

Česká zemědělská univerzita v Praze

Technická fakulta

**Zvýšení přepravní kapacity dopravníkového systému automobilových
karoserií**

Diplomová práce

Vedoucí diplomové práce: Ing. František Dvořák, CSc.

Autor práce: Bc. Radek Vlček

PRAHA 2013

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Katedra vozidel a pozemní dopravy

Technická fakulta

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Vlček Radek

Silniční a městská automobilová doprava

Název práce

Zvýšení přepravní kapacity dopravního systému automobilových karoserií

Anglický název

The transport capacity increasement of the transport system of automotive car bodies in manufacturing company

Cíle práce

Zpracovat přehled a analýzu dopravníkové techniky využívané v lakovně karoserií, navrhnout nová řešení a optimalizaci pro zvýšení přepravní kapacity dopravního systému.

Metodika

Na základě shromážděných materiálů provést hodnocení a optimalizaci z hlediska koncepčního, konstrukčního, energetického, environmentálního a posouzení předpokládaných vývojových trendů.

Osnova práce

- Úvod
 - Problematika dopravníků a dopravníkové techniky a technologie
 - Charakteristika současného stavu
 - Návrh inovací
 - Hodnocení a vize budoucnosti
 - Závěr
-

Rozsah textové části

50 stran

Klíčová slova

karoserie, dopravník, manipulace, logistika

Doporučené zdroje informací

Cvekl, Z., Janovský, L., Podivinský, V., Talácko, S.: Teorie dopravních a manipulačních zařízení. ČVUT, Praha, 1988.

Jeřábek, K.: Stroje a zařízení pro manipulaci. Praha: ČVUT, 1987.

Daněk, J., Pavliska, J.: Technologie ložných a skladových operací I a II. Ostrava: VŠB, 2002, ISBN 80 248 0063 2.

Drahotský, I., Řezníček, B.: Logistika – procesy a její řízení. Brno: Computer Press, 2003, ISBN 80 7226521-0.

Đurkovič, O.: Dopravní a manipulační stroje. ČZU, Praha, 1995, ISBN 80-213-0134-1.

Lambert, D. M., Stock, J. R., Ellram, L. M.: Logistika. Computer Press, Praha, 2000, ISBN 80-7226-221-1.

Vedoucí práce

Dvořák František, Ing., CSc.

Termín zadání

listopad 2011

Termín odevzdání

duben 2013



doc. Ing. Boleslav Kadleček, CSc.

Vedoucí katedry



prof. Ing. Vladimír Jurča, CSc.

Děkan fakulty

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracoval samostatně pod vedením pana Ing. Františka Dvořáka, CSc. a uvedl jsem všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpal.

Bc. Radek Vlček

Abstrakt: Cílem této diplomové práce je v poměrně malém rozsahu, osvětlit čtenářům přehled a analýzu dopravníkové techniky využívané v lakovně karoserií, navrhnout nová řešení a optimalizaci pro zvýšení přepravní kapacity dopravního systému. Konkrétně pro lakovnu v závodě firmy Škoda Auto a.s. v Mladé Boleslavi. Na základě všech získaných materiálu bylo provedeno hodnocení a optimalizace z hlediska koncepčního, konstrukčního, energetického, environmentálního a z hlediska vývojových trendů. První kapitola se obecně zabývá problematikou dopravníkových systémů, kde je provedeno rozdělení jednotlivých transportních zařízení. Další kapitoly popisují druhy použitých dopravníků v lakovně od převzetí ze svařovny až k následnému předání na jednotlivé montáže. Stručně je popsán princip činnosti a hlavní části dopravníků. V dalších částech práce se čtenář něco dozví o dvou koncepcích pro zvýšení přepravní kapacity v lakovně. V případě první koncepce o maximální kapacitě 2100 a druhém případě o 2400 karoserií za den. V případě druhé koncepce je nutné provést výstavbu přidružených hal pro umístění nových technologií a dopravníkových systémů. Tato práce se nevěnuje elektronickým řízení a bezpečnostním prvkům.

Klíčová slova: karoserie, dopravník, přeprava, manipulace, logistika

Abstract: Object of this diploma thesis is to explain the readers on the relatively short dimension of pages the overview and analysis of conveyer technology used in paint shop for body and proposal of new solution and optimisation for increasing of transport capacity of conveyer system. Concrete for paint shop for cars in the company Skoda Auto a.s. in Mladá Boleslav. Based on materials was done evaluation and optimisation from point of view like concept, construction, energy, environment and trend of developing. The first chapter concerns in general the questions of conveyer systems, divided into single transport equipments. The next chapters describe the conveyer types, used in the paint shop – since the receiving from the welding shop up to the following delivery to assembly line. The thesis also includes the short description of the operating principle and the main conveyer parts. In the next chapters will the reader be informed about two concepts for increasing of transport capacity in paint shop. In case of first concept is the maximal capacity of 2100 vehicles/day, in the second case 2400 vehicles/day. In case of second concept it is necessary to build the secondary production hall for new technology

and conveyer systems. This thesis doesn't concerned with the electronic control and the conveyers safety components.

Keywords: body, conveyer, transport, handling, logistics

Obsah

Úvod	9
1 Úvod do problematiky dopravníkové techniky	10
1.1 Charakteristika přepravovaného materiálu	10
1.2 Rozdělení charakteru dopravního pohybu	10
1.3 Obecné rozdělení dopravníků	11
1.3.1 Dopravníky s tažným ústrojím	11
1.3.2 Dopravníky bez tažného ústrojí	15
1.4 Výběr vhodného manipulačního zařízení	17
2 Přehled a analýza systému používaný v lakovně	18
2.1 Základní informace o lakovně Škoda Auto	18
2.1.1 Procesní informace o lakovně M11A	18
2.1.2 Procesní informace o lakovně M11B	20
2.1.3 Procesní informace o lakovně D13A a D16	21
2.2 Základní technické zařízení lakovny	21
2.3 Nanášené odstíny barev v lakovně	22
2.4 Základní přepravní prvek	22
2.5 Instalované dopravníky v lakovně	22
2.5.1 Článekový (kyvadlový) dopravník	23
2.5.2 Podvěsný dopravník	24
2.5.3 Otočný stůl	25
2.5.4 Válečkový dopravník s pohonem	26
2.5.5 Zásobníkový pásový dopravník	27
2.5.6 Pásový dopravník (příčný)	28
2.5.7 Hydraulická zvedací plošina	29
2.5.8 Pásová zvedací plošina	30
2.5.9 Řetězový dopravník (podélný)	31
2.5.10 Řetězový dopravník (příčný)	32
2.6 Vizualizační systém lakovny	33
3 Charakteristika současného stavu	34
3.1 Prostoje dopravníků v M11A	36
3.2 Disponibilita zařízení	37
3.3 Počet přepravených karoserií přes lakovnu	38
3.4 Rozsáhlé havárie v lakovně	39
3.4.1 Dopravník přes linku VBH	39

3.4.2	Přívodní ventilátor vrchního laku 3. linky	40
3.5	Udržení současného stavu	41
4	Návrh inovací.....	44
4.1	Koncepce 2100 karoserí.....	44
4.1.1	Hydraulické zvedací plošiny	44
4.1.2	Zrychlení dopravníků M11A a M11B.....	45
4.1.3	Doplnění paletových rámců do systému	45
4.1.4	Zásobník za kataforézou	46
4.1.5	Linka nástřiku plniče.....	47
4.1.6	Zásobník před 3. linkou vrchního laku.....	48
4.1.7	Finanční náročnost.....	48
4.2	Koncepce 2400 karoserí.....	49
4.2.1	Prostory pro využití výstavby	50
4.2.2	Jakou technologii je nutné vystavět	51
4.2.3	Linka VBH a KTL.....	52
4.2.4	Ostatní dopravníky – úspora energie	57
4.2.5	Investiční náklady na kapacitu 2400.....	59
5	Hodnocení a vize budoucnosti.....	60
6	Závěr	62
	Seznam použité literatury	63
	Seznam použitých obrázků.....	63
	Seznam použitých tabulek.....	67
	Přílohy	68

Úvod

Logistika patří k relativně mladým vědním disciplínám, jejichž počátky lze datovat do padesátých let tohoto století, kdy koncentrace výrobních kapacit, umožněná průmyslovou revolucí, předstihla možnosti dosavadních metod distribuce hotových výrobků, kterým zatím věnována systematická pozornost. [1]

Růst průmyslové výroby a další rozvoj našeho hospodářství vyžaduje využití všech rezerv s širokým uplatněním modernizace zejména v oblasti manipulace s materiálem. Zahrnuje ve všech výrobních závodech v průmyslu, dopravě, stavebnictví a zemědělství úseky činností. Mezi tyto úseky patří závodová doprava vnější a vnitřní (mezi objektová, dílenská, mezioperační a skladová). První část této práce se věnuje celkovému rozdělení dopravníků a jejich použití. [2]

Další kapitola přímo popisuje dopravníkový systém v lakovně firmy Škoda Auto a.s. v závodě v Mladé Boleslavi. Celý lakovací proces je umístěn do dvou budov, z nichž je první lakovna základu (budova M11A) a druhá vrchního laku (budova M11B). Dále jednotlivé výstupy na montáže modelu "A" a "modelu "A0" přes zásobníky karoserií po povrchové úpravě. V této práci je dále zmíněna přeprava karoserií přes jednotlivé operace povrchových úprav. Tyto lakové operace již předurčují jednotlivé použití typů dopravníkové techniky. Vzhledem k tomu, že budovy lakovny jsou vícepatrové, jsou zde zmíněny nejenom dopravníky horizontálního transportu karoserií, ale i vertikálního směru dopravy.

Výstupem této diplomové práce je zpracování přehledu a analýzy dopravníkové techniky v lakovně karoserií, určení tzv. úzkých míst v lakovně z hlediska přepravní kapacity. Následně je v práci zpracováno navržení nových řešení a optimalizací ve formě koncepcí pro zvýšení přepravní kapacity dopravníkového systému. Důvodem zvyšování přepravní kapacity lakovny je čím dál zvyšující se poptávka po určitých vozech od firmy Škoda Auto. Současný dopravníkový systém již není schopen reagovat na zvyšování produkce výroby automobilů a omezuje tak maximální možnou kapacitu lakovny a následně produkci automobilů.

1 Úvod do problematiky dopravníkové techniky

Dopravníky jsou stroje pro dopravu sypkých, zrnitých a kusovitých hmot nebo kusových předmětů na vzdálenosti od několika metrů do několika kilometrů. Doprava je převážně vodorovná nebo mírně skloněná buď vzhůru, nebo dolů. Některé dopravníky slouží i k vertikální nebo šikmé dopravě (např. korečkové elevátory, šnekové dopravníky, hrnouce dopravníky). [2]

1.1 Charakteristika přepravovaného materiálu

- a) **Sypký materiál** je takový, který lze přemísťovat sypáním. Patří sem tedy nejen materiál sypký (např. písek), ale i takové, které mají podstatně větší „zrna“ (např. řepa, brambory, lomový kámen, netříděné uhlí, ruda, dřevěné třísky, atd.).
- b) **Kusový hromadný materiál** obsahuje větší množství jednotlivých kusů stejného nebo podobného druhu (např. množství stejných beden, přepravek, pytlů, tvárnic, cihel, výkovek, karoserií, apod.).
- c) **Jednotlivý materiál** je pak jakýkoli předmět, přepravovaný jako kus.

1.2 Rozdělení charakteru dopravního pohybu

Plynulá doprava je charakterizována neustálým oběhem prvků dopravního (manipulačního zařízení). Určité množství dopravovaného materiálu, odpovídá dopravnímu výkonu zařízení, které se neustále plynule pohybuje od počátečního ke koncovému bodu dopravní cesty. Dráha, po níž se plynulá doprava uskutečňuje, je předem stanovena, doprava má určitý pravidelný rytmus (takt). Je však třeba rozeznávat, zda proud materiálu je zcela pravidelný, rovnoměrný a také je-li přetržitý nebo nepřetržitý. [3]

Plynulá doprava přetržitá je taková, při níž je materiál rozdělen na poměrně malá, stejná množství (odpovídající obsahu jednotlivých prvků dopravního zařízení), která po sobě v pravidelných intervalech následují. Pohyb těchto prvků musí být vratný, tj. prvky se po určité době vracejí na původní místo. Vrací-li se jeden a týž dopravní prvek bezprostředně, a to zpravidla po téže dráze, takže je v daném úseku cesty osamocen,

hovoříme o dopravě periodické, resp. o provozu periodickém nebo též o dopravě cyklické a o provozu cyklickém, protože dopravní prvek často pracuje v cyklech. Jde-li o více dopravních prvků, které nejsou v daném úseku osamoceny, vracejících se po jiné dráze, avšak zpravidla rovnoběžně, hovoříme o dopravě oběžné, resp. o oběžném provozu. [3]

Plynulá doprava nepřetržitá je taková, při níž tok dopravovaného materiálu je za normálního provozu nepřetržitý. [3]

1.3 Obecné rozdělení dopravníků

Dopravníky je možné třídit podle různých hledisek. Nejpřirozenější je třídění podle některých významných konstrukčních znaků. Tak dospějeme k rozdělení na dopravníky s tažným orgánem a bez tažného orgánu. Tažným orgánem je např. pás, řetěz nebo lano. Do první skupiny patří tedy pásové dopravníky, řetězové článkové dopravníky, ale i podvěsné a dále korečkové elevátory. Do druhé skupiny pak patří šnekové dopravníky, vibrační dopravníky a válečkové tratě. [2]

1.3.1 Dopravníky s tažným ústrojím

a) **Pásové dopravníky** jsou *Obr. 1.: Pásový dopravník na pevné předměty* [16] nejrozšířenějším druhem dopravníků vůbec. Je to odůvodněno jejich příznivě technickými a ekonomickými vlastnostmi, které plynou z velké pracovní rychlosti a to v průměru 1 až 2 m/s, maximálně 8m/s. Tato rychlost zaručuje při daném dopravním výkonu jen velmi nízké měrné zatížení pásu, a tím hospodárnou dimenzi nosné ocelové konstrukce. Rovněž spotřeba energie pro pohon na jednotkové dopravované množství, je menší než u jiných dopravníků. Nejdražší částí dopravníků je pás, jehož životnost při správné konstrukci a dobré údržbě je několik let. Tyto dopravníky lze navrhnout v mnoha šířkách a délkách. Přípustný sklon dopravníku je dán součinitelem tření mezi pásem a přepravovaným materiálem. Při použití příčných žebér připevněných na pás, je možné materiál dopravovat až po úhel 45°. Rychlost pásových dopravníků se řídí požadavkem technologických operací (např. sušení, chladnutí,



kontrola). U ostatních dopravníků, kde není spojena s technologickými operacemi je snaha dosáhnout co největší rychlosti. Je třeba brát na zřetel konstrukční provedení pásu a konstrukci dopravníku (vibrace, dynamické síly, atd.). [2]

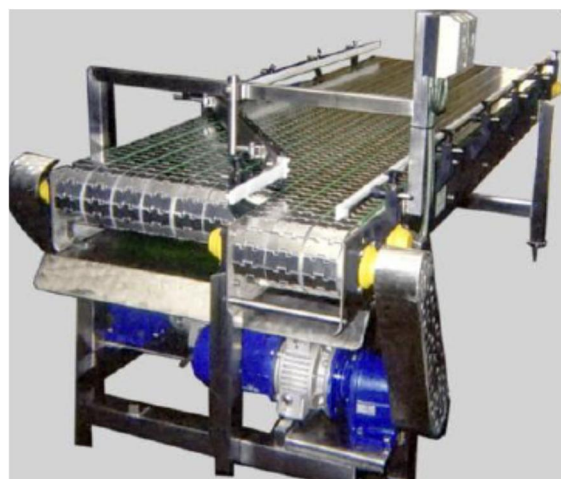
Dopravujícím ústrojím je pás, který tvoří uzavřený okruh obíhající na dvou bubnech, z nichž je nejčastěji jeden hnací a druhý protilehlý, napínací. Osy bubnů jsou navzájem rovnoběžné. Pás, který je nosným i tažným prvkem zároveň, má tedy dvě větve. V trati jsou obě větve podepírány kladkami, popř. i dalšími bubny. Pás je buď z textilního tkaniva, chráněného pryží nebo z umělých látek nebo z oceli. Pohon obstarává hnací elektromotor pomocí převodovky a hnacího bubnu. Výhodou pásových dopravníků je zejména vysoký dopravní výkon při malém zatížení, malá měrná spotřeba energie, velmi jednoduché konstrukční uspořádání, nízké provozní a udržovací náklady, tichý chod.

Nevýhodou je poměrně snadné poškození gumových pásů ostrohranným nebo horkým předmětem. [3]

ČSN ISO 2109 je norma, která stanovuje základní rozměry pásů, válečků a bubnů pro různé typy lehkých pásových dopravníků, určených pro dopravu sypkých hmot. Nevztahuje se na přenosné a pojezdové dopravníky nebo na důlní pásové dopravníky. ČSN ISO 5048 stanovuje metodu výpočtu výkonu na poháněcím bubnu pásového dopravníku a tahových sil v pásu a platí pro pásové dopravníky s nosnými válečky. [4]

b) Článekové dopravníky mají dopravující ústrojí vytvořeno z jednotlivých, pro uložení dopravovaného materiálu vhodně upravených článků, navzájem spojených, takže vzniká uzavřený okruh jako nosný prvek. Tažným prvkem je řetěz, do kterého jsou články průběžně spojeny. V trati jsou články podpírány vedením, po němž buď klouzají, nebo pojíždějí pomocí koleček, zpravidla spojených s řetězem. Na konci tratí přecházejí články většinou přes bubny nebo kotouče (hnací, napínací, vodící), s obvodem vhodně upraveným podle tvaru článků. Výhodou těchto dopravníků je jejich použití ve vyšších teplotách a odolnosti proti mechanickým vlivům, jako jsou ostré

Obr. 2.: Článekový dopravník [19]



předměty. Je-li dopravník poškozen, stačí zpravidla vyměnit články. Oprava je tedy jednoduchá a velice rychlá. Nevznikne tak velký prostoj v případě poruchy. Nevýhodou je větší měrný pohybový odpor, hlučnost a větší náročnost na údržbu. Podle základního konstrukčního řešení lze článkové dopravníky rozdělit na dopravníky s tvarovými články (bez okrajů, s okraji nebo se záchyty) a na dopravníky vozíkové (deskové). Vozíkové dopravníky jsou sestaveny z jednotlivých vozíků, které jsou spolu trvale kloubově spojeny, těsně za sebou řazeny a pojíždějí po kolejnicích. Do této skupiny lze zařadit i vozíkové dopravníky podlahové, jejichž čtyřkolové plošinové vozíky jsou taženy řetězem a vedeným v drážce v podlaze. Vozík je s řetězem spojen pouhým zasunutím vozíkového tlačného čepu do řetězu. Spojení tedy může být navázáno nebo přerušeno a zpětně navázáno. [3]

Společným znakem všech článkových dopravníků jsou řetězy. Při přechodu přes řetězové kolo při jeho konstantních otáčkách vzniká tzv. polygonový efekt, tj. řetěz se pohybuje střídavě zrychleným a zpžděným pohybem. [5]

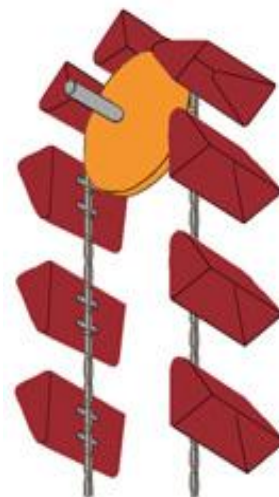
ČSN ISO 2140 je norma, která stanovuje hlavní rozměry týkající se konstrukce článkových dopravníků pro volně ložené sypké hmoty, jmenovitě: rozteč řetězu, šířku článku a výšku bočnic. [4]

c) **Korečkové dopravníky**

Vlastní dopravní pás tvoří nepřetržitá řada korečků, zhotovených z plechu. Dopravní pásma je tažena dvěma řetězy z ploché oceli po otočně uložených kladkách. Dopravovaný materiál se nasypává do korečků a je dopravován až k hlavě transportéru, kde se pak při změně polohy korečku vysypává do zásobníku nebo na jiný dopravní element. [6]

Proto korečkové dopravníky řadíme v podstatě mezi zařízení dopravující plynule nepřetržitě a přiřazujeme k nim i konstrukčně zcela obdobné dopravníky záchytové. [3]

Obr. 18.: Korečkový dopravník na sypký materiál [18]



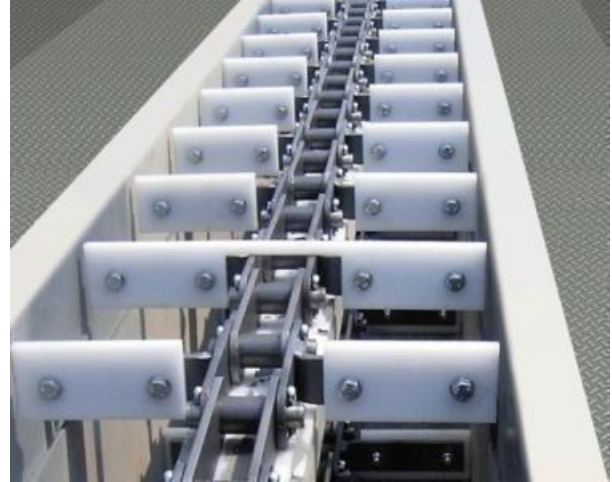
d) Podvěsné dopravníky, kde nosným ústrojím jsou jednotlivé vozíky, tj. závěsy s koly, pojíždějí zavěšené po visutých kolejnicích (tj. s těžištěm pod bodem styku kol s kolejnicí). Tažným ústrojím je řetěz (výjimečně lano). S ním jsou jednotlivé vozíky spojeny buď

trvale, nebo dočasně, tj. podle potřeby. V tomto případě se řetěz svými unášeči zachytává za jednotlivé vozíky, takže je tlačí. Rozeznáváme tedy podvěsné dopravníky s vozíky taženými a jednak i s tlačnými. Podvěsné dopravníky tvoří přechod mezi mechanickými zařízeními nepřetržitě plynulé dopravy a visutými dráhami. Používá se jich jednak tam, kde se požaduje doprava v různých směrech (v rovině i v prostoru) bez překládání, co bývá zejména ve vnitropodnikové dopravě. Mnohdy je přesně určen časový sled vozíků, daný pracovním, resp. výrobním taktem. Výhodou podvěsných dopravníků je značná přizpůsobivost podmínkám na pracovišti, malé nároky na půdorysnou plochu, jednoduchost konstrukce i obsluha a spolehlivý provoz. Dopravní vzdálenost je obvykle desítky až několik set metrů. Jízdní dráha může mít sklon až 45° (u tažených dopravníků). Rychlost dopravníku zpravidla nepřesahuje 0,3 metru za sekundu, aby bylo možné při jízdě vozíků materiál nakládat a vykládat. Kusová břemena jsou uložena na plošinkách nebo zavěšena. Sypný materiál je uložen v korbách, které se plní sypáním a vyprazdňují naklápěním. Tvoří-li dopravník pracovní linku, je rychlost pohybu malá, někdy jen několik centimetrů za sekundu. [3]



e) **Hrnoucí nebo vlekové dopravníky** dopravují materiál ve žlabu nebo v troubě vhodného průřezu zvláště tomu uzpůsobenými prvky, spojenými s tažným ústrojím, jimž bývá řetěz nebo lano. O hnutí hovoříme obvykle u materiálu sypného u vlečení u materiálu kusového. Tyto dopravníky přemísťují zejména uhelný prach, práškové chemikálie, slad, mouku, jemný popel. [3]

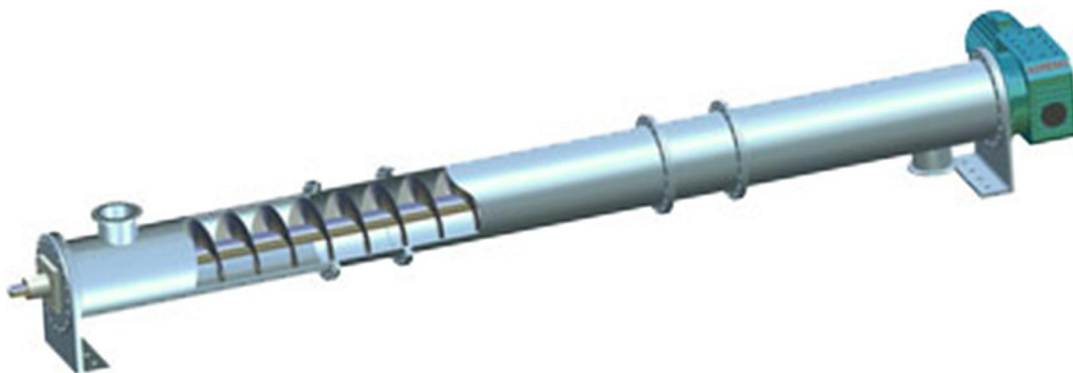
Obr. 5.: Hrnoucí dopravník na sypký materiál přepravující na velké vzdálenosti [15]



1.3.2 Dopravníky bez tažného ústrojí

a) **Šnekové dopravníky** jsou určeny pro dopravu neabrazivního, sypného materiálu zejména ve ztížených místních podmínkách. Jejich provoz je jednoduchý, jsou nenáročné na prostor a mohou dopravovat i ve sklonu. Dopravujícím ústrojím šnekových dopravníků je šroubová plocha upevněná na hřídeli, která se otáčí v soustředném plechovém žlabu. Materiál je šroubovou plochou unášen. Nevýhodou je míchání a případné rozměňování dopravovaného materiálu a vyšší měrná spotřeba hnací energie. [3]

Obr. 6.: Šnekový dopravník přepravující zrní z kontejneru na pásový dopravník [17]



b) **Trubní dopravníky** mají jako dopravující a zároveň nosné ústrojí vodorovnou nebo mírně skloněnou troubu, která se otáčí kolem své osy a na vnitřní stěně jsou upevněny šroubové plochy. Materiál se přivádí do trouby na jednom konci, odchází na druhém. Dopravní vzdálenost je asi do

Obr. 7.: Trubní dopravník určený k promíchání a vysušení směsi nebo vlhkých pilin [15]



10 metrů, výjimečně větší. Trubních dopravníků se používá v podobných případech jako dopravníků šnekových. Materiál se dokonale promíchává, což je někdy výhodné (např. ve stavebnictví u kontinuálních míchaček betonové směsi). Během dopravy lze též materiál sušit nebo chladit proudem vzduchu, popř. naopak vlhčit nebo zahřívat apod. [3]

c) **Válečkové dopravníky s mechanickým pohonem válečků** mohou dopravovat pouze kusový materiál, který má aspoň jednu rovnou plochu. Rozeznáváme jednak dopravníky s poháněnými válečky (s kuželovými koly nebo průběžným řetězem – válečky se otáčejí na místě), jednak dopravníky s taženými válečky (válečky se valí po trati). Hlavním pracovištěm, kde se tyto dopravníky uplatňují, jsou válcovny. S výhodou se jich používá i při manipulaci s dlouhým dřívím (např. na pilách), také je lze použít mnohdy i v mírném stoupání. [3]

d) **Válečkové tratě** jsou dopravní zařízení, *Obr. 8.: Trať určená k přepravě krabic [19]*

jejichž typickým znakem je řada válečků otočných kolem svých čepů nebo hřídelů, uložených ve stabilních nebo přemístitelných rámech. Předměty se dopravují po válečkových tratích obvykle kolmo na osy válečků. Někdy jsou válečky nahrazeny kladkami, kladičkami nebo kotouči. Válečkových tratí se může používat v uzavřeném technologickém procesu buď samostatně, nebo tvoří prvek celého dopravního souboru. [7]



1.4 Výběr vhodného manipulačního zařízení

Závisí na různých činitelích, ke kterým patří u materiálu:

a) kusového

- velikost a tvar
- největší a nejmenší hmotnost kusu
- měrná hmotnost
- tuhost a jakost povrchu
- teplota
- součinitel tření o podložku z určitého materiálu

b) sypkého

- zrnitost
- procento výskytu zrn různé velikosti
- sypná hmotnost
- lepkavost
- brodivost
- vlhkost
- teplota
- sypný úhel
- součinitel tření o podložku z určitého materiálu
- schopnost stírání s podložky

Dále je potřeba brát v úvahu dopravní vzdálenost a směr dopravy (sklon trati), dopravní výkon, způsob nakládání (přejímání) a vykládání (výdeje) materiálu. U dosavadních objektů jejich celkové řešení, rozměry dopravních cest, únosnost konstrukcí, kapacita skladovacích a jiných prostor, v neposlední řadě i předpokládaná životnost objektu. [3]

Z ekonomického hlediska jsou důležité pořizovací náklady, stupeň a jeho využití, předpokládaná životnost (nového zařízení), provozní a udržovací náklady, počet a kvalifikace obsluhy, návratnost investice. [3]

2 Přehled a analýza systému používaný v lakovně

2.1 Základní informace o lakovně Škoda Auto

Lakovna je rozdělena na dvě základní části. Na halu základu M11A a na halu vrchního laku M11B. Dále jsou součástí lakovny dvě další pracoviště dekoru. Pracoviště v hale D13A, které slouží k dekoru a konzervaci dutin modelu Fabia a pracoviště v hale D16, které v současné době slouží k dekoru a konzervaci dutin vozu Octavia, Rapid a Seat Toledo.

Lakovna byla vystavěna v roce 1995-1996 a náklady na výstavbu činily 315 milionů DM (německých marek). Lakovna byla postavena na produkci 1950 karoserií za den. Dnešní produkce lakovny po několika stupních rekonstrukcí technologie a dopravníkových systémů je na limitu 2050 karoserií za den.



Obr. 9.: Letecký pohled lakovny MB [12]

Most D13A – dekor modelu Octavia

M11A – hala základu

M11B – hala vrchního laku

Most D16 – dekor modelu Fabia

2.1.1 Procesní informace o lakovně M11A

Po přepravě karosérie ze svařovny je provedeno dvoustupňové odmaštění v lázních kombinací ponor a postřik. Poté je na povrch karoserie aplikována první ochranná protikoroziční fosfatizační vrstva. Po provedení oplachu, pasivace, dalšího oplachu, je nutné po opuštění karoserie z linky předúprav provést vylití vody z prostoru karoserie. To se

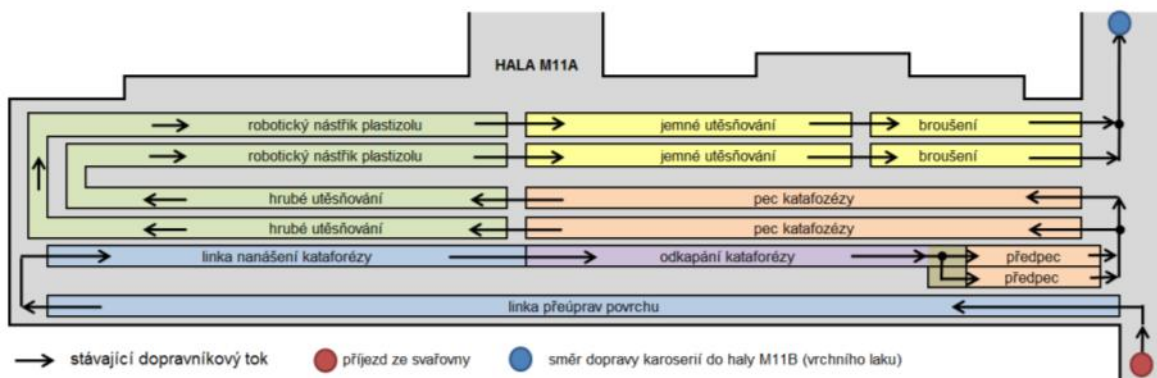
provádí v okapové zóně na naklápěcích stanicích pod úhlem 45°. Následuje aplikace druhé vrstvy protikorozní ochrany a to je kataroféza. Poté karoserie projedou dalšími oplachy, ponory, postřiky a opět následuje odkapání přebytečné barvy. Nanesené protikorozní ochrany se nejdříve vypálí v předpeci, která byla dostavěna v roce 2007 (jeden s postupných záměrů ke zvýšení kapacity lakovny). Následuje vypálení v peci při teplotě 180 °C. Předpece a pece katarofézy jsou v dvojlinkovém uspořádání.

Po provedení výše uvedených protikorozních ochrany se na karoserie provádějí následující operace:

- a) v první části linky je prováděno hrubé utěšňování a jsou pokládány protihlukové magnetické folie
- b) v další částí linky je ve stříkacím boxu proveden pomocí robotů nástřik spodku karoserie plastizolem. Následně je provedeno jemné utěšňování, při kterém karoserie projíždí pecí plastizolu, kde dojde k částečné želatinaci.
- c) poslední pracovní činností v hale M11A je broušení defektů katarofézy, včetně přípravy pro nástřik vrstvy plniče.

Lakovna základu M11A je dvoupatrová (přízemí a jedno patro), kde rozdělení těchto pater je v některých místech provedeno pouze konstrukcemi, na kterých je umístěna technologie. V přízemí jsou v dvojlinkovém uspořádání umístěny nástřik plastizolu a jemného utěšňování včetně pecí pro vypalování plastizolu. Na této úrovni je vybudován jednopatrový zásobník karoserií, který je složen z pásových zásobníkových dopravníků. V prvním patře je umístěna linka předúprav a linka katarofézy včetně pecí. Dále jsou zde namontovány jednotky pro vytápění pecí katarofézy a pecí plastizolu.

Obr. 10.: Schéma stávajícího dopravního toku haly M11A



2.1.2 Procesní informace o lakovně M11B

Pracoviště linky nástřiku plniče, je vstupním zařízením do haly M11B. Vrstva plniče slouží pro vyrovnání nerovností na povrchu karoserie před následnou aplikací vrchního laku. Před aplikací vrstvy plniče na karoserii se provádí broušení, otírání a vysávání nečistot. Následuje čištění povrchu pomocí pštrosích per uzpůsobených do kartáčů a nástřik barvy za pomoci deseti robotů. Některá místa je nutná ručně dostříkávat. V současné době se používá pět druhů plniče (bílý, šedý, červený, černý a žlutý). Odstín plniče je předurčen následným odstínem laku. V současné době je maximální možná rychlost dopravníku 10,5 metru/minutu vzhledem k robotům, které jsou na svém procesním maximu. Linka plniče patří mezi takzvaná "úzká" místa lakovny s kapacitou maximálně 2050 karoserií za tři směny (24 hodin). Plnič se vypaluje při teplotě 190 °C v pecích, které jsou v dvojlinkovém uspořádání.

Další částí před aplikací vrchní barvy je broušení plniče, kde jsou odstraňovány defekty. Na tomto pracovišti se také provádí ruční otírání povrchu karoserie. Následuje aplikace robotického nástřiku finálního barevného odstínu a to jak povrchu karoserie, tak i interiérových částí (falce dveří, motorový prostor, atd.). Dříve se tyto partie karoserie musely stříkat ručně. Po přestavbě všech linek vrchního lakování v roce 2012/2013 již jsou tyto pracoviště plně automatizovány. Vrchní barva se musí vysušit a to se provádí v tzv. infra-pecích, kde vysoušení laku se provádí pomocí mikrovln, který zahřívají plech karoserie. Barva se tak nevysouší od vrchní vrstvy, ale směrem od plechu. Nevzniká tak tvrdá kůrka na laku, která může po čase praskat. Následuje aplikace bezbarvého laku, kde je proveden ruční nástřik interiérových partií a následně robotický nástřik. Poté dojde k vypálení laku v peci při teplotě 140 °C a karoserie je přepravena na pracoviště odstraňování lakových defektů na linkách dokončování. Úpravy lakových defektů se provádí metodou ručního odbroušení a mechanického zalešťování.

Lakovna vrchního laku má tři patra. V přízemí je dnes umístěna nová linka zvláštních odstínů a vodní hospodářství ke stříkacím kabinám. V prvním patře jsou vystavěny stříkací boxy, infra pece a linky dokončování (opravy laku, zalešťování, nástřik barevných střech, atd.). Pece vrchního bezbarvého laku a plniče jsou vybudovány ve druhém patře. Na tomto patře jsou dále umístěny pásové zásobníkové dopravníky. Ve třetím patře jsou instalovány vzduchotechnické jednotky pro stříkací kabiny a hořákové jednotky pro vytápění pecí.

2.1.3 Procesní informace o lakovně D13A a D16

D13A a D16 nejsou haly. Jsou to spojovací články (mosty) mezi montážemi modelu Octavia (dnes i dalších modelů) a Fabia. V těchto prostorách se provádí konzervace dutin rozehřátým voskem metodou zaplavování. Další činností v těchto prostorách je lepení nápisů označující typ vozu, dodatkového těsnění dveří, výztuhy střechy a ochranných bočních lišt. Tento prostor je označován jako pracoviště dekoru.

2.2 Základní technické zařízení lakovny

Maximální možná kapacita lakovny je z větší části omezena zařízením jak technologickým a tak i dopravníkovým systémem. V lakovně je několik tzv. „úzkých míst“, která limitují nejvyšší možnou propustnost skrze lakovnu. Proto je nutné se v dalších částech této práce na tyto zařízení zaměřit a navrhnout nová řešení.

Technické zařízení lakovny tedy je:

- Jednolinkové uspořádání aplikace povrchu předúprav a fosfátu (VBH)
- Jednolinkové uspořádání aplikace povrchu kataforézy (KTL)
- Dvojlinkové uspořádání předpece a pece základování
- Dvě linky hrubého a jemného utěšňování
- Jedna linka nástřiku plniče a dvě pece plniče
- Tři lakovací linky vrchního laku a jejich pece
- Šest linek dokončování
- Jednolinkové uspořádání konzervace vozu Octavia (dnes i další modely)
- Dvojlinkové uspořádání konzervace zaplavováním vozu Fabia

V lakovně se používají barvy, které lze ředit vodou. Vodou ředitelné barvy se nesmějí dostat do kontaktu s prvky obsahující silikon. Došlo by tak k bodovému porušení laku, tzv. d'olíčkovému defektu v laku. Z tohoto důvodu se veškeré mycí prostředky a části zařízení, které se v lakovně používají, musí testovat na přítomnost silikonu. Zejména to jsou: těsnící hmoty, pryže, plasty, hadice, mazací tuky a oleje, apod.

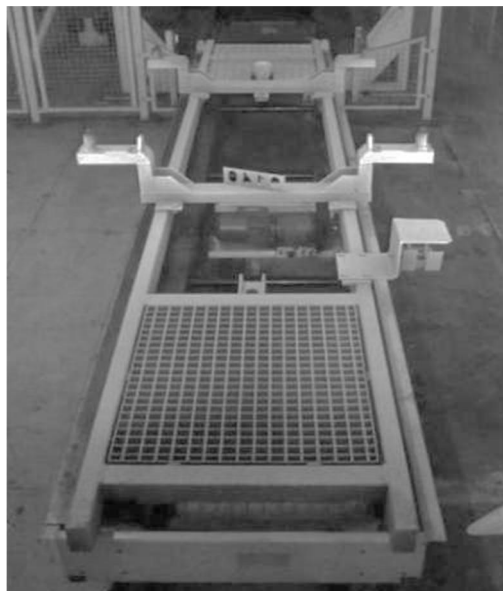
2.3 Nanášené odstíny barev v lakovně

Pro představu uvádím dnes nanášené odstíny barev v lakovně v Mladé Boleslavi. Dnes lze nanést na linkách vrchního laku 16 odstínů barev a znik vyvozených metalických. Na lince zvláštního lakování lze nanést dalších cca 100 barevných odstínů. Dnes je samozřejmostí i barva na přání zákazníka. Mimo základní odstíny jsou všechny ostatní za příplatek. V lakovně lze nanést jinou barvu na střechu vozu a odlišnou barvu na zbytek vozidla v předepsaných kombinacích. Paleta odstínů (viz příloha č. 1).

2.4 Základní přepravní prvek

Základním nosným prvkem, na kterém je karoserie transportována, je paletový rám. Tento rám je složen ze dvou rovnoběžných obdélníkových ocelových profilů, které jsou vzájemně k sobě připojeny příčkami. Na rámu jsou připevněny čtyři trny, které zapadají do technologických otvorů v podlaze karoserie. Aby nedošlo v jednotlivých láních k oddělení karoserie od rámu, musí se provést zajištění. V lakovně jsou dva typy přepravních rámu. Začátek cesty KTL přepravního rámu je již ve svařovně. Jeho cesta v procesu končí

Obr. 11.: Ukázka přepravního rámu [15]



u převěšení karoserie na podvěsný dopravník k operacím utěšňování. Odtud putuje prázdný rám zpět do svařovny. Po operaci utěšňování v rámci podvěsného dopravníku se karoserie převěšuje rám vrchního laku. Na tomto rámu se karoserie přepravuje přes jednotlivé stříkací boxy, pece, opravy defektů laků až k operaci zaplavování voskem. Na tomto pracovišti se karoserie převěšuje na podvěsné dopravníky a dále na pracoviště montáže.

2.5 Instalované dopravníky v lakovně

V lakovně základu M11A a vrchního laku M11B se používají stejné, případně podobné typy dopravníků. Z tohoto důvodu jsou popisovány dopravníky obecně pro obě haly. Dopravníky jsou popsány chronologicky od příjezdu karoserie ze svařovny, transportem přes lakovnu až na jednotlivé montáže.

2.5.1 Článekový (kyvadlový) dopravník

Přes pracoviště předúprav povrchu karoserie (odmaštění, pasivace, aktivace, fosfátování, atd.) a nanášení barvy kataforézy se karoserie s paletovým rámem přepravuje zavěšená prostřednictvím článekového dopravníku. Tento dopravník se skládá z volně visících závěsů ve tvaru „U“, což umožňuje jejich otáčení a připojení jeho konců k větvím přepravního řetězu. Každý pár závěsů přepravuje jeden paletový rám s karoserií. Karoserie jsou odebírány ze vstupní válečkové dráhy v pořadí za sebou. Závěs je svařenec z dutých čtvercových profilů z nerez oceli, které jsou utěsněny.

Obr. 12.: Nájezd do linky předúprav [15]



Závěs je k řetězu připevněn volnými konci prostřednictvím čepů a to v místě nosných pojezdových kol řetězu. Tyto kola z důvodu většího zatížení jsou z kovového materiálu. Ostatní vodící kola jsou ze silónu. Čepy řetězu a vodících kol se musí v pravidelných intervalech mazat tukem. Důvodem je průjezd řetězu odmašťovacími lázněmi. Pro tento účel je zde instalován mazací automat, který aplikuje mazací tuk přes maznice do všech otočných částí řetězu, kde může vznikat tření.

Technické údaje dopravníku předúprav:

- délka dopravníku cca 220 metrů
- délka řetězu (pravá + levá strana včetně vratné větve) cca 1040 metrů
- počet taktů dopravníku je 48 (pozic dopravníku)
- dopravní rychlost 9,6 metrů za minutu
- počet přepravených karoserií je 94 za hodinu
- dva pohony (na začátku a konci dopravníku) včetně záložních, ovládané jsou přes frekvenční měniče, o výkonech 9 kW a 18 kW

Typově stejný dopravník je přes pracoviště kataforézy. Pouze délka dopravníku je přibližně poloviční. Rozměry řetězu jsou však stejné.

2.5.2 Podvěsný dopravník

Z důvodu pracovních operací (robotické nanášení plastizolu, jemné utěsnění, a další aplikace), které je nutné provádět se spodu karoserie, je nutné karoserie zavěsit. Dalším důvodem jsou lepší pracovní podmínky pro zaměstnance a to z důvodu lepší přístupnosti pro jednotlivé ruční úkony. Pracovníci se tak nemusejí ohýbat. Mají jednotlivé úkony zhruba ve výšce pasu.

Obr. 13.: Závěs nesoucí karoserii na stoupání [15]



V lakovně M11A jsou použity dva stejné podvěsné dopravníky. Jeden je určen pro přepravování karoserií vozů Fabia a druhý vozů Octavia. Každý dopravník má cca 45 samojízdných závěsů. Každý závěs je vybaven samostatným pohonem a řídicí jednotkou. Závěsy se pohybují po duralové dráze profilu I a jsou napájeny ze šín umístěných v tomto profilu. Na několika místech dráha stoupá nad komunikaci. Aby nedocházelo k prokluzování hnacích kol na závěsu, je pohyb závěsu do stoupání realizován prostřednictvím článkového řetězu s unášeči. Závěs má dvě pohyblivá ramena, která se pohybují ve směru dráhy. Tyto ramena slouží k uchycení karoserie za střechu karoserie. Zavírání ramen je poháněno za pomoci elektromotorů na navěšovacích a svěšovacích stanicích. Karoserie je tedy převěšena z paletového rámu KTL na závěs a po aplikaci jednotlivých operací je opět převěšena zpět na paletový rám, ale tentokrát vrchního laku.

Technické údaje podvěsného dopravníku a závěsu:

- délka jednoho dopravníku je přibližně 300 metrů
- 45 závěsů na jednom dopravníku
- doba oběhu jednoho závěsu cca 30 minut (je závislá na počtu závěsů v oběhu)
- výkon motoru na pohon závěsu 0,75 kW, roztahování ramen závěsu 0,37 kW
- výkon motoru pomocného pohonu řetězu na vytahování závěsu do stoupání 3,0 kW, dopravní rychlost řetězu 6 metrů za minutu

2.5.3 Otočný stůl

Důležitým prvkem dopravníkové techniky v lakovně je tzv. otočný stůl. Veškerá technologická zařízení v lakovně jsou uspořádána do rovnoběžnosti nebo do pravoúhlosti. Důsledkem toho je nutnost karoserie otáčet o 90° nebo 180°. Stůl je upevněn na otočném čepu, který je připevněn prostřednictvím konzoly do podlahy. Otáčení stolu je zajišťováno pomocí hnacího pojezdového kola, které pojíždí po kruhové dráze. Hnací kolo je poháněno přes převodovku elektromotorem. Stabilita stolu je zajišťována pomocí vodících kol, které též pojíždějí po kruhové kolejnici. Stůl musí zajišťovat jak funkci otočení, tak i najetí a vyjetí karoserie. To je uskutečňováno pomocí válečkové tratě, která je upevněna na konstrukci otočného stolu. Trať je tvořena nejčastěji pěti hřídeli s pojezdovými koly, po kterých je dopravován přepravníkový rám. Tyto hřídele jsou poháněny elektropohonem, který je umístěn uprostřed. Pohon hřídelí je vzájemně proveden pomocí ozubených řemenů. Otočné stoly nevykonávají kruhový pohyb pouze v jednom směru a to z důvodu připojení stolu po elektrické stránce. Aby nedošlo k překroucení elektro kabeláže, musí se stůl otáčet střídavě v každém směru. Otočné stoly, se tedy vždy vrací do původní pozice. To znamená, že se neotáčejí o 360° jedním směrem. Pohon tedy musí být obousměrný.

Obr. 14.: Otočný stůl – karoserie na paletovém rámu je otáčena o 90° [15]



Technické údaje o otočných stolech v lakovně:

- počet otočných stolů 90° je 13 ks, 180° je 25 ks a 45° je 1 ks
- rychlost otáčení stolu 0°-180° cca 10 sekund
- doba jednoho taktu u otočného stolu 180° včetně nájez/výjezd je 30 sekund
- výkon motoru pro otáčení 1,5 kW a pro pojezd 0,37 kW

2.5.4 Válečkový dopravník s pohonem

Některé operace jako např. odkapání oplachu kataforézy se provádí na válečkovém zakrytovaném dopravníku. Výhoda těchto dopravníků je jejich jednoduchost, provozní čistota a krytování zabraňuje zalepení pohonných elementů barvou. U dopravníků, kde se jako tažný člen používá pryžový pás nebo řetěz dochází k odírání těchto členů. Nepříznivě to tak přispívá ke zvýšení smetivosti na karoserii v lakovně.

Obr. 15.: Válečková trať v okapové zóně po nanášení kataforézy [15]



Nepříznivě to tak přispívá ke zvýšení smetivosti na karoserii v lakovně. V případě zalepení barvou tažných elementů, může dojít ke zvýšení odporu pohonu dopravníku a případně i k jeho zastavení. Válečkové dopravníky (tratě) mohou dosahovat délek až několika kilometrů. Nejdelší válečkový dopravník je v lakovně umístěn v hale M11A za operací kataforézy a měří téměř 95 metrů. Tento dopravník je složen z 19 menších, 5 metrových dopravníkových stolů. Každý s těchto stolů má jeden jednosměrný elektropohon. Na každém stole je upevněno 5 hřídelí uložených v ložiscích, které musí být zakrytované (vysoká vlhkost okolního prostředí). Na koncích hřídele jsou upevněny hnací kola, v kterých pojíždí paletový rám. Tyto kola musí mít osazení z důvodu vedení paletového rámu v ose dopravníku a zamezení bočního vychýlení. Vzájemné spojení hřídelí a elektropohonu, je zajištěno pomocí ozubeného řemene. Vše je zakryto, aby nedošlo k zatečení barvy, která skapává z karoserie. Rozměry těchto válečkových dopravníků v lakovně začínají na 0,5 metru, kdy tento dopravník má jenom jednu hřídel. Nejčastěji použitá délka tohoto dopravníku v lakovně je 5 metrů.

Technické údaje o válečkových dopravnících v lakovně:

- minimální délka 0,5 metru (jedna hřídel) až maximální 95 metrů u skládané tratě
- dopravní rychlost 18 metrů za minutu
- pro dopravník o 5 hřídelích je výkon pohonu 0,2 kW

2.5.5 Zásobníkový pásový dopravník

Některé operace v lakovně jsou vzájemně od sebe vzdáleny i několik set metrů. Z důvodu ekonomického, kapacitního a zástavbového se v lakovně používá dopravník, kde tažným ústrojím je pryžový pás. Tento pás je umístěn v dráze dopravníku, kde je vystředěn a veden pomocí vodících silonových koleček. Tyto kolečka tvoří základ kovových vozíků, které jsou připevněny k pásu s roztečí 1 metr. Na vozíkách jsou dále připevněny kovové pojezdové kola, na kterých je unášen paletový rám s karoserií. Pás o šíři 80 mm je poháněn bubnem prostřednictvím elektromotoru přes převodovku. Na odvrácené straně než je pás, jsou připevněna kovové kola, které jsou unášeny pohybem paletového rámu (nemají vlastní pohon). Výhodou tohoto dopravníku je,

Obr. 16.: Přesouvání karos. na pásovém dopravníku směrem k montáži [15]



že lze karoserie (paletové rámy) těsně na sebe navázat a uspořit tak místo. Dopravník tedy tvoří zásobník karoserií. Je to provedeno tak, že paletový rám na konci dopravníku je přidržen zarážkou, která je ovládán elektromotorem. Paletové rámy se přestanou unášet na kovových vodících kolech. Pás s vozíky se neustále pohybuje a přiváží další karoserie, které se pak navzájem opírají prostřednictvím paletových rámu. Nevýhodou tohoto dopravníku resp. pryžového pásu je fakt, že při přetržení dojde k prostoji na dopravníku cca 3 hodiny. Technologie lepení (svaření) pásu vyžaduje potřebný čas k jeho opravě. Z tohoto důvodu se dnes pryžový pás nahrazuje plastových článkovým řetězem s nerezovými čepy. Tento řetěz je daleko pevnější. V případě, že i přesto dojde k přetržení článku, údržba je schopná obnovit provoz tohoto dopravníku do 30 minut.

Technické údaje o pásových dopravnících v lakovně:

- nejkratší dopravník o délce 27 metrů a nejdelší o délce 81 metrů
- dopravní rychlost 12 metrů za minutu
- výkon elektromotoru, který pohání buben pásu je 1,6 kW.

2.5.6 Pásový dopravník (příčný)

Tento dopravník je určen k rozřazování nebo naopak ke slučování dopravníkové toku karoserií v lakovně. Důvodem je jednolinkové nebo dvojlinkové uspořádání technologie. To vychází ze stávající koncepce lakovny. Tento příčný pásový dopravník je např. nainstalován před jedinou linku nástřiku plniče, kde karoserie přijíždějí ve dvou dopravníkových větvích a musejí být sloučeny do jediné linky. Další situace nastává tehdy, kdy je naopak potřeba rozdělit jeden dopravníkový tok karoserií do více. To je např. za linkou plniče, kde je nutné karoserie rozřadit do třech linek nástřiku vrchního laku. Příčný pásový dopravník je složen se dvou protilehlých drah o rozteči 3 metry, po kterých pojíždí pryžový pás nejčastěji o šíři 100 mm. Tento pás je vystředěn pomocí vodítek a zajišťuje příčné posunutí (kolmo na podélnou osu karoserie). Je poháněn prostřednictvím hnacího bubnu a napínán pomocí napínacího ústrojí. Obě dráhy mají jeden společný elektromotor s převodovkou uložený uprostřed na okraji mezi dráhami. Převodovka má dva výstupní hřídele a přenos točivého momentu na buben je realizován pomocí kloubových hřídelí. Použití jedno pohonu je z důvodu synchronizace obou drah navzájem. Paletový rám s karoserií je předáván prostřednictvím polohovacích stolů z okolních dopravníků (válečková dráha, pásový zásobníkový dopravník, otočný stůl) tehdy, kdy je pás v klidu. Jako u zásobníkových pásových dopravníků, se v současné době vyměňuje pryžový pás za plastový článkový řetěz z důvodu rychlejší opravy.

Obr. 17.: Přejezd karoserie po nástřiku plniče prostřednictvím pásového dopravníku [15]

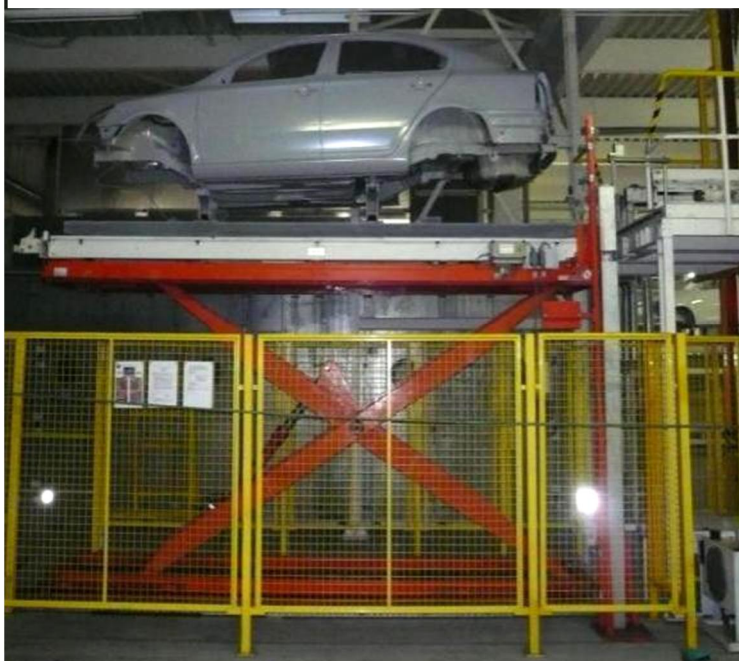


- nejkratší dopravník o délce 5 metrů a nejdelší o délce 18 metrů
- dopravní rychlost 16 metrů za minutu
- výkon elektromotoru, který pohání buben pásu je 1,0 kW

2.5.7 Hydraulická zvedací plošina

V lakovně jsou hydraulické zvedací plošiny zařazeny do dopravníkového systému mezi jednotlivé lakovací procesy. Jsou použity tam, kde z důvodu úspory místa jsou vybudována mezipatra (např. dva zásobníkové dopravníky nad sebou. Většinou se výškový rozdíl plošin pohybuje mezi 1,5 – 3 metry. Hlavním zvedacím ústrojím jsou nůžky, které mají

Obr. 18.: Zvedání karoserie na vyvýšenou plošinu [15]



jednotlivá ramena spojena jedním nebo dvěma čepy. Konce nůžek jsou na jedné straně uloženy otočně a na straně druhé kluzně. Roztahovány jsou pomocí hydraulických pístnic. Tlakový olej je dopravován tlakovými hadicemi z hydraulického agregátu, který se skládá z olejové nádrže a čerpadla poháněného elektromotorem. Plošina musí zajišťovat jak funkci zvedání, tak i najetí a vyjetí karoserie. To se uskutečňuje pomocí válečkového dopravníku připevněného na rám plošiny. Zvedací plošina se musí pravidelně udržovat, a to z hlediska mazání otočných a pojezdových částí. Tyto styčné plochy jsou vystaveny velkým tlakům a mohlo by tak dojít k zadření pohyblivých částí. To by mohlo způsobit i následnou destrukci některých dílů. Při provádění údržby na tomto zařízení, musí dojít k podepření horní části nůžkového stolu, aby nedošlo k náhlému propadu. Tyto zařízení jsou životu nebezpečné a je nutné dodržovat pracovní návodku z hlediska údržby.

Technické údaje o hydraulických plošinách v lakovně:

- počet zvedacích plošin v lakovně je 30
- rychlost zvedání hydraulické plošiny je 6,6 metrů za minutu
- užitná nosnost 1500 kg
- výkon elektromotoru poháněcí hydraulické čerpadlo 4,0 kW

2.5.8 Pásová zvedací plošina

Obecně je možné říci, že výtah je strojní zařízení sloužící k přerušovanému nebo plynulému zdvihání a spouštění břemen mezi dvěma nebo několika stálými místy. [8]

Pásové zvedací plošiny jsou takové zařízení, které spojují dvě dopravní linky či více (na různých výškových úrovních) a to ve vertikálním směru.



Překonávají tak výšku zdvihu, které nelze dosáhnout pomocí plošinových zvedacích stolů. V lakovně jsou použity pásové zvedací plošiny, kde základním nosným prvkem jsou dva duté sloupy čtvercového profilu, po kterých pojíždějí válečkové saně. Nosnými elementy jsou dva nebo čtyři speciální zvedací pásy z pryže s ocelovými lanky uvnitř. Pásy jsou hnané na společném hnacím bubnu. Na jedné straně jsou upevněny na válečkových saních a na druhé straně k protizávaží pomocí vícevrstvého systému upevnění. Na tomto systému dochází k vyrovnání délky pásu. Protizávaží pojíždí mezi sloupy a je vedeno pomocí vodících kol, které pojíždějí po stěnách nosného sloupu. Zdvihový pohyb je uskutečňován elektromotorem s brzdou přes převodovku na hnací buben. Tento dopravník má zabudován zámek blokovacího zařízení, který mechanicky znehybňuje vozík v přechodových polohách, aby nedocházelo ke klesání nebo stoupání plošiny při nájezdu/výjezdu karoserie. V případě poruchy na pohonu (elektromotoru nebo převodového ústrojí), je zvedák vybaven duplicitním pohonem, který se připojí mechanicky pomocí řetězové spojky. Elektricky se přepojí za pomoci konektoru. Nevznikne tak delší prostoj na zařízení.

Technické údaje o pásových zvedacích plošinách v lakovně:

- počet pásových plošin v lakovně je 27
- nejmenší a největší užitečný zdvih – 5 metrů a 11 metrů
- rychlost zvedání pásové plošiny 0,8 metrů za sekundu
- výkon elektromotoru 9,5 kW

2.5.9 Řetězový dopravník (podélný)

Tento typ dopravníku je konstrukčně použit ve všech pecích a ve stříkacích kabinách, které se dosahuje velkých délek. V pecích z důvodu vysokých teplot, které dosahují až 250°C, lze pouze použít jako tažný člen ocelový článkový řetěz. Použití pryže nebo plastu je vyloučeno. Ve stříkacích kabinách se řetězu s výhodou používá z důvodu přítomnosti laku (ocelový řetěz lze snadno očistit tlakovým



mycím zařízením). Řetězový dopravník přes pec kataforézy je dlouhý 99 metrů. Tažným členem je řetěz o rozteči 160 mm, který je veden po dráze. Tato dráha je umístěna ve skříni dopravníku. Vratná větev je umístěna na spodní straně dopravníku. Skříň dopravníku včetně pojezdových drah musí mít vytvořeny dilatace z důvodu roztažnosti pece (o víkendech není pec vytápěna). Hnací a napínací ústrojí je umístěno o patro níže, mimo pec. Řetěz je poháněn přes řetězové kolo elektromotorem přes převodovku. Veškeré použité díly jsou navrženy pro vysoké teploty (ložiska, řetěz, elektromotor, převodovka, atd.). Řetěz je nutné v pravidelných intervalech mazat. Mazání se provádí pomocí mazacího automatu. K řetězu jsou připevněny unášedce, na kterých je paletový rám s karoserií přemísťován. Na odvrácené straně dopravníku jsou umístěna nepoháněná odvalovací kola. Tento dopravník musí být velmi spolehlivý. Pokud by se dopravník zastavil na delší dobu, došlo by ke znehodnocení karoserií v důsledku přepálení barvy. [9]

Technické údaje o řetězových dopravnících v lakovně:

- počet dopravníků přes pece 14 ks
- nejkratší a nejdelší dopravník – 99 metrů
- dopravní rychlost – od 1,1 do 4,4 metrů za minutu (řízené frekvenčním měničem)
- výkon elektromotoru 0,75 kW

2.5.10 Řetězový dopravník (příčný)

Vzhledem k tomu, že linka nástřiku vrchní barvy (barevných odstínů) a linka vrchního bezbarvého laku jsou umístěny těsně vedle sebe, musí být karoserie příčně přesunuty. Linky mají opačný směr toku materiálu a karoserie musí vjíždět opět přední částí vpřed. Musí tedy dojít k jejich otočení. Řetězový dopravník slouží pro příčný posun paletového rámu s karoserií. Důvodem proč je tažným členem ocelový řetěz a ne pryžový pás je stálá teplota paletového rámu, která se naakumuluje při průjezdu vnitřkem pece. Paletové rámy s karoserií jsou předávány z okolních válečkových drah při zastavení pohybu řetězu. Otočení probíhá na otočném stole mezi nájezdovým zdvižným stolem a výjezdovým zdvižným stolem. Konstrukce dopravníku je tvořena dvěma podélníky profilu „C“. Článekový řetěz je veden v syntetickém materiálu o vysoké pevnosti a to i na vratné větvi. Na koncích dopravníku jsou umístěna hnací a hnaná řetězová kola. Hnací kola jsou uložena v ložiscích a jsou poháněna přes příruby, které jsou spojeny s kloubovými hřídeli. Ty jsou otáčeny pomocí elektromotoru přes převodovku. Napínání řetězu je zajišťováno pomocí závitových tyčí uložených ve vodítcích. Napínací stanice je umístěna na odvrácené straně dopravníku, než je umístěna hnací jednotka. Z důvodu vyšší teploty je nutné v pravidelných intervalech řetěz mazat. To opět zajišťují mazací automaty naprogramovány v určitých cyklech mazání.

Obr. 21.: Otočení a přejezd karoserie mezi stříkacím boxem a mezipecí [15]



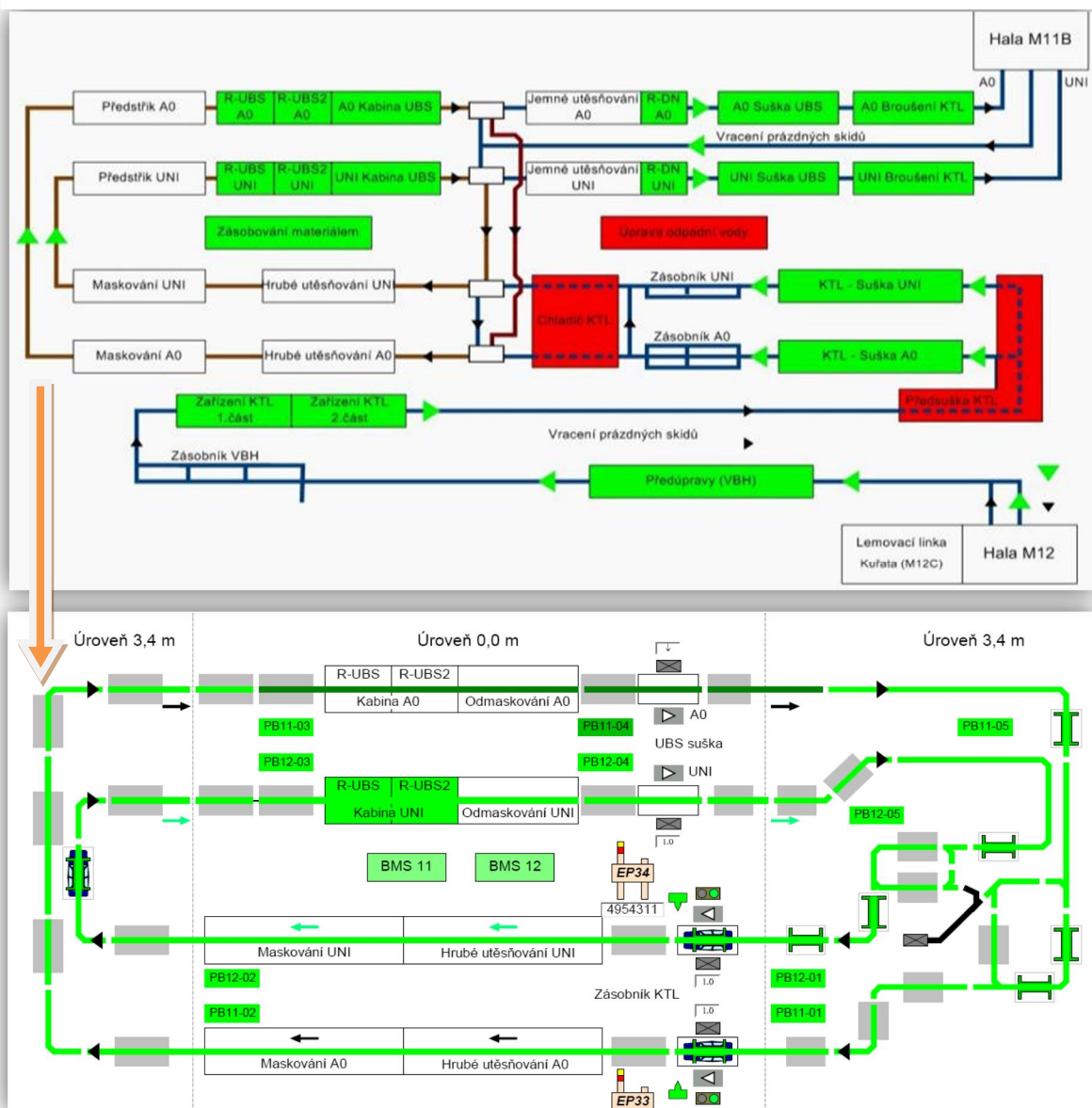
Technické údaje o řetězových dopravnících v lakovně:

- nejkratší dopravník měří 7 metrů a nejdelší 10 metrů
- dopravní rychlost – 15 metrů za minutu
- výkon elektromotoru 1,1 kW

2.6 Vizualizační systém lakovny

Veškerá produkční a dopravníková technika je napojena na vizualizační systém lakovny, kterým je Cimplicita. Celý systém je rozdělen na řadu podsestav, které lze zobrazit kliknutím na příslušnou oblast. Lze zobrazit i čísla dopravníků. V případě poruchy zařízení začne určitý úsek blikat červeně. Pracovníci na dispečinku lakovny se postupným rozevíráním příslušné oblasti, dostávají ke konkrétnímu zařízení, které je v poruše. Například bliká červeně linka vrchního laku a postupným rozklinkáváním se dojde k tomu, že je v poruše ventilátor na klimatizaci. Lze tak následně poslat pracovníka údržby na přesně definované místo. Vizualizační systém lakovny lze zobrazit na jakékoliv pracovní počítačové stanici připojené do sítě lakovny.

Obr. 22.: Grafické znázornění vizualizace dopravníkové systému



3 Charakteristika současného stavu

Lakovna v Mladé Boleslavi byla vystavěna v roce 1996. Stáří lakovny odpovídá stavu techniky a plánované kapacitě, která na konci minulého století byla plně dostačující. Od doby výstavy byl v lakovně několikrát navýšen denní limit produkce lakovaných karoserií. Navyšování výroby vozů, ale vždy bylo na úkor životnosti zařízení. Bylo nutné jednotlivé dopravníkové systémy zrychlit a tím docházelo a stále dochází k přetěžování veškerého mechanického ústrojí. Došlo k rapidnímu nárůstu opotřebení rotačních a posuvných částí, které se neustále prohlubuje. Z těchto všech důvodů je nutné zkrátit intervaly pravidelné údržby a kontrol na všech zařízeních, než které původně doporučoval výrobce zařízení. Při těchto kontrolách probíhá analýza jednotlivých součástí jak dopravníkového systému, tak i technologického. Analýza současného stavu opotřebení se provádí proti původním rozměrům a vůlím uvedené v dokumentaci od výrobce. Dodavatel těchto systémů vždy neuvádí potřebné tolerance a rozměry pro výměnu jednotlivých součástí, které jsou opotřebovány. Je tedy mnohdy na údržbářích odhadnout správnou chvíli pro výměnu nebo opravu dotčené součásti. V současné době vlivem velké poptávky po vozech od firmy Škoda Auto a.s. jsou uskutečňovány směny na víc a to z pátku na sobotu. Zařízení tedy zůstává dále v provozu a na kvalitní, mnohdy časově náročnou údržbu zařízení, již nezbyvá mnoho času. Tento fakt se negativně podepisuje na zvýšených prostojích zařízení.

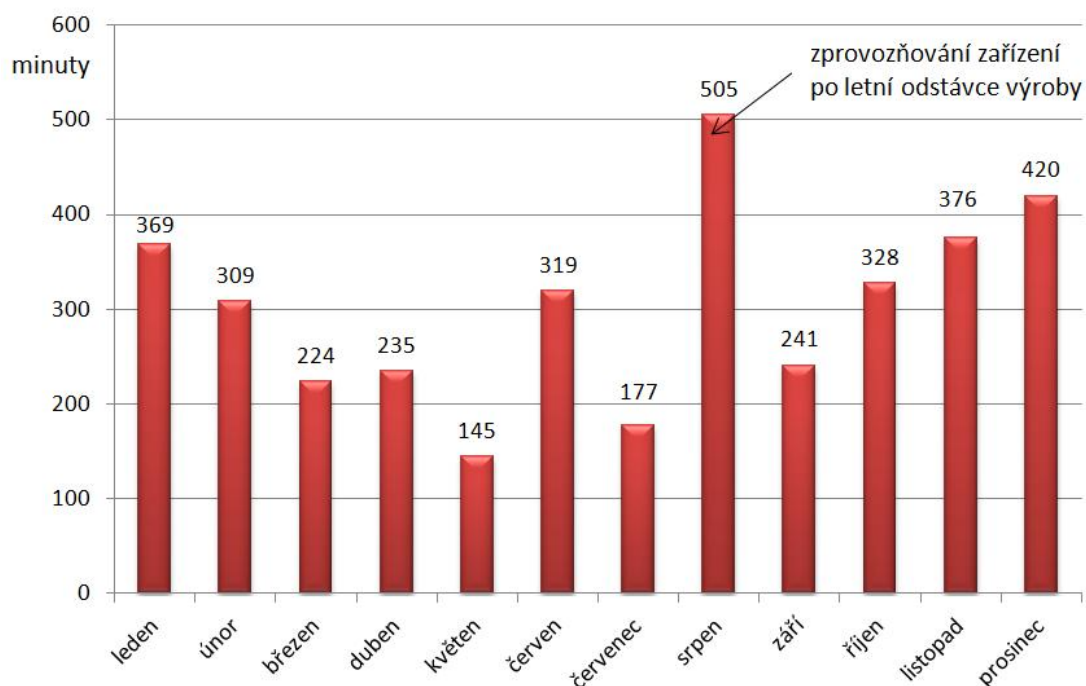
Na řetězových dopravnících operace předúprav a kataforézy, již v současné době dochází k velkému opotřebení. Údržba již není schopna udržet tyto dopravníky v plně provozuschopném stavu. Zvyšováním kapacity bylo nutné tyto dopravníky zrychlit (zkrátit jejich takt) a to nad parametry, na které byl tento typ dopravníku konstruován. Na nosném řetězu jsou nejvíce opotřebovávány vodící plastové kola, které vykazují značné vůle kolem čepu. Je nutné v pravidelných intervalech provádět výměnu vodících kol, aby nedošlo ke kontaktu článku řetězu s pojezdovou dráhou. Nosné kola pendlů je nutné ručně přimazávat. Současné konstrukční řešení nedovoluje použití mazacího automatu a lze tedy mazání provádět pouze o víkendech. Maznice jsou umístěny v pojezdové ploše kola. Pro mazání nosného pojezdového kola musí být dopravník v klidovém režimu.

Podvěsné dopravníky zajišťují transport přes operace utěšňování. Byly konstruovány na mnohem menší zatížení a nižší rychlosti. Tyto dopravníky zpočátku přepravovaly karoserii

vozu Felicia, která je o mnoho menší hmotnosti než dnes lakované karoserie (typ Octavia). Z počátku větší zatížení nepřinášelo problémy či prostoje. Dnes je zatížení závěsů již na hranici únosnosti. Na závěs působí dynamické síly a to při rozjezdu, zastavení nebo průjezdem v zakřiveních dráhy. V důsledku těchto negativních vlivů jsou velice namáhány ocelový rám závěsu, svarové spoje, otočné čepy a pojezdové kola. Několikrát již došlo k prasknutí výsuvných ramen závěsu, které slouží pro uchycení karoserie za střechu.

Pro názornost uvádím níže všechny prostoje v minutách, na všech zařízeních ve správě údržby lakovny. Z grafu je dobře patrné, že jednotlivými zásahy (opravami, rekonstrukcemi a obnovami zařízení) jednotlivé prostoje ihned neklesnou. Po letní odstávce výroby prostoje zařízení v měsíci radikálně vrostly na hodnotu 505 minut. Zásahy byly tak značné, že celý měsíc trvalo, než se nové zařízení zaběhlo a správně seřídilo. Ke konci roku 2012 je patrný nárůst prostoje, vlivem ukončení fyzického života některých zařízení. Snížení prostoje přišlo až na začátku roku 2013 a to vlivem zásahu v rámci vánoční odstávky výroby (není již znázorněno v grafu).

Obr. 23.: Znázornění prostoje údržbu lakovny, které způsobí prostoje montáže



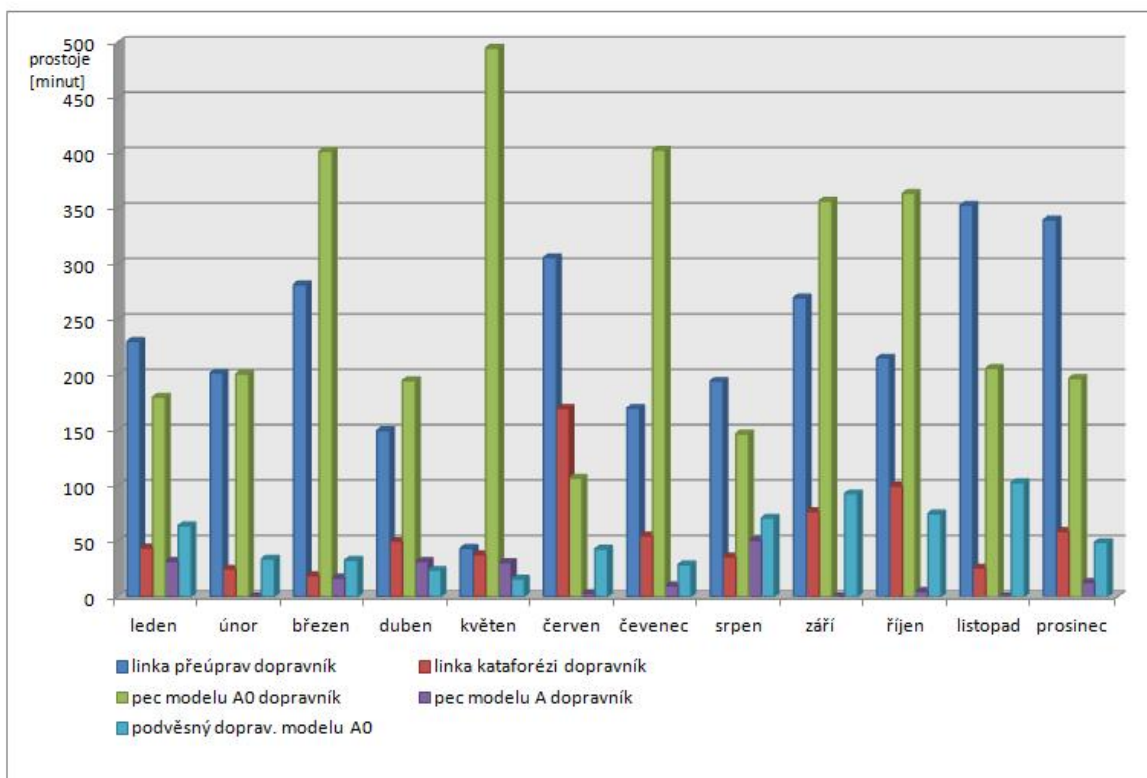
3.1 Prostoje dopravníků v M11A

Veškeré níže uvedené prostoje byly generovány z poruchových hlášení jednotlivých zařízení v roce 2012. Byla nutná selekce těchto údajů. V systému byly zahrnuty i provozní stopy a přestávky zařízení. Tyto hodnoty nepatří do souhrnu prostojů vlivem poruch na zařízení. Z níže uvedené grafu se jeví jako nejvíce poruchový dopravník na lince předúprav a v peci pro model A0. Nejčastější porucha na dopravníku předúprav je přetížení motoru. Na dopravníku přes pec je nejmarkantnější porucha frekvenčnímu měniče.

Tab. 1.: Součty prostojů jednotlivých dopravníků systému v lakovně M11A

měsíc	prostoje [minut]												celkem
	leden	únor	březen	duben	květen	červen	červenec	srpen	září	říjen	listopad	prosinec	
linka přeúprav dopravník	230	202	282	150	44	306	170	194	270	215	353	340	2756
linka kataforézi dopravník	44	25	19	50	38	170	55	36	77	100	26	59	699
pec modelu A0 dopravník	180	201	402	195	495	107	403	147	357	364	206	197	3254
pec modelu A dopravník	32	0	17	32	31	3	10	51	0	5	0	13	194
podvěsný doprav. modelu A0	64	34	33	24	16	43	29	71	93	75	103	49	634
podvěsný doprav. modelu A	42	82	46	63	119	40	22	101	44	67	50	34	710

Obr. 24.: Grafické znázornění prostojů jednotlivých dopravníků systému M11A



3.2 Disponibilita zařízení

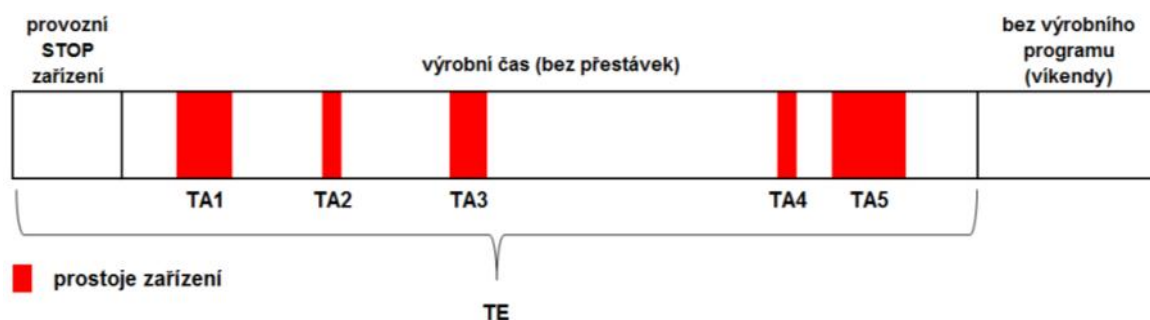
Při stavbě lakovny dodavatel zařízení vycházel z denní kapacity lakovny 1950 karoserií. Takto tehdy znělo zadání firmy Škoda Auto a.s. v roce 2004. Nutně tedy dodavatel (tehdy firmy ABB) musela navrhnout zařízení tak, aby jednotlivá zařízení splňovaly denní kapacitu lakovny. V níže uvedené tabulce jsou návrhové (výpočtové hodnoty) problematických zařízení v hale M11A.

Tab. 2.: Návrhový takt zařízení a dostupnost daná výrobcem zařízení

Navrhovaná veličina	jednotky	zařízení (dopravník)			
		VBH	KTL	Pece KTL	dopr. EHB
Disponibilita	%	94	94	94	94
Plánovaná kapacita	ks	1950	1950	1950	1950
Počet linek	ks	1	1	2	2
Tak linky návrhový	minuta	0,61	0,61	1,21	1,21
Délka linky	metr	250	115	99,5	N
Počet pozic	ks	41	18	20	14

Po přeměření jednotlivých zařízení a následného výpočtu bylo zjištěno, že výpočtové hodnoty na kapacitu 1950 karoserií denně se výrazně liší od hodnot zjištěných při dnešní kapacitě 2050 karoserií denně. Disponibilita zařízení je daleko vyšší než původně navrhovaná, ale takt zařízení, který lze jen minimálně zvýšit je menší než navrhovaný. V případě linky VBH a KTL vlivem vyšší dostupnosti lze na zařízení docílit kapacitu 2100 karoserií denně. Níže je uvedena dostupnost na zařízení linky předúprav (VBH). Výpočtové hodnoty jsou vzaty pro období jeden rok (2012) a jsou v minutách.

Obr. 25.: Grafické znázornění výrobních časů a prostojů zařízení



Disponibilita je dána vztahem:

$$\mu = \frac{TE - TA}{TE} = \frac{338400 - (2756 + 8350)}{338400} = 0,97 * 100 = 97 \%$$

TA = doba trvání prostoje v minutách

TE = výrobní čas (bez přestávek) v minutách

Tab. 3.: Zjištění současný takt zařízení a vypočtená disponibilita zařízení

Navrhovaná veličina	jednotky	zařízení (dopravník)			
		VBH	KTL	Pece KTL	dopr. EHB
Disponibilita	%	97	98	96	96
Plánovaná kapacita	ks	2050	2050	2050	2050
Počet linek	ks	1	1	2	2
Tak linky maximální	minuta	0,64	0,63	1,25	1,25
Délka linky	metr	250	115	99,5	N
Počet pozic	ks	41	18	20	14

3.3 Počet přepravených karoserií přes lakovnu

Od roku 1996 kdy byla přestavěná lakovna základu a vystavěna nová lakovna vrchního laku, bylo přepraveno 6,5 milionů lakovaných karoserií přes lakovny v Mladé Boleslavi. Toto množství se podepsalo na stavu dopravníkové techniky, kterou údržba již preventivně nestíhá udržovat při dnešní produkci.

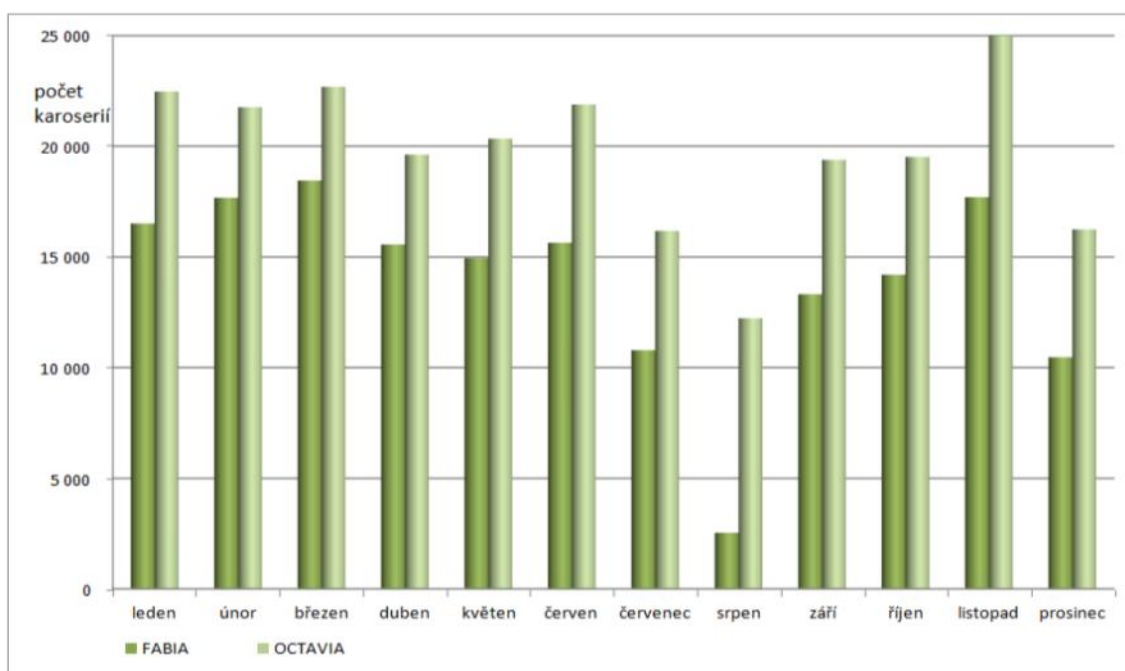
V níže uvedeném grafickém znázornění je vidět, počet přepravených karoserií přes lakovnu v jednotlivých měsících roku 2012. V přechodu mezi měsícem července a srpna proběhla celozávodní dovolená v délce 2-4 týdnů (podle modelů). Z tohoto důvodu je počet vyrobených karoserií viditelně nižší.

Podle modelů je v grafu viditelné vyšší výroba na modelu Octavia, Rapid a Seat. Model Fabia má logicky menší produkci vzhledem k tomu, že výroba probíhá pouze ve dvou směnách (bez noční směny). Takty zařízení se již pomalu srovnávají.

Tab. 4.: Měsíční součty přepravených karoserií přes lakovny v roce 2012

měsíc	POČET TRANSPORTOVANÝCH KAROSERIÍ V ROCE 2012												celkem
	leden	únor	březen	duben	květen	červen	červenec	srpen	září	říjen	listopad	prosinec	
FABIA	16 503	17 669	18 445	15 556	14 937	15 633	10 781	2 531	13 312	14 191	17 695	10 460	167 713
OCTAVIA	22 464	21 766	22 690	19 629	20 347	21 880	16 180	12 234	19 379	19 512	25 467	16 235	237 783
celkem	38 967	39 435	41 135	35 185	35 284	37 513	26 961	14 765	32 691	33 703	43 162	26 695	405 496

Obr. 26.: Měsíční grafické znázornění průjezdů karoserií přes lakovnu v roce 2012



3.4 Rozsáhlé havárie v lakovně

V předešlých letech lakovna byla přímým svědkem několika rozsáhlých havárií, které zapříčinily zastavení výroby na jeden nebo více dní. Riziko vzniku těchto velkých havarijních poruch je nutné úplně odstranit nebo minimalizovat na to skoro nulovou pravděpodobnost výskytu poruchy. Preventivní údržba zařízení a jeho opravy jsou velice důležité. Pro názornost uvádím níže zástupce poruchy na dopravníkové technice před linku předúprav a dále poruchu vzduchotechniky pro stříkací box.

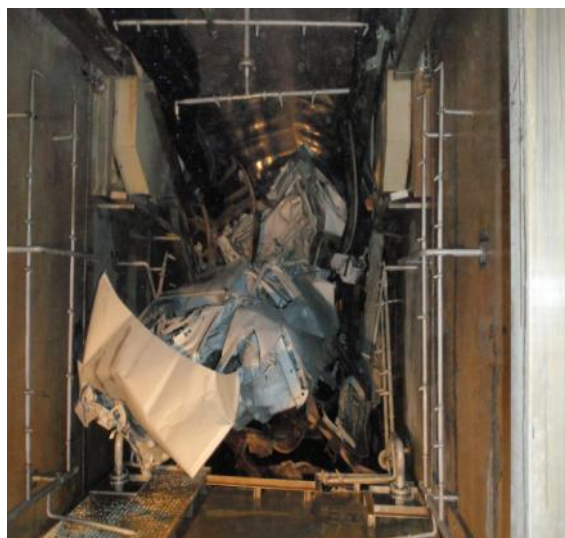
3.4.1 Dopravník přes linku VBH

Tato havarijní porucha je datována z roku 2000. Tehdy špatným stavem řetězu linky VBH došlo k rozsáhlé havárii. Vlivem velkých vůlí na článkách řetězu došlo k vypadnutí řetězu z ozubeného vodícího kola, jehož hřídel byla poškozena. Tím došlo ke kolizi karoserie s paletovým rámem a s okolním zařízením. Následně tak došlo k hnutí karoserií

skrze jednotlivé ponorné vany. Tehdy nebylo jištěno zařízení proti přetížení. Došlo tak k deformaci několika desítek karoserií.

- délka prostoje 24 hodin
- 40 ks karos. určených na likvidaci
- zničená okolní technologie (kabina, ostřikové rámy, krytování)
- utržená dopravníková dráha

*Obr. 27.: Pohled na havárii v lince
předúprav z roku 2000 [13]*



3.4.2 Přívodní ventilátor vrchního laku 3. linky

Porucha ventilátoru nastala v roce 2007. Tehdy došlo k rozsáhlé destrukci ventilátoru o množstevním výkonu 300 tisíc metrů krychlových za hodinu. Podle analýzy jednotlivých součástí došlo k zadření uložení hřídele oběžného kola ventilátoru. Domeček ložiska se roztrhl a došlo ke katapultu oběžného ventilátoru skrze jeho skříň, kterou roztrhl. Oběžné kolo následně poškodilo tlumiče hluku, o které se zastavilo. Rychlá oprava tak velkého zařízení nebyla zvládnutelná v krátkém časovém úseku. Naštěstí již proběhla rekonstrukce přívodního ventilátoru na lince plniče, kde byl ventilátor nahrazen třemi menšími. Demontovaný ventilátor byl uskladněn jen o několik metrů dále, než se havárie stala. Během 3 dnů došlo k demontáži starého ventilátoru a montáži prozatímního ventilátoru. Bylo nutné opravit okolní technologii, která byla značně poničená od oběžného kola.

- délka prostoje 3 dny
- ztráta z nevyrobených karoserií na jedné lince vrchního laku (cca 2000 kar.)
- zničený ventilátor, který bylo nutné opravit (nechat vyrobít nové oběžné kolo, skříň ventilátoru zavařit)
- opravit okolní technologii (kabinu vzduchotechniky, tlumiče hluku, filtraci, atd.)
- po měsíci se opravený ventilátor zamontoval zpět na místo, náhradní (prozatímní ventilátor) měl menší výkon a proto ventilátor nebylo možné v lince ponechat

Obr. 28.: Na levém obrázku již namontovaný prozatímní ventilátor (náhradní) [13]

Obr. 29.: Na pravém obrázku poničené oběžné kolo ventilátoru + destrukce uložení [13]



3.5 Udržení současného stavu

Tento směr nezvyšuje výrobu, ale pouze se snaží udržet dopravníkový systém a technologii v chodu s výhledem do roku 2020. Je omezené navýšit denní produkci. Důvodem je silné přetížení dopravníkových systémů již v současné době. Nelze již na několika místech v lakovně zrychlit dopravníky prostřednictvím frekvenčních měničů. Toto již bylo provedeno z důvodu navýšení kapacity lakovny na 2050 vozů denně.

Tato analýza z části vychází z prostojů dopravníků za rok 2012. Dále se opírá o výrobcem doporučené intervaly výměn a rekonstrukcí dopravníkových systémů. Tyto intervaly se již na několika místech v lakovně překročily.

Doporučení pro udržení současného dopravníkového systému

Na řetězovém dopravníku přes linku předúprav a kataforézy je nutné provádět pravidelnou (každotýdenní) kontrolu stavu řetězu, zejména pohyblivých částí řetězu. V případě kontrolou zjištěné nedostatky, je nutné ihned problém řešit výměnou dílců a stanovit opatření. Je vhodné o víkendových odstavkách výroby provést celkovou revizi řetězu a řetězových kol. Jedině tak se nechá předejít havarijním poruchám na tomto zařízení.

U Podvěsných dopravníků je nutné prověřit stav pojezdových drah, napájecích trolejí a sběracích kartáčků. Dále provést vizuální kontrolu svarů závěsů a opotřebením pojezdových i vodících kol. V případě nadměrného opotřebením nad limitní hranici doporučuji výměnu všech napájecích trolejí na obou dopravnících včetně sběracích kartáčků. V rámci této výměny zvážít nákup kontrolní stanice, která automaticky zkontroluje stav opotřebením kartáčků. Prostřednictvím řízení je přesměrován závěs na opravnou větev, kde údržba provede výměnu kartáčků. Dojde tak ke snížení prostojů na tomto dopravníku.

Řetězové dopravníky přes stříkací boxy nejsou konstrukčně vhodně řešeny. Dochází k zalepování řetězu a skříně dopravníku barvou. Skříně dopravníku tvoří uzavřenou část, která nedovoluje otékání barvy mimo prostory dopravníku do vodního hospodářství. Doporučuji změnu základní konstrukce dopravníku na všech linkách. Změna z uzavřeného skříňového dopravníku na příhradový dopravník, který svojí konstrukcí je otevřený. Barva může být vytlačována mimo prostor dopravníku. Nepochází tak k zalepování řetězu. Již je realizováno na lince plniče, kde byly největší problémy. Po víkendu nebylo možné dopravník dostat do pohybu. Již jsou problémy na ostatních linkách nástřiku barvy a vrchního laku.

Na všech pásových zvedácích navrhuji měření elektrického proudu do pohonu. Zjistí se tak, které pohony v blízké době jeho provozu, mohou být problematické pohony. Celkový stav převodovek zjistit analýzou oleje na obsah kovových špón. Instalace duplicitních pohonů vyřeší případné prostoje způsobené poruchou na opotřebených pohonech. Některé zvedací ramena jsou již deformovaná. Dochází tak popraskání profilů v oblasti svarů. Je nutné tyto ramena vyměnit.

U Veškerých dopravníků, kde je použit jako tažný člen pryžový pás, provést výměnu tažného členu za plastový článkový řetěz. V případě přetržení pásu se výrazně sníží prostoj na tomto typu dopravníku. U dlouhých zásobníkových dopravníků bude nutné dopravník rozdělit na dvě části. Článkový řetěz má tendenci k pulzování. Ze zkušeností s touto aplikací plastového řetězu, dojde při dlouhém dopravníku k přeskočení řetězu na řetězovém kole.

Na většině paletových rámu je již viditelný nános barvy, který zapříčiňuje řadu prostojů v lakovně. Důvodem je velký nános barvy na bocích rámu. Na některých dopravnících jsou

naváděcí kola z obou stran. Paletový rám nemůže v případě těsného seřízení projet a dojde tak k zastavení dopravníku na dobu chodu v automatickém režimu. Doporučuji instalovat efektivnější zařízení na čištění paletových rámců, které rozruší stávající vrstvu nanesené barvy a laku.

Hydraulické nůžkové zvedáky vyměnit za pásové nůžkové zvedáky. Odstranit tak olejové hospodářství. U pásových zvedáků je možnost přepojení na duplicitní pohon ve velmi krátké době. Rychlost zvedání lze řídit prostřednictvím frekvenčního měniče. Úspora elektrické energie v tomto případě není žádná. V případě hydraulického nůžkového stolu čerpadlo běží pouze při pohybu stolu nahoru. V případě pohybu do dolní polohy je čerpadlo v klidu a dochází pouze k odpouštění oleje z přímočarého motoru přes ventil. V případě pásového stolu je nutné pohyb dolu brzdit přes elektromotor v režimu brzdy.

4 Návrh inovací

Na základě zjištěných dat o vyrobených vozech, prostojů zařízení, výrobních kapacit a taktů jednotlivých zařízení, navrhuji realizovat dvě koncepce inovací. Tyto koncepce, které řeší zvýšení přepravní kapacity jednotlivých zařízení, posléze celé lakovny. U některých dopravníků nebyla již možnost zvýšení přepravní kapacity. Z tohoto důvodu bylo nutné navrhnout výstavu kompletně nových paralelních zařízení.

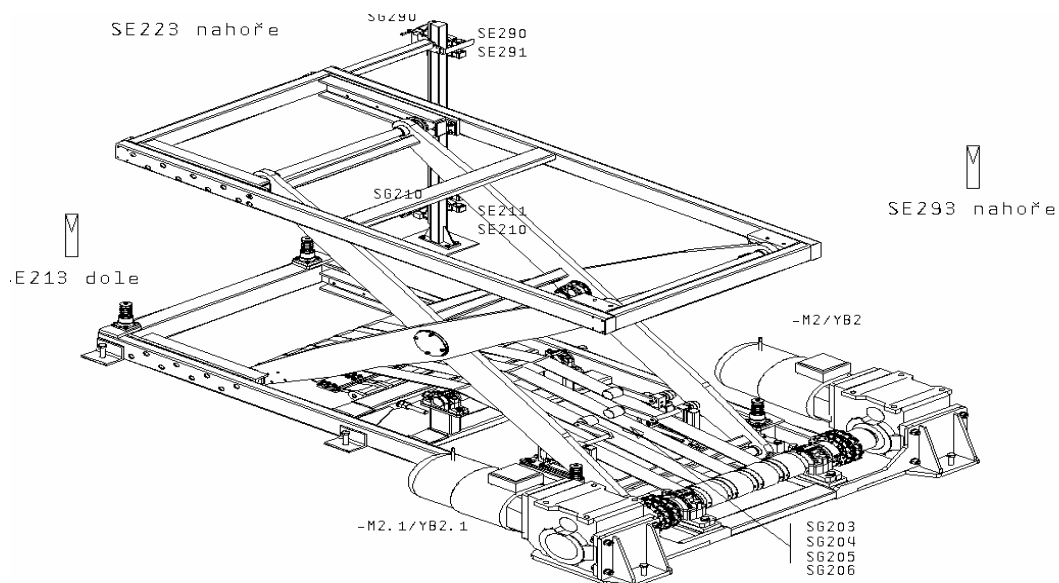
4.1 Koncepce 2100 karoserií

Tato koncepce nepřestavuje velké změny z pohledu výstavby nebo úprav technologií a dopravníkové techniky. Není nutné přistavovat haly kolem současné lakovny. Některé zařízení kapacitně dostačují na požadované zvýšení, ale je nutné vybudovat další zásobníky karoserií z důvodu navazujících operací. Aby byla možnost splnit denní kapacitu lakovny 2100 karoserií za den, bude nutné provést následující úpravy.

4.1.1 Hydraulické zvedací plošiny

U hydraulických nůžkových plošin vzhledem k využitelnosti bude nutné zrychlit takt nůžkových stolů na 37 sekund. Týká se pouze plošin, které jsou v jedno linkovém uspořádání v lakovně nebo za převěšením na rám základu ve svařovně pro model A (cca 10 ks). Tento takt je možné docílit koncepční změnou nůžkových stolů. Současné hydraulické nůžkové stoly jsou svojí rychlostí zvedání a spouštění na svém maximu. Takt lze přeregulováním docílit, ale za cenu velkých rázů při dojíždění do spodní polohy. Negativně tento stav působí na opotřebení všech pohyblivých částí včetně přímočarého hydromotorů. Nemluvně o velkém hluku. Nová koncepce, které lze s výhodou použít, je zvedání za použití textilních pásů. Nůžky stolu jsou k sobě přitahovány (dochází tak ke zvedání stolu) přes kladku textilními pásy, které jsou navíjeny na buben. Pohon je zajišťován přímo elektromotorem přes převodovku. V rámci této koncepce lze namontovat duplicitní pohon, který lze v případě poruchy ihned nasadit za pomoci řetězové spojky. Elektromotor je nutné řídit přes frekvenční měnič. Skoro po celé dráze zvedání může elektromotor jet na maximální otáčky (i vyšší) a v koncových polohách zase pomaleji. Lze tak dosáhnout požadovaného taktu. Další efekt, který tato koncepce přinese, že nebude již použit hydraulický olej. V případě havárie mohlo tak dojít k úniku hydraulického oleje a zatížení životního prostředí. Dále dojde k úspoře elektrické energie. Náklady na pořízení nové zvedací pásové plošiny i s řízením se pohubují kolem 0,050 tis. EUR.

Obr. 30.: Náskres nové koncepce hydraulické zvedací plošiny [14]



4.1.2 Zrychlení dopravníků M11A a M11B

Z důvodu zvýšení kapacity, bude nutné zrychlit takt dopravníků na cca 65 sekund. V lakovně základu se bude jednat o cca 270 pozic a v lakovně vrchního laku o cca 550 pozic. V nejjednodušším případě půjde pouze o malou úpravu v řízení pohonu. Většina pohonu ale není řízena přes frekvenční měnič a parametrově již nebude vyhovovat. Bude tedy nutné stávající pohony dopravníku vyměnit a instalovat frekvenční měniče. Bude tak možné takt dopravníků efektivně rychle měnit.

4.1.3 Doplnění paletových ráků do systému

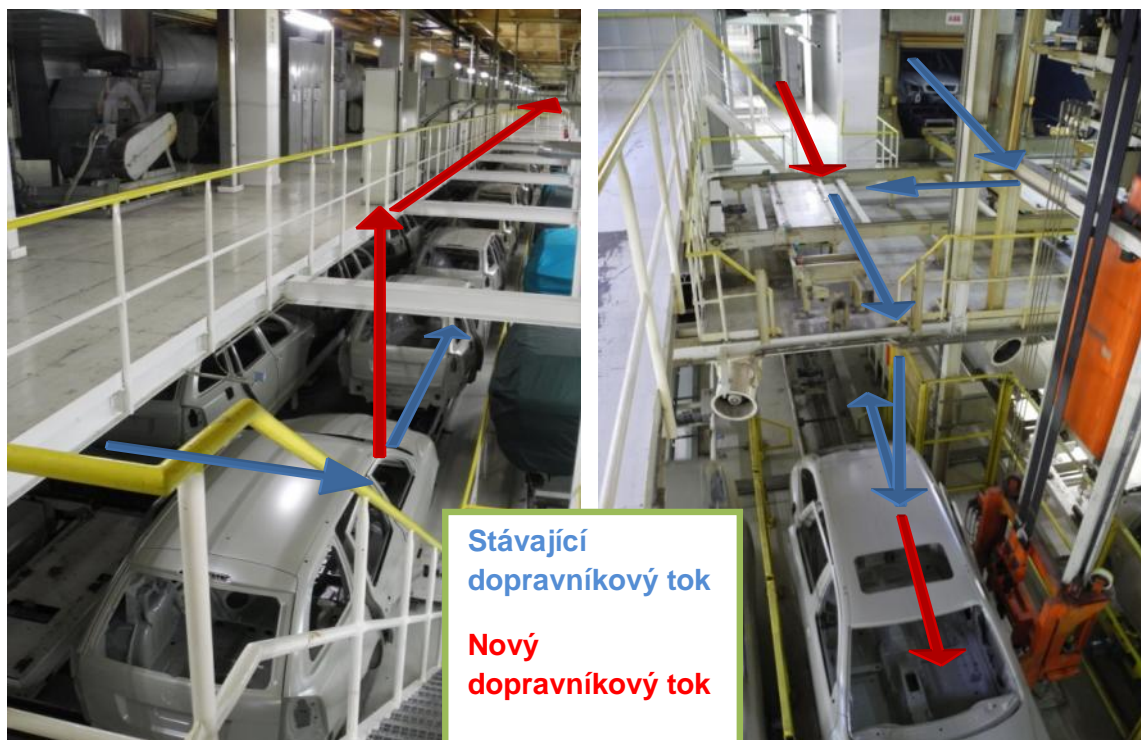
Vzhledem k rozšíření zásobníku KTL v hale M11A bude nutné doplnit více paletových ráků do systému. Dle rozšíření bude nutné doplnit 20 ks ráků. Prázdné ráky na vratné větvi bude zapotřebí stohovat 4 ks na sebe, aby nedocházelo k zaplnění prostoru za převěšením na podvěsný dopravník.

V hale M11B bude nutné doplnit celkem 60 ks paletových ráků. Je to z důvodu větších úprav (rozšíření) na dopravníkovém systému. Doplnění paletových ráků do systému by mělo zaručit plynulý chod dopravníkového toku a plynulou návaznost jednotlivých operací s dodržáním kapacity 2100 karoserií za den.

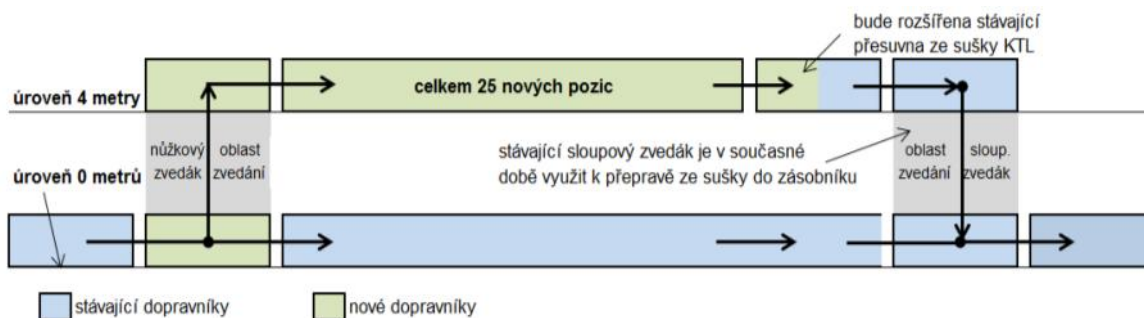
4.1.4 Zásobník za kataforézou

Stávající zásobníky mezi operací sušení kataforézy a ručními pracovišti hrubého utěšňování mají malou kapacitu. Důvodem jsou povinné přestávky ze zákoníku práce. Zastavením dopravníku přes pracoviště hrubého utěšňování znamená, rychlé zaplnění stávající zásobníku. Následně, tak dojde k zastavení dopravníku nanášení kataforézy a dále dopravníku přes operaci předúprav. Aby byla splněna kapacita na 2100 karoserií denně, nesmí dojít k zastavení dopravníku z důvodu přestávek na jiné operaci. Z tohoto důvodu je nutné provést zvětšení zásobníku minimálně o 25 pozic. Stávající zásobník na úrovni 0 metrů již nelze rozšířit z důvodu místa. Jediné volné místo, které lze k tomuto účelu využít, je na úrovni 4 metrů. Ze stávajícího dopravníkového toku, bude část karoserií odkloněna do tohoto nově vzniklého zásobníku. Na úroveň 4 metrů budou karoserie zvedány prostřednictvím nůžkové zvedací plošiny nové generace. Následovaly by dva zásobníkové pásové dopravníky o jednotkové délce 50 metrů. Karoserie by se zpátky do systému vracely před stávající příčnou přesuvnu, přes kterou by projížděly rovněž na pásový zvedák, a dále by pokračovaly na převěšení na dopravník EHB (nový dopravníkový tok vyznačen červenými šipkami). Stávající dopravníkový tok z pece KTL do zásobníku zůstane nenarušen (vyznačeno modrými šipkami).

Obr. 31.: Znárodnění nájedzu a výjezdu do nového zásobníku KTL [15]



Obr. 32.: Schéma bokorysu nového dopravního toku (zásobníku KTL)

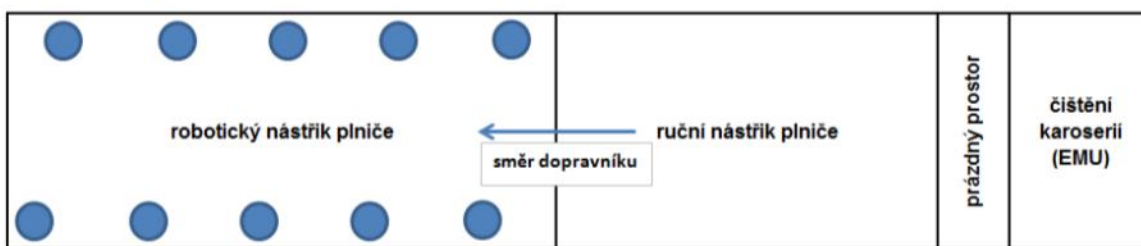


4.1.5 Linka nástřiku plniče

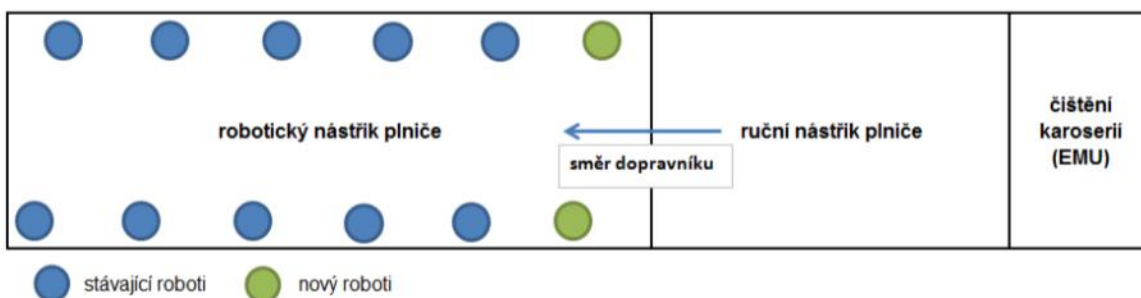
Dalším úzkým místem v lakovně je linka nástřiku plniče, která je v jednom linkovém uspořádání. V současné době je kapacita linky 2050 karoserií za den, což odpovídá rychlosti dopravníku 10,5 metru za minutu. Nástřik povrchu karoserií zajišťuje 10 robotů. Pokud bychom chtěli docílit kapacity 2100 karoserií za den, bylo by nutné dovybavit linku o další dva roboty. Následně bychom mohli zvýšit rychlost dopravníku na 11 metrů za minutu. Z hlediska provedení a uspořádání vzduchotechnické kabiny by se pouze jednalo o rozšíření kabiny a instalaci nových robotů včetně jejich řízení.

Obr. 33.: Schéma stávajícího a nového stavu robotů na lince nástřiku plniče

STÁVAJÍCÍ STAV



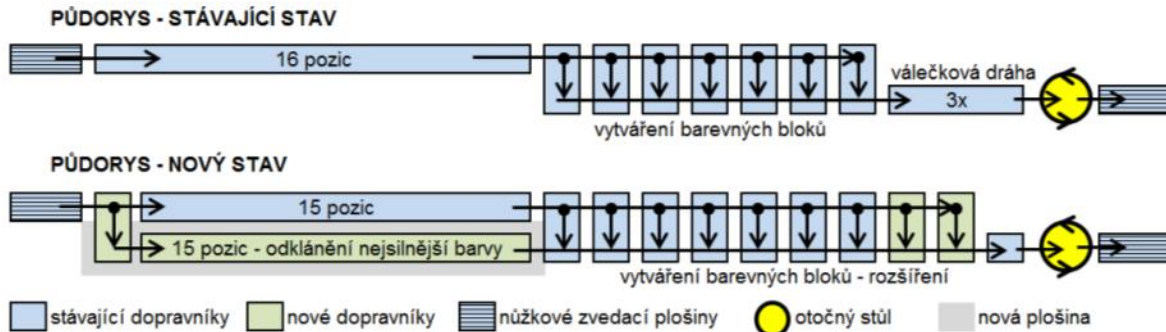
NOVÝ STAV



4.1.6 Zásobník před 3. linkou vrchního laku

Z kapacitního hlediska je 3. linka nástřiku vrchního laku jako nejvýkonnější. Z tohoto důvodu je nutné zajistit dostatečný přísun karoserií i v době přestávek na lince plniče. Hlavním cílem rozšíření zásobníku a barevných bloků je zkrácení jednoho taktu při nástřiku barvy. Takt lze zkrátit vytvořením homogenní řady karoserií se stejným odstínem. Tím se ušetří potřebný čas nutný na propláchnutí robota ředidlem a napuštění jiného odstínu barvy. Stávající zásobník je umístěn na podestě na úrovni 14,1 metru a je tvořen příčnými přesuvkami, které vytvářejí barevné bloky spolu s pásovým zásobníkovým dopravníkem. Pro rozšíření zásobníku je v první řadě nutné instalovat novou plošinu, na které lze umístit dopravníkovou techniku. Projektant při navrhování plošiny si musí pouze poradit s faktem, že již není možné příliš podlahu zatěžovat. Dále je potřeba přeložit vzduchotechnické potrubí, které v délce 20 metrů zasahuje do nově vybudované dopravníkové trasy. Zrealizováním tohoto záměru se docílí zvýšení kapacity zásobníku o 15 nových pozic, což bude plně dostačující.

Obr. 34.: Grafické znázornění rozšíření zásobníku



4.1.7 Finanční náročnost

Výše uvedená rozšíření, úpravy dopravníkové a aplikační techniky představují nemalé investiční náklady, které není tak jednoduché si obhájit. Investiční náklady ve většině případů jsou spojeny se strategií firmy v horizontu 5 a více let. Níže v tabulce jsou zrozsypány jednotlivé náklady na pořízení jednotlivých záměrů.

Tab. 5.: Investiční náklady na kapacitu 2100

Účel investice	mil. EUR
Hydraulické zvedací plošiny	0,51
Zrychlení dopravníků M11A	0,25
Zrychlení dopravníků M11B	0,45
Doplnění paletových rámu do systému	0,10
Zásobník za kataforézou	0,35
Linka nástřiku Plniče	2,80
Zásobník před 3.linkou vrchního laku	0,45
CELKEM	4,91

4.2 Koncepte 2400 karoserí

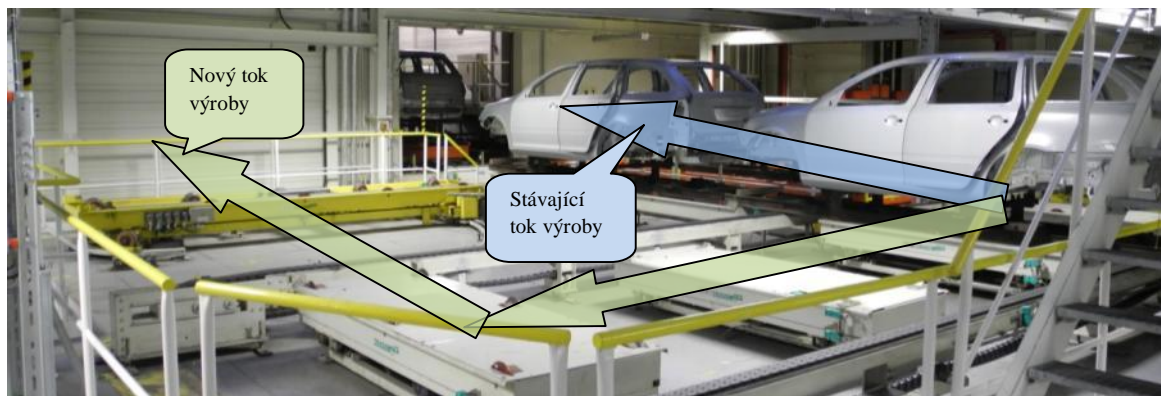
Tato koncepce již představuje velké změny z pohledu přístavby nových hal. S touto koncepcí je dále spojena jak řada legislativních úkonů, jako je stavebního povolení (i posouzení EIA), ale také omezení vnitrozávodové dopravy v době výstavby. Celý záměr, který zahrnuje fázi přípravy, realizace a uvedení do provozu, představuje časový horizont dvou let. Celý záměr musí být v souladu se strategií firmy na období delší jak 5 let. Ze strategie bude vycházet uvolňování investičních prostředků, které v tomto případě budou nemalé a budou dosahovat řádově desítek mil. EUR.

Předpokladem pro uskutečnění této koncepce, je úplná realizace koncepce 2100 karoserí za den. Základem koncepce 2400 je posílení těch linek, které nemohou dosahovat denní požadované kapacity. Zejména se jedná o jednolinkové uspořádání, ale i dvojlinkové uspořádání. Vybudováním nové dopravníkové a aplikační techniky dojde k částečnému přesměrování dopravníkového toku karoserí ze starých linek na nové. Dojde tak ke snížení taktu na stávajících linkách. Dalším efektem bude menší opotřebení stávajících zařízení. Zároveň se sníží prostoje, které vycházejí ze současného přetěžování linek.

Pro rozdělení dopravníkové toku se nabízí jeden velice výhodný bod v dopravníkovém toku. Je to již na výjezdu ze svařovny. Prostřednictvím stávající příčné přesuvny můžeme část dopravníkového toku karoserí odklonit přes již instalovaný otočný stůl do nově

vytvořených prostor. Počítá se z rozšíření mostu mezi svařovnou a lakovnou M11A, a dále rozšířením samotné haly M11A. Detailní popis dopravníkového toku bude více popsán v dalších kapitolách. Na obrázku níže je dobře patrné rozpojení dopravníkového toku.

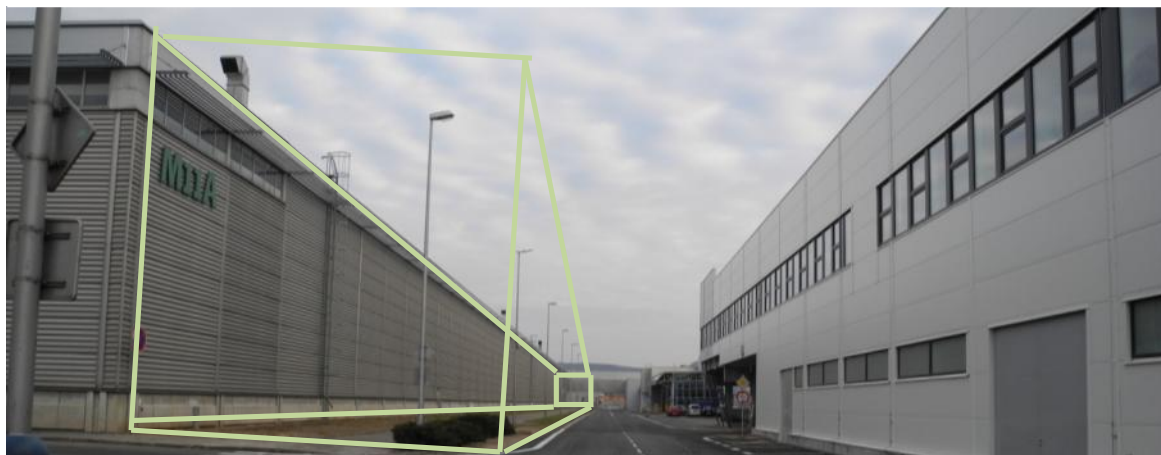
Obr. 35.: Názorné schéma rozpojení dopravníkového toku [15]



4.2.1 Prostory pro využití výstavby

Z hlediska rozvoje celého závodu lze využít pouze některé prostory pro výstavbu. Nelze také plánovat výstavbu na místech stávající komunikace. Tyto vnitropodnikové komunikace jsou ve výhledovém časovém horizontu nedotknutelné. Z tohoto pohledu lze pouze využít stávající pás zeleně a chodník pro pěší, který je minimálně využíván. U zbylého počtu chodců, kteří využívají chodník pro pěší, je nutné analyzovat cíl jejich cesty a navrhnout alternativní cestu. Budova naproti přes komunikaci ani v nejužším místě nebude ovlivněna světelnými podmínkami. Koncept musí plně respektovat řešení vhodného rozdělení a následné opětovné sloučení dopravníkového toku. Lze s výhodnou k rozdělení využít stávající příčnou přesuvnu a otočný stůl umístěný již ve svařovně. Opětovné spojení dopravníkového toku bude provedeno připojením do nově vybudovaného zásobníku kataforézy v rámci konceptu 2100. Zásobník se ještě rozšíří o dalších osm pozic. Veškeré energie budou napojeny ze stávající budovy M11A. Je nutné prověřit možnosti dalšího zatěžování transformátorové stanice haly M11A, vzhledem k tomu, že zařízení kataforézy již odebírá velký výkon.

Obr. 36.: Foto prostoru výstavbu (rozšíření) haly M11A [15]



4.2.2 Jakou technologií je nutné vystavět

Pro zvýšení kapacity je nutné instalovat technologii, která zaručí navýšení požadované denní kapacity o 25% a tím zabezpečí i snížení rychlosti na stávající technologii. Nové dopravníkové systémy musí být konstrukčně jednoduché, dobře udržovatelné, energetické úsporné a jako celek co nejméně zatěžovat životní prostředí. Tak je nutné na celou koncepci pohlížet. Oproti roku 1996 kdy byla lakovna vystavěna, šel vývoj neustále dopředu. Několik společností na celém světě se plně začalo zabývat lakovací technologií, kterou neustále vyvíjejí vpřed, jak po stránce konstrukční, tak i po stránce energetické. Celé rozšíření musí obsahovat následující technologii:

- linku předúprav (VBH) – zónu odmaštění, oplachu, aktivace, fosfátování, oplachu, pasivace, oplach a naklápění pod úhlem 30°
- linku kataforézi (KTL) – nanášení kataforézi, několik stupňů oplachu ponor/postřik a naklápění vpřed a vzad pod úhlem 30°
- zónu nutnou pro odkapání oplachů z obou výše uvedených linek
- pec pro vysušení kataforézy při teplotě 180 °C
- chladicí zónu pro ochlazení karoserií na teplotu max. 35 °C

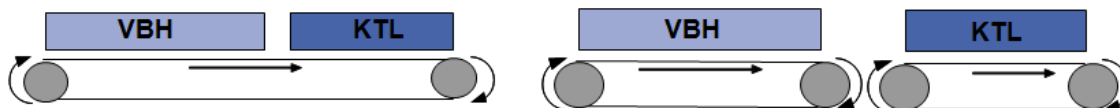
Transport přes a mezi jednotlivými operace je nutné zabezpečit za pomoci dopravníkové techniky, která bude použita následující:

- mezi operacemi budou použity válečkové dráhy, otočné stoly 90° a 180°, nůžkové zvedací plošiny, příčné přesuvny, zásobníkový pásový dopravník
- přes linku VBH a KTL bude použit jeden dopravník typu RODIP-E
- okapová zóna bude tvořena válečkovou drahou
- přes pec bude transport zajištěn podélným řetězovým dopravníkem

4.2.3 Linka VBH a KTL

Z důvodu úspory místa byly zvažovány dvě varianty umístění linky VBH a KTL. První varianta v jednolinkovém uspořádání s rozdělenými dopravníky pro linku VBH a KTL. Druhá zvolená varianta v jednolinkovém uspořádání s jedním dopravníkem. Tato varianta dopravníku je o stejné délce jako stávající budova M11A.

Obr. 37.: Schéma možných variant uspořádání [10]



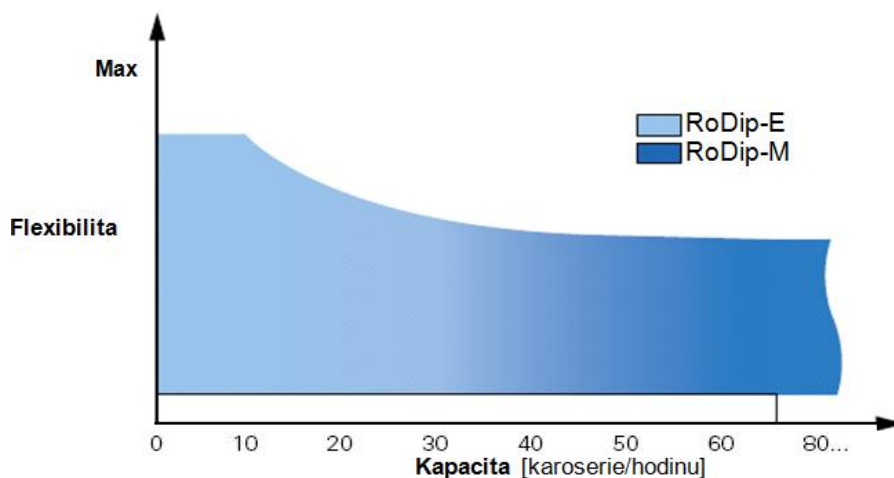
Jak už bylo zmíněno v předchozí kapitole, byly zvažovány tři možní dodavatele lakovací techniky a to firmy DURR Systems GmbH, EISENMANN GmbH, SOP Internacional. Ve výběru zvítězila firma DURR a to vzhledem k provedení zařízení, úsporám z toho plynoucí, kvalitě a referencím. Firma DURR v současné době nabízí dvě možné řešení koncepce dopravníku přes linku VBH a KTL. Obě řešení umožňují otočení karoserie v libovolném místě v namáčecí vaně. V případě prvního řešení (označeného pod názvem RODIP-M - mechanické) jsou místa otočení již určena dráhou pro transportní vozík. V případě změny lakovacího procesu, již nelze tyto místa dodatečně změnit, bez upravení dráhy pro transportní vozík. Druhé řešení (označeného pod názvem RODIP-E - elektrické) je plně flexibilní. Místa otočení karoserie lze libovolně naprogramovat. Otočení karoserie je realizována za pomoci pohonu, který je přímo umístěn na transportním vozíku. Místa otočení jsou naprogramovány a odečítání polohy transportního vozíku je zajišťováno za pomoci děrného štítku. Každé z výše uvedené řešení má své výhody a nevýhody:

- Výhody řešení RODIP-M - jednoduchá konstrukce
 - robustnost
 - udržitelnost
 - vysoká kapacita
 - investičně levnější varianta
- Výhody řešení RODIP-E - flexibilnější
 - možnost zpětného pohybu
 - možnost změny rychlosti pohybu karoserie (horizontální a rotační pohyb)

- lepší kvalita lakování
- méně broušení
- menší spotřeba vody
- možnost vizualizace každého vozíku

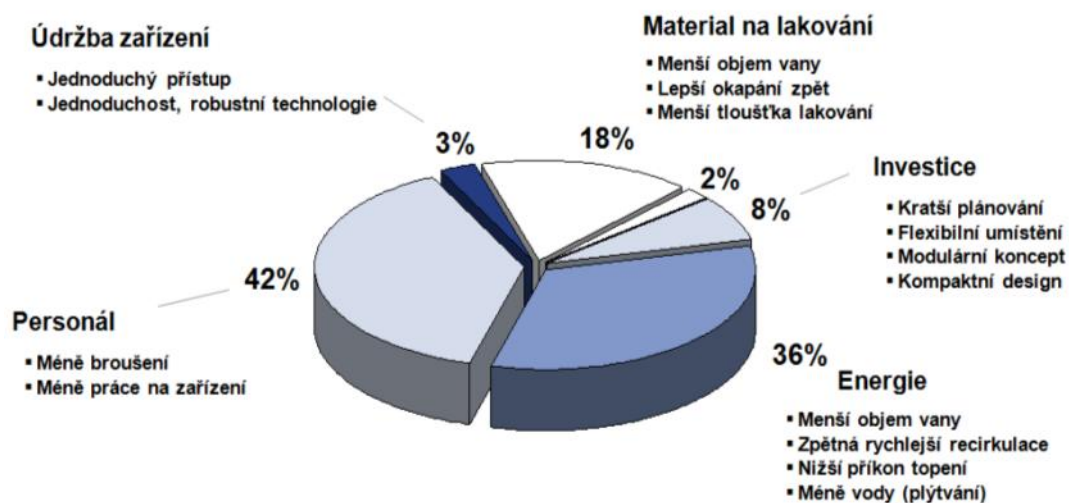
Pro názornost níže uvádím graf porovnání obou řešení v parametrech flexibility proti hodinové kapacitě.

Obr. 38.: Grafické porovnání jednotlivých řešení [10]



Po uvážení veškerých výhod a nevýhod obou systémů, je dále uvažováno pouze s řešením elektrických. S denní kapacitou 840 karoserií bude řešení plně poskytovat potřeby lakování pro navýšení kapacity lakovny. Při výběru byl brán v potaz i faktor, který zaručí vyšší kvalitu výsledného lakovaného povrchu karoserie a menší pracnosti při broušení defektů laku. Na novou linku budou v dopravníkovém toku přesměrovány modely, u kterých je nutné kvalitativně zajistit větší jakost povrchu. Bude se jednat v současné době o model Octavia (i včetně nových modelů), které jsou střední vyšší třídy. Při zvýšení kapacity na 2400 může dojít ke snížení rychlosti stávající linky VBH a KTL o 20%, a tím se docílí i na této lince zvýšení kvality povrchu. Vzrůstající opotřebení této linky se sníží, a tím dojde i ke snížení celkovému počtu prostojů lakovny. Úspory nové linky oproti stávající lince uvádím na grafu níže.

Obr. 39.: Grafické znázornění úspor zavedením nové technologie [10]

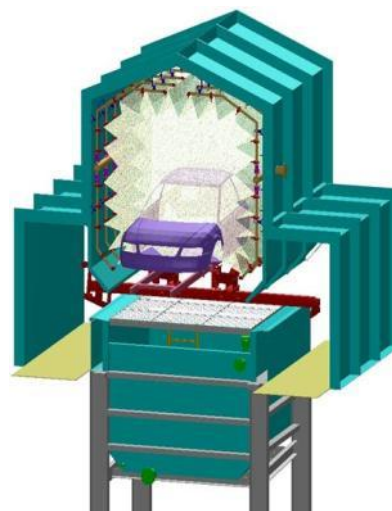


Základní prvky linky VBH a KTL

a) Kabina s produkční technikou

Stávající linky jsou umístěny ve dvou patrech. Tento koncept v rámci této práce zůstal zachován. V patře na úrovni 4,5 metru je vystavěna nerezová kabina, do které jsou umístěné veškeré ostřikové rámy. Nejčastější umístění rámu je na stěnách a stropě, výjimečně na podlaze kabiny v místech, kde není umístěna máčecí vana. Přímo v kabině je nutné umístění dopravníku (typu RODIP-E), zpětná větev transportních vozíků s rámem je umístěna vně kabiny. Na úrovni podlahy tohoto patra jsou umístěné ponorné vany, které by zasahovaly do přízemního patra. Pod ponorné vany z důvodu případného potržení a zamezení ekologické havárie, se musí instalovat záchytné vany. Doprava chemikálií k linkám, bude zajišťována pouze po komunikaci v přízemí mezi linkami. Čerpadla, ultrafiltrační moduly, odkalovače je výhodné umístit nad tuto komunikaci do prvního patra.

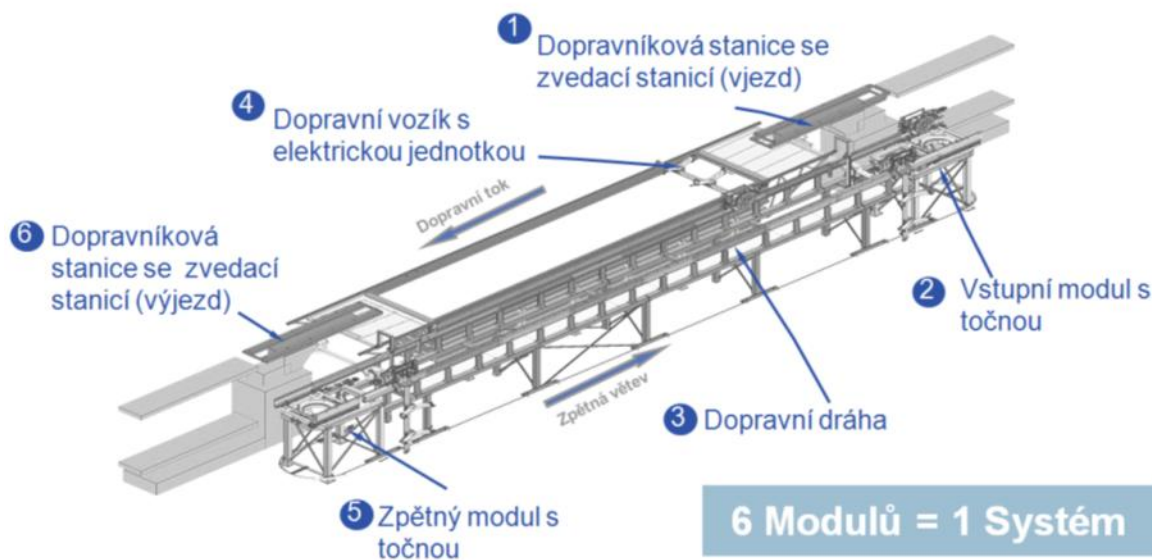
Obr. 40.: Řez kabiny [10]



b) Dopravník – základní konstrukce

Jak je patrné z níže uvedeného obrázku, skládá se dopravník v základním provedení z šesti modulů. Prvním modulem je stanice na vjezd do linky, která zajišťuje nabrání paletových ráků s karoserií na transportní elektrický vozík, který jede po dopravní dráze přes jednotlivé lázně. Na konci linky je instalován modul, který zajišťuje rozpojení paletového ráku s transportním vozíkem. Následně je rám vozíku spuštěn do vertikální roviny, otočen prostřednictvím točny a přepraven přes zpětnou větev na začátek linky, kde je opět rám vyzvednut do horizontální roviny. Pro potřebnou kapacitu je nutné zajistit dostatečný počet transportních vozíků s rámem. Elektromotor vozíku je řízený samostatnou jednotkou, která umožňuje měnit plynule jeho rychlost. Přejezd vozíku po zpětné větvi směrem k začátku linky je v porovnání s jízdou skrze linku velice rychlý.

Obr. 41.: Schematické znázornění jednotlivých modulů linky [10]



c) Transportní vozík

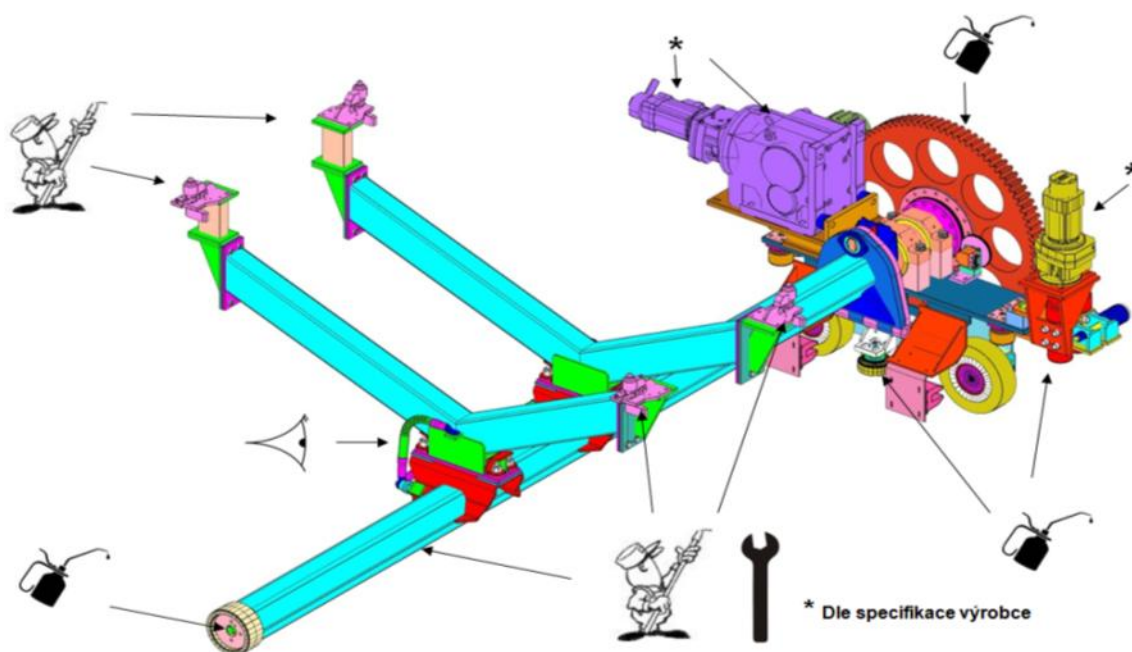
Elektrický transportní vozík s rámem je nejdůležitějším prvkem celého systému. Je důležité, aby poruchovost tohoto prvku byla skoro nulová. Vzhledem k jednoduchosti zařízení se můžeme k tomuto stavu velice blízko přiblížit. Rám vozíku je tvořen ocelovými profily z nerezového materiálu. Připevnění karoserie je provedeno prostřednictvím trnů, u kterých je zabezpečena funkce zamknutí paletového rámu ke karoserii. Pokud by nedošlo

k zamknutí karoserie, tak i při mírném rotačním pohybu by mohla karoserie vypadnout z trnů. Tím by došlo k pádu karoserie do vany. Došlo by tak k materiálové škodě na karoserii, ale hlavně ke škodě ve výrobě v délce několikahodinovém prostoji na zařízení. Rozteč trnu se musí v předepsaných intervalech kalibrovat.

Transportní elektrický vozík musí zajišťovat několik funkcí:

- jízdu přímo po dráze, případně vzad (kolize, havárie, atd.) – tato funkce je zajišťována prostřednictvím kol, které jsou poháněny od pohonu umožňující reverzaci. Napájení elektromotoru je uskutečňováno prostřednictvím napájecí troleje umístěné v dráze a sběračů umístěných na vozíku.
- možnost otáčení rámu s karoserií – je uskutečňováno za pomoci pohonu řízeného samostatnou jednotkou, umožňující plynulou změnu rychlosti. Pohon přes zubové soukolí otáčí hřídel rámu, která je uložena ve dvou ložiskových jednotkách. Konstrukční řešení hřídele pro otáčení rámu je navrženo tak, aby mohlo dojít k rozpojení rámu s hřídelí a z důvodu sklopení rámu na konci linky.
- sklopení rámu do vertikální polohy a zpět do horizontální – celý rám je umístěn na pantu, který zajišťuje funkci možnosti pohybu při sklopení. Dělicí místo natáčení karoserie je umístěno za pantem směrem k dráze (dochází natáčení i pantu).

Obr. 42.: Znárodnění elektrického transportního vozíku s rámem [10]



Na obrázku výše jsou vyznačené jednotlivé údržbářské úkony, které jsou nutné provádět z důvodu zabezpečení bezporuchového stavu. Jsou zde znázorněny kontroly vizuální, kontroly roztečí trnů a mazací místa. V případě pohonů je nutné postupovat dle předepsaných návodu pro údržby od výrobce pohonů. Nejčastěji se provádí kontrola stavu oleje, měření vůle v ozubení, atd. Jedině kvalitní a preventivní údržba může zabezpečit bezporuchový stav a prodloužit životnost jednotlivých součástí.

4.2.4 Ostatní dopravníky – úspora energie

Je zcela zbytečné v této práci dále popisovat ostatní použité dopravníky. Pro transport karoserií přes a mezi jednotlivými technologickými operacemi budou použity standardní dopravníky, které jsou již v lakovně použity. Velký důraz se bude dbán na životnost použitých komponentů a úspory energií. Již nebudou použity systémy, které pro svůj provoz potřebují stlačený vzduch. Tato energie je vyhodnocena jako nejdražší. Veškeré nově dodávané pohony budou od firmy Bauer. Tyto pohony jsou nejčastěji používané na dopravníkové technice v lakovně. Důvodem tohoto použití je sjednocení náhradních dílů v lakovně.

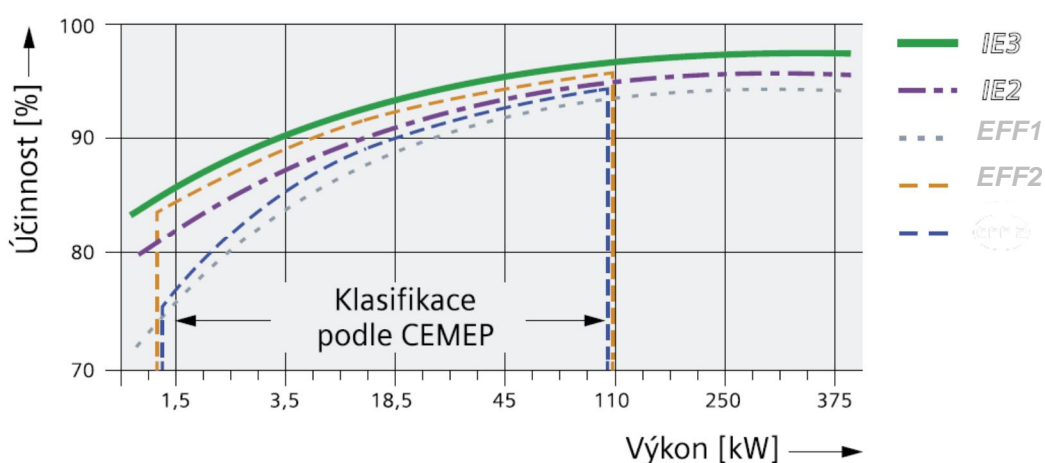
Neméně důležitým úkolem politiky Škoda Auto a.s. a programu Green Faktory potažmo standardy koncernu VW, je podporovat používání elektromotorů s vyšší třídou účinnosti. Cílem této standardizace je dosažení úspor elektrické energie spotřebovaných v elektrických pohonech jak při výrobě vozů, tak i v nepřímých oblastech jako jsou logistika, infrastruktura apod.). Již v roce 2008 se koncern VW přihlásil k trendu snižování emisí oxidu uhličitého s cílem, co největší měrou přispět k ochraně životního prostředí. Při splnění těchto standardů je rovněž zajištěna i ekonomická návratnost využití těchto úsporných pohonů. Dle zjištěného stavu, připadá více než 97% nákladů během životního cyklu elektromotorů na energii. 3% náklad investice na pořízení je tedy zanedbatelný. Na výrobu vozů se v rámci koncernu (pouze EU) vynaložilo v roce 2007 na energii více než 225 mil. EUR. Předpoklad pro použití elektromotorů s třídou účinností IE2 je následující:

- provozní doba je větší jak 1000 hodin za rok
- předpokládaná doba provozu a životnosti je větší jak 2 roky
- nasazení v trvalém provozu nebo periodicky přerušovaném provozu s provozní dobou alespoň 80%

Dodržením těchto zásad (opatření) se nejenom docílí trvale snížení emise oxidu uhličitého, ale také úspora nákladů na elektrickou energii.

Dle zásad uvedených výše, budou na všech nových zařízeních použity pohony s vyšší třídou účinnosti IE2. Právě pohony o malém výkonu, které budou použity např. na válečkové dráhy, uspoří více energie a to je patrné z níže uvedeného grafu.

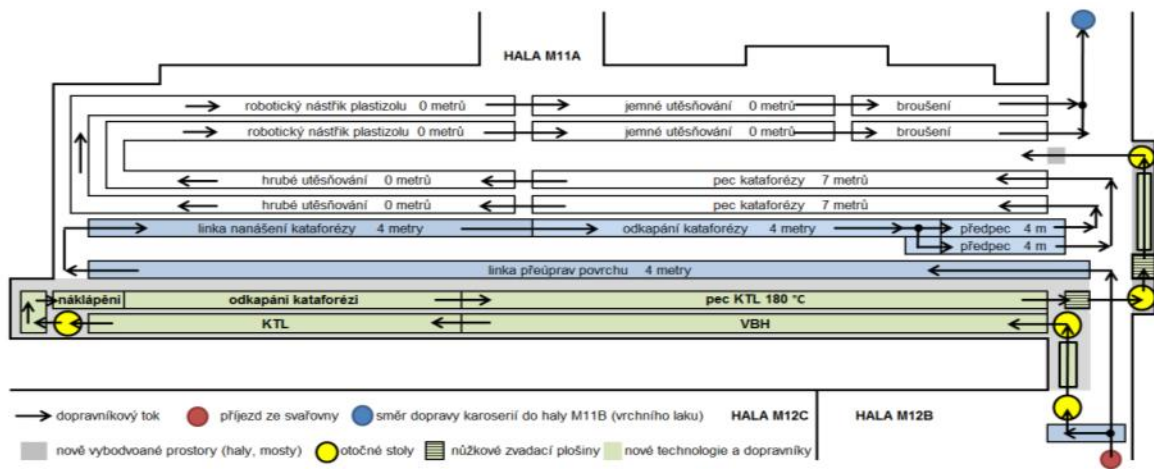
Obr. 43.: Grafické znázornění jednotlivých tříd účinnosti elektromotorů



Níže jsou uvedeny jednotlivé použité dopravníky včetně jejich počtů. Níže uvedený seznam je souhrnným podkladem pro výpočet výše investice a energetického zatížení lakovny. Bude instalována:

- válečkové dráha v délce 5 metru - 6 ks a 8 ks na rozšíření zásobníku KTL
- válečková dráha v okapové zóně - délka 80 metrů (16 spojených stolů)
- otočný stůl 90° a 180° - 3 ks a 1 ks
- naklápěcí stanice 30° - 1 ks
- příčný pásový dopravník - 1 ks v délce 10 metrů
- nůžková zvedací plošina - 1 ks zdviž 1 metr, 2ks zdviž 3 metry
- pásový zásobníkový dopravník - 1 ks v délce 30 metrů

Obr. 44.: Grafické znázornění nové technologie a dopravníkového toku



4.2.5 Investiční náklady na kapacitu 2400

Rozšíření stávající hal a mostů představuje v případě výstavby obrovské investiční náklady, které musí prokázat svojí návratnost ve velmi krátkém čase. Rozšíření na kapacitu 2400 karoserií za den je strategickým rozhodnutím společnosti ve výhledovém časovém horizontu. Podmínkou je trvalý rozvoj trhu s osobními automobily, zejména značky Škoda nebo koncernových značek VW. Níže jsou jednotlivé náklady rozepsány.

Tab. 6.: Investiční náklady na kapacitu 2400

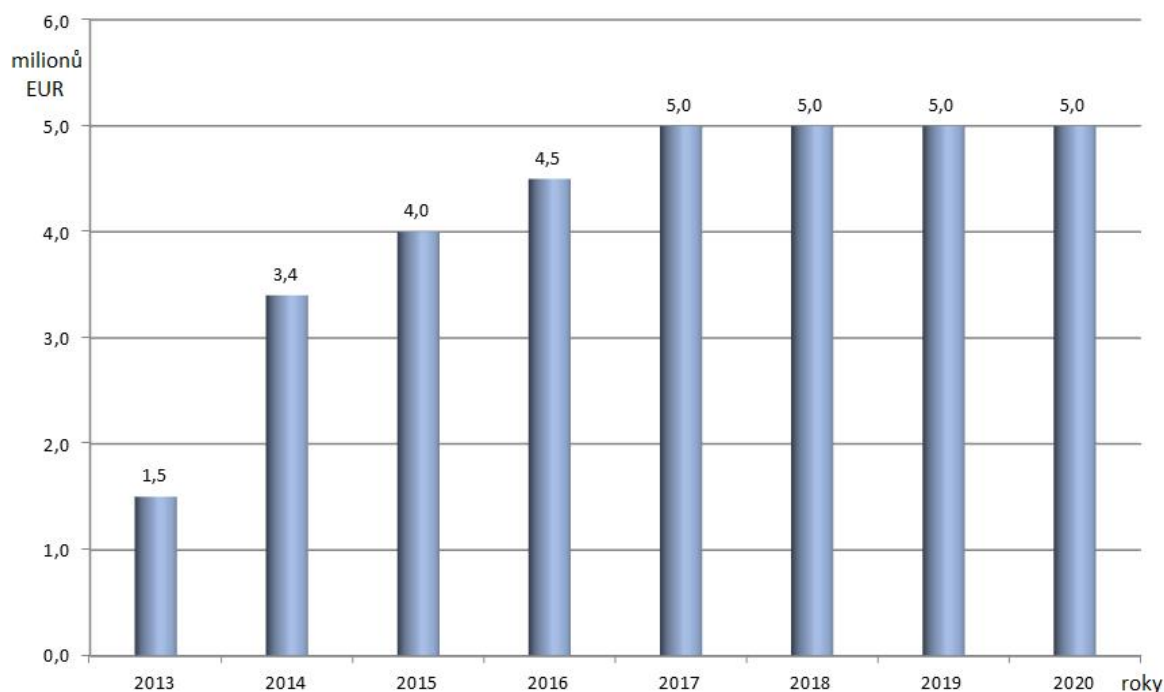
Účel investice	mil. EUR
Stavební část - přístavba haly a mostů	128,00
Linka VBH a KTL - technologie a dopravník	130,00
Okapová zóna - kabina a dopravníky	2,50
Dopravníková technika - spojení technologií	4,50
Doplnění paletových rámců do systému	0,50
Robotický nástřik plastizolu - rozšíření	2,80
Linka nástřiku plniče - rozšíření	1,50
Linky vrchního laku - doplnění robotů a zrychlení	4,50
Pece linky plniče - přestavba	1,90
Zrychlení dopravníků M11A a M11B	0,80
Řídicí systémy a vizualizace	0,40
Nepředvídatelné náklady	2,60
CELKEM	280,00

5 Hodnocení a vize budoucnosti

Celá budoucnost perspektivisty lakovny v dalších letech se zajisté odvíjí od vývoje trhu s automobily. Dále je nutné respektovat strategie firmy Škoda Auto a.s. a zejména koncernu VW. Snaha těchto automobilových gigantů je přemísťovat svoje kapacity ve výrobě na východ od nás. Zejména do Ruska. Zde je pracovní síla levnější, ale je zde zase problém s disciplínou a s fluktuací zaměstnanců. Cíl každé společnosti je být na trhu konkurence schopní a produkovat finanční zisk.

Pokud z jakéhokoliv důvodu nebude možné nebo strategicky žádané navyšovat kapacitu lakovny, bude nutné udržet stav provozuschopnosti zařízení. Pro udržení výroby do roku 2020 bude nutné vynaložit nemalé investice, které vzhledem k velké poptávce po vozech Škoda i v době nepříznivé, budou mít poměrně rychlou návratnost. Od roku 2013 do roku 2020 bude nutné na udržení techniky vynaložit 20 milionů EUR. Detailní plán investičních nákladů je uveden níže v grafické podobě.

Obr. 45.: Grafické znázornění vynaložených investic do zařízení v letech 2013 - 2020



Pro udržení zařízení je nutné dbát na bezchybnou preventivní údržbu zařízení a to hlavně na dopravníky přes linky předúprav a kataforézy. Zde je velice důležité promazání

rotačních částí řetězu a řetězových kol. Dále je preventivně nutné udržovat podvěsné dopravníky, a to i v době produkce, na místě tomu určeném, což je na opravárenských plošinách. U zásobníkového dopravníku, kde zatím nebyl pryžový pás vyměněn za plastový modulární řetěz, je nutné provádět pravidelnou kontrolu. Zvyšováním kapacity a navyšováním hmotnosti karoserií došlo v minulých letech k velkému a celkovému opotřebením veškeré dopravníkové techniky v lakovně. Z tohoto důvodu je nejdůležitější sestavení plánu pravidelné údržby a kontroly zařízení. V dnešní době již tento plán existuje, ale je nutné doplnit tento rozpis o již vystavěná nová zařízení.

Na kvalitní údržbu je nutné mít k dispozici kvalifikované mechaniky a elektrikáře. Jejich počet se s neustále zvyšující výrobou snižuje, což nepříznivě působí na stav technologie a dopravníkové systému. V dnešní době po několika stupních optimalizace personálu údržby v lakovně, je počet pracovníků údržby na minimu. Nelze tak v případě poruchy na více zařízení, zajistit odstranění poruchy v krátkých časech. O víkendových odstávkách nelze též zajistit veškeré úkony spojené s údržbou zařízení. Z důvodů nedostatku vlastního personálu, lze zajistit některé úkony pomocí externích firem. Již dnes je nutné tyto činnosti zajistit pomocí externích firem a to v rozsahu na několika místech v lakovně i v celém závodě. V pobočném závodě v Kvasinách v provozu lakovny je již několik let celá údržba zajišťována externí firmou SIEMENS. Pouze vedení údržby je zajišťováno pracovníky firmy Škoda Auto a.s. Je na zváženu, jestli takto externě nezajistit údržbu i v lakovně v Mladé Boleslavi.

V rámci celého závodu Škoda Auto a.s. by byla dále možnost provést centralizaci jednotlivých údržeb provozů lisovny, svařovny, lakovny, montáží a dalších přidružených provozů. Došlo by tak k úspoře personálu a jistě i k úspoře náhradních dílů, které jsou v mnoha případech stejné. Otázka je pouze v tom, jak sloučit jednotlivé specializace údržbářů, které jsou dány odlišností jednotlivých provozů. Údržbář provozu svařovny, jistě nezná technologii lakování a naopak v případě údržbáře z lakovny. Nereálné to určitě není, ale veškeré tyto změny s centralizací údržeb by potřebovaly čas na zavedení tohoto systému.

6 Závěr

Závěrem této práce lze konstatovat, že potřeba údržby v dalších letech na hlavních tocích dopravníkové techniky se bude výrazně zvyšovat. Již dnes je potřeba na vytipovaných zařízeních neustálá údržba, na zbylých zařízeních preventivní údržba. V obecné rovině je nezbytné, aby veškeré činnosti prováděla kvalifikovaná údržba, která může zajistit takový stav techniky, která vykazuje minimální počet poruch.

Pokud bude potřeba radikálně navýšit kapacitu celé lakovny, pak bude nutné přistavět halu a rozšířit most mezi svařovnou a lakovnou. V těchto nových prostorách vybudovat nové technologie, které umožní zvýšit celkovou kapacitu lakovny na výhledově požadovanou 2400 karoserií za den. Se současnou technologií a dopravníkovým systémem tento plán se zárukou nelze splnit. Můžu tedy konstatovat, že výhledový plán výroby v Mladé Boleslavi je nereálný se současným zařízením. Lze provést nespočet úprav na stávajícím zařízení a to jen částečně přispěje k dosažení vytyčeného cíle. V rámci těchto úprav je nutné konstrukčně řešit použité typy dopravníků z hlediska jejich opotřebení. Zejména jejich tažných členů, jejichž otěrový materiál zvyšuje prašnost v lakovně. Vícepráce na karoseriích tak nepřímou přispívají ke snížení kapacity lakovny. Nasadit tedy takové typy dopravníků, u kterých se jejich opotřebením nezvyšuje prašnost v rámci všech prostor lakoven.

V úplném závěru je nutné si položit jednu otázku. Nebylo by výhodnější postavit úplně novou lakovnu? Vybavit ji nejmodernějším zařízením? V současné době řešení této otázky není na pořadu dne. Lze ale předvídat, že kolem roku 2018 je uskutečnění této myšlenky velice reálné. Prostory po bývalém hřbitově již budou uvolněny. Lze provádět výstavbu bez vlivu na současnou výrobu a odstávku zařízení. Dalo by se vypsát několik rádků pozitiv a proti tomu vždy stojí jedno velké negativum. A to je nedostatek finančních prostředků v současné době.

Uvidíme již za několik let, jakým směrem se bude vývoj trhu s osobními automobily a celé ekonomiky ubírat.

Seznam použité literatury

- [1] GROS, Ivan: *Logistika*, 1.vydání. Praha: Vydavatelství VŠCHT, 1996. 228 s
- [2] DRAŽAN, František; KUPKA, Ladislav; KOLEKTIV: *Transportní zařízení*, 1.vydání. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1966. 454 s.
- [3] JÍLEK, Vladimír; LÍBAL, Vladimír; REMTA, František: *Manipulace s materiálem*, 2.přepřac. vydání. Praha: Nakladatelství technické literatury, 1978. 229 s
- [4] NORMY.biz; : [on-line] [28.2.2013]. Dostupné z: <http://shop.normy.biz>
- [5] CVEKL, Zdeněk; DRAŽAN, František; KOLEKTIV: *Teoretické základy transportních zařízení*, Praha: Nakladatelství technické literatury, 1976. 319 s
- [6] Ministerstvo těžkého strojírenství: *Dopravní zařízení III*, 1.vydání. Praha: 1955, 175 s
- [7] MALÍK, Vratislav: *Válečkové tratě v teorii a praxi*, 1.vydání. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1963. 275 s
- [8] CVEKL, Zdeněk; ZAVADIL Jaroslav: *Zdvihací stroje a dopravníky*, Díl I. Zdvihací stroje: Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1958. 136 s
- [9] Škoda Auto a.s.; ABB, *Technické dokumentace k zařízení*. Veřejně nedostupné: archiv dokumentace lakovny M11A, M11B, 1996
- [10] DURR Systems GmbH, *Prezentace zařízení RODIP*, Veřejně nedostupné: majetek německé firmy DURR Systems GmbH
- [11] Siemens, s.r.o. [on-line] [12.2.2013]. Dostupné z: www.motorgear.cz/userfiles/file/p-1010_nove-tridy-ucinnosti-motor_2010.pdf
- [12] GEODIS Brno, s.r.o., *Letecký snímek* [on-line] [12.2.2013]. Dostupné z: <http://www.mapy.cz/#x=14.928318&y=50.423360&z=15&l=15>
- [13] Škoda Auto a.s.; *Elektronický archiv fotodokumentace lakovny*. Veřejně nedostupné: umístění na disku serveru lakovny
- [14] Škoda Auto a.s.; *Dokumentace povinností BMS 01 FT s pamětí, změna nůžkové zvedací stoly*. [6.4.2012]. Veřejně nedostupné: elektronický archiv dokumentace lakovny M11A, M11B
- [15] Zdroj autor této diplomové práce; *Foto technologie, dopravníku a haly*

- [16] VERVA–Tech. s.r.o., Foto pásového dopravníku [on-line] [22.3.2013]. Dostupné z:
http://www.verva-tech.cz/produkty/hnane-valeckove-dopravniky_5/
- [17] Agrotechnika Vaněk s.r.o., [on-line] [22.3.2013]. Dostupné z:
<http://www.agremo.cz/Dopravniky-zrni/dopravniky.html>
- [18] VVV MOST spol. s r.o., [on-line] [22.3.2013]. Dostupné z:
<http://vvvmost.cz/koreckove-dopravniky/>
- [19] Ing. Štěpánka DVOŘÁČKOVÁ, Ph.D., [on-line] [22.3.2013]. Dostupné z:
http://www.technomat.cz/data/katedry/kom/KOM_MP_PR_14_CZE_Dvorackova_Doopravniky_mezioperacni.pdf

Seznam použitých obrázků

- Obr. 1.:** Pásový dopravník na pevné předměty
- Obr. 2.:** Článekový dopravník
- Obr. 3.:** Korečkový dopravník na sypký materiál
- Obr. 4.:** Podvěsný dopravník na nárazníky
- Obr. 5.:** Hrnoucí dopravník na sypký materiál přepravující na velké vzdál.
- Obr. 6.:** Šroubový dopravník přepravující zrní z kontejneru na pásový dopravník
- Obr. 7.:** Trubní dopravník určený promíchání a vysoušení směsi nebo vlhkých pilin
- Obr. 8.:** Trať určená k přepravě krabic
- Obr. 9.:** Letecký pohled lakovny MB
- Obr. 10.:** Schéma stávajícího dopravníkového toku haly M11A
- Obr. 11.:** Ukázka přepravníkového rámu
- Obr. 12.:** Nájezd do linky předúprav
- Obr. 13.:** Závěs nesoucí karoserii na stoupání
- Obr. 14.:** Otočný stůl – karoserie na paletovém rámu je otáčena o 90°
- Obr. 15.:** Válečková trať v okapové zóně po nanášení kataforézy
- Obr. 16.:** Přesouvání karoserie po pásovém dopravníku směrem k montáži
- Obr. 17.:** Přejezd karoserie po nástřiku plniče prostřednictvím pásového dopravníku
- Obr. 18.:** Zvedání karoserie na vyvýšenou plošinu
- Obr. 19.:** Zvedání karoserie mezi jednotlivými patry haly
- Obr. 20.:** Dopravník přes pec po nástřiku plniče
- Obr. 21.:** Otočení a přejezd karoserie mezi stříkacím boxem a mezipecí
- Obr. 22.:** Grafické znázornění vizualizace dopravníkového systému
- Obr. 23.:** Znázornění prostojů zařízení lakovny, které způsobují prostoje montáží
- Obr. 24.:** Grafické znázornění prostojů jednotlivých dopravníkových systémů M11A
- Obr. 25.:** Grafické znázornění výrobních časů a prostojů zařízení
- Obr. 26.:** Měsíční grafické znázornění průjezdů karoserií přes lakovnu v roce 2012

- Obr. 27.:** Pohled na havárii v lince předúprav z roku 2000
- Obr. 28.:** Na levém obrázku již namontovaný prozatímní ventilátor (náhradní)
- Obr. 29.:** Na pravém obrázku poničené oběžné kolo ventilátoru + destrukce uložení
- Obr. 30.:** Nákres nové koncepce hydraulické zvedací plošiny
- Obr. 31.:** Znázornění nájezdu a výjezdu do nového zásobníku KTL
- Obr. 32.:** Schéma bokorysu nového dopravního toku (zásobníku KTL)
- Obr. 33.:** Schéma stávajícího a nového stavu robotů na lince nástřiku plniče
- Obr. 34.:** Grafické znázornění rozšíření zásobníku
- Obr. 35.:** Názorné schéma rozpojení dopravníkového toku
- Obr. 36.:** Foto prostoru výstavbu (rozšíření) haly M11A
- Obr. 37.:** Schéma možných variant uspořádání
- Obr. 38.:** Grafické porovnání jednotlivých řešení
- Obr. 39.:** Grafické znázornění úspor zavedením nové technologie
- Obr. 40.:** Řez kabiny
- Obr. 41.:** Schematické znázornění jednotlivých modulů linky
- Obr. 42.:** Znázornění elektrického transportního vozíku s rámem
- Obr. 43.:** Grafické znázornění jednotlivých tříd účinnosti elektromotorů
- Obr. 44.:** Grafické znázornění nové technologie a dopravníkového toku
- Obr. 45.:** Grafické znázornění vynaložených investic do zařízení v letech 2013 - 2020

Seznam použitých tabulek

Tab. 1.: Součty prostojů jednotlivých dopravníkových systému v lakovně M11A

Tab. 2.: Návrhový takt zařízení a disponibilita daná výrobcem zařízení

Tab. 3.: Zjištění současný takt zařízení a vypočtená disponibilita zařízení

Tab. 4.: Měsíční součty přepravených karoserií přes lakovny v roce 2012

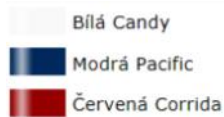
Tab. 5.: Investiční náklady na kapacitu 2100

Tab. 6.: Investiční náklady na kapacitu 2400

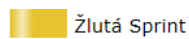
Přílohy

Příloha č.1: Vzorník barevných odstínů (pro vozy Škoda Fabia)

Základní barvy:



Příplatkové barvy:



Metalické:



Zvláštní lakování:



Zvláštní lakování:



Příloha č.2: Grafické znázornění nové technologie a dopravníkového toku pro kapacitu 2400 karoserií za den

