

**ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA ELEKTROTECHNICKÁ**

Katedra materiálů a technologií

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

**Optimalizace výrobního procesu v elektrotechnickém
podniku**

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

Fakulta elektrotechnická

Akademický rok: 2020/2021

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE (projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **František ŠONDA**
Osobní číslo: **E18B0056K**
Studijní program: **B2644 Aplikovaná elektrotechnika**
Studijní obor: **Aplikovaná elektrotechnika**
Téma práce: **Optimalizace výrobního procesu v elektrotechnickém podniku**
Zadávající katedra: **Katedra výkonové elektroniky a strojů**

Zásady pro vypracování

1. Popište procesní řízení z pohledu zásad, metodiky a nástrojů pro optimalizaci procesů.
2. Zmapujte současný stav výrobního procesu v elektrotechnickém podniku.
3. Vypracujte případovou studii pro optimalizaci výrobního procesu a navrhněte opatření pro jejich zlepšení.
4. Zhodnoťte předpokládaný přínos navržených opatření.

Rozsah bakalářské práce: **30 – 40 stran**
Rozsah grafických prací: **podle doporučení vedoucího**
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam doporučené literatury:

1. Podnikové procesy: Procesní řízení a modelování, 2., aktualizované a rozšířené vydání, Václav Řepa.
2. Modelování a optimalizace podnikových procesů, Josef Basl.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Michal Švehla**
Regionální inovační centrum elektrotechniky

Datum zadání bakalářské práce: **9. října 2020**
Termín odevzdání bakalářské práce: **27. května 2021**



Prof. Ing. Zdeněk Peroutka, Ph.D.
děkan





Prof. Ing. Václav Kůs, CSc.
vedoucí katedry

Abstrakt

Předkládaná bakalářská práce je zaměřena na popis výrobních procesů a její optimalizaci. V této bakalářské práci se budeme zabývat popisem modelingu jednotlivých výrobních procesů výroby. Budou vysvětleny některé materiály, které jsou běžně používané ve výrobě a dále bude zaměřena na optimalizaci elektrických, bezpečnostních a ekonomických vlastností. V závěru této práce bude provedeno zhodnocení, která z těchto optimalizačních vlastností se zdá být tou nejlepší volbou.

Klíčová slova

Procesy, metody optimalizace, modelování procesů, navíjení transformátoru, plechování transformátoru, impregnace, měření transformátoru, porovnání parametrů materiálů, porovnání ekonomické bilance.

Abstract

The submitted bachelor's thesis is focused on the description of production processes and its optimization. In this bachelor's thesis we will deal with the description of modeling of individual production processes. Some materials that are commonly used in production will be explained and further focused on optimizing electrical, safety and economic characteristics. At the end of this work, an evaluation will be carried out which of these optimization properties seems to be the best choice.

Key words

Processes, methods of optimization, process modeling, transformer winding, transformer sheeting, impregnation, transformer measurement, material parameter comparison, economic balance comparison.

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 25.5.2021

František Šonda

Poděkování

Tímto bych rád poděkoval vedoucímu bakalářské práce Ing. Michalovi Švehlovi, za cenné profesionální rady, připomínky a metodické vedení práce.

Obsah

OBSAH	8
ÚVOD	9
1 PROCESNÍ ŘÍZENÍ Z POHLEDU ZÁSAD, METODIKY A NÁSTROJŮ	11
1.1 PROCESY	11
1.1.1 Typy procesů.....	11
1.1.2 Základní charakteristiky procesů	12
1.1.3 Modelování podnikových procesů	15
1.2 METODY OPTIMALIZACE	16
1.2.1 Total quality management	16
1.2.2 Business process reengineering.....	18
1.2.3 Theory of constraints	19
1.2.4 Kaizen.....	23
1.3 MODELOVÁNÍ A OPTIMALIZACE PODNIKOVÝCH PROCESŮ	24
1.3.1 ARIS.....	26
1.3.2 Tvorba MOPP	28
2 SOUČASNÝ STAV VÝROBNÍHO PROCESU V EL. PODNIKU	30
2.1 POPIS VYBRANÉHO EL. PODNIKU NA VÝROBU TRANSFORMÁTORŮ.....	30
2.1.1 Představení el. podniku	30
2.2 DEFINOVÁNÍ PROCESŮ EL. PODNIKU	30
2.2.1 Proces navijení transformátoru.....	31
2.2.2 Proces letování transformátoru.....	33
2.2.3 Proces plechování jádra transformátoru.....	33
2.2.4 Proces impregnace transformátoru.....	34
2.2.5 Proces měření a výstupní kontrola transformátoru	36
2.3 POUŽITÝ MATERIÁL.....	37
2.3.1 Cívky.....	37
2.3.2 Izolační materiály	37
2.3.3 Plechy	37
2.3.4 Navíjecí dráty	38
2.3.5 Impregnační laky	38
3 PŘÍPADOVÁ STUDIE PRO OPTIMALIZACI VÝROBY	39
3.1 NÁVRH NA OPTIMALIZACI EL. PODNIKU.....	39
3.1.1 Optimalizace přípravy výroby	39
3.1.2 Optimalizace systému řízení jakosti.....	39
3.1.3 Optimalizace na efektivitu výroby.....	39
3.1.4 Optimalizace – rozšíření výroby.....	41
4 PŘÍNOS NAVRŽENÝCH OPATŘENÍ	42
4.1 ZHODNOCENÍ OPTIMALIZACÍ EL. PODNIKU	42
4.1.1 Optimalizace přípravy výroby	42
4.1.2 Optimalizace systému řízení jakosti.....	42
4.1.3 Optimalizace na efektivitu výroby.....	43
4.1.4 Optimalizace – rozšíření výroby.....	43
ZÁVĚR	44
SEZNAM LITERATURY A INFORMAČNÍCH ZDROJŮ	45

Úvod

V dnešní době prochází svět velmi rychlým vývojem technologií a podnikání. Díky těmto změnám je pro podnik velice důležité, aby se dokázal přizpůsobit rychle se měnícím nárokům trhu, držet krok s konkurencí a v neposlední radě, byl stále ziskový. Využívá se nejčastěji změn ve vnitřní struktuře samotného podniku. Nejčastěji zvyšování kvalifikaci pracovníků či restrukturalizace jednotlivých oddělení.

Podmínkou udržení zisků a cílů podniku je účelné a efektivní využívání těchto změn. Pro podniky existují nástroje, kterými lze optimalizovat procesy tak, aby se zefektivnila výroba. Díky modelování jednotlivých procesů, tak dokážeme odhalit slabá místa ve výrobním procesu a následně vytvořit optimalizovaný model.

Tato práce bude pojednávat o procesním řízení, metodikách a nástrojích pro optimalizaci výroby. V úvodní části se práce zaměří na základní pojmy procesů a metod optimalizací, a jejich částí jako je například ARIS a MOPP. Další část se zabývá současným stavem vybraného elektrotechnického podniku. V této části budou nadefinovány jednotlivé procesy a uvedeny postupy výroby. Další část bude věnována použitým materiálům ve výrobě a jejich obměně a volbě vhodných materiálů. Poslední část, bude věnována odhalení slabých míst v jednotlivých procesech a jejím návrhům, které vedou k optimalizaci.

V závěru této práce bude řešena implementace optimalizace a modelování procesů ve výrobním podniku. Bude představen podnik, který vyrábí transformátory na zakázku a jaké produkty vyrábí. Dalším krokem budou odhalena slabá místa v podniku a implementace některých z modelů a optimalizačních procesů, které by mohla být implementována na zlepšení výroby.

Seznam symbolů a zkratk

ARIS	Architecture of Integrated Information Systems
BPR.....	Busines Process Reengineering
CASE.....	Computer Aided Systém/software Engineering
DBR.....	Drum – Buffer – Rope
IS.....	Information Systém
ISO.....	International Organization for Standardization
IT	Information Technology
MOPP	Modelování a Optimalizace Podnikových Procesů
OPT.....	Optimized Production Technology
PCDA cyklus.....	Demingův Cyklus
TOC	Theory Of Constraints
TQM	Total Quality Managment
VPI.....	Vacuum Pressure Impregnation

1 Procesní řízení z pohledu zásad, metodiky a nástrojů

1.1 Procesy

V knihách se můžeme setkat s různými definicemi co znamená proces, lze však všeobecně říct, že procesy jsou účelně realizované a naplánované činnosti díky nimž lze za pomoci zdrojů v podniku transformovat vstupy na výstup. Zjednodušeně lze říci, že proces jsou úkony na vstupu, které vytvoří výstup, který z pohledu podnikového má hodnotu pro zákazníka.[1]

Procesy nejsou jen podnikové, a lze se s nimi setkat i v běžném životě. Procesy definujeme dle vlastností na přírodní, klimatické (počasí), lidské a společenské, ve kterých se jedná zejména o industrializaci. [1]

1.1.1 Typy procesů

Lze všeobecně říct, že podnikové procesy se liší s ohledem na požadavky zákazníka či trhu. Proto podnikové procesy můžeme dělit do více kategorií. Jednou z kategorií je tzv. Business proces, který je definován jako běh činností a práce. Dále podnikové procesy dělíme na systémové procesy. S těmito procesy se můžeme setkat primárně v oblasti IT odvětví. Po systémových procesech následují tzv. výrobní procesy, který jsou spojeny s vytvářením či výrobou produktu. Předposlední procesy nazýváme Produkční procesy. Tyto produkční procesy slouží k vytváření hodnot produkce. Posledními procesy jsou technologické procesy, které určují postup výroby.[1]

Dále můžeme definovat procesy, dle jejich samotných vlastností. V první řadě jsou definovány procesy chemické, biologické, termodynamické a na závěr procesy psychologické. Podle doby trvání procesů můžeme rozdělit procesy na trvalé a dočasné. [1]

Definovat procesy můžeme také dle určené strategie, taktiky a operativnosti procesů, které je možné dále definovat také dle počtu jednotlivých opakování. Zde se jedná o procesy s vysokým a nízkým počtem opakováním. [1]

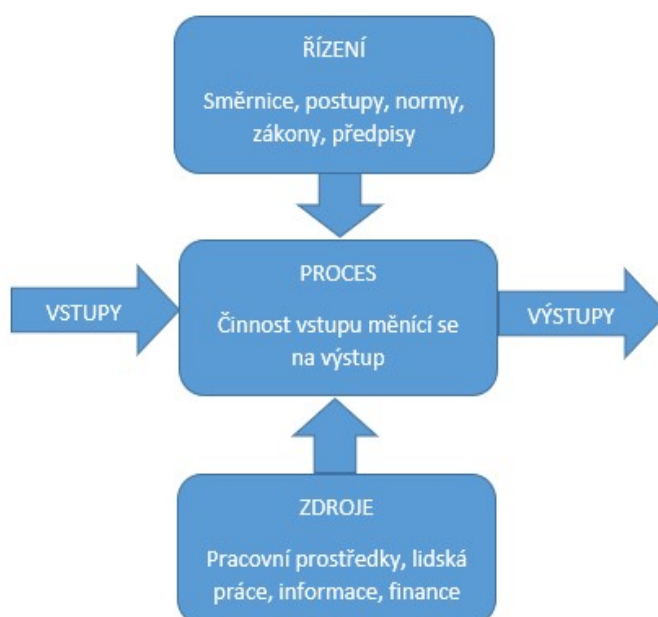
Toto byl výčet těch nejdůležitějších procesů, které můžeme definovat dle podnikové strategie, a jistě bychom mohli najít mnoho dalších procesů, jež jsou nedílnou částí našeho života. [1]

1.1.2 Základní charakteristiky procesů

Celkový proces charakterizujeme podle jeho základních znaků. Hranice procesu je každý proces, který někde začíná a někde končí. Vstup procesu startuje proces a výstup ho ukončuje. Za vstup do procesu můžeme považovat dodavatele či subdodavatele materiálů a výstup procesu, můžeme považovat za např. koncového zákazníka. [1]

Osobu, která má zodpovědnost za funkčnost procesu, nazýváme majitelem procesu. Dále je nutné se zaměřit na oblast zdroje, kam spadá například financování procesu. Zde bychom mohli uvést kategorii s názvem zdroje procesů, ve které se můžeme zaměřit na stroje, přístroje, ale i pracovní činnost a informace. [1]

Neméně důležitá část procesu se zabývá také jeho řízením. V této oblasti najdeme jednotlivé regulátory těchto procesů např. zákony, normy a určující směrnice, které jsou nezbytné k použití tohoto procesu a je možné si je představit ve zjednodušeném schématu na obrázku č. 1. [1]



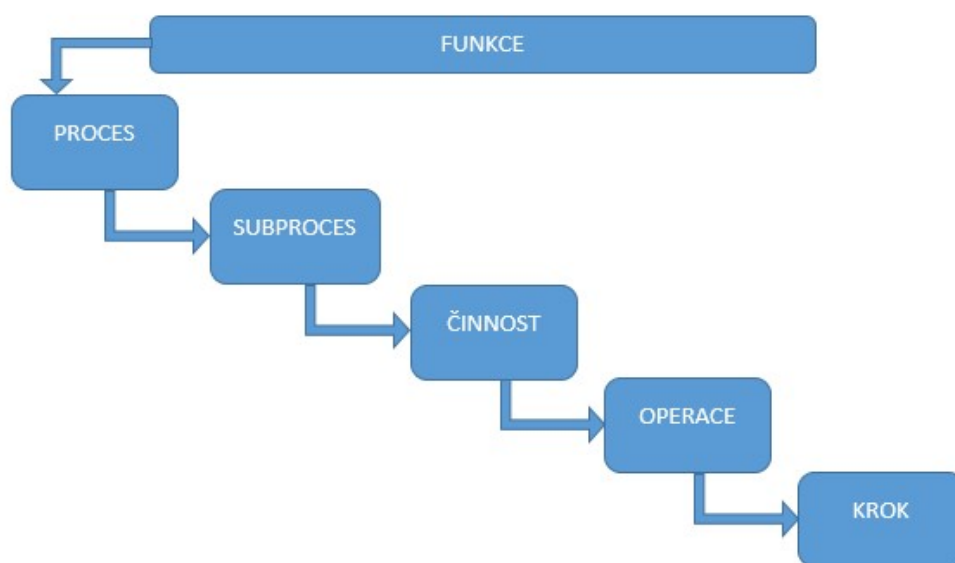
Obrázek č. 1 – Popis procesů (převzato z [1])

Každý proces lze poslopně rozložit na nižší úrovně v jednotlivých krocích nadřazeného procesu. Toto slouží k přehlednému zmapování a popisu procesů. Poslopné uspořádání neboli rozpad procesu, rozdělujeme zpravidla do pěti podkategorií. [1]

Proces definuje opakující se aktivity, jež směřují ke konečnému výsledku. Subproces je kompletní souhrn úkolů (činností), které mají na konci jeden měřitelný výrobek (produkt). Prováděná činnost definuje sled úkonů, které jsou provedeny jedním útvarem. [1]

Další pracovní úkon nazýváme operace. Jedná se o pracovní úkon složený z jednotlivých pracovních úkonů, který provádí pouze jeden vyškolený a odborný zaměstnanec. Krok je tedy úkon, který je prováděn jedním odborným zaměstnancem. [1]

Tato procesní poslopnost je zpravidla základem k uspořádání a uskutečnění cílů podniku dle obrázku č. 2. [1]



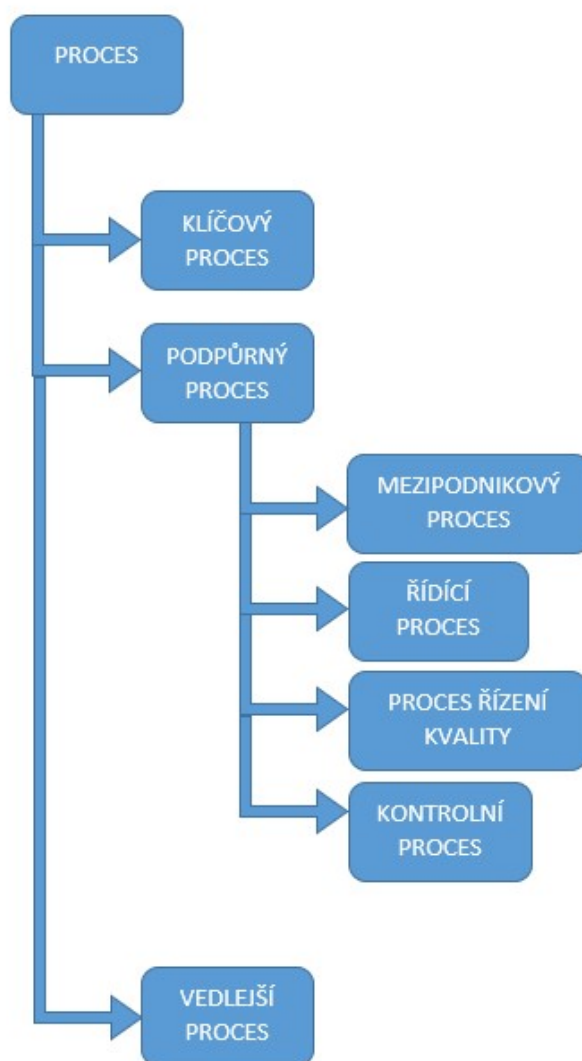
Obrázek č. 2 – Poslopný uspořádání procesů (převzato z [1])

Dále je potřeba představit druhy procesů podle tvoření hodnot a klíčivosti. Ty lze dělit různými způsoby podle okolností a znaků daného podniku. Vždy záleží na procesní organizaci vybudované v konkrétní firmě. [1]

Klíčové procesy vytvářející hodnotu podniku k naplnění poslání podniku. Podpůrné procesy zaručují podniku kritickou službu (např. fakturace, údržby, IT). [1]

Mezipodnikový proces tvoří výjimku podpůrného procesu, který je zřízen externím způsobem (např. financováním). Řídící proces, který je určen k úpravě strategie podnikového řízení (např. plánováním). Proces řízení kvality je proces zajišťující dodržování kvality (např. prověrky, audity, kontrola řízení jakosti). Kontrolní proces je určen k zajištění kvality vedlejších zásad (např. vstupní kontroly). Vedlejší vnitropodnikové procesy jsou procesy, které lze zajistit externě. Tyto procesy se vykonávají z důvodu ekonomického pouze uvnitř podniku (např. účetnictví, propagace). [1]

Procesy vyžádané shora jsou podkategorií vedlejších procesů, které jsou vyžádaný státní administrativou nebo nadřízeným hospodářským útvarem. Dočasné procesy jsou vyobrazeny na obrázku č. 3 a vedle vedlejších procesů mají předem danou časovou hranici (např. projekty, stavby). [1]



Obrázek č. 3 – Základní klasifikace procesů podle tvoření hodnot (převzato z [1])

1.1.3 Modelování podnikových procesů

V dnešní době máme celou řadu nástrojů pro modelování a optimalizaci procesů, které modelováním a optimalizací dokáží zanalyzovat jejich stav např. najít slabá místa podniku, a hlavně najít řešení na jejich minimalizaci či kompletní eliminaci a tím tak zvýšit podniku jeho konkurenceschopnost, efektivitu, výkonnost, flexibilitu apod. [2]

Aby všechny metody dobře fungovaly, je třeba, aby podnik měl správně nastavená, fungující, a hlavně stále aktuální procesní modely, které zajišťují správný chod podniku. [2]

Z procesního modelu je třeba nalézt odpovědi na zásadní otázky existence podniku. Zejména definovat množinu výrobků, která se v podniku vyrábí, dále jakým způsobem podnik komunikuje s okolím a o čem. Neméně důležité jsou i osoby, které se této komunikace zúčastňují a kdo ji vede a s jakou kompetencí. [2]

Správné odpovědi na tyto otázky představují základ pro dobré, dynamické a efektivní fungování podniku. [2]

Pro modelování podnikových procesů lze také využít mnoho softwarových programů. Tyto programy určují svou simulací, každý jednotlivý proces a názorně ho zobrazují. [1]

Tyto programy rozdělujeme do dvou hlavních skupin:

1. Standardní programové systémy na plánování a řízení podniku

Nejnámějšími mezi těmito systémy patří například: Microsoft Project, CA Super Project, Harvard Project Manager, Time Line, aj. [1]

2. Produkty Case (Computer Aided System/software Engineering)

Integrované CASE se zaměřují na vývoj celého životního cyklu informačního systému. Specializované CASE se dělí na jednotlivé specifické etapy. [1]

V případě upper case se produkty zabývají činností při tvorbě informační strategie podniku. Dále v případě middle CASE se produkty zabývají detailní analýzou a logickou částí návrhu systému. V poslední části s názvem lower CASE se zabývají implementací výsledků analýzy návrhu systému. [1]

1.2 Metody optimalizace

Aby podnik, který se stará o procesní analýzu mohl provádět její optimalizaci, musí projevit určitou znalost o jednotlivých procesech. Musí mít informace o efektivitě výroby, výkonnosti a mít schopnosti tyto věci řídit (optimalizovat). Efektivitou výroby myslíme to, jak proces dokáže spotřebovat většinu svých zdrojů, a to, jak dokáže uspokojit zákazníka svojí výkonností. [1]

V praxi je možné se setkat s mnoha metodami, které se zabývají podnikovými procesy. My si tu však představíme ty nejznámější a nejpoužívanější, které jsou: Total Quality Management (TQM), Business Proces Reengineerenig (BPR), Teory of Constains (TOC), Kaizen. Tyto čtyři metody tvoří základní problematiku aplikovatelnou na většinu podnikových procesů. [1]

1.2.1 Total quality managment

Na začátku sedmdesátých let byl Americký a Evropský trh vytlačován Japonskou konkurencí především svou kvalitou a vznikla metoda nazývaná Total Quality Managment ve zkratce TQM. Vycházelo se, z konceptu quality managmentu, který vypracovali v padesátých letech profesor a statistik William Edwards Deming a americký inženýr a manager Josef Mojžíš Juran. Bohužel, až v sedmdesátých letech si američtí a evropští výrobci uvědomili, že náklady spojené s výrobou nekvalitních produktů jsou příliš vysoké proti výrobě produktů z kvalitních materiálů. [1]

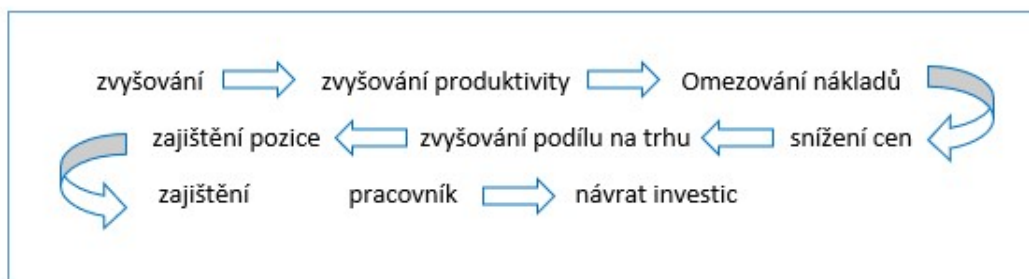
Spokojenost zákazníků je nejdůležitější částí podnikové strategie TQM. Nejvíce se zaměřuje na kvalitu všech činností a podnikových, administrativních, průmyslových a řídicích procesů. [1]

Ve zkratce TQM (Total Quality Managment) má každé slovo svůj význam. Total znamená, že všichni zaměstnanci se podílejí na zvyšování kvality. Quality znamená

uspokojení zákazníka v oblasti kvality, přičemž kvalitu si určuje sám zákazník. Management znamená celkové řízení všech podnikových procesů vedoucí ke spokojenosti zákazníka. [1]

Základem moderní podnikové strategie TQM je, aby podnik vyráběl výrobky v nejlepší kvalitě. Chybovost v celém podniku lze snížit tím, že dokonale ovládneme veškeré procesy. Dodavatelé se podílejí na zvyšování kvality výrobků. Podnik je třeba rozdělit na jednotlivá oddělení, která se k sobě navzájem chovají jako hospodářské subjekty na trhu. [1]

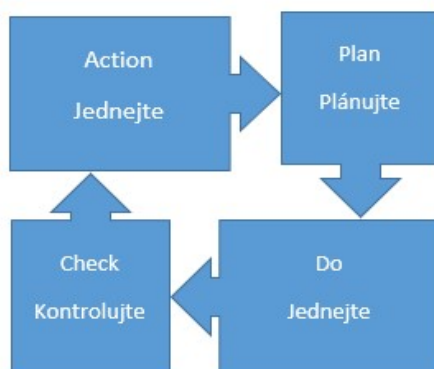
Řetězec zvyšování kvality podle W. E. Deminga je zobrazen pro lepší představu na obrázku č. 4. [1]



Obrázek č. 4 – Demingova řetězová reakce (převzato z [1])

Demingův cyklus, který je na obrázku č. 5., se často označuje zkratkou PDCA (podle začátečních anglických písmen plan, do, check. Action). [1]

Tento systém je zaměřen na měření podnikových procesů, který je zaměřen na odstranění příčin problémů. TQM se maximálně snaží eliminovat změny v systému, a zároveň předpovídat jeho chování. [1]



Obrázek č. 5 – Demingův cyklus (převzato z [1])

TQM nepřináší žádné nové změny, ale snaží se uplatnit metody, které se v praxi již osvědčily. V této metodě je důležité, aby všichni pracovníci, kteří jsou zapojeni do procesu dbali na zajištění kvality. Na to dohlíží management výroby, který je proškolen a ví, jak nejlépe řídit celý systém. [1]

1.2.2 Business process reengineering

Poprvé se s Business Process Reengineering (BPR) můžeme setkat v roce 1990 od autorů Davenporta a Shorta, kdy tito pánové použili poprvé slovo reengineering v publikovaném článku „**The New Industrial Engineering: Innovation Technology And Business**“. Avšak největší rozvoj v této optimalizaci se uskutečnil až v roce 1993 kdy autoři Hammer a Champy vydali na toto téma knihu „**Reengineering The Corporation: A Manifest For Business Revolution**“. [2]

Předpokladem této optimalizace je, že jediné radikální změna uvnitř podniku je schopna reagovat na zvyšující se změny v okolí podnikového prostředí. Jde o to, aby bylo dosaženo zlepšení v oblasti jako jsou systémy řízení kvality, náklady, poskytující služby zákazníkům a rychlost. Pro tento předpoklad jsou klíčová čtyři slova: radikální, zásadní, dramatické, a procesy. [2]

Systém řízení kvality pod pojmem radikální znamená kompletní přeměnu podniku. Všechny pravidla a zásady, kterými se podnik řítil v tomto procesu zapomeneme, a začne se znovu. Systém řízení kvality s názvem zásadní znamená, že tato optimalizace prověřuje zásady a pravidla podle kterých je podnik řízen. Tyto předpoklady a pravidla nejsou nikde písemně zaznamenána a jsou dána vývojem podniku. BPR hledá odpovědi na otázky proč a jak je to nastaveno v současné době, a pak se řeší, jak by se to mělo dělat v budoucnu lépe. [2]

Další systém řízení kvality je dramatický. Tento systém znamená, že tato optimalizace se neřeší dlouhodobě, ale skokově. Tudiž i zlepšení by měly být skokové. [2]

Značnou výhodu má procesní orientace oproti funkčnímu členění podniku. Podnik, je díky procesní orientaci rychlejší, pružnější a lépe reaguje na změny. Tuto výhodu označujeme pod pojmem procesy a zaměřuje se především na potřeby a požadavky zákazníka. [2]

BPR je rozdělena do dvou hlavních částí. První část nazýváme procesní analýzou, ta slouží k definování procesů, a podporuje měření výkonnosti v procesech a následnou optimalizací. Druhou část BPR nazýváme projekt změny a ní se zabýváme radikálním zavedením procesní orientace v podniku. [2]

Tato poslední zmíněná optimalizace se nesnaží automatizovat staré činnosti a procesy z důvodu neefektivnosti, ale má za úkol zautomatizovat nové procesy ještě výkonnější a efektivnější v činnostech a zlepšit procesy s využitím IS/IT. Uvádí se, že BPR je o tom vrátit se na začátek a začít znovu s čistým štítem. [2]

1.2.3 Theory of constraints

Základem metody s názvem Theory of Constraints (TOC) je použití systémového přístupu. Na podnik se v tomto procesu nahlíží nikoli jako na jednotlivé části procesů, ale jako na celek. Cíl je pro tuto metodu nejdůležitější a nezajímá ji funkčnost jednotlivých částí. [1]

Předpoklad tohoto přístupu je, že každý systém je součástí většího systému, a ten má svůj cíl kterého chce dosáhnout. Na systém se nahlíží jako na celek, který je víc než jen součet jednotlivých částí, jehož úsilí je limitováno jednou, nebo jen několika málo proměnnými procesy. [1]

Metoda pro optimalizaci procesů TOC pod sebou skrývá několik nástrojů, která jsou znázorněna v tabulce č. 1. Ta jsou aplikovatelná v řízení projektů a výroby. [1]

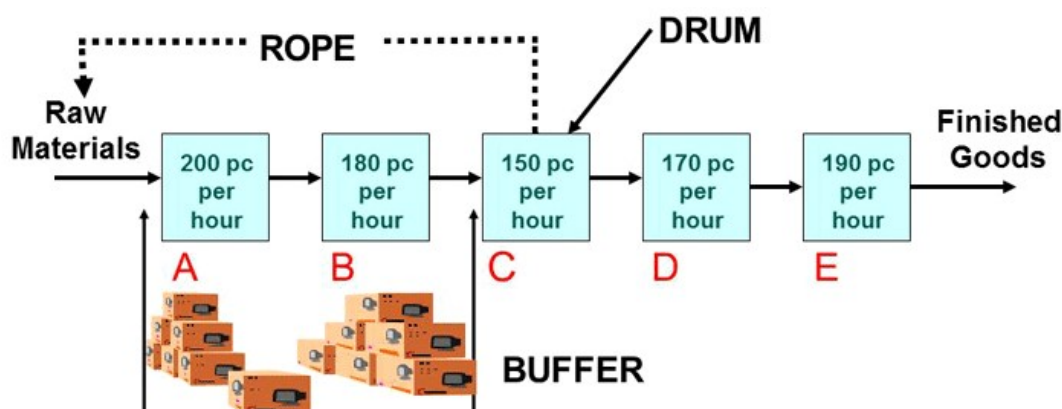
Tabulka č.1 – Přehled metod TOC

Metody TOC	Oblast použití
Drum - Buffer - Rope	Řízení výroby
Optimized Production Technology	Řízení výroby
Critical Chain	Řízení projektů
Buffer Management	Řízení výroby a projektů
Thinking Process	Řízení změn

Drum – Buffer – Rope

Je to jedna z prvních metod TOC, která se využívá při řízení výroby a dodavatelských řetězců. Podstatou této metody je, že úzké místo v podobě takzvaného bubnu (drum) udává rytmus celému systému výroby. Před úzkým místem vzniká zásobník (buffer), který řídí a zabezpečuje plynulost výroby. Zpětnou vazbou mezi vstupem a úzkým místem vzniká vztah, kterému říkáme lano (rope). To řídí přísun dílů z předchozích pracovišť tak, aby byla zajištěna plynulost výroby. [7]

Touto metodou (DBR) se veškerá pozornost výroby soustředí na úzké místo. Úzké místo tak vytváří tah (pull) materiálu z předešlých operací, a naopak tlak (push) materiálu který vzniká za ním. Jednoduché vysvětlení principu fungování metody Drum – Buffer – Rope máme na obrázku č. 6, kde je vidět úzké místo před procesem označeným písmenem C. [7]



Obrázek č. 6 – Drum – Buffer – Rope (převzato z [12])

Optimized Production Technology

Velmi úzce se spjatou metodou pro řízení výroby s DBR je metoda nazývaná Optimized Production Technology (OPT). Častým řešením optimalizace je jejich společné použití. [7]

Optimalizace OPT se řídí podle devíti základních pravidel. Tyto pravidla jsou: soulad toku práce a ne kapacit, kapacita úzkých míst utvářejících výrobní výkon a úroveň využití

systému, maximální kapacita pracoviště není přínosem pro maximální využití vzhledem k ztrátám u úzkých míst, časové ztráty u úzkého místa jsou časové ztráty celého podniku, čas ušetřený v místě, kde není úzké místo není čas ušetřený celého podniku, dobu výroby a výšku zásob udávají úzká místa, dopravní dávka výroby se nerovná velikosti výrobní dávky, proměnlivá výrobní dávka, rozvrh doby se uskutečňuje na základě zohlednění všech omezení současně, dobu výroby nelze stanovit předem, tyto doby jsou výsledkem výrobního plánu. [7]

Výsledkem kombinací obou metod DBR a OPT by se mělo předejít zbytečnému skladování zásob a následnému výprodeji se slevou. Tyto metody jsou schopny velmi rychle reagovat na to, co si zákazník přeje. [7]

Critical Chain

Tato procesní metoda se zaměřuje na projektový přístup při modelování a optimalizování procesů. V této metodě i v předchozích metodách optimalizací figuruje řada společných rysů jako je – zákazník, definovaný začátek a konec, jedna zodpovědná osoba a dedikovaná spotřeba zdrojů. [7]

Na projektech procesní metody Critical Chain popisujeme tyto hlavní, problémové rysy:

- ***Multitasking*** – je způsoben přeskokováním z jedné činnosti na druhou, což způsobuje prodlužování doby projektů 4 až 6krát déle,
- ***Na kritické cestě a dostupnosti zdrojů závisí celková doba trvání projektu.*** Kritickou cestou nazýváme dobu nejdelší posloupnosti logicky na sebe navazujících kroků, ale i dobu dostupnosti jednotlivých zdrojů nazývaný též jako kritický řetěz. [7]

Je třeba si uvědomit, že při každé činnosti vzniká časová rezerva, avšak tyto rezervy bývají neefektivní a způsobují tyto jevy:

- **Parkinsonův projektový zákon** – činnost trvá tak dlouho jak dlouhý má přidělený čas,
- **Studentův syndrom** – zdroje se většinou aktivují v nejpozdějším časovém okamžiku a vystavuje nás to k riziku nedodržení časového harmonogramu. [7]

Critical Chain se snaží následujícími opatřeními řešit výše zmíněné problémové oblasti a to především:

- **Princip štafetového běžce** je název opatření kdy zdroje zahajují práci v nejbližším možném termínu a po dokončení se ihned předává následnému zdroji,
- **Buffer management** je nazváno opatření, v kterém je sledována celá výroba a je řízena pomocí zásobníků. Tyto zásobníky dělíme do několika skupin. Projektový zásobník zajišťuje ochranu celého projektu. Přípojný zásobník ochraňuje jen jeho části. A zásobník nazvaný Wake – up – call, který zajišťuje upozornění zdroje na kritickém řetězu, že předchozí zdroj bude ukončen. [1]

Buffer Management

Touto metodou se snažíme řídit procesy, které dělíme na zásobníky časové a kusové. Časové zásobníky dále dělíme na procesy hmotné a nehmotné. Hmotné procesy představují plánované časové úseky, o které dorazí materiál dříve u plánovaného bodu podnikového procesu. U nehmotných procesů se jedná o časové úseky, u kterých je činnost ukončena dříve, než začne další. Použitím časových zásobníků chráníme procesy před neočekávanými výkyvy. [1]

Kusové zásobníky jsou veškeré skladové zásoby hotové výroby, rozpracovaná výroba, i materiál nakoupený skladem. Velké opodstatnění mají tam kde není spoleh na dodavatele a zákazníky s nestabilní poptávkou. [1]

1.2.4 Kaizen

Základním principem optimalizace nazvané Kaizen je neustále zlepšování, které musí probíhat neustále a v celém podniku. Je třeba aby se na něm podíleli všichni zaměstnanci od dělníků až po vrcholový management. [3]

Optimalizace se orientuje na zákazníka s každodenním zlepšováním kvality výrobků, procesů a služeb. Filozofií Kaizen jsou tyto následující základní postupy:

- **Neustálé zlepšování kvality ve všech oblastech podniku a na všech úrovních,**
- **Snižování nákladů,**
- **Neustálé zvyšování produktivity,**
- **Motivace všech pracovníků,**
- **Inovativní přístup pracovních týmů. [3]**

Vůči zlepšování procesů inovacemi se Kaizen vymezuje a zcela odmítá přístup, který propaguje Business Process Reengineering. Malé každodenní změny jsou pro podnik přijatelnější a lépe se implementují než změny velké, které představují pro podnik příliš velké riziko. Díky těmto malým změnám se v podniku daří zapojit do zlepšování a optimalizace větší počet zaměstnanců. Tito zaměstnanci dávají nejen podnět ke změnám, ale hlavně jsou i hybnou silou těchto změn. [3]

Kaizen dosahuje tohoto stavu pomocí čtyř základních principů:

- **Dělat malé věci (žádné velké změny),**
- **Zítřek musí být lepší než dnešek (stálá lepší vize budoucnosti),**
- **Nasadit a udržet vysoký standart (nesnížit se k průměrnostem),**
- **Na spolupracovníky nahlížet jako na zákazníky. [3]**

Existuje mnoho metod a nástrojů pod pojmem Kaizen a je potřebné správně zvolit nástroj, který se hodí pro daný konkrétní podnik. K těm nejznámějším patří Kaizen orientovaný na management, Gemba Kaizen zabývající se kvalitou, snižováním nákladů, zkracováním časů, Engineering Kaizen zabývající se snižováním zásob, nebo Kaizen založený na zlepšovacích návrzích. [3]

1.3 Modelování a optimalizace podnikových procesů

Při modelování a optimalizaci se nejčastěji setkáváme s těmito typy schémat:

- **Organizační schéma.**

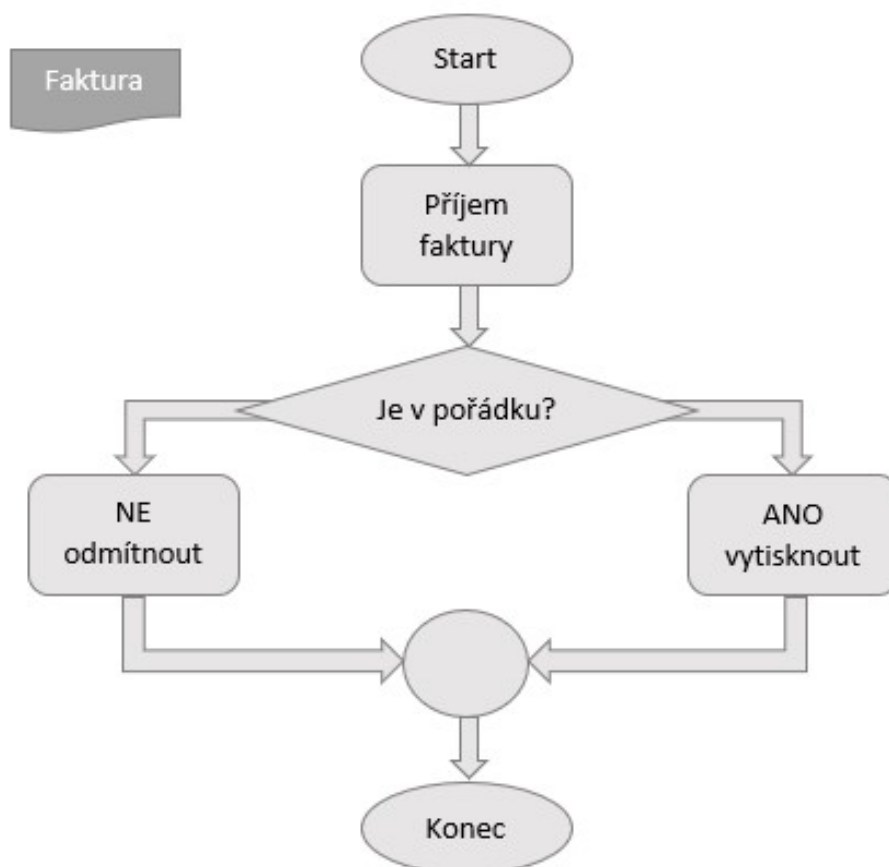
Můžeme se s ním setkat pod názvem organigram, organogram, organizační graf. Organizačně nám popisuje podnik nebo jeho část z pohledu nadřazenosti a podřízenosti. Z organigramu lze vyčíst, jakým způsobem je podnik řízen a o jaký typ organizační struktury se jedná. Pro příklad máme funkcionální organizační strukturu, liniiovou organizační strukturu, která je zobrazena na obrázku č.7, maticovou organizační strukturu, a jiné. [8]



Obrázek č. 7 – Liniiová organizační struktura (převzato z [13])

- **Funkční schéma.**

V tomto schématu se seznamujeme s procesy, subprocesy a činnostmi. Popisem funkčního schématu je obvykle vývojový diagram, který si můžeme představit dle obrázku č. 8. [8]



Obrázek č. 8 – Vývojový diagram (převzato z [14])

- **Datový model.**

Tento model již přesně určuje doklad putující mezi událostmi a definuje činnost, která mezi těmito událostmi nastala. Svým obsahem se vlastně jedná o tabulku č. 2 s relační databází. [8]

Tabulka č. 2 – Relační databáze

Identifikátor	Popis	Vazba na další tabulky (číselníky)
1	Dodavatelské číslo faktury	
2	Interní číslo faktury	
3	Kód dodavatele	Vazba na tabulku (číselník) dodavatelů
4	Interní číslo objednané položky	Vazba na tabulku (číselník) položek
5	Objednané množství	
6	Dodané množství	

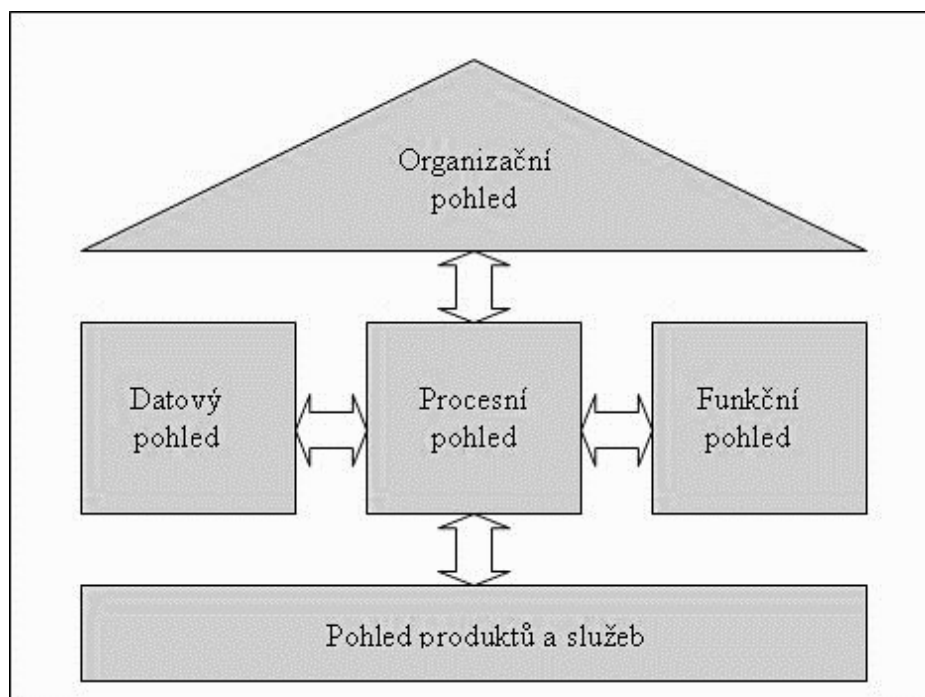
- **Procesní model.**

Jedná se o spojení všech tří popsaných typů – organigramu, funkčního schématu i datového modelu. Zpracovává se v mnoha úrovních obtížnosti, od klíčových procesů, přes subprocesy až k jednotlivým činnostem. K vytvoření procesního modelu existují specializované nástroje. Architektura integrovaných informačních systémů, zkráceně ARIS je jedním z nejznámějších a nepoužívanějších nástrojů od firmy IDS Scheer. [8]

1.3.1 ARIS

Jak bylo zmíněno, jedním z nejlepších metodik podle uznávaných poradenských firem v oblasti modelování a optimalizací procesů je systém s názvem ARIS, který byl vyvinutý profesorem August-Wilhelmem Scheerm. [9]

Tento optimalizační nástroj s názvem ARIS se nezaměřuje na žádný předem definovaný postup. Metodika je zaměřena spíše na více pohledů a nástrojů k modelování a fungování podniku. Její základ je postaven na pěti analytických pohledech na podnik, které jsou vyobrazeny na obrázku č. 9. [9]



Obrázek č. 9 – Základní analytické pohledy ARIS (převzato z [9])

Organizační pohled je zaměřen na popis pracovníků, organizační jednotky a jejich provázanost mezi nimi. Události a změny stavu informačních dat tvoří datový pohled. Funkce systému a jejich oboustranné vztahy tvoří funkční pohled. Vztahy mezi jednotlivými pohledy se soustřeďují v centrálním procesním pohledu. Zde jsou podnikové procesy jako hlavní spojovací prvek podniku, což představuje hlavní odlišnost od ostatních přístupů k modelování podniku. Výkonový pohled je základním nástrojem, který provádí průběžnou optimalizaci procesů. [2]

Záměrem metodiky ARIS je vytvořit modely podnikových procesů, vylepšit je a použít k jiným úkolům, jako je například tvorba individuálního informačního systému, nebo zavedení norem ISO 9000. [2]

ARIS je skupina nástrojů, která umožňuje graficky definovat různorodá hlediska organizace podniku. Je schopný vytvořit reálný model podniku, který bude základem pro procesní orientaci. [2]

Nejlepším nástrojem pro zlepšování firemních procesů na trhu je nástroj s názvem ARIS Toolset. A to především tím, že obsahuje ucelenou skupinu nástrojů v jednom. Tento nástroj umožňuje popis rozličných charakteristických znaků organizace podniku. [1,2]

ARIS dokáže jednoduchým způsobem vytvořit kompletní model podnikové reality. Pomocí funkcí detailně zanalyzuje, optimalizuje a zdokumentuje podnikové procesy, organizační struktury, a i funkce programového systému. Je to všestranný nástroj, který dokáže zlepšit chod podniku, ať se jedná o Business Process Reengineering, certifikaci ISO 9000, vývoj software, nebo řízení nákladů a projektů. [1,2]

ARchitektura **I**ntegrovaných informačních **S**ystémů (ARIS) je sada nástrojů, jejichž základním cílem je vytvoření dynamického modelu podnikových procesů. Modely vytvořené nástrojem ARIS dokáží přehledně a detailně vyobrazit všechny aspekty podniku. Velmi jednoduchým způsobem lze popsat veškeré funkce, procesy i datové a organizační struktury. A na základě cílů podniku je možné velmi podrobně modelovat, zlepšovat, dokumentovat a hodnotit to jakým způsobem podnik funguje. Na základě toho lze vyhodnotit požadavky na informační systémy, systémy řízení jakosti, organizační struktury, personální zdroje i systémy řízení jako celku. Nástroj ARIS Toolset je navržen

tak, aby provedl optimalizaci a zlepšení chodu podniku v co nejkratším časovém horizontu. [1,2]

Nástroj ARIS Express je bezplatnou verzí, která nenabízí tolik co ARIS Toolset. Používá se k vytváření nových modelů nebo otevírání nedávno upravených modelů. Je vhodnou alternativou pro malé a střední podniky které nedisponují tak velkým kapitálem, aby si mohli dovolit placenou verzi ARIS Toolset. [1,2,9]

1.3.2 Tvorba MOPP

Na základě Modelování a optimalizace podnikových procesů (MOPP) se tvorba procesní organizace skládá z těchto fází:

- *Vytvoření skupiny procesní organizace a vytvoření harmonogramu projektu.*
- *Analýza stávajícího podniku.*
- *Optimalizace procesů podle definované kriteriální funkce.*
- *Definování a zavedení nové procesní organizace.*
- *Pravidelné ověřování zavedené nové procesní organizace. [1]*

Vytvoření skupiny procesní organizace a vytvoření harmonogramu projektu se vytváří ve dvou krocích. Prvním krokem je zvolení vhodných pracovníků do funkcí v projekční skupině. Druhým krokem je jmenování těchto pracovníků do projekční skupiny. Je nutné si uvědomit, že nasazení těchto pracovníků si vyžádá veškeré jejich úsilí pro úspěch projektu. Musí to být takoví pracovníci, kteří jsou schopni týmové práce, převzít zodpovědnost za výsledek projektu, a hlavně být kreativní, flexibilní a mít analytické myšlení. [1]

Analýza stávajícího podniku je etapa z celého procesu zavádění procesní organizace ta nenáročnější. Je nutné celou organizaci podniku zmapovat, popsat a namodelovat. Je třeba namodelovat a popsat celý podnik, od jednotlivých dělníků až po vysoký management, veškeré dokumentace, všechny vytýčené cíle. Dále je třeba vytvořit základní funkční stromy příslušných procesů, včetně detailních popisů na úroveň nezbytných znaků. Tato etapa vyžaduje největší úsilí pracovníků vytvořené skupiny a je i zároveň nejdelší. Zde se také ukáže vhodný výběr procesní skupiny jak v týmovém duchu, tak i v jednotlivcích. [1]

Analýza stávajícího podniku se rovněž skládá z několika nezbytných kroků. Jedním z prvních kroků, je rekapitulace strategie, jež má za úkol jasné vymezení požadavků na procesy a celý podnik podle naplánovaných cílů. Druhým krokem je tvorba konvencí modelování. Jedná se o souhrn pravidel pro modelování, který je nezbytným krokem pro úspěšné provedení optimalizace podnikových procesů. Uvádí se, že vytvoření a udržení konvencí podniku zabírají až 40 % celkového času, jež je nezbytný pro vykonání analýzy současného stavu komplexního modelu podniku. Existuje „Kniha konvencí“, která obsahuje základní přehled pravidel pro modelování v nástroji ARIS Toolset. [1]

Rozsah těchto pravidel, je určen danými potřebami projektu, a ty se stávají závaznými pro celý tým. Třetí krok definuje procesní strom podniku. Pro zahájení popisu a modelování podnikových procesů je nezbytné nadefinovat strom procesů. Pro správné nadefinování procesního stromu postupujeme následujícím způsobem. Identifikujeme jednotlivé procesy. Ty následně hierarchicky seřadíme do správné úrovně procesního stromu, zároveň ohodnotíme a rozdělíme do příslušných klasifikačních skupin (klasifikační skupiny – kapitola 1.1.2). A na konec namodelujeme základní strom procesů. Tento strom je po celou dobu optimalizování závazný a neměnný. [1]

Pokud by nastala změna modelu procesního stromu během optimalizace, je nutné tuto změnu oznámit všem členům vytvořené skupiny procesní organizace. Čtvrtým krokem je definice, vymezení vazeb a propojení mezi jednotlivými procesy. Po namodelování základního stromu, dalším krokem musíme dojít k jednoznačnému a úplnému vymezení a nadefinování vstupů, výstupů, inicializací a konečných stavů procesů. Popíší se jednotlivé vstupy a výstupy (data, dokumenty, clustery, informace a konečné stavy procesů). Dále pak k těmto popsaným vstupům a výstupům přiřadíme jejich cílové procesy. Tímto krokem vznikne pro každý proces seznam vstupů, výstupů a jejich jednotlivé cíle. Pokud se tento krok neprovede s největší přesností a pokud nebudou důsledně nadefinovány vstupy, výstupy a cíle jednotlivých procesů, bude optimalizace podnikových procesů neproveditelná. [1]

Dalším krokem je popis a namodelování procesů. Při tomto kroku již objevujeme základní chyby a nedostatky jednotlivých procesů, redukuje nelogické zacyklení procesů a eliminujeme slepé větve procesů, které na žádný proces (subproces) nenavazují. [1]

Předposledním krokem je analýza komplexního modelu. Tuto analýzu provádíme podle cílů a strategie podniku. Na základě získaných dat se vyhodnotí namodelované procesy. Hodnotíme výkonnost a efektivitu z cílů podniku. Hodnotícími body jsou například náklady na procesy, průběžné doby, průchodnost procesu, organizační a systémové přechody. Posledním krokem je formulace kritických míst v procesech. Slabá a kritická místa je nutné zformulovat a jednoznačně popsat. Při odstraňování (optimalizování) těchto slabých míst je třeba nadefinovat potenciál nebo opatření jejich zlepšení. [1]

2 Současný stav výrobního procesu v el. podniku

2.1 Popis vybraného el. podniku na výrobu transformátorů

2.1.1 Představení el. podniku

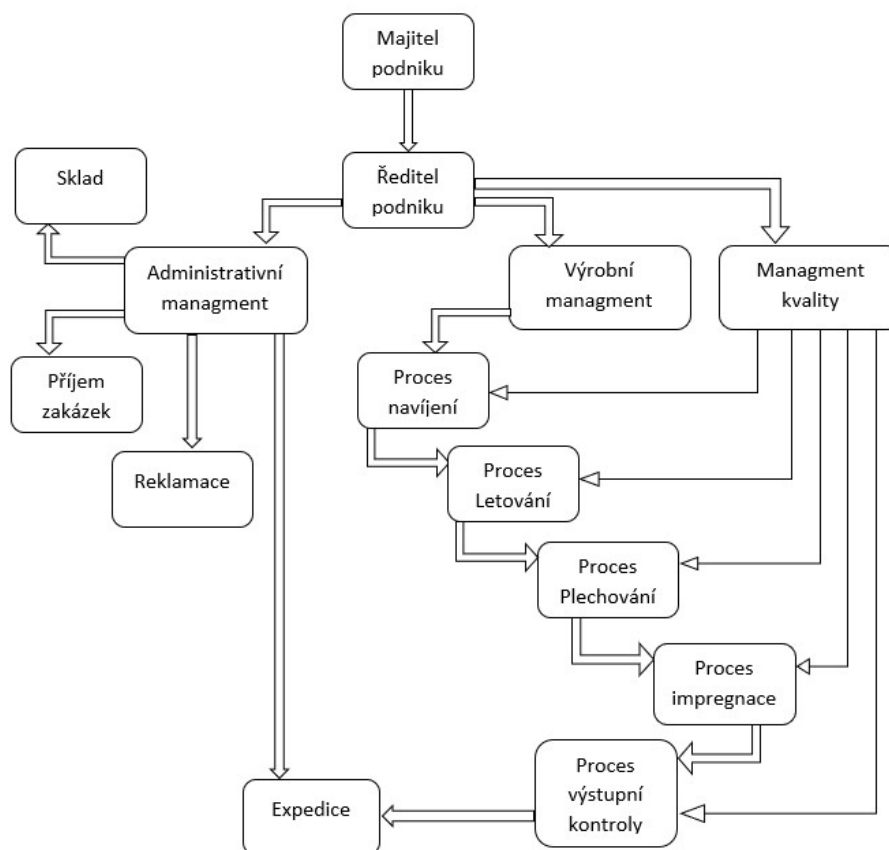
Vybraný podnik, který poskytl součinnost na vypracování této bakalářské práce byl na výrobu transformátorů založen roku 1995 v Litoměřicích. Výrobu zajišťuje počet cca 30 zaměstnanců a její kapitál činí 200 000 Kč. Podnik nabízí sortiment výroby jednofázových a třífázových transformátorů, napájecích zdrojů, tlumivek, cívek a vinutých dílů, montáží sestav a zapouzdřování dílů od výkonů 10VA do 3000VA.

Jejich výrobky lze nalézt v nejrůznějších oborech, jako jsou telekomunikace, strojírenství, zdravotnictví, v telefonních ústřednách, lodích, i tepelné technice. Během doby své působnosti si podnik vybudoval široký sortiment zákazníků po celé Evropě. Mezi jejími nejvýznamnějšími obchodními partnery patří zejména firma TYCO ELECTRONICS a WIJDEVEN.

2.2 Definování procesů el. podniku

V organizační struktuře elektrotechnického podniku stojí na vrcholu majitel a zároveň jednatel firmy, který má hlavní rozhodovací pravomoc. Pod ním se nachází výkonný ředitel, který je zodpovědný za veškeré výrobní zakázky a jakékoli změny. Pro lepší představivost je celé schéma zobrazeno na obrázku č. 10. [2]

Pak následuje oddělení výroby jednotlivých odvětví firmy a administrativní oddělení, Dále se výroba dělí na jednotlivé procesy, jako jsou navíjení, plechování, impregnace a zalévání. Na konci výrobního procesu je proces zajišťující měření elektromechanických vlastností hotových výrobků. Na celý výrobní řetězec dohlíží management kvality výroby.



Obrázek č. 10 – Organizační struktura podniku

2.2.1 Proces navíjení transformátoru

Proces navíjení transformátoru obsahuje popis veškerých činností, vztahujících se k navíjení cívek transformátoru. Obsahuje požadavky na navíjení cívek, bezpečnostní požadavky při výrobě, seřízení a údržbu navíjecího stroje.

Standartní postup se skládá z přípravy materiálu, a z postupu navíjení cívky. Pod přípravou materiálu si lze představit stříhání bužírek, licen a izolací, osazení kontaktů a úprava kostry cívky, popřípadě úprava stínící CU folie. Vše závisí na specifikaci produktu dle zákazníka. Stříhání bužírek se provádí na automatických stříhačích, které jsou zobrazeny na obrázku č. 11.



Obrázek č. 11 – Automatická stříhačka

Sřihání izolačních materiálů jako jsou izolační folie, papíry a nomexy, provádíme na pákových tabulových nůžkách. (Nomex – kalandrovaný papír, který je silně odolný vysokým teplotám, chemikáliím a alkáliím. Mechanicky odolný a lehký. Nejčastější využití je v dielektrických izolátorech pro výrobky s vysokou teplotou, jako jsou transformátory, generátory, a jiné.).

Navíjení cívek je prováděno na navíječkách slovenské výroby typu ENR xx., tyto stroje jsou zobrazeny na obrázku č. 12.



Obrázek č. 12 – Navíječka ENR xx (převzato z [15])

Postup navíjení, specifická pravidla a technické údaje udává zákazník a jsou k nahlédnutí ve výrobních instrukcích. Obecná pravidla a další činnosti týkající se navíjení jsou uvedena v pracovním postupu.

2.2.2 Proces letování transformátoru

Procesem letování transformátoru je způsob metalurgického spojení, nanášení vrstvy roztaveného přídavného materiálu. V tomto případě je použito takzvané měkké pájení, ve kterém pracovní teplota není vyšší než 450°C. Měkké pájení je nejpoužívanější metoda používaná v elektronice a zajišťuje dostatečnou těsnost a dobrou vodivost na kontaktech výrobků.

Na proces letování výrobní podnik používá elektrické pájecí stanice firmy Weller typ PU 81, které jsou zobrazeny na obrázku č. 13.

Pro letování je použita směs měkké pájky Sn60Pb40, kde směs, jak je z názvu patrné tvoří 60 % cínu a 40% olova.



Obrázek č. 13 – Pájecí stanice Weller PU 81 (převzato z [16])

2.2.3 Proces plechování jádra transformátoru

Jádra transformátorů se skládají z transformátorových plechů. Ty jsou normalizovány podle tvarů a velikostí EI, UI, M a L. K oplechování transformátoru se využívají laminační stohovací stroje, které jsou zobrazeny na obrázku č.14 zvané „šachtlovačky“ vyráběné firmou Wey Hwang Co.,Ltd.

Plechý se můžou svařit svářečkou, ale není výjimkou oplechování udělat ručně. Vše záleží na výrobních kritériích zákazníka a kvantitě zakázky.



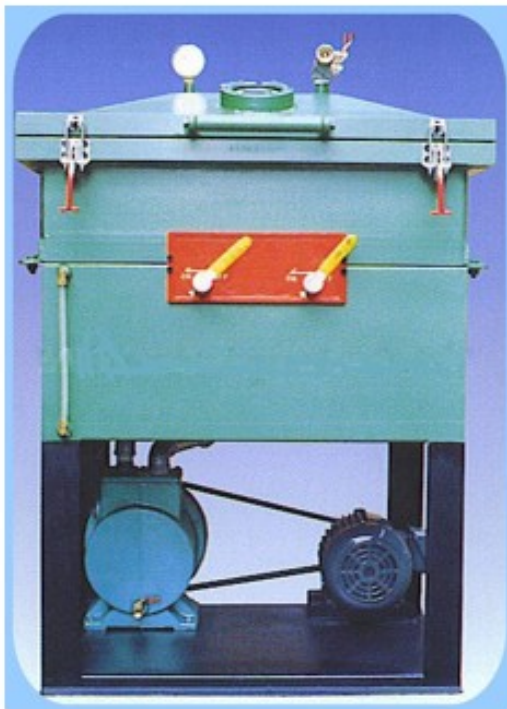
Obrázek č. 14 – Laminační stohovací stroj „šachtlovačka“ (převzato z [17])

2.2.4 Proces impregnace transformátoru

Proces impregnace probíhá tak, že se hotové výrobky ponoří do nádoby s lakem, potom se nechají vyschnout na vzduchu za zvýšené teploty (cca 40 °C) po dobu dvanácti hodin. Bohužel tento proces stále častěji nevyhovuje současným požadavkům zákazníků, kteří od něho pomalu upouští a nahrazují ho metodou známou pod zkratkou VPI (Vacuum Pressure Impregnation).

Touto metodou se hotové výrobky ponoří do vypalovacího impregnačního laku ve vakuové nádobě, ze které se před ponořením odsaje vzduch. Toto zařízení vidíme níže na obrázku č. 15. K odsátí a následné impregnaci se používá vakuová impregnační nádoba od již zmiňované firmy Wey Hwang Co.,Ltd.

Po impregnaci se transformátory umístí do pece, která je zobrazena na obrázku č.16, tam se po uložení vytvrdí.



Obrázek č. 15 – Vakuová impregnační nádoba (převzato z [18])



Obrázek č. 16 – Vypalovací pec

2.2.5 Proces měření a výstupní kontrola transformátoru

Kontrolu kvality jak vstupního materiálu, tak i hotovou výrobu na všech procesech zajišťuje pracovník managementu kvality. Konečnou výstupní kontrolu transformátoru vyhovující požadavkům zákazníka provádí kvalifikovaný pracovník, který má k tomu vyhovující odborné znalosti a dosažené elektrotechnické vzdělání. Kontrola se provádí na všech vyrobených transformátorech. Dle požadavků ze strany zákazníka se na transformátorech provádí zkoušky nakrátko, zkoušky naprázdno a měření přiloženým napětím, kde se ověřuje elektrická pevnost izolace vinutí proti ostatním vinutím a uzemněným částem.

Pro udržení kvality výroby a zajištění nízké zmetkovosti výrobků je nastaven plán kontrol kvality, kterým se pracovník zajišťující kvalitu výroby řídí a je rozdělen do tří skupin:

- **kontrola kvality při navíjení**, při které se kontroluje vždy první výrobek zakázky. Nejčastěji měříme, napětí naprázdno, proud naprázdno a test vysokého napětí. U mechanických vlastností je třeba kontrola typu drátu, průměr drátu, typ kostry cívky, použitá izolace a jiné,
- **plán mezioperační kontroly**, kde po navinutí, plechování, zapojení uzlů a montáže držáků provádíme 100 % kontrolu všech výrobků. Tato skupina je zaměřena na pohledovou kontrolu i na kontrolu elektrických vlastností – měření. Mechanická kontrola je zejména zaměřena na výšku vinutí, umístění vývodů z kostry cívky, a požadovaná délka vývodů,
- **plán výstupní kontroly**, která se provádí po impregnaci. Tato kontrola je taktéž 100 %, a kontrolujeme osazení a zapojení svorek, elektrické vlastnosti, správnost údajů na štítku transformátoru, zapojení a označení svorek.

2.3 Použitý materiál

V této části bakalářské práce si představíme elektrotechnický materiál, který podnik nejčastěji používá k výrobě. Je třeba si uvědomit, že elektrotechnický materiál se stále inovuje a vyvíjí, a proto si zde popíšeme jen ty nezákladnější.

2.3.1 Cívky

Kostry cívek se vyrábí nejčastěji jednokomorové nebo dvoukomorové. Materiál, který se v dnešní době používá na výrobu cívek je polyamid nebo polyethyltereftalát. Ten se zahřeje, vstříkne do formy a tím vznikne vylisovaná cívka. Tyto materiály splňují zejména vysoké požadavky na nehořlavost a odolnost. Vyráběné rozměry cívek musí být normalizované na rozměr plechů, které se na cívku skládají.

2.3.2 Izolační materiály

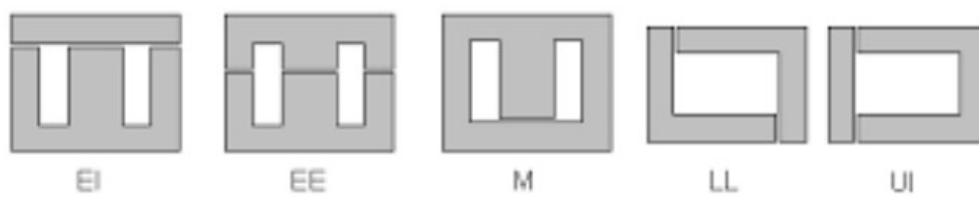
Nomex – kalandrovaný papír, který je silně odolný vysokým teplotám, chemikáliím a alkáliím. Mechanicky odolný a lehký. Nejčastější využití je v dielektrických izolátorech pro výrobky s vysokou teplotou, jako jsou transformátory, generátory, a jiné. Je odolný teplotám dosahující až 400 °C.

Pressphan – tento tiskový papír je vyroben z kraftové buničiny ze dřeva a používá se zejména jako povrchový izolační materiál. Vyrábí se v různých velikostích a tloušťkách od 0,13 mm do 1 mm. Je odolný vůči vysokému napětí a vysoké kapacitě.

Mylar – polyesterová folie je chemicky stabilní, pružná a pevná v tahu. Folie je dodávána v silách od 0,019 mm až do 0,50 mm.

2.3.3 Plechy

Transformátorový plech je speciální typ magneticky měkké oceli a příměsí křemíku. Plech se vyrábí různého tvaru a velikostí, jak můžeme názorně vidět na obrázku č. 17. Pro výrobu nízkofrekvenčních transformátorů se používá tloušťka plechů 0,5 mm. Pro vinutá jádra se používají plechy o tloušťce 0,35 mm. Tvary, se kterými se můžeme setkat je EI, EE, M, LL, UI. [1]



Obrázek č. 17 – Tvary transformátorových plechů

2.3.4 Navíjecí dráty

K výrobě transformátorů se v dnešní době používají vodiče z elektricky vodivého materiálu. Nejčastějším materiálem, který se využívá, je lakovaný měděný drát. Ten je pokrytý elektroizolační vrstvou. Jeho největšími výhodami je dobrá elektrická vodivost a vysoká pevnost.

V dřívějších dobách se nejčastěji používal hliník, ale vzhledem k výrazně nižší ceně se s ním můžeme ve výrobě setkat i dnes. Další výhodou hliníku je nízká hmotnost. Oproti mědi má však nižší vodivost, při opakovaném ohýbání se láme a u větších proudů měkne.

2.3.5 Impregnační laky

V dřívějších dobách námi vybraný elektrotechnický podnik nejčastěji používal impregnační lak Elmotherm FS 190. Jeho největší výhodou bylo, že schnul na vzduchu. Nicméně i po dvanácti hodinovém schnutí byl stále na dotyk lepkavý, a to způsobovalo problémy jak při výstupní kontrole, tak i při balení. Avšak jeho výhodou je použití bez vypalovací pece, a proto se na přání zákazníka vzhledem k nižší provozní ceně používá i dnes.

Mnohem kvalitnější impregnační jednosložkový vypalovací lak je DOLPHON CC1305. Je to polyesterová vypalovací pryskyřice vyvinutá pro použití ve vakuových tlakových zařízeních. Tato nízkoviskózní pryskyřice má vynikající pružnost a výbornou odolnost proti vlhkosti. Doba vypalování ve vypalovací peci je při teplotě 130 °C šest hodin.

3 Případová studie pro optimalizaci výroby

3.1 Návrh na optimalizaci el. Podniku

3.1.1 Optimalizace přípravy výroby

V elektrotechnickém podniku byl zjištěn zcela nevyhovující postup a příprava výroby zadaná zákazníkem. Bylo zjištěno, že návrh výroby transformátoru podle kritérií zadaných zákazníkem se zcela ignorují, a výrobek byl navržen na nejvyšší možnou kvalitu. Častokrát by stačilo řídit se požadavky zákazníka, a použít materiál v nižší kvalitě, a tudíž méně nákladné ale zcela vyhovující.

3.1.2 Optimalizace systému řízení jakosti

Ve zmiňovaném podniku nebyla nalezena dokumentace systému řízení jakosti. Majitel podniku dává důraz na řešení operativních problémů a nikdo se nevěnuje tvorbě strategických záměrů podniku.

Zcela chybí informovanost o existující elektronické dokumentaci systému řízení jakosti. Proto navrhuji vytvoření a zajištění školení elektronické dokumentace systému řízení jakosti podle norem ISO 9001, a následné uvedení do provozu.

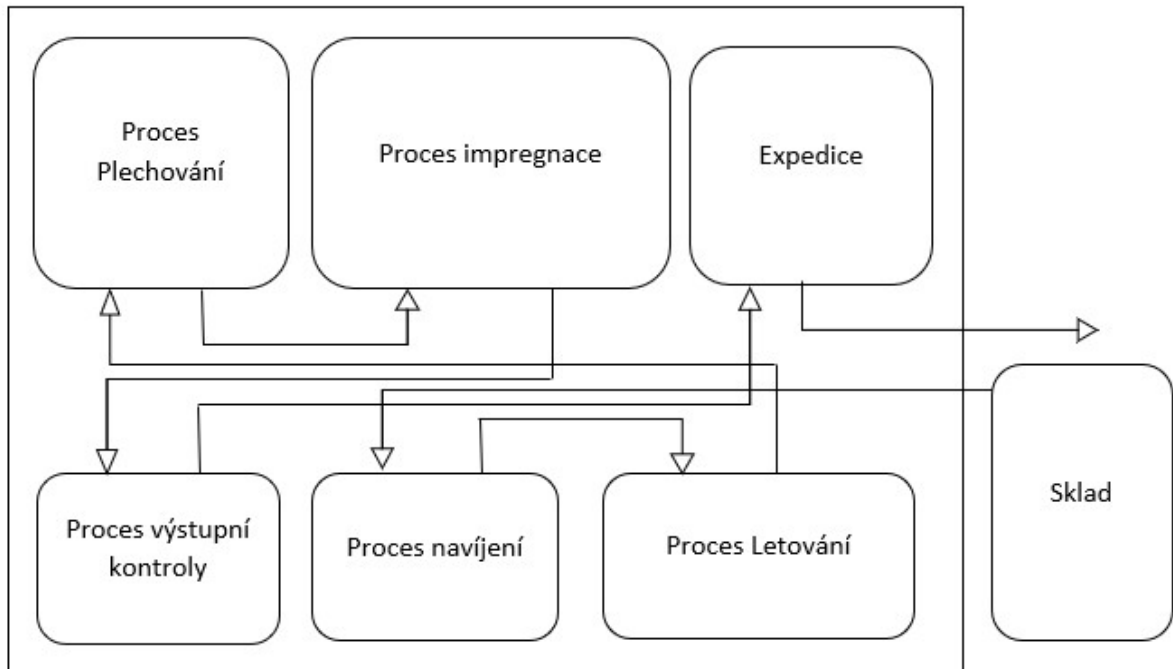
Pokud podnik tuto implementaci provede, může počítat se snadnějším odhalováním slabých míst a zvýšením efektivity výrobních procesů. A v neposlední řadě k upřesnění podnikové strategie.

3.1.3 Optimalizace na efektivitu výroby

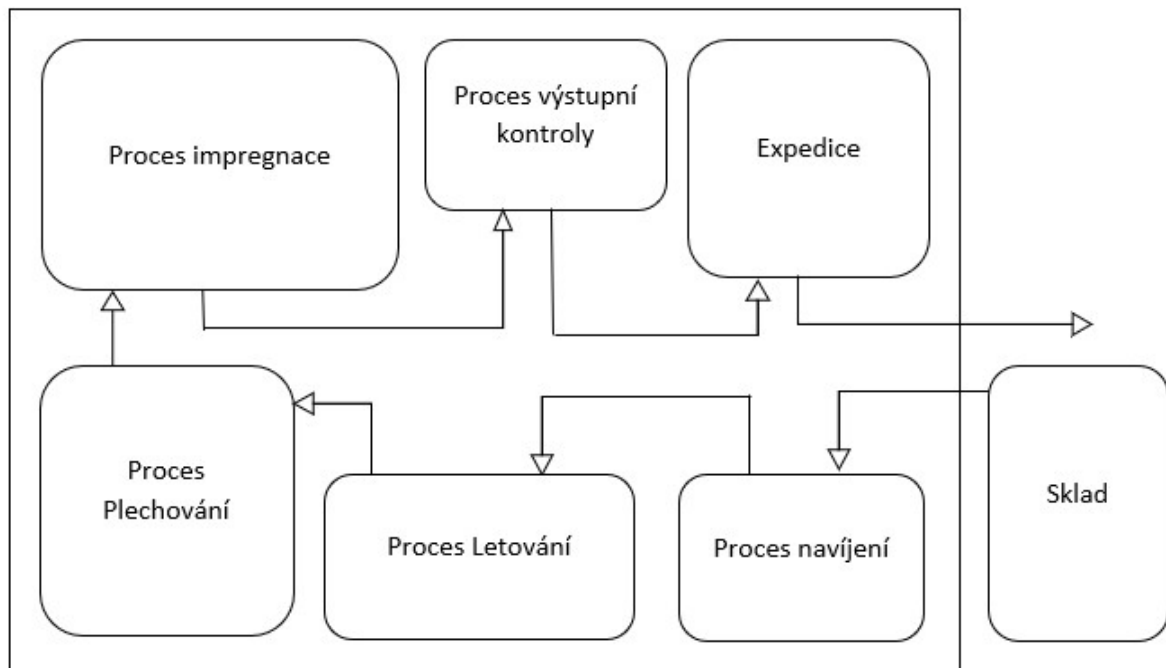
Z časové analýzy výroby jsou na první pohled vidět dlouhé přemísťovací časy mezi procesy. Ty jsou dány špatným rozmístěním stanišť, kde procesy probíhají. Ty, jak je vidět na obrázku č. 18 na sebe jednotlivě nenavazují. Bylo zjištěno, že čas strávený manipulací s výrobky od jednoho procesu ke druhému je zbytečně dlouhý. Z toho plyne reorganizace stanišť a tím dojde k uspořádání procesů.

Pokud by podnik ve výrobní hale přeorganizoval a následně přemístil výrobní procesy, podle znázornění na obrázku č. 19, tak aby na sebe navazovaly a mohlo by se ušetřit

přibližně 2 až 3 % času stráveném na manipulaci s výrobky mezi procesy. Tyto manipulační prostroje nejsou nijak veliké, ale čas, který zaměstnanci tímto zbytečným přemísťováním výrobků ušetří, následně využijí pro efektivnější výrobu.



Obrázek č. 18 – Výrobní hala-aktuální stav



Obrázek č. 19 – Výrobní hala-optimalizovaný stav

3.1.4 Optimalizace – rozšíření výroby

Nejzásadnější optimalizací výroby se jeví rozšířit výrobu o proces zalévání transformátorů do pryskyřice. Při tomto procesu je celý transformátor zcela ponořen do pryskyřice. Následně je hmota pomocí vakuového a tlakového cyklu (Vacuum Pressure Impregnation) pod zkratkou VPI, rozlita do celého izolačního systému. Po vytvrnutí pryskyřice se výrobek stává monolitickou a homogenní strukturou.

Tímto procesem získáme daleko vyšší dielektrickou pevnost, větší tepelnou indukčnost, lepší mechanickou pevnost, a v neposlední řadě vynikající ochranu proti vniknutí vlhkosti.

Vhodnou možností je použít zalévací technologii pořídit od firmy DOPAG Eastern Europe s.r.o., jejíž výrobní stroje se pro podnik jeví jak konstrukčně, tak i ekonomicky dostupné. Jeden takový je zobrazen na obrázku č. 20.



Obrázek č. 20 – Zalévací technologie (převzato z [19])

Zalévací hmota byla pořízena od německé firmy WEVO-CHEMIE GmbH, která byla vybrána vzhledem ke svým vlastnostem (tepelné vodivosti, nízké dielektrické konstantě a dobré přilnavosti). Tímto rozšířením výroby by podnik získal zcela nové zakázky od zahraničních společností a daleko stabilnější ekonomickou jistotu.

4 Přínos navržených opatření

4.1 Zhodnocení optimalizací el. Podniku

V této části si jednotlivě zhodnotíme navržené optimalizace a jejich implementaci do výrobního elektrotechnického podniku.

4.1.1 Optimalizace přípravy výroby

Při této optimalizaci byl zcela změněn přístup ke zpracování nabídky zákazníka. Byl zaveden systém kritérií zpracování jednotlivých zakázek. Postup a příprava byla zaměřena na požadavky zákazníků. Při přípravě je navržen takový materiál (např. izolační), tak aby splňoval hodnoty určené zadavatelem zakázky a eliminovala se snaha o produkt nejvyšší kvality.

Tímto zavedením systému kritérií typových zakázek bylo dosaženo snížení nákladů na výrobní materiál cca o 20 %.

4.1.2 Optimalizace systému řízení jakosti

Ve výrobním elektrotechnickém podniku byla vytvořena chybějící elektronická dokumentace systému řízení jakosti. Ta se řídí podle norem ISO 9001. Byla vytvořena nová pracovní pozice v managementu výroby, která se věnuje strategickým plánům a záměrům elektrotechnického podniku.

Dalším krokem bylo zajištění pravidelného školení zaměstnanců, kteří zpracovávají elektronickou dokumentaci systému řízení jakosti.

Mezi hlavními přínosy této optimalizace bylo zavedení elektronické dokumentace systému řízení jakosti. Mnohem přesnější a průhlednější strategické záměry podniku. Snadnější odhalování slabých míst procesů, a tudíž i zlepšení efektivity výroby.

4.1.3 Optimalizace na efektivitu výroby

Podnik ve výrobní hale přeorganizoval a následně přemístil výrobní procesy. Nyní na sebe výrobní procesy navazují tak, že se minimalizovaly manipulační časy.

Pro přínos optimalizace bylo provedeno porovnání výsledků výstupní produktivity výroby vybraných transformátorů před a po optimalizaci, kterou znázorňuje tabulka č. 3.

Tabulka č. 3 – Produkce výroby před a po optimalizaci

Produkce výroby (ks)	Transformátor č.1		Transformátor č.2		Transformátor č.3	
	Před optimalizací	Po optimalizaci	Před optimalizací	Po optimalizaci	Před optimalizací	Po optimalizaci
Hodina	140	148	18	19	80	84
Den	1 280	1 355	150	157	650	686
Měsíc	26 880	28 466	3 150	3 304	13 650	13 400
Změna v %	5,9		4,9		5,5	

V elektrotechnickém podniku byla vybrána výroba typového transformátoru (č.1), jehož výroba činila před optimalizací 1 280 kusů za jeden den. Po odstranění časových prodlev během manipulace, tj. po optimalizaci, činila denní výroba okolo 1 355 kusů. Dalším vzorkem byla vybrána výroba mnohem náročnějšího kusového transformátoru (č.2). Tento transformátor bylo možné vyrobit 18 kusů během jedné hodiny. Po optimalizaci byla výroby zvýšena o jeden kus za hodinu. Třetím testovaným transformátorem (č.3) byl výrobek, u kterého byla výroba zvýšena z 650 kusů za den na 686 kusů.

Z analýzy výroby před a po optimalizaci vyplývá, že tímto přemístěním výrobních procesů se produktivní výroba zvýšila o 5 až 6 %.

4.1.4 Optimalizace – rozšíření výroby

Elektrotechnický podnik se rozhodl zainvestovat a zakoupit výše zmíněné produkty výroby na zalévání transformátorů. Ve výrobní hale byla zřízena nová výrobní linka. Po zavedení a vyladění výroby podnik získal zakázky na výrobu zalévaných transformátorů, které úspěšně vyrobil.

Od doby zavedení nové zalévací linky má v podniku výroba zalévaných transformátorů stále růstovou tendenci. V současné době v elektrotechnickém podniku činí výroba zalévaných transformátorů 40% veškeré produkce. Podnik získává stále nové zakázky od zahraničních společností a má tak v dnešní době stabilní ekonomickou jistotu.

Závěr

Cílem této bakalářské práce byla optimalizace výrobního elektrotechnického podniku, ve kterém jsme se zaměřili na konkrétní odhalená kritická místa ve výrobě. Navrhli jsme a aplikovali jednotlivá opatření, která měla ve výsledku vliv na jejich zlepšení.

Na začátku práce byly nadefinovány jednotlivé procesy. Popsali jsme si procesní řízení z pohledu zásad metodiky a nástrojů pro optimalizaci procesů. Seznámili jsme se s procesní analýzou, popsali si základní typy a charakteristiky jednotlivých procesů. Následně byl proveden podrobný rozbor procesní metody optimalizací a modelování podnikových procesů.

Představili jsme si vybraný elektrotechnický podnik na výrobu transformátorů. Pro nadefinování a znázornění jednotlivých procesů a následné vypracování případové studie byla data získána konzultacemi s vedením elektrotechnického podniku a měřením přímo na výrobních linkách. Z těchto nasbíraných informací jsme analyzovali a odhalili slabá místa podniku. K odhalení těchto slabých míst jsme využili nasbíraných informací o optimalizaci podnikových procesů a ARIS.

V další části byla popsána a zanalyzována případová studie pro optimalizaci problémových výrobních procesů. Výsledkem analýzy bylo odhalení slabých míst v širokém spektru celého podniku. A následně byla navržena opatření pro jejich zlepšení.

V poslední části této bakalářské práce hodnotíme výsledky implementace navržených opatření a jejich přínos pro podnik. Opatření pro optimalizaci přípravy výroby a optimalizaci na zefektivnění výroby se projevila hned po jejím zavedení. Tato viditelná opatření vedla k důvěryhodnosti managementu výroby a k zavedení optimalizací, která se projevila až na základě delšího časového úseku. Avšak nakonec i ta byla velmi přínosná pro elektrotechnický podnik.

Seznam literatury a informačních zdrojů

- [1] J. BASL – M. TŮMA – V. GLASL. *Modelování a optimalizace podnikových procesů*. 1. vyd. Plzeň: Západočeská univerzita, 2002. 140s. ISBN 80-7082-936-2.
- [2] PROF. ING. VÁCLAV ŘEPA, CSC. *Podnikové procesy – Procesní řízení a modelování*. 2. vyd. Praha. Grada Publishing, a.s. 2007. ISBN 978-80-247-2252-8
- [3] ING. ALENA SVOZILOVÁ, MBA. *Zlepšování podnikových procesů*. 1. vyd. Praha. Grada Publishing, a.s. 2011. ISBN 978-80-247-3938-0
- [4] PROF. ING. VÁCLAV ŘEPA, CSC. *Procesně řízená organizace*. 1. vyd. Praha. Grada Publishing, a.s. 2012. ISBN 978-80-247-4128-4
- [5] Theory of constraints core concepts you need to know. [online]. Dostupné z: <http://www.made-to-measure-suits.bgfashion.net/article/14579/78/Theory-of-constraints-core-concepts-you-need-to-know>
- [6] Typy organizačních struktur a jejich členění [online]. Dostupné z: <http://www.businessinfo.cz/navody/typy-organizacnich-struktur-cleneni/>
- [7] Organigram [online]. Dostupné z: <http://managementmania.com/cs/organigram-organogram-organizacni-graf-organizacni-schema>
- [8] Modelování a optimalizace podnikových procesů I. [online]. Dostupné z: <http://www.systemonline.cz/clanky/modelovani-a-optimalizace-podnikovych-procesu-i.htm>
- [9] Charakteristika procesů a ARISu [online]. Dostupné z: http://home.zcu.cz/~mjanuska/html/zakladni_pohledy.html
- [10] Zařízení na dávkování dvousložkových medií [online]. Dostupné z: <http://www.dopagcz.com/produkty/2k-davkovaci-systemy/pistove-davkovaci-systemy/economix/>
- [11] Odlévací roztoky na bázi polyuretanu, epoxidu a silikonu [online]. Dostupné z: <http://www.wevo-chemie.de/produkte/wevopur>
- [12] Drum buffer rope [online]. Dostupné z: http://www.maxwideman.com/guests/critical_chain/process.htm
- [13] Typy organizačních struktur a jejich členění [online]. Dostupné z: <http://www.businessinfo.cz/navody/typy-organizacnich-struktur-cleneni/>
- [14] Vývojový diagram [online]. Dostupné z: <http://managementmania.com/cs/vyvojovy-diagram-flow-chart>
- [15] Technology Products Company [online]. Dostupné z: <http://www.tpc.sk/sk>

- [16] Pájecí stanice [online]. Dostupné z: <http://sk.rsdelivers.com/product/weller/t0053250699n/pájecí-stanice-číslo-modelu-ws-81-1výstupová-230v/4310367>
- [17] Laminační stohovací stroje [online]. Dostupné z: <http://www.weyhwang.com.tw/sm-new.htm>
- [18] Vakuové impregnační stroje [online]. Dostupné z: <http://www.weyhwang.com.tw/whvie.htm>
- [19] Zalévací technologie [online]. Dostupné z: <http://www.dopagcz.com/produkty/2k-davkovaci-systemy/pistove-davkovaci-systemy/economix/>