

# **Projekt implementace nové montážní linky ve společnosti Brose Prievidza, spol. s r.o.**

Bc. Radoslav Henčel

---

Diplomová práce  
2018



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta managementu a ekonomiky

---

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta managementu a ekonomiky  
Ústav průmyslového inženýrství a informačních systémů  
akademický rok: 2017/2018

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Radoslav Henčel**  
Osobní číslo: **M16445**  
Studijní program: **N6209 Systémové inženýrství a informatika**  
Studijní obor: **Průmyslové inženýrství**  
Forma studia: **prezenční**

Téma práce: **Projekt implementace nové montážní linky ve společnosti Brose Prievidza, spol. s r.o.**

Zásady pro vypracování:

### Úvod

Definujte cíle práce a použité metody zpracování práce.

#### I. Teoretická část

- Zpracujte literární rešerši k danému tématu.

#### II. Praktická část

- Charakterizujte proces implementace ve společnosti Brose Prievidza, spol. s r.o.
- Vypracujte projekt implementace nové montážní linky ve společnosti Brose Prievidza, spol. s r.o.

### Závěr

Rozsah diplomové práce: **cca 70 stran**  
Rozsah příloh:  
Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

**CHROMJAKOVÁ, Felicity. Průmyslové inženýrství: trendy zvyšování výkonnosti štihlým řízením procesů. Žilina: Georg, 2013, 116 s. ISBN 978-80-8154-058-5.**

**MANN, David. Creating a lean culture: tools to sustain lean conversions. 3rd ed. Boca Raton: CRC Press, 2015, 367. ISBN 978-1-4822-4323-9.**

**SALVENDY, Gavriel. Handbook of industrial engineering: technology and operations management. 3rd ed. New York: Wiley, 2001, 2796 s. ISBN 0-471-33057-4.**

Vedoucí diplomové práce: **prof. Ing. Felicity Chromjaková, PhD.**  
Ústav průmyslového inženýrství a informačních systémů  
Datum zadání diplomové práce: **15. prosince 2017**  
Termín odevzdání diplomové práce: **17. dubna 2018**

Ve Zlíně dne 15. prosince 2017



doc. Ing. David Tuček, Ph.D.  
*děkan*



prof. Ing. Felicity Chromjaková, PhD.  
*ředitel ústavu*

## PROHLÁŠENÍ AUTORA BAKALÁŘSKÉ/DIPLOMOVÉ PRÁCE

### Prohlašuji, že

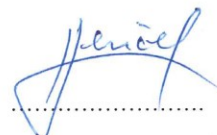
- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k prezenčnímu nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen na elektronickém nosiči v příruční knihovně Fakulty managementu a ekonomiky Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen přípouští-li tak licenční smlouva uzavřená mezi mnou a Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně s tím, že vyrovnání případného přiměřeného příspěvku na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše) bude rovněž předmětem této licenční smlouvy;
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

### Prohlašuji,

1. že jsem na diplomové/bakalářské práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
2. že odevzdaná verze diplomové/bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Ve Zlíně 17.4.2018

Jméno a příjmení: RADOŠLAV HENČEL



.....  
podpis diplomanta

## **ABSTRAKT**

Diplomová práca sa zaoberá implementáciou novej montážnej linky v spoločnosti Brose Prievidza, spol. s r.o. Teoretická časť je zameraná na definovanie pojmov v oblasti priemyselného inžinierstva, charakterizovanie procesu montáže a lean procesov, vymedzenie druhov plytvania a opísanie nástrojov priemyselného inžinierstva. Praktická časť spočiatku pozostáva z predstavenia spoločnosti Brose a závodu Brose Prievidza. Následne je charakterizovaný proces implementácie a nadväzuje uskutočňovanie zlepšovania procesu produkcie prostredníctvom využitia nástrojov a metód oblasti priemyselného inžinierstva. Práca v závere obsahuje zhrnutie a zhodnotenie celého projektu implementácie.

Kľúčová slova: priemyselné inžinierstvo, implementácia, montážna linka, montáž, špindel

## **ABSTRACT**

The diploma thesis deals with implementation of a new assembly line in the company Brose Prievidza, spol. s r.o. The theoretical part is focused on defining the terms of the department of industrial engineering, characterizing the assembly process and lean processes, defining the types of waste and describing the tools of industrial engineering. The practical part initially consists of introduction of the company Brose and the plant Brose Prievidza. Subsequently, the process of implementation is characterized, and the improvement of production process is carried out by using the tools and methods of the department of industrial engineering. In the end, the thesis includes a summary and evaluation of the project of implementation.

Keywords: industrial engineering, implementation, assembly line, assembly, spindle

*„Najít správný směr, mezi opatrností a odvahou je to největší umění.“*

*Tomáš Baťa*

Touto cestou by som sa rád poďakoval pani prof. Ing. Felicite Chromjakovej, PhD. za odborné vedenie mojej diplomovej práce, profesionálny prístup a za získanie celkového povedomia o oblasti priemyselného inžinierstva.

Ďalej by som sa chcel poďakovať vedeniu spoločnosti Brose Prievidza, spol. s r.o. za možnosť spracovania diplomovej práce, rovnako aj svojim kolegom za pomoc, cenné rady a získanie praktických poznatkov pri výkone mojej pracovnej náplne a činností súvisiacich s vytvorením diplomovej práce.

## OBSAH

<b>ÚVOD</b> .....	<b>9</b>
<b>CÍLE A METODY ZPRACOVÁNÍ PRÁCE</b> .....	<b>10</b>
<b>I TEORETICKÁ ČÁST</b> .....	<b>11</b>
<b>1 PRIEMYSELNÉ INŽINIERSTVO</b> .....	<b>12</b>
1.1 PRIEMYSELNÝ INŽINIER.....	12
<b>2 CHARAKTERISTIKA PROCESU MONTÁŽE</b> .....	<b>14</b>
2.1 MONTÁŽNA LINKA .....	15
<b>3 CHARAKTERISTIKA LEAN PROCESOV</b> .....	<b>16</b>
3.1 PODNIK .....	16
3.2 VÝROBA .....	17
3.3 MANAGEMENT .....	17
3.4 ADMINISTRATÍVA .....	18
3.5 VÝVOJ .....	19
3.6 LOGISTIKA .....	19
3.7 LAYOUT .....	20
<b>4 PLYTVANIE</b> .....	<b>21</b>
4.1 PLYTVANIE VO VÝROBNÝCH PROCESOCH .....	21
4.2 3MU .....	23
<b>5 NÁSTROJE PRIEMYSELNÉHO INŽINIERSTVA</b> .....	<b>24</b>
5.1 ŠTANDARDIZÁCIA .....	24
5.2 POKA-YOKE .....	24
5.3 METÓDA 6S.....	25
5.4 ERGONÓMIA .....	26
5.5 MTM (METHODS TIME MEASUREMENT) .....	27
5.5.1 MTM-2.....	28
5.5.2 MTM-3 .....	28
5.6 OEE (OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS).....	28
5.7 FMEA (FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS) .....	29
5.8 TPM (TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE) .....	30
5.9 VSM (VALUE STREAM MAPPING).....	31
5.10 KANBAN.....	32
5.11 CAD (COMPUTER-AIDED DESIGN) .....	33
5.11.1 AutoCAD .....	34
<b>II PRAKTICKÁ ČÁST</b> .....	<b>35</b>
<b>6 PREDSTAVENIE SPOLOČNOSTI BROSE</b> .....	<b>36</b>
6.1 BROSE PRIEVIDZA, SPOL. S R.O.....	37
<b>7 VYMEDZENIE PROJEKTU</b> .....	<b>39</b>

7.1	SWOT ANALÝZA .....	39
7.2	LOGICKÝ RÁMEC .....	40
7.3	RIPRAN .....	41
<b>8</b>	<b>PROCES IMPLEMENTÁCIE V SPOLOČNOSTI BROSE .....</b>	<b>42</b>
8.1	KOMPARÁCIA KONCEPTOV .....	43
8.2	KONCEPČNÉ ROZHODNUTIE .....	45
8.2.1	Opis produktu .....	46
8.2.2	Potenciály na zníženie investícií .....	46
8.2.3	Ostatné časti koncepčného rozhodnutia .....	47
8.3	ŠPECIFIKÁCIA .....	47
8.3.1	Opis výrobného zariadenia .....	48
8.3.2	Opis variantov a procesných sekvencií .....	49
8.3.3	Výkonnosť systému a požiadavky na systém .....	49
8.3.4	Štúdie spôsobilosti .....	50
8.3.5	Ostatné časti špecifikácie .....	50
8.4	FMEA (FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS) .....	50
8.5	ERGOCHECK .....	52
8.6	LAYOUT .....	54
8.7	VSM (VALUE STREAM MAPPING) .....	56
<b>9</b>	<b>ZLEPŠOVANIE PROCESU PRODUKCIE .....</b>	<b>58</b>
9.1	ŠTANDARDIZÁCIA .....	58
9.1.1	Pracovná inštrukcia .....	58
9.1.2	Video pracovná inštrukcia .....	59
9.1.3	Nastavovacia inštrukcia .....	62
9.1.4	Nastavenie parametrov .....	63
9.1.5	Poka-Yoke inštrukcia .....	64
9.1.6	TPM štandard .....	65
9.1.7	Baliaca inštrukcia .....	66
9.2	METÓDA 6S .....	67
9.3	MTM (METHODS TIME MEASUREMENT) .....	69
9.4	OEE (OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS) .....	70
9.5	KANBAN .....	72
<b>10</b>	<b>ZHRNUTIE A ZHODNOTENIE PROJEKTU .....</b>	<b>74</b>
	<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>77</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY .....</b>	<b>78</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK .....</b>	<b>80</b>
	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>82</b>
	<b>SEZNAM TABULEK .....</b>	<b>83</b>



## ÚVOD

V súčasnosti je stále viac kladený dôraz na čo najefektívnejšiu produkciu, s cieľom byť mimoriadne konkurencie schopný. V dôsledku toho je pre spoločnosti rozhodujúce zabezpečiť plynulú a rýchlu výrobu, produkovať kvalitné výrobky s minimálnym percentom zmetkovitosti, obmedziť vznikajúce prestoje, využívať potenciál zamestnancov a dosahovať úroveň maximálnej možnej efektivity pomocou ďalších podstatných faktorov. Znamená to, že je potrebným zužitkovať spôsoby, prostredníctvom ktorých je možné dosiahnuť želaného zámeru. Rovnako to platí aj v procese implementácie nových liniek a strojných zariadení.

Teoretická časť je spracovaná formou literárnej rešerše. Na začiatku je definovaný pojem priemyselného inžinierstva a charakterizovaná osoba priemyselného inžiniera. Nasleduje vysvetlenie procesu montáže a popísanie lean procesov. Štvrtá kapitola sa zaoberá vymedzením druhov plytvania vznikajúcich najmä vo výrobných procesoch. Posledná kapitola teoretickej časti je venovaná nástrojom a metódam z oblasti priemyselného inžinierstva, ktorými sú štandardizácia, poka-yoke, metóda 6S, ergonómia, MTM metóda, ukazovateľ OEE, FMEA analýza, TPM metóda, VSM mapa hodnotového toku, kanban a systémy CAD hlavne v podobe softwarového programu AutoCAD. Získané teoretické poznatky sú použité ako podklad pre praktickú časť diplomovej práce.

Praktická časť začína predstavením spoločnosti Brose a závodu Brose Prievidza, spol. s r.o. V poradí ôsma kapitola diplomovej práce sa zaoberá procesom implementácie novej montážnej linky na divízii produkujúcej pohony pre zdvíhanie zadných dverí. Vyskytuje sa v nej porovnanie jednotlivých možných konceptov, z nich zvolené najvhodnejšie koncepčné rozhodnutie a špecifikácia montážnej linky. Proces implementácie ďalej obsahuje využitie nástrojov priemyselného inžinierstva, v tomto prípade FMEA analýzy, ergonomickej analýzy, spracovanie layoutu prostredníctvom programu AutoCAD a VSM mapu hodnotového toku. Kapitola číslo deväť sa venuje zlepšovaniu procesu produkcie na implementovanej linke finálnej montáže. Na skvalitnenie produkčného procesu sú použité ďalšie metódy priemyselného inžinierstva, sú nimi štandardizácia v podobe tvorby štandardných dokumentov, metóda 6S, MTM metóda, ukazovateľ OEE a vytvorenie kanbanových štítkov. Poslednou kapitolou praktickej časti je zhrnutie a zhodnotenie projektu implementácie.

## CÍLE A METODY ZPRACOVÁNÍ PRÁCE

Cieľom diplomovej práce je úspešné implementovanie novej montážnej linky v spoločnosti Brose Prievidza, spol. s r.o. Na naplnenie cieľa sú používané metódy priemyselného inžinierstva, ktorými sú:

- FMEA analýza využívaná na odhalenie a odstránenie potenciálne najzávažnejších a najpravdepodobnejších väd vznikajúcich v procese produkcie
- ergonomická analýza tzv. ErgoCheck na stanovenie či nová linka splňa nevyhnutné požiadavky z hľadiska ergonómie
- vymedzenie layoutu linky pomocou softwarového programu AutoCAD za súčasnej zhody s reálnym stavom v produkčnej oblasti
- mapovanie hodnotového toku známe pod skratkou VSM na vykreslenie stavu produkčných procesov pre určenie procesov pridávajúcich alebo nepridávajúcich hodnotu produktu

S cieľom diplomovej práce úzko súvisí ďalší dôležitý cieľ v podobe zlepšovania procesu produkcie na novej implementovanej linke finálnej montáže. Pre požadované plnenie tohto cieľa sú využívané ďalšie metódy priemyselného inžinierstva:

- štandardizácia činností prebiehajúcich na novej linke prostredníctvom vytvorenia štandardizovaných dokumentov
- metóda 6S na eliminovanie plytvania vyskytujúceho sa v priestore implementovanej linky
- MTM metóda vopred určených časov pre optimalizáciu vykonávaných požadovaných pracovných činností
- ukazovateľ OEE na zistenie celkovej efektívnosti strojných zariadení z pohľadu dostupnosti, kvality a výkonu
- vytváranie kanbanových štítkov pre plynulý proces zabezpečenia materiálu potrebného k produkcii na novej implementovanej montážnej linke

## **I. TEORETICKÁ ČÁST**

## 1 PRIEMYSELNÉ INŽINIERSTVO

Priemyselné inžinierstvo je najmladší inžiniersky vedný odbor, ktorý hľadá cestu ako najlepšie vykonávať prácu. Pozostáva z metód, ktoré sa orientujú na odstraňovanie plytvania, iracionality, nepravidelností a preťažovania z pracovísk. Eliminovaním spomínaného je možné rýchlejšie, ľahšie a lacnejšie produkovať veľmi kvalitné výrobky alebo poskytovať vysoko kvalitné služby. Zameriava sa na navrhovanie, plánovanie, zavádzanie a riadenie integrovaných systémov, ktorých zámerom je výroba produktov či poskytovanie služieb. Odbor PI zaisťuje a podporuje v zmienovaných integrovaných systémoch spoľahlivosť, vysoký výkon a údržbu, ako aj plnenie plánov a riadenie nákladov v priebehu celého životného cyklu výrobku či služby. (Mašín, 2005, s. 65-66)

Snaží sa teda eliminovať straty, ktoré vznikajú vo výrobných, ale aj administratívnych procesoch. Hlavnou sférou záujmu priemyselných inžinierov, procesných inžinierov, riaditeľov a majstrov výrobných útvarov okrem odstránenia plytvania v čo možno najväčšej miere, je taktiež prepojiť najlepším možným spôsobom vzájomné väzby práve medzi výrobnými a administratívnymi procesmi, ktoré na seba navzájom pôsobia, ovplyvňujú sa a dopĺňajú. Priemyselné inžinierstvo sa zaoberá neustálym zlepšovaním a hľadaním inováčných riešení, jeho hlavnou podstatou je identifikácia pridanej hodnoty, ktorá je produkovaná pracovníkmi, strojmi a procesmi, rovnako tak je predmetom záujmu zákazníkov o produkty a služby spoločnosti. (Chromjaková a Rajnoha, 2011)

V súčasnom ekonomickom prostredí so zvyšujúcim sa konkurenčným tlakom, sa kladie stále väčší dôraz na učenie zamestnancov riadiť procesy priamo v prostredí procesov, ktoré sú nimi vykonávané, zlepšované, plánované a rozvrhované. Významný vplyv to má na uskutočňované zmeny a efektívnosť inovácií procesov, výhodou je rovnako aj profesionálny rast zamestnancov. Podniky sa snažia čo najrýchlejšie prispôbiť zmenám podmienok globálneho prostredia zisťovaním najefektívnejších praktík a využitkovaním znalostí, ktoré priamo ovplyvňujú procesné a produktové inovácie orientované k veľmi dôležitému globálnemu cieľu súčasnej doby, ktorým je ekologická produkcia ekologických produktov. (Chromjaková, 2013, s. 11)

### 1.1 Priemyselný inžinier

Priemyselný inžinier je osoba, ktorá má nielen teoretické znalosti, ale aj potrebné praktické skúsenosti a osobnostné vlastnosti pre realizovanie činností zaoberajúcich sa oblasťou priemyselného inžinierstva. Hlavným cieľom PI je dosahovanie vysokej produktivity na

pracovníku. Orientuje sa na neustále zlepšovanie procesov alebo odstraňovanie plytvání pri vykonávaní pracovnej činnosti. Okrem používania metód priemyselného inžinierstva, využíva pri svojej práci taktiež výpočtovú techniku, základné technické a inžinierske vedy, sociálne a humanitárne vedy, ako aj teóriu managementu. (Mašín, 2005, s. 65)

Tradičnou definíciou priemyselného inžiniera je, že predstavuje človeka, ktorý sa zaoberá návrhom, zdokonalením a inštaláciou integrovaných systémov ľudí, zariadení, energie, materiálu a informácií. Dosahuje to tým, že čerpá zo špecializovaných vedomostí a zručností v matematických, fyzikálnych a spoločenských vedách, a zároveň využíva metódy a princípy inžinierskej analýzy a dizajnu s cieľom špecifikovať, predpovedať a hodnotiť výsledky, ktoré je potrebné získať zo spomínaných systémov. (Salvendy, 2001, s. 5)

Pozícia priemyselného inžiniera je veľmi podstatná v motivovaní pracovníkov k zmene ich uvažovania o procesoch a produktoch, aby sa zlepšovala ich pridaná hodnota pre zákazníka. Podnecovať ich k vykonaniu rôznych činov, ktoré skvalitňujú procesné a produktové parametre podľa ukazovateľov produktivity, efektívnosti a výkonnosti. (Chromjaková, 2013, s. 9-11)

## 2 CHARAKTERISTIKA PROCESU MONTÁŽE

Veľký význam montáže v úspechu spoločnosti je spôsobený na jednej strane jej funkciou, na druhej strane taktiež jej kvalitatívne určujúcim vplyvom na produkt na konci priameho výrobného reťazca. Racionalizácia montáže je naďalej technologicky obmedzovaná vysokou rozmanitosťou výrobkov a rôznymi vplyvmi vyplývajúcimi z výrobných tolerancií montovaných dielov. Výsledkom toho je, že značné miery porúch vedú k zníženiu dostupnosti montážnych systémov a k oneskoreniam montážnych operácií, čo komplikuje efektívnu automatizáciu. Montáž je tiež ovplyvnená inovatívnym vývojom vo výrobe dielov, ako je povrchová alebo spojovacia technológia, ktoré môžu mať významný vplyv na montážne štruktúry. Vzhľadom na rýchlo sa meniaci trh a produkčné podmienky, sa mení aj úloha a koncepcia jednotlivých funkcií v rámci celého reťazca pridanej hodnoty. Ďalšími faktormi, ktoré k tomu prispievajú, sú vplyv mikroelektroniky na návrh a výrobnú štruktúru, a taktiež možnosti globálnej komunikácie. Potreba zákazníckych požiadaviek na popredajné alebo servisné funkcie sa stáva čoraz dôležitejšou pre úspech spoločnosti aj z pohľadu procesu montáže. (Salvendy, 2001, s. 402)

Rastúca zložitosť výrobného procesu v priemysle má svoj pôvod v globalizácii trhov, požiadaviek zákazníkov na systémy namiesto jednotlivých produktov a zavedenie nových materiálov a technológií. Navrhovanie produktov pre ľahkú montáž používa metodológiu návrhu pre výrobu a montáž (DFMA), ktorá vedie k zníženiu počtu variantov a dielov, vyššej kvalite, nižším zásobám a významne prispieva k zníženiu zložitosti montáže. Vplyv rôznych odvetví a výrobných štruktúr je zreteľnejší v oblasti montážnej technológie ako v prefabrikácii a to má tiež trvalý vplyv na výber lokality z dôvodu požadovaného potenciálu pracovnej sily. Globálna orientácia montážnych závodov by sa preto mala objasniť na základe štyroch hlavných výrobných oblastí, medzi ktoré patrí aj automotive. (Salvendy, 2001, s. 403)

Všeobecne platí, že pre všetky priemyselné odvetvia je možné rozlíšiť štyri základné riešenia v konštrukcii montáže. Manuálna montáž v malých veľkostiach dávok na jednej strane, na druhej strane automatizovaná sériová montáž a medzi nimi sa nachádzajúce flexibilné montážne systémy. Flexibilné automatizované montážne systémy ponúkajú dve alternatívy. Integrácia tzv. NS-osí zvyšuje flexibilitu konvenčných strojov, zatiaľ čo zavedenie riešení pomocou robotov je zamerané na otvorenie ďalších montážnych úloh pre efektívnu automatizáciu. Existuje mnoho technologických reakcií na celosvetový dopyt po veľkej rozmanitosti výrobkov spolu s krátkymi dodacími časmi. V tejto súvislosti nadobúda kon-

cept produkčných systémov s ľudskou integráciou stále väčší význam. Zámerom je umožniť, aby bol operátor výroby dôležitým účastníkom budúcich počítačových integrovaných výrobných systémov, čo má výrazný vplyv aj na návrh montážnych systémov. Zmeny v produktovej štruktúre a vplyve elektroniky sú hybnou silou racionalizácie montáže. Spoločný prístup montáže automobilov a montáže v elektronickom priemysle je silnejšia koncentrácia na vyššiu funkčnú hustotu v subsystémoch. Pri montáži automobilu to znamená predmontáž zložitých jednotiek, ako sú napr. dvere, v elektronike to znamená návrh obvodu s niekoľkými menšími, ale vysoko integrovanými obvodmi. (Salvendy, 2001, s. 403-404)

## 2.1 Montážna linka

Montážne linky možno definovať ako sériu manuálnych alebo automatizovaných montážnych pracovísk, prostredníctvom ktorých sa zmontuje jeden alebo viacero produktov. Širšia definícia montážnych liniek zahŕňa tokové linky s miestami alebo bez miest na uskladnenie medzi výrobnými a montážnymi pracoviskami. Montážne linky tvoria podstatu metodológie sériovej výroby a sú základom usporiadania toku produktov. Pri analýzach montážnej linky a pri realizácii efektívnosti sériovej výroby predpokladáme, že linka je synchronná, to znamená, že čiastočne zmontované produkty v rámci montážnej linky opúšťajú každú pracovnú stanicu súčasne. (Maynard a Zandin, 2001, s. 17.141-17.142)

Výrobné a montážne úlohy sa zvyčajne rozkladajú na jednotlivé pracovné prvky, pri čom môžu byť definované ako malé, oddelené úlohy, ktoré sú potrebné pre montáž daného produktu. Celkový proces montáže výrobku pozostáva z množstva pracovných prvkov. Napríklad jedným z nich môže byť pri prevádzke automobilovej montáže pripojenie ľavých dverí k pántom dverí na automobilovej karosérii. Každý pracovný prvok sa skladá zo súboru menších, ktoré mu musia predchádzať. Z toho teda vyplýva, že pripojenie pánt ľavých dverí ku karosérii automobilu musí predchádzať pripojeniu ľavých dverí. Pri modelovaní montážnej linky je potrebné myslieť na tieto súvislosti a zmodelovať ju tak, aby jednotlivé pracovné prvky na pracovných staniaciach montážnych liniek na seba správne nadväzovali. (Maynard a Zandin, 2001, s. 17.142)

### 3 CHARAKTERISTIKA LEAN PROCESOV

Pojem lean znamená v preklade štíhly a jeho podstatou je predpoklad, že činnosti podniku nepridávajúce hodnotu zákazníkovi, predstavujú plytvanie, a preto je potrebné ich eliminovať v čo najväčšej možnej miere. Základnou ideou štíhleho riadenia je odstránenie všetkého nepotrebného, pretože to spôsobuje nadbytočné náklady, za ktoré zákazníci určite nie sú a ani nebudú ochotní platiť. Z pohľadu vzťahov so zákazníkom, je preto nevyhnutné zamerať sa na tri hlavné parametre, ktorými sú náklady produkcie, čas produkcie a kvalita produkcie. Rozhodujúcimi princípmi filozofie lean sú (Chromjaková, 2013, s. 33):

- minimalizácia plytvania a maximalizácia pridanej hodnoty
- definovanie hodnoty pre zákazníka
- vzniknutý problém detailne skúmať a riešiť presne tam, kde vznikol
- vo vzniknutom probléme vidieť príležitosť, byť otvorený
- snaha o neustále zlepšovanie až k prípadne novej dokonalosti
- zavedenie ťahového riadenia
- vybudovanie plynulých tokov
- vytvárať synergiu vzájomnou spoluprácou a vznikom dôvery

Lean koncepty sú známe už dlhšiu dobu, preto sa mnohé podniky s týmto pojmom už stretli. Predovšetkým je ale potrebné im správne porozumieť, aby boli koncepty lean pre podniky potenciálnym prínosom. Zameriava sa na odstránenie rôznych foriem plytvania, ktoré nepridávajú žiadnu pridanú hodnotu. Žiaducim je zaviesť lean metódu od prvých krokov, ktorými začína daný proces, práve tým spôsobom je táto metóda využitá čo najefektívnejšie. (Hobbs, 2011, s. 4-5)

Lean zvyčajne zahŕňa použitie rôznych nástrojov zlepšujúcich procesy, ako napr. 6S, vizuálny manažment, VSM, dizajn pracovných buniek, TPM, kanban a mnoho ďalších. Lean nástroje sú vhodné na zjednodušenie a štandardizovanie procesov, synchronizovanie jednotlivých procesov s plynulým tokom a eliminovanie zbytočných procesných krokov alebo odpadu. Úsilím metódy lean je náležité využitie nástrojov podporujúcich proces zoštíhľovania v praxi. (Burton, 2011, s. 167)

#### 3.1 Podnik

Štíhlosť podniku predstavuje realizovanie len takých činností, ktoré je potrebné vykonávať, a to správnym spôsobom hneď na prvýkrát, zároveň čo možno najrýchlejšie a pri najnižšej možnej finančnej náročnosti. Podstatou je efektívne využitie dostupnej výrobnjej



plochy, dostupného času na možnú realizáciu pracovnej činnosti, efektívne zapojenie pracovníkov a strojov do procesu výroby, a tým náležite zvyšovať výkonnosť podniku a produkovať najvyššiu možnú pridanú hodnotu. Štíhly podnik spĺňa požiadavky zákazníka s minimálnym množstvom činností nezvyšujúcich hodnotu výrobku či služby. (Košturiak, 2006, s. 17)

### 3.2 Výroba

Štíhla výroba predstavuje komplexný systém, ktorý používa súbor nástrojov a princípov na optimalizáciu výrobného pracoviska, strojných zariadení a výrobných pracovníkov. Základným cieľom je dosiahnutie štandardizovanej, stabilnej a flexibilnej výroby. Koncept štíhlej výroby predstavuje taktiež spôsob ako správne plánovať, organizovať a riadiť podnikové procesy, pri čom ich náležité zavedenie vyvoláva realizáciu inovačných stratégií a kontinuálne zlepšovanie. Dôležitými prvkami štíhlej výroby sú napr. štíhle pracovisko a štandardizované operácie, štíhly layout a štíhle výrobné bunky, funkčný systém zlepšovania výrobných procesov či dosahovanie požadovanej kvality. Koncept štíhlej výroby využíva pre tvorbu produktov určité kľúčové princípy, ktorými sú napr. plynulý tok materiálu a informácií vo výrobe, aktívne zapájanie a motivácia pracovníkov pre tvorbu pridanej hodnoty, výroba na objednávku, zavedenie totálnej preventívnej údržby a mnoho ďalších. (Chromjaková a Rajnoha, 2011, s. 44; Chromjaková, 2013, s. 43-44)

Snahou štíhlej výroby je taktiež riešenie niektorých činností a problémov v spolupráci s dodávateľmi, tým dochádza k ich čiastočnému preneseniu mimo vlastný výrobný proces podniku. Dokonca je pri realizovaní princípu štíhlej produkcie možné zužitkovať požiadavky a podnety odberateľov. Predpokladom úspešného zavedenia týchto ideí je vytvorenie celkového pohľadu na podnik a jeho okolie, pri súčasnom zapojení zamestnancov, ale aj dodávateľov a odberateľov. Výsledkom čoho je zoštíhlenie vplyvom zjednodušenia výrobných procesov, materiálových a informačných tokov, redukcie zložitosti výroby a výrobku pri prenesení časti činností na dodávateľa a zmenšenie, prípadne odstránenie nepotrebných medzioperačných zásobníkov a skladov. (Daněk a Plevný, 2005, s. 111)

### 3.3 Management

Štíhle riadenie a štíhla výroba sú navzájom závislé. Systém štíhleho riadenia podobne ako systém štíhlej výroby pozostáva z niekoľkých hlavných prvkov, ktoré sú navzájom prepojené. Znamená to, že všetky prvky musia byť prítomné pre fungovanie systému. V štíhlym

riadení má štandardná práca vedúceho najväčší vplyv na udržanie zdravého stavu systému štíhlej výroby. Keď vedúci riadi svoju štandardnú prácu efektívne, tak štíhle riadenie aj štíhla výroba majú dobrú šancu tiež efektívne fungovať. Dôležitým elementom štíhleho riadenia je taktiež vizuálna kontrola. Vizualizácia prekladá výkonnosť každého procesu do očakávanej podoby v celom výrobnom a riadiacom systéme. Premení hnaciu silu štandardnej práce vedúceho do trakcie, dáva vedúcim schopnosť rýchleho spozorovania a tým pádom možnosť okamžitej reakcie na vzniknutý problém. Prostredníctvom denného procesu zaznamenávania zistených informácií, môže vedúci riadiť a nastaviť potrebné smerovanie pre zlepšenie aktivity v danej oblasti. Umožňuje mu kontrolovať tempo zlepšovania, čo je potrebné vykonať pre cielené zlepšenie, aký progres očakávame a koľko prostriedkov je potrebné mu priradiť. Dôležité je taktiež pravidelne vykonávať denné stretnutia alebo porady jednotlivých výrobných tímov v podniku na priblíženie aktuálnej situácie všetkým členom tímu, rovnako tak stretnutia vedúcich tímov, aby boli ustavične v kontakte a riešili rôzne potrebné záležitosti celopodnikovo. (Mann, 2015, s. 31-33)

### 3.4 Administratíva

Základom štíhlej administratívy je sústredenie sa na eliminovanie plytvania, ktoré nastáva v podporných administratívnych procesoch priemyselných firiem. Môžeme sem zaradiť plánovanie a organizáciu výrobných procesov, procesy nákupu, procesy riadenia kvality, údržby a ostatné, ktoré sú nevyhnutné pre dosiahnutie plynulého výrobného procesu. Rozpoznanie plytvania v oblasti administratívnych procesov je často omnoho náročnejšie ako vo výrobných procesoch, pretože ide mnohokrát o problematické záležitosti, ktoré potrebujú prevedenie hlbšej procesnej analýzy v porovnaní s výrobnými procesmi. Pri zoštíhľovaní administratívnych procesov je potrebné pochopiť podstatu pomocou prepojenia troch kľúčových aspektov, ktorými sú podstata procesu, účel procesu a popis pracovnej pozície pracovníka. (Chromjaková, 2013, s. 52)

Medzi podstatné ciele štíhlej administratívy patria (Košturiak, 2006, s. 34):

- vyššia efektívnosť administratívnych procesov
- bezchybné procesy
- krátke priebežné časy zákaziek
- nízke zásoby a prehľadné procesy

### 3.5 Vývoj

Postup k dosiahnutiu štíhleho podniku začína už vo fáze vývoja a technickej príprave výroby, kde sú výrazne ovplyvnené variabilné náklady v podobe nákladov na materiál a fixné náklady predstavujúce požadované kapacity, výrobné zariadenia a plochy. Technológovia a konštruktéri určujú spôsob výroby či montáže, navyše majú príležitosť priamo do výrobného procesu zabudovať princípy štíhlosti. Na druhej strane, predvýrobné etapy spôsobujú viaceré problémy, ktoré môžu nastať vo výrobnom procese, napr. nedostatočne pripravené zahájenie výroby nových výrobkov alebo nekompletná technická dokumentácia. Štíhly vývoj si dáva za cieľ okrem riešenia možných problémov aj výraznú redukciu času vývojových etáp. (Košturiak, 2006, s. 31)

### 3.6 Logistika

Koncept štíhlej logistiky sa snaží vytvárať súvislé dodávateľské reťazce, ktoré sa v súčasnosti zameriavajú na kontinuálne zvládanie výrobných požiadaviek vzhľadom k produktivite výroby a na tvorbu strategickkej konkurenčnej výhody prostredníctvom najvyhovujúcejšej logistickej podpory priebežnej doby, ktorá berie do úvahy flexibilitu výroby. Základným cieľom procesov v rámci logistiky je dodanie správneho materiálu v požadovanom množstve na správne miesto a v správnom čase za cenu požadovanú zákazníkom. (Chromjaková, 2013, s. 49)

Štíhla logistika obsahuje synchronizované logistické procesy doplnené stabilnými logistickými činnosťami vo výrobnej prevádzke, ale aj mimo nej. Docielenie zákazníkom požadovanej priebežnej doby výroby je jej hlavným princípom, od ktorej sa priamo odvíjajú žiadané cyklové časy zásobovania pracovísk a aj expedícia už zhotovených produktov z pracovísk. Štandardizácia pracovných operácií je základom modelovania logistického layoutu. (Chromjaková, 2013, s. 50)

Pri postupe budovania štíhlej logistiky je potrebné zamerať sa napr. na internú a externú logistiku, mapovanie toku hodnôt v internej logistike a v dodávateľských reťazcoch, postup zoštíhlenia logistického systému, nový systém riadenia hodnotového toku v logistike, systém auditov štíhlej logistiky a ich prezentácia, koncept zmien, školenie projektových tímov, monitoring logistických ukazovateľov, príručky štíhlej logistiky alebo na tréning pracovníkov. (Košturiak, 2006, s. 30)

### 3.7 Layout

Nesprávne navrhnutý layout spôsobuje vznik zbytočných nákladov a v mnohých podnikoch je jednou z hlavných príčin plytvania. V týchto podnikoch sa vyskytuje zložitá riadenie logistiky a výroby, nepotrebné dlhé materiálové toky, neprehľadné procesy, ale aj množstvo skladovacích, manipulačných a kontrolných činností. Prostredníctvom štíhleho layoutu a nemu prispôsobených výrobných buniek je možné vyriešiť spomenuté problémy. Zameranie sa na štíhly layout so sebou prináša pozitíva v podobe úspory výrobných plochy, na ktorej je možné umiestniť ďalšie výrobné programy. V prípade uvoľnenia nesprávne využitých skladovacích plôch dochádza nielen k zníženiu celkových zásob, ale zjednodušuje to taktiež riadenie a zlepšuje prehľad o pohybe materiálu. Medzi kľúčové parametre štíhleho layoutu patrí napr. priamy materiálový tok smerom k montážnej linke a expedícií, priamočiare a krátke trasy, sklady v mieste spotreby, a tým možná vizuálna kontrola počtu dielov, odstránenie dvojnásobnej manipulácie, minimálne plochy na zásobníky a medzisklady, minimálne priebežné časy, nízke náklady na inštaláciu, minimalizácia prepravných vzdialeností medzi operáciami či použitie kanbanu. (Košturiak, 2006, s. 135)

## 4 PLYTVANIE

Plytvanie zahŕňa všetky činnosti, ktoré nepridávajú hodnotu produktu, prípadne ho nepribližujú zákazníkovým potrebám. Plytvanie sa zaoberá aktivitami nepridávajúcimi hodnotu produktu hlavne vo výrobných procesoch, ale môže vznikáť aj v nevýrobných oblastiach, kde zahŕňame najmä plytvanie vznikajúce v administratíve. (Mašín, 2000a, s. 45; Jurová, 2016, s. 88)

### 4.1 Plytvanie vo výrobných procesoch

Plytvanie, ktoré vzniká vo výrobných procesoch, obsahuje osem druhov plytvania, ktorými sú čakanie, nadbytočné zásoby, nadvýroba, nekvalitná výroba, nevyužité schopnosti pracovníkov, zbytočná doprava a manipulácia, zbytočné pohyby a zložité procesy.

#### Čakanie

Nastáva v prípade, keď nie je možné pokračovať vo výrobnom procese v dôsledku akéhokoľvek čakania. Môžeme sem zaradiť rôzne formy čakania, medzi ktoré patrí napr. čakanie na dodanie materiálu, hľadanie materiálu, čakanie pracovníka na dokončenie procesnej operácie stroja, hľadanie pracovnej dokumentácie, v prípade poruchy stroja čakanie na pracovníka údržby a mnoho ďalších. (Jurová, 2016, s. 89; Chromjaková a Rajnoha, 2011, s. 48; Mašín, 2003, s. 18)

#### Nadbytočné zásoby

Nadbytočné skladovanie materiálu, náhradných dielov, nedokončených výrobkov, ale aj už zhotovených výrobkov, bezúčelne zaberá miesto a vyvoláva vznik ďalších nesprávne využitých nákladov. V týchto zásobách sa neúčelne viaže príliš veľké množstvo finančných prostriedkov, ktoré by bolo možné vynaložiť efektívnejšie. (Jurová, 2016, s. 88-89)

#### Nadvýroba

Výroba akéhokoľvek produktu zahŕňa náklady spojené s priamou prácou a priamym materiálom, ale aj s nadmernou výrobou, ktoré naopak neúčelne zvyšujú náklady. Z toho vyplýva, že vyrobené množstvo za dané obdobie by malo zodpovedať dopytu a stanovenému plánu. Akýkoľvek počet vyprodukovaných výrobkov nad hodnotou plánu predstavuje plytvanie. Okrem toho sem zaraďujeme aj nadprodukcii informácií a materiálu, ktoré sú viazané v podnikových procesoch. Nadvýroba umocňuje ostatné druhy plytvania a je napr. spojená s nákladmi na nadbytočných pracovníkov, nákladmi na stroje a manipulačné pro-

striedky nad rámec potrieb či nákladmi na zbytočne odoberanú energiu. (Badiru, 2014, s. 292; Chromjaková a Rajnoha, 2011, s. 47; Mašín, 2003, s. 19)

### **Nekvalitná výroba**

Tvorba nekvalitných produktov predstavuje vznik zbytočných nákladov s tým súvisiacich. Zmetky, ktoré nie je možné ďalšou opravou zreparovať obsahujú nenávratné náklady vynaložené na jeho vytvorenie, ale aj v prípade možnosti ich opravy si to vyžaduje vložiť ďalšie prostriedky na jej realizáciu. Zriedka nastáva aj situácia, keď nesprávne rozpracované výrobky môžu do určitej miery poškodiť strojné zariadenie. Pravdepodobne najhorším prípadom je, ak sa nekvalitné produkty, aj po rôznych kontrolách, dostanú k zákazníkovi, čo môže mať závažnejšie následky. Cieľom je tlačiť pomer zmetkovosti až k nulovej hranici. (Jurová, 2016, s. 89)

### **Nevyužitie schopnosti pracovníkov**

Nevyužívanie znalostí vzniká tam, kde dochádza k nedostatočnému využívaniu schopností pracovníkov, často dochádza k nezužitkovaniu ich potenciálu. Do tohto druhu plytvania patrí taktiež nedostatočná komunikácia a predávanie znalostí medzi jednotlivými úsekmi podniku, ktoré môže mať horizontálny aj vertikálny smer, pri čom k tomu môže dochádzať trvalo alebo len dočasne. (Mašín, 2003, s. 20)

### **Zbytočná doprava a manipulácia**

V podnikoch existuje tento druh plytvania z dôvodu komplikovaných materiálových tokov medzi výrobnými pracoviskami, zložitých komunikačných kanálov medzi dodávateľom, výrobcou a odberateľom, vysokého objemu rozpracovanej výroby a nadpráce či nedostatočného odhadu dodávky materiálu na pracovisko. Na základe toho je potrebné zjednodušenie, prípadne eliminácia zbytočnej dopravy a manipulácie, optimalizovanie prepravných trás a rozvoz materiálu, aby bol k dispozícii v správnom množstve a čase na správnom mieste. (Chromjaková a Rajnoha, 2011, s. 49)

### **Zbytočné pohyby**

Pohyb spojený s ľudskou prácou alebo s manipuláciou materiálu spotrebováva čas a energiu. Každý pohyb, ktorý nepridáva hodnotu produktu predstavuje plytvanie. Pracovisko a zodpovedajúce postupy by preto mali byť navrhnuté tak, aby eliminovali pohyby nepridávajúce pridanú hodnotu a zahŕňali taktiež ergonomické a bezpečnostné hľadiská. (Badiru, 2014, s. 292)

### Zložité procesy

Komplikovaná konštrukcia podnikových procesov predstavuje posledný druh plytvania. Vzájomná prepojenosť procesov častokrát poskytuje výrazný priestor k zoštíhľovaniu, pretože len malá zmena nadväzujúcich procesov môže výraznejšie ovplyvniť priebežnú dobu výroby. Redukcia obsahovej náplne procesov zreteľne vplýva na optimalizáciu priebežnej doby procesu, ale aj na možnú úsporu pracovníka. Zaraďujeme sem napr. nesprávne kalibrované nástroje, chybne definovaný pracovný postup, zbytočné vypisovanie reportov alebo nesprávne nastavený program. (Chromjaková a Rajnoha, 2011, s. 48-49)

## 4.2 3Mu

3Mu obsahuje tri kľúčové koncepty Toyota Production System, ktorými sú Muda, Mura, Muri. Pochádzajú z japonského jazyka a zaoberajú sa hlavnými príčinami vzniku plytvania (Dennis, 2016, s. 29-36; Morgan a Liker, 2006, s. 74-75):

- **Muda** – najznámejšie „M“ znamená márnosť, zbytočnosť a zaoberá sa spomínanými plytvaniami, ktoré môžu nastávať a zákazník nie je za ne ochotný zaplatiť; ľudský pohyb možno rozdeliť do troch kategórií, ktorými sú skutočná práca pridávajúca hodnotu, pomocné práce podporujúce skutočnú prácu a muda pohyby nepriносяjúce žiadnu hodnotu; tzn. že úlohou je v maximálnej možnej miere eliminovať plytvania a rovnako tak tzv. muda pohyby
- **Mura** – predstavuje nerovnosť alebo kolísanie práce, ktorá je zvyčajne spôsobená kolísaním výrobných plánov; v niektorých situáciách dochádza k frenetickému tempu najmä bezprostredne pred určitým termínom, po ktorom zvyčajne nasleduje pokoj s relatívne malým pracovným tlakom; niekedy existuje viac práce, než ľudia alebo stroje dokážu zvládnuť, v iných prípadoch je to zase opačne; elementárnym príkladom môže byť výrobná linka, ktorá produkuje zložité modely v prvej polovici zmeny, pri čom v druhej polovici sa vyrábajú omnoho jednoduchšie, tzn. že pracovníci musia spočiatku vynaložiť výrazne väčšie úsilie než v ďalšom priebehu; riešením je napr. vyrovnávanie produkcie
- **Muri** – znamená neprimeranosť, nemožnosť, príliš náročné k vykonaniu, často nastáva stav, ktorý tlačí pracovníka, stroj alebo proces za prirodzené limity, preťaženie pracovníkov môže viesť k zníženiu kvality a potenciálnym bezpečnostným rizikám; zaoberá sa napr. spôsobenými rozdielmi vznikajúcimi v produkcii, chabým navrhnutím práce či ergonómie, nesprávnym prispôbením, nedostatočnými nástrojmi alebo prípravkami, nejasnými špecifikáciami a ďalšími súvislosťami

## 5 NÁSTROJE PRIEMYSELNÉHO INŽINIERSTVA

### 5.1 Štandardizácia

Štandardizácia sa zameriava na tvorbu a kontrolu štandardných postupov či procedúr. Používa sa pri vytváraní pracovných postupov, ale aj ostatných inštrukcií potrebných pre štandardné vykonávanie požadovaných činností na pracovisku, ako čistiaca, baliaca alebo nastavovacia inštrukcia. Štandardom rozumieme v súčasnosti najlepší možný spôsob pre vykonanie danej pracovnej úlohy. Štandardizovaná práca používa široký rad nástrojov na podporu udržiavania stanovených podmienok na pracovisku. (Mašín, 2005, s. 76)

Štandardizovaná práca je základom štandardizácie, pri čom sa vykonáva s ohľadom na bezpečnosť, kvalitu, optimálny postup produkčných krokov, efektívne využitie potenciálu pracovníkov v súvislosti s ich časovým fondom, ale aj vzhľadom na používanie strojov, pracovného náradia a pomôcok, užívanie materiálu, a tým vytvárať vhodné podmienky pre stabilné a opätovné vykonávanie pracovných činností. Obsahuje detailný popis pracovných operácií, taktiež aj definovanie zodpovedností, kompetencií a právomocí pracovníkov. Využíva sa na predchádzanie alebo nápravu nesprávnych chýb pri realizácii pracovných operácií a na zvyšovanie bezpečnosti pri ich uskutočňovaní, umožňuje navrhovanie efektívnejších spôsobov ako najlepšie realizovať potrebné pracovné činnosti, pri vyskytnutí problémov uľahčuje a urýchľuje reakcie na ich vyriešenie. Nedostatočné využitie štandardizácie má za následok nízku efektivitu v rámci produktivity na pracovisku. Zamedzuje to možnému plynulému chodu, aký by mohol reálne fungovať v prípade správneho vytvorenia a následného využitia štandardizácie. Znamená to, že je kľúčovým faktorom úspešného produkčného procesu v podniku. (Chromjaková a Rajnoha, s. 65; Tomek a Vávrová, 2017, s. 128)

### 5.2 Poka-Yoke

Shigeo Shingo, japonský priemyselný inžinier považovaný za popredného svetového odborníka na výrobné postupy a Toyota Production System, zaviedol termín Poka-Yoke. Poka-Yoke sa zameriava na identifikovanie ľudskej chyby nezávisle na pracovníkovi pri prevádzaní pracovnej činnosti. Zabezpečuje okamžitú nápravu hneď na mieste, kde daná chyba vznikla. V tom prípade sa zamedzuje tomu, že by sa potenciálna vada dostala na ďalšiu pracovnú operáciu. (Mašín, 2005, s. 60)



Poka znamená neúmyselnú chybu a yoke predstavuje prevenciu. Poka-Yoke ako celok znamená zavedenie metód a zariadení, ktoré zabráňujú možnému vzniku chýb na pracovisku, prípadne ak nastali, tak sa ich snažia včas odhaliť, aby sa nešírili ďalej v nasledujúcich pracovných krokoch až ku konečnému produktu. Znižuje fyzickú a duševnú záťaž pracovníkov tým, že eliminujú potrebu neustále kontrolovať bežné chyby, ktoré vedú k defektom. Pri čom najčastejšími sú chýbajúce kroky procesu, chyby procesov, nesprávne nastavené kusy, chýbajúce časti, nesprávne časti, nesprávne spracovanie, chybná prevádzka stroja, chyby pri nastavovaní, zariadenie nie je správne nastavené, nástroje a pomôcky nie sú dostatočne pripravené. Kvalitné Poka-Yoke spĺňa požiadavky, medzi ktoré zaradíme jednoduchosť s dlhou životnosťou a nízkou údržbou, vysokú spoľahlivosť, a taktiež je potrebné, aby bolo navrhnuté pre podmienky pracoviska. (Dennis, 2016, s. 127-128)

### 5.3 Metóda 6S

Metóda 6S predstavuje súhrn hlavných krokov pre elimináciu plytvania na pracovisku, je základným predpokladom pre zlepšovanie a aj súčasťou ostatných metód a konceptov. Prostredníctvom tejto metódy je možné dosiahnuť zjednodušenie a zlepšenie materiálového toku, lepšie rozmiestnenie zariadení, umiestnenie materiálu a zásob. Medzi ďalšie prínosy 6S patrí napr. zlepšenie produktivity, kvality, bezpečnosti a vôbec celého výrobného procesu, zlepšuje sa podniková kultúra a ľudia zastávajú pozitívnejšie postoje. 6S sa vzťahuje na päť slov v japončine, predstavujúce skratky pre zásady udržiavania účinného a efektívneho pracoviska, ktoré v nedávnej dobe boli doplnené o šieste S znamenajúce safety. Metóda 6S sa teda skladá z (Burieta, 2017; Greene, 2013, s. 31):

- **seiri** – v prvom kroku sa triedia jednotlivé objekty podľa toho, ako často sú využívané k vykonávaniu pracovných činností, na základe toho je možné posúdiť či je potrebné ich mať priamo na pracovisku, nepotrebné položky je možné odstrániť z pracovného miesta
- **seiton** – zámerom druhého kroku je nájdenie miesta pre umiestnenie vytriedených objektov z prvého kroku, podstatným je ich vhodné usporiadanie na pracovisku v potrebnom počte s ohľadom na elimináciu plytvania, musia byť utriedené tak, aby ich bolo možné jednoducho vziať, použiť a následne vrátiť na svoje presne stanovené miesto
- **seiso** – tretí krok obsahuje činnosti súvisiace s čistením pracoviska, definuje sa, čo je nutné čistiť, kto má vykonávať čistenie, kedy, ako často a aké pomôcky má pri

tom používať, pri čistení sa využíva čistiaca inštrukcia a taktiež aj záznam čistenia, kde sa uvádzajú informácie o vykonaní čistenia

- **seiketsu** – v štvrtom kroku sa štandardizujú zmeny uskutočnené v predošlých krokoch, účelom tohto kroku je teda vytvorenie a následne dodržiavanie štandardov pracoviska, tzn. že po vytvorení štandardov je nevyhnutné, aby sa každý pracovník pôsobiaci na pracovisku podľa nich riadil
- **shitsuke** – práve piaty krok sa zameriava na dodržiavanie štandardov, ale aj na neustále zlepšovanie súčasného stavu, štandardy sa v prvom rade vytvárajú na to, aby sa nimi pracovníci riadili, pretože v opačnom prípade nedochádza k odstráneniu plytvania
- **safety** – bezpečnosť je novým krokom pridaným k metóde piatich japonských slov, dôvodom vzniku je vytvorenie bezpečných zlepšení neohrozujúcich zdravie pracovníkov, príkladá dôraz na jasnú identifikáciu a prístupnosť všetkých bezpečnostných zariadení, cieľom je zamedzenie vzniku nebezpečenstva pri vykonávaní pracovnej činnosti a eliminovanie pracovných úrazov na nulovú hodnotu

## 5.4 Ergonómia

Ergonómia je multidisciplinárna veda zaoberajúca sa vzájomnými vzťahmi medzi človekom, strojmi, pracovnými nástrojmi a pracovným prostredím. Predstavuje prispôbovanie pracoviska a práce potrebám pracovníkov. Za cieľ sa považuje dosiahnutie najvyššej možnej efektivity práce, a to najvhodnejším usporiadaním pracovného prostredia určeného na pracovnú činnosť, s ohľadom na ergonomické analýzy a poznania hraníc pracovnej výkonnosti ľudí. (Mašín, 2005, s. 23)

Ergonómia predstavuje štúdiu navrhovania zariadení a vybavenia potrebného k pracovnej činnosti, ktoré zodpovedajú telu pracovníka a jeho kognitívnym schopnostiam. Ľudské faktory majú podobný pojem. Ergonomický dizajn pracovísk uľahčuje pracovné sily, zmierňuje stres, a tým pádom podporuje fyzickú a psychickú pohodu. (Greene, 2013, s. 36)

Poznatky získava z mnohých vedných disciplín, pri čom najpodstatnejšími sú: fyziológia práce, psychológia práce, sociológia práce, bezpečnosť práce a hygiena práce. Disciplíny, z ktorých ergonómia čerpá utvárajú tzv. poznatkovú základňu ergonómie. Medzinárodná ergonomická asociácia (IEA) ergonómiu člení na základné oblasti (Kováč a Szombatyová, 2010, s. 7):

- **fyzická ergonómia** – je zameraná na to, ako ovplyvňujú pracovné prostredie a pracovné podmienky zdravie človeka; poznatky čerpá z fyziológie, antropometrie, anatómie, biomechaniky a i.; môžeme sem zaradiť napr. usporiadanie pracovného miesta, manipuláciu s bremenami, problematiku pracovných polôh či bezpečnosť práce
- **psychická (kognitívna) ergonómia** – zaoberá sa psychologickými hľadiskami pracovnej činnosti; do tejto oblasti ergonómie začleňujeme napr. psychickú záťaž, výkonnosť pracovníka, pôsobenie stresu na organizmus človeka alebo procesy rozhodovania
- **organizačná ergonómia** – zameriava sa na sociotechnické systémy a ich optimalizáciu; do organizačnej ergonómie patrí napr. rozvrhnutie režimu práce a oddychu, sociálna klíma na pracovisku, zameranie sa na zmenovú prácu a tímovú prácu

## 5.5 MTM (Methods Time Measurement)

MTM patrí do skupiny systémov vopred určených časov. Využíva sa pri racionalizácii a optimalizácii pracovnej činnosti a pracovného miesta. Rozkladá manuálne operácie alebo činnosti na základné pohyby, ktoré sa pri nej vykonávajú. Základným pohybom sa priradujú časové hodnoty, určené spôsobom pohybu a zároveň podmienkami, za ktorých sa pohyb vykonáva. Vyjadrujú sa v tzv. jednotkách TMU (Time Measurement Unit), pri čom jedna jednotka TMU sa rovná časovému úseku 0,036 sekundy. Základnou metódou je MTM-1, tá je vhodná pre manuálne činnosti krátkych operácií, ktoré sa pravidelne cyklicky a dlhodobo opakujú. Ďalšími odvodenými metódami sú MTM-2 až MTM-5, ale aj metóda MTM Standard Data, ktorá sa ešte delí na Basic Data a Multipurpose Data. (Kováč a Szombatová, 2010, s. 68-69)

Najpublikovanejším systémom hodnotenia výkonnosti, ktorý bol kedy vyvinutý, bol predstavený v štúdiu Time and Motion, na ktorej spolupracovali Lowry, Maynard a Stegemerten. Ratingový systém bol založený na štyroch faktoroch: zručnosť, úsilie, konzistencia a výkon. Maynard a Stegemerten spolupracovali s Johnom Schwabom na rozšírení tejto myšlienky do metódy merania času MTM, neskôr uvádzanej aj MTM-1. Podľa mnohých je táto metóda najpoužívanejším systémom vopred určených časov. Vykonalo sa veľa mikromotorických štúdií, aby sa určili štandardné prvky a časy. Pretože bol MTM ľahko dostupný, nie je prekvapujúce, že je najčastejšie používaný a najčastejšie imitovaný spomedzi všetkých systémov. MTM-1 obsahuje postup na analýzu akejkoľvek ručnej ope-

rácie alebo činnosti tým, že sa zameria na základné pohyby potrebné na jej vykonanie a každej priradí vopred určené štandardné časy na základe povahy a podmienok, za akých sa uskutočňuje. (Maynard a Zandin, 2001, s. 5.7):

### 5.5.1 MTM-2

MTM-2 je založené na MTM-1. Pozostáva z hlavných pohybov MTM-1 a ich kombinácií. Podľa MTM asociácie pre štandardy a výskum bolo MTM-2 navrhnuté tak, aby spĺňalo potreby používateľov, ktorí nepotrebujú vysokú presnosť MTM-1, ale kde je dôležitá rýchlosť analýzy. Rovnako ako MTM-1, je užitočná pre analýzu metód, odhadovanie a meranie práce. MTM-2 obsahuje deväť prvkov, pri čom len dva majú rôzne kategórie, čo znamená, že na karte sa zobrazuje len 39 časových hodnôt. (Maynard a Zandin, 2001, s. 5.17-5.18)

### 5.5.2 MTM-3

MTM-3 je určené na použitie tam, kde sa vyrába produkt v malých dávkach a kde sa pohybové vzdialenosti môžu značne líšiť od cyklu k cyklu. Nie je teda vhodné na meranie vysoko opakujúcich sa pracovných cyklov. Obsahuje celkovo len štyri pohyby, pri čom špecifikovaných je len desať časových hodnôt. Manipulácia a transport sú prvé dva pohyby, určené sú stupňom požadovanej kontroly a presunutej vzdialenosti. Tretím pohybom je krok, štvrtým ohnutie a narovnanie. (Maynard a Zandin, 2001, s. 5.18)

## 5.6 OEE (Overall Equipment Effectiveness)

Celková efektívnosť zariadenia (CEZ, OEE) je základným ukazovateľom štíhlej výroby a používa sa pre správne využitie strojných zariadení. Vypočítame ho ako súčin miery využitia zariadenia, jeho výkonu a kvality. Bežne sa vyjadruje v percentách a jeho maximálna hodnota je 100%. V prípade, že je využitie zariadení a strojov väčšie ako 85%, možno usúdiť, že sa využívajú efektívne a účinne. Potrebné je však zistiť, akým spôsobom bola daná hodnota vypočítaná. Stáva sa, že sa zisťuje len dostupnosť resp. miera využitia zariadenia, teda jeden z faktorov celkovej efektívnosti, a uvádza sa samostatne táto hodnota práve ako OEE, čo je nesprávne. Nevyhnutným je začleniť do výpočtu všetky tri faktory, ktorými sú ešte miera výkonu a kvality zariadenia. Na základe toho celková efektívnosť zariadenia dostáva ďaleko objektívnejšie kontúry. Parameter OEE nepoukazuje len na to, ako efektívne je strojné zariadenie využívané z pohľadu provozných a stratových časov, ako účinne dosahuje potrebný kapacitný výkon, a ako kvalitne produkcia prebieha, ale vypovedá aj

o ďalších podstatných informáciách, ktoré poukazujú na správne používanie pracovných metód. (Mašín, 2005, s. 15; Mašín a Vytlačil, 2000b, s. 84-85)

Miera využitia strojného zariadenia uvádza, akú dobu percentuálne stroj skutočne beží pre potreby plánovanej produkcie. Využitelnosť stroja znižujú prestoje, počas ktorých sa nevyrábali žiadne výrobky. Prestojmi sú napr. prestávky, plánované či neplánované opravy a údržba, čas potrebný pre nastavenie, nedostatok materiálu, ale aj pracovníkov. Miera výkonu je ovplyvnená najmä stratami rýchlosti, pri ktorej sú výrobky vyrábané v porovnaní s plánovanou rýchlosťou, ale aj rôznymi odchýlkami či prerušeniami, ktoré majú za následok, že zariadenie nepracuje konštantou rýchlosťou počas celej doby chodu. Miera kvality zachycuje stupeň akosti vyrobených produktov. Potrebné je uvedomiť si, že v prípade produkcie nekvalitného výrobku prichádzame o čas vynaložený na jeho výrobu. Z toho vyplýva, že je nevyhnutným produkovať kvalitné výrobky hneď na prvýkrát. Stupeň kvality sa uvádza ako pomer kvalitného počtu produktov k celkovému množstvu vyrobených kusov. (Mašín a Vytlačil, 2000b, s. 85-88)

## 5.7 FMEA (Failure Mode and Effect Analysis)

FMEA predstavuje analýzu možností vzniku väd, chýb a porúch, používanú pri hodnotených návrhoch. Zameriava sa na ohodnotenie a posúdenie ich rizík, uskutočnenie a návrh opatrení, ktoré vedú k zvýšeniu kvality návrhov. Na základe predchádzajúcich skúseností s FMEA, je možné použitím tejto analýzy odhaliť možné chyby až v rozmedzí 70-90%. Používaním tejto metódy sa eliminujú možné riziká, ktoré môžu vzniknúť pri budovaní systému riadenia, príprave a riadení výrobného procesu, príprave a zavádzaní nových výrobných technológií, vývoji výrobku a jeho konštrukcii, vývoji a optimalizácii procesov. FMEA je komplexnou metódou používanou pri rozbere výroby z pohľadu možností vzniku väd v procese jej prevádzky, následne sa v analýze zhodnotia dôsledky väd na dané pracovné činnosti prostredníctvom hodnotenia ich dopadu stanovením rizikového čísla. Dodatočne je potrebné prijať požadované opatrenie, aby sa zamedzilo výskytu chýb alebo sa aspoň obmedzil ich dopad. (Chromjaková a Rajnoha, 2011, s. 70-71)

Rizikové číslo FMEA je súčinom troch rôznych faktorov, ktoré je potrebné brať do úvahy pri analýze potenciálnej vady. Celková hodnota rizikového čísla sa pohybuje v rozmedzí 1 až 1000, pri čom čím je hodnota vyššia, tým je vzniknutá chyba závažnejšia. Každý hodnotený faktor má teda hodnotu 1 až 10, sú nimi závažnosť, výskyt a odhaliteľnosť danej vady (Votápek, 2001, s. 17-27):

- **závažnosť** – predstavuje dopady, aké môže znamenať vznik chyby či už v počítačnom procese návrhu a výroby, ale najmä pre konečného používateľa daného produktu, v prípade že je hodnota závažnosti vady príliš vysoká, výrazným spôsobom ohrozuje zdravie človeka
- **výskyt** – stanovuje pravdepodobnosť, že sa vyskytne daná vada, hodnotenie pravdepodobnosti je skôr relatívne ako absolútne, možným spôsobom zníženia pravdepodobnostného hodnotenia je prevencia výskytu chýb, ktoré môžu v určitom procese nastať
- **odhaliteľnosť** – predstavuje možnosť odhalenia prípadnej chyby, pri čom čím skôr sa podarí nájsť vadu a príčinu jej vzniku, tým vzniká menšie riziko jej vplyvu, a taktiež to so sebou nesie nižšie náklady, ktoré musí spoločnosť vynaložiť na jej odstránenie, najväčším dopadom je, keď sa chyba odhalí až pri používaní zákazníkom, kde v najlepšom prípade odhalenie vady predstavuje reklamáciu používaného produktu, naopak najhoršie, ak spôsobená vada dokonca ohrozila ľudské zdravie

## 5.8 TPM (Total Productive Maintenance)

Totálne produktívna údržba je systematická metóda a významná oblasť pre zvyšovanie produktivity. Upriamuje sa na zvyšovanie celkovej efektívnosti využitia strojov a zariadení pri aktívnej participácii všetkých, ktorý sa podieľajú na danom procese. Prvé slovo pojmu v sebe zahŕňa viacero významov popisujúcich základné charakteristiky TPM, sú nimi napr. totálna efektívnosť, totálny systém údržby, totálne zahrnutie všetkých zariadení, ale aj totálna účasť všetkých zamestnancov. Inštitút priemyselného inžinierstva člení totálne produktívnu údržbu na šesť blokov zameriavajúcich sa na komplexný systém údržby. Medzi bloky TPM patrí samostatná údržba, profesijná údržba, aktivity na začiatku životného cyklu, meranie a analýza strát, zlepšovanie udržateľnosti a tréning pracovníkov. (Mašín, 2005, s. 81; Mašín, 2000a, s. 227; Mašín, 2000b, s. 41)

TPM tvorí súbor aktivít, ktoré vedú k prevádzkovaniu strojných zariadení v optimálnych podmienkach a zmene pracovného systému zaisťujúceho udržanie týchto podmienok. Predstavuje celopodnikový systém produktívnej údržby, ktorý obsahuje ako produktívnu, tak aj preventívnu a prediktívnu údržbu a je založený na podpore práve preventívnej a produktívnej údržby pomocou tímovej práce najmä v rámci samostatnej údržby. Cieľom TPM je maximalizovať efektívnosť výrobných zariadení s aktívnou účasťou operátorov. Znamená to, že vyžaduje aktívnu účasť údržby, manažérov, technikov a obsluhy, teda za-

hřína každého zamestnanca od top manažmentu až po rádového pracovníka. (Mašín, 2000b, s. 40-41)

Preventívna údržba je používaná na vopred plánované periodické preventívne prehliadky zariadení, má za cieľ odhaliť negatívne javy a stanoviť postup zmiernenia následkov. Realizácia preventívnej údržby sa skladá z prevedenia potrebných preventívnych činností v naplánovaných termínoch a po prípadnej lokalizácii chybného stavu následného prevedenia potrebných opatrení prostredníctvom preventívnych opráv, ktoré zaistia obnovenie optimálnych podmienok. Prediktívna údržba sa snaží zistiť stav strojov pomocou diagnostických metód väčšinou za chodu ich prevádzky. V prípade odhalenia určitého problému, poskytuje potrebné informácie na určenie jeho podstaty a následne plánuje efektívne riešenie ešte pred skutočným vznikom poruchy. (Mašín, 2000b, s. 167-169)

V prípade, že v podniku dochádza k veľkému spoliehaniu sa len na špecialistov údržby, môže dochádzať k nie tak kvalitným výsledkom z oblasti preventívnej údržby a inšpekčných prehliadok zariadení. Práve preto je podstatné preniesť časť aktivít na výrobné provozy, ktoré sa môžu podieľať na TPM hlavne pomocou tzv. samostatnej údržby. Samostatná údržba spája pracovníkov výroby a údržby za účelom dosiahnutia spoločného cieľa, ktorým je stabilizovanie a zvyšovanie úrovne efektívneho využívania strojných zariadení, a tým zabrániť znehodnocovaniu ich stavu. Operátori vykonávajú bežné rutinné úlohy z hľadiska údržby, medzi ktoré patrí čistenie, mazanie a kontrola strojných zariadení vrátane elementárnych opráv. Pracovníci prostredníctvom vykonávania samostatnej údržby taktiež získajú lepší prehľad o funkciách nimi obsluhovaných zariadení, zistia aké problémy sa zvyčajne vyskytujú a ako je možné ich eliminovať včasným odhalením. Na základe toho sa operátori stávajú aktívnym partnerom údržby pri zlepšovaní celkovej efektívnosti a spoľahlivosti zariadení. (Mašín, 2000b, s. 111-112)

## 5.9 VSM (Value Stream Mapping)

Mapovanie hodnotového toku je grafickým nástrojom, ktorý sa využíva na vykreslenie a vysvetlenie či už súčasného, alebo aj budúceho stavu produkčných procesov. VSM je účinným nástrojom moderného priemyselného inžinierstva a štíhlej výroby, ktorý umožňuje odhaliť negatívne či pozitívne procesné stavy. Pri zobrazení VSM sa používajú štandardizované ikony, ktoré delíme na ikony pre materiálový tok, informačný tok a ikony všeobecné. (Mašín, 2005, s. 46; Mašín, 2003, s. 45-58)

Pod pojmom hodnotový tok ponímame súhrn procesných aktivít umožňujúcich vlastnú transformáciu materiálu na konkrétne výrobky. Znamená to, že do hodnotového toku výrobného podniku sa zahŕňajú aktivity, ktoré produktu pridávajú hodnotu, ale aj aktivity nepridávajúce hodnotu pre zákazníka. Hodnotový tok obsahuje dva základné interné smery prúdenia. Informačný sa zaoberá objednávkami zákazníka a transformačný výrobou vlastných produktov. Hodnotový tok je teda vždy zlúčený s produkciou konkrétneho výrobku pre špecifického zákazníka. (Mašín, 2003, s. 13-14)

Hodnota predstavuje to, za čo je zákazník ochotný zaplatiť. Hodnotový management ju definuje ako pomer medzi úžitkovými vlastnosťami výrobku pre zákazníka a nákladmi. Znamená to, že ak v prípade zvyšovania nákladov zároveň nevzniká úžitok pre zákazníka, úroveň hodnoty sa znižuje. Zvyšovať hodnotu je možné viacerými spôsobmi, a to znižovaním nákladov a zvyšovaním úžitku pre zákazníka, znižovaním nákladov pri konštantnom úžitku, zvyšovaním úžitku s využitím konštantných nákladov, ale aj výrazným zvýšením úžitku pri miernom raste nákladov. Výrobku sa pridáva hodnota, keď prebiehajú činnosti približujúce produkt zákazníkovi, ktoré je teda nevyhnutné vykonať na dosiahnutie jeho požadovaných vlastností. Pridanú hodnotu je možné stanoviť pomerom času, kedy je produktu pridávaná hodnota, k celkovej priebežnej dobe, počas ktorej produkt vzniká. Na základe toho je možné zistiť percentuálnu hodnotu doby, po ktorú je pridávaná hodnota výrobku vzhľadom k celkovej priebežnej dobe jeho vzniku a dodaniu zákazníkovi. Označuje sa termínom VA (value added) index a cieľom podnikov je zvyšovať jeho hodnotu najmä prostredníctvom skracovania celkovej priebežnej doby použitím techník moderného priemyselného inžinierstva, štíhlej výroby a logistiky. (Mašín, 2003, s. 10-12)

## 5.10 Kanban

Slovo kanban pochádza z japončiny a v preklade znamená karta alebo štítok. Pod týmto pojmom môžeme rozumieť práve kartu či štítok, ktorý sa využíva ako objednávka alebo signál v ťahových systémoch. Skladá sa z informácií ako napr. popis materiálu, miesto dodania alebo uloženia, ale aj aké je požadované množstvo. Druhým významom rozumíme metódu riadenia výroby, ktorá je založená na ťahovom princípe, a taktiež vizuálnych signáloch vyznačujúcich reálnu súčasnú požiadavku interných či externých zákazníkov. (Mašín, 2005, s. 39)

Podstatou kanbanu je teda ťah materiálu, dielov a súčiastok potrebných vo výrobnom procese v nadväznosti na tempo udávané výrobným cyklovým časom. Existujú dva okruhy



medzi tzv. odberateľom a dodávateľom v prostredí výrobnjej časti podniku, sú nimi informačný okruh a materiálový okruh. Snahou kanbanu je kopírovať výrobný takt, plniť aktuálne výrobné požiadavky na pracovisku zásobovaním požadovaného materiálového vstupu, a tým do značnej miery eliminovať vznik zbytočných skladových priestorov. Zabezpečuje sa to využívaním informácií, ktoré sa nachádzajú na kanban štítku, hlavnom informačnom prostriedku. Prostredníctvom kanban systému teda dochádza k znižovaniu veľkosti výrobných dávok, čím je možné pružnejšie reagovať na zákazníkove požiadavky podľa aktuálnej situácie v procese výroby, taktiež sa viaže nižší počet zásob pomocou čoho nedochádza k prílišnému vyťažovaniu skladových plôch. (Chromjaková a Rajnoha, 2011, s. 77)

### 5.11 CAD (Computer-Aided Design)

CAD výrazne zmenil spôsob, akým inžinieri vykonávajú svoje úlohy. Interpretácia termínu sa môže pohybovať od kreslenia a projektovania pomocou počítača až po technickú analýzu počítačom podporovanú. CAD najprv predstavovalo elektronickú kresliacu tabuľku, ktorá bola náhradou tradičnej metódy kreslenia na papier pomocou ceruzky. V priebehu rokov sa CAD vyvinul do solídneho modelovacieho nástroja so sofistikovanou plochou. Mnohí priemyselní inžinieri značne používajú CAD na usporiadanie layoutu, poniektorí aj na modelovanie výrobkov. CAD je neodmysliteľným nástrojom pre moderných priemyselných inžinierov. (Maynard a Zandin, 2001, s. 17.121)

CAD systémy nájdu stále väčšie využitie v oblasti usporiadania layoutu. Umožňujú používateľom vytvoriť grafické usporiadanie v 2D alebo 3D interaktívne s využitím funkcií a symbolov z knižníc unikátnych pre priemyselné zariadenia ako sú napr. regály a dopravníky. Okrem nástrojov na vytváranie usporiadania, poskytujú tieto softwarové programy aj širokú škálu analytických nástrojov, ktoré pomáhajú používateľovi vyhodnotiť rozloženie z hľadiska materiálového toku alebo prejdenej vzdialenosti. Plánovač rozloženia layoutu používa CAD a interaktívnu počítačovú grafiku na úpravu layoutu, zároveň programy poskytujú grafickú a numerickú analýzu zmien merítiek výkonnosti. Tento prístup zabezpečuje počítačové vykonávanie manuálneho procesu, kde sa výkon počítača používa na tvorbu a analýzu layoutu, pri čom všetky rozhodnutia sú prevedené plánovačom layoutu. (Maynard a Zandin, 2001, s. 17.131)

### 5.11.1 AutoCAD

AutoCAD je jedným z najúspešnejších CAD balíkov už od 80. rokov. Spočiatku bol kresliacim balíkom založeným na práci s počítačom, ktorý pracoval v prostredí MS-DOS. Postupne sa však vyvinul do úplného plnohodnotného CAD systému. Podporuje takmer všetky pokročilé funkcie nachádzajúce sa v drahších balíkoch a beží na väčšine počítačových platform. AutoCAD podporuje štandardný formát výmeny súborov DXF a jazyk rozhrania AutoLisp. (Maynard a Zandin, 2001, s. 17.135-17.136)

Najzákladnejšie funkcie programu AutoCAD sú 2D kresliace funkcie, kde je možné definovať 2D geometriu, do ktorej zahrňame čiary, kruhy a krivky. AutoCAD obsahuje možnosť aj 3D modelu. Na vytvorenie realistických obrázkov je možné použiť skryté algoritmy línií a povrchov. Anotácia a dimenzovanie sú tiež podporované. Textové a rozmerové symboly je možné umiestniť kdekoľvek na výkrese, z akéhokoľvek uhla a v akejkolvek veľkosti. Mnohé funkcie menu programu sa používajú na zjednodušenie procesu návrhu. Menu pomáha používateľovi vybrať správny príkaz a je používateľom konfigurovateľné. Používateľ môže tiež definovať symboly a tvary pomocou riadkov, oblúkov, kruhov a následne ich uložiť do súborov. Tvary je možné načítať a používať v programovom výkrese. Okrem výkresov, AutoCAD tiež obsahuje skutočnú schopnosť 3D modelovania. (Maynard a Zandin, 2001, s. 17.136-17.137)

## **II. PRAKTICKÁ ČÁST**

## 6 PREDSTAVENIE SPOLOČNOSTI BROSE

Spoločnosť Brose bola založená v roku 1908 v Berlíne, zakladateľom je Max Brose. Pôvodne sa jednalo o obchodnú spoločnosť zameranú na automobilové príslušenstvo. V roku 1919 spolu so svojím partnerom, Ernstom Jühlingom, rozšíril svoju podnikateľskú činnosť aj o výrobu automobilových komponentov.

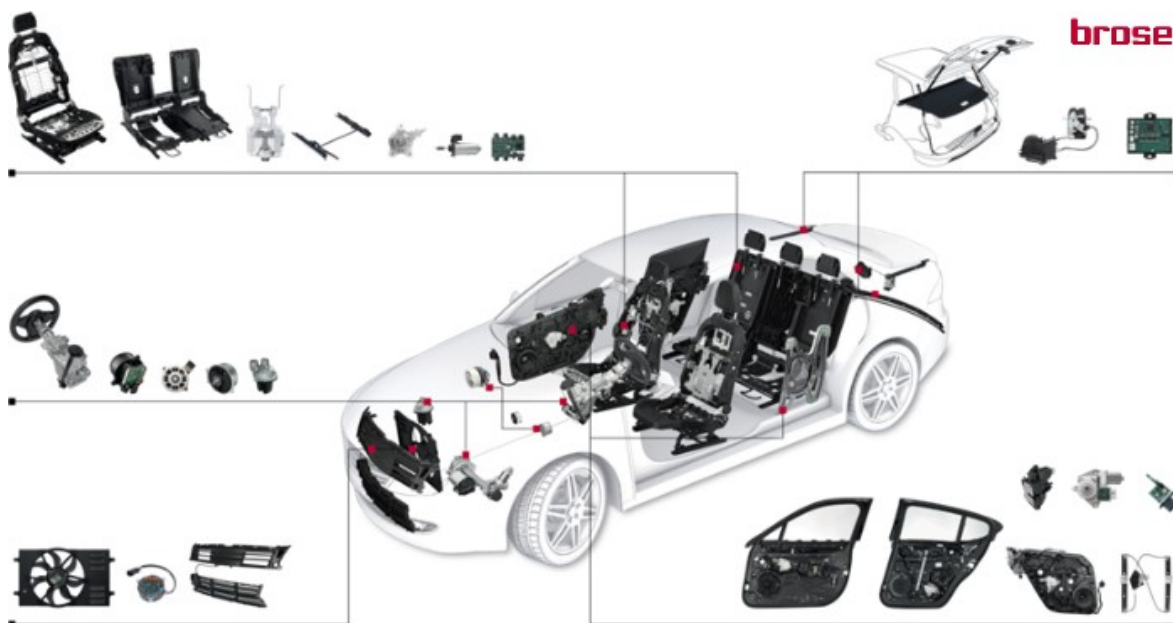
Sedemdesiate roky sú desaťročím prevratných zmien v podniku. Významným je rok 1971, kedy sa Michael Stoschek dostal do vedenia spoločnosti len vo veku 23 rokov. V tom čase má firma okolo 1000 zamestnancov. Okrem iného musel čeliť energetickým krízam a taktiež najväčšej výzve v podobe rastúcej globalizácie.

Postupom času spoločnosť stále rýchlejšie rástla a v súčasnosti zamestnáva viac ako 25 000 zamestnancov v 62 závodoch, ktoré sú situované v 23 krajinách po celom svete. Ako partner medzinárodného automobilového priemyslu je Brose dodávateľom pre 80 značiek automobilov, a taktiež dodáva viac ako 40 zákazníkom mechatronické systémy pre dvere, sedadlá a elektromotory. Ročne sa vygeneruje obrat v približnej hodnote 6,3 miliardy Euro. Výrobky zvyšujú komfort, bezpečnosť a hospodárnosť vo vozidle, a aj preto sa 8% obratu investuje do výskumu a vývoja. Hlavné sídlo má v Nemecku v meste Coburg.



Obr. 1 Lokácia závodov spoločnosti Brose

Spoločnosť sa zaoberá výrobou rôznych komponentov do automobilov, medzi ktoré patria napr. dverové a sedacie systémy, elektronicky komutované motory či ľahké konštrukcie. Približne každý druhý nový automobil v rámci sveta je vybavený aspoň jedným produktom tejto nadnárodnej spoločnosti.



*Obr. 2 Produkty spoločnosti Brose*

## 6.1 Brose Prievidza, spol. s r.o.

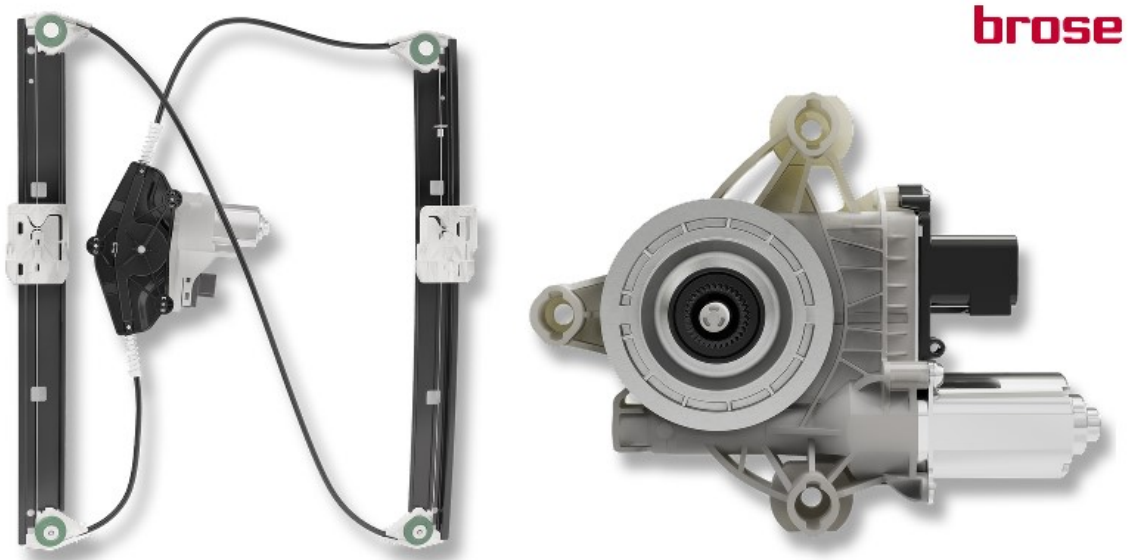
Brose Prievidza sa nachádza na území Slovenskej republiky a patrí k najmladším závodom spoločnosti. Do OR bola zapísaná v roku 2015, pri čom v priebehu nasledujúceho roka 2016 už bola vybudovaná prvá fáza závodu. Sériová výroba sa rozbehla v apríli roku 2017 a na začiatku roka 2018 už zamestnáva viac ako 500 zamestnancov. V druhej polovici roka 2018 sa plánuje dobudovanie druhej haly, a tým pádom dokončenie druhej fázy.

Očakáva sa, že do roku 2025 bude vybudovaných všetkých 5 naplánovaných výrobných hál, k tomu navyše aj budovy iného charakteru, ktorými sú napr. centrálna kantína, ale aj škôlka. Veľkou výhodou prievidzského závodu je okrem dobrej polohy aj to, že hneď vedľa závodu sa nachádza letisko, ktoré sa síce v súčasnosti používa najmä na rekreačné účely, no vo fáze riešenia je možnosť dobudovania letiska na takú úroveň, aby bolo možné využívať letisko aspoň na menšie pracovné lety.



*Obr. 3 Prvá fáza závodu Brose Prievidza*

V Brose Prievidza prebieha výroba na troch divíziách, v ktorých sa produkujú zdvíhače okien, motory pre zdvíhače okien a pohony pre zdvíhanie zadných dverí. V súčasnosti sa vyrábajú všetky výrobky v jedinej dobudovanej hale, ale pri dokončení druhej fázy sa produkcie zdvíhačov okien a pohonov pre zdvíhanie zadných dverí presunú do druhej haly.



*Obr. 4 Zdvíhače okien a motory pre zdvíhače okien*

Medzi najvýznamnejších zákazníkov patria výrobcovia automobilov v Európe a čiastočne v rámci celého sveta, napr. koncern Volkswagen so značkami VW, Audi, Porsche, Seat a Škoda, ako aj BMW, Daimler, Ford, Jaguar Land Rover a Volvo.

## 7 VYMEDZENIE PROJEKTU

## 7.1 SWOT analýza

Tab. 1 SWOT analýza

SWOT analýza									
Interné prostredie					Externé prostredie				
Silné stránky	Vedúci	PI	Autor práce	Celkové hodnotenie	Slabé stránky	Vedúci	PI	Autor práce	Celkové hodnotenie
	váha: 1,5	váha: 1,5	váha: 1			váha: 1,5	váha: 1,5	váha: 1	
Nová montážna linka	5	5	5	20	Tok materiálu vo výrobe	2	4	3	12
Podpora oddelenia PI	2	5	4	14,5	Chýbajúce skúsenosti s problematikou	1	1	5	8
Ochota pri poskytovaní dát	1	3	5	11	Neochota operátorov	4	3	5	15,5
Spolupráca so zamestnancami	2	3	4	11,5	Časová náročnosť	2	3	5	12,5
Príležitosti	Vedúci	PI	Autor práce	Celkové hodnotenie	Hrozby	Vedúci	PI	Autor práce	Celkové hodnotenie
	váha: 1,5	váha: 1,5	váha: 1			váha: 1,5	váha: 1,5	váha: 1	
Zvýšenie efektivity	4	4	4	16	Neuskutočnená realizácia projektu	5	5	5	20
Zvyšovanie zisku	5	2	1	11,5	Neprijaté návrhy na zlepšenie	1	2	5	9,5
Zlepšenie pracovných podmienok	3	5	5	17	Nespokojnosť spoločnosti	5	5	5	20
Spokojnosť zamestnancov	4	5	3	16,5	Nesúhlas spolupracovníkov na projekte	3	5	4	16
<b>Maximalizovať vplyv</b>					<b>Minimalizovať vplyv</b>				

## 7.2 Logický rámec

Tab. 2 Logický rámec

Strom cieľov		Objektívne overiteľné ukazovatele	Zdroje informácií k overeniu	Predpoklady
<b>Hlavný cieľ</b>	Zvýšenie ziskovosti závodu	EBIT	Mesačná porada vedenia	1. Záujem vedenia firmy a divízie pohonov pre zdvíhanie zadných dverí automobilu o realizáciu projektu
<b>Projektový cieľ</b>	Implementácia novej montážnej linky	Zvýšenie výkonu nad 97% Zmetkovitosť do 3% Zvýšenie OEE nad 83%	Celková efektivnosť strojných zariadení a linky finálnej montáže	2. Ochota zainteresovaných pracovníkov spolupracovať na projekte
<b>Výstupy projektu</b>	Proces implementácie	Úspešný proces implementácie	Diplomová práca, kap. 9	3. Realizácia projektu v danom čase a pri dosiahnutí očakávaných výsledkov
	Zlepšovanie procesu produkcie	Využitie štandardizácie a zlepšovacích metód	Diplomová práca, kap. 10	
	Napísaná diplomová práca	Diplomová práca	Systém DP	
<b>Aktivity</b>	Spracovanie štandardizovaných dokumentov	<b>Prostriedky</b>	<b>Časový rámec aktivít</b>	
	Využitie metódy 6S	Štandardizovanie potrebných činností vykonávaných na pracovisku	12/2017 - 01/2018	
	Vypracovanie MTM analýzy	Odhalenie a odstránenie nedostatkov na pracovisku	01/2018 - 02/2018	
		Použitie dostupnej metódy MTM Standard Data - Basic Data	02/2018 - 03/2018	



## 7.3 RIPRAN

Tab. 3 RIPRAN

	Hrozba	P hrozby	Scenár	P scenára	Celková P	Dopad	Hodnota rizika	Opatrenie
1	Neprevzatie novej montážnej linky	5%	Projekt nebude realizovaný	90%	4,5% MP	VD	SHR	Zabezpečiť plne pripravenú montážnu linku na prevzatie
2	Neoptimalizovaná montážna linka z DE	70%	Nedodržanie termínov	80%	56% SP	SD	SHR	Zabezpečenie optimalizácie montážnej linky v DE
3	Nedodržanie časového plánu	15%	Ohrozenie naplnenia všetkých cieľov DP	85%	12,75% MP	SD	NHR	Pravidelná kontrola časového plánu
4	Členovia tímu nespolupracujú	10%	Dezinformácia - nejednotná impl.	75%	7,5% MP	SD	NHR	Komunikácia, vyriešenie problému, prestavba tímu
5	Nesprávna komunikácia s DE	30%	Nesprávne nastavenie linky	60%	18% MP	SD	NHR	Jasné ujasnenie problému
6	Nesúhlas s vytvorenými návrhmi	5%	Realizovanie nových návrhov - nedodržanie ter.	95%	4,75% MP	VD	SHR	Prezentácia výsledkov s dôrazom na nedostatky montážnej linky

## 8 PROCES IMPLEMENTÁCIE V SPOLOČNOSTI BROSE

Proces implementácie v spoločnosti Brose má relatívne rozsiahly priebeh. Podieľa sa na ňom zákaznícky tím v spolupráci s priemyselnými inžiniermi a vedúcim divízie, súčasne za spolupráce nemeckých kolegov či už z Brose, alebo zo spoločnosti MAI, technickými expertami na opravu chýb, ktoré vznikli na implementovanej linke. Vzhľadom k tejto medzinárodnej spolupráci a zároveň k faktu, že korporátnym jazykom v spoločnosti Brose je angličtina, väčšina potrebných záležitostí súvisiacich so zavedením, bude uvedených práve v anglickom jazyku. V tomto prípade je našim zámerom náležite k nim podať čo najlepšie vysvetlenie. Na základe toho nestratí práca vhodné adresovanie, bez ohľadu na úroveň anglického jazyka. Práca obsahuje interné materiály spoločnosti, vlastne spracované.

Budeme sa venovať implementácii novej montážnej linky na divízii, kde sa produkujú pohony pre zdvíhanie zadných dverí, tzv. špindle. Jedná sa o linku finálnej montáže špindlov. V nasledujúcej tabuľke môžeme vidieť, v akom časovom intervale prebieha celý proces od úvodného rozhodnutia o zavedení novej linky až po jej konečné prijatie do závodu.

Tab. 4 Časový plán implementácie

Concept decision [CW/YY] Konceptné rozhodnutie	49/16
Specification [CW/YY] Špecifikácia	49/16
Purchase order [CW/YY] Nákupná objednávka	07/17
Delivery release [CW/YY] Kontrola novej linky	43/17
Implementation at plant [CW/YY] Implementácia do nového závodu	46/17
Final acceptance [CW/YY] Konečná akceptácia	09/18

Prvými krokmi sú vytvorenie špecifikácie montážnej linky a taktiež konceptného rozhodnutia, ktorému predchádza porovnanie jednotlivých konceptov, ďalej nasleduje nákupná objednávka. Po dobu ďalších pár týždňov sa uskutočňuje základné nastavenie a doladovanie linky, aby mohla byť prevzatá. V tomto období prebieha zaradenie viacerých podstatných metód do procesu, medzi ktoré patrí či už FMEA, ErgoCheck alebo

VSM. Taktiež sa rieši otázka, kde bude umiestnený daný stroj v novom závode z hľadiska layoutu. Spomínané predchádzajúce záležitosti týkajúce sa implementácie sú následne taktiež zahrnuté v konečnom koncepčnom rozhodnutí, ktoré bolo vytvorené a postupne sa dopĺňa o tieto ďalšie náležitosti.

Ďalším krokom je tzv. delivery release, čo vlastne znamená skontrolovanie novej linky či je pripravená na doručenie a teda implementáciu do nového závodu. Zúčastňujú sa ho traja miestni ľudia v nemeckom závode: človek, ktorý je zodpovedný za obstarávaciu funkciu ohľadom spomínaného stroja, dodávateľská kontaktná osoba a člen nákupného oddelenia, ktorý spolupracuje v tejto veci. Štvrtým členom podieľajúcim sa svojím podpisom na tomto kroku je zodpovedná osoba z priamo zainteresovaného nákladového strediska preberajúceho závodu, v tomto prípade je to vedúci divízie pohonov pre zdvíhanie zadných dverí automobilu.

Ak mal predchádzajúci krok úspešný priebeh, nastáva prevezenie novej montážnej linky do cieľového závodu a jej následná fyzická implementácia na vopred stanovené miesto. Nasleduje postupné zavádzanie nových strojných zariadení do chodu. Pri montáži skúšobných kusov sa zisťujú technické nedostatky, ktoré sa ešte vyskytujú. V tomto čase sa procesu implementácie zúčastňujú spomínaní nemeckí technickí experti zo spoločnosti MAI, a taktiež aj kolegovia z Brose, ktorí sa rovnako zapájajú pri zavádzaní strojných zariadení. Po odstránení hlavných závažných nedostatkov sa plynulo prechádza k poslednému kroku implementácie, ktorým je konečné prijatie novej montážnej linky.

## 8.1 Komparácia konceptov

Ešte pred samotným koncepčným rozhodnutím boli vytvorené tri alternatívy, akým spôsobom môže prebiehať montáž na novej linke. Prvá alternatíva zahŕňa možnosť pätnásť pracovných zmien v priebehu pracovného týždňa, tzn. tri zmeny (ranná, poobedná, nočná) a to každý pracovný deň. Predpokladaný čas potrebný na montáž jedného kusu (te time) je približne tri minúty. Ďalej sa počíta s maximálnym možným objemom montovaných kusov v danom čase. Pri čom na linke sa nachádzajú štyri pracovné stanice a jedna koncová kontrolná stanica tzv. EOL (end of line) v tvare U. Druhá možnosť taktiež zahŕňa pätnásť pracovných zmien do týždňa, líši sa v tom, že sa počíta len s už práve kontraktovaným objemom produkcie. Tretí koncept je v podstate rovnaký ako koncept číslo jedna, rozdiel je v tom, že sa v tomto prípade uvažuje s osemnástimi pracovnými zmenami v týždni, tzn. predpokladá sa využitie montážnej linky aj v troch zmenách v sobotu. Tento koncept však

bude pravdepodobne využitý iba vo výnimočných prípadoch, pretože je na jednej strane aj o niečo finančne nákladnejší, ale rovnako tak bude v prípade pätnástich zmien spokojná aj väčšina zamestnancov pracujúcich na danej montážnej linke, pretože budú pracovať na tejto pozícii len v priebehu pracovného týždňa.



Concept comparison		Basic data index:	Basic data index: 113.2
Customer project	C-0005		
Product description	PLC Kit spindle assembly line Gen 2 active 5		
Responsible industrial engineer	TP1-4		
Production step	Assembly line		

Description	Concept 1	Concept 2	Concept 3
	Final-assembly active spindle drive GEN II on assembly line 5 and EOL	Final-assembly active spindle drive GEN II on assembly line 5 and EOL	Final-assembly active spindle drive GEN II on assembly line 5 and EOL
	with max. Volume and 15 shifts	->mixed to Volume planing: 3 min/piece in PRI	same as concept 1 but with 18 Shifts
	->mixed to Volume planing: 3 min/piece in PRI	with contracted Volume and 15 shifts	->mixed to Volume planing: 3 min/piece in PRI
	concept: single workstations in U-shape; testing on EOL	concept: single workstations in U-shape; testing on EOL	concept: single workstations in U-shape; testing on EOL

#### Project data

	Prievidza	Prievidza	Prievidza
Location	batch	batch	batch
Type of production [sequence or batch]	batch	batch	batch
Shifts per day	3 shifts/day	3 shifts/day	3 shifts/day
Shifts on Saturday	0 shifts saturday	0 shifts saturday	3 shifts saturday
Proposal workdays per year (Mo - Fr)	247 days/year	247 days/year	247 days/year
Proposal additional workdays per year (Saturdays)	0 days/year	0 days/year	52 days/year
Actual workdays per year (Mo - Fr)	247 days/year	247 days/year	247 days/year
Actual workdays per year (Saturday)	0 days/year	0 days/year	52 days/year

#### Obr. 5 Komparácia konceptov

Z toho vyplýva, že v prvej a druhej alternatíve je k dispozícii približne 250 pracovných dní do roka (247 pre rok 2017). V treťom koncepte, ktorý zahŕňa navyše tri pracovné zmeny v sobotu, bude fond pracovného času navýšený cca o 50 dní, takže celkovo môžeme počítať s približne 300 dňami do roka.

Porovnania konceptov okrem spomínaného obsahujú taktiež základné informácie o operátoroch pracujúcich na danej montážnej linke, nájdeme tu napr. priemernú hodinovú sadzbu; základný čas potrebný na montáž jedného kusu vrátane 7% prirážky tzv. allowance time; ďalej priemerná výkonová norma operátora, ktorá je v Brose stanovená na 130%. Nachádzajú sa v nich tiež predbežné a cieľové informácie napr. o OEE, približný nastavovací čas na jednu dávku, strojový čas (takt time), maximálny počet zmontovaných kusov za rok, celková výrobná plocha potrebná pre danú montážnu linku, ale aj informácie

o spotrebe energie a odpadov súvisiacich s jej chodom. K väčšine týchto súvislostí s implementáciou sa však priamo dostaneme v ďalšom priebehu.

## 8.2 Konceptné rozhodnutie

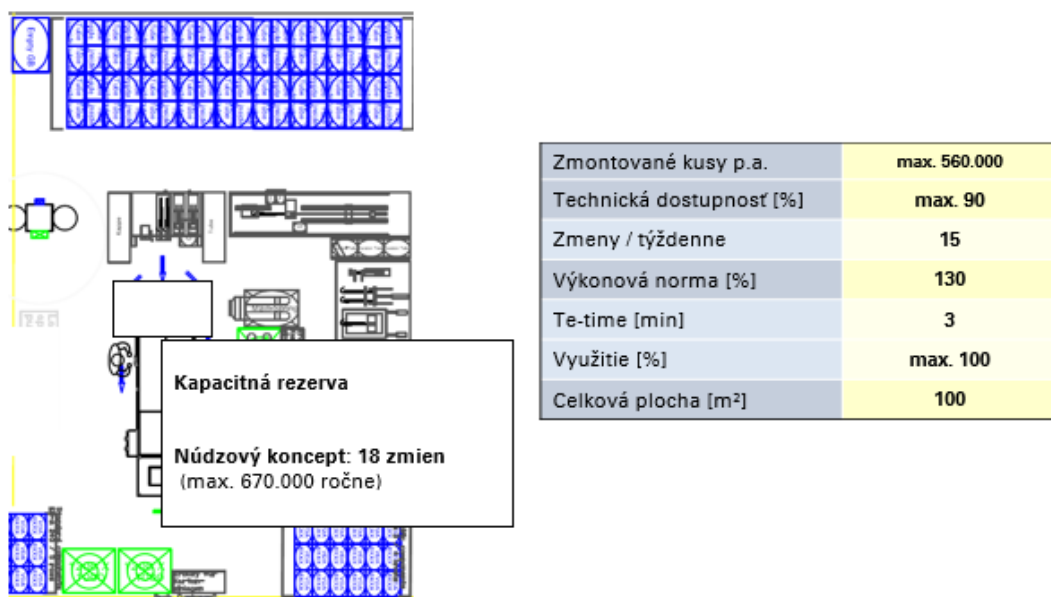
Po dôkladnom prehodnotení všetkých troch konceptov sme sa rozhodli primárne zvoliť prvú alternatívu, ktorým je pätnásť zmenný režim s maximálnym možným objemom zmontovaných kusov. No súčasne ostala taktiež otvorená tretia možnosť, ktorá zahŕňala osemnásť zmien, tzn. chod linky aj počas sobôt. A to z toho dôvodu, že ak by bolo nutné vyprodukovať viac kusov, tak je možné plynulo prejsť či už dočasne, alebo prípadne aj natrvalo na tento koncept.

### Concept decision

PLC Kit spindle assembly line Gen. 2 active 5



**Concept Proposal:** *Single working place with circular radial run-out, double EOL*



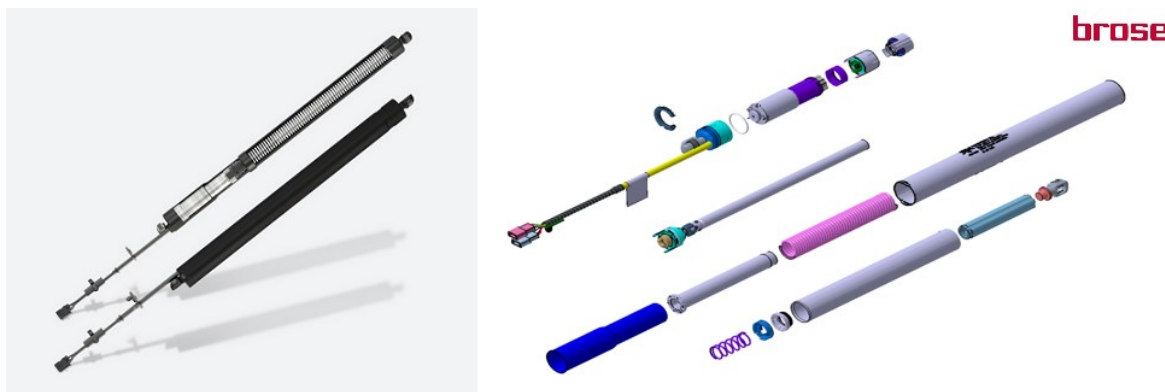
Obr. 6 Konceptné rozhodnutie

Základnými údajmi sú okrem spomínaných pätnástich zmien rovnako aj maximálny počet cca 560 tisíc možných zmontovaných kusov ročne, technická dostupnosť a teda OEE, ktoré je reálne možné mať na max. hodnote 90%, spomínaná priemerná výkonová norma operátora stanovená na úrovni 130%, priemerný čas potrebný na montáž jedného kusu na približnej úrovni 3 minút, maximálne 100% využitie stroja za daných podmienok, pri čom celková plocha potrebná pre montážnu linku je približne 100 m<sup>2</sup>. V prípade nutnosti využi-

tia režimu s osemnástimi zmenami je ročný maximálny počet zmontovaných kusov cca 670 tisíc.

### 8.2.1 Opis produktu

Súčasťou koncepčného rozhodnutia je taktiež opis produktu, ktorý sa na linke koncovej montáže produkuje. Ide o pohon pre zdvíhanie zadných dverí automobilu, nazývaný ako špindel. Skladá sa z viacerých súčiastok, medzi ktoré patrí napr. pop-up pružina, torzná tuba, káblový modul, kompresná pružina a mnoho ďalších. Pri čom niektoré z nich ešte pred koncovou montážou prechádzajú procesmi predmontáže, aby boli skompletizované do požadovanej podoby pre finálnu montáž špindla.

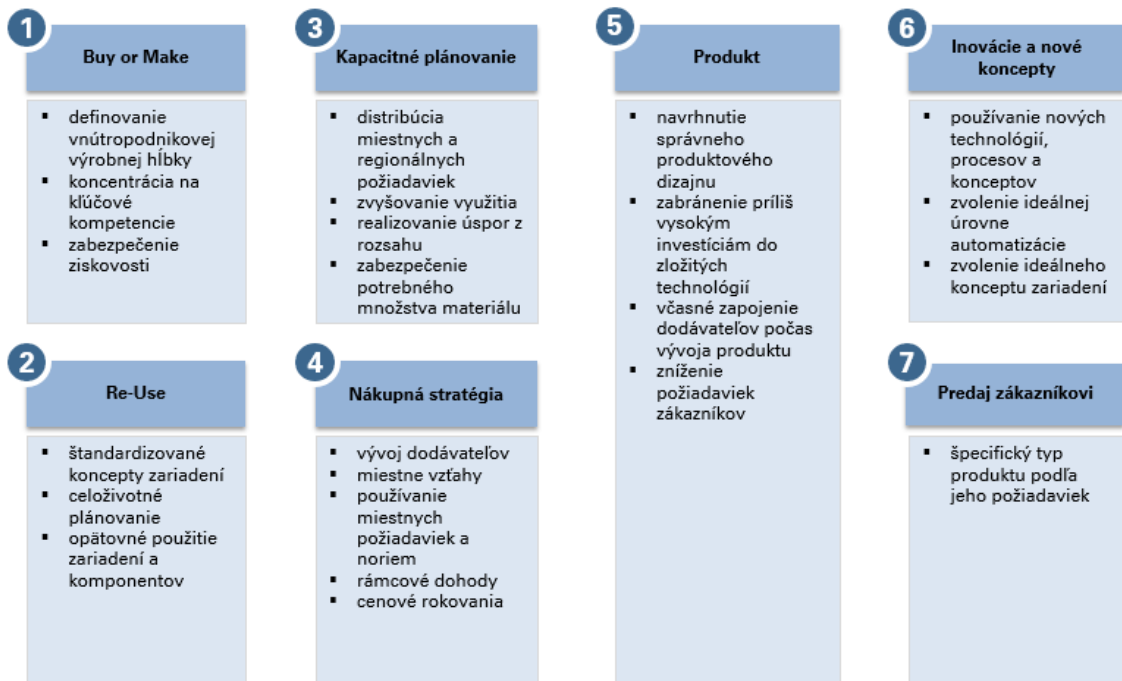


Obr. 7 Špindel – pohon pre zdvíhanie zadných dverí automobilu

### 8.2.2 Potenciály na zníženie investícií

V koncepčnom rozhodnutí je zahrnutá aj tzv. páka potenciálov na zníženie investícií, ktoré je možné aplikovať na jednotlivé komponenty, ale aj na samotný projekt. Nachádza sa v nej základné delenie, ako je možné postupovať pri viacerých otázkach. Potrebne je uvedomiť si, ktoré súčiastky je výhodnejšie nakupovať než vyrábať, v prípade vyrábania je nutné definovať kde a akým spôsobom bude produkcia prebiehať. Zamerať sa treba aj na možnosť opätovného použitia jednotlivých zariadení a komponentov, štandardizovať koncepty zariadení a sústrediť sa na tzv. celoživotné plánovanie. Čo sa týka kapacitného plánovania, snahou je neustále zvyšovať využitie, realizovať úspory z rozsahu, zabezpečiť potrebné množstvo materiálu v danom časovom intervale, aby nevznikali príliš vysoké zásoby, a rovnako tak riešiť otázku distribúcie miestnych a regionálnych požiadaviek. Zvoliť správnu nákupnú stratégiu s ohľadom na vývoj dodávateľov, miestne vzťahy, rámcové dohody, cenové rokovania a používať miestne požiadavky a normy. Navrhnuť správny produktový dizajn, ale zároveň zabrániť príliš vysokým investíciám do zložitých technoló-

gii, včasne zapojiť dodávateľov počas vývoja produktu a pokúsiť sa znížiť požiadavky zákazníkov. Používať nové technológie, procesy a koncepty, zvoliť ideálnu úroveň automatizácie a ideálny koncept zariadení. Predať zákazníkovi špecifický typ produktu podľa jeho požiadaviek.



Obr. 8 Potenciály na zníženie investícií

### 8.2.3 Ostatné časti koncepčného rozhodnutia

Do koncepčného rozhodnutia sa okrem spomínaného zahŕňajú aj všeobecné informácie o tom, pre ktoré automobilky sa už vie, že sa budú na linke finálnej montáže produkovať špindle. Súčasťou čoho je informácia o už kontraktovaných objemoch predaja na danej linke a spôsob balenia pre jednotlivé automobilky, aké boxy sa použijú a po koľkých kusoch. Ďalej sa v ňom vyskytuje napr. aj tzv. backup concept, kde je spomenuté ako postupovať v prípade poruchy či už niektorej z pracovných staníc, alebo stanice EOL.

## 8.3 Špecifikácia

Špecifikácii montážnej linky sa pripisuje mimoriadny význam, bola vypracovaná s priamym odkazom na systémové štandardy spoločnosti Brose a dodržiavanie ustanovení týchto systémových štandardov musí byť zaručené v štádiu realizácie projektu. Zmeny alebo variácie je v tomto prípade možné vykonávať len vzájomnou dohodou a je nutné, aby boli vyjadrené písomne.

Špecifikácia predstavuje základné požiadavky, ktoré sú nutné pri implementácii danej montážnej linky a obsahuje informácie podstatné pre samotnú linku ako takú. Dané požiadavky poskytujú adekvátne riešenie vhodné pre príslušnú technickú aplikáciu. Okrem iného sa kladie dôraz taktiež na otázku energetickej účinnosti a životného prostredia. Napísaná je v nemeckom aj anglickom jazyku súčasne.



## LASTENHEFT/ SPECIFICATION

Projekt/  
Project

C-0005

5. Spindelanlage aktiv GEN II – PRI

5th assembly line for spindle drive active GEN II – PRI

Lastenheft- EK- Nr./

Specification EK No: 0161221\_00

*Obr. 9 Úvod špecifikácie*

### 8.3.1 Opis výrobného zariadenia

Špecifikácia obsahuje opis výrobného zariadenia, kde sú uvedené nasledujúce náležitosti. Predmetom špecifikácie je montážna linka pre pohon určený na zdvíhanie zadných dverí druhej generácie, ktorá sa skladá zo štyroch pracovných staníc a kontrolnej stanice EOL. Objednávka pozostáva z projektovania, návrhu, montáže, uvedenia do prevádzky a dodávky systému. Vzhľadom na obrovský počet variantov musí byť systém navrhnutý tak, aby bol modulárny. Varianty sú výsledkom meniacich sa jednotlivých častí a dĺžok v rámci výrobku. Montáž všetkých definovaných variantov vrátane príslušných skupín komponentov musí byť možná v systéme, ako aj možnosť nastaviť potrebné hodnoty v systéme. Uvedené je, aké maximálne hodnoty sa musia brať do úvahy, čo sa týka napätia, frekvencie, úrovne hluku, ale aj podlahového zaťaženia, taktiež aká je maximálna možná prístupná teplota v prostredí a či sa tam nachádza klimatizácia.



System musí byť zostavený podľa pracovného poriadku a bezpečnosti práce. Vysoko presné procesné stanice musia byť navrhnuté tak, aby zodpovedajúce komponenty boli namontované na stabilný rám konštrukcie. Označenie systému musí byť vykonané podľa stanovenej formy a rovnako je nutné, aby požadovaná farba zariadenia bola v štandardnej Brose farbe. Všetky procesy a upínacie prípravky nesmú spôsobiť škrabance, škody a ani iné poškodenia komponentov. Alternatívy, zmeny a vylepšenia konceptu, ktoré vedú k zlepšeniu ľahkej montáže a zníženiu nákladov na zariadenia, by mal dodávateľ kedykoľvek uviesť.

### 8.3.2 Opis variantov a procesných sekvencií

V opise variantov sa vyskytujú pomenované jednotlivé komponenty, ktoré sú potrebné na vyhotovenie daného variantu špindla, pri čom konečný index výkresov musí byť stanovený pred zadaním zákazky. Okrem názvu komponentu je uvedené, aj v čom konkrétne sú umiestnené, či už ide napr. o KLT boxy, alebo kartóny, a zároveň koľko kusov obsahujú.

Opis procesných sekvencií pozostáva z postupného predstavenia jednotlivých sekvencií, z ktorých sa proces montáže špindla skladá, pri čom sú rozdelené od prvej pracovnej stanice montážnej linky až po štvrtú. Rovnako obsahuje popis použitých technologických procesov pri montáži, medzi ktoré patrí mazanie, krimpovanie, a taktiež upevňovacie technológie ako skrutkovanie.

### 8.3.3 Výkonnosť systému a požiadavky na systém

Výkonnosť systému obsahuje informácie o procesnom čase v manuálnych montážnych sekvenciách, pri čom je stanovený max. požadovaný čas jednotlivých sekvencií na pracovných staniách. Ďalšími informáciami k spomínaným sekvenciám sú body, v ktorých začína a končí daný proces. Ďalej je určená požadovaná spôsobilosť nastavenia zariadenia, pri čom čas nastavenia od posledného OK kusu z prvej dávky po prvý OK kus druhej dávky nesmie trvať dlhšie ako desať minút.

Stanovené sú taktiež požiadavky na systém, ktoré obsahujú viacero náležitostí. Patria sem napr. otázky zamerané na:

- osvetlenie – pracovné stanice s väčšou mierou ručnej práce musia byť osvetlené, vnútri poloautomatických a automatických montážnych buniek tiež musí byť inštalované osvetlenie
- signálne osvetlenie – znázorňuje stav systému, červená farba znamená systémové zlyhanie, žltá abnormálny stav a ak svieti zelená, tak proces beží v poriadku

- vizualizačné rozhranie – prevádzka ovládacích panelov, programovacích a riadiacich jednotiek musí byť ľahko pochopiteľná a výkonná, je nutné aby všetky zobrazenia v textovej podobe mali možnosť prechodu medzi minimálne dvomi jazykmi: národným jazykom v danej lokalite, takže v tomto prípade je to slovenčina a korporátnym jazykom spoločnosti, ktorým je angličtina, ostatné jazyky sú dobrovoľné

### 8.3.4 Štúdie spôsobilosti

Štúdie spôsobilosti obsahujú požadované nominálne hodnoty pri nastavovaní parametrov jednotlivých procesov, ktoré na montážnej linke prebiehajú. Predpísané sú tiež horné a dolné medze, v akých je odporúčaný rozdiel parametrov oproti nominálnej hodnote. Pri spôsobilosti meracieho systému musí byť zabezpečené overenie linearity. Vo všeobecnosti je to potrebné pre charakteristiky v rámci širokého meracieho rozsahu. Odporúča sa zvoliť veľkosť vzorky viac ako 25 v prípade veľmi zložitých meraní.

### 8.3.5 Ostatné časti špecifikácie

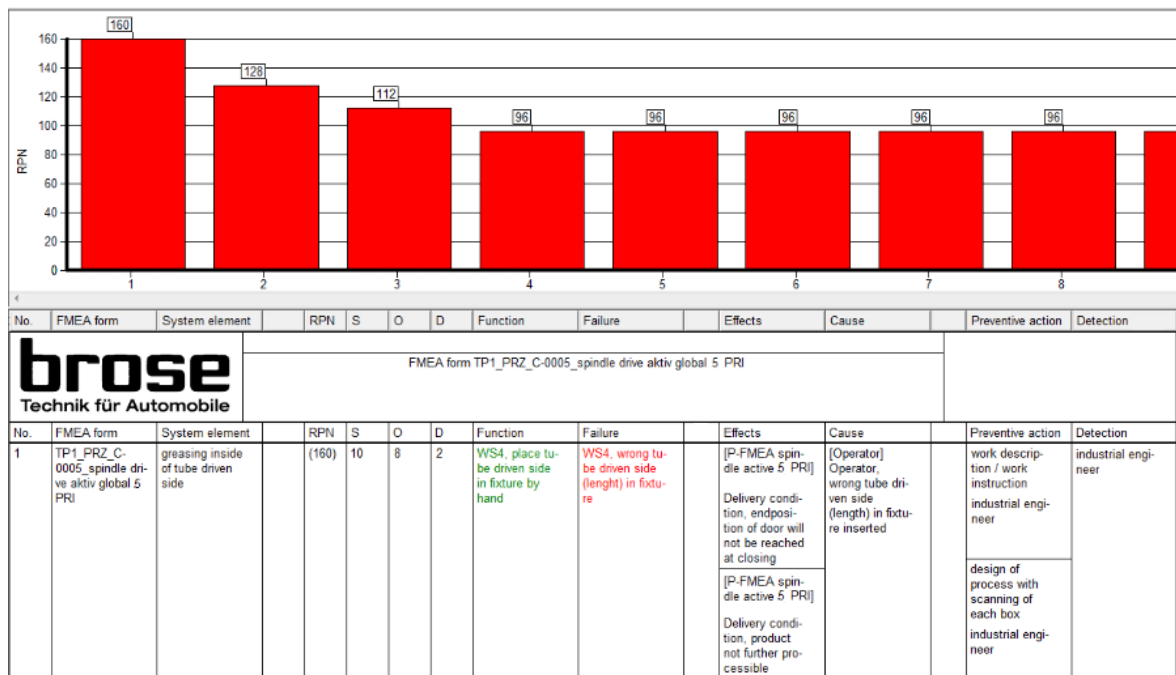
Okrem spomínaného patria ešte do obsahu špecifikácie: rozsah dodávky a obsah ponuky, hlavný časový plán, kontaktné osoby, akceptačné kritériá, Brose štandardy a ďalšie použiteľné dokumenty.

## 8.4 FMEA (Failure Mode and Effect Analysis)

V rámci procesu implementácie je zahrnutá taktiež FMEA analýza. Potrebné je odhaliť a odstrániť potenciálne najzávažnejšie a najpravdepodobnejšie vady, ktoré môžu vzniknúť. Na nasledujúcom obrázku, ktorý obsahuje graf a tabuľku, môžeme vidieť, aké najzávažnejšie hodnoty chýb sa nám podarilo odhaliť. RPN (Risk Priority Number) predstavuje rizikóvu hodnotu odhalenej chyby a zistíme ju súčinom ďalších hodnôt S (Severity), O (Occurrence), D (Detection), ktorými sú teda závažnosť, výskyt a odhaliteľnosť danej vady.

Potenciálne najzávažnejšou a najpravdepodobnejšou odhalenou vadou je nesprávna dĺžka tuby poháňanej strany vloženej do prípravku pri mazaní vnútornej strany tuby na štvrtej pracovnej stanici, ktorá je umiestňovaná rukami operátora. Chyba vznikla teda príčinou operátora, ktorý vložil nesprávnu tubu do určeného prípravku a efektami chyby sú, že sa nedosiahne koncová poloha dverí pri zatváraní a produkt teda nemôže byť ďalej spracovateľný. Odhalená bola priemyselným inžinierom, ktorého snahou je rovnako tak zabezpečiť odstránenie tejto chyby tým, že upraví popis činnosti v pracovnej inštrukcii a navrhne pro-

ces so skenovaním každej krabice, kde sa nachádzajú jednotlivé komponenty požadované pre danú pracovnú činnosť.



Obr. 10 FMEA analýza

Ďalšími potenciálne najzávažnejšími a najpravdepodobnejšími chybami, ktoré sa nám podarilo odhaliť, sú:

- podobne ako pri prvej chybe, ibaže operátor vkladá tubu, ktorá je zložená z iného materiálu; buď nie je možné zatvoriť dvere prípravku, alebo nastáva porucha špindla a jeho hlučnosť; chyba sa odstráni rovnakými opatreniami ako v prvom prípade
- operátor spája spojku a brzdu v nesprávnej pozícii pri montáži káblového modulu na prvej pracovnej stanici; spôsobuje to hlučnosť pohonu špindla; možným riešením je navrhnutie procesu so zarovnaním na správnu pozíciu
- možný pád komponentov pri ručnej manipulácii operátora; v prípade ich použitia vznikne pravdepodobne chybný špindel; vytvoriť pokyny na zaobchádzanie s padnutými komponentmi
- v procese montáže tuby, c-clipu a koncového krytu na špindel je káblový zväzok v nesprávnej polohe vplyvom operátora na štvrtej pracovnej stanici; káblový zväzok je tak poškodený, a tým pádom aj celý špindel; je nutné, aby bol správny postup zahrnutý v pracovnej inštrukcii

- v rovnakom procese montáže ako pri predchádzajúcej chybe je narušená izolácia krytu káblových zväzkov; nie je zaistená priepustnosť voči prachu a ďalším vplyvom, môžu vzniknúť korózie, takže špindel je chybný, navyše nie sú splnené požiadavky na vzhľad viditeľných častí; opäť tomu môžeme zabrániť uvedením operátorov v pracovnej inštrukcii
- nesprávne zaobchádzanie operátora na druhej pracovnej stanici pri montáži namaзанej torznej tuby do motorovej, poškodenie obrysu vretenovej matice; dochádza k hlučnosti pohonu špindla; správne upovedomenie operátorov pracovnou inštrukciou dopomôže k eliminovaniu chyby
- na testovacej stanici vplyvom veľkej sily operátora môže špindel zapadnúť do nesprávneho uhla v testovacom zariadení; produkt sa tým poškodzuje a nemôže byť správne testovaný; taktiež v tomto prípade je veľmi potrebné správne poučiť pracovníkov o korektnom zaobchádzaní najmä pracovnou inštrukciou
- chyba vzniknutá pri balení hotových výrobkov, keď NOK produkty boli operátorom stanovené ako OK; nie je prípustné, aby boli nesprávne zmontované kusy odoslané zákazníčkovi; vhodné vytvoriť inštrukciu s odkazom na limitované vzorky a katalóg porúch

## 8.5 ErgoCheck

Správne nastavenie novej montážnej linky je podstatné taktiež z ergonomického hľadiska. Veľmi dôležité je, aby operátori mohli vykonávať vyžadovanú pracovnú činnosť bez obmedzení a rovnako tak im nespôsobovala žiadne zdravotné ťažkosti. V opačnom prípade, teda keď nie sú linka a pracovné prostredie správne prispôsobené potrebám pracovníkov, zvyšuje to ich nespokojnosť a tým nechotu pracovať na danej pracovnej pozícii. Okrem toho, ak by vznikol u nich zdravotný problém prostredníctvom vykonávania svojej práce, v neposlednom rade to so sebou prináša aj nežiaduce náklady.

Na základe toho je potrebné spraviť nevyhnutnú ergonomickú analýzu, tzv. ErgoCheck, aby sa zistilo či nová montážna linka spĺňa požadovaný stav aj práve z ergonomického pohľadu. Na nasledujúcom obrázku môžeme vidieť, v akom stave je nová linka z hľadiska ergónómie a či napĺňa vyžadované hodnoty. Zameriavali sme sa na štyri primárne oblasti, ktorými sú celkové prispôsobenie linky a pracovného prostredia operátorovi, držanie jeho tela pri vykonávaní pracovnej činnosti, aké sily je nutné vynaložiť na jej prevedenie a ako musí manipulovať s bremenami.

ErgoCheck		0 - 25 Work system recommended; Measures are not required		> 25 - 50 Work system only partly recommendable; Take action if possible		> 50 Work system is not recommended; Measures required for permanent use		undo						
Plant location:	PRI	Line:	Spindle drive GEN II global_Aktiv 5			Analyst:	IE9	Date:	27.9.2017					
General Design		Body Posture		Forces	Load Handling	Total Body			Evaluation					
4		8		0	0	12			Select					
Celkové prispôsobenie									Výskyt problému					
1.	Ako je utvorená pohybová oblasť?			<input type="radio"/>	zle	<input checked="" type="radio"/>	dobre	<input type="checkbox"/>	Info					
2.	Vyskytuje sa neprirodzené držanie?			<input type="radio"/>	áno	<input checked="" type="radio"/>	nie	<input type="checkbox"/>	Info					
3.	Umiestnenie materiálu vo vzdialenosti do 5m?			<input type="radio"/>	nie	<input checked="" type="radio"/>	áno	<input type="checkbox"/>	Info					
4.	Otáčanie s predmetom nad 3kg o 180° a viac?			<input type="radio"/>	áno	<input checked="" type="radio"/>	nie	<input type="checkbox"/>	Info					
5.	Je nutná úplná presnosť?			<input type="radio"/>	áno	<input checked="" type="radio"/>	nie	<input type="checkbox"/>	Info					
6.	Koľko akcií je vykonávaných v priebehu 1min?			<input type="radio"/>	> 20/min	<input checked="" type="radio"/>	≤ 20/min	<input type="checkbox"/>	Info					
7.	Dochádza k nepriaznivým pozíciám kĺbov?			<input checked="" type="radio"/>	áno	<input type="radio"/>	nie	<input type="checkbox"/>	Info Vloženie guľovej panvy					
8.	Používa sa ruka ako kladivo?			<input type="radio"/>	áno	<input checked="" type="radio"/>	nie	<input type="checkbox"/>	Info					
Držanie tela														
9.	Je možná zmena pracovnej pozície?			<input type="radio"/>	nie	<input checked="" type="radio"/>	áno	<input type="checkbox"/>	Info					
10.	Aká je pracovná zóna z hľadiska uhla paží?			<input type="radio"/>	zle	<input checked="" type="radio"/>	nevhodne	<input type="radio"/>	optimal	Info Pružinový upínací priestor				
11.	Aká je výška pracovného priestoru?			<input checked="" type="radio"/>	nevhodne	<input type="radio"/>	optimal	<input checked="" type="radio"/>	optimal	Info				
12.	Aké je všeobecné držanie tela?			<input type="radio"/>	zle	<input checked="" type="radio"/>	nevhodne	<input type="radio"/>	optimal	Info Pružina z GBO				
13.	Aké je všeobecné držanie paží?			<input type="radio"/>	nad hlavou	<input checked="" type="radio"/>	rovnako ramien	<input checked="" type="radio"/>	optimal	Info				
Sily														
14.	Silová záťaž prstov a rúk [N]			<input type="radio"/>	> 50	<input type="radio"/>	> 40 - 50	<input type="radio"/>	> 30 - 40	<input checked="" type="radio"/>	0 - 30	Info		
15.	Počet za minútu			<input type="radio"/>	> 20/min	<input type="radio"/>	≤ 20/min	<input type="radio"/>	≤ 10/min	<input type="radio"/>	≤ 4/min	<input checked="" type="radio"/>	< 1/min	Info
16.	Silová záťaž paží a ramien [N]			<input type="radio"/>	> 200	<input type="radio"/>	> 135 - 200	<input type="radio"/>	> 75 - 135	<input type="radio"/>	> 40 - 75	<input checked="" type="radio"/>	0 - 40	Info
17.	Počet za minútu			<input type="radio"/>	> 7/min	<input type="radio"/>	> 4 - 7/min	<input type="radio"/>	≥ 2 - 4/min	<input type="radio"/>	≥ 1/min	<input checked="" type="radio"/>	< 1/min	Info
Manipulovanie s bremenami														
18.	Manipulácia s bremenami [kg]			<input type="radio"/>	> 15	<input checked="" type="radio"/>	> 6 - 15	<input type="radio"/>	> 3 - 6	<input type="radio"/>	0 - 3	<input type="checkbox"/>	Info	
19.	Počet za zmenu			<input type="radio"/>	> 500	<input type="radio"/>	> 200 - 500	<input type="radio"/>	> 70 - 200	<input type="radio"/>	> 5 - 70	<input checked="" type="radio"/>	≤ 5	Info
20.	Držanie tela počas manipulácie s bremenami			<input type="radio"/>	zle	<input checked="" type="radio"/>	nevhodne	<input type="radio"/>	optimal	<input type="checkbox"/>	Info			
21.	Man. s bremenami (pull/push) [kg]			<input type="radio"/>	> 450	<input type="radio"/>	> 300 - 450	<input checked="" type="radio"/>	> 100 - 300	<input type="radio"/>	> 50 - 100	<input type="radio"/>	≤ 50	Info
22.	Počet za zmenu			<input type="radio"/>	> 500	<input type="radio"/>	> 200 - 500	<input type="radio"/>	> 70 - 200	<input type="radio"/>	> 5 - 70	<input checked="" type="radio"/>	≤ 5	Info
23.	Ostatné komentáre													

Obr. 11 ErgoCheck

Po prevedení ergonomického analýzy sme zistili nasledovné:

Pohybová oblasť pracoviska je dobre utvorená, pracovník nemá pri práci neprirodzené držanie, materiál je umiestnený vo vzdialenosti do piatich metrov, operátor sa neotáča s predmetom ťažším ako tri kilogramy o 180 stupňov a viac, navyše v tomto prípade nie je nutná úplná presnosť, vykonáva sa maximálne dvadsať akcií za minútu (uchopiť a umiestniť je považované za jednu akciu), ruka sa nepoužíva ako kladivo. Jediným záporným bodom v pohľade na celkové prispôsobenie linky a pracovného prostredia pracovníkom je, že pri pracovnom úkone vloženia guľovej panvy dochádza k nepriaznivým pozíciám kĺbov operátorov. Práve táto skutočnosť spôsobuje štyri negatívne body celkového prispôsobenia do ergonomického hodnotenia linky.

Z pohľadu postojov tela pracovníka sme sa zamerali na ďalšie ergonomické otázky. Zmena pracovnej pozície je možná, operátor neprevádza stále len jednu činnosť, výška pracovného priestoru je optimálna, taktiež je optimálna aj držanie paží pri vykonávaní náplne práce, naopak pracovná zóna je z hľadiska uhla paží nepriaznivá v jednom prípade, rovnako tak aj všeobecné držanie tela. Každý z týchto faktov zapríčiňuje rast celkového hodnotenia po ďalšie štyri body.

V prípade vynaložených síl potrebných na vykonanie daných operácií sme zistili priaznivé informácie. Silová záťaž ako prstov a rúk, tak aj paží a ramien sa nachádza v najnižšom možnom rozpätí 0-30 resp. 0-40 N, pri čom nastáva k vynaloženiu sily v oboch prípadoch v priemere menej ako raz za minútu. Znamená to, že v tomto prípade sa nachádzame v optimálnych hodnotách.

Štvrtou oblasťou, na ktorú sme sa z ergonomického hľadiska zameriavali je manipulácia s bremenami. Aj keď pracovníci narábajú s KLT boxami, ktorých hmotnosť sa nachádza v rozmedzí šesť až pätnásť kilogramov a nemajú pri tom priaznivé držanie tela, tak túto činnosť nevykonávajú viac ako päťkrát za zmenu. Vyplýva z toho, že to nijak neovplyvňuje celkové ergonomické hodnotenie, ale ak by s nimi zaobchádzal viackrát za smenu, tak by to spôsobilo nárast minimálne o osem bodov. Rovnako to je aj v prípade ťahania alebo tlačenia gitterboxov, ktoré síce majú v rozpätí sto až tristo kilogramov, ale taktiež s nimi pracovníci nemanipulujú viac ako päťkrát za zmenu. Na základe týchto skutočností sa ani manipulácia s bremenami negatívne nepremietne v celkovom hodnotení, aj keď sa trikrát nachádzame v žltej zóne.

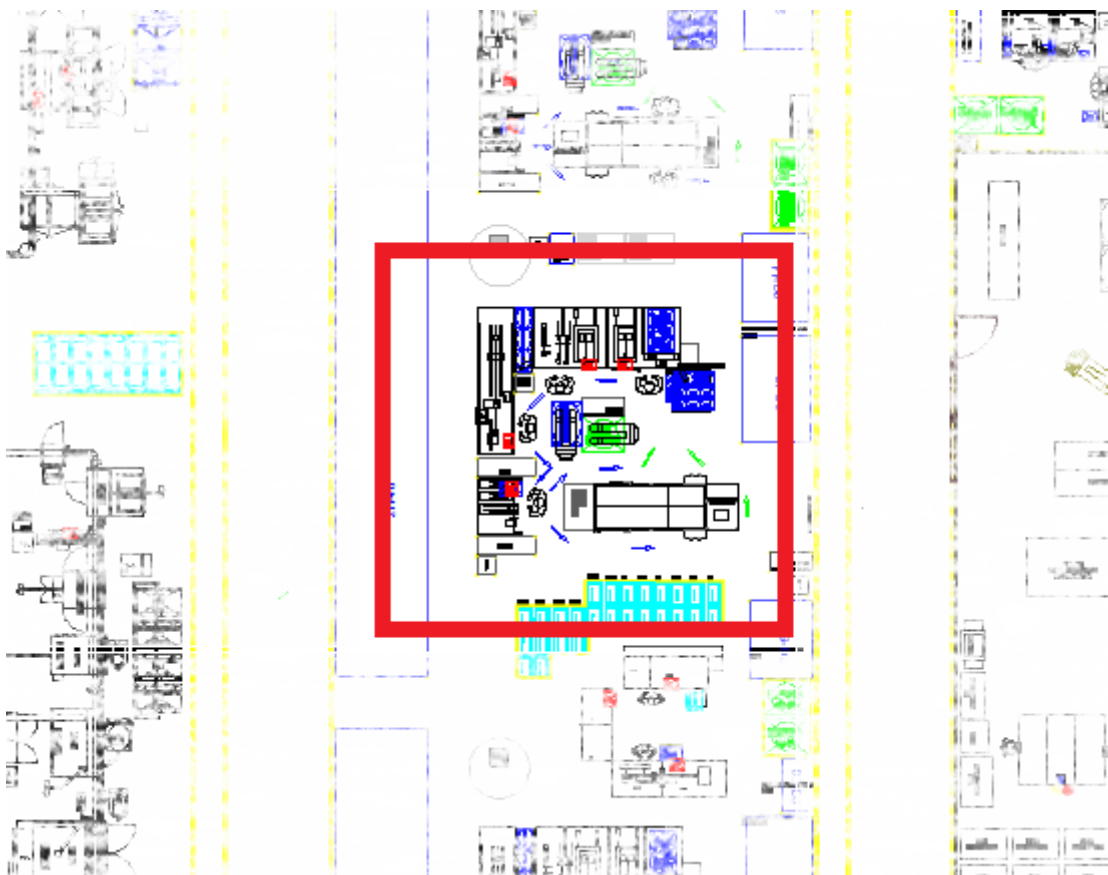
Realizáciou ergonomickej analýzy sme sa dopracovali k dvanástim bodom celkového hodnotenia. Z toho vyplýva, že sa vyskytujeme v rozmedzí do dvadsaťpäť bodov, takže nová montážna linka je ergonomicky spôsobilá na vykonávanie stanovených pracovných činností a žiadne ďalšie zásahy nie sú nutné. Ďalšie dve rozpätia sú od dvadsaťpäť do päťdesiat a nad päťdesiat bodov. Ak nastáva prvý spomínaný prípad, tak je pracovný systém len čiastočne odporúčaný, a pokiaľ je to možné, treba urobiť nápravné opatrenia. Pri druhej možnosti je pracovný systém ergonomicky rizikovo nastavený a je nevyhnutným vykonať potrebné kroky k vytvoreniu pracovných podmienok, ktoré neohrozujú zdravotný stav pracovníkov.

## 8.6 Layout

Súčasťou implementácie novej montážnej linky je taktiež vymedzenie priestoru vo výrobnnej oblasti cieľového podniku, kde sa bude po prevedení nachádzať. V tomto kroku využijeme softwarový program AutoCAD, prostredníctvom ktorého je možné vytvárať a upravovať layout závodu aj vzhľadom na konkrétne potreby výrobnnej a logistickej oblasti, pri čom vytvorenie layoutu prostredníctvom tohto programu musí zodpovedať realite. Okrem samotného usporiadania linky koncovej montáže a s ňou viazaných ostatných súvislostí ako napr. regálov na umiestnenie materiálu potrebného pre plynulé materiálové

zabezpečenie procesu montáže, je nevyhnutné uvažovať nad jej situovaním v závode komplexne.

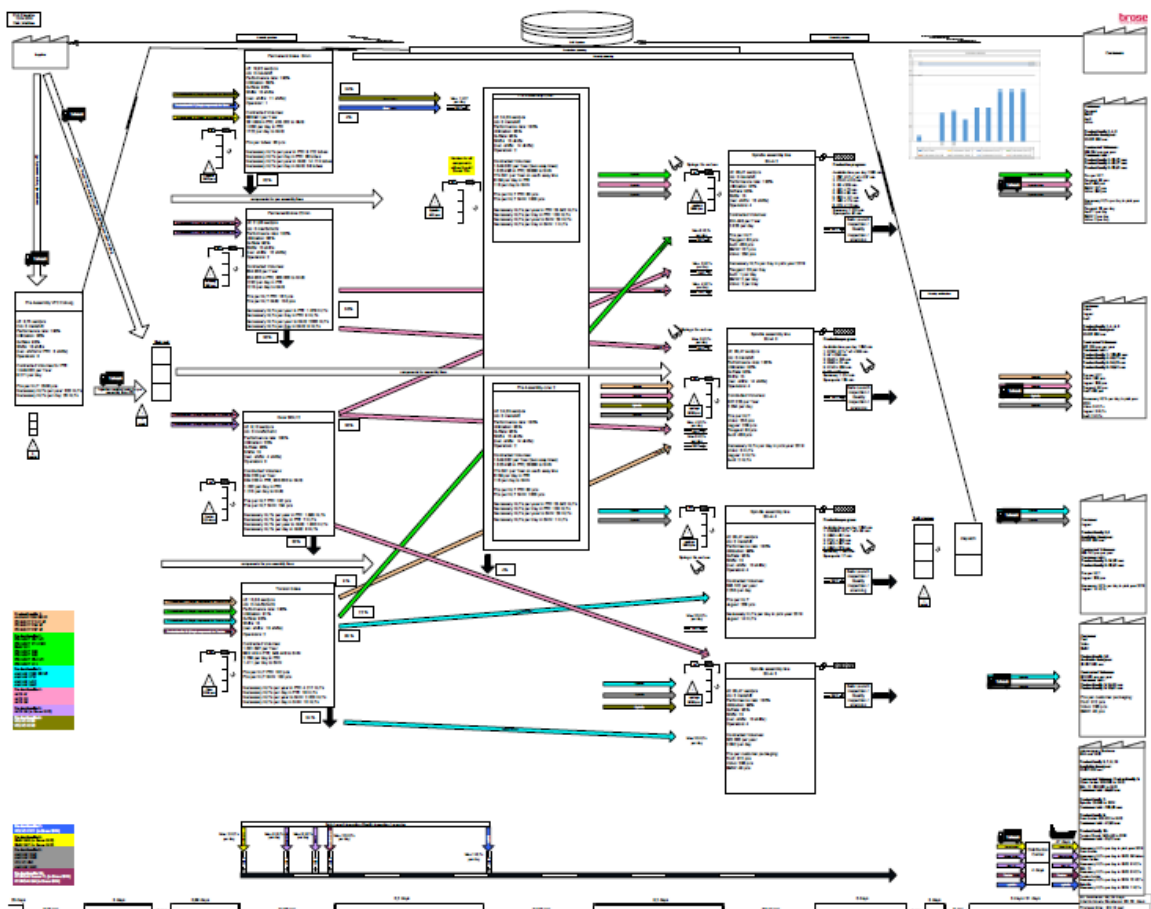
Lokalizácia zavádzanej montážnej linky je prirodzene v oblasti divízie produkujúcej pohony pre zdvíhanie zadných dverí. Nachádzajú sa tu viaceré úseky popri finálnych montážach, ktorými sú predmontáže viacerých skupín potrebných práve ku koncovej montáži, ale aj tzv. akustická miestnosť, kde operátori procesom automatickej alebo manuálnej kontroly zisťujú či už skompletizovaný špindel splňuje potrebné požiadavky. Určená oblasť výskytu novej linky je medzi tzv. zónami 2G a 2H od približne štyridsiateho metra. S umiestnením v rámci layoutu závodu úzko súvisia otázky týkajúce sa logistických záležitostí, rovnako tak potreba vytvorenia príslušných kanbanových štítkov pre plynulý chod požadovaného materiálu na zabezpečenie procesu finálnej montáže. V týchto krokoch spoločne spolupracujú zamestnanci logistického oddelenia, priemyselní inžinieri a logistickí pracovníci danej divízie.



*Obr. 12 Layout*

## 8.7 VSM (Value Stream Mapping)

Mapovanie hodnotového toku rovnako nemôže chýbať v procese implementácie. VSM nám predstavuje grafický nástroj, pomocou ktorého môžeme vysvetliť stav produkčných procesov. Dokážeme určiť nevyhnutné procesy pridávajúce hodnotu a procesy, ktoré naopak hodnotu nepridávajú. Vytvorená mapa hodnotového toku obsahuje všetky potrebné časy a informácie súvisiace s produkciou pohonov pre zdvíhanie zadných dverí automobilu od dodávania potrebných komponentov až po odoslanie už skompletizovaných špindlov zákazníkovi, ktorými sú či už automobilové spoločnosti, alebo aj ostatné Brose závody v rámci tzv. vnútropodnikového obchodu. V mape sa vyskytujú taktiež štandardizované ikony, ktoré sa používajú na zjednotené zobrazovanie. Pri jednotlivých linkách sa nachádza informácia cyklového času stroja, ktorý predstavuje čas pridávajúci hodnotu produktu, ale aj napr. počet potrebných operátorov, výkonová norma, počet zmien v priebehu týždňa, predpokladaný objem produkcie, počet potrebných KLT boxov či množstvo zabalených hotových špindlov do jedného balenia určené danému zákazníkovi.



Obr. 13 VSM – názorná ukážka celkového hodnotového toku špindlov



Mapa hodnotového toku pohonov pre zdvíhanie zadných dverí začína u dodávateľa dodávaním potrebných komponentov pre všetky potrebné linky, ktoré sa podieľajú na produkcii špindlov, patria sem linky rôznych druhov predmontáží a finálnej montáže. Dodávanie komponentov prebieha raz týždenne, pri čom všetky predmontáže sa uskutočňujú v našom závode až na jednu, ktorá sa prevádza v nemeckom Coburgu. Cyklový čas predmontáží pridávajúci hodnotu produktu nepresahuje päťdesiat sekúnd, napriek tomu celkový čas, za ktorý sa dostanú k finálnej montáži, predstavuje takmer desať dní. Väčšinu informácií vo VSM, ktoré sa vzťahujú k implementovanej linke koncovej montáže, sme spomenuli už v samotnom koncepčnom rozhodnutí, no tam sa nenachádzal veľmi podstatný cyklový čas predstavujúci približne štyridsať sekúnd. Z toho vyplýva, že čas pridávajúci hodnotu produktu je na úrovni minúty a pól. Naopak celkový čas od dodania komponentov až po samotné distribuovanie zákazníkom predstavuje rádovo niekoľko desiatok dní v závislosti od toho či sú produkty dodávané v rámci Európy, alebo v tomto prípade Brose závodom, ktoré sa nachádzajú v Querétare v Mexiku a v čínskom Shanghai.

## 9 ZLEPŠOVANIE PROCESU PRODUKCIE

Po úspešnom zavedení novej montážnej linky do cieľového závodu je následne možné pozavádzať potrebné zlepšovacie metódy a dokumenty súvisiace s implementáciou. Využijeme k tomu štandardizáciu a metódy známe pod pojmiami 6S, OEE, MTM a taktiež vytváranie kanbanových štítkov.




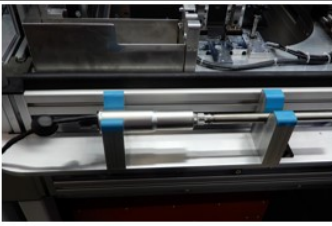


### 9.1 Štandardizácia

Pri prevádzaní štandardizácie sa snažíme štandardizovať činnosti vykonávané na pracovisku, aby spĺňali požadované potreby vysokej efektivity. Venujeme sa zakladaniu štandardných dokumentov, ktorými sú pracovná inštrukcia, nastavovacia inštrukcia, nastavenie parametrov, poka-yoke inštrukcia, TPM štandard čistenia, kontroly a mazania či baliaca inštrukcia, ale aj novinka v podobe vytvárania video pracovnej inštrukcie. Vytvorené dokumenty sa umiestňujú na jednotlivé pracovné stanice, ktoré sa nachádzajú na danom pracovnom mieste, v tomto prípade na linke finálnej montáže.

#### 9.1.1 Pracovná inštrukcia

Pracovná inštrukcia sa vytvára na štandardizovanie pracovných krokov potrebných pre správne prevádzanie pracovných činností na pracovisku. Nevyhnutnosť pracovnej inštrukcie nespočíva len v tom, vykonávať pracovné činnosti čo možno najefektívnejšie v spolupráci s metódou MTM, ale taktiež je vytváraná s ohľadom na bezpečnostné a ergonomické požiadavky potrebné k ich vykonávaniu.

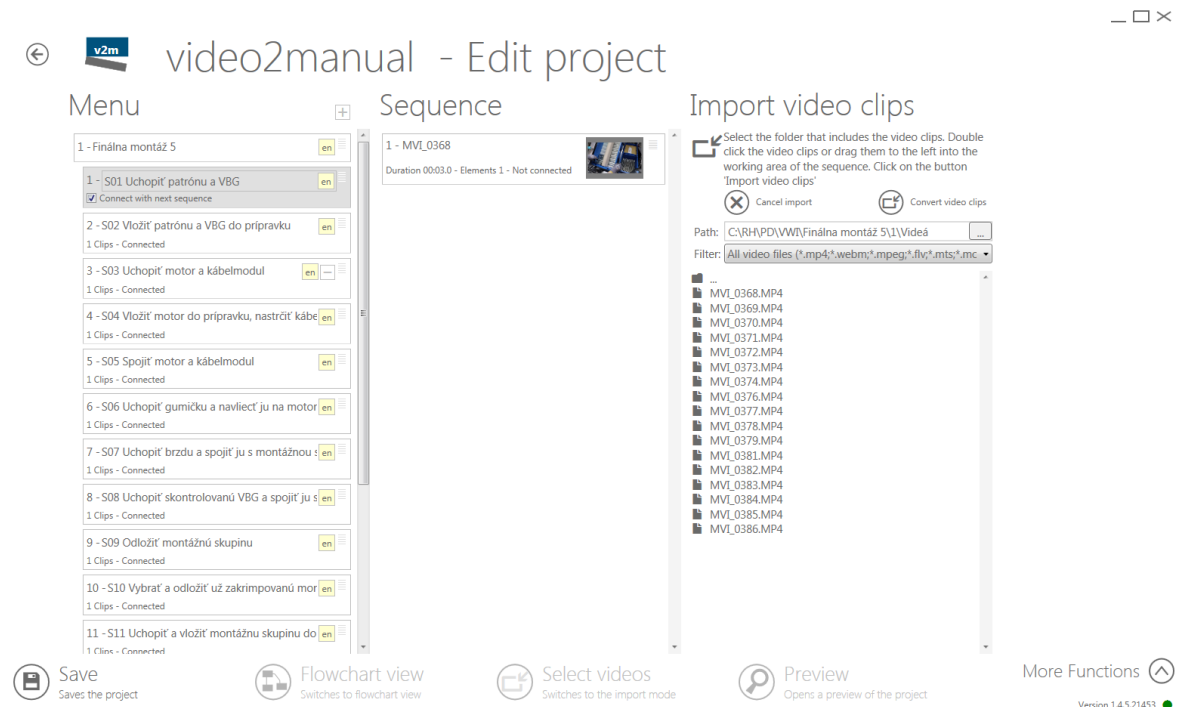
Obsahuje popis pracovného miesta, kde sa nachádzajú informácie ako názov produktu, identifikačné číslo, číslo zariadenia, kto a kedy vytvoril danú inštrukciu, taktiež sú vymenované komponenty potrebné na zhotovenie daného produktu. Samotná pracovná inštrukcia na úvod zahŕňa ochranné pracovné pomôcky nevyhnutné na vykonávanie pracovnej činnosti, ale aj pokyny ako postupovať v prípade vzniku určitých situácií, napr. nutnosť okamžitého kontaktovania priameho nadriadeného pri vyskytnutí troch nezhodných dielov v priebehu pracovnej zmeny. Rovnako tak upozornenia, napr. materiál sa nesmie prekladať, presýpať a zosypávať medzi baleniami. Následne pracovná inštrukcia už zahŕňa štandardizované pracovné kroky, ktoré sa postupne vykonávajú v rámci linky koncovej montáže na jednotlivých pracovných staniciach.

			<b>brose</b> Technik für Automobile		
<b>Pracovné inštrukcie</b>					
					
13	Spojiť brzdú a montážnu skupinu.  Variant: AQ3, JX260SB, L551	14	Spojiť skontrolovanú VBG a montážnu skupinu.	15	Odložiť montážnu skupinu do prípravku
					
16	Odobráť zakrmpovanú montážnu skupinu z predošlého cyklu a uložiť do prípravku.	17	Vložiť skontrolovanú a namazanú patrónu do UNIFLEXU.	18	Naložiť montážnu skupinu do prípravku. Správne zorientovať.
1) Špeciálna charakteristika výkresu		D) kritické s pohľadu bezpečnosti Dojkrítické s pohľadu bezpečnosti - zákazníkove rozhranie		o) dôležité o) dôležité - zákazníkove rozhranie	

Obr. 14 Pracovná inštrukcia

### 9.1.2 Video pracovná inštrukcia

V súčasnosti je snahou nášho závodu zaviesť pracovné inštrukcie v digitálnej podobe, ktoré postupom času pravdepodobne úplne nahradia papierovú formu. Výsledkom video pracovných inštrukcií je na jednej strane zvýšená efektivita, ale aj ekologické zameranie obmedzením využitia papiera v blízkej budúcnosti. Operátori tak majú možnosť priamo vidieť presný pracovný proces, akým je potrebné korektne vykonávať požadované pracovné operácie. Odpadá tým pádom tvorba nesprávnych návykov, ktoré operátori postupom času mohli získať či už nesprávnym zaučením, alebo nepoznaním presného postupu vrátane všetkých potrebných pohybov. Pochopiteľne je nevyhnutné, aby pri súčasnom využívaní video pracovnej inštrukcie a aj papierovej formy, tieto dve podoby spolu korešpondovali, pracovné kroky musia byť v rovnakom poradí a vykonávané rovnakým spôsobom. Hlavný rozdiel je v tom, že video pracovná inštrukcia podáva presnú podobu vykonávania pracovnej činnosti, pri čom klasická papierová forma častokrát vyžaduje predstavivosť pracovníka, akým spôsobom je asi najlepšie prevedenie pracovnej operácie vzhľadom na konkrétne pohyby. Na vytváranie video pracovných inštrukcií používame software video2manual.

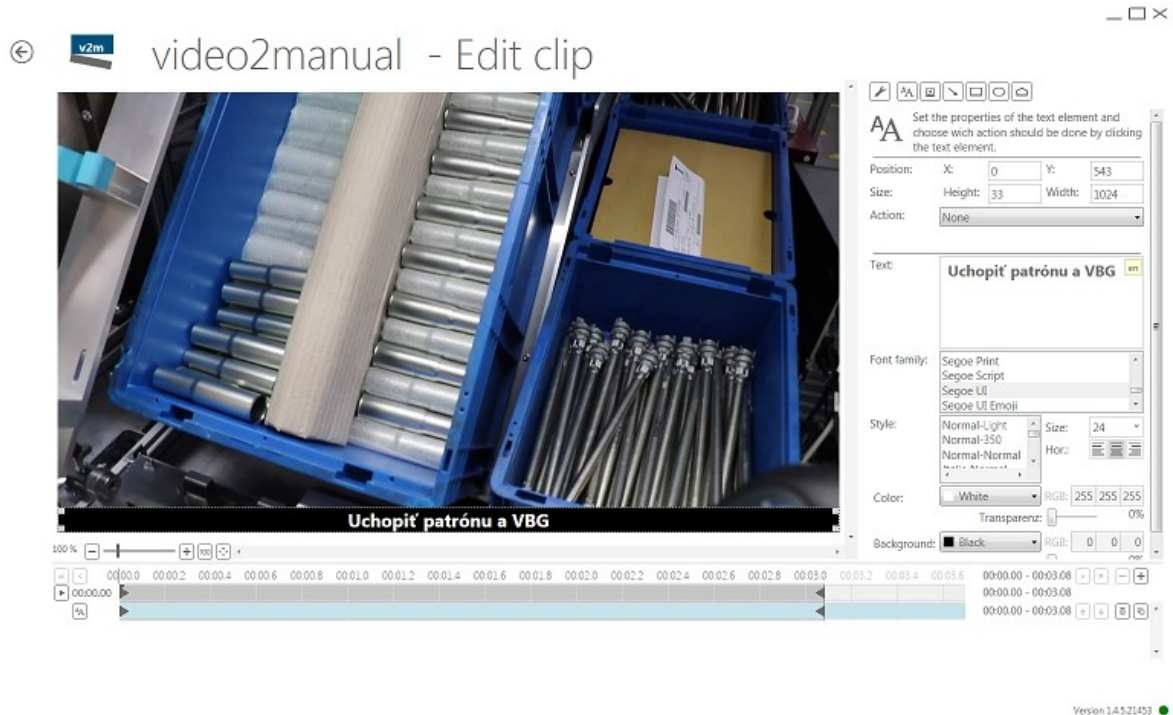


Obr. 15 Video pracovná inštrukcia – vytváranie

Prostredníctvom programu video2manual sa vytvárajú pracovné inštrukcie spôsobom, že sú rozdelené na jednotlivé pracovné sekvencie. Každá sekvencia sa skladá z jedného videa, ktoré má horizontálny formát a je snímané v stabilnej pozícii. Požadovaná dĺžka videa je len pár sekúnd, aby obsahovalo jeden pracovný krok, nanajvýš len pár nenáročne nadväzujúcich pracovných krokov. Prostredníctvom spomínaných požiadaviek odpadá zbytočný čas a úsilie na prípadne strihanie videa, navyše je týmto spôsobom výsledná video inštrukcia oveľa prehľadnejšia. Každá pracovná sekvencia obsahuje poradové číslo a popis, čo sa v nej vykonáva.

Ďalšou dôležitou požiadavkou je používanie ochranných pracovných pomôcok, rovnako ako pri skutočnom vykonávaní pracovnej činnosti. Podstatným pravidlom je taktiež, aby sa nesníмали tváre operátorov pri vytváraní video pracovných inštrukcií. V programe nie je možné importovanie obrázkov, namiesto nich je potrebné spraviť krátke video, ktoré má dĺžku približne dve sekundy. Veľkou výhodou je, že aj keď majú nasnímané videá mnohokrát veľkosť niekoľko stoviek MB, tak finálna podoba video pracovnej inštrukcie má veľkosť len pár desiatok MB.

Pomocou tohto programu je možné editovať dané sekvencie, ako napr. môžeme vidieť na ďalšom obrázku. Na spodnú časť pridávame textové pole s popisom pracovných krokov, ale v prípade potreby je možné vložiť rôzne geometrické tvary na znázornenie ďalších podstatných súvislostí v danej sekvencii.



Obr. 16 Video pracovná inštrukcia – editovanie

Finálne vytvorená video pracovná inštrukcia sa spúšťa prostredníctvom programu Internet Explorer, na nasledujúcom obrázku možno vidieť jej podobu. Nastavený je tzv. opakovací mód, kedy dookola beží zvolená sekvencia až dovtedy, kým ju pracovník neovláda, následne si môže prostredníctvom šípky prepnúť na ďalšiu sekvenciu v poradí.

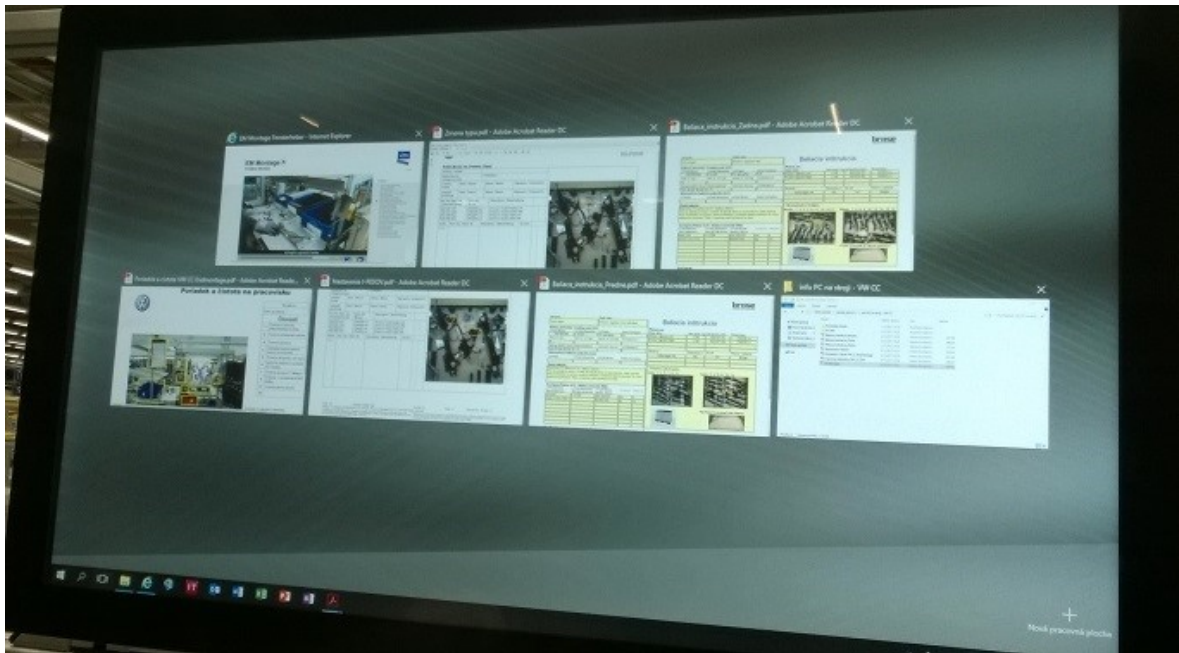
## Finálna montáž 5

7100075/6



Obr. 17 Video pracovná inštrukcia – finálna podoba

Potrebným je inštalácia dotykových monitorov na jednotlivých linkách, kde budú mať pracovníci k dispozícii okrem video pracovných inštrukcií aj ostatné štandardné dokumenty. Jednoduchým a efektívnym spôsobom je možné rýchle prepínanie medzi jednotlivými dokumentmi podľa toho, aké informácie či pracovné postupy potrebuje v daný moment pracovník zistiť.



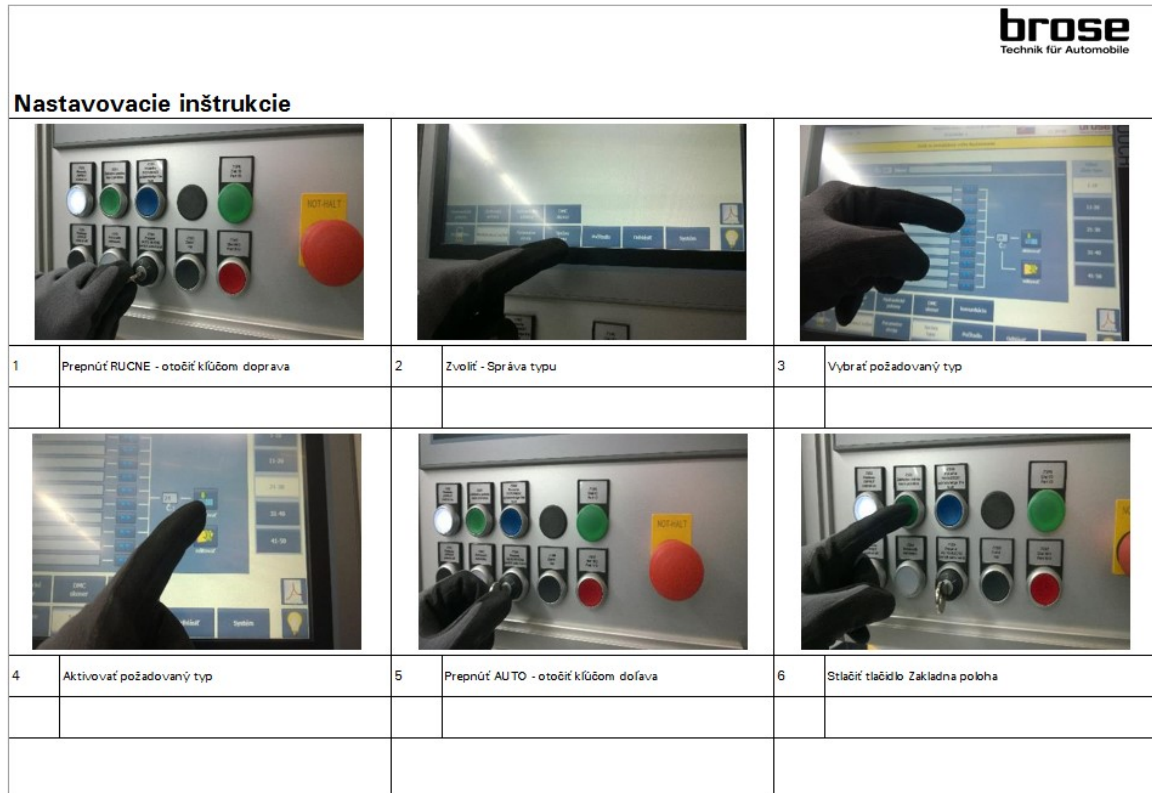
*Obr. 18 Video pracovná inštrukcia – dotykový monitor*

### 9.1.3 Nastavovacia inštrukcia

Nastavovacia inštrukcia sa vytvára a používa na štandardizované nastavenie strojných zariadení umiestnených v montážnej linke. V úvode obsahuje informácie vzťahujúce sa k názvu produktu, číslu zariadenia, zodpovednej osobe, ktorá vytvorila nastavovaciu inštrukciu a dátum, kedy tak učinila, zároveň v kolónke popisu je náležite zaznamenané, že nastavovanie ovládacieho panelu je rovnaké pre všetky pracovné stanice. Postup nastavenia OP môžeme vidieť práve na ďalšom obrázku, kedy je pred samotným procesom montáže, resp. pred zmenou vyrábaného typu, nevyhnutné vybrať a aktivovať požadovaný typ. Operátor sa bežne nedostane k možnosti meniť produkované typy, potrebný kľúč k možnosti prístupu do nastavovania typov v ovládacom paneli, majú k dispozícii okrem priemyselných inžinierov aj nastavovači výroby.

V nastavovacej inštrukcii linky koncovej montáže sa nachádza okrem nastavenia OP mnoho ďalších dôležitých bodov. Zatvorenie dverí strojného zariadenia v danej pracovnej stanici po vypísaní hlášky na ovládacom paneli patrí medzi tie jednoduchšie, ale popísané sú

aj potrebné kroky ako zmena dĺžky patróny, výber a zmena spojovacieho bloku, prispôsobenie vzduchovej tuby, výmena viacerých súčiastok strojných zariadení či rôzne zmeny pozícií pomocou povolenia skrutiiek.



Obr. 19 Nastavovacia inštrukcia

#### 9.1.4 Nastavenie parametrov

Dokument nastavenia parametrov procesov je ďalším podstatným štandardom, ktorý je potrebné evidovať a aktualizovať. Pozostáva z údajov o parametroch jednotlivých projektov, ktoré sa na danej linke finálnej montáže produkujú. Nevyhnutným je aktualizovanie dokumentov korešpondujúce s reálnym nastavením v ovládacích paneloch na pracovných staniciach. Znamená to, že v prípade akejkoľvek zmeny určitého parametru je nutné ju previesť aj v zodpovedajúcom dokumente.

Ako prvé sa v parametroch vyskytujú naskenované kódy používaných komponentov na skompletizovanie špindla, ktorými sú zväzok káblov, motor, konštrukčná skupina vretena, brzda a spojka. V prípade, že sa niektorý z týchto komponentov nevyužíva v danom projekte, označuje sa nulou. Na každej pracovnej stanici sa používa veľký počet rôznych parametrov v rozličných jednotkách. Určuje sa dĺžka, výška, hĺbka, priemer, vzdialenosť, dráha, stupne, rýchlosť, sila, napätie, prúd, tlak, čas zotrvania, ale aj poloha a smer pohy-

bu. Parametrami procesov sú napr. dĺžka predradenej konštrukčnej skupiny, priemer krimpovacieho nástroja, meranie dráhy vodiacej rúry, hĺbka zalisovania torznej rúry, výška nitu, napätie a prúd sieťového zdroju vretenového motora, doba trvania pohybu vretena v zábere po napájaní bloku a mnoho ďalších.

Okrem údajov o parametroch, sa v dokumente nachádza aj tzv. krycí list, kde sú obsiahnuté informácie vzťahujúce sa k tlaku vzduchu a tlaku maziva, ich požadovaná hodnota v baroch a kde sú umiestnené merače. Práve na ďalšom liste sú k dispozícii aj fotky meračov s konkrétnymi hodnotami a konkrétnym znázornením, ktorý merač ukazuje tlak vzduchu či maziva a vstupný alebo prevádzkový.

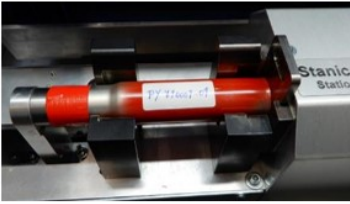





### 9.1.5 Poka-Yoke inštrukcia

Poka-Yoke inštrukcia sa používa na identifikáciu možných abnormalít vznikajúcich pri produkcii. Na začiatku sa taktiež uvádza názov produktu, číslo zariadenia, dátum a meno zodpovednej osoby, kto vytvoril danú inštrukciu, ďalším zodpovedným je osoba schvaľujúca inštrukciu, navyše v tomto prípade nastáva overenie kvalítárom pracujúcim na danej divízii. Ďalej sú v úvode poznamenané PY NOK diely používané na konkrétnej pracovnej stanici.

PY je stanovené vykonávať každý deň na začiatku rannej zmeny. K dispozícii sú práve PY NOK diely na odhalenie funkčnosti systému. V prípade, že PY diel prejde ako OK, nie je dovolené pracovať na danej pracovnej stanici, pokiaľ sa porucha neodstráni a kontrola sa nezopakuje s výsledkom NOK, tzn. že v tomto prípade prebehla korektne. Po správnom ukončení PY kontroly je potrebné vyprázdniť NOK červený box a vynulovať počítadlo nesprávnych dielov tlačidlom reset. Vyžaduje sa zapisovanie výsledkov prevedených PY kontrol.

Možnými PY chybami sú napr. vložená patróna s nesprávnou dĺžkou, s nesprávnym vonkajším priemerom, nesprávne nitovanie na VBG, chýbajúca krytka alebo O-ring na VBG, zostava s chýbajúcou krytkou prevodovky, vložená zostava s chýbajúcim krimpom, plastová tuba motorovej časti so zle nasadeným dielom a ďalšie. Ak sa na ovládacom paneli zobrazí chybové hlásenie, je potrebné vložiť nesprávny diel do červeného NOK boxu a resetovať chybu stiskom červeného tlačidla.



		<b>brose</b> Technik für Automobile	
<b>Poka-Yoke inštrukcie</b>			
			
1	Vložená patróna s nesprávnou dĺžkou. Poka-Yoke NOK diel č. 710001-01	2	Na OP sa zobrazí chybové hlásenie Resetovať chybu tlačidlom "Die/NIO".
		3	Vložená patróna s nesprávnym vonkajším priemerom. Poka-Yoke NOK diel č. 710001-02
			
4	Na OP sa zobrazí chybové hlásenie Resetovať chybu tlačidlom "Die/NIO".	5	Nesprávne nitovanie na VBG.
		6	Na OP sa zobrazí chybové hlásenie Resetovať chybu tlačidlom "Die/NIO".

Obr. 20 Poka-Yoke inštrukcia





















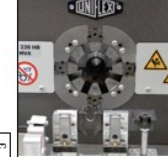








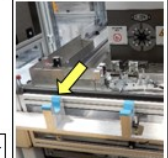
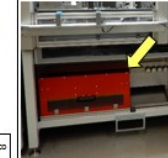
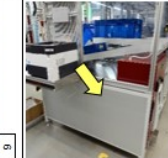





### 9.1.6 TPM štandard

TPM štandard čistenia, kontroly a mazania zahŕňa základné činnosti, ktoré je potrebné vykonávať na danom pracovisku. Jednotlivé činnosti sú rozdelené práve do týchto troch kategórií, ktorými sú čistenie, kontrola a mazanie. Štandard obsahuje presný zoznam požadovaných aktivít, pri čom u každej je uvedený spôsob vykonávania, očakávaný výsledok, ako často sa má realizovať, približná doba trvania, pozícia zodpovednej osoby a používané ochranné pracovné pomôcky.

Na linke koncovej montáže väčšinu požadovaných činností vykonávajú operátori a nastavovači výroby. Majster vykonáva zo zoznamu jedine kontrolu neporušenosti a kompletnosti dokumentácie, a to raz týždenne. Pre vykonávanie čistenia na danej linke je nutné používať len bezpečnostné rukavice zo zoznamu OPP, ostatnými prípadnými pomôckami sú ochranný oblek a vybavenie na ochranu očí, uší či dýchacích ciest. Prirodzene sú kontrolné aktivity uskutočňované len vizuálne, na prevádzkanie ostatných činností sa používajú bežné nástroje ako utierky, čistiace prostriedky, kefy, metly alebo vysávač. Požadované výsledky prevádzaných činností závisia od konkrétnej vykonávanej aktivity, väčšinou sa však vyžaduje čistota a žiadne známky poškodenia. Frekvencia a doba trvania

záleží od potreby realizovania danej činnosti, jej náročnosti, veľkosti plochy, ale aj použitia potrebných nástrojov.

Činnosti uskutočňované na finálnej montážnej linke sú napr. čistenie ovládacieho panela, vyčistenie pracovného priestoru zariadenia od prachu a nečistôt, vyprázdnenie a vyčistenie červeného NOK boxu, kontrola úplnosti a neporušenosti všetkých vonkajších krytov na zariadení, kontrola uchytenia snímačov, kontrola neporušenosti a uzamknutia tlakových ventilov, kontrola krycích plechov klzných ložísk a mnoho ďalších. Potrebné mazanie v tomto prípade vykonávajú len zamestnanci údržby, pretože operátori či nastavovači výroby nemajú prístup realizovať činnosti mazania vo vnútornej časti strojných zariadení.

TPM Štandard čistenia, kontroly a mazania									
Zariadenie:	5 WS 1	SAP číslo:	0147-6946-327	Vydal:	IE9	Schválil údržba	IH6		
	Č	Činnosť	Popis činnosti	Metóda	Výsledok činnosti	Frekvencia	Doba trvania	Zodpovedný	OPP
	1	Č	Čistenie ovládacieho panela		suchý, bez nečistôt a zvyškov maziva	1x za zmenu	1,5 min	Operátor	
	2	Č	Čistenie stanice odvíkovania maziva		čisté bez zvyškov maziva a nečistôt	1x za zmenu		Operátor	
	3	Č	Čistenie snímačov		čisté bez zvyškov nečistôt	1x týždenne	0,5 min	Nastavovač	
	4	Č	Čistenie čelusti UNIFLEX		čisté bez zvyškov maziva a nečistôt	1x týždenne		Operátor	
	5	Č	Čistenie reglôv a uvoľnenie KLT bední		čistý bez nečistôt	1x týždenne		Operátor	
	6	Č	Vyčistenie pracovného priestoru zariadenia (pozor na snímače)		čistý, nepoškodený	1x za deň	2,0 min	Operátor	
	7	Č	Vyčistenie pracoviska		čistý	1x za zmenu		Operátor	
	8	Č	Vyčistenie ošivky priľnutej ku do styku s výrobkom		čistý, nepoškodený	1x za zmenu	3,5 min	Operátor	
	9	Č	Vyprázdnenie a vyčistenie NOK boxu		prázdny a čistý	1x za zmenu		Operátor	
10	K	Kontrola úplnosti, neporušenosti všetkých vonkajších krytov na zariadení		nepoškodené kryty	1x za zmenu	0,5 min	Operátor		
    	Metóda	Znak							
1	Vizuálna kontrola								
2	Vysávač								
3	Kefa / Metla								
4	Utierky								
5	Čistiaci prostriedok								
    	OPP	Znak							
6	Bezpečnostné rukavice								
7	Ochranný oblek								
8	Ochrana dýchacích ciest								
9	Ochrana očí								
10	Ochrana uší								

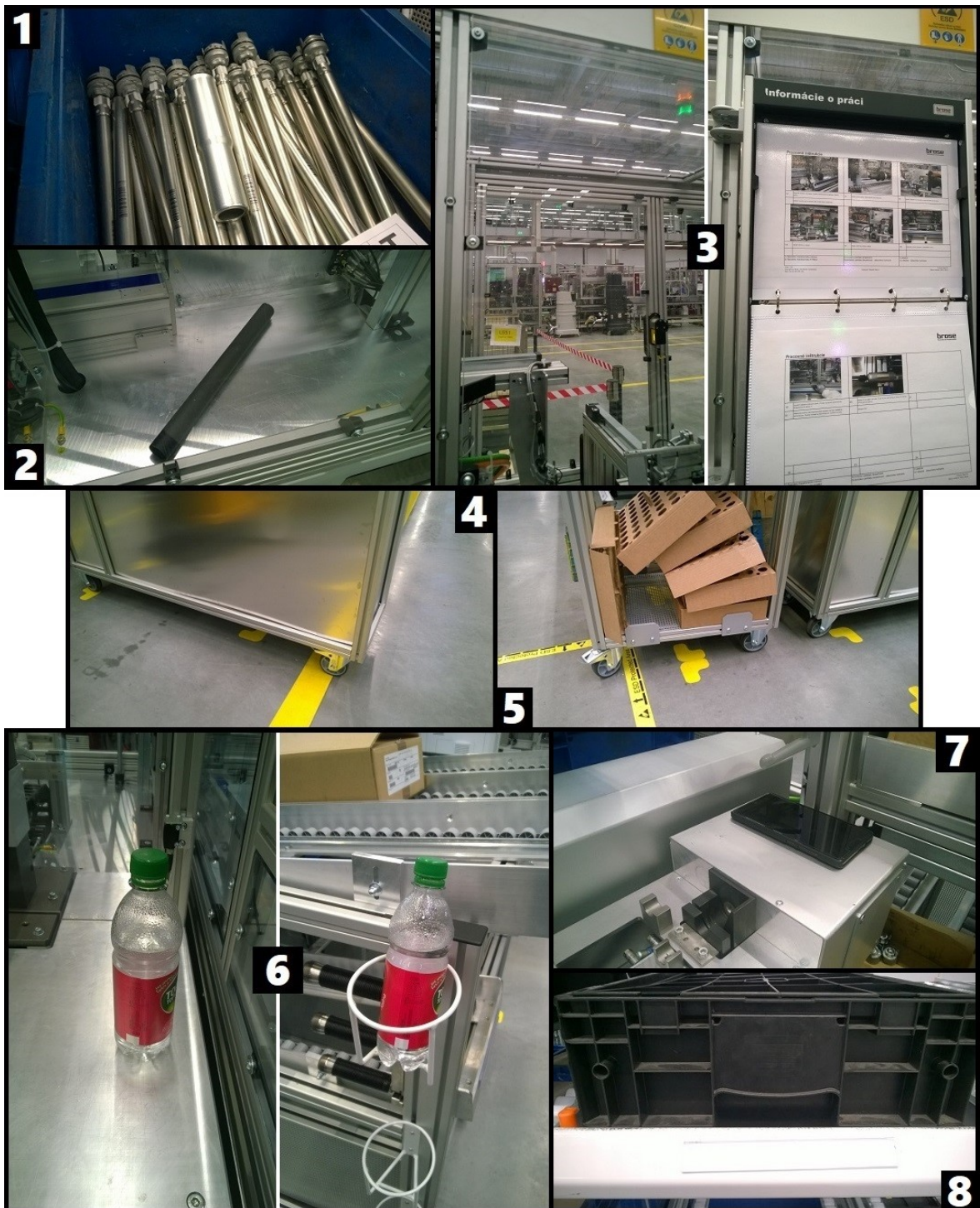
Obr. 21 TPM štandard

### 9.1.7 Baliaca inštrukcia

Baliaca inštrukcia sa vzťahuje ku konkrétnemu projektu. Uvádza sa v nej box resp. kontajner, do ktorého sa ukladajú hotové špindle, a v akom množstve. Rovnako sa v nej nachádza informácia o rozmeroch, čistej a hrubej hmotnosti kontajneru, a taktiež stohovateľnosť. Ďalej obsahuje základné požiadavky, ktoré musia byť splnené, napr. špindle ukladať jednotne smerom z vonkajšej strany k stredu položky, pri tom dbať na to, aby neboli káble natlačené v kartónových medzerách.

## 9.2 Metóda 6S

Na zlepšenie procesu výroby sme sa rozhodli použiť metódu 6S aj z toho dôvodu, že sme našli pár nedostatkov, ktoré sa vyskytli v pracovnom priestore novej implementovanej linky finálnej montáže. Nasledujúci obrázok sa skladá z menších obrázkov spomínaných nedostatkov, ktoré chceme odstrániť a prípadne zabrániť ich ďalšiemu vzniku.



Obr. 22 Metóda 6S

Na prvom obrázku máme možnosť vidieť zamiešanú patrónu medzi VBG. Nie je prípustné mať pomiešané viaceré druhy materiálov medzi sebou, dokonca sa materiál nesmie prekladať, presýpať a zosypávať ani medzi baleniami rovnakého druhu. Cieľom je viesť pracovníkov už od začiatku k tomu, aby mali materiál na svojom mieste a v požadovanom poriadku, inak sa veľmi ľahko môže stav skĺznuť k tomu, že jednotlivé druhy budú medzi sebou pomiešané, čo okrem iného spôsobuje plytvanie. Druhý obrázok zachytáva stav, keď sa vo vnútri strojného zariadenia nachádza komponent, konkrétne tuba. Rovnako v tomto prípade je nevyhnutné dodržiavať poriadok aj v internej časti zariadenia, ak určitou náhodou alebo nejakým nedopatrením nastane situácia tohto typu, je povinnosťou operátora zabezpečiť odstránenie súčiastky.

Ďalším v poradí je dvoj obrázok, kde si môžeme všimnúť pôvodný a súčasný stav. Na tretej pracovnej stanici absentovala prítomnosť pohyblivej tabule pre ukladanie štandardizovaných dokumentov. Potrebné informácie o práci tým pádom nebolo možné účelne umiestniť na konkrétnej stanici. V krátkom časovom intervale bola zabezpečená náprava v podobe pripevnenia tabule na správne miesto.

Nasledujúce dva obrázky číslo štyri a päť spolu úzko súvisia. Jedná sa o umiestnenie pohyblivých vozíkov mimo vymedzenú oblasť ohraničenú žltými čiarami a rohmi. V prvom prípade dokonca vozík presahuje hrubú žltú lajnu, ktorá oddeľuje produkčnú zónu od zásobovacej, po ktorej sa pohybujú logisti na transportných prostriedkoch, v druhom zase zasahuje do ESD protekčného priestoru. Vyžaduje sa komplexné rešpektovanie žltých línií, v tomto prípade každý pohyblivý vozík má možnosť jednoduchého zabezpečenia koliesok a povinnosťou všetkých dotýčnych, ktorí s ním narábajú, je zaobstarat' jeho zaistenie, aby nedochádzalo k podobným prípadom.


Na druhom dvoj obrázku s číslom šesť a na siedmom obrázku môžeme vidieť najbežnejšie a najtriviálnejšie porušenia základných nárokov na dodržiavanie poriadku a čistoty. Nádob s tekutinami ani osobné veci nemôžu byť umiestňované na strojných zariadeniach či iných miestach, ktoré nie sú vymedzené. V pracovnom priestore montážnej linky sú inštalované stojany, ktoré presne slúžia na odloženie nádob s vodou. Na odloženie osobných vecí sú zase k dispozícii namontované skrinky vo vymedzenom priestore, kde je možné ich uschovať.

Posledný obrázok zachytáva uloženie boxu s materiálom v regáli. V takomto prípade môžu nastať dve situácie. Prvou je, že chýba jeho označenie potrebným kanbanovým štítkom. Druhá predstavuje objednanie nepotrebné vysokého množstva určitého materiálu, ktorý sa

už na svoju stanovenú pozíciu nezmestil, a tak pravdepodobne zamestnanec logistiky umiestnil materiál na najbližšie možné voľné miesto. Z tohto dôvodu existujú taktiež dve riešenia. V prvom prípade je nevyhnutné založenie kanbanového štítku pre konkrétny druh materiálu, ktorý chceme mať na danej pozícii. V druhom upozorniť toho, kto objednáva potrebný materiál, aby zbytočne neobjednával vysoké množstvo naraz, keď je ešte dostatočný počet k dispozícii.

### 9.3 MTM (Methods Time Measurement)

V spoločnosti Brose sa ako metóda vopred určených časov používa MTM, konkrétne najmä Standard Data – Basic Data. Rozpoznáva niekoľko základných pohybov, hlavnými sú uchopenie, umiestnenie, ďalšími sú pohyby tela, písanie, čítanie a všeobecné hodnoty, kde patrí napr. otáčanie. Základnými intervalmi vzdialeností sú 02, 05, 15, 30, 45, 60 a 75 cm.

		<b>MTM Analysis</b>  Standard		Page(s): 1 / 15	
				Printed on: 12. 3. 2018	
				Printed by: HENCEL	
Code:	PRI-SPINDLE-ACTIVE-BASIC-SPINDLE-SUMMARY				
Description:	Summary Spindle Active Basic Version				
Index:	PRI1100	Variant:	1MA-AK		
Basic Time	tg	2,730	MIN		
Time per Unit	te	2,921	MIN		
Type:	P Planning	Status:	1 Own element		
Last change:	12. 3. 2018 / Radoslav Henčel				
Created:	5. 2. 2018 / Radoslav Henčel				
Criteria	Value				
Article number	92307-xxx				
Cost centre	A-149-8				
Project number					
General					
Department	PRI/FT				
Area					
Allowance	Value	Overwritten?			
Objective allowance time	0,00				
Personal allowance time	7,00	X			
Times		inserted	calculated	Unit	
Manual Time	[ttb]		4484	TMU	
Process Time	[ttu]		66	TMU	
Basic Time	[tg]		2,730	MIN	
Allowance Time	[tv]		0,191	MIN	
Time per Unit	[te]		2,921	MIN	
Starts:	Take motor tube				
Includes:	-WS1 -WS2 -WS3 -WS4 -EOLT				
Ends:	Go to WS1				
Limitations:	Run in circle				

Obr. 23 MTM analýza

Na používanie metódy MTM prostredníctvom využitia počítačových technológií slúži softwarový program TiCon. Predchádzajúci obrázok predstavuje prvú stranu vytvorenej MTM pre implementovanú novú linku koncovej montáže. Zistili sme, že potrebný čas na zmontovanie finálneho špindla činí takmer tri minúty vrátane sedem percentného prirážkového času pre operátorov. Hodnota šesťdesiatšesť TMU v kolónke procesného času znamená najmä skenovanie čiarových kódov. Procesný čas vykonávaný strojnými zariadeniami prebieha počas súbežnej práce operátora iného druhu, tzn. že tam nie je navyše pridávaný.

Operátori rotujú celým procesom montáže, takže nedochádza k až takému značnému stereotypu pracovnej činnosti, ako by to bolo v prípade, ak by každý operátor pracoval len na jednej pracovnej stanici v daný čas. Proces montáže začína uchopením patróny a postupne teda pracovník prechádza jednotlivými pracovnými stanicami k EOL, následne cyklus končí krokmi k prvej pracovnej stanici.

Môžeme si názorne ukázať pár jednotlivých pracovných krokov a konkrétne hodnoty, ktoré sa vyskytujú v pracovnom procese, tým pádom aj v MTM. Uchopenie patróny označíme ALE15 (13 TMU), pretože sa jedná o ľahké chytenie jednou rukou a vzdialenosť je v rozmedzí 10 až 22 cm. Naopak uchopenie káblového modulu predstavuje ASE60 (33 TMU), z toho dôvodu, že ide o zložitejšie chytenie z hromady kusov, ale rovnako jednou rukou a vo vzdialenosti 53 až 67 cm. Umiestnenie montážnej skupiny do strojného zariadenia zaznačíme PLZ30 (26 TMU), lebo v tomto prípade je to voľné umiestnenie na dva body so vzdialenosťou 23 až 37 cm. Ak musí operátor prehmatnúť, pridáva sa k danému pohybu navyše GNV vždy o hodnote 6 TMU. Hmotnostná prirážka na každý kilogram má kód GGZ a predstavuje 1 TMU. V prípade otáčania do 90 stupňov vrátane, znázorňujeme GDK s 4 TMU, ak sa jedná o veľký uhol nad 90 stupňov, značíme GDG s hodnotou 7 TMU. Predstavili sme si pár hlavných pohybov, ktoré sa vyskytujú v MTM Standard Data – Basic Data, ale v tejto metóde sa nachádza ešte mnoho ďalších.

#### **9.4 OEE (Overall Equipment Effectiveness)**

Pomocou OEE sa snažíme zistiť celkovú efektívnosť strojných zariadení resp. v našom prípade celkovo linky koncovej montáže. V nasledujúcej tabuľke môžeme vidieť zosumarizovanú celkovú efektívnosť za šesť po sebe idúcich týždňov, kedy už finálna montážna linka fungovala v produkčnom procese. Pri čom vždy pracujú na koncovej montáži štyria operátori súčasne na tri zmeny denne po osem hodín, v ktorých majú ešte nárok na polho-

dinovou prestávku. Znamená to, že celková maximálna dostupná doba, počas ktorej je možné produkovať finálne špindle, predstavuje 6750 minút.

Tab. 5 OEE

Počet operátorov na linke	4	4	4	4	4	4
Prestoje v minútach To + Tt + Tw	1050	970	977	884	938	795
Prestoje v minútach To	506	405	449	390	372	298
Prestoje v minútach Tt	234	261	229	200	270	207
Prestoje v minútach Tw	310	304	299	294	296	290
Počet NOK dielov	267	224	210	197	191	193
Počet dielov PLÁN	8160	8254	8396	8601	8853	9119
Počet dielov SKUTOČNOSŤ	6269	6584	6729	7076	7232	7668
Rozdiel plán / skutočnosť	-1891	-1670	-1667	-1525	-1621	-1451
OEE	76,83%	79,77%	80,15%	82,27%	81,69%	84,09%
Dostupnosť	84,44%	85,63%	85,52%	86,90%	86,11%	88,23%
Dostupnosť To	92,50%	94,00%	93,35%	94,22%	94,49%	95,59%
Dostupnosť Tt	96,53%	96,13%	96,61%	97,04%	96,00%	96,93%
Dostupnosť Tw	95,41%	95,50%	95,57%	95,64%	95,61%	95,70%
Kvalita	95,74%	96,59%	96,88%	97,21%	97,36%	97,49%
Výkon	95,04%	96,45%	96,74%	97,39%	97,44%	97,76%

Do celkovej dostupnosti zariadenia sa premietajú tri druhy prestojov, ktorými sú organizačné (To), technické (Tt) a prestoje z hľadiska údržby (Tw):

- **organizačné** – prestoje tohto druhu zahŕňajú sumu všetkých prestojov spôsobených hlavne nedostatočnou organizáciou, prípravou výrobných procesov, vznikom chýb aj zo strany operátora, prípadne ich školením, konkrétne v našom prípade napr. nedodanie potrebného materiálu, výmena maziva, vyskočená pop-up pružina, poškodená VBG, veľká tuba zlomená vplyvom operátora, školenie operátorov a mnohé ďalšie
- **technické** – prestojmi, ktoré zaraďujeme do technických prestojov, sú poruchy na strojných zariadeniach a ich odstraňovanie, opravy, vady materiálu či čakanie na náhradné diely, konkrétne napr. zlomený alebo poškodený c-clip, nesprávna detekcia d-dielu, nevhodná dĺžka konštrukčnej skupiny, zaseknuté dvere strojného zariadenia, nedosiahnutie potrebnej polohy guľovej panvy, poškodený konektor a mnoho iných
- **údržba** – tento prestoj zahŕňa akékoľvek záležitosti spojené s údržbou plánovanou aj neplánovanou, údržbu strojov vrátane každoročného servisu a prevádzanie potrebného čistenia

Celková dostupnosť bola v danom časovom horizonte ovplyvňovaná práve prvým typom organizačných prestojov. Za následok to malo najmä prispôsobovanie sa operátorov práci na novej montážnej linke, z čoho pramenili určité chyby, ktoré v procese produkcie nastali. S tým samozrejme úzko súvisí aj dosiahnutý výkon či miera kvality vyprodukovaných špindlov. Postupom času sa však jednotlivé hodnoty pochopiteľne pozitívne zvyšovali, čo pramenilo k zväčšovaniu celkovej hodnoty OEE. Jediný, ale len mierny, pokles nastal v porovnaní štvrtého a piateho týždňa, spôsobené to bolo hlavne zväčšením technických prestojov, ktoré v priebehu daného týždňa nastali. Najlepší výsledok z hľadiska celkového OEE sme dosiahli práve v posledný šiesty sledovaný týždeň pri hodnote viac ako osemdesiatštyri percent, kedy sa v porovnaní s prvým týždňom znížili organizačné prestoje o viac ako dvesto minút, a zároveň sa podarilo zvýšiť úroveň kvality a dosiahnutý výkon, v oboch prípadoch nad hodnotu viac ako deväťdesiatšedem percent.

## 9.5 Kanban

Náplňou práce priemyselného inžiniera je taktiež vytváranie kanbanových štítkov. Služí nám na to kanbanový súbor KEF vytvorený v programe MS Excel v spolupráci so softwarovým programom SAP, kde používame dve transakcie tohto programu, ktorými sú konkrétne transakcia CS03 na zobrazenie kusovníka daných projektov a transakcia PKMC na tvorbu kanban control cycle.

Proces vytvárania začína otvorením kusovníka konkrétneho projektu pomocou transakcie CS03, pri čom je nutné skopírovať stĺpce obsahujúce čísla a názvy komponentov v rámci kusovníka, ale aj číslo a názov projektu do záhlavia prvého listu v KEF. Ďalším krokom je otvorenie druhej používanej transakcie PKMC v programe SAP, kde si zvolíme linku, ku ktorej budeme umiestňovať potrebné kanbanové štítky. Skopírujeme prvých päť stĺpcov do KEF, ktoré obsahujú číslo a názov komponentu, číslo kontrolného cyklu, číslo linky a úložnú pozíciu, aby sme mali na jednom mieste k dispozícii okrem kusovníka aj všetky už vytvorené kanban cykly.

Na základe toho, nám systém automaticky v druhom liste vygeneruje tabuľku, v ktorej sa nachádza zlúčený kusovník s vytvorenými kanbanovými cyklami. V prípade, že pre niektorý komponent neexistuje vytvorená pozícia a kanbanový štítok, je zvýraznená v tabuľke. Označíme ju symbolom „x“ v poslednom stĺpci tabuľky a fyzicky nájdeme voľnú pozíciu v regáli danej linky. Po nájdení voľnej pozície sa vrátíme späť do transakcie PKMC a vytvoríme kanban control cycle pre tento komponent s už určenou pozíciou. Ná-



sledne opäť skopírujeme prvých päť stĺpcov z PKMC do prvého listu KEF. Po vykonaní, na nasledujúcom obrázku môžeme vidieť, ako vyzerá druhý list kanbanového súboru. Všetky komponenty už majú svoju pozíciu a aj číslo kanban control cycle, ktorý reprezentuje čiarový kód nachádzajúci sa v kanbanovom štítku. Práve po otvorení tretieho listu KEF máme k dispozícii už vytvorené štítky s vytvoreným čiarovým kódom, ale aj číslom a názvom komponentu, číslom linky a úložnou pozíciou.

Druhý list KEF, ktorý teda môžeme vidieť na obrázku, je potrebné vytlačiť a dať podpísať kompetentnému logistovi, ale pracujúcemu na divízii špindlov, ktorý preverí či je všetko v poriadku vyplnené a aj doplnené v programe SAP. Rovnako je nevyhnutné e-mailom poslať logistickému oddeleniu závodu požiadavku na založenie kmeňových dát. Po vykonaní týchto potrebných náležitostí je možné vytlačiť a fyzicky uložiť štítky na daných pozíciách.

## E12457-100

Door drive KKECH-SB-G31\_\_-E



**9104 - SD 5**  
SUPPLY AREA

COMPONENT	COMPONENT DESCRIPTION	STORAGE BIN	CONTROL CYCLE NR.
C02346-100	G-Tube AT-A_NTRS_ 290.00- 0.0-N-USE-M	2G-47-04	271458
C34467-102	Cable Module AT-SB-DF-UK-STT-G31__-M	2H-44-05	270258
C12377-100	Motor Gear AT-SB-ES_TRAKS-N-6-N-USE-M	2H-40-05	270558
C37778-102	Pre-Unit Spindle AT-SB-2-Q-01.0-J0113-B	2G-47-01	271568
C12377-100	O-Ring AT-S_ 00.27- 0.20-790__-M	2G-40-02	272247
022559-101	Cap AT-S_NOSTIGES____-N-USE-M	2H-40-03	272347
C02379-100	G-Tube AT-S_ROHRF- 116.40- 0.0-N-USE-M	2H-40-04	272447
C04556-100	G-Tube AT-S_NOSTS- 115.50-01.0-N-USE-M	2G-44-03	270578
C04467-102	Compress Spring-ID_02.0-AT-SB-M	2H-44-02	270588
C03456-100	G-Tube AT-S_SSAE- 823.00-01.0-N-USE-M	2H-40-02	271558
C12233-101	Diecast Part AT-N_N-USE-B	2G-47-05	272478
C13367-102	Ball Socket AT-SB-31X81__-UK-N-USE-M	2G-44-04	270589
C34555-102	Plastic Part AT-M_N-USE-M	2G-47-01	271347
C02568-100	Drive Brake Sub-Assy AT-SB-RID-N-USE	2H-44-04	270568
C04566-103	Plastic Part - Adaption Part -AT-SB-M	2G-47-03	271358
C27799-101	Plastic Part - C-Clip -AT-S_M	2H-40-02	273467
011268-000	Grease 110.1-710-LOPYBUL_LGY-115__-M	2G-44-05	273447

PRINT\_OUT?



x

x

x

x

x

Obr. 24 Kanban Excel File – druhý list

## 10 ZHRNUTIE A ZHODNOTENIE PROJEKTU

Projektom diplomovej práce bola implementácia novej montážnej linky v spoločnosti Brose Prievidza, spol. s r.o. Na začiatku sme si vymedzili projekt prostredníctvom kriteriálnej SWOT analýzy, rizikovej analýzy RIPRAN a logického rámca. Stanovili sme si určité ciele, ktoré sme chceli dosiahnuť. Úspešný proces implementácie a zlepšovanie procesu produkcie prostredníctvom využitia štandardizácie a zlepšovacích metód boli hlavné stanovené zámery. Vymedzili sme si aj merateľné ukazovatele, ku ktorým sa dostaneme v ďalšom priebehu tejto kapitoly.

Proces implementácie novej linky finálnej montáže prebiehal v spolupráci so zákazníckym tímom, priemyselnými inžiniermi a vedúcim divízie závodu Brose Prievidza, nemeckými kolegami rovnako z našej spoločnosti Brose a technickými expertami zo spoločnosti MAI. Súbežnými úvodnými krokmi bolo vytvorenie špecifikácie montážnej linky a zvolenie koncepčného rozhodnutia v podobe pätnásť zmenného režimu s maximálnym možným množstvom produkcie, ktoré nastalo po porovnaní potenciálnych alternatív konceptov, nasledovalo vytvorenie nákupnej objednávky. V období ďalších týždňov sme začlenili metódy priemyselného inžinierstva do procesu implementácie.

Použili sme FMEA analýzu na odhalenie a následne odstránenie potenciálne najzávažnejších a najpravdepodobnejších väd vyskytujúcich sa v produkčnom procese. Spozorovali sme, že k veľkému počtu chýb dochádza vplyvom operátora. Prostredníctvom vytvorenia štandardizovanej pracovnej inštrukcie a správnym zaučením pracovníkov, môžeme ich vzniku predchádzať.

Vykonali sme ergonomickú analýzu zameranú na štyri primárne oblasti, ktoré sa upriamujú na celkové prispôsobenie linky a pracovného prostredia operátorovi, držanie tela pri vykonávaní pracovnej činnosti, vynaloženie potrebných síl na prevedenie práce a manipulovanie s bremenami. Po realizovaní sme zistili výsledné hodnotenie z ergonomického hľadiska, ktoré predstavovalo dvanásť bodov. Na základe toho, že sme neprekročili hranicu dvadsaťpäť bodov, sme mohli spoľahlivo stanoviť, že nová montážna linka je ergonomicky spôsobilá na vykonávanie stanovených pracovných činností a žiadne ďalšie zásahy nie sú nutné.

Využili sme softwarový program AutoCAD na vymedzenie layoutu určeného pre implementovanú montážnu linku, súčasťou čoho je zodpovedajúci stav reálnej pozícií

v produkčnej oblasti. Vytýčený priestor neobsahuje len samotnú linku, ale aj k nej prislúchajúce regály na umiestnenie požadovaného materiálu.

Poslednou využitou metódou v procese implementácie bolo vytvorenie VSM mapy hodnotového toku. Vytvorená mapa bola vykreslená so štandardizovanými ikonami používanými na jednotné zobrazovanie a zahŕňa všetky potrebné časy, ktoré súvisia s produkciou pohonov pre zdvíhanie zadných dverí automobilu. Celkový čas pridávajúci hodnotu produktu činí približne deväťdesiat sekúnd, čo tradične v prípade VSM predstavuje veľmi nízke percento v porovnaní s celkovým časom rádovo niekoľko desiatok dní od dodania komponentov až po samotnú distribúciu zákazníkom. Úmyslom je postupné zvyšovanie tohto percenta, pochopiteľne znižovaním časov nepridávajúcich hodnotu produktu.

Po samotnom procese implementácie sme sa zamerali na zlepšenie produkčného procesu implementovanej linky koncovej montáže, prostredníctvom využitia ďalších vhodných nástrojov a metód z oblasti priemyselného inžinierstva.

Prevádzaním štandardizácie sme štandardizovali činnosti realizované na pracovisku pomocou vytvorenia štandardných dokumentov. Následne sme ich umiestnili na konkrétne pracovné stanice montážnej linky. Video pracovná inštrukcia je novým štandardom, ktorý sme vytvárali pomocou softwarového programu video2manual.

Rozhodli sme sa použiť aj metódu 6S z dôvodu výskytu pár nedostatkov v pracovnom priestore implementovanej linky. Prevažne sa jednalo o bežné prípady, ktoré sa občas vyskytujú. Naším zámerom bolo poukázať na jednotlivé nedostatky, a tým zamedziť ich ďalšiemu prípadnému vzniku.

MTM sa používa ako metóda vopred určených časov v spoločnosti Brose. Vykonali sme analýzu MTM a po jej prevedení sme zistili, že celkový potrebný čas na zmontovanie špindla do finálnej podoby na linke koncovej montáže predstavuje necelé tri minúty. Názorom sme si ukázali konkrétne hodnoty určitých pracovných krokov, ktoré sa vyskytujú v pracovnom procese.

Využitím ukazovateľa OEE sme zistili celkovú efektívnosť strojných zariadení montážnej linky šesť týždňov po sebe nasledujúcich. Vo vymedzení projektu sme si určili ciele v podobe maximálne trojpercentnej zmetkovitosti, výkonu nad úrovňou deväťdesiatšesť percent a dosiahnutie celkového OEE viac ako osemdesiattri percent. Zistili sme, že prvé dva ciele sme boli schopní naplniť od štvrtého sledovaného týždňa a posledný stanovený cieľ sa nám podarilo splniť práve v šiesty týždeň, kedy sa okrem požadovanej kvality

a výkonu podarilo v najvyššej možnej miere obmedziť celkové prestoje vznikajúce pri produkovani finálnych špindlov.

Posledným využívaným nástrojom v projekte bolo vytváranie kanbanových štítkov. Charakterizovali sme si celkový proces ich zakladania. Používali sme na to potrebný kanbanový súbor a softwarový program SAP, v ktorom sme využívali dve veľmi dôležité transakcie na zobrazenie kusovníka a na tvorbu kanban control cycle.

Na základe vyššie spomenutých súvislostí a splnenia stanovených cieľov môžeme zhodnotiť, že sa nám úspešne podarilo implementovať novú linku finálnej montáže v spoločnosti Brose Prievidza, spol. s r.o.

## ZÁVĚR

Diplomová práce bola venovaná implementácii novej montážnej linky v spoločnosti Brose Prievidza, spol. s r.o. a následnému zlepšeniu procesu produkcie prostredníctvom využitia znalostí z oblasti priemyselného inžinierstva. Zámerom bolo vypracovanie projektu implementácie, ktorému predchádzalo spracovanie teórie formou literárnej rešerše, na základe ktorej bolo možné využiť získané teoretické znalosti v praktickej časti diplomovej práce.

V teoretickej časti prostredníctvom naštudovania odbornej literatúry, bolo možné popísať pojem priemyselného inžinierstva a charakterizovať osobu priemyselného inžiniera. Ďalej bol objasnený proces montáže a definované štíhle procesy vznikajúce v rámci celého podniku. Následne sa vymedzili druhy plytvania nastávajúce hlavne vo výrobných procesoch. Najrozsiahljšia kapitola teoretickej časti sa zaoberala nástrojmi a metódami súvisiacimi s oblasťou priemyselného inžinierstva, medzi ktoré patrí štandardizácia, poka-yoke, 6S metóda, ergonómia, metóda MTM, ukazovateľ OEE, FMEA analýza, metóda TPM, VSM mapa hodnotového toku, kanban a využitie softwarového programu AutoCAD zo skupiny systémov CAD.

Prvotná kapitola praktickej časti sa zaoberala predstavením spoločnosti Brose a závodu Brose Prievidza, spol. s r.o. Nasledovalo vymedzenie projektu prostredníctvom logického rámca, kritériálnej a rizikovej analýzy. Ďalším krokom bolo realizovanie procesu implementácie novej montážnej linky na divízii produkujúcej pohony pre zdvíhanie zadných dverí, kde sa porovnávali možné produkčné koncepty a následne sa zvolilo najvhodnejšie koncepčné rozhodnutie. V kapitole implementačného procesu bola rovnako zahrnutá nevyhnutná špecifikácia montážnej linky, následne boli použité nástroje priemyselného inžinierstva potrebné k úspešnému procesu implementácie. Použili sa analýza FMEA, ergonomická analýza, pomocou programu AutoCAD bolo vyhotovené spracovanie layoutu a posledným využitím nástrojov v tejto časti bola VSM mapa hodnotového toku. Nasledovalo skvalitnenie produkčného procesu na implementovanej montážnej linke. Pre jeho zlepšenie sa využili ostatné spomenuté metódy z oblasti priemyselného inžinierstva, a to vytváranie štandardných dokumentov prostredníctvom štandardizácie, použitie metód 6S a MTM, ukazovateľ OEE a tvorba kanbanových štítkov. Finálna kapitola praktickej časti bola zameraná na zhrnutie a zhodnotenie úspešného projektu implementácie novej montážnej linky v spoločnosti Brose Prievidza, spol. s r.o.

**SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY**

- Analýza možných způsobů a důsledků závad (FMEA): příručka, 2001. 3. vyd. Praha: Česká společnost pro jakost, 72 s. ISBN 8002014766.
- BADIRU, Adedeji Bodunde, 2014. Handbook of industrial and systems engineering. 2nd ed. Boca Raton: CRC Press, xxvi, 1452 s. Industrial innovation series. ISBN 978-1-4665-1504-8.
- BURIETA, Ján, 2017. 5S. In: IPA Slovakia [online]. Žilina, 25.2.2017 [cit. 2018-03-\*\*]. Dostupné z: <https://www.ipaslovakia.sk/sk/ipa-slovník/5s>
- BURTON, Terence T, 2011. Accelerating lean six sigma results: how to achieve improvement excellence in the new economy. Fort Lauderdale, FL: J. Ross Pub., xxii, 409 s. ISBN 978-1-60427-054-9.
- DANĚK, Jan a Miroslav PLEVNÝ, 2005. Výrobní a logistické systémy. Plzeň: Západočeská univerzita, vii, 212 s. ISBN 80-7043-416-3.
- DENNIS, Pascal, 2016. Lean production simplified: a plain-language guide to the world's most powerful production system. Third edition. Boca Raton: CRC Press, Taylor & Francis Group, xxvi, 223. ISBN 978-1-4987-0887-6.
- GREENE, Jack, 2013. Industrial engineering: theory, practice & application : business and production management, productivity and capacity. [North Charleston: CreateSpace], 411 s. ISBN 9781482301793.
- HOBBS, Dennis P., 2011. Applied lean business transformation: a complete project management approach. Fort Lauderdale, FL: J. Ross Publishing, xxv, 483 s. ISBN 978-1-932159-79-0.
- CHROMJAKOVÁ, Felicita, 2013. Průmyslové inženýrství: trendy zvyšování výkonnosti štíhlým řízením procesů. Žilina: Georg, 116 s. ISBN 978-80-8154-058-5.
- CHROMJAKOVÁ, Felicita a Rastislav RAJNOHA, 2011. Řízení a organizace výrobních procesů: kompendium průmyslového inženýra. Žilina: GEORG, 138 s. ISBN 978-80-89401-26-0.
- JUROVÁ, Marie, 2016. Výrobní a logistické procesy v podnikání. Praha: Grada Publishing, 254 s. Expert. ISBN 978-80-247-5717-9.
- KOŠTURIÁK, Ján a Zbyněk FROLÍK, 2006. Štíhlý a inovativní podnik. Praha: Alfa Publishing, 237 s. Management studium. ISBN 80-86851-38-9.

- KOVÁČ, Jozef a Edita SZOMBATYOVÁ, 2010. Ergonómia. Košice: Technická univerzita v Košiciach, Strojnícka fakulta, 121 s. Edícia študijnej literatúry. ISBN 978-80-553-0538-7.
- MANN, David, 2015. Creating a lean culture: tools to sustain lean conversions. Third edition. Boca Raton: CRC Press, xxxi, 367. ISBN 978-1-4822-4323-9.
- MAŠÍN, Ivan, 2003. Mapování hodnotového toku ve výrobních procesech. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 80 s. ISBN 80-902235-9-1.
- MAŠÍN, Ivan a Milan VYTLAČIL, 2000a. Nové cesty k vyšší produktivitě: metody průmyslového inženýrství. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 311 s. ISBN 80-902235-6-7.
- MAŠÍN, Ivan a Milan VYTLAČIL, 2000b. TPM: management a praktické zavádění. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 246 s. ISBN 8090223559.
- MAYNARD, Harold B. a Kjell B. ZANDIN, 2001. Maynard's industrial engineering handbook. 5th ed. New York: McGraw-Hill, 1 sv. (různé stránkování). McGraw-Hill standard handbooks. ISBN 0-07-041102-6.
- MORGAN, James M. a Jeffrey K. LIKER, 2006. The Toyota product development system: integrating people, process, and technology. New York: Productivity Press, xx, 377 s. ISBN 1-56327-282-2.
- SALVENDY, Gavriel, 2001. Handbook of industrial engineering: technology and operations management. 3rd ed. New York: Wiley, xxxiv, 2796 s. ISBN 0-471-33057-4.
- TOMEK, Gustav a Věra VÁVROVÁ, 2017. Průmysl 4.0, aneb, Nikdo sám nevyhraje. Půhonice: Professional Publishing, 200 s. ISBN 978-80-906594-4-5.
- Výkladový slovník průmyslového inženýrství a štíhlé výroby, 2005. Liberec: Institut technologií a managementu, 106 s. ISBN 80-903533-1-2.

**SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK**

BOM	Bill of Materials
CAD	Computer-Aided Design
CEZ	Celková efektívnosť zariadenia
CW	Calendar Week
D	Detection
DE	Deutschland
DFMA	Design For Manufacture and Assembly
DP	Diplomová práca
DXF	Drawing Exchange Format
EBIT	Earnings Before Interest and Taxes
EOL	End of Line
ESD	Electrostatic Discharge
FMEA	Failure Mode and Effect Analysis
IE	Industrial Engineering / Industrial Engineer(s)
KEF	Kanban Excel File
KLT	Kleinladungsträger
MB	Megabyte
MP	Malá Pravdepodobnosť
MS	Microsoft
MS-DOS	Microsoft Disk Operating System
MTM	Methods Time Measurement
NRH	Nízka Hodnota Rizika
NOK	Not OK
O	Occurence
OEE	Overall Equipment Effectiveness



---

OP	Ovládací panel
OPP	Ochranné pracovní pomůcky
OR	Obchodný register
P	Pravděpodobnost
PI	Priemyselné inžinierstvo / Priemyselny inžinier
PRI	Prievidza
PY	Poka-Yoke
RIPRAN	Risk Project Analysis
RPN	Risk Priority Number
S	Severity
SAP	Systems, Applications, and Products in Data Processing
SD	Stredný Dopad
SHR	Stredná Hodnota Rizika
SP	Stredná Pravdepodobnosť
SWOT	Strengths/Weaknesses/Opportunities/Threats
TMU	Time Measurement Unit
TPM	Total Productive Maintenance
VA	Value Added
VBG	Vor Bau Gruppe
VD	Velký Dopad
VSM	Value Stream Mapping
YY	Year

**SEZNAM OBRÁZKŮ**

<i>Obr. 1 Lokácia závodov spoločnosti Brose .....</i>	<i>36</i>
<i>Obr. 2 Produkty spoločnosti Brose .....</i>	<i>37</i>
<i>Obr. 3 Prvá fáza závodu Brose Prievidza .....</i>	<i>38</i>
<i>Obr. 4 Zdvíhače okien a motory pre zdvíhače okien .....</i>	<i>38</i>
<i>Obr. 5 Komparácia konceptov .....</i>	<i>44</i>
<i>Obr. 6 Koncepčné rozhodnutie .....</i>	<i>45</i>
<i>Obr. 7 Špindel – pohon pre zdvíhanie zadných dverí automobilu .....</i>	<i>46</i>
<i>Obr. 8 Potenciály na zníženie investícií .....</i>	<i>47</i>
<i>Obr. 9 Úvod špecifikácie .....</i>	<i>48</i>
<i>Obr. 10 FMEA analýza .....</i>	<i>51</i>
<i>Obr. 11 ErgoCheck .....</i>	<i>53</i>
<i>Obr. 12 Layout .....</i>	<i>55</i>
<i>Obr. 13 VSM – názorná ukážka celkového hodnotového toku špindlov .....</i>	<i>56</i>
<i>Obr. 14 Pracovná inštrukcia .....</i>	<i>59</i>
<i>Obr. 15 Video pracovná inštrukcia – vytváranie .....</i>	<i>60</i>
<i>Obr. 16 Video pracovná inštrukcia – editovanie .....</i>	<i>61</i>
<i>Obr. 17 Video pracovná inštrukcia – finálna podoba .....</i>	<i>61</i>
<i>Obr. 18 Video pracovná inštrukcia – dotykový monitor .....</i>	<i>62</i>
<i>Obr. 19 Nastavovacia inštrukcia .....</i>	<i>63</i>
<i>Obr. 20 Poka-Yoke inštrukcia .....</i>	<i>65</i>
<i>Obr. 21 TPM štandard .....</i>	<i>66</i>
<i>Obr. 22 Metóda 6S .....</i>	<i>67</i>
<i>Obr. 23 MTM analýza .....</i>	<i>69</i>
<i>Obr. 24 Kanban Excel File – druhý list .....</i>	<i>73</i>

**SEZNAM TABULEK**

<i>Tab. 1 SWOT analýza .....</i>	39
<i>Tab. 2 Logický rámec.....</i>	40
<i>Tab. 3 RIPRAN .....</i>	41
<i>Tab. 4 Časový plán implementácie .....</i>	42
<i>Tab. 5 OEE .....</i>	71