

Univerzita Pardubice  
Dopravní fakulta Jana Pernera

Dodávky JIS pro model A-SUVe

Bc. Jan Kavka

Diplomová práce

2020

Univerzita Pardubice  
Dopravní fakulta Jana Pernera  
Akademický rok: 2019/2020

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Bc. Jan Kavka**  
Osobní číslo: **D17396**  
Studijní program: **N3708 Dopravní inženýrství a spoje**  
Studijní obor: **Technologie a řízení dopravy**  
Téma práce: **Dodávky JIS pro model A-SUVe**  
Zadávající katedra: **Katedra technologie a řízení dopravy**

### Zásady pro vypracování

Úvod  
1. Analýza technologie JIS  
2. Analýza stávajícího stavu dodávek JIS  
3. Návrhy dodávek JIS  
4. Vyhodnocení návrhů  
Závěr

Rozsah pracovní zprávy: **50-60**  
Rozsah grafických prací: **5-6**  
Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**

**Seznam doporučené literatury:**

GROS, I. a kol. Velká kniha logistiky. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2016. ISBN 978-80-70-80-952-5  
CEMPÍREK, V., KAMPF, R., ŠIROKÝ, J. Logistické a přepravní technologie. Pardubice: Institut Jana Pernera, 2009. ISBN 978-80-86530-57-4  
CEMPÍREK, V. a kol. Logistická centra. Pardubice: Institut Jana Pernera, 2010. ISBN 978 80 86530 70 3  
CEMPÍREK, V., KAMPF, R. Logistika. Pardubice: Institut Jana Pernera, 2005. ISBN 80-86530-23-X

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

Datum zadání diplomové práce: **7. února 2020**  
Termín odevzdání diplomové práce: **31. července 2020**

L.S.

---

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

---

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

V Pardubicích dne 6. února 2020

Prohlašuji:

Tuto práci jsem vypracoval samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využil, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

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

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

V Pardubicích dne 27. 5. 2020

Bc. Jan Kavka

Poděkování:

Rád bych touto cestou poděkoval vedoucí práce Ing. Andree Seidlové, Ph.D. a celému oddělení PLL-F/2 Škoda Auto a. s. za odborné vedení, cenné rady a připomínky, které přispěly ke zvýšení úrovně této práce.

## **ANOTACE**

Diplomová práce se zaměří na problematiku dodávek JIS. Možný způsob dodávek bude řešen ve variantách pro určitý díl. Hodnocení proběhne z ekonomického, časového a logistického hlediska.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

b-cena, dodávka, externí poskytovatel logistických služeb, Just in Sequence, nárazník

## **TITLE**

JIS supplies for model A-SUVE

## **ANNOTATION**

This thesis deals with the JIS delivery. The variations will be evaluated in terms of finance, time, space and logistics.

## **KEYWORDS**

b-price, delivery, external logistics service provider, Just in Sequence, bumper

# OBSAH

<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>9</b>
<b>SEZNAM TABULEK .....</b>	<b>10</b>
<b>SEZNAM ZKRATEK.....</b>	<b>11</b>
<b>ÚVOD.....</b>	<b>12</b>
<b>1 ANALÝZA TECHNOLOGIE JIS.....</b>	<b>13</b>
1.1 Skupiny JIS procesu .....	14
1.2 Obecně platné postupy .....	16
1.3 Datová komunikace.....	16
1.4 Paletizace a balení .....	18
1.5 Závod dodavatele .....	19
1.6 Rozhraní A-ceny a b-ceny .....	20
1.7 Porušení sekvence .....	22
1.8 Kvalita.....	22
1.9 Fixní sekvence .....	23
<b>2 ANALÝZA STÁVAJÍCÍHO STAVU DODÁVEK JIS.....</b>	<b>24</b>
2.1 Místo výroby.....	24
2.2 Procesy u dodavatele .....	24
2.3 Doprava .....	26
2.4 Manipulace v závodě.....	27
2.5 Celkový čas .....	27
2.6 b-cena.....	28
<b>3 NÁVRHY DODÁVEK JIS.....</b>	<b>30</b>
3.1 Umístění výroby – typ dodávek .....	31
3.2 Elektronická komunikace .....	32
3.3 Palety .....	33
3.4 Manipulace ve výrobě.....	35
3.5 Doprava .....	37
3.6 Manipulace v závodě.....	38
3.7 Nouzová strategie.....	40
3.8 Časová náročnost.....	41

3.8.1	<i>Příjem a kumulace odvolávek</i> .....	41
3.8.2	<i>Výroba nárazníků</i> .....	41
3.8.3	<i>Kontrola nárazníku</i> .....	42
3.8.4	<i>Řazení sekvence</i> .....	42
3.8.5	<i>Nakládka a vykládka</i> .....	42
3.8.6	<i>Doprava</i> .....	43
3.8.7	<i>Manipulace v závodě</i> .....	43
3.8.8	<i>Celkový čas</i> .....	44
3.9	<i>b-cena</i> .....	46
3.9.1	<i>Elektronická komunikace</i> .....	48
3.9.2	<i>Doprava</i> .....	48
3.9.3	<i>Linefeeding</i> .....	49
3.9.4	<i>Palety</i> .....	52
3.9.5	<i>b-cena celkem</i> .....	53
<b>4</b>	<b>VYHODNOCENÍ NÁVRHŮ</b> .....	<b>55</b>
4.1	<i>Palety</i> .....	55
4.2	<i>Doprava</i> .....	56
4.3	<i>Linefeeding</i> .....	57
4.4	<i>Čas</i> .....	59
4.5	<i>Cena</i> .....	63
4.6	<i>Doporučený návrh</i> .....	65
	<b>ZÁVĚR</b> .....	<b>67</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÝCH INFORMAČNÍCH ZDROJŮ</b> .....	<b>68</b>



## SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 JIS-A.....	14
Obrázek 2 JIS-B/JIS-C.....	15
Obrázek 3 Číslo dílu .....	17
Obrázek 4 Oběh palet .....	19
Obrázek 5 Rozdělení cen JIS-A.....	20
Obrázek 6 Rozdělení cen JIS-B .....	21
Obrázek 7 Rozdělení cen JIS-C .....	21
Obrázek 8 Schéma dodávek v JIS-A .....	31
Obrázek 9 Schéma dodávek v JIS-B/JIS-C .....	32
Obrázek 10 Rozhraní b-ceny v projektu .....	47
Obrázek 11 Počet zaměstnanců a manipulační techniky .....	58
Obrázek 12 Časové proporce dodávek .....	62
Obrázek 13 b-cena .....	65

## SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Počet JIS palet.....	25
Tabulka 2 Rozměry JIS palet.....	26
Tabulka 3 Délka úkonů.....	27
Tabulka 4 Délka oběhnu nákladního vozidla .....	28
Tabulka 5 Cena procesů.....	29
Tabulka 6 Rozměry JIS palety.....	33
Tabulka 7 Rozměry nákladního vozidla .....	36
Tabulka 8 Celkový čas procesu bez nakladače.....	45
Tabulka 9 Celkový čas procesu s nakladačem.....	45
Tabulka 10 Celkový čas obrátky nákladního vozidla při procesu bez nakladače .....	46
Tabulka 11 Celkový čas obrátky nákladního vozidla při procesu s nakladačem .....	46
Tabulka 12 b-cena v procesu bez nakladače.....	54
Tabulka 13 b-cena v procesu s nakladačem.....	54
Tabulka 14 Porovnání parametrů palet.....	55
Tabulka 15 Porovnání počtu palet .....	56
Tabulka 16 Porovnání nákladních automobilů .....	57
Tabulka 17 Porovnání nároků na zaměstnance a manipulační techniku .....	58
Tabulka 18 Časové údaje dodávek .....	61
Tabulka 19 Časové údaje transportního kolečka .....	62
Tabulka 20 Jednotlivé hodnoty b-ceny .....	64

## **SEZNAM ZKRATEK**

EDL	Externí poskytovatel logistických služeb
JIS	Just in Sequence
JIT	Just in Time
ML	Montážní linka

# ÚVOD

Diplomová práce na téma JIS dodávky pro model A-SUVE popisuje dodávky dílů. Hlavním oborem práce je logistika, která je v tomto případě zaměřena jen na jeden systém dodávek. Jak již název práce napovídá, tak tímto systémem je Just in Sequence, kterou má na starosti specializované oddělení ve společnosti Škoda Auto a.s. Práce je rozdělena do několika částí, ve kterých bude nastíněn celý proces dodávky nárazníků do závodu.

První kapitola je věnována teorii dodávek Just in Sequence. Vysvětleno je zde hlavní rozdělení JIS do tří skupin. Dle těchto skupin je definováno následné rozdělení cen. Popsána je také odpovědnost za jednotlivé procesy a hrazení cen. Charakterizovány jsou všechny části, které se procesu týkají od paletizace až po časovou náročnost jednotlivých úkonů.

Na teoretickou část práce navazuje část praktická. V první kapitole praktické části je řešena analýza stávajícího stavu dodávek. Analýza zkoumá veškeré aspekty JIS dodávek, které se týkají daného oddělení Mladoboleslavské automobilky. Hlavním faktorem je umístění a JIS skupina dodavatele, který nárazníky dodává. Od tohoto se odvíjí celý následující proces. V analýze jsou zohledněny manipulace jak v závodě, tak i u dodavatele. Na ty navazuje doprava a montáž na lince. V závěru proběhne kalkulace nákladů a času.

V návrhové části je do procesu začleněn nový dodavatel, který dodává díly pro nový model. S příchodem nového dodavatele je navrhnout nový proces dodávek, který bere v potaz všechny dodavatele. Navrženy jsou všechny kroky v dodávce a to od objednávky až po závěrečné výpočty nákladů. V návrzích jsou uvedeny dvě varianty, které se liší způsobem manipulace zboží. To je odlišuje z hlediska náročnosti času a nákladů.

V poslední kapitole dojde k porovnání variant a původního stavu, který byl zanalyzován ve druhé kapitole.

Cílem práce je určit nejvýhodnější možnou variantu dodávek dílů do Mladoboleslavského závodu společnosti Škoda Auto a.s.

# 1 ANALÝZA TECHNOLOGIE JIS

Logistika je obor, který se zabývá tokem zboží a službami s tímto tokem spojenými od počátečního bodu řetězce po jeho konec. K uskutečnění tohoto procesu se během doby vyvinuly různé technologické postupy, které přidávají logistice na efektivnosti. Mezi tyto postupy můžeme zařadit druhy logistických dodávek, mezi které patří Just in Time (dále jen jako JIT), Just in Sequence (dále jen jako JIS) nebo například Milk run. Jedním z těchto druhů dodávek se bude tato práce zabývat podrobněji a to systémem JIS. (1,2,3)

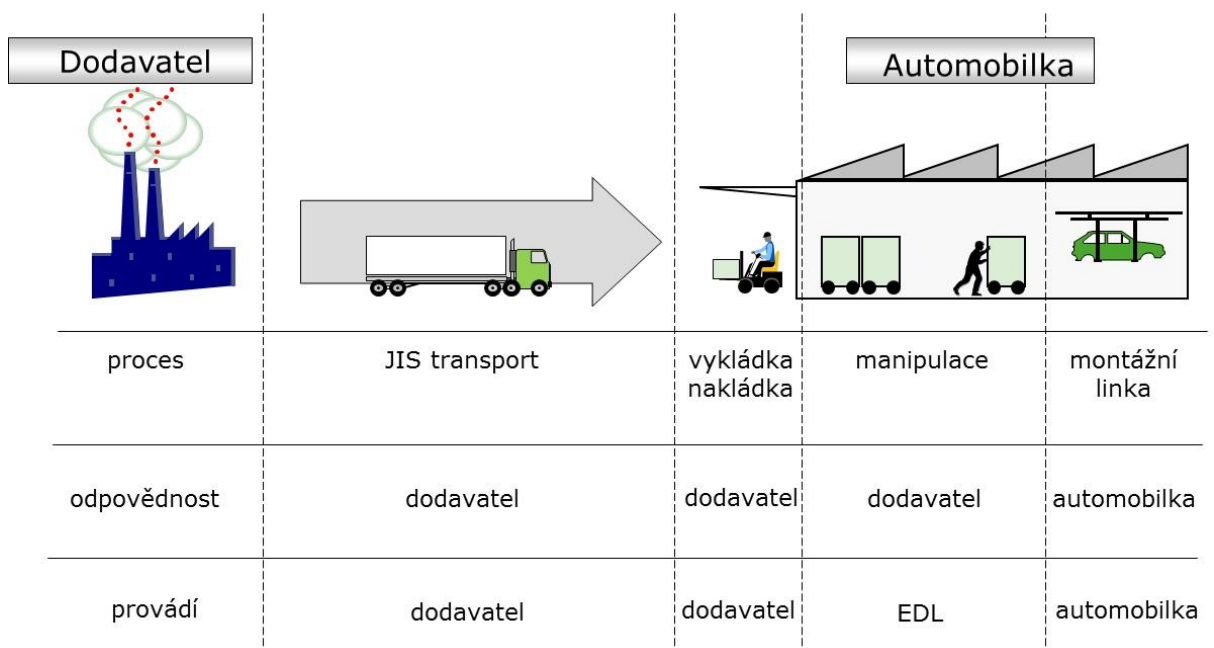
Trendem logistiky je důraz kladený na snižování zásob v řetězci. Variantnost některých výrobků dosahuje vysokých čísel a společně s tím stoupá náročnost na skladové plochy. Pro nárazníky se může variantnost pohybovat ve stovkách možných kombinací. Společnosti se chtějí vyvarovat výstavbě nebo nájmu skladových ploch a společně s tím dalšímu záboru půdy. Skladování vede ke zvýšení nákladů, které jsou v jak samotném procesu, tak i v ekonomických prostředcích uložených v zásobách.

K řešení skladového problému byly vyvinuty systémy JIT a JIS. Oba tyto systémy minimalizují skladové plochy a zásoby. K výrobě dílu dochází krátkou dobu před jeho spotřebou. Díl se po vyrobení dopraví na místo potřeby, kde je v případě automobilového průmyslu namontován na vozidlo. JIS je vyšší úroveň systému JIT, kdy dochází k výrobě a dodání dílů v určitém pořadí. Využívá se v procesech, kde se zachází s díly větší komplexity. Díly se od sebe většinou odlišují barevně a technickým provedením, proto je potřeba udržet pořadí tak, aby se díl namontoval na správné vozidlo.

V procesu dodávky se nachází kroky, které musí být provedeny bezchybně. Jedná se například o výrobu, tvoření sekvence, přepravu a manipulace. Každé zaváhání v takto citlivém systému může vést k zástavě výroby u objednavatele. Veškeré kroky proto musí být pečlivě naplánovány. (3,4)

## 1.1 Skupiny JIS procesu

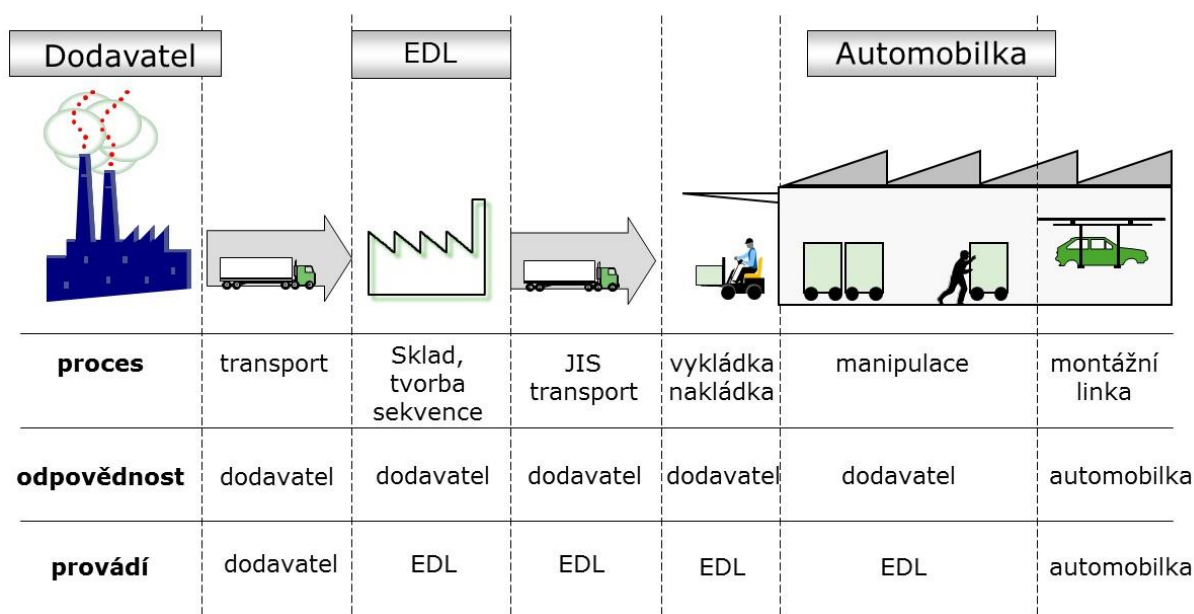
První skupina materiálového toku se nazývá JIS-A. Výrobce provádí výrobu kompletního dílu ve svém závodě. Díl následovně uloží do JIS palet, které zmanipuluje do nákladního vozidla. To přepraví palety s díly do závodu automobilky k určené logistické zóně, kde proběhne vykládka. Po vykládce proces provádí dodavatel. V procesu dále navazuje EDL, které díly manipuluje na takt zástavby v daném pořadí. Za celý tento řetězec činností ručí dodavatel (viz obr. č. 1). Pořadí výroby je stanoveno objednávkami automobilky. Objednávky jsou zprostředkovány pomocí odvolávek, které dodavatel obdrží. Tento proces musí proběhnout v rámci řídicího času, který je taktéž stanoven objednavatelem. (5,6)



Obrázek 1 JIS-A; zdroj: (5)

Další skupina materiálového toku se nazývá JIS-B. Začátek řetězce je stejný jako u předchozí skupiny. Výroba dílu probíhá v závodě dodavatele, který poté provádí manipulaci dílu do palet. V tomto případě se jedná o palety transportní, které jsou přepraveny do haly EDL. Zde dochází ke skladování a tvoření sekvence. V hale EDL je neustále k dispozici počet dílů, který zajišťuje plynulé zásobování výroby v automobilce. Díly jsou přemístěny do JIS palet v již požadovaném pořadí. Transport dílů do závodu provádí EDL. Díly jsou přepraveny na určenou logistickou zónu v závodě, odkud jsou dále manipulovány na takt zástavby ve výrobě. Odpovědnost za proces nese dodavatel (viz obr. č. 2). Pro objednávku výroby jsou využívány dlouhodobé odvolávky, které jsou upřesňovány odvolávkou jemnou. Sekvence v hale EDL se provádí na základě odvolávek M100. (5,6)

Poslední skupinou materiálového toku je JIS-C. Dodavatel provádí výrobu základních prvků dílu ve svém závodě a následně je transportuje do haly k EDL. V této hale dochází k finální kompletaci požadovaného dílu. Kompletace je již prováděna pracovníky EDL. Díly jsou následně zmanipulovány do JIS palet a dovezeny do závodu automobilky. Vykládka probíhá na přidělené manipulační ploše. Odtud se díly dopraví na místo potřeby na výrobní lince, kde jsou namontovány (viz obr. č. 2). Za proces po montáži odpovídá dodavatel. Od převzetí komponentů v hale EDL po manipulaci v závodě provádí kroky v procesu EDL. Kompletace dílu probíhá na základě odvolávky M100, která i určuje pořadí dílu v sekvenci. (5,6,7)



Obrázek 2 JIS-B/JIS-C; zdroj: (5)

Pokud je třeba, každá z těchto skupin může být upravena tak, aby vyhovovala individuálním potřebám dodavatele, objednavatele nebo poskytovateli logistických služeb.

## **1.2 Obecně platné postupy**

U všech skupin JIS procesu se nachází společné postupy. Všechny tyto postupy a pravidla se týkají především dodavatele a EDL.

Tyto subjekty jsou povinny proškolit své zaměstnance, kteří se budou podílet na procesu. Standardy školení si určuje objednavatel. Pokud školící střediska nevyhovují požadavkům objednavatele, tak musí školení na náklady dodavatele/EDL proběhnout v místech, které jim vyhovují. (5,6)

Zaměstnanci dodavatele/EDL musí manipulovat s paletami, dle určených postupů. Paleta na místě zástavby musí být přichystána tak, aby vyjmutí dílu zabralo co nejméně času. Paleta je tedy otevřená, plachty jsou vyhrnuté, zábrany proti vypadnutí dílů jsou odjištěné a manipulace je tedy zjednodušena na minimum. (5,6,7)

Při odvážení palety je odstraněn paletový výlep a jsou zajištěny všechny části palety do polohy pro transport tak, aby nedošlo k poškození ostatních palet nebo jí samotné. (5,6)

Objednavatel akceptuje v kalkulacích cen veškeré oprávněné náklady, které se vyskytují v procesu.

## **1.3 Datová komunikace**

Systém dodávek JIS je velmi citlivý na každou chybu. Ta může znamenat i zastavení výroby. Jedno z míst, kde k takové chybě může dojít je komunikace mezi objednavatelem a dodavatelem. Preferovány jsou elektronické systémy pro svoji minimální chybovost. Pod těmito systémy si můžeme představit elektronickou výměnu dat. Automobilky také mohou zpřístupnit své data ze systému dodavateli. Všechny tyto komunikační systémy vyžadují perfektní kompatibilitu a IT technologii, kterou musí disponovat všechny subjekty. (4)

V automobilovém průmyslu při komunikaci dochází především k odesílání odvolávek a denních sběrných dodacích listů. Dodavatel data přijímá a zpracovává. Přes datovou komunikaci také probíhá fakturace. Všechna tato data drží definovanou šablonu pro přehlednost a lehčí čitelnost.

Pro všechny případy musí být připraven nouzový koncept komunikace tak, aby při výpadku elektronické komunikace nedošlo k zastavení výroby. Spojení mezi objednavatelem a příjemcem musí být vždy vedeno alespoň dvěma cestami spojení. Pokud přenos není možný jednou cestou, využívá se automaticky cesta druhá. V případě nemožnosti obou cest se mohou



data o výrobě stahovat z WEB archivu objednavatele, do kterého má příjemce přístup. V krajních případech může být využita e-mailová, faxová a telefonická komunikace. (4)

Odvolávka je hlavní prvek objednávky. Nese hlavní informace, které určují jaký díl má být vyroben a na jaké místo v pořadí sekvence uložen. Odvolávky můžeme rozlišovat na dlouhodobé a jemné. Hlavní rozdíl mezi nimi je v čase odeslání odvolávky. (5,6)

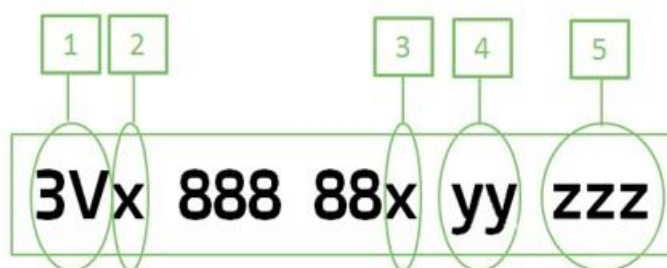
Největší výhled má odvolávka dlouhodobá a to na šest měsíců. Ta určuje veškeré informace o dílech po jednotlivých dnech na první dva až tři měsíce. Dodavatel tuto odvolávku obdrží jedenkrát týdně.

Protějšek dlouhodobé odvolávky je odvolávka jemná. Ta se stejně jako dlouhodobá odvolávka odesílá jedenkrát týdně. Informace poskytují veškeré detaily o dílech a jejich množství s předstihem na pět dní. Příjemce těchto odvolávek je dodavatel nebo EDL.

Ve výjimečných případech po dohodě s objednavatelem nebo EDL se využívá odvolávka R100. Pořadí sekvence v této odvolávce není fixní, proto slouží jen k předání informace o předpokladech výroby. Odvolávka se odesílá dle nasazování TPS štítku ve svařovně. Předstih je proto tedy závislý na objemu výroby. Odvolávka poskytuje informace o dílech a identifikační číslo vozu. (5,6,7)

Nejkratší časový předstih má odvolávka M100. K on-line odeslání dochází při průchodu karoserie kontrolním bodem, který se nachází lakovnou a montáží. Dodavatel nebo EDL může z odvolávky vyčíst informace o dílech, pořadí v sekvenci a identifikační číslo vozu. (5,6)

Součástí všech odvolávek je číslo dílu. Toto číslo dílu udává základní informace o dílu a vozu. Číslo se skládá z pěti skupin znaků (viz obr. č. 3).



Obrázek 3 Číslo dílu; zdroj: (5)

První skupina znaků je označení modelu, na který bude díl montován. Druhá skupina určuje, zda se jedná model v provedení LIMO nebo COMBI a zda bude mít vůz levostranné nebo pravostranné řízení. Třetí označení se užívá pro párové díly, jako jsou například zpětná

zrcátka. Je v něm určeno, na kterou stranu vozidla bude díl montován. Předposlední skupina znaků udává technický index. Barevné provedení dílu nese poslední kód, kterému se říká barevný index. (5,6)

Číslo dílu se dále udává nadále při značení JIS palet. K tomuto značení se využívá rack-list. Ten nadále obsahuje další informace z odvolávky M100 jako je například číslo vozidla, dodavatele a sekvence. Rack-list provází každou JIS paletu až do závodu na místo zástavby. (5,6)

Při volbě synchronizovaného systému výroby dodavatele s automobilkou se využívá informační systém, který navrhuje plán výroby. Tento návrh se odvíjí od sekvenčních požadavků automobilky. Dodavateli jsou tedy systémem předávány informace o pořadí výroby a následné manipulaci do transportních nebo JIS palet. V systému je taktéž vedena analýza výroby. (5,6)

Při expedici dílů dodavatel/EDL kontroluje správnost komponentů a jejich pořadí v paletách.

Automaticky jsou vytvářeny průvodní listiny, které jsou na paletách až do místa určení. Tyto dokumenty se také elektronicky zasílají zákazníkovi. Tyto systémy využívají velké společnosti typu VW, Porsche nebo Škoda.

## **1.4 Paletizace a balení**

Jak již bylo zmíněno, tak v oběhu procesu se užívají dva druhy palet. Jsou to palety transportní a JIS.

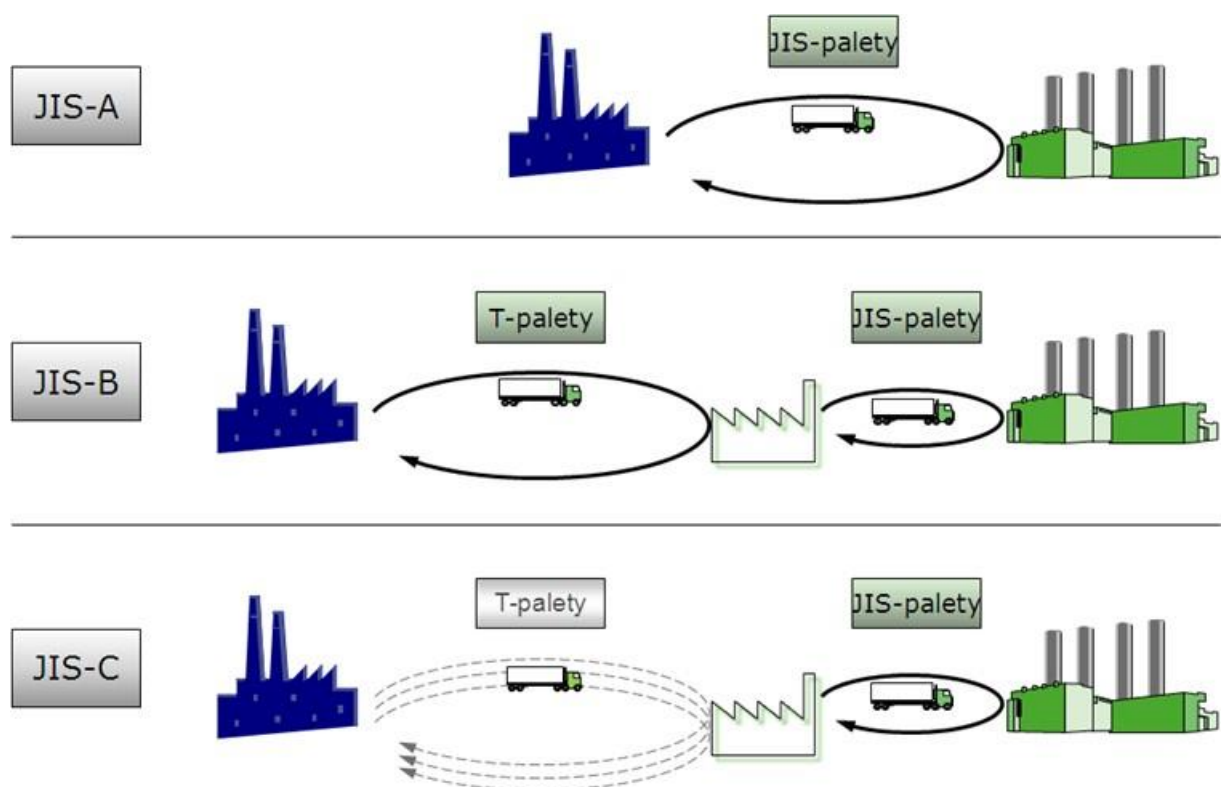
Transportní palety se v procesu využívají pro přepravování dílů mezi dodavatelem a EDL. Používají se tedy v JIS-B a JIS-C. Objednavatel nepřijde s paletami do styku, ale přesto se o ně zajímá, protože mohou ovlivnit kvalitu dílu. Transportní palety musí vyhovovat danému dílu tak, aby nedocházelo k jeho poškozování a znečišťování. Palety tedy musí procházet kontrolami a čištěním. Pravidelnost těchto činností kontroluje objednavatel. V poškozených a špinavých paletách se nesmí převážet díly a palety se musí nahradit novými. Za veškeré činnosti s paletami je odpovědný dodavatel. Pod těmito činnostmi si můžeme představit plánování množství palet, jejich rozměrů, výrobu, kontrolu, čištění a údržbu. (5,6)

Stejně tak jako za palety transportní, tak i za palety JIS odpovídá dodavatel. Jejich výroba a plánování probíhá pod dohledem objednavatele a za účasti EDL. Palety musí vyhovovat nejen normám, ale i požadavkům všech subjektů, které s ní budou přicházet do kontaktu. Mezi tyto požadavky například patří bezpečnost práce s paletou, její manipulace a ergonomie. Když navržená paleta vyhovuje všem kritériím, projde schvalovacím procesem

a zaprotokoluje se. Její dokumentace je uložena do archivu. Paleta musí chránit díly tak, aby nedocházelo k jejím poškození a znečišťování při manipulaci, transportu a vyjímání a vkládání dílů. Pro přehlednost musí být paleta očíslovaná a mít přihrádku pro umístění průvodní listiny. (5,6,7)

Pokud se takováto paleta nestihne vyvinout nebo schválit, tak se využívají náhradní obaly. Tyto obaly jsou nahrazeny JIS paletou po jejím vyvinutí a schválení. Náhradní obaly musí taktéž projít schvalovacím procesem.

Dle skupiny materiálových toků rozlišujeme tři typy oběhů JIS a transportních palet (viz obr. č. 4).



Obrázek 4 Oběh palet; zdroj: (5)

## 1.5 Závod dodavatele

Vzhledem k časové náročnosti systému dodávek JIS, je umístění závodu dodavatele velmi důležitým kritériem.

Tento problém vyvstává hlavně při materiálovém toku skupiny JIS-A, kdy dodavatel dodává přímo na linku. Jeho časový prostor pro výrobu, vytvoření sekvence a dodávku není velký. Dodavatel tedy musí splňovat podmínky řídicího času. Platí zde pravidlo, aby se dodavatel nacházel zhruba do 25 km od závodu objednavatele.

Pokud nejsou podmínky řídicího času splněny, tak se může uvažovat varianta přemístění výroby či změny skupiny materiálového toku. Celý tento proces musí projít konzultací s odpovědnými orgány objednavatele, dodavatele a případně EDL.

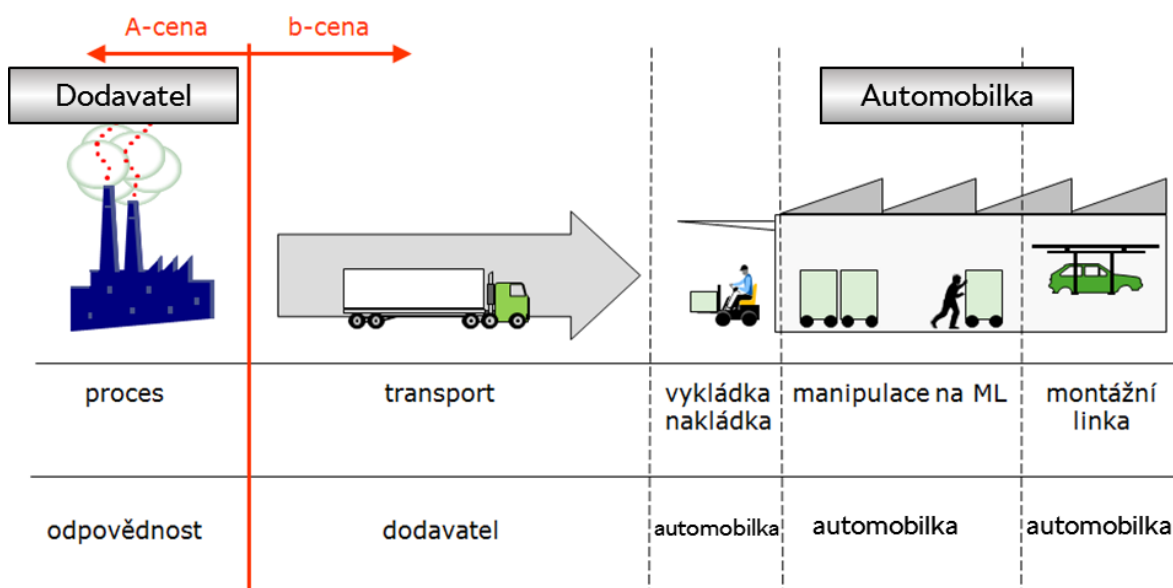
## 1.6 Rozhraní A-ceny a b-ceny

V prostředí automobilky Škoda Auto a.s. rozlišujeme dvě ceny. Každá z nich zahrnuje do svého výpočtu jiné množství logistických procesů a je hrazena jinými odděleními. Za hrazení b-ceny je odpovědné logistické oddělení firmy a za hrazení A-ceny je odpovědný nákup. Ceny jsou vždy rozděleny tak, aby se započtené náklady na jednotlivé úkony nepřekrývaly. (5,6)

A-cena je ovlivňována doložkami Incoterms. Ty upravují počet logistických procesů, které se zahrnují do výpočtu A-ceny. Pro příklad při výběru doložky FCA se do A-ceny zahrnují úkony do naložení zboží na nákladní vozidlo. V ceně jsou tedy započítány například náklady na manipulaci s díly v závodě dodavatele, přenos dat od dodavatele k zákazníkovi, značení dílu apod. (5,6,7)

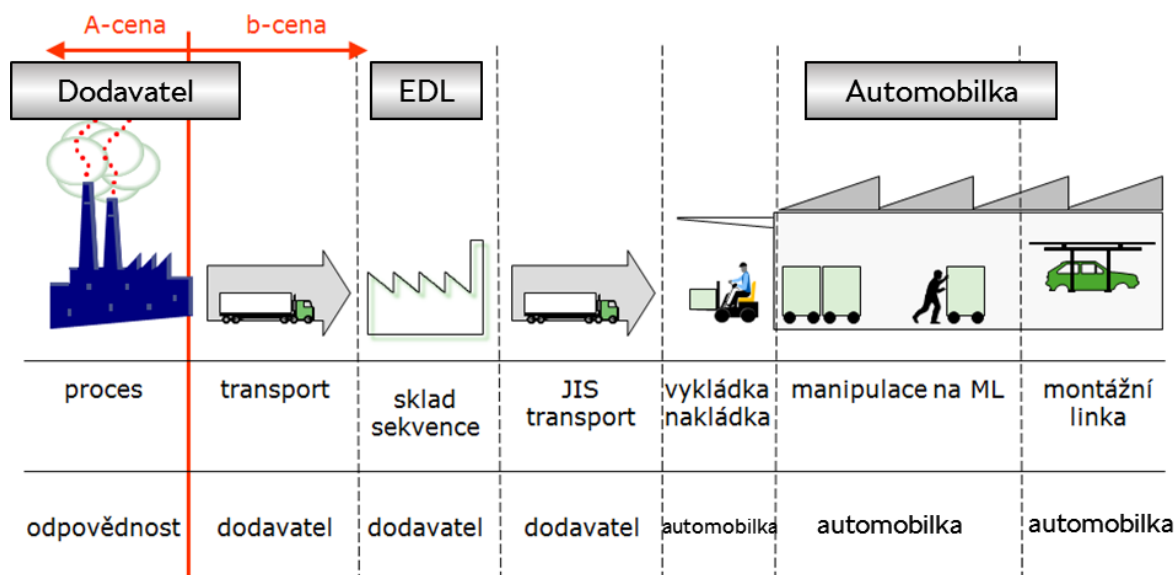
Pokud se jedná o b-cenu, tak ta je ovlivněna využitou skupinou materiálového toku. U toku typu JIS-A a JIS-C jsou započítávány do ceny veškeré náklady od transportu do závodu objednavatele. Pro JIS-B je také započítán transport do EDL a náklady vzniklé v EDL. Pro všechny toky se do cen kalkuluje výlohy na palety jako jsou například vývoj, opravy a údržba.

U JIS-A je hranice mezi A-cenou a b-cenou rampa výrobní haly dodavatele (viz obr. č. 5). (5,6)



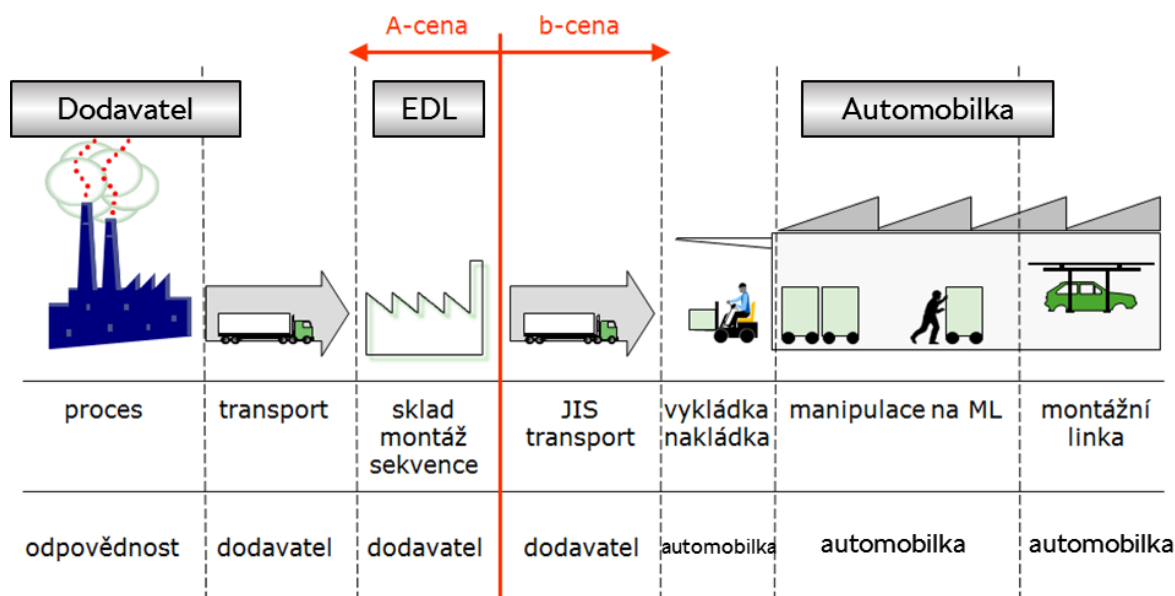
Obrázek 5 Rozdělení cen JIS-A; zdroj: (5)

V případě JIS-B se hranice cen nachází na stejném místě jako u předešlého JIS-A. Ovšem skladba úkonů, které spadají do cen jsou odlišné, vzhledem k absenci EDL u JIS-A (viz obr. č. 6).



Obrázek 6 Rozdělení cen JIS-B; zdroj: (5)

Poslední varianta rozdělení cen je u materiálového toku JIS-C. Zde se rozhraní cen nachází na výstupní rampě EDL (viz obr. č. 7).



Obrázek 7 Rozdělení cen JIS-C; zdroj: (5)

Dodavatel přejímá odpovědnost za všechny investice, které jsou potřeba k chodu logistického řetězce. Ty mu jsou poté objednavatelem hrazeny v jednotlivých cenách. Pod tyto investice patří pořízení nových transportních prostředků nebo palet. (5,6)

## 1.7 Porušení sekvence

Každé narušení sekvence je pro objednavatele velký problém. Při nesprávnosti některého dílu může hrozit i zastavení výrobní linky a tím vznikají velké finanční ztráty. V těchto případech objednavatel uvaluje pokuty na dodavatele a EDL. Finanční hodnota pokut se pohybuje v závislosti na dodavateli, dodávaném dílu, velikosti narušení sekvence a následkům vzniklých narušením. V určitých případech se mohou pokuty vyšplhat až do milionů korun.

Ti při pochybení u dílů, u kterých není možné držet nouzovou zásobu, dopravují správný díl individuálně do závodu objednavatele. I tato cesta je výhodnější než sankce. Proto je také tak klíčová vzdálenost mezi těmito subjekty. Čím menší je vzdálenost, tím větší je časová rezerva pro napravení chyby.

Dodavatel má za povinnost mít nouzovou zásobu. Tuto zásobu musí obměňovat každé čtyři dny. Strukturu zásoby je založena na základě plánované výroby. Vlastníkem zásoby je dodavatel. Vzácně také dodavatel může mít zásobu dílů v závodě objednavatele, ze které pak může dovážet díly při chybných dodávkách. (5,6)

V případě nemožnosti nahrazení špatného dílu jiným ze zásoby, je špatný díl na vozidlo namontován, aby se zabránilo zastavení výrobní linky. Tento díl je poté vyměněn na pracovišti repase. (5,6)

Ke změně plánu může dojít při poškození karoserie u některých z předešlých procesů. Taková karoserie se do opravení vyřazuje z výroby a mění se tím tedy plán výroby. O této změně je dodavatel/EDL informován. Ten díly pro vyřazené vozidlo uskladní. Po opravení se vozidlo zařadí zpět do výrobního procesu. Dodavatel/EDL zařazuje uskladněné díly do sekvence a ty jsou přepraveny do závodu. (5,6)

## 1.8 Kvalita

Dodavatel je při dodávkách nucen zajistit, aby nedocházelo k poškození dílů. V případě zjištění, že tomuto tak není, je dodavatel kontaktován. Jeho povinností je zjistit příčinu poškození dílu a sjednat nápravu.

Aby se objednavatel vyvaroval těmto případům, tak preventivně kontroluje zázemí dodavatele. Kontrole podléhají například sklady, výrobní linka a manipulační plochy. Pokud není kontrola možná, může si objednavatel vyžádat kontrolu vzorků. Dodavatel je musí dopravit k objednavateli ke kontrole.

## 1.9 Fixní sekvence

Systém fixní sekvence spočívá v několika denním neměnném plánu výroby. Plán je stanoven, alespoň na dva dny a změny neprobíhají ani při vzniklých chybách. Ty se vyrovnávají z nouzových zásob, které si vede sám objednavatel.

Tento systém se zavedl, protože někteří dodavatelé nejsou schopni splnit přísné podmínky při běžném systému JIS dodávek. Proto je upřednostňován na místech, kde se firmám nedaří najít adekvátní dodavatele. Fixní plán tak dává dodavatelům více času na výrobu a dodávku požadovaných dílů. Šetří se tedy také pro dodavatele nouzová zásoba, která za neměnného plánu pro něj neexistuje. Stejně tak může dojít ke snížení nákladů za dopravu, kdy mohou jet nákladní vozidla plně vytížena a ušetřit tím některé jízdy, protože mají větší časový prostor pro dopravu.

## 2 ANALÝZA STÁVAJÍCÍHO STAVU DODÁVEK JIS

Řešení JIS dodávek pro nový model automobilky Škoda Auto a.s. bude popsáno na jednom příkladovém dílu. Pro tuto práci byly vybrány nárazníky, a proto se i analýza bude týkat dodávek nárazníků. Analýza bude provedena ve všech důležitých bodech, které se v procesu nachází.

Na montážní lince Mladoboleslavské automobilky se vyrábí dva modely vozidel. Těmito modely jsou Škoda OCTAVIA a Škoda KAROQ. Během jednoho dne sjede z linky kolem 1350 vozidel. Poměr výroby se pohybuje zhruba na hodnotách 4:1 ve prospěch modelu OCTAVIA. Tyto čísla jsou závislá na poptávce zákazníků, kteří tak ovlivňují objem a skladbu výroby.

Nárazníky pro každý model vyrábí jiný dodavatel. Proces musí být tedy synchronizován tak, aby měli dodavatelé jednodušší spolupráci a eliminovala se co nejvíce možnost vzniku chyby.

### 2.1 Místo výroby

Výroba nárazníků je situována do jednoho místa. Oba dodavatelé díly vyrábí v D+D parku Kosmonosy, který je vzdálen jen 3 kilometry od ML závodu. Dodavatelé sídlí ve stejné hale tak, aby byla minimalizována veškerá manipulace.

### 2.2 Procesy u dodavatele

Výroba probíhá na základě příchozích odvolávek typu M100. Dodavatel odvolávku obdrží a zpracuje. Systém pro zpracování odvolávek provozuje jeden z dodavatelů. Druhý dodavatel má do systému přístup. Z těchto příchozích dat dodavatelé čtou plán výroby.

Na lince probíhá výroba dílu, která trvá dodavateli 25 minut. Dohromady zabere dodavatelům výroba 60 dílů 55 minut. Rozdělení dílů mezi dodavatele není rovnoměrné. Záleží na objednávkách zákazníků. Může se tedy stát, že jeden dodavatel bude mít víc dílů k výrobě než dodavatel druhý.

Po zhotovení prochází nárazníky kontrolou. Při kontrole se klade důraz na správné provedení dílu a jeho nepoškození (např. odření) během procesu výroby. Kontrola je rychlý proces, který probíhá řádově v sekundách na díl.

Pokud díl projde kontrolou je vkládán průběžně do JIS palet dle pořadí sekvence. Tento proces provádí oba dodavatelé souběžně. Proto jsou jejich výrobní linky blízko u sebe, aby zaměstnanci nemuseli s díly překonávat velké vzdálenosti. Zaměstnanec tedy v tomto



případě přenese díl z kontrolního stanoviště do JIS palety. Nad rámec času výroby mají zaměstnanci dodavatele na dodělání sekvence 10 minut.

Nárazníkové JIS palety, které se využívají v tomto oběhu, pojmu 6 dílů. Díly jsou vkládány z obou stran palety do dvou sloupců. Každá strana má 3 pozice, se kterými nejde nijak pohybovat. Na vrcholu palety je ochranná fólie, která kryje díly během manipulací a transportu. Paleta je na kolečkách, z nichž jeden pár je otočný pro lehčí manipulaci. Na dně mezi kolečky jsou umístěny oka pro ližiny vysokozdvížného vozíku. Na kratších stranách je paleta vybavena madly pro možné tlačení palety. Na JIS paletě je také místo pro sekvenční výlep. Takovýchto palet se naplní během jedné dávky pro nákladní vozidlo 10. Palety pro nárazníky přední a nárazníky zadní jsou téměř totožné. Liší se pouze rozměrově, tento rozdíl je ovšem nepatrný, tedy zanedbatelný.

Dohromady je v oběhu 118 JIS palet. Palety jsou rozděleny mezi ML, JIS zónu na ML, nákladní vozidla a dodavatele. U dodavatele je 40 palet. V nákladních vozidlech se nachází 30 JIS palet a rovný počet je i v JIS zóně. Na ML u taktu zástavby jsou palety 4. Zbýlých 14 palet je v údržbě nebo na opravách (viz tabulka č. 1).

Tabulka 1 Počet JIS palet

Místo	Počet palet
JIS zóna	30 ks
Dodavatel	40 ks
Nákladní vozidla	30 ks
ML	4 ks
Oprava / údržba	14 ks
<b>Celkem</b>	<b>118 ks</b>

zdroj: Autor

JIS paleta nárazníků patří typově mezi větší JIS palety. Toto je ovlivněno hlavně skutečností, že nárazník je jeden z největších dílů na vozidle, který je dodáván systémem JIS. Rozměry palety pro přední nárazník jsou popsány v následující tabulce č. 2.

Tabulka 2 Rozměry JIS palet

Parametry	Hodnota
Délka	1 320 mm
Šířka	2 250 mm
Výška	2 820 mm
Hmotnost brutto	390 kg
Hmotnost netto	300 kg

zdroj: Autor

Po zaplnění všech pozic je paleta uzavřena. Přes pozice dílů se přetáhne ochranná fólie. Ta se znovu vytáhne až na ML. Na paletu se umístí sekvenční výlep a paleta je připravena k transportu. Sekvenční výlep je vždy jen jeden. Tisk a umístění výlepu má na starosti jeden dodavatel.

Zaměstnanci stejného dodavatele provádí vykládku prázdných JIS palet po příjezdu nákladního vozidla ze závodu. Na jejich místo ve vozidle poté naloží palety plné. Nakládka a vykládka probíhá manuálně tlačáním. Pro tento proces má dodavatel vyhrazených 30 minut. Proces nakládky a vykládky palet trvá stejně dlouhou dobu. Během těchto 15 minut se naloží všech 10 palet.

### 2.3 Doprava

Po naložení řidič nákladního vozidla zkontroluje ložení palet v nákladovém prostoru a poté prostor zakryje. Cesta z D+D parku Kosmonosy k ML měří zhruba 2 km. Na těchto dvou kilometrech nákladní vozidlo projíždí jedním kruhovým objezdem. Tento bod je jediné místo na trase, kde se náklad potká s běžným provozem. Riziko zpoždění dodávky vlivem špatné dopravní situace je tedy minimální. Nákladní vozidlo při vjezdu do areálu společnosti Škoda Auto a.s. projíždí speciální pruhem pro vozy, které vezou JIS díly. Vozidlo tak nemusí na bráně zastavovat a pokračuje plynule do závodu. Ostatní nákladní vozidla mají povinnost být na bráně v předem určený čas a jejich řidič musí předložit na bráně dokumenty o nákladu. Za bránou vozidlo přepravující JIS náklad míří rovnou k ML. Zde zastaví na přidělené ploše pro vykládku, která je vždy pro daný díl stejná. Řidič odkryje nákladový prostor a probíhá vykládka plných a nakládka prázdných palet. Prázdné palety jsou následně transportovány stejnou trasou nazpět do D+D Parku Kosmonosy. Jedna cesta mezi těmito body trvá necelých

10 minut. Celý oběh nákladního vozidla trvá 75 minut, načež 20 minut z tohoto času tedy tvoří již zmíněné cesty.

Pro plynulý oběh a spolehlivé zajištění dodávek jsou potřeba 3 nákladní vozidla. Tyto vozidla se pohybují jen na této trase a vozí stále stejný náklad. Stejně tak jsou obsluhováni stejnými zaměstnanci, kteří se střídají dle směn. To napomáhá jejich lehčímu rozeznání na bráně při vjezdu do závodu.

## 2.4 Manipulace v závodě

Palety se na ML vykládají manuálně tlačáním. Uskladní se do přilehlé JIS zóny, kde čekají na jejich zpracování. Palety pro přední a zadní nárazníky mají stejnou zónu hned vedle sebe. Když přijde na danou paletu řada, tak se manuálně dotlačí na místo zástavby. Toto místo na ML je pro přední a zadní nárazníky odlišné. Paleta se na místě zástavby zamění za paletu prázdnou. Ta se odtlačí zpět do JIS zóny, kde se nakládají do nákladního vozidla. Takty zástavby jsou blízko JIS zóny tak, aby manipulace zabrala co nejméně času a úsilí. Dotlačení JIS palety na takt zástavby trvá méně než 5 minut. Pro udržení časové rezervy bude autor počítat s hodnotou 5 minut.

## 2.5 Celkový čas

Hlavním měřítkem splnitelnosti dodávek je čas. Řídící čas je celkový čas, během kterého musí proběhnout všechny logistické úkony v procesu. Na začátku odchází odvolávka k dodavatelům a do jeho konce musí být nárazník na taktu zástavby na ML. Tento čas je ovlivněn rychlostí výroby a pozicí taktu daného dílu na ML. Obecná hladina řídicího času pro dodávky je 185 minut. Celý proces je tedy vtěsnán do 3 hodin.

Tabulka 3 Délka úkonů

Úkony v procesu	Čas [min]
Kumulace odvolávek	30
Výroba nárazníku	25
Kompletace sekvence	10
Nakládka	15
Transport	10
Vykládka	15
Dodávka na ML	5
<b>Celkem</b>	<b>110</b>

zdroj: Autor

Proces dodávky nárazníku trvá 110 minut (viz tabulka č. 3). Ten to čas je menší, než řídicí čas z čehož plyne, že u dodávek vzniká časová rezerva. Časová rezerva je v tomto případě 75 minut. Tato rezerva pokryje případné výkyvy v procesu, které by mohly ohrozit výrobu.

Dalším důležitým ukazatelem je doba oběhu nákladního vozidla. Na základě tohoto času se stanovuje počet nákladních vozidel v procesu. Měření času začíná při nakládce dílů u dodavatele a končí vykládkou prázdných JIS palet taktéž u dodavatele (viz tabulka č. 4).

Tabulka 4 Délka oběhu nákladního vozidla

Úkony v procesu	Čas [min]
Nakládka plných JIS palet	15
Transport do závodu	10
Vykládka plných JIS palet	15
Nakládka prázdných JIS palet	15
Transport ze závodu	10
Vykládka prázdných JIS palet	15
<b>Celkem</b>	<b>80</b>

zdroj: Autor

Z tabulky č. 4 vyplývá, že nákladní vůz udělá jednu kompletní jízdu za 80 minut.

## 2.6 b-cena

Cena dodávky je posledním, ale neméně důležitým kritériem při porovnávání způsobu a možnostech dodávání dílů. Veškeré hodnoty cen, které se v této práci objeví, nejsou reálné. Ceny jsou upraveny tak, aby se zamezilo jejich zveřejnění. Úprava veškerých hodnot probíhá ve stejném poměru, takže rozdíl v cenách je stále vhodný k porovnání.

Dodávky nárazníků probíhají v systému JIS-A. Dle rozdělení A-ceny a b-ceny jsou v tomto případě hrazeny úkony od rampy dodavatele. Z pohledu oddělení plánování logistiky je tedy v b-ceně dodavateli placen transport, manipulace v závodě, elektronická komunikace a palety. Zbytek procesu je hrazen v A-ceně, kterou platí oddělení nákupu.

Vzhledem k souběhu dvou dodavatelů, úsporám nákladů a zlehčení procesu je transport a manipulace prováděna jedním dodavatelem. Druhý dodavatel tedy poté prvnímu dodavateli platí náklady za transport a manipulaci v závodě. Tyto náklady si dodavatelé dělí dle poměru vyrobených dílů. Jeli tedy na vozidle 50% nárazníků jednoho dodavatele a 50% nárazníků druhého dodavatele, tak si náklady mezi sebe rozdělí na půl.

K transportu je třeba 3 nákladních vozidel. Na každé vozidlo případnou 3 řidiči na den, neboli 1 řidič na vozidlo na směnu. Celkem, je tedy potřeba 9 řidičů. Cena nákladních vozidel na jedno vyrobené vozidlo je 0,267 €.

Manipulaci v závodě obstarávají 3 zaměstnanci na směnu. Jeden zaměstnanec vykládá a nakládá nákladní vozidlo. Zbýlí 2 zaměstnanci se starají o zásobování ML paletami. Cena těchto zaměstnanců v b-ceně je 0,09 €.

Další náklady spadající do b-ceny jsou náklady spojené s elektronickou komunikací. Cena se rozpočítává stejně jako u předešlých nákladů na vyrobený díl. Její podíl na b-ceně je 0,027 €.

Poslední položkou b-ceny jsou palety. Platí se zde vývoj, pořízení a údržba JIS palet. Náklady jsou následně rozloženy na vyrobená vozidla. Po tomto rozložení se částka ustanoví na 0,006 € (viz tabulka č. 5).

Tabulka 5 Cena procesů

Proces	b-cena na vyrobené vozidlo [€]
Doprava	0,267
Manipulace	0,09
Elektronická komunikace	0,027
Palety	0,006
<b>Celkem</b>	<b>0,39</b>

zdroj: Autor

Z tabulky č. 5 vyplývá, že největší podíl na ceně má transport s hodnotou 0,267 €. Naopak nejlevnější položkou jsou náklady za JIS palety v hodnotě 0,006 €. Celková hodnota b-ceny je 0,39 € za vyrobený vůz. Tuto částku tedy inkasuje dodavatel za jeden dodaný díl.

### 3 NÁVRHY DODÁVEK JIS

V praktické části se autor zabývá plánováním jednotlivých kroků v procesu dodávek dílu. Provedení kroků je vysvětleno a popsáno v podkapitolách. Hlavním problémem a kritériem v plánování procesu je souběh více dodavatelů. To ovlivňuje téměř vše, co se dodávek týká.

V kapitole analýza stávajícího stavu dodávek je popsán nynější stav dodávek, při kterém dochází k souběhu 2 dodavatelů nárazníků. S náběhem nového modelu byl vybrán pro jeho díly nový dodavatel. Každý dodavatel tedy bude vyrábět díly pro jeden model. V návrhové části tedy bude muset být zařazen do procesu další dodavatel takovým způsobem, aby souběh všech 3 dodavatelů byl co nejhladší.

Objem výroby s nástupem nového modelu zůstane stejný. Změní se pouze poměr vyráběných modelů na ML. Denní hodnota výroby může kolísat v závislosti na objednávkách od zákazníků a v případě zvláštních okolností. Hodnota vyrobených vozidel by se měla pohybovat kolem 1350 vozů za den. Pro stálost a zachování poměru výpočtů se bude dále uvažovat ve výpočtech s touto hodnotou.

Rychlost výroby na ML ovlivňuje veškerý předešlý proces v logistickém řetězci. Je proto důležité znát tuto hodnotu. Hodnota je určena absolutním taktem, který se vypočítá následujícím vzorcem.

$$T_S = \frac{T_{Pd}}{N_{Vd}}$$

kde:

$T_S$	Hodnota absolutního taktu [min]
$T_{Pd}$	Fond pracovní doby [min]
$N_{Vd}$	Objem výroby [vůz/den]

$$T_S = \frac{1350}{1350} = 1 \text{ min}$$

Z výpočtu vyplývá, že každou minutu sjede z linky jedno vyhotovené vozidlo. Této hodnotě se musí přizpůsobit EDL a dodavatel tak, aby zajistili plynulé a bezproblémové zásobování ML.

V následujících podkapitolách budou řešeny jednotlivé kroky v procesu JIS dodávek nárazníků od umístění výroby až linefeeding na ML lince objednatele. Vyhodnocena budou hlavní 2 kritéria, kterými je čas a cena. Ty nám pomohou určit výhodnost projektu.

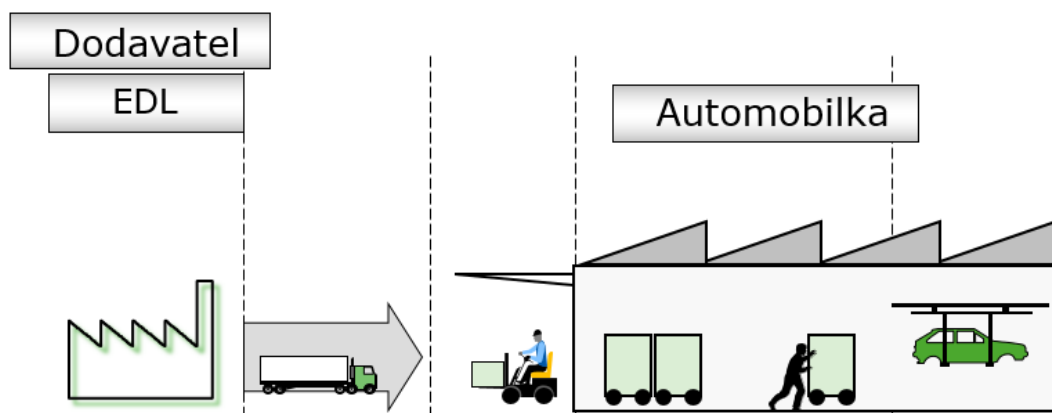
### 3.1 Umístění výroby – typ dodávek

Umístění dodavatele a jeho výroby ovlivňuje hned několik navazujících kroků. Je tedy třeba zvolit co nejvýhodnější polohu tak, aby došlo k minimalizaci nákladů a rizik dodávky. Autor navrhuje umístění výroby ke stávajícím dodavatelům. V případě odlišného místa výroby by byl proces prodloužen o další manipulaci a přepravu dílu k místu sekvence u prvních dvou dodavatelů.

Optimální místo výroby nárazníků je tedy ve stejné hale spolu s dalšími dodavateli. Výrobní linky původních dodavatelů jsou odděleny zdí, ve které jsou vrata k umožnění manipulace. Linka nového dodavatele by se umístila do západní části haly, kde je pro ni dostatečný prostor. V této části haly je taktéž dostatečný prostor pro uskladnění potřebných komponent pro výrobu nárazníků.

Umístění výroby je důležitý faktor, který ovlivňuje řešení procesu dodávek. Proces dodávek nadále ovlivňuje rozdělení nákladů mezi oddělení Škoda Auto a.s.

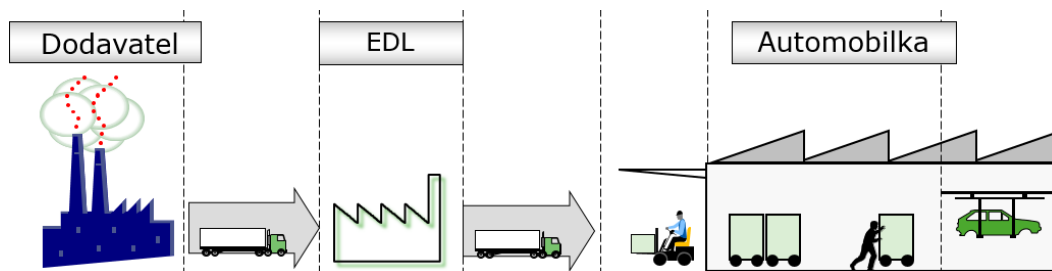
Dle výše popsaného optimálního umístění jde o JIS-A. V tomto systému je umožněn nejhladší souběh více dodavatelů, složitost procesu je přijatelná a náklady do b-ceny jsou počítány od hrany dodavatele (viz obr. č. 8).



Obrázek 8 Schéma dodávek v JIS-A; zdroj: (5)

Pokud by se výroba dodavatele musela umístit na jiné místo, byl by následující proces dodávek složitější. Přibyly by dodávky dílů z místa výroby k EDL, kde by probíhala tvorba sekvence (viz obr. č. 9). S více kroky v procesu úměrně roste riziko chyby, které je třeba minimalizovat. Náklady pro b-cenu by zůstaly stejné vzhledem k jejímu výpočtu od rozhraní dodavatel/EDL a transport.

Při volbě systému dodávek JIS-B by docházelo taktéž ke společným dodávkám modelů. Výroba dílů by probíhala u dodavatele na základě odvolávky R100 a vyhotovené díly by se vozily do EDL. Zde by se díly skladovaly a řadily do sekvence po zpracování odvolávky M100 (viz obr. č. 9). Stejně tak jako u JIS-C je tento systém tedy logisticky komplikovanější než při volbě dodávek typu JIS-A. Náklady započítávané do b-ceny by oproti předešlým variantám stouply. Rozhraní výpočtu je stejné, ale spadá pod něj i transport do EDL a náklady v EDL.



Obrázek 9 Schéma dodávek v JIS-B/JIS-C; zdroj: (5)

### 3.2 Elektronická komunikace

Elektronická komunikace probíhá za pomoci systému EDI. Každý z dodavatelů obdrží informace o dílech, které má vyrobit. Každý z nich tedy musí mít systém k přijímání odvolávek M100, který poskytuje podrobné informace o dílech, na základě kterých dochází k jejich výrobě.

Pouze jeden dodavatel, bude mít přehled o celé výrobě dle objednávek ze systému. V tomto přehledu dodavatel uvidí skladbu dílů v JIS paletě, která je potřeba pro tvoření sekvence. Na základě těchto informací dodavatel vytiskne rack list. List je poté sdílen s ostatními dodavateli tak, aby oni mohli reagovat svou výrobou. V listu jsou vidět pouze základní informace o modelu a dílu.

Stejným systémem budou opatřeni i poskytovatelé logistických služeb. Ti musí mít přístup k informacím o složení dílů v paletě tak, aby mohli jejich zaměstnanci ukládat díly do palet ve správném pořadí.

Každý dodavatel a EDL má na starosti správu svého systému. Jeden dodavatel je také zodpovědný za systém, ze kterého vychází rack list a jeho informace jsou sdíleny s dalšími



dodavateli. Zjednoduší se tak komunikace mezi zástupci Škoda Auto a.s. a druhou stranou při nastání možných problémů. Stejně tak je daná odpovědná strana a je tím snižené riziko vzdávání se odpovědnosti.

Komunikace mezi dodavateli samotnými je ošetřena smlouvou tak, aby měli určené pravomoci a odpovědnosti v rámci systému. Předěje se tím jejich možnému konfliktu. Při pádu systému EDI musí všechny strany spolupracovat, aby došlo k co nejrychlejšímu obnovení a zamezilo se opakování nastalé chyby.

### 3.3 Palety

Model A-SUVE je odlišný od dalších modelů, se kterými se vyrábí na stejné lince svými rozměry. Nárazník tohoto modelu je větší a nevejde se tedy do kapes nynější palety, která je v procesu. Z tohoto důvodu je potřeba pro dodávky vyvinout paletu novou. Tato paleta bude muset nahradit všechny aktuální palety v procesu, aby se udržely synergie. Paleta pro nárazník přední a nárazník zadní je totožná.

Hlavní prioritou palety jsou větší kapsy, do kterých se musí vejít nárazník nového modelu A-SUVE. S tím narostou celkové rozměry palety (viz tabulka č. 6) a tedy i náročnost na její pevnost a další kroky v procesu jako manipulace.

Tabulka 6 Rozměry JIS palety

Parametry JIS palety	Rozměr [mm]
Délka	1 520
Šířka	2 380
Výška	2 850

zdroj: Autor

Hlavním prvkem konstrukce je ocelová klec, ve které jsou 3 kapsy na každé straně. Do každé kapsy se vejde jeden nárazník nezávisle na modelu. Počet pozic neboli kapes je zvolen tak, aby se stíhal vozit dostatečný počet dílů na ML a nehrozila její zástava. Každá strana palety je opatřena stahovací plachtou, která chrání díly při přepravě do závodu. K zjištění skladby dílů ložených na paletě slouží rack list, pro který je na boku palety umístěna tabulka. Do té se rack list připevní a provází ji na cestě na ML.

Paleta je pro lehčí manipulaci vybavena 4 otočnými kolečky. Ty umožňují lehkou manipulaci posunem bez využití manipulačních prostředků. Pro případ využití je paleta opatřena ojí, která se dá sklopit pro úsporu místa například při transportu. Pokud by byla paleta zavěšena za manipulačním prostředkem, tak by byl její provoz nebezpečný z důvodu všech 4 otočných koleček. Vzdálenější pár koleček je tedy vybaven aretací, která blokuje

otočení koleček při využití oje. Pro zabrzdění palety jsou kolečka opatřena nášlapnými brzdami, které se mohou využít při transportu. Pro manipulaci bez techniky má paleta na každé straně několik madel, která umožňují lehké tlačení. Pro případ manipulace za pomoci vysokozdvizného vozíku je dno palety opatřeno oky pro ližiny. Tento způsob manipulace by se měl využívat pouze v mimořádných případech.

Vzhledem k větším kapsám pro díly narostla výška palety. To zhoršilo proces vkládání a vyndávání dílu z palety a to především u horní pozice. Tento problém se vyřešil systémem stahování horní pozice. To umožňuje dočasné snížení vrchní pozice na pozici střední. K tomuto snížení dochází kladkovým systémem, který umožní lehčí vkládání a vykládání dílů z palety. Dělník tedy musí nejdříve stáhnout vrchní pozici palety a vložit do ní díl. Poté pozici vytáhnout zpět nahoru a následně vkládat díl od pozice střední. Vykládka probíhá opačným způsobem. Spodní pozice není tímto systémem ovlivněna.

V procesu je potřeba udržet dostatečně velký počet palet, aby nehrozilo přerušení dodávek i při mimořádných situacích jako je poškození a vyřazení některé z nich. Počet palet v oběhu je stanoven následujícím výpočtem.

$$N_{PJ} = (N_{PD} + N_{PNk} * N_{Nk} + N_{PZ}) * N_{PR}$$

kde:

$N_{PJ}$	Celkový počet JIS palet [ks]
$N_{PD}$	Počet palet u dodavatele [ks]
$N_{PNk}$	Počet palet v nákladním vozidle [ks]
$N_{Nk}$	Počet nákladních vozidel [vůz]
$N_{PZ}$	Počet palet v závodě [ks]
$N_{PR}$	Procentuální množství rezervních palet [%]

Počet palet u dodavatelů je ovlivněn dávkami dopravovanými nákladním vozidlem na ML. Dodavatelé drží 6 dávek, přičemž jedna dávka obsahuje 8 palet. Takto velký počet je stanoven na základě velké rozpracovanosti dávek u dodavatele. S menším počtem by tedy hrozil jejich nedostatek a díly by se neměly kam ukládat. K transportu jsou potřeba 4 nákladní vozidla. Na každém z nich je jedna dávka palet. V závodě jsou drženy 3 dávky palet. Dvě z nich jsou plné a 1 prázdná. Na taktu zástavby ML jsou palety 2 pro každý nárazník, celkem tedy 4. Polovina z nich je vyprazdňována a druhá polovina čeká na zpracování. Dodavatelé jsou nuceni držet malou desetiprocentní zásobu JIS palet rezervních, které nahrazují palety rozbité nebo znečištěné. V tomto případě je potřeba držet 11 rezervních palet.

$$N_{PJ} = (48 + 8 * 4 + 28) * 1,1 = 119 \text{ ks.}$$

Ze vzorce vychází, že k udržení zásobování linky je potřeba 119 JIS palet.

### 3.4 Manipulace ve výrobě

Po obdržení odvolávky a vyrobení nárazníků pro dané vozidlo následuje v procesu manipulace, která se odehrává v závodě dodavatele. Zaměstnanci vyjmou hotový nárazník z výrobní linky a přenesou ho na kontrolní stanoviště. Zde proběhne kontrola kvality dílu. Tato kontrola je vizuální a dává se pozor především na správnost provedení varianty dílu a na možné povrchové poškození, které by mohlo nastat neodbornou manipulací v předchozích krocích procesu. Nárazník by mohl být například poškrábán. Pokud díl kontrolou neprojde, tak je vyřazen. Do výrobního procesu se zařadí díl nový, který vadný nárazník nahradí.

Když nárazník projde kontrolou kvality, tak je zmanipulován na místo tvorby sekvence. Místo tvorby sekvence je vzdáleno jen několik metrů od kontrolního oddělení. Manipulaci provádí zaměstnanec EDL manuálně. Díl zmanipuluje pomocí vozíku a na místě sekvence ho rovnou uloží do určené pozice na paletě. Pokud je paleta zaplněna nárazníky, tak ji zaměstnanec EDL uzavře. Paleta je označena výlepem, který nese informace o paletě, dílech v ní uložených a sekvenci.

Uzavřená paleta, která je připravená k vychystání, je dotlačena do nakládkové zóny. Palety jsou zde ukládány dle pořadí, aby se mezi nimi zachoval pořádek a zlehčila se nakládka do nákladního vozidla. Vzdálenost mezi nakládkovou zónou a prostorem ke tvoření sekvence je do 30 metrů. Vzdálenosti mezi všemi body jsou naplánovány tak, aby vzdálenosti mezi nimi byly minimální. V nakládkové zóně je paleta uložena do příjezdu nákladního vozidla.

Nakládka a tvorba sekvence je prováděna dvěma poskytovateli logistických služeb naráz. Poskytovatelé tuto službu provádí z hlediska jednoduššího určení odpovědnosti. Dvě

EDL jsou zvoleny z důvodu předchozího kontraktu, který je stále platný pro zaběhnuté dodavatele. Nový dodavatel si se svou výrobou přinesl do procesu i nového poskytovatele logistických služeb, který mu bude dělat sekvenci. Druhé EDL zde zůstává z předchozích procesů s pozůstalými dodavateli.

Externí poskytovatel logistických služeb využívá k dodávání dílů do závodu běžná nákladní vozidla. Rozměr jejich nákladového prostoru je popsán v následující tabulce.

Tabulka 7 Rozměry nákladního vozidla

Parametry	Rozměry nákladového prostoru [mm]	Rozměry JIS palety [mm]
Délka	13 600	1 520
Šířka	2 480	2 380
Výška	3 000	2 850

zdroj: Autor

Rozměry nákladového prostoru a palet přímo ovlivňují množství přepravených palet na nákladním voze. Z tabulky č. 7 vyplývá, že optimálně bude paleta vkládána do vozidla na šířku. Na základě rozměrů délky lze poté dopočítat maximální množství ložených palet na nákladní vozidlo.

$$N_{Jp} = \frac{L_{Nv}}{L_{Jp}}$$

kde:

$N_{Jp}$  Počet JIS palet [ks]

$L_{Nv}$  Délka nákladového prostoru [mm]

$L_{Jp}$  Délka JIS palety [mm]

$$N_{Jp} = \frac{13600}{1520} = 8,95 \doteq 8 \text{ palet}$$

Z výpočtu vyplývá, že na nákladní vozidlo se bude moci maximálně naložit 8 palet. Tedy 4 palety pro nárazníky zadní a 4 palety pro nárazník přední. Snahou je maximalizovat vytížení nákladního vozidla tak, aby se ušetřil počet nákladních vozidel a jízd. V některých případech to nemusí být umožněno z důvodu prostorového řešení příjmové zóny a JIS zóny v závodě objednatele. Pokud by nebyl objednatel schopen pojmout takovéto množství palet v jedné dávce, musela by se velikost dávky upravit. To by mohlo vést k nevytíženosti nákladních vozidel, zvýšení jejich počtu nebo i například volbě jiného, neboli menšího typu nákladního vozidla. V tomto případě ovšem objednatel disponuje dostatečnými plochami pro

práci s optimálním množstvím JIS palet. Nákladní vozidla tedy mohou jezdit plně vytížena, tedy s 8 JIS paletami v nákladovém prostoru.

Po přistavení nákladního vozidla probíhá nejdříve vykládka prázdných palet, které se vrátily ze závodu Škoda Auto a.s. Prázdné palety jsou uloženy v nákladové zóně a postupně dle potřeby se odebírají do prostorů tvorby sekvence. Po vyprázdnění nákladního vozidla začne nakládka.

Nakládka může proběhnout dvěma způsoby. Manuálně a za pomoci nakladače.

Při volbě manuální nakládky jsou palety vtlačeny do vozidla. Během procesu se klade důraz na správné pořadí, aby se ulehčila manipulace v závodě. Vykládku i nakládku JIS palet provádí 2 zaměstnanci EDL.

Při zařazení nakladače do procesu, by se proces zúžil o jednoho pracovníka. K obsluze manipulační techniky je zapotřebí pouze jednoho zaměstnance, který by tak obstaral celou nakládku a vykládku. Prázdné a plné palety by byly manipulovány po jedné z místa nakládky do nákladního vozidla a opačně v případě JIS palety prázdné. Nakladač by také ulehčil práci pracovníkům z pohledu ergonomie. S nakladačem by také došlo ke zlepšení v oboru bezpečnosti práce. Při špatném manipulování s paletou by mohlo hrozit, že se zaměstnanci navzájem zraní.

Naložené palety se zabezpečí popruhy proti pohybu v prostoru nákladního vozidla. Zajištění palet provádí řidič nákladního vozidla, který za něj také nese odpovědnost. Jištění je zavedeno z několika důvodů. Hlavním je bezpečnost během transportu, aby paleta neprorazila stěnu nákladového prostoru a nevypadla na pozemní komunikaci. Dalším důvodem je ochrana dílů. V pohybující paletě by se mohly snáze pohybovat i díly samotné. Tím by mohlo docházet k jejich poškození během transportu.

### **3.5 Doprava**

Dovážení nárazníků v paletách do závodu Škoda Auto a.s. je zajištěno nákladními vozidly. Lokalita výroby dodavatele byla zvolena tak, aby vzdálenost mezi dodavatelem a objednavatelem byla co nejmenší a cesta byla co nejméně riziková. Z plánovaného místa výroby je vzdálenost k bráně závodu pouhých 550 metrů. Celková trasa dodávky i s cestou po závodě jsou 2 kilometry. Na tomto úseku se nákladní vozidlo potká s běžným provozem pouze na jedné okružní křižovatce. Riziko zdržení dodávky z důvodu dopravní zácpy či nehody je tedy minimalizováno.

Pro případ, kdyby nastala některá z těchto mimořádných událostí, která by ohrozila včasnost dodávky, je připravena další varianta cesty. Cesta by se prodloužila, ovšem i tak by

její délka neohrožovala včasnost dodávky. Maximální vzdálenost, kterou by mohlo nákladní vozidlo urazit, je 6,5 kilometrů.

Při průjezdu bránami závodu má nákladní vozidlo vezoucí díly spadající do dodávek JIS vždy přednost. Nemusí tedy zastavovat pro kontrolu a limituje se tak jeho zdržení.

Stejnou trasu absolvuje nákladní vozidlo při cestě zpět k dodavateli s prázdnými paletami.

Veškerý proces popsany v této kapitole je prováděn externím dodavatelem logistických služeb. Dodavatel nese odpovědnost za provedení služby a Škoda Auto a.s. jí platí v b-ceně.

Počet nákladních vozidel, který je potřeba k zajištění plynulému zásobování ML, je ovlivněn několika parametry. Hlavními kritérii je rychlost nebo objem výroby v závodě Škoda Auto a.s., počet dílů převážených na nákladním vozidle, vzdálenost mezi dodavatelem a objednavatelem a časová náročnost manipulačních procesů při nakládce a vykládce. Tyto parametry se využijí při výpočtu celkového počtu nákladních vozidel.

$$N_{Nk} = \frac{T_O}{(N_{PNk} * N_{Di} * T_S) / N_{Dv}}$$

kde:

$N_{Nk}$	Počet nákladních vozidel [vůz]
$T_O$	Čas oběhu nákladního vozidla [min]
$N_{PNk}$	Počet palet v nákladním vozidle [ks]
$N_{Di}$	Počet dílů v paletě [ks]
$T_S$	Hodnota specifického taktu [min]
$N_{Dv}$	Počet dílů jednoho modelu v nákladním vozidle [ks]

$$N_{Nk} = \frac{74,4}{(8 * 6 * 1) / 2} = 3,36 \doteq 4 \text{ vozy}$$

Dle výpočtu vychází počet potřebných nákladních vozidel na 3,36. V praxi to tedy znamená, že minimální počet pro dostatečné zásobování linky jsou 4 nákladní vozidla, která budou zprostředkovávat transport nárazníků do závodu Škoda Auto a.s.

### 3.6 Manipulace v závodě

Po příjezdu nákladního vozidla řidič otevře nákladový prostor vozidla a odjistí palety. Operátoři logistiky poté manipulují s paletami. Manipulace může proběhnout dvěma způsoby stejně jako u dodavatele. Tedy manuálně nebo za pomoci nakladače.

V případě vykládky manuální jsou palety ručně dotlačeny na dané místo v JIS zóně. Paleta je tlačena 2 zaměstnanci. Počet zaměstnanců k tlačení palety je závislý na její velikosti a hmotnosti. Předpisy ergonomie stanovují počet zaměstnanců potřebný k tomuto úkonu.

Pokud by byl k vykládce využit nakladač, tak by se proces snížil o jednoho pracovníka stejně jako u dodavatele. Nakladač by palety manipuloval do JIS zóny jednotlivě.

Při procesu uskladnění JIS palet v zóně je třeba klást důraz na správně seřazení palet tak, aby jejich odebírání bylo co nejjednodušší a minimalizovala se možnost chyby, která hrozí záměnou palet. V zóně jsou palety uloženy do doby jejich potřeby.

V požadované době je paleta dovezena na místo zástavby. Proces provádí jeden zaměstnanec obsluhující tahač. Zaměstnanec si zapřáhne JIS paletu za tahač a tu zmanipuluje na ML. K manipulaci je upřednostněn tahač před vysokozdvížným vozíkem z několika důvodů. Hlavním důvodem jsou rozměry palety. Paleta by při manipulaci byla nebezpečná vzhledem k šíři uliček v hale ML, kde by ohrožovala další provoz na komunikaci a zaměstnance, kteří se na ní pohybují. Strany palety jsou plné, tudíž řidič vysokozdvížného vozíku by neviděl na cestu při jízdě popředu a musel by volit nebezpečnější couvání. Paleta je navíc uzpůsobena díky kolečkům k tažení, které je ve výsledku bezpečnějším procesem dopravy palety na místo zástavby. Rozdíl mezi počtem manipulační techniky a zaměstnanců v procesu je nulový. V obou případech je potřeba jeden kus manipulační techniky a jeden zaměstnanec, který ji ovládá.

U zástavbového taktu operátor paletu odpráhne a umístí ji na vyznačenou pozici. Z této pozice nejdříve vytáhne paletu prázdnou, kterou nahradí paleta plná. Paletu plnou otevře vyrolováním plachty a připraví tím díly k vyložení.

Plné palety se v průběhu procesu vyprazdňování musí otočit. To mají na starosti zaměstnanci Škoda Auto a.s., kteří pracují na ML.

Operátor logistiky následně uzavře paletu prázdnou, zbaví ji výlepu a zapřáhne paletu za tahač. Prázdna paleta je zmanipulována zpět do JIS zóny, kde je uložena do příjezdu nákladního vozidla.

Po vyložení plných palet z vozidla se naloží palety prázdné. Nakládka probíhá stejně jako vykládka za využití stejných dělníků a techniky.

V případě manuální nakládky jsou palety dvěma zaměstnanci vtlačeny do nákladního vozidla.

Pokud by se využil k nakládce nakladač, tak by se snížil počet zaměstnanců potřebných k tomuto procesu o jednoho.

Řidič po ukončení nakládky znovu zajistí palety na vozidle popruhy a odjede zpět k dodavateli.

### **3.7 Nouzová strategie**

System dodávek JIS je systém, který musí fungovat bezchybně tak, aby nedocházelo k ohrožení výroby objednatele. Nouzová strategie je nedílnou součástí těchto dodávek. S její pomocí jsou řešeny krizové situace, které ohrožují výrobu. Pokud by došlo k zastavení výroby, dochází k velkým ekonomickým ztrátám, a proto je třeba být nouzovou strategií připraven na veškeré scénáře, které mohou nastat a proces ohrozit. V této podkapitole budou možné rizikové body nastíněny a řešeny.

Prvním bodem, ve kterém může dojít k ohrožení systému dodávek, je datová komunikace. Skrze ní jsou řešeny především odvolávky dílů. Vedení elektronické komunikace je jistě alespoň dvěma cestami. V případě nemožnosti využití cesty jedné se automaticky přechází na cestu druhou. K výpadku komunikace může dojít například vlivem výpadku elektrického proudu na jedné straně. Tento problém může znemožnit využití obou cest. V takovém případě se data můžou stáhnout z webu, kde jsou data uložena. V nejhorším případě se může přejít až ke komunikaci emailové nebo telefonické.

Dalším bodem procesu, ve kterém může dojít k ohrožení dodávek, je výroba. Při výpadku elektrického proudu má dodavatel záložní zdroj energie, který je schopen v případě nouze využít. Pokud dojde k poruše stroje, tak je hned několik možností nahrazení vypadlého procesu. Dodavatel má k dispozici permanentně údržbu, kterou může kdykoli využít k opravě daného stroje. Během této údržby se stroj může nahradit manuálním výkonem daného procesu. Některé stroje se můžou po určitou dobu nahradit navzájem, to vše v závislosti na typu stroje, který je porouchán. V případě, že žádná ze zmíněných možností nepřipadá v úvahu, má dodavatel k dispozici stroj náhradní, kterým stroj porouchaný nahradí.

Následujícím procesem, ve kterém může dojít k mimořádné události je transport dílu od dodavatele do závodu objednatele. Během transportu může dojít k poruše nákladního vozidla. Dodavatel pro tyto případy musí disponovat náhradním nákladním vozidlem. Řidič komunikuje s dispečinkem telefonicky a předává informaci o vzniklém problému. Stejnou cestou dochází i k předání informace při neprůjezdnosti trasy k objednateli. Dodavatel má definovaných více cest, kterými je schopen díly dodávat. Reaguje tedy operativně a informuje řidiče o nejrychlejší aktuální cestě k dodání. V případě neprůjezdnosti vstupní brány pro nákladní vozidla do závodu Škoda Auto a.s. je k dispozici brána jiná, která se v krizové situaci otevře pro vjezd JIS nákladních vozidel, aby nedošlo k jejich zpoždění.



V případě dodání špatně vyrobeného nárazníku může dojít k individuální dodávce dílu. Tento proces je ovlivněn časem mezi zjištěním závady a spotřebou. Pokud to čas dovolí, tak je díl dodán individuálně, pokud ne, tak se využije díl špatný a později se na oddělení repase nahradí dílem správným.

### **3.8 Časová náročnost**

Veškeré dodávky v logistickém konceptu JIS jsou velmi náchylné na čas. Ten se musí dodržovat, aby se předešlo ohrožení výroby. Do vyhodnocení časové náročnosti vstupuje mnoho prvků, které ovlivňují provedení dodávek a veškeré procesy ze kterých je složena.

Časová náročnost bude popsána v této kapitole. Dodávka bude rozdělena na jednotlivé procesy, aby byla zjištěna jednotlivá náročnost určitých procesů. Informace o hodnotách času jsou zjištěny na základě měření a zkušeností z podobných již probíhajících dodávek.

#### **3.8.1 Příjem a kumulace odvolávek**

Odeslání a příjem odvolávky je časově nejméně náročný proces. Vše probíhá automaticky a odezva je tedy nulová. K odeslání odvolávky dochází při průjezdu karoserie bodem M100, který je umístěn mezi lakovnou a ML. Zpracování odvolávky je provedeno řádově v sekundách v elektronických systémech. Doba zpracování je pro všechny dodavatele stejná.

Kumulace odvolávek je ovlivněna rychlostí výroby na ML, kterou udává hodnota taktu. Průměrná hodnota taktu je 1 minuta. Dalším ovlivňujícím faktorem kumulace odvolávek je velikost dodávané dávky dílů. V jedné dávce je 48 dílů. Díly jsou rozděleny rovnoměrně na polovinu dle předních a zadních nárazníků a tím se jedná tedy o 24 vozidel.

Z těchto informací vyplývá, že každou minutu se odešle dodavatelům jedna odvolávka podávající informace o obou náraznících. Pro 24 vozidel proces kumulace odvolávek tedy zabere 24 minut.

#### **3.8.2 Výroba nárazníků**

Výroba nárazníku započne ihned po zpracování první příchozí odvolávky. S každou další odvolávkou začne výroba nového dílu. Nárazníky přední i zadní se vyrábí paralelně na jedné výrobní lince. Výroba jednoho nárazníku trvá 25 minut. Tento čas je stanoven na základě komunikace s dodavateli.

V případě pomalejších technologických postupů při výrobě na montážní lince je možnost zvýšit jejich počet. Tento krok by ovšem negativně ovlivnil ekonomickou náročnost projektu. Společně s větší investicí do technologie by to také znamenalo větší personální

náročnost a více zabraného prostoru ve výrobní hale. Tomuto kroku se ovšem snaží všechny strany předejít a v tomto případě ani není nutný.

### **3.8.3 Kontrola nárazníku**

Kontrola dílu probíhá ihned po dokončení nárazníku. Kontrolní stanoviště je umístěno na konci výrobní linky. Stanoviště jsou takto situována, proto aby se zamezilo prodlevám při přenášení nárazníku. Čas při manipulaci mezi těmito body je tedy zanedbatelný. Proces kontroly je časově nenáročný. V průměru tato činnost trvá zhruba 1 minutu.

### **3.8.4 Řazení sekvence**

Stejně jako v předchozím kroku jsou stanoviště pro kontrolu a řazení sekvence situována co nejbližší k sobě. I přesto, že manipulace mezi těmito body probíhá manuálně, je tedy čas k jejímu vykonání minimální.

Zaměstnanec, který díl přenáší, jej rovnou vkládá do JIS palety na předem určenou pozici. Pozice pro díl je zaznamenána ve výlepu, kterým je paleta na boku opatřena. Průměrný čas vytvoření sekvence pro tyto modely je 10 minut. Čas je takto nízký i přes velké množství zmanipulovaných dílů, protože se díly odebírají od více dodavatelů a sekvenci tvoří více pracovníků EDL.

### **3.8.5 Nakládka a vykládka**

Nakládka i vykládka je technologicky stejný proces, při kterém dochází k manipulaci palet z nebo do nákladního vozidla. Opačným bodem nákladního vozidla v manipulaci je logistická zóna u dodavatele a objednavatele. Mezi zónami a rampou určenou pro vykládku a nakládku je vzdálenost co nejmenší. V tomto případě se jedná o vzdálenost do 30 metrů. Manipulace může proběhnout dvěma způsoby.

Prvním z nich je manuální tlačení JIS palety do nákladového prostoru nákladního vozidla. Tento proces je ovlivněn fyzickou způsobilostí pracovníků EDL, kteří s paletami manipulují a vzdáleností, na které manipulace probíhá. K naložení jedné JIS palety jsou potřeba necelé 2 minuty. Se zachováním rezervy lze tedy uvažovat při nakládce 2 minuty na paletu. Pro 8 palet je to tedy 16 minut pro naložení nákladního vozidla. Vykládka v závodě objednavatele probíhá stejným způsobem. Čas pro manuální vykládku je tedy stejný jako pro nakládku.

Druhým možným způsobem pro nakládku palet je za pomoci manipulační techniky. V procesu by byly dohromady 2 nakladače a to 1 pro manipulaci u výrobce a 1 pro manipulaci u objednavatele. Zavedení nakladače by nutně nemuselo znamenat zrychlení

celkového času nakládky. Pohyb by byl na stejné trase, tedy za pomoci nakladače by tato část byla rychlejší. Palety ovšem pro nabrání nakladačem musí být připraveny do specifické pozice. Příprava palet by tedy mohla nakládku jako takovou prodloužit. V plném provozu je navíc rychlost nakladače velmi omezena z bezpečnostních důvodů. Nakládka jedné palety by se tedy dle předešlých zkušeností pohybovala okolo 1 minuty bez přípravy palety. Příprava palety se v průměru pohybuje kolem 1,25 minuty vzhledem k tomu, že paleta musí být minimálně otočena do správné pozice a v některých případech i popotlačena do prostoru vhodnějšího k nakládce. Při nakládce 8 palet lze tedy počítat s celkovým časem pro nakládku 18 minut. Vykládka je proces typově stejný, rozdíl v čase mezi nakládkou a vykládkou je tedy nulový.

Výsledný rozdíl v mezi oběma způsoby manipulace jsou 2 minuty, které hovoří ve prospěch manuální nakládky a vykládky. V tomto případě tedy technika neznamena zrychlení procesu.

### **3.8.6 Doprava**

Rychlost transportu je ovlivněna délkou trasy, na které je přeprava uskutečněna. Díly jsou přepravované na trase dlouhé 2 kilometry. Nákladní vozidlo po výjezdu z areálu dodavatele projede kruhovým objezdem, ze kterého rovnou sjíždí do závodu. Při vjezdu do závodu nákladní vozidlo projede vstupní bránou bez kontroly, aby nedošlo ke zdržení dodávky. Dále vozidlo s díly zamíří rovnou k místu vykládky a stejnou trasou se i vrací poté zpět k dodavateli. Na celém úseku v areálu Škoda Auto a.s. je stanovená omezená rychlost 40 km/h z bezpečnostních důvodů. Na zbytku trasy není nákladní vozidlo schopno využít maximální povolenou rychlost vzhledem k proporcím trasy, která je rozdělena kruhovým objezdem. Všechny tyto faktory ovlivňují bezprostředně rychlost dodávky dílů na ML a návrat nákladního vozidla zpět k dodavateli. Typ nákladního vozidla a ujetá vzdálenost zůstává stejná jako v části analytické. Čas dodávek je tedy stejný jako v analytické části. V praxi je transport nárazníků uskutečněn do 10 minut.

### **3.8.7 Manipulace v závodě**

Po příjezdu nákladního vozidla k ML následuje proces vykládky. Časová náročnost je popsána v podkapitole Nakládka a vykládka.

Po vykládce jsou díly v paletách manipulovány v hale montážní linky na takt zástavby. Manipulace probíhá za pomoci tahače, který nemusí nutně urychlit proces manipulace v porovnání s manipulací ruční. Tento faktor je především závislý na aktuálním provozu v uličce a je prodloužen o nachystání palety k přepravě. Zaměstnanec EDL musí zapřáhnout

paletu za tahač a zablokovat kolečka do pozice pro přepravu. Takto nachystaná paleta je přepravena na takt zástavby. Zde se paleta odpojí, odblokují se kolečka a paleta je zatlačena na určené místo u ML. Vzdálenost mezi JIS zónou ze které je paleta tažena a místem zástavby na ML je zhruba 50 metrů. Čas k vykonání celého procesu je i s ohledem k možnému zdržení 5 minut. Z těchto 5ti minut jsou 3 minuty pro transport a po minutě pro připojení a odpojení JIS palety. Zpětný proces s prázdnou paletou do JIS zóny je z hlediska času stejně náročný.

### 3.8.8 Celkový čas

Hlavním měřítkem pro posouzení časové náročnosti procesu JIS dodávek je hladina řídicího času. Ten se vypočítá ze základního řídicího času, pozice taktu zástavby a taktu absolutního.

$$T_{\text{Ř}} = T_S * T_{TZ} + T_{Z\text{Ř}}$$

kde:

$T_{\text{Ř}}$	Hodnota řídicího času [min]
$T_S$	Hodnota absolutního taktu [min]
$T_{TZ}$	Pozice taktu zástavby
$T_{Z\text{Ř}}$	Základní řídicí čas [min]

$$T_{\text{Ř}} = 1 * 74 + 111 = 185 \text{ min}$$

Na začátku hlavního řídicího času odchází odvolávka dodavateli a na jeho konci musí být díl přichystaný na ML k montáži. V tomto případě tedy musí dodavatel dodat nárazníky na takt zástavby do 185 minut (viz tab. č. 8).

Při porovnání první varianty neboli varianty bez nakladače s hlavním řídicím časem je jasné, že dodavatel stihne provést dodávku včas. K dobru mu ještě zůstane 77,98 minut.

Tabulka 8 Celkový čas procesu bez nakladače

Proces bez nakladače	Čas [min]
Příjem odvolávky	0,02
Kumulace odvolávek	24
Výroba nárazníku	25
Kontrola nárazníku	1
Řazení sekvence	10
Nakládka	16
Doprava	10
Vykládka	16
Manipulace v závodě	5
<b>Celkem</b>	<b>107,02</b>

zdroj: Autor

U porovnání druhé varianty, která zahrnuje u manipulací nakladač, je výsledný čas dodávky 120,02 minut (viz tab. č. 9). I tato hodnota je nižší než hodnota řídicího času. Časová rezerva je v této variantě 64,98 minuty.

Tabulka 9 Celkový čas procesu s nakladačem

Proces s nakladačem	Čas [min]
Příjem odvolávky	0,02
Kumulace odvolávek	24
Výroba nárazníku	25
Kontrola nárazníku	1
Řazení sekvence	10
Nakládka	18
Doprava	10
Vykládka	18
Manipulace v závodě	5
<b>Celkem</b>	<b>111,02</b>

zdroj: Autor

Nákladní vozidlo udělá jedno transportní kolečko za 84 minut (viz tab. č. 10). Tento čas je počítán s manuálním procesem nakládky a vykládky.

Tabulka 10 Celkový čas obrátky nákladního vozidla při procesu bez nakladače

Proces bez nakladače	Čas [min]
Nakládka u dodavatele	16
Doprava do Škoda Auto a.s.	10
Vykládka ve Škoda Auto a.s.	16
Nakládka ve Škoda Auto a.s.	16
Doprava k dodavateli	10
Vykládka u dodavatele	16
<b>Celkem</b>	<b>84</b>

zdroj: Autor

Pokud je nakládka a vykládka JIS palet provedena s pomocí nakladače, dostane se výsledný čas pro jedno transportní kolečko nákladního vozidla na 92 minut (viz tab. č. 11).

Tabulka 11 Celkový čas obrátky nákladního vozidla při procesu s nakladačem

Proces s nakladačem	Čas [min]
Nakládka u dodavatele	18
Doprava do Škoda Auto a.s.	10
Vykládka ve Škoda Auto a.s.	18
Nakládka ve Škoda Auto a.s.	18
Doprava k dodavateli	10
Vykládka u dodavatele	18
<b>Celkem</b>	<b>92</b>

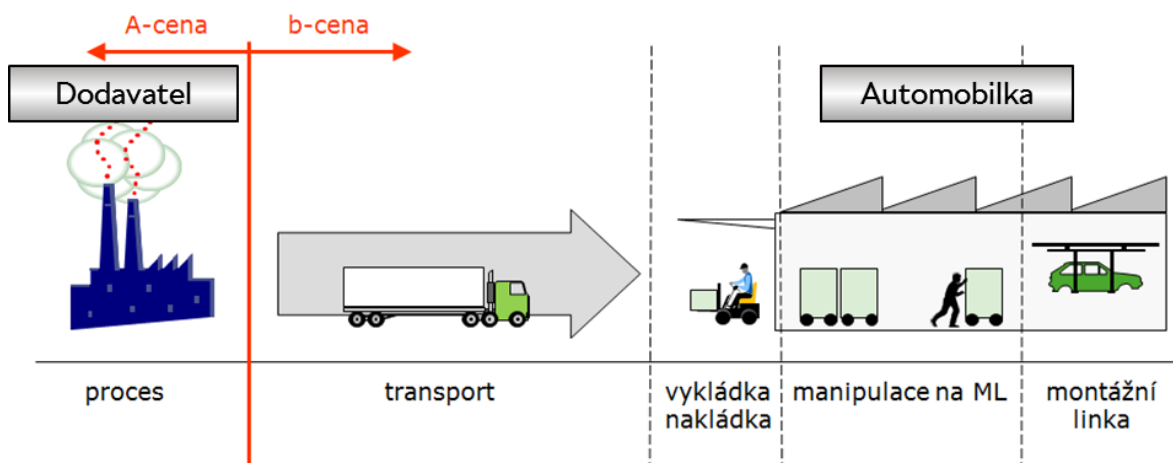
zdroj: Autor

Rozdíl mezi procesy je tedy odlišný v manipulaci při nakládce a vykládce. Toto má za příčinu, že rozdíl mezi těmito typy dodávek je 4 minut. U transportních koleček je rozdíl 8 minut.

### 3.9 b-cena

Ekonomická náročnost projektu je velmi důležitým faktorem. Cena projektu nám pomáhá stanovit jeho výhodnost. Slouží k porovnání s předchozí verzí projektu. V případě více možností provedení dodávek se cena může stát rozhodujícím faktorem při výběru finálního projektu.

Cena se skládá z několika položek. Tyto položky jsou ovlivněny rozhraním JIS projektu. Navrhovaný dodávkový proces je proveden v rozhraní JIS-A. Z pohledu výpočtu ekonomické náročnosti se jedná o méně nákladnou variantu oproti rozhraní JIS-B. Do b-ceny se takto započítá pouze proces od výstupní rampy haly dodavatele (viz obr. č. 10).



Obrázek 10 Rozhraní b-ceny v projektu; zdroj: (5)

V následujících krocích je tedy vysvětlen výpočet transportu od dodavatele k objednateli, manipulace v závodě objednavatele neboli linefeeding, elektronická komunikace mezi články v řetězci a JIS palety.

Pro určení b-ceny se jako jednotka udává cena na jedno vyrobené vozidlo. Jako měna se užívá euro €.

Pro každý projekt je stanovena určitá suma peněz, ze kterých probíhá platba b-ceny. Stávající projekty pro modely Octavia a Karoq jsou již na hraně svého vyčerpání. Pokud by tedy došlo k započítání nových nákladů, které přichází s novým modelem i k těmto projektům, tak by byla celková cena těchto projektů přesažena. Veškeré nové náklady tedy budou rozpočítány pouze do projektu modelu A-SUVE, který je na tyto vyšší náklady adekvátně přichystán. Nové náklady tedy budou rozpočteny do objemu vyrobených vozidel modelu A-SUVE a k nim budou připočteny stávající náklady.

Množství vozidel, do kterých se cena určitých procesů rozpočítává, je stanoveno nejen projektem, ale i plánem výroby, který poskytuje informace o výrobě na celý rok rozděleně dle ML. Protože nové náklady budou rozpočítány pouze do produkce modelu A-SUVE, tak budeme uvažovat roční produkci pouze tohoto modelu.

Pro tento rok je produkce modelu A-SUVE na ML stanovena na 84 000 vozů za rok. V tomto roce je 240 pracovních dní.

$$N_{Vd} = \frac{N_{Vc}}{N_D}$$

kde:

- $N_{Vd}$  Plánované množství vyrobených vozidel modelů na ML za jeden den [vůz/den]  
 $N_{Vc}$  Plánované množství vyrobených vozidel modelů na ML za jeden rok [vůz/rok]  
 $N_D$  Počet pracovních dní v roce [den]

$$N_{Vd} = \frac{84\,000}{240} = 350 \text{ vozů}$$

Na ML se tedy za jeden den vyrobí 350 vozidel.

### 3.9.1 Elektronická komunikace

Prvním krokem v procesu dodávky je objednávka. Ta probíhá za pomoci elektronického systému, neboli elektronické komunikace. Náklady na provoz elektronické komunikace jsou kombinací nákladů na zavedení, zprovoznění a poté provoz samotný.

$$E_{kv} = \frac{E_{kc}}{N_{Vc}} + E_{kp}$$

kde:

- $E_{kv}$  Cena elektronické komunikace [€]  
 $E_{kc}$  Cena elektronické komunikace celkově za rok [€]  
 $N_{Vc}$  Plánované množství vyrobených vozidel modelu A-SUVE za rok [vůz/rok]  
 $E_{kp}$  Cena elektronické komunikace k původnímu stavu [€]

$$E_{kv} = \frac{14\,445}{84\,000} + 0,027 = 0,172 + 0,027 = 0,199 \text{ €}$$

Náklady na elektronickou komunikaci vychází na 0,199 € na jeden vyrobený vůz.

### 3.9.2 Doprava

Druhým krokem v procesu dodávek nárazníků do závodu, který se započítává do b-ceny je transport. Cena je ovlivněna několika faktory týkajícími se především nákladních



vozidel. Cena nákladního vozidla je stanovena paušálně na jeden rok. V této ceně je započítán řidič nákladního vozidla. Cenou za vozidlo je tedy jeho roční nájem i s personálem. K výpočtu je dále potřeba znát množství nákladních vozidel, které dodává díly od dodavatele do Škoda Auto a.s. Cena je přepočítána na jedno vyrobené vozidlo. K výpočtu je tedy třeba znát i objem výroby.

$$D = \frac{P_{Nk} * N_{Nk}}{N_{Vc}} + D_p$$

kde:

- D      Cena dopravy z D+D Parku do závodu [€]
- $P_{Nk}$     Cena jednoho nákladního vozu za rok [€]
- $N_{Nk}$     Počet nákladních vozidel [vůz]
- $N_{Vc}$     Plánované množství vyrobených vozidel modelu A-SUVE za rok [vůz/rok]
- $D_p$     Cena dopravy z D+D Parku do závodu k původnímu stavu [€]

$$D = \frac{49\,588 * 1}{84\,000} + 0,267 = 0,59 + 0,267 = 0,857 \text{ €}$$

Cena transportu nárazníků na jeden vůz stojí 0,857 €/vůz.

### 3.9.3 Linefeeding

Cena za linefeeding se skládá ze dvou částí. Cenou za personál a cenou za manipulační techniku.

Cena za personál je ovlivněna jeho počtem a cenou za jednoho zaměstnance. Zaměstnanci jsou personál EDL, který tak určuje cenu za provedenou práci. Ta je stanovena stejně jako u nákladních vozidle paušálně na jeden rok. Sazba za personál se liší na základě pracovních povinností zaměstnance. Dělník, který manuálně pracuje na ML, má nižší ohodnocení než zaměstnanec, který pracuje v kanceláři. V návrhu se objevují pouze zaměstnanci na pozici dělník.

$$Per = \frac{N_{Per} * P_{Per}}{N_D * N_{VD}} + Per_p$$

kde:

$Per$  Cena personálu [€]

$N_{Per}$  Počet potřebných zaměstnanců [zaměstnanec/den]

$P_{Per}$  Cena jednoho zaměstnance [€]

$N_D$  Počet pracovních dní v roce [den]

$N_{VD}$  Plánované množství vyrobených vozidel modelu A-SUVE za den [vůz/den]

$Per_p$  Cena personálu k původnímu stavu [€]

V prvním případě je vykládka prováděna manuálně a to stanovuje celkový počet personálu na 4 na směnu. Při třísměnném provozu se za jeden den na pracovišti ML objeví celkově 12 zaměstnanců obstarávajících linefeeding nárazníků. Šest dělníků obstarává manuální vykládku a nakládku JIS palet z a do nákladního vozidla. Zbýlých 6 zaměstnanců obstarává dopravu palet k lince za pomoci tahače. Cena zaměstnance je 10 194€ za rok na jednoho zaměstnance. V původním stavu před náběhem modelu A-SUVE jsou v kalkulaci b-ceny započítáni 3 zaměstnanci na směnu. Celkem tedy 9 zaměstnanců na den. S novým modelem tedy přibudou 3 noví zaměstnanci, které zohledníme ve výpočtu.

$$Per = \frac{3 * 10\,194}{240 * 350} + 0,09 = 0,364 + 0,09 = 0,454 \text{ €}$$

Pokud se manuální vykládka a nakládka v závodě bude účastnit 12 zaměstnanců, tak bude podíl b-ceny na hodnotě 0,454 €/vůz pro nový model.

V druhé variantě linefeedingu je využit k vykládce a nakládce nákladního vozidla nakladač. Za jeho pomoci jsou potřeba 3 zaměstnanci k udržení toku materiálu na takt zástavby na ML. Z pohledu celého dne bude tedy tok udržovat celkově 9 zaměstnanců EDL. To je tedy stejný počet jako u původního stavu. Náklady na tyto zaměstnance zůstanou tedy stejné.

$$Per = 0,09 \text{ €}$$

V případě 9 zaměstnanců, kteří obsluhují manipulační techniku je na b-ceně podíl 0,09 €/vůz.

Druhou částí kalkulace linefeedingu je výpočet ceny za manipulační techniku. Jak již bylo nastíněno u personálu, tak ve výpočtu pro manipulační techniku se musí počítat se 2 variantami.

Kalkulace je ovlivněna počtem manipulační techniky a její cenou. Cena manipulační techniky je uváděna jako nájem na rok. Na rozdíl od výpočtu s nákladními vozy tato paušální cena v sobě nemá započítaného zaměstnance, který manipulační techniku obsluhuje. Vzhledem k tomu, že v původním stavu nebyla manipulační technika využita, tak není v tomto případě nutné její cenu uvádět, protože byla nulová.

$$Vv = \frac{N_{Vv} * P_{Vv}}{N_D * N_{VD}}$$

kde:

$Vv$  Cena manipulační techniky [€]

$N_{Vv}$  Počet potřebných vysokozdvížných vozíků [ks]

$P_{Vv}$  Cena jednoho vysokozdvížného vozíku [€]

$N_D$  Počet pracovních dní v roce [den]

$N_{VD}$  Plánované množství vyrobených vozidel modelu A-SUVE za den [vůz/den]

První varianta je navržena pouze s 2 tahači, které obstarávají manipulaci palet z JIS zóny na takt zástavby na ML.

$$Vv = \frac{2 * 5\,124}{240 * 350} = 0,122 \text{ €}$$

Cena za jeden tahač je 0,122 € na jedno vyrobené vozidlo.

V druhé variantě se využívá k nakládce a vykládce nakladač. Manipulace z JIS zóny na takt zástavby zůstává nepozměněna. Počet manipulační techniky se tak navýší ze 2 na 3.

$$Vv = \frac{3 * 5\,124}{240 * 350} = 0,183 \text{ €}$$

Cena za druhou variantu se 3 kusy manipulační techniky je 0,183 €/vůz.

První varianta linefeedingu zahrnuje do procesu 6 zaměstnanců vykonávajících manuální nakládku a vykládku nákladního vozidla. Další 6 zaměstnanců, kteří obsluhují 2 tahače a dopravují tak palety na takt zástavby. Toto je počet personálu a manipulační techniky vztažen k 1 dni. Z výpočtu vychází, že hodnota b-ceny v této variantě je 0,576 € na vyrobený vůz. Největší podíl na této hodnotě tvoří personál, který dosahuje téměř 3krát vyšších nákladů než manipulační technika.

Druhá varianta zahrnuje pouze 9 zaměstnanců na 1 den. Ti by obsluhovali manipulační techniku, jejíž počet by se zvýšil na 3 kusy. Celková b-cena z linefeedingu v této variantě je 0,273 € na vyrobené vozidlo. Oproti předchozímu případu je nyní cena tvořena hlavně náklady na manipulační techniku.

### **3.9.4 Palety**

Dalším prvkem b-ceny jsou JIS palety. Pro tento projekt se musí vyvinout a vyrobit JIS palety nové. Tato položka tedy bude nákladnější, než kdyby se přebíraly palety staré z předešlých projektů, které se ovšem musí doplatit spolu s novým modelem.

K výpočtu je potřeba znát počet potřebných palet k udržení plynulých dodávek do závodu. Náklady na vývoj a následnou výrobu palety jsou nedílnou součástí výpočtu b-ceny. Tyto náklady se rozpočítávají do vyrobených vozidel. V případě palet ovšem nejde o roční objem výroby, ale o objem výroby pro celý projekt, který může trvat několik let.

Z předešlých výpočtů víme, že bude pro zásobování ML linky potřeba 119 JIS palet. Cena jedné palety je 1 620 €. Náklady na vývoj JIS palet dosáhly 11 250 €. Projekt dodávek

pro model BEV je předpokládán na 7 let. Počet pracovních dní do každého roku je stanoven na 240 dní za rok. Plánované množství vyrobených vozidel na ML je již vypočteno v předchozích podkapitolách a tato hodnota se nemění.

$$P = \frac{(N_{PJ} * P_{PJ}) + P_{VP}}{N_R * N_D * N_{VD}}$$

kde:

$P$	Cena JIS palet v b-ceně [€]
$N_{PJ}$	Celkový počet JIS palet [ks]
$P_{PJ}$	Cena JIS palet [€]
$P_{VP}$	Cena za vývoj JIS palet [€]
$N_R$	Počet let [rok]
$N_D$	Počet pracovních dní v roce [den]
$N_{VD}$	Plánované množství vyrobených vozidel modelu A-SUVE za den [vůz/den]
$P_P$	Cena JIS palet v b-ceně k původnímu stavu [€]

$$P = \frac{(119 * 1\,620) + 11\,250}{7 * 240 * 350} + 0,006 = 0,347 + 0,006 = 0,353 \text{ €}$$

Výsledná b-cena JIS palet na jedno vyrobené vozidlo je 0,353 €.

### 3.9.5 b-cena celkem

Celkové náklady na jeden vůz se spočítají součtem předešlých dílčích výsledků.

$$P_C = P + D + Vv + Per + Ek$$

kde:

$P_C$	Cena celková [€]
$P$	Cena JIS palet [€]
$D$	Cena dopravy [€]
$Vv$	Cena manipulační techniky [€]
$Per$	Cena personálu [€]
$Ek$	Cena elektronické komunikace [€]

Výpočet b-ceny pro proces bez nakladače je vypočítán v následujícím kroku.

$$P_C = 0,353 + 0,857 + 0,122 + 0,454 + 0,199 = \mathbf{1,985 \text{ €}}$$

V případě využití varianty bez nakladače se b-ceny vyšplhá na hodnotu 1,985 € za vyrobené vozidlo (viz tab. č. 12).

Tabulka 12 b-cena v procesu bez nakladače

Proces bez nakladače	Cena [€/vůz]
Doprava	0,857
Linefeeding	0,576
Elektronická komunikace	0,199
Palety	0,353
<b>Celkem</b>	<b>1,985</b>

zdroj: Autor

Další krok obsahuje výpočet varianty s využitím nakladače.

$$P_C = 0,353 + 0,857 + 0,183 + 0,09 + 0,199 = \mathbf{1,682 \text{ €}}$$

V případě využití varianty s nakladačem je b-cena vypočítána na hodnotě 1,682 € za jedno vyrobené vozidlo (viz tab. č. 13).

Tabulka 13 b-cena v procesu s nakladačem

Proces s nakladačem	Cena [€/vůz]
Doprava	0,857
Linefeeding	0,273
Elektronická komunikace	0,199
Palety	0,353
<b>Celkem</b>	<b>1,682</b>

zdroj: Autor

Z vypočtených hodnot je vidět, že rozdíl mezi b-cenami obou variant není velký. Při využití nakladače nebo více zaměstnanců tedy dostaneme podobné hodnoty s rozdílem 0,303 € ve prospěch varianty s 2 nakladači. Největší položkou b-ceny je bez pochyb transport dílů do závodu. Tyto náklady mají na celkové b-ceně téměř poloviční podíl a to u obou navržených variant. Nejmenší položkou je elektronická komunikace.

## 4 VYHODNOCENÍ NÁVRHŮ

Poslední kapitolou této diplomové práce je vyhodnocení. V této kapitole jsou porovnány oba navržené procesy dodávek mezi sebou společně s původním stavem. Porovnání obou navržených procesů nám pomůže určit výhodnější variantu dodávek. Porovnání s aktuálním stavem nám pomůže říci, jestli zavedení výroby nového modelu bude z pohledu JIS logistiky výhodnější.

Porovnány budou všechny procesy, které se v řetězci dodávek nachází. Bude vyhodnocena jejich výhodnost a náročnost. Důležitými hodnotícími prvky je b-cena a čas. Ty jsou hlavními kritérii na kterých záleží i proveditelnost procesu dodávek.

Jedním z hlavních faktorů, který ovlivňuje celý proces je umístění výroby a zvolení typu JIS dodávek. Umístění je pro oba návrhy stejné a je zakomponováno tak, aby nový dodavatel vyráběl ve stejné hale s původními dodavateli. Toto ovlivní především dopravu a délku dodávek.

Rozložení typu JIS dodávek je ovlivněno výběrem místa výroby a zvoleným způsobem dodávek. Od tohoto se nadále odvíjí rozhraní b-ceny a A-ceny. V návrzích je volen typ JIS-A, který je nákladově méně náročný než například JIS-B. Zvolení typu JIS-A tedy přímo ovlivňuje odpovědnost a náklady započítané do b-ceny.

### 4.1 Palety

Se zavedením nového modelu je potřeba vyvinout a vyrobit nové palety. Tento krok je ovlivněn rozměry staré palety, která nevyhovuje požadavkům na díly nového modelu. K vývoji muselo dojít, protože nikde v procesu napříč linkami se nevyskytuje paleta, která by tyto díly byla schopna pojmout a splnit podmínky pro manipulaci v závodě. Z větších dílů tedy vyplývá požadavek na větší palety (viz tab. č. 14).

Tabulka 14 Porovnání parametrů palet

Rozměry palet	Původní palety	Navrhované palety
Délka	1 320 mm	1 520 mm
Výška	2 250 mm	2 850 mm
Šířka	2 820 mm	2 380 mm
Hmotnost brutto	390 kg	470 kg
Hmotnost netto	300 kg	540 kg

zdroj: Autor

Rozměry palety ovlivňují přímo dopravu a manipulaci. Vzhledem k větším rozměrům palet se sníží počet palet ložených na nákladní vozidlo. Dalším faktorem je zhoršená manipulace. Ta má za příčinu navýšení personálu nebo manipulační techniky pro manipulaci a zhoršení pracovních podmínek z pohledu ergonomie pro manuální zacházení s paletami.

Další rozhodující pohled na projekt nám může přinést porovnání množství palet v procesu. Navrhované varianty se v tomto ohledu neliší. Téměř stejný počet palet je využíván i v analyzovaném stavu (viz tab. č. 15).

Tabulka 15 Porovnání počtu palet

	Původní stav	1. Návrh	2. Návrh
Počet JIS palet	118 ks	119 ks	119 ks

zdroj: Autor

Z tabulky vyplývá, že rozdíl mezi projekty je pouze jedna paleta. Podobnost výsledku je zapříčiněna stejnými objemy výroby a skutečností, že pro všechny modely budou využívány stejné palety. Nedochozí tedy ani k jejich souběhu a staré palety tak budou nahrazeny paletami novými.

## 4.2 Doprava

Výroba nového dodavatele je lokalizována na stejném místě, jako výroba původních dvou dodavatelů. To usnadní dopravu dílů do závodu velkým způsobem. Při odlišné volbě umístění dodavatele by došlo ke zvýšení náročnosti dopravy, počtu nákladních vozidel a ujetých vzdáleností.

S lokalizací všech dodavatelů na jednom místě je trasa dopravy dílů do závodu objednatele stejná pro všechny navrhnuté varianty a i původní stav, vzhledem k tomu, že nedošlo k přemístění původních dvou dodavatelů. Ujetá vzdálenost při dodávkách dílů je tedy stále stejná, a to 2 kilometry.



Dalším kritériem je počet nákladních vozidel využitých v procesu. Množství nákladních vozidel zatěžuje projekt ekonomicky a z pohledu zelené logistiky taktéž není výhodný. Je tedy prioritou zajistit co nejnižší počet nákladních vozidel s co největším vytížením. V původním stavu byla potřeba nákladní vozidla 3. V navrhovaných scénářích jsou nákladní vozidla 4 pro každou variantu (viz tab. č. 16).

Tabulka 16 Porovnání nákladních automobilů

	Původní stav	1. Návrh	2. Návrh
Počet nákladních vozidel	3 ks	4 ks	4 ks

zdroj: Autor

Navýšení počtu vozidel je zapříčiněno velikostí palet. Nových palet se do nákladového prostoru vejde méně vzhledem k jejich větším rozměrům. Při jedné jízdě se tak dopraví do závodu menší počet dílů, jejichž počet se nahrazuje dodávkou na dalším nákladním vozidle. Oproti původnímu stavu je v návrzích 1 nákladní vozidlo navíc. Z pohledu zelené logistiky tedy dojde ke zhoršení procesu. Vzniklá uhlíková stopa by mohla být korigována využitím ekologičtějších nákladních vozidel. Tato nákladní vozidla nejsou ovšem vozidla patřící společnosti Škoda Auto a.s. a jejich využití záleží na rozhodnutí EDL, které je má na starost.

### 4.3 Linefeeding

Linefeeding je proces, který se dá porovnat z několika úhlů pohledů. Těmi hlavními pohledy mohou být složitost a náročnost procesu v hale ML. V čím více krocích manipulace probíhá, tím větší je šance na chybu nebo poškození dílu. Je snaha proto nastavit linefeeding tak, aby docházelo k minimalizaci manipulace a tím i těchto rizikových míst. Všechny varianty jsou v tomto ohledu stejné. Manipulace v hale ML je naplánována tak, aby byla co nejvíce minimalizována a nedocházelo k zacházení se samostatnými díly.

Navržené varianty a původní stav se liší hlavně využitím pracovní síly a manipulační techniky. V prvotním stavu, který je zpracován v analytické části práce, je k manipulaci na ML využito 9 zaměstnanců. Jsou to tedy 3 zaměstnanci na směnu. Manipulační technika není v tomto případě vůbec využita.

V první variantě návrhu dojde k navýšení personálu. Toto navýšení je zapříčiněno velikostí JIS palet. Dle předpisů ergonomie a bezpečnosti práce je lepší volit pro manipulaci s paletou o jednoho zaměstnance navíc, tedy 2 zaměstnance. Na jeden den bude potřeba 12 zaměstnanců. Pro manipulaci palety na místo zástavby na ML bude potřeba využít tahače. Konkrétně 2 tahače, které budou obstarávat dopravu dílů z JIS zóny. Každý z těchto tahačů

bude obsluhovat 1 zaměstnanec. Tahače jsou rozděleny pro dodávky nárazníků zadních a předních.

Ve druhé variantě návrhu dojde k využití 9 zaměstnanců na den. K vykládce bude využit nakladač, který je obsluhován 1 zaměstnancem. Využití nakladače prospěje procesu z pohledu ergonomie. Ta se zlepší, protože zaměstnanci nebudou muset manipulovat s paletami při vykládce a nakládce ručně. Díly budou dopravovány na takt zástavby stejně jako u předchozího návrhu.

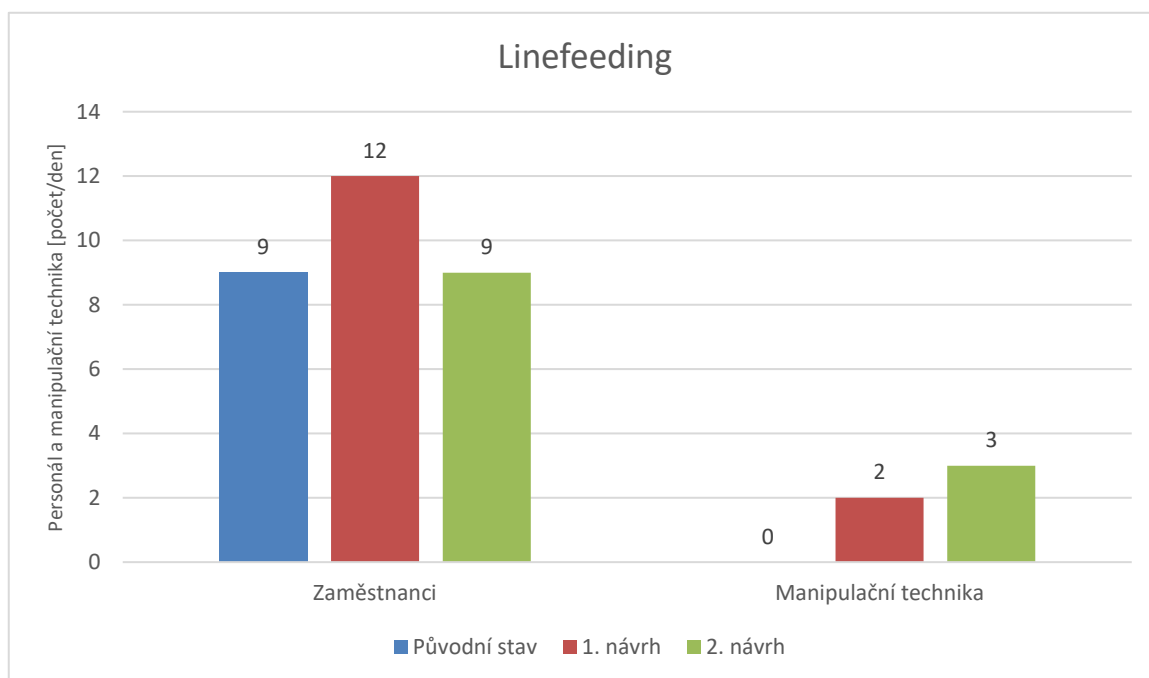
V následující tabulce č. 17 je uvedeno srovnání množství zaměstnanců a potřebné manipulační techniky napříč návrhy a aktuálním stavem. Hodnoty jsou uvedeny v časovém období 1 den.

Tabulka 17 Porovnání nároků na zaměstnance a manipulační techniku

	Původní stav	1. Návrh	2. Návrh
Zaměstnanci	9 osob	12 osob	9 osob
Manipulační technika	0 ks	2 ks	3 ks

zdroj: Autor

Z obrázku č. 11 vyplývá, že z pohledu náročnosti procesu na zaměstnance a manipulační techniku je původní stav nejvýhodnější.



Obrázek 11 Počet zaměstnanců a manipulační techniky; zdroj: Autor

S náběhem nového modelu tedy dojde k navýšení náročnosti manipulačních činností. Z pohledu využití zaměstnanců je výhodnější 2. návrh, který je ovšem horší z pohledu využití techniky. Z pohledu ergonomie je taktéž výhodnější druhá varianta s využitím nakladače.

#### 4.4 Čas

Jedním z hlavních faktorů je čas, za který je dodavatel schopen dodávku dílů uskutečnit. Čas je ukazatel, který poukazuje na proveditelnost jednotlivých návrhů. Pokud se čas dodávky dostane přes řídicí čas, tak se dodávka stává neproveditelnou, protože by nedorazila včas a výroba by byla zastavena. Základní řídicí čas je 185 minut. Tento čas je pro navrhované varianty a původní stav stejný, protože se jedná o stejné díly a o stejný objem výroby. Časová náročnost dodávky je ovlivněna umístěním výroby dílů, pozicí taktu zástavby a technologiemi využitými v procesu. V následujících odstavcích budou popsány rozdíly v jednotlivých procesech napříč variantami.

Jako první v procesu dodávky přichází odvolávka dodavateli. Ten ji zpracuje a na jejím základě probíhá výroba. Tento proces je automatický, pokud nedojde k mimořádné události. Technologie v tomto odvětví je téměř neměnná, a proto i čas zůstává stejný. Příjem a zpracování odvolávky trvá 0,02 minuty.

Příchozí odvolávky se postupně kumulují. Rychlost kumulace je ovlivněna rychlostí výroby a velikostí dávky, která se dopravuje k objednateli. Objem výroby je uvažován stejný, jeho vliv je tedy mezi návrhy stejný. Rozdíl je ve velikosti dopravované dávky. Zatímco v původním stavu se do nákladního vozidla vešlo 10 palet po 6 dílech, tak v návrzích je to 8 palet po 6 dílech. V prvním případě se tedy budou odvolávky kumulovat na více dílů a tím pádem i delší dobu. Kumulace odvolávek v původním stavu zabere 30 minut. V návrzích se kumulují odvolávky pro 24 vozidel, což je o 6 vozidel méně než v původním stavu. Rozdíl v kumulaci je tak 6 minut a kumulace zabere 24 minut.

Po příchodu každé odvolávky ihned započne výroba nárazníků, která probíhá průběžně s dalšími procesy jako je například kumulace odvolávek. Nárazníky přední a zadní se vyrábějí současně a výroba jednoho dílu trvá 25 minut. Vzhledem ke stálosti procesů výroby se čas mezi původním stavem a návrhy nemění.

Kontrola nárazníků navazuje plynule na jejich výrobu. Každý díl je kontrolován na určeném stanovišti. Kontrola není časově náročný proces a trvá zhruba 1 minutu. Stejně tak jako v případě výroby se tento proces nemění, a proto čas zůstává stejný.

Po schválení kvality nárazníku je díl uložen na své místo v JIS paletě. To probíhá dle jeho pořadí v sekvenci tak, aby nedošlo k záměně. Řazení sekvence probíhá průběžně

s výrobou a kontrolou dílů, ale s ohledem na situování pozic v paletě je tento proces náročnější. Po zkontrolování posledního nárazníku mají tedy zaměstnanci EDL ještě dalších 10 minut na dokončení sekvence.

Procesem navazujícím na tvoření sekvence je nakládka. Ta je ovlivněna způsobem provedení a velikostí palet. V případě původního stavu a 1. návrhu probíhá nakládka manuálně. Zde je rozdíl v čase způsoben velikostí palet. V původním stavu trvá nakládka zhruba 15 minut. V 1. návrhu 16 minut, a to i přesto, že palet je naloženo méně. V 2. návrhu je nakládka naplánována za pomoci nakladače. Ten prodlouží dobu na 18 minut. Stejným způsobem probíhá nakládka i vykládka prázdných palet u objednavatele a při zpáteční cestě u výrobce. Časy se proto pro tyto procesy nemění.

Doprava je další součástí procesu. Trasa se nijak nemění a zůstává tak stejná. Totéž platí i pro cestu s díly a cestu s prázdnými paletami. V původním stavu je průměrný čas transportu dílů zhruba 10 minut. Vzhledem k již zmíněné neměnnosti trasy tedy časy pro navrhované stavy zůstávají stejné.

Po vyložení dílů v závodu Škoda Auto a.s. následuje linefeeding. Manipulace z JIS zóny na takt zástavby je prováděna tahači. Přední a zadní nárazník mají rozdílné místo montáže. Ve výpočtu celkového času se tedy počítá s horší variantou. Jízda tahače na místo zástavby, odpojení palety plné, zapřažení palety prázdné a následovná cesta zpět je naměřena na 5 minut, a to jak v případě původního stavu, tak i v návrzích. V původním stavu byly palety tlačeny na místo zástavby. To samo o sobě trvá déle než manipulace za pomoci tahače, u kterého se ale proces protáhne o přichystání palety a její následné zapojení a odpojení. Tyto úkony navíc v jednom manipulačním kolečku nastanou dvakrát a časy se taky vyrovnají.

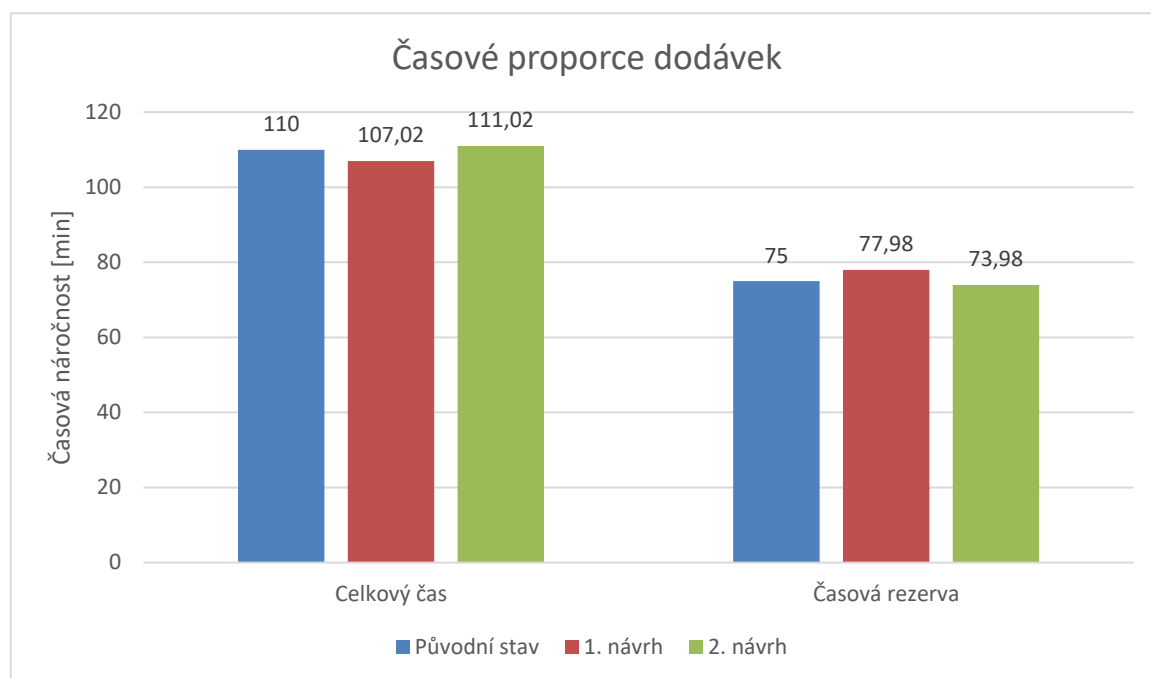
Po součtu časů jednotlivých procesů dostaneme celkový čas, během kterého proběhne dodávka nárazníků. V původním stavu se dostáváme na hodnotu 110 minut. V návrhu s ruční manipulací palet je to 107,02 minuty a za pomoci tahače 111,02 (viz tab. č. 18).

Tabulka 18 Časové údaje dodávek

Proces	Původní stav [min]	1. Návrh [min]	2. Návrh [min]
Příjem odvolávky	0,02	0,02	0,02
Kumulace odvolávek	30	24	24
Výroba nárazníku	25	25	25
Kontrola nárazníků	1	1	1
Řazení sekvence	10	10	10
Nakládka	15	16	18
Doprava	10	10	10
Vykládka	15	16	18
Linefeeding	5	5	5
<b>Celkový čas</b>	<b>110</b>	<b>107,02</b>	<b>111,02</b>
Základní řídicí čas	185	185	185
<b>Časová rezerva</b>	<b>75</b>	<b>77,98</b>	<b>73,98</b>

zdroj: Autor

Z pohledu času dodávky je výhodnější 1. návrh s manipulací bez pomoci tahače. Časová rezerva je zde 77,98 minut, která je výhodnější než 75 minut z původního stavu. To také poukazuje na proveditelnost obou návrhů, protože je celkový čas dodávky menší než základní řídicí čas. Rozdíl mezi návrhy tvoří manipulace s paletami při nakládce a vykládce, kde první návrh je rychlejší v součtu o 4 minuty (viz obr. č. 12).



Obrázek 12 Časové proporce dodávek; zdroj: Autor

Pro zjištění počtu nákladních vozidel, která jsou potřeba k dodávkám, slouží i čas jednoho transportního kolečka. Ten se skládá ze všech úkonů, které se týkají nákladních vozidel. Jednotlivé a výsledné časy jsou uvedeny v následující tabulce č. 19.

Tabulka 19 Časové údaje transportního kolečka

Proces	Původní stav [min]	1. Návrh [min]	2. Návrh [min]
Nakládka	15	16	18
Doprava	10	10	10
Vykládka	15	16	18
Nakládka	15	16	18
Doprava	10	10	10
Vykládka	15	16	18
<b>Celkem</b>	<b>80</b>	<b>84</b>	<b>92</b>

zdroj: Autor

Z tabulky vyplívá, že mezi návrhy je nejrychlejší transportní kolečko za 84 minut. Tento čas patří 1. návrhu a je znovu zapříčiněn rychlejší manipulací při nakládce a vykládce palet. V ostatních aspektech si jsou hodnoty návrhů rovny.

Při porovnání všech časů je tedy zjevné, že s novým modelem nedojde k výraznému zhoršení nebo zlepšení času dodávky. U transportních koleček dojde ke zhoršení v obou návrzích. Zhoršení ovšem není značné a neohroží výrobu automobilů. Při výběru návrhu je vhodnější návrh první, který nevyužívá nakladač k manipulacím s paletami.

## 4.5 Cena

Jak je zmíněno na začátku kapitoly, rozhraní cen je ovlivněno typem zvolených JIS dodávek. Navržen je typ dodávek JIS-A, který určuje jako rozhraní A-ceny a b-ceny nákladovou rampu dodavatele. Toto rozhraní je stejné pro všechny návrhy, a i pro původní stav. Ve výpočtu b-ceny jsou proto stejné procesy.

Na základě tohoto rozhraní je známo, že do b-ceny se bude počítat pouze doprava dílů z a do závodu objednatele. Dalším procesem je linefeeding neboli manipulace v závodě, elektronická komunikace a JIS palety. Podílové částky b-ceny jsou počítány na vyrobené vozidlo a hodnoty jsou uváděny v €.

První částí v procesu je elektronická komunikace. V nákladech na elektronickou komunikaci jsou zohledněny pořizovací výdaje a provozní náklady. V původním stavu byly náklady b-ceny vyčísleny na 0,027 €. V návrzích stouply tyto náklady na 0,199 €. Jednou z příčin je investice do zázemí pro nového zaměstnance a tím i zvýšení nákladů na provoz sítě.

Druhou část tvoří doprava dílů z místa výroby do závodu Škoda Auto a.s. v Mladé Boleslavi. V původním stavu byly náklady vypočteny na 0,267 € za vyrobený vůz. V návrzích jsou náklady na dopravu stejné. To je zapříčiněno totožností návrhu v tomto kroku. Náklady v nových návrzích na dopravu dílů vychází na 0,857 €. Hlavní rozdíl tvoří navýšení počtu nákladních vozidel, která jsou potřeba k plynulému zásobování výroby na ML.

Předposlední část celkové b-ceny tvoří linefeeding. Náklady na manipulaci jsou tvořeny 2 položkami, a to počtem zaměstnanců a počtem manipulační techniky potřebné na den. Z tohoto pohledu nejméně náročným procesem je původní stav. To se také projevuje na nákladech, které jsou 0,09 €. O poznání vyšší náklady jsou na 1. navrhovaný stav, které činí částku 0,576 €. Důvodem je náročnost procesu na personál, který je v tomto ohledu nejvíce zastoupenou položkou. Druhý navrhovaný způsob je nejnáročnější na manipulační techniku, ale nezmění se počet zaměstnanců v porovnání s původním stavem. Náklady na tento návrh

jsou 0,273 €. Z toho tedy vyplývá, že náklady na zaměstnance jsou větší než na manipulační techniku.

Posledními náklady podílejícími se na b-ceně v rozhraní JIS-A jsou palety. V těchto nákladech je zohledněna pořizovací cena a náklady na vývoj palety. Palety jsou pro oba navrhované stavy stejné a jejich počet se nemění, vzhledem ke stejnému objemu vyrobených vozidel. Náklady jsou tedy stejné a to 0,353 € na vyrobený vůz. Náklady v původním stavu jsou 0,006 €. Rozdíl je znatelný při pohledu na velikost a technickou vybavenost nových a starých palet. Novější palety jsou mnohem komplikovanější, a proto jsou veškeré náklady mnohem vyšší.

Při součtu těchto všech částek, které se podílí na tvorbě b-ceny dostaneme b-cenu celkovou. Tato cena bude placena dodavateli za dodání jednoho nárazníku předního a zadního. V součtu je celková b-cena pro původní stav 0,39 €. V prvním návrhu, ve kterém je zohledněna manuální vykládka a nakládka je b-cena 1,985 €. Ve druhém návrhu je nakládka a vykládka prováděna nakladačem, b-cena se v tomto případě vyšplhá na hodnotu 1,682 € (viz tab. č. 20).

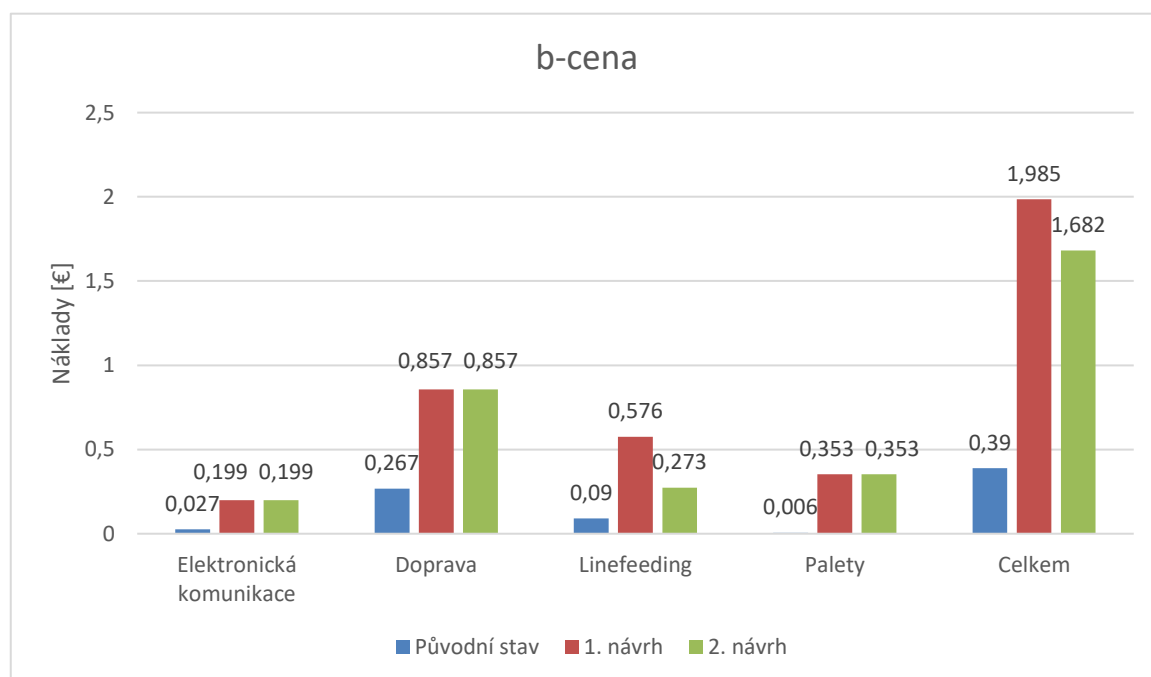
Tabulka 20 Jednotlivé hodnoty b-ceny

Proces	Původní stav [€]	1. Návrh [€]	2. Návrh [€]
Elektronická komunikace	0,027	0,199	0,199
Doprava	0,267	0,857	0,857
Linefeeding	0,09	0,576	0,273
Palety	0,006	0,353	0,353
<b>Celkem</b>	<b>0,39</b>	<b>1,985</b>	<b>1,682</b>

zdroj: Autor



Hlavní podíl na rozdílu ceny je objem vozidel, do kterých jsou náklady rozpočítány. Pro původní projekt byl zvolen rozpočet, ze které se platí náklady dodavatelů. Náklady projektu se přes hranici rozpočtu nesmí dostat. Z tohoto důvodu jsou nově přibývající náklady rozpočítány do objemu vyrobených vozidel modelu A-SUVe, které jsou nižší než u předchozích modelů. Rozpočet projektu je na takovéto zatížení připraven. Tímto tedy dojde k většímu rozdílu b-ceny mezi původním a novými stavy (viz obr. č. 13).



Obrázek 13 b-cena; zdroj: Autor

Z grafu vyplývá, že nejmenší náklady v navrhovaných scénářích jsou vynaloženy na elektronickou komunikaci. Největší nákladovou položkou je oproti tomu doprava. Vzhledem k podobnosti návrhů 1 a 2 jsou tyto položky nákladově stejné. Rozdíl mezi návrhy se nachází v položce linefeeding, který je tvořen hodnotou 0,303 € na vyrobené vozidlo. Tento rozdíl hovoří ve prospěch návrhu nakládky a vykládky za pomoci manipulační techniky.

Dle posouzení b-ceny je tedy výhodnější variantou varianta s nakladačem, která zahrnuje menší množství zaměstnanců, ale větší množství manipulační techniky. Tato varianta by stála 1,682 € na vůz.

#### 4.6 Doporučený návrh

Po porovnání všech variant napříč všemi aspekty, je autor schopen doporučit optimální variantu dodávek nárazníků. Jako optimální se jeví varianta č. 2, která využívá pro manipulaci

nakladač. I přesto, že si jsou navrhované varianty podobné v několika procesech, je po zhodnocení kladů a záporů obou navrhovaných variant vybrána jako výhodnější varianta č. 2.

Hlavním kladem této varianty je nižší b-cena. Výhodnost této varianty se projeví především v dlouhodobějším horizontu vzhledem k rozdílu b-cen. Dalším kladem je ušetření nákladů na personál. Ty se negativně projevují nejen na výsledné b-ceně, ale i na konformitě vykonané práce. Nakladač vytváří ergonomicky pohodlnější a méně náročné prostředí pro pracovníky.

Záporem vybrané varianty je čas, během kterého se uskuteční dodávka. Ten je delší než u varianty s manipulací bez nakladače. Rozdíl je ovšem minimální a nijak neohrožuje plynulost výroby vozidel.

V ostatních aspektech procesu dodávek jsou návrhy totožné. Doprava je ovlivněna především místem výroby, které se v rámci návrhů nemění. Množství JIS palet je ovlivněno více faktory, které ale taktéž zůstávají stejné, a to jak v návrzích 1 a 2, tak u původního stavu.

Za výše zmíněných předpokladů se tedy 2. varianta s využitím nakladače k manipulaci JIS palet jeví jako výhodnější a autor ji proto doporučuje.

## ZÁVĚR

Cílem diplomové práce je navrhnout nový způsob dodávek nárazníků. Obsah práce je rozdělen do dvou kapitol, ve kterých je popsána jak problematika tématu logistiky, tak i daný problém.

V první kapitole se autor zaměřuje na vysvětlení tématu logistiky. Vzhledem k tomu, že dané téma se vztahuje k logistickým JIS dodávkám, je v první části popsán průběh těchto dodávek. Důraz je kladen na definování základních typů dodávek. Od tohoto rozdělení se poté odvíjí následující procesy v materiálovém toku. Tyto jednotlivé procesy jsou taktéž v práci jednotlivě popsány a vysvětleny.

Z této první části poté vychází část druhá, která na první navazuje. Na základě teoretické části si je čtenář schopen představit jednotlivé procesy, které se nacházejí v analytické části práce. Práce je zaměřena na dodávku specifického dílu. Tímto dílem je automobilový nárazník. V analýze je popsán detailně tok materiálu, jeho náklady a časová náročnost procesů.

V předposlední kapitole jsou řešeny jednotlivé návrhy na začlenění nového dodavatele do procesu JIS dodávek dílů. Návrhy a jejich dílčí kroky jsou rozebrány dle jednotlivých technologií, které jsou v procesech využity. Dále je vypočítána časová náročnost a náklady na jednotlivé kroky. Ty celkově tvoří b-cenu, která je významná pro výběr varianty. Tyto aspekty jsou hlavními ukazateli náročnosti a výhodnosti toku.

V poslední kapitole jsou navržené varianty a původní stav dodávek porovnány. Porovnání probíhá na základě náročnosti procesů a výsledných hodnot, které vychází z výpočtů v předešlé kapitole. Z tohoto porovnání vychází jako nejvýhodnější varianta s nakladačem, která je doporučena jako optimální návrh pro JIS dodávky nárazníků do Škoda Auto a.s. v Mladé Boleslavi.

## SEZNAM POUŽITÝCH INFORMAČNÍCH ZDROJŮ

- (1) CEMPÍREK, V., KAMPF, R., ŠIROKÝ, J. Logistické a přepravní technologie. Pardubice: Institut Jana Pernera, 2009. ISBN 978-80-86530-57-4.
- (2) CEMPÍREK, V. a kol. Logistická centra. Pardubice: Institut Jana Pernera, 2010. ISBN 978 80 86530 70 3.
- (3) GROS, I. a kol. Velká kniha logistiky. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2016. ISBN 978-80-70-80-952-5.
- (4) CEMPÍREK, V., KAMPF, R. Logistika. Pardubice: Institut Jana Pernera, 2005. ISBN 80-86530-23-X.
- (5) ZRAZVÝ, J., KUMSTÁT, J., *PL-023-15-02-KV-M3-JIS-obecný projekt*, Interní materiál Škoda Auto a.s., 2017.
- (6) ZRZAVÝ, J., ŠVEJDA, M., *LK-003-14-01 LAH SUV Family*, Interní materiál Škoda Auto a.s., 2014.
- (7) KAVKA, Jan. *Dodávky JIS pro model Yeti*. Pardubice, 2017. Bakalářská práce. UNIVERZITA Pardubice. Vedoucí práce Prof. Ing. Václav Cempírek, Ph.D.