

Vysoká škola logistiky o.p.s.

**Využití bezkontaktních technologií při
řízení a sledování výrobního procesu**

(Diplomová práce)



**Vysoká škola
logistiky
o.p.s.**

Zadání diplomové práce

student

Bc. Ladislav Kolísek

studijní program
obor

Logistika
Logistika

Vedoucí Katedry magisterského studia Vám ve smyslu čl. 22 Studijního a zkušebního řádu Vysoké školy logistiky o.p.s. pro studium v navazujícím magisterském studijním programu určuje tuto diplomovou práci:

Název tématu: **Využití bezkontaktních technologií při řízení a sledování výrobního procesu**

Cíl práce:

Ve vybrané společnosti provést analýzu současné technologie sběru dat pro řízení a sledování výrobního procesu a navrhnout vhodnější variantu vedoucí ke zvýšení efektivity procesu.

Zásady pro vypracování:

Využijte teoretických východisek oboru logistika. Čerpejte z literatury doporučené vedoucím práce a při zpracování práce postupujte v souladu s pokyny VŠLG a doporučeními vedoucího práce. Části práce využívající neveřejné informace uveďte v samostatné příloze.

Diplomovou práci zpracujte v těchto bodech:

Úvod

1. Výrobní logistika
2. Technologie pro sběr dat ve výrobě
3. Analýza současného stavu sběru dat pro řízení a monitorování výrobního procesu
4. Návrh bezkontaktní technologie sběru dat
5. Vyhodnocení návrhu

Závěr

Rozsah práce: 55 – 70 normostran textu

Seznam odborné literatury:

GROS, Ivan. Velká kniha logistiky. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2016. ISBN 9788070809525.

MAŘÍK, Vladimír. Průmysl 4.0: výzva pro Českou republiku. Praha: Management Press, 2016. ISBN 9788072614400.

JAŠEK, Roman a Ivan HLAVOŇ. Bezpečnost informačních technologií: skripta VŠLG. Přerov: VŠLG Přerov, 2019.

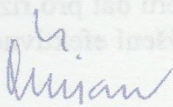
KVAŠŇOVSKÝ, Martin. Možnosti implementace RFID technologie v dodavatelském řetězci firmy. Přerov, 2016. Diplomová práce. VŠLG.

Vedoucí diplomové práce: Ing. Libor Kavka, Ph.D.

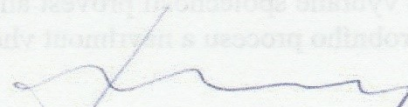
Datum zadání diplomové práce: 31. 10. 2019

Datum odevzdání diplomové práce: 14. 5. 2020

Přerov 31. 10. 2019



doc. Ing. Zdeněk Čujan, CSc.
vedoucí katedry



doc. Ing. Ivan Hlavoň, CSc.
rektor

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že předložená diplomová práce je původní a že jsem ji vypracoval samostatně. Prohlašuji, že citace použitých pramenů je úplná a že jsem v práci neporušil autorská práva ve smyslu zákona č. 121/2000 Sb., o autorském právu, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů.

Prohlašuji, že jsem byl také seznámen s tím, že se na mou diplomovou práci plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů, zejména § 60 – školní dílo. Beru na vědomí, že Vysoká škola logistiky o.p.s. nezasahuje do mých autorských práv užitím mé diplomové práce pro pedagogické, vědecké a prezentační účely školy. Užiji-li svou diplomovou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti Vysokou školu logistiky o.p.s.

Prohlašuji, že jsem byl poučen o tom, že diplomová práce je veřejná ve smyslu zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, zejména § 47b. Taktéž dávám souhlas Vysoké škole logistiky o.p.s. ke zpřístupnění mnou zpracované diplomové práce v její tištěné i elektronické verzi. Tímto prohlášením souhlasím s případným použitím této práce Vysokou školou logistiky o.p.s. pro pedagogické, vědecké a prezentační účely.

V Přerově, dne 22. 08. 2020

.....

podpis

Poděkování

Rád bych touto formou poděkoval vedoucímu diplomové práce Ing. Liboru Kavkovi, Ph.D. za poskytnuté informace a rady, které jsem použil při zpracování této práce. Zároveň bych rád poděkoval společnosti Panasonic Automotive System Czech, s.r.o. za poskytnutí všech potřebných údajů a poskytnutí prostoru pro jejich zpracování.

Anotace

Diplomová práce se zabývá možnostmi sběru dat prostřednictvím bezdrátových technologií. Teoretická část práce detailně popisuje dvě v současnosti nejrozšířenější technologie sběru dat a to používání optických kódů a RFID technologie. V praktické části je pak proveden návrh na implementaci RFID technologie ve vybrané společnosti, popsán test dle navrženého systému na vybraném oddělení a výsledek je porovnán s aktuálně používaným sběrem dat za pomoci optických kódů.

Klíčová slova

Automatická identifikace, čárový kód, 2D kód, RFID technologie

Annotation

The aim of this thesis is to compare data collecting wireless systems. Theoretical part explains two of the most used technologies – RFID and the use of various optical codes and explain them in detail. Practical part contains proposed design of RFID system in a specific company including a functionality test. The outcome of this test is then compared with the current system based on optical code reading.

Keywords

Auto ID, Barcode, 2D Code, RFID technology

Obsah

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------|----|
| Úvod..... | 9 |
| 1 Výrobní logistika | 11 |
| 1.1 Řízení výroby | 11 |
| 1.2 Řídící a informační systémy..... | 12 |
| 1.3 Požadavky na řízení výrobního procesu v automobilovém procesu | 14 |
| 1.3.1 Norma ISO 9001:2016..... | 14 |
| 1.3.2 Norma IATF 16949:2016 | 16 |
| 2 Technologie pro sběr dat ve výrobě | 19 |
| 2.1 Historie bezdrátové identifikace | 19 |
| 2.2 Technologie RFID..... | 21 |
| 2.2.1 RFID tag | 22 |
| 2.2.2 Čtecí zařízení | 26 |
| 2.2.3 Struktura a charakteristika systémů automatické identifikace..... | 27 |
| 2.2.4 Standardizace RFID zařízení dle ISO 18000 | 29 |
| 2.3 Optické kódy | 31 |
| 2.3.1 Lineární kódy | 31 |
| 2.3.2 Dvoudimenzionální (2D) kódy | 32 |
| 2.3.3 Aplikace optických kódů | 34 |
| 2.3.4 Čtecí zařízení | 36 |
| 2.4 Kritéria pro výběr systému..... | 38 |
| 2.4.1 Automatická identifikace za pomoci Data Matrixu..... | 39 |
| 2.4.2 Využití RFID v řízení s otevřenou nebo uzavřenou smyčkou..... | 39 |
| 2.4.3 Kombinace obou technologií | 40 |
| 3 Analýza současného stavu sběru dat pro řízení a monitorování výrobního procesu | 42 |
| 3.1 Představení společnosti | 42 |

| | | |
|-------|-------------------------------------------------------------------------|----|
| 3.1.1 | Firemní hodnoty..... | 43 |
| 3.1.2 | Historie společnosti..... | 44 |
| 3.2 | Současný stav sběru dat ve výrobě..... | 44 |
| 3.2.1 | Systémy pro řízení sledování a podpory výrobního procesu..... | 45 |
| 3.2.2 | Použití optických kódů ve výrobním procesu..... | 46 |
| 3.3 | Sběr dat při výrobním procesu | 48 |
| 4 | Návrh bezkontaktní technologie sběru dat | 51 |
| 4.1 | Komponenty systému..... | 51 |
| 4.1.1 | Stolní čtečka DUR-120..... | 52 |
| 4.1.2 | Tiskárna s UHF encoderem Zebra ZT410 | 52 |
| 4.1.3 | RFID tagy Alien..... | 54 |
| 5 | Vyhodnocení návrhu | 55 |
| 5.1 | Test funkčnosti navrženého RFID systému | 55 |
| 5.1.1 | Měření vzdálenosti detekce signálu..... | 56 |
| 5.2 | Rentabilita zavedení RFID systému..... | 58 |
| 5.2.1 | Porovnání nákladů na systémy sběru dat při spuštění nového projektu ... | 59 |
| 5.2.2 | Porovnání nákladů na provoz systémů pro sběr dat | 60 |
| 5.2.3 | Určení návratnosti investice při přechodu na RFID technologii | 62 |
| | Závěr | 63 |
| | Seznam zdrojů..... | 65 |
| | Citovaná literatura..... | 65 |
| | Seznam grafických objektů..... | 67 |
| | Seznam zkratk | 68 |
| | Seznam příloh | 69 |

Úvod

V prostředí výrobních podniků napříč jednotlivými odvětvími platí soustavný tlak na soustavné zlepšování, zvyšování efektivity a snižování nákladů. Tyto tři fráze se neustále opakují při jakémkoliv hodnocení každého projektu a to při jeho zavádění ale hlavně během období životnosti daného projektu. Tyto problémy tak řeší buď samostatná oddělení určená výhradně k těmto účelům, nebo jsou řešena určenými specialisty napříč jednotlivými odděleními.

Jedním ze způsobů, jak dosáhnout těchto cílů je implementace technologií, které vedou ke zrychlení nebo zjednodušení výrobního procesu nebo zlepšení kvalitativních požadavků na výsledný produkt. V případě této práce je pak řešeno zvýšení efektivity výrobního procesu díky rychlejšímu způsobu sběru dat o provedených činnostech za pomoci implementace technologie RFID.

Účelem této práce tak bude určení vhodnosti použití RFID technologie pro potřeby řízení a sledování výrobního procesu v případě výrobního závodu v oblasti automotive oproti zavedenému systému postaveném na využívání optických kódů.

Teoretická část diplomové práce se skládá ze dvou částí. První část tvoří požadavky spojené se sledováním výrobního procesu z pohledu výrobní logistiky a požadavkům zákazníků a norem platných pro společnosti podnikajících v oblasti automotive, která má svá specifika v porovnání s oblastmi elektrotechnické a strojírenské výroby. V druhé části jsou pak popsány principy dvou nejrozšířenějších bezkontaktních technologií pro sběr dat, používání variací optických kódů a technologie RFID spolu s možností jejich vzájemného doplnění a zároveň výhod a limit těchto technologií v rámci jejich uplatnění v praxi.

Praktická část diplomové práce se pak věnuje aplikaci RFID technologie přímo v konkrétní společnosti operující v odvětví automotive. Na základě informací uvedených v teoretické části je navržen celý systém, tak aby byl funkční a byl schopen plnit úkoly alespoň na stejné úrovni jako je tomu u systému sběru dat založeném na používání optických kódů, který je v daném prostředí nyní používán.

Pro potvrzení správnosti celého systému je pak potřeba celý systém otestovat, zhodnotit a porovnat s aktuálním. Funkční systém musí být schopen fungovat na všech používaných

stanicích a být schopen posílat požadovaná data do sledovacího systému, kde pak mohou být dále zpracovávána stejně jako současný systém.

Mimo požadované funkčnosti systému je ale třeba určit i jeho výhodnost v daném prostředí. Pro tento účel jsou porovnány náklady na pořízení původního systému pro sběr dat a náklady na provoz proti stejným nákladům při zavedení technologie RFID a v případě, že by se technologie RFID ukázala jako výhodnější je třeba určit, kdy by se vynaložené prostředky společnosti vrátily ve formě úspor.

1 Výrobní logistika

Účelem výrobní logistiky je organizování a řízení toků ve výrobě, dále pak na výrobní toky napojené toky informační a peněžní.

Ač samotná fyzická změna vstupních materiálů v polotovary, či finální produkty nepatří do logistických procesů, je třeba i tuto činnost řešit jako celek ve snaze efektivně uspokojovat potřeby zákazníků. Platí totiž, že výrobní logistika řeší i takové aktivity jako je manipulace s materiálem, jeho doprava a skladování ve výrobě, stejně tak jako plnění předepsaných technologických požadavků. To je důvod stále silnější integrace všech dílčích aktivit a jednotlivých podnikových oddělení pro efektivnější výrobu.

Sama výrobní logistika je tak pouze jedním z článků celého logistického řetězce a musí proto spolupracovat s dalšími podnikovými odděleními jako je nákup, řízení zásob, příjemem a expedicí, či přípravou zavádění nových technologií, procesů a produktů.

Řízení výroby je klíčovým nástrojem výrobní logistiky umožňující plnění zákaznických požadavků z pohledu plnění přijatých objednávek. Aby mohlo řízení výroby fungovat, je potřeba soustavný tok informací o všem, co se dělo a děje ve výrobním procesu a jaký je aktuální stav požadavků zákazníků, což je v případě zavedení technologií jako JIT (Just in Time) též neustále se měnící informace.

1.1 Řízení výroby

Řízení materiálových toků ve výrobě je klíčová činnost, která představuje jádro podnikových funkcí a je jednou z částí celého logistického řetězce. Význam těchto aktivit spočívá v tom, že právě zde vzniká hodnota. Zároveň by mělo platit, že zde vynaložené náklady na samotnou výrobu ve velké většině případů převyšují všechny ostatní náklady logistického řetězce [1, s. 121].

Řízením výroby se rozumí souhrn aktivit výrobního managementu. Tím se myslí činnosti od zpracování přijatých požadavků, vytvoření plánů na jejich splnění (materiálových, časových kapacitních), dohledem nad splněním těchto plánů a potvrzením splněných zakázek.

Za další definici se dá uvažovat pravidlo použití šesti otázek proč a jejich souvislosti.

- proč vyrábět;
- co vyrábět;
- kdo bude vyrábět;
- jakým způsobem se bude vyrábět;
- kde se bude vyrábět;
- kdy se bude vyrábět;

Otázka proč vyrábět se ani tak netýká samotného řízení výroby, ale zaměření celé společnosti.

Co vyrábět reaguje na správné zpracování zákazníků a znalosti vlastních výrobních možností a kapacit.

Kdo bude vyrábět souvisí s předchozí otázkou, je totiž třeba určit oddělení nebo závod, který je schopna daný požadavek splnit.

Určení způsobu (metody) závisí na možnostech a vhodnosti výroby na daném oddělení za použití vybraných technologií a postupů.

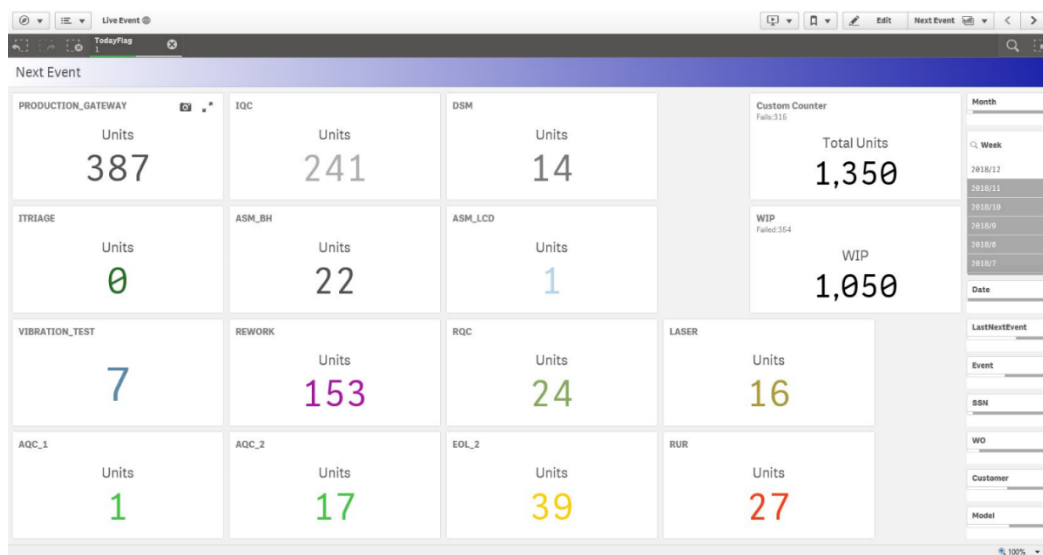
Pokud jsou předchozí otázky zodpovězeny, je třeba řešit linku, stanoviště, či pracoviště, kde bude daný požadavek splněn.

Posledním problémem, je pak naplánovat rozvrh výrobních kapacit v čase tak, aby byly splněny požadavky zákazníka [1, s. 122].

1.2 Řídící a informační systémy

Pro společnosti zabývající se v současné době výrobními aktivitami, jsou informační systémy jak pro management, tak další podpůrná oddělení naprosto zásadní k okamžitému získání nejen historických, ale i aktuálních informací o toku materiálu a kvalitativního a kvantitativního stavu výrobního procesu. Díky těmto pokročilým nástrojům může odpovědná osoba dle potřeby včas změnit jednotlivé parametry výrobního procesu či plánu dle informací, které daný systém online nabízí a soustavně aktualizuje.

Z těchto důvodů byly vytvořeny různé SFC (Shop Floor Control) systémy pro sledování výrobního procesu, ať už vytvořené vlastním IT oddělením nebo zakoupené a implementované externí společností například systémem Qlik (viz obr. 1.1).



Obr 1.1 Možnosti sledování stavu výroby za pomoci SFC systému Qlik
Zdroj: vlastní

Záleží na výrobní společnosti, pro jakou variantu se rozhodne, ale platí, že menší společnosti si SFC systémy nakupují od dodavatelů, protože se jim je nevyplatí vyvíjet, zatímco větší společnosti si je vytváří a spravují z vlastních zdrojů.

Účelem těchto SFC systémů je shromažďovat data z různých zdrojů, jejich prezentaci, dobrou čitelnost a zpracování dat jak do různých směrů, tak do detailů.

Mimo jeho využití pro podporu výrobního procesu je pro svou univerzálnost využíván i ve zdravotnictví, finančnictví, obchodu, energetice, veřejném sektoru, či výzkumu.

SFC systém není navržen k získávání dat, místo toho se specializuje na to, aby byl schopen rychle proměnit surová data z tabulek nebo databází do vizuální a pochopitelné podoby. Komukoliv je tak umožněno zcela intuitivně, bez nutnosti znalosti nástrojů business intelligence či pomoci IT specialistů, vytvořit vizuálně bohaté a dynamické reporty a podělit se o ně s ostatními.

Pro tuto činnost SFC vyžaduje přístup ke zdrojovým informacím (excel tabulky, SQL databáze, textové soubory, SAP), nebo přímo odečítá informace ze čtecích zařízení v provozu, které pak zpracovává dle naprogramovaných požadavků. Výhodou tohoto procesu je poměrně jednoduché zaškolení uživatelů na daném místě, protože celý systém je navržen tak, aby s ním mohl pracovat i laik a pouze v případě, že se objeví potřeba

rozšířit či upravit požadované informace nastoupí buď IT specialista dané společnosti nebo zástupce dodavatele systému.

1.3 Požadavky na řízení výrobního procesu v automobilovém procesu

I když platí v průmyslu obecně nutnost sjednocovat postupy a standardy mezi dodavateli a odběrateli, požadavky v automobilovém průmyslu jsou ještě náročnější.

Pro každého dodavatele je standard kvality jeho produktů klíčovým ukazatelem, který po něm požadují jeho zákazníci. Každá organizace se snahou uspět na současném vysoce konkurenčním trhu musí být schopna poskytovat vysoce kvalitní a bezpečné produkty a služby, tak aby plnila všechny požadavky svých zákazníků, stejně tak obecných regulací a platných právních předpisů týkajících se kvality bezpečnosti, životního prostředí dalších, platných v dané zemi.

Ještě před 25 lety nebylo příliš vysoké povědomí o přínosech zavádění systémů managementu kvality. V současnosti ale normy ISO 9001 a IATF 16949 představují celosvětově nejrozšířenější normativní dokumenty specifikující požadavky na zavedení systémů managementu kvality, jsou podkladem pro provádění certifikací nezávislými auditory a jsou podkladem pro implementaci dalších norem, které se na tyto dvě odkazují [10, s. 11].

Níže jsou popsány Normy ISO 9001:2016 a IATF 16949:2016 s ohledem na požadavky na řízení a sledování výrobního procesu

1.3.1 Norma ISO 9001:2016

Norma ISO 9001:2016 udává požadavky na systém managementu kvality pro organizace, které buď potřebují dokázat své schopnosti kontinuálně poskytovat produkty a služby, splňující definované požadavky zákazníka, zákonů a předpisů platných v dané zemi a zároveň má tato organizace snahu soustavně zlepšovat spokojenost zákazníka efektivní implementací tohoto systému, včetně schopnosti prokázání shody s požadavky zákazníka a zaváděním procesů k jeho zlepšování [10, s. 27].

Protože se jedná o univerzální normu platnou napříč odvětvími, je aplikovatelná v kterékoliv organizaci bez ohledu na typ výrobku či služby, kterou vytváří nebo velikosti a typu této organizace.

Zaměření na zákazníka

„Vrcholové vedení musí s ohledem na zaměření na zákazníka prokázat svou vůdčí roli a závazek, přičemž zajistí, že

- *jsou určeny, pochopeny a trvale plněny požadavky zákazníka a příslušné požadavky zákonů a předpisů;*
- *jsou určena a řešena rizika a příležitosti, které mohou ovlivnit shodu produktů a služeb a schopnost zvyšovat spokojenost zákazníka;*
- *organizace se neustále zaměřuje na zvyšování spokojenosti zákazníka“ [10, s. 43].*

Identifikace a sledovatelnost

Každá organizace má za povinnost využívat vhodné prostředky a nástroje pro identifikování všech svých výstupů v rámci možností pro zajištění shody všech vytvořených produktů a služeb.

Během výroby a poskytování služeb pak musí být tato organizace schopná identifikace stavu všech svých výstupů s ohledem na požadavky na zajištění jejich měření a monitorování [10, s. 101].

Pokud je požadavkem zákazníka sledovatelnost, pak musí mít daná organizace nastavenou jednoznačnou identifikaci svých výstupů a být schopná uchovávat takto zdokumentované informace dle požadavku zákazníka pro zajištění dodržování sledovatelnosti (pro případ řešení následné reklamace) [10, s. 11].

Pro dosažení tohoto požadavku je třeba během řízení výroby soustavně provádět identifikaci všech činností a zpracovávaných materiálů dle požadavků všech specifikací na jejich realizaci. Výstupy ze všech procesů musí být identifikovány vhodnými prostředky pro splnění požadavků na shodu produktů. Při požadavku na sledovatelnost od zákazníka musí být daná organizace schopna tyto informace uchovávat ať už v tištěné nebo v současné době nejvíce rozšířené elektronické formě.

Nedodržení těchto požadavků může vést jak k přímým finančním ztrátám, tak k poškození dobrého jména této společnosti (certifikace ISO 9001:2016) je považována za automatickou od středních po velké organizace s tím, že i velmi malé organizace využívají tuto certifikaci jako znamení spolehlivosti a kvality jejich produktů a služeb.

Zlepšování

Každá organizace certifikovaná normou ISO 9001 si musí určit a zvolit možnosti pro zlepšování a realizovat všechna požadovaná opatření a kroky vedoucí ke splnění požadavků zákazníka a ke zvýšení jeho následné spokojenosti.

„Tato opatření musí zahrnovat

- *zlepšování produktů a služeb, aby byly splněny požadavky a aby se řešily budoucí potřeby a očekávání;*
- *nápravu, prevenci nebo snížení nežádoucích účinků;*
- *zlepšování výkonnosti a efektivnosti systému managementu kvality“.* [10, s. 119].

Je tak na každé organizaci dokázat, že používá výstupy ze svých interních analýz vytvořených zpracováním výrobních dat k přezkoumání svého managementu kvality. Tím se uvažují nápravná opatření změny systému managementu kvality, opravy a inovace a soustavné zlepšování.

1.3.2 Norma IATF 16949:2016

Tato norma přímo pro automobilový průmysl představuje základní požadavky a pravidla pro fungování managementu kvality pro organizace provozující jak sériovou výrobu, tak výrobu náhradních součástek pro automobilový průmysl. Tato norma je inovativním dokumentem díky její orientaci na zákazníka (odběratele) se začleněním všech jeho předchozích požadavků a připomínek [9, s. 10].

První verze této normy vznikla již v roce 1999 organizací IATF (Mezinárodní pracovní skupinou pro odvětví automobilového průmyslu) pod názvem ISO/TS 16949 za účelem sjednotit systémy pro hodnocení a certifikaci po celém světě v rámci dodavatelského řetězce v automobilovém průmyslu. Tato norma byla dvakrát aktualizována v reakci na změny v normě ISO 9001, s kterou je propojena a často se na ní odkazuje. Tato spolupráce je postavena na existenci stálé spolupracující komise pro udržování stálého sladění s touto normou [9, s. 10].

Cílem této normy je pak tvorba a udržení systému managementu kvality, jenž by zajišťoval soustavné zlepšování s prioritou prevence vad a postupného snížení variabilních ztrát v celém dodavatelském řetězci. Za tímto účelem stanovuje požadavky na funkci systému managementu kvality od návrhu, přes vývoj, samotnou výrobu (od

kusové po sériovou) včetně montáže, instalace a servisu jednotlivých produktů, včetně produktů s již zabudovaným softwarem v celém automobilovém průmyslu [9, s. 17].

Identifikace a sledovatelnost

Mimo požadavky uvedené v normě ISO 9001:2016 je třeba brát úvahu, že cílem sledovatelnosti produktu přijatého zákazníkem je identifikace části výrobního cyklu, kde mohlo dojít k neshodě buď z hlediska kvality nebo bezpečnosti výrobku. To je důvod proč dodavatel musí mít fungující procesy pro identifikaci a sledování výrobního cyklu každého výrobku.

Každá organizace certifikovaná dle IATF 16949 proto musí soustavně provádět analýzy jak interních, tak zákaznických a ostatních předpisů sledovatelnosti všech komponent a výsledných produktů. Tyto postupy musí být součástí plánů sledovatelnosti, které jsou vytvořeny dle analýz úrovní rizik a potencionálních závažností jednotlivých poruch, kdy musí být brán ohled na zaměstnance, a záznamy včetně koncových. V těchto plánech musí být stanoveny odpovídající systémy, způsoby a procesy sledovatelnosti procesu, produktu na daném pracovišti, díky kterým budou splněna následující kritéria:

- schopnost sledovat podezřelý produkt;
- schopnost podezřelý produkt oddělit z výrobního cyklu;
- schopnost reakce v čase dle dohody se zákazníkem;
- uchovávání informací v takovém formátu, aby nesnižoval reakční dobu;
- schopnost pokračovat v sledování daného produktu u odběratele po dohodě se zákazníkem;
- schopnost kombinovat vlastní data o sledování produktu s externími subjekty a implementace externích dat do vlastního systému (dle dohody se zákazníkem); [9, s. 83]

Dokumentace systému managementu kvality a uchovávání dat

Každá organizace musí mít zdokumentovaný systém managementu kvality, jehož součástí musí být příručka kvality. Je na každé organizaci jaký tato příručka bude mít formát a strukturu, neboť tyto parametry jsou závislé na typu, velikosti, kultuře a specifik této organizace. Příručka kvality ale musí obsahovat minimálně tyto informace

- oblast platnosti systému managementu kvality a v případě jeho omezení, odpovídající odůvodnění;

- popsané procesy v rámci systému managementu kvality nebo odkaz na tyto procesy;
- popis fungování procesů v organizaci, jejich interakce a posloupnost;
- popis způsobů plnění požadavků zákazníků; [9, s. 53]

Každá certifikovaná organizace musí mít stanovenou politiku archivaci dat. Ta musí vycházet jak z vnitřních potřeb, tak z požadavků zákazníků dle jeho harmonogramu uchování dat. Uchovávaná data, ale nemusí být pouze o produktech, ale dle požadavku zákazníka i o údržbách výrobních zařízení, auditů atd. Pokud dohoda se zákazníkem nspecifikuje dobu uložení dat, tak platí požadavek uchování dat po dobu výrobního cyklu produktu (včetně dodatečné dovýroby náhradních dílu pro servisní účely) a ještě poté celého jednoho kalendářního roku [9, s. 53].

2 Technologie pro sběr dat ve výrobě

2.1 Historie bezdrátové identifikace

Snaha jasně a srozumitelně popsat objekty a osoby v naší blízkosti je stará jako lidstvo samo. Jména tvoří centrální prvky všech kultur a jazyků a tvoří podstatu naší osobnosti. Jména tvoří základ pro výměnu informací. Mohou tak být definována jako informace o osobě, předmětu, celku nebo nám dovolují jejich lepší identifikaci a individualizaci.

Schopnost stroje přečíst údaj a to, co symbolizuje, hraje v současné době klíčovou roli v automatizačních procesech. To tak nyní znamená, že produkty (včetně nedokončených) na sobě v současnosti mají strojově čitelný údaj ve formě textu, optického kódu nebo elektronicky uloženou informaci. Nejčastěji se pak jedná o zboží v supermarketech, poštovní zásilky, části strojů, rozpracované výrobky, přepravní prostředky nebo průkazy s osobními informacemi. Součástí automatické identifikace tak často jsou označení (včetně jmen), účel a cíl (při přesunu) a další údaje z nich odvozených nebo jejich kombinací. Tato data jsou pak k dispozici pro jejich zaevidování a uložení pro pozdější potřeby, další analýzy, statistiku, kontrolu a jako podklad pro následná rozhodnutí. Je přitom naprosto zásadní, aby systém byl schopen přesně a jasně zaznamenat skutečné podmínky a procesy reálného světa. To poté vede k významným výhodám napříč celým logistickým řetězcem až k zákazníkovi.

V současnosti jsou optické kódy nejpobulárnější metodou sběru dat s podílem na trhu na úrovni 75%. Kód je zaznamenán skenerem, který vyše světelné paprsky na kód a následně zaznamená odražené světlo. Takto získaná informace je následně dekodována a zpracována odpovídajícím IT systémem. Mimo tohoto reflexního systému existují i skenery fungující podobně jako digitální fotoaparát. Samotné optické kódy mají více než 50 různých verzích v jedno nebo vícerozměrových variantách podle potřeby jejich použití, které mají různé nároky na prostor a nabízejí různé kapacitní možnosti.

Vedle systémů postavených na optických kódech se v poslední době ve velké míře rozvíjí i systémy postavené na technologii RFID. Skotský fyzik James Clerk Maxwell položil základy této technologie. I když si to tehdy neuvědomoval, Maxwellovy rovnice (základní zákony v makroskopické teorii elektromagnetického pole) popsaly matematicky princip, jakým se v prostoru šíří elektromagnetické vlny, jejichž existenci v roce 1876 experimentálně prokázal Heinrich Hertz.

První veřejné představení zařízení, které pracuje na principu radiových vln předvedl v roce 1893 Nikola Tesla. Poté pokračoval vývoj elektromagnetický vln přes uskutečněný první dálkový telegrafický přenos v roce 1896 a přes první uskutečněný telefonický hovor v roce 1906 až do Druhé světové války aplikací vynálezu stojícím na radiofrekvenční identifikaci – radaru. [2]

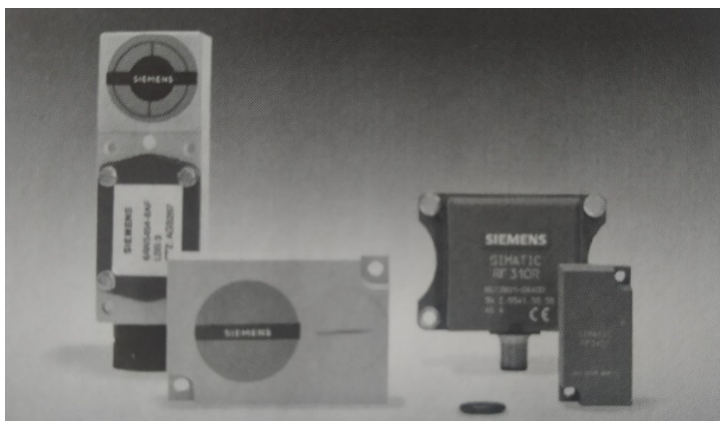
Schopnosti radaru se původně omezovaly pouze na detekci letadel bez možnosti jejich rozlišení, ale již od roku 1937 začali vědci pracovat na možnostech rozlišení vlastních a nepřátelských letadel. Tento problém byl vyřešen zavedením odpovídače, který zareaguje na zachycení radarového signálu vlastním signálem obsahujícím informace o daném letadlu. Tento vztah mezi vysílačem a odpovídačem je v současnosti využíván i u přenosu dat za pomoci RFID. Následný vývoj odpovídačů vedl k zařízením, jenž jsou naprosto klíčová v moderních letadlech pro komunikaci s řízením letového provozu a k zajištění klidného průběhu letu a zároveň se od svého vzniku díky rozvoji technologie přenosu dat a tištěných spojů zmenšila natolik, že mohou být nainstalována prakticky všude, kde jsou potřeba.

Tento způsob přenosu dat mezi vysílačem a odpovídačem znamenal několik výhod jako jsou automatizace přenosu dat (není potřeba činnost operátora pro přenos dat) a zároveň není potřeba jejich fyzického propojení.

V sedmdesátých letech dvacátého století se pak začaly objevovat i elektronické systémy ochrany zboží proti krádeži, kde byl takto chráněný výrobek opatřen ochranným prvkem tvořeným rezonančním obvodem, jehož signál byl zachytitelný při průchodu bezpečnostním rámem.

Ve stejnou dobu se již ale zároveň začaly objevovat čárové kódy jako způsob identifikace zboží. V roce 1974 byla žvýkačka Wrigley's prvním produktem jehož obal obsahoval údaje čitelné optickým skenerem na pokladně. U nás se průkopníkem čárových kódů stal národní podnik Čokoládovny, který musel zavést čárové kódy, aby si udržel možnost exportu vlastních výrobků do zahraničí.

Od osmdesátých let se RFID začala používat i pro značení hospodářských zvířat zejména pro svou možnost ukládání většího objemu dat jako je druh, číslo zvířete nebo jeho datum narození. Zároveň se v té době RFID začalo používat v mýtném systému v USA a Norsku. Ve využití RFID v sledování výrobního procesu patřila v té době mezi průkopníky společnost Siemens s jejich modelem Moby M (obr 2.1).



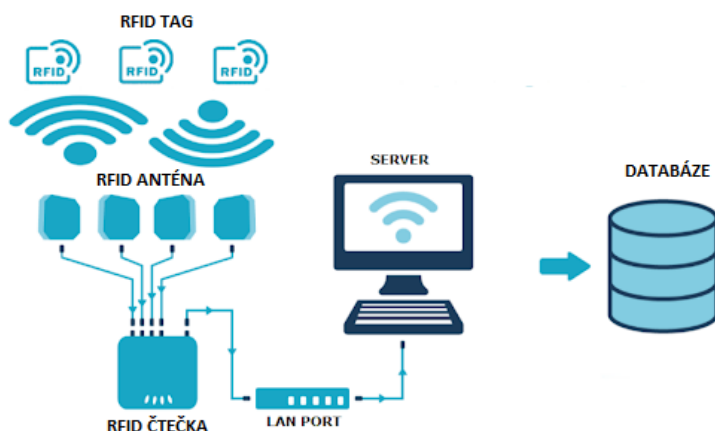
Obr 2.1 Původní identifikační systém Siemens Moby M a současný Simatic RF300
Zdroj: Optimizing Processes with RFID and Auto ID

Massachusettský technologický institut pak přidal v roce 1999 další kapitolu vývoje RFID technologií založením centra AutoID spojujícím výzkumná centra po celém světě v rámci výzkumu RFID a příbuzných technologií.

2.2 Technologie RFID

„Pro identifikaci pohybu zboží jsou velmi rychle zaváděny technologie RFID využívané pro přenos dat mezi nosičem informací, označovaným jako čip a čtečkou rádiových vln“ [1, s. 412].

Principem RFID technologie je bezdrátová identifikace objektů, kde data jsou přenášena mezi čtecím a čteným zařízením při využití elektromagnetických vln na radiové frekvenci (Obr 2.2). V některých případech je sama energie potřebná pro čtení nebo zápis dat zároveň přenášena na nosič informací.



Obr 2.2 Schéma RFID systému
Zdroj: www.schmidt.com.cn

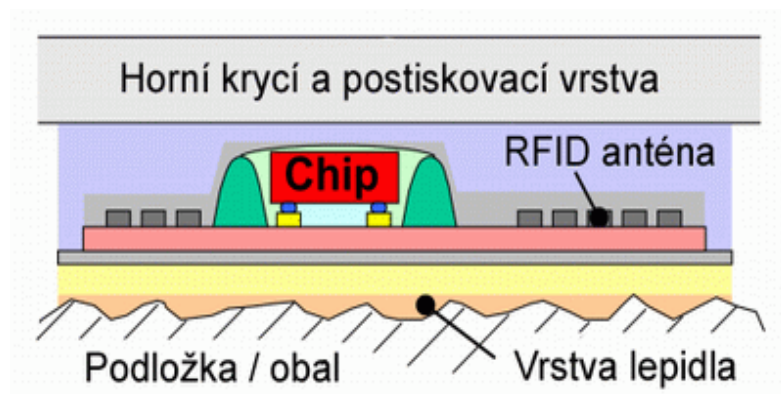
RFID systémy mají zpravidla hierarchickou strukturu. To znamená, že se objem dat snižuje při průchodu systémem. To je způsobeno průběžným zpracováváním dat na všech úrovních, aby systém ve výsledku zobrazoval jen data, které daný uživatel potřebuje pro svou činnost, při zachování ostatních dat pro potřebu dalších uživatelů.

Samotný RFID systém se pak skládá ze tří základních částí, a to z antény, RFID tagu, které fungují dle přednastavených parametrů a odpovídajícím IT systémem, jenž tento systém řídí a zpracovává příchozí data.

2.2.1 RFID tag

RFID tag je umístěn na sledovaný objekt, se kterým se pak volně pohybuje a informace, které obsahuje mohou být průběžně načteny nebo upraveny dle jeho typu čtecího zařízení. Vzhledem ke své poměrně nízké ceně je tak ve velké míře nedílnou součástí jak hotových, tak rozpracovaných výrobků a jejich obalů.

Typický RFID tag se skládá z integrovaného obvodu, obsahující mikročip, který je spojený s anténou a jsou připevněny na podložku (obr.2.3). Mimo těchto základních komponent může RFID tag obsahovat ještě dodatečnou paměť, nebo sensory sledující parametry okolí (teplota, vlhkost apod.).



Obr 2.3 RFID tag

Zdroj: www.automatizace.hw.cz

Úkolem mikročipu je zpracovávat informace načtené z antény a následně buď odešle nebo změní informace uložené v paměti.

RFID anténa zajišťuje komunikaci s mikročipem a slouží k přenosu energie mezi RFID tagem a čtečkou. Existuje velké množství typů antén podle prostředí, ve kterém jsou použita.

Integrovaný obvod RFID tagu spolu s anténou jsou umístěny podložce (podkladu) zajišťující jednak rozptýlení elektrostatického náboje a zároveň ochranu do různých prostředí.

K úplné ochraně jednotlivých dílů RFID tagu pak slouží kryt štítku nejčastěji vyrobený z polypropylenu, polyacetátu, či jiných odolných látek.

Existuje velké množství druhů RFID tagů, které se dělí dle různých kritérií do několika níže uvedených skupin.

Podle zdroje energie

Aktivní RFID tagy

Tyto RFID tagy mají vlastní baterii i vysílač, a proto mohou vysílat do svého okolí po dobu tří až pěti a v některých případech až deseti let. Díky vlastní baterii mohou mít tyto štítky vyšší paměť a dodatečné senzory svého okolí a zároveň samy vysílají své údaje. Z těchto důvodů jsou proto často využívány v systémech pro lokaci v reálném čase, kdy umožňují soustavně informovat o své poloze a dalších datech nezávisle na ostatních faktorech.

Výhodou aktivních RFID tagů je tak jejich mnohem silnější signál s větším dosahem. Naopak jejich nevýhodou bývá jak vyšší cena, tak velikost v porovnání s jinými tagy.

Pasivní RFID tagy

Tyto tagy nemají svůj vlastní zdroj energie pro svou činnost a čerpají ji tak pomocí rádiové vlny o určité frekvenci, vysílané čtecím zařízením. Tato rádiová vlna indukuje v anténě pasivního tagu dostatečně velký proud postačující k jeho činnosti spočívající v odeslání informací z tagu. Tyto tagy jsou oproti aktivním tagům levnější s prakticky neomezenou životností, ale s poměrně malým maximálním funkčním dosahem nepřevyšujícím deset metrů. Při jejich použití je tak třeba se čtečkou chodit k tagům nebo naopak používat bránu, kterou tagy prochází.

Polopasivní RFID tagy

Polopasivní RFID tagy (též značené jako BAP – Battery Assisted Passive) stejně aktivní tagy mají vlastní baterii pro pohon mikroprocesoru, ale již ne k vysílání signálu z tagu a sečtečkou komunikuje pomocí zpětné vazby. Tyto tagy tak představují kompromis mezi aktivními a pasivními tagy, kdy mají větší dosah (až třicet metrů) a delší životnost baterie.

Podle frekvence

Klíčovou charakteristikou RFID systému je využití radiové frekvence pro vykonání požadovaných úkolů. Spektrum elektromagnetických vln použitelných pro RFID zařízení je ale velmi široké od 100 kHz až po 10 GHz (obr 2.4). Různé frekvence mají různé vlastnosti, které ovlivňují funkčnost RFID systému. Protože je obecně využívání radiových frekvencí regulováno národními regulačními orgány je třeba brát v potaz, zda je dané zařízení schváleno pro použití v dané zemi (v Evropě musí mít označení CE, v USA pak FCC ID). Použití neschváleného zařízení může vést k rušení jiných frekvencí v dané zemi. [3, s. 35].

Nízké frekvence (LF – Low Frequency) 30-300 kHz

V tomto rozsahu se používají například aplikace pro identifikaci zvířat či imobilizéry a v automatizaci výrobních procesů. Vzhledem k velmi malým čtecím vzdálenostem se navzájem jednotlivé tagy neruší (ale jsou náchylné k rušení od blízkých elektrických zařízení), nesou malé množství dat a mají velmi nízkou přenosovou rychlost dat v porovnání s ostatními frekvencemi. Významnou výhodou je pak odolnost vůči vlivům ve svém okolí jako je voda nebo kov, ke kterému je RFID tag připevněn [3, s. 36].

Vysoká frekvence (HF – High Frequency) 13,56 MHz

Tato oblast je velmi populární pro poměrně silný signál v různých prostředích (nejsou vhodné pro umístění na kovovém povrchu) s nastavitelným dosahem až do jednoho metru. Zároveň mají větší přenosovou rychlost a větší paměť. Nevýhodou je pak jejich větší rozměr. Pro tyto vlastnosti se využívá pro značení zavazadel při letecké přepravě a značení zboží.

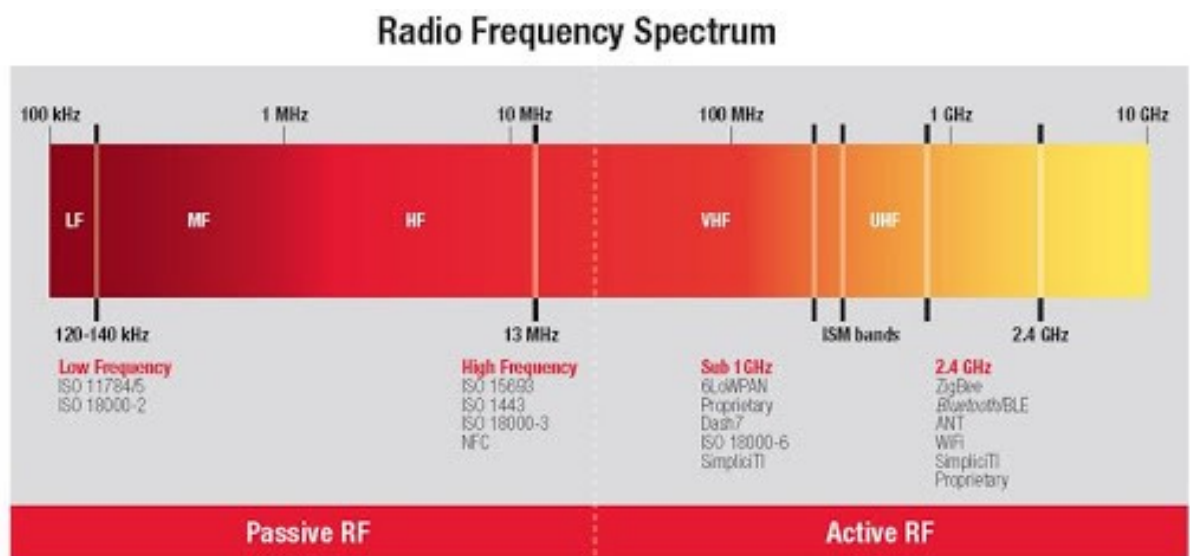
Do kategorie HF patří v současné době velmi populární NFC (Near Field Communication) zařízení, používané při bezkontaktních finančních transakcích.

Ultra vysoká frekvence (UHF – Ultra High Frequency) 865-868 MHz

Relativně nové spektrum po užívané v Evropě (v USA jsou frekvence 902-928 MHz a v Japonsku 952-954 MHz) se již úspěšně rozšířilo, neboť je využíváno u všech typů tagů s již poměrně vysokým dosahem (pasivní do 3 m, aktivní do 6 m). Tyto tagy mají dobře vyřešený anti-kolizní protokol, díky čemuž může být v jednu chvíli načteno velké množství vedle tagů vedle sebe. Tyto tagy se z těchto důvodů využívají v celém SCM (Supply Chain Management) a řízení skladových zásob konkrétně.

Super vysoká frekvence (SHF – Super High Frequency)) 2400-2483,5 MHz

Stejně jako UHF jsou i tagy v tomto pásmu vybavené anti-kolizním protokolem umožňujícím spolu s velkým množstvím přenášených dat na velkou vzdálenost a velkou rychlostí přenosu využití při správě mýtného systému a v systému pro lokalizaci v reálném čase



Obr 2.4 Provozní frekvence

Zdroj: www.passive-rfid-tags.com

Podle typu paměti

RFID tagy se dají dále dělit podle možností zápisu dat.

Read only – jsou naprogramovány výrobcem a není možná dodatečná změna dat. Tyto tagy se využívají primárně při značení zboží v obchodech, neboť pro jejich schopnost deaktivace dodatečným zápisem dat.

Write once / Read many – na rozdíl od Read only jsou programovány až zákazníkem, ale poté se chovají opět jako Read only s univerzálním použitím napříč odvětvími.

Read / Write – tyto tagy mohou být nahrány, čteny a poté mohou být opět přepsány a znovu použity. Jejich vyšší cena je kompenzována jejich znovupoužitelností např. po dokončení výrobního cyklu, kdy do nich mohou být nahrána data nového výrobku.

Podle provedení

Smart label – též nazývaný RFID etiketa se skládá ze svrchní potištěné plochy obsahující požadované vytištěné informace text, čárový kód nebo jejich kombinace a spodní části obsahující součásti RFID tagu v ploché verzi (RFID inlay). Proto může být při jeho výrobě namotán na roli a poté u zákazníka projde tiskárnou, která zároveň slouží i k naprogramování tohoto smart labelu.

RFID karta – má rozměry kreditní karty pro skladnost, v které se ukrývá tag a slouží pro platební, docházkové a identifikační systémy.

RFID náramek – je náramek na ruku obsahující tag a používá se v různých odvětvích k identifikaci osob (nemocnice, koupaliště apod.).

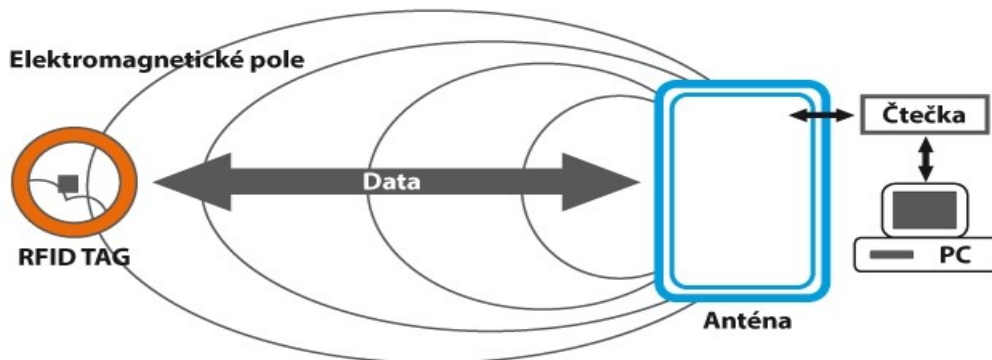
RFID inlay – je tenký RFID štítek, který se po naprogramování umístí na nebo dovnitř výrobku

Skleněné kapsle – jsou tenké a krátké kapsle z biokompatibilních materiálů obsahující RFID tag, které se vpravují do zvířat k jejich značení (čipování psů). Existují i verze pro člověka pro lepší interakci s jeho okolím (automatické odemykání dveří, počítače) nebo pomáhající překonat zdravotní hendikep.

2.2.2 Čtecí zařízení

Čtečky RFID kódů jsou elektronická zařízení, jejichž účelem je načíst data z požadovaného zdroje a to z RFID tagu za pomoci elektromagnetických vln a na rozdíl

od čteček optických kódů i z několika v jeden moment (viz obr. 2.5). Mimo čtení informací z tagu však většina čteček umí tyto informace do tagu i zapisovat. Čtečky se skládají ze tří základních částí a to analogové části, digitální části a rozhraní zajišťující napájení a komunikaci s řídicím počítačem.



Obr 2.5 Funkce RFID čtečky
Zdroj: www.esp.cz

Analogová část

Analogovou část čtečky tvoří vysílač a čtecí zařízení. Protože signál přijímaný z tagu bývá většinou slabý, je znakem výkonné čtečky schopnost zpracovat jak slabý signál, tak signál částečně rušený. Stejně pravidlo platí pro vysílač při programování tagu, kdy je třeba vyslat dostatečně silný signál, aby nemohl být rušen okolím, při plnění legislativních požadavků v dané zemi. [3, s. 26].

Digitální část

Digitální část je tvořena mikroprocesorem řídicím celou čtečku a paměť. V současné době se požadavky na výkon a schopnosti mikroprocesor u některých čteček zvyšují v souvislosti se zaváděním systémů pro lokalizaci v reálném čase.

2.2.3 Struktura a charakteristika systémů automatické identifikace

Systémy automatické identifikace zajišťují počítačovým systémům přístup ke sledování svého okolí. To znamená, že požadovaná data mohou být automaticky zaznamenávána a zpracovávána v daném místě, což zlepšuje možnosti optimalizace a sledování výrobního

procesu. Požadavek na sledování objektů, tak jak se pohybují v daném prostředí, vyžaduje prostorová řešení infrastruktury a jejich řízení.

Strukturou systému se uvažuje souhrn jednotlivých částí (hardwarových a softwarových) jejich umístění a vzájemná interakce. Je třeba určit klíčové části celého systému a tím určit jeho možnosti a limity, což určuje výhodnost daného procesu.

Systémy automatické identifikace vytváří v převážné většině případů automatický systém zobrazující a podporující jednotlivé činnosti v rámci logistického procesu.

Systémy automatické identifikace se dají dělit dle několika kategorií. Uzavřenost nebo otevřenost systémů je jedním z nich. V uzavřeném systému jsou sledované objekty zaznamenávány pouze v rámci daného zařízení. V otevřeném systému jsou pak data předávána a zpracována dál. RFID štítek tak třeba může být umístěn na motor automobilu během jeho výroby, umožňující výrobcí sledovat výrobní proces tohoto dílu. Pokud není tento štítek na konci výrobního procesu odstraněn nebo deaktivován, může být využit prodejcem pro inventurní účely a poté k tomu samému účelu i pro správce firemní flotily aut nebo autopůjčovny.

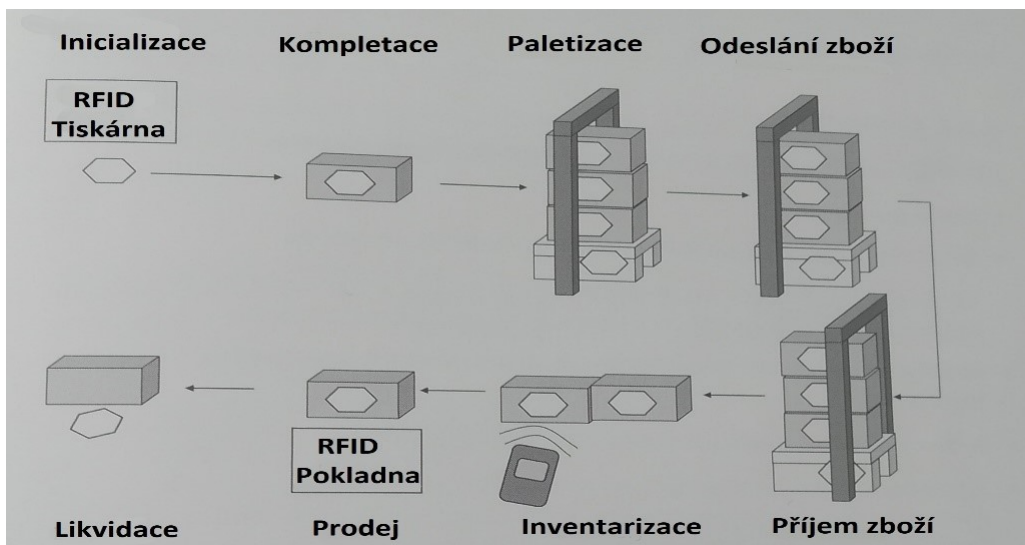
Další charakteristikou je způsob interakce mezi systémem a sledovaným objektem (na výrobní lince, ve skladu, obchodu apod.).

V centralizovaném systému je sledování řízeno z jednoho místa. Dobrým příkladem je registrace psů za použití RFID čipu, díky kterému mohou veterináři a další odpovědné instituce (policie) získáním dat z tohoto čipu dostat požadované informace z centrálního registru.

Decentralizovaný systém je charakterizovaný potřebou řízení a sledování na konkrétním místě a s technologií zde přítomnou, což centralizované systémy nezvládají. Dobrým příkladem je automatizace ve výrobním procesu.

Sledování toku materiálu v případě využití RFID systému vyžaduje nejprve aktivaci odpovídajícího RFID tagu. Toho je dosaženo elektronickým naprogramováním (u labelu může být doplněno i přidáním vytištěných informací – optického kódu nebo textu) tagu, který je následně připevněn ke sledovanému objektu. Tento nyní již specificky evidovaný objekt prochází jednotlivými identifikačními body. Na konci celého cyklu mohou být tyto tagy buď elektronicky deaktivovány, odstraněny nebo ponechány na objektu u zákazníka pro jeho další použití (obr 2.2). Velmi podobná pravidla platí i při použití pouze optických kódů.

Specifické požadavky na systém závisí na vlastnostech řídicí aplikace, jestli stačí pouze držet data pro požadavky záznamu o provedených aktivitách (traceabilita) v daném odvětví nebo je třeba aktivního dohledu nad pracovištěm. To zároveň znamená, že toto značení může používat několik subjektů v dodavatelském řetězci včetně konečného zákazníka. Sledování zásilek jako dobrý příklad je globální záležitost, které se nezúčastňuje pouze dodavatel a zákazník, ale i přepravní společnosti a organizace jako jsou celní úřady, banky a pojišťovny. S tím je spojena i otázka jaké informace jsou potřebné pro koho a v jaké formě.



Obr 2.6 Využití RFID systému v logistice
Zdroj: Optimizing Processes with RFID and Auto ID

2.2.4 Standardizace RFID zařízení dle ISO 18000

Na standardizaci RFID systému je třeba pohlížet jako na důležitého pomocníka ke snížení nepřehlednosti různých systémů RFID. Ačkoliv je tato technologie používána na denní bázi po desítky let, mohou pro konkrétní problémy vývojovými pracovníky stále vznikat atypická řešení.

Zavedení prohlášení o shodě v EU (značka CE) znamenalo potřebu vytvoření standardu, podle kterého by byly RFID produkty regulovány. ETSI (European Telecommunications Standards Institute) tak vytvořil první standard pro RFID standard pro rozsah 13,56 MHz (ISO/IEC 14443).

Mezi výhody standardizace patří:

- lepší přijetí produktu u zákazníka;

- možnost nákupu stejné technologie u jiného dodavatele;
- zjednodušení tvorby aplikací pro sjednocené systémy;
- možnost použití stejné technologie v celém dodavatelském řetězci;

Normy ISO 18000 následně popsaly jednotlivé oblasti rozsahu RFID frekvencí používaných pro značení výrobků v celém dodavatelském řetězci.

Níže jsou uvedeny části Normy ISO 18000 s ohledem na rozsah frekvencí:

- 18000-1: Obecné parametry přenosu informací platné ve všech používaných frekvencích;
- 18000-2: Protokol pro přenos informací na frekvenci 135 KHz;
- 18000-3: Protokol pro přenos informací na frekvenci 13,56 MHz;
- 18000-4: Protokol pro přenos informací na frekvenci 2,45 GHz;
- 18000-5: Protokol pro přenos informací na frekvenci 5,8 GHz;
- 18000-6: Protokol pro přenos informací na frekvencích 860 MHz až 960 MHz;
- 18000-7: Protokol pro přenos informací na frekvenci 433 MHz;

Důvodem tolika standardů pro jednu technologii jsou výrazné rozdíly na daných frekvencích. Zároveň se předpokládá, že některé z těchto frekvencí přestanou být používány v rámci dalšího vývoje, který se bude soustředit pouze na nejvhodnější frekvence. Které to budou, ale určí až budoucí vývoj a požadavky zákazníků.

2.3 Optické kódy

Optické kódy se již desítky let úspěšně používají napříč odvětvími jako nejrozšířenější způsob plnění požadavku automatické identifikace v rámci celého dodavatelského řetězce. V principu tak znamenají možnost pro zakódování sekvencí čísel, písmen a jiných znaků do grafického symbolu, který je možný následně načíst odpovídajícím zařízením – čtečkou.

Nejpoužívanější lineární kódy jsou:

Code 39 a Code 39 Mod 43, U.P.C. A, UPC E0 a UPC E1, EAN 13 a EAN 8, Code 93, Interleaved 2/5 a Interleaved 2/5 Mod 10, Code 128, Codabar a MSI

Nejpoužívanější 2D kódy pak jsou:

PDF417, DataMatrix, QR Code, Code 49, Aztec Code a Code 16K

2.3.1 Lineární kódy

Největšího úspěchu dosáhl lineární kód ve formě EAN kódu (European Article Number) používaného jako značení zboží ve velkoobchodních řetězcích (obr 2.6) spolu s dalším kódem typu UPC (Universal Product Code) používaný v Severní Americe. V současnosti je tento kód ale již pomalu na ústupu kvůli jeho několika limitujícím vlastnostem, které vyžadují další vývoj, aby si udržel jeho dřívější popularitu. Mezi problémy, které je třeba do budoucna řešit patří analogové kódování (měří se sekvence a šířka pruhů a mezer mezi nimi), velké požadavky na plochu, kde je umístěn kód, chybějící zabezpečení kódu, nutnost, aby čtecí zařízení bylo umístěno přímo proti optickému kódu a nemožnost umístit kód na některé povrchy (nutnost tisku a lepení labelů) [3, s. 38].



Obr 2.6 Kód EAN 13 a EAN 8
Zdroj: www.napocitaci.cz

Kódy typu EAN 8 a EAN 13 jsou v Evropě nejpoužívanější pro značení zboží v obchodní síti a jsou používány státy zapojené do sdružení systému sdružení GS1 se sídlem v Belgii. Jejimi dobrovolnými členy jsou národní komise všech evropských zemí. Česká republika pak má přidělen pro EAN 13 kód země 859. [4]

Kód EAN 13 se skládá ze 13 znaků rozdělených do čtyř částí. V první části je trojmístný kód země, v další části je čtyřmístný kód výrobce, dále pak pětímístný kód výrobku a kontrolní číslice.

Kód EAN 8 je jednodušší verze obsahující méně znaků a zároveň tedy i méně informací, ale má i menší nároky na plochu. Skládá se z třímístného kódu země, další čtyři značí kód výrobce a poslední číslice je kontrolní.

Velkou výhodou obou verzí EAN kódu je jejich odolnost proti poškození, protože i částečně chybějící kód stále může být načten, což u jiných čárových kódů nebývá pravidlem.

2.3.2 Dvoudimenzionální (2D) kódy

Vzhledem ke kapacitním limitům lineárních kódů vstoupily do praxe dvoudimenzionální kódy (obr 2.7) zajišťující mnohem větší množství snímatelných dat. Kód PDF417 má kapacitu až 2725 znaků, Data Matrix až 3116 znaků a Aztec Code až 3750 znaků.



Obr 2.7 Varianty 2D kódů
Zdroj: www.irishapps.com

Za rozvojem 2D kódů stála původně NASA za účelem vytvoření kompaktního a bezpečně snímatelného kódu, který nepoužívá štítky. Vznikly tak dva dokumenty (Standard of applying Data Matrix Identification Symbols on Aerospace Parts a Application of Data Matrix Identification Symbols to Aerospace Parts using Direct Part Marking Methods Techniques. Později převzala standardizaci 2D kódů asociace AIM Global (Association for Automatic Identification and Mobility), která vytvořila standardy pro kódy typu Aztec, QR kód, Maxi kód, Data Matrix kód atd. Dalšími organizacemi, které vytváří nové typy 2D kódů jsou pak sdružení GS1 (EAN Data Matrix používaný na velmi malé objekty) [3, s. 40].

PDF417

Na rozdíl od ostatních kódů, varianta PDF417 (Portable Data File) nabízí díky své vysoké kapacitě kódování textu, grafické obrazce, ale i programovací instrukce. Pro tyto výhody se používá například na letenkách a identifikačních kartách. Zároveň má schopnost detekce a oprav chyb (při porušení kódu).

Existuje i odvozená verze Micro PDF417 s omezenou velikostí znaků

QR kód

Quick response Code má výhodu v rychlém načtení (rychlostí vyhodnocení). Jedná se o maticový kód sestavený ze čtvercových prvků a je používán napříč odvětvími (marketing – může obsahovat odkaz na internetové stránky, automotive atd.).

Aztec kód

Hlavními výhodami Aztec kódu jsou jednoduchý tisk a čtení vzhledem k jeho struktuře tvořené symboly čtvercového tvaru ve čtvercové mřížce se čtverci ve středu ke snadšímu zaměření. Vzhledem k zaměřovacím čtvercům uprostřed pak není potřeba ohraničení (na rozdíl od variant Data Matrix).

Data Matrix

Výhodou této verze kódování je schopnost uložit velké množství dat na velmi malou plochu. Tento kód využívá kombinace tmavých a světlých buněk buď čtvercového nebo obdélníkového tvaru pro uložení informací od několika znaků až po 2 kB.

2.3.3 Aplikace optických kódů

Použití labelů

V zásadě platí, že tisknutí labelů v zabezpečených podmínkách (uvnitř tiskárny) vede k potisku na vysoké úrovni a nabízející odpovídající kontrast (viz obr 2.8). Díky tomu se snižují požadavky na čtecí zařízení, což odpovídajícím způsobem snižuje pořizovací náklady čteček. Další nespornou výhodou labelů je standard jejich vlastností na rozdíl od jiných povrchů. Z těchto důvodů je aplikace labelů jedním z nejrozšířenějších způsobů užití čárových kódů. Pro zajištění vyšší odolnosti labelů je ale potřeba odolnějších (a dražších) materiálů.



Obr 2.8 Samolepicí etikety s potiskem

Zdroj: www.eprin.cz

Pokud je ale potřeba vytvářet velké množství kódů ve vysoké kvalitě při zajištění mechanické odolnosti je vhodné zkusit i jiné alternativy.

Metody přímého potisku (DPM - Direct Part Marking)

Nejprve si je třeba potvrdit, že materiál, který má být potištěn může měnit své mechanické vlastnosti nebo jakým vlivům bude vystaven. V tomto případě (tenké materiály nebo plochy vystavené povětrnostním, či mechanickým vlivům) není vhodné používat metody jako je laserování nebo leptání. Zároveň musí být materiál kompatibilní s navrhovaným řešením potisku, což je řešeno v rámci plánování daných aktivit a je vhodné provést odpovídající testy, které doporučí nejvhodnější formu aplikace čárových kódů.

Přímý potisk

Přímý potisk za pomoci inkoustových tiskáren je dlouhodobě osvědčená metoda pro variaci různých materiálů. Vzhledem k tomu, že je inkoust aplikován na povrch nedochází k žádné změně vlastností daného materiálu.

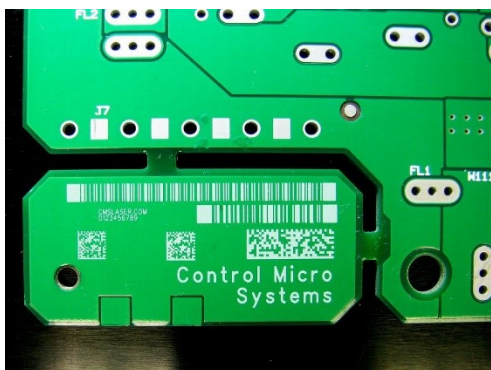
Vysoce výkonné Thermo Transfer (tisk přes barvicí pásku) a Direct transfer (přímý tisk na teplocitlivý materiál - termo-etikety) nabízí alternativu ke klasickým inkoustovým tiskárnám. Laserové tiskárny také splňují požadavky pro tisk variace čárových kódů jsou ale stále využívány spíše potisk dokumentů než samotného materiálu.

Potisk laserem

Nejrozšířenějším a nejznámějším uplatněním laseru je gravírování, jenž mění povrch objektu jeho odstraněním. Vysoce výkonný laserový paprsek odpaří materiál kontrolovaným způsobem. Takto vytvořená prohlubeň je jasně viditelná, s vysokým kontrastem při použití odpovídajícího světla.

Naleptáním za pomoci laseru je nejsvrchnější vrstva materiálu odstraněna vystavením paprsku laseru. Při správném použití této metody je vytvořen dobrý kontrast mezi svrchní a spodními vrstvami, který je dobře čitelný čtečkou. Nejběžnější použití této metody je na speciálních plastových labelech a PCB deskách (Printed Circuit Board), hojně využívaných v elektrotechnice.

Využitelnost a vhodnost potisku laserem je limitovaná poměrně vysokou cenou laserového systému oproti ostatním technologiím a využitelnost této metody se projeví pouze při velkém množství potištěného materiálu.

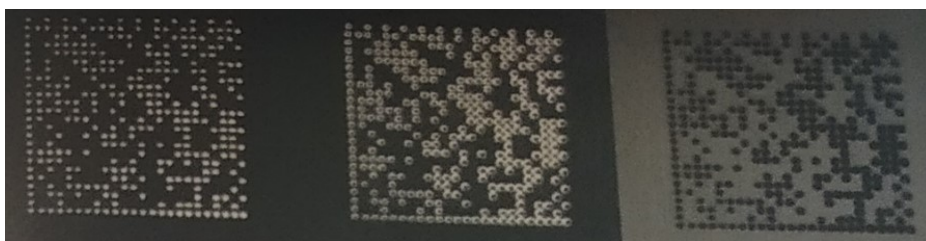


Obr 2.9 Gravírované kódy na PCB deskách
Zdroj: www.cmslaser.com

Mikroúderové značení

Mikroúderové značení je technologie, která je relativně ohleduplná k potiskovanému materiálu a je zároveň poměrně levná v porovnání s použitím laseru. Jde o kontaktní značení, kdy hrot vytváří písmo nebo grafický obrazec na povrch materiálu opakovaným pohybem nahoru, jehož následkem je vytvoření předdefinované soustavy důlků. Při použití na pevný materiál nejsou žádné negativní vedlejší efekty. Nízká cena a stále poměrně vysoká rychlost v porovnání s použitím laseru dělá z této technologie atraktivní variantu pro tvorbu různých variant 2D kódů, ale i informace pro zákazníka (název, datum, číslo výrobku).

Důlky vytvořené v materiálu mají kulatý tvar a vytlačený materiál zůstává za okrajem. To způsobuje částečný problém pro čtecí zařízení, neboť při nevhodných světelných podmínkách může stín vytvořený vytlačeným materiálem (obr 2.9) ztížit načtení kódu a vyžaduje tak odpovídající čtecí zařízení schopné na tento problém reagovat a číst tato data spolehlivě.



Obr 2.10 Vliv světla na čitelnost kódu z mikroúderového značení

Zdroj: Optimizing Processes with RFID and Auto ID

2.3.4 Čtecí zařízení

Zařízení ke čtení optických kódů (skenery, snímače, čtečky) se skládají z následujících základních komponent:

- Kamera
- Zdroj světla
- Řídící jednotka
- Obal a rozhraní

V závislosti na potřebě použití daného zařízení se tyto části navzájem liší, a to jak v konstrukci, tak ve vnitřní struktuře.

Tužkové snímače

Přejetím tužkového snímače přes povrch obsahující čárový kód snímače za pomoci fotočlánku reagují na změny intenzity světla. Tyto změny jsou poté dekodovány.

Výhodou těchto zařízení je velmi jednoduchá konstrukce a malá počáteční investice. Zásadní nevýhodou pak je požadavek na zručnost obsluhy, zvýšené opotřebení čočky (jedná se o kontaktní sběr dat) a riziko mechanického poškození kódu opětovným čtením. [5, s. 41].

Stacionární snímače čárových kódů

Použití stacionárních snímačů čárových kódů umožňuje automatizaci sběru dat bez dohledu pracovníka. Tyto čtecí zařízení si drží největší podíl na trhu zařízení pro sběr variant 2D kódů (obzvláště pro čtení Data Matrix). Napevno umístěná čtečka s kamerou a vlastním zdrojem světelného paprsku (aktivní) nebo kamerou s detektorem obrazu (pasivní) a řídicí jednotkou. Taková čtečka je již v továrním nastavení schopna číst většinu optických kódů je tak často ideálním řešením automatizované výroby. Při její instalaci je tak většinou třeba pouze na místě řešit vhodné světelné podmínky. Vzhledem k trendu miniaturizace, kompaktní čtecí zařízení s rozměry nepřekračující 60 mm jsou již dlouhodobě k dispozici.

Mobilní bezkontaktní snímače

Mobilní bezkontaktní snímače fungují na velice podobném principu jako stacionární (též se dělí na aktivní a pasivní dle principu získávání dat). Aktivní snímače si získaly velkou popularitu v bezdrátové verzi nejen pro jejich mobilitu, ale i schopnost číst kódy na delší vzdálenost, zatímco pasivní jsou vhodné při používání na velmi krátkou vzdálenost (do 10 cm).



Obr 2.11 Stacionární a Mobilní snímače čárových kódů
Zdroj: www.kodys.cz

2.4 Kritéria pro výběr systému

Ať už se jedná o řízení výrobního procesu, řízení dodavatelského řetězce nebo jen dohled nad produkty, pouze využití různých variant optických 2D kódů (nejčastěji Data Matrix Code) nebo RFID připadá v úvahu neboť čárový kód (1D) nesplňuje ve většině případů ve výrobním procesu požadavky na objem dat. V tabulce 2.1 jsou uvedeny vlastnosti výhody a nevýhody podle konkrétních požadavků.

Tabulka 2.1 Klíčové vlastnosti systémů RFID a Data Matrix Code

| Kritérium | Data Matrix | RFID |
|--------------------|---------------------|--------------------|
| Princip | Optické rozlišení | Radiový přenos dat |
| Visuální spojení | Vyžadováno | Nevyžadováno |
| Dosah | Malý až střední | Malý až velký |
| Citlivost vůči | Světelným podmínkám | Částečně voda, kov |
| Přímé značení | Možné | Nemožné |
| Cena za štítek | Velmi nízká | Nízká |
| Množství dat | Velké | Velmi velké |
| Možnost změn dat | Nemožné | Možné |
| Hromadné čtení dat | Nemožné | Možné |

Zdroj: Upraveno z Optimizing Processes with RFID and Auto ID

Zároveň platí, že rozhodnutí o vhodnosti daného systému závisí na daném prostředí a procesu, pro který je využíván. Z tohoto důvodu je brát v úvahu pro výběr vhodné technologie i následující otázky:

- výhody a nevýhody jednotlivých technologií;
- potřeby tvorby trvalého značení nebo potřeba změny dat v čase;
- znovupoužití nosiče dat v rámci daného procesu;
- vlastnosti a složení značeného materiálu;
- dostatek místa pro značení;
- dosah a čtecích zařízení;
- vliv okolního prostředí (světlo, prach, teplota);

2.4.1 Automatická identifikace za pomoci Data Matrixu

Nejběžnějšími příklady použití 2D optických kódů Data Matrix jsou kovové, keramické, plastové a skleněné povrchy.

Velkou výhodou při použití Data Matrix je schopnost komprese dat a s tím související malé prostorové požadavky na umístění kódu. Z toho důvodu se používá pro značení drobných elektronických součástek nebo PCB.

Mezi konkrétní kritéria uvažovaná při volbě Data Matrix kódu patří:

- malá až středně velká množství uložených dat;
- trvalý zápis dat na povrch materiálu;
- potřeba tvorby velkých množství kódů;
- odolnost proti vlivu kovových povrchů a vody;
- pevné umístění na materiálu;
- kompatibilita s většinou IT a SFC systémů v automatizaci;

Data Matrix může být na povrch sledovaného materiálu aplikován několika způsoby dle požadavku zákazníka. Jedná se potisk inkoustovou či jehličkovou tiskárnou, termotrasferovým tiskem, vypálením laserem nebo mikroúderovým značením. [3, s. 75].

V případě použití jedné z metod přímého potisku, je třeba následovat čtyři pravidla procesu pro zajištění požadované kvality kódu:

- zápis – určení vhodné metody pro daný povrch a prostředí;
- potvrzení – hned po zápisu je kód načten a v případě potřeby opraven;
- čtení – zajištění čitelnosti daného kódu v podmínkách jeho použití;
- transfer dat – hardwarové rozhraní pro převod načtených dat do SFC systému;

2.4.2 Využití RFID v řízení s otevřenou nebo uzavřenou smyčkou

Pro použití RFID technologií v logistických procesech jsou aplikovány dva základní systémy a to otevřená a uzavřená smyčka.

„Typickým příkladem otevřené smyčky je použití EAN kódu pro identifikaci zboží v rámci dodavatelského řetězce. Výrobce označí výrobek při výrobě a stejný kód je použit při identifikaci ve skladech, v distribučních společnostech, velkoskladech i maloobchodních prodejnách, přičemž při označování výrobku není předem znám koncový odběratel. Označení výrobku je jednorázové a u RFID například nelze počítat s recyklací tagů.“ [6]

Mezi vlastnosti otevřeného RFID systému patří:

- malé množství předávaných dat;
- automatická tvorba dat dle předdefinovaného vzorce;
- hromadný zápis dat;
- velký objem tagů;

Uzavřená smyčka našla své uplatnění ve výrobě a řízení toku materiálu, nejčastěji u větších výrobků (domácí spotřebiče automobily, počítače). Data uložená na tagu slouží ke kontrole výrobního procesu a doplňování záznamů o provedených kontrolách a testech. Po skončení výrobního cyklu pak může být tag odstraněn z výrobku, vymazán a být zrecyklován pro použití ve výrobním cyklu další jednotky. Z toho důvodu hraje cena tagu vedlejší roli.

Mezi vlastnosti uzavřeného systému patří:

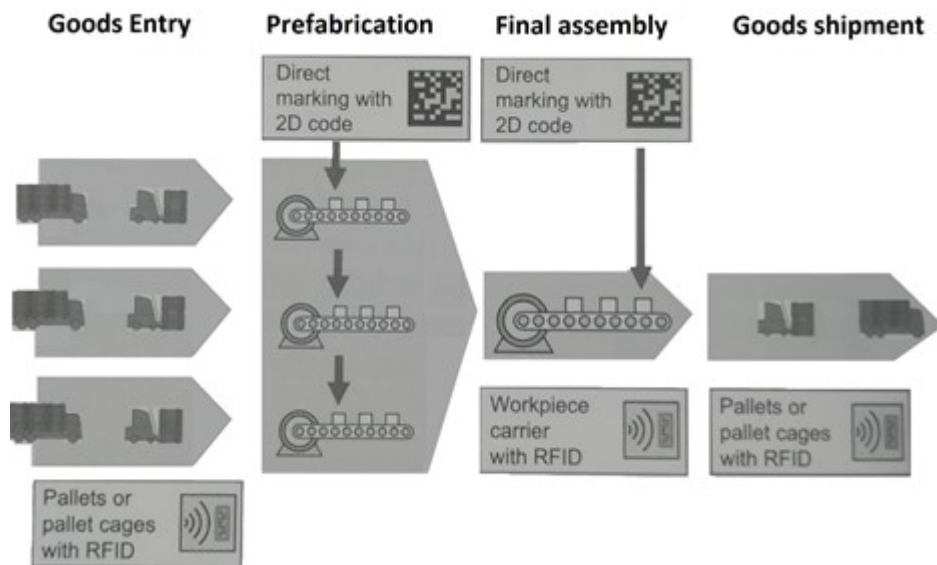
- možnost úpravy dat;
- větší množství přenášených dat;
- malé množství jednotek v systému;
- větší velikost tagu;

2.4.3 Kombinace obou technologií

V současné době jsou obě technologie zavedené a populární. Protože má každá technologie své výhody a nevýhody, záleží tak na konkrétních požadavcích uživatele, pro jakou technologii se rozhodne.

Mimo použití jedné nebo druhé technologie můžeme v praxi vidět i jejich kombinaci. Na obr. 2.11 je vidět příklad praktického využití jejich kombinace.

Díky standardizaci obou technologií jsou všechny kódy čitelné všemi spolupracujícími subjekty. Příchozí materiál je tak může být na paletách značen RFID labelem, polotovar 2D kódem a hotový výrobek RFID tagem, s kterým může být prodáván.



Obr 2.12 Využití dvou technologií s ohledem na výhody každé z nich
 Zdroj: Optimizing Processes with RFID and Auto ID

3 Analýza současného stavu sběru dat pro řízení a monitorování výrobního procesu

3.1 Představení společnosti

| | |
|----------------------------------|-------------------------------------------|
| Název společnosti: | Panasonic Automotive System Czech, s.r.o. |
| Rok založení: | 2001 |
| Sídlo společnosti: | U Panasonicu 266, 530 06 Pardubice |
| Obor činnosti: | Elektrotechnický/Automotive |
| Plocha závodu: | 27 000 m ² |
| Počty ročně vyrobených jednotek: | 1 800 000 |



Obr. 3.1 Závod Panasonic Automotive System Czech
Zdroj: www.panasonic.com

Společnost PASCZ (Panasonic Automotive System Czech, s.r.o.) je součástí evropské skupiny Panasonic Automotive Systems Europe, která je dodavatelem audiotechniky pro většinu v Evropě vyrábějících automobilek (VW Group, Honda, Suzuki, Ford, Toyota, JLR, TPCA atd.). V samotném pardubickém závodě pak pracuje okolo 1000 zaměstanců.

3.1.1 Firemní hodnoty

Společnost funguje na základě sedmi principů

Společenský přínos

Snaha o dodržování základních cílů podnikání a odpovědnosti ke společnosti, ve které funguje.

Poctivost a upřímnost

Poctivost a upřímnost při pracovním i osobním jednání. Bez osobní cti nelze dosáhnout úcty ostatních.

Spolupráce a pracovní vztahy

Kooperace je klíčem k úspěchu. Žádný jednotlivec nedokáže dosáhnout úspěchů fungujícího týmu.

Neúnavná snaha o zlepšení

Podnikání je prostředkem k rozvoji společnosti.

Zdvořilost a úcta

Respektováním práv a potřeb ostatních můžeme zlepšit sociální vztahy a kvalitu života.

Adaptabilita

Přizpůsobování myšlení a chování ke svému soustavně se měnícímu okolí.

Vděk

Respekt a ocenění ke všem dosaženým úspěchům jako základ k budoucím úspěchům.

Mimo sedmi principů společnost PASCZ adoptovala od své mateřské společnosti i základní cíl řízení:

S plnou odpovědností průmyslové společnosti se budeme prostřednictvím našich obchodních aktivit věnovat pokroku a rozvoji společnosti ve prospěch lidí a budeme tak zlepšovat kvalitu života na celém světě.

3.1.2 Historie společnosti

- 1918 založení původní společnosti (Matsushita Electric Housewares Manufacturing Works), ze které se vyvinula společnost Panasonic panem Konosukem Matsushitou
- 1927 výroba elektrických žehliček, lamp a svítilen na kolo
- 1931 počátek výroby rádií a baterií na principu suchého článku
- 1945 konec druhé světové války a přeorientování společnosti výlučně na civilní sektor
- 1950-1953 začátek výroby automatických praček a lednic, technická spolupráce se společností Philips, vznik prvních vlastních prodejen
- 1959-1960 expanze do USA, začátek výroby barevných televizorů
- 1979-1983 nástup výroby velkého množství různých druhů elektroniky (stereofonních přístrojů, radiohodinek, magnetofonů, reproduktorů pojistek atd.)
- 1995-2001 – založení české pobočky Panasonic Czech Republic, s.r.o. zahájení výroby televizorů v ČR (Plzeň) pod hlavičkou Matsushita Television Central Europe (nyní Panasonic AVC Networks Czech), založení závodu na výrobu autorádií a mobilních telefonů v Pardubicích

3.2 Současný stav sběru dat ve výrobě

Protože společnost PASCZ je dodavatelem velkému množství zákazníků, tak má rozdělenou výrobu do několika spolu spolupracujících, ale zároveň na sobě nezávislých oddělení.

Cílem této práce je řešení situace na konkrétním oddělení vyrábějící infotainmenty pro JLR (Jaguar-Land Rover), která je z procesních důvodů pro tyto účely rozdělena do dvou základních částí - výroba v čistém prostředí a mimo čisté prostředí (Příloha 1 a Příloha 2), kterými postupně prochází materiál a poté projde ještě další samostatnou linkou na finální montáž. Vzhledem k požadavku zákazníka se pro každý automobil vyrábí sada horního (UPPER) a středního (MID) displeje (viz obr. 3.1)



Obr. 3.2 Infotainment vyráběný v PASCZ

Zdroj: www.autocar.co.uk

Z příloh A a B jsou vidět schémata výrobních linek, kde se z jednotlivých komponent kompletují celé displeje, které se na další lince osadí řídicí jednotkou a zakrytují.

Vzhledem k tomu, že podstatou tohoto výrobního cyklu je spojení komponentů tvořících displej je část výroby umístěna do oddělené haly se zvýšenou čistotou, zatímco méně náročné činnosti se provádějí v normálním prostředí.

3.2.1 Systémy pro řízení sledování a podpory výrobního procesu

Vzhledem k požadavkům norem ISO 9001:2016 a IATF 16949:2016 má společnost své vlastní systémy pro potřeby z těchto norem vycházející a to SFC systém Panasonic SOFA, Fenix a SAP NetWeaver.

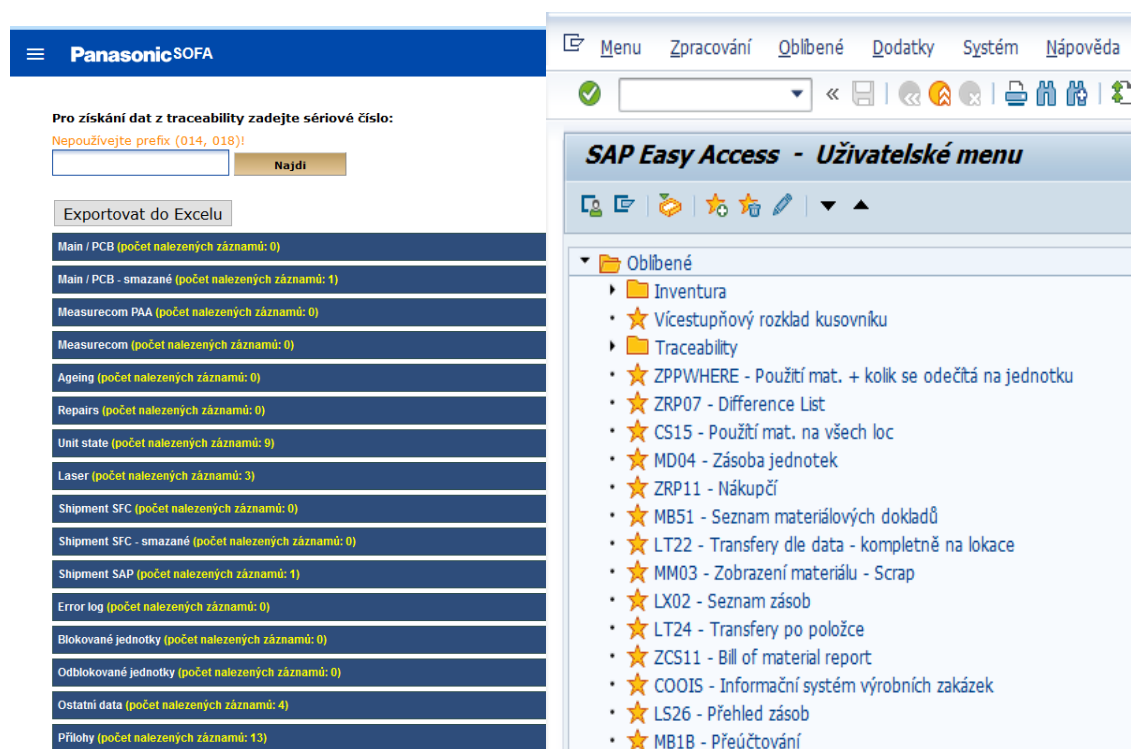
SFC systém Panasonic SOFA (obr. 3.3) je určený pro přímou kontrolu a výrobního procesu. Data do systému vložená čtecími zařízeními na linkách jsou v tomto systému zpracovávána ukládána, tříděna a následně přehledně zobrazena jeho uživateli.

Systém FENIX využívá stejné vstupy dat jako SFC, je pomocníkem pro inventurní účely, nabízí blokace podezřelých a závadných jednotek a nabízí nepřímou podporu výroby (záznamy o školení, informace o dočasných změnách a stavu zavádění nových produktů do výroby).

Systém SAP NetWeaver (obr. 3.3) je určený k přímému řízení výrobního procesu. Jeho účelem je jednak získávat data o průchodu jednotek skrze klíčová stanoviště (kdy se zásadním způsobem mění jejich parametry), ale mezi jeho další klíčové funkce patří

schopnost odepisovat spotřebovaný materiál, je nositelem informací o výrobním plánu, dává přehled o vybavení podpory výroby, používá se pro provádění opakovaných objednávek materiálu, obsahuje informace o schválených komponentech atd. Na rozdíl od předchozích dvou systémů, SAP nezískává surová data z jednotlivých stanic, ale přebírá si data zpracovaná buď systémem SOFA nebo FENIX.

V praxi jsou pak všechna data shromážděna z výroby zpracovávána nezávisle nebo v kooperaci těchto tří systémů poskytující kompletní přehled o výrobě a to jak pro jednotlivé uživatele, vedení, tak i pro zákazníky a dodavatele.



Obr. 3.3 SFC systém Panasonic SOFA a SAP NetWeaver
Zdroj: Vlastní

3.2.2 Použití optických kódů ve výrobním procesu

Pro vkládání dat do systému fungují v současnosti tři níže uvedené způsoby.

- RFID - tato technologie se používá pouze v omezené míře a to jen ve skladovém hospodářství a není přímo využívána při řízení a sledování výrobního procesu
- Kontaktní sběr dat – kvůli stanicím, kde je třeba v rámci testování jednotku připojit do systému a vytvořit záznam o provedeném testu.

Z tohoto důvodu jsou jednotky připojeny přes různá rozhraní k řídicímu počítači, který provede záznam o provedené činnosti (může vytvořit i dodatečný soubor dat s výsledky nebo grafickým znázorněním).

- Využití optických kódů – v současnosti nejrozšířenější metoda v celém závodě. Na většině stanovišť včetně všech linek JLR jsou umístěné mobilní snímače optických kódů a operátor zde načte do systému data na začátku, během nebo na konci provedené operace dle pracovních instrukcí. Nejběžnějším z nich je na výrobních linkách používaný typ Honeywell Xenon 1900g a ve skladu pak bezdrátový Falcon X3+ (viz Obr.3.4).

Snímač Honeywell Xenon 1900g poskytuje spolehlivé čtení napříč variacemi 1D a 2D optických kódů v závislosti na své konfiguraci s vysokou odolností proti mechanickému poškození (výrobce garantována schopnost vydržet pády z výšky 1,8 m) a je tak vhodným nástrojem pro sběr dat ve výrobním prostředí. A díky své dobré ergonomii je vhodný pro jakoukoliv velikost ruky zaměstnance, aniž by způsoboval bolest nebo únavu při dlouhodobém používání.



Obr. 3.4 Nejběžnější používané mobilní snímače optických kódů

Zdroj: www.honeywellaidc.com a www.ab-com.cz

Mimo mobilních snímačů optických kódů jsou ve výrobním procesu používány i stacionární čtečky různých typů dle dodavatele jednotlivých výrobních technologií. Tyto čtečky jsou umístěny tak, aby byl v požadovaný moment optický kód předdefinovaného typu umístěn přímo proti této čtečce.

3.3 Sběr dat při výrobním procesu

U obou vyráběných modelech je systém sledování výrobního procesu postaven na využití systému SOFA a sběru dat za použití optických kódů – v tomto případě 2D kód Data Matrix pro jeho schopnost uložit velké množství dat na velmi malou plochu. Jedním z limitujících prvků značení používaných součástí je totiž pouze velmi malá plocha určená pro toto značení.

To znamená, že u modelu modelu UPPER je Data Matrix za pomoci laseru vytvořen hned na první stanici. Vzhledem k potisku laseru na černé pozadí a použitém materiálu, který je značen je výsledný Data Matrix šedý a v kombinaci s nevhodným umístěním (jediném schváleném od zákazníka) je tak čtení toho kódu náročné pro všechny uživatele napříč jednotlivými stanovišti (viz Obr. 3.5).



Obr. 3.5 Vytvořený 2D kód pro jednotku UPPER

Zdroj: vlastní

Pro podstatně větší model MID je pak Data Matrix již nalepen na požadované místo dodavatelem, a protože je použit potištěný label, je tento kód zároveň velmi dobře čitelný.

Ve výsledku to pak znamená, že polovina skenování kódů je prováděna bez významnějších problémů a u druhé záleží na mnoha faktorech ovlivňující dobu potřebnou k načtení příchozího materiálu.

Jedná se tak hlavně o zkušenost operátora (trvá 2-4 týdny než se operátor naučí správně načítat UPPER jednotky), aktuální světelné podmínky, úhel skenování, překrývání částí ochranné fólie (chránící displej před poškrábáním) atd.

Pro každý model je tak na lince deset stanovišť (viz příloha A a B), kde musí být jednotka naskenována do systému a k tomu ještě další dvě stanice na následující lince (finální montáži), než se do systému zavede SN (serial number) přiřazené PCB, pod kterým je celý proces dokončen.

Níže jsou uvedené hlavní výhody sběru dat za pomoci optických kódů:

- Ověřená technologie – Nejenom v rámci společnosti PASCZ, ale napříč různými průmyslovými odvětvími se jedná o léta praxe odzkoušenou technologii;
- Jednoduchost – Zavedení i udržování této technologie ve výrobním procesu je poměrně nenáročné, tiskárny, čtečky a rozhraní jsou uživatelsky přívětivé (instalace funguje na systému plug and play), je třeba pouze nastavit základní komunikaci s řídicím systémem;
- Nízké požadavky na uživatele – Zaškolení nového zaměstnance je jednoduché (v porovnání s kontaktním sběrem dat);
- Bezpečnost – Použití Data Matrix zajišťuje bezpečné uložení a načtení dat (proces neovlivňují žádné rušivé elementy jako hrozba mechanického poškození či působení živlů);
- Standardizace systému – Díky používání jednoho standardizovaného systému optického 2D kódu a odpovídajících čtecích zařízení je předcházeno problémům s nekompatibilitou jednotlivých částí systému;
- Nízké náklady na udržení zavedeného systému v provozu – po vynaložení nákladů na instalaci systému sběru dat za pomoci optických kódů, zůstávají pouze náklady na tisk labelů a na průběžnou výměnu poškozených čteček (jak bylo uvedeno výše, Snímač Honeywell Xenon 1900g je velmi odolný na běžné používání), které jsou velmi nízké;

Mimo výše uvedené výhody je zde však i několik nevýhod, které znamenají ztráty, kterým by se mohla společnost vyhnout. Jedná se konkrétně o tyto:

- Ergonomie – operátor musí pro práci na každé stanici vzít do ruky čtečku k načtení jednotky do systému, čímž dělá zbytečné automatizované pohyby;
- Časová ztráta – stejnou činností popsanou v případě ergonomie dochází ke ztrátě výrobního času skenováním jednotek, kdy kvůli této činnosti není využívána výrobní kapacita linky (dochází ke zbytečnému technologickému prostoji);
- Vysoké počáteční náklady – pro zápis dat za pomoci laseru bylo třeba nakoupit drahé vybavení jako jediná možnost efektivního značení jednotky limitované prostorem k potisku;

4 Návrh bezkontaktní technologie sběru dat

Každá společnost v jakékoliv době je nucena ve snaze prosperovat a být konkurenceschopná neustále sledovat a snažit se snižovat své náklady. Metod k dosažení tohoto cíle je velké množství napříč jednotlivými odděleními a všechna sebou nesou své výhody, ale i určitá úskalí.

Pohled na vnitřní procesy podniků je třeba řešit v kontextu s možnostmi v okolí. Protože snaha o snižování nákladů a zásob má své limity, je třeba se zaměřit mimo jiné i na náklady spotřebovávané v podnikových procesech. [7]

Změna systému pro sběr dat o výrobním procesu je pak jednou z možností, jak efektivně snižovat náklady. Doba, kdy se potřebné údaje musely ručně vkládat do systému je sice již dávno pryč, ale existuje více možností pro efektivní sběr a správu důležitých dat o výrobním procesu a jak již bylo uvedeno v kapitole 2.4 záleží vždy na konkrétním případě, jaká varianta se hodí do daného procesu.

Vzhledem k nevýhodám popsaným v předchozí variantě při použití optických kódů se tak nabízí možnost zavedení sběru dat za pomoci RFID technologie.

Očekávané přínosy:

- časová úspora při provádění činností jednotlivých zaměstnanců;
- předcházení problémům spojeným se zdlouhavým (opakovaným) načtením informací;
- zvýšení kapacity linky;
- zvýšením efektivity úspora na výdajích za zaměstnance;

4.1 Komponenty systému

Navrhovaný systém by se měl být schopen napojit na zavedený výrobní SFC systém, být schopen dodávat informace stejně jak to nyní funguje za použití 2D kódů. Vzhledem k charakteristice, funkcím a nabídce na trhu budou použity RFID zařízení fungující v pásmu UHF.

Jako čtečky budou použity RFID čtečky čipů UHF DUR 120 s USB výstupem. Tyto čtečky budou umístěny na všech stanicích výrobního procesu a jedna navíc na konci pro deaktivaci tagů, s tím že na začátku celého výrobního procesu bude Tiskárna a RFID

encoder Zebra ZT410. Pro přenos informací pak bude využita kombinace labelů ALN-9613 Small Item Higgs 3, 19mm x 13mm a ALN-9629-FWRW Square Higgs 3, 26mm x 26mm.

4.1.1 Stolní čtečka DUR-120

„DUR 120 USB je čtečka UHF RFID, která umožňuje nejjednodušší způsob integrace technologie RFID do každodenního používání. Čtečka je napájena a ovládána přímo rozhraním USB, což umožňuje čtení EPC Class 1 Gen2 UHF RFID tagů“ [8].

Integrovaná anténa čtečky DUR 120 USB (obr. 4.1) umožňuje přenos dat v krátkém až středním dosahu. Výhodou této čtečky je konektivita přes USB rozhraní, díky čemuž se dá připojit k jakémukoliv počítači a díky podpoře Plug and Play rychle nainstalovat a okamžitě začít používat. Součástí balení je ale i samostatný software lépe využívající jednotlivé funkce čtečky. V případě potřeby se k ní dá dokoupit stojan pro stabilní umístění na stanovišti.

Mimo schopnosti číst data různých tagů v pracujících v oblasti UHF je tato čtečka schopna i úprav dat na tagu. Může tak být určena k naprogramování, úpravě, smazání, ale i k permanentní deaktivaci tagu.



Obr. 4.1 Stolní RFID čtečka čipů DUR-120

Zdroj: www.tsscompany.eu

4.1.2 Tiskárna s UHF encoderem Zebra ZT410

Tiskárny typu Zebra ZT410 (obr. 4.2) patří do segmentu střední třídy stolních tiskáren a jsou díky svým kompaktním rozměrům vhodné pro provoz v kancelářských prostorech,

skladech a lehkém průmyslu. Mezi přednosti těchto tiskáren patří snadná obsluha, údržba a doplňování materiálu a podpora systému LinkOS, která umožňuje jednoduchou integraci do místního IT systému a vzdálenou správu. Nabízí se v několika variantách včetně verze podporující kódování tištěných tagů.

Tato tiskárna v sobě kombinuje dvě velmi důležité funkce a to jak programování labelů s RFID tagem, tak i schopnosti na tento label vytisknout informace buď ve formě textu nebo v různých verzích optických kódů. V případě jejího použití, tak může být na labelu buď stejná informace jako je obsažená v RFID tagu, tak třeba text pro snadnější rozpoznání při manipulaci s potištěným materiálem.

Mezi klíčové vlastnosti této tiskárny patří:

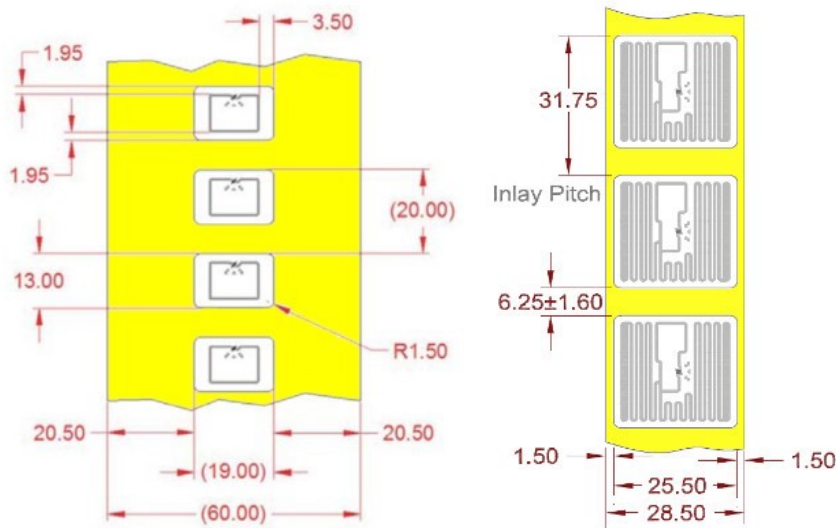
- odolná konstrukce pro běžné použití;
- Zebra LinkOS pro snadnější správu;
- vysoké rozlišení tisku až 600 DPI;
- konektivita skrz USB, Ethernet, Bluetooth a RS232;
- tisk většiny 1D a 2D kódů a možnost programování RFID labelů;
- možnost připojení řezačů vytisknutých a naprogramovaných labelů (v tomto případě potřebných pro úpravu tagů ALN-9629);
- LCD displej;
- tiskne a kóduje tagy s minimální roztečí 16 mm;
- technologie adaptivního kódování zjednodušuje nastavení RFID;



Obr. 4.2 Tiskárna Zebra ZT410
Zdroj: www.codeware.cz

4.1.3 RFID tagy Alien

Přímo na jednotkách ve výrobním procesu budou jako vhodné použity dva typy tagů ze skupiny Form Factor od výrobce Alien. Konkrétně se jedná o modely ALN-9629 a ALN-9613 (Obr. 4.3).



Obr. 4.3 RFID tagy ALN-9613 a ALN-9629

Zdroj: www.codeware.cz

Model ALN-9629 by měl stačit svými parametry pro splnění zadaných požadavků (kapacita dat, požadovaný rozměr a plocha pro případné umístění 2D kódu. Protože je ale příliš velký (22,5 mm x 22,5 mm), nelze jej použít pro model UPPER a proto bude pro použití k dispozici i jeho menší varianta ALN-9613 (12,0 mm x 9,0 mm).

Oba modely z této rodiny tagů jsou zároveň vhodné pro níže popsané funkce:

- zamčení dat – ke změně uložených dat je potřeba heslo;
- odemčení dat – ke změně uložených dat je potřeba heslo;
- trvalé zamčení dat – jednou zadaná data již nikdy nejde změnit;
- trvalé odemčení dat – po naprogramování tagu může kdokoliv a kdykoliv měnit data;
- znehodnocení tagu – možnost zablokovat tag, aby v něm obsažená data už nikdy nešla přečíst;

5 Vyhodnocení návrhu

V předchozí kapitole byl popsán uvažovaný systém. Níže jsou uvedeny výsledky provedeného trialu na danou technologii, spolu s jejich zhodnocením pro použití na uvažovaném oddělení.

5.1 Test funkčnosti navrženého RFID systému

Pro potvrzení správnosti navržené technologie je třeba provést praktický test kompatibility RFID technologie přímo pro dané pracoviště (výrobní linku).

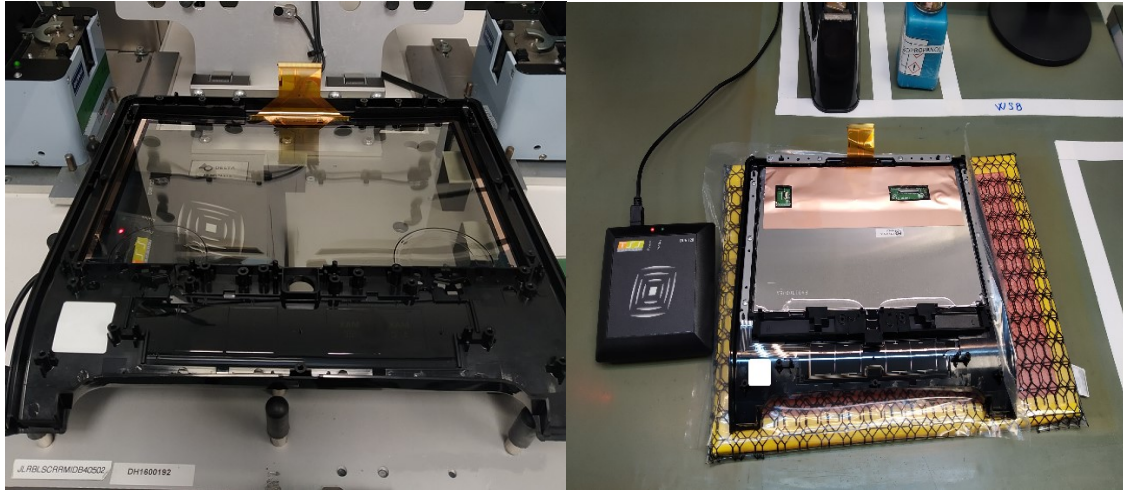
Pro provedení trialu na funkčnost sledování výrobního procesu za pomoci RFID technologie není pro sledování použit podnikový SFC systém, ale výrobcem čtečky DUR-120 vlastní software TSSTagger určený k prezentaci jednotlivých vlastností této čtečky.

Pro tento test byla použita v předchozí kapitole popsaná čtečka čipů DUR-120 a oba typy výše popsaných RFID tagů.

Na první stanici, kde je nyní laser určený k zápisu dat přímo na materiál je umístěna čtečka čipů DUR-120 nastavená na programování se zápisem dat u každé jednotky zvyšujícím se o hodnotu jedna s každou další jednotkou. Díky této posloupnosti je tak zajištěna unikátnost každé jednotky vstupující do procesu.

Na každé stanici vyznačené v příloze A a B je pak stejným typem čtečky načtena informace o zpracovávané jednotce, než projde požadovanou výrobní nebo testovací aktivitou dle instrukcí na daném stanovišti.

Tato čtečka je pak na každé stanici umístěna v předpokládané nejvhodnější pozici proti pravému spodnímu rohu MID jednotky nebo po straně UPPER jednotky, zajišťující správný zápis a sběr dat. Tato čtečka je pak přes USB kabel připojena ke stejnému počítači, ke kterému je normálně připojen skener optických kódů pro potvrzení fungující komunikace, i když se data budou zapisovat do jiného programu. V tomto případě je třeba potvrdit jak schopnost načtení zpracovávané jednotky, tak nenačtení jednotky nacházející se v blízkém okolí, která by se tak mohla neúmyslně zavést do systému, i když to není vyžadováno. Je tak třeba potvrdit schopnost číst data pouze v požadované vzdálenosti pro zajištění spolehlivosti systému. Na obrázku 5.1 je pak vidět umístění čtečky na stanovištích 2 a 8 při zpracování jednotek typu MID.



Obr. 5.1 Čtení dat na stanicích 2 a 8
Zdroj: vlastní

Protože společnost PASCZ nyní není domluvena se zákazníkem na odesílání aktivních RFID tagů ve svých výrobcích, tak bude na konci celého procesu ještě jedna čtečka navíc, jejímž úkolem bude permanentní deaktivace tagu. Důvodem pro tuto činnost je, že v případě, že pokud zákazník ve svém podniku RFID technologii pro sběr dat používá, dostávaly by se mu na jeho výrobní linku nadbytečné údaje jak pro tohoto zákazníka, tak i pro koncového zákazníka.

Pokud by byla v budoucnu schválena změna způsobu sběru dat, muselo by se tak stát pouze na základě souhlasu zákazníka. Platí totiž, že každý proces dodavatele v automotive musí být vždy dopředu schválen se zákazníkem a zároveň být průběžně auditován dle požadavku zákazníka, ať už se jedná o předepsané interní audity, tak audity prováděné přímo zákazníkem.

5.1.1 Měření vzdálenosti detekce signálu

V tabulce 5.1 je uvedeno maximální rozpětí vzdáleností mezi jednotkou a čtečkou dat jak zápisu, tak čtení dat na jednotlivé stanici v závislosti na zpracovávaném modelu a nastavené síle signálu čtečky. U čtečky DUR-120 lze v dodaném softwaru nastavit intenzitu signálu v rozmezí 0-15 dBm.

Musí platit, že maximální vzdálenost musí být nenulová tj. umožňující načtení tagu, ale zároveň by neměla umožňovat načtení tagů jednotek čekajících v okolí. Při měření v praxi tak byl určen maximální dosah na 35 cm.

Vzhledem k charakteristikám obou typů tagů ALN-9629 a ALN-9613 byl pro kombinaci tagu ALN-9613 a jednotky UPPER nastaven maximální výkon 14 dBm a pro ALN-9629 spolu s jednotkou MID výkon 8 dBm. Měření bylo provedeno na deseti jednotkách, u všech se podařilo načtení na první pokus a zapsané údaje reprezentují průměr naměřených hodnot, kdy odchylka mezi nejnižším a nejvyšším údajem byla maximálně 3 cm.

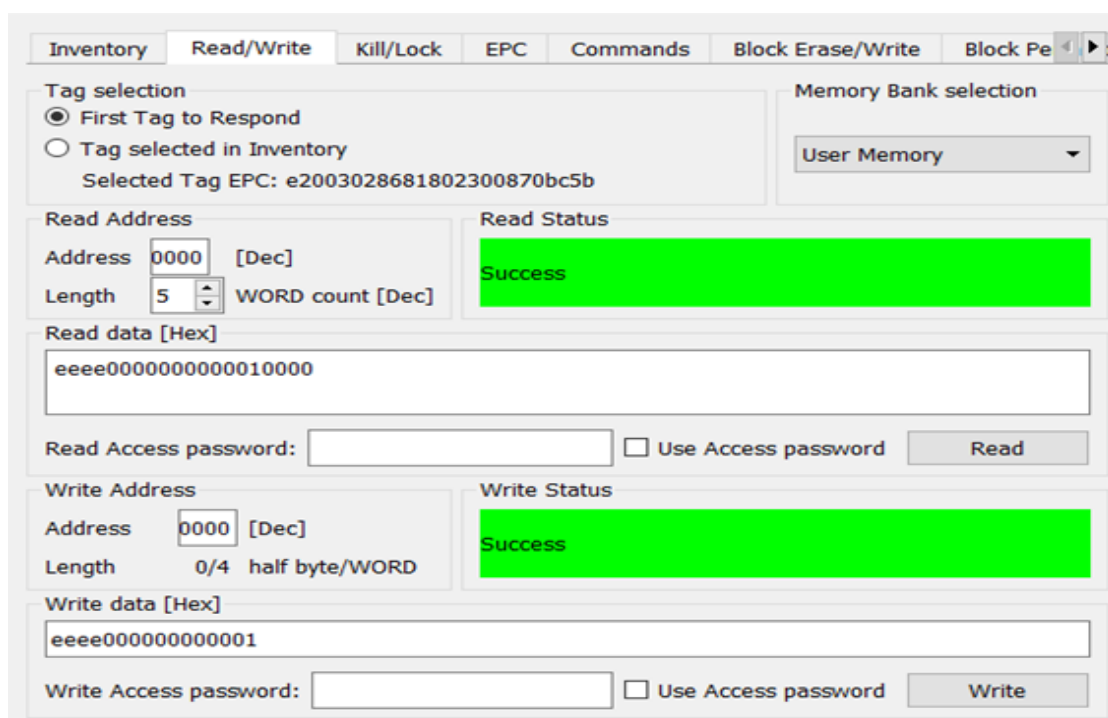
Tabulka 5.1 Výsledky měření maximální vzdálenosti při čtení nebo zápisu dat

| Číslo stanice/ | UPPER Maximální vzdálenost | MID Maximální vzdálenost |
|----------------------------|-------------------------------|-----------------------------|
| Stanice 1 (zápis) | 5 cm | 25 cm |
| Stanice 2 (první načtení) | 1 cm | 15 cm |
| Stanice 2 (druhé načtení) | 5 cm | 25 cm |
| Stanice 3 (první načtení) | 2 cm | 15 cm |
| Stanice 3 (druhé načtení) | 2 cm | 15 cm |
| Stanice 4 (načtení) | 5 cm | 25 cm |
| Stanice 5 (načtení) | 5 cm | 25 cm |
| Stanice 6 (první načtení) | 2 cm | 15 cm |
| Stanice 6 (druhé načtení) | 2 cm | 15 cm |
| Stanice 7 (načtení) | 5 cm | 25 cm |
| Stanice 8 (načtení) | 5 cm | 25 cm |
| Finální montáž 1 (načtení) | 2 cm | 15 cm |
| Finální montáž 2 (načtení) | 2 cm | 15 cm |

Zdroj: Vlastní zpracování

Měření prokázalo schopnost systému označit a následně načíst všechny jednotky na všech stanicích v celém výrobním procesu. Na obrázku 5.2 je pak vidět záznam z průběhu měření na první stanici, kde byl proveden jak zápis, tak hned po něm i kontrolní načtení dat pro potvrzení správnosti zápisu dat.

Na poslední stanici (Finální montáž 2 načtení) bylo zároveň dosaženo i trvalé deaktivace tagu, což v případě neschválení používání RFID technologie ze strany zákazníka zajistí, že žádná data nebudou touto technologií poslána mimo brány společnosti PASCZ.



Obr. 5.2 Potvrzení o zapsání a kontrolního načtení dat první jednotky na první stanici v programu TSSTagger
Zdroj: vlastní

5.2 Rentabilita zavedení RFID systému

Pro každý projekt na zavedení nové technologie, postupu nebo změnu produktu platí několik pravidel, kterými se musí navrhovatelé vypořádat. Mimo potencionálních nevýhod, funkčních změn, nutnosti získat souhlas zákazníka nebo provést změnu na základě požadavku zákazníka je finanční úspora klíčovým požadavkem.

Už při plánování tvorby celého projektu je třeba sledovat požadavky zákazníka a uvažovat o způsobech jejich splnění s ohledem na jejich finančními náklady a řešit tak rentabilitu celého projektu.

Protože se ale nejenom v automotive už při uzavírání smluv počítá se soustavným zlepšováním na straně dodavatele, často je ve smlouvách uveden požadavek na postupné snižování cen výrobku s postupem času, i když rostou některé paušální výdaje. Z toho důvodu musí být v každé společnosti oddělení zodpovědné jak za soustavné zlepšování (Kaizen), tak za implementaci a udržování pravidel štíhlé výroby (Lean).

Pokud je tedy řešena varianta přechodu z jednoho systému sběru dat na jiný, je třeba jej posoudit nejenom z hlediska jeho proveditelnosti, ale i jeho výhodnosti ve smyslu zvýšení efektivity celého procesu a tím ke snížení nákladů na výrobu daného produktu.

V této kapitole budou řešeny dva úkoly. Prvním je porovnání počátečních nákladů a nákladů na provoz obou technologií a druhým je zjištění doby návratnosti zavedené změny technologie na RFID.

5.2.1 Porovnání nákladů na systémy sběru dat při spuštění nového projektu

Pro oba systémy sběru dat platí potřeba poměrně obsáhlé a drahé IT infrastruktury a zároveň velmi nízké ceny za provoz daného systému. Každá technologie, ale má svoje specifika odrážející se v jejich finanční výhodnosti.

Protože v době spuštění projektu výroby infotainmentu platil požadavek zákazníka na použití optických kódů (který již neplatí) a potřebě značit jednotku UPPER velmi malým kódem obsahujícím dlouhý kód, jediným řešením splnění těchto podmínek bylo zavedení značení laserem. Ač má tato technologie velmi nízké náklady na provoz, tak má vysoké počáteční náklady. Stanice pro potisk kódu laserem tak společnost přišla na 965 070 CZK včetně dodavatelem zajištěných aktivit spojených s jejím uvedením do provozu. Na všech dalších stanicích jsou pak umístěny čtečky Honeywell Xenon 1900 s ceníkovou cenou v době pořízení 5 500 CZK. Pro potřeby celé linky na 10 stanicích a dalších dvou na následující lince muselo být pořízeno celkem 33 čteček pro značení jednotek.

Pro stejný úkol v případě RFID technologie je potřeba jedna tiskárna Zebra ZT410 s rozšířenou konfigurací o modul RFID ke kódování RFID etiket, nabízený společností Codeware za 85 292 CZK a dále pak 45 stolních RFID čteček tagů UHF DUR-120 s jednotkovou cenou 6 756 CZK (viz tabulka 4.1).

Tabulka 5.2 Náklady na vybavení v CZK pro jednotlivé technologie pro sběr dat

| Druh vybavení | RFID | Optický kód |
|------------------------------------------|---------|-------------|
| Zařízení pro tvorbu kódu | 85 292 | 965 070 |
| Čtecí zařízení na jednotlivých stanicích | 304 020 | 181 500 |
| Σ | 389 312 | 1 146 570 |

Zdroj: Vlastní zpracování

5.2.2 Porovnání nákladů na provoz systémů pro sběr dat

Provozní náklady na sledování vyráběných produktů za pomoci RFID technologie jsou spojené se spotřebou RFID tagů umístěných v labelech, které se nerecyklují. Cena tagů nabízené společností Codeware a ShopID pro typy ALN-9629 je 3,20 CZK a u ALN-9613 je 3,80 CZK za tag. Uvažovaná cena je platná pouze pro případ velkých objednávek (nad 20000 ks), což by ale při aktuálním objemu výroby neměl znamenat žádný problém pro společnost PASCZ.

Naproti tomu u optických kódů nejsou žádné provozní náklady vztahující se ke konkrétní jednotce. Protože je ale třeba uvažovat časovou úsporu při práci s RFID čtečkami, je v tabulce 4.2 uveden propočten čas v průměru na jednu spotřebovanou jednotku. Měření probíhalo vždy pro deset jednotek a v tabulce je uveden aritmetický průměr jednotlivých hodnot.

Tabulka 5.3 Čas zaměstnance v sekundách strávený při zápisu a skenování jednotek

| Číslo stanice | UPPER | MID |
|----------------------------|-------|------|
| Stanice 1 (zápis) | 14,3 | 0 |
| Stanice 2 (první načtení) | 2,8 | 2,2 |
| Stanice 2 (druhé načtení) | 2,5 | 2 |
| Stanice 3 (první načtení) | 3,6 | 2,8 |
| Stanice 3 (druhé načtení) | 3,6 | 2,8 |
| Stanice 4 (načtení) | 2,6 | 2 |
| Stanice 5 (načtení) | 2,5 | 2,2 |
| Stanice 6 (první načtení) | 2,8 | 2,2 |
| Stanice 6 (druhé načtení) | 2,4 | 1,8 |
| Stanice 7 (načtení) | 2,7 | 2 |
| Stanice 8 (načtení) | 2,5 | 2,5 |
| Finální montáž 1 (načtení) | 2,2 | 2,2 |
| Finální montáž 2 (načtení) | 2,2 | 2,2 |
| Σ | 46,7 | 26,9 |

Zdroj: Vlastní zpracování

Pro propočten ušetřených nákladů je použita tabulková hodnota nákladů na zaměstnance ve výši 9,26 CZK za minutu a kombinuje se s časem stráveným načítáním Data Matrix kódu z obou typů jednotek (UPPER a MID). Náklady na zaměstnance použité pro tento případ neznamenají pouze jeho finanční odměnu, ale souhrnný náklad na výrobní proces převedený na jednoho zaměstnance na výrobní lince. Tento náklad tak mimo samotné

finanční odměny zaměstnance obsahuje i náklady na ostatní oddělení přímo nebo nepřímo podílející se na výrobním procesu (IT support, náklady na sklad, údržba, energie apod.).

Při přepočtení součtu časů strávených skenováním na náklady na zaměstnance zjistíme, že značením UPPER jednotek společnost vydává 7,2 CZK na jednotku a 4,2 CZK na jednotku MID.

Zároveň platí, že náklady na značení RFID technologií jsou zanedbatelné (čtečka je umístěna na místě, kde musí být jednotka stejně vložena) a v úvahu přichází pouze čas určený k polepení vytištěného tagu v rozsahu několika sekund.

Provoz IT systému nebyl započítán, protože se předpokládá, že náklady na provoz budou velmi podobné. Jak zpracování dat z optických čteček čárových kódů, tak čtečkou RFID kódů by mělo fungovat na stejném principu a není tedy důvod se domnívat, že by náklady na provoz IT systému byly odlišné.

Porovnáním nákladů na zavedení obou technologií se ukázala výhodnost zavedení RFID technologie a to hlavně z důvodu vysoké pořizovací stanice laserového potisku. Proces gravírování je tak zároveň největší finanční zátěží pro společnost a to jak z hlediska vstupních nákladů, tak vzhledem poměrně dlouhé době potřebné pro gravírování každé jednotky.

Z hlediska nákladů na provoz byla prokázána výhodnost používání systému RFID pro model UPPER. I v tomto případě je důvodem gravírování laserem, které má nejen vysoké pořizovací náklady, ale je i časově náročné. Mimo samotný čas, kdy musí být jednotka gravírována uvnitř stanice je pak totiž ještě potřeba započítat čas potřebný k přípravě této jednotky (odstranění ochranné fólie a její vrácení po ukončení gravírování).

Pro model MID je použití RFID tagu též výhodné, ale úspora oproti modelu UPPER je nižší, vzhledem k absenci potřeby gravírování.

5.2.3 Určení návratnosti investice při přechodu na RFID technologii

Protože je v každé společnosti každá potencionální investice, která není požadovaná zákazníkem řešena z pohledu potencionálních pozitivních přínosů oproti vynaloženým nákladům, tak i v tomto případě je potřeba zjistit jestli a kdy se vynaložené investice vrátí.

V předchozí části se podařilo prokázat výhodnosti provozu RFID systému oproti využívání optických kódů pro sledování výrobního procesu. Zbývá ještě určit za jakou dobu po zavedení této technologie by se vrátily výdaje potřebné na zavedení této technologie.

Pro určení návratnosti investic je pak použit vzorec tohoto tvaru:

$$ROI = \frac{\sum_{i=1}^n V}{\sum_{i=1}^n I + \sum_{i=1}^n C} \quad (1.1)$$

Kde: V zisk (úspora)

C náklady

I investice

n počet let

Pro určení úspory je třeba vycházet z předpokladu produkce infotainmentů na úrovni okolo 300 000 jednotek ročně, rovnoměrně rozvržené mezi modely UPPER a MID. Protože je cena tagů 3,2 CZK a 3,8 CZK a náklady na čas skenování na jednotku jsou 4,2 CZK a 3,8 CZK dle produkovaného modelu, pak je průměrná úspora na jeden infotainment 2,2 CZK. Z této informace jde odvodit roční úspora ve výši 660 000 CZK. Investice pro zavedení RFID technologie jsou pak dle tabulky 5.2 ve výši 389 312 CZK. Další náklady nejsou řešeny, protože se uvažují stejné jako v současnosti.

Dosazením do rovnice (1.1) pak získáváme:

$$ROI = \frac{660\,000\text{ CZK}}{389\,312\text{ CZK}} = 1,69$$

Výsledek výpočtu návratnosti takové investice je tak dalším důvodem pro zavedení této technologie do praxe na daném oddělení. Hodnota 1,69 (neboli 169 %) vrácených investic během prvního roku by tak měla být dobrým argumentem pro prosazení zavedení této technologie do provozu.

Závěr

V teoretické části práce jsem se zabýval problematikou automatické identifikace. Požadavky norem jako je ISO 9001:2016, IATF 16949:2016, potřeb společnosti mít přehled o toku materiálu a zákazníka na sledovatelnost vyráběných a vyrobených produktů vyžadují komplexní systém pro sledování výrobního procesu a to jak po hardwarové, tak softwarové stránce.

Z toho důvodu byly popsány technologie a složení dvou nejrozšířenějších metod automatické identifikace – technologiím postaveným na používání optických kódů a radiofrekvenční identifikaci. Byla popsána historie jejich vzniku a postupné rozšíření jejich používání až do současné doby spolu s příklady jejich využívání.

U automatické identifikace za pomoci čárových kódů byly popsány jejich jednotlivé verze, způsoby zápisu, čtení a standardizace. U automatické identifikace za pomoci RFID technologie byly též popsány jejich varianty součásti, způsoby interakce a kompatibilita a zároveň bylo uvedeno srovnání těchto technologií v klíčových charakteristikách k vyznačení odlišností pro praktické použití. Protože se v obou případech jedná o metody automatické identifikace s různými výhodami uvedl jsem i efektivní způsoby kombinace těchto technologií v rámci dodavatelského řetězce.

V praktické části jsem pak z podkladů z teoretické části navrhl pro konkrétní prostředí zavedení systému pro sledování výrobního procesu postaveném na technologii RFID jako alternativu k používání optických kódů aktuálně používaných. Protože používání optických kódů v řešené společnosti funguje, ale vyžaduje úkony zaměstnanců navíc, snažil jsem se poukázat na zvýšení efektivity zvýšením kapacity linky, snížením prostojů způsobenými načítáním zpracovávaných produktů.

Navržené řešení postavené na RFID technologii poté bylo úspěšně odzkoušeno, což potvrdilo nejenom funkčnost daného řešení, ale při porovnání s používáním optických kódů i jeho finanční výhodnost, a to jak dle výše počátečních nákladů, tak provozních nákladů.

Mimo samotnou finanční výhodnost daného řešení je třeba brát v úvahu přednosti RFID systému v ergonomii. Zaměstnanci se totiž mohou soustředit pouze na činnosti spojené s postupnou úpravou vstupního materiálu přes polotovary do podoby finálního výrobku a nemusí řešit načtení rozpracovaného výrobku do systému a s tím spojené automatizované

pohyby při manipulaci se skenerem. Protože jsem součástí tohoto oddělení, byl tento ergonomický problém zároveň můj počáteční impulz pro hledání jiného řešení pro sběr dat ve výrobním procesu ve snaze ulevit zaměstnancům od nadbytečných aktivit.

Seznam zdrojů

Citovaná literatura

- [1] GROS, Ivan. *Velká kniha logistiky*. Praha, 2016. ISBN 978-80-7080-952-5.
- [2] CHILDRESS, David Hatcher. *Nikola Tesla a jeho tajné vynálezy*. 2., nezmen. vyd. Bratislava: Citadella, 2012. ISBN 978-80-970875-0-0.
- [3] BARTNECK, Norbert, Volker KLAAS a Holger SCHOENHERR, ed. *Optimizing processes with RFID and Auto ID: fundamentals, problems and solutions, example applications*. Erlangen: Publicis Publishing, c2009. ISBN 978-3-89578-330-2
- [4] Čárové kódy (teorie). www.gaben.cz [online]. [cit. 2020-05-21]. Dostupné z: <http://www.gaben.cz/cz/faq/carove-kody-teorie>
- [5] CEMPÍREK, Václav, KAMPF, Rudolf a Jaromír ŠIROKÝ. *Logistické a přepravní technologie*. Vyd. 2. Pardubice: Institut Jana Pernera, 2014. ISBN 978-80-263-0710-5
- [6] LUDVÍK, Milan. RFID ve výrobě a skladech? www.systemonline.cz [online]. 2005 [cit. 2020-06-21]. Dostupné z: <https://www.systemonline.cz/clanky/rfid-ve-vyrobe-a-skladech.htm>
- [7] J. Košturiak, *Inovace Vaše konkurenční výhoda*, Brno: Computer Press, 2008.
- [8] TSS Company DUR-120 Stolní RFID čtečka čipů UHF, USB. [Www.codeware.cz](http://www.codeware.cz) [online]. [cit. 2020-08-21]. Dostupné z: https://eshop.codeware.cz/items/stolni_15446658/tss-company-dur-120-stolni-rfid-ctecka-cipu-uhf-usb_a_TS-RFID-DUR-120U.html
- [9] HNÁTEK, Jan. *Komentované vydání ČSN EN ISO 9001:2016*. Praha: Česká společnost pro jakost, 2016. ISBN 978-80-02-02642-6..

[10] PETRAŠOVÁ, Ivana. *Norma pro systém management kvality v automobilovém průmyslu IATF 16949:2016: Požadavky na systém managementu kvality v organizacích zajišťujících sériovou výrobu a výrobu příslušných náhradních dílů v automobilovém průmyslu*. Praha: Česká společnost pro jakost, 2016. ISBN 978-80-02-02699-0.

Seznam grafických objektů

| | |
|----------------------------------------------------------------------|----|
| Obr 1.1 Možnosti sledování stavu výroby za pomoci SFC systému Qlik | 13 |
| Obr 2.1 Identifikační systém Siemens Moby M a Simatic RF300 | 21 |
| Obr 2.2 Schéma RFID systému | 21 |
| Obr 2.3 RFID tag | 22 |
| Obr 2.4 Provozní frekvence | 25 |
| Obr 2.5 Funkce RFID čtečky | 27 |
| Obr 2.6 Využití RFID systému v logistice | 29 |
| Obr 2.6 Kód EAN 13 a EAN 8 | 31 |
| Obr 2.7 Varianty 2D kódů | 32 |
| Obr 2.8 Samolepicí etikety s potiskem | 34 |
| Obr 2.9 Gravírované kódy na PCB deskách | 35 |
| Obr 2.10 Vliv světla na čitelnost kódu z mikroúderového značení | 36 |
| Obr 2.11 Stacionární a Mobilní snímače čárových kódů | 37 |
| Obr 2.12 Využití dvou technologií s ohledem na výhody každé z nich | 41 |
| Obr. 3.1 Závod Panasonic Automotive System Czech | 42 |
| Obr. 3.2 Infotainment vyráběný v PASCZ | 45 |
| Obr. 3.3 SFC systém Panasonic SOFA a SAP NetWeaver | 46 |
| Obr. 3.4 Nejběžnější používané mobilní snímače optických kódů | 47 |
| Obr. 3.5 Vytvořený 2D kód pro jednotku UPPER | 48 |
| Obr. 4.1 Stolní RFID čtečka čipů DUR-120 | 52 |
| Obr. 4.2 Tiskárna Zebra ZT410 | 53 |
| Obr. 4.3 RFID tagy ALN-9613 a ALN-9629 | 54 |
| Obr. 5.1 Čtení dat na stanicích 2 a 8 | 56 |
| Obr. 5.2 Potvrzení o zapsání a kontrolního načtení dat první stanicí | 58 |

Seznam zkratek

| | |
|-------|-----------------------------------|
| BAP | Battery Assisted Passive |
| DPM | Direct Part Marking |
| EAN | European Article Number |
| HF | High frequency |
| LF | Low Frequency |
| NASA | North American Space Agency |
| NFC | Near Field Communication |
| PASCZ | Panasonic Automotive System Czech |
| PC | Personal Computer |
| PCB | Printed Circuit Board |
| RFID | Radio Frequency Identificatio |
| SHF | Super High Frequenc |
| SCM | Supply Chain Management |
| SFC | Shop Floor Contro |
| SN | Serial Number |
| UHF | Ultra High Frequency |
| USB | Universal Serial Bus |

Seznam příloh

- Příloha A Schéma výrobní linky v cleanroomu
- Příloha B Schéma výrobní linky mimo cleanroom

Schéma výrobní linky v cleanroomu

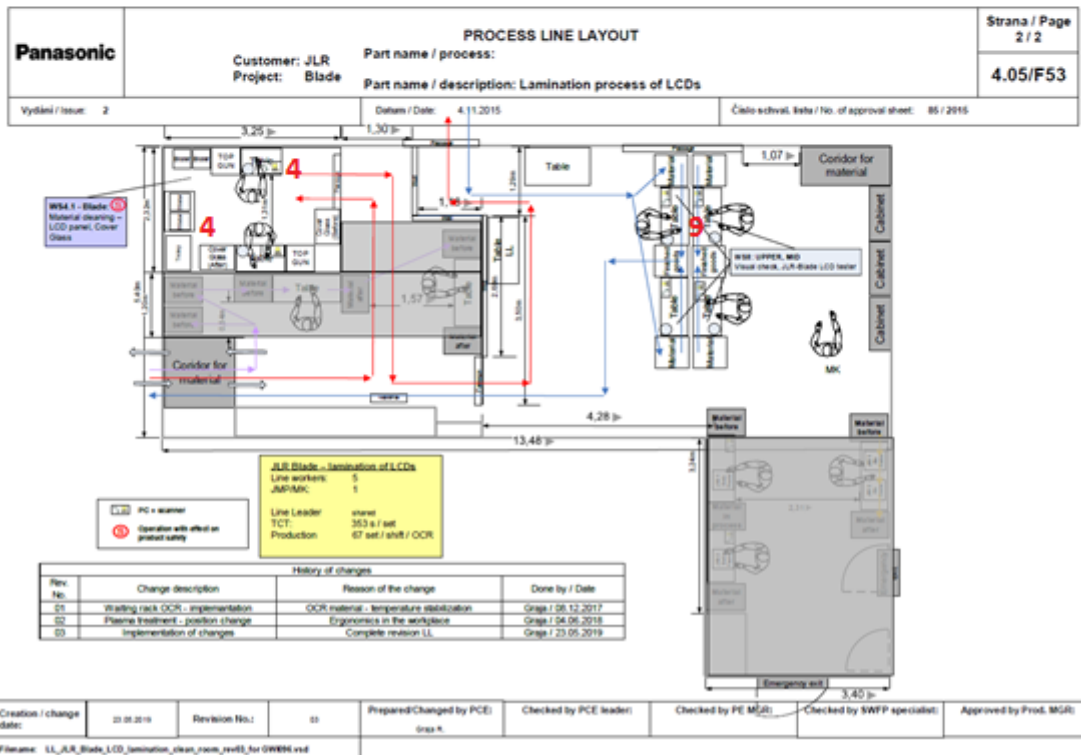
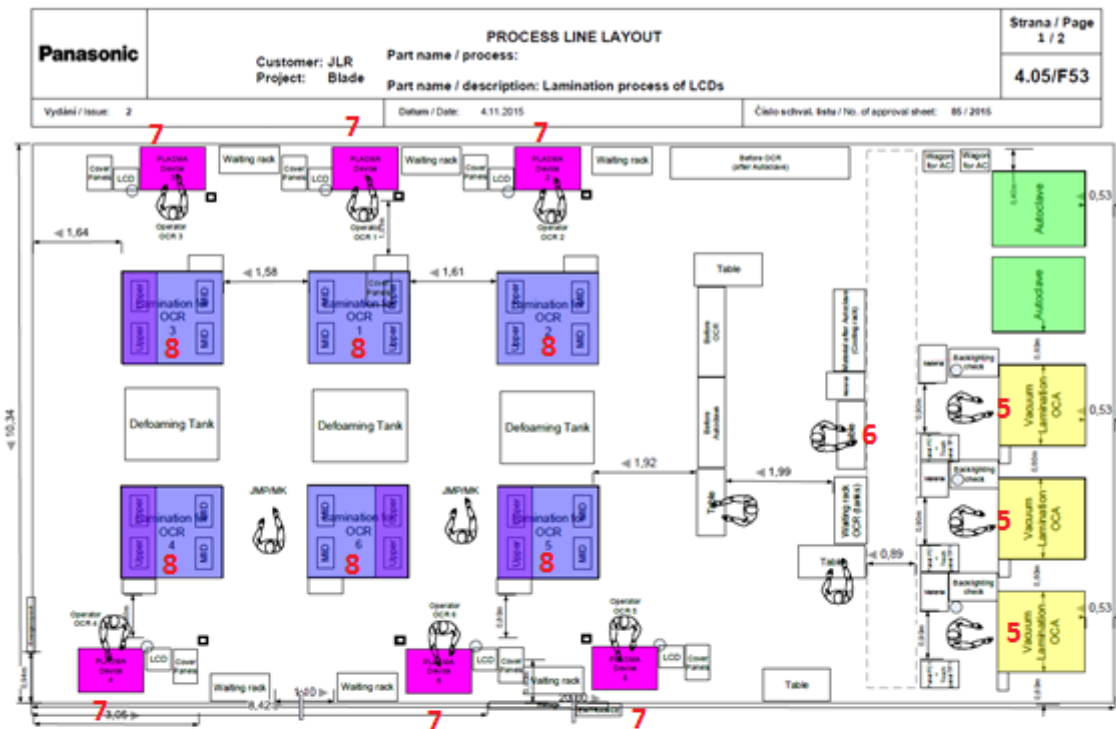
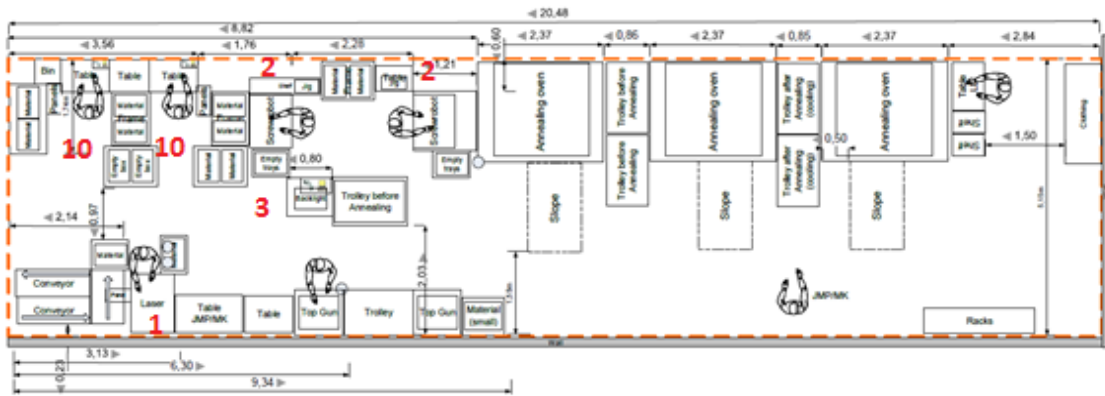


Schéma výrobní linky mimo cleanroom

| | | | |
|-------------------|---------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|------------------------|
| Panasonic | PROCESS LINE LAYOUT | | Strana / Page 1 / 1 |
| | Customer: JLR Project: Blade | Part name / process: Part name / description: Lamination process of LCDs | 4.05/F53 |
| Vydání / Issue: 3 | Datum / Date: 4.9.2019 | Číslo schvát. listu / No. of approval sheet: 104 / 2019 | |



| History of changes | | | |
|--------------------|--------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| Rev. No. | Change description | Reason of the change | Done by / Date |
| 01 | New arrangement of work stations - new knowledge | Process change | Graja / 04.06.2019 |
| 02 | Implementation of changes | Complete revision LL | Graja / 23.06.2019 |
| 03 | LL adaption to new dimensions | New space (20x20) | Graja / 19.06.2019 |
| 04 | Removing the workflow from LL | Moving the process to another location - UA MC (Specor removal) PCR 1910-2 | Graja / 25.11.2019 |

| | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------------------------------------------------------------|------------|---------------|----|------------|----------|------------------|--|--------------|--|------------|--|---------------|--|
| Creation / change date: | 25.11.2019 | Revision No.: | 04 | Name PCE: | Graja R. | Name PCE leader: | | Name PE MGR: | | Name SWFP: | | Name ProdMGR: | |
| Signature: | | | | Signature: | | Signature: | | Signature: | | Signature: | | Signature: | |
| Filename: LL_AA_Blade_02_LL_lamination_Annealing space_work_without material flow.net | | | | | | | | | | | | | |

| | |
|------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Autor | Bc. Ladislav Kolísek |
| Název DP | Využití bezkontaktních technologií při řízení a sledování výrobního procesu |
| Studijní obor | LOG |
| Rok obhajoby DP | 2020 |
| Počet stran | 55 |
| Počet příloh | 2 |
| Vedoucí DP | Ing. Libor Kavka, Ph.D. |
| Anotace | Diplomová práce se zabývá možnostmi sběru dat prostřednictvím bezdrátových technologií. Teoretická část práce detailně popisuje dvě v současnosti nejrozšířenější technologie sběru dat a to používání optických kódů a RFID technologie. V praktické části je pak proveden návrh na implementaci RFID technologie ve vybrané společnosti, popsán test dle navrženého systému na vybraném oddělení a výsledek je porovnán s aktuálně používaným sběrem dat za pomoci optických kódů. |
| Klíčová slova | Automatická identifikace, čárový kód, 2D kód, RFID technologie |
| Místo uložení | ITC (knihovna) Vysoké školy logistiky v Přerově |
| Signatura | |