

UNIVERZITA PARDUBICE

DOPRAVNÍ FAKULTA JANA PERNERA

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2025

MARTIN ŠTĚP

Univerzita Pardubice

Dopravní fakulta Jana Pernera

Racionalizace materiálového toku při transportu karosérie ze svařovny na  
montážní linku se zaměřením na lícování bočních dveří

Bakalářská práce

2025

Martin Štěp

Univerzita Pardubice  
Dopravní fakulta Jana Pernera  
Akademický rok: 2024/2025

# ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Martin Štěp**  
Osobní číslo: **D22088**  
Studijní program: **B1041A040002 Technologie a management v dopravě**  
Specializace: **Technologie a řízení dopravy**  
Téma práce: **Racionalizace materiálového toku při transportu karosérie ze svařovny na montážní linku se zaměřením na lícování bočních dveří.**  
Zadávací katedra: **Katedra technologie a řízení dopravy**

## Zásady pro vypracování

Bakalářská práce je zaměřena na problematiku materiálového toku a prvotního ustavení bočních dveří v karosérii.

Bakalářská práce bude obsahovat:

- analýzu stávajícího způsobu materiálového toku, měření a vyhodnocení ve vybraném výrobním uzlu se zaměřením na přímý a nepřímý materiálový tok v závodě Kvasiny ŠKODA AUTO a.s.,
- návrh na zlepšení současného stavu procesu ustavení bočních dveří a návrh na úpravu materiálového toku svařovnou,
- zhodnocení návrhu.

Rozsah pracovní zprávy: 35-45  
Rozsah grafických prací: 3-4  
Forma zpracování bakalářské práce: tištěná/elektronická

Seznam doporučené literatury:  
dle pokynů vedoucí/ho práce.

Vedoucí bakalářské práce: **doc. Ing. Jaroslav Kleprlík, Ph.D.**  
Katedra technologie a řízení dopravy

Datum zadání bakalářské práce: **24. února 2025**  
Termín odevzdání bakalářské práce: **12. května 2025**

L.S.

---

**doc. Ing. Ladislav Řoutil, Ph.D.**  
děkan

---

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

V Pardubicích dne 25. února 2025

Prohlašuji:

Práci s názvem **Racionalizace materiálového toku při transportu karosérie ze svařovny na montážní linku se zaměřením na lícování bočních dveří** 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 05. 05. 2025

Martin Štěp v.r.

## PODĚKOVÁNÍ

Tímto bych chtěl poděkovat vedoucímu práce panu doc. Ing. Jaroslavu Kleprlíkovi Ph.D. za odborné vedení, čas věnovaný konzultacím k mé bakalářské práci a za užitečné rady, které mi poskytl. Rád bych také poděkoval společnosti ŠKODA AUTO a.s. a kolegům z práce, kteří mi ochotně předali své zkušenosti a rady pro tuto bakalářskou práci.

## **ANOTACE**

Bakalářská práce je zaměřena na problematiku materiálového toku a prvotního ustavení bočních dveří v karosérii. Práce analyzuje stávající způsob materiálového toku, jeho měření a vyhodnocení ve vybraném výrobním uzlu se zaměřením na přímý a nepřímý materiálový tok v závodě Kvasiny ŠKODA AUTO a.s. Tato práce se věnuje základní metodice materiálového toku a procesu ustavení dveří v karosérii, následně se zaměřuje na vyhodnocení tohoto procesu pro další postup karoserie výrobní linkou. Autor navrhne úpravy v procesech svařovny a montáže, které mají vliv na finální výrobek. Zhodnocení návrhu procesu ustavení bočních dveří a návrh na úpravu materiálového toku svařovnou může poskytnout cenné podněty pro společnost ŠKODA AUTO a.s.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

boční dveře, karosérie vozidla, montážní linka, přímý a nepřímý materiálový tok, svařovna

## **TITLE**

Rationalization of material flow during the transport of the car body from the welding shop to the assembly line with a focus on the alignment of the side doors

## **ANNOTATION**

The bachelor's thesis is focused on the issue of material flow and the initial installation of side doors in the car body. The thesis analyzes the current method of material flow, its measurement, and evaluation in a selected production node, with a focus on direct and indirect material flow in the Kvasiny plant of ŠKODA AUTO a.s. This work deals with the basic methodology of material flow and the process of door installation in the car body, subsequently focusing on the evaluation of this process for the further progression of the car body along the production line. The author will propose adjustments in the welding and assembly processes that affect the final product. The evaluation of the door installation process proposal and the suggestion for adjusting the material flow in the welding shop can provide valuable insights for ŠKODA AUTO a.s.

## **KEYWORDS**

side doors, car body, assembly line, direct and indirect material flow, welding shop

# OBSAH

SEZNAM OBRÁZKŮ .....	10
SEZNAM TABULEK .....	12
SEZNAM ZKRATEK .....	13
ÚVOD .....	14
1 ANALÝZA MATERIÁLOVÉHO TOKU SVAŘOVNOU .....	15
1.1 Materiálový tok ve svařovně.....	16
1.1.1 Svaření platformy.....	16
1.1.2 Vnitřní svařená karosérie .....	18
1.1.3 Panelové díly.....	20
1.1.4 Vnější svařená karosérie.....	21
1.1.5 Okovaná karosérie.....	24
1.2 Materiálový tok v lakovně .....	26
2 ANALÝZA MATERIÁLOVÉHO TOKU MONTÁŽNÍ LINKOU .....	29
2.1 Výrobní úsek 1 .....	30
2.2 Výrobní úsek 2 .....	34
2.3 Výrobní úsek 3 .....	35
2.4 Výrobní úsek 4.....	37
2.5 Zkušební polygon .....	39
2.6 Vodní test.....	41
2.7 Kontrolní bod 7 .....	42
2.8 Kontrolní bod 8 .....	43
2.9 Přímý materiálový tok .....	44
2.10 Nepřímý materiálový tok .....	45

3 TECHNOLOGICKÉ POSTUPY MANIPULACE S BOČNÍMI DVEŘMI .....	46
3.1 Ustavení dveří do karosérie .....	47
3.2 Montážní linka .....	48
3.3 Linka KB 7.....	49
4 NÁVRHY NA ZLEPŠENÍ MATERIÁLOVÉHO TOKU .....	50
4.1 Proces zakládání dílů při tvorbě platformy .....	51
4.2 Nahrazení griferu framerem.....	52
4.3 Změna ve vyhodnocování kamerové kontroly střechy .....	54
4.4 Montáž pantů přední kapoty .....	56
4.5 Kamerové kontroly na lince okované .....	57
4.6 Ustavení kokpitu do vozidla .....	59
4.7 Automatická kontrola lícování na lince KB 7 .....	60
4.8 Vytipování vozidel na důkladnou kontrolu vozidla na KB8 .....	61
5 ZHODNOCENÍ NÁVRHŮ .....	63
ZÁVĚR .....	66
SEZNAM POUŽITÝCH INFORMAČNÍCH ZDROJŮ .....	68

## SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Svaření platformy .....	16
Obrázek 2: Hotová platforma .....	17
Obrázek 3: Vnitřní svařená karosérie .....	19
Obrázek 4: Vstupní díl bočních dveří .....	20
Obrázek 5: Výstupní díl bočních dveří .....	20
Obrázek 6: Robotické hnízdo .....	21
Obrázek 7: Grifer na postranici .....	22
Obrázek 8: Automatické ustavení bočních dveří .....	23
Obrázek 9: Inline měření pomocí 3D skeneru .....	23
Obrázek 10: Výstup kamerové kontroly na přítomnost správných dílů .....	25
Obrázek 11: Přemístění karosérie na lakovenský dopravník .....	26
Obrázek 12: Automatická lakovací linka.....	28
Obrázek 13: Skidový dopravník takt 1 .....	31
Obrázek 14: Speciální závěsy pro boční dveře .....	31
Obrázek 15: Smontovaný kokpit na manipulátoru .....	32
Obrázek 16: Kontrolní bod na lince dveří pro kontrolu elektrických funkcí.....	33
Obrázek 17: Podvěsný dopravník .....	34
Obrázek 18: Spojení karosérie s podvozkem.....	35
Obrázek 19: Podvozek vozidla připravený na svatbu.....	36
Obrázek 20: Pásový dopravník .....	37
Obrázek 21: Zkušební polygon.....	41
Obrázek 22: Vodní test .....	42
Obrázek 23: Robotické rameno na kolejnicích.....	51
Obrázek 24: Automatické regály .....	51
Obrázek 25: Návrh na úpravu prostor před svařovacími boxy .....	52
Obrázek 26: Grifer – karbonový rám.....	53
Obrázek 27: Framer – ocelový rám .....	54
Obrázek 28: Aktuální zobrazení chybného sváru .....	55
Obrázek 29: Navrhované zobrazení chybného sváru .....	55
Obrázek 30: Návrh na doplnění montážní operace.....	56
Obrázek 31: Současný protokol s nevyhovujícím lícováním .....	58

Obrázek 32: Navrhovaný protokol s nevyhovujícím lícováním.....	58
Obrázek 33: Navrhovaný stav manipulátoru .....	59
Obrázek 34: Návrh na umístění statické brány .....	60
Obrázek 35: Návrh na statickou měřicí bránu .....	61
Obrázek 36: Navrhovaný protokol .....	62

## **SEZNAM TABULEK**

Tabulka 1: Výroba vozidel ŠKODA v závodě Kvasiny za rok 2023 .....	30
Tabulka 2: Časová tabulka průchodu vozidla montážní linkou.....	38

## SEZNAM ZKRATEK

3D	trojrozměrné zobrazení objektů
AdBlue	Kapalné aditivum – močovina pro vznětové motory
DFView	Portálová aplikace sloužící ke správě, archivaci a evidenci výrobní dokumentace.
EHK	Evropská hospodářská komora
hod	hodiny
JIS	Just-In-Sequence – dodávka v požadovaném pořadí
JIT	Just-In-Time – dodávka v požadovaném čase
KB	Kontrolní bod
KNR	Identifikační číslo vozidla
KTL	Katodoretické lakování
min	minuty
OPN	Obrazový pracovní návod
PDM	„Produkt Detail Montageanweisung“ aplikace pro montážní návody
RFID	„Radio-Frequency Identification“ technologie pro bezkontaktní identifikaci objektů.
RPS	„Reference Point System“ Systém referenčních bodů
s	sekundy
SQS	Informační systém pro řízení kvality výroby
VIN	„Vehicle Identification Number“ jedinečné identifikační číslo vozidla

## ÚVOD

Téma této bakalářské práce bylo zvoleno na základě autorovy profesní zkušenosti a odbornosti v oblasti analýzy závad konceptu vozidla, zejména se zaměřením na lícování všech dílů na vozidle. Autor působí jako specialista na analýzu závad, což mu poskytuje hluboký vhled do problematiky a praktické znalosti, které jsou klíčové pro zpracování tohoto tématu. Výběr tématu je tedy motivován snahou aplikovat teoretické poznatky na reálné problémy a přispět k racionalizaci výrobních procesů v automobilovém průmyslu.

V první kapitole se autor zaměří na analýzu stávajícího způsobu vedení materiálového toku v automobilové výrobě. Tato část práce bude zahrnovat analýzu průběhu karosérie svařovací linkou, počínaje od platformy až po finální svařenou karosérii. Tato část práce bude zahrnovat identifikaci konkrétních oblastí, kde lze dosáhnout zvýšení efektivity.

V druhé kapitole se autor bude věnovat výrobní lince, kde se z nalakované karosérie stává hotové vozidlo připravené k dodání zákazníkovi. Tento komplexní pohled na materiálový tok umožní identifikovat oblasti pro zlepšení a maximální efektivitu výrobních procesů.

Ve třetí kapitole se autor podrobně zaměří na procesy spojené s lícováním, ustavováním a manipulací s bočními dveřmi v rámci výrobního procesu. Tato část práce bude zahrnovat detailní popis jednotlivých kroků, kde a jak dochází k lícování a ustavování dveří, a jaké techniky a nástroje se při těchto činnostech používají. Rovněž bude analyzován vliv těchto procesů na celkové lícování dveří v karosérii, včetně identifikace potenciálních problémů a jejich dopadu na kvalitu finálního produktu. Tento detailní přehled umožní lepší pochopení faktorů ovlivňujících přesnost a kvalitu montáže dveří a bude sloužit jako základ pro návrhy na zlepšení těchto procesů.

Ve čtvrté kapitole se autor podrobně věnuje identifikaci a rozpracování návrhů na racionalizaci a efektivnější řízení materiálového toku v procesu automobilové výroby. Zkoumá potenciální inovace v logistických řetězcích, zlepšení pracovních metod, využití moderních technologií a zefektivnění spolupráce mezi jednotlivými částmi výrobní linky.

**Cílem této bakalářské práce je racionalizace materiálového toku ve svařovně a na montážní lince se zaměřením na lícování bočních dveří, která povede k zefektivnění výrobních operací a zlepšení kvality finálního produktu.**

# 1 ANALÝZA MATERIÁLOVÉHO TOKU SVAŘOVNOU

V kapitole 1 autor analyzuje materiálový tok v závodě Kvasiny ŠKODA AUTO a.s. od základní platformy až po finální produkt objednaný zákazníkem.

Tato kapitola se zaměřuje na podrobnou analýzu stavu materiálového toku ve svařovně vozidel k listopadu 2024. Cílem je identifikovat procesy a jejich vzájemné propojení, stanovit efektivitu současného uspořádání a odhalit potenciální místa pro zlepšení. Analýza zahrnuje mapování toku materiálu od vstupu dílů až po výstup hotových karoserií. Při těchto procesech jsou zohledněny relevantní aspekty, jako je logistika, manipulace s materiálem, pracovní postupy, technologické vybavení a koordinace jednotlivých pracovních stanic.

Pro dosažení přesných výsledků byla použita kombinace metod přímého pozorování, rozhovorů s pracovníky a analýzy výrobní dokumentace (1). Výsledky této analýzy poskytnou nezbytný základ pro návrhy racionalizačních opatření, která mohou vést k vyšší efektivitě a zlepšení kvality výrobního procesu ve svařovně vozidel.

Iniciálně je vyprodukována základní platforma karosérie, která slouží jako fundament pro následné navařování dalších strukturálních částí vozidla. Proces postupuje tak, že na tuto primární platformu jsou ve fázích svařovací linky přidávány sekundární díly, a to s cílem vytvořit vnitřní svařenou konstrukci vozidla. Následně se na tento vnitřní rám navařují vnější komponenty, jako jsou střechy a blatníky, čímž dochází k formování exteriérové struktury svařené karosérie. Tato karosérie je poté přesunuta na další výrobní linku, zvanou linka okované karosérie, kde jsou aplikovány a upevněny panelové díly, které nebylo možné přidat v předešlých fázích z důvodu nutnosti provádět návazné montážní operace.

Významným prvkem výrobního procesu je **takt**. Takt představuje časový interval, ve kterém musí být dokončen jeden výrobní úsek, aby byla zajištěna plynulost výroby a dosaženo plánované kapacity. Tento interval se měří v sekundách a je ukazatelem pro řízení výkonu výrobních linek.

**Výrobní úsek** je konkrétní část výrobní linky, kde se provádí určité operace na polotovaru nebo produktu.

**Stanice** je specifické místo v rámci výrobního úseku, kde se provádí konkrétní úkon.

Tímto způsobem je zajištěna přesná koordinace jednotlivých pracovních stanic a efektivní tok materiálu.

## 1.1 Materiálový tok ve svařovně

Svařovna vozidel hraje nezbytnou roli v automobilovém průmyslu, neboť právě zde dochází k prvotnímu spojení jednotlivých dílů karosérie do uceleného celku. Tento proces je zásadní pro zajištění pevnosti a bezpečnosti vozidla, což jsou důležité faktory pro jeho celkovou kvalitu a dlouhodobou spolehlivost. Moderní svařovny využívají pokročilé technologie, jako jsou robotické systémy a automatizované výrobní linky, které umožňují dosahovat vysoké přesnosti a efektivity. Výrobní závod ŠKODA AUTO a.s Kvasiny je vybaven dvěma svařovacími linkami, označenými jako linka A a linka B. Tyto linky jsou nepostradatelné pro výrobu různých modelů automobilů, které ŠKODA AUTO a.s vyrábí. Na lince A probíhá svařování modelů ŠKODA OCTAVIA, ŠKODA KAROQ, SEAT ATECA a CUPRA ATECA. Tato linka je tedy víceúčelová a podporuje výrobu různých modelů v závislosti na aktuálních výrobních potřebách a poptávce trhu. Linka B je specializovaná pouze na svařování modelu ŠKODA KODIAQ, což umožňuje racionalizaci a zvýšení efektivity výrobního procesu pro tento konkrétní model.

### 1.1.1 Svaření platformy

Svařování platformy automobilu (viz obrázek 1) zahrnuje spojování vstupujících dílů karoserie, které jsou nezbytné pro zajištění strukturální integrity a bezpečnosti vozidla. Mezi tyto díly patří podélníky, přední a zadní část podlahy, příčná stěna, zadní čelo, přední a zadní podběhy, sloupky a výztuhy (2). Všechny tyto komponenty musí být svařeny s maximální precizností, aby hotová platforma (viz obrázek 2) byla připravena na další svařovací operace.



Obrázek 1: Svaření platformy

Zdroj: Foto autor

Proces ustavení dílů se řídí systémem referenčních bodů RPS, který zajišťuje přesné umístění každého dílu v rámci platformy. Tento systém využívá fixní body a přípravky k dosažení správné geometrie a vzájemného uspořádání jednotlivých komponentů.

Svařovací operace jsou v tomto kontextu prováděny pomocí stacionárních robotů (viz obrázek 1), což zajišťuje konzistentní a přesné sváry. Takt těchto operací je nastaven na 71 sekund (3), což znamená, že každý krok svařování musí být dokončen v tomto časovém rámci. Tento čas je důležitý pro efektivitu a plynulost celého výrobního procesu.

Práce operátora je v tomto procesu omezena na zakládání dílů do svařovacích boxů dle montážního postupu (4). Pracovníci musí přesně umístit jednotlivé komponenty do správných pozic podle RPS systému, aby robotické svařovací systémy mohly provést své úkoly bez chyb. Tento synergický přístup umožňuje výrobu vysoce kvalitních a bezpečných vozidel, přičemž automatizace zajišťuje vysokou rychlost a přesnost svařovacích operací.

**Vzhledem k tomu, že současný proces zakládání dílů je závislý na manuální práci operátora výrobní linky, jehož výkonnost a spolehlivost nemůže konkurovat automatizovaným robotickým systémům, autor v návrhové kapitole 4.1 představí koncept změny procesu zakládání komponent do svařovacích boxů. Tento návrh bude směřovat k implementaci robotizace s cílem zvýšit efektivitu, přesnost a celkovou kvalitu výrobního procesu.**



Obrázek 2: Hotová platforma

Zdroj: Foto autor

### 1.1.2 Vnitřní svařená karosérie

Vnitřní svařená karosérie automobilu představuje konstrukční celek, ve kterém jsou spojeny všechny nezbytné komponenty, umožňující následné připevnění panelových dílů, ať už svařováním, nebo šroubovými spoji. Tento proces zahrnuje postupné navařování jednotlivých dílů na platformu, až do vzniku kompletní vnitřní svařené karoserie (viz obrázek 3).

Proces tvorby vnitřní svařené karoserie:

- **Výroba jednotlivých komponent:** Komponenty jako podélníky, příčné stěny, sloupky a další díly jsou dodávány dle výkresové dokumentace (5), aby byly připraveny pro svařování vyšších celků. Jmenovitě se jedná o A sloupky, které jsou vylisovány v závodě ŠKODA AUTO a.s. Mladá Boleslav a dodávány do závodu v Kvasinách.
- **Čištění a odmašťování:** Před svařováním jsou všechny díly očištěny a odmaštěny, aby se zajistila kvalitní přilnavost svárů. Tyto požadavky jsou popsány ve výkresové dokumentaci a požadavcích na dodávané díly (6).
- **Ustavení dílů na RPS systém:** Komponenty jsou precizně umístěny na základě referenčního bodového systému RPS, což zaručuje správnou geometrii a vzájemné uspořádání dílů. Konkrétně ustavení středního tunelu do podlahy karosérie, který je součástí platformy.
- **Navařování dílů:** Jednotlivé díly jsou postupně navařovány na platformu pomocí robotických svařovacích systémů. Tento krok zahrnuje různé techniky svařování, jako je bodové svařování, laserové svařování a další metody podle potřeby. Například se jedná o laserové svaření střechy k postranicím, které je prováděno pomocí robotických stanic.
- **Kombinace svařování a šroubování:** Některé komponenty jsou ke karoserii připojeny také pomocí šroubových spojů nebo jiných mechanických spojů, což zvyšuje flexibilitu a pevnost konstrukce. Příkladem je montáž předních blatníků, které jsou upevňovány pomocí šroubových spojů, což umožňuje jejich přesné lícování v rámci navazujících komponent.
- **Kontrola kvality:** Po svaření všech komponentů se provádí důkladná kontrola kvality, zahrnující vizuální inspekci, nedestruktivní testování a měření rozměrů, aby se zajistilo, že všechny spoje a díly odpovídají specifikacím a tolerancím. Na vytipovaných pracovištích, označených jako kroužky kvality, dochází k systematické kontrole kvality výrobku. Během této fáze jsou pečlivě zkoumány přesně stanovené části produktu dle

výrobní dokumentace (1), aby se zajistilo, že splňují všechny požadované standardy a specifikace.

**Ochranné nátěry:** Na svařené spoje a exponované povrchy se aplikují ochranné nátěry, které zabraňují korozi a zvyšují životnost karoserie. Jako jsou například spoje pod předním blatníkem, kde je na svařené spoje aplikován plastizol, který zajistí jak ochranu před vnikem vody, tak i ochranu svaru před korozí.

Každý pracovní takt obsahuje specifické úkoly, které musí být pracovníky splněny v daném časovém intervalu. V rámci jednoho taktu je možné kombinovat více pracovních úkonů, což komplikuje přesné stanovení času potřebného například na ustavení dílů na RPS bodu nebo na čištění a odmaštění karoserie. Detailní zjištění těchto časových údajů by bylo časově náročné a pro účely této bakalářské práce není nezbytné.

Vnitřní svařená karoserie je tedy kompletním konstrukčním základem vozidla, na který lze následně připevnit panelové díly, jako jsou přední kapota, zadní víko a boční dveře. Tento základní celek zajišťuje nejen strukturální integritu a pevnost vozidla, ale také připravenost pro další výrobní kroky.

Tento proces kombinuje pokročilé technologie svařování s precizní kontrolou kvality, což zaručuje vysokou úroveň bezpečnosti a spolehlivosti výsledného produktu. Automobilky významně investují do automatizace a racionalizace těchto procesů, aby dosáhly maximální efektivity a kvality výroby.

**Díky vysoké míře automatizace v procesu svařování vnitřní karosérie je současný stav výrobního procesu na velmi pokročilé úrovni. Vzhledem k těmto skutečnostem autor této práce nenavrhuje žádné změny v současném procesu svařování a zakládání dílů.**



Obrázek 3: Vnitřní svařená karosérie

Zdroj: Foto autor

### 1.1.3 Panelové díly

Panelové díly automobilu, mezi které patří přední kapota, zadní víko a boční dveře, jsou svařovány na specializovaných svařovacích linkách. Každý z těchto panelových dílů má vlastní výrobní linku, kde jsou jednotlivé komponenty kompletovány.

Proces začíná vložením základního výlisku dveří operátorem do svařovací stanice (viz obrázek 4). V této stanici dochází k postupnému navařování připravených dílů, které pracovník rovněž zakládá dle výrobní dokumentace (7). Svařování panelových dílů probíhá v tzv. robotických hnízdech (viz obrázek 5), což znamená, že stacionární roboti mezi sebou v přesně definovaných procesech předávají díly a následně je svářejí.



Obrázek 4: Vstupní díl bočních dveří



Obrázek 5: Výstupní díl bočních dveří

Zdroj: Foto Autor

Robotická hnízda (viz obrázek 6) jsou navržena tak, aby zajišťovala vysokou přesnost a konzistenci svárů. Díky automatizaci těchto procesů je možné dosáhnout vysoké efektivity a kvality výroby. Na konci svařovací linky je výsledkem kompletně svařený panelový díl, například boční dveře, připravený pro další fáze výroby.

Tento proces kombinuje lidskou práci při zakládání dílů s vysokou úrovní automatizace, což zajišťuje, že výsledné panelové díly splňují přísné požadavky na kvalitu a bezpečnost.

Současný proces zakládání dílů závisí na manuální práci operátora výrobní linky, což se nemůže výkonností a spolehlivostí rovnat automatizovaným robotickým systémům. Proto autor v kapitole 4.1 navrhuje změnu tohoto procesu, konkrétně zakládání komponent do svařovacích boxů. Návrh se zaměřuje na implementaci robotizace s cílem zvýšit efektivitu, přesnost a celkovou kvalitu výrobního procesu.



Obrázek 6: Robotické hnízdo

Zdroj: Foto autor

#### ***1.1.4 Vnější svařená karosérie***

Proces výroby vnější svařené karosérie začíná navěšením postranic na vnitřní svařenou karosérii. Postranice, které jsou k lince dodávány automaticky na závěsech, jsou stacionárním robotem odebrány, opatřeny lepidlem a následně přitlačeny na vnitřní karosérii dle RPS bodů. Poté dochází k základnímu zalemování a zabodování dle výrobní dokumentace (8). V rámci taktu je karosérie posunuta na další pracoviště, kde se grifery přiblíží ke svařené karosérii. Grifery (viz obrázek 7) slouží jako pevné dorazy pro podržení postranic ve správné poloze, aby mohlo dojít k jejich pevnému přivaření k vnitřní karosérii bez nežádoucího posunu dílů.

**Z důvodu tuhosti materiálu není použití griferu tak efektivní jako použití frameru, proto autor navrhne změnu systému upínání dle griferu na systém upínání dle frameru v kapitole 4.2.**



*Obrázek 7: Grifer na postranici*

Zdroj: Foto autor

Následně karoserie pokračuje na další pracoviště, kde je nanесeno lepidlo v oblasti střechy a na automaticky odebranou střechu ze zásobníku dle výrobní dokumentace (9). Trysky lepidel jsou vybaveny senzory pro kontrolu průtoku lepidla. Poté je střecha s nanесeným lepidlem položena na vnitřní karosérii s postranicemi a vycentrována dle požadavků výroby. Následuje automatické laserové svařování střechy s postranicemi, které probíhá v uzavřeném boxu (10). Po laserovém svařování je provedena kamerová kontrola k odhalení případných nedostatků dle požadavků v PDM (11), a karoserie pokračuje dále po lince, kde postupně dochází k očištění, broušení a zaleštění svárů.

Dalším prvkem na této výrobní lince je automatizované ustavení bočních dveří do karosérie pomocí pokročilých robotických systémů (viz obrázek 8). Tento proces je navržen tak, aby zajistil vysokou přesnost a konzistenci při montáži. Robotické systémy použité pro ustavení bočních dveří jsou vybaveny technologií umožňující přesné odebrání dveří z připravené palety. Po odebrání dveří robotické senzory a měřicí systémy provádějí detailní skenování dveří a pantů na karosérii. Tento krok je nezbytný pro získání přesných dat o rozměrech a umístění jednotlivých komponent. Na základě získaných měřicích dat robotický systém provádí vyhodnocení optimálního způsobu ustavení dveří do karosérie. Tento proces zahrnuje analýzu polohy, úhlu a dalších parametrů, aby bylo zajištěno, že dveře budou namontovány v souladu s výrobními předpisy (12) a standardy kvality. Po vyhodnocení stacionární robot přesně umístí a upevní dveře na karosérii.



Obrázek 8: Automatické ustavení bočních dveří

Zdroj: Foto autor

Na konci této linky je umístěno inline měření pomocí 3D skeneru Leica (viz obrázek 9), kde z časových důvodů není možné měřit celou karosérii, proto je použito pět programů, které se pravidelně střídají a skenují 100% produkce (13). Poté karosérie pokračuje na stanoviště finish 1, kde pracovníci zajišťují opracování detailů, které roboti nezvládnou, jako jsou čištění okují, frézování hran a broušení lepidel. Na tomto stanovišti jsou také prováděny pracovníky kvality svařovny předepsané kontroly dle výrobní dokumentace (14), včetně vyhodnocování kamerové kontroly střechy.

**Vyhodnocení kamerové kontroly laserového sváru střechy je nyní závislé na pracovníkovi, který zároveň provádí další montážní operace dle výrobní dokumentace (14). Proto autor v kapitole 4.3 navrhne změnu tohoto vyhodnocování.**



Obrázek 9: Inline měření pomocí 3D skeneru

Zdroj: Foto autor

### ***1.1.5 Okovaná karosérie***

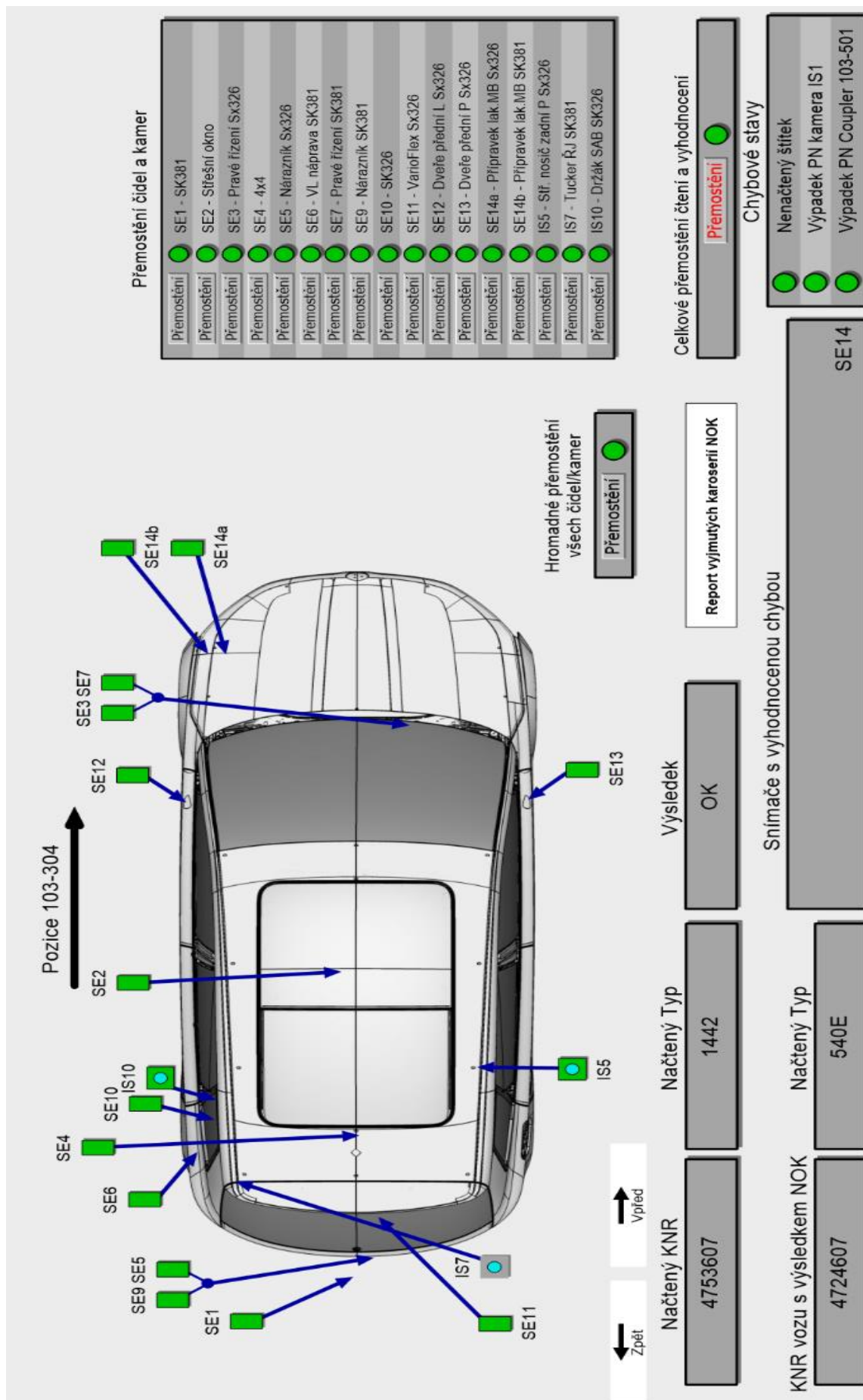
Linka okované karosérie není opatřena stacionárními robotickými rameny, která by prováděla montážní operace. Na této lince dochází k finálním úpravám karosérie, aby byla připravena na transport do lakovny. Na této lince se montují panty kapoty, které jsou ustaveny dle přípravků (15), a následně se na tyto panty připevní přední kapota. Dále se zde podle předpisu lícují boční dveře a zadní víko (16), které je roboticky nastaveno v osách X a Y. Pracovník poté nastaví zadní víko i podle osy Z, nalícuje je a utáhne, protože nastavení v ose Z stacionární robot neumí provést.

Na konci této linky se na karosérii podle přípravků nastavují blatníky, které jsou následně slícovány a utaženy pracovníkem na předepsaný moment dle PDM (17). Následuje poslední část linky, nazývaná finish 3, kde pracovníci kontrolují povrch karosérie na případné okuje, deformace a laserové sváry. Případné nedostatky se opravují broušením, čištěním a zakonzervováním broušených míst konzervačním olejem, aby se zabránilo korozi. S těmito nedostatky je při plánování procesů již počítáno, a proto tyto operace jsou akceptovatelné a zahrnuty do výrobních postupů.

Na konci sekce finish 3 jsou umístěny kamery, které kontrolují správnost dílů na karosérii, aby karosérie neodjela ze svařovny s nesprávnými díly (viz obrázek 10). Po této kontrole je karosérie přemístěna na trnové dopravníky, (viz obrázek 11), které ji transportují do lakovny.

**V rámci analytické části autor identifikoval, že prostor v přední části vozidla zůstává nevyužitý během robotického umístění zadních dveří do karosérie. V reakci na tuto identifikovanou neefektivitu autor ve své návrhové sekci předkládá začlenění dodatečné montážní operace, která by zahrnovala instalaci pantů předního víka kapoty v kapitole 4.4.**

**Vzhledem k absenci kamerového systému pro kontrolu pozicování dílů v karosérii, autor doporučuje implementaci tohoto typu kontroly do finální montážní linky, přičemž podrobný návrh bude rozpracován v kapitole 4.5**



Obrázek 10: Výstup kamerové kontroly na přítomnost správných dílů

Zdroj: (Michal Štencl, 3)



Obrázek 11: Přemístění karosérie na lakovenský dopravník

Zdroj: Foto autor

## 1.2 Materiálový tok v lakovně

Lakovna vozidel ve výrobním závodě ŠKODA AUTO a.s. hraje zásadní roli ve výrobním procesu, kde se na karoserii vozidla nanáší celkem 4 vrstvy laku a ochranných nátěrů (18). Proces lakování nejen zajišťuje estetický vzhled vozidla, ale také poskytuje ochranu proti korozi a jiným vnějším vlivům. Lakovna je tedy komplexní a důležitou součástí výrobního závodu, která zajišťuje nejen estetický vzhled, ale i dlouhodobou ochranu vozidla.

V tomto výrobním úseku nedochází k žádné sériové manipulaci bočních dveří, které by mělo vliv na lícování dveří v karoserii vozidla. Proto zde **autor nenavrhuje žádné změny**.

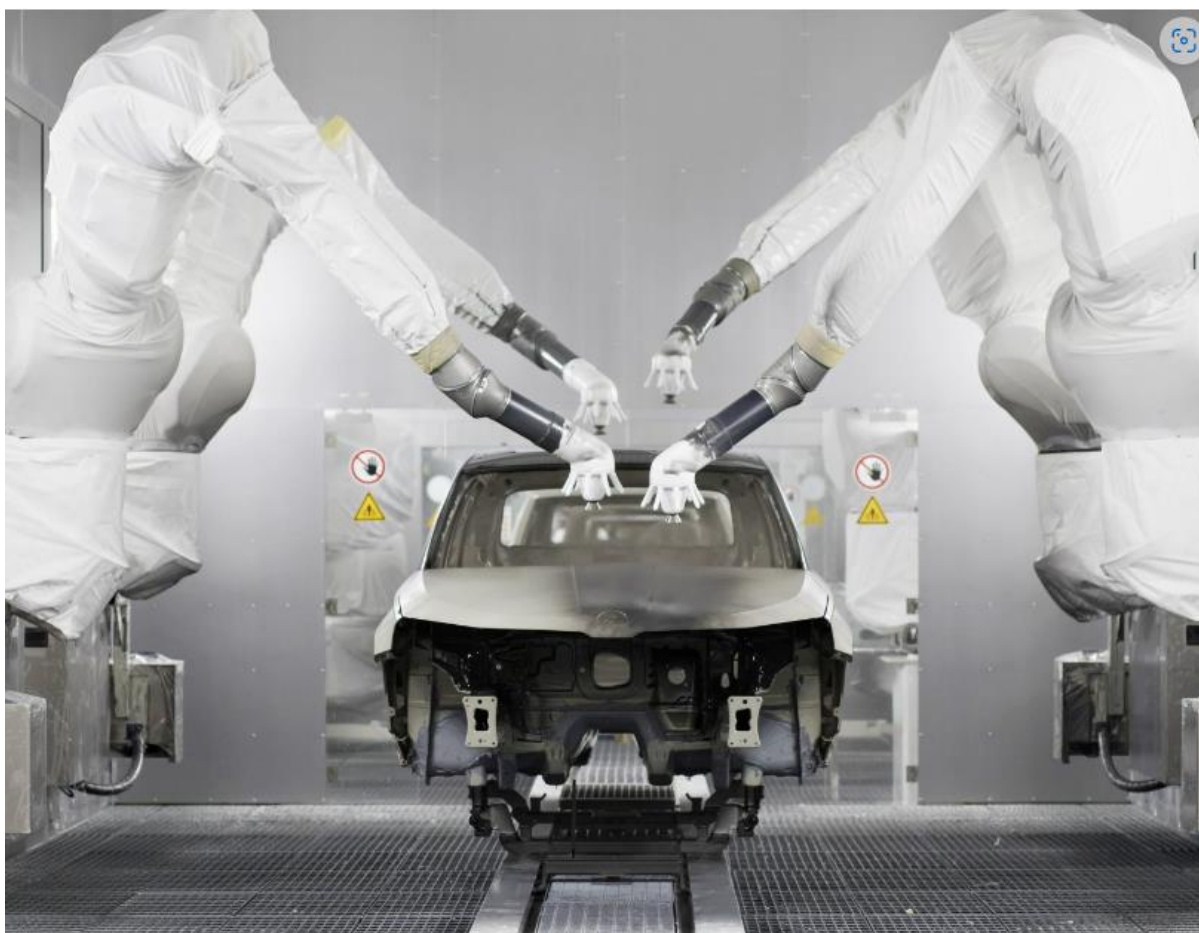
### Procesy v lakovně

Průchod karosérie lakovnou je možné rozdělit do 9 zásadních kroků (19), které karosérie musí absolvovat, aby byla připravená k transportu na montážní linku. Nejprve se karosérie dostane na linku předúprav, kde se karosérie důkladně odmastí a zbaví prachu a dalších nečistot. Poté následuje linka KTL, kde se na karoserii nanese antikorozní šedá barva. Karosérie pokračuje do sušičky, kde dochází k zasíťování KTL, tímto se zajistí antikorozní vlastnosti a vytvrnutí všech lepidel použitých ve svařovně. Následuje kontrola stavu povrchu po KTL, kde proškolení pracovníci kontrolují stav povrchu karosérie po KTL. Po této kontrole karosérie pokračuje na pracoviště zakrytování, kde se aplikují kryty a špunty do všech otvorů, do kterých se nesmí dostat ochranný nástřík. Nástřík plastizolu slouží jako těsnící a ochranná vrstva k utěsnění spár například v motorovém či zavazadlovém prostoru. Po tomto ochranném nástříku karosérie pokračuje na linku lakování, které začíná nanesením základního laku neboli

plniče. S tímto lakem karosérie putuje do další sušičky, kde dojde k zaschnutí laku a vytvrzení plastizolu. Dalším krokem je kontrola plniče a odstranění drobných nedostatků, aby karosérie mohla pokračovat do stanice, kde je pštrosími pery očištěna od prachu a nečistot. Na dokonale očištěnou karosérii se nanáší vrstva barevného laku. Po vysušení v další sušičce se aplikuje další vrstva laku, která je čirá a povrchu dodává lesk a ochranu před drobnými škrábanci. Opět karosérie pokračuje do sušičky, kde dochází k vytvrzení laku na karosérii. Posledním úsekem je linka dokončování, kde je olakovaná karosérie důkladně zkontrolována proškolenými pracovníky na nedokonalosti laku. Takto perfektně nalakované karosérie odchází na montážní linku.

- **Čištění a odmašťování:** Karosérie je důkladně očištěna a odmaštěna, aby se odstranily nečistoty, oleje a jiné nečistoty, které by mohly ovlivnit přilnavost laku.
- **Fosfátování:** Aplikace fosfátové vrstvy, která zlepšuje přilnavost základního nátěru a poskytuje základní ochranu proti korozi.
- **Kataforéza (elektroforetický nátěr):** Karosérie je ponořena do lázně s primerem a elektrický proud je použit k rovnoměrnému nanesení nátěru. Tento krok zajišťuje vynikající pokrytí a ochranu proti korozi.
- **Broušení:** Povrch karosérie je jemně obroušen, aby se odstranily drobné nedokonalosti a připravil povrch pro další vrstvy laku.
- **Čištění:** Karosérie je znovu očištěna od prachu a nečistot vzniklých během broušení.
- **Plnič:** Aplikace plniče, který vyrovnává drobné nerovnosti a poskytuje hladký povrch pro nanesení barevného laku.
- **Base coat:** Aplikace barevného laku, který určuje finální barvu vozidla. Tento krok může zahrnovat jednu nebo více vrstev v závislosti na požadovaném odstínu a efektu.
- **Clear coat:** Aplikace průhledného laku, který poskytuje lesk a dodatečnou ochranu proti poškrábání, UV záření a chemikáliím.
- **Pec na vytvrzování:** Karosérie je umístěna do pece, kde dochází k vytvrzení všech vrstev laku při vysokých teplotách. Tento krok zajišťuje dlouhodobou odolnost a trvanlivost laku.

- **Automatické lakovací linky:** Stacionární robotická ramena a automatizované systémy pro nanášení laku, které zajišťují konzistentní a rovnoměrné pokrytí (viz obrázek 12).
- **Stříkáací kabiny:** Uzavřené prostory s řízeným prostředím pro nanášení laku, které minimalizují kontaminaci a zajišťují bezpečnost pracovníků.
- **Sušicí pece:** Zařízení pro vytvrzování laku při řízených teplotách.
- **Filtrační systémy:** Systémy pro čištění vzduchu a odsávání prachu a výparů, které zajišťují čisté pracovní prostředí.
- **Dopravní systémy:** Dopravníky a manipulační systémy pro přesun karoserií mezi jednotlivými fázemi lakovacího procesu.



Obrázek 12: Automatická lakovací linka

Zdroj: (19)

## 2 ANALÝZA MATERIÁLOVÉHO TOKU MONTÁŽNÍ LINKOU

Tato kapitola se zaměřuje na analýzu stavu materiálového toku na montážní lince vozidel k listopadu 2024. Cílem je identifikovat procesy a jejich vzájemné propojení, stanovit efektivitu současného uspořádání a odhalit potenciální místa pro zlepšení. Analýza se zaměřuje na montážní proces, od dodávky a manipulace s jednotlivými díly a komponenty až po finální montáž a výstup hotových vozidel.

K provedení této analýzy byly použity metody přímého pozorování výrobního procesu, rozhovorů s pracovníky a studia technické a výrobní dokumentace. Důraz bude kladen na identifikaci faktorů ovlivňujících efektivitu, jako jsou časové prodlevy, skladování a manipulace s materiálem, koordinace jednotlivých pracovních stanic a využití technologických zařízení.

Výsledky této analýzy poskytnou důležité informace pro návrh racionalizačních opatření, která povedou ke zvýšení produktivity, snížení nákladů a zlepšení celkové kvality montážního procesu. Tato kapitola tak představuje nezbytný krok pro uchopení stávajícího kontextu a poskytuje základ pro vytvoření efektivnějšího a robustnějšího systému montáže vozidel.

Výroba vozidel v závodě ŠKODA AUTO a.s. Kvasiny probíhá na dvou montážních linkách. Montážní linka jedna vyrábí vozidla ŠKODA OCTAVIA a KAROQ, SEAT ATECA a CUPRA ATECA. Druhá montážní linka vyrábí pouze model ŠKODA KODIAQ. Za kalendářní rok 2023 bylo celosvětově vyrobeno 864 889 vozidel značky ŠKODA (21). Přehled, jaký na tomto čísle měl podíl závod ŠKODA AUTO a.s. Kvasiny popisuje (tabulka 1). Montážní linky jsou navzájem homogenní a lze na nich při mírných úpravách vyrábět modely, které se nyní vyrábí na jiné lince. Proto autor bude popisovat pouze materiálový tok na lince jedna. Všechny výrobní operace, které se provádějí na montážní lince jsou rozděleny na takty, kdy jeden takt nyní trvá 101 sekund (20). To znamená, že každá montážní operace je časově ohodnocena pracovníky průmyslového inženýrství a následně zakomponovaná do taktů, ve kterých musí montážní pracovník stihnout předepsanou montážní operaci dle výrobní dokumentace.

Tabulka 1: Výroba vozidel ŠKODA v závodě Kvasiny za rok 2023

Model	KAROQ	ATECA	KODIAQ	SUPERB
Počet vozidel	96 245	83 714	107 110	71 364

Zdroj: (21, úprava autor)

V prvním výrobním taktu je na karosérii aplikován výlep obsahující informace o výbavě a specifikacích konkrétního modelu vozidla. Následuje průchod karosérie prvním úsekem výrobní linky, kde se v souladu s objednávkou přidávají specifikované komponenty. Tento úsek se skládá z 26 stanic, přičemž každá stanice vykonává specifickou montážní operaci. Karosérie tak na tomto úseku zůstává celkem 43 minut a 46 sekund, během kterých se postupně osazuje bočními okny, vzpěrami zadního víka a kokpitem. Druhý výrobní úsek začíná na stanici číslo 27, kde dochází k instalaci elektrického systému, stropních výplní, vodicích profilů nárazníků, radarů a antén. Tento úsek končí na stanici číslo 49. Třetí úsek výroby se zahajuje na stanici 50, kde se karosérie spojuje s podvozkem a motorovým agregátem. V tomto úseku se také montují přední a zadní nárazníky, baterie a prvky interiéru vozidla. Třetí úsek je zakončen na stanici 92, kde se vozidlo vybavuje koly. Poslední, čtvrtý výrobní úsek, začíná na stanici 93, kde jsou do vozidla instalovány sedadla, stěrače a provádí se nahrání softwaru. Výrobní proces je ukončen na stanici 125, což zároveň představuje konec výrobní linky.

## 2.1 Výrobní úsek 1

V rámci dopravy z lakovny na montážní linku se karosérie přesouvá po dopravníku, na kterém opustilo lakovnu. Tento přesun je podstatný pro pokračování výrobního procesu. Před prvním taktém dochází ke změně dopravníku. Konkrétně se jedná o přechod z trnového dopravního systému na skidový dopravní systém (viz obrázek 13).



Obrázek 13: Skidový dopravník takt 1

Zdroj: Foto autor

V tomto úseku výrobního procesu dochází na taktu č. 4 k demontáži pravých předních a zadních dveří z karoserie vozidla dle výrobní dokumentace (22). Tyto dveře jsou následně umístěny na speciální závěsy (viz obrázek 14), které je transportují na takt č. 8. Na tomto taktu probíhá demontáž levých předních a zadních dveří dle výrobní dokumentace (23), které jsou rovněž zavěšeny na stejné závěsy. Závěsy s kompletní sadou dveří poté pokračují na montážní linku dveří.



Obrázek 14: Speciální závěsy pro boční dveře

Zdroj: Foto autor

Na prvním úseku montážní linky dochází k několika operacím, které zahrnují například montáž zadních vzpěr pro víko pátých dveří, nalepení bočních oken a protažení elektroinstalace vozidlem.

Zvláštní důraz je kladen na montáž celého kokpitu do vozidla dle výrobní dokumentace (24). Celý kokpit je předem smontován vedle hlavní montážní linky a je přiřazován jednotlivým vozidlům na základě jejich specifických požadavků a restrikcí (viz obrázek 15).



Obrázek 15: Smontovaný kokpit na manipulátoru

Zdroj: Foto autor

Na konci prvního úseku, konkrétně na taktu 26, dochází k přemostění výroby na druhý úsek montážní linky. Tento procesní krok je nezbytný pro zajištění plynulého přechodu mezi jednotlivými montážními stanicemi a následné pokračování montážních operací, které vedou k dokončení vozidla.

**Z důvodu nevyhovující fixace tunelových vzpěr při montáži kokpitu do vozidla, autor navrhně změnu procesu ustavení kokpitu v kapitole 4.6.**

## Montážní linka dveří

Linka dveří se skládá ze 17 taktů (20), během nichž probíhá kompletní nastavení dveří. V počátečních takttech je prováděno očištění dveří dle výrobní dokumentace (25) od vosku z lakovny a nečistot, které na nich ulpěly během předchozích výrobních procesů. Následně jsou dveře přepraveny na robotické pracoviště, kde dochází k aplikaci protiprachového těsnění na okraj dveří. Toto těsnění slouží ke zlepšení komfortu při zavírání dveří a k zamezení pronikání vody a nečistot do interiéru vozidla.

Po opuštění robotického pracoviště následují montážní operace, které jsou prováděny pracovníky montážní linky. V této fázi se do dveří instalují elektroinstalace, skleněné výplně oken, reproduktory a vnitřní výplně dveří. Tím je zajištěno kompletní ustrojení bočních dveří.

Na konci výrobní linky je umístěn kontrolní bod, kde operátor provádí kontrolu vybavení dveří dle specifikací (26). Následně jsou dveře připojeny na diagnostické zařízení, které provádí komplexní kontrolu elektrických funkcí (viz obrázek 16). Tento proces zajišťuje, že všechny dveře splňují předepsané standardy kvality a funkčnosti.



Obrázek 16: Kontrolní bod na lince dveří pro kontrolu elektrických funkcí

Zdroj: Foto autor

Po provedení kontroly pokračují dveře na svém závěsu zpět ke své karoserii. Na taktech 101 a 105 jsou dveře opětovně zavěšeny na vozidlo dle výrobní dokumentace (30,31). Tento proces zajišťuje, že všechny dveře jsou správně nainstalovány a plně funkční, což je nezbytné pro splnění požadavků na kvalitu a bezpečnost vozidla.

## 2.2 Výrobní úsek 2

Druhý výrobní úsek je rovněž vybaven skidovým dopravníkem. Tento úsek se skládá z 24 stanic, přičemž každá stanice vykonává specifickou montážní operaci. Karosérie tak na tomto úseku zůstává celkem 40 minut a 24 sekund. V tomto úseku probíhá řada montážních operací, které zahrnují například montáž střešních podélných nosičů, instalaci stropní výplně vozidla, zasklení předního a zadního okna. Dále jsou zde montována zadní světla, vodící profily pro zadní nárazníky, radary a antény v zadní části vozidla.

Tyto operace jsou zásadní pro následující montáže vozidla a zajišťují, že všechny komponenty jsou správně instalovány a funkční. Skidový dopravník umožňuje plynulý a efektivní přesun vozidel mezi jednotlivými montážními stanicemi, což zlepšuje celý výrobní proces.

Na konci druhého úseku dochází ke změně logiky materiálového toku. V této fázi přechází přeprava karoserie ze skidového dopravníku na podvěsný dopravník (viz obrázek 17). Tato změna je záměrná a slouží k usnadnění manipulace s karoserií. Podvěsný dopravník umožňuje lepší přístup pracovníků ke spodní části karoserie, což je nezbytné pro provádění montážních operací na spodních partiích vozidla.



Obrázek 17: Podvěsný dopravník

Zdroj: Foto autor

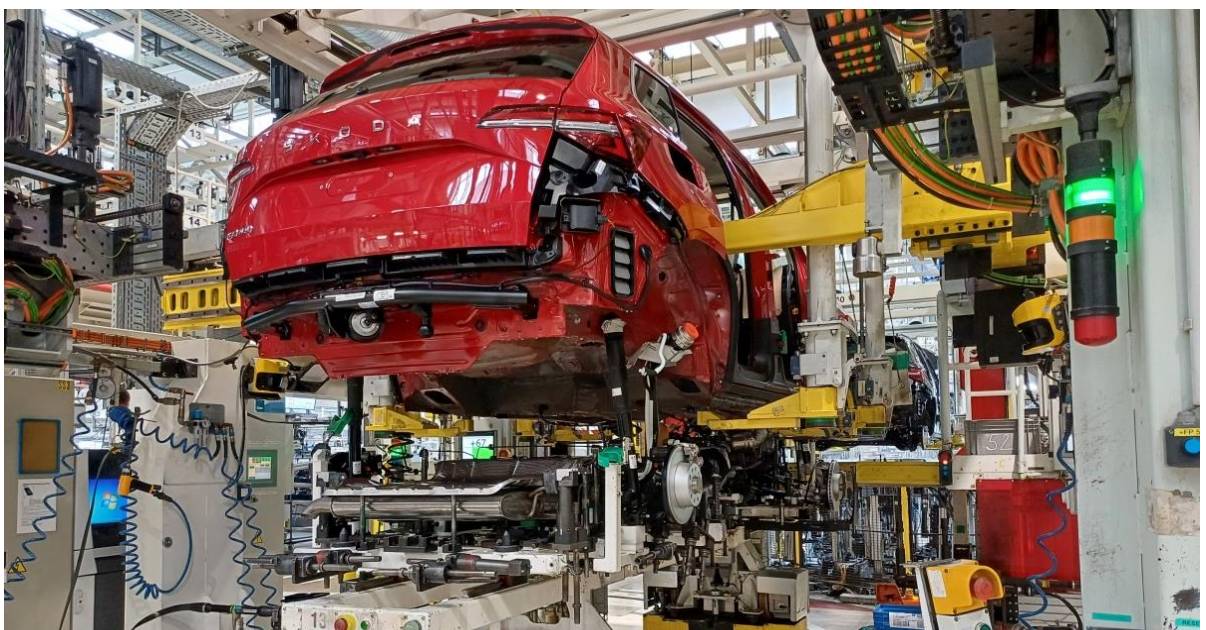
Tato změna v dopravním systému je zásadní pro zajištění efektivního a ergonomického pracovního prostředí, čímž se zvyšuje kvalita montáže a bezpečnost pracovníků. Podvěsný dopravník také umožňuje flexibilnější a preciznější provedení montážních úkonů, které jsou nezbytné pro dosažení vysokých standardů kvality konečného produktu.

V tomto výrobním úseku nedochází k žádné manipulaci bočních dveří, která by měla vliv na lícování dveří v karosérii vozidla. Proto zde **autor nenavrhuje žádné změny**.

### 2.3 Výrobní úsek 3

Třetí výrobní úsek pokračuje podvěsným dopravníkem, který umožňuje individuální výškové nastavení na každém taktu. Tato flexibilita zajišťuje efektivní a ergonomickou práci, protože umožňuje pracovníkům snadný přístup k různým částem vozidla. Tento úsek se skládá z 42 stanic, přičemž každá stanice vykonává specifickou montážní operaci. Karosérie tak na tomto úseku zůstává celkem 1 hodinu 12 minut a 23 sekund. V tomto úseku probíhá kompletní montáž potřebných dílů na podvozku, včetně montáže předního a zadního nárazníku, středové konzole, dále dochází k naplnění klimatizace a AdBlue.

Jedním z nejdůležitějších procesů v tomto úseku je tzv. "svatba," což znamená spojení karoserie s podvozkem vozidla (27) (viz obrázek 18). Vedle hlavní montážní linky v třetím úseku se nachází montážní linka podvozku, kde se kompletují rám podvozku s potřebnými díly, jako je motor, převodovka, palivová nádrž a nápravy vozidla. Na této lince se zkompletuje celkový podvozek vozidla dle specifikací zákazníka (viz obrázek 19).



Obrázek 18: Spojení karoserie s podvozkem

Zdroj: Foto autor

Jakmile je podvozek připraven (viz obrázek 19), následuje spojení s příslušnou karosérií na hlavní montážní lince (viz obrázek 18). Tento proces zajišťuje správnou integraci všech komponent, a že vozidlo splňuje všechny požadované technické a kvalitativní standardy. Úspěšné provedení této operace je nezbytné pro finální kvalitu a funkčnost vozidla.



*Obrázek 19: Podvozek vozidla připravený na svatbu*

Zdroj: Foto autor

V tomto úseku výrobního procesu dochází k montáži autobaterie do vozidla, která probíhá na taktu 62. Pracovník pomocí manipulátoru odebere autobaterii z připravené palety podle specifikací a následně ji vloží do vozidla a provede příslušné montážní operace uvedené ve výrobní dokumentaci. Po vložení autobaterie pracovník podle montážního postupu (28) provede její utažení v motorovém prostoru, čímž zajistí její pevné uchycení. Následně pracovník propojí kabeláž s autobaterií, což je nezbytné pro zajištění elektrického propojení a správné funkce všech elektrických komponentů vozidla. Tento proces vyžaduje vysokou míru přesnosti a dodržování stanovených postupů, aby byla zajištěna bezpečnost a spolehlivost vozidla.

V tomto výrobním úseku nedochází k žádné manipulaci bočních dveří, které by mělo vliv na lícování dveří v karosérii vozidla. Proto zde **autor nenavrhuje žádné změny.**

## 2.4 Výrobní úsek 4

Čtvrtý výrobní úsek začíná na taktu 93, kde dochází ke změně logiky dopravy vozidla po montážní lince. V této fázi je vozidlo položeno na svá kola, přechází tedy z podvěsného dopravního systému na pásový dopravní systém. Toto je poprvé, kdy je vozidlo položeno celou svou vahou na kola a pokračuje po pásovém dopravníku (viz obrázek 20). Tento úsek se skládá z 32 stanic, přičemž každá stanice vykonává specifickou montážní operaci. Karosérie tak na tomto úseku zůstává celkem 53 minut a 52 sekund.



Obrázek 20: Pásový dopravník

Zdroj: Foto autor

V tomto úseku se do vozidla montují sedačky, stěrače a vnitřní výbava. Dále se naplňuje palivo a lepí se informační štítky. Kromě toho se zde provádí oživení vozidla, což zahrnuje napojení vozidla na diagnostiku dle PDM (29) a nahrání potřebného softwaru pro správné nastavení vozidla. Tento krok je nezbytný, aby vozidlo bylo schopné pohybovat se vlastní silou z montážní linky.

Jednou z nejdůležitějších montážních operací v tomto úseku je vrácení bočních dveří zpět na vozidlo. Na taktu 101 dochází k namontování levé přední a zadní strany dveří (30), které jsou na tento takt dopraveny z předmontážní linky dveří. Na taktu 105 dochází k montáži pravé přední a zadní strany dveří (31). Tento proces je důležitý pro zajištění kompletnosti vozidla a jeho připravenosti pro finální kontrolu a testování.

Montážní linka číslo jedna se skládá ze 125 taktů, na kterých se z dodané olakované karosérie, postupnými montážními operacemi stává nedokončené vozidlo, které pokračuje dále na následující montážní a kontrolní operace. Tento proces trvá celkem přibližně 3 hodiny a 30 minut (viz tabulka 2). Každá montážní operace, která je na vozidle provedena je detailně popsána ve výrobní dokumentaci a PDM listech (1).

*Tabulka 2: Časová tabulka průchodu vozidla montážní linkou*

	Výrobní úsek 1	Výrobní úsek 2	Výrobní úsek 3	Výrobní úsek 4
Čas na výrobním úseku	3 232 s	4 242 s	2 424 s	2 626 s
Celkový čas pro průchod vozidla montážní linkou	≈ 3 hodiny 30 minut			

Zdroj: Autor

### **Repasní pracoviště montážní linky**

Repasní pracoviště slouží k opravám, které vznikly během montážního procesu na výrobní lince. Vzhledem k tomu, že montážní linka je nastavena pro plynulý a nepřerušovaný tok výroby, není zde prostor ani čas na provádění oprav. Proto jsou k dispozici repasní pracoviště, kde je možné se věnovat identifikovaným závadám a nedostatkům.

Na repasních pracovištích je dostatek prostoru a času k provedení všech potřebných oprav, které jsou zaznamenány v kartě vozidla, které tam zaznamenali pracovníci montážní linky v průběhu výroby vozidla. Papírová karta vozidla je k listopadu 2024 ve fázi digitalizace a testování. Tato karta obsahuje detailní informace o vozidle, proto je vedena jako interní dokumentace a autor nemůže tuto kartu publikovat. Papírová karta vozidla je ve formátu A4 a obsahuje údaje o vozidle na obou stranách. Karta zahrnuje základní informace, jako je VIN a KNR vozidla, specifikace závad, údaje o repasní činnosti, kontrolu opravení závady a identifikaci viníka závady. Karta vozidla je přizpůsobena zvláště pro procesy ve svařovně, lakovně a montáži. Informace uvedené na kartě se liší podle jejího použití, avšak základní údaje zůstávají na všech kartách stejné, aby bylo možné přiřadit každou kartu konkrétnímu vozidlu. Dále obsahuje údaje o všech zjištěných problémech, což umožňuje technikům efektivně

a přesně provést opravy. Cílem je zajistit, aby každé vozidlo opouštělo výrobní závod v perfektním stavu a splňovalo všechny kvalitativní standardy.

Reparční pracoviště slouží pro udržování vysoké kvality výroby a zajištění spokojenosti zákazníků. Díky nim je možné se vypořádat s jakýmkoli problémy, které by mohly ovlivnit funkčnost nebo vzhled finálního produktu.

### **Linka lepení lišt a seřízení podvozku**

Po opuštění výrobní linky je vozidlo převezeno dále v toku výrobního procesu na stanoviště seřízení podvozku. Na tomto stanovišti dochází k seřízení geometrie vozidla, což zahrnuje kontrolu a úpravu úhlů kol a dalších podvozkových parametrů, aby bylo zajištěno optimální jízdní chování a bezpečnost. Zároveň se provádí poslední kontrola dle výrobní dokumentace (32), zda je vše na podvozkové části v pořádku.

Na lince lepení lišt se nalepí ozdobné lišty na vozidlo, jako jsou lemy kol a dveří. Tyto estetické doplňky zajišťují finální vzhled vozidla a přispívají k jeho celkovému designu.

Tento krok dodává finální vzhled vozidla, ale také jeho funkčnost a ochranu některých částí před poškozením. Po dokončení lepení lišt je vozidlo připraveno k finálním kontrolám a testům, než je předáno zákazníkovi.

## **2.5 Zkušební polygon**

Na zkušebním polygonu (viz obrázek 21) dochází k dynamickému testování všech vyrobených vozidel, což je fáze v procesu pro zajištění kvality a bezpečnosti. Toto testování zahrnuje několik specifických zkoušek, které simulují různé jízdní podmínky a situace, aby se ověřila odolnost a funkčnost vozidla. Mezi tyto zkoušky patří:

- **Jízda po nerovnostech a kostkách:** Tento test simuluje různé typy nerovných povrchů, na kterých se vozidlo může pohybovat. Cílem je ověřit, jak vozidlo zvládá nerovnosti a jaký vliv mají na komfort jízdy a celkovou integritu vozidla.
- **Simulace hlubokých kanálů:** Tento test simuluje jízdu přes hluboké kanály nebo příkopy, aby se ověřila schopnost vozidla zvládat extrémní podmínky bez poškození podvozku nebo jiných komponent.

- **Kritické brzdění:** Tento test ověřuje účinnost a spolehlivost brzdového systému při náhlém a intenzivním brzdění. Kontroluje se, jak rychle a bezpečně vozidlo zastaví a zda nedochází k nežádoucímu chování, jako je smyk.
- **Kontrola funkcí a hluku ve vozidle:** Během testování se také kontrolují všechny funkce vozidla, včetně elektronických systémů, a sleduje se, zda nejsou ve vozidle nežádoucí hluky. Cílem je zajistit, že všechny systémy pracují správně a že vozidlo poskytuje tichý a komfortní zážitek z jízdy.

Tato dynamická testování jsou nezbytná pro ověření, že vozidlo splňuje všechny bezpečnostní a kvalitativní standardy, než je uvolněno k prodeji. Výsledky těchto testů poskytují cenné informace, které mohou být použity k dalšímu vylepšení výrobních procesů a designu vozidel.

Nejvíce vykázaných problémů je na kontrolu funkcí a hluku ve vozidle dle statistiky závad, která je vedena v systému SQS (33) jako interní informace, proto zde autor nemůže uvést přehled vykázaných závad. Nejčastější závady jsou cizí předměty ve vozidle, jako jsou například matky, bity, zapomenuté nářadí a kolize navazujících dílů, které způsobují vrzavé zvuky při dynamickém zatížení vozidla. Další častou závadou je poškozená elektroinstalace a vedení odstříkovací kapaliny, které jsou poškozeny při nesprávném trasování ve vozidle. Tyto závady jsou zjištěny při dynamické jízdě na zkušebním polygonu a vykážány do karty vozidla.

### **Odstavné pracoviště polygonu**

Odstavné pracoviště polygonu slouží k dočasnému odstavení vozidel, která vykazují jakékoliv závady zjištěné během dynamického testování. V případě, že jezdec během zkušební jízdy identifikuje závadu, je vozidlo převezeno na toto pracoviště za účelem provedení bližší kontroly a diagnostiky. Pokud je závada jednoznačná a snadno opravitelná, technici provedou opravu přímo na místě. Nejčastější chyby jsou v nezapojení, nebo zdeformování odstříkovacích hadiček pro čelní a zadní sklo. Další častou chybou je zapomenutí spojovacích materiálů nebo nářadí v interiéru vozidla. Počet těchto závad se pohybuje v desítkách kusů za směnu (33). V případech, kdy je nutné provést podrobnější analýzu nebo je závada složitější povahy, je vozidlo přemístěno na repasní pracoviště. Zde se provádí detailní diagnostika, jejímž cílem je přesné určení příčiny problému a jeho následné odstranění. Jako příklad autor uvádí nefunkční infosystém, nebo neidentifikovatelné hluky z interiéru. Počet těchto závad se pohybuje

v jednicích za den (33). Tento postup zajišťuje, že všechna vozidla podstupující dynamické testování splňují požadované technické a kvalitativní standardy. S těmito závadami se počítá v každém projektu, avšak je prioritou tyto chyby co nejvíce eliminovat.



Obrázek 21: Zkušební polygon

Zdroj: (34)

## 2.6 Vodní test

Vodní test slouží k simulaci různých povětrnostních podmínek, od mírného deště až po tropickou bouři. Tento test zahrnuje také simulaci podmínek v myčce automobilů, aby bylo vozidlo vystaveno maximálnímu objemu vody (viz obrázek 22). Cílem vodního testu je ověřit těsnost karoserie, funkčnost těsnění a odolnost elektronických systémů vůči vodě. Tento test pomáhá zajistit, že vozidlo zůstane vodotěsné a funkční za všech podmínek, kterým může být vystaveno během svého provozu.

### Repasní pracoviště vodního testu

Repasní pracoviště vodního testu slouží k odstavení vozidel, která nespĺnila požadované vlastnosti týkající se vodotěsnosti. Pokud pracovníci na lince vodního testu zjistí, že do vozidla proniká voda, je vozidlo převezeno na repasní pracoviště. Zde je vozidlo nejprve řádně vysušeno a poté je provedena detailní diagnostika a následná oprava, aby byla závada odstraněna. Nejčastější závady, které se na tomto pracovišti řeší, zahrnují netěsnosti karoserie vzniklé ve svařovně nebo chybně nalícované dveře. Tento postup zajišťuje, že vozidla, která projdou vodním testem, splňují všechny standardy vodotěsnosti a jsou plně funkční i za nepříznivých povětrnostních podmínek.



Obrázek 22: Vodní test

Zdroj: (Martin Trocha, 35)

## 2.7 Kontrolní bod 7

Kontrolní bod 7 je montážní linka, kde se provádějí minimální montážní operace. Na této lince se na vozidlo instalují pouze detailní prvky, jako jsou různé krytky světel a lepení doplňků. Hlavním úkolem této linky je však lícování přední kapoty, zadního víka a bočních dveří. Současně se na této lince provádějí drobné opravy, které lze provést bez nutnosti rozsáhlých zásahů, jako je lícování přední kapoty, zadního víka a bočních dveří, bez povolení šroubových spojů. Autor se v této části zaměří na proces lícování bočních dveří.

Tato operace se provádí po vyhodnocení pracovníka, který zjistí, že boční dveře nejsou správně nalícované podle předpisů. V takovém případě je nutné provést úpravy, aby byly dveře správně zarovnané a splňovaly požadované standardy. Každý zásah a oprava provedená na vozidle musí být řádně zaznamenána do karty vozidla. Karta vozidla je interní dokument, který není možné zveřejnit. Tento zápis slouží k zajištění kompletní a dohledatelné historie výroby vozidla. Dokumentace každého zásahu umožňuje sledovat všechny provedené úpravy a opravy, což je nezbytné pro udržení vysoké kvality výroby a pro případné budoucí servisní zásahy. Zápisy v kartě vozidla zahrnují podrobnosti o provedených opravách, včetně data, popisu závady, provedených úprav a identifikace pracovníka, který zásah provedl. Tento systematický přístup k evidenci zajišťuje transparentnost a kontrolovatelnost celého výrobního procesu.

Správné lícování bočních dveří je zásadní nejen pro estetický vzhled vozidla, ale i pro jeho funkčnost a bezpečnost. Nesprávně lícované dveře mohou vést k problémům s těsněním, zvýšenému hluku v interiéru a mohou negativně ovlivnit celkovou pevnost karosérie.

**Lícování bočních dveří závisí na plošné a spárové návaznosti s okolními díly, jako je postranice vozidla, střecha a blatník vozidla. Vyhodnocení je závislé na posouzení pracovníka na kontrolním bodě 7, proto autor navrhne úpravu kontroly lícování v kapitole 4.7**

### **Repasní pracoviště kontrolního bodu 7**

Repasní pracoviště kontrolního bodu 7 je specializované stanoviště určené k řešení a opravám závad, které byly identifikovány během celého výrobního procesu vozidla a nebylo možné je opravit v rámci běžného toku montážní linky. Toto pracoviště poskytuje dostatečný čas a prostor pro důkladnou diagnostiku, opravu a ověření odstranění závad, což zaručuje vysoké standardy kvality.

Na repasním pracovišti kontrolního bodu 7 jsou technici vybaveni potřebnými nástroji a odbornými znalostmi, aby mohli efektivně řešit širokou škálu problémů, včetně mechanických, elektrických a estetických závad. Nejčastějšími zjištěnými závadami je lícování bočních dveří, zadního víko a přední kapoty (33). Po provedení všech potřebných oprav a úprav je vozidlo podrobena detailní kontrole pracovníky na kontrolním bodě 8, aby se zajistilo, že všechny identifikované problémy byly úspěšně odstraněny.

Tento proces zahrnuje i pečlivé zaznamenání všech provedených zásahů do karty vozidla, což umožňuje kompletní dohledatelnost a transparentnost výroby.

## **2.8 Kontrolní bod 8**

Kontrolní bod 8 představuje fázi výrobního procesu, kde již neprobíhají žádné montážní operace. Tato linka je určena výhradně pro vizuální a funkční kontrolu vozidel, které jsou předepsané v rámci standardních operačních postupů (36). Na této lince dochází k důkladnému ověření, zda všechny komponenty a systémy vozidla splňují požadované specifikace a normy kvality.

Vizuální kontrola zahrnuje pečlivé prohlédnutí exteriéru a interiéru vozidla, aby se zajistilo, že nejsou přítomny žádné viditelné vady, jako jsou škrábance, promáčkliny nebo nesprávně namontované díly. Kontroly lícování jsou prováděny kvalifikovanými pracovníky, kteří prošli speciálním školením, a to na určeném kontrolním stanovišti.

Po úspěšném dokončení všech kontrolních úkonů je vozidlo finálně uvolněno do expedice. Proces kontroly kvality zahrnuje také administrativní úkony, mezi něž patří ověření a zaznamenání v kartě vozidla, že všechny identifikované nedostatky byly řádně odstraněny, čímž se vozidlo stává schváleným k expedici a přepravě ke konečnému zákazníkovi. Finální uvolnění vozidel do expedice je nezbytným krokem, který zajišťuje, že každé vozidlo opouští výrobní závod v perfektním stavu a je připraven k bezpečnému a spolehlivému provozu.

**Pracovník na kontrolním bodě 8 nemá dostatečný přehled o historii vozidla, které kontroluje. Proto autor navrhně zlepšení na vytipování vozidel pro důkladnou kontrolu v kapitole 4.8.**

## 2.9 Přímý materiálový tok

Přímý materiálový tok ve výrobě osobních automobilů označuje pohyb materiálů a komponentů přímo z jednoho výrobního kroku do druhého bez zbytečných přerušení nebo skladování. Tento tok je navržen tak, aby minimalizoval čas a náklady spojené s manipulací a skladováním materiálů, což vede k efektivnějšímu výrobnímu procesu.

V praxi to znamená, že materiály, jako jsou karoserie, motory, nebo interiérové komponenty, jsou dodávány přímo na montážní linku v přesně stanoveném pořadí a čase. Tento přístup je často podporován metodami, jako je JIT a JIS, které zajišťují, že potřebné díly jsou dodány na montážní linku přesně v okamžiku, kdy jsou potřeba.

Přímý materiálový tok ve smyslu výroby vozidel znamená, že vozidlo projde celou výrobní linkou bez jakýchkoliv závad, jako jsou chybějící díly nebo nesprávně provedené montážní operace, které by vyžadovaly opravu. Každá závada, která je zjištěna na vozidle během jeho průchodu výrobní linkou, je nežádoucí, protože způsobuje nutnost dodatečných prací na vozidle.

Minimalizace závad a racionalizace přímého materiálového toku jsou tedy klíčové pro efektivní a ekonomickou výrobu vozidel. To zahrnuje důkladné kontroly kvality, precizní montážní procesy a efektivní řízení výrobních operací.

## 2.10 Nepřímý materiálový tok

Nepřímý materiálový tok ve smyslu výroby vozidel se týká situací, kdy během průchodu výrobní linkou dojde k neočekávaným problémům, jako jsou chybějící díly, chybně provedené montážní operace nebo poškození vozidel. Jakákoliv závada, která se na vozidle během výrobního procesu objeví, je velmi nepříjemná z několika důvodů:

- **Prodražení výroby:** Opravy a dodatečné práce zvyšují náklady na pracovní sílu, materiály a čas.
- **Prodlužování výrobního času:** Vozidlo stráví více času ve výrobním závodě, což může narušit výrobní harmonogram a kapacitní plánování.
- **Logistické komplikace:** Opravy mohou vyžadovat přesuny vozidel mezi různými částmi závodu i mimo závod, což komplikuje logistiku a zvyšuje nároky na prostor.

Proto je nezbytně nutné, aby všechny procesy na výrobní lince na sebe správně navazovaly. Významné kroky k minimalizaci nepřímého materiálového toku zahrnují:

- **Prvotní ustavení dílů:** Zajištění, že všechny díly jsou správně nainstalovány a sestaveny už na začátku výrobního procesu. To snižuje potřebu jakýchkoliv úprav nebo oprav během montáže.
- **Kvalitní kontrola:** Pravidelné a důkladné kontroly kvality v každé fázi montáže, aby se odhalily a odstranily chyby co nejdříve.
- **Standardizace procesů:** Vytvoření a dodržování standardních pracovních postupů, které minimalizují variabilitu a chyby.
- **Školení pracovníků:** Důkladné a kontinuální školení zaměstnanců, aby byli obeznámeni s nejlepšími postupy a technologiemi.

Důraz na precizní plánování a provádění všech procesů je tedy zásadní pro zajištění hladkého a efektivního výrobního toku, což vede k úspoře nákladů a času.

### 3 TECHNOLOGICKÉ POSTUPY MANIPULACE S BOČNÍMI DVEŘMI

Boční dveře vozidla představují samostatné komponenty, které nejsou pevně svařeny s karosérií, ale jsou navrženy jako pohyblivé díly. Jejich správné ustavení do vozidla je podstatné pro zajištění souladu s lícovacími předpisy týkajícími se návaznosti dílů, vodotěsnosti a celkové funkčnosti. Tyto dveře musí být precizně umístěny tak, aby nejen esteticky zapadaly do celkového designu vozidla, ale také aby správně pracovaly za všech podmínek, kterým může být vozidlo vystaveno.

Design bočních dveří je nejprve navržen designéry, kteří zohledňují estetiku a ergonomii. Designéři se zaměřují na to, aby dveře ladily s celkovým vzhledem vozidla a zároveň byly uživatelsky přívětivé. To zahrnuje například snadný přístup do vozidla, pohodlné otevírání a zavírání a také integraci moderních technologií, jako jsou například elektrické ovládání oken nebo centrální zamykání.

Následně přichází na řadu vývojáři, jejichž úkolem je konstruktivně zpracovat návrh. Vývojáři musí zajistit, aby dveře splňovaly všechny technické požadavky, včetně bezpečnostních norem pro daný trh například ECE R95 Jednotná ustanovení pro schvalování vozidel z hlediska ochrany cestujících v případě bočního nárazu (37) a DIN ISO 27955 Road vehicles – Securing of cargo in passenger cars, station wagons and multi-purpose vehicles – Requirements and test methods (38), odolnosti proti bočním nárazům a dlouhodobé spolehlivosti. Kromě toho musí vývojáři zohlednit i výrobní aspekty, jako je snadnost montáže a demontáže dveří, což je důležité nejen pro výrobní proces, ale také pro případné opravy a údržbu.

Vývojáři musí také pečlivě spočítat hmotnost dveří, což je zásadní údaj pro další konstrukční a výrobní procesy. Hmotnost dveří ovlivňuje nejen celkovou hmotnost vozidla, ale také jeho jízdní vlastnosti, bezpečnost a spotřebu paliva. Například těžší dveře mohou negativně ovlivnit zrychlení vozidla a jeho spotřebu paliva, zatímco lehčí dveře mohou přispět k lepším jízdním vlastnostem a nižším emisím. Proto je důležité najít správný kompromis mezi pevností, hmotností a náklady na výrobu.

V neposlední řadě musí být dveře navrženy tak, aby byly co nejvíce odolné vůči vnějším vlivům, jako je voda, prach nebo extrémní teploty. Vodotěsnost dveří je rozhodující pro zajištění suchého a pohodlného interiéru vozidla, zatímco odolnost proti prachu a dalším

nečistotám přispívá k dlouhodobé spolehlivosti a komfortu užívání. K tomu se používají různé těsnicí materiály a technologie, které zajišťují, že dveře dokonale přiléhají ke karosérii a eliminují riziko průniku vody nebo nečistot.

### **3.1 Ustavení dveří do karosérie**

První ustavení kompletně svařených dveří se provádí na svařovně na okovanou karosérii. Tento proces zajišťuje, že dveře budou správně integrovány do celkové struktury vozidla. Zde je zásadní, aby robotické svařovací systémy přesně navařily panty dveří na určená místa karosérie. Přesnost a kvalita tohoto kroku jsou nezbytné pro zajištění správné činnosti dveří v budoucnosti.

Robotické systémy musí být naprogramovány s vysokou přesností, aby byly panty dveří navařeny s minimálními odchylkami. Následně musí být dveře správně ustaveny do karosérie, což zahrnuje nastavení s určitým předpětím. Toto předpětí je navrženo tak, aby kompenzovalo odchylky vzniklé během dalších výrobních kroků, jako je vytvrzení lepidel v lakovně a následné nastrojení dveří na montážní lince.

Předpětí zahrnuje specifické odchylky, které berou v úvahu změny tvaru a polohy dveří během vytvrzování lepidel. Vytvrzování lepidel je proces, který může způsobit drobné deformace nebo posuny, a proto je důležité, aby byl tento faktor zohledněn již při prvotním ustavení dveří. Když se dveře dostanou na montážní linku, jsou na ně namontovány různé díly, jako jsou reproduktory, výplně dveří, boční okna jejichž hmotnost byla přesně vypočítána konstruktéry. Tato hmotnost může ovlivnit polohu dveří, a proto je důležité mít přesné údaje o hmotnosti všech komponentů.

Tyto procesy společně zajišťují, že dveře, které byly na svařovně ustaveny do předepsané výšky, se po všech výrobních krocích ustaví a tím pádem mohou být o určitou hodnotu níže. Je nezbytné tyto hodnoty pečlivě monitorovat, aby se zajistilo, že finální produkt splňuje všechny požadované standardy a specifikace dle EHK R26 Jednotná ustanovení o schvalování vozidel z hlediska jejich vnějších výčnělků (39). Pokud dveře na montážní lince klesnou pod stanovenou mez, je nutné okamžitě kontaktovat svařovnu. Svařovna musí provést korekci v programu robota, aby byla zajištěna správná poloha dveří v dalším cyklu výroby.

Tato zpětná vazba je zásadní pro udržení konzistentní kvality a přesnosti výroby. Pravidelné kontroly a úpravy v programu robotických systémů umožňují rychlou reakci na

jakékoliv odchylky, čímž se minimalizují možné problémy v pozdějších fázích výroby. Konečným cílem je zajistit, aby každé vyrobené vozidlo splňovalo vysoké standardy kvality, bezpečnosti a funkčnosti, které jsou očekávány zákazníky i regulačními orgány například EHK R26 Jednotná ustanovení o schvalování vozidel z hlediska jejich vnějších výčnělků (39).

### **3.2 Montážní linka**

Na montážní lince je nalakovaná karosérie připravena na montáž všech předepsaných dílů dle výbavy, kterou si zákazník nakonfiguroval. Tento krok zajišťuje, že každé vozidlo odpovídá specifickým požadavkům a preferencím zákazníka. Na taktech číslo 4 a 8 jsou z karosérie demontovány všechny čtyři dveře a na speciálním dopravníku automaticky dopraveny na montážní linku dveří. Tento automatizovaný systém zajišťuje efektivní a přesné přemístění dveří bez zbytečných zdržení nebo rizika poškození.

Na montážní lince dveří dochází k montáži všech nakonfigurovaných dílů, které zákazník požaduje. Tento proces je velmi komplexní, protože existuje mnoho kombinací výbavy, které lze na boční dveře namontovat. Může se jednat o různé typy zámků, elektrických ovládaní oken, reproduktorů, obložení a dalších prvků. Z tohoto důvodu se hmotnost dveří může výrazně lišit až o cca 3 kilogramy v závislosti na konkrétní konfiguraci. Aby bylo možné tyto variace efektivně řídit, je ustavení dveří ve svařovně nastaveno na standardní hmotnost dveří, která zahrnuje všechny možné varianty.

Protože jsou plechové dveře stejné pro všechny varianty, není možné ve svařovně přesně nastavit každé dveře individuálně do karosérie. Tato omezení vedou k tomu, že při montáži dveří do vozidla, která probíhá na taktech 101 a 105, mohou být na ustavených dveřích v karosérii viditelné mírné odchylky jak výškově, tak plošně. Tyto odchylky jsou způsobeny rozdíly v hmotnosti a konfiguraci jednotlivých dveří.

Aby se zajistilo, že finální produkt splňuje vysoké standardy kvality, je na montážní lince prováděno pečlivé slícování dveří s navazujícími díly. Tento proces zahrnuje jemné doladění polohy dveří tak, aby nedocházelo k zatékání vody do interiéru, aby byly eliminovány nežádoucí hluky při jízdě, a aby bylo zajištěno komfortní zavírání dveří. Důležitým aspektem je také dosažení vysoké pohledové kvality, což znamená, že všechny mezery a spáry jsou rovnoměrné a esteticky odpovídají designovým požadavkům.

Slícování dveří je krok, který vyžaduje zkušené pracovníky a přesné nástroje. Pracovníci musí pečlivě nastavit dveře tak, aby splňovaly všechny funkční a estetické požadavky. Tento proces zahrnuje použití různých měřicích a nastavovacích zařízení, která umožňují přesné doladění polohy dveří. Díky tomuto pečlivému přístupu je zajištěno, že každé vozidlo opouští výrobní linku v perfektním stavu, připravený poskytnout zákazníkům vynikající uživatelský zážitek.

### **3.3 Linka KB 7**

Cílem výrobní linky je, aby boční dveře byly již při prvomontáži správně nalícované a splňovaly všechny požadavky na kvalitu a funkčnost. To zahrnuje zajištění přesného zarovnání dveří s karosérií, aby byly zajištěny optimální estetické a funkční vlastnosti. Přestože výrobní linka usiluje o dosažení co nejvyšší přesnosti, není technicky možné, aby všechna vozidla byla vždy dokonale nalícovaná hned při prvomontáži.

Po prvomontáži následuje dynamická jízda a vodní test, které ověří kvalitu ustavení dveří. Během dynamické jízdy se hodnotí, jak dobře jsou dveře ustaveny z hlediska hluku a komfortu. Tento test simuluje reálné podmínky jízdy a pomáhá odhalit případné nedostatky, které by mohly ovlivnit uživatelský zážitek. Vodní test zase kontroluje vodotěsnost dveří, což je důležité pro zajištění, že interiér vozidla zůstane suchý za všech povětrnostních podmínek.

Pokud jsou během těchto testů zjištěny jakékoliv problémy s nalícováním dveří, tak jsou všechny nalezené problémy pečlivě zaznamenány do kontrolní karty vozidla, což umožňuje přesnou identifikaci a sledování závad. Následně jsou na lince KB 7 provedeny potřebné opravy, aby bylo zajištěno, že dveře budou správně nalícovány a splňovaly všechny požadavky na kvalitu a funkčnost.

Cílem je, aby bylo na lince KB 7 nutné provádět co nejméně oprav. Ideálním stavem je, aby vozidla byla správně nalícovaná již při prvomontáži, což by minimalizovalo potřebu dodatečných úprav. To nejen zvyšuje efektivitu výrobního procesu, ale také zajišťuje vyšší kvalitu a spokojenost zákazníků. Neustálé monitorování a zlepšování procesů na výrobní lince zajišťuje dosažení tohoto cíle.

Výrobní tým neustále usiluje o zlepšení všech kroků v procesu montáže a testování, aby bylo dosaženo co nejlepší kvality již při prvomontáži. To zahrnuje investice do pokročilých technologií, školení pracovníků a zavádění přísných kontrolních mechanismů. Díky těmto opatřením se snižuje počet vozidel, která vyžadují dodatečné nalícování na lince KB 7, což přispívá k celkové efektivitě a kvalitě výrobního procesu.

## 4 NÁVRHY NA ZLEPŠENÍ MATERIÁLOVÉHO TOKU

Efektivní řízení materiálového toku je důležitým prvkem úspěchu každé výrobní společnosti. Materiálový tok zahrnuje pohyb materiálu, polotovarů a hotových výrobků mezi jednotlivými etapami výrobního procesu, od příjmu materiálu až po expedici finálních produktů k zákazníkům. Každý krok v tomto procesu je důležitý a vyžaduje pečlivou koordinaci a řízení, aby se zajistilo, že vše probíhá hladce a bez zbytečných zpoždění.

Racionalizace tohoto toku může přinést výrazné zlepšení provozní efektivity, snížení provozních nákladů a zvýšení celkové konkurenceschopnosti firmy. Efektivní materiálový tok znamená, že materiály a výrobky jsou vždy k dispozici tam, kde jsou potřeba, ve správném množství a ve správný čas. To minimalizuje prodlevy, snižuje zásoby a zdokonaluje využití zdrojů.

V této kapitole se autor zaměří na návrhy opatření uvedené v analytické části této bakalářské práce. Tato opatření jsou zaměřena na odstranění překážek v materiálovém toku a na zavedení postupů, které zvýší efektivitu a sníží provozní náklady, na základě zjištěné analýzy. Autor se bude zabývat jak technickými aspekty, jako je modernizace vybavení a implementace nových technologií, tak organizačními opatřeními, jako je lepší koordinace mezi jednotlivými odděleními a zlepšení plánování a kontroly.

Technické aspekty zahrnují například modernizaci dopravních systémů, automatizaci skladovacích a manipulačních procesů, a využití informačních technologií pro sledování a řízení materiálového toku. Modernizace vybavení může zahrnovat nákup nových strojů a zařízení, které jsou efektivnější a spolehlivější než starší technologie. Implementace nových technologií, jako jsou systémy pro sledování zásob v reálném čase, může výrazně zlepšit schopnost společnosti řídit své zásoby a reagovat na změny v poptávce.

Organizační opatření zahrnují například zlepšení komunikace a koordinace mezi jednotlivými odděleními, což může vést k lepšímu plánování a kontrole výrobního procesu. Lepší koordinace mezi odděleními znamená, že informace o potřebách a dostupnosti materiálů jsou sdíleny v reálném čase, což umožňuje rychlejší a efektivnější rozhodování. Zlepšení plánování a kontroly může zahrnovat zavedení pokročilých systémů pro plánování výroby, které umožňují lépe předvídat a řídit potřeby materiálů.

## 4.1 Proces zakládání dílů při tvorbě platformy

Autor navrhuje nahradit lidské operátory robotickým ramenem, které by zajišťovalo zakládání dílů do svařovacích boxů. Výroba jednotlivých komponentů, jako jsou platforma vozidla a boční dveře, aktuálně využívá osm svařovacích boxů obsluhovaných čtyřmi operátory, přičemž jeden operátor obsluhuje dva boxy. V navrhovaném řešení autor předpokládá, že jedno robotické rameno by mohlo obsluhovat dva až čtyři svařovací boxy. Toto robotické rameno by bylo umístěno na pojízdných kolejnicích, které by zajišťovaly stabilitu a umožňovaly pohyb mezi jednotlivými boxy (viz obrázek 23).

Implementace tohoto návrhu by vyžadovala úpravu prostoru před svařovacími boxy. Před boxy by byly instalovány automatické regály (viz obrázek 24), do kterých by operátoři manipulační techniky dopravovali potřebné díly k montáži. Z těchto regálů by robotické rameno odebíralo materiál a zakládalo ho do svařovacích boxů.

Celkově by tento návrh vyžadoval instalaci dvou až čtyř robotických ramen umístěných na kolejnicích před svařovacími boxy a vybudování automatických regálů pro skladování materiálu (viz obrázek 25). Tím by se zajistil nepřetržitý provoz svařovacích boxů bez ohledu na potřeby přestávek, které lidské operátory omezují. Mezi další výhody tohoto návrhu patří zvýšená rychlost a opakovatelnost při zakládání dílů do svařovacích boxů.

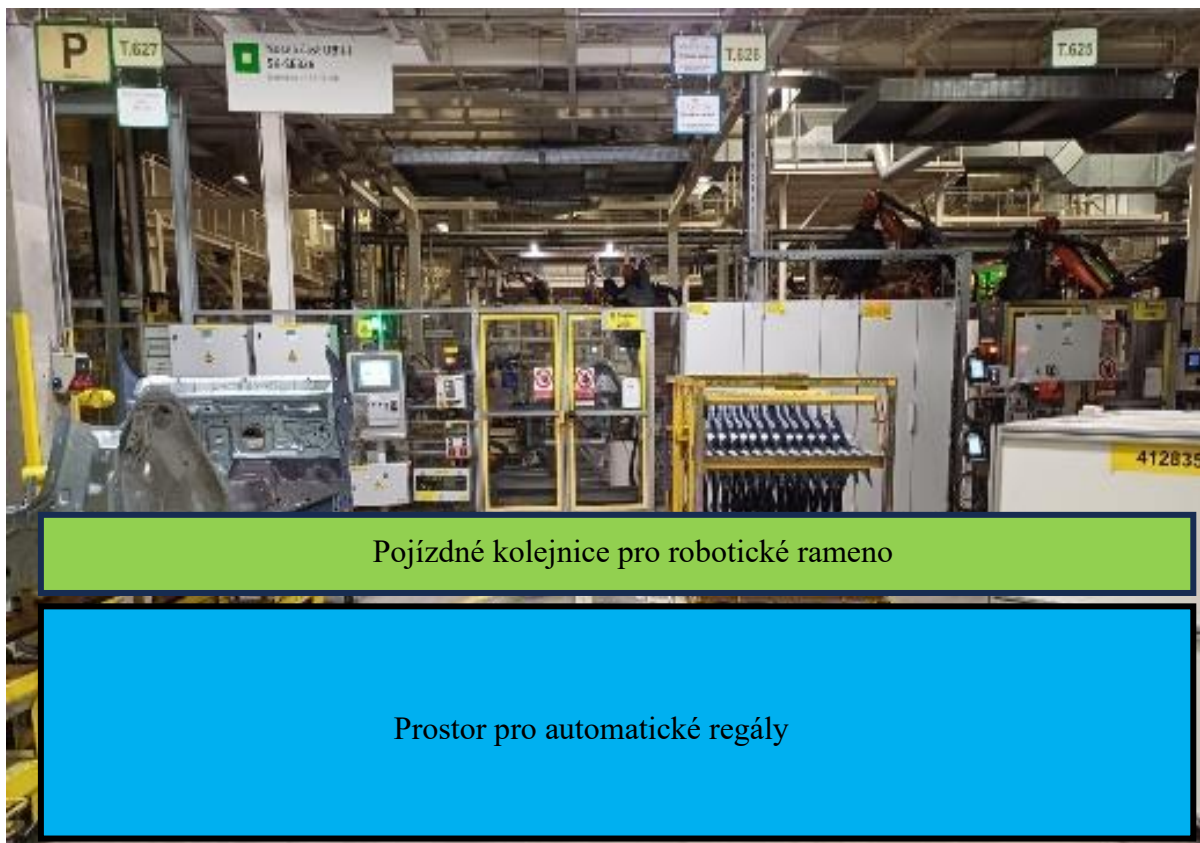


Obrázek 23: Robotické rameno na kolejnicích



Obrázek 24: Automatické regály

Zdroj: Foto autor



Obrázek 25: Návrh na úpravu prostor před svařovacími boxy

Zdroj: Foto a úpravy autor

## 4.2 Nahrazení griferu framerem

V rámci tohoto návrhu autor navrhuje nahradit stávající technologii stabilizace postranic při svařování na vnitřní svařenou karosérii technologií ustavení pomocí frameru namísto griferu. Každý vyráběný model musí mít svůj vlastní grifer (viz obrázek 26), který je navržen dle CAD dat a slouží k udržení postranice na definovaném místě během svařování. Hlavním požadavkem je zajištění nehybnosti postranice během svařování, protože jakýkoliv pohyb by vedl k nežádoucím odchylkám od CAD dat, což by komplikovalo následnou montáž dalších dílů.

Hlavním problémem při stabilizaci postranice ve svařené karosérii pomocí griferu je materiál, z něhož je grifer vyroben. Grifery jsou z karbonu, který poskytuje výborné vlastnosti jako vysokou pevnost, nízkou hmotnost a odolnost proti korozi a chemikáliím. Nicméně karbon není schopen udržet stoprocentní stabilitu během svařování, což vede k tomu, že grifer v některých bodech neudrží postranici v požadované poloze.

Navrhovaný framer je vyroben z konstrukční oceli, která zaručuje, že se postranice během svařování neodchýlí od svého původního stavu (viz obrázek 27). Nevýhodou tohoto návrhu je vyšší hmotnost frameru v řádech stovek kilogramů ve srovnání s griferem. Tato změna by vyžadovala úpravu prostoru kolem pracoviště, protože framery nelze kvůli jejich hmotnosti odpojit od manipulátoru a odstavit framer jako se nyní provádí u griferu (viz obrázek 26). Z tohoto důvodu by musely mít své vlastní místo pro odstavení kolem pracoviště během nečinnosti. Prostor pro toto řešení je omezený a vyžadoval by pečlivé plánování. V rámci dostupného prostoru je však možné integrovat framer do výrobní linky. Rovněž by bylo nutné upravit dopravní systém, který v současnosti přepravuje grifery. Každý framer by potřeboval vlastní dopravník od místa odstavení, který by navazoval na stávající dopravník a přepravoval ho na pracoviště.

Investice do této změny by přinesla větší stabilitu při svařování postranic a umožnila lepší korekce, které nejsou možné s grifery kvůli jejich křehkosti.



Obrázek 26: Grifer – karbonový rám



Obrázek 27: Framer – ocelový rám

Zdroj: (Robin Kasper, 40)

### 4.3 Změna ve vyhodnocování kamerové kontroly střechy

Autor navrhuje zautomatizování kontroly svárů střechy, která se v současnosti provádí pomocí promítání fotografií z vyrobených vozidel na obrazovku pracovníka, jenž tyto sváry kontroluje. Současný stav kontroly je závislý na pečlivosti pracovníka, který má tuto činnost předepsanou ve svém pracovním postupu. Fotografie z kamerové kontroly jsou zasílány pracovníkovi na jeho pracoviště, kde kontroluje kvalitu předepsaných svárů (viz obrázek 28). Tato kontrola se však provádí o 20 karosérií dále, než kde byly fotografie pořízeny, což

znamená, že pracovník kontrolující vozidlo zároveň kontroluje fotografie pořízené po svaření střechy. Pracovník musí na základě svých zkušeností vyhodnotit, zda na střeše není chybný svár. Současný systém kamerové kontroly neumí označit chybně provedený svár, pouze zobrazí fotografii pracovníkovi.

Navrhovaná změna spočívá v naučení systému kamerových kontrol detekovat nesprávně provedené sváry, aby systém dokázal z fotografie identifikovat chybný svár a při promítání na obrazovku pracovníka tuto fotografii opatřil filtrem a označil červenou barvou, což by signalizovalo chybný svár (viz obrázek 29). Pracovník by tak měl vizuální upozornění na možnou závadu, kterou by mohl vyhodnotit a patřičně reagovat, například upozorněním techniků na chybný svár, aby upravili parametry svařování nebo zkontrolovali technologii svařování.

Implementace tohoto návrhu by zahrnovala nahrání potřebného softwaru do stávajícího kamerového systému a jeho naučení na desítkách tisíc obrázků, které by definovaly dobré a špatné sváry. Tyto obrázky jsou k dispozici v archivech společnosti, protože všechny fotografie z aktuálního systému se ukládají. Návrh by tedy vyžadoval validační a zkušební test softwaru, aby byla zajištěna jeho správná činnost.



Obrázek 28: Aktuální zobrazení chybného sváru

Zdroj: (41, úprava autor)



Obrázek 29: Navrhované zobrazení chybného sváru

Zdroj: (41, úprava autor)

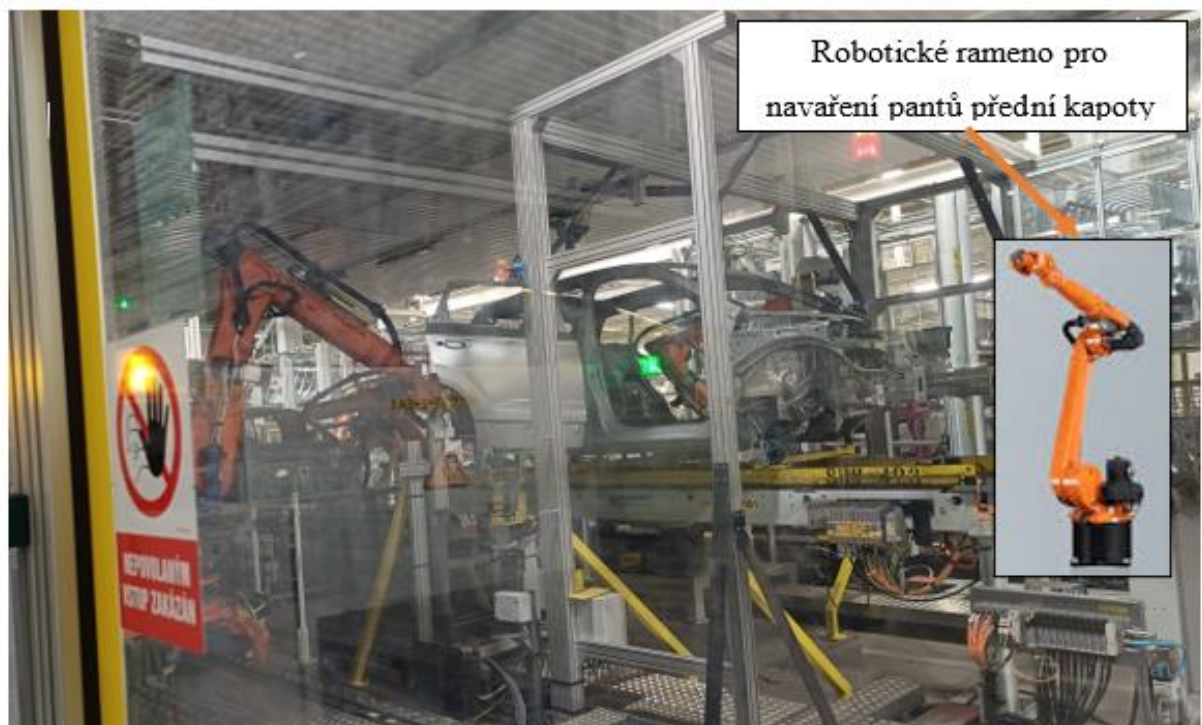
#### 4.4 Montáž pantů přední kapoty

Předpokládaný návrh na doplnění montážní operace, která zahrnuje automatické navaření pantů pro přední kapotu, je uveden na obrázku (viz obrázek 30). Významnou změnou ve stávajícím procesu by bylo přemístění operace navaření pantů pro přední kapotu z linky okované karosérie na linku vnější svařené karosérie.

V současném stavu na lince okované karosérie operátor umísťuje panty pro přední kapotu do přípravku, který vloží do motorového prostoru, aby panty správně ustavil, a poté je navaří na karosérii.

Navrhované řešení zahrnuje zavedení robotického ramene do prostoru boxů pro ustavení bočních dveří do karosérie, kde se nyní provádí pouze operace ustavení zadních bočních dveří. Přední část boxu je v současnosti nevyužita a je zde dostatek prostoru pro umístění robotického ramene. Do této přední části by se doplnilo robotické rameno, které by zajišťovalo ustavení pantů do karosérie a následně jejich navaření. Tento návrh by efektivně využil nevyužitý prostor a čas v boxu na ustavení zadních bočních dveří.

Navíc by eliminoval lidský faktor, který může způsobit nedokonalé ustavení pantů v karosérii. Tím by se také ulehčilo operátorovi, protože by měl o jednu montážní operaci méně, což by mohlo vést k úspoře pracovního personálu o cca 1 pracovníka na směnu. Celkově by tento návrh zvýšil efektivitu procesu a snížil riziko chyb způsobených lidským faktorem.



Obrázek 30: Návrh na doplnění montážní operace

Zdroj: Foto a úpravy autor

## 4.5 Kamerové kontroly na lince okované

Autor této práce se inspiroval navrhovanou úpravou v závodě ŠKODA AUTO a.s. v Mladé Boleslavi (viz obrázek 31) a tuto technologii by vylepšil o vyhodnocování měrových protokolů a následných grafických výstupů, které by byly promítány operátorovi na lince, který provádí repasní opravy ustavení bočních dveří v karosérii.

V současnosti v závodě Kvasiny není nainstalována žádná kamerová kontrola na ustavení panelových dílů. Na konečné lince svařené karosérie je pouze kamerová kontrola na přítomnost správných dílů v karosérii (viz obrázek 10).

Navrhovaná úprava by spočívala v rozšíření konečné linky, aby bylo možné nainstalovat robotická ramena s 3D scannery, které by byly naprogramovány na měření plošné a spárové návaznosti bočních dveří s navazujícími díly. Linka by byla rozšířena o repasní linku, kam by se odstavovaly karosérie, které byly vyhodnoceny jako nevyhovující. Pokud by byla karosérie vyhodnocena jako správně nalícovaná, pokračovala by linkou do lakovny a nebyla by odstavena na repasní linku, pokračovala by tedy stávajícím procesem.

Toto měření a vyhodnocení by probíhalo v reálném čase a operátorovi na konečné lince svařené karosérie by ukázalo stav lícování vozidla, zda je v pořádku dle PDM předpisů, nebo zda je nutné karosérii repasně opravit. Pokud by měření bylo vyhodnoceno jako nevyhovující, tuto informaci by dostal i pracovník na lince lícování dveří, čímž by měl zpětnou vazbu o tom, jak lícuje dveře.

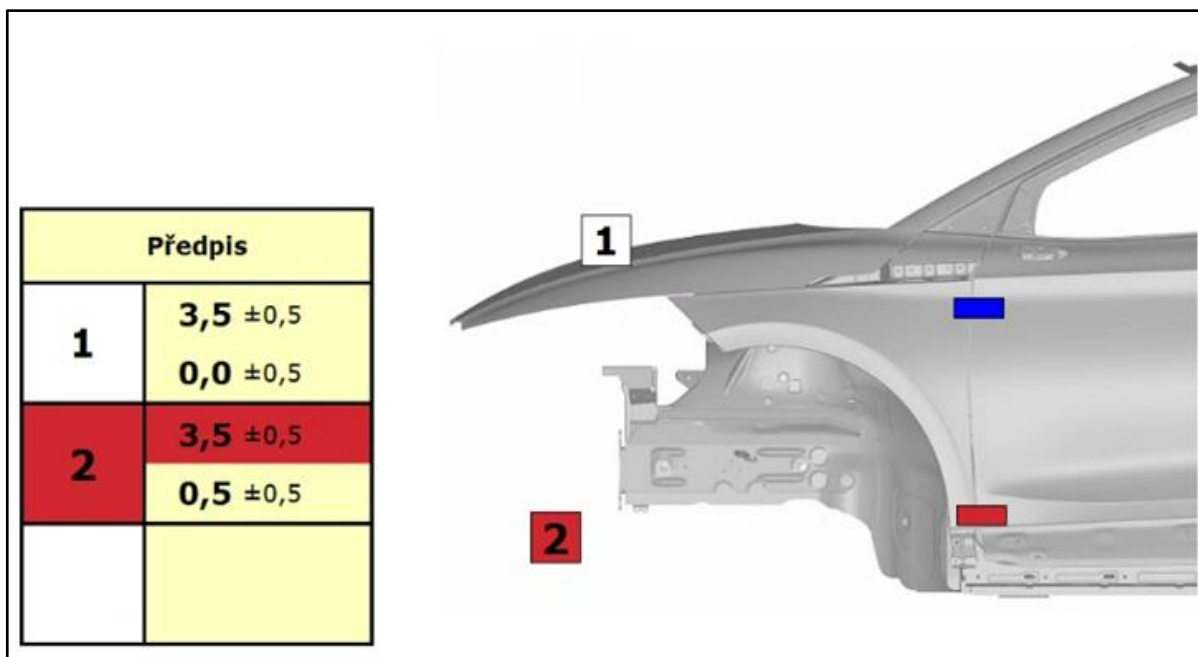
Výstup by se generoval jako měrový protokol upravený a pochopitelný pro pracovníky na lince. Stávající protokol, který je nyní generován v závodě Mladá Boleslav (viz obrázek 31), je pro pracovníka nepřehledný. Pouze poukazuje na to, že měření nevyhovuje tolerancím, ale nechává na pracovníkovi, aby zjistil, jakým způsobem a kde konkrétně je třeba provést opravu.

Navrhovaný protokol (viz obrázek 32) by poskytoval jednoznačné a přehledné informace, které by pracovníkům jasně ukázaly, kde a jakým způsobem je třeba provést repasní opravu karosérie. Chybné hodnoty by byly v červeném rámečku a doplněny o textovou část, která by specifikovala, jak tento problém vyřešit. Správné hodnoty by byly v zelených rámečcích. Tabulka by byla doplněna o sloupeček s naměřenými hodnotami.

Tento přístup by eliminoval nejasnosti a zkrátil čas potřebný k identifikaci a opravě nevyhovujících míst, čímž by se zvýšila efektivita a kvalita oprav. Pracovníci by měli jasné a srozumitelné pokyny, což by vedlo k rychlejšímu a přesnějšímu provádění potřebných úprav.

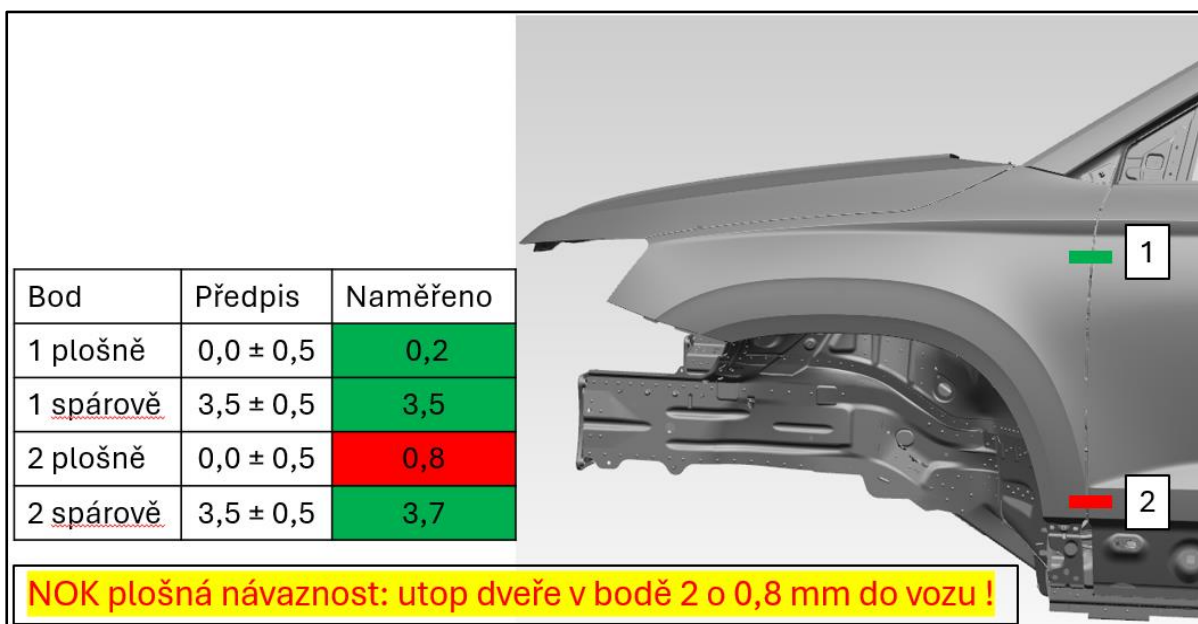
Celkově by tento systém přispěl ke zvýšení kvality výrobního procesu a finálního produktu, a zároveň by usnadnil práci operátorům, kteří by měli k dispozici jasné a snadno interpretovatelné informace pro provádění repasních oprav.

Tato technologie by tedy nejen zlepšila přesnost a efektivitu procesů, ale také by poskytla jasnější a snadněji interpretovatelné informace pro operátory, což by vedlo ke zvýšení kvality finálního produktu.



Obrázek 31: Současný protokol s nevyhovujícím lícováním

Zdroj: (Jindřich Kubíček, 41)



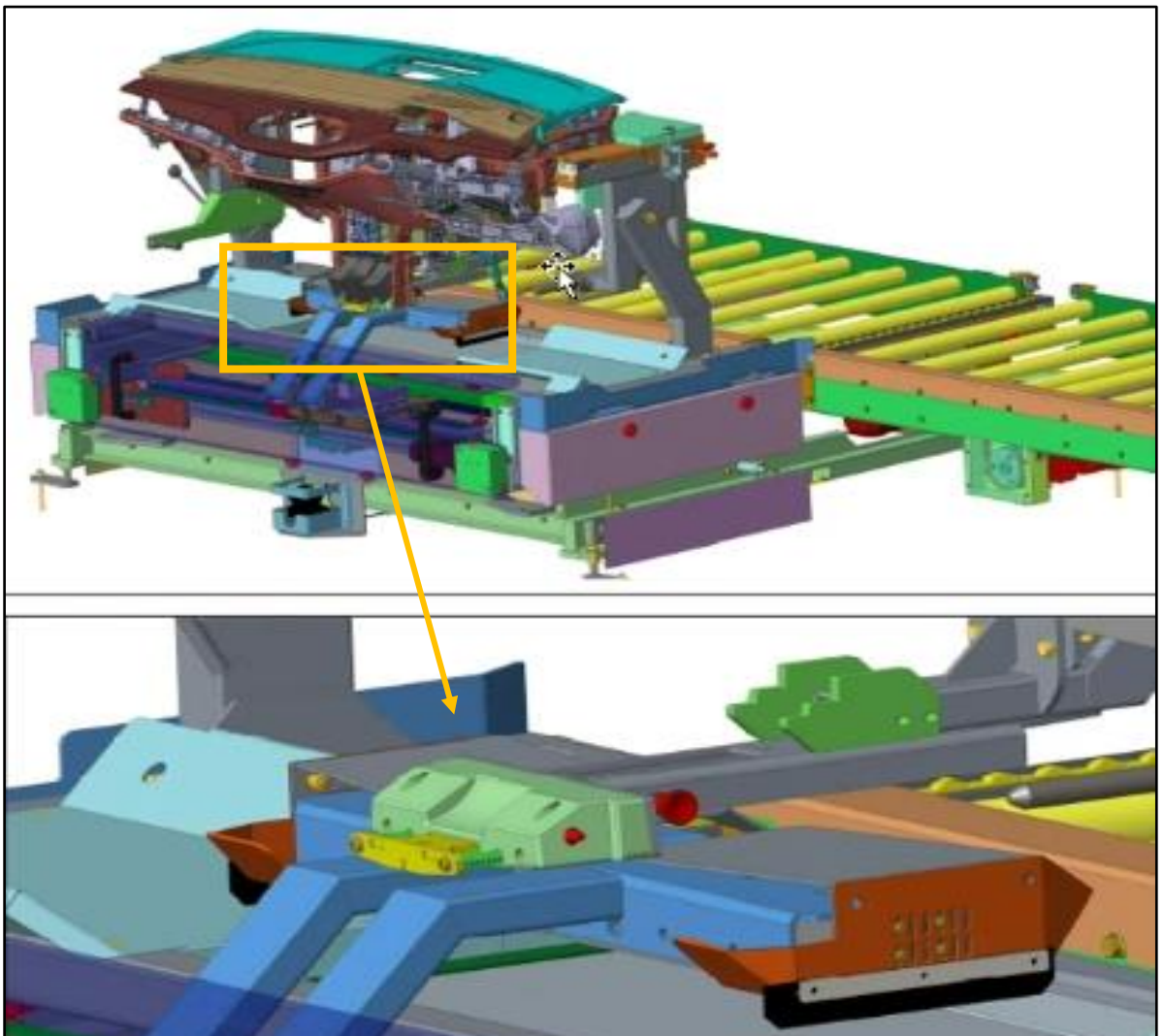
Obrázek 32: Navrhovaný protokol s nevyhovujícím lícováním

Zdroj: Foto a úpravy autor

## 4.6 Ustavení kokpitu do vozidla

Autor se v tomto návrhu zaměřuje na efektivitu procesu montáže kokpitu do vozidla, konkrétně na fixaci tunelových vzpěr přímo v manipulátoru (viz obrázek 33). Současný stav zahrnuje montáž kokpitu na vedlejší lince, kde je kokpit sestaven a poté přemístěn do vozidla na hlavní montážní lince. V aktuálním procesu jsou tunelové vzpěry nefixované, což vede k jejich pohybu a následně vyžaduje použití přípravku k jejich správnému ustavení při montáži kokpitu do vozidla. Tento krok je časově náročný a závisí na preciznosti pracovníka.

Navrhované řešení spočívá v úpravě manipulátoru tak, aby fixoval tunelové vzpěry přímo během montáže. Úprava by se týkala spodní části manipulátoru, kde by byly přidány držáky na tunelové vzpěry. Toto zlepšení by umožnilo stabilní a opakovatelnou zástavbu kokpitu bez potřeby dodatečného ustavení přípravkem. Výsledkem by byla zvýšená efektivita a přesnost montážního procesu, snížení závislosti na lidském faktoru a eliminace operace ustavení tunelových vzpěr pomocí přípravku.



Obrázek 33: Navrhovaný stav manipulátoru

Zdroj: (42, úprava autor)

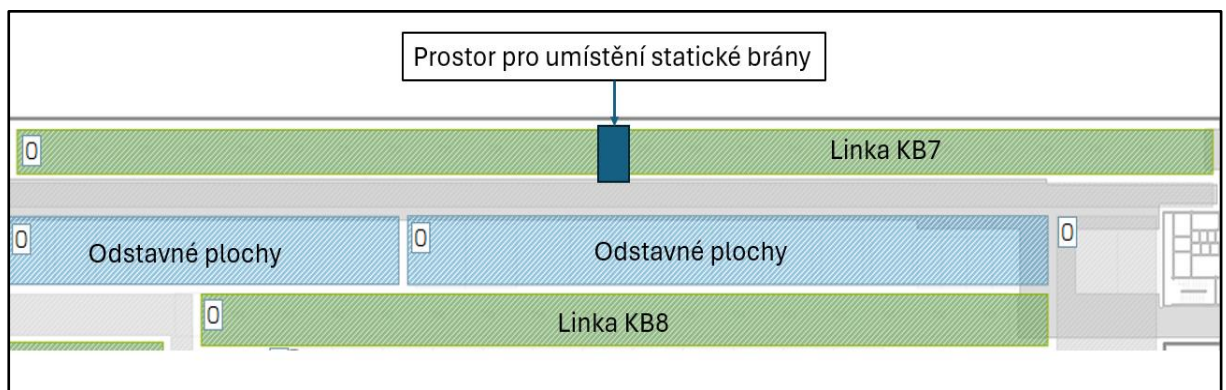
## 4.7 Automatická kontrola lícování na lince KB 7

Autorův návrh na automatickou kontrolu lícování na lince KB7, jak je znázorněno na obrázku (viz obrázek 35), se zaměřuje na instalaci statické brány s kamerami, které by měřily plošnou a spárovou návaznost. Tato brána by byla strategicky umístěna v polovině linky KB7 (viz obrázek 34), což by poskytlo dostatek času na provedení repasní opravy přímo na této lince v případě zjištění nevyhovujícího lícování. Tím by se eliminovala potřeba přesunu vozidla na samostatné repasní pracoviště.

Výstup z tohoto měření by byl podobný výstupu z měření okované karosérie (viz obrázek 32). Tento systém by zajistil, že vozidla, která projdou linkou KB7, což je poslední montážní linka před konečnou kontrolní linkou KB8, budou správně nalícovaná. Na lince KB8 se již neprovádějí žádné opravy ani montáže; zde se pouze kontroluje funkčnost a vizuální stav vozidla podle standardních kontrolních postupů (36).

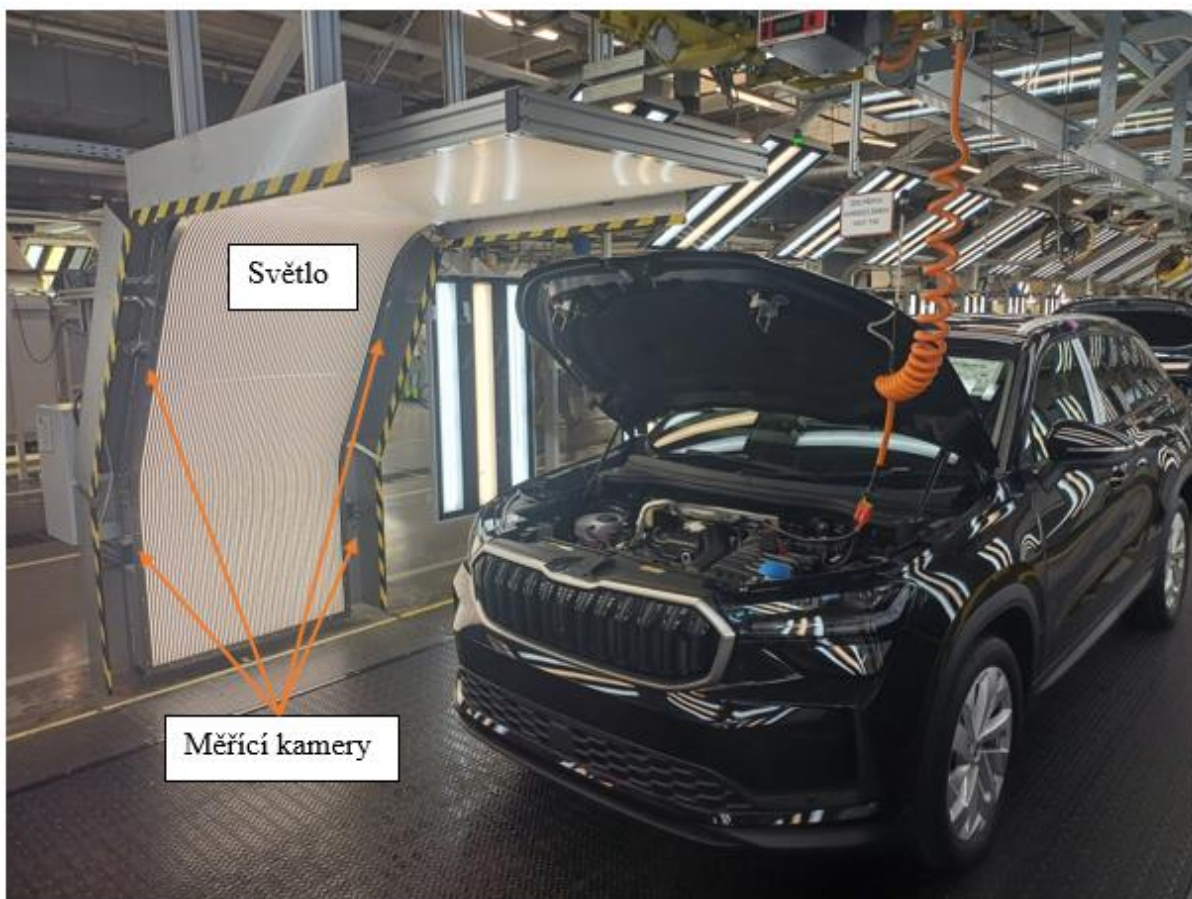
Navrhovaná úprava by zajistila, že každé vozidlo, které opouští montážní linku a vjíždí na kontrolní linku KB8, bude správně nalícované. To je zásadní pro plynulost výrobního toku a pomůže omezit výskyt nelícujících dílů na kontrolním bodě KB8. Sníží se tak počet nepřímých vozidel a zvýší se plynulost výroby, protože nebude potřeba odstavovat vozidla kvůli opravám návaznosti dílů.

V současném procesu je vozidlo s lícovací závadou na bočních dveřích opraveno na lince KB7, ale chybí zpětná kontrola, zda byla oprava provedena správně. Implementace kamerové kontroly ve statické bráně by umožnila vyhodnocení každého vozidla a poskytla by okamžitou zpětnou vazbu pracovníkům provádějícím opravy. Tím by se zajistilo, že pouze správně nalícovaná vozidla by pokračovala do linky KB8, čímž by se eliminovala možnost, že by vozidla s nedostatečně opraveným lícováním pokračovala dále v procesu. Tento systém by přispěl k celkové kvalitě a efektivitě výroby



Obrázek 34: Návrh na umístění statické brány

Zdroj: (43, úprava autor)



Obrázek 35: Návrh na statickou měřicí bránu

Zdroj: Foto a úpravy autor

#### 4.8 Vytipování vozidel na důkladnou kontrolu vozidla na KB8

Autor se v této práci zaměřuje na identifikaci vozidel z montážní linky, která mají záznam o repasní opravě v kontrolní kartě vozidla a která se dle RFID sledování odchytila od své obvyklé pozice. Tyto informace by byly zaznamenány v protokolu (viz obrázek 36), který by se zobrazoval na začátku linky KB8, kde pracovník přebírá vozidlo ke kontrole.

V současné době pracovník, který přebírá vozidlo ke kontrole na lince KB8, nezná celou historii vozidla. Pouze se dozví z karty vozidla, jaké úkony byly na vozidle provedeny, avšak nemá vždy čas tyto informace důkladně prostudovat. Navíc v kartě vozidla nenajde informaci o tom, jak dlouho vozidlo setrvalo na repasním pracovišti.

Navrhovaný protokol (viz obrázek 36), který by se zobrazoval na začátku linky KB8 na obrazovce, by obsahoval základní informace o vozidle, jako je VIN kód, důležité specifikace objednané zákazníkem, repasní činnosti, a také čas a místa, kde se vozidlo zdrželo. Pokud by vozidlo nemělo žádné zdržení, údaje by byly zobrazeny v zeleném rámečku, což by signalizovalo, že je vše v pořádku a jedná se o přímé vozidlo. Naopak, pokud by vozidlo mělo

záznam v kartě vozidla nebo zdržení v některé lokalitě, údaje by byly zobrazeny v červeném rámečku, což by znamenalo, že se jedná o nepřímé vozidlo s informacemi o provedených repasních činnostech a lokalitách zdržení.

Tento systém by pracovníkovi pomohl zaměřit se mimo svou obvyklou činnost i na části vozidla, které vyžadují zvláštní pozornost na základě údajů o repasní činnosti nebo času zdržení. Například, pokud se vozidlo zdrželo na repasním pracovišti se záznamem o výměně předního nárazníku, pracovník by věděl, že se musí důkladněji zaměřit na přední část vozidla, aby ověřil, že je vše v pořádku.

<b>VIN: TMBXX1XX1XX123456 - KODIAQ</b>
<b>Pozor! Nepřímé vozidlo</b>
<b>Záznam o výměně předního nárazníku!</b>
<b>Vozidlo bylo odstaveno 2 dny na repasním pracovišti</b>
<b>Vozidlo bylo odstaveno 15 hodin na vodním testu</b>
<b>Vozidlo musí obsahovat: Střešní nosiče Tónovaná zadní okna Tažné zařízení</b>

Obrázek 36: Navrhovaný protokol

Zdroj: Autor

## 5 ZHODNOCENÍ NÁVRHŮ

Cílem navrhovaných změn je snížit pracovní náročnost zaměstnanců montážní linky, zvýšit kvalitu hotového produktu, eliminovat dodatečné práce a zlepšit celkový materiálový tok. Tyto návrhy přispějí ke zvýšení kvality hotového produktu v jednotlivých montážních operacích. Zároveň dojde ke zvýšení míry robotizace, což povede ke stabilnějším procesům montáže.

V kapitole 4.1 autor navrhuje nahrazení operátorů svařovacích boxů automatickými robotickými rameny. Toto řešení zahrnuje vybudování automatických regálů, do kterých by se ukládal potřebný materiál, který by robotická ramena odebírala pro zakládání dílů do svařovacích boxů. Tato úprava zajistí nepřetržitý provoz linky a zaručí opakovatelné zakládání dílů, které nebude závislé na lidském faktoru. Implementace tohoto řešení bude náročná z hlediska prostoru a vyžaduje značné počáteční investice. Nicméně, tyto investice by se vrátily díky nahrazení 2-3 pracovníků na směnu. Při provozu v 18 ti směnné provozu by to znamenalo úsporu až 10 pracovníků, kteří by mohli být přesměrováni na jiné úkoly.

V kapitole 4.2 autor navrhuje výměnu technologie pro stabilizaci postranice do svařené vnitřní karoserie. Návrh zahrnuje instalaci frameru, úpravu dopravníku pro framer a rozšíření prostoru kolem pracoviště pro odkládání frameru při jeho nepoužívání. Použití frameru by znamenalo stabilnější navařování postranice do karoserie, což by zajistilo stabilitu a eliminovalo posunutí při sváření. Při požadavcích na korekci postranice v určité oblasti by byla tato korekce proveditelná, protože framer zajišťuje stabilitu při sváření a nedochází u něj k odchýlkám způsobeným tuhostí materiálu. Tímto způsobem by byla zajištěna vyšší přesnost a kvalita svařování, což by přispělo k celkové stabilitě a pevnosti karoserie.

V kapitole 4.3 autor navrhuje doplnění stávající kontroly střechy o kamerovou kontrolu správně provedeného laserového sváru. Tato změna by zahrnovala úpravu vyhodnocování kamerové kontroly, nahrání potřebného softwaru s naučenými podklady a zobrazení výsledků. Tímto způsobem by bylo zajištěno, že vyhodnocení kamerové kontroly nebude závislé pouze na pracovníkovi, ale bude automaticky prováděno kamerovým systémem. Tato úprava by zvýšila rychlost detekce a hlášení chybných svárů, což by umožnilo provedení potřebné nápravy přímo na výrobní lince. Automatizovaný systém kamerové kontroly by tak zajistil vyšší přesnost a konzistenci kontroly svárů, což by přispělo k celkové kvalitě finálního produktu.

V kapitole 4.4 autor navrhuje přemístění montážní operace navaření předních pantů z linky okované na linku vnější svařené karoserie. Tato operace by se nově vložila k montážní operaci ustavení zadních bočních dveří. Tato změna by zahrnovala instalaci robotického ramene pro ustavení a navaření pantů přední kapoty. Tímto návrhem by se efektivně využil prostor i čas v boxu ustavení zadních bočních dveří. Současně by se odstranila tato operace z linky okované, kde ji aktuálně vykonává montážní dělník. Tímto krokem by byla zajištěna lepší kvalita ustavení pantů přední kapoty díky vyšší přesnosti robotického ramene, což by vedlo ke zvýšení celkové kvality montážního procesu.

V kapitole 4.5 autor navrhuje zavedení kamerové kontroly na lince okované. Tento návrh by zahrnoval rozšíření stávající linky o linku pro repasní pracoviště a instalaci kamerových systémů pro kontrolu lícování panelových dílů v karoserii. Dále by se generoval přehledný a srozumitelný protokol o naměřených hodnotách pro pracovníka, který provádí repasní operace lícování bočních dveří. Tímto návrhem by se zajistilo, že všechna vozidla opouštějící svařovnu budou lícovaná v souladu s požadavky a předpisy. Automatizovaná kamerová kontrola by přispěla k vyšší přesnosti a konzistenci lícování, což by vedlo ke zlepšení celkové kvality finálního produktu.

V kapitole 4.6 autor navrhuje úpravu fixace kokpitu v manipulátoru. Tento návrh by zahrnoval úpravu stávajícího manipulátoru, do kterého by byly přidány stabilizační prvky pro uchycení a stabilitu tunelových vzpěr. Tím by byla zajištěna stabilní poloha tunelových vzpěr při montáži kokpitu do vozidla. Tato úprava by zároveň eliminovala potřebu používání přípravku pro ustavení kokpitu do vozidla, který je aktuálně nutný kvůli nestabilitě a nejasné poloze tunelových vzpěr. Tímto zlepšením by se zvýšila efektivita montážního procesu a kvalita konečného produktu, jelikož by bylo zajištěno přesné a stabilní umístění tunelových vzpěr při montáži kokpitu.

V kapitole 4.7 autor navrhuje doplnění linky KB7 o automatickou kontrolu lícování. Tento návrh zahrnuje instalaci brány s kamerami, která bude umístěna v polovině linky KB7. Součástí návrhu je také doplnění monitoru, na kterém se bude zobrazovat naměřený protokol z aktuálního vozidla. Díky této úpravě by měl pracovník okamžitou představu o tom, zda je vozidlo správně nalícované. Tím by bylo zajištěno, že každé vozidlo, které opustí linku KB7, bude správně nalícované podle požadavků a specifikací. Tento systém automatické kontroly by přispěl k vyšší přesnosti a konzistenci lícování, což by vedlo k lepší kvalitě finálních vozidel.

V kapitole 4.8 autor navrhuje zavedení systému na kontrolu vozidel, který by poskytoval informace o vozidle pracovníkovi na lince KB8. Tento návrh zahrnuje instalaci systému, který by centralizoval všechna potřebná data o vozidlech a dokázal z nich vytvořit jednoduchý protokol, který by byl zobrazen kontrolnímu pracovníkovi na lince KB8. Systém by načítal data z čteček papírových kontrolních karet a informace z RFID tagů. Po dokončení digitalizace kontrolní karty vozidla by se všechny informace načítaly z tohoto digitálního systému. Tento návrh by upozorňoval pracovníka kontroly na nestandardní úkony prováděné na vozidle, na které je třeba se zaměřit při kontrole. Tím by byla zajištěna lepší a cílenější kontrola vozidel, což by vedlo ke snížení zákaznických reklamací, protože případné problémy by byly odhaleny a vyřešeny ještě ve výrobním závodě. Tento systém by tedy přispěl ke zvýšení kvality a spolehlivosti finálních produktů.

## ZÁVĚR

Tato bakalářská práce byla zaměřena na analýzu stávajícího materiálového toku karoserie ze svařovny na montážní linku se zaměřením na lícování bočních dveří.

**Cílem této bakalářské práce, který si autor stanovil v úvodu, bylo provést analýzu materiálového toku ze svařovny na montážní linku se zaměřením na lícování bočních dveří a předložit návrhy na racionalizaci tohoto materiálového toku v závodě ŠKODA AUTO a.s. Kvasiny.**

V první kapitole byla autorem této práce provedena analýza materiálového toku ve svařovně ŠKODA AUTO a.s. Kvasiny, konkrétně ve svařovně B. Racionalizaci materiálového toku svařovnou autor posoudil z následujících aspektů: analyzování a efektivita využití jednotlivých pracovních stanic, minimalizace prostojů, efektivita práce, plynulost materiálového toku, posouzení a implementace nových technologií, rozšíření kamerových kontrol do procesu výroby karoserie, systematická a průběžná kontrola montážních operací a zdokonalení pracovních prostor. Tyto aspekty byly zohledněny s cílem zlepšit materiálový tok, zvýšit efektivitu výroby a zajistit vysokou kvalitu finálních produktů.

Ve druhé kapitole této práce byla provedena podrobná analýza materiálového toku na montážní lince č. 1 v závodě ŠKODA AUTO a.s. Kvasiny. V rámci racionalizace materiálového toku na této montážní lince se autor zaměřil na implementaci nových technologií, rozšíření kamerových kontrol v procesu montáže vozidel, kontrolu montážních operací a zdokonalení stávajících technologií používaných při montáži vozidel.

Ve třetí kapitole autor analyzoval technologické postupy manipulace s bočními dveřmi. Tato analýza poskytuje komplexní přehled o důležitosti správného slícování bočních dveří, což je nezbytné pro následné montážní operace.

Ve čtvrté kapitole byly předloženy návrhy na zlepšení materiálového toku v analyzovaném závodě ŠKODA AUTO a.s. Kvasiny. Autor navrhl změny v zakládání dílů, nahrazení technologie pro ustavení postranice, zavedení kamerových kontrol při montážních operacích a zlepšení kontrol vozidel.

Zhodnocení návrhů autor této práce provedl v páté kapitole.

**Přínosy této bakalářské práce:**

- a) Zaměření na racionalizaci materiálového toku ve výrobních procesech, což přinese zvýšení provozní efektivity, snížení provozních nákladů a zlepšení konkurenceschopnosti firmy.**
- b) Implementace robotických ramen a automatizace různých výrobních činností, jako je kontrola kvality svárů, ustavení dílů a montáž kokpitů, vede ke snížení závislosti na lidském faktoru, zvýšení rychlosti a přesnosti výrobních procesů.**
- c) Zavedení pokročilých technologií, jako jsou systémy pro sledování a řízení materiálového toku, kamerové kontroly a měrové protokoly, zlepšuje kvalitu finálních produktů a poskytuje jasné a srozumitelné pokyny pro operátory, což přispívá k efektivnější a přesnější výrobě.**

## SEZNAM POUŽITÝCH INFORMAČNÍCH ZDROJŮ

1. Výrobní dokumentace PDM listy [intranet ŠKODA]. [cit. 2024-12-06]. Dostupné z intranetu: [https://kvs.wob.vw.vwg:8081/DE-script/webagent/DE/menu.html?login\\_pki=true](https://kvs.wob.vw.vwg:8081/DE-script/webagent/DE/menu.html?login_pki=true)
2. Definice konceptu platformy [intranet ŠKODA]. [cit. 2024-12-10]. Dostupné z intranetu: <https://space.skoda.vwgroup.com/group/research-development/definice-konceptu-platformy-in-a-elektroniky>
3. Michal Štencl, Technik kvality svařovny A Kvasiny [cit. 2024-11-11]
4. Výrobní dokumentace [intranet ŠKODA]. [cit. 2024-12-06]. Dostupné z intranetu: <https://dfview.dmz.skoda.vwg>
5. Řízení výkresové dokumentace [intranet ŠKODA]. [cit.2024-12-06]. Dostupné z intranetu: <https://eportal.skoda.vwg/relief/pod/cz/ID000006324>
6. Vypracování technického zadání [intranet ŠKODA]. [cit.2024-12-06]. Dostupné z intranetu: <https://eportal.skoda.vwg/relief/pod/cz/ID000005558>
7. Výrobní postup založení vnějšího dílu [intranet ŠKODA]. [cit. 2024-12-06]. Dostupné z intranetu: <https://dfview.dmz.skoda.vwg>
8. Založení postranice do přípravků a následné svaření pomocí laser sváru [intranet ŠKODA]. [cit. 2024-12-06]. Dostupné z intranetu: <https://dfview.dmz.skoda.vwg>
9. Výrobní postup Geo2 stanice střecha [interní dokumentace intranet ŠKODA]. [cit.2024-12-06]. Dostupné z intranetu: <https://dfview.dmz.skoda.vwg>
10. Sváření střechy s postranicí pomocí laser sváru [intranet ŠKODA]. [cit. 2024-12-09]. Dostupné z intranetu: <https://dfview.dmz.skoda.vwg>
11. Požadavky na kamerovou kontrolu střechy po laser sváření [intranet ŠKODA]. [cit. 2024-12-06]. Dostupné z intranetu: <https://kvs.wob.vw.vwg>
12. Automatická montáž dveří do karosérie pomocí stacionárního robota [intranet ŠKODA]. [cit. 2024-12-09]. Dostupné z intranetu: <https://dfview.dmz.skoda.vwg>
13. Inline měření Leica ve výrobní lince svařovny [intranet ŠKODA]. [cit. 2024-12-06]. Dostupné z intranetu: <https://dfview.dmz.skoda.vwg>

14. Vyhodnocení kamerové kontroly laser sváru střech [intranet ŠKODA]. [cit. 2024-12-09]. Dostupné z intranetu: <https://dfview.dmz.skoda.vwg>
15. Montáž pantů přední kapoty [intranet ŠKODA]. [cit. 2024-12-09]. Dostupné z intranetu: <https://dfview.dmz.skoda.vwg>
16. PDM list s předpisem pro lícování bočních dveří a zadního víka [intranet ŠKODA]. [cit. 2024-12-06]. Dostupné z intranetu: <https://kvs.wob.vw.vwg>
17. PDM list s požadavky na utahovací moment šroubových spojů blatníků [intranet ŠKODA]. [cit. 2024-12-06]. Dostupné z intranetu: <https://kvs.wob.vw.vwg>
18. Vrstvy laku a ochranných nástřiků [online]. [cit. 2024-12-06]. Dostupné z: <https://www.skoda-storyboard.com/cs/skoda-svet-cs/nove-lakovani-setri-prirodu-a-zachovava-kvalitu/>
19. 9 zásadních kroků při průchodu karosérie lakovnou [online]. [cit. 2024-12-06]. Dostupné z: <https://www.skoda-storyboard.com/cs/skoda-svet-cs/inovace-a-technologie/krok-za-krokem-nejmodernejsi-lakovnou-skoda-auto/>
20. Josef Kočnar, pracovník technologie montáže Kvasiny [cit. 2024-10-23]
21. Výroční zpráva ŠKODA AUTO a.s. za rok 2023 [online]. [cit. 2024-12-06]. Dostupné z: [https://cdn.skoda-storyboard.com/2024/03/Skoda\\_Auto-Annual\\_Report-2023\\_CZ\\_eeb13d52.pdf](https://cdn.skoda-storyboard.com/2024/03/Skoda_Auto-Annual_Report-2023_CZ_eeb13d52.pdf)
22. Demontáž pravých předních a pravých zadních dveří do vozidla [intranet ŠKODA]. [cit. 2024-12-09]. Dostupné z intranetu: <https://dfview.dmz.skoda.vwg>
23. Demontáž levých předních a levých zadních dveří do vozidla [intranet ŠKODA]. [cit. 2024-12-09]. Dostupné z intranetu: <https://dfview.dmz.skoda.vwg>
24. Montáž hotového kokpitu do vozidla [intranet ŠKODA]. [cit. 2024-12-09]. Dostupné z intranetu: <https://dfview.dmz.skoda.vwg>
25. Očištění dveří od nečistot [intranet ŠKODA]. [cit. 2024-12-09]. Dostupné z intranetu: <https://dfview.dmz.skoda.vwg>
26. Zkouška dveří QRK6 [intranet ŠKODA]. [cit. 2024-12-09]. Dostupné z intranetu: <https://dfview.dmz.skoda.vwg>

27. Spojení podvozkové části s karosérií (svatba) [online]. [cit. 2024-12-09]. Dostupné z: <https://www.skoda-storyboard.com/cs/skoda-svet-cs/minuty-z-vyroby-svatba/>
28. Zapojení a utážení autobaterie do vozidla [intranet ŠKODA]. [cit. 2024-12-09]. Dostupné z intranetu: <https://dfview.dmz.skoda.vwg>
29. Napojení vozidla na diagnostiku a nahrání softwaru [intranet ŠKODA]. [cit. 2024-12-05]. Dostupné z intranetu: <https://kvs.wob.vw.vwg>
30. Zástavba levých předních a levých zadních dveří do vozidla [intranet ŠKODA]. [cit. 2024-12-09]. Dostupné z intranetu: <https://dfview.dmz.skoda.vwg>
31. Zástavba pravých předních a pravých zadních dveří do vozidla [intranet ŠKODA]. [cit. 2024-12-09]. Dostupné z intranetu: <https://dfview.dmz.skoda.vwg>
32. Seřízení geometrie a montáž ochranných prvků podvozku [intranet ŠKODA]. [cit. 2024-12-09] Dostupné z intranetu: <https://dfview.dmz.skoda.vwg>
33. Přehled závad z vybraných kontrolních bodů systém SQS [intranet ŠKODA]. [cit. 2024-12-06]. Dostupné z intranetu: <https://sqs.skoda.vwg/sqs/main.aspx>
34. Zkušební polygon Kvasiny [online]. [cit. 2024-12-06]. Dostupné z: [https://www.youtube.com/watch?v=m\\_4yLMNKL4Y&t=89s](https://www.youtube.com/watch?v=m_4yLMNKL4Y&t=89s)
35. Martin Trocha, pracovník analýz vodotěsnosti Kvasiny, [cit. 2024-11-11]
36. Předepsané kontrolní operace na KB8 [intranet ŠKODA]. [cit. 2024-12-09]. Dostupné z intranetu: <https://dfview.dmz.skoda.vwg>
37. Předpis Evropské hospodářské komise Organizace spojených národů (EHK OSN) č. 95 – Jednotná ustanovení pro schvalování vozidel z hlediska ochrany cestujících v případě bočního nárazu [2015/1093] [online]. [cit. 2025-02-04]. Dostupné z: [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/?uri=uriserv%3AOJ.L\\_.2015.183.01.0091.01.CES](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/?uri=uriserv%3AOJ.L_.2015.183.01.0091.01.CES)
38. DIN ISO 27955 Road vehicles – Securing of cargo in passenger cars, station wagons and multi-purpose vehicles – Requirements and test methods (ISO 27955:2010) [online]. [cit. 2025-02-04]. Dostupné z: [https://www.technickenormy.cz/din-iso-27955-road-vehicles-securing-of-cargo-in-passenger-cars-station-wagons-and-multi-purpose-vehicles-requirements-and-test-methods-iso-27955-2010-3/?srsltid=AfmBOoqtGqU\\_f-BhLS9jfAT14zdOWBfVdUeuUEsUsCwtWjR0lkPkBF\\_N](https://www.technickenormy.cz/din-iso-27955-road-vehicles-securing-of-cargo-in-passenger-cars-station-wagons-and-multi-purpose-vehicles-requirements-and-test-methods-iso-27955-2010-3/?srsltid=AfmBOoqtGqU_f-BhLS9jfAT14zdOWBfVdUeuUEsUsCwtWjR0lkPkBF_N)

39. Předpis Evropské hospodářské komise Organizace spojených národů (EHK/OSN) č. 26 – Jednotná ustanovení o schvalování vozidel z hlediska jejich vnějších výčnělků [online]. [cit.23.01.2025]. Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/?uri=CELEX%3A42022X0082&qid=1737615470481>
40. Ing. Robin Kasper, Koordinátor řízení kvality – svařovna. [cit.202-01-27]
41. Ing. Jindřich Kubíček, pracovník inovačních technologií – kamerové kontroly, [cit.2025-01.24]
42. Václav Preclík, DiS., pracovník analýzy interiéru [cit.2025-01-27]
43. CarFID, informační systém na polohu vozidel v závodě Kvasiny. [intranet ŠKODA]. [cit. 2025-01-28]. Dostupné z intranetu: <https://eportal.skoda.vwg/carrfid-m3/users>