

**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE**  
**FAKULTA STROJNÍ**  
**ÚSTAV ŘÍZENÍ A EKONOMIKY PODNIKU**



**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

**Racionalizace výrobního systému ve vybraném průmyslovém  
podniku**

**Rationalization of Production System in Selected Industrial  
Company**

AUTOR: Katrin Behenská

STUDIJNÍ PROGRAM: Řízení a ekonomika podniku

VEDOUCÍ PRÁCE: doc. Ing. Michal Kavan, CSc.

**PRAHA 2019**

## I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: **Behenská** Jméno: **Katrin** Osobní číslo: **437146**  
Fakulta/ústav: **Fakulta strojní**  
Zadávající katedra/ústav: **Ústav řízení a ekonomiky podniku**  
Studijní program: **Strojní inženýrství**  
Studijní obor: **Řízení a ekonomika podniku**

## II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce:

**Racionalizace výrobního systému ve vybraném průmyslovém podniku**

Název diplomové práce anglicky:

**Rationalization of Production System in Selected Industrial Company**

Pokyny pro vypracování:

Úvod - cíl DP.  
Charakteristika problematiky.  
Analýza řešeného problému.  
Řešení.  
Praktické návrhy a doporučení.  
Závěrečné vyhodnocení.

Seznam doporučené literatury:

- KEŘKOVSKÝ, Miloslav a Ondřej VALSA, 2012. Moderní přístupy k řízení výroby. 3., dopl. vyd. V Praze: C. H. Beck. ISBN 978-80-7179-319-9.
- KLEINOVÁ, Jana, 2005. Ekonomické hodnocení výrobních procesů. 1. vyd. Plzeň: Západočeská univerzita. ISBN 80-7043-364-7.
- KOŠTURIÁK, Ján a Milan GREGOR, 2002. Jak Zvyšovat Produktivitu Firmy. Žilina: inFORM. ISBN 809-685-831-9.
- TOMEK, Gustav a Věra VÁVROVÁ, 2000. Řízení výroby. 2., rozš. a dopl. vyd. Praha: Grada. ISBN 80-7169-955-1.
- ZELENKA, Antonín, 2007. Projektování výrobních procesů a systémů. Vyd. 1. Praha: Nakladatelství ČVUT. ISBN 978-80-01-03912-0.

Jméno a pracoviště vedoucí(ho) diplomové práce:

**doc. Ing. Michal Kavan, CSc., ústav řízení a ekonomiky podniku FS**

Jméno a pracoviště druhého(ho) vedoucí(ho) nebo konzultanta(ky) diplomové práce:

Datum zadání diplomové práce: **15.04.2019**

Termín odevzdání diplomové práce: **26.07.2019**

Platnost zadání diplomové práce: **28.02.2020**

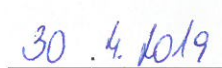
  
doc. Ing. Michal Kavan, CSc.  
podpis vedoucí(ho) práce

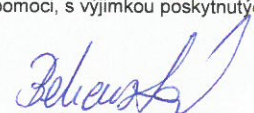
  
prof. Ing. František Freiberg, CSc.  
podpis vedoucí(ho) ústavu/katedry

  
prof. Ing. Michael Valášek, DrSc.  
podpis děkana(ky)

## III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Diplomantka bere na vědomí, že je povinna vypracovat diplomovou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je třeba uvést v diplomové práci.

  
30.4.2019  
Datum převzetí zadání

  
Podpis studentky

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma „Racionalizace výrobního systému ve vybraném průmyslovém podniku“ vypracovala samostatně, a to výhradně s použitím pramenů a literatury, uvedených v seznamu citovaných zdrojů.

V Praze dne: .....

.....

Podpis

## **Anotace**

Diplomová práce „Racionalizace výrobního systému ve vybraném průmyslovém podniku“ se zabývá optimalizací výrobního procesu a layoutu ve vybrané společnosti, s cílem zkrácení časové náročnosti výroby rozvodové skříně typu RESP. Teoretická část je zaměřena na metodologie Lean a Six Sigma a na jejich kombinaci, tzv. Lean Six Sigma. Jsou zde uvedeny přístupy a přínosy těchto nástrojů a jejich srovnání dle základních kritérií. Praktická část práce se zabývá aplikací principů Lean a Six Sigma v konkrétním průmyslovém podniku s následným návrhem nového layoutu ve výrobě, a to na základě nově nastaveného výrobního procesu. V závěru diplomové práce jsou zhodnoceny racionalizační opatření a uvedeny další návrhy a doporučení.

## **Klíčová slova**

Optimalizace, výrobní proces, projektové řízení, projekt, štíhlá výroba, Six Sigma, Lean Six Sigma, cyklus DMAIC, mapa toku hodnot, 5S, POKA-YOKE.

## **Annotation**

The diploma thesis „Rationalization of production system in the specific industrial enterprise“ is dealing with the optimization of the manufacturing process in a selected company, in order to reduce production time of the RESP distribution boxes. Theoretical parts defines the methodologies Lean and Six Sigma and its combination, which is Lean Six Sigma. This part describes initiated approaches and mentions main contributions of these methods. Afterwards Lean and Six Sigma principles are compared by the essential criteria. The practical part is focused on the application of Lean and Six Sigma approaches in a selected industrial company with the consequential proposal of the new Production Layout based on the new manufacturing process. At the end of the work there are reviewed rationalizing measures and suggested arrangements in order to improve production process.

## **Keywords**

Optimisation, production process, project, project management, Lean Management, Six Sigma, Lean Six Sigma, cycle DMAIC, Value stream mapping, 5S, POKA-YOKE.

## **Poděkování**

Ráda bych poděkovala doc. Ing. Michalu Kavanovi CSc., za cenné rady, profesionální vedení a odbornou pomoc v průběhu zpracování diplomové práce. Také děkuji všem, kteří mi poskytli potřebné informace pro zpracování této práce.

# Obsah

Úvod .....	10
Teoretická část .....	12
1 Charakteristika problematiky .....	12
1.1 Výrobní proces .....	12
1.2 Členění výrobních systémů .....	15
1.3 Projektové řízení.....	18
1.3.1 Projekt.....	19
1.3.2 Životní cyklus projektu .....	21
2 Lean Management .....	22
2.1 Zdroje plýtvání .....	25
2.2 Mapování hodnotového řetězce .....	27
2.3 Analýza procesní toků .....	29
2.4 Maximální využití strojních zařízení .....	29
2.5 Metoda 5S .....	30
2.6 Poka – Yoke .....	32
2.7 Princip tahu (Pull, KANBAN).....	33
2.8 Postupy pro aplikaci Lean přístupu .....	33
3 Six Sigma .....	36
3.1 Historický vývoj .....	38
3.2 Moderní Six Sigma .....	39
3.3 Cyklus DMAIC.....	40
3.3.1 Fáze definování.....	41
3.3.2 Fáze měření.....	44
3.3.3 Analýza .....	49

3.3.4	Fáze zlepšení .....	50
3.3.5	Fáze kontroly.....	50
4	Lean Six Sigma .....	51
4.1	Srovnání Lean a Six Sigma přístupu.....	51
	Praktická část.....	55
5	Analýza řešeného problému.....	55
5.1	Základní údaje společnosti .....	55
5.2	Představení společnosti .....	56
5.3	Cíle společnosti.....	59
5.4	Výrobní závod CZOPC Trutnov .....	60
5.4.1	Organizační a řídicí struktura.....	61
5.4.2	Portfolio produktů a služeb Trutnov .....	63
5.4.3	SWOT Analýza .....	65
6	Současný stav výroby .....	68
6.1	Zakázková výroba a řízení projektů.....	68
6.2	Proces výroby rozvaděče v jednotce CZOPC Trutnov .....	77
6.3	Současný layout výrobního procesu.....	85
6.4	Úzká místa procesu výroby v jednotce CZOPC Trutnov .....	90
6.5	Zavedení principů štíhlé výroby – projekt DtV .....	93
7	Řešení.....	100
7.1	Optimalizovaný výrobní proces.....	102
7.2	Návrh nového výrobního layoutu.....	106
8	Praktické návrhy a doporučení.....	116
	Závěr .....	121
	Zdroje.....	124
	Seznam obrázků.....	127



Seznam tabulek.....	129
Seznam grafů.....	130
Seznam použitých zkratk .....	131
Přílohy.....	133

## Úvod

Cílem diplomové práce je vysvětlit problematiku zlepšování výrobních procesů společnosti. Většina lidí chce být úspěšná a hledá uznání ve svém okolí. Podobně se o úspěch ucházejí i podniky, které musí uznat trh. Trh se však radikálně změnil. Stále více se projevují individuální požadavky zákazníků, roste požadavek vyrábět nebo poskytovat službu dle konkrétního požadavku klienta, avšak za cenu hromadně produkovaných výrobků nebo služeb. V anglickém jazyce se tento pojem nazývá „mass customisation“. Výsledkem je, že podniky, které chtějí prosperovat a dlouhodobě existovat na trzích, musejí vyrábět stále více odlišných výrobků, čímž významně narůstá variabilita výrobků. Na druhé straně musejí dosahovat vysoké úrovně kvality, spolehlivosti v rychlosti a přesnosti dodávek, a to vše při velmi nízkých nákladech, kterých je běžně dosahováno při hromadné výrobě standardních výrobků.

V tržním prostředí působí mnoho podniků, které chtějí patřit mezi ty nejlepší. Jedná se o podniky, které produkují výrobky nejvyšší kvality, dbají na přání svých zákazníků a pečují o své zaměstnance, jelikož právě oni se každý den zasluhují o dobré jméno společnosti. Mnoho z nich razí heslo: „Dělat vše správně hned napoprvé“. Aby se jim podařilo tomuto heslu dostát, využívají stále častěji nástroje pro optimalizaci výrobního procesu. Organizacím, které své výrobní postupy nebudou dále optimalizovat, hrozí riziko ztráty konkurenční výhody. Nikdy nemohou uspět nad těmi organizacemi, které neustále optimalizují. Tímto jednáním, nebo spíše „nejjednáním“, odkazují sami sebe k existenčním potížím. Podstatné je mít neustále na paměti, že nic není dokonalé a vše lze udělat vždy lépe. Dá se říci, že optimalizace výrobních procesů je nikdy nekončící proces.

Velkou nevýhodou optimalizace výrobních procesů je fakt, že lidé často na jakékoliv změny reagují negativně. To je významným problémem, jelikož právě adaptace zaměstnanců na změny hraje důležitou roli v procesu optimalizace. Pokud pracovník zcela nepřizpůsobí své myšlení vybrané metodě pro optimalizaci, nemůže tato fungovat efektivně. Nutné je uvědomění si potřeby neustálého zlepšování výrobních procesů. Dále je třeba zapojení každého

člena, který v organizaci působí. Hlavní roli zde samozřejmě hraje správné motivování zaměstnanců.

Nástrojů pro optimalizaci výrobních procesů je mnoho. Výběr toho správného řešení závisí pouze na společnosti samotné a na charakteru její výroby. Zavedení metod sloužících k neustálému zlepšování postupnými kroky, jako například KAIZEN nebo 5S, s sebou nese velké výdaje pro společnost. Dle mého názoru by u těchto měly/mohly začínat společnosti, které chtějí produkovat minimální procento zmetkových výrobků, nabízet produkty nejvyšší kvality a získat konkurenční náskok před ostatními.

Popis nástrojů pro optimalizaci výrobního procesu je zpracován v teoretické části diplomové práce. Začátek kapitoly je věnován charakteristice výrobního procesu a jeho dalšímu členění. Následují často využívané nástroje pro optimalizaci jako Lean Management, Six Sigma, Lean Six Sigma, KAIZEN, JIT, 5S, POKA-YOKE. U těchto zmíněných je popsán princip jejich funkce.

V praktické části diplomové práce je představena společnost ABB s.r.o., působící na trhu v oblasti energetiky a automatizace. Společnost umožňuje zákazníkům z oblasti průmyslu a distribuce energií zlepšit jejich výkonnost a současně snížit dopad jejich činností na životní prostředí. V této části je dále popsána aktuální dispozice výroby rozvaděče a návrh nového optimalizovaného layoutu výroby, který byl vytvořen z důvodu snižování TPT – Throughput Time. V závěru diplomové práce jsou zhodnoceny racionalizační opatření a navržené další kroky ke zlepšení výrobního procesu ve společnosti ABB s.r.o.

# **Teoretická část**

## **1 Charakteristika problematiky**

V 90. letech dvacátého století nastala „revoluce“ v automobilovém průmyslu v západním světě. (1) Podnětem byly „objevy“ japonských metod, které se rozvíjely od padesátých let, a přivedli japonské výrobce automobilů k tomu, že byli schopni vyrábět automobily lépe, rychleji a levněji než jejich západní konkurenti. Začala tak horečka Lean. (2)

Dnes dochází k další vlně Lean – podniky, konkrétně automobilky, tlačí, aby jejich dodavatelé byli „štíhlejší“ než ony samy. Firmy z jiných oborů se mezitím naučily, nebo se o to alespoň pokusily, používat metody štíhlé výroby. Metody štíhlé výroby mezitím pronikají i do jiných sektorů, a to například do bank, obchodních řetězců, nemocnic, veřejné správy, stavebních společností, průmyslových podniků a dalších oblastí. Nastává tak éra celosvětového zeštíhlování. Někteří chtějí být štíhlí, aby vypadali lépe, jiní proto, aby žili kvalitně a dlouhý život. Tak, jako u člověka může dieta vést k nemoci, může mít proces podnikového zeštíhlování někdy opačný účinek – selhání klíčových procesů, zklamání, nedůvěra vůči optimalizačním metodám, které nepřinesly očekávaný efekt a zhoršení výsledků společnosti. (1)

V teoretické části diplomové práce jsou popsány konkrétní nástroje pro optimalizaci výroby. Předtím než budou v práci uvedeny konkrétní způsoby a možnosti racionalizace výrobního procesu, je nezbytné zasadit téma této práce do širšího logického rámce. Proto v první části této kapitoly budou nejprve uvedeny základní pojmy a definice spojené s výrobním procesem a s metodologiemi Lean a Six Sigma.

### **1.1 Výrobní proces**

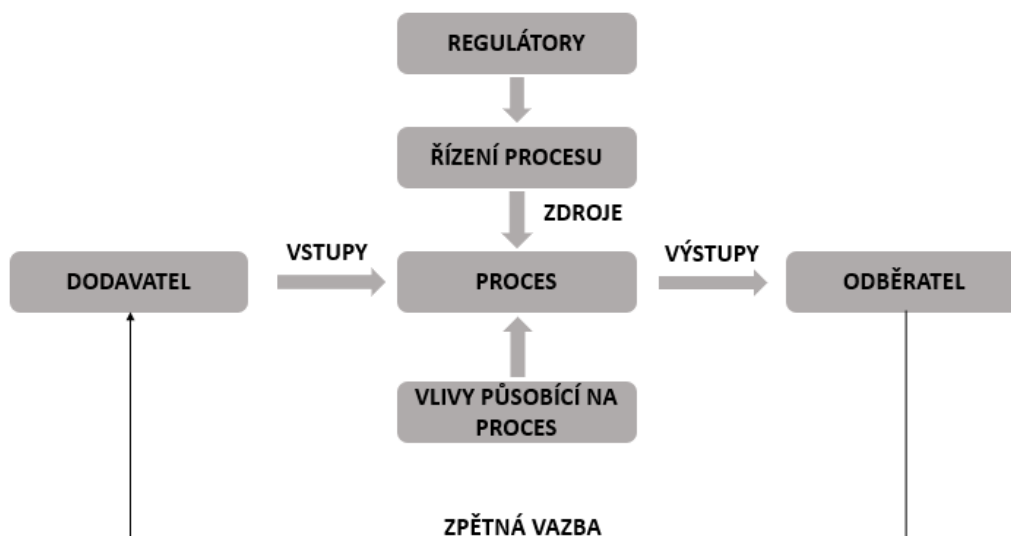
Výrobní proces je hierarchie činností vzájemného vztahu přinášející přidanou hodnotu. (3) Tyto opakovatelné činnosti vedou vždy k dosažení požadovaného cíle společnosti. Výrobní proces je definován vstupními položkami, výstupy, zdroji a dobou trvání. V průběhu činností výrobního procesu jsou vstupy

přeměňovány na výstupy. (4) To znamená, že na vstupu výrobního procesu stojí položky potřebné pro realizaci procesu, např. materiál, suroviny, energie, zařízení a nástroje, nebo pracovní síla zaměstnanců. Výstupem procesu je výsledný produkt nebo služba určená konečnému spotřebiteli, tedy zákazníkovi. Výstup značí ukončení výrobního procesu. Každý podnikový proces je definován vlastníkem procesu, který má po celou dobu činnosti zodpovědnost za jeho výkonnost. Regulátory procesu jsou definovány jako soubor norem nezbytné k realizaci produktu, který je určen zákazníkovi. (3) Na proces dále působí různé vlivy. Tyto vlivy mohou být náhodné anebo identifikovatelné. (3) Náhodné vlivy, které jsou velice časté, bývají označovány jako vlivy vnitřní. To znamená, že je není možné úplně vyloučit, avšak je lze částečně omezit. Dále jsou zde vlivy identifikovatelné, které se vyskytují ve výrobním procesu pouze v malé míře. Tyto jsou předvídatelné a mohou být tedy omezeny. Příkladem identifikovatelného vlivu může být postupné opotřebení pracovních nástrojů. (2)

Ve výrobním procesu jsou vymezené pracovní postupy, zdroje potřebné pro realizaci procesu či chování pracovníků. Silnou stránkou výrobního procesu jsou především poskytnuté informace. Díky tomu existuje možnost optimalizace výrobního procesu. Optimalizace procesů je neopomenutelná, má velký význam pro zvyšování produktivity, prosperity společnosti a konkurenční výhody. (4)

Existují 3 druhy výrobních procesů (4):

- Hlavní procesy;
- Řídící procesy;
- Podpůrné procesy.



Obrázek 1 - Schematické znázornění transformačního procesu

(Zdroj: (5), zpracováno autorkou)

Hlavní procesy jsou definované jako klíčové, tedy ty, které napomáhají ke vzniku přidané hodnoty. (4) Protože hlavní procesy generují společnosti zisky, je nezbytné tyto neustále mapovat a vylepšovat. Hlavní procesy lze ve společnosti snadno identifikovat, avšak často jde o procesy náročné. Jde především o procesy týkající se zákazníků, například návrh a vývoj produktu, jeho výroba a následné dodání zákazníkovi. Tyto procesy se vyznačují svou jedinečností v různých společnostech. (2)

Řídící procesy jsou činnosti řídící správnou funkci společnosti. Mezi tyto činnosti patří například strategické plánování, systém zlepšování, audit atp. Tyto se liší od hlavních procesů tím, že společnosti nepřinášejí přímý výnos. (4)

Podpůrné procesy, stejně jako řídící, nepřinášejí společnosti přímé výnosy, avšak jejich základní funkcí je podpora jak hlavních, tak řídících procesů. Správná realizace a chod hlavních procesů závisí především na existenci podpůrných činností. (4) U různých společností mají tyto činnosti obvykle stejný charakter. Podpůrnými procesy mohou být nákup materiálu, monitorování uspokojení zákazníka atd.

## 1.2 Členění výrobních systémů

Výrobním systémem lze v obecném pojetí nazvat vše, co transformuje vstupy na výstupy s určitou přidanou hodnotou. Přístupy k organizaci výroby z pohledu systémovosti, tedy dle množství a počtu druhů výrobků a opakovanosti výroby, je možné v zásadě rozlišit tři (6):

- Zakázková (kusová) výroba;
- Opakovaná výroba;
- Kontinuální výroba.

Výroba zakázková neboli kusová je neopakovanou výrobou (v některých případech může být i neopakovatelnou) jednoho kusu či malého počtu výrobků na základě individuální objednávky. Často se jedná o výrobně velmi složité či zcela unikátní produkty dle požadavků zákazníka, a proto vyžaduje vysokou úroveň odbornosti a kvalifikovanosti pracovníků. Stroje a zařízení se právě kvůli velké variabilitě požadavků zákazníků využívají univerzální. (6) Značný důraz by měl být u tohoto typu výroby kladen na dosažení a udržení vysoké úrovně flexibility. Dle (7) je totiž jedním z hlavních problémů tohoto výrobního systému malá možnost předpovědi požadavků a dlouhé pracovní lhůty. Výroba probíhá u každého kusu samostatně bez závislosti na ostatních výrobcích.

Druhým výrobním systémem pak je výroba opakovatelná, kdy se logicky výrobní proces děje vícekrát ve stejném nebo velmi podobném provedení, a to v rozdílném množství a čase. (6) Tento výrobní systém (opakovatelné výroby) je možné dále rozčlenit na dílčí kategorie právě na základě objemu výstupu a opakovatelnosti na:

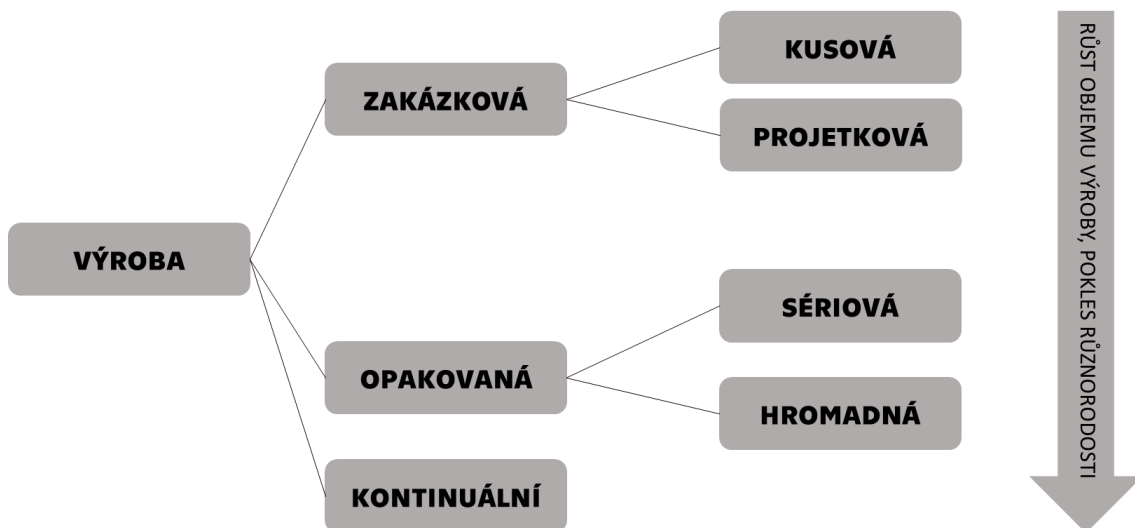
- Sériová či dávková výroba;
- Hromadná nebo opakovaná výroba.

Při sériové výrobě, ať už je velikost série malá, střední nebo velká, na daném výrobním zařízení se v určitém časovém období vyrábí omezený, počítatelný objem stejných produktů, označováno jako dávka nebo série. Výrobky jsou standardní, odchylky vznikají z pohledu variant. Tuto výrobu je možné realizovat jak na sklad, tak i na zakázku. Velká část neproduktivních časů je

spjata s přetypováním (seřazením) při nové sérii. S růstem velikosti dávky roste zpravidla i podíl strojů či celých výrobních linek využitých jednoúčelově na úkor univerzálnosti. Je možné rozlišit u této výroby podle konstantnosti objemu výrobních dávek sériovost rytmickou a nerytmickou. (2) (6) Hromadná výroba je naopak charakteristická svou stálostí, plynulostí a extrémně velkými objemy produktů výrobní dávky. U tohoto typu výroby často není předem známý termín a rozsah přerušení. Systém klade minimální nároky na kvalifikaci pracovníků, mnohem větší důraz je přikládán produktivitě a tempu práce, které je udáváno stroji zapojenými do výroby, často s vyšším stupněm mechanizace a automatizace. Speciálním případem hromadné výroby je výroba druhová, charakteristická výrobou více variant jednoho hromadně vyráběného výrobku. Řízení výroby musí respektovat nejen velikost zakázek, ale například také optimální pořadí druhů pro výrobu. (6) (8)

Posledním typem je kontinuální výroba. Tento typ výroby charakterizuje zpracování vstupních surovin v uzavřeném systému technologických zařízení, kdy k transformaci dochází neustále, kontinuálně a výrobní proces není možné z technických nebo technologických důvodů bez velkých ekonomických ztrát přerušit. Proces tedy probíhá 24 hodin denně a po velmi dlouhou dobu. Někdy se vyznačuje kontinuální výroba také jistou mírou neurčitosti, resp. probíhá na základě konkrétních zákonitostí, avšak s omezenou mírou předem známé přesnosti. Je kapitálově velmi náročná. Dalším typickým znakem je její kontinuálnost, tedy že transformace neprobíhá po kusech, ale nepřetržitě a bez možnosti přerušení a pokračování s časovou prodlevou. (8)





Obrázek 2 - Členění výrobních systémů

(Zdroj: (8), zpracováno autorkou)

Výrobní systémy dle (2) lze členit i z pohledu strategie a to na:

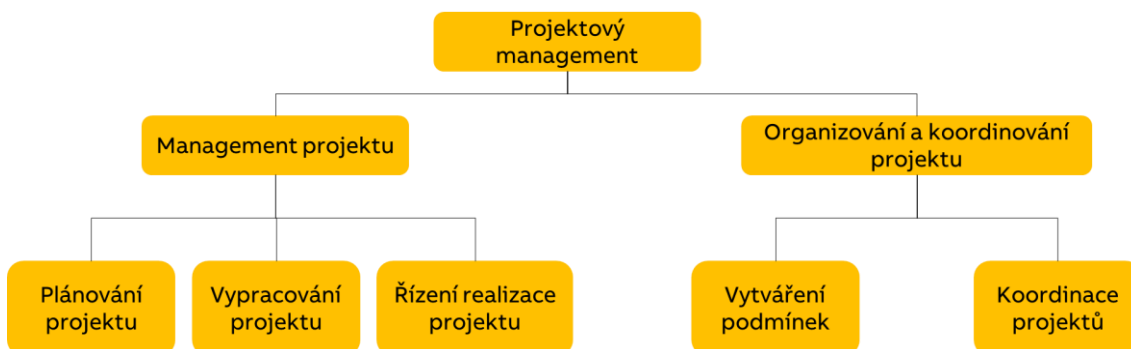
- Výroba na sklad (make-to-stock) - probíhá na základě prognózy a hotové výrobky jsou dodávány do skladů, aby kdykoliv bylo možné uspokojit objednávku zákazníka. Výroba na sklad umožňuje generovat úspory z rozsahu tam, kde lze obtížně predikovat poptávku. V podmínkách hromadné výroby a nákladově orientovaného podnikání je považován za vhodný systémem výroby.
- Montáž na zakázku (assembly-to-order) - montáž standardního provedení výrobků na základě individuálních zákaznických objednávek. Na základě prognóz tak probíhá nákup surovin a materiálů, nebo také výroba dílů a řízení předvýrobních (předmontážních) etap.
- Výroba na objednávku (make-to-order) - tato výroba, uskutečněná na základě konkrétních objednávek, umožňuje přizpůsobení výrobků individuálním požadavkům zákazníků. Zpravidla tento typ výroby vyžaduje delší čas a vyšší náklady než výroba na sklad a nachází tak využití spíše pro firmy, které volí strategii diferenciaci nebo vyrábí v kusech či malosériově. V případě, že je tento typ výroby výhradním výrobním systémem určitého podniku, tak vyžaduje silný a proaktivní marketing.
- Nákup materiálu a výroba až na objednávku;

- Vývoj na objednávku (engineer-to-order) je přístupem, nejčastěji v podobě projektu, který kromě výrobních procesů zahrnuje také všechny vývojově a konstrukčně zaměřené předvýrobní aktivity. Z důvodu objednávky nemá smysl držet skladem zásoby vstupů pro výrobu, a jejich nákup se realizuje až na základě specifikace zákazníkem.

### 1.3 Projektové řízení

Projektové řízení řídí projektovou neboli zakázkovou výrobu, která se výrazně liší od běžných typů výrob.

Projektové řízení je „plánování, organizování a řízení činností a jejich zdrojů v rámci uceleného projektu za respektování časových, zdrojových a nákladových omezení.“ (9) Pro pochopení této problematiky je nutné vymezit rozdíl mezi projektovým managementem a managementem projektu. Pojem projektový management má širší význam a vedle managementu jednotlivých projektů zahrnuje i jejich organizování a koordinování. Lze ho chápat i jako nadstavbu managementu jednotlivých projektů. Tuto skutečnost popisuje následující obrázek č. 3. (10)



Obrázek 3 - Projektový management a management projektu

(Zdroj: (10), zpracováno autorkou)

Projektové řízení má řadu dimenzí (11):

- Funkční, která spočívá v realizaci řady funkčních kroků, dílčích projektových aktivit, v jejich správném vymezení, řazení, koordinaci a provázanosti;

- Institucionální, znamenající volbu zvolené organizační formy;
- Personální, která spočívá ve vytipování vhodného projektového vedoucího, určení skupiny spolupracovníků, zavedení týmové práce, komunikačního systému apod;
- Instrumentální, která představuje využívání různých prostředků a metod jako je síťová analýza, informační systémy, počítačová podpora apod.

### **1.3.1 Projekt**

Projekt je dočasné úsilí a má určeno datum začátku a konce. Projekt je kompletní, když jsou dosaženy cíle popsané v plánu projektu. Někdy projekt končí, když je určeno, že cílů nelze dosáhnout, nebo pokud produkt, služba nebo výsledek projektu už není potřebný a projekt je zrušen. Projekty jsou určeny k tomu, aby přinášely výsledky, kterých ještě nebylo dosaženo. Výstupem projektu může být míněn produkt, stejně jako například výzkumná studie. (12)

Typickými příklady projektů jsou podle (11):

- Projekty vývojové, např. vývoj nového výrobku software projektování stavby, výrobního komplexu apod.;
- Projekty realizační, např. zavedení výroby nového výrobku, uskutečnění stavebního díla;
- Projekty inženýrské např. jako dodávky "na klíč", které zahrnují stadium vývoje i realizace jako je např. Komplexní dodávka velkorýpadla;
- Podnikatelské projekty, zaměřené na prosazování podnikatelského záměru, např. ve výrobní či obchodní oblasti.

Pro projekt jsou charakteristické tyto znaky:

- Sleduje konkrétní cíl;
- Definuje strategii vedoucí k dosažení daného cíle;
- Určuje nezbytně nutné zdroje a náklady včetně očekávaných přínosů a realizace záměru;

- Vymezuje jeho začátek a konec. (13) Podle (12) je cíl dán požadavky "trojimperativu", tj. nároky na provedení, časový plán a rozpočtové náklady.

(14) uvádí za základny projektového managementu čas, dostupnost zdrojů a náklady, jak je vidět na následujícím obrázku č. 4.



Obrázek 4 - Základny projektového managementu

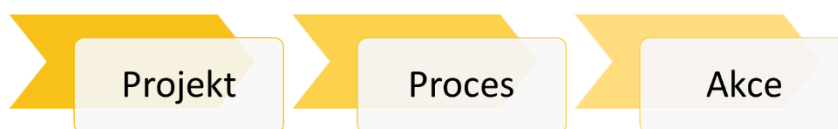
(Zdroj: (14), zpracováno autorkou)

Čas je limitní pro plánování sledu jednotlivých dílčích aktivit projektu. Dostupnost zdrojů, které jsou projektu přiděleny a budou průběžně užívány a čerpány. Náklady jsou finančním projevem užití zdrojů v časovém rozložení (14). (15) za základny pomyslného projektového trojúhelníku považuje čas, náklady a kvalitu.

Tyto tři dimenze jsou vzájemně podmíněny (16):

- Při velkém tlaku na urychlení projektu (čas) dochází ke snížení kvality,
- Při vysokém soustředění na kvalitu se prodlužuje čas a dochází k nedodržení termínů.
- I při mimořádné náročnosti projektu lze zvládnout práci v perfektní kvalitě a v daném termínu, ovšem s vysokými náklady.

Projekty se většinou člení do dílčích procesů, které se následně dále člení na dílčí akce. Některé procesy nebo akce mohou probíhat současně, jiné následovně. (12)



Obrázek 5 - Rozdělení fází projektu

(Zdroj: (12) , zpracováno autorkou)

### 1.3.2 Životní cyklus projektu

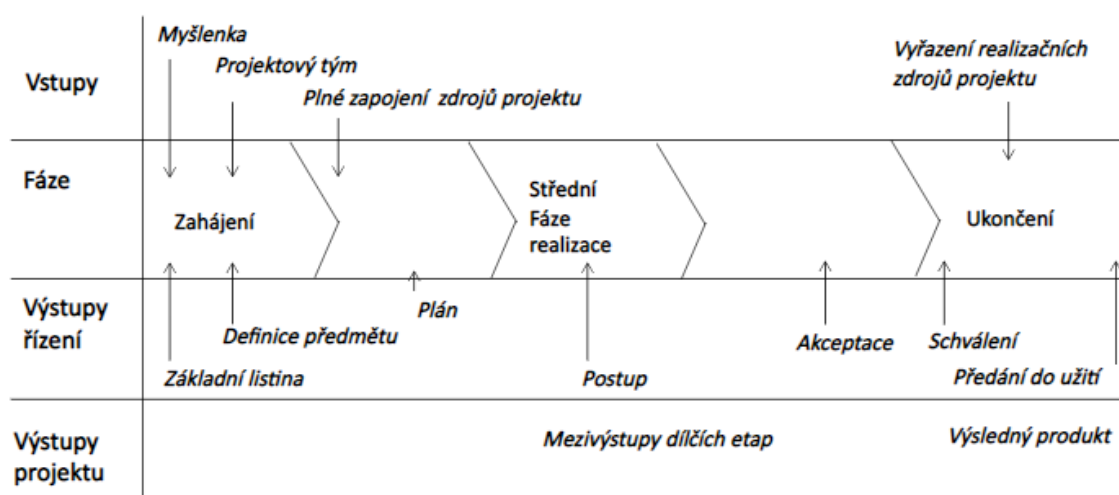
Životní cyklus projektu je vnímán jako popis souslednosti tzv. fází řízení projektu. (12) Zahrnuje popis vývoje projektu v čase, od jeho vzniku až po ukončení všech aktivit s projektem spojených. Existuje několik různých pojetí, všechna se však krom faktů, že projekt musí nějak vzniknout a také skončit více méně shodují na tom, že vlastní projekt má čtyři fáze řízení: zahájení, plánování, realizaci a ukončení. (viz obrázek č. 6)

Každá fáze projektu se vyznačuje ukončením jednoho nebo více výstupů. Výstup je konkrétní, prokazatelný produkt, jako například „Studie proveditelnosti, podrobný návrh nebo prototyp produktu“. (9) Závěr projektové fáze je obvykle doprovázen revizí těchto výstupů a určení, zda může projekt postoupit do další fáze. Většina životních cyklů projektu se vyznačuje následujícími charakteristikami (12):

- Náklady a počet pracovníků na projektu jsou na začátku malé, postupně se zvyšují a nejvyšší jsou v závěru projektu;
- Pravděpodobnost úspěchu dokončení projektu je na začátku nejmenší, rizika a nejistoty nejvyšší. Pravděpodobnost úspěšného dokončení se obvykle zvyšuje tím více, čím více se projekt blíží ke svému konci;
- Schopnost zainteresovaných stran ovlivnit konečnou podobu výstupu je nejvyšší na začátku projektu.

Členění projektů do fází je několik. (viz obrázek č. 6) Obsahově se však příliš neliší. Podle (14) se fáze projektu člení na fázi zahájení, realizace a ukončení. (13) a (17) člení fáze projektu na fázi předinvestiční, investiční a fázi provozu a vyhodnocení:

Předinvestiční fáze – je nejdůležitější část celého projektu, odpovídá za ní vrcholový management firmy – zadavatele. Ten musí stanovit cíle a definovat strategii projektu vedoucí k dosažení cílů. Investiční fáze – je nejpracnější a nejvíce nákladnou částí, odpovídají za ni členové vrcholového managementu firmy – dozor projektu a manažer projektu. Fáze provozu a vyhodnocení – v ní se výsledek projektu předává do užívání, porovnávají se dosažené výsledky s plánovanými a získaná data se analyzují a zaznamenávají. (13)



Obrázek 6 - Rozložení fází životního cyklu projektu

(Zdroj: (13), zpracováno autorkou)

## 2 Lean Management

Cílem následující kapitoly je přiblížit metodiku Lean, která je nedílnou součástí Lean Six Sigma přístupu. Lean znamená v angličtině štíhlý a toto slovo dokonale vystihuje podstatu Lean Managementu. Lean je populární jak v segmentu výroby, tak i služeb a je založen na zefektivňování procesů směrem k zákazníkovi prostřednictvím snižování plýtvání. I když je Lean známý spíše jen jako sada nástrojů pro omezení plýtvání, jde o celou kulturu podnikání, tzv. Lean Culture neboli štíhlou kulturu. Lean Culture, známá také jako Lean Management, je základem pro Lean Process Improvement, neboli zlepšování procesů dle přístupu Lean. (18) Jakmile je vytvořena Štíhlá kultura v podniku, zlepšení má mnohem větší šanci být udržitelným a vzniká také prostředí pro trvalé zlepšení. Lean se proslavil díky Henrymu Fordovi a jeho montážním linkám a pak také

ještě výrazněji díky Taichii Ohnovi, který kodifikoval Lean Management filozofii do výrobního systému Toyoty.

Taichii Ohno se narodil v roce 1912 v Číně a absolvoval technickou školu v Japonsku. Nastoupil pak do firmy Toyoda, která se zabývala konstrukcí tkalcovských stavů. Když se pak majitel Sakichi Toyoda rozhodl firmu prodat britské společnosti, rozhodl se věnovat se více automobilovému průmyslu, v čemž pokračoval jeho syn Kiichiro Toyoda. Ten začal s výrobou vozidel a jako první přišel s metodou JIT (Just in time). V té době byl Taichii Ohno pověřen zvýšením produktivity, která se od 60. let stala základem velkých obchodních úspěchů Toyoty. Napsal také knihu „Sedm druhů plýtvání (v japonštině „muda“), kde se zabývá jednotlivými druhy plýtvání. Ohno zjistil, že výrazně výkonnější americká produkce není důsledkem slabé pracovní síly v Japonsku, ale že hlavním faktorem je právě plýtvání. V důsledku tohoto zjištění a využitím metody Just in time Ohno vybudoval v následujících desetiletích tzv. Toyota Production System (TPS). (18)

Tento systém se řídí třemi jednoduchými pravidly (18):

1. Vyrábět komponenty Just in Time (JIT);
2. Vybudovat kvalitu v každé části procesu;
3. Vytvořit kontinuální proces (Value stream).

Ohno procházel každou část procesu a hledal způsoby, jak redukovat chyby, zvýšit bezpečnost a zlepšit zodpovědnosti. Když nějakou takovou situaci našel, zorganizoval školení pro zodpovědné zaměstnance. Princip budování kvality skrze veškeré činnosti nazval Jidoka, a i když tato myšlenka již byla předtím známá jako Kaizen, koncept Jidoka zahrnuje denní zlepšování na bázi zjišťování problémů, následného zastavení produkce, odstranění příčiny problému a zahrnutí této změny do standardního pracovního postupu.

Princip Value stream spočívá v nahlížení na firmu jako na jeden proces, nikoli jako na soubor jednotlivých dílčích činností. Práce by měla být předávána mezi jednotlivými odděleními tak, aby se minimalizovaly ztráty a plýtvání a všechna pracovní síla byla plně využita. Ohnovy principy byly převzaty a modifikovány v

mnoha společnostech mimo Japonsko. TPS je nyní více znám pod názvem Lean Manufacturing neboli štíhlá výroba.

Principy, ze kterých všeobecně přístup Lean vychází, jsou následující (18):

- Určení hodnoty z pohledu zákazníka procesu – hodnota je výrobek nebo služba, která pokrývá potřebu zákazníka a je mu poskytnuta v čase a v ceně, které odpovídají jeho představám.
- Identifikace činností podílejících se na postupném utváření hodnoty – každý proces je sledem kroků, které se podílejí na vytvoření hodnoty výrobku či služby, od neopracovaného materiálu až po prodej zákazníkovi.
- Uvedení procesů do pohybu – procesy procházejí organizací bez ohledu na jednotlivá oddělení, zasahují také k dodavatelům, subdodavatelům a zákazníkům.
- Řízení potřebami zákazníka – vyrábí se jen to, co zákazník chce, v čase, kdy to chce a v množství, jaké požaduje. Neexistuje tedy výroba na sklad.
- Snaha o dosažení dokonalosti – poskytování výrobků a služeb, se kterými je zákazník spokojen při současném snižování chyb, ztrát a plýtvání.

Lean metodologie je filozofickým přístupem, který je prosazován skrze dlouhodobé úkoly. (19) Je zaměřen na procesy, které jsou nositeli kvality produktu a zprostředkovateli potenciálu výkonnosti klíčových podnikových funkcí. Aby byly procesy funkční, musí být správně navrženy, musí být plynulé a vyvážené, aby nebyly zatěžovány náklady na pokrytí špiček či udržování zásob. Proces by měl produkovat jen to, co požaduje zákazník a zákazníkem definováním množství. Rovněž by se měl proces soustředit na kvalitu každé dílčí operace, aby nedocházelo k opravám a přepracováním. Lean metodologie je založena na cyklickém přístupu ke zlepšování procesu, který spočívá v tom, že týmy se soustředí na menší zpracovatelské kroky a celkového zlepšení se dosahuje postupně, čímž se také předchází chybným krokům. Procesy musí být v prvním kroku standardizovány, tedy dokumentovány a ověřeny, že skutečně fungují a teprve poté je možné jejich zlepšování.



Lean rovněž dbá na dlouhodobou podporu učících se procesů a rozvoj organizace samotné, a to sledováním procesů a pochopením konkrétní situace, důkladnou diskusí a zvážením možností, než dospějeme k rozhodnutí a neustálou snahou o poznání a organizační sebereflexi a soustavným zlepšováním (Kaizen). (19) S tím také souvisí vzdělávání zaměstnanců a podpora jejich rozvoje. Lean musí prorůst do myšlení zaměstnanců a musí se stát součástí firemní kultury.

Lean metodologie, jak již bylo zmíněno, klade důraz na posuzování procesů dle toho, jak přispívají k vytváření hodnoty pro zákazníka. Dle toho se činnosti v procesech dělí na dvě dílčí kategorie (18):

- Činnosti, jež přímo přispívají k vytváření hodnoty (value-adding) – zákazník za ně platí;
- Činnosti, jež k vytváření hodnoty přímo nepřispívají (non-value-adding) - ty lze rozdělit na dva druhy, a to činnosti, které jsou potřebné, ale pro zákazníka nemají žádnou hodnotu, tzv. business-non-value-adding a nepotřebné činnosti – plýtvání.

Z tohoto třídění je zřejmé, které činnosti jsou potřebné pro procesy vedoucí k uspokojení zákazníka a je třeba se na ně soustředit, a které naopak k utváření hodnoty nepřispívají a mohou být označeny jako plýtvání.

Štíhlá výroba podobně jako celá "Lean" filosofie usiluje o zkrácení průběžné doby eliminací plýtvání v dodavatelsko – odběratelském řetězci. (19)

## **2.1 Zdroje plýtvání**

Následující část práce se bude věnovat pojmu, který v předchozích odstavcích zazněl již mnohokrát. Jedná se o plýtvání. Plýtvání, anglicky waste, japonsky Muda, existuje v každém procesu. Plýtvání je definováno jako všechno (aktivita, činnost, proces), co nepřidává hodnotu výrobku a zvyšuje jeho náklady. (19) Právě tyto typy aktivit, činností a procesů bychom se měli snažit eliminovat.

Protože se trh a výrobní technologie neustále vyvíjejí a každý zákazník má individuální požadavky, musí se tomuto trendu výrobní společnosti přizpůsobit,

pokud si chtějí udržet prosperitu a své tržní místo. Důležitým faktorem je schopnost naslouchání přáním zákazníků a tato přání do detailů vyplnit. Při řízení štíhlé výroby je nejpodstatnější zapojení managementu společnosti a všech zaměstnanců společnosti jako celku a tomuto přizpůsobit komplexní myšlení. Značná zodpovědnost je kladena na všechny pracovníky ve výrobním procesu. Tito musí dbát na vysokou jakost výrobního procesu a také jsou zodpovědní za komplexní chod výroby. To znamená, že při výskytu poruchy je tento pracovník oprávněn chod výroby pozastavit. Prioritou Lean managementu je maximální uspokojení všech přání zákazníků. Dále je nutné eliminovat plýtvání veškerými zdroji. Aby to bylo možné úspěšně zavést, je důležité zdroje nejprve dokázat rozpoznat a měřit. (20)

Dle (19) je definováno 7 zdrojů plýtvání, japonsky MUDA:

1. Plýtvání zásobami – materiály, nedokončené výrobky nebo dokončené výrobky, které nezvyšují přidanou hodnotu produktu, to znamená, že tyto jsou po dobu uloženy ve skladovacích prostorech a vážou na sebe zbytečné náklady. Neúměrné zásoby jsou způsobeny nadprodukcí;
2. Over-production – nadprodukce, kde je produkováno větší množství výrobků, než je nezbytné. Díky tomu dochází k plýtvání ve formě energetických zdrojů, velkého množství materiálu, lidských zdrojů, dále dochází k plýtvání kapacity prostorů potřebných k uskladnění rezerv a s tím vším rostou samozřejmě také provozní náklady;
3. Over-processing – zbytečné zpracování nebo jakost, které nejsou zahrnuty v požadavcích zákazníka;
4. Plýtvání zbytečnými pohyby – veškerý pohyb pracovníků, který neslouží ke zvyšování hodnoty výrobků;
5. MUDA časových prostoje – veškeré prostoje způsobené například poruchou zařízení, zbytečnými pohyby pracovníků nebo nedostatkem materiálu pro výrobu;
6. MUDA dopravy – zbytečné přesuny materiálu a dokončených výrobků;
7. Plýtvání opravami a zmetky. V případě produkce zmetkových výrobků, je nutno tyto z výroby odstranit. Tím samozřejmě dochází k plýtvání

materiálu a energií. Opravy defektních výrobků na sebe také vážou zbytečné náklady, proto je nutné tomuto předcházet.

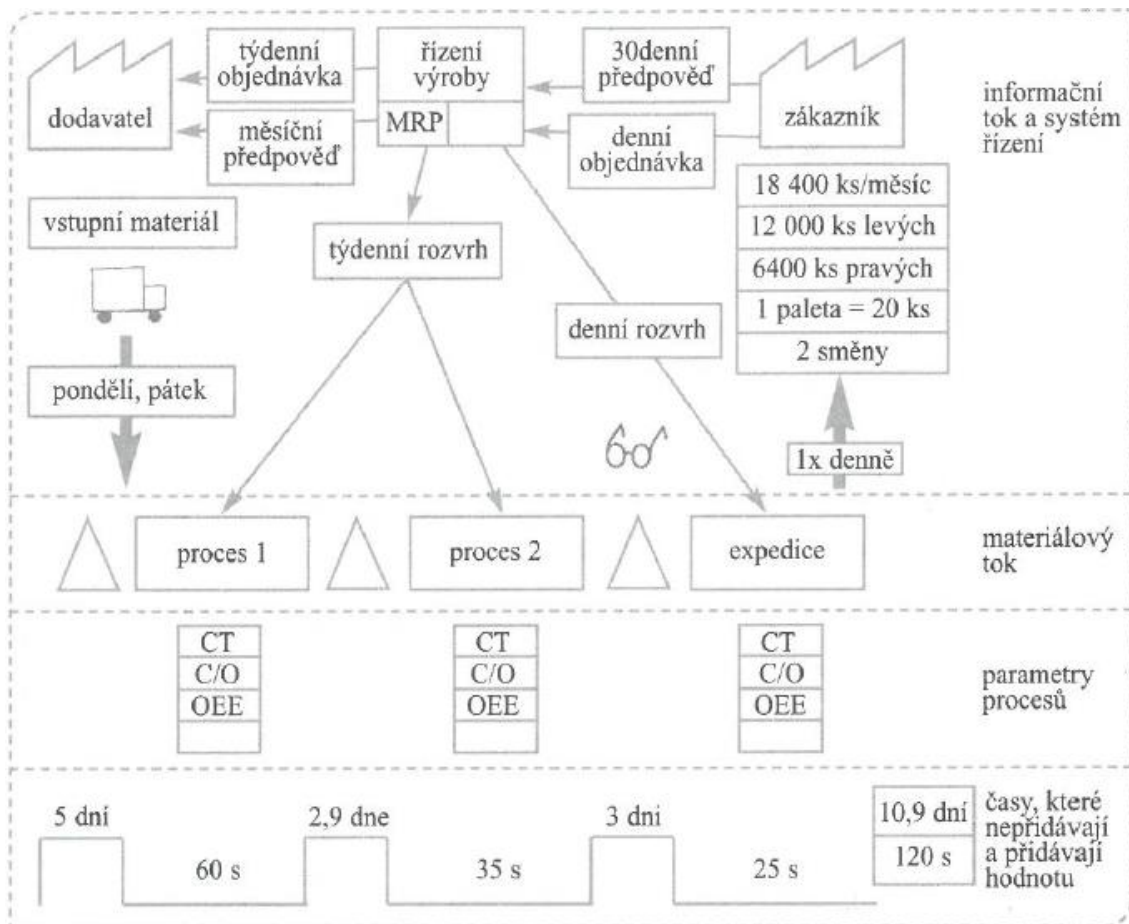
Kromě těchto zmíněných druhů plýtvání (MUDA) se uvádí často také MURA, což je výrobní nevyváženost, nestejnomyšlnost a MURI, které představuje neopodstatněnost.

Aby mohla být společnost definována jako „štíhlá“, je nutné zaměřit se pouze na důležité aktivity, které přinášejí vysokou přidanou hodnotu. Tyto aktivity musejí být provedeny v rychlejších časech a za co nejnižších nákladů, přičemž 100 % správnost průběhu činnosti musí být zajištěna bezprostředně a napoprvé. Tímto si společnost zajistí zvýšení produktivity a výkonnosti. Jedná se tedy o filozofii co nejkvalitněji produkovaných výrobků při nízkých nákladech. (20) Štíhlá výroba využívá například nástroje Kaizen, Kanban, 5S, TPM, VSM. V řízení štíhlé výroby je využíván tzv. „tažný systém“, kdy jednotliví pracovníci, kteří zajišťují určitou výrobní fázi, mají povinnost zajistit veškeré potřeby následujících výrobních fází. Díky tomu dochází k minimalizaci nákladů a časů na výrobu. Aby bylo zabráněno působení dalších zdrojů plýtvání, je nutné výrobní proces neustále průběžně zlepšovat. (20)

Před vlastní eliminací plýtvání je ho však třeba ve výrobním procesu rozpoznat. Jednotlivé metody a nástroje z oblasti štíhlé výroby jsem proto rozdělil dle svého zaměření na metody pro identifikaci a metody pro eliminaci plýtvání.

## **2.2 Mapování hodnotového řetězce**

Mezi metody a nástroje štíhlé výroby sloužící pro identifikaci plýtvání lze zařadit mapování hodnotového řetězce. Mapování hodnotového řetězce je činnost zaměřená na vizuální prezentaci procesu, která slouží k zachycení základních prvků procesu, toků, větvení, důležitých bodů ve vztahu k vytváření hodnoty pro zákazníka, a to od začátku procesu až po jeho ukončení. (19) Hlavním cílem tohoto nástroje je ukázat, jak jednotlivé činnosti přispívají k vytváření hodnoty. Nejčastěji má mapa hodnotového řetězce podobu diagramu s výkonnostními a časovými údaji, ze kterých lze analyzovat zdroje plýtvání. Příklad mapy hodnotového řetězce je uveden na následujícím obrázku č. 7.



Obrázek 7 – Mapa toku hodnot

(Zdroj: (19))

	ruční přenos informací		kaizen akce		elektronický přenos informací
	výrobní proces		zásobník		výrobní plán
	dodavatelé, zákazníci		FIFO sekvence		výrobní mix
	data, parametry procesu		kanban zásobník		kanban pozice
	zásoba		pull – odebrání materiálu		signální kanban
	dodávka autem		obsluha, pracovník		výrobní kanban
	push – tlačení materiálu		oprava, vícepráce		plánování – podle situace – „go see“
	dodávka zákazníkovi		zmetky		kanban s dávkami

Obrázek 8 – Základní značky pro mapování toku hodnot

(Zdroj: (19))

Kde lze management toku hodnot využít (18):

- Mapování procesů ve výrobě;
- Mapování procesů mezi podniky – logistika;
- Zavedení nového výrobku;
- U výrobku, kde se plánují změny;
- Při návrhu nových procesů;
- Při novém způsobu rozvrhování výroby.

Mezi typické přínosy mapy toku hodnot patří například redukce průběžné doby výroby o 20–50 % za několik dní. Dále pak také redukce ploch, lepší pochopení průběhů procesů a souvislosti mezi nimi, zjednodušení systému řízení, eliminace plýtvání z procesů anebo redukce výrobních dávek.

Tento prvek s sebou nese bohužel také své omezení a rizika. Při proměnlivých procesech je jeho využití značně problematické. Mapa je jenom statické zobrazení procesu, při složitějších procesech je někdy nutná dynamická simulace procesů na počítači. V rámci implementace štíhlé výroby se také nedoporučuje vytvářet mapu za stolem v kanceláři, a to z toho důvodu, že je třeba jít analyzovat a měřit procesy přímo do výroby.

### **2.3 Analýza procesní toků**

Analýza procesních toků se zabývá zkoumáním procesů z hlediska jejich celkové struktury, rozhodovacích bodů, větvení, zpomalovacích prvků, prodlev atd. (20) Pro tuto analýzu lze použít celou řadu metod, např. tabulky či procesní sítě. Procesní toky jsou hodnoceny pomocí absolutních nebo poměrných měřítek, příkladem může být efektivní doba průtoku (flow time efficiency), která se počítá jako podíl průměrné doby průtoku a teoretické doby průtoku.

### **2.4 Maximální využití strojních zařízení**

Špičkové firmy mají efektivitu svých výrobních zařízení někde na úrovni 85–95 %. (20) Co toto číslo znamená a jak co nejpřesněji zhodnotit využití strojního zařízení? V současnosti nejpoužívanější a z mého pohledu i nejobektivnější zhodnocení nabízí ukazatel OEE (Overall Equipment Effectiveness), v českém překladu CEZ (Celková efektivnost zařízení). Výhodou bezesporu je, že tento

ukazatel zohledňuje jak celkový disponibilní čas strojního zařízení, tak jeho skutečnou rychlost a kvalitativní úroveň produkce.

$$CEZ = D * R * Q \quad (1)$$

Kde:

D – dostupnost;

R – rychlost;

Q – úroveň kvality.

Manažer potom dostává informaci pouze ve formě jednoho čísla, které je dáno součinem dostupnosti, rychlosti a úrovně produkované kvality. Nemusí se tak prodírat spoustou tabulek, ve kterých by odděleně sledoval prostoje stroje, kvalitu produkce či procento zpožděných zakázek. Samotná znalost nebo sledování hodnoty efektivity strojního zařízení nám však ještě nic neřeší, cílem je hodnotu tohoto ukazatele neustále zvyšovat. Obecně se však dá říci, že vždy narazíte na problémy související s poruchou zařízení či prostoji při přechodu na jiný typ výroby. Pomoci v tomto ohledu může implementace TPM (Total Productive Maintenance). V překladu totálně produktivní údržba. Metoda systematicky zaměřená na zvyšování efektivity zařízení formou nastavení komplexního systému údržby za účasti jak servisních pracovníků, tak vlastních operátorů.

Snížit čas mezi dokončením posledního kusu stávajícího typu produkce a vyrobením prvního kusu produkce následné, tedy čas přetypování, pomáhá metoda SMED (Single Minute Exchange of Dies). Tato metoda je založena na snaze zkrátit čas interní přestavby (čas, kdy je stroj vypnutý) na co nejnižší hodnotu za pomoci předem definovaného systematického postupu.

## **2.5 Metoda 5S**

Metoda 5S je využívána k efektivnímu hospodaření společnosti a lze ji řadit mezi nástroje sloužící pro eliminaci plýtvání. Velice výrazně přispívá ke zlepšování výrobního procesu. Jakákoliv společnost výrobního charakteru má povinnost tuto metodu aplikovat ve svém výrobním procesu. Základní

myšlenkou metody je udržení nejvyšší kvality výrobků, zvýšení bezpečnosti práce, včasné plnění termínů či snížení nákladů. Dále vede k celkovému zjednodušení práce, to je zajištěno především díky správnému uspořádání a čistotě pracoviště. Každý problém či nedostatek v pracovní zóně je na první pohled okamžitě zřetelný, tudíž kroky k jejich nápravě jsou zajištěny rychle a bez velkých časových prodlev. [10] Při zavádění metody 5S je zvláště důležité, aby si společnosti uvědomily, z jakého důvodu metodu vůbec zavádějí. Hlavními příčinami je neustálý vývoj technologií, na trh vstupuje stále více firem a požadavky zákazníků na kvalitu výrobků neustále rostou. Proto je nutné, aby s tímto vývojem držely společnosti krok a snažily se do výrobního procesu zavádět nové metody, které zvýší bezpečnost práce, jakost výrobků či efektivitu výrobního procesu za co nejnižších nákladů. Každá společnost, která chce být konkurenceschopná a prosperující, by měla začít právě uvedením základních 5 pilířů metody 5S do provozu. Je nutné si vysvětlit, co označení 5S vlastně vyjadřuje, dále také obsah zmiňovaných pěti pilířů. Termín 5S vznikl z pěti japonských slov začínajících právě na S. (21)

5S je zkratka pěti činností:

- Sort (třídít)
- Set in order (uspořádat)
- Shine (čistit)
- Standardize (standardizace)
- Sustain (disciplína)

Pro pořádek ještě všechny tyto názvy v japonštině: Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke (18).

K těmto tradičním 5S se ještě někdy přidávají další tři S – Safety, Security, Satisfaction, v překladu bezpečnost, ochrana, spokojenost. Pracovní prostředí by tedy navíc mělo být bezpečné, mělo by být zajištěno před zneužitím a rovněž by mělo zaměstnance motivovat a být příjemné. Příklad pracoviště organizovaného dle 5S je na následujícím obrázku č. 9.



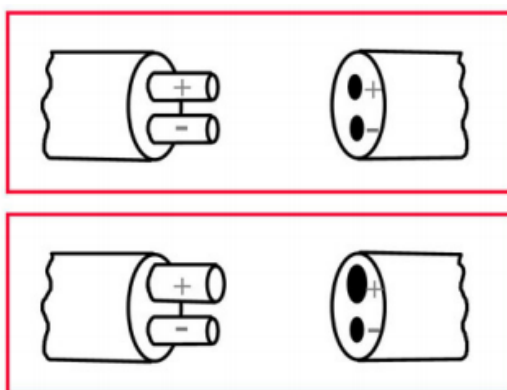
Obrázek 9 - 5S kroky

(Zdroj: (19))

## 2.6 Poka – Yoke

Metoda POKA – YOKE je opatření, díky kterému je zabráněno vzniku vad a neshod ve výrobním procesu. V překladu má tento výraz význam „odolnost vůči chybám“. (22) Tato koncepce připouští pouze jedno jediné řešení, a tím je dosažení nulového počtu defektních výrobků. Při zavádění je nutností, aby společnost přijala filozofii této koncepce a skutečně dbala na 100% spolehlivost svých produktů. Tímto krokem vyzraje nad ostatními firmami působících na trhu a posílí tak své postavení. Ve výrobním procesu dochází k chybám nejčastěji z důvodu selhání lidského faktoru, často se jedná například o mylné vyhodnocení dané situace, neznalost daného stavu, nedostatečná kvalifikace atd. Důležité je detekovat druh, místo a čas výskytu poruchy a zabývat se její včasnou nápravou. Cílem POKA – YOKE je chybám ve výrobním procesu předcházet. (23) Příkladem může být zapojení konektorů, kdy díky umístění ochranného kolíku je přípustná pouze jediná poloha zapojení konektoru. (viz obrázek č. 10) Díky tomu pracovník provede svou práci bezchybně a rychle. Také to mohou být různé světelné či zvukové varovné signály, kdy je pracovník upozorněn, že je něco v nepořádku. Metoda POKA – YOKE pomáhá společností chránit výrobní proces před potenciální produkcí zmetkových výrobků, tímto se zvyšuje samozřejmě kvalita a bezpečnost práce, nedochází k časovým prodlevám a jsou šetřeny náklady na opravy defektních produktů.





Obrázek 10 - Příklad koncepce POKA – YOKE

(Zdroj: (22))

## 2.7 Princip tahu (Pull, KANBAN)

Princip tahu v metodologii Lean není v podstatě ničím jiným než řízením prostřednictvím poptávky. Je tedy vyráběno jen tolik zboží, kolik je zákazníkem poptáváno, skladuje se pouze minimální množství produktu. Tímto dochází k omezování plýtvání. (18)

Filozofie KANBAN je charakteristická tím, že skladové zásoby jsou optimálně plánovány a doplňovány v závislosti na jejich spotřebě ve výrobním procesu. Tímto je zajištěný koloběh neustálého mapování stavu zásob na pracovištích. Zavedením tohoto nástroje je v podniku zajištěná plynulost výroby s minimálními zásobami, snížení kapacity skladu, snížení plýtvání, čímž je daná především efektivita a vysoká produktivita výrobního procesu. Další výhodou je zvýšení úrovně při plnění termínů, s čímž úzce souvisí spokojenost zákazníků. Důležitým předpokladem pro zavedení nástroje KANBAN do společnosti je rovnoměrný tok materiálu. Aby tento systém pracoval efektivně, je nutné, aby výroba byla vyrovnaná a nevyskytovaly se zde přílišné výkyvy. (18)

## 2.8 Postupy pro aplikaci Lean přístupu

Dnešní manažeři se často snaží aplikovat složité nástroje a technologie na řešení problémů, jež lze vyřešit zdravým rozumem a s nízkými náklady. Musí se odnaučit snaze používat čím dál tím složitější techniky při řešení každodenních problémů.

Lean se uplatňuje buď ve formě Kaizen nebo s využitím Demingova cyklu. Kaizen je japonský přístup (Kai = „změň vše“, Zen = „ke prospěchu všech“), který vychází z předpokladu, že změny, které jsou prováděny pravidelně a po malých přírůstcích přinášejí významné zlepšení procesů. (24) Kaizen je systém kontinuálního zlepšování ať už v osobním, sociálním, ale i pracovním životě zahrnující jak dělníky, tak i manažery. Kaizen je způsob života, životní filozofie, která se nedá mechanicky přenést do jiného prostředí. Tento systém vyjadřuje úsilí o neustálá zlepšení v podniku, která se však nerealizují jednorázovými velkými inovačními skoky, ale zdokonalováním i těch nejmenších detailů. Někdy se o tomto systému hovoří ve spojení Gemba Kaizen. V podnikání je Gemba místo, kde se vykonává daná činnost nebo proces, který chceme zlepšovat – ve výrobním podniku je to místo, kde se vytvářejí výrobky nebo služby.

Činnosti v podniku lze rozlišit na (19):

- Udržovací;
- Zlepšovací.

Udržovací činnosti zabezpečují dosahování plánované výkonnosti především dodržováním standardů. Zlepšovací činnosti jsou ty, jejichž cílem je zvyšovat výkonnost. Zlepšovací a udržovací činnosti jsou vzájemně paralelní. Stejně tak, jako musíme udržovat výkonnost na požadované úrovni, musíme hledat i nové metody, nové technologie nebo nejefektivnější organizaci. (24)

Druhý způsob uplatnění Lean principů, jak již bylo zmíněno je Demingův cyklus PDCA. Tento cyklus je souhrnem čtyř kroků, které vedou ke zlepšení. PDCA je zkratka anglických slov Plan, Do, Check, Act, které v překladu znamenají, Plánuj, Dělej, Zkontroluj, Jednej. Tato metoda se používá u větších zlepšovatelských programů a komplikovaných procesů (18).

Lean je o neustálém zlepšování a snaze o dokonalost. I když je organizace úspěšná, vždy je prostor pro zlepšení, inovace, menší plýtvání.

Nejčastěji by měly být sledovány tyto ukazatele (19):

- Včasnost dodávky;
- Obrátkovost skladových zásob;
- Výrobní cyklus;
- Náklady na jednotku produkce;
- Kapacita procesu;
- Průtok kritickým místem procesu;
- Kvalita výstupních výrobků.

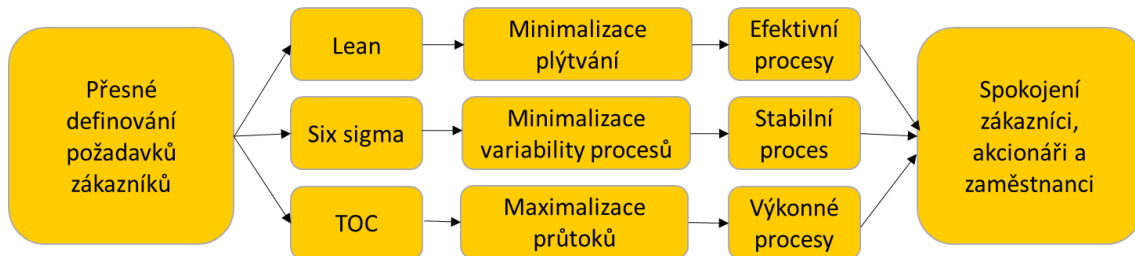
Existují mnohé další přístupy, které se v podnicích implementují v posledních letech. Dva z nich mají velice blízko ke štíhlému podniku:

- Six Sigma;
- Teorie omezení (TOC – Theory of Constraints).

V posledních letech se prosazuje také koncept Lean Sigma nebo Lean Six Sigma. Oba koncepty částečně splývají, ale je nutné podotknout, že přístupy Six Sigma se masově prosadily v USA, ale do Japonska téměř nepronikly. (19) České a Slovenské podniky dokázaly v posledních letech úspěšně aplikovat uvedené přístupy, ale až po jejich částečném přizpůsobení našemu prostředí. Uvedené koncepty se obohacují v (19):

- Lean se orientuje na systematickou eliminaci plýtvání z podnikových procesů a maximalizaci přidané hodnoty;
- Lean, Six sigma a TOC se dívají na podnik očima zákazníka a snaží se při minimálních nákladech splnit jeho požadavky;
- Six sigma usiluje o systematickou redukci variability procesů a zvyšování jejich výtěžnosti. Nejde přitom jen o rozptyl v oblasti kvality, ale i o stabilizaci času a dalších parametrů, které jsou nezbytné pro synchronizaci procesů ve štíhlé podniku/ výrobě;

- Six sigma i TOC poskytují propracovaný systém na řízení změn. V Six Sigma je propracované řízení projektů změn a systém řešení problémů DMAIC.



Obrázek 11 - Spojení principů Lean, Six Sigma a TOC

(zdroj: (19), zpracováno autorkou)

### 3 Six Sigma

Six Sigma je komplexní metoda řízení a podobně jako Lean je označována spíše jako filosofie, kterou musí podnik přijmout. Metodologie Six Sigma se zaměřuje na zvyšování hodnoty dodávané zákazníkům a celkovou efektivitu procesů. (25) Rozlišuje potenciální a skutečnou kvalitu, tedy to, čeho by se mělo dosáhnout a to, čeho proces skutečně dosahuje. Přístup Six Sigma by tedy měl pomáhat podnikům vyrábět lepší produkty s minimem závad, tedy minimalizovat variabilitu výstupů procesu a zároveň proces zrychlit a omezit plýtvání. (26) Six Sigma se zaměřuje na zlepšování efektivity procesů prostřednictvím jejich výstupů. Jedná se rovněž o manažerský přístup, kdy jednotlivé zlepšovací týmy navrhuji a implementují procesní změny.

Six Sigma pracuje s cyklem DMAIC, který je složen z pěti fází – Define, Measure, Analyse, Improve, Control, česky Definování, Měření, Analýza, Zlepšování, Kontrolování. (25) Tento cyklus se zaměřuje na hledání příčin, které ovlivňují výsledky procesu. Příčiny se často značí X, výsledky Y. Vztah mezi příčinami a výsledky je pak vyjádřen jako funkce  $Y = f(x)$ . (26)

Six Sigma vyjadřuje zaměření na zákazníka tzv. kritickou hodnotou, tedy kvantifikovanou úrovní určité vlastnosti produktu či služby. Kritická hodnota

vyjadřuje, co je třeba zlepšit. Podle toho jsou pak nastaveny procesy tak, aby byl zákazník spokojen. Tyto kritické hodnoty mají velmi často zkratku CTx, tedy „critical to something“. Jsou to hodnoty kritické vzhledem k nějakému faktoru. V praxi se používá např. CTQ – critical to quality, CTT – critical to time, CTD – critical to delivery, CTP – critical to price. (26) Nejčastěji je uváděna určitá mez, která nesmí být překročena. Six Sigma využívá statistické metody, které aplikuje do procesů prostřednictvím následujících tří konceptů (18):

1. Veškeré činnosti jsou vykonávány v rámci vzájemně propojených procesů, které jsou klíčové z pohledu vytváření hodnoty odpovídající potřebám zákazníků. Procesy jsou na sebe navázány, tvoří složité celky a skládají se z menších částí – subprocesů. Pokud chceme změnit výrobní kapacity, zvýšit kvalitu, či jinak změnit výstupy, je třeba se nejprve zabývat procesy, které tyto hodnoty vytváří.
2. Odchytky od standardu jsou v procesním toku obvyklé, musí být, ale měřena jejich velikost, četnost a rozložení, aby bylo možné proces upravit. Základem pro vytvoření poznání je zkoumání procesů a jejich vzájemnou interakci.
3. Prostřednictvím snížení variability procesu se dosahuje jeho větší předvídatelnosti, snazšího plánování výkonu, zdrojů a lepší říditelnosti. Odchytky v procesu mohou být náhodné nebo opakující se, způsobeny určitými vlivy nebo jejich původ není známý.

Skutečná síla Six Sigma je ve využití mnoha metod společně s manažerským zaměřením k vytvoření organizované sítě aktivit, které slouží jako podpora pro trvalé zlepšování a redukci variability výstupů. Six Sigma by měla být širokým spektrem nástrojů, které organizace může uplatnit k vyřešení již identifikovaných problémů tak, aby bylo dosahováno zlepšování. Naučit se efektivně používat tyto nástroje vyžaduje čas a zkušenosti a vede k vytvoření funkcí, kterým se říká „belts“. Typicky se používají pozice White Belt, Yellow Belt, Green Belt, Black Belt a Master Black Belt. (25)

### **3.1 Historický vývoj**

Aby byla pozice Six Sigma v oblasti managementu kvality více zřejmá, je třeba se podívat na historický vývoj přístupů ke kvalitě v posledních desetiletích.

V letech 1979-1981 začaly vznikat v Japonsku tzv. „kroužky kontroly kvality“. (27) Týmy zlepšování kvality jsou malé skupinky tvořené zaměstnanci firmy. Od poloviny 80. let 20. století se začínají častěji používat metody SPC, tedy Statistical Process Control, česky statistická regulace procesu. Tato metoda využívá statistické metody k měření procesů. V roce 1987 začala být tato metoda nahrazována konceptem ISO, který je v současné době využíván. ISO je sada mezinárodních standardů v oblasti managementu kvality, které organizacím slouží k vytvoření efektivního systému kvality. Tyto standardy nejsou specifikovány pro určitá odvětví, průmysl či produkty. Byly zavedeny Mezinárodní organizací pro standardizaci (ISO), byly revidovány v roce 2000 a 2015. Nyní je používán ISO 9000 (standardy), 9001 (doporučení) a 9004 (trvalé zlepšování). (18)

V letech 1996-1997 přichází tzv. Reengineering, který je průlomovým přístupem zahrnujícím restrukturalizaci celé organizace a jejích procesů. Paralelně s tímto přístupem vzniká od konce 80. let benchmarking, který je zlepšujícím procesem, během něhož organizace měří svou výkonnost podle nejlepších organizací ve svém oboru, zjišťuje, jak dosáhly své výkonnosti a snaží se poznatky použít ke svému zlepšení. Benchmarking se používá při srovnávání strategií, operací, procesů a procedur. (18)

Během devadesátých let se začala rozšiřovat metoda Balanced Scorecard, kdy manažeři na všech úrovních monitorují své výsledky v klíčových oblastech. Od roku 1987 do současnosti se také uplatňuje tzv. kritérium Baldrigovy ceny. Toto ocenění, založené americkým Kongresem, má za cíl zvýšit povědomí o managementu kvality a zviditelnění společností, které úspěšně svůj systém kvality zavedly. Každý rok se udělují dvě ceny, a to v následujících oblastech: výrobní společnost, společnost poskytující služby, malé společnosti, vzdělávání a zdravotní péče. Cena je pojmenována po ministrovi obchodu a velkém propagátorovi managementu kvality, Malcolmu Baldridgeovi. (18)

V roce 1995 se začíná objevovat metodologie Six Sigma a od roku 2000 Lean přístup.

### **3.2 Moderní Six Sigma**

V roce 1988 obdržela firma Motorola výše zmiňovanou Baldrigovu cenu. V té době měla zájem prodávat autorádia do společnosti Ford Motor Company. Nákupní oddělení Fordu tehdy právě zavádělo nový proces nazvaný Supplier Quality Improvement (SQI), česky zlepšování dodavatelské kvality, týkající se vztahu k externím dodavatelům z výrobního sektoru. Ford zavedl proces plánování kvality používající AQP (Advanced Quality Planning) za účelem zvýšit kvalitu dodavatelů v automobilovém průmyslu. Tato snaha byla předchůdcem dnešního APQP (Advanced Product Quality Planning). Motorola prezentovala svou novou metodologii nazvanou Six Sigma, která byla považována za způsob, jak dosáhnout z úrovně odpovídající Baldrigově ceně na úroveň Ford SQI senior quality engineer, který může hodnotit Six Sigma metodologii ve vztahu k nejvyšší ceně Ford nazvané Ford Q1 a Q-101. Manažerovi kvality ze společnosti Ford se koncepce Motoroly líbila, s výjimkou jedné skutečnosti. Ze začátku byl Six Sigma proces popisován jako  $\pm 3$  směrodatné odchylky. Požadavek Fordu byla hodnota Cpk větší než 1,33 pro stávající procesy a Cpk větší než 1,67 pro procesy nově začínající. Později se ukázalo, že došlo k nedorozumění a špatnému pochopení ze strany Fordu, v Six Sigma procesu se uvažuje interval  $\pm 6$  sigma. To se však zjistilo až po oficiálním představení této metodologie, a Motorola tak zakázku nedostala. (28)

Six Sigma je strukturovaný proces s vysokým stupněm disciplíny navržený tak, aby dodával perfektní produkty a služby bez výkyvů. Zlepšování zaměřuje na hledání chyb v procesech a jejich eliminování. Dnes je Six Sigma spojována s hodnotou Cpk  $> 2$ , která je považována za výkonnost světové třídy. (28)

Na přístup Six Sigma se lze dívat jako na (19):

1. Filozofii – veškerá činnost je vyjádřena procesy, které mohou být definovány, měřeny, analyzovány, zlepšovány a kontrolovány (cyklus

- DMAIC). Procesy mají vstupy a výstupy. Pokud kontrolujeme vstupy, budeme mít pod kontrolou i výstupy, což je vyjádřeno funkcí  $y = f(x)$ .
2. Sadu nástrojů – Six Sigma je sada nástrojů zahrnujících jak kvalitativní, tak kvantitativní techniky sloužící ke zlepšování procesů. Mezi tyto nástroje patří řada dalších, např. SPC, kontrolní tabulky, analýza FMEA a mapování procesů.
  3. Metodologii – základem Six Sigma je dle tohoto úhlu pohledu cyklus DMAIC. DMAIC zahrnuje kroky, které by měla organizace dodržovat. Na začátku tohoto cyklu je definování problému, na jeho konci pak implementace dlouhodobě udržitelného řešení.
  4. Měření – výkonnost na úrovni Six Sigma znamená 3,4 vady na milion příležitostí.

Definice a úhlů pohledů na Six Sigma je více, ale všechny se shodují v následujících bodech (25):

- Práce v týmech na přesně definovaných projektech, které mají přímý vliv na organizaci;
- Trénink a školení klíčových osob (Black beltů) na statistické metody a projektový management;
- Důraz na cyklus DMAIC při řízení projektů;
- Manažerské prostředí, které podporuje veškeré tyto iniciativy jako podnikatelskou strategii;
- Neustálá snaha o snižování variability procesů.

### **3.3 Cyklus DMAIC**

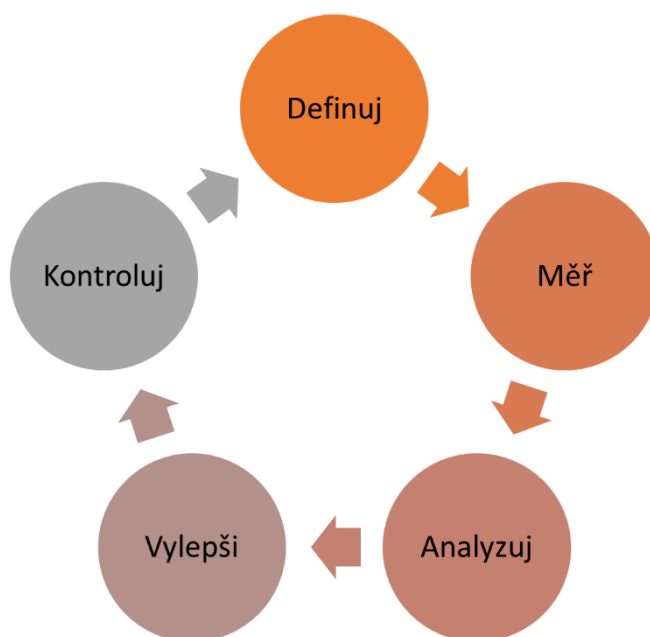
DMAIC je zkratkou anglických slov Define, Measure, Analyse, Improve a Control, česky definuj, změř, analyzuj, zlepšuj a kontroluj. (19) Těchto pět kroků je podmínkou aplikace Six Sigma přístupu. Klíčovým faktorem je v každé fázi mít dostatek zdrojů a času, aby bylo dosaženo trvalého zlepšení. Každý v organizaci by se měl stát součástí Six Sigma projektu a hledat na svém pracovišti příležitosti ke zlepšení.

Co se pod jednotlivými kroky cyklu DMAIC skrývá (29):



- Define – identifikování příčiny vedoucí k nespokojenosti zákazníka;
- Measure – sběr dat z procesu;
- Analyse – zkoumání dat a hledání příčin variability;
- Improve – zlepšení procesu;
- Control – kontrola procesu a udržování změn.

V každé fázi cyklu DMAIC je možné si vybrat z mnoha metod a nástrojů. V následujících podkapitolách jsou uvedené některé z metod a nástrojů, které jsou k dispozici.



Obrázek 12 - Cyklus DMAIC

(Zdroj: (19), zpracováno autorkou)

### 3.3.1 Fáze definování

V první fázi cyklu DMAIC je důležité popsat stávající proces a definovat problém. Zároveň se fáze definování zaměřuje na nalezení a pojmenování cílů zlepšovateľského projektu. Cíle musí být popsány konkrétně a měly by být kvantifikovány. Ve fázi definování je možné použít např. některé z těchto nástrojů (29):

- Projektová karta;
- IS / IS NOT (JE/NENÍ);

- Analýza SIPOC;
- VOC – Voice of customer (Hlas zákazníka);
- Nastavení cílů a CTQ (Critical to Quality).

Klíčovým nástrojem pro fázi definování je Six Sigma projektová karta (Six Sigma project charter). Tato karta je předpokladem úspěšného projektu a je vzájemnou dohodou mezi projektovým týmem a sponzorem. Veškeré změny v projektu jsou tedy konzultovány jak týmem, tak i sponzorem (citace). Karta projektu vlastně říká co, proč, jak, kdy a kde se bude dělat. Obsahem karty projektu jsou (29):

- Popis problému;
- Cíl projektu vč. vhodně zvoleného názvu projektu;
- Rozsah projektu;
- Způsoby měření, jakými budou cíle vyhodnocovány;
- Kdo je sponzorem;
- Kdo jsou členové týmu;
- Časový rozvrh projektu – datum zahájení, předpokládané datum ukončení projektu;
- Ostatní požadavky a zdroje.

Všechny tyto aspekty projektu jsou navzájem provázány. Při zvětšení rozsahu projektu se tedy zvětší i časový rámec a rozpočet atd.

Jednou z dalších metod používaných ve fázi definování projektu je analýza IS/IS NOT. Je to jedna z nejučinnějších metod, jak vymezit definici a rozsah projektu. Je také přínosem pro ostatní fáze DMAIC.

IS/ IS NOT analýza napomáhá určit:

- Geografické vymezení projektu;
- Co bude a nebude projekt zahrnovat;
- Interní a externí příležitosti pro benchmarking;
- Rovnovážné hodnoty měření;
- Rozdíl mezi klíčovými členy týmu a rozšířeným týmem;
- Meze, ve kterých by měl být rozsah projektu.

V rámci této metody lze sestavit tabulku, kde jsou v řádcích jednotlivé činnosti nebo osoby zainteresované do projektu, a která má dva sloupce – IS a IS NOT, v překladu tedy je a není. Tabulku pak vyplňujeme dle toho, zda daná činnost je nebo není předmětem zlepšení (29).

Na analýzu IS / IS NOT navazuje analýza SIPOC a jednotlivá písmena jejího názvu představují počáteční písmena slov: Supplier, Input, Process, Output a Customer, tedy dodavatel, vstup, proces, výstup a zákazník. (19) Často se může stát, že projekt má tolik aspektů a bodů, že některé z nich by mohly být vynechány, nebo naopak se tím zabývá úkoly, které nejsou zcela v mezích projektového rámce. Vzniká tedy nutnost projekt diferencovat na jednotlivé aspekty. Výstupem je tabulka, která má za úkol zpřehlednit proces. Tabulka se tvoří tak, že ve sloupcích jsou jednotlivé aspekty, tedy S, I, P, O a C, a v řádcích jednotlivé kroky procesu. (29)

Dalším nástrojem je metodika Voice of customer (VOC), pomocí které získáváme cenné informace od zákazníků, a to jak interních, tak externích. Je to proces sloužící k zachycení požadavků zákazníků a zpětné vazby, který má za cíl zlepšit zákaznickou kvalitu. Cílem je být neustále proaktivní a inovativní a držet krok se zákazníky

Zdroje pro sběr hlasu zákazníka jsou (18):

- Ankety a dotazníky;
- Reklamace a stížnosti;
- Průzkumy;
- Pozorování;
- Reporty.

V části definování procesu by měly být definovány konkrétní cíle a stav po dosažení zlepšení. Důležité je používat slova jako „eliminovat“, „redukovat“, „zvýšit“, „snížit“ atd. a přidat také měřitelné hodnoty, tedy časové a číselné údaje. CTQ neboli Critical to Quality jsou měřitelné výstupy z procesu, jež musí být splněny dle standardů a specifikací tak, aby byl zákazník spokojen. Výstupy

tedy přímo reprezentují charakteristiky výrobků nebo služeb, které interní či externí zákazník požaduje. (29)

### **3.3.2 Fáze měření**

Ve fázi měření již kvantifikujeme konkrétní problém a analyzujeme klíčové charakteristiky procesu, na základě, kterých jsme schopni tento proces zlepšovat.

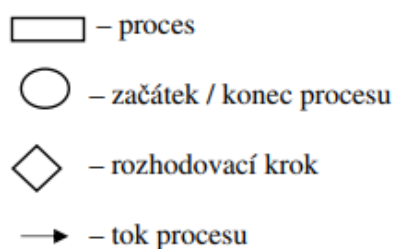
Fáze měření zahrnuje několik dílčích kroků (19):

1. Definování procesu – proces, který je zkoumán, by měl být zcela jasně definován;
2. Definování způsobu měření – je nutné vybrat takovou metodu, která bude spolehlivá vzhledem k požadovaným výstupům projektu;
3. Stanovení základní linie procesu – kvantifikování aktuálních provozních výsledků jako prostředků k ověření předem definovaných potřeb a k přesnému odůvodnění výsledků zlepšení;
4. Vyhodnocení systému měření – slouží ke z hodnocení spolehlivosti dat pro zaznamenání smysluplného zhodnocení.

Ve fázi měření jsou nejčastěji používané tyto nástroje:

- Vývojové diagramy;
- Generování kořenových příčin;
- Měření způsobilosti procesu;
- Benchmarking.

Vývojové diagramy jsou vhodným nástrojem pro mapování a zlepšování procesů. ISO 9001 definuje proces jako soubor vzájemně provázaných aktivit, které mění vstupy na výstupy. (18) Proces je snadněji pochopitelný, když je vyjádřen vývojovým diagramem. V diagramu je vyznačen začátek a konec procesu, jednotlivé aktivity, rozhodovací body, odpovědnosti a často také dodatečné informace o nákladech, typech vad, které se mohou vyskytnout, pravděpodobnosti vad atd.



Obrázek 13 -Symboly vývojových diagramů

(Zdroj: (19))

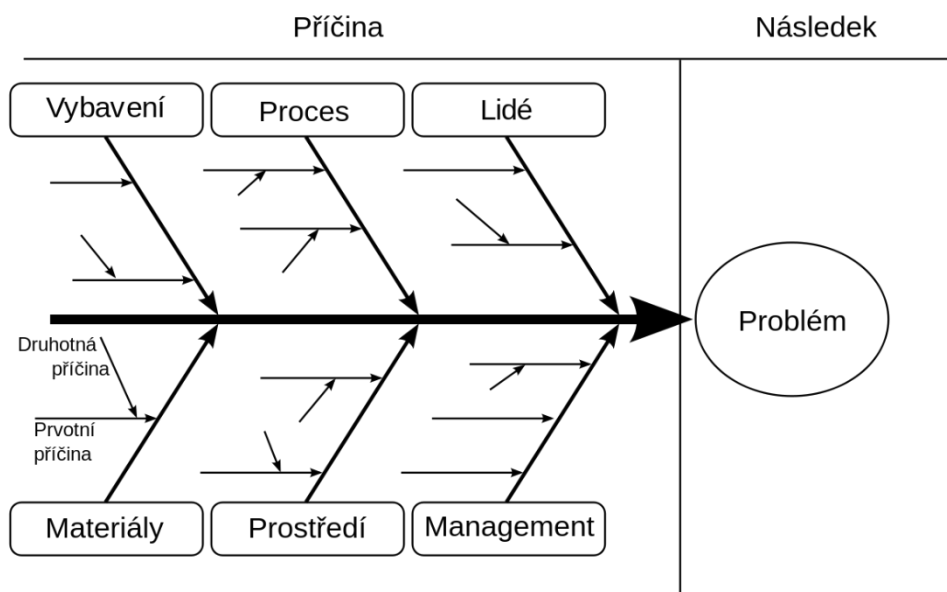
Při tvorbě vývojových diagramů by měly být dodržovány následující kroky:

- Proces musí být ohraničen (vstupy a výstupy, dodavatel a zákazník atd.;
- Jednotlivé kroky procesu by měly být určeny formou brainstormingu nebo v případě již existujícího procesu popsány, jak jsou za sebou;
- Pořadí aktivit by mělo odpovídat skutečnosti, je třeba zaznačit i procesy, které probíhají paralelně a také alternativní postupy;
- Vždy by měla být dodržována ustanovená symbolika, jak je popsáno výše.

Při hodnocení mapy procesu si všímáme:

- Příležitostí pro automatizaci;
- Manipulace s materiálem;
- Zdvojení;
- Nadbytečných činností;
- Rozhodnutí;
- Zpoždění;
- Příležitosti pro redukci plýtvání.

Nástrojem pro odhalování kořenových příčin je Ishikawův diagram (Rybí kost, diagram příčin a následků). Na pravé straně, v místě „hlavy ryby“, je problém, který je třeba vyřešit a jednotlivé „kosti“ jsou faktory, které tento problém ovlivňují. Těmito faktory mohou být procesy, lidé, prostředí, materiál vybavení a management.



Obrázek 14 - Ishikawův diagram

(Zdroj: (19))

Tento diagram slouží k hledání příčin problému a bývá často předmětem brainstormingu. Na každou z těchto příčin bychom se měli ptát otázkou „Proč?“, angl. „Why?“. Pro hlubší analýzu kořenových příčin můžeme použít metodu 5x Proč (5WHY). Tato metoda pomocí pěti na sebe navazujících otázek a jejich odpovědí dokáže poměrně rychle najít příčinu problému. (18)

Před ověřováním, zda je proces způsobilý, je potřeba provést sběr dat, která budou kvalitní a ve shodě s definicí, která určuje, jakým způsobem budou data shromažďována. Na základě takto nasbíraných dat můžeme provést měření způsobilosti procesu. Způsobilost procesu je kvantitativní vyjádření toho, zda proces splňuje požadavky zákazníka nebo ne. Způsobilost můžeme vyjádřit několika způsoby. V případě, že máme k dispozici data diskrétní, použijeme indexy PPM – Parts per million (Počet dílů na jeden milion) a DPMO – Deffects per million opportunities (Počet vad na milion příležitostí). (28)

$$DPMO = \frac{1\,000\,000 * \text{počet vad}}{\text{počet jednotek} * \text{počet příležitostí k vadám na jednotku}} \quad (2)$$

V případě spojitéch dat, tedy takových, která vyjadřují určitou konkrétní hodnotu, použijeme indexy způsobilosti  $C_p$  a  $C_{pk}$ . (28)

$$C_p = \frac{USL - LSL}{6s} \quad (3)$$

Kde:

$C_p$  – index způsobilosti;

USL a LSL – toleranční meze;

$s$  – směrodatná odchylka.

Směrodatnou odchylku počítáme podle vztahu:

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (4)$$

Předpokladem je, že data pocházejí z normálního rozdělení. Nejprve je tedy nutné vhodnými testy tuto skutečnost ověřit. Six Sigma způsobilost odpovídá hodnotě  $C_p = 2$ , což lze považovat za nutnou podmínku Six Sigma procesu.

Nevýhodou je to, že  $C_p$  nezohledňuje polohu střední hodnoty. K tomu nám však poslouží index  $C_{pk}$ , který vypočteme ze vztahu (26):

$$C_{pk} = \min \left\{ \frac{USL - \bar{x}}{3s} ; \frac{\bar{x} - LSL}{3s} \right\} \quad (5)$$

Kde:

$\bar{x}$  - průměrná hodnota  $x$ ;

$\bar{\bar{x}}$  - průměr z hodnot  $\bar{x}$ .

Ve spojitosti s DPMO se často hovoří o tzv. Sigma úrovni procesu. Sigma úroveň měří, kolikrát se směrodatná odchylka rozdělení znaku vejde do vzdálenosti jedné z mezí tolerančního intervalu od střední hodnoty rozdělení. Pokud Sigma úroveň klesne, znamená to, že roste podíl vadných jednotek. Čím nižší metrika Sigma, tím horší kvalita. Převodová tabulka pro DPMO a Sigma úroveň je uvedena v tabulce č. 1.

Sigma úroveň	DPMO
2 $\sigma$	308'537.0
3 $\sigma$	66'807.0
4 $\sigma$	6'210.0
5 $\sigma$	233.0
6 $\sigma$	3.4

Tabulka 1 - Převodová tabulka pro DPMO a Sigma úrovně

(Zdroj: (27) , zpracováno autorkou)

Benchmarkingu je nepřetržitý a systematický proces porovnávání a měření vlastních procesů a produktů s vhodnými partnery za účelem definování cílů vlastních aktivit. (27) Je to také možnost, jak získat informace, které by jinak zůstaly nepovšimnuty. Zároveň napomáhá nalezení objektivního ukazatele měření vlastní výkonnosti. Řadí se mezi nejúčinnější procesy získávání podnětů k vlastnímu zlepšování. Benchmarking bývá interní nebo externí, v závislosti na tom, zda porovnáváme mezi sebou jednotlivé procesy uvnitř firmy nebo zda se srovnáváme s ostatními subjekty. Pravidla Benchmarkingu nejsou jednoznačně definována. Nejčastěji se však skládá z 10 kroků ve 4 fázích.

Fáze a kroky jsou rozdělené dle těchto bodů:

1) Plánování:

- a. Identifikace objektu Benchmarkingu;
- b. Identifikace partnerů pro Benchmarking;
- c. Výběr metody sběru dat;
- d. Sběr dat.

2) Analýza:

- a. Vyhodnocení dat;
- b. Definování budoucí úrovně vlastní výkonnosti.

3) Integrace:

- a. Komunikace výsledků;



b. plánování cílů zlepšování.

4) Realizace:

a. realizace cílů zlepšování;

b. realizace úrovně výkonnosti.

### **3.3.3 Analýza**

Nástroje a metody používané ve fázi analýzy umožňují identifikovat klíčové informace o vadách produktů či procesů. V této fázi jsou identifikovány možné kořenové příčiny způsobující variabilitu procesu. Fáze analýzy se skládá ze dvou hlavních částí. (29) V první části dochází k analýze dat, jejich variability, definování hladiny významnosti (p-value) a závislosti či korelace dat. Druhá část se věnuje testování hypotéz, významnosti, rozptylu, analýze rozptylu.

V první fázi lze využít korelační analýzu k identifikaci vad. Korelace je vztah mezi dvěma nebo více soubory dat. Může být mírná, střední či silná a dle směru je buď pozitivní, nebo negativní. Aby byla nalezena korelace, je zapotřebí nezávislá proměnná (x) a druhá proměnná (y), která se chová jako závislá na x. Ke stanovení síly a směru korelace slouží tzv. koeficient korelace (r). (29)

V druhé fázi analýzy, při testování statistických hypotéz, se používá hodnota p-value. Hodnota p-value určuje, zda bude hypotéza přijata nebo zamítnuta na dané hladině významnosti  $\alpha$ . Pro toto rozhodnutí srovnáváme p-value s hladinou  $\alpha$ , která ve většině případů odpovídá hodnotě 0,05. Na základě toho, zda je p-value větší či menší než 0,05 je možné zamítnout či přijmout nulovou hypotézu. Platí, že pokud je p-value  $> 0,05$ , hypotéza  $H_0$  je zamítnuta, pokud je naopak p-value větší než tato hodnota, hypotéza  $H_0$  je přijata. (26)

Mezi další nástroje používané v této fázi cyklu DMAIC patří např. Paretova analýza. (19) Paretovo pravidlo nebo Pravidlo 80 / 20, je analytická technika, která pomáhá zjednodušit a zacílit řízení a rozhodování. Příklady využití této techniky jsou například:

- 80 % příjmů podniku pochází od 20 % zákazníků;
- 20 % výrobků generuje 80 % zisku;

- 20 % možných příčin generuje 80 % problémových situací např. ve výrobě.

Obecně lze Paretovo pravidlo 80/20 vyjádřit tak, že 20 % příčin způsobuje 80 % výsledků. (18)

### **3.3.4 Fáze zlepšení**

Ve fázi zlepšení jsou již známy kořenové příčiny problémů a dochází ke zlepšovacím krokům. Jednou z často užívaných metod je plánování experimentů, anglicky Design of Experiments (DOE). (18) Jedná se o strukturovanou, organizovanou metodu, která je používána k určení vztahu mezi různými faktory ovlivňující proces a výstupem z procesu. Cílem experimentu je zjistit, jaký vliv mají nezávisle proměnné veličiny (tzv. faktory) na veličiny závisle proměnné. V této fázi také hojně dochází k používání nástrojů Lean, ačkoli se nemusí jednat o Lean Six Sigma projekt. V rámci standardizace procesu, tedy jeho nastavení tak, aby zlepšení bylo udržitelné, se často používá metoda 5S. Ta zefektivní práci a zamezí plýtvání.

Dalším z nástrojů fáze zlepšení je například Kaizen, který je také využíván v rámci Lean přístupu. (19) Cílem tohoto nástroje je neustálé zlepšování, které by mělo jít „zespodu“, tedy od zaměstnanců zainteresovaných v jednotlivých fázích procesu. Je vhodné znovu vytvořit vývojový diagram, tentokrát již změněného procesu, či sestavit znovu SIPOC diagram a ověřit, zda je proces vhodně nastaven.

### **3.3.5 Fáze kontroly**

Ve fázi kontroly je nutné ověřit, zda byl proces správně implementován a zavedená opatření jsou stabilní. Pro tyto účely se hojně využívá statistických metod, např. analýzy způsobilosti procesu. Je vhodné sestavit rovněž kontrolní plán. Jedná se o dokument, který obsahuje veškeré kroky v novém procesu, jejich časové rozvržení, zodpovědné osoby atd.

Mezi další nástroje užívané ve fázi kontroly patří např. statistická regulace procesu (SPC). (19)

## 4 Lean Six Sigma

Metodologie Lean Six Sigma je přístupem, který je celosvětově zaváděn v organizacích, pro které je kvalita produktů či služeb a s ní spojená spokojenost zákazníků na prvním místě. Lean Six Sigma přístup je kombinací těch nejlepších myšlenek a principů dvou metodologií – Lean a Six Sigma. (19) Všechny organizace by se měly neustále zlepšovat v oblastech kvality, nákladů, dodávek, spokojenosti zákazníků. Cílem by mělo být zlepšení implementovat a udržet jej. Pro tyto účely slouží právě přístup Lean Six Sigma, který kombinuje výhody Lean i Six Sigma, tedy DMAIC cyklus, analytické a statistické nástroje, zaměření na zákazníka, omezování plýtvání. Principy Lean Six Sigma (18):

- Definování hodnoty z pohledu zákazníka;
- Popsání toku hodnot a eliminace plýtvání a rozptylu;
- Vytvoření hodnotového toku podle tahu zákazníka;
- Zapojení a motivace pracovníků firmy;
- Neustálé zlepšování a rozvoj znalostí – učící se společnost.

Lean Six Sigma zefektivňuje například (19):

- Klíčové ukazatele výkonnosti;
- Řízení procesů, zejména jejich navržení, zlepšení a kontrolu;
- Zlepšení napříč různými odděleními od výroby, přes služby až po administrativní procesy;
- Dosažení finančních cílů a úrovně rozpočtu.

### 4.1 Srovnání Lean a Six Sigma přístupu

Následující tabulka č. 2 srovnává přístupy Lean a Six Sigma dle základních kritérií a velmi přehledně ukazuje nejzásadnější rozdíly a společné znaky. (18)

	Lean	Six Sigma
Záměr	Efektivní vytvoření hodnoty, která je definována na základě znalosti požadavku zákazníka.	Efektivní zajistění kvality, která je vymezena kritickými vlastnostmi předmětu podle definice zákazníka.
Cesta	Odstranění plýtvání.	Snížení variability.
Předmět zkoumání	Horizontální pohled na zkoumání a souhrn procesních toků.	Vertikální pohled na vyhledávání a eliminaci problémových míst v procesech.
Hlavní předpoklady	Odstranění plýtvání ovlivní celkovou výkonnost procesu, opakovaná malá zlepšení přinášejí jistější úspěchy a méně rizik než jedna rozsáhlá změna.	Odstranění variability procesu zvýší celkovou kvalitu jeho výstupů, poznání vycházející z faktů je obrovskou hodnotou.
Nejvýraznější přínos	Zkrácení doby trvání procesu.	Zvýšená uniformita výstupů procesu.
Další přínosy	Omezení plýtvání, zrychlený průchod, snížení provozních zásob, řízení prostřednictvím měření procesů, zvýšená kvalita zajištěná prostřednictvím zlepšování toku činností.	Omezení variability výstupů, stabilita kvality výstupů, snížení provozních zásob, řízení prostřednictvím měření chybovosti, zvýšená kvalita zajištěná prostřednictvím odstraňování rušivých vlivů.
Organizace cyklu projektu	Cyklický/ iterativní PDCA, PDSA, naplánuj – udělej – zkontroluj – zasáhni.	Přímý DMAIC, definuj – měř – analyzuj – zlepšuj – kontroluj.
Organizace týmu	Integrované zlepšovateľské týmy.	Integrované zlepšovateľské týmy s doporučenou strukturou rolí.
Klíčové projekty	Mapování a měření procesních toků, měření procesních toků.	Měření výskytů a četností, analýzy příčin a důsledků.

Tabulka 2 - Srovnání Lean a Six Sigma přístupu

(Zdroj: (18), zpracováno autorkou)

Z tabulky č. 2 je zřejmé, že obě metodologie považují za klíčový faktor úrovně kvality spokojenost zákazníka. Zatímco Six Sigma se soustředí na hledání příčin variability a na jejich odstranění, Lean si klade za cíl omezit plýtvání. Hlavním cílem Lean přístupu je zkrácení doby trvání procesu prostřednictvím omezení plýtvání, Six Sigma se zaměřuje na zvýšení uniformity výstupů, tedy na minimalizaci variability. Obě metodologie mají ale společný pohled na velikost provozních zásob, obě se snaží o jejich minimalizaci. Odlišnost je pak v krocích při aplikaci jednotlivých metodologií. Lean přístup využívá cyklus PDCA, tedy Plánuj – Udělej – Zkontroluj – Zasáhni. Six Sigma přichází s pětikrokovým DMAIC cyklem s fází definování, měření, analýzy, zlepšování a kontroly. Zlepšovateľské týmy se v případě aplikace Lean přístupu soustředí na procesy a jejich zefektivnění, u Six Sigma metodologie měří četnosti a výskyt vad, analyzují příčiny a jejich důsledky. Lean projekty jsou obvykle menší, méně rizikové a snadněji se aplikují, u Six Sigma je tomu naopak.

V rámci teoretické části je také třeba zdůraznit nutné předpoklady úspěšného zavedení těchto přístupů. Jedná se tedy zejména o (19):

- Orientaci na zákazníka – klíčovým faktorem pro zlepšování procesu je znát požadavky zákazníka na produkt či službu, kterou organizace poskytuje. Zlepšení pak bude zaměřeno na uspokojení těchto požadavků;
- Podnikovou kulturu – je nutné, aby přístupy Lean a Six Sigma byly hluboce zakořeněny v podnikové kultuře a akceptovány vedením;
- Zapojení managementu – pokud má být projekt úspěšný, musí být schválen a podporován vedením. Management rovněž hraje roli v zavádění nezbytných změn a následné kontrole;
- Koordinovaný růst znalostní základny – organizace by měla udržovat a rozvíjet strukturu „beltů“, kteří jsou nositeli znalostí a pomáhají s aplikací projektu i následným udržováním změn;
- Strukturovaný metodický přístup – Six Sigma i Lean Six Sigma pro úspěšnou aplikaci vyžadují dodržování jednotlivých kroků cyklu DMAIC;

- Rozhodování na základě faktů – velký význam má měření, všechny cíle musí být jasně stanoveny, aby bylo možné je po skončení projektu ověřit. Data pro měření musí být spolehlivá a pečlivě vyhodnocena. Zlepšení by mělo být měřitelné rovněž finančně, je proto nutná vazba na finanční údaje.

Finančními přínosy zejména Lean Six Sigma projektů jsou úspory. Ty se rozdělují na přímé a nepřímé (18):

- Přímé úspory – jasné vyjádření snížení potřeby pracovníků, snížení nákupů atd. Tyto úspory se zpravidla promítají do cen výrobků či služeb;
- Nepřímé úspory – jedná se např. o snížené náklady na skladování, úspory energie, administrativní služby atd.

# Praktická část

## 5 Analýza řešeného problému

Praktická část diplomové práce je zaměřena na návrh nového výrobního layoutu, s cílem zkrácení časové náročnosti výrobního procesu rozvodové skříňě modelu RESP. Pro návrh nové dispozice výroby jsou v této části práce nejprve uvedené základní informace o společnosti, průběh projektového řízení a současný proces výroby.

### 5.1 Základní údaje společnosti

Obchodní firma: ABB s.r.o. (30)

Sídlo: Vyskočilova 1561/4a, Michle, 140 00 Praha 4

Právní forma: Společnost s ručením omezeným

Datum vzniku a zápisu: 20. července 1993

Základní kapitál: 400 000 000,- Kč

Předmět podnikání:

- Komplexní dodávky, výroba, výstavba a modernizace: Staveb; zařízení pro přenos, rozvod a kontrolu elektrické energie; elektrických silnoproudých zařízení; měřicí a regulační techniky a systémů řízení; produktů a služeb v oblasti automatizace; elektroinstalačních materiálů; nízkonapěťových zařízení a servisních činností. Živnost je provozována průmyslovým způsobem;
- Výroba a dovoz chemických látek a chemických přípravků klasifikovaných jako oxidující, toxické pro reprodukci, nebezpečné pro životní prostředí a prodej chemických látek a chemických přípravků klasifikovaných jako vysoce toxické a toxické;
- Výroba tepelné energie;
- Rozvod tepelné energie.

## 5.2 Představení společnosti

Společnost ABB je technologický průkopník a přední světový dodavatel v oblasti elektrotechnických výrobků, robotiky a pohonů, průmyslové automatizace a energetiky.

Historie ABB jako celosvětové společnosti se začala psát již před více než 120 lety. V roce 1883 její základy položil Ludvig Fredholm, když založil ve Stockholmu společnost Elektriska Aktiebolaget. Druhým významným milníkem byl rok 1891, kdy Charles Brown a Walter Boveri založili společnost BBC. V roce 1988 se tyto dvě společnosti sloučily, aby tak vytvořily ABB. (31)

V návaznosti na více než 125 let tradice inovací společnost dnes tvoří budoucnost průmyslové digitalizace a je hybnou silou energetické a čtvrté průmyslové revoluce. Jako přední světová společnost působící v oblasti energetiky a automatizace, umožňuje zákazníkům z oblasti energetiky a průmyslu zlepšit jejich výkonnost a současně snížit dopad jejich činností na životní prostředí. Energeticky úsporné produkty a služby stojí za zhruba polovinou tržeb ABB Group. Společnost ABB Group působí v přibližně 100 zemích světa a celkem zaměstnává kolem 135 000 zaměstnanců. Úspěch společnosti je dán zejména silným zaměřením na výzkum a vývoj.

V České republice působí společnost prostřednictvím svých výrobků a služeb již od roku 1970, avšak formální vznik společnosti se datuje od roku 1992, kdy byla založena první společnost s názvem, který společnost reprezentuje. V průběhu 90. let se skupina firem ABB v ČR postupně rozrůstala o další společnosti až do dnešní podoby. (31)

Jako člen nadnárodní skupiny má společnost v České republice využívat mezinárodní know-how a nejnovější výsledky výzkumu a vývoje globální společnosti. Stejně tak těží ze silného zázemí vlastních inženýrských a servisních center a dlouhodobých zkušeností tradičních českých výrobců. Díky tomu nabízí svým zákazníkům unikátní a ucelené portfolio služeb a výrobků. Více než dvě třetiny produkce ABB s.r.o. míří na export, což svědčí o vysoké kvalitě výrobků pocházejících z České republiky. Společnost poskytuje také komplexní servis včetně on-line monitorování, oprav u zákazníka, hodnocení stavu, inovativní řešení odpovídající podmínkám prostředí, diagnostiku a



testování, školení, projektové a poradenské služby. Řešení a servis poskytované ze strany společnosti zvyšují produktivitu elektrických zařízení a průmyslových provozů.

V České republice ABB s.r.o. zaměstnává více než 3400 lidí a působí v osmi lokalitách. Mnohé ze závodů se mohou chlubit zajímavými „nej“. Například výrobní závod pro výrobky vysokého napětí v Brně patří nejen mezi významné výrobní středisko pro primární vzduchem izolované rozváděče v rámci skupiny, ale je to také největší výrobní závod na přístrojové transformátory pro vysoké napětí na světě. (32) I když většina produkce míří na export, udržuje si tento závod vedoucí postavení na českém trhu výrobků pro vysoké napětí. Úspěchy zaznamenává společnost nejen v oblasti výrobků vysokého napětí, ale také v oblasti výrobků nízkého napětí, konkrétně na trhu elektroinstalačního materiálu. Jen stěží byste v České republice našli rodinný dům nebo komerční budovu, kde by nebyl některý z výrobků z rozsáhlého portfolia společnosti pro nízké napětí – zásuvky, vypínače, stmívače, časovače či inteligentní systémy elektroinstalace. V současné době v oblasti procesní automatizace disponuje společnost operačním centrem, kde více než 100 inženýrů pracuje na projektech nejen pro Českou republiku, ale i pro celý svět.

Jak již bylo zmíněno, má společnost svá nejvýznamnější inženýrská, výzkumná a vývojová centra a výrobní závody v 8 lokalitách a to: v Praze, Brně, Ostravě, Trutnově a Jablonci nad Nisou. (viz obrázek č. 15)

V České republice je společnost rozdělena na tyto divize (32):

- Elektrotechnické výrobky;
- Robotika a automatizace;
- Pohony;
- Průmyslová automatizace;
- Energetika.



Obrázek 15 - Lokality ABB s.r.o.

(Zdroj: (32))

V oblasti elektrotechnických výrobků, nabízí společnost kompletní sortiment výrobků a systémů nízkého a vysokého napětí, včetně modulárních rozvodů, výrobků distribuční automatizace, rozváděčů, vypínačů, přístrojových transformátorů a senzorů, výrobků pro řízení a kontrolu, domovní elektroinstalační materiál, montážní skříně a kabelážní systémy.

Divize robotika a pohony pak nabízí produkty, jako jsou motory, generátory, frekvenční měniče, mechanický přenos energie, robotika, větrné a trakční měniče a také servis.

Průmyslová automatizace je zaměřena na řídicí systémy a komplexní dodávky řešení pro automatizaci, elektrifikaci elektráren a průmyslových podniků, přístroje pro analýzu, měření a regulaci, inženýring pohonů a servis.

V oblasti energetiky, která je pro zpracování této práce klíčová, se společnost zaměřuje na systémy pro přenos a rozvod elektřiny z konvenčních a obnovitelných zdrojů. Dále pak systémy a výrobky pro energetiku, rozvodny a přístroje VVN, výkonové a distribuční transformátory, automatizace rozvodů, zařízení a systémy pro komunikaci, automatizaci a řízení sítí, polovodiče a samozřejmě servis. (32)

V energetice a automatizaci jsou stálé inovace, výzkum a vývoj naprosto nevyhnutelné. Společnost je průkopníkem v řadě oborů a postupně vytváří R&D a technologická centra, která se výzkumem a vývojem systematicky zabývají. V roce 2011 vznikla dvě nová výzkumná pracoviště pro R&D přístroje a rozváděče nízkého napětí. Výrobky pro energetiku představují klíčové komponenty pro přenos a rozvod elektrické energie. Divize energetika se zabývá výrobou a dodávkami transformátorů, rozváděčů, vypínačů, a souvisejících zařízení. V oblasti služeb pak poskytuje modernizaci, opravy, konzultace, poradenství, diagnostiku, servisní aktivity a hot line. Divize výrobků pro energetiku je rozdělena do 3 subdivizí: výrobky a systémy velmi vysokého napětí, výrobky a systémy středního napětí a výkonové transformátory.

Ve společnosti se snaží neustále zvyšovat účinnost provozů, včetně používání vlastních produktů. Certifikováno dle normy ISO 14001 je všech sedm výrobních závodů, které působí na území České republiky. Společnost ABB s.r.o. klade velký důraz na vlastní výrobu, výzkumné a vývojové činnosti, podporu inovací a techniky. Zejména z tohoto důvodu firma má konkurenční výhodu v oblasti techniky na rychle se globalizujícím trhu. Vzhledem k neustálému zvyšování účinnosti provozů se společnost ABB s.r.o. dostává k realizaci projektů, které umožňují zavádění optimalizačních metod řízení výroby. Tyto metody řízení výroby pak optimalizují koncept vývoje produktu nebo služby, který zohledňuje požadavky zákazníků, nabídku konkurence, náklady výroby a distribuce produktu. Zjednodušeně to znamená vytvoření takového produktu nebo služby, který bude reflektovat především požadavky zákazníka.

### **5.3 Cíle společnosti**

Společnost ABB s.r.o. má za sebou řadu organizačních změn. Dochází k oddělení významné části pod hlavičku Hitachi, mění se struktura a přístup k fungování organizace. (31) Všechny tyto změny přináší nejen nová jména, ale i změny pravidel. Podstatné tak je si uvědomovat důležitost jednotlivých zaměstnanců a vyzdvihovat jejich přínos pro firmu. Jsou to právě oni, kdo dělají ABB Česká republika tím, čím je. Společnost bude i nadále rozvíjet své špičkové portfolio produktů a služeb v jednotlivých divizích. V oblasti divize Energetika

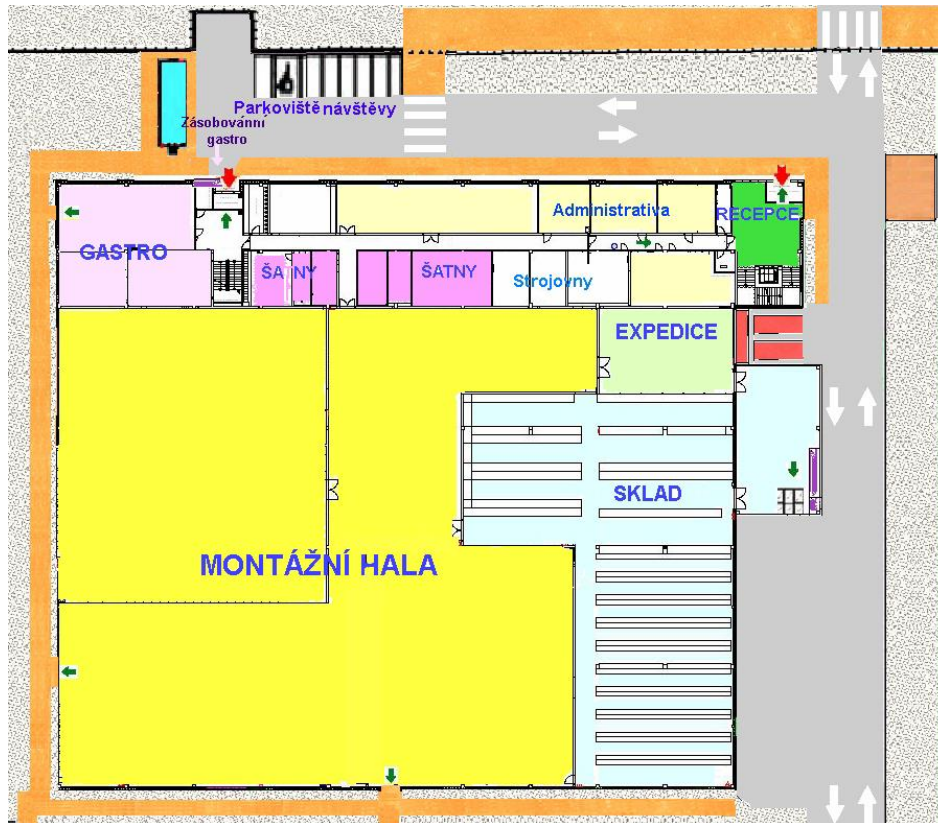
bude preferovaným partnerem pro silnější, inteligentnější a ekologičtější síť. Po důkladné revizi strategického portfolia dospěly představenstvo i výkonný výbor k závěru, že transformace divize Energetika ve vlastnictví ABB umožní vytvářet co nejvyšší hodnotu pro akcionáře, a to ve srovnání s jinými formami vlastnictví, jako jsou například prodej, IPO, odštěpení nebo společný podnik. (31) Hlavními faktory v rozhodovacím procesu byli zejména atraktivita trhu, stávající a budoucí nabídka výrobků, příležitosti, pokud jde o obchodní model a optimální formu vlastnictví, jakož i alternativní možnost tvorby hodnoty pro akcionáře ABB. Tato divize, která má postavení celosvětové jedničky, využije výhod energetické a čtvrté průmyslové revoluce, které vytvářejí výraznou poptávku po výrobcích, systémech, softwaru a službách divize Energetika a podporují proměnu portfolia směrem k digitalizaci.

Pro využití plného potenciálu této divize a pokračování transformace byl představen program „PowerUp“. Program podpoje růst a tvorbu zisku zaměřením na hlavní provozní přednosti a vysoce růstové segmenty, jakož i služby a software pro digitalizaci. Cíle regionálního výrobního závodu v Trutnově jsou odvozovány z cílů ABB Group a jsou stanovovány pro každou produktovou skupinu. Cíle jednotky PGGA je i nadále nabízet výrobky, systémy, služby a komplexní řešení pro tuzemská i zahraniční zákazníky za současného splnění všech jejich akceptovatelných požadavků tak, aby mohlo být dosaženo jejich plné spokojenosti. (32)

#### **5.4 Výrobní závod CZOPC Trutnov**

Největší evropské inženýrské centrum společnosti ABB s.r.o., pro řízení a automatizaci rozvodů, který dodává rozváděče a řídicí systémy pro energetiku do celého světa, bylo v Trutnově založeno v roce 2004 a plný provoz spuštěn v roce 2005. K dalšímu rozšíření jednotky v Trutnově došlo v roce 2014 a umožnilo tak společnosti plynulé dodávky pro sektor energetiky. Investice toho typu zajišťují, že řešení společnosti budou i v budoucnu zvyšovat efektivnost, produktivitu a kvalitu provozních činností zákazníků. Inovace zůstává hybnou silou. Závod nabízí nejen výrobky a systémy, ale také služby v oblasti inženýringu, projektového řízení a servisní podpory. Spojením tradice bývalého

závodu a globálního know-how ABB vznikla moderní společnost, které se podařilo získat významný podíl na lokálním trhu řízení a chránění rozveden. Trutnovský závod dodává výrobky zákazníkům do celé Evropy, ale i do vzdálenějších oblastí, například na Blízký východ nebo do Austrálie. Model současné výrobní části budovy je uveden na obrázku č. 16.



Obrázek 16 – Model výrobního areálu

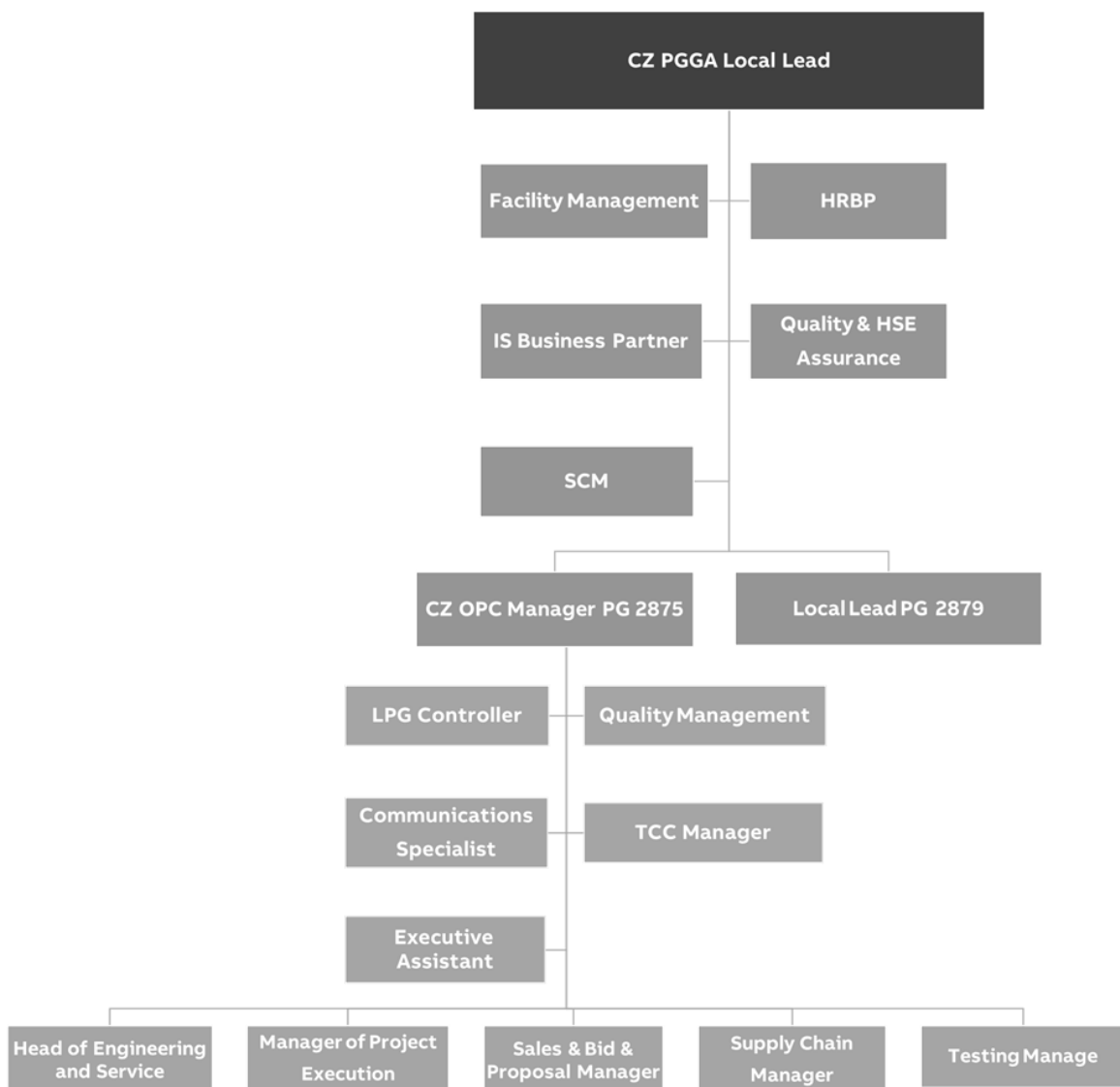
(Zdroj: (32))

#### 5.4.1 Organizační a řídicí struktura

V České republice společnost zaměstnává více než 3400 lidí a působí v osmi lokalitách: v Brně, Jablonci nad Nisou, Mostu, Ostravě, Plzni, Praze, Teplicích a Trutnově. Klíčová pro diplomovou práci je organizační struktura výrobního závodu v Trutnově. Výrobní závod v Trutnově, jak již bylo zmíněno, dodává rozvaděče a řídicí systémy do celého světa. Jeho organizační struktura má funkčně-hierarchické členění. V rámci strategického řízení se cíle při současné konkretizaci postupně přenáší na nižší organizační celky a na všech úrovních řízení se pravidelně konají porady, týkající se aktuální situace ve fungování

podniku a případných nově vzniklých problémů, plánů, změn či požadavků od zákazníků. S účinností od 1. dubna 2019 zjednodušila ABB svůj obchodní model i organizační strukturu. Přestala používat dosavadní maticovou strukturu a jednotlivým divizím přenechala plnou odpovědnost za vlastní provoz, výrobu, výzkum a vývoj v dané lokalitě. (31)

Organizační struktura jednotky CZOPC Trutnov, týkající se výroby rozváděčů ochran a řídicích systémů rozveden, je uvedena na obrázku č. 17.



Obrázek 17 - Organizační struktura jednotky CZOPC Trutnov

(Zdroj: (32), zpracováno autorkou)

### 5.4.2 Portfolio produktů a služeb Trutnov

V roce 2005 byl v Trutnově spuštěn provoz největšího evropského inženýrského centra společnosti ABB s.r.o., pro řízení a automatizaci rozvodů. Závod se stal důležitou součástí obchodních aktivit společnosti v oblasti energetiky a kromě toho, že významným způsobem přispěl k rozvoji regionální ekonomiky, umožnil společnosti lépe a pružněji reagovat na vývoj trhu.

V současné době závod ABB v Trutnově sestává ze tří samostatných jednotek a zaměstnává více než 350 zaměstnanců. Prostory výroby lze vidět na obrázku č. 18.



Obrázek 18 - Výrobní hala Trutnov

(Zdroj: (32))

Předmětem činnosti jednotky CZOPC Trutnov je (32):

- Studie elektrotechnických sítí, kalkulace ochrany;
- Detailní příprava výkresové dokumentace;
- Výroba rozváděčů;
- Kompletní testování rozváděčů;
- Podpora v rámci aktivit na stavbě;
- Přejímky se zákazníky (i vzdálené);
- Kontejnerová řešení;
- Návrh a programování systémů pro automatizaci.

V oblasti návrhu a programování systému pro automatizaci a řízení sítí v Trutnově je zaměřena na (32):

- Prodej výrobků a systémů pro chránění, monitorování a řízení sítí, rozvoden a elektrických strojů;
- Výroba rozváděčů ochrany a řídicích systémů rozvoden pro ABB v Evropě
  - Inženýring, výroba skříní, testování
- Modernizace rozvoden VVN a VN;
- Systémy pro řízení distribučních sítí;
- Servis řídicích systémů a systémů chránění rozvoden.

Jako lokální jednotka pro Českou republiku nabízí zejména tyto produkty a služby (32):

- Konzultace a technická podpora;
- Studie, výpočty nastavení ochrany, analýzy poruch;
- Koncepce a úvodní projekty systémů pro řízení a chránění;
- Detailní projektová dokumentace, konfigurace a programování;
- Zkoušení a uvádění do provozu;
- Projektový management, koordinace interních a externích zdrojů.

Klíčový produkt pro tuto práci, vyráběný v trutnovském závodě, je rozvodová skříň typu RESP. (viz obrázek č. 19) Rozvaděče jsou v Trutnově z 80 % sestavované dle modelu RESP, což je pro fabriku považováno za standardní výrobek. Zákazníci však mohou požadovat sestavení rozvaděče dle modelu RITTAL, který je naopak považován za globální standard zejména pro zákazníky ze severní Evropy (Norsko, Holandsko atd.). Rozvaděče lze vyrobit v mnoha variantách, avšak jsou primárně rozdělené dle funkce do dvou skupin (32):

- Ochranné;
- Řídící.

Rozváděč je konstruován v oceloplechových skříních se stupněm krytí IP30 (na přání až IP54) opatřených ventilační mřížkou. Ochranné rozvaděče jsou určeny pro chránění velkých rozvod. Řídící rozvaděče slouží pro řízení distribučních sítí



a jejich obsah je vždy individuální, navržený přesně podle potřeb ovládaného stroje nebo technologického zařízení.

Rozvodové skříně tedy slouží jako výkonné jednotky pro řízení anebo chránění velkých energetických rozvodů. V rámci zakázkové výroby rozvaděče, nabízí fabrika také další služby související přímo montáží určitého produktu. Lze využít služeb inženýringu, programování a inženýringu řídicích systémů.



Obrázek 19 - Panel typu RESP

(Zdroj: (32))

### **5.4.3 SWOT Analýza**

Za pomoci interní analýzy podniku bylo možné identifikovat klíčové informace, které umožnily sestavení SWOT analýzy. (32) Byly identifikovány silné a slabé stránky podniku, ale také příležitosti a hrozby. (viz tabulka č. 5)

Tyto vnitřní a vnější faktory ovlivňující úspěšnost společnosti jsou pro lepší přehled shrnuty do tabulky a následně okomentovány.

<b>Silné stránky (Strengths)</b>	<b>Slabé stránky (Weaknesses)</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Vysoce kvalifikovaný personál</li> <li>▪ Kvalita výrobků</li> <li>▪ Silná pozice na trhu</li> <li>▪ Celosvětová působnost</li> <li>▪ Dlouholetá praxe</li> <li>▪ Pozitivní reference</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Webové stránky</li> <li>▪ Zadávání internetových zakázek</li> <li>▪ Vyšší cena</li> <li>▪ Malá nabídka</li> </ul>
<b>Příležitosti (Opportunities)</b>	<b>Hrozby (Threats)</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Oslovení potencionálních zákazníků</li> <li>▪ Výstavba inovačních center</li> <li>▪ Spolupráce se středními a vysokými školami</li> <li>▪ Rozšíření působnosti</li> <li>▪ Výstavba nových výrobních podniků</li> <li>▪ Rekonstrukce stávajících objektů</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Délka zpracování objednávek</li> <li>▪ Konkurence (především z Asie)</li> <li>▪ Růst nákladů na výrobu a inovace</li> <li>▪ Nepříznivý vývoj kurzů světových měn</li> <li>▪ Politická nestabilita v ČR</li> </ul>

Tabulka 3 - SWOT analýza

(Zdroj: (31), zpracováno autorkou)

### **Silné stránky (Strengths)**

Silné stránky společnosti ABB s. r. o. vyplývají zejména z dlouholetého působení na českém trhu. Společnost se řadí mezi společnosti s dlouholetou tradicí na trhu a v současnosti patří mezi nejlépe fungující firmy v České republice. Kvalifikace zaměstnanců společnosti je na velmi vysoké úrovni. Za dobu existence společnosti si osvojili určité zkušenosti a dokáží svým klientům poskytnout kvalitní služby. Na kvalitu poskytovaných služeb je uvnitř podniku kladen velký důraz. Ke každému zákazníkovi je kladen individuální přístup a vše je přizpůsobeno jeho potřebám. K tomu všemu je potřebná určitá kvalifikace a vzdělání v oboru, což je nezbytné při nástupu do pracovního vztahu se společností. Zaměstnanci jsou řádně ohodnoceni za své výsledky a výkony. Nadstandartní výkony jsou hodnoceny specifickými finančními benefity. Kvalita výrobků patří mezi přednosti společnosti. Již před uvedením do výroby, jsou součástky pečlivě kontrolovány a nevyhovující výrobky ihned vyřazeny. Za

vysokou kvalitu zpracování výrobků svědčí také vysoká spokojenost zákazníků a dlouholeté bezproblémové fungování.

### **Slabé stránky (Weaknesses)**

Za Slabou stránkou společnosti může být považována vyšší cena produktového portfolia. U sofistikovaných výrobků se dá vyšší cena v rámci mezí tolerovat, protože náklady vynaložené na jejich výrobu jsou mnohdy velmi vysoké. U běžnějších výrobků, které jsou nabízeny také konkurenty, je ale vyšší cena problémem a určitým blokem k udělení prvního kroku ze strany zákazníka. Mohou nastat situace, kdy se potenciální zákazník rozhodne uskutečnit objednávku u vybrané společnosti. Vyžádá si proto předběžnou cenovou nabídku a na základě odpovědi odmítne dál jednat o ceně a osloví jinou konkurenční společnost. Webové stránky společnosti jsou další slabší stránkou společnosti. Obsahují velké množství informací, ale ne vždy je snadné se v nich orientovat. Internetové stránky společnosti jsou v dnešní době jednou z vizitek společnosti a není dobré opomíjet jejich stav a design. V případě, že se rozhodne zákazník uskutečnit poptávku skrze internetové stránky, musí se zdoluhavě prokousávat celým jejím obsahem.

### **Příležitosti (Opportunities)**

Situace na Českém trhu s elektrotechnickými výrobky je pro společnost známá. Je to dáno její dlouholetou působností a zaběhlostí na tomto trhu. ABB s.r.o. se soustředí převážně na současné zákazníky, ale je potřeba se zaměřit na nové potenciální zákazníky, které by mohla svými výrobky oslovit. Někteří jen čekají na to, až je nějaká ze společností působících na daném trhu osloví. Další příležitostí je rekonstrukce objektů. Na každé ze staveb se bohužel podepíše šrám času, a proto je nutná neustálá údržba. Pravidelnými rekonstrukcemi si společnost zajistí dlouhodobě trvajícím životností objektů.

### **Hrozby (Threats)**

Velkou hrozbu pro společnost představuje zpracování a realizace zakázek. I přesto, že se společnosti snaží ve velké míře dostát svých závazků a plnit tak

dané termíny zakázek, najdou se i takové zakázky, které nejsou zpracovány ve stanoveném termínu. Nejvhodnější variantou, která by dodala společnosti lepší jméno v rámci konkurence, by bylo dostat svých závazků před termínem jejich splatnosti. Aktuálním tématem dnešní doby je nestabilní situace na zahraničních trzích, což je způsobeno mnoha faktory. Konkurence z Asie je dlouholetý problém. Asijské firmy jsou schopny vyrobit velké množství výrobků za velmi nízké výrobní náklady. Proti tomu je třeba nastavit kvalitní podnikovou strategii, aby se této hrozbě předešlo. Nepříznivý vývoj kurzů světových měn je běžná situace, se kterou se musí velké společnosti, které působí po celém světě, srovnat. Poslední hrozbou je politická nestabilita. Politická nestabilita v České republice je velkým problémem.

## **6 Současný stav výroby**

Pro návrh jakékoliv optimalizace výrobního procesu, s cílem zkrácení časové náročnosti výroby na 24 hodin, je nezbytné nejprve zmapovat a zhodnotit současný stav výroby. Z tohoto důvodu je tato část diplomové práce zaměřena na popis aktuálního výrobního procesu, který je pak také předmětem zmapování mapy toku hodnot (VSM).

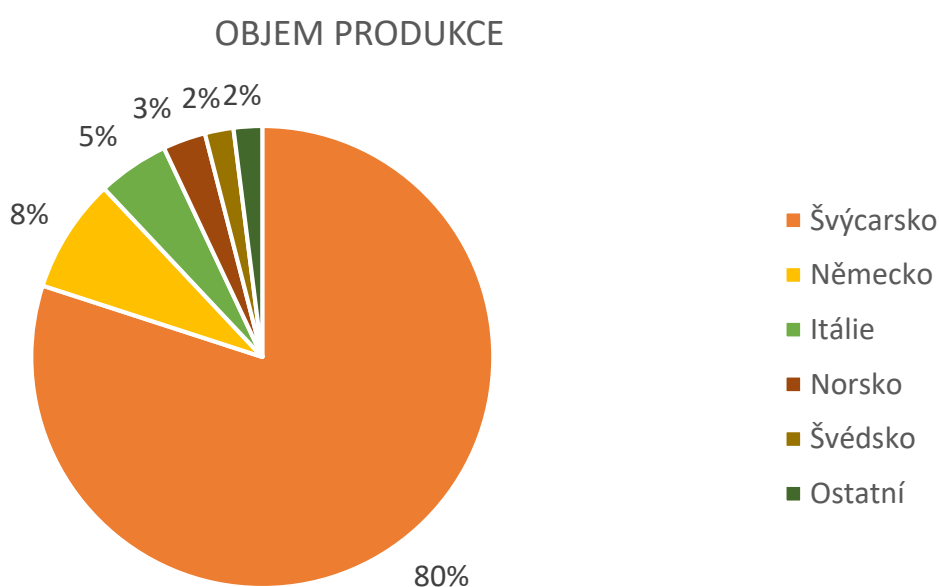
Přínosem procesů centralizované výroby rozvaděčů pod jednotnou střechou CZOPC Trutnov je především skutečnost sdíleného využívání výrobních zdrojů v rámci koncernu ABB. Toto napomáhá trvalému navyšování výrobních kapacit a rozvoje výrobního know-how v rámci daného procesu, což se sekundárně projevuje v oblasti efektivnějšího využívání výrobních zdrojů, resp. minimalizace nákladů na jednotku produkce. Dalším nesporným přínosem je trvale zvyšující se kvalitativní standard.

### **6.1 Zakázková výroba a řízení projektů**

Výrobní závod v Trutnově funguje v rámci ABB Group jako dodavatel rozvodových skříní a řídicích systémů dalším jednotkám ABB. V rámci mezinárodních projektů probíhá komunikace trutnovského závodu na úrovni ABB jednotek, nikoliv přímo se zákazníkem. Fabrika funguje jako technická výrobní podpora, nikoliv jako samotné řízení projektu. Projekt je zahájen a řízen

fabrikou až po obdržení technických specifikací či výrobní dokumentace od jiné jednotky ABB.

ABB Švýcarsko, jako dominantní zákazník, tvoří až 80 % objemu z celkové produkce fabriky. V rámci ABB Group má trutnovský závod přibližně 50 partnerů, z nichž 20 aktivních každý rok. Mezi tyto partnery patří například Německo, Itálie, Švédsko a Norsko. Dále jsou zde i další zákazníci, kteří ale tvoří menší procento objemu celkové výroby. (viz graf č.1)



Graf 1 - Rozdělení objem produkce

(Zdroj: (32), zpracováno autorkou)

Zakázka, malého či velkého rozsahu, je realizována vždy jako jednotlivý projekt. Projektové řízení je časově ohraničený souhrn činností a procesů po sobě jdoucích, jejichž cílem je realizace/vytvoření finálního produktu či služby. Při projektovém řízení je tedy třeba aplikovat znalosti, zkušenosti, dovednosti, činnosti, nástroje a techniky na projektu tak, aby projekt splnil požadavky na něj kladené a dosáhl svých cílů v čase, v nákladech i potřebné kvalitě.

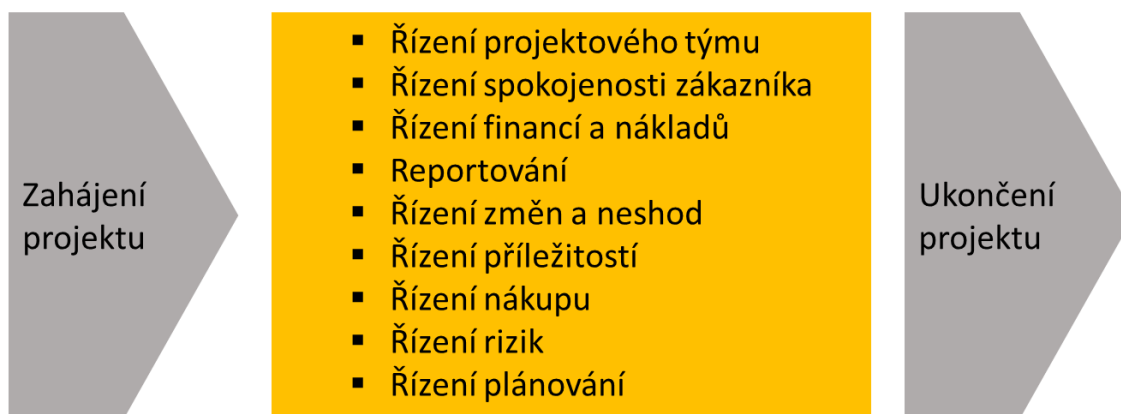
Účelem projektového řízení je v tomto konkrétním případě realizace produktu anebo služby dle konkrétních specifikací zákazníka.

Proces projektového řízení společnosti lze shrnout v následujících bodech (32):

1. Identifikace příležitostí, zjištění základních informací, zaznamenávání příležitosti (pro zmapování trhu i příležitosti, když jsme nedostali přímo poptávku);
2. Rozhodnutí, zda sestavit tým – dle velikosti a složitosti projektu;
3. Jmenování a schválení týmu;
4. Přezkoumání zákazníka – finanční situace, rizika, pohledávky a poptávky (sortiment, obchodní strategie);
5. Rozhodnutí, zda podat nabídku;
6. Zpracování návrhu nabídky – technické řešení ve spolupráci s útvarem engineeringu dle směrnic, obchodní a platební podmínky, kalkulace nákladu, určení prodejní ceny, dodacích termínů a platnosti nabídky;
7. Přezkoumání a schválení nabídky, vložení do databáze;
8. Přijetí objednávky nebo výzvy k jednání o smlouvě od zákazníka – případně odmítnutí nabídky a záznam o příležitostech;
9. Úspěšná nabídka – následuje předání obchodního případu vedoucímu projektu a příprava smlouvy dle směrnic.

Řízení projektu je rozhodující při vytváření hodnot, a to z toho důvodu, že zajišťuje naplnění očekávání zákazníka i akcionářů. Rozhodující výsledky každého projektu zahrnují:

- Spokojenost zákazníka;
- Předpověditelný průběh projektu;
- Navýšení zákaznických hodnot a marže.



Obrázek 20 - Proces realizace projektu

(Zdroj: (32), zpracováno autorkou)

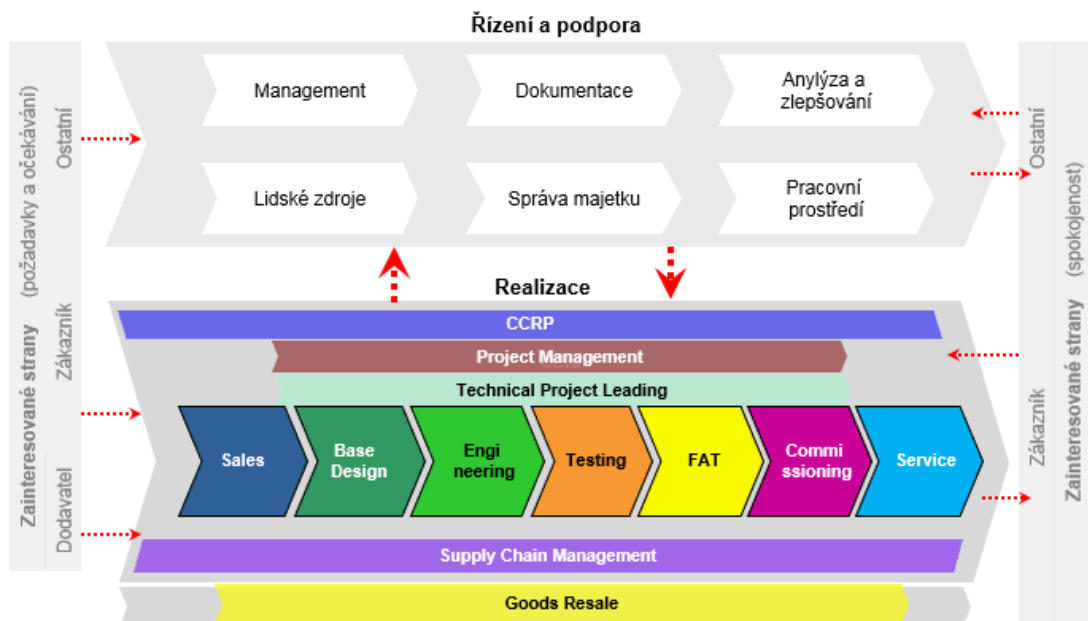
Proces realizace projektu, má za cíl podpořit všechny činnosti řízení zakázek od nabídkových činností až po jejich ukončení. Činnosti uvedené na obrázku č. 20 probíhají v rámci realizace projektu průběžně, od návrhu řešení, přes výrobu až po její ukončení. Tyto kroky nejsou oddělené a netvoří tok procesu, ale probíhají paralelně po celou dobu zakázky.

Projektový management, jak již bylo zmíněno, zahrnuje soubor technik a dovedností umožňujících řízení a koordinaci zdrojů během realizace projektu, a to za účelem dosažení předem stanovených cílů týkajících se rozsahu, cen, času, kvality a spokojenosti zákazníka. Řízení projektu začíná zapojením vedoucího zakázky (PM) do prodejního týmu a pokračuje přes vlastní realizaci projektu až po jeho předání koncovému zákazníkovi. Činnosti projektu a jeho řízení závisí na jeho rozsahu a povaze. Některé probíhají paralelně a opakovaně po celou dobu realizace.

Pro realizaci finálního produktu je nezbytné, aby v rámci projektu probíhalo předání vstupů do jednotlivých realizačních subprocesů. Pro zahájení projektu je nutné zajistit všechny nezbytné kroky k jeho rozběhnutí, vytvořit plán vlastní realizace projektu, projektový tým, dosáhnout interní shody, jak přistoupit k řešení projektu a získat souhlas zákazníka, resp. aby zákazník chápal projekt stejně jako realizační tým.

Sekvence činností nezbytných pro zahájení projektu (32):

1. Převzetí obchodního případu;
2. Příprava obchodního vztahu;
3. Zahájení realizace;
4. Založení plánů projektu;
5. Vytvoření projektového týmu – případné rozšíření dle požadavků zákazníka;
6. Interní Kick – off;
7. Externí Kick – off;
8. Vyhodnocení procesu;
9. Zahájení projektu.



Obrázek 21 - Řízení a podpora projektu

(Zdroj: (32))

Řízení a podpora jednotlivých zakázek v lokální jednotce CZOPC Trutnov je schematicky znázorněna na obrázku č. 21.

## Sales

Realizace procesu zakázkové výroby začíná fází „Sales.“ Proces sales je část zahrnující vše od přípravy obchodního případu až po získání konkrétní objednávky od zákazníka. Dle identifikovaných příležitostí na trhu je nezbytné



zvolit vhodnou prodejní strategii a dle poptávky zpracovat nabídku tak, aby ji zákazník rozhodl využít a uzavřel s fabrikou kontrakt na dodávku produktu či služby. Realizace zakázky tak uspokojí potřeby zákazníka a zajistí tvorbu zisku společnosti.

## **Base Design**

Následující fází je vytvoření souboru základní projektové dokumentace zvané „Base design“, která slouží k realizaci zakázek v rámci jednotky PGGa. Výstupy tohoto procesu slouží zejména jako podklady pro činnosti inženýringu rozveden, projektového řízení a nákupu.

Nedílnou součástí této fáze je také zajištění funkcí integrace dodávek subdodavatele a třetích stran, aby byla zajištěna návaznost jednotlivých dodávek a celková funkčnost kompletního díla. Rozsah projektové dokumentace a činností spojených s jejím vytvořením závisí na obsahu smlouvy, technických požadavcích a dalších aspektech.

Základní činnosti „base design“ obvykle jsou:

- Přezkoumání zákaznické technické specifikace;
- Přezkoumání nabídky;
- Ověření a upřesnění návrhu koncepce systému.

## **Engineering**

Cílem fáze „Engineering“ je vytvoření kompletní detailní projektové dokumentace pro realizaci zakázek. Pokrývá oblast projektování a tvorby výrobní dokumentace, na jehož vstupu jsou základní projektová data vytvořená v tzv. „Base design“. Výstupem je kompletní projektová dokumentace rozváděče nebo jiného celku včetně SW aplikací.

## **Testing**

Jednotlivé činnosti probíhající ve fázi testování jsou uvedené v tabulce č. 3.

	<b>Činnost</b>
<b>1</b>	Naplánování činnosti technika, Příprava pracoviště a zajištění testovacího zařízení
<b>2</b>	Vizuální kontrola rozváděče dle plánu kontrol
<b>3</b>	Kontrola zapojení
<b>4</b>	High Voltage Test
<b>5</b>	Seznámení se vstupy pro testování, tisk
<b>6</b>	Power Up test
<b>7</b>	Funkční test

*Tabulka 4 - Činnosti testování*

(Zdroj: (32), zpracováno autorkou)

Sled činností popisuje nezbytné kontroly používané regionálně orientovanou výrobní jednotky od obdržení dotazu k vydání nabídky a návrhů, včetně činností po nabídkovém řízení, jako je např. zpracování objednávek, předání projektovému řízení.

## **FAT**

Cílem fáze FAT (Factory Acceptance Test) je prokázat, že dodaný systém je v souladu se specifikací zákazníka. Tento test se realizuje ve fabrice a skutečná řídicí a chráněná technologie je simulována vhodnými zkušebními nástroji, zařízeními anebo simulátory. Zástupci zákazníků jsou přítomni během FAT, aby zkontrolovali úplnost a kvalitu systému dle původních požadavků a očekávání zákazníků. FAT lze členit dle druhu, a to na funkční test skříní, systém test a kombinace funkčního testu a systém testu.

Úkolem FAT je především (32):

- Úspěšně opakovat funkční test v přítomnosti zákazníka;
- Vyplnit a podepsat funkční protokol;
- Podepsat dokument FAT (Acceptance certificate).

## **Uvedení do provozu a servis**

Nedílnou součástí procesu jsou fáze uvedení do provozu a servisu. Proces uvedení do provozu je ten okamžik, kdy je výrobek poprvé použit uživatelem. Fáze servisu probíhá dle následujících činností:

- Přijetí a posouzení požadavku – základní informace o závadě výrobku a vyžádání servisu dle servisní smlouvy;
- Kontakt zákazníkem na základě servisní smlouvy – získání základních informací a vyžádání požadavku dle servisní smlouvy;
- Poptávka ze strany zákazníka;
- Nabídka ze strany PGGA Trutnov servis;
- Příprava servisního zásahu – plánování;
- Provedení servisního zásahu – vypracování servisních dokumentů;
- Fakturace;
- Ukončení zakázky.

Průběh realizace projektu je podpořen také činnostmi jako jsou například reakce na péči o zákazníka (CCRP), projektovým managementem, dodavatelským managementem (Supply Chain Management) a prodejem finálního produktu (Goods Resale).

### **CCRP**

Cílem toho procesu je zaznamenat maximálně možný počet interních i externích stížností zákazníků. Vyřešit stížnost efektivním způsobem a v co nejkratším čase. Stížnost je negativní zpětná vazba od zákazníka, která umožní se zaměřit na slabá místa procesu a označit hlavní příčiny nespokojenosti. Po identifikaci příčin, je nezbytné tyto v rámci jednotky eliminovat a dosahovat tak vyšší kvality produktu i služeb.

### **SCM**

Účelem tohoto podpůrného procesu je zajistit nakoupení a dodání materiálu, zboží, majetku a služeb v množství, termínech a kvalitě vyhovující potřebám žadatelů za optimálních obchodních podmínek a za současného plnění všech

norem. Vybrání dodavatele je v kompetenci oddělení SCM a probíhá vždy ve spolupráci s žadatelem, popřípadě je v kompetenci týmu, jehož členem je pracovník SCM. Všechna ostatní oddělení jsou proto povinna zapojit SCM již do poptávkového řízení projektu.

### **Prodej finálního produktu**

Proces popisuje jednotlivé kroky při realizaci prodeje obchodního zboží od uzavření kupní smlouvy až po inkasování úhrady od zákazníka. (viz tabulka č. 4)

Činnost
1. Registrace objednávky – záznam od informačního systému a registru dokumentů.
2. Vystavení nákupní objednávky a její odeslání dodavateli.
3. Převzetí zboží od přepravce, vybalení, zadání příjmu.
4. Zjištění dokumentace.
5. Vystavení dodacího listu a předání expedici.
6. Expedice zboží dle dispozic příjemci dodávky.
7. Zaúčtování výdeje ze skladu, kontrola a oprava údajů, zpracování faktury a její odeslání odběrateli.
8. Ověření faktury, její ověření v informačním systému.
9. U faktur neuhrazených do termínu splatnosti urgency platby u zákazníka.

*Tabulka 5 - Činnosti prodeje finálního produktu*

(Zdroj: (32), zpracováno autorkou)

Efektivní ukončení projektu, zajištění včasné předávky díla a předání informací do servisního útvaru s sebou nese nezbytné činnosti, které je třeba zrealizovat.

Mezi tyto činnosti patří:

1. Předání díla;
2. Konečná fakturace;

3. Uzavření dokumentace projektu;
4. Kompletace dat pro záruku;
5. Uzavření projektu.

Na konci projektu je zpracována závěrečná zpráva z projektu, která by měla obsahovat zkušenosti na projektu, komentáře týkající se řízení projektu, průběh interních a externích subdodávek a ekonomické vyhodnocení projektu. Dokumentace na ukončení procesu je zobrazena na obrázek č. 22.

<b>Dokumentace rozhraní procesu/subprocesu</b>		<b>2MCZ100002-0059</b>
<b>Process/Subprocess Interface Documentation</b>		Vlastník/Owner:
<b>PROJECT MANAGEMENT/UKONČENÍ PROJEKTU</b>		
<b>Vstupy do procesu / Process Inputs</b>		Nedefinováno / not Defined
<b>Výstupy z procesu / Process Outputs</b>		
<b>Název/Name</b> Popis/Description	<b>Kategorie a Typ / Category and Type</b>	
<b>PROJECT REPORT -ZÁVĚREČNÝ</b> DOKUMENT PROJECT REPORT V DB SPT	DOKUMENTY PRO ŘÍZENÍ ZAKÁZKY/ZÁZNAM V DATABÁZI	

Obrázek 22 - Záznam o ukončení projektu

(Zdroj: (32))

## 6.2 Proces výroby rozvaděče v jednotce CZOPC Trutnov

Cílem procesu výroby rozvaděčů v jednotce CZOPC Trutnov je vyrobit požadovaný produkt dle předepsané výrobní dokumentace a to (32):

- V požadovaném množství a čase;
- V požadované kvalitě a úrovni plánovaných nákladů.

Klíčový produkt pro tuto práci, je produkt rozvaděč typu RESP07 (skříně pro elektronické instalace), který lze montovat hned v několika variantách. Primárně je možné tento typ rozvaděče vyrobit dle funkce ve dvou kategoriích:

- Ochranná;
- Řídící.

Výstupem výrobní části je právě tzv. „řešení“ a to buď jako řídicí nebo ochranná jednotka. Rozvaděč je konstruován v oceloplechových skříních se stupněm krytí IP30 (na přání až IP54) opatřených ventilační mřížkou. Skříně sestávají ze

smontovaného základního rámusu dveří, bočních a zadních krytů, speciálně navržených dílů pro splnění požadované funkce a prázdné prostory pro ovládací prvky.

Panel typu RESP, pro který je v závěru diplomové práce navržený optimalizovaný layout, mají tyto specifikace (32):

- Modulární řešení;
- Až do třídy ochrany IP54;
- Přívod kabelem zespodu či shora;
- Vylepšené uzemnění EMC;
- Rozptyl tepla pasivními nebo aktivními vývody;
- Vysoký stupeň a vysoká integrační kapacita pro vnitřní montáž automatizace numerických rozvodů;
- Naklápěcí rám – zatížení až do 150 kg;
- Robustní konstrukce vhodná pro přepravu ve vodorovné nebo svislé poloze;
- Typ plně testován.

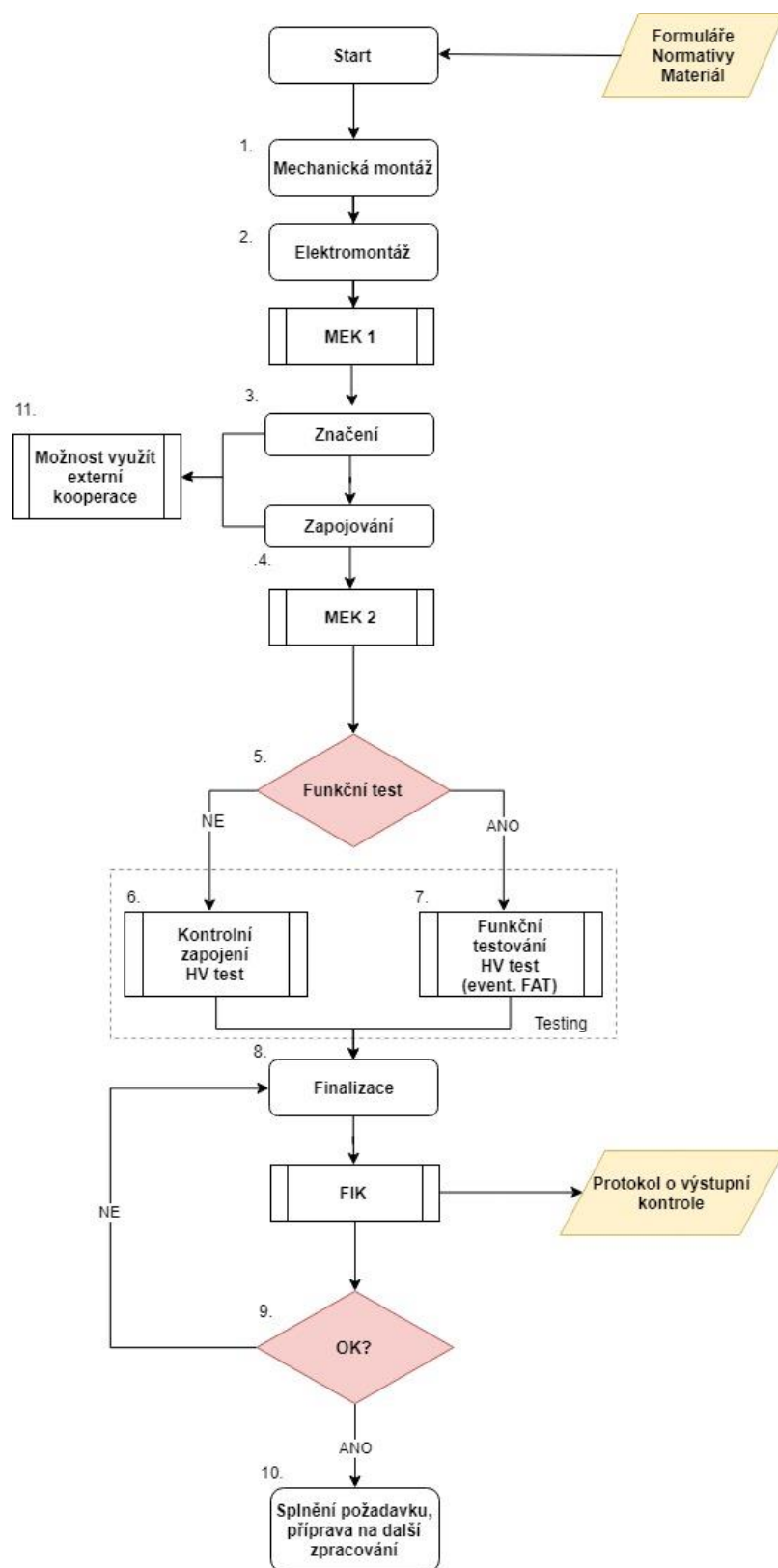


*Obrázek 23 – Základní rámus rozvaděče*

(Zdroj: (32))

Rozvodové skříně slouží jako výkonná jednotka pro řízení a ochranu velkých energetických celků. Jak již bylo zmíněno, v rámci zakázkové výroby rozvaděče, nabízí fabrika také další služby související s montáží samotného produktu. Lze využít služeb inženýringu, programování a inženýringu řídicích systémů.

Výrobní proces rozvodové skříně je schematicky znázorněn na obrázku č. 24.



Obrázek 24 – Diagram současného výrobního procesu

(Zdroj: (32), zpracováno autorkou)

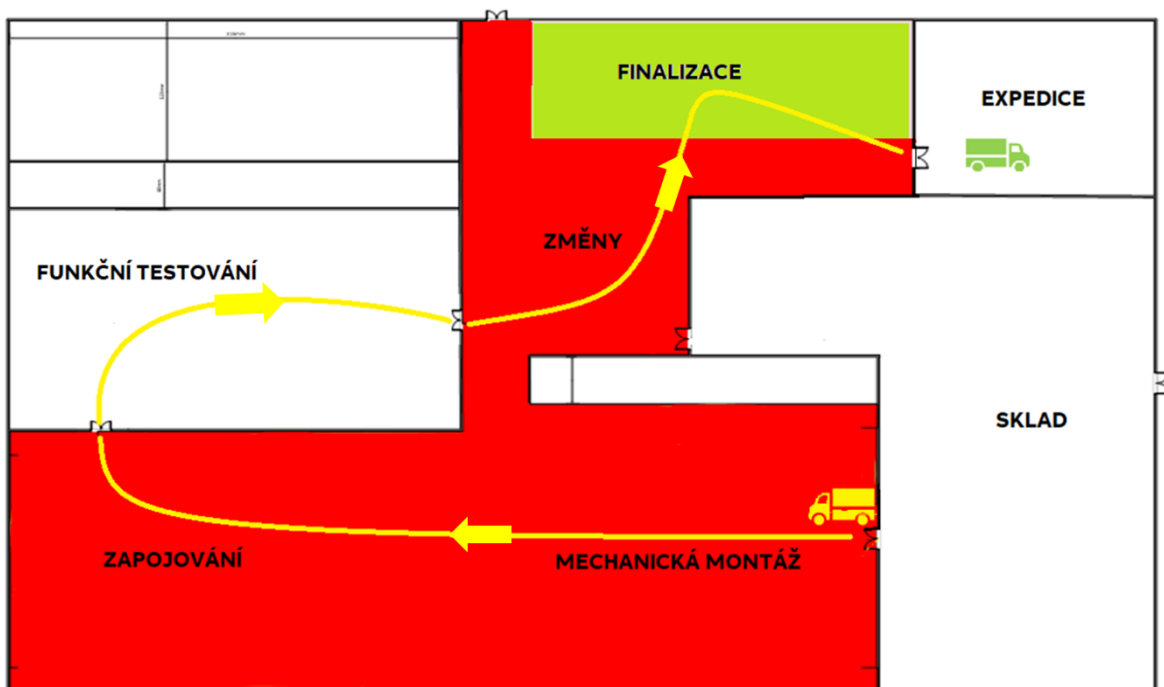


Dle diagramu na obrázku č. 24, je sled činností výrobního procesu následující (32):

1. V rámci této operace se z nakoupených dílů sestavuje kostra rozváděče dle předepsané dokumentace;
2. V rámci této operace se instalují do příslušného rozváděče elektrozařízení;
3. Označení daných komponentů příslušným štítkem;
4. Zapojení příslušných propojů dle výrobní dokumentace a v souladu s pracovním postupem;
5. Dle požadavků zákazníka může být provedeno na rozvaděči funkční testování, či zjednodušená forma testování, tzv. wiring check. Tato informace je dána pracovním postupem generovaným v SAP, známá tedy již před zahájením výrobního procesu;
6. Kontrola správnosti zapojení skříně dle výrobní dokumentace;
7. Odzkoušení všech vstupních a výstupních signálů a funkcí, které jsou požadovány zákazníkem nebo definovány testovacími instrukcemi, resp. test reportem;
8. Finální kompletace rozváděče – vyvazování vodičů, kompletace žlabů, instalování bočnic dveří a odstranění závad z protokolu neshodného výrobku;
9. FIK – finální kontrola je poslední nezávislá kontrolní činnost před FAT, či expedicí. Předcházející kontroly MEK1 mezioperační kontrola 1 po operaci mechanická montáž a MEK2 mezioperační kontrola 2 po operaci zapojování;
10. Kritéria pro rozhodování jsou dána kontrolním postupem, záznamy o případných neshodách jsou evidovány a pravidelně vyhodnocovány. Identifikace pomoci uvolňovacích cedulí;
11. V případě nedostatečné interní kapacity možnost využít externí kooperaci

Zavedené procesy na sebe časově navazují a výstup z jednoho procesu okamžitě přechází do dalšího procesu, což lze vidět i na obrázku č. 25, který

znázorňuje tok materiálu v původně nastaveném layoutu výroby. Po každé operaci vyplňuje mistr výroby příslušné operace a pracovník kvality tzv. „průběžný protokol výrobku“ , který je uveden v příloze č. 1.



Obrázek 25 - Tok materiálu

(Zdroj: (32), zpracováno autorkou)

Pro neustálé zlepšování a minimalizaci chyb ve výrobním procesu je nezbytné provádět pravidelné vyhodnocování výkonu zaměstnanců. Vyhodnocení probíhá dle níže uvedených parametrů, které jsou vyhodnocovány a reportovány na měsíční bázi:

- Chybovost;
- Plnění norem – produktivita;
- Procento rozvaděčů s „0“ chyb identifikovaných v průběhu výstupní kontroly;
- Dodržení termínů pro expedici;
- Průběžná doba výroby.

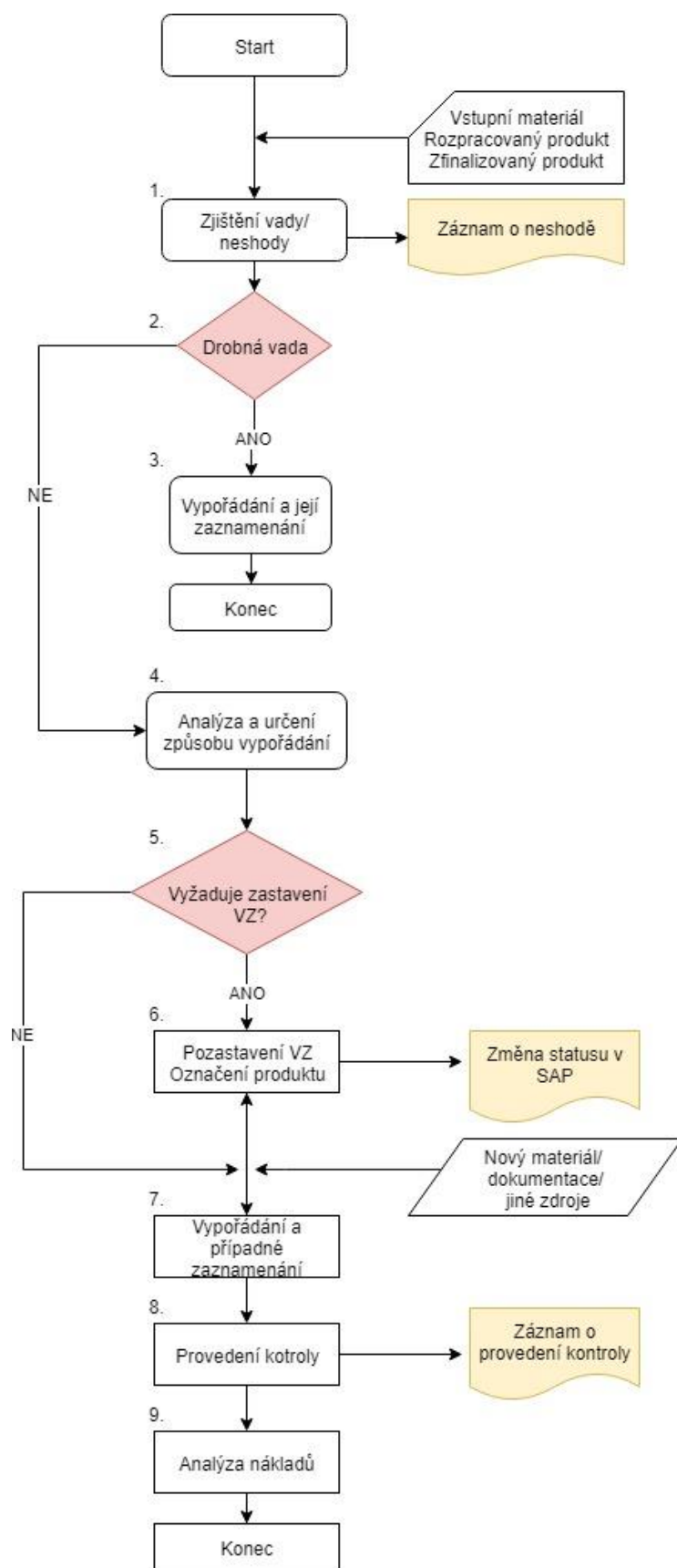
Proces výroby rozvaděčů je podporován subprocesem řízení a administrace výroby. Řízení daného subprocesu a administrace je především podpora managementu výroby v oblasti maximální transparentnosti a předvídatelnosti

výroby. Napomáhá maximalizovat využití výrobních zdrojů, minimalizovat výrobní prostoje a sekundárně přidružené náklady na nekvalitu.

Jako přínosy a užitek tohoto procesu lze uvést zmíněnou transparentnost a předvídatelnost výrobního procesu. Dále pak také stabilní úroveň rozpracovanosti výroby a jasná pravidla v oblasti vyřizování neshod vzniklých v rámci výrobního procesu (materiálové, produktové neshody). Proces výroby je průběžně kontrolován a hodnocen s ohledem na okamžité požadavky ovlivňující aktuální kapacitu, požadavky zákazníků aj. Součástí tohoto subprocesu je také oblast vypořádávání změn a neshod. Změna v průběhu výroby rozvaděče jsou dodatečné vstupy během rozpracování rozvaděče oproti prvotní dodané dokumentaci na vstupu výroby.

Postup řešení a implementace změn (32):

- Vstupy a předání informací – mistr výroby obdrží informaci o změně;
- Samotná implementace změn – mistr předá instrukce a potřebný materiál konkrétnímu pracovníkovi, který danou změnu implementuje podle přiložené dokumentace;
- Kontrola a ukončení – po implementaci změn pracovník informuje mistra, který provedení změny zkontroluje a poté potvrdí.



Obrázek 26 - Diagram řešení změn

(Zdroj: (32), vlastní zpracování)

Vzhledem k tomu, že o konkurenceschopnosti společnosti stále více rozhoduje logistika, synchronizace procesů, schopnost vyrábět v množství, které požaduje zákazník, je nezbytné usilovat o to, aby výrobní jednotka dokázala vyrábět libovolnou sekvenci různých výrobků s vysokou produktivitou, s krátkými průběžnými časy a s minimálními zásobami, a to i v rámci změn.

### **6.3 Současný layout výrobního procesu**

Společnosti stále více vyrábějí individuální produkty pro individuální zákazníky, a to při krátkých dodacích termínech a nízkých nákladech. To, že si zákazníci mohou vybírat ze stále většího množství variant, je komplikované zejména tím, že životní cykly produktů se neustále zkracují. Z hromadné výroby, která dominovala v první polovině minulého století je zcela evidentní/zřejmý přechod k výrobě pro individuálního zákazníka tzv. zákaznická customizace. O konkurenceschopnosti stále více rozhoduje logistika, synchronizace procesů, schopnost vyrábět v množství, které požaduje zákazník. Štíhlá výroba usiluje o to, aby výrobní závod dokázal vyrábět libovolnou sekvenci různých výrobků s vysokou produktivitou, s krátkými průběžnými časy a s minimálními zásobami.

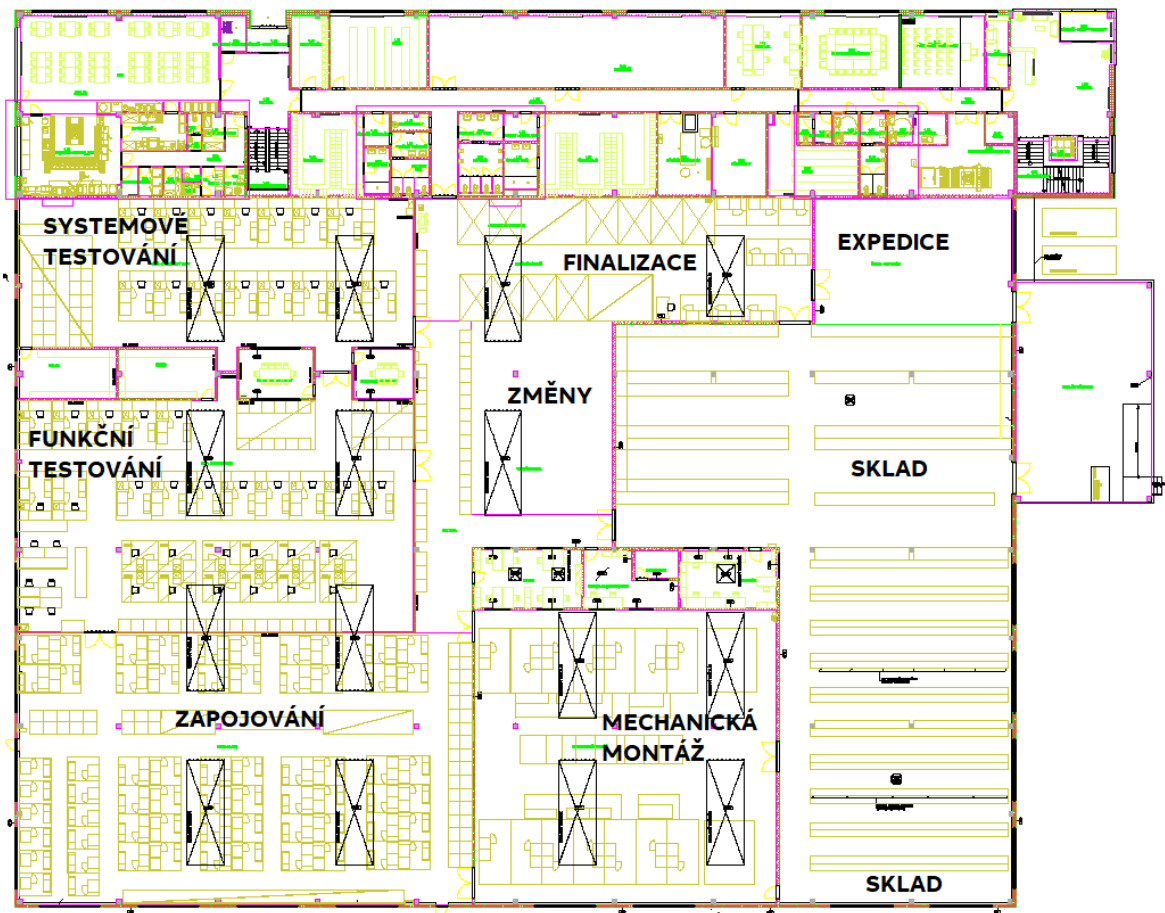
Teoretický kapacitní propočet ve výrobním závodě v Trutnově byl ročně stanoven na 4500 kusů rozváděčů do max. 700 svazků kabeláže. Aktuálně se zde na zakázku vyrábí rozvodové skříně s časovou náročností (TPT – throughput time) 20 dní. I když byla kapacita výrobního závodu stanovena na 4500 kusů ročně, skříní z fabriky vychází pouze 1600 kusů. Takto zavedená výroba funguje na jednosměrný provoz bez jakékoliv prvku automatizace.

Vzhledem k tomu, že ve výrobě automatizace není, tak další parametry charakterizují takto nastavený výrobní proces, jsou následující (32):

- Čas výroby 95 (h) na rozváděč;
- Proces montáže navazující na sebe;
- Kontrola kvality po každé operaci.

Z takto nastaveného procesu je závod schopen vyrobit 31 skříní týdně. Zavedené procesy při výrobě jednotlivých skříní na sebe časově navazují a výstup z jednoho procesu okamžitě přechází do dalšího procesu. To umožňuje plynulý tok materiálu a rozpracované výroby.

Layout je na současný výrobní proces nastaven podle obrázku č. 27.

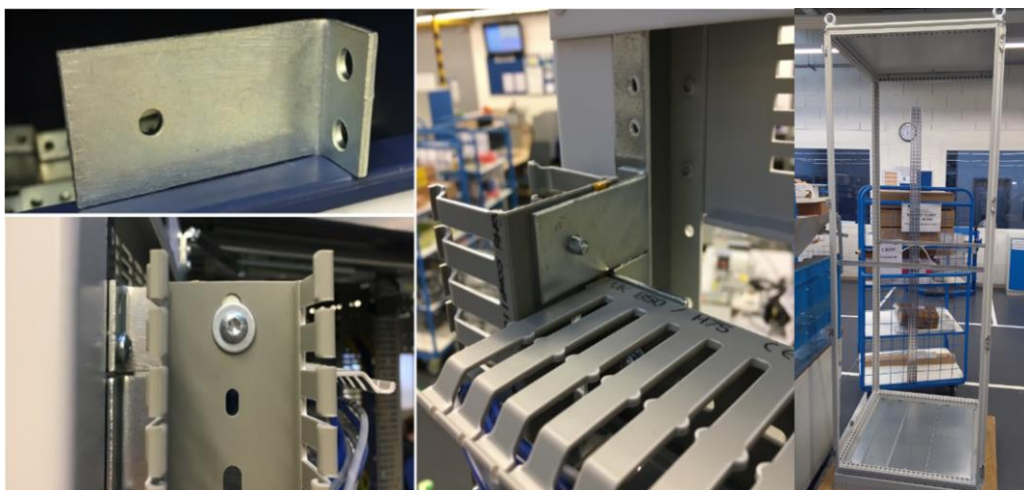


Obrázek 27 - Současný layout výroby

(Zdroj: (32), zpracováno autorkou)

Na obrázku č. 27 lze vidět, jak na sebe jednotlivé pracoviště navazují, a to dle stanoveného výrobního procesu. Není nutné materiál či rozpracovaný výrobek dlouze přemísťovat po montážní hale pro pokračování v realizaci finálního výrobku.

Proces výroby je zahájen přípravou materiálu na jednotlivé zakázky, a to ve skladě, který je přímo napojen na mechanickou montáž. Po přípravě materiálu následuje první krok, tedy zpracování materiálu, a to mechanická montáž. Zde probíhá montáž konstrukce skříně a ostatních mechanických dílů. (viz obrázek č. 28) Při montáži se řídí pracovník technologickým postupem pro montáž skeletu rozvaděče typu RESP. V rámci této operace se instalují do rozvaděče příslušně elektrozařízení.



*Obrázek 28 - Montáž mechanických komponentů rozvaděče*

(Zdroj: (32))

Další fází montáže je zapojování neboli drátování, kde probíhá označení daných komponentů příslušným štítkem a následuje zapojení náležitých propojů dle výrobní dokumentace a v souladu s pracovním postupem. (viz obrázek č. 29) Před samotnou kontrolou správného zapojení tzv. wiringu, se provede nejprve kontrola úplnosti a kompletnosti rozvaděče po operaci drátování.



Obrázek 29 - Vnitřní část rozvaděče

(Zdroj: (32))

Kontrola, která následuje po operaci zapojování zahrnuje například:

- Zda jsou v rozváděči správné přístroje, zařízení a chybějící materiál dopsán do tzv. „missing listu“ na začátku dokumentace;
- Zda jsou vodiče zakončené patřičnými dutinkami, očky atd. a jaká je kvalita těchto zakončení (náhodná kontrola);
- Zda jsou šrouby řádně dotaženy (náhodná kontrola);
- Kontrolovat správnost a úplnost všech označení přístrojů, návleček, štítků kabelů (náhodná kontrola);
- Kontrolovat mechanickou neporušenost všech přístrojů, vodičů a ostatních částí rozváděče, zda nejsou poškrábány lakované části rozváděče;
- Všechny nalezené závady, pokud je to možné, nechat opravit pracovníky operace drátování neboli zapojování.

V případě jakékoliv chyby či chyby, je nutné ji nejprve odhalit a následně opravit. Vše je zaznamenáváno v protokolu neshod skříně uvedeného na obrázku č. 30.



**Protokol neshod skříně – Test zapojení / Funkční test**

Císlo projektu: <b>210274</b>	Jméno projektu:	Císlo skříně: GFF210274-03	Výrobní číslo: 210274-3000	Ozn. rozv.: +RE.1	PM:	Wiring check X
Mechanická montáž: 114	Drátování: M7	HV test: 157	Testování: 157			Funkční test

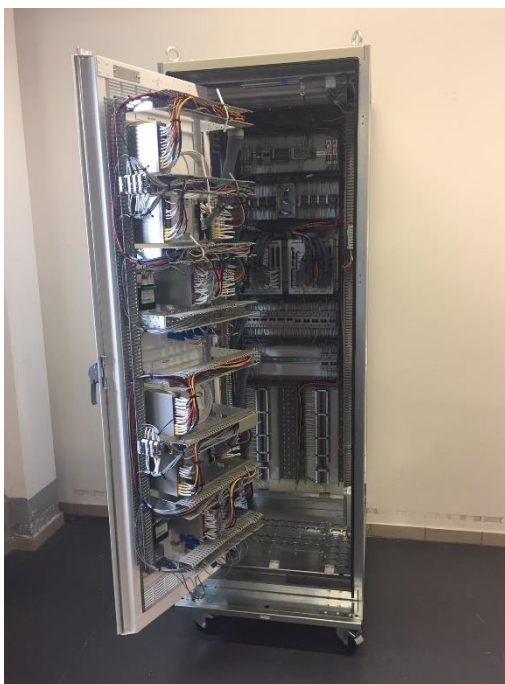
Vada č.	Popis vady	Popis příčiny	Související stránky ve výkresch	Kód vady	Počet vad	Číslo realizace operátora výroby	Čas detekce a opravy [min]	Datum odstranění vady
1	CHYBA BRIDGE NA +B50.X35 X36 X37	1-2-3; 11-12-13	3305	XB1	6	.	5	1.7.
2	" " +B50.X41,X42	1-2, 11-12	3306	XB1	4	.	5	1.7.
3	LANO+U6.1:F7 B4L F4		3411	XC3	1	M7	5	1.7.
4	LANO+U6.1:P13 B4L V P3		3414	XC3	1	M7	5	1.7.
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								

Obrázek 30 - Protokol neshod skříně

(Zdroj: (32))

Případné závady, včetně všech případně chybějících komponentů i přístrojů, které nelze odstranit ihned, jsou zapsané do žlutého papíru „protokol neshodného výrobku“ uvedeného v příloze č.2.

Po vyřešení závady či chyby, následuje funkční testování. Dle požadavků zákazníka může být provedeno na rozvaděči funkční testování, či zjednodušená forma testování, tzv. wiring check. V této fázi je zkontrolována správnost zapojení skříně dle výrobní dokumentace. Probíhá na základě odzkoušení všech vstupních a výstupních signálů a funkcí, které jsou požadovány zákazníkem nebo definovány testovacími instrukcemi, resp. test reportem. Po ukončení veškerého testování na rozvaděči a zaznamenání do průběžného protokolu výrobku, následuje finální kompletace rozváděče. Tato činnost zahrnuje například vyvazování vodičů, kompletace žlabů, instalování bočnic dveří a odstranění závad z protokolu neshodného výrobku. Před FAT či expedicí je finální kontrola poslední nezávislá kontrolní fáze. Předcházející kontroly na jednotlivých skříních byly provedené na mezioperační kontrole 1 po operaci mechanická montáž a mezioperační kontrola 2 po operaci zapojování. Proces řízení a administrace dat výroby, kde jsou zahrnuté případné změny na výrobku, je předmětem samostatného dokumentu. V případě nedostatečné interní kapacity má výrobní závod možnost využít externí kooperace.



Obrázek 31 - RESP07 finální produkt

(Zdroj: (32))

#### **6.4 Úzká místa procesu výroby v jednotce CZOPC Trutnov**

Stejně tak jako podnik má svá omezení, která mu zabraňují vydělávat více peněz, tak i každý výrobní systém má alespoň jedno omezení, které mu zabraňuje dosáhnout vyššího stupně výkonnosti. V našich podmínkách se zlepšování procesů často redukuje na výrobní procesy. Mnohem větší potenciál však někdy existuje v administrativě, logistice, nákupu, vývoji výrobků anebo v technické přípravě výroby. Výrobní závod v Trutnově již aktivně využívá principy systému Kaizen, který usiluje o neustálé zlepšování a do jehož implementace je zapojený každý – od manažerů až po dělníky ve výrobě.

Situace na trhu se však neustále mění a společnost ABB tak vnímá neustálý tlak z mnoha stran. Zákazníkovi je třeba dodat produkt v co nejkratší době, dle specifikací ale zároveň také co nejlevněji. Na základě kontaktu s ostatními jednotkami ABB, je jednotka poptávající určitý typ produktu schopna vyhodnotit, zda je v konkrétním výrobním závodě zhotovení požadovaného produktu finančně výhodné.

Výroba v závodě CZOPC Trutnov není aktuálně až tak finančně atraktivní pro klíčové zákazníky. I z tohoto důvodu byla výroba částečně utlumena a pro budoucí rozvoj výrobní jednotky je nezbytné vyladit veškeré detaily spolupráce. Mezi požadavky klíčových zákazníků patří například flexibilita, efektivnost a nízké náklady na výrobu.

Jednotka však řeší i jiná úzká místa, a to jsou například kapacitní problémy. Nově vystavená budova v roce 2014 byla koncipována tak, aby vyřešila kapacitní problémy původního závodu. Toto řešení však nebylo racionalizační ve všech směrech. Fabrika neustále řeší kapacitní problémy, a to zejména z důvodu omezených prostorů v oblasti „změn“. Zde jsou uloženy rozvodové skříně, které nelze zkompletovat bez realizace podstatné změny. Mezi tyto změny lze zahrnout například konkrétní umístění tzv. inteligentního zařízení, které slouží pro ovládání rozvaděče. Plechy zhotovené s otvorem na pravé straně, dle prvotního požadavku zákazníka, nelze využít v případě nového požadavku o umístění tohoto zařízení na levé straně. Plechy jsou objednávané dle původního požadavku zákazníka a v případě změny mohou vyžadovat využití externí spolupráce. Vzhledem k tomu, že ne všechny změny jsou realizovatelné přímo ve fabrice, lze považovat výrobu za nepružnou. Doba zhotovení finálního výrobku se může prodloužit až o 3 týdny, a to zejména z důvodu nedostatečné kapacity jak u dodavatele, tak i ve výrobní jednotce. Materiál je v rámci výroby členěn na dvě kategorie:

- Materiál objednávaný na hladiny;
- Materiál projektový – objednávaný dle požadavků zákazníka.

Materiál objednávaný na hladiny je dodáván průběžně od externího dodavatele na tzv. „vlny“. Jedná se například o spojovací materiál. Materiál projektový je naopak objednávaný pouze na základě potvrzené objednávky od zákazníka.

Úzce spjata s tímto problémem je také tzv. „zmražení dokumentace“. V rámci projektového řízení, jak již bylo zmíněno, se výrobní jednotka podotýká se změnami ze strany zákazníka. Je zde možnost změnit obsah výrobní dokumentace rozvaděče. To ve výrobě zapříčiní tzv. „stop stav“. Výrobek nelze

dokončit, a to do té doby, než je možné uspokojit všechny požadavky zákazníka. To obnáší například objednávku doplňkového materiálu anebo přímo změny, na již dodaném materiálu od externí firmy. Včasné „zmražení“ dokumentace by umožnilo snížení časové náročnosti výroby mnohem snáz bez jakéhokoli dalšího vylepšení.

To že není výrobní závod již finančně atraktivní, je jeden z hlavních důvodů, proč se zahajují projekty s cílem racionalizovat výrobní proces. Stále více se společnost ABB zaměřuje na vytváření takových produktů, které budou reflektovat požadavky zákazníka. Vývoj samotného produktu nebo služby zohledňuje zejména požadavky zákazníků, nabídku konkurence, náklady výroby a distribuce produktu. Pro optimalizaci výrobního procesu a návrh nového layoutu byly nejprve zmapované činnosti, které přidávají hodnotu především zákazníkovi ale také společnosti.

Pro zmapování činností, které přidávají hodnotu zákazníkovi v průběhu realizace produktu či služby, byla zpracována mapa toku hodnot neboli Value Stream Mapping. (viz příloha č. 3)

Klíčovým výstupem mapy toku hodnot je VAI – Value Added Index. VAI porovnává časy, které přidávají a nepřidávají hodnotu vyráběnému produktu. V případě technologických operací, kterými se přeměňuje vstupný materiál na hotový výrobek jsou činnosti, které přidávají hodnotu. Výrobní tok v provozu však není vždy plynulý. Dochází k častým prostojeům, a to z důvodu čekání na chybějící materiál. To je činnost, která nepřidává hodnotu zákazníkovi ani výrobní jednotce. Další činnost, která nepřidává hodnotu zákazníkovi je například proces nákupu. Činnosti, které naopak přidávají hodnotu zákazníkovi jsou operace mechanické montáže, zapojování, testování a finální montáže. Časy a operace, které nepřidávají hodnotu, se podnik následně snaží minimalizovat v rámci neustálého zlepšování.

Index přidané hodnoty:

$$VAI = \frac{\text{Celková doba za kterou je produktu přidávána hodnota}}{\text{Celková průběžná doba po kterou produkt vzniká}} \quad (6)$$

Z VSM současného výrobního procesu vyplývá:

- Celková průběžná doba výroby - 31 dnů;
- Čas přidávání hodnoty - 136,92 hodin.
- Maximum VA - 23,34 %

Další výstupy, které lze z mapy toku hodnot sledovat (18):

- PVD (Lead Time) – doba po kterou produkt vzniká, tzn. od dodání vstupní položky na sklad po odeslání hotového produktu zákazníkovi. Zkrácením průběžné doby dochází ke zvyšování VA indexu;
- Přidaná hodnota – VA time, value added – čas, kdy jsou na produktu realizovány takové aktivity, které zapříčiní přeměnu produktu do stavu vycházejícího z požadavku zákazníka, a ten je za ně ochoten zaplatit;
- Nepřidaná hodnota – NVA time, non value added – čas, který je potřebný při tvorbě daného produktu, ale náklady na jeho realizaci zákazník neplatí. Např. manipulace, čekání pracovníka na dodávku suroviny, kontrola apod;
- Výše všech zásob – zásob surovin, rozpracované výroby a hotových výrobků přepočítaných na požadavek zákazníka.

Celková průběžná doba, během níž produkt vzniká, je čas od navezení materiálu do vstupního skladu po dobu, kdy je hotový produkt z expedičního skladu transportován zákazníkovi. Z této definice vyplývá, že čím kratší průběžnou dobu, tím je výroba efektivnější a flexibilnější. (19)

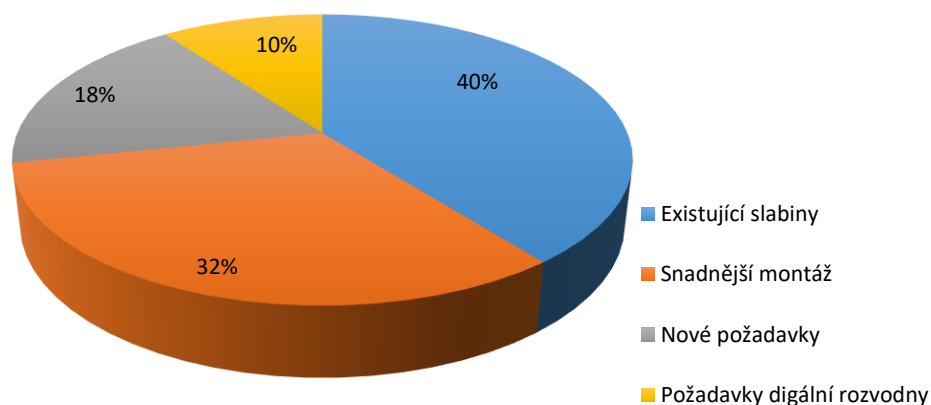
## **6.5 Zavedení principů štíhlé výroby – projekt DtV**

Design to Value (dále jen DtV) je koncept vývoje produktu nebo služby, který zohledňuje požadavky zákazníků, nabídku konkurence, náklady výroby a distribuce produktu. Zjednodušeně DtV znamená vytvoření takového produktu, který bude reflektovat požadavky zákazníka. DtV jako nástroj je součástí

transformačního programu „PowerUP“, který má vést k ziskovému a udržitelnému růstu divize PowerGrids.

V CZOPC jednotce proběhl „Design-to-value“ workshop za účasti kolegů z vedení produktové skupiny. Za Trutnov se zúčastnili kolegové napříč celou jednotkou od výroby až po kanceláře. V průběhu workshopu se nasbírali od jednotlivých zúčastněných podněty k tomu, jak by mohl být proces průběhu zrychlen a vylepšen. Podnětů se posbíralo skoro 500 a následně se utřídili do čtyř kategorií, které se dále řeší formou interních projektů. (viz graf č. 2)

### Kategorie podnětů Workshopu



Graf 2 - Kategorie podnětů Workshopu

(Zdroj: (32), zpracováno autorkou)

Projekt DtV je v Trutnovském závodě rozdělen do několika dílčích iniciativ, z nichž každá má svého vedoucího.

- Nový výrobní proces;
- Automatická příprava kabelových svazků (Komax);
- Montážní stoly;
- Testovací simulátory „aTeSim“;
- Maximální kvalita výstupů „E3“;
- Paperless factory;
- Standardní materiál;
- Implementace Lean kultury v jednotce, TAM meetingy;

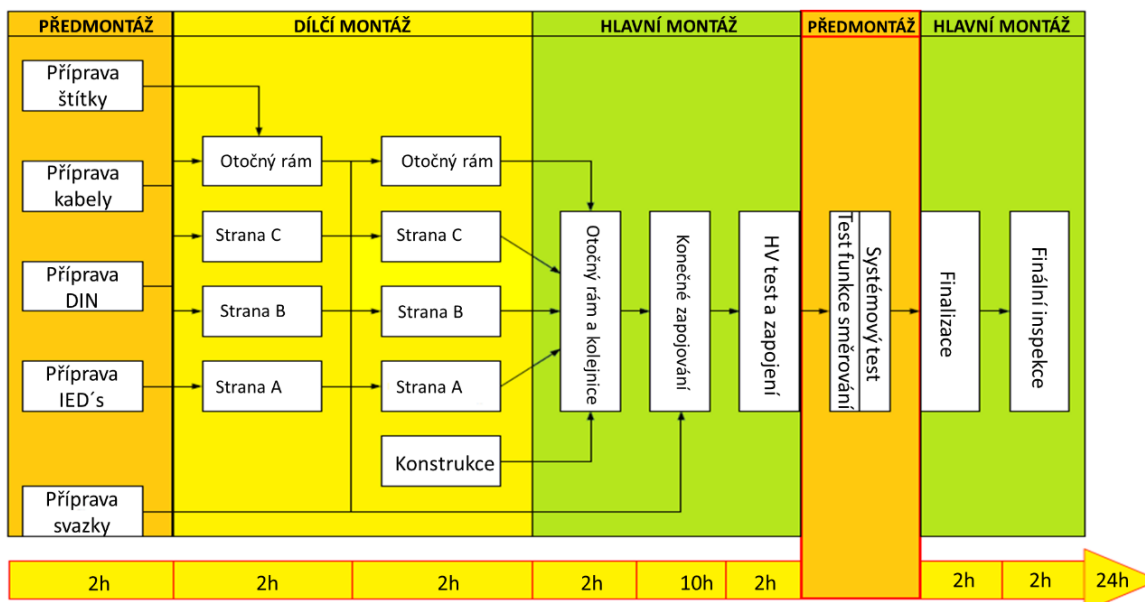
- Nová kontrola kvality;
- Oddělení inovací.

### Nový výrobní proces

Nový výrobní proces by měl být převážně založen na paralelních aktivitách při montáži a drátování. (viz obrázek č. 32) Dále by nový výrobní proces měl být stavěn na:

- Příprava před montáží;
- Příprava před procesem drátování;
- Zrušení mezioperační kontrola po mechanické montáži;

Plánovaná roční úspora při takovém výrobním procesu je 48 000 USD.



Obrázek 32- Návrh nový výrobní proces

(Zdroj: (32), zpracováno autorkou)

### Automatická příprava kabelových svazků (Komax)

V rámci optimalizace výrobního procesu, byla nově navržena příprava kabelových svazků za pomoci speciálně navrženého stroje od firmy Komax. (viz obrázek č. 33) Automatická příprava kabelových svazků by měla umožnit vytvářet svazky s přesnou délkou vodičů a umožnit tak zkrácení průběžné doby výroby.

Plánovaná úspora za rok na tomto projektu by byla 232 000 USD.

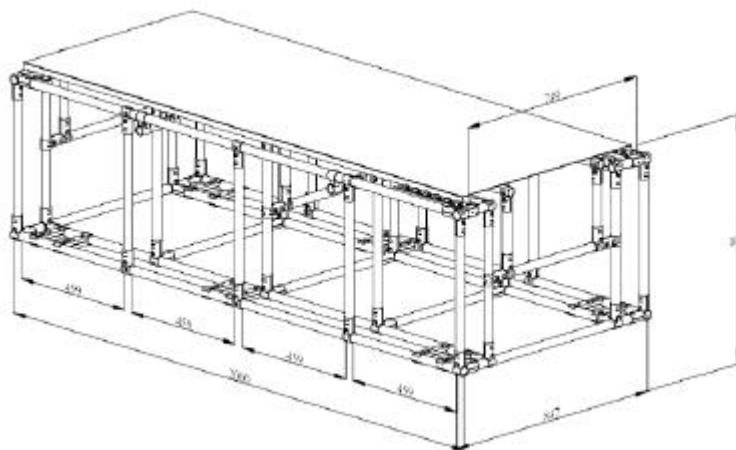


Obrázek 33 – Stroj Komax

(Zdroj: (32))

### **Montážní stoly**

Dále byla v rámci DtV navržena implementace nastavitelných montážních stolů, které umožní operátorům výroby montáž přístrojů na bočnice mimo rám. (viz obrázek č. 34) Díky těmto montážním stolům bude pro pracovníky zajištěna lepší ergonomie na pracovišti v průběhu zapojování. Plánovaná roční úspora tohoto projektu je 69 000 USD.



Obrázek 34 - Návrh montážního stolu

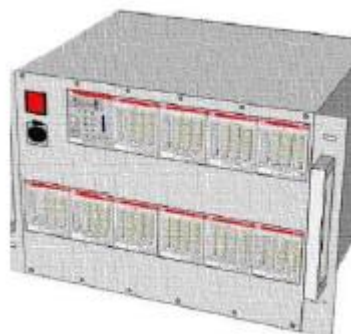
(Zdroj: (32))

### **Testovací simulátory aTeSim**

Pro zlepšení efektivity a produktivity testování projektů iPQ (Inherent Project Quality), při kterém se maximálně standardizují proces a výstupy výroby, bylo navrženo testování prostřednictvím testovacích simulátorů aTeSim. iPQ je



globální nástroj využívaný pro zlepšení a standardizaci procesu výroby. V rámci nového výrobního procesu, při úspoře 2 000 USD za rok, bude testování probíhat za pomoci testovacích simulátorů aTeSim. (viz obrázek č. 35)



Obrázek 35 - Testovací simulátor aTeSim

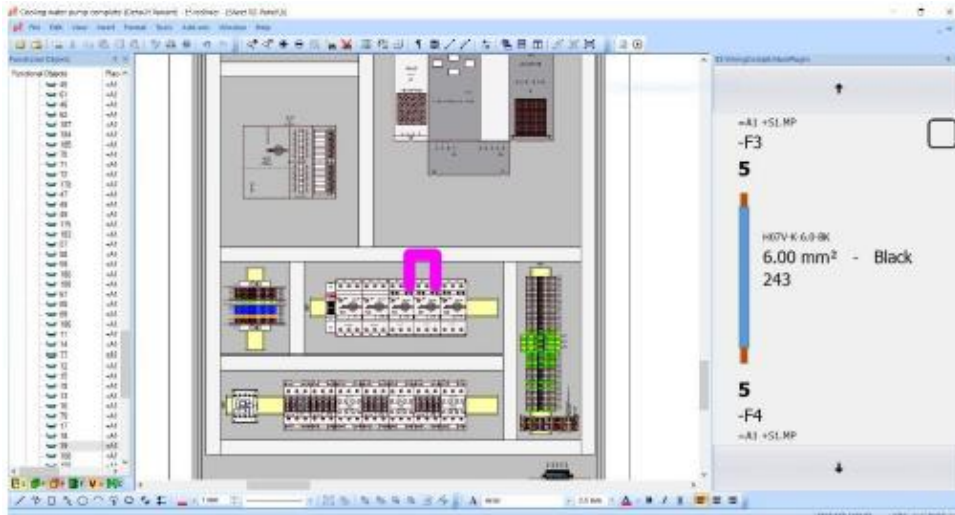
(Zdroj: (32))

### **Maximální kvalita výstupů „E3“**

Pro optimální návaznost jednotlivých procesů výroby, je nezbytné zajistit dokumentaci a výkresy tak, aby všechny specifikace pro výrobu skříní, např. definice všech propojů, správnost materiálu, konstrukční požadavky skříně atd. plnili požadavky zákazníků. Pro tento budoucí stav je nutné mít připravený proces pro ověření, nastavení a kompletaci E3 výkresů. Plánovaná roční úspora tohoto projektu činí 36 500 USD.

### **Paperless factory**

Cílem projektu „paperless factory“ je zrušit papírovou dokumentaci při realizaci projektu a nahradit ji dotykovými obrazovkami s možností online zaznamenávání chyb a korekcí v dokumentaci. Takto navržený systém by umožnil urychlit komunikaci mezi výrobou a ostatními oddělení podílející se na realizaci projektu. (viz obrázek č. 36) Díky tomuto projektu se odhaduje úspora na 330 000 USD za rok.



Obrázek 36 - Návrh paperless factory

(Zdroj: (32))

### Standardní materiál

Aplikovat zrevidovaný materiál používaný v tendrové a inženýringové fázi projektu tak, aby došlo k optimalizaci nákladů. Prosazovat ABB řešení tam, kde to bude zákazník akceptovat. (viz obrázek č. 37)



Obrázek 37 - Návrh standardní materiál

(Zdroj: (32))

### Implementace Lean kultury v jednotce, TAM meetingy

Implementace Lean kultury ve firmě za pomoci krátkých setkání jednotlivých oddělení (daily management) nad přehledem výkonu týmu, nejlépe pomocí vizualizace témat. (viz obrázek č. 38)

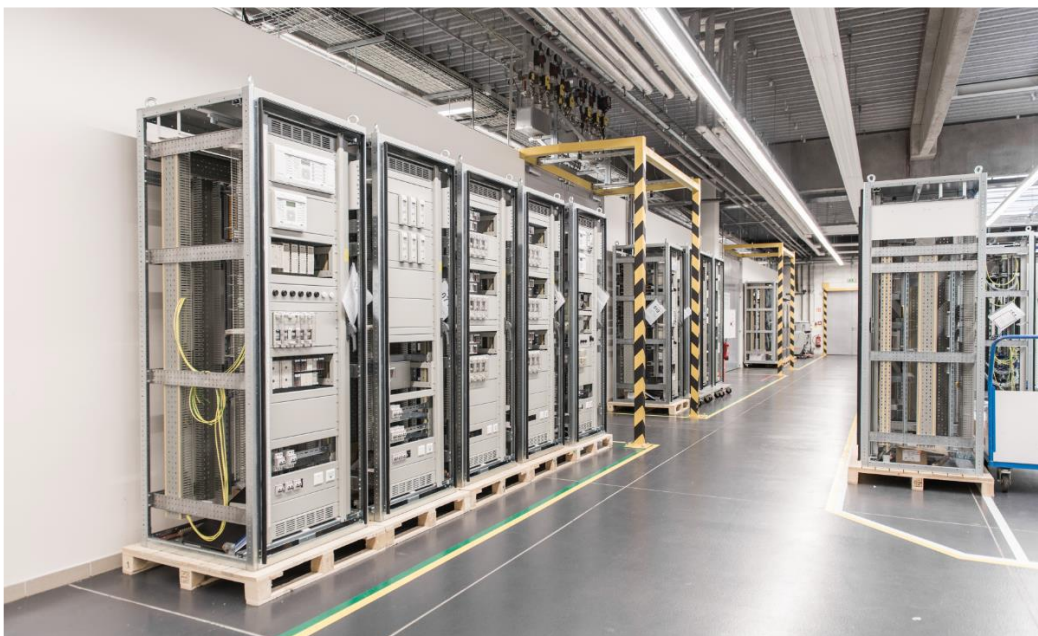


Obrázek 38 - Náhledy TAM meeting

(Zdroj: (32))

### Nová kontrola kvality

Cílem tohoto projektu je nahrazení mezioperačních kontrol samokontrolou operátorem, aniž by došlo ke zhoršení kvality vyráběných rozváděčů. Tato iniciativa by měla být plně implementována s novým procesem. Ušetření času kontroly a čekání na samotnou kontrolu. (viz obrázek č. 39) Plánovaná úspora 135 000 USD ročně.



Obrázek 39 - Náhled rozpracované výroby

(Zdroj: (32))

## **Oddělení inovací**

Tak aby Trutnovský výrobní závod mohl zajistit stálejší zaměření na inovací, bude zřízeno specializované oddělení, které bude navrhovat, rozvíjet a zavádět inovace a nové technologie do výroby a souvisejících procesů. Výstupy tohoto oddělení budou implementovány globálně v ostatních výrobních závodech. V první fázi vznikne nová pozice „Continues Improvement Leader“.

K dispozici by mělo mít oddělení také mimo jiné i tyto pozice:

- Mechanického inženýra – vývoj RESPu, úpravy, vylepšení;
- Softwarového inženýra – SW interface, vytváření nástrojů, údržba knihoven;
- Podpora údržby – zodpovědná za implementaci nových technologií v procesu výroby a spravování těch stávajících.

## **7 Řešení**

Řešením diplomové práce je návrh nového výrobního layoutu, který umožňuje zkrácení časové náročnosti výroby z 20 dní na 1 den pro rozvodové skříně typu RESP. V předchozí kapitole byl popsán současný výrobní postup rozvodové skříně typu RESP07 a také identifikovány jeho slabé stránky. To umožnilo zároveň vytvořit mapu toku hodnot a identifikovat tak činnosti, které přidávají výrobnímu procesu hodnotu. Z analýzy současného stavu vyplývá, že výrobní proces obsahuje celou řadu problémových míst spolu s velkými prostoji mezi operacemi. Na základě těchto informací byl navržen model nového layoutu, který má za cíl respektovat pracnost výroby a odstranit zejména zbytečnou manipulaci i asynchronii procesů, čímž současně sníží jak celkovou pracnost výroby, tak časovou náročnost procesu.

Zákazník ve vyspělé tržní ekonomice má čím dál tím větší vyjednávací sílu, díky informacím, které má k dispozici již před svým nákupem a chce-li podnik udržet konkurenceschopnost, musí neustále vyvíjet snahu o proaktivní a systematické zlepšování svých procesů. Vzhledem k tomu, že o konkurenceschopnosti společnosti stále více rozhoduje logistika, synchronizace procesů, schopnost

vyrábět v množství, které požaduje zákazník, je nezbytné usilovat o to, aby společnost dokázala vyrábět libovolnou sekvenci různých výrobků s vysokou produktivitou, s krátkými průběžnými časy a s minimálními zásobami.

Oblast přepravy, skladování a manipulace zaměstnává až 25 % pracovníků, zabírá 55 % ploch a tvoří až 87 % času, který stráví materiál v podniku. (19) Tyto náklady souvisí s nesprávně navrženým layoutem, který je v mnoha podnicích hlavní příčinou plýtvání. Zbytečné materiálové toky, nepřehledné procesy a množství manipulačních, skladovacích a kontrolních činností jsou výsledkem nevhodného layoutu. Štíhlý layout a výrobní buňky jsou řešením uvedených problémů. Štíhlý layout zároveň přináší úsporu ploch, přičemž na uvolněných plochách je možné umístit další výrobní programy.

Fabrika vyrábí stále větší množství variant produktu a není možné pro každý výrobek vytvořit samostatnou linku. Z toho důvodu je dobrým řešením projektovat výrobní buňky, ve kterých se vyrábí skupina produktů, které mají společné charakteristiky (např. výrobní postup, zákazníky, velikost, tvar). Výrobní buňky jsou cestou k radikálnímu zvýšení pružnosti a produktivity současně. Vytváření výrobních buněk je úzce spjato s projekty 5S, vizualizace a budování týmové práce v podniku. Výsledkem je synchronizace procesů s požadavky zákazníků a dosažení toku jednoho kusu.

Další výhodou výrobních buněk je jejich flexibilita. Výhoda je i v plánování a řízení výroby. Každý den se plánuje potřebný materiál pro každou linku a na každé se sleduje denní výkon. Používají se levnější a menší stroje. Budování výrobních buněk však vyžaduje určitou míru opakovatelnosti, a tak je velmi problematické je vytvářet v kusové zakázkové výrobě. Vzhledem k náročnosti tohoto procesu má tento projekt smysl tehdy, jestliže se jedná o dlouhodobý obchodní vztah se zákazníky, kteří vyžadují vysokou flexibilitu a nízké náklady. Layout se vytváří především podle požadavků zákazníka, plánovaného sortimentu a množství.

## 7.1 Optimalizovaný výrobní proces

Společnost se stále více snaží vyrábět konkrétní produkty pro individuální zákazníky, a to při krátkých dodacích termínech a nízkých nákladech. To, že si zákazníci mohou vybírat ze stále většího množství variant, je komplikované zejména tím, že životní cykly produktů se neustále zkracují. Z hromadné výroby, která dominovala v první polovině minulého století je zřejmý přechod k výrobě pro individuálního zákazníka tzv. zákaznická customizace. Jak již bylo zmíněno i v teoretické části této práce, o konkurenceschopnosti stále více rozhoduje logistika, synchronizace procesů a schopnost vyrábět v množství, které požaduje zákazník. V rámci business line tak byli stanovené nové požadavky na výrobní jednotku v Trutnově (32):

- Minimalizace fluktuace plánování;
- Využití prostoru pro větší produkci;
- Zvýšení obrátu zásob o 50 %;
- Stroj pro kabelové svazky;
- Snížení výrobních nákladů o 30 %.

Na základě těchto požadavků, byly stanovené podmínky pro nový výrobní proces. Na nový proces jsou aktuálně kladené tyto nároky:

- Časová náročnost (TPT) 3 dny;
- Automatizace přípravy kabelových svazků.

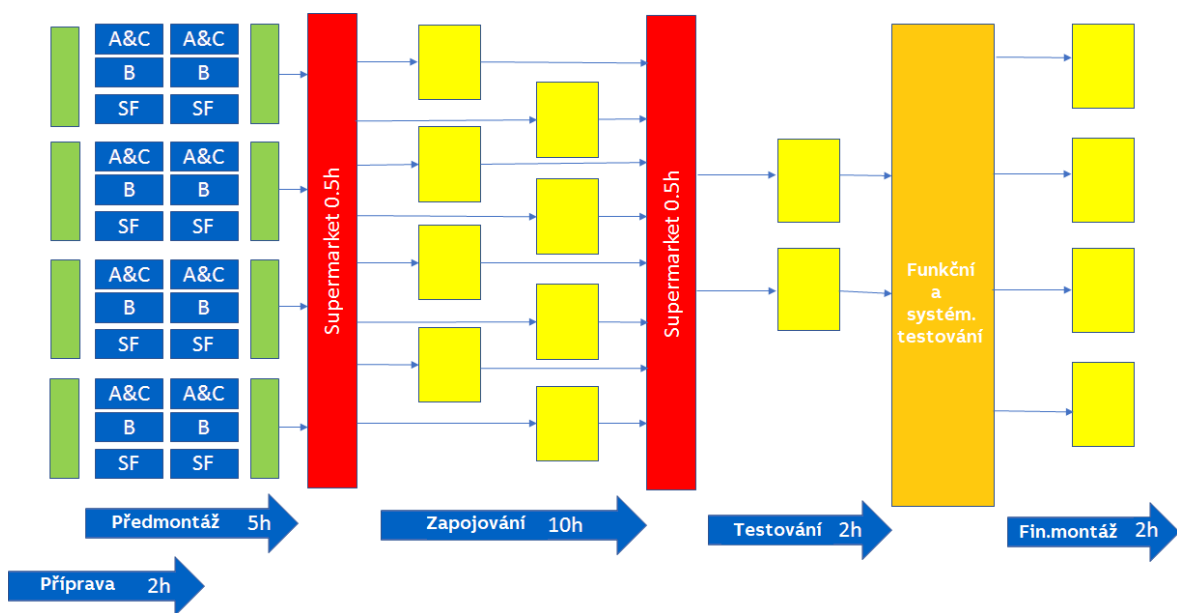
Nově by výrobní proces tedy měl obsahovat prvek automatizace. Příprava kabelových svazků by měla být realizovaná za pomoci speciálně navrženého stroje od firmy Komax. Automatická příprava kabelových svazků by měla umožnit vytvářet kabelové svazky s přesnou délkou vodičů a umožnit tak zkrácení průběžné doby výroby. Dále by měla být nastavená paralelní práce při montáži jedné skříně do tzv. výrobních buněk. Při paralelně nastavené montáži jedné skříně, má výrobní jednotka v plánu vyrobit za rok 3000 rozvaděčů typu RESP do max. 700 drátů. Pro tento projekt byl vybrán model rozvodové skříně typu RESP07, a to zejména z důvodu charakteristik, které si ve výrobě

zaměstnanci přejí zachovat, a naopak ty které se snaží eliminovat. Pozitivní vlastnosti tohoto typu výrobku jsou například:

- Snadno přizpůsobitelné potřebám zákazníka – flexibilní, variabilní, přizpůsobitelný a modulární design;
- Easy Logistic – potřebná nízká skladovací kapacita;
- Jednoduché pro výrobu.

Naopak jako negativní vlastnosti lze uvést:

- Široká variabilita – barvy, tloušťky, více přizpůsobené objednávky a poté standardizované, různé vzhledy v závislosti na umístění;
- Tuhost kostry a pravoúhlost – není dostatečně tuhá, obtížně dosažitelná správná pravoúhlost, obtížnost zavřít dveře.



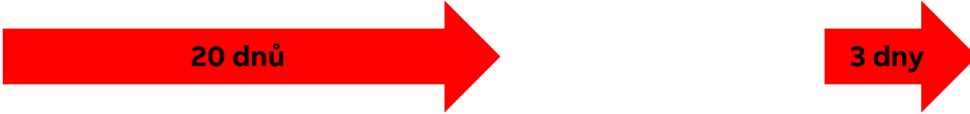
Obrázek 40 - Návrh výrobního procesu

(Zdroj: (32), zpracováno autorkou)

Nový výrobní proces a časová náročnost jednotlivých operací jsou schematicky znázorněny na obrázku č. 40. Proces je zahájen přípravou materiálu, který je nezbytný pro předmontáž konstrukce, jednotlivých stran a otočného rámu rozvaděče. Následuje pak paralelní montáž mechanických částí rozvaděče a zapojování kabeláže na jednotlivé strany skříně. Z dílčích částí je pak sestavena

rozvodová skříň, která pokračuje na testování. Již nejsou součástí procesu dvě mezioperační kontroly kvality, ale pouze jedna před finální montáží.

Podle nového výrobního procesu je čas výroby jednoho rozvaděče stanoven na 56 hodin. Časová náročnost by se v průběhu implementace měla z jedné směny rozložit do tří směn. Při takto nastaveném procesu, je výroba schopna produkovat 89 skříní týdně. Podstatnou změnou v procesu by měla být i kontrola kvality. Aktuálně se v průběhu výroby provádí 3 typy kontrol. První mezioperační kontrola se provádí po operaci mechanická montáž a druhá mezioperační kontrola po operaci zapojování. Finální kontrola je poslední nezávislá kontrolní činnost před FAT, či expedicí. V novém procesu by měla být prováděna pouze kontrola kvality před finální montáží, nikoliv kontroly mezioperační. Porovnání mezi současným a cílovým stavem je uvedeno v tabulce č. 6.



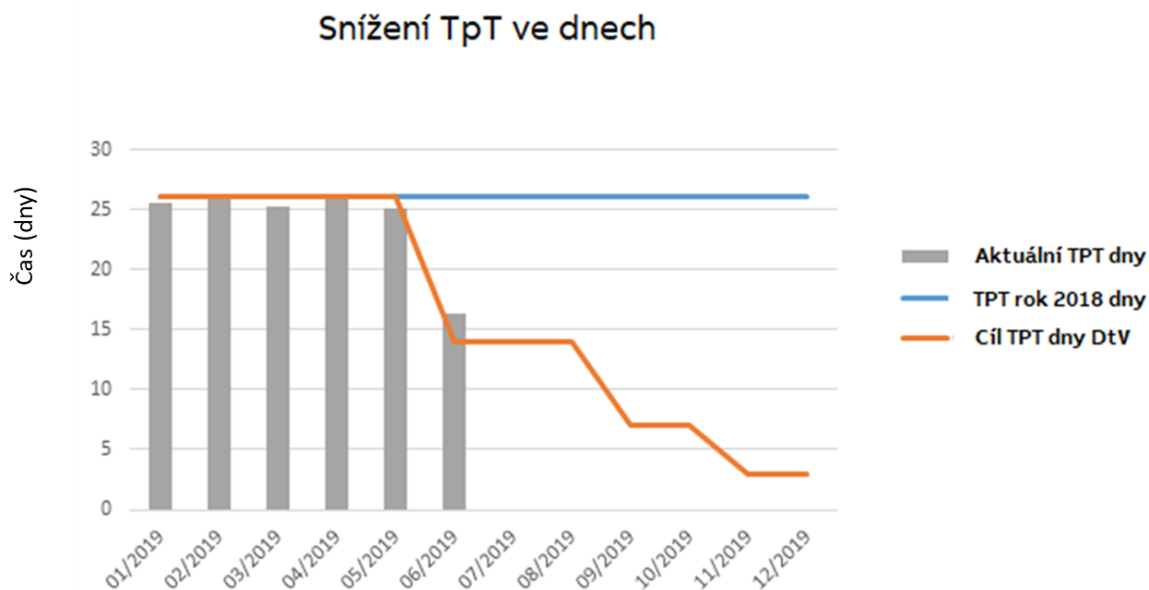
<b>Předpoklad 1 směna</b>	<b>Nyní</b>	<b>Předpoklad 1 směna</b>	<b>Poté</b>
Časová náročnost (TPT)	20 dnů	Časová náročnost (TPT)	3 dny
Doba výroby	95 h	Doba výroby	56 h
Počet pracovníků	55	Počet pracovníků	52
Kontroly kvality	3 krát	Kontroly kvality	1 krát

Tabulka 6 - Současný a cílový stav

(Zdroj: (32), zpracováno autorkou)

Implementace časové náročnosti z 20 dnů na 3 dny již byla ve výrobním procesu zahájena. Průběžné snížení časové náročnosti výroby (TPT) ve dnech lze vidět v grafu č. 3.





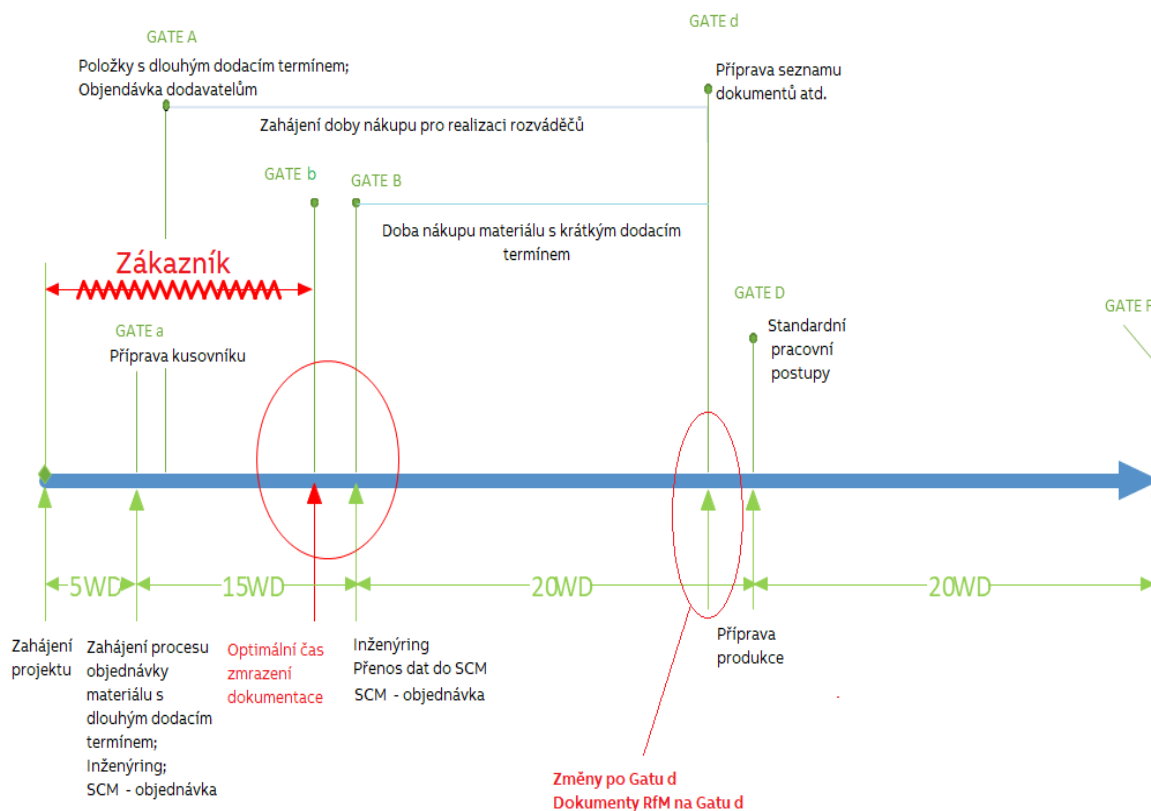
Graf 3 - Snížení TpT ve dnech

(Zdroj: (32), zpracováno autorkou)

Je nutné podotknout, že ke zkrácení časové náročnosti výroby by vedlo i při včasném zmražení dokumentace. V takovém případě, by bylo možné snížit časovou náročnost na 24 hodin bez jakéhokoliv dalšího vylepšení výrobního procesu. Výrobní dokumentace by však musela být zmrazena již na „Gate b“, což je ale při současném stavu nereálné. (viz obrázek č. 41) V mnoha případech je na „Gate b“ dokumentace či kusovník neúplný nebo dokonce neexistující.

Na obrázku č. 41 lze vidět i časovou osu realizace projektu. Aktuálně probíhá zmražení dokumentace na „Gate d“, kde se v případě změny ze strany zákazníka, prodlužuje termín realizace projektu. V případě změny je nutné vytvořit příslušnou dokumentaci, která umožní realizaci veškerých požadavků zákazníka a časová náročnost výrobního procesu se tak může prodloužit až o 4 týdny. Nevyhnutelné je v tomto případě navýšení výrobních nákladů a dodatečné plánování kapacity. Kapacita ve výrobě ubývá, a to z důvodu navýšení stavu „Stop and Go“, tedy nedokončené výroby. Nedokončená výroba v takto nastaveném procesu zapříčiní vyšší zásoby materiálu na skladě a nedostatek kapacity pro další zakázky. Takto nastavená výroba funguje v tzv. hasičském režimu a není schopna realizovat projekty ve stanovené lhůtě. Je velice obtížné za těchto okolností provádět jakoukoliv optimalizaci výrobního

procesu. Je zřejmé, že změna v průběhu realizace výrobku oddálí jeho dokončení a s tím i splatnost konečné faktury, a to se může negativně promítnout do cash flow společnosti.



Obrázek 41 – Časová osa průběhu projektu

(Zdroj: (32), zpracováno autorkou)

## 7.2 Návrh nového výrobního layoutu

Rychlost, standardizace, nižší zásoby, větší kapacita, méně pracovní doby v celém hodnotovém řetězci by měly zajistit společnosti konkurenceschopnost na cílených trzích. Layout se tvoří podle požadavků zákazníka, plánovaného sortimentu a také množství. Podmínky pro návrh layoutu byly předem stanovené na základě požadavků klíčových zákazníků výrobní jednotky. Nároky zákazníků byli například flexibilita, efektivita, cenová dostupnost, kvalita a zhotovení při krátkých dodacích termínech.

Nový výrobní proces by měl být převážně založen na paralelních aktivitách při montáži a drátování.

Dále by nový výrobní proces měl být charakterizován:

- Příprava před montáží;
- Příprava před procesem drátování;
- Zrušení mezioperační kontroly po mechanické montáži.

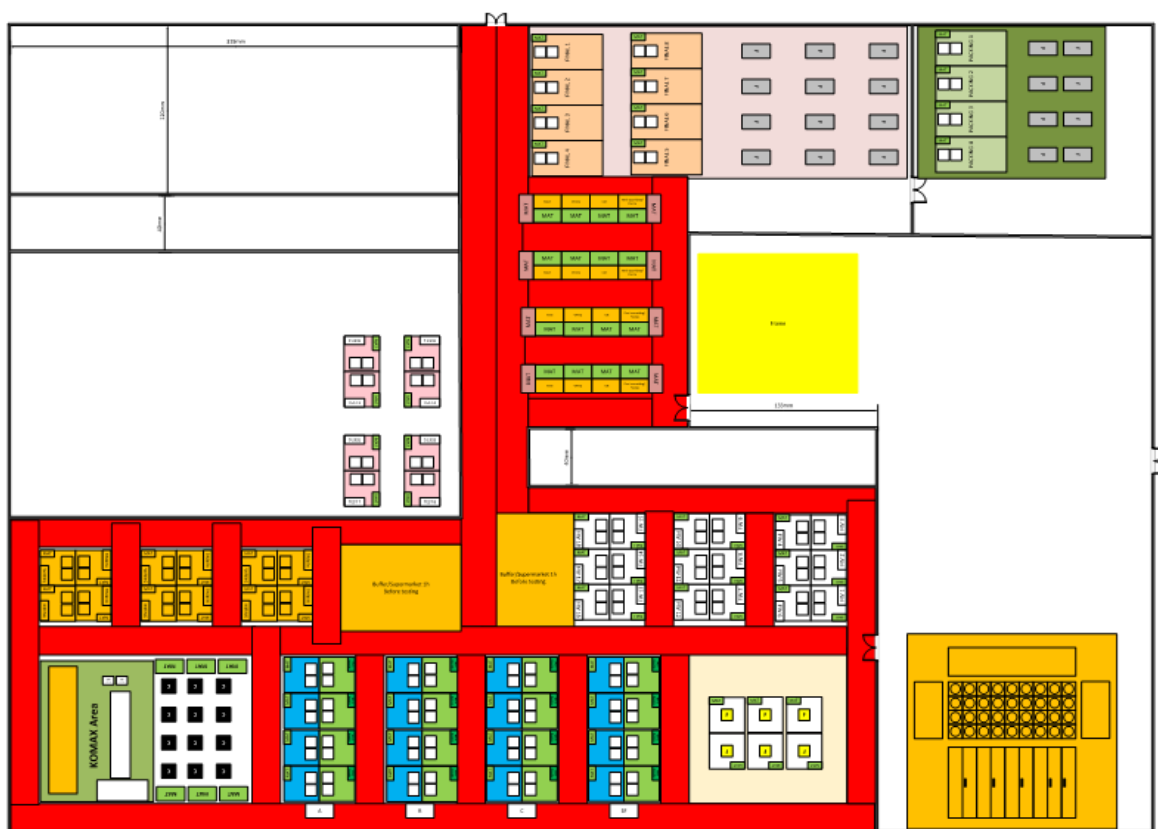
Prvotním záměrem bylo sestavit takový layout, který by respektoval pracnost výroby a odstranil zejména zbytečnou manipulaci i asynchronii procesů, čímž se současně sníží jak celková pracnost výroby, tak průběžná doba výroby.

Návrhem je způsob uspořádání do modulární organizační jednotky neboli výrobní buňky. S tímto uspořádáním se nejčastěji setkáme právě tam, kde převládá středně těžké nebo těžké strojírenství s kusovou či malosériovou výrobou. Výrobní stroje či pracoviště jsou uspořádány v jednotlivých buňkách tak, aby požadavky na přepravu materiálu byly, co možná nejmenší. Tento typ uspořádání si však žádá velmi pečlivou předprojektovou přípravu. Základní myšlenkou buňkového uspořádání je rozdělení výrobního systému na samostatné moduly, které autonomně plní definované výrobní úlohy a jsou navzájem propojené informačním a materiálovým tokem. Tyto samostatné buňky spolupracují na principu zákazník – dodavatel a musí plnit tyto podmínky: komunikaci, přepravní spojení, decentralizaci skladů a přesun položek s největší intenzitou manipulace přímo na místo spotřeby. Výrobní buňky zabezpečují pružnost výrobního systému s ohledem na měnící se výrobní sortiment, rozšiřování a modifikaci výroby.

Jak již bylo zmíněno, při nově navrženém výrobním procesu má výrobní jednotka v plánu vyrobit 3000 rozvaděčů typu RESP do max. 700 drátů za rok. Čas výroby jednoho rozvaděče je stanoven na 56 hodin. Při takto nastaveném procesu a při výrobě pouze rozvaděče typu RESP je fabrika schopna produkovat až 89 skříní týdně.

Bylo navrženo několik variant nového layoutu, avšak ne všechny bylo možné přizpůsobit novému výrobnímu procesu. Na obrázku č. 42 lze vidět jeden z mnoha modelů layoutu výroby, který není způsobilý optimálnímu toku materiálu ve výrobě. Při tomto modelu, by bylo nezbytná zdlouhavá

manipulace jednotlivě sestavených komponentů rozvaděče pro jejich finální montáž.



Obrázek 42 - Návrh nový layout 2

(Zdroj: (32) , zpracováno autorkou)

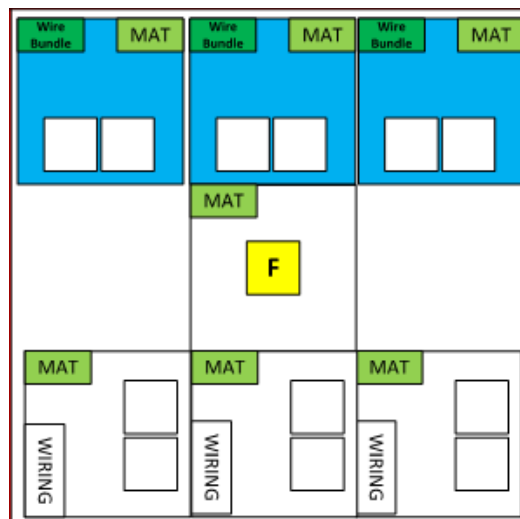
Dále je pak na obrázku č. 43 je zobrazen návrh nového výrobního layout, který je schopen optimalizovat časovou náročnost a snížit ji na požadovaných 24 hodin. Principy výrobních buněk se využívají právě tam, kde je třeba rychle a pružně reagovat na měnící se požadavky zákazníků. Buňky dokážou vyrábět variabilní sortiment s měnící se velikostí dávky, která odpovídá objednavce při velmi krátkých průběžných časech. Kapacita buňky se dá měnit v širokém rozsahu, a to například změnou počtu operátorů.



Obrázek 43 - Návrh nový layout

(Zdroj: (32) , zpracováno autorkou)

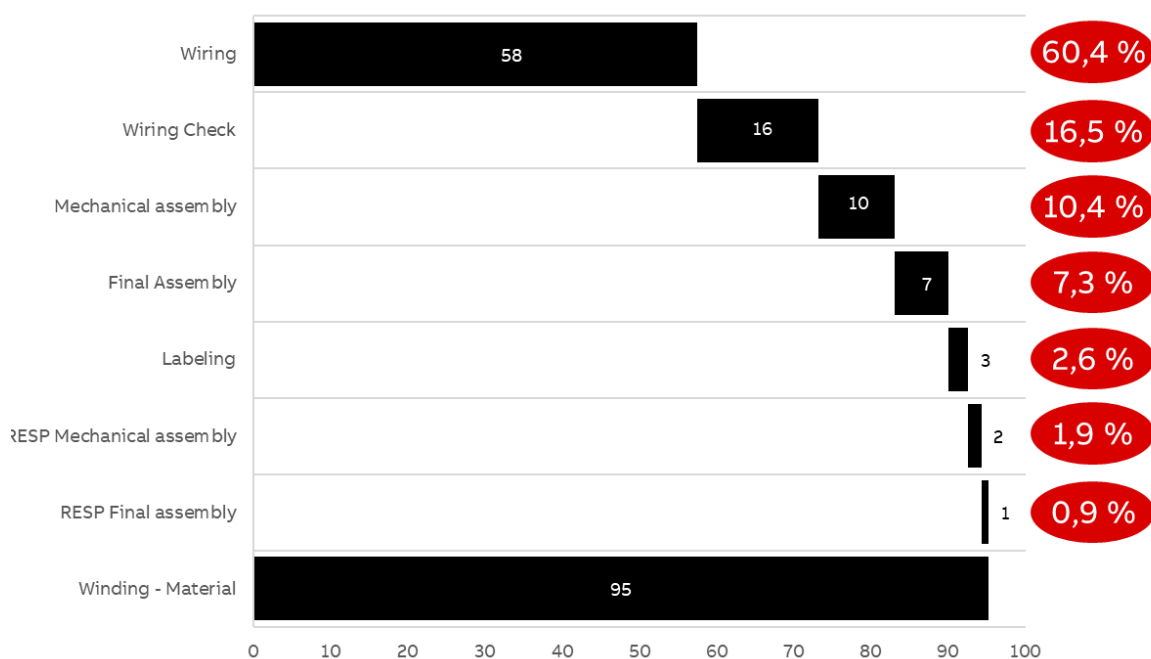
Nový layout, jak již bylo zmíněno, předpokládá uspořádání do tzv. buněk. Detail buňky lze vidět na obrázku č. 44.



Obrázek 44 - Detail buňky

(Zdroj: (32) , zpracováno autorkou)

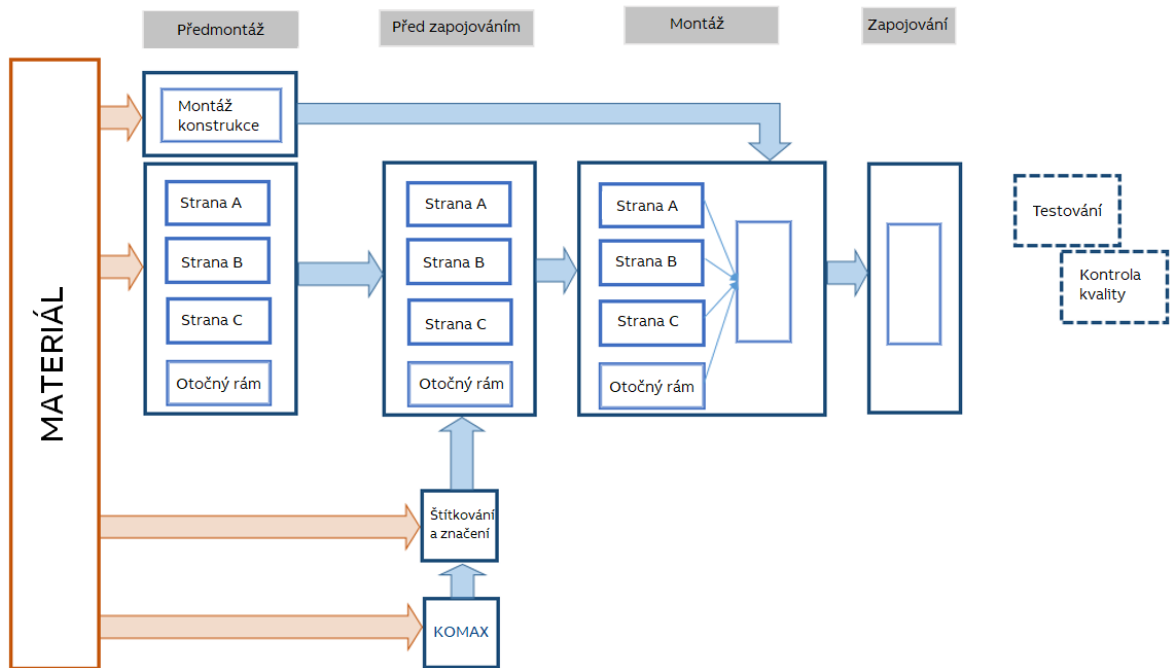
Vzhledem k širokému sortimentu výrobků, není možné pro každý typ rozvodové skříně vytvořit samostatnou linku, a tak je dobrým řešením projektovat výrobní buňky, ve kterých se vyrábí skupina produktů, které mají společné charakteristiky (např. výrobní postup, zákazníky, velikost, tvar). Díky umístění strojů či pracovišť blízko sebe, je možné upustit od výroby ve velkých dávkách. Radikálně se tím snižuje podíl časů, které nepřidávají hodnotu v průběžné době výroby. Redukce velkých dávek zároveň znamená menší přepravky, méně skladovací plochy a jednodušší manipulaci s materiálem. Výhoda tohoto layoutu je i v plánování a řízení výroby. Každý den se plánuje potřebný materiál pro každou linku. Na každé lince tak lze sledovat výkon. Na obrázku č. 45 je graficky znázorněna teoretická úspora hodin na jednotlivých pracovištích, kterými proces výroby prochází.



Obrázek 45 - Úspora v hodinách RESP07 jednotlivé úseky

(Zdroj: (32))

Paralelní aktivity v novém výrobním procesu budou probíhat při montáži a drátování. (viz obrázek č. 46) Na tyto operace, bylo nezbytné navrhnout a zrealizovat pracoviště na míru.



Obrázek 46 - Paralelní montáž a drátování rozvaděče

(Zdroj: (32), zpracováno autorkou)

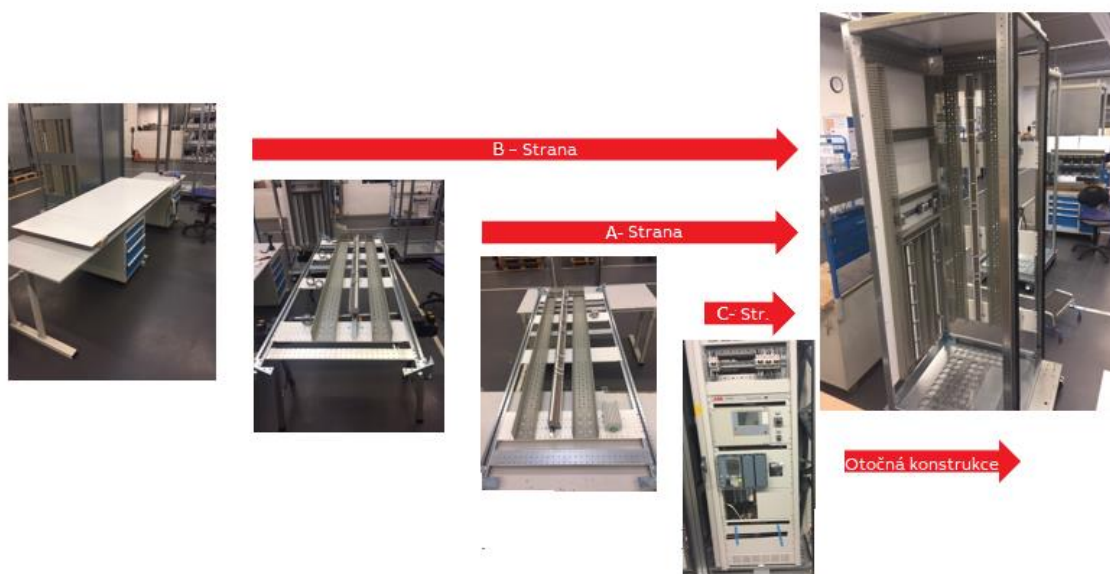
Mechanická montáž byla dříve realizována dle obrázku č. 46. V první fázi montáže rozvaděče byla sestavena prázdná konstrukce, do které se postupně vkládali kabelové kanály, a to na jednotlivé strany A, B a C. V poslední fázi byli vkládané do skříně ostatní položky a různá zařízení dle požadavků zákazníka. Během původního procesu výroby neprobíhalo označení a štítkování v průběhu mechanické montáže.



Obrázek 47 - Původní mechanická montáž

(Zdroj: (32), zpracováno autorkou)

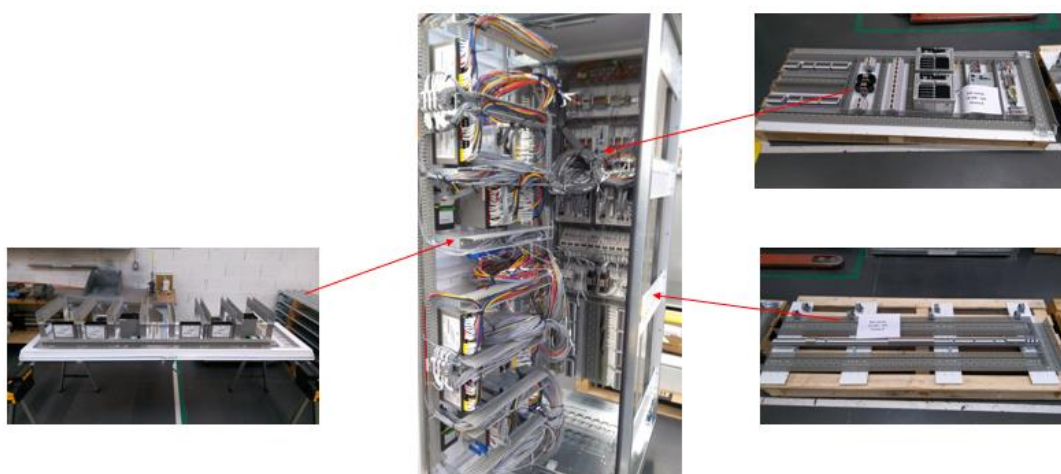
V nově navrhnutém layoutu lze realizovat v buňkách optimalizovaný výrobní postup na mechanické montáži. Na stranách A, B a C jsou jednotlivě instalované kolejnice, terminály s označením a mosty předmontované vnějším rámem. Následně je vše smontováno v jeden celek. (viz obrázek č. 48)



Obrázek 48 - Optimalizovaná mechanická montáž

(Zdroj: (32), zpracováno autorkou)

Jednotlivé strany A, B a C, byly již na předchozí operaci vybavené potřebnou kabeláží, což lze vidět na obrázku č. 49.



Obrázek 49 - Instalace strany rozváděče

(Zdroj: (32), zpracováno autorkou)



V rámci optimalizované mechanické montáže bylo nezbytné navrhnout pro nový layout také nastavitelný výrobní stůl, který by umožnil montáž přístrojů na bočnice mimo rám. Při návrhu byl kladen důraz na lepší ergonomii v průběhu zapojování. Návrh takového stolu je uveden na obrázku č. 50.

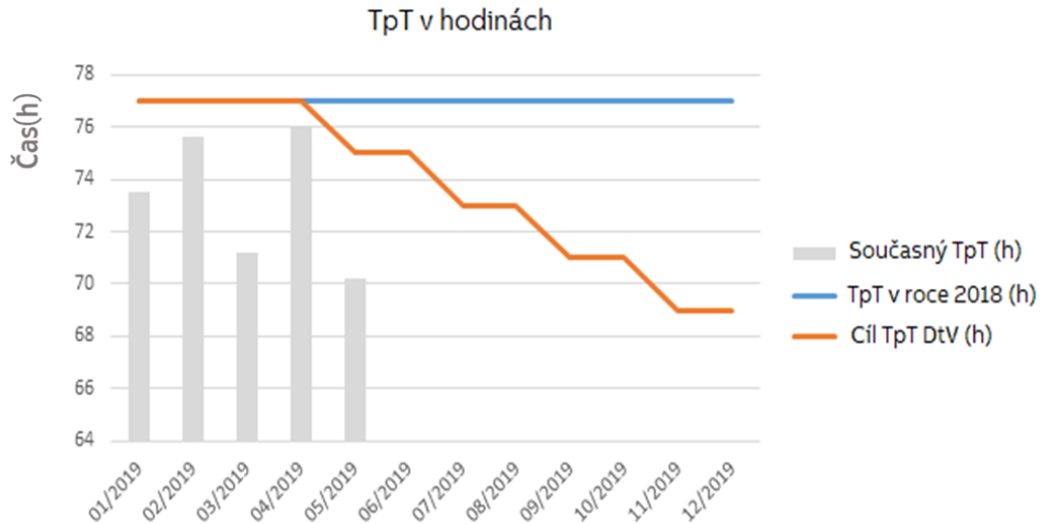


*Obrázek 50 - Montážní stůl ve výrobě*

(Zdroj: (32))

Paralelní montáž strany A, B a C umožňuje urychlení výroby konstrukce. Jednotlivé komponenty jsou v rámci buňkového rozložení sestavené tak, aby byli v potřebnou dobu k dispozici. Není nutné vkládat do sestavené skříň jednotlivé komponenty, ale již částečně sestavené dílčí části finálního produktu. Do nově navržené dispozice výroby by měl být také vložen prvek automatizace, a to speciálně navržený stroj od firmy Komax. Tento stroj by měl být schopný připravit automaticky kabelové svazky s přesnou délkou vodičů a umožnit tak zkrácení průběžné doby výroby. Aktuálně tento stroj není přítomný ve výrobě a stále se čeká na jeho dodání.

V současné době fabrika kabelové svazky nakupuje, a to od dvou dodavatelů z České republiky a jednoho z Německa.



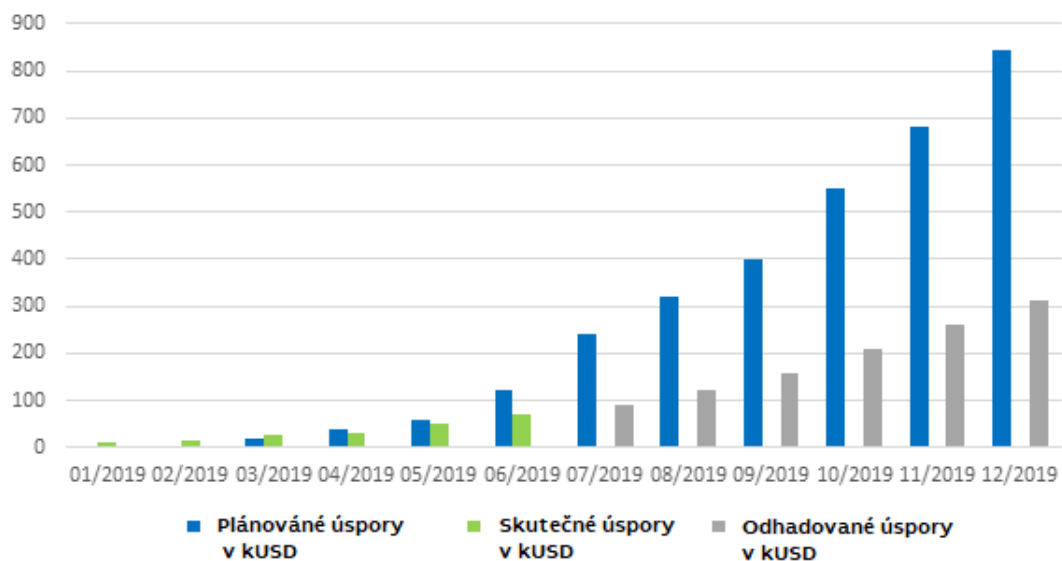
Graf 4 - TpT nový layout

(Zdroj: (32), zpracováno autorkou)

Testování nového výrobního procesu bylo zahájeno začátkem roku. Současně výrobní závod i nadále montuje rozvaděče dle původního procesu a snaží se implementovat navržené prvky štíhlé výroby. Průběžnou optimalizaci časové náročnosti výrobního procesu při přechodu na nový layout, lze sledovat v grafu č. 4. Implementace nového layoutu i procesu výroby je pro fabriku náročná jak z hlediska technického, tak i z hlediska kultury, stylu práce a zvyklostí.

Vzhledem ke skutečnostem, které vedly výrobní závod k zahájení/realizaci racionalizačních projektů, je vhodné/žádoucí uvést také graf úspor celkových nákladů. V grafu č. 5 je zobrazeno, jak si fabrika stojí z hlediska úspor při realizaci dílčích projektů v průběhu jednotlivých měsíců.

## Úspora celkových nákladů v kUSD



Graf 5 - Úspora celkových nákladů DtV

(Zdroj: (32), zpracováno autorkou)

Vytváření výrobních buněk ve výrobním layoutu je úzce spjato s projekty 5S, vizualizace a budování týmové práce v podniku. Očekávaným výsledkem takových projektů je synchronizace procesů s požadavky zákazníků. V následující kapitole tak budou ze strany autorky pro podnik doporučené další zlepšovací návrhy a doporučení.

## 8 Praktické návrhy a doporučení

Metod a nástrojů z oblasti racionalizace výrobního procesu a štíhlé výroby je celá řada a některé z nich je dobré znát a umět používat. Samotné metody na cestě za štíhlou výrobou jsou až druhořadé. Primární je naučit se vidět ve výrobě plýtvání a na každý proces se dívat s cílem jeho neustálého zlepšování. Pokud totiž nebudeme např. přestavbu strojního zařízení, byť ji provádíme sebelépe, chápat jako jeden ze základních druhů plýtvání na strojních zařízeních, znalost metody pro zkrácení času přestavby nám nepomůže. To si však řada podniků neuvědomuje a neúspěch při budování štíhlé výroby dávají za vinu právě nevhodným optimalizačním metodám.

Základem fungování firmy jsou dobře pracující lidé. Mnozí z nich ovšem mají trvalý odpor vůči změnám. Velké změny vyvolávají stejně přiměřený odpor. Strategie tedy musí jasně řešit problém redukce či eliminace vzniklého odporu. Trénink, vzdělávání a komunikace jsou základní způsoby, jak naladit celý výrobní závod na jednu notu, jak mluvit společným jazykem a chápat společné problémy a navrhované řešení, jak dát lidem potřebné vědomosti a předat praktické zkušenosti pro přípravu a realizaci změn.

V rámci implementace štíhlé výroby a metodologie Six Sigma, která primárně využívá při řešení projektů pro zlepšování stížností zákazníků atp., by se podnik měl zaměřit na vzdělání jednotlivých zaměstnanců jak ve výrobě, tak na úrovni managementu. V případě nedostatečně informovaných zaměstnanců je zde vyšší riziko neúspěchu implementace. Základem úspěchu implementace Lean Six Sigma je kvalitní kvalifikace zaměstnanců. Autorka tedy navrhuje zavést pravidelné školení na jednotlivých úrovních, dle stupně využití metodologie. Zaměstnavatel se tak ujistí, že jsou zaměstnanci seznámeni se základní prvky a výhodami metodologie Lean Six Sigma. Lze zaškolit například všechny zaměstnance alespoň na úrovni White Belt, která seznámí účastníky školení s metodologií Six Sigma a proškolí je ze základů metodologie. Doporučuje se však, aby prakticky všichni zaměstnanci ve firmě byli vyškoleni na úrovni Yellow Belt. Yellow Belt školení by se měli účastnit zaměstnanci se základní znalostí práce na projektech Six Sigma. Jsou to odborníci, kteří vypomáhají v týmech Six Sigma se speciálními úlohami, a proto je nezbytné, aby se řádně proškolili. Další

úrovni je pak tzv. Green Belt, která je určena pro vedoucí pracovníky nebo zaměstnance, kteří pracují na projektech cca na 50% úvazek. Jsou to ti zaměstnanci, kteří realizují projekty. Klíčová role v Lean Six Sigma projektech pak náleží Black Beltům, kteří mají nejvyšší úroveň znalostí. Úspěšné zavedení Six Sigma předpokládá, že nejméně 1 % zaměstnanců tvoří aktivní Black Belti. (18)

Autorka práce považuje pracovníky ve výrobě za klíčový faktor pro realizaci změn, který může přispět ke zlepšení. Právě tyto lidé jsou denně zapojení do procesu výroby a mohou nejlépe vidět (i opakovaně) vznikající nedostatky a odchylky. Navzdory tomu se autorka domnívá, že jim není dán dostatečný prostor se vyjádřit ani není vytvářeno prostředí, které by je motivovalo ke snaze současný systém zlepšovat. Operátoři výroby vnímají zavedení nových metodologií jako plýtvání času, který by mohl být využit výhradně pro výrobu rozvaděčů. Proto v rámci doporučení autorka navrhuje zavést jednoduchý systém odměňování za tzv. zlepšovateľské návrhy. Z pohledu firmy se jedná o jednoduchý a levný způsob, jak generovat větší množství podkladů ke zlepšení, nápadů či alespoň informací o kritických místech. Pracovníkům samotným pak vzniká možnost získat dodatečný bonus ke své mzdě, nabýt pocitu důležitosti a vlivu na společnost či výrobní proces nebo alespoň ocenění vlastní práce a snahy.

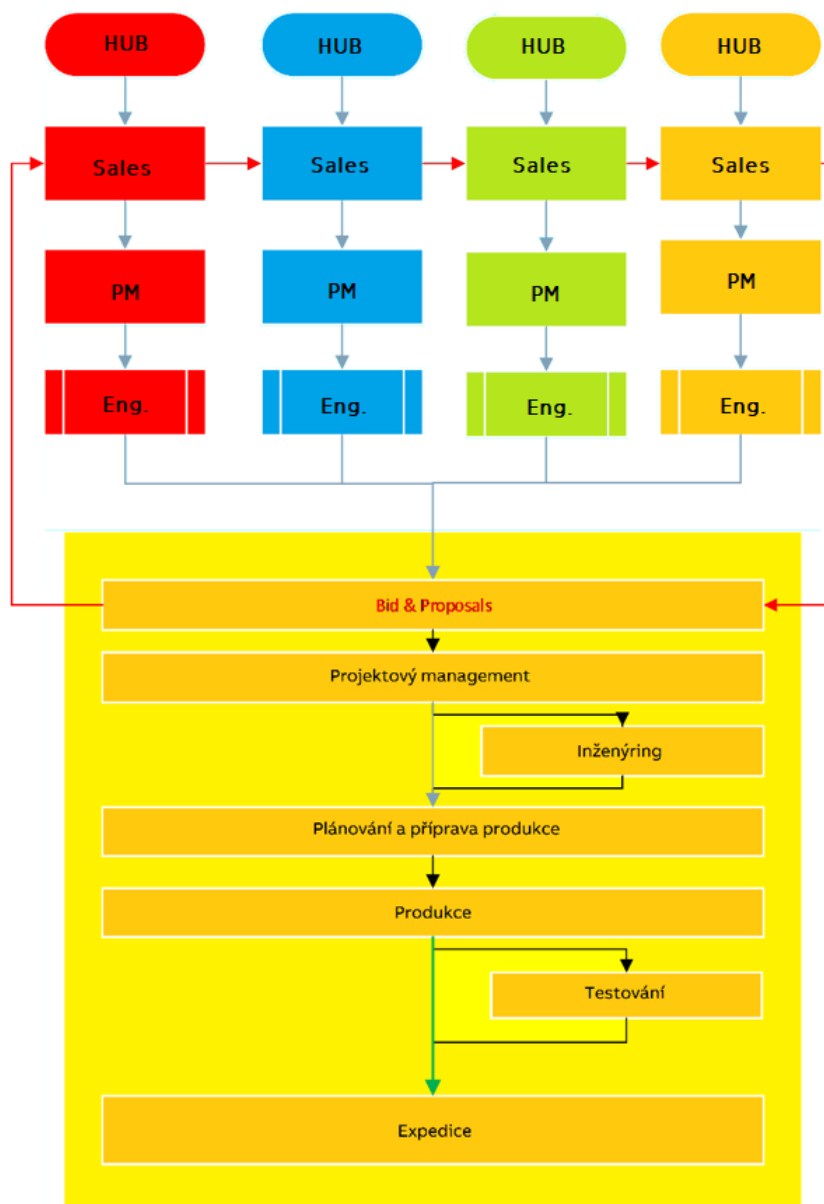
Autorka dále navrhuje pokračovat v implementaci prvků štíhlé výroby do provozu. Tyto prvky lze aplikovat například i na současný proces výroby a za stávajících podmínek, tedy bez optimalizovaného výrobního procesu a layoutu. Metoda 5S, jako prvek štíhlé výroby, by například umožnila zaměstnancům mít na pracovišti pouze nástroje denního užití. Kvůli užití nesprávných součástí a používání špatného přípravku dochází často k defektům. Díky třídění a nastavení pořádku na pracovišti dochází k zabránění plýtvání, což následně snižuje náklady. Společnost by po úspěšné implementaci metody 5S měla provádět pravidelnou kontrolu pracovišť a také audit 5S, který slouží k prověření pořádku a čistoty na jednotlivých pracovištích, zejména z dlouhodobého udržení těchto návyků. Pracovníci by měli být také motivováni k dodržování metody 5S odměnou.

Metodu 5S by společnost mohla ocenit i z hlediska managementu a to zejména v oblasti komunikace. Spolupráce mezi pracovníky a tzv. týmová práce je nejlepší cestou, jak efektivně využít lidský intelekt a znalost v podniku ale zároveň také jak osvobodit manažera od řešení operativních problémů. Týmová práce je základem pro správné fungování většiny prvků štíhlého podniku, ale vyžaduje delegování, přenesení úkolů a zodpovědnosti na týmy. Plýtvání v podniku má svou příčinu ve špatné komunikaci a spolupráci mezi lidmi. Je velmi důležité, jak se v podniku podaří rozběhnout především práci projektových a procesních týmů. Komunikace mezi HUB a výrobní jednotkou je mnohdy v rámci projektů velice komplikovaná. Chybí vzájemná podpora a průběžná aktualizace dat. Každá HUB komunikuje v rámci projektů s jednotkou CZOPC individuálně a prostřednictvím mnoha kanálů – obvykle B&P, PM a Engineering. (viz obrázek č. 51) Neexistuje tak koordinace ani na úrovni jedné jednotky. To s sebou nese obtížné plánování výroby ve fabrice, vzhledem k tomu že až 3 týmy kontaktují jednu jednotku. Na jednotlivé projekty tak není zaveden žádný plán eskalace a osoba, která by učinila průlom v takovéto situaci není. Chybí tak celkově projektový kokpit neboli řídicí jednotka, která by projekt posunula do další fáze. Výrobní jednotka v Trutnově se tak často nachází v hasičském režimu a zbytečná komunikace vede pak k vyšším nákladům.

Výměna informací mezi HUB a CZOPC v Trutnově by ideálně měla být jednokanálová, tak aby byl k dispozici jednoduchý přehled projektů a prognóza jejich vývoje. Zároveň by měla být zajištěna společná výměna dat ohledně vývoje projektu, která by byla pravidelně aktualizovaná z obou stran. To by pak zajistilo snížení konfliktů a negativních dopadů na jednotlivé projekty. Například při řízení změn na projektu by se dalo předejít velkému množství stop stavů ve výrobě. Řešení problémů by probíhalo v reálném čase a dalo by se o nich diskutovat. Zodpovědná osoba z „HUB“ by tak vedla seznam poptávek pro jednotku CZOPC v Trutnově a řídila i jejich vývoj během potvrzení nebo podání nového návrhu projektu.

Další potenciál vidí autorka v zavedení zmrazení dokumentace, a to hned v několika fázích projektu. Aktuálně je kompletní výrobní dokumentace dodána na „Gate d“, jak lze vidět na obrázku č. 41, což pro fabriku znamená, že je dodána

až při zahájení přípravy produkce. V případě potřeby objednání materiálu s dlouhou dodací lhůtou, nastává problém v termínu realizace zakázky. Zmražení dokumentace by mělo proběhnout mnohem dříve nebo v několika fázích, protože ačkoliv se samotná montáž optimalizuje a zkracuje se časová náročnost výroby, tak přetrvává problém s dodáním finální dokumentace před zahájením samotného procesu výroby. Řízení projektu a celkové plánování kapacit by bylo přehlednější při jasné časové ose. Výrazně by se snížil počet stop stavů a změn ve výrobě a omezilo by se přepracování výrobní dokumentace v PP. Dalšími přínosy by byli například možnost sledování pohybu materiálu a přesnější plánování kapacit, které by umožnilo snížit náklady. Včasné dodání a snížení nákladů na výrobu rozvaděče by zajistilo spokojenost jak na straně zákazníka, tak na straně výrobní jednotky.



Obrázek 51 - Komunikace CZOPC a HUB

(Zdroj: (32), zpracováno autorkou)



## Závěr

Diplomová práce „Racionalizace výrobního systému ve vybraném průmyslovém podniku“ se zabývá optimalizací výrobního layoutu ve vybrané společnosti, s cílem zkrácení časové náročnosti výroby rozvodové skříně typu RESP. V rámci diplomové práce byl navržen optimalizovaný výrobní layout pro zkrácení časové náročnosti výroby rozvodově skříně. V teoretické části byly popsány přístupy Lean Managementu, Six Sigmy a jejich kombinace – metodologie Lean Six Sigma. První kapitoly práce se věnují nejprve charakteristice výrobního procesu a jeho členění. Koncepty Lean Managementu a Six Sigma tvoří podstatnou část teoretické části, která nás seznamuje se základními principy a historií obou přístupů. Lean management, tedy koncept štíhlé výroby, vyhledává zdroje plýtvání a snaží se je eliminovat. Dle principu Lean existuje sedm základních druhů plýtvání – čekání, pohyb, složitost procesů, vady, nadprodukce, zásoby a doprava. Volbou vhodného nástroje by mělo docházet k minimalizaci plýtvání a zefektivnění výrobního procesu. Mezi vhodné nástroje patří například Just in time, Kanban, Kaizen, 5S či analýza procesních toků. Kapitola o metodologii Six Sigma se zabývá nejprve historickým vývojem a jejím místem v oblasti řízení kvality. Následuje popis cyklu DMAIC, který se skládá z pěti fází – definování, měření, analýza, zlepšování a kontrola. Hlavním důvodem aplikace DMAIC cyklu je nalézt kořenovou příčinu variability výrobního procesu, odstranit ji a zajistit udržitelnost tohoto zlepšení. Zatímco Lean se zabývá více druhy plýtvání a snaží se o zefektivnění a zeštíhlení výrobního procesu jako takového, tak Six Sigma cílí zejména na snížení variability výstupů a odstranění vad ve výrobě. Při hledání kořenových příčin se Six Sigma opírá o statistické metody, Lean se staví spíše na reorganizaci stávajícího procesu a vyhledávání míst ke zlepšení. Další kapitola je pak věnována přístupu Lean Six Sigma, jakožto spojení a kombinaci obou těchto metodologií. Lean Six Sigma spojuje DMAIC cyklus se snahou o omezení plýtvání, odstraňuje tedy nejen kořenovou příčinu variability, ale je komplexním přístupem, který se zaměřuje i na definování příčin plýtvání v procesu, jejich odstranění, nové nastavení procesu a vyčíslení úspor. Je tedy komplexnější než Six Sigma a zároveň více analytická než Lean.

Výstupem praktické části práce je návrh nového výrobního layoutu s cílem snížení časové náročnosti procesu výroby rozvaděče typu RESP. V úvodu této části byla představena společnost ABB s.r.o. a podrobněji pak výrobní závod v Trutnově, který vyrábí v České republice na zakázku rozvodové skříně do celého světa. Pro lepší pochopení aktuálního stavu výroby rozvaděče, byl nejprve charakterizován průběh zakázkové výroby a současný výrobní proces. Výrobní závod má pevně stanovené kroky, kterými se řídí při realizaci jednotlivých projektů. Tyto kroky jsou popsány společně s výrobním procesem rozvaděče v kapitole současného stavu výroby (6). Po důkladné analýze současného výrobního procesu byly odhaleny jeho slabé stránky. Následně byly ze současné mapy toku hodnot zmapované činnosti, které přinášejí hodnotu zákazníkovi a které nikoliv. Činnosti, které přinášejí hodnotu zákazníkovi, např. drátování, mechanická montáž, finální montáž a testování, jsou pro společnost klíčové. Na tyto činnosti je třeba se zaměřit a usilovat o jejich neustálé zlepšování. Byla vytvořena SWOT analýza společnosti, kde byly identifikovány silné a slabé stránky podniku, ale také příležitosti a hrozby. Mezi silné stránky patří například kvalita výrobků, silná pozice na trhu anebo pozitivní reference zákazníků. Naopak jako slabou stránku společnosti lze uvést například vyšší cenu produktů. Výrobní jednotka v rámci racionalizace výroby, zahájila projekt DtV (Design to Value). Tento koncept usiluje o vytvoření takového produktu, který bude reflektovat především požadavky zákazníka. Součástí této práce jsou také dílčí iniciativy projektu DtV, a to například paperless factory, nová kontrola kvality anebo TAM meetingy. Vzhledem k implementaci štihlých prvků do výroby byly ze strany autorky navrženy další možnosti, jak vylepšit průběh výrobního procesu. Výměna informací mezi HUB a CZOPC v Trutnově by ideálně měla být jednobaný, tak aby byl k dispozici jednoduchý přehled projektů a prognóza jejich vývoje. Zároveň by měla být zajištěna společná výměna dat ohledně vývoje projektu, která by byla průběžně aktualizovaná z obou stran. To by pak zajistilo snížení konfliktů a negativních dopadů na jednotlivé projekty. Řízení projektu a celkové plánování kapacit by bylo přehlednější při jasné časové ose. Výrazně by se snížil počet „stop stavů“ a změn ve výrobě a omezilo by se přepracování výrobní dokumentace v PP.

Řešením a zároveň výstupem této práce je návrh nové dispozice výroby pro optimalizovaný výrobní proces. Navržený výrobní layout umožňuje projektovat výrobní buňky, ve kterých lze vyrábět skupiny produktů, které mají společné charakteristiky např. výrobní postup, zákazníky, velikosti nebo tvar. Lze tak vyrábět variabilní sortiment, který zohledňuje především požadavky zákazníka. Navržený layout zároveň umožňuje zkrácení časové náročnosti výroby, a to zejména z důvodu paralelního sestavení dílčích částí rozvodové skříně. (viz tabulka č.7) Paralelní montáž v rámci tohoto návrhu probíhá pro operace mechanická montáž a zapojování, které tvoří podstatnou část výrobního procesu.

<b>Předpoklad 1 směna</b>	<b>Nyní</b>	<b>Předpoklad 1 směna</b>	<b>Poté</b>
Časová náročnost (TPT)	20 dnů	Časová náročnost (TPT)	3 dny
Doba výroby	95 h	Doba výroby	56 h
Počet pracovníků	55	Počet pracovníků	52
Kontroly kvality	3 krát	Kontroly kvality	1 krát

*Tabulka 7 - Porovnání současného vs. nového výrobního procesu*

(Zdroj: (32), zpracováno autorkou)

V případě implementace navrženého layoutu do výroby by bylo možné snížit časovou náročnost výrobního procesu rozvodové skříně typu RESP na 3 dny. To by vedlo k výraznému zkrácení doby výroby a uvolnění kapacity, což by znamenalo více prostoru pro výrobu dalších rozvaděčů stejného nebo odlišného typu.

## Zdroje

1. KLEINOVÁ, Jana. Ekonomické hodnocení výrobních procesů. Plzeň: Západočeská univerzita, 2005. ISBN 80-7043-364-7.
2. KEŘKOVSKÝ, Miloslav a Ondřej VALSA. Moderní přístupy k řízení výroby. 3., dopl. vyd. V Praze: C.H. Beck, 2012. C.H. Beck pro praxi. ISBN 978-80-7179-319-9.
3. TOMEK, Gustav a Věra VÁVROVÁ. Řízení výroby a nákupu. Praha: Grada, 2007. Expert (Grada). ISBN 978-80-247-1479-0.
4. TOMEK, Gustav a Věra VÁVROVÁ. Řízení výroby. 2., rozš. a dopl. vyd. Praha: Grada, 2000. Expert (Grada). ISBN 80-7169-955-1.
5. ZELENKA, Antonín. Projektování výrobních procesů a systémů. Praha: Nakladatelství ČVUT, 2007. ISBN 978-80-01-03912-0.
6. MAŠÍN, Ivan. Nové cesty k vyšší produktivitě: metody průmyslového inženýrství. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 2000. ISBN 80-902235-6-7.
7. VEBER, Jaromír a Jitka SRPOVÁ. Podnikání malé a střední firmy. 3., aktualiz. a dopl. vyd. Praha: Grada, 2012. Expert (Grada). ISBN 978-80-247-4520-6.
8. LÍBAL, Vladimír. Organizace a řízení výroby. 7. nezm. vyd. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1989. ISBN 80-03-00050-5.
9. ŠUBRT, Tomáš a Pavlína LANGROVÁ. Projektové řízení: (základy a matematické metody). Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, Provozně ekonomická fakulta, 2004. ISBN 978-80-213-1194-7.
10. DOLANSKÝ, Václav, Vladimír MĚKOTA a Vladimír NĚMEC. Projektový management. Praha: Grada Publishing, 1996. ISBN 978-80-716-9287-4.
11. VEBER, Jaromír. Management: základy, prosperita, globalizace. Praha: Management Press, 2000. ISBN 8072610295.
12. ROSENAU, Milton D. Řízení projektů. Vyd. 3. Brno: Computer Press, c2007. Business books. ISBN 978-80-251-.
13. NĚMEC, Vladimír. Projektový management. Praha: Grada, 2002. ISBN 978-80-247-0392-3.

14. SVOZILOVÁ, A. Projektový management. Praha: Grada Publishing a.s., 2006, 351 s. ISBN 978-80-247-1501-8.
15. FIALA, Petr. Řízení projektů. 3. vyd. Praha: Oeconomica, 2014. ISBN 978-80-245-2061-2.
16. BĚLOHLÁVEK, František. Jak vést svůj tým. Praha: Grada, 2008. Vedení lidí v praxi. ISBN 978-80-247-1975-7.
17. FOTR, J. a SOUČEK, I. Investiční rozhodování a řízení. Praha: Grada Publishing a.s., 2011, 406 s. ISBN 978-80-247-3293.
18. SVOZILOVÁ, Alena. Zlepšování podnikových procesů. Praha: Grada, 2011. Expert (Grada). ISBN 978-80-247-3938-0.
19. KOŠTURIÁK, Ján a Zbyněk FROLÍK. Štíhlý a inovativní podnik. Praha: Alfa Publishing, 2006. ISBN 978-80-86851-38-9.
20. HAMMER, Michael a Lisa W. HERSHMAN. Rychleji, levněji, lépe: devět faktorů účinné transformace podnikových procesů. Praha: Management Press, 2013. Knihovna světového managementu. ISBN 978-80-7261-253-6.
21. <https://www.leanproduction.com/>, Introduction to Lean Manufacturing | Lean Production. Introduction to Lean Manufacturing | Lean Production [online]. Copyright © 2011 [cit. 31.07.2019]. Dostupné z: [Online]
22. ikvalita.cz: Portál pro kvalitáře. Ikvalita.cz: Portál pro kvalitáře [online]. 2005, 2013 [cit. 2014-02-20]. Dostupné z: <http://www.ikvalita.cz/tools.php?ID=139>. [Online]
23. <http://www.cie-group.cz/lexikon-metod-pi/metody/poka-yoke/>, CIE-Group | průmyslové inženýrství | vzdělávání | lidské zdroje . [online]. Dostupné z: [Online]
24. IMAI, Masaaki. Gemba Kaizen. Brno: Computer Press, 2005. Business books (Computer Press). ISBN 80-251-0850-3.
25. TÖPFER, Armin. Six Sigma: koncepce a příklady pro řízení bez chyb. Brno: Computer Press, 2008. Business books (Computer Press). ISBN 978-80-251-1766-8.
26. PANDE, Peter S., Robert P. NEUMAN a Roland R. CAVANAGH. Zavádíme metodu Six Sigma, aneb, Jakým způsobem dosahují renomované světové společnosti špičkové výkonnosti. Brno: TwinsCom, c2002. ISBN 80-238-9289-4.

27. I, What is Sigma and Why is it Six Sigma? - International Six Sigma Institute. SIXSIGMA-INSTITUTE.ORG - USD 49 SIX SIGMA CERTIFICATIONS - World's Most Popular and Economical Six Sigma Certification Programs [online]. Copyright ©2019 International Six Sigma. [Online]
28. MUNRO, Roderick A., Govindarajan RAMU a Daniel J. ZRYMIAK. The certified six sigma green belt handbook. Second edition. Milwaukee, Wisconsin: ASQ Quality Press, 2015. ISBN 978-0-87389-891-1.
29. GIRMANOVÁ, Lenka, Marek ŠOLC, Juraj KLIMENT, Adriana DIVOKOVÁ a Vojtěch. [Online]
30. <https://or.justice.cz/ias/ui/rejstrik-firma.vysledky?subjektId=427528&typ=PLATNY>, Veřejný rejstřík a Sbírka listin - Ministerstvo spravedlnosti České republiky. [online]. Copyright © 2012 [cit. 31.07.2019]. Dostupné z: [Online]
31. ABB Group, přední dodavatel digitálních technologií pro průmysl. ABB Group - Leading digital technologies for industry [online]. Copyright © Copyright 2019 ABB [cit. 31.07.2019]. Dostupné z: <https://new.abb.com/cz>. [Online]
32. ABB s.r.o., Interní materiál společnosti.

## Seznam obrázků

Obrázek 1 - Schematické znázornění transformačního procesu.....	14
Obrázek 2 - Členění výrobních systémů.....	17
Obrázek 3 - Projektový management a management projektu.....	18
Obrázek 4 - Základny projektového managementu.....	20
Obrázek 5 - Rozdělení fází projektu.....	21
Obrázek 6 - Rozložení fází životního cyklu projektu.....	22
Obrázek 7 – Mapa toku hodnot.....	28
Obrázek 8 – Základní značky pro mapování toku hodnot.....	28
Obrázek 9 - 5S kroky.....	32
Obrázek 10 - Příklad koncepce POKA – YOKE.....	33
Obrázek 11 - Spojení principů Lean, Six Sigma a TOC.....	36
Obrázek 12 - Cyklus DMAIC.....	41
Obrázek 13 -Symboly vývojových diagramů.....	45
Obrázek 14 - Ishikawův diagram.....	46
Obrázek 15 - Lokality ABB s.r.o.....	58
Obrázek 16 – Model výrobního areálu.....	61
Obrázek 17 - Organizační struktura jednotky CZOPC Trutnov.....	62
Obrázek 18 - Výrobní hala Trutnov.....	63
Obrázek 19 - Panel typu RESP.....	65
Obrázek 20 - Proces realizace projektu.....	71
Obrázek 21 - Řízení a podpora projektu.....	72
Obrázek 22 - Záznam o ukončení projektu.....	77
Obrázek 23 – Základní rámus rozvaděče.....	78
Obrázek 24 – Diagram současného výrobního procesu.....	80
Obrázek 25 - Tok materiálu.....	82
Obrázek 26 - Diagram řešení změn.....	84
Obrázek 27 - Současný layout výroby.....	86
Obrázek 28 - Montáž mechanických komponentů rozvaděče.....	87
Obrázek 29 - Vnitřní část rozvaděče.....	88
Obrázek 30 - Protokol neshod skříně.....	89
Obrázek 31 - RESP07 finální produkt.....	90

Obrázek 32- Návrh nový výrobní proces .....	95
Obrázek 33 – Stroj Komax .....	96
Obrázek 34 - Návrh montážního stolu .....	96
Obrázek 35 - Testovací simulátor aTeSim.....	97
Obrázek 36 - Návrh paperless factory .....	98
Obrázek 37 - Návrh standardní materiál .....	98
Obrázek 38 - Náhledy TAM meeting .....	99
Obrázek 39 - Náhled rozpracované výroby .....	99
Obrázek 40 - Návrh výrobního procesu .....	103
Obrázek 41 – Časová osa průběhu projektu .....	106
Obrázek 42 - Návrh nový layout 2 .....	108
Obrázek 43 - Návrh nový layout .....	109
Obrázek 44 - Detail buňky.....	109
Obrázek 45 - Úspora v hodinách RESP07 jednotlivé úseky.....	110
Obrázek 46 - Paralelní montáž a drátování rozvaděče.....	111
Obrázek 47 - Původní mechanická montáž .....	111
Obrázek 48 - Optimalizovaná mechanická montáž.....	112
Obrázek 49 - Instalace strany rozvaděče.....	112
Obrázek 50 - Montážní stůl ve výrobě .....	113
Obrázek 51 - Komunikace CZOPC a HUB.....	120



## **Seznam tabulek**

Tabulka 1 - Převodová tabulka pro DPMO a Sigma úrovně .....	48
Tabulka 2 - Srovnání Lean a Six Sigma přístupu.....	52
Tabulka 3 - SWOT analýza .....	66
Tabulka 4 - Činnosti testování.....	74
Tabulka 5 - Činnosti prodeje finálního produktu .....	76
Tabulka 6 - Současný a cílový stav .....	104
Tabulka 7 - Porovnání současný vs. nový výrobní proces.....	123

## **Seznam grafů**

Graf 1 - Rozdělení objem produkce .....	69
Graf 2 - Kategorie podniků Worskhopu .....	94
Graf 3 - Snížení TpT ve dnech.....	105
Graf 4 - TpT nový layout.....	114
Graf 5 - Úspora celkových nákladů DtV.....	115

## Seznam použitých zkratek

<b>Zkratka</b>	<b>Anglický název</b>	<b>Český název</b>
<b>CCRP</b>	Customer Complaint Resolution Process	Reakce na péči o zákazníka
<b>COM</b>	Component Object Model	Komponentní objektový model
<b>CTQ</b>	Critical to Quality	Kritika kvality
<b>CZOPC</b>	Czech Operation Center	České operační středisko
<b>DAP</b>	Delivery at Place	Doručení na místo
<b>FIK</b>	Final Control	Finální kontrola
<b>HUB</b>	Center of Activity	Centrum činnosti
<b>IP</b>	International Protection	Mezinárodní ochrana
<b>IPO</b>	Initial Public Offering	Počáteční veřejná nabídka
<b>JIT</b>	Just in time	Právě včas
<b>NVA</b>	Not value added	Nepřidávající hodnotu
<b>PG</b>	Power Grids	Elektrické sítě
<b>PGGA</b>	Power Grids Grid Automation	Automatizace rozvodných sítí
<b>PM</b>	Project Management	Projektový management
<b>PP</b>	Project Preparation	Příprava projektu
<b>PPM</b>	Parts per Million	Počet částí na jeden milion
<b>QM</b>	Quality Management	Řízení jakosti
<b>SCM</b>	Supply Chain Management	Dodavatelský management

<b>SQI</b>	Supplier Quality Improvement	Zlepšování dodavatelské kvality
<b>TOC</b>	Theory of Constraints	Teorie omezení
<b>TPS</b>	Toyota Production Systém	Toyota Production Systém
<b>TPT</b>	Throughput Time	Časová náročnost výroby
<b>VAI</b>	Value Added index	Index přidané hodnoty
<b>VNN</b>		Výrobky nízkého napětí
<b>VOC</b>	Voice of customer	Hlas zákazníka
<b>VSM</b>	Value Stream Mapping	Mapa toku hodnot
<b>VVN</b>		Výrobky vysokého napětí

## **Přílohy**

Příloha 1- Průběžný protokol výrobku

Příloha 2 - Protokol neshodného výrobku

Příloha 3 – Mapa toku hodnot VSM CZOPC Trutnov