Vysoká škola ekonomická v Praze
Fakulta podnikohospodářská

Diplomová práce

Bc. Matej Špak
2017

Vysoká škola ekonomická v Praze

Fakulta podnikohospodářská

Katedra managementu

Projekt Okuma

Zlepšenie výrobného procesu v spoločnosti Latecoere

Autor diplomové práce: Bc. Matej Špak

Vedoucí diplomové práce: Ing. Felipe Martínez, Ph.D.

Rok obhajoby: 2017

Čestné prehlásenie

Prehlasujem, že diplomovú prácu na téma ***Projekt Okuma - Zlepšenie výrobného procesu v spoločnosti Latecoere*** som *vypracoval samostatne a všetku použitú literatúru a ďalšie pramene som riadne označil a uviedol v priloženom zozname.*

V Prahe dňa29. augusta 2017

.....

podpis

Poďakovanie

Touto cestou by som rád poďakoval Ing. Felipe Martínezovi, Ph.D. za vedenie a cenné rady, ktoré mi poskytol pri písaní tejto záverečnej práce. Ďakujem spoločnosti Latecoere za možnosť, podieľať sa na riešení tak zaujímavého projektu. Menovite by som rád poďakoval Ing. Martinovi Michajlecovi, Ph.D. za príjemnú spoluprácu a pripomienky pri spracovávaní diplomovej práce. V neposlednej rade moja veľká vďaka patrí rodičom, za poskytnutú podporu počas celého štúdia. Ďakujem svojej sestre, ktorá mi je oporou, a aj keď je odo mňa vzdialená stovky kilometrov, je osobou na ktorú sa môžem kedykoľvek obrátiť. Ďakujem priateľom, kolegom a známym za to, že sú v mojom živote.

Názov diplomovej práce:

Projekt Okuma - Zlepšenie výrobného procesu v spoločnosti Latecoere

Abstrakt:

Táto diplomová práca sa zaoberá návrhom zlepšenia výrobného procesu, uplatnením vhodných nástrojov a metodiky Lean managementu. Zavedením prvkov štíhlej výroby, prináša zefektívnenie procesu na oddelení výroby kovových dielov v spoločnosti Latecoere Czech Republic. K riešeniu problematiky sme pristúpili projektovým cyklom DMAIC, ktorý je členený v 5 etapách. Použitie daného prístupu, nás v postupných logických krokoch vedie k zdokonaleniu procesu. V práci sa takisto venujeme zavedeniu metódy SMED, na základe ktorej sa zaistí rýchlejší prechod medzi výrobou jednotlivých typov výrobkov. Podrobným preskúmaním procesu sme dospeli k návrhu viacerých opatrení, ktoré nás doviedli k zlepšeniu výrobného procesu.

Kľúčové slová:

DMAIC, Lean management, SMED, výrobný proces, zlepšenie

Title of the Master's Thesis:

Okuma Project – Improvement of the Manufacturing Process in Latecoere Company

Abstract:

The thesis focuses on improvement of the manufacturing process, application of suitable tools and of lean management methodology. Introduction of the lean manufacturing brings higher effectiveness of the metal parts production in Latecoere Czech Republic. We decided to apply the DMAIC project cycle, which is divided into 5 stages. Application of the aforementioned approach results in the improvement of the process in several logical steps. This thesis also focuses on introducing the SMED method, which ensures faster transition between the production of various types of products. Having re-examined the process, we defined a series of precautions that resulted in the improvement of the manufacturing process.

Keywords:

DMAIC, improvement, lean management, manufacturing process, SMED

Obsah

Úvod **9**
1 Zlepšovanie podnikových procesov **11**
1.1 Proces 11
1.2 Výrobný proces 12
1.3 Štruktúra výrobného procesu 13
1.4 Plynulý tok výrobného procesu 15
1.5 Potreba zlepšovania procesov 16
2 Lean management **17**
2.1 Historické korene lean 17
2.2 Čo je lean? 18
2.3 Princípy lean managementu 19
2.4 Plytvanie 21
3 DMAIC a aplikované lean nástroje **23**
3.1 Cyklus DMAIC 23
3.2 DEFINE - Definovanie projektu 24
3.2.1 Project Charter 25
3.2.2 SIPOC diagram 26
3.2.3 Flowchart 27
3.3 MEASURE - Meranie procesu 28
3.3.1 Pozorovanie procesu 28
3.3.2 Zber dát 29
3.3.3 Layout 29
3.3.4 Spagetti diagram 30
3.3.5 Paretov diagram 31
3.4 ANALYZE - Analýza procesných javov 32
3.4.1 Brainstorming 32
3.4.2 Ishikawa diagram - diagram príčin a následkov 33
3.4.3 Päťkrát prečo? 34
3.5 IMPROVE - Zlepšenie procesu 35
3.6 CONTROL - Kontrola procesu 36
4 Metóda SMED **37**
4.1 Historické základy 37
4.2 C/O time 38
4.3 SMED koncepcia 39
1. Oddelenie interných a externých činností 39
2. Konverzia interných činností na externé 39
3. Zlepšenie činností, kt. sú spojené s internými a externými operáciami 40

4.4 Účinky metódy SMED 40
5 Predstavenie spoločnosti 41
5.1 História spoločnosti 41
5.2 Súčasnosť Latecoere Czech Republic 41
5.3 Výrobné aktivity a technológie 42
6 DEFINE 43
6.1 Popis súčasnej situácie a definovanie problému 43
6.2 Projekt charter 43
6.3 SIPOC diagram 45
6.4 Flowchart procesu 45
7 MEASURE 47
7.1 Pozorovanie procesu a zber dát 47
7.2 Layout pracoviska 49
7.3 Spagetti diagram 50
7.4 Paretov diagram 53
8 ANALYZE 55
8.1 Brainstorming 55
8.2 Ishikawa diagram 55
8.3 Uplatnenie 5whys 58
9 IMPROVE 59
9.1 SMED - Zmena typu zákazky 59
9.2 Zlepšenie pracovného prostredia 61
9.3 Akčný plán 63
10 CONTROL 69
Záver 72
Zoznam literatúry 73

Úvod

Mnohé podniky si kladú otázku, ako si udržať konkurencieschopnosť na trhu, ktorý sa neustále mení a vyvíja. Podobne ako je tomu v iných odvetviach, tak aj vo výrobných podnikoch je prioritne kladený dôraz na zákazníka. Sústreďujeme sa na to, ako zvýšiť jeho spokojnosť, aký stupeň splnenia požiadavkou je od nás očakávaný a ako vyrábať produkty s pridanou hodnotou činností, za ktoré je zákazník ochotný zaplatiť. Spoločnosť ktorá to dokáže, by mala byť zameraná na tri základné parametre konkurencieschopnosti: kvalitu, flexibilitu a rýchlosť.

Jedným z prístupov riadenia podniku, ktorý zdôrazňuje, že šancu na úspech má taká organizácia, ktorá kladie zákazníka na popredné miesto vo svojom rebríčku hodnôt, je Lean management. Práve koncept riadenia štíhlej výroby napomáha zlepšovať procesy, zvyšovať efektivitu a ovplyvňovať celkovú výkonnosť podniku. Prístup Lean pozostáva z princípov, ktoré vedú k eliminácii plytvania, teda činností, ktoré nepridávajú hodnotu. Plytvanie je v tomto prípade kľúčovým, pri zlepšovaní procesov. Iniciatíva začať niečo zlepšovať je prvým krokom, ktorý nás vedie cestou úspechu. Avšak je dôležité podotknúť, že mnoho snáh o zlepšovanie stroskotalo z dôvodu uskutočňovania príliš obecných zmien, ktoré boli zamerané na veľmi všeobecné problémy. Identifikovať preto skutočné príčiny problému, je nevyhnutnou súčasťou trvalého zlepšenia.

V tejto záverečnej práci sme zamerali svoje úsilie na dosiahnutie zlepšenia výrobného procesu v spoločnosti Latecoere Czech Republic. Uplatnením princípov Lean managementu a zavádzaním prvkov štíhlej výroby sme sa snažili zefektívniť výrobný proces na oddelení výroby kovových dielov. Cieľom projektu bolo zistiť príčiny nízkej produktivity na CNC strojoch Okuma, a to uplatnením vhodných nástrojov a metodiky, ďalej navrhnúť zlepšenie a následne zabezpečiť jeho realizáciu.

Na základe nadobudnutých poznatkov, ktoré sa opierajú o významných autorov publikácii v oblasti projektového riadenia Lean, sme sa rozhodli prácu štruktúrovať projektovým cyklom DMAIC.

Projekt Okuma je členený v 5 etapách cyklu DMAIC. Ide o metodiku, ktorej základ akronymu pozostáva z etáp Define - Measuere - Analyze - Improve - Control. Aplikovanie daného prístupu k riešeniu problému, nás v postupných logických krokoch viedlo na ceste k zlepšeniu a zdokonaleniu procesu. V prvej etape cyklu Define, sme stanovali účel a rozsah projektu. Identifikovali sme parametre problému a zostavili projektový tím, ktorý sa podieľal na riešení zlepšovateľského projektu Okuma.

Inšpirovaní výrokom Genchi genbutsu sa začalo sledovanie výrobného procesu a následný zber dát. V etape Measure bolo pre nás podstatné odpozorovať plytvanie vo výrobnom procese a preskúmať vzťahy jednotlivých činností na pracovisku. Následne zozbierané údaje vyhodnotiť a nájsť medzi nimi súvislosti.

Analýza, tretia etapa cyklu DMAIC, nám poskytuje odpoveď na to, aké sú príčiny skúmaného problému. Zámerom projektového tímu bola identifikácia potenciálnych príčin, na čo bola využitá rada analytických nástrojov. V nadväzujúcej etape Improve, nastala snaha zlepšiť výrobný proces, zavedením zmien, ktoré odstránia plytvanie. Pristúpilo sa k návrhu opatrení, ktoré ovplyvňujú kľúčové problémy a následne k implementácii zvolených návrhov.

Kontrolná fáza je poslednou etapou projektového cyklu. Po realizácii opatrení je preukázaná pozitívna zmena implementovaných riešení. Na kontrolných grafoch je evidentne vidieť v akej miere sa podarilo naplniť stanovené ciele práce.

1 Zlepšovanie podnikových procesov

Základom pre pochopenie problematiky ako celku, je definovanie pojmov, ktoré súvisia so zlepšovaním podnikových procesov. Prvá kapitola obsahuje základnú terminológiu, význam výrobného procesu a k nemu prislúchajúcich činností.

1.1 Proces

S procesmi sa stretávame takmer každý deň, sú vôkol nás, pričom ich prítomnosť si niekedy ani neuvedomujeme, považujeme ich za samozrejmosť. Preto si na začiatok definujeme čo sa pod pojmom proces ukrýva a v čom spočíva jeho dôležitosť.

ČSN EN ISO 9001:2016 definuje proces ako *„súbor vzájomne súvisiacich alebo vzájomne pôsobiacich činností, ktorý premieňa vstupy na výstupy".*

"Proces je sériou logicky súvisiacich činností alebo úkolov, ktorých prostredníctvom, ak sú postupne vykonávané, má byť vytvorený predom definovaný súbor výsledkov (Svozilová, 2011, s.14)".

"Jednoducho povedané, ide o súhrn činností, transformujúci súhrn vstupov, do súhrnu výstupov (tovarov alebo služieb) pre iných ľudí alebo procesy, používajúci k tomu ľudí a nástroje (Řepa, 2006, s.13)".

Iný pohľad na proces nám hovorí, že nemusí byť charakterizovaný len zo stanoviska jeho účelu, ale môžeme sa naň pozerať aj z pohľadu vývoja v čase.*"Dôležitými sú ďalšie dva prvky procesného prostredia - spolupráca ľudí, ktorí sa procesu zúčastňujú, a hodnotu, ktorú môžeme posudzovať na základe dvoch uhlov - očami zákazníka procesu a očami organizácie, v ktorej réžií proces prebieha (Svozilová, 2011, s.15)".*

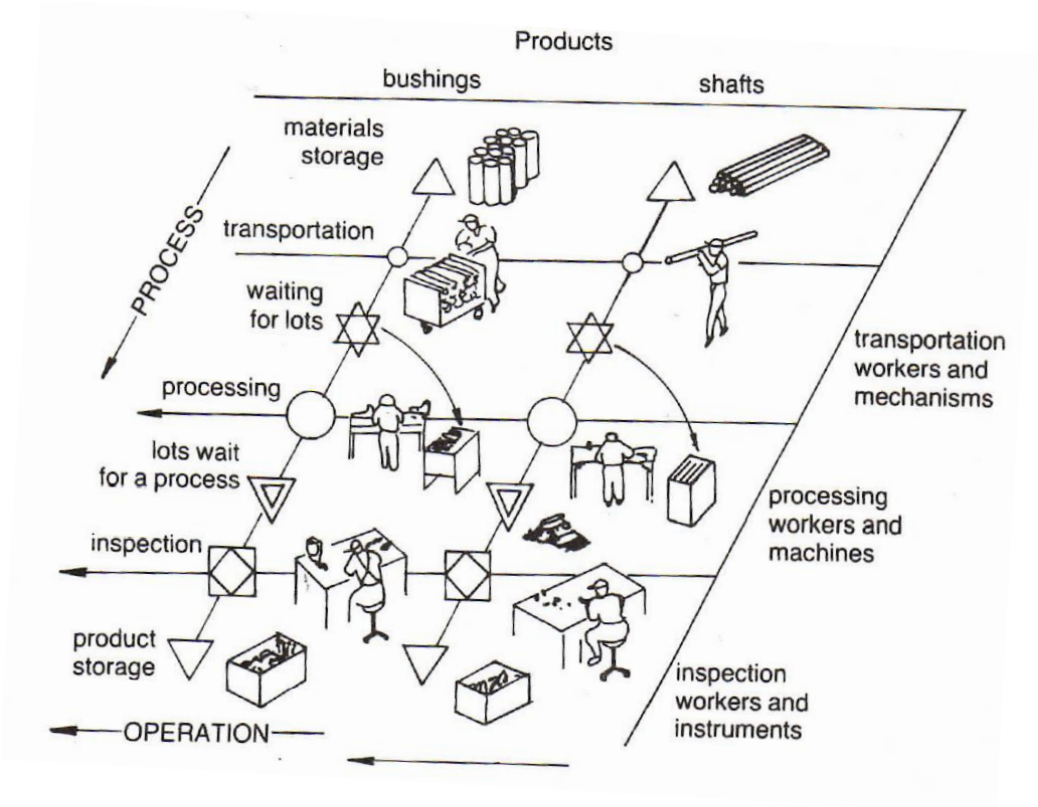
Podľa japonského celosvetovo uznávaného odborníka na priemyselné procesy Shigeo Shinga, je procesom situácia úkonov produktu, pozostávajúca zo súboru operácií. Tento rozdiel však často ostáva bez povšimnutia, môže sa teda zdať, že sa veľmi ľahko stratí zo zreteľa proces, uprostred všetkých viditeľných operácií (Shing,S & Robinson, A. 1990, s.8).

Z vyššie uvedených definícii plynie, že pri transformácii vstupov na výstupy vytvárame určitý produkt v jednotlivých krokoch procesu. Preto priama nadväznosť zohráva veľkú rolu vo výrobných procesoch, kde každý nasledujúci krok závisí od kroku predchádzajúceho.

1.2 Výrobný proces

Výrobný proces závisí od charakteru výrobku, respektíve služby a samozrejme od faktorov, akými je premenlivosť trhu, objemu výroby, technológie použité pri výrobe, usporiadaním výroby a charakterom dopytu (Keřkovský, 2001, s.7).

Zobrazenie výrobného procesu, je pre bližšie pochopenie graficky zachytené na obrázku 1. Dr. Shingo zachytil rozdiel medzi procesom a operáciou. Bohužiaľ, tento rozdiel ostáva často bez povšimnutia. Leží však v srdci zjednodušovania a zlepšovania výrobných systémov.



Obrázok 1 Prúdy produkcie: proces a operácia (Shing & Robinson 1990,s.23)

Na obrázku 1 sú zobrazené dva prúdy produkcie: proces a operácia (Shing,S & Robinson, A. 1990, s.23).Rozdiel medzi procesom a operáciou. je v to v tom, že proces pozostáva z jednotlivých operácii.

Proces sa týka toku produktov od jedného pracovníka k nasledujúcemu, čo znamená že ide o etapy, prostredníctvom ktorých môžu pracovníci pracovať na rôznych materiáloch, ktoré časovo aj priestorovo postupujú a stávajú sa finálnym produktom.

Operácia sa tým pádom vzťahuje k samostatnej, nesúvisiacej fáze, pri ktorej môže operátor pracovať na rôznych produktoch, to znamená, že časovo aj priestorovo plynie, točí sa okolo pracovníka (Shing, S. - Robinson, A.1990, s.23).

Podľa miery plynulosti výrobného procesu býva výroba rozlišovaná na plynulú a prerušovanú, pričom treba brať do úvahy ekonomické aspekty. Položiť si otázku pri rozhodovaní, či je dôležité zaistiť plynulú výrobu, - ktorá prebieha o sviatkoch, cez víkendy a v noci. Samozrejme tento druh výroby je nákladnejší v porovnaní s prerušovanou výrobou. No na proti tomu pri prerušovanej výrobe sa predlžujú priebežné výrobné doby, ktoré môžu spôsobiť kolísanie výkonnosti a kvality výrobkov čo v končenom dôsledku pre nás môže znamenať zvýšené výrobné náklady (Keřkovský, 2001, s.8).

1.3 Štruktúra výrobného procesu

Keřkovský, definoval aspekty riadenia výrobného procesu, ktoré sú predmetom skúmania, plánovania a optimalizácie. Z tohto pohľadu je štruktúra výrobného procesu rozčlenená na vecné, časové a priestorové hľadisko (Keřkovský, 2001, s.11).

Vecné hľadisko v sebe zahŕňa, z pohľadu riadenia výroby, výrobný profil podniku, respektíve výrobné možnosti, ktoré sú determinované výrobnými kapacitami. Spoločnosť vyrába len to, čo sa jej oplatí, uplatnením princípu make or buy, čiže nebude vyrábať výrobok alebo diel, ktorý vie obstarať za porovnateľné alebo nižšie náklady. Výrobné procesy sú priamo spojené s technologickými a netechnologickými procesmi. Procesy, ktoré sú priamo spojené s výrobou výrobkov, pri ktorom sa spracovávajú suroviny, polotovary a materiály, sú technologickými procesmi. Naproti tomu netechnologické procesy, predstavujú pomocné procesy, kam by sme zahrnuli napríklad dopravu surovín medzi pracoviskami.

Výrobné procesy v sebe zahŕňajú operácie, ktoré môžu byť členené na úseky, úkony a pohyby, pričom nevyhnutným je z pohľadu plánovania a riadenia výroby, aby každej operácii bolo pridelené pracovné prostredie, kde sa uskutoční a odhad doby trvania, ktorý je potrebný na jej realizáciu.(Keřkovský, 2001, s.12).

Časové hľadisko v sebe zahŕňa radu nasledujúcich aspektov:

časové usporiadanie procesu - má základ v slede operácií, ktoré sa nutne spracovávajú postupne po jednotlivých pracoviskách a v stanovených predpokladaných termínoch;

výrobné a dopravné dávky - ide o východiská ktoré sa používajú často v strojárenskej výrobe, pričom výrobné dávky sa môžu následne dopraviť medzi operácie v rovnaký čas;

priebežná doba výroby - zahŕňa v sebe potrebný, plánovaný čas na uskutočnenie istej časti výrobného procesu;

využitie výrobných kapacít - jeden z najdôležitejších aspektov časového hľadiska, ktorý najvýraznejšie ovplyvňuje ekonomiku výrobných procesov, ktorého cieľom je stopercentné využitie, no v reálnych podmienkach je to prakticky nesplniteľné;

prestoje - sú časové intervaly, počas ktorých sa na danom pracovnom úseku nepracuje z rôznych dôvodov, jednou z príčin môže byť čakanie na dodanie materiálu, prijatie novej zákazky, nedostatok práce, no prestoje môžu vznikať aj z iných organizačných dôvodov;

rozpracované výrobky - ide o nedokončenú výrobu, ktorá je meraná v peňažnom vyjadrením hodnoty výrobných zdrojov, viazaných v procese výroby (Keřkovský, 2001, s.13).

Priestorové hľadisko zahŕňa priestorové a zároveň aj organizačné usporiadanie pracoviska. V súvislosti s výrobným procesom je za potreby riešiť *materiálové toky,* - ktorých rozhodujúce kritéria sú: rýchlosť, vzdialenosť a plynulosť prepravy medzi jednotlivými pracoviskami.

Ďalším aspektom je *usporiadanie pracoviska* - layouty pracovísk sa rozlišujú nasledovne:

process layout -technologické usporiadanie pracovísk, napríklad strojov, ktoré ale nie sú usporiadané v skupine no podľa potreby sa presúvajú medzi jednotlivými pracoviskami;

cell layout - bunkové usporiadanie pracovísk, s ohľadom na technologické postupy sú usporiadané stroje do takzvaných "buniek" tak aby boli časti výrobného procesu uskutočňované v bunke, bez premiestňovania výrobkov medzi operáciami na iné pracoviská;

product layout - predmetové usporiadanie pracoviska, zoradené za účelom potreby spracovania produktov, pričom na zreteli sú minimálne presuny (Keřkovský, 2001, s.14).

Pri usporiadaní pracovísk by sme mali mať na zreteli, aké faktory pôsobia na výrobný proces, vziať do úvahy manipuláciu s výrobkami, premenlivosť požiadavkov, zo strany zákazníka procesu a posúdiť vhodnosť výberu variant.

1.4 Plynulý tok výrobného procesu

"Procesy kvality a štandardizovaná práca sú základom každej výroby (nielen štíhlej, o ktorej si povieme viac v nasledujúcej stati). *Kvalita má byť zabudovaná v procese, rovnako ako zaistenie abnormality a reakcie na ňu (Košturiak & Frolík, 2006, s.26)".*

Synchronizácia procesov a plynulé toky sú vo výrobe statusom, ktorý sa management snaží dosiahnuť. Vyrába sa také množstvo výrobkov a v takých termínoch, aké zákazník požaduje. Košturiak definoval vo svojej knihe Štíhly a inovatívny podnik - predpoklady, ktoré by mali byť vo výrobe zabezpečené, pre plynulý tok:

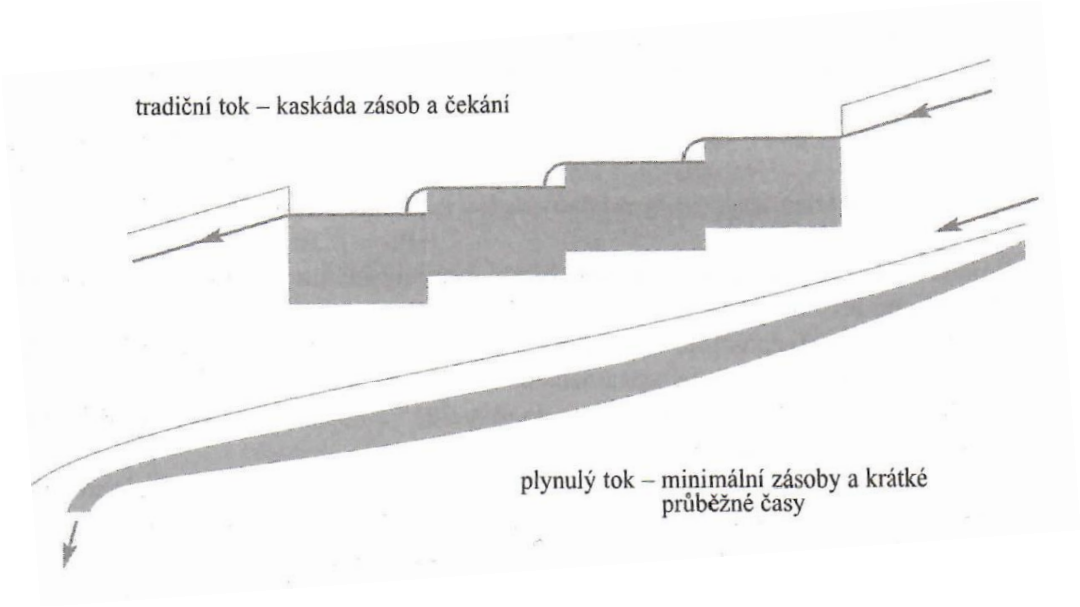
stabilné procesy - so zreteľom na kvalitu, spoľahlivosť a čas

vyvážené kapacity výroby

fungujúce prostredie výroby

výroba v malých dávkach

Na nasledujúcom obrázku 2 je zobrazený plynulý tok výrobného procesu, v ktorom by mali byť zahrnuté vyššie zmienené predpoklady. Takýto tok predstavuje lepšie plnenie stanovených termínov, rýchlejšiu logistiku a v konečnom dôsledku aj prehľadnosť vo výrobe.



Obrázok 2 Plynulý tok vo výrobe (Košturiak& Frolík, 2006, s.27).

1.5 Potreba zlepšovania procesov

Zlepšovanie podnikových procesov plynie z nevyhnutnosti zvyšovania výkonnosti. "Sú to činnosti, zamerané na postupné zvyšovanie kvality, produktivity alebo doby spracovania podnikových procesov prostredníctvom eliminácie neproduktívnych činností a nákladov (Svozilová 2011, s.19)".

Dr. Edwards Deming, významný americký štatistik, vyjadril presvedčenie, že *"zlepšenie kvality procesov zníži na jednej strane náklady, na druhej strane zvýši produktivitu a prinesie úspech na trhu".* Mnoho spoločností si uvedomilo, že pre udržanie konkurencieschopnosti, by preto malo pracovať na zlepšovaní procesov. Vzhľadom k tomu, je nutné hľadať príležitosti a realizovať opatrenia, aby sme zvyšovali výkonnosť procesov (Boledovič, 2017).

Medzi kľúčové faktory úspešnosti zlepšovania procesov patrí spätná väzba. Väzba, "tok" určuje postupnosť procesov tým, že výstup niektorého z procesov môže byť súčasne aj vstupom iného procesu. Preto, aby riadenie systému fungovalo podľa požiadaviek, je nutná istá forma regulácie. Aby sa mohol proces zlepšovať, musí byť pod kontrolou. Každý jeden proces by sa mal preto najprv naplánovať, následne zrealizovať a nakoniec kontrolovať. Proces, ktorý nie je priebežne zlepšovaný sa môže zhoršovať a jeho dopad vo výsledku konkurencie klesá (Kádárová,2015).

Primárnou snahou organizácie by mala byť preto snaha o trvalé zlepšovanie procesov. Je dôležité aby si podnik uvedomil potrebu zmeny a pristúpil k aktivitám, ktoré mu dopomôžu k postupnej eliminácii neproduktívnych činností.

2 Lean management

Jedným z prístupov riadenia podniku, ktorý napomáha zlepšovať procesy je práve koncept riadenia štíhlej výroby, lean management. Obsahom kapitoly je vysvetlenie teoretickej podstaty lean managementu a historických etáp na základe ktorých stojí prístup trvalého zlepšovania. Následne sú obecne vymedzené princípy lean managementu a prvky štíhlej výroby, ktoré vedú k eliminácii plytvania.

Existuje viacero definícií ktoré popisujú podstatu lean managementu.

James Womack, zakladateľ a popredný poradca Lean Enterprise Institutu, ktorý je expertom na lean management, definoval vo svojej knihe Lean Thinking: "*management môže vytvoriť naozajstný štíhly podnik, ktorý optimalizuje hodnotu vytvorenú pre zákazníka, pri súčasnej minimalizácii času, nákladov a chýb (Womack& Jones, 2013, s. 6)".*

Filozofia lean nám hovorí o tom, že lean management je prístup vedenia organizácie, ktorý podporuje koncept neustáleho zlepšovania a systematicky usiluje o dosiahnutie prospešných zmien v procesoch, s cieľom zlepšiť efektivitu a kvalitu (Rouse, 2013).

Takzvané riadenie štíhlej výroby sa dá chápať ako celopodniková kontinuálna filozofia zlepšovania, pôvodne vyvinutá v odvetviach spracovateľského priemyslu. Ide o prístup riadenia podniku, ktorý je realizovaný nielen vo výrobnom priemysle, aleaj v odvetviach služieb, a to vrátane zdravotníctva, finančných služieb a vlády (Pickering, 2017, s. 28).

Všetky spomínané definície lean managementu majú spoločný základ v zlepšovaní procesov. Kde má táto rozsiahla filozofia riadenia historické korene a s ktorými prelomovými mysliteľmi je spätá v počiatkoch jej vývoja si povieme v nasledujúcej stati.

2.1 Historické korene lean

"Lean management býva označovaný ako revolúcia v riadení výroby(Keřkovský, M. 2001, s.69)." Počiatky lean môžeme nájsť ešte v obdobiach rannej masovej výroby, kedy výrobný priemysel ovplyvnil významný mysliteľ Henry Ford, inšpirovaný otcom vedeckého managementu Frederikom Taylorom.

Rovnako ako všetci výrobcovia, aj Henry Ford, chcel vyrobiť čo najviac výrobkov, a to v čo najkratšej dobe.*"Ford vniesol revolúciu do masovej produkcie tým, že zaviedol flow lines (Goldratt, 2008, s.7)".*Uvedomil si potrebu zlepšiť výrobný proces a preto jedným z pravidiel, pre štíhlu výrobu bolo, že *„práca musí prísť za pracovní-*

*kom a nie pracovník za prácou“ (Martišovič, 2013).*Zavedenie prvej pásovej linky sa datuje k roku 1913, kedy prvým sériovo vyrábaným automobilom sa stala "plechová Líza" Ford modelu T (Tesařík, 2014).

Ďalším dôležitým míľnikom boli 50te roky 20. storočia. Úspech v automobilovom priemysle, sa prikladá spoločnosti Toyota. Premýšľavý manažér Taiichi Ohno, označovaný ako jeden z Fordových pokračovateľov, si uvedomil, že je potreba posunúť sa od masovej výroby k masovému prispôsobovaniu, kratším a flexibilnejším dodávkam (Svozilová, 2011, s.23).Korene lean sú spojené a preslávené s úspechom systému Toyota Production System. *"Ohno prevzal Fordove nápady a posunul ich o úroveň vyššie vo svojom TPS systéme, ktorý prinútil celý priemysel zmeniť svoje pojatie zásob od aktív k pasívam (Goldratt, 2008, s.7)".*

V snahe dostihnúť tradičnú americkú konkurenciu General Motors, vytvorila japonská automobilka vlastný systém, ktorý dokázal predbehnúť konkurenciu v priebehu niekoľkých rokov. Základnou ideou TPS bolo udržať kontinuálny tok výroby a súčasne pružne reagovať na požiadavky zákazníka. Taiichi Ohno vyvinul koncept, ktorého základ stojí na dvoch principiálnych poznatkoch. Na prvý prišiel v USA pri jeho nákupe v supermarkete, kde si všimol že pri minutí niektorých druhov potravín, nasledovalo doplnenie zásob zo skladu. Položil si otázku, prečo by sa malo objednávať všetko vo veľkom, bez ohľadu na to, či to potrebujeme, ak sa dá objednať cielene práve to, čo je žiadané? Druhou inšpiráciou bola rýchla technická prestavba v na sebe navzájom nadväzujúcich krokoch, ktorú spozoroval pri závodnom okruhu v Indianapollis. (Svozilová, 2011, s.23). Neskôr v spolupráci so svojím kolegom ShigeoShingem predstavil koncept SMED - Single Minute Exchange of Die.

Na konci roku 1990, bol publikovaný Jamesom Womackomsamotný termín Lean production v knihe The Machine That Changed the World. James sa v knihe venoval základným princípom organizácie výroby, ktoré prispeli k veľkému úspechu Toyoty(Womack& Jones, 2013, s.9).*"Priemyselný svet pochopil výzvu a prijal Lean ako jeden z univerzálnych nástrojov zlepšovania podnikových procesov(Svozilová, 2011, s.24)".*

2.2 Čo je lean?

*"Lean znamená **menej** mnohých vecí - menej odpadu, menšie doby cyklu, menej dodávateľov či menej byrokracie. Na druhej strane, lean tiež znamená **viac** - a to viac znalých a oprávnených zamestnancov, viac organizačne schopných a kvalifikovaných ľudí, vyššiu produktivitu, viac spokojných zákazníkov a viac dlhodobých úspech (Sayer & Williams,2012, s.12)".*

Podľa Košturiakaa Frolíka, ide o štíhlosť podniku, ktorej podstata tkvie v akcii činností, ktoré sú potrebné. Je dôležité ich realizovať správne, ihneď a na prvý krát, uskutočniť ich rýchlejšie než ostatní a utratiť pri tom menej peňazí (Košturiak& Frolík, 2006s.17).

Hoci je termín lean spojovaný s výrobou a výrobným procesom, lean zahŕňa celý podnik obsahujúc všetky aspekty činností zahŕňajúc interné aj externé funkcie, dodávateľskéaj zákaznícke reťazce. Lean zahŕňa aj rozsiahlu škálu odvetví vrátane automobilového priemyslu, bankovníctva, zdravotníctva a vlády. Podľa toho, kde býva filozofia využitá, sa k lean pridávajú do súvislosti prívlastky. Ku príkladu lean manufacturing, lean production, lean administration, lean leadership, lean audit, lean marketing atď. Lean manufacturing, teda štíhla výroba, je len jeden z konceptov lean, ktorým sa v tejto práci zaoberáme. Dá sa aplikovať vo všetkých oblastiach riadenia procesov, no najviac účinný je práve vtedy, ak sa aplikuje naprieč celou organizáciou.(Sayer&Williams, 2012, s.12).

Lean je proces kontinuálneho zlepšovania, ktorý je vyhľadávaný práve tam, kde je potreba procesy zjednodušiť a napriamiť ich. Metodológia lean je založená na tímovom prístupe ku zlepšovaniu procesu, pričom zlepšovateľské kroky a celkové zlepšenie je dosiahnuté v postupných iteráciách, ktoré rovnako pomôžu eliminovať prípadne negatívne dôsledky aplikácie pokusných riešení. Lean predpokladá, že procesy musia byť štandardizované, zdokumentované a overené, aby sme si boli istý, že skutočne fungujú so spracovaným procesom predtým, než sa pristúpi k ich zlepšovaniu (Svozilová, 2011, s.32).

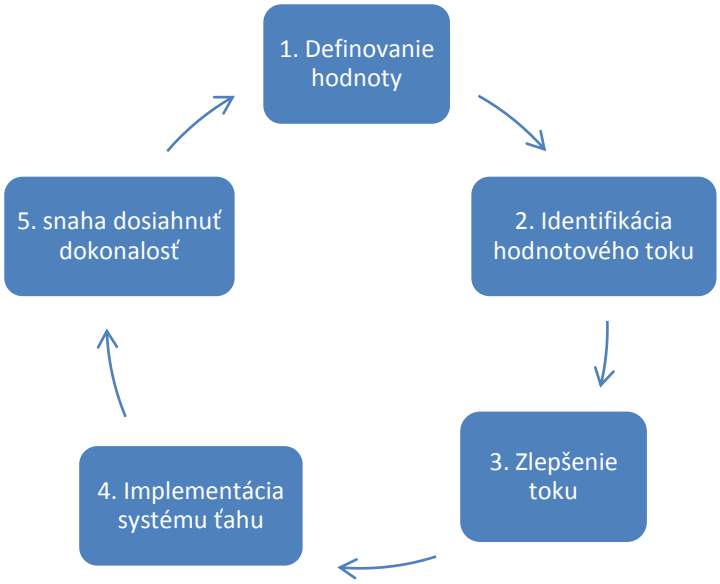
2.3 Princípy lean managementu

Aby sme vedeli správne navrhnúť zlepšovací proces, je dôležité uvedomiť si, že lean management stojí na všeobecne užívaných zásadách a princípoch.

"Princípy Lean managementu môžu slúžiť ako inšpirácia pri riešení mnohých problémov, s ktorými sa v oblasti riadenia výroby managementu mnoho našich podnikov musí čo najrýchlejšie vysporiadať(Keřkovský. 2001, s.69)".

Womack a Jones definovali v knihe Lean Thinking 5 základných lean princípov:

1) **Value** - definovanie hodnoty z pohľadu zákazníka
2) **The Value Stream** - identifikácia hodnotového toku
3) **Flow** - vytvorenie toku smerujúceho ku zákazníkovi
4) **Pull** - implementácia systému ťahu
5) **Perfection** - snaha dosiahnuť dokonalosť *(Womack & Jones, 2013, s. 7).*



Obrázok 3 Princípy lean (vlastné spracovanie podľa Womacka a Jonesa)

Obdobne sa na problematiku pozerali ajSayer a Williams, ktorícharakterizovali lean nasledujúcimi zásadami:

- mať udržateľný prístup poskytovania hodnoty pre zákazníka;
- prijať filozofiu neustáleho učenia a zlepšovania sa;
- rešpektovať ľudí zo všetkého najviac;
- používať techniky pre zníženie odchýlok a odstraňovať plytvanie;
- poskytovať čo je potrebné, v správny čas, na základe požiadaviek zákazníka;
- plynulosť- udržať procesy v pohybe (Sayer&Williams,2012, s.11).

Ako vyplýva z vyššie uvedených zásad, ide o akciu činností, ktoré sú potrebné zosúladiť. Prvoradým je určenie hodnoty z pohľadu zákazníka, poskytnúť mu výrobok alebo službu v stanovenom termíne a za dohodnutých podmienok.*"Riadenie štíhlej výroby je silne orientované na maximálne uspokojenie potrieb zákazníka (Keřkovský. 2001, s.66)".*Keřkovský (2001, s.66- 68) definoval princípy nasledovne:

Plánovací princíp pull - plánované zákazky by mali byť vo výrobnom systéme implementované "ťahom". Znamená to, že zákazky sa už nebudú pretlačovať "push"výrobným systémom, ale pracovníci budú zodpovední za zaistenie požiadavky pre nasledujúce pracovisko kde sa bude pokračovať vo výrobe.

Princíp nepretržitosti - zlepšovanie v lean managemente predstavuje nepretržitý proces, ktorý prebieha kontinuálne, nezaspať na vavrínoch a neuspokojiť sa len s tým čo sme momentálne dosiahli.

Princíp zameraný sa na podstatné aktivity- zameranie sa na kľúčové schopnosti znamená zhodnotiť v hodnototvornom reťazci všetky aktivity. Následne je potrebné posúdiť aktivity, ktoré konáme lepšie ako konkurencia a externé spoločnosti. Zamerať sa na kľúčové schopnosti firmy v ktorých vyniká a na tie, ktoré medzi ne nepatria outsourcovať.

Princíp optimalizácie hodnototvorného reťazca - dôležité je zaistiť optimalizáciu procesu a kontrolu spotreby všetkých výrobných faktorov v hodnototvornom reťazci. Jednotlivé stupne reťazca sa posudzujú podľa toho, či pridávajú hodnotu zákazníkovi. Ak sú aktivity ktoré nezaisťujú pridanú hodnotu ale aj napriek tomu sa uskutočňujú, môžu predstavovať plytvanie.

Ako vyplýva z princípov, je dôležité eliminovať plytvanie v procesoch. Princípy lean managementu nám poslúžia pri riešení problémov, ktoré sa v podniku v oblasti riadenia výroby môžu vyskytnúť.

2.4 Plytvanie

Plytvanie je kľúčovým, pri zlepšovaní podnikových procesov. "Lean sa orientuje na systematickú elimináciu plytvania z podnikových procesov a maximalizácie pridanej hodnoty *(Košturiak, 2006, s.37)".*

V určitej miere sa s plytvaním stretneme v každom procese. Najbežnejšie sa s ním stretneme v podobe času.*"Taiichi Ohno kategorizoval plytvanie, ktoré pochádza z japonského slova muda a označuje všetky druhy plytvania a strát, ktoré spôsobujú znižovanie efektívnosti a hospodárnosti spoločnosti (Sayer & Williams, 2012, s.42)."*

Doprava -premiestňovanie produktov a materiálov predstavuje aktivitu, ktorá nepridáva hodnotu výrobku. Môže sa jednať aj o zbytočnú manipuláciu napríklad medzi oddeleniami, alebo prepravou poloprázdnych paliet.

Čakanie -môže byť spôsobené nedostatkom materiálu, informácii, prípadne operátor čaká na ďalšie inštrukcie. Čakanie môže vznikať z dôvodu nevhodnej bilancie medzi jednotlivými pracoviskami.

Nadvýroba - produkuje sa viac, než je zákazník požaduje. Často sa nadvýroba vyskytuje pri veľkosériovej výrobe. Problémom je, že viaže finančné prostriedky a zaťažuje výrobkami skladovacie priestory.

Defekty-každý proces, produkt, ktorý nie je prevedený na prvýkrát správne, je považovaný za defektný. Výroba defektných výrobkov predstavuje veľké plytvanie. Ide o časovo, energeticky aj materiálovo nákladnú činnosť.

Zásoby - predstavujú plytvanie z dôvodu ďalších nákladov. V zásobách sú viazané finančné prostriedky spoločnosti. Na sklade sa hromadí buď to materiál, alebo nepredané výrobky, z ktorých neplynie výnos.

Zbytočné pohyby -ide o pohyby pracovníkov, zbytočné otáčanie pri manipulácii, ohýbanie sa, chôdza za potrebným materiálom či náradím. To všetko býva zapríčinené nevhodným usporiadaním pracoviska.

Nadbytočná práca - činnosti ktoré sú uskutočňované nad rámec stanovenej špecifikácie. Jedná sa o spotrebu času aj ľudského kapitálu pretože ide o činnosti, ktoré nepridávajú hodnotu.

Nevyužité schopnosti pracovníkov- sa považujú za ôsmy druh plytvania, ktorý Taiichi Ohno vo svojej dobe neuvažoval. Nevyužitá tvorivosť pracovníkov sa považuje za jeden z najväčších plytvaní v podniku. Samotní pracovníci, ktorý vykonávajú činnosti na pracovisku vedia najlepšie, čo by im pomohlo zlepšiť danú pracovnú činnosť, či jednotlivé pracovné úkony s ktorými sa stretávajú každodenne.

Je dôležité podotknúť, že plytvanie ktoré sa v podnikoch vyskytuje, sa dá rozdeliť na dva typy. V prvom prípade ide o činnosti, ktoré nepridávajú hodnotu, ale sú z istého dôvodu nevyhnutné a nemožno ich zvyčajne odstrániť. Druhý typ predstavujú činnosti, ktoré nepridávajú hodnotu a našim cieľom je ich úplne odstránenie *(Sayer & Williams, 2012, s.43).*

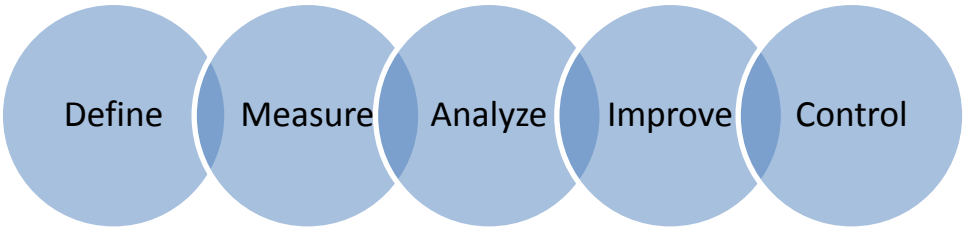
3 DMAIC a aplikované lean nástroje

Existuje rada prístupov, ktoré nám môžu pomôcť na ceste k zlepšovaniu procesov. V nespočetných projektoch bolo overené, že šancou na úspech, je postupovať v logických krokoch.

Medzi prístupy ktoré nám pomáhajú v zlepšovacích projektoch, patrí bezpochyby klasický model PDCA, ide o Deming-Shewhartov model. Cyklus je tvorený fázami: Plan –Do –Check -Action. V preklade ide o fázy naplánuj – sprav – skontroluj - zasiahni.*"Cyklus PDCA je sériou činností, ktorých cieľom je zlepšovanie a zdokonaľovanie (Imai, 2004, s.75)".*Cyklus vychádza z pôvodného Demingovho cyklu, ktorý bol upravený japonskými manažérmi. PDCA sa uplatňuje v oblasti projektového managementu. No pre nás je relevantnejší cyklus DMAIC, ktorý je aplikovaný v praktickej časti tejto diplomovej práce a jeho využitie je vhodnejšie na dlhodobejšie projekty.

3.1 Cyklus DMAIC

Projektový cyklus DMAIC, nám napomáha v postupných krokoch štruktúrovať a riešiť problém v piatich etapách. Skratka je zložená zo začiatočných písmen piatich anglických slov a napovedá nám o aké fázy pôjde: Define - Measure - Analyze - Improve - Control (Svozilová, 2011, s.89).



Obrázok 4 Projektový cyklus DMAIC (vlastné spracovanie)

DMAIC sa považuje za jednu z najefektívnejších metód pri riešení problémov, pretože núti tímy využívať dáta pre*: (George a kol., 2004, s.62)*

- *potvrdenie charakteru a rozsahu problému*;
- *určenie skutočných príčin problému*;
- *nájdenie riešenia, ktorého dôkazy potvrdia príčiny problému;*
- *stanovenie postupov pre udržanie riešení aj po skončení projektu.*

Bližšie sa zameriame na jednotlivé etapy cyklu a vysvetlíme si podstatu k nemu prislúchajúcich lean nástrojov. *"Jednotlivé etapy DMAICu majú svoje špecifické ciele, ktoré logicky vymedzujú, na aké činnosti sú kroky zamerané(Svozilová, 2011, s. 89)".*

Skôr než ale začneme s prvou fázou, je nutné vybrať projekt, na ktorom sa bude pracovať. Ide o takzvaný **pre-Define**, kedy vo fáze výberu projektu, management zostavuje prehľad potenciálnych projektov a následne sa rozhoduje podľa priority ten, ktorý bude projektový tým riešiť.

3.2 DEFINE - Definovanie projektu

V prvej fázy DMAICu je nutné vymedziť problém, ktorý sa bude riešiť. Zisťujú sa parametre problému, mapuje sa proces, kvôli identifikácii činností ktoré pridávajú hodnotu a činností, ktoré nepridávajú hodnotu (Arcidiacono, 2012, s.12).

Typické otázky ktoré si v priebehu úvodnej etapy projektu kladieme a hľadáme naň odpovede: (Svozilová, 2011, s.92)

- Definovanie a vymedzenie problému ktorý bude riešený v rámci zlepšovateľskej iniciatívy: Aký je súčasný problém, ktorý máme vyriešiť?
- Stanovenie zlepšovateľského cieľa: Aké sú ciele a čo chceme dosiahnuť?
- Ak máme na zozname väčšie množstvo položiek ktoré je potreba vyriešiť: Aké sú priority pri zlepšovaní jednotlivých úkolov?
- Kto patrí medzi zainteresované záujmové skupiny zlepšovateľského projektu: Koho zlepšovateľské aktivity ovplyvnia?
- Vymedzenie oblastí projektu: Aké sú hranice zlepšovateľského projektu a v akom prostredí procesy sledujeme?
- Stanovenie očakávaných prínosov: Aké budú prínosy po realizácii zlepšovateľského projektu?
- Posúdenie úplnosti projektu pred jeho zahájením: Zhodujú sa záujmové skupiny s obsahom zlepšovateľského projektu a ako bude priebeh projektu kontrolovaný a komunikovaný s managementom záujmových skupín či sponzorom projektu?

Základom projektuje zostavenie tímu, ktorý sa bude podieľať na riešení problému.V úvodnej fáze sa zostavuje plán projektu, kde budú zhrnuté všetky potrebné informácie. Tie sa následne vpíšu do listiny, ktorá sa nazýva Project Charter.

3.2.1 Project Charter

Podstatu projektu zachycuje v ucelenej forme project charter. *"Popisuje to, čoho by malo byť dosiahnuté, kto bude na projektu pracovať (a v akých roliach), udáva časový harmonogram a ďalšie kľúčové informácie(George a kol., 2004, s.63)".*

Informácie v podobe popisu riešeného problému, stanovenia podrobných cieľov projektu, úlohy a zodpovednosti projektového tímu. Mimo iné identifikuje hlavné zúčastnené strany a kľúčové role, rozsah projektu, časový harmonogram, prínosy projektu a môže obsahovať očakávané bariéry a riziká. Tieto všetky potrebné informácie sú obsiahnuté v ucelenej forme project charteru. V nasledujúcej tabuľke je príklad toho, ako by sme obsah projektcharteru mohlidetailnejšie popísať.

Názov	Výstižný názov projektu, prípadneveta popisujúca projekt
Popis	Definícia problému ktorý je riešený
Ciele	Ciele projektu by mali byť SMART
Prínosy	Odhadované prínosy projektu
Metriky	Stanovenie merateľných merítok projektu
Projektový tím	Osoby ktoré sa podieľajú na zaistení projektového úspechu: Projektový vedúci - zodpovedný za realizáciu projektu, Šampión - leader, Sponzor - zadávateľ projektu, Stakeholderi - zainteresované strany, Vlastník procesu - osoba s autoritou k zavedeniu procesných zmien
Harmonogram	Časový rozsah projektu pre každú fázu projektového cyklu

Tabuľka 1 Obsah Projekt Charteru (vlastné spracovanie)

V priebehu projektu, by sa malo k listine vracať. Na jednej strane nám pripomína stanovené ciele a časový horizont projektu a na strane druhej, poskytuje možnosť aktualizácie projektu.

3.2.2 SIPOC diagram

Pohľad na lepšie pochopenie procesu, nám poskytuje SIPOC, ktorý je jedným z lean nástrojov. *"SIPOC pomáha pochopiť proces a potvrdiť rozsah projektu. Je to most medzi problémom a rozsahom projektu v zadaní projektu a detailnou mapou procesu (Kučerák, 2017)".*

Pri tvorbe SIPOCu nám pomôžu užitočné otázky (Arcidiacono, 2012, s.15)

- Kto je naším zákazníkom?
- Komu dodávame a čo mu dodávame?
- Je náš zákazník interným, alebo externým jednotlivcom/ skupinou?
- Kde presne proces začína a kde končí?
- Ako vyrábame, a ako pripravujeme požadované množstvo?
- Kto sú naši dodávatelia?

Zmapovanie procesu umožní zainteresovaným stranám pochopiť, ako proces funguje. SIPOC diagram mapuje vizuálne v zjednodušenej forme proces od dodávateľov k zákazníkom:(George a kol., 2004, s.66)

1) **Suppliers** - dodávateľmi môžu byť interné aj externé zložky, ide o skupiny alebo jednotlivcov, ktorí poskytujú všetko čo sa v procese spracováva. Môže ísť o sklad, HR oddelenie, marketing, nákupné oddelenie, inštitúcia, atď.
2) **Inputs** - medzi vstupy sa radia poskytnuté informácie, objednávka, nástroje na prípravu, materiál vydaný zo skladu, ľudia ktorých nám poskytlo HR oddelenie.
3) **Process** - rozsah procesu a identifikácia postupných krokov procesu. Zvyčajne sa načrtne postup ako sa pripravuje určitý proces, napr. ako sa vyrába produkt.
4) **Output** - výstupom je to, čo dodávame zákazníkovi. Môže ísť o výrobok, službu, prípadne informácie v podobe oznámenia, telef. hovoru, emailu. Pri výrobe ide obyčajne o nedokončenú výrobu, zmätky, odpad, atď.
5) **Customers**- zákazníci môžu byť konečným krokom, no zákazníkom procesu je aj nasledujúce oddelenie, kde sa pokračuje v nadchádzajúcej časti procesu.

SIPOC je vhodným nástrojom na chronologické ohraničenie procesu. No je to len zobrazenie v zjednodušenej vizuálnej podobe. Aby projektový tím lepšie pochopil čo má byť zmenené, potrebuje sa na proces zamerať detailnejšie. Na to nám poslúži ďalší lean nástroj, ktorým je vývojový diagram.

3.2.3 Flowchart

K popisu súčasného stavu procesu, nám poslúži vývojový diagram, tzv. flowchart. Mapovanie procesu je pomocou tejto lean metódy na vyššej úrovni, než v SIPOCu. Zachytáva činnosti procesu, to ako na seba nadväzujú, zobrazuje vetvy rozhodovacieho cyklu a vyjasňuje tok činností od počiatku až po koniec procesu.

Vývojový diagram ako mapa procesu zachytáva (Arcidiacono, 2012, s.17)

- kroky od počiatku procesu až po jeho koniec;
- rozhodovanie v podobe rozhodovacích cyklov.

Použitie flowchartu môžeme považovať za výbornú možnosť zdokumentovania procesu, kedy svojim kolegom alebo akejkoľvek protistrane potrebujeme vysvetliť a bližšie priblížiť ako proces funguje v sérii logických krokov.

Symboly, ktoré sa najčastejšie používajú vo vývojovom diagrame sú zobrazené na nasledujúcom obrázku:

Symboly Flowchart	Význam	Vysvetlenie
	začiatok / koniec procesu	symbol znamená začiatok a koniec procesného diagramu
	procesný krok	symbol predstavuje akýkoľvek druh spracovania alebo vykonania operácie, ktorej výsledkom je transformácia informácie
	rozhodnutie	symbol reprezentuje rozhodovaciu funkciu, má jeden vstup a alternatívne výstupy
	vstup a výstup dát	symbol predstavuje vstupno - výstupné operácie s dátami a je jednoznačne určený charakterom spracovaných úloh a dát
	smer toku	symbol v tvare horizontálnej alebo vertikálnej čiary predstavuje tok dát a informácii pričom do symbolov by mal vstupovať zhora alebo zľava

Tabuľka 2 Symboly vývojového diagramu (vlastné spracovanie)

Potom, čo sa proces detailne popíše a zdokumentuje, nasleduje druhá fáza projektového cyklu DMAIC - Measure, ktorá je viac priblížená v nasledujúcej stati.

3.3 MEASURE - Meranie procesu

Measure je druhou fázou projektového cyklu DMAIC. Definovanie problému ktorý sa bude riešiť bolo len prvým základným krokom. Po ňom nastupuje komplikovanejšia a zdĺhavejšia časť projektu.

"Úkolom Measure, je získanie údajov o chovaní súčasného procesu(Svozilová, 2011, s.93)".Aby sme mohli zlepšovať proces, je pre nás kľúčové preskúmať čo zlepšujeme. Je potreba hĺbkového porozumenia procesu, aby sme vedeli zhodnotiť súčasný systém merania, zlepšovať ho v prípade, že nie je (George a kol., 2004, s.68).

Položíme si typické otázky, na ktoré hľadáme odpovede v priebehu measure fázy: (Svozilová, 2011, s.95)

- Zber potrebných údajov: Aké sú výstupy a vstupy procesu?
- Aké informácie bude potrebné zozbierať aby sme pochopili a popísali vzťahy jednotlivých činností medzi vstupmi a výstupmi procesu?
- Boli už nejaké dáta zbierané a uchovávané?
- Bude potrebné realizovať zmeny pre získanie potrebných údajov?
- Vyhodnocovanie dostupných údajov: Mám k dispozícii relevantné údaje?
- Obsahuje súbor všetky údaje, ktoré budú potrebné?
- Máme dostatok informácii aby sme zozbierané údaje vedeli priradiť k určitým fázam procesu?
- Poskytujú nazbierané dáta súvislosť medzi príčinami a javmi? Vieme tieto závislosti popísať?

Treba mať na pamäti, že základom measure fáze je detailnejšie zmapovanie procesu a zber relevantných dát. Z nich následne bude možná identifikácia koreňových príčin. Aby sme proces zmapovali detailnejšie, musíme ho pozorovať. jedným z nástrojov ktoré využijeme je pozorovanie procesu.

3.3.1 Pozorovanie procesu

Keď prídeme do podniku, nie je lepši spôsob ako pochopiť proces tým, že pôjdeme priamo na miesto, kde sa odohráva. *"Podľa slávneho výroku Yogi Berra: Môžeme vypozorovať veľa už len tým, keď sa dívame"* je dôležité objektívne odpozorovať to, čo sa behom procesu deje. (George,2005, s.69)

To ako v skutočnosti proces prebieha, je kľúčovým pre nadchádzajúce generovanie námetov, ktoré budú vychádzať z porozumenia procesu. Je dôležité stanoviť

osobu, ktorá bude pozorovateľom. Malo by ísť o odborníka v procesnom managemente alebo o osobu, ktorá bude poučená odborníkom. V tomto prípade je dôležité zaškolenie a príprava aby bolo vyjasnené čo má vypozorovať a čo je našim cieľom (Svozilová, 2011, s.148).

3.3.2 Zber dát

Naše rozhodovanie by malo byť založené na základe dát. Preto v etape Measure pristúpime k ich zberu. Zozbierajú sa všetky potrebné dáta a údaje parametrov jednotlivých procesov , ktoré sa spracujú do požadovanej formy. Pri ručnom zbere dát sa berie do úvahy ľudský faktor. Mali by byť dáta overiteľné a porovnané, aby bola zaistená vierohodnosť dát. Pri zbere dát sa môžeme stretnúť s istými prekážkami, preto sú nižšie uvedené tie najčastejšie úskalia (George,2005, s.71):

- dáta ešte nikdy predtým neboli zozberávane,
- dáta boli zbierané ale sú nedostupné, či nesprávne založené v archíve, ku ktorému nie je prístup atď,
- existuje príliš veľké množstvo dát, preto je obtiažne nájsť tie, ktoré z nich majú pre nás tú najvyššiu vypovedajúcu hodnotu.

Pokiaľ sa stretneme pri zbere dát s niektorou z prekážok, treba počítať s tým, že nám zaberie oveľa viac času zber dát - rozhodovanie o tom, aké dáta zbierať a hľadanie spôsobu ako ich správne zozbierať.

3.3.3 Layout

Usporiadacie pracovného priestoru ovplyvňuje každodennú prácu zamestnancov. Za layout považujeme priestorové usporiadanie - umiestnenie výrobných činiteľov vo výrobnom procese, usporiadanie budov organizácie, a pod. Za nevhodný layout sa považuje také umiestnenie strojov a príslušenstva, kedy tok pracovníkov vedie k dlhému procesnému času. *"Manažér jednej továrne si dal tu prácu a zistil, akú vzdialenosť nachodí pracovník na svojom pracovisku za jeden rok – výsledok bol 400 km. Zdravá chôdza by mala patriť prechádzkam vo voľnom čase, nie do zamestnania. Je ironiou, že niektoré podniky pre svojich zamestnancov zriaďujú či prenajímajú telocvične, keď majú toľko zbytočného pohybu na pracovisku(Imai, 2009, s.37)."*

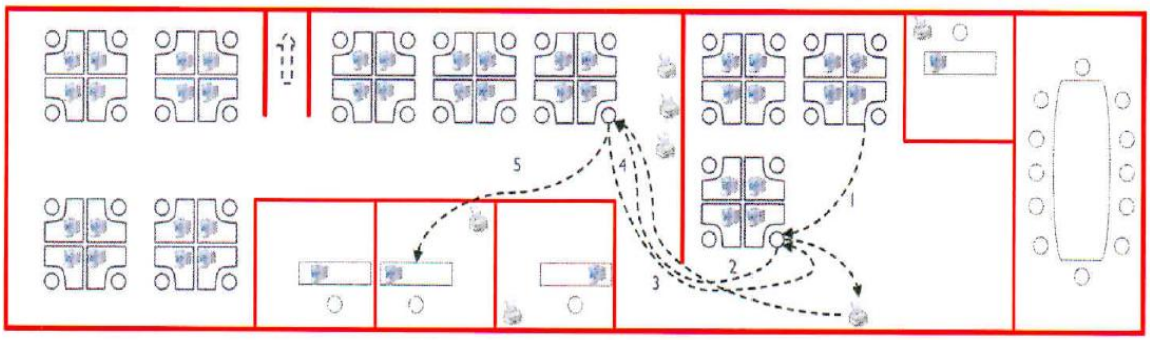
Dôvodom tvorby nového layoutu by mala byť snaha o zvýšenie efektivity procesného toku na pracovisku.(Hudec, 2017) S tokom pracovníkov súvisí lean nástroj Spagetti diagram, ktorý nám dá vizuálny prehľad toku v layoute.

3.3.4 Spagetti diagram

Tento druh diagramu nám slúži na vizuálny popis skutočných tokov, zvyčajne ide o materiálové toky a toky zamestnancov na pracovisku. Spagetti diagram je efektívnym nástrojom na zistenie nedostatkov v procese, ako sú nadmerné pohyby, dlhé pešie vzdialenosti a rozloženie pracovného prostredia, ktoré nie sú navrhnuté na základe skutočných potrieb procesu (Arcidiacono, 2012, s.25).

Vytvorenie diagramu môžeme popísať v troch základných krokoch:

1) Ako prvé identifikujem sledovaného zamestnanca, produkt či materiál
2) Zaznamenáme jeho "cestu" zakreslením na predom pripravený layout
3) Dokumentujeme nasledujúce kroky sledovaného objektu a zakresľujeme ich do layoutu, pričom meriame vzdialenosť jeho cesty.



Obrázok 5 Príklad Spagetti diagramu (Arcidiacono, 2012, s.26)

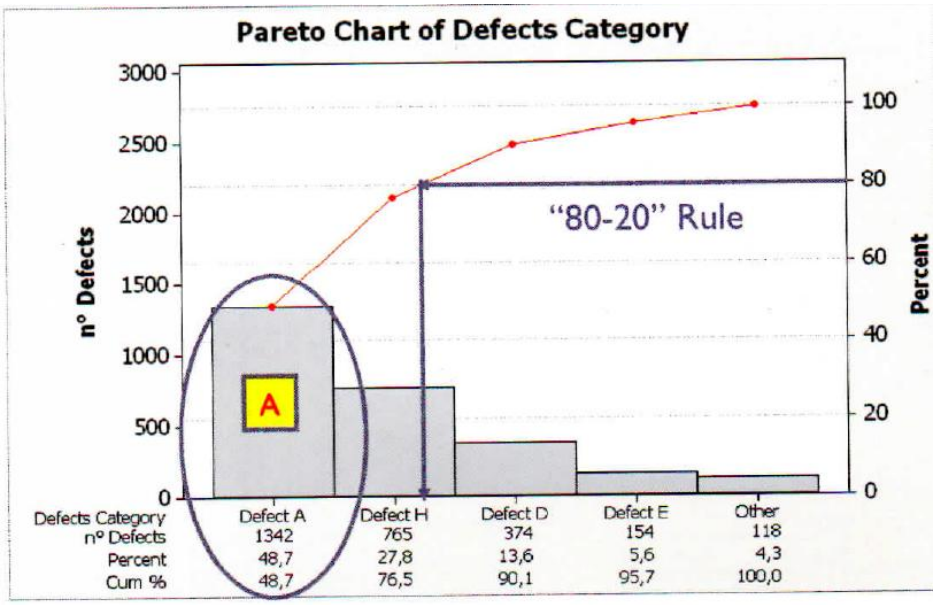
Diagram je príznačný svojím názvom, jednotlivé špagety nám zobrazujú činnosti sledovaného subjektu s nameranými časmi, prípadne počtami krokov. Hlavnou myšlienkou diagramu je zlepšenie súčasného stavu, odstránením plytvania v procese vytvorením nového toku. Naším cieľom by malo byť vytvorenie nového layoutu, ktorý bude navrhnutý tak, aby optimalizoval aktivity subjektu na pracovisku.

Navrhnuté zmeny budú vyžadovať odsúhlasenie vedenia, kvôli možným vysokým kapitálovým investíciám do prestavby pracovného prostredia.

3.3.5 Paretov diagram

Paretovo pravidlo vychádza z toho, že 20% činností sa podieľa na 80% výsledku. Taliansky ekonóm Vilfrédo Pareto sformuloval princíp ktorý je uplatniteľný v mnohých oblastiach. *"Paretove diagramy sa dajú použiť pre analýzu rôznych typov dátových súborov, slúži na identifikáciu a prioritizáciu problémových javov a k hľadaniu najčastejšie pôsobiacich javov (Svozilová, 2011, s.158)".*

Pomocou dát určíme konkrétne príčiny problému a následne preň hľadáme riešenia. Nástrojom, ktorý nám identifikuje početnosť niekoľkých činiteľov je stĺpcový typ grafu nazývaný Paretov diagram. V diagrame sú znázornené dáta v jednotlivých stĺpcoch, v poradí podľa ich dôležitosti zoradené vzostupne. Výška stĺpcov predstavuje dôležitosť daného problému a jeho nadväznosti na danú príčinu.



Obrázok 6 Príklad Paretovho diagramu (Arcidiacono, 2012, s.106)

Stĺpce grafu v Paretovom diagrame sú usporiadanéna základe závažnosti príčin. Prvých niekoľko stĺpcov vyčnieva oproti ostatným, ktoré sú omnoho nižšie. Z toho vyplýva že sa máme zamerať primárne na riešenie najvyšších závažných príčin, ktoré sú predstavované vysokými stĺpcami(George,2005, s.71).

Paretove diagramy sa používajú a najčastejšie nám pomôžu na začiatku zlepšovateľských projektoch, kedy sa rozhodujeme o tom, na ktoré javy je potrebné zamerať prioritne svoju pozornosť. Tento nástroj umožní manažmentu sústrediť zdroje na kľúčové oblasti s vysokým dosahom a vysokou prioritou (Arcidiacono, 2012, s.25).

3.4 ANALYZE - Analýza procesných javov

Analýza je treťou nadväzujúcou etapou v projektovom cykle DMAIC.*"Jej cieľom je nájsť zmysel v informáciách a dátach zozbieraných vo fáze Measure a použiť ich k overeniu príčin oneskorení a plytvania (George,2005, s.72)."*

Pri analýze problémových javov procesu sa snažíme o (Arcidiacono, 2012, s.138):

- preskúmanie vzťahov medzi premennými a následne identifikovanie potenciálnych príčin hlavných problémov,
- vykonanie analýzy príčin - efektov, pre odstránenie problémov,
- objavenie pravých príčin skôr, ako sa zameriame na príznaky,
- použitie nástrojov na identifikáciu koreňových príčin.

Keďže je naším cieľom zlepšenie efektivity procesu, budeme sa opierať o tradičné nástroje leanu ako je hľadanie plytvania, časovanie činností jednotlivých úkonov a procesov, skúmanie produktívneho využívania zdrojov a zjednodušovanie procesov (Svozilová, 2011, s.98).

Fáza Analyze vychádza zo súčasného stavu zdokumentovaného procesu a údajov ktoré boli zhromaždené na základe merania a zberu dát z predchádzajúcich etáp. Zámerom projektového tímu je identifikácia potenciálnych príčin daného problému preto môžeme využiť radu analytických nástrojov. Pre východzie úvahy o problémoch môžeme zvolať skupinu odborníkov a podrobiť ich brainstormingu, ďalej použiť na grafické znázornenie riešeného problému Ishikawu diagram, a do hĺbky problému využiť metódu dopytovania päť krát prečo(Svozilová, 2011, s.96).

3.4.1 Brainstorming

*"Brainstorming je založená na samovoľnom vytváraní jednotlivých námetov k riešeniu problému (Fotr a kol.,2010, s.133)".*Jednou z veľmi účinných metód diskusií je práve forma riadenej diskusie, pri ktorej sa stretne pracovná skupina 6 -12 členov, prevažne s prevahou odborníkov, rozoberanej problematiky.

Medzi výhody brainstormingu môžeme zaradiť (Svozilová, 2011, s.150):

- množstvo - generuje veľké množstvo nápadov v relatívne krátkom čase,
- inšpirácia - vytvára sa synergia nápadov medzi účastníkmi diskusie,
- komunikácia - každý účastník by mal dať myšlienkam voľný priebeh,
- žiadna kritika - každý má iný spôsob uvažovania, preto aj bez ohľadu na reálnosť nápadu, sa kritika odkladá, nemal by sa brzdiť tok myšlienok.

Aby sme mohli lepšie preskúmať a identifikovať problémy, stretne sa pracovná skupina za účelom skupinovej diskusie *"kedy na základe predom pripravených obecných bodov, rámcových podkladov a návrhov zhromažďuje odvodené námety, porovnáva a vyhodnocuje jednotlivé varianty (Svozilová, 2011, s.150)".*

Pred zahájením by sa mali zopakovať obecné zásady ako je oboznámenie účastníkov s riešeným problémom a pravidlami diskusie. Následne moderátor vyzve účastníkov brainstormingu k tvorbe nápadov - jednotlivé námety sa následne zapisujú tak, aby ich mali všetci účastníci pred očami, napr. na pripravenú tabuľu a číslujú sa v poradí, akom boli vypovedané. Ak stretnutie pracovnej skupiny trvá príliš dlho, mala by byť schôdzka prerušená prestávkami (Fotr a kol.,2010, s.134).

Pri vyhodnocovaní návrhov by sa mal určiť spôsob, akým ich budeme hodnotiť. Najlepšie je zoradiť príbuzné návrhy do skupín obdobných návrhov a eliminujú sa tie, ktoré sú neprípustné. Následne sa vyberú tie najlepšie návrhy na ďalšie rozpracovanie a podrobia sa úvahám, či sa dajú uskutočniť a ako ich možno aplikovať.

3.4.2 Ishikawa diagram - diagram príčin a následkov

Diagram príčin a následkov, je vizuálnym nástrojom ktorý napomáha tímu usporiadať predstavy o potenciálnych príčinách a identifikovať vzťahy medzi nimi. Jeho cieľom je nájdenie najpravdepodobnejšej príčiny riešeného problému (Arcidiacono, 2012, s.139). *"Diagram príčin a následkov sa často nazýva rybia kosť, pretože jeho grafické prevedenie pripomína kosť ryby. Formulácia riešeného problému je uvedená v hlave ryby a potenciálne príčiny sú usporiadané v radách kostí, spojených s hlavou (George,2005, s.73)".*

Diagram vytvoril v roku 1943 japonský profesor Kaoru Ishikawa, podľa ktorého sa aj tento analytický nástroj nazýva. Je dostatočne rozšírený v hospodárskej praxi, hlavne v managemente kvality, kde našiel svoje uplatnenie. Základný princíp vychádza z pravidla, že každý problém má svoju príčinu alebo kombináciu príčin. Ku príkladu, ak nám nemôže naštartovať automobil, môže o mať radu príčin ako slabú batériu, vyhorené sviečky, nedostatok paliva, skratovanú inštaláciu, poškodenú elektronickú centrálu riadiacej jednotky, atď. Aby sme vedeli ľahšie vyriešiť problém, identifikujeme si oblasti ktoré ho mohli spôsobiť a graficky si znázornime jednotlivé príčiny do diagramu (Střelec, 2012).

Diagram rybej kosti vychádza z niekoľkých pravidiel (Fotr a kol., 2010, s.89):

- definovaný problém je uložený v hlave ryby na pravej strane diagramu,
- jednotlivé skupiny problémom si rozdelíme napríklad do oblastí: procesy, materiál, technológie, stroje, zamestnanci, okolie, konkurencia, a pod.,

- identifikujeme príčiny a priraďujeme ich kosťami k jednotlivým oblastiam
- kategórie možných príčin sú umiestnené v závislosti na dôležitosti, čím bližšie umiestnené pri hlave problému, tým je skupina príčin dôležitejšia.

Určenie jednotlivých skupín kategórii, vychádza z riešeného problému. U rôznych diagramov budú oblasti kategórii s veľkou pravdepodobnosťou definované rôzne. Pri vyhodnocovaní Ishikawa diagramu, sa môže použiť metódu n/3 pomocou ktorej sa zredukuje počet navrhovaných príčin a vyberú sa tým pádom len relevantné príčiny. Moderátor diskusie dá každému účastníkovi istý počet hlasov n/3, ktorý záleží od počtu námetov. Ak bolo 15 návrhov príčin, tak každý z tímovej skupiny má 15/3, čiže 5 hlasov, ktoré môže priradiť podľa svojho úsudku relevantnej príčine. Následne sa sčítajú priradené hlasy a získa sa poradie príčin. Ďalej tím môže o vybraných príčinách diskutovať a zaoberať sa tými, ktoré dostali najväčší počet hlasov. Aby sa lepšie vydefinovala koreňová príčina,môže sa použiť nástroj 5why.

3.4.3 Päťkrát prečo?

Päťkrát prečo je nástrojom, ktorý *"núti účastníkov k tomu, aby sa nad príčinami prípadných problémov hlbšie zamysleli a aby sa neuspokojili s povrchnými indíciami vedúcimi k neúčinným riešeniam (Svozilová, 2011, s.160)".*

Spravidla 5whys nadväzuje na grafické diagramy, ako pokračovanie diskusie v odhaľovaní príčiny problému. Môže vychádzať napr. z diagramu príčin a následkov. Princíp spočíva v tom, že riadene kladieme otázky, ktoré vedú k jadru problému. Číslovka päť nám naznačuje, že sa budeme pýtať opakovane, aby sme sa dostali k hlbšej podstate problému, no neznamená to striktne položenie piatich nadväzujúcich otázok, niekedy nám postačia tri, inokedy sa musíme spýtať aj desaťkrát. Kým nevyčerpáme odpovede a neodhalíme hlavnú príčinu. Pri použití päťkrát prečo, sa dostaneme do detstva, kedy sme ako trojročné zvedavé deti kládli otázku ale prečo? (Sayer & Williams, 2012, s. s.160).

Ako môže 5whys vyzerať akcii, nám poskytne nasledujúci príklad v slede otázok:

Problém: Vozidlo neštartuje.

1. Prečo vozidlo nenaštartovalo?

   Pretože nie je natankované.

2. Prečo nemá dotankované palivo?

   Pretože som ho zabudol natankovať.

3. Prečo som na to zabudol?

Pretože som nevedel že palivo dochádza.

4. Prečo som nevedel že mi dochádza?

   Pretože ukazovateľ na palubnej doske to neukazoval.

5. Prečo to palivomer neukazoval?

   Pretože je pokazený a nebol som s vozidlom v servise (Ramshaw, 2013).

Na prvý pohľad to môže znieť veľmi jednoducho, preto treba byť opatrný, aby sme sa dostali skutočne k jadru problému a skúmali sled akcií, pokiaľ nás nedovedú ku skutočnému problému (Ramshaw, 2013).

3.5 IMPROVE - Zlepšenie procesu

Etapa Improve prináša zlepšenie v procese a to zavedením zmien ktoré odstránia plytvanie a nedostatky, spojené s potrebami zákazníka v prvej fáze Define. Projektový tím by mal zaistiť, že príčiny ktoré boli skúmané ovplyvňujú skutočne problém alebo potrebu ktorá je definovaná projektom. Uskutočnené zmeny musia pôsobiť na príčiny, ktoré sme potvrdili v predchádzajúcej fáze Analyze (George,2005, s.75).

"Súčasťou je kreatívna práca navrhnutia nových postupov, stanovovanie nových technologických zmien alebo reorganizácia práce, tak i vlastná implementácia zvolených zmenových návrhov (Svozilová, 2011, s.100)".

Vo fáze zlepšenia identifikujeme pomocou nasledujúcich otázok či skutočne budeme zlepšovať proces a akými opatreniami dosiahneme odstránenie príčin.

- Identifikujeme potenciálne riešenie: Ako ovplyvní vybraný návrh riešenia našu koreňovú príčinu? Akú šancu na úspech má uskutočnenie riešenia?
- Preveríme vhodnosť riešenia: Splňujú odhadované prínosy jednotlivé varianty riešení? Aké sú potenciálne riziká ktoré môžeme očakávať?
- Overíme potenciálne riešenie pilotného projektu: Ak budeme uskutočňovať pilot, ktorý úsek si vyberieme pre jeho realizáciu?
- Vyhodnotíme potenciálne riešenie: Čo nám prinesie implementácia zmien budú dosiahnuté stanovené ciele projektu?(Svozilová, 2011, s.102)

Potrebujeme zistiť na základe znalostí problému ako dané príčiny odstrániť, alebo aspoň znížiť ich rozsah. Ako už bolo spomenuté, nástroje Lean používame práve vtedy, ak sa snažíme eliminovať problémy procesného toku alebo ak sa zaberáme časom. Jedným z nástrojov, ktorý nám pomôže znížiť čas a optimalizovať proces, patrí tzv. metóda SMED, o ktorej sa viac dozvieme v nasledujúcej kapitole.

3.6 CONTROL - Kontrola procesu

Kontrola nazývaná aj riadenie procesu, je poslednou etapou projektového cyklu DMAIC. Potom čo sme proces inovovali, by mali byť zavedené opatrenia, aby sme zaistili a udržali zlepšený proces v spoločnosti.

Cieľom kontrolnej fázy je overenie výsledku použitej metódy a účinnosť zlepšenia. Ak je dokázané, že metóda bola účinná, štandardizuje sa po pilotnej fáze do procesu. Následne by sa mal implementovať kontrolný plán udržateľnosti pre zabezpečenie dlhodobej výkonnosti (Arcidiacono, 2012, s. 260).

Projektový tím, by mal predať zistené poznatky vlastníkovi procesu a *"zaistiť následné školenie, týkajúce sa nových, už zdokumentovaných postupov pre každého pracovníka v procese (George,2005, s.79)".*

"Preto aby sme prekonali posledný vrchol pred cieľovou rovinkou, musíme ešte vytrvať. Ku slovu prichádza šampión procesu, ktorý musí byť nápomocný (Svozilová, 2011, s.103)". Je potrebné charakteristické veličiny pre proces monitorovať aj po zavedení zlepšení. Zrealizované opatrenia by mali dopomôcť (George,2005, s.73):

- zabrániť návratu ku starým zvykom - zaškolením pracovníkov a zavedením nových postupov, zmeníme ich zvyklosti, to im pomôže vykonávať a používať nové postupy práce, ktoré by mali zjednodušiť ich prácu
- rýchlejšie reagovať na budúce problémy - ak sa vyskytnú nové problémy v procese, budeme schopný s veľkou pravdepodobnosťou nájsť rýchlejšie príčinu, keďže už poznáme a máme naštudovaný celý proces
- zdieľať svoje poznatky - je pravdepodobné že aj iné spoločnosti riešia podobný problém, preto im istým spôsobom môžeme pomôcť jednoduchým zdokumentovaním toho, na čo prišiel náš pracovný tím.

Plánovanie kontrolných systémov zaistí, *"zber údajov potrebných k priebežnému hodnoteniu kvality alebo výkonnosti procesu, tak aj asistenciu pri overovaní dlhodobej stability implementovaného riešenia (Svozilová, 2011, s.103)".*

Jedným z nástroj ktorý nám môže byť nápomocný v monitorovaní je kontrolný diagram. *"Kontrolné diagramy sú užitočnými nástrojmi, ktoré dokážu overiť a monitorovať stabilitu úrovní výkonu pre výrobný, transakčný ale aj servisný proces (Arcidiacono, 2012, s. 261)".*

Projektový tím môže vyčítať z kontrolných grafov rozdiel medzi obdobím pred zahájením projektu a po implementácii opatrení. Na základe toho vie zhodnotiť stav uskutočnených zlepšení a aj to v akej miere sa podarilo naplniť stanovené ciele.

4 Metóda SMED

Single Minute Exchange of Die (SMED) je jednou z metód štíhlej výroby, ktorá redukuje plytvanie vo výrobnom procese. "Jej cieľom je skrátenie času prechodu strojného zariadenia alebo vo všeobecnosti redukciu času predvýrobného procesu alebo procesu služby (Arcidiacono, 2012, s.213)."

Poskytuje rýchly a efektívny spôsob konverzie výrobného procesu, od spustenia aktuálneho produktu k spusteniu ďalšieho nadchádzajúceho produktu. Rýchla zmena typu výroby, je kľúčová k zlepšeniu výrobného toku. *"SMED je termínom, ktorý doslovne reprezentuje výmenu v priebehu jednej minúty, alebo prípravu ktorá by sa dala započítať do desiatky jednociferných minút (Dave - Sohani, 2012 s. 27)".*

Japonský inžinier Shigeo Shingo sa nechal počuť, že *"stráviť pol dňa pri nastavovaní stroja, ak môže byť stroj použitý do desiatich minút, je zjavným plytvaním času (Shing - Robinson, 1990, s.312)".* Preto treba myslieť na to, aby zmena typu výroby prebehla najrýchlejšie v logickom slede krokov. Samozrejme, je to ľahšie povedať, než urobiť. Avšak nejakým spôsobom, musíme obmedziť čas potrebný na vykonanie potrebných zmien.

4.1 Historické základy

Rozvoj koncepcie metódy SMED, trval celkom deväťnásť rokov, jeho vznik sa datuje sa k 50tym rokom 20.storočia. Priemyselný inžinier Shigeo Shingo v spolupráci s Taiichi Ohnom, vyvinuli v spoločnosti Toyota *"metódu, ktorá vznikla ako vyvrcholenie stáleho a prehlbujúceho pohľadu na praktické a teoretické aspekty zlepšenia inštalácie (Shing - Robinson, 1990, s.311)".*

Cieľom bolo vytvoriť systém, ktorý by umožnil spoločnosti Toyota Motor Company zredukovať čas inštalácie nastavenia stroja a tým pádom zvýšiť čas výroby. Nakoniec sa to podarilo, po zdĺhavých rokoch praktického experimentovania, dokázali zredukovať čas inštalácie na 1000-tonovom stroji zo štyroch hodín na deväťdesiat minút (Shing - Robinson, 1990, s.309).Následne postupom času a kontinuálnym zlepšovaním metódy, sav 60tych rokoch, podarilo znížiť čas inštalácie z hodiny na pätnásť minút, a neskôr v 70tychrokoch na tri minúty(Roser, 2014). Ostatné japonské spoločnosti, po zvadení metódy mali podobné úspechy. Západný svet avšak stále ostal zaseknutý na pôvodných časoch prechodu zmien výroby, ktoré boli merané v hodinách. Zatiaľ čo japonské spoločnosti stihli vymeniť nástroje na strojoch trikrát za deň, väčšina západných spoločností raz za deň alebo menej (Dave - Sohani, 2012 s. 28).

Keďže boli západné automobilky v 70tych a 80tych rokoch prekvapené kvalitou a nákladmi japonských vozov, chceli pochopiť ich tajomstvo. Bohužiaľ nemali k dispozícii potrebnú literatúru v angličtine. Preto sa Shigeo Shingo rozhodol, v roku 1970, kedy už v spoločnosti Toyota bola metóda zabehnutá a zdokonalená, zúčastniť konferencie a workshopu v Spojených štátoch a začal zverejňovať podrobnosti. Po tom, čo začal bez súhlasu zverejňovať podrobnosti o výrobnom systéme, spoločnosť Toyota náhle ukončila ich spojenie. Shigeo Shingo sa preto presťahoval do USA a začala konzultovať lean výrobu. Okrem toho tvrdí, že vynašiel tento rýchly spôsob zlepšenia inštalácie, premenoval ho na Single Minute Exchange of Die, v krátkosti SMED. Keďže Shingo dokázal zaplniť veľkú medzeru vo vedomostiach, stúpal k sláve v Spojených štátoch a neskôr aj v Európe. Stal sa podporovateľom myšlienky štíhlej výroby, ale najmä jeho meno je spojené s metódou SMED (Roser, 2014).

4.2 Changeover time

Je dôležité si uvedomiť, že SMED je len Lean nástrojom, ktorý pomáha pri znížení času C/O, tzv. čas prechodu medzi výrobou produktu A a produktom B. Preto skôr než sa pristúpi k zlepšovaniu procesu, a jednotlivým krokom metódy SMED, si definujeme význam termínu changeover time.

Obrázok 7*Changeover time (Arcidiacono, 2012, s.213)*

Changeover time (C/O time) = je čas potrebný na prípravu procesu, zariadenia, alebo systému, ktorý trvá od posledného kusu predchádzajúcej výroby produktu A, až po výrobu prvého dobrého kusu nadchádzajúceho produktu B. (Arcidiacono, 2012, s.213). SMED teda aplikujeme pri probléme času, ak je potrebné skrátiť dobu prechodu, medzi výrobou produktmi A a B. Tým že sa čas skráti, získa sa čas na výrobu. Graficky je to znázornené na nasledujúcom obrázku 8.

Obrázok 8*Skrátenie času zmeny typu výroby (C/O time) (Arcidiacono, 2012, s.214)*

4.3 SMED koncepcia

Ako znížiť changeover time, definoval Shigeo Shingo troma základnými krokmi, ktoré pomôžu zredukovať čas prenastavenia (Shing - Robinson,1990, s.315-316):

1. **Oddelenie interných a externých činností**

Prvým a zároveň najdôležitejším krokom pri zavádzaní SMED je rozlíšenie medzi vnútornými / internými a vonkajšími / externými činnosťami. Je potrebné uvedomiť si, ktoré činnosti sa môžu vykonávať vtedy, kedy je strojné zariadenie vypnuté, teda tieto činnosti označujeme internými činnosťami a práca ktorá sa môže vykonávať za chodu stroja, tzv. externé činnosti.

Pracovníci budú súhlasiť, že určitá príprava aj údržba, by sa mohla vykonávať práve v čase, kedy je strojné zariadenie v chode. Avšak nie je úplne prekvapujúce pozorovať, že sa to často deje opačne. V takomto prípade sa čas stroja ktorý nevyrába zvyšuje a trvá dlhšie, než je to potrebné. Je nutné oddeliť interné a externé činnosti aby sme získali zníženie času prenastavenia strojného zariadenia. Dômyselne vyvinúť úsilie na to, aby sme rozlíšili operácie ktoré sú potrebné vykonávať počas vypnutého stroja a operácie, ktoré sa môžu zvládnuť pri zapnutom stroji. Zvládnuť rozdelenie vnútorných a vonkajších činností je hlavnou cestou k dosiahnutiu SMED koncepcie.

2. **Konverzia interných činností na externé**

V druhom kroku sa sústredíme na prevod činností, interných na externé, aby sme dosiahli redukciu interných časov, ktoré sa vykonávajú počas vypnutého strojného zariadenia. Táto etapa prenastavenia, v sebe zahŕňa dve dôležité myšlienky. Prvou je opätovné preskúmanie operácií s cieľom zistiť, či sa niektoré kroky nesprávne považujú za interné a druhou je hľadanie spôsobov, ako tieto kroky previesť na externé činnosti.

Medzi príklady môžeme zahrnúť predhrievanie kovov, ktoré boli predtým vyhrievané až po začiatku inštalácie, alebo konverziu centrovania na externý postup tak, že sa to urobí pred začiatkom výroby. Pretože operácie, ktoré sa teraz vykonávajú ako interné činnosti, sa môžu prevádzať na externé nastavenia s opätovným preskúmaním ich skutočnej funkcie. Je mimoriadne dôležité prijať nové perspektívy a postupy, ktoré nie sú prepojené so starými návykmi.

3. **Zlepšenie činností, kt. sú spojené s internými a externými operáciami**

Tretí krok je zameraný na zlepšenie činností, interných aj externých, aby sme dosiahli jedno - minútovú konverziu prenastavenia. Avšak v majoritných prípadoch to nie je doslovne dosiahnuteľné. Môžeme sa ale pokúsiť zjednodušiť činnosti, ako vnútorné tak aj vonkajšie ktoré budú vyžadovať detailnejšiu analýzu a častejšie aj vysoké úsilie prísť s použiteľným nápadom, ako skrátiť jednotlivý druh činností. Je to beh na dlhé trate, ktorý vyžaduje detailnú analýzu elementárnych operácii.

Kroky 2 a 3 nemusia ísť nutne za sebou, môžu sa vykonávať takmer súčasne. Avšak Shigeo Shingo ich oddelil, aby ukázal, že zahŕňajú dva odlišné pojmy a to analýzu a implementáciu.

4.4 Účinky metódy SMED

Uplatnením metódy SMED, eliminujeme problémy procesného toku. Dosiahneme nepopierateľne účinok, v podobe úspory času. Znížením potrebného času na prenastavenia strojného zariadenia, znamená pre nás viacero výhod.

Medzi ďalšie účinky uplatnenia metódy SMED zahrnul Shigeo Shingo nasledujúce efekty (Shing - Robinson, 1990, s. 357-361):

- zníženie zásob - produkcia bez zásob, vedie k efektívnejšiemu využitiu priestoru. Uplatnenie SMED ponúka jedinú cestu k produkcii s vysokou rozmanitosťou, malým množstvom šarží a minimálnej úrovni zásob,
- zvýšenie výrobnej kapacity - ak dôjde k zníženiu času inštalácie strojov, dôjde k zvýšeniu rýchlosti práce na strojoch, čim sa zvýši produktivita,
- nižšie náklady - implementácia SMED zvyšuje efektívnosť investícií tým, že umožňuje zvýšenie produktivity za relatívne nízke náklady,
- odstránenie chýb pri inštalácii -chyby sa eliminujú pri skúšobnom cykle,
- zlepšenie kvality - kvôli regulácii a zlepšení pracovných podmienok,
- zvýšenie bezpečnosti - jednoduchšie kroky vedú bezpečnejšej prevádzke,
- prehľadnosť na pracovisku - zorganizované a čisté pracovné prostredie,
- zníženie celkového času inštalácie - redukované poklesom ľudskej práce.

Je potrebné zdôrazniť, že metóda SMED je vedeckým prístupom, ktorý sa môže aplikovať takmer v každej továrni, na akýkoľvek typ stroja. Jej výsledkom bude skrátenie doby prenastavenia stroja, čo prispeje k zlepšeniu procesu.

5 Predstavenie spoločnosti

Spoločnosť LATECOERE Czech Republic historicky nadväzuje na prvú leteckú fabriku LETOV, ktorá bola najstarším leteckým výrobcom v Československu, založená v roku 1918 Ministerstvom obrany ako podnik na opravu lietadiel, ktoré československé letectvo získalo po 1. sv.vojne.

Obrázok 9 Logo Latecoere Czech Republic (Latecoere, 2017)

5.1 História spoločnosti

V roku 1924 podnik zmenil názov na Československá vojenská továreň a dodával hlavne pozorovacie, stíhacie a školské lietadlá pre vojenské letectvo. Od roku 1924 podnik používal nový obchodný názov Letov, neskôr vyrábal a opravoval nemecké lietadlá a v licencii vyrábal sovietske prúdové lietadlá. Koncom 50. rokov sa začala výroba prvého československého lietadla a neskôr aj letových simulátorov. V ďalších rokoch pribudla výroba katapultážnych trenažérov, kontrolných diagnostických zariadení a pilotných cvičných simulátorov, z ktorých sa mnohé exportovali do zahraničia.

Po roku 1990 sa zmenil ich výrobný program z vojenského na civilný a vznikla nová spolupráca so švajčiarskou firmou Pilatus a nemeckou firmou MBB. Spoločnosť Letov bola rozdelená na viacero samostatných subjektov po roku 1997, tie sa časom sprivatizovali a bola založená nová spoločnosť, ktorá pokračovala v leteckej výrobe pod názvom LETOV LETECKÁ VÝROBA.

Spoločnosť LETOV, bola v roku 2000 začlenená do francúzskej spoločnosti LATECOEREGroup a v tej dobe začala vyrábať v Českej Republike hlavne dvere pre niektoré dopravné lietadlá Airbus, Embraer, Boeing a Falcon.

5.2 Súčasnosť Latecoere Czech Republic

Ako súčasť väčšej integrácie, sa spoločnosť LETOV v roku 2013 premenovala na LATECOERE Czech Republic.

V súčasnej dobe vyrába a dodáva produkty výrobcom lietadiel a to menovite firmám Airbus, Embraer, Boeing a Dassault.

Istá časť produkcie je dodávaná k finálnej montáži do materskej spoločnosti sídliacej vo francúzskom meste Toulouse. Ďalšia významná časť produkcie je dodávaná priamo na montážne linky finálnym zákazníkom. Latecoere Czech Republic je významnou dcérskou spoločnosťou LATECOERE Group, podieľa sa na širokej tvorbe výrobného portfólia celej skupiny.

5.3 Výrobné aktivity a technológie

Spoločnosť LATECOERE Group má tri hlavné výrobné aktivity:

- LATECORE Aerostructure, ktorá navrhuje a vyrába dvere a trupy lietadiel.
- LaTelec, ktorá je dcérskou spoločnosťou Latecoere, vyrába a vyvíja elektronické systémy v kozmonautike, letectve a vojenskom priemysle.
- LATECORE Services, ktorá poskytuje inžinierske služby v oblasti robotiky, designu, meracích systémov, automatickej kontroly a výpočtov.

Spoločnosť LATECORE Czech Republic sa v súčasnosti podieľa na výrobe dverí a skríň s palubnou elektronikou, kompozitné a kovové diely pre dopravné lietadlá. Využíva najmodernejšiu technológiu, ktorá spĺňa požiadavky pre kritéria programu NADCAP (**N**ational **A**erospace and **D**efense **C**ontractors **A**ccreditation **P**rogram), čo je najuznávanejšia letecká akreditácia s podrobným auditom a kvalifikáciou výrobných procesov. Systém riadenia kvality je certifikovaný medzinárodným štandardom EN 9100, normy ISO 9001 s rozšírenými požiadavkami pre letecký priemysel.

Z hľadiska štruktúry výrobných technológii hovoríme o troch hlavných výrobných úsekoch:

- Úsek výroby kovových dielov, zahŕňajúci povrchové úpravy
- Úsek zameraný na výrobu dielov z kompozitných materiálov, vrátane výroby montážnych podzostav obsahujúcich kompozitné diely
- Úsek finálnych montáží(Latecoere, 2016).

6 DEFINE

V prvej etape cyklu DMAIC, je vymedzený projekt, ktorý sa riešil v rámci zlepšovateľskej iniciatívy. Na začiatku je popísaná súčasnú situáciu, vymedzená oblasť projektu a definovaný problém. Podstatu projektu zachycuje listina v ucelenej forme Projekt charteru, v ktorom sú zosumarizované všetky potrebné informácie. Vizuálne zmapovanie procesu nám poskytuje SIPOC a následne Flowchart, ktorý bližšie popisuje jednotlivé činnosti procesu.

6.1 Popis súčasnej situácie a definovanie problému

Nachádzame sa na oddelení výroby kovových dielov, tzv. Obrobni, v spoločnosti LATECOERE Czech Republic. Pre výrobu kovových súčiastok, sú využívané typické materiály pre letecký priemysel a to titánové zliatiny, hliníkové zliatiny, zliatiny medi a rôzne druhy korózii - vzdorných a uhlíkových ocelí.

Na danom úseku výroby sa pracuje v trojzmennej prevádzke 24 hodín denne od pondelka do piatka. Operátori obsluhujú rôzne obrábacie CNC stroje Integrex, LB3000, SQT15, SQT 200, ktoré v priemere dosahujú stanovenú hranicu ukazovateľa výkonnosti OEE 60 %. My sme sa zamerali na dva stroje svojho druhu Okuma SO1a SO2, ktoré spomedzi ostatných vyčnievali svojou nízkou produktivitou. Na základe reportov, ktoré vykazovali nevyužitý produktívny čas strojov Okuma, sme sa rozhodli, zamerať na plytvanie ich potenciálom. Riešený problém sme definovali ukazovateľom výkonnosti OEE, ktorý nám hovorí na koľko % sa využíva výrobné zariadenie.

Následne po vymedzení oblasti projektu a definovaní problému, sme pristúpili k zostaveniu Projekt chartera, v ktorom sú zahrnuté všetky potrebné informácie.

6.2 Projekt charter

Podstata projektu je popísaná vo formulári zahájenia, v tabuľke 3. V dokumente sú uvedené kľúčové parametre. Na začiatku sme definovali problém, ktorým bol nevyužitý produktívny čas CNC strojov Okuma. Medzi metriky projektu, sme zaradili ukazovateľ výkonnosti OEE ktorý je vyjadrený percentuálne a dobu zmeny typu výrobnej zákazky, tzv. changeover time C/O (h).

Pri stanovovaní cieľov projektu, sme mali na zreteli SMART techniku, ktorá pozostáva z akronymu slova, počiatočných písmen. V priebehu projektu sme sa k projekt charteru vracali, kvôli pripomenutiu ale aj aktualizácii.

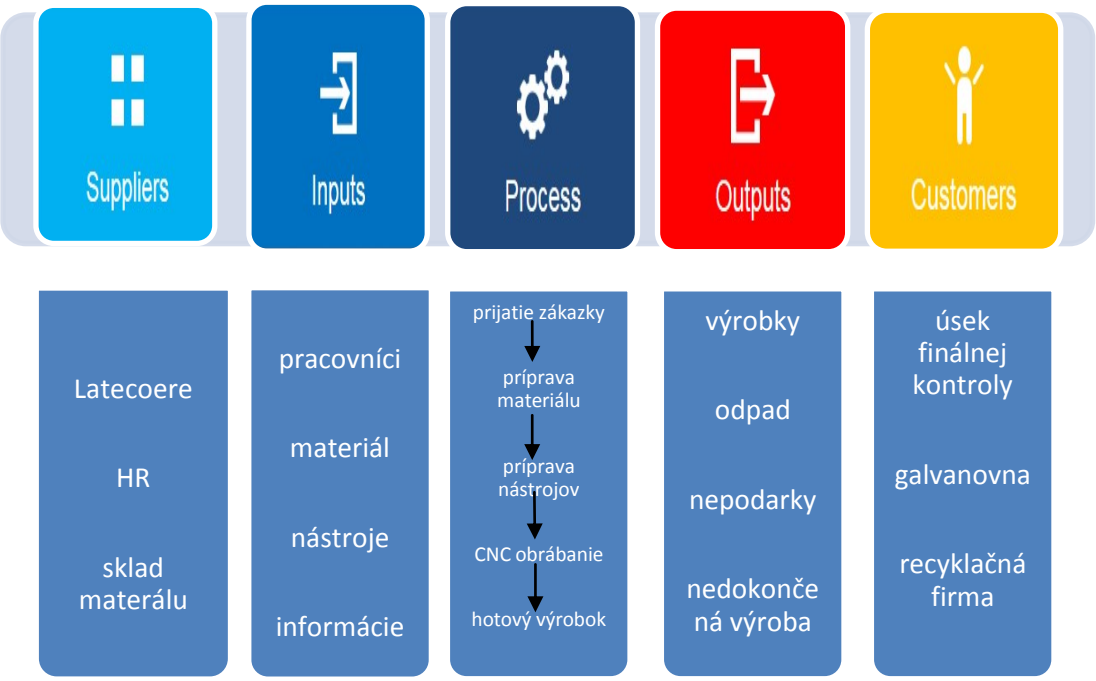
Ciele sme definovali nasledovne - zvýšenie produktivity OEE z pôvodných 30% na 60% a zníženie doby zmeny typu výrobnej zákazky o 30%. Následne sme identifikovali prínosy projektu, medzi ktoré sme zaradili - zvýšenie produktivity na CNC strojoch Okuma, skrátenie doby trvania zmeny typu zákazky a zoštíhlenie výrobného procesu. Očakávanými bariérami bola neochota zo strany zainteresovaných pracovníkov. Rozsah projektu sa týkal dvoch CNC strojov svojho druhu Okuma SO1 a SO2 ktoré sa nachádzali na oddelení výroby kovových dielov. Projekt charter obsahuje aj harmonogram projektu, ktorý je členený podľa projektového cyklu DMAIC.

Project charter		
Názov projektu	Projekt OKUMA	
Popis problému	Výkonnosť strojov - nevyužitý produktívny čas CNC Okuma	
Metriky projektu	Ukazovateľ OEE v % , Doba zmeny typu výroby v hodinách C/O (h)	
Kľúčové role		
Projektový vedúci	Matej Špak	
Champion	Radek Kyšperský	
Sponzor	Martin Michajlec	
Vlastník procesu	Vladimir Virt	
Stakeholderi	Výroba, Lean oddelenie, Top management, zákazník Airbus, Embraer, Boeing	
Ciele projektu		
Ciel projektu	Zvýšenie OEE z pôvodných 30% na 60% Zredukovať dobu zmeny typu výroby C/O (h) o 30%	
Prínosy projektu	Zvýšenie produktivity na CNC strojoch OKUMA Skrátenie doby trvania zmeny typu zákazky Zoštíhlenie výrobného procesu	
Očakávané bariéry a riziká	Neochota zo strany zainteresovaných pracovníkov	
Rozsah projektu	CNC stroje OKUMA SO1, SO2	
Harmonogram	Define fáze	14. 6. 2016 – 1. 7. 2016
	Measure fáze	4.7. 2016 – 14. 8. 2016
	Analyse fáze	15. 8. 2016 – 2. 9. 2016
	Improve fáze	5. 9. 2016 – 30. 11. 2016
	Control fáze	1. 12. 2016 – 23. 12. 2016

Tabuľka 3 Project charter (vlastné spracovanie)

6.3 SIPOC diagram

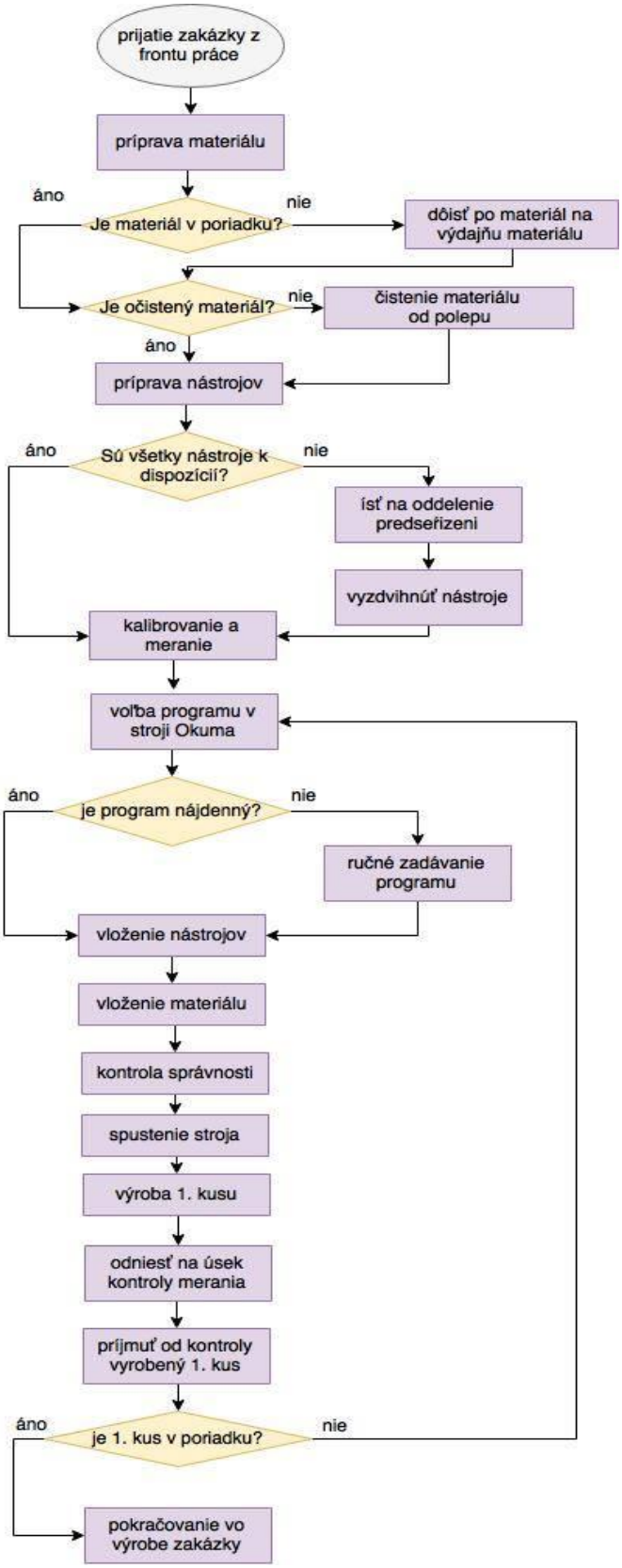
Pre lepšie vizuálne pochopenie, bol využitý SIPOC diagram, ktorý nám umožnil zmapovať rozsah procesu v grafickej podobe. Definovaním dodávateľov, HR oddelenie nám poskytuje pracovníkov, sklad materiálu nám dodáva materiál na výrobný úsek a sklad nástrojov poskytuje nástroje potrebné k príprave výrobných zákaziek. Ďalej je načrtnutý rozsah procesu výroby, ktorý začína prijatím zákazky a končí hotovým produktom. Pri výrobe sú výstupom výrobky ale aj odpad, nepodarky, nedokončená výroba a informácie, ktoré sú prepojené so zákazníkom procesu. Zákazníkom je nadväzujúce oddelenie kde sa pokračuje v nadchádzajúcej časti s výstupmi procesu. Ide o úsek finálnej kontroly výrobkov, ktoré CNC stroj vyprodukoval. Hotové produkty putujú následne do galvanovne, kde sú podrobené povrchovej úprave, aby sa zvýšila ich životnosť.



Obrázok 10 SIPOC diagram (vlastné spracovanie)

6.4 Flowchart procesu

Po chronologickom ohraničení procesu vo vizuálnej podobe, formou SIPOCu je proces výroby na CNC Okuma, bližšie popísaný na obrázku 11, formou Flowchartu. Výrobný proces je zachytený v slede krokov, od prijatia zákazky až po prvý kus výrobku, ktorý je technicky v poriadku a prešiel oddelením kontroly. Vtedy môžu operátori pokračovať vo výrobe zákazky.



Obrázok 11 Flowchart procesu (vlastné spracovanie)

7 MEASURE

V druhej etape cyklu DMAIC je preskúmaný súčasný stav procesu. Pre hĺbkové porozumenie bolo potrebné preskúmať súčasný proces - vzťahy jednotlivých činností, zozbierať dáta, vyhodnocovať údaje a nájsť súvislosti príčin problému.

7.1 Pozorovanie procesu a zber dát

Nie je lepší spôsob, ako ísť presne tam, kde sa to všetko odohráva. Inšpirovaný výrokom Genchi genbutsu "Go to gemba", začalo odpozorovanie plytvania vo výrobnom procese. Pre dôkladne preskúmanie a následný zber dát, bolo dôležité vypozorovať činnosti pracovníkov. Sledovali sme prípravu výrobnej zákazky, ktorá je zachytená nižšie v Layote pracoviska a postupných krokoch špagetti diagramu.

Obsluha strojov Okuma SO1 pozostáva z 3 operátorov, identicky aj stroj Okuma SO2 obsluhujú 3 pracovníci, ktorý sa striedajú v osem hodinových zmenách. Pracujú od pondelka do piatka nepretržite 24 hodín denne. V pondelok na každý týždeň dostávajú tzv. front práce, ide o plán výrobných zákaziek, ktoré je potrebné vyrobiť. Pri niektorých typoch zákazky môže byť uvedená vysoká priorita, teda výroba tejto zákazky by mala byť riešená primárne. Pri sledovaní operátorov boli zaznamenávané ich postupy pri príprave zákazky a všetky jednotlivé kroky ktoré absolvovali behom 8 hodinovej pracovnej doby. Dáta boli jednak dôkladne zaznamenávané písomne do A3 archov a následne zozbierané údaje importované do excelovských súborov.

Vytvorené formuláre, pre zber dát, v podobe A3 archov, nám poslúžili k zaznamenaniu relevantných údajov. Jeden takýto arch bol určený na 24 hodín, rozdelený na 3 zmeny. Operátori uvádzali do archu informácie o zariadení na ktorom pracovali, v našom prípade Okuma SO1 a SO2, dátum a meno pracovníka ktorý na stroji pracoval, o akú zmenu išlo, teda rannú, poobednú, alebo nočnú. Číslo výrobnej zákazky na ktorej pracovali a následne graficky počas zmeny zaznačovali do archu svoju aktivitu.

Formuláre nám pomohli určiť v akom stave sa nachádzal sledovaný problém. Zaujímali nás dôvody pri ktorých stroj nepracoval, teda ktoré aktivity, aké prestoje, viedli k nízkej výkonnosti. Archy nám priniesli grafické sprehľadnenie činností jednotlivých operátorov, počas zmeny na ktorej pracovali.

Zozbierané údaje sme importovali do excelovských súborov. Príkladom je výsek z daného súboru, ktorý je zobrazený na nasledujúcom obrázku 12.

Výrobní zakáz	Stro	Datum	od	do	díl	týden	mesic	rok	ROK me	C/O (dny)	T- Rea	C/O (hod	Důvod
2885467	SO1	10.6.2016	3:15	4:05	#N/A	24	06	2016	2016/06	0:50	0:50	0,83	1.Program stop - Kontrola
2885467	SO1	10.6.2016	4:30	4:40	#N/A	24	06	2016	2016/06	0:10	0:10	0,17	1.Program stop - Výměna nože
2885467	SO1	10.6.2016	5:00	5:15	#N/A	24	06	2016	2016/06	0:15	0:15	0,25	1.Program stop - Výměna plátku
2885467	SO1	10.6.2016	5:45	6:00	#N/A	24	06	2016	2016/06	0:15	0:15	0,25	3.Org.prob - předání směny
2885467	SO1	10.6.2016	7:05	7:10	#N/A	24	06	2016	2016/06	0:05	0:05	0,08	1.Program stop - Výměna tyče
2885467	SO1	10.6.2016	10:25	10:30	#N/A	24	06	2016	2016/06	0:05	0:05	0,08	1.Program stop - Výměna tyče
2885467	SO1	10.6.2016	10:30	10:45	#N/A	24	06	2016	2016/06	0:15	0:15	0,25	2.Změna typu
2885467	SO1	10.6.2016	10:45	11:15	#N/A	24	06	2016	2016/06	0:30	0:30	0,50	3.Org.prob - pauza
2885573	SO1	10.6.2016	11:15	12:00	#N/A	24	06	2016	2016/06	0:45	0:45	0,75	2.Změna typu
2885573	SO1	10.6.2016	12:00	12:15	#N/A	24	06	2016	2016/06	0:15	0:15	0,25	1.Program stop - Doplnění kapaliny
2885573	SO1	10.6.2016	12:15	12:40	#N/A	24	06	2016	2016/06	0:25	0:25	0,42	2.Změna typu
2885573	SO1	10.6.2016	12:40	13:15	#N/A	24	06	2016	2016/06	0:35	0:35	0,58	1.Program stop - Kontrola
2858262	SO1	10.6.2016	13:15	14:00	#N/A	24	06	2016	2016/06	0:45	0:45	0,75	2.Změna typu
2858262	SO1	10.6.2016	14:00	16:40	#N/A	24	06	2016	2016/06	2:40	2:40	2,67	1.Program stop - Kontrola
2858262	SO1	10.6.2016	16:40	16:55	#N/A	24	06	2016	2016/06	0:15	0:15	0,25	1.Program stop - Úprava programu
2858262	SO1	10.6.2016	16:55	17:15	#N/A	24	06	2016	2016/06	0:20	0:20	0,33	1.Program stop - Kontrola
2858262	SO1	10.6.2016	17:30	18:00	#N/A	24	06	2016	2016/06	0:30	0:30	0,50	3.Org.prob - pauza
2858262	SO1	10.6.2016	21:30	22:00	#N/A	24	06	2016	2016/06	0:30	0:30	0,50	1.Program stop - TPM
2858262	SO1	13.6.2016	22:00	6:00	#N/A	25	06	2016	2016/06	11:00	12:00	12,00	4.Tech. Prostoje-Porucha stroje
2858262	SO1	13.6.2016	6:00	7:00	#N/A	25	06	2016	2016/06	1:00	1:00	1,00	4.Tech. Prostoje-Oprava dveří
2858262	SO1	13.6.2016	7:30	8:00	#N/A	25	06	2016	2016/06	0:30	0:30	0,50	1.Program stop - Oprava programu
2858262	SO1	13.6.2016	8:20	8:35	#N/A	25	06	2016	2016/06	0:15	0:15	0,25	1.Program stop - Kontrola povrchu
2858262	SO1	13.6.2016	9:45	10:00	#N/A	25	06	2016	2016/06	0:15	0:15	0,25	1.Program stop - Kontrola povrchu
2858262	SO1	13.6.2016	10:45	11:15	#N/A	25	06	2016	2016/06	0:30	0:30	0,50	3.Org.prob - pauza
2858262	SO1	13.6.2016	13:15	13:20	#N/A	25	06	2016	2016/06	0:05	0:05	0,08	1.Program stop - Měření drsnosti
2858262	SO1	13.6.2016	13:50	14:00	#N/A	25	06	2016	2016/06	0:10	0:10	0,17	3.Org.prob - předání směny
2858262	SO1	13.6.2016	14:10	14:15	#N/A	25	06	2016	2016/06	0:05	0:05	0,08	1.Program stop - Měření drsnosti
2858262	SO1	13.6.2016	14:45	14:50	#N/A	25	06	2016	2016/06	0:05	0:05	0,08	1.Program stop - Výměna plátku
2858262	SO1	13.6.2016	17:15	17:45	#N/A	25	06	2016	2016/06	0:30	0:30	0,50	3.Org.prob - pauza
2858262	SO1	13.6.2016	17:45	17:55	#N/A	25	06	2016	2016/06	0:10	0:10	0,17	1.Program stop - Výměna plátku
2858262	SO1	13.6.2016	18:05	18:15	#N/A	25	06	2016	2016/06	0:10	0:10	0,17	1.Program stop - Kontrola

Obrázok 12 Zber dát (Latecoere,2016)

Na základe zozbieraných dát, sme identifikovali plytvanie vo výrobnom procese. Išlo o prestoje, ktoré vznikali pri výrobe zákazky. Dôvody, pri ktorých stroj nepracoval, sme rozdelili do štyroch základných kategórii:

1. Program stop
2. Zmena typu
3. Organizačný problém
4. Technické prestoje

1. Program stop - ide o činnosti, kedy operátor zadáva ručne zastavenie stroja. Deje sa to v prípadoch výmeny a doplnenia materiálu, výbere výrobkov, vypláchnutí kovových špon, vnútorného ofuku stroja, vloženia nástrojov - nových čepelí, výmeny vrtákov, plátkov atď. Niekedy sa stáva, že program stop je zadaný z dôvodu práce na druhom stroji Okuma.

2. Zmena typu - čas prechodu, ktorý trvá medzi posledným vyrobeným kusom produktu zákazky A, až po vyrobený prvý správny kus nadchádzajúcej novej zákazky B . Ide o tzv. changeover time kt. je bližšie popísaný v teoretickej časti práce.

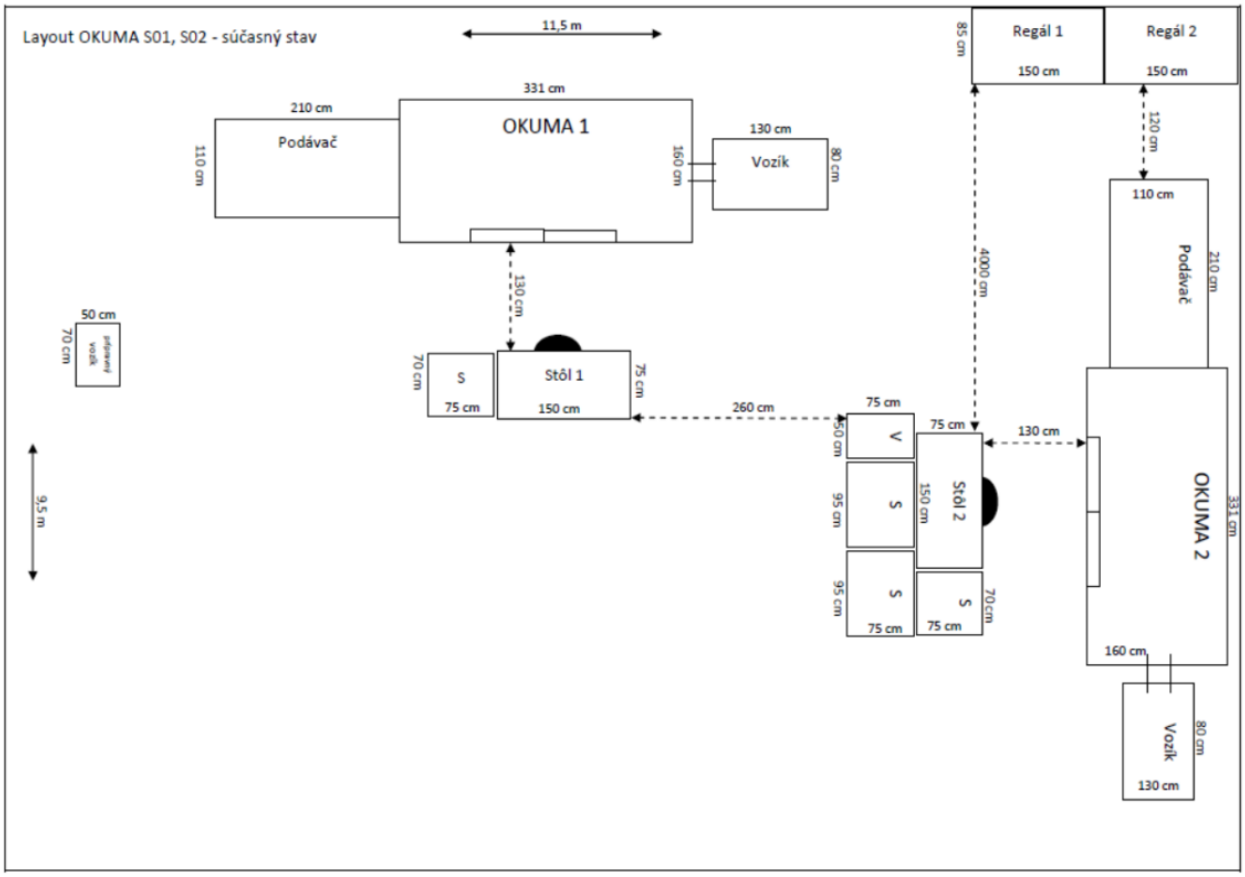
3. Organizačný problém - stroj nevyrába kvôli pauze operátora. Ide o dovolenku, obedňajšie prestávky, školenia či predanie zmeny.

4. Technické prestoje - zvyčajne ide o servis stroja. Napríklad oprava strojnej časti, skladanie a čistenie stroja kvôli úniku kvapaliny. Porucha stroja, výpadok prúdu, výmena či doplnenie chladiacej kvapaliny.

Pozorovanie procesu bolo nedeliteľnou súčasťou etapy Measure. Sledovali sme prípravu výrobných zákaziek. Na začiatok bolo potrebné zaznamenať pracovný priestor, v ktorom sa operátori pohybujú a následne zaznačiť pracovný tok pomocou Spagetti diagramu.

7.2 Layoutpracoviska

Usporiadanie pracovného priestoru strojov Okuma S01 a S02 je zobrazené na nasledujúcom obrázku 13. s naznačenými vzdialenosťami. Pri mapovaní procesu sme využili Layout, ktorý zobrazuje súčasný stav pracoviska. Ako je zrejme z obrázka, stroje sú súčasne umiestnené do tvaru písmena L.



Obrázok 13 Súčasný stav pracoviska (vlastné spracovanie)

Pracovný priestor predstavuje plochu o rozlohe 77,8 m2. Ide o priestorové usporiadanie CNC strojov Okuma SO1 a SO2, ku ktorým prislúchajú trojposchodové regále na ktorých je umiestnený materiál k jednotlivým výrobným zákazkám. Okrem iného, každému obrábaciemu stroju prislúcha pracovný stôl a skrinka, v ktorej sa nachádzajú nástroje potrebné k zostaveniu výrobnej zákazky. Spoločné pre oba výrobné zariadenia sú dve skrine v ktorých sú umiestnené ďalšie potrebné nástroje, puzdrá, držiaky a tzv. prenastavovacie listy.

V nasledujúcej časti sme odpozorovali operátorov ako sa v pracovnom priestore pohybujú. Vizuálny popis toku operátorov nám pre lepšie zachytenie prípravy zákazky ukazuje Spagetti diagram.

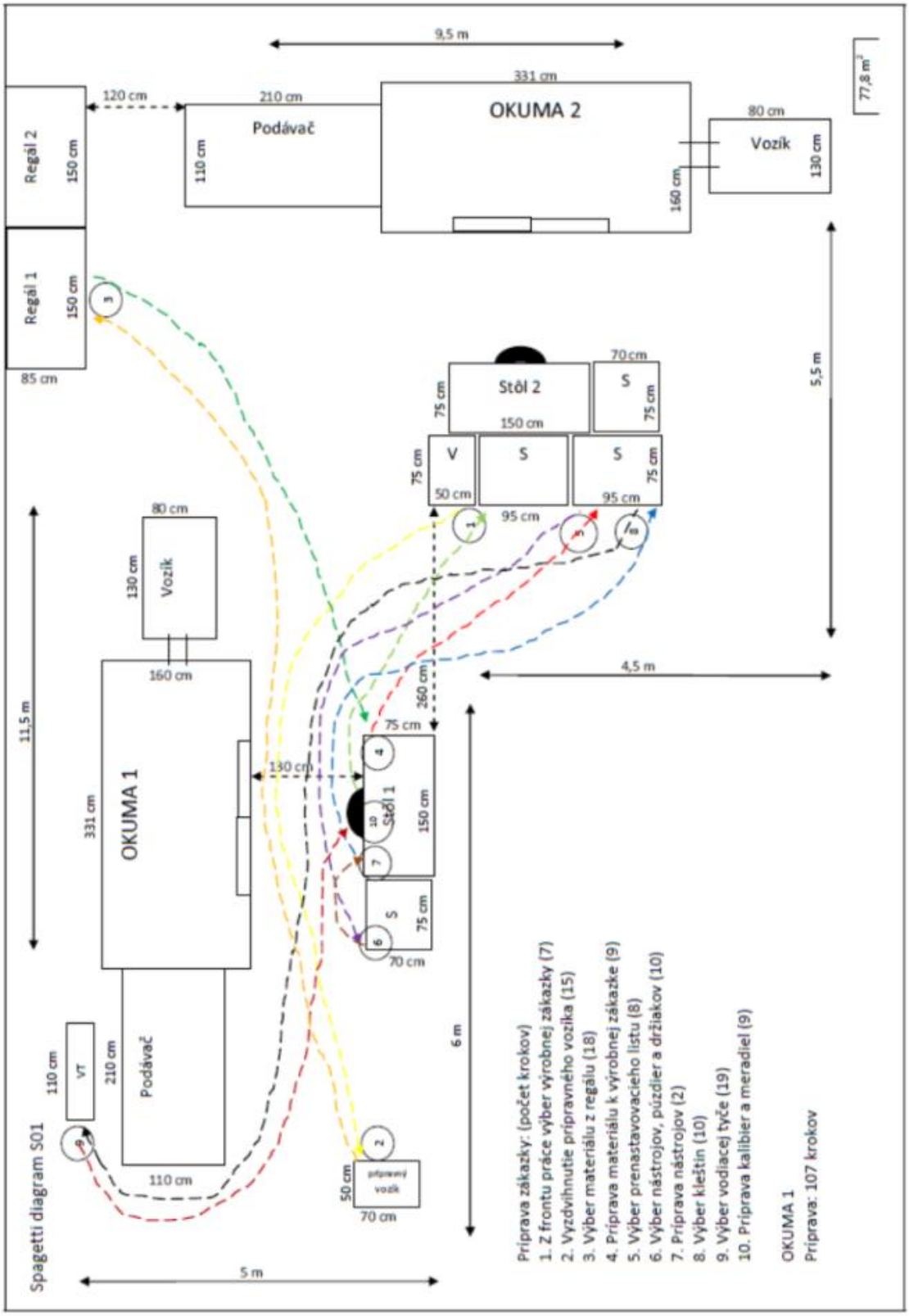
7.3 Spagetti diagram

Ako sa pohybujú pracovníci, pri príprave zákazky, je zobrazené pomocou Spagetti diagramu. Na obrázku 14 je popísaný tok súčasného stavu na stroji Okuma SO1 a na obrázku 15 diagram popisuje pohyb operátora ktorý pracuje na Okuma SO2.

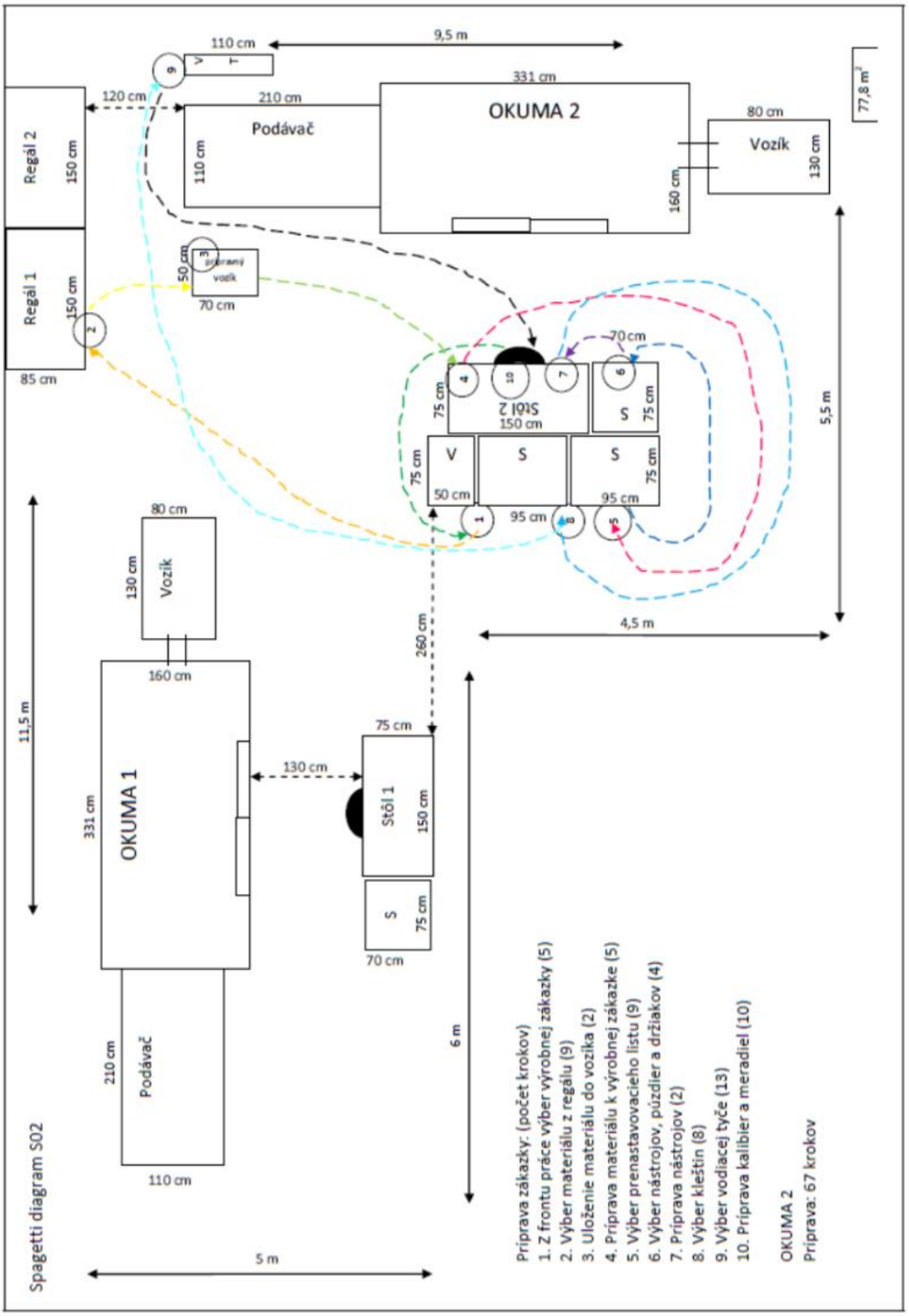
Príprava výrobnej zákazky začína výberom z frontu práce, tzv. plánu výroby. Operátor vyberie zákazku podľa priority a začne k nej pripravovať materiál. Vyberie materiál z regálov, za pomoci prípravného vozíka ho prenesie na pracovný stôl. K výrobnej zákazke potrebuje prenastavovací list, ktorý si vyhľadá v jednej zo skríň. Následne si vyberie si zo skriniek púzdra, držiaky, kleštiny, teda nástroje ktoré sú potrebné ku kompletizácii.

Z diagramov plynie, že operátor pri príprave zákazky na stroji Okuma S02 nachodí 67 krokov, pričom na stroji Okuma SO1 nachodí operátor až 107 krokov. Je to spôsobené usporiadaním pracoviska, umiestením strojov, uskladnením materiálu a nástrojov. Do prípravy zákazky sú zahrnuté činnosti, kedy operátor vyberie z frontu práce výrobnú zákazku, ku ktorej si pripraví potrebný materiál, nástroje a následne začína kompletizácia zákazky.

Spagetti diagram nám poslúžil ku grafickému znázorneniu tzv. špagiet, teda toku zamestnanca na pracovisku. Hlavnou myšlienkou prečo sme sledovali tok jednotlivých špagiet bolo na potrebné preskúmanie súčasného stavu a na poukázanie plytvania, neefektívneho rozmiestnenia pracovného prostredia, kde sme zistili nedostatky v podobe vzdialenosti, ktorú operátor prejde pri príprave výrobnej zákazky. Jednotlivé činnosti sledovaného operátora sme vyjadrili počtom krokov.



Obrázok 14Súčasný stav Spagetti diagram Okuma SO1 (vlastné spracovanie)

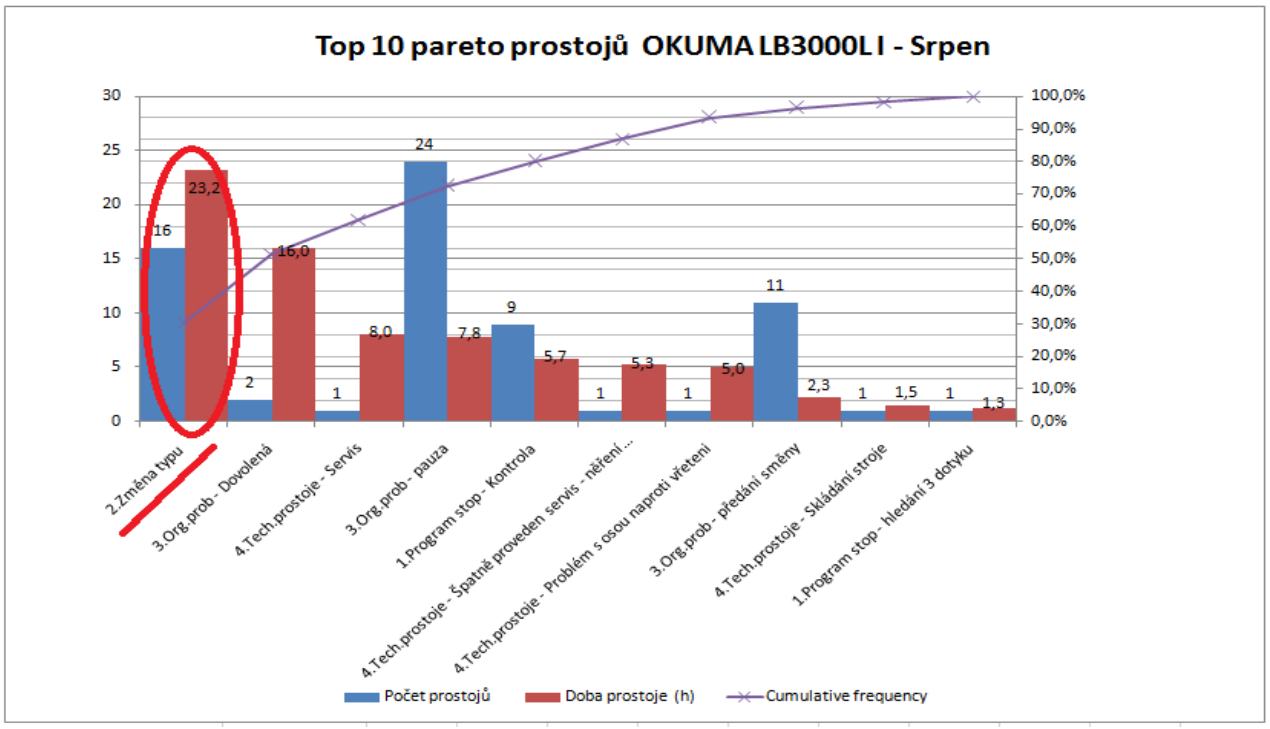


Obrázok 15 Súčasný stav Spagetti diagram Okuma SO2 (vlastné spracovanie)

Následne po odpozorovaní súčasného stavu procesu a zozbieraní dát sme pristúpili ku grafickému zobrazeniu. Identifikovali sme základné kategórie prestojov, ktoré ovplyvňovali nízku výkonnosť CNC strojov. Pre následnú analýzu dát sme sa rozhodli využiť Paretov diagram.

7.4 Paretov diagram

Na základe zozbieraných dát, sme identifikovali dôvody kvôli ktorým dochádzalo k zníženej výkonnosti na pracovisku Okuma. Prestoje sme rozdelili do 4 základných kategórii, ktoré sú popísane vyššie. Následne k nim operátori zadávali bližší popis aby sme dokázali identifikovať ich početnosť a celkovú dobu prestojov. Napríklad Program stop - kontrola, Program stop - výmena tyče, Organizačný problém- pauza, Technický prestoj - výpadok prúdu, Technický prestoj - výmena čerpadla, atď.



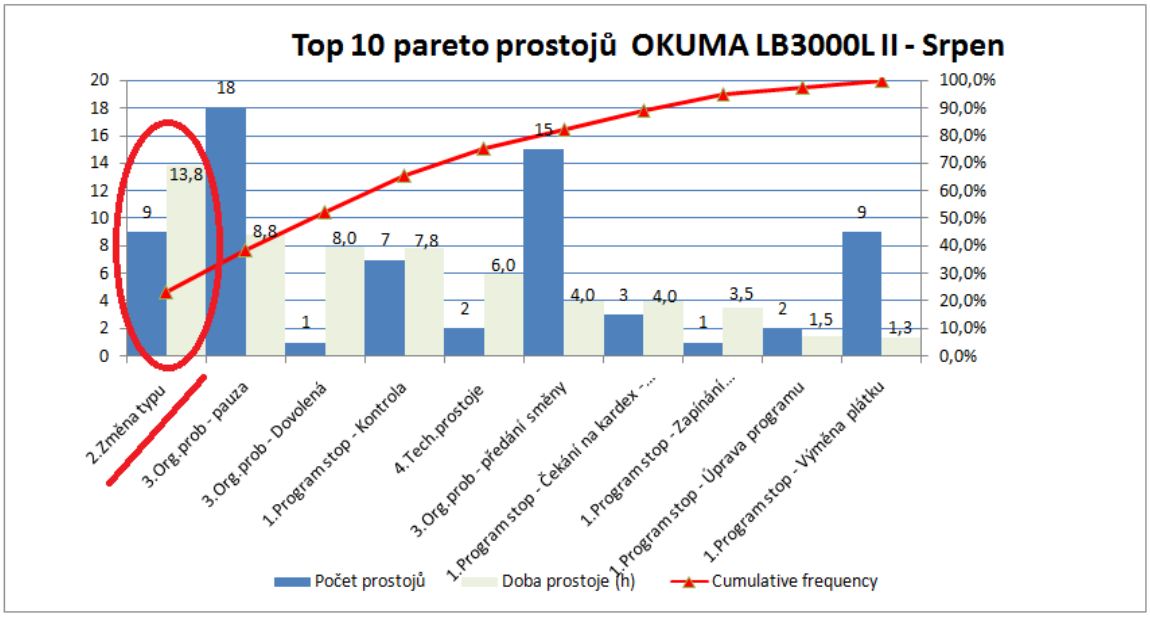
Obrázok 16 Top 10 Pareto prestojov Okuma SO1 (Latecoere, 2016)

Z Pareta diagramu je evidentné zostupné usporiadanie príčin na základe závažnosti: počtu jednotlivých prestojov a doby prestoja. Ako na prvý, sme sa zamerali na dáta CNC stroja Okuma SO1, ktorý je zobrazený na obrázku 16.

V jednotlivých stĺpcoch modrej a červenej farby je graficky znázornená príčina problému a to v poradí podľa závažnosti. Červenou farbou je označená doba presto-

jov v hodinách a modrou farbou k nej prislúchajúca početnosť. Výška stĺpca predstavuje závažnosť príčiny problému. Medzi primárne príčiny prestojov sa na prvom mieste umiestnila zmena typu výrobnej zákazky, ktorej doba dosiahla 23,2 hodiny. Následne druhým top prestojom za mesiac srpen bol organizačný problém dovolenky v súčte 16 hodín. Tretí stĺpec červenej farby predstavoval technický prestoj v podobe servisu o 8 hodinách, teda jednej celej pracovnej doby.

Obdobne ako pre stroj CNC Okuma SO1, je rovnako na ďalšom obrázku 17 zrejmé zostupné usporiadanie doby prestojov pre Okuma SO2. Zmena typu výrobnej zákazky bola opäť na prvej priečke, ktorá dosiahla dobou 13,8 hodín. Nasledovaná druhým top prestojom kategórie organizačného problému - pauzy operátorov, ktorá predstavovala 8,8 hodín. Tretím prestojom bola dovolenka pracovníka o dobe jednej pracovnej zmeny 8 hodín.



Obrázok 17 Top 10 Pareto prestojov Okuma SO2 (Latecoere, 2016)

Prestoje boli hodnotené z pohľadu dôležitosti. Potrebovali sme si určiť na čo zamerať prioritne našu pozornosť. Keďže k daným problémom dochádzalo na pracovisku opakovane, primárne sme sa rozhodli sústrediť na prvú z najzávažnejších príčin prestojov. Po prioritizácii problému sme pristúpili ku generovanie príčin, nášho kľúčového problému - zmena typu výrobnej zákazky.

8 ANALYZE

Vychádzame zo súčasného stavu zdokumentovaného procesu a zo zozbieraných dát ktoré sme podrobili analýze pre hľadanie zlepšenia a celkového zefektívnenia procesu. Pri generovaní potenciálnych príčin, sme vychádzali z Pareta prestojov.

Našim zámerom bolo identifikovať najpravdepodobnejšie príčiny, ktoré spôsobili skúmaný problém. Pre východzie úvahy sme zvolali projektový tím a podrobili sme riešený problém brainstormingu. Využili sme ale aj grafické znázornenie riešeného problému pomocou Ishikawa diagramu, kde sme rozdelili relevantné príčiny do 5 základných kategórii, pričom do hĺbky vybraného kľúčového problému sme využili metódu dopytovania 5 why.

8.1 Brainstorming

Angažovanosť tímovej práce pri zlepšovateľských projektoch je nevyhnutnou súčasťou. Preto aby sme lepšie preskúmali a identifikovali príčiny problémov, stretol sa projektový tím za účelom posúdenia súčasnej situácie.

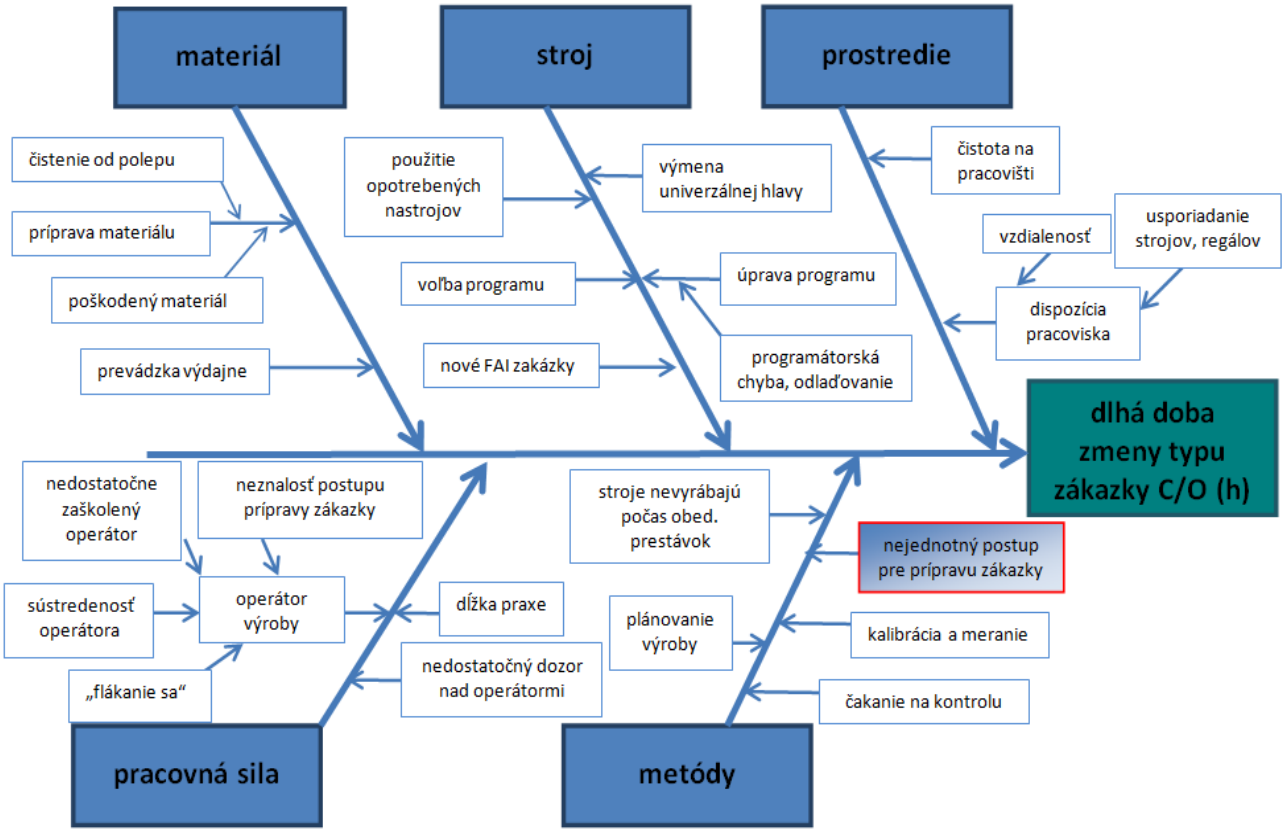
K hľadaniu nápadov možných príčin sme pristúpili formou brainstormingu. Všetko čo sa nám podarilo odpozorovať pri skúmaní súčasného stavu procesu, bolo impulzom k brainstormingu. Stretol sa projektový tím za účelom skupinovej diskusie aby sme identifikovali príčiny. Diskusia bola riadená, bez kritickej odozvy, aby sme vygenerovali čo najväčšie množstvo nápadov, prečo je dlhá doba zmenu typu výrobnej zákazky.

Po ukončení rozvíjania myšlienok, sme museli okresať, zoskupiť a utriediť veľký počet nápadov a informácii do logických skupín. Preto sme následne v súvislosti s identifikáciou problému, použili Diagram rybej kosti.

8.2 Ishikawa diagram

Pre východziu úvahu riešeného problému sme použili grafické znázornenie v podobe diagramu rybej kosti. V súvislosti s identifikáciou koreňovej príčiny, sme v Ishikawa diagrame utriedili možné príčiny a sub-príčiny do grafickej podoby.

Hlava rybacej kosti popisuje náš riešený problém času zmeny typu zákazky, ktorý je definovaný: Dlhá doba zmeny typu zákazky C/O (h). Následne sme rozdelili relevantné príčiny do piatich kategórii. Ide o nasledovné kategórie: metódy, prostredie, stroj, pracovná sila a materiál. Ku každej kategórii sme zoskupili viacero odpovedajúcich príčin a subpríčin.



Obrázok 18 Ishikawa diagram (vlastné spracovanie)

Pracovné prostredie strojov Okuma je prvou z kategórii, ktorá ovplyvňuje zmenu typu výrobnej zákazky. Bola definovaná na základe pozorovania, a zberu dát. K danej kategórii sme zoskupili dva typy príčin. Problémom ktorý vidíme v prostredí je dispozícia pracoviska. Stroje sú usporiadané do písmena L, čo je vidieť na layoute v etape Measure. K tomu prislúcha nevhodné usporiadanie strojov a regálov. Pretože operátor pri príprave výrobnej zákazky nachodí vzdialenosť o počte 107 krokov, pre stroj Okuma SO1 a 67 krokov pre stroj Okuma SO2. Ďalším odpozorovaným problémom bola čistota na pracovisku. Neodkladanie náradia a materiálu na svoje miesto a následné hľadanie. No príkladom sú aj špony, ktoré padali mimo z vozíka, a ako odpad výroby znečisťoval okolie stroja a eventuálne ohrozovali operátora.

Metódy sú ďalšou kategóriou, ktorá vplýva na náš skúmaný problém. Zaradili sme sem nejednotný postup prípravy zákazky. Pretože na základe odpozorovaní, sme zistili, že každý operátor pripravoval nástroje, materiál, a celkovú zákazku počnúc prenastavovaním stroja podľa seba. Operátori nemali k dispozícii jednotný postup. Niektoré činnosti im trvali príliš dlho, pretože ich vykonávali v nesprávny čas, či v nesprávnom poradí.

Medzi ďalšie príčiny problému sme zaradili kalibráciu a meranie. Operátori strojov Okuma SO1 a SO2 majú k dispozícii spoločné trojbodové meradlo, ktoré si medzi sebou požičiavajú. Okrem dohľadávania meradla, bolo problémom rozladené meradlo, ktoré pracovník našiel po kolegovi. Čakanie na kontrolu bolo po 1.kuse novej výrobnej zákazky pravidlom. Vždy šiel kus na kontrolu, kvôli meraniu na tisíciny. Operátor v daný čas čakal na odobrenie a na vrátenie kusu. Až po následnom odsúhlasení, mohol vyrábať celú zákazku. Problém sme videli aj v tom, že stroje nevyrábali počas obedňajších prestávok. Nebol zabezpečený kontinuálny výrobný proces.

V kategórii **strojného zariadenia**, sme identifikovali problém s výmenou univerzálnej hlavy. Niektorí operátori mali problém pri jej demontáži a následnom nasadení. Ďalšou identifikovanou príčinou je úprava programu, s čim súviseli subpríčiny - programátorská chyba a následne odlaďovanie. FAI zákazky predstavujú úplne nove výrobné zákazky, pri ktorých je potrebná kooperácia s technikom a programátorom. Voľba programu v stroji - pri spúšťaní novej zákazky, ak nebola nájdená, musel ju operátor zadávať ručne.

Pracovná sila predstavuje ľudský faktor, ktorý sa považuje celkovo z najčastejšie riešených problémov v zlepšovateľských projektoch. Danú kategóriu sme rozdelili na operátora výroby, ktorému odpovedá niekoľko ďalších subpríčin. Sústredenosť operátora, flákanie sa a nevenovanie plnej pozornosti práci. Ďalší problém sme videli v nedostatočnom zaškolení operátorov a neznalosti postupu prípravy zákazky. Odpovedala tomu aj dĺžka praxe operátora.

Materiál je kategóriou, ktorá sa zaoberá prípravou materiálu a problémov jej subpríčin - čistenie materiálu od polepu, či poškodený povrch materiálu. Pri príprave výrobnej zákazky, musí operátor riešiť polep, strhávať označenie a očistiť tyče. Ďalším problémom je prevádzka výdajne materiálu, ktorá je otvorená len v rámci jednej 8 hodinovej zmeny.

Identifikované príčiny potenciálnych problémov sú zachytené v Ishikawa diagrame, na obrázku 18. Tie sme odpozorovali pri sledovaní operátorov ktorý obsluhujú stroje Okuma. Vychádzali sme z Brainstormingu a následného utriedenia a zoskupenia príčin, ktoré by problém dlhej doby zmeny typu zákazky ovplyvňovali.

Pri vyhodnocovaní Ishikawa diagramu sme použili metódu n/3, pomocou ktorej sme zredukovali počet identifikovaných príčin a vybrali sme pre nás tie najrelevantnejšie, ktoré sú riešené v etape Improve. Na základe faktov a diskusii sme dospeli k určeniu koreňovej príčiny, ktorou je nejednotný postup prípravy výrobnej zákazky.

Využili sme na to aj nástroj 5 why, ktorý nám pomohol hlbšie sa zamyslieť nad príčinou problému.

8.3 Uplatnenie 5whys

Analýzou 5 whys, sme sa na kľúčový problém pozreli do hĺbky. Metóda nadväzuje na grafické zobrazenie identifikovaných príčin Ishikawa diagramu. Je pokračovaním diskusie v odhaľovaní príčin. Zistili sme ňou súvislosti, ktoré spôsobili prečo trvá zmena typu zákazky tak dlhú dobu a zároveň sme identifikovali čo malo vplyv na náš skúmaný problém.

Kládli sme si otázky, aby sme sa zamysleli hlbšie nad príčinou problému:

1. Prečo zmena typu zákazky trvá príliš dlhú dobu?

   Pretože operátori neovládajú postup prípravy jednotlivých zákaziek.

2. Prečo operátori nevedia ako sa správne zostavujú jednotlivé zákazky?

   Pretože si každý z operátorov pamätá zo školenia niečo iné.

3. Prečo je operátor odkázaný len na to, čo si pamätá zo školenia?

   Pretože nemajú k dispozícii jednotný postup prípravy.

4. Prečo nemajú k dispozícii postupový check list?

   Pretože im ho doteraz nikto nevytvoril.

Výsledkom 5 whys je potreba vytvorenia Check -listu pre jednotlivé činnosti. Teda za najzávažnejší problém sme vyhodnotili nejednotný postup prípravy zákazky. Rozhodli sme sa, že v rámci našej iniciatívy zlepšiť výrobný proces, pristúpime k vytvorenie SMED Check listu. Naším cieľom bolo vytvorenie vylepšeného postupu prípravy výrobnej zákazky.

9 IMPROVE

Jediným cieľom etapy Improve je zlepšiť súčasnú situáciu. Preto sme navrhli riešenia, ktoré odstránia identifikované nedostatky.

Keďže operátorom bolo potrebné vytvoriť jednotný postup prípravy, rozhodli sme sa zostaviť Check list, ktorý by obsahoval, zároveň zlepšené kroky. Preto sme sa zamerali na aplikovanie metódy SMED. Ide o metódu, ktorá jednak pomôže optimalizovať proces, vytvorením postupne nasledujúcich krokov a zároveň zníži čas zmeny typu zákazky. Rozhodli sme sa použiť túto metódu Lean managementu, kvôli snahe eliminovať plytvanie a zlepšiť výrobu procesného toku.

9.1 SMED- Zmena typu zákazky

Pri zameraní sa na zmenu typu zákazky, sme sa rozhodli postupovať na základe SMED metódy. Keďže operátory nemali jednotný postup prípravy, rozhodli sme sa nadefinovať štandard, na základe ktorého by mali postupovať. Pri jeho realizácii sme mali na zreteli zefektívnenie jednotlivých činností. Stanovili sme cieľ, ktorým bolo zredukovať dobu zmeny typu zákazky o 30%.

Vychádzali sme z odpozorovaní súčasného stavu a dát, ktoré sme zozbierali. Preskúmali sme v akých podmienkach operátori vykonávajú prácu a čo na nich vplýva. **Prvým krokom** bolo rozdelenie činností na interné a externé. Interné činnosti predstavujú úkony, ktoré operátori vykonávajú počas toho, keď stroj nevyrába, externé činnosti, kedy je stoj CNC Okuma v chode. Museli sme si uvedomiť, ktoré činnosti môžu operátori vykonávať počas toho, keď stroj vyrába, teda ktoré operácie zvládnu operátori skôr, než sa ukončí prebiehajúca výroba zákazky.

Operátori mali dovtedy vo zvyku venovať sa novej zákazke až po ukončení starej zákazky. Bola preto potreba s nimi vykomunikovať, že čas pri ktorom stroj stojí a nevyrába predstavuje plytvanie. Pracovníci strojov Okuma s nami museli súhlasiť, že určitú prípravu môžu realizovať práve v čase kedy je CNC Okuma ešte v chode. Ide o činnosti prípravy, ktoré pozostávajú z výberu výrobnej zákazky z frontu práce a následnom preštudovaní pracovného postupu k zákazke.

Druhým krokom bola analýza jednotlivých činností, kde na základe pozorovania a zberu relevantných informácií bolo potrebné previesť interné činností na externé. Išlo o opätovné preskúmanie jednotlivých činností, a zhodnotení ktoré operácie by bolo možné vykonávať keď prebieha predchádzajúca výroba.

Zistili sme, že operátori by mohli uskutočniť porovnanie doterajších nástrojov prebiehajúcej výrobnej zákazky s nástrojmi nasledujúcej práce, a to na základe pre-

nastavovacích listov. K nim prislúcha následná príprava puzdier a držiakov. Okrem iného aj príprava materiálu k novej zákazke či príprava klieštin a vodiacej tyče.

Tretím krokom bolo zlepšovanie interných a externých činností. Zamerali sme sa na externú činnosť výmeny univerzálnej hlavy v stroji Okuma. Jej demontáž a následne nasadenie, trvalo príliš dlhú dobu. Operátori mali potiaže so správnym postupom, preto bolo potrebné zorganizovať školenie. Výsledkom je zníženie času výmeny a zároveň kvalifikovanejší personál. Pokúsili sme sa takisto zlepšiť aj internú činnosť prípravy materiálu výrobnej zákazky. Vodiace tyče nám boli dodávané s polepom, ktorý museli operátori odliepať a následne tyče čistiť. Preto sme zadali požiadavku dodávateľovi, aby nám tyče posielali bez polepu kovu. Dohodli sme sa s dodávateľskou firmou, že od januára 2017 nám dodáva materiál v podobe vodiacich tyčí bez polepu. Odsúhlasili, že informácie o produkte priložia v ochrannom obale s tyčou a polep nechajú len na vonkajšej strane krabice. Zlepšenie tejto prípravnej činnosti, takisto prispelo k zníženiu času. Vytvorený SMED Check list je priložený v nasledujúcej tabuľke 4.

SMED CHECK-LIST SO OKUMA			
Kedy	**A K C I A**	**Dĺžka (približná)**	**POZNÁMKA**
Príprava	Z frontu práce výber výrobnej zákazky podľa priority prečítanie pracovného postupu k zákazke	6 min.	
Príprava	Porovnať doterajšie nástroje s nástrojmi nasledujúcej práce podľa prenastavovacieho listu	2min.	
Príprava	Príprava puzdier a držiakov (vrtáky, frézy, doštičky)	15 min.	*při zákazke 5 nástrojov (1 nástroj 3 min) Chýbajúce nástroje si vyžiadajte na výdajni (+10 min)
Príprava	Príprava materiálu z výrobnej zákazky + čistenie	5 min.	*čistenie tyčí od polepu
Príprava	Príprava klieštin a vodiacej tyče	2 min.	*1 klieština
Príprava	Pripraviť kalibre a meradlá	5 min.	
Prenastavenie	**Ukončiť prácu + zahájenie novej v SAPU**	3 min.	
Prenastavenie	**Voľba programu v stroji**	2 min.	*úprava programu ručne (+ 5 min)
Prenastavenie	**Vložení nových klieštin**	2 min.	*2klieštiny (1 klieština 1 min)
Prenastavenie	**Vložení vodiacej tyče**	5 min.	
Prenastavenie	**V prípade výmeny univerzálnej hlavy**	*30 min	*v prípade že sa vymieňa univerzálna hlava, odpadá činnosť, vloženia tyče
Prenastavenie	**Vloženie nových nástrojov a držiakov podľa listu**	20 min.	*pri zákazke 5 nástrojov a 2 držiakov
Prenastavenie	**Výmena plátkov v noži**	4 min.	*na jednom noži
Prenastavenie	**Odmeranie nástrojov**	10 min.	
Prenastavenie	**Úprava programu (pozície nástrojov)**	5 min.	
Prenastavenie	**Kontrola nulových bodov**	3 min.	
Prenastavenie	**Kontrola správnosti prípravy na grafike stroja**	5 min.	
Po prenastavení	Očistenie a uloženie vybratých nástrojov, klieštin a tyče	20 min.	
Po prenastavení	Odniesť nepotrebné nástroje do výdajne	5 min.	

Tabuľka 4 SMED Check list (vlastné spracovanie)

Uplatnením metódy SMED sme sa snažili usporiť čas celkovej prípravy výrobnej zákazky. V postupných krokoch sme dospeli k zníženiu času. Výsledkom bolo vytvorenie SMED Check listu, vylepšeného postupu výrobnej zákazky, ktorej by sa mali operátori pri príprave držať. V nasledujúcej tabuľke 4, je zobrazený Check list, v ktorom sú popísané jednotlivé kroky, rozdelené farebne. Modrou farbou sú označené akcie ktoré sa vykonávajú počas chodu strojného zariadenia a červenou farbou počas toho keď stroj dokončil výrobu predchádzajúcej zákazky.

V konečnom dôsledku, sa nám podarilo zjednotiť postup výrobnej zákazky do sledu logicky nadväzujúcich krokov, ktorými by mal operátor zvládnuť prenastaviť strojné zariadenie behom 60 minút. Následne boli operátori v septembri zaškolený ako realizovať zmenu typu zákazky a SMED Check List pre stroje Okuma bol umiestnený na viditeľné miesto stroja, aby ho mali operátori k dispozícii.

Zlepšenie súčasnej situácie súvisí aj s usporiadaním pracovného prostredia. Bolo preto potrebné preskúmať v akých podmienkach by mohli pracovníci pracovať.

9.2 Zlepšenie pracovného prostredia

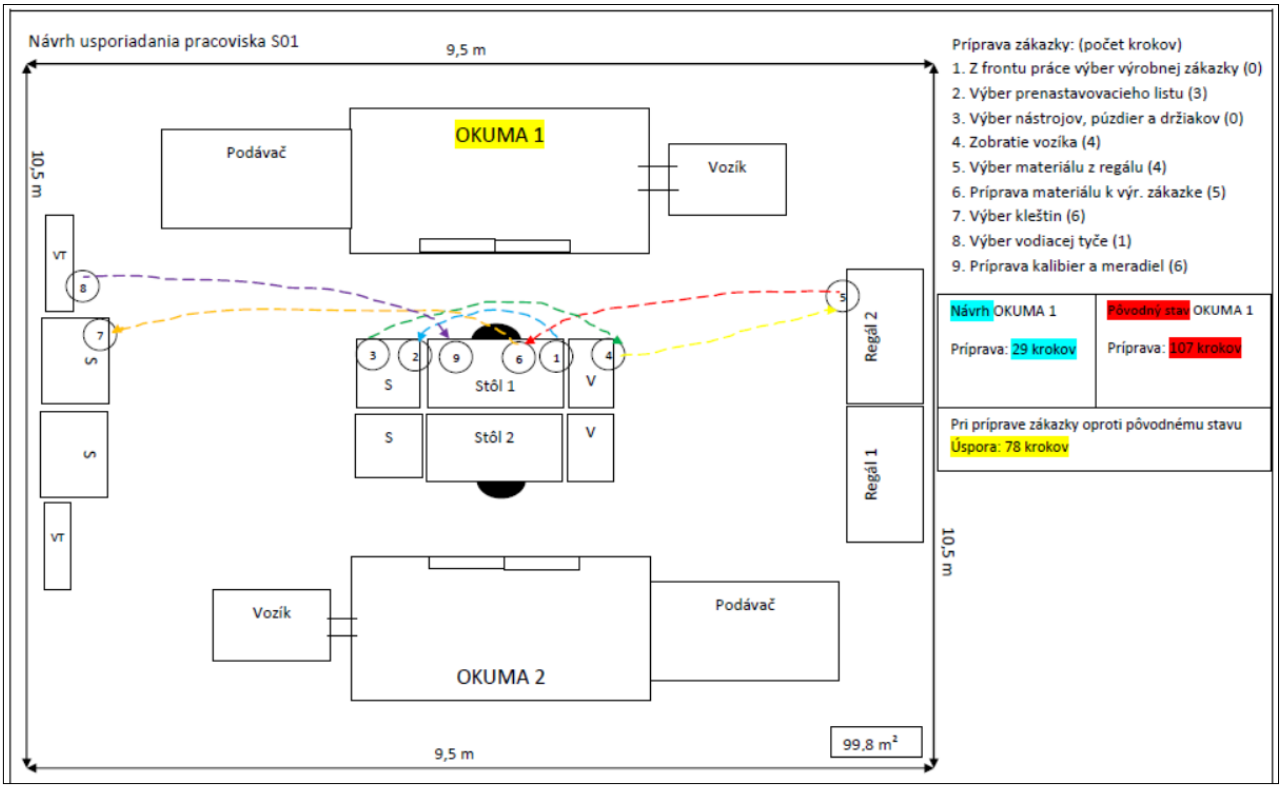
Ďalším návrhom zlepšenia výrobného procesu je zefektívnenie pohybu operátorov pri príprave výrobnej zákazky. Na základe layoutov súčasného stavu, sme vytvorili nový návrh usporiadania pracoviska.

Oproti súčasnému usporiadaniu strojov, ktoré je v tvare písmena L, sme navrhli zmeniť dispozíciu strojov, regálov a prislúchajúcich skríň. Zhodli sme sa na tom, že najlepším riešením by bolo presunúť stroje zrkadlovo, naproti sebe. Bodom dotyku by sa stali pracovné stoly operátorov. Na obrázkoch 19 a 20 sú zobrazené návrhy usporiadania, do ktorých sme zakreslili spagetti diagram, tok operátora ktorý by absolvoval pri príprave výrobnej zákazky.

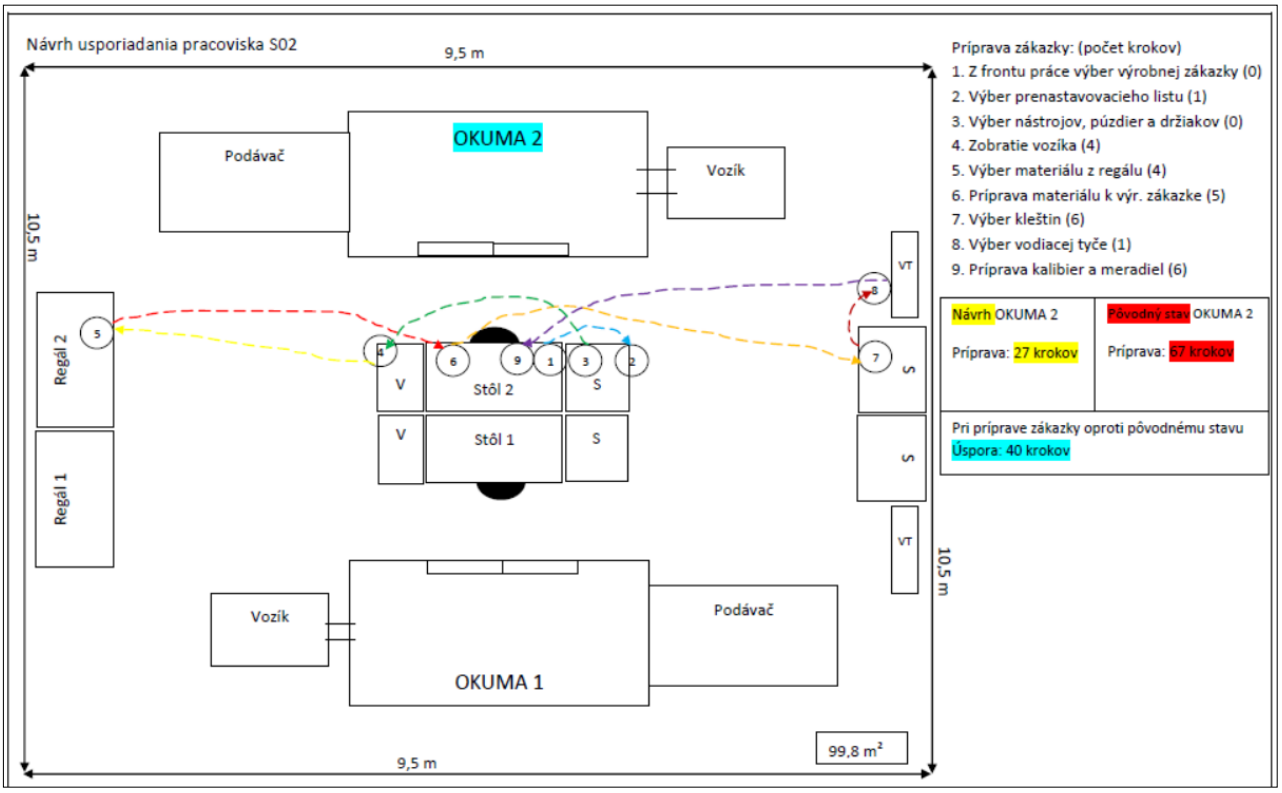
Pri novom dispozičnom riešení by operátor CNC stroja Okuma SO1, nachodil pri pod 30 krokov. V súčasnom stave pri príprave zákazky operátor prejde 107 krokov. Teda oproti pôvodnému usporiadaniu pracoviska, ide o úsporu 78 krokov.

Obdobne by tomu bolo aj pre operátora pracujúceho na strojnom zariadení SO2,ktorý v súčasnosti pri realizácii prípravy výrobnej zákazky prejde 67 krokov. Oproti pôvodnému stavu pracoviska by úspora predstavovala 40 krokov.

Okrem zlepšenia činností zmeny typu zákazky, navrhujeme zlepšiť aj priestorové usporiadanie pracoviska, ktoré by prinieslo úsporu času prípravy výrobnej zákazky.



Obrázok 19 Návrh usporiadania pracoviska Okuma SO1 (vlastné spracovanie)



Obrázok 20 Návrh usporiadania pracoviska Okuma SO2 (vlastné spracovanie)

9.3 Akčný plán

Návrh zlepšení sa vzťahuje k zefektívneniu procesu a je popísaný v nasledujúcej tabuľke akčného plánu. Zvýšenie ukazovateľa OEE vyžadovalo komplexný plán zlepšenia výrobného procesu. Zníženie plytvania a zoštíhlenie výrobného procesu sa zrealizovalo zamedzením opakujúcich sa problémov.

Na začiatku každého riadku je popísaný problém, ktorý sa riešil v rámci zlepšovateľskej iniciatívy. Následne akcia, ktorá dopomôže uvedený problém eliminovať, cieľ implementácie, status na koľko percent sa akcia zdarila, prípadne nezdarila a k riešeniu, prípadne neriešeniu navrhnutých zlepšení, je doplnený komentár k realizácií. Táto informácia bola prezentovaná v tabuľke 6, nasledujúcim spôsobom.

Akčný plán

	Dátum	Popis problému	Akcia	Cieľ implementácie	Status	Komentár k realizácií
1	17.8.2016	Príprava novej zákazky a prenastavenie stroja trvá v priemere 1,5 h.	vytvorenie SMED Check listu a následné preškolenie	zníženie času zmeny typu zákazky	100%	Operátori boli v septembri zaškolený ako realizovať zmenu typu výrobnej zákazky
2	17.8.2016	Nízka výkonnosť operátorov, spôsobuje dlhé prestoje pri výrobe	plánované zavedenie sledovania výroby, spoločnosťou Act-in, inštalácia softvéru	získanie reportov o výrobe, prestojoch	100%	Inštalácia softvéru prebehla druhý septembrový týždeň.
3	17.8.2016	Usporiadanie pracoviska strojov Okuma regálov, skriniek	zlepšenie pracoviska na základe návrhu layoutov a spagetti diagramov	zefektívnenie pracoviska	0%	Plánovaná realizácia do budúcna
4	24.8.2016	Problém pri výmene univerzálnej hlavy - demontáž a jej následné nasadenie	preškolenie operátorov a vytvorenie návodky na prenastavenie hlavy	kvalifikovanejší personál	100%	Prebehlo školenie v novembri, prostredníctvom externého školiaceho centra, vytvorila sa jednoduchá pracovná návodka.
5	25.8.2016	prvý kus na kontrole, operátor čaká bežne30 min., stroj nevyrába	preveriť kapacity oddelenia kontroly	zníženie času čakania	100%	Zavádza sa počas decembra samokontrola pri niektorých typoch výrobných zákaziek - zodpovednosť prenesená na operátorov

6	25.8.2016	Nevyužívanie lopatky a posuvníka v stroji - technologický problém, hromadia sa špony, ktoré vznikajú pri tvorbe výrobkov	zlepšiť systém vyplachovania špon - nový zlepšovací návrh - operátor v spolupráci s technológom (poskytnutie finančnej odmeny)	zber vyrobených kusov za pomoci lopatky a posuvníka	0%	V štádiu riešenia. Problém sa nestihol v rámci projektu doriešiť. Zvažuje sa doladenie programu programátor +technológ, zrejme pôjde o vyplachovanie z rôznych pozícii
7	17.8.2016	Vozík do ktorého padajú špony z Okumy je nízky, padnú aj mimo vozíka	výmena vozíkov za vyššie (primeranej veľkosti)	bezpečnosť operátorov a čistejšie prostredie	100%	Kúpené nové jednotné vozíky primeranej výšky - postupne sa staré vyraďujú
8	17.8.2016	Okuma stroje nevyrábajú počas obedňajších prestávok	počas neprítomnosti 1. operátora - druhý operátor pracuje na oboch strojoch a naopak	Zvýšenie produktívneho času a kontinuálny výrobný proces	100%	Zavedené do praxe v septembri, operátori sa počas obedňajších prestávok striedajú a zastupujú
9	18.8.2016	Dostupnosť výdajne - operátor nemá k dispozícií všetky nástroje - výdajňa je zamknutá - všetci sú na obedňajšej prestávke	dostupnosť počas obed. prestávky, kolegovia by sa mali striedať, aby bol na pracovisku stále niekto k dispozícií	Zabezpečený chod pracoviska, poskytnutie nástrojov	100%	Realizované, od septembra je pracovisko počas obedňajších prestávok zabezpečené
10	25.8.2016	Programátor nie je k dispozícií, pracuje len rannú zmenu. Rozjíždení nových FAI zákaziek len počas rannej zmeny	prijatie programátora, počas dňa jeden na rannej a druhý na poobednej zmene	kontinuálny výrobný proces	100%	Programátor prijatý v decembri, pracovná doba od 10tej do 18tej
11	25.8.2016	FAI zákazky Problém výroby nových zákaziek. Príklad pri novej zákazke 2898911, špatné rozmery, chyba programátora	Zavedenie Check listu, ako postupovať pri FAI zákazkách,spolupráca s oddelením tech. podpory	kontinuálny výrobný proces	0%	Január 2017 - zavádza sa Check list prípravy FAI - zodpovednosť oddelenie technologickej podpory prvovýroby
12	25.8.2016	Plánovanie výroby - na jednotlivé týždne, zjedného typu zákazky na iný typ zákazky a potom opätovne na obdobný typ ktorý sa vyrábal	Zosúladenie výrobných zákaziek - konzultácia s oddelením - plánovač výroby by mohol efektívnejšie rozvrhnúť front práce	zosúladenie zákaziek s obdobným typom materiálu a typom nástrojov	0%	Realizácia neprebehla V dôsledku nesúhlasu oddelenia Odôvodnenie - časová náročnosť plánovači výroby nemajú dostatok informácii k prenastavovacím listom. Ak by si mali každú zakázku naštudovať, zaberalo by im to veľa času.
13	24.8.2016	Pri príprave materiálu z výrobnej zákazky, je potrebné čistenie tyčí od polepu	Požiadavka na dodávateľa -materiál zasielať bez poklepu	zníženie času prípravy materiálu	100%	vodiace tyče od januára 2017 dodávané bez polepu

Tabuľka 5Akčný plán (vlastné spracovanie)

1. Na základe pozorovania procesu sme sa prioritne ako na prvú, zamerali na zmenu typu zákazky, ktorá je popísaná vyššie v kapitole 9.1 SMED - Zmena typu zákazky. Príprava novej zákazky trvala v priemere 1,5 h. Akciou bolo vytvorenie SMED Check listu a následné preškolenie zamestnancov. Cieľom implementácie bola redukcia času zmeny typu výrobnej zákazky o 30% teda z priemernej 1,5 h na 1 h. Realizácia prebehla úspešne. Operátorom sme vytvorili jednotný postup prípravy, využitím SMED metódy. Školenie pracovníkov prebehlo v septembri 2016.

2. Nízka výkonnosť operátorov, spôsobovala dlhé prestoje pri výrobe, čo v konečnom dôsledku vplývalo na produktívny čas operátorov. Počas zberu údajov a sledovaní pracovníkov, sme ručne zaznamenávali zistené údaje a následne sme ich importovali do excelovských súborov. Z nich sme zisťovali a vyhodnocovali reporty o výrobe na skúmaných strojoch Okuma.

   Management spoločnosti rozhodol, že podpíše kontrakt so spoločnosťou Act-in. Ide o inštaláciu softvéru, ktorá poskytuje informačný systém MES založený na monitorovaní výroby a automatizovanom zbere dát. Inštalácia softvéru sa uskutočnila druhý septembroví týždeň. Tým sme zaistili monitorovanie výroby, report o prestojoch, a získanie ďalších KPI.

3. Usporiadanie pracovného prostredia a jeho potreba zlepšiť súčasnú situáciu je bližšie popísaná v kapitole 9.2 - Zlepšenie pracovného prostredia. Oproti súčasnému stavu sme navrhli usporiadať pracovisko na základe layoutu a spagetti diagramov. Cieľom implementácie je zefektívnenie pracovného prostredia. Za pomoci Spagetti diagramu sme vypočítali koľko krokov nachodí operátor pri príprave jednej výrobnej zákazky. Ak by sme zrealizovali náš návrh, operátori by ušetrili čas pri danej príprave. Žiaľ realizácia doposiaľ neprebehla, z dôvodu obtiažnej manipulácie CNC strojov Okuma. Okrem nich, by bola potreba pozmeniť aj dispozíciu prislúchajúceho vybavenia strojov a zároveň pozmeniť dispozičné riešenie stroja LB300, ktoré je na mieste oproti CNC Okuma SO1. To by ale malo byť v blízkej budúcnosti preložené na iné miesto. Preto sa realizácia daného návrhu odložila .

4. Problém univerzálnej hlavy nastával pri jej demontáži a následnom nasadzovaní. Operátori jej výmenu riešili občasne pri niektorých typoch výrobných zákaziek. Preto si niektorí nepamätali a nevedeli, ako ju správne demontovať a nasadzovať. Navrhli sme preškolenie operátorov a vytvorenie jednoduchej návodky. Cieľom implementácie je kvalifikova-

nejší personál. Realizácia sa splnila a školenie prebehlo prostredníctvom externého školiaceho centra v novembri 2016.

5. Čakanie na kontrolu po prvom kuse každej výrobnej zákazky bolo neoddeliteľnou súčasťou výroby. V niektorých prípadoch sa bežne stávalo, že operátor čakal 30 minút, pokiaľ mu kontrolór priniesol 1. kus s verdiktom pokračovania vo výrobe, alebo prípadným podnetom k úprave. Prvotným impulzom bolo preveriť kapacitu oddelenia kontroly, koľko zákaziek čaká na overenie správnosti a v akých intervaloch sú schopný potvrdiť správnosť vyrobených kusov. Cieľom bolo zníženie času čakania na 1. kus výrobnej zákazky. Po komunikácii s kompetentnými osobami, ktoré mali na starosti oddelenie kontroly, sa management s lean oddelením dohodli na odskúšaní samokontroly. V decembri 2016 sa začala realizovať samokontrola na výrobné zákazky, ktoré sa pravidelne opakovali. Na jednej strane sa zníži čas čakania, na druhej strane sa prenesie väčšia zodpovednosť na samotných operátorov.

6. Pri výrobe zákazky sa nevyužíva automatická lopatka a posuvník v stroji. Daným technologickým problémom sa ale nikto nezaoberal. Potrebovali sme zistiť, prečo operátori nechcú a nevyužívajú danú technológiu. Zistili sme že je to kvôli hromadeniu špon, ktoré vznikajú pri tvorbe výrobkov. Tie sa hromadia v stroji a ucpávajú sa. V našom záujme bolo teda zlepšiť systém vyplachovania špon. Navrhli sme poskytnutie finančnej odmeny za spísanie zlepšovacieho návrhu operátorom v spolupráci s technológmi, aby sa špony vyplachovali napríklad z iných pozícii automaticky v stroji. Daný problém sa v rámci projektu nestihol doriešiť.

7. Vozík, do ktorého padajú špony je nízky. Často padali špony, (ako odpad výroby), mimo neho. Daný problém bol triviálnym. Akciou bola výmena používaných vozíkov za vyššie, ktoré dosahovali primeranú výšku. Realizácia kúpy nových vozíkov sa uskutočnila v októbri, pričom staršie vozíky sa postupne vyraďujú. Našim zámerom bolo čistejšie pracovné prostredie a zároveň zvýšenie bezpečnosti operátorov pri práci, keďže kovové špony môžu predstavovať nebezpečie poranenia sa.

8. CNC stroje Okuma nevyrábajú počas obedňajších prestávok. Naším návrhom bolo aby operátor 1 počas neprítomnosti operátora 2, obsluhoval obe stroje a naopak. Tomu malo dopomôcť aj nové rozmiestnenie strojov, v návrhu zlepšenia pracovného prostredia. Cieľom implementácie je kontinuálny výrobný proces, aby sa zvýšil produktívny čas na výrobných

strojoch. Návrh sa zrealizoval a od septembra sa operátori striedajú počas obedňajších prestávok a zastupujú sa pri obsluhe strojov.

9. Ďalším riešeným problémom bola dostupnosť výdajne. Stávalo sa že operátori nemali k dispozícii všetky nástroje na prípravu výrobnej zákazky. Vo výdajni mali obedňajšiu prestávku, počas ktorej pracovníci zamkli a odišli spolu na obed. Keďže na výdajni pracujú viacerí pracovníci, naším návrhom bolo, aby sa kolegovia výdajne striedali tak, aby bol chod pracoviska zabezpečený. Naším cieľom bolo poskytnutie nástrojov. Návrh bol zrealizovaný na náš podnet a od septembra je pracovisko počas obedňajších prestávok zabezpečené.

10. Programátor ktorý ma na starosti výrobné zákazky nie je k dispozícii. Pri zmene typu výroby a rozjazd nových FAI zákaziek, je k dispozícii programátor len počas rannej zmeny. Znamená to, že ak nastane problém pri výrobe a 1. kus výrobku nie je technicky spôsobilý, musí programátor doladiť program. Naším návrhom bolo zabezpečenie programátora počas dňa na rannej aj poobednej zmene. V decembri bol prijatý programátor na zástup, ktorého pracovná doba je od 10tej do 18tej. Daným riešením sa zabezpečila technická podpora výroby.

11. FAI zákazky - problémy výroby nových výrobných zákaziek, súviseli často s chybami v programe. Boli v nich zadané napríklad nekorektné rozmery, ktoré súviseli s nedoladením programu. Zodpovednosť za to nesie programátor. Preto sme sa rozhodli zaviesť Check list akcií ako má postupovať operátor pri FAI zákazkách, na koho sa v daný čas obrátiť. Počas projektu sme nestihli zabezpečiť riešenie. No od januára 2017 sa plánuje zavádzať Check list prípravy FAI zákaziek. Zodpovednosť by malo niesť oddelenie technologickej podpory prvovýroby.

12. Plánovanie výroby na jednotlivé týždne pre stroje Okuma, sú rozvrhnuté len na základe priorít odovzdania. Znamená to, že operátori nastavujú strojné zariadenie z jedného typu výrobnej zákazky na iný typ a následne o niekoľko dní opäť nastavujú výrobnú zákazku na obdobný, prípadne rovnaký typ zákazky ktorý sa vyrábal. Naším plánom bolo zosúladenie výrobných zákaziek s obdobným typom materiálu a nástrojov. Avšak po konzultácii s oddelením sme sa kladnej odozvy na našu požiadavku nedočkali. Realizácia neprebehla v dôsledku nesúhlasu oddelenia. Odôvodnením bola časová náročnosť a sťaženie ich doterajšej práce. Zároveň plánovači výroby nemajú dostatočné informácie k tomu aby na

základe výrobných zákaziek vedeli identifikovať aké nástroje sú potrebné k prenastaveniu strojov.

13. Pri príprave materiálu výrobnej zákazky je potrebné čistenie vodiacich tyčí od polepu. Naším cieľom bolo aby nám vodiace tyče boli dodávané bez daného informačného polepu. Preto sme zadali požiadavku dodávateľovi, aby nám materiál posielali bez polepu kovu. Cieľom implementácie je zníženie času prípravy materiálu.

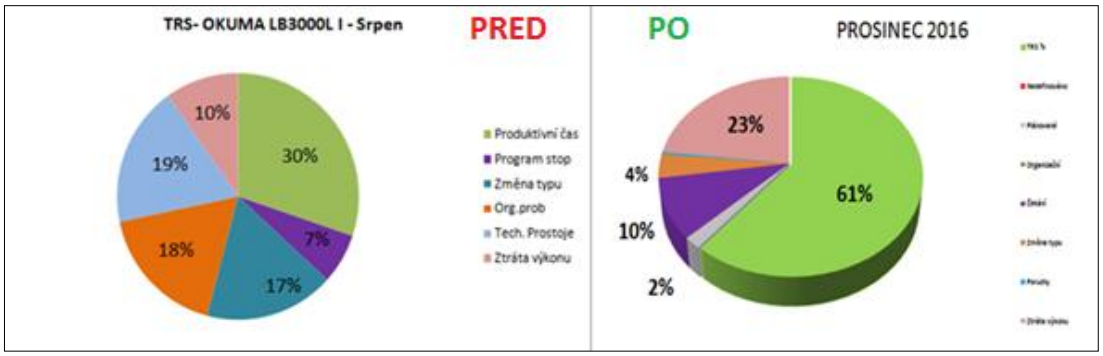
    Dohodli sme sa s dodávateľskou firmou, a od januára 2017 nám dodáva materiál v podobe vodiacich tyčí bez polepu. Odsúhlasili, že informácie o produkte priložia v ochrannom obale s tyčou a polep nechajú len na vonkajšej strane obalu. Zlepšenie tejto prípravnej činnosti, takisto prispelo k zníženiu času a zefektívneniu práce.

10 CONTROL

Kontrola je poslednou etapou projektového cyklu DMAIC. Cieľom tejto etapy je overenie, ako navrhnuté a implementované opatrenia zlepšili skúmaný proces.

Kľúčovými ukazovateľmi, na ktoré sme zamerali našu pozornosť, už pri skúmaní procesu, nám prinesú odpoveď overenia nášho úspechu. Porovnaním nasledujúcich KPI: ukazovateľa OEE v % a doby zmeny typu výroby v hodinách C/O (h).

Ukazovateľ výkonnosti OEE na skúmaných strojoch Okuma nám poskytuje informáciu, ako sa zlepšila celková výkonnosť strojov po zavedení akčného plánu. Na obrázku 21 sú porovnané pôvodné hodnoty z augusta 2016, ktoré predstavovali pre Stroj Okuma S01 hodnotu OEE 30%, pričom za mesiac december 2016dosiahol ukazovateľ OEE hodnotu 61%. Z toho vyplýva dosiahnutie stanovenej hranice a zvýšenia produktívneho času stroja Okuma S01 o 31%.



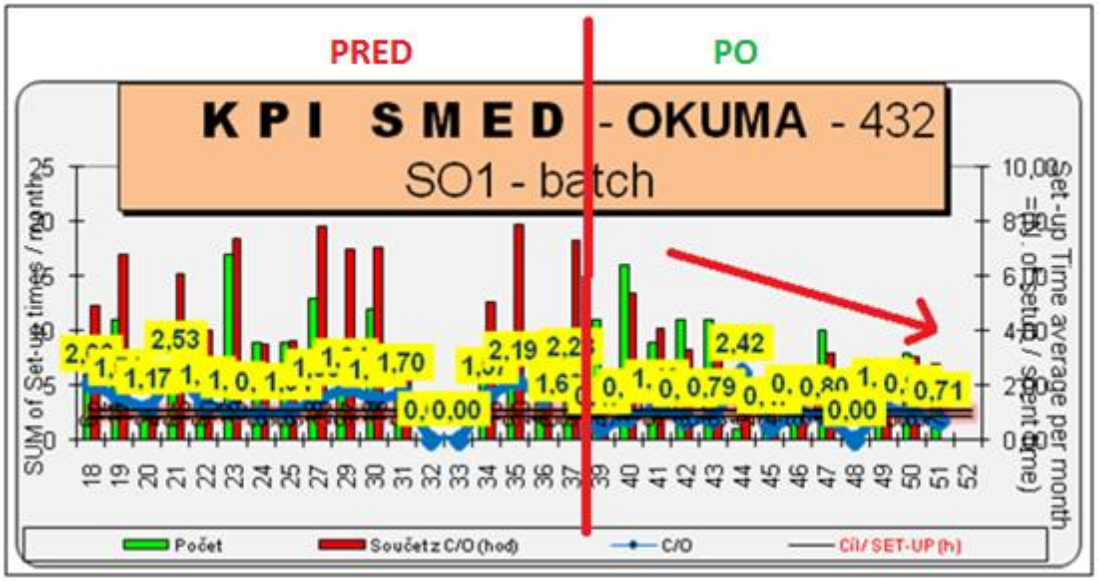
Obrázok 21 Porovnanie OEE v % za august a december 2016 (Latecoere, 2016)

Inštalácia informačného systému od spoločnosti Act-In, nám od polovice septembra prináša zber údajov a monitorovanie výroby. Report o výrobe a teda aj graf za mesiac prosinec 2016 ktorý je použitý na obr. 20, je vďaka realizácii akčného plánu.

Po zavedení zmien, ktoré viedli k zlepšeniu procesu, je dôležité nastaviť opatrenia, ktoré dopomôžu zamedziť k ich návratu. Jedným z opatrení je vyššie spomínaní systém od spoločnosti Act-in, ktorý zaisťuje priebežný zber dát a monitorovanie výroby. Bude nám poskytovať reporty o výkonnosti, ale aj ďalšie KPI.

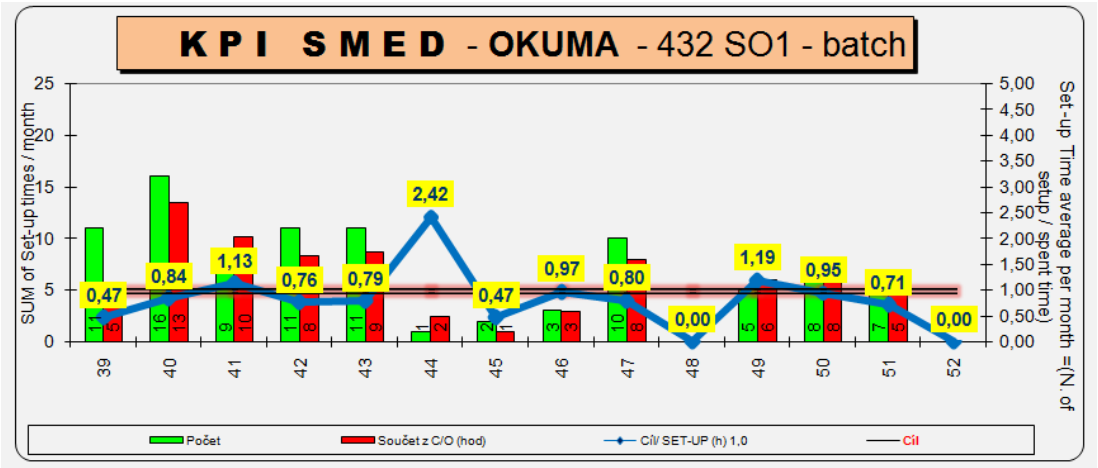
Okrem reportov je dôležité zaistiť zabránenie návratu k starým zvykom. S daným opatrením nám bude nápomocný majster výroby, ale aj champion projektu Radek Kyšperský, ktorý pracuje v spoločnosti ako Lean specialista. Ak by sa vyskytli nové problémy v procese, bude schopný pružnejšie reagovať na vzniknutú situáciu.

V ďalšej časti kontroly procesu, sme zamerali svoju pozornosť na porovnanie údajov zmeny typu výrobnej zákazky. Po implementovaní akčného plánu, kde sme sa rozhodli zlepšiť postup prípravy výrobnej zákazky na základe SMED metódy, sú v nasledujúcom obrázku 22 zobrazené zozbierané údaje pred/po zavedení navrhnutých opatrení. Na grafe môžeme vidieť klesajúci súčet hodín výslednej zmeny typu výroby, ktorý sme dosiahli implementáciou SMED Check listu a následným preškolením operátorov.



Obrázok 22 KPI doba zmeny typu výroby C/O (h) (Latecoere, 2016)

Na nasledujúcom grafe, obrázok 23, je zobrazený výsek od 39.týždňa po 51. týždeň. Je to obdobie od zavedenia SMED Check listu.



Obrázok 23 SMED KPI doba zmeny typu výroby (Latecoere, 2016)

Z grafu vieme vyčítať, na základe jednotlivých týždňov, aký bol počet realizovaných zmien typu výroby (zelený stĺpec), aký bol celkový súčet C/O v hodinách (červený stĺpec) a v priemere aká bola doba na jednu zmenu typu výrobnej zákazky, vyjadrená modrou horizontálnou čiarou. Na grafe je okrem toho stanovená hranica, ktorú sme nadefinovali SMED Check listom 1,0 h.

V nasledujúcej tabuľke 6 je rovnako vidieť ako sa po zavedení nápravných opatrení, postupne znižuje C/O (h).Celkovú zmeny typu zákazky by mali operátori zvládnuť do 1 hodiny. Od zavedenia zmien, môžeme konštatovať, že z 12 týždňov, 9 týždňov operátori na strojoch Okuma úspešne zriaďovali zmeny typu zákazky pod daný limit (jednotlivé týždne sú označené modrou farbou) V porovnaní so stavom, pred zavedením SMEDu, kde z 15 týždňov až 13 týždňov činilo prenastavenie stroja dobu v priemere 1,5 h (riadky označené červenou farbou). V závere môžeme zhodnotiť zníženie času C/O (h) uplatnením metódy SMED. Podarilo sa nám naplniť stanovený cieľ - zredukovať dobu zmeny typu výrobnej zákazky o 30%.

KPI OKUMA pred SMED

Týden	Počet	Součet z C/O (h)	C/O	Cíl
18	6	12,3	2,1	1,0
19	11	16,9	1,5	1,0
20	3	3,5	1,2	1,0
21	6	15,2	2,5	1,0
23	17	18,5	1,1	1,0
24	9	8,8	1,0	1,0
25	9	9,1	1,0	1,0
27	13	19,5	1,5	1,0
29	9	17,4	1,9	1,0
30	12	17,7	1,5	1,0
31	5	8,5	1,7	1,0
32	0	0,0	0,0	1,0
33	0	0,0	0,0	1,0
34	8	12,6	1,6	1,0
35	9	19,8	2,2	1,0
36	4	6,4	1,6	1,0
37	8	18,3	2,3	1,0

KPI SMED - OKUMA

Týden	Počet	Součet z C/O (h)	C/O	Cíl
39	11	5,2	0,5	1,0
40	16	13,4	0,8	1,0
41	9	10,2	1,1	1,0
42	11	8,3	0,8	1,0
43	11	8,7	0,8	1,0
44	1	2,4	2,4	1,0
45	2	0,9	0,5	1,0
46	3	2,9	1,0	1,0
47	10	8,0	0,8	1,0
48	0	0,0	0,0	1,0
49	5	5,9	1,2	1,0
50	8	7,6	0,9	1,0
51	7	5,0	0,7	1,0

Tabuľka 6 KPI SMED Okuma SO1 pred/ po implementácii (Latecoere, 2016)

Záver

Cieľom diplomovej práce bolo navrhnúť zlepšenie výrobného procesu, uplatnením vhodných nástrojov a metodiky Lean managementu. Na začiatku projektu sme museli zistiť príčiny nízkej výkonnosti na CNC strojoch Okuma. K riešeniu problému sme pristúpili projektovým cyklom DMAIC. Stanovili sme ciele projektu Okuma, ktorými bolo zvýšenie ukazovateľa OEE z pôvodných 30% na 60% a znížiť dobu zmeny typu výrobnej zákazky o 30%. Ciele práce boli splnené. Na základe realizácie väčšiny navrhnutých opatrení, sa podarilo stanovené ciele projektu naplniť.

Diplomová práca prispela k zefektívneniu výrobného procesu a priniesla evidenciu o implementácii metódy SMED. Projekt Okuma bol prínosný ako pre moju osobu v získaní nových skúseností, tak aj pre spoločnosť Latecoere, zvýšením produktivity, znížením plytvania a v konečnom dôsledku zoštíhlením výrobného procesu.

Medzi prínosy projektu sme zaradili zvýšenie produktivity na CNC Okuma. Tým, že sme zaistili rýchlejší prechod medzi výrobou jednotlivých typov výrobkov, podarilo sa nám znížiť dobu zmeny typu výroby o 30%. Vytvorili sme SMED Check list pre operátorov, ktorý absentoval na danom pracovisku. Išlo o postup pre prípravu výrobnej zákazky, ktorý obsahoval sled logicky nadväzujúcich činností z ktorých pozostáva zmena typu zákazky. Operátori boli následne zaškolený ako výmenu realizovať. Získali sme tým časť kapacity strojného zariadenia, ktorá sa strácala dlhým prenastavovaním stroja. Je dôležité poznamenať, že zvýšenie ukazovateľa OEE súviselo nie len so znížením času - zmeny typu výrobnej zákazky, ale aj s komplexným návrhom viacerých opatrení, ktoré sme bližšie špecifikovali v akčnom pláne.

Pri implementácii navrhnutých riešení sme sa museli vysporiadať aj s neochotou zo strany zainteresovaných strán. Pracovníci, a to nie len operátori strojov, vnímali zmenu negatívnym postojom. Je pravda, že zmena nemusí viesť vždy k lepšiemu, no my sme sa snažili navrhnúť opatrenia, ktoré povedú nie len k zefektívneniu výrobného procesu, ale aj k zlepšeniu pracovného prostredia operátorov. Bolo preto prioritné odkomunikovať pracovníkom dôležitosť zlepšovania procesu. Vďaka tomu prebehla realizácia prijatých návrhov hladko, za podpory managementu a následne aj pracovníkov na oddelení prvovýroby.

Zoznam literatúry

Arcidiacono, G., Calabrese, C. & Yang, K. (2012). Leading processes to lead companies: Lean Six Sigma. Milano,Springer.

Boledovič, Ľ. (2017),Zlepšovanie procesov. IPAslovakia.sk[cit. 2017-03-01]. Dostupné z: http://www.ipaslovakia.sk/sk/ipa-slovnik/zlepsovanie-procesov

Český normalizační institut (2016). ČSN EN ISO 9001:2016: Systémy managementu jakosti Požadavky. Praha: Český normalizační institut.[cit. 2016-02-12]. Dostupnéz: http://csnonlinefirmy.unmz.cz/html_nahledy/36/62107/62107

Dave, Y.& Sohani,N.(2012), Single Minute Exchange of Dies: Literature Review, International Journal of Lean Thinking Volume 3, Issue 2

Fotr J., Švecová L. a kol. (2010). Manažerské rozhodování: postupy, metody a nástroje, Havlíčkův Brod, Česká republika: Ekopress.

George, M., Rowlands, D. &Kastle, B. (2005). Co je Lean Six Sigma? Brno, SC&C Partner.

Goldratt, E. M. (2008). Na ramenou velikánů: Výrobní koncepty versus výrobní aplikace. Praha: InterQuality.

Goldratt, E. M., & Cox, J. (2004). *The goal: a process of ongoing improvement.* Great Barrington: North.

Hudec, T(2017). Lean Layout. IPAslovakia.sk[cit. 2017-03-08]. Dostupné z:http://www.ipaslovakia.sk/sk/ipa-slovnik/lean-layout

Imai, M. (2004). *Kaizen: metoda, jak zavést úspornější a flexibilnější výrobu v podniku*. Brno: Computer Press.

Keřkovský, M. (2001). Moderní přístupy k řízení výroby. Praha, Česká republika: C. H. Beck.

Košturiak, J., & Frolík, Z. (2006). *Štíhlý a inovativní podnik*. Praha: Alfa Publishing.

Kučerák, D. (2017).Model procesu SIPOC. IPAslovakia.sk [cit. 2017-03-08]. Dostupné z:http://www.ipaslovakia.sk/sk/ipa-slovnik/model-procesu-sipoc

Latecoere (2016). Historie. [cit. 2016-12-09].Dostupné z: http://www.latecoere.cz/o-spolecnosti/historie-a-soucasnost/

Latecoere (2016). Systém řízení kvality a výrobní kontrola.[cit. 2016-12-09]. Dostupné z: http://www.latecoere.cz/vyrobni-technologie/system-rizeni-kvality-a-vyrobni-kontrola/

Latecoere (2016). Výrobní technologie[cit. 2016-12-09]. Dostupné z: http://www.latecoere.cz/vyrobni-technologie/

Martišovič, R. (2013). História štíhlej výroby " LEAN"u. Produktívne.sk [cit. 2017-04-13]. Dostupné z: http://www.produktivne.sk/vsetko-o-lean/historia-stihlej-vyroby-leanu/

Mlynář, J.(2016).Řízení kvality (Quality Management). ManagementMania.com [cit. 2017-03-12]. Dostupné z: https://managementmania.com/cs/rizeni-kvality

Pickering, M. (2017). IMPLEMENTING LEAN MANAGEMENT REPORTING IN LEAN ENTERPRISES. Cost Management, 31, 28-36. [cit. 2017-03-17]. Dostupné z: https://search.proquest.com/docview/1860269223?accountid=17203

Pivodová, P. (2013), Metoda SMED. ININet.cz [cit. 2017-02-17]. Dostupné z: http://ininet.cz/index.php?option=com_content&view=article&id=187:metoda-smed&catid=9:clanky&Itemid=16

Ramshaw, A. (2013). 5 Whys Root Cause Analysis Template and Process. Customer-think.com [cit. 2017-04-15]. Dostupné z:http://customerthink.com/5_whys_root_cause_analysis_template_and_process/

Roser, Ch. (2014). The History of Quick Changeover (SMED). Allaboutlean.com [cit. 2017-03-21]. Dostupné z:http://www.allaboutlean.com/smed-history/

Rouse, M. (2013). What is lean management? Techtarget.com [online]. December 2013 [cit. 2017-03-13]. Dostupné z: http://searchcio.techtarget.com/definition/lean-management

SAYER, N. J.& WILLIAMS, B. (2012), Lean For Dummies. Hoboken: John Wiley & Sons.

SHING, S. & ROBINSON, A. (1990). Modern approaches to manufacturing improvement : the Shingo system. Portland: Productivity Press.

Střelec, J.(2012). Ishikawa diagram. Vlastnicesta.cz [cit. 2017-03-08]. Dostupné z:http://www.vlastnicesta.cz/metody/ishikawa-diagram-1/

Svozilová, A. (2011). Zlepšování podnikových procesů. Praha: Grada Publishing.

Tesařík B. (2014). Henry Ford a pásová výroba automobilů, Časopis Automa, 4/2014, [cit. 2017-04-14]. Dostupné z: http://automa.cz/cz/casopis-clanky/henry-ford-a-pasova-vyroba-automobilu-2014_04_52613_7565

Womack, J.P., & Jones, D.T., (2003). Lean Thinking - Banish Waste and Create Wealth in your Corporation. London, England: Free Press.

Zoznam obrázkov

Obrázok 1 Prúdy produkcie: proces a operácia (Shing & Robinson 1990,s.23)..... 12
Obrázok 2 Plynulý tok vo výrobe (Košturiak & Frolík, 2006, s.27)..... 15
Obrázok 3 Princípy lean (vlastné spracovanie podľa Womacka a Jonesa)..... 20
Obrázok 4 Projektový cyklus DMAIC (vlastné spracovanie) 23
Obrázok 5 Príklad Spagetti diagramu (Arcidiacono, 2012, s.26) 30
Obrázok 6 Príklad Paretovho diagramu (Arcidiacono, 2012, s.106) 31
Obrázok 7 Changeover time (Arcidiacono, 2012, s.213) 38
Obrázok 8 Skrátenie času zmeny typu výroby (C/O time) (Arcidiacono, 2012, s.214) 38
Obrázok 9 Logo Latecoere Czech Republic (Latecoere, 2017) 41
Obrázok 10 SIPOC diagram (vlastné spracovanie) 45
Obrázok 11 Flowchart procesu (vlastné spracovanie)..... 46
Obrázok 12 Zber dát (Latecoere,2016)..... 48
Obrázok 13 Súčasný stav pracoviska (vlastné spracovanie) 49
Obrázok 14 Súčasný stav Spagetti diagram Okuma SO1 (vlastné spracovanie)..... 51
Obrázok 15 Súčasný stav Spagetti diagram Okuma SO2 (vlastné spracovanie)..... 52
Obrázok 16 Top 10 Pareto prestojov Okuma SO1 (Latecoere, 2016)..... 53
Obrázok 17 Top 10 Pareto prestojov Okuma SO2 (Latecoere, 2016)..... 54
Obrázok 18 Ishikawa diagram (vlastné spracovanie) 56
Obrázok 19 Návrh usporiadania pracoviska Okuma SO1 (vlastné spracovanie) 62
Obrázok 20 Návrh usporiadania pracoviska Okuma SO2 (vlastné spracovanie) 62
Obrázok 21 Porovnanie OEE v % za august a december 2016 (Latecoere, 2016)..... 69
Obrázok 22 KPI doba zmeny typu výroby C/O (h) (Latecoere, 2016) 70
Obrázok 23 SMED KPI doba zmeny typu výroby (Latecoere, 2016) 70

Zoznam tabuliek

Tabuľka 1 Obsah Projekt Charteru (vlastné spracovanie)..... 25
Tabuľka 2 Symboly vývojového diagramu (vlastné spracovanie) 27
Tabuľka 3 Project charter (vlastné spracovanie)..... 44
Tabuľka 4 SMED Check list (vlastné spracovanie)..... 60
Tabuľka 6 Akčný plán (vlastné spracovanie)..... 64
Tabuľka 7 KPI SMED Okuma SO1 pred/ po implementácii (Latecoere, 2016)..... 71