

Vysoká škola logistiky o.p.s.

**Identifikace produktu ve výrobním
procesu**

(Diplomová práce)



**Vysoká škola
logistiky**
o.p.s.

Zadání diplomové práce

student **Bc. Vojtěch Tyšer**
studijní program 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: **Identifikace produktu ve výrobním procesu**

Cíl práce:

Na základě analýzy stávajícího stavu předložit návrh kontrolního procesu v rámci automobilového průmyslu za účelem zvýšení efektivity a minimalizace chyb ve výrobě napříč výrobním tokem. Předložené návrhy zhodnotit.

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. Teoretická východiska řešené problematiky
2. Analýza stávajícího stavu
3. Návrh řešení
4. Hodnocení navrhovaného řešení

Závěr

Rozsah práce: 55 – 70 normostran textu

Seznam odborné literatury:

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

LAMBERT, Douglas M., STOCK, James R. a Lisa M. ELLRAM. Logistika: příkladové studie, řízení zásob, přeprava a skladování, balení zboží. 2. vyd. Brno: CP Books, 2005. ISBN 80-251-0504-0.

PERNICA, Petr. Logistika pro 21. století (1. - 3. díl.)1. vyd. Praha: Radix 2005. ISBN 80-86031-59-4.

Vedoucí diplomové práce:

prof. Ing. Václav Cempírek, Ph.D., DBA


Datum zadání diplomové práce:

31. 10. 2021

Datum odevzdání diplomové práce:

12. 5. 2022

Přerov 31. 10. 2021


Ing. Blanka Kalupová, Ph.D.
vedoucí katedry


prof. Ing. Václav Cempírek, Ph.D.
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. 121/2000Sb., 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 předtím o této skutečnosti prorektora pro vzdělávání Vysoké školy 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. Souhlasím s případným použitím této práce Vysokou školou logistiky o.p.s. pro pedagogické, vědecké a prezentační účely.

Prohlašuji, že odevzdaná tištěná verze diplomové práce, elektronická verze na odevzdaném optickém médiu a verze nahraná do informačního systému jsou totožné.

V Přerově, dne 12. 05. 2022



.....
podpis

Poděkování

Děkuji prof. Ing. Václavu Cempírkovi, Ph.D., DBA za odborné vedení diplomové práce, poskytování rad, konzultací a literatury. Dále děkuji svým kolegům z oddělení Řízení programu vozu z firmy Škoda Auto a.s. za poskytnutí informací a dat vedoucích k vypracování návrhu nové identifikace produktu ve výrobním procesu.

Anotace

Diplomová práce se zabývá návrhem kontrolního procesu v rámci automobilového průmyslu za účelem zvýšení efektivity a minimalizace chyb ve výrobě. K popisu byl vybrán identifikační typový štítek karoserií (TPS) používaný ve firmě Škoda Auto a.s. k jedinečné identifikaci karoserií napříč výrobním tokem, na němž jsou provedeny návrhy na optimalizaci stávajícího stavu včetně závěrečného zhodnocení.

Klíčová slova

kontrolní proces, efektivita, minimalizace chyb, identifikace výrobku, RFID

Annotation

The diploma thesis deals with the design of the control process within the automotive industry in order to increase efficiency and minimize errors in production. The body identification plate (TPS) used by Škoda Auto a.s. was chosen for the description, for the unique identification of bodies across the production flow, on which proposals are made to optimize the current situation, including the final evaluation.

Keywords

control process, effective, error minimization, product identification, RFID

Obsah

Úvod.....	10
1 Teoretická východiska řešené problematiky	12
1.1 Výroba.....	12
1.1.1 Typy výrobních procesů	14
1.1.2 Teorie hromadné obsluhy	18
1.2 Řízení výroby	21
1.2.1 Tlačné systémy	22
1.2.2 Tažné systémy.....	23
1.2.3 Kombinované systémy.....	25
1.2.4 Ostatní	26
1.3 Štíhlá výroba	27
1.4 Automatická identifikace	28
1.4.1 Optické technologie	30
1.4.2 Radiofrekvenční technologie	30
1.4.3 Induktivní technologie	32
1.4.4 Magnetické technologie.....	32
1.4.5 Biometrické technologie.....	32
1.5 Čárové kódy	33
1.5.1 Historie.....	33
1.5.2 Prvky a konstrukce.....	34
1.5.3 Druhy čárových kódů.....	36
1.5.4 Výroba čárových kódů.....	38
1.5.5 Snímače čárových kódů.....	39
1.6 RFID.....	41
1.6.1 Historie.....	41
1.6.2 Transpondéry	42

1.6.3	Čtecí zařízení	44
1.6.4	Middleware	46
1.6.5	Standardy RFID	47
1.7	Zhodnocení teoretických východisek.....	48
1.7.1	Výroba a její řízení	48
1.7.2	RFID vs. Čárové kódy	49
2	Analýza stávajícího stavu	50
2.1	Společnost Škoda Auto a.s.	50
2.1.1	Historie.....	50
2.1.2	Současnost	51
2.1.3	Budoucnost	51
2.2	Výrobní tok	52
2.3	FIS.....	54
2.4	Identifikace karoserií.....	56
2.4.1	PR specifikace.....	56
2.4.2	CarRFID.....	57
2.4.3	TPS.....	60
2.4.4	SQS	61
2.5	Identifikace komponentů.....	63
2.5.1	Techweb.....	63
2.5.2	Sofist II	64
2.5.3	Sorty.....	66
2.5.4	Pick To Light (P2L).....	66
2.5.5	JIS identifikace	68
2.5.6	Nouzová strategie	69
3	Návrh řešení.....	70
3.1	Zjištění nedostatku	70

3.1.1	Tisk TPS	71
3.1.2	Tvorba výrobní sekvence.....	72
3.1.3	Poškození TPS štítků	73
3.2	Alternativy TPS.....	76
3.2.1	Plastový datový nosič	77
3.2.2	Gravírovaný datový nosič	78
3.2.3	RFID datový nosič	79
4	Hodnocení navrhovaného řešení	82
4.1	Současné náklady na identifikaci	82
4.2	Ztráty při současné identifikaci.....	83
4.3	Testy alternativních TPS	84
4.3.1	Plastový datový nosič	85
4.3.2	Gravírovaný datový nosič	86
4.3.3	RFID datový nosič	87
4.4	Nutné investice.....	88
	Závěr	90
	Seznam zdrojů.....	92
	Seznam grafických objektů.....	95
	Seznam zkratk	97
	Seznam příloh	101

Úvod

Diplomová práce se zabývá problematikou v oblasti identifikace produktu ve výrobě, konkrétně karoserií ve výrobním závodě automobilů v Mladé Boleslavi společnosti Škoda Auto a.s., jmenovitě její části MBII. Má za cíl analyzovat současný stav s následným návrhem nového řešení, jenž by vedlo k optimalizaci stávajícího stavu. Jako každá velká společnost, tak se i Škoda Auto a.s. snaží snižovat náklady spojené s výrobou svých produktů v takové míře, aby zachovala svou konkurenceschopnost na trhu s automobily a mohla dále prosperovat. Identifikace karoserií napříč výrobním tokem je jedním z neodmyslitelných nutných nákladů, který má potenciál redukce a současně skýtá nové možnosti v optimalizaci řízení a nakládání se získanými daty.

Práce je členěna do kapitol, kdy v první jsou uvedeny základní aspekty teoretických východisek, které jsou nutné pro správné řízení produkce automobilů. Jedná se o typizaci jednotlivých výrobních procesů a teorii hromadné obsluhy, díky níž je umožněno optimální řízení karoserií ve výrobním toku, systémy řízení výroby, prvky štíhlé výroby a aplikované identifikační technologie (čárové kódy a RFID).

Druhá kapitola analyzuje současný stav. V první řadě je stručně představena popisovaná společnost od hlavních historických milníků, přes problematiku současnosti, až po vize budoucnosti, kam se bude dále ubírat. V kapitole je dále popsán průběh výroby vozů a jsou zde uvedeny i základní výrobní systémy řízení, díky kterým je umožněn kvalitní informační tok. Jsou zde představeny základní prostředky identifikace karoserií a stupňů jejich výbav. Zároveň jsou představeny i prvky identifikace jednotlivých komponentů, ze kterých se finální výrobek kompletuje.

Třetí kapitola navrhuje na základě odhaleného slabého místa (nedostatku) v identifikaci karoserií určité alternativy neboli možné nástupce současné identifikace, jelikož stávající stav již nevyhovuje požadavkům moderního podniku či nárokům na štíhlé procesy a je poměrně komplikovaný nejen z hlediska pořízení, ale i z logistického hlediska na zajištění jeho jednotlivých komponent, řízení jejich stavů zásob na skladě, odvolávání od dodavatelů a řešení případných kvalitativních nedostatků.

Poslední kapitola zhodnocuje navrhovaná řešení formou testů jednotlivých alternativ včetně výstupů o provedených zkouškách. Všechny uvedené finanční obnosy, výrobní ztráty a objemy plnění jsou citlivými informacemi společnosti Škoda Auto a.s., proto byly

stanoveny fiktivní, pouze logicky nastíněné údaje na základě vlastní úvahy. Dále jsou zde uvedeny i orientační náklady na současnou identifikaci karoserií včetně ztrát, které při ní vznikají (držení vytištěné zásoby štítků a vícepráce zaměstnanců). Jelikož přechod na novou technologii identifikace vyžaduje jisté investice, byla tato potřeba detailně vyčíslena na konci kapitoly.

V závěru práce je nejvhodnější alternativa vyhodnocena z hlediska přínosů pro společnost Škoda Auto a.s. s možnými výhledy potenciálního využití generovaných informací v rámci digitalizace výrobních procesů a zavádění prvků prosazovaného konceptu Průmysl 4.0.

1 Teoretická východiska řešení problematiky

Důležitým aspektem pro poznání dané problematiky je seznámení se se základními teoretickými východisky, které toto odvětví obsahuje. Konkrétně se jedná o prvky z prostředí výroby a prvky z prostředí automatické identifikace. Primárně je nezbytné vědět, které z těchto částí vybraného procesu jsou nezbytné pro popis, analýzu a následné vyhodnocení.

1.1 Výroba

V průmyslovém prostředí se jedná o soubor určitých procesů a operací. Proces je kontinuální tok, ve kterém dochází ke transformaci surovin do podoby finálních výrobků formou operací. Pohledem logistiky je základem procesu samotná cesta materiálu. Výrobní proces obsahuje čtyři základní fáze:

- Transformace – montáž, demontáž, změna tvaru či kvality,
- Kontrola – porovnání s jistým standardem,
- Doprava – změna umístění,
- Skladování – doba, při které nedochází k žádné práci, dopravě či kontrole.

Materiály nebo komponenty z nich vyrobené, procházejí často napříč výrobním procesem většinou z výše uvedených fází. Pouze proces transformace navyšuje přidanou hodnotu výrobku. Ostatní ji naopak snižují, a proto je potřeba, aby byly buď zcela eliminované nebo alespoň zredukované.

Operací se rozumí jakákoliv činnost prováděná operátory (dělníky) nebo stroji s materiály, meziprodukty či finálními výrobky. Základem každé operace je vykonávání specifické činnosti. Každá z výrobních fází má alespoň jednu odpovídající operaci, která může být buď nastavovací nebo ryze transformační (montáž, obrábění apod). [1]

Výrobní proces lze chápat jako: „*soubor činností vyžadující jeden či více druhů vstupů tvořící výstup mající pro zákazníka hodnotu*“. [2, s. 40]

Výstup je tedy produktem určitého procesu, který může být buď hmotný nebo nehmotný. Podnikovým procesem se rozumí „*objektivně přirozená posloupnost činností, konaných s úmyslem dosažení daného cíle v objektivně daných podmínkách*“. [3, s. 15]

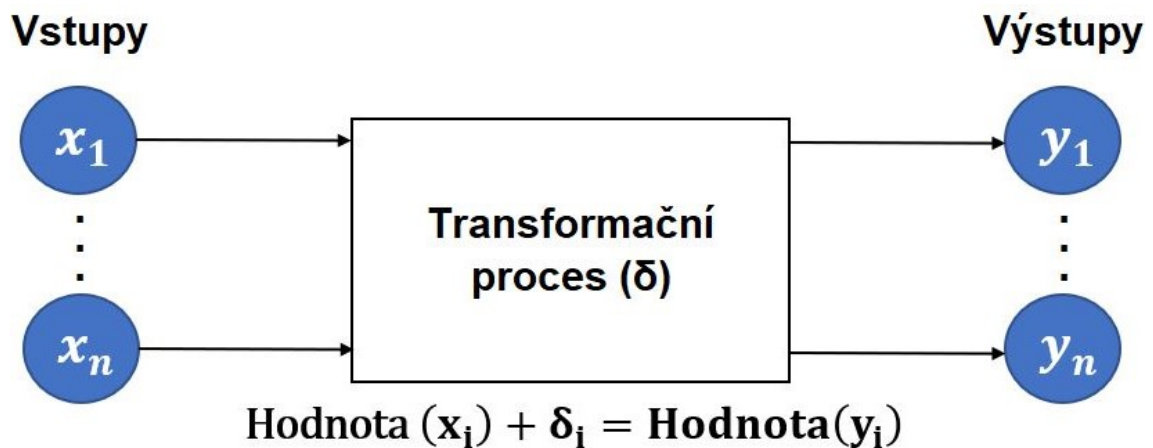
Poměřením těchto dvou definic je patrný rozdíl mezi procesem v obecném pojetí a procesem daným pro určitý podnik. K podnikovému procesu neodmyslitelně patří tyto základní aspekty:

- Cíl,
- Úmysl,
- Objektivní přirozenost postupu,
- Objektivně dané podmínky.

U všech procesů hraje zásadní roli čas. Jednotlivé činnosti jsou závislé na předem stanovené posloupnosti a musí na sebe navazovat. Zároveň každá z těchto činností vyžaduje svůj čas. Tím se podnikový proces odlišuje od jiných. Nejedná se o postup samostatný, ale s jasně stanoveným cílem a úmyslem cíle dosáhnout v daných podmínkách. Tímto nabývá podnikový proces jisté přirozené variantnosti. Podmínky uvnitř podniku jsou odlišné, tudíž nelze pojímat procesy zcela mechanicky lineárně. Neznamená to však, že by bylo nutné obecně definovaný proces zcela ignorovat. Stanovené podmínky jej mohou pouze upravovat do objektivně daných mezí. Základní řazení činností není náhodné či obecně nepopsatelné, ale vždy vyplývá z přirozených zákonitostí podnikání – výroby. Při stanovení postupu procesu je nutné brát zřetel na jeho přirozenost. U podnikového procesu se rozlišují dvě základní kritéria:

- obecný popis postupu procesu – třída procesů,
- průběh konkrétního procesu – instance třídy procesů.

V případě třídy procesů se jedná o strukturu činností obsahující všechny možné varianty. Variantnost postupu je stanovena podmínkami, v nichž proces probíhá. Pokud proces probíhá v obecně stanovených podmínkách, je potřeba okolnosti konkretizovat tak, aby bylo možné odhadnout, jaké okolnosti mohou nastat a jaký to může mít dopad do varianty postupu procesu. Výsledkem popisu třídy procesů je vytvoření obecného schéma procesu, které je platné pro všechny podstatné varianty nastalých podmínek, ve kterých bude moci v budoucnosti probíhat. Čas zde nespadá do kategorie, na kterou by se kladl důraz, jelikož se jedná o popis možností budoucího průběhu. Pro třídu procesů se taktéž užívá označení definice procesu. V případě instance třídy procesů jde o průběh v konkrétně stanoveném čase a za konkrétních podmínek, které v daném čase platí. Nic zde není potenciální, ale skutečné. Tento jednopřúchodový charakter instance procesu nese název workflow, neboli pracovní tok. [3]



Obr. 1.1 Výrobní proces

Zdroj: vlastní zpracování.

1.1.1 Typy výrobních procesů

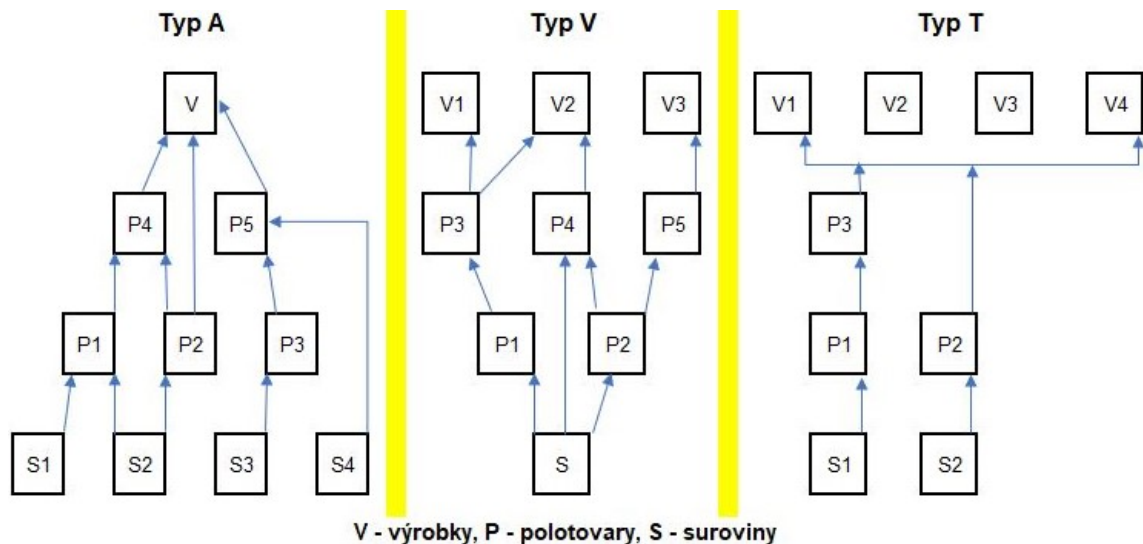
Z velkého množství všech kritérií, podle kterých lze výrobní procesy dělit, se dělí především dle charakteru technologických procesů ve výrobě používaných. Patří mezi ně:

- Mechanicko-technologické procesy – pro výrobu jsou využívány mechanické a fyzikální operace, jejichž výsledkem je změna tvaru zpracovávaných materiálů. Mezi tyto procesy patří lisování, montáž, obrábění apod. V některých případech dochází onou změnou tvaru k získání zcela nových vlastností (především u nanomateriálů),
- Chemicko-technologické procesy – při zpracovávání surovin a následné výrobě zcela nových materiálů se využívá chemických reakcí ke změně složení a tvorbě nových vlastností materiálů (výroba past, barev apod.),
- Biochemické procesy – je u nich možno dosáhnout podobných výsledků jako u procesů chemicko-technologických, avšak působením mikroorganismů (kvašení piva, zrání sýru apod.),
- Energetické procesy – jsou orientovány na výrobu energií. Charakteristické převodem různých druhů energie na elektřinu, tepelné nosiče apod. Do této skupiny spadá i jaderný technologický proces, jelikož jeho hlavním záměrem je tvorba energie.

Výrobní procesy v reálném prostředí jsou mnohdy kombinací výše uvedených. Technologie, která je užívána, má významný vliv na strukturu toků materiálů. Pro stanovení struktury materiálových toků se využívá tzv. AVT analýza, ze které vzejdou tři typy výrobních procesů (Obr. 1.2):

- Výrobní procesy typu A – z velkého množství dílů vyrobených v prvním stupni jsou v těch následujících vyráběny komponenty, ke kterým v nadcházejících stupních přibývají další části až do podoby finálního výrobku. Tok materiálu je postupně snižován. Tento proces má řadu tzv. konvergentních bodů, v nichž se toky materiálů spojují. Svým charakterem tak nachází uplatnění v mechanické strojírenské výrobě, především v automobilovém průmyslu. Mezi další odvětví, kam jej lze zařadit, je výroba produktů v potravinářství. Dále do této kategorie spadají procesy charakteristické vysokým počtem materiálových vstupů a universálními výrobními linkami, kde vyrobené díly a polotovary mají omezené použití.
- Výrobní procesy typu V – materiálový tok je napříč procesem dělen mnoha divergentními body. V posledním stupni procesu je z výchozí suroviny získáno široké spektrum výrobků. Nejběžnějšími procesy spadajícími do této skupiny jsou procesy chemicko-technologické (zpracování uhlí, ropy, rud apod.) a potravinářské (zpracování masa, mléka apod.). Počet materiálových vstupů je nízký, avšak počet výstupů vysoký. Využívají se zde specializované výrobní linky a celá produkce je charakteristická investičně nákladnými technologiemi.
- Výrobní procesy typu T – jejich struktura vykazuje jednoduchý, až lineální materiálový tok. V posledním stupni lze získat vysoké množství variant mající stejný základ. Tok materiálu má minimum divergentních i konvergentních bodů. Výrobek lze až do finální fáze upravovat dle požadavků jednotlivých zákazníků. Lze sem zařadit výrobu kancelářského nábytku, který má sice od začátku výroby pevně stanovené základní moduly, ale je možné je navzájem kombinovat v posledním stupni vlivem operativní změny požadavku zákazníka. Ve výsledku se tak může vyrábět sice omezený počet typů výrobků, ale ve spoustě variant. Dále je pro proces typický malý počet vlastních dílů a polotovarů a rozsáhlý počet vstupů v konečném stupni. Z pohledu plánování i řízení logistiky se jedná o takřka ideální strukturu procesu.

Materiálový tok však někdy obsahuje i zpětné vazby mezi operacemi či výrobními stupni. Jedná se o dva stavy, které mohou nastat. Tím prvním je, když se část výstupu operace vrací na její vstup, tzv. přímá zpětná vazba. Druhým, když se část výstupu operace vrací na vstup některé z operací předcházejících proti směru materiálového toku, tzv. nepřímá zpětná vazba.



Obr. 1.2 Schéma materiálových toků

Zdroj: vlastní zpracování dle [5, s. 125].

Kromě základních elementů uvedených na Obr. 1.1 (vstup, transformační proces a výstup) lze výrobní procesy ještě dělit z hlediska tří fází:

- Předzhotovující – předvýroba (obrábění, tváření, výroba základních dílů apod),
- Zhotovující – předmontáž (výroba základních podsestav a sestav),
- Dohotovující – montáž neboli výroba finálních výrobků.

Z hlediska podniku jako takového dochází ke členění výroby na:

- Hlavní výrobu – výrobky tvoří hlavní náplň podniku,
- Vedlejší výrobu – výroba komponentů a polotovarů,
- Doplnkovou výrobu – využití volné výrobní kapacity například zpracováváním odpadu z hlavní a vedlejší výroby,
- Přidruženou výrobu – liší se svým charakterem od výše uvedených.

Základními vlastnostmi každého výrobního procesu jsou kapacita a elasticita. Kapacitou se rozumí schopnost výkonu dané výrobní jednotky nebo výrobního systému v určitém časovém úseku. Je vymezena maximálním rozsahem výkonů, které je schopna daná

jednotka podat za určité období. Elasticitu lze chápat jako přizpůsobivost, představitelnost nebo pohyblivost výrobního systému při změně pracovního úkolu. [4]

Typy výrobních systémů se dle vyráběných druhů výrobků člení na:

a) Kusová výroba

Vyžaduje pracoviště s universálním charakterem. Lze zde produkovat výrobky v širokém spektru rozmanitosti a dochází poměrně často ke změnám výrobního programu. Zároveň se jedná o výrobu s malou kapacitou, někdy doslova po kusech. Významnou skutečností je, že se technologický proces mění z výrobku na výrobek. Výrobní operace mívají jiná pořadí a obvykle se vyrábí na zakázku objednatele. Obecně známo se jedná o tzv. zakázkovou výrobu. Spadají sem např. tankery, speciální strojní součástky, komponenty pro renovační práce apod.

b) Sériová výroba

Na připraveném výrobním zařízení, na kterém lze měnit standardizované součástky a díly (tzv. moduly), se vyrobí omezený počet totožných výrobků – výrobních sériích. Podle jejich velikosti se jedná buď o malosériovou či velkosériovou produkci. Dále jsou výrobní zařízení universální pro určitou skupinu výrobků, což umožňuje jejich výrobu opakovat dle požadavků zákazníků. Nevýhodu však skýtá v nutnosti seřízení a dalších potřebných prací pro přechod na jinou skupinu výrobků. Proto je při zavádění výrobků do produkce kladen důraz na jejich identičnost, aby byly tyto práce minimalizovány a při jejich výrobě byl zachován stejný sled výrobních operací a pracovních postupů. Do této kategorie se řadí automobily, domácí spotřebiče, knihy apod.

c) Hromadná výroba

Vyrábí se zde pouze jeden druh výrobku ve velikých, zdánlivě až nekonečných, množstvích na specializované a zároveň i investičně náročné výrobní lince. Diverzita produktů je minimální. Výrobní procesy mají ustálené technologické podmínky a lze je poměrně snadno automatizovat. Řadí se sem výroba cigaret, papíru, zápalek apod.

Přechod od kusové na sériovou či hromadnou výrobu zvyšuje v podniku efektivnost procesů, jeho technickou úroveň a současně i snižuje výrobní náklady.

V hutní výrobě, energetických a chemických provozech se výše zmíněné členění produkce nehodí. Kromě specializace výrobních procesů je zde kritériem pouze to, zda se jedná o tok materiálu plynulý či nikoliv. V kontinuálních procesech vstupují materiály

a suroviny nepřetržitě, polotovary plynule od jedné operace ke druhé a zároveň jeden výrobek opouští operaci poslední. Specifický průběh mají procesy, u kterých klesá jejich účinnost s postupem času a je nezbytné ji po jisté době obnovit. Příkladem jsou katalytické výroby či finanční procesy, ve kterých materiál kontinuálně prochází zařízením, ale ve stanovených cyklech je zapotřebí výrobu z jistých důvodů přerušit (výměna katalyzátoru, náplň ve filtrech atd). Materiálový tok je jasný, předvídatelný, tudíž i snadno kontrolovatelný. Z hlediska řízení je problém stanovit optimální cyklus výměny katalyzátoru. Při zahájení katalytické výroby výkon prudce stoupne, ale postupně klesá vlivem klesající účinnosti katalyzátoru. Pokles lze omezit po jistou dobu úpravou technologických podmínek, ale dochází k nárůstu výrobních nákladů, tudíž rostou i ztráty. Hlavním kritériem pro stanovení optimálního cyklu výměny katalyzátoru je minimalizace součtu jednorázových a provozních nákladů na jeho výměnu.

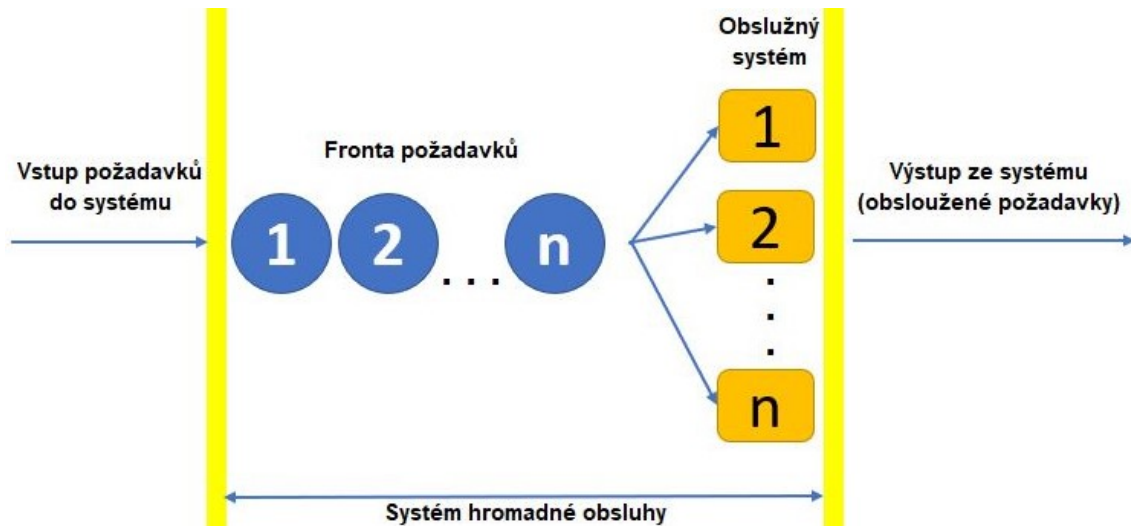
Dalším typem výroby je produkce diskontinuální, ve které materiálový tok postupuje procesem z jedné operace na druhou v ucelených množstvích. Tento typ je také nazýván jako vářkový – produkce ve výrobních dávkách. Jedná se o obdobu výrobní série jako tomu je u sériové a hromadné výroby, ale objem dávky je veličinou spojitou (např. 4,5 tuny), nikoliv diskrétní (na počty). [5]

1.1.2 Teorie hromadné obsluhy

Představují analytické metody pro modelování dynamických a stochastických systémů, též známé pod označením teorie front. Jejich výhoda tkví ve snadné a rychlé aplikaci oproti složitějším počítačovým simulacím. Základy teorie byly položeny roku 1909 dánským matematikem A. K. Erlangem, který popsal aplikaci pravděpodobnosti na problematiku telefonního provozu. Následně byla rozvinuta ruským matematikem A. N. Kolmogorovem a do dnešní podoby upravena Angličanem D. G. Kendallem v 50. letech minulého století. Aktuálně se již jedná o klasickou část v oblasti logistiky.

Do systému vstupují v náhodných okamžicích požadavky, které vyžadují obsluhu. Možnosti však mohou být omezeny kanály obsluhy (obslužnými linkami). V případě, že je jedna z linek prázdná, je požadavek po příchodu do systému ihned zpracován. Jelikož jsou tyto požadavky různě náročné, může doba obsluhy vykazovat náhodný charakter. V případě, že jsou všechny výrobní linky zaplněné jinými požadavky, řadí se ty následující do fronty a musí na své vyřízení čekat do doby, než se pro ně uvolní místo.

Zřejmě tím nejběžnějším příkladem může být odbavování cestujících buď na letišti nebo na vlakovém nádraží. Doba obsluhy se může u každého z nich lišit kvůli různému počtu zavazadel, jejich hmotnosti či specifickým požadavkům. Všechny požadavky však nejsou vždy obslouženy, respektive řazeny do fronty pro další obsluhu. Každý požadavek také může být zamítnut z důvodu nesplnění nutných požadavků pro obsluhu. [6]



Obr. 1.3 Obecná struktura modelu hromadné obsluhy

Zdroj: vlastní zpracování dle [8, s. 239].

Systémy hromadné obsluhy se dělí dle uspořádání obslužných linek do těchto variant:

- a) S jedním obslužným zařízením

Jedná se o nejběžnější variantu, se kterou se lze setkat. Před zařízením se tvoří fronta, která je zpracovávána v definovaném režimu, především v režimu FIFO (First In, First Out). To znamená, že se požadavky vyřizují v pořadí, ve kterém do systému přišly. Pokud nastane porucha obslužné linky, dojde s vysokou pravděpodobností k zastavení chodu celého systému.

- b) S paralelní obsluhou a společnou frontou

V tomto případě vykonává stejnou funkci více obslužných zařízení. Obslužné linky mají charakter paralelního uspořádání, kde každé z obslužných míst vyřizuje jeden vstupní požadavek stejného druhu. Nově vytvořený požadavek se zpracovává tehdy, jakmile se jedna z linek uvolní. Pokud dojde k poruše na některé z obslužných linek, nenastane situace, že by došlo k zastavení celého systému.

- c) S paralelní obsluhou a samostatnou frontou

Tato varianta je obdobou varianty předchozí s tím rozdílem, že fronta není sdílená, ale samostatná. Požadavky se libovolně řadí do jednotlivých front. Čas strávený v nich se krátí díky tomu, že se požadavky řadí do nejkratších či nejrychlejších front. Pokud se objeví porucha na jedné z obslužných linek, lze přejít k další vykonávající tutéž činnost. Celý systém se nezastaví, ale prodlouží se jeho doba trvání.

d) S paralelní neidentickou obsluhou

Fronty jsou samostatné, obslužné linky odlišné a vykonávají různé činnosti.

e) Se sériovým uspořádáním obslužných zařízení

Poslední druh je charakteristický tím, že jednotlivé požadavky vstupují do obslužných linek postupně. Každý z požadavků tak musí projít první obslužnou linkou, než může pokračovat na další. Jelikož se fronta tvoří před každou z nich, případná porucha může mít za výsledek nárůst rozpracovaností či nedostatečné vytížení obslužných míst. Jedná se o variantu s vysokou náchylností na poruchy, které se pak systémem šíří řetězovou reakcí mezi jednotlivými linkami. Tomuto stavu však lze předejít vytvořením vhodných tlumících prvků – mezioperačních zásobníků. Nejběžněji jsou zastoupeny v sériové výrobě automobilů, konkrétně montážních linkách, kde jednotlivé výrobní úseky představují obslužné linky. [7]

Systém hromadné obsluhy je možné aplikovat všude tam, kde se nachází vstup a výstup požadavků s jistou transformací nacházející se mezi nimi. Ne všechny situace jsou analyzovány a netvoří se tak jejich modelové situace. V automobilovém průmyslu se pod pojmem systém hromadné obsluhy ukrývá například montážní linka, obslužné linky znázorňují montážní dělníci a požadavky jsou automobily, konkrétněji lakované karoserie, na které se komponenty postupně montují. [8]

Odbavování fronty požadavků je děleno na čtyři základní režimy:

- FIFO – First In, First Out – požadavky jsou obsluhovány přesně v tom pořadí, v jakém do systému vstoupily. Na tento postup je v automobilovém průmyslu kladen důraz, jelikož je snaha vozy vyrábět ve stejném pořadí, v jakém si je zákazníci objednali,
- LIFO – Last In, First Out – někdy bývá nazýváno taktéž LCFS (Last Come, First Served). Jedná se o metodu, která je metodě FIFO reversní. První požadavek, který do systému vstoupí, bude zpracován jako poslední a naopak. Využití nachází

například při vyskladňování materiálu k montážní lince na nestandardní předsériové vozy,

- PRI – Priority System – požadavky jsou zpracovávány dle přiřazeného stupně důležitosti. Například urgovaná jednotlivá zakázka ve výrobě,
- SIRO – Selection In Random Order – požadavky jsou vybírány náhodně, bez nastavené logiky. Každý z požadavků má tak stejnou míru pravděpodobnosti ke zpracování.

Délka fronty může být buď omezená (po dosažení nadefinovaného počtu požadavků se další zamítnou) či neomezená. Dále mohou být požadavky regulovány dle trpělivosti. [6]

1.2 Řízení výroby

Má za úkol koordinovat a optimalizovat chod výrobních systémů. Jedná se o nezbytnou součást hodnotového řetězce firmy. Přiblížení se požadavkům zákazníků a vytvoření optimálních podmínek uvnitř podniku je hlavním aspektem vedoucím k naplnění stanovených cílů. Podstatou řízení výroby je tvorba samotného plánu výroby, který je upřesněn co nejbližší k okamžiku výroby a bere zřetel na aktuální bilanci výrobních kapacit a dělníků. [4]

Vlivem neustálých změn v ekonomickém prostředí týkajících se proměnlivosti poptávky, rozšiřováním výrobního sortimentu atd., docházelo čím dál častěji k hledání optimálních metod plánování a řízení výroby, které by dokázaly zvyšovat její pružnost. Řízení hmotných toků v podniku je znázorněno v Tab. 1.1 s tím, že jsou doplněny jejich cíle a požadavky na vstupní informace. Doba, po kterou je plán tvořený, se stále vzhledem k rostoucím problémům s předpovídáním poptávky zkracuje. V současnosti se pohybuje od jednoho do tří měsíců, v některých případech je časový horizont kratší. Plán musí plnit požadavky na něj kladené a musí být:

- Dynamický – schopný reagovat na proměnlivost podmínek,
- Relativně odolný – rezistentní vůči nastalým změnám,
- Reálný – respektující všechna možná omezení (kapacity),
- Komplexní – schopný zajistit splnění všech požadavků zákazníků.

I krátkodobé výrobní plány je potřeba operativně upravovat nejen kvůli změnám poptávky, ale i kvůli dalším nastalým událostem (poruchy, nedostatky komponentů aj.).

Běžně se tak přikročí k postupu nesoucímu označení klouzavé plánování, kde se nejprve zpracuje plán na určitou dobu dle aktuálního stavu objednávek a našich předpovědí požadavků dalších. Následně se dle výsledků plnění plánu za minulé období (např. měsíce) upraví plán na dobu nadcházející, kde je výkyv zohledněn. Systémy plánování a řízení výroby lze dle odlišnosti přístupu k problematice rozdělit do čtyř skupin:

- Tlačné systémy (Push),
- Tažné systémy (Pull),
- Kombinované systémy,
- Ostatní systémy. [5]

Tab. 1.1 Hlavní složky prováděcího plánu

Krok	Výstup	Cíl, obsah	Požadavky na informace
1	Plán distribuce DRP (Distribution Requirements Plan)	Kolik, kam, kdy, v jaké kvalitě a balení dodat	Potvrzené objednávky, Předpovědi poptávky
2	Plán výroby MPS (Master Production Schedule)	Kolik, kdy, kde a v jaké kvalitě vyrobit	Stav zásob výrobků v distribučním systému, Termíny vyřízení obj.
3	Plán zásobování MRP (Material Requirements Plan)	Kolik, kdy, kde a v jaké kvalitě nakoupit	Normy spotřeby, kusovníky, stav zásob polotovarů a surovin
4	Plán kapacit CRP (Capacity Requirements Plan)	Bilance, hrubé rozvrhování kapacit	Kapacitní normy, Průběžné doby výroby, Výrobní postupy, Plán oprav

Zdroj: vlastní zpracování dle [5, s. 154].

1.2.1 Tlačné systémy

Své označení získaly z důvodu, že jsou prostřednictvím SW jednotlivé úkoly rozděleny pro jednotlivá pracoviště v podniku, a svou produkcí tlačí na operace nadcházející. Jedná

se o historicky nejstarší systém plánování a řízení materiálových toků. V 70. letech minulého století vnikl v USA systém pod označením MRP (Material Requirements Plan) umožňující podnikům plánovat a řídit jejich celou produkci. Byl úzce spjat s logistickým řetězcem. Vytvářel rovnováhu mezi požadavky zákazníků a jejich plněním. Zároveň udržoval pouze nezbytné skladové zásoby. To umožňovalo řídit např. drahé komponenty dle stavu minimální skladové zásoby a jejich termíny dodávek lépe načasovat.

Jelikož metoda MRP počítala s neomezenými kapacitami, což není realistické, byl v 80. letech minulého století celý koncept rozšířen na MRP II (Manufacturing Resource Planning), dodnes nejrozšířenější tlačnou metodu. Díky tomu vnikla přesná kontrola nad plánováním nákupu v provázanosti na výrobu a odbytu. Spotřeba materiálu se začala generovat na základě požadavků jednotlivých zakázek, od kterých se následně mohla předpovědět spotřeba nadcházející. Metoda je schopna zajistit kvantitativní i časovou vazbu mezi nákupem a prodejem. Na vstupu stačí zadat potřebná data, kterými jsou materiálové a kapacitní požadavky současně s počátečním či konečným termínem výroby. Systém poté vytvoří na základě predikcí odbytu plán výroby a rozplánuje dle zadaných kritérií. Tento koncept je výhodný zejména pro využití kapacit produkce. Hlavní výhody tkví v nízké úrovni rozpracované výroby a zásob, predikci materiálových potřeb, schopnost generovat různé možnosti výrobních plánů a monitorování průběžného času produkce. Obtížně však reaguje na proměnné požadavky řízení.

Metodu v současnosti využívá převážná část tuzemských ERP (Enterprise Resource Planning) systémů. Některé z nich celou metodu obohacují o pokročilé prvky TOC (Theory Of Constrains). [9]

Pernica definuje ERP jako „*Podnikový informační systém, resp. jej podporující aplikační SW, koordinující prodej a objednávky s výrobou a nákupem i distribucí, umožňující přesně plánovat objem výroby, lépe využívat výrobní kapacity a snižovat zásoby.*“ [10, s. 1644]

1.2.2 Tažné systémy

Představitelem tažných systému je nejběžněji metoda JIT (Just In Time), kde je výroba produktu iniciována zákazníkem. Svůj původ má v Japonsku po skončení 2. světové války, odkud se posléze rozšířila do USA a zbytku světa. Jejím předchůdcem je metoda JIC (Just In Case), jež stanovovala způsob dodávkového režimu na sklad. Komponenty

potřebné pro výrobu produktu jsou taženy metodou „právě včas“ napříč podnikovými procesy až do podoby finálního výrobku a předání zákazníkovi. Zastoupení v ERP systémech je menší než u metody MRP II. [9]

V odborné literatuře se lze setkat s mnoha definicemi metody JIT:

„Logistická technologie, která spočívá v odstraňování časových ztrát při dodávání materiálů (dílů, komponent) právě včas.“ [10, s. 1650]

„Technologii JIT lze chápat spíše jako určitou filozofii výroby než jako konkrétní techniku. Filozofie JIT se zaměřuje na identifikování a odstraňování ztrát, a to ve všech místech a fázích výrobního procesu. Ústředním prvkem řízení je koncepce neustálého zlepšování.“ [11, s. 359]

„Minimalizace rozpracované výroby a zásoby finálních výrobků řízením mezioperační manipulace v logistickém řetězci pull principem založeným na zmenšených velikostech dávky.“ [12, s. 53]

Základními předpoklady a principy, které jsou potřeba splnit pro uplatňování v řízení systému postaveném na metodě JIT jsou:

- Změny ve fázi vývoje nových výrobků a jejich konstrukci,
- Zkracování časů na změny výrobního programu a dalších časů nutných pro chod výrobních linek,
- Nová organizace pracovišť,
- Implementace nových přístupů v řízení kvality,
- Efektivní lokalizace zásob,
- Změna velikosti přepravní a výrobní dávky,
- Zkracování dodacích cyklů,
- Rovnoměrné využívání kapacit,
- Změny v plánování,
- Tvorba podmínek pro spolehlivý chod výrobního zařízení. [5]

Dodávání materiálů či komponentů k finální montáži v pevně stanoveném pořadí – sekvenci, založené na principu JIT, se nazývá JIS (Just In Sequence). [10]

Dalším typem tažného systému, zároveň i nejstarším, je KANBAN vyvinutý v 50. letech minulého století v japonské firmě Toyota za účelem efektivnější kontroly nad materiálovým tokem při výrobě automobilů. Název by se dal volně přeložit jako

„iniciace výroby na signál“. Funguje na principu JIT, akorát s tím rozdílem, že je zde užít informační štítek plnící funkci objednávky i dodacího listu zároveň. Podstatou metody je rozdělení výroby na sebe navazující regulační obvody, ve kterých vystupují jednotlivé výrobní kroky jako dodavatel činnosti navazující a zároveň i jako zákazník činnosti předcházející proti směru toku materiálu. Pokud okamžitá zásoba materiálu v místě spotřeby klesne pod limitní hranici, dostane předchozí pracoviště informaci pomocí prázdného přepravního balení s tzv. kanbanovou kartou, a tím zároveň zažádá o dodání materiálu nového. Pro splnění požadavku je předem nadefinovaný čas a přepravní jednotky s materiálem jsou pevně dané. Velikost rozpracované výroby je možné regulovat počtem vydaných kanbanů. Své uplatnění nachází v těch výroбах, kde je požadována tzv. štíhlá výroba. Jedná se o výroby hromadné a sériové, kde jsou součástky zpracovávány s vysokou rovnoměrností. Systém uplatňuje metodu FIFO, kde jsou dodávky řazeny od nejstarší. [13]

1.2.3 Kombinované systémy

První metoda, jež kombinuje systémy tlačné i tažné se nazývá TOC (Theory Of Constrains), konkrétněji její metodika určená k řízení logistických a výrobních procesů DBR (Drum – úzké místo, Buffer – zásobník před úzkým místem a Rope – regulační obvod mezi úzkým místem a předcházejícím pracovištěm). Autorem teorie omezení je E. M. Goldratt, který upozornil na to, že se v každém systému nachází úzká místa omezující jeho celkovou účinnost. Jedná se spíše o manažersky založený přístup směřující k zvyšování hodnot a podnikových cílů než o konkrétní metodu jako u JIT nebo MRP II (i když vychází ze stejných dat). Jelikož se zaměřuje na úzká místa, dochází k určitému poklesu požadavku na přesnost dat týkajících se ostatních prvků systému. Úzké místo od sebe dělí tlačný a tažný subsystém. [9]

Proces implementace teorie úzkých míst lze v rámci řízení výroby ilustrovat v těchto krocích:

- Formulace cíle a kritéria jeho dosažení – reálný, efektivní a odolný plán výroby,
- Identifikace omezení úzkého místa – výrobní časová kapacita linek, celkový kalendářní fond, spotřeba aparaturního času, určení kritické a nekritické části výrobního procesu,
- Odstranění úzkého místa – vyrovnání kapacity úzkého místa s požadavky,

- Zabezpečení plného využití úzkého místa – určení priorit výroby přes úzké místo,
- Stanovení velikosti výrobní dávky,
- Tvorba zásobníku před úzkým místem – fyzický i časový zásobník,
- Harmonogram výrobních úkolů,
- Delegace pravomocí v řízení na úzké místo – princip tlaku se směrem od úzkého místa mění na princip tahu,
- Tvorba dalších zásobníků – pojistná zásoba pro nečekané výkyvy. [5]

1.2.4 Ostatní

a) Seiban

Další metoda pocházející z Japonska vycházející z požadavků zákazníka. Název odvozen od slov SEI (výroba) a BAN (číslo). Jednotlivé materiály, komponenty a objednávky mají přidělené jedinečné číslo, díky kterému je umožněno poměrně snadno sledovat vše, co se ke každému výrobku vztahuje. Toto identifikační číslo doprovází produkt od objednávky zákazníkem, přes výrobu, až po předání zákazníkovi. Oproti metodám odvozeným od MRP, je tato metoda obohacena o schopnost dohledání komponentů ke konkrétní zakázce. Díky tomu lze efektivně sledovat, v jaké fázi výroby se daná zakázka nachází a odhadnout, jestli bude dodržen plánovaný termín předání zákazníkovi. [14]

b) LOC

Celé označení zní Loaded Oriented Control, někdy se označuje německým názvem BOA – Belastungsorientierte Auftragsfreigabe. Tento vytěžovací systém je využíván při řízení rozpracovaností ve výrobě a k uvolňování zakázek do výroby. Základním principem metody je přiřazovat jednotlivým pracovištím pouze tolik úkolů, které jsou schopny ve stanoveném čase zpracovat. Systém má za cíl nalézt kompromis mezi tržním pohledem na výrobu, kdy je vyžadováno přesné a včasné plnění zakázek ve stanovených časových termínech, a nákladovým, který se snaží prostřednictvím minimalizace stavu rozpracované výroby snížit výrobní náklady. Roku 1992 přišli autoři Glassner, Petermann a Wiendahl s tzv. nálevkovým modelem, který reprezentuje výrobní systém a jeho části. Objem nálevky znázorňuje zásobník, kde zakázky čekají na zpracování. Šířka nálevky reprezentuje velikost použitelné kapacity. Dění v nálevce je přenášeno do průtokového diagramu, kde jsou znázorněny souvislosti mezi základními veličinami. Jedná se o stav rozpracované výroby, průběžné dobu výroby, výkonu systému apod. [5]

1.3 Štíhlá výroba

„Koncept zvyšující výkonnost ve výrobě založený na eliminaci plýtvání ve formě čekání, dopravy, nevhodných procesů, nepotřebných zásob, neužitečných pohybů a defektů. Protiváhou plýtvání je tvorba hodnot v zájmu zákazníka, plynulá, procesně orientovaná a úsporná výroba jedině požadovaných výrobků, při níž se uplatňují JIT a pull princip. Alternativní koncept vůči konceptu hbité výroby.“ [10, s. 1686]

Hlavním cílem je optimalizace stávajících a návrh nových výrobních procesů zajišťujících zkrácení průběžné doby výroby současně s odstraněním zdrojů plýtvání. Výsledkem by měl být razantní nárůst produktivity práce a pokles výrobních nákladů. V současné době je čím dál tím intenzivněji vyvíjena snaha o kombinaci konceptu pružných výrobních systémů s principy štíhlé výroby. Za zdroje plýtvání lze považovat tyto aspekty:

- Nadvýroba – produkce je vyšší než požadavky zákazníků,
- Nadbytečné zásoby – vzniká především kvůli nadvýrobě. Vedou ke ztrátám formou vázání kapitálu v nich a tvorbou nákladů na jejich udržování,
- Zbytečné činnosti – nad rámec pracovních a technologických instrukcí. Nepřinášejí hodnotu pro zákazníky,
- Zbytečné prostoje – ztráty výrobních kapacit vlivem špatného řízení výroby,
- Neefektivní manipulace – vzniká v důsledku špatné lokalizace výroby,
- Opravy – neplánované opravy závad ve výrobě, kvůli kterým dochází ke ztrátě výrobní kapacity.

Zavedení principů štíhlé výroby má nejvyšší význam u výrob, kde je nízká variabilita provedení a zároveň jistý stupeň standardu výrobků s dlouhým životním cyklem. V případě zavádění do výrob pružných, může dojít k nenaplnění očekávání. Implementace principů vyžaduje podrobné plánování nejen v množství, ale i čase. Mezi další kritéria patří ustálená poptávka, sledování nákladů ve výrobě a orientace na kvalitu produkce.

Ideálně by měl být pružný výrobní tok schopný měnit výrobní program, vyrábět výrobní dávky o různé velikosti, efektivně manipulovat s materiály a komponenty, flexibilně měnit kapacity, vyrábět na universálních zařízeních a mít proškolené pracovníky schopné vykonávat činnosti na různých výrobních stojích. To však není moc realistické a s jistotou by vedlo k růstu nákladů.

Rozhodování každé firmy o tom, do jaké míry chce mít svůj výrobní proces pružný, je významným strategickým krokem. Při analýze se tedy musí přihlídnout ke skutečnostem, kterými jsou např. proměnlivost poptávky, čekací doby na vyřízení objednávky, stupeň standardizace výrobku a styl řízení kvality výroby.

Nejvýhodnější se tak jeví kombinace štihlé výroby s výrobou pružnou jako tomu může být u výroby ze standardních komponentů, kdy samotná výroba dílu nabízí možnosti zavedení štihlé výroby, kdežto montáž hotových výrobků z nich zavedení principů pružnosti. [5]

Hbitou výrobou se dle Pernici rozumí „*Koncept založený na optimalizaci prostřednictvím co nejrychlejší odezvy (reakce) na objednávku zákazníka při eliminování všech příčin zpoždění této odezvy (technických a organizačních překážek). Alternativní koncept vůči konceptu štihlé výroby.*“ [10, s. 1647]

1.4 Automatická identifikace

V současnosti je většina výrobních procesů závislá na vykazování vykonané práce, spotřebovaném materiálu a spoustě dalších evidencí. Ruční zaznamenávání dat do systémů po delších časových úsecích (např. týdnech) je nedostačující pro optimální řízení výrobních procesů. [15]

„*Technologie využívaná ve výrobě, v distribuci a obchodě, v dopravě, ve vojenské oblasti aj. ke zjišťování totožnosti výrobků a dílů, z nich vytvořených manipulačních, přepravních a skladovacích jednotek, palet, kontejnerů či totožnosti dopravních prostředků. Na automatickou identifikaci navazuje technologie přenosu informací mezi články (aktivními prvky) logistických řetězců. Nejrozšířenější je technologie čárových kódů, nadějná je technologie radiofrekvenční, dále se uplatňují technologie na bázi pásma (OCR), magnetické induktivní atd. Samostatnou oblastí je identifikace osob.*“ [10, s. 1631]

V systémech automatické identifikace se rozeznává několik základních prvků, kterými jsou označení (např. potisk čárovým kódem), nosič označení, který musí být buď s objektem pevně vázán či s ním zcela totožný (komponent, výrobek, obal apod.) a objekt (manipulační jednotka, výrobek, materiál apod.). Snímacím zařízením se z objektu (konkrétně jeho datového nosiče) přečte kódové označení, které je následně převedeno do vhodné formy pro další zpracování. Vyhodnocovací jednotka načtený objekt převede

do formy srozumitelné pro obsluhu. V systémech automatické identifikace existují dva typy komunikace. První je monologová, v níž jsou data pouze čtena (nejhojněji využívána u čárových kódů, kdy je výstupem tisk etiket na tiskárně nebo tisk dat přímo na obal). Druhou je dialogová, v níž jsou data vyměňována mezi datovým nosičem, transpondérem a snímacím zařízením. Jelikož je tento proces složitější, obsahuje ještě navíc programovou jednotku, která ukládá všechna pořízená data na programovatelný nosič označení.

Praktické využití nachází automatická identifikace v těchto oblastech:

- Záznam, identifikace a vyhledávání informací – informace, ze kterých vyplývají skutečnosti jako např. stav pracovních operací, které jsou zaznamenávány a ukládány pro budoucí využití. Informace se odvozuje pouze z identifikačních symbolů, jenž je obsahují. Po jejich zaznamenání již bezprostředně neprobíhá další činnost,
- Identifikace a vyhledávání předmětů – spolu s informací se vyhledává i konkrétní objekt (nejběžněji materiál či komponent ve výrobě),
- Identifikace míst – snazší orientace v prostoru (např. přesné označení uložení materiálu v manipulační jednotce ve skladu),
- Kontrola stavů – informace je odvozena z identifikačních symbolů a jejím výsledkem je stanovení skutečného stavu zásob na skladu, se kterým se následně může pracovat (vyskladnění do výroby, inventarizace apod.),
- Sledování a řízení procesů – informace je odvozena z identifikačních symbolů a činností, díky čemuž může následovat činnost řídicí. Jedná se o uzavřený okruh. Charakteristickou oblastí využití je výroba, zejména automatizovaná, kde automatická identifikace, probíhající v reálném čase, řídí výrobní operace. Tato kategorie se v současnosti dynamicky rozvíjí,
- Transakční procesy – informace je odvozována buď pouze z identifikačních symbolů nebo ze symbolů a činností. Na rozdíl od předchozího bodu jsou transakční procesy otevřeným okruhem pro více subjektů. Běžně se lze s tímto typem setkat v maloobchodě.

Technologie systémů automatické identifikace (SAI) se dle fyzikálních principů dělí na:

- Optické technologie,
- Radiofrekvenční technologie,

- Induktivní technologie,
- Magnetické technologie,
- Biometrické technologie. [10]

Přímý vstup dat do počítače (bez použití klávesnice) nazývaný jakožto automatický sběr dat ADC (Automatic Data Collection), je potřeba obohatit o další nově vyvinuté systémy, kterými může být radiofrekvenční komunikace či dotykové technologie. [16]

1.4.1 Optické technologie

Anglicky nazýváno Optical Character Recognition (OCR), neboli metoda optického rozpoznávání znaků. Využívá se zde principu odrazu a pohlcování světla dopadajícího na nosič kódu, které je následně citlivými přístroji dekodováno. Je umožněno rozpoznávat tištěné texty či jiné předlohy, které jsou snímačem (skenerem) převedené do digitální podoby. Poté lze s informacemi nakládat jako s běžným počítačovým textem. Důraz je kladen na vizuální kvalitu předlohy ke skenování, jelikož jakékoliv znečištění může vést ke znemožnění čtení dat nebo ke čtení vadnému, u kterého je poté nutno provést korektury. Jedná se o nejlevnější druh automatické identifikace. Nejběžnějšími zástupci využívající tuto technologii jsou čárové kódy, které jsou detailněji rozvedeny v podkapitole 1.5. Do této kategorie spadají i tzv. vizuální technologie, které fungují na stejném principu, a navíc dokážou identifikovat obrazce a bodové kódy. [17]

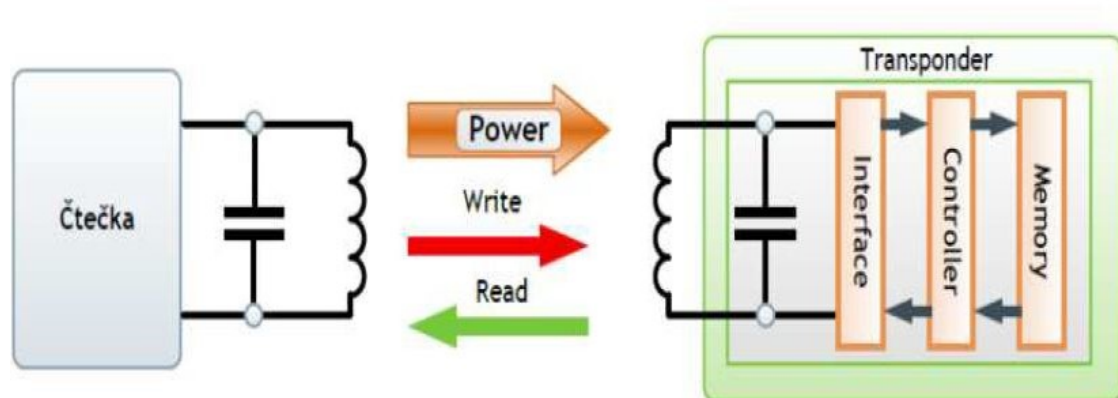
1.4.2 Radiofrekvenční technologie

Jedná se o technologii (zkráceně RFID – Radio Frequency Identification) využívající rádiových vln pro automatickou identifikaci. Možnost zjištění informace o určitém subjektu je založeno na použití elektronické etikety, která obsahuje kmitavý obvod reagující na vysokofrekvenční vysílání vysílače – přijímače, kterému vrací informaci. Systém je složen z vysílače s dekodérem (snímač či čtečka), antény a transpondéru, kterým se označí monitorovaný předmět. RFID čtečka průběžně vysílá pulsy prostřednictvím antény do okolí. Pokud se v dosahu objeví nějaký transpondér (tag), tak prostřednictvím své antény přijme signál, který následně využije pro nabití svého implementovaného kondenzátoru energií. Ta je dostačující pro jeho aktivaci a následné odpovědi snímači, který ji od transpondéru přijme a po vyhodnocení předá k dalšímu zpracování.

RFID etikety se skládají z antény s laděným obvodem a křemíkového čipu, díky čemuž jsou schopné vysílat signál přijmout, a i vrátit nazpět informaci o každém jednotlivém komponentu. Zároveň je umožněno čtení vyššího množství etiket najednou. Čip lze umístit mnoha způsoby. Pro zjištění pohybu materiálu ve výrobě se instaluje několik čteček napříč plánovanou cestou vysílajících vysokofrekvenční signál v řádu MHz či GHz naladěných na stejnou frekvenci jako kmitavé obvody jednotlivých čipů. Jakmile se objekt s nalepenou etiketou přiblíží na dosah čteček a vysílačů, kmitavý obvod přijme signál vysílačů a současně jej moduluje. Etiketa slouží k přenosu identifikačního čísla EPC (Electronic Product Code) z objektu na čtečku, která pořízenou informaci dekóduje a předává dál přes Middleware do řídicího systému. RFID Middleware má za úkol redukovat datový tok, který je spojený s opětovným rozpoznáváním totožné etikety nebo souběžným čtením většího množství etiket najednou (např. přepravek na ucelené paletě). Aby bylo možné spustit řídicí proces, musí být zajištěny rychlé a inteligentní funkce určené ke korekci chyb vznikajících v průběhu čtení. Řídicí systém musí dokázat zajistit okamžité rozpoznání vzniklé chyby a předejít možné chybné operaci.

Mezi hlavní výhody RFID technologie patří:

- Bezkontaktní povaha – pro identifikaci objektu není potřeba přímé viditelnosti,
- Přenosu dat nebrání zhoršené atmosférické podmínky,
- Rychlost čtení,
- Nové perspektivy pro využití. [15]



Obr. 1.4 Blokové schéma RFID

Zdroj: [15, s. 157].

1.4.3 Induktivní technologie

Přenos zakódovaných dat mezi snímačem a identifikačním štítkem funguje obdobně jako tomu je v případě radiofrekvenční technologie s tím rozdílem, že se využívá principu elektromagnetické indukce na malou vzdálenost. Své uplatnění nachází tato technologie především v prostředích, kde jsou náročné podmínky. Typickým příkladem je oblast kontroly, identifikace obsahu palet, kontejnerů či pro automatizaci řízení dopravních prostředků ve skladech nebo výrobních procesech. [18]

1.4.4 Magnetické technologie

Jedná se o nejrozšířenější technologii v rámci automatické identifikace. Informace jsou magneticky zakódované prostřednictvím proužků nebo povlaků na kartách, které se následně čtou pomocí snímacích hlav. Zápis kódované informace probíhá tak, že magnety na kartě představující logickou nulu a logickou jedničku se prostřednictvím magnetu kódovacího přístroje seřadí do nadefinovaného pořadí. Své využití nachází především v bankovním sektoru, kde se jimi identifikují uživatelé ke svým účtům a následně jim je umožněno vybírat hotovost prostřednictvím bankomatu. Dále se magnetická identifikační technologie používá všude tam, kde je zapotřebí mít určitou úroveň zabezpečení a vstup do prostoru je omezen magnetickým zámek pouze pro definovanou skupinu osob. Nevýhoda technologie tkví především v poměrně snadném falšování obsažených údajů. [18]

1.4.5 Biometrické technologie

Snímáním fyziologických rysů člověka se převádějí získané informace do digitalizované podoby s využitím adekvátní výpočetní techniky. Díky jedinečnosti rysů každého člověka lze snadno vytvořit databázi konkrétních osob. Využití nachází tato technologie např. u vstupů do prostor s vysokým stupněm zabezpečení, kdy je riziko padělání fyziologických rysů téměř vyloučeno (ne jako v případě magnetických karet). Jako vzory pro identifikaci slouží otisky prstů či jejich velikost a tvar, obraz oční sítnice, hlasový tón nebo podpis. Do této kategorie spadá i méně známé skenování tvaru krevního řečiště, respektive snímání cévního systému, nejběžněji na hřbetu ruky či dlani za pomoci infračerveného záření. [18]

1.5 Čárové kódy

„S čárovým kódem se dnes setkáváme prakticky na veškerých typech spotřebního zboží baleného ve spotřebitelských obalech. Čárový kód je řada paralelních čar různých šířek, s různými rozestupy mezi jednotlivými čarami. V takto uspořádaných čarách jsou zakódovány takové informace jako písmena, čísla a zvláštní znaky. Čárové kódy se čtou tak, že se snímají paprskem světla. Informace obsažené v čárovém kódu se přenášejí přímo do počítače nebo se ukládají a do počítačového systému se přenášejí souhrnně později.“ [11, s. 96]

1.5.1 Historie

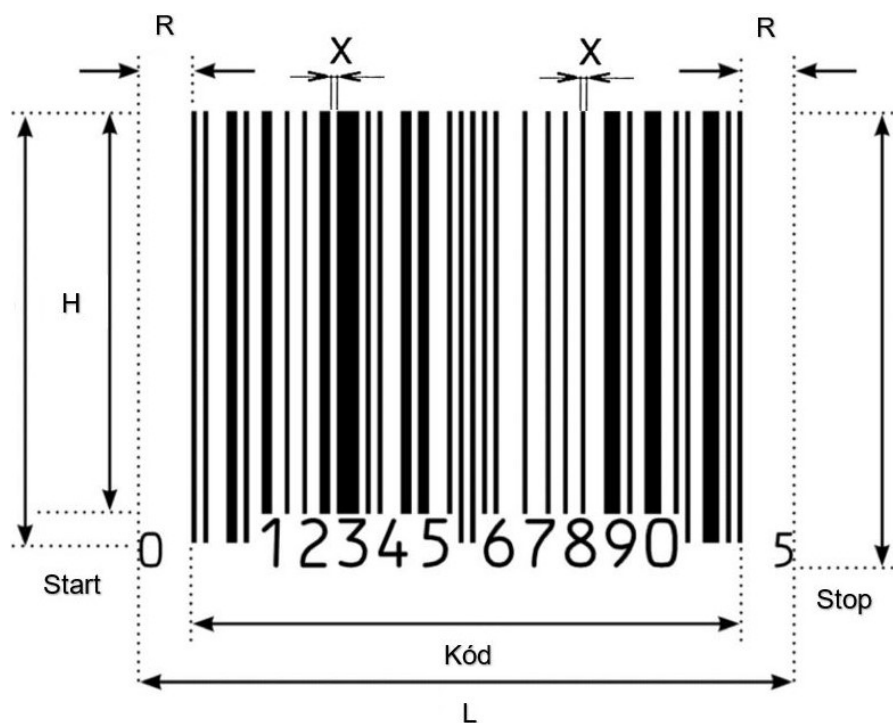
Počátky vzniku čárových kódů se datují do roku 1947, kdy v Pensylvánii majitel obchodní sítě nabídl zadání projektu automatického markování zboží na pokladnách Drexelově technologickému institutu ve Filadelfii, jelikož se portfolio jím nabízených produktů stále rozrůstalo a bylo velmi náročné i nákladné každou položku ručně markovat. Výzvu přijali Norman Joseph Woodland a Bernard Silver, kteří se inspirovali Morseovým kódováním písmen. Premisa byla taková, že by čáry mohly být různě široké, a tudíž by mohly znázorňovat znaky abecedy nebo čísla. V roce 1952 spolu přihlásili svůj vynález pod názvem „Metoda a zařízení pro klasifikaci položek na bázi světelné odezvy na soubor čar“. Patent obsahoval lineární čárový kód a jeho variantu ve formě soustředěných kružnic, tzv. býčí oko. Na rozdíl od dnešních kódů byly tyto reverzní, jelikož je tvořily bílé čáry na černém podkladu. Čtečku čárových kódů vytvořili na základě optického systému, který již tou dobou sloužil v kinech k synchronizaci obrazu a zvuku. Princip ručního odbavování zboží na pokladnách zůstal však po dobu dalších 20 let, jelikož tento patent nebyl využit. V roce 1969 se situace stávala neúnosnou, poněvadž až dvě třetiny nákladů obchodů tvořily pracovní síly v pokladních zónách. V roce 1972 byla v USA zavedena dvanáctimístná struktura číslování produktu UPC. Původní koncept býčího oka se v reálných podmínkách ukázal jako nevyhovující, především kvůli nepřesnostem v reprodukci soustředěných kružnic. V témže roce byla organizací Uniform Grocery Product Code vyhlášena soutěž o nový, strojově čitelný nosič informací, ve kterém by byla dvanáctimístná struktura zakódována. Soutěže se zúčastnilo 7 technologických firem, ze kterých byl nakonec vybrán návrh společnosti IBM. Jednalo se o čárový kód, který měl podobu dnešních čárových kódů. [19]

Rozšíření čárových kódů na mezinárodní úrovni vedlo k vytvoření celosvětového standardizovaného systému EAN.UCC sloužícího pro kódování zboží, distribučních jednotek a organizací. Vznikl v roce 1998 pod záštitou mezinárodních nevládních organizací EAN International a Uniform Code Council. Standardizovaný universální systém zaručuje použitelnost kdekoli na světě, v jakémkoliv oboru a jeho unikátní identifikátory vylučují, že by mohli např. dva různí výrobci označovat své produkty totožným kódem. Ideou vzniku tedy byla možnost jednoznačného identifikování přiřazením čtrnáctimístného čísla GTIN obsahující čtyři základní struktury. Standardním je EAN/UCC 13, který má pevnou délku třinácti numerických znaků, ze kterých první tři značí kód státu, následující čtyři kód výrobce, pětimístný kód zboží a kontrolní číslici. Zkrácená verze o osmi znacích sestává z třímístného označení státu, čtyřmístného kódu výrobku a kontrolní číslice. Standardizací prošlo i značení seriálových publikací ISSN a knih ISBN dvanáctimístnou strukturou, kde jedna číslice značí systém číslování, dalších pět výrobce, pětimístné označení zboží a kontrolní číslici. Pro stanovení správného místa, kam má zásilka dorazit bylo vytvořeno značení GLN (taktéž ve formátu EAN/UCC 13), díky čemuž se usnadnilo identifikování v logistických řetězcích a toky materiálů, což je přínosem pro systém EDI. V případě mezinárodních distribučních jednotek bylo zavedeno osmnáctimístné SSCC značení, kde je navíc na začátku kódu aplikační identifikátor značící logistickou variantu zásilky. Umístování všech kódů se řídí normami a směrnicemi EAN International. [15]

1.5.2 Prvky a konstrukce

Mezi základní prvky čárového kódu patří:

- X (šířka modulu) – definuje nejužší element kódu (čáru i mezeru),
- R (světlé pásmo) – doporučená délka je minimálně desetinásobek X, minimálně však 2,5 mm,
- H (výška kódu) – svislý rozměr pásu kódu, minimálně 10 % délky pásu u ruční čtečky a u čtení skenerem 20 % (minimálně však 20 mm) a u kódů EAN 75 %,
- L (délka kódu) – délka pásu mezi značkou Start a Stop, do kterého se nezahrnuje světlé pásmo,
- C (kontrast) – poměr rozdílu jasu odrazu pozadí a odrazu čáry k jasu odrazu pozadí.



Obr. 1.5 Prvky čárového kódu

Zdroj: vlastní zpracování.

Čárové kódy jsou tvořeny sekvencí čar a mezer. Při čtení kódu se generují elektrické impulsy, jenž analyzují danou posloupnost. Pokud je výsledek čtení vyhodnocen jako přípustná sekvence, výstupem se stává znakový řetězec. Nosičem informací jsou tedy jak čáry, tak i mezery. I když se pouhým okem zdá, že jsou kódy stejné, obsahují rozdíly v šířce čar a mezer. Každý jednotlivý kód musí splňovat určitá pravidla, podle kterých je sestaven. Krom toho, že jsou v sekvenci čar a mezer zakódované jednotlivé znaky dle kódovací tabulky, je začátek i konec kódu vymezen sekvencí čar ve znaku Start a Stop. Znaky slouží k určení daného typu čárového kódu. V některých případech bývá kód rozčleněn dělicím znakem, který celý kód rozděluje na více částí, aniž by byla jeho celistvost narušena. Před i za kódem musí být tzv. světlé pásmo pro zabezpečení, kam se nesmí umístit žádný text ani symboly, jelikož prostor slouží čtecímu zařízení k rozpoznání začátku a konce kódu. Každý kód může být vyhotoven v různých velikostech, které závisí na zvolené hodnotě modulu (šířka nejužšího elementu kódu). Čím je modul menší, tím je kladen vyšší důraz na kvalitu jeho tisku i na čtecí zařízení. Pro úspěšné načtení kódu je nutné splnit ještě podmínku ohledně tzv. kontrastu, což je poměr mezi rozdílem odrazu pozadí a odrazu čáry k odrazu pozadí. Pokud jsou všechna uvedená kritéria splněna, lze čárové kódy považovat za vysoce spolehlivý nástroj. Pokud jedno z kritérií není v požadované kvalitě nebo je poškozeno, nedojde k rozpoznání

znaků, a tudíž data nejsou přečtena. K tomuto stavu může dojít např. mechanickým poškozením či nedostačující kvalitou tisku. Přiřazením kontrolního znaku, který nese informace o všech předchozích znacích, se kódovacímu řetězci zabrání možnosti chybného přečtení dat. Porovnáním hodnot přijatého a vypočítaného kontrolního znaku se odhalí, jestli nastala chyba. V tom tkví výhoda čárových kódů. Je proto výhodnější kód vůbec nepřičíst než jej přičíst chybně. Podle hustoty zápisu se jednotlivé kódy dělí do skupin High Density (vysoká), Medium Density (střední) a Low Density (nízká). [15]

1.5.3 Druhy čárových kódů

V technologii čárových kódů existuje téměř 300 kódů, které se liší dle užití metody kódování pro zaznamenání dat, skladbou hustoty a délkou jeho záznamu, a v neposlední řadě i způsobem zabezpečení správnosti dat. Jedná se o:

a) Lineární 1D kódy

Informace jsou zakódované v jedné rovině, tedy tvořené jednou řadou mezer a čar, která je doplněna čísly (především kódy UPC, EAN a ITF) nebo zvláštními znaky (např. Codabar) či alfanumericky (např. kód 39 a kód 128).

Lineární čárové kódy jsou uplatňovány nejen v obchodní sféře včetně distribučních logistických řetězců, ale také v průmyslu. Jejich datová kapacita je však poměrně nízká, a i z dalších hledisek mohou být pro využití nedostatečné. Jedná se například o kritéria týkající se rozměrů kódu, pevně stanoveného směru čtení zapsaných dat, možnosti oprav chyb a náchylnosti k agresivnímu okolnímu prostředí. Z těchto důvodů byly vyvinuty zahuštěné lineární kódy, u kterých bylo navýšení kapacity dosaženo komprimací standardních lineárních kódů.

Na Obr. 1.6 jsou zobrazeny příklady lineárních čárových kódů, jmenovitě kódy 39 a 128, které ve svém datovém zápisu obsahují mé jméno bez diakritiky.



Obr. 1.6 Příklady lineárních čárových kódů

Zdroj: vlastní zpracování.

b) Dvoudimenzionální 2D kódy

Informace jsou zakódované horizontálně i vertikálně. Jsou buď víceřadové (zahuštěné lineární, např. PDF 417) či maticové (Maxi Code, Data Matrix, Block apod.). Jedná se o generaci kódů, jež v mnoha případech nahradila zahuštěné lineární kódy především kvůli navýšení datové kapacity. Oproti 1D kódům, které jsou schopné pojmout 8 až 13 znaků, mají kapacitu přesahující 2 500 znaků. Zároveň dokážou opravit možné vzniklé chyby v nahuštěném záznamu. Jejich prostřednictvím lze zakódovat krom binárních dat i otisky prstů, fotografie apod. Nosič dat obsahuje všechny informace a není pouze klíčem odkazujícím na externí databázi, jako tomu je u kódů lineárních. Obsažená data lze načítat ze všech směrů. Díky tomu dochází k redukci času potřebného k vyhledávání v databázi i snížení nákladů s tím spojených. Níže uvedený Obr. 1.7 zobrazuje tři různé 2D kódy (PDF 417, Datamatrix a QR Code), které stejně jako u lineárních kódů znázorňují mé jméno bez diakritiky.



Obr. 1.7 Příklady dvoudimenzionálních kódů

Zdroj: vlastní zpracování.

c) Třídídimenzionální 3D kódy

Informace jsou zakódované prostorově. 3D kód je vytlačen do povrchu obdobně jako je například vytlačeno číslo do platební karty. Snímání je založeno na změnách těchto výškových rozdílů. Oproti oběma výše uvedeným druhům nemají tak vysokou hustotu záznamu dat a jsou pouze numerické. Jejich výhoda tkví v odolnosti vůči agresivitě vnějšího prostředí a setkat se s nimi lze v automobilovém průmyslu. [10]

1.5.4 Výroba čárových kódů

Čárové kódy jsou pořizovány prostřednictvím různých tiskových technologií řízených počítačem. Všechny technologie však musí splňovat nastavená kritéria týkající se kvality a přesnosti tisku. Čím vyšší je hustota kódu, tím vyšší musí být nároky na jejich pořizovací kvalitu. Existuje několik typů tiskáren:

a) Bubnové

Nejstarší varianta pořizování čárových kódů, která je však na ústupu kvůli novým modernějším způsobům tisku. Procesor řídí buď čárová nebo textová kladívka, která narážejí na tiskový buben. Úderem je na podklad přenesen požadovaný symbol či čára. Výhodou je velmi dobrá kvalita tisku vhodná pro vysokou hustotu kódu. Nevýhoda spočívá v nízké flexibilitě, jelikož se používá pouze pro jednotlivou aplikaci. [20]

b) Jehličkové

Předchůdci inkoustových tiskáren. Fungují na obdobném principu jako psací stroj s tím rozdílem, že je možné měnit druhy písma a do určité míry i tisk jednoduché grafiky. Jehličky uvnitř zařízení naráží do podkladu přes barvicí pásku s inkoustem, a tím vykreslí znaky. Maximálně možná kvalita tisku se odvozuje od počtu jehliček, který daná tiskárna obsahuje (obvykle 9 či 24). Technologie nachází stále uplatnění tam, kde nejsou kladeny příliš vysoké nároky na výslednou kvalitu tisku. Výhody jsou vysoká spolehlivost, dlouhá životnost, nízké náklady na tisk (užívá se tzv. traktorový papír) a možnost kopírování při tisku. Mezi nevýhody patří nízká kvalita tisku, vysoká hlučnost, pomalý tisk a téměř nepoužitelnost pro tisk obrázků. [21]

c) Laserové

Fungují na principu, kdy nabíjecí jednotka rovnoměrně nabije rotující selenový fotocitlivý válec, na jehož povrch je nasměrován v řádcích laserový paprsek přes otočné zrcadlo. Elektrický náboj se vybíjí při dopadu laserového paprsku. Na vybitá místa se následně nanáší tonerový prášek. Za pomoci tlaku a teploty se obraz na podkladu stabilizuje a stane se nesmazatelným. Silnými stránkami jsou vysoká kvalita, rychlost, výkon, nízké provozní náklady a možnost tisku s vysokou hustotou zápisu. Nevýhody laserových tiskáren jsou v poměrně vysokých pořizovacích nákladech oproti ostatním tiskárnám. [20]

d) Termotiskárny

Při tisku je termotransferová páska zahřívána tepelnou tiskovou hlavou složenou z velkého množství bodových odporových tepelných elementů. Na protilehlé straně termotransferové pásky se nachází inkoust voskovité konzistence, který se teplem taví a následně přichytí k podkladu. Požadovaný obraz vznikne jeho zatuhnutím. Tisková hlava je ke konstrukci tiskárny pevně uchycena a neobsahuje žádné pohyblivé komponenty, tudíž po mechanické stránce se jedná o jednoduchou konstrukci. Mezi další přednosti se řadí vysoká kvalita tisku, nízké náklady na údržbu, malé rozměry, čistý a tichý tisk a možnost čtení inkoustů s karbonovými pigmenty infračerveným světlem. [15]

e) Ostatní

Jelikož standardní papírové tištěné etikety nedokážou odolat všem prostředím, byly vyvinuty odolnější alternativy. Jedná se například o etikety vyrobené z keramiky, kdy jsou informace zapsané termotransfericky či kovové nosiče dat z tepelně odolné nerezové oceli, určené pro datový zápis prostřednictvím laseru či gravírováním. [22]

1.5.5 Snímače čárových kódů

Dělí se na laserové a digitální. V případě laserových je technika čtení založen na jednom nebo více paprscích generovaných laserovými diodami. Snímače jsou schopné snímat čárové kódy z odstupů, mají dobré dekódovací schopnosti a ostatní vlastnosti, které se liší dle typu provedení. Digitální snímače obsahují CCD senzor, kterým kód vyfotí (princip stejný jako u digitálních fotoaparátů) a pomocí dekodéru ve snímači dekóduje.

Vyjma pasivních bezkontaktních snímačů probíhá u všech ostatních snímání pomocí úzkého světelného paprsku pohybujícího se přes vytištěný symbol kódu. Pohyb začíná v prázdném místě před počáteční čarou a končí v prázdném místě za čarou poslední. Výška čar musí být dostatečná, aby nebylo obtížné paprsek v oblasti symbolu udržet. S rostoucí délkou kódu je nutno délku čar zvětšit, aby se pokryly odchylky paprsku při čtení. Standardní snímače pracují se světlem o vlnové délce v rozmezí 633 a 670 nanometrů, tudíž je nejvhodnějším podkladem kombinace černých čar a bílého podkladu. Lesklý povrch může čtení nepříznivě ovlivnit. Při tisku čárových kódů musí být zvoleny takové barevné kombinace, aby kontrast mezi odrazivostí podkladu a pohltivostí čar byl za užití uvedené vlnové délky větší nebo roven 75 %. Mezi nevhodné

barvy jak pro podklad, tak i pro čáry patří zlatá a stříbrná a u čar obecně žlutá a červená. Existují tři základní typy snímačů:

a) Kontaktní tužkové

Světlo pocházející ze světelného zdroje je zaostřeno na špičce snímače. Pomocí fotočlánku (LED diody a fotodiody) na hrotu pera se snímají změny intenzity odráženého světla při pohybu snímače, který je se snímaným symbolem v kontaktu. Fotodioda měří intenzitu odráženého světla a generuje tvar vlny znázorňující šířku čar a mezer. Vlny jsou následně dekodovány skenerem. Úspěšné načtení symbolů je obtížné, pokud se nachází na těžko přístupném místě. Zařízení je malé a levné.

b) Aktivní bezkontaktní

Nejrozšířenější a zároveň nejdražší typ, který při načítání kódů využívá automaticky kmitajícího laserového paprsku. Jsou buď přenosné nebo pevně zabudované. Pevně zabudované verze vysílají paprsek do stejného místa, přes který se předmět s čárovým kódem pohybuje. Pokud je kód dostatečně velký, může být přečten ze vzdálenosti několika metrů. Ruční laserové snímače jsou přenosné, dražší a obsahují pohyblivé části, které se mohou hrubým zacházením poškodit, a tím snímač znehodnotit. Princip jejich fungování je stejný jako u kontaktních tužkových s tím, že rozdílem je použitý zdroj světla. Paprsek je vytvářen laserovou diodou, který je pomocí kmitajícího zrcátka či rotujícího hranolu promítán na podklad. Stejně jako u tužkové čtečky je vysílané světlo nastaveno na specifickou frekvenci a fotodioda je designovaná na detekování pouze dané frekvence.

c) Pasivní bezkontaktní

Pracují na podobném principu jako videokamery a označují se jako CCD skenery. Pro převedení optického obrazu podkladu se používá videosignál přenesený fotoelektrickým čidlem. Konstrukce je robustní a pro čtení nemusí být v kontaktu s podkladem. Mají však omezenou hloubku ostrosti, tudíž musí být umístěné ve vzdálenosti přibližně 10 cm od podkladu. Jejich pořizovací cena se pohybuje mezi kontaktními tužkovými a bezkontaktními laserovými snímači. [15]

1.6 RFID

Radiofrekvenční technologie je vhodná k použití v prostředí se ztíženými podmínkami (např. prašné, chemicky agresivní, nárazové apod.) nebo tam, kde není možné zajistit přímou viditelnost na datové nosiče. Datovými nosiči jsou identifikátory (transpondéry) s velkou paměťovou kapacitou schopné zaznamenat veliké množství dat. Mezi oblastí využití patří doprava (značení dopravních prostředků a kontejnerů), skladové hospodářství (identifikace skladových jednotek) a výroba (především v automobilovém průmyslu). U automatické identifikace založené na radiofrekvenčním principu je udávána pravděpodobnost nerozpoznání položky 1:100 000 a případ možného chybného přečtení dat 1:1 000 000. [10]

1.6.1 Historie

Princip technologie vychází z radaru, tudíž by se samotnou myšlenku identifikace radiovými vlnami dalo datovat až do 20. let minulého století. Tou dobou se začaly k navigaci letadel používat rádiové vysílače (radiomajáky). V roce 1935 byl skotským elektrotechnikem sirem R. Watson-Wattem zkonstruován první prakticky použitelný přístroj, který dokázal rádiově detekovat letadla prostřednictvím mikrovln a je brán jako jeho skutečný vynálezce. Za 2. světové války vznikl odvozený systém IFF (Identification, Friend and Foe) sloužící k rozpoznávání spojeneckých a nepřátelských letadel. Vývoj tohoto odvětví pokračoval v 50. a 60. letech minulého století, kdy probíhalo testování a hledání nových použitelných nástrojů. První aplikace uvedené do praxe byly založené na jednobitových čípech, které signalizovaly jejich funkčnost. Jednalo se o systém sloužící jako opatření proti krádežím v obchodech. V roce 1970 patentoval Mario Cardullo vysílací zařízení s pamětí a dalšími funkcemi RFID čipu. První skutečný RFID čip byl představen roku 1973 americkou Los Alamos Scientific Laboratory. V 70. letech minulého století nastal dynamický rozvoj, na němž se podílela celá řada společností, jako například IBM. Mezi roky 1980 a 1990 začala technologie RFID pronikat do běžného života prostřednictvím mýtných bran, karet umožňujících vstup do budov apod. Od 90. let minulého století, za přispění zavedení určitých standardů, nastaly podmínky pro využívání RFID na mezinárodní úrovni. [23]

1.6.2 Transpondéry

Tzv. RFID tagy jsou tvořeny čipem majícím roli elektronického paměťového obvodu, cívkou či anténou a u aktivních nebo pasivních tagů i vlastním zdrojem energie (baterií). Označení transpondér vzniklo sloučením anglických slov transmit (přenos) a response (odpověď). Všechny komponenty jsou umístěny na vhodně zkonstruované podložce z plastu či papíru a musí být vyrobeny tak, aby mohly plnohodnotně plnit svou funkci. RFID tagy lze dělit dle:

a) Provedení

- Mincové – nejpoužívanější, kruhový tvar o velikosti od několika mm po 10 cm. Ve středu je často otvor pro uchycení. Obal je tvořen plastem, jenž zajišťuje vysokou mechanickou odolnost. Díky malým rozměrům je snadná jejich implementace do součástek, kde jsou požadavky na bezpečnost (klíče, imobilizéry apod.),
- Smart label – chytrá etiketa. Papírová nebo plastová etiketa opatřená integrovaným pasivním tagem. Jedná se tedy o kombinaci RFID tagu se standardní etiketou s čárovým kódem. Tento vícevrstvý komplet se libovolně potiskne a nalepí na zboží. Výhoda je v nízké pořizovací ceně a možnosti využití čárového kódu v případě poškození RFID prvku. Jelikož se jedná o provedení na bázi papíru, je náchylná na poškození,
- Smart card – formát platební karty. Díky rozměrům do nich lze umístit poměrně velkou anténu, která má ve výsledku zvýšení dosahu. Vyrábí se vrstvením, kdy se mezi vrstvy plastu zataví anténa při teplotě 100 °C,
- PCB – Printed Circuit Board. RFID čip s anténou. Čtecí vzdálenost lze navýšit implementací kondenzátoru. Lze je zabudovat přímo do obalu, ve kterém budou provozovány. Tím pádem jsou velmi odolné,
- Skleněné tagy – Objevují se především v lékařství či veterinářství a jsou určeny pro zavedení pod kůži. Skleněná trubička o velikosti 10 až 30 mm obsahuje čip zachycený na plastovém nosiči a cívku. Komponenty jsou zapuštěné za účelem zvýšení odolnosti do lehce přilnavého materiálu.

b) Frekvenčního pásma

Tab. 1.2 Dělení RFID systémů dle frekvence

Frekvence	Nízká (LF)	Vysoká (HF)	Velmi vysoká (UHF)	Mikrovlnná (MW)
Rozsah frekvence	125–134 KHz	13,56 MHz	860-930 MHz	2,45-5,8 GHz
Dosah	Do 0,5 m	Do 1 m	Do 3 m	Do 10 m
Vlastnosti	Malá rychlost snímání, vysoké výrobní náklady, lze snímat přes kovy i kapaliny	Dostatečná rychlost snímání, vysoké výrobní náklady, obtížné snímání přes kapalinu	Vysoká rychlost snímání, nelze snímat přes kapalinu, obtížné snímání z kovu	Možnost snímat extrémně rychle, vysoká pořizovací cena

Zdroj: vlastní zpracování dle [15, s. 160].

c) Možnosti datového zápisu

- Read-Only – určené pouze pro čtení. Identifikační údaje jsou pevně zadané výrobcem. Kupující tak odebírá tagy s jasným předurčením. Jejich vnitřní paměť se pohybuje v rozmezí 40 a 512 bitů s rychlostí čtení 1 000 tagů za vteřinu,
- WORM – Write Once, Read Many. Pouze pro čtení. Nejsou naprogramované přímo výrobcem, ale až u prodejce či dodavatele, který do nich zapíše potřebnou informaci. Ta následně nelze přepsat. Vnitřní paměť je stejná jako u Read-Only a rychlost čtení 200 tagů za vteřinu,
- Read-Write – Zákazník si může sám naprogramovat, avšak výhoda tkví v možnosti následného přepisu dat (až 1 000krát). Jejich kapacita umožňuje pojmout vysoké množství dat (pasivní tagy do 8 kB a aktivní do 2 MB). Čtecí rychlost dosahuje 1 000 tagů za vteřinu.

d) Zdroje energie

- Aktivní – mají vlastní zdroj energie (mincovou baterii), kterým napájí integrovaný čip, díky čemuž je dosah až 100 m. Zároveň mohou obsahovat interní paměť

pro průběžné ukládání dat pro pozdější přenos. Nevýhodou jsou větší rozměry a vyšší pořizovací cena,

- Pasivní – neobsahují napájecí zdroj. Energie je získávána anténou. Jejich výroba je snadná a levná. Absence vlastního zdroje napájení v podstatě eliminuje poruchovost, což může vést téměř k neomezené trvanlivosti. Nevýhodou je poměrně omezený dosah, takže musí být poblíž čtecího zařízení,
- Semipasivní – štítky s vlastním zdrojem energie (baterií), které pohání integrovaný okruh a neslouží ke komunikaci. Mají dosah až 30 m formou zpětné vazby (postrádají vysílač). Oproti pasivním tagům je citlivost až 100krát větší. Bývají často vybaveny senzorikou pro měření vlhkosti, teploty, tlaku aj. Životnost je přímo úměrná životnosti baterie. [15]



Obr. 1.8 Příklady RFID tagů

Zdroj: vlastní zpracování.

1.6.3 Čtecí zařízení

Tzv. RFID reader neboli čtečka je tvořena obvodem s dekodérem sloužícím k vysílání i přijímání a anténou. V některých případech může disponovat i vlastním operačním systémem o základní softwarové funkcionalitě. Mezi hlavní funkce čteček patří:

- Přenášet data do a z řídicího počítače,
- Zapisovat data do Read-Write tagů,
- Dodávat energii pasivním tagům,
- Provádět základní filtrace dat či ovládat integrované obvody.

Složitější RFID čtečky můžou krom základních funkcí provádět i ty pokročilejší. Jedná se např. o šifrování a ochranu integrity dat, provádění antikolizních opatření k zajištění komunikace s více tagy najednou a ověřování autenticity tagů.

RFID čtečky obsahují tři základních části:

- Anténu – jedna či více, integrované nebo externí,
- Rádiové rozhraní – pro distribuci rádiového signálu. Příjem a vysílání má často oddělené cesty kvůli vysoce citlivým požadavkům,
- Řídící jednotku – hlavním komponentem je mikroprocesor a jejím úkolem je zpracovávat data ze čtecího zařízení. Na mikroprocesor jsou připojeny pomocné obvody pro komunikaci se čtečkou a počítačem.

Podle tvaru a způsobu použití se dělí na dvě skupiny:

a) Stacionární

Nepřenosné, pevně umístěné obvykle na určeném místě, kde objekty identifikují. Může se jednat např. o začátek dopravníku, vstupní bránu či vjezd do skladu. Obvykle obsahují externí antény, díky kterým je zajištěno lepší pokrytí prostoru čtecím signálem.

b) Mobilní

Všechny komponenty jsou implementovány do společného pouzdra, díky čemuž s nimi lze ručně manipulovat. Mohou být buď bezdrátové nebo kabelové pro přímé zapojení do počítače. Celá řada ručních RFID čteček je hybridních, což znamená, že je možné jejich užití nejen pro načítání tagů, ale i čárových kódů.



Obr. 1.9 Příklady RFID čtecích zařízení

Zdroj: vlastní zpracování.

1.6.4 Middleware

Specializovaný software či hardware sloužící pro správu, filtraci a analýzu dat získaných z tagů. Jednou z prvních aplikací v rámci projektu EPC byl program Savant, který měl stejné funkce jako programy dnešní:

- Filtrovat obdržená data,
- Archivovat data v databázi,
- Distribuovat data do dalších aplikací v určitém rozhraní,
- Schopnost komunikovat s vícero čtečkami různých výrobců pod různými protokoly.

Konkrétní řešení systému se dělí podle svého určení. Může se jednat buď o centralizované servery spravující síť vzdálených čteček, kde jsou nastaveny standardy pro komunikaci mezi tagem a čtečkou v širokém rozmezí služeb nebo o hierarchicky nastavené vzájemně komunikující struktury.

I když jsou zavedeny standardy pro komunikaci mezi tagy a čtečkami mající různé atributy, používá se vlastní komunikační protokol. Výhodou tedy je jednotné rozhraní s vhodnou správou pořízených dat. Jelikož čtečky generují souvislý tok informací

v nahodilém pořadí ze všech tagů, je přínosné filtrování a předzpracovávání dat. Základní informací je, kdy se tag ve čtecí zóně objevil a kdy ji opustil. Ostatní doplňující informace jsou pro řídicí aplikaci nepotřebné. Vzniklé chyby lze poměrně snadno detekovat a opravit na základě informací z tagů nacházejících se v bezprostředním okolí. Způsob získání a zpracování dat ovlivní to, na jaké úrovni budou moci být nadále použité. Pokud jsou všechny čtečky ze skladů připojeny k jednomu serveru na podnikové úrovni, nebude možné je využít pro řízení dalších elementů. [23]

1.6.5 Standardy RFID

Tab. 1.3 Standardy radiofrekvenční identifikace

Název ISO	Účel Standardu
7816	pro kontaktní čipové karty.
7816-1	popisuje elektrické a mechanické vlastnosti karet.
7816-2	popisuje velikost, pořadí, umístění a funkčnost kontaktních oblastí karty.
14443	pro bezkontaktní karty pracující na frekvenci 13,56 MHz se čtecím rozsahem do 15 cm.
15693	pro bezkontaktní karty pracující na frekvenci 13,56 MHz se čtecím rozsahem od 1 m do 1,5 m.
18000	pro použití RFID v letectví.
18000-1	popisuje obecné parametry RFID.
18000-2-7	popisuje parametry pro dané frekvenční rozhraní.
11784	pro RFID identifikaci zvířat. Popisuje strukturu kódu v tagu.
11785	pro RFID identifikaci zvířat. Popisuje přenosový protokol.

Zdroj: vlastní zpracování dle [23, s. 21].

Vzhledem k postupnému zavádění radiofrekvenční technologie vzešla potřeba se získanými daty adekvátně nakládat, případně je mezi různými uživateli srozumitelně

distribuovat. Samotná výroba hardwarových zařízení pracuje s již nastavenými standardy a musí se jimi řídit všichni výrobci, aby byla zajištěna vzájemná kompatibilita. Zároveň došlo ke vzniku identifikace formou EPC (Electronic Product Code) společností EPC Global, což je obdobou identifikace u čárových kódů. Načtením EPC se vygeneruje internetová adresa ze serveru, kde je čtený objekt popsán prostřednictvím PML (Physical Markup Language). Tato struktura obsahuje řadu znaků ukrývajících formu následující řady čísel, identifikaci společnosti garantující správnost čísel následujících, určení skupiny produktu a jednoznačnou identifikaci daného produktu. [15, 23]

1.7 Zhodnocení teoretických východisek

Následující podkapitoly shrnou výhody a nevýhody zjištěných teoretických poznatků a určí, se kterými bude v dalších kapitolách pracováno.

1.7.1 Výroba a její řízení

Hledání efektivních metod řízení výroby vedlo k vývoji moderních výrobních systémů. V automobilovém průmyslu jsou využívány pouze mechanicko-technologické procesy a sériová výroba, tudíž ostatní typy již nebudou v práci dále zmíněny. Podíl tlačných systémů s výrobou na sklad klesá a podíl tažných systémů s orientací na zákazníka stoupá. To znamená, že výrobní procesy musí být štíhlé, aby bylo plýtvání minimalizováno, a pružné schopné reagovat na výkyvy v poptávce. Zavádění výhradně pružných výrobních systémů není zcela realistické z hlediska technologických a technických kritérií. Proto jsou nejperspektivnější kombinované systémy obsahující řadu zásobníků tlumících nečekané výkyvy v produkci, které kombinují principy tlaku a tahu. V následující kapitole bude popsáno řízení výroby automobilů využívající modely hromadné obsluhy včetně front požadavků, díky čemuž se dá dodržovat stanovený plán výroby a optimálně řídit výrobu jednotlivých zakázek. Z hlediska automatické identifikace, nezbytné pro přehled a kontrolu průběhu výroby, jsou využívány především optické technologie a technologie založené na principech radiových vln určité frekvence. Obě tyto technologie vyžadují datové nosiče, zařízení pro jejich pořízení a adekvátní způsob získávání dat obsažených v nich. V současnosti jsou v závodech Škoda Auto a.s. využívány obě technologie, a tudíž budou v práci uvedeny příklady jejich použití.

1.7.2 RFID vs. Čárové kódy

Při rozhodování, kterou z těchto dvou možností identifikace zvolit, je potřeba nejprve zvážit následující aspekty:

- Zda bude nasazeno v mezinárodní, národní či podnikové sféře,
- V jaké oblasti má sloužit,
- Jaké jsou požadované parametry,
- Jaké budou provozní podmínky,
- Jaký bude rozsah nasazení, případně odhad dalšího vývoje,
- Jaký bude poměr investice včetně provozních nákladů a jaké budou přínosy. [10]

Značení objektů čárovými kódy má po celém světě už jistou historii. Nicméně zavedení RFID technologie, především do logistických a výrobních procesů, část značeného portfolia přebrala. Není pravděpodobné, že by RFID technologie v automatické identifikaci čárové kódy zcela vytlačila.

Čárové kódy jsou schopné pojmout datový zápis o délce pouze 12-15 znaků, což jejich využití v dnešní náročné době s vysokými datovými požadavky poměrně omezuje. Dále jsou nosiče lehce poškoditelné, vyžadují přímý vizuální kontakt se čtečkou a data v nich obsažená lze přepsat pouze přelepením stávajícího datového nosiče. Na druhou stranu je jejich pořizovací cena nízká a tisk jednoduchý, tudíž své uplatnění budou nacházet i nadále.

RFID identifikátory jsou odolné proti vlivům prostředí, lze jimi identifikovat každý jednotlivý kus zboží včetně zpětné vazby, mají vysokou datovou kapacitu s možností přepisu, při přemístění vyvolají reakci a lze číst až 1 000 tagů najednou. Pořizovací cena je však vyšší než u čárových kódů. Další části práce budou směřovat k návrhu využívající RFID identifikátory, jelikož ukrývají veliký potenciál využití.

2 Analýza stávajícího stavu

V této části je uvedena deskripce stávajícího stavu plánování a řízení výroby, identifikace karoserií napříč výrobním tokem a identifikací jednotlivých skupin komponentů ve společnosti Škoda Auto a.s. v Mladé Boleslavi. Výroba je zde dělena na dva montážní závody (MBI a MBII). Práce je zaměřena na analýzu závodu MBII a vyjma podkapitoly 2.1 jsou informace čerpány z interních materiálů Škoda Auto a.s.

2.1 Společnost Škoda Auto a.s.

Jedná se o největšího tuzemského výrobce osobních automobilů s hlavním výrobním závodem a současně i sídlem v Mladé Boleslavi. Další dceřiné závody v ČR se nachází v Kvasinách a Vrchlabí, které je od roku 2012 orientováno na výrobu převodovek.

2.1.1 Historie

Počátky společnosti se začaly psát 30. září 1895, kdy byla v Mladé Boleslavi založena předchůdkyně dnes známé automobilky, pod názvem Laurin & Klement. Jejími zakladateli byli Václav Laurin a Václav Klement. Původní produkce byla zaměřena na jízdní kola modelové řady Slavia. Nejdůležitější historické milníky jsou:

- 1899 – Přejít z výroby jízdních kol na motocykly, tzv. motocykety, které byly exportovány i do zahraničí,
- 1905 – Výroba přeorientována na produkci osobních automobilů. První model nesl jméno Voiturette A,
- 1925 – Dopady 1. světové války a velký požár závodu z předchozího roku vedly ke spojení značky Laurin & Klement s plzeňským partnerem Škoda,
- 1929 – Ukončení manufakturní výroby automobilů a zahájení tzv. pásové výroby,
- 1945 – Znárodnění společnosti a přejmenování na Automobilové závody, národní podnik (AZNP),
- 1987 – Představení nového modelu pod jménem Favorit, který byl revoluční především pohonem předních kol,
- 1991 – Privatizace společnosti koncernem Volkswagen,
- 2019 – Zahájení elektrifikace současně vyráběných modelů. [24]

2.1.2 Současnost

Společnost ve svých třech tuzemských závodech zaměstnává přibližně 35 000 kmenových zaměstnanců. Na její činnosti je však závislá celá řada dodavatelů, tudíž se jedná nejen o zásadního podílníka na ekonomice ČR, ale i nepřímého zaměstnavatele dalších firem a jejich zaměstnanců. Aktuální nabídka zahrnuje modely Fabia, Scala, Kamiq – MBII, Octavia a Enyaq – MBI, Superb, Karoq a Kodiaq – Kvasiny, Rapid, Slavia a Kushaq. Společnost je aktivní na více než 100 trzích celého světa. Kromě ČR probíhá výroba i v zahraničních závodech prostřednictvím partnerství s koncernem Volkswagen či lokálních prostředníků. Vyjma Bratislavy sjíždějí z výrobních linek vozy značky Škoda i v Rusku (Kaluga a Nižnij Novgorod), Indii (Aurangabád a Pune), Číně (I-čeng, Nan-ťing, Ning-po a Čchang-ša) a ukrajinském Solomonovu. [25]

Stinnou stránkou současnosti je nedostatek komponentů, které se vyrábí ze základních polovodičů (čipů). Produkce je tak nechtěně ochromena, což ve výsledku znamená, že jsou řízeně rušeny výrobní směny vzhledem k znemožnění výroby kompletních vozů s následným dodáním zákazníkům. Rozpracovanost nekompletních vozů, kde je nezbytná kompletace chybějícími díly, se pohybuje mezi 30 000 a 50 000. Vyšší objem nekompletních vozů by již pro společnost nebyl rentabilní. Jedná se tak o nejsložitější situaci v novodobých dějinách firmy. [26]

2.1.3 Budoucnost

Předseda představenstva společnosti Thomas Schäfer na letošní globální konferenci představil strategické plány a hlavní priority společnosti do roku 2030, které zahrnují:

- Nabízet 50-70 % modelů s čistě elektrickým pohonem (nikoliv s kombinací elektrického motoru se spalovacím, tzv. Plug-in hybrid),
- Snižit výrobu vozů s celkovou produkcí CO₂ o 50 % oproti roku 2020,
- Rentabilit tržby ve výši minimálně 8 %,
- Stát se jednou z pěti nejprodávanějších značek v EU,
- Převzít zodpovědnosti v rámci celého koncernu nad expanzí na dané trhy (Indie, Rusko a severní Afrika),
- Zavést zcela uhlíkově neutrální výrobu v českých a indických závodech,
- Pracovat s tzv. zákaznickou zkušeností (reagovat na ohlasy svých zákazníků),
- Představit do roku 2025 tři zcela nové modely elektromobilů. [27]

2.2 Výrobní tok

Výrobu automobilů v závodě MBII lze rozdělit dle technologických procesů na tři základní části. Postup tokem je zaznamenáván formou výrobních statusů. Ty nejzásadnější jsou zobrazeny v Tab. 2.1., všechny ostatní jsou znázorněny v Příloze A. Nestandardním procesem je vyvěšování buď surových nebo lakovaných karoserií mimo výrobní tok do externí skladovací haly DC3 způsobené omezeními výrobních kapacit jednotlivých hal vlivem různého směnného provozu, odstávek výroby apod. (taktéž zahrnuto do Přílohy A).

a) Svařovna (hala M14)

Před samotným fyzickým svařováním karoserie, musí být nejprve zajištěna přesná identifikace dané zakázky a stanovení výrobního pořadí. To probíhá za pomoci systému FIS (podkapitola 2.3) a z něj vygenerovaného a vtištěného datového nosiče, tzv. TPS štítku (detail v podkapitole 2.4.3). Z nich utvoří příslušný dispečer dle určitých kritérií (nastaveného výrobního poměru mezi modely, materiálových restrikcí apod.) požadovanou výrobní sekvenci, kterou následně předá na úvodní operaci ve svařovně. Ta je zahájena, po načtení čárového kódu z TPS ruční čtečkou, systémovým statusem R100, kdy se zmíněný datový nosič přinýtuje k přednímu pravému podélníku. Jakmile je karoserie kvalitativně uvolněna, putuje do zásobníku svařených karoserií mezi svařovnou a lakovnami o celkové kapacitě přibližně 420 pozic.

b) Lakovny (haly M16 + M17 a M18)

Pro závod MBII jsou využívány dvě lakovny. Jedna se skládá z hal M16 (základní lak) + M17 (vrchní lak) – stará lakovna, a M18 – nová lakovna. Produkční kapacita staré lakovny je cca 2000 karoserií a u nové lakovny je hodnota cca 800 karoserií za den. Jak již bylo výše uvedeno, tak lakovny získávají do své výroby karoserie ze zásobníku po svařovně. Než se však karoserie do jedné z lakoven dopraví, musí projít přes rozřazovací bod zvaný EMFS. Jedná se o rozcestí na dopravníkové dráze, které je systémově řízeno nadefinovanými kritérii. Např. lakovna M18 nedokáže nalakovat karoserii Fabie, a proto je v systému nastaveno, aby tento model odbočil pouze do haly M16 a následně tedy i do haly M17. Existuje více disponovaných kritérií, které lze operativně přepisovat (v systému FIS). Jakmile je karoserie nabrána do lakovny, obdrží status L100. Z TPS štítku jsou postupně načítány informace ohledně kódu karoserie, typu nástřiku spodní části karoserie, typu nástřiku tlumení podlahy a odstínu vrchní barvy.

Plnění jednotlivých kroků je výrobními pracovníky zaznamenáváno do papírové lakovací karty vozu, která karoserii doprovází až na montáž. V případě poškození jednotlivých částí karoserie (např. dveří), je celá karoserie odstavena na repasní pracoviště zvané Spotrepair a problém zaznamenán do systému SQS (podkapitola 2.4.4). Jakmile karoserie úspěšně projde celým tokem lakovny, dostane status L320 (kvalitativní uvolnění) a směřuje na pracoviště dekoru, kde je opatřena znaky a vnějšími nápisy. Kromě standardního lakování karoserií existují ještě dvě speciální varianty. Tou první je tzv. lakování formou FLEET, což znamená, že jsou karoserie opatřené vrchním lakem s nesériovým odstínem. Druhá varianta znázorňuje lakování karoserií ve dvou barvách vrchního laku, konkrétně jeden barevný odstín pro karoserii a druhý pro střechu vozu. Tyto barevné střechy jsou jedním z mála dílů, které jsou i v dnešní době lakovány ručně. Obě varianty jsou příplatkovými konfiguracemi.

c) Montáž (hala M1)

Začátek montáže je nadefinován načtením statusu M000 v zásobníku nalakovaných karoserií před montážní linkou (kapacita 330 pozic). Jakmile karoserie daný status dostane, není již možnost ji zaměnit za karoserii jinou. Dodavatelé a interní logistika automaticky obdrží všechna potřebná data, která pevně stanoví pořadí, v jakém karoserie přijedou tunelem do montážní linky.

Poslední operace, při které je TPS štítek využit, se nachází na prvních metrech montážní linky, kde jsou data načtena automatizovaným robotem a do motorového prostoru karoserie následně vyryty jedinečné identifikační znaky vozu, tzv. VIN kód. Montážní linka M1 obsahuje celkem 6 výrobních úseků (oddělených mezioperačními zásobníky) o celkové délce 127 taktů, kde se postupně do vozů montují komponenty. Výrobní takt je roven délce jedné karoserie. Jakmile vůz dojede na poslední takt linky, obdrží status Z600 a pomocí nůžkového výtahu je vyzdvižen na kontrolní pracoviště funkčnosti elektroniky vozu zvané ECOS. Zde se zdrží cca 20 minut a na konci je pomocí dalšího nůžkového výtahu svěřen k pracovišti válců, kde se kontroluje geometrie, lícování dveří, nastavení světel apod. Z tohoto pracoviště vůz směřuje na jízdní zkoušky, tzv. polygon. Po jeho úspěšném absolvování projde vodním testem, který zaručí utěsnění proti dešti. V poslední fázi, po osušení, prochází vůz závěrečnou kontrolou na pracovišti kvality, kde jsou prováděny inspekce úplnosti a jakosti provedení. Jakmile splní vůz všechny stanovené kontroly a zkoušky, je předán oddělení Škotrans k převozu na vnitrozávodové parkoviště, odkud je expedován ke konečnému zákazníkovi.

d) Souhrn

Všechny výrobní nedostatky jsou zaznamenávány do programu SQS, tudíž se z hlediska kvality jedná o stěžejní aplikaci v řízení jakosti. Veškerá identifikace karoserií ve výrobě svařovny a lakovny je přímo závislá na vizuálním čtení dat z datového nosiče TPS, což je poměrně zranitelným prvkem procesu. Všechny výrobní statusy obsahují čtyřcifernou posloupnost sekvence (0001-9999), která se při dosažení maxima překlopí na 0001, a tak stále dokola. Denní produkce v závodě MBII činí přibližně 1 200 vozů.

Tab. 2.1 Průběžná doba výroby vozu (hlavní statusy)

Status	Význam, označení	Přibližná doba trvání
R100	Zahájení svařování karoserie.	-
R200	Kvalitativní uvolnění karoserie ve svařovně, zaskladnění do zásobníku před lakovnami.	8 h
L320	Kvalitativní uvolnění karoserie v lakovnách.	10 h
L400	Zaskladnění olakované karoserie do zásobníku před montáží.	2 h
M000	JIT/JIS odvolávka v zásobníku před montáží (pevné stanovení posloupnosti karoserií do montáže).	Individuální (pár minut až x hodin)
Z600	Kompletní vůz sjíždí z montážní linky.	6 h
Z800	Kvalitativní uvolnění vozu, expedice k zákazníkovi.	2 h – několik dnů (dle nutnosti repase)
Celkový čas na výrobu vozu (obecně udávaný, bez prodlev)		32 h

Zdroj: vlastní zpracování.

2.3 FIS

Farzeuge Information System, neboli systém řízení výroby vozů, je základním informačním a řídicím systémem ve výrobě vozů. Hlavní podruženou aplikací systému pro řízení v reálném čase je eMIS. Jedná se o prostředek generující výstupní data ve formátu XLS či TXT, kterým lze monitorovat stav a průběh výroby (především dle výrobních statusů), zjišťovat detaily každé zakázky, operativně řídit karoserie mezi

lakovnými formou alokace, identifikovat přesné místo, kde se dané zakázky ve výrobním toku nachází, identifikovat, na které vozy se daný komponent montuje apod. FIS sestává z několika navzájem propojených SW modulů, které však na sobě nejsou přímo závislé (Obr. 2.1). Např. modul eQS je zaměřen na řízení kvality a modul JIT je napojen na systémy dodavatelů, přes které řídí odvolávky komponentů. Z hlediska bezprostředního plánování a řízení výroby jsou stěžejními moduly:

- DISPO (SONATA) - má za úkol analýzu a následné zaplánování zakázek do výrobního programu na základě výrobních plánů (s přihlédnutím na aktuální plnění plánů měsíčních). Proces tzv. sonátování probíhá denně. Pořadí zakázek se srovná dle stanovených kritérií a seřadí pro desátý výrobní den. Následně se zakázkám přiřadí identifikační KNR (Kennummer) a míra priority sekvenčním číslem. Disponování zakázek pro jednotlivou denní produkci se řídí nastavenými restrikcemi na díly (nedisponují se zakázky, na které není a výhledově nebude dostupný materiál) a restrikcemi z hlediska technologie (co je schopna montáž vyrobit). Při disponování je zároveň vyvíjena snaha o dodržení určité míry rovnoměrnosti (např. rozložit vozy s automatickou převodovkou do všech směn, nikoliv jen do jedné). Jakmile proběhnou všechny tyto kontroly úspěšně, je umožněn tisk zakázek na datové štítky TPS,
- OPTIMO – má na starost nadisponované zakázky převést tiskem do podoby TPS štítků a následně je řídit napříč celým tokem. V případě restrikcí, např. z důvodu nedostatku některého z materiálů, se nastaví do modulu OPTIMO v zásobníku mezi lakovnou a montáží určitá PR specifikace (podkapitola 2.4.1), modelová řada a přesný počet, kolik vozů s daným dílem může být ještě odvoláno. Další zakázky tak nejsou do montáže uvolněny, tudíž nevzniknou nepokryté a následně nekompletní vozy. OPTIMO lze chápat jako logické řízení mezi jednotlivými výrobními procesy (lakovna-montáž, svařovna-lakovna a štítky před svařovnou). Hlavními úkoly modulu je zaskladnění a vyskladnění karoserií ze zásobníků, tvorba výrobní sekvence, blokace určitých vozů a optimalizace využívání kapacit zásobníků. Hlavním cílem zavedení modulu bylo oddělení jednotlivých výrobních procesů od sebe (zejména kvůli různým směnným režimům, sekvencí, poruch ve výrobcích apod.). Základní metodou řízení je fronta FIFO. Pokud to situace vyžaduje, lze logiku porušit a karoserie do linky odvolávat i ve frontách LIFO či SIRO apod. (návaznost na podkapitolu 1.1.2).



Obr. 2.1 Moduly FIS

Zdroj: [28].

Databáze FIS uchovává data o vozech přibližně deset pracovních dnů od doby, kdy opustí výrobní halu a jsou předány k expedici (status Z800).

2.4 Identifikace karoserií

Hlavním identifikačním, taktéž i legislativním, prvkem vozidla je řada vyrytých znaků VIN do motorového prostoru. Dále jsou znaky VIN obsaženy i v třídílné sadě typových štítků, které se lepí pod čelní sklo, na pravý B sloupek a na visačku ke klíčům. Škoda Auto a.s. používá tento sedmnáctimístný formát značení od roku 1984. Počátek kódu je v závodě MBII vždy TMB (T = Evropa, M = ČR a B = Škoda Auto). Následujících 8 znaků ukrývá informace o typu karoserie, motorizaci, emisní třídě, bezpečnostních prvcích, modelu, verzi, roku výroby a výrobním závodu (0 = Mladá Boleslav). Posledních 6 číslic je kumulativní hodnota vyrobeného vozu (000001, 000002, 000003, atd).

2.4.1 PR specifikace

Jedná se o nezbytný prvek v identifikaci určitého stupně výbavy vozů a všech komponentů, které do nich vstupují. Jednotlivá PR čísla sestávají z kombinace tří znaků. Každá skupina těchto PR čísel spadá do nadefinovaných PR rodin s taktéž třiciferným označením. V současnosti objem všech PR čísel přesáhl hodnotu 8 200 (spadající do přibližně 200 PR rodin) a počet nadále roste, především vlivem nárůstu komplexnosti vozů a jejich výbav. V Tab. 2.2 jsou uvedeny hierarchické příklady. Existují tedy rodiny značící např. druh tažného zařízení, motorizaci, stranu, na které má vůz řízení apod. Jednotlivá PR čísla lze pomocí znaku + sloučit do tzv. PR podmínek, čímž se vytvoří

vícekriteriální specifikace. Druhým znaménkem zápisu PR čísel je /, které značí tzv. nebo. To znamená, že se např. komponent montuje do vozů s motory 1,5 TSI i 1,0 MPI. Doplnujícím kritériem PR podmínek může být ještě barva karoserie vozu či jeho interiéru (především u komponentů s lakovanými povrchy). Pokud tedy ve výrobě nastane problém, ať už s některým dílem či s něčím jiným, lze poměrně snadno vyselektovat pouze ty vozy, kterých se to týká. Nemusí se tedy zastavovat výroba celého modelu, ale pouze jeho ohrožená část.

Tab. 2.2 Příklady PR identifikací

PR rodina	PR číslo	Význam specifikace
AHV	1D0	Bez tažného zařízení.
	1D2	S pevně namontovaným tažným zařízením.
	1M6	Mechanicky sklopné tažné zařízení.
LEA	L0L	Vůz s levostranným řízením.
	L0R	Vůz s pravostranným řízením.
GMO	TC5	3válcový agregát 1,0 TSI s výkonem 81 kW.
	T5Y	3válcový agregát 1,0 MPI s výkonem 48 kW.
	TJ7	4válcový agregát 1,5 TSI s výkonem 110 kW.

Zdroj: vlastní zpracování.

Modelová situace k Tab. 2.2:

Je potřeba zastavit ve výrobě vozy Fabia, které obsahují levostranné řízení, agregát 1,5 TSI a jsou buď bez nebo s mechanicky sklopným tažným zařízením. Výsledný PR zápis těchto skutečností by vypadal +L0L+TJ7+1D0/1M6. Po převedení do tohoto zápisu je možné postižené vozy pozastavit ve výrobním toku či je vůbec nezačít vyrábět.

2.4.2 CarRFID

System používaný na montážní hale M1 využívající RFID technologii pro identifikaci jednotlivých vozů a fází jejich výroby. Je úzce spjat se systémy FIS a SQS. Aktivní tagy s integrovanou anténou a dobíjecí baterií se na karoserie připevňují na střechu mezi A a B sloupek při příjezdu na začátek montážní linky. Jsou do nich nahrána veškerá výrobní

data k zakázce (KNR, VIN, modelový klíč, sorty pro plničky kapalin apod.). Odejmutí tagů probíhá až tehdy, když jsou vozy kvalitativně uvolněny a odesílají se na interní expediční plochy v závodě. Vývoj byl iniciován především rostoucími požadavky na výrobní systémy v rámci konceptu Průmysl 4.0. Klíčovým požadavkem byla evidence a kontrola utažení každého jednotlivého spoje ve voze. Celý systém je tedy rozšířen o subsystém ToolRFID, jenž dohlíží na výrobní operace a zajišťuje online dohled nad nimi (především utahovačky spojů – taktéž každá obsahuje tag). Dále systém funguje na lokalizační technologii decaWave. Oproti předchozí generaci identifikace bylo zavedeno PSB (Plan Service Bus – síťová architektura) firmy IBM. Serverovou část systému tvoří 5 virtuálních serverů umístěných v datacentru Škoda Auto a.s. Dva servery označené jako centrální servery řízení jsou zapojeny do HA clusteru (High availability – s vysokou dostupností) a zajišťují nutnou redundanci při případném výpadku serveru. Na třetím serveru označovaném jako server identifikace vozidel je provozována webová aplikace pro vizualizaci polohy vozidel v systému. Poslední dvojice serverů je též zapojena do HA clusteru a slouží pro podporu subsystému ToolRFID. Lokalizační technologie je založena na sadě RFID čteček, které jsou rozmístěné podél výrobních linek a dalších plochách (repose, výpravna atd.). Funkce systému je dále podporována technologickými moduly ve formě infračervených čidel a optobrán, interface konvertorů, fyzických rozhraní (PLC/IP) atd. Technologie dále zahrnuje i SMS bránu, přes kterou lze zasílat nastavené alarmy uživatelům (např. že požadovaný vůz přijel do určité lokality). Komunikace probíhá po Ethernetu přes TCP spojení (Transmission Control Protocol) na portu 11300, zabezpečené pomocí SSL/TLS1.2. Komunikace mezi koncentrátorem a čtečkami probíhá po datové síti CutterNet s hvězdicovou architekturou. Rádiová komunikace mezi čtečkami a tagy, komunikující na frekvencích 3-6 GHz a 868 MHz, přenáší dva typy informací:

- Informaci o vozidle, na kterém je tag umístěn – tato data v tagu i vlastní komunikace v ISM pásmu 868 MHz a 3–6 GHz jsou šifrována pomocí AES-128 a uložena do tagu (klíč není uložen v tagu),
- Data o poloze tagu – přenášen je pouze identifikátor tagu, opět prostřednictvím šifrované komunikace pomocí AES-128.

Komunikace mezi servery a stanicí instalace tagu probíhá přes TCP spojení na portu 11300. Komunikace mezi servery a dispečerskými stanicemi pro hlášení poruch probíhá přes TCP spojení na portu 11300 a je zabezpečena prostřednictvím SSL/TLS1.2.

Do systému je nadefinováno pět uživatelských rolí:


- Host – pouze nahlížení do vymezené části systému – určeno především pro hrubou orientaci uživatelů a prezentační účely,
- Uživatel – kompletní náhled na celý systém, exporty a vyhledávání,
- Koordinátor – možnost základní konfigurace systému, možnost omezení pohledu pro nižší role, náhled na provozní proměnné systému (základní telemetrie, stav HW komponent systému),
- Správce – role bez omezení pro aplikaci,
- Pracovník IT podpory (externí) - speciální role s přístupem pouze na diagnostickou stránku, ze které je možné ověřit funkčnost systému, případně nasměrovat správné eskalační procedury v závislosti na typu problému.

Při výpadku technologie není problém přejít na původní identifikaci karoserií pomocí čárových kódů a ručních čteček bez dopadu do výroby.

Mapa halý Tabulkový výpis Nastavení Nástroje

Detailní přehled vozu (KNR: 0854783)

KNR (Dlouhé)	3120220854783
Závěs M100	6207
VIN	TMBJP6NjXNZ022966
Modelový klíč	NJ53M4
Barva	8X8X - Modrá Race
Trh - země	X1F - Česká rep.
Kód karoserie	FABIA COM AMB 70M5F
Motorizace	3-vál. zážehový motor 1,0 L/70 KW TSI Agregát: TJ4



Car RFID FIS SQS eMIS Info o tagu Alarmy Manipulace s tagem

Info o tagu

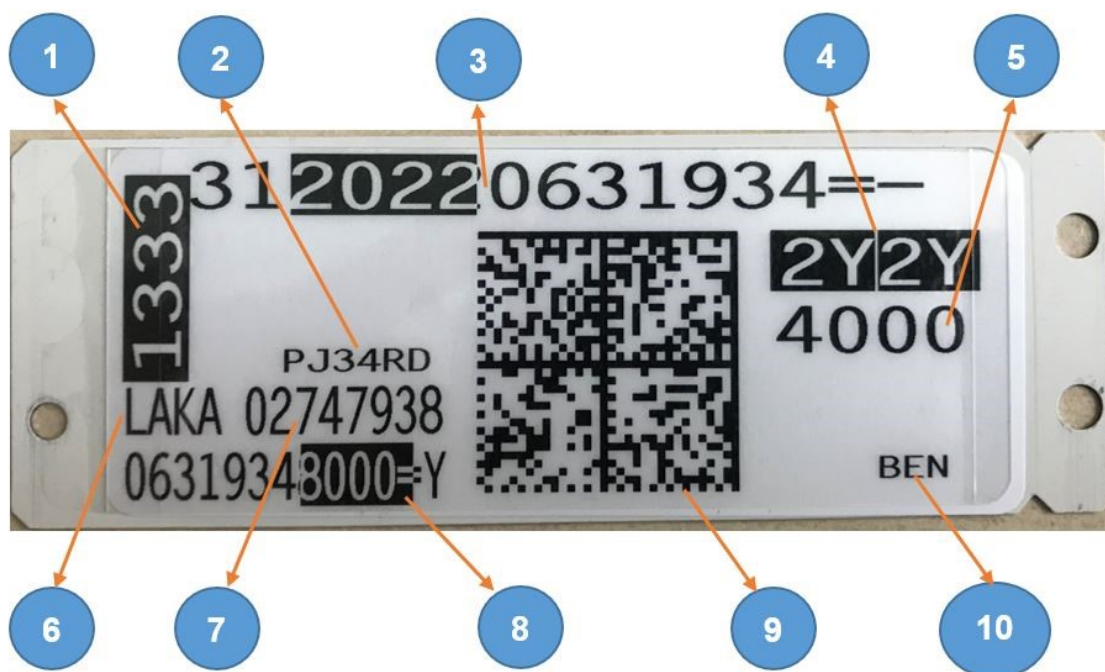
Id	35991
Baterie	66%
Poslední vyčtení baterie	22.02.2022, 13:15
Poslední změna polohy	22.02.2022, 19:05
Poslední zaslechnutí	22.02.2022, 19:05
Poslední lokalita	Příprava na Žugil
VersionFW	Skoda NSI Tag HW v1.21 FW v1.65

Obr. 2.2 Detail vozu v CarRFID (info o tagu)

Zdroj: [28].

2.4.3 TPS

Datový informační štítek (Tages Production Schild) se skládá ze tří komponentů. Prvním je hliníkový plech s identifikačním číslem dílu 867 010 050 T o rozměrech 11,5 cm x 4 cm a s dvěma otvory v horní části o průměrech 5 mm pro připevnění nýty na pravou přední postranici na vstupní operaci ve svařovně. Tloušťka materiálu je 0,5 mm. Druhým dílem je samolepící bílá fólie (etiketa) s označením 6U0 000 317, na kterou se data prostřednictvím speciálně uzpůsobené tiskárny nanáší termotransfericky černou páskou PRINTRONIX 8300. Posledním komponentem je třívrstvá samolepící průhledná fólie s označením 6U0 000 290. Každá z vrstev je mechanicky odstraněna vždy po znečištění při lakovacích procesech (základní a vrchní lak). Na montážní linku tak přijede vůz s pouze poslední vrstvou fólie proti mechanickému poškození 2D kódu.



Obr. 2.3 TPS štítek

Zdroj: vlastní zpracování.

Jednotlivé identifikační části TPS štítku z výše uvedeného obrázku jsou:

- 1) Sekvenční číslo (konkrétně statusu A600 – tisk TPS štítku),
- 2) Modelový klíč (první dvě písmena značí model, třetí pozice typ karoserie, čtvrtá stupeň výbavy, pátá motorizaci a šestá druh převodovky – více v Příloze B),
- 3) Třináctimístné označení zakázky KNR včetně kontrolního znaku,

- 4) Čtyřmístný kód barvy karoserie 2Y2Y = celá karoserie olakována do odstínu bílá Moon (v případě barevné střechy je každá dvojice jiná, např. 2Y1Z, 2Y5X apod.),
- 5) SB sorta – určení druhu karoserie pro lakovnu,
- 6) Čtyřmístné označení, pro kterou z lakoven byla zakázka původně disponována LAKA = stará lakovna),
- 7) Sekvenční číslo Perlenkette (hodnota určující denní věrnost výroby – dodržení posloupnosti – premisa vyrábět vozy v pořadí, v jakém byly objednány),
- 8) Sedmimístný KNR s R1 sortou (typ karoserie pro svařovnu – komplexita tvorby R1 sorty pro model Fabia třetí generace uvedena v Příloze C),
- 9) 2D kód nesoucí všechna data zakázky (příklad tvorby datové posloupnosti uveden v Příloze D),
- 10) Určení nástřiku tlumení podlahy.

Pouhým pohledem na data obsažená v TPS štítku na Obr. 2.3 lze určit, že se jedná o zakázku Fabie čtvrté generace (modelový klíč začíná znaky PJ) v bílé metalické barvě odstínu Moon, s výbavou Ambition, s litrovým tříválcovým motorem TSI o výkonu 70 kW a 6^o manuální převodovkou. Zakázka by dle vygenerovaného KNR měla být na montáži vyrobena ve středu v šestém kalendářním týdnu (tedy 9.2.2022).

2.4.4 SQS

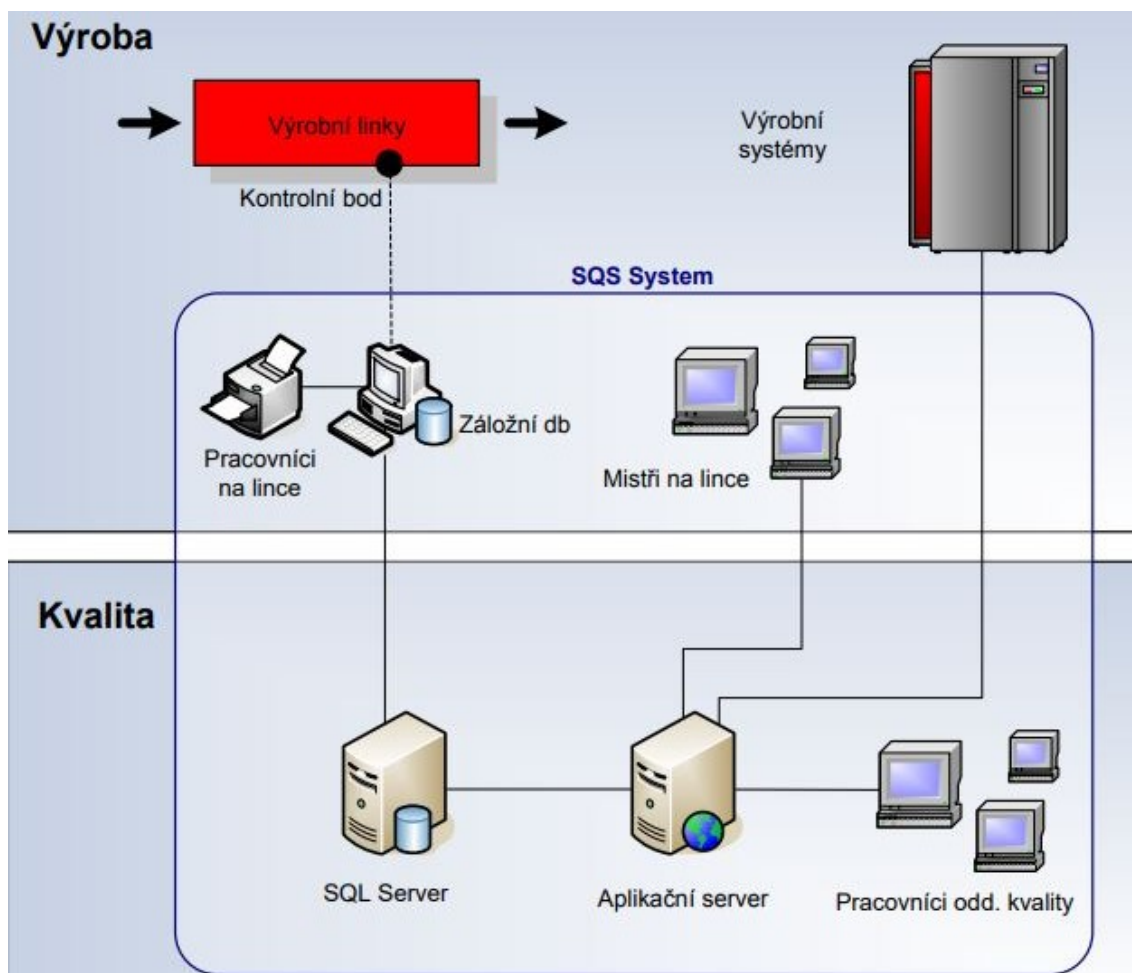
Informační systém, celým názvem Škoda Quality System, který Škoda Auto a.s. vyvinula ve spolupráci se společností T-Systems v roce 1994. Od následujícího roku byl spuštěn zkušební provoz na montážní hale M1 v Mladé Boleslavi. V dalších letech se rozšířil i na druhou mladoboleslavskou montážní halu M13 a závod Kvasiny. Krom tuzemských závodů se využívá i v indickém Pune a je vyvíjena snaha o implementaci v dalších zahraničních výrobních závodech. SQS úzce spolupracuje se systémem FIS.

Jeho hlavní funkcí je kontrola a hodnocení kvality výroby vozů napříč celým tokem a identifikace případných nedostatků či závad v reálném čase. Sběr dat probíhá snímáním optickými čtečkami z karet vozu. Celý systém sestává z několika základních částí:

- Kontrolní body – každý výrobní úsek obsahuje několik stanovišť, v nichž se postupně kontrolují jednotlivé výrobní operace. Jakmile se nedostatek odhalí, je do systému zanesen, a to i v případě, že se stihne obratem napravit (vůz tak

nespadne do repase). Každý záznam nese informace o čase, místě a zaměstnanci, který záznam vykonal,

- Databáze – hlavní server ukládá získaná data ze všech kontrolních bodů pro další nakládání s nimi,
- Rozhraní s FIS – je umožněna oboustranná výměna dat mezi systémy (eliminace duplicitního zadávání dat),
- Webový server – aplikace SQS Global II, která přijímá data od uživatelů, je propojena s databázovými servery. Určité sestavy výstupních dat jsou předdefinovány tak, aby nemusel uživatel všechna kritéria ručně označovat,
- Uživatelé – data o vozech mohou čerpat ze zmíněné webové aplikace buď ve formátu HTML či tabulkově v XLS.



Obr. 2.4 Stavba SQS

Zdroj: [28].

2.5 Identifikace komponentů

Z důvodu implementace outsourcingu, snižování zásob u linek (vznik supermarketů, předpříprav apod.) bylo nutné zavést přesnou identifikaci komponentů, aby bylo riziko možných záměn zredukováno na minimum či zcela eliminováno. Zároveň však musí být celý proces odolný proti potenciálním výpadkům včetně nastavených nouzových strategií předcházejících vzniku nekompletních vozů či prostojům montážní linky. Základním identifikačním prvkem komponentu je jedinečné číslo dílu. To se skládá z 9 až 14 alfanumerických znaků, kdy každá část má svou logiku.

2.5.1 Techweb

Aplikace, která slouží k prohlížení archivu technologického kusovníku, kde jsou obsaženy seznamy všech dílů a sestav, které jsou zapotřebí při výrobě vozu. Zároveň jsou uloženy i barevně závislé sekvenční stromy vygenerované pro předem zadaný seznam kompletů. Kalkulace jsou k dispozici po dobu přibližně 5 let. V případě PR čísel jsou zobrazovány informace z aktuálního stavu dat. Aplikace umožňuje kombinovat filtry na řadu předem definovaných položek. Výsledné seznamy je možno uložit ve formátu TXT nebo XLS. Aplikace tedy zahrnuje informace týkající se každého jednotlivého komponentu, jeho struktury, přesného pracoviště jeho zdělávání a jeho cenu. Při zjišťování informací se vloží jedinečné alfanumerické označení komponentu, ze kterého se následně vygeneruje přesný PR popis. Dalšími doplňujícími kritérii jsou doba platnosti PR popisu, barva interiéru vozu a barva exteriéru vozu. V Techwebu jsou obsaženy všechny PR rodiny a PR čísla do nich spadající. Dále je aplikace provázána s podsystémem Abarch, který ke každému dílu přiřazuje odhady spotřeb po dnech s výhledem 10 pracovních dnů (má návaznost na FIS modul DISPO (SONATA)). Chyba v technologickém kusovníku má vliv na správnost odhadu denní spotřeby, tudíž i riziku poklesu skladové zásoby pod pojistnou mez.

Na Obr. 2.5 jsou uvedena základní data, která byla aplikací vygenerována, jedná se o:

- Finál – označení modelu (začátek 654 = model Kamiq),
- Číslo dílu – jedinečné 14místné označení dílu (BH představuje u klik možnost odemčení bez klíče, konečné A7W barvu stříbrná Brilliant),
- Množství – kolik dílů se zpracuje na jeden vůz (zde je balení = sada čtyř klik),
- Platnost OD/DO – doba platnosti dílu,

- Název – pojmenování komponentu,
- Takt – pracoviště, kde je díl zpracováván,
- PR podmínka – specifikace vozu, do kterého lze kliky montovat,
- Model. rok – určení, pro který modelový rok vozu jsou data platná,
- Barva ext. – barva exteriéru vozu (na který je možné kliky montovat),
- Barva int. – barva interiéru vozu (** značí, že zde není kritériem).

Finál	654000000
Číslo dílu	5G4800345BHA7W
Množství	1,00
Platnost OD	23.11.2020
Platnost DO	07.03.2023
Název	KLIKA DVERI
Takt	401
PR-podmínka	4F2/4I3+6FM/6FL/6FF+FB0
Model.rok	2022
Barva ext.	8E1Z, 8E8E, 8E5X
Barva int.	**

Obr. 2.5 Výstup z aplikace Techweb

Zdroj: vlastní zpracování.

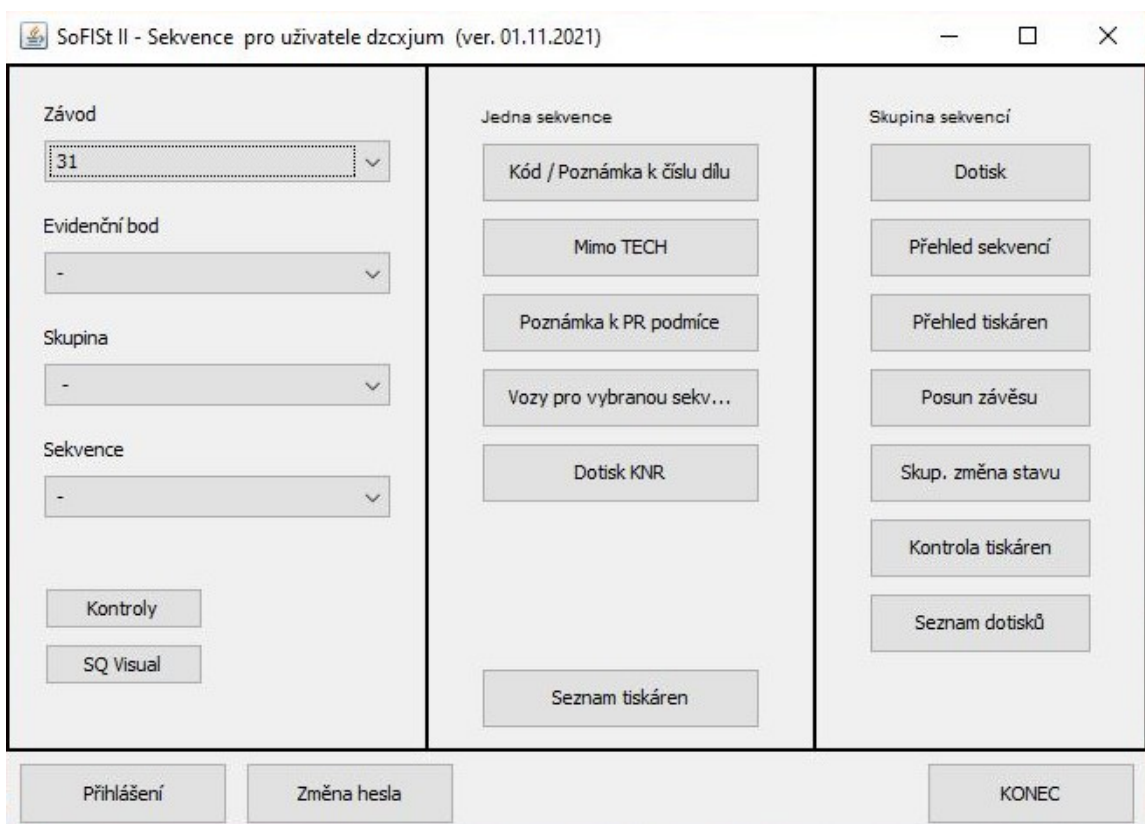
Z výstupu lze tedy vyhodnotit, že uvedené kliky je možné namontovat pouze na vůz modelu Kamiq s barvou karoserie stříbrná Brilliant (8E8E) či kombinacemi barevných střech 8E1Z (stříbrná karoserie s černou střechou odstínu Magic) a 8E5X (stříbrná karoserie s šedou střechou odstínu Graphite). Z PR popisu vyplývá, že vůz musí splňovat:

- 4F2/4I3 – centrální bezklíčové zamykání s bezpečnostní pojistkou (4F2) nebo bez ní (4I3),
- 6FM/6FL/6FF – díly buď se zvláštní lakovou úpravou (6FM) či kryty vnějších zrcátek bez lakových úprav (6FL) či kryty vnějších zrcátek v barvě vozu (6FF),
- FB0 – karoserie lakovaná standardní barvou (nejedná se o FLEET).

2.5.2 Sofist II

Jedná se o podsystém primárně řízený systémem FIS generující data o dílech vozů na základě JIT odvolávky ze statusu M000. Následně je možné komponenty vychystat

do sekvence na interních supermarketech. Všechna potřebná data (PR popisy) jsou získávána z technologického kusovníku, se kterým je systém úzce spjatý a jeho správné fungování je na něm závislé. Po obdržení určitého objemu odvolaných vozů (obvykle 24) dojde k automatickému tisku sekvenčního výlepu, kde jsou jednotlivé komponenty vypsaný. Každý supermarket obsahuje pouze určitou skupinu dílů (např. vybavení zavazadlového prostoru – klíč na výměnu kol, tažné oko apod.). Pracovník supermarketu je následně vychystává do přepravek, které se vloží do speciálně upravených vozíků a po naplnění přepraví k lince pomocí automatizovaných vozíků AGV. Tento papírový způsob je v současné době postupně vytlačován digitální podobou s vizualizačními prvky, tzv. Pick To Light systémy (podkapitola 2.5.4). Systém pracuje v automatickém režimu, ale v případě potřeby lze dělat ruční zásahy (dotisky jednotlivých sekvenčních výlepu či vozů při výpadku podružných systémů, zapnutí či vypnutí tiskáren pro dotisky, posuny výrobní sekvence, aj.). Všechna data o vozech jsou zálohována na serveru po dobu přibližně tří týdnů. V případě potřeby tak lze snadno zjistit, zda byl díl na voze chybně vychystán (zaměněn) buď vadou v technologickém kusovníku, nebo vinou pracovníka logistiky při vkládání do sekvenčního vozíku.



Obr. 2.6 Úvodní maska Sofist II

Zdroj: [28].

2.5.3 Sorty

Jedná se o jeden až čtyřmístný alfanumerický kód určený pro řízení výroby. Jsou zjednodušenou verzí PR popisu. Např. v Tab. 2.3 je uveden motor 1,0 MPI, který má PR popis D5I/D7I+G0C+T5Y+2DR+4BI a sortu 3796. Při sekvenčním vychystávání motorů k montážní lince tedy stačí kontrola správnosti sorty a nemusí se kontrolovat celý PR popis. Zároveň se pomocí souboru sort u zakázky testuje správnost přiřazeného PR popisu. Pokud při každodenní kontrole zakázek z oddělení plánování vyskočí u některé chybová hláška, nemůže být přiřazen KNR, a tudíž ani zahájena fyzická výroba do doby nápravy problému. Pokud by byl vozu i přes chybové hlášení přiřazen KNR a následně se začal vyrábět, s největší pravděpodobností nebude odpovídat technickému zadání, tudíž by musel být sešrotován. V případě, že na vozech probíhá určitá změna např. v rámci modelové péče (více v podkapitole 2.5.5), musí být vůz vyroben podle nových specifikací a nesmí se stát, že by se vyrobil dle původních. Opět by následovalo sešrotování vozu.

Tab. 2.3 Příklady sort

Označení	Název	PR popis sorty
3796	3válcový agregát 1,0 MPI	D5I/D7I+G0C+T5Y+2DR+4BI
SND	Převodovka MQ200 - 5° manuál	D5I/D7I+4BI+T5Y+G0C+7L6
5BR2	Typ předních tlumičů Fabia	G01+L05+2DR
FABI	Vnější znaky chromové	K8G/K8D+0NB
8010	Označení typu karoserie pro svařovnu	K8G+0K0+L0R+3FA+3S4+2K4 +1D0/1D8
4100	Označení typu karoserie pro lakovnu	K8G+L0R+3FA+1D0/1D8+2K4

Zdroj: vlastní zpracování.

2.5.4 Pick To Light (P2L)

Technologie P2L (odeber dle světla) je moderní verzí vychystávání komponentů na interních supermarketech. Data jsou získávána z datového serveru, kam jsou odesílána již zmíněným podsystémem Sofist II. Následně jsou informace přenášeny do vizuální podoby. Pracovník supermarketu čtečkou čárových kódů načte 1D kód z vytištěného

sekvenčního výlepu. Poté dojde k rozsvícení jednotlivých pozic v regálech či obrazovkách na pracovišti, které jej instruuje o potřebných úkonech. Signalizace mizí vždy, když je odebrání komponentu potvrzeno. Při chybném odebrání jiného materiálu dokáže systém reagovat tak, že do doby nápravy pracovníka dále nepustí. Výhoda technologie tkví i ve snadném zaškolení nového personálu. Implementace Pick To Light technologie výrazně zrychlila vychystávání komponentů díky snadné a přesné identifikaci a zároveň snížila riziko možných záměn. Na MBII se používají tyto modifikace technologie:

- Pick To Light – regály supermarketu jsou vybaveny tlačítky s LED diodou. Využívá se u menších komponentů ložených v plastových přepravkách. Potvrzení odebrání dílu se potvrzuje stisknutím tlačítka či načtením 1D kódu jeho pozice,
- Pick To Point – světelná signalizace neprobíhá formou rozsvícení pozice v regálu, ale pohyblivým reflektorem umístěným nad pracovištěm. Využívá se buď světelného bodu či šipky. Potvrzení odebrání probíhá stisknutím dálkového ovladače či načtením 1D kódu. Reflektor se následně automaticky natočí na další komponent k vychystání. Jakmile jsou veškeré díly vychystány, vrátí se reflektor do pozice, kdy svítí na tabuli konec. Používá se u objemnějších dílů (např. čelní skla),
- Pick To Voice – pro vychystávání dílů se používají chytré telefony opatřené příslušnou aplikací, sluchátka s mikrofonom a čtečka 1D kódů implementovaná na rukavici. Informace o dílech k vychystání se zobrazí na telefonu a současně sdělí do sluchátek. Odebrání dílu se potvrdí naskenováním 1D kódu či kódu nalepeném přímo na dílu. Zavedení této modifikace eliminovalo manipulaci s ruční čtečkou a zlepšilo ergonomii práce.



Obr. 2.7 Pick To Light, Pick To Point a Pick To Voice

Zdroj: [28].

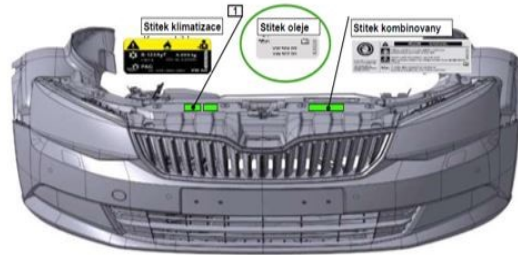
2.5.5 JIS identifikace

Pro montážní halu MBII existuje několik externích JIS dodavatelů. Jsou jimi např. Schedl Automotive (kola), Magna Seating (sedačky), Magna Liberec (nárazníky), SAS (cockpity – přístrojové desky), HBPO (frontend moduly – chladičové stěny) atd. Aby byla zaručena správná identifikace subkomponentů, ze kterých se každý JIS díl skládá, je dodávání řízeno databází Autlin napojené na FIS modul JIT. Jsou zde obsaženy informace týkající se všech JIS dílů (na základě PR popisu se dodavatelům generují čísla dílů standardní délky devíti až čtrnácti alfanumerických znaků). Veškeré odvolávky probíhají automaticky z určitých výrobních statusů (Tab. 2.1). Např. u nárazníků obdrží dodavatel odvolávku k výrobě ze statusu R100 (cca 24 h před navolením zakázky do montáže – data obsahují informace o parkovacích senzorech, barvě nárazníku, mlhových světlometech apod.). Jakmile je nárazník vyrobený, dodavatel si jej přepraví na expedici, kde čeká do doby, než daná zakázka obdrží status M000. Poté je vychystán do sekvenční palety na pozici, která obsahuje jemu přidělené čtyřmístné sekvenční číslo a je přepraven na montážní halu k zástavbě do vozu.

Nedílnou součástí JIS identifikace je i odvětví zvané Změnové řízení. Jedná se o procesy, které jsou zavedeny z důvodu možného nedostatku některého subkomponentu u JIS dodavatele nebo při zavádění změn spadajících nejen do modelové péče. Pokud např. dodavatel kol Schedl zjistí, že subdodavatel není schopen dodat předepsaný typ pneumatik, je s vývojem řešena odchylka na pneumatiky alternativní. Modelová péče probíhá u všech modelů značky dvakrát ročně (většinou květen a listopad), kdy vždy v květnové části probíhá přechod na nový modelový rok (v květnu 2022 se začnou vyrábět vozy modelového roku 2023). Je zde zahrnuto široké spektrum požadavků na určitou změnu. Jedná se buď o nápravu nedostatku z vývoje, úsporu na materiálu (např. nahrazení kovového úchyty kabeláže plastovým), zavedení designových úprav apod. Tyto změny jsou řízeny buď stanovením sedmimístné KNR řady (např. na KNR začínající 464**** se namontuje původní díl a na KNR vyšší než 465**** se namontuje již nové provedení) nebo přiřazením řídicího PR čísla (vůz neobsahuje dané PR číslo = namontuje se starý díl, obsahuje jej = namontuje se díl nový).

6VA	M	NOVÉ ŠTÍTKY FRONTENDU
18V085A, A1	Způsob náběhu: Od KNR	

- Štítek s informací o výměně oleje
- P2L štítky



Obr. 2.8 Příklad náběhu změny řízené KNR

Zdroj: [28].

2.5.6 Nouzová strategie

Dodávání komponentů konceptem JIT nese rizika, že při datovém výpadku nebude zajištěno zásobování montážní linky. Z těchto důvodů byla zavedena adekvátní nouzová strategie, která musí být pro dodavatele snadno aplikovatelná, z hlediska identifikace přesná a kapacitně nesmí omezovat produkci Škoda Auto a.s. Při výpadku standardního odvolávacího systému přechází dodavatelé na záložní systém zvaný webSYNCRO, konkrétně přes aplikaci EDISone. Dodavatel získá informace ohledně KNR vozu, jeho VIN, sekvenčním závěsu M000 (pořadí odvolaných zakázek), modelu, typu manipulační jednotky, datumu i času odvolávky a seznam všech jednotlivých dílů k vychystání. Oproti standardnímu konceptu se nejedná o dramatický zásah do činností dodavatelů. Data jsou v systému zálohována po dobu 90 dnů.

Pokud z nějakých důvodů nelze spustit nebo přejít na systém webSYNCRO, přistupuje se na interní aplikaci EMERGENCYJISAPP pracující na platformě Java. Generování dat probíhá po zvolení závodu MBII a časového rozmezí odvolávek. Získaná data je možné uložit širokým spektrem formátů (PDF, HTML, DOCX atd.). Vygenerovaný list s odvolávkami obsahuje informace o datumu a času odvolávky, KNR, barvě exteriéru i interiéru vozu, modelovém klíči, sekvenčním závěsu statusu M000 a navíc i čárový kód každé zakázky ukrývající jednotlivé komponenty. V tomto případě tedy musí dodavatelé přejít na načítání čárových kódů ručními čtečkami, aby byli schopni díly identifikovat.

V pravidelných termínech probíhá řízené testování výpadků automatického systému odvolávek u všech JIS dodavatelů s přechodem na nouzovou strategii.

3 Návrh řešení

Tato kapitola vychází ze současného stavu identifikace automobilů ve výrobním toku MBII a zabývá se zjištěním nedostatku, konkrétně datovým TPS štítkem (2.4.3). Podoba stávajícího identifikačního štítku je již na první pohled zastaralá a pro moderní požadavky, především koncept Průmysl 4.0, nevyhovující. Druhá část kapitoly je zaměřena na návrh vhodných alternativ, respektive možných nástupců TPS štítků.

3.1 Zjištění nedostatku

Jelikož je evidence karoserií ve výrobním toku závislá na vizuálním čtení dat z datového štítku, vede jeho znečištění ke znemožnění získání potřebných informací. Samotné pořízení TPS štítků je procesem nesoucím jistá rizika vzniku nedostatků či chyb. Největší riziko obnáší porucha lepičky během pořizování štítků, kdy může dojít k duplicitnímu tisku zakázky, a tedy i potenciální duplicitní výrobě karoserie. Tato problematika je systémově ošetřena napříč svařovnou, ale i přesto může dojít výjimečně k projetí duplicitní zakázky do lakovny. V tomto případě musí být vybrána vhodná alternativní zakázka (totožná R1 sorta, barva karoserie, strana řízení atd.) a karoserii nestandardně přelepena etiketa. Míchání výrobní sekvence ze štítků probíhá ručně dispečerem svařovny bez automatizované systémové kontroly, tudíž i zde je riziko vzniku chyb lidským faktorem. Stávající komponenty TPS štítku jsou dodávány 4 dodavateli, což je z hlediska logistiky zatěžující proces (odvolávky, řízení jednotlivých zásob, reklamace apod.).

Tab. 3.1 Komponenty současného TPS štítku

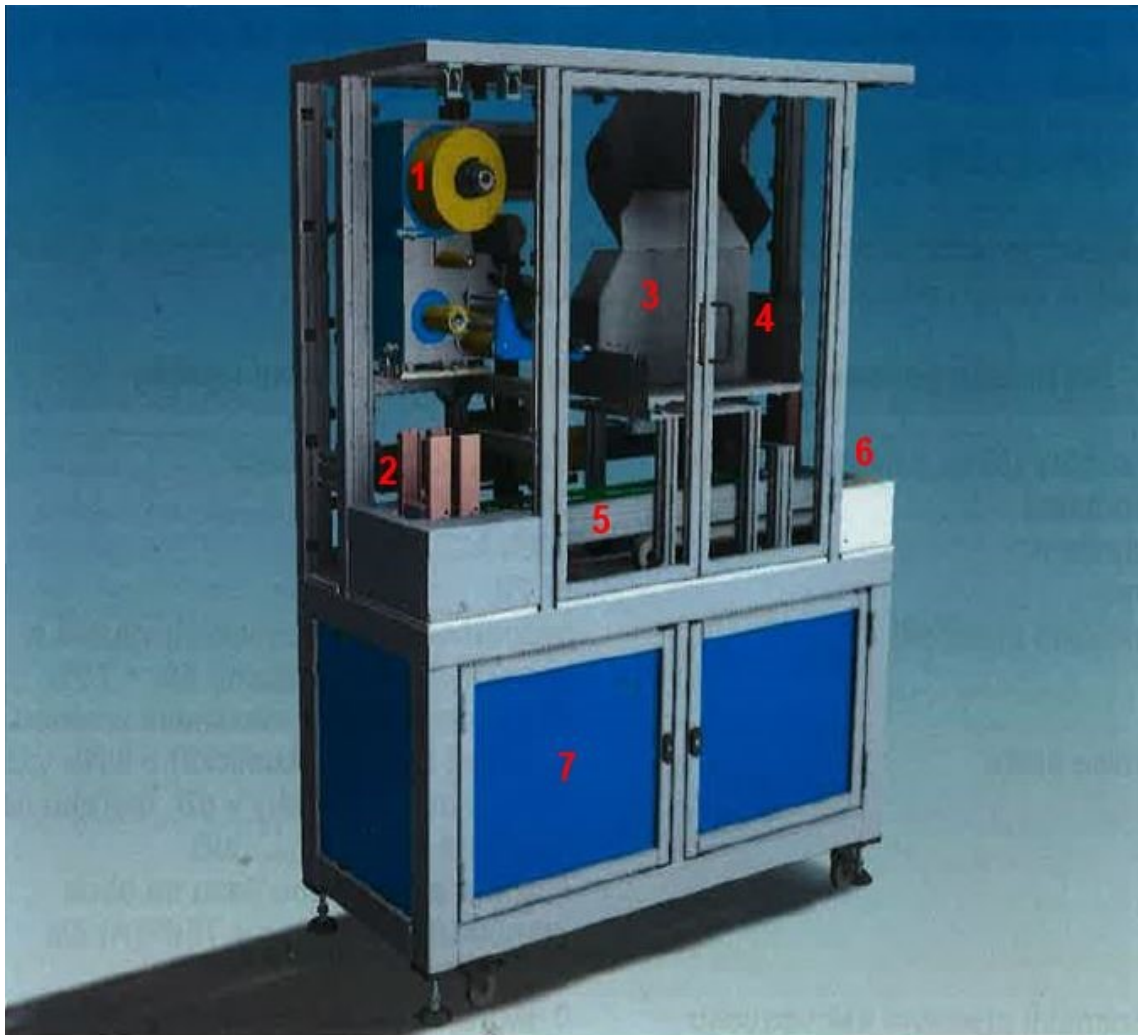
Název	Číslo dílu	Dodavatel	Kusů v balení
Hliníkový plech	867 010 050 T	A+H Thomas	500
Etiketa	6U0 000 317	Schreiner Group	4 000
Třívrstvá krycí fólie	6U0 000 290	Schreiner Group	2 500
TTR páska	PRINTRONIX 8300	INTERPAP Office	Návin 450 m
Upevňovací nýty	N 016 196 1	Keller & Kalmbach	9 000

Zdroj: vlastní zpracování.

3.1.1 Tisk TPS

Jak již bylo zmíněno v podkapitole 2.4.3, tak se TPS štítek skládá ze tří komponentů, které je potřeba optimálně sestavit a etiketu opatřit výrobními daty. K tomuto účelu slouží zařízení (tzv. lepička) s plánovanou životností 5 let, poskytnuté externím dodavatelem ADAX s.r.o., jehož základní technické parametry jsou:

- Rozměry – šířka 1 450 mm, délka 600 mm a výška 1 900 mm,
- Hmotnost – 300 kg,
- Požadavky na pracovní prostředí – bezprašné bez chemických výparů s relativní vlhkostí vzduchu 5-75 % a okolní teplotou 20 °C,
- Pracovní tlak vzduchu – 6 bar s kvalitou stlačeného vzduchu minimálně dle ISO 8573-1 (suchý tlakový vzduch bez obsahu vody či vodních par).



Obr. 3.1 Schéma lepičky TPS štítků

Zdroj: [28].

Proces kompletace jednotlivých komponent a tvorba TPS štítků probíhá následovně (dle Obr. 3.1):

- Kotouč s etiketami je umístěn v pravé části (4), odkud se odvíjí do TTR tiskárny (3), kde se data natisknou,
- Štítek je následně pomocí pneumatického zařízení přebrán ramenem na ose Y, odkud se přemístí do levé části stroje,
- Ze zásobníku hliníkových plechů (2) se odebere 1 ks, který je při cestě na osu X (5) opatřen etiketou a třívrstvou ochrannou fólií z kotouče (1),
- Na ose X dochází k přitlačení všech částí tak, aby byla zajištěna soudržnost,
- Zkompletovaný TPS štítek opouští stroj po ose X, kde je na konci připravené úložiště (6),
- Ovládací panel zařízení (7),
- Celý plně automatický proces trvá přibližně 20 vteřin a data jsou generována z řídicího systému FIS.

Lepička podléhá pravidelné údržbě, kdy část zajišťuje dispečer svařovny (např. mazání kuličkového vedení mazacím tukem HIWIN PLO-05) a část probíhá periodicky či při nenadálých poruchách odbornou externí firmou AUTOCONT a.s. V případě závažné poruchy, kdy není možné zajistit opravu tak, aby nedošlo k ohrožení výroby, lze provádět tisk nouzově v pobočném závodě MBI či v Kvasinách.

3.1.2 Tvorba výrobní sekvence

Denní objem zakázek pro výrobu je generován FIS modulem DISPO. Objem mezi jednotlivými modely je řízen na základě přiděleného sekvenčního čísla, aby byla zajištěna denní věrnost výroby. Při tvorbě výrobní sekvence se bere zřetel na zakázky, které nemohou být do výroby zadány, jelikož na ně není dostupný materiál či jsou zastaveny z jiného omezujícího důvodu (např. dočasná restrikce na některý zahraniční trh). Určité PR číslo je možné do systému nastavit již při tisku TPS, tudíž lze zamezit vytisknutí nežádoucích zakázek. Všechna tato omezení musí dispečer svařovny při míchání sekvence zohlednit a nesmí zadat do výroby pozastavené zakázky. K tomuto účelu je odkázán pouze na filtrování dat z excelové databáze zakázek a vizuální kontrolu vytisknutých TPS štítků, což představuje potenciální riziko nechtěného vytvoření chyby. Zásoba vytisknutých štítků se pohybuje kolem 10 000 ks (všechny modely dohromady –

Obr. 3.2), což je téměř dvoutýdenní produkce. Takové množství vytisknutých TPS štítků představuje i jisté náklady spojené s udržováním zásob. Distribuce štítků na úvodní operaci ve svařovně probíhá dvakrát za směnu (vždy po cca 170 TPS) tak, že si dispečer svařovny vybere vhodné zakázky a namíchá je v nastaveném výrobním poměru mezi modely (např. 3 Fabie, 4 Scaly a 5 Kamiqů). Následně tuto zásobu odnese na zmíněné pracoviště svařovny. V případě, že na montáži dojde ke zjištění nedostatkového komponentu s nutností zastavit zadávání dotčených karoserií na R100, musí dispečer svařovny zajistit jiné zakázky, které modelově odpovídají, ale daný komponent neobsahují, a tak mohou být vyrobeny. Následně na úvodním pracovišti postižené zakázky nahradí těmi vyrobitelnými v odpovídajícím objemu a blokové odnese zpět na dispečink, kde se fixem vizuálně označí a dají mimo připravenou zásobu štítků tak, aby bylo eliminováno přehlednutí restrikce a opětovné odnesení na R100.



Obr. 3.2 Zásoba vytištěných TPS štítků

Zdroj: vlastní zpracování.

3.1.3 Poškození TPS štítků

Kvalitativní problém s vytisknutými TPS štítky může vzniknout již při dodání jednotlivých komponentů. Například hliníkové plechy nemusí být zcela ostře zastřiženy a otřepy mohou zanést a opotřebovat pohyblivé části lepičky. Ne všechny jakostní vady jsou vizuálně odhalitelné. Je tedy možné, že nelze včas každý nedostatek zjistit a může tedy dojít k vytištění závadné várky TPS štítků, které následně způsobí problémy ve výrobním toku. Jedná se především o procesy v lakovně, kde jsou ztížené podmínky okolního prostředí (vysoké teploty a chemické látky, blíže rozvedeno v podkapitole 3.2).

Nejběžnějšími vadami TPS štítků při a po průchodu lakovnami jsou:

- a) Smytí etikety z plechu – je způsobeno nedostatečným přilnutím etikety k hliníkovému plechu. Může být zapříčiněno buď nedostatečným přitlačením při tisku štítku v lepičce, jakostní vadou na lepících složkách fólie či mastným povrchem plechu. Aby bylo riziko snížené lepivosti fólií eliminováno, jsou nastaveny vlhkostní a teplotní podmínky, které musí platit počínaje výrobou u dodavatele, přes skladování ve vnitrozávodních skladech až po vložení do lepičky. Tento případ závady ukrývá vícepráce s identifikací zakázky, jelikož jiná identifikace karoserie neexistuje. Smytí nepodléhá pouze etiketa, ale i ochranné fólie. Při tomto stavu dojde buď zcela k jejich odpadnutí či částečnému odlepení a následnému zkroucení. To vede k překrytí dat 2D kódu, znemožnění čtení dat a prostožům výrobního toku.



Obr. 3.3 Odlepená ochranná fólie TPS štítku

Zdroj: vlastní zpracování.

- b) Mechanické poškození vizuálních dat – kolize s dopravníkovou technikou může nastat při poruše či rozcyklování linek. Šance, že dojde k nárazu jiné karoserie na dopravníku přímo do míst TPS štítku, je minimální. Pravděpodobnější narušení tištěných dat vzniká stržením průhledné krycí fólie, když jsou jednotlivé vrstvy silně spleené dohromady, tudíž proběhne ztržení všech vrstev najednou přímo z etikety. Část dat tak zůstane na etiketě a část na krycí fólii. Štítek se tak stává nečitelným a způsobuje prostoje. Poškozená etiketa musí být nahrazena duplikátem a manuálně přelepena.



Obr. 3.4 Mechanické poškození dat TPS štítku

Zdroj: vlastní zpracování.

- c) Zalakování štítku – k této situaci nastává v případě, že byly odstraněny všechny vrstvy průhledné fólie před vstupem do vrchního laku. Může být způsobeno opomenutím aplikace fólie při tisku v lepičce (téměř vyloučeno), nedodržením počtu všech 3 vrstev od dodavatele (těžko odhalitelná vada) či nadměrným splením jednotlivých vrstev fólie k sobě, tudíž dojde ke stržení více vrstev najednou. K znehodnocení 2D kódu může dojít i tak, že není lepička adekvátně seřízena a ochranná fólie se následně nalepí způsobem, že zcela nekryje spodní část dat před lakem.

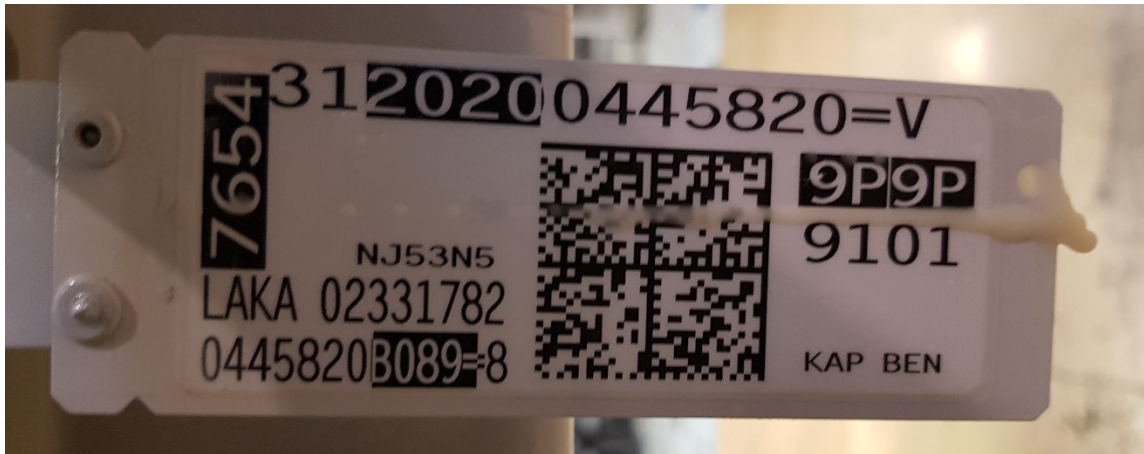


Obr. 3.5 Zalakovaný TPS štítek

Zdroj: vlastní zpracování.

- d) Znečištění štítku voskem – jakmile je karoserie opatřena vrchním lakem, směřuje na konzervaci dutin horkým voskem. Při této operaci může dojít k ulpění vosku na datech TPS štítku, což znemožní čtení dat. Jelikož je pracoviště konzervace

dutin posledním procesem v lakovně, k znečištění štítku dojde až při příjezdu do montáže, kde je 2D čárový kód načítán robotem, jenž ryje znaky TMB do motorového prostoru. V případě poruchy čtení dojde k okamžitému zastavení prvního úseku montážní linky, kde se robot nachází.



Obr. 3.6 Znečištěný 2D kódu TPS štítku voskem

Zdroj: vlastní zpracování.

3.2 Alternativy TPS

Jelikož stávající stav identifikace karoserií neodpovídá požadavkům moderní výroby automobilů, vznikají při ní vícepráce a je náchylná na chybovost z hlediska lidského faktoru, je nezbytně nutné hledat nové alternativní možnosti. V úvahu připadá identifikace prostřednictvím keramických datových nosičů (etiket), jenž se používají především v hutním a sklářském odvětví z důvodu resistance vůči vysokým teplotám prostředí (odolnost až do 1 400 °C). Problémy jsou však v jejich křehkosti, pořizovací ceně (dle společnosti Kodys s.r.o. by takovýto rozměr nosiče vyšel na cca 1082,30 Kč za kus při odběru alespoň 1 000 ks) a náročnosti na potisk, jelikož musí být dodrženy vysoké teploty při nanášení dat. Existují firmy, které se zabývají potiskem keramických štítků, ale musely by se jim poskytnout data zakázek, což není možné z důvodu citlivosti informací. Proto již tento způsob identifikace nebude v práci zmíněn. Identifikační datový nosič musí být dimenzován tak, aby byl schopen v lakovně odolat těmto externím vlivům:

- Linka VBH – odmaštění karoserie na vstupu do lakovny a fosfát – teploty 25–60 °C buď s ponory do lázní nebo s postřiky o tlaku 1,0-1,5 bar s celkovým časem cca 10 minut (chemické látky – deemulgační tenzid, odmašťovací prostředek,

kationaktivní tenzid, pH regulátor, pyrofosforečnany, fluoridový přípravek, neutralizační přípravek, kalový kondicionér, regulátor zinku, urychlovač H₂O₂, urychlovač CN₄, 30% peroxid vodíku atd.). Na konci VBH probíhá vysušení karoserie naklopením a výstupní kontrola kvality,

- Linka KTL – elektroforetické lakování základní vrstvou laku – teploty 28-200 °C buď s ponory do lázní nebo s oplachy o tlaku 0,4-0,8 bar, vylučovacím napětím 10-400 V a celkovým časem cca 55 minut (chemické látky – pH regulátor, butylglykol, hexylglykol, methoxypropanol, odpěňovače, ultrafiltrát atd.),
- Linka PVC – utěsnění karoserie plastizolem – teploty až 160 °C (suška PVC) s aplikačními tlaky až 330 bar s celkovým časem sušení cca 39 minut,
- Linka plniče a vrchního laku – teploty až 180 °C (suška PVC) s aplikačními tlaky až 10 bar s celkovým časem sušení cca 100 minut.

3.2.1 Plastový datový nosič

První alternativou k současnému TPS štítku by mohl být datový nosič obdobných rozměrů (včetně otvorů o průměru 5 mm pro upevňovací nýty, aby se nemusely upravovat rozměry děr na pravé přední postranici karoserie), který by byl vyroben z matně bílého plastu odolného především vůči ulpívání laku, chemickým látkám a vysokým teplotám okolního prostředí. Zároveň musí být materiál teplem neroztažitelný, aby se nepoškodila data na něm obsažená. V neposlední řadě musí dokázat tištěná data na svém povrchu udržet, aby nedošlo k jejich smytí či poškození v toku. Těmto kritériím nejlépe odpovídá Polyester (PETG). Teplota měknutí materiálu se projeví na 230 °C a teplota tání 250 °C. Bez jakéhokoliv poškození dokáže materiál odolat teplotě 200 °C, což je nejvyšší dosahovaná teplota na lince KTL.

Z hlediska potisku plastového štítku daty by mohla být využívána stávající TTR tiskárna (včetně TTR pásy), která je součástí lepičky. Musela by však být lehce konstrukčně upravena tak, aby byl zajištěn plynulý automatický přísun surových plastových štítků. Ty by nebylo možné z důvodu zachování vzájemné soudržnosti navinout do kotouče jako tomu je u současných etiket. Zbývá tak implementovat zásobník se surovými štítky k tiskárně. Tento návrh je přínosem především v tom, že dojde k redukci průhledných ochranných fólií, a tedy i úspoře vstupního materiálu. Jelikož by nebylo nutné fólie strhávat, došlo by i k úspoře pracovní činnosti pracovníků v lakovnách. Současné čtečky

2D kódů by nebylo nutné měnit, jelikož by byla data identická se stávajícími. Na Obr. 3.7 je zobrazen návrh plastového TPS (identifikační data přebrána z Obr. 2.3).



Obr. 3.7 Návrh plastového TPS

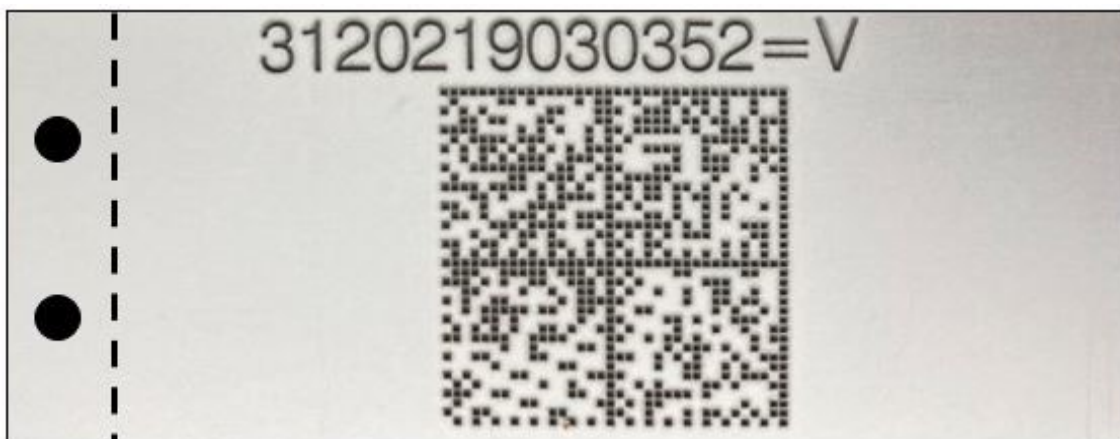
Zdroj: vlastní zpracování.

3.2.2 Gravírovaný datový nosič

Dalším typem identifikačního datového nosiče, který by mohl stávající TPS štítek nahradit, je gravírovaný datový nosič. Jeho rozměry by byly identické jako v případě plastových štítků, aby se zamezilo vícepracím při zavádění změny v identifikaci. Zároveň by byl zachován prostřih v levé části štítku, aby mohl být snadno odstraněn z karoserie v montážní lince. V ideálním případě by mohl být zachován současně používaný hliníkový plech 867 010 050 T. Jelikož je pořizování těchto datových štítků časově náročnější, byly by obsažené informace zredukovány na nutné minimum. Jednalo by se o KNR zakázky pro vizuální identifikaci a 2D kód, ze kterého by byla data snímána stacionárními čtečkami v toku. V případě, že by stačilo provést drobné korekce ve čtení současných čteček, nevznikly by žádné náklady na nákup čteček nových a propojování s výrobními systémy. Pro přenesení zmíněných dat na kovový štítek připadají v úvahu dvě varianty. Tou první je povrchová úprava laserovým paprskem, která by však zřejmě v prostředí lakovny neobstála (lak by data slil). Vyšší potenciál má ten způsob gravírování, kdy se data do štítku zanesou pomocí CNC jehličkového gravírovacího stroje (jednalo by se o jedinou nutnou investici). Odhadovaný čas na gravírování jednoho štítku je 25 vteřin. Pro zachování automatizace pořizování datových štítků, by musela vzniknout

obdoba současné lepičky, kdy by TTR tiskárnu nahradil zmíněný stroj, a surové hliníkové plechy by byly odebírány z implementovaného zásobníku.

Hlavní výhoda tohoto návrhu tkví v absenci jakýchkoliv fólií, které by mohly podlehnout agresivnímu a teplotně náročnému prostředí v lakovně, tudíž i k možné úspoře za nakupované komponenty. Jediné kritérium na kovový materiál, ze kterého by byl vyroben, je odolnost vůči korozi, což hliníkový plech 867 010 050 T splňuje. Ostatní kritéria vyplývající z okolních podmínek prostředí jsou zanedbatelná.



Obr. 3.8 Návrh gravírovaného TPS

Zdroj: vlastní zpracování.

3.2.3 RFID datový nosič

Identifikace karoserií ve výrobním toku představuje vysoký potenciál v možnosti zápisu vyššího objemu dat a možnému informačnímu propojení s výrobními technologiemi. Odpovídá tedy konceptu Průmysl 4.0. Navrhovaný RFID systém musí být uzavřený, aby data nemohla uniknout mimo závod, tzv. Closed loop systém. Z hlediska implementace technologie lze přistoupit k širokému spektru variant, z nichž byly vybrány:

a) Aktivní RFID tag

První variantou RFID technologie je aktivní tag, který by se mohl aplikovat do skidů či závěsných zařízení, na kterých by se konkrétní zakázka nacházela. Následně by se při přechodu z dopravníku na dopravník tato data předala. Jelikož je varianta aktivního teplotně a chemicky odolného tagu příliš drahá a obsazení všech skidů a závěsných zařízení by bylo v řádu několika tisíc, nebude již dále v práci zmíněna (např. tag Simatic RF380T nabízí obchod www.conrad.cz za 14 431 Kč).

b) Pasivní RFID tag

Návrh tohoto typu identifikátoru je tzv. Smart label, který kombinuje prvky vizuální identifikace s prvky RFID. Tag je tedy umístěn mezi jednotlivými vrstvami etikety. Aby bylo zamezeno možnému poškození čipu uvnitř tagu od tiskové hlavy, byl přesunut pod tiskovou zónu. Tím pádem došlo k nutnému nárůstu rozměrů TPS na cca 11 x 7 cm (s tloušťkou 0,4 mm). Větší rozměry způsobí i změnu původní rozteče otvorů pro upevňovací nýty, aby se štítek ve výrobním procesu nezkrabatěl. Tento fakt by vedl určitě ke změně stávajícího místa pro upevnění na karoserii (pravé přední postranice). Ideální variantou návrhu, co se týče surového tagu, je Simatic RF680L společnosti Siemens (www.smartfactory.ie). Jeho maximální teplotní odolnost je výrobcem garantována na +230 °C po dobu 1 hodiny, což převyšuje teploty v lakovně. Agresivní chemické prostředí mu taktéž neuškodí, konkrétní stupeň krytí je IP67. Pracovní frekvence činí 860–960 MHz (Ultra krátké vlny). Maximální vzdálenost pro zápis je uváděna 4 m a vzdálenost pro čtení 5 m. Vnitřní paměť umožňuje zápis až 64 byte (512 bites) dat, což bezpečně pokryje současně tištěné vizuální informace o zakázce. Dále výrobce garantuje minimálně 100 000 cyklů zápisu s dobou udržitelnosti informací až 10 let. Doporučená vzdálenost čipu od kovů (karoserie) je 5 mm, aby byly eliminovány rušivé elementy, což je v návrhu splněno. Výrobce Siemens dále udává, že je k využití těchto pasivních štítků nutné výrobní prostory vybavit stacionárními RFID čtečkami Simatic RF685R, adaptivními zesilovacími anténami RF680A a řídicím systémem (middleware) Simatic S7-1500. Propojení systému je doporučeno formou průmyslové datové sběrnice Profibus (Process Field Bus), jenž se již standartně využívá na většině CNC zařízeních a automatizovaných výrobních linkách, především díky své odolnosti vůči chybám v síti a elektromagnetickému rušení. Dodavatel technologie dále uvádí benefity týkající se diagnostických nástrojů dostupných online ve webovém prohlížeči, absenci aplikací na bázi JAVA v pracovních PC a absenci instalace jakéhokoliv podpůrného SW. Schéma zavedení RFID technologie s vybraným pasivním tagem a dalšími HW prostředky od společnosti Siemens je uvedeno v Příloze E. Vizuální data na Obr. 3.9 byla opět přebrána z původního TPS, tedy z Obr. 2.3.



Obr. 3.9 Návrh RFID TPS

Zdroj: vlastní zpracování.

4 Hodnocení navrhovaného řešení

V této kapitole jsou orientačně vykalkulovány současné náklady na identifikaci karoserií ve výrobě. Dále je uvedena deskripce testů jednotlivých navrhovaných TPS, včetně nutných investic. Uvedené finanční obnosy, ztráty v plnění výrob a náklady jsou fiktivní, pouze logicky nastíněné na základě vlastní úvahy, jelikož se jedná o citlivé informace společnosti Škoda Auto a.s.

4.1 Současné náklady na identifikaci

V níže uvedené tabulce jsou uvedeny jednotlivé náklady na pořízení současného TPS štítku. Životnost lepičky je 5 let, tudíž její nákupní cena včetně servisních nákladů externí firmy (orientačně 1 000 000 Kč) byla rozpočtena mezi počet štítků, které za toto období pořídí. Cena u TTR pásky na jeden vůz byla stanovena tak, že její celkový návin 450 m vystačí na potisk cca 10 227 TPS štítků. Jeho šířka je 4 cm, avšak je zapotřebí brát v úvahu 10 % odchylku navíc pro posun pásky v lepičce, aby byla zajištěna její neporušenost od tisku předchozí zakázky.

Tab. 4.1 Ceny na pořízení současného TPS

Název	Číslo dílu	Množství	Cena (Kč)
Hliníkový plech	867 010 050 T	1 ks	2,50
Etiketa	6U0 000 317	1 ks	0,30
Třívrstvá krycí fólie	6U0 000 290	1 ks	2,30
TTR páska	PRINTRONIX 8300	4,4 cm	0,08
Upevňovací nýty	N 016 196 1	2 ks	0,20
Lepička	-	-	0,80
Celkem	-	-	6,18

Zdroj: vlastní zpracování.

Mezi roky 2017 a 2021 bylo v závodě MBII vyrobeno cca 1 250 000 vozů (průměrně 250 000 vozů ročně), tedy celkové náklady spojené se současným způsobem identifikace činily 7 725 000 Kč.

Dalším důležitým aspektem, který práce se současnými TPS obnáší, je pracovní vytížení dispečera svařovny a personálu v lakovně. Závod MBII funguje ve třísměnném režimu, tudíž je zapotřebí 3 dispečerů. Dle interních tarifních tříd náleží dispečerovi měsíční mzda cca 45 000 Kč (135 000 Kč všichni 3 dispečeri = 1 620 000 Kč ročně). Práce se současnými štítky (míchání sekvence, manipulace se štítky, drobná údržba lepičky, zásahy při výrobních restrikcích apod.) zabere odhadem 30 % pracovní doby. Z toho vyplývá, že roční náklady na dispečera a jeho práci s TPS činí 486 000 Kč. Pokud budeme brát v potaz časový horizont 5 let, vychází částka na 2 430 000 Kč. V přepočtu na 1 TPS štítek (bráno 20 pracovních dnů a 333 štítků za směnu) to vychází na cca 2,03 Kč. V případě vykazání současných nákladů na práci personálu obou lakoven na stržení dvou vrstev ochranné fólie na každém voze, je nutné opět stanovit mzdu zaměstnance a potřebný čas pro úkon. Pracovník lakovny má ohodnocení cca 33 000 Kč za měsíc a ve 2 lakovnách se fólie strhávají na 2 místech, celkem je tedy potřeba 4 zaměstnanců na směnu (396 000 Kč všech 12 zaměstnanců = 4 752 000 Kč ročně). Za den lakovnamí projde cca 1 000 karoserií, kdy stržení jedné vrstvy fólie zabere cca 6 vteřin. Pokud jeden zaměstnanec měsíčně odpracuje 20 dnů po 7,5 h, vychází náklady na jeho pracovní minutu cca 3,7 Kč a na stržení 1 vrstvy fólie tedy 0,37 Kč. Na jeden vůz tak vznikají náklady 0,74 Kč na odstranění obou vrstev fólií, denně tedy 740 Kč. Výsledná cena současné identifikace 1 zakázky tak činí 8,95 Kč (6,18 Kč pořízení TPS štítku a 2,77 Kč na práci zaměstnanců).

4.2 Ztráty při současné identifikaci

Jednou z hlavních ztrát současného stavu jsou náklady na vícepráce zaměstnanců uvedené v předchozí kapitole a držení vytištěné zásoby TPS štítků před výrobním tokem. Vykázání nedostatků ve výrobním toku znázorněno v Tab. 4.2 a Tab. 4.3. Z hlediska taktu lakoven jsou vykazované ztráty přepočítány i na karoserie (1 karoserie je olakována za cca 48 vteřin). Do tabulky nebyly zahrnuty ztráty spojené s nuceně opakovaným průjezdem jednotlivých lakových operací z důvodu chybného načtení dat (cca 0,1 % karoserií).

Tab. 4.2 Prostoje lakoven za rok 2021

Důvod	Minuty	Karoserie
Odlepená fólie	156	195
Zalakovaný štítek	44	55
Poškozená data	32	40
Celkem	232	290

Zdroj: vlastní zpracování.

Montážní linka jede konstantně tzv. minutovým taktem, tedy 1 vůz vyrobí za 1 minutu.

Tab. 4.3 Prostoje montáže za rok 2021

Důvod	Minuty	Karoserie	Finanční ztráty
Odlepená fólie	20	20	1 580 000
Zalakovaný štítek	0	0	0
Poškozená data	11	11	869 000
Celkem	31	31	2 449 000

Zdroj: vlastní zpracování.

Finanční vykazání prostoje v lakovně je velmi obtížné. I když se jedná o ztrátu v produkci, nemusí mít přímý vliv do plnění montáže (díky mezioperačním zásobníkům), tedy ani do výsledných zisků společnosti. U ztrát v plnění montáže je vykazání jednodušší, ale přesto se jedná pouze o odhad. Ve veřejně dostupné výroční zprávě Škoda Auto a.s. bylo za rok 2021 vyrobeno na MBII 248 062 vozů (Fabia 94 096, Scala 44 229 a Kamiq 109 737), což je cca 36 % z celé tuzemské výroby. Finanční zisk činil 22,4 miliard Kč. Do výpočtu bylo nastaveno 210 výrobních dnů (4 725 hodin = 283 500 minut). Výsledná minuta prostoje montážní linky tedy činí cca 79 000 Kč.

4.3 Testy alternativních TPS

Technologicky není možné automatické lakovací roboty přenastavit tak, aby oblast umístění TPS štítku nelakovali, jelikož by byla postižena výrobní kvalita lakování.

Umístění datového nosiče tedy zůstalo zachováno. Všechny varianty prošly úspěšně výrobními procesy až po plnič, který je světle šedé barvy a vizuální data neznehodnocuje. Problém nastává až na vrchním laku, jelikož má nejen tmavší odstíny, ale i jiné krycí vlastnosti než předchozí technologie.

4.3.1 Plastový datový nosič

Pořízení PETG štítků bylo provedeno v množství 10 ks, kdy po drobném seřízení TTR tiskárny došlo k optimálnímu přenesení dat zakázek na podklad. Tisk TPS štítků proběhl na současně používané TTR tiskárně Printronix (záložním kusu). Díky stejným rozměrům plastového štítku s hliníkovým plechem 867 010 050 T nebylo téměř potřeba provádět korekce tisku ani 10% odchylky pro posun pásky k zamezení porušenosti tisku od předchozí zakázky. Rychlost tisku byla 10 vteřin, což je rychlejší než u současné varianty (díky jednodušší konstrukci – bez lepení fólií). Cena surových štítků z tohoto materiálu se pohybuje, při větším objednaném množství, kolem 4,50 Kč za kus (např. www.rfidplaza.com). Celkové náklady na pořízení tohoto typu štítku vyšly na cca 4,78 Kč (TTR páska, 2 ks nýtů a štítek). Pokud budeme brát v potaz i opotřebení tiskárny, vyjde 1 štítek na 5,50 Kč, což je levnější než stávající varianta. Jako zkušková barva v lakovně byl vybrán ten nejtmavší sériově používaný odstín, a to černá Magic (1Z1Z).



Obr. 4.1 Plastový TPS po testu

Zdroj: Vlastní zpracování.

Po průjezdu karoserie vrchním lakem došlo u 80 % vzorků k znečištění vizuálních dat v takové míře, že se stal štítek nečitelným ani v bezprostřední blízkosti čtečky. Původní odolnost materiálu vůči ulpívání laku na svém povrchu byla eliminována vysokou

teplotou při vypalování laku. Tím pádem je tato varianta pro nasazení do sériové produkce nepoužitelná.

4.3.2 Gravírovaný datový nosič

Stejně jako u plastových, tak i u gravírovaných štítků bylo pro test pořízeno 10 zkušebních kusů. Doba pořízení každého z nich zabrala 25 vteřin, což odpovídalo původním odhadům a současně i kritériu pro rychlejší tisk o minimálně 50 %, než je rychlost spotřeby štítků na úvodní operaci ve svařovně (takt). Jako pořizovací stroj byl bezplatně zapůjčen CNC jehličkový gravírovací stroj FlyMarker XL, jehož pořizovací cena, dle internetového obchodu www.dovavanik.cz, je 218 526 Kč. Data do něj byla generována přes USB přípojku z řídicího počítače. Připevnění na karoserii proběhlo bez problému díky zachování sériového hliníkového plechu 867 010 050 T. Kritérium pro čtecí vzdálenost bylo nastaveno na 110 cm, které bylo splněno po provedení drobných korektur ve čtení. Náklady na pořízení byly minimální, pouze bylo spotřebováno 10 ks hliníkových plechů v ceně 25 Kč.



Obr. 4.2 Gravírovaný TPS po testu

Zdroj: Vlastní zpracování.

Po průjezdu karoserie vrchním lakem došlo u 30 % vzorků k zalití části otvorů 2D kódu v takové míře, že se stal štítek nečitelným ani v bezprostřední blízkosti čtečky. Tím pádem je tato varianta pro nasazení do sériové produkce nepoužitelná.

4.3.3 RFID datový nosič

Tento test nebylo možné z důvodu nutné implementace potřebných HW a SW prvků naostro provést. Byl tedy jen odzkoušen vliv lakových procesů na tištěná vizuální data, nikoliv datový přenos přes RFID. Pro test bylo vyčleněno 10 ks RFID štítků, které byly připevněny na karoserii v barvě černá Magic současně s plastovým. Oproti stávajícímu stavu je již na první pohled patrná absence ochranných fólií. Pořízení pasivního RFID štítku Smart label Simatic RF680L není složité a zabere pouze cca 10 vteřin. Tento typ tagu se vyrábí v návinnu stejně tak, jako současné fólie, takže není potřeba u tiskárny vytvářet žádný nový zásobník. K potisku vizuálních dat posloužila záložní TTR tiskárna Printronix, kde byly provedeny úpravy kvůli větším rozměrům štítku, takže vstupní náklady byly pouze pořizovací cena Smart label, jenž se při nákupu alespoň 1 000 ks snížil na 14 Kč za 1 kus. Nahrání výrobních dat zakázky proběhlo na úvodním pracovišti ve svařovně, tedy místě, kde se datový nosič doposud standardně připevňuje. Jedná se tedy o více než dvojnásobnou cenu za štítek oproti stávajícímu stavu, avšak potenciální úspory jsou ukryty v úspoře víceprací zaměstnanců a zeštíhlení výrobních procesů. K připevnění štítku na karoserii byl vytvořen provizorní plechový mezikus (kvůli jiným rozměrům děr postranice). Zkouška přes KTL proběhla bez výrazného poškození kvality čtení, avšak vrchní lak tato data zcela znehodnotil (Obr. 4.3). Z hlediska RFID dat nedošlo k žádnému poškození, tudíž se varianta jeví jako ideální náhradou současného stavu.



Obr. 4.3 RFID TPS po testu

Zdroj: vlastní zpracování.

4.4 Nutné investice

Investice do návrhu RFID identifikace pasivními tagy (podkapitola 3.2.3) jsou brány se současným časovým horizontem životnosti lepičky, tedy 5 let. Současný množstevní stav čtecích zařízení ve výrobním toku je citlivou informací společnosti. Ke stanovení je nutné počet logicky odvodit ze skutečností. Pokud tedy bude bráno, že obsažená vizuální data nebudou poškozena do doby, než se štítek dostane do lakovny, tak nebude potřeba stávající způsob čtení ve svařovně měnit, pouze případně seřadit čtečky. Dle Přílohy A následuje ve výrobním procesu od svařovny 25 evidenčních statusů, kde jsou 2 čtecí zařízení v každém z nich (hlavní a záložní), vychází celkový objem na 50 čteček (lakovna + montáž). Čtečky jsou jistě umístěny i na mezioperačních pracovištích, které výrobní status neobsahují. V případě nemožnosti použití stacionárních čteček při poruše, musí být k dispozici čtečky ruční (např. pro potřeby údržby k identifikaci zakázky). Z těchto důvodů byl objem čteček ještě zdvojnásoben, tedy na 100 ks. Náklady na práci by mohly být značně zredukovány, jelikož by nebylo nutné držet vysokou zásobu vytištěných TPS štítků, jako tomu je v současném případě. Odpadly by vícepráce s vytahováním postižených TPS, jelikož je bráno, že práce s RFID štítky u dispečera svařovny klesne na 10 % současného stavu. Náklady na údržbu tiskáren byly stanoveny na 10 % ročně z pořizovací ceny, tedy za 5 let na 50 % z pořizovací ceny. Objem výroby vozů za 5 let bude činit cca 1 250 000 (250 000 ročně). Celkový objem pasivních RFID datových nosičů znamená investici 17 500 000 Kč za surové štítky (14 Kč za ks). Potisková fólie může zůstat stejná, i když došlo k nárůstům rozměru nového TPS, jelikož tištěná data budou mít stávající rozměry. Cena za potisk 1 TPS páskou je 0,08 Kč a při pětiletém objemu tedy 100 000 Kč (do výpočtů není nutné zahrnout). Modelem TTR tiskáren značky PRINTRONIX byl zvolen T6E3X4, jelikož je přizpůsoben pro tisk pasivních RFID tagů. Pořizovací cena byla brána ze zahraničního obchodu www.logiscenter.de, kde je stanovena na v přepočtu 34 250 Kč za ks. Na celkový 5letý objem vozů vychází, že potisk 1 TPS tiskárnou (včetně servisních nákladů) vyjde na cca 0,08 Kč. Čtecí zařízení Simatic RF685R vyjde na 79 791 Kč za ks (www.conrad.cz). Příslušenství ke čtečkám (kabeláž, uchycení, SD karty apod.) vyjdou ve stejném internetovém obchodě na cca 6 652 Kč pro 1 čtečku. Řídící SW (Middleware) Simatic S7-1500 nabízí portál www.cz.wiautomation.com za 120 159 Kč. Tento SW bude muset být opatřen v obou lakovnách a na montáži, tedy bude potřeba 3 ks na pokrytí výrobního toku. Souhrnné investice do přechodu na novou technologii uvedeny v Tab. 4.4.

Tab. 4.4 Nutné investice do RFID

Investice	Ks	Kč
Tiskárny	2	68 500
RFID čtečky	100	7 979 000
Příslušenství ke čtečkám	100	665 200
Náklady na údržbu tiskárny	-	34 250
Náklady na práci s TPS ve svařovně	-	243 000
Náklady na stržení fólií v lakovně	-	-
Middleware	3	360 477
RFID pasivní tagy	1 250 000	17 500 000
Celkem	-	26 850 427

Zdroj: vlastní zpracování.

Závěr

Diplomová práce se zabývala problematikou z oblasti identifikace produktu ve výrobním procesu a kladla si za cíl nalezení slabého místa pro následnou optimalizaci. Práce byla členěna do 4 částí, kdy první seznámila s teoretickými východisky potřebnými k poznání problematiky řízení výroby a identifikace. Druhá kapitola měla za cíl seznámit se se současným stavem ve vybrané společnosti, kterým byla identifikace karoserií ve výrobním procesu automobilů ve Škoda Auto a.s. Ve třetí části bylo nalezeno slabé místo identifikace, konkrétně současně používaný datový TPS štítek, s následným návrhem potenciálních nástupců.

Z hlediska finančních úspor v horizontu 5 let na práci zaměstnanců firmy, dojde tímto návrhem ke značné redukci víceprací s TPS štítky, což u dispečerů svařovny představuje částku 2 187 000 Kč za zmíněné období. Eliminace strhávání ochranných fólií zaměstnanci lakoven znamená úsporu 23 760 000 Kč během daného časového horizontu (bráno v úvahu, že by došlo ke zrušení těchto pracovních pozic a rozmělnění ostatních pracovních činností mezi zbylé zaměstnance). Celkově uspořena částka na práci všech zaměstnanců firmy by tedy činila 25 947 000 Kč. Náklady na pořízení 1 250 000 ks současných TPS štítků vyjdou, jak již bylo zmíněno v podkapitole 4.1, na částku 7 725 000 Kč. Po odečtení nutných vstupních investic (Tab. 4.4) by návrh znamenal celkovou úsporu v období 5 let cca 7 064 573 Kč, jelikož současný stav identifikace odpovídá nákladům cca 33 915 000 Kč (práce dispečerů svařovny, zaměstnanců lakoven a pořízení současných TPS). Dalším přínosem návrhu by byla eliminace vytištěné několikadenní zásoby TPS štítků (Obr. 3.2), problémů spojených s chybami identifikace (podkapitola 3.1.3) a ztráty v plnění výrob lakoven a montáže. RFID štítky by mohly být disponovány a následně tištěny na základě průběžně zadávaných kritérií (restrikcí) takřka v reálném čase.

Technologie RFID skrývá i další benefity v eliminaci víceprací, které je však téměř nemožné vyčíslit. Jednalo by se o situace, kdy nebude dostupný stěžejní komponent, bez kterého nelze vozy vyrábět (např. motor, převodovka, cockpitový svazek apod.). Nepokryté zakázky, které by již byly v toku lakovny, by bylo možné systémově přehrát na zakázky jiné – vyrobitelné, s dostupnými komponenty. Musela by však být dodržena základní kritéria pro přehrání dat (totožná R1 sorta, barva karoserie, strana řízení atd.). Opakovaně přepisovatelná paměť dat v čipu umožňuje flexibilní management dat přímo

u produktu. Informace na datovém nosiči RFID lze kdykoliv změnit, smazat či doplnit. Touto skutečností by došlo k eliminaci možného zdržování zakázek před vstupem do montáže. Výrobní tok by se stal štíhlejší, plynulejší a v neposlední řadě by měl pozitivní dopad do plnění denní věrnosti výroby. Vozy by se daly vyrábět přesně dle stanoveného výrobního plánu a bylo by možné predikovat jejich pohyb v toku a s tím optimálně plánovat navazující operace.

Vzhledem ke skutečnosti, že jsou výrobci automobilů vystaveni tlaku vlivem neustále narůstající konkurence, snaží se redukovat své provozní náklady, do kterých spadá i identifikace vyráběných produktů. Z těchto důvodů je nutné neustále hledat úzká místa v procesech i druhy plýtvání a snažit se je eliminovat nebo alespoň redukovat. Ve společnosti Škoda Auto a.s. existuje možnost dobrovolného zapojení všech zaměstnanců do zlepšovacích procesů za finanční odměnu, díky kterým se neustále snižují náklady i zmíněné plýtvání. Vynaložené motivační náklady se firmě na úsporách nákladů několikanásobně vrací.

Seznam zdrojů

- [1] KMEC, Ján, KUČERKA, Daniel a Markéta POPILKOVÁ. *Výrobní proces: studijní opora* [online]. České Budějovice, 2016 [cit. 2021-12-25]. Dostupné z: https://is.vstecb.cz/do/vste/ustav_podnikove_strategie/student/studijni_materialy/studijni_opory_ekonomika_podniku/Vyrobní_proces.pdf.
- [2] HAMMER, Michael a James CHAMPY. *Reengineering – radikální proměna firmy: manifest revoluce v podnikání*. 3. vyd. Praha: Management Press, 2000, ISBN 80-7261-028-7.
- [3] ŘEPA, Václav. *Procesně řízená organizace*. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, 2012. ISBN 978-80-247-4128-4.
- [4] TOMEK, Gustav a Věra VÁVROVÁ. *Řízení výroby a nákupu*. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, 2007. ISBN 978-80-247-1479-0.
- [5] GROS, Ivan. *Velká kniha logistiky*. 1. vyd. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2016. ISBN 978-80-7080-952-5.
- [6] ŠEDA, Miloš. *Modely hromadné obsluhy* [online]. Vysoké učení technické v Brně, 2011 [cit. 2021-12-26]. Dostupné z: http://web2.vslg.cz/fotogalerie/acta_logistica/2011/2_cislo/3_seda.pdf.
- [7] FÁBRY, Jan. *Modelování produkčních a logistických systémů*. 1. vyd. Mladá Boleslav: ŠKODA AUTO Vysoká škola o.p.s., 2019. ISBN 978-80-87042-85-4.
- [8] JABLONSKÝ, Josef. *Operační výzkum.: Kvantitativní modely pro ekonomické rozhodování*. 3. vyd. Praha: Professional Publishing, 2007. ISBN 978-80-86946-44-3.
- [9] SODOMKA, Petr. *Pokročilé plánování a řízení výroby: Velký přehled plánovacích a řídicích metod v informačních systémech* [online]. 2011 [cit. 2021-12-27]. Dostupné z: <https://www.systemonline.cz/řízení-vyroby/pokrocile-planovani-a-řízení-vyroby.htm>.
- [10] PERNICA, Petr. *Logistika pro 21. století (1. - 3. díl.)* 1. vyd. Praha: Radix, 2005. ISBN 80-86031-59-4.

- [11] LAMBERT, Douglas M, James R STOCK a Lisa M ELLRAM. *Logistika: příkladové studie, řízení zásob, přeprava a skladování, balení zboží*. 2. vyd. Brno: CP Books, 2005. ISBN 80-251-0504-0.
- [12] ČSN EN 14943. *Přepravní služby – Logistika – Slovník*. Praha: Český normalizační institut, 2006. 123 s. Třídící znak 76 2000.
- [13] KEŘKOVSKÝ, Miloslav. *Moderní přístupy k řízení výroby*. 1. vyd. Praha: C. H. Beck, 2001. ISBN 80-7179-471-6.
- [14] KLČOVÁ, Hana a Jiří ŠPELINA. *Řízení výroby pomocí metody Seiban a její praktické využití* [online]. 2006 [cit. 2021-12-28]. Dostupné z: <http://cvis.cz/hlavni.php?stranka=novinky/clanek.php&id=498>.
- [15] ČUJAN, Zdeněk. *Obalová technika a identifikace*. 1. vyd. Přerov: Vysoká škola logistiky, 2012. ISBN 978-80-87179-18-5.
- [16] JEŽEK, Vladimír. *Systémy automatické identifikace*. 1. vyd. Praha: Grada, 1996. ISBN 80-7169-282-4.
- [17] KLABUSAYOVÁ, Naděžda. *Logistika: výukový materiál*. [online]. 2019 [cit. 2021-12-29]. Dostupné z: <https://www.vovcr.cz/odz/ekon/409/page00.html>.
- [18] TVRDOŇ, Leo. *Systémy automatické identifikace (SAI)*. [online]. 2019 [cit. 2021-12-29]. Dostupné z: https://www.dlprofi.cz/33/systemy-automaticke-identifikace-sai-uniqueidmRRWSbk196FNf8-jVUh4EkKpRnC__SJU-EzS1yVCetw/.
- [19] ČERNÝ, Mikuláš. *Jak to všechno začalo, aneb vynález čárového kódu*. [online]. 2016 [cit. 2022-01-05]. Dostupné z: <http://www.techmagazin.cz/2688>.
- [20] BENADIKOVÁ, Adriana, Štefan MADA a Stanislav WEINLICH. *Čárové kódy: Automatická identifikace*. 1. vyd. Praha: Grada, 1994. ISBN 80-85623-66-8.
- [21] FLEISNER, Miroslav. *Výhody a nevýhody jehličkových tiskáren*. [online]. 2018 [cit. 2022-01-07]. Dostupné z: <https://www.mioluk.cz/clanky-vyhody-a-nevyhody-jehlickovych-tiskaren.html>.
- [22] KODYS, spol. s r. o. *Keramické etikety – Ceralabel*. [online]. 2021 [cit. 2022-01-08]. Dostupné z: <https://www.kodys.cz/o-nas/aktuality/keramicke-etikety-ceralabel>.

- [23] SOMMEROVÁ, Martina. *Základy RFID technologií: výukový materiál*. [online]. 2019 [cit. 2022-01-10]. Dostupné z: <https://docplayer.cz/3689532-Zaklady-rfid-technologiei.html>.
- [24] SRP, Pavel. *Podívejme se, jaké byly zásadní milníky ve 125leté historii automobilky ŠKODA*. [online]. 2020 [cit. 2022-01-31]. Dostupné z: <https://auto-mania.cz/podivejme-se-jake-byly-zasadni-milniky-ve-125lete-historii-automobilky-skoda/>.
- [25] ŠKODA AUTO a.s. *KDE VŠUDE JE ŠKODA AUTO DOMA*. [online]. 2020 [cit. 2022-01-31]. Dostupné z: <https://www.skoda-storyboard.com/cs/modely-cs/kde-vsude-je-skoda-auto-doma/>.
- [26] NOSEK, Michal. *Škoda Auto dokončí deset tisíc vozů. Odstávka odhaluje smutný pohled na opuštěné závody*. [online]. 2021 [cit. 2022-01-31]. Dostupné z: <https://www.e15.cz/byznys/prumysl-a-energetika/skoda-auto-dokonci-deset-tisic-vozu-odstavka-odhaluje-smutny-pohled-na-opustene-zavody-1384545#>.
- [27] NEUFUS, Ondřej. *Budoucnost škodovky: Levnější elektromobilita i výroba*. [online]. 2021 [cit. 2022-02-01]. Dostupné z: <https://www.garaz.cz/clanek/budoucnost-skodovky-levnejsi-elektromobilita-i-vyroba-21006417>.
- [28] Interní materiály Škoda Auto a.s.

Seznam grafických objektů

Obr. 1.1 Výrobní proces	14
Obr. 1.2 Schéma materiálových toků.....	16
Obr. 1.3 Obecná struktura modelu hromadné obsluhy	19
Obr. 1.4 Blokové schéma RFID.....	31
Obr. 1.5 Prvky čárového kódu	35
Obr. 1.6 Příklady lineálních čárových kódů	36
Obr. 1.7 Příklady dvoudimenzionálních kódů	37
Obr. 1.8 Příklady RFID tagů.....	44
Obr. 1.9 Příklady RFID čtecích zařízení.....	46
Obr. 2.1 Moduly FIS.....	56
Obr. 2.2 Detail vozu v CarRFID (info o tagu).....	59
Obr. 2.3 TPS štítek.....	60
Obr. 2.4 Stavba SQS	62
Obr. 2.5 Výstup z aplikace Techweb.....	64
Obr. 2.6 Úvodní maska Sofist II	65
Obr. 2.7 Pick To Light, Pick To Point a Pick To Voice	67
Obr. 2.8 Příklad náběhu změny řízené KNR	69
Obr. 3.1 Schéma lepičky TPS štítků	71
Obr. 3.2 Zásoba vytištěných TPS štítků	73
Obr. 3.3 Odlepená ochranná fólie TPS štítku	74
Obr. 3.4 Mechanické poškození dat TPS štítku.....	75
Obr. 3.5 Zalakovaný TPS štítek.....	75
Obr. 3.6 Znečištěný 2D kódu TPS štítku.....	76
Obr. 3.7 Návrh plastového TPS	78
Obr. 3.8 Návrh gravírovaného TPS	79
Obr. 3.9 Návrh RFID TPS	81
Obr. 4.1 Plastový TPS po testu	85
Obr. 4.2 Gravírovaný TPS po testu.....	86
Obr. 4.3 RFID TPS po testu.....	87

Tab. 1.1 Hlavní složky prováděcího plánu	22
Tab. 1.2 Dělení RFID systémů dle frekvence.....	43
Tab. 1.3 Standardy radiofrekvenční identifikace.....	47
Tab. 2.1 Průběžná doba výroby vozu (hlavní statusy).....	54
Tab. 2.2 Příklady PR identifikací.....	57
Tab. 2.3 Příklady sort.....	66
Tab. 3.1 Komponenty současného TPS štítku	70
Tab. 4.1 Ceny na pořízení současného TPS.....	82
Tab. 4.2 Prostoje lakoven za rok 2021	84
Tab. 4.3 Prostoje montáže za rok 2021	84
Tab. 4.4 Nutné investice do RFID	89

Seznam zkratek

%	procento
°	stupeň
°C	stupeň Celsia
1D	jednodimensionální kód
2D	dvoudimensionální kód
3D	třídimensionální kód
a.s.	akciová společnost
ADC	Automatic Data Collection
AGV	Automated Guided Vehicles
AZNP	Automobilové závody, národní podnik
CCD	Charge-coupled Device
CN ₄	Tetracyanomethan
CNC	Computer Numerical Control
CO ₂	oxid uhličitý
CRP	Capacity Requirements Plan
ČR	Česká republika
DBR	Drum, Buffer, Rope
DOCX	dokument souboru Microsoft Word
DRP	Distribution Requirements Plan
EAN	European Article Number
EAN.UCC	The European Article Number-Uniform Code Council
ECOS	pracoviště kontroly funkčnosti elektroniky vozu ve Škoda Auto a.s.
EDI	Electronic Data Interchange
EMFS	rozřazovací semafor mezi lakovkami ve Škoda Auto a.s.

EPC	Electronic Product Code
ERP	Enterprise Resource Planning
EU	Evropská unie
FIFO	First In, First Out
FIS	Farzeuge Information System
FLEET	speciální lakovaná karoserie
GHz	gigahertz
GLN	Global Location Number
GTIN	Global Trade Item Number
H ₂ O ₂	peroxid vodíku
HA	High availability – server s vysokou dostupností
HF	High Frequency
HTML	HyperText Markup Language
HW	hardware
IBM	International Business Machines Corporation
IFF	Identification, Friend and Foe
ISBN	International Standard Book Number
ISM	Industrial, Scientific and Medical
ISO	International Standards Organization
ISSN	International Standard Serial Number
IT	informační technologie
ITF	Interleaved Two of Five
JIC	Just In Case
JIS	Just In Sequence
JIT	Just In Time
kB	kilobyte

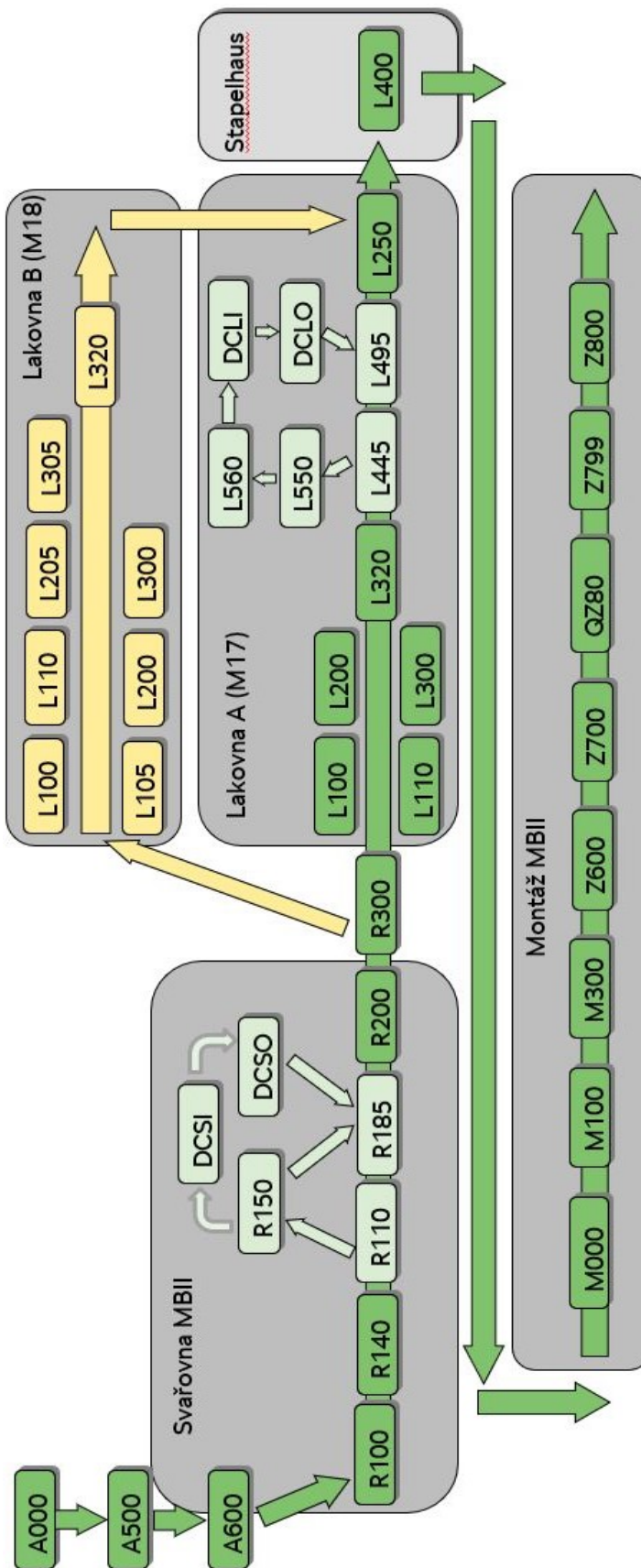
Kč	koruna česká
KHz	kilohertz
KNR	Kennumer – třináctimístné jedinečné označení zakázky
KTL	kataforéza – technologický proces v lakovně
kW	kilowatt
LCFS	Last Come, First Served
LED	Light Emitting Diode
LF	Low Frequency
LIFO	Last In, First Out
LOC	Loaded Oriented Control
MB	megabyte
MHz	megahertz
MPI	Multi Point Injection
MPS	Master Production Schedule
MRP	Material Requirements Plan
MRP II	Manufacturing Resource Planning
MW	Microwave
OCR	Optical Character Recognition
P2L	Pick To Light
PC	Personal Computer
PCB	Printed Circuit Board
PDF	Portable Document Format
PETG	Polyester
pH	power of Hydrogen
PJ	modelová řada Fabie 4. generace
PML	Physical Markup Language

PRI	Priority system
PSB	Plan Service Bus
PVC	aplikace plastizolu na karoserii v lakovně
QR	Quick Response
RFID	Radio Frequency Identification
SAI	Systémy automatické identifikace
SIRO	Select In Random Order
SQS	Škoda Quality Systém
SSCC	Serial Shipping Container Code
SW	software
TCP	Transmission Control Protocol
TOC	Theory Of Constrains
TPS	Tages Production Schild
TSI	Twincharged Stratified Injection
TTR	termotransferový tisk
TXT	soubor s textovým záznamem
UHF	Ultra High Frequency
UPC	Universal Product Code
USA	United States of America
USB	Universal Serial Bus
V	volt
VBH	linka předúprav v lakovnách ve Škoda Auto a.s.
VIN	Vehicle Identification Number
WORM	Write Once Read Many
XLS	soubor ve formátu Excel

Seznam příloh


- Příloha A** **Detail výrobního toku MBII**
- Příloha B** **Modelové klíče MBII**
- Příloha C** **Komplexita karoserie Fabia třetí generace**
- Příloha D** **Příklad posloupnosti dat ve 2D kódu TPS štítku**
- Příloha E** **Schéma zavedení RFID identifikace od firmy Siemens**

Detail výrobního toku MBII



- | | | |
|--|---|-------------------------------|
| A000 – zakázka z HOST do počítače | L100 – vstup do lakovny | DCLO – expedice lakovek z DC3 |
| A500 – disponovaná zakázka | L105 – vstup do zásobníku po sušce KTL | L495 – navěšení do lakovny MB |
| A600 – zakázka s vyčištěným TPS štítkem | L110 – vstup do lakovacího boxu | L250 – Dekor |
| R100 – začátek svařovny | L200 – vstup do plniče | L400 – vstup do zásobníku MB |
| R140 – aktualizace rozhodnutí o svěšení do DC3 | L205 – výstup z plniče | M000 – JIS odvolávka |
| R110 – konec svařovny v MB | L300 – vstup do lakovacího boxu | M100 – posazení na montáž |
| R150 – svěšení ze svařovny v MB do DC3 | L305 – vstup do zás. za suškou vrch. laku | M300 – odvádění motoru |
| DCSI – příjem svařené karoserie na DC3 | L320 – ZP5A MBII | Z600 – konec linky - ZP6 |
| DCSO – expedice karoserie z DC3 | L445 – svěšení kar. z lak „A“ do DC3 | Z700 – konec linky - ZP7 |
| R185 – navěšení karoserie do svařovny z DC3 | L550 – příjem pro externí sklad DC3 | QZ80 – kval. uvolnění pro ZP8 |
| R200 – konec svařovny | L560 – expedice do externího skladu DC3 | Z799 – vrata WLTP |
| R300 – konec převolby mezi lak. „A“ a „B“ | DCLI – příjem lakovky v DC3 | Z800 – vrata |

Komplexita karoserie Fabia třetí generace

Pořadí	Model Fabia A06	Karoserie	Druh nástřiku tlumění podlahy	Druh střechy	Střešní nosiče	Ochranné prvky	Výsledná sorta							
	PR popis	Hatchback	K8G+1SK/1SL	3FA - plná, 3FU - prosklená	3S2/3S9	1D0/1D7+VL0								
		Combi	K8D+1SA/1SD				3S0/3S4	1D0/1D7+VL1						
1	 <pre> graph TD Root(()) --> Hatchback Root --> Combi Hatchback --> H1(()) Hatchback --> H2(()) Hatchback --> H3(()) Hatchback --> H4(()) Hatchback --> H5(()) Hatchback --> H6(()) Hatchback --> H7(()) Hatchback --> H8(()) Hatchback --> H9(()) Hatchback --> H10(()) Hatchback --> H11(()) Hatchback --> H12(()) Hatchback --> H13(()) Hatchback --> H14(()) Hatchback --> H15(()) Hatchback --> H16(()) Combi --> C1(()) Combi --> C2(()) Combi --> C3(()) Combi --> C4(()) Combi --> C5(()) Combi --> C6(()) Combi --> C7(()) Combi --> C8(()) Combi --> C9(()) Combi --> C10(()) Combi --> C11(()) Combi --> C12(()) Combi --> C13(()) Combi --> C14(()) Combi --> C15(()) Combi --> C16(()) H1 --> A080 H2 --> A081 H3 --> A084 H4 --> A085 H5 --> B000 H6 --> B001 H7 --> B008 H8 --> B009 H9 --> B00C H10 --> B00D H11 --> B080 H12 --> B081 H13 --> B088 H14 --> B089 H15 --> B08C H16 --> B08D C1 --> A080 C2 --> A081 C3 --> A084 C4 --> A085 C5 --> B000 C6 --> B001 C7 --> B008 C8 --> B009 C9 --> B00C C10 --> B00D C11 --> B080 C12 --> B081 C13 --> B088 C14 --> B089 C15 --> B08C C16 --> B08D </pre>													
2														A080
3														A081
4														A084
5														A085
6														B000
7														B001
8														B008
9														B009
10														B00C
11														B00D
12														B080
13														B081
14														B088
15														B089
16														B08C
1	Karoserie pro Motorsport	Hatchback	ano	plná	ne	ne	AC80							

Příklad posloupnosti dat ve 2D kódu TPS štítku

Pořadí	Název	Počet znaků	Příklad:	Popis:
1	KNR	7	4936095	Sedmi místné číslo karoserie
2	R1 sorta	4	1700	Definovaná sorta pro jednotlivé typy karoserií (komplexita)
3	Kontrolní číslice	1	\$	Je vypočtena hodnota dle algoritmu code39 ze dvou předchozích položek (KNR + R1 sorta)
4	Kód závodu	2	31	Ve kterém závodě je vůz vyráběn (31 = MB, 32 = Vrchlabí, atd.)
5	Typ vozu	6	1Z33D5	Definuje odlišnosti typu karoserie (modelový klíč)
6	Sekvenční č.	7	0000423	Udává posloupnost výroby aut od evid. bodu A600
7	Barva kar.	4	1Z1Z	Udává barvu výsledné karoserie
8	SB sorta	4	2001	Definuje typ karoserie pro potřeby lakovny
9	SC sorta	4	0000	Udává rozsah ochrany spodku karoserie
10	Nástřík kapoty	4	KAP_	Udává rozsah nástřiku motorového prostoru
11	Tlumení TN	4	SCOU	Definuje rozsah tlumení: Benziní(XXXX), Diesel(TUNL), Scout (SCOU)
12	Rok výroby	4	2010	Rok výroby vozu
13	Typ série	15	S7TSN1SN2S N3S98	15-ti místný řetězec složený z PR čísel rodiny
14	Ukončovací znaky	2	#=	poslední 2 ukončovací znaky uzavírají posloupnost dat ve 2D kódu
Výsledná délka = [78] znaků:				49360951700\$31#1Z33D5#0000423#1Z1Z#0000#SCTZ#KAP #SCOU#2010#S7TSN1SN2SN3S98#

Autor	Bc. Vojtěch Tyšer
Název DP	Identifikace produktu ve výrobním procesu
Studijní obor	Logistika
Rok obhajoby DP	2022
Počet stran	81
Počet příloh	5
Vedoucí DP	prof. Ing. Václav Cempírek, Ph.D., DBA
Anotace	Diplomová práce se zabývá návrhem kontrolního procesu v rámci automobilového průmyslu za účelem zvýšení efektivity a minimalizace chyb ve výrobě. K popisu byl vybrán identifikační typový štítek karoserií (TPS) používaný ve firmě Škoda Auto a.s. k jedinečné identifikaci karoserií napříč výrobním tokem, na němž jsou provedeny návrhy na optimalizaci stávajícího stavu včetně závěrečného zhodnocení.
Klíčová slova	kontrolní proces, efektivita, minimalizace chyb, identifikace výrobku, RFID
Místo uložení	ITC (knihovna) Vysoké školy logistiky v Přerově
Signatura	