

**ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA ELEKTROTECHNICKÁ**

KATEDRA TECHNOLOGIÍ A MĚŘENÍ

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

**Současné metody pro optimalizace a simulace výrobních procesů pro
elektrotechnickou výrobu**

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
Fakulta elektrotechnická
Akademický rok: 2013/2014

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Martin KOVÁŘÍK**
Osobní číslo: **E10B0055P**
Studijní program: **B2612 Elektrotechnika a informatika**
Studijní obor: **Komerční elektrotechnika**
Název tématu: **Současné metody pro optimalizace a simulace výrobních procesů pro elektrotechnickou výrobu**
Zadávající katedra: **Katedra technologií a měření**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

1. Seznamte se s problematikou procesů, procesního řízení, jejich simulace a optimalizace
2. Vytvořte přehled současných metod a nástrojů pro simulaci a optimalizaci procesů ve výrobě
3. Pomocí vybraného softwarového nástroje proveďte ukázky simulace a optimalizace procesů v elektrotechnické výrobě

Rozsah grafických prací: podle doporučení vedoucího
Rozsah pracovní zprávy: 20 - 30 stran
Forma zpracování bakalářské práce: tištěná/elektronická
Seznam odborné literatury:


1. Řepa V.: Podnikové procesy. Procesní řízení a modelování.
2. Basl J.: Modelování a optimalizace podnikových procesů
3. Šmída F.: Zavádění a rozvoj procesního řízení ve firmě
4. Košturiak J., Frolík Z. a kol.: Štíhlý a inovativní podnik
5. Elektronické zdroje

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Jan Šimota
Katedra technologií a měření

Datum zadání bakalářské práce: 14. října 2013
Termín odevzdání bakalářské práce: 9. června 2014


Doc. Ing. Jiří Hammerbauer, Ph.D.
děkan




Doc. Ing. Vlastimil Skočil, CSc.
vedoucí katedry

V Plzni dne 14. října 2013

Abstrakt

Předkládaná bakalářská práce je zaměřena na problematiku procesů, procesního řízení a následně na jejich optimalizace a simulace. Tato práce podává přehled o metodách a nástrojích určených pro optimalizace a simulace procesů ve výrobě. V závěru práce jsou provedeny ukázky modelování procesů v elektrotechnické výrobě pomocí programu ARIS Express. Následná ukázka optimalizace těchto procesů je provedena pomocí optimalizačních metod cyklu PDCA a DMAIC.

Klíčová slova

Proces, procesní řízení, optimalizace a simulace procesů, štíhlá výroba, plýtvání, cyklus DMAIC a PDCA, ARIS, standardy modelování, modelování procesů

Abstract

This bachelor thesis is focused on the explanation of the basic terms of process problems, the process management, optimization and simulation. This thesis gives an overview of the methods and tools for optimization and simulation of production processes. The final part contains the demonstrations of process modeling in a production of electrical engineering using the ARIS Express software. Subsequent demonstration of optimization of these processes is performed by using optimization methods DMAIC and PDCA cycle.

Key words

Process, business process management, process optimization and simulation, lean manufacturing, wasting, DMAIC and PDCA cycle, ARIS, standards of modeling, process modeling

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně, s použitím odborné literatury a pramenů uvedených v seznamu, který je součástí této bakalářské práce.

Dále prohlašuji, že veškerý software, použitý při řešení této bakalářské práce, je legální.

.....
podpis

V Plzni dne 9.6.2014

Martin Kovářík

Poděkování

Tímto bych rád poděkoval vedoucímu bakalářské práce Ing. Janu Šimotovi za vlídný přístup, cenné profesionální rady, připomínky a metodické vedení práce.

Obsah

OBSAH	8
SEZNAM SYMBOLŮ A ZKRATEK	10
ÚVOD.....	11
1 PROBLEMATIKA ZLEPŠOVÁNÍ PROCESŮ A PROCESNÍHO ŘÍZENÍ	12
1.1 PROCES.....	12
1.2 PROCESNÍ ŘÍZENÍ	12
1.3 STRUKTURA PROCESŮ A PROCESNÍHO ŘÍZENÍ.....	13
1.3.1 Dělení procesů	14
1.4 OPTIMALIZACE PODNIKOVÝCH PROCESŮ	15
1.5 SIMULACE PODNIKOVÝCH PROCESŮ	16
2 METODY A NÁSTROJE PRO OPTIMALIZACI VÝROBNÍCH PROCESŮ	17
2.1 BUSINESS PROCESS REENGINEERING (BPR).....	17
2.2 THEORY OF CONSTRAINTS (TOC)	17
2.2.1 Drum-Buffer-Rope (DBR).....	18
2.2.2 Optimized Production Technology (OPT).....	19
2.2.3 Buffer Management (BM).....	19
2.3 TOTAL QUALITY MANAGEMENT (TQM)	20
2.3.1 PDCA cyklus.....	20
2.4 ŠTÍHLÁ VÝROBA (LEAN MANUFACTURING)	21
2.4.1 Metoda 5S.....	22
2.4.2 Kaizen	23
2.4.3 Kanban.....	23
2.4.4 Poka-yoke.....	24
2.4.5 5 Proč.....	24
2.4.6 Jidoka.....	25
2.4.7 Just In Time (JIT).....	25
2.4.8 Total Productive Maintenance (TPM).....	26
2.5 SIX SIGMA	26
2.5.1 Cyklus DMAIC.....	27
2.5.2 Cyklus DMADV.....	28
2.6 LEAN SIX SIGMA	29
2.6.1 Hlas zákazníka (VOC)	29
3 METODY A NÁSTROJE PRO SIMULACI PODNIKOVÝCH PROCESŮ.....	30
3.1 MODELOVÁNÍ PODNIKOVÝCH PROCESŮ	30
3.2 METODIKY MODELOVÁNÍ	30
3.2.1 Metodika ARIS	30
3.2.2 Metodika FistStep	30
3.2.3 Metodika DEMO.....	31
3.3 STANDARDY PRO MODELOVÁNÍ PROCESŮ	31
3.3.1 Notace BPMN	31
3.3.2 Notace EPC.....	33
3.4 SIMULAČNÍ NÁSTROJE	34
3.4.1 ARIS Express.....	34

3.4.2	<i>SIMUL8</i>	36
3.4.3	<i>SIMPROCESS</i>	36
3.4.4	<i>WITNESS</i>	36
3.4.5	<i>ARENA</i>	36
3.4.6	<i>PROMODEL</i>	36
4	MODELOVÁNÍ A OPTIMALIZACE VYBRANÝCH PROCESŮ	37
4.1	UKÁZKY MODELOVÁNÍ PROCESŮ	37
4.1.1	<i>Popis procesu testování</i>	37
4.1.2	<i>Popis procesu opravy</i>	37
4.2	UKÁZKY OPTIMALIZACE PROCESŮ	38
4.2.1	<i>Ukázka optimalizace metodou PDCA</i>	39
4.2.2	<i>Ukázka optimalizace metodou DMAIC</i>	40
	ZÁVĚR	41
	SEZNAM LITERATURY A INFORMAČNÍCH ZDROJŮ	42
	PŘÍLOHY	44

Seznam symbolů a zkratek

PDCA.....	Plan, Do, Check, Act
DMAIC	Define, Measure, Analyze, Improve, Control
BPMN	Business Process Management Notation
EPC	Event Driven Process Chain
BPR.....	Business Process Reengineering
TOC	Theory Of Constrains
DBR	Drum-Buffer-Rope
BM	Buffer Management
TQM.....	Total Quality Management
JIT	Just In Time
TPM	Total Productive Maintenance
6 σ	Six Sigma
DMADV	Define, Measure, Analyze, Develop, Verify
VOC	Voice of Customer
ARIS	ARchitecture of Integrated Information Systems
DEMO.....	Dynamic Essential Modeling of Organizations
C++	Programovací jazyk
MATLAB.....	Matrix laboratory
IS	Informační systém
PDF	Formát elektronických dokumentů
EMF	Formát elektronických dokumentů
LCD	Liquid Crystal Display
DPS	Deska plošného spoje
BGA	Ball Grid Array
μ BGA.....	Micro Ball Grid Array
SMD.....	Surface Mount Device

Úvod

V současné době existuje nepřehledné množství metod a nástrojů určených ke zlepšování podnikových procesů. Předkládaná bakalářská práce má za cíl vysvětlit základní pojmy z oblasti problematiky procesů, procesního řízení a vytvořit přehled metod a nástrojů určených k optimalizaci a simulaci výrobních procesů.

První část práce je zaměřena nejprve na vysvětlení základních pojmů z oblasti procesů a procesního řízení. Dále se tato část zabývá také uvedením do problematiky optimalizace a simulace procesů.

Ve druhé části je proveden přehled v současné době využívaných metod a nástrojů pro optimalizaci výrobních procesů. Tento přehled je strukturován tak, že nvrhu je vždy zastřešující metoda a pod ní jednotlivé metody a nástroje zastřešující metodou využívané.

Třetí část se nejprve zabývá metodikami pro modelování podnikových procesů. Dále jsou v této části popsány standardy pro modelování těchto procesů a to konkrétně notace BPMN a EPC. Tyto notace jsou využity k modelování v praktické části práce. Dále je pak v této části také vytvořen stručný přehled v současné době využívaných softwarových nástrojů pro simulace procesů ve výrobě.

V poslední části této práce jsou provedeny praktické ukázky modelování dvou reálných procesů v elektrotechnické výrobě. Oba tyto modely jsou provedeny v diagramech dle notace BPMN programem ARIS Express. Na závěr práce jsou provedeny praktické ukázky možných optimalizací jednoho z modelovaných procesů. Ukázka tohoto optimalizovaného procesu je namodelována v diagramu dle notace EPC programem ARIS Express.

1 Problematika zlepšování procesů a procesního řízení

1.1 Proces

Pro pochopení problematiky podnikových procesů je nutné nejprve definovat pojem proces. Definice podle F. Šmídy zní takto: „*Proces je organizovaná skupina vzájemně souvisejících činností nebo subprocesů, které procházejí jedním nebo více organizačními útvary či jednou nebo více spolupracujícími organizacemi, které spotřebovávají materiální, lidské, finanční a informační vstupy a jejichž výstupem je produkt, který má hodnotu pro externího nebo interního zákazníka.*“ [1]

Proces je sledem činností, při nichž je aplikováno intelektuální nebo manuální působení na postupně vznikající předmět nebo službu, která přináší hodnotu zákazníkovi procesu. [2] Cílem procesu je popsat pouze jednu konkrétní část zaměřenou na jeden konkrétní výstup.

1.2 Procesní řízení

Definice procesního řízení podle F. Šmídy: „*Procesní řízení (management) představuje systémy, postupy metody a nástroje trvalého zajištění maximální výkonnosti a neustálého zlepšování podnikových i mezipodnikových procesů, které vycházejí z jasně definované strategie organizace a jejichž cílem je naplnit stanovené strategické cíle.*“ [1]

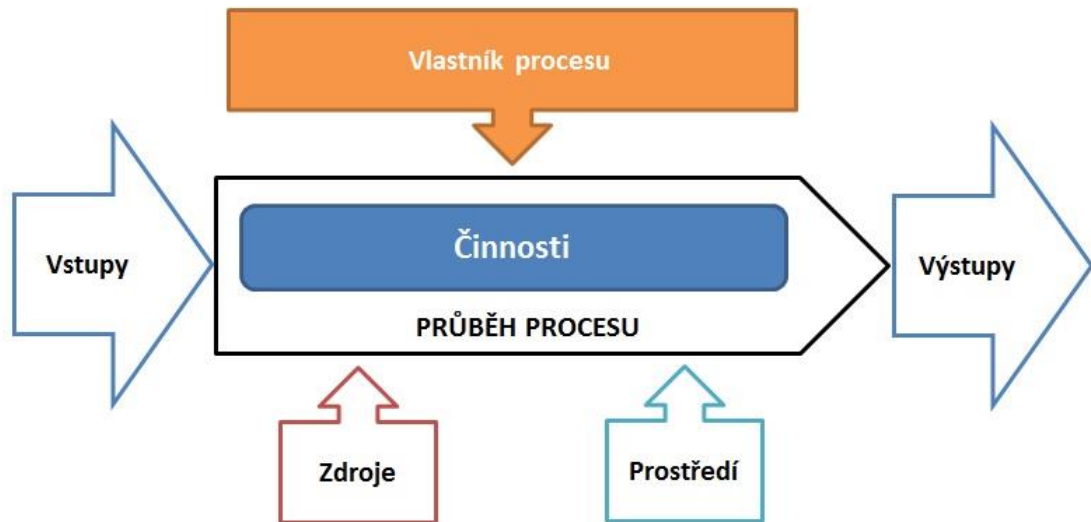
Procesní přístup je podle F. Šmídy možné interpretovat takto: „*Procesní přístup je základem organizace práce v podniku, základem všech podnikových činností. Vše, at' se jedná o strategické, taktické nebo operativní řízení, je možné realizovat buď podle principu dělby práce (který v dnešní době již nedokáže uspokojivě plnit potřeby organizací, odvíjející se od změny prostředí), nebo právě podle principu procesního.*“ [1]

Procesní řízení je spojeno se třemi základními oblastmi: [3]

- Znalost procesu - každá organizace zná své procesy, dokáže definovat vstupy a výstupy a přeměňovat vstupy ve výstupy.
- Kontrola činností pro přeměnu vstupů na výstupy - činnosti jsou popsány a parametrizovány a obsahují výkonnostní charakteristiky.
- Monitorování měření a neustálé zlepšování - na základě analýzy výkonnostních ukazatelů jsou navrhovány změny a optimalizace.

1.3 Struktura procesů a procesního řízení

Strukturu procesů znázorňuje obrázek 1.1



Obrázek 1.1 Struktura procesů (zdroj: [4])

Na *Obrázku 1.1* je vidět, že každý proces má svého vlastníka. Vlastník procesu, je člověk odpovědný za průběh a efektivitu celého procesu. Ten musí být schopen nést velkou zodpovědnost a k tomu mu náleží příslušné pravomoci. Takový vlastník je buď majitel podniku, osoba pověřená jeho vedením nebo také každý, kdo je odpovědný za jemu svěřené procesy. [4] [5]

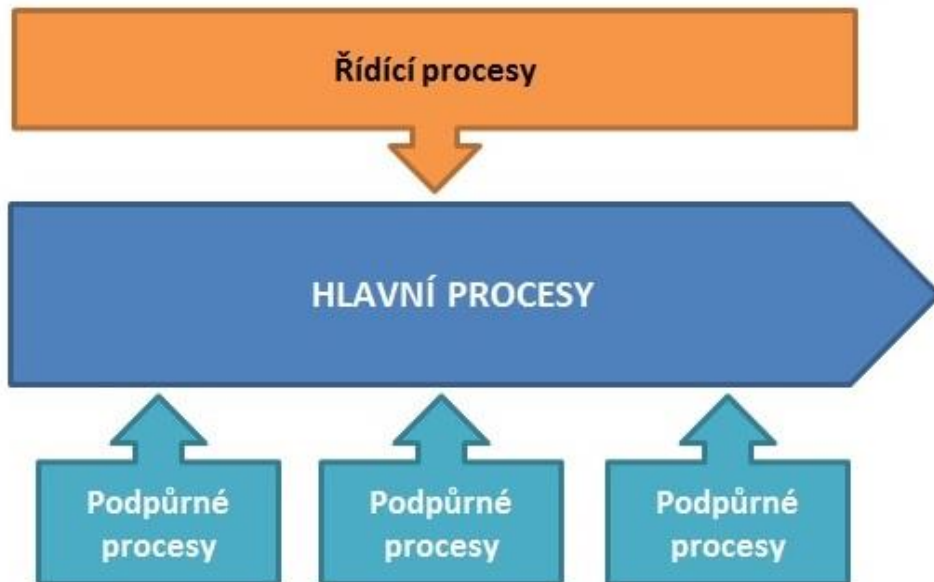
Vstupy jsou využity při spuštění procesu. Vstupy do procesu jsou buď od dodavatelů (materiál) nebo jsou to výstupy z předcházejících procesů. Rozdíl mezi vstupy a zdroji je ten, že zdroje jsou opakovaně využívány k přeměně vstupů na výstupy. [6]

Výstup je výsledkem procesu, který je předán zákazníkovi. Výstup může být buď ve formě výrobku, nebo služby. Důležité je, že výstup daného procesu musí být shodný se vstupem do následujícího procesu. [6]

Zákazník procesu je subjekt, pro který jsou výsledky procesu určeny. Subjektem je osoba, organizace nebo následující proces. Zákazníci se rozdělují na interní a externí. Interní zákazník výsledek jiného procesu využívá jako vstupy do procesu, který sám provádí. [6]

1.3.1 Dělení procesů

Na obrázku 1.2 vidíme, rozdělení procesů na tři základní typy: řídicí, hlavní a podpůrné.



Obrázek 1.2 Dělení procesů. (zdroj: [6])

1.3.1.1 Řídicí procesy

Řídicí procesy jsou aktivity nutné pro chod společnosti. Tyto procesy obsahují řídicí funkce a řídí nějakou činnost. Samy o sobě nepřinášejí společnosti zisk. Příkladem řídicího procesu je plánování a vytváření strategie. Tyto procesy jsou ve společnosti mapovány jako poslední, protože jsou realizovány managementem společnosti a neprodukují přímý zisk společnosti. [3]

1.3.1.2 Hlavní procesy

Hlavní procesy vytvářejí přidanou hodnotu v podobě výrobku nebo služby pro zákazníka a jsou pro podnik klíčové. Hlavní procesy se vyznačují těmito znaky: [3]

- Přinášejí společnosti zisk.
- Jsou navenek viditelné.
- Jednoduše identifikovatelné managementem společnosti.
- Obvykle jsou komplikované.

Tyto procesy se dále dělí na menší procesy (subprocesy). Hlavní proces je třeba výroba motoru. Subprocesy představují jednotlivé výrobní části, například výrobu rotoru, statoru, navíjení vinutí, zkompletování, zkoušení apod. Zde je výstup jednoho procesu vstupem dalšího, ale pro zákazníka je výstupem hotový motor. [4]

1.3.1.3 Podpůrné procesy

Podpůrné procesy zajišťují podmínky pro fungování ostatních procesů, tím že jim dodávají hmotné i nehmotné produkty. Zajišťují, aby byl chod firmy v pořádku a také aby byli spokojeni zákazníci. [6]

1.4 Optimalizace podnikových procesů

Optimalizace slouží k průběžnému zlepšování procesů, které je nezbytné pro udržení firmy na trhu. Pro zlepšení procesů podniku, je nutné znát údaje o jeho výkonnosti, efektivitě (spotřebě všech typů zdrojů) a schopnosti změřit změnu (optimalizaci). Proces musí být trvale přizpůsobován změnám nejen uvnitř organizace, ale i v okolí podniku. [3] [7]

Důvody pro optimalizaci procesů: [5]

- Změna průběhu procesu - vyhledávání míst přerušení procesu.
- Změna organizační příslušnosti a kvalifikace pracovníků za účelem zlepšení průběhu celého procesu zpracování.
- Snížení počtu dokumentů vedoucí k urychlení toku dat.
- Úvahy o outsourcingu (změna interně vytvářených výkonů na externí).
- Zavedení nových výrobních zdrojů a informačních technologií.

Při optimalizaci procesů se hledají omezení (úzká místa), která mají negativní vliv na předem definovanou měřenou veličinu, za účelem její odstranění nebo řízení. [5] Toto omezení podle Marka [8] může být:

- **Prostorové** - proces probíhá po různých lokalitách a vzniká ztrátový přenosový čas.
- **Časové** - činnosti jsou vzájemně nedostatečně koordinovány a dochází k prodlužování doby procesu.
- **Organizační** - k neproduktivním časům dochází v důsledku provádění činností jiným organizačním útvarem.
- **Informační** - chybějící data nebo jejich nekompatibilita.

- **Znalostní** - v popisu nejsou uvedeny potřebné znalosti pro provedení jednotlivých činností.
- **Mediální** – data pro zpracování jsou na různých médiích, musí se přepisovat nebo jinak transformovat.
- **Aplikační** – proces je podporován různými softwarovými aplikacemi a data je nutné převádět.
- **Průběh procesu** – proces probíhá sekvenčně a mohl by být prováděn paralelně, případně obsahuje příliš mnoho kontrol.

1.5 Simulace podnikových procesů

Počítačová simulace je moderní nástroj pro analýzu komplikovaných podnikových procesů (systémů). Simulace je metoda, která pomocí počítačového modelu podnikového procesu umožňuje předvídat chování systému při změně vnitřních či vnějších podmínek. Umožňuje také optimalizovat podnikové procesy vzhledem k zadaným kritériím (zisk, náklady, spolehlivost) a porovnat navrhované alternativy studovaného procesu. Výhodou simulace je, že se vše děje jen v počítačovém modelu, bez nutného zasahování do provozu podniku. Pomocí simulace se dají prozkoumat různé alternativy změn v systému, ověřit dopady a důsledky těchto změn a vybrat pro danou situaci nejvhodnější řešení. Počítačová simulace poskytuje tyto typické ukazatele: [9]

- Využití výrobních kapacit a zdrojů všech druhů v absolutních hodnotách a procentech (provoz, porucha, nečinnost).
- Doby čekání a délky front vznikající u zdrojů s omezenou kapacitou a identifikace úzkých míst.
- Spotřeba zásob a periodicita jejich doplňování.
- Trvání jednotlivých činností a celková doba trvání procesu.
- Počet požadavků (výrobků, služeb, zakázek), které byly obslouženy systémem během simulace
- Počet neobsloužených požadavků, počet závad a reklamací.
- Náklady na výrobky, služby, zakázky, procesy, činnosti atd.
- Spolehlivost výše uvedených ukazatelů. [9]

2 Metody a nástroje pro optimalizaci výrobních procesů

2.1 Business Process Reengineering (BPR)

Business Process Reengineering je přístup, který proslul v roce 1993 v Americe, kdy Hammer a Champy vydali knihu: „*Reengineering The Corporation: A Manifest For Business Revolution.*“ [10]

Definice podle J. Basla: „*Business Process Reengineering představuje zásadní přehodnocení a radikální rekonstrukci (redesign) podnikatelských procesů tak, aby mohlo být dosaženo dramatického zdokonalení z hlediska kritických měřítek výkonnosti, jako jsou náklady, kvalita, služby a rychlost.*“ [5]

Tato definice obsahuje čtyři zásadní slova: [5]

- **Zásadní** - to znamená, že BPR zkoumá nevyslovená pravidla a předpoklady, kterými je řízena organizace. Tato pravidla a zásady jsou obsaženy v každé organizaci. Podle BPR se vždy zkoumá: proč se to dělá, poté jak se to dělá a naposled jak se to má dělat.
- **Radikální** - to znamená hlubokou přeměnu celého podniku, kdy organizace zapomene na všechny zásady a pravidla, kterými se doposud řídila a začne vše budovat od začátku.
- **Dramatické** - to znamená, že BPR využívá skokové zlepšování. Sledované parametry by se měli zlepšovat řádově.
- **Procesy** - procesní orientace pomáhá organizaci být pružnější a rychlejší. Procesy jsou orientovány na zákazníka, na jeho potřeby a požadavky.

2.2 Theory of Constraints (TOC)

Tato metoda vznikla v sedmdesátých letech a jejím autorem je E. M. Goldratt. Překládá se jako Teorie omezení a je klíčovou metodou pro optimalizace podnikových procesů. TOC vznikla zobecněním principů metody Optimized Production Technology (OPT), která byla určena pro řízení výroby. Metoda TOC hledí na to, jak funguje organizace (systém) jako celek. Jednotlivé části se musí podřít cíli, který si daný systém určil. Tomuto celkovému pohledu odpovídají také metody a nástroje na řešení jejích problémů. [5]

Tento přístup předpokládá, že každý systém je součástí většího systému. To znamená, vnitřní i vnější provázanost zkoumané části systému se svými jednotlivými subsystemy, ale i s jeho nadřazenými částmi. Systém má cíl, kterého chce dosáhnout a od něho se odvíjí strategie a způsob jejího naplnění. Dále TOC bere v ohledu to, že každý je limitován omezením. Omezení (úzké místo) brání systému v dosažení cíle. Organizace nemůže realizovat větší výstup, než jaká je maximální kapacita úzkého místa. Ve výrobě mohou být tato omezení způsobena například strojem s nedostatečnou kapacitou, s vysokým podílem zmetků, často poruchovým pracovištěm, nedostatkem kvalifikovaného personálu a nedostatkem pracovních ploch. [5]

Pracovat se systémem podle teorie omezení znamená postupovat v těchto krocích: [11]

1. Najít omezení.
2. Zjistit, co omezení ovlivňuje a jak je možné ho řídit.
3. Přizpůsobit okolí omezení tak, aby mohlo podávat nejvyšší výkon.
4. Upravit omezení tak, aby zvýšilo výkon celého systému.
5. Jestliže se omezení přesune jinam, je třeba začít od začátku.

V současné době je pod pojmem teorie omezení skryto velké množství metod a nástrojů. Z hlediska výroby jsou nejznámější a nejpoužívanější Drum-Buffer-Rope, Optimized Production Technology a Buffer Management.

2.2.1 Drum-Buffer-Rope (DBR)

Drum-Buffer-Rope (DBR) se využívá pro řízení výroby a dodavatelských řetězců. Způsob tohoto řízení vychází z představy, že úzké místo, podobně jako buben (drum), udává rytmus celému výrobnímu systému. Před úzkým místem je zásobník (buffer), který se stará o jeho plynulou činnost. Tímto se vytváří mezi úzkým a vstupním místem vztah, který je zpětnou vazbou nazývanou lano (Rope). Úzké místo si s jeho pomocí tahá materiál z předešlých pracovišť a určuje tak jejich počet. DBR tedy řídí výrobní systém s ohledem na úzká místa, na která je zaměřeno celé úsilí systému. [5]

2.2.2 Optimized Production Technology (OPT)

Optimized Production Technology (OPT) je další z metod využívaných pro řízení výroby. Tato metoda je úzce spjata s DBR a v praxi se tyto metody využívají společně. J. Basl uvádí, že řízení podle OPT se realizuje na základě těchto devíti základních pravidel: [5]

1. Harmonizace toku práce a ne kapacit.
2. Úroveň využití systému a výrobní výkon jsou dané kapacitami úzkých míst systému.
3. Snaha o maximální využití kapacit pracovišť není vždy přínosem pro maximální využití možností systému.
4. Hodina ztráty na pracovišti, které je úzkým místem, je ztrátou celého systému.
5. Hodina ušetřená na pracovišti, které není úzkým místem, není ušetřenou hodinou celého systému.
6. Úzká místa ovlivňují nejen průběžnou dobu výroby, ale i výšku zásob.
7. Velikost výrobní dávky by se měla rovnat velikosti dopravní dávky.
8. Výrobní dávka by měla být proměnlivá, ne pevná.
9. Řešení rozvrhu výroby je nutné uskutečnit na základě zohlednění všech omezení současně. Průběžné doby výroby jsou výsledkem plánu a nelze je stanovit předem.

2.2.3 Buffer Management (BM)

Tato metoda se snaží řídit procesy na základě zásobníků, Tyto zásobníky jsou časové nebo kusové. Časové zásobníky se dále ještě rozdělují podle typu procesu, na kterém jsou aplikovány. U hmotných procesů jsou zásobníky plánovaným časovým úsekem, o který je materiál dříve u plánovaného bodu ve výrobním procesu. U nehmotných procesů je to takový časový úsek, o který je činnost splněna dříve, než má začít činnost následující. Časové zásobníky jsou ochranou procesů před neočekávanými změnami. Kusové zásobníky představují zásoby hotových výrobků, rozpracovanou výrobu nebo nakoupený materiál. [5]

2.3 Total Quality Management (TQM)

Total Quality Management (TQM) vznikl v sedmdesátých letech v Americe, v závislosti na sílící konkurenci japonských výrobců, kteří kvalitou svých výrobků začali vytlačovat z trhu americké a evropské výrobce. Podniková strategie TQM staví do centra všech činností podniku spokojenost zákazníků. Podmínkou této zákaznické spokojenosti je v TQM kvalita všech podnikových procesů a činností. TQM se skládá ze tří slov: [5]

- **Total** – celý podnik, všichni musí být zapojeni do zvyšování kvality.
- **Quality** – splnění požadavků zákazníků, o tom co je kvalitní a co ne rozhodují zákazníci.
- **Management** – řízení všech podnikových procesů za účelem uspokojení zákazníka.

Moderní TQM stojí podle J. Basla na následujících základech: [5]

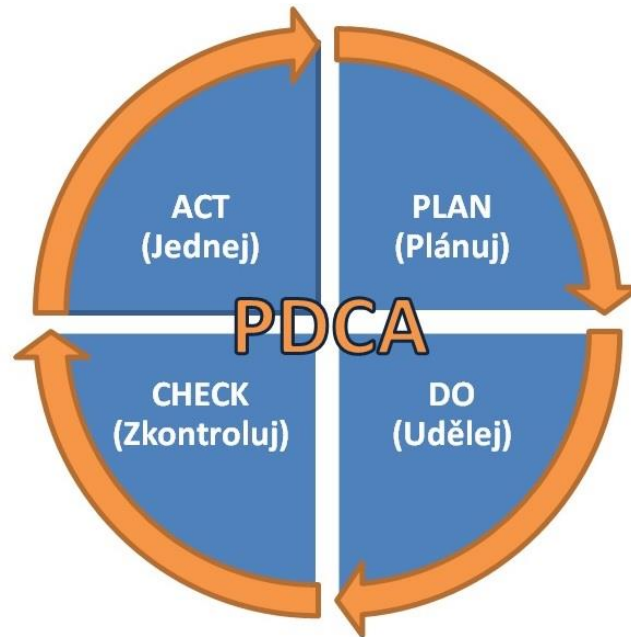
- Aby podnik produkoval kvalitní výrobky, musí být kvalitní jako celek.
- Ovládnutí procesů je nezbytné pro snížení chyb na všech úrovních podniku.
- Do zvyšování jakosti se musí zapojit i dodavatelé.

Celý podnik je třeba rozdělit na odběratele a dodavatele (jednotlivá oddělení a procesy), ti se k sobě musí chovat jako hospodářské subjekty na trhu. [5]

2.3.1 PDCA cyklus

Tento cyklus zlepšování je nazýván podle svého tvůrce jako Demingův cyklus. Jedná se o metodu zlepšování s univerzálním použitím pro všechny typy organizací. Cílem tohoto cyklu je průběžné zlepšování podnikové reality. Důležitou součástí tohoto cyklu je měření podnikových procesů, které napomáhá k odstranění příčin problémů. Cyklus PDCA je nedílnou součástí každého procesu, který se plánuje, realizuje a kontroluje. [5] [6]

V praxi je cyklus PDCA běžně používán k zavedení různých změn, obvykle ale bez jakéhokoli monitorování a reakce na výsledky zlepšování. Cyklus PDCA je tedy základním zobrazením procesu neustálého zlepšování. [6]



Obrázek 2.1 Demingův cyklus PDCA

Jednotlivé fáze PDCA cyklu: [5]

- **Plan (plánuj)** - sestavení plánu a cílů.
- **Do (udělej)** - zavedení plánu do praxe.
- **Check (ověř)** - měření, vyhodnocení a následné odstranění problémů.
- **Actc (jednej)** - určení příčiny případných rozdílů a navržení konečného řešení.

2.4 Štíhlá výroba (Lean Manufacturing)

Tu to metodiku vyvinula společnost Toyota po druhé světové válce. Štíhlá výroba vede ke snížení různých forem plýtvání, které se ve větší či menší míře vyskytují v každém výrobním systému. Těmito druhy plýtváními ve firmě jsou: [13]

- Nadvýroba – vyrábí se příliš mnoho, nebo příliš brzy.
- Nadbytečná práce – činnosti nad rámec definované specifikace.
- Zbytečné činnosti, které nepřidávají přidanou hodnotu.
- Zásoby, které přesahují minimum potřebné pro splnění úkolů.
- Čekání na součástky, materiál nebo skončení strojového cyklu.
- Opravování.
- Doprava.
- Nevyužité schopnosti pracovníků – největší plýtvání ve firmě.

Tyto plýtvání je potřeba identifikovat a změřit. Základní metodou při zeštíhlování podniku je Management toku hodnot (VSM). Tato metoda pomáhá s analýzou, vizualizací a s měřením plýtvání v celém podniku. Výhoda této metody spočívá v její rychlosti a jednoduchosti. Během velmi krátké doby se dá touto metodou získat velmi cenný pohled na plýtvání v podniku. [13]

2.4.1 Metoda 5S

Štíhlé pracoviště je základem štíhlé výroby. Na rozvržení pracoviště závisí pohyby, které musejí pracovníci denně vykonávat. Od těchto pohybů na pracovišti se poté odvíjí spotřeba času a další parametry výroby. Ke štíhlému pracovišti patří i zásady metody 5S. [13]

Metodika 5S je sada principů pro vytvoření a udržení organizovaného, čistého a vysoce výkonného pracoviště. Jejím cílem je zlepšování pracovního prostředí, týmů i kvality. Přístup je založený na zvýšení samostatnosti zaměstnanců, na týmové práci a vedení lidí. [14] Název metody vychází z těchto pěti japonských slov: [6] [15]

- 1. Seiry (třídění)** – cílem prvního kroku je odstranění všeho, co pro pracovní prostředí nemá význam. Na pracoviště se připraví jenom věci nutné pro provedení dané práce (např. materiál, pomůcky) a vše ostatní se uklidí.
- 2. Seiton (umístění)** – tento krok je zaměřen na umístění potřebných věcí tam, kde jsou nejvíce potřeba. Nástroje se rozloží ve sledu pracovních operací, aby byly tzv. hned po ruce k okamžitému použití.
- 3. Seiso (úklid)** – vracet nástroje na své místo. Všechny nástroje i materiál mají své určené místo. Na něj se mají vracet po jejich použití. Pracovní místo je také nezbytné udržovat v čistotě, uklizené.
- 4. Seiketsu (standardizace)** – stejnou práci provádět stejně. Vedení společnosti musí zajistit, aby všichni pracovníci podílející se v procesu práce byli proškoleni na 3S zmíněné výše. Každý zaměstnanec by je měl znát téměř nazpaměť. Pracovník musí znát svou roli v pracovním postupu a vědět co a jak má používat.
- 5. Shitsuke (udržení)** – udržet pořádek na pracovišti. Pátým krokem po zavedení předchozích 4S je zajistit, aby se pořádek na pracovištích udržel. Používají se kontroly, náhodné návštěvy managementu ve výrobě apod. Dokonce, i když je změněn celý proces, musí být znovu projity všechny předcházející kroky. Jde o to mít rychle a znovu připravené pracoviště podle nových požadavků na proces nebo produkt.

2.4.2 Kaizen

Základním principem této metody je neustálé zlepšování. Kaizen, je přístup, který je zaměřen na všechny zaměstnance podniku od managementu po až po výrobní dělníky. Kaizen se do zlepšování snaží zapojit všechny zaměstnance každý den. Kaizen také bere ohled na zákazníka neustálým zlepšováním kvality výrobků, procesů a služeb.[5] Proto jsou základem filozofie Kaizen tyto postupy: [16]

- Neustálé zlepšování kvality ve všech oblastech podniku, na všech úrovních.
- Současné snižování nákladů.
- Podstatné zvýšení produktivity.
- Vysoká motivace všech pracovníků.
- Inovativní úloha pracovních týmů.

Kaizen vychází z předpokladu, že velké změny v podniku znamenají velký odpor a velká rizika. Naopak je pro malé každodenní změny, které pro podnik nejsou takový rizikem a daří se je lépe implementovat. Do těchto menších změn se daří lépe vtáhnout větší množství pracovníků, kteří se více účastní na změnách a také jsou více motivováni změny implementovat. [5] Toho Kaizen dosahuje pomocí čtyř hlavních principů: [16]

- Dělat malé věci.
- Zítřka musí být lépe než dnes.
- Nasazovat a udržovat vysoký standart.
- Na všech úrovních se dívat na spolupracovníky jako na zákazníky.

2.4.3 Kanban

Kanban v překladu znamená vývěsní štít nebo také informační tabule. Z toho také tato výrobní metoda vychází. Systém funguje tak, že výroba na jednotlivých pracovištích v podniku je podmíněna přímým požadavkem ze strany v pořadí následujícího pracoviště. K realizaci tohoto požadavku slouží tzv. kanban karta, která je nosičem informací o jednotlivém výrobku. Cílem této metody je snížení zásob a celkové zpřehlednění celého výrobního procesu. [17]

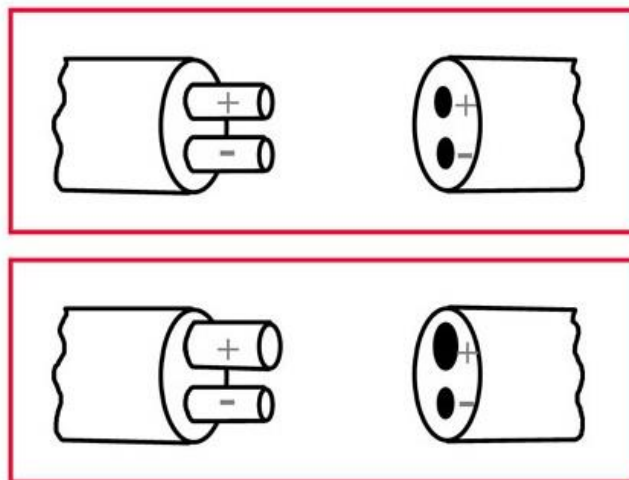
Systém Kanban rozděluje pracovníky ve výrobě na dvě skupiny, prodávajících a kupujících. Každý prodávající je ale zároveň i kupujícím a mezi nimi jsou přesně definované vztahy. Jednotlivá pracoviště si mezi sebou předávají jednotlivé rozpracované

výrobky nebo materiál, ke kterým musí být přiložená kanban karta. Tato karta obsahuje své číslo, název a popis výrobku a pracoviště, na kterém je karta použita (informace o kupujícím a prodávajícím). [17]

2.4.4 Poka-yoke

Tato metoda se do češtiny překládá jako „chybě odolné“ nebo „vzdorující chybě“. Doslova „poka“ znamená neúmyslné chyby a „yokeru“ vyhnout se. Poka-yoke je prostředek (zařízení nebo systém), který umožňuje detekci a okamžitou nápravu chyb. Takové zařízení je součástí kontrolní metody. Poka-yoke je technika, která se snaží eliminovat většinou nechtěné lidské chyby při práci. [17] K tomu Poka-yoke využívá tyto komponenty: [18]

- Kontrola u zdroje za účelem odhalení chyb v místě jejich vzniku, například další sponka nebo zarážka, která preventivně zabraňuje špatné poloze pracovního předmětu.
- 100% kontrola pro detekci, která využívá snímací zařízení. Například koncový spínač.
- Okamžitá akce pro zastavení operace v případě, že se objeví chyba. Například připojený elektrický obvod, který automaticky vypne stroj.



Obrázek 2.2 Názorný příklad Poka-yoke zařízení (převzato z: [27])

2.4.5 5 Proč

Metoda 5 Proč z anglického 5 Whys slouží ke zjištění základní příčiny problému. Její podstatou je ponořovat se hlouběji do úrovní příčin. Smyslem metody je pokračovat v kladení otázek „Proč?“ pokaždé, když je zjištěna nová příčina. Vždy, když je odpovědí na tuto otázku zjištěna další příčina na vyšší úrovni, okamžitě se znovu položí otázka „Proč?“. Tento vytrvalý přístup udržuje všechny zabývající se daným problémem ve střehu, a tudíž je nenechá spokojit se s ničím menším, než je základní příčina problému. [19]

2.4.6 Jidoka

Jidoka vychází z faktu, že sledování chodu obsluhou stroje nezvyšuje hodnotu výrobku, ale zvyšuje náklady a snižuje produktivitu. Jidoka je založena na tom, že stroje jsou vybaveny takovými funkcemi, které umožní, že obsluha nemusí kontrolovat pasivně chod stroje. Těmito funkcemi se rozumí to, že je stroj schopen sám zastavit svůj chod při výskytu problému a dát signál obsluze, která daný problém následně řeší. Označením jidoka tedy zahrnuje opatření, které činí stroj schopný rozhodovat o průběhu operace. Mezi technická řešení, která se velmi často využívají, patří například instalace dotykových spínačů pro rozpoznání chybějícího materiálu a počítadla pro odpočítávání dávek. [20]

2.4.7 Just In Time (JIT)

Metoda JIT se do češtiny překládá jako „právě včas“. Tato metoda se zaměřuje na odstranění výrobních odpadů, minimalizování stavu zásob a dodání konkrétního počtu položek na určité místo. Vyžaduje to dobrou koordinaci a vyrovnaný výrobní tok. Zabývá se vnitřním uspořádáním a výroba je orientována podle požadavků zákazníka. Podstatou je tedy snaha co nejlépe a v co nejkratším čase zákazníkovi vyhovět. [17] Základní filosofií JIT je vyrábět jen to, co je potřebné a tak efektivně, jak je to jen možné, zamezit plýtvání prostředků, času, kapacit a dalších ztrát a dbát na 100 % kvalitu výrobků. Koncepce JIT se opírá o následující přístupy: [21]

- Plánování a výroba na objednávku.
- Výroba v malých sériích, dodávají se malá množství v co nejvhodnějším okamžiku.
- Velmi časté dodávky (i několikrát v průběhu dne).
- Zajištění kvality ve výrobě.
- Motivace pracovníků.
- Eliminace ztrát.
- Udržování dlouhodobé strategické linie.

JIT je strategie řízení zásob, která napomáhá zlepšit návratnost investic tím, že redukuje nadbytečné zásoby, které by jinak bylo nezbytné držet. Tím jsou snižovány i náklady, které jsou s držetím zásob spojené. Celý proces je řízen pomocí signálů, které například mohou startovat výrobu dalšího dílu ve výrobní lince. V případě, že je tato strategie správně implementována, může vést ke značným zlepšením v podobě návratnosti investic, kvality a efektivnosti výroby či prodeje. [21]

2.4.8 Total Productive Maintenance (TPM)

TPM je základní prvek štíhlého podniku, který se zaměřuje na dosahování vysoké produktivity výrobních zařízení. TPM (Total Productive Maintenance, Total Productive Management) můžeme přeložit jako „management produktivity výrobních zařízení“. Metoda TPM je založena na zapojení všech pracovníků na dílně do aktivit, které směřují k minimalizaci prostojů zařízení, nehod a zmetků. Při TPM jde o překonání rozdělení pracovníků na pracovníky na strojích pracujících a na pracovníky, kteří stroje udržují a opravují. Předpokladem je, že pracovník, který stroj obsluhuje, stroj dobře zná a dokáže včas rozpoznat, výkyvy v jeho chování a tím i případné zdroje jeho poruch. Většina diagnostických a údržbářských činností se tedy v TPM přenáší z klasických oddělení údržby přímo na pracovníky a výrobní úseky. Jednou z hlavních činností TPM vedoucí ke zvýšení produktivity zařízení, je eliminace přerušování jejich práce. K této eliminaci používá TPM těchto pět základních činností: [13]

- Používání optimálních podmínek pro funkci zařízení (čištění, mazání, utahování šroubů apod.).
- Dodržování předepsaných podmínek.
- Včasná diagnostika a obnova poškozených prvků.
- Odstraňování konstrukčních nedostatků v zařízení.
- Zdokonalování schopností pracovníků v obsluze, diagnostice a údržbě zařízení.

2.5 Six Sigma

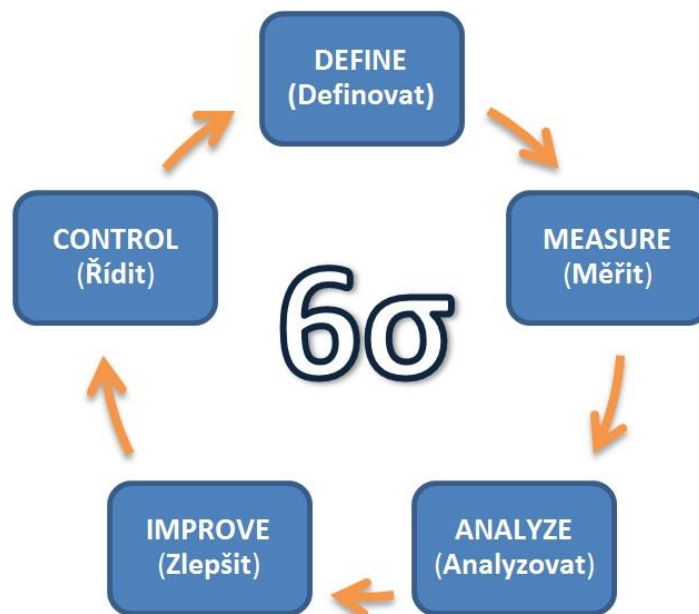
Tuto strategii vytvořila v roce 1986 americká firma Motorola. Six Sigma je souborem postupů zaměřených na zlepšení pracovních procesů a odstranění vad. Silně se inspirovala již používanými metodami, jako například Total Quality Management (TQM) či Zero Defects, které jsou zaměřeny na minimalizaci chyb a závad během výroby. Jejím hlavním cílem je co nejvíce přizpůsobit výstup procesu požadavkům zákazníka. Jakákoliv odchylka od těchto požadavků se považuje za chybu. [17] Six Sigma se zaměřuje na tyto cíle: [22]

- Maximalizace zisku.
- Efektivní využívání zdrojů a zvyšování produktivity.
- Redukce podpůrných procesů.
- Minimalizace negativních jevů - defektů, neshod, ztrát, reklamací a nákladů.

Six sigma je metodou ke sledování a následnému snižování chyb. K vyčíslení těchto chyb využívá měřítka DPMO z anglického názvu „Defects per Million Opportunities“, tedy počet vad na milion příležitostí. [17]

2.5.1 Cyklus DMAIC

Metoda DMAIC vznikla v souvislosti s rozvojem neustálého zlepšování, zvyšování úrovně kvality, bezpečnosti, ochrany životního prostředí. Jedná se o zdokonalený Demingův cyklus PDCA. Kvalita je obor, kde cyklus zaznamenal hlavní rozvoj. PDCA nestačil již novým nárokům v podobě kvality a proto došlo ke vzniku metody DMAIC. Velkou výhodou (Stejně jako u PDCA) zůstává, že pokud bude metoda používána opakovaně, dostaneme se na uzavřenou rostoucí spirálu. [17] [22]



Obrázek 2.3 DMAIC cyklus

Jednotlivé fáze cyklu DMAIC: [18]

- **Define (definování)** – cílem této fáze je, aby tým dobře porozuměl problému definování zákazníků, jejich potřeb a očekávání, rozdělení úloh a odpovědností, stanovení cílů a přezkoumání kroků.
- **Measure (měření)** – cílem této fáze je stanovit techniky pro sběr dat týkajících se současného provedení. Tento krok odhalí příležitosti pro projekt a zajistí strukturu pro sledování následných zlepšení. Během této fáze se zjistí, jak dobře vlastně proces

funguje. Sbírají se data z různých zdrojů, čas, typy vad, četnost vad, zpětná vazba od zákazníka atd.

- **Analyze (analýza)** – v této fázi se analyzují hlavní příčiny problémů: jaké jsou příležitosti, možnosti pro zlepšování a jestli změnily výsledky analýzy formulaci nebo rozsah problému.
- **Improve (zlepšování)** – cílem této fáze je identifikace alternativ pro zlepšení, návrh a implementace nejlepší alternativy pro zlepšení procesu, validace a následná implementace řešení.
- **Control (řízení)** – V poslední fázi se provádí sledování implementovaných zlepšení za účelem udržení přínosů a zajištění nápravných akcí, pokud je třeba.

2.5.2 Cyklus DMADV

Tento cyklus je zaměřen na návrh nových procesů, které mají po své implementaci splňovat vysoké nároky na kvalitu. Cyklus DMADV je tedy používán pro potřebu navržení produktu, který bude pracovat v prostředí kladoucím vysoké nároky na kvalitu, nebo proces, který pracuje v tak nevyhovujících podmínkách, že je nutné jej dramaticky přepracovat.

Jednotlivé fáze cyklu DMADV: [2]

- **Define (definování)** – cílem této fáze je pojmenovat příležitosti k navržení nového produktu nebo procesu a stanovení cílů projektu.
- **Measure (měření)** – cílem této fáze je formulovat očekávání zákazníka, stanovení požadavků na budoucí produkt nebo proces a stanovení měřitelných parametrů a vlastností.
- **Analyze (analýza)** – v této fázi se zkoumají návrhy vzhledem k souvisejícím požadavkům a přáním zákazníka.
- **Develop (navrhování)** – cílem této fáze detailně navrhnout produkty nebo procesy, které budou splňovat stanovené parametry řešení.
- **Verify (ověřování)** – v poslední fázi se provádí porovnání výsledných návrhů vzhledem k původně stanoveným cílům.

2.6 Lean Six Sigma

Kombinované metody Lean Six Sigma systematicky využívají výhod dříve popsaných metod, Lean (štíhlý) i Six Sigma, a to strukturovaný proces DMAIC a řízení zlepšovateľských procesů soustředěných do projektů, veliké množství analytických a statistických nástrojů na zjištění původu problémů, které přinesla Six Sigma, ale také cyklickou aplikaci zlepšovateľských iniciativ, soustředění na potřeby zákazníka a vytěšňování plýtvání, jak jej doporučuje Lean. Hlavním přínosem obou metod sloučených do jediného komplexu je synergie¹ vzniklá ze současného zaměření na výkonost procesu, spolu s kvalitou jejich výstupů. Další výhodou je také flexibilita, která umožňuje použití nejvhodnější kombinace nástrojů. V mezním případě je to čisté použití Lean, nebo výhradní aplikace Six Sigma. [2]

2.6.1 Hlas zákazníka (VOC)

Hlas zákazníka z anglického názvu (Voice of customer) je nástroj nebo postup, jehož cílem je zjistit, o co mají zákazníci zájem. Spočívá ve stanovení priorit a cílů shodných s požadavky zákazníka a vyhodnocování požadavků, které se dají splnit se ziskem. [23]

¹ Synergie - znamená spolupráci, společné působení. Označuje situace, kdy výsledný účinek současně působících složek je větší než souhrn účinků jednotlivých složek.

3 Metody a nástroje pro simulaci podnikových procesů

3.1 Modelování podnikových procesů

Modelování využívá grafické i textové znázornění procesů, činností, podnětů a vazbami mezi nimi. Proces je vždy strukturou vzájemně navazujících činností. Platí zde, že každá činnost může být i nemusí samostatně popsána jako proces. To závisí na srozumitelnosti modelu a jeho rozsahu. Činnosti jsou stavebními kameny pro pochopení dynamického chování podniku. Jednotlivé činnosti probíhají na základě předem daných podnětů a jsou seřazeny do vzájemných návazností. Tyto návaznosti jsou popsány pomocí vazeb. [5] [7]

3.2 Metodiky modelování

3.2.1 Metodika ARIS

ARIS (Architecture of Integrated Information Systems) je metodika vyvinutá prof. Dr. A. W. Sheerem a je úzce spojena se stejnojmenným softwarovým nástrojem ARIS-Toolset pro modelování a simulaci firemních procesů. Cílem ARIS je vytvářet dynamické modely podnikových procesů, optimalizovat je a využívat pro následné projekty. Pomocí ARIS je možné vytvořit kompletní model firmy, který napomáhá k dosažení jejích cílů. Diagramy jsou uspořádány ze čtyř hledisek, které jsou realizovány ve třech úrovních: koncepční, logické a fyzické. Na procesy se lze dívat z hlediska funkčního, datového, organizačního a řídicího. Výhodou ARIS je, že dokáže snížit složitost modelování reality procesů, právě díky těmto samostatným pohledům. Modelování je možné i v příslušné hloubce podrobnosti, podle složitosti zkoumaného procesu. [7]

3.2.2 Metodika FistStep

Tato metoda je navázaná na stejnojmenný nástroj, který se zabývá modelováním podnikových procesů. Jedná se o všeobecnou metodiku zkoumání procesů se zaměřením na technické hledisko. Při popisu procesů využívá metoda rozklad procesů na pod-procesy a činnosti postupem shora dolů. Nejprve jsou identifikovány základní procesy, které jsou postupně rozloženy až na jednotlivé činnosti. Diagramy umožňují zachytit strukturu organizace, její klíčové procesy a konkrétní aktivity. Také je v nich možné popsat související objekty, jako jsou zdroje potřebné pro provedení určených činností a produkty těmito činnostmi vytvářené. K činnostem jsou připojeny informace o zdroji, který ji vykonává

o požadovaných vstupech a výstupech, doba trvání, délka prodlení, náklady, priority a vstupní podmínky. Zdroje představují objekty, které mohou mít přiřazeno množství atributů jako je cena za jednotku, pracovní doba a typy činností, které mohou vykonávat. [7]

3.2.3 Metodika DEMO

DEMO (Dynamic Essential Modeling of Organizations) je metodika vytvořená prof. J. Dietzem. Tato metodika vidí proces nikoliv jako síť činností, ale jako síť komunikace. Přínosem tohoto pohledu je posun od tradiční analýzy chování podniku k analýze způsobu fungování podniku. Metodika DEMO je definována jako metoda organizačního inženýrství, disciplíny, zahrnující design a implementaci organizace. Metoda je postavená na tom, že lidé v sociální interakci vcházejí do vzájemných závazků ohledně akcí, které dosahují dohody ohledně výsledků těchto akcí. [7]

3.3 Standardy pro modelování procesů

Pro tvorbu modelů podnikových procesů jsou využívány různé standardy. Hlavním zastřešujícím standardem je norma ISO 14258, která definuje základní pojmy a pravidla modelování organizace. Tato norma popisuje obecná pravidla, která by se měla dodržovat při tvorbě metodik a nástrojů. Tuto normu dále rozvádí norma ISO 15704, která definuje potřeby rámců, metodik, jazyků, nástrojů, modelů a modulů pro modelování procesů. Na těchto hlavních normách jsou postaveny modelovací jazyky konkrétních softwarů, používaných pro modelování a simulaci podnikových procesů. V praktické části této práce jsou pro ukázky modelování výrobních procesů použity notace BPMN a EPC. [7]

3.3.1 Notace BPMN

Notace BPMN (Business Process Management Notation) je standardem pro grafickou reprezentaci firemních procesů pomocí diagramů. BPMN je grafickou notací jazyka BPML určeným pro modelování a popis procesů, jejímž cílem je srozumitelnost popisu procesů pro uživatele. [7]

3.3.1.1 Základní symboly notace BPMN

Bazén a dráha

Bazény a dráhy umožňují v popisech procesů zvýrazňovat úhly pohledu podniků a účastníků procesu. Bazén je souhrn všech procesů zahrnující vnitřek podniku. Bazén může být dělen na jednotlivé dráhy, které představují jednotlivé účastníky (organizační jednotky) procesu. [7]

Událost (Event)

Událostí je v BPMN myšlena jakákoliv událost v procesu, tedy i začátek a konec činnosti, změna stavu objektu přijetí zprávy apod. Účelem těchto událostí je popsat zákonitosti pořadí nebo načasování činností v procesu. Typy událostí mohou být: [7]

- Počáteční – událost, kterou proces začíná a je spojena s podnětem procesu.
- Koncová – událost, kterou proces končí a je spojena s výsledkem procesu.
- Mezikrok – podstatná událost v průběhu procesu, například časové lhůty nebo očekávané zprávy v rámci procesu.

Činnost (Task)

Činností je aktivita vykonávaná v rámci procesu. BPMN rozeznává tři druhy činností: [7]

- Proces – v BPMN je znázorněn jako skupina činností a kontrolních prvků, které určují jejich pořadí jejich vykonávání.
- Pod-proces – to je složená činnost, která je součástí jiného procesu. V rámci diagramu je pak pod-proces symbolem, který odkazuje na jiný proces.
- Úloha – základní činnost, v diagramu se u ní dá specifikovat, jestli se jedná o opakující se, násobnou nebo kompenzační činnost.

Brána (Gateway)

Brána znázorňuje v procesu místo, kde se rozdělují různé alternativní nebo paralelní cesty (větve procesu). Brány umožňují modelovat všechny základní logické větvení OR, XOR a AND. [7]

Tok (Connection)

Sekvenční tok vyjadřuje pořadí, v jakém budou činnosti procesu prováděny. Sekvenční tok je symbolizován šipkou, která směřuje od zdrojového objektu k cílovému. Těmito objekty jsou události nebo činnosti. BPMN používá tyto toky: základní, podmínkový, defaultní a tok zpráv. Tok zpráv slouží pro znázornění přenosu zprávy mezi dvěma podniky nebo účastníky. V BPMN je podnik nebo účastník procesu znázorněn pomocí bazénu, proto se tok zpráv používá pro přechod mezi dvěma bazény. [7]

3.3.2 Notace EPC

Notace EPC (Event Driven Proces Chain) je podporována především ze strany ARIS Toolset, ale také jinými společnostmi zabývajícími se modelováním a simulacemi procesů, jako například Visual Paradigm, Microsoft a další. Cílem této notace je jednoduchost zápisu, která umožňuje porozumět modelu i nezkušeným uživatelům. [12] Tato notace se ve svém základu skládá ze čtyř základních prvků:

- **Událost (Event)** – označuje stav, který souvisí s modelovaným procesem. Tímto stavem může být například oprava, testování, měření atp.
- **Aktivita (Activity)** – to je aktivita, která popisuje nějakou konkrétní činnost. Aktivita na rozdíl od události přetváří vstupy na výstupy. Uvnitř aktivity se také mohou tvořit rozhodnutí, které následně ovlivňují průběh procesu. [12]
- **Tok (Connection)** – podobně jako u notace BPMN určuje posloupnost, kterou budou události nebo činnosti prováděny.
- **Pravidlo (Rule)** – podobně jako „brána“ v notaci BPMN znázorňuje místo v procesu, kde se cesty větví a také jsou zde používány základní logické funkce OR, XOR a AND.

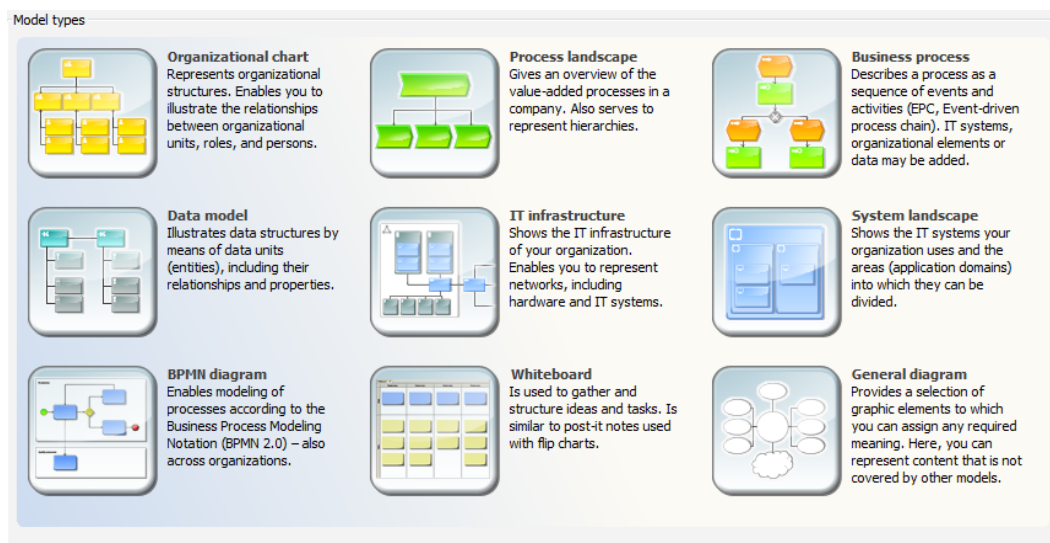
3.4 Simulační nástroje

Programové prostředky pro tvorbu simulačních modelů: [9]

- **Programovací jazyky** – simulační model může být vytvořen v obecném programovacím jazyku (např. Pascal, C++). To je však možnost v současnosti používaná velmi výjimečně, protože tvorba složitějšího simulačního modelu je pro programátory velmi náročná.
- **Simulační programovací jazyky** – obsahují struktury umožňující uživatelům snadnou a rychlou tvorbu modelů, které by bylo jinak velmi náročné vždy znovu programovat.
- **Ostatní jazyky a programy** – pro některé aplikace, které neobsahují dynamické prvky, a pro určité typy simulačních modelů může být vhodné použít i jiné programové prostředky než simulační programovací jazyky. Jedním z příkladů jsou matematické a výpočetní systémy (např. MATLAB od firmy MathWorks).

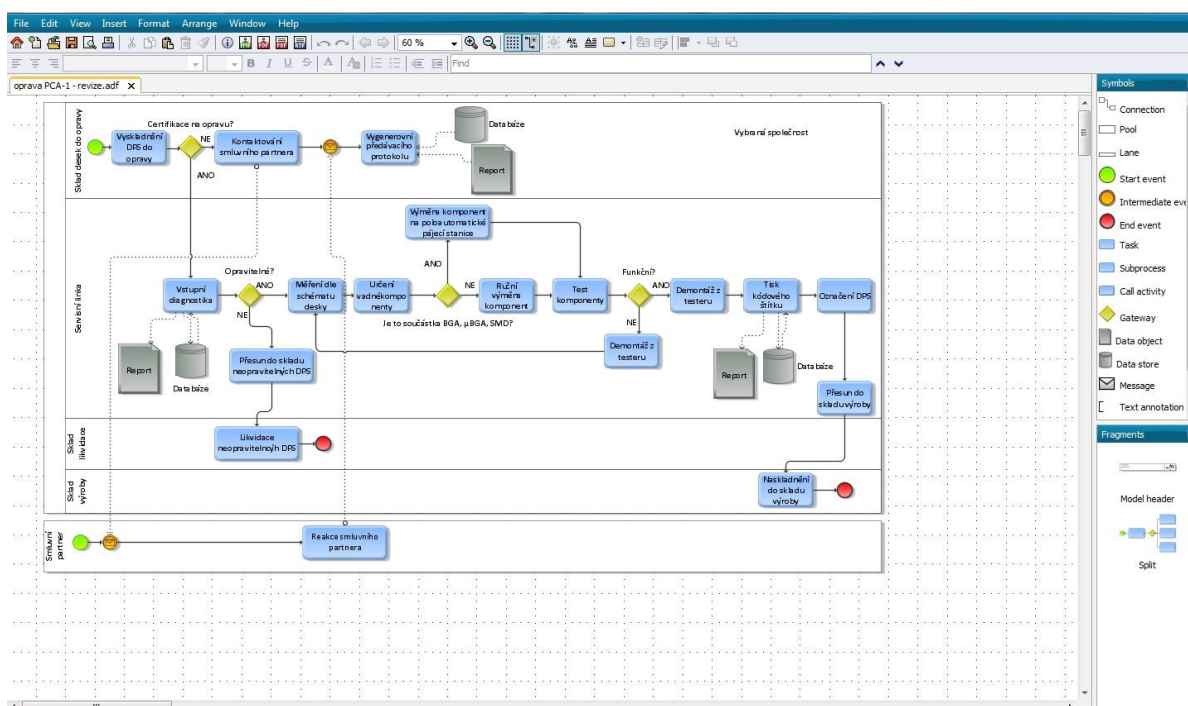
3.4.1 ARIS Express

ARIS Express je moderní, zdarma dostupný (freeware) nástroj s kvalitním uživatelským rozhraním, který poskytuje základní funkce modelování procesů. K dispozici je 8 typů základních modelů, které jsou vidět na *obrázku 3.1*. Devátý diagram s názvem General diagram, slouží pro zastoupení ostatních diagramů, které nejsou předem nijak definovány. Záleží na uživateli, jaké prvky použije a jaký význam jim přiřadí. [24] [25]



Obrázek 3.1 - Typy modelů v programu ARIS Express

ARIS Express podporuje tzv. Context Sensitive Modeling, tedy funkci, která dynamicky prostřednictvím kontextových gadgets nabízí uživateli možná pokračování modelu a ta stačí jen kliknutím vybírat a umisťovat. Dále nástroj obsahuje modelování fragmentů, které umožňuje znovu používat uživatelem definované části modelů. Dále také obsahuje tzv. Spreadsheet Smart View umožňující definování procesů v tabulkové formě a následné vygenerování odpovídajících modelů. Umožňuje také export do PDF nebo EMF, import z MS Visio, nebo převod již hotových modelů do komerčního nástroje ARIS Professional. [24]



Obrázek 3.2 - Prostředí programu ARIS Express

Pro simulaci je určen placený modul Simulator, který umožňuje na základě modelů podnikových procesů analyzovat a zlepšovat stávající i nové procesy. Procesy analyzuje a zlepšuje na základě dokumentovaných podnikových procesů doplněných o dynamické parametry. Simulator poskytuje důležité informace o úzkých místech procesů z hlediska času, nákladů a kapacit. Výsledkem je nejčastěji podpora strategického rozhodování, snížení doby průběhu procesů a souběžné zlepšení využití zdrojů a detailní srovnání různých alternativ procesů. [26]

3.4.2 SIMUL8

Simulační program SIMUL8, je produktem stejnojmenné firmy SIMUL8 a je určen především pro modelování podnikových procesů. Tento program umožňuje snadno vytvořit vizuální model zkoumaného systému. Nabízí uživateli animaci běhu modelu, pro kontrolu správnosti modelu a pro prezentaci analýzy systému. [9]

3.4.3 SIMPROCESS

Simulační program SIMPROCESS je produktem americké firmy CAPI Products Company. Tento program je představován, jako hierarchický a integrovaný nástroj pro simulaci podnikových procesů. SIMPROCESS je určen spíše profesionálům zaměřeným na BPR nebo informační technologie. Tento program v sobě integruje tři hlavní nástroje: Proces Mapping (mapování procesů), Discrete simulation (diskrétní simulaci) a Aktivita-based Costing (kalkulace nákladů založená na činnostech). [9]

3.4.4 WITNESS

Simulační program WITNESS je produktem britské firmy Lanner Group. Je určen zejména pro simulaci a optimalizaci výrobních, obslužných a logistických systémů. Jádro systému WITNESS je doplněno moduly pro optimalizaci procesů, zobrazení v prostředí virtuální reality, pro oboustrannou výměnu informací s programem Microsoft VISIO, dokumentaci modelů a získávání znalostí z rozsáhlých souborů dat. [9]

3.4.5 ARENA

Tento simulační program je produktem firmy Rockwell Automation. ARENA je obecným simulačním jazykem pro průmyslové aplikace a BPR, který je součástí produktové rodiny ARENA pro manažerské rozhodování a kontinuální zlepšování kvality. ARENA je grafickým a animačním systémem založeným na principech hierarchického modelování. [9]

3.4.6 PROMODEL

Tento simulační program je produktem firmy PROMODEL Corporation. Je to simulační produkt pro diskrétní simulaci, určeným k hodnocení, plánování a projektování výrobních, skladovacích a logistických systémů. [9]

4 Modelování a optimalizace vybraných procesů

V této části se budu zabývat ukázkou modelování dvou vybraných procesů a následnou optimalizací jednoho z nich. K tomuto účelu byla po konzultaci s vedoucím práce vybrána konkrétní společnost, která se zabývá servisní činností a podporou zákazníků v ucelené škále servisů reversní logistiky. Produktové portfolio této společnosti zahrnuje opravy laserových a inkoustových tiskáren, data projektorů, digitálních kamer, skenerů, mobilních telefonů, GPS navigací, LCD displejů, serverů, bankomatů, dále pak opravami elektronických desek a modulů. Pro tuto práci byly vybrány dva reálné procesy z odvětví opravy tiskáren. Konkrétně se jedná o testování a opravu jejich desek plošných spojů (DPS).

4.1 Ukázky modelování procesů

Pro ukázky modelování těchto procesů, byl vybrán program ARIS Express. Důvodem výběru byla jeho nezaplatněná dostupnost a také jeho uživatelsky přívětivé prostředí. Modelování bylo provedeno v diagramech dle notace BPMN.

4.1.1 Popis procesu testování

V tomto procesu se testují plošné spoje pro zjištění jejich funkčnosti a možnosti jejich opravitelnosti v případě nefunkčnosti. Proces začíná na testovací lince vyžádáním si desky plošného spoje (dále jen DPS) ze skladu výroby. Po uvolnění DPS ze skladu na testovací linku, je DPS namontována do testovacího zařízení, otestována na funkčnost a poté zase demontována. V případě funkční DPS je ve spolupráci s databází vygenerován kódový štítek, kterým je DPS označena a poté je odeslána jako funkční DPS zpět do skladu výroby. V případě nefunkčnosti je DPS posuzována, jestli je nebo není opravitelná. Neopravitelná DPS je přesunuta do skladu neopravitelných desek pro následnou likvidaci. O tomto kroku proběhne zápis do databáze. Opravitelná DPS je přesunuta na servisní linku, kde je připravena k opravě. Modelování tohoto procesu je v *příloze A – Model procesu testování*.

4.1.2 Popis procesu opravy

Tento proces začíná vyskladněním desky plošného spoje a následnou kontrolou zda je podnik certifikován na opravu této konkrétní DPS. Pokud ne, je zkontaktován smluvní partner pro předání DPS k opravě v autorizovaném servisu a následně je po reakci partnera vystaven

předávací protokol. Pokud je podnik na opravu této DPS certifikován, DPS je přesunuta na servisní linku, kde je provedena vstupní diagnostika. Výsledky této diagnostiky jsou zapsány do databáze. V případě, že diagnostika určí neopravitelnou DPS, je DPS odeslána do skladu neopravitelných DPS určených pro následnou likvidaci. Pokud je opravitelná, provádí se měření dle schématu dané DPS, kterým se identifikují vadné komponenty. Pokud je komponentou součástka typu BGA, μ BGA nebo SMD probíhá výměna komponent na speciální poloautomatické pájecí stanici, pokud ne, vymění se vadné komponenty ručně. Po vyměnění komponent probíhá test pro zjištění funkčnosti desky. Pokud je DPS nefunkční, provádí se znovu měření DPS dle schématu dané DPS a následující kroky se opakují, dokud není DPS funkční. Jakmile je DPS funkční, provede se zápis do databáze, vygeneruje se kódový štítek, kterým se DPS označí a poté je přesunuta do skladu výroby. Ukázka modelování tohoto procesu je v *příloze B – Model procesu opravy*.

4.2 Ukázky optimalizace procesů

V této části se budu zabývat ukázkou optimalizace (zlepšením) druhého z výše popsaných procesů tj. procesu opravy. Určování vadné komponenty desky plošného probíhá na základě vstupní diagnostiky, kde se zjistí, jaké typické chyby zařízení při poruše vykazuje a tyto zjištěné chyby zadá pracovník počítačem do databáze. Databáze pracuje na základě pevně definované matice, podle které určuje, jaké jsou možné vadné komponenty při zjištěných chybách zařízení. Databáze zpravidla vybere více možností vadných komponent. Pracovník si dle své zkušenosti nejprve vyžádá první komponentu k opravě, která je následně na desce plošného spoje vyměněna. Poté je DPS otestována na funkčnost. Pokud je DPS nefunkční, je poslána zpět na diagnostiku k pracovníkovi, který vybere další z komponent databázi nabízených k výměně. Tyto kroky probíhají opakovaně, dokud není DPS opravena. V tomto procesu tedy v podniku dochází k velkým materiálovým (zbytečně vyměněné součástky) a časovým (opakování cyklu opravování) plýtváním.

Nejprve bude pomocí metody Demingova cyklu PDCA předvedena ukázka návržení a zavedení systému pro měření počtu vyměněných komponent a času, po který je DPS opravována. Ve druhé části bude pomocí metody DMAIC provedena ukázka možné optimalizace systému určování vadné komponenty. Tento optimalizovaný proces je podrobně namodelován v *příloze C – Model optimalizace procesu*. Tento proces byl modelován v programu ARIS Expres diagramem podle notace EPC.

4.2.1 Ukázka optimalizace metodou PDCA

Zde je provedena ukázka navržení systému pro měření času opravování DPS. Tento čas je nejen velice důležitým ukazatelem pro zlepšování efektivnosti procesu, ale je také důležitým pro zvyšování spokojenosti zákazníka, který si v dané společnosti nechává zařízení opravit.

Provedení optimalizace podle cyklu PDCA:

- 1. Plan (plánování)** – stávající stav je takový, že při uvolnění DPS na servisní linku, žádání o nové díly opravu, vydání dílů na opravu a při odesílání DPS do výroby je proveden zápis do databáze. Je třeba upravit databázi tak, aby zaznamenávala i čas těchto jednotlivých úkonů. Jednoduchým vyhodnocováním bude databáze schopna spočítat kolikrát je DPS opravována, jak dlouhou dobu stráví na servisní lince a na základě těchto údajů se bude zlepšovat efektivnost procesu.
- 2. Do (udělej)** – programátor provede úpravu databáze.
- 3. Check (ověř)** – v této fázi se budou měřit a vyhodnocovat údaje z databáze.
Act (jednej) – při analýze dat se zjistí, že si pracovníci pro zlepšení svojí efektivnosti a usnadnění práce vyžádají všechny komponenty, které databáze nabízí pro opravu a ty najednou vymění. To je ale nežádoucí, protože takto dochází ještě k většímu materiálnímu plýtvání (zbytečně vyměněné součástky). Je potřeba udělat cyklus PDCA znovu a tuto příčinu odstranit.

Opakované provedení optimalizace podle cyklu PDCA:

- 1. Plan (plánování)** – je zapotřebí upravit databázi tak, aby bylo možné vyžádat si vždy jen jednu z databází nabízených komponent pro opravu.
- 2. Do (udělej)** – programátor opět provede úpravu databáze.
- 3. Check (ověř)** – provádí se nové měření a vyhodnocování
- 4. Act (jednej)** – nyní již nevzniká žádný další problém. Zavedení této optimalizace se povedlo a dále se bude pokračovat podle takto upraveného systému.

4.2.2 Ukázka optimalizace metodou DMAIC

Zde je provedena ukázka použití metody cyklu DMAIC:

- 1. Define (definování)** – problémem je ve špatné diagnostice určování vadných komponent desky plošného spoje. To vede k opakované výměně komponent a tím i k materiálovému plýtvání a prodlužování doby opravy DPS.
- 2. Measure (měření)** – v této fázi se měří doba, počet oprav a počet vyměněných komponent na jednu opravu. K tomuto měření se použije systém zavedený v předešlé ukázce optimalizace cyklem PDCA.
- 3. Analyze (analýza)** – analýzou dat se zjistí, že problém nastává u pracovníka, který vybírá, která z komponent nabízených databází se bude vyměňovat. Pracovník nemá dostatečné podklady nebo zkušenosti pro správný výběr a tak často vyměňuje nesprávnou komponentu.
- 4. Improve (zlepšování)** - cílem bude upravit databázi tak, aby do ní po opravení DPS mohla být zadávána pracovníky data obsahující informaci, která konkrétní komponenta na DPS byla vadná. Databáze tak bude u každé DPS vyhodnocovat data o chybách zařízení zjištěných diagnostikou a o komponentě, která tyto chyby způsobovala. Využitím těchto dat bude databáze při výběru vadné komponenty nabízet i pravděpodobnost závady u každé z nabízených komponent. Na základě, těchto pravděpodobností bude pracovník schopen lépe určovat vadnou komponentu a tím dojde k zefektivnění celého procesu. Na konci této fáze bude tento systém implementován
- 5. Control (řízení)** – v této fázi bude zlepšení průběžně monitorováno a vyhodnocováno. V případě že nedojde ke zlepšení nebo k dosažení plánovaných cílů, bude se hledat další příčina, přičemž dojde k opětovnému použití cyklu DMAIC.

Závěr

Bakalářská práce si kladla za cíl vytvořit přehled současně používaných metod a nástrojů určených pro optimalizaci a simulaci výrobních procesů. Dále také předvést ukázky optimalizace a simulace procesů v elektrotechnické výrobě.

V první části této práce bylo provedeno seznámení se základními pojmy a strukturou procesů a procesního řízení. Dále v této části proběhlo také seznámení se základy a důvody optimalizací a simulací.

Ve druhé části byl proveden přehled v současné době nepoužívanějších metod pro optimalizaci procesů ve výrobě. Tento přehled je strukturován tak, že navrchu je vždy zastřešující metoda (Štíhlá výroba, Teorie omezení, Total Quality Management, Six Sigma) a pod ní jednotlivé metody a nástroje zastřešující metodou využívané.

Ve třetí části byly nejprve popsány metodiky pro modelování výrobních procesů. Dále byly v této části popsány standardy pro modelování těchto procesů a to konkrétně notace BPMN a EPC. Tyto dvě notace byly využity k modelování v praktické části práce. Dále byl ve třetí části vytvořen stručný přehled nástrojů využívaných k simulaci výrobních procesů. Popis programu ARIS Express byl rozveden o něco více, protože byl také využit k modelování praktické části práce.

V poslední čtvrté části byly nejprve předvedeny ukázky modelování dvou reálných procesů elektrotechnické výroby. Tyto dva procesy byly modelovány v diagramech podle notace BPMN. Následná simulace by byla provedena na základě těchto modelů. Simulace bohužel v této práci nebyla provedena z důvodu, že tuto možnost nabízí jen komerční verze tohoto programu ARIS Professional. Na závěr této práce byly provedeny ukázky optimalizace jednoho z modelovaných procesů. K této optimalizaci byly využity v současné době ve výrobě velice používané cykly PDCA (Total Quality Management) a DMAIC (Six Sigma). Hlavní výhodou obou těchto cyklů je, že mohou být používány opakovaně k neustálému zlepšování procesů a dosahování cílů podniku. Ukázka tohoto optimalizovaného procesu byla také namodelována v diagramu dle notace EPC programem ARIS Express.

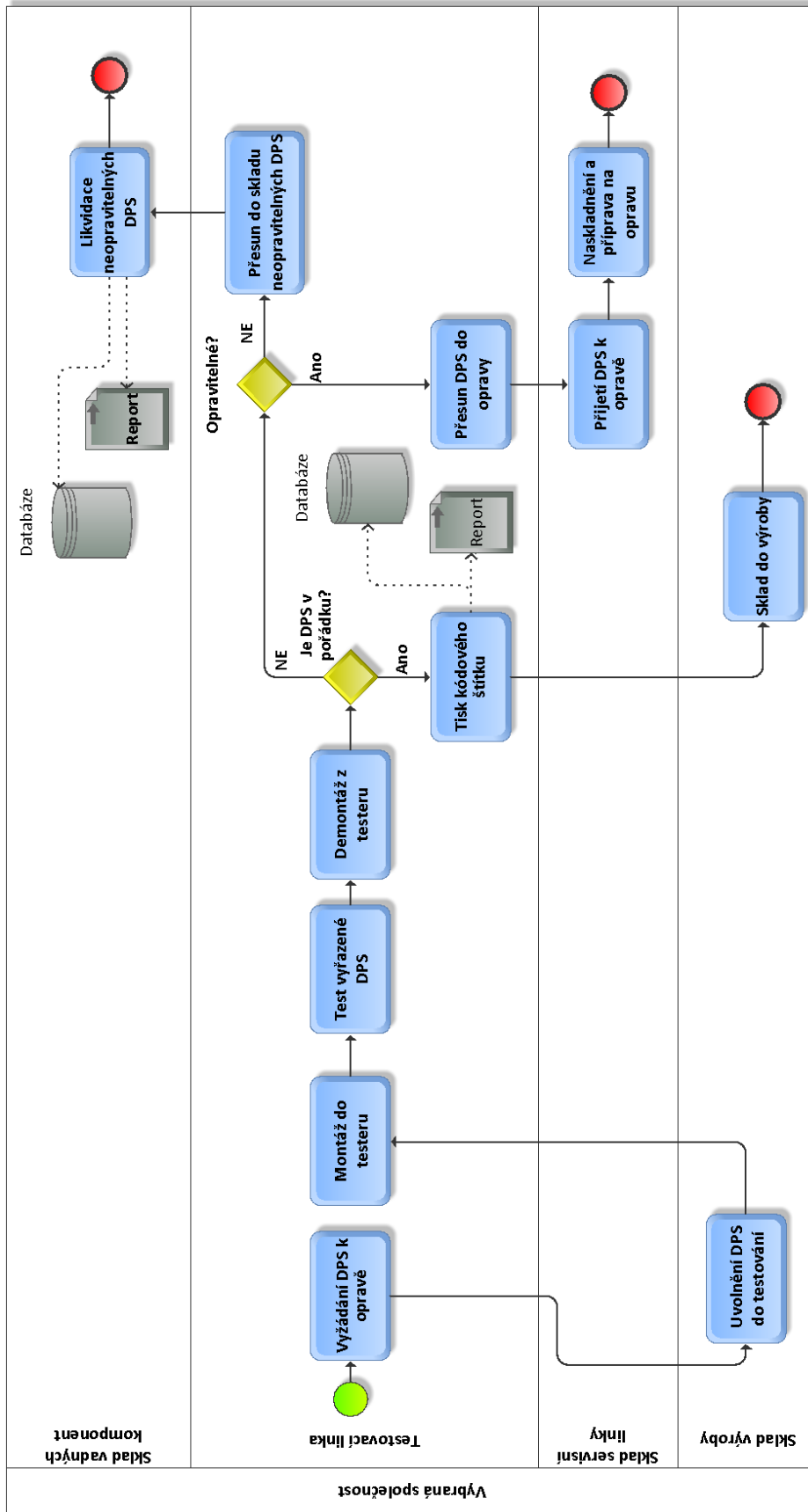
Seznam literatury a informačních zdrojů

- [1] ŠMÍDA, Filip. *Zavádění a rozvoj procesního řízení ve firmě: procesní řízení a modelování*. 1. vyd. Praha: Grada, 2007, 293 s. ISBN 978-80-247-1679-4.
- [2] SVOZILOVÁ, Alena. *Zlepšování podnikových procesů*. 1. vyd. Praha: Grada, 2011, 223 s. Expert (Grada). ISBN 978-80-247-3938-0.
- [3] LUKASÍK Petr, PROCHÁZKA Jaroslav a VANĚK Vladimír. OSTRAVSKÁ UNIVERZITA, Přírodovědecká fakulta. *Text pro distanční studium: Procesní řízení*. Ostrava. Dostupné z: http://www1.osu.cz/~prochazka/rpri/skripta_ProcesniRizeni.pdf
- [4] SKOČIL, Vlastimil. ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA, Fakulta elektrotechnická. *Přednášky z předmětu RIP: Procesy a procesní řízení*. Plzeň, 2012.
- [5] BASL, Josef. *Modelování a optimalizace podnikových procesů: procesní řízení a modelování*. 1. vyd. Plzeň: Západočeská univerzita, 2002, 140 s. ISBN 80-708-2936-2.
- [6] GRASSEOVÁ, Monika, Radek DUBEC a Roman HORÁK. *Procesní řízení ve veřejném sektoru: teoretická východiska a praktické příklady*. Vyd. 1. Brno: Computer Press, 2008, v, 266 s. ISBN 978-80-251-1987-7.
- [7] ŘEPA, Václav. *Podnikové procesy: procesní řízení a modelování*. 1. vyd. Praha: Grada, 2006, 265 s. ISBN 80-247-1281-4.
- [8] MAREK, F. *Business Reengineering: Business Process Reengineering a Benchmarking*. Sborník systémová Integrace 99. Praha, 1999.
- [9] DLOUHÝ, Martin, Jan FÁBRY, Martina KUNCOVÁ a Tomáš HLADÍK. *Simulace podnikových procesů*. Vyd. 1. Brno: Computer Press, c2007, 201 s. ISBN 978-80-251-1649-4.
- [10] HAMMER, Michael a Ján KOŠTURIÁK. *Reengineering - radikální proměna firmy: manifest revoluce v podnikání*. 3. vyd. Praha: Management Press, 2000, 212 s. ISBN 80-726-1028-7.
- [11] Teorie omezení. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2014-06-02]. Dostupné z: http://cs.wikipedia.org/wiki/Teorie_omezen%C3%AD
- [12] KOŘÍNEK, Tomáš. *Notace modelování procesů: BPMN a EPC, jejich srovnání a ilustrace na příkladu z praxe*. Praha, 2010. Bakalářská práce. Vysoká škola ekonomická v Praze.
- [13] KOŠTURIÁK, Ján a Zbyněk FROLÍK. *Štíhlý a inovativní podnik: procesní řízení a modelování*. 1. vyd. Praha: Alfa Publishing, 2006, 237 s. ISBN 80-868-5138-9.
- [14] Metoda 5S. In: [online]. [cit. 2014-06-02]. Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/metoda-5s>

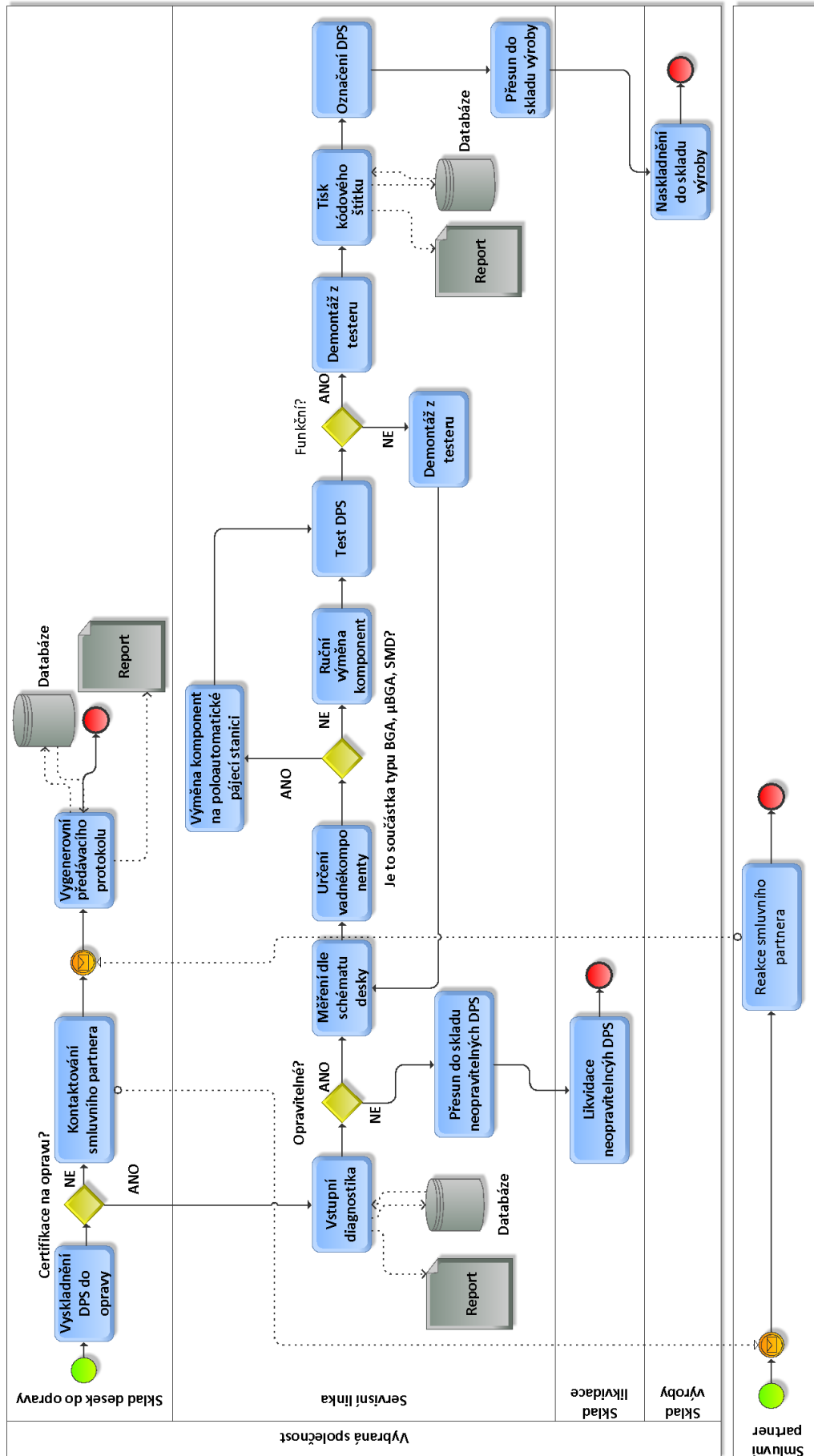
- [15] KOCOUREK, Jaromír. 5S - pořádek na pracovišti. In: [online]. [cit. 2014-06-02]. Dostupné z: <http://www.vlastnicesta.cz/metody/5s-poradek-na-pracovisti/>
- [16] GREGOR, Milan a Ján KOŠTURIÁK. *Just - in - Time: Výrobná filozofia pre dobrý management*. Bratislava, 1994.
- [17] ŠVEC, Václav. *Metody optimalizace výrobních procesů*. Plzeň, 2010. Bakalářská práce. Západočeská univerzita, Fakulta elektrotechnická. Vedoucí práce Ing. Martin Januška.
- [18] BLECHARZ, Pavel a Zbyněk FROLÍK. *Základy moderního řízení kvality: rychlý průvodce téměř 100 nástroji na zlepšování kvality procesů, rychlosti a komplexity*. 1. vyd. Praha: Ekopress, 2011, 122 s. ISBN 978-80-86929-75-0.
- [19] ANDERSEN, Bjørn. *Analýza kořenových příčin: zjednodušené nástroje a metody*. 1. vyd. Praha: Česká společnost pro jakost, 2011, x, 226 s. ISBN 978-80-02-02356-2.
- [20] Jidoka. In: *Svět Produktivity* [online]. [cit. 2014-06-09]. Dostupné z: <http://www.svetproduktivity.cz/slovník/Jidoka.htm>
- [21] Just in time. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2014-06-02]. Dostupné z: http://cs.wikipedia.org/wiki/Just_in_time
- [22] Six Sigma. *ManagementMania* [online]. [cit. 2014-06-09]. Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/six-sigma>
- [23] GEORGE, Michael L a Zbyněk FROLÍK. *Kapesní příručka Lean Six Sigma: rychlý průvodce téměř 100 nástroji na zlepšování kvality procesů, rychlosti a komplexity*. 1. vyd. Brno: SC, 2010, vi, 280 s. ISBN 978-80-904099-2-7.
- [24] CÍGLER, Lukáš, Kateřina GOTTFRIEDOVÁ, Jakub KÁBRT a Tomáš KRATOCHVÍL. *Použití CASE/CABE pro řízení workflow ve firmě*. In: [online]. [cit. 2014-06-02]. Dostupné z: http://panrepa.org/CASE/podzim2011/CASE_v_workflow_podzim2011.pdf
- [25] VESELÝ, Jaroslav, Martin MUSIL, Zuzana BAUEROVÁ a Michal VLČEK. *Přehled nástrojů CABE (modelování podniku) na tuzemském trhu*. In: [online]. [cit. 2014-06-02]. Dostupné z: http://panrepa.org/CASE/jaro2010/cabe_jaro2010.pdf
- [26] JANŮ, M, J TEZZELOVÁ a B TOMÁŠKOVÁ. *POUŽITÍ CASE/CABE NÁSTROJŮ PRO ŘÍZENÍ WORKFLOW VE FIRMĚ*. In: [online]. [cit. 2014-06-02]. Dostupné z: http://panrepa.org/CASE/podzim2008/case_v_workflow_podzim2008.pdf
- [27] POKA-YOKE. In: *Ikvalita.cz: Portál pro kvalitáře* [online]. 2012 [cit. 2014-06-08]. Dostupné z: <http://www.ikvalita.cz/tools.php?ID=139>

Přílohy

Příloha A – Model procesu testování



Příloha B – Model procesu opravy



Příloha C – Model optimalizace procesu opravy

