

# **ŠKODA AUTO VYSOKÁ ŠKOLA o.p.s.**

Studijní program: N0413A050001 Ekonomika a management

Studijní obor/specializace: Specializace Řízení mezinárodních dodavatelských řetězců

## **Inovační koncept vizualizačního managementu v logistice průmyslového podniku**

**Diplomová práce**

**Bc. Anna Skripnikova**

Vedoucí práce: Ing. David Holman, Ph.D.



ŠKODA AUTO Vysoká škola

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Zpracovatelka: **Bc. Anna Skripnikova**

Studijní program: **Ekonomika a management**

Specializace: **Řízení mezinárodních dodavatelských řetězců**

Název tématu: **Inovační koncept vizualizačního managementu  
v logistice průmyslového podniku**

Cíl: Cílem této diplomové práce je představení několika inovačních projektů, které mají za cíl automatizovat a digitalizovat proces zavážení montážní linky drobným materiálem. V praktické části bude provedena analýza a popis aktuálního procesu zavážení v logistických procesech průmyslového podniku. Budou identifikovány aspekty, které mají negativní vliv na plynulost stávajícího procesu. Následně budou představeny inovační projekty a popsán průběh jejich realizace. Na závěr bude provedeno zhodnocení přínosů a potenciálních rizik. Závěrem práce bude ohodnocení přínosů a potenciálních rizik s nimi spojených.

Rámcový obsah:

1. Teoretické východisko – vývoj výrobní logistiky, Industry 4.0, moderní technologické a procesní inovace.
2. Analýza současného stavu – ŠKODA AUTO a.s., organizační struktura, interní logistika. Popis aktuálního procesu zásobení výroby materiálem v malých obalech.
3. Praktické východisko – aplikace návrhu na zvýšení efektivnosti procesu zavážení materiálu na výrobní linku, vyhodnocení inovace a následné doporučení.

Rozsah práce: 55 – 65 stran

Seznam odborné literatury:

1. GROS, I. *Velká kniha logistiky*. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2016. 507 s. ISBN 978-80-7080-952-5.
2. JUROVÁ, M. – A KOLEKTIV. *Výrobní a logistické procesy v podnikání*. 1. vyd. Grada Publishing, 2016. 254 s. Expert. ISBN 978-80-247-5717-9.
3. UNTUNDAG, A. – CEVIKCAN, E. *Industry 4.0: managing the digital transformation*. New York, NY: Springer, 2017. 498 s. ISBN 978-3-319-57870-5.
4. DASTBAZ, M. – COCHRANE, P. *Industry 4.0 and Engineering for a Sustainable Future*. New York, NY: Springer, 2019. 253 s. ISBN 978-3-030-12952-1.

Datum zadání diplomové práce: březen 2020

Termín odevzdání diplomové práce: červen 2023

L. S.

Elektronicky schváleno dne 12. 5. 2023

**Bc. Anna Skripnikova**  
Autorka práce

Elektronicky schváleno dne 12. 5. 2023

**Ing. David Holman, Ph.D.**  
Vedoucí práce

Elektronicky schváleno dne 15. 5. 2023

**doc. Ing. Jan Fábry, Ph.D.**  
Garant studijní specializace

Elektronicky schváleno dne 15. 5. 2023

**doc. Ing. Pavel Mertlík, CSc.**  
Rektor ŠAVŠ

Prohlašuji, že jsem závěrečnou práci vypracoval(a) samostatně a použité zdroje uvádím v seznamu literatury. Prohlašuji, že jsem se při vypracování řídil(a) vnitřním předpisem ŠKODA AUTO VYSOKÉ ŠKOLY o.p.s. (dále jen ŠAVŠ) směrnici OS.17.10 Vypracování závěrečné práce.

Jsem si vědom(a), že se na tuto závěrečnou práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, že se jedná ve smyslu § 60 o školní dílo a že podle § 35 odst. 3 je ŠAVŠ oprávněna mou práci využít k výuce nebo k vlastní vnitřní potřebě. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna podle § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách.

Beru na vědomí, že ŠAVŠ má právo na uzavření licenční smlouvy k této práci za obvyklých podmínek. Užiji-li tuto práci, nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, mám povinnost o této skutečnosti informovat ŠAVŠ. V takovém případě má ŠAVŠ právo ode mne požadovat příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to až do jejich skutečné výše.

V Mladé Boleslavi dne .....

Děkuji Ing. Davidovi Holmanovi, Ph.D. za odborné vedení závěrečné práce, poskytování rad a informačních podkladů.

## Obsah

Úvod.....	7
1 Moderní logistika.....	8
1.1 Definice, cíle a úkoly logistiky.....	8
1.2 Základní nástroje štihlé výroby.....	14
2 Vizualizace.....	22
2.1 Podstata a cíle vizuálního managementu.....	22
2.2 Metody vizualizace.....	24
2.3 Vizualizace.....	26
3 Industry 4.0.....	27
3.1 Základní pilíře čtvrté průmyslové revoluce.....	27
3.2 Technologie průmyslu 4.0.....	29
3.3 Moderní technologické a procesní inovace.....	31
3.4 Moderní inovace v ČR.....	33
4 Analýza současného stavu.....	36
4.1 ŠKODA AUTO a.s. – interní logistika.....	37
4.2 Proces zásobování výrobní linky drobným materiálem.....	40
4.3 Vizualizační metody a nástroje rozvozu KLT.....	52
4.4 Důvody návrhu digitalizace.....	55
5 Popis projektu vizualizačního managementu.....	57
5.1 Software a zařízení.....	57
5.2 Digitalizace a automatizace objednávání materiálu ze skladu X.....	62
5.3 Navigace rozvozu AKL – Smart box.....	67
5.4 Automatizace procesu výdeje materiálu ze skladu X.....	71
5.5 Přínosy navrženého projektu.....	73
Závěr.....	78
Seznam literatury.....	81
Seznam obrázků a tabulek.....	84
Seznam příloh.....	86

## **Seznam použitých zkratek a symbolů**

AGV	Automatické naváděné vozidlo
AKL	Automatický sklad menších dílů
BDO	Místo potřeby na montážní lince
DMC	Data Matrix kóde
E-ink	Elektronický štítek s pasivním displejem
GLT	Přepravka na velké díly
IS	Informační systém
IS	Informační systém
KK	Kanbanová karta
KLT	Přepravka na malé díly
ML	Montážní linka
OL	Operátor logistiky
P2L	Put to Light systém
PDA	Personální počítač
PÚ	Pevné přiřazené uložení na interním skladu
ŠA	ŠKODA AUTO a.s.
VW	Volkswagen Group

## Úvod

V dnešní době jsme svědky výrazných změn ve světě průmyslové výroby. Toto období, označované jako Průmysl 4.0, představuje novou éru, která kombinuje tradiční výrobní techniky s moderními informačními a komunikačními technologiemi. Tyto změny, zahrnující pokročilou automatizaci, digitalizaci a využití dat, přinášejí významný posun v různých průmyslových sektorech, včetně automobilového průmyslu.

Současně je důležité podtrhnout rostoucí důraz kladený na ekologickou udržitelnost, který je neodmyslitelně spjatý s aktuálním vývojem automobilového průmyslu. Průmysl 4.0 přináší nové možnosti pro ekologickou výrobu, což je v souladu s rostoucími nároky a očekáváními společnosti v oblasti udržitelnosti.

Tato diplomová práce se zaměřuje na analýzu a popis projektu digitalizace a optimalizace materiálového toku drobných dílů na výrobní linku ve společnosti ŠKODA AUTO. Cílem této práce je prozkoumat, jakým způsobem mohou nástroje a technologie Průmyslu 4.0 přispět k efektivitě výrobních procesů a ke snížení rizik spojených s manipulací s materiálem.

Prostřednictvím důkladné analýzy těchto témat poskytuje tato práce vhled do toho, jak se automobilový průmysl přizpůsobuje a inovuje v éře Průmyslu 4.0. Skrze tento případový příklad se zde ukazuje, jak mohou technologie, strategie a lidský faktor společně tvořit dynamickou a efektivní kombinaci, jež je klíčová pro úspěch v dnešním rychle se měnícím průmyslovém prostředí.



# 1 Moderní logistika

Aby bylo možné představit podstatu včetně prvků moderní logistiky, je nezbytné probrat samotné pojetí logistiky, její cíle, úkoly, druhy včetně moderních trendů v dané oblasti.

## 1.1 Definice, cíle a úkoly logistiky

Současné pojetí logistiky se odvíjí od předmětu podnikání, s nímž souvisí prováděná logistická činnost, tedy na klasifikaci ekonomických činností CZ – NACE. Souvisí také s velikostí podniku, jeho umístěním, dostupností zdrojů, rozdělení podnikových procesů, stejně jako na vztahu k hodnotovému řetězci. Nejde tedy pouze o koncového zákazníka. Jurová (2016) popisuje, že důležitost, společně s významem logistiky ve společnosti, je identifikována za přispění celé řady manažersko-marketingových nástrojů nebo obdobnou formou, a to prostřednictvím pozměněné klasifikace procesů, které jsou členěny na základní, hodnocené a konkurenční. Správa veškerých logistických činností je dle Jurové souborem všech manažerských rozhodovacích aktivit, které souvisejí s plánováním a řízením materiálových, informačních, finančních a také energetických toků. Za pomoci jejich zadání je možné dosahování konkrétních podnikových cílů. Dobře nastavená logistika může představovat zdroj konkurenční výhody.

Veškeré aktivity v logistickém systému jsou vzájemně propojeny. Hlavními úkoly logistiky jsou (Holečková, Hyršlová, 2018):

- organizace materiálních toků společnosti;
- maximální zatížení produkční kapacity;
- úspora hmotných zdrojů;
- snižování nákladů určených na výrobu včetně prodeje konečných výrobků;
- určení rovnovážné poptávky a nabídky na daný produkt.

Můžeme shrnout všechny uvedené body do jednoho a uvést, že hlavním cílem moderní logistiky je koordinování celého fyzického distribučního systému, což představuje jednání dodavatelů, nákupčích, marketérů, stejně tak jako členů distribučního systému, a to včetně kupujících.

Logistická oblast je vyznačována převládající nabídkou nad poptávkou, dále zvyšujícím se počtem a kvalitou vztahů či vazeb mezi jednotlivými články logistického řetězce. Současně se do popředí dostává otázka přemístění zboží v přesně stanoveném množství a termínech, za rozumnou cenu, za splnění podmínek na minimální ekologické zatížení životního prostředí, ale zároveň je důležité, aby byly splněny konkrétní a individuální požadavky zákazníků (Gros, 2016).

### 1.1.1 Klasifikace logistiky

Rozlišujeme několik klasifikací logistiky, kdy nejdůležitější je rozdělení logistiky na *vnitřní* a *vnější*. Podle Macurové a kol. (2018) se vnitřní logistika věnuje organizaci materiálového a informačního toku uvnitř společnosti. Oproti tomu logistika vnější spravuje organizaci mezi výrobním podnikem na jedné straně a na druhé straně s okolím tohoto podniku. Jedná se tedy o konkrétní dodavatele potřebných surovin, případně jednotlivých dílů, které jsou určeny pro výrobu a pro klienty.

Dále je možné klasifikovat logistiku na základě rozsahu úkolů, které řeší, neboť například správa supermarketu se výrazně odlišuje od optimalizace činnosti rozsáhlého průmyslového komplexu, řízení továrny také nelze srovnávat s řízením státu. V souvislosti s tímto rozlišením je možné klasifikovat logistiku dle rozsahu na (Gros, 2016):

- *Metalogistika* nebo *gigalogistika*, podnik je součástí sítě globálních logistických systémů v mezinárodním měřítku a jejich řízení. Jedná se například o jednotný obchodní trh v rámci EU.
- *Makrologistika* představuje další druh logistiky, který zkoumá a řídí toky na obecní, krajské a také státní či národní úrovni.
- *Mezologistika*, se zabývá řešením logistických otázek na úrovni samostatného výrobního úseku vedením toku v systému, který představuje vzájemně propojené společnosti jednotné průmyslové potřeby. Velká pozornost se klade hlavně na řízení toku, produkci jednotných standardů kvality.
- *Mikrologistika* řídí tok jednotlivých dat v rámci vybraného podniku či celé skupiny podniků, jež jsou propojeny úzkými hospodářskými vazbami.

Funkční klasifikace je jedna z nejznámějších a nejpoužívanějších logistických klasifikací, jelikož logistika je zde využívána v široké škále oblastí lidských činností. Logistika má v tomto případě na starosti celou řadou činností, které se odvíjejí podle konkrétních cílů. S ohledem na toto je možné rozlišit tyto druhy logistiky na základě funkčního příznaku (Gonzalez-Feliu, 2017):

- nákupní logistika,
- výrobní logistika,
- skladovací logistika,
- odbytová logistika,
- zásobovací logistika,
- dopravní logistika,
- informační logistika,
- finanční logistika,
- komplexní logistika.

Nákupní logistika se zabývá vyhledáváním a hodnocením dodavatelů surovin a materiálů, výběrem vhodných podmínek určených pro dodávky, tvorbou a následným udržením vztahů s dodavateli, které by měly být vzájemně přínosné a dlouhodobé.

Výrobní logistika se věnuje řízení materiálových zdrojů v rámci výroby, která by měla být efektivní, organizovaná a optimalizovaná, důležité je také zajištění materiálů.

Odbytová logistika (někdy také označována jako logistika distribuční) se věnuje řízení hotových výrobků, komoditních zásob, stejně tak tvorbou a neustálým zdokonalováním distribučních kanálů.

Skladovací logistika řeší skladové operace, jejich cílem je, aby tyto operace byly efektivní a precizně provedené. Patří sem např. nakládky a vykládky, skladování, balení, označování a mnohé další.

Zásobovací logistika má na starosti umístění zásob, plynulé zajištění dodávek spotřebitelům, nacházení optimální struktury.

Dopravní logistika stanovuje typ dopravy, formu dopravy a také samotného dopravce. Věnuje se nalezení optimální jízdní trasy, organizaci dodání nákladu ve správný okamžik a na správné místo. Dále sem můžeme zahrnout celní logistiku, což je organizace dopravy zboží přes hranice, tedy dovozu, vývozu a tranzitu, ale i finančního, administrativního, dopravního a dalšího řízení uvedených operací.

Informační logistika určuje směr toku informací v papírové a elektronické formě uvnitř podniku pro předávání dat s možnými partnery na základě logistického procesu, zpracováním velkých datových souborů, plánováním komunikačních sítí, včetně další infrastruktury.

Finanční logistika má na starosti efektivní rozdělení finančních toků. Setkáváme se s ní zejména ve finančních institucích, ale ve své podstatě se využívá do určité míry téměř v každém podniku.

Komplexní logistika spojuje všechny, případně velkou část, výše popsaných typů logistik. Stará se o materiální, informační, finanční a další toky v rámci životního cyklu produktu, od jeho návrhu společně s výrobou až do prodeje a k poskytování poprodejních služeb

### **1.1.2 Hlavní principy moderní logistiky**

Moderní logistika se vyznačuje několika principy, které musíme zohledňovat v dnešních podmínkách. V průběhu další práce jsou uvedeny klíčové z nich.

*Spolehlivost.* S ohledem na to, že logistika představuje prostředníka, který tvoří článek v řetězci služeb a přesunu zboží, tlak, který je vyvíjen na její spolehlivost, je velice vysoký. Dobrá logistika velmi často tvoří dobré jméno a konkurenceschopnost ostatních (koncových) článků – bez ohledu na to, zda jde o výrobce nebo přímo distributora. Z měření a permanentního vyhodnocování naší servisní úrovně se stala logistická nezbytnost, ale stejně tak jeden z článků kvalitní logistiky. V dnešní době ovšem ubývá logistických firem, které nedodrží své závazky (Janatka, 2017).

*Rychlost.* Příklad „čas jsou peníze“, platí i v logistice, dokonce by se dalo tvrdit, že tady platí dvojnásob. Čas nejsou pouze peníze, ale současně i významný ukazatel jakou máme konkurenční výhodu či nevýhodu. Rychlost nepředstavuje pouze

dodací lhůtu, ale také kvalitu komunikace, exekutivu, rychlost reakce na manažerská rozhodnutí atd. Stejně tak v odpovědích na požadavky, změny či další novinky (Lukoszová, 2020).

*Proaktivita.* V logistice je nezbytné umět vyvážit efektivitu poměru, štihlou a agilitu vlastní společnosti. Efektivní řešení úzkých míst zeštíhlením logistiky je vysoká jen tehdy, nedojde-li k zásahu do agility podniku, tedy logistiky. Proaktivní schopnost účinně reagovat na změny (čas, za který zvládneme, viz rychlost), představuje nosný pilíř každého logistického subjektu. Časy, kdy se se všichni věnovali hlavně zakázkám standardizovaného typu, jsou dávno pryč, z tohoto důvodu musí být logistické myšlení včetně schopnosti podniku jednak ekonomické, ale také flexibilní.

*Inovace.* Technologickým, stejně jako manažerským, světem v dnešní době málokterá novinka opravdu pohne – novinky představují součást každodenní praxe. Pozorování společně s vyhodnocením novinek, týkajících se centra našeho podnikání, představují otázku bytí. Zavádění jakýchkoliv technologických či principiálních inovací musí být dobře informované, kvalifikované, a hlavně dobře promyšlené, ovšem pořekadlo „kdo chvíli stál, už stojí opodál“ musí mít neustále každý moderní a zodpovědný logistik na paměti.

*Šetrnost.* Šetrnost představuje důležitou součást a nemusí vždy znamenat úsporu. Šetrnost představuje uvážený vklad s minimálním mrháním náklady. Cena již není jediným rozhodujícím faktorem, ale stále je významným faktorem. Důležité je nastavit rovnováhu mezi náklady, výdělkem a investicemi. Nesmíme však zanedbat nic z výše uvedeného (Milichovský, 2017).

### **1.1.3 Lean**

Jak uvádí ve své knize Filip (2019, str. 185) „*lean představuje sdružení principů a metod, které se zaměřují na identifikaci včetně eliminace činností, které nemají žádnou přidanou hodnotu v případě vytváření výrobků a služeb, které mají sloužit zákazníkům procesu*“.

Z toho lze usuzovat, že štíhlá výroba je nepřekonaným způsobem úspory zdrojů, kterého lze dosáhnout pouze dodržením pěti níže popsaných zásad.

Prvním principem štihlé výroby je stanovení hodnoty každého finálního produktu. Jinak řečeno rozhodujícím bodem štihlé koncepce je jeho hodnota (zboží nebo služby), kterou může stanovit výhradně koncový spotřebitel. Důležité je to výhradně v situaci, kdy daný produkt v určitém čase a za určitou cenu může uspokojit potřeby spotřebitelům. Tuto hodnotu určíme pouze pomocí dialogu s vybranými spotřebiteli, aktiva a technologie společnosti totiž nejsou pro zákazníky směrodatné. V případě procesu přehodnocení aktivit společnosti v souvislosti s vyráběnými produkty je potřeba týmová práce.

Další princip představuje definování procesu tvorby hodnoty pro konkrétní produkt. Představuje souhrn veškerých činností, které je nezbytné realizovat, aby daný produkt prošel všemi třemi důležitými etapami managementu, které jsou vlastní pro každý podnik, a to (Caicedo Solano a kol., 2020):

- řešení problémů (od vypracování konceptu včetně návrhu na vydání dokončeného výrobku),
- řízení informačních toků (od obdržení objednávky přes sestavení podrobného harmonogramu projektu k samotnému dodání zboží),
- fyzická konverze (od zpracování surovin až po hotový produkt, který se dostane do rukou spotřebitele).

Všechny činnosti spojené s tokem hodnot pro konkrétní produkt lze rozdělit do několika kategorií:

- vytvářející hodnotu,
- nevytvářející hodnotu, ale jsou z určitých důvodů nevyhnutelné,
- nevytvářející hodnotu a mohou být okamžitě vyloučeny z výrobního procesu.

Z tohoto pohledu štihlá výroba by měla jít až za hranice podniku a dívat se na situaci jako na celek, což znamená vnímat celý komplex opatření, v jehož důsledku se produkt tvoří.

Třetí princip představuje zajištění neustálého toku tvorby produktu. Tento koncept předpokládá, že rozdělení práce do skupin nepředstavuje nejlepší metodu. Společnost musí překonat snahu rozdělení práce, neboť existuje efektivní a rozumný způsob, jakým je produkt průběžně vystaven manipulaci. Aby došlo

ke zvýšení efektivity je nezbytné se soustředit na produkt včetně jeho potřeb, nikoli jen na podnik a zařízení. Což znamená, že veškeré činnosti, tedy navrhování, objednávání komponentů včetně dodávek produktů, by měla představovat jeden kontinuální proud. Kromě toho je třeba přezkoumat roli celé společnosti takovým způsobem, aby se všichni podíleli vlastním dílem k vytvoření hodnoty a stejně tak, aby sami zaměstnanci měli zájem na tom, že zajistí pohyb hodnoty po toku.

Dalším principem je dát možnost přímo spotřebiteli vytáhnout produkt, tedy mít možnosti pro tzv. tažnou výrobu, tedy zákazník si produkt „vytáhne“ sám, není mu to vnuceno výrobcem. Princip táhání teoreticky představuje, že nikdo v toku nic nedělá, dokud to spotřebitel, který se ovšem v tomto toku nenachází, nebude vyžadovat. Jako dobrý příklad přístupu, který je velice podobný, slouží sklady náhradních dílů. Ty nevytvářejí žádnou hodnotu, podnik se bez nich neobejde. Pokud ovšem dojde k poklesu úrovně zásob a zvýší se četnost nákupů malými partii, tyto sklady se stanou překládkovými body, zatímco výrobní proces se stane více organizovaný a uspořádaný (Caicedo Solano a kol., 2020).

Usilování o dokonalost představuje poslední princip, neboť koncepce štíhlé výroby říká, že proces zlepšování nemá konce. V každém kroku musí manažeri vidět tok tvorby hodnoty, její pohyb a vidět, jak je hodnota vytažena spotřebitelem. V neposlední řadě by měli mít všichni zaměstnanci podniku jasnou vizi toho, co je dokonalost. Cíl zlepšení tak bude jasný pro všechny pracující ve štíhlém podniku.

## 1.2 Základní nástroje štíhlé výroby

Štíhlá výroba představuje logický vývoj mnoha manažerských přístupů, které jsou vytvořeny v japonském managementu. Systém lean manufacturing proto obsahuje hodně nástrojů a také technik, které z těchto přístupů pochází, můžeme se setkat i přímo s přístupy řízení. Existuje velké množství technik a přístupů, což je způsobeno tím, že každý tento přístup či technika a jejich složení je přizpůsobením pro konkrétní produkt a úkoly podniku. Níže budou představeny ty nejznámější.

**Just In Time** čili JIT (z angličtiny právě včas) představuje koncepci vytvoření logistického systému, s cílem minimalizace nákladů, které vznikají v souvislosti se zásobami. Systém v oblasti dodávek, výroby a prodeje, synchronizuje proces dodávek materiálních zdrojů, nedokončené výroby a hotových výrobků

v požadovaném množství ve správném čase. Za předpokladu, že vše půjde podle plánu, zdroje budou dodány do určitého bodu řetězce přesně v okamžiku, ve kterém jich bude zapotřebí, což zmenšuje nadměrné (pojistné) zásoby ve výrobě a prodeji. Důležitou součástí systému JIT je výběr a hodnocení dodavatelů. Většinou je spolupráce s velice úzkým okruhem dodavatelů, kteří jsou schopni a ochotni zajistit požadované materiály apod. přesně včas. Počet dodavatelů se tak postupně snižuje dvakrát i víckrát, se zbývajícími, tedy nejlepšími vzniká dlouhodobá spolupráce.

Hlavním cílem JIT je poskytování spotřebiteli nezbytných a kvalitních produktů za nižší cenu a v co nejkratším možném čase. Mezi hlavní výhody systému Just In Time se řadí:

- snížení finančních prostředků nezbytných k řízení zásob;
- možnost využití ploch, které byly dřív odsunuté pod zásoby pro jiné potřeby;
- snížení objemu nerealizovaného zboží v případě poklesu poptávky;
- snížení objemu partií vyráběných výrobků, což dává možnost rychlejší reakce na změny na trhu;
- snížení počtu vad.

Ovšem, společně s těmito výhodami má JIT i nevýhody. Jako hlavní nevýhody můžeme vnímat snížení možnosti na opravu vzniklých či zmeškaných zmetků, vysokou závislost výroby na dodavatelích a pokud náhle vzroste poptávka, je možné, že ji nebudeme schopni uspokojit.

Kanban představuje systém organizace výroby, který je založen na tažném principu. Prvotně byl tento systém využíván výhradně v klasické interpretaci jako systém karet ve výrobě, avšak postupně docházelo k vývoji této metody a k jejímu zdokonalování a dalšímu vývoji. Už v roce 1983 se pak kanban stal metodou projektového řízení. Zásadními prvky systému kanban jsou:

- samořídící regulační kruh mezi místy, kde se vyrábí a kde odebírá;
- uplatňování principu „vzít si“ pro následující spotřebitelský stupeň, což nahrazuje všeobecný princip „přines“;
- flexibilní nasazení lidí, a i výrobních prostředků;



- přenos krátkodobých řídicích funkcí na provádějící pracovníky;
- využití karty kanban, jako nosiče informací.

Kanban představuje technologii, která slouží k rozvrhování činností v rámci systémů JIT. Je to standardní prostředek, který je určený k dosažení kontroly nad produkcí, který využívá JIT. Hlavním cílem systému je krátkodobá schopnost organizace dodávek na pracoviště, aby došlo ke snížení vázanosti obrátového kapitálu společnosti. Základem této metody tedy je, že zákazník si pro výrobní jednotku vytvoří kartu výrobní zakázky, přičemž dodavatel zásobuje zákazníka přesně takovým množstvím surovin, dílů či hotových výrobků, které byly na této kartě. Využití kanbanu se neváže pouze na jeden podnik, využití najde i uvnitř holdingu či to nemusí být vůbec uvnitř podniku, ale například s dodavateli. Tím můžeme využití skladů dostat až na nulu. Pro fungování je ovšem nutný naprosto precizní a konzistentní přístup všech článků dodavatelského řetězce.

Kaizen představuje jeden z přístupů vedoucího ke zlepšování fungování organizace. První zmínka byla v Japonsku, kde se označoval jako systém vzájemně propojených akcí, které vedly ke zvýšení kvality výrobků, procesů, ale řídicího systému. V dnešní době kaizen představuje systémem neustálého zlepšování kvality, technologií, procesů, podnikové kultury, pracovní výkonnosti, spolehlivosti, vedení a dalších aspektů činnosti firmy. Kaizen obsahuje 5 klíčových prvků, kdy běžné fungování společnosti vyžaduje využívat účinné nástroje zvyšování kvality. Stejně tak musí být vytvořeny podmínky pro následnou realizaci. Těmito prvky jsou:

- Týmová práce – k dosažení společného cíle a zlepšení v práci musí pracovat všichni zaměstnanci na všech úrovních jako jeden tým. Musí tak dělat to nejlepší, co mohou pro dobro nejen svých kolegů, ale i společnosti. Týmová práce vyžaduje neustálou výměnu informací, vzájemné školení, včasné plnění vlastních povinností aj.
- Osobní disciplína. Systém kaizen vyžaduje u každého zaměstnance zlepšení osobní disciplíny, a to ve všech aspektech práce, tedy v time managementu, kvalitě provedení prací, dodržování požadavků včetně pravidel, efektivním vynakládání materiálních a peněžních zdrojů atd.

- Morální stav. Zaměstnanci by si měli udržovat vysokou morálku i za předpokladu, kdy společnost nedosáhne úspěchu při provádění změn. Vrcholový management by měl zavést ve firmě nejrůznější motivační nástroje, kterými jsou dobré pracovní podmínky, pochvala za zásluhy zaměstnanců, spravedlivě nastavený systém odměňování, zaměstnanecké benefity, dobrá pracovní atmosféra v kolektivu atd.
- Oddíl kvality. Ve společnosti je nezbytné organizovat práci oddílu kvality, kdy součástí by měli být zaměstnanci z různých úrovní. Cílem kvalitních oddílů je vytvoření místa pro sdílení nápadů, zkušeností atd. mezi zaměstnanci. Toto sdílení lze využít nejen v rámci jednoho oddílu kvality, ale i mezi nimi. Jednotlivé oddíly se tak mohou navzájem motivovat a podporovat, což vede ke zlepšení u všech.
- Návrhy na zlepšení. Všichni zaměstnanci by měli mít možnost podat návrh na zlepšení, bez ohledu na jejich pozic. Vždy musí být všechny z nich zohledněny a přezkoumány.

Mezi hlavní zaměření systému kaizen patří kvalita zaměstnanců, neboť od ní se odvíjí kvalita výrobků a služeb. V tomto systému se do procesu zlepšování zapojí každý zaměstnanec, od nejvyššího managementu až po řadové pracovníky, kteří v konečném důsledku nabídnou organizaci více malých zlepšení v pravidelných intervalech. Většinou se jedná o drobné vylepšení. Základem tedy je, že velké množství malých vylepšení vede k významnému zlepšení kvality.

V rámci kaizen se často hovoří o technice 5S. Jedná se o metodu zlepšení, která vede ke snížení nákladů spojených se špatnou organizací pracoviště. V zásadě se jedná o jeden z principů kaizen, který obsahuje následující prvky:

- Seiri (třídění). Zaměstnanci se často nezbavují předmětů, které již k práci nepotřebují, což často vede k nepořádku na pracovišti, případně k vytváření překážek pro pohyb. Pokud dojde k odstranění těchto nepotřebných předmětů, tak dojde ke zlepšení nejen bezpečnosti práce, ale i kultury. Do třídícího procesu předmětů se musí zapojit všichni zaměstnanci, kdy zbytečné věci musí být přesunuty do vhodnějších úložných prostor či zlikvidovány (Filip, 2019).

- Seiton (racionální uspořádání). Jedná se o prvek stanovení a označení vyhrazeného místa pro každou položku potřebnou k práci. Pokud tomu tak není, může to zkomplikovat práci, např. u organizované výroby na směny, zaměstnanci různých směn kladou nástroje, dokumentaci a součástky na různá místa. Aby se zefektivnily procesy a snížil se výrobní cyklus je vždy potřeba nechávat potřebné předměty na stejných vyhrazených místech. Jedná se o zásadní podmínku pro minimalizaci časových nákladů na neproduktivní vyhledávání (Liker, Meier, 2016).
- Seiso (údržba v čistotě). Na konci pracovního dne se musí pracoviště vyčistit, uklidit a všechny nástroje a zařízení umístit na svá místa. Úklid na začátku či na konci každé směny odhaluje možné problémy, které mohou pozastavit práci nebo dokonce vést k zastavení práce na celém pozemku, v dílně případně továrně (Liker, Meier, 2016).
- Seiketsu (standardizace). Metoda přispívá k dosažení stability při provádění postupů prvních tří fází 5S. Je tedy nezbytné vytvořit takový kontrolní seznam činností, který bude pro všechny zaměstnance srozumitelný a využitelný. Činnosti by měly být součástí běžných postupů (Filip, 2019).
- Shitsuke (zlepšení). Provádění zavedených postupů by se mělo stát zvykem (Filip, 2019).

Management údržby strojů a zařízení neboli *TPM* (Total Productive Maintenance) představuje systém, který pečuje o zařízení, používaný ve výrobních podnicích se zaměřením na vyšší efektivitu údržby. Pomocí toho dojde ke snížení různých ztrát spojených s využíváním výrobní techniky. Cílem TPM je maximalizace účinnosti výrobních zařízení, a to po celou dobu jejich životnosti (Bauer, Haburaiová, 2019). Cílem systému údržby je předejít a současně i předem odhalit vady technického vybavení, které by mohly vyústit ve větší problémy.

Optimální provozní podmínky v rámci konceptu štíhlé výroby tedy zajišťuje TPM. Dojde ke snížení nákladů na údržbu díky včasné a pravidelné údržbě, předcházení významných poruch a prostojů. Produktivita se zvyšuje a zlepšuje se vybavení. Předpokladem je, že systém TPM je v celém podniku a jeho zavádění probíhá v rámci všech výrobních linkách. Hlavním bodem celého systému je

harmonogram preventivních prací na údržbě, provádění mazacích postupů, čištění a další opatření vedoucí k celkové kontrole zařízení (Bauer, Haburaiová, 2019).

Pokud mluvíme o TPM, je nezbytné uvést metodu zkracování časů přetypování výrobních zařízení tedy SMED (Single Minute Exchange of Die).

Všechny postupy tradičního přetypování (tj. bez použití systému SMED) se skládají ze čtyř fází:

1. příprava, úprava, kontrola materiálů a nástrojů,
2. montáž a demontáž odnímatelných prvků,
3. měření, nastavení a kalibrace,
4. zkušební starty a kalibrace.

Důvodem zdlouhavého procesu přetypování je fakt, že operace vnitřního a vnějšího přetypování se vzájemně překrývají. Vnitřní operace na přetypování se provádějí výhradně po zastavení a/nebo vypnutí zařízení. Naproti tomu vnější akce na přetypování mohou být prováděny v průběhu provozu zařízení. V případě klasického přetypování celá řada úkolů, které je možno udělat i na běžícím zařízení, se udělá až po jeho zastavení.

Systém SMED boří mýty, že přetypování je časově náročné. V případě, kdy proces přetypování trvá poměrně málo času, lze jej opakovat často, tedy dle potřeby. Z toho vyplývá, že pakliže budeme produkt vyrábět v malém množství, můžeme dosáhnout na celou řadu výhod, včetně pružnosti, rychlých dodávek, výkonu a vysoké kvality. Logika SMED se skládá ze dvou klíčových principů. První dělí operace na přetypování na vnitřní a vnější. Druhý převádí co největší počet vnitřních akcí na vnější, což dává možnost několikanásobného zkrácení doby přetypování.

Value Stream Mapping jedná se o nástroj, který pomocí jednoduchého a názorného grafického schématu zobrazuje materiálové a informační toky nezbytné pro poskytnutí výrobku či služby koncovému uživateli. Mapování je nezbytné pro (Rother, 2017):

- vizualizaci všech fází pohybu toků materiálů a informací,
- identifikaci ztrát a jejich zdrojů,

- vypracování jednotného jazyka, který bude shodný pro všechny, kteří se účastní procesu,
- přijetí správné manažerského rozhodnutí k optimalizaci procesu.

Obvykle součástí procesu mapování toku jsou následující etapy:

- zadokumentování aktuálního stavu mapy – tvorba procesu vytváření určitého produktu (nebo rodiny produktů), kde jsou uvedeny všechny operace a stavy, potřebný čas, počet pracovníků, informačních toků atd. Dále se provede analýza toku výroby. Cílem budování mapy aktuálního stavu je indentifikace činnosti, které tvoří nějakou spotřebitelskou hodnotu, a činnosti, které ji naopak netvoří a lze je odstranit.
- mapování toku hodnot – tvorba mapy budoucího stavu, která odráží ideální stav po implementaci všech naplánovaných změn. Provádí se identifikace skrytých ztrát, aby je bylo možné ještě případně zneškodnit. V neposlední řadě je nezbytná tvorba plánu na zlepšení, jehož součástí by mělo být určení metod přechodu do budoucího stavu, přiřazení konkrétních úkolů, termínů a osob odpovědných za realizaci procesu (Nowak a kol., 2017).

Metoda **5 Why?** neboli 5x proč se využívá k hledání a zjišťování kořenových příčin problémů a velké uplatnění našla mezi malými průmyslovými organizacemi (Filip, 2019). Taiichi Ohno označuje tuto metodu jako vědecký základ výrobního systému Toyoty, který se datuje do 30. let minulého století. Základem je, že v případě identifikace problému si musíme pětkrát položit otázku „Proč?“, která se označuje jako 5W. V případě, kdy tazatel získá odpověď na všech 5 otázkách, tak příčina problému a způsob jeho řešení budou zřejmé. Řešením je ovšem odpověď na otázku „Jak?“, je označováno jako 1H. Takže pět „Proč?“ se rovná jednomu „Jak?“ (5W = 1H) (Serrat, 2017).

Hlavním bodem této metody je pojetí příčiny, neboť pod příčinou problému se běžně skrývá jeho hlavní, hluboká příčina. Vždy je tedy potřeba se dopátrat ke skutečnému důvodu a zeptat se pětkrát „Proč?“. Pokud se tak nestane, nebudeme moci udělat potřebná protipatření a problém vyřešit (Filip, 2019).

**Andon** (v překladu z japonštiny lampa) představuje nástroj informačního managementu, poskytujícího představu o aktuálním stavu a postupu výroby a pokud je potřeba, tak vytvoří vizuální a zvukové varování, že došlo k problému.

Andon je jeden z předních nástrojů, který se využívá v případě realizace principu organizace výroby dzidoku, kdy hlavním cílem je zastavení procesu z důvodu zlepšení kvality. Andon lze prezentovat ve formě barevné kontrolky (Andon semafor), tabule či digitální tabule, jež prostřednictvím určitých zpráv ukazují odborníkům (operátorům a technickým odborníkům) místo, kde se vyskytl problém a jeho charakter.

Andon využívá například továrna koncernu Toyota. Všechny části výroby mají speciální kabel, který v případě potřeby vydá signál. V případě výskytu poruchy, pracovník táhne za kabel, což na velké tabuli rozsvítí žlutou barvu signalizující, že v určité oblasti se vyskytla vada. Na toto místo se dostaví specialisté a vedoucí skupiny. Následně se rozsvítí červená barva, signalizující, že práce na tomto úseku je pozastavena a probíhá odstranění problému (Rother, 2017).

Mezi hlavní výhody použití andonu patří rychlé zajištění reakce na problémy, které se vyskytnou, pocit zodpovědnost ze strany zaměstnanců, rostoucí motivace k dosahování lepší kvality a zjištění problému v jeho začátcích, což zabraňuje opakujícím se komplikacím.

## 2 Vizuální management

Smyslem vizualizace je, aby bylo vše snadno chápáno, a to jen v důsledku, že se někdo podívá. Cílem je získat co největší množství informací při co nejmenším pozorování případně v průběhu, co možná nejkratšího časového úseku.

### 2.1 Podstata a cíle vizuálního managementu

Vizuálním managementem rozumíme všechny prostředky, které ve společnosti dávají možnost využívat vizuální formu komunikace prostřednictvím jednoduchých grafů, tabulek a obrázků, které poslouží k zobrazení hlavních výrobních a podnikových ukazatelů. Vizuální dokumentace přispívá k lepší komunikaci a řešení problémů v týmu. Průběh procesů a výroby je pomocí vizualizace znázorněn tak, že je možné vidět problémy a průběh procesů v oblasti kvality.

Záměrem vizuálního managementu je:

- předávat a sdílet informace o stavu a procesu bez zbytečného otálení;
- nasměrovat informace o aktuálních problémech na všechny pracovníky;
- využití všech schopností každého zaměstnance pro zlepšení stavu;
- týmová práce a její výsledky;
- podpořit stav řešených projektů;
- rozvíjení pocitu hrdosti a úspěchu v lidech;
- předávání informací jakého bylo dosaženo zlepšení.

Postup v případě zavádění vizuálního managementu:

- stanovení cíle vizualizace;
- volba správných prostředků – formuláře, grafy, tabule apod.;
- stanovení konečného způsobu zavedení vizualizace s týmem, jenž bude tento způsob využívat;
- příprava technických pomůcek – tabulí, formulářů apod.;
- koordinace uspořádání pracoviště – viditelné informace pro každého, ale také nesmí překážet v práci;

- vyškolení pracovníků – jaký typ informací zaznamenat, jak a kdy se budou aktualizovat nebo kdo ponese odpovědnost za vizualizaci;
- sledování správnosti údajů a pravidelná aktualizace v průběhu zkušebního provozu.

Běžně se vizuální management dělí na tyto oblasti:

#### I. Nastavení a monitorování standardů

Nastavení a následné monitorování standardů představuje nejdůležitější a také nejkomplicovanější část vizuálního managementu. Řadí se sem označení limitů na teploměrech, manometrech, délkových měřidlech či jenom pozice nastavitelných částí výrobní linky. Nejdůležitější je vyhnout se neustálému seřizování polohy, jelikož každý jej provádí po svém a děje se tak pořád dokola. Musí dojít k nahrazení nastavením polohy najednou na správnou hodnotu. Jako příklad může být podoba vystavených regálů se zbožím na pobočkách prodejce. Zde dostačuje fotografie či kresba rozmístění v několika variantách např. podle velikosti případně dispozice pobočky.

#### II. Sdílení informací

Nejdůležitější informace pro všechny zaměstnance jsou ty o výrobnímu procesu na konkrétním pracovišti. Jedná se o označení potrubí, zařízení, nádrží, směrů toků atd. Jedná se o základní orientaci, která pomáhá při určení problémů, a tedy k motivaci pro zaměstnance ke zlepšování.

Jedním z hlavních předpokladů úspěšného řízení je právě sdílení informací a to v náročném prostředí, kde každý mluví jiným jazykem: vrcholový management v penězích, střední v procentech a operátoři v počtech zastavení. Klasický příklad představuje nástěnka. Mezi běžné správy na nástěnce patří např. grafy zobrazující měsíční přehledy výkonu, výsledky průzkumů zákazníků, klíčové úspěchy týmu. Často najdeme na nástěnce nespočet informací a je komplikované vybrat ty, které přispějí ke zlepšení efektivnosti.

#### III. Instruktaž

Sem se řadí různé informační cedulky a symboly, které slouží například k upozornění na rizika či nutnost používat ochranné pomůcky.

#### IV. Organizace pracoviště



Jedná se o organizaci nástrojů na pracovišti, kde každý nástroj má své výhradní místo, které může být například znázorněno barevným obrysem na desce (tzv. shadow board). Je možné takto obarvit přímo nástroje, aby bylo na první pohled zřejmé, kam patří. Také sem můžeme zařadit nastavení místa a limitů pro uložení dílů ve skladu nebo na pracovišti, což představuje úsporu času při hledání. Navíc je na první pohled jasné, kdy a kolik je potřeba doobjednat.

## 2.2 Metody vizualizace

V této podkapitole najdeme základní metody vizualizace, používané ve vizuálním managementu, které slouží jako vodítko pro zlepšení interních procesů v logistických firmách.

- Metoda 5S

Japonská metoda, podle které na pracovišti má být výhradně to, co tam má být a na místě, které k tomu bylo určeno. Metoda 5S tvoří základ pro zlepšení produktivity a kvality. Použití 5S přináší podniku tyto výhody:

- čistý a organizovaný závod, který zaujme a pozitivně ovlivní zákazníka;
- čištění a udržování pořádku přispívá k odhalení problémů na strojích a nářadí,
- eliminace překážek v toku výroby a zbytečné hledání materiálů a nástrojů;
- zkvalitnění podnikové kultury, zvýšení bezpečnosti, produktivity a kvality.

5S vtáhne lidi do podnikových změn, bez výrazných investic se projeví odstranění negativních postojů k týmové práci, zlepšování a dalším programům zvyšování produktivity. Dojde tak k odstranění nepotřebných předmětů z pracoviště, udržování pořádku na pracovišti a následnou standardizaci uspořádání pracoviště.

- Princip Gemba

Gemba představuje další japonský výraz, tentokrát z oblasti řízení kvality pro reálné pracovní prostředí. Z pohledu řízení kvality a vylepšování představuje gemba zdroj vytváření hodnoty. Jedná se o místo, kde ovšem nevzniká jen hodnota produktu, ale zároveň problémy. Podniky, které jsou schopny trvalého zlepšování, např. ve smyslu metody kaizen, má gemba důležitou pozici pro vznik iniciativy pro zlepšovací návrhy, neboť zejména zaměstnanci by měli nejlépe vědět

skutečné věci, které je potřeba zlepšit. Stejně tak lean management klade důraz na kontakt s realitou, a to prostřednictvím gemba walk, což označuje procházku pracovištěm, při které je možnost vidět tyto problémy či příležitosti přímo v provozu.

Každá společnost má jinak nastavené procesy, stejně jako jiné gemba – pro výrobní společnost je to dílna, pro obchod to zase může být prodejna či kancelář. Hlavním principem je ovšem kontakt se skutečným světem – s pracovištěm. Je důležité, aby lidé z managementu tento kontakt neztratili.

- Metoda Poka Yoke

Tento systém je hlavně určen k dosažení nulových vad, v souvislosti s omezením kontroly jakosti. Tato metoda představuje nízko nákladové a vysoce spolehlivé zařízení, které se využívá v procesu, který zastaví a tím ochraňuje výrobu před tzv. zmetky. Může se také jednat o procesní postup, který dává možnost vykonat činnost výhradně jedním způsobem. Tímto se přímo v průběhu pracovního procesu vyloučí možnost špatně vykonaných činností. Poka Yoke – mechanismus štíhlého procesu, který na základě technického opatření a vybavení napomáhá operátorům vyhnout se chybě, čímž se předchází vzniku výrobních nebo procesních vad nebo upozorňuje na lidské chyby.

- Vizualní dokumentace

Jedná se o běžnou dokumentaci využívanou v podnicích, která je složitá pro svůj složitý „vědecký“ jazyk, což vede k tomu, že je postupně nahrazována novou jednodušší a výstižnější vizualní dokumentací. Dokumentace následně obsahuje srozumitelně a stručně vyjádřené podnikové standardy, kterými jsou např. normy, postupy, pravidla výroby a další. Zaměstnanci by neměli být opomíjeni při zavádění vizualní dokumentace, neboť se sami každý den střetávají s problémy. Mělo by docházet k využití jejich znalostí a zkušeností, neboť na pracovišti tráví nejvíc času, proto by se měli významně podílet na zakládání vizualní dokumentace. V případě zavedení vizualní dokumentace dochází např. ke zvýšení úrovně samostatnosti a mobility pracovníků.

## 2.3 Vizuelní komunikace

V případě, kdy zavádíme vizuelní komunikace je nezbytné vyhnout se tvrzení, že je jen jeden přístup a ten je bezchybný. Rozmanitost pramení z úzkého propojení mezi vizuelní organizací a podnikovou kulturou. Aby byla implementace úspěšná je třeba dodržet kroky, které jsou zmíněny níže.

Prvním a současně nejdůležitějším krokem je stanovení cíle projektu. Před samotným zahájením pokusů musí vedení stanovit, jaká má očekávání, jak vizuelní komunikace má přispět k úspěchu výrobní politiky. Řídící výbor musí určit, zda již podniková kultura může přijímat konkrétní prvky vizuelní komunikace, případně program přizpůsobí. Zde by mělo dojít ke zjištění, co vše je nutné změnit v rámci podnikové kultury, jako např. kam umístit informace nebo jaké jsou možnosti pracovníků podílet se na tvorbě pravidel a standardů.

Následným krokem je tvorba *komplexního plánu*. Manažerský způsob by neměl být založen na autoritativním způsobu řízení, jinak sám bude odporovat podstatě vizuelní organizace. Management musí vytvořit koncept umožňující synergii mezi odlišnými tématy pomocí podobných situací, které by mohly nastat v pracovním prostoru, než aby ho podrobně definoval. Než dojde k vytvoření komplexního plánu měl by proběhnout diagnóza podniku, která odhalí silné a slabé stránky v komunikaci na pracovištích.

Dalším, ne však posledním krokem je vytvoření potřeby, tím je myšleno vnímání potřeby uživateli produktu.

Poslední a nejdůležitější fází je přímá *implementace*. Prezentace vizuelních médií najednou může být obtížná, jelikož rozdílné výrobní jednotky nemusí mít vždy shodnou podnikovou kulturu. Implementace představuje proces, který vyžaduje jistý čas. V případě, kdy společnost uvede nepřiměřeně rychle vizuelní média, mohlo by to vytvořit autoritářské tendence, což vytvoří komplikace a problémy k dosažení úspěchu.

### 3 Industry 4.0

S označením Průmysl 4.0 přišla poprvé německá federální vláda v souvislosti se strategickým plánem rozvoje německého průmyslu, jehož hlavním bodem bylo propojení průmyslových zařízení v jednotném informačním systému. Tyto systémy by dávaly možnost komunikace mezi sebou, a i s vnějším prostředím, aniž by se toho musel účastnit člověk. Tato cesta rozvoje průmyslu má tak výrazný potenciál, že rozhodně povede ke čtvrté průmyslové revoluci (OECD, 2016).

Dnes chápeme čtvrtou průmyslovou revoluci, jako přeměnu na plně automatizovanou digitální výrobu, kterou samy řídí inteligentní systémy v reálném čase a v neustále interakci s vnějším prostředím. Toto vnější prostředí tak nebere v potaz pouze jeden podnik, ale propojení v globální průmyslovou síť Internetu věcí a služeb. Průmysl 4.0 je naprosto novou úrovní organizace výroby a řízení hodnotového řetězce v rámci celého procesu výroby a životního cyklu produktu (OECD, 2016).

Hlavní revolučním bodem Průmyslu 4.0 je systém, který je celistvý a všechny jeho prvky jsou vzájemně propojeny. Ty se od sebe odlišují řadou specifických parametrů: mobilitou, cloud computingem, analýzou velkých dat, výměnou informací mezi stroji (M2M) a mezi stroji a lidmi (M2MI), 3D tiskem atd. Tyto parametry představují nový plast znalosti, který mohl být vyvinut pomocí důsledku lidské činnosti (OECD, 2016).

#### 3.1 Základní pilíře čtvrté průmyslové revoluce

Základní pilíře čtvrté průmyslové revoluce tvoří kyberneticko-fyzické systémy, internet věcí, internet služeb, chytrá výroba, ale také internetová data.

Mimo výroby inteligentní produktů je důležitým cílem rozvoje čtvrté průmyslové revoluce vytvoření *kyberneticko-fyzických systémů* (CPS). Dnes je již většina výrobních zařízení transformována do kyberneticko-fyzických výrobních systémů (CPPS), které představují softwarově pokročilá zařízení. Tyto systémy jsou vybaveny vlastní výpočetní kapacitou, která používá vlastní velkou škálu vestavěných senzorů a výkonných nástrojů, které přispívají ke zjednodušení procesů připojení k serverům a zpracování informací. Kyberneticko-fyzické systémy pracují pomocí nejrůznějších konfiguračních parametrů a jsou schopny se

rozhodnout, tím pomáhají podporovat inteligentní výrobu a dávají možnost sledovat výrobu produktů na všech úrovních výrobního řetězce.

Internet věcí lze definovat jako síť, kde spolu kyberneticko-fyzické systémy vzájemně komunikují pomocí jedinečných schémat adresování. Internet věcí, který propojuje mnoho různých přístrojů, zařízení a senzorů, vytváří obrovský a výkonný, ale extrémně citlivý organismus, jež má schopnost sledovat různé procesy, informovat o průběhu jejich plnění, sledovat a přijímat nezbytná opatření v aktuálním čase bez lidské asistence, a přitom vygenerovat neomezené množství dat (Holden, 2015). Při doplnění analyzovaných velkých dat a cloud technologiemi může internet věcí dávat podnět zcela novým předvídatelným přístupům určeným k rozhodování, k novým obchodním modelům, k inteligentním systémům a strojům, které budou plně autonomní (OECD, 2016).

Rozsah, kde tyto technologie působí se neustále rozšiřuje, což má nejzásadnější dopad na celou řadu odvětví. Internet věcí nejvíce ovlivňuje inteligentní výrobu, poskytuje široké spektrum dat a vytváří nástroje, které zvyšují efektivitu výrobních procesů a řízení rizik napříč dodavatelskými řetězci. Jedná se tedy o oblast logistiky až po řízení zásob a údržbu zařízení. V oblasti energetiky inteligentní sítě na principu internetu věcí, mají na starosti monitoring přenosu energie a stavu infrastruktury, identifikaci mimořádných událostí, minimalizaci ztrát, řešení situací v případě komplikací dodávek elektrické energie a uplatňování účinných mechanismů tvorby cen (OECD, 2016).

*Internet služeb* reprezentuje zcela nový přístup k poskytování internetových služeb. Koncepti na vyžádání, poskytování služeb a odborné znalosti pro řízení chování produktu, které vychází z propojení lidí, strojů a systémů, mají podíl na rostoucí přidané hodnotě. V rámci internetu dat se informace spravují a přenášejí prostřednictvím internetových technologií, neboť kyberneticko-fyzické systémy produkují velká data. Tím dochází k realizaci a rozvoji celostní kultury bezpečnosti, tj. kybernetická bezpečnost (Peruzzini a kol., 2018).

Inteligentní výroba dává produktu unikátní vlastnosti, které jsou stanovené koncovým spotřebitelem. Jedinečným rysem tohoto výrobního řetězce je jeho transformace ve fyzické toky zobrazující se na digitálních platformách, což má vliv na podporu individuálních služeb poskytovaných CPPS, které jsou dostupné pro

provedení nezbytných opatření na vytvoření intelektuálního produktu (Jurová, 2016).

Koncepce Průmysl 4.0 v rámci výrobního řetězce, přesahujícího jeden podnik, dojde ke spojení různých senzorů, zařízení, výrobních produktů a informačních systémů. Vzniknou tak komplexy, které budou propojeny a budou spolu kooperovat prostřednictvím internetu za pomoci standardních protokolů. Zároveň ale budou sami sbírat a analyzovat data, předpovídat poruchy, konfigurovat a přizpůsobovat se možným změnám vnějšího prostředí (PWC, 2016).

### **3.2 Technologie průmyslu 4.0**

Celá řada moderních výrobců dnes ve svých podnicích využívá technologie, které jsou součástí Průmyslu 4.0. Jejich propojení v rámci celé koncepce dává možnost zlepšit výrobu současně v několika oblastech. Jedná se o to, že plně integrovaný a optimalizovaný technologický tok s výrazně zvýšenou účinností všech fází má vliv na změnu vztahu jednak mezi výrobcí a zákazníky, ale i mezi člověkem a stroji. Hlavní technologie konceptu Průmysl 4.0 jsou následující:

- Digitální modelování

Dnes je velmi rozšířené 3D modelování objektů, materiálů a výrobních procesů ve fázi vývoje nového produktu. Do budoucna lze očekávat využití i v procesu výroby, což bude mít význam, že v reálném čase bude možné používat relevantní data pro zobrazení fyzického světa v podobě virtuálního modelu, jehož součástí bude zařízení, výrobky pro výrobu a zaměstnanci podniku. Tím dojde k výraznému zkrácení doby nastavení zařízení a současně se zvýší kvalita vyráběných výrobků (Ni a kol., 2018).

- Velká data a obchodní analytika

Analytika, která se zabývá zpracováním velkého objemu dat, teprve nedávno zavedla do oblasti průmyslové výroby optimalizaci kvality produktů, úsporu energií a zvýšení účinnosti zařízení. Sběr a ucelené vyhodnocení dat z různých zdrojů se v Průmyslu 4.0 stanou běžným nástrojem pro podporu rozhodování v čase, tedy od výrobního zařízení, ERP (Enterprise Resource Planning) a CRM systémů (Customer Relationship Management).

- Autonomní roboti

Průmyslové roboty se již delší dobu využívají ve velkých podnicích napříč odvětvími k plnění komplikovaných úkolů. V současnosti se ovšem roboti stále více stávají funkčně nezávislými, flexibilními a výkonnými v porovnání s jejich předchůdci. Je zde tak předpoklad, že časem budou vzájemně komunikovat, a nejen spolupracovat s člověkem, ale stejně tak se i vzdělávat. Cena robotů bude postupně klesat, ale jejich schopnosti porostou.

- Horizontální a vertikální integrace systémů

Velká část aktuálně používaných informačních systémů není zcela integrovaná a Průmysl 4.0 vyžaduje, aby došlo k revizi. Nezbytně musí dojít k plné integraci všech procesů činnosti (komerčních i výrobních), kdy je nezbytné vytvořit úzkou interakci na několika úrovních uvnitř podniku a dále mezi různými partnerskými podniky ve výrobním cyklu (Ustundag, Cevikcan, 2017).

- Průmyslový internet věcí

V současnosti je pouze část senzorů a zařízení ve výrobě sloučena do jedné sítě, kdy se však jedná o sloučení pouze v rámci klasických hierarchických struktur, kde se nacházejí senzory, periferní zařízení a automatické ovladače jsou podřízeny jednotnému vertikálnímu systému řízení výroby. S ohledem na rozvoj průmyslového internetu věcí budou zařízení mnohem častěji vybaveny výpočetními kapacitami a standardními síťovými protokoly. Na základě toho budou zařízení samostatně zpracovávat data, vzájemně komunikovat na základní úrovni a výhradně v případě potřeby budou využívat centralizovaný řídicí systém (Gilchrist, 2016).

- Informační bezpečnost

Společnosti stále využívají uzavřené systémy řízení výroby. Ty však nejsou připojeny k celosvětové síti. S rostoucí síťovou interakcí a s používáním standardních protokolů dochází k rostoucí potřebě zajištění informační bezpečnosti hlavních průmyslových systémů a výrobních linek. Integrovanými kritérii kybernetické bezpečnosti jsou zabezpečený přístup, spolehlivá komunikace a také pečlivá kontrola přístupu zařízení včetně uživatelů k řídicím sítím.

- Cloudové technologie

Některé společnosti přistoupily k částečnému využívání cloudového softwaru, přičemž s rozvojem Průmyslu 4.0 se cloud bude využívat k řešení mnoha úkolů. Postupně dojde ke zlepšení kvality technologie úložiště, sníží se doba odezvy na milisekundy, provoz systémů pro správu výrobních procesů bude založen na cloudových technologiích (Dastbaz, 2019).

- Aditivní výroba

Průmysl přistupuje k možnosti aditivních technologií jako např. aplikace 3D tisku pro prototypování či výrobu jednotlivých dílů. S příchodem Průmyslu 4.0 dojde k využívání metody aditivní výroby pro malosériovou výrobu jedinečných produktů. Adaptivní technologie jsou využívány např. v leteckém průmyslu, při výrobě nových letadel, tím dochází ke snížení jejich hmotnosti a tím se zmenší spotřeba surovin i materiálů.

- Rozšířená realita

Tento systém může být využit pro různé účely, jako např. při výběru dílů na skladě nebo v případě zobrazení návodů na opravy a servis techniky na přenosných zařízeních. Tyto systémy se teprve vyvíjejí, jejich vývoj je teprve na začátku, avšak v budoucnu budou široce využívány k tomu, aby zaměstnancům poskytly potřebné informace, pomohly při rozhodování v reálném čase a prováděly různé úkoly.

### **3.3 Moderní technologické a procesní inovace**

Inovace jsou hodně skloňovaným pojmem, a to nejen v rámci odborné komunikace, ale i ve veřejných diskuzích nebo dokonce při řešení každodenních problémů. Poprvé tento pojem byl použit počátkem 20. století ekonomem Josefem Aloisem Schumpeterem, který jej užil, jako označení pro změny za účelem implementace a využití nových druhů spotřebního zboží, nových výrobních a dopravních prostředků, trhů a forem organizace v průmyslu. Dnes se můžeme setkat s celou řadou definic inovací ve vědecké literatuře (Müller, 2017).

Z makroekonomického hlediska lze přístup k inovacím rozlišit na základě dvou kritérií:

- kvalitativní skok v úrovni technologického vývoje, jako následek vynálezu (kritérium novosti);



- výrazné zvýšení ekonomických, sociálních a environmentálních následků, způsobené implementací a aplikací inovačního produktu (kritérium implementace).

Inovaci se tedy zjednodušeně myslí jakákoli akce vedoucí k maximalizaci efektivity technologických a organizačních procesů výroby a výměny na základě zvýšení kvality. Současně inovaci definujeme jako činnost – včetně vědecké, technologické, organizační, finanční a komerční – zaměřující se na realizaci inovačních projektů, avšak i na vytváření inovační infrastruktury a její činnosti.

Současný rychlý a stálý vývoj a distribuce v oblasti logistiky na regionální, národní a mezinárodní úrovni klade požadavky a současně využívá moderní a inovativní úspěchy vývoje logistických systémů a konstrukčních prvků dodavatelských řetězců. Inovativní logistika představuje nejaktuálnější bod logistických činností, věnující se studiu potřeby a možnosti zavedení progresivních inovací ve společnosti.

Teoreticky logistické inovace se zakládají na čtyřech logistických konceptech. Ty mají zásadní referenční bázi určenou k vývoji flexibilních logistických modelů systémů a dodavatelských řetězců různých směrů. Postuláty logistických konceptů jsou následující:

- koncepce celkových logistických nákladů v komplexu, tj. stanovení odlišných logistických nákladů, neustálá jejich kalkulace, analyzování a monitorování totálních nákladů určených pro posílení konkurenceschopnosti, jednak na národní, ale i mezinárodní úrovni;
- koncepce reinženýringu obchodních procesů v oblasti logistiky, jedná se o odhalování souvislostí včetně vztahů mezi funkcemi a mírou zprostředkování a spolupráce;
- koncepce integrované logistické strategie, tato zkoumá kvalitu poskytování služeb zákazníkům, díky neustálému sledování prognózy nabídky a poptávky;
- logistická koncepce řízení kompletního dodavatelského řetězce, tj. organizování komplexního, integrovaného a harmonizovaného procesu pohybu zboží od dodavatele až ke koncovému zákazníkovi.

Logistické inovace, jejich součástí jsou inovace v integrovaném a harmonizovaném komplexu logistiky a díky tomu stanovují doplnění současných nástrojů. Dále vývoj nových nástrojů v oblasti metodického zajištění logistiky a jejích konstrukčních prvků.

### **3.4 Moderní inovace v ČR**

Zahraničně ekonomické vztahy jsou jedním z faktorů, které určují rozvoj české ekonomiky. Příkladem je vstup ČR do Evropské unie. Pomocí integrace téměř každého průmyslového odvětví na světě se český průmysl na základě provedených strukturálních reforem a samozřejmě díky významnému přílivu zahraničních investic stal výrazně modernější, což vedlo k tomu, že celá ekonomika se stala méně materiálově a energeticky náročnou.

V rámci procesů souvisejících s Průmyslem 4.0, se české společnosti výrazně podílejí na utváření inovativních trendů, které jsou uplatňovány v domácích průmyslových oblastech. Jedním z hlavních reprezentantů inovativních řešení v oblasti logistiky průmyslu v České republice je Škoda Auto, která se věnuje inovativním trendům jednak v Česku, ale i na celém světě.

Škoda Auto využívá moderní sofistikované logistické systémy, které se zaměřují na mezinárodní trhy. Společnost Škoda Auto v roce 2013 zavedla současně tři inovativní logistická řešení. Nový dopravní kontejner na volanty, byl mnohem prostornější a lehčí oproti předchozímu, došlo ke snížení emisí. Zrychlily se dodávky náhradních dílů na montážní lince pomocí kompletní automatizace dopravního systému (Škoda Auto, 2019).

V témže roce došlo k zavedení přesně fungujícího dopravního příslušenství, dodávka just in sequence, které zajišťuje efektivní výrobu. V tomto procesu byly důležité hlavně tzv. systémy zachycení nebo pick-up systems stejně jako nová řešení, která navrhovala možnost zachycení jednotlivých rámců nebo pick-by-frame. Technologii využívají pracovníci při nakládání vozidla, proces je tak bezpečnější (Škoda Storyboard, 2019).

Třetím inovativním řešením se stal nový, plně automatizovaný přístup k řízení vozidel na skladě prostřednictvím Automatického systému řízení dopravy neboli Automated Guided Vehicle System (AGV). Zajišťuje dodávku požadovaných dílů včetně komponentů přímo do regálů montážní linky prostřednictvím centrálně

řízených dopravních prostředků, čímž dochází k výrazné úspoře času a finančních prostředků. Tato nová řešení tvořila součást komplexního systému logistiky výroby.

V roce 2019 Škoda Auto uvedla do provozu autonomního robota Omron, který je určen k přepravě dílů mezi obráběcími centry a měřícím střediskem v závodě ve Vrchlabí. Za autonomního robota Omrona, společnost Škoda Auto získala první místo v kategorii Top logistický projekt. Technologie robota pod názvem Natural Feature Navigation dává možnost autonomně hledat cestu napříč závodem, přičemž robot sám o sobě je vytvořen tak, že dokáže projet vraty, rozpoznává osoby, vysokozdvizné vozíky i další objekty, a může se jim tak vyhnout (Novotný, 2019).

Současně společnost nezaostává, naopak se snaží zůstat trendy. Jedním z posledních vylepšení je možnost individuální úpravy v případě konfigurace libovolného vozu Škoda do detailu na základě požadavku zákazníků (Škoda Storyboard, 2017).

V roce 2018 česká společnost Adler Czech zavedla novou skladovou technologii, kterou je systém WMS, která dává možnost nejen sledovat, ale i řídit jakýkoliv pohyb zboží ve skladu a evidovat 5 počítačových systémů, programovanou jejich vlastními odborníky. Řízení přepravek ve společnosti je zaopatřuje RFID technologie. Ekologičnost celého projektu je v používání teplovzdušných fukarů s kondenzačními kogeneračními jednotkami (Novotný, 2019).

Logistická společnost HOPI zmodernizovala vlastní výrobu pomocí robotizovaného mixovacího pracoviště. Na základě modernizace robot značky Fanuc dokáže nahradit více jak 10 zaměstnanců pracujících na jednu směnu po sedm dní v týdnu (Novotný, 2019).

Dalším z příkladů je jihlavský závod Bosch Diesel, který převážel paletové jednotky kde byl materiál, pomocí vysokozdvizných stohovacích vozíků neboli stackerů. Jedná se o cestu ze skladu do výroby, a následně prázdných obalů zpět do skladu (Novotný, 2019).

V únorovém vydání měsíčníku hospodářské komory České republiky Komora z roku 2019 (Karban, 2019) byla jako nejnovější trend v logistice představena spokojenost zákazníků, která činí tlak na logistické procesy, čímž se vyvíjí tlak

na inteligentní řízení a technologie, díky kterým se snižují provozní náklady a zvyšuje se efektivita. Digitalizace mění i dodavatelské řetězce, ale nejedná se pouze o digitalizaci, ale také roboty a umělou inteligenci, tyto trendy můžeme pozorovat na celém světě. Rizika se snižují díky sdílení dat a různých softwarových služeb. Logistika se stává místem, kde dochází k vzájemnému propojení ekonomických a ekologických trendů, což vede ke vzniku modelu cirkulární ekonomiky a logistické postupy se musí měnit také a začít pracovat s kruhovým dodavatelským řetězcem. Současně vzniká otázka logistické strategie v případě využití marketingu a většímu důrazu nastupující generace odborníků, tedy tzv. mileniálů na fair trade, životní prostředí, genderovou rovnost, a politickou korektnost.

Podle Langerové (2019) specifika logistiky v České republice, pakliže nebudeme brát v potaz rostoucí nároky zákazníků, využití moderních technologií, automatizaci a udržitelnost, tak se tato specifika projevují hlavně v použití internetu věcí (IoT čili propojená zařízení), dále dochází k automatizaci manuální práce kurýrů a v neposlední řadě jsou využívána vozidla na alternativní pohon.

## 4 Analýza současného stavu

Značka ŠKODA AUTO a.s. má dlouhou historii úspěšného rozvoje v automobilovém průmyslu a od roku 1991 je součástí koncernu Volkswagen Group. ŠKODA AUTO a.s. se jako součást koncernu Volkswagen Group řídí strategií hromadné výroby. Přes nižší marži na jednotlivých vozech dokáže díky vysokému objemu produkce dosáhnout značného podílu na celkovém zisku koncernu. V roce 2022 společnost vyrobila přes 750 000 automobilů, což ji činí jedním z největších evropských výrobců automobilů. Přes výzvy spojené s pandemií covidu-19 dokázala ŠKODA AUTO a.s. (dále jen ŠA) udržet si v roce 2020 svou pozici jako významný hráč v automobilovém průmyslu a přispět k celkovému úspěchu koncernu Volkswagen Group (dále jen VW). Současná strategie společnosti se zaměřuje na tvorbu hodnoty v oblastech mechatroniky, baterií, mobility a softwaru s cílem transformovat se z tradičního výrobce vozidel na globálního poskytovatele mobility s důrazem na softwarové řešení. Jako člen tohoto koncernu musí ŠA přispět k tomuto procesu a vnést inovace do klíčových oblastí pro budoucnost automobilového průmyslu.

Strategie společnosti ŠA je navržena tak, aby odpovídala koncernovému směru, který klade velký důraz na efektivitu a zjednodušení. Nová mise společnosti je zaměřena na poskytování moderní a přístupné mobility, která nabízí vše, co lidé potřebují, a navíc nečekané detaily, které si oblíbí. Automatizace, digitalizace a datová analytika jsou hlavními nástroji pro dosažení tohoto cíle. Tímto způsobem společnost ŠA usiluje o posílení své pozice na trhu a o udržení konkurenceschopnosti v průmyslu. (ŠKODA AUTO a.s. výroční zpráva, 2022).

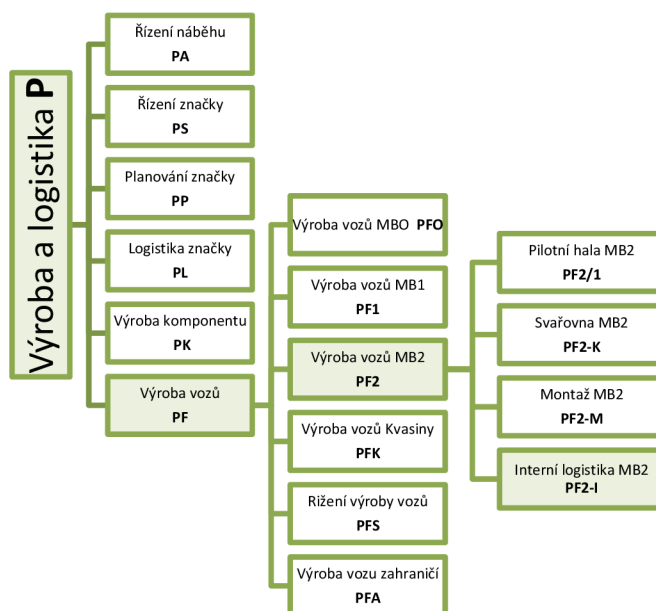
V období ekonomických turbulencí se zákaznické preference mění – zákazníci se stávají náročnějšími a dávají přednost uváženým nákupům. To nutí výrobce poskytnout širší nabídku vozidel. V reakci na tuto situaci plánuje ŠA do roku 2030 významný krok – vývoj a uvedení na trh tří nových elektromobilů s odhadovaným prodejním potenciálem až 1,5 milionu vozů ročně. S ohledem na budoucnost je třeba předvídat nárůst produkce, což povede k většímu pohybu materiálů. S rostoucí diverzifikací modelů a výbavy vozidel se zvyšují potenciální rizika spojená se záměnou materiálů na montážní lince. Zde se ukazuje klíčová role zaměstnanců – jejich schopnost být pružní a rychle se přizpůsobit novým situacím

je nezbytná. Proto je důležité se zaměřit na zjednodušení a digitalizaci pracovních procesů ve výrobě a logistice.

V další části této práce bude popsán nováční projekt digitalizace a optimalizace materiálového toku drobných dílů na výrobní linku automobilového podniku. Cílem projektu je implementace moderních nástrojů digitalizace a vizualizace ve interní logistice nejstaršího výrobního závodu ve společnosti ŠA. Tato inovace by měla vést k větší efektivitě výrobních procesů a snížení rizik spojených s pohybem materiálu.

#### 4.1 ŠKODA AUTO a.s. – interní logistika

Společnost ŠA řídí představenstvo složené ze sedmi členů. Šest členů představenstva má zodpovědnost za určitou oblast výrobního podniku. Členové představenstva stanovují cíle a strategické plány za stanovené oblasti. Představenstvo je rozděleno do oblastí, které jsou označeny klíčovými písmeny: oblast G – předseda představenstva, oblast F – finance a IT, oblast V – prodej a marketing, oblast P – výroba a logistika, oblast E – technický vývoj, oblast S – řízení lidských zdrojů, oblast B – nákup.



Zdroj: zpracováno dle interního portálu ŠKODA AUTO a.s. (2023)

**Obr. 1 Organizační uspořádání oddělení výroby a logistiky**

V souvislosti s organizačním uspořádáním společnosti ŠA (viz Obr. 1) je útvar výroby vozů zapojen do oblasti výroby a logistiky. Mezi činnosti tohoto útvaru patří: správa monitorování, řízení a optimalizace procesů spojených s výrobou vozu v závodech ŠA rozmístěných v tuzemských továrnách. Je zodpovědný za provoz lisoven, svařoven, lakovacích a montážních hal, rovněž řídí operativní logistiku. V neposlední řadě zaručuje oddělení výroby vozů zaručuje operativní kvalitu vozů vyráběných v rámci koncernu VW na území České republiky a je zodpovědné za koordinaci a podporu výroby vozů Škoda v zahraničních závodech společnosti. (ŠKODA AUTO a.s. eportal, 2023).

Zodpovědnost za dodržení plánu výroby a kvality vozů Fabia, Scala a Kamiq nese útvar PF2. Další odpovědností útvaru je zabezpečení požadovaných pracovních podmínek a ekologie. Součástí oddělení PF2 jsou výrobní haly svařovny M14, montáže M1 a prostory interní logistiky. Mezi hlavní činnosti této oblasti patří:

- Zodpovědnost oddělení správy svařovny PF2-K za výrobu surových karosérií,
- Odpovědnost za výrobní tok na výrobní hale M1 včetně montážní linky dveří a kompletace agregátů nese příslušné oddělení PF2-M. V další řadě zajišťují kontrolní a repasní činnosti, zkoušky funkčnosti a vodní testy,
- Analýzu a optimalizaci procesu etapy před sériové výroby má na starosti útvar pilotní haly. Zároveň se účastní na procesech náběhu nových modelů do sériové výroby,
- Interní logistika PF2-I zajišťuje příjem, skladování a výdej materiálu na výrobní linky svařovny M14, montáže M1 a vedlejší závody. Ve spolupráci s odbornými útvary se zabývá plánováním logistických konceptů, projektů a podpůrných systémů.

Interní logistika se skládá z vedení útvaru, logistiky hal montáže a svařovny a technického servisu. Tato diplomová práce se bude zaměřovat na jeden z inovačních projektů technického servisu logistiky ve výrobní hale M1.

Hlavní operativní činností technického servisu logistiky je zajištění systémové podpory materiálového hospodářství. Systémová podpora v sobě zahrnuje:

- zajištění zařízení, jako jsou: počítače, ruční čtečky RFID, personální počítače (dále jen PDA), tablety potřebné pro evidence a správu materiálového toku,
- integrace, implementace a správa objednávacích systémů,
- běžná operativa vyžadující úpravu nastavení v systému, např. přeskladnění mezi interními a externími sklady nebo na výrobní lince (dále jen ML), změnu objednacích množství, reklamace materiálu atd.,
- optimalizace materiálových toků,
- zajištění dokumentace spojené s logistickými systémy: návody, procesní postupy, normy atd.,
- rozvoj a testování nových funkcionalit v stávajících systémech.

Další operativní činnosti útvaru jsou sledování a monitorování logistických procesů a jejich klíčových indikátorů. Tyto ukazatele mohou vykazovat množství příjmu materiálu a transportu, vytížení skladových kapacit, porušení principu FIFO, počet expresních odvolávek z výroby a počet přebaleného materiálu. S tím souvisí další aktivita technické skupiny, což je digitalizace reportingu a automatizace datového toku. Mezi tyto projekty patří:

- tvorba a výkaz reportů pro management společnosti,
- tvorba aplikace do mobilních telefonů pro zadání informace o závadách týmem údržby automaticky naváděných vozidel,
- využití Data Matrix kódu pro kontrolu a evidenci technického stavu logistických technik a technologií,
- využití cloudových řešení v datových tocích.

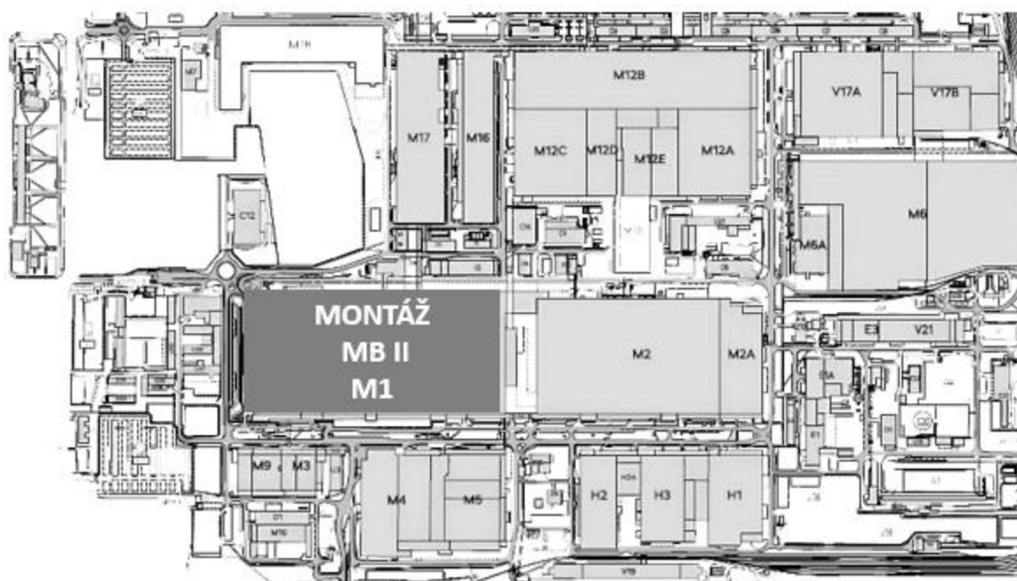
V neposlední řadě tým technického servisu zodpovídá za implementaci inovativních technologií a optimalizaci současných procesů prostřednictvím jejich automatizace a digitalizace. Nejrozsáhlejším projektem v této oblasti je automatické navážení dílů na montážní linku pomocí automaticky naváděných vozidel (dále jen AGV) anebo podjezdovými moduly. AGV vozidla se používají především k zavážení sekvenčních vozíků ze sekvenčních pracovišť umístěných ve větší vzdálenosti od místa spotřeby. Materiál ze supermarketů rozmístěných v blízkosti montážní linky se zavází pomocí novější technologie, což jsou podjezdové moduly. Podjezdové AGV rovněž zaskladňují materiál do robotických



sekvencí. V souvislosti s tímto projektem útvar PF2-I/3 zajišťuje servis a údržbu techniky, optimalizaci procesu a tvorbu rozvodových tras.

Autorka dané diplomové práce je součástí skupiny technického servisu a má zodpovědnost za materiálový tok drobných dílů. Spravuje systémy objednávání materiálu a jeho zavážení. V návaznosti na pracovní zkušenosti autorky je účelem této práce popis softwaru a technické části projektu, implementace a optimalizace procesu zavážení drobného materiálu na výrobní linku ŠA.

## 4.2 Proces zásobování výrobní linky drobným materiálem



Zdroj: zpracováno dle interního portálu ŠKODA AUTO a.s. (2023)

**Obr. 2 Hala M1 v areálu Mladý Boleslaví**

Hala M1, která je součástí infrastruktury ŠA. (viz Obr.2), disponuje komplexním systémem skladového a výrobního managementu. V prostoru M1 jsou umístěny tři montážní linky a sedm logistických skladů. Hlavní montážní linka je srdcem výrobního procesu, kde dochází k finálnímu sestavení vozidla. V hale se dále nachází montážní linky pro předmontáž dveří a agregátů. Logistické sklady slouží k efektivnímu uskladnění a správě vstupních surovin, polotovarů a komponent, které jsou potřebné pro výrobu vozidel. Sklady jsou navrženy tak, aby maximalizovaly využití prostoru a umožnily rychlý přístup k zásobám. Optimální rozmístění materiálu dle skladu se obvykle řídí vzdáleností k místu, kde bude spotřebován, což minimalizuje dobu dodání materiálu na montážní linku. V příloze


č. 1 je přiložena mapa haly, která ilustruje klíčové logistické prvky, což jsou rozvozové trasy drobných dílů a interní sklady materiálů. Barevné označení ulic odpovídá rozdělení rozvozových tras.

#### 4.2.1 Manipulační jednotky, obaly

Menší díly nebo materiál s pomalým obrátem jsou často baleny a doručovány na montážní halu v přepravech KLT (dále jen KLT), jež jsou v současné době nezbytnou součástí logistiky, jelikož nabízejí ekologické řešení s možností úspor logistických nákladů. To je dáno tím, že se minimalizuje množství obalových odpadů a snižuje riziko poškození materiálů během přepravy.

Přepravky KLT mají standardizované rozměry a jsou vyráběny s ohledem na předpisy managementu kvality v automobilovém průmyslu. V praxi se běžně využívá 5 různých typů KLT. Pokud je dodání materiálu příliš komplikované a vyžaduje vyšší logistické náklady, používají se pro přepravu dílů papírové obaly, které ale musí také splňovat standardy rozměrů, aby bylo možné je snadno přepravovat a skladovat.

Každá KLT přepravka musí být osazena dodavatelským výlepem, který obsahuje informace nezbytné pro identifikaci materiálu. Tento výlep je uveden na obrázku 3 a obsahuje informace jako číslo dílu, množství dílů v obalu, číslo dodavatele a Data Matrix kód.

SHIP FROM LUXOV Piv Záměstí ul. 51 Český Dub 47142 CZ COUNTRY OF ORIGIN CZ	SHIP TO SKODA AUTO, A.S. Václava Klementa 869 Mladá Boleslav 293 60 PLANT / LINE ORIGIN / PORT OF ORIGIN / DESTINATION 31 / 10364 / B64	PACKAGING TYPE 006280 BATCH NUMBER	SHIP / EXPIRY / PROD. DATE S 2021-11-19
RECEIPT NO. 80096576	CUSTOMER SPECIFIC PART NO.	ETA 2021-11-22 / 00:00	QUANTITY PC 22
SUPPLIER NUMBER 271210		ORDER NO. 10.59	NET KG 7.92
CUSTOMER PART NUMBER Clona MOB-TI VW P BE SPIZ DN V 2F4 PE NP <b>5G0 857 552 DC 2F4</b>			
PACKAGE ID (1J) UN 495080124 009055495		SUPPLIER AREA	
			




Zdroj: Vlastní zpracování (2023)

#### **Obr. 3 Dodavatelský výlep**

Pro přepravu materiálové zásoby od dodavatele k výrobcu se využívají ucelené palety GLT, které jsou tvořeny stohovanými KLT na kovové paletové podlaze a jsou zakryté plastovým víkem. Tyto palety jsou často zabezpečeny plastovou páskou, což přispívá k bezpečnosti při manipulaci s nimi a minimalizaci vzniklých

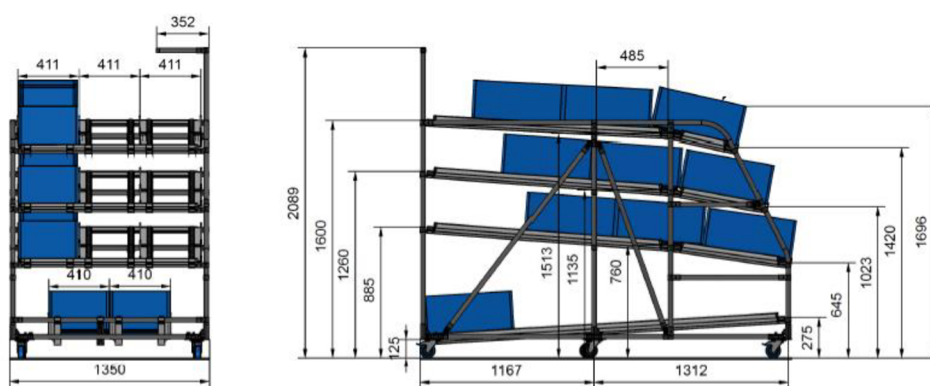
škod. Typy KLT, jejich rozměry a maximální množství, které je možné umístit na paletu, jsou podrobně popsány v tabulce 1.

**Tab. 1 Standardizované typy KLT přepravek**

ID	003137	004147	004280	006147	006280
Foto					
Š×V×D v mm	297×198×147	396×297×147	396×297×280	594×396×147	594×396×280
Počet KLT v GLT	130 KLT	60 KLT	20 KLT	30 KLT	15 KLT

Zdroj: zpracováno dle ARCABOX (2023)

Pro efektivní rozmístění a manipulaci s KLT na ML nebo na sekvenčních pracovištích se využívají spádové regály, jež jsou vyrobeny z trubkového regálového systému, což umožňuje flexibilitu a modularitu konstrukce. Po instalaci regálů na ML je možné rychle přizpůsobit konstrukce podle požadavků, například zvýšit počet úrovní nebo změnit typ regálového rozložení. To je obzvláště užitečné v případě změn výrobních podmínek, kdy je třeba rychle přizpůsobit uspořádání materiálů. Regály jsou vybaveny kolečky, což umožňuje snadné přemístění regálů na jiné místo v případě potřeby.



Zdroj: <https://www.beewatec.com/cs/stihla-reseni/spadove-regaly/>, (2023)

**Obr. 4 Spádový regál**

Spádové regály umožňují posun materiálu pomocí gravitace a zajišťují princip FIFO, kdy jsou přepravky KLT zaskládány z jedné strany a odebírány z druhé (viz Obr. 4). Vizualní management regálu ze strany rozvozové komunikace, stejně jako procesy zaskladnění materiálu a přebírání prázdných přepravek jsou v zodpovědnosti oddělení logistiky haly. Vychystání materiálu pro montážní linku, určení regálového rozložení a související vizualizace jsou v kompetenci oddělení montáže výroby.

#### **4.2.2 Manipulační prostředky:**

Manipulační techniky jsou klíčové pro úspěšný průběh logistických procesů, jsou ovládány operátorem logistiky a slouží k přepravě materiálu na větší vzdálenosti a s vyšší hmotností. V této studii se zaměřujeme na manipulační techniku, která se specificky vztahuje k zásobování materiálu v KLT ve výrobní hale M1.

**Tahače** – nejpoužívanější manipulační techniku pro transport materiálu na montážní linku představují tahače Still R07, jež disponují tažnou kapacitou 6 tun a dosahují maximální rychlosti 17 km/h. K tahači může být napojeno několik speciálních podvozků s různými typy nástaveb.

Na hale M1 se využívají různé typy nástaveb podle toho, zda se převáží materiál v KLT přepravkách, na soupravách, převáží se sekvenční vozíky nebo ucelené GLT palety. V rámci zavážení materiálu v KLT na montážní linky se používají speciální typy souprav:

**Souprava pro pomalu obrátkové díly** – Souprava se používá pro přepravu KLT beden různých typů z automatického skladu malých dílů. Má 4 patra a maximální kapacitu bezpečné přepravy 24 KLT přepravek na jednu soupravu. Souprava je systémově rozdělena na pravou a levou stranu, kvůli tomu musí být vždy naskladněna ve stejném směru. KLT jsou vždy umístěny v 1., 2. a 3. patře, zatímco 4. patro se používá pro urgentní požadavky na materiál. Na zadní straně soupravy se nachází místo pro umístění Trolley listu, který obsahuje detailní informace o materiálech v soupravě a tiskne se na skladě malých dílů. Podvozek pro soupravy AKL disponuje prostorem v zadní části vozíku, který je určen pro prázdné bedny nebo materiál, který se nevešel do regálu. Pokud je souprava dodána z automatického skladu malých dílů, je vratná. Po zavezení materiálu na montážní linky metodou Milkrun se odešle zpátky na automatický sklad menších

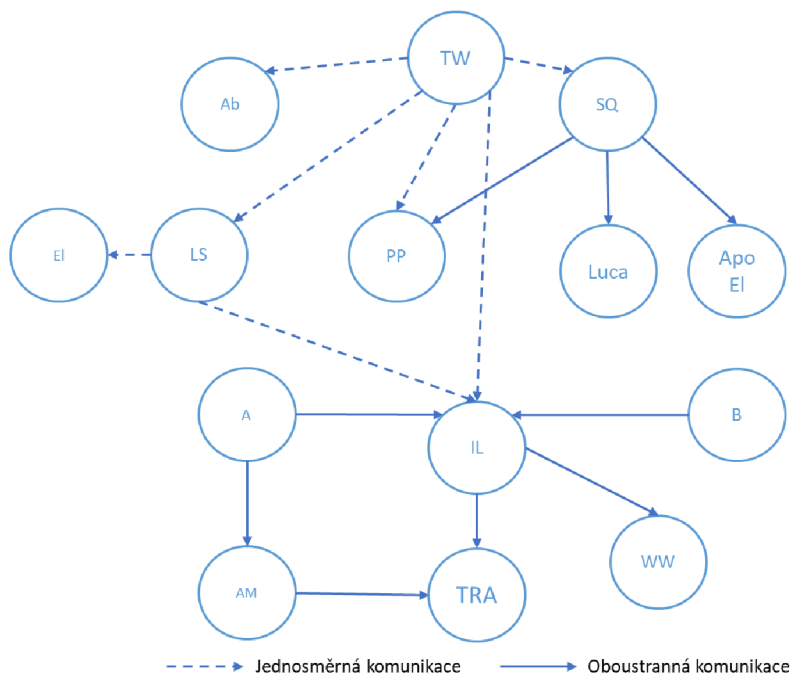
dílů). Logistika haly M1 též disponuje tímto typem soupravy a využívá ji pro zavážení pomalu obrátkových dílů v KLT na ML.

**Souprava pro rychloobrátkové díly** (dále jen CPS souprava) - speciální typ soupravy pro přepravu vysoce obrátkových KLT, disponuje rozměry 2,7 m × 1,4 m × 1,8 m. Jeho ocelová konstrukce je rozdělena na buňky pro uskladnění KLT typu 006280. Souprava obsahuje celkem 24 pozic, každá má namontované skluznice pro pohyb KLT. Určené rychloobrátkové díly mají své přidělené pozice s vizualizací, která eviduje umístění KLT ve skladě a místo potřeby na ML. Celková vytiženost soupravy je v rozmezí od 48 KLT až do 120 KLT.

**Elektrické vysokozdvížné vozíky** jsou využívány pro manipulaci s paletami a přepravu materiálu na kratší vzdálenosti, například uvnitř skladu. Tyto vozíky jsou vybaveny elektrickým zdvihem, který umožňuje snadné a plynulé zvedání a snižování nákladu. Operátor logistiky ovládá vozík pomocí řídicích prvků umístěných na vozíku, jako jsou pedály a joystick. Při rozvozu KLT využívá elektrické vysokozdvížné vozíky pro naskladnění souprav z AKL do rozvozových tahačů a zaskladnění rychloobrátkových dílů do příslušných úložišť na skladě X.

#### **4.2.3 Používané informační systémy**

V rámci svých procesů využívá ŠA široké spektrum různých systémů. Výrobní systémy jsou propojené s logistickými systémy, což umožňuje snadné řízení informačních toků po celém dodavatelském řetězci. Daná práce se bude zabývat pouze částí těchto systémů, které jsou nezbytné pro správné řízení materiálového toku na ML. Interakce a propojení mezi jednotlivými systémy jsou detailně zobrazeny na obrázku 5.



Zdroj: Vlastní zpracování (2023)

**Obr. 5 Síťový graf používaných systémů v materiálových tocích**

V první řadě budou uvedené systémy plánování potřeb materiálu a systém řízení výroby a plánování pracovních postupů.

**TW** – informační systém spravuje důležité informace týkající se kusovníku jednotlivých výrobků, který je zásadním nástrojem pro plánování a řízení výrobního procesu. Kusovník poskytuje podrobné údaje o jednotlivých komponentách výrobku, včetně rozměrů, množství a umístění součástek ve finálním produktu. Kromě toho může kusovník obsahovat i další technické specifikace, které jsou významné pro zajištění kvality výroby a minimalizaci výrobních chyb. Tento systém je integračním bodem pro další systémy a databáze, například Ab, PP a další.

**Ab** – na základě dat z daného informačního systému lze získat data o očekávaném rozpočtu potřeb v průběhu následujících 10 dní. Tato data mohou být následně filtrována v závislosti na konkrétním modelu a výrobní oblasti. Výsledky získané z daného systému poskytují důležitý nástroj pro rozhodování ohledně umístění materiálů na ML, volby vhodného typu balení, stanovení typu odvolávání a frekvence objednávání.

**SQ** – tento integrovaný informační systém (dále jen IS) poskytuje podporu výrobnímu procesu tím, že sleduje materiálové potřeby sekvenčních pracovišť v reálném toku produkční linky. Je integrován s kusovníkem, poskytuje potřebné informace pro správné a kompletní vychystání sekvence. Integrace systému SQ s kusovníkem umožňuje snadný a rychlý přístup k potřebným informacím, jako jsou alternativní díly, doplňkové díly nebo poznámky ve formátu informační hlásky. To zajišťuje, že pracovníci sekvence mají k dispozici všechny relevantní informace. Napojení na systém SQ radou vedlejších vizualizačních systémů umožňuje získání přesného přehledu o poloze materiálu určeného k vychystání.

Vizualizační systémy lze v rámci průmyslové výroby rozdělit do dvou kategorií – podpůrné a navigační:

*Podpůrné* vizualizační systémy mají v průmyslové výrobě významnou úlohu při správě označení materiálu a úložišť. Jejich hlavní funkcí je umožnit snadné a rychlé vyhledání a identifikaci potřebného materiálu na pracovišti.

**PP** – je nově zaváděný IS, který nahrazuje zastaralý IS Kanban. Tento systém slouží jako databáze všech dílů a využívá data, která jsou získávána z jiných systémů, což eliminuje potřebu ručního zadávání dat. Pracovník technologie zadá díl do systému a automaticky se k němu nahrají údaje o názvu, skladu, balicím předpisu, modelu, na který se díl montuje, a také taktu montáže a umístění v regálu. Tato informace je následně k dispozici i pro pracovníky logistiky. Způsob odvolávání materiálu a BN kód jsou zadány manuálně. PP přináší inovativní řešení pro tisk regálových štítků materiálu v KLT a cedulí pro GLT díly.

**EI** – je software pro kontrolu Data Matrix kódů (dále jen DMC), které musí být v souladu s normou VDA 6.4. Tato norma stanovuje specifikace týkající se velikosti, formátu a čitelnosti kódů s cílem zajistit jejich správné použití a kompatibilitu napříč různými systémy a zařízeními. V případě, že šifrování informací v DMC kódu nevyhovuje stanoveným parametrům, jsou dodavatelé kontaktováni regresním oddělením, aby byl problém odstraněn.

*Navigační* systémy využívají moderní digitální nástroje vizualizace. Tyto systémy umožňují pracovníkům logistiky přesné navigování k potřebným materiálům a úložištím a snižují riziko chyb při manipulaci.

Sekvenční pracoviště spadají pod zodpovědnost logistiky haly M1 a slouží k úspoře času montáže a snížení rizika chyb na ML. Na hale M1 se používají různé typy vizualizačního managementu Pick to, včetně Pick to light, Pick by Point, Pick by Frame a Pick by Watch. Tyto systémy mohou být také kombinovány pro dosažení nejvyšší efektivity a úspory času. Aktuálně jsou tyto systémy představené dvěma dodavateli: Luca a ApoElmos. Každý z nich má vlastní software, zařízení a rozhraní na síti ŠA. Systémy řízení vizualizačního managementu jsou integrovány do sekvenčního systému SQ, který poskytuje informace o umístění materiálu, potřebném množství pro výrobu a další důležité poznámky a upozornění.

V druhé řadě je nezbytné se zaměřit na systémy logistiky, které jsou klíčové pro zajištění plynulých a efektivních materiálových toků. Mezi tyto systémy patří například automatické systémy generování objednávek, systémy skladování, systémy pro plánování a řízení zásobování materiálů a další.

**IL** – základní logistický IS, který slouží k řízení materiálového toku. Tento systém spravuje veškeré platné díly na základě informací z TW a umožňuje evidovat veškeré pohyby materiálu. Systém je vybaven rozsáhlou databází a mnoha funkcionalitami, proto je rozdělen na jednotlivé podsystémy, tzv. „dialogy“. Tyto podsystémy umožňují provádět jednotlivé úkony v rámci logistického řízení, například zataktování nových dílů, objednávání materiálu, plánování přepravy, řízení skladových zásob skrz celý koncern.

V rámci zavážení KLT se nejčastěji používají dialogy:

- UF 03.01 – dialog, který spravuje přiřazení materiálů k místům potřeby na ML (dále jen BDO) v rámci výrobního procesu. Po přiřazení dílu k BDO je tomuto dílu přidělen identický BN kód pro danou kombinaci. Na základě BN kódu jsou v systémech nastaveny procesy odvolávání a transportu materiálu.
- UF 03.02 – správa BDO. Spravuje zadání informací ohledně odpisového střediska (vždy může být pouze jedno) a bodu dodání. Informace ohledně bodu dodání je následně zohledněna na dodacím štítku KLT, pokud je původem z automatického skladu menších dílů.
- UA 31.67 – poskytuje informace o dostupnosti a množství materiálů ve skladech.



- UF 02.02 – umožňuje monitorovat a sledovat pohyb materiálů v rámci závodu, vykazuje vyřízené a nové objednávky na materiál.

**LS** – IS pro správu balicích předpisů. V daném systému je umožněné evidovat stanovené předpisy na balení, počet dílů v něm a další informace. Systém rovněž disponuje informacemi týkajícími se dodavatelů.

**TRAN** – IS určeny pro řízení transportu materiálu pomocí tahače a elektrických vysokozdvíhových vozů. Jeho úkolem je koordinovat požadavky dle vytvořených zón a propojenosti mezi nimi. Systém sbírá požadavky v jednotlivých oblastech a přiřazuje je příslušným pracovníkům logistiky pro následující transportace do místa potřeby. Software umožňuje vyžadovat kontrolu načtení čísla dílu nebo místa doručení, což zajišťuje správné přiřazení materiálu a jeho doručení na správné místo.

**WWW** – Systém řídí skladový management centrálního skladu malých dílů. Systém spravuje objednávky a řadí je podle rozvozových tras a potřebného doručovacího času na montážní linky. Přiřazuje materiál do souprav v souladu s požadavky na vyskladnění, včetně hledisek ergonomie práce a umístění materiálu podle strany vyskladnění na ML. Například těžké díly jsou umístěny na střední patra a lehčí díly nahoře, aby se dosáhlo rovnoměrného rozložení zátěže a zlepšilo se pracovní prostředí zaměstnanců. Ke zkompletované soupravě přiřazuje Trolley list, který zahrnuje informace ohledně materiálu, rozmístění v soupravě a požadovaného času doručení na montážní linku (viz Příloha č. 2).

#### **4.2.4 Systémy automatického objednávání materiálu**

Jak již bylo uvedeno dříve, díly z automatického skladu menších dílů se odvolávají zcela automaticky. K tomu se používají dva typy automatických odvolávacích systému B a A.

**Systém B** – představuje automatický odvolávkový systém, jehož zaměřením je optimalizace poptávky materiálu mezi odvolávkovým bodem a bodem BDO. Tento systém se uplatňuje v případech, kdy je součástka umístěna pouze na jednom BDO nebo na dvou BDO se stejnou mírou spotřeby. Základním principem pro rozpočet je sledování průchodu výrobků přes evidenční bod M100, umístěný na začátku montážní linky. Když automobil projde tímto evidenčním bodem, systém na základě nerovnice (1) definuje nutnost objednání materiálu.

$$\text{zásoba na BDO} + \text{objednáno} < \text{potřeba} + \text{rezerva}$$

Kde:

Zásoba na BDO – označuje aktuální množství kusů jednotlivých dílů umístěných na BDO. Tyto údaje jsou průběžně monitorovány a srovnávány pracovníky z oblasti logistického plánování.

Objednáno – představuje množství dílů, které jsou aktuálně objednány. Přibližná doba dodání na montážní linku činí 2 hodiny.

Potřeba – zahrnuje množství materiálu, které je nezbytné pro pokrytí objednávek mezi odvolávkovým bodem a BDO.

Rezerva – záložní množství materiálu, které je k dispozici pro případ zpoždění dodávky.

**System A** – představuje alternativní odvolávkový systém, který se využívá v případě, že materiál je umístěn ve více BDO nebo pokud výpočty v systému B probíhají s výrazným množstvím odchylek. Tento systém je založen na automatickém objednávání materiálu na základě fyzického impulzu.

Fyzické impulzy jsou generovány senzorem SSW (viz Obr. č 6), který je umístěn na pozici příslušného dílu v regálu u montážní linky. Senzor může být umístěn na libovolné pozici na ližině, což umožňuje eliminovat nadbytečné množství materiálu. SSW má dva stavy: zatížený a uvolněný. Stav „zatížený“ znamená, že materiál je v daném okamžiku umístěn na senzoru. V okamžiku uvolnění senzoru, tj. spotřeby KLT u montážní linky, SSW odešle signál do systému o zaznamenání stavu. Po uplynutí 7 minut se vytvoří objednávka do systému IL. Při vytváření objednávky je zavedena časová prodleva, aby se zabránilo vzniku chybových odvolávek v případě manipulace s KLT v regále, například během inventury. V systému A lze nastavit různá odvolávací množství materiálu a pojistné odvolávky, například v případě, že senzor nebyl zatížen během standardní doby dodání KLT na montážní linku. System A je rozšířen o mobilní aplikaci A Mob. Tato aplikace může být instalována na zařízení typu PDA a umožňuje zobrazovat aktuální požadavky ze SSW senzoru v přidělených oblastech.



Zdroj: Vlastní zpracování (2023)

**Obr. 6 SSW senzor**

#### **4.2.5 Skladování dílů v KLT v areálu ŠKODA AUTO a.s.**

Pro materiál v KLT s menším obratem je určen externí automatický sklad menších dílů, tzv. AKL, umístěný v centrálním skladu U6 v areálu hlavního závodu v Mladé Boleslavi. Sklad je určen pro uskladnění drobného materiálu z montážních linek M1 a M13 a jim příslušných svařoven. Sklad disponuje robotickými pracovišti pro automatický příjem a výdej KLT. Proces transportu materiálu v KLT uvnitř skladu probíhá zcela automaticky. Materiál se transportuje pomocí dopravníku s laserovými kontrolními body a umísťuje se do rozvozových souprav na pracovištích skladby vozíku, které jsou řízeny systémem „WWW“. Vzhledem k citlivému nastavení robotických pracovišť je ve skladu zakázáno skladovat materiál v papírových obalech. Soupravy s materiálem jsou z AKL transportovány pomocí nákladáků do příslušných výrobních hal. Přibližná doba doručení materiálu k BDO ze skladu AKL od momentu vytvoření objednávky představuje dvě hodiny.

Hala M1 disponuje vlastní oblastí pro skladování materiálu v KLT přepravních na skladě X. Daná oblast se nazývá „pevná úložiště“ (dále jen PÚ). Úložiště na PÚ jsou určeny pro díly, které mají pevnou spotřebu větší než 0,6 KLT za hodinu. Pokud má díl v KLT stanovený kartonový obal dle balicího předpisu, umísťuje se rovněž ve skladu X. Materiál v KLT je umístěn na ucelené paletě v příslušných úložištích. Materiál v těchto úložištích je evidován ve stavu skladu. Z toho důvodu se pro každou ucelenou paletu tiskne tolik C závěsek, kolik KLT paleta obsahuje. C závěska (viz Obrázek č.7) obsahuje informace týkající se čísla dílu, úložiště na skladě X, základním skladu na hale M1, informace o balení a počtu dílů v něm, datum FIFO a původ dílu. C závěska se skládá ze dvou částí: horní část je umístěna na vychystaném KLT, zatímco spodní část následně předává operátoru skladu X a používá pro systémové odúčtování KLT do výroby.

<b>LOGIS-MBK-C</b>		refer	03123512304489	17.05.2023
dodavatel	16239 00	QSTAT	00X	EAW
odesilate	310313			
paleta	003147	FIFO	15.05.2023	C
skl/znak p	10/01	sarze		
ET-GEW	0.001000	mnozs	2500,000	Kus
cis.dl.	21034156			
info				
<b>WHT 004 694</b>				
SPREIZMUTTER				
skladov	<b>10H-03-1</b>			
<b>WHT 004 694</b>				
SPREIZMUTTER		BRT-GEW	3	C <sub>1</sub>
cis.dl.	21034156	info		
skladov	10H-03-1	dodavatel	16239 00	
refer	03123512304489	odesilate	310313	
		paleta	003147	
		sklad	10	
		sarze		
		mnozs	2500,000	Kus
		QSTAT	00X	

Zdroj: Vlastní zpracování (2023)

**Obr. 7 C závěska**

#### 4.2.6 Popis pracovního procesu rozvozu KLT

Současně je ve výrobní hale M1 rozvoz KLT rozdělen do dvou typů: rozvoz AKL dílů a materiálu z interního skladu X – PÚ. Každý typ rozvozu je rozdělen do čtyř zásobovacích okruhů. Jednotlivé okruhy jsou definované svým rozsahem a obsahují určené obsluhové ulice, přesný směr a jednotlivé pohyby v průběhu jízdy. Za zásobování každého okruhu zodpovídá operátor logistiky (dále jen OL). OL jsou zodpovědní za koordinaci zavážení KLT dílů a zajišťují, že všechny KLT jsou doručeny na správné místo na ML. Navíc v rámci zajištění kontinuity a vyváženosti pracovní zátěže, rotují OL mezi jednotlivými okruhy. Během jedné směny zůstávají operátoři ve stejném okruhu, ale následující den již rozvázejí materiál v jiném. Tato metoda rotace mezi okruhy umožňuje operátorům získat širší přehled a zkušenosti s rozličnými aspekty rozvozu materiálu ve výrobní hale.

Rozvoz KLT dílů ze skladu AKL probíhá prostřednictvím AKL souprav, které jsou již na skladě vychystané podle určených rozvozových tras. Rozvoz materiálu z AKL má předem stanovenou frekvenci, která obvykle činí jednu hodinu. Každý rozvozový okruh se zásobuje prostřednictvím tahače a dvou souprav.

Před zahájením rozvozu vyzvedne OL ze soupravy Trolley list, který obsahuje informace o umístění materiálů v soupravě, adresu doručení na montážní linku a požadovaný čas doručení KLT do BDO. Tento dokument zároveň slouží jako kontrolní seznam pro operátora KLT. Během rozvozu OL zastavuje soupravu

u každého regálu ve svém svěřeném okruhu a následně prochází soupravu, aby našel materiál pro příslušné BDO.

Rozvoz dílů z PÚ zahrnuje proces nakládky materiálu ve skladu X a vykládky materiálu na ML. Nakládka ve skladu X probíhá ve dvou fázích:

První fáze spočívá v úplném do zásobení pozic v CPS soupravě materiálem. Ke každému KLT je nutné přiřadit horní část C závěsky.

Druhá fáze zahrnuje seřazení sebraných kanbanových karet z předchozího rozvozu podle úložišť a požadovaného množství. Následně OL provede nakládku KLT dílů podle kanbanových karet do druhé soupravy. Při zaskladnění KLT do druhé soupravy přiřazuje ke KLT příslušnou kanbanovou kartu (dále jen KK) a horní část C závěsky. Během nakládání materiálu ve skladu X sbírá OL postupně všechny spodní části C závěsek. Daná část C závěsky představuje důkaz o výdeji materiálu ze skladu X do výroby. Po ukončení vychystávání KLT, předává OL tyto spodní části C závěsek systémovému pracovníkovi skladu X. Systémový pracovník skladu X pak zaznamenává výdej materiálu do montážní linky v logistických systémech. Tímto způsobem je zajištěno, že logistické systémy budou mít přesné informace o pohybu materiálu a jeho spotřebě v rámci výrobního procesu.

Na základě průměrné potřeby je v systému IL nastavena metoda „Nashup“, která umožňuje automatické objednávání materiálu skrze logistické sklady podniku. Pro každý díl ve skladu X je v systému nastaven limit, který reprezentuje minimální množství materiálu potřebné k udržení hladkého chodu výrobního procesu. Při dosažení tohoto limitu ve skladu X vygeneruje systém automaticky požadavek na přivezení další ucelené palety s KLT díly. Tento systém optimalizuje zásobování materiálem a zajišťuje jeho dostupnost pro výrobní procesy, což minimalizuje riziko nedostatku materiálu na interním skladě. Proces vykládky na ML je podobný jako u rozvozu KLT z AKL. Rozdíl spočívá pouze v tom, že OL během rozvozu sbírá KK pro další objednávky materiálu.

### **4.3 Vizualizační metody a nástroje rozvozu KLT**

Vizuální nástroje hrají klíčovou roli v rámci rozvozových tras, jelikož zlepšují efektivitu a snadnou identifikaci materiálů a souprav pro každý jednotlivý okruh. Použití barevného rozlišení pro rozvozové okruhy napříč celým procesem

umožňuje pracovníkům rychle a snadno rozpoznat, kam jednotlivé materiály patří. Tímto způsobem je zajištěna konzistentní vizuální komunikace a koordinace mezi pracovníky logistiky napříč různými částmi procesu zásobování materiálem.

Na hale M1 je použito přibližně 320 KLT regálů a každý musí být osazen adresovým listem, regálovým listem a materiálovými štítky z obou stran. Adresový list slouží k vizualizaci adresy regálu a vizualizuje přiřazený rozvozdový okruh, což umožňuje lepší orientaci během zásobování materiálem. Regálový list obsahuje údaje týkající se adresy regálu, systémově zataktovaných čísel dílů, jejich názvů a typu KLT, ve kterém jsou díly uloženy dle balicího předpisu. Adresový list a regálový list jsou znázorněné na obrázku 8.



Zdroj: Vlastní zpracování (2023)

### Obr. 8 Adresový a regálový list

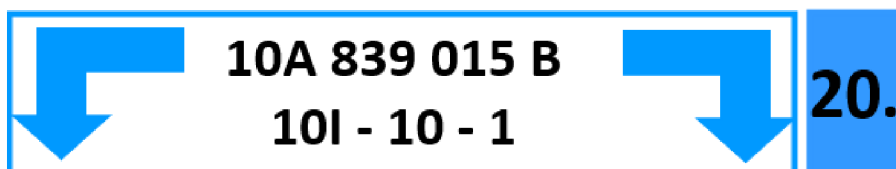
Každá materiálová pozice v regálu je opatřena regálovým štítkem získaným ze systému PP (viz Obr. č.9). Tento štítek nese informace o modelu, typu odvolávání, datu tisku štítku, názvu dílu, skladu, adrese regálu na ML, typu KLT, počtu kusů v KLT, BN kódu ve formě čárového kódu a DMC kódu a číslu dílu. Štítky z PP, které jsou umístěny na straně zaskladnění materiálu u dílů ze soupravy CPS, jsou navíc opatřeny vizualizačními nálepkami dle barvy závazujícího okruhu. Toto barevné rozlišení usnadňuje identifikaci dílů v regálech, zejména vzhledem k vysoké frekvenci zavážení těchto dílů.



Zdroj: Vlastní zpracování (2023)

### Obr. 9 Regálový štítek ze systému PP

Vizuální nástroje skladu X spočívají v použití štítků obsahujících klíčové informace vztahující se k rozvozu KLT. Tyto štítky zahrnují údaje o čísle dílu, identifikačním čísle úložiště a případně pozici v soupravě CPS (viz Obr. č.10). Vzhledem k chaotickému přiřazování dílů k PÚ na skladě X je zde zároveň implementován systém barevného rozlišení, který slouží k jednoduché identifikaci dílů v rámci vychystání KLT.



Zdroj: Vlastní zpracování (2023)

**Obr. 10 Skladový štítek**

Vizualizace CPS soupravy zahrnují mapu rozvozového okruhu a informací o přidělených CPS dílech. Tyto údaje jsou umístěné na soupravě ze strany OL. Zároveň je každá pozice v soupravě opatřena štítkem, který obsahuje následující informace: číslo rychloobrátkového dílu, jeho BDO, identifikační číslo PÚ ve skladu, barevné rozlišení okruhu a číslo pozice v soupravě. Ukázka štítku je uvedena na obrázku 11.

5.	10Q-12-1	5	5Q0 803 961 D	U60/R77-1	
----	----------	---	---------------	-----------	--

Zdroj: Vlastní zpracování (2023)

**Obr. 11 Štítek CPS soupravy**

Kanbanová karta slouží jako nástroj pro objednávání materiálu pracovníky na ML a jako pomůcka pro vychystání materiálu ve skladu. Karty se používají pouze pro KLT díly. KK obsahuje následující informace: název dílu, modelovou řadu, na kterou se vůz používá, a datum vytištění karty (viz Obr. č.12). Dále uvádí číslo dílu, balicí předpis a počet kusů v manipulační jednotce. Karta také zahrnuje informace o odpisovém středisku, hlavním skladu a adrese ve skladu, kde je díl umístěn a odkud se odebírá na montážní linku.



Zdroj: Vlastní zpracování (2023)

**Obr. 12 Kanbanová karta**

Adresa na ML udává místo potřeby, kam se materiál zaváží. Kanbanové číslo je číslo, které přiřadí IS Kanban danému číslu dílu na daném místě potřeby. Čárový kód skladového systému Ineas obsahuje BN kód a je součástí karty. Karta dále informuje o počtu karet v oběhu daného kanbanového čísla. Barevné označení rozvozového okruhu je také součástí informací na kanban kartě.

#### 4.4 Důvody návrhu digitalizace

Jedním z hlavních důvodů pro zavedení digitalizace je snaha o prevenci záměn dílů během logistických procesů. Ve výrobní hale, zejména na sekvenčních pracovištích, se manipuluje s velkým množstvím dílů se shodnými čísly. V důsledku toho je riziko záměny materiálů při vykládce do regálů způsobené lidským faktorem vysoké. V procesu nejsou implementovány žádné kontrolní nástroje či metody, kromě barevné vizualizace. Frekvence záměny KLT v regálech dosahuje zhruba jednoho špatně umístěného čísla dílů během měsíce, což vede k nárůstu nákladů na logistiku spojených s opravou chyb.

Další příčinou směřování k digitalizaci je snaha koncernu o udržitelnost a šetrné využití zdrojů. Digitalizace umožňuje snížit využití papíru v logistických procesech. Například odstranění papírové vizualizace ve prospěch digitálních systémů, jako jsou elektronické štítky s pasivním displejem, může ušetřit značné množství papíru. Jedním z příkladů úspor je výměna štítků na regálech a regálových listů v případě materiálových změn, což může ročně ušetřit přibližně 5 000 listů formátu A4. Digitalizace také umožňuje snížení tisku závěsek na materiál z PÚ, to může ušetřit minimálně 65 000 listů formátu A4 ročně.



V neposlední řadě lze jako důvod zavedení projektu uvést plýtvání časem a zbytečné pohyby v rámci celkového procesu. V rámci procesu vyskladnění materiálu lze identifikovat neefektivitu spojenou se zastavením manipulačního prostředku u každého z regálů a hledáním příslušného KLT v rozvozové soupravě. Navíc při rozvozu KLT z PÚ, manipulace s KK vede k prodloužení času potřebného na zpracování objednávek. Zaměstnanci jsou nuceni seřadit KK podle čísla dílu a jejich posloupnosti dle cesty nakládky.

Nedostatek traceability v systémech, které umožňují dohledat pouze výdej materiálu ze skladu X a absenci potvrzení zaskladnění materiálu na ML, může mít negativní dopad na efektivitu a kvalitu v zásobování, jelikož vznikají mezery v informacích o pohybu v interních procesech.

Lze konstatovat, že tyto příčiny, jako jsou snaha o prevenci záměn dílů, šetrné využití zdrojů, zefektivnění procesů a snížení plýtvání časem a zbytečných pohybů, vedly k implementaci optimalizačních nástrojů v logistických procesech ŠA. Zavedení digitalizace a automatizace přispívá k udržitelnosti, konkurenceschopnosti a celkovému zlepšení výkonnosti logistiky, což umožňuje dosáhnout lepší efektivity a flexibility v řízení logistických procesů.

## 5 Popis projektu vizualizačního managementu

V tomto oddílu autorka práce představuje optimalizační projekt složený z několika etap, které mají za cíl automatizovat a digitalizovat proces zavážení montážní linky drobným materiálem. Projekt byl z důvodu většího rozsahu a účelu rozdělen do tří etap, a to:

- Automatizace odvolávání KLT z PÚ.
- Světelná navigace procesu zásobování materiálu z AKL.
- Převod materiálu ze skladu X do nedokončené výroby.

V následujících částech tohoto oddílu budou popsány cíle, softwarové a hardwarové komponenty použité v rámci tohoto projektu. Dále bude podrobněji rozebrán postup realizace projektu, kde budou jednotlivé kroky vysvětleny v detailu.

### 5.1 Software a zařízení

V éře Industry 4.0, kde digitalizace, automatizace a datová analýza stojí v centru moderního průmyslu, se software a zařízení stávají nezbytnými pilíři pro jakýkoliv úspěšný projekt. Tyto dvě složky, když jsou správně implementovány a synchronizovány, umožňují vytváření výkonných, efektivních a inovativních řešení, která zvyšují produktivitu, snižují chyby a optimalizují celkovou výkonnost podniku.

PDA Zebra TC57 je dotykový počítač fungující na platformě Android, který uživatelům nabízí rychlou adaptaci díky známému uživatelskému prostředí. Zařízení disponuje funkcemi pro snímání čárových a DMC kódů a je vybaveno výkonným procesorem, který poskytuje až 14 hodin provozu na jedno nabití. TC57 je odolný a navržen tak, aby odolal náročným pracovním podmínkám. Je vybaven technologiemi pro zlepšení dosahu a rychlosti WiFi. V rámci daného projektu se PDA Zebra TC57 využívá pro zobrazování rozvozové aplikace během procesu zavážení. OL má k dispozici toto PDA jako klientské zařízení, které mu umožňuje přístup k aplikaci na serveru. PDA také umožňuje připojení k zařízení Proglove, což umožňuje sdílení nebo načítání požadovaných informací. (viz Obr. č. 13).



Zdroj: zpracováno dle zebra.com (2023)

**Obr. 13 PDA TC57**

Zařízení ProGlove představuje inteligentní pracovní rukavici pro průmysl 4.0 s integrovanou čtečkou kódů. Tento komplexní nástroj, sestávající z rukavice a skeneru nabízí efektivní a flexibilní řešení pro skenování čárových a DMC kódů (viz Obr. č. 14). Rukavice Index Trigger jako doplněk pro skenery typu MARK je navržena s ohledem na snadné a rychlé nasazení, které přispívá ke zvýšení efektivity a minimalizaci přerušení pracovních procesů. S dostupností ve třech velikostech je rukavice kompatibilní pro leváky i praváky. Ergonomické umístění spouště má za cíl minimalizovat únavu uživatele a zároveň umožnit zachování plné obratnosti. Skener MARK je vybaven displejem, který uživateli poskytuje informace potřebné pro jednotlivé kroky práce. Díky možnosti měnit šablonu a zobrazované informace dle zadání skener MARK nabízí velkou flexibilitu a přizpůsobení se konkrétním potřebám a úkolům uživatele. Funkce skenování DMC kódů na dodavatelských výlepech a regálové vizualizace zjednodušují a urychlují sledování a kontrolu manipulace s KLT.



Zdroj: zpracováno dle <https://proglove.com/> (2023)

**Obr. 14 Zařízení ProGlove**

V rámci projektu se zařízení Proglove používá k duplikaci informací z PDA, které se týkají materiálu určeného k dodání. Během procesu vyzvednutí KLT ze soupravy se na skeneru zobrazují informace, které usnadňují lokalizaci KLT v soupravě. Po úspěšném načtení DMC kódu a ověření správnosti vybraného KLT, se operátorovi na displeji skeneru zobrazí specifická pozice v regálu, kam má KLT umístit. Následně, po založení KLT do určeného místa v regálu a pokračování v procesu, je nutné načíst DMC kód umístěný na digitálním štítku regálové pozice. Toto načtení slouží jako ověření správnosti umístění KLT v regále.

### 5.1.1 Software

Pro daný projekt byl vyvinut webový klient pro správu vizualizačního systému a nastavení Put to Light hardwaru. Uživatelé mají přístup k tomuto softwaru prostřednictvím uživatelského profilu s přihlašovacími údaji. Tento software umožňuje správu dat pro SQL databázi obsahující parametry Put to Light jednotlivých regálů.

Základní funkce softwaru zahrnují:

- Layout a databáze Put to Light (dále jen P2L) pozic. Tato funkce umožňuje spravovat umístění regálů v databázi, provádět změny jejich rozložení, nastavovat parametry P2L a kontrolovat komunikaci s P2L zařízeními.
- Správa uživatelů. Uživatelský modul poskytuje možnosti pro sledování aktivity a správy činnosti OL v reálném čase. Pomocí tohoto modulu je možné monitorovat a zobrazovat seznam existujících uživatelů, jejich přihlašovací informace a přidělená oprávnění. Administrátoři mají možnost vytvářet nové uživatelské profily a přidělovat jim přístupová práva podle potřeby.
- Správa vizualizačních digitálních štítků. Tento prvek umožňuje řízení digitálních vizualizačních štítků, včetně začlenění nových štítků do systému a aktualizace elektronických štítků s pasivním displejem v případě jejich fyzického poškození. Dále poskytuje možnost manuální úpravy zobrazovaných informací, ať už prostřednictvím importovaného souboru nebo na základě integrace se systémem PP, což maximalizuje přehlednost a aktuálnost zobrazovaných údajů.

- Databáze řízení rozvozu a sledování problému. Software detailně zaznamenává jednotlivé kroky během procesu zavážení materiálu, jakož i jakékoli problémy nahlášené OL. Mezi těmito problémy mohou být poruchy zařízení P2L, komplikace s balením (například chybějící výlep), nebo přebytek materiálu v případě selhání automatických systémů A nebo B, kdy materiál nepasuje do přidělené regálové pozice. V případě nahlášení takového incidentu, je daný KLT začleněn do dalšího rozvozevého cyklu. Software zároveň zobrazuje čas a materiálovou pozici, u níž došlo k problému.

Jak již bylo předchozím textem naznačeno, webový klient byl efektivně integrován s vizualizačním systémem PP. Tento datový tok je konfigurován na základě impulsu z webového klienta Smartbox. Jako součást integrace byla do systému PP přidána data týkající se umístění materiálu v regálu. Toto zlepšení značně zefektivnilo komunikaci a proces řízení umístění dílů či provádění změn. Dříve bylo nezbytné, aby se pracovník technologie a pracovník vizualizace fyzicky setkali u regálu, aby mohli sdělit informace ohledně umístění materiálu. V současné době může pracovník technologie jednoduše zadat do systému PP informace o předpokládaném umístění materiálu v regálu. V situacích, kdy je třeba aktualizovat změny na digitálním tagu, pracovník z vizualizačního týmu aktualizuje potřebné informace u relevantního regálu ve webovém klientu Smart Box. Položky, u kterých došlo k jakékoli změně, jsou automaticky promítnuty do složky změny. Pracovník je pak povinen tuto změnu odsouhlasit v okamžiku její realizace.

Souběžně s vývojem webového klienta byla také konstruována specializovaná aplikace – Smartbox Operátor V2.2. Tento nástroj má primární funkci řízení vykládky jednotek KLT. Data pro aplikaci jsou získávána buď prostřednictvím datového toku ze systému A nebo skenováním informací z DMC kódu na Trolley listu ze skladu AKL. Aplikace je schopna řídit několik typů rozvozu:

- Rozvoz z AKL. Pro iniciování tohoto typu rozvozu OL skenuje DMC kód z Trolley listu. Jedno rozvozevé kolo může obsahovat informace z 1 až 2 Trolley listů.

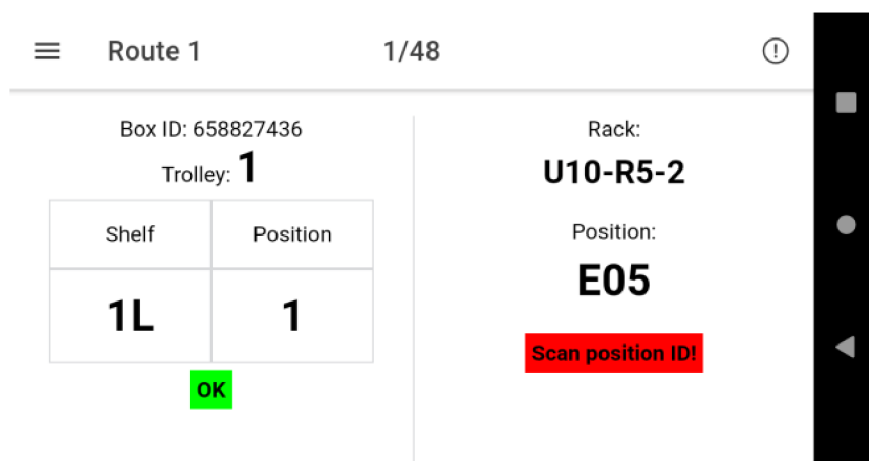
- Rozvoz z interního skladu. K zahájení rozvozu je třeba vybrat naskladněnou dávku ze sběrnice. Informace o naloženém materiálu lze filtrovat buď podle uživatele, nebo podle barvy rozvozového okruhu.
- Kombinovaný rozvoz: Iniciace kombinovaného rozvozu vyžaduje schválení kombinace naložených KLT. Musí být vybrána dávka ze sběrnice PÚ a naskenován DMC kód z příslušného Trolley listu.
- Vyhledávání materiálu. Funkcionalita používá především pro specifické, výjimečné případy skladování KLT. Tento proces je nezbytný během zaskladnění urgentního materiálu, nebo při doplňování komplexních komponent do regálů založených na principu supermarketu. Komplexní materiály, jako jsou například kliky, mohou představovat zvláštní výzvu pro systémy skladování a zásobování. Tyto díly mají často velmi podobná identifikační čísla a mohou být i stejně barevně odstíněné, což může ztěžovat jejich rozlišení. Funkcionalita představuje odlišný přístup ke skladování a manipulaci s materiálem ve srovnání s principy založenými na předdefinovaných trasách. Pracovník je zde závislý na skenování dodavatelského výlepu, což poskytuje informace nezbytné k identifikaci a správnému umístění materiálu. Jakmile je materiál naskenován, systém automaticky zobrazí na regálech všechny dostupné pozice pro uložení příslušného materiálu.

Mezi hlavní účely aplikace Smartbox Operátor V2.2 patří:

- Navigace. Aplikace funguje jako interaktivní návod pro OL, který jej provází jednotlivými kroky procesu zásobování montážní linky materiálem v KLT.
- Kontrola materiálu. Aplikace provádí důkladnou kontrolu zaskladnění jak samotného materiálu, tak i pozice v regálu, a to pomocí skenování.
- Zpětná vazba. Aplikace také nabízí funkci pro hlášení jakýchkoli chyb, které se v průběhu procesu vyskytnou. Tato funkce umožňuje rychlé řešení problémů a poskytuje stálou zpětnou vazbu z procesu

Rozhraní aplikace v rámci zásobovacího procesu je navrženo pro maximální srozumitelnost a efektivitu (viz Obr. č.15). V horní části obrazovky je uvedeno celkové množství KLT, které je třeba rozvézt. V levé části obrazovky jsou pak zobrazeny podrobnosti o rozváženém materiálu, včetně čísla dílu, informací o tom,

v jaké soupravě je dané KLT umístěno a jaká je jeho pozice v ní, což je patro a pořadí. To umožňuje OL potvrdit správný výběr KLT z rozvozové soupravy. OL může v této fázi také nahlásit potenciální problémy, jako je například chybějící štítek na KLT. Následuje kontrola správného zaskladnění do regálu, pro kterou je v pravé části obrazovky uvedena regálová adresa a pozice v daném regálu. Během zaskladnění materiálu má OL možnost nahlásit řadu dalších problémů, ať už souvisejících s hardwarem, jako jsou poškozený elektronický štítek s pasivním displejem (dále jen e-inkový tag) nebo nefunkční P2L navigace na regálu, nebo nedostatek prostoru pro zaskladnění KLT. V takovém případě se KLT automaticky zařadí do dalšího rozvozového kola. Všechny chyby jsou následně zaznamenány do databáze webového konfigurátoru, což zajišťuje další úroveň transparentnosti a zjednodušuje proces ověřování příčiny případných problémů.



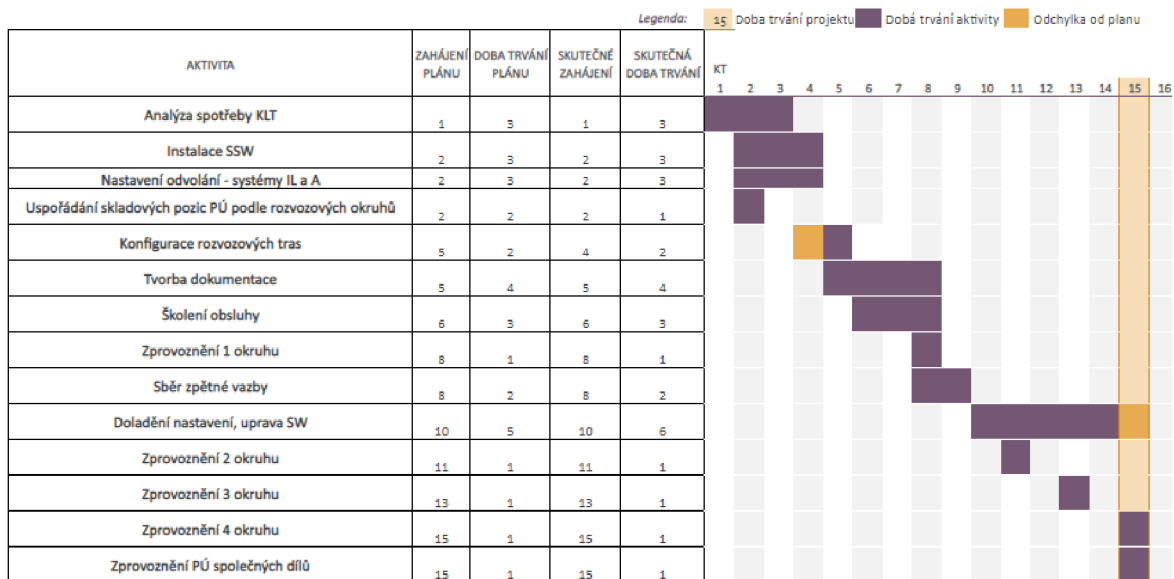
Zdroj: Vlastní zpracování (2023)

**Obr. 15 Rozhraní aplikace Smartbox Operátor V2.2**

## 5.2 Digitalizace a automatizace objednávání materiálu ze skladu X

Mezi hlavní cíle první etapy patří zavedení automatického odvolávání a systému rozvozové navigace pro díly umístěné ve skladu X. Prvotní cíl spočívá v zavedení automatizovaného systému, který bude zodpovědný za odvolávání materiálu ze skladu X, čímž dojde k eliminaci KK.

Následně bude provedeno optimalizační uspořádání PÚ ve skladě X. Využitím těchto nástrojů lze v dalším kroku implementovat navigační systém pro proces nakládání KLT a vyskladnění na ML. Jednotlivé aktivity a jejich realizační doby jsou uvedené na obrázku 16.



Zdroj: Vlastní zpracování (2023)

### **Obr. 16 Projektový plán 1. etapy**

Na počátku projektu byla provedena rozsáhlá analýza dílů umístěných ve skladě X s cílem optimalizovat jejich distribuci a uskladnění. Během analýzy byla zkoumána potřeba jednotlivých dílů pro výrobu v průběhu jedné hodiny a bylo rozhodnuto, jak nejlépe je rozmístit: v CPS soupravě, v AKL soupravě, nebo zda je některý z dílů již vhodný pro přeskladnění do AKL skladu.

Celkem bylo analyzováno 420 materiálových pozic na ML. Na základě získaných informací pro každé z nich byla určena optimální pozice montáže SSW v regálu a stanoveno nejvhodnější objednávané množství.

Instalace SSW zahrnovala osazení senzorů na 420 materiálových pozic. Nicméně SSW senzory nebyly umístěny na pozicích dílů CPS, jelikož během testování nebyly schopny správně zohlednit odvolávací množství materiálu. Celkem byla provedena fyzická montáž odvolávacích senzorů na regálových ližinách u ML na 360 materiálových pozicích.

Pozice SSW v regálu byla určena na základě průměrných potřeb a pojistných zásob v případě zdržení v doručení materiálu. Dle běžného nastavení, generuje senzor požadavek na materiál po uplynutí 480 sekund od okamžiku spotřeby KLT. Avšak tato hodnota byla snížena na 120 sekund vzhledem k vysokému obratu



dílů. Tímto způsobem bylo zajištěno rychlejší a efektivnější řízení zásob materiálu na ML.

Systémové nastavení zahrnuje tvorbu BN kódu v systému IL a nastavení odvolávacích reglet KLT v systému A. Reglety mohou být dvou typů: „linková“ a „rychloobrátková“. Linková regleta je určena pro odvolání materiálu metodou Kanban. Tento typ reglety se zobrazuje v seznamu nakládky pouze v případě fyzického uvolnění SSW. Regleta má přesně určené odvolávací množství.

Rychloobrátková regleta je vhodná pro díly s vysokým obratem, kde není možné spolehlivě zachytit potřebné množství dílů k zaskladnění prostřednictvím odvolávacího senzoru. Tento typ reglety se vyskytuje v seznamu obratu pouze informativně bez určeného množství k nakládkce. OL je zodpovědný za úplné nakládání všech pozic v CPS vozíku.

V rámci nastavení reglety je nezbytné specifikovat množství dílů v KLT, zvolit typ odvolávky (po KLT či GLT), určit typ senzoru, přiřadit odpovídající BN kód a identifikátor skladu. Na obrázku 17 je znázorněno okno tvorby reglety KLT.

Zdroj: Vlastní zpracování (2023)

### **Obr. 17 Regleta KLT v systému A**

Uspořádání skladových pozic PÚ podle rozvozevých okruhů. V rámci tohoto kroku byly PÚ ve skladě X analyzovány a reorganizovány. Chaoticky přidělené pozice

byly seřazeny podle barevných okruhů rozvozu a ulic ve skladu. Tímto způsobem bylo umožněno sjednotit proces nakládky dílů u jednotlivých tras. Každému barevnému okruhu rozvozu byl přidělen pevný rozvozový plán. Rychloobrátkový materiál určený pro soupravu CPS byl umístěn ihned na začátku nákladové trasy. Díly, které se pravidelně odepisují na vedlejší závody, byly seskupené na konci trasy nakládky. Díly určené pro několik rozvozových tras byly seskupeny a umístěny na oddělených ulicích ve skladu X, kde pozice s červeným ohraničením označují díly vydávané na vedlejší závody, úložiště s čísly označují díly CPS (viz Příloha č.3). Konfigurace rozvozových tras spočívá v generování skladových úložišť v systému A a přiřazení k nim příslušného materiálu. Následně byly v systému byly definovány rozvozové trasy, přiřazený adresy na ML a skladové pozice PÚ. Dále byla stanovena posloupnost nakládky a vykládky materiálu. Na obrázku 18 je znázorněno konfigurační okno rozvozových tras.

Přiřazená místa spotřeby			
Poř.	Místo spotřeby	ID dílů	Linka
1	S23-R137-8	6559	MBII/CPS
2	S23-R137-7	6559	MBII/CPS
3	S23-R137-6	6548	MBII/CPS
4	S23-R137-5	6569	MBII/CPS
5	S23-R137-4	6569	MBII/CPS
6	S23-R137-3	6569	MBII/CPS
7	S23-R137-10	6548	MBII/CPS
8	U1-R189-1	N10	MBII/CPS
9	U1-R191-1	N10	MBII/CPS
10	U1-R191-2	04E1	MBII/CPS
11	U1-R198-1	N10	MBII/CPS
12	U2-R200-1	2Q0	MBII/CPS
13	U1-R208-1	N90	MBII/CPS
14	U1-R215-1	N90	MBII/CPS
15	U1-R217-1	2Q0	MBII/CPS
16	U1-R217-2	N90	MBII/CPS
17	U2-R215-2	N90	MBII/CPS
18	U2-R215-1	5Q0	MBII/CPS
19	U2-R210-1	N10	MBII/CPS

Přiřazené pozice			
Poř.	Skladová pozice	ID dílů	Sklad
1	10B1-10-1	5Q0122051EN	Sklad ...
2	10C1-14-1	655927132BWHS	Sklad ...
3	10C1-15-1	WHT000394A	Sklad ...
4	10C1-16-1	N10785401	Sklad ...
5	10C1-17-1	2Q0122073H	Sklad ...
6	10C1-18-1	655035727655	Sklad ...
7	10D1-18-1	04E145299N	Sklad ...
8	10D1-17-1	655713123CDYT	Sklad ...
9	10D1-16-1	04E145299AH	Sklad ...
10	10D1-15-1	2Q0253141C	Sklad ...
11	10D1-14-1	2Q0199517B	Sklad ...
12	10D1-13-1	2Q0122051BL	Sklad ...
13	10B-18-1	2Q0122049AA	Sklad ...
14	10B-17-1	2Q0122101CH	Sklad ...
15	10B-16-1	5Q0253725H	Sklad ...
16	10B-15-1	1K0199117CF	Sklad ...
17	10B-14-1	6558630819B9	Sklad ...
18	10B-13-1	656035727655	Sklad ...

Zdroj: Vlastní zpracování (2023)

### **Obr. 18 Konfigurační okno rozvozových tras**

Tvorba dokumentace zahrnuje vytvoření nouzové strategie a školicích materiálů pro OL. Nouzová strategie je nezbytná pro případ výpadku systému A, který řídí odvolání a navigaci rozvozu KLT. Tato strategie obsahuje seznam nakládky

a vykládky materiálu v příslušném okruhu, aktualizovaný jednou za měsíc. Seznam je založen na historických datech z odvolávacího systému A. Je rozdělen na dva seznamy, každý seřazen zvlášť podle posloupnosti trasy nakládky nebo vykládky KLT na ML. Seznam zohledňuje materiál a množství určené k zavážení během rozvozového kola, které je stanoveno na 1 hodinu a 30 minut.

Následujícím krokem byla tvorba nové procesní dokumentace pro obsluhu materiálového toku KLT, která zahrnuje veškeré aspekty manipulace s materiálem a jeho rozvozu. Paralelně byla vytvořena uživatelská příručka pro personál s cílem zaškolit OL v práci s PDA zařízením a výkladu informací poskytovaných systémem A.

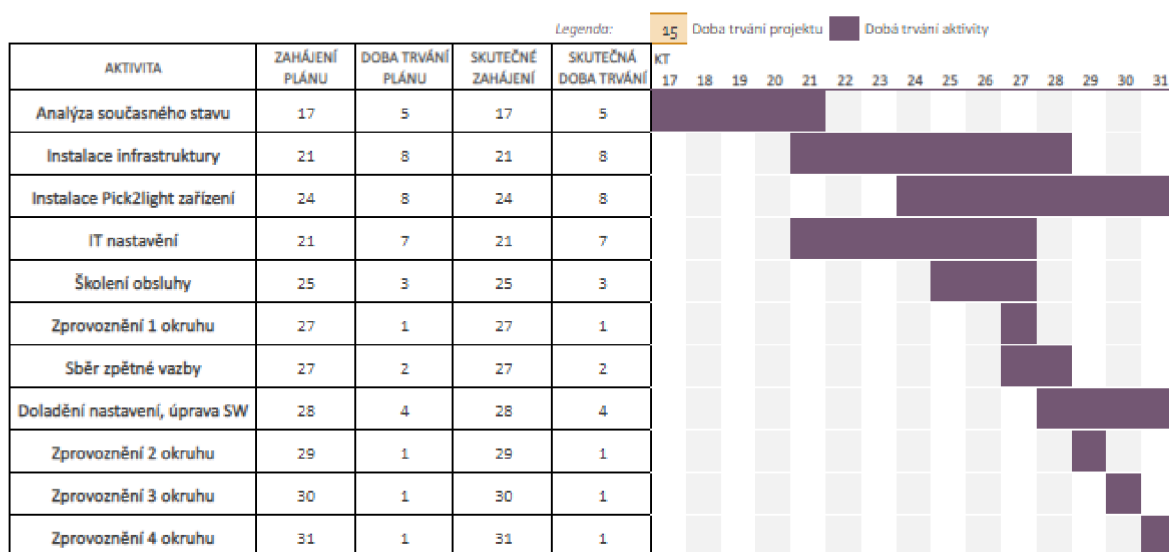
Školení probíhalo v průběhu 6 a 7 kalendářních týdnů, aby se zajistilo důkladné seznámení personálu s technologií. V prvním týdnu byla proškolená ranní směna A a odpolední směna B. V druhém týdnu proběhlo opakovací školení pro ranní směnu B a odpolední směnu C. V následujícím týdnu byl projekt nasazen k produkčnímu testování v rámci rozvozového okruhu Šedá. Tento okruh byl vybrán kvůli nejnižšímu objemu nakládaných KLT během jednoho rozvozového kola. Během testování zůstaly v oběhu KK karty jako pojistka pro případ nesprávného fungování systému AMob. Tato opatření byla zavedena, aby se minimalizovaly potenciální problémy a zajišťovaly hladký přechod k novému systému.

Sběr zpětné vazby vedl k několika vylepšením a úpravám systému. Jedním z vylepšení byla přidaná funkcionality do aplikace AMob, jež umožňuje zobrazení strany vykládky na ML pro správné rozmístění KLT na soupravě během nakládky. Dalším vylepšením bylo rozšíření funkcionality aplikace A, která nyní umožňuje konfigurovat 2 SSW v rámci jedné pozice reglety. Přidání 2 SSW umožňuje rychleji reagovat na změny v poptávce KLT u dílů s variabilní potřebou. Systém pracuje na principu, že čím blíže je SSW umístěno k ML, tím více KLT odvolává senzor v případě uvolnění. V seznamu nakládky je zobrazena objednávka s vyšším odvolávacím množstvím, což zajišťuje pružnější řízení materiálového toku. Výše popsané úpravy byly hodnoceny jako nekritické, ale doporučené k vývoji. Celkově byla zpětná vazba z provozu velmi pozitivní a nebyly zjištěny žádné negativní vlivy na materiálový tok KLT. Proto bylo rozhodnuto pokračovat v rozšíření tohoto systému na další okruhy. Následně byly zprovozněny okruhy:

Žlutý, Zelený a Modrý. Souběžně s nasazením posledního okruhu byly otestovány požadované softwarové úpravy.

### 5.3 Navigace rozvozu AKL – Smart box

Hlavním cílem druhé etapy je implementace inovativního řídicího systému pro navigaci rozvozových tras KLT, která zjednodušuje a zefektivňuje proces zaskladňování materiálu. Účelem tohoto systému je zavedení světelné navigace a odstranění papírových regálových štítků ze strany zaskladnění materiálu v regálech u ML. Harmonogram projektu je znázorněn na obrázku 19.



Zdroj: Vlastní zpracování (2023)

#### Obr. 19 Projektový plán 2. etapy

Put to Light systém od firmy Smart Box je založen na LED technologii. Systém je schopen komunikovat prostřednictvím Wi-Fi sítě o frekvenci 5 GHz, avšak tato možnost není povolena pravidly oddělení IT společnosti ŠA. V důsledku toho bylo v hale M1 implementováno rozhraní P2L systému na výrobní síť pomocí kabelu LAN. V následujícím textu bude popsán seznam hardwaru nezbytného pro zprovoznění systému P2L.

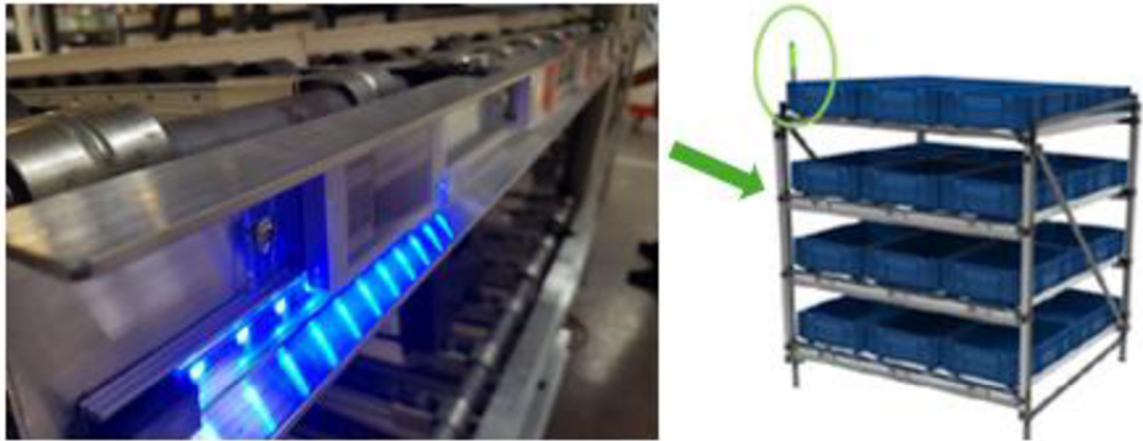
Put to Light modul musí být připojen napájecím kabelem o napětí 230 V a LAN kabelem k serveru. Modul je znázorněn na obrázku 20. Na modulu jsou instalována průhledná víka, která usnadňují diagnostiku zdroje problému. Jednotka P2L má maximální kapacitu správy přibližně 100 materiálových pozic, což odpovídá průměrnému rozsahu od 7 do 10 regálů.



Zdroj: Vlastní zpracování (2023)

***Obr. 20 Put to light modul***

Konstrukce světelné navigace P2L je modulární a navržena tak, aby byla snadno namontována na spadové regály na ML pomocí kovových spojek. Skládá se ze dvou ocelových trubek, na které se montují ocelové listy s LED pásky. LED pásek je umístěn uvnitř profilu, což zvyšuje odolnost zařízení. Jednotlivé diody na LED pásku mají jedinečnou adresu, která umožňuje komunikaci s modulem P2L a obslužným softwarem. Díky tomu je možné přiřadit jednotlivé diody k velikosti materiálové pozice v regálu. Konstrukce P2L je shora osazena majákem, který se nachází vždy na levé straně. Maják slouží jako navigační prvek, který signalizuje OL, u kterého regálu má zastavit při následující vykládce materiálu. Na pravé straně konstrukce je umístěn LAN kabel, který je napojen na řídicí P2L modul. Na obrázku 21 je znázorněna ukázka P2L konstrukce a ocelová lišta s LED pásky. Hlavní výhodou P2L řešení od dodavatele Smartbox je jeho jednoduchost v instalaci a agilnost. Konstrukce lze snadno demontovat, přemísťovat, přidávat nové patro, nebo odebrat, což umožňuje rychlé změny v rozložení regálu.



Zdroj: Vlastní zpracování (2023)

**Obr. 21 Konstrukce Put to Light**

Design lišty s LED páskou je navržen tak, aby zohledňoval snadnou manipulaci s e-inkovými tagy. Elektronické štítky s pasivním displejem obsahují informace jako číslo dílu, pozici, adresu regálu, typ odvolání a DMC kód. Diagonální velikost štítků u e-ink tagů je 2,9" (viz Obr. č 22). Šablony e-ink tagů lze přizpůsobit dle požadavků. V DMC kódu je zakódovaná kombinace pozice a adresy BDO. Systémová kontrola párování načtených DMC kódů probíhá na základě databáze webového konfigurátoru. Aktualizace údajů na e-ink displeji probíhá bezdrátově, přičemž reakce na změny dat v databázi nastává v průběhu přibližně 60 sekund. Výdrž baterie e-ink tagů dosahuje až 5 let a je ovlivněna počtem provedených úprav. Gateway je také součástí P2L zařízení, která zajišťuje komunikaci mezi servery P2L a e-ink tagy.



Zdroj: Vlastní zpracování (2023)

**Obr. 22 E-ink tag**

Prvním krokem byla provedena analýza současného stavu na 320 regálech na hale M1. Regály byly systémově seskupeny do skupin, které budou napojeny na jeden P2L modul. Současně s tím byla stanovena požadovaná schémata instalace zásuvek LAN a 230 V, aby byla zajištěna správná infrastruktura pro napojení P2L zařízení a komunikace mezi jednotlivými částmi systému.

Pro každý regál byl vytvořen layout rozložení, který zahrnuje definici šířky a výšky regálu, pozic v regálu, přiřazený typ KLT a stranu balení – na šířku nebo na délku. Pozice v regálu byly stanoveny dle logiky šachovnice. Patra jsou označována písmeny, začínajíc nižším patrem, a číslem, kterým jsou označeny pozice v patře odleva doprava. Pozice vypadají například jako A01, B03 atd.

Během analýzy byly informace pravidelně zasílány dodavateli, což umožnilo nepřetržitou výrobu Put-to-Light konstrukce a zajištění efektivního průběhu projektu. Tímto způsobem byla zajištěna úzká spolupráce mezi technickým týmem logistiky a firmou Smart box, což přispělo k rychlému a úspěšnému zavedení P2L systému. Instalace infrastruktury spočívala v instalaci zásuvek 230 V a LAN portů po celé ML. LAN porty a zásuvky 230 V byly potřebné pro napojení P2L zařízení do výrobní sítě ŠA. Současně byla hala M1 osazena LAN zásuvkami pro instalaci gatewayů pro digitální štítky. Díky pokrytí haly M1 sítí gatewayů lze využívat e-tagy i v dalších logistických nebo výrobních procesech. Tato aktivita probíhala pouze v průběhu víkendových odstávek výroby a trvala 6 týdnů.

Během provádění instalačních aktivit spojených s infrastrukturou, probíhalo současně osazování regálů konstrukcemi Pick-to-Light (P2L) a registrace P2L zařízení v IT systémech Škoda Auto. Osazování se uskutečňovalo postupně podle barevného rozdělení okruhů.

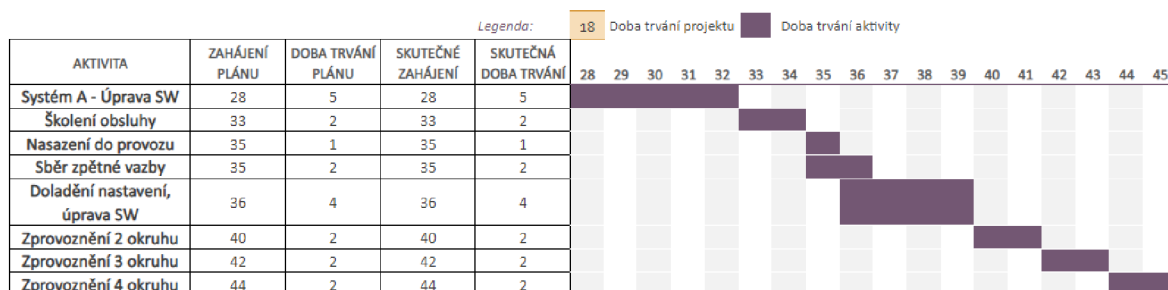
Následně byly provedeny testy v rámci prvního osazeného okruhu. Školení pak probíhalo v průběhu 24. a 25. kalendářního týdne s cílem důkladně seznámit personál s novou technologií. V týdnu následujícím byl projekt nasazen k produkčnímu testování v rámci rozvozevého okruhu RED, který byl zvolen z důvodu nejnižšího počtu regálů.

Sběr zpětné vazby přinesl několik změn v rozvozevé aplikaci. Byla například přidána funkce pro nahlášení nedostatečného prostoru v regálové pozici. Aby bylo nahlašování tohoto typu chyby co nejjednodušší, byla vytvořena možnost

nahlášení chyby pomocí DMC kódu, který je umístěný na odstavné ploše na podvozku soupravy typu AKL.

#### 5.4 Automatizace procesu výdeje materiálu ze skladu X

Poslední fáze projektu měla primárně za cíl zvýšit efektivitu a zautomatizovat proces účtování materiálového toku KLT ve skladě X. Tato fáze byla úzce propojena s předchozími dvěma fázemi, které se zaměřily na digitalizaci seznamu nakládky a implementaci zařízení pro skenování štítků v rámci procesu zásobování KLT. V rámci snahy o dosažení vyšší efektivitu a plynulosti procesu bylo rozhodnuto eliminovat použití C závěsek a zautomatizovat proces nashupu ucelených palet GLT na PÚ. Časový plán projektu je uveden na obrázku 23.



Zdroj: Vlastní zpracování (2023)

#### Obr. 23 Projektový plán 3. etapy

V rámci optimalizace třetí etapy byl do praxe implementován digitální systém pro účtování nákladky KLT. Tento proces byl integrálně zakomponován do systému A, což přineslo řadu výhod v oblasti sledování a řízení skladových operací. Pro efektivní a bezproblémové nasazení byla implementace systému rozdělena do dvou fází. První fáze zahrnovala nasazení funkcionality pro zaznamenávání nákladky prostřednictvím digitálního skenování DMC kódů jednotlivých KLT. Tímto krokem byl proces nákladky efektivně digitalizován a umožnil přesné sledování jednotlivých položek v průběhu rozvozevého kola. Druhá fáze byla nadstavbou na první a jejím cílem bylo dále rozšiřovat možnosti systému A v oblasti řízení skladového hospodářství na skladě X. Cílem této nadstavby bylo umožnit podrobné sledování a řízení skladových operací.

Výchozím stavem byl výsledek první etapy, v níž byl materiál určený pro nákladku v jednotlivých okruzích digitalizován a zobrazen na PDA ve formátu seznamu. Během výběru materiálu z pevných úložišť musel OL potvrdit odebrání dílu



stisknutím potvrzovacího tlačítka na monitoru PDA, po němž mu byl zobrazen další díl určený k naskladnění.

Cílem první fáze rozšíření systému A byla integrace zařízení ProGlove. Tato etapa měla za cíl zautomatizovat a zefektivnit proces nakládky KLT skrze potvrzování a oznamování naloženého materiálu do systému A. K dosažení tohoto cíle bylo nezbytné rozšířit funkcionality navigační aplikace AMob, konkrétně její schopnost zapisovat do systému data získaná skenováním dodavatelského výlepu. Implementace tohoto rozšíření trvala pět týdnů, během kterých probíhaly jak vývojové, tak testovací činnosti.

Během fáze zpětné vazby byly identifikovány některé procesní odchylky, které ovlivňovaly efektivitu a přesnost procesu nakládky KLT. Bylo zjištěno, že někteří dodavatelé nesplňovali požadovanou normu VDA týkající se tvorby DMC kódů na dodavatelských štítcích. Dále byly zaznamenány případy, kdy dodavatelský štítek z KLT byl ztracen během transportu na pevná úložiště skladu X. V reakci na identifikované procesní odchylky, zejména ty, které souvisely s nedostatky dodavatelských DMC kódů, bylo rozhodnuto integrovat software EI do existujícího procesu. Zaměstnanci technického servisu byli pověřeni analyzováním rozdílů mezi stávajícími DMC kódy a stanovenými normami. Na základě jejich zjištění byla iniciována komunikace s dodavatelem prostřednictvím regresního oddělení ŠA. Paralelně k tomuto řešení byla rovněž upravena vizualizace materiálových pozic na pevných úložištích. K tomu byly na štítky přidány DMC kódy, které obsahovaly informace o materiálu a příslušném úložišti (viz Obr. č 24). Tento krok posílil schopnost personálu rychle a efektivně řešit potenciální problémy během procesu nakládky KLT.



Zdroj: Vlastní zpracování (2023)

**Obr. 24 Obnovený formát štítku skladového úložiště**

V rámci inovace skladového hospodářství systému A byl stanoven cíl eliminovat potřebu použití C závěsek pro účtování materiálu. Původní systém zahrnoval umístění jednotlivých dílů na pevná úložiště s odpovídajícími záznamy ve skladovém systému IL. Kdykoliv byla vydána kompletní paleta GLT, obvykle bylo nutné tisknout a přiřadit C závěsky v počtu odpovídajícím počtu KLT. V rámci projektu byly díly z pevných úložišť systémově přesunuty do prostoru pro nedokončenou výrobu. Tento krok umožnil odstranit nutnost používání C závěsek, přičemž v procesech se začaly využívat pouze dodavatelské závěsky. Toto zjednodušení procesů ve skladu X vedlo ke zvýšení efektivity a automatizace celého procesu nakládky. K další inovaci patřila tvorba systémových skladových úložišť a přidání skladových reglet v systému A, které umožňují automatické generování nášupu na základě výdeje KLT do rozvozové soupravy. Automatizace nášupu umožnila rychlejší reakci na změnu skladového množství na pevných úložištích oproti ručnímu účtování KLT na základě C závěsek. Zrušení C závěsek zrychlilo proces vydání materiálu do pevných úložišť, protože byl odstraněn proces rozbalení GLT a přiřazení C závěsek. Systém A nyní přímo odesílá požadavek na doplnění materiálu do transportního systému TRAN, kde byl přidán další kontrolní bod v okamžiku doručení Gebinde do úložiště. Operátor musí potvrdit uskladnění do správného úložiště pomocí načtení příslušného BN kódu z vizualizačního štítku.

Jako reakce na zpětnou vazbu z provozu byly na displej skeneru ProGlove přidány informace týkající se aktuálního stavu KLT na daném úložišti. Tato funkce umožňuje OL provést dodatečnou kontrolu a v případě selhání systému nebo odúčtování materiálu rychleji zareagovat. Další rozvozové okruhy byly spuštěny v průběhu 40 až 45 kalendářních týdnů, přičemž každý okruh byl zprovozněn během dvou týdnů pro efektivnější zaškolení personálu. Celková doba trvání projektu tak činila 18 týdnů. Tyto změny a vylepšení představují významný krok vpřed v oblasti skladového hospodářství a logistiky, zvyšují efektivitu procesů a posilují schopnost rychle reagovat na potenciální problémy.

## **5.5 Přínosy navrženého projektu**

Projekt charakterizovaný v předcházejícím textu představuje průkopnický přístup k optimalizaci procesu zásobování montážní linky drobným materiálem, s výrazným důrazem na integraci a aplikaci pokročilých technologií a metodik. To

zahrnuje využití sofistikovaných nástrojů, jako jsou automatizace, digitalizace a analýza dat, které jsou zakotveny v rámci paradigmatu Industry 4.0. Zásadní cíle tohoto projektu lze shrnout jako zlepšení efektivity stávajících procesů, zjednodušení workflow a redukci chybovosti. Tyto cíle nejsou jen významné samy o sobě, ale jsou také zásadní pro dosažení dalších důležitých cílů, jako je snížení nákladů a zvýšení kvality logistických procesů.

Inovativní technologická řešení mohou přinést mnoho výhod, ale také představují určité výzvy, jež mohou ovlivnit jejich úspěšnou implementaci a přijetí. Porozumění těmto přínosům a nedostatkům je klíčové pro efektivní využití těchto řešení v praxi.

V rámci zkoumání řešení prezentovaných v této diplomové práci je možné identifikovat následující klíčové přínosy, které lze rozdělit do tří hlavních sfér: digitalizace, automatizace a vizualizace.

**Digitalizace** – aplikace technik jako skenování, Internet věcí a Big Data se ukázaly být klíčové. Zařízení IoT generují značné množství dat, jež je možné analyzovat a využít ke zlepšení procesů a rozhodování. Významná zlepšení v rámci implementovaných prvků jsou patrná v následujících oblastech:

- Omezení rizika záměny dílů. Důležitým přínosem projektu je systémová kontrola, která zabraňuje záměně dílů. Proces ověřování správnosti načtených kódů za pomoci databáze webového klienta efektivně minimalizuje riziko chybné manipulace s KLT.
- Sběr informací a monitoring. Webový klient P2L poskytuje nástroje pro sledování procesů a identifikaci možných poruch během zavážení. To znamená, že manažeři a pracovníci mají k dispozici podrobný přehled o průběhu zavážení a potenciálních komplikacích. Tato funkcionality umožňuje lepší rozhodování a předcházení problémům.
- Zpětná vazba z rozvozu. Rozvozová aplikace disponuje funkcionalitou pro hlášení jakýchkoli chyb, které se mohou vyskytnout během procesu. Daná funkce umožňuje rychlé a efektivní řešení problémů a zajišťuje, že mistři logistiky a pracovníci technického servisu jsou ihned informováni o potenciálních problémech a mohou na ně pružně reagovat.

**Automatizace** – Proces rozvozu materiálu z interního skladu prošel významnou transformací směrem k automatizaci. Systém A, jehož součástí je automatické objednávání a odúčtování materiálu na základě skenování, představuje klíčový nástroj, který směřoval k řadě pozitivních dopadů. Mezi nimi lze definovat:

- Agilita v reakci na změny ve výrobním plánu a spotřebě materiálu. Eliminace použití papírových KK byla dosažena prostřednictvím implementace sensorového systému SSW. SSW umožňuje pracovníkovi obdržet požadavek na materiál během dvou minut od okamžiku jeho spotřeby. Navíc, pokud je potřeba určitého dílu variabilní, systém SSW je schopen tuto situaci řešit přidáním více senzorů pro sledování a pokrytí zvýšené spotřeby. Tato adaptabilita přispívá k vyšší flexibilitě a minimalizace časové prodlevy v procesu doplnění materiálu na ML.
- Zvýšení sledovatelnosti materiálových pohybů. Z hlediska sledovatelnosti a transparentnosti procesů se také ukázalo, že systém A má značné výhody. Zaznamenává a ukládá informace o stavu objednávek a průběhu jejich zpracování v databázi. Toto zlepšení sledovatelnosti nejen zvyšuje efektivitu, ale také poskytuje větší kontrolu nad procesy a snižuje možnost chyb.

**Vizualizace** – V rámci procesu zásobování KLT do regálu na ML představuje vizualizace důležitý aspekt optimalizace. Synergické využití světelné navigace a digitálních e-ink tagů přináší nesporné výhody v kontextu řízení a kontroly postupů logistického personálu.

- Eliminace nutnosti sebekontroly. Světelná navigace slouží jako intuitivní průvodce pro personál v průběhu zásobovacích operací. Kombinace světelné navigace a digitálních e-ink tagů tak představuje klíčovou strategii pro zefektivnění manipulace s materiálem. V situacích, kdy je skenován nesprávný materiál, systém pracovníka na tuto situaci upozorní vizuálním signálem. Tento krok vede k vyšší úrovni přesnosti a účinnosti v rámci procesu manipulace s materiálem.
- Agilita školení personálu. Systém usnadňuje rotaci OL, což přispívá k větší flexibilitě v rámci pracovního procesu. Tímto způsobem jsou zaměstnanci

schopti rychleji se adaptovat na různé pracovní postupy, což zvyšuje celkovou agilitu a efektivitu pracovní síly.

Přínosy implementace daného projektu se rovněž projevily v dalších oblastech, konkrétně měla pozitivní dopad na ekologickou udržitelnost. Odstraněním nutnosti používání kanban karet a c závěsek v procesu se výrazně snížila potřeba používání papíru, což přispělo ke snižování environmentální zátěže. Tento krok je v souladu s globálními snahami o udržitelnost a redukci odpadu, tak podporuje principy „green“ logistiky a šetrnosti k přírodě.

Jiný důležitý aspekt hodnocení implementace tohoto projektu je zaměřen na zlepšení pracovního prostředí a spokojenosti zaměstnanců. Implementace daného systému byla mezi zaměstnanci přijata s kladnými reakcemi.

Výsledky implementace tohoto projektu měly výrazně pozitivní dopad na vizualizační tým. Díky nižší nutnosti fyzických návštěv montážní linky se značně snížila pracovní zátěž a zjednodušila se komunikace s technologickým oddělením. Tato redukce a minimalizace fyzických návštěv také přinesla úspory v čase a úsilí vynaloženém na změny v materiálu.

Významným výsledkem bylo také snížení počtu urgentních požadavků na dodávky KLT na ML, a to pomocí stabilizací frekvence rozvozu a vyvážením časové zátěže. Toto snížení významně ulehčilo práci pracovníkům logistického plánování, kteří jsou zodpovědní za řešení urgentních požadavků z ML.

Při hodnocení výsledků projektu je třeba vzít v úvahu i následující potenciální nedostatky a rizika:

- Vysoké náklady na realizaci. Implementace projektu si vyžádala výrazné finanční investice, zejména v souvislosti s náklady na instalaci infrastruktury a zavedení potřebného softwaru.
- Závislost na elektrické energii a stabilitě datového toku. Pro správný provoz aplikace a systému je klíčová dostupnost stabilního napájení a spolehlivého připojení k internetu. V případě výpadku elektrické energie nebo nestability datového toku může dojít k přerušení funkčnosti aplikace a omezení provozu.

- Zvýšené riziko poškození kabeláže P2L. Pro správný provoz světelné navigace je nutná kabelová infrastruktura, která může být náchylná k poškození. Neopatrné manipulace během výroby, údržby nebo třeba víkendového úklidu mohou vést k poškození kabeláže mezi modulem P2L a regálovou konstrukcí. Jakékoli poškození kabeláže zpomaluje výkonnost aplikace a vyžaduje nákladné opravy nebo výměny.
- Ztráta hlubší znalosti o zodpovědné činnosti. Automatizace může mít za následek úbytek důkladného porozumění pracovních procesů mezi zaměstnanci. Když jsou úkoly a operace automatizovány, pracovníci mohou ztratit nejen dovednosti, ale i hlubší pochopení procesů, za které jsou zodpovědní. Tato ztráta může vést k problémům v případě výpadků technologie nebo potřeby rychlé adaptace na nové situace.

## Závěr

V průběhu realizace diplomové práce byla navržena a implementována řada inovativních technologických řešení zaměřených na optimalizaci procesu zásobování montážní linky drobným materiálem. Projekt byl zaměřen na aplikaci pokročilých technologií a metodik LEAN, včetně automatizace, digitalizace a analýzy dat. Hlavními cíli projektu bylo zlepšení efektivity stávajících procesů, zjednodušení workflow a snížení chybovosti. Díky tomuto přístupu se podařilo dosáhnout mnoha významných výsledků a přínosů, včetně snížení nákladů a zvýšení kvality logistických procesů.

Projekt byl realizován prostřednictvím tří fází, z nichž každá měla své specifické cíle a přispěla k dosažení synergie.

V první fázi projektu byl proveden důkladný průzkum a analýza současného stavu procesu nakládky KLT. Na základě těchto poznatků byla navržena a implementována digitalizace seznamu nakládky. Tato digitalizace přinesla značné zjednodušení a zefektivnění při sběru a správě dat, což vedlo ke snížení chyb a zrychlení celého procesu.

Ve druhé fázi projektu byla provedena implementace zařízení pro poskytnutí světelné navigace souběžně se zavedením digitálních štítků v rámci procesu zásobování KLT. Tímto opatřením byla dosažena automatická identifikace a sledování jednotlivých akcí procesu zásobování, což opět přispělo k eliminaci chyb a zvýšení přesnosti účtování materiálu. Integrace těchto zařízení s digitálním seznamem nakládky umožnila synergii a lepší tok informací.

V poslední fázi projektu bylo provedeno další zdokonalení procesu nakládky KLT. Eliminovalo se použití C závěsek a zautomatizovalo se nashupování. Tato opatření vedla k vyšší efektivitě, plynulosti a rychlosti procesu nakládky, což přispělo k celkové optimalizaci materiálového toku a snížení enviromentální zátěže.

Na druhou stranu, přinesla implementace projektu také některé výzvy a potenciální rizika, např. vysoké náklady na realizaci, závislost na elektrické energii a stabilitě datového toku, možnost poškození kabeláže a potenciální ztráta hlubších znalostí o zodpovědné činnosti u zaměstnanců v důsledku automatizace.

Díky identifikovaným přínosům, které mohou být kvantifikovány, projekt přinesl významné výsledky ve třech oblastech (viz Tab.2):

**Tab.2 Porovnání klíčových výstupů projektu s předchozím stavem**

	Stav před	Stav po
Časová náročnost rozvozu	1 h –1h 30 min	40 min –1 h
Výskyt záměn	Min. 1 číslo dílu / měsíc	Nulová chybovost
Spotřeba papíru	9 balení A4 / měsíc, 35 000Kč / měsíc	Nulová spotřeba

Zdroj: Vlastní zpracování (2023)

**Rychlost zavážení:** Díky implementaci digitalizace seznamu nakládky a automatizaci odúčtování materiálu ve skladu X se průměrný čas rozvozevého kola zkrátil o 30 %. Tento přínos přináší značné úspory času a zvyšuje celkovou produktivitu rozvozu KLT.

**Výskyt záměn:** Projekt přinesl významný přínos v podobě eliminace nežádoucích záměn KLT na ML. Před implementací projektu docházelo k záměnám, které měly negativní dopad na proces nakládky KLT. Tyto záměny způsobovaly ztrátu času a zvyšovaly náklady spojené s opravou vozů. Díky implementaci zařízení pro skenování štítků a propojení s digitálním seznamem nakládky byl v roce 2023 zaznamenán nulový výskyt záměn. To znamená, že se podařilo snížit riziko chyb na 100 % za standardních podmínek. Systém skenování štítků umožňuje přesné a spolehlivé identifikování jednotlivých KLT a jejich správné zařazení do příslušných pozic na ML.

**Úspora papíru:** V rámci projektu bylo dosaženo významné úspory využití papíru na hale M1. Konkrétně bylo dosaženo úspory 100 balení papíru za rok, což ekvivalentně představuje přibližně 420 000 Kč ročně. Tento přínos je v souladu s cílem projektu, který se zaměřoval na digitalizaci seznamu nakládky a snížení používání tradičních papírových dokumentů. Tato úspora využití papíru představuje nejen finanční přínos, ale také ukazuje odpovědný přístup k ochraně životního prostředí a podporu udržitelných podnikatelských praktik.



Přesto vzhledem k významným výhodám a přínosům, které projekt přinesl, lze konstatovat, že jeho realizace byla úspěšná. Projekt nejen zlepšil efektivitu a kvalitu procesů, ale také přispěl ke zvýšení spokojenosti zaměstnanců a snížení environmentální zátěže. Tato studie tak představuje významný příspěvek k aktuálnímu diskurzu o využití principů Industry 4.0 v praxi a poskytuje hodnotný model pro další inovace a optimalizace procesů v průmyslové výrobě.

## Seznam literatury

### ***Knihy a monografické publikace:***

BAUER, Miroslav, Ingrid HABURAIIOVÁ. *Leadership s využitím kaizen a lean: pohádky pro unavené manažery*. Brno: BizBooks, 2019. ISBN 978-80-265-0390-3.

CAICEDO SOLANO, Nestor E, Guisselle GARCÍA LLINÁS a Jairo R MONTOYA-TORRES. *Towards the integration of lean principles and optimization for agricultural production systems: a conceptual review proposition*. Journal of the Science of Food and Agriculture, **100**(2), 2020. ISSN 0022-5142.

DASTBAZ, Mohammad, Peter COCHRANE. *Industry 4.0 and engineering for a sustainable future*. New York, NY: Springer Science+Business Media, 2019. ISBN 978-3-030-12952-1.

FILIP, Ludvík. *Efektivní řízení kvality*. Praha: Pointa, 2019. ISBN 978-80-907530-5-1.

GILCHRIST, Alasdair. *Industry 4.0: the industrial internet of things*. New York, NY: Apress, 2016. ISBN 9781484220467.

GONZALEZ-FELIU, Jesus. *Sustainable urban logistics: planning and evaluation*. John Wiley and Sons, 2017. ISBN 9781786301796.

GROS, Ivan. *Velká kniha logistiky*. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2016. 507 s. ISBN 978-80-7080-952-5.

HOLDEN, Randy. *Data-Driven Innovation*. Paris: OECD, 2015. ISBN 9789264229341.

HOLEČKOVÁ, Lenka a Jaroslava HYRŠLOVÁ. *Ekonomika podniku*. Praha: Vysoká škola ekonomie a managementu, 2018. ISBN 9788087839904.

JANATKA, František. *Logistika*. Praha: Vysoká škola ekonomie a managementu, 2017. ISBN 978-80-87839-81-2.

Jun NI, Vidosav D. MAJSTOROVIC a Dragan DJURDJANOVIC. *Proceedings of 3rd International Conference on the Industry 4.0 Model for Advanced Manufacturing*. New York, NY: Springer Berlin Heidelberg, 2018. ISBN 9783319895628.

- JUROVÁ, Marie. *Výrobní a logistické procesy v podnikání*. Praha: Grada Publishing, 2016. ISBN 978-80-247-5717-9.
- KARBAN, Petr. *Logistika budoucnosti: Éra zákazníků*. Komora: Měsíčník hospodářské komory České republiky, 2019. ISSN 1802-1247.
- LIKER, Jeffrey K., David MEIER. *Toyota talent: řízení rozvoje zaměstnanců podle Toyoty*. Přeložil Daniel HELEKAL. Praha: Grada Publishing, 2016. ISBN 978-80-247-5800-8.
- LUKOSZOVÁ, Xenie. *Logistika pro obchod a marketing*. Jesenice: Ekopress, 2020. ISBN 978-80-87865-59-0.
- MACUROVÁ, Pavla, Naděžda KLABUSAYOVÁ a Leo TVRDOŇ. *Logistika*. 2. upravené a doplněné vydání. Ostrava: VŠB-TU Ostrava, 2018. ISBN 978-80-248-4158-8.
- MILICHOVSKÝ, František. *Reverzní logistika v obchodě v České republice*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2017. ISBN 978-80-7204-970-7.
- MÜLLER, Karel B. *Inovace – vědění – instituce: k výzvám současné doby*. Praha: Univerzita Karlova, nakladatelství Karolinum, 2017. ISBN 978-80-246-3669-6.
- NOWAK, Marina, Holger PFAFF a Ute KARBACH. *Does Value Stream Mapping affect the structure, process, and outcome quality in care facilities? A systematic review*. Systematic Reviews, 2017. ISSN 2046-4053.
- OECD Science. *Technology and Innovation Outlook 2016*. OECD Science, Technology and Innovation Outlook, 2016. ISBN 9789264263055.
- PERUZZINI, Margherita, Marcello PELLICCIARI a Cees BIL, et al. *Transdisciplinary engineering methods for social innovation of industry 4.0: proceedings of the 25th ispe inc. international conference on transdisciplinary engineering*. Washington, DC: IOS Press, 2018. ISBN 9781614998976.
- ROTHER, Mike. *Toyota kata: systematickým vedením lidí k výjimečným výsledkům*. Přeložil Martin ŠIKÝŘ. Praha: Grada Publishing, 2017. ISBN 978-80-271-0435-2.
- SERRAT, Olivier. *The Five Whys Technique*. Knowledge Solutions. Singapore: Springer Singapore, 2017. ISBN 978-981-10-0982-2.

USTUNDAG, Alp, Emre CEVIKCAN. *Industry 4.0: managing the digital transformation*. New York, NY: Springer Berlin Heidelberg, 2017. ISBN 978-3-319-57870-5.

**Webové stránky:**

LANGEROVÁ, Jana. Logistika v roce 2019: Kurýři jsou nenahraditelní a dronů se ještě nedočkáme. *Podnikatel.cz* [online]. 2019 [2022-04-27]. Dostupné z: <https://www.podnikatel.cz/clanky/logistika-v-roce-2019-kuryri-jsou-nenahraditelni-a-dronu-se-jeste-nedockame/>

NOVOTNÝ, Radek. Nejlepší logistické inovace Česka. *Logistika.ihned.cz* [online]. 2019 [2022-04-22]. Dostupné z: <https://logistika.ihned.cz/c1-66569980-nejlepsi-logisticke-inovace-ceska>

PWC. Industry 4.0: How digitization makes the supply chain more efficient, agile, and customer-focused. *Strategyand.pwc.com* [online]. PricewaterhouseCoopers Aktiengesellschaft Wirtschaftsprüfungsgesellschaft, 2016 [2022-05-05]. Dostupné z: <https://www.strategyand.pwc.com/gx/en/insights/2015/industry-4-opportunities-and-challenges/industry-4-0.pdf>

ŠKODA AUTO Česká republika. *ZPRÁVA O TRVALE UDRŽITELNÉM ROZVOJI 2019/20* [online]. Mladá Boleslav: ŠKODA AUTO, a.s., 2019 [2022-04-22]. Dostupné z: [https://www.skoda-auto.cz/\\_doc/bab16a96-b4dc-4898-ac9d-30af41c4ad10](https://www.skoda-auto.cz/_doc/bab16a96-b4dc-4898-ac9d-30af41c4ad10)

Škoda Storyboard. ŠKODA Bez starostí přináší revoluční inovace. [online]. 2017 [2022-05-01]. Dostupné z: <https://www.skoda-storyboard.com/cs/tiskove-zpravy-archiv/skoda-bez-starosti-prinasi-revolucni-inovace/>

Škoda Storyboard. Výroční zpráva 2022. [online]. 2023 [2023-05-01]. Dostupné z: <https://reportong.skoda-auto.cz>

## Seznam obrázků a tabulek

### Seznam obrázků

Obr. 1 Organizační uspořádání oddělení výroby a logistiky .....	37
Obr. 2 Hala M1 v areálu Mladý Boleslaví .....	40
Obr. 3 Dodavatelský výlep.....	41
Obr. 4 Spádový regál .....	42
Obr. 5 Síťový graf používaných systémů v materiálových tocích .....	45
Obr. 6 SSW senzor .....	50
Obr. 7 C závěska.....	51
Obr. 8 Adresový a regálový list.....	53
Obr. 9 Regálový štítek ze systému PP .....	53
Obr. 10 Skladový štítek .....	54
Obr. 11 Štítek CPS soupravy .....	54
Obr. 12 Kanbanová karta .....	55
Obr. 13 PDA TC57 .....	58
Obr. 14 Zařízení ProGlove .....	58
Obr. 15 Rozhraní aplikace Smartbox Operátor V2.2 .....	62
Obr. 16 Projektový plán 1. etapy .....	63
Obr. 18 Konfigurační okno rozvozových tras.....	65
Obr. 19 Projektový plán 2. etapy .....	67
Obr. 20 Put to light modul.....	68
Obr. 21 Konstrukce Put to Light .....	69
Obr. 22 E-ink tag .....	69
Obr. 23 Projektový plán 3. etapy .....	71
Obr. 24 Obnovený formát štítku skladového úložiště .....	72

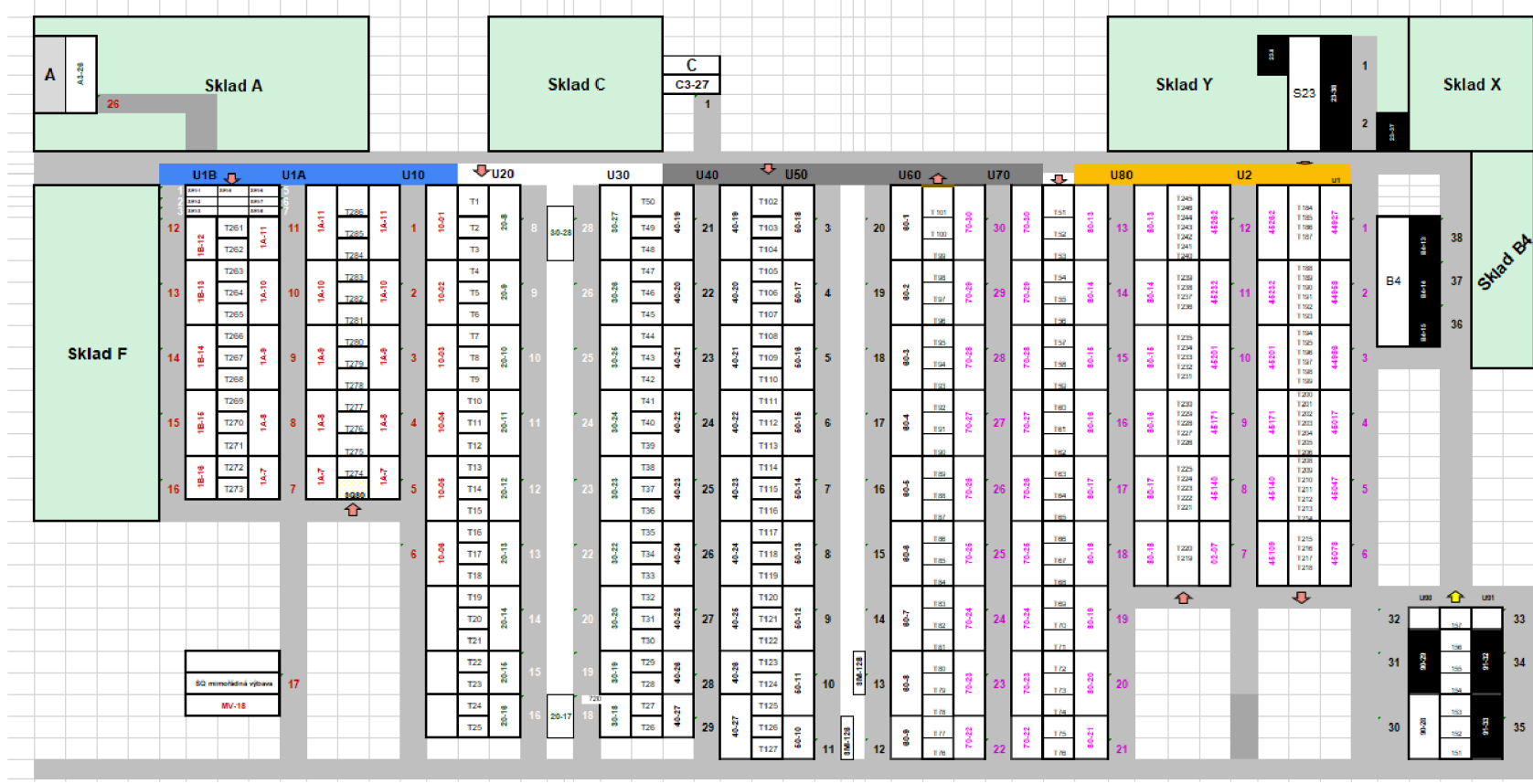
## Seznam tabulek

Tab. 1 Standardizované typy KLT přepravek .....	42
Tab.2 Porovnání klíčových výstupu projektu s předchozím stavem .....	79

## Seznam příloh

Příloha 1 Mapa haly M1 .....	87
Příloha 2 Trolley list.....	88
Příloha 3 Rozložení PÚ .....	89

# Příloha 1 Mapa haly M1





## Příloha 2 Trolley list

Trolley list Route: **M1\_RUZOVY\_OKRUH**



Tour ID: **P01129**

Roboter: **B2-R301-02**

**P01129**

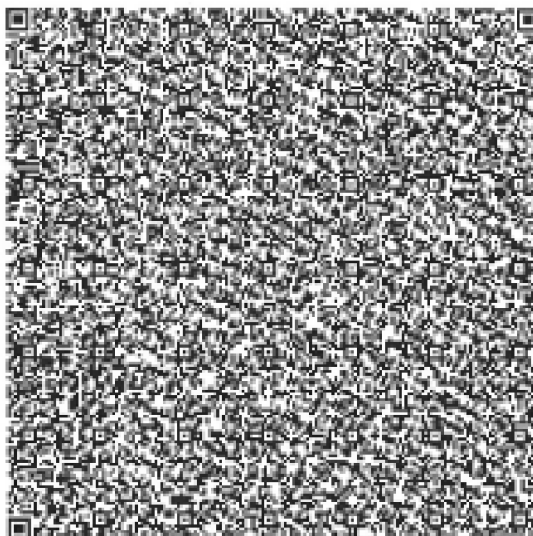
Hall TRS Rail Position in Tour Packstuck count

Halle 1 / 1 24



### Trolley 1

P/S	Pos	BDO	Destination	Packstuck	Article	Wunschzeit
1 P	1	M1U01T215A	U1-R-215-1-RUZOVY-M1-AKL	03120395746579	6Q0407396B	21.09.2020 14
	2	M1U01T217B	U1-R-217-2-RUZOVY-M1-AKL	03120396046453	6C0122073M	21.09.2020 14
	3	M1U02T215A	U2-R-215-1-RUZOVY-M1-AKL	03120396755468	5Q0253461BF	21.09.2020 14
1 L	1	M1U02T224A	U2-R-224-1-RUZOVY-M1-AKL	03120394785940	6C0816721	21.09.2020 14
2 P	1	M1U02T200A	U2-R-200-1-RUZOVY-M1-AKL	03120395923335	2Q0199517B	21.09.2020 14
	2	M1U02T200A	U2-R-200-1-RUZOVY-M1-AKL	03120395923340	2Q0199517B	21.09.2020 14
	3	M1U02T200A	U2-R-200-1-RUZOVY-M1-AKL	03120395923459	2Q0199518B	21.09.2020 14
1 P	4	M1U02T200A	U2-R-200-1-RUZOVY-M1-AKL	03120395923484	2Q0199518B	21.09.2020 14
2 P	4	M1U02T207C	U2-R-207-3-RUZOVY-M1-AKL	03120395049890	5Q0121093ES	21.09.2020 14
3 P	1	M1U02T195C	U2-R-195-3-RUZOVY-M1-AKL	03120396373538	5Q0711046P	21.09.2020 14
	2	M1U02T197A	U2-R-197-1-RUZOVY-M1-AKL	03120395551049	5Q0971858P	21.09.2020 14
1 L	2	M1U02T236D	U2-R-236-4-RUZOVY-M1-AKL	03120395798390	04L907805BM	21.09.2020 14
	4	M1U02T238A	U2-R-238-1-RUZOVY-M1-AKL	03120395757788	N**10628601	21.09.2020 14
	3	M1U02T238A	U2-R-238-1-RUZOVY-M1-AKL	03120395241389	1J0512109	21.09.2020 14
3 P	3	M1U80T224A	U80-R-224-1-RUZOVY-M1-AKL	03120397005190	6C0407721	21.09.2020 14
	4	M1U80T224A	U80-R-224-1-RUZOVY-M1-AKL	03120395024327	2Q0611841B	21.09.2020 14
3 L	4	M1U80T072B	U80-R-72-2-RUZOVY-M1-AKL	03120396589138	654823661	21.09.2020 14
	2	M1U80T072D	U80-R-72-4-RUZOVY-M1-AKL	03120395447789	654857503**9B9	21.09.2020 14
	3	M1U70T068A	U70-R-68-1-RUZOVY-M1-AKL	03120395666648	N**90835704	21.09.2020 14
2 L	1	M1U70T067A	U70-R-67-1-RUZOVA-M1-AKL	03120396122963	654809933	21.09.2020 14
	4	M1U70T065A	U70-R-65-3-RUZOVY-M1-AKL	03120396709282	6V6807394B	21.09.2020 14
	3	M1U70T063A	U70-R-63-1-RUZOVY-M1-AKL	03120396639707	N**0385494	21.09.2020 14
	1	M1U70T098A	U70-R-98-1-RUZOVY-M1-AKL	03120396667709	6V9827932A*041	21.09.2020 14
	2	M1U01T208B	U1-R-208-2-RUZOVY-M1-AKL	03120393941763	N**90991002	21.09.2020 14



Wunschzeit:

21.09.2020 14:17

M1\_RUZOVY\_OKRU  
H

Total Packstuck count: 24

21. 9. 2020 13:01



## ANOTAČNÍ ZÁZNAM

<b>AUTOR</b>	Bc. Skripnikova Anna		
<b>STUDIJNÍ PROGRAM/OBOR/SPECIALIZACE</b>	specializace Řízení mezinárodních dodavatelských řetězců		
<b>NÁZEV PRÁCE</b>	Inovační koncept vizualizačního managementu v logistice průmyslového podniku		
<b>VEDOUCÍ PRÁCE</b>	Ing. David Holman, Ph.D.		
<b>KATEDRA</b>	KRVLK - Katedra řízení výroby, logistiky a kvality	<b>ROK ODEVZDÁNÍ</b>	2023
<b>POČET STRAN</b>	88		
<b>POČET OBRÁZKŮ</b>	24		
<b>POČET TABULEK</b>	2		
<b>POČET PŘÍLOH</b>	3		
<b>STRUČNÝ POPIS</b>	<p>Tato diplomová práce se zaměřuje na analýzu a optimalizaci procesu zavážení montážní linky drobným materiálem v automobilovém průmyslu, konkrétně ve společnosti ŠKODA AUTO. Práce se skládá ze tří hlavních částí. První část je zaměřena na analýzu současného stavu procesu zavážení. Druhá část popisuje návrh a realizaci inovačních řešení včetně digitalizace procesů a implementace světelné navigace a digitálních štítků. Třetí část je věnována hodnocení přínosů a potenciálních rizik implementovaných inovací. Výsledky práce ukazují, že navržené inovační řešení vedly k výraznému zlepšení efektivity a kvality procesu zavážení, snížení chybovosti a snížení nákladů. Navíc, bylo dosaženo významných ekologických přínosů díky snížení spotřeby papíru. Na druhou stranu, implementace těchto inovací přinesla také některé výzvy a potenciální rizika, jako jsou vysoké náklady na realizaci.</p>		
<b>KLÍČOVÁ SLOVA</b>	Digitalizace, automatizace, optimalizace procesu, Industry 4.0, logistika, KLT, SmartBox výroba, LEAN, inovace.		

## ANNOTATION

<b>AUTHOR</b>	Bc. Skripnikova Anna		
<b>FIELD</b>	Specialization International Supply Chain Management		
<b>THESIS TITLE</b>	Innovative concept of visualization management in the logistics of an industrial enterprise.		
<b>SUPERVISOR</b>	Ing. David Holman, Ph.D.		
<b>DEPARTMENT</b>	KRVLK - Department of Production, Logistics and Quality Management	<b>YEAR</b>	2023
<b>NUMBER OF PAGES</b>	88		
<b>NUMBER OF PICTURES</b>	24		
<b>NUMBER OF TABLES</b>	2		
<b>NUMBER OF APPENDICES</b>	3		
<b>SUMMARY</b>	<p>This master's thesis focuses on the analysis and optimization of the process of supplying assembly lines with small materials in the automotive industry, specifically in the ŠKODA AUTO company. The thesis consists of three main parts. The first part is focused on the analysis of the current state of the supply process. The second part describes the design and implementation of innovative solutions including digitalization of processes and the implementation of light navigation and digital labels. The third part is dedicated to evaluating the benefits and potential risks of implemented innovations. The results of the study show that the proposed innovative solutions have led to a significant improvement in the efficiency and quality of the supply process, a reduction in error rates, and a reduction in costs. Additionally, significant environmental benefits were achieved due to the reduction in paper consumption. On the other hand, the implementation of these innovations also brought some challenges and potential risks, such as high implementation costs.</p>		
<b>KEY WORDS</b>	Digitization, automation, process optimization, Industry 4.0, logistics, KLT, SmartBox, production, LEAN, innovation.		

