paletami lze manipulovat vysokozdvižnými i nízkozdvižnými vozíky s ručním nebo asistovaným pohonem či zdvihem (Dražan, 1979).

1.6 Manipulační prostředky a systémy

V oblasti vnitropodnikové dopravy slouží manipulační prostředky převážně k přepravě materiálu. Kromě toho plní často i funkce technologické. V moderních provozech se manipulační prostředky stále více stávají součástí výrobních linek. Volba manipulačních prostředků má značný vliv na produktivitu a rentabilitu podniku. Proto je nutné při jejich výběru vycházet z pečlivého a důkladného rozboru materiálového toku, nákladů, vlastností manipulačních prostředků i materiálu a přihlídnout i k zvláštnostem manipulace. K řešení problému se často používají různé manipulační prostředky (Dražan, 1979).

Rozdělení manipulačních prostředků (Dražan, 1979):

- Z hlediska dráhy, po níž se manipulovaný materiál, se tyto prostředky dělí na:
 1. prostředky s pohybem materiálu na volné dráze (dopravní vozíky, jeřáby s bezkolejovým pojezdem, portálové obkročné vozy, nakladače a vykladače),
 2. prostředky s pohybem materiálu na vázané dráze (nakladače a vykladače, jeřáby kolejové, nástěnné a otočné, dopravní tratě, manipulátory),
 3. prostředky nezávislé na dráze (zařízení skladů, zařízení na úpravu materiálu, přepravní prostředky).

- Z hlediska časové spojitosti pracovního procesu lze manipulační prostředky dělit na:
 1. kontinuálně a periodicky pracující prostředky,
 2. cyklicky pracující prostředky.

- Dalším významným hlediskem pro třídění manipulačních prostředků může být silové působení na manipulovaný materiál. Podle toho rozlišujeme manipulační prostředky:
 1. gravitační,
 2. s mechanickým přenosem,
 3. s dopravou v pomocném médiu.

- Z hlediska manipulovaného materiálu můžeme manipulační prostředky rozdělit na prostředky pro manipulaci:
 1. se sypkými hmotami (vibrační dopravníky, šnekové dopravníky, redlery, korečkové elevátory),
 2. s kusovým materiálem:
 - a. kontinuálně pracující prostředky – válečkové a kladičkové tratě, ložné dopravníky a prostředky, závěsové dopravníky, elevátory na kusové zboží.
 - b. přetržitě pracující prostředky – vozíky s nehybnou plošinou, vozíky se zdvižnou plošinou, prostředky pomocné mechanizace, jeřáby, vysuté kočky, výtahy,
 3. s kapalinami a plyny.

2. ANALÝZA MATERIÁLOVÝCH TOKŮ NA VSTUPU DO VÝROBY

Tato práce řeší problematiku manipulace s materiálem při vnitroobjektové dopravě ve firmě, která se zabývá montáží součástí. Analýza se zaměřuje na konkrétní proces navážení obalového materiálu, který je transportován skrz celý objekt (budovu) od nákladových ramp k výtahu. Návrh plánu budovy je k nahlédnutí, viz Příloha č. 2. Materiál je transportován na prostých paletách pomocí ručně vedených paletových vozíků. V tomto procesu jsou zapojeni tři pracovníci po dobu dvanáctihodinové směny. Vzhledem k poměrně velké vzdálenosti jednotlivých transportů, subjektivnímu posouzení fyzické náročnosti a dále také z nedostatku informací o procesu, bylo rozhodnuto o zhotovení analýzy této činnosti.

Prvním krokem bylo poznání dané situace. Aby bylo možno provádět prvotní odhady a stanovit cíle, kterých by mělo být dosaženo, je třeba nejdříve na daný proces nezájatě nahlédnout. Poznání procesu vede k utřídění informací o činnostech, které jsou prováděny. Dále lze zjistit, jakým způsobem se na pracovišti pracuje, jaké jsou pracovní podmínky. Velmi důležité je navázání kontaktu s pracovníky na daném pracovišti. Díky tomu lze získat důležitý zdroj informací o tom, jak dané procesy probíhají v praxi. Pracovníci dokážou názorně vysvětlit potíže, které je každý den provázejí. Získané informace přímo od zdroje jsou velmi cenné, ale na druhou stranu je třeba informace a podněty prověřit. Přímo na místě je možné sledovat jednotlivé činnosti, tj. co pracovníci dělají, jak poznávají, co mají dělat, jak jsou řízeni, atd. Dále probíhá pozorování podmínek na pracovišti – světlo, hluk, terén, překážky.

2.1 Rozbor práce a materiálu

2.1.1 Rozbor práce

Na pracovišti se pohybují tři pracovníci ve firemní terminologii tzv. handleři, kteří mají za úkol zásobovat materiálem výrobu v prvním patře budovy. Pohybují se pouze po přízemí budovy a dopravují materiál po dvou okruzích. Oba okruhy mají počátek před výtahem do prvního patra. Do oblasti před výtahem handleři dopravují objednaný materiál. Z oblasti před výtahem odvázejí hotové výrobky a odpad.

Celkový koncept výroby je založen na plánu výrobních dávek. Každá výrobní linka má sestavený svůj výrobní plán. Daný plán se skládá z jednotlivých zakázek, které se začínají na výrobní lince vyrábět podle času přiřazením ve výrobním plánu. Časy počátku a konce výroby jsou pro zakázku vypočítávány podle výrobních časů jednotlivých výrobků a jejich množství v dané zakázce. Zakázky mají rozdílné počty kusů výrobků v rozpětí od pěti až do tisíce kusů. V dané zakázce se vyrábějí výrobky stejného druhu.

Po vyrobení je výrobek zabalen. Na jeho strany jsou nasazeny pěny, s nimiž je výrobek vložen do krabice. Do krabice k výrobku je přiloženo příslušenství, které je sestaveno pro potřeby dané zakázky. Poté je krabice zapáskována v balicím stroji. Takto dokončený zabalený výrobek je pokládán na paletu a provádí se paletizace. Jako podložka pro paletizaci je použita prostá paleta. Počet krabic na paletě je různý v závislosti na druhu výrobku, od 16 do 30 ks pokud se jedná o tzv. plnou paletu. Zbytkové kusy ke konci zakázky se skládají na paletu smíšeně. Dokončená paleta je odvezena k nákladovým rampám a následně naložena do připraveného návěsu nákladního automobilu.

Materiál je po závodě dopravován pomocí ručně vedených nízkozdvíhových paletových vozíků. Jako podložky pod materiál se používá prostých palet typu EUR (800x1200 mm) a INDUSTRIAL (1000x1200 mm).



Obr. 3: Ruční paletový vozík (Zdroj: <http://www.logismarket.cz>).

2.1.2 Rozbor materiálu

- **FG** – z anglického termínu finish goods (hotové výrobky, hotové zboží), které jsou určeny k expedici. Výrobky jsou zabaleny v krabicích a uloženy hromadně na paletě. Kvůli rozmanitosti vyráběných produktů, jsou pro skupiny produktů určeny typové krabice o jiných rozměrech.
- **CK-kit** – jedná se o příslušenství, které se přikládá k hotovým výrobkům při jejich balení. Kity se vyrábějí na pracovišti „CK výroba“. Kit se připravuje pro danou zakázku. Součástky příslušenství jsou uloženy na paletě v krabicích. Výška materiálu na paletě je do 100 cm. U materiálu je přiložena skladová výdejka, kde je uveden soupis materiálu pro danou zakázku, název výrobní linky pro kterou je kit určen a systémový čas vstupu materiálu na linku. Materiál je uložen na industriální paletě.
- **CK-box** – je prázdná složená krabička připravená pro vložení materiálu z kitu. Krabičky se skládají na pracovišti „CK výroba“, viz Příloha č. 2. Jsou uloženy na industriální paletě. Na paletu se vejde průměrně 65 kusů krabiček. CK boxy jsou navedeny ke konkrétní balicí lince, kde je do nich vložen konkrétní CK-KIT.
- **FOAM** (pěna) – jedná se o obalový materiál, který se nandává na výrobek, s nímž se vkládá do krabice. Funkcí pěny je ochránit výrobek před otřesy a lehkými nárazy při transportu nákladní dopravou z výroby k zákazníkovi. Na výrobek se nandává zpravidla jeden pár pěn. Balení pěn má na spodku a vrchu ochranný kartonový papír, který umožňuje balení sunout po pevném podkladu. Celé balení pěn je fixováno strečovou fólií, která drží balení v požadovaném tvaru. Průměrný počet pěn v balení je kolem 80 ks, to znamená, že jedno balení pěn se využije na zabalení 40 kusů výrobků. Váha balení pěn je odhadem do 10 kg, ruční manipulace je tedy snadná. Na paletovém vozíku se standardně převážejí dva balíky pěn stohované na sobě. Jako přepravní podložka je použita industriální paleta, která slouží jako podpora při transportu.
- **CARTON** (karton, lepenkový papír) – je balení rozložených kartonových krabic, do kterých se balí hotové výrobky. Kartony jsou uloženy na EUR paletě. Kartony jsou vrstveny na sebe do výšky cca 180 cm. Celé balení je fixováno k paletě plastovými páskami. Materiál často přesahuje půdorys palety.
- **WASTE** – zahrnuje odpad obsahující plastové pytlíky, pěnové a kartonové části obalových materiálů, ze kterých se při výrobě vybalují různé součástky. Tento odpad je potom sesbírán na určené palety a po navržení odvezen na místo třídění odpadu.

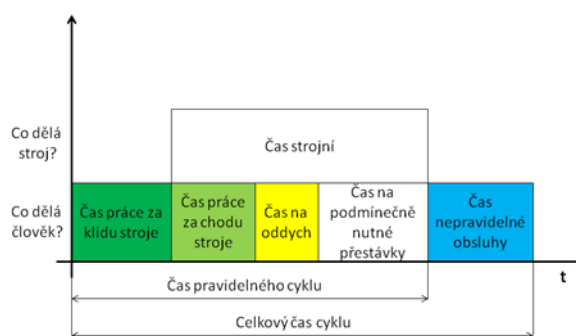
- **IP pal** – stoh industriálních palet. Ve stohu je 21 palet. Používají se jako podložka pro paletizaci hotových výrobků.
- **EUR pal** – stoh europalet, které se z výroby vracejí především po spotřebování kartonů, které jsou na nich paletizované.
- **RTV packaging** – jedná se o poškozený balicí materiál, který je vrácen zpět z výroby pro podezření z dodavatelského defektu (poškození) nebo poškození při balení. Tento materiál je dopravován na speciální pracoviště, kde se validují defekty.

Obrázky materiálu, viz Příloha č. 3.

2.2 Časová studie

Po náhledu na zkoumanou oblast následuje měření činností a sběr dat. Výchozí metoda pro získání potřebných informací, která byla pro tuto práci použita, se nazývá časové studie. Jedná se o nástroj hojně používaný v průmyslovém inženýrství. Jako zdroj pro postup práce časové studie byl použit odborný článek publikovaný vědeckým institutem Academy of Productivity and Inovations (API, 2009). Následující teoretický základ časových studií, uváděný v této kapitole, je čerpán z uvedeného zdroje Institutu průmyslového inženýrství.

Časové studie práce jsou nástrojem metod průmyslového inženýrství. Svým zaměřením spadají do oblasti měření práce. Tyto techniky slouží primárně pro účely tvorby normování práce, ale zároveň mohou být podkladem pro zlepšování pracovních procesů. Výstupy z těchto analýz pomohou odhalit činnosti nepřidávající hodnotu i podstatu jejich vzniku. Důvodů pro použití těchto metod je více, od zvyšování produktivity přes definování normo-časů až po podklady k vyjádření neefektivnosti (API, 2009).



Obr. 4: Skladba produktivního času stroje a člověka (Zdroj: API, 2009).

2.2.1 Přímé měření práce

Přímé měření práce je metodou prováděnou přímo na pracovišti v reálném čase, kdy se sleduje průběh práce. Při analýze a následné implementaci navržených zlepšení je důležité postupovat podle jistého PDCA cyklu¹. Začíná se s výběrem pracoviště a zaznamenáváním jeho současného stavu. V další fázi se přezkoumává způsob, jakým proces probíhá, jsou navrženy ekonomičtější a efektivnější postupy, které musí být v závěru vyhodnoceny. Nejlepší návrh je definován a zaveden. V posledním kroku je důležité nový stav udržovat (API, 2009).

Metody přímého měření práce (API, 2009):

- a. Snímky pracovního dne
- b. Momentové pozorování
- c. Chronometráž

Snímek pracovního dne zaznamenává veškeré spotřeby pracovního času během směny formou nepřetržitého pozorování. Výhodou je získání podrobných informací o průběhu práce. Jako nevýhoda se naopak jeví časová náročnost analýzy, stejně tak jako jisté psychické zatížení pozorovatele i pozorovaných. Pro zaznamenávání lze použít různé druhy snímků (API, 2009):

- Snímek pracovního dne jednotlivce
- Snímek pracovního dne čtyř
- Hromadný snímek pracovního dne
- Vlastní snímek pracovního dne

I přes pracnost pozorování je snímek pracovního dne stále nejvíce odpovídající časovou analýzou práce díky tomu, že přesně zachycuje činnosti a jejich časy. Pozorovatel je navíc v blízkém kontaktu s pracovníky a samotnými procesy, zároveň tak rozpoznává nedostatky a problémy v procesech (API, 2009).

¹ PDCA cyklus – Jde o metodu postupného zlepšování například kvality výrobků, služeb, procesů, aplikací či dat probíhající formou opakovaného provádění čtyř základních činností – Plan, Do, Act, Check (Zdroj: <http://www.systemonline.cz>).

Postup analýzy snímku pracovního dne (API, 2009):

1. Výběr pracovníka
2. Seznámení s pracovištěm
3. Vymezení sledovaných dějů
4. Stanovení počtu snímků
5. Měření
6. Vyhodnocení snímku

Výběr pracovníka a pracoviště vychází z podnětu vedení firmy. Mnohdy to bývá úzké místo, nebo pracoviště, které je nutno podrobně analyzovat vzhledem k jeho plánované změně. Snímkování se provádí všude tam, kde je potřeba odhalení veškerých neefektivností na daném pracovišti, lince či výrobě. Záznam časů se provádí do předem připraveného formuláře. Důležitými údaji jsou záznamy časů a činností, které se následně vyhodnocují (API, 2009).

Při analýze je potřeba klást důraz na pět hlavních okruhů, které posoudí sledované procesy z hlediska nejen jejich aktivit, ale i plýtvání a činností nepřidávající hodnotu. Na začátku je otázka cíle samotné činnosti pracovníka, jeho výstup. Důležité je i brát v potaz místo, čas, osobu a způsob vykonávání práce. Rozebrání těchto faktorů později pomáhá při návrhu zlepšení. Vyplyne z nich možnost eliminovat nepotřebné činnosti nebo je sloučit, kombinovat či zjednodušit (API, 2009).

V praktické části realizace časového snímku bylo postupováno dle bodů 1 až 6, viz „Postup analýzy snímku pracovního dne“. Při postupu však nebyla dodržena přesná hierarchie těchto bodů. Jako první provedený krok bylo provedeno seznámení se s pracovištěm, viz kapitola 2.1. Druhým krokem bylo vymezení sledovaných dějů, kdy byl určen jako stěžejní ukazatel počet dopravovaných palet dle materiálu, dále záznam činností a časů okruhů. Ve třetím kroku bylo rozhodnuto o počtu snímků. Kvůli časové náročnosti, bylo rozhodnuto o realizaci jednoho snímku. Až ve čtvrtém kroku byl vybrán pracovník, resp. pracovní četa, na které bylo provedeno měření. Samotné měření a vyhodnocení naměřených dat proběhlo stejně jako v bodech pět a šest shodně dle teoretického základu.

2.2.2 Cíle časových studií

Mezi cíle časových studií a pozdější vyhodnocení analýz patří níže uvedené body, které se v praxi při snímkování nejčastěji objevují. Hlavní cíle jsou obecně požadovány při každém snímkování pracovního dne. Vedlejší (podpůrné) cíle, jsou sledovány podle požadavků managementu a důvodu zadání projektu, který se může lišit svým záměrem (API, 2009).

Hlavní cíle analýzy (API, 2009):

- Zpracovat snímek pracovního dne pracovníka
- Zachytit a vyhodnotit časy procesu nepřidávající hodnotu – ztrátové časy
- Analyzovat využití stroje
- Sledovat hodinový výkon pracoviště

Vedlejší cíle analýzy (API, 2009):

- Stanovení spotřeby času na jednotlivých krocích procesu
- Definovat účinnost procesu a jeho rezervy
- Zachytit spaghetti diagram
- Zhodnotit vhodnost provádění procesu
- Analyzovat způsob organizace práce
- Zachytit příčiny výskytů vad

Získaná data ze snímkování je vždy nutno roztrždit, vyhodnotit a navrhnout možné řešení. Výstupem jsou nejčastěji návrhy na eliminaci plýtvání a rozborů ukazatelů výkonnosti, stejně tak jako doporučení na odstranění překážek v procesech. Zpravidla se nejčastěji v českých podnicích vyskytují problémy v logistice, bezpečnosti práce, nezavedení standardů a automatizace, nekvalitě a rovněž v nekvalifikovanosti pracovníků. Jako návrhy na zlepšení současného stavu pak mohou být navržena řešení od těch jednodušších jako je standardizace 5S až po složité automatizace. Dále se vyskytují například návrhy na zlepšení, jako je změna layoutu, vizualizace pracoviště, změna pomůcek a nástrojů, úprava pracovních postupů, proškolení zaměstnanců, zlepšení ergonomie práce a další (API, 2009).

2.2.3 Plýtvání

Při hledání prostoru k zefektivnění pracovního procesu je dobré se zaměřit na činnosti nepřidávající hodnotu, které označujeme jako plýtvání. Plýtváním se nazývá vše, co zákazník nechce uznat jako hodnotu a zaplatit (API, 2009).

Osm druhů plýtvání (API, 2009):

- Nadvýroba – nejhorší plýtvání, protože vyžaduje dodatečné náklady, místo pro skladování, dodatečnou práci
- Čekání – většinou zjevné
- Nadbytečná manipulace – nejčastějším druhem plýtvání, cesta materiálu ze skladu do skladu, meziskladu, mezi stroji
- Špatný pracovní postup – vyvolává dodatečnou práci a spotřebu zdrojů
- Vysoké zásoby – náklady na skladování, zakrývají jiné problémy (kvalita)
- Zbytečné pohyby – zbytečná chůze pro polotovary, nástroje, nebo mezi stroji
- Chyby pracovníků – zvyšují náklady díky dodatečným činnostem – vícenásobný transport, manipulace, opakovaná operace, kontrola, demontáž
- Nevyužití myšlenek – plýtvání tvůrčím potenciálem, schopnostmi, znalostmi a talentem lidí

Největší zbraní časových studií, konkrétně snímku průběhu práce, je stále styk pozorovatele s pracovníky přímo na pracovišti v reálném čase, poznání a zachycení procesů a jejich analýza. I v moderní organizaci je mnoho nevyužitého potenciálu v lidském faktoru, ale mnohdy samotní operátoři nejsou schopni přímo definovat nápravné opatření problému, který však dokážou snadno popsat. Právě tuto mezeru mezi požadavky a představami vedení organizace a problémy na pracovišti vyplňuje nástroj analýzy pomocí snímků práce.

2.3 Snímkování

Na základě poznání dané situace na pracovišti a rozvaze o potřebných výstupních datech z měření byl vytvořen jednoduchý formulář pro zápis měřených dat, viz Příloha č. 4. Jedná se o jednoduchou tabulku se sedmi sloupci (typ materiálu/ činnost; odkud; kam; čas od; čas do; paleta/ vozík/ ostatní; četnost). Před samotným počátkem měření byli konkrétní pracovníci informováni o účelu měření a způsobu provedení měření. Otevřené jednání s pracovníky je důležité, aby se co nejvíce eliminovala psychická zátěž měřených subjektů. Pro rozlišení pracovníků byly použity symboly (kruh, trojúhelník, čtyřúhelník). Symboly

sloužily jako identifikátor jednotlivých úkonů každého z pracovníků. Všichni pracovníci pracují najednou a nezávisle na sobě, proto bylo nutné najít dobrou pozici, ze které lze pozorovat podstatné činnosti.

Z předchozího pozorování pracoviště vyšel poznatek, že se všechny cesty pracovníků protínají v prostoru před výtahem. Zapisování měřených hodnot probíhalo na tomto místě. Kvůli tomu byl upraven zápis do formuláře. Pokud pracovník odvážel materiál od výtahu k nákladovým rampám nebo k odpadu, byl zapsán materiál a čas odjezdu pracovníka od výtahu. Při návratu pracovníka k výtahu byl zapsán čas návratu a činnost nebo materiál, se kterým přijel. Ukázka listu se zapsanými činnostmi z měření, viz Příloha č. 4.

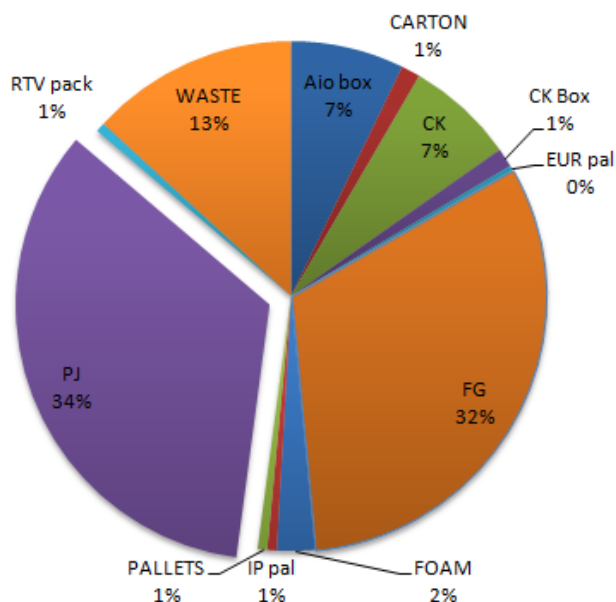
Materiál byl pojmenován dle názvů uvedených v kapitole 2.1.2. U materiálu FG a CK bylo využito identifikace výrobní linky, ze které, resp. na kterou byl určen. Ostatní materiál byl zapisován bez identifikace linky. Kromě materiálu byly do formuláře zapsány dvě činnosti, které handleři prováděli. Jedná se o prázdné jízdy (PJ) a pravidelné přestávky výroby (PAUZA). Měření probíhalo cca 8,5 hodiny. Při zpracování naměřených dat byly hodnoty lineárně aproximovány na 12 hodin, resp. 11 bez hodinové pauzy. Za dobu měření bylo vyplněno šest stránek formulářů.

Analýza dat dále probíhala v programu Microsoft Excel, kde byly naměřené hodnoty přepsány do elektronické podoby. Symboly pro činnost jednotlivých pracovníků (kruh, trojúhelník, čtyřúhelník) byly při přepisu změněny na písmena A, B, C, aby s nimi mohl program pracovat. První krok po zapsání dat byla jejich kontrola. Na data byl aplikován filtr dle sloupce "handler", postupně byly vybrány jeho jednotlivé činnosti. Kontrolovalo se párování jednotlivých cest dle sloupců „odkud“ a „kam“. Ke každé cestě od výtahu patří následná cesta zpět k výtahu, tzn., že pokud handler odcházal od výtahu k nákladovým rampám (outbound), musela být další cesta od nákladových ramp zpět k výtahu. Pokud odcházal od výtahu k odpadu (inbound), následující cesta musela být od odpadu zpět k výtahu. Anomálie, které nevyhovovali tomuto pravidlu, byly opraveny, nebo odstraněny. Ukázka filtrace činností pro kontrolu správného zápisu dat z měření, viz Obr. 5: Kontrola zapsaných dat.

	A	B	C	D
1	handler	materiál/ činnost	odkud	kam
2	A	FG	vytah	outbound
6	A	CK	outbound	vytah
32	A	FG	vytah	outbound
36	A	PJ	outbound	vytah
39	A	FG	vytah	outbound
42	A	CK	outbound	vytah
45	A	PJ	vytah	outbound
49	A	FOAM	outbound	vytah

Obr. 5: Kontrola zapsaných dat.

Procentuální zastoupení jízd v procesu



Obr. 6: Procentuální zastoupení jízd v procesu.

První výstup z naměřených dat je graf procentuálního zastoupení jednotlivého materiálu nebo činností tedy obecně jízd. Z grafu vystupují tři největší části. Jsou to, prázdné jízdy 34 %, hotové výrobky 32 %, odpad 13 %. Prázdné jízdy zaujímají podstatnou část procesu navážení, vznikají při odjezdu nebo zpáteční jízdě, když nevezze handler žádný materiál.

Z naměřených dat je pro další postup práce důležitým údajem, kolik materiálu se průměrně naveze za jednu hodinu, případně kolik materiálu by bylo navezeno za celou směnu. Předchozí zpracování dat obsahuje pouze hodnoty naměřené za dobu snímkování, tj. od 9:28 do 17:49. Aby byl zjištěn celkový počet materiálu, činností, vzdáleností, které handleři za dvanáctihodinovou směnu vykonají a převezou, zpracovaná data je nutno lineárně

aproximovat z doby měření 8 hodin 21 minut na dvanáct hodin. Respektive, na jedenáct hodin, protože z celkové směny je jedenkrát 30 minut a dvakrát 15 minut pauza. Celková doba měření byla 8 hodin a 21 minut. Minuty převedené na hodiny, tj. $\frac{21}{60} = 0,35$. Hodnoty u materiálu, činností, vzdáleností získané za dobu měření byly vyděleny 8,35. Získaný výsledek odpovídá průměrným hodnotám v jedné hodině. Vynásobením hodinových výsledků číslem 11, jsou získány průměrné hodnoty za směnu. Údaje o počtu jízd za hodinu a směnu jsou znázorněny na Obr. 7: Počty jízd za hodinu a směnu.

23	Materiál/činnost	jízd za hodinu	jízd za směnu
24	Aio box	2,87	31,62
25	CARTON	0,48	5,27
26	CK	2,75	30,30
27	CK Box	0,48	5,27
28	EUR pal	0,12	1,32
29	FG	12,81	140,96
30	FOAM	0,96	10,54
31	IP pal	0,48	5,27
32	PJ	13,53	148,86
33	RTV pack	0,24	2,63
34	WASTE	5,15	56,65
35	Suma	39,88	438,68

Obr. 7: Počty jízd za hodinu a směnu.

Z obrázku je vidět, že za jednu hodinu je třeba transportovat přibližně 40 palet materiálu nebo uskutečnit 40 jízd. Hodnota množství jízd nebo přepraveného materiálu za celou směnu je přibližně 440. Suma v sobě obsahuje i započítané prázdné jízdy. Údaje v řádku PJ ukazují, že v jedné hodině zabírá tato činnost průměrně 13,5 tedy přibližně 14 prázdných jízd. Za celou směnu vystoupají prázdné jízdy na hodnotu 149. Pokud by systém umožňoval odstranit prázdné jízdy, mohl by se teoreticky počet jízd za hodinu snížit přibližně ze 40 na 26, resp. za celou směnu ze 438 na 290.

Dále se nabízí otázka, jakou vzdálenost pracovníci ujdou za směnu. K jednotlivým cestám bylo třeba přiřadit jejich reálné délky. Bylo využito toho, že jednotlivé cesty v rámci jednoho okruhu mají stejnou vzdálenost. Tedy k okruhu od výtahu k nákladovým rampám a zpět je přiřazena délka 193 metrů pro každou z cest. K okruhu od výtahu k odpadu a zpět je přiřazena délka 82 metrů pro každou z cest. Vzdálenosti byly získány z půdorysného výkresu výrobních prostor v dané firmě. Doplněním uvedených vzdáleností ke každé snímkové cestě lze získat sumu celkové vzdálenosti a dílčí součty ujitých vzdáleností patřících

k jednotlivému materiálu nebo činnosti. Pracuje se s hodnotami získanými za dobu měření, tj. za 8,35 hodiny. Pro získání hodnot úměrných jedné hodině a jedenácti hodinám je třeba hodnoty přepočítat. Výsledné hodnoty jsou zapsány v tabulce na Obr. 8.

34	Materiál/činnost	vzdálenost za hodinu	vzdálenost za směnu
35	Aio box	555	6102
36	CARTON	92	1017
37	CK	532	5848
38	CK Box	92	1017
39	EUR pal	23	254
40	FG	2473	27205
41	FOAM	185	2034
42	IP pal	92	1017
43	PJ	2027	22296
44	RTV pack	20	216
45	WASTE	422	4645
46	Grand Total	6514	71651

Obr. 8: Ujeté vzdálenosti za hodinu a směnu.

Výsledek výpočtu je v metrech. Pro lepší představivost je vhodnější používat vyjádření hodnot v kilometrech. Tři handleři za celou směnu nachodí téměř 72 km, tzn., že každý v průměru ujde $71,6 \div 3 \cong 24 \text{ km}$. To je jako, když by každý za směnu ušel vzdálenost z Pardubic do Hradce Králové s tím, že po většinu cesty by táhnul na paletovém vozíku břemeno.

2.3.1 Časový fond pracovníků

Výsledné hodnoty transportních vzdáleností jsou vysoké. Při takových výkonech se nabízí otázka, jak je využitý časový fond handlerů za jednu směnu. Na první pohled převládá podezření, že mohou jen těžko stíhat. Pro tuto analýzu byly opět použity data z měření. Je známo, kdy daný handler od výtahu odjel a kdy se vrátil. Tento čas byl vydělen dvěma a každá polovina byla přiřazena k materiálu, který byl dopravován tam nebo zpět. Tím by změřen každý transport za dobu měření. Následně byly sečteny časy příslušné k jednotlivým materiálům. Z toho vyplývá, kolik času bylo stráveno transportem u každého druhu materiálu. Pro zjištění celkového využití fondu pracovní doby handlerů se vezme celkový čas měření 8,35 hodiny, od něj se odečte čas pauzy 1,03 hodiny a nakonec se odečte celkový čas transportu konkrétního handera (A, B, C). Výsledkem je tzv. zbylý čas. Zbylý čas zastupuje tu část pracovní doby, kdy handler přímo netransportoval materiál. Jako příklad je uveden handler B. Jeho celkový transportní čas za dobu měření je 5,55 hodiny.

Pak tedy: $8,35 - (1,03 + 5,55) = 1,77$. Převedením tvoří „zbylý čas“ přibližně 21 % z doby navážení. Doba transportu 5,55 hodiny tvoří výšeč o velikosti 67 %. Doplněk do 100 % patří období pauzy, tedy 12 %. Hodnoty a výsledky výpočtů časových fondů handlerů se nacházejí, viz Příloha č. 5.

Při tomto výpočtu byla připuštěna určitá chyba, protože měření neprobíhalo po celou dobu směny. Měření probíhalo skrz všechny pauzy, a tak pauza tvoří neúměrnou část grafu. Pro představu však takto vyjádřené hodnoty postačují. Z matematického hlediska se jeví 21 % ve zbylém čase jako dostatečná rezerva pro to, aby pracovník bez problémů zvládal své pracovní povinnosti. Je třeba brát v potaz, že pracovník za směnu ujede téměř 24 km. Takové tempo je z dlouhodobého hlediska neúnosné a mohlo by zde docházet k riziku trvalého poškození pohybového aparátu daného pracovníka. Vytvořené tabulky a koláčové grafy, týkající se využití časového fondu u ostatních pracovníků a celkového využití časového fondu, viz Příloha č. 5

Ze zjištěných hodnot vzdáleností a času se nabízí provedení výpočtu průměrné rychlosti transportu. Pro výpočet bylo využito hodnot vybraného handlera B a neaproximovaných hodnot měření. Z předešlých částí analýzy je známo, že při transportu materiálu pracovník nachodil 18,064 km za čas 5,552 hodiny. Po dosazení do vzorce $\frac{km}{h} = \frac{18,064}{5,552} = 3,25 \text{ km/h}$, je přibližná průměrná rychlost chůze pracovníka 3,25 km/h.

2.3.2 Spaghetti diagram

Spaghetti diagram zachycuje pohyb pracovníka v jistém časovém období. Do lay-outu pracoviště se zachycují jeho veškeré pohyby. Tento způsob analýzy je snadné uskutečnit při snímkování průběhu práce. Odhalí tak množství chůze mimo pracoviště a může být dobrým podkladem na re-layout. Díky diagramu lze jednoduše zobrazit prostor, ve kterém se operátor zdržuje (API, 2009).

V tomto konkrétním případě diagram zachycuje každou ze čtyř identifikovaných cest, po kterých je transportován daný materiál, viz Příloha č. 2. Toto schéma názorně ukazuje, jak jsou cesty po objektu rozmístěné a jaký je poměr mezi vzdálenostmi jednotlivých okruhů. Layout výrobního objektu je utvořen záměrně jednoduše, protože si tento podnik nepřeje zveřejňovat technologické podrobnosti, které by byly vidět v případě použití podrobného layoutu zpracovaného v programu AutoCAD.

2.4 Analýza hodnocení rizik v malém a středním podniku

Z předchozí analýzy, která vycházela z časového snímkování pracovníků, vyšly poměrně vysoké hodnoty indikující značnou náročnost práce jak ve vztahu k ušlé vzdálenosti, tak k času nutného na obsluhu materiálu. To, zda je tato manipulace nadměrná, nelze jednoznačně určit. Existují státní hygienické normy, které udávají limity pro manipulaci s břemenem, ale výpočty dovolených hodnot na základě naměřených dat jsou obtížné a v laické rovině téměř nerealizovatelné. Tento problém je zmiňován již v první kapitole. V této části je přistoupeno k praktickému využití příručky pro hodnocení rizik v malých a středních podnicích, jejíž teoretický základ byl popsán v kapitole 1.4.

V následující části jsou rozepsány jednotlivé kroky hodnocení vycházející přímo z příručky (Schmitter, 2012):

A. Použití formuláře „kontrolní list pro identifikaci rizika“. Postupně bylo kladeno pět otázek s možnými odpověďmi ANO, ČÁSTEČNĚ, NE. Pod každou otázkou je uvedeno zdůvodnění odpovědi. Vzor formuláře, viz Příloha č. 1.

1. Je pravidelná zátěž při manipulaci více než 5 kg? Odpověď: ANO.
 - Žádný z transportovaných materiálů (viz Příloha č. 3) nemá hmotnost nižší než 5 kg.
2. Je zvedání a přenášení břemene prováděno v nepříjemné pracovní poloze? Odpověď: ČÁSTEČNĚ.
 - V řešeném případě je posuzována činnost tahání břemene na ručním paletovém vozíku. Materiál nemůže být tlačěn z důvodu velkého objemu, přes který pracovník nevidí na cestu, proto je materiál tahán. Jedná se o tzv. jednostranné tahání.
3. Je ruční manipulace ztížená díky povaze zátěže (břemene)? Odpověď: ČÁSTEČNĚ
 - Jedním z příkladů ztížené manipulace vypsáných ve formuláři je objemné břemeno, což platí pro tento případ. Břemeno je objemné a není přes něj dostatečně vidět při manipulaci.
4. Je ruční manipulace ztížená nepříznivými podmínkami? Odpověď: NE
 - Z vypsáných příkladů neodpovídá žádný problém současným podmínkám.
5. Stěžují si zaměstnanci? Odpověď: ANO
 - Zaměstnanci si stěžují na vysoké pracovní tempo a únavu.

Pokud na jednu nebo více otázek bylo odpovězeno „ČÁSTEČNĚ“ nebo „ANO“, mělo by být provedeno hodnocení rizika a odhad míry rizika. Formulář aplikovaný na zkoumané podmínky vykazuje u více otázek odpověď typu „ČÁSTEČNĚ“ nebo „ANO“.

B. Metoda klíčových ukazatelů pro tahání a sunutí břemen – hodnotící formulář pro klíčový ukazatel tahání a tlačení

1. Stanovení počtu bodů za čas – zaměření se na část formuláře „tahání a tlačení na delší vzdálenosti (větší než 5 metrů)“. Z výsledků analýzy transportní vzdálenosti je známo, na jaké vzdálenosti se transportuje, proto lze zvolit tento sloupec. V dílčím sloupci „Celková vzdálenost za pracovní den“ se vybírá rozsah vyhovující zkoumaným podmínkám. Bylo zjištěno, že pracovník za den ujde vzdálenost kolem 24 km, proto je vybrán interval „ $\geq 16 \text{ km}$ “. Tomuto intervalu odpovídá v sloupci „body za čas“ hodnota 10 bodů.
2. Stanovení bodů za hmotnost, přesnost polohování, polohy těla, pracovní podmínky
 - a. Ve formuláři byl vybrán sloupec, kde se vyskytují ruční vozíky.
 - b. Ve sloupci hmotnost břemene byl zvolen interval 200-300 kg. Bylo uváženo, že většinu materiálu tvoří hotové výrobky, které váží do 400 kg. Zvolena však byla nižší úroveň, protože je transportován materiál i o menších hmotnostech.
 - c. Odpovídající hodnota za hmotnost tomuto výběru odpovídá dvěma bodům.
3. Ve formuláři týkajícím se přesnosti polohování odpovídá zkoumanému stavu položka „vysoko“, tj. náklad musí být přesně umístěn a zastaven na svou danou pozici, dopravní vzdálenost musí být přesně dodržena, časté změny směru. Rychlost pohybu handlera byla spočítána na 3,5 km/h, spadá tedy do kategorie „rychlá“ 0,8-1,3 m/s. Vybraným stavům odpovídá hodnota čtyř bodů.
4. Ve formuláři „držení těla (postoj)“ odpovídá zkoumaným podmínkám druhá položka „mírný předklon trupu nebo mírně stočený (jednostranné tahání). Tato položka je ohodnocena dvěma body.
5. Z tabulky „pracovní podmínky“ podmínkám ve zkoumané činnosti odpovídá první řádek „dobré“, který je ohodnocen nula body.

C. Hodnocení rizika tahání a tlačení

Výpočet hodnoty míry rizika je zpracován podle tabulky v příručce, kde je vyjádřen vzorec:

$$(Hmotnost průmyslových vozíků + přesnost polohování + body za polohu těla + body za pracovní podmínky) * body za čas = RIZIKOVÉ SKÓRE$$

Dle hodnot získaných z formuláře je rizikové skóre:

$$(2 + 4 + 2 + 0) \times 10 = 8 \times 10 = \mathbf{80}$$

Na základě vypočteného skóre a níže uvedené tabulky je možné provést přibližné vyhodnocení.

Míra rizika ²⁾	Rizikové skóre	Popis
1	< 10	Nízká zátěž, fyzické přetížení je nepravděpodobné.
2	10 - 25	Zvýšená zátěž, k fyzickému přetížení může dojít u méně odolných jedinců ³⁾ . U této skupiny je vhodné změnit uspořádání pracoviště.
3	25 - 50	Velmi zvýšená fyzická zátěž, k fyzickému přetížení může dojít i u zdravých osob. Je doporučeno změnit uspořádání pracoviště.
4	≥ 50	Vysoká fyzická zátěž, výskyt fyzického přetížení je pravděpodobný. Změna uspořádání pracoviště je nutná.

²⁾ Hranice mezi pásmy rizik jsou plynulé, protože závisí na individuálních pracovních technikách a podmínkách činnosti. Klasifikaci je tudíž nutné brát jen jako orientační pomůcku. V podstatě je nutné předpokládat, že čím vyšší jsou body hodnocení, tím vyšší je riziko zátěže muskulo-skeletárního aparátu.

Obr. 9: Stupnice míry rizika (Zdroj: Schmitter, 2012).

Vypočtené rizikové skóre je rovno hodnotě 80, což dle tabulky odpovídá kategorii číslo čtyři „vysoká fyzická zátěž, výskyt fyzického přetížení je pravděpodobný“. Jedná se tedy o nejhorší kategorii v této analýze. Výsledek analýzy hodnocení rizik manipulace s břemenem potvrdil, že prvotní odhad problémového pracoviště byl správný a je potřebné začít s jeho nápravou.

Z postupu analýzy materiálových toků vzešlo několik výsledků. Nejmarkantnějším z výsledků jsou prázdné jízdy, které jsou v procesu nežádoucí. Dále byl získán přehled o výkonech, které se k tomuto procesu vztahují, ať už se jedná o počty transportovaných palet za hodinu a za směnu nebo kilometry, které pracovníci nachodí při plnění svých povinností. Hodnoty výkonů jsou poměrně velké, takže pokud by se na jedné straně provedla drobná korekce procesu, mohlo by to na druhé straně vyvolat větší reakci a úbytek nežádoucích jevů.

3. RACIONALIZACE

Pro omezení nežádoucích jevů ve zkoumaném procesu bylo přistoupeno k jeho racionalizaci. Racionalizace vychází z poznatků získaných při analýze materiálových toků. Hlavními poznatky z analýzy jsou naměřená a vyhodnocená data o vzdálenostech a prázdných jízdách. Dalšími poznatky jsou připomínky měřených pracovníků ohledně nevyhovujících stavů současného procesu navážení, jejichž příčina tkví zejména v nedokonalě nastaveném systému. Tyto jevy jsou příčinou přetížení pracovníků a to jak ve fyzické, tak i psychické rovině.

3.1 Cíl

V prvním bodu racionalizace bylo přistoupeno k definici cíle podle metody SMART. SMART je název pro metodu určení cílů. Jedná se o pomůcku pro zapamatování několika nezbytných charakteristických rysů každého úkolu. Stanovuje pět základních vlastností potřebných k co nejpřesnějšímu stanovení úkolu pro adekvátní dosažení výsledku. Používání této metody při zadávání úkolů předchází nedorozumění mezi zadávajícím a řešitelem. Pokud některá z vlastností chybí je to příznak chybějící informace, šumu v komunikaci, nepochopení a následné frustraci na obou stranách. Každý znak slova SMART (v překladu chytrý) má v angličtině několik přídavných jmen (Mít vše hotovo, 2011):

- **Simple** – jednoduchý, specifický, konkrétní. Úkol je splnitelný tehdy, když je jednoduchý. Každá složitost představuje zbytečnou komplikaci. Z toho vyplývá, že je pro zadavatele lepší vytvářet více drobných úkolů a vymezit mezi nimi vztahy. Úkoly pak lze snadno rozdělovat mezi více lidí. Konkrétní zadání se utváří díky otázkám:
 - Co se má udělat (co je cílem)?
 - Proč se to má udělat (kontext)?
 - Kdo to má udělat?
 - Kde to má proběhnout?
- **Measurable** – měřitelný, motivující, smysluplný. Úkol, který není pochopen nebo který není pozitivně přijat, je pracovníkem od začátku odsouzen. Nechce se mu ho plnit, neví, jak dlouho to bude trvat, nebo neví, proč ho má dělat. Takový úkol je špatný. Pomoci by měly otázky:
 - Kolik času, prostředků, energie je potřeba?
 - Jak poznám, že jsem dosáhl cíle a úkol jsem splnil?

- **Appropriate** – (odpovídající, adekvátní), achievable (dosažitelný) a action (akční). Znamená to, že pokud je úkol zadáván, je třeba vědět, zda ho je řešitel vůbec schopen splnit. Má šanci získat všechny potřebné informace? Má potřebné dovednosti? Má dostatek času a prostředků? Adekvátní zadání úkolu znamená, že je ke splnění nutné vyvinout lehce nadstandardní úsilí (nikoliv podprůměrné). Otázka, která pomůže při realizaci, zní:

- Jakými způsoby mohu cíle dosáhnout? Jakou činnost mám vyvinout, abych dosáhl cíle?

Druhý význam „A“ je „akce“. Je třeba žádat akci – *call for action*. Nejlepší je napsat sloveso v rozkazovacím způsobu (plus „prosím“), aby člověk věděl, co má udělat. Samozřejmě oslovujte konkrétní osoby.

Špatně: Je třeba zavolat do té firmy a zjistit, co nabízejí.

Dobře: Radku, zavolej prosím tě do té firmy, zeptej se, co nabízejí a pošli nám to mailem. Do pátku, prosím, na další poradě z toho budeme vycházet.

- **Realistic** – (realistický), trochu se kryje s A, je zaměřen na pojmy jako relevantní, realistický, resourced (pokrytý zdroji). Zatímco A se zaměřuje na proces, R se zaměřuje na výsledek. Plánovaný výsledek musí být realistický, musí být přijato přesvědčení, že ho bude dosaženo (případně řešitel, kterému úkol zadáváte). Samozřejmě za souhry ostatních faktorů, např. času, atd.
- **Timed** – (termínovaný), v angličtině jde o slova spojená s časem (time). Úkol musí mít termín. To je naprosto zásadní věc a velmi častá chyba, když termín chybí. Otázky:

- Do kdy mám dosáhnout splnění cíle?
- Jak dlouho mi bude trvat splnění úkolu?
- Kdy začnu úkol plnit a kdy zřejmě skončím?

Teoretický základ metody SMART byl aplikován na sestavení cíle racionalizace této práce. Poznatky vycházejí z provedené analýzy. **Hlavním cílem bylo zvoleno snížení počtu prázdných jízd.**

Jednotlivé prvky metody SMART aplikované na řešenou problematiku prázdných jízd:

1. SIMPLE – stanovený cíl je jednoduchý a konkrétní. Prázdné jízdy v procesu jsou konkrétní věcí, která ztěžuje práci. Definice je jednoduchá a k dosažení požadovaného stavu je možno se přiblížit pomocí menších kroků. Odpovědi na „simple“ otázky:
 - Co je cílem? Redukce počtu prázdných jízd.
 - Proč se to má udělat? Prázdné jízdy podniku nepřidávají žádnou hodnotu a zvyšují pracnost obsluhy procesu navážení.
 - Kdo to má udělat? Autor této práce.
 - Kde to má proběhnout? Přímou ve zkoumaném místě, v procesech a místech, kde se handleři pohybují.

2. MEASURABLE – tento cíl je měřitelný, motivující a smysluplný. Měřitelný je z pohledu množství jízd nebo kilometrů, které musejí pracovníci vykonat navíc. Motivující prvek úkolu tkví v tom, že eliminace jevu přinese fyzickou a částečně psychickou úlevu pracovníkům, protože jejich energie bude využita lépe, nebude s ní tedy plýtváno. Smysluplnost vychází jednak z popsané motivační části a také z pohledu ekonomického. Racionalizace procesu může teoreticky přinést jisté úspory, ať již okamžité ve smyslu, že by činnost mohlo zajišťovat méně pracovníků nebo by jejich zbylý čas byl využit pro jinou činnost, která by přidávala hodnotu k vyráběnému produktu. Nebo ve smyslu pozdějších projektů, kde by se navážení obalového materiálu mohlo lépe uchopit pro získání dalších úspor v širším pojetí podnikového navážení obalových materiálů. Odpovědi na „measurable“ otázky:
 - Kolik času, prostředků, energie je potřeba? Koncepce této racionalizace je postavena na spotřebování nejméně prostředků, tj. jednoduchými kroky dosáhnout možného výsledku s co nejmenšími zásahy do nadřazených procesů (plánování, výroba, zásobování) a s takovými náklady, které budou nízké nebo budou mít reálnou návratnost.
 - Jak se pozná, že je dosaženo cíle a úkol byl splněn? Prázdné jízdy budou sníženy na nejnižší možnou procentuální mez, která představuje doplněk k poměru přepravovaného materiálu na jednotlivých cestách.

3. APPROPRIATE – (odpovídající, adekvátní), achievable (dosažitelný). Potřebné informace poskytuje analýza materiálových toků. K těmto informacím se přidávají poznatky pracovníků. Dosažitelnost alespoň nějakých výsledků se jeví dle analýzy reálně.

Odpověď na základní otázku:

- Jakými způsoby mohu cíle dosáhnout? Jakou činnost je třeba vyvinout, aby bylo dosaženo cíle? Cíle lze dosáhnout tím, že budou pracovníci v co největší míře vytíženi, tzn., že z každého bodu povezou nějaký materiál. Dále je třeba zajistit, aby věděli, že ve stanici je pro ně materiál přichystaný, což bude muset být nějakým způsobem vizualizováno.

Z analýzy je třeba zjistit, kde se nejvíce prázdné jízdy vyskytují. Na tom místě zajistit jejich snížení.

4. REALISTIC – (realistický). Plánovaný výsledek snížení prázdných jízd je stanovený z 34 % na 24 % tedy o 10 %, viz Obr. 6. Toto snížení lze realizovat na základě jednodušších kroků.

5. TIMED – (termínovaný). Návrhy způsobů, jak snížit prázdné jízdy měly termín splnění do 3. 11. 2013. Odpovědi na otázky.

- Do kdy má být cíl splněn? Do 3. 11. 2013.
- Jak dlouho bude trvat splnění úkolu? Přibližně tři měsíce.

3.2 Odstranění přebytečných prázdných jízd

Tato kapitola se zaměřuje na odstranění problémů vzešlých z analýzy materiálových toků a na splnění daného cíle, tedy odstranění přebytečných prázdných jízd. Pro další postup práce je třeba určit, kde a za jakých podmínek prázdné jízdy vznikají. Vzhledem k tomu, že prázdné jízdy byly zapisovány do formuláře při snímkování, lze ze souboru dat získat údaje o prázdných jízdách. Z pozorování dějů na místě činnosti je předpokládáno, že prázdné jízdy vznikají téměř na všech okruzích. Na okruhu od výtahu k odpadu a zpět vznikají prázdné jízdy vždy na zpáteční cestě k výtahu. Na okruhu od výtahu k nákladovým rampám vznikají prázdné jízdy na obou cestách v závislosti na dané situaci. Aby bylo možné zaměření na konkrétní činnosti, je třeba prázdné jízdy kvantifikovat, tj. určit kde a hlavně kolik prázdných jízd se na jednotlivých cestách vyskytuje. Pro zjednodušení orientace v jednotlivých cestách a z důvodu snazšího zpracování dat jsou cesty označeny písmeny abecedy. Pro cestu od výtahu do outbondu (k nákladovým rampám) je přiřazeno písmeno „w“, pro cestu z outbondu

(od nákladových ramp) k výtahu je přiřazeno „x“, pro cestu od výtahu na inbound (k odpadu) je přiřazeno „y“, pro cestu z inboundu (od odpadu) je přiřazeno „z“.

139	A	FG	vytah	outbound	13:19:34	w
145	A	PJ	outbound	vytah	13:25:14	x
148	A	WASTE	vytah	inbound	13:30:15	y
149	A	PJ	inbound	vytah	13:34:37	z

Obr. 10: Přiřazení písmen k jednotlivým cestám.

Tímto způsobem jsou propojena data o typu materiálu s cestou, po které byl vezen na své místo, což umožňuje vyjádřit, kolik materiálu bylo po dané cestě dopravováno, viz Obr. 11: Kontingenční tabulka cest.

4	cesta / materiál	<input checked="" type="checkbox"/> Aio box	CARTON	CK	CK Box	EUR pal	FG	FOAM	IP pal	PJ	WASTE	Celkový součet
5	w					1	107			14		122
6	x		24	4	23	4		8	4	55		122
7	y										43	43
8	z									42		42
9	Celkový součet		24	4	23	4	1	107	8	4	111	43

Obr. 11: Kontingenční tabulka cest.

Z kontingenční tabulky je přehledně vidět, jaké množství jízd s konkrétním materiálem bylo uskutečněno po jednotlivých cestách za dobu měření. Zároveň kontingenční tabulka rozděluje materiál na jednotlivé cesty. Po cestě „w“ jsou dopravovány dva druhy materiálu a prázdné jízdy. Po cestě „x“ je dopravováno nejvíce druhů materiálu, celkem šest a prázdné jízdy. Na cestě „y“ je pouze odpad a na cestě „z“ jsou jen prázdné jízdy. Hodnoty v řádcích sloupce PJ ukazují, na kterých cestách se prázdné jízdy vyskytují. Domněnka z pozorování pracoviště se potvrdila v tom, že tyto jízdy vznikají na třech cestách ze čtyř. Tyto čtyři cesty jsou vlastně dva zmíněné okruhy, proto je třeba se z pohledu eliminace prázdných jízd dívat na každé dvojice cest v tabulce zvlášť.

Okruh „yz“ je využíván pouze na odvoz odpadu. Handler naloží před výtahem odpad, přivezený z haly v prvním patře, odveze ho na pracoviště odpadu a zde vyloží. Problémem je, že z tohoto pracoviště neodváží nic a jde prázdný zpět k výtahu. To je názorné i z kontingenční tabulky cest. Počet odpadu, který byl odvezen po cestě „y“ je stejný, jako počet prázdných jízd zpět po cestě „z“. Údaj v tabulce sice ukazuje poměrně vysoké číslo, ale na druhou stranu jsou cesty „y“ a „z“ v poměru ke zbylým dvěma cestám kratší. V tomto případě se nenabízí žádné procesní řešení ke snížení prázdných jízd na těchto cestách nějakou úpravou. Odpad je na paletě naskládán do maximální možné výšky, takže zde není prostor pro

konsolidaci materiálu. Východiskem by mohlo být převedení pracovní povinnosti odvážení odpadu na jiné méně využitě pracovníky a tím odvoz odpadu měřeným handlerům odebrat.

Okruh „wx“ je využíván především na odvoz hotových výrobků od výtahu k nákladovým rampám po cestě „w“ a k návozu veškerého dalšího materiálu z prostoru nákladových ramp a CK výroby k výtahu po cestě „x“. Jak ukazují data v kontingenční tabulce cest, na obou těchto cestách dochází k výskytu prázdných jízd, viz Obr. 11. Prázdné jízdy zde mohou vznikat jednak nepoměrem vytížení jednotlivých směrů nebo z důvodu, že handleři nevidí do blízké budoucnosti, co bude naváženo, aby si zajistili vytížení. Zde je prostor pro určité procesní prvky, které by mohli pracovníkům pomoci v jejich lepším vytížení.

V každém z okruhů je pro eliminaci prázdných jízd jiná situace pro uchopení nápravných opatření. Proto bude přistoupeno k separátnímu způsobu řešení každého okruhu se společným výsledkem pro dosažení daného cíle.

3.2.1 Zrušení odvozu odpadu na okruhu „yz“

Jeden z uvedených způsobů pro dosažení cíle ve vztahu k okruhu „yz“ je odejmutí činnosti odvozu odpadu z pracovní náplně handlerů. Odvoz odpadu z horního patra však musí zůstat zachován. Řešením je tedy tuto činnosti přesunout na méně vytížené pracovníky. Před zahájením nějakých akcí je třeba vyhodnotit, o kolik daný krok zlepší současnou situaci. Budoucí stavy lze nasimulovat pomocí získané kontingenční tabulky cest, viz Obr. 11.

Při tomto kroku dojde k zániku okruhu „yz“, což se v kontingenční tabulce cest projeví úbytkem hodnot PJ a WASTE, viz Obr. 12. Porovnáním hodnot mezi těmito tabulkami je možné odvodit budoucí stav počtu jízd. Pro hodinový přepočítání se hodnoty dělí 8,35. Vztaheno na průměrné hodinové jízdy se jedná o snížení prázdných jízd z 13,53 (viz řádek PJ na Obr. 7) na 8,5 – to je úbytek o přibližně 5 jízd. Přepočítáno z průměrných hodinových hodnot na celou jedenáctihodinovou směnu se počet těchto jízd sníží z 148,86 na 93,53. Tento krok tedy sníží počet jízd za celou směnu o 55,33. Kvantifikováno v procentech se sníží celková procenta prázdných jízd z 34 % na 24 %. Z procentuálního vyjádření tedy vychází, že pouze tento krok dokáže snížit zastoupení prázdných jízd v pracovním procesu sledovaných pracovníků o 10 %.

Spolu s úbytkem prázdných jízd dojde k odejmutí odvozu odpadu, což má v konečném důsledku vliv na celkové množství jízd a ujetých kilometrů. V rovině průměrných hodinových jízd se tento počet sníží o 10,88 na stav 29,7 jízd za hodinu. Při přepočtu na celou jedenáctihodinovou směnu se tento počet sníží o 111,97. Vyjádřeno v úbytku nachozených

vzdáleností se v jedné průměrné hodině sníží ujitá vzdálenost o 835 metrů, respektive za celou směnu o 9,182 kilometrů. Hodnoty současného a navrhovaného stavu jsou zobrazeny, viz Příloha č. 6. Podle uspořené vzdálenosti a průměrné rychlosti lze dopočítat, že časová úspora vzniklá tímto krokem v průměrné hodině je přibližně

$$\frac{\frac{km}{km}}{h} = \frac{0,835}{3,25} = 0,2569 \text{ hodin, na celou směnu pak tato časová úspora vychází 2,826 hodin.}$$

Výše vypočtené hodnoty jsou vztaženy na celkové číselné vyjádření dat všech třech handlerů dohromady. Pro zhodnocení úbytku jízd, vzdáleností a času pro každého z nich je teoreticky možné vydělit hodnoty třemi, aby byl výsledek lépe představitelný. Tento krok by tedy jednomu pracovníkovi za směnu snížil celkový počet jízd přibližně o 37, celkovou ujetou vzdálenost o 3 km a získal by necelou hodinu času. Pro možnost realizace tohoto kroku je však potřeba přenést zodpovědnost odvozu odpadu na jiné pracovníky, v jejichž směnovém fondu je dostatek prostoru pro zajištění této činnosti.

Možné řešení se nabízí ve využití další čety, která se pohybuje v prostoru u výtahu. Tato četa má nejčastěji tři pracovníky, kteří permanentně obsluhují manipulační techniku (vysokozdvíhací a nízkozdvíhací elektrické vozíky). Náplní jejich práce je návoz těžkých dílů z nákladových ramp umístěných podél cest „y“ a „z“. Tyto nákladové rampy nejsou v půdorysu objektu zakresleny, neboť se používají pouze pro vstup těžkých dílů do budovy, které nejsou předmětem této studie. Těžké díly jsou z těchto ramp převezeny a uloženy do levého a pravého prostoru vedle výtahu odkud jsou pak postupně vydávány do celé výroby. Navážení tohoto materiálu probíhá jednou za čtyři hodiny, kdy jsou pracovníci velmi vytíženi. Vykládka trvá přibližně 1,5 hodiny. Poté je náplní práce pracovníků odbavovat příchozí objednávky na výdej navezeného materiálu k výrobním linkám. Právě v tomto období není práce tak intenzivní a je možné odvézt palety s WASTE materiálem od výtahu k pracovišti ODPAD. Pro kvantifikaci nových požadavků jsou hodnoty již známé. Do hodiny je třeba vykonat 5 jízd s odpadem. Ujetá vzdálenost s odpadem a prázdné jízdy zpět činí za hodinu 0,834 km, tedy za směnu 9,182 km.

V případě odvozu palet s odpadem dostupnou manipulační technikou se však zkrátí čas k tomu potřebný, protože se manipulační technika pohybuje rychleji než měření handleři. Odhadovaná průměrná rychlost manipulační techniky může být přibližně 4 km/h, zatímco měření pracovníci mají průměrnou rychlost 3,25 km/h. Znamená to tedy, že čas potřebný k odvozu odpadu za celou směnu se sníží z 2,826 hodin na 2,085 hodin. V jedné průměrné hodině odvoz odpadu zabere 0,189 hodiny. Navíc je transport realizovaný pomocí dostupné manipulační techniky, takže nedochází k přímé fyzické námaze pracovníků. Takto navržené

převedení povinnosti odvozu odpadu na uvedenou četvu navážející těžký materiál by zajistilo snížení objemu práce pro měřené handlery s tím, že časová náročnost této činnosti se sníží. Dále záleží, jak se k návrhu postaví oddělení, pod které pracovníci spadají.

Navržené řešení očišťuje od prázdných jízd pouze část sledovaného procesu. Další možnost většího záběru eliminace jízd je v úpravě procesu, kterým se činnost handlerů řídí.

3.2.2 Eliminace prázdných jízd na okruhu „wx“

Další prostor pro snížení prázdných jízd je na okruhu „wx“. Zde probíhá transport materiálu pro výrobu v prvním patře a hotových výrobků zpět do expedice. Prázdné jízdy při tomto procesu vznikají celkovou poměrovou nevyvážeností počtu palet hotových výrobků po cestě „w“, k počtu materiálu dopravovaného po cestě „x“. Při měření handlerů bylo zjištěno, že v procesu navážení materiálu dochází k nadměrnému výskytu prázdných jízd, než by tomuto poměru mělo odpovídat. Nadměrnost vyplývá z toho, že handler nedokáže zjistit, zda je na konci jedné nebo druhé cesty připravený materiál pro transport. Návrh řešení pro eliminaci zbytečných prázdných jízd vychází z aplikace systému, který handlerům ukáže, zda je na konci jedné cesty materiál.

Před začátkem dalších kroků návrhu řešení je třeba učinit teoretickou studii ideálního případu, kdy je maximálně využit poměr vytížení obou cest. Výsledek napoví, jaký by byl přínos řešení, kterým by bylo dosaženo co nejpřesnějšího vytížení jízd. Ke zjištění poměru bude využito dat z tabulky na Obr. 12, která je výsledkem z minulého návrhu. V tabulce jsou data za dobu měření 8,35 hodin. Hodnoty poměrových stran jsou získány součtem počtu jízd za cesty „w“ a „x“ zvlášť. Z těchto součtů jsou vyloučeny hodnoty prázdných jízd.

4	cesta	Aio box	CARTON	CK	CK Box	EUR pal	FG	FOAM	IP pal	PJ	Celkový součet
5	x		24	4	23	4		8	4	55	122
6	w						1 107			14	122
7	Celkový součet		24	4	23	4	1 107	8	4	69	244

Obr. 12: Kontingenční tabulka cest po odstranění odvozu odpadu.

Výsledný poměr je:

$$\frac{\text{cesta "w"}}{\text{cesta "x"}} = \frac{\text{Celkový součet}_w - PJ_w}{\text{Celkový součet}_x - PJ_x} = \frac{122 - 14}{122 - 55} = \frac{108}{67}$$

Výsledek vyjadřuje, že poměrově je více vytížená cesta „w“, po které se nejčastěji dopravují hotové výrobky. Pro vyrovnání cesty „x“ by za 8,35 hodiny bylo třeba vykonat doplněk $108 - 67 = 41$ prázdných jízd. Z celkového počtu 69 PJ by se tímto vyrovnáním ušetřilo $69 - 41 = 28$ prázdných jízd. Délka cesty ve směru „w“ nebo „x“ je 193 metrů,

převvedeno na kilometry $28 \text{ jízdy} \times 0,193 \text{ km} = 5,404 \text{ km}$. Za celou směnu by se v ideálním případě mohla ušlá vzdálenost snížit o $(5,404 \text{ km} \div 8,35 \text{ h}) * 11 \text{ h} = 7,12 \text{ km}$.

3.3 Rozbor procesu na okruhu „wx“

Handleři se pohybují permanentně po cestách „w“ a „x“. Po cestě „w“ odvázejí hotové výrobky, případně prázdné EUR palety k nákladovým rampám. Toto navázení se řídí primitivním vizuálním způsobem. Pokud handler v prostoru před výtahem uvidí stát paletu s hotovými výrobky, ihned jí naloží na paletový vozík a odváží jí k nákladovým rampám.

Transport materiálu na zpáteční cestě se řídí přes objednávkový list obalového materiálu. List objednávky obalového materiálu ručně vyplňuje koordinátor materiálu v prvním patře budovy a posílá jej výtahem dolů. Dole u výtahu handleři přečtou objednávku, rozdělí si, kdo poveze který materiál, a jdou k nákladovým rampám.

Jinou odlišnost má CK materiál. Vyrobený CK materiál pro danou linku je umístěn na paletě v prostoru CK sklad. Handleři CK materiál navážejí dle výdejky přiložené k tomuto materiálu.

3.3.1 Problémy v procesu navázení na okruhu „wx“

System navázení je jednoduchý, a tak nepokrývá určité stavy, které se v procesu vyskytují. Když handleři u výtahu převezmou list objednávky obalového materiálu, tak ihned odcházejí pro tento materiál k nákladovým rampám. Takže pokud zrovna není před výtahem žádná paleta pro odvoz k těmto rampám, absolvují cestu „w“ k nákladovým rampám nevytížení. Tím vznikají zbytečné prázdné jízdy ve směru „w“. Handleři jednají takto rychle, protože nevědí, kdy má být objednaný materiál na linky navezen. Z toho důvodu spěchají, aby nenesli odpovědnost za případné zastavení výroby.

Z druhé strany, tedy od nákladových ramp k výtahu vznikají prázdné jízdy jednak z poměrového nesouladu vytížení cest, a také z možného důvodu, že pracovníci ihned odvázejí hotové výrobky od výtahu k nákladovým rampám, když zpět po cestě „x“ nemají objednaný žádný obalový materiál.

Část prázdných jízd ve směru „x“ je opodstatněná poměrem, ale další část, dle předchozího měření, je zbytečná. Handleři takto jednají, protože neví, kdy bude další objednávka materiálu, aby byli vytížení na cestě zpět. Proto raději ihned odvázejí hotové výrobky.

3.3.2 Návrh řešení na okruhu „wx“

Dle měření bylo ve směru cesty „w“ vykonáno navíc 14 jízd (viz Obr. 12) kvůli tomu, že handleři jeli od výtahu pro obalový materiál, aniž by od výtahu odvezli hotové výrobky. To je polovina z 28 prázdných jízd, které byly celkově vykonány navíc za celou dobu měření. Druhá polovina z 28 nadbytečných prázdných jízd, tedy 14, vznikla na cestě „x“. Z toho vyplývá, že 14 prázdných jízd vykonaných zbytečně na cestě „w“ vygenerovalo dalších 14 prázdných jízd na cestě „x“. Tímto přístupem si handleři nevědomě přidělávají práci, pokud by se snažili být na cestě „w“ pokaždé vytížení, ubylo by zbytečných prázdných jízd a zůstaly by jen prázdné jízdy, které jsou doplňkem poměru vytížení cest „w“ a „x“. Handleři takto jednají, protože nemají časový přehled o urgentnosti objednávky obalového materiálu. Tudíž nevědí, kolik času mají na jeho návoz a tak jsou nuceni přednostně jít k nákladovým rampám pro obalový materiál.

Objednávku materiálu vyřizuje koordinátor materiálu na základě žádostí z jednotlivých výrobních linek v prvním patře. Zástupci linek podávají na koordinátora žádosti nahodile. Stává se i to, že koordinátor odnese objednávkový list obalového materiálu a chvíli po odnesení po něm žádá jiná výrobní linka další objednávky. V důsledku toho se objednávky třísť a handlerům se komplikuje navážení.

Navrhované řešení spočívá v tom, že objednávka se z papírové formy přetransformuje do jednoduchého elektronického objednávání. Dále je nutné stanovit určité intervaly hromadného objednávání obalového materiálu a oznámit všem čas, za jak dlouho mohou počítat s tím, že jim bude materiál doručen.

3.3.3 Elektronický objednávkový systém

Elektronický objednávkový systém s sebou nese oproti současnému stavu dvě výhody. První výhoda je, že objednávka se nikam neztratí a je zaznamenán čas, kdy byla objednávka vystavena a čas, kdy byla objednávka zpracována. Druhá výhoda spočívá v tom, že handleři uvidí, kolik jakých druhů obalového materiálu mají přivézt, takže dokážou lépe organizovat svoje vytížení. Diagram objednávání přes elektronický systém, viz Příloha č. 8. Objednávání by probíhalo tak, že materiálový koordinátor v určitý čas vypíše do systému požadovaný materiál, množství palet daného materiálu a potvrdí. Systém mu zobrazí seznam materiálu, který objednal. Po vystavení objednávky jsou všechny položky zabarveny červeně. Po odeslání objednávky se na terminálu u handlerů zobrazí daná objednávka. Handler zaškrtná v soupisu položky materiálu, který bude navážet a výběr potvrdí. Po potvrzení se mu z terminálu vytisknou štítky pro každý z materiálu. V tomto okamžiku se handlerem vybrané

položky zabarví do žluta, jako znamení, že handleři aktuálně pracují na jejich navezení. Po příjezdu k nákladovým rampám, kde je uložen obalový materiál, handler najde objednaný druh. Spočítá množství na paletě a zapíše do mobilního terminálu. Nalepí štítek na daný materiál a oskenuje kód ze štítku. Tento úkon se propojí s objednávkovým systémem a zabarví položku, jejíž štítek handler právě oskenoval, na zeleno. Změnu stavu uvidí koordinátor materiálu na svém terminálu a ví, že materiál bude do určité doby dopraven.

Tento elektronický systém zajistí to, že koordinátor bude mít přehled o dění s jeho objednávkou a handleři budou mít historické záznamy o tom, kdy navezli daný materiál. Další výhodou tohoto systému je jeho možné využití při řízení zásob, protože materiál je před odebráním ze svého místa přepočítán a tento stav je zapsán do systému.

Z ekonomického hlediska implementace tohoto systému nevyžaduje velké náklady, protože podobný systém se v podniku používá pro objednávání jiného druhu materiálu. Ve výsledku by šlo jen o určité propojení a přizpůsobení, které je firma schopna víceméně zajistit z vlastních zdrojů.

3.3.4 Stanovení intervalů objednání materiálu

Aby byl systém objednávání materiálu efektivní, je třeba ho sladit v určitém časovém kontinuu. Jde především o stanovení objednávkových intervalů, které zajistí oběma stranám dostatečný prostor pro vykonání jejich pracovních povinností. Výrobní linka potřebuje dostat potřebný materiál za určitý čas. Handleři potřebují zase nějaké časové rozmezí, aby byli schopni materiál dodat s plným vytížením cesty „w“. Základní podmínkou tedy je, aby se handleři nedostali do takového časového presu, kvůli kterému by byli nuceni urgentně absolvovat cestu „w“ prázdní. Určení časového intervalu bude vyjádřeno podle hotových výrobků.

Z analýzy materiálových toků vzešlo, že za jednu hodinu bylo přepraveno $107 \div 8,35 = 12,8 \sim 13$ palet hotových výrobků, viz Obr. 12. Znamená to, že přibližně každých pět minut výroba vyprodukuje jednu paletu hotových výrobků. V objednávce je zpravidla více položek než je počet handlerů. Pro lepší efektivnost by se do systému zadávaly jednotlivé položky objednávky podle priorit. Do každé priority neboli skupiny by se vešli tři položky (palety). Každá skupina by měla stanovený časový limit, za který budou jednotlivé položky doručeny. Pro představu o časové náročnosti je vytvořena teoretická časová osa, kde jsou jednotlivé kroky procesu a k nim přiřazený přibližný časový úsek, viz Příloha č. 7.

Palety FG jsou do výtahu nakládány po čtyřech kusech. Pokud výroba vyprodukuje každých pět minut jednu paletu, výtah se naplní za 20 minut. Materiál poté spuštěn dolů, což může trvat přibližně jednu minutu. Vyložení z výtahu zabere dvě minuty. Cesta k nákladovým rampám trvá handlerovi $\frac{km}{\frac{km}{h}} = \frac{0,193}{3,25} = 0,059 h = 0,059 \times 60 = 3,5 min$. Čas potřebný k vyhledání materiálu, oskenování štítku a zapsání počtu kusů na paletu je odhadem čtyři minuty. Cesta zpět trvá dalších 3,5 minut. Naložení čtyř palet do výtahu zabere dvě minuty. Po součtu těchto hodnot vychází přibližný čas dodání prvních třech položek objednávky na 37 minut. Tato hodnota znázorňuje nejdelší časový interval od objednání materiálu do obdržení první skupiny (priority) objednávky. Dle časové osy teoreticky nemůže nastat delší časový úsek. Každá další skupina (priorita) objednávky bude dodána za 12,5 minuty od dodání té předchozí v rámci jedné objednávky. Z toho vyplývá, že interval pro dodání první skupiny objednávky je 37 minut, interval pro dodání druhé skupiny objednávky je $37 + 12,5 = 49,5 minuty$, interval pro dodání třetí skupiny objednávky je $49,5 + 12,5 = 62 minut$, viz Příloha č. 7. Tyto časové hodnoty jsou vypočtené na základě teoretických údajů, než by se aplikovaly, muselo by tomuto kroku předcházet ověření v praxi.

Z analýzy materiálových toků vyšlo, že průměrný hodinový počet navezených palet po cestě „x“ je $(Celkový\ součet_x - PJ_x) \div 8,35 = (122 - 55) \div 8,35 = 8$ kusů. Z toho plyne, že průměrná objednávka by teoreticky mohla obsahovat devět položek. Převedeno na čas dodání se jedná o priority jedna až tři. Čas dodání poslední (třetí) skupiny objednávky byl stanoven na 62 minut od objednání.

3.4 Zhodnocení eliminace prázdných jízd

Postupnými kroky se podařilo dosáhnout snížení počtu prázdných jízd. Tyto úkony byly provedeny na základě poznatků a dat vzniklých při analytické části zejména pak z dat časového snímkování. Výsledkem je, že průměrný počet jízd za hodinu by klesl o 14, tedy z necelých 40 na 26 jízd. Celková transportní vzdálenost za směnu by klesla o 15,715 km, tedy ze 71,651 km na 55,936 km. Každý z tří handlerů by tedy za směnu nachodil místo původní průměrné vzdálenosti přibližně 23,883 km, nově 18,645 km. Porovnání původních a nových hodnot, viz Příloha č. 9. Tyto hodnoty ukazují, že vytvořené návrhy mají dobrou účinnost ve vztahu k snížení námahy pracovníků. Stanovený cíl snížení prázdných jízd z celkového procentuálního zastoupení v celkovém počtu jízd z 34 % na 24 % byl dosažen. Dle vypočtených hodnot se podařilo dosáhnout lepšího výsledku a to snížení na 20 %

prázdných jízd k celkovým jízdám. Navržené způsoby omezení prázdných jízd nejsou nijak nákladné.

Při prvním návrhu o zrušení jízd s odpadem přešla tato povinnost na motorizovanou četbu. Nákladem tohoto řešení je větší nájezd motohodin, podle kterých se vypočítává velikost leasingu. Hodnota časové náročnosti je vypočtená na 2,085 hodiny za směnu. Je třeba nahlédnout do smluv s poskytovatelem operačního leasingu na manipulační techniku, zda se zvýšení denního nájezdu vejde do smluvně stanoveného denního nájezdu motohodin. Případně se s dodavatelem domluvit na úpravě platebních podmínek. Druhý návrh řešení, tedy objednávkový systém, také není náročný, náklady na jeho zřízení spočívají v zaplacení mzdy pracovníkům, kteří současně používaný systém přizpůsobí požadavkům a zajistí jeho odladění v praxi.

3.5 Hlavní přínosy racionální části této práce

- Snížení počtu prázdných jízd pracovníků o 14 %
- Snížení celkové transportní vzdálenosti za směnu o 15,7 km
- Snížení časové náročnosti obsluhy materiálem o $h = \frac{km}{\frac{km}{h}} = \frac{15,7}{3,25} = 4,8 h$
- Stanovení možných intervalů dodávky materiálu dle priorit

I přes snahu o snížení zbytečných jízd není úbytek jízd takový, aby bylo možné snížit počet pracovníků obsluhující proces navážení, což by přineslo podniku určitou úsporu financí. Celkové hodnoty jízd, ať už v jejich počtu, snížení nebo časové náročnosti, se nesnížily o třetinu, aby mohl být počet pracovníků snížen alespoň o jednoho. To je také důvod, proč se obecně podniky moc nezaměřují na zlepšení pracovních podmínek pro své zaměstnance. Většinou tato řešení dosáhnou poměrně příjemných výsledků z hlediska usnadnění práce a ergonomie, ale na druhou stranu nepřináší podniku nijak horentní úspory zejména na pracovních místech. Možným řešením, které by mohlo splnit nároky podnikového vedení na úsporu financí, by bylo nahrazení fyzické práce lidí stroji. Tím by se snížil personál obsluhující proces navážení a z hlediska přiměřené návratnosti investice by podnik dosáhl úspory. Proto bylo v další části této práce přistoupeno k hledání a hodnocení optimální varianty takového řešení.

4. ZHODNOCENÍ A VÝBĚR OPTIMÁLNÍ VARIANTY

Z pohledu této práce by se mohlo zdát, že dosavadní kroky v eliminaci prázdných jízd a snížení fyzické zátěže pomocí úpravy procesů byly zbytečné, protože závěr předchozí kapitoly hovoří o použití technického řešení. Není tomu tak, protože nejdříve je třeba daný proces očistit a zefektivnit nejvyšší dostupnou měrou, teprve po učinění těchto kroků mohou vzejít další nápady ke zlepšení, které vycházejí z poznatků získaných při řešení situace pomocí nápravy procesů.

Takto připravený základ zajistí to, že rizika návrhů dalších řešení budou odhalena a prostředky vložené do dalších robustnějších řešení, budou vynaloženy s největší dosažitelnou měrou efektivnosti. Názorný příklad dává právě řešená oblast prázdných jízd v této práci. Postupným řešením tohoto problému došlo ke snížení prázdných jízd a v konečném důsledku ke snížení celkové transportní vzdáleností ze 71 km na 56 km za směnu. Pokud by tyto kroky nebyly uskutečněny před pořízením techniky, mohly by například být vyjednány horší smluvní podmínky při operativním leasingu, protože by stroj měl o 15 km za směnu větší nájezd, tedy větší hodnotu motohodin, které jsou důležitým prvkem při stanovení sazby leasingu.

Technických řešení, která mohou být použita je celá řada. Může být použito například dopravníků, ať pásových, válečkových nebo lanových drah, které by dopravovaly břemeno na místo určení. Na začátku je vhodné stanovit omezující podmínky, které zúží možné pole řešení.

První omezení spočívá v budově, ve které se proces navážení odehrává. Výška stropů v přízemí není dostatečná, aby mohlo být použito například závěsného dopravníku. Navíc je pod stropem tažena infrastruktura (odpad, voda, vzduchotechnika, elektřina), která by byla pro toto řešení překážkou. Strop budovy nebyl na tento způsob dopravy dimenzován, v projektu se počítalo pouze s pozemní dopravou. Dalším omezením je vnitřní prostorové uspořádání výrobních linek, kde jsou volné jen koridory vyznačené v nákresu půdorysu objektu, viz Příloha č. 2. To znamená, že není prostor pro vytvoření dopravníkové dráhy, oddělené od ostatních koridorů, po které by mohl materiál samostatně pojíždět. Vnější uspořádání komunikací okolo budovy, ani povaha materiálu, který musí být chráněn před působením vnějších povětrnostních vlivů, nedovolí realizovat řešení, kdy by byl dopravník instalován vně budovy.

Tato omezení nejsou neprůchodná, ale jejich odstranění by generovalo značné náklady, jejichž návratnost by byla těžko zajištěna jen tím, že by se snížil počet pracovníků obsluhující sledovaný proces navážení materiálu. Z toho vyplývá, že bude muset být hledáno a hodnoceno nějaké méně nákladné řešení. Dle rozdělení manipulačních prostředků, je třeba se zaměřit na manipulační prostředky s pohybem materiálu na volné dráze, které pracují cyklicky (přetržitě) s kusovým materiálem.

K přetržitě pracujícím prostředkům řadíme především dopravní vozíky, dále pomocné manipulační prostředky při montážích, jako jsou zvedáky, kladkostroje a navijáky. Patří sem také i zařízení zajišťující ve výrobě současně vertikální i horizontální dopravu, reprezentované jeřáby všeho druhu, vysutými kočkami, a dále strojní zařízení určené pro vertikální přetržitou dopravu, tj. výtahy. Pro vodorovnou dopravu a někdy i kombinovanou se svislou dopravou se používá vozíků, které podle možnosti přemístování břemena rozdělujeme na (Dražan, 1979):

- vozíky s nehybnou plošinou,
- vozíky se zdvižnou plošinou, popřípadě doplněné další výstrojí.

Základní rozčlenění je zaměřeno pouze na prostředky s vlastním pohonem.

Vozíky s nehybnou plošinou (Dražan, 1979):

- *Vozíky s vlastním pohonem*

Do této skupiny patří vozíky s vlastním pohonem a to elektrickým (vozíky akumulátorové, trolejové, vysokofrekvenční) spalovacím motorem, případně stlačeným vzduchem. Tyto způsoby pohybu jsou vhodné jak pro vozíky s nehybnou, tak i se zdvižnou plošinou.

- *Akumulátorové vozíky*

Nosnost těchto vozíků bývá od 0,5 do 5 t a jsou nejobvyklejším mechanizačním prostředkem při nakládání, překládání a vykládání kusového zboží na železnici. V průmyslových podnicích se používají ve vnitropodnikové dopravě. Vyžadují zpevněnou vozovku s tvrdým povrchem. Pojem akumulátorový vozík se rozumí vozík, jehož hnací kola jsou poháněna elektromotorem z akumulátorové baterie, umístěné na vozíku. Mohou být se stanovištěm pro řidiče nebo tzv. vedené (řidič jde vedle vozíku nebo za ním). Pro provoz akumulátorových vozíků je třeba nabíjecí stanice, která je poměrně nákladná. Další nevýhodou je převážení těžkých akumulátorových baterií a jejich poměrně krátká provozní

doba, kde je třeba při intenzivním provozu baterie nutno dobíjet asi po osmi hodinách, složitá obsluha a nutnost rezervy náhradních baterií.

- Záměrem této studie je právě posoudit možnost použití akumulátorových vozíků na zkoumaný proces. Výhodou je, že podnik má s touto technikou dlouhodobé zkušenosti. Nevýhodou je právě nabíjení. Jednak potřebná výměna baterií, ale zejména pravděpodobná nutnost rozšíření nabíjecí stanice, která je velmi nákladná z důvodu zabezpečení odtahu výbušného vodíku, který se do vzduchu uvolňuje v průběhu nabíjení.

- *Akumulátorové traktory*

Akumulátorový traktor slouží především k převážení nákladů uložených na přívěsných vozících. Přívěsné vozíky sledují stopu traktoru v zatáčkách pouze s nepatrnými úchytkami, takže průjezdný profil pro celý vlek nemusí být širší než pro dopravu jednotlivými vozíky. Nejvyšší dosahovaná rychlost s nákladem bývá 8 km h^{-1} . Poloměr nejmenšího projížděného obvodu je dán typem traktoru a způsobem řízení.

- *Přívěsné vozíky*

Přívěsné vozíky jsou konstruovány tak, že všechna čtyři kola vozíku jsou spojena řídicí pákovou soustavou se spřáhlem, takže pohyb spřáhla se přenáší na všechny čtyři kola, a proto se kola natáčejí do správné polohy i při nejostřejších zatáčkách. Tažná síla se přenáší na vozík sklopně uloženým spřáhlem, které lze připojit k přednímu nebo k zadnímu čelu vlečného vozíku.

- Řešení založené na tahání několika vozíků, tedy většího množství materiálu při jedné jízdě představuje zajímavé řešení, které by mohlo otevřít další možnosti vnitrooběktové dopravy.

- *Vysokofrekvenční vozíky*

Přívod proudu je u těchto vozíků řešen tak, že pod dráhou, po níž se vozík pohybuje, je uložen a deskami zakryt kabel, kterým prochází proud vysokého kmitočtu vytvářející kolem kabelu elektrické pole. Když je v okruhu působnosti tohoto pole vozík mající potřebné přijímací zařízení, odebírá indukci proud, který se vede k elektromotoru nebo k akumulátorové baterii. Tato baterie umožňuje vozíku odbočovat od oblasti působnosti kabelu (v tomto případě baterie dodává proud pro pojezd).

- Vysokofrekvenční řešení dobíjení techniky odstraňuje nutnost výměny baterií i další teoretické investice do rozšíření nabíjecí stanice. Odhadované náklady na vybudování potřebné infrastruktury jsou příliš vysoké pro uplatnění tohoto řešení v praxi.

- *Vozíky se spalovacím motorem*

Pro pohon vozíků se používá zážehového nebo vznětového spalovacího motoru. Hnací síla do motoru se přenáší buď přímo mechanicky, nebo nepřímo elektricky tak, že motor pohání generátor dodávající proud motoru pro pojezd, případně pro další pracovní ústrojí.

- Vzhledem k tomu, že s praktickým využitím manipulační techniky se počítá uvnitř objektu, nepřipadá její pohánění spalovacím motorem v úvahu, kvůli emisím ze spalovaných látek.

Srovnají-li se vlastnosti akumulátorových vozíků a vozíků se spalovacím motorem, mají vozíky se spalovacím motorem při stejné hmotnosti větší výkon, větší dojezdovou rychlost a snáze překonávají stoupání, doba jejich provozu není vázaná kapacitou baterií. Jejich nevýhodou jsou unikající zplodiny, což se projevuje zejména při práci v uzavřených prostorech.

Vozíky se zdvižnou plošinou (Dražan, 1979):

Tyto vozíky jsou v typové řadě rozříděny:

- a) podle druhu pohonu (elektrický, spalovací motor zážehový nebo vznětový, stlačeným vzduchem),
- b) podle konstrukce (vozíky nízkozdvižné, vysokozdvižné, jeřábové apod.),
- c) podle umístění obsluhy (se sedícím nebo stojícím řidičem, ručně vedené).

Podle výšky zdvihu se vozíky dělí na:

- a) nízkozdvižné (mají zdvih do 200 mm),
- b) vysokozdvižné (jejich zdvih je obvykle 1 500 až 3 000 mm).

Ručních i motoricky poháněných vozíků se zdvihacími plošinami se s úspěchem používá při dopravě nejrůznějších výrobků během výroby i přesunu do skladiště, zejména při ukládání do regálů, nakládání do železničních vozů a jiných vozidel. Výrobky se uloží přímo v dílně nebo ve skladišti odesílatele na speciální podložky (palety), z nichž se během dopravy nesnímají (Dražan, 1979).

Pro potřeby mechanizace zkoumaného procesu navážení palet s materiálem, podle výše uvedených specifikací manipulační techniky, se výběr zúžil. Manipulace uvnitř budovy je přípustná jen manipulační technikou s elektrickým pohonem, takže spalovací pohon odpadá. Palety s materiálem jsou pouze transportovány, není ani možnost jejich stohování. Na tuto činnost se dle rozdělení nejlépe hodí traktor s přívěsnými vozíky a nízkozdvíhací vozík. Třetí možností pro manipulační techniku je využití robotického vozíku bez řidiče, který je řízen a navigován počítačem tzv. AGVS. Následně budou jednotlivé varianty rozebrány.

4.1 Nízkozdvíhací poháněný paletový vozík

Nízkozdvíhací poháněné paletové vozíky se v daném podniku používají pro dopravu těžkého materiálu k výrobním linkám. Při nasazení této techniky jako mechanizace pro zkoumaný proces navážení materiálu není zcela jasné, zda se použitím techniky ušetří alespoň jedna pracovní pozice. Na nízkozdvíhací paletový vozík lze naložit jen jedna paleta s materiálem, což je stejné, jako když je materiál manipulován ručním paletovým vozíkem. Rozdíl oproti současnému stavu by mohl být v rychlosti pohybu manipulační techniky. Z pohledu porovnání chůze s ručním paletovým vozíkem, kde byla při analýze zjištěna rychlost pohybu 3,25 km/h, nízkozdvíhací vozík dokáže vyvinout rychlost až dvojnásobně vyšší. Z pohledu bezpečnosti provozu se tato rychlost omezuje zpravidla na hodnotu 5 km/h. Tento rychlostní rozdíl by mohl pomoci k získání výhody a ušetření jednoho pracovníka nebo spíše jedné pracovní pozice. Tuto domněnku je možné zpřesnit porovnáním časové náročnosti procesu navážení k množství jízd po úpravě procesů, viz Příloha č. 9.

Na základě procesu očištěného o přebytečné jízdy vyšlo, že by handleři za směnu nachodili 55,9 km. Při vypočtené průměrné rychlosti 3,25 km/h, by čistý čas strávený navážením za celou směnu byl $h = \frac{km}{\frac{km}{h}} = \frac{55,9}{3,25} = 17,2 \text{ hodin}$. Pokud by byla vzdálenost 55,9 km absolvovaná například při průměrné rychlosti 4,5 km/h, byl by čistý čas strávený navážením za celou směnu $h = \frac{km}{\frac{km}{h}} = \frac{55,9}{4,5} = 12,42 \text{ hodin}$. Kdyby proces obsluhovali dva pracovníci, každý z nich by měl čistý čas na navážení 6,21 hodiny z celkových 11 hodin na

směnu. Čistá doba transportu materiálu by tvořila $\frac{6,21}{11} * 100 = 56,5 \%$. Což je procentuální hodnota obdobná té, která byla získána při analýze materiálových toků v současnosti, viz Příloha č. 5.

V tomto případě by mohli proces navážení obsluhovat dva handleři, takže by se ušetřila jedna pracovní pozice. Otázkou je návratnost nákupu dvou kusů nízkozdvíhých paletových vozíků s elektrickým pohonem.

V ekonomické části je použita imaginární finanční jednotka „jeden peníz“ – zkratka „P“, jejíž kurz k české koruně nebude zveřejněn. Toto opatření je použito kvůli zamezení prozrazení finančních a majetkových poměrů podniku.

Hodnota jednoho kusu zmíněné manipulační techniky je 1 597 500 P. Tato cena vynásobená dvěma $1\,597\,500 \times 2 = 3\,195\,000$ P, znamená náklady podniku na pořízení dvou kusů této techniky. Hodinová sazba pracovníka na pozici handlera je 568 P. Za jeden den stojí firmu tato pozice $568\,P \times 22\,hodin = 12\,496\,P$. V podniku se většinu roku vyrábí šest dní v týdnu, to je $6\,dní \times 52\,týdnů = 312\,dní\,v\,roce$. Celkové dny vynásobené denními náklady na pracovní místo $312 \times 12\,496 = 3\,898\,752$ P, znamená roční úsporu nákladů podniku. Hodnocení návratnosti investice je vztaženo k ukazateli návratnosti investice ROI (Return on Investment) na dobu jednoho roku.

$$ROI = \frac{\text{čistý zisk} - \text{počáteční investice}}{\text{počáteční investice}} * 100 = \frac{3\,898\,752 - 3\,195\,000}{3\,195\,000} * 100 = 22 \%$$

Jinými slovy, vložený kapitál do nákupu manipulační techniky se vrátí za $\frac{\text{počáteční investice}}{\text{čistý zisk}} = \frac{3\,195\,000}{3\,898\,752} = 0,82\,roku \rightarrow 0,82 * 12 = 9,84 \sim 10$ měsíců.

Přínosem použití této techniky by bylo, že nezmění systém navážení. Handler by pracoval stejným způsobem jako v současnosti, jen by řídil stroj. Další výhodou je, že stroj dokáže naložit paletu s materiálem bez pomoci jiného nakládacího zařízení a zdvih je mnohem rychlejší než při pumpování hydrauliky při zvedání břemene ručním paletovým vozíkem.

4.2 Traktor s přívěsnými vozíky

Dalším způsobem mechanizace navážení materiálu ve zkoumaném procesu je využití traktoru s přívěsnými vozíky. Toto řešení má teoreticky větší potenciál pro ušetření finančních prostředků podniku, protože dokáže převézt více palet najednou, což by mohlo nahradit až

dva handlers. Za traktor je možné zapojit až pět vozíků a tím za jednu jízdu transportovat pět palet s materiálem. Z tří pracovníků by zůstala jen jedna pozice, která by traktor řídila. Nevýhodou tohoto řešení je absence zařízení, které by paletu s materiálem naložilo na přívěsný vozík.

Při hledání možného technického řešení u různých výrobců byl vybrán stroj, u něhož je atypické řešení přívěsných vozíků. Vozíky mají dvě kola umístěná uprostřed, jejich rám je z jedné strany nedokončený. Do rámu se najíždí s podvozkovou platformou o rozměrech palety, na které je uložen transportovaný materiál. Celá soustava přívěsných vozíků je propojená hydraulickou nebo pneumatickou technikou, která rámy vozíků zvedá tak, aby byla kola podvozkových platforem při jízdě soupravy nad podlahou. Řešení přes zásuvné podvozkové platformy určitým způsobem snižuje výše zmíněnou nevýhodu této manipulační techniky. Tento způsob technického řešení na traktor s přívěsnými vozíky přímo neváže další manipulační zařízení, které by nakládalo palety s materiálem na vozíky. Materiál pro transport se může na podvozkovou platformu připravit předem, tím že ho na ní položí vysokozdvizný vozík. Po příjezdu soupravy jsou vybrané palety na platformách nasunuty do vozíků soupravy a můžou se dopravit na místo určení. V místě určení je materiál opět vysunut z vozíku. Podvozková platforma umožňuje ruční manipulaci s materiálem do přesného místa určení. Místo určení nesmí být od místa vykládky vozíku příliš vzdálené, protože na delší vzdálenosti je ruční manipulace s materiálem obtížná. To je problém tohoto případu, kdy je nutné materiál dopravovat po výrobě v prvním patře na delší vzdálenosti.

Pro použití traktoru s přívěsnými vozíky je tedy nutné mít na každém stanovišti vysokozdvizný vozík pro přípravu materiálu, ale materiál nemusí být do soupravy nakládán bezprostředně. Výhoda hromadného transportu materiálu je také v tom, že souprava nebude muset absolvovat okruh tak často, jako by tomu bylo například u nízkozdvizného elektrického vozíku v předchozím případě. Stroj tedy bude mít za směnu méně motohodin. Dále se sníží frekvence jízd manipulační techniky v koridorech cest „w“ a „x“, což má za následek snížení rizika zranění osob, které se v koridoru pohybují.

Při uvažování o výhodnosti nasazení tohoto druhu manipulační techniky ve zkoumaném procesu navážení, je potřeba stanovit časovou náročnost nakládání materiálu na podvozkové platformy v koncovém bodu každé z cest. Naložení nebo vyložení materiálu z podvozkové platformy trvá přibližně dvě minuty. Na konci cesty „w“ tedy u nákladových ramp je dle analýzy materiálových toků za jednu hodinu průměrně složeno 13 palet FG a naloženo 8 palet obalového materiálu. Pracovník, který by měl v náplni práce také nakládání

a vykládání materiálu z podvozkových platform, spotřebuje na tuto činnost $(13 + 8) \times 2 = 42$ minut čistého času. To znamená, že na každém konci cesty, by musel být jeden pracovník s vysokozdvihným elektricky poháněným vozíkem, který by téměř celou hodinu pouze nakládal materiál na platformy. Tento fakt za současných podmínek prakticky znemožňuje dosáhnout rozumné návratnosti investice. Teoreticky by v současném stavu byl na straně nákladových ramp jeden pracovník a technika, která by se dala použít, ale na druhé straně u výtahu tato kapacita není, protože byla spotřebována na odvoz odpadu jako důsledek návrhu zrušení odvozu odpadu handlery. Takže celkové náklady na implementaci traktoru s přívěsnými vozíky by byly tvořeny z nákupu této techniky, nákupu vysokozdvihného vozíku a mzdy jednoho zaměstnance. Čistý zisk by byl úměrný ušetření dvou pracovních pozic z handlerů.

Náklady na pořízení traktoru a tří přívěsných vozíků jsou 3 412 636 P. Náklady na pořízení vysokozdvihného vozíku činí 2 662 500 P a roční náklady na jednu pracovní pozici (viz výpočet výše) jsou 3 898 752 P. Roční úspora nákladů za odstranění dvou pracovních míst je $3\,898\,752 \times 2 = 7\,797\,504$ P. Vztaheno k ukazateli ROI:

$$ROI = \frac{\text{čistý zisk} - \text{počáteční investice}}{\text{počáteční investice}} * 100 =$$

$$= \frac{7\,797\,504 - (3\,412\,636 + 2\,662\,500 + 3\,898\,752)}{9\,973\,888} * 100 = -22 \%$$

Vložený kapitál do nákupu manipulační techniky se vrátí za

$$\frac{\text{počáteční investice}}{\text{čistý zisk}} = \frac{9\,973\,888}{7\,797\,504} = 1,27 \text{ roku} \rightarrow 1,27 * 12 = 15,3 \sim 16 \text{ měsíců.}$$

4.3 AGVS technika

Dalším možným řešením pro mechanizaci procesu navážení materiálu by bylo nasazení robotické, resp. automaticky řízené manipulační techniky, z anglického Automatic Guided Vehicle Systems. Tato technika je řízena pomocí různých systémů od těch primitivních po sofistikované. Mezi primitivní patří řízení, kdy dané zařízení sleduje na podlaze nalepenou pásku, která znázorňuje cestu tohoto zařízení. Výhodou je relativně nízká cena. Nevýhodou je, že pokud dojde k přerušení nebo poničení naváděcí pásky, stroj se zastaví. Další inteligentnější metodou je navádění podle magnetů umístěných v podlaze. Stroj sleduje magnetické pole, které magnety vyznačují, a díky tomu je navigován. Výhodou je, že magnety se nepoškodí při dalších manipulacích na okruhu, kde se AGVS pohybuje. Další výhodou je, že k magnetu se mohou přidávat tzv. „tagy“, které v sobě nesou zakódovanou

informaci (například: stůj, zatoč, atd.). Nevýhodou je vyšší cena odvislá od jiného technologického řešení snímání cesty a tagů. Posledním a nejdokonalejším stupněm řízení jízdy automatického vozidla je laserové navádění při jízdě. Po cestě jsou laserové vysílače, díky kterým se stroj orientuje na cestě. Výhodou je přesné navádění a údaj o poloze zařízení s možností programovat chování tohoto zařízení. Nevýhodou pak jsou poměrně vysoké náklady na vybudování naváděcí infrastruktury, složitost počítače uvnitř zařízení a s tím jdoucí vyšší pořizovací cena.

AGVS stroje mohou mít mnoho podob a využití. Mohou se používat například při montáži motorů v automobilech, kde je na stroji připevněn přípravek na nesení bloku. Stroj přijede na pozici a nastaví blok do ergonomické výšky a osy, aby byl pro daného pracovníka dobře přístupný. Takto pokračuje po všech stanovištích až na konce procesu. Dále jsou AGVS, které pouze transportují materiál. Mohou to být tahače (traktory), které za sebou táhnou přípojné vozíky nebo mohou být samostatnými jednotkami, které vezou jednu až dvě palety na svém hřbetu. Při návrhu řešení zkoumaného procesu navážení byla pro průzkum možností zvolena právě varianta stroje, který nese palety s materiálem na sobě.

Za průměrnou hodinu je třeba vykonat 13 jízd s jednotlivými paletami hotových výrobků po cestě „w“ a stejný počet jízd zpět, dohromady tedy 26 jízd. Stroj na sobě uveze dvě palety najednou, takže za hodinu teoreticky provede 13 jízd. Průměrná rychlost stroje 2,28 km/h je nižší než v předešlých případech. Je dokonce nižší než rychlost chůze handlera. Jde o to, kolik strojů bude potřeba pro navážení materiálu na okruhu „wx“. Délka jedné cesty je 193 metrů. Stroj tuto cestu ujede za $h = \frac{km}{\frac{km}{h}} = \frac{0,193}{2,28} = 0,085 \text{ hodiny} = 5,07 \text{ minut}$. Za jednu hodinu stroj absolvuje $60 \div 5,07 = 11,8 \text{ jízd}$. To znamená, že jeden stroj nebude stačit a pro obsluhu tohoto procesu jsou potřeba stroje dva.

U zvoleného provedení AGVS stroje, který nese materiál na nosné plošině je podobný problém jako u výše zmíněného traktoru a to, že je materiál na paletách nutné nejdříve položit na podvozkovou platformu, kterou je schopen podjet, zvednout a vézt. Tento fakt celou úvahu o nasazení stroje směřuje ke stejnému neúspěchu, protože je nutné zakoupit ještě jeden stroj a zaplatit jednu pracovní pozici navíc, jako v předešlém případě traktoru. Pořizovací cena setu dvou AGVS strojů s příslušenstvím (baterie, navigace, nabíjení, atd.) je 26 320 410 P. Pořizovací cena vysokozdvizného vozíku a náklady na pracovní pozici jsou stejné jako v předchozím případě. Odlišením od předchozího příkladu traktoru jsou úspory, kterých by podnik mohl dosáhnout vyšší, protože celkově ruší všechny tři pozice, které v současné době zajišťují návoz materiálu.

$$ROI = \frac{\text{čistý zisk} - \text{počáteční investice}}{\text{počáteční investice}} * 100 =$$

$$= \frac{3 \times 3\,898\,752 - (26\,320\,410 + 2\,662\,500 + 3\,898\,752)}{32\,881\,662} * 100 =$$

$$= -64 \%$$

Kapitál vložený do nákupu techniky tohoto typu by se vrátil za $\frac{\text{počáteční investice}}{\text{čistý zisk}} = \frac{32\,881\,662}{11\,696\,256} = 2,81 \text{ roku} \rightarrow 2,81 * 12 = 33,7 \sim 34$ měsíců.

4.4 Zhodnocení variant

Výše uvedené druhy manipulační techniky byly vybrány pro analýzu na základě určitých prvotních poznatků z analýzy a racionalizace procesů. Nejdostupnější se jeví první varianta nasazení nízkozdvižných elektrických vozíků, které jdou jednoduše aplikovat a v závodě se dají použít i k transportu jiných materiálů. Navíc se zde hojně používají, takže je reálná možnost domluvy lepších servisních a leasingových podmínek s dodavatelem než u techniky traktoru nebo AGVS.

Zmíněný traktor s přivěsnými vozíky by byl přínosem pro podnik, pokud by se vyřešilo nakládání materiálu na platformy bez nutnosti použití vysokozdvižných vozíků. Zde je problém, že nelze výrazněji využít výhody, kterou nabízejí podvozkové platformy. Ty při hojnějším použití dokážou nahradit ruční paletové vozíky. Materiál, který se z přivěsného vozíku traktoru vysune na podvozkové platformě, může být zasunut na své místo přímo k výrobní lince. Toto řešení také dokáže usnadnit manipulaci a uskupování palet přímo u linky. Účinnost podvozkových platform, ale výrazně klesá se zvětšující se vzdáleností transportu materiálu na platformě. To je i případ zkoumaného procesu navážení, protože materiál vyložený u výtahu musí být manipulován ještě v horním patře k daným linkám.

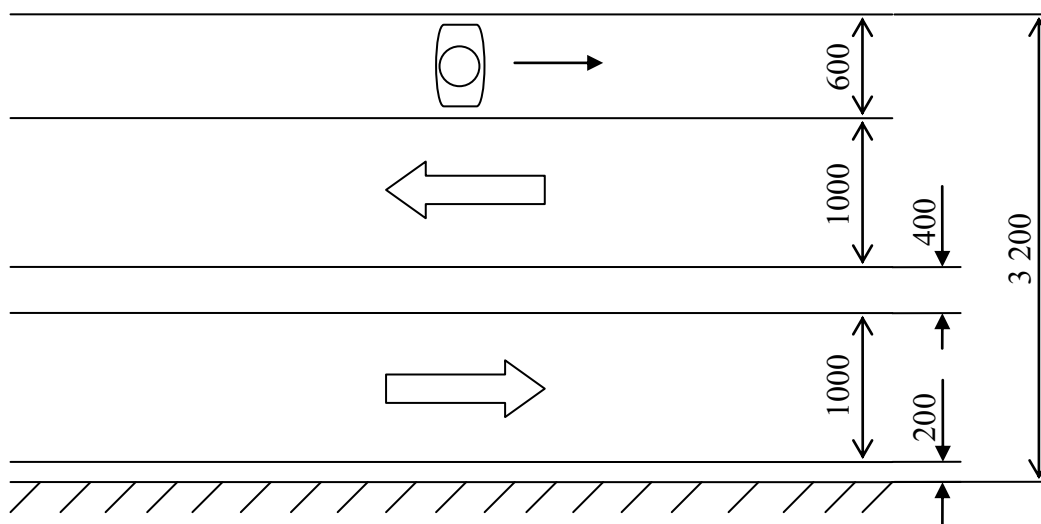
Nejhůře dopadlo porovnání investice do AGVS stroje. Se strojem je opět nutné spřáhnout další manipulační techniku ve stejném smyslu jako u předešlého traktoru. Přesto by bylo zajímavé vyzkoušet jiný druh AGVS, než který byl vybrán. Na trhu existují stroje, vybavené vidlicemi pro manipulaci s paletami, což by mohlo snížit náklady na implementaci systému. I přes to, by nejspíš nebylo dosaženo kladného ukazatele ROI. Systém AGVS je poměrně velkým zásahem do podniku a aplikací pouze na jeden proces hrozí, že při změně podmínek by pozbyl významu a velká investice by příliš zatížila podnik.

Při analýze manipulační techniky nastal jeden problém, který za daných podmínek znemožňuje aplikaci manipulační techniky do podniku. Tím problémem jsou nedostatečně široké koridory okruhu „wx“.

4.5 Problém úzkých koridorů

Při úvaze o nasazení manipulační techniky, která by se pohybovala po vyznačeném okruhu „wx“, bylo zjištěno, že koridory, které se nacházejí v oblasti levého horního rohu budovy (viz Příloha č. 2), mají úzký rozměr pro obousměrný pohyb manipulační techniky a lidí. V tomto koridoru se pohybují lidé bez břemene, ale i pracovníci s ručně vedenými paletovými vozíky. Při zapojení manipulační techniky do provozu musí být dodrženy bezpečnostní normy pro šířku uliček. Minimální rozměry uliček při různé varianty uspořádání jízdních pruhů a pruhů pro pěší udává norma ČSN 26 9010. Situace řešená v koridoru spadá do varianty, kdy jsou v koridoru dva jízdní pruhy pro manipulační techniku s jedním postranním pruhem pro pěší. Pro přiblížení problému situace jsou potřebné hodnoty šířky uličky zapsány do schématu dle normy ČSN 26 9010 z roku 1993.

Dle normy je nejmenší šířka určena šířkou obou jízdních pruhů, zvětšenou o šířku postranního pruhu 600 mm pro občasný pohyb pracovníků bez břemen, střední potkávací odstup 400 mm a bezpečnostní vůli 200 mm. Šířka jízdního pruhu je dána šířkou transportovaného materiálu nebo šířkou dopravního prostředku.



Obr. 13: Schéma koridoru – dva jízdní pruhy (Zdroj: ČSN 269010, 1993).

Dle normy ČSN 26 9010 by ulička v tomto případě měla měřit minimálně 3 200 mm. Problémem je, že nejmenší šířka uličky v okruhu „wx“ je 2 400 mm. Tím pádem je za

současné situace nemožné nasazení manipulační techniky pro provoz v tomto koridoru. Šířka koridoru by se musela zvětšit, což je složité, protože kolem uličky je instalovaná technologie, která by se musela uzpůsobit. To by vyžadovalo vynaložení velkého kapitálu a možná znamenalo i snížení výrobních kapacit. Dalším možným řešením by bylo koncipovat veškerou dopravu na tomto okruhu jednosměrně a vytvořit okruh skrz jiný koridor. S tímto řešením by se mohla šířka uličky zmenšit o 1 400 mm, ale pohyb manipulační techniky by se rozšířil do dalších částí budovy, s čímž by vzrostlo riziko úrazů. Dalším nežádoucím efektem by bylo navýšení transportních vzdáleností pro ostatní účastníky výrobního procesu, kteří v tomto prostoru pracují a manipulují.

Výše popsany problém s šířkou uliček znesnadňuje implementaci manipulační techniky do zkoumaného procesu navážení materiálu, protože potřebné řešení zvyšuje náklady implementace a v důsledku toho se velmi zhoršuje návratnost vloženého kapitálu.

Před dalšími návrhy na implementaci manipulační techniky do podobných prostorů podniku je třeba dopředu počítat s dostatečně širokými koridory ve výrobě, jinak dojde pokaždé k ztroskotání na stejném problému.

DISKUZE

Původní záměr zpracování tématu předložené bakalářské práce měl řešit zásobování výrobních linek mnohem komplexněji. Avšak po podrobnějším průzkumu dané situace v podniku bylo zjištěno velké množství různorodých problémů spjatých s tímto úkolem. Odstranění a náprava těchto problémů by přesáhla rámec této práce jak časově, tak obsahově. Na základě tohoto zjištění bylo rozhodnuto o redukci oblasti zájmu na jeden neprozkoumaný proces, který je v práci popisován. Tato změna oproti zadání způsobila, že osnova práce ne zcela koresponduje se zkoumaným jevem, což se v práci projevilo zejména ve čtvrté kapitole.

Při zpracování práce bylo na danou problematiku nahlíženo z pohledu určité pomoci pracovníkům k ulehčení jejich pracovní zátěže. Proto je značná část teorie věnovaná ergonomickým a zdravotním aspektům, respektive důsledkům při nadměrné zátěži pracovníka. Ekonomické hledisko bylo použito až po vypracování návrhů pro eliminaci prázdných jízd, zejména jako cesta k prosazení nebo alespoň úvahy managementu o zajištění manipulační techniky, která by fyzickou zátěž pracovníků mohla snížit.

Sběr dat z časové studie měl původně trvat celou směnu od šesti do osmnácti hodin, ale z důvodu protažení přípravy začalo měření v ten den déle. Z toho důvodu je nutno získané hodnoty v práci přepočítávat na jednu hodinu a následně na období jedenácti hodin úměrné jedné směně bez přestávky. I přes tuto nepřesnost, přinesl časový snímek použitelná a reálná data pro základ dalších návrhů. Výsledná data měla dostatečnou kvantitu a tak nebylo přistoupeno k dalšímu měření.

Manipulační technika v této práci figuruje jako prostředek k odstranění fyzické námahy pracovníků. Z ekonomického hlediska však musí být pro tuto investici návratnost. Jako ukazatel návratnosti byl vybrán ukazatel Return On Investment (ROI), který je vyžadován podnikovým managementem pro rozhodnutí o investičních krocích.

Navržené druhy manipulační techniky vycházejí z určitých prvotních představ o jejich uplatnitelnosti. Uvedené návrhy manipulační techniky v práci by měly sloužit jako hrubý ukazatel, kam by se v budoucnu mohly ubírat kroky při práci na implementaci vhodné techniky do podmínek výroby. Proto jsou popsány jen základní údaje, výhody a nevýhody. Při úvaze o implementaci některých z nich bude muset být provedena mnohem detailnější analýza.

ZÁVĚR

Předkládaná bakalářská práce Racionalizace zásobování výrobních linek materiálem, byla řešena jako analýza a doporučení pro úpravu konkrétních procesů v existujícím výrobním podniku. Základ všech kroků a myšlenek byl v důkladné analýze, zejména pak v časovém snímkování činností, jako jednoho z důležitých nástrojů průmyslového inženýrství.

Hlavním cílem bylo odstranění zbytečných prázdných jízd ve zkoumané činnosti navážení materiálu. Dílčím cílem bylo nasazení metody časového snímkování, metody sestavení cíle a zejména metodické pomůcky Příručka pro hodnocení rizik v malých a středních podnicích.

Nejprve bylo provedeno poznání sledované situace, na jehož základě byl upraven a aplikován postup časového měření. Získaná data z měření byla převedena do elektronické podoby v programu MS Excel pro možnost dalšího zpracování. Z datového základu byly vypočteny hodnoty množství, vzdáleností a časů spjaté s procesem. Jejich velikosti byly použity při vyplňování formulářů v analýze rizik pro zjištění závažnosti zkoumané problematiky.

V části racionalizace byly hodnoty a poznatky z měření promítnuty do stanovení cíle, tj. snížení počtu prázdných jízd. Pro dosažení cíle byly zvoleny dva návrhy řešení dané situace, jejichž účinnost byla zkontrolována výpočty. Oba návrhy by přinesly požadované výsledky a jejich případnou implementací by došlo k zlepšení tedy racionalizaci daného procesu, rovněž tak snížení psychického stresu a fyzické námahy.

Dosažený výsledek na poli procesů nepřinesl podniku žádnou přímou úsporu nákladů, která by mohla zvýšit jeho zisk. Proto bylo v poslední části práce přistoupeno k analýze použití manipulační techniky, jejíž použití slibovalo potenciál ušetření pracovních pozic. Srovnání mezi druhy manipulační techniky bylo provedeno přes ukazatel ROI (Return On Investment). V průběhu analýzy manipulačních prostředků bylo zjištěno, že jejich případná implementace není za současných podmínek možná z hlediska malých šířek uliček na cestách s ohledem na bezpečnost práce.

POUŽITÁ LITERATURA

- [1] Státní úřad inspekce práce: Manipulace s materiálem. *Státní úřad inspekce práce* [online]. 2010 [cit. 2013-10-30]. Dostupné z: http://www.suip.cz/_files/suip-030db89c54ba4ecec873de8afb9bde4c/manipulace_s_materialem.pdf
- [2] SCHMITTER, Dieter. *Příručka pro hodnocení rizik v malých a středních podnicích*. 2012. vyd. Praha: VÚBP, 2012, 27 s. ISBN 978-80-86973-77-7.
- [3] Ochrana před riziky: Manipulace s předměty pomocí ručního paletového vozíku. *BOZP info* [online]. 2010 [cit. 2013-10-30]. Dostupné z: http://www.bozpinfo.cz/win/rady/otazky_odpovedi/ochrana_pred_riziky/manipulace_vozik101013.html
- [4] Nařízení vlády, kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci. In: *Předpis č. 361/2007 sb.* 2007. Dostupné z: <http://www.zakonyprolidi.cz/cs/2007-361>
- [5] Skripta domp: Dopravní a manipulační technika. In: *Http://domp.4fan.cz/stitky/skripta/: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích* [online]. 2010 [cit. 2013-09-23]. Dostupné z: <http://domp.4fan.cz/stitky/skripta/>
- [6] DRAŽAN, František a Karel JEŘÁBEK. *Manipulace s materiálem*. první. PRAHA: SNTL - nakladatelství technické literatury, 1979. ISBN 04-220-79.
- [7] Metoda SMART. *Mít vše hotovo* [online]. 2011 [cit. 2013-11-11]. Dostupné z: <http://www.mitvsehotovo.cz/2011/08/metoda-smart-jak-zadavat-ukoly-abyste-byli-spokojeni-s%C2%A0vysledkem/>
- [8] GAJDOŠ, Josef. *Manipulácia s materiálom*. Bratislava: ALFA, 1989. ISBN 80-05-00510-5.
- [9] ACADEMY OF PRODUCTIVITY AND INNOVATIONS. *Časové studie* [online]. 2009 [cit. 2013-11-11]. Dostupné z: <http://e-api.cz/article/68428.casove-studie-8211-nastroj-prumysloveho-inzenyrstvi/>
- [10] ČSN 269010. *Manipulace s materiálem: Šířky a výšky cest a uliček*. Praha: Český normalizační institut, 1993.

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1: Přípustné a průměrné hygienické limity energetického výdeje při práci s celkovou fyzickou zátěží.....	14
Obr. 2: Příklad prosté a ohradové.....	19
Obr. 3: Ruční paletový vozík.....	23
Obr. 4: Skladba produktivního času stroje a člověka.....	25
Obr. 5: Kontrola zapsaných dat.....	31
Obr. 6: Procentuální zastoupení jízd v procesu.....	31
Obr. 7: Počty jízd za hodinu a směnu.....	32
Obr. 8: Ujeté vzdálenosti za hodinu a směnu.....	33
Obr. 9: Stupnice míry rizika.....	37
Obr. 10: Přiřazení písmen k jednotlivým cestám.....	42
Obr. 11: Kontingenční tabulka cest.....	42
Obr. 12: Kontingenční tabulka cest po odstranění odvozu odpadu.....	45
Obr. 13: Schéma koridoru – dva jízdni pruhy.....	61

SEZNAM ZKRATEK

ISSA – International Social Security Association

EHS – Evropské hospodářské společenství

ISO – International Organization for Standardization

EU – Evropská unie

BOZP – Bezpečnost a ochrana zdraví při práci

AGVS – Automatic Guided Vehicle Systems

PDCA – Plan Do Act Check

SMART – Simple Measurable Appropriate Realistic Timed

ROI – Return on Investments

ČSN – Česká státní norma

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha č. 1: Hodnocení rizik manipulace s materiálem

Příloha č. 2: Půdorys objektu

Příloha č. 3: Jednotlivé typy materiálu

Příloha č. 4: Vzor formuláře pro zápis časového snímkování

Příloha č. 5: Časová analýza fondu pracovníků

Příloha č. 6: Odstranění odvozu odpadu

Příloha č. 7: Časová osa navážení materiálu

Příloha č. 8: Diagram procesu objednávání

Příloha č. 9: Hodnoty analýzy po odstranění přebytečných prázdných jízd na cestě „w“ a „x“

Příloha č. 10: Manipulační technika

PŘÍLOHY

Příloha č. 1: Hodnocení rizik manipulace s materiálem (Zdroj: Schmitter, 2012)

OTÁZKY	ANO	ČÁSTEČNĚ	NE
1. Je pravidelná zátěž při manipulaci více než 5 kg?			
<p>Pod ruční manipulací s břemeny si můžeme představit zvedání, držení, nošení, tahání a tlačení břemene.</p> <p>Příklady: ruční manipulace se stavebními prvky při výstavbě budov, nakládání materiálů, vykládání balíků, stěhování nábytku, vkládání materiálu a zboží do regálů, manipulace u přenosných zařízení (drtiče ovoce, odpadu, apod.), montáž lešení, manipulace s pacienty</p>			
2. Je zvedání a přenášení břemene prováděno v nepříjemné pracovní poloze?			
<p>Všechny polohy, které se významně odchyľují od ergonomických poloh, jsou považované za nevhodné a nepříjemné.</p> <p>Příklady: ohýbání při manipulaci s břemenem daleko dopředu, vytáčení nebo naklánění horní části těla do boku, břemeno je daleko od těla, manipulace s břemenem nad úroveň ramen, manipulace s břemenem v kleče a v podřepu</p>			
3. Je ruční manipulace ztížená díky povaze zátěže (břemene)?			
<p>Příklady: objemné břemeno, nestabilní, těžce uchopitelné, horké, studené, břemeno s ostrými hranami, hladkým povrchem, nevyvážené těžiště</p>			
4. Je ruční manipulace ztížená nepříznivými pracovními podmínkami?			
<p>Příklady: stísněný prostor pro pohyb (omezení pohybu), malá výška místnosti, nerovná nebo kluzká podlaha, dlouhá trasa, studené nebo velmi teplé ovzduší v místnosti, nedostatečné osvětlení</p>			
5. Stěžují si zaměstnanci?			
<p>Příklady: příliš velká hmotnost břemene, bolesti zad a kloubů, vysoké pracovní tempo, časová tíseň, únava až vyčerpání</p>			

Posouzení tahání a tlačení na základě klíčových ukazatelů

Celková aktivita musí být rozdělena na jednotlivé činnosti. Každá jednotlivá činnost, která zahrnuje velkou fyzickou námahu, musí být posuzována odděleně.

Pracoviště/činnost: _____

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

Tahání a tlačení na krátké vzdálenosti nebo časté zastavení (jediná vzdálenost až do 5 metrů)		Tahání a tlačení na delší vzdálenosti (jediná vzdálenost je větší než 5 metrů)	
Počet za pracovní den	Body za čas	Celková vzdálenost za pracovní den	Body za čas
< 10	1	< 300 m	1
10 - 40	2	300 m - 1 km	2
40 - 200	4	1 km - 4 km	4
200 - 500	6	4 - 8 km	6
500 - 1000	8	8 - 16 km	8
≥ 1000	10	≥ 16 km	10

Příklady: provoz manipulátorů, nastavení strojů, distribuce jídla v nemocnici. Příklady: odvoz odpadu, přeprava nábytku v budovách na kolečkách, vykládky a překládky kontejnerů.





2. krok: Stanovení bodů za hmotnost, přesnost polohování, polohy těla, pracovní podmínky

Přesouvání břemene (hmotnost břemene)	Průmyslová pomocná zařízení				
	Břemeno je váleno	Kolečko (trakař)	Přeprava válcem, vozík bez pevných válečků (jen říditelné válečky)	Kolejová vozidla, ruční vozíky, stoly s kolečky, vozíky s pevnými válci	Manipulátory, lanové vyvažovačky (balancéry)
					

< 50 kg	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
50 - 100 kg	1	1	1	1	1
100 - 200 kg	1,5	2	2	1,5	2
200 - 300 kg	2	4	3	2	4
300 - 400 kg	3		4	3	
400 - 600 kg	4		5	4	
600 - 1000 kg	5			5	
≥ 1000 kg					
posouvání		Šedá zóna: Kritická, protože kontrola pohybu průmyslových vozíků pro přepravu břemene značně závisí na dovednosti a fyzické síle.			
< 10 kg	1	Bílé zóny bez čísla: V zásadě by se jím mělo vyhnout, protože potřebné akční síly mohou snadno přesahovat maximální fyzické síly.			
10 - 25 kg	2				
25 - 50 kg	4				
> 50 kg					

Přesnost polohování	Rychlost pohybu	
	pomalá (< 0,8 m/s)	rychlá (0,8 do 1,3 m/s)
Nízko - bez specifikace dopravní vzdálenosti - břemeno lze na místo válet nebo spustit	1	2
Vysoko - náklad musí být přesně umístěn a zastaven - dopravní vzdálenost musí být přesně dodržena - časté změny směru	2	4

Poznámka: průměrná rychlost chůze je cca 1 m/s.

Držení těla (postoj) ¹⁾		
	Trup vzpřímený, ne zkroucený (ohýbaný)	1
	Mírný předklon trupu nebo mírné stočení (jednostranné tahání)	2
	Tělo je skloněné ve směru pohybu Podřep, klečení, ohýbání	4
	Kombinace ohýbání a otáčení	8
¹⁾ Musí být použit typický postoj. Větší sklon trupu je možný při spouštění, brzdění nebo posouvání a může být ignorován, pokud k němu dochází občas.		

Pracovní podmínky	
Dobré: • podlaha nebo ostatní povrchy hladké, rovné, suché, pevné → žádné sklony → žádné překážky v pracovním prostoru • válceky nebo kolečka lehce běží, žádné známky opotřebení ložisek kol	0
Omezené: • znečištěné podlahy, trochu nerovné, měkké → mírný sklon až o 2° → překážky v pracovním prostoru, které je třeba obejít • znečištěné válce nebo kola, nefungují dlouho, opotřebovaná ložiska	2
Obtížné: • nebezpečné nebo hrubě dlážděné vozovky, výmoly, silné znečištění → sklon o 2 až 5° → průmyslové vozíky jsou při spuštění poškozeny • znečištěná kola nebo válce, ložiska běží pomalu	4
Komplikované (složitě): • schody, schodiště → sklon > 5° → kombinace z "omezených" a "obtížných" ukazatelů	8
Ukazatele, které nejsou uvedeny v tabulce, musí být podle potřeby přidány.	

3 krok: Vyhodnocení

Body, které se týkají této činnosti, mají být zapsány a vypočítány v diagramu.

Hmotnost průmyslových vozíků				
+ Přesnost pohovávání				
+ Body za polohu těla				
+ Body za pracovní podmínky				
= Celkem	X	Body za čas	x	1,3 = Rizikové skóre

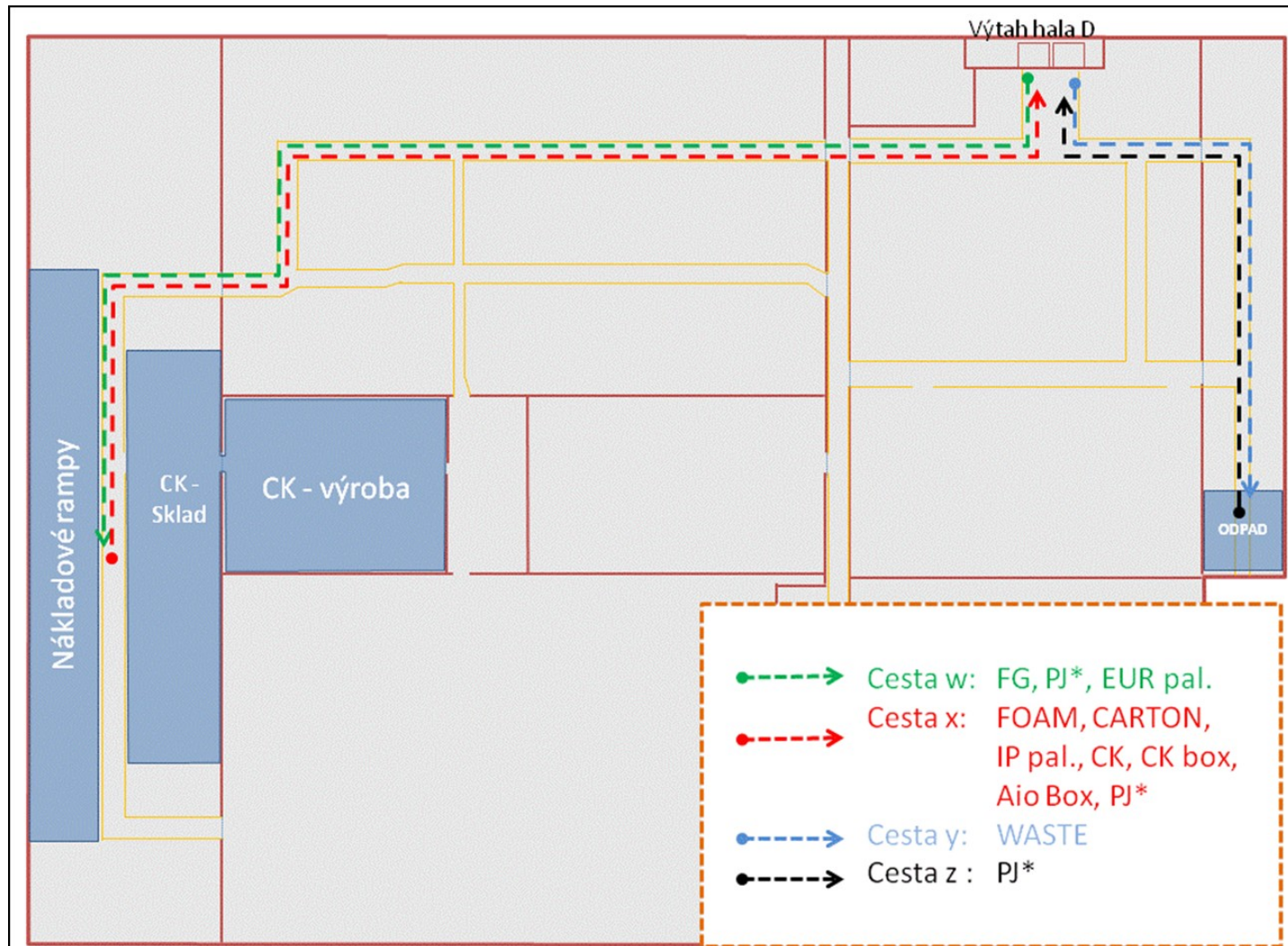
pro ženy

Na základě vypočteného skóre a níže uvedené tabulky je možné provést přibližné vyhodnocení.

Míra rizika ²⁾	Rizikové skóre	Popis
1	< 10	Nízká zátěž, fyzické přetížení je nepravděpodobné.
2	10 - 25	Zvýšená zátěž, k fyzickému přetížení může dojít u méně odolných jedinců ³⁾ . U této skupiny je vhodné změnit uspořádání pracoviště.
3	25 - 50	Velmi zvýšená fyzická zátěž, k fyzickému přetížení může dojít u zdravých osob. Je doporučeno změnit uspořádání pracoviště.
4	≥ 50	Vysoká fyzická zátěž, výskyt fyzického přetížení je pravděpodobný. Změna uspořádání pracoviště je nutná.

²⁾ Hranice mezi pásmy rizik jsou plynulé, protože závisí na individuálních pracovních technikách a podmínkách činnosti. Klasifikaci je tudíž nutné brát jen jako orientační pomůcku. V podstatě je nutné předpokládat, že čím vyšší jsou body hodnocení, tím vyšší je riziko zátěže muskulo-skeletálního aparátu.
³⁾ Za méně odolné osoby jsou v tomto kontextu považovány osoby starší nad 40 let nebo jedinci mladší než 25 let, nováčky v práci nebo nemocní lidé.

Příloha č. 2: Půdorys objektu



Příloha č. 3: Jednotlivé typy materiálu



CARTON



FG



FOAM



WASTE



IP pal



CK BOX



CK

Příloha č. 4: Vzor formuláře pro zápis časového snímkování

	Typ materiálu / činnost	odkud	kam	čas od	čas do	paleta/ vozík / ostatní	četnost
D2A	PG Δ	510	Out	11:07:23			1
D4A	PG □	510	Out	11:08:03			1
D5A	CK Δ	Out	510	11:15:29			1
	PG PJ □	Out	510	-11-			-
D1B	PG O	510	Out	11:14:11			1
D5B	PG □	510	Out	11:16:14			1
	PG	Out	510	11:17:11			1
D1B	PG Δ	510	Out	11:17:28			1
D4B	PG PJ O	Out	510	11:18:54			1
D1B	PG O	510	Out	-11-			1
	PJ Δ	Out	510	11:21:17			-
	PJ □	Out	510	-11-			-
	Koste E	510	IN	-11-			1
D4B	PG Δ	510	Out	11:23:18			1
TC D2B	PG □	510	Out	11:24:18			1
	DJ O	Out	510	11:25:56			-
D10	PG O	510	Out	11:26:16			1
	DJ Δ	Out	510	11:27:35			-
	PJ Δ	Out	510	11:27:40			-
	Koste Δ	510	IN	-11-			1
D4B	PG Δ	510	Out	11:29:16			1
D1B	PG O	510	Out	11:30:44			1
D4B	PG Δ	510	Out	-11-			1
	PJ □	Out	510	11:35:26			-
D5B	PG □	510	Out	11:34:20			1
	PJ Δ	Out	510	-11-			-
D2B	PG O	510	Out	-11-			1
	PJ O	Out	510	11:35:00			-
D2B	PG O	510	Out	11:35:53			1
	PJ □	Out	510	11:37:53			0
	PJ Δ	Out	510	-11-			-
	PJ O	Out	510	11:40:23			-
	Koste □	510	IN	11:43:51			1
	-11- O	510	IN	-11-			1
	Koste Δ	510	IN	-11-			1
D4B	PG □	510	Out	11:47:02			1
	PJ Δ	IN	510	-11-			-
	PG PJ O	IN	510	11:48:25			1
D1B	PG Δ	510	Out	11:49:00			1
	PJ □	Out	510	11:50:39			-
	PJ Δ	Out	510	11:53:05			-
				11:53:47			
Ruiter D4B	PG	510	Out	11:55:46			1
D5B	PG	510	Out	-11-			1
	O PG	510	Out				1
	O A10 BOX	Out	510	11:38:42			1
D1B	PG	510	Out	11:33:18			1
	A10 BOX	Out	510	-11-			1
D4A	PG	510	Out	-11-			1
	A10 BOX	Out	510	-11-			1
D4A	PG Δ	510	Out	11:40:38			1
	PJ Δ	Out	510	11:45:20			-
	PJ □	Out	510	-11-			-
	Koste O	510	IN	-11-			1
	PJ O	Out	510	-11-			-
	PJ O - hčot pč	510	Out	-11-			-
	PJ □ - hčot pč	510	Out	-11-			-
	PJ Δ	IN	510	11:47:00			-

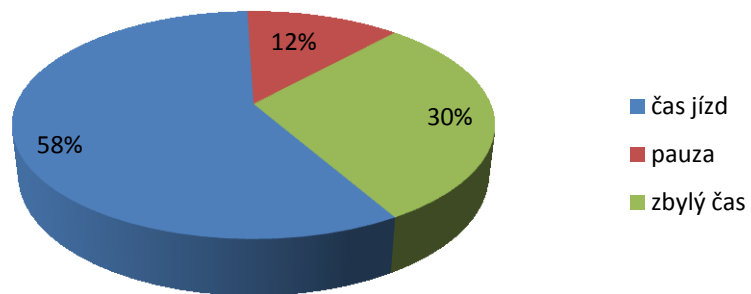
28
19

Příloha č. 5: Časová analýza fondu pracovníků

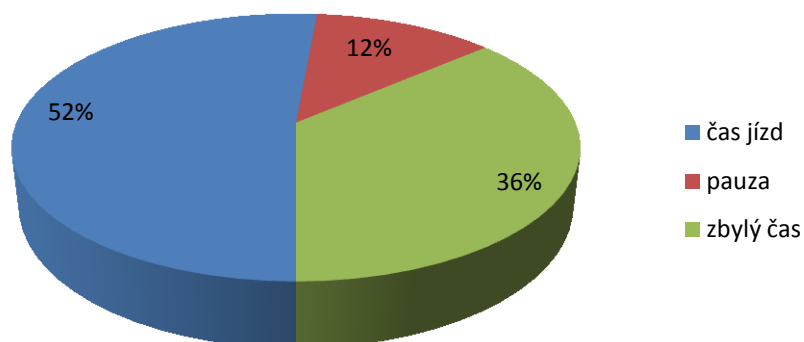
4	materiál/ handler	A	B	C	SUMA
5	Aio box	0:29:53	0:19:59	0:21:01	1:10:53
6	CARTON	0:05:59		0:04:48	0:10:47
7	CK	0:31:07	0:30:51	0:20:29	1:22:27
8	CK Box	0:05:39	0:07:40		0:13:19
9	EUR pal			0:02:44	0:02:44
10	FG	1:35:21	1:54:28	1:27:57	4:57:46
11	FOAM	0:07:50	0:11:51	0:06:18	0:25:59
12	IP pal		0:04:08	0:08:11	0:12:19
13	PJ	1:09:11	1:44:13	1:31:37	4:25:01
14	RTV pack	0:02:16		0:02:33	0:04:49
15	WASTE	0:10:21	0:40:00	0:33:04	1:23:25
16	SUMA	4:17:37	5:33:10	4:38:42	14:29:29

	A	B	C	celkem
čas jízd	4,29	5,55	4,65	14,49
pauza	1,03	1,03	1,03	3,08
zbylý čas	3,03	1,77	2,68	7,48
čas měření	8,35	8,35	8,35	25,05

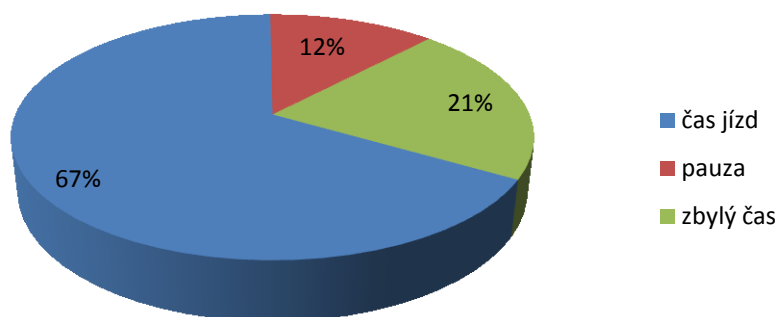
Graf využití časového fondu handlerů



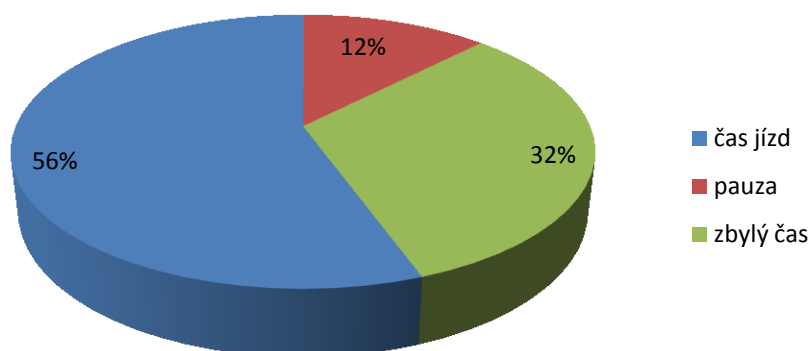
Využití časového fondu handlera A



Využití časového fondu handlera B



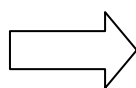
Využití časového fondu handlera C



Příloha č. 6: Odstranění odvozu odpadu

Hodnoty současného stavu

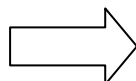
	Materiál/ činnost	Jízd za hodinu	Jízd za směnu
23			
24	Aio box	2,87	31,62
25	CARTON	0,48	5,27
26	CK	2,75	30,30
27	CK Box	0,48	5,27
28	EUR pal	0,12	1,32
29	FG	12,81	140,96
30	FOAM	0,96	10,54
31	IP pal	0,48	5,27
32	PJ	13,53	148,86
33	RTV pack	0,24	2,63
34	WASTE	5,15	56,65
35	Suma	39,88	438,68



Hodnoty po zrušení „yz“

	Materiál/ činnost	Jízd za hodinu	Jízd za směnu
19			
20	Aio box	2,87	31,62
21	CARTON	0,48	5,27
22	CK	2,75	30,30
23	CK Box	0,48	5,27
24	EUR pal	0,12	1,32
25	FG	12,81	140,96
26	FOAM	0,96	10,54
27	IP pal	0,48	5,27
28	PJ	8,50	93,53
29	RTV pack	0,24	2,63
30	SUMA	29,70	326,71

	Materiál/ činnost	Vzdálenost za hodinu	Vzdálenost za směnu
33			
34			
35	Aio box	555	6102
36	CARTON	92	1017
37	CK	532	5848
38	CK Box	92	1017
39	EUR pal	23	254
40	FG	2473	27205
41	FOAM	185	2034
42	IP pal	92	1017
43	PJ	2027	22296
44	RTV pack	20	216
45	WASTE	422	4645
46	SUMA	6514	71651



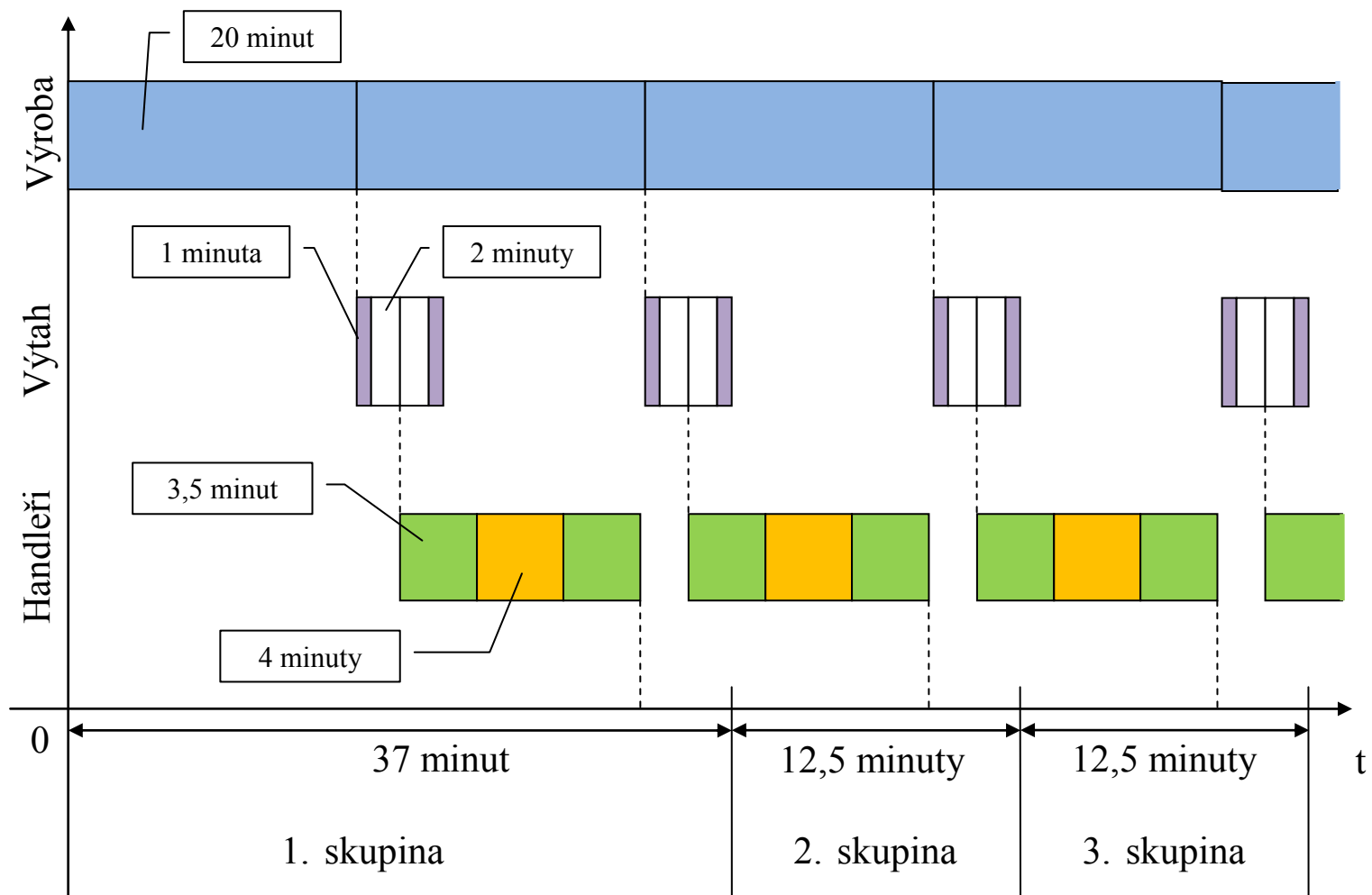
	Materiál/ činnost	Vzdálenost za hodinu	Vzdálenost za směnu
48			
49			
50	Aio box	554,73	6102,04
51	CARTON	92,46	1017,01
52	CK	531,62	5847,78
53	CK Box	92,46	1017,01
54	EUR pal	23,11	254,25
55	FG	2473,17	27204,91
56	FOAM	184,91	2034,01
57	IP pal	92,46	1017,01
58	PJ	1614,49	17759,40
59	RTV pack	19,64	216,05
60	SUMA	5679,04	62469,46

Současné jízdy s materiálem za dobu měření 8,35 h:

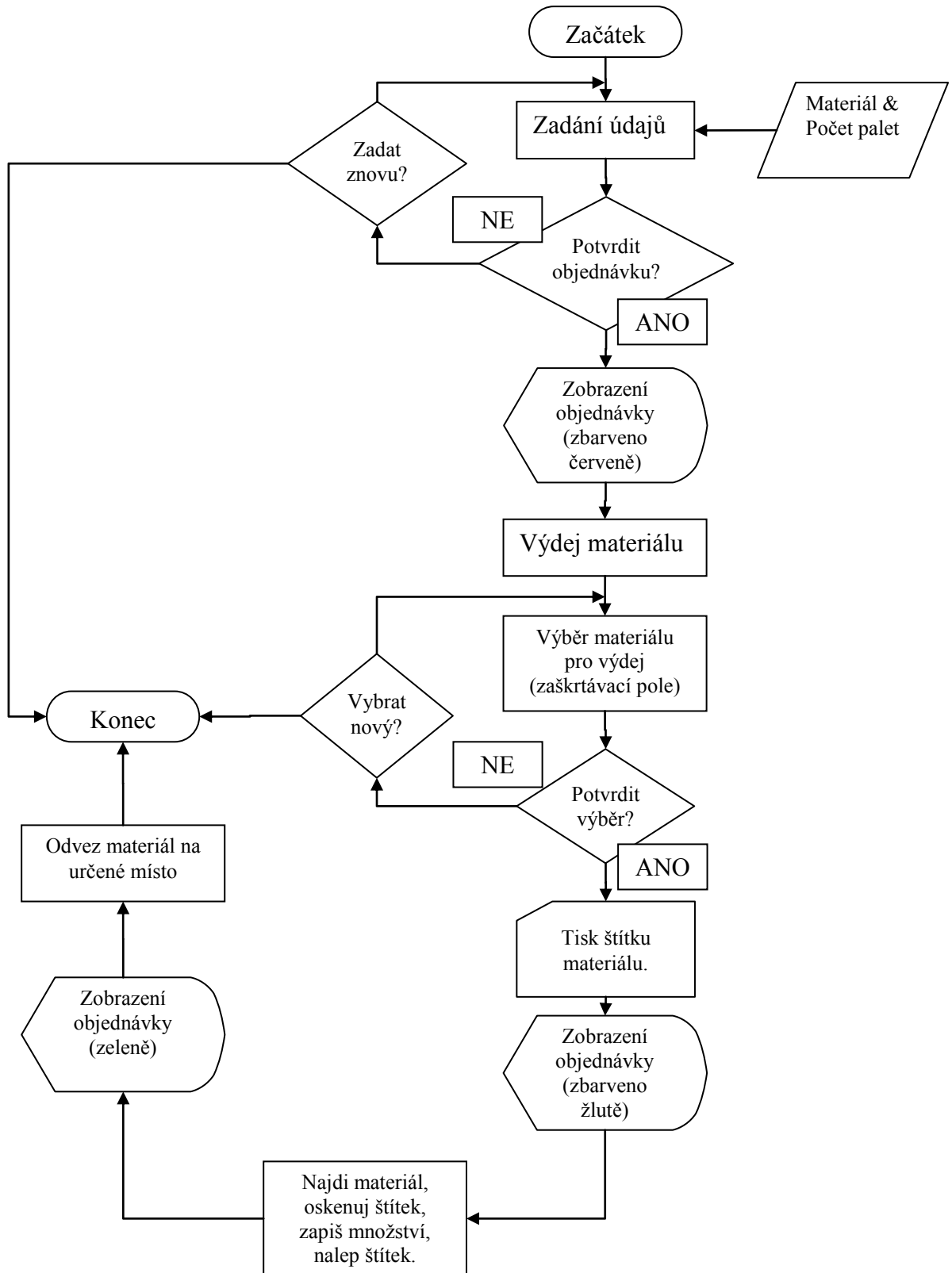
Cesta/materiál	Aio box	CARTON	CK	CK Box	EUR pal	FG	FOAM	IP pal	PJ	WASTE	SUMA
5 w						1 107			14		122
6 x	24		4 23	4				8 4	55		122
7 y										43	43
8 z									42		42
9 SUMA	24		4 23	4		1 107		8 4	111	43	329

Stav počtu jízd při realizace navrženého řešení za dobu měření 8,35 h:

Cesta/materiál	Aio box	CARTON	CK	CK Box	EUR pal	FG	FOAM	IP pal	PJ	SUMA
4 w						1 107			14	122
5 x	24		4 23	4				8 4	55	122
7 SUMA	24		4 23	4		1 107		8 4	69	244



Příloha č. 8: Diagram procesu objednávání



Příloha č. 9: Hodnoty analýzy po odstranění přebytečných prázdných jízd na cestě „w“ a „x“

Hodnoty současného stavu

	Materiál/ činnost	Jízd za hodinu	Jízd za směnu
23			
24	Aio box	2,87	31,62
25	CARTON	0,48	5,27
26	CK	2,75	30,30
27	CK Box	0,48	5,27
28	EUR pal	0,12	1,32
29	FG	12,81	140,96
30	FOAM	0,96	10,54
31	IP pal	0,48	5,27
32	PJ	13,53	148,86
33	RTV pack	0,24	2,63
34	WASTE	5,15	56,65
35	Suma	39,88	438,68

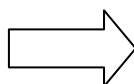
Hodnoty po racionalizaci

	Materiál/ činnost	Jízd za hodinu	Jízd za směnu
	Aio box	2,87	31,62
	CARTON	0,48	5,27
	CK	2,75	30,30
	CK Box	0,48	5,27
	EUR pal	0,12	1,32
	FG	12,81	140,96
	FOAM	0,96	10,54
	IP pal	0,48	5,27
	PJ	5,15	56,65
	RTV pack	0,24	2,63
	SUMA	26,35	289,83



	Materiál/ činnost	Vzdálenost za hodinu	Vzdálenost za směnu
33			
34			
35	Aio box	555	6102
36	CARTON	92	1017
37	CK	532	5848
38	CK Box	92	1017
39	EUR pal	23	254
40	FG	2473	27205
41	FOAM	185	2034
42	IP pal	92	1017
43	PJ	2027	22296
44	RTV pack	20	216
45	WASTE	422	4645
46	SUMA	6514	71651

	Materiál/činnost	Vzdálenost za hodinu	Vzdálenost za směnu
	Aio box	554,73	6102,04
	CARTON	92,46	1017,01
	CK	531,62	5847,78
	CK Box	92,46	1017,01
	EUR pal	23,11	254,25
	FG	2473,17	27204,91
	FOAM	184,91	2034,01
	IP pal	92,46	1017,01
	PJ	993,98	10933,83
	RTV pack	46,23	508,50
	SUMA	5085,12	55936,35



Současné jízdy s materiálem za dobu měření 8,35 h:

	Cesta/materiál	Aio box	CARTON	CK	CK Box	EUR pal	FG	FOAM	IP pal	PJ	WASTE	SUMA
5	w						1 107			14		122
6	x	24		4 23	4			8	4	55		122
7	y										43	43
8	z									42		42
9	SUMA	24	4 23	4	1 107	8	4 111	43				329

Stav počtu jízd při realizace navrženého řešení za dobu měření 8,35 h:

	Cesta/materiál	Aio box	CARTON	CK	CK Box	EUR pal	FG	FOAM	IP pal	PJ	SUMA
33	w						1 107				108
34	x		24	4 23	4			8	4	41	108
35	SUMA		24	4 23	4		1 107	8	4 41		216

Příloha č. 10: Manipulační technika



Elektricky poháněný nízkozdvihový vozík (Zdroj: <http://www.toyota-forklifts.cz/>).



Tahač s rámem (Zdroj: <http://www.still.cz/>)



Podvozková platforma, (Zdroj: <http://www.still.cz/>)



AGVS, (Zdroj: <http://www.ds-automotion.com>).