

Univerzita Pardubice
Dopravní fakulta Jana Pernera

Návrh systému sledování pohybu karoserií
v lakovně

Jiří Roleček

Bakalářská práce
2021

Univerzita Pardubice
Dopravní fakulta Jana Pernera
Akademický rok: 2020/2021

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Jiří Roleček, DiS.**
Osobní číslo: **D18354**
Studijní program: **B3709 Dopravní technologie a spoje**
Studijní obor: **Technologie a řízení dopravy: Logistické technologie**
Téma práce: **Návrh systému sledování pohybu karosérií v lakovně**
Zadávací katedra: **Katedra technologie a řízení dopravy**

Zásady pro vypracování

Úvod

1. Analýza současného stavu sledování pohybu karosérií
2. Návrh elektronického systému sledování pohybu a kvalitativního stavu karosérií v toku lakovny
3. Vyhodnocení návrhu

Závěr

Rozsah pracovní zprávy: **30 – 40**
Rozsah grafických prací: **3-4**
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam doporučené literatury:

CVRČEK, Karel. Zbožiznalství I: pro obchodní akademie a ostatní střední školy. 5., upr. vyd., Ve Fortuně 3. Praha: Fortuna, 2005, 197 s. ISBN 80-7168-935-1.
ŠKAPA, Stanislav. Jakost výrobních procesů. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2008, 220 s. ISBN 978-80-7204-571-6.
MASAAKI, Imai. Gemba Kaizen. Brno: Computer Press, 2005, 332 s. ISBN 80-251-0850-3.
PALOUNEK, Jiří, NEUMANN Tomáš, GREPL Miroslav. Systémová specifikace FIS a SQS. ŠKODA AUTO, 2015, 65 s.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Andrea Seidlová, Ph.D.**
Katedra technologie a řízení dopravy

Datum zadání bakalářské práce: **1. února 2021**
Termín odevzdání bakalářské práce: **14. května 2021**

L.S.

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

doc. Ing. Jaromír Široký, Ph.D.
vedoucí katedry

V Pardubicích dne 1. února 2021

Prohlašuji:

Práci s názvem **Návrh systému sledování pohybu karoserií v lakovně** jsem vypracoval samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využil, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

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

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

V Pardubicích dne 06. 05. 2021

Jiří Roleček v. r.

PODĚKOVÁNÍ

Tímto bych chtěl poděkovat svému vedoucímu diplomové práce paní Ing. Seidlové, Ph.D. za odbornou pomoc a konstruktivní připomínky, panu Ing. Nachtigalovi, Ph.D. za pomoc s projektem a své rodině za prostor a podporu při psaní této práce.

ANOTACE

Předložená diplomová práce se zabývá návrhem systému sledování pohybu a kvalitativního stavu karoserií v toku lakovny závodu Škoda Auto Kvasiny. Je zde řešena možnost nahrazení stávající papírové evidence elektronickou formou a popsáno navrhované finální řešení včetně vyčíslení předpokládaných úspor. Při vyhodnocení návrhu je použita SWOT analýza a principy metody KAIZEN.

KLÍČOVÁ SLOVA

linky, výroba, kvalita, sledování, evidence

TITLE

The proposal of the monitoring system of car bodies movement in paintshop

ANNOTATION

This thesis consists proposition of new monitoring system focused on car bodies quality movement in Škoda Auto Kvasiny paintshop. It solves possibility to replace current paper record with its eletronic form and describes final solution including assumed financial savings. For the evaluation of propositon are used SWOT analysis and principles of KAIZEN method.

KEYWORDS

lines, production, quality, monitoring, record

OBSAH

SEZNAM OBRÁZKŮ	9
SEZNAM TABULEK	10
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	11
ÚVOD	13
1 Analýza současného stavu evidence karoserií a jejich kvalitativního stavu.....	14
1.1 Proces lakování karoserií	14
1.1.1 Linka předúprav (VBH) a linka katodoretické barvy (KTL)	15
1.1.2 Linka utěsnění plastizolem (PVC).....	16
1.1.3 Broušení KTL	16
1.1.4 Nástřik plniče	17
1.1.5 Broušení plniče	17
1.1.6 Nástřik barvy (BC) a bezbarvého vrchního laku (CC).....	17
1.1.7 Linka finíše	18
1.1.8 Linka dekoru	18
1.1.9 Linka konzervace dutin.....	18
1.1.10 Audit.....	18
1.2 Stávající stav sledování pohybu karoserií v toku lakovny.....	19
1.2.1 Současný stav evidence karoserií (FIS) a označování karoserií.....	19
1.2.2 Stávající systém evidence kvalitativního stavu karoserií (SQS)	23
1.3 Reklamace ze zákaznické sítě	24
1.4 Rizika současného stavu	26
2 Návrh elektronického systému sledování pohybu a kvalitativního stavu karoserií v toku lakovny.....	29
2.1 Návrh elektronického systému sledování pohybu a kvalitativního stavu karoserií v toku lakovny	30
2.1.1 Vytipování pracovišť s potřebou zápisu	30
2.1.2 Hardwarové vybavení pracovišť.....	31

2.2	Popis navrženého řešení	35
2.2.1	Pracoviště 1 – KB5D, repase svařovna, broušení KTL (0 m)	37
2.2.2	Pracoviště 2 – Linka GAD, FAD utěsnění PVC (0 m).....	38
2.2.3	Pracoviště 3 – Linka Dekoru 2, ražení VIN, vyvážení (0 m)	39
2.2.4	Pracoviště 4 – Linka broušení plniče (0 m)	40
2.2.5	Pracoviště 5 – Linka utěsnění UBS, ORK, HRK, audit koroze a funkce (3,6 m) 41	
2.2.6	Pracoviště 6 – Linka finíše, KB5A, Dekor (7,2 m)	42
2.2.7	Pracoviště 7 – Spot-Repair, audit povrchu laku, KB5AR (7,2 m).....	43
3	Vyhodnocení návrhu.....	45
3.1	Vyčíslení předpokládaných úspor	46
3.2	Vyhodnocení obtížně vyčíslitelných úspor	47
3.2.1	Nečitelný záznam v papírovém KPL	47
3.2.2	Nepřístupnost KPL – dle pracoviště	48
3.2.3	Rychlost práce s vyčtením informace z KPL.....	50
3.2.4	KRA – identifikace rizikových karoserí	50
3.2.5	Ztráta KPL – rizika reklamace.....	51
3.3	Vyhodnocení návrhu pomocí SWOT analýzy s využitím principů KAIZEN a ISO 9000	51
3.3.1	Silné stránky	52
3.3.2	Slabé stránky.....	54
3.3.3	Příležitosti	54
3.3.4	Hrozby	55
3.3.5	Výběr strategie SWOT.....	56
4	Závěr	57

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Schéma výrobního toku lakovny.....	14
Obrázek 2 Umístění TPS štítku na karoserii.....	21
Obrázek 3 Popis TPS štítku	21
Obrázek 4 FIS evidenční body, kontrolní body SQS.....	22
Obrázek 5 Kontrolní protokol lakovny (KPL).....	23
Obrázek 6 Kontrolní bod SQS	24
Obrázek 7 Principy normy ISO 9000	29
Obrázek 8 Touch screen se čtečkou MFA	32
Obrázek 9 Grafické zadávání závad (motýlek).....	33
Obrázek 10 Informační tabule	34
Obrázek 11 Mobilní zařízení PDA	35
Obrázek 12 Pracoviště lakovny zobrazená dle pater	36
Obrázek 13 Pracoviště 1 – KB5D, repase svařovna, broušení KTL.....	38
Obrázek 14 Pracoviště 2 – Linka GAD, FAD utěsnění PVC (0 m)	39
Obrázek 15 Pracoviště 3 – Linka Dekoru, ražení VIN, vyvážení.....	40
Obrázek 16 Pracoviště 4 – Linka broušení plniče	41
Obrázek 17 Pracoviště 5 – Linka utěsnění UBS, ORK, HRK, audit koroze a funkce	42
Obrázek 18 Pracoviště 6 – Linka finíše, KB5A, Dekor.....	43
Obrázek 19 Pracoviště 7 – Spot Repair, audit povrchu laku, KB5AR	44

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Umístění touch screenů, četnosti a činnosti.....	31
Tabulka 2 Umístění informačních tabulí, zobrazované funkce	33
Tabulka 3 Celkový počet zařízení	35
Tabulka 4 Použité symboly.....	37
Tabulka 5 Souhrn potřebného HW	45
Tabulka 6 Cenový odhad HW a SW eKKK	46
Tabulka 7 SWOT analýza.....	52

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

BC	Barevný základ (Base Coat)
CC	Vrchní bezbarvý lak (Clear Coat)
CKD	Expedice rozložených vozů (Completely Knoked-Down)
Covid19	Infekční onemocnění způsobené korona virem
Dekor	Linka drobných montážních operací na lakované karoserii
DISS	Systém zákaznických reklamačních hlášení (Direct information service system)
EHB závěs	Závěs dopravníku karoserií s vlastním pohonem
eKKK	Elektronická kontrolní karta karoserie
EMU zařízení	Zařízení z pštrosích per (čištění karoserie před nástřikem)
Euro	Měna eurozóny
FAD	Linka jemného utěsnění
Finiš	Linka dokončování
FIS	Systém řízení výroby
GAD	Linka hrubého utěsnění
HRK	Linka konzervace dutin karoserie voskem
ISO 9000	Norma definující systém managementu jakosti
IT	Informační technologie
JIS	Logistický proces (Just in sequence)
JIT	Logistický proces (Just in time)
KB5A	Kontrolní bod 5A (výstup z linky finíše)
KB5AR	Kontrolní bod 5Ar (mimo linku, výstup z pracoviště S-R)
KB5D	Kontrolní bod 5D (vstup do linky FAD, GAD, UBS)
KB8	Kontrolní bod 8 (konečná montáž)
Kč	Koruna česká (měna)
KNR	Identifikační číslo zakázky/ karoserie (Kenn-nummer)
KPL	Kontrolní protokol lakovny
KRA	Kontrolně repasní akce
KTL	Katodoretická základní barva, linka KTL
MFA	Identifikační karta pracovníka (Multi-factor authentication)
ORK	Okruh řízení kvality
PDA	Kapesní počítač (Personal digital assistant)
PR	PR podmínka jednoznačný identifikátor zástavbového dílu

PVC	Polyvinylchloridová těsnící hmota (plastizol)
Skid	Rám, na kterém se pohybuje karoserie po dopravníku
SQS	System sledování kvality (Škoda Qualitätsystem)
S-R	Kabiny oprav mimo linku (Spot-Repair)
TPS	Tištěná identifikace karoserie, identifikační štítek karoserie
UBS	Linka nástřiku spodku karoserie a prahů PVC plastizolem
UNI	Barevný základ bez metalických částic
UV	Ultrafialové záření
VBH	Linka předúprav
VDA	Německé sdružení automobilového průmyslu, normy pro řízení jakosti (Verband der Automobilindustrie e.V.)
VIN	Identifikační číslo vozidla (Vehicle identification number)
VW	Volkswagen
Wi-Fi	Bezdrátová komunikace v počítačových sítích

ÚVOD

Dnešní automobilový svět čelí velmi složitým podmínkám a výzvám, jednotlivé značky koncernu VW nevyjímaje. Kromě vysokých pokut za aféru Dieseldgate jsou jednotlivé automobilky postaveny před nutností každoročního snižování emisí škodlivých látek ve výfukových plynech díky tvrdě nastaveným emisním limitům evropskou komisí. Kromě těchto dvou zásadních problémů se v poslední době zařadila mezi další pomyslné překážky i pandemie Covid19, která se projevuje nižším zájmem zákazníků, výraznou nestabilitou trhu a významnými problémy v odběratelsko-dodavatelských řetězcích.

Všechny tyto zmíněné překážky mají za důsledek obrovský tlak na zvyšování efektivity výroby a snižování nákladů. Jedním z důsledků je i snižování rizika reklamací zákazníků a tím i snižování dodatečných nákladů na tyto reklamace.

Lakovna je velmi důležitým článkem výrobního řetězce automobilů. I zde je samozřejmě tvořen tlak na snižování nákladů jakéhokoli charakteru. Proto je každá změna vedoucí k výše uvedeným úsporám velmi žádoucí. Jednou z těchto možností je i dohled nad vyráběnými karoseriemi z pohledu kvality v průběhu výroby. V současné době je tento dohled realizován papírovou formou, kdy je do každé vyráběné karoserie vkládán tzv. kontrolní protokol lakovny (dále KPL), který je v karoserii přítomen po celou dobu výroby a slouží k zaznamenávání průběhu výroby, a který je po ukončení všech výrobních operací z karoserie vyjmut a následně archivován po dobu 15 let.

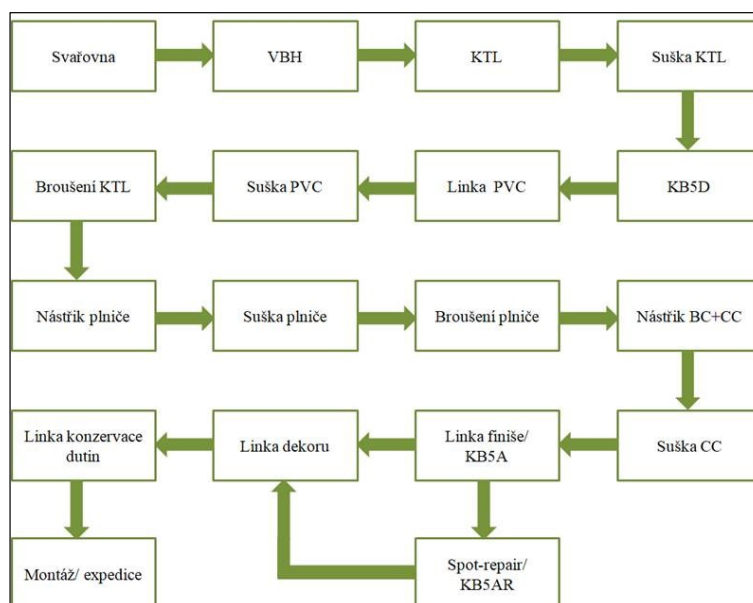
Cílem práce bude návrh elektronizace stávajícího stavu evidence pohybu a kvalitativního stavu karoserií. Budou zanalyzovány nevýhody a nedostatky současného řešení a popsány výhody řešení nového společně s vyčíslením nákladů a předpokládaných úspor při zavedení tohoto systému. Zároveň bude použita SWOT analýza pro celkové zhodnocení daného projektu.

1 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU EVIDENCE KAROSERIÍ A JEJICH KVALITATIVNÍHO STAVU

Lakovna je zcela specifický výrobní proces, během kterého je na karoserii nanesen nátěrový systém, který má za úkol ochránit karoserii proti účinkům koroze a na některých místech i proti účinkům abraze, ale zároveň musí naplnit i funkci estetickou, kdy je každá z karoserií nalakována do předem specifikovaného odstínu a připravena pro konečnou montáž. Řada úkonů je zde zcela automatizovaná, ale velké množství operací je stále ručního charakteru. Všechny následně uvedené procesy mají za úkol splnit požadavky na záruční lhůtu, která je u modelů Škoda poskytována na 3 roky na výrobní vadu nátěrového systému a 12 let na prorezavění. (1) Neméně důležitým hlediskem je i splnění požadavků zákazníka na co možná nejvyšší vizuální kvalitu povrchu.

1.1 Proces lakování karoserií

Na níže uvedeném obrázku (Obrázek 1) je blokově znázorněno schéma jednotlivých procesních kroků v lakovně, a to včetně předchozího provozu svařovny a následujících dvou kroků, tj. konečná montáž vozu, případně expedice do externích závodů. V dalších odstavcích bude detailněji popsán výrobní proces lakování karoserie.



Obrázek 1 Schéma výrobního toku lakovny

Zdroj: (autor)

1.1.1 Linka předúprav (VBH) a linka katodoretické barvy (KTL)

Prvním technologickým procesem lakovny je proces VBH+KTL. Jedná se o plně automatickou linku, do které přijíždějí karoserie z předchozího provozu svařovny. Tyto karoserie jsou svařeny z ocelových pozinkovaných plechů. Zinkový povlak ocelového plechu tvoří první vrstvu antikorozi povrchové ochrany v tloušťce 5-7 μm . Karoserie jsou linkou vedeny po speciálním kontinuálním dopravníku. Nosnými prvky dopravníku jsou tzv. pendly, které tvoří zavěšovací prvky. Těmito pendly jsou unášeny skidy, jež tvoří nosný rám, na kterém jsou upevněny karoserie. Jelikož se karoserie v průběhu procesu VBH+KTL v podélném směru naklápějí, jsou tyto skidy vůči pendlu a karoserii uzamykány, aby nemohlo dojít k poškození linky.

V první části linky (linka VBH) prochází karoserie několika zónami, kde je nejprve zbavena hrubých nečistot, jako jsou například okraje ze svaření, prach, či zbytky olejů z lisovacích procesů. Tyto zóny jsou tvořeny buď postřikovými rámy, případně vanou, do které se karoserie zanořují. Po očištění následuje zóna aktivace, kdy se povrch karoserie chemicky připraví pro nanášení vrstvy fosfátu. V následující zóně je pak nanášen fosfát (tloušťka cca 1 μm), která má za úkol zlepšení přilnavosti následující vrstvy povrchové ochrany a zároveň zabraňuje podkorodování. Poté je vrstva uzavřena v zóně pasivace.

Ve druhé části linky je na karoserii nanášena vrstva KTL. Tato vrstva už je považována za první vrstvu nátěrového systému a po zinkové vrstvě se jedná o další důležitou součást antikorozi ochrany. Jde o nátěrovou hmotu na epoxidové bázi s velmi nízkým obsahem organického rozpouštědla. Tato nátěrová hmota je obsažena v lázni ve formě polymerních kationtů. Do této lázně je ponořena karoserie, která je pomocí pendlu napojena na katodu stejnosměrného proudu. Epoxidová lázeň je pomocí měděné anody nabita kladně a díky tomu pigmentové částice ulpívají na povrchu karoserie. Díky ponoření celé karoserie do vany s KTL jsou obarveny i dutiny, čímž je dosaženo velmi dobré protikorozi ochrany.

Po obarvení a oplachu přebytečné lázně je karoserie přesunuta dopravníkem do sušky KTL, kde při teplotě cca 190°C po dobu 20 min tato vrstva získá konečné vlastnosti. Vrstva vysušeného KTL na karoserii má tloušťku cca 20 μm .

1.1.2 Linka utěsnění plastizolem (PVC)

Karoserie již s konečnou vrstvou KTL pokračují na linku utěsnění PVC. Před samotnou aplikací PVC je prováděna optická kontrola a případná repase nedostatků na povrchu karoserie klempířským finišem. Zde se nachází první kontrolní bod KB5D, který bude popsán dále (viz. 1.2.2). Pomocí PVC (měkčený polyvinylchlorid) jsou utěsněny předepsané části karoserie tak, aby byly ochráněny střížné hrany proti korozi, byl zabráněn průnik vody, přenos pachů a hluků dovnitř karoserie a plošným nástřikem PVC ochráněny plochy před abrazí např. odletujících kamínků v běžném provozu hotového vozu.

Toto PVC je nanášeno buď ručně – stříkacími pistolemi s různými typy trysek, specifickými dle charakteru utěsnění, případně roboticky, kdy je PVC aplikováno robotem dle zadaného programu a typu karoserie. Přečody mezi složitými partiemi karoserie jsou dodatečně ručně roztírány speciálními stěrkami, případně štětci. Plochy, nebo otvory, které slouží jako dosedací plochy při montáži a které mají být bez znečištění PVC jsou zakryty jednorázovými krytkami, které se po aplikaci sundávají.

Linka PVC je rozdělena na tři části. V první části je utěsněna vrchní a vnitřní část karoserie. Pohyb karoserií v této části je realizován pomocí kontinuálního rolnového dopravníku, na kterém se karoserie pohybuje upevněná na skidu. Ve druhé části linky je realizována ochrana spodní části karoserie. Proto je karoserie převěšena ze skidu na dopravník tvořený EHB závěsy, pracující v sekvenčním módu, aby byla přístupná i podlaha karoserie pro robotický nástřik. Následně se karoserie opět převěsí ze závěsného dopravníku EHB zpět na skid tak, aby mohla pokračovat do dalších procesů. Ve třetí části linky je proveden robotický nástřik prahových částí karoserie a ručně jsou utěsněny vnitřní části panelových dílů (kapota, boční dveře a zadní víko).

1.1.3 Broušení KTL

Po aplikaci PVC je karoserie přesunuta do sušky, kde proběhne želatinace PVC při teplotě cca 80°C po dobu 10 min a následně je umožněna repase nedostatků z předchozích procesů v lince broušení KTL. Zde jsou pracovníky pohledově vyhledány a ručně pomocí jemného smirkového papíru odstraňovány nečistoty z lázně KTL, závady z aplikace PVC, případně neodstraněné nedostatky z klempířského finišu. Poté je karoserie přesunuta do kabiny přípravy před nástřikem plniče, kde jsou pracovníky ručně pomocí lepidlových utěrek a ofuku stlačeným vzduchem odstraněny drobné nečistoty z předchozího broušení a do zařízení EMU,

kde jsou pomocí automatických kartáčů z pštrosích per z karoserie očištěny poslední zbytky nečistot, a karoserie je zbavena elektrostatického náboje.

1.1.4 Nástřik plniče

Plnič je vodou ředitelná barva, která je odstínově přizpůsobena výsledné barvě karoserie a tvoří ucelený podklad pro výsledný nástřik. Při současné barevné paletě jsou stříkány 4 odstíny plniče. Nástřik probíhá ve dvou etapách. V první části jsou ručně nastříkány vnitřní části karoserie, v části druhé pak probíhá nástřik plně automaticky pomocí robotů. Všechny nástřiky probíhají za pohybu karoserie, dopravníky pracují v kontinuálním módu. Robotický nástřik barvy probíhá elektrostaticky, kdy jsou kapičky vodou ředitelného plniče nabíjeny silným záporným nábojem, a tento kužel barvy je aplikován na uzemněný povrch karoserie. Tím je dosaženo vysoké přesnosti a efektivity nástřiku. Poté je karoserie odeslána do sušky, kde při teplotě cca 160°C po dobu 20 min dochází k vypálení plniče. Výsledná vrstva vysušeného plniče na karoserii je v rozmezí 20 – 40 μm.

1.1.5 Broušení plniče

Na lince broušení plniče dochází k odstranění defektů z předchozího procesu. Opět jsou zde za pomoci ručního broušení jemným brusným papírem odstraňovány nedostatky z nástřiku plniče, jako například různé potekliny, smetí, apod. Před odesláním karoserie k aplikaci dalších vrstev nátěrového systému jsou z karoserie odstraněny zbylé drobné nečistoty stejným způsobem, jak bylo popsáno po broušení KTL (kapitola 1.1.3).

1.1.6 Nástřik barvy (BC) a bezbarvého vrchního laku (CC)

Na lince aplikace BC dochází k nástřiku karoserie barevným základem. Jedná se o vodou ředitelnou barvu s vysokým obsahem pigmentu. Funkce BC je zejména estetická. Tvoří výsledný odstín karoserie. V současné době je v kvasinské lakovně aplikováno 15 různých odstínů metalických, perleťových a UNI barev. Aplikace na této lince je plně robotizována, a to i včetně vnitřních částí karoserie. Po nástřiku vrstvy BC (vrstva v rozmezí 10 – 15 μm) dochází k zasušení této vrstvy a bezprostřednímu nástřiku vrstvy bezbarvého krycího laku (CC) ve vrstvě cca 40 μm. Tato vrstva má velmi důležitou ochrannou funkci. Má schopnosti odolávat škodlivým vlivům UV záření, krátkodobě odolává působení různých chemických látek a je schopna odolávat mechanickým vlivům, jako je abraze, mechanické pnutí, apod. Zároveň dodává výslednému odstínu i patřičný lesk, takže plní i funkci estetickou. Po nástřiku

je karoserie opět přepravena do sušky, kde jsou při teplotě cca 140°C po dobu 15 min vrstvy BC a CC společně vypáleny. (1)

1.1.7 Linka finiše

Na této lince karoserie prochází důkladnou vizuální kontrolou. Jde o poslední fázi kontroly povrchu, kdy jsou pomocí metody Finese-it odstraněny jakékoli chyby předchozích procesů tak, aby mohla být karoserie bez nedostatků uvolněna do montáže. Metoda Finese-it v sobě zahrnuje broušení defektu jemným smirkovým výsekem a následné zaleštění pomocí leštícího molitanu a brusné pasty tak, aby bylo opravované místo pohledově nerozpoznatelné od ostatního povrchu. Celá tato oprava se musí vykonat pouze ve vrstvě CC. Pokud oprava vyžaduje zásah i do dalších vrstev, je nutné opravit metodou S-R (Spot-Repair), kdy dojde po odstranění defektu k bodovému nástřiku chybějících vrstev do původního stavu, případně k opětovnému nástřiku celého dílu, nebo celé karoserie. V tomto případě se karoserie vrací na linku broušení plniče, kde jsou závady odstraněny a následně dochází k opětovnému průchodu všemi následujícími procesy (viz. kapitoly 1.1.5 a 1.1.6).

1.1.8 Linka dekoru

Na této lince už je na karoserii plně dokončen lakovací proces a jsou zde prováděny pouze montážní procesy lepení dekorových dílů, jako jsou například různé dekorativní nápisy, znaky, nebo třeba ochranné nástupní lišty prahů.

1.1.9 Linka konzervace dutin

Posledním výrobním krokem v lakovně je konzervace dutin karoserie voskem. Před samotnou aplikací je nutné opětovně převěšení karoserie ze skidového dopravníku na EHB závěs, který umožní karoserii dosednout spodní částí na zaplavovací zařízení. Zde je při teplotě cca 120°C aplikován konzervační vosk do dutin ve spodní části karoserie, které jsou korozně nejnamáhanější částí a zároveň jsou velmi důležitou částí pasivní ochrany vozu proti korozi. Ohřátý vosk vytvoří na aplikovaných místech jemný film, který pak následně chrání tyto dutiny před účinky koroze.

1.1.10 Audit

Ověřování funkčnosti systému výroby a kontrolní činnosti pracovníků lakovny probíhá formou výběru náhodného vzorku z produkce a jeho zevrubné kontrole podle předepsaných pravidel. Touto činností je výrobový audit. V lakovně jsou dvě pracoviště pro tuto kontrolu.

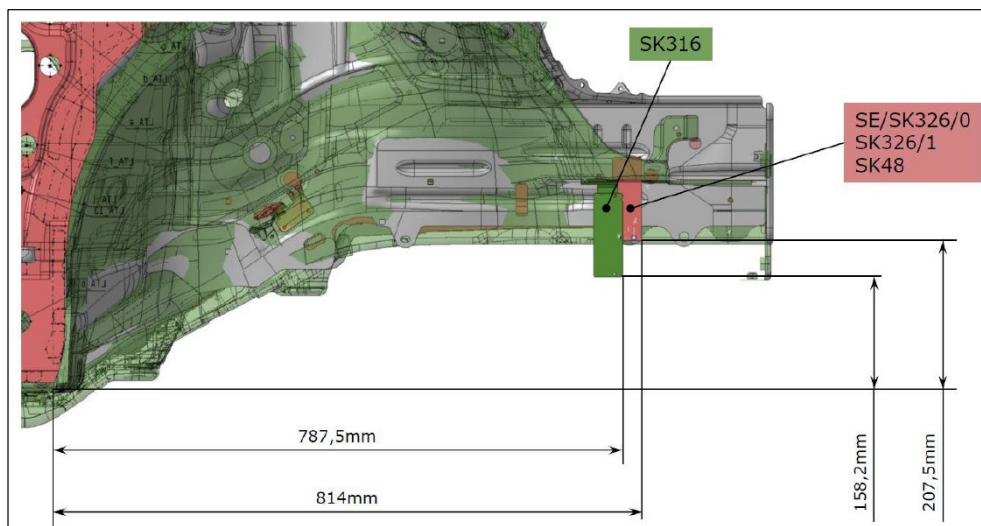
Jedním je audit karoserie lakované, kdy je předmětem kontroly zejména vizuální hodnocení kvality lakovaného povrchu a měření konkrétních fyzikálních vlastností lakované karoserie, jako je např. přilnavost laku, lesk, nebo struktura vrchního laku. Druhým pracovištěm je pak audit koroze a funkce, kde je posuzována zejména funkční stránka nanesených povlaků. Zde je důraz kladen zejména na protikorozi ochranu pomocí měření tloušťky vrstev PVC, případně kontroly zavoskování dutin karoserie pomocí endoskopu s UV světlem a také funkční stránka dané ochrany. Karoserie jsou odebírány přímo z toku linky a v obou případech musí jít o karoserii se statusem UVOLNĚNO, tedy finální stav, který je připraven k odeslání do montáže.

1.2 Stávající stav sledování pohybu karoserií v toku lakovny

Stávající systém řízení a sledování výroby obstarávají dva základní systémy. Systém FIS má za úkol řízení samotné výroby a podávat informaci o konkrétní specifikaci dané karoserie v každém okamžiku výroby. Druhým systémem je pak systém pro sledování kvality SQS. Ten kromě sledování kvalitativního stavu karoserií má v konkrétně definovaných místech za úkol poskytnout evidenční data systému FIS. Tento kvalitářský systém bude pro tuto práci zásadní. (2)

1.2.1 Současný stav evidence karoserií (FIS) a označování karoserií

Výrobní program je tvořen tak, aby bylo umožněno vytvoření sekvence na montáži a tím umožnění tvorby sekvence dodávek příslušných montážních dílů dodavatelů v systému JIS, JIT, apod. Po obdržení zakázky pro výrobu konkrétního vozu je karoserii přiřazen status A000 (import zakázky), poté přidělena sekvence (status A500) a následně i konkrétní výrobní číslo karoserie (status A600), tzv. TPS. Toto číslo je vytištěno a automaticky nalepeno na kovový štítek umístěný na pravém předním spodním podélníku karoserie (viz. Obrázek 2 Umístění TPS štítku na karoserii). Pomocí tohoto štítku, na kterém je vytištěno identifikační číslo zakázky, tzv. KNR, je pak karoserie identifikovatelná v celém toku výroby. KNR se skládá z plánovaného týdne výroby, dne v týdnu a pořadového čísla v rámci výrobního dne. Tyto údaje jsou vztaženy k bodu (statusu) M100, který odpovídá výstupu karoserie ze zásobníku lakovny, tedy těsně před vstupem na montážní linku. Popis údajů na TPS štítku je uveden na Obrázek 3 Popis TPS štítku. Fyzické založení karoserie do linky svařovny pak dostává status R100. (2)



Obrázek 2 Umístění TPS štítku na karoserii

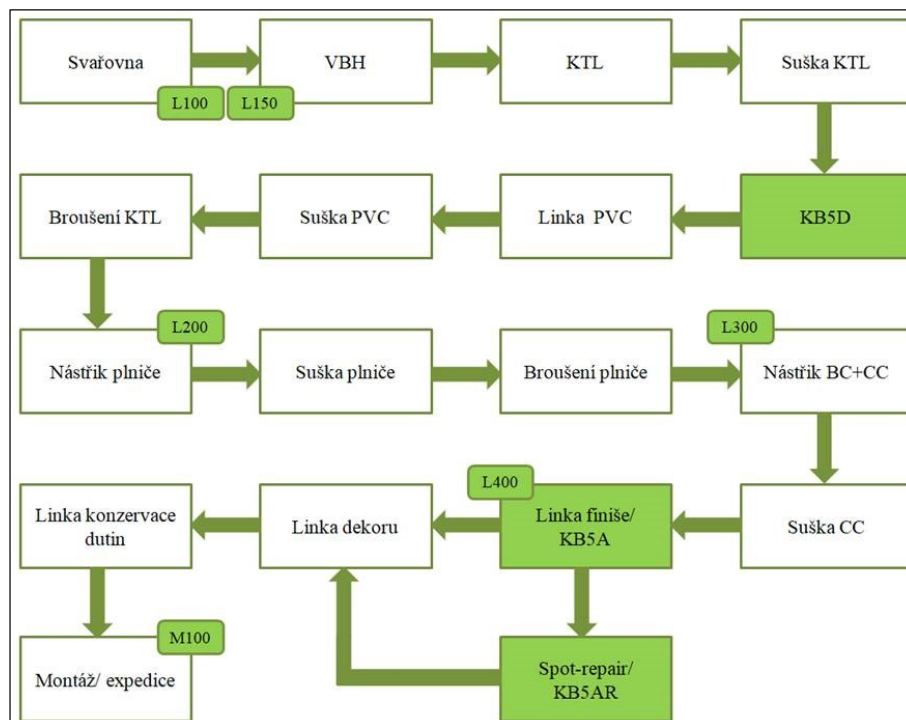
Zdroj: (2)



Obrázek 3 Popis TPS štítku

Zdroj: (2)

Pro umožnění řízení a sledování konkrétních karoserií systémem FIS je v toku lakovny umístěno několik definovaných evidenčních bodů. Průjezdem karoserie tímto bodem a načtením štítku TPS dojde k zaznamenání průchodu karoserie daným místem a je automaticky odeslána informace do řídicího systému FIS. V toku lakovny je umístěno 5 takových bodů (viz. Obrázek 4), a to vždy před důležitým procesním krokem tak, aby bylo umožněno řízení těchto zásadních technologických kroků. Další 4 evidenční body jsou sice fyzicky umístěny v lakovně, ale slouží již pro řízení následujících výrobních procesů. (2)



Obrázek 4 FIS evidenční body, kontrolní body SQS

Zdroj: (autor)

Řízením výrobního toku v lakovně je myšleno vytváření řízeného toku karoserií dle specifických požadavků, jako jsou například barevné bloky, nebo mix typů kvůli rozdílné časové náročnosti výrobních operací na jednotlivých typech karoserií. Prvním FIS bodem v lakovně je bod L100 umístěný na dopravníku mezi svařovnou a lakovnou, posledním pak bod L400, který eviduje hotovou karoserii, případně výše zmíněný bod M100, na kterém už je nalepen dekor a zaplaveny dutiny konzervačním voskem. (2)

1.2.2 Stávající systém evidence kvalitativního stavu karoserií (SQS)

Systém SQS (celým názvem SQS Global II) je určen pro sledování a vyhodnocování kvalitativních údajů vyráběných karoserií a vozů. Jak již bylo zmíněno dříve (viz. kapitola 1.2.1), k evidenčním bodům systému FIS je výrobní tok závodu doplněn o další body, které doplňují stávající systém řízení výroby – evidenční body SQS (viz. Obrázek 4). Navíc je zde umožněno a vyžadováno zadat příslušné údaje o kvalitě karoserie/vozu v daném výrobním místě. Tato místa jsou nazývána kontrolními body. (2)

První kontrolní bod v lakovně je umístěn na začátku výrobního toku, po lince VBH+KTL v plně vysušeném stavu. Tento bod nese označení KB5D. Zde je pomocí ručního scanneru načten KNR karoserie a ze systému SQS je vytištěn kontrolní protokol lakovny (viz. Obrázek 5), který je vložen do speciální termo obálky. Tato obálka je zasunuta do vnitřní části pravých předních dveří karoserie, kde je uložena během průjezdu karoserie celým výrobním tokem lakovny a slouží k další identifikaci karoserie. Při tisku KPL na bodu KB5D jsou do karty vytištěny případné závady evidované kontrolním pracovníkem. Po odstranění kvalitativního nedostatku potvrdí provedenou repační operaci dělník zodpovědný za opravu svým osobním razítkem. Toto razítko slouží jako jednoznačná identifikace konkrétní osoby a potvrzení shodnosti výrobku s požadovaným kvalitativním stavem. (2)

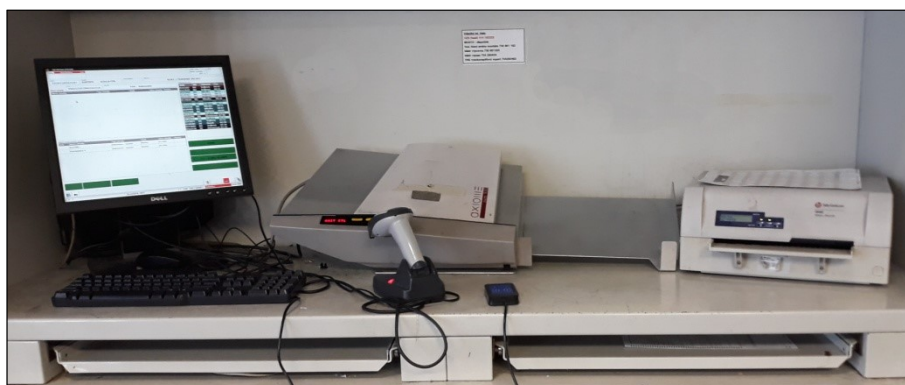
The image shows two versions of a control protocol form for a paint shop. The left version (verze 6 1) includes a barcode, a table for recording defects, and a section for operator signatures. The right version (verze 6 2) includes technical diagrams of the car body and a table for recording operations.

Obrázek 5 Kontrolní protokol lakovny (KPL)

Zdroj: (autor)

Ve standardním režimu jede karoserie i s obálkou na konec výrobního toku na kontrolní bod KB5A (viz. Obrázek 6). Ten je umístěn na lince finišu. V tomto okamžiku je již karoserie kompletně olakovaná. Pracovník linky má na starosti kontrolu kompletního lakovaného

povrchu včetně vnitřních partií. Zjistí-li na karoserii závadu, pokusí se ji opravit pomocí metody Finese-it. Je-li karoserie po této opravě v pořádku, vyjme z vnitřních dveří obálku s KPL, ručním scannerem načte KNR karoserie, na monitoru zkontroluje shodnost načtené identifikace s vloženou kartou. Poté vloží KPL do scanneru, kde je provedeno načtení zaznamenaných řádků tak, aby byl umožněn tisk na první volný řádek. Následně pracovník karoserii systémově uvolní v SQS do dalšího výrobního toku. Do karty je vytištěn status UVOLNĚNO. V případě že je na karoserii závada, kterou není schopen pracovník odstranit, zadá tuto závadu do systému a vytiskne do KPL i se zmiňovanou závadou. Karoserie je pak odeslána na repační opravu mimo linku. Po této opravě může být udělen status UVOLNĚNO, nyní již na kontrolním bodě KB5AR, který je umístěn na výjezdu z repačních pracovišť Spot-Repair. Takto uvolněná karoserie pokračuje dále na pracoviště dekoru a zaplavení dutin konzervačním voskem. Následně pak do zásobníku pro montáž, odkud je odebírána na základě stanovené sekvence. (2)



Obrázek 6 Kontrolní bod SQS

Zdroj: (autor)

Dojde-li v průběhu výroby karoserie k identifikaci defektu, musí pracovník vyjmout KPL i mimo kontrolní body a závadu ručně do karty dopsat. Následná repase pak probíhá v režimu předepsaném pro danou opravu včetně potvrzení vyhovujícího stavu dotyčným pracovníkem. (2)

1.3 Reklamace ze zákaznické sítě

Automobilka ŠKODA poskytuje svým zákazníkům záruční lhůtu v délce 3 roků na lak a 12 let na prorezavění karoserie. (1) V této době může zákazník uplatnit reklamaci, která je v případě uznané chyby plněna autorizovaným servisem a následně samotnou značkou

ŠKODA. Stojí-li oprava v rámci výrobního závodu řádově jednotky až desítky Euro, v servisní síti může stejná repase vyjít na stovky až tisíce Euro. Kromě finanční újmy samozřejmě utrpí značka i škodu v podobě špatné reklamy s rizikem ztráty potenciálních zákazníků. Proto jsou nemalé peníze investovány nejen do co nejlepších technologií a materiálů, ale i do následných kontrolních mechanismů. (3)

V okamžiku vzniku reklamace je autorizovaným servisem odesláno tzv. DISS hlášení do výrobního závodu. Tento report v sobě kromě fotodokumentace reklamovaného stavu obsahuje i identifikační údaje o voze. Na základě tohoto hlášení je z archivu vyžádán KPL, kde se z případných záznamů vyvozuje příčina reklamovaného defektu. Po provedené analýze je stanoveno opatření k zamezení dalšího výskytu podobné závady.

V tomto případě je enormně důležitý fakt, že byla případná závada dohledána v KPL ve formě elektronického, nebo ručního záznamu. Na základě této informace může být proveden závěr o stanovení míry rizika výskytu shodných závad na konkrétní časově vymezené produkci.

Pro lepší pochopení fiktivní příklad:

- Zákazník reklamuje odlišný odstín laku na pravých předních dveřích
- Je vypsáno DISS hlášení a informaci ihned zpracovává oddělení kvality
- Z archivu je vyžádán KPL
 - o A) v KPL je záznam o lakové opravě defektu na pravých předních dveřích
 - Dle identifikace pracovníka a době opravy je provedena analýza možných příčin (nedodržení pracovní postup, analýza použitých materiálů, apod.)
 - Na základě zjištění příčiny stanoven možný rozsah postižených karoserií a stanoveno příslušné opatření k zamezení opakování podobné závady
 - o B) v KPL není záznam o opravě
 - Analýza sériových materiálů z daného období, analýza procesních parametrů, atd.
 - Na základě zjištění příčiny stanoven možný rozsah postižených karoserií a stanoveno příslušné opatření k zamezení opakování podobné závady

- Stanoveny rizika v zákaznické síti a nastaven případný postup servisní opravy
- Nastavení kontrolních mechanismů, které odhalí danou příčinu

Z výše uvedeného příkladu je zřejmá důležitost záznamu závady do KPL. Náklady spojené s reklamacemi ze zákaznické sítě, nebo přímo z výrobního závodu rostou úměrně s efektivností její identifikace. V případě závady popsané ve variantě B je riziko počtu postižených karoserií většinou výrazně větší a tím i riziko vyšších nákladů.

Čím později je tedy závada identifikována, tím větší je hodnota a riziko ztráty při následné repasi. Repase je tedy vypočtena jako součet nákladů na repasi a celkové výrobní náklady, mínus zisk při prodeji repasovaného vozu. Při případné šrotaci karoserie ve výrobním závodě se nasčítají veškeré hodnoty vložených procesů předcházejících tomuto stavu. Díky této kalkulaci je snazší představa o výhodnosti repase, případně šrotace karoserie a to zejména s ohledem na včasnost nalezení závady. (3)

1.4 Rizika současného stavu

Z popisu stávajícího stavu evidence kvalitativního stavu karoserií vyplývají i rizika spojená s ručením za výrobek. Jak již bylo popsáno, v současné lakovně jsou pouze dva hlavní kontrolně repasní body, a to KB5D na začátku a KB5A na konci výrobního toku. KB5AR slouží pouze pro mimo linkové opravy. Mezi těmito body je celá řada procesů, kde může být způsobena, či nalezena závada.

V případě identifikace závady musí být buď ihned odstraněna, nebo zapsána do KPL a odeslána na repasní opravu. Tištěný zápis a tedy i elektronický přenos do systému SQS je v současné době umožněn pouze na výše uvedených kontrolně repasních bodech. V ostatních místech provozu lakovny je pak pracovník povinen provést ruční záznam do KPL.

Zde ovšem může nastat několik situací, ze kterých plyne riziko nemožnosti vytvořit zápis, případně znesnadní vyčtení ručně zapsané chyby.

Jednou z těchto situací, je ruční zápis závady, kdy není záznam proveden s potřebnou pečlivostí a následná identifikace problému je poté z této příčiny ztížena. Obdobným problémem může být nečitelná identifikace pracovníka razítkem, kdy nesprávným použitím/otiskem je tato identifikace ztížena, případně zcela vyloučena. Dalším faktorem ztěžujícím

identifikaci zadaných dat do KPL bývá znečištění záznamu barvou, kdy při nesprávném zasunutí kontrolního protokolu do ochranné termo obálky dojde při nástřiku karoserie ke zmiňovanému znečištění.

Dalším rizikem je samotné umístění KPL (vnitřní prostor dveří). Tento fakt na některých pracovištích zcela znemožňuje fyzickou možnost vyndání KPL a následný záznam závady. Nemožnost vyndání karty ze dveří může mít dvě příčiny. První je samotná poloha karoserie, neumožňující fyzický přístup, například nástřik UBS, kdy je karoserie nad hlavami pracovníků. Druhou příčinou je pak technologicky specifický proces neumožňující vytažení karty. Například nástřik karoserie, kdy by vytažení karty znamenalo značné riziko poškození z důvodu nevytvrzeného nástřiku krycí barvy. V těchto případech se musí informace předat na následující pracoviště umožňující zápis zjištěné závady. Přenos takové informace je tak komplikovaný a časově vytěžuje osobu, která tuto informaci musí předat.

Další nevýhodou je rychlost vyčtení informace, kdy konkrétní ručně zapsanou závadu je možné zjistit pouze fyzicky z KPL, což úzce souvisí s kontrolně repasními akcemi (dále KRA). V případě výskytu závady, která má sériový charakter, je bezpodmínečně nutné vyhlásit KRA. Jedná se o mimořádnou akci, kdy je potřeba přesné a rychlé ohraničení rizikových karoserií a jejich následná kontrola a případná repase tak, aby z provozu lakovny odjížděla pouze a jenom karoserie splňující veškeré kvalitativní standardy. V současném stavu je tento stav komplikován právě díky nedostatečné elektronizaci systému. Ohraničení KRA je tedy časově náročnější a rozsah potenciálně postižených vozů je větší, než by ve skutečnosti mohl být. To s sebou samozřejmě nese i zvýšené náklady. Navíc díky vytváření různých bloků (viz. kapitola 1.2.1) nejsou karoserie v toku lakovny seřazeny dle KNR, ale právě podle různých technologických specifik lakovenských procesů. A tak i identifikace konkrétní karoserie v toku lakovny a určení, spadá-li do rozsahu potenciálně postižených karoserií v rámci KRA, je časově velmi neefektivní a spotřebovává čas kontrolně repasního pracovníka v terénu, který musí zkontrolovat KNR každé karoserie s nadefinovaným seznamem KRA.

Tento systém založený na pouze dvou kontrolně repasních pracovištích na začátku a konci výrobního toku lakovny (viz. Obrázek 4) neumožňuje efektivní sledování všech zdrojů závad. Tím je výrazně ztížena možnost provádění analýzy příčin těchto neshod.

KPL je povinně archivovaný protokol, který se v případě jeho ztráty musí nahradit duplikátem vytištěným ze systému SQS. V tomto případě je ale ztracena jakákoli informace, která není zaznamenána elektronicky. Kromě lakovny je tento protokol používán i na kontrolním bodě KB8, což je poslední kontrolní bod na montáži. Zde jsou kromě kontroly kvality kompletního vozu kontrolovány i jednotlivé protokoly z předchozích výrobních operací. Rizikem v tomto případě může být přehlédnutí a propuštění závady k zákazníkovi, která byla ručně zapsána do KPL, ale oprava nebyla provedena kvalitně.

Společným znakem výše uvedených rizik je ale to, že díky absenci plně elektronizovaného systému může dojít k riziku zvýšeného množství nákladů za repasní opravy a v krajním případě až k propuštění závady ke konečnému zákazníkovi. V předchozí kapitole (1.3) byly zmíněny dopady na společnost plynoucí z této nekvality.

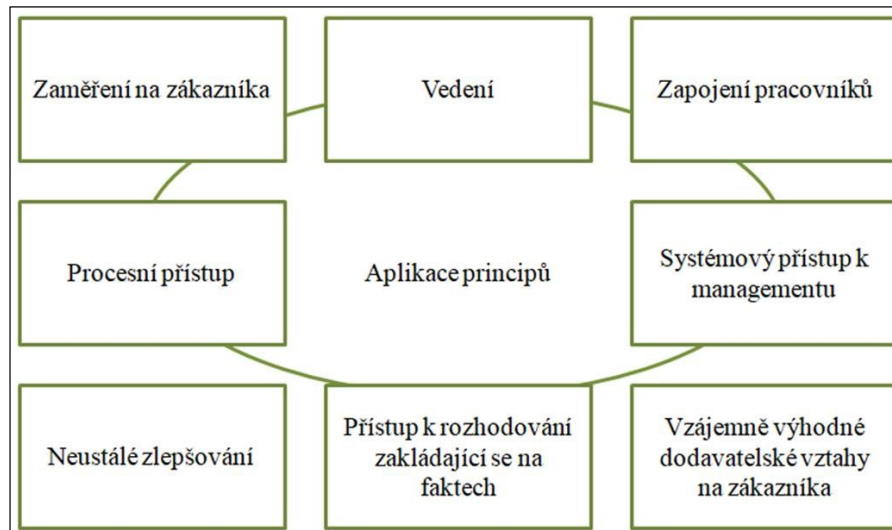
Pro přehlednost jsou níže vypsána konkrétní rizika spojená se současným stavem evidence závad.

Rizika:

- Nečitelný záznam v KPL – čitelnost ručního záznamu, nečitelná identifikace, znečištění
- Nepřístupnost KPL – dle pracoviště
- Rychlost práce s vyčtením informace z KPL
- KRA – identifikace rizikových karoserií
- Ztráta KPL – rizika reklamace

2 NÁVRH ELEKTRONICKÉHO SYSTÉMU SLEDOVÁNÍ POHYBU A KVALITATIVNÍHO STAVU KAROSERIÍ V TOKU LAKOVNY

Společnost ŠKODA AUTO a.s. je společností, která při své činnosti využívá systému řízení jakosti norem rodiny ISO a specifitějších automobilových norem rodiny VDA. Principy norem ISO 9000 jsou uvedeny na níže uvedeném obrázku (viz. Obrázek 7)



Obrázek 7 Principy normy ISO 9000

Zdroj: (3), úprava autor

Návrh nového systému sledování pohybu a kvalitativního stavu karoserií se bude opírat o některé z těchto principů tak, aby svou aplikací tyto vybrané principy podporoval a i díky němu se stal robustnějším řešením. Tyto principy budou zároveň jedním z vyhodnocujících kritérií návrhu.

Kromě kritérií ISO 9000 budou použity i ideje Kaizen. Kaizen je procesem, který se snaží řešit problémy na základě analýzy sesbíraných dat. V případě, že sledovaná data nejsou objektivní, či úplná, nemůže být ani výsledné řešení problému objektivní. Právě a jen objektivní data mohou sloužit jako počáteční bod pro zdokonalování procesu, což je hlavní myšlenka této filosofie. (4)

2.1 Návrh elektronického systému sledování pohybu a kvalitativního stavu karoserií v toku lakovny

Jak již bylo popsáno v kapitole 1.4, nejzásadnějším problémem současného stavu je nedostatečné pokrytí procesu lakovny systémem pro evidenci karoserií. Proto bude tato myšlenka stěžejní při návrhu systému nového. Jelikož ale není vhodné pouze jakési ostrovní řešení stavu, kdy by navržená forma sledování byla využitelná pouze v lakovně, bude v návrhu zohledněno řešení takové, které může navazovat na předchozí i následné provozy. Současně bude snahou, začlenit nové řešení do stávající struktury evidence a technologií lakovny. Tento nový systém bude pojmenován **Elektronická kontrolní karta karoserie** (dále eKKK). V návrhu bude řešeno jednoduché, intuitivní řešení zadávání a jeho dostupnost na všech pracovištích. Další částí bude eliminace staré papírové formy KPL, která s sebou ale ponese potřebu možného dohledání informací o stavu karoserií, které již nebudou obsahovat KPL. A v neposlední řadě možnost zjednodušení obsluhy systému pro pracovníky ve výrobních linkách.

Ještě jednou pro připomenutí postup při nalezení závady. Dojde-li v současném stavu k nalezení závady, musí ji pracovník buď odstranit v rámci své činnosti a své pracovní pozice v lince. Jestliže je však oprava časově náročnější, případně je nutné použít technologický postup, který není v daném místě možný realizovat, musí tuto chybu zapsat do KPL. Poté je na dalším následujícím pracovišti s možností vyřazení karoserie z výrobního toku karoserie zpravidla vyřazena na pracoviště mimo linku a opravena dle předepsaných metod. Zde ovšem dochází k situacím popsaným v kapitole 1.4 s nedostupností KPL, apod.

Jedním ze zásadních nutných kroků je tedy zlepšení dostupnosti zápisu. Pro navrhované řešení musí být možnost zápisu dat ke karoserii bez toho, aby byl bezprostředně nutný fyzický kontakt s karoserií a KPL. Proto budou v první části vytipována pracoviště a konkrétní místa pro zápis a ve druhém kroku bude navržen potřebný hardware.

2.1.1 Vytipování pracovišť s potřebou zápisu

Z popisu technologického toku v lakovně a vizualizace SQS kontrolních bodů (viz. Obrázek 4) je zřejmé, že zápis pouze ve dvou místech lakovny je nedostatečný. Z níže uvedené tabulky (viz Tabulka 1) je zřejmé, která pracoviště jsou pokryta a která musí být dovybavena potřebným hardwarem. Zároveň jsou stručně uvedeny činnosti požadované v daném místě. Při výběru míst pro zápis je zvažována vzdálenost nutná k přechodu od karoserie se závadou

k místu se zadávacím zařízením a odhadovaná četnost zápisu. To znamená, že v případě menšího počtu zápisů za výrobní směnu bude navrženo jedno centrální místo pro danou oblast (v Tabulka 1 uvedena četnost LOW) a v případě častého záznamu, případně při potvrzování výrobní operace bude zařízení více, blíže k dané karoserii (v Tabulka 1 uvedena četnost HIGH). Z tabulky vyplývá i konečný počet dotykových obrazovek ve výši 32 kusů.

Tabulka 1 Umístění touch screenů, četnosti a činnosti

Místo	Počet	Četnost	Činnost
KB5D	2	High	Načtení karoserie, zapsání závad
Repase svařovna	1	High	Oprava závad
Linka GAD	1	Low	Opravy po GAD
Linka UBS + Korozní audit	1	Low	Závady po UBS, závady z koro auditu
Linka FAD + Panelové díly	1	Low	Závady po FAD, výměna dílu
Linka broušení KTL	1	Low	Závady po broušení KTL
Repase po KTL, pódium	1	Low	Oprava závad, prezentace
Linka broušení plniče 1, 2	2	Low	Závady z broušení plniče
Repase plnič	1	High	Oprava závad
KB5A, Linka finiše 1, 2	4	High	Závady z finiše – KB5AR, celková oprava/ uvolnění
Repase lak	1	High	Rozřazení karoserií
Repase lak 1 – 8	8	High	Oprava závad
Audit lak	1	Low	Závady z lakového auditu
KB5AR	1	High	Uvolnění
Linka dekoru 1	1	Low	Závady z linky finiše
ORK	1	High	Kontrola a oprava TOP závad
Kontrola po HRK	1	High	Kontrola po lince konzervace
Linka ražení VIN - Indie	1	High	Ražení VIN čísel (Indie)
Svěšování/ navěšování kar.	1	High	Svěšování/ navěšování karoserií z/ do jiných závodů
Linka dekoru 2	1	High	Závady z linky finiše

Zdroj: (autor)

2.1.2 Hardwarové vybavení pracovišť

Při uvažování hardwarového vybavení je nutno vycházet z potřeb daného pracoviště a činností, které jsou zde vykonávány. V níže uvedených odstavcích budou popsány jednotlivé typy hardwaru a jejich funkce.

Touch screen s MFA a načítacím zařízením

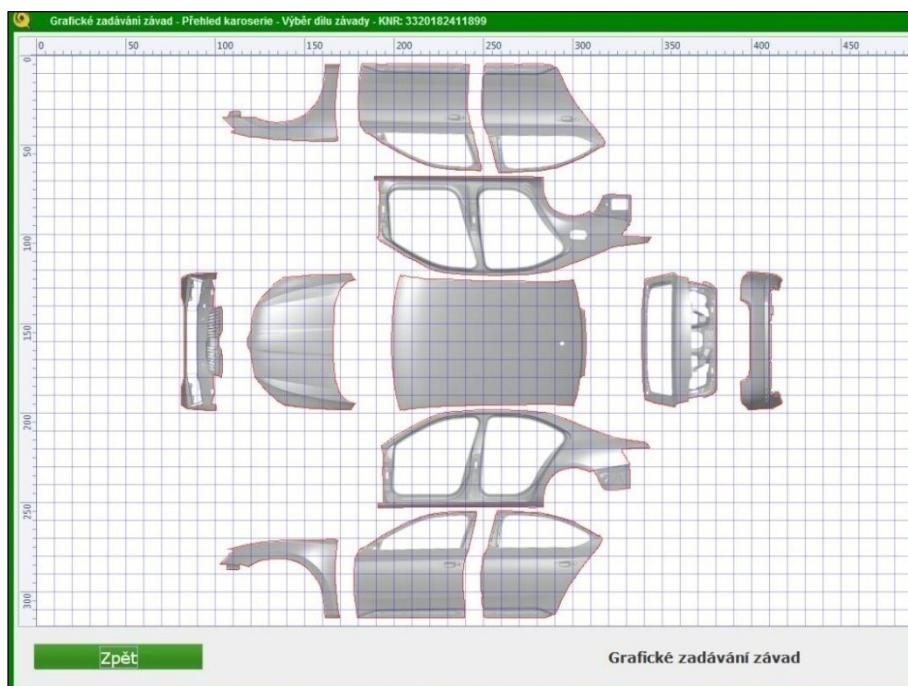
Pro zadávání informace o zjištěné závadě bude použita dotyková obrazovka (viz. Obrázek 8) se systémem SQS, čtečkou identifikační karty pracovníka (dále MFA) a načítacím zařízením identifikátoru karoserie. Při zadávání závady přiloží pracovník svoji MFA kartu ke čtečce MFA, čímž se provede přihlášení daného pracovníka do systému SQS. Poté pracovník identifikuje danou karoserii buď pomocí ručního scanneru, případně výběrem z modelu linky

na obrazovce (blíže v kapitole 2.1.2, část Model linky). Při výběru karoserie se otevře grafické zadávání závad tzv. motýlek – tedy rozložené schéma karoserie (viz. Obrázek 9) pro grafické zadávání. Kliknutím na příslušnou oblast vybere konkrétní místo závady a poté ze seznamu vybere i konkrétní druh závady. Následným potvrzením dojde k zaznamenání závady do systému SQS. Kromě zadávání závad může být zařízení použito i pro potvrzení provedení výrobní operace přihlášeným pracovníkem.



Obrázek 8 Touch screen se čtečkou MFA

Zdroj: (autor)



Obrázek 9 Grafické zadávání závad (motýlek)

Zdroj: (autor)

Informační tabule

Získaná data o kvalitě, případně i produkci a další relevantní informace budou zobrazovány v průběhu toku linky dle potřeb provozu na jednotlivých informačních bodech. S ohledem na absenci KPL tak musí být dané informace k dispozici ve všech oblastech, kde se s nimi doposud pracovalo (viz. Tabulka 2).

Tabulka 2 Umístění informačních tabulí, zobrazované funkce

Místo	Počet	Funkce
KB5D	1	Informace z SQS (zkoušky, blokace)
Broušení KTL	1	Informace z SQS (zkoušky, blokace)
Broušení plniče 1, 2	2	Informace z SQS (zkoušky, blokace)
Linka finíše 1, 2	2	Informace z SQS (zkoušky, blokace)
Linka dekoru 1	11	Zobrazení aplikací dle PR podmínek
Linka dekoru 2	2	Zobrazení aplikací dle PR podmínek

Zdroj: (autor)

Pro tento účel budou použity informační tabule (viz. Obrázek 10 Informační tabule) s dostatečnou velikostí, aby bylo bez problémů možné vyčíst zobrazované informace důležité pro dané místo.

Pozice	Plán	Akt. plán	Akt. stav
QZ80	417	138	115
KB7	417	138	132 Zkušebna 1 34
Vodní test	417	138	139 Zkušebna 2 417 138 36
A100	417	138	68 Zkušebna 3 34
A200	417	138	70 Zkušebna 4 32

Obrázek 10 Informační tabule

Zdroj: (autor)

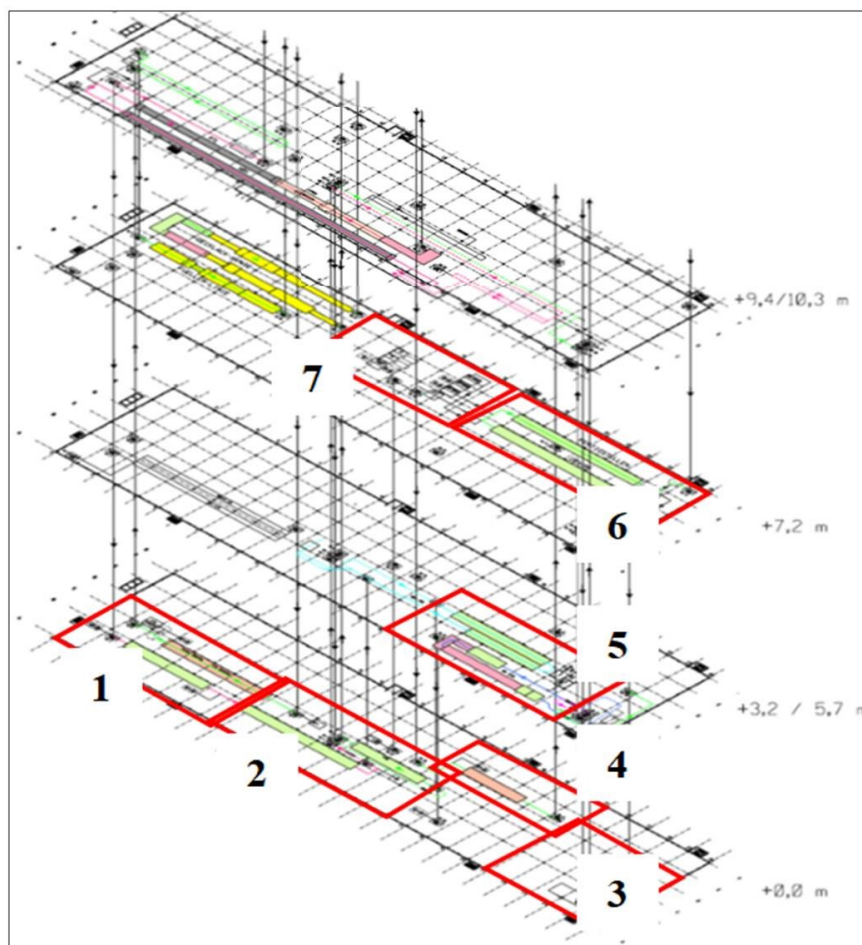
Automatické načítání karoserií, model linky

Pro usnadnění výběru karoserie bude v některých linkách použit tzv. model linky. Tento model vychází z principu, kdy se pořadí karoserií v konkrétní lince nemůže změnit. Ke změně může dojít až v místě, kde je umožněno její vyjmutí pomocí dopravníkové techniky určené pro danou operaci. V takové lince bude na jejím začátku umístěno automatické čtecí zařízení spárované se systémem SQS. Na dotykové obrazovce bude zobrazen sled načítaných karoserií v grafickém zobrazení (viz. Obrázek 8). Pracovník pak provede identifikaci kliknutím na příslušné zobrazení karoserie na obrazovce touch screenu. Tím je zrychlena identifikace, kdy pracovník nemusí brát do ruky scanner a dojít nasnímat TPS štítek z karoserie. Dalším benefitem automatického načítání karoserií je i automatické načtení karoserií do výrobního systému FIS a jednoznačné určení umístění karoserií v rámci výrobní linky, umožňující přesnější identifikaci polohy hledané karoserie.

Mobilní zařízení PDA, Wi-Fi

V případě specifických činností v podobě KRA, rychlých kontrol v lince atp., bude použito mobilní zařízení PDA s integrovanou čtečkou TPS štítku (viz. Obrázek 11 Mobilní zařízení PDA), které umožní vyhledat v systému data o načtené karoserii a zároveň i umožní zadat dohledanou závadu, včetně definice úseku jejího zjištění. Další použití mobilních zařízení může být jejich použití jakožto náhrady za stacionární touch screeny, na místech, kde není prostorově vhodné umístění stacionárního pracoviště. Pro tato zařízení bude nutno pokrýt

jednotlivých pracovišť bude využito právě zobrazení podle jednotlivých pater lakovny (viz. Obrázek 12 Pracoviště lakovny zobrazená dle pater), které umožní lépe popsat centralizovaná pracoviště s jedním zadávacím zařízením (v Tabulka 1 označena jako Low). Očíslování umístění pracovišť zjednoduší představu o jeho pozici v lakovně. Pracoviště tedy nebudou popsána postupně dle technologického toku procesu, jak bylo v popsáno v kapitole 1.1. V návrhu nebudou obsažena ta pracoviště, kde zadávání dat do systému eKKK není technicky možné, případně není požadováno díky specifikům procesu.



Obrázek 12 Pracoviště lakovny zobrazená dle pater

Zdroj: (autor)

Ve vizualizaci pracovišť budou využity následující symboly:

Tabulka 4 Použité symboly

Symbol	Název
	Touch screen
	Informační tabule
	Mobilní zařízení
	Automatická identifikace karoserie (model linky)
	Ruční identifikace karoserie (scanner)

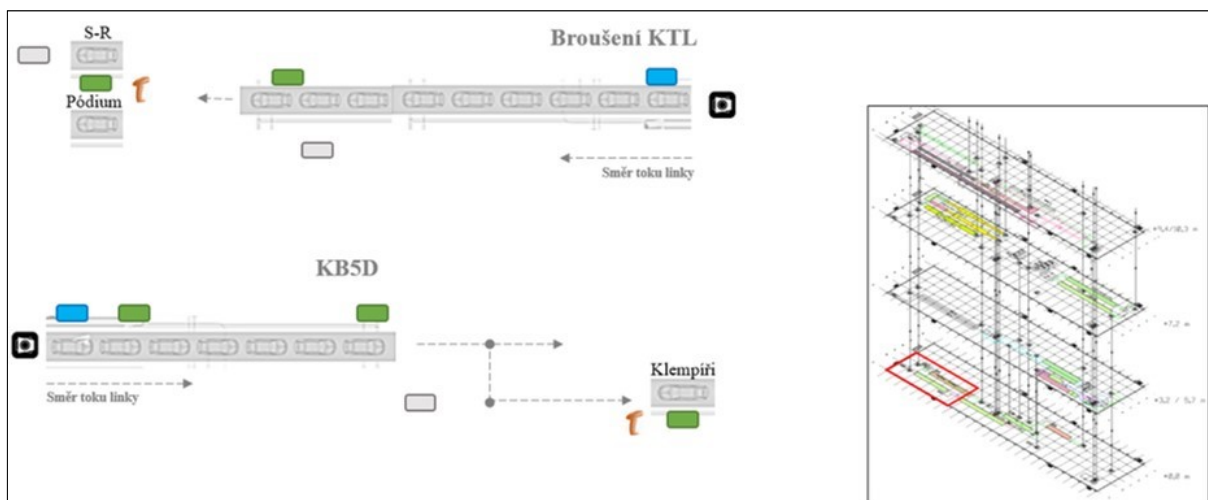
Zdroj: (autor)

2.2.1 Pracoviště 1 – KB5D, repase svařovna, broušení KTL (0 m)

Pracoviště 1 obsahuje linku KB5D, repasní box svařovny a linku broušení KTL (viz. Obrázek 13). Na pracovišti KB5D je v současném stavu tisknut KPL, který má být plně nahrazen eKKK. Proto zde bude umístěn první touch screen. Na něm přihlášený pracovník provede načtení karoserie pomocí výběru z modelu linky. Zjistí-li při kontrole na karoserii závadu, zadá ji do systému SQS na témže touch screenu. V případě opravy zmiňované závady může pracovník použít stejný, nebo následující touch screen pro potvrzení správnosti repase. Je-li závada složitějšího charakteru, je karoserie odeslána do boxu repase svařovny, kde je po opravě ručním scannerem načtena a oprava potvrzena na touch screenu v boxu oprav. Na začátku linky je rovněž umístěna informační tabule sloužící k zobrazení důležitých informací.

V lince broušení KTL nedochází k častému zadávání závad, většina je opravována v toku linky. Proto zde bude umístěn touch screen pouze na jejím konci. To souvisí i s tím, že pro opravu závažnější závady je nutné karoserii vyřadit z toku linky a odeslat na pracoviště repasí po KTL (na Obrázek 13, označeno S-R). Zde bude umístěn další touch screen pro potvrzování oprav. Ten bude společný i pro pracoviště označené jako pódium, které slouží k odstavení karoserií pro různé účely jako např. vyhodnocení zkoušek, měření tloušťky vrstvy KTL, apod. Karoserie zde budou načítány ručně scannerem, protože byly vyřazeny z toku linky a tím i ze sledu karoserií v lince broušení KTL, která je osazena automatickým načítacím zařízením pro model linky. Informační tabule pro toto pracoviště bude umístěna na začátku linky. Pro tuto část lakovny se zároveň bude počítat s možností využití mobilních zařízení, v tomto

případě budou k dispozici tři zařízení. Jedno pro pracoviště klempířských oprav na vstupu do lakovny, druhé v lince broušení KTL a poslední v prostoru oprav po broušení KTL.

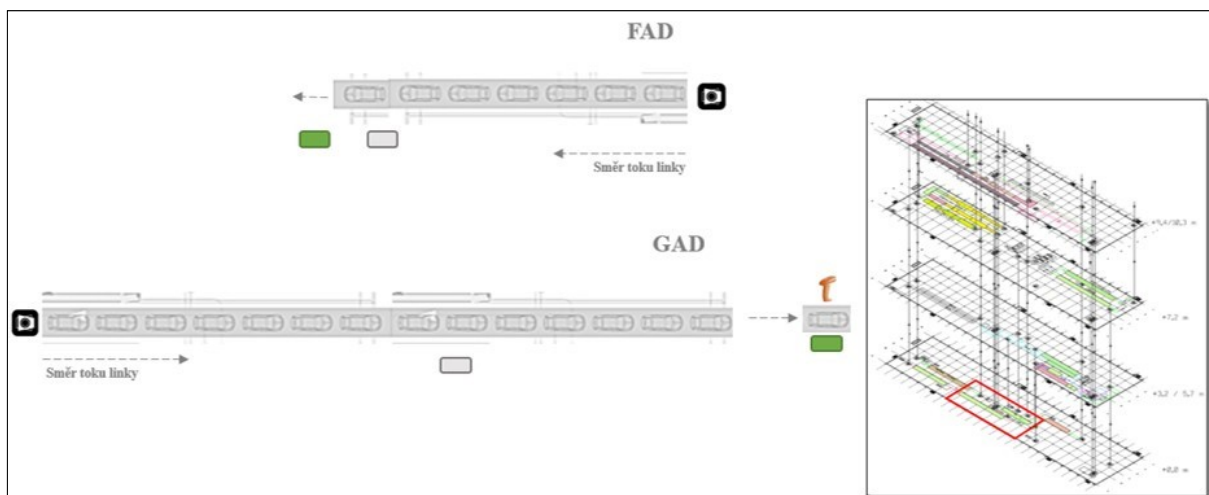


Obrázek 13 Pracoviště 1 – KB5D, repase svařovna, broušení KTL

Zdroj: (autor)

2.2.2 Pracoviště 2 – Linka GAD, FAD utěsnění PVC (0 m)

Pracoviště 2 (viz. Obrázek 14) obsahuje ruční utěšňování karoserie v interiéru, utěšňování vnějších částí karoserie a nanášení jemného utěsnění na vnitřní části panelových dílů. Obě tyto linky budou osazeny modelem linky, protože karoserie jedou ve vláčku za sebou bez možnosti narušení jejich pořadí. V lince GAD nebude použit zadávací touch screen z důvodu velmi malé četnosti výskytu závad. V případě potřeby zadání závady bude použit zadávací panel na odstavném pracovišti za linkou GAD, kde budou karoserie načítány ručním scannerem, případně bude využito mobilní zařízení plánované pro tuto část linky. Pro linku FAD bude panel umístěn na jejím konci, načítání karoserií bude pomocí scanneru. Tento touch screen bude zároveň možné využít pro karoserie odstavené v prostoru mezi linkami. Zde jsou obvykle umístěny karoserie s vážnějšími defekty na lemech panelových dílů. Oprava je zde prováděna buď opětovným nanesením jemného utěsnění, případně je zde umožněna výměna kompletního dílu. Taková oprava musí být kvůli pozdější identifikaci zaznamenána do systému SQS. I pro tuto oblast linky je počítáno s mobilním zařízením.



Obrázek 14 Pracoviště 2 – Linka GAD, FAD utěsnění PVC (0 m)

Zdroj: (autor)

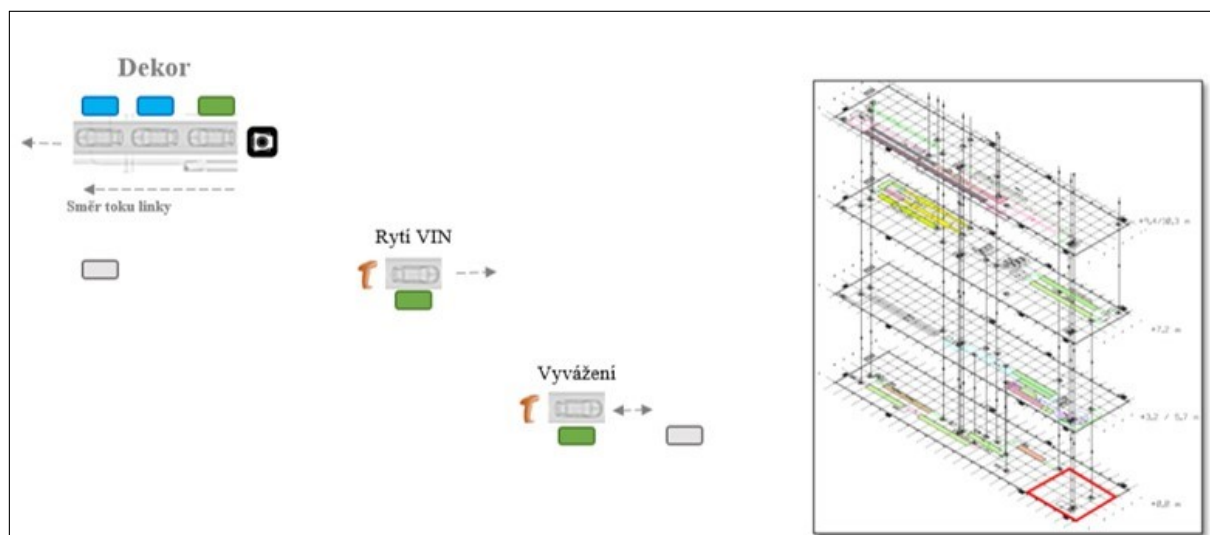
2.2.3 Pracoviště 3 – Linka Dekoru 2, ražení VIN, vyvážení (0 m)

Tato část lakovny – pracoviště 3 (viz. Obrázek 15) obsahuje tři samostatné linky. Prvním z nich je pracoviště vyvážení. Zde se vyjímají/ navěšují karoserie ze/ do systému lakovny. V současné době je toto pracoviště využíváno pro karoserie, které jsou odesílány do montážního závodu v Indii. Tyto olakované karoserie jsou převezeny nejprve do CKD centra, kde jsou společně se zbylými montážními díly zabaleny do přepravní bedny a lodí odeslány do Indie, kde jsou zkompletovány. Další, majoritní část karoserií, je tímto místem lakovny naopak navěšována do systému. Z důvodu nedostatečné výrobní kapacity kvasinské lakovny je nutné část produkce lakovat v jiných koncernových lakovnách. V současné době je tímto místem navěšováno cca 300 karoserií z mladoboleslavské lakovny, aby bylo možné naplno využít výrobní kapacitu kvasinské montážní linky. V této části linky bude použit touch screen spolu s ručním scannerem, alternativně pak mobilní zařízení.

Druhým pracovištěm je pracoviště rytí VIN čísla. Zde je na předepsanou část karoserie vyryto VIN číslo. V současnosti jsou zde takto identifikovány karoserie právě do Indie. Na tomto pracovišti bude umístěn další z touch screenů a ruční načítací scanner.

Třetím pracovištěm je pracoviště Dekoru 2. Na toto pracoviště přijíždí karoserie z lakovny závodu Mladá Boleslav. Na karoserie je aplikován dekor dle konkrétní objednávky zákazníka. Tato specifikace je vizualizovaná na dvou informačních tabulích umístěných v toku linky.

Zároveň je zde využito odebrání dekorových dílů s pomocí systému Pick-by-light kvůli minimalizaci rizika záměny dílů. Touch screen pro toto pracoviště bude osazen na začátku linky, která bude osazena automatickým načítáním karoserií (modelem linky). Pro celou tuto oblast bude navíc možno využít další mobilní zařízení.

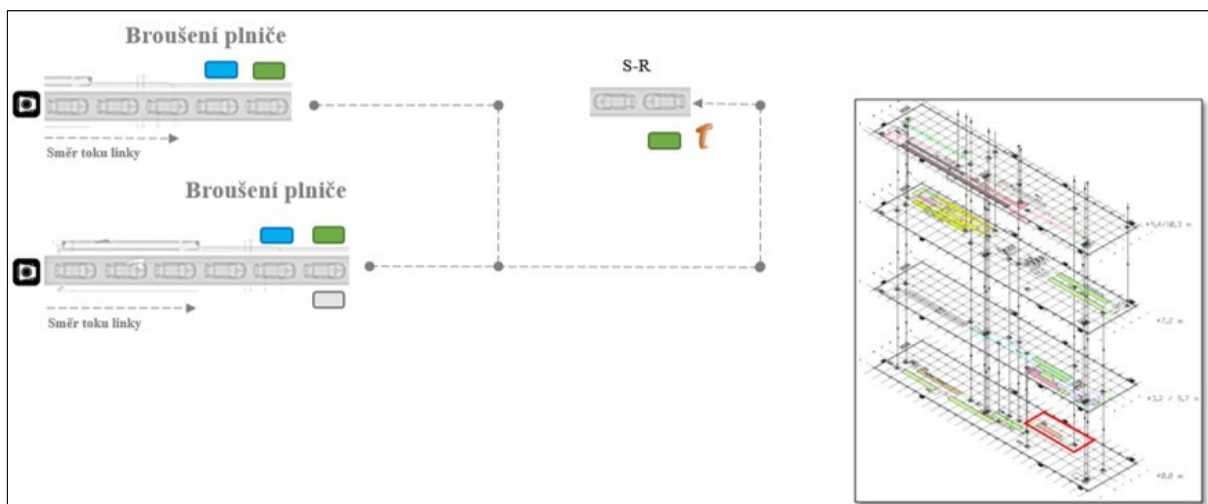


Obrázek 15 Pracoviště 3 – Linka Dekoru, ražení VIN, vyvážení

Zdroj: (autor)

2.2.4 Pracoviště 4 – Linka broušení plniče (0 m)

Čtvrtým pracovištěm (viz. Obrázek 16) jsou dvě linky broušení plniče. Každá z těchto linek bude osazena modelem linky. Na konci každé z linek pak bude umístěn zadávací panel touch screenu a vizualizační tabule. Při vyřazení karoserie z toku linky z důvodu větší repase bude použit panel na repasním pracovišti za linkou broušení plniče. Zadání identifikace karoserie proběhne pomocí ručního scanneru.



Obrázek 16 Pracoviště 4 – Linka broušení plniče

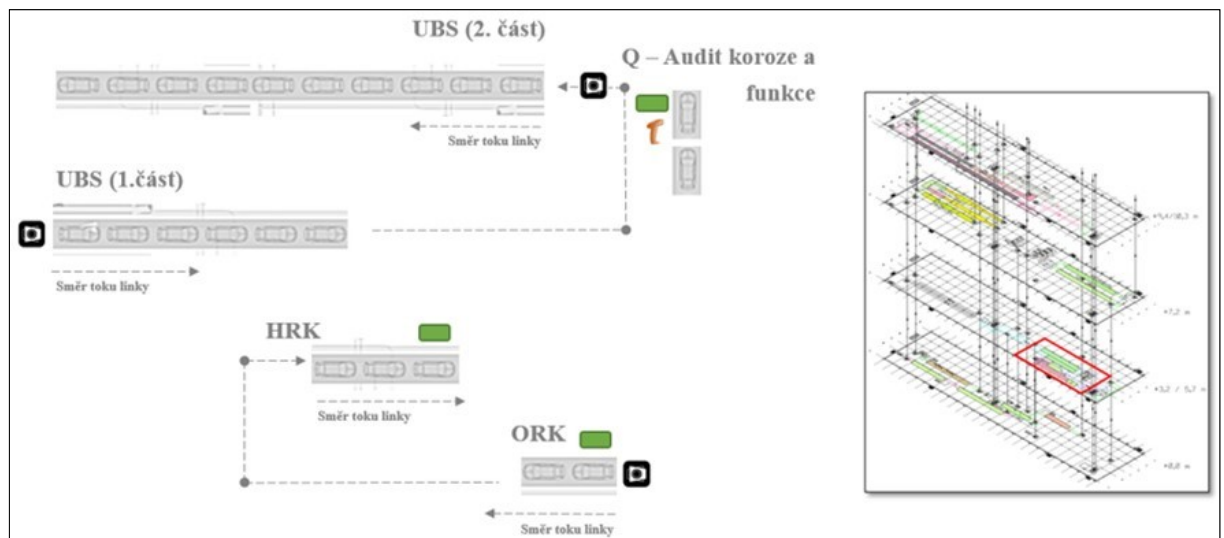
Zdroj: (autor)

2.2.5 Pracoviště 5 – Linka utěsnění UBS, ORK, HRK, audit koroze a funkce (3,6 m)

Pracoviště 5 (viz. Obrázek 17), nacházející se v mezipatře označovaném 3,6 m, obsahuje dvě výrobní části linky a pracoviště korozního a funkčního auditu. První z částí linek je pracoviště zaplavování dutin karoserií konzervačním voskem označované jako HRK. Před touto linkou je navíc jediné pracoviště ORK v lakovně, kde je prováděna 100% kontrola podvozkové části karoserie výrobními pracovníky lakovny. Ta je umožněna díky zavěšení karoserie na EHB dopravníku, tzn. karoserie je v této části linky nad hlavami pracovníků. Na tomto pracovišti bude umístěno čtecí zařízení modelu linky a dotykový panel pro evidenci závad. Na výjezdu ze zaplavovacího zařízení bude umístěn druhý touch screen pro zadávání případných závad vzniklých v procesu zaplavení. Z této části linky odjíždí karoserie s dokončeným procesem lakovny do zásobníku pro montážní linku. Odtud jsou rovněž karoserie odebírány na pracoviště korozního a funkčního auditu.

Druhým pracovištěm tohoto úseku je linka UBS, kde je po provedení krytkování dosedacích ploch proveden nástřik PVC na spodní část karoserie. V případě potřeby je možné po první části linky odstavit karoserii vedle pracoviště korozního a funkčního auditu a provést záznam do SQS aplikace prostřednictvím dotykového panelu umístěného v této části linky. Jelikož je možné v tomto místě vyřadit karoserii z toku, je nutné dát snímač modelu linky nejen na její začátek, ale i na začátek druhé části linky UBS.

Pracoviště korozního a funkčního auditu bude využívat touch screen linky UBS. Při běžném využití pracoviště dochází ke kontrole cca 1 % karoserií z aktuální výrobní kapacity lakovny. Proto by byl další touch screen zbytečně nevyužitý. Na tomto pracovišti dochází ke zrušení uvolňovacího statusu, záznamu o provedení auditu a případnému zapsání závad zjištěných pracovníkem auditu na auditované karoserii. Tyto závady jsou opraveny na místě, proto bude panel využit i pro potvrzení opravy daných závad.



Obrázek 17 Pracoviště 5 – Linka utěsnění UBS, ORK, HRK, audit koroze a funkce

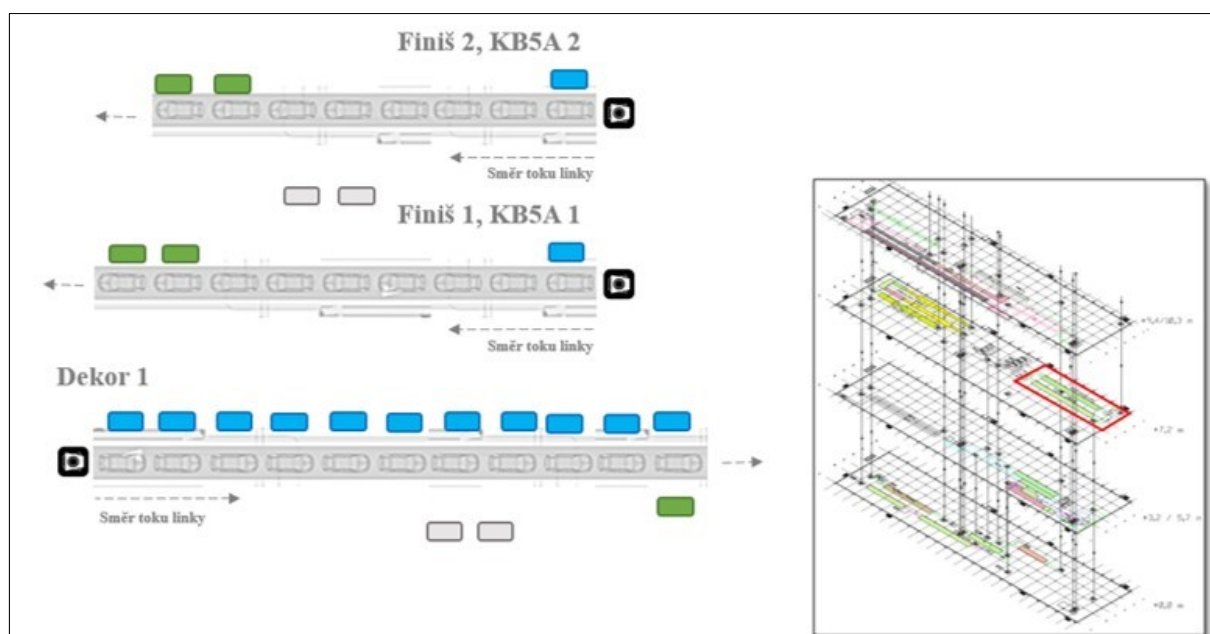
Zdroj: (autor)

2.2.6 Pracoviště 6 – Linka finiše, KB5A, Dekor (7,2 m)

Pracoviště umístěná na 7,2 m (viz. Obrázek 18) začínají úsekem označovaným jako linka Finiše 1 a 2. Obě linky plní stejnou funkci. Činnosti zde prováděné jsou výhradně kontrolně-repasní. Začátek linky bude osazen velkými informačními monitory, které zde budou sloužit zejména k identifikaci zkouškových a jinak specifických karoserií tak, aby pracovník výroby ihned věděl, jakou činnost má na konkrétní karoserii vykonat. Případně se zde bude objevovat informace o předchozích repasích a pracovník kontroly se pak může detailněji zaměřit na danou partii karoserie. Na obou linkách bude využit model linky pro zobrazení vláčku karoserií a rychlejší identifikaci na touch screenech na konci linky. Dotykové panely budou na každé lince dva na jejím samotném konci. Tyto monitory budou zároveň kontrolními body SQS označované jako KB5A 1 a KB5A 2. Zde se bude karoseriím udělovat status UVOLNĚNO. Tyto dvě linky jsou obsluhovány větším počtem kontrolně-repasních pracovníků a dochází zde k nejvyšší četnosti zadávání závad, proto bude každý

z kontrolních bodů osazen dvěma touch screeny, aby se zabránilo zbytečným zdržením. Pro linky Finiše 1 a 2 je počítáno se dvěma mobilními zařízeními.

Další linkou této části lakovny je pracoviště Dekoru 1. Obdobně jako na pracovišti Dekoru 2, i zde je aplikován dekor dle konkrétní specifikace karoserie a i zde je využit systém Pick-by-light. Kromě dotykového panelu umístěného na konci linky zde bude instalováno celkem jedenáct informačních monitorů, na kterých bude zobrazena vizualizace aplikovaného dekoru k dané karoserii. Větší počet monitorů oproti Dekoru 2 je daný taktovacím dopravníkem, kdy je každá z pracovních operací prováděna na samostatném pracovišti/ taktu linky. Oproti tomu Dekor 2 má více výrobních operací sloučených do jednoho pracoviště a pohyb karoserií na další úsek linky řídí výrobní dělník. I pracoviště Dekoru 1 bude využívat model linky, rovněž zde bude možnost využít plánovaná dvě mobilní zařízení.



Obrázek 18 Pracoviště 6 – Linka finiše, KB5A, Dekor

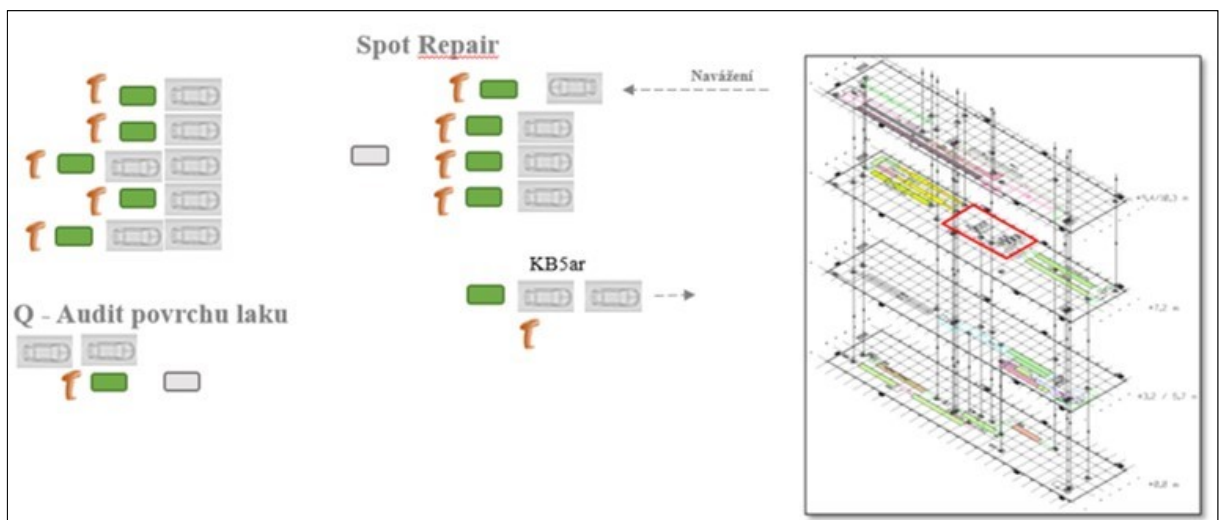
Zdroj: (autor)

2.2.7 Pracoviště 7 – Spot-Repair, audit povrchu laku, KB5AR (7,2 m)

Poslední oblastí lakovny osazenou hardwarem systému eKKK jsou pracoviště Spot-Repair a Audit povrchu laku (viz. Obrázek 19). První touch screen bude umístěn na pracovišti navážení karoserií. Sem přijíždějí po skidovém dopravníku se závadou zadanou z kontrolních bodů KB5A 1 a KB5A 2. Tyto karoserie nemají status UVOLNĚNO. Pracovník dle vyčtené

informace převezde danou karoserii na konkrétní repasní pracoviště. Ta jsou dělena dle náročnosti a typu opravy, nebo i například dle opravovaného odstínu. Každé z 10 pracovišť bude osazeno vlastním touch screenem pro načtení karoserie, zobrazení závady a po provedené opravě i potvrzením dokončení repasní operace. Dvou pozicová pracoviště budou mít jednu společnou dotykovou obrazovku. Opravené karoserie pak budou převezeny na pracoviště KB5AR, kde pracovník po kontrole správnosti repase udělí status UVOLNĚNO. I pro úsek Spot-Repairu je naplánováno jedno mobilní zařízení.

Posledním pracovištěm této oblasti je pracoviště Auditů povrchu laku. Zde bude umístěn poslední z panelů eKKK. Pracovník auditu nejprve na auditované karoserii zruší uvolňovací status, poté provede záznam o provedení auditu a po kontrole stavu karoserie zapíše do systému SQS závady k opravě. Jsou-li na karoserii závady k opravě, je odvezena do repasního boxu, kde proběhnou činnosti popsané v předešlém odstavci.








Obrázek 19 Pracoviště 7 – Spot Repair, audit povrchu laku, KB5AR

Zdroj: (autor)

3 VYHODNOCENÍ NÁVRHU

Z popisu nezbytných činností v jednotlivých částech lakovny vzešel souhrnný požadavek na nezbytné hardwarové vybavení, jehož souhrn je uveden níže (viz. Tabulka 5).

Tabulka 5 Souhrn potřebného HW

Symbol	Název	
	Touch screen + scanner + čtečka MFA karet	32 ks
	Ruční scanner	19 ks
	Informační tabule	19 ks
	Mobilní zařízení	14 ks
	Wi-Fi pokrytí pater 0 m a 7,2 m	100 %

Zdroj: (autor)

Tento souhrn hardwaru a nezbytných softwarových úprav stávajícího systému a nových funkcionalit je vyčíslen v níže uvedené tabulce (Tabulka 6) Zobrazené ceny jsou tvořeny nejlepším možným odhadem vycházejícím z cen za podobná zařízení instalovaná jinde ve firmě. Automatickou praxí ve Škoda Auto je pak oficiální tendr, ze kterého vyjde výsledná cena, v tomto případě pravděpodobně nižší, než uvedený odhad. Ceny za software byly konzultovány individuálně s konkrétními IT garanty za jednotlivé systémy, které budou při případném zavedení systému implementovány. I přesto je tato částka pouze hrubým odhadem, kdy k její konkretizaci dochází až při vystavení oficiálního návrhu objednatelem.

Tabulka 6 Cenový odhad HW a SW eKKK

Skupina	Obsah	Cena
HW	Touch screeny, informační tabule, scannery, mobilní zařízení, model linky,	8 950 000 Kč
SW	Napojení do FIS, SQS, úprava stávajícího SW	3 450 000 Kč
Wi-Fi	Pokrytí pater 0 m a 7,2 m	2 380 000 Kč
Sítě	Datová síť, elektrická síť	2 900 000 Kč
Celkem		17 680 000 Kč

Zdroj: (autor)

3.1 Vyčíslení předpokládaných úspor

Současný stav řešení při použití papírové formy KPL představuje denní spotřebu papírových karet a speciálních termo obálek v objemu cca 1150 kompletů, což odpovídá denní výrobní kapacitě lakovny. Při současně využívanému 18 směnnému systému se jedná přibližně o 300 pracovních dní. Papírová karta (KPL) je tištěna na speciální papír přesného rozměru s přesným tiskem tak, aby umožňovala automatické scanování na kontrolních bodech a tisk dat do přesně definovaného místa. Proto její hodnota dosahuje částky 0,98 Kč za jeden KPL. Obdobně vysoká je i cena termo obálky, kdy jeden kus stojí 5,57 Kč. Mezi další náklady patří provoz a údržba tiskových a scanovacích zařízení vyčíslená na 220 000 Kč za kalendářní rok. Výpočet ročních nákladů na provoz stávajícího systému papírové evidence je dle vztahu (1).

$$c_{kr} = (c_{kpl} + c_{to}) \cdot k_l \cdot vd + uz = (0,98 + 5,57) \cdot 1\,050 \cdot 300 + 220\,000 = 2\,283\,250 \text{ Kč} \quad (1)$$

kde:

c_{kr} celkové náklady za stávající evidenci za kalendářní rok [Kč]

c_{kpl} cena za KPL [Kč]

c_{to} cena za termo obálku [Kč]

k_l denní kapacita lakovny [počet karoserií]

vd počet výrobních dní v kalendářním roce [počet]

uz cena údržby tiskových a scanovacích zařízení [Kč]

Oproti těmto nákladům stojí cena souhrnu potřebného SW a HW vybavení pro eKKK, jež činí 20,32 mil. Kč za kompletní zavedení nového systému eKKK.

Pro výpočet návratnosti vynaložené investice je použit vztah (2).

$$n_{inv} = \frac{c_{eKKK}}{c_{kr}} = \frac{17\,680\,000}{2\,283\,250} = 7,7 \text{ let} \quad (2)$$

kde:

n_{inv} návratnost investice [roky]

c_{eKKK} cena investice do eKKK [Kč]

c_{kr} celkové náklady za stávající evidenci za kalendářní rok [Kč]

Z předchozích výpočtů je zřejmé, že z čistě ekonomického hlediska by se investice zaplatila po necelých osmi letech provozu. (V kalkulaci nejsou uvedeny náklady na údržbu eKKK).

3.2 Vyhodnocení obtížně vyčíslitelných úspor

Kromě jednoduchého vyčíslení návratnosti investice z předchozí kapitoly (3.1) je potřeba návrh vyhodnotit i z pohledu obtížně vyjádřitelných úspor a eliminace, či výrazného snížení potenciálních rizik, která byla popsána v kapitolách 1.3 a 1.4. V dalších odstavcích budou k definovaným rizikům vyhodnoceny možné úspory, případně jakým způsobem bude dosaženo snížení rizik oproti stávající papírové formě evidence karoserií.

3.2.1 Nečitelný záznam v papírovém KPL

V případě nedostatků v provedeném záznamu, a to z jakékoli příčiny (nečitelný ruční záznam, znečištění KPL, nedostatečná identifikace závady), může dojít k propuštění závady do dalšího výrobního toku a v krajních případech i k jejímu propuštění až k zákazníkovi. Zatímco pro repasi závady v lakovně jsou vyčleněna speciální pracoviště a repasní pracovníci, kteří svojí činností sice výsledné náklady na výrobu karoserií zvyšují, nicméně je s nimi kalkulováno, tak cena opravy shodné závady v autorizovaném servisu je neúměrně dražší.

Pro lepší ilustraci konkrétní uveden příklad:

- Na pracovišti FAD (jemné utěsnění panelových dílů karoserie) byl proveden ruční záznam o chybějícím utěsnění na kapotě.
- Z popsaného problému v KPL (záznam: Kapota chybějící utěsnění PVC) provede repasní pracovník kontrolu daného dílu a jednu nalezenou závadu opraví. Díky složitosti daného dílu však přehlédne druhou, shodnou závadu, která je propuštěna a reklamována zákazníkem.
- V případě opravy v lakovně je závada opravena vyčleněným repasním pracovníkem v rádech jednotek minut včetně manipulace s karoserií a při použití sériového materiálu, přičemž vícenáklady na tuto opravu jsou zanedbatelné.
- Oproti tomu servisní oprava znamená výrazný diskomfort zákazníka, který musí dojet a ponechat svůj vůz v servisu a čekat na jeho opravu. Zde je nutno odstrojít veškeré díly, které by mohly být poškozeny opravou, dané místo očistit, obrousit, dotěsnit speciálním materiálem, nastříkat do původního odstínu a poté znovu zkompletovat. Průměrné náklady na opravy v autorizovaném servisu v roce 2020 dosáhly částky **400 €** (cca 10 000 Kč) za jednu lakovou opravu. V případě napadení dílu korozí a nutnosti jeho výměny je výsledná cena opravy samozřejmě ještě vyšší, kdy průměrná cena výměny panelového dílu v servisní síti za rok 2020 dosáhla částky **730 €** (cca 19 000 Kč). Z těchto údajů je evidentní snaha o opravu závad již ve výrobním závodě.
- Kromě těchto vyčíslitelných nákladů je samozřejmě nežádoucí fakt v poškození reputace daného výrobku a celé značky. Přičemž tento fakt může mít ve výsledku mnohem horší důsledky v podobě ztráty zákazníka.
- Papírová forma zápisu neumožňuje lokalizaci závady, ale pouze její slovní popis, což vede k důsledkům popsaným v předchozích odstavcích. Oproti tomu elektronická evidence umožňuje díky integrovanému grafickému rozhraní lokalizaci závad, a proto je dříve popsané riziko propuštění závady velmi výrazně sníženo.

3.2.2 Nepřístupnost KPL – dle pracoviště

Obdobným problémem může být nemožnost provedení záznamu zjištěné závady do KPL z důvodu její nepřístupnosti. Kromě rizik popsaných v předchozí kapitole (3.2.1) může dojít k chybné identifikaci karoserie se závadou. Jelikož je KPL karoserie se závadou v těchto

úsecích výroby nepřístupný, musí pracovník tuto karoserii zachytit v místě, které záznam umožňuje. To však představuje někdy téměř neřešitelný problém. Pro lepší ilustraci opět uveden příklad:

- Pracovník nástřiku vrchního laku z blíže nespecifikované technické příčiny nenastříkal vnitřní spodní část bočních dveří. Z důvodu nemožnosti vytažení KPL není proveden záznam o závadě a závada je předána pouze ústní formou seřizovači linky, který by se měl postarat o provedení záznamu do KPL, případně předat tuto informaci na linku finíše. Přičemž záznam do KPL je možný až po sušce CC. Mezi těmito místy je značný vzdálenostní a časový rozdíl.
- Pro stříkače v kabině však předání této informace znamená, že musí strhnout krycí fólii TPS štítku, přechíst KNR karoserie, opětovně štítek přelepit a správný KNR nahlásit seřizovači. Mezitím však po lince nástřiku CC jedou další karoserie, které musí být v daném taktu nastříkány.
- Důležitost přesného předání takové informace, stejně jako její časová náročnost však může vést k dalším závadám vinou nepřítomnosti pracovníka předávajícího tuto informaci, proto je obvykle tato zodpovědnost přenesena na kontrolora na lince finíše, kdy dalším ztěžujícím faktorem je obtížná dohledatelnost podobné závady (ztížená ergonomie, obtížně vizuálně zjistitelné).
- Rozdíly v nákladech na repasní opravu jsou ekvivalentem kapitole 3.2.1, přičemž u této závady je výrazný potenciál na korozně relevantní závadu a tudíž riziko opravy výměnou celého dílu v servisu.
- Elektronizace KPL přitom přinese obrovskou výhodu v podobě modelu linky. Kdy identifikace karoserie se závadou představuje pouze nahlášení dané karoserie specifikací jejího aktuálního umístění a nahlášení závady. Seřizovač poté vybere na dotykové obrazovce konkrétní karoserii z vláčku zobrazených a provede záznam o daném defektu do motýlku. Na lince finíše je poté pracovník automaticky upozorněn na danou partii karoserie a musí provést kontrolu a repasi, případně karoserii odeslat na pracoviště spot-repair, kde je závada opravena včetně autorizace repasního pracovníka.

3.2.3 Rychlost práce s vyčtením informace z KPL

V roce 2020 bylo potřeba dohledat přibližně 100 KPL k zákaznickým reklamacím (nejedná se o celkový počet závad z viny výrobního procesu lakovny). Tato operace představuje potřebu nascanování KPL uloženého v centrálním archivu a zaslání této informace žadateli (pracovník kvality). Celý tento proces z časového hlediska zabere zhruba 30 minut práce. To znamená, že při současné mzdě pracovníka archivu (cca 300 Kč/ hodina) půjde o roční úsporu přibližně 15 000 Kč. Z finančního hlediska by tedy nedošlo k výrazné úspoře. Výhodou by bylo spíše zefektivnění celého procesu, kdy by potřebnou informaci mohl okamžitě dohledat pracovník kvality, a to přímo v elektronickém archivu, bez nutnosti zásahu kohokoli dalšího.

3.2.4 KRA – identifikace rizikových karoserií

Jak již bylo zmíněno v kapitole 1.3, důležitým kritériem pro rozhodnutí o šrotaci karoserie se závadou, je kromě kvalitativního měřítka konkrétní opravy i samotná cena repase. V případě, kdyby náklady vynaložené na opravu závady přesáhly mez rentability, je z ekonomického hlediska vhodnější tuto karoserii vyřadit z výrobního toku a vyšrotovat. Každý další krok výrobního procesu navyšuje hodnotu výrobku zejména o náklady vynaložené na materiál a na vykonanou práci. Proto je při nalezení závady na karoserii důležité věnovat pozornost právě těmto faktům. Průměrná hodnota současně vyráběných modelů karoserií činí cca 25.000,- Kč na KB5D, zatímco na bodě KB5a tato hodnota vzroste na průměrných 40.000,- Kč. Zatímco při nálezů závady na jedné karoserii může být rozdíl v této úspoře přibližných patnáct tisíc korun, tak v případě závady, jež má sériový charakter, může tato částka dosahovat řádově vyšších hodnot v závislosti na počtu šrotových karoserií.

Současný systém papírové evidence je velmi nepružný zejména kvůli omezenému počtu kontrolních bodů (KB5D, KB5a). Ohraničení kontrolně repasní akce obvykle zahrnuje všechny karoserie mezi těmito body. Díky rozbití technologického toku karoserií ze svařovny vinou technologických specifik lakovny (viz. kapitola 1.2.1) se podobná KRA může časově protáhnout i na několik výrobních dní.

Naopak v případě zavedení eKKK by bylo možné tyto kontroly provádět na jednotlivých touch screenech rozmístěných v průběhu celého výrobního toku. Tím by se jednak celá KRA výrazně zrychlila a zároveň by mohlo dojít k vyřazení karoserií již na prvním takovém bodě. Ztráta ze šrotovaných karoserií by se tím výrazně zmenšila o neprovedené výrobní operace.

Všechny karoserie z postižené produkce by zároveň byly elektronicky sledovány a řízení této akce by bylo efektivnější.

3.2.5 Ztráta KPL – rizika reklamace

V případě ztráty KPL jsou důsledky ekvivalentní důsledkům popsaným v kapitole 3.2.1. Opět by šlo o nemožnost dohledání důležitých výrobních dat k dané karoserii s důsledky v podobě možných vícenákladů na potřebná opatření. Marginálními náklady jsou v tomto případě, náklady na vytištění duplikátu KPL.

3.3 Vyhodnocení návrhu pomocí SWOT analýzy s využitím principů KAIZEN a ISO 9000

U návrhu elektronické kontrolní karty karoserie doposud nebyly zhodnoceny otázky týkající se archivace papírových protokolů (KPL), možné úspory při využití analýz příčin ze zadaných závad, rychlejší a přesnější KRA, možnosti reakce na zákaznické reklamace, apod. Tyto aspekty budou v následující části vyhodnoceny a popsány pomocí SWOT analýzy. V analýze budou zakomponována rizika popsaná v kapitole 1.4 a rovněž i principy normy ISO 9000 a myšlenky filosofie Kaizen zmiňované v úvodu kapitoly 2.

SWOT analýza by měla poskytnout souhrnné poznatky implementace eKKK v porovnání se stávajícím stavem při použití papírové formy kontrolního protokolu lakovny. V jednotlivých částech SWOT analýzy (viz. Tabulka 7) byly identifikovány silné a slabé stránky daného návrhu a stejně tak byly pojmenovány i příležitosti a možné hrozby elektronizace systému sledování pohybu a kvalitativního stavu karoserií. Jednotlivá hesla pak budou detailněji popsána v samostatných oddílech s konečným zhodnocením návrhu.

Tabulka 7 SWOT analýza

SILNÉ STRÁNKY	SLABÉ STRÁNKY
- Elektronická archivace	- Vysoká vstupní investice
- Zlepšení KRA	- Lidské selhání
- Ztráta/ čitelnost KPL	
- Kvalifikovaný personál	
- Identifikovatelnost výrobku	
PŘÍLEŽITOSTI	HROZBY
- Analýza příčin závad	- Výpadek technologie
- Opatření na závady	- Nedostupnost HW
- Připravenost na nové technologie	

Zdroj: (autor)

3.3.1 Silné stránky

Elektronická archivace

První ze silných a zároveň velmi důležitých stránek při případné realizaci projektu je elektronická archivace výrobních dokumentů KPL. V současné době se uchovává papírová forma dokumentu po dobu 15 let, což je požadavek vycházející z legislativních požadavků pro výrobce automobilů v souvislosti s ručením za výrobek a zároveň jde o jeden z předmětů kontrolovaných při procesních a certifikačních auditech společnosti. Při stávající produkci je tímto objemem karet alokováno téměř 70 000 m³ v centrálním archivu společnosti. Elektronickou archivací by tak došlo k reálné úspoře fyzického prostoru archivu.

Další výhodou při využití elektronické archivace je mnohem pružnější a celkově rychlejší práce s dohledáním potřebné výrobní dokumentace (viz. kapitola 3.2.3). Kdy v současné době je nutné nejprve odeslat požadavek do centrálního archivu, poté kartu fyzicky vyhledat, naskenovat a elektronickou cestou odeslat žadateli. Zde je nutno započítat i nutnou potřebu pracovníka archivu. Zatímco v případě využití elektronického archivu by požadovaná informace byla dohledána v řádech několika málo sekund, případně minut a tuto potřebnou informaci by si byla schopna vyhledat přímo osoba vyžadující tato data.

Zlepšení KRA

Druhou silnou stránkou SWOT analýzy je zlepšená možnost provedení kontrolně repasní akce při nalezení výrobní, případně dodavatelské závady na karoserii. Současný systém je v lakovně odkázán na pouze dva kontrolní body. Při vyhlášení KRA se musí zkontrolovat

v podstatě celá produkce mezi zmiňovanými kontrolními body. Nový elektronický systém umožňuje mnohem rychlejší a přesnější reakci, než stávající systém. Postiženou produkci lze omezit například pouze na karoserie projíždějící mezi místy osazenými touch screeny. Následnou kontrolu závady, případně její opravu pak lze zanést elektronicky do systému na dotykovém panelu, případně lze pro urychlení použít mobilní zařízení, které není fyzicky vázané na žádné místo v procesu.

Při samotné kontrole a repasi je pak zjednodušena i samotná identifikace karoserie, kdy není nutné mít karoserii v místě umožňující vyjmutí KPL ze dveří. Jediné co je potřeba, je nascanování TPS štítku dané karoserie, případně vybrání z modelu linky.

Tento druhý bod SWOT analýzy je zároveň opírá o principy Kaizen, kdy je lakovna, coby samostatný výrobní proces, zodpovědná za dodávanou kvalitu svému internímu zákazníkovi, tedy montáži. Podobná teorie je obsažena i v integrujících principech normy ISO 9000, kde jsou zmíněny potřebné synergie v dodavatelských vztazích a zaměření se na zákazníka. Kromě interního zákazníka – montáže, je neméně důležitým zákazníkem i konečný odběratel, tedy zákazník, kupující výrobek v deklarované a očekávané kvalitě.

Ztráta/ čitelnost KPL

Případnou ztrátu KPL je nutné vždy nahradit odpovídajícím duplikátem, který se musí archivovat. V tom případě je ale ztracena veškerá případná informace, která musela být ručně dopsána v úsecích, které nejsou osazeny počítači kontrolního bodu SQS. V případě zjištěné závady v zákaznické síti může být ztíženo definování adekvátního opatření. To samé platí i v případě nečitelnosti provedeného zápisu. Elektronický systém toto slabé místo zcela eliminuje. Veškerá informace je zadávána a v digitální formě uchována pro případnou potřebu dalšího zpracování informace. Stanovená opatření se tak opírají o exaktní data, což je i součástí Kaizen.

Kvalifikovaný personál

Škoda Auto a.s. je dlouhodobě jedním z našich nejlepších zaměstnavatelů. Proto se může opřít o velmi nízkou fluktuaci pracovníků. Navíc má propracovaný systém školení, který produkuje kvalifikované zaměstnance i v řadách výrobních dělníků. Tento systém je pravidelně kontrolován nejen interně prostřednictvím produktových a procesních auditů,

ale zároveň i prostřednictvím nezávislého certifikačního auditu. Proto je právě kvalifikovaný personál jednou z dalších silných stránek tohoto projektu.

Identifikovatelnost výrobku

Velmi důležitou součástí elektronizace lakovny je i zlepšená identifikovatelnost karoserií ve výrobním toku. V každém okamžiku je možné pomocí scanu TPS štítku dané karoserie zjistit veškeré potřebné údaje, a to počínaje konkrétní specifikací karoserie (výrobní číslo, typ, barevný odstín, apod.), kvalitativním stavem včetně historie provedených oprav, až například po konkrétní specifikaci montážních dekorových dílů (identifikační nápisy, speciální edice, nástupní ochranné lišty, apod.). Díky mobilním zařízením je tato možnost rozšířena i do míst bez dostupnosti KPL.

3.3.2 Slabé stránky

Vysoká vstupní investice

Mezi slabé stránky byla zařazena vysoká vstupní investice vypočítaná v kapitole 3.1. Jak již bylo v dané kapitole zmíněno, z ekonomického hlediska by se daný investiční záměr zaplatil až po osmi letech. Pro případnou realizaci tohoto návrhu by bylo nutné zohlednit nejen tyto přímé náklady, ale i náklady a přínosy obtížněji vyjádřitelné (snížení počtu reklamací, efektivnější opatření na závady, úspora za archivaci, apod.). Další možností je pak neustálý vývoj a pokles cen nových technologií, který by v budoucnu mohl celý návrh zlevnit.

Lidské selhání

I v případě použití robustnějšího elektronického systému není vyloučena lidská chyba. V případě digitální formy zpracování je toto riziko menší, než u stávající papírové KPL, ale stále je reálné. Pořád je nutné spolehnout se na lidský faktor a to, že danou operaci provede správně, dle požadavků systému. Usnadnění zápisu do nově navrhovaného systému ale výrazně zjednoduší práci, tudíž i sníží potenciální chybovost.

3.3.3 Příležitosti

Analýza příčin závad

Jedním z principů ISO 9000 je rozhodování se na základě faktů. Obdobným principem je i myšlenka Kaizen, která uvádí důležitost přesných dat, které slouží jako vstup pro zlepšování procesu. Právě díky elektronizaci systému je možné získávat rychlé a přesné údaje

o závadách, ze kterých je možné vytvořit analýzu sloužící pro zaměření se na rizikové procesy. Po identifikaci těchto procesů je pak možné stanovit opatření, které umožní snížení, případně eliminaci vzniku závad. (3) (4)

Velkým potenciálem pak může být umožnění postupu s Paretovým principem, který vidí 80 % důsledků ve 20 % příčin. To znamená, že na základě správné analýzy je možné provést efektivnější eliminaci kořenových příčin. Současný systém tato data neumí poskytnout, proto i výsledky současné analýzy nemusí být vždy správné.

Opatření na závady

Druhou z příležitostí při zavedení elektronického systému je umožnění stanovení přesného opatření na závady. V kapitole 1.3 byla popsána rizika při stanovování opatření při chybějícím záznamu o opravě v kontrolním protokolu lakovny. I zde může být zohledněn princip ISO 9000, kdy při správném procesním přístupu bude možné definovat opatření pouze na správnou příčinu, čímž dojde k šetření nákladů na příčiny, jež nebyly správným původcem dané reklamace, ale byly vydefinovány pouze jako potenciální, tedy i možné.

Připravenost na nové technologie

Výraznou příležitostí je možnost napojení elektronického systému na buď stávající, případně plánované elektronické systémy používané v moderních lakovnách. Těmito systémy mohou být například automatické kamerové kontroly kvality povrchu lakovaných karoserií (systém EINES), kamerové kontroly dekorových dílů, apod. Sběrem dat, jejich propojením s kvalitářským systémem SQS a následnou analýzou může dojít ke zlepšení procesů, tedy i k naplnění myšlenek a principů ISO 9000 a Kaizen. Současně dojde i k určitému zaplnění mezery, kdy je předchozí proces svařovny již plně digitalizován a montáž na své elektronizaci pracuje. Proto nedojde k „ostrovnímu“ řešení, ale k propojení systémů do jednoho funkčního celku.

3.3.4 Hrozby

Výpadek technologie

Hrozbou elektronizace systému eKKK může být softwarový výpadek. V tu chvíli by byl systém nepoužitelný a musela by být stanovena nouzová strategie. Tou se jeví dočasný návrat k papírové formě KPL, případně využití offline bufferu se zásobou dat pro určitou frontu karoserií.

Nedostupnost HW

Další hrozbou je nedostupnost potřebného hardwaru a to buď dočasná, například při nedostatečných kapacitách výrobců/ dodavatelů zařízení, případně trvalá, kdy použitý hardware nemá adekvátního nástupce. V současné době je tímto rizikovým HW právě PDA. Pro tuto hrozbu je nutné vytvořit záložní variantu, kdy například zmiňovaná PDA mohou být nahrazena tablety, případně mobilními telefony.

3.3.5 Výběr strategie SWOT

Ve SWOT analýze byly popsány jednotlivé segmenty od silných a slabých stránek, přes příležitosti, až po potenciální hrozby. Výběr nejvhodnější strategie je pak zásadní stránkou celkové analýzy. Vybráním konkrétní strategie by mělo dojít k naplnění misí a vizí, které povedou k dosažení vytýčených strategických cílů společnosti.

Strategií společnosti Škoda Auto a.s. je dlouhodobě udržitelný rozvoj a společenská zodpovědnost za environmentální dopady výroby automobilů. Kdy si díky inovacím chce dlouhodobě udržet své postavení na dynamickém trhu automobilových producentů a zároveň se chce a potřebuje digitálně transformovat. Velký důraz je tedy kladen na udržitelnost a dlouhodobý růst při současném důrazu na environmentální aspekty, jež jsou obsaženy v programu GreenFuture. (5)

Z jednotlivých parametrů byla vybrána strategie MAX-MAX (neboli SO strategie), tedy maximalizace silných stránek a maximalizace příležitostí. Tato strategie je sice obvykle označována za agresivní růstovou strategii, ale v kontextu s dříve popsány body SWOT analýzy plně koresponduje s celkovou strategií firmy. Díky implementaci varianty MAX-MAX budou zohledněna přání interních i externích zákazníků, jejich potřeby a očekávání, stejně jako potenciál firmy v podobě digitalizace zvýšení efektivity a automatizace výrobních a kontrolních procesů.

4 ZÁVĚR

V předložené bakalářské práci byla navržena elektronizace systému sledování pohybu a kvalitativního stavu karoserií v lakovně Škoda Auto Kvasiny. První část obsahuje popis technologického toku výroby karoserií v lakovně Škoda Auto Kvasiny a způsob jejich evidence, včetně používaných informačních systémů. Byla definována rizika při použití stávající papírové formy kontrolního protokolu lakovny s konkrétními příklady nedostatků.

Hlavním benefitem této práce je detailní **návrh nového elektronického systému pro sledování pohybu a kvalitativního stavu karoserií**. Na základě zpracované analýzy bylo navrženo rozmístění potřebného hardwaru včetně detailního popisu jeho funkce a vyjádřeny přínosy tohoto řešení.

Pro ověření ekonomické výhodnosti daného projektu evidence karoserií, byla nejprve stanovena cena návrhu (**17 680 000 Kč**) a vypočteny roční náklady na stávající papírovou verzi evidence (**2 284 000 Kč**). Z této kalkulace vzešla návratnost investice v řádu necelých osmi let.

Kromě jednoduchého vyjádření přímé úspory byla analyzována a popsána rizika současného stavu evidence založené na pouze dvou kontrolních bodech, s vyjádřením nepřímých nákladů na potenciální reklamace způsobené nedostatečností a neefektivitou papírové verze. Zvýšením počtu zařízení umožňujících exaktní zadání závady z původních dvou, na navržených 32, dojde k výraznému navýšení možnosti zadat závadu již v místě jejího vzniku. Další výhodou nového systému je i možnost grafického zadání závady, jež umožní její přesnou lokalizaci a výrazně tak sníží možnost úniku závady z výrobního závodu k zákazníkům. Úspora za jednu reklamovanou závadu přitom kromě zásahu do reputace, dosáhne výše **10 000 Kč** v případě lakové opravy, případně **19 000 Kč** v případě potřeby výměny dílu (data z roku 2020).

V závěrečné části byl návrh zanalyzován pomocí SWOT analýzy, kdy kromě ekonomických dat byly zohledněny i faktory založené na principech normy ISO 9000 a metody KAIZEN. Z provedené analýzy byla vybrána strategie MAX-MAX, zaměřující se na maximalizaci silných stránek a maximalizaci příležitostí, která koresponduje se současnou firemní strategií zaměřenou na digitální transformaci, dlouhodobou udržitelnost, společenskou zodpovědnost za environmentální dopady a zároveň i nelehkou situací na automobilovém trhu, který

je ovlivňován nejen dravou konkurencí, ale zejména v poslední době, dopady zpřísnujících se emisních norem a vlivu pandemie Covid19.

Z výše uvedených analýz a závěrů vyplývá výhodnost zavedení elektronizace evidence systému sledujícího pohyb a kvalitativní stav karoserií. Využitím tohoto systému dojde nejen k přímým a nepřímým úsporám, ale i k zefektivnění celého procesu a naplnění myšlenek firemní strategie.

SEZNAM POUŽITÝCH INFORMAČNÍCH ZDROJŮ

- (1) WIESNER, Uwe.: *TL218*. Volkswagen Aktiengesellschaft, Volkswagen, 2018, 12s.
- (2) PALOUNEK, Jiří, NEUMANN Tomáš, GREPL Miroslav. *Systémová specifikace FIS a SQS*. ŠKODA AUTO, 2015, 65 s.
- (3) ŠKAPA, Stanislav. *Jakost výrobních procesů*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2008, 220 s. ISBN 978-80-7204-571-6.
- (4) MASA AKI, Imai. *Gemba Kaizen*. Brno: Computer Press, 2005, 332 s. ISBN 80-251-0850-3.
- (5) ŠKODA AUTO A.S. [online]. Výroční zpráva 2019. 13.02.2021 [cit. 13.02.2021].
Dostupný z WWW: <https://www.skoda-storyboard.com/cs/vyrocnizpravy/>