

# **ŠKODA AUTO VYSOKÁ ŠKOLA, O.P.S.**

Studijní program: B6208 Ekonomika a management

Studijní obor: 6208R088 Podniková ekonomika a management provozu

## **Ergonomie pracoviště pro manipulaci s prázdnými paletami a podvozky ve společnosti ŠKODA AUTO a.s.**

**Jan Pekař**

Vedoucí práce: prof. Ing. Radim Lenort, Ph.D.

*Tento list vyjměte a nahradte zadáním bakalářské práce*

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury pod odborným vedením vedoucího práce.

Prohlašuji, že citace použitých pramenů je úplná a v práci jsem neporušil autorská práva (ve smyslu zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském a o právech souvisejících s právem autorským).

V Mladé Boleslavi dne 12. 12. 2017

Děkuji prof. Ing. Radimu Lenortovi, Ph.D. za odborné vedení bakalářské práce, spoustu užitečných informací i rad a v neposlední řadě za profesionální a zároveň přátelský přístup.

Děkuji Ing. Davidu Stašovi, Ph.D. za spolupráci na projektu pro ŠKODA AUTO a.s., jehož průběh i výsledky se odráží v praktické části mé bakalářské práce.

## Obsah

Úvod .....	7
1 Představení ergonomie .....	8
1.1 Definice ergonomie .....	8
1.2 Vývoj „ergonomického“ myšlení .....	8
1.3 Ergatika .....	11
1.4 Instituce zabývající se ergonomií .....	11
1.5 Hlavní oblasti ergonomie dle IEA .....	12
1.6 Téma somatické ergonomie na pracovišti .....	12
2 Logistika a materiálové toky .....	14
2.1 Logistika v současném pojetí .....	14
2.2 Řízení materiálových toků .....	14
2.3 Metody zvyšování výkonnosti a efektivnosti výroby .....	15
3 Analýza současného stavu řešeného pracoviště .....	20
3.1 ŠKODA AUTO a.s. ....	20
3.2 Lokalizace a popis pracoviště pro manipulaci s prázdnými paletami a podvozky .....	21
3.3 Analýza současného stavu .....	24
4 Návrh logistické koncepce pro manipulaci s prázdnými paletami a podvozky na hale M13 .....	31
4.1 Požadované parametry dopravníkového systému .....	31
4.2 Vlastní návrh dopravníkové koncepce .....	34
Závěr .....	40
Seznam literatury .....	41
Seznam obrázků a tabulek .....	42
Seznam příloh .....	43

## **Seznam použitých zkratk a symbolů**

ČES	Česká ergonomická společnost
IEA	Mezinárodní ergonomická asociace (International Ergonomics Assn.)
CSCMP	Council of Supply Chain Management Professionals

## Úvod

Společnost ŠKODA AUTO a.s. se v rámci procesu kontinuálního zlepšování svých výrobních i nevýrobních procesů s cílem snížení nákladů na výrobu automobilů a zároveň poskytování co možná nejvhodnějších, zdravotně nezávadných pracovních podmínek pro své zaměstnance zabývá tématem ergonomie pracovního prostředí.

Průběžně vzniká napříč celou společností seznam pracovišť, na kterých je velký potenciál zlepšit se v tématu ergonomie. V zájmu všech zúčastněných stran (ŠKODA AUTO a.s., zaměstnanci podniku, řešitelé projektů spjatých s daným pracovištěm) je třeba tato pracoviště upravit tak, aby byla v souladu s ergonomickými principy.

Autor bakalářské práce, student ŠKODA AUTO VYSOKÉ ŠKOLY o.p.s. se podílel na projektu „Návrh logistické koncepce pro manipulaci s prázdnými paletami a podvozky na hale M13“ mezi ŠKODA AUTO a.s. a ŠKODA AUTO VYSOKÁ ŠKOLA o.p.s. V teoretické části práce jsou shrnuty základní poznatky z oblasti ergonomie a analýzy logistických toků a právě praktická část bakalářské práce je vytvořena na základě průběhu a výsledků výše zmíněného projektu.

Cílem práce je analýza logistických toků pracoviště pro manipulaci s prázdnými paletami a podvozky na montážní hale M13 v podniku ŠKODA AUTO a.s. s důrazem na ergonomii pracovního prostředí a návrh konceptu jeho nového řešení.

# 1 Představení ergonomie

V současnosti se vše okolo nás zrychluje a zefektivňuje. Žijeme v době celosvětového propojení internetem, průmyslu 4.0. a rozšiřující se robotizace. Kontinuální vývoj vědy a techniky nám přináší nové možnosti, nové stroje, nové technologie, nové metody práce...

Při vyvíjení nových technologií je třeba klást důraz nejen na techniku samotnou, ale i na její obsluhu/uživatele (člověka) a jeho fyzické i psychické možnosti a schopnosti. Nutnou podmínkou navrhování i užívání nové, nebo již existující technologie je vnímání limitů člověka a přihlídnutí k nim. (Chundela, 2013)

Je v zájmu každé firmy mít zdravé, spokojené a motivované zaměstnance. Stejně tak je v zájmu každého výrobce vyrábět produkty, které jsou ergonomicky nezávadné. Teprve potom je zákazník spokojen (např. v nově zakoupeném automobilu ho nebolí záda z nevhodného úhlu umístění sedačky) a koupí si od dané značky v budoucnu další automobil.

## 1.1 Definice ergonomie

Chundela z Českého vysokého učení technického v Praze ve své sbírce ergonomii definuje takto:

*„Ergonomie je interdisciplinární systémový vědní obor, který komplexně řeší činnost člověka i jeho vazby s technikou a prostředím, s cílem optimalizovat jeho psychofyzickou zátěž a zajistit rozvoj jeho osobnosti.“ (Chundela, 2013, str. 7)*

Mezinárodní Ergonomická Asociace (IEA) užívá následující definici ergonomie:

*„Ergonomie je vědecká disciplína, optimalizující interakci mezi člověkem a dalšími prvky systému a využívající teorii, poznatky, principy, data a metody k optimalizaci pohody člověka a výkonnosti systému.“ (IEA, 2017)*

## 1.2 Vývoj „ergonomického“ myšlení

Počátky „ergonomického“ uvažování se u člověka objevují v souvislosti s pracovní činností již od počátku jeho existence. Každé poupravení držadla, hmotnosti, tvaru zemědělského nástroje, či zbraně se dá označit za úpravu techniky dle potřeb člověka.



V 16. a 17. století dochází k obrovskému rozvoji průmyslu, stavitelství a výroby zbraní, což vede k rozmachu přírodních věd. V této době se např. Leonardo da Vinci pokouší o konstrukci dynamometru, La Hire se zabývá měřením výkonu člověka při provádění opevňovacích prací. Ze svých studií dochází generál Vauban k závěru, že v zimě může člověk pracovat pouze 7 hodin denně, zatímco v létě až 10. Tímto tématem se zabývá také fyzik Coulomb, který navrhuje maximum pracovní doby na 8 hodin denně.

Pro koncem 17. století vznikající manufaktury je otázka pracovní doby pochopitelně také důležitým tématem. Řeší se vhodná délka pracovní doby, přestávky i pracovní výkonnost. Koncem 18. století manufakturní výroba pozvolna přechází ve výrobu tovární. Tato doba naznačuje jeden důležitý fakt. Řemeslník, potažmo dělník si přestává vyrábět a uzpůsobovat své vlastní nástroje. Nástroje v továrnách jsou univerzální, nepřizpůsobené konkrétnímu člověku, což neodmyslitelně vede ke zhoršení ergonomického vztahu člověk – technika. A to je teprve začátek. Vědci De Camus, Dupin a další usilovně pracují na studiích, jak zajistit maximální výkonnost dělníka, jak určit vhodnou pracovní dobu atd.

V polovině 19. století se začíná poprvé řešit i organizace pracoviště. Koncem 19. století vrcholí rozmach organizace práce v čele s Taylorem (1856-1915), který se neodmyslitelně zapsal do historie svým průlomovým vědeckým řízením výroby. Taylor tvrdil, že využití dělníka při práci je obecně velmi nízké a snažil se všemožně toto negativum odstranit. Například uplatňováním prémie, potažmo regulováním mzdy dle dosažení požadovaného výkonu, nebo přiřazením konkrétního pracovníka na konkrétní pracoviště, kam se nejlépe hodí. Taylor používal na svou dobu průlomové metody. Např. rozbor pracovních pohybů, systémy kontroly a evidence, nebo analýzy uspořádání pracoviště. Bohužel absolutně nerespektoval fyziologické, ani psychologické limity člověka, a pokud dělník svůj úkol nesplnil, byl automaticky propuštěn. Vědecký směr nazvaný po něm nese název Taylorismus. Neodmyslitelná součást vývoje ergonomie je spjata se jménem Gilbreth. Manželé Gilbrethovi se na přelomu 19. a 20. století zabývali tzv. „pohybovou studií“. Zjišťovali, že pracovníci nedělají stejný pracovní proces stále stejně. Pokaždé si vymyslí jiný způsob, jinak náročný, používají při něm jiné pohyby, jiný počet operací, jiný procesní čas. Z toho důvodu Gilbrethovi přišli s návrhem standardizace pracovního postupu, konkrétně při stavění zdi. Přišli se

standardizovanou metodou, při které je na stavbu zdi třeba co nejmenší počet pohybů pracovníka. Na tomto principu dále rozvinuli celou metodu „Motion Study“ s uplatněním v celém průmyslu. (Singh, Lakhwinder P., 2016)

Na počátku 20. století dále dochází k šíření metod vědeckého řízení výroby i ergonomie. Největší rozvoj je pozorován v oblasti zkoumání člověka - psychotechniky. V meziválečném období se začínají objevovat výzkumy týkající se osvětlení, hluku nebo teploty na pracovišti. Postupně se stává zřejmým, že ani optimální podmínky pro práci nemohou být zárukou stálého pracovního výkonu a pracovní pohody. Mohou k tomu ale značně dopomoci. To si uvědomuje i Ford a svou péčí o zaměstnance své úspěchy tím jen znásobuje.

Následující vývoj ergonomie lze rozdělit (Chundela, 2013) do tří oblastí:

- První se týká problematiky **psychologie práce**. Patří sem již zmíněná psychotechnika, otázka bezpečnosti práce a s ní související zaučení na pracovišti, délka a typ pracovního režimu, výkonnost člověka atd.
- Druhý směr nese celou řadu označení, nejčastěji **inženýrská psychologie**, nebo Human Engineering, Ergonomics, psychotechnologie, biotechnologie, biomechanika apod. Podstatou tohoto směru je přizpůsobení techniky člověku. Jedním z hlavních cílů je, aby nedocházelo ke zbytečným zraněním, nehodám v kontaktu člověka s technikou. Postupně bylo stanoveno univerzální a vždy platné řešení, kdy se v systému stroj vs. člověk vždy musí vycházet z toho nejslabšího článku (člověka).
- Pod **třetím hlavním směrem** se rozumí zkoumání člověka ve výrobním procesu, pozorování vztahů lidí na pracovišti, vztahu člověka k práci. Často bývá užito označení „Human Relations“ (mezilidské vztahy). Do toho spadají oblasti sociální psychologie a sociologie.

V období druhé světové války je dohodnuto vytvoření nového vědního oboru, který integruje celou komplexitu všech zmíněných aspektů (člověk – technika – pracovní prostředí) a vše bude již spadat pod jeden celek. Společnost ekonomických věd se při zasedání v Londýně usnesla nad názvem Ergonomie, z řeckého ergon, tedy práce a nomos, zákon.

### 1.3 Ergatika

Pro úplné porozumění tématu ergonomie je nutné uvést ještě termín „Ergatika“. Vztahy mezi člověkem, technikou a prostředím jsou předmětem zájmu mnoha vědních disciplin. Tématem se zabývá nejen uváděná ergonomie, ale také hygiena práce, bezpečnost práce (úrazová prevence), ekologie (člověk versus životní prostředí), organizace práce (vhodné uspořádání pracovního místa/pracoviště) a mnoho dalších. Nejvhodnějším efektivním řešením je vytvoření systémového metodického přístupu, který by nejen zachoval komplexnost, ale i vyřešil současné mnohonásobné překrytí disciplin. (Chundela, 2013) Např. hluk stroje v dB řeší jak bezpečnost práce, tak hygiena práce, ergonomie i ekologie. Je vhodné tedy zvolit úplně nový přístup pro celkové pojetí systému člověk – technika – prostředí. Tím přístupem je právě Ergatika.

Chundela uvádí: *„Ergatika je vědní obor, který optimalizuje systém člověk - technika - prostředí s cílem zajistit pohodu člověka a zabránit ohrožení jeho zdraví úrazem či nemocí, při optimalizaci výkonnosti systému.“* (Chundela, 2013, str. 10)

### 1.4 Instituce zabývající se ergonomií

V České republice je ergonomie reprezentována **„Českou ergonomickou společností“** (ČES). Jedná se o nezávislé, dobrovolné společenství fyzických osob, jehož zájmem je podporování ergonomického rozvoje a dohlížení na užívání ergonomie v praxi. Součástí tohoto sdružení jsou odborníci v oborech studujících pracovní podmínky a prostředí versus člověk (např. fyziologie práce, pracovní lékařství, rehabilitační medicína či design). V rámci svého osvětového programu pořádá ČES přednášky, vědecké konference a jiné různé odborné akce. Česká ergonomická společnost je po právní stránce samostatnou právnickou osobou a je členem „Mezinárodní ergonomické asociace“ (International Ergonomics Association – IEA) a „Federace evropských ergonomických společností“ (Federation of European Ergonomics Societies – FEES).

Mezinárodně ergonomii koordinuje asociace s názvem: „Mezinárodní ergonomická asociace“ (International Ergonomics Association – IEA). Zastoupení v ní má Česká republika prostřednictvím „České ergonomické společnosti“. (IEA 2017)

## 1.5 Hlavní oblasti ergonomie dle IEA

- **Somatická (fyzická) ergonomie** si všímá vlivu pracovních podmínek na lidské zdraví. Při analyzování ergonomických výsledků se využívají znalosti z anatomie, fyziologie, biomechaniky, antropologie a mnoha dalších věd. Do tematiky fyzické ergonomie patří např. pracovní polohy, opakování té samé pracovní činnosti/pohybu, uspořádání pracovního místa a v neposlední řadě bezpečnost.
- **Kognitivní (psychická) ergonomie** se zabývá vnímáním pracovních podmínek z pohledu působení na naši psychiku. Pozorují se faktory, jako je např. pracovní výkonnost, stres, psychická zátěž, rozhodovací procesy, pracovní dovednosti, interakce člověk – počítač, manuální zručnost, paměť apod.
- **Organizační ergonomie** má na starost zejména zefektivnění socio-technických systémů různých organizačních struktur, postupů i strategií. Snaží se vytvořit a udržet prostor pro týmovou práci, aplikovat vhodné pracovní směny, vhodný režim práce a odpočinku aj. (*Gilbertová, Matoušek, 2002*)

## 1.6 Téma somatické ergonomie na pracovišti

Z pohledu fyzické ergonomie na pracovišti vnímáme mnoho nedostatků, na kterých je třeba kontinuálně pracovat. Se zvyšováním životní úrovně ve společnosti je třeba zvyšovat i bezpečnost a smysluplnost pracovních pozic. Od pracovišť na montážních linkách začínaje po kancelářské pozice konče. Se zvyšující se neuspokojitelnou poptávkou po chybějící pracovní síle je v nejvyšším zájmu firem si svých zaměstnanců vážít a udržet si je co nejdéle zdravé a spokojené. Pokud společnost nebude využívat např. pracovních rotací na fyzicky náročných montážních pozicích, krátkodobě na každé takové montážní pozici bude nesmírně rychlý a spolehlivý pracovník, v podstatě odborník na danou pozici. Dlouhodobě je to ovšem neudržitelný přístup. Tato pracovní pozice na montážní lince bude pro daného pracovníka natolik fyzicky náročná (pravděpodobně navíc jen na určitou část těla), že se brzy začne potýkat s bolestí dané části těla a firma o něj může velmi rychle přijít.

### 1.6.1 Důvody, proč firmy řeší téma ergonomie

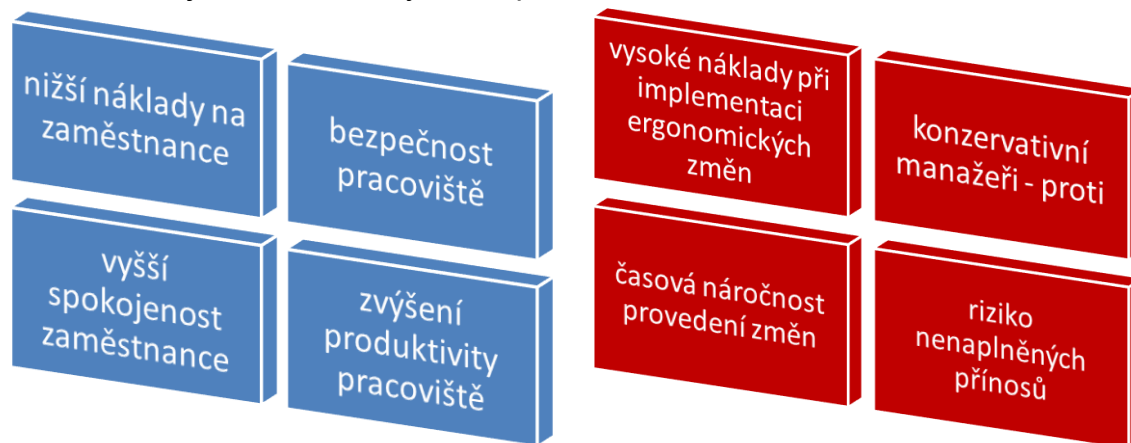
**Bezpečnost a hygiena práce** – nejen snaha si udržet zaměstnance zdravé a spokojené je zde klíčová. Pokud dojde ke zranění pracovníka při nějakém nebezpečném pracovním úkonu, účastní se firma mnohdy v plné výši na zdravotním plnění zraněného. Případné budoucí soudní spory v rámci zdravotního plnění se zaměstnancem mohou vyjít firmu velmi drahο.

**Fyzická náročnost pracovní pozice** – klasická kancelářská pozice je bezesporu také fyzicky namáhavou a firmy často pořizují z tohoto důvodu např. výškové hydraulické stoly pro možnost stoupnout si k počítači a spoustu dalších řešení. Ovšem s běžnou pracovní pozicí na montážní lince kancelářskou pozici srovnávat nelze. Pokud je navíc daná pozice náročná jen na určitou část těla, je třeba zasáhnout. Firmy obvykle zařazují do konkrétních pracovních úkonů daných pracovních pozic různé hydraulické, robotické pomocníky, kteří zaměstnancům pracovní úkon ulehčí. Dalším nástrojem pro snížení fyzické náročnosti pracovní pozice jsou tzv. pracovní rotace. Dále firmy svým zaměstnancům rozdávají poukázky na sport, rehabilitaci, bazén atd. To vše z důvodu prevence pracovních zranění na pracovišti a vhodné rekonvalescence po pracovní době.

**Efektivita a rozvržení pracovního místa** – bude-li pracovní místo efektivně navrženo, nejen zde nebude docházet téměř k žádným bezpečnostním rizikům a zraněním, ale pracoviště bude plnit svou úlohu rychleji a efektivněji. Často se v rámci těchto procesů využívá částečná až úplná automatizace a robotizace.

### 1.6.2 Přínosy a rizika využití ergonomie na pracovišti

Na obrázku 1 jsou znázorněny časté přínosy a rizika užití ergonomie v praxi.



Obr. 1 Přínosy a rizika užití ergonomie v praxi

## 2 Logistika a materiálové toky

Tématikou logistiky se lidé zabývají již od dávnověku. Od složitého systému výstavby egyptských pyramid v cca 4. až 3. tisíciletí před Kristem až po veškeré vojenské střetnutí v historii lidstva. Vždy bylo třeba zajistit ten správný materiál na správné místo ve správném množství v požadované kvalitě tomu správnému subjektu se správnými informacemi za sjednaných pravidel (sjednanou cenu).

### 2.1 Logistika v současném pojetí

Dnes je nejvíce vidět logistika zejména firemního prostředí v rámci dodavatelských řetězců. Současné pojetí logistiky velice dobře charakterizuje definice formulovaná organizací „Council of Supply Chain Management Professionals“ (CSCMP) z roku 2006:

*„Logistika je ta část řízení dodavatelského řetězce, která plánuje, realizuje a efektivně a účinně řídí dopředné i zpětné toky výrobků, služeb a příslušných informací od místa původu do místa spotřeby a skladování zboží tak, aby byly splněny požadavky konečného zákazníka. K typickým řízeným aktivitám patří doprava, správa vozového parku, skladování, manipulace s materiály, plnění objednávek, návrh logistické sítě, řízení zásob, plánování nabídky a poptávky a řízení poskytovatelů logistických služeb. V různé míře logistické funkce zahrnují také vyhledávání zdrojů a nákup, plánování a rozvrhování výroby, balení a kompletace a služby zákazníkům. Je zapojena do všech úrovní plánování a realizace - strategické, operativní a taktické. Řízení logistiky je integrující funkcí, která koordinuje a optimalizuje všechny logistické činnosti, stejně jako se podílí na propojení logistických činností s dalšími funkcemi, včetně marketingu, výroby, prodeje, financí a informačních technologií.“ (Gros, 2016, str. 25)*

### 2.2 Řízení materiálových toků

Řízení materiálových toků se zabývá efektivním tokem surovin z místa vstupu do místa spotřeby, efektivním řízením výrobních zásob i optimálním tokem hotových výrobků podnikem. Za materiál jsou tedy považovány zásoby ve výrobě, nedokončené až dokončené výrobky, suroviny, součástky větších dílů a různé balící materiály. U všech těchto položek je nutné zajistit jejich dopravu a uložení v podniku, průběžně monitorovat jejich stav a kvalitu a předvídat jejich budoucí

poptávané množství tak, aby jich nebylo na skladě příliš mnoho, respektive příliš málo. Optimální množství materiálu v logistickém řetězci je celkovým cílem materiálového řízení a plánování. (Jirsák, Mervart, Vinš, 2012)

V řízení materiálového toku se objevují dvě metody. První metoda na bázi „push“, druhá na bázi „pull“. Push systém se snaží o optimální využití zdrojů za optimálního využití kapacity výroby. Push systém „tlačí“ výrobky na trh dle predikcí a snaží se je co nejhospodárněji vyrobit a prodat. Úkol číslo jedna je prodat nejlépe vše, co bylo v podniku vyrobeno a přetransformovat všechnen materiál, co byl nakoupen v další výrobu. Často při využití tohoto systému dochází k přebytkům, ať už vyrobeného zboží, nakoupeného, nebo zásob. Skladem se dá vybalancovávat nerovnoměrná nabídka a poptávka.

V současnosti je ovšem užívanější systém druhý, systém „pull“. Systém se zakládá na aktuálních informacích z trhů a vyžaduje flexibilitu nejvyšší úrovně a velice operativní manažery. V této variantě je možné prakticky zrušit sklady, nebo je alespoň razantně omezit. Tím dochází k obrovské úspoře za skladové kapacity, manipulaci, lidskou sílu, energii a spoustu dalších faktorů. Nicméně za nemalých rizik. Nastane-li nepředpokladatelná situace, kterou není možné operativně dostatečně rychle vyřešit, může dojít i k zastavení výroby.

## **2.3 Metody zvyšování výkonnosti a efektivnosti výroby**

Snaží-li se podnik zefektivnit určitý materiálový tok, skladování zásob, nebo výrobní proces, je vhodné se zamyslet nad různými metodami zvyšování výkonnosti a efektivnosti výroby. Zároveň je na místě vybrat vždy tu nejvhodnější metodu pro řešení konkrétního problému.

### **2.3.1 Obecné metody zvyšování výkonnosti a efektivnosti výroby**

První podkategorií jsou **metody empirického zkoumání**. Hlavním úkolem je zde sběr informací o zkoumaných jevech systematickým způsobem (tabulky, grafy, schémata). K metodám empirického zkoumání se řadí měření, experimenty, pozorování, srovnávání, dotazovací metody a využití zkušeností.

**Metody teoretického zkoumání** jsou další obecnou metodou. Tento stupeň poznání vychází ze zjištěných skutečností z nižšího stupně, neboli empirického zkoumání a tím pádem umožňuje získání již vyššího stupně získaných znalostí.

K metodám teoretického zkoumání patří např. analýza a syntéza, abstrakce a konkretizace, indukce a dedukce, systémový přístup, logická i historická metoda, či idealizace.

Jako poslední následují **metody tvůrčího myšlení**. Jejich cílem je zvýšení pravděpodobnosti úspěšného dořešení daného problému. Patří sem např. matematicko-logické modely, algoritmy, metoda agregace funkcí, metoda porovnávání podobností a funkcí aj. (Líbal, 1989)

### 2.3.2 Časové studie

Časové studie se řadí mezi nejstarší metody zvyšování výkonnosti a efektivnosti výroby. Dnes se časové studie provádí také z důvodu analyzování typů časových plýtvání ve výrobě a jejich zmenšení až odstranění. Patří sem snímek pracovního dne, snímek operace, momentové pozorování, metoda dvoustranného pozorování či japonský princip muda.

**Snímek pracovního dne** je založen na principu nepřetržitého pozorování pracoviště během celé směny a měření veškeré spotřeby pracovního času. Cílem je odhalit časové ztráty a jejich příčiny a v neposlední řadě vypracovat návrh na zefektivnění.

**Snímek operace**, metoda analyzující pravidelně se opakující pracovní činnosti a čas, který na ně připadá. „*Hlavním úkolem snímku operace je stanovit průměrnou skutečnou spotřebu pracovního času na provedení jednotlivých složek operace*“. (Líbal, 1989, str. 414)

Tato metoda vyžaduje několik opakování měření, aby se předešlo nadměrnému výskytu náhodných složek měření.

**Momentové pozorování** je kombinací snímku časového dne a snímku operace, ovšem s podstatným doplněním. Při pozorování není měřen čas, nýbrž relativní, potažmo kumulativní četnost výskytu jednotlivých druhů spotřeb času. V metodě momentového pozorování se využívá teorie pravděpodobnosti a matematické statistiky.

**Metoda dvoustranného pozorování** zkoumá jak pracovníka samotného, tak i stroj, který obsluhuje. Zjišťuje se nejvhodnější pracovní postup, využití výrobního zařízení a vliv pracovníka na něj, nebo např. dodržování norem kvality výrobků.











**Princip muda** znázorňuje propracovanou studii celkového plýtvání ve výrobním procesu. Takeda uvádí sedm hlavních druhů plýtvání (*Takeda, 2006*), které jsou zapříčiněny:

- nadbytečnou produkcí,
- nadbytečnými pohyby pracovníka,
- čekáním,
- nepotřebným, nadbytečným skladováním,
- nadbytečným počtem procesů,
- výrobou nekvalitních výrobků (zmetků),
- nadbytečným transportem (dopravou).

### 2.3.3 Pohybové studie

Kromě časových studií mají v tématu optimalizování výrobních procesů obrovské využití také pohybové studie. Pokud se daná analýza soustředí na vícero pracovníků, každý z nich může mít na té samé pracovní pozici jiný pracovní postup, vykonávat jiné pohyby atd. Cílem pohybových studií je zejména zdokonalení užívaných pracovních metod díky rozboru a měření jednotlivých pohybů pracovníka. Je snaha dosáhnout maximalizace produktivity za užití minimálního úsilí. Pro detailní analyzování jednotlivých operací či pracovních úkonů se hojně využívá kamerových záznamů, grafických schémat nebo i senzorových snímání vyznačených drah pohybů pracovníka či předmětu. Při grafickém znázornění pohybů a pracovních postupů pracovníka se využívá mezinárodně uznávané značení (Tomek, Vávrová, 2014), viz obrázek 2.

	technologická operace (operation)		nakládka, vykládka (move)
	kontrolní operace (inspection)		rozhodnutí (decision)
	uložení (storage)		čekání (delay)
	doprava (transport)		balení (packaging)

Zdroj: upraveno dle Tomek, Vávrová, 2014

**Obr. 2** *Symbolsy pohybových studií*

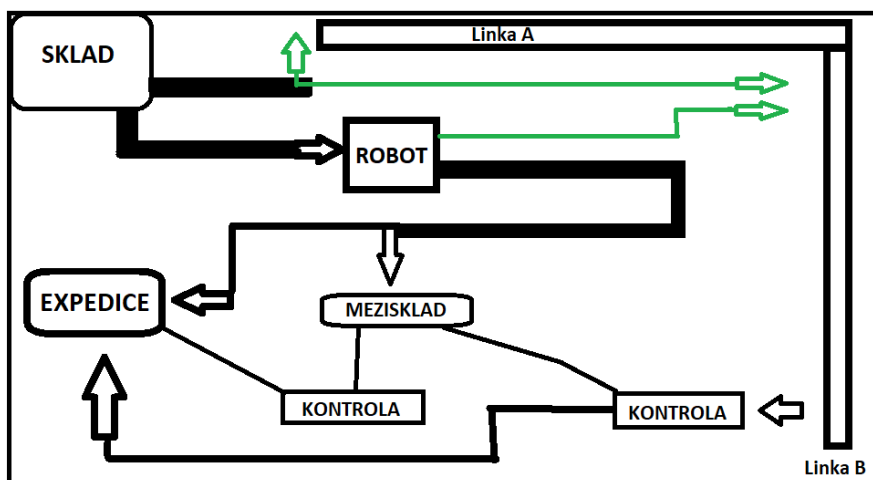
### 2.3.4 Grafické metody

Základním stavebním kamenem grafických metod jsou grafické modely. Grafy znázorňují precizně a logicky přesně to, co je třeba. Zahrnují současně prvky analýzy i syntézy. Pomocí grafů lze vyjádřit nejen mnoho jevů či procesů, ale i vztahy mezi nimi a další faktory, kterými jsou ovlivněny.

Typologicky je možné grafy rozřadit takto:

- a) vyjadřující vzájemné souvislosti (schémata) - diagram pracovního postupu,
- b) znázorňující rozmístění předmětů a jevů,
  - a. v prostoru (topogramy) – Senkeyův diagram, layout pracoviště,
  - b. v prostoru a čase (chronogramy) – Ganttův diagram, montážní diagram.
- c) znázorňující kvantitativní vztahy (diagramy) – diagram výrobních možností.

Senkeyův diagram znázorňuje průběh materiálových toků podnikem, potažmo jeho sledovanou částí. Materiálové toky v něm zobrazené musí splňovat celou řadu podmínek. Měly by být co nejkratší, přímočaré, přehledné, pokud možno bez vracení a přílišného křížení. (Jurová a kol., 2013) Ze základního diagramu lze vyčíst směr a intenzitu materiálových toků. Z podrobnějších verzí, popřípadě dodatečných informací k diagramu lze vyčíst i intenzitu a frekvenci materiálových toků v přesných číslech. Příklad Senkeyova diagramu výrobního podniku a jeho materiálových toků je uveden na obrázku 3.



Zdroj: upraveno dle Jurová a kol., 2013

**Obr. 3 Senkeyův diagram**

### **2.3.5 Matematické modely**

Matematické modely patří mezi nejužitečnější ze všech zmíněných modelů. Často bývají nazývány „metody operačního výzkumu“. Patří sem například matematické programování, síťová analýza, metoda bilancování výroby (LOB), metoda simulace, či metoda rozmisťování zařízení (CRAFT). Do matematického programování patří metody, které jsou využívány při řešení problému, kde je omezený počet zdrojů a je záměrem je co nejefektivněji využít. Cílem je naleznout takzvané optimální řešení. Pod matematické programování spadá spousta dalších disciplín, např. lineární a nelineární programování.

### **2.3.6 Statistické metody**

Statistické metody umožňují kvantifikovat různé procesy a jevy a při tom vytvářet předpoklady pro jejich zlepšování. Z těchto metod se nejčastěji využívá výběrová metoda, korelační analýza, regresní analýza a analýza rozptylu. Pro zobrazení výsledků daných statistických metod se v současné době užívají nejvíce již zmíněné grafické metody. Nejčastěji v podobě simulací a grafů zpracovaných počítačovými softwary.

### **3 Analýza současného stavu řešeného pracoviště**

V rámci analyzování současného stavu řešeného pracoviště je nutné nejdříve pracoviště lokalizovat a popsat pracovní procesy, které na něm probíhají. Dále kapitola zkoumá současný stav pracoviště z pohledu materiálového toku, který pracovištěm prochází. V neposlední řadě kapitola popisuje nevyhovující současný stav z hlediska materiálového toku i ergonomických rizik.

#### **3.1 ŠKODA AUTO a.s.**

Společnost ŠKODA AUTO a.s. je výrobcem osobních automobilů, v současné době provozujícím tři výrobní závody v České republice. Hlavní závod v Mladé Boleslavi a zbylé dva závody ve Vrchlabí a v Kvasínách. V zahraničí sídlí závody ŠKODA AUTO v Indii, Číně, Rusku, Kazachstánu, na Slovensku a Ukrajině. Společnost v roce 2016 přesáhla hranici 28 tisíc kmenových zaměstnanců v rámci celé České republiky a nadále pokračuje v celkové růstové strategii. Rok 2016 byl v mnoha oblastech dosud finálně nejúspěšnějším rokem ŠKODA AUTO. Společnost zaznamenala rekordní obrát, odbyt i provozní cash flow. Stejně uspokojivé a ještě lepší jsou výsledky očekávané za rok 2017. Za rok 2016 bylo celosvětově vyrobeno 1 152 308 vozů ŠKODA, tzn. celkem o 115 338 vozů více oproti roku 2015. Na konci roku 2016 oslavila značka ŠKODA jubileum vyrobených 19 - ti milionů vozů od roku 1905. (Výroční zpráva ŠKODA AUTO a.s. 2016)

Historie firmy sahá až do roku 1895, kdy se setkali Václav Laurin a Václav Klement, kteří se rozhodli přijít s něčím novým. Nebyli spokojení s kvalitou provedení tehdy dostupných jízdních kol a tak si založili vlastní firmu na výrobu a opravu jízdních kol. Firma prosperovala a jejich model zvaný „Slavia“ se stal brzy velmi populárním. V roce 1898 přišli Laurin a Klement se zásadní inovací svých dvojkolek. Přidali do nich motor a dali tak vzniknout jednomu z prvních motocyklů vůbec. Pouze u motocyklů ovšem nezůstalo. V roce 1905 firma L&K předvedla svůj první prototyp automobilu s názvem „Voiturette A“. Následující roky se výroba rozrůstá o nové modely a firma celkově vzkvétá.

V období první světové války je podnik značně ovlivněn válečnou výrobou a i po válce přichází firmě zakázky např. na letecké motory. S koncem války přicházejí nové modely osobních vozů označované jako „S“ a „M“. Neodmyslitelným

milníkem byl rok 1925. V tomto roce proběhlo spojení firmy L&K se Škodovými závody v Plzni. Z počátku se objevovaly znaky obou firem na předním chladiči automobilů, nicméně zanedlouho firma přešla kompletně v název Škoda s logem okřídleného šípů. Díky silné pozici Škody na trhu došlo k velkému rozšíření a modernizaci závodu. Celková plocha výrobního areálu v Mladé Boleslavi se rozrostla více jak trojnásobně. Novinkou byla nově vzniklá pásová výroba vozů inspirovaná společností Ford. Pásová výroba bezpochyby přinesla vyšší produktivitu podniku, ale i mnoho nových pracovních míst.

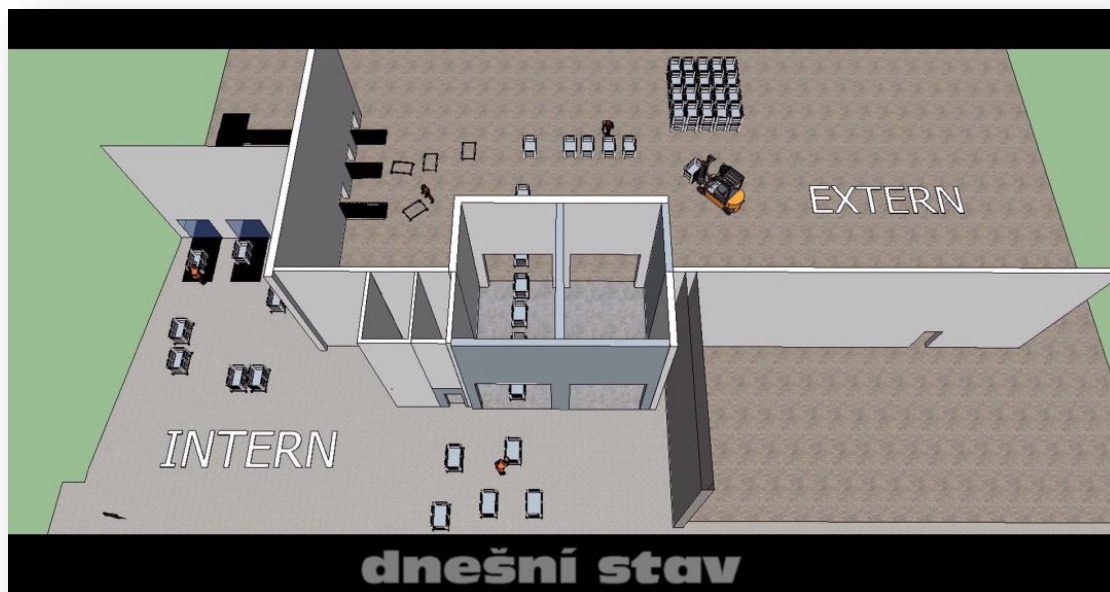
V období druhé světové války se osobní vozy téměř nevyrábí. Přednost dostávají vozy vojenské, různá vojenská technika a dokonce i zbraně. Po válce se výroba civilních vozů pozvolna obnovuje. Po roce 1945 přichází nové, moderní vozy typu „Popular“. V dalších letech přichází na trh mnoho nových modelů automobilů. A to např. vozy typu „100“ nebo „1000 MB“. Rok 1987 je pro podnik přelomovým. Započala výroba tehdy moderního vozu Škoda Favorit, zcela přepratně s umístěním motoru vpředu.

Z dnešního pohledu nejspíše nejdůležitějším milníkem v historii firmy je rok 1991. Škoda se stává součástí koncernu VW. Vedle Škody v té době byly v koncernu firmy VW, Audi a Seat. Pokud se mluvilo o Škodě „Favorit“ jako o průlomovém modelu, její nástupce, Škoda „Felicia“, přicházející na trh v roce 1994, ho zcela zastínila. V roce 1996 je představen model Škoda „Octavia“, který je v České republice ve svých různých generacích nesmírně populární. V současnosti podnik nabízí modely Citigo, Fabia, Rapid, Octavia, Karoq, Kodiaq a Superb v celé škále provedení.

### **3.2 Lokalizace a popis pracoviště pro manipulaci s prázdnými paletami a podvozky**

Zkoumané pracoviště se nachází na montážní hale M13, respektive na materiálovém výstupu z haly. Ze „supermarketu“ (meziprostoru určeném pro přímé zásobování montážní linky) se sváží prázdné palety na podvozcích právě na toto pracoviště. Odtud je třeba vyvézt podvozky s paletami z haly ven. To v současnosti obstarávají ručně operátoři logistiky. Posílají si podvozky skrz vrata ven (viz obr. 4 - extern). Mimo jiné zde probíhá činnost oddělení podvozku od prázdné palety. To zajišťuje pracovník s VZV. Mimo něj toto pracoviště obsluhují

celkem 3 operátoři pro ruční manipulaci palet a podvozků. Vlivem značného podílu ruční manipulace a lidského faktoru zde vzniká úzké místo.



Zdroj: interní materiály ŠKODA AUTO a.s.

**Obr. 4 Dnešní stav**

### **3.2.1 Popis pracovního procesu – vnitřní část haly**

Pro snazší pochopení fungování pracoviště je vhodné si ho rozdělit na vnitřní část a vnější část. Prázdné palety na podvozcích sváží řidiči trailerů ze „supermarketu“ a na tomto pracovišti je vždy po 1 až 4 kusech vykládají. Z haly je nutné vyvézt podvozky s paletami ven. Tento proces v současnosti obstarávají manuálně operátoři logistiky. Pro vyvážení podvozků ven využívají v současnosti levá vrata. (viz obr. 5). Než se tak stane, často dochází k hromadění palet s podvozky v prostoru před vraty. Uvnitř působí celkem jeden pracovník konsolidace, který vozí palety na podvozcích vraty dovnitř.



Zdroj: interní materiály ŠKODA AUTO a.s.

**Obr. 5** Vnitřní část pracoviště

### **3.2.2 Popis pracovního procesu – vnější část haly**

Venku odebírají celkem 2 pracovníci konsolidace z prostoru vrat palety na podvozcích. Připravují je pro operátora VZV, který sundá prázdné palety z podvozků a odváží je na pracoviště čistění obalů (viz obr. 6 - vlevo). Již oddělené podvozky pracovníci konsolidace třídí dle rozměrů a vkládají je zpět do zásobníkových věží (viz obr. 6 – vpravo). Zásobníkové věže jsou celkem tři, každá na jiné rozměry podvozků (1 200 x 1 000 mm, 1 400 x 1 200 mm, 1 600 x 1200 mm). Před vložením podvozku do věže pracovníci vizuálně kontrolují stav podvozků, jestli nejsou poškozeny nebo prohnuty. Pokud je podvozek vyhodnocen jako poškozený, pracovník konsolidace ho dopraví na sběrné místo nevyhovujících podvozků (10 metrů stranou – podél haly). Může se také stát, že se zásobníky zaseknou, nebo mají plnou kapacitu. V tom případě pracovníci zvedají podvozky jeden na druhý a v počtu 4 na sobě je odváží manuálně po vnější straně haly, kde je hromadí. Celkem se v této části pracoviště pohybují 2 pracovníci konsolidace a jeden řidič VZV.

Druhými vraty (viz obr. 6 – vlevo) je veden materiálový tok nadměrných obalů a jiných nadrozměrných břemen. Ty si vždy odebírá operátor na vysokozdvíhacím vozíku a odváží je rovnou na pracoviště čistění obalů.



Zdroj: interní materiály ŠKODA AUTO a.s.

**Obr. 6** Vnější část pracoviště

### 3.3 Analýza současného stavu

Pro konkrétní analyzování materiálových toků pracovištěm bylo provedeno sledování celkem 12- ti hodinových intervalů (viz snímek pracovního dne, přílohy 3, 4, 5 a 6) s výsledky uvedenými v tabulce 1.

**Tab. 1** Současná struktura manipulovaných podvozků

Typ podvozku (rozměr)	(%)
1 200 x 1 000 mm	69,9
1 400 x 1 200 mm	4,4
1 600 x 1 200 mm	23,6
1 000 x 600 mm	2,1

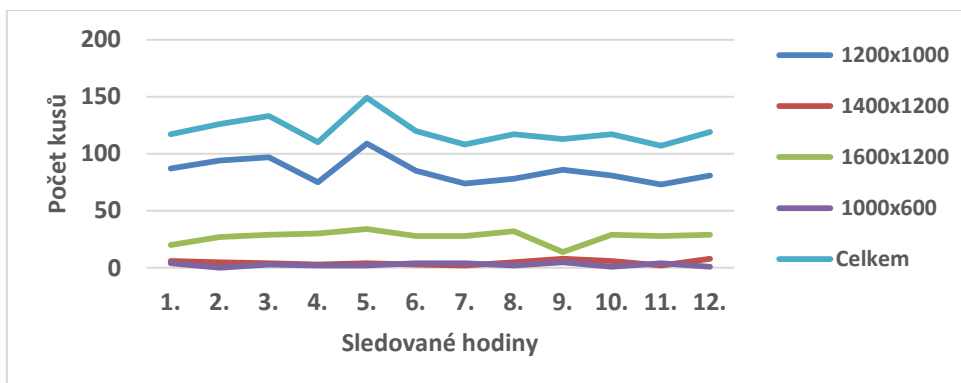


Průměrná intenzita vstupního toku byla 120 podvozků s paletami/hod, se směrodatnou odchylkou 12 ks/hod.

Maximální naměřená intenzita vstupního toku byla 150 podvozků s paletami/hod.

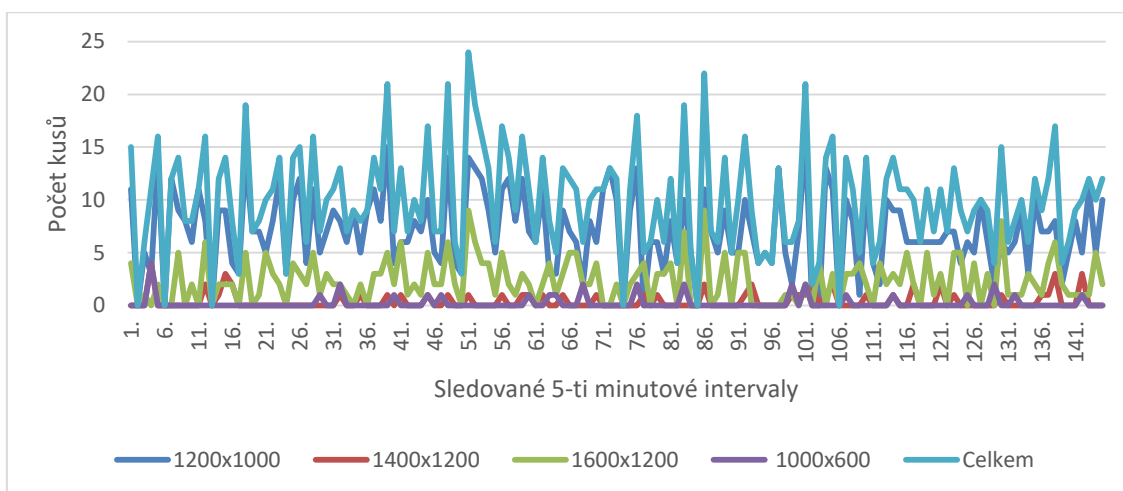
### 3.3.1 Stabilita toku podvozků

Vstupní tok vykazuje poměrně vysokou stabilitu v hodinových intervalech (variační koeficient je 10 % - viz obrázek 7).



Obr. 7 Stabilita toku v hodinových intervalech

Stabilita v 5-ti minutových intervalech je však výrazně nižší (variační koeficient je 49 % - viz obrázek 8).



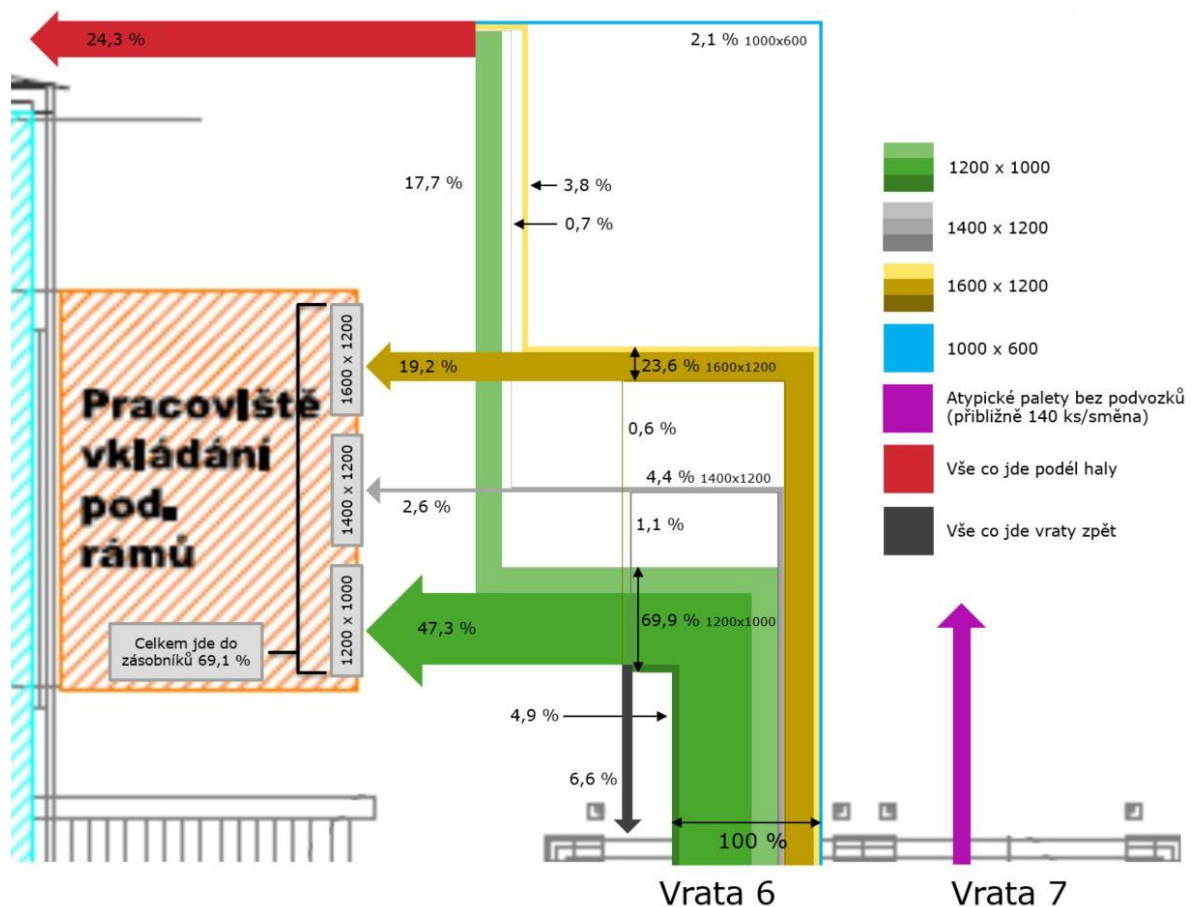
Obr. 8 Stabilita toku v 5-ti minutových intervalech

### 3.3.2 Charakteristika současného materiálového toku

Pro určení průběhu toků podvozků byla provedena analýza na základě sledování 12 - ti hodinových intervalů s těmito výsledky:

- 30,9 % podvozků neprochází automatickými zásobníky, ale je odsunováno podél haly (24,3 %) nebo zpět vraty (6,6 %) - tzn. pouze 69,1 % prochází automatickým zásobníkem.
- Z 69,9 % podvozků o rozměru 1 200 x 1 000 mm jde do zásobníku pouze 47,3 %, 17,7 % je odsunováno podél haly a 6,6 % jde zpět vraty do haly.
- Ze 4,4 % podvozků o rozměru 1 400 x 1 200 mm jde do zásobníku 2,6 %, 0,7 % je odsunováno podél haly a 1,1 % jde zpět vraty do haly.
- Z 23,6 % podvozků o rozměru 1 600 x 1 200 mm jde do zásobníku 19,2 %, 3,8 % je odsunováno podél haly a 0,6 % jde zpět vraty do haly.
- 2,1 % podvozků o rozměru 1000 x 600 mm je odsunováno podél haly.

Graficky jsou toky podvozků zobrazeny Senkeyovým diagramem na obrázku 9.



Obr. 9 Senkeyův diagram pracoviště

Data z realizovaných měření uvádí tabulka 2.

**Tab. 2 Výsledky měření**

Rozměry podvozků	Celkem %	Do zásobníků %	Zpět vraty %	Podél haly %
1 200 x 1 000 mm	69,9	47,3	4,9	17,7
1 400 x 1 200 mm	4,4	2,6	1,1	0,7
1 600 x 1 200 mm	23,6	19,2	0,6	3,8
1 000 x 600 mm	2,1	0	0	2,1
<b>Celkem:</b>	100	69,1	6,6	24,3

Na obrázku 10 je zobrazeno ilustrační foto jednoho z podvozků.



Zdroj: interní materiály ŠKODA AUTO a.s.

**Obr. 10 Ilustrační foto podvozku**

Tabulka 3 znázorňuje nejčastěji manipulované typy palet na daném pracovišti.

**Tab. 3 Typy manipulovaných palet**

Typ palety	Rozměry (vnější)	Hmotnost obalu (Tara)	Foto
VP7101	d: 838 mm š: 638 mm v: 615 mm	45 kg	
111902	d: 1 000 mm š: 600 mm v: 517 mm	61 kg	
GT15263	d: 1 005 mm š: 605 mm v: 331 mm	110,2 kg	
GT01172	d: 1 006 mm š: 610 mm v: 602 mm	15,2 kg	

Zdroj: interní materiály ŠKODA AUTO a.s.

### 3.3.3 Nevyhovující současný stav z hlediska materiálového toku

Na pracovišti pro manipulaci s prázdnými paletami a podvozky lze v současné době spatřovat velký potenciál k zefektivnění těchto pracovních procesů:

- neefektivní manuální tlačení podvozků s prázdnými obaly vraty ven,
- proces depaletizace obalů od podvozků prostřednictvím VZV,
- manuální zakládání podvozků do zásobníkových věží,
- manuální stohování a tlačení ostatních podvozků podél haly (atypické podvozky a podvozky, co nejdou do zásobníkových věží, viz obr. 11).



Zdroj: interní materiály ŠKODA AUTO a.s.

**Obr. 11 Podvozky podél haly**

### 3.3.4 Nevyhovující současný stav z hlediska ergonomických rizik

V provozu pracoviště pro manipulaci s prázdnými paletami a podvozky je v současnosti značný potenciál pro eliminaci následujících ergonomických rizik:

- Nebezpečí zranění při tlačení podvozků do zásobníků (skřípnutí končetiny/prstu).
- Pracovníci jsou při tlačení podvozku ohnutí až k zemi (nezdravý pohyb).

- Obtížná manipulace s podvozky a paletami - značná hmotnost některých obalů na podvozcích.
- Na vnější straně haly odebírá/depaletizuje obaly z podvozků VZV, vždy po jednom až dvou obalech. VZV projíždí vysokou rychlostí i frekvencí v bezprostřední blízkosti ostatních 2 pracovníků konsolidace a vzniká zde tak nebezpečí úrazu.
- Pracovníci v případě plné kapacity zásobníkových věží, nebo potřeby podvozků ve vedlejším materiálovém toku zvedají podvozky na sebe (vždy 4 na sobě). Umístit nejvyšší podvozek na ty 3, které jsou již na sobě, (výška cca 80 cm nad zemí) je fyzicky velmi náročné.

## **4 Návrh logistické koncepce pro manipulaci s prázdnými paletami a podvozky na hale M13**

Cílem kapitoly je navrhnout nové řešení pro manipulaci s prázdnými paletami a podvozky s využitím nové manipulační techniky v podobě dopravníkového systému a definovat jeho parametry a limity. V rámci dopravníkového systému je nutné zajistit i zařízení pro oddělování palet od podvozků (depaletizaci), zařízení pro třídění podvozků a zařízení pro ukládání podvozků do stávajících automatických zásobníků.

Zavedením nového technického řešení, a to buď plně automatického, nebo poloautomatického, jsou na daném pracovišti očekávány následující zlepšení:

- Zajištění plynulého a přehledného toku palet a podvozků.
- Optimalizace pracoviště s ohledem na bezpečnost práce a snížení počtu operátorů (cíl minimálně -1 operátor/směna).
- Zlepšení pracovních podmínek operátorů či případná úplná eliminace lidského faktoru na venkovním pracovišti.

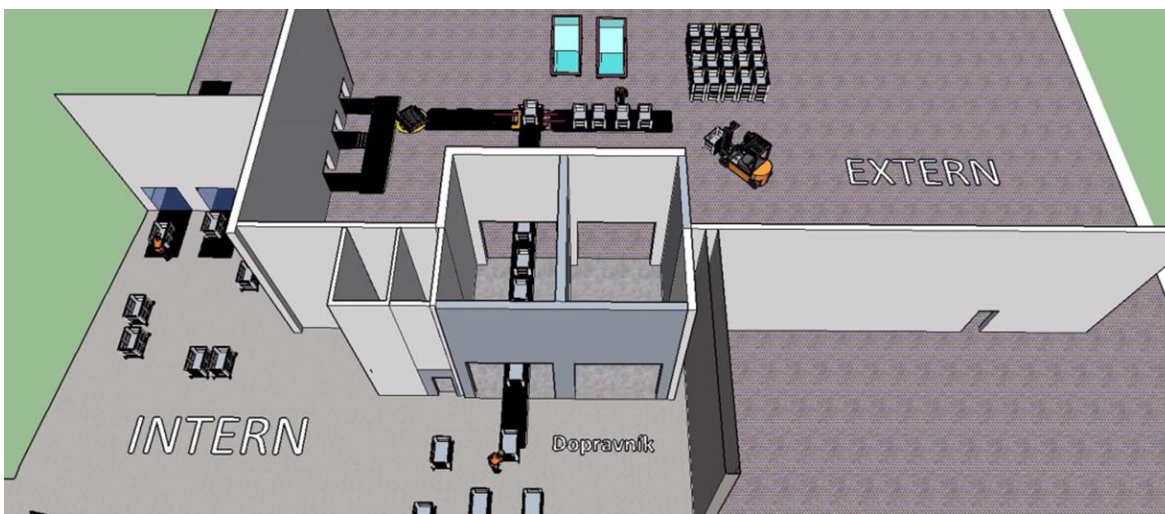
### **4.1 Požadované parametry dopravníkového systému**

Výsledné řešení dopravníkového systému musí zajistit:

- Tok podvozků s paletami ven z haly M13 vraty č. 6, nebo č. 7. (layout - viz příloha č. 1 a 2).
- Možnost průjezdu stávajícími vraty č. 6, nebo č. 7 pro VZV (5 t) z důvodu odsunu atypických palet, které nejsou na podvozcích.
- Vhodné technické řešení pro zajištění depaletizace (oddělení palet od podvozků).
- Odsun prázdných podvozků z místa depaletizace směrem k automatickým zásobníkům na podvozky, včetně kontrolního mechanismu pro identifikaci porušených podvozků, v současné době je průměrný výskyt poškozených podvozků 1,5 ks/den.
- Zařízení pro třídění podvozků a zařízení pro ukládání podvozků do stávajících automatických zásobníků.

- Vyústění dopravníku mimo stávající automatické podvozkové zásobníky pro zajištění bočního odsunu prázdných podvozků z důvodu zachování plynulosti toku:
  - pro odsun podvozků o rozměru 1 000 x 600 mm, na které nejsou současné podvozkové zásobníky konstruovány,
  - v případě, že zásobníky budou plné či v poruše.
- Ovládací prvky pro možnost operativního (ručního) odklonění toku prázdných podvozků mimo stávající automatické zásobníky, včetně možnosti výběru konkrétních typů podvozků, které je třeba odklonit.
- Odsun prázdných palet z místa depaletizace směrem k úseku odběru prázdných palet.

Příklad ideové koncepce návrhu řešení je uveden na obrázku 12.



Zdroj: interní materiály ŠKODA AUTO a.s.

**Obr. 12 Návrh dopravníku**

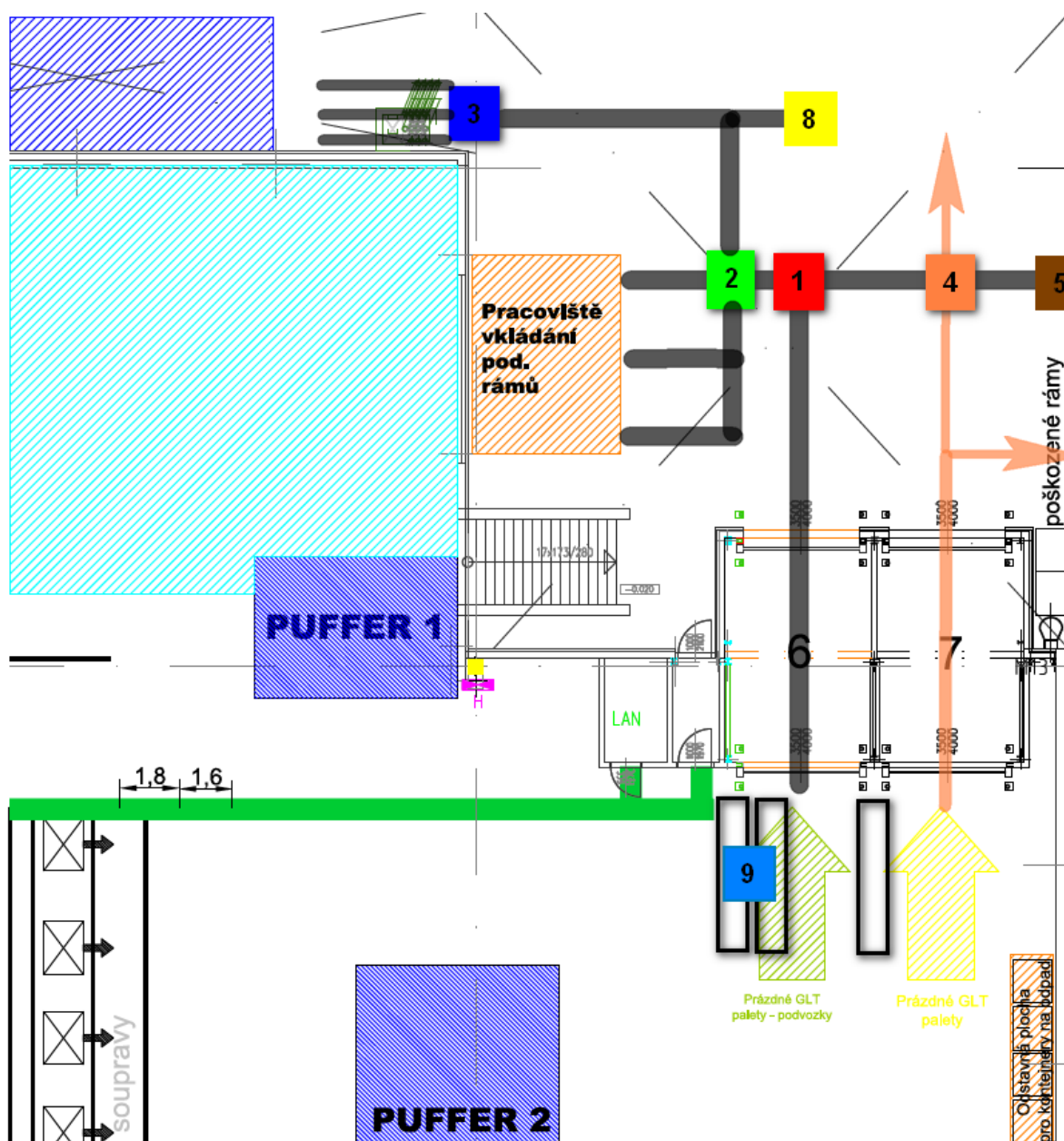


Výsledné řešení dopravníkového systému musí umět zvládat následující technická rizika:

- Stávající automatický zásobník je konstruován pouze pro tři typy podvozků, konkrétně o rozměrech 1 200 x 1 000 mm, 1 400 x 1 200 mm, 1 600 x 1 200 mm. Pro podvozky o rozměrech 1 000 x 600 mm musí být zajištěn boční odsun.
- Množství přisunovaných prázdných podvozků zpravidla převyšuje stávající kapacity zásobníků z hlediska jejich průtoků a to více než o 20%, jedná se především o zásobník na podvozky o rozměru 1 200 x 1 000 mm. Z tohoto důvodu je v rámci výsledného řešení nutno počítat s potřebou bočního vyústění plánovaného dopravníku mimo stávající automatické zásobníky na podvozky.
- Při synchronizaci dopravníku a automatických zásobníků je nutné počítat s orientací koleček podvozků správným směrem tak, aby zásobník podvozky přijal. V současné době to zajišťuje manipulát, kde je narovnání všech 4 koleček i manuálně obtížné.
- Pro technické řešení navrhovaného dopravníku je potřeba počítat také s tím, že jsou do tohoto toku občas zařazeny i samotné podvozky bez palety.
- Ojedinele je na přivezeném podvozku umístěn rám bez koleček (místo palety), který je v současné době manipulován pomocí VZV.
- Výsledné řešení dopravníkového systému musí počítat s možnými vznikly poruch na automatických zásobnících podvozků, tedy s bočním odsunem podvozků i z tohoto důvodu.
- Poruchy se vyskytovaly v délce 4,5 min/hod, 36 min/směnu, 108 min/den.
- Na některých podvozcích je umístěn větší počet menších palet (boxy typu KLT), uloženy vedle sebe i na sobě (riziko při depaletizaci).
- Nový dopravníkový systém musí počítat se zachováním stávající varianty odsunu prázdných podvozků vraty č. 6, nebo č. 7 zpět do haly.

## 4.2 Vlastní návrh dopravníkové koncepce

Navrhovaná koncepce manipulace prázdných palet a podvozků počítá s využitím nové manipulační techniky v podobě dopravníkového systému, se zařízením pro oddělování palet od podvozků (depaletizací), se zařízením pro kontrolu kvality, třídění a ukládání podvozků do stávajících automatických zásobníků a variabilně i s technikou pro stohování podvozků na sebe. Koncepce je znázorněna v layoutu pracoviště na obrázku 13.



Obr. 13 Koncepce dopravníkového řešení

#### **4.2.1 Popis navrhovaného řešení v bodech dle nákresu**

Celkové navrhované řešení je možno rozdělit do následujících bodů:

1. Depaletizace (palety jdou vpravo, podvozky vlevo).
2. Kontrola kvality podvozků + třídění podvozků dle rozměrů.
3. Automatizované stohování podvozků na sebe (vždy po 4 kusech).
4. Místo občasného přejezdu dopravníkového pásu VZV o maximální hmotnosti 5 t.
5. Prázdné palety sjíždí z dopravníku do pracoviště čištění obalů (zpracování VZV).
6. Vrata číslo 6 (dopravníkové řešení pro prázdné GLT palety a podvozky).
7. Vrata číslo 7 (VZV - transfer ostatních objektů ven – kontejnery s odpadem, kovové rámy).
8. Atypické podvozky (1 000 x 600 mm) a vadné podvozky sjíždí z dopravníku, dále zpracovává VZV.
9. Improvizované zásobníky/čekací fronty podvozků před vstupem na dopravníkový pás.

#### **4.2.2 Materiálový tok v navrhovaném řešení**

Proces začíná příjezdem trailerů s prázdnými paletami a podvozky do vnitřní části pracoviště. Řidič, jako je tomu doposud, sundá podvozky a palety z traileru a vtlačí je k 6. bráně (viz obr. 13, bod 6). Zde je přebírá pracovník konsolidace a vtlačí je buď na dopravníkový pás, nebo pokud je pás plný do improvizovaných zásobníků/čekacích front. Čekací fronty představují řadu palet na podvozcích stejných rozměrů, která dosahuje maximálního počtu 4 kusů. Řešení uvažuje se třemi řadami pro podvozky o rozměrech 1 200 x 1 000 mm, 1 400 x 1 200 mm a 1 600 x 1 200 mm. Každá řada pro jeden určitý rozměr. Velmi důležité je dodat, že tyto improvizované fronty se tvoří pouze v případě, je-li dopravník plně obsazen a podvozky by čekaly před ním na odbavení. Jinak pracovník konsolidace vtlačí podvozek rovnou na dopravník.

Čekací fronty navrhované řešení uvažuje z následujících důvodů:

- Řidič traileru nemůže na pracovišti čekat, než dopravník přijme všechny jím přivezené palety na podvozcích. Jednak z důvodu, že ho to zdržuje od práce jinde, ale hlavně z důvodu, že blokuje svým zaparkovaným trailerem s vagóny příjezdovou zónu pro další trailery. Snadno by takto došlo k vzájemnému blokování a zdržování.
- Pro plynulost a rychlost zařízení v rámci dopravníku je vhodnější, pokud pojedou za sebou vždy více kusů podvozků těch samých rozměrů (doba pro přenastavení depaletizátoru na jiný rozměr podvozku, to samé platí pro zařízení kontroly kvality a třídění podvozků dle rozměrů). Z pozorování pracovního procesu daného pracoviště vyplývá i fakt, že v místě sjíždění prázdných palet z dopravníku do pracoviště čištění obalů (viz obr. 13, bod 5) odebírá palety VZV, pro který je výhodnější, může-li nabrat dvě palety najednou. Aby se tak stalo, musí být palety ovšem stejných rozměrů.

V další fázi paleta na podvozku jede po dopravníkovém pásu vraty ven až do bodu 1 (viz obr. 13) tedy zařízení pro depaletizaci. Zde proběhne automatické oddělení palety od podvozku. Paleta pokračuje na navazující dopravník dle obrázku směrem vpravo. Její cesta vede do pracoviště čištění obalů. Podvozek pokračuje dle obrázku směrem vlevo.

Podvozek přijíždí do bodu 2 (viz obr. 13), zde proběhne optická kontrola rozměrů a kvality podvozku. Po vyhodnocení nastanou následující 4 možnosti:

- Podvozek je vyhodnocen jako vadný – pokračuje dle nákresu směrem nahoru.
- Podvozek je kvalitativně v pořádku, typ 1 000 x 600 mm (atyp) – podvozek pokračuje dle nákresu směrem nahoru.
- Podvozek je kvalitativně v pořádku, jakýkoliv z typů 1 200 x 1 000 mm, 1 400 x 1 200 mm, nebo 1 600 x 1 200 mm, ale **zásobníková věž jeho rozměrů je aktuálně kapacitně plná** – podvozek pokračuje dle nákresu směrem nahoru.

- Podvozek je kvalitativně v pořádku, jakýkoliv z typů 1 200 x 1 000 mm, 1 400 x 1 200 mm, nebo 1 600 x 1 200 mm a **v zásobníku pro jeho rozměry je ještě místo** – podvozek pokračuje po své dopravníkové větvi do správného zásobníku.

Z bodu 2 (viz obr. 13) pokračují dle nákresu směrem nahoru podvozky typu 1 000 x 600 mm, vadné podvozky a podvozky, které se nevešly do zásobníkových věží. Čeká je poslední křižovatka. Vadné podvozky a atypické podvozky rozměrů 1 000 x 600 mm směřují dle nákresu vpravo do bodu 8. Zde je prostor pro jejich zmanipulování VZV. Výsledky zkoumaného materiálového toku hovoří zcela jasně, bodem 8 projdou podvozky jen velice ojedinele. Všechny ostatní (podvozky, které se nevešly do zásobníkových věží) pokračují dle obrázku směrem vlevo do bodu 3 (viz obr. 13).

Zařízení v lokaci bodu 3 spočívá v rozdělení podvozků do 3 různých koridorů/řad dle jejich rozměrů. Ovšem ta nejdůležitější funkce zařízení je hydraulické stohování podvozků vždy po 4 kusech na sebe. V momentu, kdy je stoh kompletní (4 na sobě postavené podvozky), je zařízením odsunut dál do svého koridoru, odkud může být odvezen VZV z druhé strany. Zařízení automaticky začne tvořit další stoh. Všechny takto navrstvené podvozky jsou automaticky posouvány dál ve svém koridoru podél haly.

Zbývá objasnit materiálový tok sedmými vraty (viz obr. 13, bod 7). Těmito vraty jsou převáženy VZV mimořádné předměty, jako jsou kontejnery s odpadem, nebo atypické rámy. Většinová část z převážených předmětů končí v pracovišti čištění obalů, a tak nijak nekříží dopravníkový pás. Ovšem existuje zde jisté procento předmětů, se kterými 5 t VZV dopravník přejet musí. Z tohoto důvodu je nutná možnost přejetí dopravníku v bodu 4. Řešení počítá s možností zastavit na krátký čas dopravník a přejet ho s VZV. Z tohoto důvodu by byla ideální větev dopravníku od bodu 1 vpravo s vlastním pohonem. Zastavení dopravníku v bodu 4 by tak nenarušovalo procesy zařízení v levé části dopravníku.

### 4.2.3 Plně automatické řešení vs. poloautomatické

Výše nastíněná koncepce je bezpochyby velmi nákladnou a svým provedením náročnou variantou. Na jednu stranu uvažuje se snížením počtu pracovníků ze 4 na 1, na stranu druhou, finanční náročnost daného řešení je značná.

Poloautomatická verze řešení vychází ze stejného základu. Pouze nepočítá s existencí bodů 2, 8, případně 3. Jinými slovy nepočítá s automatickou kontrolou kvality podvozků a automatizovaným tříděním podvozků dle jejich rozměrů do zásobníkových věží. Dále se neuvažuje existence dopravníkové větve z bodu 2 do bodů 3 a 8. Případně se neuvažuje se zařízením pro automatické stohování podvozků v bodě 3. Toto řešení je variantní a může nastat i situace, kdy pracovník vyjme z dopravníku podvozek a za předpokladu, že je zásobníková věž jeho rozměrů plná, dotlačí podvozek ručně až do bodu 3 do automatického stohovacího zařízení.

Varianta poloautomatického řešení s existencí stohovacího zařízení může reálně fungovat celkově se dvěma pracovníky. Jeden přebírající podvozky a palety od řidičů trailerů uvnitř haly a druhý odebírající podvozky z dopravníku a vkládající je do zásobníkových věží.

Ve variantě poloautomatického řešení bez stohovacího zařízení je stále nutná přítomnost řidiče VZV pro stohování podvozků na sebe, popřípadě 2 pracovníků odebírajících podvozky z dopravníku a v případě plných kapacit zásobníkových věží zvedajících je ručně na sebe. Taková varianta uvažuje s úsporou maximálně jednoho pracovníka. Z pohledu úspory počtu pracovníků na pracovišti je zcela kritický paradoxně proces stohování podvozků na sebe. Samotný VZV to sám nedokáže (správné natočení koleček, aby na sebe podvozky pasovaly). Pro jednoho pracovníka je proces zvedání ergonomicky neúnosný a fyzicky téměř nereálný a působením 2 pracovníků na této pozici prakticky nenastane změna od současného stavu.

#### 4.2.4 Přínosy a rizika navrhovaného plně automatického řešení

Zavedením plně automatického technického řešení jsou na daném pracovišti očekávána tato zlepšení:

- zajištění plynulého, bezpečného a přehledného toku palet a podvozků,
- optimalizace pracoviště s ohledem na bezpečnost práce a snížení počtu operátorů na celkový počet 1 na směnu,
- zpřehlednění toku podvozků, nejen těch jdoucích do automatických zásobníkových věží, ale i těch jdoucích venku podél haly.
- Celkem 3 ušetřené pracovní síly z tohoto pracoviště je možné uplatnit na jiném pracovišti, které momentálně trpí nedostatkem pracovních sil.

Plně automatické řešení s sebou nese tato rizika:

- Riziko poruchy dopravníku – v případě dlouhodobější poruchy dopravníku nebudou dostačovat pracovní kapacity pro ruční zmanipulování podvozků. V případě poruchy dopravníku ve stejný moment s poruchou zásobníkových věží se jedná o značný problém.
- Stavební provedení - s rozměry jednotlivých uvažovaných zařízení může být obtížné až nereálné se do prostor pracoviště vejít.
- Finanční náročnost - jedná se bezpochyby o finančně nejnáročnější variantu.
- Celkové řešení - konstrukčně extrémně náročný projekt, který v současnosti v této podobě neexistuje a bude sestaven v originále na míru přesně pro potřeby tohoto pracoviště. Finanční náročnost celkového navrhovaného řešení je nezanedbatelná.

## Závěr

Cílem této bakalářské práce bylo analyzovat logistické toky pracoviště pro manipulaci s prázdnými paletami a podvozky na montážní hale M13 v podniku ŠKODA AUTO a.s. s důrazem na ergonomii pracovního prostředí, navrhnout koncept nového dopravníkového řešení a shrnout varianty provedení různých stupňů automatizace technického provedení.

Teoretická část se zabývá nejprve tematikou ergonomie, konkrétně otázkou somatické ergonomie na pracovišti a dále tematikou logistiky, řízení materiálových toků a metodami zvyšování výkonnosti a efektivnosti výroby.

Praktická část této bakalářské práce se věnuje tématu vhodného přestavění pracoviště pro manipulaci s prázdnými paletami a podvozky na montážní hale M13 v podniku ŠKODA AUTO a.s. Nejprve autor práce pracoviště lokalizoval a popsal, jakožto součást společnosti ŠKODA AUTO a.s. Dále je nastíněn průběh analyzování současného stavu materiálových toků na pracovišti v rámci provedeného časového snímkování. Práce popisuje výsledky této analýzy včetně zjištěných nedostatků a potenciálu ke zlepšení. Nejzásadnější potenciál zefektivnění materiálového toku je spatřován v neefektivním manuálním tlačení podvozků s prázdnými obaly vraty ven z haly, v procesu depaletizace obalů od podvozků prostřednictvím VZV a v ručním zakládání podvozků do zásobníkových věží, popřípadě stohování a tlačení ostatních podvozků podél haly. Z pohledu ergonomie pracoviště je zde velký potenciál ke snížení možných zdravotních ergonomických rizik působících na zaměstnance.

V rámci optimalizace procesů materiálových toků na pracovišti pro manipulaci s prázdnými paletami a podvozky práce shrnuje různá dopravníková řešení, analyzuje přínosy a rizika různých variant technického provedení dle míry automatizace a finanční náročnosti investice. Dopravníková řešení obsahují techniku, jako je automatická depaletizace a kontrola kvality podvozků nebo automatický zakladač podvozků do zásobníkových věží. Plně automatizované řešení navíc počítá s plně automatizovaným štosováním podvozků, které nesměřují do zásobníků. Plně automatizované řešení přichází s úsporou až 3 pracovníků na daném pracovišti. Poloautomatické řešení s úsporou jednoho pracovníka.



## Seznam literatury

CHUNDELA, Lubor. Ergonomie. 3. vyd. Praha: České vysoké učení technické, 2013. ISBN 978-80-01-05173-3.

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

JUROVÁ, Marie. Výrobní procesy řízené logistikou. Brno: BizBooks, 2013. ISBN 978-80-265-0059-9.

SINGH, Lakhwinder P. Work study and ergonomics. Daryaganj, Delhi: Cambridge University Press, 2016. ISBN 978-1-107-50336-6.

TOMEK, Gustav a Věra VÁVROVÁ. Integrované řízení výroby: od operativního řízení výroby k dodavatelskému řetězci. Praha: Grada, 2014. ISBN 978-80-247-4486-5.

LÍBAL, Vladimír. Organizace a řízení výroby. 7. nezm. vyd. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1989. ISBN 80-03-00050-5.

GILBERTOVÁ, Sylva a Oldřich MATOUŠEK. Ergonomie: optimalizace lidské činnosti. Praha: Grada, 2002. ISBN 80-247-0226-6.

TAKEDA, Hitoshi. The synchronized production system: going beyond just-in-time through Kaizen. Repr. London: Kogan page, 2006. ISBN 0749447656.

JIRSÁK, Petr, Michal MERVART a Marek VINŠ. Logistika pro ekonomy - vstupní logistika. Praha: Wolters Kluwer Česká republika, 2012. ISBN 978-80-7357-958-6.

Definition and Domains of Ergonomics | IEA Website. International Ergonomics Association [online]. Copyright © 2017 IEA All rights reserved. [cit. 10. 11. 2017]. Dostupné z: <http://www.iea.cc/whats/>

Výroční zprávy - ŠKODA. ŠKODA AUTO - ŠKODA [online]. Copyright © ŠKODA AUTO a.s. 2017 [cit. 17. 11. 2017]. Dostupné z: <http://cs.skoda-auto.com/company/investors/annual-reports>

## Seznam obrázků a tabulek

### Seznam obrázků

Obr. 1	Přínosy a rizika užití ergonomie v praxi .....	13
Obr. 2	Symbyly pohybových studií.....	17
Obr. 3	Senkeyův diagram .....	18
Obr. 4	Dnešní stav .....	22
Obr. 5	Vnitřní část pracoviště.....	23
Obr. 6	Vnější část pracoviště .....	24
Obr. 7	Stabilita toku v hodinových intervalech .....	25
Obr. 8	Stabilita toku v 5-ti minutových intervalech .....	25
Obr. 9	Senkeyův diagram pracoviště .....	26
Obr. 10	Ilustrační foto podvozku.....	27
Obr. 11	Podvozky podél haly.....	29
Obr. 12	Návrh dopravníku .....	32
Obr. 13	Koncepce dopravníkového řešení .....	34

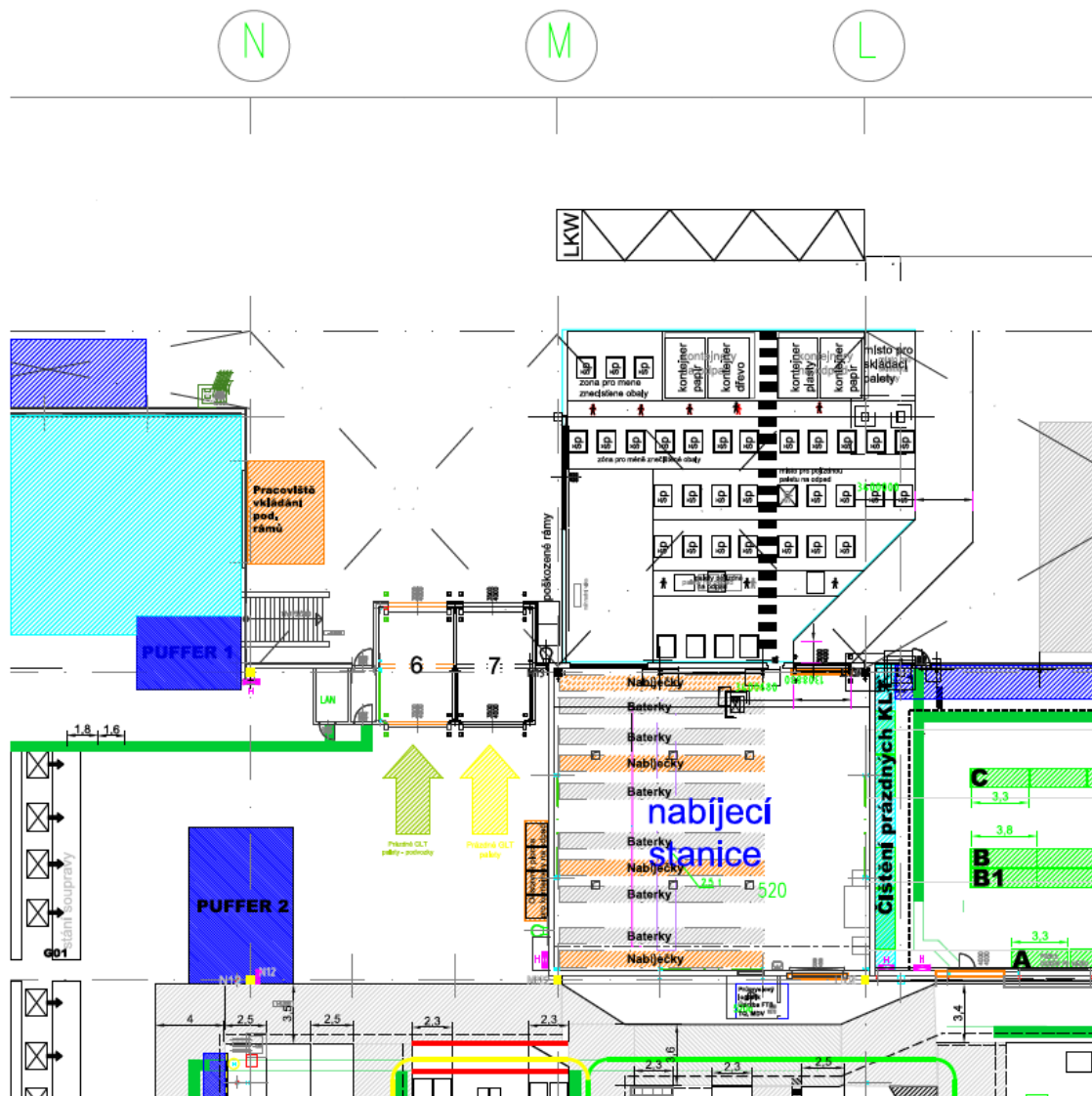
### Seznam tabulek

Tab. 1	Současná struktura manipulovaných podvozků .....	24
Tab. 2	Výsledky měření .....	27
Tab. 3	Typy manipulovaných palet.....	28

## Seznam příloh

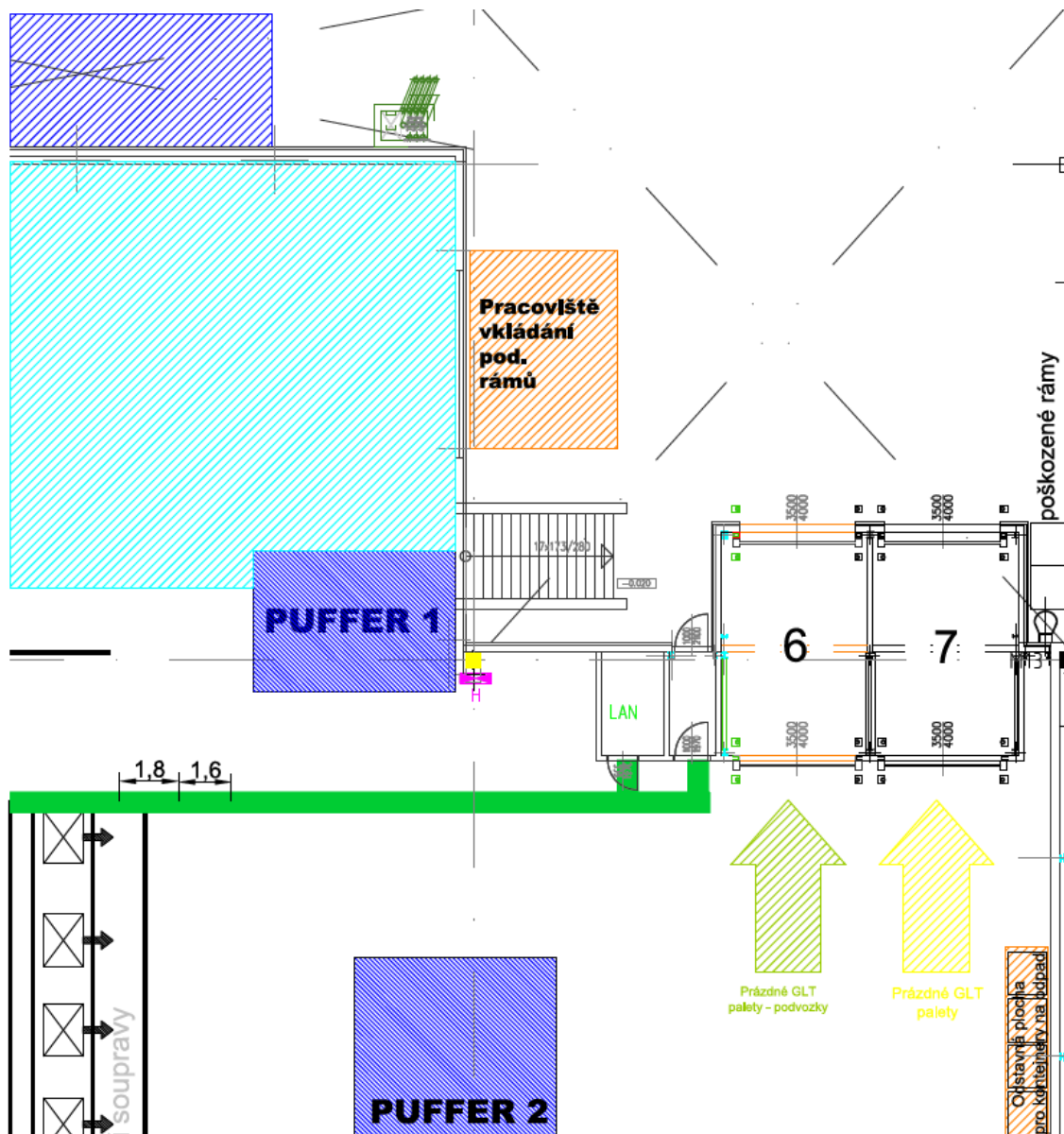
Příloha č. 1 Layout pracoviště pro manipulaci prázdných podvozků a obalů .....	44
Příloha č. 2 Layout pracoviště - zoom .....	45
Příloha č. 3 Protokol časového snímkování - vzor.....	46
Příloha č. 4 Protokol časového snímkování – vyplněný .....	47
Příloha č. 5 Formulář časového snímkování – vzor.....	48
Příloha č. 6 Formulář časového snímkování – vyplněný .....	49

# Příloha č. 1 Layout pracoviště pro manipulaci prázdných podvozků a obalů



Zdroj: interní materiály ŠKODA AUTO a.s.

## Příloha č. 2 Layout pracoviště - zoom



Zdroj: interní materiály ŠKODA AUTO a.s.

### Příloha č. 3 Protokol časového snímkování - vzor

Protokol časového snímkování			
Sledované pracoviště:			Datum:
Čas interval:		Prostoje	Jiné anomálie
od:	do:		

## Příloha č. 4 Protokol časového snímkování – vyplněný

Protokol časového snímkování			
Sledované pracoviště: <b>VNITŘEK</b>		Datum: <b>6.9.</b>	
Čas interval:		Prostoje	Jiné anomálie
od:	do:		
14:50	14:55		přehazení palety na podvozku okřesťování a před vjezd voz. dopravy → paleta, 2 píř. do kily, podvozku ke zbrzdě
15:05		→ 4 ks 1200 + 1000 (vch)	
15:10		→ //	
15:52		→ //	
15:45		→ 1x podvozok s paletou od pozice bočez hr st 40	
15:48		→ //	
16:30			VZU e vedlejším lánem si přijel nao před náhradním odchovane palety. Pracovník odhalil abled o 2m metru obrate (3x4) palety pracovník na rovné opit body prijel 2 samostatně podvozky
16:30			
16:50			
16:54		DORAZILA ÚDRŽBA VŠECH (info od rampovníka)	
17:20		Pozice 4, km zbrzdě za palety nastohované ke podvozku cca 40 ks → dle info od rampovníka odbrat cca 4 ks/10 min	
17:25		→ Znovu před vjezd! podmínit O.k.	
17:33		→ Některé body např. do ochrady (přidit)	
18:00		→ Vjezd palety na podvozku zpit na vjezd	

## Příloha č. 5 Formulář časového snímkování – vzor

v čase	podvozků 1200x1000 (80%)	podvozků 1400x1200 (15%)	podvozků 1600x1200 (5%)	Atypické podvozky	vadných rámců identif.
12:00 - 12:05					
12:05 - 12:10					
12:10 - 12:15					
12:15 - 12:20					
12:20 - 12:25					
12:25 - 12:30					
12:30 - 12:35					
12:35 - 12:40					
12:40 - 12:45					
12:45 - 12:50					
12:50 - 12:55					
12:55 - 13:00					
<b>Poznámky:</b> (anomálie, atypy, rizika)					
13:00 - 13:05					
13:05 - 13:10					
13:10 - 13:15					
13:15 - 13:20					
13:20 - 13:25					
13:25 - 13:30					
13:30 - 13:35					
13:35 - 13:40					
13:40 - 13:45					
13:45 - 13:50					
13:50 - 13:55					
13:55 - 14:00					
<b>Poznámky:</b>					



# Příloha č. 6 Formulář časového snímkování – vyplněný

V čase	podsvětlo 1200x1000 (8)	podsvětlo 1400x1200 (11)	podsvětlo 1600x1200 (15)	Atrypické podsvětly	vadných námi idrntil.	počvozky stranou
16:00 - 16:05						
16:05 - 16:10						
16:10 - 16:15						
16:15 - 16:20						
16:20 - 16:25						
16:25 - 16:30						
16:30 - 16:35						
16:35 - 16:40						
16:40 - 16:45						
16:45 - 16:50						
16:50 - 16:55						
16:55 - 17:00						
Poznámky: (automobile, atřpy, rinka)						
17:00 - 17:05						
17:05 - 17:10						
17:10 - 17:15						
17:15 - 17:20						
17:20 - 17:25						
17:25 - 17:30						
17:30 - 17:35						
17:35 - 17:40						
17:40 - 17:45						
17:45 - 17:50						
17:50 - 17:55						
17:55 - 18:00						
Poznámky: 4-35-V-38						

*Handwritten notes:*  
 1. 17:00-17:05  
 2. 17:05-17:10  
 3. 17:10-17:15  
 4. 17:15-17:20  
 5. 17:20-17:25  
 6. 17:25-17:30  
 7. 17:30-17:35  
 8. 17:35-17:40  
 9. 17:40-17:45  
 10. 17:45-17:50  
 11. 17:50-17:55  
 12. 17:55-18:00

*Handwritten notes:*  
 1. 3x (50)  
 2. 1x (50)  
 3. 2x (50)  
 4. 2x (50)  
 5. 1x (50)  
 6. 2x (50)

*Handwritten notes:*  
 1. 4M  
 2. 4M  
 3. 4M  
 4. 4M  
 5. 4M  
 6. 4M

*Handwritten notes:*  
 1. 4M  
 2. 4M  
 3. 4M  
 4. 4M  
 5. 4M  
 6. 4M

*Handwritten notes:*  
 1. 4M  
 2. 4M  
 3. 4M  
 4. 4M  
 5. 4M  
 6. 4M

*Handwritten notes:*  
 1. 4M  
 2. 4M  
 3. 4M  
 4. 4M  
 5. 4M  
 6. 4M

*Handwritten notes:*  
 1. 4M  
 2. 4M  
 3. 4M  
 4. 4M  
 5. 4M  
 6. 4M

## ANOTAČNÍ ZÁZNAM

AUTOR	Pekař Jan		
STUDIJNÍ OBOR	6208R088 Podniková ekonomika a management provozu		
NÁZEV PRÁCE	Ergonomie pracoviště pro manipulaci s prázdnými paletami a podvozky ve společnosti ŠKODA AUTO a.s.		
VEDOUCÍ PRÁCE	prof. Ing. Radim Lenort, Ph.D.		
KATEDRA	KLRK - Katedra logistiky a řízení kvality	ROK ODEVZDÁNÍ	2017
POČET STRAN	49		
POČET OBRÁZKŮ	13		
POČET TABULEK	3		
POČET PŘÍLOH	6		
STRUČNÝ POPIS	<p>Práce se zabývá základními poznatky z oblasti ergonomie a analýzy logistických toků. Na základě těchto poznatků práce řeší optimalizaci pracoviště manipulace s prázdnými paletami a podvozky ve společnosti ŠKODA AUTO a.s.</p> <p>Cílem práce je analýza logistických toků pracoviště pro manipulaci s prázdnými paletami a podvozky na montážní hale M13 v podniku ŠKODA AUTO a.s. s důrazem na ergonomii pracoviště a návrh jeho nového řešení.</p> <p>Pro analyzování současného stavu pracoviště bylo provedeno časové snímkování a následná analýza materiálového toku. Na základě provedeného časového snímkování práce přichází s návrhem dopravníkového systému pro usnadnění pracovních procesů na pracovišti. Hlavní přínosy lze spatřovat v zajištění plynulého a bezpečného toku palet a podvozků za snížení počtu operátorů ze současných 4 na počet 1 na směnu.</p>		
KLÍČOVÁ SLOVA	Analýza logistických toků, ergonomie, dopravníková technika, optimalizace, podvozky, palety.		
PRÁCE OBSAHUJE UTAJENÉ ČÁSTI: Ne			

## ANNOTATION

<b>AUTHOR</b>	Pekar Jan		
<b>FIELD</b>	6208R088 Business Management and Production		
<b>THESIS TITLE</b>	Ergonomics of workplace for handling empty pallets and chassis at ŠKODA AUTO a.s.		
<b>SUPERVISOR</b>	prof. Ing. Radim Lenort, Ph.D.		
<b>DEPARTMENT</b>	KLRK - Department of Logistics and Quality Management	<b>YEAR</b>	2017
<b>NUMBER OF PAGES</b>	49		
<b>NUMBER OF PICTURES</b>	13		
<b>NUMBER OF TABLES</b>	3		
<b>NUMBER OF APPENDICES</b>	6		
<b>SUMMARY</b>	<p>The thesis deals with basic knowledge of ergonomics and logistic flow analysis. On the basis of these findings, the point is the optimization of the handling of empty pallets and chassis in ŠKODA AUTO a.s</p> <p>The aim of the thesis is to analyze logistics workflows for the handling of empty pallets and chassis on the M13 assembly hall in ŠKODA AUTO a.s. with an emphasis on the ergonomics of the workplace and the design of its new solution.</p> <p>To analyze the current state of the workplace, work time imaging and subsequent material flow analysis were used. Based on the work time imaging, the thesis comes with a design of the ground conveyor system to facilitate work processes at the workplace. The main benefits can be seen in ensuring a smooth and safe flow of pallets and chassis within reducing the number of operators from current 4 to 1 per shift.</p>		
<b>KEY WORDS</b>	Logistic flow analysis, ergonomics, conveyor, optimization, chassis, pallets.		
<b>THIS IS INCLUDES UNDISCLOSED PARTS: No</b>			