

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA STROJNÍ

Studijní program: B 2341 Strojírenství
Studijní zaměření: Konstrukce dopravní a manipulační techniky

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Optimalizace systému zásobování výrobních linek materiálem pomocí
manipulační techniky

Autor: **Ondřej BÍLEK**

Vedoucí práce: **Ing. Ivana MAZÍNOVÁ**

Akademický rok 2012

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Ondřej BÍLEK**
Osobní číslo: **S11B0389P**
Studijní program: **B2301 Strojní inženýrství**
Studijní obor: **Dopravní a manipulační technika**
Název tématu: **Optimalizace systému zásobování výrobních linek materiálem pomocí manipulační techniky**
Zadávací katedra: **Katedra konstruování strojů**

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

Základní požadavky:

Proveďte analýzu současného stavu zásobovacího systému, definujte specifika jeho jednotlivých částí na základě analýzy. Navrhněte metodu pro optimalizaci systému.

Základní technické údaje:

Technické parametry jsou uvedeny v příloze zadání.

Osnova bakalářské práce:

1. Rešerše, popis základních pojmů
2. Představení jednotlivých částí systému
3. Analýza systému zásobování
4. Návrhy variant na optimalizaci
5. Zhodnocení práce, závěr

Rozsah grafických prací: **dle potřeby**
Rozsah pracovní zprávy: **30-40 stran A4**
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**
Seznam odborné literatury:

NĚMEJC, J. *Projektování manipulace s materiálem.* Plzeň: ZČU, 1998

HOSNEDL, S., KRÁTKÝ, J. *Příručka strojního inženýra 1.* Brno: Computer Press, 1999

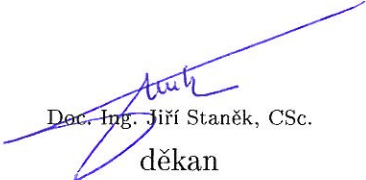
PERNICA, P. *Logistika pro 21. století.* Praha: Radix, 2005

HORVÁT, G. *Logistika ve výrobním podniku.* Plzeň: ZČU, 2007

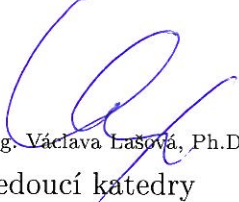
Podkladový materiál, výkresy, katalogy, apod. poskytnuté zadavatelem úkolu.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Ivana Mazínová**
Katedra konstruování strojů
Konzultant bakalářské práce: **Bc. Milan Šimáček**
BEHR Czech, s.r.o., Mnichovo Hradiště

Datum zadání bakalářské práce: **19. září 2011**
Termín odevzdání bakalářské práce: **25. května 2012**


Doc. Ing. Jiří Staněk, CSc.
děkan




Doc. Ing. Václava Lašová, Ph.D.
vedoucí katedry

V Plzni dne 19. září 2011

Prohlášení o autorství

Předkládám tímto k posouzení a obhajobě bakalářskou práci, zpracovanou na závěr studia na Fakultě strojní Západočeské univerzity v Plzni.

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně, s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených v seznamu, který je součástí této bakalářské práce.

V Plzni dne:

.....
podpis autora

Poděkování:

Chtěl bych tímto poděkovat paní Ing. Ivaně Mazínové za odborné vedení práce a pomoc při jejím vypracování. Dále bych chtěl poděkovat panu Ing. Miroslavovi Tumovi za poskytnuté zkušenosti a pomoc při zpracování dat, panu Bc. Milanu Šimáčkovi za poskytnutí zkušeností a podkladů pro vypracování části práce a slečně Janě Rychtaříkové za jazykovou kontrolu.

ANOTAČNÍ LIST BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

AUTOR	Příjmení Ondřej	Jméno Bílek		
STUDIJNÍ OBOR	23-35-8 „Dopravní a manipulační technika“			
VEDOUCÍ PRÁCE	Příjmení (včetně titulů) Ing. Mazínová	Jméno Ivana		
PRACOVISŤE	ZČU - FST - KKS			
DRUH PRÁCE	DIPLOMOVÁ	BAKALÁŘSKÁ	Nehodící se škrtněte	
NÁZEV PRÁCE	Optimalizace systému zásobování výrobních linek materiálem pomocí manipulační techniky			

FAKULTA	strojní	KATEDRA	KKS	ROK ODEVZD.	2012
----------------	---------	----------------	-----	--------------------	------

POČET STRAN (A4 a ekvivalentů A4)

CELKEM	43	TEXTOVÁ ČÁST	30	GRAFICKÁ ČÁST	13
---------------	----	---------------------	----	----------------------	----

STRUČNÝ POPIS (MAX 10 ŘÁDEK) ZAMĚŘENÍ, TÉMA, CÍL POZNATKY A PŘÍNOSY	Práce je zaměřena na zlepšení stávajícího systému zásobování výrobních linek manipulační technikou ve firmě BEHR Czech s.r.o. Bude provedena analýza na základě skutečných dat z výrobního podniku. Výsledkem analýzy by měly být podněty pro následnou optimalizaci.
KLÍČOVÁ SLOVA ZPRAVIDLA JEDNOSLOVNÉ POJMY, KTERÉ VYSTIHUJÍ PODSTATU PRÁCE	vlak, kapacita, vytíženost, manipulační jednotka, balení, analýza, vzv(vysokozdvizný vozík), optimalizace

SUMMARY OF BACHELOR SHEET

AUTHOR	Surname Bílek	Name Ondřej	
FIELD OF STUDY	23-35-8 "Transport and handling machinery"		
SUPERVISOR	Surname (Inclusive of Degrees) Ing. Mazínová	Name Ivana	
INSTITUTION	ZČU - FST - KKS		
TYPE OF WORK	DIPLOMA	BACHELOR	Delete when not applicable
TITLE OF THE WORK	Optimization of line feeding system, which is represent by manipulation devices		

FACULTY	Mechanical Engineering	DEPARTMENT	Machine Design	SUBMITTED IN	2012
----------------	------------------------	-------------------	----------------	---------------------	------

NUMBER OF PAGES (A4 and eq. A4)

TOTALLY	43	TEXT PART	30	GRAPHICAL PART	13
----------------	----	------------------	----	-----------------------	----

BRIEF DESCRIPTION TOPIC, GOAL, RESULTS AND CONTRIBUTIONS	The work is aimed at improving the existing supply system of production lines handling techniques at BEHR Ltd. It will analyze the actual data from the factory. The result of the analysis should be providing incentives for subsequent optimization.
KEY WORDS	Train, capacity, utilization, unit handling, packaging, analysis, forklift, optimization.

OBSAH:

1. Charakteristika podniku a popis systému řízení.....	1
1.1 Základní informace o firmě BEHR Czech	1
1.2 Systém řízení a filozofie firmy	1
2. Úvod do problematiky.....	2
3. Základní pojmy	2
4. Rozdělení dopravy materiálu	4
4.1 Vnější závodová doprava.....	4
4.2 Meziobjektová doprava	4
4.3 Vnitroobjektová doprava	5
5. Rozdělení manipulační a dopravní techniky	6
5.1 Obecné rozdělení:	6
5.2 Přetržitě pracující manipulační prostředky pro dopravu kusového materiálu:.....	7
5.2.1 Pojízdna zařízení	7
5.2.2 Nové trendy v technice pro vnitro-objektovou dopravu	8
5.2.2.1 Elektrické vozíky	8
5.2.2.2 Vozíky.....	9
6. Štíhlá výroba	10
6.1 Hlavní metody štíhlé výroby používané v praxi.....	10
7. Six Sigma – stabilita procesu	11
7.1 Six Sigma.....	11
7.2 Způsobilost procesu	11
7.2.1 Histogramy.....	11
8. Popis vnitřního systému zásobování v BEHR Czech s.r.o.....	13
8.1 Malé vlaky	13
8.2 Velké vlaky.....	13
8.3 KS vlak	14

9. Popis změny zásobování malými baleními	15
9.1 Stav původního konceptu	15
9.2 Hlavní cíle projektu	16
9.3 Zjištění kapacity	17
9.3.1 Na základě dat ze SAP	17
9.3.2 Na základě náměrů.....	17
9.4 Nový logistický koncept.....	19
10. Popis a analýza zásobování Velkými vlaky	21
10.1. Popis současného systému.....	21
10.2 Hlavní cíle projektu	22
10.3 Analýza a výpočet kapacity velkých vlaků	22
10.3.1 Výpočet kapacity vlakařů na základě náměrů a seznamu činností	23
10.3.1.1 Detailní popis procesu pro potřeby výpočtu	23
10.3.1.2 Výpočet možné kapacity	23
10.3.2 Skutečné přepravované množství na základě dat ze SAP.....	24
10.3.2.1 Zpracování dat, určení přepravovaného množství.....	24
10.3.3 Skutečné přepravované množství na základě snímků pracovního dne	28
10.3.3.1 Obecný popis snímku pracovního dne	28
10.3.3.2 Skutečné naměřené hodnoty.....	28
10.3.3.3 Shrnutí výsledků snímku pracovního dne	29
10.4 Zhodnocení současné vytíženosti	29
10.5. Test s odebráním vlaku.....	30
10.5.1. První test, odpolední směna	30
10.5.1.1. Poznámky a hodnocení testu.....	30
10.5.2. Druhý test, odpolední směna.....	31
10.5.2.1. Poznámky a hodnocení testu.....	31
10.5.3. Třetí test, ranní směna.....	32
10.5.3.1. Poznámky a hodnocení testu.....	32

10.5.4. Zhodnocení testů	33
10.6 Návrhy na optimalizaci systému.....	35
10.6.1 Stanovení pevné trasy	35
10.6.2 Přeznačení předávacích míst.....	35
10.6.3 Změna v systému přijímání objednávek	35
10.6.4 Změna v systému řazení objednávek	36
10.6.5 Nastavení pravidel pro vlakaře	36
10.6.5 Snížení počtu pracovních pozic	36
11. Závěr.....	37
SEZNAM TABULEK A OBRÁZKŮ:	38
POUŽITÁ LITERATURA:.....	42
SEZNAM PŘÍLOH:	43

1. Charakteristika podniku a popis systému řízení

1.1 Základní informace o firmě BEHR Czech

Firma Behr Czech s.r.o. se sídlem v Mnichově Hradišti byla založena 31. 1. 2000, je součástí mezinárodní skupiny Behr Group, která byla založena v roce 1905 Juliem F. Behrem v německém Stuttgartu. Je zaměřena na výrobu chladičů, chladících modulů, klimatizací, topení, výparníků a topných těles pro osobní, užitkové i nákladní vozy. Je přímým dodavatelem automobilového průmyslu a je certifikována na následující normy - ISO/TS 16949:2002, EN ISO 9001:2000, OHAS 18001, EN ISO 14001. Mezi zákazníky patří např. ŠKODA, WV, VOLVO, PORSCHE, MAN, IVECO, BMW. Firma zaměstnává okolo tisíce zaměstnanců a v současnosti na většině pracovišť vyrábí v třísměnném provozu. Výrobní a skladovací plocha je 38 000 m². Hlavní výrobní úseky jsou vstřikovna plastů, konečná montáž klimatizací a tři linky s kazetovacími a lamelovacími stroji, odkud díly (topení, výparníky, těla chladičů) putují do průběžných letovacích pecí. Layout podniku viz příloha č. 3.

1.2 Systém řízení a filozofie firmy

V celé skupině Behr se uplatňuje tzv. **BMS** (Behr Management System) = řídicí systém Behr, který slouží pro sjednocení všech řídicích systémů v rámci firmy. Hlavním cílem metody je zprůhlednění veškerých informačních toků a zvýšení efektivity.



Obr. 1.1 Řídicí systém firmy Behr

2. Úvod do problematiky

Práce se zabývá analýzou stávajícího stavu systému zásobování výrobních linek a jeho následnou optimalizací. Na systému zásobování ve firmě BEHR Czech s.r.o. se prakticky podílí tzv. vlaky a vzv (viz kap. 3.). Kvůli obtížnosti zmapování vzv se při řešení zaměříme podrobněji pouze na vlaky. Optimalizace jednotlivých systémů bude vždy vycházet z analýzy současného stavu, vytíženosti systému a zjištění jeho potenciálních nedostatků. Pro analýzu budeme používat náměry z reálného prostředí, tedy co a jak dlouho ve skutečnosti daný člen systému vykonává, a dále data ze systému SAP pro zjištění skutečného množství přepravovaného materiálu. Tyto hodnoty budeme porovnávat s teoretickou kapacitou pro danou činnost. Výsledkem zkoumání procesu by měl být dán směr, kterým se bude ubírat následná optimalizace. Je důležité zmínit, že optimalizace se nebude provádět změnou manipulačního prostředku, což je dáno prostorovými možnostmi podniku.

3. Základní pojmy

Materiálový tok – Netechnologický pohyb materiálu výrobním procesem, který probíhá v prostoru a času.

Manipulační jednotka – Jeden nebo více kusů materiálu, balených i nebalených, ložených volně na paletě nebo v kontejneru, svazkovaných nebo páskovaných, které tvoří ucelenou jednotku, s níž se manipuluje jako s jedním kusem.

Paleta – Manipulační pomůcka pro tvoření manipulační jednotky, která je obsluhovatelná odspodu vidlicemi vysokozdvížného vozíku, uzpůsobená pro přepravu, stohování a skladování. Může mít standardizované rozměry nebo být specificky uzpůsobena pro konkrétní výrobek.

Svazkování, páskování – Způsob pro vytváření manipulační jednotky z vhodného počtu kusového materiálu svázaného tak, aby se s ním mohlo manipulovat jako s jedním kusem.

Fraktál, linie – Výrobní oblast, kde se zpravidla vyrábí jeden druh výrobku.

FIFO – First In First Out - Způsob uskladnění materiálu. Odebírání materiálu od nejstaršího uskladněného (kusu, palety, atd.).

SAP – Integrovaný nástroj pro řešení toku informací a podnikových úloh v podnicích. Umožňuje rychlé zpracování úkonů napříč jednotlivými oddělení firmy, a to jak výrobních

tak nevýrobních. Dále umožňuje ukládat a zpětně vyvolávat výrobní data a z nich následně zpracovávat statistické analýzy.

Přestavba – Přetypování stroje pro jiný produkt, výměna nástroje, atd.

Malé balení – Manipulační jednotka, se kterou se dá manipulovat bez manipulační techniky. Mohou mít různé rozměry, ale vždy jsou manipulovatelná pomocí lidské síly.

Multi-pack – Sada plastových organizérů různých rozměrů, které se dají prázdné skládat do sebe. Používají se výhradně pro dodávaný materiál, patří do skupiny tzv. malých balení (obr. 8.1).

Velké balení – Manipulační jednotka manipulovatelná pouze pomocí vysokozdvížného vozíku, zpravidla odspodu vidlicemi.

Gitter box – Zkráceně **GIBO**. Manipulační jednotka používaná převážně pro pohyby v rámci podniku (obr. 8.5).

Malé vlaky – Označení pro pracovní jednotku, která zásobuje výrobu malými baleními. Tahač s policovým regálem na materiál (viz obr. 8.2).

Velké vlaky – Označení pro pracovní jednotku, která zásobuje výrobu velkými baleními. Tahač s přípojitelnými podvaly. Počet přípojných podvalů za tahačem je omezen na čtyři.

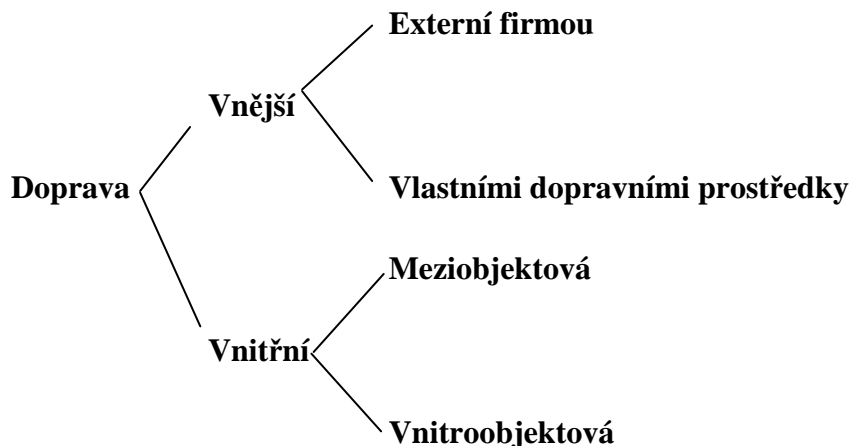
Podvaly – Vozíky, které je možno spojovat za sebe a tvořit tak tzv. vlak. Na podvaly je možno nakládat palety, velká balení.

Vlakař – Manipulant skladu obsluhující tahač s podvaly.

Picker – Manipulant na vychystávacím vozíku (obr. 5.4). Jeho hlavním úkolem je dopravovat objednaný materiál z různých skladovacích pozic na předávací místo (nádraží).

Vzv – Vysokozdvížný vozík, manipulační technika (viz kapitola 5.2).

4. Rozdělení dopravy materiálu



Obr. 4.1 Rozdělení dopravy

4.1 Vnější závodová doprava

Zahrnuje veškerou dopravu mimo území podniku. Tuto část dopravy zpravidla zajišťují firmy specializované na tuto problematiku.

4.2 Meziobjektová doprava

Jedná se o dopravu mezi jednotlivými objekty na území podniku, která je uskutečněna nejčastěji jako kolejová nebo bezkolejová, silniční. Meziobjektová doprava může být také řešena pomocí dopravníků, např. závěsných či podlahových. V ojedinělých případech se používá doprava hydraulická, pneumatická, pásová nebo lanová dráha. Každý druh dopravy má své klady a zápory a je použitelný za rozdílných podmínek.

U železniční dopravy jsou hlavní nevýhody vysokých pořizovacích a také provozních nákladů. Další nevýhodou je šířka komunikace, která je téměř dvakrát větší než u silniční dopravy. Železniční vagóny musí být taženy dalším prostředkem a mohou se pohybovat pouze po kolejích.

Železniční doprava se uplatňuje ve velkých závodech s velkou intenzitou toku materiálu. Uvádí se, že kolejová doprava se vyplatí při nejméně 6-10 vagónech denně.

Silniční doprava je oproti kolejové rychlejší, pružnější a méně nákladná. Převážný objem na jednu trasu je sice menší než u kolejové dopravy, ale frekvence přepravy je několikanásobně

vyšší. Mohou být použity nákladní automobily, tahače s přívěsy, plošinové vozíky. Jako výhodné se ukazuje použití tažného zařízení společně s několika taženými vozíky.

4.3 Vnitroobjektová doprava

Dělí se dále na technologickou (tzv. operační) a netechnologickou (tzv. mezioperační). Při technologické manipulaci s materiálem se vlastnosti materiálu mění, je přímo spojena s technologickou operací. Je ohraničena odebráním materiálu z ukládacího místa na pracovišti (např. paleta, giterbox, mutlipack) přes jeho ustavení do pracovní polohy a končí uložením na místo pro hotové výrobky na daném pracovišti. Do technologické manipulace ale nepatří upínání, seřizování a uvolňování materiálu. Nejdůležitější část vnitro-objektové dopravy tvoří netechnologická, mezioperační doprava. Je to přemístění materiálu mezi jednotlivými pracovišti. Návrh vhodného dopravního prostředku závisí na druhu provozu, vlastnostech materiálu, výrobních technologiích. Trasy mohou být fixní nebo s nahodilou trasou. Mezi nejpoužívanější dopravní prostředky patří: dopravní vozíky, jeřáby, dopravníky. Jednotlivé dopravní prostředky budou popsány v následující kapitole.

5. Rozdělení manipulační a dopravní techniky

5.1 Obecné rozdělení:

a) Podle dráhy přepravovaného materiálu

- Zařízení nezávislé na dráze
 - o zařízení skladů, zařízení na úpravu materiálu, přepravní
- Zařízení s pohybem materiálu po volné dráze
 - o dopravní vozíky, jeřáby s bezkolejovým pojezdem, nakladače, vykladače
- Zařízení s pohybem materiálu po vázané dráze
 - o jeřáby kolejové, jeřáby nástěnné, podvěsné dopravníky, pásové a válečkové dopravníky

b) Podle časové spojitosti

- kontinuálně a periodicky pracující
- cyklicky pracující

c) Podle silového působení na materiál

- gravitační
- nutné vnější silové působení
- doprava v pomocném médiu

d) Podle druhu přepravovaného materiálu

- zařízení na přepravu sypkých materiálů
- zařízení na přepravu sypkých a kusových materiálů
- zařízení na přepravu kusových materiálů
- zařízení na přepravu kapalin a plynů

Při návrhu manipulačního prostředku pro zásobování výroby budeme vycházet z následujících požadavků:

- Přeprava kusových materiálů
- Přetržitě pracující manipulační prostředek

Proto se při detailním rozdělení zaměříme pouze na prostředky, které vyhovují těmto podmínkám.

5.2 Přetržitě pracující manipulační prostředky pro dopravu kusového materiálu:

- pojízdná zařízení
- jeřáby
- výtahy
- zdvižné plošiny

Vzhledem k tomu, že se návrh a analýza bude zabývat pouze pojízdnými zařízeními, omezíme se při dalším rozdělení pouze na ně.

5.2.1 Pojízdná zařízení

Rozdělení podle vykonávaného pohybu:

- **vodorovný pohyb** - vedený – kolejová vozidla a vozíky (obr. 5.1).
- volný - ruční vozíky, elektrické vozíky, tahač s přívěsy (obr. 5.2).



Obr. 5.1 Kolejový vozík



Obr. 5.2 Tahač s přívěsy

- **vodorovný pohyb se zdvihem** – portálové vozíky, vozíky se zdvižnou plošinou, vychystávací vozíky (picker), paletové vozíky nízkozdvižné (obr. 5.3).



Obr. 5.3 Paletový vozík



Obr. 5.4 Vychystávací vozík - picker

- **vodorovný a svislý pohyb** - vysokozdvizné vozíky (obr. 5.4), vysokozdvizné vozíky s výsuvnými vidlicemi, vysokozdvizné vozíky s bočním ložením (obr. 5.5).



Obr. 5.4 Vysokozdvizný vozík



Obr. 5.5 Boční zakladač

5.2.2 Nové trendy v technice pro vnitro-objektovou dopravu

5.2.2.1 Elektrické vozíky

U všech elektrických vozíků je v současnosti vyvíjen požadavek na snižování spotřeby elektrické energie. Firmy vyvíjejí úspornější elektromotory a systémy na jejich napájení. Tímto krokem se prodlužuje životnost baterií a celého vozíků a se také šetří životní prostředí.

Mezi experimentální projekty patří například vzv jezdící na vodík (obr. 5.6). Tento vozík je vybaven palivovými články na výrobu elektrické energie z vodíku a elektromotory.



Obr. 5.6 Vzv na vodík



Obr. 5.7 Speciální portálový vozík

5.2.2.2 Vozíky

V oblasti vozíků jsem vybral pro ukázkou dva nekonvenční přístupy. Na obr. 5.7 je zobrazen portálový vozík. Jeden takovýto vozík se schopen uvést dva podvaly. Po zjetí s vozíkem pod portál dojde pomocí zvedacích lišt po stranách k jeho nadzvednutí tak, aby se kola nedotýkala země. Zvedání je prováděno pomocí stlačeného vzduchu, proto je potřeba mít tahač se zásobníkem vzduchu. Výhodou je zredukování manipulace pro obsluhu vlaku. Nevýhodou tohoto vozíku je omezení maximální rychlosti na 5 km/h a také velká pořizovací cena. Tento vozík byl testován ve firmě BEHR Czech s.r.o., nevyhověl však požadavkům.

Pneumatický vozík na obr. 5.8 je založen na jiném principu. Je tvořen tzv. E rámem. Uprostřed je pojízdný a výsuvný panel. Podval se přistaví bokem k rámu, prostřední panel zajede pod podval, nadzvedne ho a zajede s ním zpět do rámu. Kola podvalu se samozřejmě nesmí dotýkat podlahy. Maximální rychlost vozíku je 15 km/h. Je napájen pomocí stlačeného vzduchu.



Obr. 5.8 Speciální vozík

6. Štíhlá výroba

Pojem štíhlá výroba (v angličtině Lean Manufacturing) se objevil v souvislosti s výrobním systémem Toyoty po druhé světové válce. Toyota vyvinula zcela novou filozofii a přístup k výrobě, v němž se snaží o maximální snížení plýtvání během výrobního procesu. Cílem je snížit co nejvíce čas, kdy se výrobku nepřidává žádná hodnota. Čas, který hodnotu výrobku přidává, je ten, za který je zákazník ochoten zaplatit, fyzicky se při něm mění produkt a je napoprvé správný. Hlavní plýtvání tvoří nadbytečné zásoby, čekání na něco (stroj, dodávku materiálu, atd.), nadbytečná výroba, zmetkovitost, přepracování opravitelných zmetků, zbytečná manipulace.

6.1 Hlavní metody štíhlé výroby používané v praxi

Kanban (v překladu - kartička, štítek) – Slouží pro rozdělení výrobních pracovišť na odběratele a dodavatele. Každý odběratel může být zároveň dodavatelem. Odběratel pomocí kartičky objedná materiál a dodavatel mu přiveze nový, opět s kartičkou pro objednávku. Vytváření zásob je na obou stranách zakázáno.

JIT – Just in Time (v překladu - právě včas) – Dodání přesného množství materiálu v přesný čas na správné místo (souvisí s metodou Kanban). Dodávka je řízena poptávkou. Zajišťuje plynulý tok produkce na základě systému tahu

Heijunka – Upřednostňuje systém toku jednoho kusu před tradiční hromadnou výrobou. Vyrábět pomalu ale nepřetržitě jen to, co právě potřebujeme. Takt výroby je daný termínem zákazníka. Dochází k častému přetypování, ale ke zvýšení plynulosti výroby a zatížení pracovníků.

Jidoka - Je zaměřena na zabudování 100% kontroly do procesu. Při objevení vadného kusu je zastavena výroba, dokud není problém odstraněn. Zastavení výroby vytváří tlak na celý pracovní tým a má snahu co nejrychleji problém vyřešit.

Kaizen – Filozofie zaměřená na postupné, ale neustálé zlepšování, které využívá kreativitu pracovníku.

SMED – Single Minute Exchange of Die – co možná nejrychlejší výměna nástroje -přestavba. Soubor metod pro úsporu času při přetypování stroje.

5S – Podle pěti japonských slov začínajících na „S,,. Metoda pro vytvoření a udržování čistoty a pořádku na pracovišti.

7. Six Sigma – stabilita procesu

7.1 Six Sigma

Six Sigma je metodologie pro zlepšování procesů a kvality firmy. Jedná se o soubor nástrojů zaměřen na porozumění potřebám a očekáváním zákazníků. Základem je využití statistických dat pro řízení procesu a jeho následnou kontrolu. Sigma (σ) – směrodatná odchylka jako míra variability charakteristik procesu. Six Sigma se obecně snaží o dosažení 3,4 ppm, kde ppm je počet vad na milion výrobků. Problém se řeší v tzv. projektech. Na projekt se vytvoří dočasný tým, má vedoucího, který by měl být srozuměn s metodami Six Sigma. Většinou se postupuje podle schématu DMAIC - Define (definice), Measure (měření), Analyze (analýza), Improve (zlepšení), Control (řízení).

Metodou Six Sigma se nebudeme zabývat příliš dopodrobna. Pro další práci rozebereme pouze metodu zabývající se vyhodnocováním statistických dat ve formě histogramů.

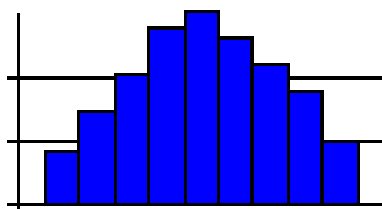
7.2 Způsobilost procesu

Histogramy a Gaussovu křivku zde budeme posuzovat pouze podle tvaru a základních hodnot, proto nebudeme rozebírat teorii zabývající se Gaussovým rozdělením.

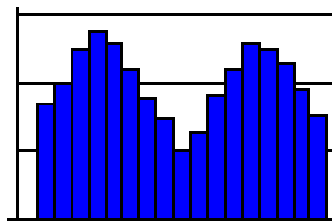
7.2.1 Histogramy

Používá se pro přehlednější zobrazení dat, než může poskytnout tabulka. Je tvořen sloupcovým grafem. Všechny sloupce mají stejnou šířku, která je daná požadovaným intervalem hodnot, výška sloupce vyjadřuje četnost výskytu jevu. Pokud budeme předpokládat normální (neboli Gaussovo) rozložení pravděpodobnosti, můžeme histogramem proložit Gaussovu křivku a určit základní hodnoty.

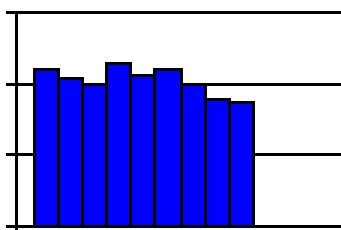
Histogramy se používají převážně pro vyhodnocování a sledování kvality výrobku, kdy pomocí měření sledujeme odchylku od stanovené přesnosti. Tato metoda se dá aplikovat i na další měřitelné jevy, jako je v našem případě pohyb materiálu ze skladu do výroby a naopak. Z tvaru histogramu můžeme vyčíst podstatné informace o chodu, způsobilosti a stabilitě procesu. Na první pohled můžeme určit stabilitu či nestabilitu proměnlivosti procesu, a zdali je symetrický či nikoli.



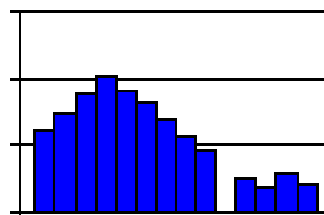
Obr. 7.1. Zvonovitý



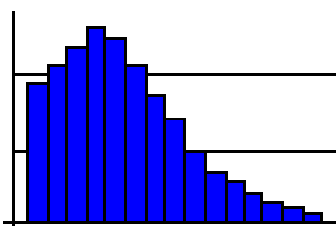
Obr. 7.2. S dvěma vrcholy



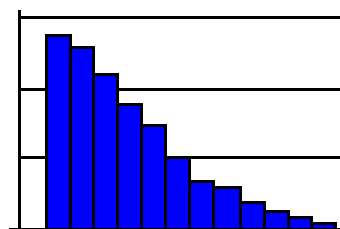
Obr. 7.3 Plochý



Obr. 7.4 S odlehlými hodnotami



Obr. 7.5 Zešikmený graf



Obr. 7.6 Useknutý

Na obr. 7.1 je zobrazen histogram zvonovitého, obecného tvaru, na kterém je dodrženo **normálního rozložení**. Takovéto histogramy jsou nejčastější a vyskytují se v 80 až 90% případů. Pro nás jsou velmi důležité, neboť se z nich dají vypočítat parametry. Tvar svědčí o jisté stabilitě procesu a jeho kontrolovatelnosti. Na obr. 7.2 je histogram s dvěma vrcholy což nasvědčuje tomu, že proces není stabilní, nebo že mohlo dojít ke sloučení dat z dvou různých procesů. Plochý tvar ukazuje na špatně zavedený proces. Odlehlé sloupce na obr. 7.4 mohou znamenat chybu v měření, přestavbu či záměnu. Zešikmený tvar histogramu značí abnormalitu dat a u useknutého tvaru je možné, že nebyly zahrnuty všechny hodnoty.

8. Popis vnitřního systému zásobování v BEHR Czech s.r.o.

Vnitřní logistika v závodě je zajišťována převážně vysokozdviznými vozíky, a tahači s přívěsy, tzv. vlaky. Dále se budeme zaměřovat na pouze na vlaky. Pro potřeby následující analýzy rozdělíme zásobování výroby na tři hlavní části, na které se budeme zaměřovat. A to sice na Malé vlaky, Velké vlaky a KS vlak.

8.1 Malé vlaky

Malá balení jsou taková, se kterými se může manipulovat bez použití zdvihací techniky. Materiál je balen většinou do plastových organizérů, která jsou po vyprázdnění dopravovaného materiálu snadno skladná tzv. Multi-packs (obr. 8.1). Pracovník skladu zajišťuje zásobování pomocí tahače s policovým vozíkem na materiál, který doplňuje do skluzů u jednotlivých pracovišť – tzv. předávací místa. Ze skluzů odebírá prázdné krabice, oskenuje čárový kód a tím vytvoří objednávku pro doplnění spotřebovaného materiálu (obr 8.2). Tuto pracovní jednotku budeme označovat jako **Malé vlaky**. Zásobují všechny výrobní linky v závodě.



Obr. 8.1 Mutli-packy



Obr. 8.2 Zastávka u předávacího místa

8.2 Velké vlaky

Velká balení jsou ve většině případů zákaznické palety, Gitter box (viz obr. 8.5), malé odpadní kontejnery, rozpracovaný či jiný materiál. Objednávání zásilek je prováděno pracovníky z počítačů ve výrobě. Na jednotlivé podvaly vysokozdvizné vozíky ve skladu vychystávají materiál podle objednacích listů, vlakař je rozváží po výrobě, kde odpojí podval s boxem a zaveze na cílové předávací místo. Zpět do skladu vozí prázdné boxy. Tyto vlaky budeme dále označovat jako tzv. **Velké vlaky**. Tento způsob zásobování je uplatněn na výrobních fraktálech EL a ET (viz příloha č. 3)



Obr. 8.3 Velký vlak



Obr. 8.4 KS vlak

8.3 KS vlak

Zvláštní druh Velkého vlaku je tzv. **KS vlak** (obr. 8.4). Ten přepravuje vyrobený materiál ze vstříkovaniny plastů – IM (viz příloha č. 3), respektive z jejího výrobního skladu do meziskladu montážní linky AM. Může mít celkem čtyři podvaly a na každém dva Gitter boxy (viz kap. 3.), jezdí pevný okruh. Objednávání materiálu je prováděno z počítačů ve výrobě. Tento



system zásobování se bude v blízké budoucnosti rušit z důvodu změny layoutu v závodu a proto se ani v tomto textu nebudeme zaměřovat na jeho analýzu.

9. Popis změny zásobování malými baleními

Analýza a následná změna logistického konceptu navážení malých boxů do výroby již byla realizována. Bude zde popisován způsob analýzy, cíl projektu, stav systému před a po změně. Většinu podkladů pro popis změny malých vlaků jsem měl k dispozici, avšak velkou částí jsem se na náměrech činností a mapování procesu podílel sám.

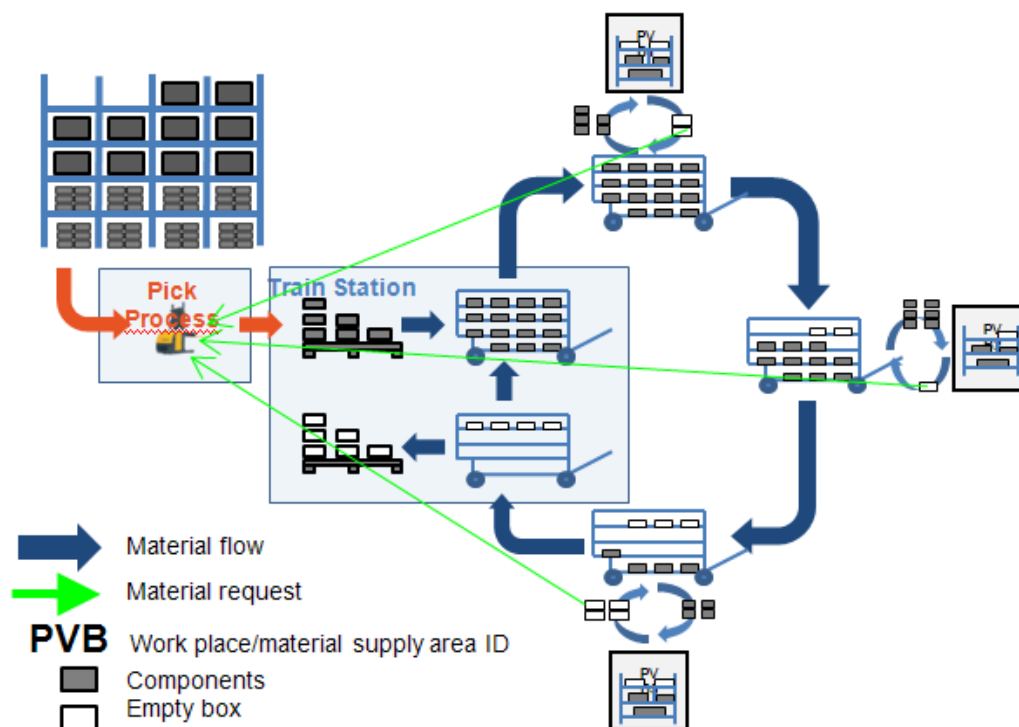
9.1 Stav původního konceptu

Na zásobování malými boxy se přímo podílí pět lidí na jedné směně. Dva manipulanti s vychystávacími vozíky (tzv. pickeři, viz kap. 3.) a tři manipulanti s Malými vlaky. Vlaky mají sedm předepsaných tras zásobování (viz příloha 1) a každý vlak obsluhuje dvě až tři trasy, které střídá. Vlaky a pickeři mají společné nádraží, kde si předávají zboží. Je zde uplatněn elektronický kanban (viz kapitola 7.1). Každý vlak má bezdrátový scanner a každý picker má bezdrátový terminál s tiskárnou etiket. Vlaky na svých trasách tvoří objednávky oskenováním prázdných balení, která jsou viditelně umístěna na předávacích místech. Objednávka se přidá do fronty pro danou trasu, picker na terminálu může přepínat mezi jednotlivými trasami a podle počtu a stáří objednávek vychystá daný materiál. Na každý box vytiskne picker etiketu,



Obr. 9.1 Etiketa označující malé balení

(multipack, karton, plast). Vlaky při přestavbě odvázejí zpět do skladu rozpracované balení, což tvoří problémy při inventuře. Picker dosáhne pomocí vozíku do druhého patra regálu. Při vyprázdnění dané pozice ve skladu doplní paletu s materiálem, která se nachází v horních patrech regálu, boční zakladač.



Obr. 9.2 Schéma celého procesu

9.2 Hlavní cíle projektu

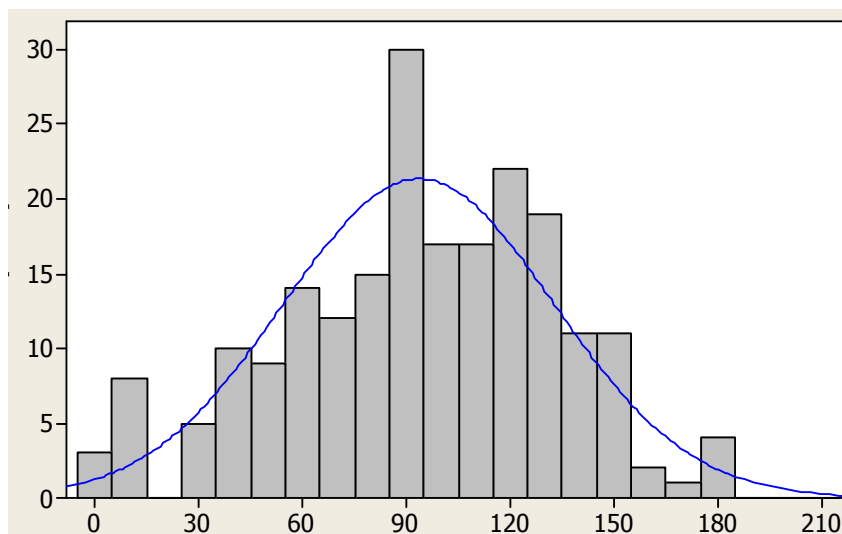
- Jasně oddělení skladů výroby a logistiky a méně nejasností při inventuře
- Celoplošně stejný způsob zavážení malých balení
- Na lince zásoba max. 2 hodiny či 2 boxy
- Žádné vracení materiálu do skladu
- Všechny varianty komponent jsou v každém okamžiku k dispozici na lince
- Minimalizace manipulace přímo ve výrobě

9.3 Zjištění kapacity

9.3.1 Na základě dat ze SAP

Ze systému SAP byla vytažena data za sledované období a následně zpracována do histogramu pomocí statistického programu Minitab. Odečítání hodnot proběhlo z histogramů alespoň ze tří měsíců tak, aby byly výsledky věrohodné. Hodnoty z ostatních histogramů byly stejné, proto je zobrazeno pouze období 07/2010 (obr. 9.3). Histogram na

vodorovné ose zobrazuje množství přepravených boxů za hodinu, na svislé ose zobrazuje frekvenci výskytu. Zobrazený histogram je z dat pro ranní, tedy nejsilnější směnu.



Obr. 9.3 Histogram – počet přepravených malých balení za hodinu (07/2010)

Tvar histogramu ukazuje, že proces není příliš stabilní ani symetrický (viz. kap. 7.2.1), pro odečtení základních dat nám však postačí. Za předpokladu normálního rozložení a po proložení Gaussovou křivkou známe maximální kapacitu stávajícího systému, z grafu byla určena hodnota 210 balení za hodinu. Nový systém bychom chtěli projektovat na 90% celkové kapacity. Tedy $210 \cdot 0,9 = \text{cca } 190$ boxů za hodinu. Pokud bychom chtěli budoucí systém projektovat na 100% kapacity, mohlo by dojít k jeho předimenzování a následnému plýtvání.

9.3.2 Na základě náměrů

Měření probíhalo na nádraží vlaků a bylo pořízeno okolo padesáti náměrů. Byl zmapován v čase veškerý pohyb pickera, při sledování počtu vychystaných boxů. Stejným způsobem byl zmapován i vlak. Při měření bylo zřejmé, že některé vlaky nejsou plně vytíženy a jiné naopak nestíhají. Často se tak stalo, že vlak na trase, např. č. 2, musel čekat, protože pickeři nestíhali vychystávat balení včas, nebo vychystávali balení pro jinou trasu.

Byla vytvořena tabulka (tab. 9.1), kde na levé straně v posledním řádku vidíme teoretický čas pickera pro vychystání 18 balení. Na pravé straně je výpočet doby trvání pro vlak. Z tabulky je vidět, že pickeři jsou oproti vlakům při 18 vychystaných baleních téměř o minutu pozadu. Do času okruhu vlaku však není započten čas projetí okruhu. V tabulce je malé balení označeno jako MU.

Vychystání MU pickerem ve skladu		Naložení MU ve skladu	
činnost	tg čas (s/ks)	činnost	tg čas (s/ks)
vychystání MU	44,4	naložení MU ve skladu	10
		chůze	3
		Složení prázdných MU ve skladu	
		činnost	tg čas (s/ks)
		vyložení prázdných MU (5 druhů)	1,65
		18 ks ve vozíku	
		chůze	3
		Složení a naložení MU ve výrobě	
		činnost	tg čas (s/ks)
		naložení plného MU do skluzu	11,2
		vyndání prázdného MU ze skluzu	
		scanování MU	
		naložení prázdného MU na vozík	
		chůze	
summa času pro vychystání jednoho MU [s]	44,4	summa času pro oběh jednoho MU [s]	40,85
počet MU/okruh [ks]	18	počet MU/okruh [ks]	18
summa času pro vychystání 18 MU [s]	799,2	summa času pro jeden okruh (18 MU ve vozíku) [s]	735,3
summa času pro vychystání 18 MU [min]	13,32	summa času pro jeden okruh (18 MU ve vozíku) [min]	12,25

Tab. 9.1 Tabulka vypočtených časů pro vlak a pickera

9.4 Nový logistický koncept

Při návrhu nového systému budeme vycházet z požadavku na odstranění pickerů. Chtěli bychom, aby vlaky byly schopny samy odebírat materiál ze skladových pozic. Je zřejmé, že vlaky nemohou dosáhnout na zboží, které je uskladněno v druhém patře regálu. Požadovaný materiál se tedy musí uskladnit pouze do prvního patra. S tímto samozřejmě úzce souvisí i trasy vlaků. V příloze č. 2 jsou znázorněny nově navrhované trasy.

Naložení MU ve skladu		Složení a naložení MU ve výrobě	
činnost	tg čas (s/ks)	činnost	tg čas (s/ks)
skenování MU	14,4	naložení plného MU do skluzu	11,2
vytištění etikety		vynášení prázdného MU ze skluzu	
nalepení etikety		scanování MU	
naložení MU do vozíku		naložení prázdného MU na vozík	
chůze	12	chůze	12
Složení prázdných MU ve skladu			54,25
činnost	tg čas (s/ks)	Summa času pro oběh jednoho MU [s]	
vyložení prázdných MU (5 druhů)	1,65	počet MU/okruh [ks]	18
18 ks ve vozíku		Summa času pro jeden okruh (18 MU ve vozíku) [s]	976,5
chůze	3	Summa času pro jeden okruh (18 MU ve vozíku) [min]	16,275

Tab. 9.2 Tabulka vypočtených časů pro vlak

V tab. 9.2 je výpočet času vlaku na jedno balení bez použití pickerů. Pokud porovnáme hodnoty s hodnotami z tab. 9.1, zjistíme, že se jedná o rozdíl cca čtyři minuty na 18 balení. Připočtením času jednotlivých tras můžeme vypočítat přepravní kapacitu vlaků (tab. 9.3).

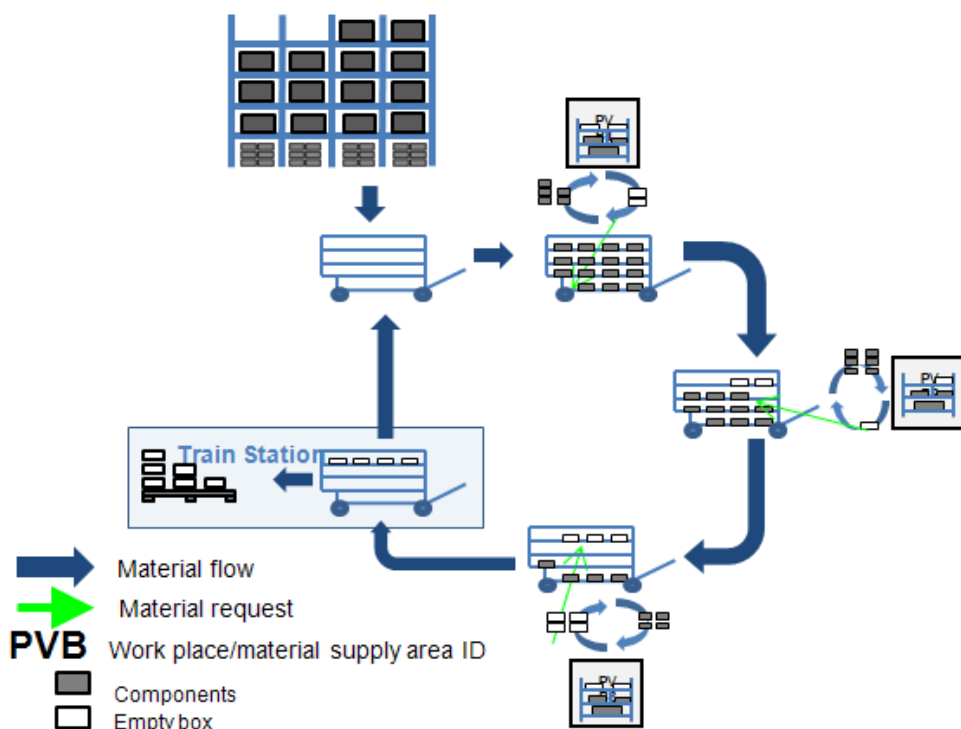
	délka okruhu	čas okruhu při 7km/h	naložení 18 balení	čas okruhu při 7km/h	balení za hodinu
trasa 1 celkem	0,67 km	5,74 min.	16,28	22,02 min.	49
trasa 2 celkem	0,84 km	7,2 min.	16,28	23,48 min.	46
trasa 3 celkem	0,45 km	3,86 min.	16,28	20,13 min.	54
trasa 4 celkem	0,4 km	3,43 min.	16,28	19,7 min.	55
celkový počet přepravených balení za hodinu					204

Tab. 9.3 Tabulka kapacity vlaku

Z výsledků výpočtů (tab. 9.3) vyplývá, že při takto změněném konceptu jsou 4 vlaky schopny přepravit za hodinu cca 204 malých balení. Tato hodnota plně splňuje podmínku, která byla stanovena v kap. 9.3.1, tedy 190 boxů za hodinu.

Aby mohly vlaky plně převzít práci za pickery, bylo třeba zajistit, aby všechno potřebné zboží bylo naskladněno pouze ve spodním patře regálu. Dále bylo potřeba každý z vlaků opatřit terminálem a tiskárnou. Vlaky si tak tvoří objednávky samy pro sebe.

V novém logistickém konceptu byly zahrnuty veškeré požadavky z kap. 9.2. Vlaky jsou vybaveny bezdrátovými terminály a tiskárnou etiket. Byla zredukována zbytečná manipulace ve výrobě pomocí přemístění některých předávacích míst blíže k trase vlaku. Dále bylo umožněno, aby byl na lince v každé chvíli připraven materiál na jiný typ produktu. Do skladu se tedy nevrací žádné rozpracované balení, což velmi zpřehledňuje inventuru. Došlo také k úspoře dvou pracovních pozic na jedné směně (celkem 6 pozic) a snížení počtu manipulací s balením (obr. 9.4).



Obr. 9.4 Schéma procesu po optimalizaci

Na základě změn byly vypočítány dosažitelné roční úspory (viz tab. 9.4).

PŘED				PO			
počet		náklady/rok /jednotku	celkové náklady/rok	počet		náklady/rok/ jednotku	celkové náklady/rok
2	picker	€ 4 320	€ 8 640	0	picker	€ 4 320	€ 0
3	vlak	€ 2 880	€ 8 640	3	vlak	€ 2 880	€ 11 520
14	pracovník	€ 15 000	€ 210 000	14	pracovník	€ 15 000	€ 165 000
Celkové náklady za rok			€ 227 280	Celkové náklady za rok			€ 176 520
Celková roční úspora € 50 760							

Tab. 9.4 Schéma procesu po optimalizaci

10. Popis a analýza zásobování Velkými vlaky

10.1. Popis současného systému

Na zásobování se podílí tři vlakaři a tři manipulanti na vzv. Na společném nádraží ve skladu (obr. 10.1) dochází k výměně boxů. Na nádraží stojí prázdné podvaly, na které manipulanti vzv nakládají objednaný materiál. Vlak přiveze podvaly s prázdnými boxy na nádraží, kde je zapojí za stojící podvaly a v ideálním případě by měl mít připravené podvaly s boxy do výroby, které pouze přepojí za tahač a po oskenování boxu- potvrzení objednávky- může jet zpět do výroby. Manipulant na vzv se stará o vychystávání velkých boxů na podvaly (obr. 10.2). Jako objednávka mu slouží vytisknutá Kanban karta o formátu A5 (obr. 10.3), kterou po vychystání přilepí na balení. Objednávání se provádí z počítačů ve výrobě u jednotlivých výrobních částí. Kanban karty vyjíždějí z tiskárny tak, jak chodí objednávky z výroby a manipulant si pro ně musí pokaždé

přijet ke kanceláři skladu. Manipulanti se samozřejmě starají i o odvážení prázdných palet na jejich pozice. Při analýze se na manipulanty vzv nebudeme příliš zaměřovat, ale ještě se o nich zmíníme.



Obr. 10.1 Nádraží velkých vlaků



Obr. 10.2 Vychystávání velkých boxů

Vlakaři mají na starosti zásobování linek novým materiálem, převoz rozpracovaného materiálu v rámci výroby, odvoz prázdných balení, odvoz ráků od letovacích pecí k pískování, odvoz prázdných malých balení (viz kap. 3.) a odvoz šrotovaného hliníku. Dále se starají o skládání dřevěných palet a jejich následné páskování. Označení a umístění cílových pozic je zobrazeno v příloze č. 3.



Obr. 10.3 Kanban karta

10.2 Hlavní cíle projektu

- Zjednodušení a zefektivnění systému
- Zvýšení vytíženosti vlaků

10.3 Analýza a výpočet kapacity velkých vlaků

Budeme porovnávat výsledky na základě těchto dat:

- Výpočet kapacity vlakařů na základě náměrů a seznamu činností
- Skutečné přepravované množství na základě dat ze SAP
- Skutečné přepravované množství na základě snímků pracovního dne

10.3.1 Výpočet kapacity vlakařů na základě náměrů a seznamu činností

10.3.1.1 Detailní popis procesu pro potřeby výpočtu

Vlakař přijede na nádraží ve skladu, kde má od manipulanta na vysokozdvížném vozíku přichystané boxy na vozících k expedici do výroby. Vlakař připojí přivezené vozíky na konec řady stojících vozíků na nádraží, poté si přijede na začátek řady a připojí za tahač všechny vozíky. Udělá půlkruh se všemi vozíky stojícími na nádraží tak, aby si otočil pouze naložené vozíky. Odpojí požadované vozíky a přeje si na místo se scannerem etiket, které jsou na boxech od manipulantů na vzv. Naskenuje etikety a jede rozvážet boxy na přesně určená předávací místa ve výrobě. Pro zavezení boxu na pozici ve výrobě musí manipulant odpojit daný box, ručně dovést na pozici a případně připojit prázdný box. Vlakař nemá přesně určenou pravidelnou trasu, jezdí nahodile podle určení místa zásilky.

10.3.1.2 Výpočet možné kapacity

Činnosti vlakaře byly rozděleny do jednotlivých částí (viz tab. 9.1). Hodnoty jsou založeny na náměrech jednotlivých úkonů a výpočtu doby jízdy na okruhu. Byl k nim připočten i čas pro výměnu baterie s příslušnou četností.

V provozu mohou vlaky vozit maximálně 4 vozíky. Je to z důvodu úzkých cest ve výrobě.

Výpočet kapacity jednoho vlakaře			četnost	5 km/h čas[min]	7 km/h čas[min]
Střední dráha	0,54	[km]	1	6,48	4,63
Přepojení ve výrobě	0,365	[min]	10	3,65	3,65
Rozpojení na nádraží	0,34	[min]	1	0,34	0,34
Připojení na nádraží	0,42	[min]	1	0,42	0,42
Otočení + scan	0,67	[min]	1	0,67	0,67
Složení Hydro a Samikei palet	0,82	[min]	0,1	0,08	0,08
Páskování složených palet	4,41	[min]	0,05	0,22	0,22
Výměna baterie	15	[min]	0,034	0,51	0,51
Čas okruhu se 3 vozíky				12	11
Kapacita vlaku za hodinu (3 boxy)				15	17
Čas okruhu se 4 vozíky				14	12
Kapacita vlaku za hodinu (4 boxy)				17	20

Tab. 10.1 Výpočet kapacity

Maximální rychlost tahače je 10 km/h přičemž ve výpočtu bylo počítáno s rychlostmi 5 km/h a 7 km/h pro zahrnutí rozjezdů a brzdění a možných zdržení na okruhu. Při hodnocení vytíženosti bude rychlost 5 km/h znamenat jakousi pesimistickou variantu a rychlost 7 km/h variantu optimistickou. Ostatní hodnoty z tabulky jsme zjistili měřením na místě, četnost jevů je propočítána.

Z tabulky vidíme, že kapacita se pohybuje při různých variantách mezi 12 a 20 boxy za hodinu na jeden vlak. V dalších výpočtech budeme brát hodnotu **17 boxů za hodinu** jako 100% vytíženosti.

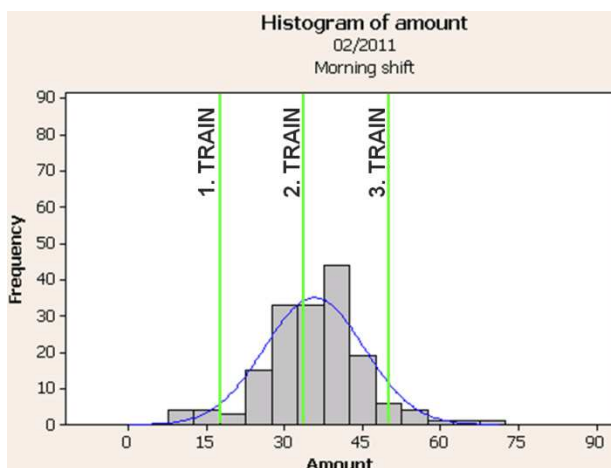
10.3.2 Skutečně přepravované množství na základě dat ze SAP

V této části se snažíme zjistit, jaký počet boxů přepraví vlak nejčastěji. Jako výchozí informace pro tuto část analýzy byla použita data ze systému SAP za měsíce únor, květen, říjen roku 2011. Soubor obsahuje potvrzené objednávky všech dílů, které si objednala výroba za daný časový úsek. Každý řádek souboru obsahuje: Číslo dílu, počet kusů v balení, měrná jednotka, zdrojové místo, cílové místo, cílový fraktál, typ pohybu (objednávka, vracení, přeskladnění), datum potvrzení a místo odkud bylo objednáno (viz příloha č. 4). Data budou dále upravována v MO Excel.

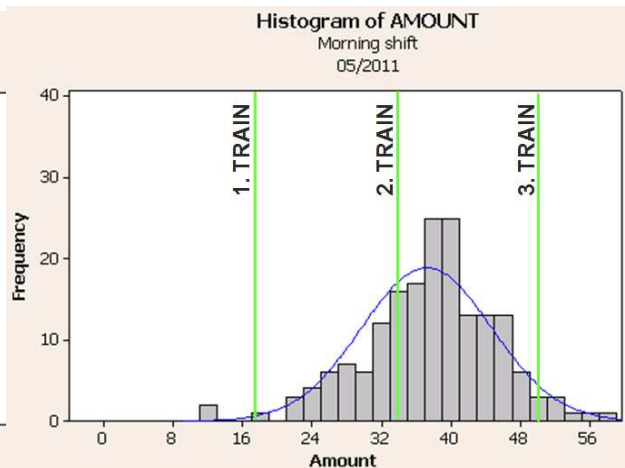
10.3.2.1 Zpracování dat, určení přepravovaného množství

Ze získaných dat ze SAP bylo potřeba vyfiltrovat některé objednávky, a přidat sloupce s údaji o směně, hodině a označení fraktálu. Pomocí kontingenční tabulky jsme získali počet boxů převezených za každou jednu hodinu daný měsíc. Data byla poté převedena do potřebného formátu pro následnou práci. Pomocí statistického programu Minitab jsme zobrazily data pomocí histogramů.

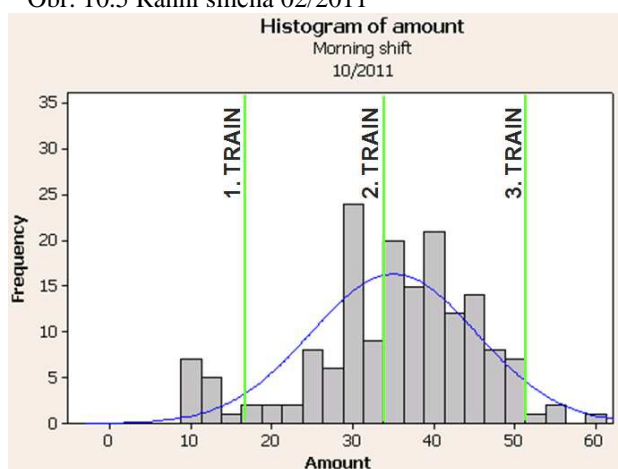
Histogramy použijeme pro zhodnocení procesu, zjištění nejčastěji přepravovaného množství a reálné kapacity současného systému. Na vodorovné ose je vždy počet přepravených boxů za hodinu. Na ose y je frekvence výskytu jevu.



Obr. 10.5 Ranní směna 02/2011



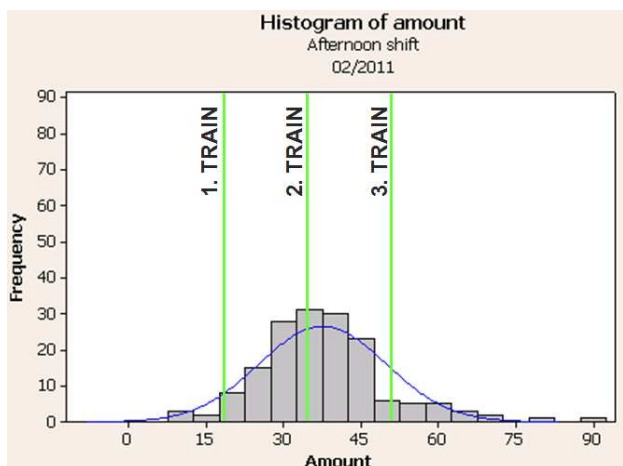
Obr. 10.6 Ranní směna 05/2011



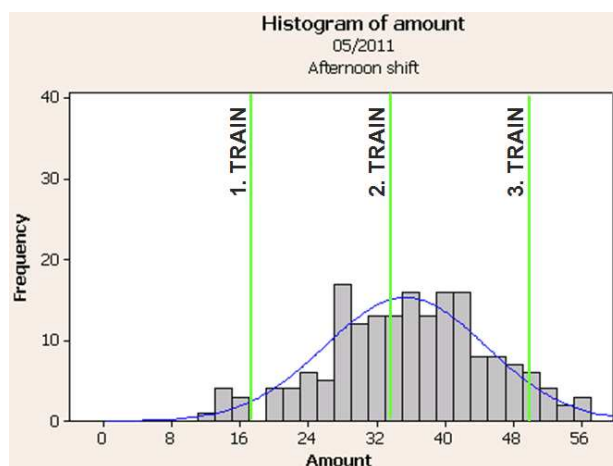
Obr. 10.6 Ranní směna 10/2011

Na obr. 10.5, 10.6, 10.7 vidíme data z ranní směny ze tří měsíců. Z histogramů je vidět jistá nepravidelnost procesu. Proložené křivky ukazují, že maximální kapacita současného systému je cca 60 přepravených boxů za hodinu a nejčastěji přepravované množství je cca 36 b./hodinu. Jako výchozí

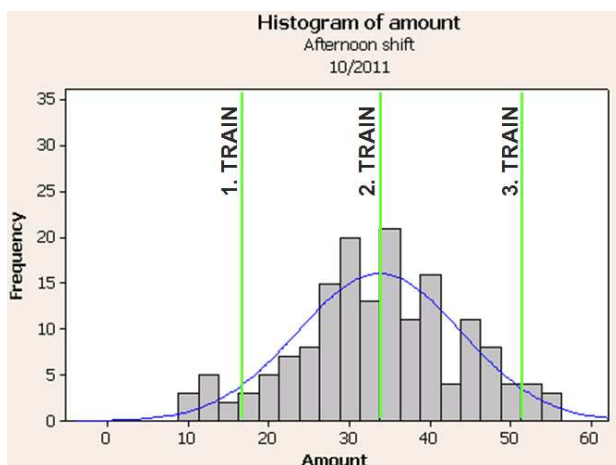
hodnotu pro další výpočet použijeme 90% z kapacity. Tím zahrneme do analýzy 90% případů, které mohou nastat. Pokud bychom použili 100% kapacity, mohlo by při návrhu nového systému dojít k jeho předimenzování. Hodnota ranní směny pro výpočet je tedy **54 boxů** přepravených za hodinu.



Obr. 10.7 Odpolední směna 02/2011



Obr. 10.8 Odpolední směna 05/2011

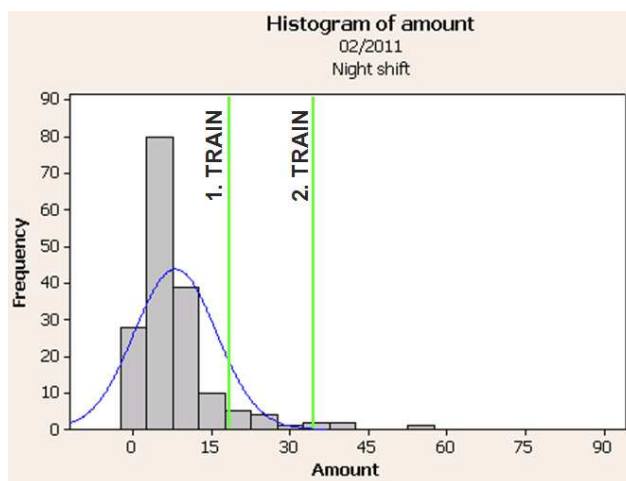


Obr. 10.9 Odpolední směna 10/2011

Na obr. 10.7 a obr. 10.8 jsou vyobrazena data z odpolední směny. Pokud si u levého obrázku odmyslíme sloupce s hodnotami na vodorovné ose nad 45, dostaneme na z obou obrázků kapacitu 40. Hodnotu pro výpočet určíme opět pro 90% případů. Tedy **36 boxů** za hodinu.

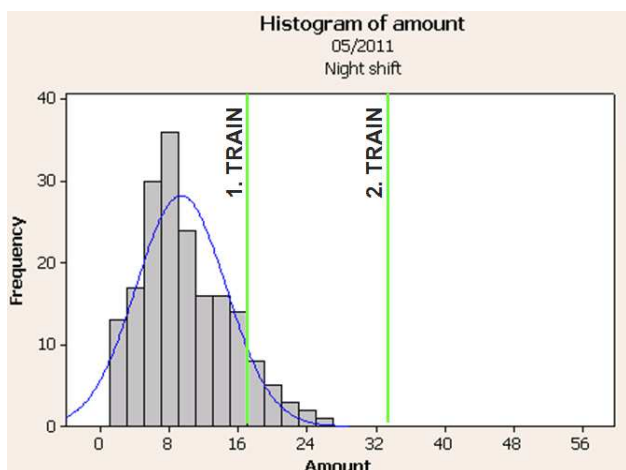
U obr. 10.10 si opět odmyslíme sloupce, které mají na vodorovné ose hodnotu větší než 25. Tím dostaneme kapacitu 22,5. Levý histogram ukazuje kapacitu 16, zprůměrováním těchto hodnot dostáváme výslednou hodnotu 20. Hodnota pro výpočet bude 90%, tedy **18 boxů** za hodinu.

K hodnotám z histogramů je potřeba připočítat i boxy, které nejsou načítány do systému, tzn. odvoz letovaných rámmů k pískovačce, odvoz prázdných malých balení a odvoz šrotovaného hliníku z výroby (viz tab. 10.2). Ve spodní části

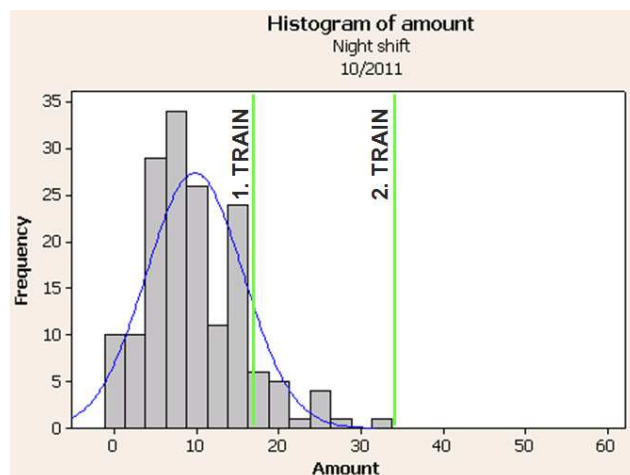


Obr. 10.10 Noční směna 02/2011

tabulky je výpočet vytížení vlaků na jednotlivých směnách. Tabulka ukazuje, jaké může být skutečné přepravené množství při zahrnutí 90% nastalých případů.



Obr. 10.11 Noční směna 05/2011



Obr. 10.12 Noční směna 10/2011

	[boxů/hodinu]		
	ranní	odpolední	noční
Kapacita 90 % -z histogramů	45	36	18
Odvoz šrotovaného hliníku	1	1	1
Odvoz rámu k pískovačce	1,6	1,6	1,6
Odvoz prázdných malých balení	1	1	1
Celkem	48,6	39,6	21,6
Potřeba vlakařů při rychlosti 5 km/h (viz 10.3.1.2.)	2,4	2,0	1,1
Vytíženost tří vlakařů při 5 km/h [%]	81%	66%	36%
Potřeba vlakařů při 7 km/h	2,0	1,7	0,9
Vytíženost tří vlakařů 7 km/h [%]	68%	55%	30%

Tab. 10.2 Výpočet kapacity

10.3.3 Skutečně přepravované množství na základě snímků pracovního dne

10.3.3.1 Obecný popis snímku pracovního dne

Jedná se o celodenní nepřerušené pozorování spotřeby pracovního času během směny. Účelem snímků pracovního dne je především zjistit organizaci práce na pracovišti a potenciální nedostatky, které je možno odstranit.

Rozdělení pracovních snímků používaných v praxi:

- Snímek pracovního dne jednoho pracovníka
- Vlastní snímek pracovního dne
- Snímek pracovního týmu
- Hromadný snímek pracovního dne
- Momentové pozorování – zvláštní druh pracovního snímku

Příprava snímku pracovního dne:

Jako výchozí bod je nutné určit si konkrétní cíl měření, smysl proč budeme měření provádět. Každému rozboru předchází seznámení s konkrétní pracovní činností a pracovištěm. Pro zajištění objektivity a dosažení nezkrivených výsledků je potřeba, aby pracovníci vykonávající sledovanou činnost i jejich nadřízení (mistr, teamleader) byli seznámeni s účelem, cílem sledování. V opačném případě by výsledky nemusely být směrodatné.

Měření probíhá od počátku směny nebo od počátku práce až do skončení směny, práce. Měří se pomocí stopek a hodinek. Obvykle se zaokrouhluje na celé minuty.

10.3.3.2 Skutečně naměřené hodnoty

V této části analýzy byla data sebraná na místě nádraží vlaků, kde jsem zapisoval čas příjezdu a odjezdu vlaku a počet boxů, se kterými vlak přijel a odjel. Všechny tři jsem sledoval najednou, jednalo se tedy o hromadný snímek pracovního dne. Celkem proběhla tři měření v délce, šesti, dvou a jedné hodiny. Měření probíhala na ranních směnách a to ve dnech, kdy byly všechny výrobní linky zásobované vlaky v provozu. Průměrné hodnoty z dvou a jednodílnového měření jsou shodné s nejdelším měřením a potvrzují jejich správnost. V příloze č. 5 se nachází zápisový arch z programu MO Excel.

	Vlak 1	Vlak 2	Vlak 3	Průměr
Celkový čas měření	5:36:00	5:43:00	5:28:00	5:35:40
Celkový počet přepravených boxů	62	51	54	47,67
Průměrně boxů na 1 okruh	1,51	1,45	1,42	1,44
Boxů za hodinu	11,07	8,93	10,49	10,16
Celková doba procesu [min]	7,8	9	15,6	10,8
Vytíženost vlaků při 5 km/h	65%	53%	62%	60%
Vytíženost vlaků při 7 km/h	55%	45%	52%	51%

Tab. 10.3 Snímek pracovního dne

10.3.3.3 Shrnutí výsledků snímku pracovního dne

Zásadní zpráva z měření je, že vlaky jezdí průměrně jen s 1,5 boxem. Mohou přitom jezdit až se čtyřmi. Potom nás nepřekvapí, že průměrný počet přepravených boxů je jen **10** boxů za hodinu. Poslední dva řádky ukazují vytíženosti vlaků v porovnání s vypočtenými kapacitami (viz kap. 10.3.1.2).

10.4 Zhodnocení současné vytíženosti

Z výsledků vyplývá, že nejsou plně využity kapacity systému zavážení. Snímek pracovního dne vykazuje přibližně stejné výsledky jako data ze SAP. Ukazuje se, že i bez větších zásahů do systému můžeme zvýšit jeho vytíženost a to pouze tím, že odebereme vlakaře ze směny.

Z předchozích analýz tedy vyplynulo, že na odpolední a noční směně nejsou tři vlaky plně vytíženy. Na odpolední směně je potenciál na snížení jednoho vlaku a na noční směně by mohl zásobování zvládat pouze jeden vlak. Po zvážení možných potenciálů a negativ byly provedeny celkem tři testy. Dva na odpolední směně, jeden na ranní. Na ranní a odpolední byl odebrán jeden vlak a na noční byly při testu odebrány dva vlaky. U prvního testu nebyly provedeny žádné změny v systému. U zbylých dvou testů byly uplatněny některé z návrhů na optimalizaci z následující kapitoly. Testy jsou pro lepší orientaci řazeny za sebou, i když návrhy na provedené změny jsou obsahem další kapitoly (kap. 10.6).

10.5. Test s odebráním vlaku

10.5.1. První test, odpolední směna

Data byla sbírána stejně jako u snímku pracovního dne (viz kap. 10.3.3.1), tedy zapsán vždy čas odjezdu a příjezdu a počet odvezených či přivezených boxů. Data z testu byla zpracována do tabulky tab. 10.5.

	Vlak 1	Vlak 2	Vlak 3	Průměr
Celkový čas měření	4:04:00	4:09:00	2:10:00	3:25:00
Celkový počet přepravených boxů	81	50	16	49
Průměrně boxů na 1 okruh	2,8	2	2,5	7,3
Boxů za hodinu	19	12	8	13
Celková doba procesu [min]	12	9	22	14
Vytíženost vlaků při 5 km/h	112%	71%	47%	77%
Vytíženost vlaků při 7 km/h	95%	60%	40%	65%

Tab. 10.4 Test s odebráním vlaku

10.5.1.1. Poznámky a hodnocení testu

Během testu byly zaznamenávány nedostatky, které se při testu vyskytly. Test probíhal na odpolední směně od 14 do 18 hodin. Poznámky z testu viz níže.

- nedostatek podvalů
- výroba neskládá zelené zákaznické palety
- vlaky nestíhají odvážet prázdné boxy z výroby

15:16 - musel být povolán 3. vlak - nedostatek podvalů

15:27 - odvolán 3. vlak

15:27 - 20 min skluz od objednání materiálů (běžně 10-15 min.)

16:26 - výroba zastavuje kvůli nedostatku materiálu

- nádraží zastavěno boxy (až 25 vychystaných boxů - podvalu pouze cca 6-8)
- materiál stojí přes hodinu na nádraží!!
- povolán 3 vlak - zůstává až do konce směny

17:32 - situace se uklidňuje na nádraží cca 10 boxů

- stále nedostatek podvalů

18:04 - ustálený stav - zboží má zpoždění 10 od objednávky - průměr

Test nedopadl úspěšně. Z tab. 10.4 je vidět, že vlak 1 byl maximálně vytížený až přetížený a druhý vlak přitom nevyužil plně svých kapacit a po cca dvou hodinách od začátku testu musel být nasazen třetí vlak. Jedna z hlavních příčin může být nedostatek podvalů v oběhu. Manipulanti vzv sice měli připravený materiál na nádraží, ale chyběli podvaly, na které by mohli boxy umístit. Docházelo tak ke zbytečné další manipulaci s materiálem, což způsobovalo zbytečné čekání vlaku na nakládku. Výroba nedodává objednávky plynule (porušení kanbanu) a neskládá některé palety. Bylo zjištěno, že některé pracoviště si objednávají materiál na zbytečně dlouhý čas dopředu a tím dochází k přetížení vlaků. Další možnou příčinou může být i laxní přístup pracovníků skladu (několikrát odjezd z nádraží bez materiálu, i když byl vychystán na podvalech).

10.5.2. Druhý test, odpolední směna

U tohoto testu byly zavedeny některé návrhy na vylepšení z následující kapitoly (kap. 10.6). Vzv vozíky jsou vybaveny bezdrátovými terminály a tiskárnami pro vychystávání materiálu a bylo zavedeno systémové řazení objednávek. V tab. 10.5 jsou zpracovány naměřené hodnoty z testu. Data byla sbírána stejně jako u snímku pracovního dne (viz kap. 10.3.3.1).

	Vlak 1	Vlak 2	Průměr
Celkový čas měření	3:23:00	3:15:00	3:19:00
Celkový počet přepravených boxů	89	85	87
Průměrně boxů na 1 okruh	2	2,7	2,4
Boxů za hodinu	27,81	27,42	27
Celková doba procesu [min]	10	13	11,5
Vytíženost vlaků při 5 km/h	164%	156%	160%
Vytíženost vlaků při 7 km/h	139%	133%	136%

Tab. 10.5 Test s odebráním vlaku 2

10.5.2.1. Poznámky a hodnocení testu

Poznámky k testu:

- na začátku směny nával objednávek ze strany výroby

14:50 – přichystány 12 podvalů s boxy, čeká se na tahač, který by je zavezl do výroby

15:10 – 4 boxy čekají na odvoz již 30 min

- vzv nakládá objednávky ve špatném pořadí

- vlaky nedodrží FIFO, některé boxy čekají na nádraží více než 40 min

- palety jsou špatně označeny

16:00 – nádraží je vyprázdněné, situace se uklidnila

17:10 - nádraží je již 20 minut prázdné

Z tab. 10.5 je vidět, že dva vlaky stihli zavážet materiál do výroby, ale navalením objednávek na začátku směny způsobil, že vlaky byly při stávajícím výpočtu kapacity přetíženy. Test nedopadl úplným neúspěchem, stále se ale jako velký problém ukazuje nerovnoměrnost objednávání ze strany výroby. Jako výsledek testu je vidět, že při zavedení dalších optimalizací je možné na odpolední směně snížit počet vlakařů o jednoho a zvýšit tím vytíženost systému.

10.5.3. Třetí test, ranní směna

Třetí test probíhal na ranní směně. Ranní směna je nejsilnější směna, většina pracovišť jede na maximální výkon. U tohoto testu je už od začátku předpoklad, že dva vlaky nebudou stíhat optimálně zavážet výrobu. Podmínky byly stejné jako u druhého testu, tedy manipulanti mají terminál s tiskárnou samolepek a je zavedeno systémové řazení objednávek. V tab. 10.6 jsou zobrazeny hodnoty z měření. Data byla sbírána stejně jako u snímku pracovního dne (viz kap. 10.3.3.1).

	Vlak 1	Vlak 2	Vlak 3	Průměr
Celkový čas měření	3:29:00	3:40:00	2:00:00	3:03:00
Celkový počet přepravených boxů	70	88	25	61
Průměrně boxů na 1 okruh	2,41	2,75	2,78	2,65
Boxů za hodinu	21,88	24,44	12,50	19,61
Celková doba procesu [min]	15	14	15	14,67
Vytíženost vlaků při 5 km/h	129%	162%	46%	145%
Vytíženost vlaků při 7 km/h	109%	138%	39%	123%

Tab. 10.6 Test s odebráním vlaku 2

10.5.3.1. Poznámky a hodnocení testu

Poznámky k testu:

- Objednávky z výroby přichází až 6:15

7:00 – vychystaný materiál na podvalech stojí na nádraží již 30 minut

7:40 – povolán třetí vlak na výpomoc

- zastavena část výroby z nedostatku materiálu

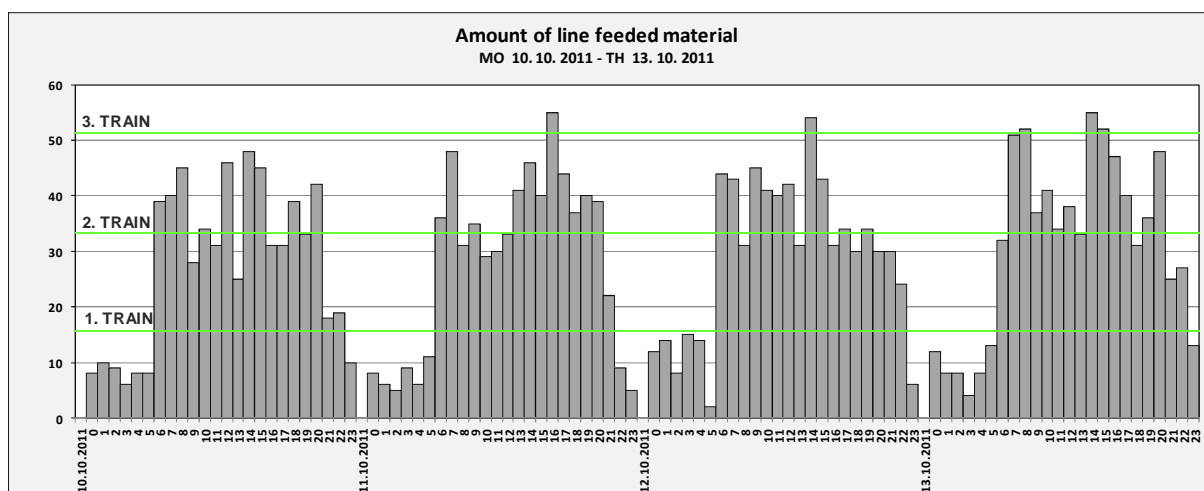
8:00 – enormní nárůst objednávek

8:15 – nádraží je ucpáno vychystanými boxy

Třetí test nedopadl podle předpokladů dobře. Musel být po hodině a půl přivolán třetí vlak. První dva vlaky byly přetíženy i po nasazení třetího vlaku, to bylo způsobeno nakupením objednávek v době, kdy jezdily pouze vlaky dva. Všechny tři testy budou zhodnoceny následující kapitole.

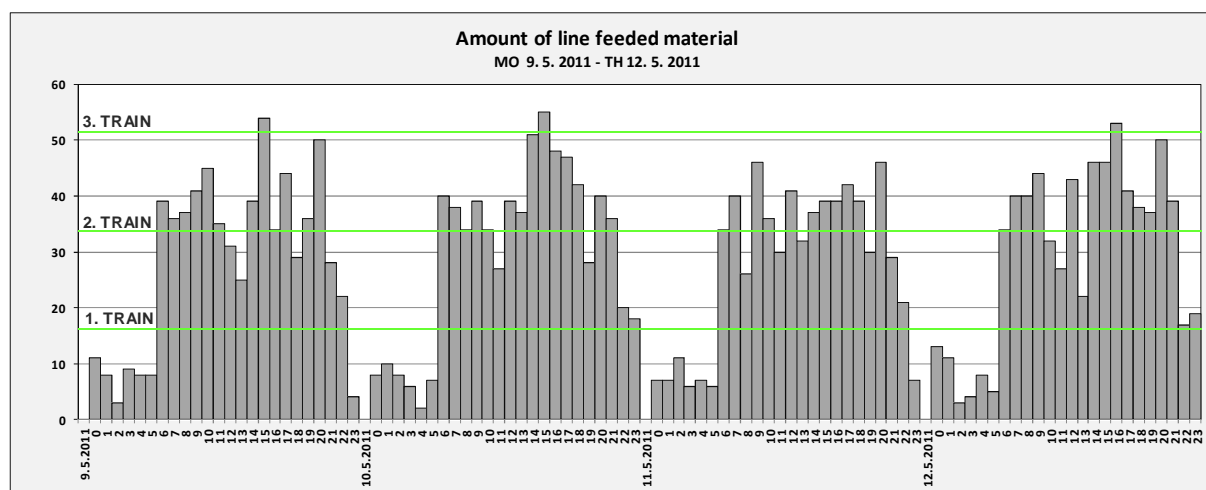
10.5.4. Zhodnocení testů

Z proběhlých testů vyplývá, že pouhé snížení počtu vlaku, bez jakékoli změny v systému nepovede ke kýženému výsledku. V testech se dále ukázalo, že velkým problémem v systému zavážení je nepravidelný tok zakázek z výroby. K lepšímu představení slouží graf na obr. 10.13 a obr. 10.14.



Obr. 10.13 Přehled objednávek za týden 10/2011

Z obou grafů je vidět jak objednávky na dané směně z hodiny na hodinu kolísají a nejsou nijak pravidelné. Tato nepravidelnost má dvě hlavní příčiny.



Obr. 10.14 Přehled objednávek za týden 5/2012

První z nich je nárůst objednávek vždy po začátku směny. Tento nárůst se projevuje u všech tří směn. Toto je způsobeno tím, že lidé na předchozí směně poslední dvě hodiny objednávají pouze materiál, který spotřebují do konce směny. Lidé přicházející na novou směnu pak hned na začátku objednají ze skladu materiál, který jim chybí, plus si naobjednají některé díly na celou směnu, což je porušení kanbanu. Objednávky se pak ve skladu nakupí a vlaky nestíhají zavážet.

Druhá příčina nerovnoměrnosti objednávek jsou časté přestavby, které vůči sobě nejsou nijak koordinovány. Pro sklad přestavba znamená, že musí všechny boxy s materiálem pro aktuální model odvést do skladu a namísto nich přivést materiál pro nový model. Lehce se pak může stát, že v jednu chvíli probíhá přestavba na třech i více pracovištích najednou. To opět znamená nakupení velkého počtu objednávek za krátký časový úsek a sklad opět nestíhá.

Oba problémy je nemožné vyřešit pomocí této práce. V prvním případě by mohlo pomoci proškolení pracovníku na lince a zavedení přísnějších restrikcí na objem objednávaného materiálu. Druhý případ je komplexnější a týká se plánování výroby. Plánování samo o sobě je složité a vstupuje do něj množství dalších parametrů. Ve firmě se plánuje zavedení plánovacího softwaru a větší podpory pro plánovače. To by mohlo v budoucnu pomoci s nivelizováním objednávek a tím i následně zefektivnění logistického systému.

10.6 Návrhy na optimalizaci systému

10.6.1 Stanovení pevné trasy

V příloze č. 3 je zobrazena nově navrhovaná pevná trasa. Určení pevné trasy, nám umožní přeznačit předávací místa a následně vytvořit systém pro řazení objednávek a určení kapacity s přepočítanou drahou (tab. 10.7).

10.6.2 Přeznačení předávacích míst

Doporučujeme rozdělit cílová místa ve výrobě do menších celků, ve stávajícím systému může být označeno několik předávacích míst stejným číslem. Navrhují změnit značení tak, aby vypadalo takto 20x0 xx xx, kde první x zleva udává cílový fraktál (ET-2, EL-3), první dvojčíslí zleva označuje stranu (viz příloha č. 1), druhé dvojčíslí zleva udává pořadí pozice na dané straně. Číslování pozic je při pohledu na přílohu č. 1. provedeno od nejmenšího seshora dolů na svislých stranách 6 a 1, od nejmenšího odspoda nahoru na svislých stranách 3 a 4 a zleva doprava na vodorovných stranách. Označení 2020-03-01 tedy znamená: určeno do ET fraktálu na stranu č. 3 (viz příloha č. 3) na pozici nejbližší k administrativní části.

			četnost	čas[min] 5 km/h	čas[min] 7 km/h
Střední dráha	0,54	[km]	1	6,48	4,63
Přepojení ve výrobě	0,365	[min]	6	2,19	2,19
Rozpojení na nádraží	0,34	[min]	1	0,34	0,34
Připojení na nádraží	0,42	[min]	1	0,42	0,42
Otočení + scan	0,67	[min]	1	0,67	0,67
Složení Hydro a Samikei palet	0,82	[min]	0,1	0,08	0,08
Páskování složených palet	4,41	[min]	0,02	0,09	0,09
Výměna baterie	15	[min]	0,034	0,51	0,51
Celkem				10,78	8,93
Kapacita při 3 boxech na okruh				17	20
Kapacita při 4 boxech na okruh (k času připočteny dvě přepojení ve výrobě)				21	25

Tab. 10.7 Výpočet nové kapacity

10.6.3 Změna v systému přijímání objednávek

Navrhujeme systém na přijímání a zpracování objednávek. V současné době si manipulanti vzv vyzvedávají objednávky v papírové podobě. Po změně by manipulanti byli vybaveni bezdrátovým terminálem s tiskárnou, obdobně jako je tomu u Malých vlaků (viz kap. 9.4).

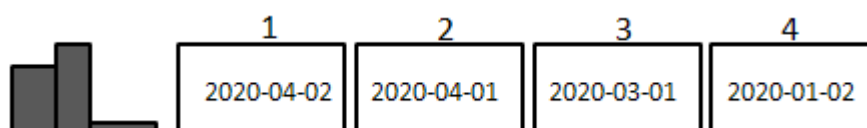
Objednávky by viděli online na displeji, dal by se také vytvořit systém pro řazení objednávek. Manipulanti vzv by ušetřili čas za jízdu ke kanceláři skladu, kde si vyzvedávali objednávky.

10.6.4 Změna v systému řazení objednávek

Chceme, aby řazení vozíků za tahačem vypadalo tak, že poslední vozík byl odpojen jako první, předposlední jako druhý atd. Strany a pozice jsou očíslovány ve směru trasy od nejmenšího po největší. Nejbližší pozice má tedy nejmenší hodnotu. Podle tohoto nového značení můžeme určit systém řazení objednávek. Zavedeme řazení objednávek na základě posledního čtyřčíslí z čísla pozice (viz obr. 10.15), číslování vozíků je zobrazeno na obr. č. 10.16.

čas	číslo mat.	předávací místo	čas	číslo mat.	předávací místo	č. vozíku
6:43:39	11	2020-04-01	6:46:24	T9001	2020-01-02	4
6:43:39	A01	2020-04-02	6:46:24	T542	2020-03-01	3
6:46:24	T9001	2020-01-02	6:43:39	11	2020-04-01	2
6:46:24	T542	2020-03-01	6:43:39	A01	2020-04-02	1
6:46:33	A013	2020-01-02	6:46:33	A013	2020-01-02	4
6:53:46	L50	2020-01-04	7:18:59	73	2020-01-02	3
7:05:37	220	2020-05-01	6:53:46	L50	2020-01-04	2
7:18:59	73	2020-01-02	7:05:37	220	2020-05-01	1

Obr. 10.15 Nový systém řazení objednávek



Obr. 10.16 Označení vozíků

10.6.5 Nastavení pravidel pro vlakaře

Zvýšit disciplínu vlakařů tak, aby pokaždé z nádraží odjížděli s minimálně třemi boxy i za cenu malého čekání a z výroby se vracely s co největším počtem prázdných boxů (max. 4).

10.6.5 Snížení počtu pracovních pozic

Při novém systému řazení objednávek předpokládáme, že vlaky budou jezdit se třemi boxy. Pokud budeme uvažovat rychlost vlaku 7 km/h, dostaneme se ke kapacitě **20 boxů/hod/vlak**. S rychlostí 7 km/h bylo počítáno i u analýzy Malých vlaků (viz kap. 9.) a optimalizace proběhla úspěšně, proto v tomto případě budeme uvažovat stejnou rychlost.

Na základě porovnání skutečných hodnot za SAP (kap. 10.3.2.1) a nově vypočtené kapacity je navrženo **odebrat** jednoho **vlakaře** z odpolední směny a dva z noční směny. Taktéž je navrhováno odebrat manipulanty vzv, jednoho z odpolední směny a dva z noční. Takto bychom snížili celkový počet pracovníků o pět lidí. Předpokládaná úspora viz tab. 10.7.

Jednou z možností zvýšení kapacity by mohlo být **přidání** pátého **vozíku** za tahač. I tato možnost byla uvažována, avšak po testech proběhnutých na stávajících i upravených vozících se zjistilo, že rádius uliček je moc malý a proto to nemůže být realizováno.

PŘED				PO			
počet		náklady/rok/ jednotku	celkové náklady/rok	počet		náklady/rok/ jednotku	celkové náklady/rok
18	pracovník	€ 15 000	€ 270 000	13	pracovník	€ 15 000	€ 195 000
Celkové náklady za rok			€ 270 000	Celkové náklady za rok			€ 195 000
Celková roční úspora € 75 000							

Tab. 10.8 Předpokládaná úspora

11. Závěr

Praktická část práce je rozdělena na dvě hlavní části. Pro každou část byl použit jiný způsob vyhodnocení výsledků a následného návrhu řešení. Což je dáno odlišností jednotlivých pracovních úseků. V první části tzv. Malé vlaky, byl popsán způsob analýzy, hlavní cíle projektu a následně návrh nového systému. V této části došlo ke snížení plýtvání s časem pracovníků, zjednodušení celého systému a jeho ustálení. Tento způsob řešení není příliš obvyklý a mohl být zaveden díky využití prostorového uspořádání podniku. Systém je také sledovatelný v aktuálním čase. Pomocí transakce v SAP je možno nechat si vypsat seznam všech otevřených i uzavřených objednávek a nechat si je seřadit podle různých kritérií. Snadno se tak pozná, jestli je systém v dané chvíli stabilní, např. jestli není zpoždění mezi objednávkou a dodávkou příliš velké, jestli výroba nestojí kvůli materiálu, atd. V druhé části bylo v analýze Velkých vlaků zjištěno, že vlaky nejsou plně využity. Bylo navrženo ustálení pevné trasy a byl navrhnout algoritmus pro řazení objednávek. Dále bylo navrženo snížení počtu pracovníků (vlakařů a manipulantů vzv) na odpolední (1+1) a noční směně (2+2). Toto snížení pracovníků by mělo proběhnout současně s vybavením manipulantů bezdrátovými terminály, úpravou přijímání objednávek a stanovením fixních tras. Vlakaři musí dodržovat pravidla, tzn. jezdit do výroby s maximálním počtem balení i za cenu malého čekání. Dosažení tohoto stavu bude však v praxi složité a to z důvodu nerovnoměrnosti objednávek z výroby a nerovnoměrném plánu výroby.

V každé části jsme se při optimalizaci zaměřili na odlišný výsledek. U všech zásobovacích procesů nám však šlo o to, abychom danou činnost ustálili v čase tak, aby nevykazovala náhlé výkyvy či nevyváženost. U všech procesů jsme se snažili zvýšit vytíženost pracovníků. Výsledek optimalizace tzv. Malých vlaků je celková předpokládaná roční úspora € 50 760 U Velkých vlaků byla vypočítána roční úspora € 75 000 Úspor bude dosaženo ukončením pronájmu manipulační techniky a snížením počtu manipulantů na směnu. V obou případech nejsou do úspor zahrnuty případné náklady na změnu systému, proto je nutné brát hodnoty s rezervou. Předpokládané náklady by však měly být jen zlomek z celkových úspor a návratnost by tak měla být do jednoho roku.

SEZNAM TABULEK A OBRÁZKŮ:

Obr. 1.1 Řídící systém firmy Behr	1
Obr. 4.1 Rozdělení dopravy	4
Obr. 5.2 Tahač s přívěsy.....	7
Obr. 5.1 Kolejový vozík.....	7
Obr. 5.3 Paletový vozík.....	8
Obr. 5.4 Vychystávací vozík - picker.....	8
Obr. 5.5 Boční zakladač	8
Obr. 5.4 Vysokozdvizný vozík.....	8
Obr. 5.7 Speciální portálový vozík.....	9
Obr. 5.6 Vzv na vodík	9
Obr. 5.8 Speciální vozík.....	9
Obr. 7.2. S dvěma vrcholy.....	12
Obr. 7.1. Zvonovitý.....	12
Obr. 7.4 S odlehlými hodnotami	12
Obr. 7.3 Plochý.....	12
Obr. 7.6 Useknutý	12
Obr. 7.5 Zešikmený graf	12
Obr. 8.2 Zastávka u předávacího místa	13
Obr. 8.1 Mutli-packy.....	13
Obr. 8.4 KS vlak.....	14
Obr. 8.3 Velký vlak	14
Obr. 8.5 Gitter box na podvalu.....	14
Obr. 9.1 Etiketa označující malé balení	15
Obr. 9.2 Schéma celého procesu	16
Obr. 9.3 Histogram – počet přepravených malých balení za hodinu (07/2010)	17
Tab. 9.1 Tabulka vypočtených časů pro vlak a pickera	18

Tab. 9.2 Tabulka vypočtených časů pro vlak.....	19
Tab. 9.3 Tabulka kapacity vlaku	19
Obr. 9.4 Schéma procesu po optimalizaci.....	20
Tab. 9.4 Schéma procesu po optimalizaci.....	21
Obr. 10.1 Nádraží velkých vlaků	21
Obr. 10.2 Vychystávání velkých boxů	21
Obr. 10.3 Kanban karta	22
Tab. 10.1 Výpočet kapacity.....	23
Obr. 10.6 Ranní směna 05/2011	25
Obr. 10.5 Ranní směna 02/2011	25
Obr. 10.6 Ranní směna 10/2011	25
Obr. 10.7 Odpolední směna 02/2011	26
Obr. 10.8 Odpolední směna 05/2011	26
Obr. 10.9 Odpolední směna 10/2011	26
Obr. 10.10 Noční směna 02/2011.....	26
Obr. 10.11 Noční směna 05/2011.....	27
Obr. 10.12 Noční směna 10/2011.....	27
Tab. 10.2 Výpočet kapacity.....	27
Tab. 10.3 Snímek pracovního dne.....	29
Tab. 10.4 Test s odebráním vlaku	30
Tab. 10.5 Test s odebráním vlaku 2	31
Tab. 10.6 Test s odebráním vlaku 2	32
Obr. 10.13 Přehled objednávek za týden 10/2011	33
Obr. 10.14 Přehled objednávek za týden 5/2012	34
Tab. 10.7 Výpočet nové kapacity.....	35
Obr. 10.15 Nový systém řazení objednávek	36
Obr. 10.16 Označení vozíků.....	36

Tab. 10.8 Předpokládaná úspora 37

POUŽITÁ LITERATURA:

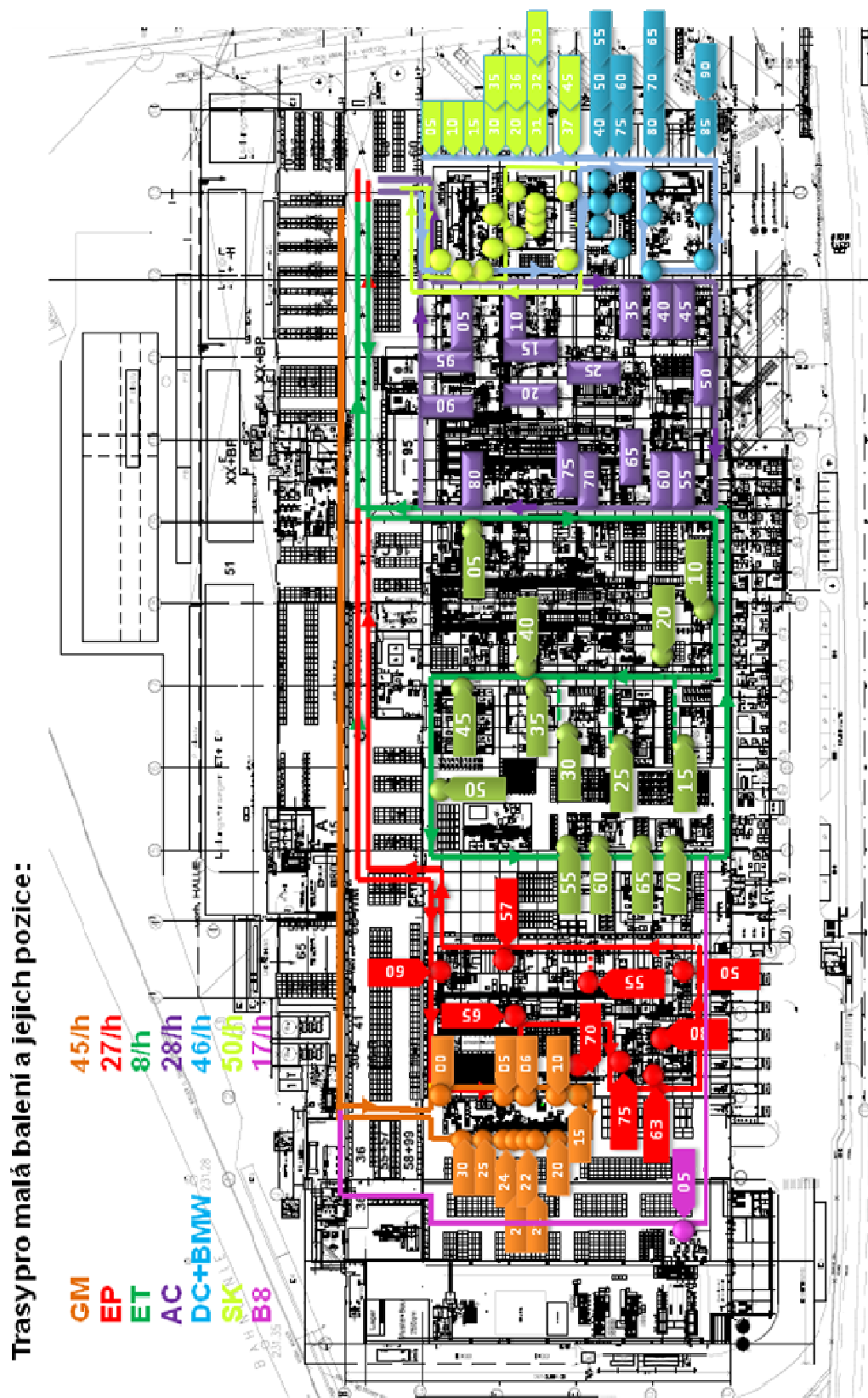
- [1] HOSNEDL, S., KRÁTKÝ, J.: *Příručka Strojního strojního inženýra 1*. Brno: Computer Press, 1999
- [2] NĚMEJC, J.: *Projektování manipulace s materiálem*. Plzeň: ZČU, 1998
- [3] STANĚK, J.: *Základy stavby dopravní a manipulační techniky*. (přednášky) Plzeň: ZČU, 2010
- [4] HORVÁT, G.: *Logistika ve výrobním podniku*. Plzeň: ZČU, 2007
- [5] PERNICA, P.: *Logistika pro 21. století*. Praha: Radix, 2005
- [6] MINISTERSTVO VŠEOBECNÉHO A TĚŽKÉHO STROJÍRENSTVÍ.: *Metodika normování výkonu ve strojírenství*. Praha: Mír, 1963
- [7] LIKER K., L.: *Tak to dělá Toyota*. Praha: Management Press, 2010
- [8] Chaloupka, Jiří. *Ing. Jiří Chaloupka | konzultant kvality* [online]. ČR: 2008-2010[19.4.2011] <<http://www.chaloupka-kvalita.cz/>>
- [9] Ikvalita.cz. WWW.IKVALITA.CZ – Hlavní strana – ŘÍZENÍ JAKOSTI [online]. ČR: 2005-2009[19.4.2011] <<http://www.ikvalita.cz/>>
- [10] Jungheinrich. *Jungheinrich(ČR) – Manipulační technika, logistika*[online]. ČR: 2011[9.2.2011] <http://www.jungheinrich.cz/>
- [11] Still GMBH. *STILL Česká Republika: Česká Republika* [online]. ČR: 2011 [9.5.2011] <<http://www.still.cz/>>
- [12] Podkladový materiál (výkresy, katalogy, apod.) poskytnutý firmou BEHR Czech s.r.o.

SEZNAM PŘÍLOH:

Příloha č. 1 Lay-out závodu - tras původního konceptu pro malé balení.....	1
Příloha č. 2 Lay-out závodu - tras nového konceptu pro malé balení.....	2
Příloha č. 3 Lay-out pro velké balení a KS vlak.....	3
Příloha č. 4 Ukázka výchozích dat ze systému SAP.....	4
Příloha č. 5 Ukázka naměřených hodnot ze snímku pracovního dne.....	5

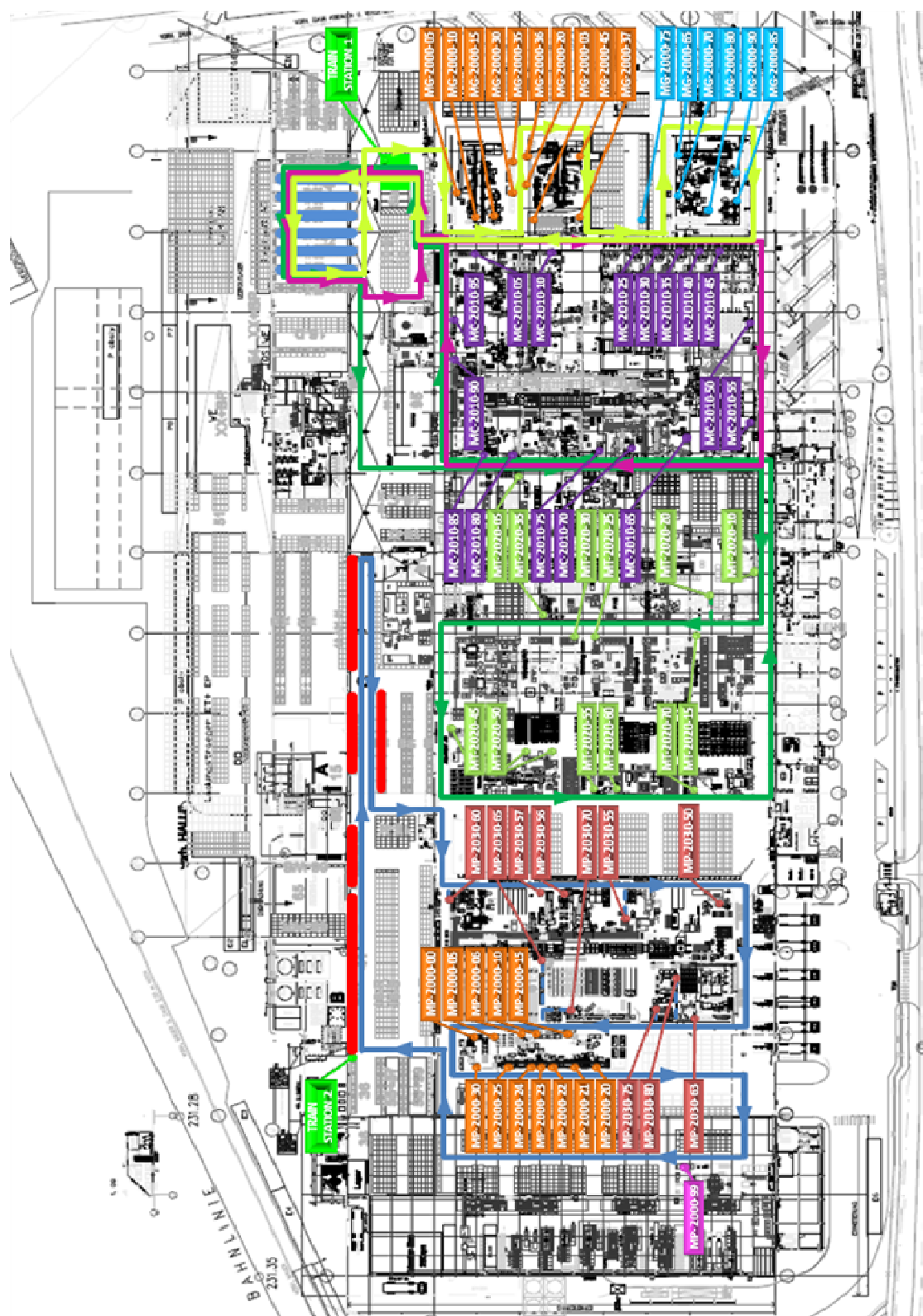
Příloha č. 1

Lay-out celého závodu BEHR s vyznačením tras původního konceptu pro malé balení.



Příloha č. 2

Lay-out celého závodu BEHR s vyznačením tras nové ho konceptu pro malé balení.



Příloha č. 4

Ukázka výchozích dat ze systému SAP pro analýzu vytíženosti

1	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
1	Typ	Zdrojišisko	Jedn.zdroj.sk.	Materiál	Požad.září.nož	Záklaoni.MJ	Typ	Ch.sklad.místo	Cilová skl.jedn.	Sklad	Datum potvr.	ČasPotvrz	Uživatel	hodina	linie	směna
2	30 A-39-03		172684687	E9325	40.800,000	KS	201 BC-2010-15	201 BC-2010-15	172684687	1000	1.9.2010	0:52:49	CZMHSC011	0	AC	Night
3	20 A-211/2		172535994	KS	48.630,000	KS	203	1.1.2030	172535994	1000	1.9.2010	0:58:35	CZMHSC003	0	EL	Night
4	33 73-26-04		1710211	9778001	1.071,000	KS	202	1.1.2020	171021901	1000	1.9.2010	1:04:41	CZMHSC003	1	ET	Night
5	33 70-12-05		171794	9017	1.743,000	KS	202	1.1.2020	171794386	1000	1.9.2010	1:05:55	CZMHSC003	1	ET	Night
6	20 K-24/2		171942	1295	7.249,000	KS	202	1.1.2020	171942483	1000	1.9.2010	1:32:43	CZMHSC003	1	ET	Night
7	30 A-31-03		1727311	7901001	26.880,000	KS	201 BC-2010-85	201 BC-2010-85	172731842	1000	1.9.2010	1:41:15	CZMHSC011	1	AC	Night
8	30 A-39-04		172684	9325	40.800,000	KS	201 BC-2010-05	201 BC-2010-05	172684688	1000	1.9.2010	1:41:19	CZMHSC011	1	AC	Night
9	33 73-29-04		1710211	9778001	1.053,000	KS	202	1.1.2020	171021902	1000	1.9.2010	1:51:37	CZMHSC003	1	ET	Night
10	21 HE-13		172577	7628001	16 KS	16 KS	200 BD-2000-10	200 BD-2000-10	172577265	1000	1.9.2010	1:52:08	CZMHGU415	1	AM	Night
11	21 HE-13		172577	7628001	16 KS	16 KS	200 BD-2000-10	200 BD-2000-10	172577248	1000	1.9.2010	1:52:08	CZMHGU415	1	AM	Night
12	21 HE-13		172577	7628001	16 KS	16 KS	200 BD-2000-10	200 BD-2000-10	172577238	1000	1.9.2010	1:52:09	CZMHGU415	1	AM	Night
13	21 HE-13		172576	7628001	16 KS	16 KS	200 BD-2000-10	200 BD-2000-10	172576908	1000	1.9.2010	1:52:10	CZMHGU415	1	AM	Night
14	21 HE-13		172576	7628001	16 KS	16 KS	200 BD-2000-10	200 BD-2000-10	172576882	1000	1.9.2010	1:52:11	CZMHGU415	1	AM	Night
15	21 HE-13		172576	7628001	16 KS	16 KS	200 BD-2000-10	200 BD-2000-10	172576707	1000	1.9.2010	1:52:11	CZMHGU415	1	AM	Night
16	21 HE-13		172576	7628001	16 KS	16 KS	200 BD-2000-10	200 BD-2000-10	172576689	1000	1.9.2010	1:52:12	CZMHGU415	1	AM	Night
17	21 HE-13		172576	7628001	16 KS	16 KS	200 BD-2000-10	200 BD-2000-10	172576687	1000	1.9.2010	1:52:13	CZMHGU415	1	AM	Night
18	21 HE-13		172576	7628001	16 KS	16 KS	200 BD-2000-10	200 BD-2000-10	172576463	1000	1.9.2010	1:52:13	CZMHGU415	1	AM	Night
19	21 HE-13		172576	7628001	16 KS	16 KS	200 BD-2000-10	200 BD-2000-10	172576452	1000	1.9.2010	1:52:14	CZMHGU415	1	AM	Night
20	21 HE-13		172576	7628001	16 KS	16 KS	200 BD-2000-10	200 BD-2000-10	172576418	1000	1.9.2010	1:52:15	CZMHGU415	1	AM	Night
21	21 HE-13		172576	7628001	16 KS	16 KS	200 BD-2000-10	200 BD-2000-10	172576152	1000	1.9.2010	1:52:16	CZMHGU415	1	AM	Night
22	921 TRANSFER		171228	0155	1.414,000	KS	33 72-06-04	33 72-06-04	171228389	1000	1.9.2010	1:59:32	CZMHGU910	1	#N/A	Night
23	921 TRANSFER		172695	0155	500 KS	500 KS	33 72-15-04	33 72-15-04	172695916	1000	1.9.2010	2:00:07	CZMHGU910	2	#N/A	Night
24	921 TRANSFER		172436	7572	250 KS	250 KS	33 71-03-05	33 71-03-05	172436722	1000	1.9.2010	2:00:30	CZMHGU910	2	#N/A	Night
25	921 TRANSFER		172768	5005	60 KS	60 KS	50 XC-01/2	50 XC-01/2	172766500	1000	1.9.2010	2:04:08	CZMHGU910	2	#N/A	Night
26	921 TRANSFER		172598	2434	300 KS	300 KS	30 M-01-04	30 M-01-04	172598551	1000	1.9.2010	2:05:39	CZMHGU910	2	#N/A	Night
27	921 TRANSFER		170484	8606001	750 KS	750 KS	33 73-30-04	33 73-30-04	170484102	1000	1.9.2010	2:06:21	CZMHGU910	2	#N/A	Night
28	921 TRANSFER		169487	8603003	430 KS	430 KS	33 72-23-04	33 72-23-04	169487528	1000	1.9.2010	2:07:37	CZMHGU910	2	#N/A	Night
29	21 HF-24		172638	0392001	245 KS	245 KS	200 BD-2000-10	200 BD-2000-10	172636940	1000	1.9.2010	2:15:34	CZMHGU415	2	AM	Night
30	21 HF-24		172631	0392001	245 KS	245 KS	200 BD-2000-10	200 BD-2000-10	172631746	1000	1.9.2010	2:15:35	CZMHGU415	2	AM	Night
31	31 KR-29-03		172538	152031	80 KS	80 KS	202	1.12.2020	172538597	1000	1.9.2010	2:30:58	CZMHSC003	2	ET	Night
32	33 72-18-05		169825	3705	5.178,000	KS	202	1.1.2020	169825709	1000	1.9.2010	2:31:50	CZMHSC003	2	ET	Night
33	30 M-15-03		171851	4754	1.000,000	KS	252	1.1.2020	171851466	1000	1.9.2010	2:37:26	CZMHSC003	2	ET	Night
34	33 62-12-04		172714	1827001	1.800,000	KS	202	1.1.2020	172714581	1000	1.9.2010	2:44:08	CZMHSC003	2	ET	Night
35	30 W-12-04		170787	4190	150 KS	150 KS	202	1.1.2020	170787734	1000	1.9.2010	2:44:08	CZMHSC003	2	ET	Night
36	20 B-01/1		172714	4181001	850 KS	850 KS	202	1.1.2020	172714603	1000	1.9.2010	2:50:47	CZMHSC003	2	ET	Night
37	33 73-27-01		172082	8259	300 KS	300 KS	202	1.1.2020	172082274	1000	1.9.2010	2:52:24	CZMHSC003	2	ET	Night
38	30 A-40-01		171424	0366	1.090	KG	252	1.1.2020	171424627	1000	1.9.2010	3:33:40	CZMHSC011	3	ET	Night
39	30 A-38-04		172731	4808	23.520,000	KS	201 BC-2010-80	201 BC-2010-80	172731844	1000	1.9.2010	3:33:47	CZMHSC011	3	AC	Night
40	30 A-33-03		172749	9325	40.800,000	KS	201 BC-2010-90	201 BC-2010-90	172749164	1000	1.9.2010	3:33:50	CZMHSC011	3	AC	Night
41	21 HE-19		172754	7630001	18 KS	18 KS	200 BD-2000-10	200 BD-2000-10	172754109	1000	1.9.2010	3:45:02	CZMHGU415	3	AM	Night
42	21 HE-19		172754	7630001	18 KS	18 KS	200 BD-2000-10	200 BD-2000-10	172754087	1000	1.9.2010	3:45:03	CZMHGU415	3	AM	Night
43	21 HE-19		172752	7630001	18 KS	18 KS	200 BD-2000-10	200 BD-2000-10	172752952	1000	1.9.2010	3:45:04	CZMHGU415	3	AM	Night
44	21 HE-19		172752	7630001	18 KS	18 KS	200 BD-2000-10	200 BD-2000-10	172752048	1000	1.9.2010	3:45:04	CZMHGU415	3	AM	Night
45	21 HE-19		172750	7630001	18 KS	18 KS	200 BD-2000-10	200 BD-2000-10	172750154	1000	1.9.2010	3:45:05	CZMHGU415	3	AM	Night
46	21 HE-19		172748	7630001	18 KS	18 KS	200 BD-2000-10	200 BD-2000-10	172748514	1000	1.9.2010	3:45:06	CZMHGU415	3	AM	Night
47	33 72-24-04		171228	9778001	1.041,000	KS	202	1.1.2020	171228355	1000	1.9.2010	3:45:06	CZMHSC003	3	ET	Night
48	20 A-2223		170484	1827001	2.243,000	KS	202	1.1.2020	170484073	1000	1.9.2010	3:45:13	CZMHSC003	3	ET	Night
49	21 LD-19		172569	8628001	76 KS	76 KS	200 BD-2000-10	200 BD-2000-10	172569761	1000	1.9.2010	3:45:48	CZMHGU415	3	AM	Night
50	21 LD-19		172569	8628001	76 KS	76 KS	200 BD-2000-10	200 BD-2000-10	172569744	1000	1.9.2010	3:45:49	CZMHGU415	3	AM	Night

Příloha č. 5

Ukázka naměřených hodnot ze snímku pracovního dne

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1										
2						Snímek pracovního dne: 3.12.2010				
3		Vlak č. 1 :				Pracoviště: Nádraží velkých vlaků				
4										
5										
6		Okruh/sklad	Odjezd/ příjezd	Počet boxů	Poznámka	čas1	čas2	Doba na okruhu [min]	Doba na nádraží [min]	Doba okruhu na 1 box
7	1	Na okruhu	Odjel s	1	AI	8:34:00	8:43:00	0:09:00		0:03:00
8		Na nádraží	Přijel s	2		8:43:00	8:46:00		0:03:00	
9	2	Na okruhu	Odjel s	2		8:46:00	9:00:00	0:14:00		0:04:40
10		Na nádraží	Přijel s	1		9:00:00	9:06:00		0:06:00	
11	3	Na okruhu	Odjel s	3		9:06:00	9:14:00	0:08:00		0:01:09
12		Na nádraží	Přijel s	4		9:14:00	9:21:00		0:07:00	
13	4	Na okruhu	Odjel s	2		9:21:00	9:27:00	0:06:00		0:02:00
14		Na nádraží	Přijel s	1		9:27:00	9:30:00		0:03:00	
15	5	Na okruhu	Odjel s	1		9:30:00	9:31:00	0:01:00		0:01:00
16		Na nádraží	Přijel s	0		9:31:00	9:32:00		0:01:00	
17	6	Na okruhu	Odjel s	1		9:32:00	9:40:00	0:08:00		0:08:00
18		Na nádraží	Přijel s	0		9:40:00	9:41:00		0:01:00	
19	7	Na okruhu	Odjel s	0		9:41:00	9:44:00	0:03:00		0:01:30
20		Na nádraží	Přijel s	2		9:44:00	9:47:00		0:03:00	
21	8	Na okruhu	Odjel s	2		9:47:00	9:52:00	0:05:00		0:00:50
22		Na nádraží	Přijel s	4	4 prazd. Podvaly	9:52:00	9:52:00		0:00:00	
23	9	Na okruhu	Odjel s	0		9:52:00	9:56:00	0:04:00		0:04:00
24		Na nádraží	Přijel s	1		9:56:00	10:00:00		0:04:00	
25	10	Na okruhu	Odjel s	0		10:00:00	10:04:00	0:04:00		0:01:20
26		Na nádraží	Přijel s	3		10:04:00	10:05:00		0:01:00	
27	11	Na okruhu	Odjel s	0		10:05:00	10:14:00	0:09:00		0:09:00
28		Na nádraží	Přijel s	1		10:14:00	10:15:00		0:01:00	
29	12	Na okruhu	Odjel s	0		10:15:00	10:22:00	0:07:00		0:01:45
30		Na nádraží	Přijel s	4	4 prazd. Podvaly	10:22:00	10:22:00		0:00:00	
31	13	Na okruhu	Odjel s	0		10:22:00	10:26:00	0:04:00		0:02:00
32		Na nádraží	Přijel s	2	2 prazd. Podvaly	10:26:00	10:27:00		0:01:00	
33	14	Na okruhu	Odjel s	0		10:27:00	10:31:00	0:04:00		
34										
35										
36				Počet boxů		Doba měření :		Doba na okruhu [min]	Doba na nádraží [min]	Doba okruhu na 1 box [min]
37		Celkem:		37		1:57:00		1:26:00	0:31:00	0:40:14
38		Průměr :		1,37				0:06:09	0:02:23	0:03:06
39										
40		Celkem/2 :		18,5						