

# **ŠKODA AUTO VYSOKÁ ŠKOLA o.p.s.**

Studijní program: N0413A050001 Ekonomika a management

Studijní obor/specializace: Specializace Řízení mezinárodních dodavatelských řetězců

## **INOVATIVNÍ TRENDY KE ZVYŠOVÁNÍ EFEKTIVITY VÝROBNÍCH SYSTÉMŮ VE ŠKODA AUTO, a.s.**

### **Diplomová práce**

**Bc. Petra CÍSAŘOVÁ**

Vedoucí práce: Ing. David Staš, Ph.D.



ŠKODA AUTO Vysoká škola

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Zpracovatelka: **Bc. Petra Císařová**

Studijní program: **Ekonomika a management**

Název tématu: **Inovativní trendy ke zvyšování efektivity výrobních systémů ve ŠKODA AUTO, a.s.**

Cíl: Cílem práce je na základě provedené rešerše identifikovat nejlepší inovativní řešení ke zvyšování efektivity výrobních systémů s možností využití v automobilovém průmyslu. Na základě analýzy vymezené oblasti řešení nalézt potenciál pro uplatnění inovativních zlepšení. Navrhnout soubor inovativních opatření pro zvyšování efektivity výrobních systémů včetně vyhodnocení očekávaných přínosů i potenciálních hrozeb v kontextu ekonomických dopadů a celkové efektivity řešených výrobních systémů.

Rámcový obsah:

1. Proveďte rešerši aktuálních trendů v rámci řešené problematiky s cílem identifikovat nejlepší řešení vhodné pro automobilový průmysl.
2. Vymezte a charakterizujte oblast zkoumané problematiky v rámci ŠKODA AUTO, a.s. Analyzujte aktuální stav a identifikujte potenciál pro uplatnění inovativních zlepšení.
3. Navrhněte soubor inovativních opatření, která budou vhodná k implementaci ve vymezené oblasti řešení a povedou ke zvyšování efektivity výrobních systémů.
4. Pro navrhovaná opatření vyhodnoťte očekávané přínosy i potenciální hrozby v kontextu ekonomických dopadů a celkové efektivity řešených výrobních systémů.

Rozsah práce: 55 – 65 stran


Seznam odborné literatury:

1. MAŘÍK, V. a kol. *Průmysl 4.0 : Výzva pro Českou republiku*. 1. vyd. Praha: Management Press, 2016. 262 s. ISBN 978-80-7261-440-0.
2. CHROMJAKOVÁ, F. – TUČEK, D. *Projektování výrobních procesů pro Průmysl 4.0*. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2017. 105 s. ISBN 978-80-7454-680-8.
3. BARTODZIEJ, C J. *The Concept Industry 4.0: An Empirical Analysis of Technologies*. Berlin: Springer Gabler, 2017. ISBN 978-3-658-16501-7.
4. USTUNDAG, A. *Industry 4.0: Managing The Digital Transformation*. Istanbul, Turkey: Springer International Publishing AG , 2017. 286 s. ISBN 978-3-319-57869-9.

Datum zadání diplomové práce: duben 2020

Termín odevzdání diplomové práce: květen 2021

L. S.

  
Ing. David Staš, Ph.D.  
Vedoucí práce

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

  
Mgr. Petr Šulc  
Prorektor ŠAVŠ

  
Bc. Petra Císařová  
Autorka práce

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) směrnicí 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 mě požadovat příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to až do jejich skutečné výše.

V Mladé Boleslavi dne .....

.....

Děkuji Ing. Davidu Stašovi, Ph.D. za odborné vedení závěrečné práce, poskytování rad a informačních podkladů. Dále bych chtěla poděkovat Ing. Radku Mašindovi ze ŠKODA AUTO, a.s. za pomoc při zpracování práce a získávání dat.

## Obsah

Úvod.....	7
<b>1 Využití inovativních výrobních trendů v automobilovém průmyslu.....</b>	<b>8</b>
1.1 Uplatnění metod štíhlé výroby v současnosti .....	17
1.2 Koncept Průmyslu 4.0.....	21
1.2.1 Průmysl 4.0 v České republice .....	24
1.3 Koncept Průmyslu 4.0 v kontextu štíhlé výroby .....	28
1.4 Stanovení klíčových ukazatelů výkonnosti pro efektivní řízení, organizování a plánování výrobních a logistických procesů.....	31
<b>2 Analýza současného stavu výrobní společnosti ŠKODA AUTO a.s. ..</b>	<b>34</b>
2.1 Aktuální stav inovativních trendů ve společnost ŠKODA AUTO a.s. ....	34
2.2 Vymezení a charakteristika zkoumaného pracoviště .....	41
2.3 Analýza současného stavu a identifikace potenciálu pro zlepšení.....	43
2.3.1 Skladové procesy .....	44
2.3.2 Vychystávání materiálů.....	47
2.3.3 Automatické manipulační systémy.....	49
<b>3 Návrhy pro implementaci inovativních opatření ke zvýšení efektivity aktuálního stavu.....</b>	<b>54</b>
3.1 Zavedení systému pro rozšířenou realitu.....	54
3.2 Zavedení systému Shooter pro automatizaci zavážení .....	59
3.3 Změna systému navádění FTS vozíků .....	62
<b>4 Vyhodnocení očekávaných přínosů i potenciálních hrozeb pro navrhovaná opatření.....</b>	<b>66</b>
4.1 Zavedení systému pro rozšířenou realitu.....	66
4.2 Zavedení systému Shooter pro automatizaci zavážení .....	68
4.3 Změna systému navádění autonomních vozíků FTS.....	69
<b>Závěr.....</b>	<b>72</b>
<b>Seznam literatury .....</b>	<b>73</b>
<b>Seznam obrázků a tabulek.....</b>	<b>77</b>
<b>Seznam Příloh.....</b>	<b>78</b>

## **Seznam použitých zkratk a symbolů**

AGV	Automated Guided Vehicle
AR	Augmentovaná realita
CPS	Cyber Physical System
ERP	Enterprise Resource Planning
FTS	Fahrerlose Transportsysteme
HUD	Head up displej
IT	Informační technologie
JIT	Just in Time
KPI	Key Performance Indicator
RFID	Radio Frequency Identification.
ŠA	ŠKODA AUTO, a.s.
TPM	Total Productive Maintenance

## Úvod

V posledních letech jsou stále častěji skloňovány pojmy jako automatizace, robotizace, umělá inteligence či digitalizace – tyto a mnohé další představují trend vývoje současných potřeb nejen výrobních oborů. Rychle se mění podoba naší ekonomiky a společnosti stále častěji vyhledávají komplexní řešení pro své procesy, které přesahují nejednu oblast specializovaného oboru. Tyto skutečnosti podporují změny v dosud nastavených principech. Podpora této koncepce bývá označována jako Průmysl 4.0.

Společnosti si uvědomují nutnost zavádět do svých procesů nová inovativní řešení založená na základních principech spojených s Průmyslem 4.0. To nejen proto, aby snížily své náklady či zvýšily své výrobní kapacity, ale i proto aby dokázaly v nynějším dravém světě čelit konkurenci. Vliv na volbu tématu této práce měl kladný vztah k novým technologiím a jejich aplikaci ve výrobním prostředí.

Cílem práce je na základě provedené rešerše identifikovat nejlepší inovativní řešení, které povede ke zvyšování efektivity výrobních systémů s možností využití v automobilovém průmyslu. Na základě provedené analýzy výrobní haly M13 ve společnosti ŠKODA AUTO, a.s. nalézt potenciál pro uplatnění inovativních zlepšení. Následně navrhnout soubor inovativních opatření pro zvyšování efektivity výrobních systémů. Na závěr vyhodnotit očekávané přínosy i potenciální hrozby navržených opatření z hlediska ekonomických dopadů a celkové efektivity řešených výrobních systémů.

Diplomová práce je zpracována v rámci společnosti ŠKODA AUTO, a.s., která představuje významného zástupce automobilového průmyslu nejen v České republice. Veškerá data, která jsou v práci použita jsou buď volně dostupná v rámci výroční zprávy či jiných obecných materiálů společnosti anebo byla data upravena tak, aby nemohlo dojít k narušení zájmů společnosti. Zároveň však byla zachována jejich vypovídající schopnost pro účely této práce. Pro provedení analýzy byla použita metoda stanovení klíčových ukazatelů výkonnosti, která slouží jako nástroj pro identifikaci potenciálů pro uplatnění inovativních zlepšení a následnému zhodnocení navržených opatření.



# 1 Využití inovativních výrobních trendů v automobilovém průmyslu

Tato kapitola se zabývá aktuálními inovativními trendy v automobilovém průmyslu. Představuje, co toto označení znamená a uvádí konkrétní příklady jejich uplatnění. Dále se kapitola dělí na 4 hlavní podkapitoly. Kdy v první z nich nejprve popisuje základní principy filozofie štíhlé výroby a její využití v současnosti. Druhá podkapitola je věnována možnostem, které přináší Průmysl 4.0 do oblasti automobilového průmyslu a třetí podkapitola se zabývá propojením Průmyslu 4.0 s tradičním přístupem štíhlé výroby. Ve čtvrté podkapitole je představena metoda ke stanovení KPI a její základní principy.

Automobilový průmysl obecně patří k hlavním lídrům světových inovativních výrobních trendů. Nejen samotní výrobci automobilů ale i jejich dodavatelé představují ve svých výrobních linkách novinky z průmyslových oblastí. Je tedy zřejmé, že právě ani nejnovější vlna průmyslové revoluce se tomuto odvětví nemohla vyhnout a automobilový průmysl opět zůstává v popředí. Tomuto tématu se věnuje tato podkapitola.

Od historického momentu, kdy Henry Ford představil jeho výrobní linku až po současné vývoje elektromobilů se tato oblast stále vyvíjí. Avšak současné inovativní trendy přichází s novou vizí pojetí výroby a snaží se ji uchopit jako celek. Toky výrobních linek, logistické procesy a další systémy vytváří vhodné prostředí pro aplikaci moderních prvků. Vzhledem k tomu, že v čele trendů často stojí velké nadnárodní korporátní společnosti, které mají dostatek finančních prostředků, netrpí tak ani menší odnože. I přes všechny přínosy však mnoho společností výhody nových technologií ještě na plno nevyužilo.

Dopady inovativních trendů v rámci oblasti automobilové výroby je možné najít v mnoha segmentech. Jedním z nich je například tzv. oblast analýzy velkých dat. Obecně dostupných dat velmi rychle přibývá a uplatnění z jejich analýz je široké. Konkrétně v oblasti automotivu je tyto data možné využít pro predikci neúčinnosti. Tedy v ideálním případě na základě hodnot předpovědět selhání a zabránit mu ještě dříve, než k němu může dojít. Včasné opatření má zvláště v sériové výrobě větší význam než řešení reagující až v případě vzniku problému. Analyzovaná data pomáhají i v optimalizaci procesů. Je možné je získávat v reálném čase.

Dalším segmentem, ve kterém rozhodně v oblasti automotive nachází inovace uplatnění, jsou moderní technologie využívané v logistických tocích. Sem patří například bezpilotní vozíky a další systémy, které jsou detailněji popsány níže. Inovativní novinky se nevyhnuly ani výrobním linkám, a tak je stále častěji možné se setkat v rámci výroby s týmy tvořenými lidmi a roboty.

Neopomenutelnou oblastí, která se také dotýká současného vývoje je bezpečnost. Konkrétně se jedná o tzv. Cyber security. Nyní požadují zákazníci stále větší podíl softwarové konektivity v rámci svých vozů. S tím je spojená i vyšší náročnost výrobních procesů. Infotainment ve vozech se neustále vyvíjí. Zákazníci chtějí, aby jejich vozy uměly komunikovat s mobilními zařízeními, měly přístup na internet, znaly dopravní informace a zároveň nabízely stále nejnovější software (Dutt, 2020). S přibývajícím softwarovou náročností je však třeba se zabývat otázkou bezpečnosti a ochrany proti útoku nebezpečných hackerů. Tímto se zabývá právě oblast Cyber security.

Dopady současných trendů lze najít v mnoha dalších oblastech automobilové výroby. Avšak všechny zaváděné prvky modernizace mají společný cíl, jedná se o zvýšení celkové produktivity, vyšší využití současně používaných zařízení, snížení nákladů na výrobu a rychlejších náběh nových modelů. Ruku v ruce s těmito hodnotami přichází i snaha o zlepšení kvality.

Jako jeden z prvních představitelů zavádění inovativních novinek do této oblasti může být označena společnost Siemens, která přišla se svým digitálním podnikem. Hlavní motivací pro společnost Siemens byla potřeba zkrátit čas pro uvedení nového výrobku na trh. Dále chtěla uspokojit větší rozmanitost potřeb svých zákazníků. Toto však bez dopadu na kvalitu či energetickou náročnost. Siemens si uvědomoval, že se jedná o významný krok, vedoucí k vyšší konkurenceschopnosti a v budoucnu se stane nutným standardem. Inovace bylo třeba zavést jak ve výrobní sekci, tak zpracovatelské sekci. Zavedení nových pravidel tak, aby bylo dosaženo požadovaných výsledků však není možné pouze s pomocí několika nakoupených robotů. Musel být vytvořen zcela nový hodnotový řetězec, který dokázal propojit a digitalizovat celý proces od vývoje až po samotné uvedení do provozu. Do výroby bylo zavedeno více simulací a testování. Až bylo vytvořené tzv. digitální dvojče. Digitální továrna, ve které je možné si vše vyzkoušet bez větších investic či ztrát. Pomocí dat získaných simulacemi lze předpovídat potřeby údržby

či případná opotřebení strojů. Pojem digitální podnik v podání Siemens představuje komplexní hodnotový řetězec, který nabízí zvýšenou produktivitu výroby, dokáže urychlit uvedení výrobku na trh a zároveň zajišťuje stabilní konkurenční výhodu. V praxi je možné nalézt velice pokročilé softwarového zázemí jako jsou například inteligentní systémy či elektronické sledování vytížení strojů. Ve výrobních společnostech Siemens lze najít i bezpilotní vozíky, hlasové vychystávání ve skladu či bezpapírovou technickou dokumentaci (Siemens, 2020).

Samozřejmě i další světové společnosti drží se Siemens krok. v České republice lze považovat za významného lídra v oblasti Průmyslu 4.0 společnost ŠKODA AUTO a.s.. Detailní informace o aktuálním stavu a vývoji Průmyslu 4.0 v ŠA jsou uvedeny v podkapitole 2.1 v následující části práce jsou představeny inovativní technologie, které nacházejí uplatnění v automobilovém průmyslu.

### **Autonomní roboti**

V současnosti stále častěji skloňovaný termín, který představuje další pokrok a vývoj v oblasti robotizace techniky. Hlavním rozdílem mezi automatizovaným robotem a autonomním robotem je ten, že automatizovaný robot je schopný v kontrolovaném prostředí provádět opakující se rutinní činnosti, tedy opakuje předem stanovený postup. Automatizovaní roboti nejsou univerzální, často bývají specializovaní jen na konkrétní činnost a nemají žádný stupeň rozhodování nebo je jejich inteligence jen velmi omezená. Zatímco autonomní robot jednak také provádí rutinní činnosti, které má částečně nacvičené, avšak na druhé straně dokáže fungovat také částečně samostatně (Diblík, 2019). Míra samostatnosti se u různých robotů liší a je založena na schopnosti analyzovat prostředí a učit se.

Zavádění autonomních robotů do procesů výroby přináší především zvýšení produktivity a efektivnosti výrobního procesu. Tím, že je využití autonomních robotů širší a univerzálnější, dokážou tak nahradit některé stále nedostatkové operátorské pozice. Na druhou stranu servis a programování těchto zařízení otevírá celou řadu nových pozic a profesí, které jsou náročné na kvalifikaci těchto pracovníků. Především oblast automobilového průmyslu žene vývoj a využití autonomních robotů kupředu. Pořízení takových systémů představuje většinou velké investice, které si menší výrobci nemohou dovolit. Navíc je potřeba funkcím autonomního robota přizpůsobit i přilehlé systémy, tak aby jeho zavedení přineslo stanovený výsledek. Pokud společnost nechce nebo nemůže investovat takový objem financí

pro nákup tohoto zařízení, je možnost si autonomní roboty pronajmout. V takovém případě je možné stanovit i objem podpůrných služeb, které budou s robotem současně dodány.

Autonomní systémy lze dělit do několika základních skupin na základě jejich charakteristických vlastností. Mezi tyto vlastnosti patří například schopnost orientovat se v prostředí, možnost kooperace s jinými systémy, adaptace na konkrétní informace či vlastní rozhodování a následná akce. Na základě těchto a dalších vlastností lze autonomní systémy rozdělit na 4 základní typy (Ustundag, 2017):

- **Systémy rozhodující se na základě aktuálních informací**, které systémem získává.
- **Systémy rozhodující se na základě vytváření modelu** ze současných a minulých získaných informací.
- **Systémy rozhodující se na základě cíle**, který má předem nastaven.
- **Systémy rozhodující se na základě optimálního řešení**, tak aby bylo dosaženo odpovídajících hodnot.

Dále je možné autonomní roboty dělit na základě míry samostatnosti jejich rozhodování do tří základní skupin (Bartodziej, 2017):

- **Autonomní chování** – robot funguje na základě předem definovaného programu chování, nerozhoduje se sám.
- **Autonomní rozhodování** – robot se dokáže rozhodnout mezi různými programy chování, vybírá tedy jednu z předem definovaných možností.
- **Informační autonomie** – robot je schopný vytvářet nové programy chování na základě informací, které získal, robot se rozhoduje samostatně.

V rámci automobilového průmyslu je možné najít autonomní roboty jako pomocníky pro zefektivňování logistických procesů jak v rámci výrobních hal, tak skladů. Jedná se o segment, který se velmi rychle rozvíjí a má velký potenciál. Především pokud splní provoz základní předpoklady pro instalaci, přináší tyto systémy krom nárůstu produktivity a snížení nákladů, především rychlou návratnost investic. V průmyslové logistice se jedná konkrétně o bezpilotní vozíky. Jiným názvem též vozíky bez řidiče či autonomní vozíky. Často je možné je najít i pod anglickým označením AGV tzv. Automated Guided Vehicle či německým FTS Fahrerlose

Transportsysteme (Kolář, 2017). Všechny tyto názvy představují totéž, jedná se o autonomního robota v podobě vozíku, v této práci je dále již využíváno označení FTS. Míra autonomního chování se v případě různého typu vozíků mění.

### **Kobot**

Kolaborativní robot též označován jako kobot představuje pokrok ve využívání robotů v průmyslové oblasti. Jedná se o typ robota, který přímo spolupracuje s člověkem. Do výrobních procesů se tak dostávají vedle již běžně se vyskytujících samostatně pracujících klasických robotů a vytváří nové týmy s pracovníky ve výrobě.

Kobot se od klasického konvenčního robota liší hned v několika hlavních oblastech. První rozdíl nastává v oplocení robota, které se nachází kolem zařízení. Zóna, ve které se pohybuje klasický robot je striktně oddělena od prostoru, kde se pohybuje člověk. Tento prostor je vymezen pevnou bariérou nebo optickou závorou, která při přerušení okamžitě zastaví činnost robota. U robota je to však jiné. Kobot je v bezprostředním kontaktu s člověkem a žádný plot se kolem něj nenachází. Úkolem robota je například pomoci operátorovi s těžkým břemenem, nebo s obtížnou operací, která je třeba i na špatně dostupném místě.

Další oblastí, kde je možné nalézt změnu oproti konvenčním robotům je otázka bezpečnosti. Obecně roboti pracují s velkou silou, z těchto důvodů podléhají přísným pravidlům bezpečnosti. Jak roboti, tak koboti musí splňovat 3 základní pravidla. Prvním z nich je bezpečnostní zastavení. Jedná se o funkci, která je typická především pro roboty v klecích. Je-li nějakým způsobem narušena bezpečnostní zóna například klec, robot se okamžitě zastaví. Totéž platí pro koboty. Další pravidlo se týká ručního navádění. Roboti i koboti se dokážou tímto způsobem učit. Paže zařízení je ručně tažena směrem, který má následně vykonávat. Předtím než se operátor k zařízení přiblíží dojde k jeho řízenému vypnutí, pro uvolnění pohybu paže, musí být ještě zvlášť uvolněn konkrétní segment a až poté může probíhat fáze učení. Třetím pravidlem je monitoring vzdáleností a rychlostí. Toto opatření slouží k vymezení minimální vzdálenosti mezi zařízením a operátorem. Došlo-li by k překročení této hranice, zařízení se opět vypne. Čtvrté pravidlo je nové a je spojeno právě s koboty. Jedná se o pravidlo omezující sílu a výkon. To znamená, došlo-li by ke kontaktu člověka a robota, nedojde k překročení předem stanovené meze tlaku. Kobot by tak neměl způsobit nepřiměřenou bolest.

Bezpečnost je velmi významným faktorem, a proto jsou do systému zapojena ještě další opatření, která mají maximalizovat ochranu operátora. Jedná se především o další senzory, které se vyskytují na těle kobota. Dále jsou to jiné materiály, ze kterých je kobot konturován. Cílem je, aby ramena byla co možná nejlehčí a povrchové vrstvy byly měkčí. Ramena se celkově pohybují pomaleji a stále je monitoruje několik kamer.

Mezi další rozdíl mezi těmito druhy zařízení je oblast použití. Klasické roboty je možné nalézt spíše v plně automatizovaných výrobních linkách, které vyrábějí velké série. V tocích, kde je vyžadována velká přesnost, ale zároveň vysoká rychlost. Svoje uplatnění mají i v nebezpečných provozech nebo při manipulaci s velkými břemeny. Zatímco koboti se hodí spíše do provozů, které nelze plně automatizovat. Jedná se spíše o manipulace s lehčími břemeny a jejich operace jsou spojeny s manuálními pracemi.

Poslední hlavní oblastí odlišností je samotná příprava pracoviště a instalace. Kdy je zapojení robota do automatizované výroby velice náročné a pro jeho naprogramování jsou potřeba zkušenosti specialisté. Zatímco instalace kolaborativního robota je mnohem snadnější a jeho naprogramování intuitivní. K přípravě do pracovního provozu ho dokáže připravit běžný pracovník během jednoho dne (Vaculíková, 2018). Koboty je tedy obecně snadnější přesouvat na jiné stanoviště a programovat na jinou činnost.

### **Augmentovaná realita**

Augmentovaná realita dále označovaná pouze jako AR nebo také hojně nazývaná rozšířená realita získává na popularitě až v posledních letech. Jedná se o jeden z nejnovějších inovativních trendů, kdy má celý svět podobnou startovní pozici. AR mění úroveň pro práci s daty. Ve stejný čas dochází k propojení virtuálních informací a reálného světa. AR či rozšířená realita bývá často zaměňována s pojmem virtuální realita. Tyto pojmy však označují něco odlišného. Jak již bylo výše zmíněno AR propojuje reálný a digitální svět, zatímco virtuální realita doslova pohlcuje svého uživatele, který se dostává do simulovaného prostředí mimo realitu. Pro užívání virtuální reality je nutné mít speciálně určené vybavení v podobě helmy či brýlí (Mečlová, 2020).

Teprve až dostatečný technický posun dnešní doby dokázal posunout hardwarové provedení AR do uživatelsky použitelné podoby. Již se nejedná o velké helmy a těžko manipulovatelná zařízení. AR lze v současnosti zprostředkovat přes různá zařízení jako jsou mobilní telefony, tablety či lehké brýle. Díky těmto zařízením je uživatel schopný vidět informace, které by mu byly jinak skryty. Pro využití AR se nejčastěji používají tyto dva principy (Mařík, 2016):

- **Video see through** – neboli doslovně přeloženo vidět skrz video a jak už název napovídá pro vizualizaci je potřeba použít mobilní telefon, tablet či jiné zařízení s obrazovkou. Na displeji zařízení se potom objeví prvky, které v reálném světě nejsou. Uživatel tedy vidí jak reálný, tak virtuální svět ve spojení prostřednictvím obrazovky. Jednou z hlavních výhod této metody je, že pozorované prostředí je velmi přesné. Metoda má však i své nevýhody, kdy největší z nich je, že je nutné držet zařízení v ruce. To může být pro velkou část profesí velice omezující. Dalším negativním faktorem je možné opožďování pohledu oproti světu za displejem zařízení.
- **Optical see through** – představuje v doslovném překladu opticky vidět skrz, to znamená, že digitální informace jsou vloženy přímo do obrazu reálného světa, který vidí uživatel očima prostřednictvím speciálních brýlí. Podoba brýlí je nyní již na vysoké úrovni a jejich vzhled je srovnatelnými s běžnými dioptrickými brýlemi. Jednoznačná výhoda této metody je, že uživatel má volné ruce a může tak plnohodnotně vykonávat ostatní činnosti. To je zároveň jedním z cílů AR, fungovat tak, aby co nejméně omezovalo svého uživatele. Nevýhodou pak zůstává, že při velmi rychlých pohybech a nevhodném nastavení může docházet k chybám zobrazení.

AR používané v reálném čase musí zohledňovat dva základní parametry. Prvním z nich je prostředí, kde se jejich uživatel nachází a druhým co uživatel sleduje. Dochází zde k propojení vstupů z několika senzorů jako jsou akcelerometry, tj. zařízení, které je schopné zaznamenat konkrétní informaci o gravitační síle a podle jejího vektoru následně určit sklon zařízení v prostoru. Další senzorem, který dodává data pro AR je gyroskop. Toto zařízení určuje souřadné naklonění zařízení. Společně s akcelerometrem je možné využít získaná data k rekonstrukci pohybu konaného v prostoru. AR obsahuje pro sběr dat o vzdálenosti také senzor označovaný jako hloubková kamera, který dokáže vyměřovat vzdálenosti mezi

kamerou a reálnými předměty. Vstupní data získaná ze všech čidel jsou propojena pomocí komplikovaných algoritmů počítačového vidění. Prostředí jako jsou výrobní haly jsou pro obecné úlohy AR ideálním místem. Jedná se o prostor, který je přesně vymezen a dobře znám. Samotné užívání AR neklade vysoké znalostní požadavky. Naopak jeho používání má svést k tomu, aby se jeho uživatel i bez předchozí znalosti velmi rychle zorientoval v prostředí a věděl, co má dělat. Tato skutečnost má pozitivní dopad na úroveň zaměstnanosti, nebo nejsou kladeny tak vysoké nároky na vzdělání a znalost koncových uživatelů. Avšak opakem je dostupnost specialistů, kteří jsou schopni AR spravovat. Odborníků v této problematice zatím ještě není dostatek.

AR má uplatnění v mnoha oblastech, ať už se jedná o zábavu či profesní využití. Uplatnění najde od marketingu po výstavby domů. Avšak právě oblast automobilového průmyslu je nyní v popředí pro využívání této technologie. Konkrétně AR nachází využití jednak přímo ve vozech, kdy jsou informace promítány přímo na čelní sklo, tak i ve výrobních a logistických procesech. Nejnovější modely výrobců automobilů se doslova předhánají, kdo přijde dříve s využíváním této technologie ve svých vozech. Avšak ještě se stále nejedná o běžný standard je třeba si za tuto technologii výrazně připlatit.

Rozšířená realita je v automobilech promítána pomocí tzv. Head up displeje dále označovaného pouze jako HUD. HUD využívají technologie, kdy dochází k projektování informací přímo na průhledové čelní sklo. Je tak možné stále vidět skrz něj vnější okolí vozu, to je však doplněno o informace z infotainmentu vozu. Reálný svět je tak obohacen o různé digitální prvky. Řidič není rušen rámečky displejů, a navíc má pocit, že jsou informace promítány několik metrů před vozem. Může se tak soustředit více na jízdu. Mezi základní informace, které mohou být pomocí HUD umístěny na čelní sklo, patří kromě rychlosti a navigace i signalizace změny směru jízdy. To, jak může vypadat výhled z vozidla, které využívá tuto technologii zobrazuje obrázek 1.





Zdroj: (Unrau, 2020)

**Obr. 1 Rozšířená realita promítaná v automobilu pomocí HUD**

AR je možné v rámci výrobních provozů najít v nejrůznějších dílčích oblastech jako je například skladování či logistické operace, kdy AR pomáhá operátorům jak s orientací ve skladech, tak se samotným vychytáváním zboží. AR je nyní dostupné již jako součást systému Pick by vision. Obecně Pick by systémy slouží k pomoci operátorům s vychystáváním zboží s cílem eliminovat chyby a usnadnit proces. Na různých principech označují konkrétní položky, které mají být manipulovány. Například dobře známý a dříve velmi používaný systém Pick by point označoval konkrétní položky pomocí světelné signalizace.

Tyto systémy se však neustále vyvíjí. V současných logistických systémech se jich již vyskytuje celá řada jako například Pick by watch, které využívají malé displeje upevněné na zápěstí operátorů stejně jako hodinky. Uživatel pak přímo tam vidí potřebné informace pro práci. Princip je však ve většině těchto používaných systémů stejný, cílem je usnadnit pracovníkům logistickou manipulaci a dodat mu potřebné informace. Nový systém Pick by vision využívající AR svým uživatelům nabízí označování položek pomocí digitalizovaných značek, které lze vidět speciálními brýlemi v reálném prostředí. Operátoři tak přímo mohou vidět označení na díle, který mají vzít a další označení v místech, kam ho mají umístit. Výhodou systému Pick by vision je pomoc s orientací v prostoru. Čárové kódy na zboží mohou být snímány, aniž by s nimi pracovník manipuloval. Zavedení těchto systémů vede ke zvýšení produktivity a eliminaci chyb. Další výhodou využití těchto technologií je rychlost zaučení nových pracovníků. Ti takřka od prvních momentů na novém pracovišti jsou schopni bez předchozí znalosti plnohodnotně pracovat.

Další využití nachází AR například v oblasti údržby či zaškolování pracovníků. Detaily k využití AR v těchto oblastech jsou uvedeny v následující podkapitole 1.3.

## **1.1 Uplatnění metod štíhlé výroby v současnosti**

Pojem štíhlá výroba je součástí dnešního trendového směřování výrobních podniků, jeho historie však sahá až do výrobních linek japonské společnosti Toyota Motor Company. Tato podkapitola představuje základní principy a myšlenky štíhlé výroby včetně její současného uplatnění.

Toyota se snažila v padesátých letech minulého století zvýšit efektivitu svých výrobních linek, nemohla však využít stejnou koncepci výroby jako její ostatní automobiloví konkurenti. Toyota se tedy vydala svou vlastní cestou vycházející z parametrů její výroby. Potřebovala najít takový systém, který by dokázal vyrábět rozmanité portfolio produktů v malých sériových dávkách. Zároveň bylo třeba se rychle přizpůsobovat změnám na trhu. Označení štíhlá výroba nebo také často uváděné lean production představuje ucelený koncept fungování výroby, jehož cílem je maximalizovat efektivitu výrobních zařízení a minimalizovat plýtvání. Hlavní myšlenkou tohoto konceptu je dělat všechno jednoduše, přehledně a srozumitelně. Není třeba zavádět složité systémy do míst, kde to nepřináší dostatečný pozitivní efekt. Avšak některé digitální technologie mohou v mnohém pomoci, a i přesto si zachovat myšlenku štíhlé výroby a v konečném důsledku proces zjednodušit. Mezi další myšlenky této filozofie patří silná orientace na zákazníka, kdy chceme především uspokojit jeho potřeby, prostřednictvím výroby jen toho, co právě zákazník požaduje (Liker, 2007). Tedy výrobky jsou vyprodukovány v co nejkratší době, avšak za předpokladu nesnížené kvality.

Každý výrobní podnik funguje jako ucelený synchronizovaný mechanismus, jehož základ tvoří hlavní výrobní proces. Filozofie konceptu štíhlé výroby je založena na několika základních sdílených hodnotách. Nejprve je důležitá specifikace hodnoty vnímané zákazníkem. Následně je třeba identifikovat hodnotový tok ve výrobních operacích a vytvořit jeho plynulý průstup od vstupního materiálu přes jednotlivé operace až ke koncovému zákazníkovi. Výrobní systém může být řízen tahem či tlakem. Závěrem jde především o snahu eliminovat zbytečné plýtvání a neefektivitu a vytvořit tak ideální pracoviště. Za pomoci jednoduchých principů dosáhnout perfektního výsledku. Výše uvedené hodnoty jsou svázány s jednou z hlavních

myšlenek této filozofie, která představuje zároveň i jednu z klíčových metodik. Jedná se o tzv. Kaizen. Tento výraz představuje neustálé zlepšování. Zlepšování však není myšleno pouze v podobě nového strojového parku. Patří sem i zlepšování materiálových toků či konkrétní kvalifikace pracovníků. v následující části jsou uvedeny základní principy a nástroje, které jsou v rámci štíhlé výroby uplatňovány ve výrobních procesech.

**Just in Time** – Tato tradiční metoda štíhlé výroby dále již označované pouze zkratkou JIT se zabývá materiálovými toky. Konkrétně se jedná o myšlenku doručení „právě na čas“. Pokud materiál dorazí a není doručen v čas, je to špatně a dochází ke vzniku prostožů. V opačném případě, dorazí-li materiál příliš brzy, dochází k jeho hromadění. Materiál by měl tedy v ideálním případě dorazit právě když má dojít k jeho spotřebě. Ta samá pravidla platí i pro případ odchodu materiálu. Tedy v ideálním případě byl všechn materiál zpracován a nevznikají tak žádné přebytečné zásoby. V praxi je této myšlenky však v plynulosti obtížné dosáhnout a často alespoň minimální zásoby potřebné pro chod procesu vznikají. Mezi hlavní výhody této metody patří snížení celkových zásob a s tím spojená rychlejší reakce na změny. Taktéž vzniká více prostoru pro výrobu.

**Kanban** – Označení pocházející z japonštiny, které v překladu znamená štítek nebo cedule. Stejně tak jako JIT má Kanban své tradiční místo mezi nástroji štíhlé výroby. Kanban lze považovat za zprostředkovatele díky kterému může být dosaženo metody JIT. Právě proto ani tomuto nástroji se nemohl vyhnout proces digitalizace. Tento nástroj je využíván k řízení materiálových zásob, neboť právě velké ztráty nastávají v oblasti rozpracované výroby. Základní princip tohoto nástroje spočívá v kontrole výrobního procesu a materiálového toku. Materiálový tok je v kanbanovém systému řízen pomocí spotřeby ve výrobě tedy principem tahu. Dojde-li ke změně definovaného množství dostupných zásob je spuštěn příslušný logistický proces. Cílem je vytvořit plynulý materiálový tok. Tradičně je Kanban představován tzv. kanbanovými kartami. Karty jsou součástí výrobního procesu a nesou důležité informace pro jejich uživatele (Vítek, 2012). Mezi základní informace na kanbanových kartách patří například číslo dílu včetně jeho popisu, počet dílů v balení či název dodavatele. Karty mohou obsahovat navíc informace důležité pro konkrétní proces, ve kterém se vyskytují. Personál se v rámci výroby

poté řídí informacemi, které jsou na těchto kartách uvedené. Karty jsou v systému pravidelně vyměňovány, tak aby obsahovaly stále aktuální informace.

**Total Productive Maintenance** – Patří také mezi charakteristické představitelů nástrojů štíhlé výroby. Tento nástroj bývá též označován zkratkou TPM nebo v překladu jako totálně produktivní údržba. Ačkoliv název napovídá, že se jedná o oblast údržby, ta představuje pouze jednu z částí TPM. Celkově TPM zahrnuje soubor postupů a principů, které mají za úkol vést k maximální efektivnosti využití zařízení. Mezi hlavní cíle TPM patří eliminace neplánovaných prostojů, odstranění vzniku závad způsobených stavem strojů či snaha minimalizovat ztráty rychlosti výrobních zařízení (Košturiak, 2006). Proto aby celý tento proces mohl fungovat musí se TPM propisovat i do dalších oblastí, než je jen údržba. Jedná se o celkový přístup k zařízení a o snahu zachytit jakékoliv abnormality mimo standardní fungování.

**Karakuri Kaizen jako předchůdce robotů** – Tento termín pocházející z japonštiny jde svou myšlenkou naprosto proti konceptu Průmyslu 4.0 a digitalizaci. Slovo karakuri znamená v překladu mechanismus, stroj nebo trik. Hlavní myšlenkou tohoto principu je využití mechanických systémů namísto elektrických. Karakuri tedy není založené na digitálních technologiích nebo počítačích. Jedná se tedy o zařízení sestavené z mechanických prvků. Jako nástroj štíhlé výroby má za úkol zlepšit systém.

Úplně první karakuri je spojeno s mechanickými japonskými panenkami. Tyto panenky je možné vnímat jako mechanické předchůdkyně robotů. Činností, které panenky na základě mechanických posunů vykonávají je široké spektrum. Mezi ty nejznámější patří panenka nalévající čaj, která může být považována za předchůdce dnešního automatu na čaj. Položením šálku na podstavec u panenky, dojde hmotností šálku ke spuštění mechanismu uvnitř panenky, ta se následně dává do pohybu a dokáže nalít čaj. Po odejmutí šálku pryč se však vrátí zpět do původní pozice.

Samotné systémy jsou většinou tvořeny z hliníkových konstrukcí. Hliníkové profily lze přestavovat a snadno je upravovat, pokud například dojde ke změně v procesu. Hliníkové profily však nebývají levné, proto je možné tyto profily nahradit hliníkovými

trubkami. Jako nejlevnější alternativou mohou sloužit pevně spojené ocelové profily. Nastává však problém při potřebě přestavby.

Karakuri nabízí několik hlavních výhod oproti moderním digitálním technologiím. První z nich je jednoznačně pořizovací cena. Mechanické systémy jsou v mnoha případech výrazně levnější než ty digitální. Další výhodou mechanických systémů je jednoznačně údržba, která je v případě těchto zařízení mnohem jednodušší než u automatizovaných robotů řízených složitými počítačovými jednotkami. Na opravu takového robota je potřeba specialista, který může být i zástupce externí společnosti. Poté je nutné ho objednat a dohodnout termín opravy. Takový proces je mnohem zdoluhavější. Dojde-li k poruše mechanického zařízení, jeho závada bude pravděpodobně zřetelná. V některých případech není třeba ani povolávat pracovníky údržby a s defektem si poradí přímo operátoři ve výrobě. Neopomenutelnou předností karakuri je možnost zlepšování. Právě jak už název napověděl slovíčkem kaizen, které není myšleno pouze jako neustálé zlepšování v rámci procesu, ale i jako zlepšování konkrétního zařízení. Samotné karakuri nabízí možnost dílčích kroků vedoucí ke zlepšení, které nejsou investičně náročné (Roser, 2018). Tyto návrhy na zlepšení pochází většinou z řad pracovníků, kteří jsou se zařízením v bezprostředním kontaktu, a tak nejlépe znají proces. Toto však počítačem řízený systém ve většině případů nabídnout nemůže, neboť jednak je příliš složitý na úpravy, a i přes procesní znalost je třeba odborné specializace. Navíc se jedná o velký krok často spjatý s investicemi, nejen z těchto důvodů pochází tato iniciativa spíše z řad managementu.

Tento jednoduchý mechanismus vycházející z principů japonského karakuri je možné i dnes najít v rámci pracovišť současných výrobních podniků. Fungují tam ve spojení s nejmodernějšími autonomními systémy. Konkrétním příkladem karakuri ve výrobě jsou například různé samospádové gravitační regály.

## 1.2 Koncept Průmyslu 4.0

Proces přeměny průmyslu je datován už od 18. století, které je spojeno s první průmyslovou revolucí. James Watt a jeho parní stroj změnili pohled na tehdejší svět. Následovala druhá průmyslová revoluce, pro kterou je charakteristická elektrifikace výroby. Lze s ní spojit jméno Henryho Forda, který přichází s výrobní linkou a úplně novým konceptem výroby. Postupně přicházela třetí průmyslová revoluce, pro tu je typické větší zapojení informačních technologií do procesů (Cejnarová, 2015). Výroba se stává produktivnější, avšak stále s vysokým podílem lidské práce. Třetí průmyslovou revoluci lze datovat až do současnosti.

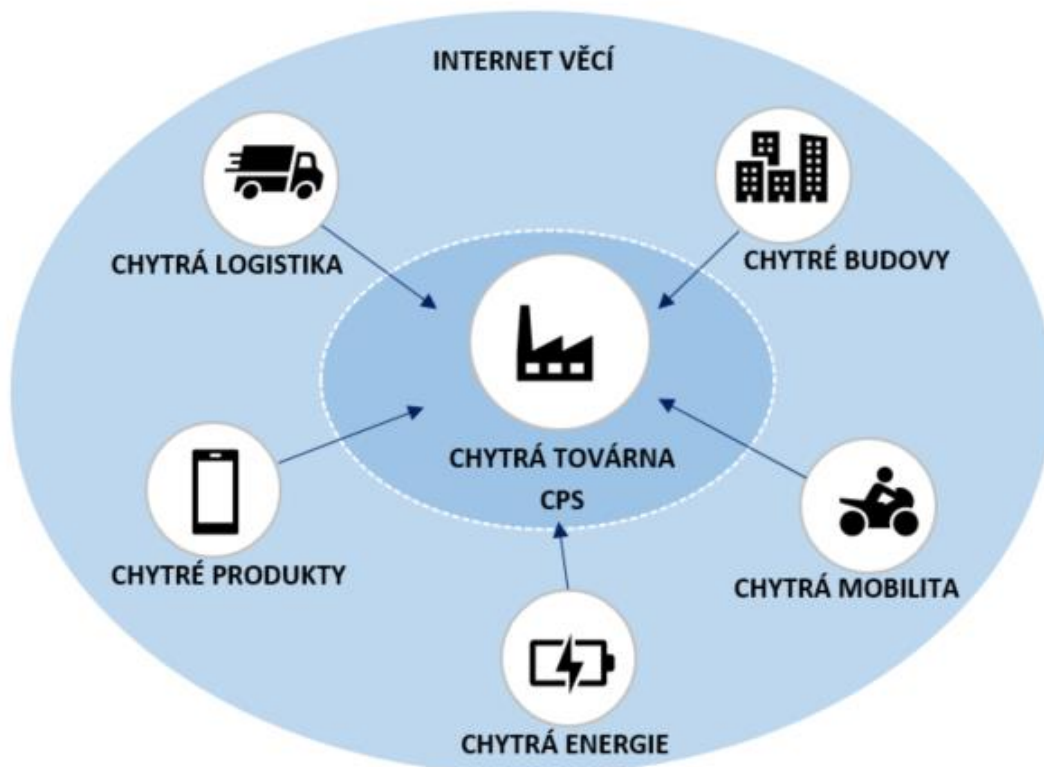
Nyní se stále se vyvíjející dobou dochází k dalšímu vývoji v oblasti průmyslu. Třetí průmyslová revoluce pomalu přechází do dalšího období. To lze označit jako čtvrtou průmyslovou revoluci. S názvem revoluce však mnoho odborníků nesouhlasí. Vhodnějším označením se jeví spíše pojem evoluce. Proces změn potrvá ještě mnoho let. Tato nová etapa též ve světě nazývaná jako Industry 4.0 nebo případně v českém prostředí jako Průmysl 4.0 – pojem obecně spojený s integrací umělé inteligence, robotů a digitálních řešení do výrobních procesů. Avšak přesah průmyslu 4.0 je výrazně širší. Nejedná se pouze o soubor pravidel pro výrobu, tento termín představuje novou filozofii, která přináší kompletní změnu dosud zavedených principů a zasahuje napříč mnoha oblastmi od vzdělávacích systémů až po bezpečnost se zaměřením na oblast výroby. Z výše uvedených označení bude dále v této práci pracováno s označením Průmysl 4.0.

Hlavní myšlenkou Průmyslu 4.0 je podpora digitalizace a automatizace výroby, tedy propojení virtuálního a fyzického světa. Kdy primární vizí je vytvořit tzv. „chytré továrny“, kde budou jednoduché a stále se opakující činnosti převzaty kyberneticko-fyzickými systémy tzv. v angličtině Cyber-Physical System (dále už jen CPS). CPS lze považovat za hlavní stavební kámen chytrých továren. Důležitá a strategická rozhodnutí však zůstanou v kompetenci lidí. V rámci chytrých továren dojde k úplné přeměně výroby. Automatizované jednotky budou propojeny a schopny vzájemné komunikace. Vznikne jednotné výrobní prostředí, které bude přesahovat hranice jednotlivých firem. v rámci tohoto prostředí budou sdíleny informace a jednotlivé vertikální výrobní procesy budou propojeny horizontálně pomocí integrace IT systému.

Opatření zavedená prostřednictvím Průmyslu 4.0 se projeví v mnoha oblastech. Dojde k úspoře času i peněz, úbytku monotónních činností a zvýšení efektivity. Firmy se stanou flexibilnějšími a konkurenceschopnějšími. Výrobní systémy budou schopny mnohem pružněji reagovat na aktuální situaci poptávky a budou snáze optimalizovány. Zavádění nových technologií souvisí i se vznikem nových pracovních pozic náročných jednak na znalost konkrétního systému, tak na komplexní propojování všech procesů.

Chytré továrny dají vzniknout novým možnostem a cestám, jak získat přidanou hodnotu. Budou nastaveny nové vztahové vazby mezi všemi zainteresovanými stranami, tedy jak zákazníky, výrobou tak i dodavateli (Mařík, 2016). Součástí myšlenky chytrých továren je i změna komunikace mezi pracovníkem a strojem.

V chytrých továrnách budou také vznikat chytré produkty. Chytrý produkt je charakterizován jako dobře identifikovatelný, zná svou historii a aktuální stav. Celý koncept Průmyslu 4.0 by neměl být vnímán jako uzavřený systém. Jedná se spíše o jednu z několika částí, které dohromady vytváří celý hodnotový řetězec. Ten je propojen pomocí internetové infrastruktury tak, aby informace byly dostupné za hranice jednotlivých oblastí. Tyto souvislosti jsou vidět na schématu obrázku 2, kde střed schématu je tvořen chytrou továrnou, která se zakládá z CPS. Ta získává data z dalších částí hodnotového řetězce. Ten je tvořen z chytrých budov, logistiky a dalších oblastí. Tyto oblasti využívají moderní technologie k zvýšení své efektivity, usnadnění procesů či sběru dat. Všechny tyto části jsou společně propojeny pomocí internetu věcí a služeb (Bartodziej, 2017). Data jsou ve všech oblastech získávány v reálném čase. Na základě velkého množství dat dokážou jednotlivé části reagovat na aktuální změny. Změny a rozhodnutí probíhají jak v rámci dílčích segmentů, tak v celém systému.



Zdroj: (Ustundag, 2017)

**Obr. 2 Schéma koncepce Průmyslu 4.0**

### Hlavní znaky Průmyslu 4.0:

- Zcela automatizované a propojené výrobní linky se senzory zaznamenávající veškerá data nahrazují původní dílčí výrobní jednotky.
- Součástí výrobních procesů jsou horizontálně i vertikálně integrované IT systémy, které mají sloužit k propojení veškerých systémů.
- Virtuální návrhy produktů nahrazují fyzické prototypy.
- Výrobní procesy jsou dostatečně pružné, umožňují reagovat na individuální potřeby jednotlivých zákazníků a měnit tak objem produkce.
- Výrobní zařízení je schopné se samo nakonfigurovat podle parametrů vyhotovovaného produktu.
- Roboti a výrobní zařízení spolu komunikují v reálném čase, dokážou se tak rozhodovat na základě vstupních informací, to opět zvyšuje efektivitu a pružnost výrobního procesu. Nepotřebují stále ovládat a v reálném čase se přizpůsobují potřebám výroby.



- Dochází k zaznamenávání velkého množství dat z procesu, která jsou analyzována, následně vyhodnocována a dle získaných informací dochází k úpravě procesů tak, aby bylo zařízení využito maximálně efektivně.

### 1.2.1 Průmysl 4.0 v České republice

Cíl této podkapitoly je představit současnou situaci průmyslu v České republice ve spojitosti se zaváděním a budoucností Průmyslu 4.0. České prostředí je díky tradičně vysokému podílu průmyslové výroby mírně odlišné od okolních států s vyspělou ekonomikou. Je tedy třeba velice důležité sledovat jejich vývoj v oblasti automatizace a digitalizace, avšak česká cesta bude pravděpodobně úplně odlišná, tak jako tomu bylo při předchozích průmyslových revolucích. Nyní nesmí Česká republika promarnit příležitost udržet krok s ostatními vyspělými státy.

Vývoj průmyslu v České republice lze považovat za stabilně rostoucí, a to již od roku 2013, dokonce se růst v některých vybraných odvětví postupně zvyšuje. K těmto odvětvím patří např. automobilový průmysl, zpracování plastů nebo výroba elektrických zařízení. S tím souvisí i velký nárůst exportu v posledních letech. Mezi jednu z předních konkurenčních výhod České republiky patří její vysoká flexibilita. Tato výhoda pružné výroby je však vykoupena mnoha negativními dopady. Při výrobě menších objemů stoupá náročnost interních procesů, je také třeba držet větší skladové zásoby a výrobky jsou tak vyrobeny s vyššími náklady. Produkuje tak nižší zisk. Důsledkem tohoto negativního jevu je, že české firmy jsou méně ochotné investovat do rozvoje pokročilých technologií a spíše se snaží stabilizovat současný vyhovující stav. To, jakým způsobem a do jaké míry jsou ochotné české firmy zavádět prvky Průmyslu 4.0 lze rozdělit z několika dílčích hledisek, která jsou uvedena níže (Mařík, 2016):

#### **Vlastnická struktura**

**a) Společnost je součástí nadnárodní korporace** – Nadnárodní korporát může být jak motorem pro rozvoj nových technologií, tak zároveň brzdou. To však už záleží na konkrétní společnosti. Ty se většinou snaží mít minimálně podobný přístup ve všechny odnožích svého rozsahu. Šíří tedy ve většině případů vizi inovací napříč společnostmi, avšak rozdílem v jednotlivých odnožích je způsob financování. Ty mají velmi často odlišné finanční možnosti. Od toho se poté vyvíjí konkrétní možnosti, které daná odnož má. Potřeba inovace a zlepšování je též spojena s konkrétním

místem, které zaujímá odnož v hodnotovém řetězci celého korporátního útvaru. České součásti korporací se snaží velmi úspěšně o inovace v rámci Průmyslu 4.0, avšak to, že by se stala Česká republika tahounem a vzorem pro ostatní zahraniční části korporace není v současnosti příliš přípustné.

**b) Česká společnost je vlastněná zahraniční skupinou** – Společnosti, které mají tento typ struktury, mají také velmi často měnící se management. Tento hlavní fakt má dopad na strategické řízení společnosti. Ta je velmi často vedena především k naplňování ekonomických ukazatelů. Směřování k Průmyslu 4.0 není prioritou. Dalším důvodem je i zdroj financování, na který jsou velmi často využívány externí zdroje financí v podobě dotací a jiných podpůrných programů, neboť interní finanční zdroje tento typ společností využívají spíše k rozvíjení ekonomických vztahů tedy pro oddělení nákupu, prodeje či marketingu.

**c) Česká firma vlastněná vrcholovým managementem** – Do této kategorie patří především malé a střední podniky, které dodávají do velkých korporátních společností, ty se nacházejí v České republice i zahraničí. Vedení těchto společností je strategicky orientované a ve spojení s vlastníky plánují i investice do inovací. Avšak velmi často jim schází informace o aktuálních trendech a čerpají informace především ze strany svých odběratelů.

### **Postavení v rámci průmyslové produkce**

To, do jaké míry bude v dané oblasti společnost ochotna zavádět prvky Průmyslu 4.0 záleží i na postavení daného segmentu v rámci daného řetězce konkrétní společnosti. Nejčastějšími segmenty zastoupenými v rámci společností v České republice jsou finální produkty, mezi které patří například automobily, sklářské výrobky, léčiva, software a další. Druhou kategorií jsou polotovary a součástky – sem patří například součástky do automobilů či elektronické komponenty. Mezi další kategorie patří součásti investičních celků jako jsou například kompletní části výrobních linek. Neopomenutelným stále se rozvíjejícím segmentem je kybernetické zabezpečení. V České republice je možné nalézt hned několik firem, které patří mezi špičky softwarového zabezpečení. Jedná se o jednu z významných oblastí, kde má Česká republika možnost vyniknout a stát se světovým lídrem.

## **Způsob řízení výroby**

To, jakým způsobem je výroba řízena je spojeno s podnikovou strukturou. Další významný dopad do formy řízení má produkt, na který se daná výroba specializuje. V České republice je rozšířeno mnoho způsobů řízení výroby od jednodušších kanbanových systémů nazývaný jako „velínový“ až po složité mapování hodnotových toků. Každý způsob je v jiné míře skloubený s nasazením Průmyslu 4.0. Ne všechny však vyhovují hromadnému propojování, které právě Průmysl 4.0 přináší.

## **Motivace začít s Průmyslem 4.0**

V českém prostředí je velmi časté, že vedení podniků nemá dostatečné informace o Průmyslu 4.0. Zavedení alespoň některých prvků z této oblasti do konkrétní společnosti patří mezi strategická rozhodnutí, která budou mít pro společnost dopad v následujících letech. Mezi hlavní motivy, proč by společnosti měly investovat do inovací patří nejen zvýšení produktivity, ale moderní technologie mohou pomoci vyřešit i personální otázky. V posledních letech je nedostatek pracovníků jak na manuální pozice, tak i do oblasti rutinní podnikové administrativy. Na druhé straně je zde i mimo motivaci i tlak, který přichází jednak ze strany obchodních partnerů, ze strany dodavatelů, tak i odběratelů. S tím související i stále se zpřísňující legislativní opatření v enviromentální oblasti, a také nároky na bezpečnost a ochranu zdraví v práci. V neposlední řadě chtějí společnosti držet krok s konkurencí.

## **Způsob řízení údržby zařízení**

Oblast údržby strojů skrývá velký potenciál pro využití prvků z oblasti Průmyslu 4.0. V České republice se nachází úroveň údržby na různých úrovních. Avšak stále se ještě zaměřuje pouze na udržení veškerého majetku v provozuschopném stavu a nebývá součástí strategických firemních plánů. To vede k neefektivnímu užívání zdrojů. České firmy tedy používají k diagnostice závad a plánování preventivní údržby vyspělé technologie, nepoužívají je však v širším kontextu celého plánu údržby. Novým trendem v této oblasti je především získávání analytických dat z čidel a systémů. Následně na jejich základě jsou ve spojení s různými parametry a proměnnými vytvářeny modelové situace. Ty dokážou předpovědět pokles výkonu nebo výpadek zařízení dříve, než reálně nastane.

Hlavní myšlenkou filozofie údržby v Průmyslu 4.0 je na základě analytických dat zvýšit provozuschopnost zařízení a snížit náklady na údržbu. Aby tento přístup mohl být uplatněn, je třeba zavést do procesu vhodné analytické nástroje, které budou uživatelsky jednoduché. Následně pak vyškolit pracovníky údržby k jejich používání. Tak aby na základě získaných dat byli schopni provést vyhodnocení stavu zařízení. Jednou z překážek stěžující nasazení tohoto procesu je zastaralá legislativa v České republice, která není pružná a drží se pevně stanovené revizní lhůty.

### **Budoucí vývoj a směr**

To, jaký bude cílový stav Průmyslu 4.0 v České republice je v současnosti velmi obtížné definovat. Celý koncept průmyslu 4.0 je velice různorodý s očekávaným vývojem v čase. Proto je třeba zaměřit se na transformaci vývoje směrem k digitalizaci. Postupně tímto směrem začít přesouvat hodnotové řetězce společností, které v tomto kyberprostoru budou tvořeny, šířeny i řízeny. Se vznikem nového přístupu je očekávána i změna ekonomické architektury podniků, kdy dojde k prolomení politických hranic a posun na celosvětovou úroveň.

Vzhledem k progresivnímu vývoji digitálních technologií půjde tento trend společně i s procesy, ve kterých budou tyto technologie zapojeny. Cílové stavy budou pro konkrétní subjekty velmi specifické a v čase měnící. Bude tedy lepší v případě českých podniků spíše označení cílové cesty než cíle samotného, kterého by společnosti měly dosáhnout.

Vize a principy Průmyslu 4.0 budou zařazeny do strategických plánů společnosti jako jejich nedílná součást. Dojde ke vzniku specializovaných pozic, které budou propojovat technické, počítačové i manuální nároky na kvalifikaci. Ve výrobě se bude vyskytovat vyšší procento autonomně fungujících robotů. To vše se bude propisovat do produktů samotných a rozvoje zákaznických vztahů (Adam, 2017).

Čtvrtá průmyslová revoluce však nebude mít dopad v rámci českých podniků jen na oblast výroby. Je očekáváno stále hlubší prolínání sekundární a terciární sféry, tedy propojení výroby a služeb. Kdy služby budou představovat oblast primárního kontaktu se zákazníkem, za kterým bude následovat požadavek. Ten bude nutné materializovat prostřednictvím výrobního sektoru. Dříve pevně spjatou předsériovou výrobu bude možné zcela separovat od hlavní sériové části. Díky virtuálním prototypům, které budou představovat spíše formu služby v podobě grafických

návrhů, bude možno vytvořit nespočet předseriových kusů. Samotná fyzická výroba bude moci být lokalizována na druhém konci zeměkoule.

Podobný přístup bude využit i po dokončení finální produkce, kdy její servis bude zajišťován na dálku pomocí diagnostických nástrojů, které se dokážou do zařízení připojit. Zvýší se podíl zapojení prediktivních, která budou založena na dlouhodobém sběru dat z čidel přímo v konkrétních zařízeních a následném vyhodnocení (Mařík, 2016). Extrémní závěry předpovídají až nadřazenost virtuální složky v oblasti služeb nad tou materiální.

### **1.3 Koncept Průmyslu 4.0 v kontextu štihlé výroby**

Tato podkapitola se zabývá propojením myšlenky štihlé výroby s moderními systémy, které přináší Průmysl 4.0. Zavedení průmyslu 4.0 v konceptu filozofie štihlé výroby představuje využití štihlých výrobních principů za použití moderních technologií (Chromajaková, 2017). Hlavní myšlenka tedy zůstává stejná, avšak je podpořená digitálními systémy. Konkrétní metoda štihlé výroby může být zavedena do výrobního procesu například prostřednictvím softwaru, avšak z obsahového hlediska zůstává nezměněna. Níže jsou popsány tradiční metody využívané již dříve v rámci štihlé výroby, jsou však doplněny o prvky inovativních řešení pocházejících z koncepce Průmyslu 4.0.

**JIT 4.0** – V rámci Průmyslu 4.0 je stále zachována hlavní myšlenka štihlého JIT, ale je doplněna o digitální podporu. To znamená, že dochází k propojení procesu materiálového toku JIT s počítačovým systémem. Systém vyrovnává a upravuje hodnoty materiálu v toku na základě dat získaných pomocí technologií Průmyslu 4.0 v reálném čase. Myšlenka digitalizace metody JIT přišla z oblasti automotive, kde se snažili dosáhnout větší efektivity tohoto systému. Základem pro plynulost systému se staly tzv. RFID. RFID představuje zkratku pro pojem z angličtiny Radio Frequency Identification, česky poté identifikace radiové frekvence. Tato technologie představuje zdroj dat pro sledování materiálových toků. Zjednodušeně lze jednu z více funkcí této technologie vysvětlit jako bezkontaktní komunikaci na krátkou vzdálenost mezi čipem a čtečkou. Jedná se o nástupce čárového kódu. Ke čtení zapsaných dat tedy již nejsou používány optické snímače čárových kódů, ale přenos probíhá prostřednictvím radiových vln. Čip je tedy například umístěn na konkrétním balení materiálu a díky průchodu přes čtečky, lze získat data o jeho

pohybu. Hlavní výhodou této technologie oproti běžnému čárovému kódu je především to, že RFID nevyžaduje přímou viditelnost čipu pro jeho přečtení (Smartec, 2020). Čtení RFID je obecně rychlejší, spolehlivější a realizovatelné i ve stížených podmínkách. Modernizace systému JIT je velmi úzce spojena s dalším nástrojem štíhlé výroby, který je popsán v následujícím odstavci.

**Kanban 4.0** - Právě kanbanový systém byl velmi ovlivněn nástupem digitalizace. Dochází zde k upouštění od manuálního řízení systému zásob a přechází se na plně automatizovaný proces. v něm je zahrnuto i plánování a rozvrhování výroby. Je možné se setkat s novými označeními jako je například elektronický Kanban, Kanban 4.0 nebo E-Kanban, kdy tyto názvy představují upuštění od papírové podoby karet a přechod do digitálního systému, který přináší mnoho výhod oproti jeho papírové verzi. Kanban 4.0 představuje elektronický systém, jehož součástí jsou signalizační systémy jako je například RFID, který již byl zmíněn v odstavci o JIS. Systém opět sleduje jednotlivé materiálové toky a příslušné výrobní zařízení, aby mohl poskytnout velké množství dat v reálném čase. Systém je celkově pružnější a je zbaven chyb, které vznikaly vlivem správy kanbanových karet. Data z Kanbanu 4.0 můžou sloužit jako zdroj pro podnikové informační plánovací systémy tzv. ERP neboli Enterprise Resource Planning, které slouží pro nejrůznější správu dodavatelských řetězců. Ať už se jedná o objednávky či evidenci zásob (Chromajaková, 2017). V ideálním případě jsou tedy data z Kanbanu 4.0 propojována s údaji o objednávkách a celý systém dokáže automaticky reagovat, tak aby byla zachována maximální plynulost procesu.

**TPM 4.0** - Průmysl 4.0 sebou přináší technologické novinky, které nacházejí uplatnění právě v oblasti TPM. Je tak možné pomocí moderních zařízení procesy realizované v rámci TPM urychlit a zvýšit jejich efektivitu. Součástí TPM je autonomní údržba, jejíž hlavní myšlenkou je přenést část drobných úkonů spojených s chodem stroje na pracovníky, kteří s ním běžně pracují. Právě díky dennímu kontaktu se zařízením dokážou tito pracovníci zachytit abnormalitu jako první. Avšak stále jsou tak kladeny jisté nároky na pracovníky. Průmysl 4.0 přináší lepší monitorování procesu, vyšší automatizaci a přehlednější výstup dat na základě kterého je kroky pro TPM mnohem snazší navrhnout. Klesá závislost na znalost konkrétního pracovníka a přípustné jsou i větší rotace.

Další významnou součástí TPM je preventivní údržba, která má za úkol předejít závadě ještě dříve, než nastane. Díky získaným datům v rámci digitalizace je možné úkony lépe plánovat a opět lépe zaznamenávat dlouhodobé chování stroje. Pro provádění samotné údržby ať už té preventivní tak v případě závady lze za pomoci Průmyslu 4.0 využít rozšířenou realitu v podobě brýlí či tabletu. Odbornému pracovníkovi, který běžně v místě provozu zařízení nepracuje, může pomoci rozšířená realita s rychlou orientací v novém prostředí. Kdy například pomocí navigačních šipek ho dovede k místu opravy. Další možností, jak využít rozšířenou realitu je pak samotný úkon. Podívá-li se pracovník na výrobní zařízení prostřednictvím například tabletu, mohou být vyznačena místa, které je potřeba v rámci preventivní údržby zkontrolovat. Další možností je, že pracovník prostřednictvím rozšířené reality vidí přímo úkony, které má na zařízení provádět. Lze si to představit jako pohyblivý návod v reálném prostředí. V návaznosti na to pracovníci pomocí chytrých zařízení dokážou nosit u sebe velké množství návodů a zároveň některá chytrá zařízení díky vyspělým aplikacím dokážou nahradit některé složité diagnostické nástroje. Obrázek 3 zobrazuje, co může vidět pověřený pracovník, který použije rozšířenou realitu k řešení údržby.



Zdroj: (Coon, 2018)

**Obr. 3 Využití rozšířené reality pro TPM**

Rozšířená realita má ještě v rámci TPM jedno zajímavé uplatnění. Jedná se o oblast vzdělávání a tréninku pracovníků. Díky rozšířené realitě přichází doslova revoluce ve školení pracovníků. Ti mají možnost si v simulovaném prostředí vyzkoušet a prohlédnout situace, které je pak čekají v reálném provozu. Příkladem může být například oprava a programování robotů ve výrobním procesu. Zkoušet tyto úkony v reálném provozu je jednak problémem z hlediska odstávky zařízení, které je běžně plně vytížené a za druhé v případě neodborné manipulace může dojít k nevratnému poškození tohoto zařízení. To by představovalo finanční zatížení, a především neplánovanou odstávku stroje, to si výrobní společnosti nemohou dovolit. Právě proto je výhodné si celý proces vyzkoušet bez možných materiálních ztrát.

Celkově nástroje Průmyslu 4.0 pomáhají procesy TPM urychlit a zefektivnit. Je možné najít ještě další části TPM, kde má Průmysl 4.0 pozitivní dopad. Díky rozsáhlému sběru dat vzniká dostatečná databáze pro přesnější vyhodnocování stavu strojů. Je tak možné TPM lépe a cíleně plánovat a eliminovat tak rizika vzniku neočekávaných poruch. To vše má dopady i na snížení nákladů.

Ačkoliv Průmysl 4.0 přináší velký počet vyspělých technologií a digitálních zařízení. Existují stále oblasti, kde je z určitých důvodů výhodnější digitální prvky vypustit a nevyužívat je.

#### **1.4 Stanovení klíčových ukazatelů výkonnosti pro efektivní řízení, organizování a plánování výrobních a logistických procesů**

Proč by se společnosti měly zabývat otázkou implementace inovativních řešení, bylo již zmíněno v předchozích podkapitolách. Rozhodnou-li se však společnosti pro něco takového, musí být schopny ověřit jaké přínosy a změny zavádění nových opatření přineslo. Pro zodpovězení této otázky existuje velký počet různých metodik, kdy každá z nich je vhodná pro jiné odvětví. V následující části této podkapitoly je představena jedna z nich. Cílem této podkapitoly je představit metodu KPI neboli Klíčových ukazatelů výkonnosti, která je následně použita v analytické části této práce pro porovnání původního stavu oproti stavu novému. Nový stav představuje situaci, kdy na místa identifikovaných nedostatků byla aplikována navržená opatření pro zlepšení.

Klíčové ukazatele výkonnosti dále již označovány zkratkou KPI, která pochází z anglického Key Performance Indicator představují metriku či indikátor výkonnosti



konkrétního procesu, služby, oddělení nebo celé společnosti. Výkonnost je vyjádřena ve smyslu hospodárnosti, efektivity či kvality. Jedná se o měřitelnou hodnotu, která má za úkol pomoci společnostem dosáhnout nastavených cílů prostřednictvím měření a sledování jejich plnění. Obecně řečeno KPI odpovídá na otázku, zdali se stav k cíli blíží či nikoliv a zároveň je možné vidět, kolik již bylo uděláno a kolik ještě udělat zbývá.

KPI nachází využití v mnoha oblastech příkladem může být návštěvnost webových stránek v personalistice či monitorování dodavatelských služeb v oblasti facility managementu. KPI lze použít i k měření výkonnosti zaměstnanců. Všechna měření mají společný cíl, a to za pomoci získaných výsledků identifikovat slabá místa procesu. Důležitým aspektem používání KPI je jeho vhodná definice, neboť podniky často v začátcích stanovování KPI přejímají kritéria od jiných společností, které v některých případech bývají i oborově jinak orientovány. Ukazatele jsou následně nefunkční a požadovaný výsledek se nedostaví. KPI často bývají součástí strategického řízení společnosti, a proto musí být jejich definici věnována zvýšená pozornost. KPI by obecně mělo být stručné, jasné a vystihující důležitou informaci, která je vztažena ke konkrétnímu procesu, službě či společnosti. Pro jeho správné stanovení je třeba znát cíl, kterého má být dosaženo (Marr, 2014). Ke stanovení kritérií KPI může být přistupováno různými způsoby, avšak dobře stanovený cíl je základem. To, jak správně stanovit cíl je popsáno v různých metodikách. Velmi často používanou je technika SMART.

### **SMART kritéria**

Jednou z možností, jak nastavit kritéria KPI správně představuje metoda SMART, Ta má za úkol pomoci jasně definovat cíl, kterého má být dosaženo a tím i kritéria pro KPI. Zkratka SMART představuje slova z angličtiny, kdy jednotlivá písmena představují výrazy níže (Wagnerová, 2008):

- **S (Specific)** – Česky též konkrétní, jednoduchý, specifický – Pokud má být úkol dobře splněn je třeba, aby jeho zadání bylo jasné a jednoduché, tak aby mu bylo dobře porozuměno, to samé platí i pro cíl. Pokud by se mělo jednat o složitější úkol, je lepší ho rozdělit do více menších částí. Každý úkol by měl přiřazenou svou zodpovědnou osobu tzv. řešitele. Je třeba porozumění obou stran věnovat

zvýšenou pozornost, neboť nepochopení může vést k nesplnění úkolu a dosažení požadovaných kritérií.

- **M (Measurable)** – Představuje slovo měřitelný. To znamená, že dosažení cíle potažmo KPI bude jasně definováno v měřitelných jednotkách. Měřitelnou jednotkou mohou být peníze, počet chyb či počet kusů.
- **A (Achievable)** – Česky označováno jako dosažitelný. Tím je myšleno, že pro řešitele je úkol splnitelný nebo dané kritérium dosažitelné. Řešitel má možnost využít veškeré zdroje, které pro splnění úkolu potřebuje.
- **R (Relevant)** – Relevantní tedy odpovídající záměrům. To znamená, že dané kritérium nebo cíl vychází z oblasti, kterou se daný úkol zabývá. Souvisí s vybraným tématem.
- **T (Timely)** – Termínovaný nebo též datem ohraničený, jedná se o jeden z klíčových parametrů. Na základě finálního data jsou plánovány veškeré aktivity související se splněním daného kritéria či cíle. Cíl bez termínu představuje potenciální problém.

V současnosti bývá tato základní technika rozšířena o další dvě písmenka, výsledkem je pak zkratka SMARTER neboli chytřejší. Písmenko E představuje slovo Evaluation a Reevaluation obě tato slovíčka představují proces kontroly. Jejich přidáním tedy není zavedena pouze jednorázová kontrola, ale i její pravidelné opakování a s tím spojené vyhodnocování procesu. Tím že se provede proces kontroly znovu a zpětně je možné zjistit proč nebylo cíle dosaženo a poučit se z toho. Cíl byl například nastaven příliš nízko nebo naopak příliš vysoko.

**Pro samotné stanovování KPI může být použit i vlastní postup. Například kdy je pro nastavení KPI použit seznam otázek, jichž zodpovězení definuje, čeho má být dosaženo. Neopomenutelným aspektem sestavování funkčního KPI je jeho správná komunikace (Wagner, 2009). KPI, o kterém nikdo neví nebo mu nikdo nerozumí, nebude fungovat. Pokud špatná komunikace hodnot KPI způsobí nesplnění cíle, má to negativní dopady na atmosféru ve společnosti. Zaměstnanci se cítí demotivovaní a nevidí směr směřování společnosti. Krom toho, že je třeba aby se KPI šířilo napříč společnostmi, je třeba ho šířit správně. Tedy nejen jaké jsou jeho hodnoty a parametry, ale také proč je důležité jich dosáhnout. Pokud budou zaměstnanci KPI vnímat jen jako čísla na obrazovce ve výrobní hale, těžko budou svým proaktivním přístupem dosahovat maxima.**

## **2 Analýza současného stavu ve výrobní společnosti ŠKODA AUTO a.s.**

Obsahem této kapitoly jsou nejprve obecné informace o společnosti ŠA, kdy ekonomická data vycházejí především z výroční zprávy. Následně je zde popsán aktuální stav průmyslu 4.0 ve ŠA a uvedeny příklady již využívaných technologií. Na tuto část navazuje charakteristika a základní informace o hale M13, v rámci které byla zpracována tato práce. Závěrem této kapitoly jsou identifikovány problematická místa na hale M13, která mají potenciál pro zlepšení pomocí zavedení inovativní opatření.

### **2.1 Aktuální stav inovativních trendů ve společnost ŠKODA AUTO a.s.**

Společnost ŠA patří mezi významné hráče na trhu s automobily. Taktéž se řadí mezi nejstarší výrobce automobilů z celého světa. Minulost značky sahá až do roku 1895, se kterým se pojí známá jména automobilové historie. Václav Laurin a Václav Klement, právě oni dali vzniknout gigantu, který zná dnes celý svět. Značka si vybudovala silné domácí zázemí na českém trhu a díky spojení s koncernem Volkswagen se stala taktéž mezinárodně uznávanou. Dnes působí na více než sto trzích po celém světě.

ŠA lze zařadit k významným článkům ekonomiky v našem státě. v roce 2019 ŠA zaměstnávala více než 34 800 zaměstnanců. v České republice je možné najít tři výrobní závody. První z nich se nachází v Mladé Boleslavi, další pak ve Vrchlabí a třetí v Kvasinách. Díky koncernovému propojení nevyrábí značka ŠA své vozy pouze v České republice, ale i v dalších koncernových závodech po celém světě například tedy v Číně či Rusku. Hlavní činností společnosti je vývoj, výroba a prodej automobilů a s tím spojených komponentů a příslušenství. Společnost se nyní drží stanovené strategie 2025, která je detailněji specifikována níže. ŠA chce být svým zákazníkům silným partnerem v otázkách mobility a digitálních služeb. Cílí tedy stále více na rozvoj elektromobility a digitalizace. Tato skutečnost se nově v tomto roce odrazila plně i v produktovém portfoliu společnosti a v roce 2020 bylo představeno nové plně elektrické SUV s názvem ENYAQ. Tím však inovace nekončí. Důraz je kladen na dlouhodobí pozitivní dopad na životní prostředí a snižování vyprodukovaných emisí. ŠA se snaží svůj inovativní přístup rozvíjet i

v ostatních státech jako je například Čína či Indie. I v těchto oblastech spouští své projekty v oblasti Průmyslu 4.0.

Společnost v roce 2020 oslavila celkem 125 let své existence. V produktovém portfoliu značky se nyní vyskytuje 8 modelových řad, kdy neopomenutelným zástupcem je již zmiňovaný plně elektricky poháněný ENYAQ (ŠKODA AUTO, 2019).

Na základě dostupných údajů z výroční zprávy 2019 byla vytvořena shrnující tabulka 1 umístěná níže, představující ekonomické výsledky ŠA za posledních pět let, tedy v období od 2015-2019. Z tabulky je patrné, že použité ukazatele se vyvíjí pozitivně. Jsou-li porovnány výsledky v jednotlivých letech v dané kategorii, lze říct že meziročně rostou. Společnost již několik let po sobě vyrobí celosvětově více než milion vozů za rok, jinak tomu není ani ve sledovaném období. Nárůst lze pozorovat i v počtu vyrobených aut v České republice tato hodnota v roce 2019 překonala číslo 900 000 vozů za rok. Drobný pokles je možná je možné vidět v celosvětových prodeích vozů v roce 2019, kdy bylo prodáno o 10 974 vozů méně než v předchozím roce. Avšak tržby společnosti rok od roku významně rostou, a to v roce 2019 dokonce o více než 10 %. V posledních letech každý rok stoupá i čistý zisk, který v roce 2019 překonal další pomyslnou hranici 30 mld. Kč a dosáhl tak necelých 32 mld. Kč. Zajímavý ukazatel představují i investice, které se od roku zvyšují, to souvisí s rozvojem používaných technologií, proto tato částka v posledních letech rapidně stoupá.

**Tab. 1 Shrnutí ekonomických výsledků ŠA v letech 2015–2019**

	2015	2016	2017	2018	2019
<b>Počet vyrobených vozů (ČR)</b>	736 977	765 171	858 103	886 103	907 942
<b>Počet prodaných vozů (celosvětově)</b>	1 055 501	1 126 477	1 200 535	1 253 741	1 242 767
<b>Tržby (v mil. Kč)</b>	314 897	347 987	407 400	416 695	459 122
<b>Investice (v mil. Kč)</b>	15 857	14 652	18 885	22 574	32 105
<b>Provozní výsledek (v mil. Kč)</b>	35 154	30 892	40 531	33 840	37 220
<b>Zisk po zdanění (v mil. Kč)</b>	30 816	25 163	31 841	28 892	31 689

Zdroj: (ŠKODA AUTO, 2019)

Ve stejné duchu, ve které se snaží společnost ŠA zavádět chytré prvky do svých automobilů, aplikuje takové prvky i do svých výrobních závodů, kde vozy vyrábí. Tyto inovativní vychytávky patří především do sekce Průmyslu 4.0 a jak ukazují výše uvedené hodnoty investic, ŠA modernizaci plně podporuje.

Toto strategické směřování bylo označeno jako „Strategie 2025“ a poprvé veřejně publikováno ve výroční zprávě z roku 2015. Strategie 2025 se zabývá obdobím 2015–2025, kdy ŠA očekává zásadní dopady trendů do oblasti automobilového průmyslu. Jedná se nejen o výzvy v oblasti Průmyslu 4.0, ale také o změny v chování zákazníků, vyšší požadavky na ochranu životního prostředí či stále rostoucí konkurence. Strategie 2025 koresponduje se směřováním celého koncernu VW a chce se na tyto změny připravit.

Mezi hlavní výzvy, kterým společnost čelí patří především digitální transformace, kam patří využití umělé inteligence a celková online propojitelnost. Další výzvu tvoří změna produktového portfolia a jeho elektrifikace s pozitivním dopadem na životní prostředí. Ve spojení s dalšími prvky by ŠA měla patřit k významným poskytovatelům služeb moderní mobility (Interní materiály ŠKODA AUTO, a.s.). V následující části této podkapitoly jsou uvedeny některé příklady inovativních řešení a nových technologií, které se v ŠA používají.

### **Automatický sklad AKL**

Jedná se o automatizovanou formu skladu pro díly menších rozměrů. Označovaného též zkratkou AKL, která pochází z německého plného názvu Automatisches Kleinteilelager. Tento druh skladu byl nejprve v roce 2017 zaveden v Kvasinském výrobním závodě a nyní je možné ho nalézt i v hlavním výrobním závodě v Mladé Boleslavi. Oba tyto sklady využívají stejnou technologii, avšak sklad v Mladé Boleslavi nabízí větší skladovací prostory a celkově vyšší výdejní kapacitu. To, jak sklad vypadá, zobrazuje obrázek 4 umístěný níže.

V rámci AKL jsou uplatňovány principy štíhlé výroby, kdy přepravky jsou na konci linky vychystávány do sekvencí v režimu just in sequence a následně putují k montážní lince. Celkově by měla být robotická ramena schopna zaskladnit a vychystat až 580 malých přepravek tzv. KLT (Kleinladungsträger) za hodinu.



Zdroj: (Novotný, 2018)

***Obr. 4 Automatický sklad AKL ve společnosti ŠKODA AUTO, a.s.***

Vše začíná doručením dílů od dodavatele, které jsou uloženy na transportní paletě v KLT přepravkách. Na přepravkách je umístěn štítek s čárovým kódem, díky kterému je KLT rozeznáno a následně přemístěno na dopravník. Z dopravníku si KLT přebírá tzv. zakladač, který dokáže najednou přemístit až 6 přepravek. Ty jsou takto uloženy do regálu.

Hlavní mozek AKL tvoří řídicí skladový systém tzv. WMS (Warehouse Management System). Právě ten rozhoduje o tom, kam budou konkrétní KLT s díly zaskladněny a v jakém pořadí. Celý systém fungování automatického skladu je integrován v rámci dalších logistických procesů až po výrobní linku. Vychystané přepravky si tak může odebírat například bezpilotní vozík FTS (Novotný, 2018).

**Kooperující robot**

Spolupracující robot s člověkem neboli Kobot je nyní používán v rámci ŠA v závodě ve Vrchlabí, kde pomáhá pracovníkům při výrobě převodovek. Konkrétně se jedná o operaci týkající se zakládání pístu řízení. Robot od společnosti KUKA se vyznačuje vysokou citlivostí a nízkou hmotností. Váží pouhých 23,9 kg.

Tyto a další vlastnosti v kombinaci s bezpečnostními čidly umožňují Kobotovi úzký kontakt s člověkem. Na prvním místě je zajištění zdraví a bezpečí spolupracujícího pracovníka. Kobot není umístěn v ochranné kleci, tak jako jiní běžně používaní roboti, to souvisí právě i s jeho hmotností.

### **3D tisk**

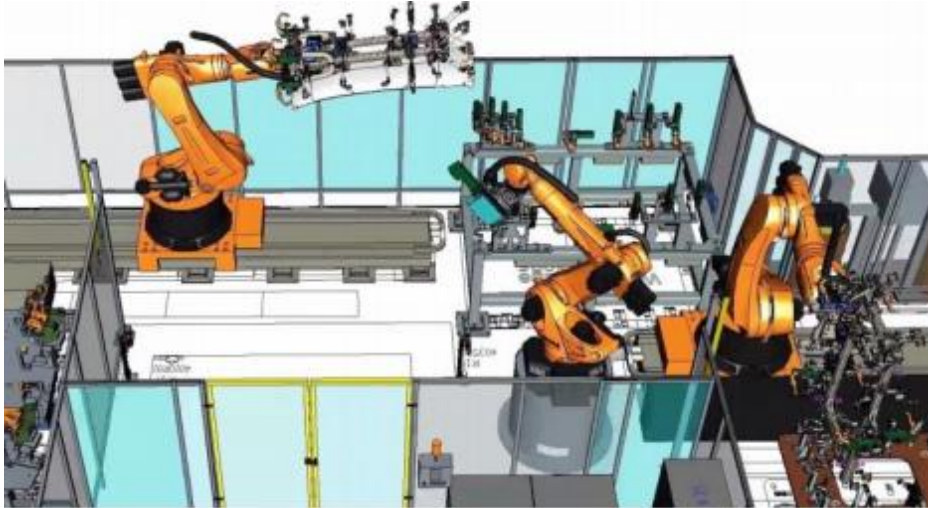
Technologie 3D tisku se používá ve ŠA například k výrobě prototypových dílů, kdy za použití 3D tisku je možné vytvořit přesný fyzický díl. Takový díl pak doplňuje designovou představu o tvaru či umožňuje reálnou zástavbovou zkoušku, při které je vytištěný díl namontován přímo na vůz. Pro 3D tisk se využívají různé materiály. v současné době se nejedná pouze o termoplasty, ale je možné tisknout i z vybraných kovů. Metalický 3D tisk se používá například opět při výrobě prototypů, kde není ekonomicky rentabilní nakupovat speciální náradí. V tomto případě je možné díl nahradit vytištěnou variantou. Další využití nachází 3D tisk například pro technický vývoj či motosport. Pro sériové využití je však v současnosti 3D tisk příliš nákladný. (Interní materiály ŠKODA AUTO, a.s., 2021)

### **Virtuální realita**

V současnosti je virtuální realita využívána pro zaškolování nových zaměstnanců, v technickém vývoji či v rámci oddělení prodeje. V oblasti zaškolování našla virtuální realita místo především pro pozice, kde běžné zaškolení v místě fyzického pracovišti není možné.

Jedná se například o místa, kde by proces zaškolování omezil výkonost pracoviště, nebo tam kde by počáteční chyby nového pracovníka mohly představovat veliké škody. Příkladem může být například programování robotů. Zaškolování tak probíhá ve virtuálním prostředí. Počítačové simulace jsou rozšířeny o komponenty pro virtuální realitu. Nový zaměstnanec tak může prostřednictvím virtuálního obrazu vidět, kam se robot v rámci svého stanoviště pohybuje, může měřit vzdálenosti a může ovládat polohu robota. Nový zaměstnanec má tak na zaškolení dostatek času a nemusí být ve stresu ze strachu z poškození reálného robota. Oprava poškozeného robota by znamenala nejen vysoké náklady, ale i třeba absolutní odstávku daného pracoviště. To, jak vypadá prostředí simulace programování robota, představuje obrázek 5.





Zdroj: (Interní materiály ŠKODA AUTO, a.s., 2021)

***Obr. 5 Prostředí simulace ovládnání robota ve virtuální realitě***

V rámci technického vývoje je možné se setkat s využitím virtuální reality opět při výrobě prototypů, kdy jednou z fází vývoje je i virtuální model. Možnost zobrazení 3D prototypu ve virtuálním prostředí pomáhá s vizualizací designu a pomáhá vývojářům při konstrukci.

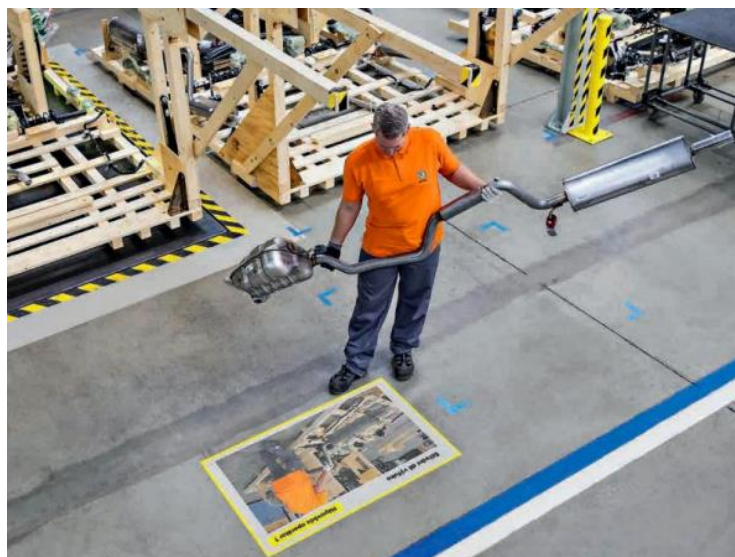
Virtuální realita přinesla i velkou revoluci v oblasti nákupu, vyzkoušet si ji na showroomech mohou přímo zákazníci. Svůj vysněný vůz si nakonfigurují v požadované barvě i výbavě v reálném čase ve virtuálním prostředí. Můžou si tak auto důkladně prohlédnout ze všech úhlů podobně jako reálný kus. Výhodu přináší využití moderních technologií i pro dealerství, které tak nemusí vystavovat tolik vozů a mohou tak lépe naplnit představy zákazníka.

**Rozšířená realita**

Jak již bylo popsáno detailněji výše v podkapitole 1.2 rozšířená realita přidává digitální prvky do reálného světa prostřednictvím brýlí, tabletu nebo projekce. V současné době jsou tyto technologie používány především v oblasti logistiky. Konkrétně se jedná o proces plnění palet, na kterých jsou baleny části vozu určené pro export. Tyto procesy se velmi často mění a je velmi obtížné je standardizovat. Proto se právě pro tento případ hodí metoda tzv. videomappingu, při které dochází k promítání obrazu na libovolný povrch. Zaměstnanec vidí tak pokyny k balení, kterými se má řídit, promítané například na podlaze či paletě. Součástí promítaného



obrazu není jen umístění baleného dílu v layoutu palety, ale i konkrétní instrukce, jak díl správně upevnit. Systém dokáže rozpoznat nevhodně umístěný díl a upozornit na něj. Toto řešení také slouží k eliminaci chybovosti. Další výhodou přináší, že již není nutné tisknout žádnou další balící instrukci a dochází tak k úspoře papíru. Na obrázku 6 je možné vidět, jak projekce vypadá.



Zdroj: (Interní materiály ŠKODA AUTO, a.s., 2021)

#### ***Obr. 6 Rozšířená realita – projekce balících instrukcí***

Proces balení probíhá tak, že je nejprve dovezena velká dřevěná paleta. Následně načte pracovník čárový kód na konkrétním dílu a je spuštěna projekce. Projekce osvětlí místo, kam má být díl umístěn a promítne doplňkové instrukce na podlahu.

#### **ProGlove**

Mezi další inovativní řešení používaná ve ŠA v oblasti logistického vychystávání materiálů v supermarketech patří tzv. ProGlove neboli chytrá rukavice. Cílem zavedení této rukavice bylo především usnadnit a urychlit vychystávací práce. Součástí rukavice je scanner kódů, který mají tak zaměstnanci logistiky umístěný přímo na vnější straně ruky. Zaměstnanec má tak obě ruce volné a nemusí držet klasickou kódovou čtečku. Načtení kódu je pak potvrzeno tlačítkem umístěným na ukazováčku rukavice. Jeli kód načten správně rukavice dá vědět vibrací nebo zvukem. Toto řešení celý proces urychlilo a zároveň velmi pozitivně přispělo i k ergonomii práce. Zaměstnancům se s takto integrovaným scannerem mnohem lépe pracuje. Kód je naskenován během přirozených pohybů ruky. Kód tedy může být načten jak vertikálně, tak horizontálně. Další výhodou tohoto řešení je i pokles

chyb. Rukavice dokáže jejího nositele informovat, zdali byl použit správný díl nebo zdali provedl všechny určené pracovní kroky správně (ŠKODA Storyboard, 2016).

### **Automatické přepravní systémy**

Bezpilotní vozíky FTS jsou dnes již ve velké míře běžně využívány v rámci toků interní logistiky. Vozíky mají vlastní pohon a jsou schopny zajistit manipulaci s díly či materiálem bez lidské obsluhy. To, do jaké míry jsou vozíky autonomní a jak moc se dokážou samostatně rozhodovat se však významně liší. Ve ŠA jsou nyní využívány vozíky s různou mírou autonomie. První autonomní vozík, který se dokáže orientovat v prostoru díky laserovému skenování okolí byl použit v roce 2016 v závodě Vrchlabí. Jednalo se tehdy o první vozík tohoto typu v celém koncernu. Právě vrchlabský závod se snaží využívat stále nová inovativní řešení a jít kupředu jako průkopník v oblasti Průmyslu 4.0. V roce 2020 bylo v rámci tohoto výrobního závodu spuštěno automatické objednávání dílů pro linku CNC včetně jejich dodání. Díly k linkám CNC dodávají autonomní vozíky (Interní materiály ŠKODA AUTO, a.s., 2021). Detailní informace o konkrétních používaných typech FTS budou uvedeny v 2.4 Analýza současného stavu.

## **2.2 Vymezení a charakteristika zkoumaného pracoviště**

Tato podkapitola vymezuje výrobní halu M13 v rámci, které byla zpracována tato diplomová práce. V práci jsou analyzovány především materiálové toky a logistické operace, které mají významný vliv na kapacitu výrobní linky.

Hlavní výrobní závod ŠA v České republice je umístěn uprostřed města Mladá Boleslav. Jehož součástí je i montážní linka umístěná v hale M13. Tato hala byla postavena v roce 1996. Tehdejší kapacita činila 300 vozů za den. První model montovaný v hale M13 byla OCTAVIA první generace (ŠKODA Storyboard, 2019).

Od jejího postavení kapacity haly M13 výrazně vzrostly. V současnosti v roce 2021 je schopna vyprodukovat až 1360 vozů za den. Takt hlavní montážní linky se pohybuje cca 57 sekund na vůz. Nyní jsou na výrobní lince společně vyráběny vozy na dvou platformách. Jedná se o platformy MQB a MEB. Na platformě MQB se jedná konkrétně o model OCTAVIA ve variantě limuzína a combi. Model Octavie je na této lince vyráběn nejen jako základní model basis, ale je zde možné najít i další varianty tohoto modelu jako jsou OCTAVIA RS, Scout či CNG. Nechybí ani hybridní varianta OCTAVIA PHEV. Dalším modelem na této platformě je pak menší z rodiny

SUV s názvem KAROQ. Na druhé platformě s označením MEB jsou ve výrobní hale vyráběny modely ENYAQ a ENYAQ COUPE.

Modely ENYAQ a ENYAQ COUPE představují zástupce automobilů poháněných čistě elektrickou energií. Elektrovozy s platformou MEB byly integrovány do výrobní linky během jejího provozu a jedná se o jedinou linku ŠA, která produkuje elektrovozy. Se zaváděním elektrické platformy bylo v hale také nutné významně rozšířit bezpečnostní a protipožární systémy. Zajímavostí této linky je produkce platformy MQB se spalovacím motorem společně s elektroplatformou MEB v rámci jediného toku. V jiných koncernových závodech mají pro elektrickou platformu vyčleněné separátní výrobní linky.

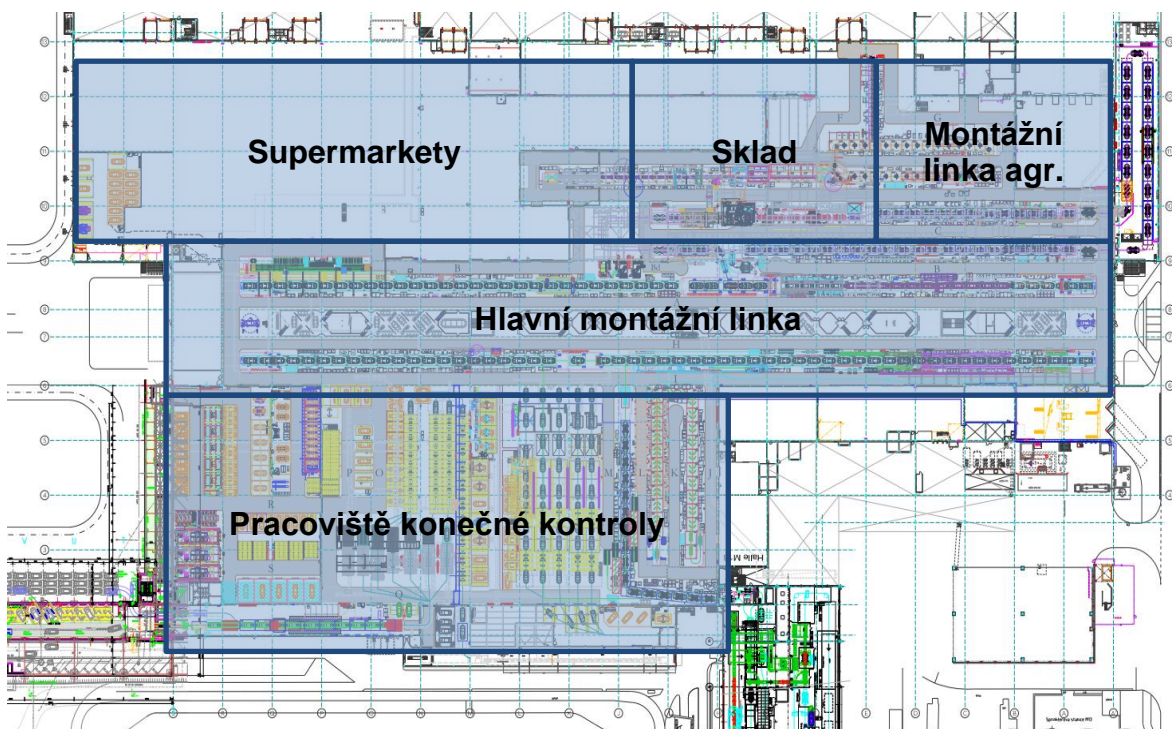
Snahou veškerých nových řešení a optimalizací by mělo být maximální využití výrobních kapacit. Inovativní řešení by měla vést v ideálním případě ke zvýšený počtu vyrobených vozů, anebo by měla alespoň eliminovat možné odstávky a zpoždění, která v rámci výrobního toku vznikají. O implementaci nových technologií a zlepšování stávajících procesů se stará technický servis MBI, který sídlí v této hale. Kromě již zmíněných činností taktéž zajišťuje správu a servis manipulační techniky a další činnosti související s náběhem nových projektů. Na obrázku 7 je mapa závodu ŠA v Mladé Boleslavi, žlutý rámeček označuje umístění haly M13 v tomto výrobním závodě.



Zdroj: (Interní materiály ŠKODA AUTO, a.s., 2021)

**Obr. 7** Mapa výrobního závodu ŠA v Mladé Boleslavi

V hale M13 je kromě hlavní výrobní linky umístěna i montážní linka dveří, dále pak linky podvozku a agregátu. Součástí haly je i sklad dílů potřebných pro montáž a supermarket. V rámci, kterého probíhají i drobné předmontáže a vychystávání dílů do transportních vozíků (Interní materiály ŠKODA AUTO, a.s., 2020). Na obrázku 8 je možné vidět layout výrobní haly, na kterém je uvedené rozdělení haly.



Zdroj: (Interní materiály ŠKODA AUTO, a.s., 2021)

**Obr. 8** Mapa rozmístění haly M13

### 2.3 Analýza současného stavu a identifikace potenciálu pro zlepšení

Tato podkapitola se zabývá identifikováním a analýzou problémů a nedostatků ve výrobní hale M13, která mají negativní dopad na logistické či materiálové toky a mohou tak negativně ovlivnit kapacitu výrobní linky. Vymezená problematická místa mají potenciál pro zlepšení za pomoci užití inovativních řešení. Zkoumaná problematická místa byla vybrána na základě odborné konzultace s technickým servisem MBI. V následující části budou analyzovány oblasti skladových procesů, vychystávání materiálů a autonomních přepravních systémů.

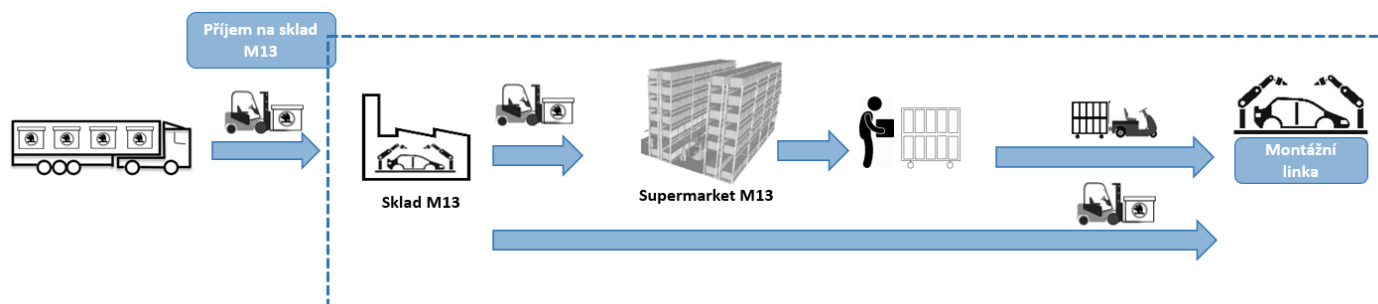


### 2.3.1 Skladové procesy

Operativní sklad umístěný v prostorech haly M13 obsahuje přibližně 4000 skladových pozic. Je zde možné najít díly jako jsou akustické tlumení, čelní skla, panoramatická střecha nebo airbagy. Položky jsou ze skladu naváženy buď do supermarketu nebo přímo k montážní lince. Sklad využívá přibližně z 90 % regálové skladování. To znamená, že jednotlivé materiálové položky jsou umístěny v regálových systémech, které obsahují konkrétní počty pater a mají specifické požadavky na nosnost a rozměry jednotlivých podlah. Zbýlých přibližně 10 % je tvořeno blokovým skladováním. Blokové skladování znamená, že je materiál shromažďován do bloků dle daného druhu bez využití regálových systémů (Slow, 2015). Tento způsob skladování je velice flexibilní.

V celém regálovém operativním skladu poté platí princip chaotického skladování. Chaotické skladování je v současnosti velmi často využívaná metoda, která se vyznačuje tím, že položky nemají svoje pevně přidělené místo. Aby takto mohl sklad fungovat, musí být velmi systémově řízen, pomocí pokročilých IT softwarů. Podobné položky se neumísťují vedle sebe, ale podle toho, jak je ve skladu zrovna místo. Reálně to v praxi znamená, že poté co pracovník vysokozdvížného vozíku načte čárový kód umístěný na materiálu, systém mu vygeneruje aktuální skladovou pozici, kde se zrovna uvolnilo místo (Toman, 2020). Položka je tedy vždy na jiném místě a zároveň jsou vedle sebe například umístěny airbagy spolu s nádobkami na vodu do ostříkovačů. Sousední položky spolu tedy nesouvisí.

Logistické procesy v hale M13 v současnosti obsluhuje celkem 36 vysokozdvížných vozíků, které zajišťují proces od zaskladnění do regálových systémů až po umístění materiálu k lince. Pro lepší přehlednost je celý proces shrnut na schéma na obrázku 9.

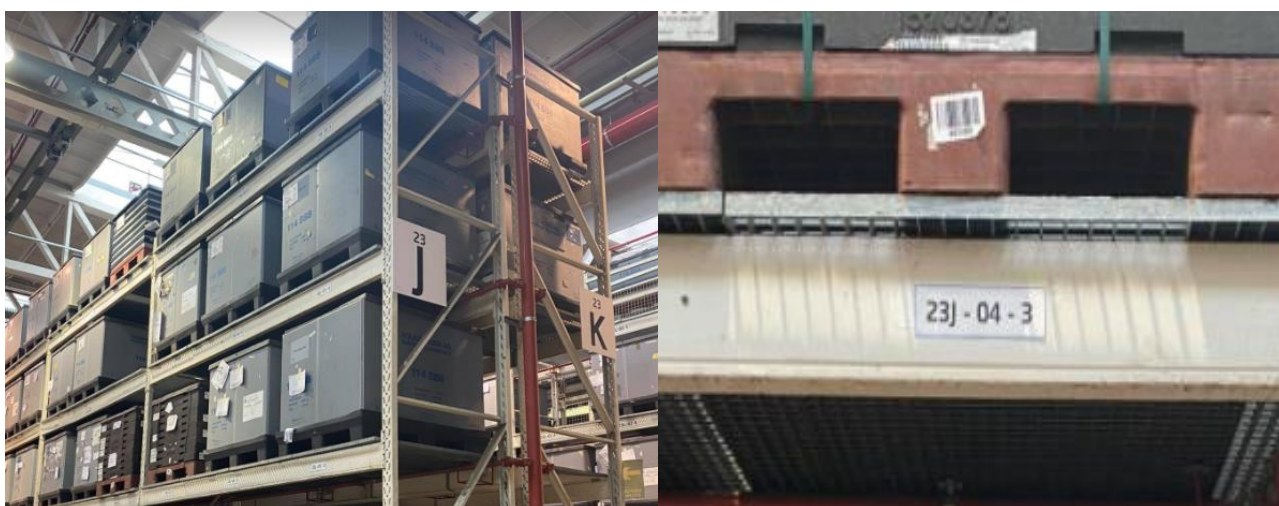


Zdroj: (Interní materiály ŠKODA AUTO, a.s., 2021)

**Obr. 9 Schéma skladových procesů**

Ze schématu je možné vidět, že celý proces začíná dovozem materiálu od externích dodavatelů. Ten je následně zaskladněn řidiči vysokozdvížných vozíků do skladu v hale M13. Řidič si pomocí čtečky naskenuje čárový kód na materiálu a na tabletu se mu zobrazí informace o dané položce včetně automaticky vygenerovaného volného místa pro zaskladnění. Tam následně řidič materiál převez. Ze skladu je materiál převážen buď do supermarketu nebo přímo k montážní lince. V supermarketu probíhá vychystávání materiálu do vozíků. Ty jsou pak ze supermarketu převáženy pomocí trailerů nebo FTS k montážním linkám.

V prostorách skladu se řidiči vysokozdvížných a jiných vozíků orientují především podle značek umístěných přímo na regálech. Každý regál je označen na čelní straně velkou cedulí s písmenem a číslem. Písmena jsou řazena podle abecedy pro snadnější orientaci. Písmeno tedy označuje řadu, číslo poté příslušný sklad. V daném regálu jsou označeny jednotlivé pozice čísly, která taktéž jdou po sobě. Označení pozice se skládá ze 3 čísel. První číslo kopíruje označení celého regálu, druhé číslo představuje pozici v patře a poslední číslo představuje patro v daném regálu. Označení regálů a jednotlivých pozic je možné vidět na obrázku 10. V tomto konkrétním případě se jedná tedy o řadu J, pozici 04 ve třetím patře.



Zdroj: Interní materiály ŠKODA AUTO, a.s.

***Obr. 10 Označení regálů a pozic ve skladu***

Zaškolování nových pracovníků probíhá tak, že je nový řidič přiřazen nejdříve ke zkušenému řidiči, kterému vypomáhá. Je potřeba, aby se nový řidič ve skladu zorientoval a získal základní přehled o fungování skladu. Takto jezdí společně oba

řidiči zhruba týden, než může nový řidič fungovat samostatně. V prvních dnech není tedy schopen plnohodnotně zastoupit již zkušeného řidiče. Poté co nováček začne fungovat samostatně, ani tak v prvních dnech nedokáže plně zastoupit zkušeného řidiče.

**Hlavní identifikovaný problém je aktuální způsob značení pro orientaci v prostorech operativního skladu, jehož hlavní důsledky jsou:**

- Kvalita provedené práce je příliš závislá na znalosti skladových prostor – Řidič vozíku se musí velmi dobře orientovat ve vnitřních prostorech haly. Jinak je nucen stále hledat správný směr pomocí značek umístěných ve skladu a zároveň ověřovat pozici materiálu v tabletu.
- Zvýšené riziko chyby – Čím déle je řidič na směně tím je pravděpodobnost vzniku chyby větší, nebo čím je počet manipulovaných položek větší. V těchto případech musí řidič data o materiálu a jeho umístění častěji kontrolovat.
- Složitý proces zaškolování – Proces zaškolování trvá minimálně týden. Je tím zatížen jiný řidič a zároveň první dny samostatného fungování nejsou tak efektivní jako u zkušeného řidiče.

Identifikovaná zjištění dokumentují data v tabulce 2, která je umístěná níže. Data ke skladovým procesům byla získána pozorováním na hale M13 v kalendářním týdnu 2-4 v roce 2021. První řádek tabulky uvádí průměrný počet nakládek jednoho řidiče vysokozdvížného vozíku ve skladu za den (= 3 směny), následuje průměrná doba transportu jedné položky jedním řidičem a průměrný počet chyb jednoho řidiče za den. Za chybu je považováno zaskladnění na nesprávnou pozici či manipulace s nechtěným materiálem. Sledované hodnoty v tabulce by mohly být použity jako KPI tohoto procesu. Navrhované opatření by mělo vést k jejich zlepšení.

**Tab. 2 Shrnutí původního stavu M13 – problém skladové procesy**

<b>Skladové procesy (průměrné hodnoty ve sledovaném období)</b>	<b>za 1 den (3 směny)</b>	<b>za 1 měsíc</b>
<b>Počet transportovaných položek</b>	112	2240
<b>Průměrná doba transportu jedné položky (hodiny)</b>	0,19	-
<b>Počet chyb (špatně navezených položek)</b>	4	80
<b>Počet řidičů VZV</b>	108	-

### **2.3.2 Vychystávání materiálů**

Vychystávání materiálu jako jsou například kabelové svazky, zdobné lišty a mnoho dalších probíhá v supermarketu v hale M13, odkud je tento materiál přivážen k montážní lince. Supermarket je v hale M13 umístěn v severní části, kde celkově zabírá plochu okolo 11 600 m<sup>2</sup>, což odpovídá přibližně 2200 druhů položek (Interní materiály ŠKODA AUTO, a.s., 2021). Supermarket plní roli zásobníku nebo též meziskladu. Jedná se o prostor určený pro přípravu materiálu a tvoří mezistupeň mezi skladem a montážní linkou. Supermarket řeší situace jako jsou například příliš málo prostoru u montážní linky nebo nevhodné balení pro finální použití. Jak už bylo zmíněno v rámci supermarketu také probíhají drobné předmontáže a příprava vozíků navážených k montážní lince.

V případě dílů určených pro montáž stropu to platí stejně. Tento materiál je nejdříve v supermarketu vychystán pracovníkem do sekvenčního vozíku. Vychystávání do tzv. sekvencí odpovídá principu Just in sequence, který patří mezi principy štíhlé výroby. Díly jsou vychystávány do palet v pořadí, které odpovídá výrobnímu programu. To znamená, že díly jsou srovnány ve vozíku v pořadí, ve kterém budou montovány do automobilů. Cílem je usnadnit tak samotné rozlišování dílů na montážní lince.

K lince jsou díly ze supermarketu převáženy pomocí elektrických tahačů, řízených řidičem. Tyto soupravy bývají též označovány také jako trailery. Trailer tedy začíná



svou cestu v supermarketu, kde si vyzvedne připravený vozík s materiálem. Řidič vozík musí manuálně připojit. Následně pokračuje stanovenou trasou k montážní lince. Kde vymění plné sekvenční vozíky za prázdné. Opět je manuálně přepojí a následně se vrací zpět do supermarketu.

**Hlavní identifikovaný problém je neefektivní způsob distribuce vychystaných komponent na montážní linku, jehož hlavní důsledky jsou:**

- Neefektivní využití pracovníka – Materiál je třeba neustále navážet k montážní lince monotónně po stejné trase a ve stejných časech. Tato činnost by mohla být zautomatizována a pracovník využit na místě, které automatizovat nelze.
- Pomalá výměna – Nahrazení a výměna prázdného sekvenčního vozíku za plný, může řidiči trvat až několik minut. Řidič musí na určeném místě zastavit, vystoupit z tahače a manuálně vozík vyměnit. Na závěr je vozík připojen a řidič může pokračovat v jízdě zpět do supermarketu.
- Zvýšené riziko chyb – Kolem montážní linky je neustále zvýšený provoz. Situace je v mnoha případech nepřehledná. Zastavení traileru v úzkých uličkách zabírá velkou část prostoru a další pohyb v tomto místě je již značně omezen. Může se tak stát, že řidič opomene naložit prázdný vozík a musí se na místo vrátit. Takto se řidič následně dostává do časového presu. Zvyšující se zátěž dopadající na řidiče vede k častějším chybám.

Identifikovaná zjištění dokumentují data v tabulce 3. Hodnoty v tabulce byly získány na základě pozorování v hale M13 v období mezi kalendářním týdnem 37 až 40 v roce 2020. V tabulce je možné najít průměrný čas, který jeden řidič stráví navážením k montážní lince za 1 den (= 3 směny). Dále přibližný čas, který jeden řidič traileru stráví přepojováním plných vozíků za prázdné. Třetí řádek představuje počet zaznamenaných chyb vzniklých při navážení za jeden den u jednoho řidiče. Chybou je například opomenutí vykládkového místa, opomenutí připojení prázdného regálu nebo vyložení chybného materiálu. Důsledkem chyby je změna délky trasy a prodloužení jejího celkového času trvání. Navrhovaná opatření by měla vést k zlepšení uvedených hodnot.

**Tab. 3 Shrnutí původního stavu M13 – problém s vychystáváním materiálu**

<b>Vychystávání materiálu (průměrné hodnoty ve sledovaném období)</b>	<b>za 1 den (3 směny)</b>	<b>za 1 měsíc</b>
<b>Průměrný počet hodin navážení</b>	21	420
<b>Čas výměny plných vozíku za prázdné (hodiny)</b>	3	60
<b>Počet chyb při zavážení</b>	3	60
<b>Počet řidičů trailerů na směně</b>	114	-

### **2.3.3 Automatické manipulační systémy**

Hlavní myšlenkou využití FTS vozíků zařízení v procesu je snížení celkových nákladů a využití veškerých benefitů, které tyto zařízení nabízejí. FTS jsou inteligentní stroje, které kombinací moderních technologií dokážou nabídnout různou míru logistické samostatnosti. FTS dokážou přepravit velké množství materiálu. Ve výrobní hale M13 jsou již běžně pomocí FTS přiváženy k lince díly jako jsou hadice klimatizace, pedály, posilovače, nově také baterie či interiérové sloupky a další.

Na hale M13 jsou používány FTS vozíky od společnosti CEIT, konkrétní model který je řešen v rámci této práce je FTS CEIT 3000AP. Tyto FTS plní funkci motorem poháněného přepravního zařízení bez řidiče, které slouží k přepravě. FTS označené jako tahače, jak už název napovídá slouží především k "tahání" materiálu. Tedy FTS má za sebou připojené vozíky s materiálem. FTS může táhnout jeden i více vozíků s různým materiálem. Vozíky mohou být vykládané pouze jedním směrem, nebo uzpůsobené k vykládání z obou stran. To kolik jeden FTS může maximálně táhnout za sebou vozíků, je určeno jednak potřebou materiálu a také rádiusem zatáček, které musí FTS projet.

Společnost CEIT, která je výrobcem zmiňovaných modelů sídlí na Slovensku ve městě Žilina. Jedná se o soukromou společnost existující na trhu již od roku 1998. Aktuálně působí v oblasti strojírenství, automobilového a spotřebního průmyslu se zaměřením na Průmysl 4.0 (CEIT, 2021). Ve výrobní hale M13 se nachází celkem

6 vozíků CEIT 3000AP, které se pohybují na 3 okruzích. Jedná se o okruh 1 ABS + hadice klimatizace, okruh 2 pedály + posilovače a okruh 3 AC/DC sloupek. Každý tento okruh má přibližnou délku trasy 1000 m.

FTS CEIT 3000AP dokáže utáhnout materiál o hmotnosti až 3000 kg. Může se po výrobní hale pohybovat pouze jedním směrem a to dopředu. Maximální rychlost tohoto vozíku je 1 m/s. Vozík je určen k provozu na průmyslových hladkých podlahách a jakékoliv terénní nerovnosti by byly pro provoz vozíku nežádoucí. Vozíky jsou poháněny elektrickou energií z baterie, která se může nabíjet průběžně v dobíjecí stanici v rámci trasy, ve které se FTS pohybuje. Nebo je možné FTS nabíjet pomocí adaptéru, který je třeba ve stanovišti manuálně připojit. Bližší technická specifikace tohoto modelu je umístěna v příloze 1.

Vozík FTS CEIT 3000AP ke svému navádění a orientaci v prostoru využívá magnetickou navigaci. To neznámá, že by byl vozík FTS naváděn pouze pomocí vodící pásky, orientace v prostoru je zajištěna ještě jednotlivými značkami tzv. RFID tagy, ty jsou umístěny přímo na podlaze. Tagy jsou tvořeny magnetickými válečky, umístěnými v řadách. FTS díky nim dokáže určit přesně svou polohu. V tagu jsou tedy zakódovány pokyny a příkazy jimiž se má vozík při provozu řídit. Magnetická navigace zajišťuje relativně vysokou přesnost navádění, ta je ovlivněna vzdáleností a počtem umístění jednotlivých magnetů. Magnety jsou načítány pomocí snímače, který se nachází na spodní části vozíku. Informace ze snímače následně zpracuje procesor a určí polohu vozíku.

Magnetická páska je umístěna přímo na podlaze. Než se páska nalepí je třeba povrch pod ní očistit. Aby byla stanovená dráha funkční musí instalace splňovat některá základní kritéria. Magnetická páska musí být nalepena v minimálním rádiu 150 cm. Tagy s naprogramovanou informací musí být umístěny při pravé straně magnetické pásky v maximální vzdálenosti 10 cm. V tagách jsou obsaženy například pokyny jako jsou změna směru jízdy, zrychlení a zpomalení, překládka nebo nabíjení (Interní materiály společnosti CEIT CZ, s.r.o., 2019)

Problematickým místem využívání tohoto typu FTS vozíku je právě zmiňovaný způsob navádění. Páska umístěná na podlaze je snadno poškoditelná. V montážní hale se pohybuje i jiná manipulační technika jako jsou například vysokozdvížné vozíky, může tak dojít ke shrnutí pásky, roztržení nebo jinému

mechanickému poškození. V takovém případě je nutné pásku v poškozeném místě opravit. Páska však není levná a dle zjištěných informací se její průměrná cena za metr pohybuje kolem 130 Kč. V rámci haly M13 bylo v roce 2019 spotřebováno na opravu magnetické pásky přibližně 1500 m.

Dorazí-li FTS na místo s poškozenou páskou zastaví se, nemůže načíst potřebné informace a „neví, jak pokračovat“. Takové zastavení způsobuje závažné problémy v celém materiálovém toku a mohlo by vést až k zastavení výrobní linky a nevratným prostojům. Je třeba zajistit, aby provoz vozíků byl co nejvíce plynulý. Proto je třeba nakupovat pásku do zásoby a skladovat ji v prostorách haly. Vzhledem k tomu, že doba dodání pásky od dodavatele trvá nejméně jeden měsíc, je držena minimální zásoba, kterou tvoří 10 balení. V jednom balení je celkem 90 m pásky. Přibližná hodnota minimálních zásob představuje přibližně 900 m v hodnotě 117 000 Kč.

Pokud dojde k nečekanému odstavení FTS musí jeho činnost krátkodobě zastoupit pracovník a materiál k lince navozit pomocí manipulační techniky. Avšak pro tyto situace není personál vyčleněn a musí to zvládnout nad rámec svých standardních úkolů. Zvyšuje se tak riziko vzniku chyby. Přerušování dráhy vozíků chodci a jinými překážkami je další neopomenutelný problém, se kterým je třeba počítat. Pokud se FTS zastaví, trvá 15 vteřin než se znovu rozjede. Další nevýhodou magnetických pásek je celková nevzhlednost, páska nevypadá hezky a zvláště pokud je často opravovaná.

Další omezující vlastností tohoto typu vozíku FTS 3000AP od společnosti CEIT je schopnost měnit směr. Vozík v rámci jedné trasy dokáže pouze 9x změnit svůj směr. Vozík může kombinovat 4 druhy pohybu. Jedná se o odbočení doprava (A), odbočení doleva (B), čekání při přesunu materiálu (C) a změna dráhy stejného materiálu (D). Vozík FTS si tedy při transportu materiálu musí vystačit s kombinací zmíněných druhů pohybu (A-D), které může využít pouze 9x při jedné cestě. Tyto restrikce velmi omezují pohyb vozíku a způsobují problémy při plánování tras a navážení.

V současnosti jsou FTS vozíky v pronájmu a jejich cena se pohybuje přibližně kolem 35 000 Kč měsíčně včetně základního provozního servisu, ten však neobsahuje náklady na opravu magnetické pásky (Interní materiály ŠKODA AUTO, a.s., 2021).

**Hlavní identifikovaný problém je zastaralý způsob navádění FTS vozíků, jehož hlavní důsledky jsou:**

- Magnetická páska – Umístěná na podlaze výrobní haly je snadno poškoditelná ostatní manipulační technikou umístěnou v hale, navíc nepůsobí esteticky.
- Vysoké náklady na údržbu – Magnetická páska je velice nákladná a při celkové spotřebě přibližně 125 metrů pásy měsíčně se celkové náklady na nákup opravné pásy ročně dostávají až k 200 000 Kč.
- Omezené možnosti změny směru – Vozík FTS má velmi omezené možnosti změny v rámci zvolené trasy. Tu za dobu jízdy může změnit pouze 9x. Trasa je těmto skutečnostem přizpůsobena. Je zde vysoké riziko, že pokud bude vozík zdržen, nepřiveze potřebný materiál k lince včas. To může způsobovat vážné prostoje.
- Zvýšené riziko chyb a prostojů při odstávkách vozíků FTS z důvodu poškození pásy – Materiál musí být navožen pomocí manipulační techniky. Avšak pro tuto činnost není vyčleněn separátní personál. Musí ji tedy zvládnout pracovníci nad rámec svých standardních povinností.

Identifikovaná zjištění dokumentují data v tabulce 4 umístěná níže. V tabulce jsou uvedeny průměrné hodnoty, které byly získány pozorováním v provozu na hale M13 a ze záznamů technického servisu MBI. Data pochází z kalendářního týdne 23-26 v roce 2020. V tabulce je možné vidět počet odstávek způsobených z důvodu problémů s naváděním, průměrnou spotřebu vodící pásy a průměrný čas potřebný na opravu. Počet odstávek způsobený problémy s naváděním zároveň slouží jako KPI výchozího stavu tohoto procesu. Implementací inovativního opatření by mělo dojít ke zlepšení této hodnoty. Tedy snížení počtu odstávek z důvodu problému s naváděním.

**Tab. 4 Shrnutí původního stavu M13 – problém s naváděním FTS**

<b>VOZÍKY</b> (průměrné hodnoty ve sledovaném období)	<b>za 1 den</b> (3 směny)	<b>za 1 měsíc</b>
<b>Počet odstávek způsobených problémy s naváděním</b>	3	60
<b>Z toho z důvodu poškození magnet. pásky</b>	2	40
<b>Průměrná spotřeba vodící pásky (m)</b>	6	125
<b>Čas opravy vodící pásky (hodiny)</b>	2,4	48

### **3 Návrhy pro implementaci inovativních opatření ke zvýšení efektivity aktuálního stavu**

Tato kapitola obsahuje informace o navrhovaných inovativních opatřeních, která vycházejí z aktuálních moderních trendů a měla by vést ke zlepšení současné situace na hale M13. Cílem navrhovaných řešení je zefektivnit logistické a materiálové toky za využití moderních technologií a zároveň přinést finanční úsporu.

#### **3.1 Zavedení systému pro rozšířenou realitu**

Moderní doba si žádá inovativní řešení, s tím souvisí i odbourávání nadbytečné administrativní zátěže. V rámci pokroku směrem k vyšší digitalizaci a stále zvyšující se pozornosti k ochraně životního prostředí se dostává tisk papírových podkladů postupně velmi rychle do pozadí. Jinak tomu není ani v řízení a spravování logistických toků. I když již v rámci skladových procesů došlo z převážné části k odstranění tisku seznamů materiálu, který byl nahrazen tablety, pořád je zde velký prostor pro inovace. Ta v rámci navrhovaného řešení spočívá především v zefektivnění a zrychlení skladových procesů. V konečném důsledku má také pozitivní dopad na chybovost.

Jedná se o využití rozšířené reality. Ta je v logistických procesech využívána především v oblasti navigace a manipulace s materiálem. Konkrétně by řidič vysokozdvizného nebo jiného vozíku mohl využít výhod, které přináší brýle pro rozšířenou realitu. Brýle by řidič měl po celou dobu navážen a nepotřeboval by již získávat data z tabletu. Toto navrhované řešení vychází ze studie společnosti DHL, která se zabývala využitím rozšířené reality v logistických procesech. Hlavním cílem této studie bylo identifikovat nejlepší využití rozšířené reality pro zefektivnění procesu s nejvyšším potenciálem pro zavedení do stálého provozu (DHL, 2015). Do rozvoje této technologie se zapojily i velké softwarové společnosti, jejichž produkty slouží ke správě vnitropodnikových informačních toků. Jedná se o společnosti jako je například SAP nebo Knapp. Propojení informací z těchto systémů a jejich využití jako zdroje dat je klíčové pro reálné použití rozšířené reality v provozu. Což se také stalo a společnost DHL již v současnosti využívá některá řešení pro rozšířenou realitu i v českých provozech. Konkrétně se jedná o provoz v Chebu, kde pracovníci skladu běžně používají při vychystání brýle pro rozšířenou realitu. Výsledky

průzkumu ukázaly, že došlo ke zlepšení efektivity procesu vychystávání až o 15 % (DHL, 2019).

Hlavní výhoda využití této technologie při provozu ve skladu spočívá v zlepšení orientace řidiče vozíku ve velkých prostorech skladu. Běžně i řidič vozíku, který se v konkrétním skladu pohybuje dlouhodobě, musí vynakládat zvýšené úsilí při orientaci ve skladu. Musí sledovat značky a to nejen při hledání správného regálu, ale také při hledání konkrétní pozice materiálu. Navíc s optimalizacemi procesů a neustálým růstem skladů často dochází ke změnám v rozmístění. I když je změna malá a jedná se pouze o přesun v rámci daného regálu, může taková změna pro řidiče vozíku znamenat i několik minut hledání. Se zvyšující se únavou pracovníka v průběhu směny se tento úkol stává čím dál tím více náročný. Další nevýhodou je, že pracovník musí neustále kontrolovat displej tabletu na kterém má veškeré potřebné informace. Tedy pro jakou položku jede a kde je umístěna. To vše prodlužuje čas transportu materiálu. Pokud řidič často kontroluje displej tabletu zvyšuje se zde i riziko z hlediska bezpečnosti. Kontroly by neměly probíhat za jízdy.

Další výhodou rozšířené reality je rychlejší zaškolení nového personálu. Pokud nastoupí nový zaměstnanec na pozici řidiče vysokozdvížného nebo jiného vozíku trvá mu nejméně týden, než se v prostředí skladu zorientuje. Standardní zaškolovací proces bez využití rozšířené reality je tedy výrazně delší. Navíc jak už bylo zmíněno výše, dochází k vyčerpání dalších pracovníků skladu, kteří se zaškolováním pomáhají.

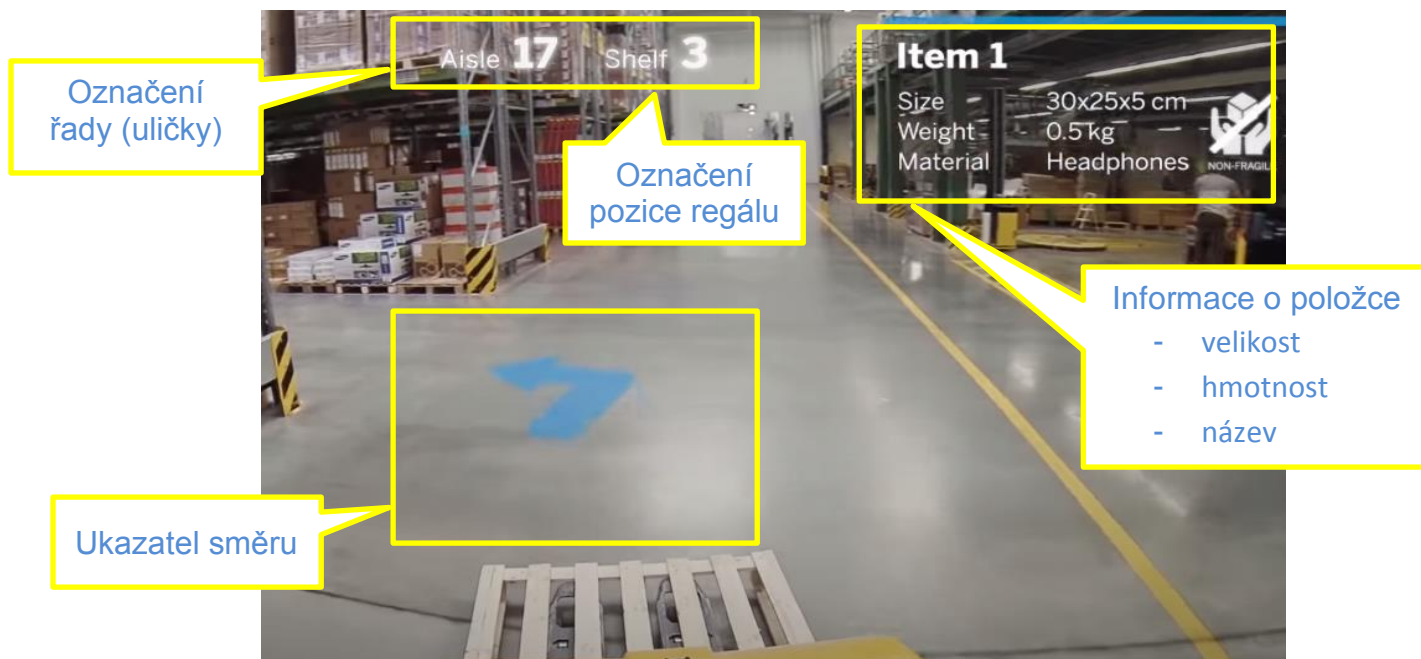
Posledním hlavním pozitivním dopadem je snížení chybovosti. Chybu při navážení může udělat, jak senionirní řidič, tak úplný nováček. Dá se předpokládat, že nový zaměstnanec bude chybovat častěji, ale nemusí to být pravdou. Vzhledem k tomu, že brýle dokážou přesně označit místo odkud má být položka naložena nebo kam má být vyložena, chyby jsou eliminovány. Díky rozšířené realitě nedochází k zaskladňování materiálů na špatné pozice nebo není na výrobní linku přivezen nevhodný materiál. To vše za snížené kontroly instruktážních informací.

### **Využití brýlí v praxi (jak to funguje)**

Využití rozšířené reality tedy spočívá v tom, že řidič vysokozdvížného vozíku má na sobě speciální brýle pro rozšířenou realitu. Ty jsou napojené na interní informační



system a promítají mu informace do reálného světa. Pohled řidiče, který má na sobě brýle pro rozšířenou realitu zobrazuje obrázek 11.



Zdroj: (Procedia Engineering, 2015)

**Obr. 11 Pohled řidiče, který má brýle pro rozšířenou realitu**

Jak je možné na obrázku 11 vidět, řidič má reálné prostředí skladu rozšířené o virtuální informace. Ty obsahují jednak údaje o položce samotné, tedy její název, rozměr a hmotnost. Dále řidič vidí informace o jejím umístění. Jedná se tedy o náhradu informací, které řidič v současnosti vidí v tabletu. Nejdůležitější je informace o směru jízdy, tedy navigační šipka, která pomáhá řidičovi s orientací ve skladu. To, jak potom vypadá navigace pro konkrétní umístění položky do konkrétní regálové pozice představuje obrázek 12.



Zdroj: (Procedia Engineering,2015)

**Obr. 12 Vyznačení umístění položky na pozici pomocí rozšířené reality**

Umístění položky je přesně vymezeno, nejdříve pomocí šipky tak aby ji řidič vozíku mohl vidět již z větší vzdálenosti, následně je i konkrétní pozice označena barevným pruhem. Takto výrazná navigace a přesné označení konkrétní pozice vede k eliminaci chyb. Pravděpodobnost, že by řidič vozíku vzal položku umístěnou na jiné pozici, za předpokladu správného fungování rozšířené reality se takřka blíží k nule.

**Brýle pro rozšířenou realitu**

Konkrétních značek, které se zabývají výrobou brýlí pro rozšířenou realitu využitelných v průmyslových odvětvích je v současnosti již celá řada. Patří sem například produkty od značky Epson či Realwear. Cena za nákup jednoho kusu takových brýlí se pohybuje v řádech desetitisíců korun.

Jednou z možností jsou brýle od společnosti Google, které byly nasazeny ve společnosti DHL. Konkrétně se jedná o model Glass Enterprise Edition 2, které je možné vidět na obrázku 13. Samotná pořizovací cena těchto brýlí není tak nákladná. Jejich pořizovací cena za jeden kus se pohybuje přibližně kolem 30 000 Kč.



Zdroj: (Google, 2021)

**Obr.13 Brýle Google Glass Enterprise Edition 2 s bezpečnostními rámečky**

Další náklady však představuje samotné zprovoznění brýlí a napojení na interní systémy. To může pořizovací cenu brýlí navýšit až o stovky tisíc korun. Poté co je vše připraveno po technické stránce, samotné používání brýlí je již velice snadné a zaškolení uživatelů je již velice rychlé. Brýle mají zpevněnou konstrukci, která je lehčí než předchozí generace a celkově tak brýle váží pouze 46g. Skla představují průhledný Head-up displej, který umožňuje promítání virtuálních informací a nijak nebrání ve výhledu. Brýle mají výkonný procesor a baterii o výdrži až 8 hodin. Nabíjejí se pomocí USB (Google, 2021). Pracovník by tak brýle mohl používat po celou dobu směny, stejně jako například tablet. Po skončení směny by brýle byly umístěny na nabíječku, aby byly připraveny pro další užití.

Dostupné články společnosti DHL uvádí, že nasazení brýlí pro rozšířenou realitu přineslo až 15% zefektivnění logistických procesů (DHL, 2021). Výše této hodnoty nebyla odborníky na interní procesy v hale M13 potvrzena, avšak jejich odborný odhad pro zefektivnění procesů při využití brýlí pro rozšířenou realitu činí až 10 %. Došlo by k odstranění chybovosti, zrychlení procesu zaškolení a k urychlení procesu navážení. Lze očekávat, že by řidič vysokozdvýžného vozíku uspořil čas vynaložený na orientaci v prostorách skladu a kontrolováním položek na tabletu.

Bude-li uvažováno, že průměrná doba transportu jedné položky trvá 0,19 hodiny / VZV, tak poté jeden řidič VZV rozvozí přibližně 5 položek za hodinu. To činí při 7,5 hodinové směně 37 položek na směnu. Při třech směnách za den je tak rozvezeno

přibližně 111 položek. Jeli tato hodnota přepočítána na počet řidičů VZV na den tedy 108, je možné za 1 den rozvozit více než 4000 položek. Při využití brýlí pro rozšířenou realitu, které by dle odborného odhadu zefektivnili proces o 10 % lze očekávat, že by bylo možné odvozit přibližně o 400 položek za den více. Pokud by tato hodnota byla ověřena v reálném provozu, bylo by možné pro dosahování původních hodnot uspořit až 3 řidiče VZV na směnu. Tedy 9 řidičů za den, což by přineslo výraznou finanční úsporu přímých personálních nákladů.

### **3.2 Zavedení systému Shooter pro automatizaci zavážení**

Navrhovaným řešením pro zefektivnění procesu vychystávání materiálu je zavedení samospádového gravitačního regálu. Ačkoliv se v tomto případě nejedná o samostatné využití inovativní technologie, jedná se o myšlenku Karakuri Kaizen ve spojení s moderní technologií. Jak již bylo zmíněno výše, tak hlavní myšlenkou principu Karakuri Kaizen je využití mechanických systémů namísto elektrických.

Ačkoliv jde toto řešení takřka proti myšlence Průmyslu 4.0, může se v některých případech jednat o výrazně levnější, funkční a efektivnější řešení (Roser, 2018). Propojením této myšlenky štíhlé výroby s moderním řešením, které představuje vozík FTS, vzniká zajímavý koncept, který dokáže celý proces vychystávání zefektivnit, zrychlit a opět eliminovat chybu lidského článku. Z dlouhodobého hlediska se jedná o snížení nákladů spojených s úsporou práce řidiče traileru, který zaváží vozíky s materiálem ze supermarketu k montážní lince.

Popsané řešení bývá označováno také jako Shooter systém, který zajišťuje automatický proces navážení materiálu na linku. Systém je složený tedy celkem ze tří hlavních částí. První část tvoří FTS tahač, který zajišťuje transport mezi supermarketem a montážní linkou. Druhý samospádový pojízdný gravitační regál, který je připojen za FTS. Třetí část je tvořena pevnými regály umístěnými přímo u montážní linky a v supermarketu, ty slouží pro nakládku a vykládku materiálu. Pojízdný regál má tři patra, tvořené kolejnicovým systémem, v nichž jsou umístěné tzv. kity neboli malé bedny ve kterých je vždy několik různých dílů pro danou operaci. Tedy například kit pro montáž 5. dveří obsahuje několik dílů, které je třeba na 5. dveře namontovat. Každý jednotlivý kit je určen pro konkrétní vůz na montážní lince. Pojízdný vozík je schopen přepravit až 15 kitů najednou. Do pevného regálu

umístěného u montážní linky se poté vejde celkem 30 kitů (Interní materiály ŠKODA AUTO, a.s., 2021).

Průběh navrhovaného procesu začíná v supermarketu, kde dojde k automatické nakládce. Připravené plné kity jsou z pevného regálu „přepuštěny“ pomocí stlačené kladky a gravitačních sil do regálu umístěného za FTS vozíkem. Ten pak následně vyčkává na nabíječe, než bude kontrolním systémem odjištěn na linku. Kontrolní systém odvolává FTS dle toku linky. Po příjezdu k pevnému regálu u linky dojde ke spuštění mechanismu pomocí zvednutí páky a kity s materiálem jsou na základě gravitačních sil opět „přepuštěny“ z pojízdného regálu do pevného umístěného u linky. Stejným systémem jsou do pojízdného regálu „napuštěny“ prázdné bedýnky. Následně se FTS vozík otočí a vrací se zpět do supermarketu, kde opět automaticky vykládá prázdné bedýnky do pevného regálu a celý proces začíná znovu.

V současnosti probíhá na hale M13 dodávka materiálu k montážní lince tak, že pracovník připojí naložený vozík v supermarketu a následně pomocí manipulační techniky jej přepraví k příslušné pozici u linky. Plné a prázdné vozíky jsou přepojovány ručně. Zatímco automatické doplnění pomocí systému Shooter zabere jen několik vteřin, manuální přepojování může zabrat i několik minut. Navíc je potřeba pracovník, který všechny tyto operace spojené s překládkou zajistí. Toto řešení již bylo v rámci ŠA implementováno v montážní hale M1 pro navážení kitu stropu, kde se osvědčilo a zajistilo prokazatelné přínosy. Pro stejný kit by toto řešení bylo možné aplikovat v hale M13. Obrázek 14, zobrazuje soupravu pojízdného samospádového gravitačního regálu taženou FTS vozíkem, která právě doráží k pevnému regálu umístěného v M1, kde proběhne vykládka plných kitů stropu. Na obrázku je žlutým kruhem vyznačena páka, která spouští celý gravitační mechanismus.



Zdroj: (Interní materiály ŠKODA AUTO, a.s., 2021)

**Obr. 14 FTS tahač se samospádovým gravitačním regálem doráží do místa vykládky**

Pro zhodnocení ekonomických přínosů je třeba vyjádřit výchozí řešení, kdy dochází k navážení pomocí obsluhy v kontextu ekonomických ukazatelů. Nejprve je třeba přepočítat práci řidiče jednoho traileru na den (= 3 směny). Tato činnost jim zabírá přibližně 21 hodin za den. Tato hodnota je přepočítána pomocí přímých nákladů na personál, která byla stanovena ve výši 700 Kč takto  $21 \times 700 = 14\,700$  Kč. Při přepočtu na měsíc je celková doba navážení vyjádřena hodnotou 294 000 Kč.

Pořizovací cena regálů pro systém Shooter představuje přibližně 1 400 000 Kč. K tomu je potřeba připočítat měsíční pronájem dvou FTS tahačů naváděných pomocí laserové technologie. Pronájem těchto tahačů představuje částka 80 000 Kč. Systém Shooter je nenáročný na údržbu. Dle dostupných informací z haly M1 byly jediné náklady na údržbu v roce 2020 spojeny s cizím poškozením, kdy byl vozík nabourán jiným vozidlem řízeným řidičem.

Pokud bude uvažováno, že každý měsíc bude částka za práci řidiče tedy 294 000 Kč, která by měla být uspořena, ponížena o pronájem FTS, výsledná úspora činí přibližně 214 000 Kč měsíčně. Pomocí této částky může být spočítána návratnost zakoupených vozíků. Dojde-li k rozpuštění jejich pořizovací ceny do jednotlivých měsíců, celková částka za pořízení tedy 1 400 000 Kč bude uhrazena přibližně za 7 měsíců.

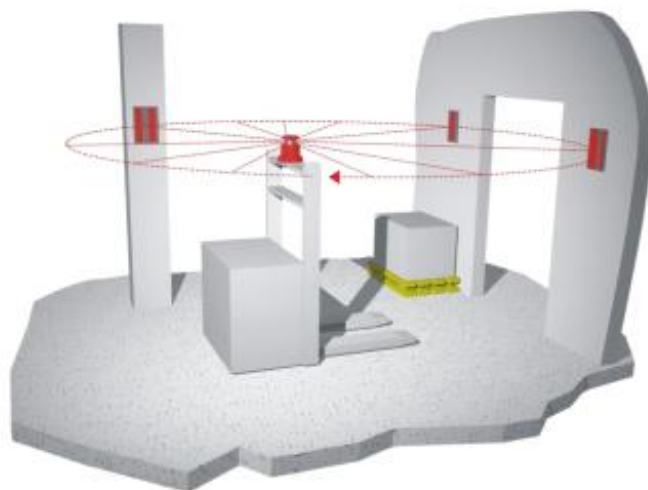
### 3.3 Změna systému navádění FTS vozíků

Prvním navrhovaným opatřením je zachování využití bezpilotních tahačů FTS CEIT 3000AP pro navážení materiálu ze supermarketu k montážní lince, avšak za předpokladu že budou sníženy servisní náklady a bude tento současný proces zefektivněn. Vzhledem k tomu, že největší část servisních nákladů je tvořena nutnými opravami magnetické pásky, která podléhá rychlému opotřebení pod tíhou ostatní manipulační techniky. Nabízí se možnost změnit technologii navádění za využití současně dostupných moderních technologií. Kdy se FTS dokážou orientovat díky propojení virtuálního a reálného světa. FTS skenuje prostředí okolo sebe především pak statické body jako jsou sloupy a další objekty. Poté je jeho dráha stanovena ve virtuálním prostředí. Vozík se už neorientuje podle vodící pásky umístěné na podlaze.

Při zavádění nové technologie navádění je třeba uvažovat velkou koncentraci pohybu a manipulační techniky na hale M13. Ostatní materiál, který není v hale přepravován pomocí FTS je dopraven na linku především pomocí tzv. ekonorů. Ekonor spolu s připojenými vozíky vytváří velké soupravy, se kterými je třeba též v provozu počítat. Na hale nechybí ani vysokozdvížné vozíky. Provoz na interních komunikacích má svá pravidla. Nejkomplikovanější místa jsou křižovatky a také několik prostorově úzkých míst, kde komunikace pro transport není příliš široká. V hale jsou umístěny i komunikace pro pěší s čím je nutno opět počítat i při navádění. Pohyb osob může zasahovat do provozu na interních komunikacích.

Navrhovanou technologií je možnost využití laserového navádění. Tento typ navádění představuje další způsob, jak se může FTS vozík orientovat v prostoru. Navigace tedy probíhá za použití laseru a tzv. reflexních bodů. Obrázek 15 zobrazuje princip laserové navigace.





Zdroj: (Goetting, 2021)

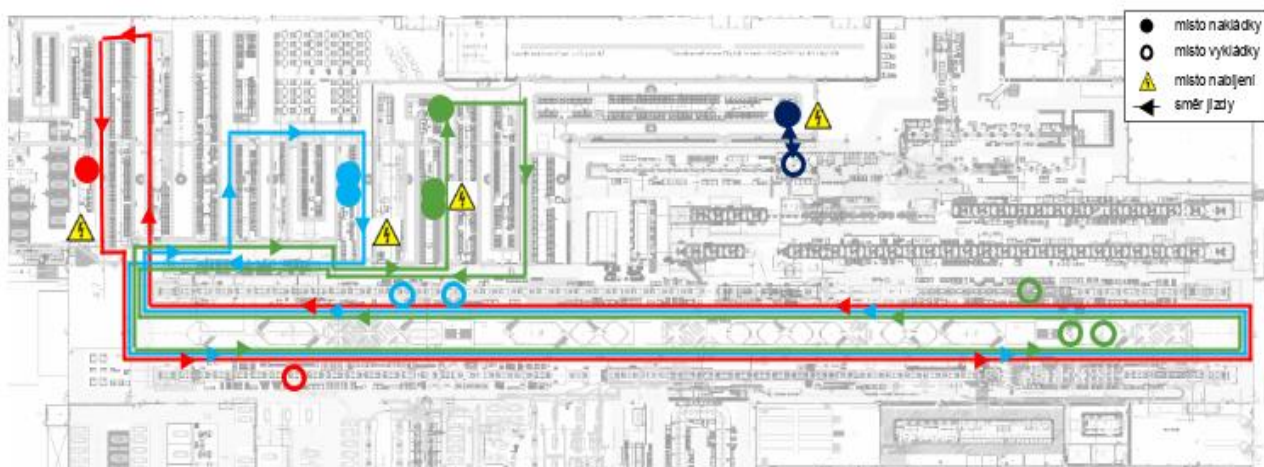
**Obr. 15 Princip navádění pomocí laseru**

Technologie laserové navigace je složena ze dvou hlavních úloh. Jedná se o laserové měření polohy a odometrii. Odometrie znamená, že dochází k použití dat získaných snímači pohybu k výpočtu změny polohy v čase (Winkler, 2005). FTS má na sobě umístěn laserový skener. Ten získává informace o svojí poloze pomocí odražených paprsků. Odrazky jsou umístěny na pevných místech jako jsou sloupy či zdi haly. Ty slouží pro FTS jako navigační body. Rotační laserový skener měří úhly mezi odrazkami a vypočítává přesné údaje o poloze FTS v prostoru. Toto vyhodnocení nastává až šestkrát za vteřinu. Systém laserového navádění zajišťuje vysokou přesnost řádově v centimetrech a přináší jednoznačnou výhodu. Tou je absence pásky na podlaze. Navíc systém nabízí i vysokou pružnost, neboť již není omezen počtem změn na trase jako je tomu u navádění magnetickou páskou. Výhodou tohoto způsobu navádění je také mnohem rychlejší instalace, než v případě magnetické pásy (Novotný, 2018).

V současné době existují novější technologie navádění FTS vozíků. Jejich zástupcem je např. konturová navigace, která navíc disponuje zvýšenou mírou autonomie FTS vozíku. Avšak v současné době není hala M13 ještě zcela připravena na uplatnění této technologie. Jedním z problémů je kompatibilita všech datových systémů různých FTS. To by však měla pomoci vyřešit připravovaná norma VDA 5050, která by měla standardizovat datové výstupy a sjednotit



komunikace FTS. Nyní se využití laserové navigace jeví jako nejefektivnější a přináší okamžité řešení. Vozík není třeba kupovat a je možné si ho od společnosti CEIT pronajmout. Stejně jako tomu je u varianty využívající k navádění magnetickou pásku. Cena měsíčního pronájmu je vyšší, avšak výsledný rozdíl oproti variantě využívající k navádění magnetickou pásku činí pouze 5000 Kč měsíčně. Pronájem FTS s laserovým naváděním a základním servisem se pohybuje kolem 40 000 Kč měsíčně. Tento nízký finanční rozdíl je způsoben tím, že je možné využít stále stejný model vozíku FTS tedy FTS CEIT 3000AP, který je však rozšířen o přídatný modul v podobě konturového skeneru. V příloze 2 je možné vidět náčrtek, ve kterém je označeno umístění skeneru na FTS vozíku. Na obrázku 13 je možné vidět layout haly M13, ve kterém jsou vyznačeny trasy, po kterých by se FTS vozíky orientující se pomocí laserové navigace pohybovaly. (Interní materiály ŠKODA AUTO, a.s., 2021).



Zdroj: (Interní materiály ŠKODA AUTO, a.s., 2021)

**Obr. 16 Trasa FTS vozíku v hale M13 pro využití laserového navádění**

V rámci řešení by zůstaly zachovány všechny 3 původní okruhy. Okruh 1 je znázorněn modrou barvou, okruh 2 červenou a okruh 3 zelenou barvou. Navrhované řešení by mělo mít především pozitivní dopad i v ekonomickém kontextu. Nejedná se tedy jen o využití modernějšího způsobu navádění, ale i o finanční úsporu. Ta vzniká především v oblasti údržby. Nejprve je nutné vyjádřit výchozí stav v hale M13 pomocí peněžních ukazatelů a následně je ho možné porovnat s navrhovaným řešením. Pro výpočet bylo třeba stanovit náklady na přímý personál, která pro účely této práce činí 700 Kč / hodina a jsou použity i v dalších

výpočtech. Další hodnotou pro výpočet je průměrná cena za magnetickou vodící pásku, která byla již uvedena výše a činí přibližně 130 Kč za metr náhradní pásky.

První vyčíslovanou hodnotou je spotřeba vodící pásky. Jeli na opravu poškozených míst spotřebováno průměrně 125 metrů pásky měsíčně, což odpovídá více než 1,4 balení. Při ceně 130 Kč za metr činí průměrná měsíční cena spotřebované pásky 16 250 Kč. Jeli tato hodnota vynásobena dvanácti měsíci, činí roční cena za opravenou pásku 195 000 Kč.

Další položku představuje práce člena technického servisu, který musí poškozenou pásku opravit. Průměrná doba opravy trvá přibližně 1,2 hodiny. Původní páska musí být odstraněna, místo řádně očištěno a následně nalepena páska nová. Při celkovém průměrném denním počtu dvou oprav, představuje celková doba oprav za den 2,4 hodiny. Při přepočtu pomocí nákladů na přímý personál odpovídá oprava poškozené pásky 1680 Kč na den. Jeli tato částka přepočítána na měsíc jedná se přibližně o 33 600 Kč.

Pokud jsou obě částky uvedené výše sečteny, činí stanovená hodnota měsíční údržby naváděcí magnetické pásky přibližně 49 850 Kč. Změna technologie navádění u šesti FTS vozíků by zvýšila jejich měsíční pronájem o 30 000 Kč. Výsledná měsíční úspora by poté činila přibližně 19 850 Kč měsíčně, což při ročním přepočtu odpovídá částce 238 200 Kč. Dále by nebylo třeba držet zásobu v hodnotě přibližně 117 000 Kč, která by uvolnila i úložné plochy skladu. Pracovník technického servisu by se mohl věnovat preventivní údržbě nebo návrhům pro trvalé zlepšování.

## **4 Vyhodnocení očekávaných přínosů i potenciálních hrozeb pro navrhovaná opatření**

V této kapitole je uvedeno celkové zhodnocení potenciálních přínosů či hrozeb v kontextu ekonomických dopadů, které by přineslo zavedení navrhovaných inovativních opatření do provozu v hale M13. Pro vyhodnocení jsou porovnány původní hodnoty získané pozorováním v hale M13, s hodnotami, které by přineslo nasazení inovativních řešení. Cílem navrhovaných opatření je dané procesy zefektivnit a dosáhnout tak lepších hodnot výchozích ukazatelů. Na základě zhodnocení je vždy doporučeno, zda dané opatření nasadit či nikoliv.

### **4.1 Zavedení systému pro rozšířenou realitu**

Při pozorování skladových procesů v hale M13 byly zjištěna problematická místa v oblastech jako jsou orientace řidiče ve skladu či zaučování nových pracovníků. Jako hlavní příčina byl identifikován aktuální způsob značení pro orientaci v prostorech operativního skladu. V současnosti, kdy je kladen velký důraz na znalost prostor, by mohl být celý proces zefektivněn pomocí využití brýlí pro rozšířenou realitu. Ty by pomáhaly řidičům s orientací ve skladu a zároveň by plně nahradily tablety, které mají v současnosti řidiči k dispozici.

#### **Hlavní přínosy**

Mezi hlavní přínosy patří zrychlení a zefektivnění skladových procesů. Díky navigaci, která je součástí promítaných informací se řidič velmi rychle orientuje ve skladu. Neztrácí čas hledáním informací o položkách, se kterými má manipulovat a také nehledá umístění položek v příslušných regálech.

Dalším přínosem je snížení chybovosti, vzhledem k tomu, že řidič manipuluje pouze s materiálem, který je přesně označen prvky rozšířené reality a stejně tak, je zaskladňuje na stejně označená místa, prostor pro chyby je minimální.

Pozitivní je rychlejší zaučování nového řidiče. Díky přesné navigaci se ve skladu dokáže během pár chvil orientovat i nováček, který tam nikdy dřív nebyl. Proces zaškolení probíhá výrazně rychleji a nový pracovník je již během pár hodin schopný podávat stejné výkony jako seniorní řidič.

Využívání brýlí pro rozšířenou realitu v reálném provozu nebylo odzkoušeno, ale na základě dostupné studie DHL a odborných názorů specialistů ze ŠA, lze očekávat

pozitivní dopad na provoz skladu. Odhadované zvýšení efektivity dosahuje až 10 %. Došlo by k eliminaci chyb a zrychlení rozvážení, neboť řidič by se nemusel zabývat orientací ve skladu a hledáním pozic. Zároveň pokud by došlo k očekávanému zvýšení efektivity v minimální výši zmíněných 10 %, lze uvažovat o úspoře až tří řidičů VZV na směnu.

### **Hlavní hrozby**

Užívání brýlí pro rozšířenou realitu v provozu sebou přináší hygienická úskalí. Vzhledem k tomu, že jsou brýle v těsném kontaktu s jejich nositelem, je třeba pro dodržení veškerých hygienických podmínek zajistit, aby měl každý pracovník, alespoň jedny svoje obruby, o které se bude starat.

Dalším častým problémem je, že obraz není úplný nebo se zpožďuje. Při využívání brýlí pro rozšířenou realitu bylo zjištěno, že se obraz může vlivem nevyžádaných problémů s přenosem dat zpožďovat a nejsou tak virtuální prvky promítány do reálného světa ve správné spojitosti. Obecně mají pracovníci k užití brýlí negativní postoj. Jejich náhlé nasazení by mohlo vyvolat vlnu odporu. Dalším negativním jevem s kterým je nutné počítat je, že při zkoumání a testování brýlí, bylo zjištěno, že někteří uživatelé rozšířené reality si při delším nošení stěžují na bolesti hlavy.

Závěrem i přes pozitivní očekávaný přínos zavedení rozšířené reality, nelze v manipulační technice pro zefektivnění procesů doporučit. Neboť po prověření této technologie s útvarem pro bezpečnosti práce bylo zjištěno, že nošení brýlí pro rozšířenou realitu v jakémkoliv pojízdném dopravním prostředku v areálu ŠA se neshoduje s interními pravidly bezpečnosti. Dokud se tedy pravidla bezpečnosti práce nezmění není možné brýle v provozu při řízení vozidla využít. Zároveň po bližším přezkoumání této problematiky bylo zjištěno, že ani někteří výrobci nedoporučují nošení jejich produktů v mobilních prostředcích. Jedná se například o společnost Epson, která má součástí manuálu k používání uvedenou tuto informaci. V manuálu pro užití brýlí od společnosti Google je uvedena pouze informace odkazující se na dodržování interních pravidel, ale přímo užívání v mobilních prostředcích nezakazuje. Výstřižek z pokynů pro použití jak od výrobce Epson, tak od společnosti Google je umístěn v příloze 3.

Možnou budoucí cestou by bylo využití Head up displejů přímo ve vysokozdvizných a jiných vozících. Využít tak rozšířeného obrazu reálného světa o virtuální prvky

pomocí této technologie bez nutnosti nosit brýle. To je však nyní zatím pouze výzva do budoucnosti, neboť tyto technologie běžně ještě v manipulační technice dostupné nejsou.

## **4.2 Zavedení systému Shooter pro automatizaci zavážení**

Druhým navrhovaných opatřením na základě určení problému, který představuje neefektivní způsob distribuce vychystaných komponent na montážní linku, je využití propojení myšlenky karakuri kaizen v podobě samospádového gravitačního regálu spolu s moderní technologií vozíku FTS pro navážení materiálu ze supermarketů k montážní lince. Toto řešení bývá označováno též jako Shooter Systém, který nabízí možnost automatizace procesu navážení a díky tomu je možné využít efektivněji lidskou práci.

### **Hlavní přínosy**

Jako největší výhodu lze označit, že se jedná se o automatický systém fungující zcela samostatně. Není potřeba řidič tahače, který by vozíky rozvážel a manuálně je přepojoval. Lze tedy tohoto pracovníka využít pro jiné činnosti, které nelze automatizovat. Dalším přínosem je celkové zefektivnění procesu, kdy největší časová úspora vzniká při překládce materiálu na Shooter systém, kity se pouze přepouští. Samotná akce trvá pouze několik vteřin na rozdíl od toho pokud pracovník musí zastavit a manuálně přepojit vozík. To pak celá aktivita trvá i několik minut. Neopomenutelnou výhodou je i snížení chybovosti, vozík je naprogramován a propojen s interním systémem odvolávek. Dochází k minimalizaci chyb. Systém Shooter nezapomene naložit prázdné bedýnky.

Na základě vyčíslení nákladů na přímou práci v porovnání s pořízením Shooter systému a pronájmem 2 vozíku FTS, návrh vykazuje po 7 měsících užívání měsíční úsporu ve výši až přibližně 214 000 Kč. To představuje měsíční snížení nákladů až o 72 %. Dle uvedených hodnot jsou patrné přínosy navrhovaného opatření, které i přes potřebné pořizovací investice vykazují výsledný pozitivní dopad do procesu zavážení materiálu. Zároveň investice do pořízení vozíků vykazuje návratnost do jednoho roku, což taktéž koresponduje se současně nastavenými pravidly pro schvalování investic.

### **Hlavní hrozby**

Systém Shooter vyžaduje ke správnému fungování velkou přesnost. Samospádový gravitační regál je snadno poškoditelný. Pokud je tedy regál jen mírně poškozen

například srážkou s jinou manipulační technikou, celý systém Shooter již nemusí správně fungovat a dojde k narušení jeho automatického fungování.

Na základě informací uvedených výše je doporučeno zavést tento návrh.

### **4.3 Změna systému navádění autonomních vozíků FTS**

Jako hlavní identifikovaný problém byl určen zastaralý způsob navádění FTS vozíku. Vzhledem k vysokým nákladům na údržbu magnetické pásky, kterou využívají FTS vozíky ke svému navádění při navážení materiálu k montážní lince v hale M13 a dalším identifikovaným důsledkům, bylo navrženo využít současně dostupných moderních technologií a změnit způsob navádění vozíku. FTS vozík by byl tak nově naváděn pomocí laserové navigace, která se orientuje pomocí reflexních bodů.

#### **Hlavní přínosy**

Mezi hlavní přínosy patří jednoznačně odstranění magnetické pásky jako vodícího prvku umístěného na podlaze ve výrobní hale M13, který lze snadno mechanicky poškodit. Odstranění má i pozitivní dopad na vzhled prostorů v hale. Další pozitivní dopad je snížení nákladů na údržbu. Hlavní část nákladů na údržbu tvoří poškozená magnetická páska a práce s její opravou. Jejím odstraněním jsou náklady na údržbu významně poníženy.

Řešení přináší také větší možnosti při plánování trasy. Vozík se orientuje pomocí reflexních bodů a softwarového nastavení. Není tedy již omezen počet změn směru při jedné trase. Dochází i ke snížení počtu prostojů a odstávek způsobených problémy s navigací.

Laserové navádění přináší i snazší uvedení do provozu, protože není třeba instalovat na podlahu drahou pásku a provádět před její aplikací přípravu povrchu. Pracovníci technického servisu mohou uspořený čas za opravu využít například k preventivní údržbě jiného zařízení nebo jiným činnostem v rámci trvalého zlepšování procesů.

Na základě získaných dat o nákladech na údržbu pásky včetně práce na její opravu, které tvoří přibližně 49 850 Kč měsíčně je v porovnání i přes vyšší měsíční cenu za pronájem o 5 000 Kč stále využití laserové technologie finančně výhodnější a dochází zde k úspoře až 19 850 Kč měsíčně. To představuje přibližné snížení

měsíčních nákladů o 43 %. Na základě informací z jiných hal, kde je již tato technologie používána, bylo zjištěno že počet odstávek způsobených problémy s naváděním se snížil zhruba na polovinu.

### Hlavní hrozby

Vyšší cena, ačkoliv jsou vozíky v pronájmu, vozík rozšířený o vyspělejší technologii navádění znamená i vyšší cenu za pronájem. Celkové navýšení pronájmu činí 5 000 Kč tedy na výsledných 40 000 Kč za FTS / měsíc.

Další hrozbou jsou složitější opravy a servis, opravy magnetické pásky byly realizovány v rámci interní údržby technického servisu a s tím i spojené změny trasy. To už však bohužel neplatí pro laserové naváděcí systémy. Technický servis tak zvládne pouze základní úkony. Větší změny musí být řešeny externě. Servis zajišťuje přímo společnost CEIT, která vysílá technickou podporu.

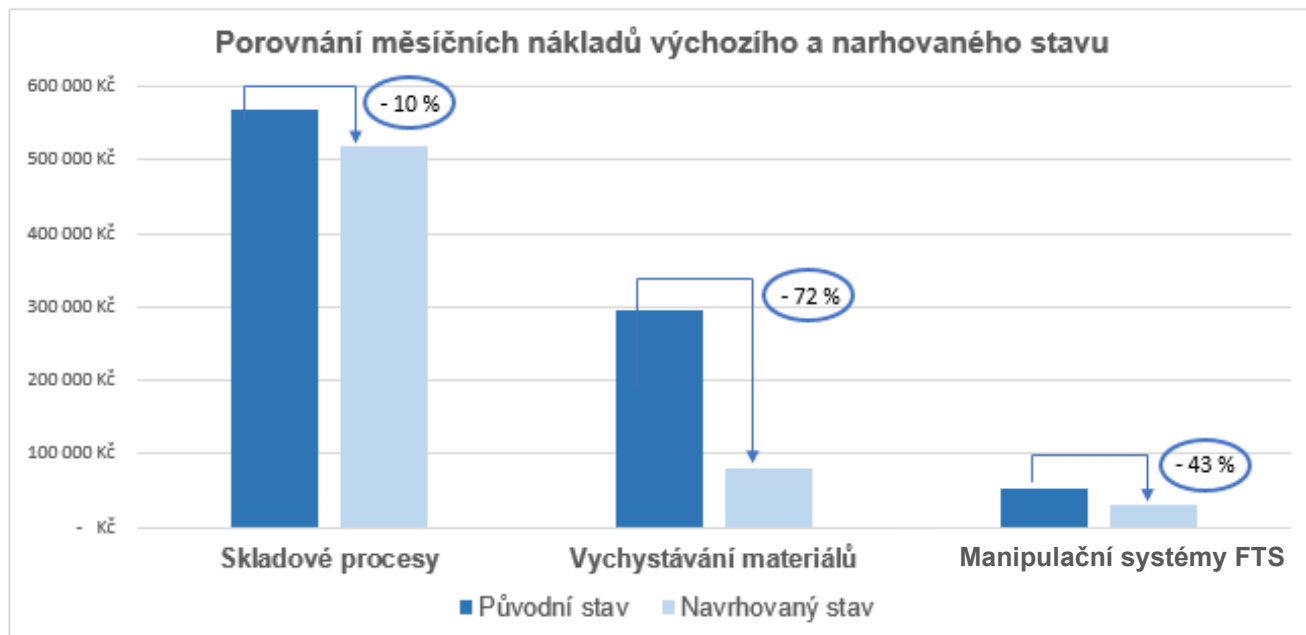
Na základě všech těchto poznatků je doporučeno změnit technologii navádění na laserovou v hale M13 pro všechny 3 zmíněné okruhy.

**Tab. 5 Porovnání původního a navrhovaného stavu**

Problematické místo	Navrhované opatření	Přínosy	Závěrečné doporučení
<b>Orientace řidičů manipulační techniky ve skladu při zaskladňování a vyskladňování materiálu a pomalý proces zaškolení nového řidiče</b>	Využití rozšířené reality, která by poskytovala nejen informace o přemísťovaném materiálu, ale zároveň by dokázala řidiče přesně navigovat	Zefektivnění současných procesů až o 10 %, úspora až 3 řidiče /směna, eliminace chyb, urychlení procesu zaškolení	Z důvodu rozporu s interními pravidly bezpečnosti je doporučeno <b>NEZAVÁDĚT</b>
<b>Proces vychystávání materiálu vytěžuje řidiče, který přepojuje vozíky ručně. Proces je pomalý a nákladný</b>	Automatizace procesu vychystávání materiálu ze supermarketu k montážní lince pomocí Shooter systému	Zefektivnění současného procesu a finanční úspora za práci řidiče, Návratnost investice do 1 roku, celková měsíční finanční úspora po 7 měsících až do výše 72 %	Z důvodu pozitivních finančních dopadů a zefektivnění procesu je doporučeno <b>ZAVÉST</b>
<b>Vysoké náklady na údržbu FTS vozíku, který využívá technologii navádění spojenou s magnetickou páskou</b>	Změna technologie navádění z magnetické pásky na laserovou	Úspora za nákup magnetické pásky, úspora pracovníků technického servisu a snížení prostojů, celková finanční úspora až 43 %	Z důvodu pozitivních finančních dopadů a zefektivnění procesu je doporučeno <b>ZAVÉST</b>

Uvedené informace o identifikovaných problematických místech a konkrétních přínosech navrhovaných opatření jsou shrnuty v tabulce 5, kde je možné nalézt i výsledné doporučení. Pro lepší přehlednost následuje graf obrázek 17, který

porovnává původní a navrhovaný stav. Konkrétně zobrazuje úsporu, kterou by přineslo implementování navrhovaných opatření v podobě poklesu měsíčních nákladů v rámci zkoumaných procesů.



**Obr. 17 Graf zobrazující pokles nákladů při zavedení navrhovaných opatření**



## Závěr

Moderní doba a nástup nových trendů přináší do provozu vyspělé technologie a digitalizaci procesů. Propojuje dílčí jednotky v celky, které spolu dokážou komunikovat, učí se a předávají si informace. Právě data a informace se stávají moderním stavebním kamenem pro nově nastavované procesy. Díky využití nových inovativních řešení je možné současné procesy zefektivnit a zvýšit tak celkovou produktivitu. Cílem této diplomové práce bylo identifikovat inovativní řešení, která by vedla ke zvýšení efektivity výrobních systémů v automobilovém průmyslu.

Nejprve byla provedena analýza vybraných procesů, kde byly nalezeny potenciály pro uplatnění inovativních zlepšení. Prvním navrhovaným opatřením bylo nasazení brýlí pro rozšířenou realitu, které by výrazně urychlily skladové procesy a zlepšily orientaci řidičů ve skladu. Jejich zavedením by byl zefektivněn i proces zaškolování a také by došlo k eliminaci chyb. Avšak jejich nasazení v současné době neumožňují interní předpisy a nelze je doporučit k zavedení. Budoucnost by mohla vést k využití HUD displejů ve vysokozdvizných vozících, již dnes používaných v některých automobilech a umožnit tak používání rozšířené reality v běžném výrobním provozu.

Druhé navrhované řešení propojuje inovativní technologii autonomních vozíků s myšlenkou štíhlé výroby. Toto řešení je nazýváno také jako Shooter systém, který vede k automatizaci procesů, zefektivnění překládek materiálů a úspoře lidské práce a je tedy doporučeno k nasazení.

Posledním z navrhovaných řešení je změna technologie navádění FTS vozíků, které naváží na hale M13 materiál k montážní lince. Navrhovanou změnou je upustit od řešení, které využívá pro svou navigaci magnetickou pásku a informace z RFID tagů umístěných na podlaze a nahradit tento systém laserovým naváděním, které se orientuje podle reflexních bodů. Díky nízkým nákladům na změnu technologie se jedná o rychle realizovatelné řešení, které přináší výraznou finanční úsporu v oblasti údržby spojené s magnetickou páskou a je doporučeno k nasazení.

Díky rychlému vývoji moderních technologií se otevírají stále nové možnosti pro inovace. To platí i v případě výrobních hal ve ŠA. Do budoucna lze uvažovat o větším zapojení autonomních zařízení či využití dronů pro usnadnění získávání informací o materiálu ve výškách.

## Seznam literatury

ADAM, Radim. Ministerstvo průmyslu a obchodu a průmysl 4.0. *Automa: časopis pro automatizační techniku* [online]. 2017 [cit. 2021-04-03]. Dostupné z: [http://automa.cz/Aton/FileRepository/pdf\\_articles/10997.pdf](http://automa.cz/Aton/FileRepository/pdf_articles/10997.pdf)

AUGMENTED REALITY CHECK. *DHL* [online]. 2021 [cit. 2021-03-28]. Dostupné z: <https://www.dhl.com/discover/business/productivity/augmented-reality>

AUGMENTED REALITY IN LOGISTICS: Changing the way we see logistics – a DHL perspective. *DHL* [online]. 2015 [cit. 2021-03-03]. Dostupné z: [https://www.dhl.com/content/dam/downloads/g0/about\\_us/logistics\\_insights/csi\\_augmented\\_reality\\_report\\_290414.pdf](https://www.dhl.com/content/dam/downloads/g0/about_us/logistics_insights/csi_augmented_reality_report_290414.pdf)

BARTODZIEJ, C J. The Concept Industry 4.0: An Empirical Analysis of Technologies. Berlin: Springer Gabler, 2017. ISBN 978-3-658-16501-7.

Bezchybná montáž: Jednoduchá a transparentní výroba vozů. *ŠKODA MOBIL: Noviny zaměstnanců škoda* [online]. 2020 [cit. 2021-02-28]. Dostupné z: <https://www.skodamobil.cz/cz/09-2020-2/force-program>

*CEIT: Inteligentní logistika* [online]. [cit. 2021-04-03]. Dostupné z: <https://ceitgroup.eu/cz/>

CEJNAROVÁ, Andrea. Od 1. průmyslové revoluce ke 4. Technický týdeník [online]. Business Media CZ, 2015, 4. 6. 2015 [cit. 2020-11-02]. Dostupné z: [https://www.technickytydenik.cz/rubriky/ekonomika-byznys/od-1-prumyslove-revoluce-ke-4\\_31001.html](https://www.technickytydenik.cz/rubriky/ekonomika-byznys/od-1-prumyslove-revoluce-ke-4_31001.html)

Co je RFID: (Radiofrekvenční IDentifikace)? *Smart-tec* [online]. [cit. 2020-12-06]. Dostupné z: <https://www.smart-tec.com/cs/auto-id-svet/technologie-rfid>

COON, Jeff. How to Deliver Augmented Reality to Maintenance and Repair. PTC [online]. 4.11.2018 [cit. 2020-12-08]. Dostupné z: <https://www.ptc.com/en/blogs/service/augmented-reality-maintenance-and-repair>

DIBLÍK, Jan. Právo pro dobu robotů a umělé inteligence. *SystemOnline: s přehledem ve světě informačních technologií* [online]. 2019 [cit. 2020-11-21]. Dostupné z: <https://www.systemonline.cz/clanky/pravo-pro-dobu-robotu-a-umele-inteligence.htm>

DISCOVER GLASS ENTERPRISE EDITION. *Glass* [online]. 2021 [cit. 2021-03-03]. Dostupné z: <https://www.google.com/glass/start/>

DUTT, Debanjan. Steering into Industry 4.0 in the automotive sector: Taking advantage of uncertain times to align for future success. *Deloitte* [online]. 23.1.2020 [cit. 2020-11-22]. Dostupné z: <https://www2.deloitte.com/us/en/insights/industry/automotive/industry-4-0-future-of-automotive-industry.html>

HOŘEJŠÍ, Petr. Augmented Reality System for Virtual Training of Parts Assembly. *Procedia Engineering* [online]. 2015 [cit. 2021-02-28]. Dostupné z: <file:///C:/Users/P%C3%A9%C5%A5an/Downloads/AugmentedRealitySystemForVirtualTraining.pdf>

CHROMJAKOVÁ, F. – TUČEK, D. Projektování výrobních procesů pro Průmysl 4.0. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2017. 105 s. ISBN 978-80-7454-680-8.

Chytrá rukavice: Logistika značky ŠKODA sází na technologii budoucnosti. *ŠKODA Storyboard* [online]. 2016 [cit. 2021-02-28]. Dostupné z: <https://www.skoda-storyboard.com/cs/tiskove-zpravy-archiv/chytra-rukavice-logistika-znacky-skoda-sazi-na-technologie-budoucnosti/>

Interní materiály společnosti CEIT CZ, s.r.o.

Interní materiály ŠKODA AUTO, a.s.

KOLÁŘ, Vojtěch. AGV vozíky místo běhajících skladníků. *Logistika* [online]. 2017 [cit. 2020-11-21]. Dostupné z: <https://logistika.ihned.cz/c1-65675110-agv-voziky-misto-behajicich-skladniku>

KOŠTURIÁK, Ján a Zbyněk FROLÍK. Štíhlý a inovativní podnik. Praha: Alfa Publishing, 2006. Management studium. ISBN 80-86851-38-9.

Laser Scanner for Navigation. *Goetting* [online]. 2019 [cit. 2021-03-27]. Dostupné z: <https://www.goetting-agv.com/components/43600>

LIKER, Jeffrey K. *Tak to dělá Toyota: 14 zásad řízení největšího světového výrobce*. Praha: Management Press, 2007. Knihovna světového managementu. ISBN 978-80-7261-173-7.

MARR, Bernard. *Little Data: The 25 KPIs Everyone Must Understand*. LettleData [online]. 2014 [cit. 2020-12-20]. Dostupné z: <https://www.smartdatacollective.com/little-data-25-kpis-everyone-must-understand/>

MAŘÍK, V. a kol. *Průmysl 4.0: Výzva pro Českou republiku*. 1. vyd. Praha: Management Press, 2016. 262 s. ISBN 978-80-7261-440-0.

MEČLOVÁ, Eva. Co přináší augmentovaná realita (AR)? Revoluci v e-commerce, marketingu a mnohem víc. *Synetech* [online]. prAHA, 27.5.2020 [cit. 2020-11-12]. Dostupné z: <https://synetech.cz/cs/blog/co-prinasi-rozsirena-realita>

NOVOTNÝ, Radek. Škodovka spustila v Boleslavi nový automatizovaný sklad: Roboti zvládají oproti dvojčeti v Kvasinách složitější operace. *Logistika* [online]. [cit. 2021-02-20].

Průmysl 4.0: Digitalizace v průmyslové výrobě. *Siemens* [online]. [cit. 2020-11-22]. Dostupné z: <https://www.siemens.cz/prumysl40/>

*Průmyslové regály pro blokové skladování palet* [online]. 2015 [cit. 2021-03-20]. Dostupné z: <https://www.stow-group.com/cz/novinky/prumyslove-regaly-pro-blokove-skladovani-palet>

RADEK, Novotný. Automatické vozíky se učí myslet. *Logistika* [online]. 2018 [cit. 2021-03-07]. Dostupné z: <https://logistika.ihned.cz/c1-66092110-automaticke-voziky-se-uci-myslet>

ROSER, Christoph. *Karakuri Kaizen: Úvod do Karakuri Kaizen*. *Průmyslové inženýrství* [online]. 2018 [cit. 2020-11-23]. Dostupné z: <https://www.prumysloveinzenyrstvi.cz/karakuri-kaizen-1-uvod-do-karakuri-kaizen/>

*ŠKODA AUTO: VÝROČNÍ ZPRÁVA* [online]. Mladá Boleslav, 2019 [cit. 2021-02-21]. Dostupné z: [https://cdn.skoda-storyboard.com/2020/06/SKODA\\_2019\\_CZE.pdf](https://cdn.skoda-storyboard.com/2020/06/SKODA_2019_CZE.pdf)

TOMAN, Pavel. *Když je chaos ve skladu žádoucí* [online]. 2020 [cit. 2021-03-20]. Dostupné z: <https://logistika.ihned.cz/c1-66856630-kdyz-je-chaos-ve-skladu-zadouci>

UNRAU, Jason. What you need to know about Head-Up Displays (HUDs). Mes-insights [online]. 17.3.2020 [cit. 2020-12-08]. Dostupné z: <https://www.mes-insights.com/what-you-need-to-know-about-head-up-displays-huds-a-910391/>

USTUNDAG, A. Industry 4.0: Managing The Digital Transformation. Istanbul, Turkey: Springer International Publishing AG, 2017. 286 s. ISBN 978-3-319-57869-9.

VACULÍKOVÁ, Eva. Robot nebo kobot? v čem se liší? *Talentica: Specialisté na nábor technicky zaměřených odborníků* [online]. 2018 [cit. 2020-11-21]. Dostupné z: <https://www.talentica.cz/robot-nebo-kobot/>

VÍTEK, Václav. Kanban. *Svět produktivity* [online]. [cit. 2020-12-06]. Dostupné z: <https://www.svetproduktivity.cz/slovník/Kanban.htm>

WAGNER, Jaroslav. *Měření výkonnosti: jak měřit, vyhodnocovat a využívat informace o podnikové výkonnosti*. Praha: Grada, 2009. Prosperita firmy. ISBN 978-80-247-2924-4.

WAGNEROVÁ, Irena. *Hodnocení a řízení výkonnosti*. Praha: Grada, 2008. Vedení lidí v praxi. ISBN 978-80-247-2361-7.

WINKLER, Zbyněk. *Odometrie* [online]. 2005 [cit. 2021-03-07]. Dostupné z: <https://robotika.cz/guide/odometry/cs>

## Seznam obrázků a tabulek

### Seznam obrázků

Obr. 1 Rozšířená realita promítaná v automobilu pomocí HUD .....	16
Obr. 2 Schéma koncepce Průmyslu 4.0.....	23
Obr. 3 Využití rozšířené reality pro TPM.....	30
Obr. 4 Automatický sklad AKL ve společnosti ŠKODA AUTO, a.s.....	37
Obr. 5 Prostředí simulace ovládání robota ve virtuální realitě.....	39
Obr. 6 Rozšířená realita – projekce balících instrukcí.....	40
Obr. 7 Mapa výrobního závodu ŠA v Mladé Boleslavi.....	42
Obr. 8 Mapa rozmístění haly M13.....	43
Obr. 9 Schéma skladových procesů.....	44
Obr. 10 Označení regálů a pozic ve skladu.....	45
Obr. 11 Pohled řidiče, který má brýle pro rozšířenou realitu.....	56
Obr. 12 Vyznačení umístění položky na pozici pomocí rozšířené reality.....	57
Obr. 13 Brýle Google Glass Enterprise Edition 2 s bezpečnostními rámečky.....	58
Obr. 14 FTS tahač se samospádovým gravitačním regálem doráží do místa vykládky....	61
Obr. 15 Princip navádění pomocí laseru.....	63
Obr. 16 Trase FTS vozíku v hale M13 pro využití laserového navádění.....	64
Obr. 17 Graf zobrazující pokles nákladů při zavedení navrhovaných opatření.....	71

### Seznam tabulek

Tab. 1 Shrnutí ekonomických výsledků ŠA v letech 2015–2019.....	35
Tab. 2 Shrnutí původního stavu M13 – problém skladové procesy .....	47
Tab. 3 Shrnutí původního stavu M13 – problém s vychystáváním materiálu.....	49
Tab. 4 Shrnutí původního stavu M13 – problém s naváděním FTS .....	53
Tab. 5 Porovnání původního a navrhovaného stavu.....	70

## **Seznam příloh**

Příloha 1 Technická specifikace FTS CEIT 3000AP .....	79
Příloha 2 Umístění konturového skeneru na FTS CEIT 3000AP .....	80
Příloha 2 Pokyny k používání brýlí pro rozšířenou realitu (Google, Epson).....	81

## Příloha 1 Technická specifikace FTS CEIT 3000AP

Název zařízení:	<b>Autonomní logistický tahač</b>
Typ zařízení:	<b>FTS CEIT 3000AP</b>
Typ pohonu:	<b>Samonosná tuhá náprava s diferenciálem</b>
Směr jízdy:	<b>Vpřed</b>
Rychlost s dynam. skenerem s proměnlivými zónami monitorovaného prostoru:	<b>0 - 1 m/s</b>
Rychlost s dynam. skenerem bez proměnlivých zón monitorovaného prostoru:	<b>0 - 1 m/s</b>
Nejmenší poloměr otáčení:	<b>1,1 m</b>
Otáčení na místě:	<b>ne</b>
Standardní metoda vedení:	<b>Magnetická páska</b>
Typ magnetické pásky:	<b>50 mm</b>
Max. přípustné přerušování mag. pásky	<b>100 mm</b>
Orientace na dráze:	<b>RFID tagy (frekvence 13,56 MHz)</b>
Umístění RFID tagů:	<b>100 mm od středu mag. pásky</b>
Hmotnost:	<b>520 kg</b>
Max. hmotnost přívěsu s nákladem:	<b>3000 kg</b>
Max. hmotnost neseného nákladu:	<b>-</b>
Max. celková hmotnost (tahač + nadstavba / náklad):	<b>3520 kg</b>
Typ povrchu na jízdní trase:	<b>Průmyslové lité podlahy</b>
Hodnota příčného sklonu povrchu vzhledem k dráze tahače:	<b>max 0 ± 2 %</b>
Hodnota podélného sklonu povrchu:	<b>0 ± 2 %, větší sklon po schválení výrobcem</b>
Velikost překážky / prohlubně:	<b>max 5 mm / max 5 mm</b>
Provozní použití:	<b>Ve vnitřním prostředí</b>
Provozní teplota:	<b>5°C - 40°C</b>
Provozní vlhkost:	<b>30% — 80% bez kondenzace</b>
Počet baterií:	<b>6 x 12 V DC</b>
Typ baterií:	<b>Nexsys 12XFC158 (trakční gelové)</b>
Barva zařízení:	<b>žluto — černá</b>

Zdroj: (Návod k obsluze FTS CEIT 3000AP, 2021)



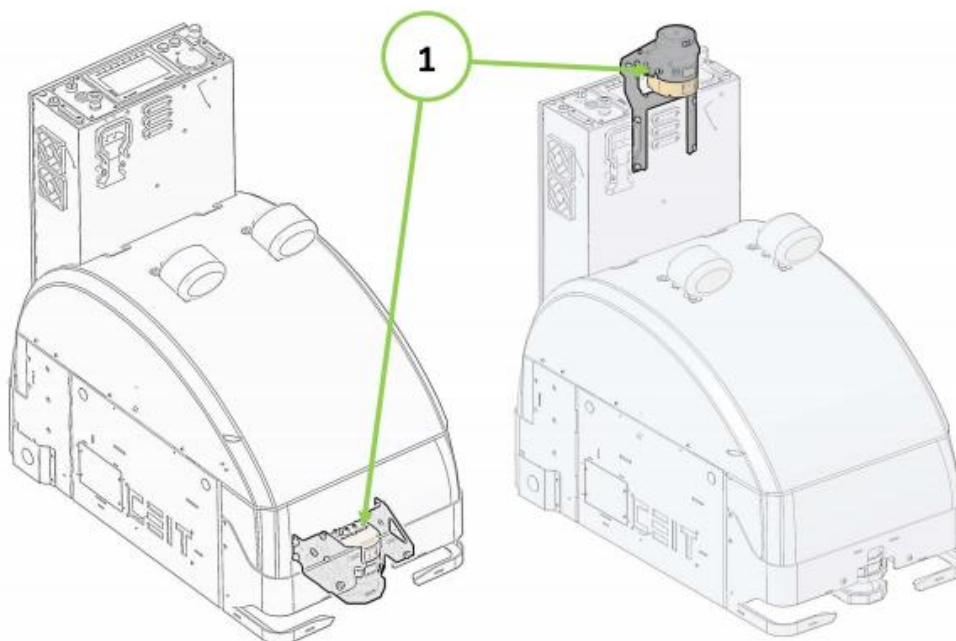
## Příloha 2 Umístění konturového skeneru na FTS CEIT 3000AP



FUTURE ACCELERATED

### 3.4 Možné umístění konturového skeneru

Konturový skener zařízení může být umístěn na více místech, která se liší podle druhu zařízení, na kterém je takový skener umístěn.



Zdroj: (Doplnění návodu k použití FTS CEIT 3000AP – modul konturové navigace, 2021)

## Příloha 3 Pokyny k používání brýlí pro rozšířenou realitu

### Google – Glass Enterprise Edition 2

#### Dodržujte příslušné zákony a omezení

Nepoužívejte sklo na místě nebo způsobem, který není povolen. Mnoho jurisdikcí přijalo zákony omezující používání mobilních zařízení při řízení motorového vozidla. Měli byste těmto zákonům rozumět a dodržovat je. Některá místa navíc omezují použití zařízení se schopnostmi záznamu. Nemocnice a jiná zařízení mohou omezit používání zařízení podporujících WiFi a Bluetooth. Můžete také být na určitých místech, kde se lidé kolem vás necítí dobře, když jsou fotografováni nebo zachyceni videem. Vždy berte ohled na své okolí - stejně jako s mobilním telefonem.

Zdroj: (Návod k obsluze Google – Glass Enterprise Edition 2, 2021)

### Epson – MOVERIO Pro BT-200

#### **! Bezpečnostní opatření při používání náhlavní soupravy**

Při používání náhlavní soupravy neutahujte hlavovou pásku příliš velkou silou. Hrozí riziko zranění nebo vzniku vyrážky způsobené tlakem.

Přestaňte používat náhlavní soupravu v případě pocitu podráždění pokožky, která je ve styku s náhlavní soupravou (hlava, tvář, atd.). V případě vzniku jakékoli neobvyklé vyrážky při nošení náhlavní soupravy se obraťte na kožního lékaře.

Pokud dojde při užívání náhlavní soupravy k pocení, setřete pot z hlavy, tváře i samotné náhlavní soupravy. Při pokračování užívání náhlavní soupravy za těchto podmínek hrozí riziko podráždění pokožky nebo vzniku vyrážky.

Při používání náhlavní soupravy držte ovladač bezpečným úchopem nebo jej umístěte na místo se stabilním povrchem a zajistěte, aby nebyly kabely nadměrně natažené. Pád náhlavní soupravy na zem vlivem tíže ovladače může způsobit zranění nebo poruchu funkce.

Náhlavní soupravu likvidujte v souladu s místními zákony a předpisy.

Zdroj: (Návod k obsluze EPSON MOVERIO Pro BT-2000, 2015)

## ANOTAČNÍ ZÁZNAM

AUTOR	Bc. Petra Císařová		
STUDIJNÍ PROGRAM/OBOR/SPECIALIZACE	N0413A050001 Ekonomika a management		
NÁZEV PRÁCE	Inovativní trendy ke zvyšování efektivity výrobních systémů ve ŠKODA AUTO, a.s.		
VEDOUCÍ PRÁCE	Ing. David Staš, Ph.D.		
KATEDRA	KRVLK – Katedra řízení výroby, logistiky a kvality	ROK ODEVZDÁNÍ	2021
POČET STRAN	64		
POČET OBRÁZKŮ	17		
POČET TABULEK	5		
POČET PŘÍLOH	3		
STRUČNÝ POPIS	<p>Práce se zaměřuje na využití inovativních řešení v automobilovém průmyslu. Cílem práce je na základě provedené rešerše identifikovat nejlepší inovativní řešení, které povede ke zvyšování efektivity výrobních systémů ve společnosti ŠKODA AUTO, a.s. Na základě provedené analýzy byly navrženy tři opatření.</p> <p>První z nich je využití brýlí pro rozšířenou realitu ve skladových procesech. Řešení by zlepšilo současné procesy a zrychlilo zaškolování nových pracovníků. Návrh není možné v současné době realizovat z důvodu interních předpisů. Druhým navrhovaným opatřením je zavedení systému Shooter, který zautomatizoval navážení k montážní lince. Došlo by k úspoře práce řidiče traileru. Posledním navrhovaným opatřením byla změna navádění FTS. Nově by byla k navádění využita laserová navigace místo magnetické pásky. Toto opatření by přineslo úsporu za údržbu pásky. Na závěr jsou všechny navrhovaná opatření zhodnocena.</p>		
KLÍČOVÁ SLOVA	Průmysl 4.0, FTS, rozšířená realita, karakuri kaizen, systém Shooter, štíhlá výroba, inovace		

## ANNOTATION

<b>AUTHOR</b>	Bc. Petra Císařová		
<b>FIELD</b>	Specialization International Supply Chain Management		
<b>THESIS TITLE</b>	Innovative trends to increase the efficiency of production systems in ŠKODA AUTO, a.s.		
<b>SUPERVISOR</b>	Ing. David Staš, Ph.D.		
<b>DEPARTMENT</b>	KRVLK – Department of Production, Logistics and Quality Management	<b>YEAR</b>	2021
<b>NUMBER OF PAGES</b>	64		
<b>NUMBER OF PICTURES</b>	17		
<b>NUMBER OF TABLES</b>	5		
<b>NUMBER OF APPENDICES</b>	3		
<b>SUMMARY</b>	<p>The work focuses on the use of innovative solutions in the automotive industry. The aim of the work is based on the research to identify the best innovative solution that will increase the efficiency of production systems in the company ŠKODA AUTO, a.s. Based on the analysis, three measures were proposed.</p> <p>The first is the use of augmented reality glasses in warehousing processes. The solution would improve current processes and speed up the training of new employees. The proposal cannot be implemented at present due to internal regulations. The second proposed measure is the introduction of the Shooter system, which automated the weighing to the assembly line. The work of the trailer driver would be saved. The last measure proposed was a change in the guidance of the FTS. Newly, laser navigation would be used for guidance instead of magnetic tape. This measure would save on tape maintenance. Finally, all proposed measures are evaluated.</p>		
<b>KEY WORDS</b>	Industry 4.0, FTS, augmented reality, karakuri kaizen, Shooter system, lean manufacturing, innovation		