



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

ÚSTAV AUTOMOBILNÍHO A DOPRAVNÍHO INŽENÝRSTVÍ

INSTITUTE OF AUTOMOTIVE ENGINEERING

MODIFIKACE MATERIÁLOVÉHO TOKU VÝROBNÍ LINKY

MODIFICATION OF MATERIAL FLOW FOR A PRODUCTION LINE

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Zdeněk Zadák

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Jaroslav Kašpárek, Ph.D.

BRNO 2016

Zadání diplomové práce

Ústav: Ústav automobilního a dopravního inženýrství
Student: **Bc. Zdeněk Zadák**
Studijní program: Strojní inženýrství
Studijní obor: Automobilní a dopravní inženýrství
Vedoucí práce: **Ing. Jaroslav Kašpárek, Ph.D.**
Akademický rok: 2015/16

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma diplomové práce:

Modifikace materiálového toku výrobní linky

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Provedte úpravu materiálového toku pro zásobování výrobní linky různými součástmi. Navrhněte zlepšení tohoto materiálového toku s ohledem na časovou minimalizaci.

Technické parametry:

Materiálový tok z centrálního skladu do dvou výrobních hal.
Dispozice a skladu a výrobních hal dle podkladových materiálů.
Materiálový tok dle podkladových materiálů.

Cíle diplomové práce:

Provedte:

Kompletní zhodnocení stávajícího stavu systému řízení KANBAN.
Návrh časového harmonogramu zásobování materiálem.
Návrh časového harmonogramu odvozu hotové produkce.
Rozbor a výpočet kapacit manipulátů s ohledem na maximalizaci využití.
Ostatní obecné návrhy na zlepšení zásobování.

Nakreslete:

Schéma stávajícího stavu a systému řízení.
Schéma nového upraveného stavu a systému řízení.

Seznam literatury:

HLAVENKA, B.: Manipulace s materiálem: systémy a prostředky manipulace s materiálem, vyd. 4., Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2008, 164 s., ISBN: 978-80-214-3607-7.

ARNOLD, D., KUN, A., ISERMANN, H.: Handbuch Logistik, ed. Springer, 2003, p. 1072, ISBN-10: 3-540-40110-5, ISBN-13: 978-3-540-40110-0.

MARTIN H., RÖMISCH P., WEIDLICH A.: Materialflusstechnik, ed. Vieweg, 2004, p. 308, ISBN: 3-528-74061-2.

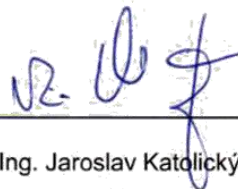
KÜHN, W.: Digitale Fabrik : Fabriksimulation für Produktionsplaner, ed. Hanser, Mochen, 2006, p. 474, ISBN-10: 3-446-40619-0, ISBN-13: 978-3-446-40619-3.

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2015/16

V Brně, dne



prof. Ing. Václav Píštěk, DrSc.
ředitel ústavu



doc. Ing. Jaroslav Katolický, Ph.D.
děkan



ABSTRAKT

Hlavní náplní práce je analýza a návrh vnitropodnikového zásobování výrobních linek ve společnosti Edscha Automotive Kamenice s.r.o. Tato firma se zabývá výrobou součástek pro automobilový průmysl.

Zmapování vnitřního materiálového toku je věnována kapitola 3. Tato kapitola popisuje aktuální stav zásobování regálů u výrobních linek drobným materiálem. Dále pak způsob odvozu hotové produkce a jak je ve firmě využíván systém řízení Kanban.

Kapitola 4. této diplomové práce je věnována návrhové části. V návrhové části je nejprve popsána tvorba modelů v softwarech MS Excel a Tecnomatix Plant Simulation. Následně jsou zde sestaveny návrhy na zásobování výrobních linek drobným materiálem a odvozu hotové produkce. Návrhy jsou v této části práce vyhodnoceny a jeden doporučen pro implementaci do provozu. Tento návrh je následně simulován v softwaru Tecnomatix Plant Simulation a porovnán se současným stavem. Dále je stanoven počet manipulantů na fungování materiálového toku.

Dále jsou uvedeny další návrhy na zlepšení, z nichž některé vyžadují jen malou změnu současného systému řízení Kanban a zásobování.

KLÍČOVÁ SLOVA

materiálový tok, optimalizace, zásobování, logistika, kanban



ABSTRACT

The main aim of this master's thesis is the analysis and design of internal supply production lines in the company Edscha Automotive Kamenice s.r.o. The company manufactures components for the automotive industry.

Internal material flow are mapping and described in chapter 3. This chapter describes the current state of supply buffers on production lines. Buffers are supplying by small materials. Next part of this work is describing the method of removal of finished production and using system Kanban in company.

Chapter 4 of this thesis is devoted to the design part. The design part is first described the creation of models in Excel and MS software Tecnomatix Plant Simulation. Subsequently they are compiled proposals for the supply of production lines, small material and transport the finished products. Proposals in this part evaluated and a recommendation for implementing into operation. This proposal is then simulated in software Tecnomatix Plant Simulation and compared with the current situation. It is also determined by the number of handlers on the functioning of material flow.

Furthermore, they are given further suggestions for improvements, some of which require a little change in the current system Kanban and supply.

KEYWORDS

material flow, optimization, supply, logistics, kanban



BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

Bc. ZADÁK, Z. *Modifikace materiálového toku výrobní linky*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2016. 78 s. Vedoucí diplomové práce Ing. Jaroslav Kašpárek, Ph.D.



ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že tato práce je mým původním dílem, zpracoval jsem ji samostatně pod vedením Ing. Jaroslava Kašpárka, Ph.D. a s použitím literatury uvedené v seznamu.

V Brně dne 27. května 2016

.....

Bc. Zdeněk Zadák



PODĚKOVÁNÍ

Tímto bych chtěl poděkovat panu Ing. Jaroslavu Kašpárkovi, Ph.D. za příkladné vedení mé diplomové práce a panu Ing. Oldřichu Jelínkovi za poskytnutí možnosti psát diplomovou práci ve firmě Edscha Automotive Kamenice s.r.o. Dále bych chtěl vyjádřit dík celé mé rodině a přátelům, kteří mě při psaní diplomové práce podporovali.



OBSAH

Úvod.....	10
1 Seznámení s problematikou	11
1.1 Cíle práce.....	11
1.2 Firma.....	12
2 Teoretické poznatky	13
2.1 Logistika.....	13
2.1.1 Pojem logistika	13
2.1.2 Co je logistika	13
2.1.3 Logistický řetězec	14
2.2 Vývoj štlhlé výroby.....	16
2.2.1 Princip štlhlého řízení	16
2.3 Logistické technologie ve výrobě a zásobování	17
2.3.1 JIT	17
2.3.2 JIDOKA.....	18
2.3.3 KAIZEN	19
2.4 Kanban.....	19
3 Analýza současného stavu	24
3.1 Manipulační prostředky.....	24
3.2 Současný systém kanban karet	27
4 Návrh nového stavu tras.....	34
4.1 Návrh časového harmonogramu zásobování materiálem.....	35
4.1.1 Model v MS Excel:	35
4.1.2 Model Plant Simulation.....	41
4.1.3 Simulace v Plant simulation	46
4.2 Návrh odvozu hotové produkce	47
4.2.1 Model MS Excel	47
4.2.2 Simulace v Plant simulation	49
4.3 Konečné návrhy časových harmonogramů zásobování a odvozu hotové produkce.....	50
4.3.1 Koncepce 1	50
4.3.2 Koncepce 2	52
4.4 Vyhodnocení návrhů a počty manipulantů.....	54
5 Návrhy na zlepšení.....	56
5.1 Návrh na vychystávání.....	56
5.2 Návrh na přemístění regálů.....	57
5.3 Návrhy obecně.....	58
Závěr.....	60
Seznam použitých zkratk a symbolů.....	63
Seznam obrázků	65
Seznam tabulek.....	66
Seznam příloh	67



ÚVOD

Tato diplomová práce mapuje a modifikuje část materiálového toku ve firmě Edscha Automotive Kamenice s.r.o. Zaměřena je na přepravu materiálu pomocí Traileru. Tento trailer provádí zásobování materiálem a odvoz hotové produkce. Přeprava probíhá vždy mezi skladem součástí a výrobními halami 45 a 43. Sklad součástí je řízen externí firmou. Materiál je zarovnáván do zásobníku, které jsou rozmístěné na výrobních halách. Hotová produkce je pak transportována z výrobních hal do skladu. Rozmístění hal a skladu v areálu je znázorněno na obr. 1.



Obr. 1 Poloha hal a skladu [11], 1 = hala 45; 2 = hala 43

Jednotlivé výrobní linky jsou závislé na včasném zásobování, a proto je materiálový tok velice důležitý. Ve chvíli, kdy materiálový tok nefunguje podle potřeb jednotlivých linek, nemohou tyto linky plnit základní požadavky. Tyto požadavky jsou vyrábět produkty v požadovaném množství a v požadovaném čase. Dochází tak k časovým i ekonomickým ztrátám, kdy produkty nemohu být dodány zákazníkovi v požadovanou dobu a v požadovaném množství.

Hlavním úkolem je tedy navrhnout pravidelné a včasné zásobování výrobních linek a následný odvoz hotové produkce pomocí traileru. Zásobování i odvoz by měly být prováděny v intervalech s co možná nejlepší využitelností kapacit traileru. Za současné situace jsou kapacity traileru proměnné a trailer nemá žádný jízdní řád. Proto je potřeba eliminovat zbytečné plýtvání, které vzniká nadbytečným pohybem traileru po výrobních halách.

Výběr tématu

Svou práci jsem se rozhodl zaměřit na interní logistiku, konkrétně pak na manipulaci materiálem ve firmě Edscha Automotive Kamenice s.r.o., protože se jedná o téma, které je zajímavé.



1 SEZNÁMENÍ S PROBLEMATIKOU

1.1 CÍLE PRÁCE

KOMPLETNÍ ZHODNOCENÍ STÁVAJÍCÍHO SYSTÉMU ŘÍZENÍ KANBAN

V tomto úkolu bude podrobně popsán stávající systém zásobování Kanban ve firmě. Dále pak zmapován a vyhodnocen pohyb traileru, intenzita jeho výskytu na halách a také pohyby obsluhy traileru (manipulanta). Dále bude mapován odvoz hotové produkce od výrobních linek.

NÁVRH ČASOVÉHO HARMONOGRAMU ZÁSOBOVÁNÍ MATERIÁLEM

Zásobováno bude celkově 16 regálů s drobným materiálem. Do těchto regálů je dopravováno celkem 135 různých položek drobného materiálu. Důraz bude kladen na to, aby zásoba každé položky nebyla spotřebována do tří hodin. Důvodem této doby spotřeby je vznik nového štítku (kanban karty). Dále bude kladen důraz na četnost jízd a časového intervalu mezi nimi. Podstatou bude, aby trailer jezdil pravidelně v daných intervalech s co možná nejlepší využitelností své tažné síly.

NÁVRH ČASOVÉHO HARMONOGRAMU ODVOZU HOTOVÉ PRODUKCE

Hlavním úkolem, této kapitoly, bude navrhnout časový harmonogram odvozu hotové produkce tak, aby nezasahoval do harmonogramu zásobování. Důvod pro rozdělení těchto okruhů je, že materiál pro zásobování je dovážěn na paletách od externího provozovatele skladu. Tyto palety jsou po zásobování opět vráceny do skladu. Hotová produkce je oproti zásobování odvážena od výrobních linek do skladu na paletách zákazníků, případně na tzv. EDSCHA paletách.

ROZBOR KAPACIT MANIPULANTŮ NA MAXIMÁLNÍ VYUŽITÍ

Požadavek je, aby jeden manipulant obsluhoval trailer a další vysokozdvizný vozík. Trailer jezdil po pracovní dobu pravidelně a s nejlepší využitelností. Vysokozdvizný vozík pak odváží část hotové produkce. Porovnávají budou vytížitelnosti traileru z analýzy nynějšího stavu, z návrhů časových harmonogramů zásobování materiálem a odvozu hotové produkce. Na základě výsledků pak bude stanoveno, zda je potřeba na správný chod výrobní linky stejný počet manipulantů jako doposud, či je nutná změna.

OSTATNÍ OBECNÉ NÁVRHY NA ZLEPŠENÍ

V této kapitole jsou uvedeny některé návrhy na zlepšení a důvody proč by se mohli zavést.

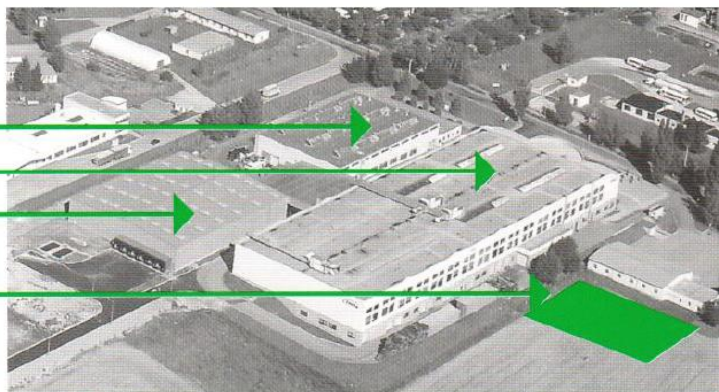


1.2 FIRMA

Firma Edscha byla založena v Německu ve městě Remscheid roku 1870 panem Eduardem Scharwächterem a postupně otevřela závody ve Španělsku, Francii, Slovensku, USA, Japonsku, Thajsku, Číně a v Rusku. První český výrobní závod skupiny Edscha zahájil výrobu v České republice roku 1994, kdy byl otevřen výrobní závod v Sezimově Ústí. Roku 1996, po převzetí aktivit společnosti Detail s.r.o., vzniká další výrobní závod v Kamenici nad Lipou.

Využitá plocha

Plocha závodu:	64,100 m ²
Celkem výrobní plochy:	11,500 m ²
Stará výrobní hala:	1,720 m ²
Nová výrobní hala:	9,780 m ²
Skladové prostory:	3,000 m ²
R&D/ Zkušebna:	2,060 m ²
(nové R&D centrum je již postaveno v místě zeleně označené oblasti)	



Obr. 2 Závod Edscha Kamenice nad Lipou [11]

Hlavní činnosti jsou obrábění, montáže, svařování, vývoj, testování a 3D měření. Tento závod vyrábí a vyvíjí závěsné systémy, dveřní omezovače, páky ruční brzdy, pedálové sestavy, systémy pro posuvné dveře a hnací systémy zavazadlového prostoru (Twindoor). K závodu Edscha patří i 3D měřicí centrum vybavené speciálními měřidly a R&D centrum se zkušebnou. Hlavní kompetencí zkušebny je testování vyvíjených a vyráběných dílů, například speciální testování hnacích systémů Twindoor.

V roce 2008 získal závod v Kamenici nad Lipou ocenění VW Supplier Award za inovační vývoj a sériové nasazení blokovacího mechanismu Twindoor. Některá další významná ocenění za kvalitu a vývoj, která společnost získala, jsou:

- v letech 1996 a 1999 od Škody Auto
- roku 2013 od amerického výrobce automobilů General Motors.

Její produkce za rok činí přibližně 29 milionů závěsů dveřních, kapotních a zavazadlového prostoru. Dále pak cca 1 milion řídicích systémů za rok, jako jsou ruční brzdy a pedálové soustavy. [11]



2 TEORETICKÉ POZNATKY

2.1 LOGISTIKA

V této části práce budou přiblíženy základní pojmy vyskytující se v logistice.

2.1.1 POJEM LOGISTIKA

Slovo „logistika“ má původ v řeckém výrazu „logisticos“, který značí výpočet – kalkulaci – posouzení. Ve vojenství tohoto pojmu použil Francouz Jomini (1836) v souvislosti se systematickým znázorněním napoleonského vojenského umění a později se tento pojem používal a uplatňoval ve vojenství při řešení otázek způsobu vojenského zásobování a pohybu vojenských jednotek. V polovině 60. let dvacátého století převzala tento pojem různá civilní odvětví v USA. Ekonomický rozvoj tohoto století vyvolal silný tlak na koordinovaný

a sledovaný pohyb všech hmotných a hodnotných toků. Tím se otevřel vstup logistické úvahy do podniků, které rozšířily své činnosti komplexního řetězce základních funkcí od nákupu, přes výrobu, až po odbyt. V druhé polovině 80. let se pak stala obecným heslem s mnohovýznamným pojmem a z toho vyplývaly dva pojmy zásobování, a to nákup a materiálové hospodářství. V současné době je pojem „logistika“ brán jako výsledek dvou vývojových linií: první vychází z vojenského zásobování (logistika jako zásobovací systém)

a druhá z oblasti formálních věd (logistika jako označení pro formální logiku).[1]

2.1.2 CO JE LOGISTIKA

Logistika se snaží využít systémového myšlení a logistického přístupu při řešení veškerých procesů v podniku. V podniku existují 4 oblasti – doprava, manipulace s materiálem, skladování a expedice jako jednotlivé oblasti a pro každou z těchto oblastí se snaží navrhnout taková řešení, se kterými by se dosáhlo minimálních nákladů. Takový postup určí čtyři návrhy, kdy každý můžeme považovat za optimální pro danou oblast. Tyto oblasti tvoří myšlenkovou jednotu logistiky a jsou sjednoceny do jediné konstrukce s označením „logistika“.

Převzetím pojmu logistiky do ekonomiky se tento pojem rozsáhle používá pro optimalizační postupy, při formulování, plánování, řízení, regulování a kontrolu procesů uvnitř a mezi systémy. V podnikové sféře můžeme logistiku definovat dle[1]:

„Logistika je integrování, plánování, formování, provádění a kontrolování hmotných a s nimi spojených informačních toků od dodavatele do podniku, uvnitř podniku a z podniku k odběrateli (zákazníkovi). Cílem logistiky je dosažení hospodárnosti, to znamená, že minimalizujeme náklady a maximalizujeme výnosy“.

Podniková logistika má 3 základní oblasti, které je nezbytné posuzovat jako celek:

- *zásobování výroby materiálem,*
- *integrované plánování potřeb, které vychází z výroby a trhu,*
- *fyzická distribuce zboží.*



Společným působením v jednom systému od zásobování přes výrobní proces až k odbytu má materiálový tok překlenout prostor a čas co možná nejoptimálněji. Jinak řečeno logistika

je souhrn všech činností a výkonů, kterými se zákazníkovi (příjemci) dostává určité kvality výrobků, s příslušnými informacemi, v určitý časový okamžik, v určitém místě a s minimálními náklady.[1]

Tímto není logistika definována jednoznačně. I když není doprava s logistikou přímo identická, dají se považovat za příbuzné, proto je doprava jen jednou dílčí oblastí logistického výkonu a je integrující součástí celého logistického systému.[1]

Je nutné si uvědomit, že logistika nevytváří všeobecně žádné nové produkty, ale koordinovaným a systémovým přístupem k zásobování, výrobě a distribuci umožňuje používání nových metod a optimalizuje tyto procesy. Logistický přístup proto sleduje celkové řešení a ne jenom řešení dílčích problémů. Neanalyzuje hospodárnost jednotlivých funkcí, ale sleduje hospodárnost celkového průběhu materiálového a zbožního pohybu.

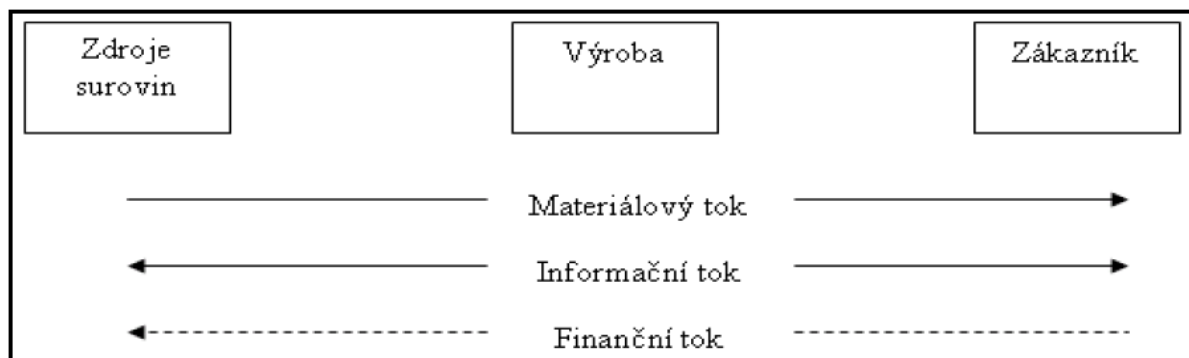
Tento přístup umožňuje dosáhnout kratší dodací lhůty, kratší výrobní doby, vyšší flexibilitu výroby, vyšší kvalitu servisu a větší užitečnost výrobku pro zákazníka.

2.1.3 LOGISTICKÝ ŘETĚZEC

Logistické systémy zahrnují podnikové nebo nadpodnikové logistické řetězce. Řetězcem se rozumí posloupnost navazujících, navzájem sladěných logistických podsystémů, kterými prochází jednotlivé toky. Logistický řetězec zahrnuje kromě pohybu materiálu i další činnosti s tím spojené a těmi jsou například organizování, přeprava, plánování, administrativa a další. Pomocí logistického řetězce můžeme jednoduše znázornit pohyb materiálu a dalších činností s ním související[2]. Předmětem zkoumání logistiky jsou toky:

- materiálový,
- informační,
- energií,
- obalů,
- odpadů.

Hlavní je tok materiálový, protože pomocí něho uspokojujeme potřeby zákazníků (spotřebitelů).



Obr. 3 Schéma logistického řetězce [2]



MATERIÁLOVÝ TOK

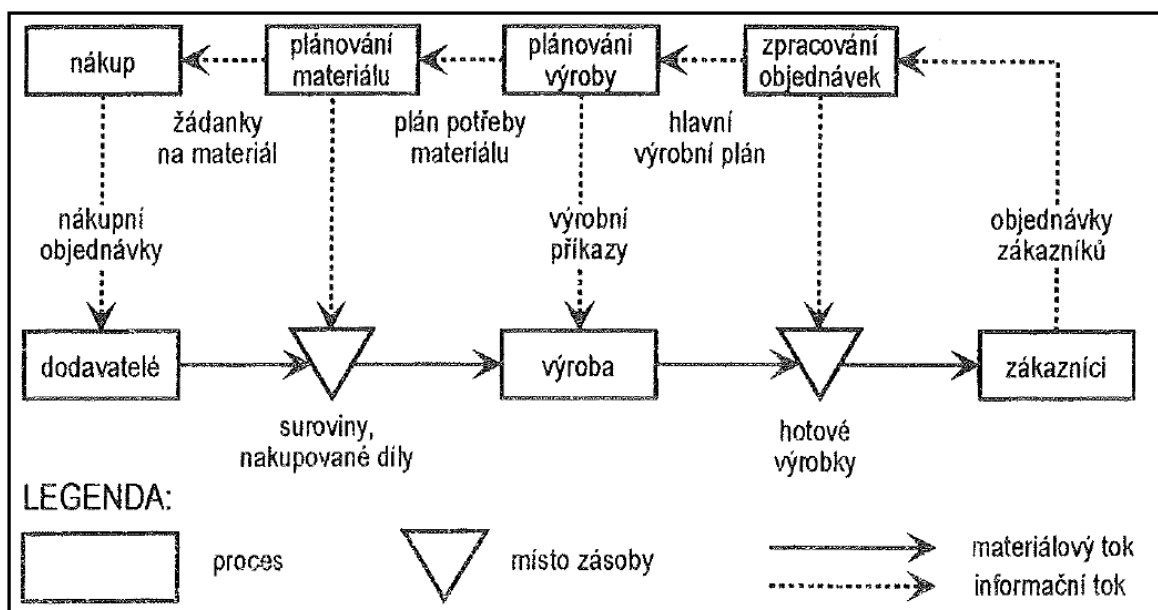
Materiálový tok je řízený pohyb materiálu zpravidla pomocí manipulačních, dopravních, přepravujících a pomocných prostředků a zařízení, od zdrojů surovin přes jejich zpracování, zhodnocení až po konečné dodání hotového výrobku uživateli, resp. až ke zpracování odpadů. To vše se děje cílevědomě tak, aby materiál byl k dispozici [3]:

- v požadovaný čas,
- v potřebném množství,
- na daném místě,
- v požadované kvalitě,
- s předem určenou spolehlivostí.

INFORMAČNÍ TOK

Informační tok zasahuje i do řady podnikových útvarů, kterými materiálový tok neprochází. Obsahuje řídicí signály, které uvádějí materiálový tok do pohybu. Takové signály vydávají například přijetí objednávky zákazníka, hlavní výrobní plán sestavený na základě předpovědi poptávky, výrobní příkazy, plán potřeby materiálu, umístění objednávek u dodavatelů [2].

Typické uspořádání hlavních prvků materiálového a informačního toku ve výrobním podniku je schematicky zobrazeno na obr. 4.



Obr. 4 Schéma logistického řetězce [2]



2.2 VÝVOJ ŠTÍHLÉ VÝROBY

Výrobní podniky už více jak padesát let investují nemalé peníze a čas do zavádění principů štíhlé výroby. Ty dal světu automobilový gigant Toyota. Štíhlá výroba neboli Toyota Production Systém (TPS), je dnes vnímána jako koncept, filosofie, praxe a soubor nástrojů v jednom. Její podstatou je zaměření se na maximalizaci kvality, minimalizaci zbytečných výrobních kroků a zvyšování hodnoty produktu tím, že budeme dodávat přesně to, co zákazníci požadují ve správný čas.[2]

Štíhlá výroba rozlišuje čtyři stavy, ve kterých se materiál nachází a následně polotovar nebo rozpracovaná výroba mohou nacházet:

- výroba – technologický proces, kdy dochází k transformaci materiálu,
- skladování,
- manipulace a doprava,
- kontrola.

Většinou je hodnota, za kterou je zákazník ochoten zaplatit, přiřazována pouze technologickému procesu. Skladování, manipulace a kontrola jenom zvyšují náklady společnosti, a proto je cílem tyto tři procesy minimalizovat až úplně eliminovat.

Dosáhnout optimálního nastavení všech parametrů v logistice je krásné, ale v praxi řízení podniku nereálný cíl, protože jakákoliv změna nastavení by tento stav mohla zhoršit. Můžeme tedy hovořit o zlepšování či zefektivnění logistických procesů, to bývá v logistice známo jako optimalizace logistických procesů.

Pod pojmem logistický proces si můžeme představit procesy spojené s manipulací, transportem, skladováním a s tím vším spojenou administrativní evidencí. V souladu s definicemi podle významných institucí (Evropská logistická asociace a Council of Logistics Management) zní definice logistického procesu. [5]

„ Logistický proces zabezpečuje rozmístění zdrojů v čase, řídí efektivitu materiálových toků, skladování produktů a s nimi spojených služeb tak, aby vedly k uspokojení zákazníků“.

2.2.1 PRINCIP ŠTÍHLÉHO ŘÍZENÍ

Pojem štíhlého řízení se skládá ze dvou základních principů. První princip je „*Just in time*“, jedná se o přístup k výrobě, který klade důraz na výrobu přesně toho, co zákazník chce, v přesně určeném čase, množství a kvalitě. Druhý princip je označován japonským slovem „*jidoka*“, což je japonský termín pro vynikající kvalitu. TPS považuje kvalitu jako hlavní faktor úspěchu a také všechny nástroje typické pro zavádění štíhlých principů se na zvyšování kvality produktů a procesů zaměřují. Také existuje několik základních zásad, úzce spjatých se štíhlým řízením. Patří mezi ně pojmy jako nejlepší kvalita, nejnížší náklady, nejkratší možný čas dodání a minimalizace plýtvání během výrobního procesu. Dalším neméně důležitým principem, je princip lean minimalizace plýtvání. Plýtvání je definováno jako kterýkoliv zdroj, který není adekvátně využíván. Mluvíme-li o zdrojích, automaticky se nám vybaví materiál. Nicméně u principu lean považujeme za zdroje, jejichž využití je nutné optimalizovat, také čas, úsilí a samozřejmě zaměstnance. Proto je důležité se zaměřit také na analýzu využití zaměstnanců a času, aby bylo možné



optimalizovat výkony a redukovat plýtvání. Přirozeně není snadné dosáhnout takto vysoce stanovených standardů. Aby jich organizace docílily, byla z TPS vyvinuta série konceptuálních nástrojů, z nichž je nejznámějším věnována kapitola 2.3 [6].

Štíhlá výroba se od doby svého vzniku neustále vyvíjí, zdokonalují se její principy a využívá se i několika softwaru k její simulaci a modelování.[6]

2.3 LOGISTICKÉ TECHNOLOGIE VE VÝROBĚ A ZÁSOBOVÁNÍ

Mezi logistické technologie plánování, řízení a zásobování výroby řadíme především tyto:

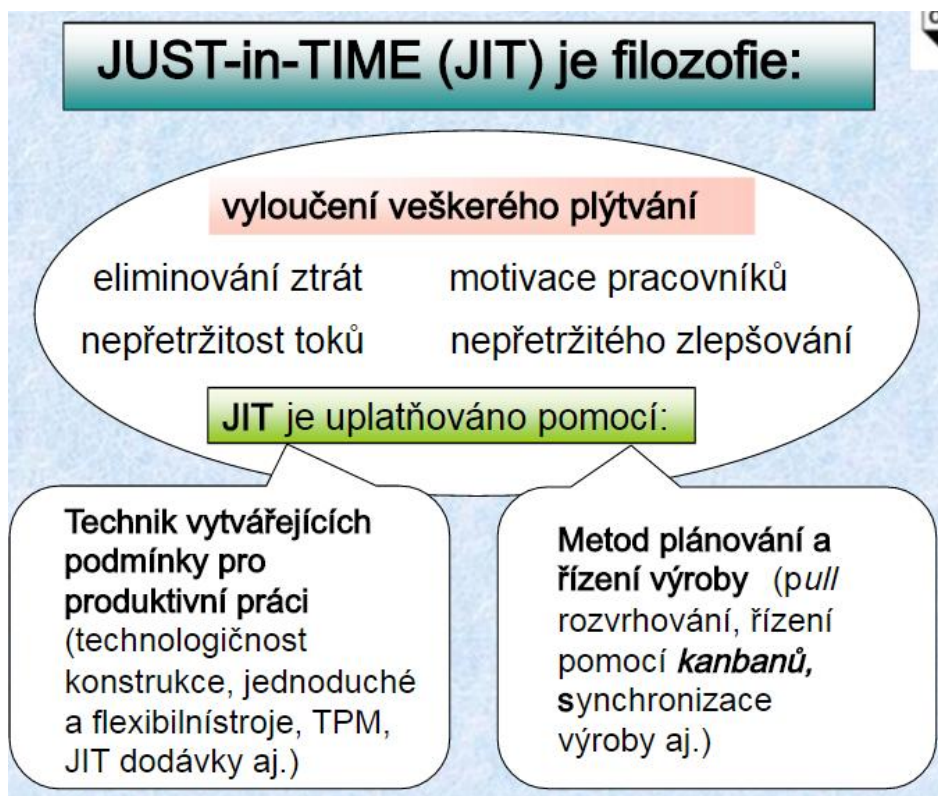
- JIT,
- JIDOKA,
- KAIZEN,
- KANBAN,

Protože KANBAN je technologie zásobování, která je využívána ve firmě Edscha, je této technologii věnována samostatná kapitola 2.4.

2.3.1 JIT

Cílem této technologie je eliminovat zásoby na minimum, případně je zcela vyloučit. Hlavní myšlenkou je vyrábět jen to, co je nezbytně nutné s co nejmenšími náklady. Základem je uspokojování poptávek po právě potřebném materiálu ve výrobě nebo po určitém výrobku v distribučním článku jeho dodání „právě včas“, tzn. V přesně daných a dodržovaných termínech dle potřeby zákazníka. Dodávány jsou malá množství v co možná nejpozdějším okamžiku, za to jsou ale časté. Tím pádem na sebe v logistickém řetězci mohou navazovat s minimální pojistnou zásobou.

JIT klade důraz na minimalizaci úrovně zásob a na pružnější logistické systémy, to sebou přináší vyšší požadavky výkonnosti a efektivnosti skladování, eliminaci činností nepřidávající hodnotu a rychlý pohyb materiálu. JIT rozšiřuje technologii Kanban tím, že propojuje logistiku, nákup a výrobu.[7]



Obr. 5 Schéma fungování metody JIT [8]

2.3.2 JIDOKA

Princip Jidoka zabudovává kvalitativní kontroly do každého kroku výrobního procesu. Transparentností všech procesů pomáhá Jidoka zajistit okamžité řešení jakýchkoli abnormalit. Jidoka lze popsat jako „automatizaci s lidským dotykem“. Kvalita je důsledně monitorována, každý člen týmu je zodpovědný za provedení kontrol kvality před předáním zpracovávaného zboží na následující stanoviště výrobní linky. Pokud je zjištěna závada nebo chyba, je neprodleně řešena – i kdyby to mělo znamenat přechodné zastavení výroby. Obsahuje čtyři důležité prvky, které pomáhají udržet kvalitu v každé části výrobního procesu: [7]

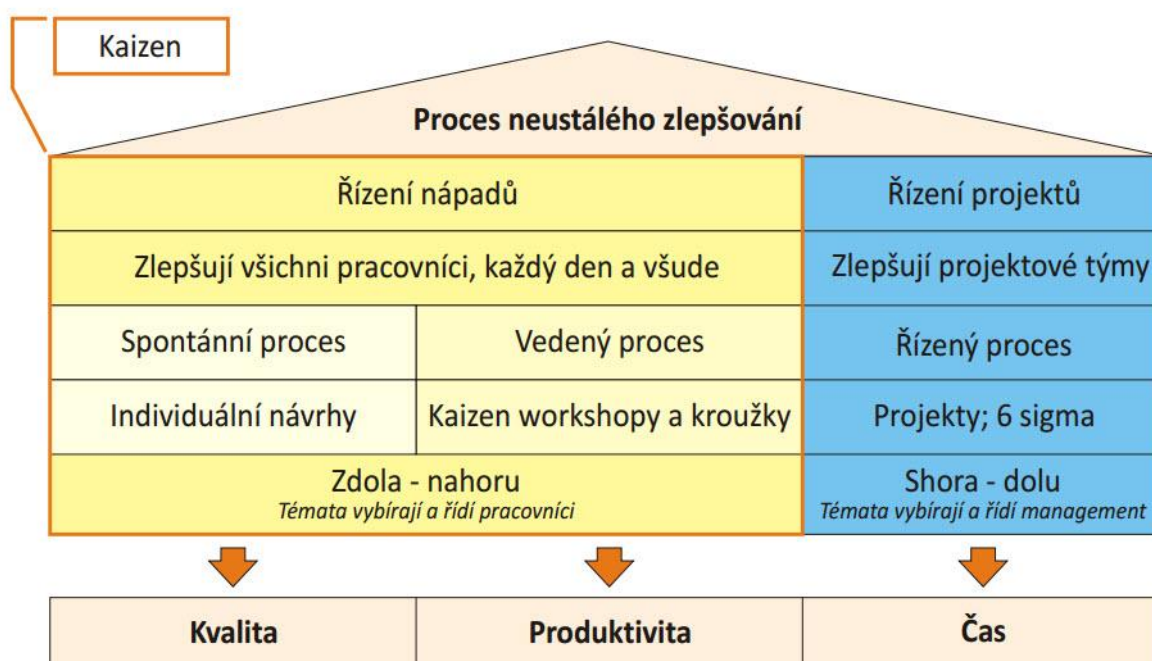
- Genchi genbutsu = „jít až ke zdroji“ problému a sám jej pro sebe vyhodnotit,
- andon tabule,
- standardizace,
- odolnost proti chybám.

Lze tak snižovat náklady na opravy a prostoje. Jde především o nástroj výroby se značným dopadem na pojistné zásoby.[7]



2.3.3 KAIZEN

Kaizen znamená v doslovném překladu z japonštiny zdokonalení. Jde o jeden z efektivních systémů zvyšování výkonnosti podniku pomocí neustálého kontinuálního zlepšování všech činností. Podmínkou úspěšnosti tohoto systému je, že sami zaměstnanci musí mít zájem na tomto procesu postupného zlepšování se podílet, tzn., že zlepšení mohou být navržena i ze strany jednotlivých pracovníků, ne pouze technologů a vývojových pracovníků. Vždy je nutný detailní popis problému, analýza příčiny, naplánování opatření k jeho odstranění, realizace a vyhodnocení. K tomu je nutná decentralizovaná pravomoc, práce v týmech, dostatek informací a stanovování transparentních cílů.[8]



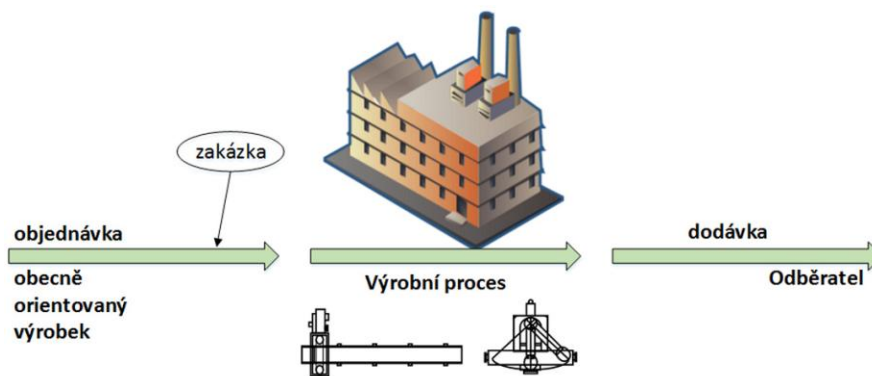
Obr. 6 Schéma fungování metody Kaizen [8]

2.4 KANBAN

Snížit surovinové zásoby je výsadní výhodou kanbanu a z něj odvozených technologií. Velmi se osvědčil u položek, které se využívají opakovaně, ale nelze sním řídit veškeré komponenty. V této kapitole je přiblížena historie dílenského řízení kanban, jeho rozdělení, důvody, proč je vhodné jej zavést a vše, co s ním je spojené.

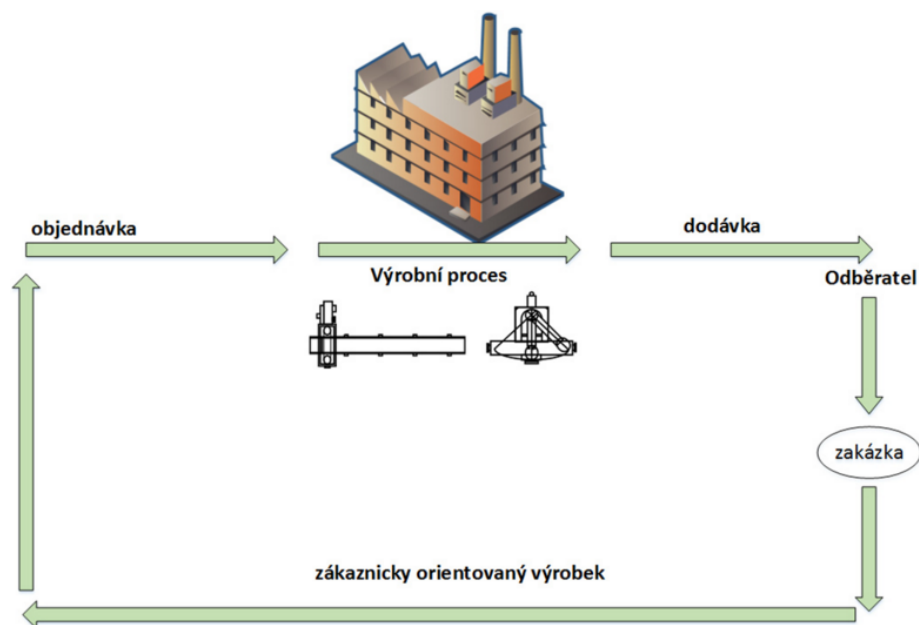
Nejprve si vyjasněme rozdíl mezi tlakovým principem výroby a tahovým principem.

Tlakový princip je vhodný pro plánované hospodářství, kdy podnik vyrábí podle daného plánu a odbyt je zajištěn kvůli nedostatku zboží. Tlakový princip popisuje obrázek 7, podnik vyrábí určitý produkt, který je trhem dobře přijímán. Protože je stálý nedostatek zboží na trhu, nemusí se podnik tolik starat o potřeby zákazníka, své výrobky k němu „dotlačí“. V dnešní době tento princip funguje stále například u módního zboží.[10]



Obr. 7 princip tlaku [10]

Pokud je převis nabídky vysoký, zákazník si logicky více vybírá. Výrobce mu vychází vstříc tím, že nabízí v katalogu řadu možností, jak by si mohl zákazník svůj výrobek sestavit. V nejvyšší formě výrobce umožní zákazníkovi, aby si sám formou počítačového dialogu vytvořil z velkého množství předpřipravených modulů, dílců, příslušenství a barevných kreací svůj vlastní model a vytáhl si ho z výrobní linky. To popisuje princip tahu schematicky znázorněný na obrázku 8.[10]

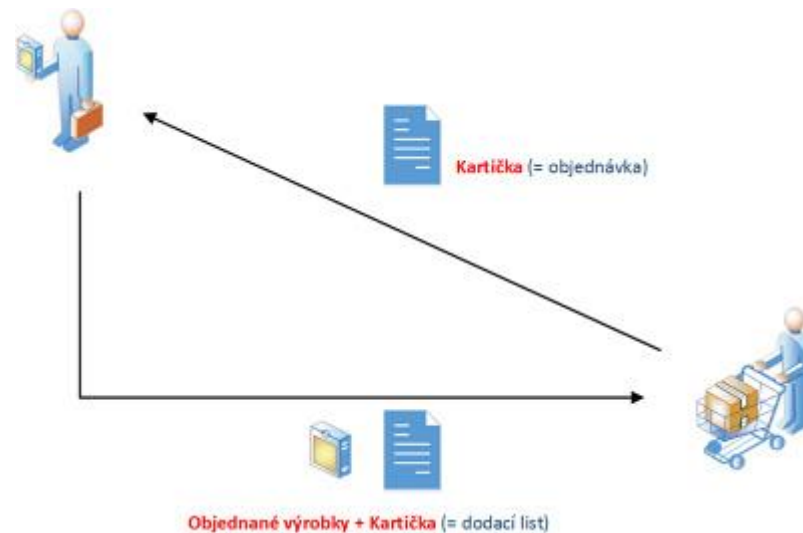


Obr. 8 princip tahu [10]

Systém kanban je jednou ze základních technologií tahového principu. Slouží jako nástroj jemného vyladění výroby a propojení jednotlivých procesů. Taichi Ohno ho zavedl ve výrobním závodě Toyoty již v roce 1953 s cílem optimalizovat zásoby při opakované sériové výrobě. Fungování kanbanu a JIT je založeno na téměř stejném principu. Tyto dva systémy bývají u některých autorů (např. Lambert) zaměňovány.



Název pochází z japonského slova kan (karta) a ban (signál). Jedná se o japonský systém dílenského řízení výroby. Podstata koncepce kanbanu je založená na poskytnutí pouze těch komponent ze strany dodavatele, skladu nebo výroby, které jsou zapotřebí, v daném množství a v daném čase tak, aby neexistovaly žádné přebytečné inventáře. Princip kanbanu vychází z předpokladu, že je možné rozdělit pracoviště na prodáváče a kupující, přičemž je současně přesně definován okruh pracovišť, která si dodávají a odebírají materiál. O tom, jaké části budou jednotlivá pracoviště potřebovat, informují štítky (kanban), které cirkulují v rámci jednotlivých dílen.[10]



Obr. 9 princip Kanbanu [10]

Na příkladu supermarketu je Ohnem navržený princip

1. Zákazník si z regálu vezme požadované zboží.
2. Na pokladně jsou ze zboží sejmuty kanban karty a položeny do skříňky (pošta kanban).
3. Karty jsou poslány do skladu.
4. Když je poté ze skladu odebráno zboží, které je potřeba pro naplnění regálů, jsou karty opět umístěny na konkrétním zboží, které identifikují.
5. Zboží je nyní odvezeno do supermarketu a s kartami postaveno do regálů.
6. Zboží je připraveno k prodeji, čímž se cyklus uzavře.

Předpokladem pro použití tohoto systému je několik skutečností. Každé pracoviště podniku musí dělat určitý soubor činností a vystupovat ve vztahu k ostatním pracovištím v roli vnitropodnikového zákazníka a dodavatele. Mezi další předpoklady patří, že veškeré činnosti jsou vykonávány s vysokou jakostí, že odběratelská pracoviště odebírají od dodavatelských pracovišť pouze ten počet dílů, který potřebují ke splnění požadavku svého odběratelského pracoviště, a že požadavky jednotlivých pracovišť a jejich pozdější splnění jsou vyjadřovány formou štítku.[10]



Druhy kanbanu

Kanban je převážně určen pro regulaci množství materiálu (vstupního materiálu, polotovarů, rozpracované výroby či hotových výrobků) ve výrobě. Jedná se tedy o způsob zásobování pracovišť ve výrobním podniku. Dodavatelský kanban, tedy zásobování mezi více podnikatelskými subjekty, není tak častý a je efektivně nahrazen odvozenou metodou JIT. Další způsob dělení kanbanu vychází z použití či nepoužití papírové kartičky na kartičkový a bezkartičkový kanban.

Protože se ve firmě používá kartiček, bude přiblížena pouze možnost:

Identifikace kanban kartou

Tato identifikace spočívá v tom, že materiál (dílece, součástky, atd.) je uložen do regálů v přesně daném počtu zajišťujícím zásobu na určený čas chodu výroby. Každý kus materiálu (položka) je identifikován kanban kartou. Pokud je položka odebrána ze zásoby, je odebrána i kanban karta. Tato karta je následně přemístěna na sběrné místo příslušného pracoviště. Z tohoto sběrného místa si ji pak v přesně daných intervalech dodavatelé vyzvednou

a na jejím základě zahájí dodávku požadované položky. Bez této karty by neměl dispečer zahájit objednávku dané položky, bez ohledu na aktuální stav plánu. Jakmile je odebrána další položka ze zásoby, je opět sejmuta kanban karta. Ta je opět umístěna do sběrného místa s tím, že dodávka požadované položky probíhá stejně, jako ve výše uvedeném případě. Tento proces se neustále opakuje.

V současné době je ve většině případů systém kanban řízen elektronicky, kdy nekoluje žádná karta, ale vše se řeší pomocí čtečky čárových nebo QR kódů. Ve chvíli, kdy je odebrána položka zásoby, se načte kód její specifikace a ihned poté se objeví požadavek po dané položce na dodavatelském pracovišti.

Odkud:	Položka: Výrobek	Kam:
Přípravna	Číslo dílu: 111-225-356	Linka
Oddělení:	Balení: KLT Množství: 30	Oddělení:
PR	Foto:  BARCODE: 	L
Jméno:	ID číslo: HK255	Jméno:
PR		L
Symbol: 		Symbol: 
Skupina: 1		Skupina: 1
Verze: 1		
Datum: 20.10.2013		

Obr. 10 Obsah kanbanové karty – bar kód, název dílu, číslo dílu (P.N.), typ balení, množství kusů v balení, fotografie dílu, odpisové středisko (důležité pro správné odepisování materiálu), cílová adresa (přesnější popis místa, kam má být přepravka uložena), kanban číslo[10]



Důvody zavedení kanbanu

- zavedením systému kanban dochází ke snižování velikosti výrobních dávek, čímž je možná pružnější reakce na potřeby zákazníka,
- menší výrobní dávka znamená méně dílů v oběhu, což snižuje požadavky na prostor a snižuje ztráty u nekvalitní výroby, roste produktivita,
- nižší požadavky na prostor a nižší ztráty z nekvalitní výroby znamenající úsporu financí,
- systém řízení kanban znamená posun od „tlačeného“ k „tahovému“ materiálovému toku, tj. vyrábí se, jen když existuje objednávka,
- systém řízení kanban napomáhá k výrobě JIT (just in time), tj. výrobě právě v čase, kdy to potřebujeme,
- tento systém je jednoduchým vizuálním systémem řízení.[12]



3 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU

V této kapitole bude popsán postup při analýze materiálového toku současného stavu ve firmě Edscha. Analýza se bude zabývat zásobováním výrobních linek na halách 43 a 45 drobným materiálem, jako jsou pružiny, podložky, šrouby atd.. V další části bude popsán postup při odvozu hotové produkce. Nakonec zde bude zmíněno, jakým způsobem jsou přiváženy velké bedny s materiálem a prázdné palety zákazníků k výrobním linkám.

Výrobní linky jsou zásobovány materiálem ze skladu komponent. Tento sklad komponent se nachází v areálu firmy Edscha, ale jeho fungování zařizuje externí firma. Tato externí firma má na starost, aby připravovala žádaný materiál na palety umístěné na výdejním místě. Manipulant obsluhující trailer, pak naloží paletu na paletový vozík a zapřáhne do traileru. Manipulant má za úkol pomocí traileru zásobovat regály s drobným materiálem u výrobních linek a umístit materiál na přesně dané místo v regálu. Dále má na starost část odvozu hotové produkce od výrobních linek. Další materiál, kterým jsou linky zásobovány, je umístěn v přepravních bednách. Tyto bedny jsou rozváženy pomocí vysokozdvížného vozíku (dále jen VZV), který je obsluhován dalším manipulantem. Tento manipulant má na starost zásobovat linky paletami pro hotovou produkci, a pokud trailer nestíhá, odvážet i hotovou produkci.

3.1 MANIPULAČNÍ PROSTŘEDKY

Jako manipulační prostředek pro přepravu materiálů slouží souprava elektrického tahače Toyota TY4 (dále jen Trailer) a paletových vozíků (obr. 11). Těchto tahačů má firma nyní k dispozici dva a přibližně 20 paletových vozíků, dále pak má firma k dispozici dva policové vozíky (obr. 12). Kombinací tahače a vozíků se zajišťuje efektivnější transport materiálu mezi skladem výrobních komponentů, výrobním procesem a expedicí. Toto řešení nahradilo méně efektivnější manipulaci pomocí čelních vozíků, či vysokozdvížných vozíků. Ty totiž nemohou dopravovat potřebné množství palet s materiálem v průběhu jednoho jízdního okruhu. Paletové vozíky a tahač jsou zapojeny v tzv. traileru, který plynule provádí zásobování výrobních pracovišť a odvozu hotové produkce. Do traileru může být zapojeno až 5 paletových vozíků najednou při jednom okruhu. Tím trailer nahradí několik okruhů, které by musel absolvovat čelní či VZV. Kapacita jedné palety je 45 přepravek, trailer tak může maximálně převážet 225 přepravek na 5 vozících.



Obr. 11 Souprava tahače s paletovými vozíky [11]



Obr. 12 Policový vozík [11]

Tahače Toyota TY jsou určeny pro horizontální přepravu a vychystávání s potřebou častého vystupování a nastupování. Zaoblené tvary zadní části a nízká nástupní hrana zajišťují optimální výhled na náklad a lepší komfort řidiče. O ten se stará i nastavitelná zádová opěrka. Kontrolní systém přítomnosti řidiče zabráňuje činnosti vozíku, pokud řidič nezaujímá provozní pozici na traileru. Tento typ tahače disponuje tažnou kapacitou až 4 tuny, maximální rychlostí pojezdu 13 km/h a poloměrem otáčení 1600 mm.



Paletové vozíky se od standardních paletových vozíků liší mechanismem zapojení. Paletový vozík má na koncích vidlic oka a na hydraulice má speciální závěsný mechanismus a tím pádem lze jednotlivé paletové vozíky mezi sebou zapojovat a rozpojovat. Paletový vozík drží dobře stopu tažného vozíku, což zlehčuje průjezd zatáčkami a těsnými uličkami ve výrobní hale.



Obr. 13 Spojení traileru a vozíků [13]



Obr. 14 Spojení vozíků [13]

Výhodou paletových vozíků oproti roltejněrům je větší nosnost. Paleta s nákladem, jehož hmotnost obvykle nepřesahuje 1 000 kg, může být rychle vyložena nebo naložena a vozík tak není dlouho blokován a může být použit pro další manipulaci. Roltejnery musejí být nakládány ručně a až do vyložení jsou blokovány pro další použití. Využití roltejněrů je proto nevhodné pro odvoz hotové produkce. Napojování a odpojování paletových vozíků je snadné a pevné, takže se nerozpojí ani při vyšších hmotnostech nákladů, nebo při přejezdu nerovností.

Pro manipulaci s bednami s materiálem a prázdnými paletami zákazníků se využívá elektrického vysokozdvížného vozíku, který rozváží jednotlivé bedny do regálu beden a odtud je pak materiál v bednách přepraven k jednotlivým linkám pomocí ručně vedeného elektrického zakladače. Palety zákazníků jsou pak pomocí vysokozdvížného vozíku



rozváženy k jednotlivým výrobním linkám. Vysokozdvížený vozík je pro přepravu beden volen z důvodu namáhavé práce s bednami a pro rozvoz prázdných palet zákazníkům, pak z důvodů, že si manipulant může nakupit více palet na sebe.



Obr. 15 Ručně vedený elektrický zakladač a Elektrický vysokozdvížený vozík [14]

3.2 SOUČASNÝ SYSTÉM KANBAN KARET

K identifikaci materiálu ve firmě slouží kanban karty (štítky), popis takového štítku je znázorněn na následujícím obrázku.

1. 1061055	2. Kolik zavesu 2	15. 
6. Vytištěno 12.02.2016 ve 09:44:56	3. 	16. 00000192850
INDEX AE 13.	4. NST: 0045	5. KB-Nr. 1 od 3
SJ-číslo 1001997404 14.	10. OZV: 0045	7. Einweg Karton 300x300x120
11. RP 1 - Avtovaz - Granta	12. 4021 / 6.270 KS	8. KB-Množství: 1.000 KS
		9. Kanban: 1 od 1

Obr. 16 Popis kanban karty – 1. číslo materiálu 2. název dílu, 3. hlavní čárový kód, 4. odpisové středisko, 5. číslo kanbanu, 6. čas objednávky, 7. typ balení, 8. množství kusů v balení, 9. počet objednaných kanbanů (načítá číslo dílu, pořadí kanbanu středisko a adresu), 10. výrobní hala, 11. cílová adresa, 12. pozice ve skladu /množství na skladu, 13. index dílu (změna dílu), 14. číslo skladové jednotky (označení pro sklad), 15. vedlejší čárový kód (načítá číslo kanbanu), 16. číslo kanbanu [11]



Tyto karty slouží nejen pro identifikaci materiálu, ale také k objednávce potřebného materiálu.

Systém objednávek je navržen tak, aby daný materiál byl objednáván v intervalech tří až čtyř hodin. Každý materiál (díl) má svůj počet kanbanů na tuto dobu tzn. v případě, že na tento interval stačí jedna přepravka (krabice) materiálu, má tento materiál dva kanbany, aby jeden byl dostupný ve skladu a jeden u výrobní linky. Jeli pak potřeba více krabic s materiálem, má každá krabice svůj kanban (kanbanové číslo), např. pokud je na tuto dobu potřeba dvou balení, je počet kanbanů materiálu roven čtyřem.

Objednávky potřebného materiálu provádí seřizovač pomocí čtecího zařízení, kterým odešle požadavek na sklad. Ve skladu se pak tisknou příslušné kanbany v intervalu 30 minut. Pokud tedy seřizovač pošle požadavek na materiál například v 9.05 hod. a v 9.25 hod, měly by se příslušné kanbany vytisknou ve stejný čas, a to v 9.30 hodin. Pomocí těchto kanbanů skladníci najdou potřebný materiál a kanban (kanban štítek) je připevněn na obal. Tato kanban karta zůstává na krabici (obalu) do té doby, než je krabice prázdná, poté je stržena a přesunuta do kapsy na zásobníku součástí. Princip zacházení s kanbanem znázorňuje příloha 8 a následující schéma:[9]



- **Plné balení (nestrhávat kanban)**
Po dobu, co je materiál v balení, musí kanban zůstat na obalu!
- **Prázdné balení**
Materiál z balení je spotřebován / přesypán do násypky. Balení je prázdné.
- **Stržení kanbanu z balení**
Odrhnout kanban z obalu. Prázdné balení zlikvidovat.
- **Vložit kanban do kapsy**



Obr. 17 Princip zacházení s kanbanem [9]



Zmapování a vyhodnocení pohybu tahače

Zmapování pohybu tahače bylo provedeno celkově dvakrát ve stejný čas, a to z důvodu změny směn. Při každém měření byl sledován pohyb tahače a manipulanta po dobu 90 minut. Po tuto dobu byl sledován počet průjezdu tahače po hale a pomocí stopek měřena doba, za kterou tahač projel právě projížděnou trasu, tyto trasy jsou znázorněné v layoutech pohybu plnou čarou. Přerušovanou čarou je zaznamenán pohyb manipulanta ve chvílích, kdy neobsluhoval tahač. Layouty pohybu jsou pro manipulanty znázorněny v přílohách 3 a 4. Jsou zaznamenány počty paletových vozíků, se kterými manipulant odjížděl ze skladu a s kolika se do skladu vrátil. V přílohách 1 a 2 jsou tyto hodnoty vypsány. Je potřeba zmínit, že celkový čas projetí trasy se odvíjel také od dalších činností, které manipulant prováděl, a nejsou náplní jeho práce. Tyto činnosti jsou také vyneseny v přílohách 1 a 2 s časy, který s nimi manipulant strávil. V krajním sloupci tabulky je pak popsán způsob, jakým byla jízda provedena.

Dále pak v tabulce 1 jsou uvedeny délky tras pro každou z jízd manipulanta 1 a manipulanta 2. Pro každou trasu byla měřena délka, kterou absolvoval trailer a také délka, kterou absolvovala obsluha traileru mimo trailer. Jednotlivé délky byly odměřeny z layoutu současného stavu v příloze 5.

Tab. 1 Jízdy manipulantů

Jízda	Manipulant 1		Manipulant 2	
	Délka trasy traileru [m]	Nachozeno [m]	Délka trasy traileru [m]	Nachozeno [m]
1	300	20	300	15
2	260	25	580	80
3	315	40	510	45
4	290	20	290	15
5	265	15	270	50
6	150	10	130	10
7	460	45	100	-
8	302	60	-	-
celkem	2342	225	2180	205



ZHODNOCENÍ MANIPULANTA 1

Z tabulky je vidět, že pokud manipulanta 1 zásoboval regály přímo u trasy, jako při jízdách 1, 2, 4, 5, tak absolvoval menší trasu, než když musel zásobovat regál vzdálenější od trasy traileru, jako u jízdy 3, nebo když při jízdě 8 opustil tahač a nevěnoval se své práci. Zbytečně mnoho metrů pak najel a také nachodil, při jízdě 7. Při této jízdě nevěnoval dostatečnou pozornost své práci a následně se musel vracet k RP 16 pro paletu s hotovou produkcí. Tuto paletu si ovšem chybně zapřáhl, musel tak vystoupit a opětovně zapřáhnout paletu s hotovou produkcí.

Celkově třikrát provedl manipulanta otočku i se zapřaženým jedním paletovým vozíkem. Tento úkon byl riskantní z důvodu bezpečnosti. Ostatní zaměstnanci tento pohyb od traileru neočekávají a snadno by tak mohlo dojít ke kolizi. Se dvěma i více vozíky by se mu to rozhodně nepovedlo.

Je potřeba také zmínit poznatek, že ve většině případů, kdy manipulanta 1 zavážel regály u trasy, vystupoval na opačnou stranu, než stál regál. Tím pádem byla jeho trasa o několik metrů delší a i pro něho osobně fyzicky náročnější.

ZHODNOCENÍ MANIPULANTA 2

Manipulanta 2 postupoval při zavážení trochu zodpovědnějším způsobem. Věnoval se pouze své práci. Před každou jízdou si zodpovědně kontroloval spřažení vozíků a ukotvení materiálu. Z tahače vždy sestupoval na stranu, kde byl umístěn regál, tím pádem si ušetřil pár metrů chůze. V některých případech se ale jezdil otáčet až na vedlejší halu, kde by se neměl vyskytovat a tím pádem najezdil i více metrů.

Při jízdách dvě a tři manipulanta najezdil více metrů z důvodu toho, že při jednom výskytu na hale nejprve rozvezl potřebný materiál, a poté se vracel pro hotovou produkci na výstupní kontrolu, odkud se jezdil otáčet do vedlejší haly, jak je vidět z layoutu pohybu (příloha 3) a tím pádem najel i více metrů. Manipulanta se jezdil otáčet na vedlejší halu od výstupní kontroly. Vyvaroval se tak potížím, které by mohly vzniknout, při otáčení na trase.

Při druhé a páté jízdě pak nachodil poměrně delší trasu. V případě druhé jízdy byla délka trasy 80 metrů proto, že si manipulanta pro palety s hotovou produkcí sám došel a pomocí paletového vozíku je přiblížil až k tahači. V případě páté jízdy manipulanta zanášel materiál sám do regálů RP 18, proto přibližná délka jeho chůze byla 50 metrů. Toto zanášení regálů RP 18 prováděl při směně manipulanta 1 další manipulanta, který obsluhoval čelní paletový vozík.



ZHODNOCENÍ SOUČASNÉHO STAVU

Při sledování současného stavu objednávek a jejich vychystávání bylo zjištěno několik nedostatků:

- špatné objednávání materiálů – seřizovač objednává většinu materiálu před koncem pracovního dne, místo toho, aby jej objednával v průběhu pracovního dne. Z toho pak dochází k přetížitelnosti traileru při začátku ranní směny, kdy se zcela běžně pohybuje po hale s 6 až 8 zapřaženými plnými paletami
- špatné vychystávání a vyřizování objednávek v průběhu dne – seřizovač odešle během dne požadavek do skladu, kde materiál ihned vychystají na paletu k odvozu na linku. To je signál pro trailer, že je potřeba zásobovat linku. Obsluha traileru si při opětovné návštěvě skladu, paletu zapřáhne a otáčí se ihned zpět na linku.

Z příloh 1 a 2 můžeme vidět, že manipulanti na traileru nevyužívají maximální kapacitu tahače v průběhu dne, což by bylo pět vozíků, kdy každý může mít až 1 tunu. Policových vozíků, které má firma k dispozici, není využíváno z důvodu, že jeden policový vozík je využíván na jiné výrobní hale, kde je systém objednávek odlišný. Pro náš případ objednávek by bylo zapotřebí min. dvou těchto vozíků, kdy by jedním manipulantom rozvážel potřebný materiál a do druhého vozíku by zatím byly vychystávány objednávky na skladě.

Manipulant 1 ve většině případů pojíždí po hale pouze s jedním zapřaženým paletovým vozíkem a po dobu měření 90 minut absolvuje 8 jízd. Tím to způsobem zásobování pak dochází k přebytečnému pohybu traileru po hale. Může pak nastat situace, jako při jízdě 7. Při jízdě 7 musel trailer zastavit, aby nedošlo ke kolizi s dalším přepravním prostředkem. Tím byl čelní paletový vozík, který právě zavážel regál RP 18 paletou. Tuto paletu obsluha Traileru zanechala u RP 21 z jízdy 5. Těto nepříjemnosti by šlo zabránit, pokud by obsluha traileru využívala lépe Traileru. Trailer by měl jezdit v pravidelných intervalech. Tyto intervaly by pak poskytly dostatek času dalším manipulačním prostředkům pro přepravu materiálu po hale. Další možností, jak by se dalo kolizi zabránit je, že by obsluha Traileru zanechala paletu blíže regálu RP 18 například vedle regálu RP 17.

K další nevyhovující manipulaci dochází hned při jízdách jedna a dvě. Při jízdě jedna na paletě přiváží pouze jednu přepravku s materiálem, kterou založí do RP 9, poté se chvíli zdrží a odjíždí zpět na sklad. Odkud za 2 minuty opět přijíždí s plnou paletou materiálu a zaváže regály RP 9 a RP12. Následně na prázdný vozík nakládá hotové přepravky s hotovou produkcí. To, že při druhé zpětné jízdě na sklad odveze paletu hotových výrobků, by se dalo považovat za výhodné. Jel však jen s jednou paletou, což je neefektivní. Manipulant mohl tyto dvě jízdy bez problému sjednotit.

Je také vidět, že vyšších časů jízd dosáhl manipulantom 1 ve chvílích, kdy se nevěnoval zcela jen své práci. Kdyby se věnoval jen své práci, byly by časy jízd kratší. Nedošlo by k ovlivňování dalších pracovníků tím, že jejich pozornost odpoutává od činnosti, kterou by měli vykonávat.

Manipulant 2 se dopouští podobných chyb jako manipulantom 1. Při jízdě opět nevyužívá možností kapacit traileru, maximálně pojíždí po hale se dvěma paletami. Místo toho, aby některé ze svých pohybů po hale sjednotil, jede tu samou trasu ještě jednou. Jak při jízdě tři, kdy se vracel k RP 16 pro jednu paletu. Při jízdě dvě se dokonce dvakrát vracel na to samé místo vždy pro dvě palety.



Manipulanti sice zvládají zavážet veškerý materiál a ještě přitom odvážet část hotové produkce zpět do skladu. Vše se ale děje chaoticky a v pohybu traileru po hale není prakticky žádný řád. Můžeme tedy prohlásit, že takovýto způsob zavážení je neefektivní, zdoluhavý a také fyzicky náročný pro samotné manipulandy. Je vykonáváno mnohem více úkonů, než by bylo třeba. A proto je potřeba proces zavážení výrobních linek a odvozu hotové produkce modifikovat a co nejlépe sjednotit s probíhající výrobou.

S odvozem hotové produkce pak oběma manipulantům pomáhal manipulant obsluhující VZV. Tento manipulant dále rozvážel prázdné palety zákazníků k výrobním linkám a zásoboval regály s velkými bednami. Rozvoz prázdných palet zákazníků k výrobním linkám a zásobování velkých regálů velkými bednami není součástí cílů této práce. Modifikace jeho pohybů by tak mohla být zařazena do návrhů na obecné zlepšení.

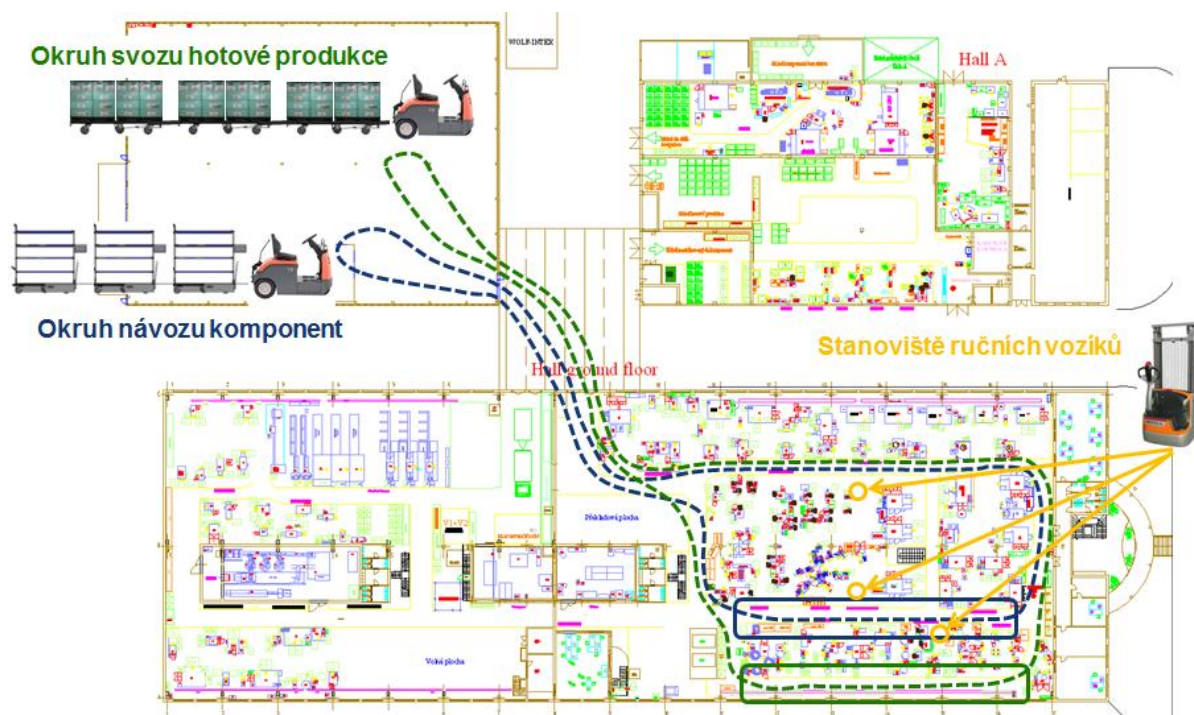


4 NÁVRH NOVÉHO STAVU TRAS

V následující kapitole bude proveden návrh zásobování výrobních linek drobným materiálem. Dále pak bude proveden návrh časového harmonogramu odvozu hotové produkce od výrobních linek. Návrhy budou provedeny tak, aby bylo dosaženo co možná nejuhospodárnějšího využití kapacit traileru. Do traileru může být zapřaženo maximálně 5 vozíků s paletami. Maximální kapacita palety je 45 přepravek a maximální kapacita traileru je 225 přepravek.

Dále bude vytvořen soubor v programu MS Excel, dle požadavků firmy. Simulace zásobování výrobních linek a odvozu hotové produkce bude provedena v simulačním software Plant Simulation.

Na následujícím obrázku je uvedena jedna z koncepcí tras, které trailer vykoná při rozvozu komponent k výrobním linkám a při odvozu hotové produkce.



Obr. 18 Schéma jedné z koncepcí tras traileru



4.1 NÁVRH ČASOVÉHO HARMONOGRAMU ZÁSBOVÁNÍ MATERIÁLEM

Návrh časového harmonogramu zásobování drobným materiálem k výrobním linkám bude zaměřen na to, aby trailer zavážel regály v pravidelných intervalech. Tyto intervaly by neměly být kratší než 60 minut. Bude zkoušeno více možností těchto intervalů, a to 60 minut, 90 a 120 minut. Jednotlivé možnosti časových intervalů zásobování budou propočítány v MS Excel. Dále v softwaru Plant Simulation (studentská verze) bude provedena simulace zvoleného zásobování.

V následující tabulce je uveden návrh časů, kdy by trailer měl ze skladu vyjždět zavážet regály u výrobních linek s podmínkou, aby vždy absolvoval pouze jeden okruh.

Tab. 2 Jízdní řád

Jízda	Ranní směna	Odpolední směna	Počet okruhů
I.	6:05	14:15	1
II.	7:05	15:15	1
III.	8:05	16:15	1
IV.	9:05	17:15	1
V.	10:05	18:15	1
-	Přestávka	Přestávka	1
VI.	11:15	19:20	1
VII.	12:15	20:20	1
VIII.	13:15	21:20	1

4.1.1 MODEL V MS EXCEL:

V této části práce je popsána tvorba modelu zabývajícího se návrhem zásobování v MS Excel. Tento model je přizpůsobivý a lze jej aplikovat do dalších budoucích návrhů.

Tvorba souboru byla provedena na požadavky firmy a také z důvodu, že firma nedisponuje simulačním softwarem Plant Simulation. Tento soubor by měl obsahovat základní položky jako: název položky, místo určení položek. Dále pak řídicí položky jako: týdenní spotřebu, hodinovou spotřebu a počet kusů v balení. Pomocí těchto položek byla vytvořena posloupnost funkcí, které se automaticky spustí. Dojde tak k přepočítání výsledků při jakékoliv změně některých řídicích údajů. Model okamžitě vyhodnotí, jak se změna projeví do zásobování. Především by pak měl tento model automaticky vypočítat počet kanban karet na danou položku. A zobrazit celkový počet nových kanban karet.



Počet kanban karet pro daný materiál, je navrhován na dobu tří hodin. Návrh je proveden nejprve dle požadavků firmy a poté dle vzorce (7). V požadavku firmy je vytvořit návrh počtu kanban karet na dobu tří hodiny. Každý materiál má minimální počet kanban karet roven dvěma, tzn. dvě přepravky (jedna ve skladu, druhá v regálu u linky). Pokud tedy je na dobu tří hodin potřeba daného materiálu více než jedna přepravka, např. dvě, tři, je počet kanban karet na tuto dobu čtyři a šest.

Tvorba souboru pro dosažení požadavků byla následující:

Nejprve byl vytvořen sloupec, který vypočítá dobu spotřeby jednoho balení. Dále pak sloupec pro výpočet počtu kusů materiálů na tři hodiny, potřeby obalů na tři hodiny a počet kanban karet na tři hodiny. Pro počet kanban karet na materiál byly vytvořeny dva sloupce. Jeden podle požadavků firmy (1) a druhý sloupec vypočítává počet kanban karet dle vzorce (2)z [14]:

Počet kanban karet:

$$n_{karet} = Q_{počet\ balení} \cdot 2 \quad (1)$$

$$n_{karet} = \frac{Q_{DEN} \cdot (t_L \cdot t_{poj}) \cdot (1 + \alpha)}{K_{palety}} \quad (2)$$

kde:

n_{karet}	- Počet karet [ks]
$Q_{pocet\ balení}$	- Počet balení na dobu tří hodin [ks]
Q_{DEN}	- Průměrná denní poptávka [kusů/den]
t_L	- Průměrný čas čekání na výrobní dávku v desetinách dne (čas, než se karta dostane ze vstupu na výstup) [dny]
t_{poj}	- Průměrný čas jedné dávky v desetinách dne v procesu [dny]
K_{palety}	- Kapacita transportního balení (obalu)
α	- Pojistný koeficient [Toyota doporučuje max. 10 %, hodnoty $\alpha= 0,05-0,1$]



Výsledný počet kanban karet je znázorněn v následující tabulce

Tab. 3 Počet kanban karet

Dle vzorce z firmy	Dle vzorce (7) z [14]
[ks]	[ks]
356	272

Počty kanban karet se odlišují o 84 karet. Toto odlišení vzniká z důvodu, že ve firmě je na každý materiál potřeba nejméně dvou kanban karet. To platí i pro materiály, které mají dobu spotřeby jednoho kartonu větší než zmíněný požadavek firmy tři hodiny. Maximální hodnoty spotřeby kartonu se pohybují v rámci dní. Proto dle vzorce (7) z [14] by některým materiálům stačila pouze jedna kanban karta.

Další sloupce byly vytvořeny pro výpočty doby spotřeby jednoho kartonu a potřeb kartonů na tři hodiny. Po těchto výpočtech se materiály rozdělují do několika tříd dle určitých pravidel. Nejprve se automaticky přerozdělí do skupin A, B, C a poté do X, Y, Z. Pro toto třídění bylo využito ABC a XYZ analýz.

- třída A materiály se spotřebou kartonu menší než 3 hodiny,
- třída B materiály se spotřebou kartonu menší než 7,5 hodiny (doba směny),
- třídy C materiály s dobou spotřeby kartonu větší než 7,5 hodiny.

Obdobně je provedeno rozdělení do tříd X, Y, Z:

- třída X jsou materiály, které je potřeba zásobovat v intervalu kratším než 3 hodiny. Tím pádem musí mít větší počet balení a kanban karet na tuto dobu,
- třída Y jsou materiály, které je potřeba zásobovat během směny,
- třída Z jsou materiály, které mohou být zásobovány v delších intervalech než 7,5 hodiny.

Z těchto dvou analýz je poté vidět v tabulce 4, že relativně malá množství položek ve třídách A, B a X, Y má zásadní vliv na průběh celého zásobování, potažmo celé výroby. Je tedy potřeba těmto položkám věnovat dostatečnou pozornost při navrhování zásobování a plánování výroby. Největší pozornost si vyžadují položky ve třídách A a X. Pro lepší přehlednost byly v souboru vytvořeny další listy, které automaticky zobrazí položky patřící do dané třídy. Tyto položky se na daném listu vždy seřadí dle počtu balení na požadovanou dobu spotřeby, jak je vidět na obr. 19.



Tab. 4 Počet položek v jednotlivých třídách

Třída	Počet [-]
A a X	27
B a Y	37
C a Z	71

	A	B	C	D	E	F	G
1	materiál X	Počet kartonu na 3 hodiny	pořadí	Stanoviště			
213	tahloomezovace9_2	4,5	1	s_RP9			
214	tahloomezovace9_1	4,5	1	s_RP9			
215	cepzavesu7	4,2	3	s_RP7			
216	pruzina19	3,75	4	s_RP19			
217	cep18	3	5	s_RP18			
218	kolikzavesu7	3	5	s_RP7			
219	tesneni8	3	5	s_RP8			
220	sroub21_1	2,4	8	s_RP21			
221	zalisovanamatice12	2,25	9	s_RP12			
222	lozisko17_2	2	10	s_RP17			
223	drzakomezovace9	1,8	11	s_RP9			
224	1047346_16_2	1,666666667	12	s_RP16			
225	pruzina10	1,6	13	s_RP10			
226	nytosazeny17	1,6	13	s_RP17			

Obr. 19 Výsledný list materiálu třídy X

Dále byly vytvořeny listy, které pomocí kontingenční tabulky a podle doby rozvozu (60 minut, 90 minut, 120 minut) nasimulují zásobování materiálem. Dále zobrazí, kolik přepravek by měl trailer zavážet v daném intervalu rozvozu. Počet přepravek, které trailer zaváží v zadaném intervalu, se pak pro přehlednost roztřídí do pěti tříd A, B, C, D, E. Tyto třídy jsou rozděleny následovně:

- třída A jsou doby (časy), kdy trailer musí rozvážet více jak 200 přepravek,
- třída B jsou časy, kdy je potřeba zavážet od 150 do 200 přepravek,
- třída C jsou časy, kdy je potřeba zavážet od 100 do 150 přepravek
- třída D jsou časy, kdy je potřeba zavážet od 50 do 100 přepravek a konečně
- třída E jsou časy, kdy je potřeba zavážet od 1 do 50 přepravek.

Celková doba simulace je provedena na čas 600 hodin. Výsledky roztřídění do tříd v závislosti doby rozvozu jsou vyneseny v následujících tabulkách:



Tab. 5 Doba rozvozu 60 minut

Třída	Počet jízd, kdy poveze danou třídu [-]	Počet jízd, kdy poveze danou třídu [%]	Maximální počet přepravek /za hodinu
A	0	0	196 přepravek v 600 hodině výpočtu
B	9	1,5	
C	37	6,16	
D	92	15,33	
E	462	77,00	
celkem	900	100	

Tab. 6 Doba rozvozu 90 minut

Třída	Počet jízd, kdy poveze danou třídu [-]	Počet jízd, kdy poveze danou třídu [%]	Maximální počet přepravek /za hodinu
A	1	0,25	210 přepravek v 600 hodině výpočtu
B	15	3,75	
C	51	12,75	
D	249	62,25	
E	84	21	
celkem	400	100	



Tab. 7 Doba rozvozu 120 minut

Třída	Počet hodin, kdy poveze danou třídu [-]	Počet hodin, kdy poveze danou třídu [%]	Maximální počet přepravek /za hodinu
A	2	0,67	205 přepravek v 600 hodině výpočtu
B	15	5	
C	80	26,66	
D	197	65,66	
E	306	2	
celkem	300	100	

Z těchto tabulek můžeme vidět, že počet tříd, se kterými trailer zaváží linky, se s rostoucím časem přesouvá z třídy E do tříd D a C. Třída E obsahuje vždy maximálně 50 položek a na rozvoz materiálu traileru stačí pouze dva vozíky. Počty vozíků pro danou třídu jsou znázorněny v tabulce 8.

Výpočty v MS Excel byly prováděny na dobu 600 hodin, což je 40 pracovních dní ve firmě. Pro zjištění maximálních hodnot, kterých dosáhne trailer pro zavážení, byl proveden výpočet i na 2000 hodin. Při tomto výpočtu docházelo opět ke stejným maximům, jako při výpočtu na 600 hodin, a to každých 600 hodin. Je tedy zřejmé, že trailer nikdy nedosáhne své maximální kapacity 225 přepravek na jeden interval.

Tab. 8 Počty vozíků pro danou třídu

Třída	Maximální počet krabic [-]	Počet vozíků [-]
A	225	5
B	200	5
C	150	4
D	100	3
E	50	2

Konečná volba intervalu, má zásadní vliv na počet vozíků, se kterým by trailer pojížděl po hale. V případech dob intervalu 60 a 90 minut bude po většinu jízd pojíždět po hale s dvěma, třemi až čtyřmi vozíky. V intervalu 60 minut je to 77 % jízd se dvěma vozíky



a v intervalu 90 minut je to přibližně 62 % jízd se třemi vozíky a 21 % se dvěma vozíky a 12 % jízd se čtyřmi vozíky. Pro případ doby intervalu 120 minut potřebuje pro 26,66 % jízd tři vozíky a pro 65,6 6% jízd čtyři vozíky.

Problém, který by mohl vzniknout při vychystávání materiálu, je špatné pořadí přepravek na paletě. Tento problém vzniká ve chvílích, kdy do spodní části palety budou vychystávány přepravky, které obsluha traileru zarovnává do regálu jako první. K řešení toho problému existuje více možností. Možnost, kterou navrhuji je popsána v kapitole 5.

Zapotřebí je zmínit, že všechny výsledky získané z vytvořeného modelu v MS Excel, nezohledňují pozdní objednávání materiálu. K odstranění pozdního objednávání by bylo zapotřebí seznámit seřizovače s problematikou zásobování a způsobem, jak efektivněji objednávat potřebný materiál. Druhou možností, jak zabránit zmíněnému problému s objednávkami je, aby si potřebný materiál objednávala obsluha Traileru. Obsluha by musela při každé jízdě zkontrolovat sběrné místo kanban karet, případný obsah odebrat a při následném příjezdu potřebný materiál objednat. Objednávky by pak prováděla buď pomocí čtečky umístěné na skladě, nebo by kanban karty předal firmě řídicí sklad. Další návrhy na obecné zlepšení jsou uvedeny v kapitole 5.

4.1.2 MODEL PLANT SIMULATION

V této části práce je popsána tvorba modelu a simulace v simulačním softwaru Plant Simulation. Nejprve zde však budou vysvětleny základní pojmy používané při simulacích [4].

System

System je vymezená množina prvků, které spolu určitým způsobem vzájemně působí (souvisí). System lze volně definovat jako skupinu objektů, které jsou navzájem propojeny a které vzájemně působí za účelem dosažení jistého účelu/ vykonání jisté funkce.

Model

Model je zjednodušené zobrazení plánovaného nebo reálného systému a procesů odehrávajících se v tomto systému pomocí jiného systému. Model se od reálného nebo plánovaného systému liší pouze v rámci stanovených tolerancí.

Simulace

Samotnou simulaci lze definovat jako napodobení systému včetně jeho dynamických procesů pomocí modelu, u kterého můžeme měnit dynamické parametry. Účelem simulace je získání výsledků (znalostí/výstupů), které mohou být přeneseny do reality

Entita

Entita je objekt nebo složka systému, která z hlediska modelování vyžaduje explicitní reprezentaci, například: zákazník, stroj, polotovary,...

Atribut

Atribut je vlastnost dané entity.



TVORBA SIMULAČNÍHO MODELU:

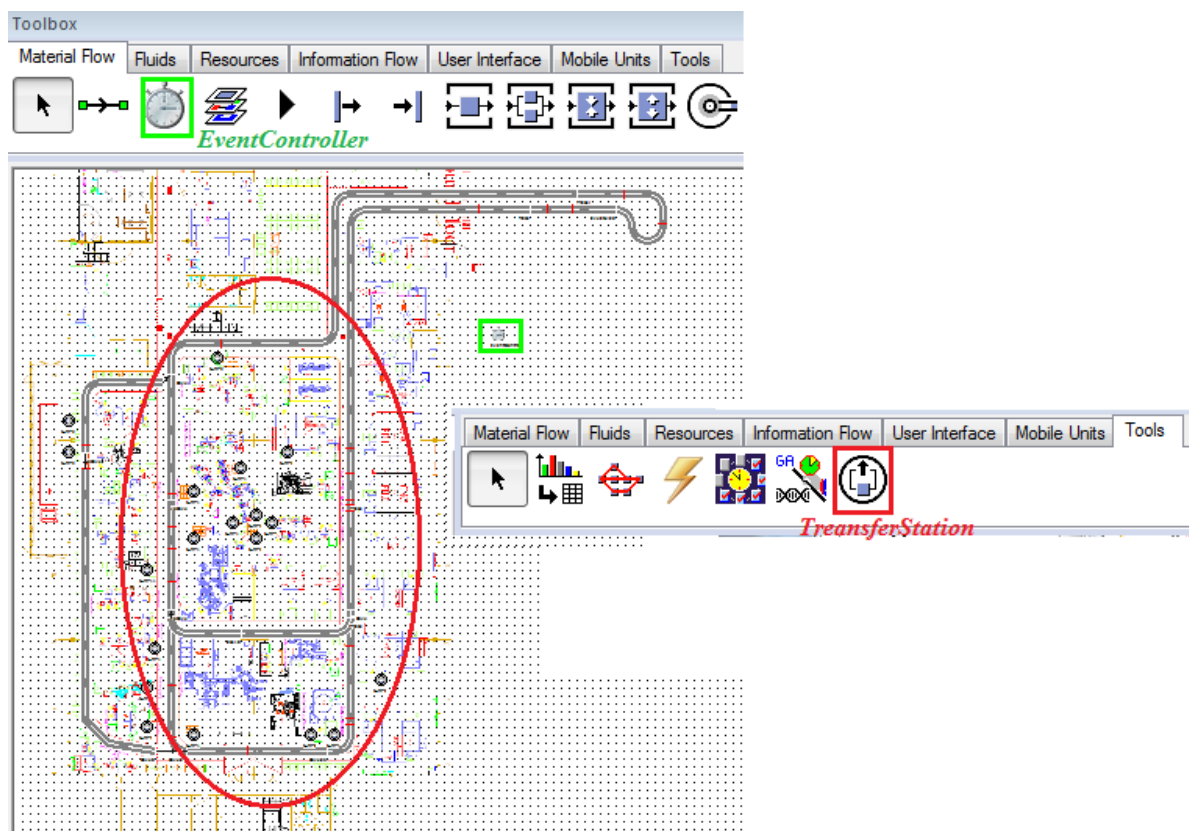
Simulační model byl tvořen pomocí simulačních prvků a metod. V této části bude podrobněji popsána jeho tvorba.

Metody (*Method/Methode*) v rámci svého kódu, který byl naprogramován, simulují chování modelu a slouží jako informační rozhraní mezi uživatelem a modelem, lze je najít na liště *Information Flow*.

Nejprve byl na pozadí nového souboru v plant simulation importován layout výrobní haly. Dále byly do modelu vkládány jednotlivé prvky plnící potřebné funkce.

Prvním prvek, který byl do modelu vložen, je *EventController* z lišty *Material Flow* pro snadnější spuštění, zpomalení či zastavení simulace. V tomto prvku lze dále nastavit dobu, po kterou chceme simulaci provádět.

Pro přeložení do míst potřeby (regálu) je místo chůze obsluhy vozíku zvolen nástroj *TransferStation* z lišty *Tools*. Tato místa jsou ohraničena červenou křivkou na obrázku (20) a týkají se pouze zásobování komponent. V *TransferStation* je pak chůze nahrazena dobou přeložení, tato doba odpovídá naměřeným hodnotám času chůze obsluhy traileru k příslušným regálům. Pro každý prvek *TransferStation* je sestaven seznam materiálů, které mají být v daném místě vyloženy. Podoba těchto seznamů je zobrazena na obrázku (22). Tyto seznamy jsou vytvořeny jako prvky *TableFile* z lišty *Information Flow* s názvy *Seznam2* atd.. V simulačním modelu jsou prvky *TransferStation* přejmenovány na prvky *s_RPX*, kde *X* je dále nahrazováno číslem regálu např. *s_RP2* .

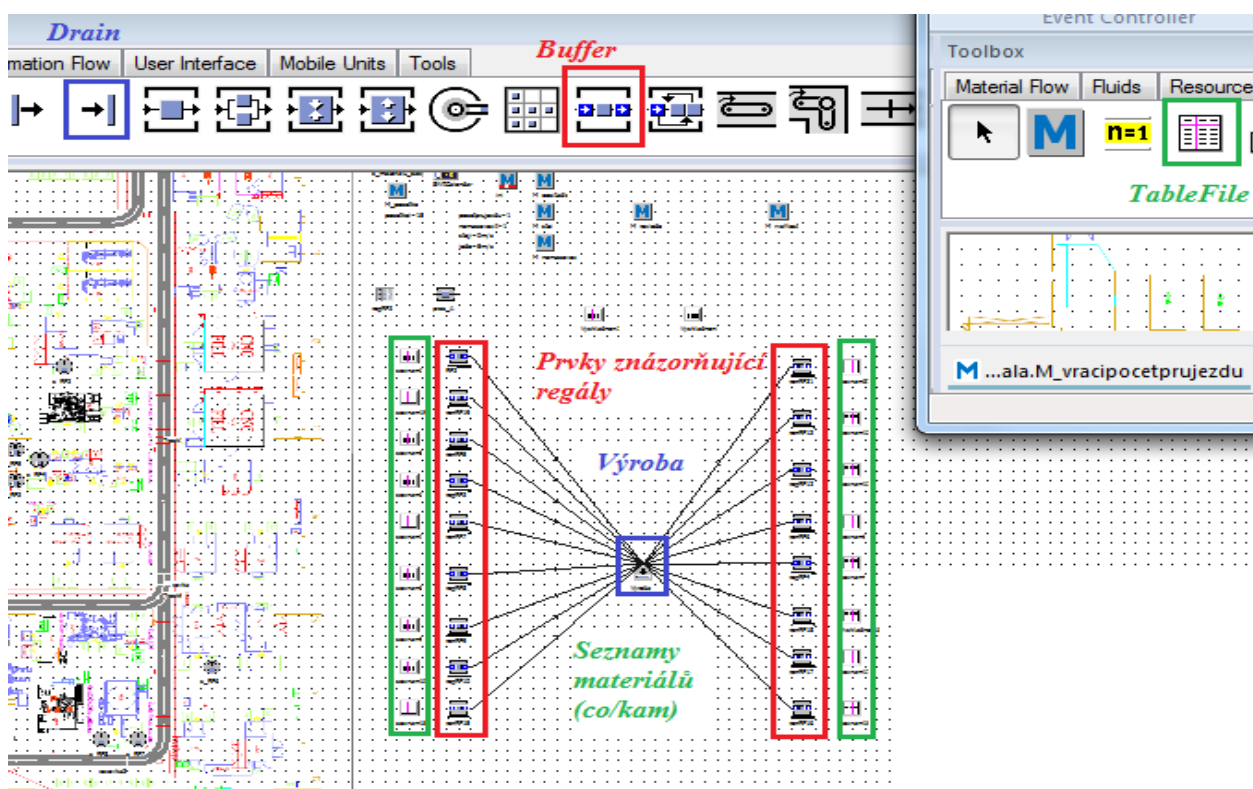


Obr. 20 Rozmístění míst pro přeložení



Místa regálů, do kterých je materiál vkládán z prvku *TransferStation*, jsou v modelu znázorněny pomocí prvku *Buffer* z lišty *MaterialFlow*. Těmto prvkům jsou opět přiděleny názvy dle čísla regálu, který mají znázorňovat. Název regálů v modelu je pak označen *regRP2*. Pro přehlednost v modelu jsou regály umístěny mimo layout haly. Na místech, kde by v reálu stály regály, byly umístěny výše zmíněné prvky pro přeložení (*TransferStation*).

Logistika zásobování materiálem ve firmě začíná ve chvílích, kdy je materiál připraven k odvozu. Končí pak ve chvíli, kdy je materiál zarovnán do regálů. Materiál je tak v simulaci z regálů přesunut ihned do výroby, kterou znázorňuje v simulaci prvek *Drain* z lišty *Material Flow* s názvem „Výroba“. Prvky, které znázorňují výrobu, regály a seznamy materiálů jsou znázorněny na následujícím obrázku (21).



Obr. 21 Schéma regálů, seznamů a výroby

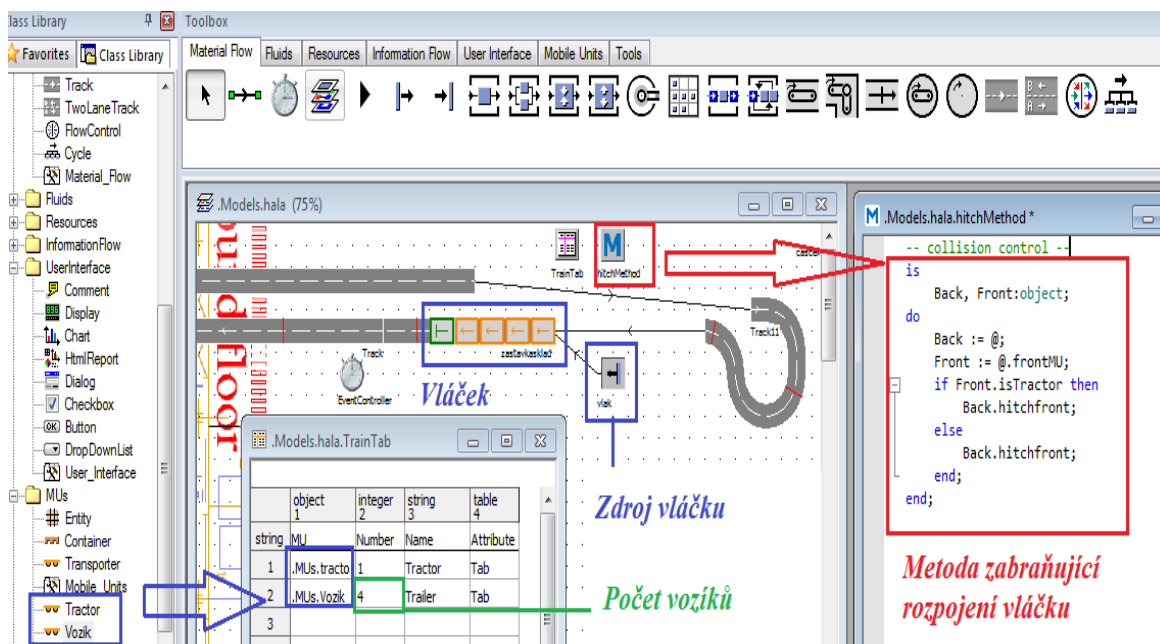
	string
	1
string	MUType
1	listovapruzina15
2	tlacnydil15
3	stupnovitynyt15_1
4	zapadka15

Obr. 22 Ukázka seznamu materiálu pro regál RP15



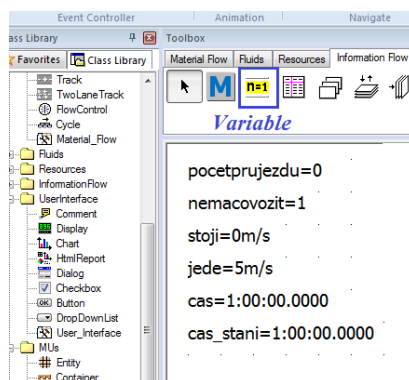
Vytvoření Traileru

Trailer, který zaváží regály, se skládá ze dvou prvků *Transporter* z lišty *MUs*. V simulaci vystupují pod názvy „Tractor“ a „Vozik“. Tyto transportéry jsou do simulace vkládány pomocí prvku *Source* z lišty *Material Flow*. Tento prvek pomocí seznamu *TrainTab* vytvoří nejprve Tractor s ikonkou zelené barvy a pak požadovaný počet vozíků s ikonkou oranžové barvy. Počty vozíku můžeme měnit v *TrainTab* ve sloupci Integer a příslušném řádku. Dále byla sepsána metoda, která zabraňuje rozpojení traileru. Zdroj traileru, *TrainTab* a metoda zabraňující rozpojení traileru jsou znázorněny na obrázku (23):



Obr. 23 Trailer v Plant Simulation

Poté byly vytvořeny prvky „Variable“, kterým byly přiřazeny názvy. Některé z těchto prvků jsou zobrazeny na obrázku (24). U těchto prvků může být nastaven, způsob řízení dalších atributů. Můžou být také nastaveny pro sledování hodnot, jako například pro sledování doby průjezdu Traileru. Variable, které se mohou měnit, jsou například variable „jede=5m/s“ přiřazuje atributu pomocí kódu vepsaného do metody rychlost 5m/s ,nebo variable „cas_stani=1:00:00.000“ pomocí kódu vepsaného v příslušné metodě, přikazuje traileru jet pouze jednou za hodinu.



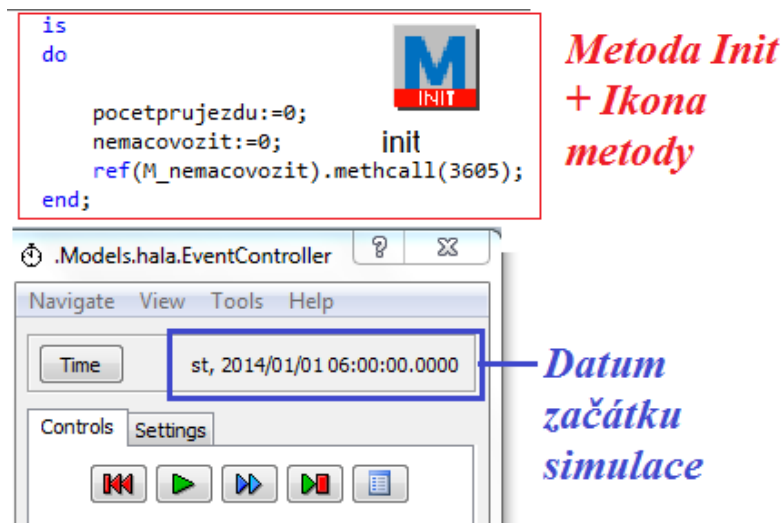
Obr. 24 Trailer v Plant Simulation



Vytváření objednávek požadovaného materiálu bylo pro svůj odlišný způsob tvorby Entit, vytvořeno a naprogramováno pomocí prvku a metod. Prvky, které jsou při objednávce používány, jsou:

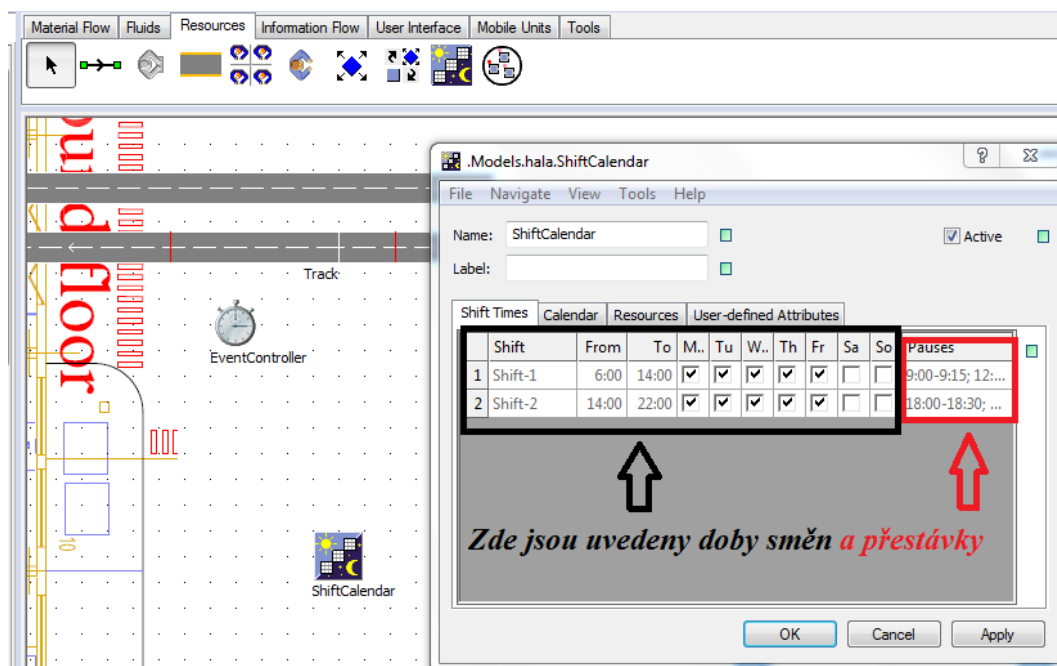
1. prvek *Source* s názvem *Sklad*, dále putují → 2
2. prvek *Buffer*=“*Prelozeni*“, dále putují → 3
3. prvek *ParallelProc* z lišty *MaterialFlow* s názvem „*skladhlavni*“ a odtud, dle časů potřeby, které jsou vyneseny do seznamu „*Vyskladneni*“, vychystávány v→ 4
4. prvek *ParallelProc* s názvem „*pripraveno*“ a z tohoto místa je pak připravený materiál připraven k naložení → 5
5. nakládání a povolení traileru vjet na trasu je ošetřeno metodami, které zabraňují traileru vjet na trasu, pokud se na *P_Prelozeni* nenachází žádný materiál, či pokud doba od minulého výjezdu na trasu nepřekročila daný interval (60 min)

Další metoda, která přiřazuje vstupní hodnoty simulace při každém spuštění na původní hodnotu, je metoda „*Init*“. V této metodě můžeme pomocí kódu přiřadit původní hodnoty některým prvkům nebo definovat, aby se provedla některá další metoda při začátku simulace. Metoda *Init* má odlišnou ikonu než ostatní metody, dosáhne se toho tím, že pomocí klávesy F2 přepíšeme název metody na *Init* a ikonka se nám poté změní. Příklad, jak tato metoda může být napsaná, je na obrázku (25).



Obr. 25 Schéma metody *Init*

Dalším prvkem, se kterým se v modelu pracuje, je prvek *ShiftCalendar*, pomocí tohoto prvku je nastaven směnový provoz na traileru, skladu, výroby atd. Schéma tohoto kalendáře je znázorněno na obrázku (26).



Obr. 26 Schéma ShiftCalendar

Pomocí zmíněných a dalších prvků a metod, které se liší především v nastavení a naprogramovaném kódu, byl vytvořen simulační model pro zásobování materiálu. Tento model je zobrazen v příloze (8). Podobně bude vytvořen i model pro odvoz hotové produkce, který již nebude takto podrobně popsán.

4.1.3 SIMULACE V PLANT SIMULATION

Na základě sledování a vyhodnocení zásobování současného stavu a výsledků získaných z modelu v MS Excel bylo v softwaru Plant Simulation simulováno zásobování a sledovány časy okruhů zásobování s počty přepravek (do 50, do 100, do 150, do 200 do 250). Je totiž nutné vědět, zda je manipulant schopen potřebný počet přepravek v daném intervalu rozvést k výrobním linkám, aniž by přesahoval dobu daného intervalu.

Výsledky testů jsou vyneseny v tabulce 9, ve které jsou vidět časy okruhů. Časy okruhů jsou uvedeny v intervalech, protože trailer zavážel vždy jiné položky. Při některých okruzích zavážel převážně regály u komunikace. V dalších jízdách vezl například materiály, které musí být zanášeny do regálů vzdálenějších od komunikace.



Tab. 9 Výsledky testu zásobování

Počet přepravek	interval [min]	Počet vozíku [-]
do 225	55-70	5
do 200	42-60	5
do 150	36-51	4
do 100	24-40	3
do 50	13-23	2

Z výsledků je vidět, že pokud bychom zvolili interval zásobování 60 minut, tak by pro zásobování mohl nastat problém ve chvílích, kdy trailer poveze 200 nebo 225 přepravek. Jízdy s těmito počty se v intervalu zásobování 60 minut však nevyskytují, jak ukazuje tabulka (5) v kapitole 4.1.1. Tento interval zásobování, tak můžeme ponechat v možných řešeních. Oproti tomu interval s dobou zásobování po 120 minutách, který bude z dalších návrhů odstraněn. Nevhodnost tohoto intervalu je zřejmá z tabulky 9. I když bude trailer využívat svou maximální kapacitu (225 přepravek), nepřesáhne doba jednoho zásobovacího okruhu ani 90 minut. Docházelo by tak k plýtvání časem, kdy byl po absolvování okruhu manipulát musel více jak 30 minut čekat na další jízdu. Protože nakládání na palety zařizuje externí firma, která řídí sklad.

4.2 NÁVRH ODVOZU HOTOVÉ PRODUKCE

Návrh časového harmonogramu odvozu hotové produkce od výrobních linek je zaměřen na to, aby trailer odvážel hotovou produkci v pravidelných intervalech s co možná největší kapacitou vozíků. Tyto intervaly by neměly zasahovat do zásobování komponent a jejich rozmístění je navrženo pomocí časového testu zásobování provedeného v kapitole 4.1. Možnosti časových intervalů odvozu hotové produkce budou nejprve propočítány MS Excel a následně otestovány pomocí simulace v softwaru Plant Simulation (studentská verze).

Tvorba modelu v MS Excel i Plant Simulation je podobná jako u kapitoly 4.1, proto v této kapitole nebude tak podrobně popsána. Budou zde zveřejněny především výsledky modelů a zobrazeny časové návrhy odvozu hotové produkce.

4.2.1 MODEL MS EXCEL

V této části práce jsou zobrazeny výsledky modelu odvozu hotové produkce vytvořeného v MS Excel podobným postupem jako v kapitole 4.1.1. Odlišnost modelu pro odvoz hotové produkce je především v tom, že zde odpadá nutnost počítat počet kanban karet. Kanban karty nejsou při odvozu hotové produkce od výrobních linek používány. Hotové výrobky jsou u linek vychystávány v baleních zákazníků na palety zákazníků.



Ze získaných hodnot, jako jsou čísla dílů, počty kusů atd. byl opět sestaven seznam položek. Tyto položky byly následně rozděleny pomocí ABC analýzy do tří skupin. Tato analýza zde sleduje, jakým položkám je potřeba věnovat největší pozornost při plánování výroby. Výsledné počty položek v daných třídách jsou vidět v tabulce (9).

Tab. 10 Počet položek v jednotlivých třídách

Třída	Položek [-]	Hraniční hodnoty počtu balení za den	Maximální hodnota počtu balení za den
A	19	≥ 2	10,9
B	18	≥ 1	
C	115	< 1	
Celkem	152		

Po tomto rozdělení se materiály po spuštění makra opět přerozdělí do listů jednotlivých tříd. Na daných listech se zobrazí jejich základní údaje a položky se seřadí od nejmenších po největší podle počtu palet na den. Výstupní list pro třídu A je zobrazen na obrázku 27.

	A	B	C	D	E	F	G	H
	číslo dílu	linka	počet					
1								
51	0402035500301	Mercedes	2,008192					
52	0402035500401	Mercedes	2,019264					
53	0402036000001	Mercedes	2,07808					
54	1406045700401	Opel	2,38					
55	1406045700301	Opel	2,444					Ukaž A
56	1777012900400	Škoda	2,44802					
57	1777012900300	Škoda	2,45122					
58	0402036100001	Mercedes	2,48104					
59	1777010000001	Škoda	2,728533					
60	1777010100001	Škoda	2,7296					
61	1777012800300	Škoda	3,43762					
62	1777012800400	Škoda	3,4391					
63	0402046400301	Mercedes	3,62					
64	0402046400401	Mercedes	3,628					
65	0402048300402	Mercedes	5,936933					
66	0402048300302	Mercedes	5,940819					
67	1544025600400	PSA	10,83867					
68	1544025600300	PSA	10,84933					
69	2050010400001	TPCA	10,91325					

Obr. 27 Výsledný list materiálu třídy A

Následně byly pomocí prvku kontingenční tabulka vytvořeny listy, které vypočtou potřebu počtu palet k odvozu v daný den. Tyto výpočty jsou počítány na dobu 100 dní. Dále se pak na těchto listech zvýrazní, kdy je potřeba odvážet hotovou produkci a kolik palet připadá na jednu hodinu daného dne. Do následující tabulky jsou vyneseny maximální a minimální hodnoty palet na den a počty palet na hodinu.



Tab. 11 Počet palet celkové hotové produkce na den a na hodinu

	Počet palet na den [ks]	Počet palet na hodinu [ks]
maximum	105	7
průměr	96,95	6,46
minimum	89	5,9

Protože na výrobních linkách se odvoz hotové produkce rozděluje mezi trailer a vysokozdvížený vozík bylo potřeba tuto korekci zahrnout i do výpočtu. Následný počet palet, které musí odvážet trailer každý den, je vyneseno v tabulce 12.

Tab. 12 Počet palet hotové produkce pro trailer na den a na hodinu

	Počet palet na den [ks]	Počet palet na hodinu [ks]
maximum	70	4,67
průměr	61	4,07
minimum	36	2,4

Z těchto výsledků je patrné, že pro odvoz hotové produkce bude muset být navržen jeden samostatný okruh. Průměrná hodnota palet, které musí trailer odvážet každou hodinu je 4. Bude tak využívána kapacita traileru na 80 % Možnosti odvozu hotové produkce budou popsány v kapitole 4.3.

4.2.2 SIMULACE V PLANT SIMULATION

V této části práce jsou zveřejněny výsledky simulace odvozu hotové produkce od výrobních linek. Nejdůležitější výsledky jsou doby průjezdu traileru tj. doba, kterou trailer stráví, než odveze potřebný počet palet s hotovou produkcí. V modelu je simulována možnost, kdy je potřeba odvážet 5 palet s hotovou produkcí každou hodinu. Výsledná doba, po kterou se trailer pohybuje po hale, a délka trasy, je znázorněna v tabulce 13.

Tab. 13 Doba průjezdu traileru při odvozu hotové produkce

	Čas [min]	Délka okruhu [m]
Doba průjezdu	7-9	260



Takto nízkého časového intervalu je dosaženo i díky tomu, že palety s hotovou produkcí jsou přímo u komunikace. Schéma, v jakých místech jsou rozmístěné palety s hotovou produkcí, je znázorněno na obrázku 28.



Obr. 28 Zastávky pro odvoz hotové produkce

Z dosažených výsledků je vidět, že doba odvozu hotové produkce nepřesahuje ani 10 minut. I přesto je potřeba tuto dobu zahrnout do konečného návrhu, protože by trailer měl hotovou produkci odvézt na paletách výrobce. Složení těchto palet a případná výměna je sice zahrnuta v simulaci, ale tento čas se mění v závislosti na tom, jak úspěšně manipuluje obsluha traileru s vozíky a paletami.

4.3 KONEČNÉ NÁVRHY ČASOVÝCH HARMONOGRAMŮ ZÁSOBOVÁNÍ A ODVOZU HOTOVÉ PRODUKCE

Z předchozích výpočtů navrhuji dvě koncepce nového zásobování výrobních linek drobným materiálem a odvozu hotové produkce.

4.3.1 KONCEPCE 1

Trailer zaváží výrobní linky v intervalu 90 minut.

V těchto intervalech zaváží převážně s dvěma, třemi až 4 vozíky s maximálním počtem přepravek do 150 kusů a doba těchto jízd nepřesahuje 55 minut. Trailer by se tak po zásobování komponent mohl vracet na sklad. Po návratu na sklad by pak obsluha Traileru



z paletových vozíků složila palety skladu. Následně by se s vláčkem vydala zpět na halu se zapřaženými prázdnými vozíky pro odvoz hotové produkce. Pro odvoz hotové produkce by pak trailer absolvoval jeden okruh. Při tomto okruhu by si na vozíky naložila jednotlivé palety od zákazníků a zavezl by je na sklad hotové produkce. Nemusel by tak už nic překládat z jedné palety na další. Doba jednoho okruhu by neměla přesahovat 10 minut a manipulát by měl dostatek času na výměnu palet na skladu. Při tomto způsobu odvozu by trailer odvázel pokaždé 5 palet hotové produkce, což je 83 % průměrné hodinové výroby a zbylých 17 %, by pak zbývalo na manipulanta s vysokozdvížným vozíkem, což je 1-2 palety za hodinu. Tomuto manipulantu dále zůstane činnost návozu prázdných palet zákazníků k výrobním linkám. Při zásobování je využíváno 40-80 % kapacit traileru, a zbývající čas by obsluha traileru mohla využít k objednávce materiálu pomocí kanban karet, které by si vyzvednul ze sběrných míst během zásobování.

Při těchto jízdách by se pak pohyboval po hale po trasách, které jsou zobrazeny na obrázku (29) a na trasu zásobování by vyjížděl ve stanovených intervalech z tabulky 14.



Obr. 29 první varianta návrhu



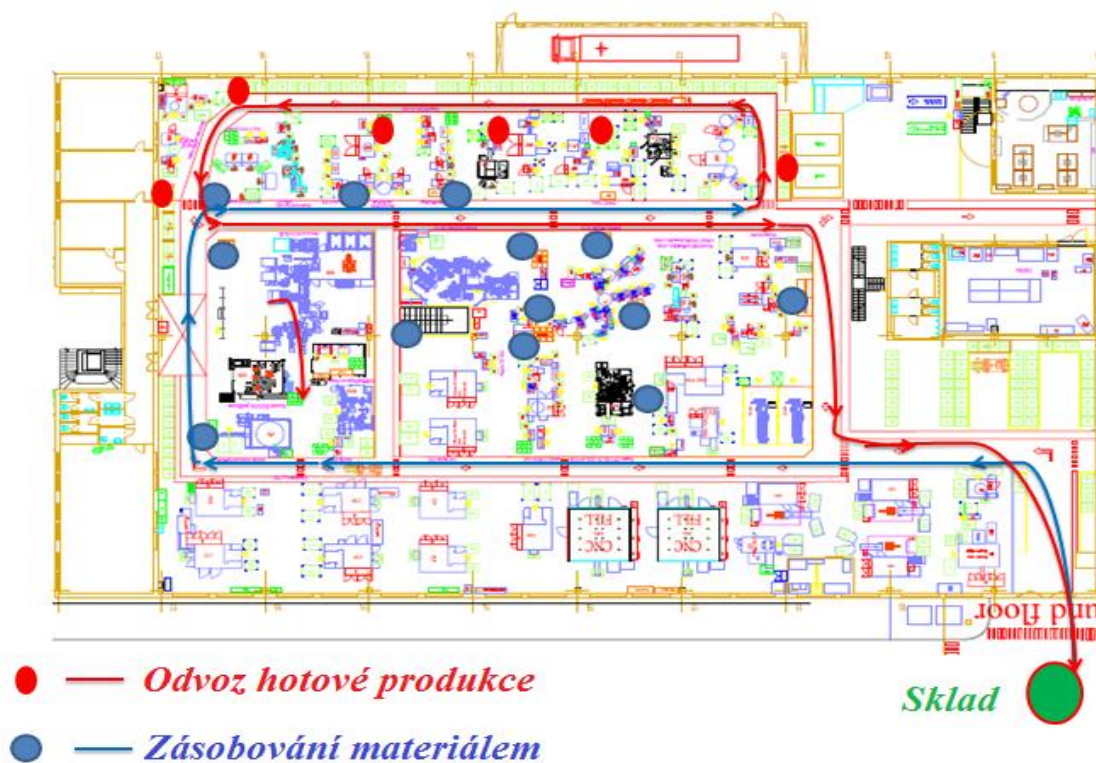
Tab. 14 Navrhovaný jízdní řád 90 minut

Jízda	Ranní směna	Odpolední směna	Celkový počet okruhů
I.	6:05	14:15	2
II.	7:35	15:45	2
III.	9:05	17:15	2
-	přestávka	přestávka	
IV.	11.15	19:30	2
V.	12:45	21:00	2
Celková vzdálenost ujetá za jeden interval [m]			600m
Celková vzdálenost ujetá za jeden den[m]			3000m

4.3.2 KONCEPCE 2

Interval doby pro zásobování komponent navrhuji 60 minut.

V tomto intervalu zaváží trailer převážně s dvěma až třemi vozíky s maximální celkovou kapacitou 100 přepravek a doba těchto jízd nepřesahuje 40 minut. Při těchto jízdách by si trailer tedy mohl zapřahovat vždy maximálně 2 palety s hotovou produkcí a odvázet přímo na sklad hotové produkce. Schéma a jízdní řád jsou opět znázorněny na obrázku 30 a v tabulce 15. Při tomto řešení by ostatní palety s hotovou produkcí musel, odvázet vysokozdvizný vozík. Tento počet by se mu tedy zvýšil ze současných 2-3 palet na 3 až 5 palet. Byla by však využívána maximální kapacita traileru. Objednávání materiálu by v tomto řešení zůstalo na seřizovačích strojů.



Obr. 30 Druhá varianta návrhu

Tab. 15 Navrhovaný jízdní řád 60 minut

Jízda	Ranní směna	Odpolední směna	Počet okruhů
I.	6:05	14:15	1
II.	7:05	15:15	1
III.	8:05	16:15	1
IV.	9:05	17:15	1
V.	10:05	18:15	1
-	Přestávka	Přestávka	1
VI.	11:15	19:20	1
VII.	12:15	20:20	1
VIII.	13:15	21:20	1
Celková délka jednoho okruhu [m]			400m
Celková vzdálenost ujetá za jeden den [m]			3200m



4.4 VYHODNOCENÍ NÁVRHŮ A POČTY MANIPULANTŮ

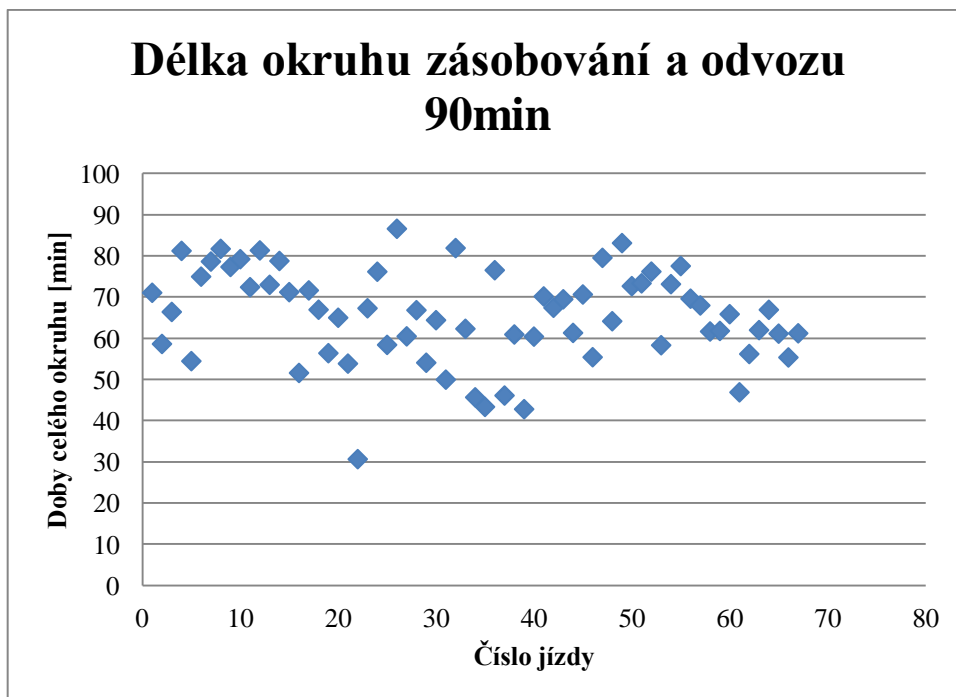
Z uvedených návrhů na zásobování a odvoz hotové produkce pomocí soupravy elektrického tahače a paletových vozíků doporučuji: zavedení do provozu návrh 1. V tomto návrhu je využíváno až 80 % kapacity traileru při zásobování a 100 % kapacity při odvozu hotové produkce. Obsluha tahače by měla zvládat zásobovat regály u výrobních linek, odvážet hotovou produkci a objednávat požadované zboží. Objednávky bude provádět vždy po příjezdu na sklad, po absolvování okruhu pro zásobování. Skladníci tak budou mít dostatek času vychystat do spodních částí palety přepravky, které přijdou do nejbližších regálů a naopak. Manipulant by tak nemusel přerovnávat přepravky při zásobování. V tabulce (16) je uvedeno srovnání současného stavu a navrhovaného řešení.

Výsledný počet manipulantů, kterých je potřeba pro správný chod zásobování výrobních linek drobným materiálem, prázdnými paletami zákazníků, odvozu hotové produkce a k objednávání drobného materiálu, jsou dva manipulant. Jeden manipulant obsluhuje tahač a zařizuje objednávání drobného materiálu a druhý manipulant zásobuje linky velkými bednami, prázdnými paletami zákazníků a odváží část hotové produkce převážně z haly 45 jako doposud.

Návrh zásobování drobným materiálem a odvozu hotové produkce byl simulován i v softwaru Plant Simulation a celkové časy jízd sledovány a následně vyneseny do grafu. Tento graf je znázorněn na obrázku 31

Tab. 16 Porovnání

	Současný stav	Návrh
Počet okruhu za 90 minut	7-9	2
Počet okruhů za směnu	28-34	10
Ujetá vzdálenost za 90 minut	2250m	600m
Maximální využití tahače	průměrně 40 % přetížení 160 %	80 % a 100 %
	Graf	Graf
Počty manipulantů na linku	2	2
Objednávky	Seřizovač	Obsluha vlaku



Obr. 31 -Délka okruhu zásobování a odvozu po 90 minutách

Z grafu je vidět, že doba jízdy pro jeden okruh zásobování a následný okruh odvozu hotové produkce se pohybuje nejčastěji v intervalu 60-80 minut. Interval 90 minut pro začátek dalšího okruhu je dostatečný.

Návrh nové trasy zásobování a odvozu hotové produkce, jsou znázorněny v příloze 7. V tomto návrhu je zahrnut i návrh na přemístění regálu, který bude popsán v kapitole 5.2. Z návrhu je vidět, že trasy traileru mají daný řád, nedochází zde k otáčení traileru při pohybu na hale a tím pádem ani k ohrožení či omezení dalších pracovníků. Tento konečný návrh je dle výpočtů, simulace a dalších hledisek, jako je například objednávání materiálu, nejvíce efektivní a doporučuji jej pro aplikaci do výroby.

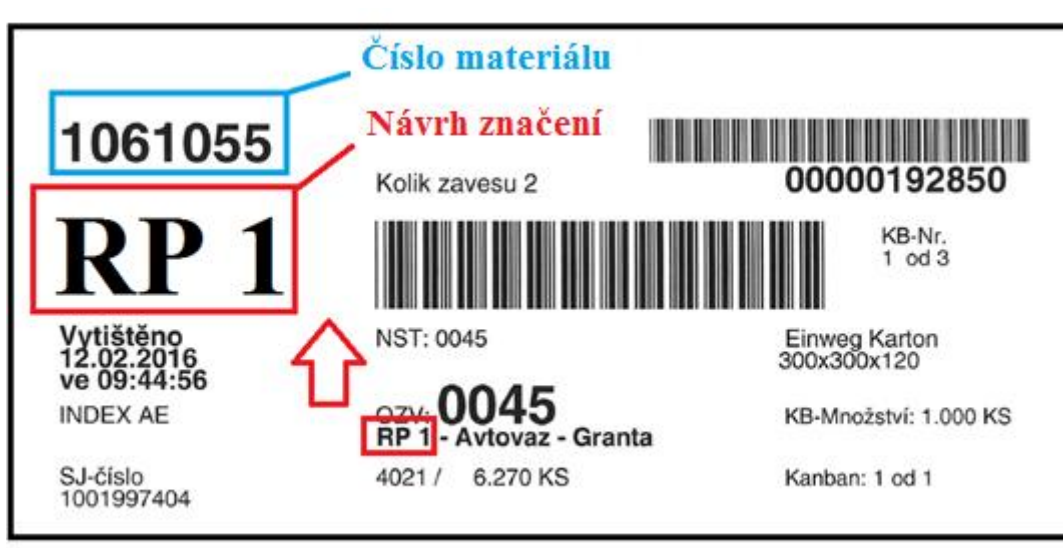


5 NÁVRHY NA ZLEPŠENÍ

5.1 NÁVRH NA VYCHYSTÁVÁNÍ

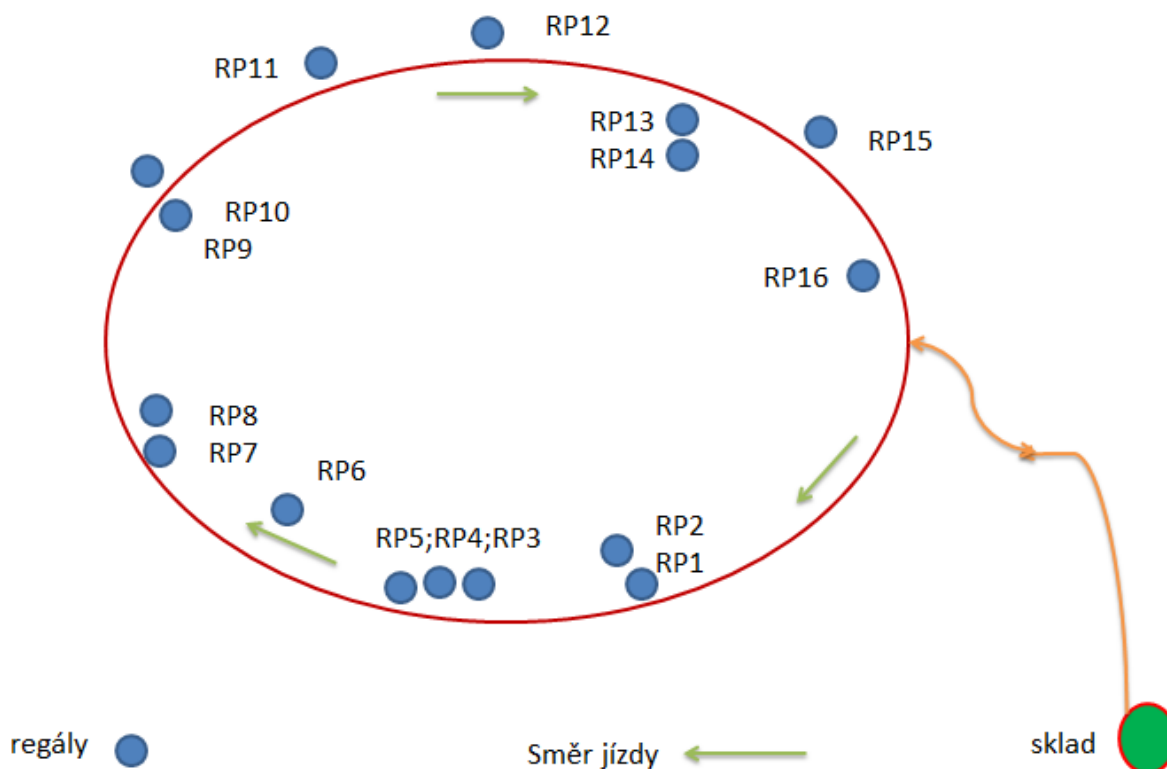
Na závěr kapitoly 4.1.1 je zmíněn problém s vychystáváním objednávek na vozíky. Tento problém by mohl vzniknout při špatném pořadí přepravek na paletě. Pokud by přepravky určené pro zarovnání do nejbližších regálů byly umístěny vespod palety, musela by je obsluha traileru složitě přerovnávat. Přerovnávání je zdlouhavé, namáhavé a neefektivní. Proto je potřeba umístit přepravky ve správném pořadí na palety. Jedna z možností jak tento problém vyřešit, je přehlednější značení vychystávaného materiálu.

Přehlednější značení materiálu, zajistí jednoduchá změna vzhledu kanban karty. Tato změna spočívá v přesunutí číslo regálu, do míst pod číslo materiálu. Toto číslo je viditelné na první pohled a obsluha skladu i manipulant hned vidí, kam daný materiál patří. Podoba toho řešení je vidět na obrázku 32.



Obr. 32 Návrh nové Kanban Karty

Další způsob, jak toto řešení vylepšit, je přeznačení regálů. A to tak, aby číslo RP1 měl regál, který je první na okruhu a nejvyšší číslo by měl regál, na konci dopravního okruhu. Značení regálů je znázorněno na obrázku 33. Materiál by pak byl na palety řazen od nejvyššího čísla regálu po nejnižší. Obrázek 33, či jeho modifikace do tabulky, by pak mohl být umístěn na místě vychystávání pro lepší orientaci skladníků.



Obr. 33 Návrh nového značení regálu

5.2 NÁVRH NA PŘEMÍSTĚNÍ REGÁLŮ

Pro větší komfort obsluhy traileru navrhuji, aby některé regály byly sjednoceny a regály přesunuty blíže k trase traileru. Tyto návrhy jsou zobrazeny v příloze 6.

Navrhuji, aby regály RP19 a RP2 byly sjednoceny jako regál RP2 a volný regál přesunut k trase traileru jako RP1. Do regálu RP1 by byly zařazeny položky, které je potřeba zásobovat častěji, konkrétně jde o 6 položek z RP19. Další regály vhodné k přemístění a sjednocení jsou RP3, RP4 a RP5. Tyto regály by se mohly sjednotit v jeden regál RP3 a umístit přímo u trasy traileru. Přemístuji regál RP6 k trase traileru, kde není potřeba častého zásobování a položky zde vydrží i několik hodin. Sjednocením zásobníků RP3, RP4 a RP5 dochází k přejmenování RP6 na RP4 a tím i značení dalších regálů, jak je vidět v příloze 6. Existuje více možností, jak změnit polohu a kapacitu regálů RP18, protože tento regál obsahuje 3 položky, které mají zásadní vliv na zásobování. U ostatních 5 položek navrhuji část tohoto regálu sloučit s regálem RP15 (nově RP 11) a část regálu ponechat u linky jako RP12. Přímo u linky navrhuji ponechat regál pro tři položky, které žádají časté zásobování, a to z důvodu vytíženosti pracovní linky.



5.3 NÁVRHY OBECNĚ

NÁVRH MODIFIKACE POHYBŮ OSTATNÍCH MANIPULANTŮ A SIGNALIZAČNÍCH ZAŘÍZENÍ

Pro využití všech manipulačních prostředků by bylo vhodné provést jejich analýzu. Znamenalo by to provést podobnou analýzu a návrhy, jaké jsou uvedeny v této práci pro pohyby vysokozdvizných vozíků, které zásobují výrobní linky velkými bednami a prázdnými paletami zákazníků. Tyto vozíky se dále starají o odvoz prázdných beden a kartonů od výrobních linek. Kartony jsou shromažďovány ve sběrných koších a tyto koše následně odváženy vysokozdvizným vozíkem. Dále by se nabízela možnost analyzovat pohyby manipulantů, kteří obsluhují ruční zakladače.

Tuto analýzu navrhuji provést, aby došlo k další modifikaci materiálového toku. Pohyby manipulantů by tak byly organizované a nedocházelo by tak ke kolizím manipulačních prostředků.

INVESTICE DO WITTE MHD

Doprava dílů na výrobní linky se řídí také podle interního jízdního řádu. První náznaky konceptu WITTE MHD spadají do roku 2008, v říjnu 2012 se pak rozjeli manipulantí k výrobním linkám dle jízdních řádů s novými navigačními tablety. Nové terminály, kde jsou časy dodávek k jednotlivým výrobním linkám stanoveny, jsou instalovány na manipulačních vozících. WITTE MHD zásobuje tímto moderním způsobem výrobní linky ve čtyřech výrobních týmech. Tablet navede obsluhu přímo na pozici a konkrétní přepravku. Signalizace zpoždění oproti jízdnímu řádu žlutou barvou. Řidič manipulačních vozíků bez tabletu ráno dostane jízdní řád, zatímco řidič tahače vybaveného tabletem se pouze přihlásí do systému a software ho sám po identifikaci navádí. Software je uživatelsky jednoduchý a nenáročný. Hlavní přínos tohoto řešení by byl v ulehčení práce manipulantů, objednávek materiálů a zároveň by se manipulantovi zobrazovalo, pro jakou hotovou produkci má kam jet. [16]



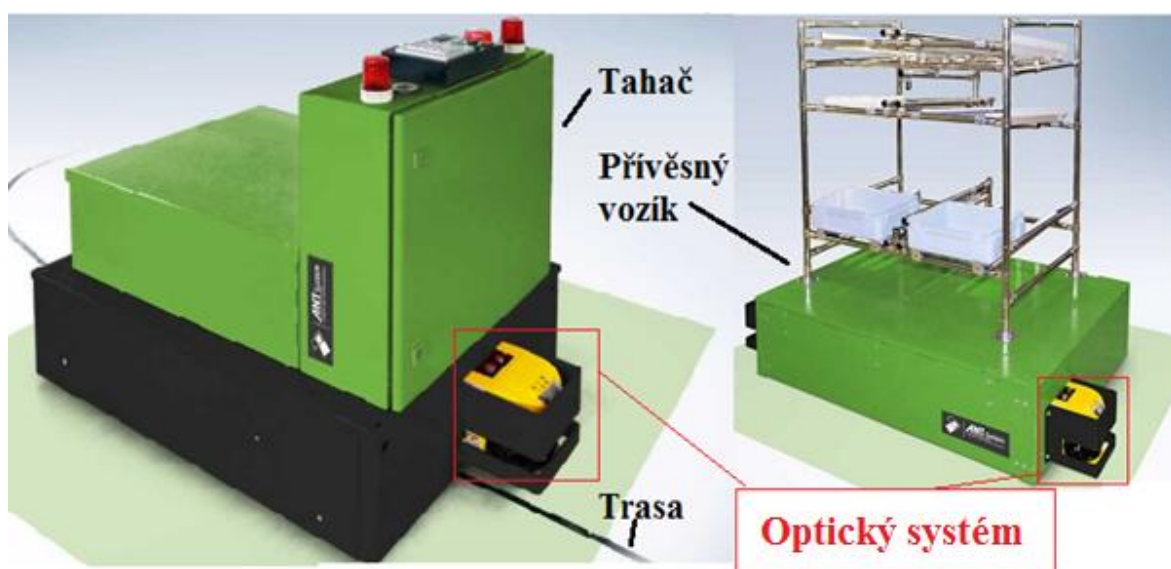
Obr. 34 Witte MHD [16]



AUTOMATICKY ŘÍZENÉ VOZÍKY

Automaticky řízené vozíky se pohybují samostatně, automaticky a bez potřeby zásahu operátora a pevných stavebních úprav na podlaze, přičemž současně zaručují vysoký stupeň pružnosti pro případný budoucí rozvoj výrobního závodu.[17]

Vedení trasy je zajišťováno vysoce kvalitním optickým rozpoznávacím systémem v kombinaci s jednoduchým značením stopy. Toto řešení je ekonomicky výhodnější než laserové snímací systémy, nebo dokonce indukční systémy. Tento způsob přináší nízké náklady na zásobování a provoz. Pro vyznačení trasy není nutno přestavovat vozovku, stačí trasu vyznačit páskou. Není třeba žádné další omezení, protože přes tuto pásku se může přecházet/přejíždět. Schéma automatického tahače, vozíku a vyznačené trasy je znázorněno na obrázku (34).



Obr. 35 Automaticky řízený vozík [18]



ZÁVĚR

Tato diplomová práce je věnována analýze a následné modifikaci materiálového toku výrobní linky. Pro dosažení cílů byla práce rozdělena do pěti částí. Propojení těchto pěti částí umožní správně pochopit princip a návrh zásobování výrobní linky pomocí soupravy elektrického tahače a vozíků.

V první části této diplomové práce jsou definovány cíle práce a způsob, jakým bude těchto cílů dosaženo.

V teoretické části práce je přiblížen vývoj logistiky, je mu věnována druhá část této práce. Na úvod je vysvětlen samotný pojem logistika. Je zde uvedena historie logistiky, a její vývoj. Dále tato část přibližuje vývoj štíhlé výroby a popisuje logistické technologie ve výrobě a zásobování. Systém řízení Kanban je zde popsán podrobněji.

Třetí část práce je věnována analýze současného stavu. V této části je popsáno jakým způsobem probíhá objednávání materiálů. Je zde popsán systém kanban karet a způsob, jakým probíhají objednávky materiálů. Byla zde zmapována manipulační zařízení, které jsou využívána pro manipulaci s manipulačními prostředky. Dále byly zmapovány pozice zásobníků, do kterých je materiál dopravován a odkud má být přepravován. V této části byla provedena i dvě měření manipulací. Sledovány byly především pohyby manipulací na halách a počínání manipulací při manipulaci s kanban kartami. Na závěr kapitoly je uvedeno zhodnocení manipulací i současný stav.

Návrhové části se věnuje čtvrtá kapitola této práce. V kapitole jsou provedeny výpočty v softwaru MS Excel a simulace v softwaru Plant Simulation. V softwaru MS Excel byla vytvořena funkční aplikace, která splňuje předpoklady pro další užití. Protože nebyla možnost odzkoušet doby jízdních okruhů pro zásobování a odvoz materiálů, byl vytvořen simulační model v softwaru Plant Simulation. Z tohoto modelu byly získány doby jednotlivých okruhů. Byly vytvořeny tři návrhy na interval zásobování. Postupným vylučováním byl jako nejvýhodnější doporučen návrh, ve kterém elektrický tahač zaváží regály po 90 minutách. Dochází zde k přijatelnému vytížení kapacit vozíků. Trailer bude provádět dva okruhy za 90 minut. První okruh je navržen pro zásobování výrobních linek a druhý pro odvoz hotové produkce. Trailer tak bude absolvovat menší vzdálenost a dosahovat větších kapacit než v současném stavu.

V poslední části této práce byly uvedeny další obecné návrhy na zlepšení. První návrh se týká úpravy vychystávání materiálů a změny vzhledu kanban karty. V dalším návrhu je zmíněna možnost přemístění, odstranění či sjednocení regálů. V poslední části jsou uvedeny další návrhy ke zkvalitnění materiálového toku ve firmě.



POUŽITÉ INFORMAČNÍ ZDROJE

- [1] ŠPIČKA, Jiří. *Logistika, doprava a manipulace*. VUT v Brně, 2002.
- [2] HORÁKOVÉ, Helena a Jiří KUBÁT. *ŘÍZENÍ ZÁSOB: Logistické pojetí metody, aplikace, praktické úlohy*. Třetí upravené vydání. Praha: Profess Consulting s.r.o, 1998. ISBN 80-85235-55-2..
- [3] KAŠPÁREK, Jaroslav. *Projektování a logistika dopravních a manipulačních zařízení*. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2013.
- [4] HLOSKA, J. *Inovace výuky logistických procesů pomocí metody diskrétní simulace*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2012. 165 s. Výsledek projektu FRVŠ 437/2012-G1
- [5] *Systemonline.cz: Optimalizace logistických procesů [online]*. 2015 [cit. 2016-05-07]. Dostupné z: <http://www.systemonline.cz/rizeni-vyroby/optimalizace-logistickych-procesu-1.htm>
- [6] *Systemonline.cz: Stihle principy a procesne orientovana vyroba [online]*. 2013 [cit. 2016-05-07]. Dostupné z: <http://www.systemonline.cz/rizeni-vyroby/stihle-principy-a-procesne-orientovana-vyroba.htm>
- [7] *Systemonline.cz: Stihla logistika [online]*. 2014 [cit. 2016-05-07]. Dostupné z: <http://www.systemonline.cz/it-pro-logistiku/stihla-logistika.htm>
- [8] *Svetproduktivity.cz [online]*. Productive systems, s.r.o., 2012 [cit. 2016-05-07]. Dostupné z: http://www.svetproduktivity.cz/clanek/kaizen_v_praxi.htm
- [9] *Edscha: Interní materiály společnosti*. Kamenice nad Lipou, 2015.
- [10] *Systemonline.cz: Kanban vyroba tahem [online]*. 2014 [cit. 2016-05-07]. Dostupné z: <http://www.systemonline.cz/rizeni-vyroby/kanban-vyroba-tahem.htm>
- [11] *Edscha.com [online]*. 2016 [cit. 2016-05-07]. Dostupné z: <http://edscha.com/en/>
- [12] *Toyota-globa.coml: Just in time:Philosophy of complete elimination of waste [online]*. Toyota Motor Corporation, 2016 [cit. 2016-05-07]. Dostupné z: http://www.toyota-global.com/company/vision_philosophy/toyota_production_system/just-in-time.html
- [13] *Mmspektrum.com: Vyhody nasazeni tahacu a bezobslužných vozíků [online]*. 2011 [cit. 2016-05-07]. Dostupné z: <http://www.mmspektrum.com/clanek/vyhody-nasazeni-tahacu-a-bezobslužnych-voziku.html>
- [14] *Toyota-forklift.cz [online]*. [cit. 2016-05-07]. Dostupné z: <http://www.toyota-forklifts.cz/>



- [15] LEGÁT, Václav. In: *Slideplayer.cz: Servisní logistika: Koncepce Just-in-Time(JIT), Kanban* [online]. Praha: technická fakulta ČZU [cit. 2016-05-07]. Dostupné z: <http://slideplayer.cz/slide/2506150/> /
- [16] *Prumysl.cz: Efektivnější zásobování výrobních linek umožňují nové tablety a software na manipulačních vozících*[online]. Witte Automotive, 2013 [cit. 2016-05-07]. Dostupné z: <http://www.prumysl.cz/efektivnejsi-zasobovani-vyrobnich-linek-umoznuji-nove-tablety-a-software-na-manipulacnich-vozicich/>
- [17] *System-avg.com: VOZÍKY S AUTOMATICKÝM NAVÁDĚNÍM* [online]. [cit. 2016-05-07]. Dostupné z: <http://www.system-agv.com/cze/voz%C3%ADky-s-automatic%C3%BDm-nav%C3%A1d%C4%9Bn%C3%ADm>
- [18] *Beewatec.cz: Transportní vozík - zásobovací, milk run* [online]. [cit. 2016-05-07]. Dostupné z: <http://www.beewatec.cz/katalog-produktu/logistika>



SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

<i>Trailer</i>	Souprava elektrického tahače a paletových vozíků
<i>VZV</i>	Vysokozdvihný vozík
<i>RP 1</i>	Zásobník součástí číslo 1
<i>RP 2</i>	Zásobník součástí číslo 2
<i>RP 3</i>	Zásobník součástí číslo 3
<i>RP 4</i>	Zásobník součástí číslo 4
<i>RP 5</i>	Zásobník součástí číslo 5
<i>RP 6</i>	Zásobník součástí číslo 6
<i>RP 7</i>	Zásobník součástí číslo 7
<i>RP 8</i>	Zásobník součástí číslo 8
<i>RP 9</i>	Zásobník součástí číslo 9
<i>RP 10</i>	Zásobník součástí číslo 10
<i>RP 11</i>	Zásobník součástí číslo 11
<i>RP 12</i>	Zásobník součástí číslo 12
<i>RP 13</i>	Zásobník součástí číslo 13
<i>RP 14</i>	Zásobník součástí číslo 14
<i>RP 15</i>	Zásobník součástí číslo 15
<i>RP 16</i>	Zásobník součástí číslo 16
<i>RP 17</i>	Zásobník součástí číslo 17
<i>RP 18</i>	Zásobník součástí číslo 18



$RP\ 19$		Zásobník součástí číslo 19
$RP\ 20$		Zásobník součástí číslo 20
$RP\ 21$		Zásobník součástí číslo 21
n_{karet}	[ks]	Počet karet
$Q_{pocet\ balení}$	[ks]	Počet balení na dobu 3 hodin
Q_{DEN}	[ks]	Průměrná denní poptávka [kusů/den]
t_L	[dny]	Průměrný čas čekání na výrobní dávku v desetinách dne (čas, než se karta dostane ze vstupu na výstup)
t_{poj}	[dny]	Průměrný čas jedné dávky v desetinách dne v procesu
K_{palety}	[ks]	Kapacita transportního balení (obalu)
α	[-]	Pojistný koeficient [Toyota doporučuje max. 10 %, hodnoty $\alpha= 0,05-0,1$]



SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 Poloha hal a skladu [11].....	10
Obr. 2 Závod Edscha Kamenice nad Lipou [11]	12
Obr. 3 Schéma logistického řetězce [2].....	14
Obr. 4 Schéma logistického řetězce [2].....	15
Obr. 5 Schéma fungování metody JIT [8]	18
Obr. 6 Schéma fungování metody Kaizen [8]	19
Obr. 7 princip tlaku [10]	20
Obr. 8 princip tahu [10]	20
Obr. 9 princip Kanbanu [10].....	21
Obr. 10 Obsah kanbanové karty.....	22
Obr. 11 Souprava tahače s paletovými vozíky [11]	25
Obr. 12 Policový vozík [11]	25
Obr. 13 Spojení traileru a vozíků [13].....	26
Obr. 14 Spojení vozíků [13]	26
Obr. 15 Ručně vedený elektrický zakladač a Elektrický vysokozdvíhací vozík [14].....	27
Obr. 16 Popis kanban karty.....	27
Obr. 17 Princip zacházení s kanbanem [9]	29
Obr. 18 Schéma jedné z koncepce tras traileru	34
Obr. 19 Výsledný list materiálu třídy X	38
Obr. 20 Rozmístění míst pro přeložení.....	42
Obr. 22 Ukázka seznamu materiálu pro regál RP15	43
Obr. 23 Trailer v Plant Simulation	44
Obr. 24 Trailer v Plant Simulation	44
Obr. 25 Schéma metody Init	45
Obr. 26 Schéma ShiftCalendar	46
Obr. 27 Výsledný list materiálu třídy A	48
Obr. 28 Zastávky pro odvoz hotové produkce.....	50
Obr. 29 první varianta návrhu	51
Obr. 30 Druhá varianta návrhu	53
Obr. 31 -Délka okruhu zásobování a odvozu po 90 minutách.....	55
Obr. 32 Návrh nové Kanban Karty	56
Obr. 33 Návrh nového značení regálu	57
Obr. 34 Witte MHD [16]	58
Obr. 35 Automaticky řízený vozík [18]	59



SEZNAM TABULEK

Tab. 1 Jízdy manipulantů.....	30
Tab. 2 Jízdní řád.....	35
Tab. 3 Počet kanban karet.....	37
Tab. 4 Počet položek v jednotlivých třídách.....	38
Tab. 5 Doba rozvozu 60 minut	39
Tab. 6 Doba rozvozu 90 minut	39
Tab. 7 Doba rozvozu 120 minut.....	40
Tab. 8 Počty vozíků pro danou třídu	40
Tab. 9 Výsledky testu zásobování.....	47
Tab. 10 Počet položek v jednotlivých třídách.....	48
Tab. 11 Počet palet celkové hotové produkce na den a na hodinu	49
Tab. 12 Počet palet hotové produkce pro trailer na den a na hodinu	49
Tab. 13 Doba průjezdu traileru při odvozu hotové produkce.....	49
Tab. 14 Navrhovaný jízdní řád 90 minut.....	52
Tab. 15 Navrhovaný jízdní řád 60 minut.....	53
Tab. 16 Porovnání	54



SEZNAM PŘÍLOH

- Příloha 1 – Popis měření manipulanta 1
- Příloha 2 - Popis měření manipulanta 2
- Příloha 3 - Layout pohybu manipulanta 1
- Příloha 4 - Layout pohybu manipulanta 2
- Příloha 5 - Současná poloha zásobníků
- Příloha 6 - Přemístění zásobníků
- Příloha 7 - Návrh upraveného stavu
- Příloha 8 - Model
- Příloha 9 - Současný stav řízení
- Příloha 10 – Navrhovaný stav řízení