

Technická univerzita v Liberci

Fakulta strojní



Jaroslav Pochop

**OPTIMALIZACE EXPEDIČNÍHO SKLADU VE FIRMĚ
MODUS**

Bakalářská práce

2010

Technická univerzita v Liberci

Fakulta strojní

Katedra výrobních systémů

Obor: Strojírenství

Zaměření: Výrobní systémy

OPTIMALIZACE EXPEDIČNÍHO SKLADU VE FIRMĚ MODUS

KVS - VS - 91

Jaroslav Pochop

Vedoucí práce: doc. Dr. Ing. František Manlig

Počet stran: 76

Počet příloh: 3

Počet obrázků: 25

Počet tabulek: 16

Počet modelů nebo jiných příloh: 0

V Liberci 26.5.2010

Prohlášení

Byl jsem seznámen s tím, že na mou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé diplomové práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li diplomovou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Diplomovou práci jsem vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím diplomové práce a konzultantem.

Datum

Podpis

Poděkování

Na tomto místě bych velmi rád poděkoval konzultantovi Ing. Tomáši Vachovi z firmy MODUS spol. s r. o. za množství poznatků, připomínek, rad a věnovanému času.

Dále bych rád poděkoval vedoucímu práce doc. Dr. Ing. Františku Manligovi za věcné připomínky a rady.

Bakalářská práce: KVS - VS - 91

TÉMA: OPTIMALIZACE EXPEDIČNÍHO SKLADU VE FIRMĚ MODUS

ANOTACE:

Bakalářská práce se zabývá studií současného stavu expedice firmy MODUS spol. s r. o. a návrhy na její optimalizaci. Studuje možné zavedení systému skladování podle ABC analýzy a obsahuje dílčí návrhy pro efektivnější práci s přihlédnutím na bezpečnost a ergonomii. V první části je představena firma MODUS spol. s r. o. Druhá část je zaměřena na teorii aplikovanou v praktické části. Ve třetí části se analyzuje současný stav a jsou navrženy a zváženy nové varianty layoutu včetně návrhů sekundárních zlepšení.

THEME: OPTIMIZATION OF EXPEDITIONARY STORAGE IN THE FIRM OF MODUS

ANNOTATION:

This work pursues with expert examination current conditions of dispatch the company MODUS spol. s r.o. and suggestions for its optimization. It studies possible establishment of the storage system in accordance with ABC analysis and it contains particular proposal for more effective work with consideration of safety and ergonomics. In the first part of the work is the introduction of the company MODUS spol. s r.o. The second part of this work is more focused on theory applied in the practical part. The third part is analysing current situation and are suggested new variants of layouts including proposals for secondary improvements.

Desetinné třídění:

Klíčová slova: ABC, layout, optimalizace, skladování, spaghetti diagram

Zpracovatel: TU v Liberci, Fakulta strojní, Katedra výrobních systémů

Dokončeno: 2010

Archivní označení zprávy:

Počet stran: 76

Počet příloh: 3

Počet obrázků: 25

Počet tabulek: 16

Počet modelů nebo jiných příloh: 0

1	ÚVOD.....	9
1.1	VZNIK TÉMATU	9
1.2	PŘEDSTAVENÍ FIRMY MODUS SPOL. S R. O.	9
2	TEORETICKÁ ČÁST.....	11
2.1	SKLADOVÁNÍ, REGÁLOVÁ MÍSTA	11
2.2	ANALÝZY	13
2.2.1	Paretovo pravidlo	13
2.2.2	ABC analýza.....	15
2.2.3	Spaghetti diagram	17
2.2.4	Měření času.....	18
2.3	OPTIMALIZAČNÍ PŘÍSTUPY	21
2.3.1	Metoda pevného ukládání.....	21
2.3.2	Metoda záměnného ukládání.	21
2.3.3	Metoda skladových zón.....	22
2.3.4	Metoda dynamické zóny.....	22
2.3.5	Metoda přípravného vyskladňování.....	23
2.3.6	Metoda předvídajícího uskladňování.....	23
2.4	ČÁROVÉ KÓDY	23
2.5	TECHNIKA NAKLÁDKY	26
2.5.1	Těsnící límce	27
2.5.2	Nakládací můstky	29
2.5.3	Kamiony.....	30
3	PRAKTICKÁ ČÁST.....	31
3.1	SOUČASNÝ STAV	31
3.2	POZOROVÁNÍ.....	34
3.3	VÝSLEDKY POZOROVÁNÍ	35
3.3.1	Tabulky a grafy specializace pracovníka	35
3.3.2	Tabulky a grafy práce a prostojů	40
3.3.3	Tabulky a grafy činností přidávající a nepřidávající hodnotu.....	41
3.3.4	Závěry z grafů	42

3.4	ABC.....	42
3.5	NÁVRHY LAYOUTU	44
3.5.1	<i>Současný layout</i>	44
3.5.2	<i>Návrh č. 1.....</i>	45
3.5.3	<i>Návrh č. 2.....</i>	46
3.5.4	<i>Návrh č. 3.....</i>	47
3.5.5	<i>Návrh č. 4.....</i>	48
3.6	ZÁVĚRY Z PROVEDENÉ SIMULACE.....	49
3.7	NÁVRHY SEKUNDÁRNÍCH ZLEPŠENÍ.....	50
3.7.1	<i>Balení</i>	50
3.7.2	<i>Dlouhé časy čekání/přestávek</i>	51
3.7.3	<i>Využití regálových míst.....</i>	52
3.7.4	<i>Nakládání kamionu</i>	52
3.7.5	<i>Další návrhy</i>	53
4	ZÁVĚR A DOPORUČENÍ.....	54

Seznam použitých zkratek a symbolů:

Označení	Jednotky	Název veličiny/popis
ABC		Hodnotící analýza
DMAIC		System zavádění změn
EAN		Typ čárového kódu
l	m	Délka
Layout		Nákres dispozice
Lean		Koncepce štíhlé výroby
m	kg	Hmotnost
max.		maximum
min.		minimum
MODUS		Firma MODUS spol. s r.o.
MOST		Analýza a měření práce
obr.		Obrázek
PC		Personal computer - počítač
PDCA		Kroky ke zlepšování procesů
RFID		Identifikace na rádiové frekvenci
Tautliner		Typ návěsu u kamionů
ŽOS		Železniční opravny a strojírny

1 Úvod

„To, co bylo moderní ještě před několika lety, rychle zastarává. Co platilo včera, dnes už platit nemusí. Vymýšlejí se nové metody a přístupy k řízení výroby i získávání zákazníků. Chceme-li zůstat na trhu, tak se s tím musíme vyrovnat, musíme se přizpůsobovat.“ [1]

1.1 Vznik tématu

Dnešní svět se neustále mění a vyvíjí, stejně tak musí v tomto trendu pokračovat podniky. Nestačí už jen zachytit nové trendy v oblasti marketingu, technologií a informačních systémů. Na síle nabývají potřeby, metody a přístupy k řízení a optimalizaci interních procesů. Zde se klade důraz na zeštíhlování – lean. Štíhlé procesy jsou zbaveny všech činností, které zvyšují náklady, aniž by přidávaly na hodnotě. Mezi nástroje analýzy procesů, které jsou nutné k dalšímu vývoji v oblasti zlepšování, patří i časové studie. Ve své podstatě snímkování a analýza práce zajišťuje přehledné výstupy v podobě využití časového fondu pracovníků i strojů, hodnotí komplexnost a postupnost procesů. Samotná analýza je pak dotvářena návrhy na zlepšení současného stavu. Tyto výstupy mohou být rozhodujícím nástrojem zvyšování výkonnosti, konkurenceschopnosti a tedy i ekonomické úspěšnosti podniku. V závislosti na zvyšujících se požadavcích zákazníků, hlavně v otázce snižování cen a zvyšování kvality, jsou podniky nuceny neustále auditovat své procesy a snažit se o jejich trvalé zlepšování. Nástroje analýz práce pomáhají v konečném důsledku zefektivňovat a usnadňovat tyto procesy v podnicích a tím zaručit neustálé zlepšování. [2]

Tento fakt si jistě uvědomuje i firma MODUS spol. s r. o. dále jen „MODUS“, která spolupracuje s Technickou univerzitou v Liberci. Výsledkem této spolupráce je i tato bakalářská práce, která má s interní optimalizací expedičního skladu pomoci.

1.2 Představení firmy MODUS spol. s r. o.

Ryze česká společnost MODUS vznikla v roce 1994 a od této doby se stala jedním z nejvýznamnějších producentů osvětlovací techniky v České republice a k výrazným exportérům v tomto průmyslovém odvětví.

Mezi roky 1995 a 1996 došlo k opuštění filozofie subdodávek a vznikly první úvahy o vlastní výrobě. V následujícím roce došlo k investici do prvního vlastního děrovacího lisu (LDR25-C). V roce 1998 MODUS zakoupil nemovitosti v České Lípě k

vybudování výrobního provozu. Firma se neustále snaží zlepšovat kvalitu produktů, zrychlit a zefektivnit proces výroby, přinášet zákazníkovi designově vyspělé, kvalitně zpracované svítidlo, které přinese pokud možno co největší přidanou hodnotu. Proto je třeba eliminovat procesy, které hodnotu výrobku nepřidávají, přitom náklady na ně nejsou zanedbatelné. I proto proběhla jaře roku 2007 nejvýznamnější akce v dějinách výrobního závodu i celé společnosti – stěhování výroby. Ze starých, již pro další vývoj firmy a rozšiřování výroby nevhodných prostor, bylo zvoleno ekologicky přijatelné řešení – generální rekonstrukce starého průmyslového objektu, bývalé haly pro opravu železničních vagónů, tzv. hala ŽOS. Tímto se výroba a všechny záležitosti s ní související (vývoj, technologie, skladování, expedice atd.) dostaly pod jednu střechu, čímž se zlepšil dozor nad celým procesem výroby (docílení vyšší kvality) a zvýšila se efektivita (zvýšení produkce svítidel). [3]

V současné době MODUS disponuje moderními tvářecími automaty SALGVANINI, vystřihovacími a děrovacími automaty FINN-POWER a laserem SYNCRONO.



Obr. 1.1: Prostor expedičního skladu

2 Teoretická část

Teoretická část se věnuje metodám, které jsou použity v části praktické.

2.1 Skladování, Regálová místa

Skladování je jednou z nejdůležitějších částí logistického systému. Skladování tvoří spojovací článek mezi výrobcí a zákazníky. Zabezpečuje uskladnění produktů v místech jejich vzniku a mezi místem spotřeby a poskytuje managementu informace o stavu, podmínkách a rozmístění skladovaných produktů. Rychlost obratu zboží může mít velký dopad na velikost skladu.

Funkce skladování: činnosti mající za úkol přesun zboží:

- **Příjem zboží** – vyložení, vybalení, aktualizace záznamů, kontrola stavu zboží, překontrolování průvodní dokumentace.
- **Transfer či ukládání zboží** – přesun produktu do skladu, uskladnění a jiné přesuny.
- **Kompletace zboží** podle objednávky.
- **Překládka zboží** - z místa příjmu do místa expedice, bez uskladnění.
- **Expedice zboží** – zabalení a přesun zásilek do dopravního prostředku, kontrola zboží podle objednávek, úpravy skladových záznamů.

Podniky udržují ve skladech zásoby většinou z následujících důvodů:

- Snaha o dosažení úspor nákladů na přepravu nebo úspor ve výrobě.
- Reakce na měnící se podmínky na trhu (výkyvy poptávky, konkurence).
- Překlenutí časových a prostorových rozdílů mezi výrobcem a spotřebitelem.
- Snaha poskytovat zákazníkům komplexní sortiment produktů, nejen jednotlivé výrobky.

Je velmi důležité, aby se management pokoušel odstranit všechny neefektivitu, které se vyskytnou při přesunu produktů, uskladnění produktů nebo přenosu informací v rámci skladu.

Tyto neefektivitu se projevují různými formami, tzv. plýtváním:

- **Nadvýroba.** Toto plýtvání vzniká při situaci, kdy se vyrábí vyšší množství výrobků, než jak velká je poptávka od zákazníka. Vzniká za účelem vyššího využití výrobních kapacit nebo za účelem výroby

určitého množství dokončených produktů navíc pro „případ nouze“, jako např. poruchy výrobních zařízení, náhlé vysoké zmetkovosti apod. Díky takovému plýtvání vzniká zbytečná potřeba skladovacích prostor, zvyšují se dopravní i administrativní náklady.

- **Chyby pracovníků.** Vznik nekvalitních, zmetkových výrobků vytváří hned několik zbytečných nákladů. Oprava zmetků vyžaduje čas, práci zaměstnanců i finanční prostředky navíc. Některé defektní rozpracované výrobky mohou vážně poškodit výrobní zařízení. Navíc, pokud se zmetky dostanou k zákazníkovi, tak může dojít i ke ztrátě tohoto zákazníka.
- **Přebytečná nebo nadměrná manipulace.** Je jedním z nejčastějších druhů plýtvání. Cesta materiálu může vést ze skladu do meziskladu, poté na pracoviště a pak opět do meziskladu, aby mohla jít opět na jiné pracoviště. Může se i jednat o zbytečné ukládání výrobků do skladu jen proto, aby „byly vidět“ v systémů a následně se mohly expedovat.
- **Čekání.** Je plýtváním zjevným. Patří do něj čekání na materiál, čekání na opravu stroje, na seřízení atd.
- **Vysoké zásoby.** Vznikají skladováním náhradních dílů, materiálů, nedokončených výrobků, hotových výrobků atd. Slouží tedy jako polštář zásob. Všechny tyto položky zbytečně zabírají místo a vyvolávají potřebu dalších nákladů, jako jsou vysokozdvizné vozíky, regály, další pracovníci aj. Pro udržení nadměrně vysokého pracovního kapitálu se v zásobách zbytečně váží finanční prostředky, které by bylo možné účelně vynaložit jinde. Ve filosofii štíhlé výroby je tento druh plýtvání jedním z největších „prohřešků“.
- **Nízké využití skladové plochy a prostoru.** Například se výrobky ukládají pouze na zem. Použitím regálů se může kapacita zvýšit několikanásobně.
- **Nadměrné náklady na údržbu a výpadky kvůli zastaralým zařízením.**
- **Zastaralé způsoby příjmu a expedice zboží.**

Pro provoz skladu je velmi důležitá zejména optimální kombinace manuálního a automatizovaného manipulačního systému. [5], [6], [7]

2.2 Analýzy

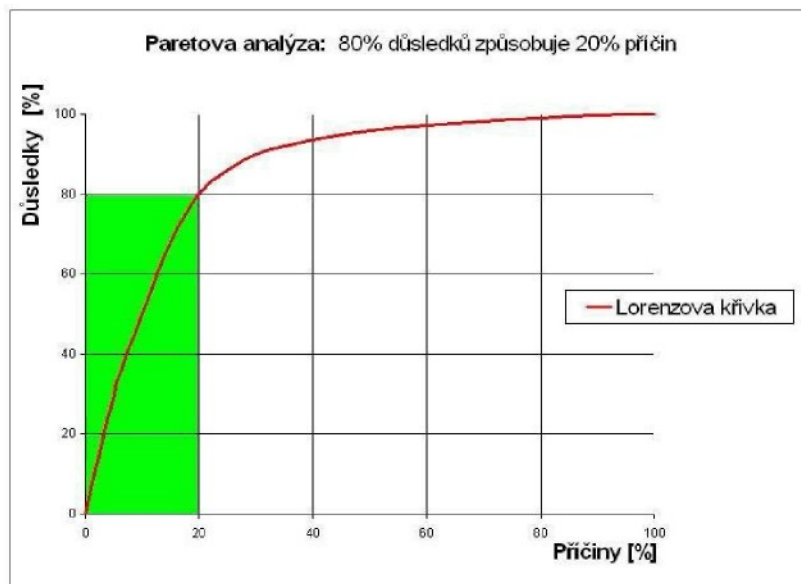
Analýzy jsou jednoduchým a účinným nástrojem pro označení, případně i následné řešení nalezených problémů. Jsou součástí celku při zavádění změn nebo řízení projektu, který je určen ke zlepšování. (obr. 2.1)



Obr. 2.1: Zavádění změn (DMAIC)

2.2.1 Paretovo pravidlo

Paretovo pravidlo říká, že „přibližně 80% všech důsledků způsobuje jen asi 20% příčin“ (obr.2.2). V praxi to znamená například, že např. „80% ročního obrátu tvoří malá skupina výrobků (např. 20%). Na druhé straně existuje skupina výrobků (např. 80%), která se podílí na celkovém obrátu jen z 20%. Nebo „80% nákladů na skladování způsobuje 20% výrobků z celého sortimentu. [8]



Obr. 2.2: Paretovo pravidlo

Z Paretovy zákonitosti vyplývá, že při řízení je třeba soustředit pozornost na omezený počet nejdůležitějších objektů (skladových položek, dodavatelů, odběratelů, výrobků), které mají rozhodující vliv na celkový účinek. [9]

Někdy se vztahy mezi výsledky a příčinami blíží více poměru 70/30, někdy však i 99/1, nikdy však poměru 50/50.

Myšlení podle pravidla 80/20 vyžaduje, abychom si ze všech věcí, které se dějí, povšimli těch několika skutečně nejdůležitějších a ignorovali spoustu těch nedůležitých.

Aplikace pravidla 80/20 znamená: Vyzdvihovat výjimečnou produktivitu, nezvyšovat průměrné úsilí. Hledat zkratku, neprocházet celou cestu. Mít svůj život pod kontrolou při vynaložení co nejmenšího úsilí. Vybírat si, nesnažit se zvládnout vše. V každodenním životě co nejvíce přenechávat plnění úkolů jiným, nebo si zajistit externí služby. Mimořádně pečlivě si sami vybírat povolání a zaměstnavatele. Dělat pouze to, v čem jsme nejlepší a co máme nejraději. V každé důležité oblasti zjistit, kde může 20% úsilí vést k 80% výnosů. Uklidnit se, pracovat méně a zaměřit se na omezený počet velmi důležitých cílů. Co nejvíce využít těch několika chvil, kdy je nám štěstěna nakloněna, a to v oblastech, kde dosahujeme vrcholu tvořivosti.

Sedm kroků časové revoluce: Oddělte úsilí a odměnu. Zbavte se pocitu viny. Osvobodte se povinností, jež na vás kladou jiní. Ve využívání času buďte nekonvenční a výstřední. Zjistěte, kterých 20 % vám přináší 80 % úspěchu. Znásopte 20% času, která vám přináší 80% úspěchu. Vyřadte nebo snižte málo hodnotné činnosti.

Závěry vyplývající z pravidla 80/20: Úspěšné podniky působí na trzích, kde vytvářejí nejvyšší zisky. Úspěšné podniky se zaměřují na ty segmenty trhu, kde vytváří největší zisk. Úspěšný management se zaměřuje na ta oddělení, na ty pracovníky, kteří vytvářejí největší zisk. [10]

Paretova analýza se realizuje v několika krocích:

- **Definování místa analýzy** – výběr procesu, činností, kde chceme zvýšit zisk nebo efektivitu. Může se např. jednat o reklamace, neshody ve výrobě, administrativě, skladování, úspěšnost produktů apod.
- **Sběr dat** – pro analýzu je zapotřebí získat relevantní data o fungování, jejichž hodnoty se запиší do tabulky.
- **Uspořádání dat** – získaná data se seřadí podle největšího výskytu, četností, největší váhy, či jiného kritéria. Vždy se však seřadí od největší zvolené hodnoty po nejmenší.
- **Lorenzova kumulativní křivka** – tato křivka vznikne tak, že se kumulativně sečtou hodnoty u jednotlivých dat a vynesou se do grafu. (viz. obr. 2.2)
- **Stanovení kritéria rozhodování** – zde se můžeme rozhodnout využít striktně Paretova pravidla 80/20 a nebo si také můžeme vybrat, že chceme odstranit jen 60% neshod apod.
- **Identifikování hlavních příčin** – z levé strany grafu vzniklého z dat zapsaných do tabulky, z hodnoty 80%, vyneseme čáru na kumulativní Lorenzovu křivku. Z ní pak spustíme svislou čáru, která nám oddělí ty případy, příčiny, kterými se máme zabývat.
- **Stanovení nápravných opatření** k odstranění nebo rozvoji příčin, které nám způsobují nejvíce ztrát a nebo naopak vedou k navýšení zisku. [11]

2.2.2 ABC analýza

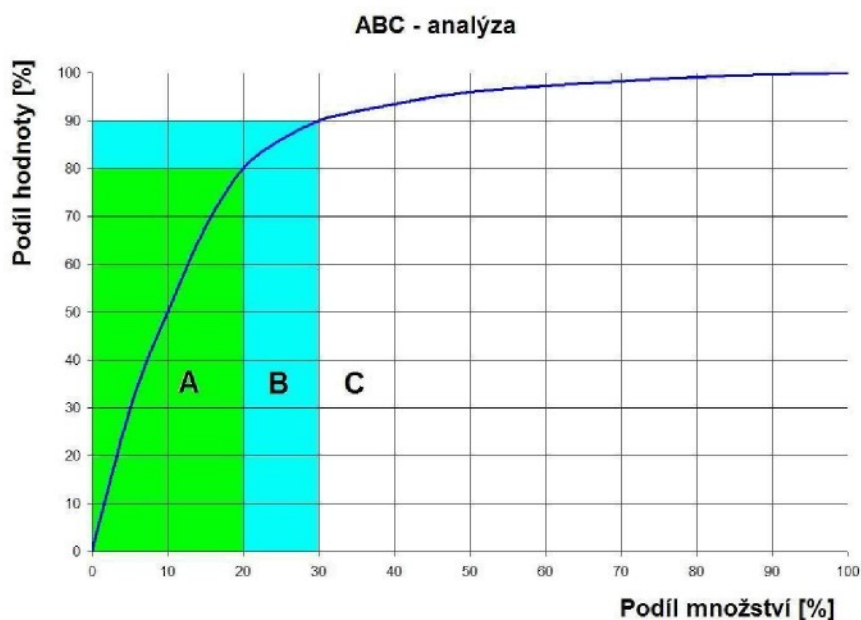
ABC analýza je založena na principu, že jen několik faktorů podstatně ovlivňuje celkový problém. Pokud tedy provedeme analýzu podniku za použití Paretova pravidla, tak je následně možné výrobky rozdělit do skupin. [8]

Tato analýza jednoznačně kvantifikuje hodnotová kritéria, jako jsou např. hodnota zásob, hodnota potřeb, akční rádius (dosah) nebo rozsah potřeb, připadajících na časové období. Zjišťuje se poměr mezi množstvím a hodnotou jednotlivých druhů sortimentu,

který odráží relativní významnost určitého druhu materiálu.

ABC analýza probíhá při členění materiálů podle hodnoty roční spotřeby ve třech způsobech:

- Zjištění hodnoty roční spotřeby pro každou materiálovou položku (vynásobením roční potřeby v jednotkách množství nákupní nebo zúčtovací cenou) a seřazení podle sestupného pořadí;
- Výpočet procentních podílů jednotlivých materiálových položek na celkové spotřebě a kumulace procentních hodnot podle zjištěného pořadí;
- Zjištění procentního podílu množství každé materiálové položky na celkovém počtu položek;
- Definování mezí třídních intervalů, přičemž se vymezí hranice u dvou stanovených procentních podílů na celkové hodnotě spotřeby. [12]



Obr. 2.3: ABC – analýza¹²

Tři základní skupiny:

- **A** – významné výrobky s ohledem na podnik (10 - 20% výrobků, 70 - 80% obratu). Patří sem položky s největším podílem na obratu. Je jim věnována největší pozornost. Objednávání je realizováno v kratších časových intervalech. I nepatrné snížení stavu zásob má výrazný dopad na snížení nákladů na skladování.
- **B** – méně významné výrobky (10 - 20% výrobků, 10 - 20% obratu).

Pozornost věnovaná těmto materiálům je obvykle orientovaná na jednotlivé materiálové skupiny (ne na jednotlivé druhy materiálů).

- C – „nevýznamné“ výrobky (60 - 80% výrobků, 5 - 10% obrátu). Do této skupiny patří položky s nízkou obrátkou, které jsou obstarávané až na základě přímých požadavků.

Tato analýza je jednou z úvodních analýz výrobního programu při projektování výrobního systému. Mimo jiné k ní přistupujeme i při snaze o optimalizaci skladování resp. uložení položek ve skladu v závislosti na jejich obrátce. [8]

2.2.3 Spaghetti diagram

Spaghetti diagram zachycuje pohyb pracovníka v jistém časovém období. S jeho pomocí tak lze přesně definovat a zviditelňovat např. materiálový nebo informační tok ve výrobním procesu. Do layoutu pracoviště (nákresu dispozice) se zachycují veškeré pohyby pracovníka a to graficky s ohledem na četnost sledovaných událostí. To se děje zakreslováním spojitých čar odlišnými barvami nebo jejich různou tloušťkou. Tento způsob analýzy je snadné uskutečnit při snímkování průběhu práce. Odhalí tak množství chůze mimo pracoviště a může být dobrým podkladem na redukci vzdáleností, vytvoření standardu a nový layout. Obvykle je nutné zapojit ke grafickému řešení také záznamy o délkách manipulačních drah. Díky diagramu jednoduše zobrazíme prostor, ve kterém se operátor zdržuje. Výsledkem potom může být celá řada grafických řešení neboli tzv. spaghetti diagramů. [2], [13]

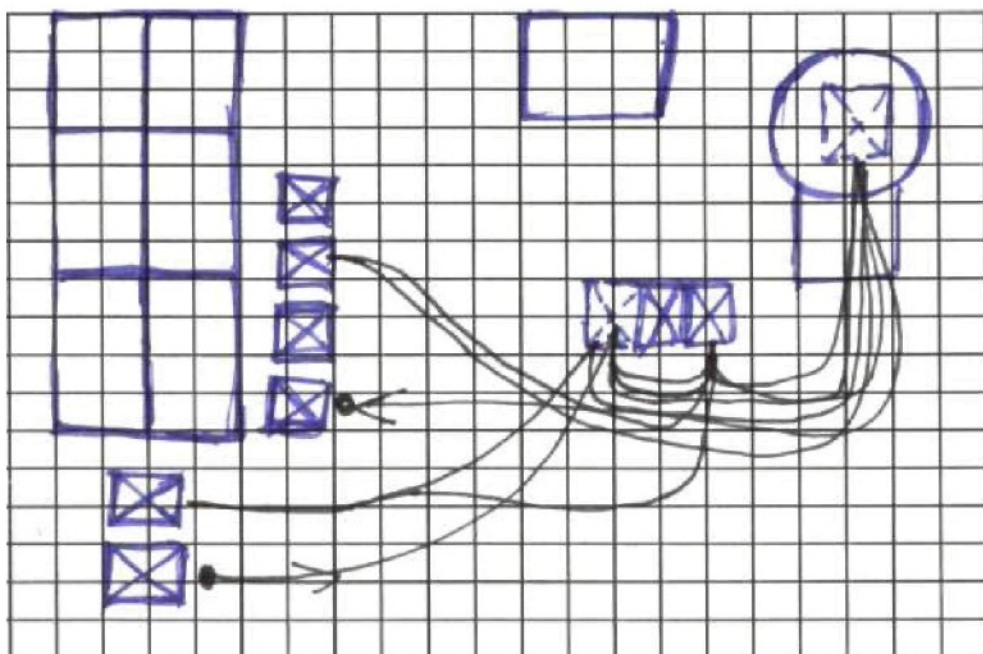
Potřebné věci:

- layout pracoviště (půdorys pracoviště)
- barevné tužky
- měřicí kolečko, pásmo, metr
- stopky
- tým, operátoři a lidé zapojení do toku
- reálný proces

Kroky:

- Záznam procesu. Pokládat otázky, pokud nejsou prováděné aktivity jasné.
- Začít na začátku procesu. Používat směrové šipky pro vyznačované trasy.

- Nevynechávat zakreslování žádných pohybů, i když se diagram stane nepřehledným. To pravděpodobně naznačuje příležitost ke zlepšení.
- Zaznamenat množství času při každé činnosti.
- Zobrazit manipulace s výrobkem (zastavení, zvedání, zkontrolování).
- Zaznamenat jména zúčastněných, data, časy a jiné relevantní informace.
- Kalkulovat časy, vzdálenosti, posuny pro poskytnutí základních výkonů.
- Vytvořit diagram zobrazující ideální stav. [14]



Obr. 2.4: Příklad Spaghetti diagramu pracovníka balení

2.2.4 Měření času

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, respektive 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.

Přímé měření práce je metodou prováděnou přímo na pracovišti v reálném čase, kdy se sleduje průběh práce. Při analýze a následné implementaci navrhnutých zlepšení je důležité postupovat podle jistého PDCA cyklu. Začíná se s výběrem pracoviště a zaznamenáváním 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 pak definován a následně zaveden. V posledním kroku je důležité nový stav udržovat.

Snímek pracovního dne zaznamenává veškeré spotřeby pracovního času během směny formou nepřetržitého pozorování. Výhodou je získání podrobných informací o průběhu práce. Nevýhodou naopak časová náročnost analýzy, stejně tak jako jisté psychické zatížení pozorovatele i pozorovaných. Používá se hlavně pro operace, kde je průběh práce v delších časových proporcích a nedá se přesně předvídat pořadí úkonů v operaci a jejich výskyt je nepravidelný.

I přes pracnost pozorování je 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.

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. Ta se může týkat zvýšení jakosti, zkrácení průběžných časů, snížení času přetaktování, balancování linky nebo i re-layoutu. Někdy management podniku požaduje zpracovat audit procesů pomocí měření práce. Celkově se snímkování 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. Při analýze je potřeba klást důraz na 5 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.

Chronometráž se používá u cyklických operací, jejichž části se pravidelně opakují. Zaznamenáváme spotřebu času u jednotlivých úkonů operace. Sled pracovních činností jen kontrolujeme na předem připraveném formuláři.

Pozorovací list		Datum: 6.5.2010	Pozorovatel: POCHOP
		Směna: ranní	Pozorovaný: manipulant
		Pracoviště: EXPEDICE	Č. listu: 2
Pracovník			
Postupný čas	Aktivita (zkratka)	Č. zakázky / ks	Poznámka (vzdálenost, doba, místo uložení,...)
9:32:30	Navážení	2790/40	I418B625, 2145B, 60kroků
9:35:40	Manipulace na prázdko		60kr.
9:36:10	N	2776/50	I414ALDPD600, 1914C, 40kroků
9:37:40	MNP		40kr.
9:38:15	Balení	2789/10	I418ALU600EP
9:43:10	B	2790/40	I418B625
9:45:20	B	2796/50	KSO128N, 12kroků
9:49:30	B	308/15	NVL250MPMMA, 14kroků
9:55:20	Opravování		čidlo balíčky nesnímá, nejde balit, oprava, 16kr.
9:58:10	B	2776/50	I414ALDPD600, 16kr.
10:03:30	Oběd		
10:21:00	B	2809/150	SB136, 18kr.
10:22:30	Navážení ještěrkou		
10:26:20	B	2791/40	IKO41825EP
10:30:10	Kouří		
10:38:50	B	2785/50	I418ALU/LS11
10:43:40	B	2790/40	I418B625
10:48:10	B	2776/50	I414ALDPD600
10:52:20	B	2791/40	IKO41825EP
10:54:30	WC		100kroků
10:56:10	Dokončuje balení	2791/40	
10:57:50	Chůze na prázdko		76kroků
10:59:10	B	2740/40	LVS236EPS60
11:02:30	Kouří		
11:10:00	B	2639/40	I418ALDP600EP
11:13:10	B	2639/40	I418ALDP600EP
11:16:30	B	2639/40	I418ALDP600EP
11:20:20	Navážení	2776/50	I414ALDPD600, 1015C, 56kroků
11:24:10	MNP		56kr.
11:24:50	N	2789/40	I418ALU600EP, 1223C, 60kr.
11:26:40	MNP		60kr.
11:27:25	N	2789/40	I418ALU600EP, 1224A, 60kr.
11:31:00	MNP		60kr.

Obr. 2.5 Pozorovací list

MOST (Maynard Operation Sequence Technique). Což v překladu znamená metoda nepřímého měření spotřeby času pracovní činnosti. Vychází ze skutečnosti, že jakákoliv práce je vlastně přemísťování hmoty či objektu a můžeme tuto práci popsat jedním ze čtyř sekvenčních modelů. K jednotlivým parametrům sekvenčních modelů jsou potom přiřazovány předdefinované indexy. V našem případě nelze předem určit, kudy a kam manipulant půjde, jaké překážky bude obcházet, kde bude volný regál atd. Nelze tudíž tuto metodu využít, jelikož by nevedla ke zjištění skutečného stavu v expedici. [2], [15], [16]

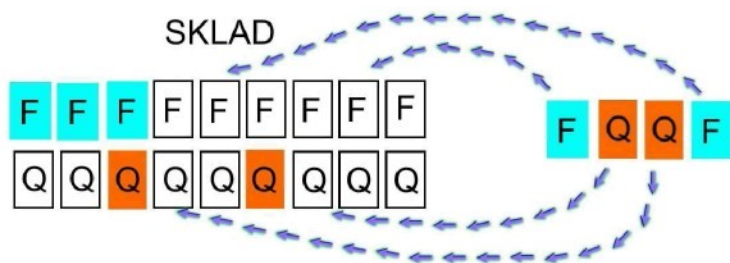
2.3 Optimalizační přístupy

Mezi možná východiska optimalizace patří strategie skladování. Při nízkých skladových zásobách postačí menší sklad s nižší průměrnou délkou pohybů. Lze zvyšovat kapacitu dopravních vozíků nebo kombinovat uskladňování a vyskladňování v jednom pracovním cyklu.

Důležitým hlediskem je bezpochyby volba ukládacích míst pro uskladnění a výběr položek při vyskladňování prostřednictvím systému správy skladu. Existuje několik metod; níže jsou uvedeny jejich výhody a nevýhody.

2.3.1 Metoda pevného ukládání.

Při čistém pevném ukládání se každé skladové položce přidělují vlastní ukládací místa, rezervovaná výhradně pro ni. Má to výhodu rychlého vyhledání položky pracovníkem, která se ovšem neuplatní v automatizovaných skladech. Nevýhodou je neefektivní využívání skladové kapacity, protože do přidělených ukládacích míst se musí vejít maximální možná zásoba každé položky.

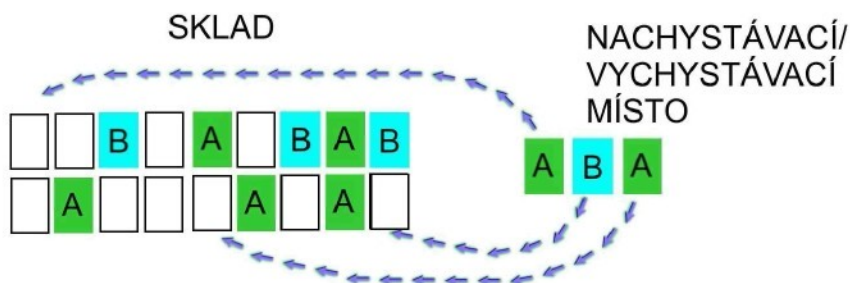


Obr.2.6: Metoda pevného ukládání

2.3.2 Metoda záměnného ukládání.

Tento problém řeší záměnné ukládání. Každou položku lze uskladnit do libovolného ukládacího místa při respektování určitých omezení (velikosti, hmotnosti, atd.). Protože se zásoba všech položek zpravidla nedoplňuje současně, pro maximální celkovou zásobu ve skladu postačí menší kapacita než při pevném ukládání. Menší sklad snižuje také průměrnou délku pohybu mezi ukládacím místem a předávacím bodem.

Nevýhodou se ukazuje, že tato metoda nedbá toho, že některé položky jsou požadovány častěji než jiné. Existuje nebezpečí, že zřídka požadovaná položka dostane ukládací místo blízko předávacího bodu a dlouho je blokuje. Položky s častým pohybem se pak musí uskladnit do méně výhodných ukládacích míst.

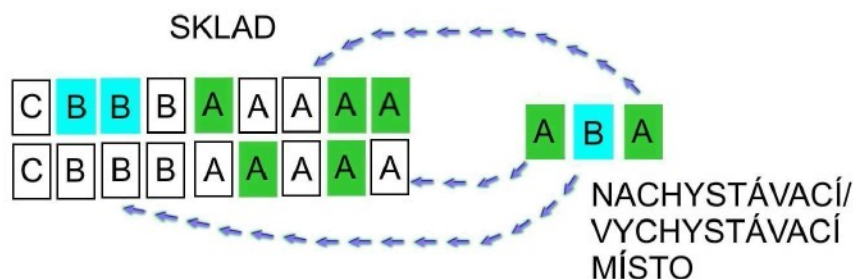


Obr. 2.7: Metoda záměnného ukládání

2.3.3 Metoda skladových zón.

Tento problém řeší klasifikace položek podle průměrné četnosti odběru a tvorba zón. Uskladňuje se do předem určených skladových zón – položky s nízkou četností odběru do zóny s dlouhými manipulačními časy (C), položky s vysokou četností odběru do zóny v blízkosti předávacího bodu (A). Položky v jedné zóně se ukládají záměnným způsobem.

Průměrná délka pohybů ve skladě se značně sníží. Potřebná celková kapacita je ovšem oproti čistému záměnnému ukládání vyšší, protože se musí dimenzovat pro špičkovou zásobu položek v každé zóně.



Obr. 2.8: Metoda skladových zón

2.3.4 Metoda dynamické zóny.

Tento problém řeší dynamické rozvrhování zón. Strategie velikosti objednávek a strategie řízení zásob se totiž během času mění. Položky mohou krátkodobě nebo střednědobě vyhovovat klasifikačním kritériím pro jinou zónu, nadto existují nové a zrušené položky.

Příslušnost položek k zónám a hranice zón se periodicky přizpůsobují aktuální situaci a rámcovým podmínkám. Tím lze snížit potřebu skladové kapacity; rezerva platí vždy jen pro jedno plánovací období. Dynamickou klasifikací položek a dynamickým rozvrhováním zón se sníží i průměrná délka pohybů.

Nevýhodou této metody je, že individuální chování položky se může odchýlit od průměru. Stává se tak, že první položky z další zóny budou požadovány dříve než poslední položky z předchozí zóny. Pak by bylo výhodnější takové položky uskladňovat do míst předchozí zóny, protože jejich konkrétní doba pobytu ve skladu je menší, a proto může být dané místo využito v určitém období vícekrát.

2.3.5 Metoda přípravného vyskladňování.

Nevýhodu předcházející metody řeší tzv. přípravné vyskladňování a v omezené míře také vychystávací sklad. Zde se prostroje manipulačních zařízení využívají k přípravě vyskladňovacích operací, které brzy přijdou na řadu: požadované položky se přeskladí do blízkosti předávacího bodu. Pak mohou být první příkazy provedeny rychle kvůli krátké dráze. Předpokládá to ovšem existenci prostojových časů pro manipulační zařízení. Celková pracnost manipulace se zvyšuje přidavnými přeskladněními. Nadto se mohou optimalizovat pouze ty příkazy, které přijdou brzy na řadu.

2.3.6 Metoda předvídajícího uskladňování.

Tato metoda vznikla též řešením nevýhody předcházející metody. Pro položku se již při jejím uskladňování určí očekávaný okamžik vyskladnění a to se zřetelem na již uskladněné položky. Této položce se přidělí nejlepší z volných ukládacích míst, jestliže během odhadnuté doby jejího pobytu ve skladu se neočekává uskladnění jiné položky, která bude vyskladněna dříve. Jinak se vezme v úvahu nejlepší místo.

Cílem je minimalizovat počet skladových operací pro nejvýhodnější ukládací místa. Čím kratší je očekávaná doba pobytu položky ve skladu, tím „lepší“ místo se jí přidělí. K tomu jsou zapotřebí patřičné prognostické údaje a informace o plánovaných dodávkách a objednávkách. Jde o výhledovou metodu. [5]

Ve středním podniku nemusí existovat optimální skladová organizace, protože mnohdy jsou požadavky zákazníků příliš rozdílné. Velkou výhodou středních podniků však je, že mohou právě tyto zákaznické požadavky klást do centra procesů a organizace, aby dosáhly výhod oproti větším konkurentům. Neboť ne vždy velcí porážejí malé, nýbrž stále častěji rychlejší poráží pomalejší. [17]

2.4 Čárové kódy

Důležitou činností v řízení materiálového toku je přesná znalost o pohybu pasivních

prvků. Z tohoto důvodu musí být pasivní prvky ve stanovených místech logistického řetězce bez problémů identifikovány. Pohyb musí být znám jak u výrobků, tak u dílů pohybujících se samostatně nebo zabalených ve spotřebitelských obalech, dále i u základní a odvozené manipulační a přepravní jednotky.

Nosičem označení sloužícím k identifikaci může být přímo surovina, polotovár či výrobek. Není-li nosič totožný s pasivním prvkem, musí být k němu fyzicky vázán, tj. používá se obal, visačka, etiketa, magnetická páska, štítek atd. Označením budeme rozumět například záznam v čárovém kódu.

Identifikací pasivních prvků rozumíme zjišťování totožnosti pasivního prvku a to buď podle fyzických znaků (podle tvaru či barvy) nebo podle kódu (laserový snímač čárového kódu, snímač RFID).

Identifikace pasivních prvků v logistickém řetězci se rychle vyvíjí směrem k automatické identifikaci. Pro označování pasivních prvků v logistické praxi má zatím největší význam optický princip. Výhodou optické identifikace je vysoká rychlost snímání a minimální počet chyb.

Automatická identifikace a jí odpovídající označování pasivních prvků usnadňuje:

- **řízení procesů**, jimiž pasivní prvky procházejí (např. řízení skladových operací, operací třídění a kompletace, ložních operací, jimiž jsou zejména překládky v terminálech a na překladištích ve veřejné dopravě atd.).
- **kontrolu stavů** (zejména stavů zásob ve skladech při inventarizaci i během průběhu naskladnění i vyskladnění).
- **sběr informací** (vyhledání a čtení údajů v katalozích, evidence atd.).
- **provádění transakčních procesů** (např. výstupní kontrolu zboží při operacích u pokladních terminálů v prodejnách maloobchodu).

Čárové kódy jsou nejúčelnějším a stále ještě nejlevnějším způsobem, proto jsou nejrozšířenější při označování pasivních prvků pro automatickou identifikaci na optickém principu. Jsou založeny na rozdílných vlastnostech tmavých a světlých ploch při ozáření optickým nebo laserovým paprskem. Je nutné také dodat, že s tímto způsobem identifikace jsou největší zkušenosti (první patent na využití byl udělen již v roce 1949). [5]

Používání čárových kódů je v obchodní sféře už téměř tradiční a představa fungování logistiky bez čárových kódů je už nemyslitelná. V podstatě každý výrobek,

který si kupujeme v obchodech, má „svůj“ čárový kód. Například tedy čárový kód jednoho balení těstovin je stejný jako jiného balení těstovin stejné kategorie od stejného výrobce. Využití čárových kódů je opravdu masové; od značení výrobků, až po značení dokumentů. Ve státní správě se čárových kódů používá pro majetkovou evidenci všeho druhu, i když se již začíná přecházet na jiné formy evidence, například čipování, které eliminuje podstatnou nevýhodu čárového kódu. Tou je nutnost přímé viditelnosti kódu pro čtecí zařízení, menší čtecí vzdálenosti a menší trvanlivost (schopnost správného načtení například při znečištění štítku s kódem). Výhody čárového kódu spočívají v poměrně nízké ceně implementace a dobré úrovni standardizace. [18]

Jednotlivé čárové kódy se liší:

- použitou metodou kódování při záznamu dat
- skladbou záznamu a jeho délkou
- hustotou záznamu
- způsobem zabezpečení správnosti dat

EAN je celosvětovým standardizovaným systémem pro identifikaci a je nejrozšířenějším v Evropě. Je analogický s kódem UPC, používaným v USA a Kanadě. Základním formátem systému EAN je kód EAN 13. Jeho struktura je:

- první tři číslice označují zemi (pro ČR je to 859)
- další čtyři číslice označují firmu
- dalších pět číslic značí vlastní jednotku zboží
- poslední číslice je číslice kontrolní



Obr. 2.9: kód EAN 13



Obr. 2.10: Skener čárového kódu

Každý čárový kód je tvořen sekvencí čar a mezer. Optoelektrická zařízení dokáží tyto posloupnosti analyzovat a vytvářet kód srozumitelný počítači. Při čtení kódu jsou generovány elektrické impulsy, které odpovídají skladbě tmavých a světlých čar.

Jestliže byly tyto impulsy vyhodnoceny jako přípustná postupnost čar a mezer, dostaneme na výstupu odpovídající řetězec.

Nosičem informací u kódů jsou čárky a mezery. Čárky nejsou vždy stejně silné, také mezery mohou být různě široké. Pravidlo, jak jsou k sobě jednotlivé čárky a mezery řazeny a samozřejmě i jejich šířky, je specifické pro jednotlivé kódy. Kromě toho, že jsou v sekvenci čar a mezer zakódovány jednotlivé znaky podle kódovací tabulky, začátek, resp. konec každého kódu je definován sekvencí čar znaku Start, resp. Stop. Před a za každým kódem musí být zabezpečeno tzv. světlé pásmo. Do tohoto pásma se nesmí umísťovat žádný text ani symboly. Tato zóna slouží čtecímu zařízení k tomu, aby mohlo snadno rozpoznat Start a Stop znaky. Jeden a tentýž čárový kód může být vyhotoven v různých velikostech.

Aby mohl být kód úspěšně přečten, musí splňovat jednu velice důležitou podmínku, tj. kontrast. Tato hodnota je definována jako poměr mezi rozdílem odrazu pozadí a odrazu čárky k odrazu pozadí. Při dodržení těchto kvalitativních podmínek se chyby při čtení téměř nevyskytují.

Pokud je kód nějakým způsobem poškozen, nedojde k rozpoznání čárového kódu, data nejsou přečtena. Takové případy nastanou při mechanickém poškození kódu, nebo nekvalitním tiskem atd. Aby se zabránilo chybnému přečtení dat, přiřazuje se kódovanému řetězci tzv. kontrolní znak, který nese informace o všech znacích předchozích. Porovnáním hodnot přijatého a vypočítaného kontrolního znaku se prokáže, zda nastala uvedená chyba. Tímto je docílena výrazná výhoda čárových kódů. Je vhodnější čárový kód nepřečíst než přečíst chybně. [5]

Ve firmě je interně využíván i obecný čárový kód, který má svůj zvláštní formát. Používá se pro ukládání resp. zjištění místa uložení zboží ve skladě. Tento kód je v následujícím formátu.

2XXXXZ

XX - číslo řady (1-24)

YY - číslo „buňky“ v regálu od počátku řady (01-48)

Z - pozice uložení (C nahore, B uprostřed, A na zemi)

2.5 Technika nakládky

Změnou technologie nakládání, využívaných pomůcek nebo prostorů, je možné také dosáhnout časových úspor.

2.5.1 Těsnící límce

Těsnící límce jsou určeny pro zabezpečení komunikačního propojení mezi skladovými prostory a ložnou plochou vozidla. Těsnící límce jsou ideálním řešením pro zamezení prostupu tepla při vykládce či nakládce zboží, což má za následek šetření energetických nákladů. Chrání tedy zboží před povětrnostními vlivy a brání vzniku průvanu, který může mít vliv na absenci personálu v důsledku onemocnění. [19], [20]



Obr. 2.11: Těsnící límce ²²

- **Polštářové těsnící límce.** Při použití polštářových těsnících límců se musí všeobecně ujasnit následující: Jak vypadá vlastní vozový park? Jaké druhy nákladních automobilů jsou většinou přistavovány? Optimální jsou přitom nákladní automobily s pevnou nástavbou, ale bez horní sklopné lišty. Jsou-li k dispozici nutné předpoklady, nabízejí polštářové těsnící límce velmi dobré podmínky pro nakládání výměnných a posuvných kontejnerů. Jsou však vhodné zejména pro chladírny.
- **Nafukovací těsnící límce.** Nafukovací límce se vždy přesně přizpůsobí různým velikostem nákladních automobilů. Poskytují tudíž vynikající utěsnění a dalekosáhle brání pronikání vnějších teplot do prostoru haly.

Tento těsnicí límec se doporučuje v provedení na rampu především pro chladiřny a při delších dobách nakládky zboží, které je citlivé na teplotní rozdíly. Teprve poté, kdy je nákladní automobil přistaven k rampě, nafoukne ventilátor těsnicí límec okolo vozidla a zcela tak utěsní nakládací prostor. Po ukončení nakládacího procesu a vypnutí ventilátoru se polštáře opět stáhnou do stran pomocí napínacího lana, umístěného uvnitř, nahoru pomocí protizávaží. Utěsnění a uvolnění po naložení a vyložení trvá jen několik sekund.

- **Plachtové těsnicí límce DSE.** Stabilní a flexibilní konstrukce a speciální plachty, odolné vůči roztržení a s velmi vysokou příčnou pevností, se dobře přizpůsobí všem velikostem nákladních automobilů, a proto je jejich použití zcela univerzální. Přední a zadní rám není spojen napevno, ale vzájemně velmi flexibilním způsobem pomocí vodících nebo nůžkových ramen. Obě z možných spojení zabraňují díky své flexibilitě škodám, způsobenými nárazy a v případě nepřesného přistavení vozidla zajišťují i nadále účinné utěsnění. Konstrukce s vodícími rameny je vybavena bezpečnostními řetězy. Konstrukce s nůžkovými rameny vždy po každém nakládání opět pevně napne obložení. Tím je dána dlouhodobá záruka dobrého vzhledu těsnicího límce.
- **Plachtové těsnicí límce DDF.** Pěnou naplněné boční polštáře s plachtami na nájezdové straně, obzvláště odolnými vůči roztržení, jsou uzpůsobené pro intenzivní rozřaďovací provoz. Konstrukce neobsahuje tyčové ústrojí, a proto ji lze velmi snadno a rychle namontovat. Při vykládání vysokých nákladních automobilů nebo „napumpování“ vozidel Jumbo do výšky se střecha flexibilně přizpůsobí a zdvihne. Nedojde tedy k žádnému poškození a to ani na těsnicím límci, ani na nákladním automobilu. Boční polštáře jsou naplněné polyuretanovou pěnou a tvoří společně se stabilním multiplexním rámem velmi odolnou jednotku. Plachty jsou vysokofrekvenčně svařené s bočním obložním polštářů a díky tomu jsou také mimořádně odolné.

2.5.2 Nakládací můstky

Nakládací můstky jsou v dopravní logistice naprostou nezbytností pro rychlé nakládání a vykládání. Vyrovnávají výškový rozdíl mezi rampou a nákladním automobilem, který je potřeba naložit. A je zcela lhostejné, zda se jedná o níže položená vozidla Jumbo nebo o vyšší vlečné vozy s kontejnerovými návěsy. Stabilní ocelové konstrukce jsou schopny splnit požadavky pro veškeré nakládací situace.

V kombinaci se spolehlivou hydraulikou, jejíž obsluha je velmi snadná (dva válce s jednoventilovou technikou), je tento systém vhodný pro všechny nakládací situace. Závěsy zvedacího klínu se díky otevřené konstrukci nezanášejí nečistotami, jako jsou např. dřevěné třísky apod. Plošina nakládacího můstku je odolná vůči zkrutu, tak že se bezproblémově vyrovnává dokonce i při nerovnoměrném zatížení. Automatické ventily pro nouzové zastavení, integrované do zdvihových válců, bleskově zajistí nakládací můstek, pokud nákladní automobil odjede příliš brzy a plošina je ještě zatížená.

Po přistavení nákladního automobilu se otevřou vrata haly. Stlačením spínače uvede elektrohydraulický systém plošinu do nejvyšší polohy a automaticky vysune zvedací klín. Poté plošina klesá až do doby, než zvedací klín dolehne na ložní plochu. Nyní je možné bezpečně nakládat a vykládat. Návrat do výchozí polohy následuje znovu po aktivaci ovládání. [19]



Obr. 2.12: Nakládací můstky ²³

2.5.3 Kamiony

Kamiony, resp. přívěsy jsou v zásadě konstruovány klasickým způsobem a to, že přístup k ložné ploše je v zadním čele. V některých případech, kdy je třeba provést nakládku/vykládku rychle nebo v případě neskladného zboží, je možné využít tzv. tautliner nebo Curtain sider. Samozřejmě za předpokladu, že jsou splněny nutné podmínky (prostory, technika, atd.). Tautliner nemá pevné bočnice ložné plochy. Na bocích nákladního vozidla je opatřen posuvnými plachtami a integrovanými upínacími pásy. Tyto plachty mohou být po stranách vytaženy jako záclona, což usnadňuje nakládku a vykládku obzvláště neskladného zboží. [21]

Tento druh kamionů však nelze použít s výše uvedenými těsnícími límci.

Výhodou je snadnější otevírání a posunování plachty při nakládce nebo vykládce. Lze i vykládat zároveň více vozíky nebo vykládat z obou stran návěsu → časová úspora.



Obr. 2.13: Návěs tautliner²⁴

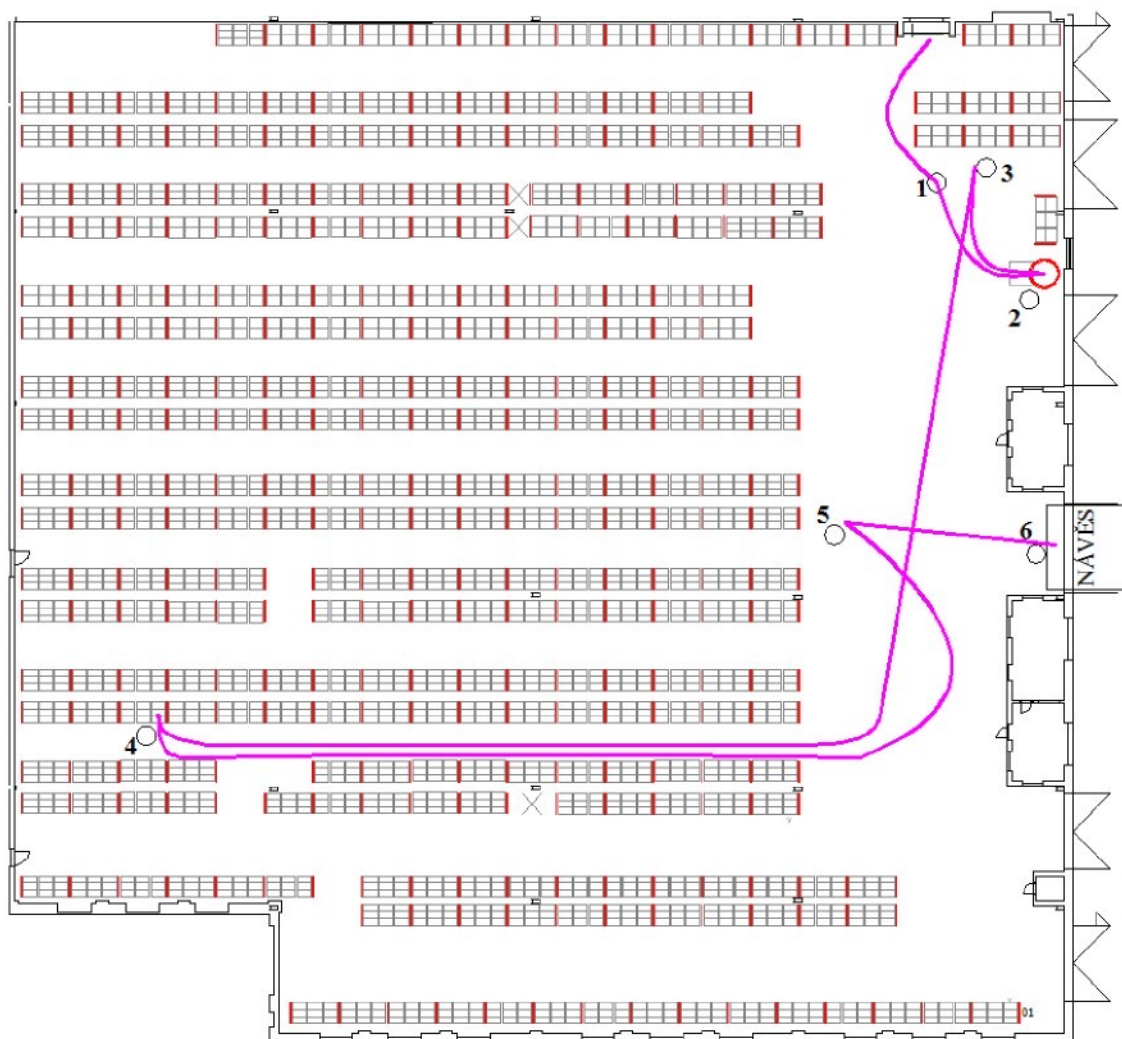
Postranní nakládací prostor návěsu je větší. Lze proto snadněji vyložit jen část zboží, které je uloženo například „hlouběji“ v návěsu, což znamená, že není potřeba všechno zboží vykládat.

3 Praktická část

Mnoho aktivit spojených se skladováním nepřináší výrobku žádnou hodnotu a pouze zvyšuje jeho cenu. Mělo by být snahou všechny tyto činnosti pomocí lean snížit na minimum, protože cenu navýšenou těmito neefektivitami by zákazník nebyl ochoten akceptovat.

3.1 Současný stav

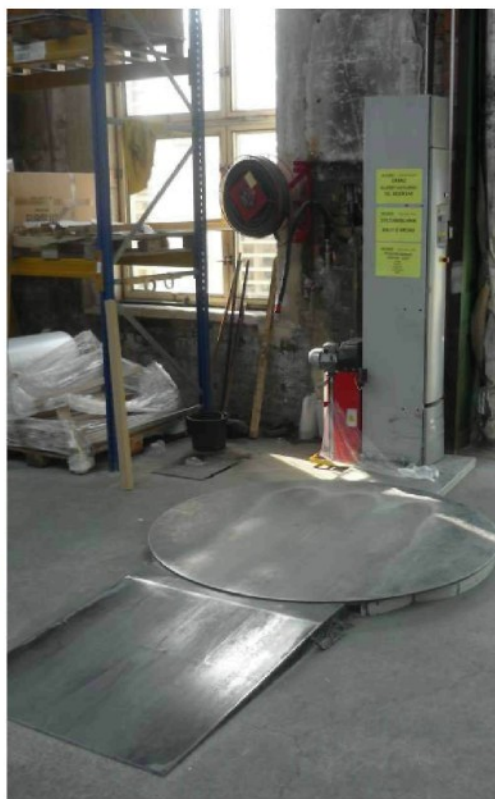
Firma MODUS důsledně zavádí metodu 5S, resp. 6S na všech pracovištích. Výjimku netvoří ani expediční sklad. Zde zavedený systém již pomohl k základní eliminaci plýtvání a k vizualizaci pracoviště.



Obr. 3.1: Tok svítidel současným layoutem

Svítidla přivážejí manipulanti přímo z výroby na paletě pomocí paletového vozíku na okraj skladu na určené místo (1), jak je zakresleno do diagramu v obr. 3.1.

S paletovým vozíkem (obr. 3.2) ihned odjíždějí zpět do výroby. Na paletě je naskládáno několik vrstev svítidel zabalených v krabicích. Takto přivezené výrobky na paletě se balí do fólie do jednoho celku a to hlavně pro lepší manipulaci a ochranu svítidel při skladování a převozu. Tato operace se provádí na zařízení k tomu určenému (obr. 3.3) a je vykonávána víceméně průběžně po celý den. Manipulant expedice si přijede pro paletu se svítidly na místo, kde je nechal manipulant z výroby a s obyčejným paletovým vozíkem je převezme k balicímu stroji. (2) (Pozn.: elektrický paletový vozík se nesmí používat kvůli bezpečnosti u navážecí rampy a hmotnosti vozíku). U některých zakázek je nutné přidávat kartónové rohy a to podle podmínek odběratele. V tomto případě manipulant musí rohy přilepovat izolepou, což bývá časově náročné. Po dokončení balení musí manipulant fólii ručně odtrhnout, opět najede na rampu s paletovým vozíkem a takto zabalenou paletu odváží stranou na odkládací místo (3). V případě, že jsou přivezena další svítidla na paletách z výroby, tak vozík vezme s sebou a opakuje proces balení do doby, než všechny přivezené palety s výrobky budou zabaleny. Poté použije vysokozdvizný elektrický paletový vozík (obr. 3.2), aby mohl odvést zabalené palety do regálů ve skladu.

*Obr. 3.2: Paletové vozíky**Obr. 3.3: Balicí stroj*

Navážení zabalených palet do prostoru skladu je prováděno zcela nahodile na volné pozice v regálech téměř kdekoli ve skladu (4). Vzhledem k velikosti skladu (65x60m) se tak nejedná o zanedbatelné vzdálenosti. Tento fakt je hlavně zapříčiněn tím, že zde neexistuje rozdělení výrobků na ABC podle obrátkovosti, ale i tím, že se zde střídají zaměstnanci, kteří zde pracují krátkodobě a nevědí, že by mohli ukládat palety výhodněji. V expedičním skladu jsou dva druhy regálů. Pro vysoké palety (mají dvě pozice - buňky; dělení na A na zemi, B nahoře), pro nízké palety (3 buňky; dělení na A na zemi, B uprostřed, C nahoře). Zároveň se pro vysoké palety používají i horní C pozice u regálů na nízké palety. Hmotnost palet není omezující, jelikož nosnost regálů je 3200kg, přičemž nosnost buňky je 1600kg. Obr. 3.4: Regály pro nízké palety



Samotné založení palety do regálu se provádí pomocí vysokozdvížného elektrického vozíku. Ještě předtím však musí manipulát uložit do čtečky čárových kódů pozici, kam je paleta uskladněna. Čtečku si manipulát vozí s sebou, položenou na vozíku. Každé místo ve skladě má svůj jedinečný čárový kód. Ten je přečten spolu s dalšími souvisejícími čárovými kódy (kód výrobku, zakázky, odběratele). Z čtečky jsou poté data stažena do PC, která při následném vyhledávání velmi usnadňují najít místo, kde je správné zboží uskladněno. Poté, co je balení uloženo na svém místě, jede manipulát pro další balení a toto se opakuje.

Podle velikosti objednávky je objednan kamion na předem stanovený čas. Na tento čas musí být zboží z objednávky připravené. To je také další činností manipulátů - kompletace objednávky na místo určené k expedici tzv. vychystávání. Toto místo je vždy před regály v přední části skladu, blízko nakládacích vrat (5). Podle vytištěné objednávky se v PC vyhledá pozice, na které se požadovaný výrobek skladován. Manipulát poté jede s vysokozdvížným paletovým vozíkem na dané místo. Odebere celé balení, případně potřebný počet kusů z objednávky a tuto provedenou akci uloží

opět do čtečky pomocí čárových kódů tak, aby byly údaje o stavu skladu stále aktuální. S balením odjede na vychystávací místo, kde balení vyloží a poté jede opět pro další balení. Toto se opakuje, dokud není objednávka kompletní. V případě, že je objednávka složena z pouze několika kusů od každého svítidla, tak manipulát projíždí s vysokozdvizným vozíkem mezi jednotlivými uličkami celého skladu a objednávku kompletuje na jednu paletu. Zde se projevuje fakt, že jednotlivé uličky nejsou např. v polovině překříženy napříč další uličkou. Manipulát tedy nemůže skladem projíždět, ale musí z uličky vyjet prakticky až dopředu skladu a do další řady odtud musí opět zajet. Tím se značně časově prodlužuje kompletace takovéto objednávky. Tuto operaci lze provádět průběžně po celý den (za předpokladu, že je dostatek objednávek). Jediným omezením jsou místa před regály určená k vychystávání.

K nakládání kamionu se využívá vysokozdvizný vozík tzv. ještěrka. S tou manipulát jezdí od místa, kde je objednávka připravena, k nakládacím vratům, kde je zaparkován kamion (6). Vysokozdvizného vozíku je využíváno proto, že ložná plocha kamionu není ve stejné výšce jako podlaha skladu. To znamená, že náklad je potřeba zvednout do výšky cca 0,5-1m. Po naložení celé objednávky může být na právě vyprázdněné kompletační místo skládána nová objednávka. Pokud tedy nějaká je. Lze říci, že tato operace se provádí víceméně nárazově a je závislá pouze na tom, kdy přijede kamion.

Náplň práce manipulanta ve skladu je tedy široká a nelze říci, že by byla monotónně se opakující.

3.2 Pozorování

Pro určení skutečného stavu v expedičním skladu jsem provedl týdenní pozorování pracovníka – manipulanta, tzv. snímek pracovního dne jednotlivce (viz příloha č.1), kde je takto zaznamenán jeden celý den. Tento vzorek má již svou vypovídající hodnotu. Takto sesbíraná data jsem zakreslil do layoutu pracoviště a vytvořil tak spaghetti diagram, což prozradilo oblasti pro možné zlepšení. Zároveň jsem byl, díky layoutu nakreslenému v měřítku, schopen zjistit, jakou vzdálenost musel manipulát každý den ujít.

Při tomto pozorování docházelo i k jednání manipulantů, které nepřinášelo žádnou hodnotu, resp. tím docházelo k plýtvání. Bylo to například z důvodů nadbytečné manipulace nebo neprozíravého jednání. Takto vysledované plýtvání jsem zakreslil a

zapsal do předem připraveného formuláře Mapa plýtvání (viz. příloha č. 2).

Dále jsem data z těchto týdenních náměrů vložil do tabulek, kde jsem je zpracoval do grafů. Manipulantem vykonávané činnosti jsem rozlišoval na manipulace strojní naprázdno/naplno, manipulace ruční naprázdno/naplno, balení, hledání, vychystávání, úklid a čištění, dokumentace, zdržování se mimo pracoviště, rozhovor, čekání a nečinnost, přestávka pracovníka.

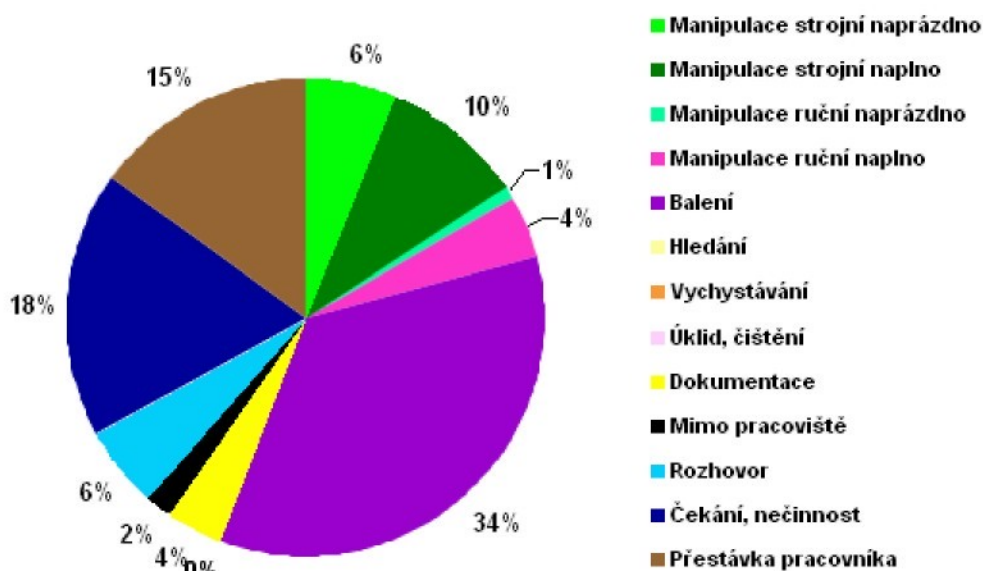
3.3 Výsledky pozorování

Data z pozorování zanesena do tabulek a grafů.

3.3.1 Tabulky a grafy specializace pracovníka

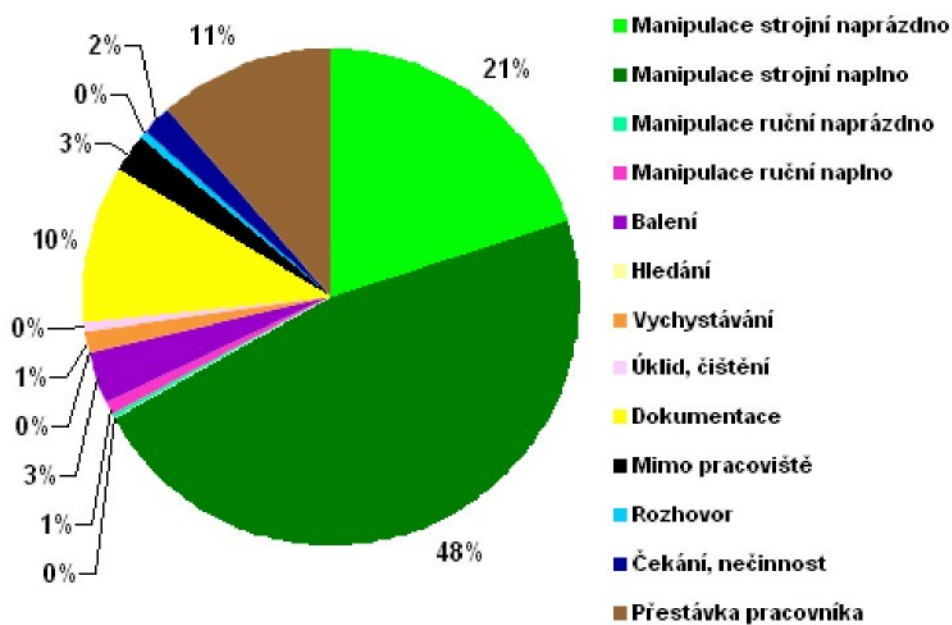
Pracoviště	Expedice	Datum	30.4.2010	Směna	Ranní
Činnost				Délka trvání	
Manipulace strojní naprázdno				0:29:00	
Manipulace strojní naplno				0:47:35	
Manipulace ruční naprázdno				0:03:25	
Manipulace ruční naplno				0:19:50	
Balení				2:48:15	
Hledání				0:00:00	
Vychystávání				0:00:00	
Úklid, čištění				0:00:25	
Dokumentace				0:17:50	
Mimo pracoviště				0:07:50	
Rozhovor				0:27:20	
Čekání, nečinnost				1:26:05	
Přestávka pracovníka				1:12:25	
Manipulantem vykonaná vzdálenost 3792 m					

Specializace pracovníka, stroj, datum, čas pozorování



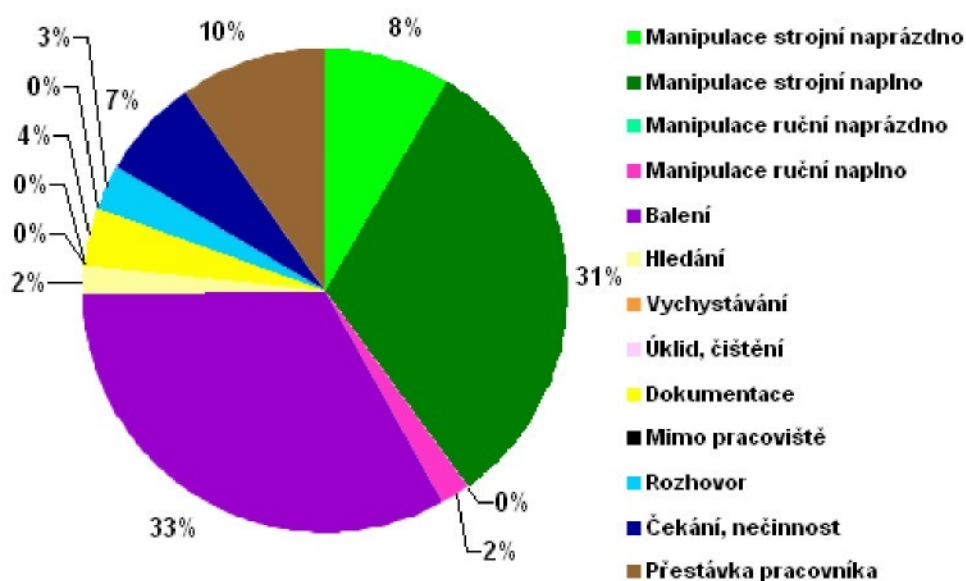
Pracoviště	Expedice	Datum	3.5.2010	Směna	Ranní
Činnost				Délka trvání	
Manipulace strojní naprázdno				1:36:05	
Manipulace strojní naplno				3:45:30	
Manipulace ruční naprázdno				0:01:40	
Manipulace ruční naplno				0:03:30	
Balení				0:15:50	
Hledání				0:00:00	
Vychystávání				0:07:10	
Úklid, čištění				0:02:20	
Dokumentace				0:48:55	
Mimo pracoviště				0:12:50	
Rozhovor				0:02:00	
Čekání, nečinnost				0:09:40	
Přestávka pracovníka				0:54:30	
Manipulantem vykonaná vzdálenost 9641 m					

Specializace pracovníka, stroj, datum , čas pozorování



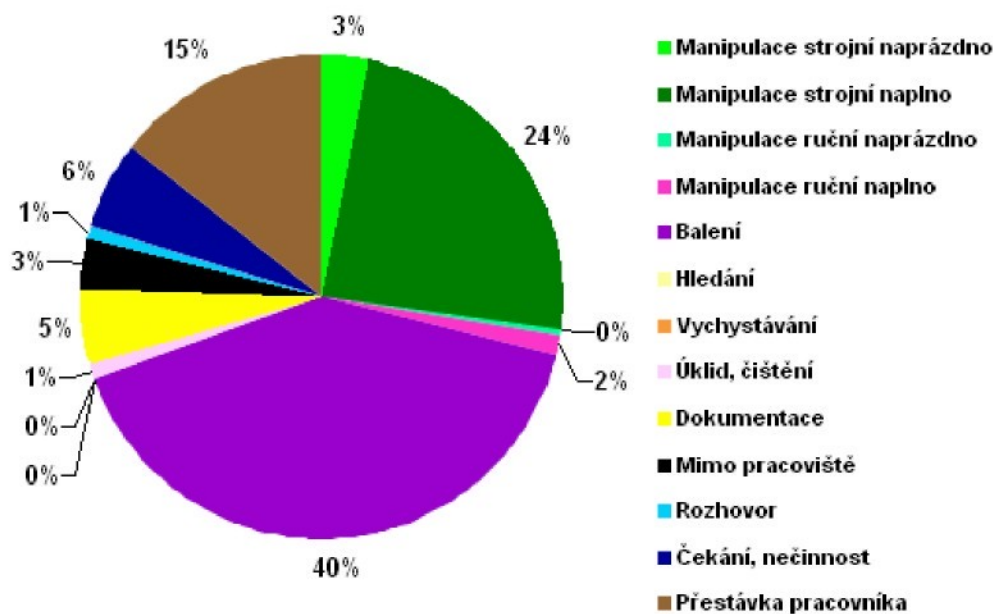
Pracoviště	Expedice	Datum	4.5.2010	Směna	Ranní
Činnost				Délka trvání	
Manipulace strojní naprázdno				0:41:05	
Manipulace strojní naplno				2:30:45	
Manipulace ruční naprázdno				0:00:00	
Manipulace ruční naplno				0:10:00	
Balení				2:36:25	
Hledání				0:10:20	
Vychystávání				0:00:00	
Úklid, čištění				0:00:00	
Dokumentace				0:18:20	
Mimo pracoviště				0:00:00	
Rozhovor				0:14:40	
Čekání, nečinnost				0:31:40	
Přestávka pracovníka				0:46:45	
Manipulantem vykonaná vzdálenost 8117 m					

Specializace pracovníka, stroj, datum , čas pozorování



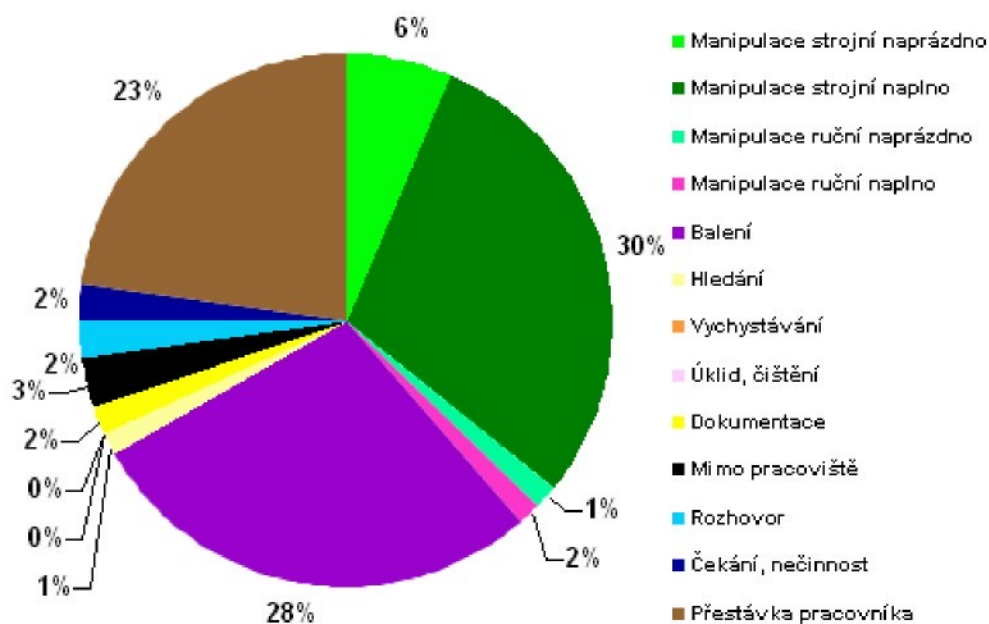
Pracoviště	Expedice	Datum	5.5.2010	Směna	Ranní
Činnost				Délka trvání	
Manipulace strojní naprázdno				0:14:40	
Manipulace strojní naplno				1:55:30	
Manipulace ruční naprázdno				0:01:20	
Manipulace ruční naplno				0:07:20	
Balení				3:15:00	
Hledání				0:00:00	
Vychystávání				0:00:00	
Úklid, čištění				0:04:50	
Dokumentace				0:24:00	
Mimo pracoviště				0:15:40	
Rozhovor				0:04:45	
Čekání, nečinnost				0:27:15	
Přestávka pracovníka				1:09:40	
Manipulantem vykonaná vzdálenost 2600 m					

Specializace pracovníka, stroj, datum , čas pozorování



Pracoviště	Expedice	Datum	6.5.2010	Směna	Ranní
Činnost				Délka trvání	
Manipulace strojní naprázdno				0:30:58	
Manipulace strojní naplno				2:21:20	
Manipulace ruční naprázdno				0:06:10	
Manipulace ruční naplno				0:07:30	
Balení				2:14:30	
Hledání				0:06:20	
Vychystávání				0:00:00	
Úklid, čištění				0:00:00	
Dokumentace				0:08:07	
Mimo pracoviště				0:14:45	
Rozhovor				0:09:50	
Čekání, nečinnost				0:10:45	
Přestávka pracovníka				1:49:45	
Manipulantem vykonaná vzdálenost 6048 m					

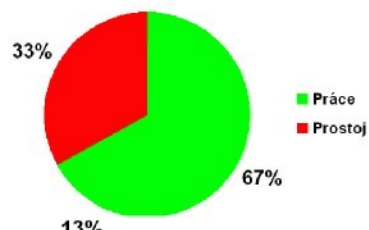
Specializace pracovníka, stroj, datum , čas pozorování



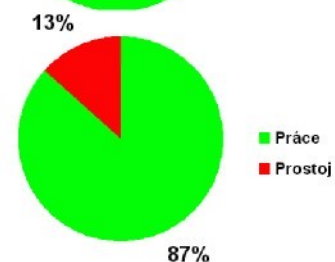
3.3.2 Tabulky a grafy práce a prostojů

Do činností, které jsou považovány za práci byly zahrnuty veškeré položky, kromě čekání, nečinnosti a přestávky pracovníka.

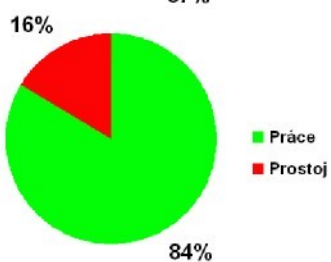
PRÁCE / PROSTOJ		30.4.2010
Činnost	Práce	Prostoj
Délka trvání	5:21:30	2:28:30



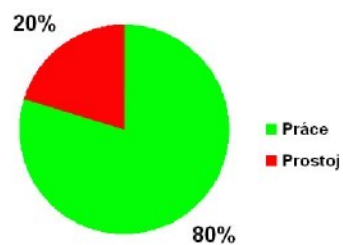
PRÁCE / PROSTOJ		3.5.2010
Činnost	Práce	Prostoj
Délka trvání	6:55:50	1:04:10



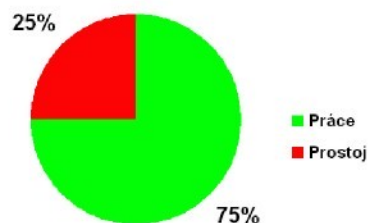
PRÁCE / PROSTOJ		4.5.2010
Činnost	Práce	Prostoj
Délka trvání	6:41:35	1:18:25



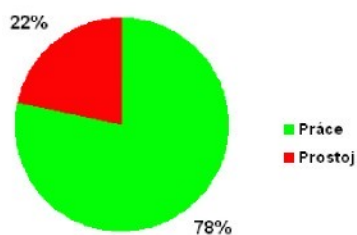
PRÁCE / PROSTOJ		5.5.2010
Činnost	Práce	Prostoj
Délka trvání	6:23:05	1:36:55



PRÁCE / PROSTOJ		6.5.2010
Činnost	Práce	Prostoj
Délka trvání	5:59:30	2:00:30



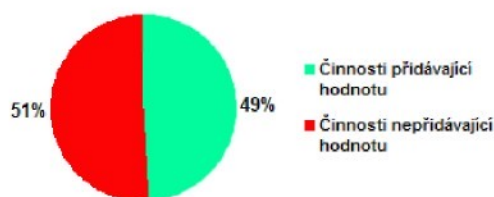
PRÁCE / PROSTOJ		PRŮMĚR
Činnost	Práce	Prostoj
Délka trvání	6:16:18	1:43:42



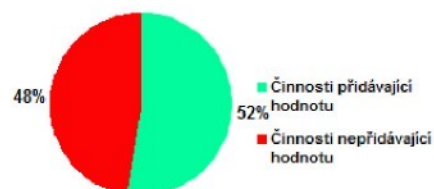
3.3.3 Tabulky a grafy činností přidávající a nepřidávající hodnotu

Určení činností, které přidávají resp. nepřidávají výrobku hodnotu bylo složité určit. S určitostí lze tvrdit, že hodnotu přidává balení do folie (kartónové rohy), jelikož je to takto požadováno od zákazníka. Protože se jedná o skladování/expedici, tak je třeba na tuto činnost nahlížet rozdílně, než na výrobu. Tam by jakákoli manipulace byla považována za činnost hodnotu nepřidávající, ovšem zde je to v podstatě náplní práce. Při pozorování jsem se snažil rozdělovat manipulaci na nutnou a zbytečnou a tak jsem ji i zařazoval, tudíž lze říci, že manipulace (strojní i ruční) na plno lze ve skladu považovat za přidávající hodnotu.

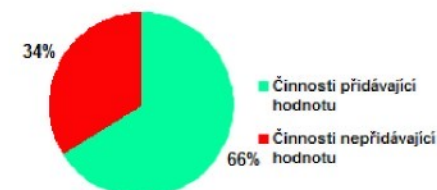
HODNOTA		30.4.2010
Činnosti	Přidávající	Nepřidávající
Délka trvání	3:55:40	4:04:20



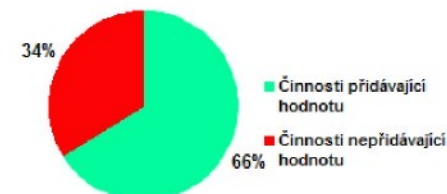
HODNOTA		3.5.2010
Činnosti	Přidávající	Nepřidávající
Délka trvání	4:12:00	3:48:00



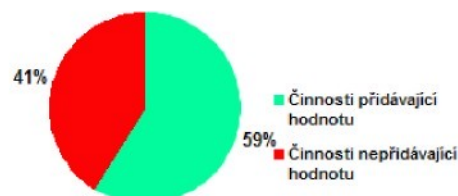
HODNOTA		4.5.2010
Činnosti	Přidávající	Nepřidávající
Délka trvání	5:17:10	2:42:50



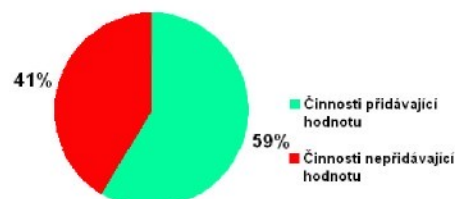
HODNOTA		5.5.2010
Činnosti	Přidávající	Nepřidávající
Délka trvání	5:17:50	2:42:10



HODNOTA		6.5.2010
Činnosti	Přidávající	Nepřidávající
Délka trvání	4:43:20	3:16:40



HODNOTA		PRŮMĚR
Činnosti	Přidávající	Nepřidávající
Délka trvání	4:41:12	3:18:48



3.3.4 Závěry z grafů

Jak je z grafů patrné, velkou část času manipulanti tráví jízdou na plno při příjmu, resp. vychystávání palet (průměrně 2:16:08 hod.). Je také zřejmé, že často jezdí naprázdno; je tedy nevyužitý (průměrně 0:42:22 min). Vzhledem k tomu, že jsou tyto manipulace prováděny bez jakéhokoli systému, tak je častým jevem, že vysokoobrátkové zboží (tzv. A zboží) je uskladňováno do vzdálených regálů. K těmto „nevýhodným“ regálům pak musejí manipulanti zajíždět mnohem častěji. Aby k tomuto zásadnímu problému nedocházelo, použil jsem ABC analýzu, která posloužila jako třídící kritérium pro uskladňování výrobků a která řeší zásadně optimalizaci tohoto pracoviště. Tento problém je řešen v kapitolách 3.4, 3.5 a 3.6.

Pokud není co balit, přijímat nebo připravovat, tak je velmi častým jevem, že pracovník čeká nebo odchází např. na svačinu nebo kouřit. V průměru trvala přestávka pracovníka denně 1:10:30 hod. a nečinnost v podobě čekání činila 33 minut. Této oblasti je podrobněji věnována kapitola 3.7.2.

Činnost balení zabírá manipulantom denně v průměru 2:14:00 hod.

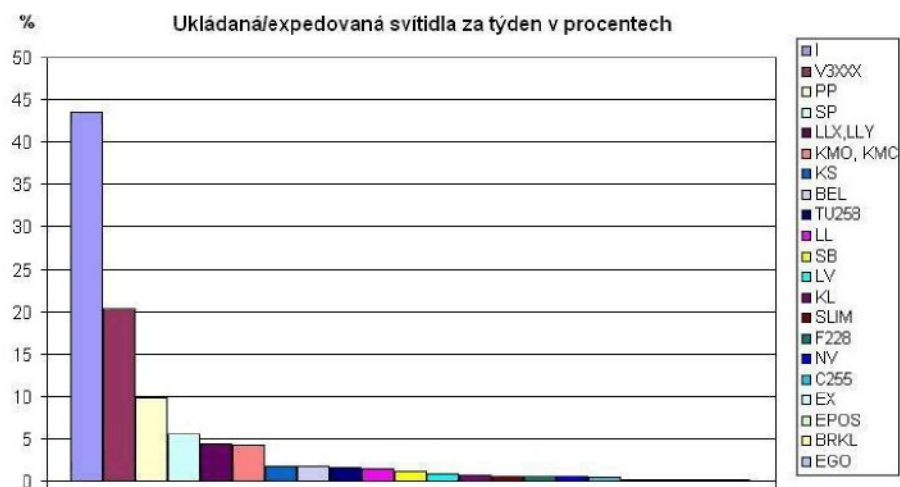
Hledání se v expedičním skladu téměř nevyskytuje, jelikož zde dobře funguje systém čárových kódů. Čas potřebný k uložení dat do čtečky, resp. dokumentaci, je nižší než případné hledání v případě absence tohoto systému.

Položka úklid má denně v průměru pouze 1:31 min.

3.4 ABC

K rozlišení výrobků, které patří mezi nejvíce žádané, tedy takové, které mají největší obrátkovost v expedici, jsem použil data o počtech vyrobených výrobků za jeden rok. Tyto výrobky budou v nově navrženém uspořádání layoutu ukládány do výhodných pozic blízkých jak baličce, tak místu určenému pro přípravu k expedování.

Pro srovnání uvádím i graf výrobků se kterými bylo manipulováno v době pozorování.

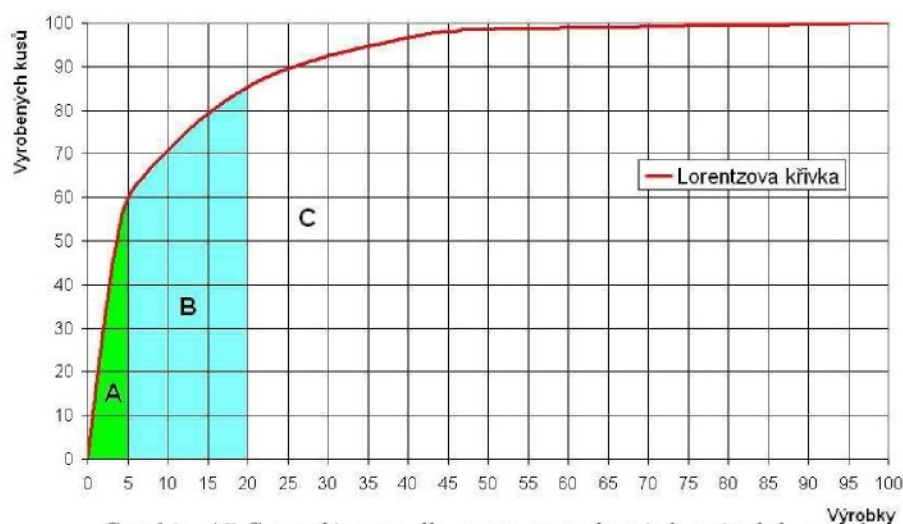


Graf 1: Počet ukládaných/expedovaných svítidel za týden



Graf 2: Počet vyrobených svítidel za rok

ABC analýza vyrobených svítidel



Graf 3: ABC analýza podle počtu vyrobených svítidel za rok

Podle provedené ABC analýzy jsem rozdělil výrobky do skupin následující výrobky:

- A: I, LLX a LLY
- B: SB, LL, LV, TU, V, P, SPMA, K
- C: K, TB, KL, BEL, BELGIE, IK, KS, IN, KM, T, NV, SPMC, TE, PP a ostatní.

3.5 Návrhy layoutu

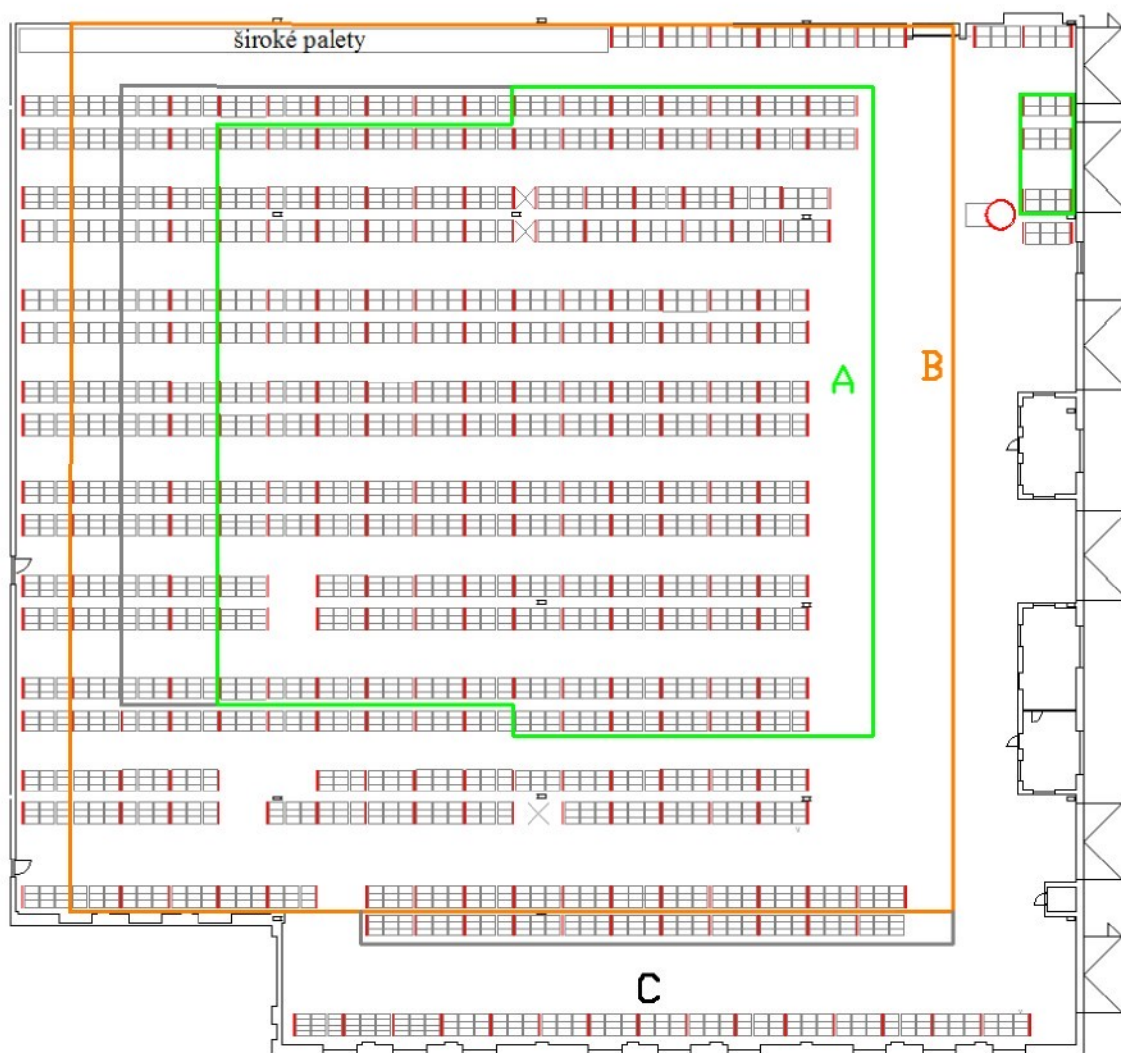
Návrhy vychází z možností dispozice a nepředpokládají se zásahy do zdí, sloupů, elektroinstalace nebo přemístění bezpečnostní techniky.

Návrhy byly nejdříve nakresleny v programu AutoCAD. Následně jsem do nich ručně nasimuloval trasy manipulanta při příjmu, resp. expedici zboží a porovnal jsem vzdálenosti, které musel manipulant v průměru vykonat, s průměrnými vzdálenostmi zjištěnými z pozorovacího listu. Ideální tvar rozmístění ABC výrobků by často byl kruhový, ale z praktického hlediska jsem použil čtvercový. Data o aktuálním stavu ve skladišti nebyla dostupná, proto jsou zakreslené velikosti jednotlivých zón spíše informativního charakteru. Jsou zde navrženy i přechodné zóny, do nichž by bylo možné ukládat svítidla A i B, resp. B i C, pro která by nebyla volná místa v jejich zóně. Tyto zóny by měly funkci bufferu.

3.5.1 Současný layout

- Kapacita 2619 pozic.
- Bez systému zaskladňování.
- Místo na široké palety znemožňuje ukládání do jedné celé řady regálů.
- Průměrná nachozená vzdálenost manipulanta 6055 m.

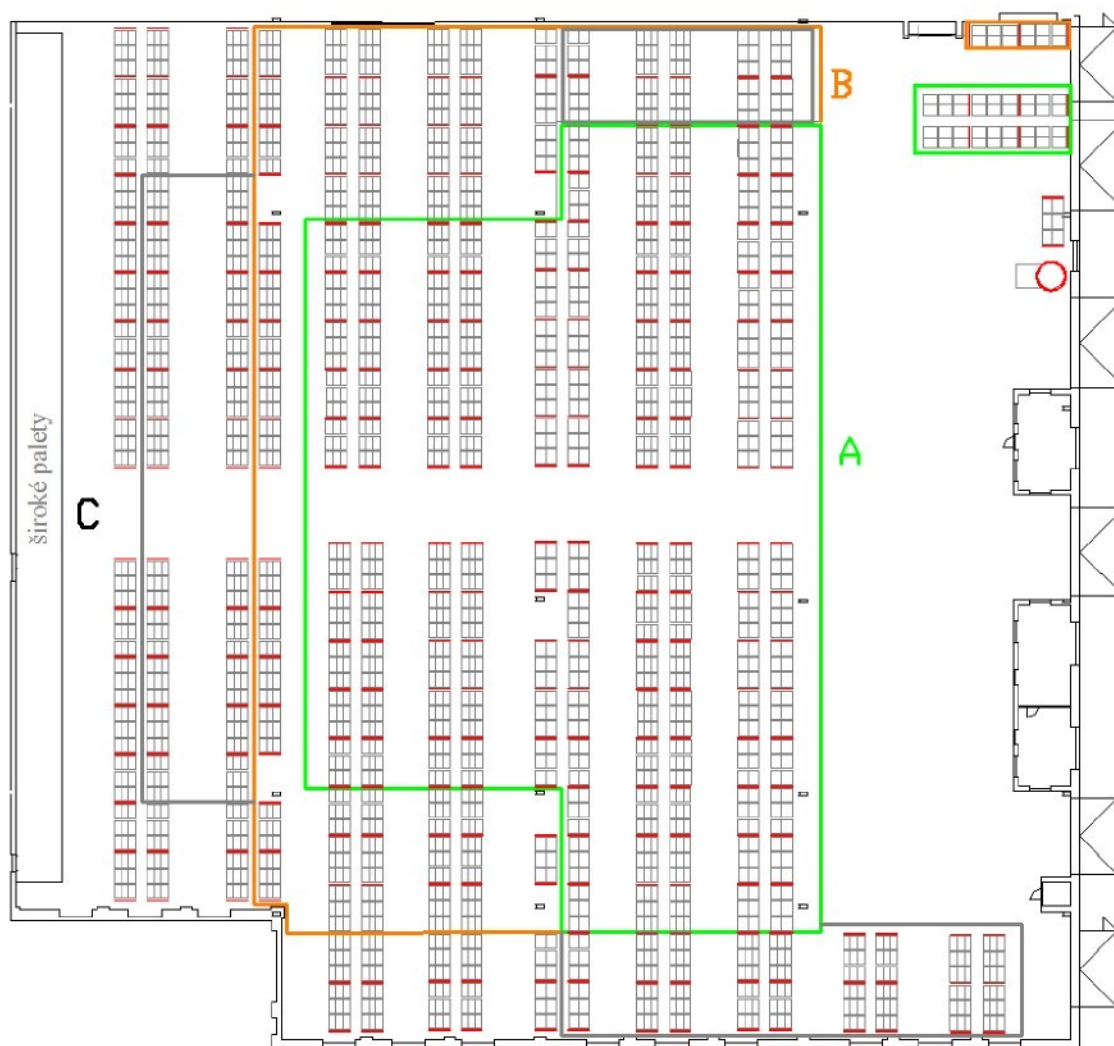
3.5.2 Návrh č. 1



Obr. 3.5: Návrh layoutu č.1 (AutoCAD)

- Vychází se současného layoutu.
- Kapacita 2577 pozic.
- Manipulant urazí průměrně 3647 m.
- Vyhrazené místo pro široké palety.
- Palety v prostoru pro přípravu k expedování by mohly být dále před regály umístěnými před expedičními vraty.

3.5.3 Návrh č. 2



Obr. 3.6: Návrh layoutu č.2 (AutoCAD)

- Kapacita 2205 pozic.
- Manipulant urazí průměrně 4034 m.
- Místo pro široké palety.
- Kratší, ale užší uličky.
- Kratší cesta při vyskladňování.
- Palety v prostoru pro přípravu k expedování by znemožňovaly zaplnění předních regálů.

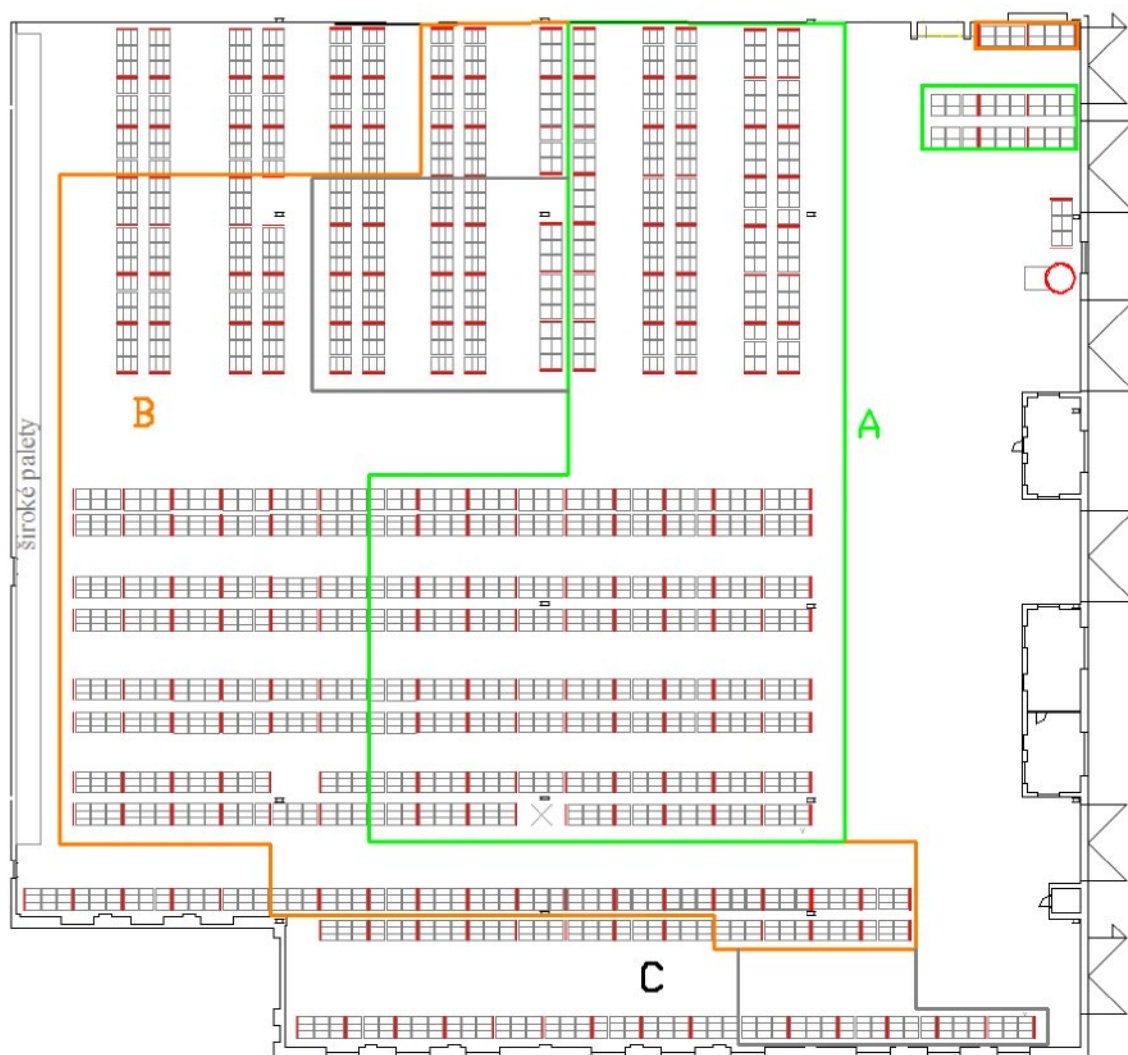
3.5.4 Návrh č. 3



Obr. 3.7: Návrh layoutu č.3 (AutoCAD)

- Kapacita 2100 pozic.
- Manipulant urazí průměrně 4107 m.
- Místo pro široké palety.
- Dlouhé a úzké uličky.
- Palety v prostoru pro přípravu k expedování by znemožňovaly zaplnění předních regálů.

3.5.5 Návrh č. 4



Obr. 3.8: Návrh layoutu č.4 (AutoCAD)

- Kapacita 2259 pozic.
- Manipulant urazí průměrně 4091 m.
- Místo pro široké palety.
- Kratší uličky.
- Palety v prostoru pro přípravu k expedování by mohly být před regály umístěnými před expedičními vraty.
- Možnost projíždět v zadní části skladu kolem širokých palet.

3.6 Závěry z provedené simulace

Pro výběr neoptimálnějšího návrhu je použita rozhodovací tabulka, kde jsou zahrnuta následující kritéria:

- vzdálenosti, které musí manipulanti v daném layoutu průměrně vykonat
- vychystávací místa (jejich množství)
- celková kapacita skladu
- náklady na přestavbu
- šířka uliček a související manipulace v nich
- vizualizace aplikovaného systému a logičnost tohoto uspořádání

ROZHODOVACÍ TABULKA					
bodování 1-10	1=min 10=max (nejlepší možnost)				
hledisko	nyní	var.1	var.2	var.3	var.4
vzdálenosti	2	8	8	6	8
vychystávací místo	9	9	5	5	8
celková kapacita skladu	10	10	8	7	8
náklady na přestavbu	10	9	5	5	7
místo pro široké palety	2	9	8	9	8
šířka uliček/manipulace	7	7	6	6	7
vizualizace/uspořádání	6	8	9	7	7
celkově bodů	46	60	49	46	53

Tab. 3.1: Rozhodovací tabulka

Po zavedení systému uskladňování palet podle ABC analýzy se vzdálenosti průměrně snížily o 34,5%.

Varianta č. 1 je výhodnější z hlediska vzdáleností dokonce o 39,8% oproti současnému stavu a to díky aplikovanému ABC systému. Zůstávají zde zachována vyskladňovací místa a kapacita skladu, náklady na přestavbu jsou minimální a navíc je zde naplánováno místo pro široké palety.

Technické zabezpečení rozlišování A, B nebo C výrobků manipulanty v expedici by mohly například již používané samolepky s uvedeným měsícem a rokem výroby. Ty jsou k paletám přilepovány již na montáži podle pracovních postupů. Barevné označení těchto samolepek a shodné barevné označení zón ve skladu by pak zaručovalo správné umístění palety.

3.7 Návrhy sekundárních zlepšení

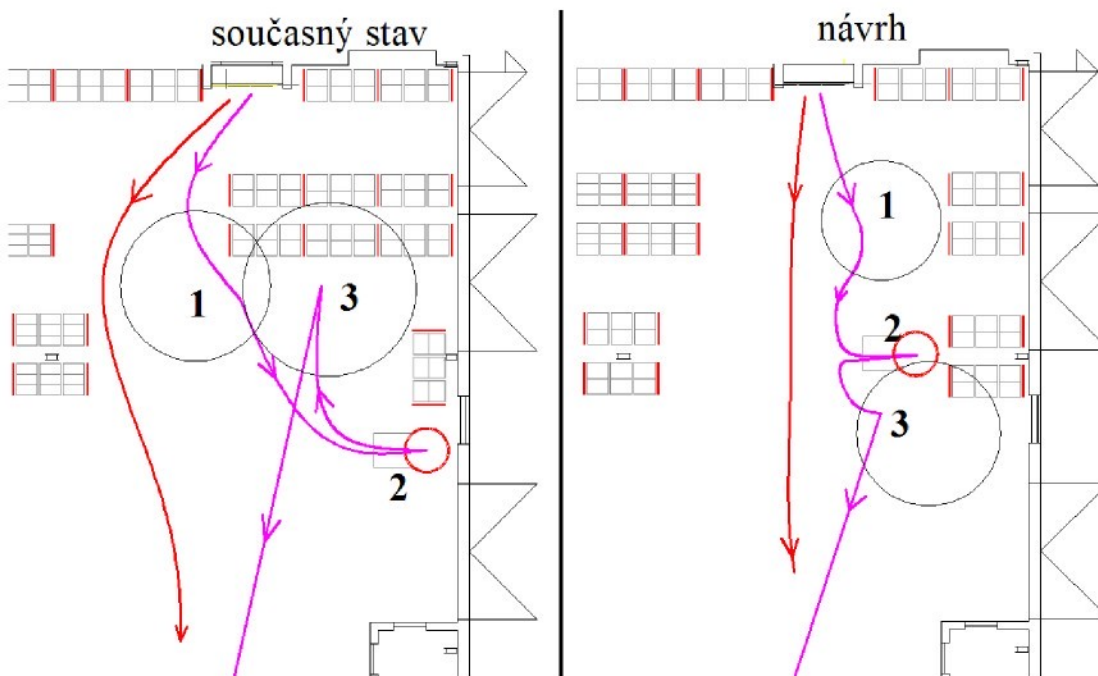
Při pozorování byly zaznamenány i další oblasti vhodné k optimalizaci. K nim jsem níže navrhl možná řešení.

3.7.1 Balení

Z týdenního pozorování vyplývá, že průměrně zabere činnost balení 2:14:00 hod. Je tedy třeba tuto položku blíže analyzovat.

Proces balení se skládá z několika částí. V první části naváží manipulant paletu paletovým vozíkem na plošinu baličky vzdálenou od 4 do 12 metrů v závislosti na tom, kde jí manipulant z výroby zanechal. S vozíkem poté musí poodjet zpět. Podle druhu objednávky musí často přilepit kartónové rohy izolepou. Poté může uchopit fólii a spustit automatický proces balení, který trvá 60-110 sekund v závislosti na výšce svítidel naskládaných na paletě. Po ukončení balení manipulant najede s paletovým vozíkem opět na plošinu baličky, za strojem musí ručně odtrhnout a založit fólii. Poté s vozíkem odváží paletu na odkládací místo, které je umístěné 10 metrů zpět v místech, kde často manipulanti z výroby nechávají ještě nezabalené palety. Výrobek tak místo směrem do skladu jde na okraj skladu a přibývá několik metrů nadbytečné manipulace.

Stává se, že si manipulant nezabalené palety přibližuje i několikrát blíž k baličce. Tím hodně stoupají manipulační časy (fyzicky náročné zvednutí paletového vozíku, najíždění a vyjíždění vozíku k paletám).



Obr. 3.9: Návrh změny umístění baličího zařízení

Současný layout:

- dlouhé manipulační cesty
- křížení cest
- střetávání zabalených a nezabalených palet
- při větším počtu nezabalených palet málo místa k manévrování

Navrhovaný layout:

- přímý tok palet
- oddělené zabalené a nezabalené palety
- zachování počtu regálů
- snazší průchodnost

Další návrhy:

- Zvážení použití akumulátorového ručně vedeného nízkozdvížného vozíku pro rychlejší a méně náročnou manipulaci při častém měnění palet při balení z ergonomického, ale i ekonomického hlediska.
- Zvážení automatického odříznutí fólie po ukončení balení z ergonomického důvodu (trhání fólie v podřepu) i úspoře času.

Při použití těchto prostředků by balení nebylo jednou z hlavních činností jako dosud, přičemž manipulace by se mohl při tomto cyklu věnovat například navážení již zabalených palet do prostoru skladu.

3.7.2 Dlouhé časy čekání/přestávek

Problém s nedodržováním přestávek by měl zvýšeným dohledem a případným napomenutím řešit vedoucí expedice. Současně by měly fungovat občasné kontroly, které by případnou nepřítomnost na pracovišti postihovaly.

V případě zachování současného počtu zaměstnanců (manipulantů, skladníků) je třeba se zaměřit na položky čekání, nečinnost a přestávka. Ty totiž průměrně v jednom dni zabírají 1:43:20 hodin, tzn. že pracovník tráví 21,6% celkového času v zaměstnání nečinností. Pokud odečteme 40 minut určených na přestávku, dostaneme průměrně 1:03:20 nečinnosti na jednoho pracovníka denně, což je 13,3% pracovní doby.

Vzhledem k tomu, že úklidu a čištění se pracovníci věnují denně v průměru pouze 1:31 minuty, měli by dobu nečinnosti využít například pro uklízení prostoru skladu, resp. pro dodržování zde zavedených standardů 6S. Pro tuto činnost je třeba pracovníky motivovat, což pravidelné audity dodržování 6S již začínají postupně plnit. Zároveň by

na tabuli 6S mohly být zakresleny všechny aktivity, které by se v případě čekání měly provádět. Příkladem těchto aktivit by mohly být případy spojené s kapitolou 3.7.3

3.7.3 Využití regálových míst

Při pozorování mnohokrát docházelo k situaci, že manipulant neměl kam zabalenou paletu uložit, resp. volná místa v regálech byla na vzdálených místech. Zde uvedu možnosti, jak je možné volná místa vytvořit. Tyto aktivity by měly být prováděny v čase, kdy pracovník čeká nebo nepracuje.

- Na pozici v regálech jsou palety, na kterých jsou např. pouze tři kusy svítidel.
Řešení: slučování s dalšími svítidly na jednu paletu. Těmto kompletům vyčlenit například jeden regál (v závislosti na jejich množství) v zadní části skladu.
- Pro vysoká balení palet není dostatek míst ve vysokých regálech ani v C pozicích u nízkých regálů.
Řešení: v žádném případě neukládat nízké palety do regálů určených pro vysoké palety. V případě, že z vysoké palety uložené ve vysokém regálu byla odebrána svítidla (obr. 3.6) a paleta se tak stala nízkou, přemístit tuto paletu do nízkého regálu.
- Nevyužitý prostor při skladování velmi nízkých palet (obr. 3.7)
Řešení: vytvoření několika regálů se 4 buňkami (značení ABCD).

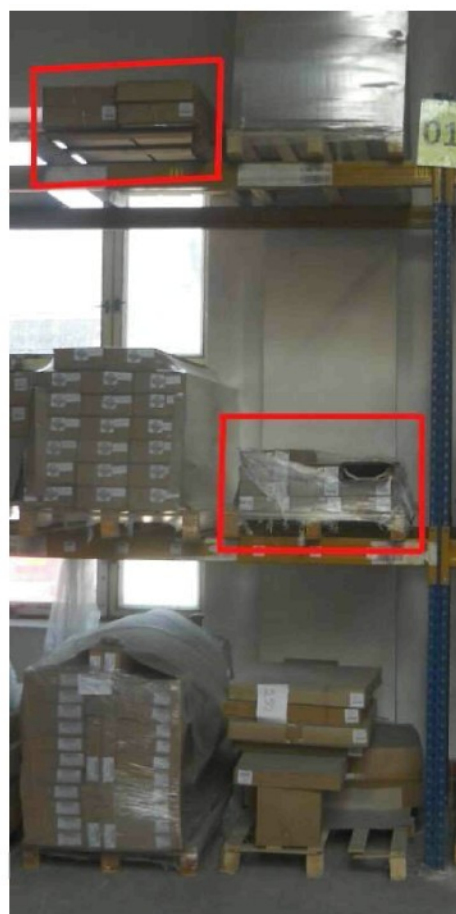
3.7.4 Nakládání kamionu

V současné době se k nakládání kamionu využívá vysokozdvížného vozíku tzv. ještěrky. Důvodem je mimo jiné absence nakládací rampy. Vysokozdvížný vozík je tak řešením pro rychlou nakládku do výšky ložné plochy kamionu.

Zajímavým řešením by mohla být kombinace nakládací rampy, nakládacího můstku a těsnícího límce. Nakládací rampa a můstek by zjednodušoval nakládku a v podstatě by vyloučil používání ještěrky a tím i náklady na palivo. Zároveň by ušetřil i manipulanta, který navážení ještěrkou provádí, jelikož naplnění kamionu by provedl pouze sám řidič paletovým vozíkem. Manipulant by tak mohl provádět jinou činnost. Těsnící límec pak zaručuje, že při nakládce kamionu nedochází k úniku tepla, zmoknutí svítidel nebo prochladnutí zaměstnanců.



Obr. 3.10: Nizká paleta & vysoký regál



Obr. 3.11: Velmi nízké palety

3.7.5 Další návrhy

V případě, že manipulát přes den více navází, resp. připravuje svítidla na export, tak je také nutné pamatovat na fakt, že vzdálenost, kterou musí pracovníci vykonat je poměrně vysoká a to i 10 km denně. V době pozorování to bylo průměrně 6055 m denně za 2:58:30 strojní manipulace. Zavedením systému ukládání palet se sice tyto vzdálenosti zkrátí, avšak i tak by použití výklopné stupačky (plošiny) pro stojícího řidiče vozíku pomohlo ke snížení fyzické náročnosti. Tyto stupačky by bylo vhodné používat při zaskladňování B a C výrobků do vzdálených míst.

4 Závěr a doporučení

Pro získání vstupních dat jsem provedl týdenní pozorování manipulanta. Takto získaná data jsem zpracoval pomocí PC. Provedl jsem ABC analýzu a vytvořil jsem návrhy layoutů do kterých jsem následně tuto analýzu integroval.

Zavedením systému uskladňování palet podle ABC analýzy se u varianty č. 1 vzdálenosti sníží o 2407 m (o 39,8% původní vzdálenosti). U varianty č. 2 se stejné vzdálenosti sníží o 2021 m (o 33,4 %), u varianty č. 3 o 1948 m (o 32,2 %) a u varianty č. 4 o 1964 m (o 32,5 %).

Aplikací ABC systému tedy dosáhneme zkrácení tras manipulanta v průměru o 2085 m (34,5%)

Z navržených layoutů je varianta č. 1 z hlediska vzdáleností nejvýhodnější. Manipulant by denně strojní/ruční manipulací ušetřil v průměru 1:15:53 hod. z 8hodinové směny (15,8 %). Layout vychází ze současného konceptu, tudíž splňuje také ostatní důležitá kritéria jako je přítomnost míst na přípravu k expedování a možnost pohodlné a bezpečné manipulace v dostatečně velkých uličkách. Tato varianta výrazně nesnižuje celkovou kapacitu skladu. Současná kapacita je 2619 pozic, zatímco navrhovaná je 2577 pozic (98,4 % ze současné kapacity). Vznikla však nová místa pro široké palety, které tak „odblokuje“ regály, před kterými byly široké palety dosud – celková kapacita tak zůstane zachována. Navržená varianta navíc, až na drobné změny, kopíruje současný layout, tudíž by byly náklady na přestavbu minimální. Jednalo by se pouze o odstranění 7 regálů, přemístění balicího stroje na novou pozici a přemístění širokých palet. Náklady na přestavbu by byly minimální, náklady na vizualizaci rovněž. Odborný odhad 10 000Kč.

Varianty č. 2 a 3 vznikly s myšlenkou zvýšení kapacity otočením směru regálů o 90°. Tato myšlenka byla po provedeném vymodelování layoutu vyvrácena, jelikož 2205 pozic (84,2 %), resp. 2100 pozic (80,2 % ze současné kapacity), je méně. Nicméně byly provedeny simulace, zda se výrazně nesníží vzdálenosti manipulanta při ukládání palet. Oproti současnému stavu ke zlepšení došlo (33,4 % s úsporou času při strojní/ruční manipulaci 1:03:40 hod., resp. 32,2 % s úsporou 1:01:23 hod.), ovšem varianta č. 1 je přesto výhodnější. Navíc mají tyto dvě varianty (č. 2 a 3) zásadní nedostatek, kterým je absence místa pro přípravu k expedování.

Varianta č. 4 je kombinací předešlých layoutů, součástí je prostor pro přípravu expedování. Celková kapacita skladu je u této varianty oproti současnému stavu 86,3 %

(2259 pozic). Z provedených simulací vyplývá, že vzdálenosti se sníží o 32,5 %, což je časová úspora při strojní/ruční manipulaci 1:01:58 hod. denně.

Doporučoval bych tedy provést aplikaci ABC analýzy pro první variantu. Manipulant by ušetřil denně při ruční/strojní manipulaci 1:15:53 hod., což je v případě dvou manipulantů 2:31:45 hod. Pokud uvážíme, že manipulaci (navážení a přípravu pro expedování) provádějí i dva skladníci, kteří by mohli při této manipulaci rovněž ušetřit 2:31:45 hod., dostaneme celkově 5:03:30 hod. denně. Roční úspora celé skupiny 4,4 pracovníka by tak byla 1391:03:39 hod. (3 pracovní dny v týdnu pracují 4 zaměstnanci, 2 pracovní dny pracuje 5 zaměstnanců).

Nečinnosti a přestávky činily v průměru 1:43:20 hod. denně. V případě dvou manipulantů se jedná o 3:27:24 hod. (zde jsou započítány i 40minutové přestávky pro oba pracovníky). Bez 40 minutových přestávek je to 2:21:14 hod., což je ročně (rok = 250 pracovních dní) za jednoho manipulanta 266:28:42 hod. nečinností a za skupinu manipulantů 706:10:00 hod.

Manipulanti tráví manipulací naprázdno 44:50 min. z pracovního dne. Navážením nově zabalených palet do míst, odkud následně paletu odvezou podle objednávky k místu expedování, tedy snížením tohoto času alespoň o 50%, by se v týmu 4 zaměstnanců dosáhlo úspory 375:28:00 hod. ročně.

Součtem ročně uspořené časů 1391:03:39 hod. za ABC rozdělení, 706:10:00 hod. za zbavení se nečinností, 375:28:00 hod. za snížení manipulace naprázdno dojdeme k celkovému času 2472 hodin.

Denně je to 5:03:30 hod., 3:27:24 hod. a 1:29:45 hod., celkově tedy dostaneme 10:40:39 hod., což je více než doba směny jednoho pracovníka.

Umístění baličky „svádí“ k nadbytečné manipulaci. Manipulanti přibližují nezabalené palety blíže k baličce a následně zabalené palety vrací zpět do míst, odkud je vzdálenost do skladu větší. Přeorganizováním pracoviště podle kapitoly 3.7.1 by mělo dojít k přímějšimu toku palet a eliminaci zbytečných pohybů. Předpokládaná úspora 20 000 Kč ročně.

Jelikož firma neuvolnila údaje mzdových nákladů manipulantů, použil jsem údaje o průměrné mzdě skladníka (manipulanta) z dostupných zdrojů (<http://www.merces.cz>), kde průměrná měsíční hrubá mzda činí 16 940 Kč, což je 142 Kč/hod. včetně odvodů zaměstnavatele.

Za rok by tedy úspora na pracovišti (za použití ABC analýzy, zbavení se nečinnosti a snížení manipulace naprázdno) byla zhruba 371 000 Kč mzdových nákladů (za 2472 hod.).

Optimální počet zaměstnanců v případě provedení výše uvedených změn by byl 1 manipulant a 2 skladníci. Tím by došlo k úspoře jednoho pracovního místa. Zároveň bych doporučoval mít nasmlouvané a proškolené brigádníky, kteří by v případě vysokých poptávek byli k dispozici např. pro balení palet.

Další úsporou je, v současné době již provedená, oprava cest. V době pozorování byly cesty značně nerovné s řadou velkých výmolů. Finanční úspora je v tomto případě poměrně markantní, jelikož je tak zamezeno pádům svítidel z palety, či otřesům při přejetí přes výmol a tím znehodnocení svítidel. Dále nedochází k ničení manipulační techniky, čímž se zabránilo nákladné opravě. Zároveň již nedochází k nebezpečným situacím, kdy manipulant musel přímo ve výmolu zvedat paletu do výšky několika metrů; tím tedy nemůže dojít k úrazu vzniklému kvůli špatnému stavu cesty. Odborná odhadovaná částka úspory (znehodnocení svítidel, oprava 2 el. vysokozdvizných vozíků, 3 paletových vozíků, úraz) je 90 000 Kč.

Měla by být provedena důsledná kontrola pozic v regálech, do kterých v současné době stále zatéká. Jejich důsledné označení a dodržování neukládání zboží do těchto pozic by zamezilo znehodnocování svítidel. Odhadovaná úspora ročně 30 000 Kč.

Použitím těsnících límců při nakládce by v objektu nedocházelo k enormním teplotním ztrátám, navíc pak nedochází k prochladnutí zaměstnanců a nezvyšuje se tak nemocnost a zaučení manipulantů neabsentují. Pokud je zaměstnanec za rok nemocný častěji, platí za něj část nemocenské zaměstnavatel. Odhadovaná úspora ročně 20 000 Kč.

Používání rukavic by mělo přispět ke zvýšení produktivity práce, například rychlejším a bezproblémovějším uchopením palety, zároveň by mělo snižovat počty zranění rukou. V současné době rukavice využívá pouze jeden zaměstnanec, kterému jejich použití výrazně snížilo následky nehody. Odhadovaná úspora ročně 10 000 Kč.

Celková odhadnutá částka za provedená opatření je 150 000 Kč.

Při několikadenním sledování a následném týdenním zapisování činnosti manipulantů jsem vypožadoval další oblasti plýtvání a místa pro zlepšení, k nimž jsem v kapitole 3.7 navrhl možná řešení. Přínosem k těmto novým řešením byly i rozhovory

se samotnými manipulanty na téma, co by oni sami zlepšili nebo v čem vidí nedostatky.

Jako další možnou bakalářskou práci bych firmě doporučil téma, které by se zaměřilo na činnosti související s logistikou nakládky kamionů: analýzu využívání nakládacích ramp a můstků, strategii navážení kamionů s ohledem na jejich kapacitu, plánování a rozvrh příjezdů kamionů na dané časy po celý den (rovnoměrné, nikoli nárazové) tak, aby nedocházelo k hromadění objednávek v prostoru skladiště a aby vytiženost pracovníků-manipulantů byla po celou pracovní dobu rovnoměrná.

Použitá literatura:

- [1] MANLIG, František. *Pracovní texty předmětu LOGISTIKA* [online]. Liberec: KVS, 2007 [cit. 2010-03-12].
Dostupné z WWW: <http://www.kvs.tul.cz/cz/studium/studijni_materialy.htm>.
- [2] API [online]. 2009 [cit. 2010-03-15]. Časové studie. Dostupné z WWW: <<http://e-api.cz/article/68428.casove-studie-8211-nastroj-prumysloveho-inzenyrstvi/>>.
- [3] MODUS : *Společnost* [online]. 2001 [cit. 2010-03-12]. Dostupné z WWW: <<http://www.modus.cz>>.
- [4] MODUS [online]. 2001 [cit. 2010-03-15]. Výroční zprávy . Dostupné z WWW: <<http://www.modus.cz/cze/o-spolecnosti/vyrocní-zpravy>>.
- [5] SIXTA, Josef; MAČÁT, Václav. *Logistika : teorie a praxe*. Brno : CP Books, a.s., 2005. 315 s. ISBN 80-251-0573-3.
- [6] MAŠÍN, Ivan; VYTLAČIL, Milan. *Cesty k vyšší produktivitě*. Liberec : Institut průmyslového inženýrství, 1996. 257 s.
- [7] *Trilogiq* [online]. 2002 [cit. 2010-05-04]. 7 druhů plýtvání (muda). Dostupné z WWW: <<http://trilogiq.cz/filosofie-stihle-vyroby/7-druhu-plytvani-muda/>>.
- [8] IPA Slovakia [online]. 2009 [cit. 2010-03-15]. ABC analýza. Dostupné z WWW: <http://www.ipaslovakia.sk/slovník_view.aspx?id_s=96>.
- [9] LÍBAL, Vladimír; KUBÁT, Jiří. *ABC logistiky v podniku*. Praha : NADATUR, 1994. 284 s. ISBN 80-85884-11-9.
- [10] SIXTA, Josef. *Partnerství pro Liberecký kraj* [online]. 2001 [cit. 2010-03-21]. STRUKTURÁLNÍ FONDY PRO VENKOVSKÝ PROSTOR. Dostupné z WWW: <www.partnerstvi-lk.cz/docs/paretuvprincip80-20.pps>.
- [11] *Vlastnicesta.cz* [online]. 2006 [cit. 2010-03-21]. Paretova analýza . Dostupné z WWW: <<http://www.vlastnicesta.cz/akademie/kvalita-system-kvality/kvalita-system-kvality-metody/paretova-analyza/>>.
- [12] SCHULTE, Christof. *Logistika*. Mnichov : VICTORIA PUBLISHING, 1991. 301s. ISBN 80-85605-87-2
- [13] PÁRAL, Karel. *Návrh montážní linky v podniku BOS Klášterec nad Ohří*. Liberec, 2009. 89 s. Diplomová práce. Technická univerzita Liberec
- [14] *Six Sigma Material* [online]. 2007 [cit. 2010-03-24]. Spaghetti Diagram. Dostupné z WWW: <<http://www.six-sigma-material.com/Spaghetti-Diagram.html>>.

-
- [15] *API* [online]. 2009 [cit. 2010-05-04]. MOST a jeho aplikace. Dostupné z WWW: <<http://e-api.cz/page/68398.most-a-jeho-aplikace/>>.
- [16] *Portal.zcu* [online]. 2007 [cit. 2010-05-04]. Časové studie. Dostupné z WWW: <http://portal.zcu.cz/wps/PA_Courseware/DownloadDokumentu?id=1109>.
- [17] Jak zlepšit skladovou organizaci ve středním podniku. *Logistika: Měsíčník Hospodářských novin*. Praha: 2003, roč. IX., č. 4., s. 17.
- [18] HALTUF, Miroslav. *Logistika*. Praha : H-Comp Consulting, 2009. Označování pasivních prvků, s. 277.
- [19] *Abdoor.cz* [online]. 2004 [cit. 2010-04-26]. Produkty. Dostupné z WWW: <<http://www.abdoor.cz/produkty.php>>.
- [20] *Olymps door* [online]. 2007 [cit. 2010-04-26]. Těsnící límce, vyrovnávací můstky. Dostupné z WWW: <<http://www.olymps-door.cz/tesnici-limce-vyrovnavaci-mustky.php>>.
- [21] *TimoCom* [online]. 2005 [cit. 2010-04-20]. Tautliner. Dostupné z WWW: <<http://www.timocom.cz/sec/900110/?lexikon=802121441399215|tautliner|dopravn%C3%AD-lexikon>>.
- [22] *RTN Plzeň* [online]. URL: <<http://www.rtn.cz/foto/RTN013B.JPG>>.
- [23] *Univers* [online]. Nakládací technika. URL: <<http://www.mrize-vrata-brany.cz/download/nakladaci-mustky-hormann.pdf>>.
- [24] *Nego-transport* [online]. SEMI-REMORQUE TAUTLINER. URL: <<http://www.nego-transport.fr/wp-content/uploads/semi-remorque-tautliner-bache-3.jpg>>.

Seznam příloh:

Příloha č. 1: Pozorovací list

Příloha č. 2: Mapy plýtvání

Příloha č. 3: Ruční simulace v layoutech

Příloha č. 1: Pozorovací list

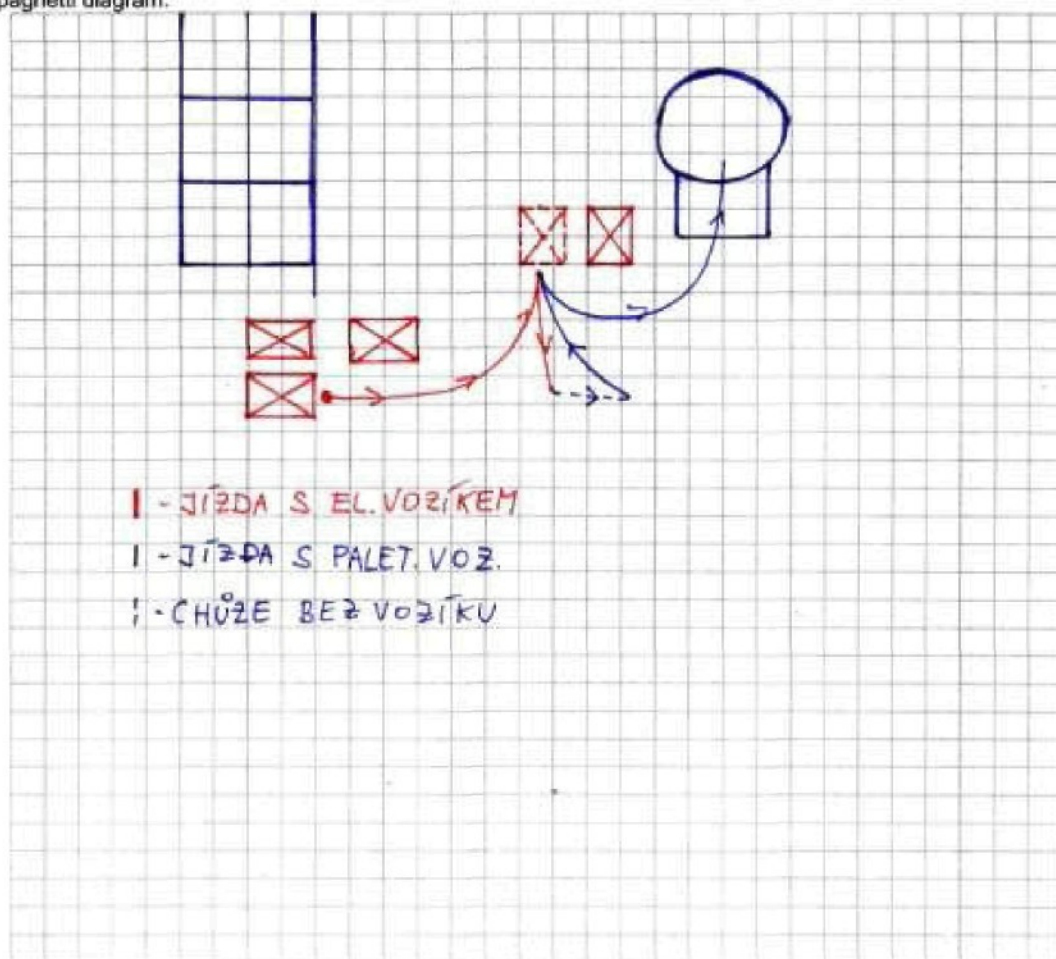
Pozorovací list		Datum: 5.5.2010	Pozorovatel: POCHOP
		Směna: RANNÍ	Pozorovaný: MANIPULANT
		Pracoviště: EXPEDICE	Č. listu: 1
Pracovník			
Postupný čas	Aktivita (zkratka)	Č. zakázky / ks	Poznámka (vzdálenost, doba, místo uložení, ...)
6:00,00	ROZHOVOR DOKUM.		
6:03,10	DOKUMENTACE		
6:10,30	NAVAŽENÍ	2716/40	1501A 1418ALU600EP 30h
6:14,50	MSN		30h
6:15,35	BALENÍ	2435/40	
6:20,10	B	2737/20	LLY418K01
6:28,10	B	2699/15	
6:36,20	B	2708/60	
6:41,40	B	2817/50	V323EP
6:47,00	B	2716/40	1418ALU600EP
6:50,15	ZJIŠTĚNÍ CHYBY - ČEKÁNÍ		
6:53,20	B	2680/40	PP236EP
6:58,00	MANIPULACE, ROZBALOVÁNÍ PALET		
7:02,10	ODESEL NA MONTÁŽ		
7:10,30	B	2718/40	1E418AR600EP
7:15,50	B	2724/20	KSO235
7:22,45	B	2812/37	SMC226EPMB200
7:26,35	B	2718/40	1E418AR600EP
7:31,20	B	2718/40	1E418AR600EP
7:34,10	NAVAŽENÍ	2724/20	1901A do 7:36,10 24h
7:36,50	B	2680/40	PP236EP
7:40,15	N	2718/40	2437A do 7:41,50 45
7:42,30	N	2817/50	2311A do 7:43,40 40
7:44,10	N	2812/37	2325A 7:45,40 55
7:46,20	N	2718/40	2203A 7:46,50 25
7:47,10	N	2718/40	2204A 7:47,35 25
7:47,50	B	2716/40	1418ALU600EP
7:50,10	N	2716/40	2208A do 7:54,40 30
7:55,15	N	312/1,302/4,318/10	1110A do 7:57,40 25
7:58,10	N	305/3,757/1,746/2	3205 1214A 7:59,30 45
8:00,15	B	2718/40	1E418AR600EP
8:04,30	B	2708/60	
8:07,20	N	2718/40	2208B 50
8:10,20	NEJDE ČTEČKA		JDE ZA KOLEGOV 30
8:11,10	DOKUM.		
8:13,40	CHŮZE NA PRAŽDNO		JDE ZPĚT 30
8:20,10	B	2817/50	V323EP
8:24,00	B	2716/40	1418ALU600EP
8:27,35	B	2680/40	PP236EP
8:32,10	B	2729/40	24AX136
8:41,10	B	2708/20	
8:45,20	N	2729/40	1224A do 8:49,20 50
8:50,00	ČEKÁNÍ		
8:58,00	B	2680/40	PP236EP
9:00,05	PŘESTÁVKA		
9:08,20	B	2817/50	V323EP
9:12,40	B	2716/40	1418ALU600EP
9:15,10	VÝMĚNA FOLIE		
9:18,20	UKLÍZĚNÍ PALETY		
9:22,30	NEČINNOST		
9:26,40	B	2703/40	1228MATDPC600/FL
9:30,10	B	2680/20	PP236EP
9:34,40	UKLÍZĚNÍ PALETY		
9:35,20	PŘESTÁVKA		CIGARETA
9:40,50	B	2708/50	1414ALDPD600
9:45,10	B		1418ALU600EP

Pozorovací list		Datum: 5.5.2010	Pozorovatel: POCHOP
		Směna: RANNÍ	Pozorovaný: MANIPULANT
		Pracoviště: EXPEDICE	Č. listu: 2
Pracovník			
Postupný čas	Aktivita (zkratka)	Č. zakázky / ks	Poznámka (vzdálenost, doba, místo uložení,...)
9,47,50	ROZHOVOR		
49,25	BALENÍ	2810/24	SPMC218EPMB170
54,15	NAVAŽENÍ	2810/24	2111B do 9,56,10 20kr.
56,45	N	2816/3, 2770/4	1312A do 9,59,20 39
10,00,00	B	2702/36	
03,10	N	2702/36	2112A do 10,03,50 25
04,20	N	2716/40	1420A do 10,05,50 40
06,20	N	2709/50	1319C do 10,08,40 40
10,10	N	2725/30	0224A do 10,12,40 90
13,35	N	2708/60	0223A do 10,18,10 90
13,10	N	2699/15	0319B do 10,21,00 25
21,30	PŘESTÁVKA		oběd
48,50	B	2709/50	1414ALDPD600
53,15	B	2704/36	1228MATDPC600
56,10	B	2709/20	1414ALDPD600
11,00,25	B	2719/40	IKP418600
03,30	B	2697/18	EXAD235K0
06,10	PŘESTÁVKA		cigareta, kafe
27,25	N	2719/40	1427B do 11,31,10 55
31,50	N	2709/50	1718B do 11,33,50 40
34,20	N	2709/50	1514B do 11,35,10 35
35,40	B	2817/50	V323EP
40,10	B	2704/36	1228MATDPC600/KL
43,15	N	2697/18	0818A do 11,45,50 53
46,30	N	2817/50	0826A V323EP do 11,49,10 65
50,00	STROJNÍ MANIP.		NAKLADKA JEŠTĚRKOV
12,10,10	ČEKÁNÍ		VÝMĚNA KAMIONŮ
13,10	STR. MAN.		JEŠTĚRKA
24,50	ČEKÁNÍ		
28,30	STR. MAN.		
45,10	ČEKÁNÍ		
49,30	STR. MAN.		
13,00,00	PŘESTÁVKA		
07,20	DOKUMENTACE		VYSVĚTLOVÁNÍ ČTEČKY
15,30	B	2719/40	IKP418600
19,10	B	2780/40	1418ALDP625
23,15	B	2780/40	1418ALDP625
26,30	B	2780/40	1418ALDP625
29,10	B	2703/38	1228MATDPC600/FL
32,30	B	2803/50	LLX418AL
35,40	B	2817/50	V323EP
38,10	B	2810/60	SPMC218EPMB170
41,20	B	2752/100	TU158EP
44,10	B	2810/60	SPMC218EPMB170
47,40	B	2753/100	V3158PCEP
50,10	MIMO PRAC.		ODNÁŠÍ KRABICI K REDITELI
57,30	B	2813/50	TE135

Příloha č. 2: Mapy plýtvání

Mapa plýtvání		Pracovník: MANIPULANT	Datum: 30.4.2010
Nadbytečná práce	zbytečné přeměňování vozíků		
Čekání			
Doprava	Použití el. vozíku na krátkou vzdálenost (3m). Poté vyměňuje el. vozík za paletový		
Opravování			
Zbytečný pohyb			
Zásoby			

Spaghetti diagram:



Mapa plýtvání		Pracovník: MANIPULANT	Datum: 30.4.2010
Nadbytečná práce			
Čekání			
Doprava	Složitý a dlouhý tok materiálu, mnoho křížení cest		
Opravování			
Zbytečný pohyb			
Zásoby			

Spaghetti diagram:

Mapa plýtvání		Pracovník: MANIPULANT	Datum: 4.5.2010
Nadbytečná práce			
Čekání			
Doprava			
Opravování			
Zbytečný pohyb	Nadbytečná manipulace - přibližování palety o 2 metry		
Zásoby			

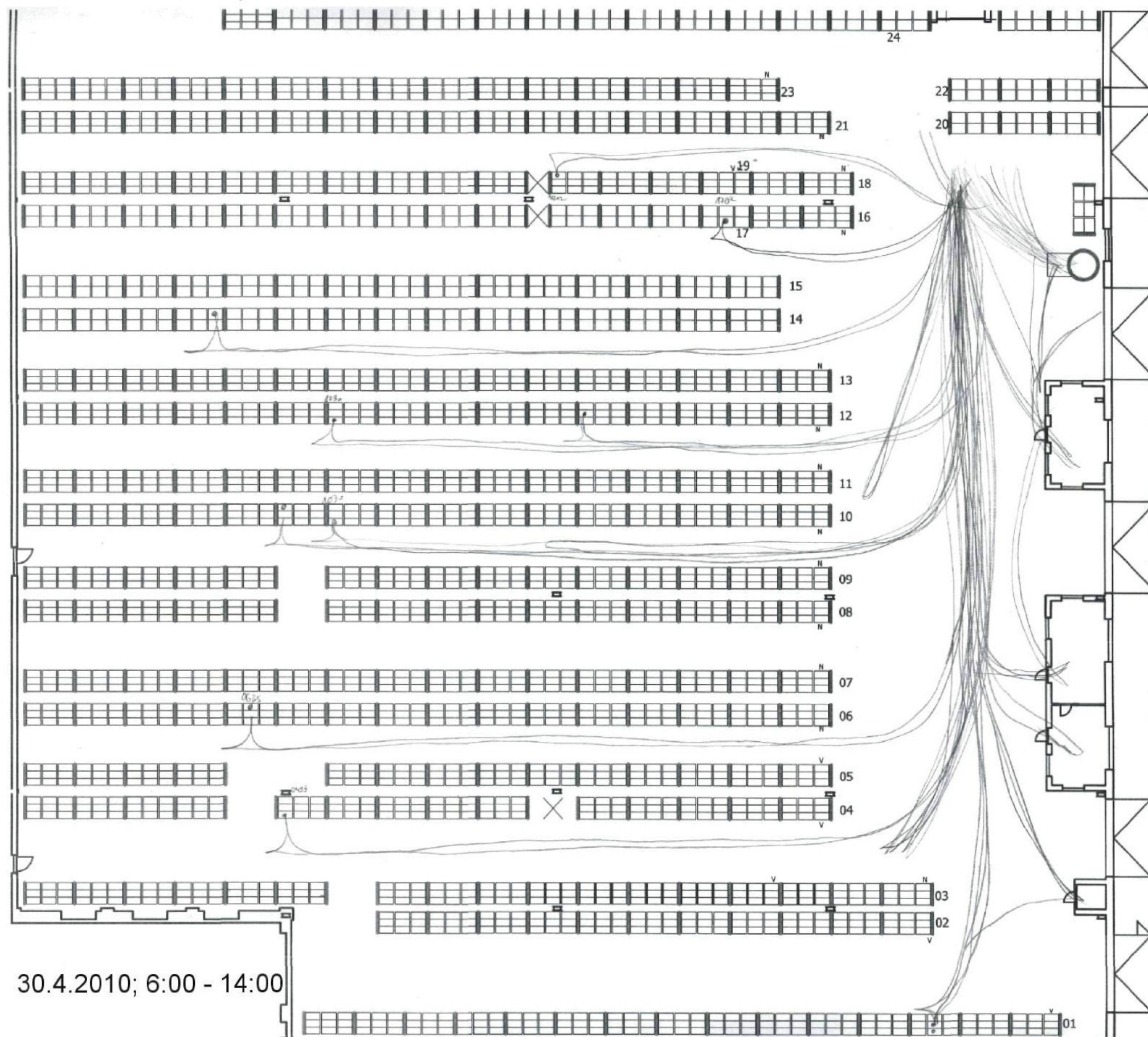
Spaghetti diagram:

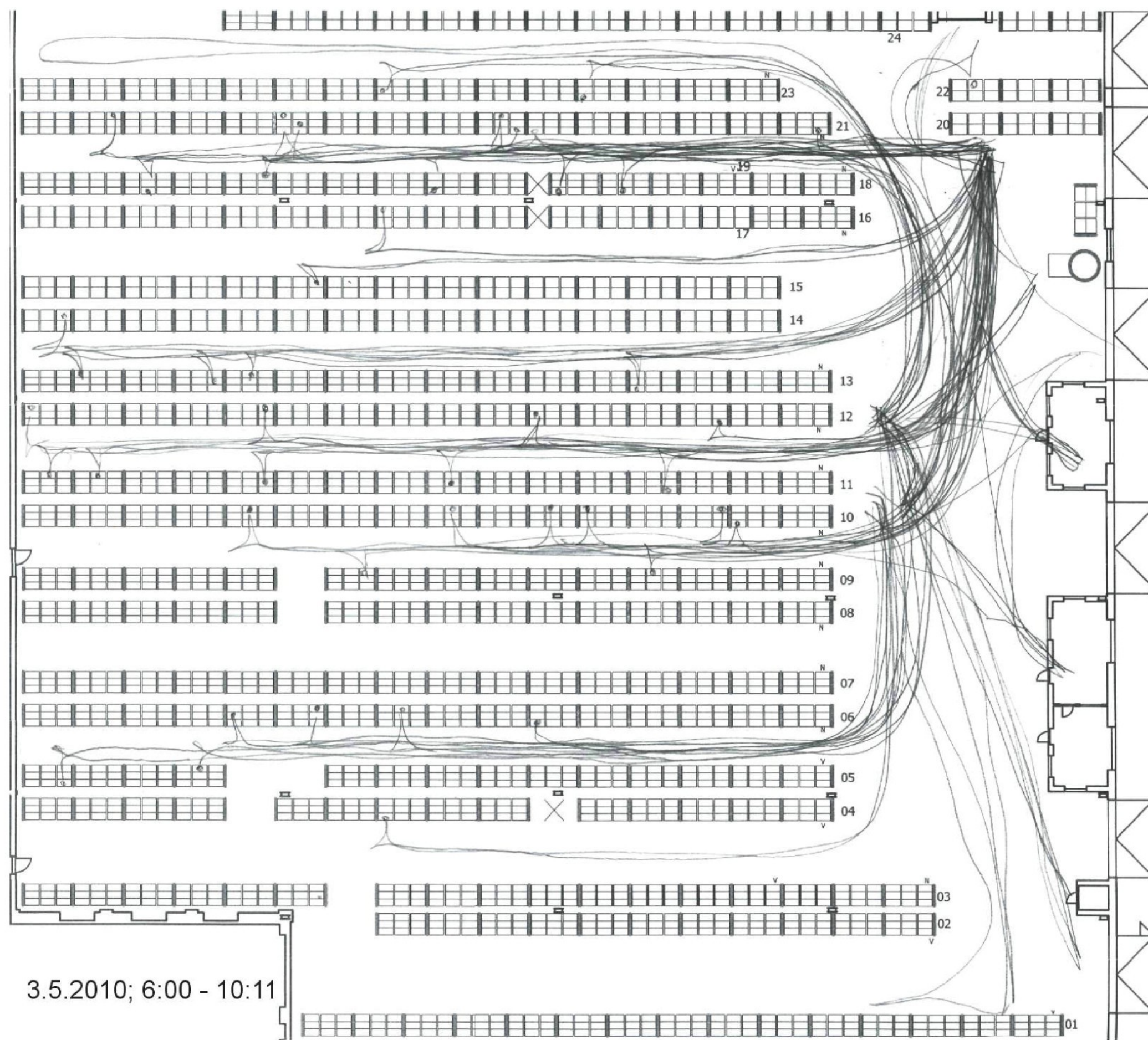
I - JÍZDA BEZ PALETY
I - JÍZDA S PALETOU

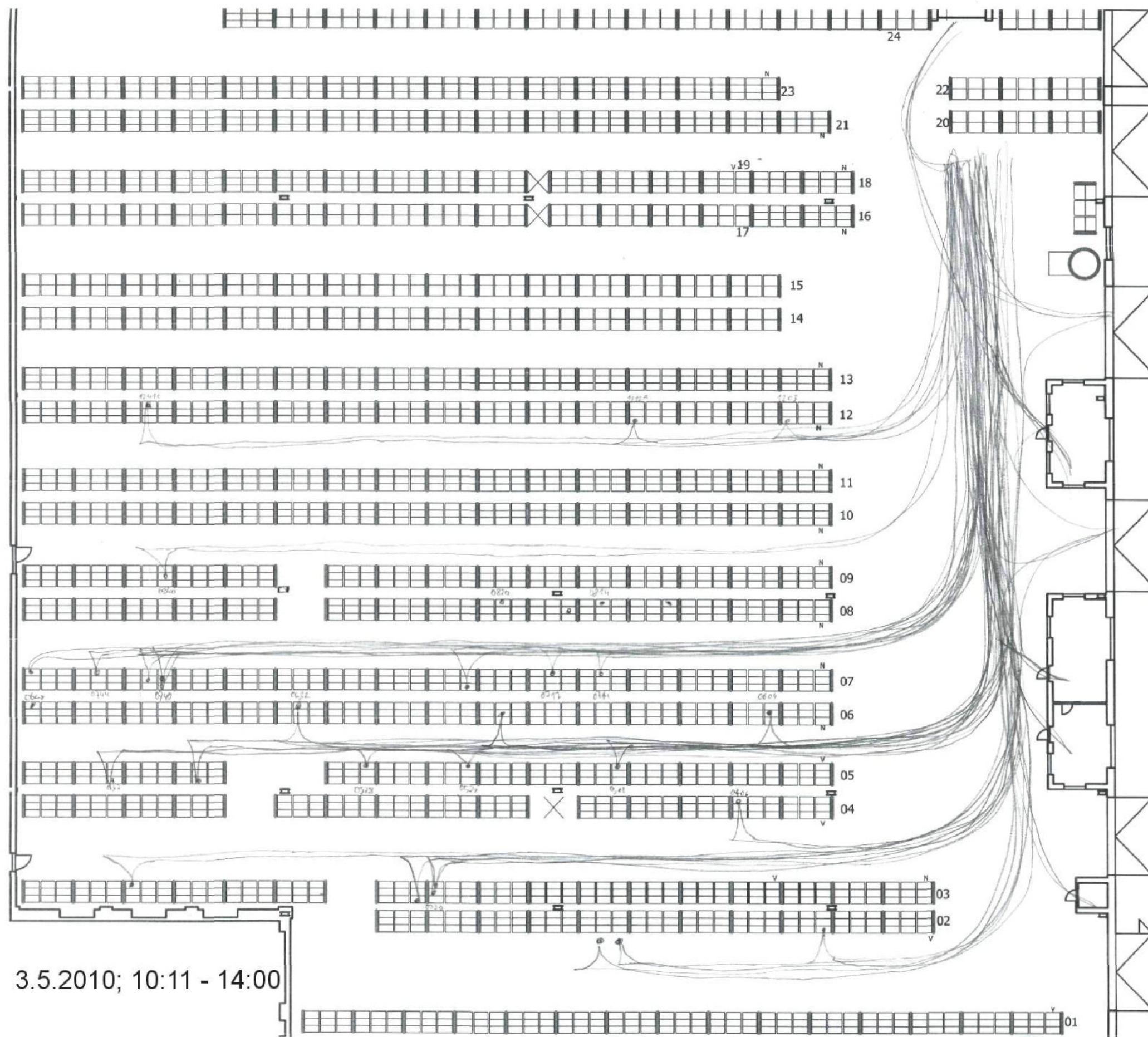
Mapa plýtvání		Pracovník: MANIPULANT	Datum: 4.5.2010
Nadbytečná práce			
Čekání			
Doprava			
Opravování			
Zbytečný pohyb	Nadbytečná manipulace - dojetí pro paletu, vyvezení před řadu regálů, vyjmutí 1ks světla, zavezení palety zpět na své místo. Vzdálenost navíc 100m.		
Zásoby			

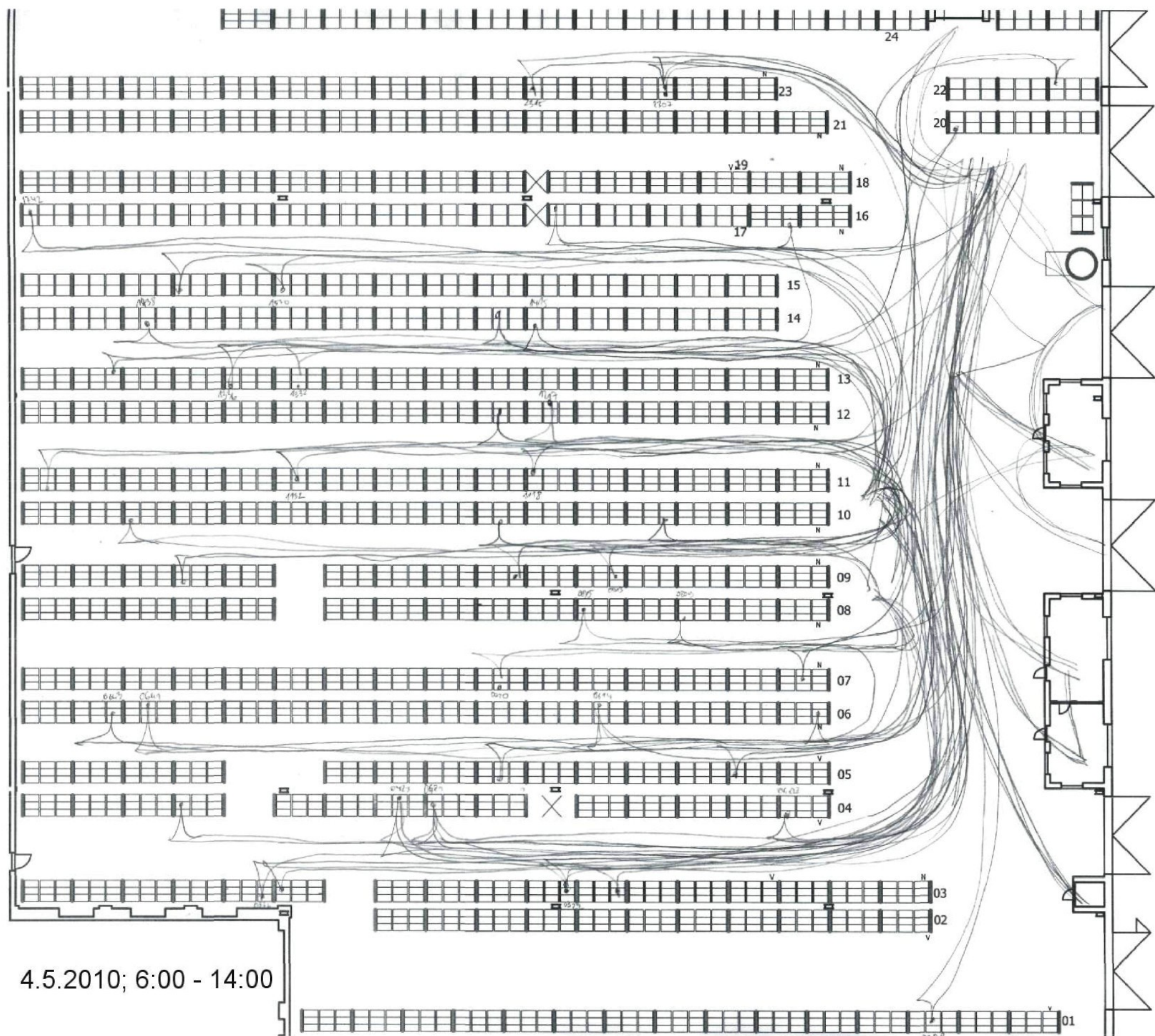
Spaghetti diagram:

Příloha č. 3 Ruční simulace v layoutech









4.5.2010; 6:00 - 14:00

