

Univerzita Pardubice  
Dopravní fakulta Jana Pernera

Monitoring vozů ve výrobním procesu společnosti Iveco Czech Republic

Pavλίna Csernyanszká

Bakalářská práce  
2020

Univerzita Pardubice  
Dopravní fakulta Jana Pernera  
Akademický rok: 2018/2019

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE (projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Pavína Csernyanszká**  
Osobní číslo: **D16222**  
Studijní program: **B3709 Dopravní technologie a spoje**  
Studijní obor: **Dopravní management, marketing a logistika**  
Téma práce: **Monitoring vozů ve výrobním procesu společnosti Iveco Czech Republic**  
Zadávací katedra: **Katedra dopravního managementu, marketingu a logistiky**

### Zásady pro vypracování

Úvod

1. Aspekty označování a identifikace prvků ve výrobním procesu
2. Analýza výrobního procesu ve vybraném podniku
3. Návrh na změnu monitoringu ve výrobním procesu

Závěr

Rozsah pracovní zprávy: **40 – 50 stran**  
Rozsah grafických prací: **dle doporučení vedoucí/ho**  
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam doporučené literatury:  
dle pokynů vedoucí/ho práce

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Petr Šohajek**  
Katedra dopravního managementu, marketingu  
a logistiky  
Datum zadání bakalářské práce: **31. října 2018**  
Termín odevzdání bakalářské práce: **24. ledna 2020**

L.S.

---

**doc. Ing. Libor Švadlenka, Ph.D.**  
děkan

---

**doc. Ing. Jaroslava Hyršlová, Ph.D.**  
vedoucí katedry

V Pardubicích dne 8. ledna 2020

Prohlašuji:

Tuto práci jsem vypracovala samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využila, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byla jsem seznámena s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Beru na vědomí, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, a směrnicí Univerzity Pardubice č. 7/2019 Pravidla pro odevzdávání, zveřejňování a formální úpravu závěrečných prací, ve znění pozdějších dodatků, bude práce zveřejněna prostřednictvím Digitální knihovny Univerzity Pardubice.

V Pardubicích dne 20. 1. 2020

Pavína Csernyanszká

Na tomto místě bych napřed ráda poděkovala lidem, kteří mi pomáhali při zpracování této práce. Velké díky patří vedoucímu práce Ing. Petru Šohajkovi a Ing. Janu Beránkovi z firmy Iveco za vstřícný přístup, odbornou pomoc, užitečné rady, a především jejich čas věnovaný zpracovávání bakalářské práce.

Zvláštní poděkování patří mému manželovi a celé mé rodině za jejich trpělivost a podporu při mém studiu, bez kterých by tato práce nevznikla.

## **ANOTACE**

Tato bakalářská práce se zabývá problematikou sledování pohybu vozů v lakovně společnosti Iveco Czech Republic, a. s. Cílem práce je vytvoření návrhu nasazení technologie automatické identifikace, jehož pomocí dojde ke zlepšení procesu lakování autobusů prostřednictvím přesných informací o pozicích a stavu jednotlivých autobusů. Práce je rozdělena do třech částí. V první jsou uvedeny aspekty označování a identifikace prvků. Ve druhé je provedena analýza výrobního procesu. Ve třetí části jsou navrženy změny monitoringu vozů v lakovně.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

Automatická identifikace, čárový kód, RFID technologie, lakovna, sledování, autobus

## **TITLE**

Monitoring of buses during the production process in the Iveco Czech Republic company

## **ANNOTATION**

The bachelor thesis deals with the issues of tracking the bus movements in the paint shop of the Iveco Czech Republic, a. s. company. The aim of the thesis is to create a proposal of automatic identification technology deployment which will improve the process of painting the buses thanks to accurate information concerning positions and statuses of buses. The thesis is divided into three parts. The first part concerns with the aspects of element marking and identification. The second part deals with the production process analysis. In the third part changes of car monitoring in the paint shop are proposed.

## **KEYWORDS**

Automatic identification, barcode, RFID technology, paint shop, tracking, bus

# OBSAH

ÚVOD .....	9
1 ASPEKTY OZNAČOVÁNÍ A IDENTIFIKACE PRVKŮ VE VÝROBNÍM PROCESU .....	11
1.1 Automatická identifikace .....	11
1.1.1 Přínosy ze zavedení automatických identifikačních systémů .....	12
1.2 Čárové kódy .....	14
1.2.1 Rozdělení čárových kódů .....	14
1.2.2 Princip čárového kódu.....	15
1.2.3 Konstrukce čárových kódů.....	15
1.2.4 Historie čárových kódů .....	16
1.2.5 European Article Number (EAN) .....	16
1.2.6 Quick Response Code (QR kód).....	17
1.2.7 Přejechod z čárových kódů na RFID technologii .....	17
1.2.8 Charakteristika RFID systému .....	18
1.2.9 Historie RFID.....	21
1.2.10 Princip technologie RFID .....	21
1.2.11 Porovnání technologií .....	22
2 ANALÝZA VÝROBNÍHO PROCESU VE VYBRANÉM PODNIKU .....	24
2.1 Kadence.....	24
2.2 Procesní mapa lakovny .....	25
2.3 Proces lakování .....	26
2.4 Monitorování pohybu skeletů v lakovně.....	34
2.4.1 Vizuální kontrola.....	34
2.4.2 Evidence pomocí excelových souborů.....	35
2.5 Aktuální sledování pohybu vozů.....	36
2.6 Využití technologie čárových kódů .....	39
2.7 Shrnutí.....	43
2.8 Pojmosloví – interní výrazy .....	44
3 NÁVRH NA ZMĚNU MONITORINGU VE VÝROBNÍM PROCESU .....	46
3.1 Zavedení RFID technologie .....	46
3.1.1 Varianty nasazení RFID technologie .....	46
3.1.2 Shrnutí variant návrhů.....	49

3.1.3	Pohyblivé brány .....	50
3.1.4	Proces s tagy.....	52
3.1.5	Použití RFID tagů .....	53
3.1.6	Umístění, montáž a demontáž tagů .....	54
3.1.7	Mobilní terminál.....	57
3.1.8	Informační toky.....	57
3.2	Rozšíření RFID technologie po celém závodě Iveco .....	62
3.3	Rozšíření lakovny .....	63
3.3.1	Zavedení dalšího koridoru.....	63
3.3.2	Zavedení další přesuvny.....	64
3.4	Zhodnocení navrženého řešení.....	64
ZÁVĚR .....		66
POUŽITÁ LITERATURA.....		68
SEZNAM TABULEK.....		71
SEZNAM OBRÁZKŮ .....		72
SEZNAM ZKRATEK.....		73
SEZNAM PŘÍLOH.....		74



# ÚVOD

Téma této bakalářské práce bylo zvoleno na základě konzultace s vedoucím pracovníkem oddělení lakovny ve společnosti Iveco Czech Republic, a.s. Práce se zaměřuje na zlepšení řízení a monitorování pohybu vozů v lakovně pomocí automatické identifikace.

Posuny vozů v lakovně nejsou liniové, jako tomu bývá v mnoha závodech vyrábějících menší silniční vozidla, ale jedná se o posuny vozů v prostoru různými směry. Z tohoto důvodu je problematika určování a monitoringu pozic stání vozů složitější i z důvodu, že předchozí unity (svařovny) nejsou vozy do lakovny předávány ve stejném pořadí, ve kterém z lakovny pokračují na montážní linku.

V současné době výrobní závod společnosti Iveco ve Vysokém Mýtě vyrábí každý den 19-20 vozů. Zde je důležité zmínit, že lakovna umožňuje více než 900 základních variant olakování autobusů. Jednobarevné, například bílé vozy projedou lakovnou za kratší dobu než vícebarevné vozy. Dále rozhoduje o celkové době průchodu lakovnou délka vozu, typ karoserie a mnoho dalších vlivů. Z těchto důvodů není snadné efektivně sledovat rozmístění autobusů po lakovně bez využití moderních sledovacích technologií, resp. automatické identifikace, navíc při neustále se zvyšujícím objemu výroby.

V posledních letech je ve větších firmách s logistickými či výrobními procesy stále častěji zaváděna automatická identifikace komponent či výrobků. Přestože jsou technologie automatické identifikace obecně spojovány s prodejem výrobků či se skladováním materiálů, dá se také vhodně uplatnit například pro sledování větších objektů, jako jsou v tomto případě autobusy.

Monitoring vozů pomocí technologie automatické identifikace umožňuje zvýšení využití pracovišť, včasnou přípravu materiálů a komponent pro daný vůz, zlepšení přehledu o výrobě pro management společnosti a podobně.

V současné době je v lakovně využívána technologie čárových kódů, která se s ohledem na požadavek na zvýšení objemu výroby a zároveň zefektivnění výrobního procesu jeví jako nedostatečná, zejména z důvodu nastavení procesu sledování spočívajícího v nutnosti využívání manuální práce, kdy pracovník musí skenovat nebo ručně zadávat čárové kódy.

První kapitola bude věnována charakteristice automatické identifikace pomocí čárových kódů a RFID technologie. Druhá kapitola práce zanalyzuje pracovní proces lakovny s ohledem na problematiku pohybu vozů a pracovních operací. A konečně třetí kapitola bude obsahovat návrh a zhodnocení změn monitoringu výroby vozů.

Cílem této práce, jak již vyplývá z názvu, je návrh nasazení nové technologie pro monitoring vozů ve výrobním procesu společnosti Iveco Czech Republic v oddělení lakovny, závodu ve Vysokém Mýtě, vyrábějícím autobusy, s jehož pomocí dojde ke zlepšení výrobního procesu a v konečném důsledku umožnění navýšení výrobní kapacity.

# 1 ASPEKTY OZNAČOVÁNÍ A IDENTIFIKACE PRVKŮ VE VÝROBNÍM PROCESU

Tato kapitola se zabývá aspekty označování a identifikaci prvků ve výrobním procesu, čímž pokládá základ pro navazující analýzu a návrh řešení této problematiky v konkrétním oddělení podniku. Označování lze jinak vyjádřit jako jeden z perspektivních způsobů ukládání informací především s pomocí identifikačních prostředků, jakými jsou například čtečky čárového kódu, snímače, terminály apod.

Velmi často jsou tyto přístroje používány ve sféře obchodu, avšak uplatnění naleznou i ve skladech, logistických centrech a ve výrobních podnicích, kde pomáhají k identifikaci zboží a komponent. Sběrem dat se rozumí čtení čárového kódu. Dnes se ale technologie natolik vyvinuly, že již není třeba přímého kontaktu s terminálem. Existují také čtečky tzv. RFID čipů. Tyto přenašeče informací mohou dosahovat velmi malých velikostí, ale přesto zajišťovat přenos všech potřebných informací. Čtečky RFID čipů jsou schopny jeho přítomnost zaznamenat i ze vzdálenosti několika metrů a uložit data do své paměti.

## 1.1 Automatická identifikace

Cempírek, Kampf a Široký (2009) ve své publikaci uvádí, že automatické identifikační systémy jsou uvedeny v širších vazbách, v rámci celého podnikového informačního systému a v souladu s podnikovou strategií logistických společností. Nedílnou součástí pro rozvoj podnikového informačního systému a používání informačních technologií a informačních systémů jsou předpokládáné potřeby s ohledem na budoucí rozvoj firmy.

V České republice se stále pracuje na sjednocení terminologie v oblasti čárových kódů. Pokud je možné vícero označení u některých zařízení, jsou v publikaci uváděna tak, jak se s nimi můžeme v běžném životě setkat. V dnešní době jsou jednoznačně předepsána pravidla používání systémů EAN v normách ČSN 770060, 770061 A 770062.

Slovo automatická identifikace znamená například samočinné zjištění totožnosti objektů nebo prvků, a to nejen jako součást logistických řetězců. V současnosti se to často charakterizuje jako doba, která je ovládána moderní výpočetní technikou. Výpočetní technika je prostředkem k využívání a ovládání informací, které jsou důležité pro řízení firem. Dostatečné a přesné informace v požadovaném množství, ve správný čas a na správném místě jsou nezbytným předpokladem pro přední postavení firmy. Z důvodu zpracování informací jsou proto vyvíjeny složité a často nákladné počítačové aplikace. Bezchybný sběr, tvorba a přenos

dat jsou dalším důležitým předpokladem pro správné fungování systému. Tyto okruhy otázek a problémů řeší automatická identifikace neboli „*Automatické identifikační systémy*“.

Podle Szafránského (2011) lze stanovit, že na světě má stále větší význam identifikace, značkování, kódování, což umožňuje kontrolu původu zboží. Sleduje se velmi rychlý rozvoj technologie RFID systému neboli kontroly proudění zboží, který využívá rozhlasové vlny, proto se též nazývá rádiovým čárovým kódem. Moderní systémy označování otevírají nové možnosti v organizaci fungování firmy nejen v oblasti logistiky. V současnosti se pro označení výrobků, předmětů a polotovarů používají zejména čárové kódy. Předností je všeobecné sjednocení způsobu kódování. „*Automatická identifikace je určena především pro záznamy velkého množství údajů a má za úkol zvýšit spolehlivost a efektivnost jejich pořizování v porovnání s metodami ručními.*“ (Cempírek, Kampf a Široký, 2009).

Z pohledu logistiky Cempírek, Kampf a Široký (2009) definují automatické identifikační systémy jako systémy, které využívají pasivních prvků. Tyto prvky procházejí logistickým řetězcem. Dochází také k přenosu informací s nimi souvisejících mezi jednotlivými články. Těmito pasivními prvky jsou výrobky a díly, nebo z nich vytvořené celky, čímž rozumíme dopravní prostředky a obsluhu, jejichž vlastní pohyb lze takto sledovat, ale převážně slouží k přenosu informací.

Totožnost pasivních nebo aktivních prvků je podle Sixty a Mačáta (2005) zjišťována podle fyzických znaků (např. kamerou podle barvy nebo tvaru), podle hmotnosti, podle kódu (např. laserovým snímačem u čárových kódů) a v neposlední řadě podle nosiče dat (např. snímačem radiofrekvenčního signálu odraženého či vysílaného štítkem připevněným třeba na kontejneru). Identifikovat lze i dopravní prostředky a osoby.

### **1.1.1 Přínosy ze zavedení automatických identifikačních systémů**

Základní rozdělení cílů podle Cempírka, Kampfa a Širokého (2009) vypadá takto:

1. Ekonomický cíl – úspora budoucích nákladů především personálních. Při narůstajícím objemu přepravovaného zboží a současném způsobu jeho zpracování bude nutné rozšířit počet pracovníků v logistice, kteří se fyzicky zabývají kontrolou zásilek. Předpokládá se zkvalitnění kontroly a tím snížení nákladů na vyřizování reklamací, úhradu škod způsobených přepravním systémem a z toho plynoucí výše pojištění odpovědnosti za škody a v neposlední řadě snížení nákladů na komunikaci se zákazníky a řidiči.
2. Provozní cíl – zkvalitnění a zrychlení kontroly zásilek, které ovlivňují rychlost vypravení jednotlivých dopravců na rozvozové trasy, tzn. celkovou úsporu času

potřebného při manipulaci se zásilkami nejen v logistice, ale i při doručení zásilky určenému příjemci, resp. při nakládce u zdroje zboží, zrychlení toku informací mezi prvky přepravního systému

3. Strategický cíl – zlepšení informovanosti nejen interní, ale i externí směrem na dodavatele i odběratele služeb, získání konkurenční výhody, přizpůsobení se standardům západoevropských přepravních systémů

Durčák (2017) uvádí, že EAN kód (European Article Number) je číselný kód sloužící k celosvětově jednoznačné identifikaci výrobků. Používá se jak v maloobchodě, tak ve velkoobchodě. Nejčastěji se na obalech výrobků setkáme s třináctimístným kódem EAN-13. U výrobků s malými rozměry, na jejichž obaly by byl problém umístit kód EAN-13, je možné použít i osmimístný kód EAN-8.

Dále systém EAN umožňuje moderně řídit činnost související s řízením a prováděním obchodních a distribučních operací. Umožňuje důslednou kontrolu všech činností spojených s realizací prodeje zboží. Prodejnost zboží, která je zjišťována v reálném čase, přímo ovlivňuje jeho výrobu. Prodejci tedy mohou být v reálném čase informováni o prodeji svého zboží (Cempírek, Kampf a Široký, 2009).

Předpokladem efektivního používání systému EAN je i předávání zpráv o zboží odběratelům. Prodejci předávají následující informace o zboží (papírovým dokladem nebo elektronickým přenosem):

- kód EAN spotřebitelské a distribuční jednotky,
- název výrobku, cenu, DPH, dodací podmínky atd.,
- fyzikální charakteristiky spotřebitelské a distribuční jednotky (množství, hmotnost, rozměry aj.).

Systém EAN vytváří předpoklady pro:

- automatizované skladové hospodářství a řízení stavu zásob,
- podstatné zjednodušení průběhu inventur a expedice,
- lepší informovanost o prodeji zboží v reálném čase,
- jednodušší systém objednávek zboží,
- zlepšení vazeb mezi obchodem (distributorem) a výrobcem,
- zvýšení obrátu a zisku,
- usnadňování rozhodování při manipulaci se zbožím (Cempírek, Kampf a Široký, 2009).

## 1.2 Čárové kódy

*"Čárové kódy jsou nejučelnějším a stále ještě nejlevnějším způsobem, a proto jsou nejrozšířenější při označování pasivních prvků pro automatickou identifikaci na optickém principu. Jsou založeny na rozdílných vlastnostech tmavých a světlých ploch při ozáření optickým nebo laserovým paprskem. Je nutné také dodat, že s tímto způsobem identifikace jsou největší zkušenosti (první patent na využití byl udělen pánům Joe Woodland a Berny Silver, v roce 1949, US patent 2.612.944)."* (Sixta a Mačát, 2005).

Podle Lošťáka (2009) je rozšířenost čárových kódů dána přesností, flexibilitou a rychlostí. Přesností je myšleno, že každý čárový kód má vlastní kontrolní číslice, které nelze snadno zaměnit za jiné kódy. Flexibilita čárového kódu značí, že jakkoliv velké zboží zabalené do jakéhokoliv obalu lze označit. Stejně tak se dá obalu přizpůsobit i jeho velikost. V moderním světě se ale tyto výhody staly postupně nevýhodnými. Právě flexibilita čárových kódů je zároveň jejich velkou nevýhodou. Výrobci umísťují kód tak, aby co nejméně kazil estetický dojem z obalu výrobku, a proto se u pokladen často stává, že kód nejde sejmout.

Druhů čárových kódů je hned několik. V poslední době lze vyhledat přibližně 200 typů různých čárových kódů. Některé jsou speciální, některé se používají jen v určité zemi. Mezi známější čárové kódy používané na celém světě patří:

- číselné např. EAN, UPC, QR,
- číselné se zvláštními znaky např. CODABAR,
- alfanumerické např. TELEPEN 93 (Sixta a Mačát, 2005).

Sixta a Mačát (2005) ve své publikaci dále uvádí, že jednotlivé čárové kódy se liší:

- použitou metodou kódování při záznamu dat,
- skladbou záznamu a jeho délkou,
- hustotou záznamu,
- způsobem zabezpečení správnosti dat.

### 1.2.1 Rozdělení čárových kódů

Důvodem pro zvolení technologie čárových kódů podle Cempírka, Kampfa a Širokého (2009) jsou převážně nízké provozní náklady a přijatelná pořizovací cena. Další výhoda spočívá v tom, že čárovým kódem lze označit libovolné věci. Výběr vhodného použití čárového kódu je závislý na obsahu informací, které může tato symbolika vyjádřit. Volba je také podmíněna technologií a požadavky na kódování dat, způsobu tisku, druhu etiket, citlivosti čtecího zařízení apod. Pokud žádný z existujících kódů nevyhovuje, musí se navrhnout kód nový i jeho kódovací tabulka spolu s návrhem čtecí a dekódovací jednotky.

### 1.2.2 Princip čárového kódu

Čárový kód je čtvercový nebo obdélníkový obraz sestávající z řady rovnoběžných černých čar a bílých mezer různých šířek, které lze číst skenerem. Čárové kódy se používají na výrobky jako prostředek rychlé identifikace. Používají se v maloobchodech jako součást procesu nákupu, ve skladech ke sledování zásob a na fakturách, které pomáhají v účetnictví a mimo jiné také v mnoha dalších případech (Shopify, 2019).

Princip jeho snímání je založen na rozeznávání kontrastu mezi tmavými čarami a světlými mezerami, přičemž se buď může pohybovat zboží označené kódem kolem čidla čtecího zařízení, nebo se čidlo pohybuje kolem zboží.

Lošťák (2009) dodává, že ke čtení a dekódování čárového kódu slouží snímače, které na principu přenosu světla převádějí informace v podobě čísel a znaků do počítače či jiného zařízení, a dále s těmito informacemi pracují.

### 1.2.3 Konstrukce čárových kódů

Jak již bylo zmíněno, čárový kód je sekvencí čar a mezer, které jsou nosičem kódu. Při snímání čárového kódu optoelektronickým zařízením se kód tímto přístrojem analyzuje a vytváří nový kód srozumitelný počítači. Proto jsou čárové kódy často charakterizovány jako technologie, která je oproti ostatním v mnohem užším propojení na výpočetní techniku. Při čtení kódu snímačem jsou generovány elektrické impulsy odpovídající struktuře tmavých a světlých čar. Jestliže vyhodnotí čtecí zařízení tyto impulsy jako přípustnou posloupnost čar a mezer, pak se na výstupu zaznamená jako znakový řetězec. Není-li snímači předem známa struktura právě čteného kódu, resp. pokud není ke čtení takového kódu naprogramován, nedokáže tento kód dekódovat.

Pravidla přiřazování čar, mezer a jejich šířky, jsou specifická pro jednotlivé kódy. I délka je výlučná vlastnost pro určitý typ kódu a zkráceně řečeno je dána především požadavky na rozsah informací, které jsou zakódované. Je zřejmé, že možnost kódování většího počtu různých znaků způsobuje prodloužení výsledného kódu. Kromě toho, že v sekvenci čar a mezer jsou zakódovány jednotlivé znaky podle pravidla kódovací tabulky, pak začátek kódu je definován sekvencí čar znaku START a ukončení kódu je definováno sekvencí čar STOP. Tyto znaky slouží k rozpoznání typu kódu. U některých kódů může být i tzv. dělicí znak, který dělí kódovací řetězec na více částí, čímž ovšem není narušena celistvost kódu. Takové dělicí znaky obsahuje např. EAN 8 i EAN 13 (Cempírek, Kampf a Široký, 2009).

Dále je uvedeno dle autora Pearce (2015), že se používá osmi až třináctimístný číselný znak k jedinečné identifikaci maloobchodních produktů po celém světě. Číslice jsou logicky

rozděleny do 4 skupin. Skupiny tvoří zleva doprava systémový kód používaný k identifikaci země výrobce, kódu výrobce, kódu produktu a kontrolní číslice.

Musí být dodrženo tzv. světlé pásmo jak před, tak i za čárovým kódem. V tomto pásmu nesmí být umístěn žádný grafický symbol ani jakýkoli text, jelikož je určen pro čtecí zařízení k lepšímu rozlišení START a STOP znaků.

Aby mohl být kód úspěšně přečten, musí splňovat jednu velice důležitou podmínku, kterou je kontrast. Tato hodnota je definována jako poměr mezi rozdílem odrazu pozadí a odrazu čárky k odrazu pozadí. Při dodržení těchto kvalitativních podmínek jsou čárové kódy vysoce spolehlivým nástrojem. Chyby se při čtení téměř nevyskytují.

Pokud je čárový kód nějakým způsobem poškozen (narušena sekvence čar a mezer), nedojde k rozpoznání čárového kódu a data nejsou přečtena. Takové případy mohou nastat při mechanickém poškození kódu, nebo nekvalitním tiskem atd. Aby se zabránilo chybnému přečtení dat, přiřazuje se kódovanému řetězci tzv. kontrolní znak, který nese informace o všech znacích předchozích. Porovnáním hodnot přijatého a vypočítaného kontrolního znaku se prokáže, zda nastala uvedená chyba. Tímto je docílena výrazná výhoda čárových kódů. „*Je vhodnější čárový kód nepřečíst než přečíst chybně!*“ (Sixta a Mačát, 2005).

#### **1.2.4 Historie čárových kódů**

Koncept čárového kódu byl vyvinut Normanem Josephem Woodlandem, který v písku nakreslil řadu čar, které reprezentovaly Morseův kód, a Bernard Silver. Patent byl udělen v roce 1966 a NCR se stala první společností, která vyvinula komerční skener pro čtení symboliky čárových kódů. Balíček Wrigleiovy gumy byl první naskenovanou položkou v Marshově supermarketu v Troy v Ohiu, v domovském městě NCR (Shopify, 2019).

#### **1.2.5 European Article Number (EAN)**

Pro registraci, kontrolu a řízení pohybu zboží mezi výrobcem a spotřebitelem se používají různé systémy kódování zboží. Se vzrůstajícím prodejem zboží a spotřebitelskou poptávkou ve větších firmách se neustále zvětšuje potřeba kódů a jejich množství. Vzhledem k prudkému rozvoji mezinárodního obchodu, stoupla potřeba sjednotit různé systémy kódování a tím zajistit jednotný způsob identifikace zboží pro potřeby automatizace činnosti.

Systém EAN vznikl v roce 1977 a je standardizovaným celosvětově uplatňovaným systémem kódování a identifikace spotřebitelských, distribučních a nákladových jednotek. Tento systém je aplikací již dříve používaného systému UPC v USA a v Kanadě na spotřebitelském zboží.



Používá se i pro kódování a identifikaci služeb a míst a pro sdělení dalších doplňkových informací. Velké rozšíření nachází i v bezdokladové výměně obchodních dat.

Spotřebitelské a distribuční jednotky v logistických řetězcích v České republice jsou označovány numerickým čárovým kódem EAN 13 nebo EAN 8 (Cempírek, Kampf a Široký, 2009)

### **1.2.6 Quick Response Code (QR kód)**

Lze ho označit také jako 2D neboli dvourozměrný kód, který je obdobou čárového EAN kódu. Počátek této technologie, jež má podobu černobílého čtverečku s různými vzory, se uvádí v roce 1994 v Japonsku. Původní myšlenka byla doplnit zastaralé čárové kódy o nové a chytřejší tak, aby se daly využít ve výrobních procesech automobilových průmyslů.

Prvotním požadavkem byl kód, který by obsahoval více informací a byl načítán rychleji. Rozšíření dosud používaného čárového kódu se jevilo jako nemožné, proto byl vynalezen nový kód s kapacitou až 4000 znaků textu. QR kód má maticovou strukturu a umí pracovat s určitým zkreslením, dokáže kompenzovat ztrátu dat a existuje i v barevném provedení. Dokáže šifrovat data v podobě číslic, alfanumerických dat, binárních dat. Jeho velkou výhodou je schopnost korekce chyb. Až 30 % plochy QR kódu může být zničeno, ale přesto jsou data obnovena. QR kódy jsou dostupné ve 40 různých čtvercových velikostech. Telefon s kamerou dokáže QR kód načíst a obsaženou informaci dešifrovat ve zlomku vteřiny. QR kód může být ve formě obrázku umístěn v novinovém inzerátu, ve webovém banneru, v dopise, emailu, v televizním klipu, dá se také načíst i z jedoucího vozu na dálnici.

Dnes nás QR kódy provázejí téměř na každém kroku – v časopisech, na letácích, plakátech i vstupenkách. Své místo mají v reklamě a marketingu. QR technologii začaly zavádět také vybrané finanční instituce. Ve svých službách nabízejí QR platby, při nichž obsahuje sejmutý kód všechny potřebné platební údaje, což značně zefektivňuje a zjednodušuje platební proces.

Kódy se dají načítat také pomocí snímačů, které se využívají především v technologické výrobě a logistice. (Tvrdoň, 2015)

### **1.2.7 Přejchod z čárových kódů na RFID technologii**

Před několika desetiletími byla evidence zboží pomocí čárových kódů těžko představitelná. Přesto je to dnes již naprosto běžná technologie, která se využívá i v mnoha dalších oblastech, než kam byla původně určena.

RFID tagy mají oproti štítkům s čárovým kódem několik zásadních výhod. Štítek s čárovým kódem musí být umístěn na viditelném místě pro čtecí zařízení. Tam však je zároveň

vystaven vlivům poškození, odtržení, teplotní vlivy, povětrností vlivy. RFID tagy lze také umístit do značeného objektu tak, aby nebyl těmto vlivům vystaven a tím je několikanásobně odolnější oproti štítku s čárovým kódem. Mnoho výrobců v současné době již umísťuje RFID tagy do svých výrobků, palet, kontejnerů přímo ve výrobě a mnoho dalších firem se na toto připravuje.

Největší výhody RFID tagů jsou však dvě. Za prvé je to možnost načíst pomocí čtecího zařízení najednou velké množství tagů na větší vzdálenost (např. průjezd paletového vozíku čtecím portálem v reálném čase). V případě štítků s čárovým kódem se musí načíst postupně čárové kódy ze všech výrobků na paletovém vozíku. Za druhé je to možnost zápisu či změny informací přímo do RFID tagu (RFID portál, 2019).

### **1.2.8 Charakteristika RFID systému**

Radiofrekvenční identifikační systém je moderní technologií automatické identifikace objektů s využitím radiofrekvenčních vln. Tato technologii se může úspěšně zavést v mnoha odvětvích a oblastech, kde je kladen důraz na co nejrychlejší a přesné zpracování informací a okamžitý přenos těchto načtených dat k následnému zpracování.

Díky tomuto systému je možné zvýšit přesnost, rychlost a efektivnost obchodních, skladových, logistických a výrobních procesů.

Veškeré potřebné informace jsou ukládány v elektronické podobě do malých čipů neboli tagů, ze kterých lze následně načítat a opakovaně přepisovat pomocí rádiových vln. Tyto data však nelze získávat po jednotlivých čteních, jako u v současnosti používaných čárových kódů, ale hromadně. Současná čtecí zařízení dokáží najednou zaznamenat až několik set tagů za minutu (Cempírek, Kampf a Široký, 2009).

Szafraňski (2011) ve své publikaci uvádí, že technologie RFID umožňuje čtení mnoha tagů současně bez nutnosti optického kontaktu mezi čtecím zařízením a identifikovanými předměty. Díky tomu může být obsah celé palety, kde se nachází velký počet výrobků, zaregistrován automaticky v okamžiku převzetí nebo převozu samotné palety na vozíku, aniž by bylo nutné každý výrobek skenovat nebo vytahovat z balení. Je to mimořádně důležité v případě, kdy jsou na paletě převáženy různé náklady, v případě stejného sortimentu, kdy není znám přesný počet výrobků, nebo když každý výrobek má zvláštní sériové číslo, které je třeba zaregistrovat. Rozvoj informačních systémů typu Enterprise Resource Planning (ERP) - plánování podnikových zdrojů, způsobuje že mnohem více firem má zájem o technologii RFID.

Přední systémy podporující fungování firem jsou vybaveny moduly připravenými pro spolupráci s RFID, což je třeba řešení SAP Auto Identification Infrastructure umožňující integraci identifikační rádiové technologie se systémem SAP ERP. Informační systém podporující zařízení je tak dobrý, jak dobré (aktuální a kompletní) jsou údaje, jež jsou do něj zadávány. K převaze rádiových tagů nad tradičními čárovými kódy přispívá třeba i bezchybné čtení mnoha etiket ve velmi krátkém čase. Má to význam tam, kde se objevují současně složitý logistický řetězec a velký počet rozmanitých výrobků. Soudí se, že mnoho problémů souvisejících se skladovým hospodářstvím se týká ztracených dodávek. Jak se ukazuje, zboží se nachází na skladě, ale není možné ho nalézt. Systém značkování RFID usnadňuje jeho lokalizaci.

V porovnání s jinou automatickou identifikací mají RFID systémy výhody:

- hladký přenos dat,
- spolehlivé čtení a zapisování,
- jednoduchá a rychlá integrace do nadřazených systémů,
- přinesená úspora času a nákladů.

Cempírek, Kampf a Široký (2009) ve své publikaci uvádí, že RFID systémy zajistí, že data jsou s produktem svázána od samého počátku. Mobilní datové nosiče (tag, transponder) jsou připevněny na produkt, paletu, nebo na obal produktu a nesou potřebné informace, které jsou tak v provozu kdykoliv a kdekoliv jednoduše dostupné. Nezáleží na tom, zda je zapotřebí sledovat údaje o výrobcích ve výrobě dílů např. pro automobily nebo dodávky prostupující dopravním systémem v krabicích. Na jeden datový nosič může být zapsáno až 32 kB dat, která jsou potom v jednotlivých fázích procesu libovolně obměňována a přepisována. To znamená, že tok materiálu a dat je optimálně synchronizován.

Výkonná čtecí a zapisovací zařízení v různých robustních provedeních zajišťují rychlý a spolehlivý přenos dat mezi mobilními nosiči a nadřazenými řídicími systémy. Data a energie jsou přenášena prostřednictvím elektromagnetického pole (indukce) nebo na rádiových frekvencích. Tyto mechanismy datového přenosu spolehlivě fungují v těžkých průmyslových podmínkách. Přenos může probíhat i skrz nekovové materiály. Předností datových nosičů není pouze vysoká spolehlivost uchování dat, ale i vysoká odolnost proti vlivům vnějšího prostředí (znečištění, kolísání teploty, kapaliny, mechanické namáhání).

Violino (2005) ve svém článku uvádí, že existují dva typy transponderů: aktivní a pasivní. Součástí aktivních transponderů (viz. Obrázek 1) jsou vysílače společně s napájecím

zdrojem. Ty většinou vysílají samy své údaje, protože jsou vybaveny vlastní baterií, která vydrží cca 5 let, nebo mohou případně čerpat energii ze slunce nebo z jiných zdrojů. Tento typ RFID tagů je využíván například k identifikaci železničních vozů, kontejnerů, nebo u velkých nádob pro opakované využití, které je potřebné sledovat na velké vzdálenosti a čtecí rozsah je až do 100 m, pracují většinou na frekvencích 868 MHz nebo 2,4 GHz. Nevýhodou jsou poměrně vysoké náklady na pořízení a jsou použitelné v omezeném rozsahu teplot (kvůli životnosti baterie).



**Obrázek 1** Vysoce odolný aktivní RFID tag (Klauz, 2017)

Pasivní RFID transpondery nemají vysílač, takže odráží energii neboli rádiové vlny zpět ke čtečce nebo anténě, která tyto rádiové vlny vysílá. Vzdálenosti čtecího rozsahu jsou různé. Ty, které pracují na frekvenci 868 MHz nebo 2,4 GHz, mají rádius podstatně větší, než ty s frekvencí 125 kHz a dosahem jen 2 m.

Cempírek, Kampf a Široký (2009) ve své publikaci dále uvádí, že transponderem s největší budoucností je „Smart label“ odpovídající standardu ISO 15693, s jednotnou provozní frekvencí 13,56 MHz, akčním rádiem do 1 m a integrovanou antikolizní technikou. Ve velkých počtech má tento „label transponder“ přijatelnou cenu. Jeho velikost lze přizpůsobit dané aplikaci a opakovaně jej popisovat. Díky své standardizaci je celosvětově použitelný, a má proto i zajištěnou dobrou budoucnost. Tyto vlastnosti mu zaručují použití v logistice, a to zejména tam, kde se musí trvale sledovat a prokazovat životnost jednotlivých komponentů, jako je tomu například u potravin.

Existuje tzv. „antikolizní technika“, jak bylo výše uvedeno, která umožňuje odečítat současně větší počet transponderů. Čtecí přístroj transpondery nejprve identifikuje: každý transponder má totiž podle standardu ISO 15693 své individuální a celosvětově unikátní číslo.

Pak se ale všechny transpondery „umlčí“ a ve zlomku sekundy se postupně zaznamenají jejich údaje. Tak např. ve velkých samoobsluhách v momentě průjezdu kolem pokladny zjistí čtecí přístroj současně všechny údaje o počtu a cenách veškerého zboží uloženého v nákupním vozíku.

### **1.2.9 Historie RFID**

Počátky RFID sahají do období druhé světové války. V této době nastal velmi rychlý rozvoj rádiových technologií. Všeobecně se začala používat radarová technika a hledače kovů. Předchůdcem načítání informací na vzdálenost pomocí rádiového vysílání bylo využití systému opakovaců IFF (Identification Friend or Foe) na straně Velké Británie, aby bylo možné odlišit letadla nepřítelů od vlastních strojů. Šlo-li o vlastní letadlo, vysílal při radarovém zaměření opakovací, který v něm byl umístěn, pozitivní signál. Od té doby se princip činnosti rádiové identifikace nezměnil. Samozřejmě vlastnictví příslušné technologie v praxi ještě neznamená mnoho.

Jako příklad lze použít útok japonského letectva na vojenskou námořní základnu Pearl Harbor, kterému nezabránilo ani to, že Spojené státy vlastnily radarovou technologii. K úplnému úspěchu, jak se ukazuje, je potřebné nejen vlastnictví, ale také správné zavedení nových technologií. Naproti tomu v 60. letech minulého století se začaly v obchodech ve Spojených státech používat protikrádežové systémy, v nichž roli tagů plnily v té době nainstalované magnetické plíšky. Rádiová identifikace byla zavedena teprve o deset let později. Vynálezcem tagu (značky) RFID byl Mario Cardullo a značka byla oficiálně představena v New Yorku v roce 1971. Jednalo se o pasivní soustavu s pamětí 16 bitů (Szafranski, 2011).

### **1.2.10 Princip technologie RFID**

Podobně jako u čárových kódů se informace zaznamenávají na nosič dat – tzv. RFID tag, který je připevněn na sledované objekty. Tag obsahuje malý čip s anténou a pamětí. RFID tagy jsou základem systému pro ukládání a přenos informací pomocí elektromagnetických vln. Může je hromadně přečíst a zaznamenat příslušné čtecí zařízení, které může být pevné nebo mobilní. Pomocí vln vyslaných z čtecího zařízení dojde k nabití chipu a následně se informace uložená v chipu bezdrátově přeneše zpět do čtecího zařízení (každý tag obsahuje tzv. EPC kód – (Electronic Product Code), jedná se o jednoznačné sériové číslo tagu).

Každá implementace RFID technologie obsahuje tagy pro označení objektů, čtecí zařízení a tzv. middleware (řídící systém, který zajišťuje hromadné zpracování všech načtených

tagů v dosahu čtecích zařízení a přenesení zpracovaných dat do návazného informačního či řídicího systému) (RFID portál, 2019).

Lošťák (2009) píše o silných a slabých stránkách RFID technologie. Mezi silné stránky mimo jiné řadí zrychlení produkce, možnost prepisování a opakované použití tagů, snížení nákladů na obsluhu, zvýšení efektivity dodavatelských řetězců uložení více informací (unikátní data), komplexnější informace o prodejkách, zlepšení kvality výroby, redukce provozních nákladů a zvýšení kvality řízení zásob. Mezi slabé stránky patří například pořizovací náklady, náročnost implementace, možné prolomení technologie potencionálními zloději (produkt je možné snadno vystopovat) a čtení kódu na dálku.

Technologie pracuje na principu identifikace objektu pomocí elektromagnetických vln na radiové frekvenci. Na rozdíl od identifikace na bázi čárových kódů nevyžaduje přímou viditelnost identifikovaného objektu, umožňuje identifikaci více objektů najednou a na větší vzdálenosti.

Při identifikaci dochází ke komunikaci mezi anténou, čtecím zařízením a RFID tagem pomocí radiové vlny. Informace lze do tagu zapisovat, číst nebo měnit, případně lze informace také mazat (v závislosti na typu RFID tagu). Anténa tagu přijme signál, usměrněný proud dobije napájecí kondenzátor a odešle svůj identifikační kód. Poté čtečka přijme informace neboli data, v podobě logických úrovní 1,0. Dále čtečka provede dekódování obdržených dat a předá je řídicímu počítači, který je zpracuje. Největší uplatnění nachází technologie RFID ve výrobě, sledování objektů a v logistice – sledování zboží, palet, kontejnerů, majetku, zavazadel na letištích či evidence osob a další. RFID se masivně prosazuje ve zdravotnictví a také v maloobchodě, především v sektoru módy (RFID-epc, 2019).

### **1.2.11 Porovnání technologií**

Podle Sixty a Mačáta (2005) se v praxi čárové kódy využívají v mnoha oblastech, současně však mohou pracovat společně s technologií RFID. Vyšší míře samotných transponderů brání zatím jejich vysoká cena, která jistě bude v příštích letech klesat.

Čárové kódy se ve skladových a distribučních oblastech významně prosadily, a to hlavně díky vlivu celosvětové standardizace. Zejména samostatně se kontrolující Code 128, který se používá jak v dálkových systémech pro dopravu palet a krabic, tak i pro identifikaci skladových míst, balících a manipulačních zařízení.

Transpondéry se dosud mohly prosadit jen ve vnitropodnikových aplikacích, zvláště pro sledování cenného zboží. V případech, kdy zboží označené transpondery opouští závod, bývá už jejich použití nevhodné vzhledem k dosavadní vysoké ceně. Sixta a Mačát (2005) tvrdí:

*„Pokud bude vlivem zavádění „smartlabels“ cena ještě dále klesat, bude moci i zde RFID prokázat své zřejmé výhody. Nespornou a nenahraditelnou výhodou transponderů oproti čárovým kódům je skutečnost, že čtecí zařízení nemusí mít optický kontakt s transponderem.)* Transponder může tedy být uložen i uvnitř obalu nebo na výrobku samotném. RFID tag oproti čárovému kódu dokáže lépe odolávat vlivům vlhkosti, teploty, nečistoty a poškození (Sixta a Mačát, 2005).

## 2 ANALÝZA VÝROBNÍHO PROCESU VE VYBRANÉM PODNIKU

Tato kapitola se zabývá analýzou jednotlivých pracovišť výrobního podniku se zaměřením na provoz lakovny. Výrobním procesem v lakovně je olakování autobusů v co nejmenším časovém rozpětí, v souladu s poptávkou a zjednodušením informačních toků v rámci výrobního procesu. Podle toho je potřeba pořizovat technologie a materiály pro jednodušší výrobu a práci s jednotlivými prvky, které se vyskytují v rámci výrobního procesu. Pojmem prvek je v této práci myšlen konstrukční díl a dále se těmito prvky bude autorka v této kapitole zabývat.

### 2.1 Kadence

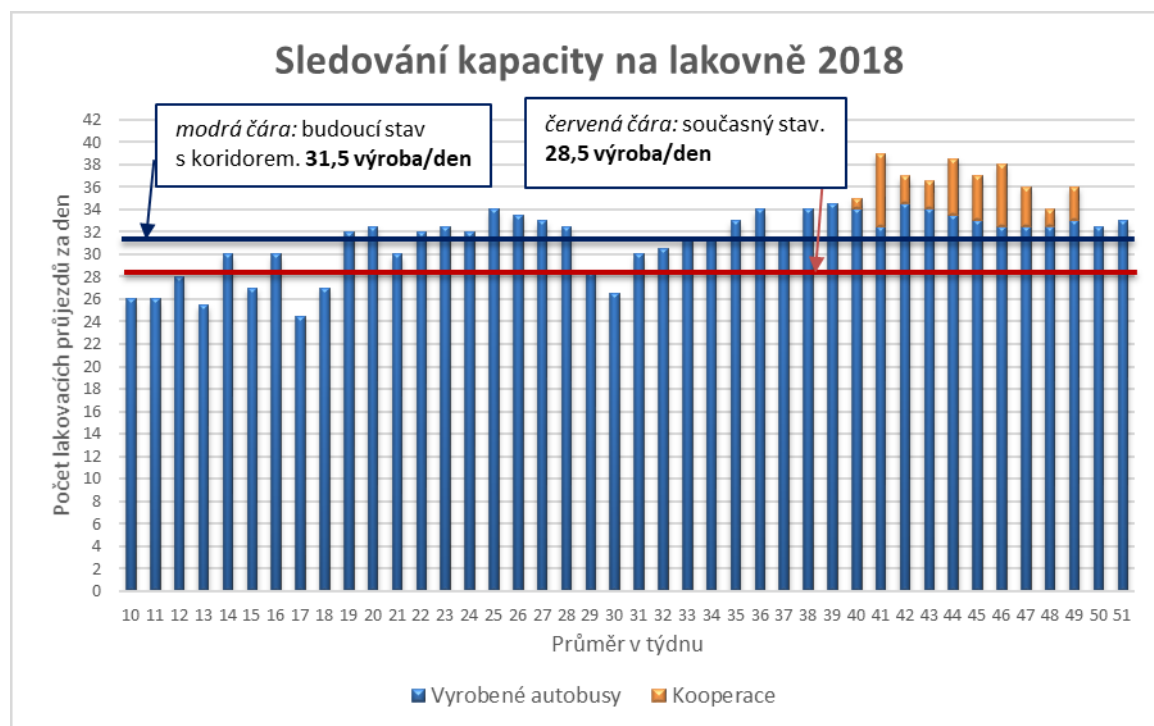
V současné době se vyrábí přibližně 19 autobusů denně. Na lakovně se při výrobě autobusů řeší, aby se zvládala denní kadence z pohledu obtížnosti olakování. Vedoucí pracovník skládá koeficient obtížnosti olakování, který by neměl přesáhnout číslo 2 (viz. Obrázek 2). Ze získaných informací z daného koeficientu se sestavuje denní složení autobusů. Z toho vyplývá, že v případě složitějšího olakování je možná výroba menšího počtu autobusů. V případě jednobarevných autobusů (například bílých), lze vyrábět v současnosti až 19 skeletů na lakovně denně.



**Obrázek 2** Koeficient obtížnosti olakování (IVECO, 2019 – upraveno autorkou)



Na lakovně se nadále sleduje i počet pozic stání (stájové uspořádání pracovišť), na kterých se skelet upravuje. V roce 2018 byl průměrný stav průjezdů pracovišti okolo 28. Avšak dochází k neustálému zvyšování kadence vyráběných autobusů, a proto se přemýšlí o zavedení nového koridoru z důvodů možností zvládat tyto požadavky výroby (viz. Obrázek 3).



**Obrázek 3** Kapacita lakovny (IVECO, 2019a – upraveno autorkou)

## 2.2 Procesní mapa lakovny

Technologie udává sled jednotlivých procesů. Aby procesy mohly být realizovány, je nezbytné sladit toky zdrojů (viz. Obrázek 4):

- dodávky skeletů ze svařovny,
- dodávky dílů z procesu lepení komponentů,
- dodávky barev a dalšího chemického materiálu,
- dodávky energií a dílů pro stroje, podpořené kvalifikovanou údržbou,
- dodávky pracovní síly.

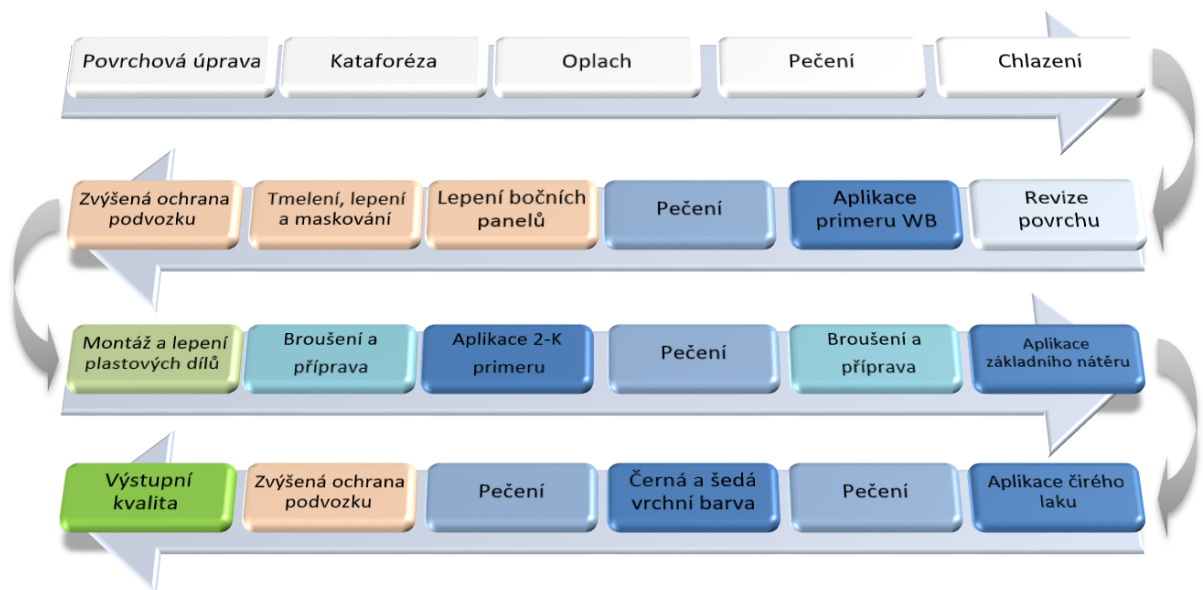
Řídící personál musí zajistit, aby všechny zdroje byly včas a v požadovaném množství připraveny k výrobě autobusů. K procesu správného řízení lakovny je třeba mít data. Tato data využívá jak řídicí management, tak jednotliví koncoví pracovníci (dělníci) a slouží jim k minimalizaci časových ztrát ve výrobním procesu. Minimalizací ztrát se rozumí včasné dodávky materiálů, technologií, pracovníků atd.



Obrázek 4 Procesní mapa lakovny (IVECO, 2019b)

### 2.3 Proces lakování

K analýze procesu lakování (viz. Obrázek 5) bude využit layout lakovny (viz. Příloha A).



Obrázek 5 Proces lakování (Autorka)

Jde o lakování skeletů, tedy svařenců těla autobusů, které jsou v přípravném procesu před lakováním doplněny o kompozitové (plastové) díly a díly kompletující vnější plášť autobusu. Původní lakovna (2001) byla postavena se záměrem vyrábět okolo 7 autobusů denně. Z důvodu neustálého zvyšování denní kadence autobusů byla přistavěna v roce (2015) nová lakovna. V dnešní době se vyrábí 19 autobusů denně. Výroba autobusů není velkosériová jako například výroba automobilů, ale tato výroba je kusová nebo malosériová. Dle layoutu (viz. Příloha A) je vidět, že se jedná o již dříve zmíněné „stájové uspořádání pracovišť“. Skelety jsou přebírány ze svařovny. Na vstupním pracovišti, se dvěma jeřáby překládají skelety na speciální svařence = skidy, které se po válečkových drahách přesouvají do procesu předúpravy a procesu kataforézování. Následně se skelety překládají na vozíky určené pro pohyb po lakovně „podvozky“. Vozíky jsou vedeny v kolejích. Pohyb v ose kolejí je pomocí ručně vedených tahačů. Příčný pohyb mezi pracovišti zajišťují přesuvny. Skelet najede na přesuvnu a ta se pohybuje po vlastním kolejišti. Lakovna má tři žlaby pro celkem čtyři přesuvny, tedy v jednom hlavním žlabu jsou dvě přesuvny. Tyto žlaby rozdělují pracoviště lakovny (viz. Obrázek 6 a Příloha B).



**Obrázek 6** Žlab pro přesuvnu na lakovně (Autorka)

V některých případech skelet jede přímo naproti předchozího pracoviště, tudíž posun je rychlý, jindy se skelet přemísťuje přes celou lakovnu s použitím více přesoven a musí být umožněn volný průjezd přes buffery, nebo přes jiné pracoviště. Některé skelety vjíždí na pracoviště stejným místem, jako při opuštění pracoviště, jiné zase jsou posunuty skrz pracoviště.

### **Přípravná fáze**

Na začátku celkového procesu je možné říct, že v počátku je zapojeno oddělení technologie, které sestavuje a zpracovává požadavky od zákazníka. Designer vytváří návrh výkresu olakování podle podkladů od zákazníka. V případě zájmu o dosud neznámý odstín je na základě předaného etalonu neboli vzorku olakovaného dílu, vyvinut nový odstín. Ověření kvality nového odstínu je testováno v laboratořích dodavatele barvy. Jedná se hlavně o testování na stálost vůči vlivům vnějšího prostředí, (například zachování lesku a stálosti odstínu).

Aktuálně výrobní závod ve Vysokém Mýtě je schopen nabídnout více než 900 barevných existujících specifikací pro zákazníky, jak pro modelové řady příměstských Crossway LOW-ENTRY, tak pro meziměstské autobusy Crossway PRO a RECREO (viz. Obrázek 7).



**Obrázek 7** Autobusy Crossway PRO a LOW ENTRY (IVECO, 2019c)

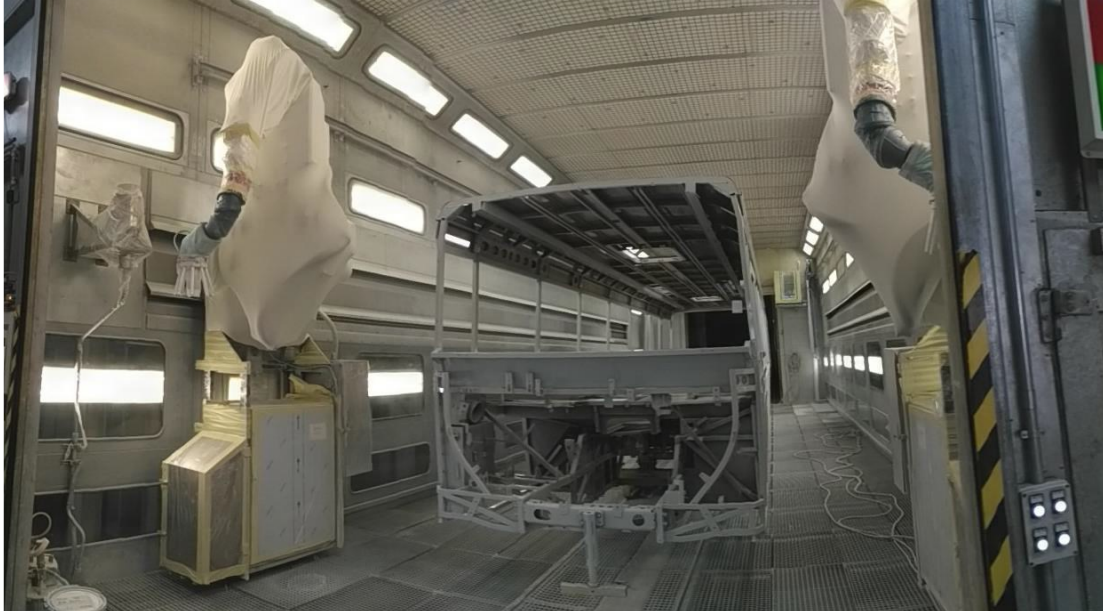
### **Předúprava a kataforéza**

Prvním pracovištěm, na které jede skelet autobusu hned po opuštění svařovny je předúprava a kataforéza (KTL). Nachází se ve druhém patře budovy. Předúprava před kataforézou je odmaštění a postřik fosfátu. Probíhá pouze v jedné komoře s nastaveným automatickým cyklem oplachování. Poté je na řadě ponoření skeletu do vany, kde jsou všechny vnější i vnitřní části skeletu ošetřeny kataforézou. Ponor trvá okolo 15 minut a během aplikace dochází k napětí 250 až 300 voltů. Materiál, který nepřilne chemicky na vůz, zůstane oplachem v lázni KTL. Spodní část je smyta namáčením, horní část postřikem s ultra filtrátem. Poté dochází k vypalování, kde se uskutečňuje polymerizace při 200 °C a vytvořená vazba nástřiku zajišťuje požadované mechanické vlastnosti v tloušťce 10-28  $\mu\text{m}$ .

### **Aplikace plniče**

Prvním lakovacím procesem je aplikace plniče neboli 2 komponentního primeru. Tento základní nátěr se aplikuje v lakovacím boxu (viz. Obrázek 8) na kostru skeletu bez plastových dílů, podlah atd. pomocí robotů ABB s aplikátory.

Nastavená tloušťka konečné vrstvy je 18-35  $\mu\text{m}$ . Aplikace plniče se skládá z oprav defektů vrstvy kataforézy, ručního postřiku před vlastním cyklem automatického nanášení 2-K PU vodního nátěru robotem. Poté je skelet posunut do sušícího boxu, kde dochází k vypalování při 80°C.



**Obrázek 8** Lakovací box (IVECO, 2019d)

### **Tmelení, lepení a ochrana podvozku (UBS)**

Poté, co je vůz vychlazen v bufferu, je přemístěn na pracoviště tmelení. Zde je prováděno tmelení přeplátovaných spojů 1-K polyuretanovým tmelem.

Dochází zde i k lepení bočních panelů a lepení podlah pro cestující a prostor pro zavazadla.

Dále je skelet zamaskován maskovacím papírem, páskami a výseky (kruhy) před nástřikem UBS. Dochází k dalšímu posunu na pracoviště stříkání podvozku (UBS), kde je skelet zdvižen a aplikuje se antiabrazivní materiál. Při této operaci je vše aplikované ručně (viz. Obrázek 9). Tloušťka ochranné vrstvy je přibližně 500 mikronů suché vrstvy materiálu. Toto opatření chrání kataforézní vrstvu proti abrazi odletujícími kameny. Po opuštění pracoviště UBS je skelet přemístěn na další buffer, kde autobus připraven pro další aplikaci a vrstva UBS vysychá.



**Obrázek 9** Skelet autobusu po nastříkání podvozku „UBS“ (IVECO, 2019e)

### **Kompletace**

Z bufferu je skelet přemístěn na druhý konec lakovny na pracoviště kompletace před lakováním. Zde je prováděna montáž a lepení plastových komponentů, provádí se utěsnění střechy pomocí tmelů, utěsnění přeplátovaných spojů, montáž zadního panelu, upevnění blatníků a provizorní montáž přední a zadní části nárazníku, aby tyto části byly olakovány najednou s daným autobusem.

Skelet je posunut na pracoviště maskování, kde je mezioperací proveden proces zakrytí ploch podlah maskovacím papírem a vnitřních částí schrán, vnitřní části zadního panelu a zadního víka.

### **Broušení**

Znovu je skelet přemístěn přes buffery na začátek lakovny. Zde se posune na pracoviště broušení, kde jsou prováděny přípravné práce před lakováním.

Nejprve je kontrola povrchu a následně místní stěrkové tmelení defektů a jejich broušení brusivem o drsnosti P180. Celý povrch vozu je přebroušen brusivem o drsnosti P320 – P400, v případě lakování skeletu s metalickými barvami se brousí podklad brusivem o drsnosti P600, na broušení se používá orbitální bruska.

Broušení je nezbytnou podmínkou pro zajištění dokonalé přilnavosti a zajištění požadované struktury povrchu. Po obroušení se skelet dokonale očistí od prachu nejdříve ofouknutím celého skeletu a poté je ještě přetřen voskovými utěrkami.

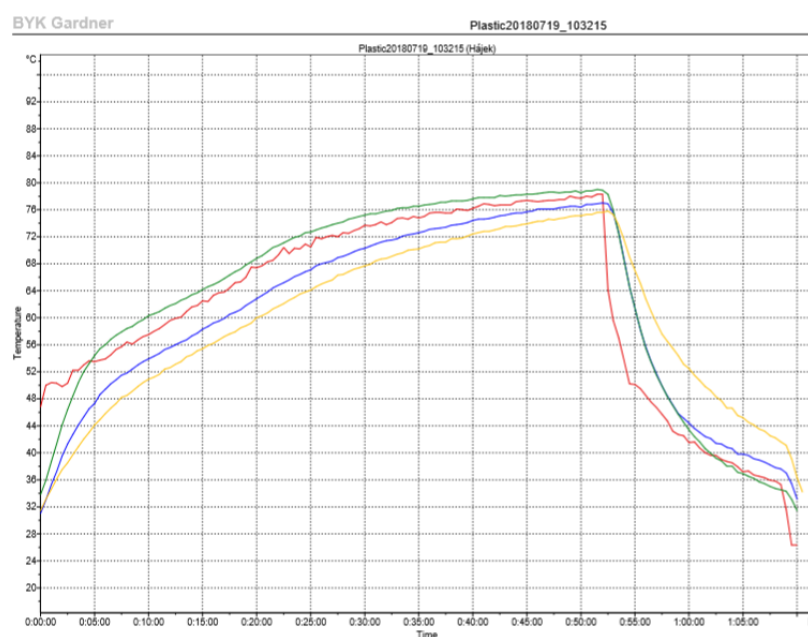
## Lakování

Skelet je přemístěn na lakovací box, kde přichází na řadu lakování základní požadované barvy dle specifikace. Podle typu barvy je vůz přesunut do jednoho ze dvou lakovacích boxů, kde je brán v úvahu i denní plán olakování, tak aby byly minimalizovány počty střídání odstínů barev. Toto rozhodování o tom, na jaké pracoviště se daný skelet přemístí, bude řešeno v následující kapitole.

V lakovacím boxu se provede ruční postříknutí těžko dostupných míst, jako jsou například sloupky schrán, vnitřek zadního panelu apod., které musí být provedeny před automatickým cyklem.

Dále se spustí lakování pomocí robotů nejčastěji se zvonkovým aplikátorem, nebo v případě nástřiku metalízy, se metalická báze stříká pistolovým aplikátorem.

V poslední fázi je skelet posunut z lakovacího boxu do sušičky, kde dochází k pečení barvy (30 minut při 80 °C). Níže je zobrazen graf vypalovací křivky lakovací pece (viz. Obrázek 10), kde jednotlivé křivky označují různá místa na autobuse. Lakovací boxy a jejich příslušné pece jsou v lakovně umístěny tak, že pec vždy následuje za lakovacím boxem. Toto uspořádání minimalizuje dopad nečistot na lakovací povrch a proces je automatizován přesunem skeletu pomocí řetězových dopravníků.



**Obrázek 10** Vypalovací křivka lakovací pece (IVECO, 2019f)

## Maskování

V případě vícebarevného provedení musí být zamaskována i část laku, který by už neměl být porušen, aby nástřikem v dalším kroku nebyly tyto plochy znehodnoceny.

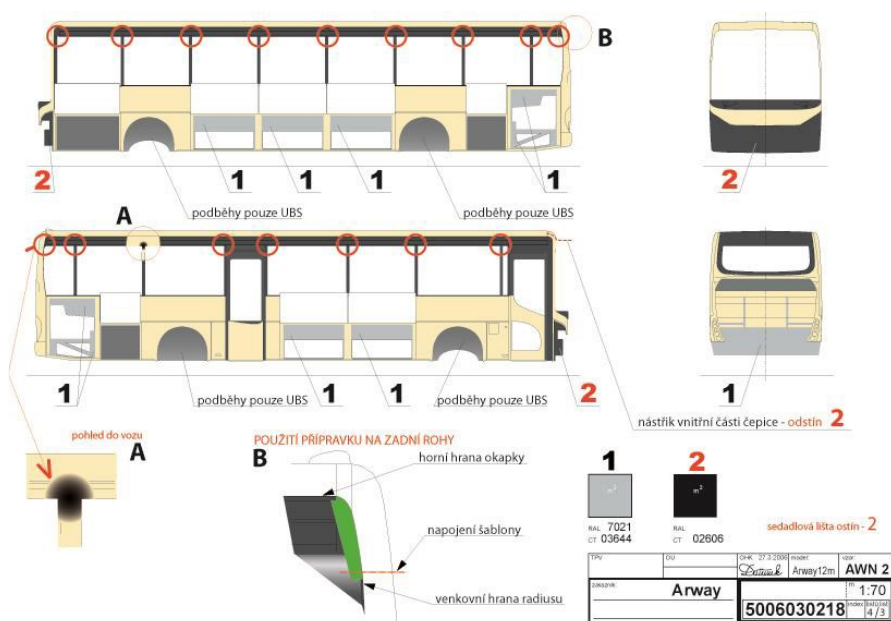
Části, které nejsou zamaskovány jsou znovu přebroušeny a skelet je poslán na opětovný lakovací cyklus. V případě jednobarevné specifikace jsou skelety posílány na sjednocovací nástřik černé a šedivé barvy tzv. „Revoláž“.

Revoláž je název použitý ve společnosti, kde se jedná o sjednocení vzhledu v zavazadlovém a motorovém prostoru šedou barvou.

Černý matný nátěr podle výkresu (viz. Obrázek 11) je na okénkách a na předním a zadním panelu, aby zvýraznil výsledný design autobusu. Rozsah se liší podle typu autobusu. Aplikace je pouze ručním postřikem vodou ředitelnou barvou.

Šedivá barva je ke sjednocení ploch v zavazadlovém a motorovém prostoru.

Po nástřiku těchto dvou barev je skelet přesunut do sušícího boxu, kde dochází k poslednímu pečení 30 minut při 80 °C.



Obrázek 11 Vzor olakování pro černý matný nátěr (IVECO, 2019g)

Před opuštěním lakovny je skelet zkontrolován. Parametry lesku, rýhy, napjatosti a tloušťky jsou zaznamenány do evidence. Kontroluje se dle IVECO standardu (viz. Obrázek 12).



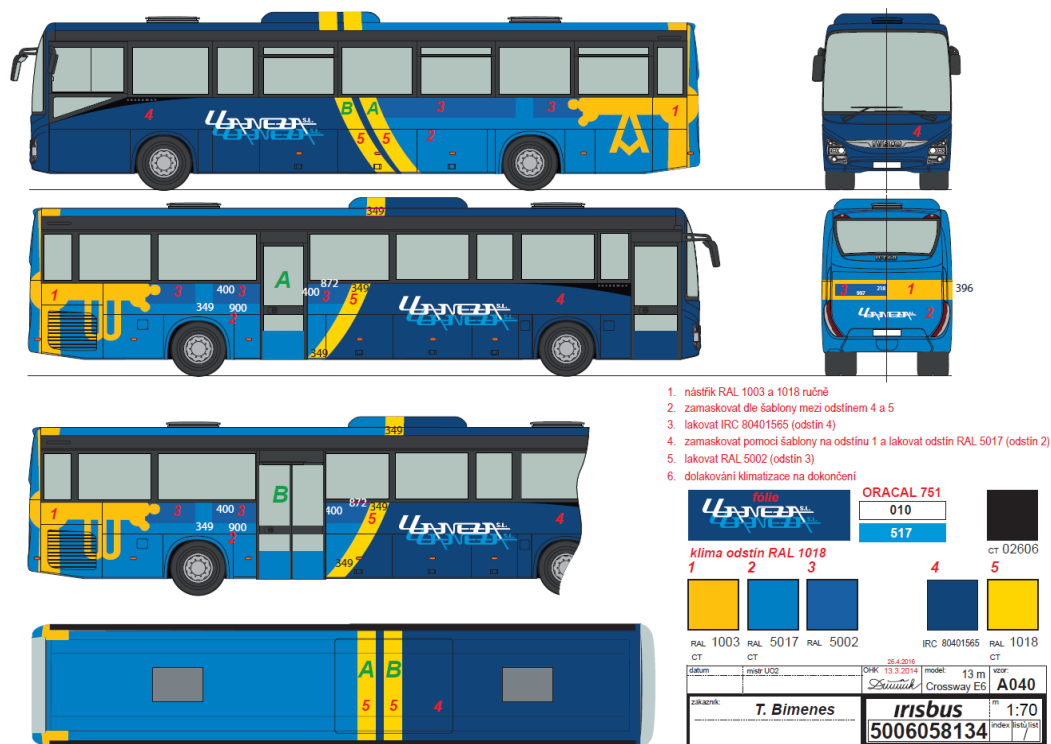


**Obrázek 12** Kontrola nečistot (IVECO, 2019h)

### **Dokončovací lakovna**

Dalším oddělením spojeném s lakovnou je tzv. dokončovací lakovna, která je umístěna za oddělením montážní linky. Zde jezdí autobusy podle zvláštních specifikací zákazníků. Například pro olakování složitých nátěrových specifikací (viz. Obrázek 13) se používá lakovací technologie společně s lepicími fóliemi.

Poslední fází je aplikace ochrany voskem na měděné, mosazné a pozinkované díly a do všech dutin ve spodní části skeletu autobusu. Taktéž se aplikuje dodatečný antiabrazivní nátěr na části náprav a zbylou podvozkovou výbavu autobusu. Nadále však nebude zmiňováno toto oddělení, jelikož není přímo spojeno s problematikou této práce.



Obrázek 13 Vzor olakování – složitá specifikace (IVECO, 2019i)

## 2.4 Monitorování pohybu skeletů v lakovně

V následujících podkapitolách je uveden vývoj přístupu k monitorování skeletů v lakovně.

Monitorování skeletů se začalo sledovat z důvodu nedostatečných kapacit lakovacích boxů. První částí bylo papírové zapisování, které postupně přecházelo k elektronickým zázpisům, až se začalo uvažovat, jak toto monitorování co nejvíce zjednodušit na automatickou identifikaci dat a výroby.

### 2.4.1 Vizuální kontrola

Začátky sledování pohybů vozů v lakovně byly pomocí čtení tzv. VIN kódu umístěného na autobuse v přední spodní části, který je vyražen na karoserii autobusu. Kontrolor při výstupu z lakovny zapisoval do sešitu VIN čísla autobusů.

#### Výhody a nevýhody

Výhodou byla možná zpětná kontrola odvedených vyrobených autobusů, kdežto nevýhodami bylo využívání pracovníků na hledání těžko viditelného VIN kódu. Tento VIN kód se zapisoval při přelakování zlatou barvou pro lepší viditelnost a často se zapomínalo správné číslo a docházelo tak k překontrolování čísla.

## 2.4.2 Evidence pomocí excelových souborů

Dalším krokem bylo a pořád je zavěšení papíru pod střechu skeletu, kde se zapisuje posledních pět čísel z již zmíněného VIN kódu, s tím, že číslo autobusu je viditelné na vzdálenost až 20 m, což zrychluje přehled o daných autobusech na dílně.

S narůstajícím počtem vyráběných vozů bylo třeba dalších evidencí, jak pro výrobní podklady výroby, tak pro evidenci kontroly.

Důležitým nástrojem bylo zavedení excelových souborů. Jedním z nich je „Plán výroby“ (viz. Tabulka 1 a Příloha C), kde jsou uvedeny základní parametry nezbytné pro olakování autobusu, číslo, barva, typ, délka vozu, zákazník a doplňující informace, které slouží především pro zaměstnance lakovny. Dalším je „Průchod lakovnou“. Ten eviduje přesné informace o výjezdech autobusů z lakovny. Následně přibyly excelové soubory pro zaznamenávání kvality odváděných autobusů.

Tabulka 1 Plán výroby

Barevné provedení vozů						
<b>1912 - celkem 300 vozů – vyhotoveno 19.11.2019</b>						
model /		FVV	výr. č.			zákazník
Crossway POP	13	3465245	42117	RAL 9010	FR	Transdev CSQT
Crossway Line	10,7	3440163	42119	RAL 5015 - bandáž v barvě	IT	CONSIP TEP P.
Crossway POP	13	3465245	42120	RAL 9010	FR	Transdev CSQT
Crossway Line CNG	13	3560015	42135	RAL 9003; Pantone Warm Turbo Red CH 31	FR	RDT 13 6-7
Crossway LE City	14,5	3431015	42129	RAL 9010; RAL 1028, RAL 5017	DE	RBO Rhenus
Crossway LE Line	12,1	3452593	42127	RAL 9010	DE	Lange Hans

Zdroj: IVECO, 2019j – upraveno autorkou

### Výhody a nevýhody

Velkou výhodou bylo omezení chůze mezi pracovišti a přepisování či sbírání dat z jednotlivých papírů. Dále pak se začaly tisknout plány výroby na jednotlivé pracoviště upravené na velikost A3, kde mohli mít zaměstnanci okamžitý přehled informací k danému skeletu a bylo možné se dopředu připravovat na plánovanou denní kadenci olakování.

Zároveň bylo vidět několik následujících nevýhod. Například nebylo možné sledovat, kde aktuálně stojí skelety, jaké autobusy již projely daným pracovištěm. Bylo velmi složité plánování průjezdů skeletů pracovišti a také špatná zpětná kontrola projetých skeletů. Jelikož mělo více pracovníků (napříč různými středisky) oprávnění k otevírání a zapisování v těchto souborech, docházelo často k nemožnosti zapisování aktuálních informací jinými pracovníky.

Další nevýhodou bylo, že 2x ročně byla vytvářena nová tabulka. Jelikož všechna data musela být zachována pro možnost zpětných kontrol, tak ukládáním těchto dat docházelo k dlouhotrvajícímu načítání dat a otevření souboru.

## 2.5 Aktuální sledování pohybu vozů

### Flipchart

S požadavkem na max. využití lakovacích kapacit, bylo nezbytné řídit jednotlivé operace s minimálním počtem ztrát. Prioritu měla tehdy lakovací kabina obsahující lakovací roboty (2014).

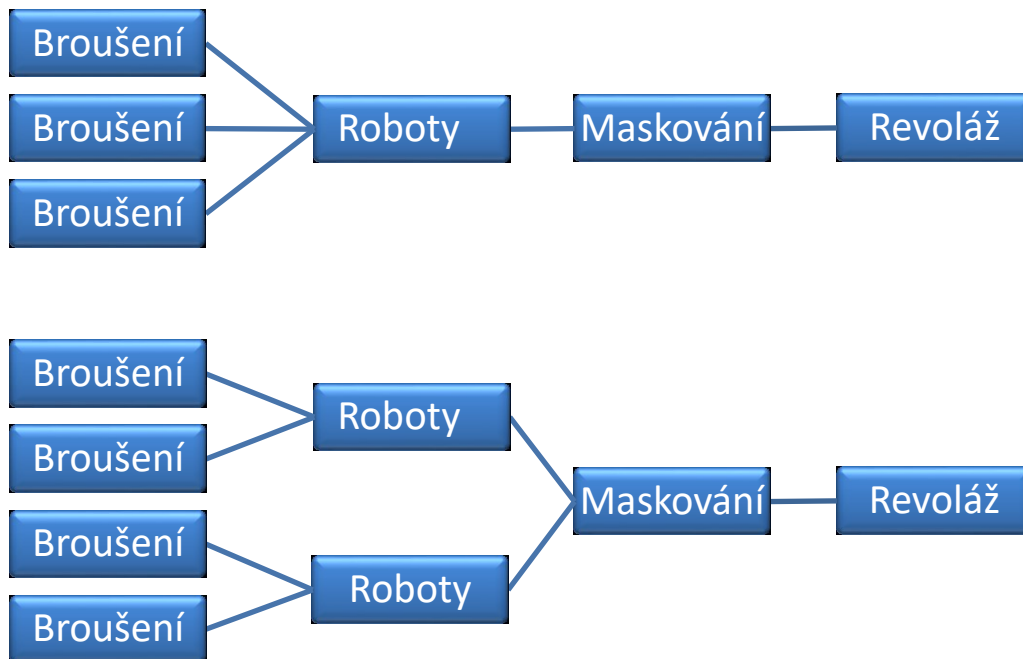
Ze zkušenosti pracovníků byl znám postup dosavadního řízení lakování ve směru od konce vpřed, to znamená, že zajištěním práce pro poslední takt lakovací linky bylo dosaženo požadavků na včasné dodání pro montážní linku. Aby byla splněna tato podmínka, musí být včas dodán autobus na předchozí lakovací box tehdy hlavní lakovací box s lakovacími roboty. Aby tento box byl plně využit, bylo třeba zajistit vhodné autobusy ve „správný časový okamžik“. Tento okamžik byl dán převozníkům (manipulačním dělníkům) na vědomí pomocí zobrazovaného odpočítávaného času (viz. Obrázek 14) do konce programu lakovacího robota.



Obrázek 14 Zbývající čas lakovacího cyklu (Autorka)

S rozvojem lakovny v roce 2015 byl dostaven druhý lakovací box pro vrchní laky. Ten umožnil lakovat větší počet autobusů, případně jejich vícebarevné provedení. To přineslo požadavek na zvýšené plánování, kdy se obroušené autobusy dělily do dvou lakovacích boxů, aby pak následně byly připraveny pro finální olakování černé a šedivé barvy (viz. Obrázek 15).

Prvním plánovacím nástrojem byl flipchart, který se udržel do roku 2017. Zde se rozepisovala čísla autobusů a jejich přibližné časy pro olakování. S tímto nástrojem byl stanoven i rozhodující pracovník „teamleader“, který začal řídit tok skeletů lakovnou.



**Obrázek 15** Schéma PŘED a PO postavení druhé lakovací pece (Autorka)

Na flipchart byla zapisována čísla autobusů, zhruba na jednu směnu dopředu. Flipchart byl vhodný k tomu, aby určil, který vůz pojedje do daného lakovacího boxu. Tato informace byla důležitá pro řídicího pracovníka, lakýrníka a pro převozníky, kteří sami tyto informace začali vyhledávat.

Skelety byly dle možností řazeny tak, aby byl co nejmenší počet střídání barev. Sami dělníci se naučili sledovat zapisování dat na flipchartu, aby se mohli připravit na své pracovní aktivity.

### **Výhody a nevýhody**

Do výhod patřilo jasné rozhodnutí, kde se budou vozy lakovat. Tato informace byla sdílná pro další pracovníky lakovny. Dále byl dán časový předpoklad využití lakovacích boxů v jedné pracovní směně.

Nevýhodou byla jakákoli změna, kdy se škrtním a přepisováním na flipchartu začala ztrácet přehlednost a plocha flipchartu přestávala stačit. Nutností bylo několikadenní obcházení lakovny a sepisování čísel autobusů na jednotlivých pozicích. S nepřehledností flipchartu vznikala i vyšší chybovost při plánování.

## Excelové soubory

Proto byl v roce 2016 vytvořen další excelový soubor „Využití kabin“ (viz. Tabulka 2), který nahradil flipchart a spolu s tímto souborem byla pořízena širokoúhlá obrazovka, která byla umístěna před pracoviště lakovacího boxu pro větší přehlednost. V tomto excelovém dokumentu byly nastaveny funkce například hypertextové odkazy z důvodu propojení s ostatními soubory (vzory olakování, plán výroby a další). Nastavení maker, které zvýraznily již provedené kroky, aby se tak předešlo duplicitnímu či opomenutému zaplánování. Dále makra umožňovaly bezchybné zápisy (správný čas, barva a číslo autobusu, popřípadě důležité poznámky). Řídící pracovník měl lehce dostupné informace o plánovaných vozech. Výhodou byla i zpětná kontrola výroby (viz. Příloha D).

**Tabulka 2** Využití kabin

Stavba		Broušení			Roboty		Pozn.
Vůz č.	Čas ukončení	Vůz č.	Čas odjezdu		Vůz č.	Čas odjezdu	
37996	11.11.2019 11:54	Drahoš					
37997	11.11.2019 12:57	<del>37961</del>	23:30	4332	<del>37968</del>	0:00	9010pr+příp
37985	11.11.2019 14:54	37962	0:00	pruh 5010	37961	1:00	4332
		37947	0:30	4332 ev.	37947	2:30	4332ev
37998	11.11.2019 15:00	37963	1:00	4332	37963	4:00	4332
38000	11.11.2019 16:30	37964	2:00	pruh 5010	37972	6:00	9010 pruh
37999	11.11.2019 18:30	37965	3:00	9010			
38002	11.11.2019 19:30	37972	4:00	9010 pruh			
38006	11.11.2019 20:40	37970	5:00	4332			
38001	11.11.2019 22:00	37968	6:00	pruh 5010			

Zdroj: Autorka

## Výhody a nevýhody

Mezi výhody se zařadilo přehlednější zajištění podkladů pro plánování, který vůz má být posunut na lakovací boxy, využití kapacity odváděných vozů na jednotlivých pracovištích, zajištění informovanosti pracovníků a interních dodavatelů barev na daných lakovacích boxech z důvodu včasné přípravy barev. Díky vytvořeným makrům se urychlilo zapisování, bylo možné sledovat vzor olakování daného skeletu. Další výhodou byla ve zpětné kontrole výroby, zda byl skelet řádně odveden. Tímto způsobem sledování plánování výroby se podařilo zaplánování až tří směn dopředu.

Nevýhodou však bylo, když nebyl skelet v tabulce správně zapsán, nebo také v případě, kdy se skelet posílal na opravu znovu celým procesem olakování. V tomto případě nebylo možné dohledat správný čas odvedení skeletu z lakovny. Snadnější bylo vysledování autobusu

z PC, jelikož v případě, kdy byl skelet zaznamenán v programu předběžného projetí na lakovacím boxe, mohl se snáze hledat. Pořád ale bylo zapotřebí obcházení plánovacím pracovníkem a zapisování přesnějšího místa stání skeletů.

Při větším obsahu dat docházelo ke zpomalené funkci souboru. Z toho důvodu vznikala chybovost hypertextových odkazů a nastavených maker. Nepřesný zápis operátorů vedl k dysfunkci jednotlivých maker. V případě změny plánovaného času musely být jednotlivé časové údaje ručně přepisovány. Nebyla zde časová provázanost jednotlivých buněk.

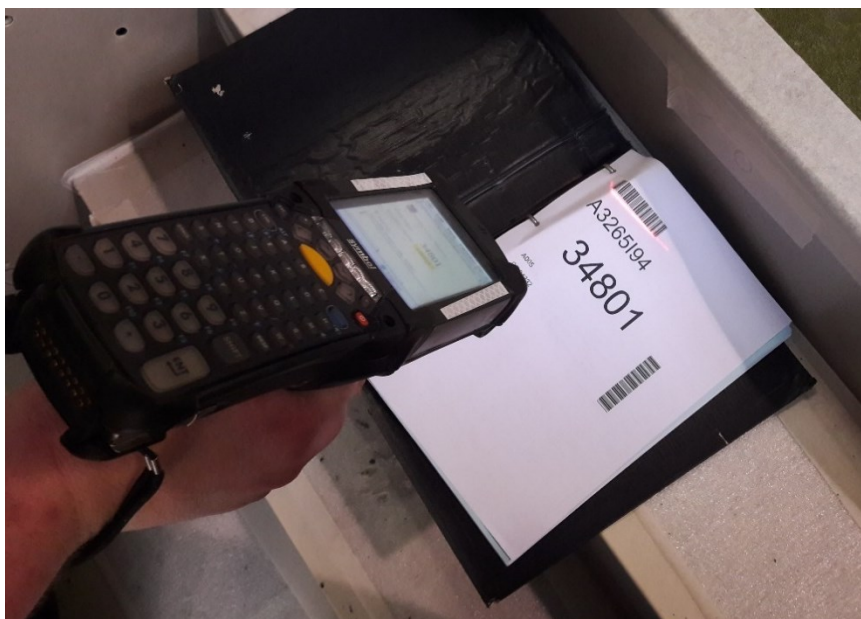
Stále je zde nezbytné obcházení lakovny a sepisování čísel autobusů na jednotlivých pozicích. Nejtěžším rozhodovacím krokem, který ovlivňuje chod lakovny, jsou vícebarevné vozy, které opakovaně prochází lakovacím procesem. Proto je důležité sledování procesu lakování, zda plán odpovídá možnosti průchodu lakovnou.

Důležitým údajem pro montážní linku (následující oddělení) je číslo autobusu, které se k nim dostaví v určitém čase. Lakovna je schopna určit s předstihem 180 minut poslední číslo autobusu, které odpovídá pracovišti maskování, které s jistotou 90 % bude uvolněno pro montážní linku. Lépe řečeno na lakovně je proces plánován zpětně neboli odzadu. Pracoviště maskování je třetí od konce lakovacího procesu a u skeletu, který se nachází na tomto pracovišti již s největší pravděpodobností nebude možno změnit nebo pozastavit jeho chod lakovnou.

A tak bylo nadále uvažováno o možnostech vizualizace autobusů v lakovně spojených se softwarovou podporou.

## **2.6 Využití technologie čárových kódů**

V roce 2017 byly zavedeny čárové kódy na lakovně. Začaly se tisknout čárové kódy, které se vylepily před každé pracoviště označující číslo daného pracoviště včetně bufferů. Již ve svařovně byl každému autobusu přidělen čárový kód, který byl umístěn v kartě vozu (viz. Obrázek 16). Čárové kódy se generovaly z excelových souborů.



**Obrázek 16** Načítání čárových kódů s použitím čtečky (Autorka)

### **Logika využití čárových kódů.**

Na lakovně byl naprogramován a vytvořen nový softwarový program s využitím čárových kódů snímaných pomocí čteček (viz. Příloha E).

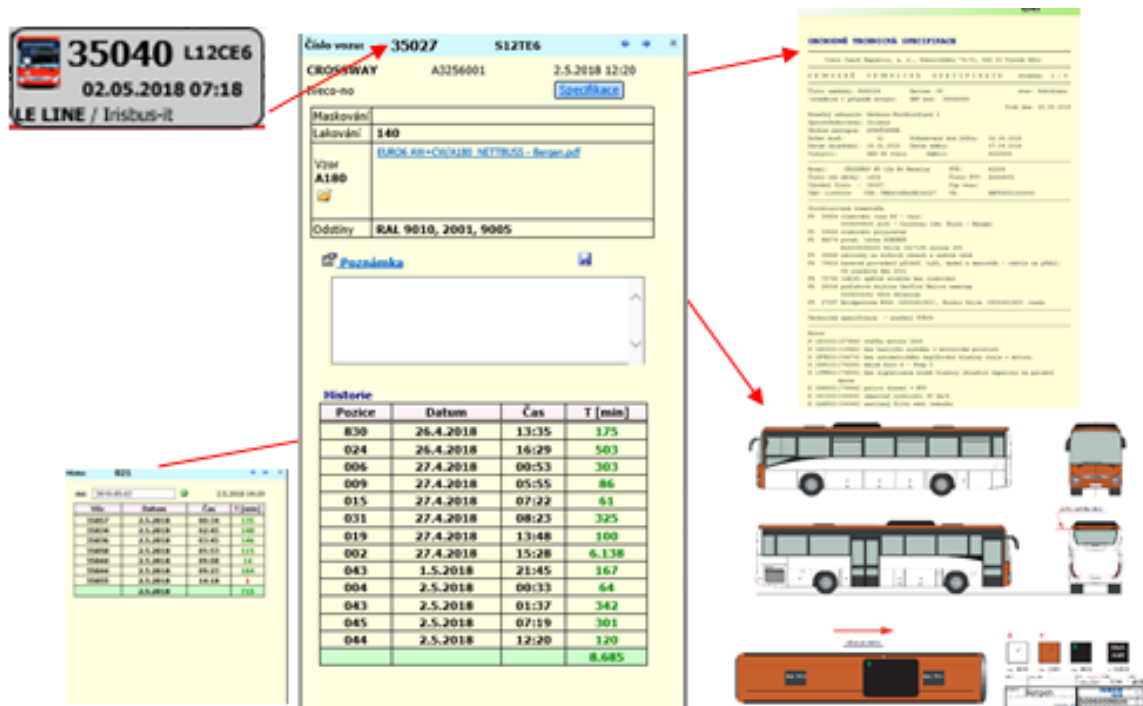
Pro naprogramování bylo potřeba vytvořit přehlednější layout lakovny a po důkladném prozkoumání se nakoupily 4 snímací čtečky, které se umístily na „přesuvny“. Logikou je spárovat informaci čárového kódu daného autobusu a čárového kódu daného pracoviště.

Pracovníci, kteří přemísťují skelety z přesuvny do boxů, jsou speciálně proškoleni pro správné a včasné přesunutí dokončených skeletů z boxů. Těmto pracovníkům se říká „převozníci“, jsou tudíž jediní proškolení pracovníci s oprávněním převážení skeletů po lakovně. převozníci pak pomocí čtečky zaznamenávají čárové kódy pracoviště a přijíždějícího skeletu a získané informace se načítají automaticky do počítače.

Tento software se nadále sledoval a postupně upravoval pro co nejjednodušší sledování pohybu autobusů (viz. Obrázek 17) pro lakovnu např.:

- číslo autobusu,
- technická dokumentace,
- vzor olakování,
- historie projetých vozů na pracovišti,
- podrobnosti o pohybu vozu na lakovně,
- doplňující poznámky zapsané pracovníky.





Obrázek 17 Zobrazení podrobných informací (IVECO, 2019k – upraveno autorkou)

### Výhody a nevýhody

Výhodou tohoto systému je sledování vozů z jakéhokoli počítače, tudíž lepší kontrola pro vedení. Z důvodu kontroly, které vozy budou ten den přijíždět na dané pracoviště, může být sledován přesný stav vozů na následujících pracovištích nebo střediscích. Velkou výhodou to znamená i pro oddělení logistiky, dodavatele barev, zavazadlových podlah, drobných plastových dílů a mnoho dalších. S tímto programem se dokázala vyřešit i včasná informovanost, jaké vozy jsou na určitém pracovišti. A mezi další výhodou patří sledování celkového času vozu stráveného na lakovně. Tento systém je jednoduchý, levný a díky němu byla možnost rychlého zavedení do výroby.

Nevýhodou však zůstává využívání převozníků pro zapisování čárových kódů. Všechny vozy nejsou vždy načteny z důvodu možnosti lidské chybovosti při zápisech čárových kódů, tak dochází k nedostatečným nebo nepřesným záznamům. Každodenní tištění čárových kódů a vkládání do karet vozu, při denní kadenci výroby 20 vozů způsobuje velkou spotřebu kancelářských potřeb.

### Sčítací tabule – zpětná vazba

Zároveň s tímto programem byly objednány dvě sčítací tabule (viz. Tabulka 3). Hlavním důvodem, proč se zaváděly tyto sčítací tabule bylo zajištění zpětné vazby zaměstnancům. Slouží pro lepší sledovanost výroby a informovanost pracovníků o stavu

výroby. Na této tabuli je zobrazován denní plán výroby. Sleduje se výroba na jednotlivých střediscích (úsek) a sčítají se rozdíly v počtu vyrobených vozů dle směn (noční – N, ranní – R a odpolední – O). Tím se k zaměstnancům dostává i zpětná vazba o jejich denním výkonu.

**Tabulka 3** Sčítací tabule

<b>22:45</b>		<b>22 °C</b>		<b>PLÁN</b>	<b>18</b>
	<b>VČERA</b>		<b>DNES</b>		<b>Rozdíl</b>
<b>ÚSEK</b>	<b>N-R-O</b>	<b>Celk</b>	<b>N-R-O</b>	<b>Celk</b>	
<b>276</b>	<b>756</b>	<b>18</b>	<b>667</b>	<b>19</b>	<b>2</b>
<b>275</b>	<b>756</b>	<b>18</b>	<b>665</b>	<b>17</b>	<b>-1</b>
<b>274</b>	<b>654</b>	<b>15</b>	<b>557</b>	<b>17</b>	<b>0</b>
<b>273</b>	<b>667</b>	<b>19</b>	<b>730</b>	<b>10</b>	<b>0</b>

Zdroj: Autorka

### **Výhody a nevýhody**

Výhodami je zpětná informovanost zainteresovaným pracovníkům i nadřízeným o denním počtu vyrobených vozů a celkovému stavu výroby.

Nevýhodou je chybovost celého systému, způsobená tím, že pracovníci ne vždy stoprocentně a včas zadají požadované informace do systému. Systém pak udává špatné informace o počtu vyrobených vozů, tudíž jsou informace nepřesné.

### **Odečet času a instalace majáků na boxech**

Jde o přísun informací pro převozníky o tom, kdy vůz bude vypálen v sušícím boxu. Důvody, proč byly nainstalovány tyto odečty časů (viz. Obrázek 18), jsou důležité pro včasnou připravenost převozníků a informace, za jak dlouho bude vůz dokončen a odvezen ze sušícího boxu.

Dále se na lakovací boxy nainstalovaly majáky, které svítí podle obsazenosti lakovacího boxu. V případě, že je lakovací box prázdný, maják se rozsvítí. Toto opatření bylo z toho důvodu, že do sušícího boxu, který přímo navazuje na lakovací box, nikdo ze zaměstnanců nechodí a posun vozů jde přes řetězový dopravník. Informace o zbývajícím času a obsazenosti jdou z řídicího boxu, který je umístěn přímo mezi těmito dvěma boxy.

## Výhody a nevýhody

Výhody jsou v možnosti včasného příjezdu přesuvny a předběžného uvolnění místa na bufferu pro odstavení skeletu, z důvodu zchlazení vozu.



Obrázek 18 Odečet času na sušících boxech (Autorka)

## 2.7 Shrnutí

V současné době jsou na stěně lakovny zavedeny ukazovací tabule (viz. Obrázek 19) pro okamžitou informovanost pracovníkům. Vlevo je zobrazováno sledování vozů pomocí technologie čárových kódů, vprostřed „Cycle time“ pro nejužší místo procesu lakování tzv. „Bottle neck“ a vpravo sčítací tabule.



Obrázek 19 Ukazovací tabule (Autorka)

### **Pozitiva čárových kódů:**

- možnost sledování pohybu vozů po lakovně,
- levné zavedení do provozu.

### **Negativa čárových kódů:**

- nepřesná odezva informací,
- využívání pracovní síly pro zaznamenávání dat,
- využívání plánovacího operátora ke kontrole zadaných informací a případné opravě těchto dat,
- špatné dohledání informací ve třisměnném provozu, v jakých časech stály konkrétní skelety na daných pracovištích, v důsledku nenaskenování čárových kódů.

Na základě zavedení čárových kódů byl ověřen přínos informací, a tudíž podpora pro následnou investici na vylepšení a posunutí do další úrovně. Ta obnáší zavedení RFID technologie, která nahradí stávající čárové kódy. Tím se sníží chybovost zadávání a vylepší monitoring vozů na lakovně. V případě přínosu této investice se nabízí myšlenka rozšíření RFID technologie až na montážní linku. V mezním případě by se mohlo uvažovat i o rozšíření do dalších oddělení podniku jako je prvovýroba, svařovna, nebo dokončovací linka. Zde by mohl být výsledek v připojení (namontování) RFID tagů na začátku prvovýroby a přepis těchto dat by mohl být při odjezdu vozů z dokončovací linky k zákazníkům. Tato myšlenka je pouhým návrhem, který by se mohl rozšířit v budoucnu.

Autorka se dále v této práci zaměří na sledování pohybu vozů pouze na lakovně, jelikož ji s touto problematikou spojuje spolupráce na projektování čárových kódů.

## **2.8 Pojmosloví – interní výrazy**

- **Bottle neck:** Nejužší místo v lakovně.
- **Buffer:** Slouží jako odkladné místo stání skeletů na lakovně. Některé vozy musí být po vyjetí ze sušících boxů zchlazeny, a tak se přesunují na tyto buffery. Nebo slouží pro případ přeložení skeletů z jedné části lakovny na druhou.
- **Cykle time:** Nastavený odpočítávaný čas operace nástřiku antiabrazivního materiálu na UBS.
- **Kataforéza:** Povrchová úprava kovů. Funguje na principu elektroforézy. Základem je vodný roztok epoxidové barvy „anolyt“. Do něj je ponořen lakovaný předmět. Ten ve stejnosměrném poli funguje jako katoda, která na sebe přitahuje anionty barvy.
- **Koridor:** Přímá kolej spojující dva žlaby.

- Operatér: Plánovací pracovník.
- Přesuvna: Pohyblivé brány, které se pohybují po kolejišti a díky kterým se přemísťují skelety na dané pracoviště.
- Převozník: Manipulační dělník v lakovně, který je oprávněný k pohybu přesuvny a k posunu skeletů pomocí tahače.
- Revoláž: Zde dochází k nástřiku černé barvy okolo bočních oken, čelního a zadního prostoru kolem oken a nástřiku šedé barvy v zavazadlovém prostoru. Vše je aplikováno ručně.
- Skelet: Kostra autobusu.
- UBS: Antiabrazivní nástřik, nebo také ochrana podvozku.
- Žlab: Místo pod přesuvnou, kde je vymezený prostor v úrovni -0,35 m, osazený bočním kolejištěm pro přímý pohyb přesuvny.

### **3 NÁVRH NA ZMĚNU MONITORINGU VE VÝROBNÍM PROCESU**

Tato kapitola se zabývá návrhem monitoringu výrobního procesu ve firmě Iveco v oddělení lakovny. Autorka navrhuje jako jednu z možností zavedení RFID technologie do lakovny pro systém sledování pohybu vozů. Návrh respektuje požadavek na zavádění nového způsobu monitoringu přímo za provozu, protože nelze zastavit výrobu z důvodu zavádění nových technologií.

Další možností pro zlepšení výrobního procesu, která je v této kapitole uvedena spočívá v rozšíření lakovny, zavedení dalšího koridoru, nebo zvýšení počtu přesuvů a tím zvětšení prostoru pro zvyšování výrobní kapacity. Jádrem je myšlenka eliminovat jakékoli ztráty.

#### **3.1 Zavedení RFID technologie**

Tento systém by dokázal pracovat samostatně s minimálními zásahy člověka, pouze v ojedinělých případech či při údržbě a tím by odstranil nedostatky ručního načítání a sledování čárových kódů. V následujících kapitolách je představen návrh, jak lze pomocí RFID technologie sledovat vozy po celé lakovně, a to nejen na konkrétním místě v rámci oddělení, ale i z kteréhokoli PC.

##### **3.1.1 Varianty nasazení RFID technologie**

Tato podkapitola se zabývá popisem tří konkrétních možností zavedení RFID technologie. Zásadními limity pro nasazení RFID technologie jsou fyzické rozměry a vlastnosti pracoviště lakovny a zároveň omezující vlastnosti RFID technologie jako takové.

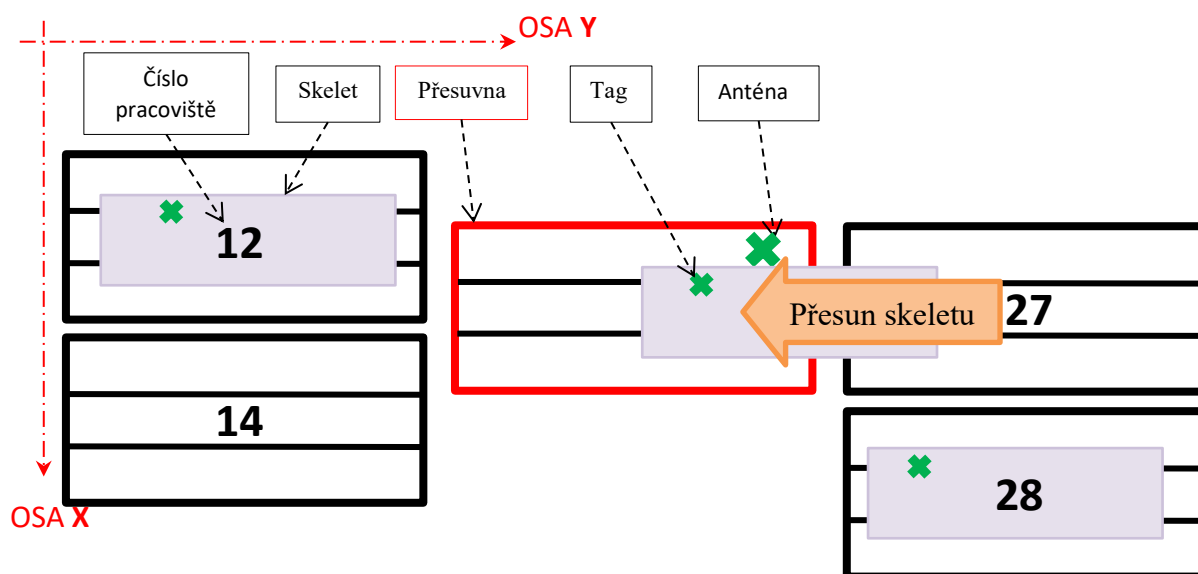
- 1) zavedení pohyblivých RFID bran
- 2) zavěšení RFID antén pod strop lakovny
- 3) osazení každého pracoviště RFID branou (stacionární brány)

##### **Varianta 1 – zavedení pohyblivých RFID bran**

První varianta tkví v zavedení pohyblivých bran neboli antén umístěných na přesuvny. Pro realizaci této varianty je zapotřebí zohlednit fyzické možnosti zaměstnanců, místo, kde by měly být na přesuvnách umístěny antény a způsob, jak by se snímal pohyb autobusů. Z podrobné prohlídky přesuvů byly identifikovány tři možnosti umístění antén, přičemž jednotlivé možnosti se liší také typem použité čtečky, resp. antény.

Jednou z možností by bylo umístění antény na jednu stranu přesuvny (viz. Obrázek 20), kde by byl snímán průjezd skeletu přesuvnou. Bohužel by se tímto způsobem zaznamenal pouze

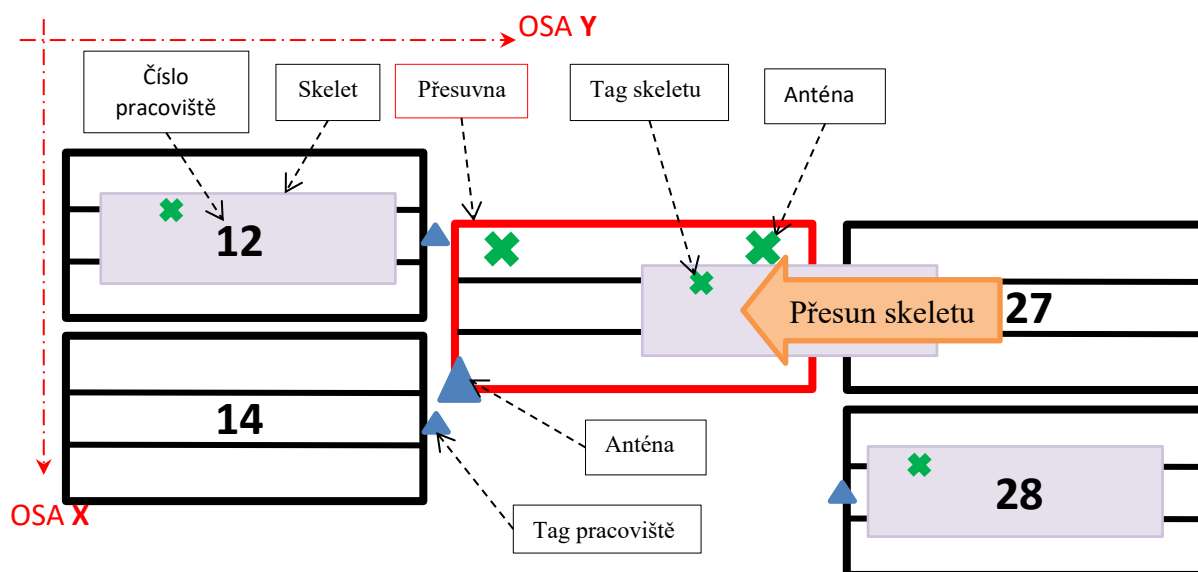
pohyb přes anténu při vjezdu. Při výjezdu skeletu z přesuvny druhou stranou, by nedošlo k opětovnému načtení, jelikož tato varianta nepočítá s druhou anténou, která by také zaznamenala výjezd z přesuvny.



**Obrázek 20** Schéma zavedení antény na jednu stranu přesuvny (Autorka)

Další možností je nainstalování dvou antén. Jedna anténa by se umístila na jednu stranu přesuvny a tím pádem by mohla snímat příjezd autobusu z pracoviště na přesuvnu. A druhá anténa by byla umístěna z boku přesuvny a sledovala by, na jakém pracovišti stojí přesuvna. Z toho pohledu lze říci, že se může sledovat číslo pracoviště, na kterém se přesuvna vyskytuje a číslo autobusu, který přijede na přesuvnu. Bohužel v případě, že by autobus přešel na druhou stranu, nedošlo by tak k novému načtení výjezdu autobusu a nebylo by možné určit čas a místo výjezdu. První a druhá možnost sleduje minimalizaci počtu antén, nikoliv z důvodu nákladu na zařízení, ale z důvodu obav o fyzické poškození. Tyto možnosti první varianty s sebou ovšem nesou zcela zásadní nevýhody v podobě neúplného toku informací, a tím způsobené nutnosti manuálních zásahů pracovníků do tohoto toku informací.

Alternativní třetí možností je montáž první antény na přesuvnu, která bude snímat pohyb skeletu, s tím rozdílem, že by se stejný typ antény umístil na obě strany přesuvny, aby bylo možné zaznamenání projetí vozu na obě strany příjezdu i výjezdu. A druhý typ antény umístít na bok přesuvny, která by snímala čísla pracovišť (viz. Obrázek 21). V tomto případě by se dalo určit přesné místo stání, čas příjezdu a výjezdu z přesuvny a zároveň místo pracoviště.



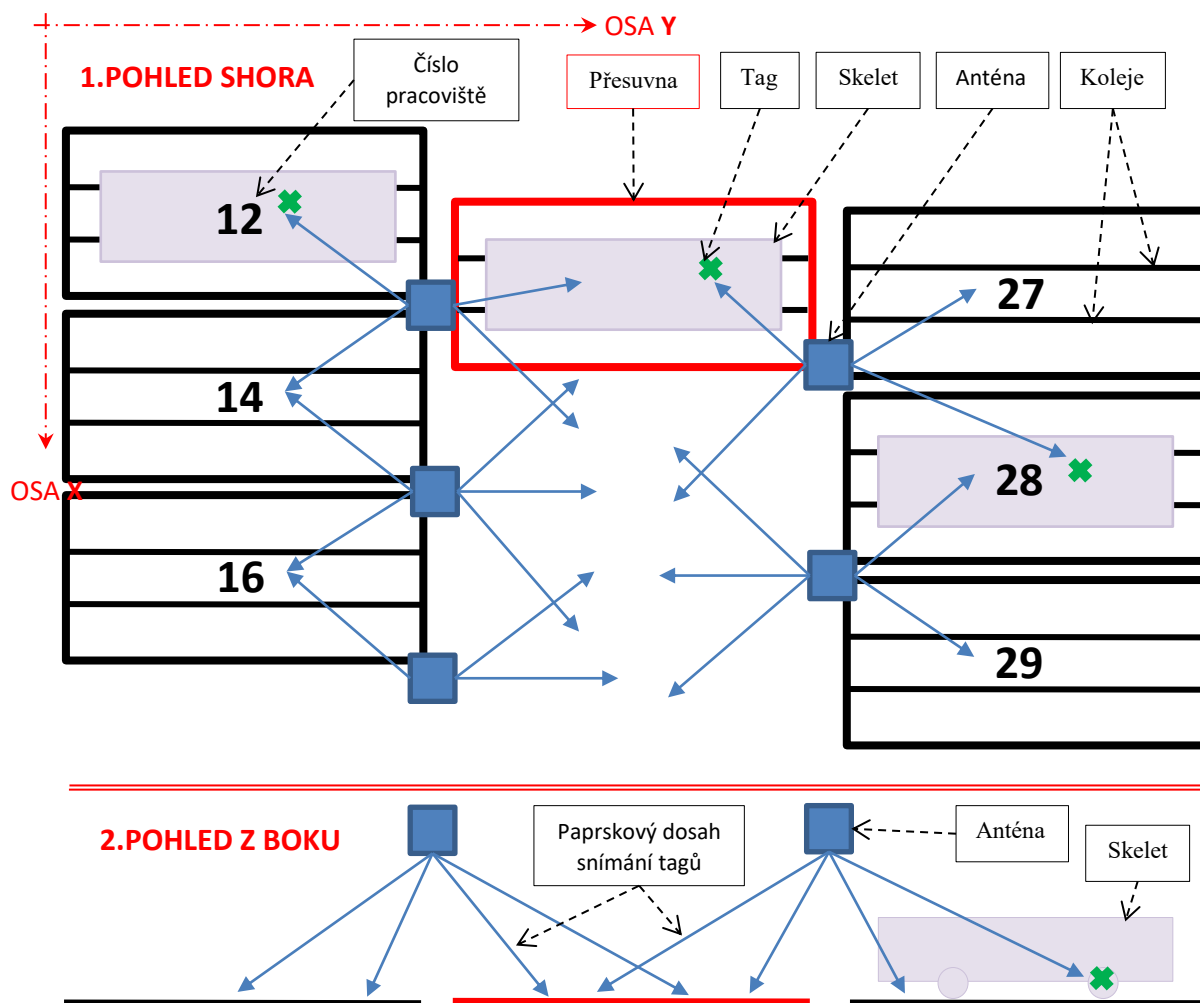
**Obrázek 21** Zavedení třech antén na přesuvnu (Autorka)

Z výsledků výše uvedeného porovnání vyplývá jako nejvhodnější řešení z hlediska přesnosti dat, zavedení třetí možnosti provedení. Výhodou této varianty by mohla být i minimalizace nenačtení dat (např. chybou systému) nebo zničení tagu.

#### **Varianta 2 – zavěšení RFID antén pod strop lakovny**

Tato varianta by spočívala v zavedení tzv. „deštníkového efektu“ neboli montáž antén pod strop lakovny (viz. Obrázek 22). Tato varianta byla důkladně prozkoumána a rozhodujícím činitelem při zvolení této varianty spočívající v montáži antén na strop je jejich počet a rozmístění po lakovně. Musela by být vybudována konstrukční síť antén ve výšce 6 metrů. Rozlišovací schopnost antén je vysoká, dle nabídek je vzdálenost snímání pohybu tagů okolo 20 m, s rozlišovací schopností na cm. Ovšem se zvyšující se vzdáleností antény je přesnost či schopnost přesného určení polohy tagu, resp. autobusu mnohem nižší. Tento systém by nedokázal bez dodatečných opatření spočívajících ve stínění RFID vln a kalibrace antén zachytit pohyb tagů kdekoli po lakovně, bez vazby na sledovanou kolej. Tím, že je autobus ocelová klec, je nevýhoda v určení umístění tagu. Jelikož na střechu autobusu je umístění nemyslitelné (z důvodu olakování), a jakékoli nižší umístění tagu by snižovalo možnost načtení tagu, neboť klec brání průchodu vln.





Obrázek 22 Schéma využití deštníkového efektu na lakovně (Autorka)

### Varianta 3 – osazení každého pracoviště RFID branou

Brána by načítala projetí tag vhodně umístěný na skeletu či uvnitř skeletu. Dle layoutu lakovny by bylo potřeba namontovat až 50 antén, které by byly propojeny vhodnou sítí. Již tento hardware by podstatně navýšil náklady na investici oproti ostatním variantám. Nevýhodou této varianty však je nutnost osazení 50 pracovišť RFID branou a tím navýšení ceny.

#### 3.1.2 Shrnutí variant návrhů

V této podkapitole jsou shrnuty vlastnosti zavedení antén u varianty 1 na přesuvny, varianty 2 pod strop lakovny a varianty 3 RFID brány na každém pracovišti.

V případě použití varianty 1 zavedení pohyblivých RFID bran, by na základě vyhodnocení podle denní kadence výroby 20-ti odváděných vozů a průměrného denního počtu 35-ti skeletů rozmístěných po lakovně stačilo objednat 100 kusů tagů pro skelety, 50 kusů tagů určujících číslo pracoviště a k těmto tagům 12 antén (3 antény na každou přesuvnu).

V druhém případě, zavěšení RFID antén pod strop lakovny podle varianty 2, by na základě vyhodnocení bylo objednáno 30 antén a dále pak 100 kusů tagů na skelety.

A ze třetí varianty vyplývá pořízení 50 antén ke každému pracovišti a k nim 100 kusů tagů na skelety.

**Tabulka 4** Srovnání variant

Varianty	Počet antén (ks)	Počet tagů (ks)
1 - zavedení pohyblivých RFID bran	12	150
2 - zavěšení RFID antén pod strop lakovny	30	100
3 - osazení každého pracoviště RFID branou	50	100

Zdroj: Autorka

Na základě posouzení vlastností variant podle tabulky 4 se jeví jako nejlepší varianta 1 zavedení pohyblivých RFID bran na přesuvny, z důvodu nejmenšího počtu antén, jelikož antény jsou finančně náročnější než tagy.

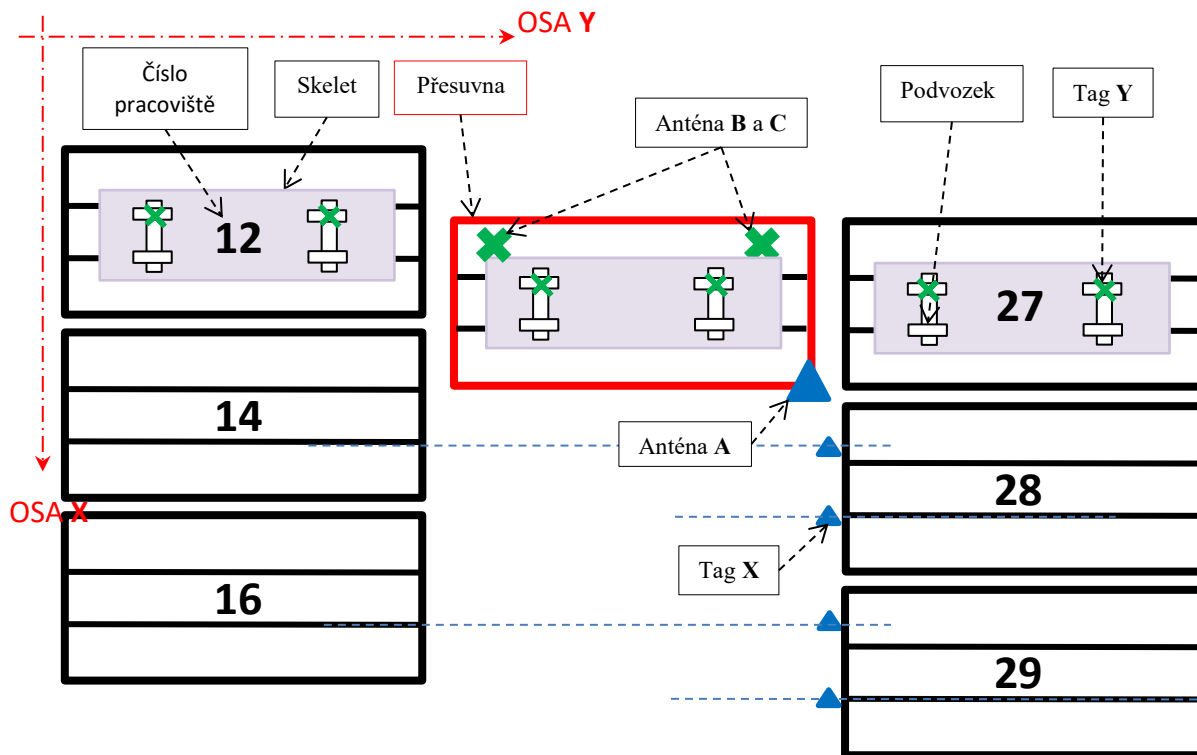
### 3.1.3 Pohyblivé brány

V této části je popsána varianta nasazení pohyblivých bran. Na základě toho, že na lakovně není liniový přesun skeletů jako to bývá v sériové výrobě, ale tento posun jde v ose X směr přesunen a v ose Y směr kolejí lakovny (viz. Příloha A). K těmto osám je potřebné mít více antén, dvě pro osu Y a jednu pro osu X na všech přesuvnách. Tyto antény budou umístěny na čtyři přesuvny, neboť se vychází z vyhodnocení varianty 1.

Jedna z antén, která bude umístěna na kraji přesuvny, označíme ji jako anténu „A“ bude snímat pohyb „X“ a tak zachycovat pozici přesuvny, vůči žlabu přesuvny. Tyto tagy budou umístěny před pracovištěm na schodnici žlabu a budou označovat čísla pracovišť, na kterých se daná přesuvna zastaví.

Druhá a třetí anténa, by byla taktéž umístěna na přesuvně, kde každá bude umístěna na krajní části přesuvny a budou nést označení „B“ a „C“ a tyto antény budou snímat pohyb „Y“ neboli přesuny vozů po kolejích. Snímání bude prováděno pomocí spárovaných tagů, kde budou zaznamenávat pohyby vozů přes přesuvny. Tagy budou umístěny na podvozcích, které jsou pro jeden autobus v počtu dvou kusů. Každý autobus má přední a zadní podvozek.

V případě nájezdu vozu na přesuvnu se oba spárované tagy zaznamenají jako vstup na přesuvnu a nadále se bude čekat, jakým směrem vůz opustí přesuvnu, tedy přes kterou anténu projedou tyto spárované tagy. (viz. Obrázek 23).



**Obrázek 23** Schéma umístění antén (Autorka)

Zdvojení tagů je vhodné provést jako opatření proti případům vynechání načtení jednoho z tagů, ztráty tagů, nebo jejich zničení. Cílem je, aby byla stoprocentně načtena informace o vstupu a výstupu, pokud skelet najíždí na stejnou stranu přesuvny. V případě kritického skeletu čímž je myšlen krátký skelet (např. 10,5 m), nebo přejetí jednoho tagu na hranu přesuvny (např. u dlouhých skeletů okolo 13m) nemusí dojít k načtení dat přes anténu. Proto jsou umístěny na krajích, kde vždy dojde k načtení.

Tím pádem by bylo možné sledovat neustálý pohyb skeletů po lakovně bez nutnosti využívání pracovníků pro zápis čárových kódů, nebo jiných pracovníků, které opravují chybně zapsaná data. Dále také v případě, kdy se operátor vydá sám hledat skelet, zda již byl odepsán z lakovny, sleduje umístění v lakovně a v případě vícebarevných autobusů operátor kontroluje lakovací proces (tj. kolik vrstev laku ještě zbývá olakovat).

Přesuvny by tudíž byly osazeny RFID čtečkami se čtyřmi anténami propojenými s anténním systémem (viz. Obrázek 23). Čtečka bude jednou anténou číst RFID tagy osazené na svislém betonovém schodu na úrovni každého pracoviště a bude tak poskytovat informaci

o pozici přesuvny. Pokud bude tento tag viditelný, znamená to, že přesuvna je na pozici, spojující dvě protilehlá pracoviště. Při výjezdu skeletu z plošiny budou RFID tagy z podvozků načteny jednou či druhou anténou, které budou instalovány v podlaze přesuvny na jejích obou stranách. Podle toho, z které antény přijdou data, bude definováno pracoviště, na které byl skelet dopraven.

V případě, kdy budou za sebou dvě pracoviště, například lakovací a sušící box, bude uplatněn automatický algoritmus, který v případě, že bude na první pracoviště této dvojice pracovišť zaregistrován nový skelet, tak číslo skeletu, který zde byl doposud evidován se zapíše na následující pracoviště. Na obrázku 24 je vyobrazená anténa Alien ALR 8696.



**Obrázek 24** Alien anténa typ ALR-9698-C (Codeware, 2019)

### 3.1.4 Proces s tagy

Nahrávání neboli přepis sériového čísla tagu na VIN číslo skeletu by mohl provádět „teamleader“, který se pohybuje u pracoviště kataforézy, kde dochází k výjezdů skeletů z kataforézy a kde je skelet posazen právě na tyto výše zmiňované podvozky.

V případě, že bude vůz usazen na podvozky, teamleader načte na mobilní zařízení tagy, které budou umístěny na podvozcích pod vozem. Na mobilní zařízení poté zapíše dané číslo vozu a tím dojde k přiřazení jednoho čísla vozu ke dvěma různým sériovým číslům tagů, které budou takto spárované.

Další nutností bude i vymazání čísla vozu na daném tagu. V případě, kdy skelet opustí lakovnu, následuje překládka skeletů, kde dochází k sundání podvozků pomocí zdvihacího zařízení a překládka skeletu na podvozky určené pro montážní linku. Na lakovně se podvozky pohybují po dvou kolejích, kdežto na lince jsou podvozky posouvány po jedné koleji, a to z důvodu možnosti pohybu skeletů do oblouku.

Ve chvíli, kdy bude skelet sundán z podvozků jsou podvozky opět přemístěny po přesuvně k pracovišti kataforézy, kde se čeká na novou překládku s dalším skeletem

vystupujícím z KTL. V tuto chvíli by se na zobrazované tabuli znova zaznamenávalo číslo vozu, jelikož na podvozcích by tagy byly pevně připevněné, a tudíž neměnné, nebylo by jasné, zda je vůz odveden na montážní linku. Proto je nutné rozeznat, kdy jede po lakovně skelet a kdy jedou pouze samotné podvozky. V tomto případě bude potřebné vymazat data z RFID tagu hned na výjezdu z lakovny na pracovišti č. 12. Pro tuto operaci bude potřebné mít druhý RFID mobilní terminál, kde bude dané číslo vozu deaktivováno převozníkem.

V případě výjezdu vozů na montážní linku bude potřebné předání informací při výstupu z lakovny, kde bude důležitý počet odevzdaných skeletů zobrazovaných na sledovacím programu pohybu vozů po lakovně (viz. Příloha E).

Jelikož se návrh zabývá lakovnou, umožňuje po úpravách další nasazení na montážní lince, ale toto není předmětem této práce. Protože nebude možné vymazání nebo přesunutí vozů ze systému na další pozici za lakovnou, navrhuje autorka zobrazování posledních 12 vozů.

Dále je potřebné analyzovat, zda vůz, který se dostane na pracoviště č. 12, bude poslán opětovně na lakovnu (z důvodu opravy anebo pouze pro přejezd), nebo je-li ukončen proces lakování a bude vůz odveden na montážní linku. Proto bude potřebné ručně zaznamenat informaci o posunu vozu na pracoviště 910 (první pracoviště montážní linky) spolu s deaktivací tagů. Na základě těchto ručních zásahů bude nastaven automatický systém zaznamenávání posledních 12 vozů.

### **3.1.5 Použití RFID tagů**

Pro zavedení této technologie je důležité definovat vhodné RFID tagy u kterých jsou rozhodující následující parametry:

- teplota,
- opotřebení,
- cena,
- dosah vln tag/antény.

Nejprve je zapotřebí vzít v úvahu interní vlivy. V lakovně jsou těmito vlivy myšleny vysoké teploty v sušících boxech, které dosahují teploty 80 °C. Dalším interním vlivem je odolnost nástřiku barvy, jelikož nebude možné tagy umístit a zakrýt tak, aby nedocházelo k nástřiku barvou v lakovací kabině. Nejvhodnějším řešením by bylo použití plastových tagů, které musí vydržet teplotu 80 °C a budou umístěny na skelety. Proto velikost těchto tagů by měla být co nejmenší, ale zároveň viditelná na pohled.

Přepis (přeprogramování) tagů je podle dodavatelů uváděn v délce cca 100 000 krát, avšak předpokládaná životnost těchto tagů je stanovena na přibližně jeden rok.

Důležitým údajem bude rozhodná i cena těchto tagů, která se po prozkoumání pohybuje přibližně v cenové relaci 100 Kč pro plastové tagy s teplotní výdrží až 80 °C.

Dalším krokem bude umístění tagů v dosahu s anténou. Anténa bude ukrytá pod podlahou přesuvny. Tak aby mohly být tagy umístěné zespodu manipulačního podvozku, spolehlivě načítány na vzdálenost přibližně 40 cm. V úvahu je brán dosah vln a průchodnost signálu prostorem, tudíž by umístění tagu mělo být s co nejmenším počtem překážek mezi anténou a tagy. Výběr tagů ukazuje Tabulka 5. Uvedené tagy byly na místě testovány a všechny vyhověly podmínkám pro vzdálenost mezi anténou a tagem. Z uvedených tagů ovšem lze doporučit pouze ty z tagů, které jsou schopny odolat teplotám přesahujícím 80°C. Jedná se zejména o tagy řady Exo a typ Cargo trak.

**Tabulka 5** Typy tagů

Typ	Frekvence (MHz)	Čtecí vzdálenost čtečky		Velikost	Teplotní rozmezí
		Mechanická	Ruční		
Exo 600	860-930	3-6 metrů	3-6 metrů	80*15*12,5	Od -40 do +85
Exo 750		Až do 7 metrů	Až do 3,5 metrů	51*48*12,6	
Exo 800		Až do 8 metrů	Až do 4 metrů	11*25*12,9	
Cargo trak	865-868	Až do 12 metrů	Až do 6 metrů	100*26*8,9	Od -40 do +85
Confidex survivor B	865-869	Až do 60 metrů		155*26*14,5	Od -20 do +65
SH-10904 UHF	860-960	Až do 6 metrů		25*9*3	Od -20 do +50

Zdroj: OMNI-ID, 2019; XERAFY, 2020; ATLAS RFID STORE, 2020; SHENGHUA, 2020, upraveno autorkou

### 3.1.6 Umístění, montáž a demontáž tagů

Byla provedena zkouška umístění tagů na skeletech.

Prvotní návrh bylo umístění tagů v kartě vozu, avšak karta vozu neprojíždí lakovacím boxem a zůstává mimo pracoviště. Když jsou roboty spuštěny, pracovníci jsou mimo lakovací boxy a zaznamenávají ručně potřebná data (např. čas průjezdu lakovacím boxem, číslo barvy, podpis pracovníka a další) do karty vozu. Tuto kartu vloží zpět do vozu až po vyjetí ze sušících boxů. Tím pádem není možné určit, zda je daný vůz v lakovacím nebo sušícím boxu. Nevýhoda umístění tagů ke kartě vozu by byla i ve větší vzdálenosti od antén, a s tím i mnoho překážek ovlivňující přenos dat. To může být dále znevýhodněno i umístěním karet ne vždy do stejného místa.

Z důvodu, aby byl tag vždy v co nejmenší vzdálenosti od antény, bylo nutno nalézt jiná místa.

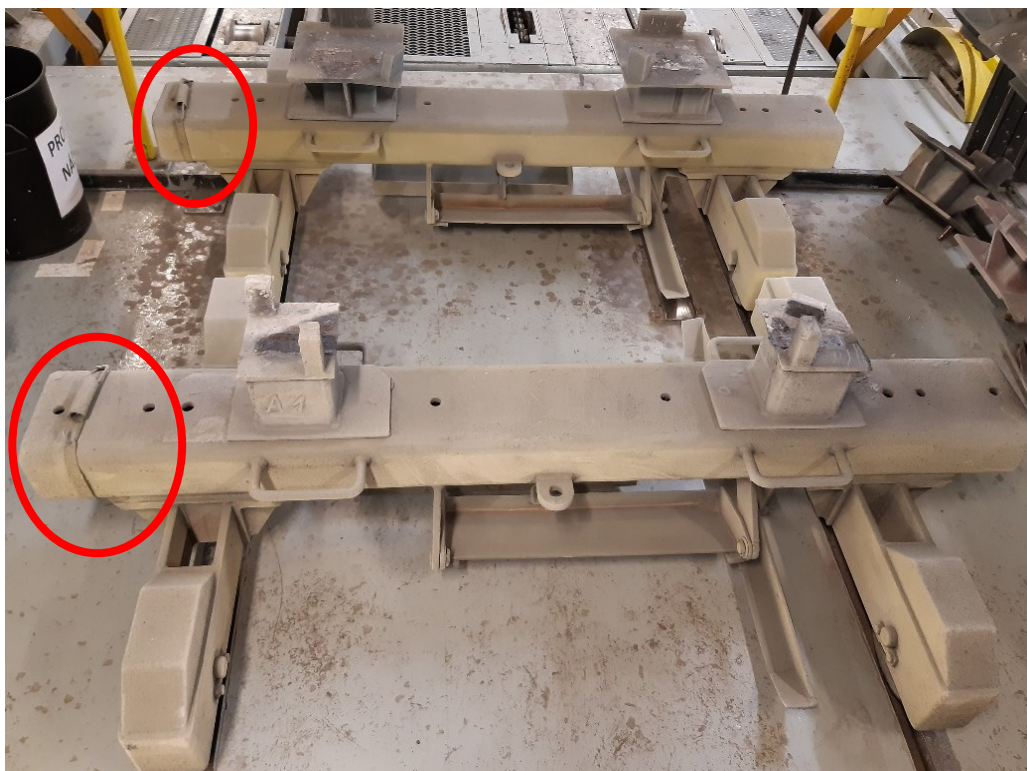
Dle analyzování dalších vhodných míst, kam by mohly být tagy ukládány, aby nepřekážely v plánovaném lakovacím procesu a aby nedošlo díky nim k poruše při převozu se došlo k závěru, že by mohly být tagy, které budou využívány k průjezdu skeletů přes lakovnu, přivázány drátkem k podvozku vozu, který se pod vůz nasune po opuštění skeletu z kataforézy a tento skelet je z tohoto podvozku přeložen až po opuštění lakovny a přesunut na následující oddělení „Montážní linku“.

Tudíž by to bylo vhodným řešením i v případě, že by byla možnost nechat kolovat tagy prozatím pouze po lakovně. Nechozílo by tak k demontáži tagů z podvozků při každém výjezdu skeletu z lakovny a tím by se omezila pracnost. V tomto směru se také nebude muset kontrolovat, popřípadě přemísťovat tag a stačilo by pouze přepisování tagů při použití podvozku s daným tagem na další skelet.

Tyto podvozky jsou přibližně jednou za půl roku posílány na odlakování a pouze v těchto případech by mělo docházet k odnětí tagů z podvozku a zároveň by u této příležitosti mohla být provedena vizuální kontrola fyzického stavu tagu.

Umístěním tagů na podvozky by mělo výhodu i v tom, že se nebudou přenášet data přes mnoho překážek a bude docházet k přímému kontaktu (spojení) s anténou.

Dále je zapotřebí se zabývat možností zavěšení na tyto podvozky. Většina tagů má na krajích otvory pro možnost uchycení šrouby, vruty nebo nýty. Na podvozku by měl být montován co nejbližší antény, tzn. umístění na kraje podvozku (viz. Obrázek 25). Dle obrázku můžeme definovat, čím bude tag možno zachytit.



**Obrázek 25** Podvozek s vyznačením možnosti umístění tagů (Autorka)

### **Prověření možností uchycení tagů na podvozek**

První zkouška probíhala tak, že tag byl přichycen pomocí stažením elektrické stahovací pásky, přičemž se zkoušela výdrž stahovací pásky. Bohužel neúspěšně, jelikož při průjezdu několika lakovacími kabinami elektrická stahovací páska ztvrdla a popraskala.

Druhá zkouška spočívala v přichycení tagu pomocí pružiny, které se na lakovně využívají při zavěšování drobných plastových dílů. Tato analýza již byla úspěšnější hlavně z toho důvodu, že pružiny na lakovně jsou používány již řadu let a je těchto pružin dostatek.

Třetí zkouškou bylo uchycení na základě vyrobení mechanické konstrukce na míru, která by se nandávala přes hranu podvozku. Nevýhodou by mohlo být špatné nasouvání v případě velké nanesené vrstvy laku na podvozcích, jelikož podvozky jezdí na odlakování jednou za 3 měsíce.

Čtvrtou a poslední možností by mohlo být přišroubování tagů napevno ke konstrukci podvozku dle otvorů v tagu.

Dále je nutné brát ohled i na to, že tag by měl být umístěn stejným směrem a měl by mít stejnou polohou jako je anténa. Tag bude umístěn zespodu k manipulačnímu podvozku. V případě umístění tagu směrem nahoru na podvozku, by se snížil přenos dat a nemuselo by být načtení tagu uskutečněno. Čelní plocha tagů a antén by měla být ve stejném směru, umístěna proti sobě a s co nejmenšími překážkami.



### 3.1.7 Mobilní terminál

Pro přepisování dat (na vstupu a výstupu z lakovny) je nutné pořídit RFID mobilní terminál (viz. Obrázek 26). Tento mobilní terminál bude vhodný hlavně z důvodu možnosti nahrání informací o označení čísla vozů, kde bude nutné spárovat dva tagy na podvozcích na jedno číslo autobusu a využití případných ručních zásahů oprav informací. Důležitá je možnost vymazání dat.

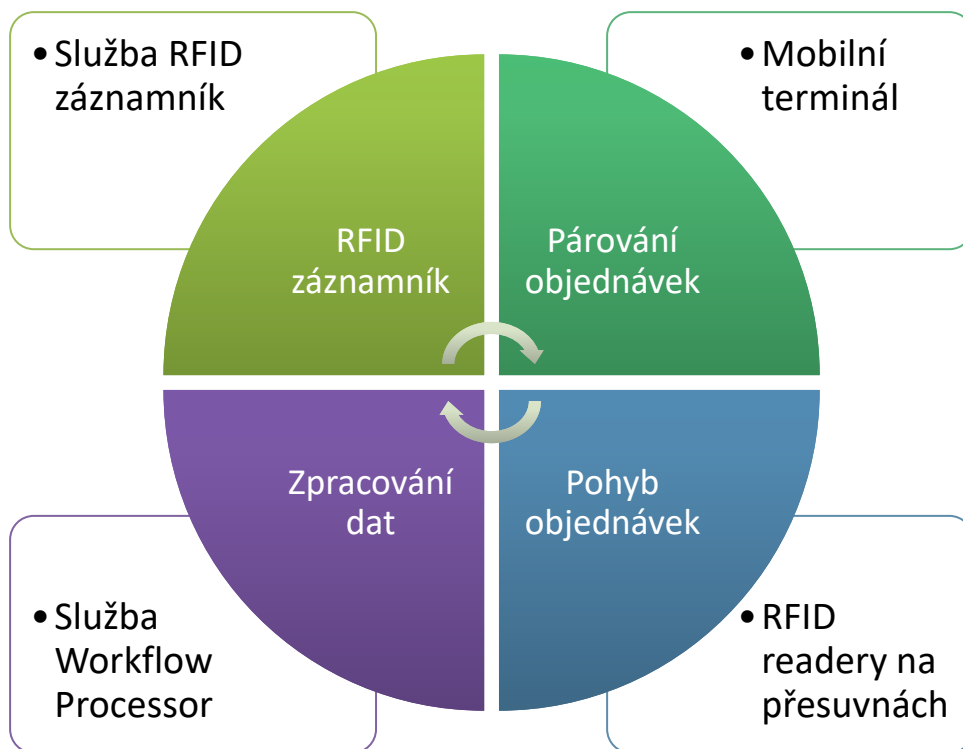


**Obrázek 26** Mobilní zařízení Alien ALR-H450 (RFID Solutions, 2019)

Dosah snímání tagů přenosnou čtečkou je odhadován do vzdálenosti jednoho metru, vzhledem k možnosti umístění nebude porušena ergonomie práce pracovníka. Vyzkoušením vlastností technologie na místě se zapůjčeným zařízením a naměřením dosahů je odhadovaná vzdálenost odpovídající.

### 3.1.8 Informační toky

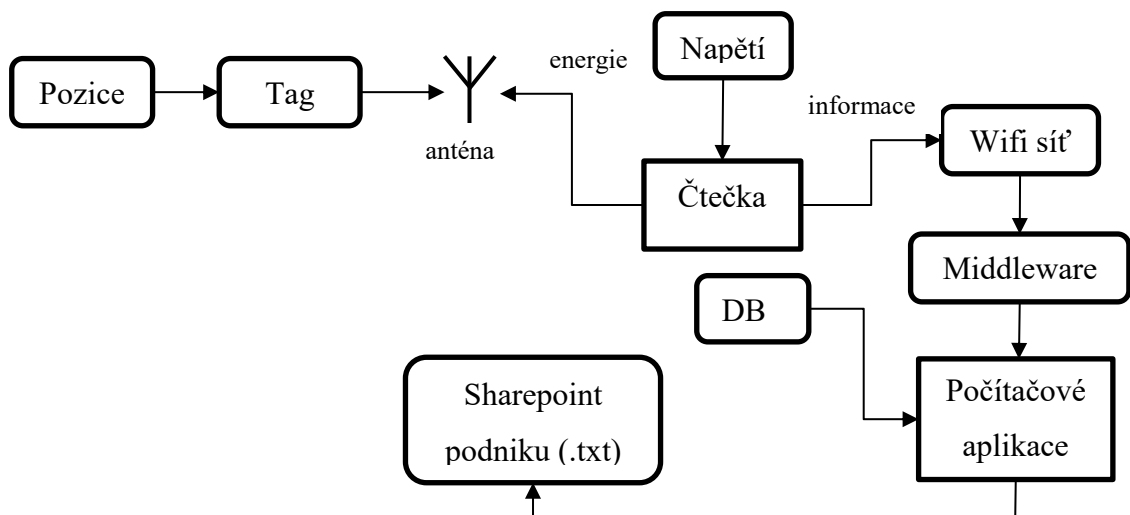
Obrázek 27 popisuje, jakým způsobem bude sestavena softwarová část na serveru v lakovně, kde na sebe navazuje služba RFID záznamník, párování objednávek získaných z mobilního terminálu, sledování pohybu objednávek pomocí čtecích zařízení umístěných na přesuvnách a výsledné zpracování dat.



**Obrázek 27** SW část na serveru (Barco, 2019 - upraveno autorkou)

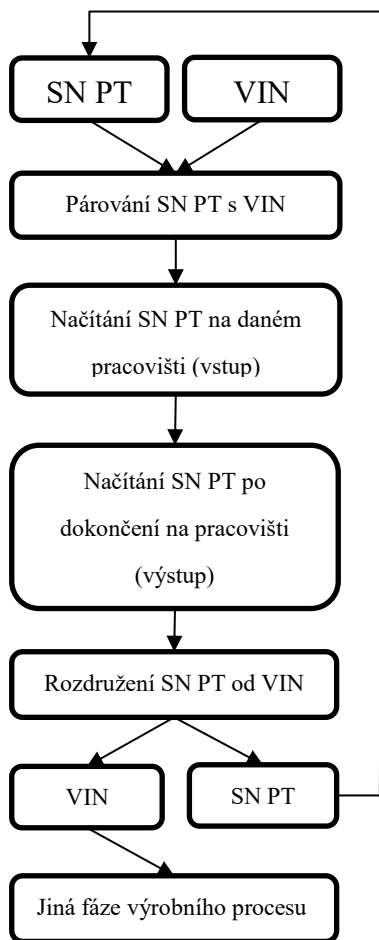
**Popis služeb:**

- **RFID záznamník**  
Služba bude sbírat data RFID readerů na přesuvnách a zapisovat do databáze údaje o číslu podvozku a datu načtení (den, hodina a minuta).
- **Rozhraní pro mobilní terminál** (jednoduchý program přes který se posílají informace)  
Bude zprostředkovávat komunikaci mezi databází a mobilním terminálem. To bude sloužit pro spárování čísla objednávky s oběma podvozky a k její deaktivaci po ukončení výroby dané objednávky.
- **Pohyb objednávek**  
Načítání tagů z podvozků na přesuvnách – sledování pohybu vozů po pracovištích lakovny pomocí stacionárních antén.
- **Služba Workflow Processor**  
Bude provádět zpracování dat přijatých službou RFID záznamník, určovat směr pohybu podvozku a bude provedeno spárování s číslem objednávky.
- **Přístupový bod pro komunikaci s externí službou**  
Bude poskytovat data o aktuálním umístění objednávek na pracovištích externí službě pro vizualizaci.



**Obrázek 28** Princip fungování RFID systému (Autorka)

Obrázek 28 ukazuje zjednodušeně, jak by měl fungovat přenos dat RFID technologie na lakovně. Kde je na začátku sledována pozice stání vozů na základě načtených tagů přes anténu na přesuvnách. Vše bude zaznamenáváno čtečkami, které budou umístěny blízko anténám. Čtečky budou přimontovány napevno na přesuvny a musí být k nim možnost přivedení elektrické energie. Čtečka dále bude vysílat informace o číslech tagů ať už to budou sériové čísla pasivních tagů, nebo načtené VIN čísla vozů. Tyto informace budou přenášeny přes wifi síť, kterou bude možné umístit nad přesuvnu a přes firemní middleware bude předávat veškerá data do počítače. Do počítače by měla být zapisována průběžná data o číslech vozů z firemní databáze pro možnost kontroly správnosti zachycených čísel tagů a každou minutu dojde k aktualizaci dat. Dále pak počítačová aplikace umožní výstup v podobě textového souboru „.txt“ na podnikový SharePoint, kde budou nadále data zpracovány a napojeny na software sledování pohybů skeletů po lakovně a umístěny na webové stránky podniku za účelem monitoringu vozů po lakovně a možnost sledování stavu výroby, kterýmkoli oprávněným pracovníkem, dodavatelem komponent, dodavatelem barev, nebo oddělením logistiky.



**Obrázek 29** Schéma procesu sledování vozů na lakovně (Autorka)

Schéma procesu sledování vozů na lakovně je uvedeno na Obrázku 29. V případě zavedení pasivních tagů bude operace zapisování na základě spárování prepisovatelných SN PT (sériové číslo pasivního tagu) s posledním pětičíslím VIN kódu (identifikační číslo vozidla). Což znamená, že SN PT nebude nadále uváděno pod svým číslem, ale bude mu přiřazeno VIN číslo vozu, na kterém bude umístěno. V případě najetí skeletu na pracoviště je SN PT načteno jako vstup na pracoviště a poté se čeká na dokončení operace na pracovišti jako výstup. Po dokončení lakovacího procesu na výstupu lakovny bude provedena operace rozdružení SN PT od VIN, kde dané SN PT bude mít svoje číslo a nebude nadále zaznamenáváno pod VIN číslem. Tag bude přemístěn na vstupní pozici, kde bude čekat na další párování s VIN číslem jiného vozu.

Firma Barco byla doporučena na základě výběrového řízení a technického zhodnocení, kde byly poptány 4 firmy: Barco, s.r.o.; Siemens, s.r.o.; DEL, a.s. a EPRIN spol. s.r.o.

Dle Tabulky 7 lze stanovit, že firma Barco, s.r.o. pochopila veškeré technické požadavky a obzvláště podporuje myšlenku společnosti v systému monitorování.

Ve sloupcích s body je využito číslování 3, 5 a 15 kde dané číslo značí dodržení požadovaných specifikací:

- 3 zcela splnitelné,
- 5 přijatelné, vyžaduje další doplněk a vysvětlení (není nutnou podmínkou),
- 15 nedodržení technické specifikace, písemné vysvětlení.

Po finanční a odborné stránce by její nabídka vyšla nejvýhodněji. Dále uvádí firma Barco krátký čas na dodání zařízení a softwaru. Se společností Barco je velmi dobrá komunikace a jako bonus oproti žádosti společnosti Iveco má ve své nabídce softwarový program pro snadné sledování oproti současnému řešení při zaznamenávání dat pomocí čárových kódů.

**Tabulka 6** Technické zhodnocení poptaných firem

Automatická sledovatelnost v lakovně	Váha	Siemens, s. r. o		DEL, a. s.		Barco, s. r. o	
		Body	Celkem	Body	Celkem	Body	Celkem
Zkušenosti s podobným typem projektu	10	5	50	5	50	5	50
Pochopení myšlenky	15	5	75	5	75	3	45
Zapojení při přípravě/ prezentace nabídek	20	5	100	5	100	3	60
Technické řešení nabídky	15	5	75	5	75	3	45
Legislativa firmy	15	3	45	3	45	3	45
Čas doručení	25	15	375	5	125	3	75
<b>Body celkem / pořadí v technickém hodnocení</b>	<b>100</b>		<b>720</b>		<b>470</b>		<b>320</b>

Zdroj: (IVECO, 2019l – upraveno autorkou)

Firma EPRIN není uvedena v tabulce, jelikož jako jediná nabízela pouze zavěšení RFID antén pod strop lakovny.

Na základě vyhodnocení a konzultace s firmou Barco byl proveden výběr vhodných zařízení RFID technologie pro lakovnu (viz. Tabulka 7).

**Tabulka 7** Výběr vhodných zařízení pro lakovnu

Zařízení	Model
RFID čtečka Alien	ALR – F800
RFID Anténa, poziční „X“	FlexiRay SFR-3100
RFID Anténa, podvozková „Y“	FlexiRay SFR-3100
Kryt podvozkové antény, plastový	SFR-MA-900
RFID tagy, poziční	EXO 750
RFID tagy, podvozkové	EXO 600
Přístupový bod WiFi síť	Aruba IAP-207 (RW) Instant 2x2/2 1 lac AP
Klientské zařízení WiFi pro připojení RFID čtečky do WiFi síť	HP 501 Wireless Client Bridge
Mobilní RFID terminál	ALR-H450

Zdroj: Barco, 2019a – upraveno autorkou

### 3.2 Rozšíření RFID technologie po celém závodě Iveco

V této práci se autorka zabývá využitím RFID technologie pouze na lakovně, vzhledem k jejím zkušenostem z pracovního procesu. Avšak je možné posunout tuto technologii na celý závod Iveca. Kdyby bylo možné zavedení RFID tagu na prvotní díl sestavené kostry, bylo by pak možné jeho umístění na konstrukci k VIN číslu vozu. Nebo by bylo možné přimontovat tagy například na klimatizace, výfuk, nebo motory.

Sledování by pak probíhalo od svařovny, přes lakovnu, linku, dokončovací linku a končit by mohlo při odjezdu vozu k zákazníkovi. Vzhledem k tomu, že vozy firma dopravuje přímo k zákazníkovi, bylo by možné uvažovat o zanechání RFID tagu ve voze napevno. Například při reklamaci by bylo možné okamžitě stanovit podrobnější informace o průjezdu vozu. V případě, že by RFID technologie nebyla využita až po zákazníka, ale pouze v podniku, mohla by začít na svařovně a končit výjezdem dokončovací linky. Při zavedení této technologie by mohli být zaznamenány také informace o celkových časech průjezdů všemi odděleními podniku a jejími pracovišti. Tím pádem by bylo možné a přesné sledování vozů po celém podniku. Dále pak by byly uvedeny veškeré informace o chybějících dílech, poznámky o závadách a nedostatcích na konkrétních dílech. Vše by bylo napojeno do jednoho informačního systému.

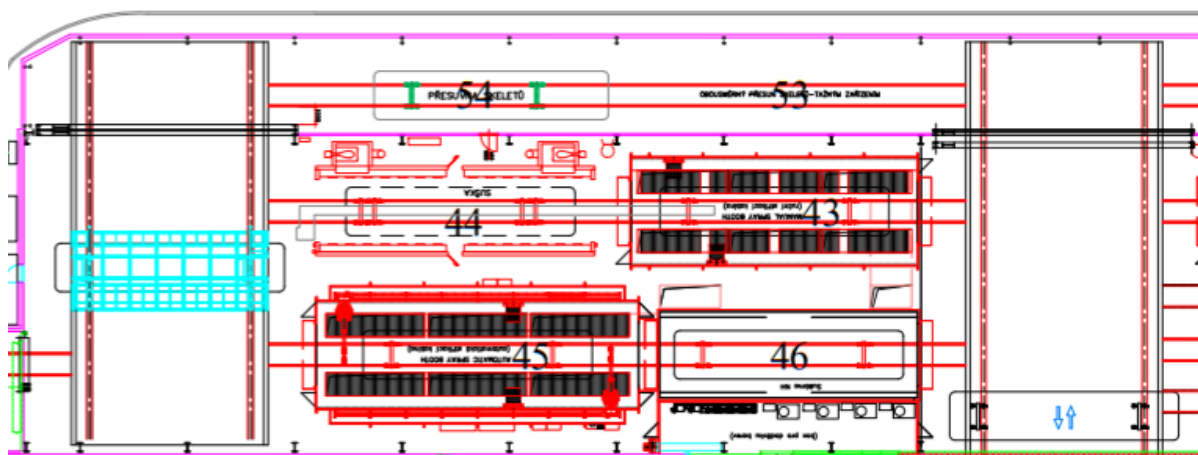
Využití RFID technologie by také bylo možné až na montážní lince, kde by se tagy umísťovaly na různé díly (například na klimatizace, motory, sedadla, kamery atd.) a poté spárovaly s ostatními tagy. Mohl by se tak zjednodušit systém sledování kompletnosti dílů ve voze a sledování ve skladech. Avšak pro tuto část sestavování dílů na lince autorka nemá dostatečné informace, proto se nadále touto možností nebude zabývat.

### 3.3 Rozšíření lakovny

Další možností pro zvýšení kapacity výroby jsou navržena opatření uvedená v následujících dvou podkapitolách. Navržené rozšíření výrobních kapacit umožňuje zjednodušení materiálových toků. Což s realizací RFID technologie maximálně navýší kapacitu s minimálním počtem ztrát.

#### 3.3.1 Zavedení dalšího koridoru

Další možností, pro zlepšení pohybu vozů je úvaha o zavedení dalšího koridoru (viz. Obrázek 30), který by mohl být umístěn na tzv. „Novou lakovnu“. Vedle pracoviště „Přípravy“. V současnosti se skelety přemísťují na druhý lakovací box (pracoviště 45) přes pracoviště přípravy (pracoviště 43). Tím se plně nevyužijí kapacit pracoviště 43. Přesun skeletu do lakovacího boxu přes toto pracoviště, nebo čekání skeletů na dokončení operací na pracovišti „Přípravy“ je velkou nevýhodou.



Obrázek 30 Výřez novou lakovnou po zavedení koridoru (IVECO, 2019m)

### **3.3.2 Zavedení další přesuvny**

Dalším možným zlepšením pohybů vozů na lakovně by mohla vyřešit pátá přesuvna umístěna za sušícími boxy, kde je zatím pouze jedna přesuvna. Vyřešilo by to potíže v případě, když by došlo k přetlaku vozů. Dále by také mohla být přesuvna využita jako další buffer i v případě, kdy by byly ucpané překládky skeletů, nebo když by došlo k velkému počtu olakovaných vozů, například na začátku týdne. Nemuselo by docházet ke složitým překládkám skeletů.

### **3.4 Zhodnocení navrženého řešení**

Na základě zjištění nedostatků ve sledování pohybu vozů po lakovně, bylo navrženo využití RFID technologie. V momentě zavedení RFID by došlo k bezchybnému a přesně stanovenému sledování pohybů skeletů po lakovně a určení aktuálního místa jejich stání. Mohlo by se nadále analyzovat případné nevyužití plné kapacity na pracovištích.

Výhodou je i možnost napojení zaznamenaných dat z výstupu RFID technologie na stávající software, který byl navržen pro zápis dat při snímání čárových kódů. Tento software by se pouze upravil pro zaznamenávání RFID technologie s tím rozdílem, že se omezí úpravy špatně zapsaných dat. Díky napojení na software, který by se nacházel na webových stránkách, by bylo možné včas informovat interní oddělení logistiky z kteréhokoli místa a v jakémkoli čase. K těmto záznamům by mohli mít přístup také externí dodavatelé barev, dodavatelé drobných plastových dílů a komponent nebo vyšší management., a mnoho dalších.

Dále pak tato RFID technologie pomůže zlepšit komunikaci při zavádění nových technologií, kde může být ukazován způsob využití lakovny v provozu.

Další výhodou je i sledování využití jednotlivých pracovišť a zpětná vazba pro zaměstnance v případě složitosti olakování, přípravy materiálů a dílů pro kompletování operací.

Přechodem z čárových kódů na RFID technologii by se omezil vliv chybovosti člověka. K zaznamenávání čárových kódů má přístup k zapisování dat ve třísměnném provozu celkem 9 převozníků, to má i velký vliv na chybovost pracovníků při zapisování a velký požadavek na ruční snímání čárových kódů na každém pracovišti. Musí být využíván i operatér, který tyto data dodatečně opravuje. Při zavedení RFID technologie by k této chybovosti nedocházelo a snížila by se také pracnost ručního snímání dat.

Dále tím, že bude fungovat monitoring vozů a zobrazování pomocí webových stránek, může dojít ke snížení ztrát z využívání operatérů (plánovacích pracovníků), kteří obcházejí, zapisují, a také hledají čísla vozů po lakovně a přiřazují je k danému pracovišti.



V případě automatické identifikace je jistota v zápisu počtu vyrobených autobusů na sčítací tabuli, tudíž i v přesném a bezchybném zaznamenání informací z výstupu a o stavu výroby, pomocí automatického zapisování dat na sčítací tabuli.

## ZÁVĚR

Autorka si v úvodu této bakalářské práce stanovila cíl vytvořit návrh nasazení nové technologie pro monitoring vozů ve výrobním procesu společnosti Iveco Czech Republic v oddělení lakovny, jehož hlavním záměrem je omezení vlivu lidské chybovosti, odstranění manuální práce zaměstnanců při načítání čárových kódů a zajištění přesnosti zaznamenávání pohybu autobusů po lakovně.

První kapitola je věnována charakteristice automatické identifikace čárových kódů a RFID technologie.

Začátek druhé kapitoly je zprvu soustředěn na analýzu pracovního procesu lakovny tak, aby bylo možné se co nejlíže seznámit s problematikou pohybu vozů, pracovních operací a jakýchkoliv přesunů vozů po lakovně. Následně je podrobně analyzováno řízení materiálových toků vozů, způsoby zaznamenávání pohybu vozů a stávající charakteristiky používaného systému čárových kódů na lakovně.

Třetí kapitola této práce je věnována návrhům na zlepšení materiálového toku ve firmě. Navrhovaná řešení vycházejí z předchozí analýzy a znalosti problematiky. Závěrečná část práce je věnována zhodnocení navržených řešení, která přispějí k dosažení úplného sledování pohybu vozů po lakovně, minimalizaci ztrát ve výrobním, resp. lakovacím procesu, které vznikají prostojem skeletů na pracovištích z různých důvodů. Jedním z těchto důvodů je obsazenost následujících pracovišť. Díky zavedení RFID technologie bude viditelné, zda jsou následující pozice pracovišť volné pro další posun autobusů. Přínosem bude také zajištění podkladů pro lepší plánování výrobního procesu. Veškeré informace o stavu výroby budou snáze dohledatelné. Další přínosy tkví ve zjednodušení plánování, zlepšení informovanosti pracovníků a ostatních oddělení pro včasné dodání materiálu. Další výhodou je zavedení informačního systému, pomocí kterého bude možno kontrolovat stav výroby, popřípadě předvídat předvídat průjezdy vozů přes dané pracoviště z jakéhokoliv firemního počítače po celém závodě Iveco.

V budoucnu, po zavedení RFID technologie a rutinního automatického zaznamenávání pohybu vozů v lakovně, lze uvažovat o možnosti vytvoření „jízdního řádu“ jednotlivých vozů a s tím souvisejícího nastavení přesných přesunů vozů. Díky RFID technologii bude možně ze získaných dat nalézat optimální cesty pro přemísťování skeletů autobusů po lakovně. Lze konstatovat, že zavedení RFID technologie v procesu lakovny je nezbytnou podmínkou pro zvládnání neustále rostoucího objemu výroby.

Cíl vytvoření návrhu nasazení nové technologie pro monitoring vozů ve výrobním procesu společnosti Iveco Czech Republic v oddělení lakovny byl dle autorky naplněn beze zbytku ve všech ohledech.

## POUŽITÁ LITERATURA

- ATLAS RFID STORE, 2020. *Confidex Survivor B RFID Tag* [online]. [cit. 2020-01-05]. Dostupné z: <https://www.atlasrfidstore.com/confidex-survivor-bap-rfid-tag-battery-assist-passive/>
- BARCO, 2019. *SW část na serveru* [software].
- BARCO, 2019a. Interní materiály. *Výběr vhodných zařízení pro lakovnu*.
- CEMPÍREK, Václav, Rudolf KAMPF a Jaromír ŠIROKÝ, 2009. *Logistické a přepravní technologie*. Pardubice: Institut Jana Pernera. ISBN 978-80-86530-57-4.
- CODEWARE, 2019. *Alien anténa* [online]. [cit. 2019-12-26]. Dostupné z: [https://eshop.codeware.cz/items/alien-alr-8696-c-rfid-antena-prava-cp-kabel-6m-865-960-mhz-ip54-8-5-dbi\\_a\\_ALR-8696-C.html](https://eshop.codeware.cz/items/alien-alr-8696-c-rfid-antena-prava-cp-kabel-6m-865-960-mhz-ip54-8-5-dbi_a_ALR-8696-C.html)
- DURČÁK, Pavel, 2017. Čárové kódy EAN. *Na počítači.cz* [online]. [cit. 2019-10-22]. Dostupné z: [https://www.napocitaci.cz/33/carove-kody-ean-uniqueidgOkE4NvrWuNY54vrLeM676VDceAa10MHAg\\_rzFJ8D5c/](https://www.napocitaci.cz/33/carove-kody-ean-uniqueidgOkE4NvrWuNY54vrLeM676VDceAa10MHAg_rzFJ8D5c/)
- IVECO, 2019. Interní materiály. *Koeficient obtížnosti olakování*.
- IVECO, 2019a. Interní materiály. *Kapacita lakovny*.
- IVECO, 2019b. *Procesní mapa lakovny* [dokument]: Iveco Czech Republic, a.s., © 2019.
- IVECO, 2019c. *Autobusy Crossway PRO a LOW ENTRY* [dokument]: Iveco Czech Republic, a.s., © 2019.
- IVECO, 2019d. Interní materiály. *Lakovací box*.
- IVECO, 2019e. Interní materiály. *Skelet autobusu po nastříkání podvozku UBS*.
- IVECO, 2019f. *Vypalovací křivka lakovací pece* [dokument]: Iveco Czech Republic, a.s., © 2019.
- IVECO, 2019g. *Vzor olakování pro černý matný nátěr* [dokument]: Iveco Czech Republic, a.s., © 2019.
- IVECO, 2019h. Interní materiály. *Kontrola nečistot*.
- IVECO, 2019i. *Vzor olakování – složitá specifikace* [dokument]: Iveco Czech Republic, a.s., © 2019.
- IVECO, 2019j. *Plán výroby* [dokument]: Iveco Czech Republic, a.s., © 2019.
- IVECO, 2019k. *Zobrazení podrobných informací ve sledovacím programu lakovny* [dokument]: Iveco Czech Republic, a.s., © 2019.
- IVECO, 2019l. *Technické zhodnocení poptaných firem* [dokument]: Iveco Czech Republic, a.s., © 2019.
- IVECO, 2019m. *Výřez novou lakovnou po zavedení koridoru* [dokument]: Iveco Czech Republic, a.s., © 2019.

- IVECO, 2019n. *Layout lakovny* [dokument]: Iveco Czech Republic, a.s., © 2019.
- IVECO, 2019o. *Plán výroby* [dokument]: Iveco Czech Republic, a.s., © 2019.
- IVECO, 2019p. *Využití kabin* [dokument]: Iveco Czech Republic, a.s., © 2019.
- IVECO, 2019q. *Sledovací program pohybu vozů na lakovně* [software]: Iveco Czech Republic, a.s., © 2019.
- KLAUZ, Milan, 2017. Vývoj. *Rozdíl mezi aktivním a pasivním RFID* [online]. [cit. 2019-12-25].  
Dostupné z: <https://www.dps-az.cz/vyvoj/id:53208/jaky-je-rozdil-mezi-aktivnim-a-pasivnim-rfid->
- LOŠŤÁK, Michal, 2009. RFID. EULOG: *Informační logistický portál* [online]. [cit. 2019-10-22].  
Dostupné z: <http://www.eulog.cz/clanky/rfid/?mt=&id=1958&m=a08>
- OMNI-ID, 2019. Products. *Featured Products Overview Passive tags* [online]. [cit. 2019-12-26].  
Dostupné z: [https://www.omni-id.com/pdfs/Omni-ID\\_Featured\\_Comparison\\_Guide.pdf](https://www.omni-id.com/pdfs/Omni-ID_Featured_Comparison_Guide.pdf)
- PEARCE, Bill, 2015. The EAN System. *ISBN Information* [online]. [cit. 2019-10-14].  
Dostupné z: <https://isbn-information.com/the-ean-system.html>
- RFID-EPC, 2019. Co je RFID. *Historie RFID* [online]. [cit. 2019-09-25].  
Dostupné z: <https://www.rfid-epc.cz/co-je-rfid>
- RFID PORTAL, 2019. Co je RFID. *Základní informace o technologii RFID* [online]. [cit. 2019-09-25].  
Dostupné z: [https://www.rfidportal.cz/index.php?page=rfid\\_obecne](https://www.rfidportal.cz/index.php?page=rfid_obecne)
- RFID SOLUTIONS, 2019. RFID Readers. Handheld RFID Readers. *Alien ALR-H450* [online]. [cit. 2019-12-26].  
Dostupné z: <http://www.rfidsolutionsinc.com/alien-alr-h450-uhf-handheld-rfid-reader>
- SHENGHUA, 2020. Products. RFID Metal Tag. *Ceramic High Remperature Resistance Metal Tag* [online]. [cit. 2020-01-05].  
Dostupné z: [https://www.rfid-sh.com/en/products/uhf\\_rfid\\_ceramic\\_high\\_remperture\\_resistance\\_metal\\_tag](https://www.rfid-sh.com/en/products/uhf_rfid_ceramic_high_remperture_resistance_metal_tag)
- SHOPIFY, 2019. Learn. Business encyclopedia. *Barcode* [online]. [cit. 2019-10-03].  
Dostupné z: <https://www.shopify.com/encyclopedia/barcode>
- SIXTA, Josef a Václav MAČÁT, 2005. *Logistika: Teorie a praxe*. Brno: CP Books. ISBN 80-251-0573-3.
- SZAFRAŇSKI, Bohdan, 2011. Automatická identifikace-čárový kód, nebo RFID. *Řízení & údržba průmyslového podniku: Trade Media International* [online]. [cit. 2019-10-09].  
Dostupné z: <http://udrbapodniku.cz/hlavni-menu/artykuly/artykul/article/automaticka-identifikace-carovy-kod-nebo-rfid/>

TVRDOŇ, Leo, 2015. Článek. *QR kódy v logistice* [online]. [cit. 2020-01-19].  
Dostupné z: [https://www.dlprofi.cz/33/qr-kody-v-logistice-uniqueidmRRWSbk196FNf8-jVUh4Egp3Nr3JFeXMy\\_A0fbLI7zE/](https://www.dlprofi.cz/33/qr-kody-v-logistice-uniqueidmRRWSbk196FNf8-jVUh4Egp3Nr3JFeXMy_A0fbLI7zE/)

VIOLINO, Bob, 2005. The Basics of RFID Technology. *RFID Journal* [online]. [cit. 2019-10-14].

Dostupné z: <http://www.rfidjournal.com/articles/view?1337>

XERAFY, 2020. Tags and Labels. Trak series. PDF. *Best Practices – Metal Tag* [online]. [cit. 2020-01-05].

Dostupné z: <https://www.xerafy.com/trak-series>

## SEZNAM TABULEK

<b>Tabulka 1</b>	Plán výroby .....	35
<b>Tabulka 2</b>	Využití kabin.....	38
<b>Tabulka 3</b>	Sčítací tabule .....	42
<b>Tabulka 4</b>	Srovnání variant .....	50
<b>Tabulka 5</b>	Typy tagů .....	54
<b>Tabulka 6</b>	Technické zhodnocení poptaných firem .....	61
<b>Tabulka 7</b>	Výběr vhodných zařízení pro lakovnu .....	62

## SEZNAM OBRÁZKŮ

<b>Obrázek 1</b>	Vysoce odolný aktivní RFID tag .....	20
<b>Obrázek 2</b>	Koeficient obtížnosti olakování .....	24
<b>Obrázek 3</b>	Kapacita lakovny.....	25
<b>Obrázek 4</b>	Procesní mapa lakovny .....	26
<b>Obrázek 5</b>	Proces lakování .....	26
<b>Obrázek 6</b>	Žlab pro přesuvnu na lakovně.....	27
<b>Obrázek 7</b>	Autobusy Crossway PRO a LOW ENTRY .....	28
<b>Obrázek 8</b>	Lakovací box.....	29
<b>Obrázek 9</b>	Skelet autobusu po nastříkání podvozku „UBS“ .....	30
<b>Obrázek 10</b>	Vypalovací křivka lakovací pece .....	31
<b>Obrázek 11</b>	Vzor olakování pro černý matný nátěr.....	32
<b>Obrázek 12</b>	Kontrola nečistot .....	33
<b>Obrázek 13</b>	Vzor olakování – složitá specifikace .....	34
<b>Obrázek 14</b>	Zbývající čas lakovacího cyklu.....	36
<b>Obrázek 15</b>	Schéma PŘED a PO postavení druhé lakovací pece.....	37
<b>Obrázek 16</b>	Načítání čárových kódů s použitím čtečky .....	40
<b>Obrázek 17</b>	Zobrazení podrobných informací.....	41
<b>Obrázek 18</b>	Odečet času na sušících boxech.....	43
<b>Obrázek 19</b>	Ukazovací tabule.....	43
<b>Obrázek 20</b>	Schéma zavedení antény na jednu stranu přesuvny .....	47
<b>Obrázek 21</b>	Zavedení třech antén na přesuvnu.....	48
<b>Obrázek 22</b>	Schéma využití deštníkového efektu na lakovně .....	49
<b>Obrázek 23</b>	Schéma umístění antén.....	51
<b>Obrázek 24</b>	Alien anténa typ ALR-9698-C.....	52
<b>Obrázek 25</b>	Podvozek s vyznačením možnosti umístění tagů.....	56
<b>Obrázek 26</b>	Mobilní zařízení Alien ALR-H450 .....	57
<b>Obrázek 27</b>	SW část na serveru .....	58
<b>Obrázek 28</b>	Princip fungování RFID systému.....	59
<b>Obrázek 29</b>	Schéma procesu sledování vozů na lakovně .....	60
<b>Obrázek 30</b>	Výřez novou lakovnou po zavedení koridoru .....	63



## SEZNAM ZKRATEK

ČSN	Československá norma
EAN	Mezinárodní číselná identifikace (European Article Number)
ERP	Plánování podnikových zdrojů (Enterprise Resource Planning)
KTL	Kataforéza
SAP	Podnikový informační systém
RFID	Radiofrekvenční identifikace
UBS	Zvýšená ochrana podvozku (Underbody Spraying)
UF	Ultra filtrát
UPC	Univerzální kód produktu (Universal Product Code)

## **SEZNAM PŘÍLOH**

**Příloha A** Layout lakovny

**Příloha B** Žlab pro přesuvnu na lakovně

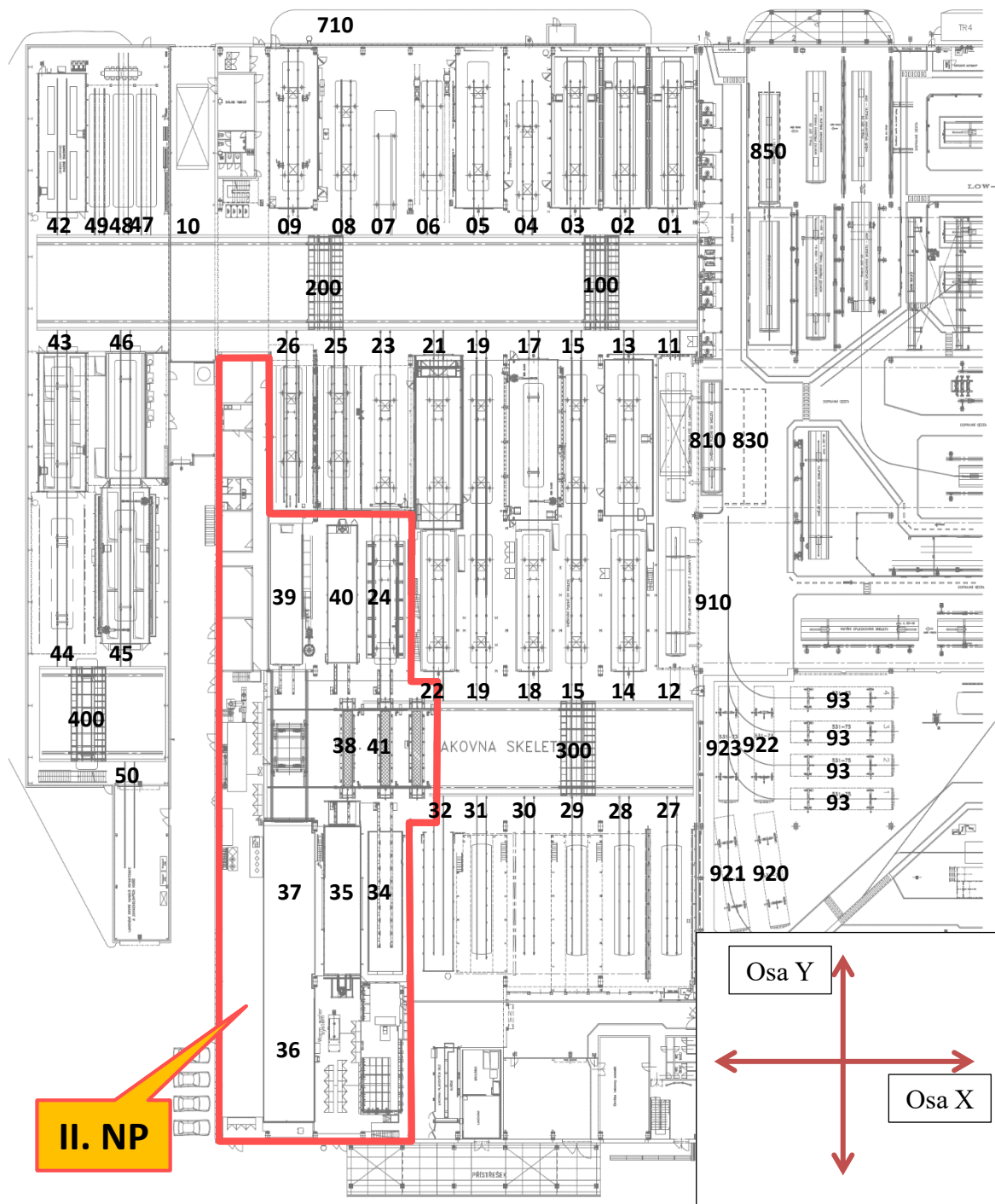
**Příloha C** Plán výroby

**Příloha D** Využití kabin

**Příloha E** Sledovací program pohybu vozů na lakovně



## Příloha A Layout lakovny



Zdroj: IVECO, 2019n – upraveno autorkou

## Příloha B Žlab pro přesuvnu na lakovně



Zdroj: Autorka

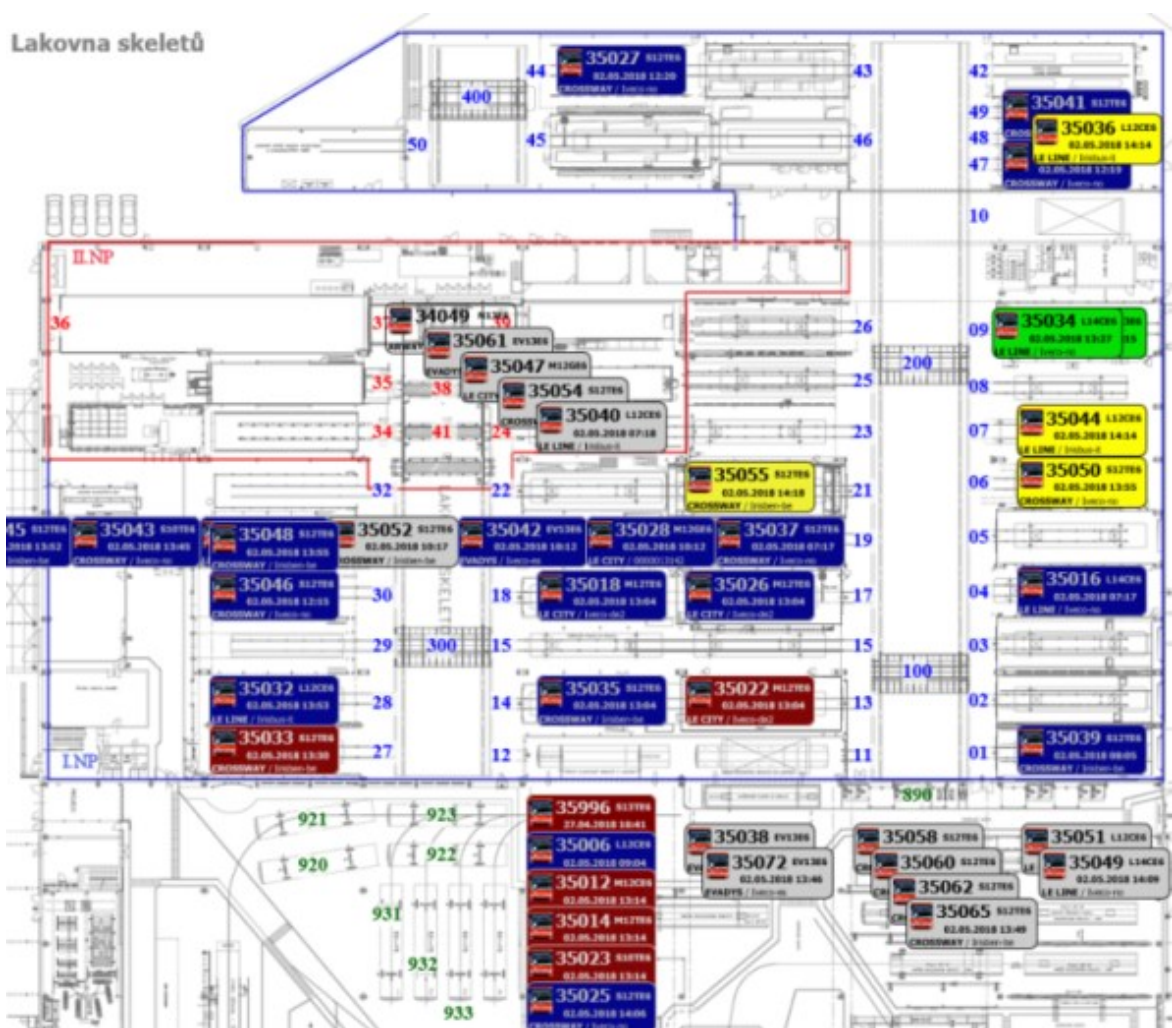


Příloha D Využití kabin

A AU1	B DU1	I AU2	K DU1	L	O AU3	Q DU2	R	S AU4	T	V AU5	X DU5
Stavba		Vůz č.	Čas ukončení	Pozn.	Vůz č.	Čas ukončení	Pozn.	Vůz č.	Čas ukončení	Vůz č.	Čas ukončení
2											
3											
48	37996 11.01.2019 11:54										
49	37997 11.01.2019 12:57	Drahoš	23:30	4332	37968	0:00	9010pr+příp	37960	23:30	37964	
50	37985 11.01.2019 14:54	37962	0:00	pruh 5010	37961	1:00	4332	37956	0:45	37962	
51		37947	0:30	4332 ev	37947	2:30	4332ev	37959	2:00	37964	
52	37998 11.01.2019 15:00	37963	1:00	4332	37963	4:00	4332	37961	3:15	37965	
53	38000 11.01.2019 16:30	37964	2:00	pruh 5010	37972	6:00	9010 pr	37962	4:30		
54	37999 11.01.2019 18:30	37965	3:00	9010				37947	5:00		
55	38002 11.01.2019 19:30	37972	4:00	9010 pr							
56	38006 11.01.2019 20:40	37970	5:00	4332							
57	38001 11.01.2019 22:00	37968	6:00	pruh 5010							
58		Novák									
59	37990 13.01.2019 23:45	37974	7:00	9010 pr	37970	7:30	4332	37964		37947	8:30
60	38003 14.01.2019 0:47	37967	8:00	9010	37968	9:00	pruh 5010	37963		37974	10:00
61	38010 14.01.2019 2:00	37972	9:00	pruh 5017	37975	10:30	9010	37965		37972	12:00
62	38012 14.01.2019 3:48	37975	10:00	9010	37967	12:15	9010	37970		37974	14:00
63	38005 14.01.2019 4:44	37969	10:30	9010	37969	14:10	9010	37968			
64	38015 14.01.2019 5:57	37971	11:00	4332				37975			
65		37974	12:30	pruh 5017							
66	38013 14.01.2019 7:00	37976	13:00	9010pr							
67	38009 14.01.2019 8:20	37973	14:10	9010							
68	38011 14.01.2019 9:30	Andráček									
69	38014 14.01.2019 10:45	37978		9010pr	37971		4332	37972		37976	

Zdroj: IVECO, 2019p

## Příloha E Sledovací program pohybu vozů na lakovně



Zdroj: IVECO, 2019q