



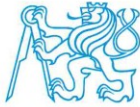
**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE**  
**FAKULTA DOPRAVNÍ**

Bc. Zbyněk Malý

Návrh implementace logistického systému Just in  
Sequence pro výrobní linku

Diplomová práce

**2016**



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta dopravní  
d ě k a n

Konviktská 20, 110 00 Praha 1

**K617 ..... Ústav logistiky a managementu dopravy**

## **ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE** (PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení studenta (včetně titulů):

**Bc. Zbyněk Malý**

Kód studijního programu a studijní obor studenta:

**N 3710 – LO – Logistika, technologie a management dopravy**

Název tématu (česky): **Návrh implementace logistického systému Just in Sequence pro výrobní linku**

Název tématu (anglicky): Just in Sequence Logistics System Implementation in Manufacturing

### **Zásady pro vypracování**

Při zpracování diplomové práce se řiďte osnovou uvedenou v následujících bodech:


- Logistika výrobního procesu a technologie Just in Sequence (JIS)
- Analýza současného systému výroby ve společnosti Kostal CR, spol. s.r.o.
- Návrh implementace systému JIS na konkrétní projekt
- Návrh materiálového toku na principu JIS
- Zhodnocení a srovnání navrhovaného systému s jinými technologiemi


- Rozsah grafických prací: podle pokynů vedoucího diplomové práce
- Rozsah průvodní zprávy: minimálně 55 stran textu (včetně obrázků, grafů a tabulek, které jsou součástí průvodní zprávy)
- Seznam odborné literatury: LUKOSZOVÁ, X. Logistické technologie v dodavatelském řetězci. Ekopress, 2012  
PERNICA, P. Logistika pro 21. století. Radix, 2005, s. 1096-1698.


Vedoucí diplomové práce: **Ing. Tomáš Horák, Ph.D.**

Datum zadání diplomové práce: **30. června 2015**  
(datum prvního zadání této práce, které musí být nejpozději 10 měsíců před datem prvního předpokládaného odevzdání této práce vyplývajícího ze standardní doby studia)

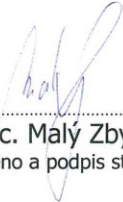
Datum odevzdání diplomové práce: **1. června 2016**  
a) datum prvního předpokládaného odevzdání práce vyplývající ze standardní doby studia a z doporučeného časového plánu studia  
b) v případě odkladu odevzdání práce následující datum odevzdání práce vyplývající z doporučeného časového plánu studia

  
.....  
doc. Ing. Lukáš Týfa, Ph.D.  
vedoucí  
Ústavu logistiky a managementu dopravy

  
.....  
prof. Dr. Ing. Miroslav Svítek, dr. h. c.  
děkan fakulty



Potvrzuji převzetí zadání diplomové práce.

  
.....  
Bc. Malý Zbyněk  
jméno a podpis studenta

V Praze- dne .....30. června 2015

## PODĚKOVÁNÍ


Rád bych poděkoval vedoucímu práce Ing. Tomáši Horákovi, Ph.D. a Ing. Martinu Vozkovi ze společnosti KOSTAL CR, spol. s r. o. za poskytnutí informací a podnětné rady při tvorbě této práce. Za podporu při mém dosavadním studiu bych rovněž velice rád poděkoval svým rodičům.

## PROHLÁŠENÍ

Nemám závažný důvod proti užívání tohoto školního díla ve smyslu § 60 Zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon).

Prohlašuji, že jsem předloženou práci vypracoval samostatně a že jsem uvedl veškeré použité informační zdroje v souladu s Metodickým pokynem o dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací.

V Praze dne 30. dubna 2016

  
.....  
Podpis

**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE**  
**FAKULTA DOPRAVNÍ**

**Návrh implementace logistického systému Just in  
Sequence pro výrobní linku**

Diplomová práce  
2016

Bc. Zbyněk Malý

**KLÍČOVÁ SLOVA**

Just in Sequence, štíhlá výroba, Milk Run, zásobování výroby, Kanban

**ABSTRAKT**

Diplomová práce „Návrh implementace logistického systému Just in Sequence pro výrobní linku“ se zaměřuje na problematiku výrobního zásobování ve společnosti KOSTAL CR, spol. s r. o. Konkrétně se zabývá návrhem nového uspořádání a řízení zásobování výrobní linky pro projekt Daimler. Největší důraz je kladen na snížení výrobních zásob, které jsou umístovány kolem výrobních linek.

## **KEYWORDS**

Just in Sequence, lean production, Milk Run, production supply, Kanban

## **ABSTRACT**

The diploma thesis „Just in Sequence Logistics System Implementation in Manufacturing“ is focused on optimization of the production-related supplies in KOSTAL CR, s. r. o. The thesis proposes a new design of production-related supplies storage near the production line for the new Daimler project. The emphasis is put on lowering quantity of these supplies.

# OBSAH

|  |           |
|--|-----------|
| ÚVOD .....   | 9         |
| <b>1 LOGISTIKA VÝROBNÍHO PROCESU A TECHNOLOGIE JUST IN SEQUENCE .....</b>    | <b>11</b> |
| Logistika ve výrobním podniku .....  | 11        |
| Logistický řetězec výrobního podniku .....                                   | 12        |
| Cíle výrobního podniku .....   | 14        |
| Zásobovací logistika.....  | 16        |
| Štíhlá výroba a logistika podniku.....                                       | 16        |
| Štíhlé pracoviště .....  | 17        |
| Principy 5S.....   | 18        |
| Snížení dávek a rychlé změny.....  | 18        |
| Štíhlý layout a výrobní buňky.....   | 19        |
| Tahový systém řízení KANBAN .....  | 21        |
| Just in Time .....   | 23        |
| Systém Just in sequence .....  | 24        |
| Fixní sekvence .....   | 26        |
| Systém just in sequence jako nástroj štíhlé logistiky .....                  | 27        |
| Milk Run .....   | 27        |
| <b>2 ANALÝZA VÝROBNÍHO PROCESU VE SPOLEČNOSTI KOSTAL CR SPOL. S.R.O.....</b> | <b>29</b> |
| Představení a historie společnosti .....                                     | 29        |
| Člen mezinárodní skupiny.....  | 30        |
| KOSTAL v České republice .....   | 31        |
| Logistický výrobní systém ve společnosti KOSTAL CR .....                     | 32        |
| Současný koncept zásobování linek .....                                      | 33        |
| Skladový kanban .....  | 35        |
| Interní kanban .....   | 36        |
| Výroba pro projekt Daimler .....   | 38        |
| Koncepty výrobních linek Daimler.....  | 39        |
| Výrobní linka SAS.....   | 40        |
| Výrobní linka Spiral Cassette.....   | 41        |
| Výrobní linka Modul.....   | 42        |
| <b>3 NÁVRH IMPLEMENATCE SYSTÉMU JIS NA KONKRÉTNÍ PROJEKT .....</b>           | <b>44</b> |
| Současné problémy zásobování výroby .....                                    | 44        |
| Důvody pro zavedení JIS na linku Daimler .....                               | 48        |

|  |           |
|--|-----------|
| Rozbor vstupních materiálů pro linku Daimler .....           | 49        |
| Návrh balení pro vstupní materiály .....                     | 51        |
| Návrh finálního balení Daimler .....                         | 54        |
| Návrh zásobování linky .....                                 | 55        |
| <b>4 NÁVRH MATERIÁLOVÉHO TOKU NA PRINCIPU JIS .....</b>      | <b>59</b> |
| Návrh způsobu zásobování systémem JIS na výrobní linku ..... | 59        |
| Návrh výrobního layoutu .....                                | 60        |
| Možnost provázání systému JIS s interním Milk Run .....      | 64        |
| Postup zavedení systému do praxe .....                       | 67        |
| <b>5 ZHODNOCENÍ A SROVNÁNÍ NAVRHOVANÉHO SYSTÉMU .....</b>    | <b>70</b> |
| Srovnání navrhovaného systému se stávajícím .....            | 70        |
| Očekávané náklady a přínosy .....                            | 72        |
| Zhodnocení návrhu JIS .....                                  | 74        |
| <b>ZÁVĚR .....</b>   | <b>76</b> |
| <b>POUŽITÁ LITERATURA .....</b>                              | <b>78</b> |
| <b>SEZNAM TABULEK.....</b>                                   | <b>80</b> |
| <b>SEZNAM OBRÁZKŮ.....</b>                                   | <b>81</b> |
| <b>SEZNAM PŘÍLOH .....</b>                                   | <b>82</b> |



## Seznam použitých zkratek

|      |  |
|------|--|
| JIS  | Just In Time   |
| JIS  | Just In Sequence                                     |
| OEE  | Overall Equipment Effectiveness                      |
| FIFO | Firs in Firs out                                     |
| USA  | United States of America                             |
| SMED | Single Minute Exchange of Dies                       |
| EU   | European Union                                       |
| PSA  | Peugeot Société Anonyme                              |
| BMW  | Bayerische Motoren Werke                             |
| ESD  | Electrostatic Discharge                              |
| KOCR | Kostal Czech Republic                                |
| KOBU | Kostal Bulgaria                                      |
| SCCM | Steering Column Control Module                       |
| SC   | Spiral Cassette                                      |
| SAS  | Steering Angle Sensor                                |
| SBW  | Shift By Wire  |
| MFS  | Multi Function Switch                                |
| SAP  | Systems - Applications - Products in data processing |
| AQT  | Automotive Quality Technik                           |
| APL  | Automotive Production Logistics                      |
| APP  | Automotive Production Planing                        |
| APO  | Automotive Production Optimizations                  |
| EDI  | Electronic Data Interchange                          |
| VZV  | Vysokozdvížný vozík                                  |
| SOP  | Start Of serial Production                           |

# ÚVOD

Automobilový průmysl je jedním z nejvíce se rozvíjejících sektorů dnešní doby. Automobilové závody tlačí na snižování nákladů a na efektivitu výroby, a to nejen ve svých závodech, ale i u dodavatelů. Na síle nabývají především nové trendy v oblasti tzv. zeštíhlování výroby a využívání nových systémů řízení. Logistika je nástroj, který lze efektivně využít k získání konkurenční výhody a její význam je dnes celosvětově uznávaný. Logistické náklady se staly kritickým problémem pro řadu podniků, zejména vzhledem k postupující globalizaci. Odvětví výrobní logistiky je jedno z klíčových, kde může podnik výrazně ušetřit. Výrobní logistiku jsem si zvolil z důvodu mého působení v projektovém řízení ve firmě KOSTAL, v níž je v současné době řešen problém s návrhem a optimalizací zásobování výrobní linky pro nový projekt Daimler. Práce navrhuje řešení implementace nové technologie zásobování modulové linky s cílem úspory výrobních ploch, které jsou pro podnik limitujícím faktorem.

Teoretická část práce se zabývá uvedením do problematiky logistiky ve výrobním podniku. V této kapitole jsou definovány základní pojmy, jako je logistický řetězec podniku, jeho cíle a logistika zásobování. Štíhlá výroba, jakožto současný výrobní trend, je zasazena do souvislostí logistických procesů, které se ve výrobě odehrávají. Jsou vymezeny pojmy, jako je štíhlé pracoviště, princip 5S, snížení výrobních dávek, rychlé změny, štíhlý layout, výrobní buňky a tahový systém řízení. Popsány jsou základní principy fungování logistických technologií Kanban a Just in Time. Principům Just in Sequence je věnována větší pozornost z důvodů aplikace této technologie na současné zásobování výroby.

Práce je dále strukturována do čtyř částí. Nejprve je představena společnost KOSTAL na celosvětové úrovni a její působení v České republice. Je analyzován současný stav zásobování výrobních linek, který je ve společnosti dlouhodobě nastaven. Praktická část práce se zaměřuje na řešení konkrétního problému zásobování modulové linky Daimler, která nemůže být podle zavedeného systému zásobování efektivně řízena. Postupně jsou rozebrány současné problémy zásobování výroby a důvody k zavedení systému JIS na výrobní linku. Je navrženo balení pro vstupní komponenty a finální balení, kterými bude linka zásobována. Zároveň je navržen nový systém zásobování linky podle principů JIS s možností provázání této technologie na interní Milk Run systém. V poslední části práce je provedeno zhodnocení a srovnání navrženého systému se stávajícím systémem zásobování linek ve společnosti. Je stanoven postup zavedení navrženého systému do praxe a vyčísleny pořizovací náklady pro jednotlivé možnosti zásobování. Zároveň jsou uvedeny konkrétní přínosy a úspory plynoucí z navrhovaného systému.

Cílem práce je navrhnout nový systém zásobování modulové linky Daimler na principech JIS. Navržený systém by měl mít přínos ve formě snížení zásob materiálu ve výrobě.

Zároveň je nutné navržený systém přizpůsobit stávajícímu standardu a situaci, které jsou ve výrobním závodě nastaveny.

# 1 LOGISTIKA VÝROBNÍHO PROCESU A TECHNOLOGIE JUST IN SEQUENCE

## Logistika ve výrobním podniku

Výrobní logistika se zabývá řízením materiálových toků ve výrobním podniku. Materiálové toky jsou řízeny tak, aby suroviny, materiál, rozpracovaná výroba a samotné výrobky procházely transformačním procesem s minimálními náklady v nejkratším nožném čase a v požadovaném množství. [1]

K základním funkcím výrobní logistiky patří, vedle dílčích logistických funkcí, které souvisejí s realizací dopravy, řízení zásob a skladováním, také:

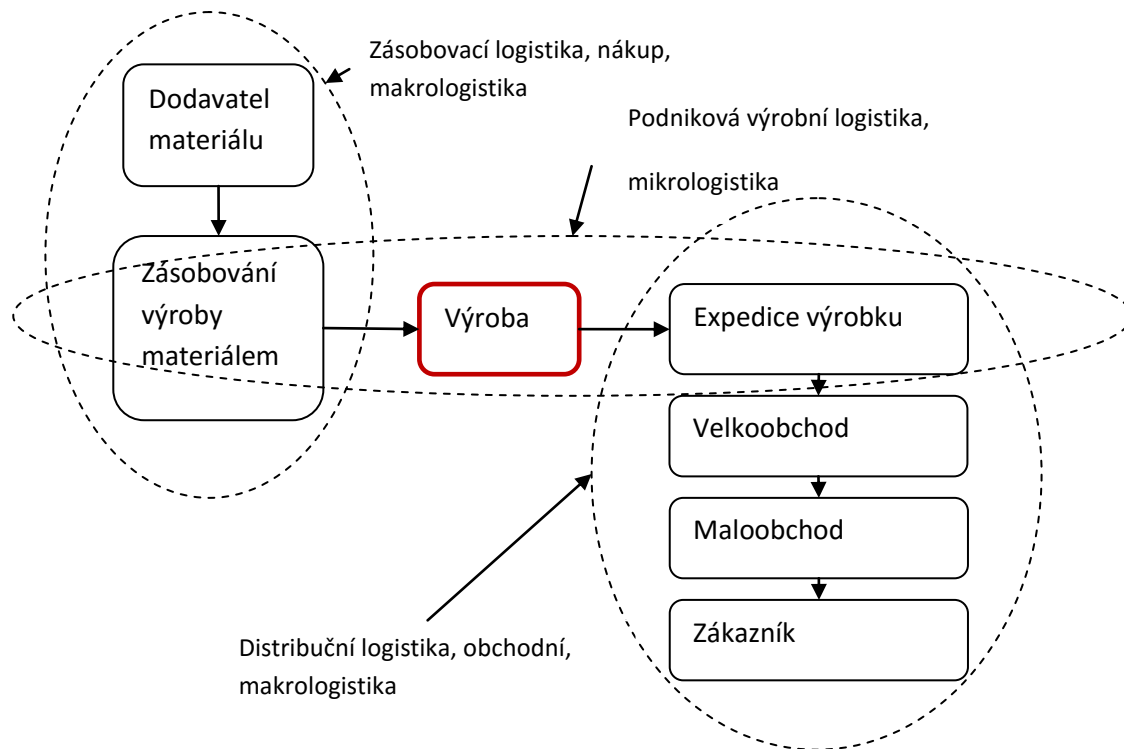
- vytvoření výrobní struktury podniku založené na strategickém plánování se střednědobým až dlouhodobým rozhodováním;
- plánování a řízení výroby v krátkodobém až střednědobém období;
- plánování a řízení vnitropodnikových činností přímo i nepřímo spojených se zásobováním výroby; [1]

Účelem podnikové strategie je dosahování podnikových cílů. Vhodně zpracovaná podniková strategie by měla následovat následující faktory: Úspory času, snižování nákladů, růst kvality a zvyšování efektivity. [1]

V současné době má pro zákazníka stále větší význam variabilita výrobků a rychlost s jakou je podnik schopen splnit termín dodání. Dále roste požadavek na výrobky zhotovené dle požadavků zákazníků „výrobky na míru s objednanou konfigurací“.

Firemní logistika nemá žádný trvalý stav, ale vyvíjí se v čase, jedná se o pružný systém, který je schopný přizpůsobit se podnikové i mimopodnikové povaze. [5]

Výrobní logistika patří do střední části v logistickém řetězci. To je znázorněno na obrázku č. 1. Řadí se do skupiny mikrologistiky, která se zabývá pouze děním v rámci jednoho podniku. [3]



Obrázek č. 1. Oblasti logistiky; zdroj: [3]

Výrobní logistika se zabývá pohybem materiálů nezbytných pro hladký průběh výrobního procesu a s ním spojené informační a hodnotové toky, které jsou nezbytné pro plánování výroby a vyrovnávání neočekávaných výkyvů ve výrobním procesu. Jednou z důležitých úloh logistiky ve výrobě je neustálé hledání způsobu, jak zrychlit průchod materiálu výrobním procesem s nízkými náklady. Filozofii snižování nákladů spojených s logistickými činnostmi pochopil již Henry Ford před sto lety, když řekl: „Všechno, co neslouží ke zvyšování hodnoty výrobku, je ztrátou“. [5]

Výrobní logistika může velice dobře sloužit jako nástroj podnikové strategie, který vede k požadovanému efektu řízení a řešení logistických činností komplexně. Jedná se o fyzický tok materiálu a s ním spojené problémy ať už z hlediska přepravy a skladování nebo vztahu k dostupnosti náhradních dílů a servisu. Logistika se také zabývá problematikou jakosti výrobků. Ačkoli má většina velkých výrobních závodů specializované oddělení, jež se touto problematikou přímo zabývá, může dojít k poškození výrobku přímo související s přepravou nebo manipulací. Díky těmto faktorům je zaváděno do logistických řetězců i vyřizování reklamací, recyklací materiálů a oběhu obalů, tzv. zpětná logistika. [5]

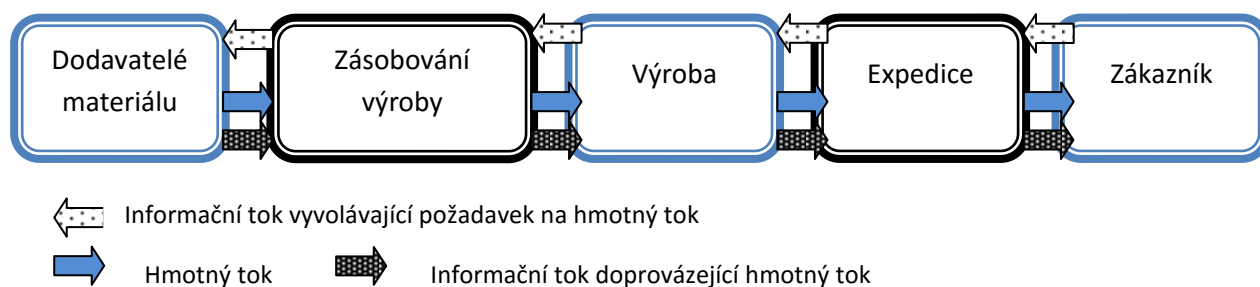
### Logistický řetězec výrobního podniku

Výrobní podnik si lze představit jako systematicky fungující stroj, který má své strategické cíle. Těmto strategickým cílům je podřizována struktura podniku, funkce jednotlivých prvků řetězce a především vazby mezi těmito prvky. [3]

Výroba je proces, ten je charakteristický fyzickým tokem materiálu doprovázený tokem informací. Prochází celým podnikem a v rámci logistiky je specifikován jako řetězec složený z jednotlivých článků, které mají definované funkce a mezi kterými probíhají zmíněné toky. Výroba je přímo závislá na efektivnosti, a ta je podmiňována plynulostí a rychlostí toků v řetězci. [3]

Protože jde o řetězec tvořený z několika na sebe navzájem navazujících článků, dá se vycházet z předpokladu, že je řetězec tak silný, jako jeho nejslabší článek. Tento fakt přímo ukazuje na důležitost propojení jednotlivých článků řetězce, spolupráci a především celkové zdokonalování a vyváženost v celém systému.

Dalším principem uplatňovaným ve výrobním podniku je uvědomění si vzájemných souvislostí mezi všemi prvky ve výrobním podniku. Neexistují žádné izolované prvky, jejichž změna by neovlivnila chování dalších prvků. [4]



Obrázek č. 2. Logistický řetězec výrobního podniku; zdroj: [3]

Při plánování logistického řetězce hraje důležitou roli zákazník a požadavky, které jsou kladeny na plynulost výroby. Jde o logistické řetězce, ve kterých se uplatňují systémy Just In Time, **Just In Sequence**, Milk Run a kanban. Tyto systémy jsou spojeny s přepravou menších dávek při vysoké frekvenci. Využívá se i technologie konsignačních skladů. Ty jsou umístěny u odběratele. [6]

Logistický přístup k systémovému řešení lze aplikovat na podnik dvěma možnými způsoby:

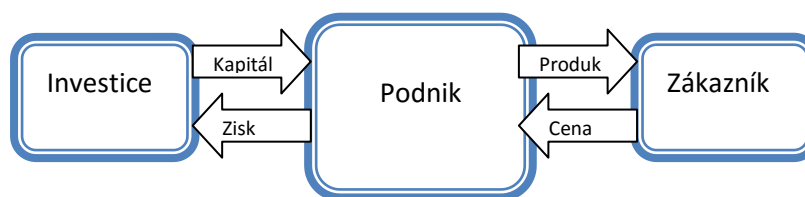
1. strategický způsob je v rámci podnikové logistiky specifickým návrhem celkové architektury podniku. To znamená nově vybudovat celý logistický řetězec a vazby. Cílem tohoto způsobu je efektivnější plnění strategických cílů podniku. Jedná se o radikálnější způsob a obvykle přináší zásadní změny v celkovém uspořádání podniku. Ty sahají až k samotnému řízení. Při zavedení této strategie v podniku, ve kterém není logistika příliš uplatňována, je odezva efektivnější než u racionálního způsobu; [6]

2. racionální způsob neovlivňuje tak dramaticky uspořádání podniku. Tento způsob zkoumá jednotlivé články logistického řetězce a navrhuje možná opatření na jeho zlepšení. Hledá korekce ve vnitřní struktuře logistického řetězce a ve fungování jednotlivých článků, jež by mohly zlepšit jeho fungování; [6]

### Cíle výrobního podniku

Funkce výrobního podniku spočívá v procesu tvorby materiálních hodnot, o které je zájem. Tento proces vyžaduje vklad materiálních hodnot spolu s lidským kapitálem a jeho potenciálem. Důležitou podmínkou pro tvorbu úspěšných materiálových hodnot je rovnoměrné uspokojování tří důležitých subjektů. [3]

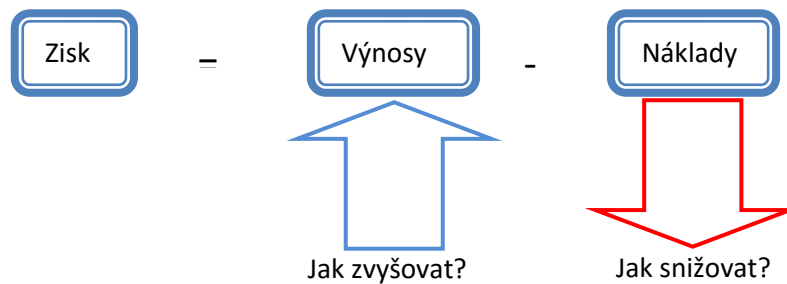
Investor, zajímající se o zhodnocení svého kapitálu vloženého do podniku. Samotný výrobní podnik, který má zájem na dosažení zisku za hospodaření s vypůjčenými zdroji. Do této kategorie spadají také zaměstnanci. Zákazník, který má zájem o podnikem vytvořené materiální hodnoty ve stanovené kvalitě a je za ně ochoten zaplatit.



Obrázek č. 3. Model vztahů podniku ke svému okolí; zdroj: [3]

„Co je cílem výrobního podniku?“. Neexistuje žádné obecné pravidlo, které by platilo, ale *základním, univerzálním a dlouhodobým cílem výrobního podniku je zhotovovat do podniku vložený kapitál, tj. vytvářet zisk.* [3] Všechny ostatní cíle, kterých se podnik snaží dosáhnout, mohou být vnímány spíše jako druhotné nebo napomáhající k hlavnímu cíli.

Rychle se měnící okolí podniku nutí k neustálému procesu hledání nových efektivnějších způsobů, jak se adaptovat a dosahovat tak cíle výrobního podniku. Na obrázku č. 4 je jednoduché schéma dosahování zisku ve výrobním podniku. To pokládá základní otázky pro plnění dlouhodobých, ale i krátkodobých cílů v podniku. První z nich řeší zásadní otázku v oblasti výnosů, jak zvyšovat hodnotu produktů dodávaných zákazníkovi (zvyšovat kvalitu produktů) a zvyšovat pohotovost dodávek produktů zákazníkovi. Druhá otázka se týká snižování nákladů. Jak snižovat náklady na materiál, práci, energii k realizaci procesu výroby produktu a zároveň snižovat vázanosti provozního a investičního kapitálu v podniku. [3]



Obrázek č. 4. Dosahování zisku v podniku; zdroj: [3]

Pokud pokročíme od základního cíle výrobního podniku, kterým je tvorba zisku a pokročíme o hierarchickou úroveň níže, lze definovat dvojici dlouhodobých podcílů:

- trvalá schopnost podniku pohotově dodávat v požadované kvalitě;
- trvale snižovat kapitálovou vázanost v podniku;

Především trvalá schopnost pohotově a kvalitně dodávat, má přímou souvislost s podnikovou logistikou a její úlohou k dosahování cílů. [3]

Logistika má za úkol podporovat podnik v dosažení jeho dlouhodobého cíle. Jedním z těchto úkolů je zvyšování výnosů z čehož vyplývá potřeba snižování výrobních nákladů. Trvalá schopnost pohotově a kvalitně dodávat je značnou podporou, protože dobře fungující logistika v podniku dokáže výrazně zkrátit dodací lhůty produktů, a tak přispívat k dodavatelské pohotovosti. Podnik lépe reaguje na změny okolního prostředí. Velké procento času je vynaloženo na přemísťování a zdržení různého charakteru v samotném výrobním procesu. Takové zkrácení trvání logistických činností přímo spojených s výrobou umožňuje zkracovat dodací lhůty a tím i zkrátit obrátku zásob v podniku nebo realizovat větší počet zakázek za rok a napomoci tak k výnosnosti podniku. [3]

Ke snižování nákladů přispívá trvalým snižováním kapitálu, který je vázaný v podniku. Dobře fungující logistika se snaží nalézat taková řešení, při kterých dochází ke snižování stavu držení zásob materiálu, hotových výrobků, nedokončených výrobků a tím pádem i ke snižování kapitálu na zásoby vázaného.

Průmyslovou logistiku lze také vnímat v rámci logistického zhodnocovacího procesu jako soubor následných činností zahrnující řízení a realizaci pohybu materiálu, polotovarů, montážních celků i hotových výrobků včetně jejich skladování. [2] Tyto operace jsou obvykle spojeny s poměrně velkými náklady. Proto je trvalá snaha všechny logistické činnosti optimalizovat tak, aby byly náklady na jejich realizaci co možná nejmenší a efektivita procesu nejvyšší. V rámci optimalizace jsou do výrobních podniků zaváděny nejrůznější logistické



technologie, které mají za úkol tyto náklady snižovat a patří mezi ně např. JIT, JIS, Kanban a v neposlední řadě také filozofie štíhlé výroby.

### **Zásobovací logistika**

Zásobovací logistika je ve výrobním podniku jako realizátor hmotných toků a s nimi spojených informačních toků. Při zásobování výroby má za úkol opatřit správné zboží nebo materiál s minimálními náklady ve správném množství a kvalitě na správné místo a v přesně požadovanou dobu spotřeby. [2]

Z pohledu informačních toků je zásobovací logistika potom důležitým subsystémem firemní strategie časově podmíněného rozmísťování a využívání zdrojů, tedy materiálu, pracovních sil, výrobních, skladovacích a pomocných ploch. [2]

Základní úkoly zásobovací logistiky můžeme dělit na dvě činnosti. Úkoly nákupu, tržně orientované spojené s uzavíráním smluv a na druhou oblast působení, do které patří správní a fyzické činnosti spojené s toky materiálů a zboží. [2]

Hlavní cíle v oblasti zásobování je zlepšování výkonnosti, snižování vlastních nákladů, zvyšování zisku, zajištění zásobovacích toků a optimalizace systému řízení zásobování.

### **Štíhlá výroba a logistika podniku**

Štíhlost podniku spočívá v tom, že je uskutečněno přesně to, co požaduje zákazník, a to s minimálním počtem činností, které nepřidávají výrobku žádnou přidanou hodnotu. Filosofie štíhlého podniku není samoučelné redukování nákladů. Jde o maximalizaci přidané hodnoty pro zákazníka, usiluje o zkrácení času mezi zákazníkem a dodavatelem, eliminaci plýtvání v daném výrobním a logistickém řetězci. [7]

*Plýtvání je všechno, co zvyšuje náklady výrobku nebo služby bez toho, aby zvyšovalo jejich hodnotu.* [7, s. 19] Mezi typické situace plýtvání, ke kterým ve výrobě dochází, patří nejčastěji: krátkodobé skladování, přenášení komponentů, počítání dílů, zadávání dílů do počítače, pozorování chodu stroje, **komplikovaná přeprava**, nadvýroba, zbytečná manipulace, **hromadění zásob**, poruchy, zmetkovitost, **čekání na materiál**, odstraňování zmetků, nedostatek komponentů na montáž, nevyužití schopnosti pracovníků, **příliš mnoho materiálu ve výrobě**, nadbytečná práce, **čekání na správný materiál**. [7]

Tabulka č. 1. Plýtvání v průmyslu; Zdroj: [7]

| Oblast plýtvání                        | Ukazatel                              | Hodnota              | Příčiny plýtvání   |
|--|---------------------------------------|----------------------|--|
| Produktivní využití zařízení           | OEE/CEZ                               | 30 – 50%<br>Cíl: 85% | Poruchy, plánované údržby, čekání na materiál, přestavování zařízení, změna verze. |
| Produktivní využití pracovníka         | Procento činností přidávající hodnotu | 30 – 40%<br>Cíl: 70% | Zbytečné pohyby, hledání nástrojů, čekání, nedodržení pracovní doby.               |
| Podíl plýtvání na průběžné době výroby | VA Index                              | 99 – 80%<br>Cíl: 70% | Zásoby, čekání ve skladech, velké dávky, poruchy, špatné zásobování.               |

Plýtvání ve výrobním závodě je zdrojem neadekvátní produktivity. Na výrobní lince plýtvání způsobené čekáním a pohyby pracovníka způsobují přezaměstnanost, která zvyšuje výrobní náklady. [7]

Pokud jde o logistiku, plýtvání skladovými zásobami a nákladná doprava jsou generovány masovou logistikou. Tento model váže velké částky kapitálu ve formě skladových zařízení zaplněných různými díly a masivními kontejnery a **regály vedle výrobních linek**. To vede k nadměrně dlouhým výrobním buňkám s obrovskými objemy zpracovaných materiálů ve výrobě bez přidané hodnoty a k budování příliš velkých závodů. [7]

V případě velkých výrob dochází k hromadění materiálů u výrobních linek, které mají negativní dopad na výrobní a skladovací plochy. Proto jsou v moderních podnicích kladeny velké nároky na uzpůsobení pracoviště, celkový layout a moderní koncepty zásobování linek s co nejmenším zábohem výrobních ploch.

### Štíhlé pracoviště

Je jedním ze základních kamenů štíhlé výroby. Na tom, jak je navrženo pracoviště, závisí činnosti, které na něm musí pracovníci denně vykonávat. Od pohybů na pracovišti se odvozuje i čas potřebný při výrobě, výrobní kapacity, normy času, zásobování linky, časy cyklů jednotlivých operací a další výrobní parametry. [7]

Ke štíhlému pracovišti patří zásady 5S. Je potřeba definovat potřebné pomůcky a způsob řízení na pracovišti, odstranit všechno přebytečné, přesně definovat místa na uložení potřebných položek (pozice materiálů, regály), předepsat udržování čistoty a pořádku na pracovišti, dodržování pořádku a rozvoj myšlení 5S.

Mezi hlavní úkoly štíhlého pracoviště patří především zvyšování výkonnosti, zlepšení návaznosti procesů, snížení úrazovosti a zatížení operátora na pracovišti. Tyto principy se používají zejména při navrhování pracoviště, úpravě výkonových norem nebo optimalizaci výroby. Nedílnou součástí štíhlého pracoviště je i přesně nastavené zásobování výrobní linky a s ním spojené rozmístění vstupních dílů. Systém zacházení s hotovými výrobky, které

mohou přímo ovlivňovat čas cyklu pracoviště. Je potřeba tyto činnosti, mezi které patří - manipulace s balením, režim zavážení a odvážení dílů, umístění materiálů atd., brát v úvahu při návrhu každého štíhlého pracoviště.

## **Principy 5S**

Cílem metody 5S je zlepšit organizaci pracovního prostředí a tím i kvalitu. Princip je založený na zvýšení samostatnosti zaměstnanců, na týmové práci a vlastní vedení lidí. Označení 5S je tvořeno z pěti japonských slov začínající na písmeno S. tato slova jsou: **Seiri** (Organisation), cílem je oddělit potřebné od nepotřebných věcí. Ty nepotřebné poté oddělit a odstranit z pracoviště. [8] Vyhodnocovat jaké materiály a v jakém množství jsou využívány a které ne. Materiál je potřeba mít na pracovišti umístěn stále nebo pouze ve chvíli potřeby. **Seiton** (Neatness), Smyslem tohoto slova je umístit potřený materiál nebo věci tak, aby mohly být jednoduše a rychle použity. Tzn. Umístit používané na dosah používané věci, označit jejich jasné umístění a brát v ohledu bezpečnost jejich umístění. [8] **Seiso** (Cleaning), Význam tohoto slova je zřejmý, jedná se o udržování čistoty na pracovišti a jeho okolí. Vhodné je stanovovat odpovědnosti jednotlivým pracovníkům. **Seiketsu** (standardisation). Tento výraz představuje neustálé a opakované zlepšování organizace práce, uspořádání a čistota na pracovišti. Cílem je zlepšit pracovní prostředí, aby bylo možné pracovat rychle, efektivně a kvalitně. **Shitsuke** (Discipline), představuje disciplínu při dodržování zásad 5S. Používají se náhodné kontroly managementu ve výrobě. I když je známý celý proces, všechny kroky musí být zkoumány a aktualizovány. [9]

Metoda je používána převážně v průmyslové výrobě. Na dosažení nepřetržitého zlepšování procesů je potřebné klást důraz na motivaci lidí a vytváření optimálních pracovních podmínek. Implementace 5S vyžaduje závazek všech lidí zapojených do procesu, top managementu i ostatních pracovníků. Vhodné je vytvořit tým lidí, kteří budou vést organizaci k implementaci 5S. [10]

## **Snížení dávek a rychlé změny**

Individualizace výroby vede k tomu, že téměř každý výrobní podnik je omezován tím, že je nucen vyrábět ve stále menších dávkách a stále častěji měnit výrobní varianty. Klíčem vedoucím k pružnosti a malým výrobním dávkám je ve snižování času, potřebného k výměně nástroje nebo nastavení zařízení. [7]

Častým problémem při změně varianty bývá předvýroba, tzv. „optimální dávka“. Výsledkem je nepružnost a vysoká rozpracovanost výroby vázající na sebe kapitál a spotřebovávající práci. [7]

Dalším často se vyskytujícím problémem je čas přestavby linky mezi dávkami, který není přesně stanoven. Proces výměny není standardizovaný, je závislý na zkušenostech

seřizovačů a jejich aktuálním vytížení. Velké rezervy jsou skryty ve standardizaci výrobků nebo v unifikaci materiálů a komponentů. [7]

Časem seřizování se rozumí čas potřebný k přestavbě od ukončení výroby posledního kusu, k odstranění náradí, měřícího přípravku, nastavení parametrů, zkušební náběh a výroba prvního kusu. [7]

Seřizování strojů a výměna varianty záleží na daném typu výroby a technologické složitosti výrobního procesu nebo daného výrobního zařízení. Obecně se však skládá z následujících kroků:

- příprava (výměna) vstupního materiálu nebo rozpracované výroby;
- montáž samotného přípravku nebo výměna paletek v lince;
- samotné seřízení a provedení způsobilosti výroby prvního kusu;
- odzkoušení (měření) a poslední doladění;

### **Štíhlý layout a výrobní buňky**

Odvětví přepravy, skladování a manipulace zaměstnává až 25 % pracovníků. Zabírá až 55 % všech ploch. Tyto náklady souvisejí nejčastěji se špatně navrženým layoutem, který je v mnoha podnicích jednou z příčin plýtvání. Štíhlý layout přináší značnou úsporu ploch a na uvolněných místech je možné zahájit další výrobu. Snížení skladovacích ploch znamená nejen snížení zásob, ale i zlepšení přehledu o pohybu materiálu a zjednodušení jeho řízení. [7]

Štíhlý layout se řídí těmito parametry: přímý materiálový tok směrem k montážní lince, minimalizaci přepravních vzdáleností, minimální plochy na mezisklady, minimalizaci průběžných časů, krátké trasy, minimalizace umístěného materiálu ve výrobě, sklady poblíž místa potřeby, vizuální kontrola, přehledné označení dílů na skladovací ploše, FIFO (First In-First Out) a systém tahu, mobilní zařízení, kolečka, spádové regály, pojízdné regály, atd.

Firmy dnes vyrábějí široký sortiment výrobků a není reálné pro každý výrobek tvořit jednu samostatnou linku, proto se zakládají výrobní buňky. V každé výrobní buňce se vyrábí určitá skupina výrobků. Takto projektovaná výroba přináší zjednodušení materiálového toku a tím, že jsou stroje umístěné blízko sebe ve výrobní buňce, je možné vyrábět v menších dávkách. To radikálně snižuje podíl času, který nepřidává výrobku hodnotu a zároveň přináší úsporu skladovacích prostor a zjednoduší manipulaci s materiálem. Výrobní zařízení jsou umísťována nejčastěji do tvaru písmene U nebo L, v případě vysoké automatizace může mít linka i tvar obdélníku. Blízkost jednotlivých pracovišť v buňce je výhodná pro pohyb operátorů i pro pohyb materiálu. Důležité je, aby operátoři byli zaškoleni pro vykonávání více operací. [11]

Navrhování pracoviště do výrobních buněk je poměrně náročný proces, který vyžaduje mnoho času a investic do přesunů zařízení. Smysl tento projekt má tehdy, jde-li o dlouhodobý obchodní vztah se zákazníkem, ten vyžaduje vysokou flexibilitu výroby za nízkých nákladů. Výrobní buňky jsou jednou z cest ke zvýšení pružnosti a produktivity výroby. Jejich vytváření je obvykle propojeno se systémy 5S a Kanban. Výsledkem takového projektu je synchronizace jednotlivých procesů s požadavky zákazníka a dosažení „štíhlého“ toku jednoho kusu. *Realizace výrobních buněk vyžaduje i rozsáhlé změny v podnikové logistice a v systému plánování a řízení výroby.* [8]

Uspořádání pracoviště má pro výrobní logistiku velký význam. Rozmístění výrobních prostředků ovlivňuje tok materiálu. Výrobní linky mohou být uspořádány do výrobního systému podle několika faktorů: Technologické uspořádání, kombinované uspořádání a předmětné uspořádání. [1]

Technologické uspořádání je charakteristické stejnou nebo blízkou technologickou strukturou. Technologické uspořádání většinou předurčuje název výrobního úseku, který je dán podobnou technologií (lisovna). Výsledkem jsou pak výrobní úseky, které názvem charakterizují druh použité technologie. Výhody z daného upořádání mohou být následující:

- malá citlivost na změny související se změnou výrobního programu, změna výrobního programu bude mít především vliv na dopravu a manipulaci s materiálem;
- možnost využití volné kapacity, přijetím dalších kooperačních zakázek;
- menší citlivost na poruchy zařízení, v případě poruchy lze výrobu substituovat na jiném zařízení s podobou technologií;
- vytváří lepší pracovní podmínky pro zajištění údržby a případných oprav výrobního zařízení; [1]

Nevýhodou tohoto uspořádání může být například: Velká potřeba výrobních ploch, poměrně velká potřeba meziskladů, dlouhé dopravní cesty při manipulaci s materiálem nebo relativně velký objem rozpracované výroby. [1]

Předmětové uspořádání pracoviště se vyznačuje větší různorodostí výrobních zařízení. Výsledkem uspořádání jsou pak výrobní úseky, které jsou pojmenovány podle předmětu své výroby (kasetové linky, modulové linky). Součástí každé linky je dopravní systém, jenž významně ovlivňuje mezioperační dopravu mezi pracovišti linky a tvoří významnou vazbu mezi jednotlivými pracovišti linky. Toto uspořádání může mít tyto výhody:

- krátká průběžná doba výroby;
- relativně nižší potřeba meziskladů;
- kratší a přehledné cesty mezi pracovišti;
- méně náročná příprava výroby a méně náročné řízení výroby; [1]

Nevýhodou může být větší citlivost na změny související se změnou výrobního programu a nemožnost využití případné volné kapacity. [1]

Integrované uspořádání pracovišť je vyšším vývojovým stupněm v uspořádání pracovišť. Tato pracoviště se vyznačují integrovaným dopravníkovým systémem mezi jednotlivými pracovišti. Tento výrobní systém navíc umožňuje jistou variabilitu pracovišť, které se podílejí na konkrétním výrobku. [1]

### **Tahový systém řízení KANBAN**

Kanban je mechanismus, umožňující ve výrobním systému tzv. řízený tah. Systém kanban byl vyvinut společností Toyota Motor Company v průběhu 50. a 60. let 20. století. Slovo kanban v překladu z japonštiny znamená štítek nebo oznamovací kartu. V evropském pojetí se nejčastěji označuje jako kanbanová karta, která slouží k vizualizaci stavu materiálu ve výrobě. [12]

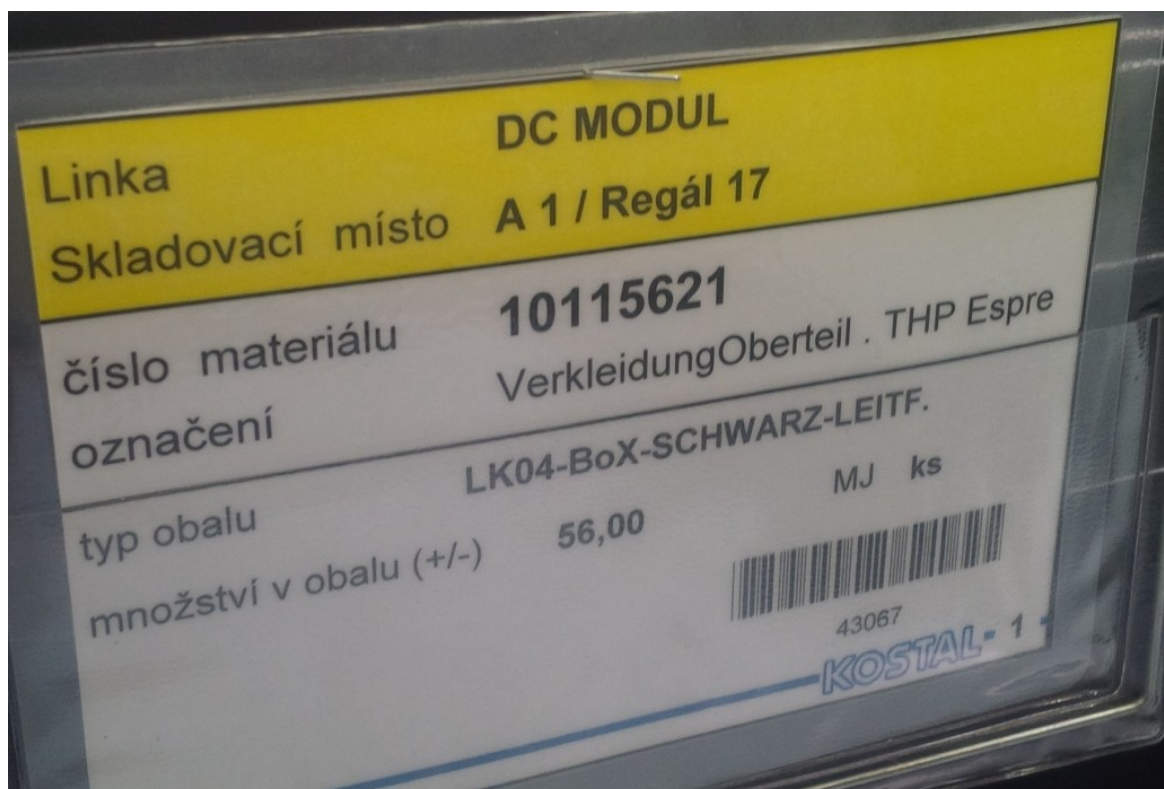
Podstatou dílenského řízení výroby metodou kanban je „tahání“ součástek výrobním procesem tak, jak je požadována montáží, bez zbytečných meziskladů. Ve výrobě jsou pomyslně rozdělena pracoviště na tzv. „prodavače“ a „kupující“, přičemž je každý prodavač zároveň i kupující. Na kanbanové kartě jsou přesně definovány dodavatelsko-odběratelské vztahy. Princip tahu zde funguje tak, že kupující pošle prodavači objednávku (kanbanovou kartu) a prodavač splní objednávku ve správném termínu a množství s příslušným dodacím listem (kanbanová dodací karta). Žádný prodávající ani kupující si nedělá zásoby! Musí si dodávat přesné množství ve správný čas. Finální výroba určuje přesné množství kanbanových karet v oběhu, se snahou jejich minimalizace, pro trvalé zlepšování procesů a odstraňování plýtvání. Systém kanban je nejvýhodnější implementovat pro opakovanou výrobu stejných dílů s velkou setrvačností odbytu. [12]

Vychází z následujících principů:

- fungující tzv. samořídící regulační okruhy, které tvoří dvojice článků (dodávající a odběratelský);
- objednacím množstvím je zde obsah jednoho přepravního balení nebo prostředku (konstantní množství);

- „dodavatel“ zde ručí za kvalitu a „odběratel“ má povinnost zásilku vždy přijmout;
- kapacity odběratele a dodavatele jsou vyvážené a jejich činnosti jsou synchronizované;
- spotřeba materiálu je rovnoměrná;
- dodavatel ani odběratel nevytváří žádné zásoby; [13]

Materiálové informační kroky v systému kanban probíhají v následujících krocích: Odběratel odešle nebo vystaví dodavateli prázdné balení s jedním kanbanovým štítkem, ten plní funkci objednávky. Dodání prázdného balení k dodavateli je signálem pro zahájení výroby nebo vyskladnění přesně objednaného materiálu. Touto dávkou je balení naplněno a opět označeno kanbanovým štítkem a odesláno odběrateli. Odběratel tuto dodávku přijme a zkontroluje. [13]



Obrázek č. 5. Příklad kanbanové karty; zdroj: Autor

Na obrázku č. 5 je reálný příklad kanbanové karty, která se umísťuje na jedno přepravní balení ve společnosti KOSTAL a obsahuje veškeré důležité informace o požadovaném zboží.

## Just in Time

Metoda byla vyvinuta počátkem 80. let v Japonsku a USA, později se rozšířila i do Evropy. Jde o způsob uspokojování poptávky po určitém materiálu ve výrobě nebo hotovém výrobku v distribučním řetězci v přesně domluvených a dodržovaných termínech, dodáváním „právě v čas“ podle potřeb odebírajících článků. Podstatou je dodávání malého množství velmi často, co možná v nejpozdějším okamžiku a díky tomu na sebe zásoby v logistickém řetězci mohou navazovat jen s minimální pojistnou zásobou. Zásoby se mohou udržovat i na dobu jen několika hodin. [13]

Cílem strategie JIT (Just in Time) je zabezpečit výrobu v co největším časovém souladu s poptávkou. Ideálním stavem je výroba bez nutnosti udržování zásob. Tato koncepce v sobě zahrnuje metody zajišťování jakosti, plánování výrobních a hmotných toků jako jsou volba dopravního prostředku, rozhodování o výběru umístění a nastavení vztahů s dodavateli. Metoda je považována za prostředek ke snížení zásob v celém systému zásobování podniku, přiblížení se k zákazníkovi a rychlejší reakce na změny jeho potřeb. [14]

Technologie JIT se soustředí na všechny činnosti, které nepřidávají žádnou hodnotu a to v rámci celého dodavatelského řetězce. Při uplatňování této technologie bude z hodnotového hlediska docházet k růstu nákladů na přípravu množství zboží při jedné dávce a nákladů na rychlost přepravy. Naopak pokles nákladů na skladování a přepravované množství plus snížení vázanosti kapitálu v závislosti na růstu rychlosti přepravy. Pro úspěšnou implementaci systému JIT musí být splněny následující předpoklady:

- odběratel musí být dominantním článkem, jemuž se dodavatel přizpůsobí tím, že svou činnost synchronizuje s jeho potřebami;
- přeprava musí být svěřena kvalitnímu dopravci s vysokou úrovní spolehlivosti a kvalitou;
- místa výroby a spotřeby musí být vhodně rozmístěna;
- dopravní infrastruktura a prostředky musí zabezpečovat spolehlivost intervalů dodání zásilek; [13]

Pro správné fungování musí mezi všemi zúčastněnými články probíhat dokonalý informační systém, který poskytuje informace pro plánování výroby a sledovat i operativní řízení všech souvisejících procesů.

Implementace technologie JIT do procesu obvykle přináší i uplatnění principu tahu tzv. Pull systému. Výhody ze zavedení technologie JIT jsou následující:



- výrazné snížení zásob (surovin, rozpracovaných zásob, zásob ve výrobě i zásob hotových výrobků);
- zkrácení celkové doby toku materiálu;
- snížení velikosti potřebných prostor pro výrobní proces;
- zlepšení obrátkovosti zásob;
- možné zlepšení produktivity a větší úroveň řízení mezioperační výroby; [13]

Pozitivní dopady zavedení technologie JIT jsou konkrétně uvedeny v tabulce č. 2, ze které je vidět obecné zvýšení především v oblasti držení zásob a záboru prostor, který může být efektivněji využit jako výrobní prostor, tvořící základ všech výrobních společností.

Tabulka č. 2. Pozitivní dopady vlivem zavedení JIT; zdroj: [13]

| Činnosti                            | Zlepšení  |
|-------------------------------------|-----------|
| Zvýšení produktivity                | 20 - 50%  |
| Snížení výrobních zásob             | 50 - 100% |
| Snížení zásob hotových výrobků      | až 95%    |
| Množství odpadů                     | až 30%    |
| Úspora výrobních a skladových ploch | 40 - 80%  |
| Zkrácení doby manipulace            | 50 - 90%  |

Naopak mezi negativní důsledky zavedení systému JIT může patřit:

- nárůst počtu dopravních prostředků v důsledku častých nebo malých dodávek a tím je rychleji vyčerpána i kapacita cest;
- negativní dopad na životní prostředí v důsledku exhalací výfukových plynů, hluku, nehodovosti a zvýšení kongescí;
- problém s dodržováním časových plánů při silně dopravně zatížených trasách;
- výrazné snížení dodavatelů, schopných v tomto režimu dodávat, přináší na jednu stranu kvalitativní selekci, ale i snižuje případnou operativní reakci při výpadku jednoho z klíčových dodavatelů;

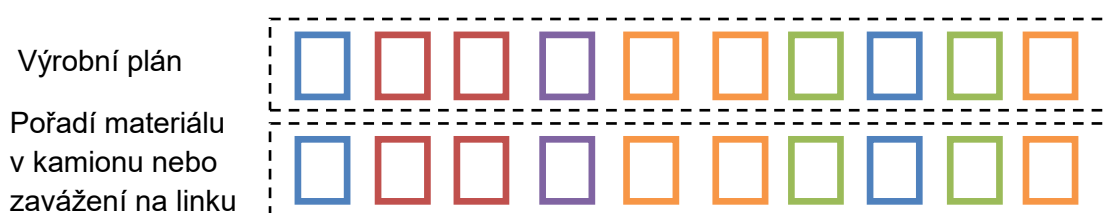
### **System Just in Sequence**

Princip Just In Time (JIT) a Just In Sequence (JIS) dodávek vytvořili finální výrobci automobilů s cílem eliminace nadměrných zásob komponent ve výrobním závodě. Rostoucí poptávka, ale i konkurenční prostředí, kladou stále větší nároky na výrobce automobilů, ale i jejich dodavatele. Proto výrobcům nezbyvá, než soustředit své úsilí na hledání stále sofistikovanějších inovací na všech stupních životního cyklu výroby automobilů. [15]

Fungující výroba vyprodukuje až několik stovek vozů denně, proto musí plynule a bezchybně fungovat i logistické zásobování komponent nebo modulů potřebných pro výrobu těchto vozidel. Zákazník má často možnost si vůz nebo jeho komponenty při objednávce konfigurovat dle vlastního přání. Při široké škále barevných odstínů, doplňkových funkcí a mnoho dalšího je prakticky každý vůz nebo komponenta na montážní lince unikát. Představa, že by si samotní výrobci nebo subdodavatelé drželi zásoby komponentů nebo modulů přímo u výrobních linek je nereálná, a proto se většina z nich snaží zásoby maximálně redukovat. Skladování velkého množství komponent přímo u linky by zabíralo nadměrnou výrobní plochu, kterou je potřeba využít pro výrobní účely a tvorbu zisku. Mimo jiné představuje velký počet zásob a nadměrnou zátěž napříč firmou. [15]

Řešení nabízí aplikace systému JIT, ovšem v prostředí zásobování výrobních linek, jejichž specifikace odpovídá specifikaci konkrétního vybavení nebo variantě dílu, samotný systém JIT nestačí. Pro tyto účely se zavádí systém označovaný jako Just-In-Sequence. U tohoto systému jednotlivé díly putují na linku v přesném pořadí, ve kterém se budou montovat. V praxi to může vypadat tak, že logistika pošle výrobě přesný plán co vyrábět s přesným pořadím montovaných dílů. Podle tohoto plánu je pak linka zásobována přesně těmi díly, které v daný moment vyžaduje aktuální výroba. [15, 16]

Této filozofii se musí často přizpůsobit i dodavatelský řetězec a to např. v použití obalového materiálu, standardizovaných přepravek nebo i v pořadí, v jakém se vykládá zboží z nákladních prostor vozidla. Na obrázku č. 6 je ideální stav zavážení materiálu dodavatelem přímo podle výrobního plánu daného podniku. Tento režim lze obdobně aplikovat i na vnitropodnikové zavážení materiálem přímo na výrobní linku.



Obrázek č. 6. Příklad synchronizace výrobního plánu a pořadí materiálu v kamionu; zdroj: [15] a upraveno autorem

Díky plynulému toku a zamezení plýtvání dojde ke zvýšení produktivity, protože se povede eliminovat činnosti, které nepřidávají výrobku žádnou hodnotu. Dojde ke zkrácení manipulačních a přepravních časů a tedy i času výroby dílu. Především také dojde ke snížení zásob a vstupního materiálu, což v podniku uvolní značné plochy. Pokud podnik v rámci JIT a JIS zavede stejné přepravky, ve kterých dodavatel materiál přiveze, a poté v nich putuje materiál na výrobní linky bez nutnosti překládání a následně jsou tyto přepravky

vráceny zpět dodavateli, uspoří se významná částka na obalových materiálech, sníží se množství obalů v oběhu i náklady spojené s recyklací. Zároveň se uspoří čas na překládání a přebalování materiálů. [16]

Důležitými podmínkami pro výrobu bez zásob a skladů jsou opatření pro zvýšení pružnosti výroby:

- zkracování seřizovacích časů (možná aplikace štíhlé metody SMED);
- vysoká kvalifikace zaměstnanců umožňující jejich zastupitelnost na jiná pracoviště;
- zabezpečení kvality výroby, opatření proti chybám (Jidoka, Poka-Yoke);
- používání víceúčelových strojů a zajištění jejich spolehlivosti; [16]

Zásadní je především vztah s dodavateli, kteří musí splňovat všechny nároky na pružnost. Tím, že si podnik sám nechce držet skladové zásoby a zároveň požaduje od dodavatelů pružné dodávky, nutí dodavatele držet tyto zásoby místo něj. Zásoby se tak přenášejí na dodavatele a s tím i spojené náklady. Je to také jeden z hlavních důvodů, proč vznikají sklady a překladiště zboží v těsné blízkosti velkých firem, které si tam zřizují dodavatelé podniků, které JIT a JIS zavedly. Používanou možností jsou také konsignační sklady, které patří podniku, ale zboží v nich je stále majetkem dodavatele. [16]

### **Fixní sekvence**

Hlavním přínosem zásobování výrobní linky v sekvenci je úspora skladových prostor před linkou, snížení skladových zásob a minimalizace vzniku chyby při samotném zásobování linky. Sklad materiálu je zásobován v režimu JIT a výrobní linka respektuje systém JIS společně s řízením KANBAN. Vzhledem k náročnosti zajištění funkčnosti plynulého výrobního procesu je třeba k výběru JIS řízených dílů přistupovat velmi obezřetně. Na výběru množiny JIS dílů se podílejí odborní zástupci oddělení konstrukce, přípravy výroby, plánování logistiky a controllingu.

Pro stanovení dílu v dodávkách JIS jsou zohledňována následující kritéria:

- počet variant dílu;
- objem (velkoobjemové díly);
- způsob balení dílu;
- citlivost dílu vůči manipulaci;
- plošné kapacity skladu logistiky pro případnou tvorbu interní sekvence;
- plošné kapacity montážní linky;

- hodnota dílu;

## **System just in Sequence jako nástroj štíhlé logistiky**

Filosofie štíhlé výroby je dlouhodobé a neustálé využívání drobných zlepšení, jejichž celkový efekt vede k zajištění stabilnější a efektivnější výroby. Eliminace plýtvání a odbourávání veškerých procesů, které nepřidávají výrobku žádnou hodnotu, vede ke snižování výrobních nákladů. Použitím systému Just in Sequence lze efektivně snížit nutnost manipulace s materiálem. Materiál je dodáván na linku jen tehdy, je-li opravdu potřeba a v přesně stanoveném množství. U linky se tak nevytváří zásoby veškerého materiálu nutného na výrobu jednotlivých variant. Při napojení této technologie na systém Milk Run, lze snížit manipulaci s materiálem a nastavit efektivně říditelný systém zásobování linek vstupním materiálem. Lze využít technologické konstrukce vozíků vláčku jako samotného nositele materiálu bez nutnosti materiál z vozíku vyndávat a odbourat další zbytečnou manipulaci nepřidávající hodnotu.

## **Milk Run**

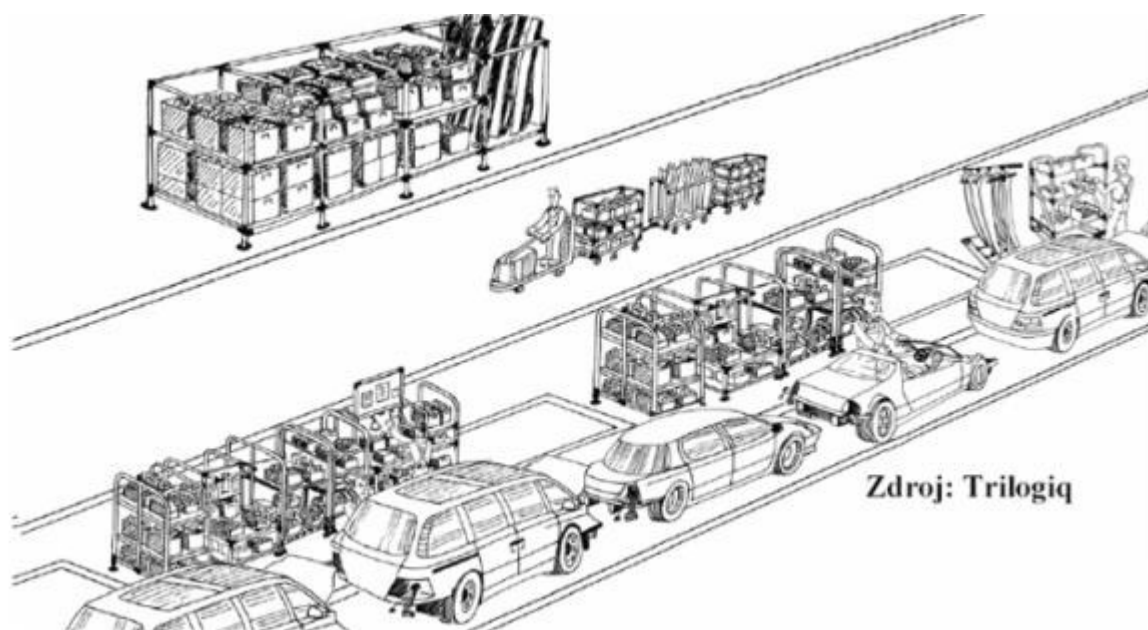
V podmínkách průmyslové výroby pro automobilový průmysl se Milk Run využívá pro oboustranný transport, pro dopravu dílů nebo dodávky obalů k výrobním linkám. System je využitelný uvnitř i mimo firmu (interní a externí). Milk Run zásobuje pravidelně výrobní linky materiálem podle předem stanoveného jízdního řádu. Za pomoci Kanban karet dodává přesně tam a přesně tolik dílů, kolik je potřeba. Prázdné balení naopak z linek odváží. Ve výrobních halách není potřeba mít tolik materiálu, tím je možné ušetřit místo. Manipulanti mají stanoven nejen přesný jízdní řád se zastávkami, ale také efektivní trasu. [17]

Interní Milk Run: Tento takzvaný „vláček“ se pohybuje v rámci jednoho závodu, který je součástí řízení materiálového toku a výroby. Jeho hlavním úkolem je zásobování výrobní linky materiálem v přesně stanovených cyklech. Slouží také ke zpětnému odvážení prázdného obalového materiálu z výroby. Interní systém lze přirovnat k veřejné lince, která v určitých cyklech musí obsloužit určitý počet zastávek na předem definované trase.

Milk Run je v rámci podniku většinou složený z jednoho tažného zařízení a několika přípojných vozíků, které mohou být techniky řešeny podle druhu zaváženého materiálu na linky. „Vláček“ je obsluhován jedním pracovníkem, a ten řídí tažné zařízení a v mnoha případech se stará i o distribuci materiálu z vozíků. Postupnou snahou o automatizaci procesů se vyvinul systém automaticky řízeného interního Milk Runu. Automatický systém se řídí podle magnetických pásek umístěných na podlaze výrobního závodu. Tyto pásky definují přesnou trasu i zastávky pro vykládky a odvoz materiálu. Manipulace s materiálem ovšem z velké části zůstává na personálu, který se pohybuje okolo dané výrobní linky, nebo materiál pro zásobování na vláček připravuje.

Efektivita interního zásobování pomocí Milk Runu je především v nastolení přesného jízdního řádu a tím pádem i lepšího řízení zásobování a plánování v rámci výroby. Nastavením častých cyklů zavážení je možné značně snížit objem materiálu u výrobních linek. Zvýší se také spolehlivost, předvídatelnost, bezpečnost a kvalita systému při použití vláčku, než u použití vysokozdvížných vozíků.

Externí Milk Run: Je používán v rámci dopravy přesahující rámec závodu, tedy mezi dodavateli, zákazníky a firmou. Pro přepravu je na rozdíl od interního Milk Runu používán nákladní automobil, který obstarává dopravu ve stanovených cyklech. [17]



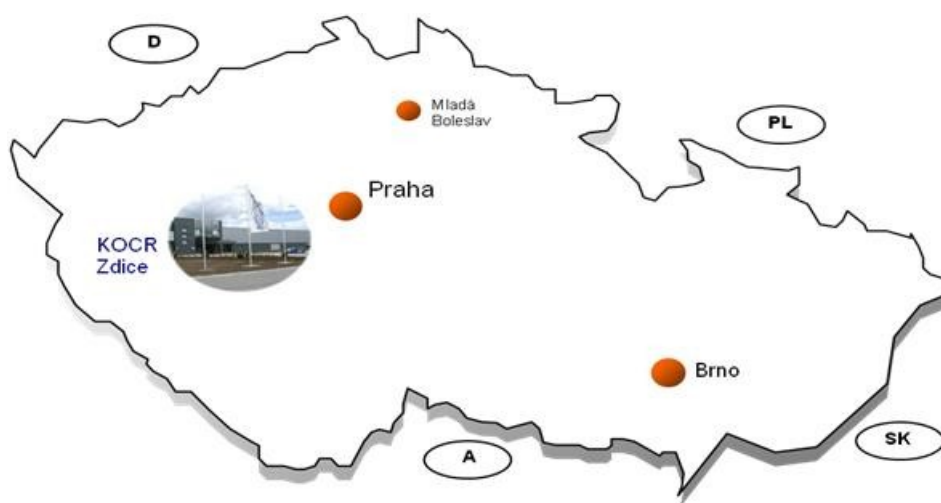
Obrázek č. 7. Příklad systému Milk Run v automobilovém průmyslu; zdroj: [18]

## 2 ANALÝZA VÝROBNÍHO PROCESU VE SPOLEČNOSTI KOSTAL CR SPOL. S.R.O.

### Představení a historie společnosti

V České republice působí KOSTAL prostřednictvím dceřiné společnosti KOSTAL CR, spol. s.r.o., která byla založena 21. října 1993. Výroba byla zahájena v Hořovicích (okres Beroun) a v roce 1996 se rozšířila do provozovny v obci Čenkov (okres Příbram). Společnost v roce 1996 zaměstnávala 300 pracovníků. K dnešnímu datu jejich počet vzrostl na více než 1800.[19]

V březnu 2002 byly zahájeny práce na výstavbě nového výrobního závodu KOSTAL CR Čermín (část obce Zdice, okres Beroun). Zkušební provoz a otevření výrobního závodu započalo 5. června 2003. Nová pracoviště jsou zaměřena na výrobu a montáž elektronických komponentů pro autopříslušenství a další průmyslové aplikace. Většina produkce společnosti je exportována na trhy EU. V roce 2014 byla ukončena produkce ve výrobním závodě Čenkov a veškerá technologie byla přemístěna do nových prostor ve výrobním závodě Čermín. Tím došlo ke sloučení a výroba je v současné době realizována na jednom místě, geografické umístění závodu je znázorněno na obrázku č. 8 [19]



Obrázek č. 8. Kostal CR; zdroj: [19]

KOSTAL CR je významným partnerem světových automobilek, mezi které patří především: Volkswagen, Audi, PSA, FORD, Daimler, Fiat, Škoda, Porsche, Bentley, Lamborghini, Seat a Suzuki. Společnost od roku 1996 více než ztrojnásobila obrat, který v roce 2014 dosáhl 250 milionů EUR.

## Člen mezinárodní skupiny

KOSTAL je rodinný podnik, založený v roce 1912 v německém městě Lüdenscheid. Vedení mezinárodní skupiny dodnes sídlí v tomto městě, kde byla firma založena panem Leopoldem Kostalem (původně Košťál), rodákem z Mnichova Hradiště.

Skupina v současnosti působí v 17 zemích světa a je zaměřena na vývoj a výrobu elektroniky a elektromechanických komponentů. V současné době se plánuje i otevření nových poboček v dalších zemích, například v Makedonii. Obrázek č. 9 znázorňuje rozmístění jednotlivých závodů s počtem zaměstnanců.

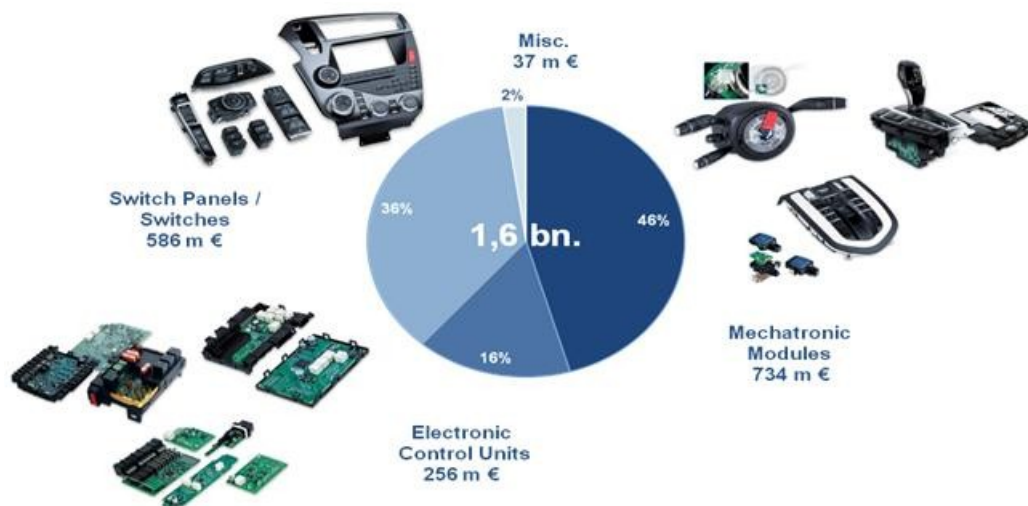
Skupina KOSTAL přesouvá manuálně náročnou výrobu do zemí s levnější pracovní silou v rámci zachování konkurenceschopnosti. KOSTAL CR založil v roce 2011 svojí dceřinou společnost v Bulharsku – KOSTAL Bulgaria Ltd., kam jsou přesouvány méně objemové výroby nebo manuálně náročné operace. [19]



Obrázek č. 9. Kostal ve světě a zaměstnanci; zdroj: [Interní dokumentace Kostal]

V rámci celosvětové obchodní divize jsou jednotlivé závody rozděleny do několika kategorií. Největší zastoupení má výroba zaměřená na automobilové elektrické systémy a dále konektory, průmyslovou elektroniku a testovací systémy SOMA.

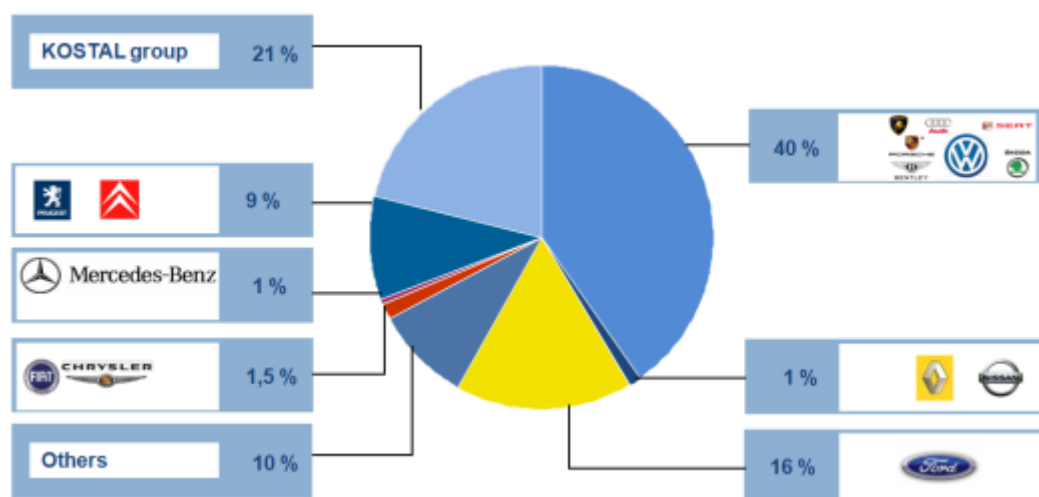
Automobilové elektrické systémy jsou celosvětově děleny na výrobu ovládacích panelů (Switch panels), elektronických kontrolních jednotek (Electronic control units), podvolantových modulů (Mechatronic modules) a ostatní drobné produkce. Celkové procentuální zastoupení jednotlivých zaměření výroby je znázorněno na obrázku č. 10.



Obrázek č. 10. Procentuální zastoupení výroby elektronických systémů;  
zdroj: [Interní dokumentace Kostal]

## KOSTAL v České republice

KOSTAL CR patří do skupiny automobilových elektrických systémů specializovaných na výrobu podvolantových modulů. Na obrázku č.11 je zobrazeno procentuální zastoupení zákazníků ve výrobě. Největší část výroby je zaměřena na zákazníka Volkswagen group se 40% zastoupením z celkové kapacity současné produkce. 21% produkce tvoří interní výroba pro skupinu KOSTAL následovaná výrobou pro zákazníka FORD s 16%.



Obrázek č. 11. Procentuální zastoupení výroby modulů v KOCR CR;  
zdroj: [Interní dokumentace Kostal]

V současné době jsou v realizaci nové výrobní zakázky pro zákazníky Daimler, Ford, Alfa Romeo a zcela nově i pro BMW. Neustálé rozšiřování kapacit a přijímání nových zakázek má za následek **zábor pracovních ploch, které jsou omezené**. Tento fakt zvyšuje požadavky na minimalizaci velikosti výrobních linek a uspořádání výrobního materiálu v jejich těsné blízkosti.

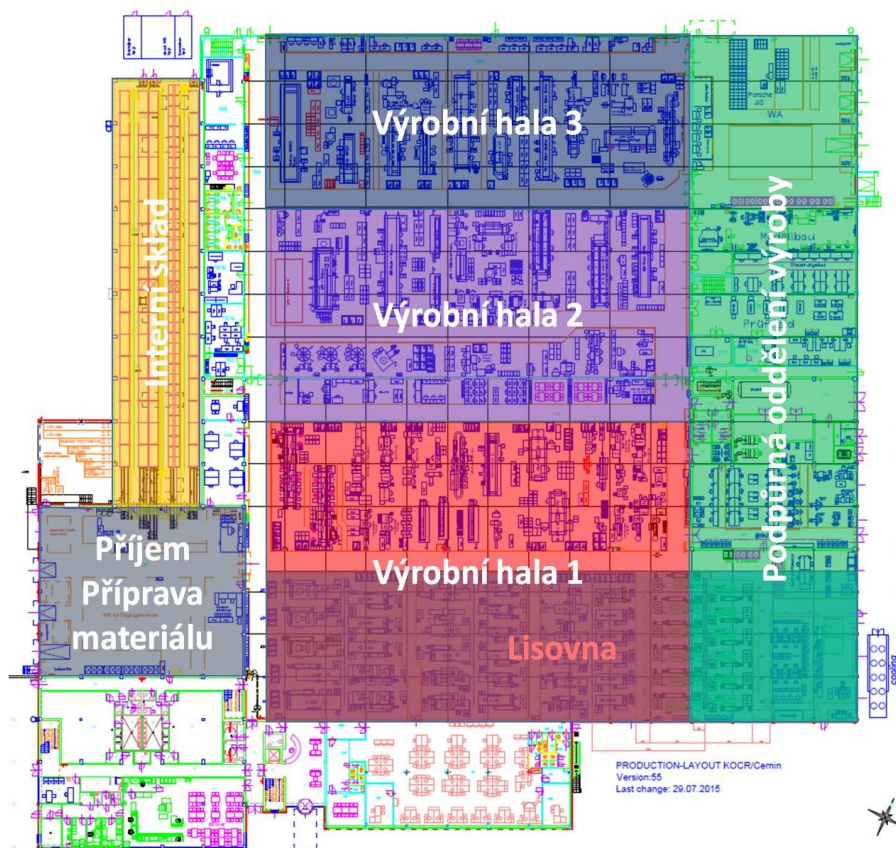


Díky rostoucí kapacitě byla v roce 2011 otevřena společností KOSTAL CR dceřiná výrobní pobočka ve městě Smoljan v Bulharsku. Jeden z hlavních důvodů vytvoření dceřiné společnosti byl přesun velkých především manuálních linek do ekonomického prostředí s příznivějšími pracovními náklady na zaměstnance. Dalším důvodem byla nutnost uvolnění výrobních ploch pro nové velkokapacitní projekty, které se v současnosti připravují do sériové produkce.

Nejnovějším počinem KOSTAL CR je otevření nové přidružené společnosti v Cerhovicích (Okres Beroun) začátkem roku 2015. Tato pobočka se specializuje na vývoj a výrobu montážních linek s velkým stupněm automatizace a robotických aplikací.

### Logistický výrobní systém ve společnosti KOSTAL CR

Princip logistického systému ve společnosti KOSTAL je postavený na základech tahového systému, který je řízený technologií Kanban. Výrobní závod KOSTAL je rozdělen na několik částí. Skládá se ze tří hlavních výrobních hal, které se specializují na výrobu především podvolantových modulů a komponent potřebných pro jejich kompletaci. V roce 2015 byla část první haly využita pro zřízení nové lisovny plastů, a ta je k dnešnímu dni plně integrována do provozu. Vybudování nové lisovny má za cíl napojení této technologie přímo na výrobu montážních linek v závodě, zkrácení logistických operací a meziskladování.



Obrázek č. 12. Layout výroby KOSTAL ve Zdicích; zdroj: [Interní dokumentace Kostal]

Tři hlavní výrobní haly jsou podpořeny také vlastní nástrojárnou, oddělením údržby, automatizace, ABC analýzy a kancelářskými prostory, které mají za úkol především bezchybné řízení výroby a logistiky. Společnost disponuje vlastní konstrukcí mechaniky a konstrukcí designu dílů. Ta je potřeba při náběhu změn do sériové výroby a pro nové projekty, které se vyvíjejí spolu se zákaznickými požadavky. Pro přípravu nových projektů existuje specializované oddělení, které slouží jako podpora pro realizaci nové výroby a kooperuje napříč všemi odděleními. Důležitým prvkem pro nově vznikající projekt je i správný návrh logistického systému zásobování výrobních linek. Logistické zajištění se dostává stále do popředí zájmů vzhledem k narůstajícím projektům a ubývajícimu výrobnímu prostoru.

Současným trendem ve společnosti je odbourat veškerou manipulaci s materiálem, která nepřidává výrobku žádnou hodnotu podle filozofie štíhlé výroby a zároveň klade důraz na minimalizaci prostor, které jsou využívány ke skladování materiálu, zejména ve výrobních prostorách a prostorách v blízkosti linek. Pro další úspěšnou podporu plynulého logistického toku je potřeba počítat s výše uvedenými požadavky již ve fázi návrhu montážních linek. Vytipování vhodných obalů a návrh logistického výrobního toku s využitím nových systémů zásobování linek. Dobře postavený koncept již ve fázi návrhu může ušetřit značné finanční prostředky.

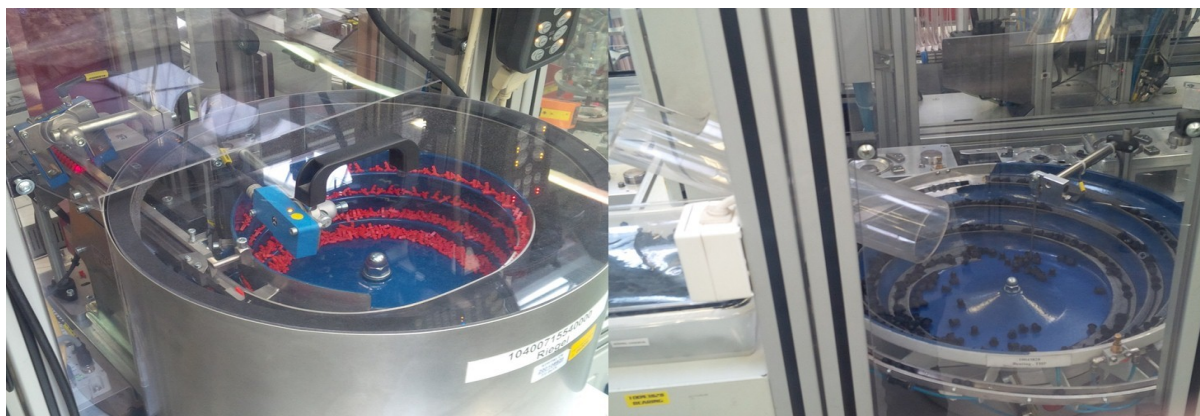
### **Současný koncept zásobování linek**

Většina výrobních linek je automatizovaných a klade důraz na minimální potřebu obsluhy. Materiál je v blízkosti linek skladován v ocelových regálech, které mají omezenou kapacitu, a jejich počet tedy roste úměrně s množstvím potřebného vstupního materiálu. Základní obalovou jednotkou je ve většině případů plastová přepravka, která se liší podle charakteru skladovaného materiálu. Mají tři základní velikosti a barevně se liší podle materiálu. Černé přepravky jsou s ESD ochranou a šedé jsou bez ESD ochrany. Přepravky bez ESD ochrany se používají pro plastové díly nejrůznějších typů. Dalším typem obalů pro vstupní materiál jsou nejrůznější varianty kartonových obalů, ty se ale používají u specifických materiálů. Tyto jednotky se skladují ve zmíněných regálech nebo přímo ve vozících pro lepší manipulaci v případě nutnosti uvolnění prostoru. Na obrázku č. 13 jsou zobrazeny nejčastější druhy přepravek používané k zásobování linek, úplný seznam standardního obalového materiálu pro výrobu je uveden v příloze č. 1



Obrázek č. 13. Standardní přepravky KOSTAL; zdroj: [Interní dokumentace Kostal]

Automatické linky často obsahují speciální vibrační zásobníky (obrázek č. 14), které mají tu výhodu, že dokážou kapacitně obsáhnout drobné díly a podávat je přímo do výrobního procesu plně automaticky. Zásobníky jsou kapacitně konstruovány na výrobu po dobu dvou hodin, pak se musí ručně doplnit. Pro zajištění stability procesu se materiál pro tyto zásobníky skladuje poblíž linek.



Obrázek č. 14. Vibrační zásobník pro automatickou linku; zdroj: [Autor]

Nemalou část prostoru okolo výrobních linek tvoří také hotové výrobky, které se ukládají do finálních balení pro zákazníka a jsou stohovány na plastové palety v blízkosti linky. Podoba těchto obalů se liší podle zákaznických požadavků na balení dílů. Pro interní výrobu v rámci závodu jsou používány standardní přepravky. Hotový výrobek je z montážní linky umístěn operátorem do příslušného balení a po naplnění jedné obalové jednotky je jednotka uložena do spádového regálu s definovanou kapacitou. Z regálu je poté obal stohován na paletu. Ta má přesně určené místo v blízkosti linky. Vzhledem k času cyklu výrobní linky, který se průměrně pohybuje okolo 28 sekund, **vzniká v závodě hromadění materiálu** i na místech, které k tomu nejsou určeny.

## Skladový kanban

Výroba je zásobována pomocí systému kanban. Ve společnosti KOSTAL je kanban rozdělený na tzv. skladový a interní kanban. Skladový kanban je používán pro řízení výroby ze skladu do výroby. Každá přepravní jednotka je před předáním od výroby označena vlastní kanbanovou kartou, která si nese jasné informace o obsahu balení.

Informace obsažené na kanbanové kartě musí přesně a jasně definovat základní informace o přepravní jednotce:

- číslo materiálu;
- označení výrobku;
- počet dílů v nádobě;
- skladovací místo;
- název linky;
- nákladové středisko okruhu;
- identifikační čárový kód;
- typ obalu;
- obrázek, kontakt odpovědné osoby;
- barevné označení linek pracovišť spotřeby;

Na obrázku č. 15 je kanbanová karta, která je připevněna na každé definované jednotce ve výrobě.

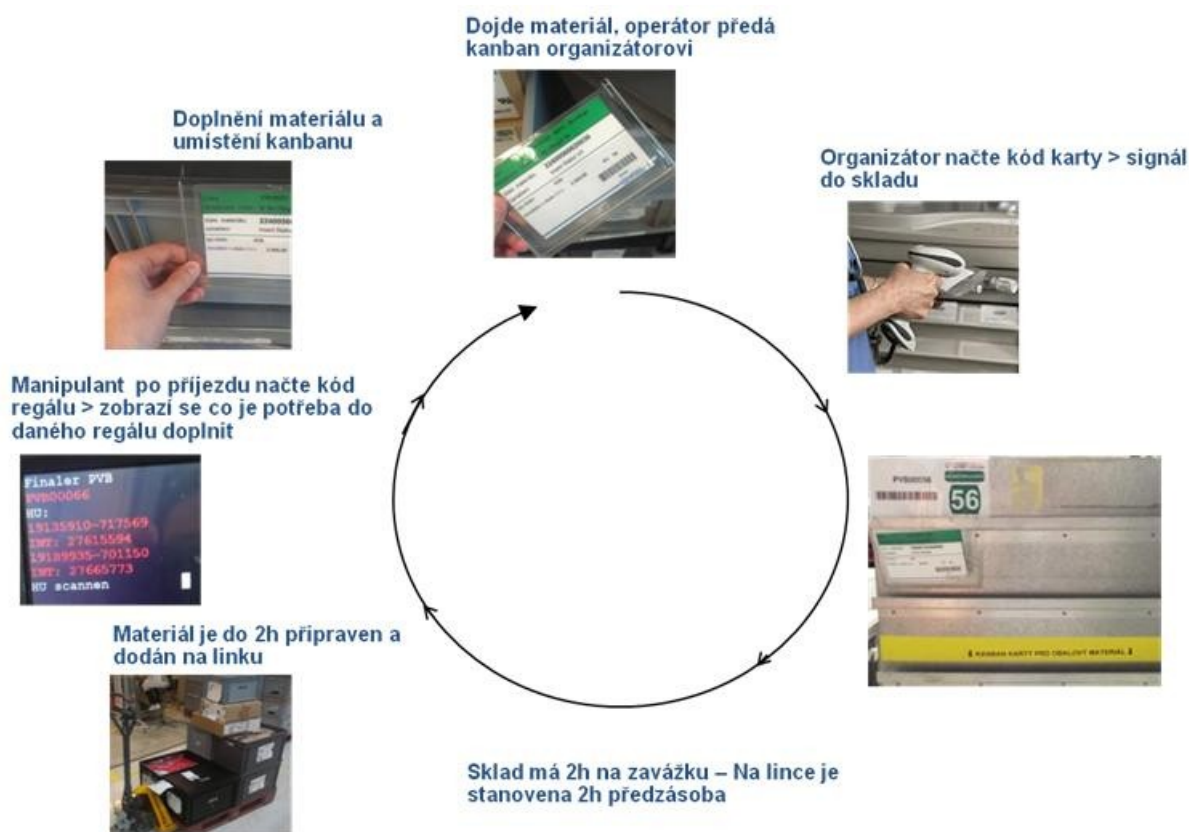


Obrázek č. 15. Kanbanová karta; zdroj: [Autor]



Každý kanban má přiřazenou pozici (místo v regálu, vozíková pozice nebo pozice ve spádovém regálu) s níž je spárován čárový kód karty.

Pro materiál je určena dvouhodinová zásoba, proto materiál umístěný ve výrobě značně narůstá. Celý koloběh je započat operátorem, který materiál spotřebovává a po vyčerpání kanbanové jednotky předává kanbanovou kartu organizátorovi. Organizátor pomocí čtečky načte příslušný čárový kód karty, což je signál k vyskladnění a připravení požadovaného materiálu ze skladu. Po načtení je karta organizátorem umístěna na určené místo ve výrobě (čelo plechového regálu, který má také svůj jedinečný čárový kód). Od načtení čárového kódu kanbanové karty má sklad dvě hodiny na zavezení nového materiálu na linku. Připravený materiál je manipulaty zavezen na linku pomocí vysokozdvížných vozíků. Po příjezdu manipulant načte čárový kód příslušného regálu, dojde k zobrazení materiálů, které jsou na definovanou pozici objednány, a manipulant doplní požadované díly. Po doplnění materiálu odebere kanbanovou kartu z odkládací pozice a umístí ji zpět na kanbanovou jednotku. Celý proces je zjednodušeně popsán na obrázku č. 16.



Obrázek č. 16. Koloběh skladového kanbanu; zdroj: [Autor]

### Interní kanban

Je využíván k řízení zásob interní výroby. Stejně jako u skladového kanbanu je každý příslušný materiál označen vlastní kanbanovou kartou (interním kanbanem). Ten se používá u materiálů, kde není držena skladová zásoba. Řízení materiálu probíhá obdobně jako

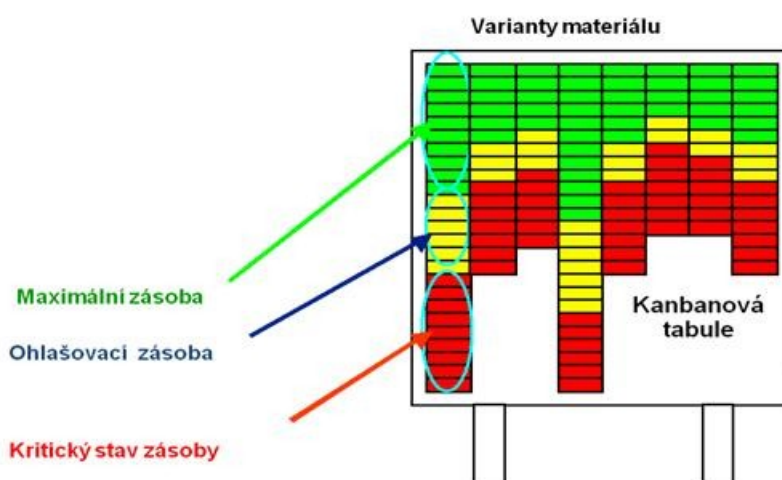
u skladového kanbanu s rozdílem, že při vyčerpání zásoby ve výrobě je dle kanbanových objednávek zahájena výroba určitého materiálu na jiném zařízení nebo lince. Interní kanbanová karta se při vyčerpání jednotky vloží do určené pozice na kanbanové tabuli, která slouží k vizualizaci aktuálních potřeb výroby. Odlišný vzhled interních karet pomáhá zamezit jejich zaměnění se skladovými kartami. Na obrázku č. 17 je zobrazena interní kanbanová karta spolu s kanbanovou tabulí pro požadavky na výrobu materiálu.

Kanbanová tabule pro interní kanbanové kolečko je rozdělena do několika sektorů dle druhů materiálů. Jednotlivé materiály mají barevně vyznačené meze podle kritičnosti.



Obrázek č. 17. Interní kanban; zdroj: [Autor]

Na obrázku č. 18 je schematicky zobrazena kanbanová tabule, která je běžně používána přímo ve výrobě k zobrazení aktuálních potřeb materiálu.



Obrázek č. 18. Tabule interního kanbanu KOSTAL; zdroj: [Autor]

Pro zachování funkčnosti systému jsou jasně definovaná pravidla, podle kterých je potřeba se řídit. Minimální velikost jedné výrobní dávky se stanoví jedině prostřednictvím

kanbanu. Minimální velikost jedné dávky je dána jednou kartou. Množství materiálu, které požaduje subjekt provádějící další zpracování, se omezuje na množství, jež se skutečně spotřebovalo. Cílem je nevytvářet žádné další zásoby.

## Výroba pro projekt Daimler

Daimler je pro výrobní závod KOCR novým zákazníkem, který s sebou přináší nové požadavky na výrobu a výrobní zařízení. Rozsah projektu je zaměřen na celosvětové dodávky a nebude vyhrazen jen pro určité trhy. Maximální roční produkce je stanovena na 930.000ks hotových modulů bez náhradních dílů, které musí být společnost schopna také dodávat. Pro tuto kapacitu je nutné dimenzovat veškeré výrobní i nevýrobní operace.

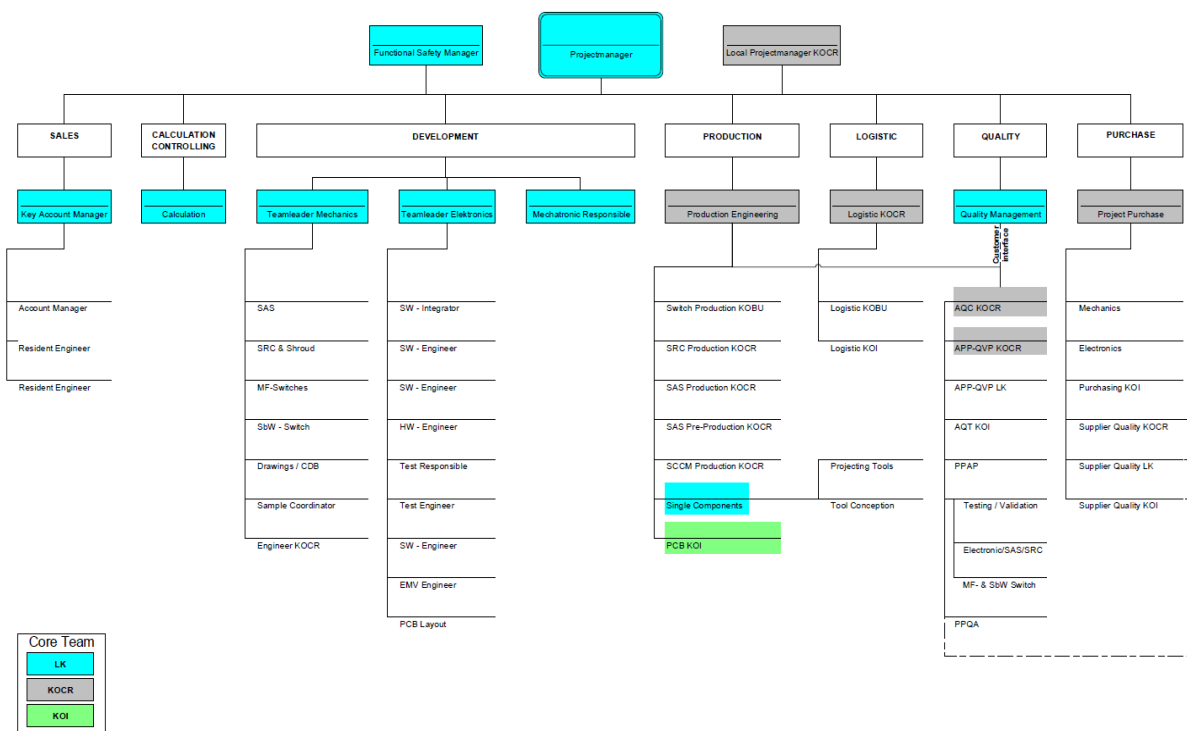
Projekt je strategicky rozdělen na tři výrobní lokace. První z nich je Irsko, kde má společnost KOSTAL sesterský závod na výrobu plošných spojů. Další zemí, která produkuje díly je Bulharsko, které pokrývá výrobu všech druhů páček pro modul. Poslední a cílovou výrobní lokací je Česká republika, kde probíhá montáž finálních modulů a složitých podsestav nezbytných pro kompletaci výrobku. Strategické rozdělení výroby je zobrazeno na obrázku č. 19.



Obrázek č. 19. Výroba Daimler – mapa; zdroj: [Interní dokumentace Kostal]

Pro projekt je určen celý projektový tým s přesně vymezenými odpovědnostmi za jednotlivá oddělení. V čele projektu stojí projektový manažer, který je hlavním koordinátorem projektu a komunikuje přímo se zákazníkem. Zákaznické požadavky poté implementuje a rozděluje mezi další členy týmu. O jednu úroveň níže se hierarchie projektu rozvětjuje na odpovědné vedoucí za jednotlivá oddělení: odbyt, controlling, vývoj, produkce, logistika, kvalita a nákup.

Za každé oddělení jsou určeni specialisté, kteří mají specifické úkoly a odpovědnosti. Celá struktura je znázorněna na obrázku č. 20.



Obrázek č. 20. Projektová struktura pro projekt Daimler; zdroj: [Interní dokumentace Kostal]

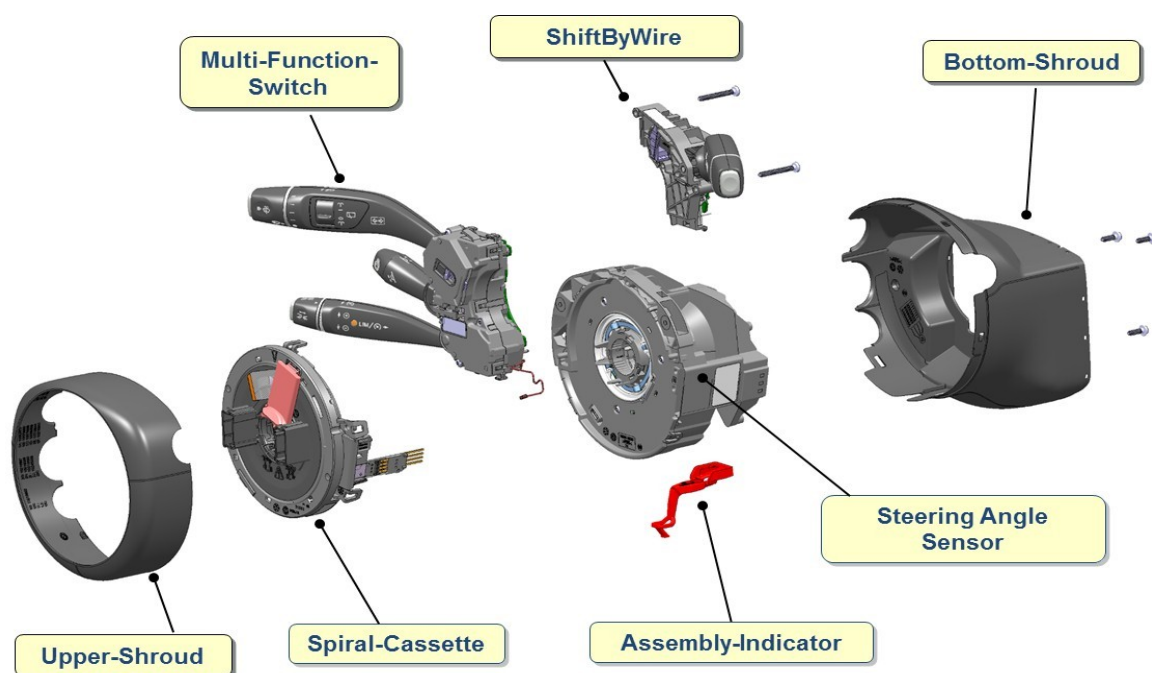
Koncepty nových dílů pro projekt Daimler nesou interní označení BR222 a BR205. Výrobní linka musí být schopna tyto nové díly zpracovat. Hotové díly se pak montují v závodech Daimler do vozidel Mercedes-Benz E-Class. Pro projekt je vytvořen časový harmonogram, kde je nejdůležitějším údajem tzv. SOP (Start Of seriál Production), které je stanoveno na přelom měsíce duben a květen 2016. K tomuto datu musí naběhnout projekt za přítomnosti zákazníka do sériové výroby. Zákazník od tohoto momentu může objednávat smluvně stanovené množství dílů. A právě do tohoto momentu směřuje veškeré plánování a snaha projektového týmu.

## Koncepty výrobních linek Daimler

Finálním výrobkem je hotový a odzkoušený modul podle zákaznické specifikace. Pro hotový modul má většinou každá automobilka jiné označení, v tomto případě se jedná o SCCM (Steering Column Control Module), do kterého vstupují další podsestavy vyráběné v rámci závodů KOSTAL. Hlavními prvky, ze kterých se každý modul skládá, jsou v překladu: kazeta (Spiral Cassette), páčky (Levers), magnetický sensor polohy volantu (Steering Angle Sensor) a speciálně pro tento projekt také řadící páčka (Shift by Wire). Tyto čtyři základní sestavy se mohou dále lišit podle požadované výbavy finálního modulu. Projekt je hodně



specifický především variantností páček, které se dále větví na 11 variant. Pro představu je zobrazena celá technická struktura na obrázku č. 21.



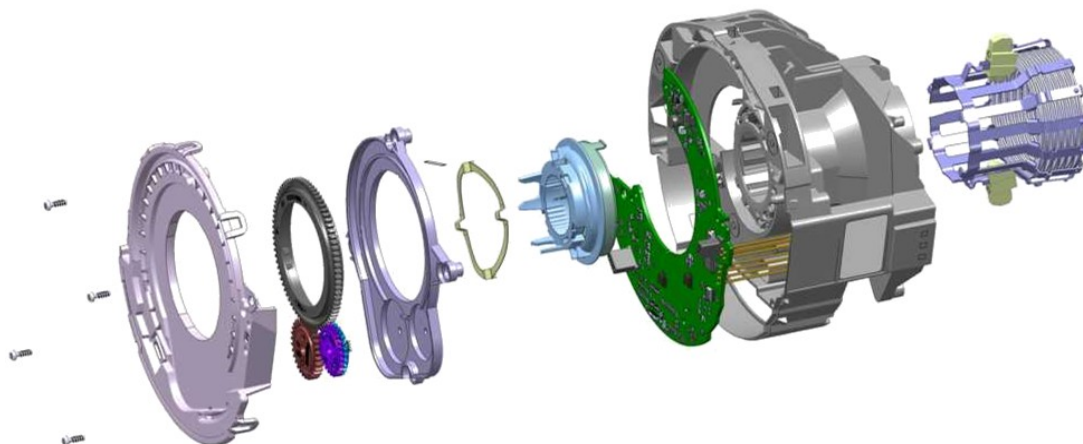
Obrázek č. 21. Rozpad sestavy Daimler; zdroj: [Interní dokumentace Kostal]

Pro jednotlivé sestavy musí být postaveny jednoúčelové výrobní linky, které budou schopny vyrábět díly v požadovaném taktu s požadovanou kvalitou. Veškeré sestavy páček se montují na výrobních linkách v KOBU (Kostal Bulgaria). Do KOČR (Kostal Czech) jsou dodávány hotové podsestavy jednotlivých variant multifunkčních páček a řadících páček přímo na výrobní linku modulů.

V KOČR jsou vyráběny podsestavy kazety, SAS a kompletního podvolantového modulu na automatických linkách. Linky jsou navrženy s důrazem na vysoký stupeň automatizace. Vzhledem k velké variantnosti finálního produktu je však velký problém se standardně navrženým systémem zásobování modulové linky a materiálem ve výrobních prostorách.

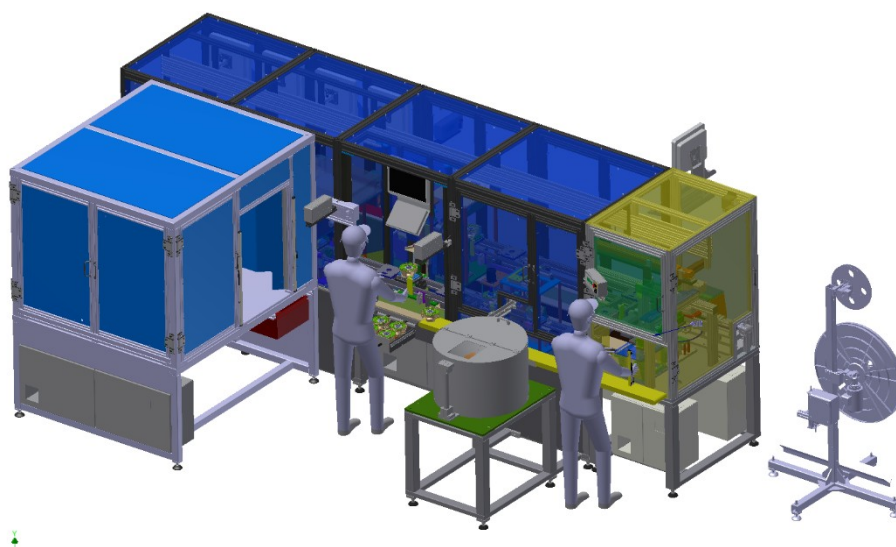
### Výrobní linka SAS

Výroba komponentu SAS je prováděna na automatické lince, která je obsluhována pouze dvěma pracovníky. Na obrázku č. 22 je zobrazen rozpad podsestavy na jednotlivé komponenty, které jsou v automatické lince montovány. Linka je zobrazena na zjednodušeném obrázku č. 23. SAS slouží k přesnému určení polohy volantu na principu magnetismu, kdy jsou polohy magnetů snímány pomocí magnetických senzorů s Hallovým efektem umístěných na plošném spoji. Součástí sestavy je také odpružený montážní systém na volantovou tyč.



Obrázek č. 22. Rozpad sestavy SAS; zdroj: [Interní dokumentace Kostal]

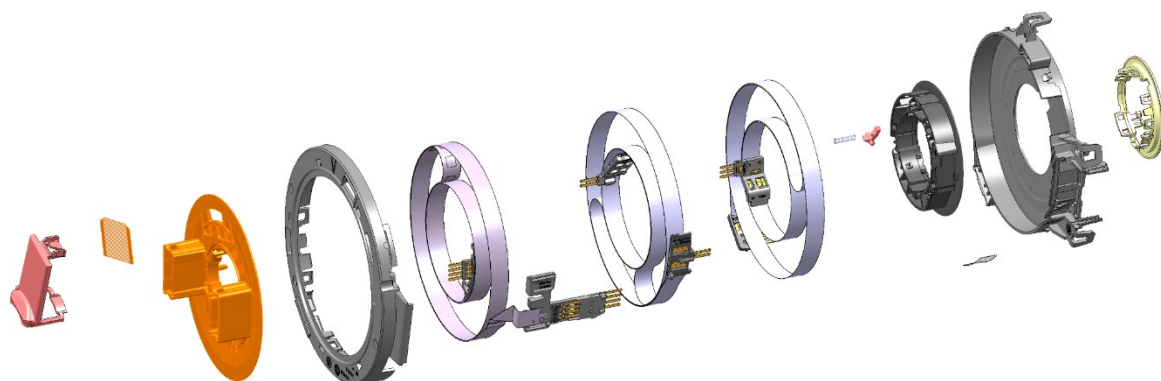
Samotná podsestava je vyráběna v pěti odlišných variantách v závislosti na objednávkách zákazníka. Hlavním variantním rozdílem je deska plošných spojů, která je dodávána s příslušným softwarem a osazením podle modulu, do kterého sestava dále vstupuje. Díly z této linky jsou dále spotřebovávány na modulové lince, kde se nachází konečná kompletace podvolantového modulu.



Obrázek č. 23. Model linky SAS; zdroj: [Interní dokumentace Kostal]

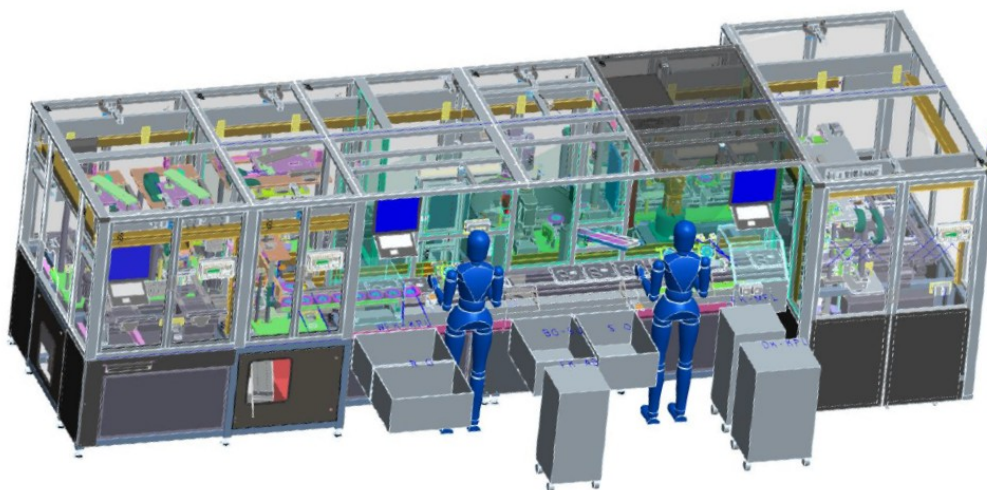
### Výrobní linka Spiral Cassette

Podsestava je vyráběna v šesti variantách na jedné automatické lince. Kazeta slouží k veškerému přenosu elektrických signálů mezi modulovým rozhraním a automobilem, tzn. pokud dá řidič automobilu páčku do aktivní polohy, pomocí vodících kabelů v kazetě, je signál přenesen do další elektroniky automobilu. Speciální konstrukce sestavy umožňuje „klouzáni“ kabelů v kazetě při otáčení volantu. Díl je také vybaven tzv. transportní pojistkou pro zamezení možnosti přetočení definované polohy kazety při přepravě a manipulaci. Na obrázku č. 24 je zobrazen rozpad sestavy na jednotlivé díly.



Obrázek č. 24. Rozpad sestavy Spiral Cassette; zdroj: [Interní dokumentace Kostal]

Celkově je linka schopna produkovat až čtyři různé varianty artiklů, které se dále zpracovávají na modulové lince. Kazeta je vyráběna v čase cyklu, který je 16s a balena je operátorem do definovaného balení standardního plastového ESD obalu. Na obrázku č. 25 je zobrazen model výrobní linky kazet i s rozmístěním vstupního materiálu potřebného pro stavbu artiklů.



Obrázek č. 25. Model linky Spiral cassette; zdroj: [Interní dokumentace Kostal]

### **Výrobní linka Modul**

Do modulové linky směřují všechny hotové podsestavy, které jsou společně kompletovány do finální podoby. Modulová linka je zároveň i největší linkou tohoto projektu. Obsluhu linky vykonávají pouze tři operátoři a to především díky vysokému stupni automatizace. Podvolantový modul, který je na automatické lince vyráběn a otestován, operátor zabalí do přepravního balení, ve kterém je prodáván zákazníkovi na základě aktuálních potřeb. Na každý modul je po otestování vložena červená přepravní pojistka, která slouží k zafixování montážní pozice dílu při instalaci do automobilu. Hotový a označený díl je na obrázku č. 26 níže.



Obrázek č. 26. Hotový podvolantový modul Daimler; zdroj: [Interní dokumentace Kostal]

Z kusovníku vyplývá konečný počet technických variant modulů, kterých je 48. Varianty se dále budou vyrábět v 4 různých barevných označeních. Takový počet vyráběných variant sebou nese i vysoké nároky na zásobování linky. Pro úspěšné zahájení výroby musí být vyřešena otázka zásobování linky a zásob v těsné blízkosti automatické linky modulů. Současný standardní způsob zásobování, který je ve společnosti zaveden by si při tomto objemu variant vyžádal neadekvátní zabor výrobních ploch a množství materiálu ve výrobě.

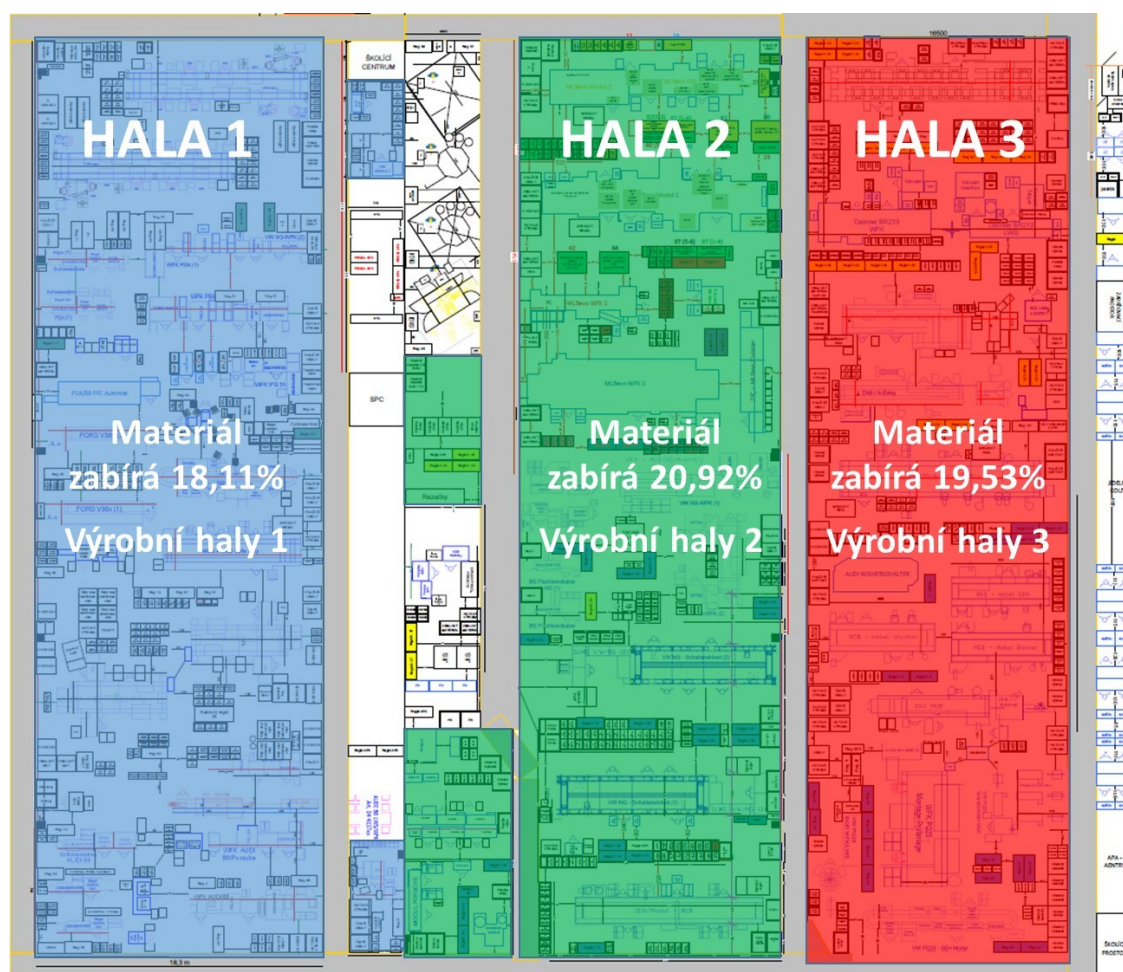


### 3 NÁVRH IMPLEMENTACE SYSTÉMU JIS NA KONKRÉTNÍ PROJEKT

Pro projekt Daimler je potřeba navrhnout nový systém zásobování výrobní linky modulů. Současný standard, který je ve společnosti zaveden, nemůže být pro tento projekt použit. Jak bylo již uvedeno, problémem je velká variantnost výrobků a vstupních dílů.

#### Současné problémy zásobování výroby

Současný koncept zásobování linek je postaven na standardu společnosti KOSTAL. Tento systém je řízený výrobním a skladovým kanbanem a pravidlem dvouhodinové zásoby dílů ve výrobě. Výše zmíněný koncept s sebou přináší řadu problémů, které jsou s narůstajícím počtem zakázek stále citelnější. Hlavním problémem současného konceptu zásobování výroby, který byl v rámci zpracování diplomové práce identifikován, je plocha využívaná pro skladování vstupního materiálu v blízkosti výrobních linek. Na obrázku č. 27 je zobrazen layout výrobních ploch rozdělený na jednotlivé haly.



Obrázek č. 27. Layout výrobních ploch a materiálů KOČR; zdroj: [Interní dokumentace Kostal, upraveno autorem]

Obrázek ukazuje obsazenost jednotlivých lodí výrobní haly vstupním materiálem pro výrobu. Do využitého prostoru byly započítány veškeré plochy sloužící k uskladnění vstupního materiálu, míst určených k dočasnému uložení hotových výrobků připravených k odvozu a materiálu rozpracované výroby, tedy veškeré plochy obsahující vstupy pro jednotlivé kroky výrobního procesu ve společnosti. Plochu využívanou k těmto účelům je z pohledu teorie přidané hodnoty možné označit jako neefektivně využitý výrobní prostor, který by mohl být využit k vytváření zisku společnosti.

Vstupní materiál ve výrobě byl rozdělen na čtyři základní jednotky. Nejmenší jednotkou ve výrobě je vozíková pozice o rozměru 0,24 m<sup>2</sup>. Regálová pozice má rozměr 1,239 m<sup>2</sup> a paletová pozice 1,2 m<sup>2</sup>. Poslední jednotku ve výrobě tvoří individuální spádové regály, které mají odlišné rozměry podle druhu použití. První výrobní hala má rozlohu 1110 m<sup>2</sup> do této rozlohy byla započtena veškerá plocha sloužící k výrobě spolu s výrobním materiálem. Naměřená data jsou zpracována v tabulce č. 3.

Tabulka č. 3. Zábór materiálu na výrobní hale 1; zdroj: [Autor]

| Výrobní hala 1  |            |                                |
|-----------------|------------|--------------------------------|
| Druh pozice     | Počet (ks) | Zábór plochy (m <sup>2</sup> ) |
| Vozíkové pozice | 299        | 71,80                          |
| Regálové pozice | 32         | 39,65                          |
| Paletové pozice | 60         | 72,00                          |
| Spádové regály  | 8          | 17,62                          |
| Celkem          | 399        | 201,07                         |

Celkově tedy tvoří vstupní (evidovaný) materiál v první výrobní hale 201 m<sup>2</sup>, což představuje 18,11% z celkové výrobní plochy této haly. Druhá výrobní hala má rozlohu 1090 m<sup>2</sup>. Do této rozlohy byla započtena veškerá plocha sloužící k výrobě. Výsledná naměřená data jsou zpracována v tabulce č. 4

Tabulka č. 4. Zábór materiálu na výrobní hale 2; zdroj: [Autor]

| Výrobní hala 2  |            |                                |
|-----------------|------------|--------------------------------|
| Druh pozice     | Počet (ks) | Zábór plochy (m <sup>2</sup> ) |
| Vozíkové pozice | 283        | 67,92                          |
| Regálové pozice | 49         | 60,71                          |
| Paletové pozice | 56         | 67,20                          |
| Spádové regály  | 9          | 32,00                          |
| Celkem          | 397        | 227,83                         |

Celkově tedy tvoří vstupní (evidovaný) materiál v druhé výrobní hale 227,83 m<sup>2</sup>, což představuje 20,92 % z celkové výrobní plochy této haly.

Třetí výrobní hala má rozlohu 972,8 m<sup>2</sup>, do této rozlohy byla započtena veškerá plocha sloužící k výrobě. Naměřená data jsou zaznamenána v tabulce č. 5

Tabulka č. 5. Zábór materiálu na výrobní hale 3; zdroj: [Autor]

| Výrobní hala 3  |            |                                |
|-----------------|------------|--------------------------------|
| Druh pozice     | Počet (ks) | Zábór plochy (m <sup>2</sup> ) |
| Vozíkové pozice | 242        | 58                             |
| Regálové pozice | 46         | 57                             |
| Paletové pozice | 55         | 66                             |
| Spádové regály  | 3          | 9                              |
| Celkem          | 346        | 190                            |

Celkově tedy tvoří vstupní (evidovaný) materiál ve třetí výrobní hale 190 m<sup>2</sup>, což představuje 19,53 % z celkové výrobní plochy této haly.

Výsledný zábór materiálu na všech výrobních halách tvoří 619,53 m<sup>2</sup>, což je celkem 19,53% plochy.

Při mapování výrobních prostor byl nalezen materiál mimo evidenci materiálového inženýra, který si zaměstnanci výroby operativně umísťují ve výrobě z různých potřeb. Tento materiál je mimo evidenci, není řízen a nelze s ním tudíž kalkulovat. Neevidovaný materiál vzniká nejčastěji nadvýrobou, chybou zásobování nebo chybou pracovníků ve výrobě.

Dvouhodinová zásoba, která je určena pro každý využívaný vstupní materiál, se záborem ploch liší podle druhu skladovaného materiálu a balení. U některých druhů materiálů, především pak nejčastěji u rozpracovaných podsestav, je zábór ploch průměrně 32 m<sup>2</sup> na jedné hale. Tyto materiály jsou baleny do velkých plastových přepravek po málo kusech, aby byla zaručena jejich ochrana. Z těchto důvodů je jimi ve výrobě zabírána neúměrně velká plocha.

Zásobování výroby probíhá prostřednictvím vysokozdvížných vozíků, které zavážejí a odváží materiál ze skladu podle kanbanových potřeb. Tento systém vytváří ve výrobě nepravidelný a těžko říditelný systém, který sebou přináší tyto problémy:

- vysokozdvížné vozíky se často dostávají do přímého kontaktu s pracovníky ve výrobě;
- využití jednotlivých manipulantů je těžko stanovitelné;
- velké množství vysokozdvížných vozíků ve výrobě a jejich obsluha s sebou nesou náklady na pracovníky a manipulační techniku;
- není definován čas zavážení pro jednotlivé oblasti zásobování ve výrobě, tím dochází ke ztrátě efektivity pro jednotlivé zavážecí trasy;
- odvoz materiálu je řízen individuálně pomocí světelných majáků, které jsou umístěny na jednotlivých výrobních linkách. Při potřebě odvozu hotových

výrobků seřizovač rozsvítí maják, který dává vizuální i informační pokyn do skladu o potřebě odvést materiál z výroby. Tento systém vede k hromadění zásob u linek i mimo vyhrazené prostory;

- neuzavřené logistické cykly zavážení a odvážení materiálů;

Díky velkému stupni automatizace a stále rostoucímu ročnímu objemu výroby se zkracují časy cyklů na nově implementovaných výrobních linkách. Výrobní cyklus linky má přímý vliv na spotřebu vstupů umístěných ve výrobním prostoru u linky. S rychlejším časem úměrně roste i počet materiálů, který musí vystačit na dvou hodinovou zásobu u linky. Průměrný čas cyklu pro modulové linky je ve společnosti KOSTAL 28 sekund. Pro stále rychlejší časy cyklů výrobních linek není současný systém vyhovující.

Materiál je do linky doplňován prostřednictvím operátorů, kteří mají na starosti i obsluhu výrobních linek. To má za následek negativní ovlivňování výrobního času cyklu linek. V tabulce č. 6 je záznam z tříhodinového měření dvou výrobních linek s rozdílným časem cyklu.

Tabulka č. 6. Měření dvou linek s různými časy cyklu; zdroj: [Autor]

| Automatická linka FORD                |                 |            |                |            | Automatická linka AUDI                 |                 |            |                |            |
|---------------------------------------|-----------------|------------|----------------|------------|--|-----------------|------------|----------------|------------|
| Čas cyklu                             | Norma [ks/Nhod] | Čas měření | Časy zastavení | Dobré kusy | Čas cyklu                              | Norma [ks/Nhod] | Čas měření | Časy zastavení | Dobré kusy |
| 19s                                   | 159             | 180 min    | 20,5 min       | 125 ks/h   | 32s                                    | 88              | 180 min    | 42,7 min       | 67 ks/h    |
| Přehled zastavení linky               |                 |            |                | Minuty     | Přehled zastavení linky                |                 |            |                | Minuty     |
| PCB opadlo z přísavek                 |                 |            |                | 0,5        | Schieber nebyl založen                 |                 |            |                | 8,25       |
| PCB špatný insert                     |                 |            |                | 2,0        | Páka nebyla ve správné poloze          |                 |            |                | 1,75       |
| Oprava EOLT- piny na WFK              |                 |            |                | 1,0        | Chyba šroubovák                        |                 |            |                | 4,00       |
| Kamera nepřečte PCB v lůžku 1         |                 |            |                | 1,5        | Manipulace / doplňování materiálu      |                 |            |                | 4,25       |
| PCB čtečka Bar-kodu                   |                 |            |                | 0,5        | Hrazda zaseknutá ve vibračním zařízení |                 |            |                | 1,50       |
| Manipulace / doplňování materiálu     |                 |            |                | 9,0        | Chyba senzoru (vstup do brány)         |                 |            |                | 1,25       |
| Calibration 275.190 Fail - restart SW |                 |            |                | 2,0        | Zaseknutý Schieber                     |                 |            |                | 2,25       |
| Etiketa - Špatná pozice etikety       |                 |            |                | 0,5        | Nezaložený domeček                     |                 |            |                | 1,25       |
| Úprava kontaktů WFK (Ohnutý insert)   |                 |            |                | 2,0        | Zaseknuté Sockely ve vibr. zařízení    |                 |            |                | 1,00       |
| Oprava šroubováku                     |                 |            |                | 1,5        | Špatná pozice Schieberu                |                 |            |                | 4,75       |
|                                       |                 |            |                |            | Etiketa                                |                 |            |                | 4,75       |
|                                       |                 |            |                |            | Chybné šroubování                      |                 |            |                | 1,00       |
|                                       |                 |            |                |            | Nezaloženo Blende                      |                 |            |                | 2,75       |
|                                       |                 |            |                |            | Zaseknutá paletka                      |                 |            |                | 1,00       |
|                                       |                 |            |                |            | Montáž čidla dveří (oprava)            |                 |            |                | 3,00       |



Automatická linka Ford s požadovaným časem cyklu 19 sekund má největší ztráty tvořené manipulací s materiálem. Ztrátový čas zde tvoří 9 minut z celkových 180. Druhé měření bylo provedeno na automatické lince Audi, která má delší čas cyklu stanovený na 32 sekund. Pokud pomíneme ostatní výpadky na automatické lince v době měření, jsou způsobeny převážně technickým stavem linky. Čas ztracený manipulací s materiálem zde tvoří 4,25 minuty z celkové časové ztráty o délce 42,75 minut. Po srovnání dvou linek s rozlišným časem cyklu vyplývá častější výměna materiálu u linky s vyšším časem cyklu. Podrobný záznam měření je k dispozici v příloze č. 2.

S přibývajícím množstvím materiálů ve výrobě a přibývající plochou se zvyšuje čas, který operátor musí strávit hledáním, chůzí a manipulací s materiálem. Tyto časy nepřinášejí výrobku žádnou přidanou hodnotu, proto musí být podle filozofie štíhlé výroby odstraňovány.

### **Důvody pro zavedení JIS na linku Daimler**

Výrobní linka Daimler je postavena na produkci v nejrychlejším čase cyklu 16 sekund, krátký takt linky ji činí v současné době nejrychlejších modulovou linkou v závodě KOSTAL CR. Čas cyklu vychází z ročního objemu produkce.

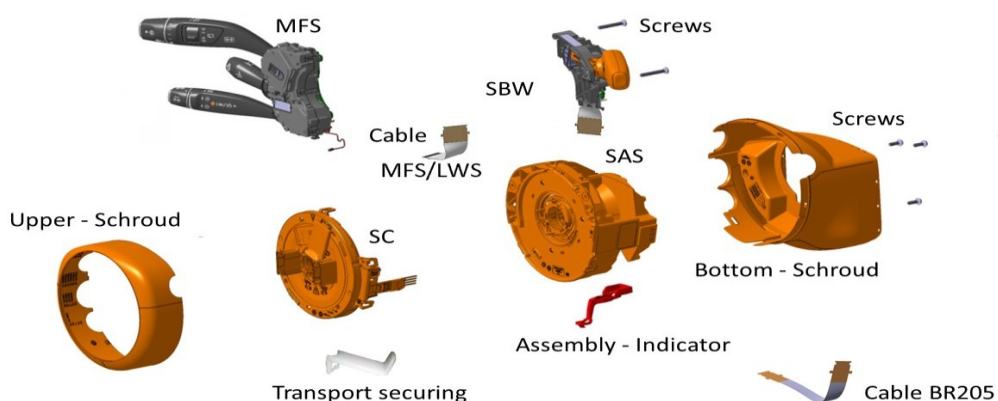
Sériová linka je schopna vyrábět moduly pro projekty Daimler podvozkové platformy 205, 222 a v budoucnu i BR 213. Maximální objem je pro linku stanoven na 930 000 ks/rok. Tento objem se může v budoucnosti měnit v závislosti na dalším jednání s automobilkou. Daimler si však v jakýkoli okamžik může objednat maximální smluvní množství dílů a s tímto faktem je třeba kalkulovat.

Krátký čas cyklu má vliv na rychlost spotřebovaného materiálu, měla by se tedy zvyšovat obrátkovost materiálu ve výrobě. Především výrobní komplexita linky způsobuje problém se zásobováním linky standardním způsobem. Velké množství vstupních komponent, které jsou variantně odlišné, by způsobily enormně velký zábor výrobních ploch v blízkosti linky. Aktuální seznam variant obsahuje 91 položek, do těchto variant může vstupovat 102 různých komponent, což znamená najít místo pro 102 vstupních dílů, ze kterých se modul může skládat, a zajistit pro ně prostor ve výrobě. K tomuto problému se váže i problematika odvozu hotových výrobků z vyhrazených prostor u linky. Krátký cyklus linky přináší zvýšené nároky na pravidelný odvoz materiálu, současný systém odvážení materiálu by mohl způsobit hromadění výroby v blízkosti linky, v krajním případě i její zastavení. Řešením je zavázat na linku vstupní materiál v sekvenci dle variant v návaznosti na výrobní plán v přesném množství, takzvaně materiál „JISovat“. Hotové moduly musí být od linky v pravidelných intervalech odváženy.

## Rozbor vstupních materiálů pro linku Daimler

Podvolantový modul se skládá ze tří základních celků, které se vyrábí v rámci podniku (viz. Kapitola 2.7). Tvoří ho páčky, SC a SAS. K těmto celkům se montuje dále spodní a horní kryt. Plastové kryty se variantně liší podle druhu použitých páček a barvy. Všechny díly jsou v kusovnících pojmenovány anglicky nebo německy. Název je doplněn o své unikátní tzv. LK číslo, pod kterým je materiál veden v systému SAP (Systems - Applications - Products in Data Processing) a dalších vnitropodnikových databázích. Na obrázku níže jsou zobrazeny všechny komponenty, které je montážní linka schopna zpracovávat.

Obrázek č. 28. Grafické zobrazení vstupních dílů Daimler; zdroj: [Interní dokumentace Kostal, upraveno autorem]



Variantnost některých dílů je znatelná, vyskytují se zde však i některé díly, které jsou použity do všech variant modulů. Jedná se o šrouby a transportní pojistky, které jsou pro stavbu modulu nezbytné. V tabulce č. 7 jsou výše zmíněné komponenty vypsány. Tyto díly malých rozměrů jsou dodávány na linku jako sypaný materiál. Díky automatizaci výrobní linky jsou tyto díly uloženy v dostatečném množství ve vibračních podavačích.

Tabulka č. 7. Společné díly pro Modul; zdroj: [Autor]

|             |                                  |
|-------------|----------------------------------|
| 10030502    | Screw (SbW/222/205/213)          |
| 10045537    | Screw (UV 213)                   |
| 10116135    | Screw (UV 222/205)               |
| 51623135110 | Transportsicherung LWS (222/205) |
| 10400715810 | Transportsicherung (222/205/213) |

Pro potřeby této práce byl vytvořen seznam variant se všemi vstupními materiály na modulovou linku, kterou je potřeba pravidelně a spolehlivě zásobovat. Kusovník je rozdělen do dvou sloupců podle projektů. Prvním komponentem je sestava páček, které jsou umístěny na levé straně modulu a mohou obsahovat až tři páky (blinkr + stěrač, tempomat a páčku pro nastavení volantu). Variantně se liší podle počtu páček, jednotlivých funkcí a barev. Pro projekt BR222 obsahuje až 32 variant páček a projekt 205 má 28 variant.

Některé varianty modulů obsahují také řadící páčku. Projekt 205 obsahuje pouze jednu variantu této páčky, ale projekt BR222 má až 4 možné varianty. SAS má celkem šest druhů, ale nejvíce jich obsahuje modul pro projekt BR205. Horní a spodní plastové kryty modulů se od sebe liší zejména počtem páček finálního modulu a barevným provedením. Pro projekt Daimler je celkem 6 různých barev. Mezi poslední komponenty patří dva druhy plochých kabelů sloužící jako propojovací prvek. Kazety se vyrábějí ve 4 provedeních napříč projektem. Celkově je tedy 102 různých materiálů, kterými je potřeba linku zásobovat. Celkový přehled vstupních dílů byl zpracován do níže zobrazeného přehledu na obrázku č. 29.

| DAI BR222     |   | DAI BR205     |   |
|---------------|---|---------------|---|
| <b>OP0010</b> |   | <b>OP0010</b> |   |
| 1             | 10022502 MFS                                    | 1             | 10022502 MFS  |
| 2             | 10023613 MFS                                    | 2             | 10023592 MFS  |
| 3             | 10023616 MFS                                    | 3             | 10023593 MFS  |
| 4             | 10023618 MFS                                    | 4             | 10023594 MFS  |
| 5             | 10023620 MFS                                    | 5             | 10023596 MFS  |
| 6             | 10023622 MFS                                    | 6             | 10023597 MFS  |
| 7             | 10023623 MFS                                    | 7             | 10023598 MFS  |
| 8             | 10023624 MFS                                    | 8             | 10023599 MFS  |
| 9             | 10095889 MFS                                    | 9             | 10023610 MFS  |
| 10            | 10095892 MFS                                    | 10            | 10023611 MFS  |
| 11            | 10095893 MFS                                    | 11            | 10023612 MFS  |
| 12            | 10095895 MFS                                    | 12            | 10023613 MFS  |
| 13            | 10095896 MFS                                    | 13            | 10023614 MFS  |
| 14            | 10095897 MFS                                    | 14            | 10023616 MFS  |
| 15            | 10095899 MFS                                    | 15            | 10023617 MFS  |
| 16            | 10095900 MFS                                    | 16            | 10023618 MFS  |
| 17            | 10095902 MFS                                    | 17            | 10023619 MFS  |
| 18            | 10095904 MFS                                    | 18            | 10023620 MFS  |
| 19            | 10095905 MFS                                    | 19            | 10023621 MFS  |
| 20            | 10095907 MFS                                    | 20            | 10023622 MFS  |
| 21            | 10095908 MFS                                    | 21            | 10023623 MFS  |
| 22            | 10095910 MFS                                    | 22            | 10023624 MFS  |
| 23            | 10095912 MFS                                    | 23            | 10091191 MFS  |
| 24            | 10095914 MFS                                    | 24            | 10091193 MFS  |
| 25            | 10102656 MFS                                    | 25            | 10106995 MFS  |
| 26            | 10102657 MFS                                    | 26            | 10106997 MFS  |
| 27            | 10102658 MFS                                    | 27            | 10106999 MFS  |
| 28            | 10102659 MFS                                    | 28            | 10107010 MFS  |
| 29            | 10102660 MFS                                    | 1             | 10090978 SBW  |
| 30            | 10102661 MFS                                    | 1             | 10105141 SAS  |
| 31            | 10102662 MFS                                    | 2             | 10105142 SAS  |
| 32            | 10102663 MFS                                    | 3             | 10105143 SAS  |
| 1             | 10096228 SBW                                    | 4             | 10105144 SAS  |
| 2             | 10095961 SBW                                    | 5             | 10105145 SAS  |
| 3             | 10095960 SBW                                    | 6             | 10105146 SAS  |
| 4             | 10102772 SBW                                    | <b>OP0050</b> |   |
| 1             | 10105141 SAS                                    | 1             | 10051947 VerkleidungOberteil . THP Schwarz (Bli)                    |
| 2             | 10105143 SAS                                    | 2             | 10042455 VerkleidungOberteil . THPSchwarz (Bli/Tmp)                 |
| <b>OP0050</b> |   | 3             | 10049747 VerkleidungOberteil . THP Schwarz (Bli/Tmp/SbW)            |
| 1             | 10049748 VerkleidungOberteil . THP Schwarz      | 4             | 10049748 VERKLEIDUNG OBERTEIL Schwarz (Bli/Tmp/MVS/SbW)             |
| 2             | 10219389 VerkleidungOberteil . THP Seidenbeige  | 5             | 10219829 VerkleidungOberteil . THP Espresso Braun (Bli)             |
| 3             | 10219390 VerkleidungOberteil . THP Greige       | 6             | 10219827 VerkleidungOberteil . THP Espresso Braun (Bli/Tmp)         |
| 4             | 10245593 VerkleidungOberteil . THP Porcelain    | 7             | 10219826 VerkleidungOberteil . THP Espresso Braun (Bli/Tmp/SbW)     |
| 1             | 10079426 VerkleidungUnterteil Schwarz           | 8             | 10219825 VerkleidungOberteil . THP Espresso Braun (Bli/MVS/TMP/SBW) |
| 2             | 10202851 VerkleidungUnterteil Greige            | 9             | 10219908 VERKLEIDUNG OBERTEIL TIEFSEEBLAU (Bli)                     |
| 3             | 10202850 VerkleidungUnterteil . THP Seidenbeige | 10            | 10219904 VERKLEIDUNG OBERTEIL TIEFSEEBLAU (Bli/TMP)                 |
| 4             | 10245813 VERKLEIDUNG UT PORCELLAIN              | 11            | 10219900 VERKLEIDUNG OBERTEIL TIEFSEEBLAU (Bli/SBW/TMP)             |
| 1             | 10076592 Cable                                  | 12            | 10219897 VERKLEIDUNG OBERTEIL TIEFSEEBLAU (Bli/MVS/TMP/SBW)         |
| <b>OP0115</b> |   | 1             | 10079422 VerkleidungUnterteil Schwarz (Bli)                         |
| 1             | 10024818 Wickelfederkassette . DAI_W213         | 2             | 10079423 VERKLEIDUNG UNTERTEIL Schwarz (Bli/TMP)                    |
| 2             | 10024820 Wickelfederkassette . DAI_W213         | 3             | 10079421 VERKLEIDUNG UNTERTEIL Schwarz (Bli/TMP/SbW)                |
| 1             | 10400715810 Transportsecuring                   | 4             | 10079426 VERKLEIDUNG UNTERTEIL Schwarz (Bli/ SBW/TMP/ MVS)          |
| 1             | 10030502 Screw (SbW/222/205/213)                | 5             | 10245793 VERKLEIDUNG UNTERTEIL ESPRESSO BRAUN (Bli)                 |
| 1             | 10045537 Screw (UV 213)                         | 6             | 10245792 VERKLEIDUNG UT ESPRESSO BRAUN (Bli/TMP)                    |
| 1             | 10116135 Screw (UV 222/205)                     | 7             | 10245791 VERKLEIDUNG UT ESPRESSO (Bli/ SBW / TMP)                   |
| 1             | 51623135110 Transportsicherung LWS (222)        | 8             | 10245796 BOTTOM SHROUD ESPRESSO BRAUN (Bli/SBW/TMP/MVS)             |
| 1             | 10400715810 Transportsicherung (222/205)        | 9             | 10202843 VerkleidungUnterteil TIEFSEEBLAU (Bli)                     |
|               |   | 10            | 10202840 VERKLEIDUNG UNTERTEIL TIEFSEEBLAU (Bli/ TMP)               |
|               |   | 11            | 10202828 VERKLEIDUNG UNTERTEIL TIEFSEEBLAU (Bli/SBW/TMP)            |
|               |   | 12            | 10202852 VERKLEIDUNG UNTERTEIL TIEFSEEBLAU (Bli/SBW/TMP/MVS)        |
|               |   | 1             | 10047045 Cable  |
|               |   | <b>OP0115</b> |   |
|               |   | 1             | 10024818 Wickelfederkassette . DAI_W213                             |
|               |   | 2             | 10024820 Wickelfederkassette . DAI_W213                             |
|               |   | 1             | 10400715810 Transportsecuring                                       |

Obrázek č. 29. Kusovník projektu Daimler; zdroj: [Autor]

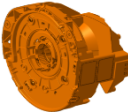

## Návrh balení pro vstupní materiály

Pro každý vstupní materiál musí být vytvořen balící předpis, který specifikuje způsob balení dílu od dodavatele, ale i v rámci podniku. Předpis slouží jako přesný návod na uchování materiálu s ohledem na kvalitativní a jiné požadavky.

Při vytváření návrhu balení pro jednotlivé komponenty bylo nutné spolupracovat se zástupci jednotlivých oddělení AQT (Automotive Quality Technician), APL (Automotive Production Logistics), APP (Automotive Production Planning) a APO (Automotive Production Optimizations). Všechna tato oddělení musí navrhované balení schválit. Oddělení AQT posuzuje dostatečnou kvalitu balení a ochranu výrobku při transportu a skladování. Oddělení APL řeší způsob balení s ohledem na přepravní výkony a manipulace. APP schvaluje balení s ohledem na jednoduchost manipulace a případné umístění materiálu do výrobní linky. Oddělení APO musí zohledňovat manipulaci operátora s balením na lince s ohledem na co nejmenší časovou ztrátu při výměně a vyjímání dílů z balení.

Sestava SAS je produkována interně, proto bylo navrženo balení do standardních plastových ESD přepravek LK-04 s přihlédnutím k velikosti samotné podsestavy. Speciálním požadavkem je ESD ochrana výrobku, jedná se o elektronické zařízení obsahující citlivou elektroniku. Proti vnějším vlivům jsou díly chráněny plastovým pytlíkem (Seitenfaltbeutel 590x390). Do takto připravené přepravy je umístěn ESD proklad spolu s ESD příhrádkami, které oddělují jednotlivé díly. Alternativou k těmto příhrádkám je nechat vyrobit přesný blister (speciálně tvarované nosiče pro uložení dílů), ten je ovšem drahý a využívá se jen v nutných případech na doporučení odpovědného konstruktéra. Po naplnění jednotlivých příhrádek jsou díly chráněny a zároveň odděleny od dalšího patra umístěním dalšího ESD prokladu. Takto uspořádané díly tvoří dvě patra, každé patro obsahuje 12 dílů. Celkem tedy přepravní jednotka obsahuje 24 dílů. V tabulce č. 8 je uvedena zjednodušená balící informace pro vstupní díl SAS.



Tabulka č. 8. Návrh balení SAS; zdroj: [Autor]

| Název | Číslo materiálu  | Obrázek   | Typ balení | Obrázek balení   | Metoda balení   | Počet kusů v balení |
|-------|--|---|------------|--|---|---------------------|
| SAS   | 10105141<br>10105142<br>10105143<br>10105144<br>10105145<br>10105146 |  | LK-04      |  | 2 vrstvy po 12 kusech. 3x ESD proklad, ESD folie, ESD víko, ESD oddělovač 2x. | 24                  |

Pro podsestavu SC bylo zvoleno po diskuzi se všemi odděleními velice podobné balení jako pro podsestavu SAS. Díl má stejné požadavky na balení. Díly jsou ukládány do dvou pater, každé patro obsahuje 18 kazet. Celkem se tedy do přepravní jednotky vejde 36 kusů. Každý



kus je vkládán do samostatné přihrádky pro zabezpečení maximální ochrany dílů. V tabulce č. 9 je uvedena zjednodušená balící informace pro vstupní díl SC.

Tabulka č. 9. Návrh balení SC; zdroj: [Autor]

| Název          | Číslo materiálu      | Obrázek   | Typ balení | Obrázek balení  | Metoda balení  | Počet kusů v balení |
|----------------|----------------------|---|------------|---|--|---------------------|
| Spiral Cassete | 10024818<br>10024820 |  | LK-04      |  | 2 vrstvy po 18 kusech. ESD proklad, 3x, ESD folie, ESD víko, ESD oddělovač 2x. | 36                  |

Díly MFS jsou dodávány ze sesterského závodu v Bulharsku a mají status nakupovaného dílu. Jakožto zákazník si KOCR definuje, jak mají díly chodit balené na linku. Páčky musí být standardně baleny v ochranných sítkách. Sítky chrání především potisk páček a zabraňují vzniku škrábanců nebo otlaků při přepravě. S ohledem na čas cyklu linky a co nejjednodušší manipulaci bylo zvoleno umístění páček do ESD přepravek LK-04, ochranný ESD pytel sníží možnost proniknutí nečistot k dílům. Díly jsou baleny do pěti pater po deseti kusech, ty jsou odděleny ESD pěnovým a pevným prokladem. Takto zabalené páčky jsou dodávány na linku. V tabulce č. 10 je uvedena zjednodušená balící informace pro vstupní díly MFS.

Tabulka č. 10. Návrh balení MFS; zdroj: [Autor]

| Název | Číslo materiálu                              | Obrázek   | Typ balení | Obrázek balení   | Metoda balení  | Počet kusů v balení |
|-------|--|---|------------|--|--|---------------------|
| MFS   | 10022502<br>10102663<br>10022502<br>10107010 |  | LK-04      |  | 5 vrstev po 10 kusech. Každá páčka má ochranou sítku, ESD proklad 6x, ESD folie, ESD víko, ESD pěnový proklad 11x. | Až 60               |

Pro díly SBW bylo zvoleno stejné balení jako u páček MFS a to především kvůli stejným požadavkům na kvalitu a ochranu dílů při přepravě. Oproti dílu MFS, kde mohou variantně existovat i tři pákové varianty, je páka SBW pouze jedna. Proto byla zvolena přepravu dílů ve větším množství a balení do 6 pater po 10 kusech páček. Celkem obsahuje přepravní jednotka 60 kusů páček SBW. V tabulce č. 11 je uvedena zjednodušená balící informace pro vstupní díly SBW.



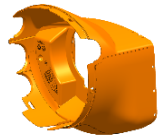



Tabulka č. 11. Návrh balení SBW; zdroj: [Autor]

| Název | Číslo materiálu                              | Obrázek   | Typ balení | Obrázek balení  | Metoda balení  | Počet kusů v balení |
|-------|--|---|------------|---|--|---------------------|
| SBW   | 10096228<br>10095961<br>10095960<br>10102772 |  | LK-04      |  | 6 vrstev po 10 kusech. Každá páčka má ochranou síťku, ESD proklad 6x, ESD folie, ESD víko, ESD pěnový proklad 11x. | 60                  |





Díly Top Shroud jsou lisovány přímo v závodu KOČR a jelikož se jedná o viditelný díl, musí být kladen důraz na eliminaci vzniku škrábanců a otěrů na dílech. Proto vznikl požadavek kvality balit díly do samostatných pytlíků. Takto zabalené díly jsou skládány do plastové přepravy LK-04 ve dvou patrech po dvaceti osmi kusech. Stejným způsobem jsou baleny i díly Bottom Shroud, tento díl je ovšem mnohem větší a do přepravy se jich vejde pouze 8 do dvou pater. Celkově je tedy v jednom přepravním balení 56 Top Shroud a šestnáct dílů Bottom Shroud. V tabulce č. 12 je uvedena zjednodušená balicí informace pro vstupní díly Top Shroud a Bottom Shroud.

Tabulka č. 12. Návrh balení Bottom Schroud a Top Shroud; zdroj: [Autor]

| Název         | Číslo materiálu       | Obrázek   | Typ balení | Obrázek balení   | Metoda balení   | Počet kusů v balení |
|---------------|-----------------------|---|------------|--|---|---------------------|
| Top Shroud    | 10049748-<br>10245593 |  | LK-04      |  | 2 vrstvy po 28ks, Každý díl zabalen do ESD pytle, ESD proklad 3x, ESD víko, ESD folie velká | 36                  |
| Bottom Shroud | 1079426-<br>10202852  |  | LK-04      |  | 2 vrstvy po 8ks, Každý díl zabalen do ESD pytle, ESD proklad 3x, ESD víko, ESD folie        | 24                  |




Na drobné plastové a kovové díly nejsou kladeny vysoké kvalitativní požadavky, jedná se o šroubky, které jsou nakupovány v různých baleních s různým množstvím. Pro tyto díly je navrženo nejmenší možné přepravní balení LK-31. V tabulce č. 13 je uvedena zjednodušená balicí informace pro vstupní díly šroubů.

Tabulka č. 13. Návrh balení Screws; zdroj: [Autor]

| Název  | Číslo materiálu | Obrázek   | Typ balení | Obrázek balení  | Metoda balení    | Počet kusů v balení |
|--------|-----------------|---|------------|---|------------------|---------------------|
| Screws | 10045537        |  | LK-31      |  | Dummy Polybeutel | 2400                |
| Screws | 10116135        |  | LK-31      |   | Dummy Polybeutel | 8000                |
| Screws | 10030502        |  | LK-31      |   | Dummy Polybeutel | 4500                |

Posledními vstupními díly jsou plastové pojistky, které jsou kupovaným dílem. Pro tento typ dílu bylo zvoleno největší přepravní balení v podobě plastového obalu LK-04. Díl nevyžaduje žádnou zvláštní ochranu, proto je chráněn pouze plastovým pytlkem. Ploché kabely musí být ovšem chráněny ESD obalem. Proto jsou díly nakupovány od dodavatele v plastových obalech. Kabely se díky svému malému rozměru vejdu ve velkém množství i do přepravního balení LK-31. V tabulce č. 14 je zjednodušená balicí informace pro vstupní díly pojistky a plochých kabelů.

Tabulka č. 14. Návrh balení pojistky a plochých kabelů; zdroj: [Autor]

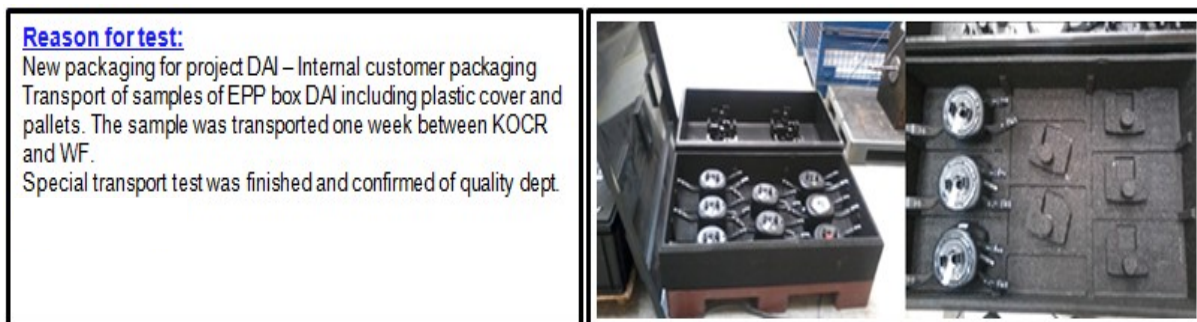
| Název              | Číslo materiálu            | Obrázek   | Typ balení | Obrázek balení   | Metoda balení   | Počet kusů v balení |
|--------------------|----------------------------|---|------------|--|---|---------------------|
| Assembly indicator | 51623135110<br>10400715810 |  | LK-01      |  | Díly baleny ve folii (Polybeutel 750x1300x0), volně sypané + Víko | 20000               |
| Cables             | 10076592<br>10047045       |  | LK-31      |  | Baleno v EDS folii od dodavatele                                  | 10000               |

### Návrh finálního balení Daimler

Součástí obalového materiálu je i finální balení modulů Daimler. Hotové díly z modulové linky jsou baleny do speciálně navržených obalů, které schvaluje zákazník. Obal musí být navržen tak, aby se dal stohovat na standardní palety a odpovídal požadavkům kvality a chránil výrobek proti vnějším vlivům při transportu. Za tímto účelem bylo nutné nechat navrhnout balení s těmito parametry:

- hmotnost balení: 1,98 kg;
- rozměry: 990 x 590 x 210 mm;
- stohovatelnost: 8 - 10 EPP boxů s víkem na paletě (1200 x 1000 mm);
- materiál: Expandovaný polypropylen (EPP);
- počet kusů v balení: 8-10.

Balení bylo navrženo firmou Interobal k.s a muselo projít standardním tzv., transport testem, při kterém je ověřována jeho funkčnost a je nezbytnou podmínkou pro interní i zákaznické schválení. Balení prošlo testem s kladným výsledkem. Na obrázku č. 30 je zobrazeno finální balení s kapacitou 8 kusů spolu se zápisem z transportního testu. Celý transportní protokol je přiložen v příloze č. 3.



Obrázek č. 30. Finální balení modulů Daimler; zdroj: [Autor ve spolupráci s oddělením AQ]

### Návrh zásobování linky

Pro kvalitní návrh zásobování výrobní linky je nutné získat přesná data o potřebách materiálu z minulosti a o předpokládaných výhledech objednávek. K tomuto účelu lze použít vnitropodnikový nástroj SAP, který poskytuje přesná data o výrobních potřebách materiálů.

Při návrhu bylo vycházeno ze základního systému dvouhodinového kanbanu, na který bude dále navrhován systém zásobování podle filozofie JIS.

Analyzovaná data ze systému SAP a navržený druh balení jsou uspořádána do komplexní tabulky, která obsahuje základní informace o vstupních materiálech. V první části je stanovena hodinová výrobní norma, která je pro tento projekt 150 ks/hod. Stávající systém je postaven na principu dvou hodinové zásoby, proto je dvouhodinová norma 300 ks/ hod.

Tabulka je strukturována do několika sloupců, do kterých jsou zapisovány informace o vstupním materiálu, jako je: typ vstupního materiálu, druh obalu, způsob dodání materiálu na linku, možnost díl uchovat ve vibračním zásobníku a průměrné týdenní spotřeby jednotlivých materiálů. Týdenní potřeby volím z toho důvodu, že jsou všechny výrobní potřeby zákazníka i KOCHR plánovány na týdenní bázi. Obrázek č. 31 zobrazuje hlavičku navrhované tabulky.



|                             |            |            |         |      |               |                   |                        |                                      |                     |                    |                        |                 |
|-----------------------------|------------|------------|---------|------|---------------|-------------------|------------------------|--------------------------------------|---------------------|--------------------|------------------------|-----------------|
| 150                         | 300        |            |         |      |               |                   |                        |                                      |                     |                    |                        |                 |
| [ks/hod]                    | [ks/2 hod] |            |         |      |               |                   |                        |                                      |                     |                    |                        |                 |
| <b>MODUL DC 205 / 222 /</b> |            | <b>Typ</b> | ks/obal | obal | způsob dodání | Vibrační zásobník | [ks/2h]<br>/<br>[ks/b] | <b>Počet obalů</b><br>zaokrou.<br>+1 | <b>pozice regál</b> | <b>malé vozíky</b> | <b>Paletové pozice</b> | <b>Ks týdně</b> |

Obrázek č. 31. Uspořádání navrhované materiálové tabulky; zdroj: [Autor]

V dalších sloupcích jsou dopočítávána data na základě získaných vstupních informací o materiálech. První hodnotou, kterou je potřeba získat, je počet obalových materiálů nutných k pokrytí dvou hodinové zásoby materiálu ve výrobě.

$$\text{Počet obalových jednotek} = \frac{300 \text{ ks/hod}}{\text{počet kusů v obalu}}$$

Získaný počet obalových jednotek je potřeba zaokrouhlit vždy nahoru a přičíst jednu další jednotku pro správnou funkci kanbanového systému. Tento výpočet je proveden ve sloupci „Počet obalů“ a udává konečný počet obalů nutných k zajištění a dodržení dvou hodinové výroby. Z tabulky jsou vyřazeny materiály, které mají nulovou spotřebu. To může například znamenat, že zákazník varianty zatím neuvolnil do sériových vozů, nebo se očekává náběh výroby až v pozdějších letech, proto je zbytečné s tímto materiálem zatím kalkulovat.

Po získání potřeb materiálu ve výrobě podle dvouhodinového systému řízeného kanbanem je stanoven výsledný počet obalového materiálu ve výrobě. Potřeba materiálu by činila celkem **798 jednotek**, které by bylo potřeba umístit k lince.

Variety dílů, které se vyrábějí ve velkém množství, se uchovávají ve výrobě klasickým způsobem zásobování s dvouhodinovou zásobou a kanbanovým řízením. Toto rozhodnutí bylo učiněno po konzultaci s vedoucím pracovníkem logistiky a managementem firmy. Současná kapacitní vytíženost skladu by znamenala neschopnost dodávat všechny díly systémem JIS. Aby mohl být systém úspěšně zaveden do praxe, je nutné vzít v úvahu i okolní omezující kritéria a přizpůsobit jim návrh zásobování. Z hlediska stability procesu se jedná o nezbytné opatření při zavádění zcela nového systému zásobování.

Dalším krokem je vybrání komponentů s největší spotřebou a zvolit pro ně vhodné umístění. U sypaných materiálů s velkým počtem kusů v balení je vhodné volit umístění do stabilního regálu. Zejména pak u dílů, které jsou na linku dodávány v LK31, tyto menší přepravky se dají uskladnit po dvou a zaberou pouze jednu pozici v regálu. Díly, které jsou určeny do vibračních podavačů, mají výhodu v uskladnění obsahu celého balení do kapacity vibračního podavače v lince. Proto je u těchto materiálů vždy odečtena jedna obalová jednotka oproti ostatním materiálům. Na obrázku č. 32 je zobrazen návrh materiálového uspořádání pro

nejvíce používané díly, které budou umístěny ve výrobě u modulové linky a materiálový tok bude řízen pomocí standardního systému KOCHR.

|                    |                | 150<br>[ks/hod]                          | 300<br>[ks/2 hod] |       |         |      |           |               |          |                        |                                  |                 |                |          |
|--------------------|----------------|--|-------------------|-------|---------|------|-----------|---------------|----------|------------------------|----------------------------------|-----------------|----------------|----------|
| MODUL DC 205 / 222 |                |  |                   | Typ   | ks/obal | obal | Kategorie | Způsob dodání | zásobník | [ks/2h]<br>/<br>[ks/b] | Počet<br>obalů<br>zaokrou.<br>+1 | pozice<br>regál | malé<br>vozíky | Ks týdně |
| Sypaný             | 10030502       | SF-SHR .K-4 -T15 3,5 * 28 LK 5161 None   | Šroub             | 4500  | LK31    | A    | Layout    | 1             | 0,07     | 2                      | 1                                |                 | 8000           |          |
|                    | 10045537       | Stössel . THP                            | Šroub             | 2400  | LK31    | A    | Layout    | 1             | 0,13     | 2                      | 1                                |                 | 4000           |          |
|                    | 10116135       | SF-SHR . T20 -3,5 x 11 LK5161 passiviert | Šroub             | 8000  | LK31    | A    | Layout    | 1             | 0,04     | 2                      | 1                                |                 | 18000          |          |
|                    | 51623135110001 | SHR. K-2-T20- 3,5*11,0                   | Pojistka          | 20000 | LK01    | A    | Layout    | 1             | 0,02     | 2                      | 1                                |                 | 4000           |          |
|                    | 10400715810    | Transportsicherung                       | Pojistka          | 2500  | LK01    | A    | Layout    |               | 0,12     | 2                      | 2                                |                 | 4000           |          |
| SC                 | 10024818       | Wickelfederkassette .DC_W222             | Kazeta            | 36    | LK04    | A    | Layout    |               | 8,33     | 10                     |                                  | 3               | 4563           |          |
|                    | 10024820       | Wickelfederkassette .DC_W222             | Kazeta            | 36    | LK04    | B    | Layout    |               | 8,33     | 10                     |                                  | 3               | 1801           |          |
| Foil               | 10047045       | Flachbandkabel                           | FPC               | 1000  | LK31    | C    | Layout    |               | 0,30     | 2                      | 1                                |                 | 23             |          |
|                    | 10076592       | Flachbandkabel                           | FPC               | 1000  | LK31    | C    | Layout    |               | 0,30     | 2                      | 1                                |                 | 890            |          |
| Horní              | 10049748       | VerkleidungOberteil . THP Schwarz        | Horní kryt        | 36    | LK04    | A    | Layout    |               | 8,33     | 10                     |                                  | 3               | 3812           |          |
|                    | 10049747       | VerkleidungOberteil . THP Schwarz        | Horní kryt        | 36    | LK04    | B    | Layout    |               | 8,33     | 10                     |                                  | 3               | 3144           |          |
| Spodní             | 10079426       | VerkleidungUnterteil . Bli BR205/222 THP | Spodní kryt       | 24    | LK04    | B    | Layout    |               | 12,50    | 14                     |                                  | 4               | 3812           |          |
|                    | 10079421       | VerkleidungUnterteil . Bli BR205/222 THP | Spodní kryt       | 24    | LK04    | B    | Layout    |               | 12,50    | 14                     |                                  | 4               | 3144           |          |
| Páky -             | 10023597       | Lenksäule Schalter .DC_W205 Bli TMP LIM  | Páky              | 50    | LK04    | B    | Layout    |               | 6,00     | 7                      |                                  | 2               | 3426           |          |
|                    | 10023613       | Lenksäule Schalter .DC_W222 Bli TMP MVS  | Páky              | 40    | LK04    | B    | Layout    |               | 7,50     | 9                      |                                  | 3               | 1551           |          |
| G1                 | 10090978       | Gangwahl . Schalter DC_W166              | GWS               | 60    | LK04    | A    | Layout    |               | 5,00     | 6                      |                                  | 2               | 5885           |          |
|                    | 10105143       | Lenkwinkel Sensor .DC_W222 MID3          | LWS               | 24    | LK04    | A    | Layout    |               | 12,50    | 14                     |                                  | 4               | 5733           |          |

Obrázek č. 32. Návrh variant pro standardní zásobování; zdroj: [Autor]

Všechny vytipované díly mají velkou spotřebu, výjimku tvoří pouze díl FPC fólie, která má malou spotřebu, ale je výhodné ji umístit do regálu díky dobře zvolenému balení. Umístěním těchto dílů do výroby standardním způsobem se sníží riziko možné nestability výroby.

Pro určení kritických dílů, které budou umístěny ve výrobě, byla použita ABC analýza, která každé položce určí status podle procentuálního zastoupení v týdenní spotřebě. V tabulce č. 15 je zobrazen výsledek ABC analýzy. Materiály, které budou umístěny ve výrobě a řízeny podle starého systému jsou v kategorii A, B. Kategorie C jsou materiály s nízkou spotřebou a tyto díly budou řízeny podle technologie JIS. V tabulce č. 15 nejsou zobrazeny všechny položky, které patří do kategorie C z důvodu jejich velkého množství. Velké množství materiálů v kategorii C je také důvodem proč materiály dodávat pomocí technologie JIS. Umístění materiálů této kategorie do výroby by znamenalo největší zátěž pro výrobní prostor.

Tabulka č. 15. ABC analýza; zdroj: [Autor]

| Materiál    | Spotřeba | %       | Kategorie |
|-------------|----------|---------|-----------|
| 10116135    | 18000    | 21,490% | A<br>69%  |
| 10030502    | 8000     | 9,551%  |           |
| 10090978    | 5885     | 7,026%  |           |
| 10105143    | 5733     | 6,845%  |           |
| 10024818    | 4563     | 5,448%  |           |
| 10045537    | 4000     | 4,776%  |           |
| 5162313511  | 4000     | 4,776%  |           |
| 10400715810 | 4000     | 4,776%  |           |
| 10049748    | 3812     | 4,551%  |           |
| 10079426    | 3812     | 4,551%  |           |
| 10023597    | 3426     | 4,090%  |           |
| 10049747    | 3144     | 3,754%  |           |
| 10079421    | 3144     | 3,754%  |           |
| 10024820    | 1801     | 2,150%  |           |
| 10023613    | 1551     | 1,852%  |           |
| 10096228    | 1447     | 1,728%  | C<br>11%  |
| 10105141    | 1104     | 1,318%  |           |
| 10023616    | 934      | 1,115%  |           |

| Kategorie | Kritérium |
|-----------|-----------|
| A         | 70%       |
| B         | 20%       |
| C         | 10%       |

Podle navrženého řešení bude ve výrobě stabilně umístěn jeden velký regál s kapacitou šestnácti skladovacích míst a třicet jedna vozíkových pozic pro nejvíce spotřebovávaný materiál. Ostatní materiál bude na linku dodáván pomocí technologie JIS v čase kdy bude potřeba podle aktuálně vyráběné varianty.

## 4 NÁVRH MATERIÁLOVÉHO TOKU NA PRINCIPU JIS

Zbylé materiály, které nebudou umístěny u linky, je potřeba tzv. „JISovat“. Jedná o materiály, které mají malou až středně velkou spotřebu. Výhoda tohoto systému spočívá především ve znatelné úspoře výrobní plochy, jelikož je potřeba vyčlenit prostor pouze pro JIS místo, kde bude materiál připravován v objednané konfiguraci. Nevýhodou je zvýšení nároků na včasné a přesné vyskladňování a přípravu materiálů pro výrobní linku.

Jedná se celkem o 64 různých materiálů, ty budou na linku zaváženy podle systému JIS v určené sekvenční konfiguraci.

### Návrh způsobu zásobování systémem JIS na výrobní linku

Systém zásobování je postaven na pilířích současného funkčního systému řízení zásobování linek ve společnosti KOSTAL. Prvním krokem je určení přepravní jednotky, ta slouží jako základní prvek pro systém JIS. Za tímto účelem jsem zvolil pojízdný regál, do kterého budou materiály vyskladňovány podle vyráběné konfigurace. Jeden pojízdný regál bude mít kapacitu standardního výrobního regálu se šestnácti místy.

Plánování výroby je podle denního plánu, který tvoří logistický disponent ve formě excelové tabulky, která je založena na aktuálních objednávkách zákazníka. Tento dokument slouží jako základní plán pro organizátora výroby. Organizátor výroby plánuje, kdy a jaké varianty se budou v daný čas na lince vyrábět.

Výrobní varianty, jež budou v daný den vyráběny, musí nově organizátor přenést do systému SAP, kde se mu finální artikly rozpadnou na jednotlivé vstupní komponenty v přesném množství, ve kterém jsou potřeba k výrobě zadaného počtu kusů. Ke každému vstupnímu dílu je přiřazena informace, podle jakého systému zásobování je řízen, tzn. kanban nebo JIS. Zadáním variant do systému SAP je vytvořena **sekvenční** objednávka materiálu pro jednotlivé vstupní komponenty, které jsou potřeba vyskladnit a v definované sekvenci zavést na linku. Pracovník skladu má tedy přesný výpis dílů, a tím musí vyskladnit podle systému JIS do připraveného pojízdného regálu.

Po připravení zakázky skladový pracovník naskenuje všechny díly v regálu, tím dojde ke kontrole, je-li připraven veškerý potřebný materiál pro linku podle objednávky. Hotový regál s definovaným materiálem je odvezen na určené místo u výrobní linky. Zároveň je z linky odvezen zbylý materiál z předchozí výroby nebo prázdný regál. Na obrázku č. 33 je zobrazeno zjednodušené schéma výše popsaného navrhovaného systému zavážení JIS na linku Daimler.



Obrázek č. 33. Schéma způsobu zásobování systémem JIS na výrobní linku; zdroj: [Autor]

Minimální počet JIS regálů je určen na tři. Jeden regál musí být umístěn ve výrobě k produkci aktuální varianty. Druhý regál musí být k dispozici ve skladu pro přípravu nových materiálů na linku a třetí vozík slouží pro odvoz zbylých materiálů z předchozí verze zpět do skladu.

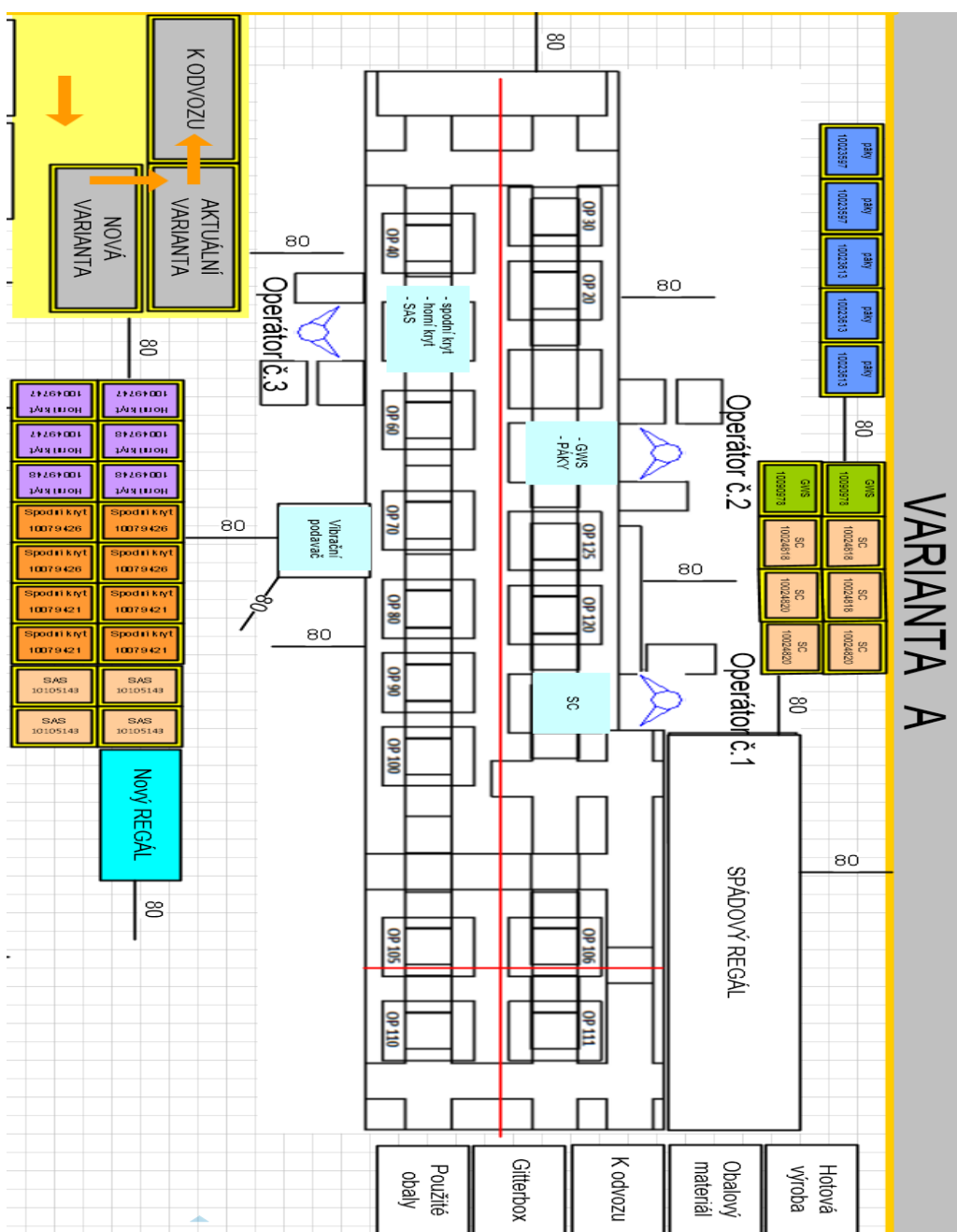
Systém JIS podporuje filozofii štíhlé výroby, díky tomuto systému je zahájen pohyb materiálu jen tehdy, když výroba signalizuje svůj požadavek. Pohyb materiálu je v malých dávkách s krátkým a předem definovaným časem. Zároveň se zlepší a zjednoduší plánování výroby pro skladové pracovníky.

### Návrh výrobního layoutu

Modulová linka Daimler se nachází ve třetí a poslední výrobní hale, kde jsou umístěny i ostatní výrobní linky pro stejný projekt. Samotná linka zabírá plochu 35 m<sup>2</sup> a celkovou délku 13,77 m. Umístění linky je pevné a není tak možné s její polohou měnit. Okolo linky je umístěn vstupní materiál, ten bude řízen pomocí dvouhodinového kanbanového systému. Při navrhování umístění materiálu k lince bylo nutné brát v potaz i zásady ergonomie a bezpečnosti. Okolo obvodové linie výrobní linky musí být zachován volný prostor o minimální vzdálenosti 80 cm. Volný prostor okolo linky slouží k bezproblémovému přístupu do všech automatických stanic linky pro jejich údržbu a opravu. Hranice 80 cm musí být dodržena i jako minimální vzdálenost uličky. Vstupní materiál nesmí být z důvodů bezpečnosti umístěn tak, aby k němu mohl operátor přistupovat pouze ze strany obslužné uličky, kde projíždí manipulační technika. Na obrázku č. 34 a 35 jsou zobrazeny dvě možnosti umístění vstupního materiálu okolo výrobní linky. Pro optimální umístění materiálů je nutné vědět, kde a jaké materiály do linky vstupují. Na layoutech níže jsou v montážní lince zobrazena vstupní místa konkrétních materiálů.

Operátor č. 1 vkládá do montážní linky díly SC, proto je nutné umístit tento vstupní materiál co nejbližší k místu vstupu do linky. Zároveň operátor bere hotové moduly z linky a ukládá je do spádového regálu umístěného po jeho levé straně. Operátor č. 2 vkládá oba druhy páček do modulové linky. Proto je snaha umístit materiál GWS a MFS co nejbližší

k operátorovi. Poslední operátor pracuje na opačné straně modulové linky a slouží jako vstupní místo dílů obou krytů a dílů SAS. Všechny tyto vstupní díly pro operátora č. 3 jsou uloženy v jeho blízkosti. Posledním vstupním místem jsou vibrační podavače, do kterých vstupují transportní pojistky a šrouby. Vibrační podavač je obsluhován seřizovačem linky a materiál je umístěn v blízkosti zařízení. Regálová pozice obsahuje transportní pojistky, šrouby a propojovací ploché kabely. Pokud by byl regál umístěn blíže k operátorům č. 1 a 2, musel by seřizovač těžké plastové přepravy s kovovými šrouby daleko přenášet. Proto je zvoleno umístění regálu u vibračního podavače.



Obrázek č. 34. Návrh layoutu varianta A; zdroj: [Autor]

Místo pro hotovou výrobu a obalový materiál bylo zvoleno na hranici výrobního prostoru a obslužné uličky. Takto umístěný materiál je dobře přístupný pro manipulační techniku, která nemusí zajíždět přímo do výrobních prostor.

JIS místo slouží jako oblast, kam je materiál zavážen v sekvenci přímo k lince a bylo umístěno také na hranici výrobního prostoru a obslužné uličky. Výhodou je jednoduchý a rychlý přístup při zavážení a odvážení materiálu. Místo je rozděleno na tři samostatné pozice. Jak je na obrázcích vidět, JIS místo je tvořeno prostorem pro novou variantu, sloužící i jako kapacitní zásoba při výměně regálů. Na toto místo je přivážen nově připravený materiál ze skladu. Druhá pozice slouží primárně ke spotřebě materiálu z regálu. Z pozice je operátorem odebírán materiál. Třetí pozice slouží jako místo k odvozu. Na tuto pozici je přemístěn regál, který je prázdný nebo obsahuje zbylý materiál z předchozí výrobní varianty.

Hlavním rozdílem mezi variantou layoutu A a variantou layoutu B je umístění JIS pozic. Vzhledem k rozmístění vstupních materiálových míst do modulové linky je problematické optimálně materiál umístit.

Varianta A je navržena tak, aby JIS místo bylo blíže k operátorovi č. 3 z důvodu prostorového uspořádání a množství vstupních komponent, které operátor potřebuje. Pro variantu B je umístěno JIS místo blíže k operátorům č. 1 a 2, ale vzhledem k prostorovému rozložení materiálu této varianty není možné umístění páček MFS v blízkosti operátora č. 2.



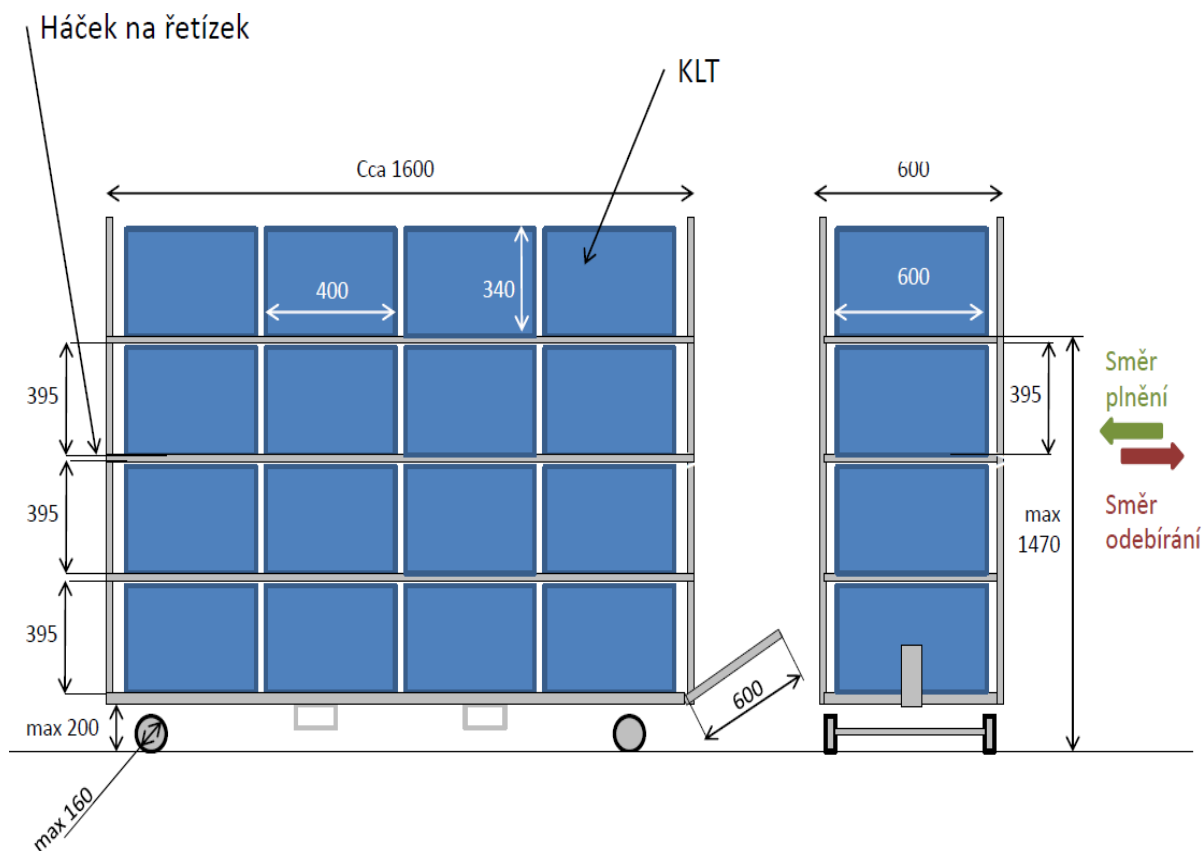


## Možnost provázání systému JIS s interním Milk Run

Ve společnosti je v současnosti testováno zavážení materiálu pomocí tzv. systému Milk Run, který by mohl nahradit individuální zavážení pomocí vysokozdvíhových vozíků. Systém je zatím testován pouze na první výrobní hale, kde je využíván k zásobování a odvážení materiálů z linek.

Systém Milk Run s sebou přináší výhody v podobě usnadnění a především snížení výrobních zásob. Jedná se o ideální nástroj pro zavážení materiálu v sekvenci. Systém je schopný podpořit navržený výrobní tok materiálu na linku především snížením dvou hodinové výrobní zásoby na jednohodinovou zásobu. Tím by se snížila potřeba současně umístěného materiálu ve výrobě až o polovinu. Pomocí tohoto systému lze také efektivně a řízeně zavážet JIS regály na určené místo.

Aby mohl být zkušební okruh vláčku navržen, je nutné nejprve navrhnout vhodné vozíky, které budou nejlépe sloužit pro zavážení a odvážení vstupního materiálu. JIS regál musí být lehký a přístupný ze všech stran. Zároveň musí zabraňovat vypadnutí materiálu při přepravě a být operátorsky vhodný pro vyndávání materiálu. Pro tyto účely je optimální nechat vyrobit regál přímo na míru od firmy Triloqic, se kterou má firma dlouholeté zkušenosti z minulých zakázek. Na obrázku č. 36 je navrhovaný vozík pro zásobování v režimu JIS.



Obrázek č. 36. Návrh JIS vozíku pro Milk Run; zdroj: [Ing. Martin Vozka]

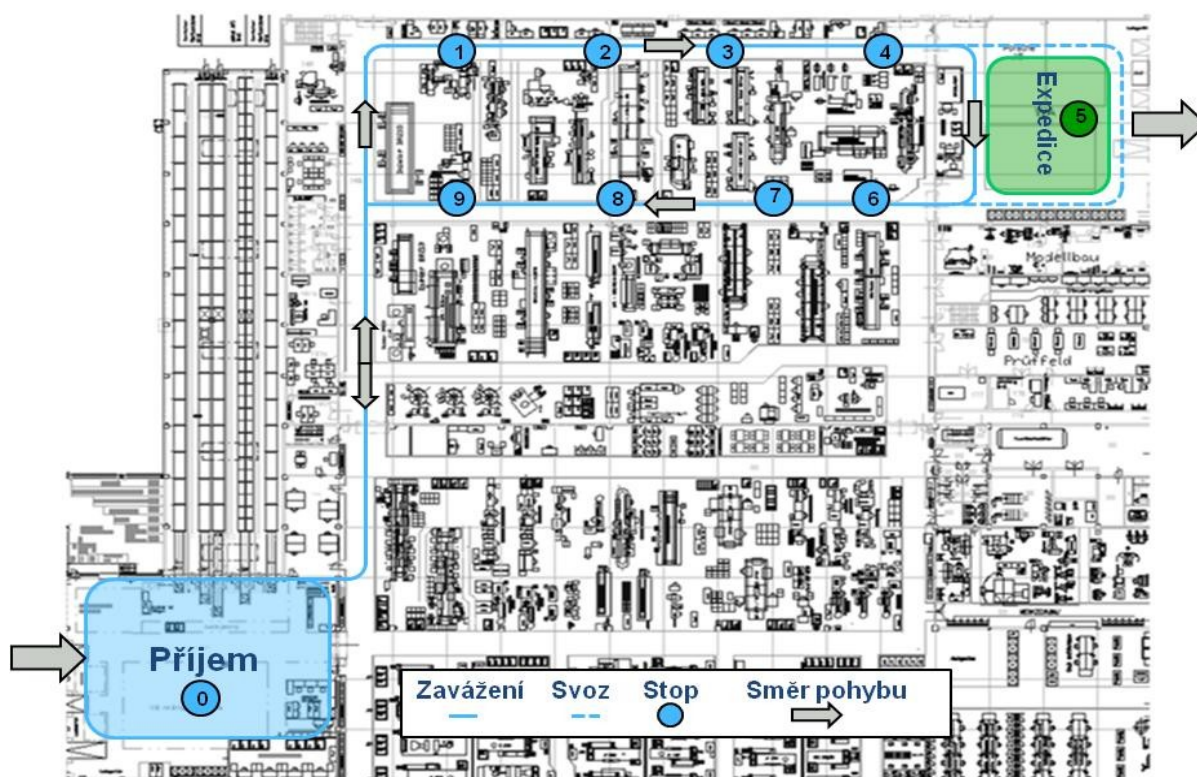
Vozík má kapacitu 16 materiálových míst a směr odběru je možný ze dvou stran. Tvoří ho dvě patra ve vhodné výšce pro ergonomické odebírání materiálu. Vozík je volně manipulovatelný pomocí vlastních koleček, ale je přizpůsoben i pro možnost naložení celého regálu na VZV. Pro zavážení vozíkových pozic a odvoz hotových palet lze využít již současný systém, který je součástí testovacího režimu Milk Run na první výrobní hale.

Pro návrh vhodného Milk Run kolečka je potřeba vědět průměrné doby trvání jednotlivých operací při zavážení vláčkem. Tato data budou pak sloužit pro stanovení prvotního jízdního řádu. Měření bylo provedeno na testovací trase první výrobní haly v reálných podmínkách. Cílem měření bylo zjistit průměrný čas strávený v jednotlivých zastávkách a čas strávený na cestě mezi jednotlivými zastávkami. Výsledek měření je uveden v tabulce č. 16.

Tabulka č. 16. Časy pro Milk Run; zdroj: [Autor]

| Operace                                | Čas (min) | Čas zaok. Nahoru (min) |
|--|-----------|------------------------|
| Průměrná doba manipulace na 1 zastávce | 1,32      | 1,5                    |
| Průměrná doba jízdy mezi zastávkami    | 0,49      | 0,5                    |
| Sklad: Zapojení vozíků, skenování      | 1,83      | 2                      |

Na obrázku č. 37 je navržená trasa vláčku, podle které by bylo možné vozit a svážet materiál na třetí výrobní halu, kde se nachází linka Daimler.

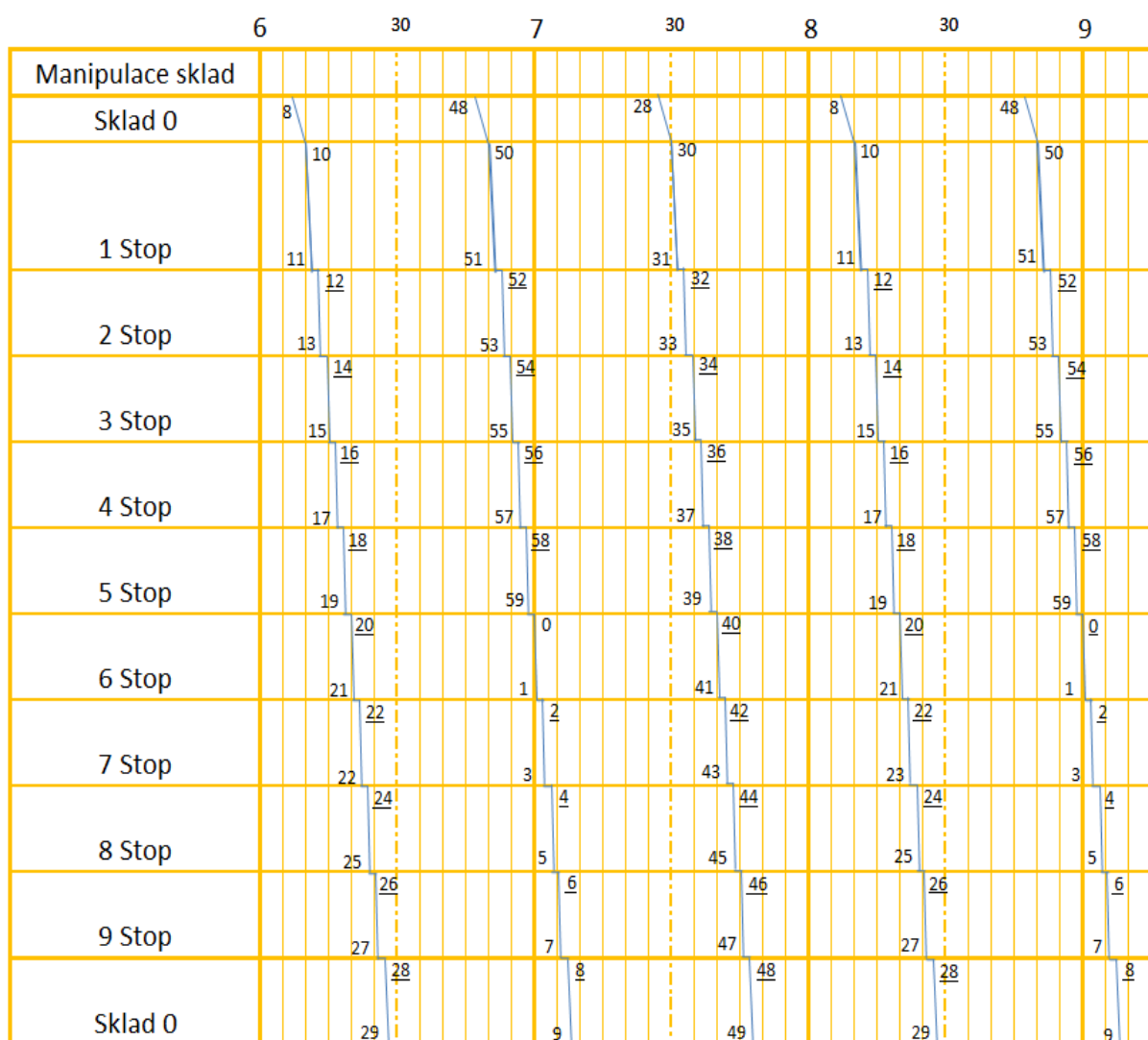


Obrázek č. 37. Návrh trasy pro třetí výrobní halu; zdroj: [Autor]

Trasa vláčku začíná na příjmu, kde dochází k vyskladňování vstupních materiálů. Když je vláček připraven, vyrazí na trasu podle stanoveného jízdního řádu. Na trase jsou pomocí

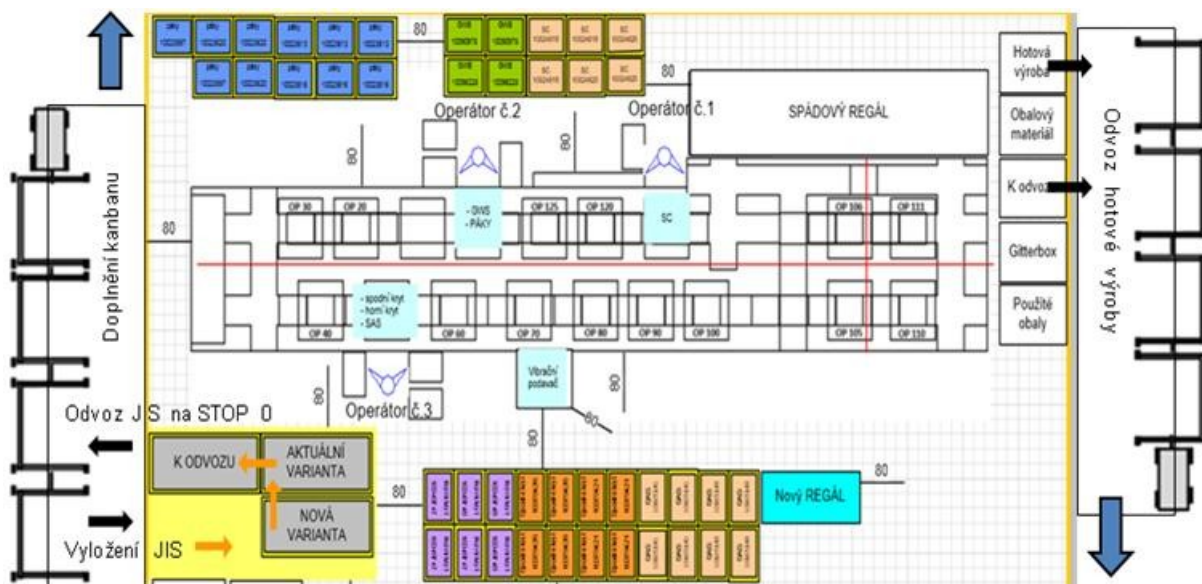
modrých koleček vyznačeny zastávky pro naložení a vyložení materiálů nebo hotové výroby. Podmínkou je, aby byl hotový materiál umísťován vždy na jednu stranu výrobní haly, pro efektivní oběh materiálu. Po obslužení prvních čtyř zastávek směřuje vláček s hotovou výrobou na expedici (Zastávka č. 5). Po vyložení hotového materiálu pokračuje trasa přes další čtyři zastávky ve výrobě zpět na příjem.

Takt vláčku je po vzoru testovacího okruhu na první hale stanoven na 40 minut. V jednom balení k odvozu je průměrně 80 ks hotových dílů, takt nejrychlejší linky na výrobní hale je Daimler se 150 ks/h. Navržený layout obsahuje dvě paletové pozice, které jsou dostatečné pro stanovený takt vláčku. Pro vizualizaci oběhu vláčku je možné využít klasický vlakový grafikon. Navržený jízdní řád je zobrazen pomocí grafikonu na obrázku č. 38.



Obrázek č. 38. Grafikon interního Milk Runu pro třetí výrobní halu; zdroj: [Autor]

Navržený grafikon je možné po zavedení měnit podle reálně naměřených hodnot. Jeden oběh vláčku dle navrženého jízdního řádu bude trvat 19 minut. Na obrázku č. 39 je zobrazen model situace obsluhy modulové linky Daimler pomocí výše navrženého systému Milk Run.

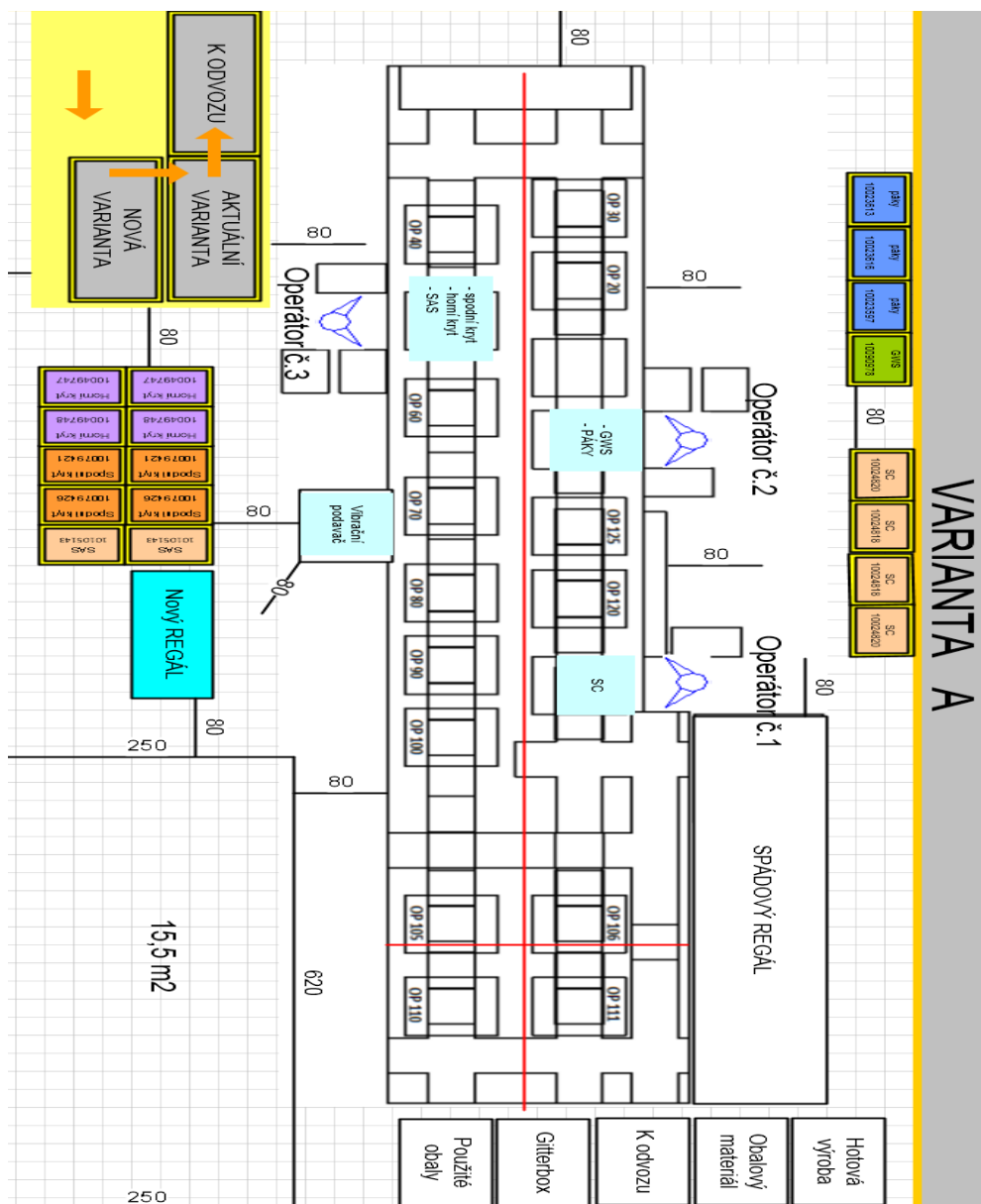


Obrázek č. 39. Obsluha modulové linky Daimler systémem Milk Run; zdroj: [Autor]

Jako první přijíždí vláček pro hotovou výrobu z levé strany linky. Díky vhodnému umístění materiálů na kraj uličky je přístup k materiálu snadný a nekomplikovaný. Vláček dále pokračuje na další obslužná místa u ostatních linek na výrobní hale a odváží hotovou výrobu do expedičního skladu. Cestou z expedičního skladu přiváží vláček na linku objednaný JIS materiál v navrženém regálu a doplní objednané díly, které jsou řízeny systémem kanban. Současně odváží JIS regál, ten je určený k odvozu do skladu pro jeho další použití.

### Postup zavedení systému do praxe

Navrhovaný systém zásobování modulové linky Daimler je v současné chvíli realizován a testován v reálných podmínkách. Výjimku tvoří pouze systém Mil-run, který se bude na současný stav implementovat dodatečně. Důvodem je postupné otestování navrhovaného systému JIS se systémem Kanban, který se může po praktických zkušenostech a potřebách měnit. Systém bude v průběhu půl roku zatížen maximální kapacitou podle náběhové křivky výroby. Po úspěšném otestování navrhovaného systému zásobování linky bude systém napojen i na navrhovaný okruh Milk Run a může dojít k redukci kanbanových pozic z dvou hodin na hodinovou zásobu. Na obrázku č. 40 je zobrazen možný layout po napojení systému zásobování na interní okruh Milk Run.



Obrázek č. 40. Možný finální layout po napojení na kolečko Milk Run; zdroj: [Autor]

Po napojení zásobování linky na okruh Milk Run by se mohl finální layout po redukci dvouhodinové zásoby z 31 vozíkových pozic snížit až na 18 vozíkových pozic. Čímž by vznikl prostor o hrubé ploše 15,5 m<sup>2</sup>, ten může být využit k umístění dalšího výrobního zařízení a tvorbě produkce.

Pro návrh výše uvedeného systému zásobování jsem musel nejprve získat kompletní seznam vstupních dílů, které budou na linku dodávány. Za tímto účelem byla použita vnitropodniková databáze CIM Database, která obsahuje všechny technické podklady pro jednotlivé projekty. Pro každý vstupní díl jsem navrhl balení na základě požadavků a standardů společnosti KOSTAL. Jednotlivým vstupním dílům jsem následně přiřadil týdenní spotřebu, kterou jsem získal pomocí softwaru SAP. Všechny získané informace jsem zpracoval

v programu Excel, kde byla provedena ABC analýza, na základě které bylo rozhodnuto, jaké materiály se budou na linku dodávat pomocí technologie JIS. Pro návrh layoutů jsem použil softwarový nástroj Microsoft Visio. Data ze všech měření byla získána v reálných podmínkách výroby.

## 5 ZHODNOCENÍ A SROVNÁNÍ NAVRHOVANÉHO SYSTÉMU

Stávající systém zásobování linek je postaven na pravidle dvouhodinové kanbanové zásoby ve výrobě. Aktivita kanbanu je ve výrobě sice pravidelně sledována a neaktivní kanbanové pozice jsou rušeny, ale nejedená se o žádné razantní snižování zásob ve výrobě. Nové výrobní zakázky s sebou přinášejí i potřebu redukce zásob ve výrobě pro uvolnění omezené výrobní plochy hal. Systém JIS s sebou oproti stávajícímu systému zásobování přináší značnou úsporu výrobních ploch, které jsou využívány k umístění materiálu. Materiál je na linky zavážen v daných sekvencích a v přesně definované konfiguraci, která je zrovna vyráběna. To má za následek, že je ve výrobě potřeba vyčlenit prostor pouze pro základní materiály a JIS místa.

### **Srovnání navrhovaného systému se stávajícím**

Pokud by byl použit současný systém zásobování linky Daimler, muselo by se ve výrobě umístit 91 vozíkových pozic. Z výpočtu jsou vyloučeny díly s nízkou spotřebou pod 100 ks, které by nebylo nutné do výroby umísťovat. Vyskladňovaly by se na objednávku organizátora výroby.

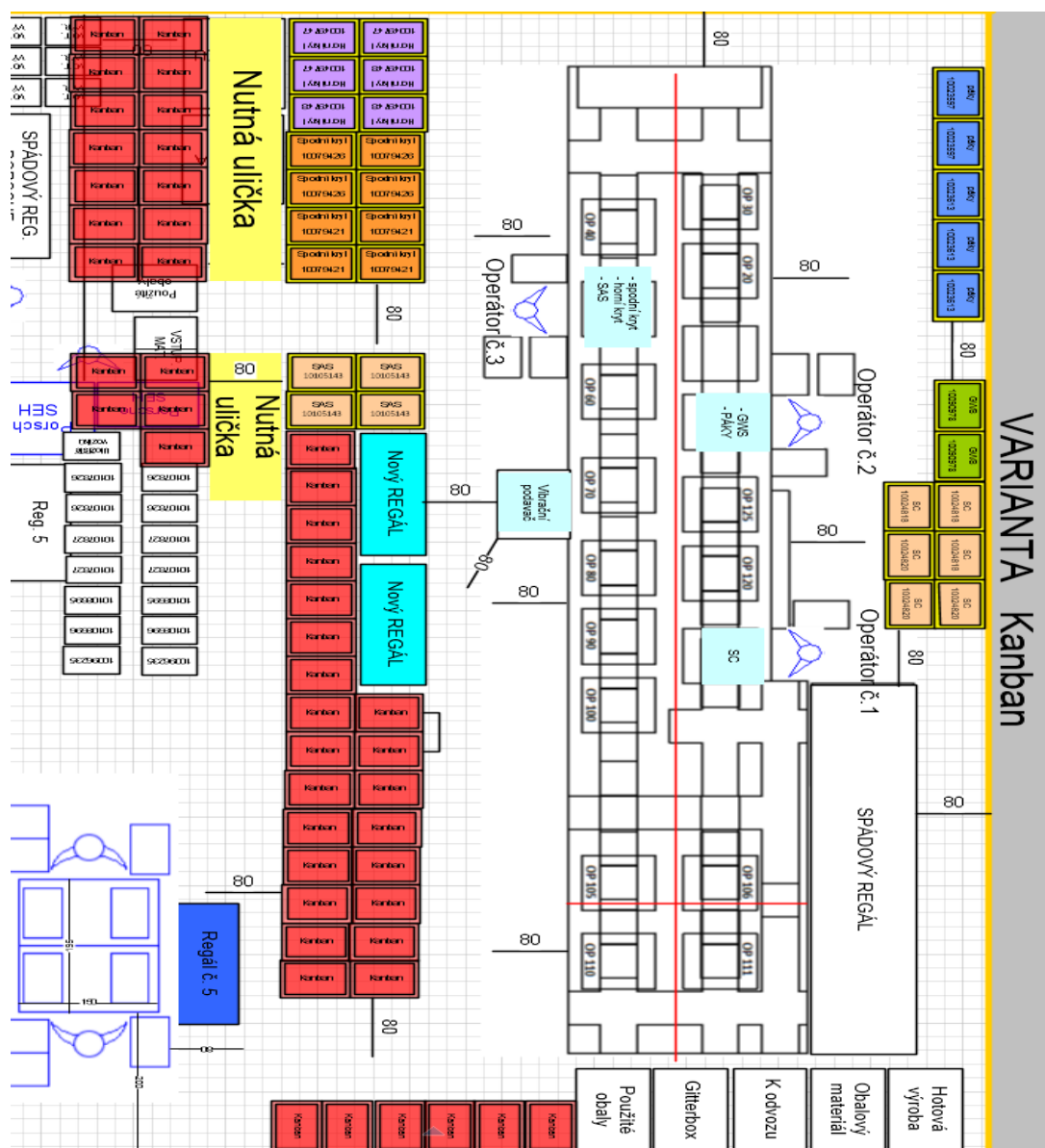
Tabulka č. 17 porovnává počty materiálů a jejich využitou plochu pro jednotlivé varianty zásobování modulové linky. V prvním sloupci je varianta v konfiguraci standardního zásobování linek ve společnosti. Při použití stávajícího systému zásobování by bylo potřeba do výroby umístit 91 vozíkových pozic o celkovém záboru plochy 21,84 m<sup>2</sup> a dva regály zabírající plochu 2,478 m<sup>2</sup>. Paletové pozice zůstávají pro všechny varianty stejné s počtem 5 pozic. Druhý sloupec obsahuje informace o počtu vozíkových pozic pro navrhovaný systém JIS. Do výrobních prostor je nutné umístit 31 vozíkových pozic o celkovém záboru plochy 7,44 m<sup>2</sup>. Ve srovnání se stávajícím systémem zásobování má navrhovaný systém s JIS o 51,58 % menší zábor výrobní plochy. Poslední sloupec obsahuje informace o provázání systému JIS s technologií Milk Run. Jedná se o nejvýhodnější konfiguraci zásobování linky z navrhovaných variant. Celková využitá plocha nutná k umístění materiálu je o 61,87 % nižší než u první varianty, která by byla řízená standardním systémem.



Tabulka č. 17. Srovnání s navrhovaným systémem zásobování; zdroj: [Autor]

| Druh materiálové pozice                           | Stávající systém | Navržený JIS | Navržený JIS + Milk Run |
|---|------------------|--------------|-------------------------|
| Vozíkové pozice (ks)                              | 91               | 31           | 18                      |
| Regálové pozice (Ks)                              | 2                | 1            | 1                       |
| Paletové pozice (ks)                              | 5                | 5            | 5                       |
| Zábor ploch vozíky (m <sup>2</sup> )              | 21,84            | 7,44         | 4,32                    |
| Zábor ploch regály (m <sup>2</sup> )              | 2,478            | 1,239        | 1,239                   |
| Zábor ploch paletovými pozicemi (m <sup>2</sup> ) | 6                | 6            | 6                       |
| Zábor plochy celkem (m <sup>2</sup> )             | 30,318           | 14,679       | 11,559                  |

Na obrázku č. 41 je zobrazeno rozložení materiálu, které by bylo potřeba umístit do výroby, pokud by byla linka zásobována podle standardního systému Kostal.



Obrázek č. 41. Rozložení materiálu pro standardní systém zásobování KOCR; zdroj: [Autor]



Jak je z obrázku výše patrné, množství materiálu, které by bylo nutné do výroby umístit při dodržení bezpečnostních podmínek, by zasahovalo i do prostor, které jsou určeny pro jiný projekt. Takového množství materiálu není možné na definovanou plochu umístit při dodržení bezpečnostních a prostorových limitů. Materiál se stává nepřehledný pro zásobování i pro samotné operátory. Zvyšuje se i čas strávený výměnou balení z důvodu nevhodného umístění materiálu, které je daleko od místa spotřeby. Všechny tyto faktory představují plýtvání, které je proti filosofii štíhlé výroby. Stávající systém zásobování není v reálných podmínkách použitelný pro modulovou linku Daimler.

### **Očekávané náklady a přínosy**

Stávající systém zásobování je v mnoha ohledech nedostatečný pro nově přichozí projekty, které jsou náročné na vysoký čas cyklu, ale především na variantnost vstupních dílů. Systém JIS sebou přináší možné řešení problému vysokého stavu zásoby ve výrobních prostorách. Níže jsou popsány nejdůležitější přínosy pro výrobu při zavedení systému zásobování JIS:

- materiál je k dispozici až v okamžiku jeho skutečné potřeby;
- snížení manipulace s materiálem, která nepřidává výrobku žádnou přidanou hodnotu;
- přesný způsob komunikace mezi skladem a výrobou přes systém SAP;
- systém se stává lépe říditelným z hlediska snížení objemu zásoby ve výrobě;
- snížení zásob materiálu ve výrobě o více než 50 %, při úplném zavedení JIS je možné postupně snížit výrobní zásobu na úplné minimum;
- po snížení výrobních zásob vzniká volný prostor pro umístění nových výrobních zařízení generující výrobky;
- snížením zásob ve výrobě se stává materiál přehlednější pro operátory a nedochází tak k velkému zpomalování výrobního cyklu linky v důsledku hledání materiálu;
- vznik stínových přínosů pro pracovníky výroby a logistiky (zlepšení orientace pracovníků, jasné informace, odstranění zbytečné manipulace s materiálem);
- napomáhá k zeštíhlení pracoviště a podporuje filozofii štíhlé výroby;
- zkrácení doby toku materiálů;
- zlepšení obrátky zásob;

Pro přehlednost jsem zpracoval jednoduchou tabulku, která vyjadřuje úspory vniklé zavedením systému JIS oproti stávajícímu systému zásobování ve společnosti Kostal.

Z tabulky č. 18 vyplývá, že celková ušetřená plocha oproti variantě se stávajícím systémem zásobování je o 15,639 m<sup>2</sup> menší, což ušetří 179 286 Kč ročně při stanovené ceně 11 464 Kč za 1 m<sup>2</sup> plochy ve výrobě. U varianty s napojením na Milk Run se jedná dokonce o 18,759 m<sup>2</sup> ušetřené plochy o celkové hodnotě 215 054 Kč/ ročně. Nemale náklady jsou ušetřeny také za pořízení vozíků nutné pro vytvoření vozíkových pozic. Cena jednoho výrobního vozíku je 1 960 Kč bez DPH, to oproti stávajícímu systému ušetří při první variantě celkový náklad 117 600Kč.

- Celková ušetřená částka za **zavedení** systému JIS oproti stávajícímu systému je 303 386 Kč.
- Celková ušetřená částka za **zavedení** systému JIS + Milk Run oproti stávajícímu systému je 364 634 Kč.

Finanční částky ušetřené výrobní plochy jsou uvedené za časové období jednoho roku. Uvedená cena za výrobní plochu vychází z předpokladu, že na ní nebude stát další zařízení, které by bylo schopné produkovat výrobu.

Tabulka č. 18. Přínosy plynoucí z navrhovaného systému oproti stávajícímu; zdroj: [Autor]

| Druh přínosu                   | JIS                  | JIS + Milk Run       |
|--------------------------------|----------------------|----------------------|
| Úspora plochy                  | 15,639m <sup>2</sup> | 18,759m <sup>2</sup> |
| Ušetřená cena z výrobní plochy | 179 286 Kč           | 215 054 Kč           |
| Úspora za výrobu vozíků        | 117 600 Kč           | 143 080 Kč           |
| Úspora za výrobu regálu        | 6 500 Kč             | 6 500 Kč             |
| Celková úspora                 | 303 386 Kč           | 364 634 Kč           |

Jak je již výše zmíněno, vylepšení zásobování se musí promýšlet už v prvotní fázi navrhování výrobní linky. Jedná se o velice komplexní a rozsáhlou oblast, kterou lze optimalizovat. Tabulka č. 19 popisuje nutné vynaložené náklady na zavedení jednotlivých systémů zásobování výroby do praxe.

Z uvedené tabulky vyplývá potřeba nákupu mechanických vozíků na vytvoření vozíkových pozic. Celková částka za nákup 91 vozíků pro stávající systém je 178 360 Kč. Při použití navrhovaných systémů zásobování je snížen počet vozíkových pozic ve výrobě, díky tomu je snížena i potřeba nákupu nových vozíků. Proto je cena za pořízení vozíků u varianty JIS jen 60 760 Kč a u provázání se systémem Milk Run jen 30 280 Kč. Pořizovací náklady na regálovou pozici činí u stávajícího systému zásobování 13 000 Kč, u navrhovaných systému jsou tyto náklady 6 500 Kč. Zvláštní položku potřeba JIS regálů. Cena za jeden JIS regál je 25 525 Kč, při potřebě tří vozíků je celková suma 76 575 Kč. Největší položku nákladů tvoří zábor výrobních ploch. Cena 1 m<sup>2</sup> výrobní plochy činí bez energií 11 464 Kč za rok. U stávajícího systému je zábor výrobních ploch 30,318 m<sup>2</sup>, což odpovídá nákladům ve výši

347 566 Kč / ročně. U navrhovaných systémů, které podstatně zeštíhlují výrobní plochu, je zábor ploch mnohem menší. To má přímý vliv na náklady za využití těchto ploch. Náklady za výrobní plochy jsou u systému JIS 168 280 Kč za rok a u varianty se systémem Milk Run je cena 132 512 Kč za rok. Po otestování a zaběhnutí navrhovaných systémů do praxe může být systém JIS dále rozšířen i na ostatní díly a náklady na výrobní plochu mohou být nadále redukovány. Nejedná se proto o konečné náklady. Systém je v čase neustále optimalizován.

Tabulka č. 19. Náklady plynoucí z navrhovaného systému; zdroj: [Autor]

| Druh nákladu                          | Cena, stávající systém | Cena, JIS      | Cena, JIS + Milk Run |
|---------------------------------------|------------------------|----------------|----------------------|
| Vozíky ve výrobě (pořízení)           | 178 360 Kč             | 60 760 Kč      | 35 280 Kč            |
| Regálová pozice (pořízení)            | 13 000 Kč              | 6 500 Kč       | 6 500 Kč             |
| Náklady na výrobní plochu bez energií | 347 566 Kč/rok         | 168 280 Kč/rok | 132 512 Kč/rok       |
| Náklady na JIS vozíky                 | 0 Kč                   | 76 575 Kč      | 76 575 Kč            |
| Celkem                                | 538 926 Kč             | 312 115 Kč     | 250 867 Kč           |

### Zhodnocení návrhu JIS

Výše uvedené přínosy a náklady znázorňují především srovnání se stávající variantou zásobování linky. Tento standardní systém, který je ve společnosti již dlouhodobě zaveden začíná být pro nové projekty nedostačující. Z tohoto důvodu jsou hledány nové varianty zásobování, které by uspokojovaly a podporovaly stále rostoucí požadavky ze strany zákazníků. Systém JIS je stále více používán přímo v automobilových závodech a firma Kostal jakožto dodavatel velkých automobilových výrobců se musí přizpůsobit jejich požadavkům. Dodávky JIS jsou často požadavkem pro dodávání dílů do výrobních závodů zákazníka. Proto je vhodné přenést tento systém i od nižších vrstev vnitropodnikového zásobování.

Výhodou systému JIS je především uspořené výrobní plocha kolem montážních linek. Volný prostor může být dále využíván k umístění nových výrobních zakázek a produkci dílů. Rozšiřování výrobních zakázek napomáhá k zajištění nových pracovních příležitostí a generování zisku společnosti. Materiál, který je na linku dodáván v sekvenci přímo, napomáhá k zeštíhlování výroby, jelikož je materiál dovezen na linku právě v momentě aktuální potřeby, roste obrátka materiálu na lince, zvyšuje se přehled o zásobách ve výrobě a snižuje se manipulace s materiálem, který nepřidává výrobku žádnou přidanou hodnotu. Zadávání zakázek přes systém SAP urychluje přenos informací a poskytuje jasná a přesná data o aktuálních potřebách výroby. Systém je také lépe sledovatelný a otevřený pro další optimalizaci.

Nevýhodou systému JIS je zvýšení nároků na přípravu a řízení zásob ze strany skladové logistiky. Výše popsaný systém byl navrhnout tak, aby nemusela být rozšířena kapacita skladu ani nebylo třeba přijmout nové pracovníky k přípravě sekvenčních regálů.

Pokud je systém JIS dobře skombinován spolu se systémem Milk Run, je možné posunout zásobování na další úroveň. Systém Milk Run využívá zavážení materiálu pomocí vláčku s definovaným jízdním řádem namísto chaotického zavážení materiálu pomocí VZV. Výše popsané a navržené napojení systému JIS na vnitropodnikové kolečko Milk Run je dobře provázáno se závozem JIS regálů na linky. Vláček je také využit k dovozu hotového materiálu. Nastavený jízdní řád stanovuje vyjetí zásobovacího vláčku každých 40 min, tím je snížena dvouhodinová potřeba kanbanových pozic na jednu jednodinovou. Pravidelný závoz materiálu na linku se dokonale hodí pro sekvenční dávky v režimu JIS. Připravená konfigurace (JIS dávka) je uložena do regálu, který je možné zapojit do sestavy interního vláčku. Obrázek č. 42 je zobrazuje navržené a nově pořízené JIS regály, které lze použít pro zavážení materiálu v režimu JIS s napojením do sestavy interního vláčku. Vozíky jsou kompatibilní i s VZV.



Obrázek č. 42. Nově pořízené JIS regály; zdroj: [Autor]

## ZÁVĚR

Zvolené téma práce je ve společnosti Kostal velmi aktuální. Výrobní závod je v České republice poměrně mladý a v současné době prochází změnou na vysoce automatizovanou technologickou základnu. Tato změna zasahuje do všech pater řízení a oddělení v podniku. Nové projekty pro velké světové automobilky s sebou přináší i vysoké nároky na variantnost, kapacitu a výrobní plochy. Automatizované linky, které mají vysoký čas cyklu a poměrně velký počet variant, musí být i dobře zásobovány a materiál ve výrobě musí být minimalizován. Z tohoto důvodu se zavádí nové technologie zásobování, aby nahradily stávající nevyhovující systém.

Současná výroba má problém s nedostatkem místa pro umístování nových výrobních zakázek. Proto byla provedena analýza výrobních ploch, která potvrdila vysoké procento záboru disponibilních ploch materiálem. Materiál zabírá ve třech výrobních halách celkem 19,526 % z výrobní plochy. Měřením bylo také prokázáno, že linky s rychlejším časem cyklu mají větší prostoje na výměnu a manipulaci se vstupním materiálem, než linky s pomalejším časem cyklu. Linka Daimler má jeden z nejrychlejších časů cyklu, který se odvozuje od ročních objednávek zákazníka. Vysoký čas cyklu, velká variantnost dílů a další problémy současné výroby, které vedou k neadekvátnímu záboru výrobních ploch okolo linky, přispívají k nutnosti návrhu nového systému JIS.

V první fázi návrhu byl proveden rozbor vstupních komponentů a návrh balení pro každý vstupní díl, kterým je potřeba linku zásobovat. Takto navržené balení bylo společností akceptováno a schváleno. Pro samotný návrh zásobování byla vytvořena přehledná tabulka se všemi informacemi potřebnými pro nastavení správného toku materiálu na linku. Zásadní informaci tvoří týdenní spotřeba jednotlivých materiálů. Pro získání těchto informací byl využit vnitropodnikový systém SAP, ten poskytuje přesné informace o spotřebě materiálů v minulosti i plánované výhledy do budoucnosti. Návrh zásobování je postaven na současném systému zásobování linek s dvouhodinovým kanbanovým pravidlem. Z tohoto systému byly na základě ABC analýzy určeny kritické materiály, které je nutné zachovat ve výrobě podle starého systému zásobování. Jedná se o materiál s největší obrátkovostí. Zbylý většinový materiál bude na linku zavážen v režimu JIS. Navržený systém je možné v budoucnu optimalizovat na základě praktických zkušeností a rozšířit systém JIS i na zbylé materiály. Tím je možné dosáhnout ještě větší úspory výrobních ploch. Nejedná se o jednorázový proces návrhu, ale o neustále se vyvíjející systém. Pro navržený materiálový tok byly navrženy dvě varianty layoutů s umístěním konkrétních vstupních materiálů do výrobních prostor spolu s JIS místem a hotovou výrobou k odvozu. Společností byla

schválena první navrhovaná varianta layoutu, se kterou bylo nadále pracováno. Důvodem schválení bylo vhodnější rozmístění vstupních materiálů vůči obsluze výrobní linky.

Ve společnosti je testován systém zavážení a sběr materiálů pomocí systému Milk Run. Tento systém je vhodný pro zavážení materiálu v sekvenci podle filozofie JIS. Proto bylo navrženo řešení na provázání interního kolečka Milk Run s navrženým systémem JIS. Pro správnou funkčnost byl navrhnout pojízdný JIS regál, který lze využít jako vagón do interního vláčku. Do regálu je připraven materiál v přesně definované konfiguraci, ve které je v určené sekvenci zavážen na modulovou linku. Milk Run kolečko je navrženo tak, aby bylo schopné při jednom oběhu svést hotovou výrobu z linek do expedičního skladu a zároveň zásobovat linky vstupním materiálem. Navržená trasa vláčku obsahuje 10 zastávek včetně startovací pozice. Pro vláček byl stanoven cyklus oběhu každých 40 min a pro lepší přehlednost je zpracován jízdní řád do klasického vlakového grafikonu. Všechny časy potřebné k určení jízdního řádu byly změřeny v reálných podmínkách výroby. Dobře nastaveným systémem Milk Run lze snížit množství materiálu ve výrobě, který je řízen pomocí systému Kanban až o 50 %. Napojením systému JIS na oběh vláčku se snížil počet materiálu ve výrobě o 27,3%.

V poslední kapitole práce je navržený systém porovnáván se stávajícím systémem zásobování linek, aby bylo objektivně posouzeno dosažení vytyčených cílů práce. Při porovnání systémů, je úspora výrobních ploch až o 61,87 % nižší než při použití standardního systému. To představuje značnou úsporu výrobní plochy, která může být využita pro umístění dalších výrobních zakázek. Ušetřenou plochu lze dále zvyšovat rozšířením systému JIS. Redukce ploch o 61,87 % představuje úsporu 215 054 Kč/ ročně. Omezením ploch, které zabírá materiál, dochází také ke snížení pořizovacích nákladů na výrobu vozíků. Ušetřené náklady za výrobu vozíků představují celkem 143 080 Kč. Porovnávány byly také pořizovací náklady plynoucí ze zavedení systému do praxe. Výraznou část nákladů tvoří obsluha VZV, která je nutná pro správné zásobování standardním systémem. Při provázání navrhovaného systému JIS se systémem Milk Run se tyto náklady výrazně sníží.

Oproti stávajícímu systému zásobování linek přináší navrhovaný systém JIS značnou úsporu výrobních ploch, snižuje zbytečnou manipulaci s materiálem a zvyšuje přehled o stavu zásob ve výrobě. Napojením systému JIS na interní kolečko Milk Run lze dosáhnout dalšího zvýšení efektivity zásobování. Navrhovaný systém je v současné době testován v reálných podmínkách výroby

## POUŽITÁ LITERATURA

- [1] ČUJAN, Zdeněk a Zdeněk MÁLEK. *Výrobní a obchodní logistika*. Vyd. 1. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2008, 200 s. ISBN 978-80-7318-730-9.
- [2] PRECLÍK, Vratislav. *Průmyslová logistika*. Vyd. 1. Praha: Nakladatelství ČVUT, 2006, 359 s. ISBN 80-01-03449-6.
- [3] HORVÁTH, Gejza. *Logistika ve výrobním podniku*. Plzeň: Západočeská univerzita, 2007. ISBN 978-80-7043-634-9.
- [4] HORVÁTH, Gejza. *Logistika výrobních procesů a systémů*. Plzeň: Západočeská univerzita, Strojní fakulta, 2000. ISBN 80-708-2625-8.
- [5] PERNICA, Petr. *Logistika: Vymezení a teoretické základy*. Praha: VŠE, 1995. ISBN 80-707-9820-3.
- [6] PERNICA, Petr. *Logistika pro 21. století: (supply chain management)*. Praha: Radix, spol. s r.o., 2005. ISBN 80-86031-59-4.
- [7] KOŠTURIÁK, Ján a Zbyněk FROLÍK. *Štíhlý a inovativní podnik*. Praha: Alfa Publishing, 2006. ISBN 80-868-5138-9.
- [8] Metoda 5S. Ikvalita [online]. 2016 [cit. 2016-05-09]. Dostupné z: <http://www.ikvalita.cz/tools.php?ID=128>
- [9] 5S - pořádek na pracovišti. Vlastnicesta [online]. 2012 [cit. 2016-05-09]. Dostupné z: <https://www.citacepro.com/dok/DosjgvZCsxDTVFRo?kontrola=1>
- [10] Metóda 5S. *Kvalita produkcie* [online]. 2010 [cit. 2016-05-09]. Dostupné z: <http://www.kvalitaprodukcie.info/metoda-5s/>
- [11] Lean management ve výrobě. *BusinessInfo* [online]. 2010 [cit. 2016-05-09]. Dostupné z: <http://www.businessinfo.cz/cs/clanky/lean-management-ve-vyrobe-2824.html>
- [12] LUKOSZOVÁ, Xenie. *Logistické technologie v dodavatelském řetězci*. Praha: Ekopress, 2012. ISBN 978-80-86929-89-7.
- [13] SIXTA, Josef a Václav MAČÁT. *Logistika: teorie a praxe*. Vyd. 1. Brno: CP Books, 2005, 315 s. Business books (CP Books). ISBN 80-251-0573-3.
- [14] CEMPÍREK, Václav, Rudolf KAMPF a Jaromír ŠIROKÝ. *Logistické a přepravní technologie*. Pardubice: Institut Jana Pernera, 2009. ISBN 978-80-86530-57-4.

- [15] Just-in-Sequence aneb na rudé auto rudá zrcátka. *Aimagazine* [online]. 2007 [cit. 2016-05-09]. Dostupné z: <http://www.aimagazine.cz/cs/tema/600-just-in-sequence-aneb-na-rude-auto-ruda-zrcatka>
- [16] Just in Time & Just in Sequence. *Cie-plzen* [online]. 2013 [cit. 2016-05-09]. Dostupné z: <http://www.cie-plzen.cz/index.php/cz/lexikon-metod/just-in-time-just-in-sequence>
- [17] Systém zásobování Milkrun. *Cie-plzen* [online]. 2013 [cit. 2016-05-09]. Dostupné z: <http://www.cie-plzen.cz/index.php/cz/lexikon-metod/system-zasobovani-milkrun>
- [18] Milk run. *Ipaczech* [online]. 2007 [cit. 2016-05-09]. Dostupné z: <http://www.ipaczech.cz/cz/ipa-slovník/milk-run>
- [19] Kostal CR. *Kostal* [online]. 2010 [cit. 2016-05-09]. Dostupné z: <http://www.kostal.cz/html/showdoc.dodocid=6458.html>



## SEZNAM TABULEK

|   |    |
|---|----|
| Tabulka č. 1. Plýtvání v průmyslu.....  | 17 |
| Tabulka č. 2. Pozitivní dopady vlivem zavedení JIT .....                        | 24 |
| Tabulka č. 3. Záběr materiálu na výrobní hale 1 .....                           | 45 |
| Tabulka č. 4. Záběr materiálu na výrobní hale 2 .....                           | 45 |
| Tabulka č. 5. Záběr materiálu na výrobní hale 3 .....                           | 45 |
| Tabulka č. 6. Měření dvou linek s různými časy cyklu .....                      | 47 |
| Tabulka č. 7. Společné díly pro Modul .....                                     | 49 |
| Tabulka č. 8. Návrh balení SAS .....  | 51 |
| Tabulka č. 9. Návrh balení SC .....   | 52 |
| Tabulka č. 10. Návrh balení MFS.....  | 52 |
| Tabulka č. 11. Návrh balení SBW .....   | 53 |
| Tabulka č. 12. Návrh balení Bottom Schroud a Top Shroud.....                    | 53 |
| Tabulka č. 13. Návrh balení Screws.....   | 54 |
| Tabulka č. 14. Návrh balení pojistky a plochých kabelů .....                    | 54 |
| Tabulka č. 15. ABC analýza.....   | 58 |
| Tabulka č. 16. Časy pro Milk Run .....  | 65 |
| Tabulka č. 17. Srovnání s navrhovaným systémem zásobování .....                 | 71 |
| Tabulka č. 18. Přínosy plynoucí z navrhovaného systému oproti stávajícímu ..... | 73 |
| Tabulka č. 19. Náklady plynoucí z navrhovaného systému .....                    | 74 |

## SEZNAM OBRÁZKŮ

|  |    |
|--|----|
| Obrázek č. 1. Oblasti logistiky .....  | 12 |
| Obrázek č. 2. Logistický řetězec výrobního podniku .....                               | 13 |
| Obrázek č. 3. Model vztahů podniku ke svému okolí .....                                | 14 |
| Obrázek č. 4. Dosahování zisku v podniku .....   | 14 |
| Obrázek č. 5. Příklad kanbanové karty .....  | 22 |
| Obrázek č. 6. Příklad synchronizace výrobního plánu a pořadí materiálu v kamionu ..... | 25 |
| Obrázek č. 7. Příklad systému Milk Run v automobilovém průmyslu.....                   | 28 |
| Obrázek č. 8. Kostal CR .....  | 29 |
| Obrázek č. 9. Kostal ve světě a zaměstnanci.....                                       | 30 |
| Obrázek č. 10. Procentuální zastoupení výroby elektronických systémů.....              | 30 |
| Obrázek č. 11. Procentuální zastoupení výroby modulů v KOČR CR .....                   | 31 |
| Obrázek č. 12. Layout výroby KOSTAL ve Zdicích .....                                   | 32 |
| Obrázek č. 13. Standardní přepravky KOSTAL.....  | 34 |
| Obrázek č. 14. Vibrační zásobník pro automatickou linku .....                          | 34 |
| Obrázek č. 15. Kanbanová karta.....  | 35 |
| Obrázek č. 16. Koloběh skladového kanbanu .....  | 36 |
| Obrázek č. 17. Interní kanban.....   | 37 |
| Obrázek č. 18. Tabule interního kanbanu KOSTAL .....                                   | 37 |
| Obrázek č. 19. Výroba Daimler - mapa .....   | 38 |
| Obrázek č. 20. Projektová struktura pro projekt Daimler .....                          | 39 |
| Obrázek č. 21. Rozpad sestavy Daimler .....  | 40 |
| Obrázek č. 22. Rozpad sestavy SAS .....  | 41 |
| Obrázek č. 23. Model linky SAS.....  | 41 |
| Obrázek č. 24. Rozpad sestavy Spiral Cassette .....                                    | 42 |
| Obrázek č. 25. Model linky Spiral cassette.....  | 42 |
| Obrázek č. 26. Hotový podvolantový modul Daimler .....                                 | 43 |
| Obrázek č. 27. Layout výrobních ploch a materiálů KOČR.....                            | 44 |
| Obrázek č. 28. Grafické zobrazení vstupních dílů Daimler .....                         | 49 |
| Obrázek č. 29. Kusovník projektu Daimler .....   | 50 |
| Obrázek č. 30. Finální balení modulů Daimler.....                                      | 55 |
| Obrázek č. 31. Uspořádání navrhované materiálové tabulky .....                         | 55 |
| Obrázek č. 32. Návrh variant pro standardní zásobování.....                            | 57 |
| Obrázek č. 33. Schéma způsobu zásobování systémem JIS na výrobní linku .....           | 59 |
| Obrázek č. 34. Návrh layoutu varianta A.....   | 61 |
| Obrázek č. 35. Návrh layoutu varianta B.....   | 63 |
| Obrázek č. 36. Návrh JIS vozíku pro Milk Run .....                                     | 64 |
| Obrázek č. 37. Návrh trasy pro třetí výrobní halu .....                                | 65 |
| Obrázek č. 38. Grafikon interního Milk Runu pro třetí výrobní halu. ....               | 66 |
| Obrázek č. 39. Obsluha modulové linky Daimler systémem Milk Run. ....                  | 67 |
| Obrázek č. 40. Možný finální layout po napojení na kolečko Milk Run. ....              | 68 |
| Obrázek č. 41. Rozložení materiálu pro standardní systém zásobování KOČR. ....         | 71 |
| Obrázek č. 42. Nově pořízené JIS regály.....   | 75 |

## **SEZNAM PŘÍLOH**

Příloha č. 1: Seznam standardního obalového materiálu

Příloha č. 2: Měření linek

Příloha č. 3: Transportní protokol



## Seznam standardního obalového materiálu

| <b>600 x 400 x ..... mm</b>   |   |   |
|---|---|---|
|    | 7194600010001 LK01 KLT grau 600 x 400 x 325 mm<br>71946000040001 LK04-BoX-SCHWARZ 600 x 400 x 325 mm                                      |    |
|    | 71946000061000 LK06-BOX 600x400x120 mm<br>71946000080000 LK08-BOX ESD (600x400x145mm) schwarz   |    |
|    | 71946000101000 LK10 LK-Falt-KLT grau 600x400x320 mm<br><b>skládací obaly</b><br>71946000140000 LK14 LK-Falt-KLT ESD (600x400x320) schwarz |    |
|    | 71946000020001 LK02 LK-BOX blau 600x400x220 mm<br>71946000030001 LK03-wie LK02 schwarz-leitf.   |   |
|    | 71945321310001 Deckel f. K01 und K02 mit Scharnier<br>71945321300001 Deckel ESD LK04/03 (600x400mm)                                       |    |
| <b>400 x 300 x ..... mm</b>   |   |   |
|  | 71946000300001 LK30 KLT grau 400 x 300 x 220 mm<br>71946000311000 LK31-Box ESD 400 x 300 x 220 mm schwarz                                 |  |
|  | 71946000350001 LK35-LKK grau 400 x 300 x 120 mm<br>71946000360000 LK36-Box ESD 400x300x120mm schwarz                                      |  |
|  | 71946000150001 LK15-LKK grau 400x300x320 mm<br>71946000160000 LK16-Box ESD 400x300x320mm schwarz  |  |
|  | 71945321410001 RAKO-Deckel (400x300mm) grau<br>71945321400001 RAKO-Deckel ESD 400x300mm   |  |
| <b>300 x 200 x ..... mm</b>   |   |   |
|  | 71946000400001 LK40-LKK grau 300x200x225 mm<br>71946000410000 LK41-BOX ESD (300x200x225mm) schwarz  |  |
|  | 71946000450001 LK45-LKK grau 300x200x120 mm<br>71946000460000 LK46-BOX ESD (300x200x120mm) schwarz  |  |
|  | 71945321510000 RAKO-Deckel 300x200x10 mm grau<br>71945321500000 RAKO-Deckel ESD 300x200x10mm schwarz                                      |  |

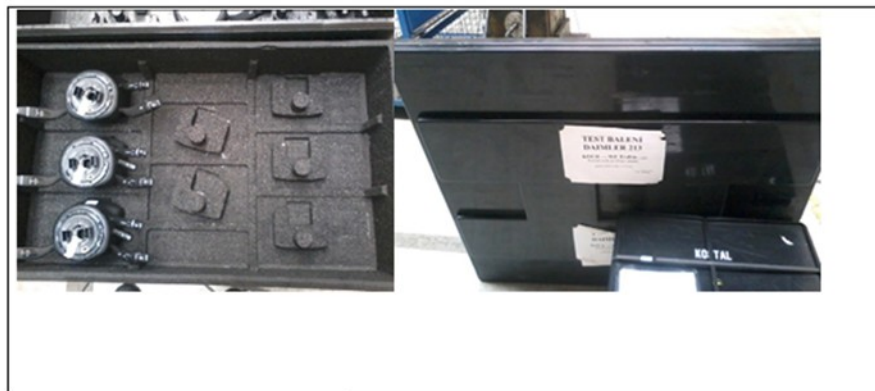




Transportní protokol

**PROTOCOL OF PACKAGING TRANSPORT TEST**    **Nr.: 15**

|                           |                         |                                    |
|---------------------------|-------------------------|------------------------------------|
| <b>Part number:</b>       | Sample of DAI 213 – mix |                                    |
| <b>Name of material:</b>  | DAI 213 Modul           |                                    |
| <b>Project:</b>           | DAI 1213-WF             |                                    |
| <b>Destination:</b>       | KOCR                    | <b>Type of transport: lorry</b>    |
| <b>Date of sending:</b>   | 2.3.2016                | <b>Date of receiving:</b> 5.3.2016 |
| <b>Type of packaging:</b> | 1x Samples of EPP box   |                                    |



**REASON for test:**

New packaging for project DAI 213 – internal and customer packaging  
 Transport of sample of EPP box DAI 213 including plastic cover and pallet. The sample was transported one week between KOCR and WF. Special transport test was finished and confirmed of quality dep

**PACKAGING DESCRIPTION AND PICTURES:**

**A. Before sending:**



**B. After receiving:**



**QUALITY CONTROL:**

|              |             |              |               |
|--------------|-------------|--------------|---------------|
| <b>Date:</b> | <b>Pcs:</b> | <b>Good:</b> | <b>Wrong:</b> |
| 11.3         | 8           | 8            | 0             |

APL4