

Analýza normativu pro navíjení satorů ve vybrané společnosti

Rostislav Zrník

Bakalářská práce
2023



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta managementu a ekonomiky

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta managementu a ekonomiky
Ústav průmyslového inženýrství a informačních systémů

Akademický rok: 2022/2023

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: Rostislav Zrník
Osobní číslo: M19608
Studijní program: B0413P050013 Průmyslové inženýrství
Forma studia: Prezenční
Téma práce: Analýza normativu pro navíjení statorů ve vybrané společnosti

Zásady pro vypracování

Úvod

Definujte cíle práce a použité metody zpracování práce.

I. Teoretická část

- Zpracujte literární rešerši na téma analýza výrobních procesů.

II. Praktická část

- Analyzujte daný výrobní proces pomocí metod průmyslového inženýrství.
- Zhodnoťte získaná data pomocí vhodných ukazatelů.
- Zhodnoťte sledovaný proces a získaná data.
- Navrhněte možnosti využití datové analýzy pro návrhy ke zlepšení výrobního procesu.

Závěr

Rozsah bakalářské práce: **cca 40 stran**
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam doporučené literatury:

- CHROMJAKOVÁ, Felicita. *Průmyslové inženýrství: Trendy zvyšování výkonnosti štíhlým řízením procesů*. Žilina: Georg, 2013, 116 s. ISBN 978-17-998-2181-6.
- JUROVÁ, Marie. *Výrobní a logistické procesy v podnikání*. Praha: Grada Publishing, 2016, 264 s. ISBN 978-80-247-5717-9.
- NENADÁL, Jaroslav a Darja Noskievičová a Růžena Petříková a Jiří Plura a Josef Tošenovský. *Moderní management jakosti. Principy, postupy, metody*. Praha: Management Press, 2008, 376 s. ISBN 81-224-1362-5.
- RUSSEL, Robert a Bernard TAYLOR. *Operations management: Creating value along supply chain*. 7th edition, John Willey, 2011, 766 s. ISBN 13 978-0-4705-2590-6.
- ŘEPA, Václav. *Procesně řízená organizace*. Praha: Grada Publishing, 2012, 20 s. ISBN 978-80-247-4128-4.

Vedoucí bakalářské práce: **prof. Ing. Felicita Chromjaková, PhD.**
Ústav průmyslového inženýrství a informačních systémů

Datum zadání bakalářské práce: **30. června 2023**
Termín odevzdání bakalářské práce: **4. srpna 2023**

L.S.

prof. Ing. David Tuček, Ph.D.
děkan

prof. Ing. Felicita Chromjaková, PhD.
garant studijního programu

PROHLÁŠENÍ AUTORA BAKALÁŘSKÉ/DIPLOMOVÉ PRÁCE

Prohlašuji, že

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

Prohlašuji,

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

Ve Zlíně 3.7.2023

Jméno a příjmení: Rostislav Zrník

.....
podpis diplomanta

ABSTRAKT

Bakalářská práce pojednává o problematice analýzy normativu procesu navíjení statorů ve vybrané společnosti. Tato práce vznikla v návaznosti na potřeby vybrané společnosti a klade si za cíl detailně analyzovat a zjistit aktuální stav procesu, zejména v jeho předvýrobní fáze. Teoretická část je věnována literární rešerši na téma analýzy výrobních procesů, je rozdělená do 4 kapitol. První kapitola prezentuje teoretické poznatky obecně k tématu výrobních procesů a zároveň popisuje podstatu vybraného výrobního procesu pro řešení bakalářské práce. Navazující druhá kapitola se věnuje normování spotřeby času, rozdělení složek času, které jsou v oblasti analýzy, tvorby a optimalizace normativů velmi důležité. Třetí kapitola se věnuje použitým metodám analýzy dat a jejich zpracování, kapitola je kompatibilní s poslední kapitolou teoretické části, která pojednává o zlepšování výrobních procesů. Praktická část začíná představením společnosti a popisem procesu, vybraného pro optimalizaci v rámci řešení bakalářské práce. Sedmá kapitola je věnována procesní a datové analýze. Vypracovaná analýza slouží jako podklad pro návrh nového normativu pro vybraný výrobní proces. Předposlední kapitola se nazývá Návrh možností využití datové analýzy pro zlepšení výrobního procesu. Obsahuje prezentaci postupových kroků, které byly vytvořené pro návrh komplexního postupu tvorby normativu pro navíjení statorů ve vybrané společnosti. Zde je přesněji popsáno, čím tato bakalářská práce může být přínosná pro vybraný výrobní proces. Poslední kapitola je věnována přínosům této analýzy a navrženého postupu tvorby normativu pro podnik. Cílem bakalářské práce je analýza aktuálního stavu předvýrobních operací vybraného procesu a procesního postupu pro tvorbu normativu v budoucnu. Dílčím cílem této práce jsou vyvrácení přímé závislosti osově výšky a počtu drážek na pracnosti a nákladech a návrh co nejlepších možností uplatnění analýzy.

Klíčová slova: stator, analýza, normativ, proces, výroba

ABSTRACT

The bachelor thesis deals with the problem of the analysis of the stator winding process normative in a selected company. This thesis has been developed following the needs of the selected company and aims to analyse in detail and determine the current state of the process, especially in its pre-production phase. The theoretical part is devoted to a literature search on the topic of manufacturing process analysis and is divided into 4 chapters. The first chapter presents theoretical knowledge in general on the topic of manufacturing processes and also describes the essence of the selected manufacturing process for the solution of the bachelor thesis. The subsequent second chapter is devoted to the norming of time consumption, the distribution of time components, which are very important in the analysis, creation and optimization of norms. The third chapter is devoted to the data analysis methods used and their processing, the chapter is compatible with the last chapter of the theoretical part, which deals with the improvement of production processes. The practical part starts with an introduction of the company and a description of the process selected for optimization in the framework of the bachelor thesis solution. The seventh chapter is devoted to process and data analysis. The developed analysis serves as a basis for the design of a new normative for the selected production process. The penultimate chapter is called Proposal of possibilities to use data analysis for improvement of the production process. It contains a presentation of the process steps that were developed to design a comprehensive process for the development of a normative for stator winding in the selected company. Here it is described in more detail how this bachelor thesis can benefit the selected manufacturing process. The last chapter is devoted to the benefits of this analysis and the proposed normative development procedure for the company. The aim of the bachelor thesis is to analyze the current state of the pre-production operations of the selected process and the process procedure for the normative creation in the future. The sub-objectives of this thesis are to refute the direct dependence of axial height and number of grooves on labour and cost and to suggest the best possible application of the analysis.

Keywords: stator, analysis, normative, process, production

Zvláštní poděkování patří vedoucí mé bakalářské práce prof. Ing. Felicita Chromjakové, PhD. za odborné vedení a cenné rady při tvorbě této práce. Dále poděkování také patří Ing. Martinu Melišíkovi Ph.D. za velkou ochotu při vypracovávání praktické části. V neposlední řadě patří obrovské poděkování mým blízkým za trpělivost a morální pomoc jak při tvorbě této práce, tak v průběhu celého studia.

Prohlašuji, že odevzdaná verze bakalářské/diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

OBSAH

ÚVOD	11
CÍLE A METODY ZPRACOVÁNÍ PRÁCE	13
I TEORETICKÁ ČÁST	14
1 VÝROBNÍ PROCES	15
1.1 VÝROBA.....	15
1.2 PROCES.....	16
1.3 VÝROBNÍ PROCES.....	16
1.4 PROCESNÍ ŘÍZENÍ.....	18
1.4.1 Výhody a nevýhody procesního řízení.....	19
1.5 TEORIE ELEKTRICKÝCH STROJŮ.....	19
1.5.1 Transformátory.....	19
1.5.2 Asynchronní stroje.....	20
1.5.3 Synchronní stroje.....	20
1.5.4 Stejnoseměrné stroje.....	21
1.5.5 Speciální stroje.....	21
1.6 POPIS TECHNOLOGICKÉHO PROCESU NAVÍJENÍ.....	21
1.6.1 Postup výroby vinutí.....	22
1.6.2 Navíjení statorů.....	22
1.6.3 Navíjení rotorů.....	23
2 NORMOVÁNÍ SPOTŘEBY ČASU	24
2.1 TŘÍDĚNÍ SPOTŘEBY ČASU PRACOVNÍKA.....	25
2.2 TŘÍDĚNÍ SPOTŘEBY ČASU VÝROBNÍHO ZAŘÍZENÍ.....	27
2.3 OZNAČENÍ DRUHŮ SPOTŘEBY ČASU.....	29
2.4 METODIKA NORMOVÁNÍ.....	30
2.5 MĚŘENÍ VÝKONNOSTI PROCESŮ.....	30
2.5.1 Postup měření výkonnosti procesů.....	31
3 METODY ANALÝZY DAT A JEJICH ZPRACOVÁNÍ	33
3.1 METODY A TECHNIKY POUŽÍVANÉ V ANALÝZE VÝROBNÍCH PROCESŮ.....	34
3.1.1 Brainstorming.....	34
3.1.2 Produktivita.....	34
3.1.3 Cyklový čas.....	34
3.1.4 Standardizace.....	35
3.1.5 Normativ.....	35
4 VYBRANÉ METODY ZLEPŠOVÁNÍ PROCESŮ	36
4.1 NEUSTÁLÉ ZLEPŠOVÁNÍ.....	36
4.1.1 Neustálé zlepšování pomocí preventivních opatření.....	37
4.2 PDCA CYKLUS.....	37

4.3	ŠTÍHLÝ KONCEPT ZLEPŠOVÁNÍ PROCESŮ	38
II	PRAKTICKÁ ČÁST	40
5	PŘEDSTAVENÍ FIRMY	41
6	POPIS PRACOVNÍHO MÍSTĚ A PROCESU	43
7	ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU.....	49
7.1	ANALÝZA DAT Z VÝROBNÍHO PROCESU	50
8	NÁVRH MOŽNOSTÍ UPLATNĚNÍ DAT PRO ZLEPŠENÍ VÝROBNÍHO PROCESU.....	62
8.1	VÝPOČET ČASU A NÁKLADŮ PŘIPADAJÍCÍCH NA JEDNU DRÁŽKU.....	62
8.1.1	Aplikace pro výpočet pracovního času vložení v MS Excel	63
8.2	ZAVEDENÍ PRAVIDELNÉ KONTROLY SPRÁVNOSTI TECHNOLOGICKÝCH POSTUPŮ	64
9	EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ NAVRHOVANÉHO ŘEŠENÍ.....	66
	ZÁVĚR	67
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	68
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	70
	SEZNAM OBRÁZKŮ	71
	SEZNAM TABULEK.....	72
	SEZNAM PŘÍLOH.....	73

ÚVOD

Tato bakalářská práce vypracovaná ve vybrané společnosti vyrábějící točivé elektrické stroje se zabývá analýzou normativu, přesněji zjištěním aktuálního stavu v předvýrobní etapě návrhu výroby jednotlivých strojů. Tato analýza je konkretizována na výrobní proces navíjení statorů. Tento výrobní proces byl vybrán z důvodu plánovaného projektu tvorby normativu. Práce bude sloužit jako podklad s důležitými informacemi pro tento projekt. Jelikož zde normativ není nyní používán, budou důležité data získány z technologických postupů a výrobních výkresů, které má společnost v digitalizované formě.

Teoretická část této bakalářské práce se věnuje pojmům, oborům a metodám týkajícím se analýzy výrobních procesů. Rozdělena je do čtyř kapitol, kdy každá je věnována odlišnému tématu. První kapitola je věnována definicím nejen základních pojmů. Je zde prezentován princip funkce elektrických strojů a postup navíjení statorů. Kapitola s pořadovým číslem dva se věnuje normování spotřeby času. Jsou zde vysvětleny základní pojmy a graficky znázorněn způsob třídění spotřeby času do jednotlivých skupin. Dále je v uvedené kapitole popsána metodika normování vybraných skupin normování a nastíněný způsob měření výkonnosti procesů. Třetí kapitola pojednává o vybraných metodách analýzy dat a jejich zpracování. Závěrečná kapitola teoretické části popisuje vybrané metody zlepšování výrobních procesů, zaměřuje se na teoretickou podstatu neustálého zlepšování, PDCA cyklu a podstatu štíhlého konceptu výroby.

V druhé části této bakalářské práce se nachází praktická část. Tato část začíná představením společnosti. Druhá kapitola praktické části je věnována vybranému procesu. Proces navíjení statorů je zde krok po kroku popsán, přiloženy jsou fotografie přímo z firmy. Další kapitola je samotná analýza dat získaných z firemního ERP systému nebo výrobních výkresů. Časy a náklady jednotlivých druhů pracnosti jsou získány z technologického postupu. Kapitola je věnována především grafům znázorňujícím závislosti mezi náklady nebo pracností a parametry. V poslední kapitole praktické části jsou prezentovány návrhy možných řešení ke zlepšení vybraného výrobního procesu.

Cílem práce je vytvořit podklad pro projekt tvorby normativu plánovaného v budoucnu a získat informace o aktuálním stavu výrobního procesu zejména v předvýrobních etapách návrhu výroby. Dílčím cílem je vyvrátit tvrzení, že s rostoucí hodnotou parametrů (osová výška a počet drážek) roste i pracnost nebo náklady a pokusit se navrhnout co nejlepší možnosti využití této analýzy. Od této analýzy se očekává, že nabídne přínosy pro podnik v oblasti návrhu technologických postupů, přesněji jejich zjednodušení a zpřesnění.

Na závěr úvodní části je potřeba podotknout, že použítá data jsou účelově pozměněné za účelem ochrany obchodního tajemství firmy.

CÍLE A METODY ZPRACOVÁNÍ PRÁCE

Cíle bakalářské práce

Hlavním cílem této bakalářské práce je vytvoření podkladu pro plánovaný projekt zavedení standardního procesního normativu pro výrobní proces navíjení statorů a analýza stávajícího procesu tvorby technologických postupů, zejména pak návrhu jednotlivých časů pracností výrobních operací. Dílčími cíli pro tuto bakalářskou práci je vyvrácení tvrzení, že rozhodujícím parametrem pro pracnost je velikost stroje a návrh možností uplatnění této práce.

Metody zpracování práce

Pro úspěšné zvládnutí této bakalářské práce byla nejprve zpracována literární rešerše na témata týkající se jednotlivých metod z oboru průmyslového inženýrství, ovlivňujících optimalizační návrhy výrobních procesů. Představení pojmů a prezentace základních informací z aktuální literatury byl velmi důležitý pro následné vypracování praktické části. Praktická část věnující se analýze vybraného výrobního procesu začíná sběrem dat z jednotlivých technologických postupů strojů vyrobených za dvouleté období. Tyto data jsou následně interpretovány pomocí grafů vyjadřujících jednotlivé závislosti mezi parametry stroje. Tyto závislosti jsou vhodně popsány a získaná data a informace použity pro návrhy možností uplatnění této bakalářské práce.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 VÝROBNÍ PROCES

1.1 Výroba

„Celková koncepce podnikání by měla vyjít z paradigma výroby a tvorby hodnotového řetězce mezi výzkumem – vývojem – nákupem – výrobou – logistikou – prodejem – marketingem a zákazníkem v jím požadovanou hodnotu.“ (Jurová, 2016, str. 7)

Podle Sumana (© 2013) je primárním cílem ekonomických jednotek je produkovat užitek pro jednotlivce. Výrobu bereme jako vytváření užitku během určitého období nebo snaha zvyšovat schopnost produkovat užitek v budoucnu. Výrobu můžeme definovat jako organizovanou činnost, která přeměňuje zdroje na hotové výrobky ve formě zboží a služeb s cílem uspokojení poptávky po těchto vytvořených komoditách. Rozeznáváme 3 druhy výroby:

1. Primární výroba – tzv. těžební průmysly, které získávají jejich produkt z přírody (zemědělství, rybolov, lesnictví).
2. Sekundární výroba – tzv. zpracovatelský a stavební průmysl. Firmy v těchto oborech se zabývají zpracováním surovin od firem z primárního průmyslu
3. Terciární výroba – firmy v tomto typu průmyslu se zabývají poskytováním služeb, které umožňují prodej a distribuci produktů z předchozích dvou druhů výrob (obchody, banky, doprava)

Pro výrobu jsou nutné výrobní faktory. Výrobní faktory můžeme rozdělit do čtyřech druhů. Prvním z nich je půda, která nám poskytuje místo, kde vyrábíme. Dalším faktorem je práce, to znamená že máme pracovníky nebo roboty, kteří na půdě dokážou něco vyrobit. Neméně důležitým faktorem je kapitál, jelikož bez peněz, bychom nemohli nakoupit ani materiál. Posledním výrobním faktorem je organizace, která se obvykle neuvádí. Je ale stejně důležitá jako ostatní faktory, jelikož ty by samy o sobě nic nevytvořili. Někdo je musí sjednotit a koordinovat jejich činnost. (Suman, © 2013)

Dále podle Heřmana (2001) rozeznáváme 3 typy výrobních systémů:

- a) Kusová výroba – výroba malého množství různých druhů výrobků (např. točivé elektrické stroje)
- b) Sériová výroba – výroba většího množství (dávky) stejných výrobků, kde se tyto série často opakují

- c) Hromadná výroba – vyrábí se malý počet druhů výrobků ve velkém množství (vysoká míra opakovatelnosti)

1.2 Proces

Proces je sled činností, které je potřeba vykonat abychom dosáhli požadovaného výsledku. Slovo proces je v dnešní době hojně používáno, a to zejména proto, že lze tímto slovem vyjádřit širokou škálu věcí. Proces má své vstupy a výstupy, které musí být přesně definovány. (Řepa, 2012)

Podle Russela (2011) je procesní strategie celkový přístup organizace k fyzické výrobě zboží a poskytování služeb. Procesní rozhodnutí by měla odrážet, jak se firma rozhodla konkurovat na trhu, posilovat rozhodování o produktech a usnadňovat dosažení firemních cílů. Firemní procesní strategie definuje její:

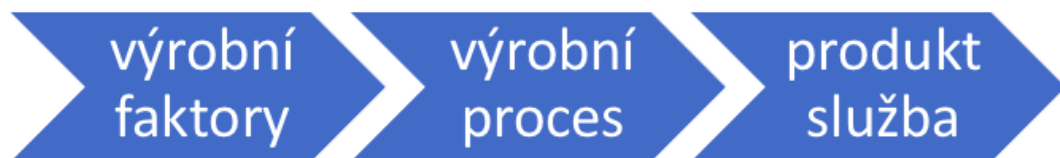
- Vertikální integrace – Rozsah, v jakém bude firma produkovat vstupy a řídit výstupy každé fáze výrobního procesu.
- Kapitálová náročnost – Kombinace kapitálu (tj. vybavení, automatizace) a pracovních zdrojů používaných ve výrobním procesu.
- Flexibilita procesu – Snadnost, s jakou lze zdroje upravit v reakci na změny v poptávce, technologii, produktech nebo službách a dostupnosti zdrojů.
- Zapojení zákazníka – Role zákazníka ve výrobním procesu.

1.3 Výrobní proces

Jurová (2013) uvádí, že výrobní proces chápeme jako sled činností, které postupně přidávají produktu hodnotu. Vycházet je však nutné z jednoduchého pravidla zhodnocení vstupů do procesu. K zajištění úspěšného výrobního procesu je nutné věnovat pozornost těmto podmínkám:

- Mít kvalitní výrobní management
- Dbát na rozvoj technologií
- Dobře hospodařit s financemi
- Mít kvalitní pracovní síly, stroje apod.

Cíle výrobního procesu bychom mohli definovat ze třech stran. První stranou je věcný cíl. Věcný cíl znamená, že se snažíme zhotovit produkt nebo poskytnout službu pro zákazníka. Dalším cílem, který výrobní proces má je hodnotový cíl a znamená, že se podnik snaží dosahovat požadovaných výsledků hospodaření a plní cíle, které souvisí s jeho dosahováním. Poslední krokem, jak definovat cíl výrobního procesu je cíl humánní. Tento cíl nám říká, že se snažíme zajistit průběh výrobního procesu pomocí podnikových i humánních sil. (Jurová, 2013)



Obrázek 1 - Výrobní proces (vlastní zpracování)

Podle Jurové (2013) je výrobní proces je místem, ve kterém se odehrávají činnosti, které jsou dané výrobním programem. Výsledkem těchto úkolů je produkt. Kolik produktů vyjde z výrobního procesu ovlivní cílový trh či zákazník a firma to musí přesně vědět, jelikož potřebuje naplánovat výrobu dopředu. Pro výrobní proces pak musí podnik zajistit výrobní faktory jako jsou práce, půda a kapitál. Podnik pak na základě poptávky zákazníka, výrobních faktorů a znalosti výrobní kapacity naplánuje výrobu.

Členění výrobního procesu dle Jurové (2013):

1. Podle míry plynulosti technologického procesu
 - Výroba plynulá (chemická výroba)
 - Výroba přerušovaná (strojírenská výroba)
2. Podle charakteru technologie
 - Mechanická výroba – mění se pouze tvar či kvalita materiálu
 - Chemická výroba – mění se látková podstata materiálů
 - Biologická výroba – například zrání či kvašení (přírodní procesy)

3. Podle typu výroby

- Kusová – spousta různých produktů
- Hromadná – spousta kusů mála druhů výrobků
- Sériová – výroba stejných produktů se opakuje v tzv. sériích

4. Podle formy organizace výrobního procesu

- Proudová výroba – vyrábí se na výrobních linkách
- Skupinová výroba – spousta druhů v malých sériích
- Fázová výroba – velký počet druhů výrobků po málo kusech

1.4 Procesní řízení

Chromjaková (2013) uvádí, že nás procesní řízení vyzývá k systémovému přemýšlení o procesech. Každý proces obsahuje jednak činnosti, které přidávají hodnotu, ale i činnosti, které žádný užitek nepřidávají. Procesní řízení je nástrojem, který nám pomáhá co nejlépe investovat do využití těchto činností k tomu, abychom dosahovali co největší produktivity.

Pro procesní řízení je pak zcela charakteristické integrování jednotlivých aktivit, které se odehrávají v těch nejdůležitějších procesech a jsou definovány jejich vstupy a výstupy. Procesní řízení je nástroj, který slouží například k plánování výroby, její kontroly nebo třeba ke zlepšování jednotlivých procesů. Základem fungování procesního řízení je však správné pochopení struktury procesů.

Principy procesního řízení podle Chromjakové (2013):

- Znat požadavky na výstupy z jednotlivých procesů (vědět co chce zákazník)
- Znat požadavky na vstupy do procesů (co? kolik?)
- Znat jaké kapacity máme k dispozici v jednotlivých procesech
- Vědět, co vyrábíme
- Mít přehled o slabých místech v procesech a pracovat na jejich zlepšení

U procesního řízení je velmi důležité si uvědomit, že zde musí být vše jasně dané. Začíná to pevně stanovenými cíli, které procesy mají. Každý proces pak musí mít pevně stanoven, co se v něm má vykonávat. To, co se v jednotlivých procesech vykonává pak musí být kontrolováno podle jasně daných metod a postupů. (Chromjaková, 2013)

1.4.1 Výhody a nevýhody procesního řízení

Ciencala (2011) popsal výhody a nevýhody procesního řízení následovně. V procesním řízení každý člověk přesně ví, co má dělat a jaké jsou jeho pravomoci. V návaznosti na to můžeme říci, že dochází ke zjednodušení pracovních postupů. Procesní řízení nám může pomoci v rozhodnutích, kdy přemýšlíme nad tím, zda bude určitý proces provádět ve firmě anebo jej outsourcingujeme, jelikož procesní řízení nám pomáhá soustředit se na klíčové procesy a podněcuje nás k outsourcingu těch vedlejších. Procesní řízení sebou nese také rozhodně velkou řadu nevýhod. Mezi ty hlavní patří zejména nedostatek vůle k dotažení některých změn, dále to může být strach, špatná komunikace, malý zájem ze strany vedení nebo třeba nedostatečné zapojení zaměstnanců do zlepšování procesů.

1.5 Teorie elektrických strojů

Podle Moskovského (1953) se elektrické stroje se odlišují od ostatních oborů nacházejících se v průmyslu velmi znatelně a to tím, že se zde pohybujeme ve velmi širokých rozsazích různých parametrů těchto strojů. Například různé malé motůrky mají výkon sotva pár wattů, kdežto turbo/hydrogenerátory dosahují výkonu 100 000 kW nebo třeba válcovací motory dosahují kolem 40 otáček za minutu, kdežto motory pro spřádání hedvábí dosahují až 12 000 ot/min. Co však zůstává podobné je provedení samotných strojů. Elektrické stroje jsou složeny ze dvou základních částí, a to z aktivní a konstrukční části. V aktivní části sledujeme přetvoření jednoho druhu energie na druh jiný nebo přeměnu elektrické energie na mechanickou energii a stejně je tomu i naopak. Tato aktivní část elektrického stroje se skládá z magnetického obvodu, systému pro odvod a přívod proudu a vinutí. Konstrukční část se stará o příjem energie a přenos energie, kterou vytváří část aktivní. Tato energie je přenášena hlavní konstrukční částí a to hřídelem. Konstrukční část elektrických strojů se dále stará o to, aby bylo vše na svém místě. Další části, které náleží konstrukci stroje je kostra, obsahující složené plechy nebo statorovou pólovou soustavu, dále jsou zde ložiskové štíty či stojanová ložiska, které nesou váhu rotoru. Dále rotorová kola, která nesou póly či složené plechy. Dále se zde nachází nosná hvězda, která přejímá hmotnost rotoru a má za úkol zajistit jeho přesnou polohu.

1.5.1 Transformátory

Bartoš (2006) uvádí, že transformátor je elektrický stroj, jehož úkolem je změnit hodnotu napětí a proudu výkonu, který do něj vstupuje na parametry, které vyžadujeme.

Transformátory neobsahují pohyblivé části, a tak mají minimální náklady na údržbu. Tyto elektrické stroje jsou nezbytnou součástí při rozvádění elektrické energie a to proto, že přenáší energii při malých proudtech a nízkému napětí, což umožňuje minimalizovat Joulovy ztráty ve vedení.

1.5.2 Asynchronní stroje

Bartoš (2006) tvrdí, že elektrické stroje zvané asynchronní se v praxi považují za nejpoužívanější. Tyto stroje mohou být docela spolehlivé a poměrně cenově dostupné v provedení s kotvou. Mohou být napájeny buďto přímo ze sítě nebo z kmitočtového měniče. Provedení, které je napájeno z kmitočtového měniče je možno poměrně dobře řídit z důvodu možnosti regulace rychlosti a momentu. Vyrábí se o výkonech od 6 do 20 MW. Ve statoru se nachází trojfázové vinutí vytvářející točivé pole. Prostor mezi státorem a rotorem tvoří zhruba 0,1 mm vzduchová mezera. Co se rotoru týče, může být vyhotoven buďto jako klec nakrátko či vinutý. U vyhotovení rotoru vinutého je stejně jako u statoru třífázové vinutí. Rotor a stator musí mít stejný počet pólů. U vinutého rotoru je z důvodu kluzného kontaktu poměrně náročná údržba, a proto se v praxi častěji používá vyhotovení klece nakrátko.

1.5.3 Synchronní stroje

Podle Bartoše (2006) se stejně jako u strojů asynchronních se i zde využívá točivé pole. Největší rozdíl mezi těmito stroji najdeme v jejich pracovním režimu. To znamená, že u synchronních strojů najdeme synchronní otáčivé rychlosti (rychlosti statoru) kterými se stroj v běžném provozu otáčí. Rozlišujeme dvojí provedení rotorů:

- Rotor válcový (vzduchová mezera konstantní)
- Rotor s vyniklými póly (vzduchová mezera proměnná)

Synchronní stroje jsou těmi největšími stroji používanými pro tvorbu elektrické energie. Rozsah výkonů je zde opět obrovský, začíná už na jednotkách Wattů a roste až tisícovkám MW. Je jisté že takové výkonnostní rozdíly budou vyrábět zásadně odlišné stroje. Co se týče synchronních generátorů dělíme je na pomaloběžné od 100 do cca 3000 ot/min (větrné elektrárny, vodní turbíny, kogenerační jednotky) a rychloběžné v rozsahu od 3000 ot/min (parní či spalovací turbíny). (Bartoš, 2006)

1.5.4 Stejnoseměrné stroje

Bartoš (2006) uvádí, že vývoj těchto strojů je již více než stoletý. Jsou to zcela nejstaršími elektrickými stroji. Tyto stroje se dříve využívaly jak na výrobu elektrické energie (dynama), tak i pro transformaci elektrické energie na energii mechanickou čili jako motory. Jejich využívání se zpomalilo, když tyto stroje dosáhly mezi jejich využití. Vývoj polovodičové techniky způsobil výrazné omezení použití stejnosměrných strojů jako zdrojů energie. Co se využití jako motorů týče, používají se dodnes, však už ne v takovém množství, a to pouze tam, kde se to jeví jako výhodné. Výhodou stejnosměrných strojů je snadná realizace díky výhodným regulačním vlastnostem. Nejsnazším vysvětlením principu funkce stejnosměrných strojů je točící se smyčka v homogenním magnetickém poli.

1.5.5 Speciální stroje

Jak uvádí Bartoš (2006), mezi speciální elektrické stroje řadíme stroje s permanentním vinutím, které slouží jako náhrada za vinutí, kterým protéká buď proud a vznikají zde Joulovy ztráty, které lze v tomto případě právě permanentními magnety minimalizovat. Dále zde řadíme například spínané reluktanční motory, krokové motory nebo například ultrazvukové motory.

1.6 Popis technologického procesu navíjení

Moskovskij (1953) uvádí, že zlom ve vývoji procesu navíjení přišel s rychlým zvyšováním výkonu a napětí a s tím spojený větší nárok na izolaci. Tím se rok od roku zvyšovaly nároky na tento proces. Navíjení se řadí z většiny do ručních prací a způsobuje vysoký poměr ručních prací vůči pracím mechanickým. Oproti ostatním procesům jako je lisování nebo obrábění je zde mechanizace velmi obtížná.

Podle Moskovského (1953) můžeme práce, které se řadí k navíjení můžeme rozdělit do tří základních skupin:

1. Práce přípravné, které se odehrávají mimo stroj (zámečnické, přípravné, formování cívek)
2. Izolování (izolace cívek a povrchů, impregnace apod.)
3. Vkládání vinutí (statorové a rotorové navíjení, vkládání cívek apod.)

Podle toho, jak je vinutí prováděno, rozeznáváme tři druhy vinutí (Moskovskij, 1953):

- a) První způsob navíjení, je navíjení přímo uvnitř stroje do plechů. Tento způsob by měl být jak nejméně nákladný, tak i nejlepší. Je zde ovšem omezení v možnosti strojního provedení, které je možno provést jen v určitých případech
- b) Další možností provedení vinutí se označuje jako polohotové. To znamená, že se tvar dostane až uvnitř stroje stejně jako izolaci. Tento druh je nejčastější.
- c) Poslední možnost je vložení vinutí, které je plně zhotoveno mimo stroj a následně vloženo do stroje. Zde je nutné zajištění ohebnosti vinutí. To docílíme tím, že části vinutí zůstanou měkké anebo se nahřejí. Zde je největší možnost zapojení mechanizace.

1.6.1 Postup výroby vinutí

Jak uvádí Moskovskij (1953), na začátku mají největší zastoupení práce zámečnické. Jedná se zde především o rovnání, spájení, ohýbání či řezání nejčastěji měděných polotovarů. Je nutno dbát zvýšené opatrnosti při rovnání z důvodu možnosti vzniku prohlubenin či vrypů. Po vyrovnání se vodiče stříhají. Volí se zde poměrně velký přídavek a po vložení se přebytek odstříhne. Další operací je ohýbání. Ohnutá měď se stane nepoddajná a místo ohybu změní rozměry. Při vkládání takových vodičů by se mohla poškodit izolace. Pro odstranění tohoto jevu se měď žihá. Malé cívky se žihají celé, ty velké pouze lokálně přímo v ohybu. Po žihání se měď moří pro odstranění vrstvy, která je okysličená po žihání. Moří se roztokem kyseliny sírové. Následuje příprava a ukládání vinutí. Při těchto pracích se spoje vinutí cínují a následně pájí či svařují. Vinutí musí být izolováno. Máme několik druhů materiálu pro izolaci, například leatheroid, lepenku, či fibr. Malé průměry už bývají dodávány izolované, velké je však nutno izolovat při výrobě. Nejrozšířenější možností izolace je ovíjení cívek tkanicí a páskou. Z důvodu zvýšení tepelné vodivosti a elektrické pevnosti se vinutí impregnuje. Impregnace se provádí různými materiály nejčastěji impregnačními laky. Pro sušení po impregnaci se používají různé například vakuové pece. Jednou z posledních operací je takzvané compoundování. Jedná se o nanesení při vysokých teplotách tekutých materiálů, které slouží k zacelení pórů. Pro zlepšení tepelné vodivosti se přidává směs s pískem do prostoru mezi vinutí statoru a plechy.

1.6.2 Navíjení statorů

Podle Moskovského (1953), statorové vinutí najdeme na vnitřní válcové ploše statoru. U rotoru je tomu naopak. To samo o sobě napovídá, že nějaká mechanizace je zde velmi těžko

představitelná, jelikož se pohybujeme uvnitř stroje ve stísněném prostoru. Rotor je možno lehce otáčet a přizpůsobit si jeho polohu. Pro otočení statoru skrze lepší dostupnost při navíjení je nutno použít jeřáb. Statory se vinou pro vyšší a vysoká napětí a nejsou na rozdíl od rotorů namáhány odstředivou silou.

Způsoby vkládání vinutí u statoru podle Moskovského (1953):

1. Ruční vkládání vinutí u statoru s polouzavřenými drážkami
2. Strojní navíjení vinutí u statoru s polouzavřenými drážkami
3. Vkládání cívkového vinutí s otevřenými drážkami
4. Vkládání tyčového vinutí u statorů s otevřenými drážkami

Na to, jaký způsob je zvolen má vliv zejména tvar drážky, izolace a provedení konstrukce. Při vkládání vinutí je třeba dbát na čisté prostředí a provádět jej daleko od obráběcích strojů, aby se dovnitř nedostaly třísky či prach. (Moskovskij 1953)

1.6.3 Navíjení rotorů

Moskovskij (1953) uvádí, že co se provedení vinutí rotorů týče, jedná se o velmi rozmanitý proces. Jelikož se rotor otáčí, působí na vinutí odstředivá síla. Je tedy třeba dbát na to, aby bylo vinutí velmi dobře upevněno. Postup navíjení je u všech typů v podstatě stejný. Na očištěný rotor s izolovanými drážkami i čelní částí se buďto ručně nebo strojně vkládá vinutí. To se pak suší a impregnuje. Způsoby vkládání rotorového vinutí se odvíjí od tvaru drážky a rozměrů vodičů.

Podle Moskovského (1953) rozeznáváme několik druhů podle způsobu navíjení:

- Vinutí prováděna na strojích
- Vinutí vkládaná manuálně
- Vinutí navíjená manuálně přímo na rotoru
- Vinutí vytvořené z holých tyčí kovů svářením či vylitím

2 NORMOVÁNÍ SPOTŘEBY ČASU

Ve firemním prostředí jsou veškeré činnosti i nečinnosti jak přímo ve výrobě, tak i v managementu spjaty s časem. Konkrétně s jeho spotřebou. Podle Lhotského (2005), rozlišuje hned několik druhů času podle náplně jejich činností. Z důvodu zjednodušení pro porovnávání, uspořádávání či analýzu těchto časů je označujeme zkratkami a symboly. Toto označení nám také napomáhá většímu přehledu při plánování výroby nebo třeba urychluje stanovování standardů spotřeby času, norem apod.

Zcela základním rozdělením určíme, na co se vlastně zaměříme. Podle Lhotského (2005) má toto rozdělení tři části:

- Zaměření na pracovníka
- Zaměření na stroj
- Zaměření na předmět práce

Podle Lhotského (2005) se ve všech těchto rozděleních objevují již výše zmíněné druhy časů, které si nyní popíšeme.

- a. **Čas za chodu** – čas, kdy je přímo vykonáván výrobní úkon
- b. **Čas za klidu** – čas, kdy dochází k nečinnosti pracovníka nebo stroje

Další rozdělení času podle Lhotského (2005):

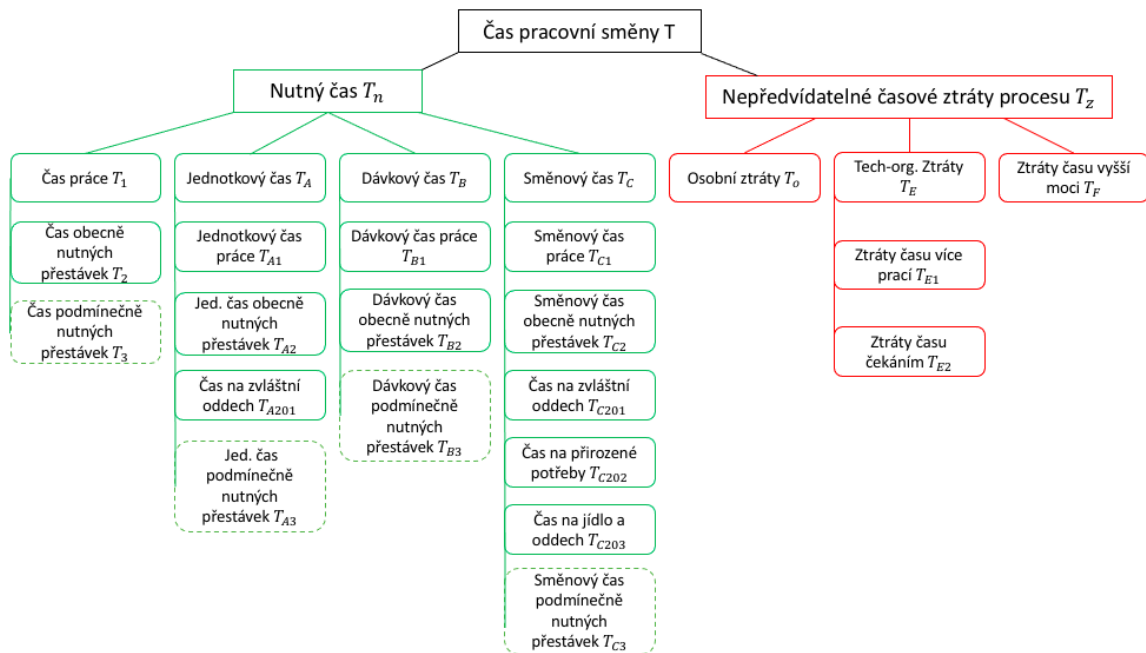
Nutný čas (normovatelný) – součet časů, které jsou nezbytně nutné pro vykonání potřebných úkolů. Je základním pilířem pro stanovování norem spotřeby času. Je nutné zde počítat s tím, že sem nepatří pouze produktivní činnosti přidávající hodnotu, ale i přestávky, pohyb apod.

Nepředvídatelné časové ztráty procesu – nelze jej normovat, jsou to různé druhy časů, které nejsou potřebné k plnění úkolů, jsou to časy vyvolané nepředvídatelnými událostmi. Nepočítá se s nimi při operativním řízení a normování. Obecně platí, že čím méně tohoto času v procesu je, tím je dokonalejší.

Skutečný čas – je to skutečný čas činnosti či nečinnosti zjištěn měřením.

Normativní čas – je to předurčená doba trvání určité operace. Je to čas, kterého by mělo být ideálně dosaženo.

2.1 Třídění spotřeby času pracovníka



Obrázek 2 - Třídění spotřeby času pracovníka (Lhotský, 2005)

Třídění nutných normovatelných časů podle Lhotského (2005):

Čas práce – toto označení je totožné pro všechny činnosti, ve kterých se vykonává fyzická nebo jiná práce. Jsou to činnosti, které jsou nezbytné pro splnění různých úkolů.

Čas obecně nutných přestávek – tímto pojmem se označují ty činnosti, při nichž dochází k přerušení práce. Tyto činnosti jsou spojeny s fyziologickými a hygienickými potřebami člověka. Tyto činnosti se dále dělí na:

- **Čas přestávky na zvláštní oddech** – po extrémně energeticky namáhavých činnostech nebo při práci například v toxickém prostředí
- **Čas přestávky na přirozené potřeby** – doba vymezená na fyziologické a hygienické potřeby člověka
- **Čas přestávky na jídlo a oddech** – doba vymezená pro občerstvení jídlem (zákonně stanovená)

Čas podmíněně nutných přestávek – jsou to přestávky v práci pracovníka, které nevznikly prostojem, ale technologií výroby, která nyní nelze změnit. Mohou to být například:

- Čas při čekání na dokončení operace stroje
- V případě čekání na dokončení nuceného taktu výrobní linky

Jednotkový čas – je čas, který je nutný pro vytvoření jedné jednotky produkce včetně přestávek, které jsou nutné v její výrobě a včetně činností, bez kterých by jednotka nemohla vzniknout. Mezi tyto činnosti patří například upnutí polotovaru nebo sundání obrobku z pracovního stolu či výměna nástrojů.

Dávkový čas – je čas, který se vztahuje k výrobě určitého počtu jednotek, který se nazývá výrobní dávka. Tento čas obsahuje součet jednotkových časů a časů, které náleží činnostem, které je nutné udělat před a po vyrobení dávky výrobků. Tyto činnosti mohou být například přenastavení stroje nebo úklid po dokončení výroby. V oblasti dávkových časů dále rozeznáváme:

- **Časy dávkové práce** – časy prací, které je nutné vykonat před a po dokončení dávky, například převzetí výrobní dokumentace nebo úklid po výrobě
- **Čas dávkových obecně nutných přestávek** – například zvláštní oddech na který má pracovník nárok
- **Čas dávkových podmíněně nutných přestávek** – mezi tento typ časů se může řadit například čas, kdy čekáme na jeřáb

Směnový čas – oproti dávkovému času je zde rozdíl, že časy se nevztahují odpracovaným kusům čili dávce, ale k času. Konkrétně k délce směny. Nezohledňujeme zde počet odpracovaných kusů, ale počet odpracovaných směn. Rozeznáváme zde tyto časy:

- **Čas směnové práce** – do tohoto času se řadí čas výroby výrobků, časy potřebné k přípravě a ukončení práce a dále se zde zahrnují časy činností, které je nutné vykonat při nástupu a odchodu ze směny. Tyto činnosti jsou nejčastěji příprava pracoviště a úklid pracoviště
- **Čas směnových obecně nutných přestávek** – například čas strávený na přestávce na jídlo

- **Čas směnových podmíněčně nutných přestávek** – mezi tento typ časů se může zahrnout například čas strávený čekáním na zaběhnutí procesu

Nyní si popíšeme časy nepravidelné. Jsou to časy, které se objevují náhodně.

Ztráty času – tímto označením vyjadřujeme čas, který není přímo účelně nutné k výrobě. Tyto časy se vyskytují zcela náhodně, jejich výskyt se zaznamenává a snažíme se o jejich odstranění, jelikož nám snižují produktivitu a zvyšují náklady.

Typy časových ztrát:

Osobní ztráty času – vznikají při pochybení zaměstnance, jde například o porušení morálky nebo jeho chyby na výrobcích.

Technickoorganizační ztráty času – tyto ztráty nejsou způsobené pracovníkem. Způsobil je management tým, že nedostatečně organizačně a technicky nezajistil výrobu na daném pracovišti. Například čekání na odstranění poruch.

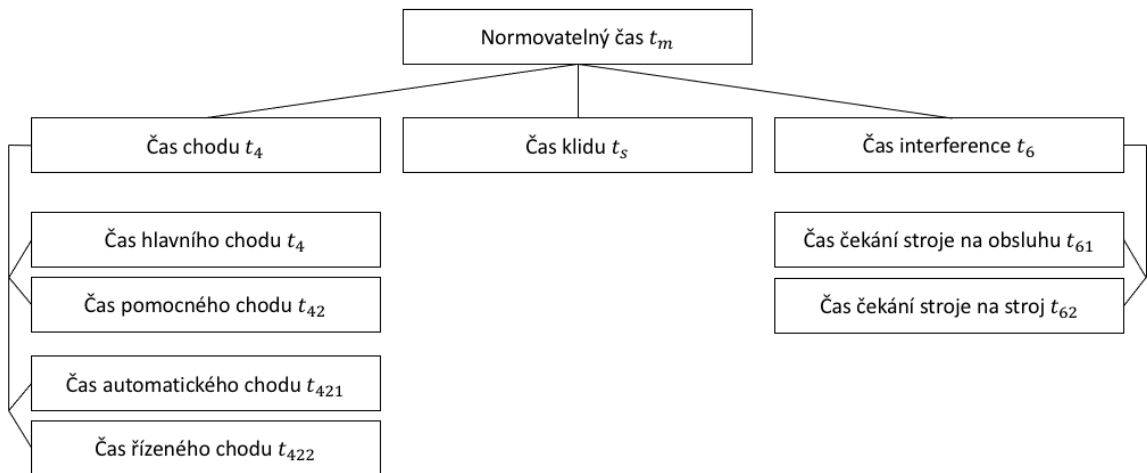
Ztráty času víceprací – tyto časy znamenají nejčastěji opravu chyb, nezaviněných pracovníkem. Jedná se například o cizí zmetky, špatný výrobní postup apod.

Ztráty času čekáním – do těchto časů spadá čekání spojené s odstraňováním poruch, které byly zaviněny laxní přípravou výroby a špatnou údržbou. Nalezneme zde čekání na práci, materiál, opravy apod.

Ztráty času vyšší mocí – mezi tyto časy řadíme události, které nelze nijak ovlivnit. Jedná se o působení přírodních sil.

2.2 Třídění spotřeby času výrobního zařízení

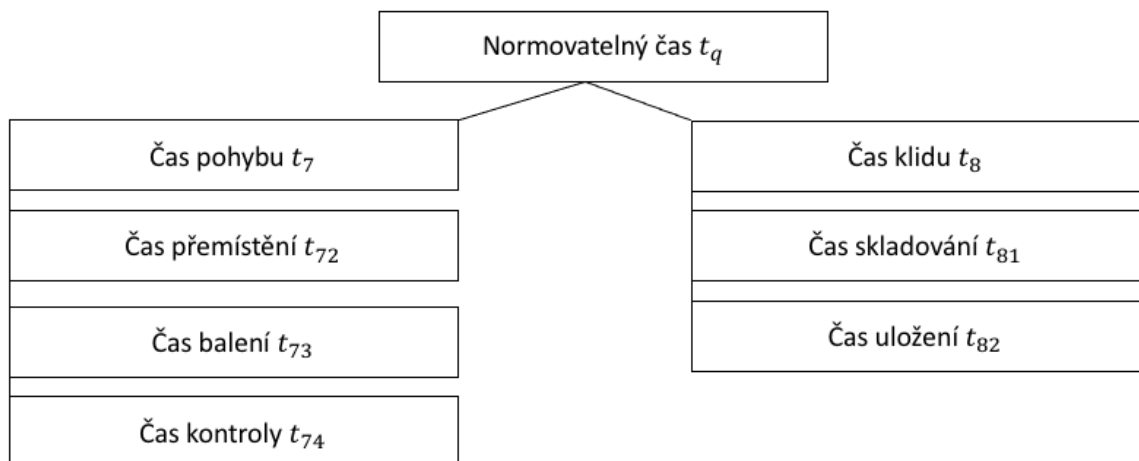
V souvislosti s výrobním zařízením se snažíme především stanovit kolik je stroj schopen vyrobit a stanovit reálné normy času výrobních zařízení. Toto rozdělení se využívá tam, kde jsou velmi nákladné a rozsáhlé výrobní systémy, například v chemickém či hutním průmyslu u strojů vyrábějící teplo nebo elektřinu. U těchto typů výrobních zařízení je zcela esenciální plynulý chod, jelikož každá vteřina je neuvěřitelně drahá. Normy výkonu se zde přiřazují tedy výrobnímu zařízení. Mezi časy interference se řadí ty činnosti, kdy není možné nyní vyrábět, jelikož například předchozí stroj ještě nedokončil výrobu nebo se čeká na pracovníka, který může obsluhovat více strojů. (Lhotský, 2005)



Obrázek 3 - Třídění spotřeby času výrobního zařízení (Lhotský, 2005)

Třídění spotřeby času pracovních předmětů (Lhotský, 2005)

Z důvodu optimalizace pohybů jednotlivých předmětů práce a dávek materiálů, které se k nim pojí (stejně tak nástrojů, pomůcek apod.) rozeznáváme třídění spotřeby časů pracovních předmětů, které můžete vidět na obrázku č. 4. Na obrázku se nachází rozlišení na základě normovatelného času.



Obrázek 4 - Třídění spotřeby času pracovního předmětu (Lhotský, 2005)

2.3 Označení druhů spotřeby času

Podle Lhotského (2005) se pro rozlišení a zjednodušení práce s druhy spotřeby časů používá označení smluvenými symboly:

Symbol – skládá se ze dvou částí. Základní část a index. Základní část obsahuje:

- T – označuje čas směny nebo souhrn určitých spotřeb
- t – označuje normovatelný čas ve vztahu k jednotce produkce

Index základního znaku – nachází se na prvním místě indexu. Jsou to písmena velké abecedy.

- A – jednotkový čas
- B – dávkový čas
- C – směnový čas
- N – souhrn normovatelných časů za směnu

Číslice na druhém místě:

- 1 – čas práce
- 2 – čas obecně nutných přestávek
- 3 – čas podmíněčně nutných přestávek

Číslice na třetím místě – vyjadřují druh chodu stroje

- 1 – čas řízeného chodu
- 2 – čas automatického chodu
- 3 – čas nezávislého chodu

Označení ztrát času – základem je písmeno T, jelikož se většinou vztahují ke směně.

Dále je zde označení:

- O – osobní ztráty
- E – technickoorganizační ztráty
- F – ztráty vyšší moci

2.4 Metodika normování

Pro normování práce je podle Zemčíka (2002) nutné analyzovat spotřebu času práce, provádět rozbor a sledovat organizaci z několika pohledů. Buďto může sledovat spotřebu času ve směně nebo v operaci

- **Sledování spotřeby času ve směně (Zemčík, 2002)**

Co se zaměření týče, může být dvojitý. Buď na pracovníka jako jednotlivce nebo na pracovní skupinu. Stejně zůstává ovšem to, že sledujeme celou směnu včetně všech přestávek či přerušování práce. Měříme trvání všech činností a děláme si poznámky. Následně tyto data analyzujeme. Pokud slouží snímek pracovního dne k vytvoření norem. Je nutné dbát na to, aby bylo pracoviště vybaveno vším, co pracovník či skupina potřebují, aby došlo k přesnému splnění postupu práce.

- **Sledování spotřeby času v operaci (Zemčík, 2002)**

Při sledování spotřeby času v operaci se zaměřujeme spíše na to, aby pracoviště, které zkoumáme co nejlépe uzpůsobeno pro výrobu daného typu výrobku. Sledování slouží k tomu, abychom získali podklady pro vytvoření co nejlepší organizace práce a vůbec celého pracoviště. Získáme data, která nám budou sloužit jako podklad pro tvorbu norem spotřeby času operace. Rozeznáváme v praxi tyto druhy snímků:

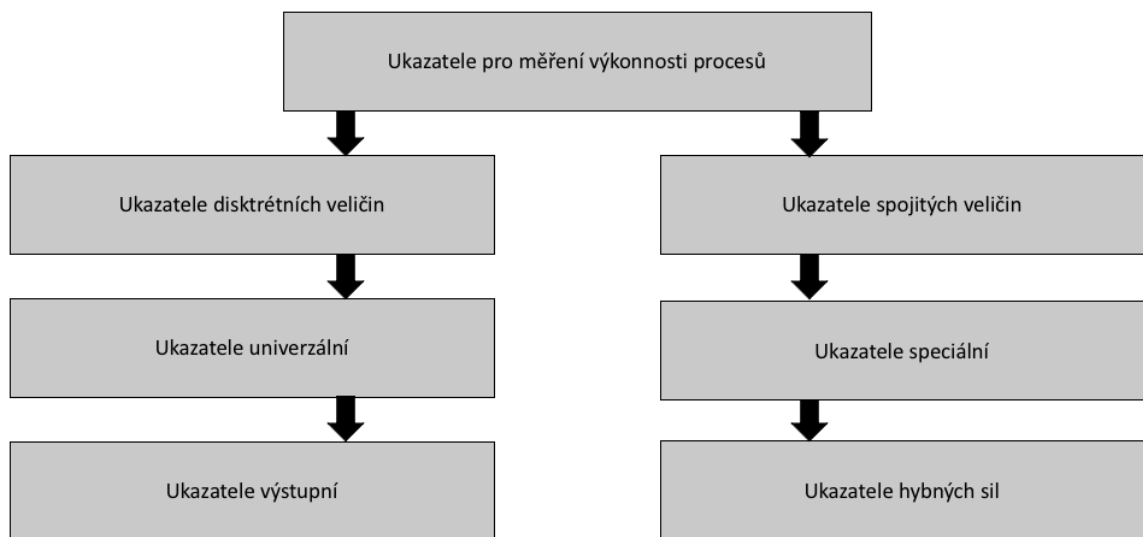
- a) Chronometráž (velkosériová výroba) – zkoumá to, jestli jsou jednotlivé úkony nezbytné. Snažíme se o co nejméně spotřebovaného čas.
- b) Snímek průběhu práce (malosériová výroba) – u určitých výrobků je možno měnit sled operací.

2.5 Měření výkonnosti procesů

Podle Ciencale (2011) po tom, co jsme vytvořili fungující systém jednotlivých na sebe navazujících procesů, je nutné, abychom získávali pravdivá data, která reprezentují chování našeho systému. To zabezpečíme měřením. Otázkou ale zůstává to, co vlastně potřebujeme změřit? Je to výkonnost. „*Výkonnost je míra dosahovaných výsledků*“ (Ciencale, 2011). Neznamena to nic jiného než porovnání výsledků z jednotlivých měření a naplánovanými cíli procesu.

Důvody měření procesů podle Ciencaly (2011):

- Zjištění, jak proces skutečně funguje a jak se chová.
- Výkonnost může být pro zaměstnance motivující.
- Když jsme schopni zjistit, jak náš proces skutečně funguje, budeme schopni jej efektivně zlepšovat.



Obrázek 5-Základní členění ukazatelů pro měření výkonnosti procesů (Ciencala, 2011)

Na Obrázku č. 5 lze vidět základní rozdělení charakteristik pro měření výkonnosti procesů. Dělíme je na spojité a disktrétní veličiny. Za spojité ukazatele neboli ukazatele výstupní, považujeme například průběžný čas procesu nebo náklady na proces. Za disktrétní ukazatele považujeme zase například počet vadných kusů neboli neshod. (Ciencala, 2011)

2.5.1 Postup měření výkonnosti procesů

Metodika pro zjišťování reálných parametrů se nazývá Měření parametrů procesu. Ciencala (2011, s. 75) popsal tuto metodiku následovně.

1. „Proces je definován atributy: hranice procesu, posloupnost činností, zákazníci, dodavatelé, regulátory a parametry
2. Správce procesu (společně s týmem) stanoví atributy procesu, zaznamenává je a uvědomuje si je
3. Pro kvalifikované posouzení:

- *Efektivnosti a účinnosti procesu (podprocesu) v současné době,*
- *Které činnosti v procesu vybrat a zabývat se jejich změnou,*
- *Jak by měl proces vypadat po případné změně,*

Musí být stanoveny parametry, které o výkonnosti procesu něco říkají

4. *Správce procesu vybírá vhodné parametry a rozhoduje o provedení (provádění) jejich měření (kvantifikace). Jen na základě správně zvolených a pravdivě změřených parametrů lze zjistit, v jakém stavu se proces nachází.*
5. *Pokud není předem změřena výkonnost procesu, nelze navrhovat změnu jeho výkonnosti. Parametry procesu se mohou pro každý proces lišit. Existují parametry, které jsou obecné pro všechny procesy: Náklady na proces, průběžná doba, přidané hodnota, spokojenost zákazníků. Parametry by měly být navrhovány s vědomím, že budou sloužit také pro monitorování procesů, tzn. k získání informací o tom, jak proces funguje, jaká je jeho efektivnost a účinnost, ke stanovování časových řad, posuzování vlivů působících na proces a další analýzy.*
6. *Pokud jsou již některé parametry stanoveny, měřeny a vyhodnocovány, měly by se využít pro hodnocení procesu. Jestliže nejsou stanoveny žádné parametry, musí je správce s týmem stanovit. Zároveň navrhne způsob měření (časový interval, způsob zaznamenávání, kdo bude měření provádět, jakými prostředky, jaká data se k tomu budou využívat, kdo bude odpovědný za sběr dat, jaká bude forma výstupu z měření a podobně).“ (Ciencala, 2011, s. 75)*

3 METODY ANALÝZY DAT A JEJICH ZPRACOVÁNÍ

Košturiak (2010) tvrdí, že čas je pro velkou spoustu firem stresujícím faktorem. Pracovníci kolikrát nemají čas se ani zastavit a z tohoto důvodu často vznikají chyby nebo problémy. Když se tyto problémy řeší bez analýzy, dopadá to tak, že se udělá nějaké nápravné opatření, které z důvodu nepochopení podstaty problému nemají účinnost. Proto bychom podle Košturiaka (2010) před řešením problému měli znát tyto náležitosti:

- Nejprve je nutné si stanovit co se vlastně děje. Jaký je problém a jaké jsou jeho následky, jak je tento problém velký nebo například čeho je možné dosáhnout, když jej odstraníme.
- Dalším důležitým faktorem je zjistit chování procesu ve kterém se vyskytuje problém. Tím jsou myšleny například jeho výstupy.
- V poslední části nám jde o zjištění toho, co daný problém spouští.

Nejdůležitějším faktorem vedoucím k úspěšnému odstranění problému je bezpochyby detailní pochopení toho, jak daný proces funguje. Tohoto faktoru můžeme dosáhnout například fotografováním, videozáznamy nebo klasickým snímkováním pracoviště. (Košturiak, 2010)

Organizace využívající procesní analýzu se nejčastěji snaží zlepšení. Může se jednat o rentabilitu, efektivnost, hospodárnost či určitou optimalizaci daného procesu. Jednou z možností použití analýzy je označit popis procesů jako podklady pro různé další práce, například se může jednat o nastavení workflow, různá data pro zákazníky, reengineering nebo optimalizace výrobních procesů (Process analysis, <https://managementmania.com/cs/analyza-procesu-procesní-analyza>).

3.1 Metody a techniky používané v analýze výrobních procesů

V uvedené kapitole jsou popsány metody, používané pro analýzu výrobních procesů a které jsou následně využity v této bakalářské práci.

3.1.1 Brainstorming

Podle Košturiaka (2010) je brainstorming metoda jejíž cílem je vymyslet v okamžiku co nejvíce nápadů, které se pak dále vyhodnocují a její postup je následovný:

1. Určení rolí a dalších okolností
2. Seznámí s tématem a jeho prezentace
3. Brainstorming (několik desítek minut naprosto spontánního říkání svých myšlenek, tyto myšlenky jsou zapisovány na tabuli)
4. Roztřídění získaných podnětů a závěrečné vyhotovení záznamu

S touto metodou se pojí i pravidla, které je vhodné dodržovat, patří mezi ně jistota, že účastníci rozumí tématu nebo například, že skupinky lidí by měli mít čtyři až osm členů. Zapisovat by se měly všechny nápady. (Košturiak, 2010)

3.1.2 Produktivita

Tuček (2006) ve své knize uvádí, že produktivita je v průmyslovém inženýrství jedním z nejdůležitějších pojmů používaných pro hodnocení podniku. Nízká produktivita může často vést ke změně firemní struktury. Tento pojem ukazuje, jak moc dobře jsme schopni využít naše zdroje. Získáme ho, když poměrujeme vstupy s výstupy. Standard produktivity je pojem, který udává optimální produktivitu, které chceme dosahovat. Tento standard se porovnává s reálnou produktivitou a nazýváme ho index produktivity.

3.1.3 Cyklový čas

Cyklový čas popsal Boogaard (2021) jako pojem pocházející ze štíhlé výroby označující dobu potřebnou k dokončení úkolu od jejího začátku až do konce. Můžeme si ho představit jako dobu výroby určitého předmětu. Používá se například pro odhad dodávky objednávky zákazníkovi. Použití nalézá ve velké spoustě oborů od výroby až po řízení projektů. Oproti cyklovému času rozeznáváme ještě takt. Je to rychlost, s jakou je potřeba produkt vyrobit, aby uspokojil poptávku zákazníků. Je podobný době cyklu, ale zdůrazňuje rychlost výroby ve vztahu k tomu, kolik zákazníků požaduje váš produkt nebo službu. Lead time potom

označuje dodací lhůtu. Je to doba, kterou zabere celý výrobní cyklus od fáze objednávky až po fázi konečné platby. Tato metrika odhaluje čas, který uplyne mezi objednávkou a doručením, a poskytuje přehled o tom, jak dlouho váš proces trvá z pohledu zákazníka.

3.1.4 Standardizace

Tomek (2007) tvrdí, že standardizace je pojem, který má za cíl sjednotit výrobní postupy a jiné činnosti v podnicích, u kterých je vyžadováno přesné dodržení postupu. Využívá se především proto, že každý člověk jinak přemýšlí, a i jednoduchou operaci udělá každý jinak. Je proto vyžadována stabilizace těchto procesů k zajištění správného provedení. Díky snížení rozmanitosti v procesech můžeme dosáhnout nižší zmetkovitosti. Cílem je tedy zúžit možnost výběru provedení operace na nejlépe jednu, neoptimálnější variantu, která by měla být nejjednodušší.

3.1.5 Normativ

Normativ je podle Dulové (2005) údaj, který vyjadřuje vztahy a závislosti mezi veličinami. Používají se při normování práce. Na rozdíl od norem nosí normativ kompletní údaje o operacích. Zjednodušeně normativy říkají, co se má vykonat, jakým způsobem, jak dlouho se to má dělat a kolikrát se to má udělat. Dělíme je na normativy času, které vyjadřují údaje o časovém trvání operací, dále na normativy technologické, které nosí údaje o tom, jak se mají stanové operace vykonávat a dále pak na normativy četnosti, čekání výrobního zařízení nebo početních stavů.

4 VYBRANÉ METODY ZLEPŠOVÁNÍ PROCESŮ

Chromjaková (2013) popisuje zlepšování výrobních procesů jako provádění určitých činností, jejichž cílem je dosáhnout vyšší úrovně procesu ve srovnání se současným stavem. Metody, které byly vytvořeny pro zlepšování procesů jsou použitelné nejen v oblasti výrobních procesů, ale například i v životě. Většinou se jedná o systematické metody, které mohou a nemusí mít striktně daný postup. Někdy se může jednat i pouze o myšlenku. Častou chybou v oblasti zlepšování může být, že zlepšování není jednorázovou činností, která končí dokončením zlepšení. Proces zlepšování je nutno chápat jako nekonečný proces a honba za dokonalostí.

4.1 Neustálé zlepšování

Chromjaková (2013) tvrdí, že pokud chce být jakákoli společnost úspěšná, musí neustále zlepšovat. Toto tvrzení má hned několik opodstatnění. Tím největším jsou bezpochyby zvyšující se nároky zákazníků, konkurenční výhoda, snižování ceny na základě odstranění plýtvání, vývoj nebo třeba zvyšující se životní standardy.

Podle Chromjakové (2013) by proces neustálého zlepšování měl zahrnovat následující části:

- a. Identifikace problému a oblasti, ve které problém vznikl.
- b. Zhodnocení současného stavu, analýza údajů, výběr problému a stanovení cíle zlepšení.
- c. Identifikace příčin problému.
- d. Výběr a uplatnění nejlepšího řešení problému.
- e. Zhodnotit, zda byl problém a jeho příčiny spolehlivě odstraněny.
- f. Standardizace – nahrazení starého procesu procesem standardizovaným (zlepšeným).
- g. Zhodnocení efektivnosti a účinnosti tohoto řešení a zvážit možnost využití tohoto řešení i jinde.

4.1.1 Neustálé zlepšování pomocí preventivních opatření

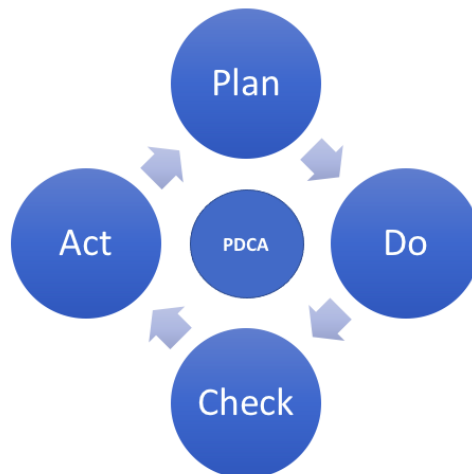
Preventivní opatření se podle Chromjakové (2013) zavádějí pro odstranění možnosti vzniku neshody. Firmy se snaží odhalit možné problémy, aby se vyvarovaly nákladům, které by vznikly v případě vzniku problému. Důvodem zavádění preventivních opatření mohou být například vysoká možnost výskytu neshod nebo znepokojivé výsledky různých analýz. Mezi jedny z nejpoužívanějších analýz patří například FMEA nebo FTA.

Při neustálém zlepšování pomocí preventivních opatření postupujeme podle Chromjakové (2013) těmito kroky:

1. Identifikace možných problémů v procesech
2. Výběr nejvýznamnějšího problému, na který se budeme zaměřovat
3. Rozbor možných příčin vzniku našeho problému
4. Návrh preventivních opatření a jejich implementace
5. Zhodnocení účinnosti preventivních opatření
6. Provedené změny zavést natrvalo do procesu nebo je upravit

4.2 PDCA cyklus

Nenadál (2008) uvádí, že PDCA neboli Demingův cyklus je sled kroků navržených pro zlepšování procesů. Tento jednoduchý nástroj lze využít snad všude a je hojně používán. Skládá se ze čtyř částí. V první části je potřeba na základě identifikovaných příležitostí naplánovat nápravná či preventivní opatření. Ve druhém kroku dochází k realizaci naplánovaných opatření. Obvykle jsou tyto opatření provedeny nejprve v menším měřítku. Dalším krokem je měření výsledků dosažených po provedení nápravného opatření a jejich analýza v porovnání s očekávanými výsledky. V posledním kroku, který jak již jeho název napovídá jde o reakci na dosažené výsledky a případné upravení procesu. Demingův cyklus je zobrazený na obrázku č. 6.



Obrázek 6 - PDCA cyklus (vlastní zpracování podle Deminga)

4.3 Štíhlý koncept zlepšování procesů

Uvedené téma pojednává o štíhlosti. Přesněji o štíhlých procesech. Podle Chromjakové (2013) je nejjednodušším vysvětlením myšlenky tohoto konceptu, že se snažíme odstranit co nejvíce činností, které nepřidávají užitek produktu, který nabízíme zákazníkovi. Tyto činnosti pro nás představují plýtvání, jelikož nám za ně zákazník neplatí.

Štíhlý koncept se, jak uvádí Chromjaková (2013), dá rozdělit na 4 etapy:

1. V první řadě je nutno definovat hodnotový tok od místa vzniku cyklu produkce až po jeho konec,
2. Dále je nutné identifikovat parametry, které do procesu vstupují a vystupují, které se následně optimalizují pro eliminaci neproduktivních činností,
3. V tomto kroku dochází k tvorbě plynulého výrobního toku, který se snažíme udělat co nejkratší a nejrychlejší. Využíváme zde buď systém tlaku nebo tahu,
4. Zlepšování výrobního toku a zvyšování přidané hodnoty,

Štíhlý koncept podle Chromjakové (2013) obsahuje spoustu možností, jak zlepšovat. Je zde mnoho parametrů, na které se lze zaměřit. Ty nejdůležitější jsou:

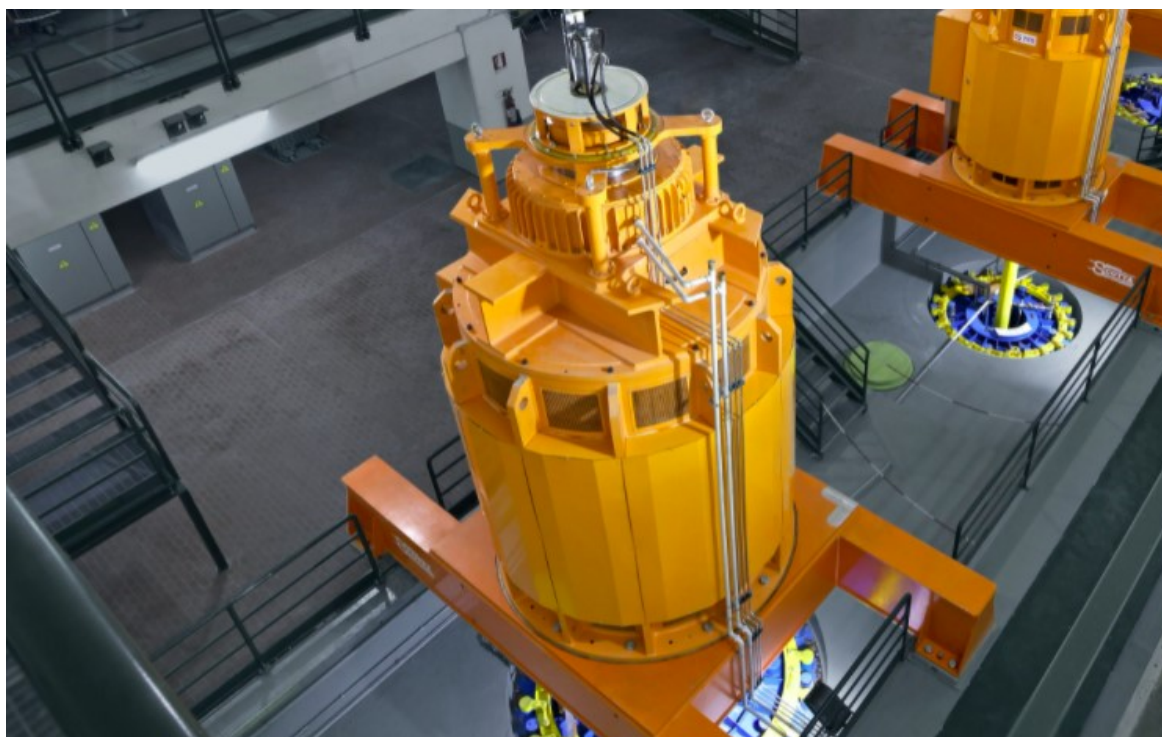
- Buňková výroba – cílem je dosáhnout co nejkratšího času v procesech. Klademe důraz na minimální zásoby
- Čas taktu – průměrný čas pracovní operace = za jak dlouho pracoviště vytvoří produkt
- Standardizace práce – zajištění stejného výstupu u stejného procesu

- Systém KAIZEN – odhalování plýtvání v hodnotovém toku a jeho eliminace
- Eliminace chyb – snaha o preventivní opatření, které zamezí neshodné výrobě

II. PRAKTICKÁ ČÁST

5 PŘEDSTAVENÍ FIRMY

Tato bakalářská práce byla vytvořena ve Vsetínské společnosti TE Vsetín s.r.o. Tato společnost patří mezi evropskou špičku v zakázkové výrobě elektrických motorů, generátorů, pohonů a jiných elektrických strojů včetně jejich komponentů. Historie této firmy je více než stoletá a pojí se s jedním známým vynálezcem, Josefem Sousedíkem. Tento vsetínský vynálezce stojí za více než dvěma stovkami patentů, které vznikly po tom, co v roce 1919 otevřel elektrotechnickou továrnu později známou jako TE Vsetín. V dalších letech došlo k růstu firmy, stavěly se nové dílny a vyráběly revoluční výrobky. V roce 1934 měla tato vsetínská firma již na dvě stovky zaměstnanců, když přišla hospodářská krize. Majetek byl převeden na jiného majitele. Dalším výrazným milníkem je rok 1945, kdy se již pod značkou MEZ Vsetín dodávaly elektrické stroje zejména do SSSR. V roce 1994 přišla privatizace a přejmenování na již dnešní název TE Vsetín. V dalších letech došlo k expanzi do světa, když se začaly vyrábět výkonné stroje do elektráren. (Firemní propagační materiály TES Vsetín)



Obrázek 7 - Hydrosynchronní generátor (podniková dokumentace)

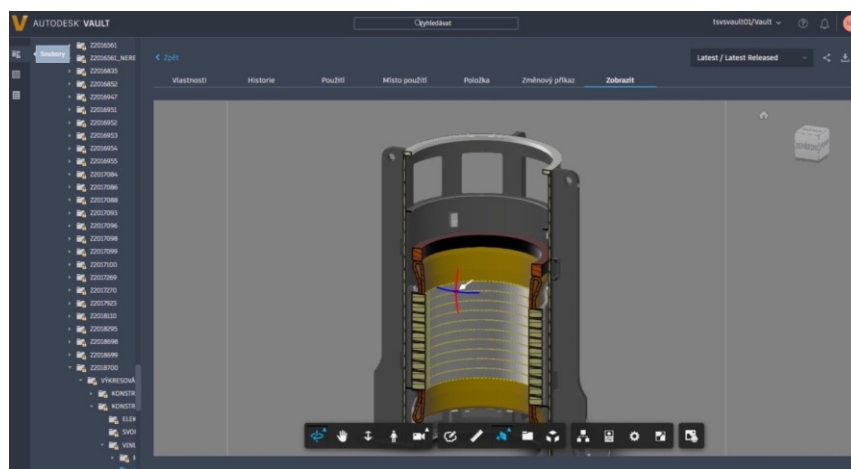
Firma TE provádí výrobu elektrických strojů od návrhu až po montáž a servis do výkonu 30 MW. Jejich stroje můžeme nalézt ve vodních, větrných či jaderných elektrárnách nebo například v automobilovém, námořním či ocelářském průmyslu po celém světě. (Firemní propagační materiály TES Vsetín)



Obrázek 8 - Synchronní generátor (podniková dokumentace)

Společnost si zakládá na výrobě bezpečných strojů, snaží se neznečišťovat životní prostředí, váží si svých zaměstnanců a spolupracuje se spolehlivými dodavateli. Zákazníkům se snaží vyhovět co nejlépe a dodat jim přesně ten produkt, který chtějí. Firma si potrpí na zlepšování a dodržování přísných standardů. (Firemní propagační materiály TES Vsetín)

Firma TE využívá moderní informační systémy i v předvýrobních etapách, kdy technolog, i výroba mají v prostředí webového prohlížeče k dispozici elektronický archiv výkresu ale i prohlížení modelů. Na modelech je možné zobrazovat řezy, jednotlivé komponenty, či doměřovat vzdálenosti viz obr. 9.



Obrázek 9 - Zobrazení řezu statoru v softwaru Autodesk (vlastní zpracování)

6 POPIS PRACOVIŠTĚ A PROCESU

V rámci úvodní procesní analýzy bylo detekováno, že proces navíjení zahrnuje základní technologické operace:

- Příprava materiálu
- Vložení cívek
- Zapojení
- Ostatní práce

Na obrázku č. 10 můžeme vidět pracoviště navíjení statorů. Jak je patrné jedná se o ruční vkládání, ve kterém se vykonávají téměř čistě manuální operace. Na obrázku můžete vidět 4 statory v různých fázích výroby. Tři ze čtyř statorů jsou totožné, jedná se však o ojedinělost, kdy se vyrábí vícekusová série generátorů.



Obrázek 10 - Pracoviště navíjení (vlastní zpracování)

Příprava materiálu spočívá v kontrole základních komponentů a to – statorpaketu a cívek. Statorpaket představuje svařenou a opracovanou kostru statoru, do které jsou naskládány drážkované plechy, které tvoří jádro statoru a do kterých se vkládají cívky. Statorpaket je produktem firmy TE. Vysokonapěťové cívky se nakupují od externího dodavatele a procházejí samostatnou vstupní kontrolou (elektrickou, rozměrovou).

Pracovníci navijárny si v rámci přípravy materiálu připravují izolační materiál dle rozpisky. Jedná se přitom o stříhání izolací z papíru a jejich tvarování. Stříhání probíhá na tabulových nůžkách, tvarování na tvarovače. Všechn potřebný materiál pro práci navíječe je uvedený v rozpisce materiálu a na základě výrobního dokumentu tento materiál ze skladu je i vydáný.



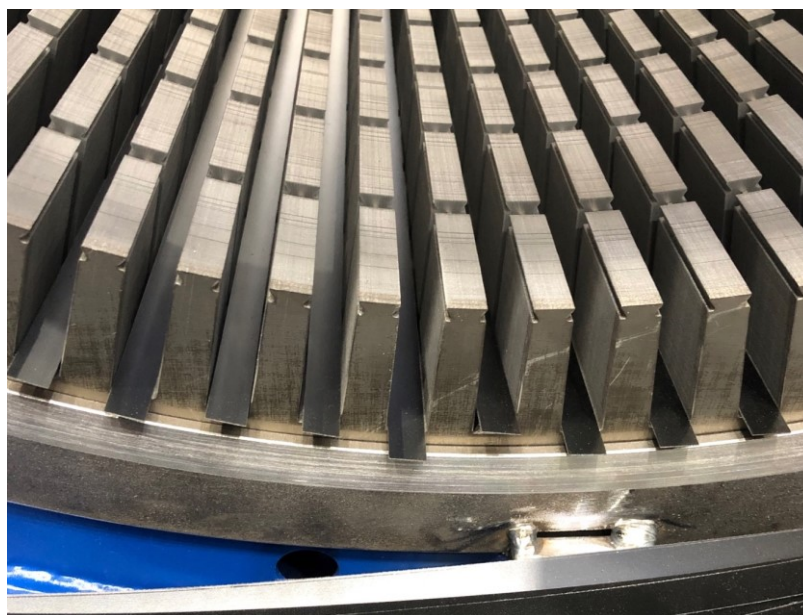
Obrázek 11 - Stator před procesem navíjení (vlastní zpracování)

Na obrázku č. 11 můžeme vidět stator, který se nachází ještě před zahájením procesu. Jedná se o komponentu stator-paket. Svařený a opracovaný plášť tvoří kostru stroje. Do této kostry jsou naskládány vylisované dynamoplechy.



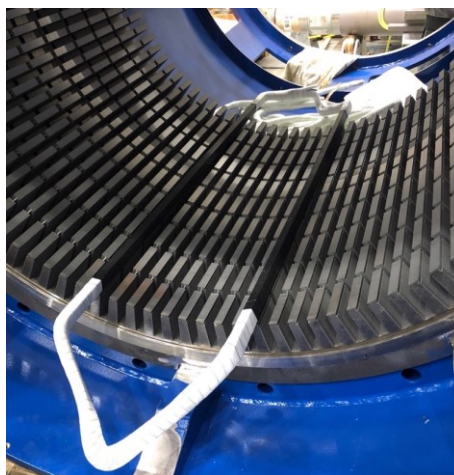
Obrázek 12 – Sklotextit (vlastní zpracování)

Na obrázku č. 12 můžeme vidět nachystaný izolační materiál sklotextit, jehož použití můžeme vidět na obrázku č. 13.



Obrázek 13 - Sklotextit vložený do drážek (vlastní zpracování)

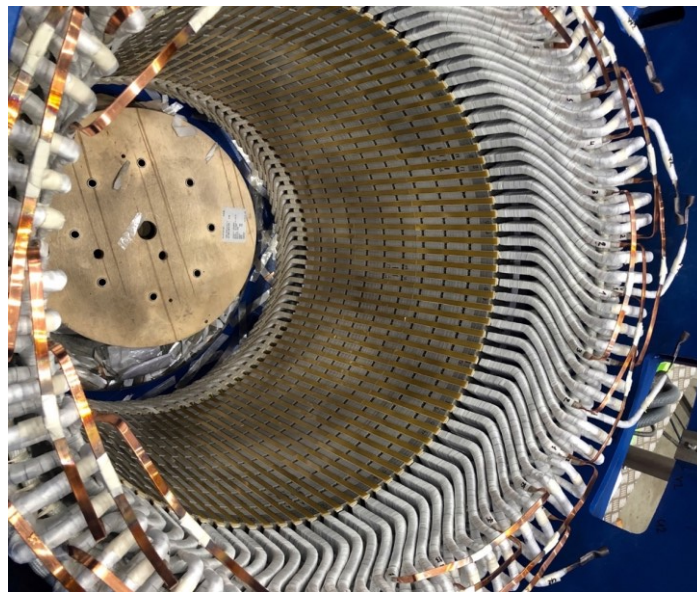
Dalším krokem v navíjení statorů je časově náročnější proces, ve kterém se jednotlivé cívky vkládají do drážek paketu. Tento proces můžeme vidět na obrázku č. 14. Tyto cívky přicházejí na dílnu již připraveny. Tento proces vykonává dvojice pracovníků společně. Vkládání cívek do drážek si vyžaduje zručnost a zkušenost. Cívka se do drážky vkládá s vysokou opatrností, aby nedošlo k poškození izolačních vrstev, které jsou náchylné na poškození. Váha samotné cívky se může pohybovat až do 5 kg. Cívka se při vkládání i částečně formuje a do drážek se může i doklepávat. Výrazným ztížením při této práci je vstup do kostry, protože paket je umístěný ve středu kostry. V tomto případě jsou kritické hlavně menší osově výšky, protože do malých koster je horší vstup.



Obrázek 14 - Cívka na paketu (vlastní zpracování)

Po vložení všech cívek a jejich doklepání na dno drážek následuje jejich zaklínování do drážek paketu pro zajištění proti pohybu. Pro vytěsnění prostoru mezi cívkami a klíny se vkládají opět sklotextitové pásky, které zabezpečují tuhé zaklínování – viz obrázek č. 15. Jedná se o náročnou práci, kdy se klíny musí přes drážku dotloukat kladivem do konečné pozice.

Po vložení probíhá elektrická zkouška cívek, která odhalí případné poškození cívky (zkrat na kostru). V případě takového odhalení musí dojít k výměně poškozené cívky.



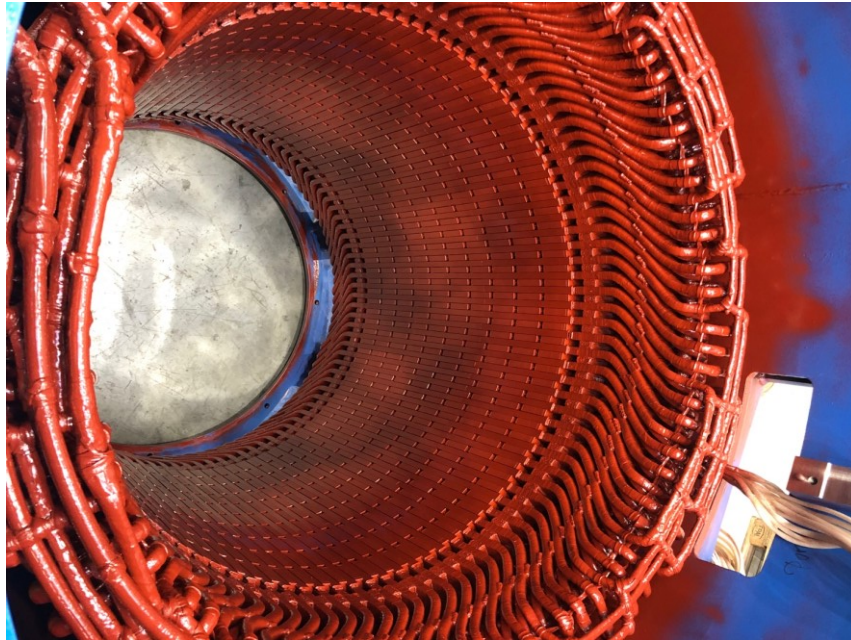
Obrázek 15 - Stator po vložení sklotextitu (vlastní zpracování)

Na obrázku č. 16 je detailně znázorněné spojení cívek. Spojení je prováděno odporovým pájením a spoje jsou izolovány opět páskou – skladbu izolace určuje konstrukce na výkrese.



Obrázek 16 - Detail spojených cívek (vlastní zpracování)

Po spojení vývodů cívek a jejich izolaci se vinutí impregnuje různými laky. Takto impregnovaný stator můžeme vidět na obrázku č. 17. Impregnace však už není součástí procesu navíjení, proto ji nevěnujeme další pozornost.



Obrázek 17 - Stator po impregnaci (vlastní zpracování)

Stator po dokončení všech operací včetně montáže rozvodových skříní a zapojení můžete vidět na následujícím obrázku č.18. Za povšimnutí stojí jeho velikost, je zhruba 5,5 metru vysoký. Oproti tomu na Obrázku č. 10 statory měří zhruba 2 metry, avšak hlavní rozdíl pro pracnost netvoří výška, ale to, kolik drážek pro cívky se zde vyskytuje a jak složité má stroj zapojení.



Obrázek 18 - Hotový stator (vlastní zpracování)

7 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU

Předmětem analýzy je posoudit pracnost a náklady na vysokonapěťové statory vlastní výroby. Jedná se o statory navinuté pro napětí nad 1000 V. Jak bylo zmíněno, jsou to statory, do kterých se vkládají cívky z profilového vinutí. Tyto stroje začínají od osově výška 300 až do 1000 mm (osová výška je vzdálenost od osy stroje po patky stroje). Ojediněle se vyskytují i vyšší až do 2450 mm. K dispozici jsme měli data za roky 2019 až 2021, což představovalo celkem 37 statorů. Vzhledem k tomu, že firma používá informační systém QAD, byly k dispozici všechny potřebná data dostupné dle požadovaných kritérií. Za zmínku stojí, že i tu jsme narazili na jeden problém získávání dat. A to nutnost manuálního očištění celkových nákladů od nákladů na stator před navíjením abychom dostali hodnoty nákladů pouze na navíjení.

Verze	Potvrzeno	Úprava	Důvod změny	Číslo změny			
Pracovní postup	Ope...	Název	VS	Stroj	Tbc	Tac	Čas lidský
T00048096/00	10	PRIPRAVIT MATERIAL	263001	09724	5	288	288
T00048096/00	20	VKLADAT	263001	09724	30	2602	2602
T00048096/00	30	VYPOMOC	263001	09724	30	2602	2602
T00048096/00	40	E.KONTROLA	263019	09881	120	90	90
T00048096/00	50	ZAPOJIT	263001	09725	30	3100	3100
T00048096/00	60	VYPOMOC	263001	09725	30	3100	3100
T00048096/00	70	IZOLOVAT	263001	09725	0	766	766
T00048096/00	80	E.KONTROLA	263019	09881	30	90	90
T00048096/00	90	PRIPRAVIT	257202	09735	60	200	200
T00048096/00	100	IMPREGNOVAT	257202	07229	41	480	480
T00048096/00	110	VYTVRDIT	257201	11462	120	900	200
T00048096/00	120	CISTIT	257201	09661	20	250	250
T00048096/00	130	CISTIT	257201	09661	20	200	200
T00048096/00	140	KONTROLOVAT	257219	09863	0	20	20

Obrázek 19 - Pracovní postup – vstupní databáze z informačního systému (vlastní zpracování)

Pro ukázkou byl přiložen obrázek č. 19 znázorňující pracovní postup, ze kterého byly data získávány. Co se technických dat týče, ty byly vyňaty přímo z výkresů uložených v elektronické databázi. Pro analýzu jsme použili tyto data:

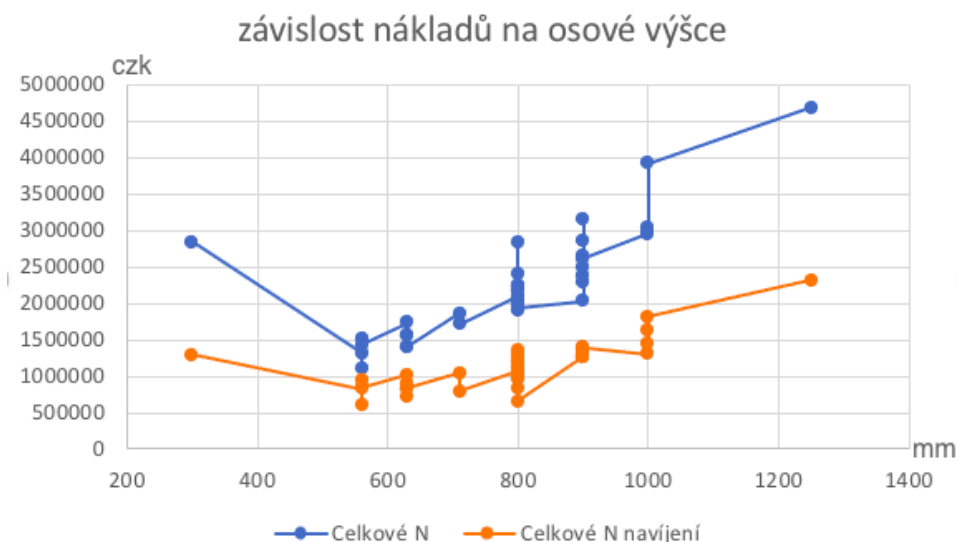
1. Technická data (zakázka, typ, osová výška, počet drážek a počet vývodů)
2. Údaje o pracnosti (vlození vinutí, zapojení vinutí, ostatní práce)
3. Údaje o nákladech (Celkové náklady, materiál, práce, kooperace) z pohledu tří skupin:

- I. Stator před navíjením
- II. Navíjení statoru
- III. Celkové náklady statoru

Data, využitá pro analýzu jsou zobrazené v příloze 1.

7.1 Analýza dat z výrobního procesu

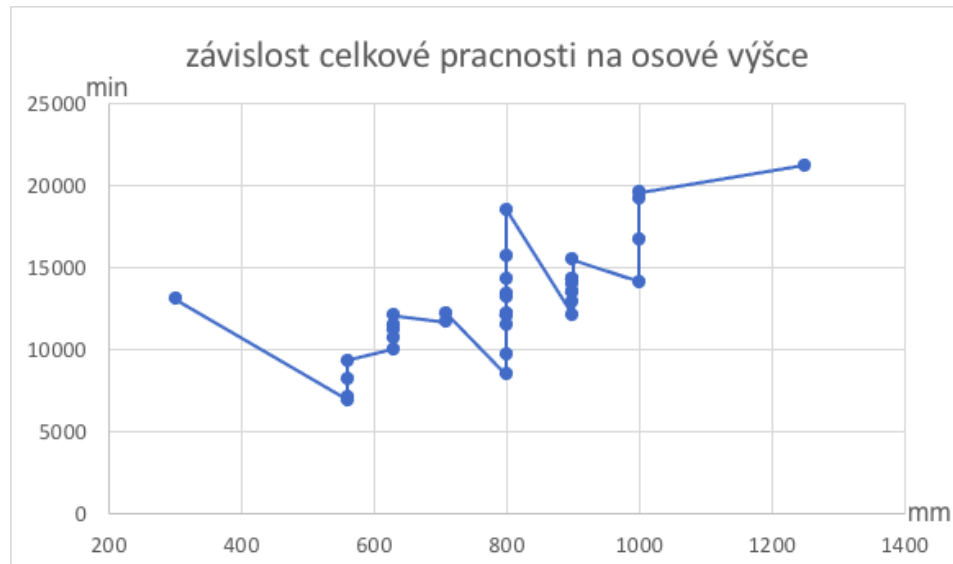
Při rozhovorech s pracovníky v managementu se opakovaně vyskytoval požadavek zjistit závislost nákladovosti a pracnosti na osově výšce. Často docházelo ve firmě k paradoxu, že velikostně větší stator měl nižší pracnost jako stator menší. Předpoklad byl, že čím je stator větší, tím je větší i pracnost. Z logického hlediska totiž vyplývá, že stator, který je dvakrát větší, musí mít větší náklady a pracnost. Ze seřazených dat jsme vytvořili následující grafy závislostí.



Obrázek 20 - Závislost nákladů na osově výšce (vlastní zpracování)

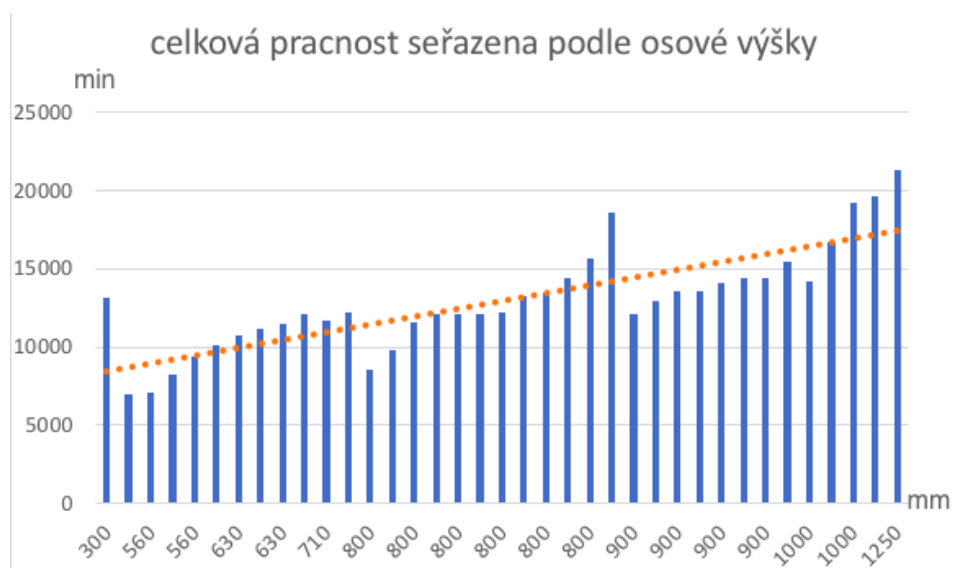
Na obrázku č. 20 lze vidět graf vytvořený z nasbíraných dat. Na ose x se nachází osová výška v milimetrech a osa y znázorňuje hodnotu nákladů v korunách českých. V grafu jsou znázorněny 2 křivky. Modrá křivka znázorňuje celkové náklady a oranžová náklady pouze pro navíjení. Při prvním pohledu na tento graf můžeme vidět, že tyto dvě křivky mají téměř totožný vývoj. Největší rozdíl mezi těmito křivkami můžeme sledovat u statorů s osovou výškou 900. Rozdíl je zde ovlivněn zejména tím, že do celkových nákladů vstupují u těchto statorů poměrně dost rozličné velikosti nákladů materiálu a práce na rozdíl od nákladů pouze pro navíjení, kdy se náklady téměř vůbec nemění. I to nás podnítilo k následnému šetření poměru nákladů materiál vůči práci (resp. kooperaci). Pro vysvětlení

s osovou výškou 900 mm. Důvodem, proč se tento stator odlišuje od trendu je především rozdíl v materiálových nákladech, který činí 197500 Kč. Takže dalším zjištěním je, že do nákladů statoru navinutého výrazně může zasáhnout i cena materiálu. Další závislostí, kterou je zapotřebí analyzovat, je závislost pracnosti na osové výšce statoru.



Obrázek 22 - Závislost celkové pracnosti na osové výšce (vlastní zpracování)

Obrázek č. 22 znázorňuje graf závislosti celkové pracnosti na osové výšce statoru. Již na první pohled lze říct, že neplatí čím větší stator, tím je větší pracnost. Největší stator sice má i největší pracnost, ale pokud se podíváme například na statory s osovou výškou 800 mm, můžeme vidět, že některé z nich jsou pracnější než některé statory i o 200 mm větší a při pozornějším prozkoumání grafu zjistíme, že to není jediný příklad.



Obrázek 23 - Celková pracnost seřazena podle osové výšky (vlastní zpracování)

Obrázek č. 23 nám znázorňuje opět pracnost v závislosti na osově výšce. Grafem je proložena spojnice trendu, abychom mohli lépe identifikovat statory, které se vyznačují extrémní odchylkou od této spojnice.

Pro znázornění vývoje složek nákladů, byl vypracován graf vývoje nákladových složek.



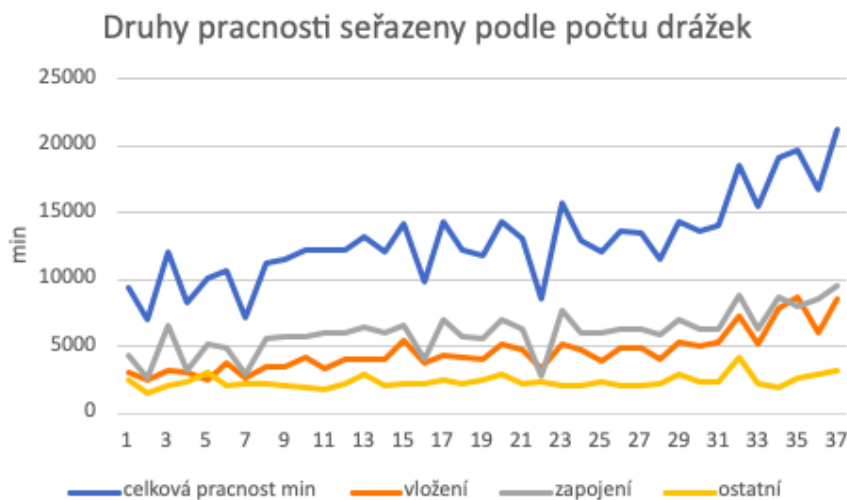
Obrázek 24 - Vývoj složek nákladů při růstu osově výšky (vlastní zpracování)

Na obrázku č. 24 můžeme vidět, že celkové náklady na navíjení jsou téměř dokonale kopírovány náklady na materiál. Můžeme tedy říct, u navíjení ovlivňují náklady především materiálové náklady. Při pohledu na křivku znázorňující náklady na práci můžeme již na první pohled vidět výrazný nárůst u sedmáctého statoru. Tomuto statoru náleží artikl T00037338 a má osovou výšku 800 mm. Při zkoumání důvodu vysoké odchylky můžeme konstatovat, že se jedná o chybné určení pracnosti. Menší – ale viditelný extrém u statoru č. 24, tedy artiklu T00037802, je na tom podobně.

Dále můžeme z v grafu vidět křivku pro kooperaci, která v podstatě kopíruje osu x. Je to způsobeno tím, že zobrazené náklady se týkají pouze navíjení, a to je prováděno s minimální kooperací.

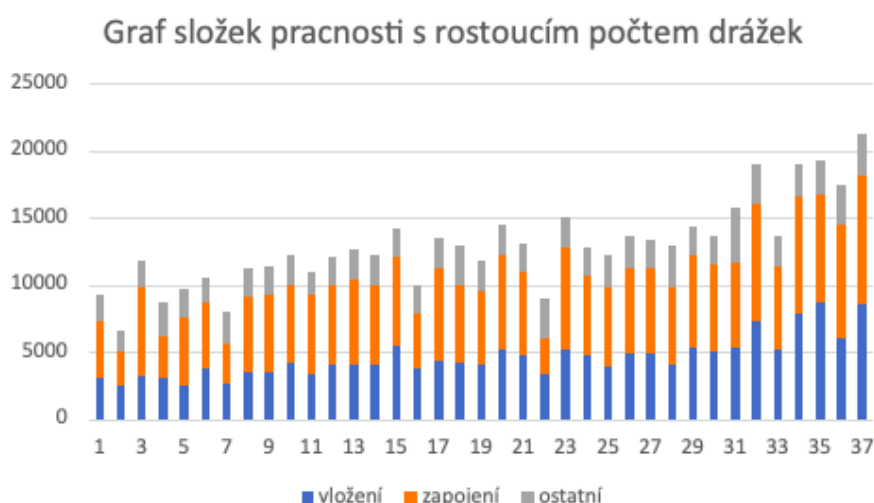
U tohoto grafu můžeme konstatovat, že až na dva uvedené extrémy, je pracnost relativně stabilní – i když jsme již uvedli, že závislost na osově výšce nemusí být relevantní. Naproti tomu vidíme skokové změny v materiálových nákladech, proto se teď podíváme na závislost od počtu drážek, který se jeví jako stěžejní parametr.

Analýza závislosti pracnosti a nákladovosti na počtu drážek



Obrázek 25 - Druhy pracnosti seřazeny dle počtu drážek (vlastní zpracování)

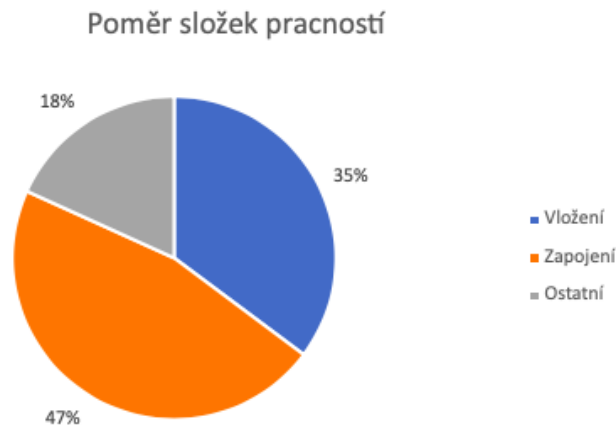
Na obrázku č. 25 jsou vyobrazeny křivky pracnosti v závislosti na rostoucím počtu drážek. Podíváme-li se na křivku celkové pracnosti, nemůžeme se zde bavit o nějaké přímé závislosti. Je tedy i zde nutno vyvrátit, že čím více drážek má stator, tím bude pracnost vyšší. Trendově sice roste, nemůžeme se zde ale bavit o nějaké kontinuitě této křivky. Nejvíce času zabírá druh pracnosti pro zapojení, není to ale pravidlem, například u statoru č. 35 jsou náklady pro vložení o něco vyšší. Nejméně času zabírají ostatní činnosti. Při pohledu na graf zjistíme, že trend všech křivek je velmi mírně rostoucí. Počet drážek tedy sice lehce ovlivňuje dobu výroby, není to ale pravidlem.



Obrázek 26 - Graf složek pracnosti s rostoucím počtem drážek (vlastní zpracování)

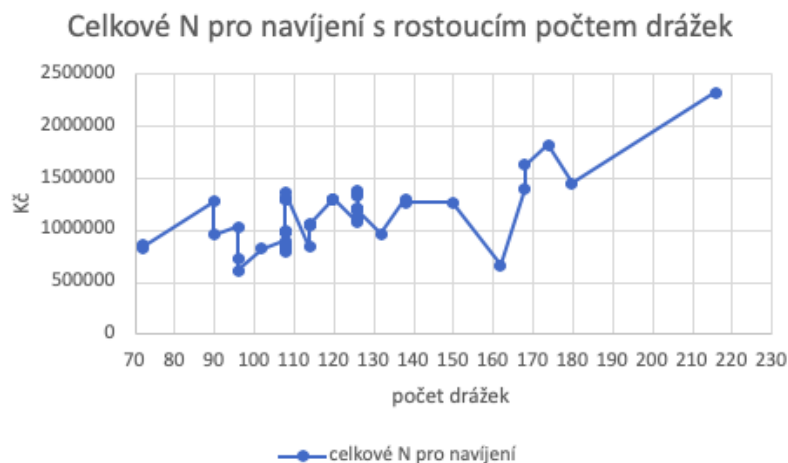
Při prvním pohledu na obrázek č. 26 můžeme vidět velké výkyvy v celkové pracnosti, jak už bylo zmíněno výše. Nyní se ale zaměříme na extrémně nízkou hodnotu u satoru č. 22 (T00031420). Podobně jako u předchozího posuzování extrémů, je odchylka irelevantní.

V následujícím grafu na obrázku č. 27 je přiložen pro znázornění přehled procentuálního poměru jednotlivých druhů pracností v celkovém součtu. Nejvíce času zabírá zapojení (47 %), nejméně pak ostatní (18 %). Vložení pak připadá 35 % z celkového času.



Obrázek 27 - Poměr složek pracností (vlastní zpracování)

Nyní se pojdme zaměřit na náklady v návaznosti na počet drážek.



Obrázek 28 - Celkové náklady s rostoucím počtem drážek (vlastní zpracování)

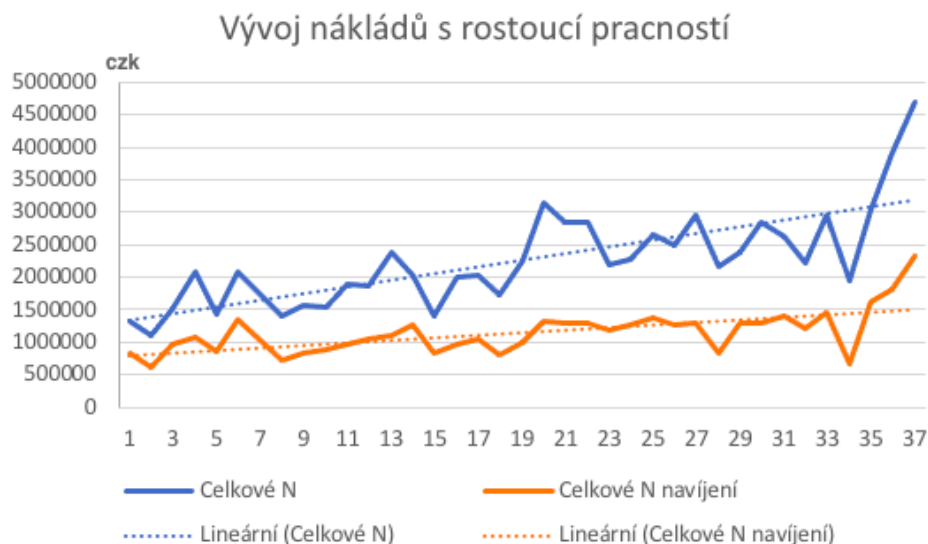
Obrázek č. 28 zobrazuje graf celkových nákladů pro navijení, které jsou seřazeny vzestupně podle počtu drážek. Na první pohled je vývoj grafu velmi zmatečný. Při analýze tohoto grafu můžeme vidět, že sator s nejvíce drážkami je i nejnákladnější. Ten s nejméně drážkami ovšem nemá nejnížší náklady-například sator, který má o 90 drážek víc, má nižší náklady.



Obrázek 29 - Vývoj složek nákladů pro rostoucí počet drážek (vlastní zpracování)

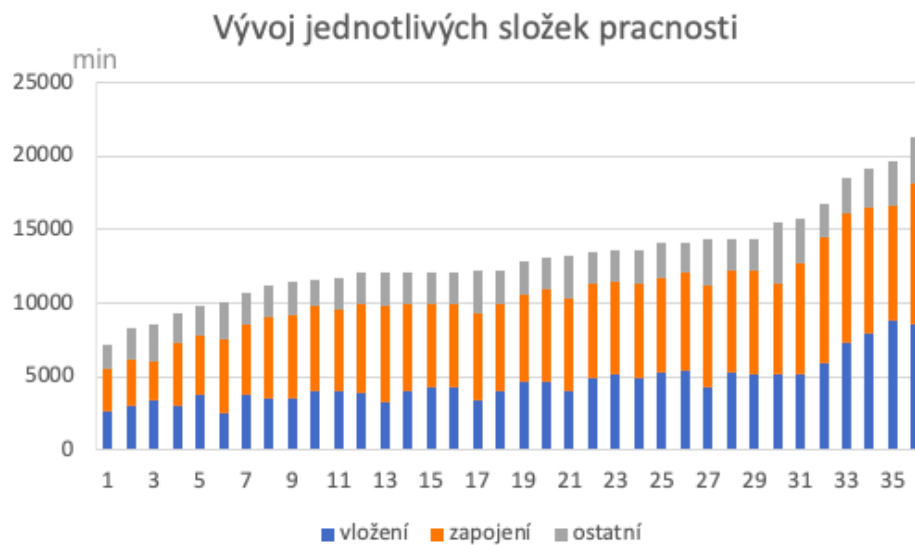
Dalším grafem, který byl vytvořen, je vyobrazení vývoje jednotlivých složek nákladů. Kooperace zde opět téměř kopíruje nulovou hodnotu z důvodu provádění navíjení takřka bez kooperace. Křivka pro práci je mírně rostoucí, na první pohled však vidíme extrémní hodnotu u statoru č. 10, objevuje se zde to samé jako v předcházejících případech. Hodnoty materiálových nákladů klesají a rostou bez ohledu na počet drážek.

Nyní se podívejme na porovnání pracnosti navíjení vůči nákladům navíjení a vůči nákladům celkovým.



Obrázek 30 - Vývoj nákladů s rostoucí pracností (vlastní zpracování)

Obrázek č. 30 znázorňuje, jak se mění náklady jak celkové, tak pouze pro navíjení s rostoucí pracností. Křivkami byla opět proložena spojnice trendu, abychom mohli lépe vidět, které statory se nejvíce liší od trendu. Když se podíváme nejprve na spojnice trendu, můžeme vidět, že náklady pro navíjení rostou pomaleji než náklady celkové.



Obrázek 31 - Vývoj jednotlivých složek pracností (vlastní zpracování)

Obrázek č. 31 znázorňuje vývoj jednotlivých složek pracnosti navíjení statorů. Statory jsou seřazeny od nejméně po ty nejvíce pracné statory. Celková hodnota pracnosti je rozdělena do tří skupin. Vložení, zapojení a ostatní práce. Hodnoty jsou uvedeny v minutách. Již na první pohled můžeme z grafu vyčíst, že největší podíl z celkové pracnosti tvoří u všech statorů zapojení. Nejméně pracné jsou práce řadící se do skupiny ostatní.

Tabulka 1 - Data seřazená podle celkových nákladů na vinutí (vlastní zpracování)

osová výška (mm)	počet drážek	celková pracnost (min)	Celkové N (Kč)	Materiál (Kč)	Kooperace (Kč)	Práce (Kč)
560	96	7108,6	1100425,55	810764,69	8924,9	280736
800	162	18551	1933513,91	900259,93	304293,9	728960,1
630	96	10708	1391144,15	851692,84	11464,05	527987,3
710	108	12196	1716900,41	1081366,89	26725,4	608808,1
630	102	11206	1563633,24	969058,88	12167,1	582407,3
560	72	6958	1315254,17	1006325,42	6016,7	302912,1
800	114	14367	2175319,37	1303447,22	210769	661103,2
630	108	12136	1409350,57	892480,05	8711,1	508159,4
560	72	9356	1425814,54	1046554,55	10120,7	369139,3
630	108	11492	1549584,46	998223,02	11015,55	540345,9
560	90	8248	1508519,06	1167020,42	6685,5	334813,2
800	132	11561	1901695,77	1251994,58	28286,95	621414,2
800	108	12151	2000135,26	1373100,74	29927,9	597106,6
800	108	12196	2241253,95	1497854,17	42172,1	701227,7
630	96	10080	1731886,89	1258071,33	5190,6	468625
710	114	11736	1864328,4	1255613,22	10470,6	598244,6
800	114	12151	2015387,56	1390137,11	29558,75	595691,7
800	126	8531	2090568,61	1456842,17	30176,6	603549,8
800	126	12099	2392121,78	1514088,53	181174,8	696858,3
800	126	13474	2186819,24	1507463,31	31059,5	648296,4
800	126	15700	2231651,57	1517992,24	31301	682358,3
900	150	14055	2495773,51	1768959,61	32590,8	694223,1
900	138	13571	2278478,58	1652591	27774,55	598113
900	90	12125	2030188,62	1496929,02	14859	518400,6
300	120	13104	2842323,09	2111406,62	45588,3	685328,2
900	138	14371	2382271,95	1694418,8	43864,3	643988,9
900	120	14371	2846123,39	2115206,92	45588,3	685328,2
800	108	13216	2840571,48	1928262,64	189421,2	722887,7
1000	108	14162	2966411,24	2088414,27	243968,8	634028,2
900	126	12909	3151649,77	1975412,11	537364,2	638873,5
800	108	9766	2074030,01	1528895,29	13258,7	531876
900	126	13574	2659293,76	1928397,83	46277,05	684618,9
900	168	15496	2616055,92	1827279,35	32592,8	756183,8
1000	180	16760	2950822,74	2042970,66	34709,25	873142,8
1000	168	19206	3035269,93	2125987,03	31511,1	877771,8
1000	174	19637	3918328,8	2586392	491296	840640,8
1250	216	21288	4686547,54	3204600,59	402037,6	1079909

Na základě uvedených analýz, ve kterých byly porovnávány závislosti mezi vybranými parametry, lze konstatovat, že sledované hodnoty jsou v logických řadách s výskytem vícero odchylek. Jinými slovy bylo zjištěno, že statory větší nebo s větším počtem drážek jsou logicky dražší a pracnější. Není to ovšem pravidlem, jelikož jak je výše zmiňováno, objevilo se zde spousta extrémních hodnot a z tohoto důvodu je nyní potřeba nahlédnout do procesu tvorby technologických postupů.

Technologie vinutí je v kompetenci třech samostatných technologů. Z důvodu nutnosti zjištění současného stavu sestavování technologických postupů pro navíjení statorů proběhly v rámci jednoho dne rozhovory se všemi technologi. Z těchto rozhovorů byly zjištěny následující fakta:

- Neexistuje přesně stanovený postup stanovení normativu pracnosti. Z tohoto důvodu pak můžeme sledovat odchylky od trendu v jednotlivých výše uvedených grafech. Chybějící přesně stanovený postup tedy způsobuje to, že každý technolog může technologický postup zpracovat odlišně a výsledný časový fond pro dané operace není reálný.
- Stanovení pracnosti vychází ze zvoleného vzorového představitele. Vzorovým představitelem je myšleno stator, který již byl dříve ve firmě vyroben a měl například stejnou osovou výšku a stejný počet drážek. Na první pohled byl tedy stator stejný. Problém je ovšem v tom, že zde může být rozdílné zapojení nebo další rozdíly v technologickém postupu. Podle vzorového představitele pracuje například i konstrukce, když dostane nově zadaný projekt.
- Úprava normativu podle vzorového představitele vychází ze subjektivního posouzení. Tím je myšleno to, že se normativy tvoří podle odhadu, porovnáním nebo na základě předchozích zkušeností. Ne však podle skutečnosti.
- Kontrola časových a nákladových odchylek technologických postupů probíhá momentálně písemně pomocí formuláře, ve kterém je požadován technologický doplatek. Takový doplatek ovšem nemusí vznikat pouze z chybného určení časového fondu pro výrobu, ale způsobit jej může i například čekání na materiál nebo prostoje. To se ovšem nyní nerozlišuje. Opačným problémem je, že pracovníci nenahlašují pozitivní odchylky čili mají více času na výrobu, než je stanoveno v postupu. Podle nahlášených nedoplateků pak většinou

technologové upravují postupy, nenutí je k tomu ovšem žádný předpis, a tak tomu tak často není.

Je nutno podotknout, že se pro každý stroj vytváří zcela nový elektromagnetický výpočet, který může naprosto zásadně ovlivnit parametry, kterými stroj disponuje. Mezi tyto parametry patří například počet drážek, vývodů apod.

Na základě rozhovory zjištěnými informacemi, které jsou uvedeny výše, byl zorganizován workshop, kterého se zúčastnili všichni relevantní zaměstnanci. Patří mezi ně:

- Vedoucí konstrukce vinutí
- Vedoucí technologie navíjení
- Mistr navijárny
- Pracovník elektro projekce
- Operátor

Cílem bylo vyřešit následující otázky či nejasnosti:

- Rozhodující parametry pro pracnost. Tyto parametry je nutno stanovit proto, aby bylo možné co nejpřesněji stanovovat potřebná data ohledně navíjení v předvýrobní fázi. Velmi platnými se pro toto určení staly grafy, které se nacházejí v této analýze. Mezi právě ty nejdůležitější parametry se řadí počet drážek a osová výška. Důležité je zde také nezapomenout na to, že každý stator může mít jiné zapojení, a tak na první pohled dva stejné statory můžou mít jinou pracnost.
- Rozdělení operací postupu. Aktuální stav je takový, že ve firemním ERP systému dostaneme data rozdělená podle etap výroby. To znamená že dostaneme technologický postup samostatně pro stator, který je například svařený, dále stator obrobený a poté navinutý. Návrh je zde takový, že stator vinutý by měl rozdělené časy pro pracnost na vložení cívek, jejich zapojení a ostatní časy. Vznikl by tak přehled, kolik trvají jednotlivé skupiny operací a v další optimalizaci by pak bylo možné se lépe zaměřit pouze na potřebnou část pracnosti.
- Zpětná vazba je základem úspěchu. Je to prostředek k tomu, aby bylo možné zjistit, zda danou věc děláme dobře. Zpětná vazba u normativu pro navíjení statorů je myšlena tak, že technologický postup navrhnutý od stolu by bylo možné lépe

porovnávat s realitou častější kontrolou. Stává se totiž, že u některých satorů nemají navržené pracnosti shledání s realitou. Situace, kdy je pracnost naddimenzovaná vypadá tak, že se pracovníci po brzkém dokončení satoru zažívají a nikdo neřekne, že ten čas vyhrazený pro danou práci, byl příliš vysoký. Podnik tak kalkuluje s nereálnými daty a neví o tom. Další situací, která už ale vidět je, když je pracnost stanovena příliš nízká. Vznikají tak doplatky, které vstupují do nákladů a podnik pak není schopen dodržet naplánovanou cenu stroje.

- **Předběžné stanovení pracnosti.** Tento návrh vzešel z dotazu oddělení projekce, které deklarovalo, že pokud by mohlo při elektromagnetické návrhu stroje pracovat s odhadem pracnosti, přizpůsobí návrh stroje tak, aby jeho náklady byly co nejnižší. Z nasbíraných dat by byl vytvořen vzorec pro výpočet v excelu a technologové a konstruktéři by pak nevytvářeli pracnost na základě shodného satoru vyrobeného v minulosti, ale dosadili by relevantní parametry satoru do vzorce. Následně by jim vyšla předběžná pracnost, kterou by měl sator dosáhnout.
- **Dalším probíraným tématem, do kterého závěry této práce směřují, je projekt návrhu výpočtu normativu pracnosti.** Znamená to rozsáhlý projekt tvorby určitého systému, díky kterému by bylo možné přesně stanovit pracnost satoru a upřesnit i tedy jeho náklady již v předvýrobní fázi. Tento bod je ale z důvodu rozsáhlosti vhodný spíše na diplomovou práci.

8 NÁVRH MOŽNOSTÍ UPLATNĚNÍ DAT PRO ZLEPŠENÍ VÝROBNÍHO PROCESU

Analýza aktuálního stavu tvorby technologických postupů pro navíjení statorů nám poskytla velmi důležitá data o tom, jak na tom tento proces aktuálně je. Skutečnost, že tvorba technologických postupů je prováděna na základě podobných statorů již vyrobených není dostatečně přesná nás přiměla k tomu navrhnout přesnější způsob. Jedním ze zásadních cílů je tedy přiblížit zejména návrhy časových složek realitě tak, aby nevznikaly zbytečné technologické nedoplatky. Díky získaným datům bylo možné navrhnout následující možnosti uplatnění této analýzy pro zlepšení daného procesu.

8.1 Výpočet času a nákladů připadajících na jednu drážku

Časové rozvržení operace a kontrola času / nákladů pro proces pro navíjení statorů je navrženo ze získaných dat pomocí aritmetického průměru a prostého dělení. Cílem je zjistit, kolik Kč a minut připadá průměrně na jednu drážku. V tomto případě byl pro výpočet vybrán počet drážek z důvodu toho, že osová výška až tak moc neovlivňuje dobu navíjení, zato počet drážek ano. Tento návrh pramení v potřebě co největším přiblížení realitě, která je požadována z důvodu šetření nákladů nebo naopak přiblížení se k odstranění chyb v technologických postupech. Za roky 2019 až 2021 byly získané data z 37 statorů (viz. Příloha 1), a tak bylo možné co nejpřesněji vypočítat tyto hodnoty. Součet celkových pracností vinutí statorů byl vydělen součtem počtu drážek, výsledná hodnota 105,596 minut připadající na jednu drážku statoru nám může pomoci v určení pracnosti jakéhokoli statoru pouhým násobením s počtem drážek. Stejným postupem a výměnou pracnosti za náklady čistě pro navíjení byla získána hodnota 93 14,26 korun připadající na vložení cívk do jedné drážky. Pro porovnání výpočtu s nasbíranými daty byl vybrán stator T00042670, který má zhruba průměrnou pracnost mezi statory s počtem drážek 126. Jeho pracnost v technologickém postupu je 12099 minut. Pokud bychom násobili 126 drážek krát 105,596 minut, získáme číslo 13305 minut, což není daleko od technologického postupu. Stejně tak můžeme ověřit náklady pro navíjení, které pro tento stator činí 1 116 480 Kč. Vynásobením počtu drážek 126 námi získanou hodnotou 9 314,26 korun, bychom získali 1 173 596,76 Kč. Můžeme tedy o těchto získaných hodnotách říci, že jsou reálné. Pro lepší přehlednost je přiložena následující tabulka.

Tabulka 2 - Porovnání hodnot (vlastní zpracování)

	Hodnota technologická	Vypočítaná hodnota	Odchylka	%
Pracnost (min)	12099	13305	1206	9,06
Náklady (Kč)	1 116 480	1 173 596,76	57 116,76	4,9

8.1.1 Aplikace pro výpočet pracnosti vložení v MS Excel

Dalším návrhem pro upřesnění návrhu pracnosti je vytvoření jednoduché aplikace, do které se dosadí počet drážek a osová výška a výpočtem získáme čas v minutách potřebný pro vložení cívek do drážek daného statoru. Pro aplikaci byl použit následující vzorec:

$$T_v = (x * 17) + \left(\frac{y}{4}\right)$$

(vlastní zpracování)

T_v = čas pro vložení v minutách

x = počet drážek

y = osová výška

Počet drážek je zde násoben číslem 37,2 vyjadřujícím, kolik minut trvá průměrně vložení cívky do jedné drážky, oproti předchozímu výpočtu se zde zaměřujeme pouze na jednu ze tří složek pracnosti navíjení (vložení, zapojení, ostatní). Toto číslo bylo získáno stejným způsobem jako koeficient v kapitole 8.1. Osová výška se pro tento typ výpočtu dělí vždy číslem 4. Tento faktor zohledňuje manipulaci se statorem. Z pozorování na dílně totiž vyplynulo, že samotná manipulace se statorem, která zahrnuje nejen jeho přemístění, ale i překlápění z vertikální do horizontální polohy a otáčení, vyžaduje určitý čas. Jeřáby na dané výrobní hale jsou vysoko tonážní (85 t, 32 t) co se odráží na pomalých pohybových rychlostech. Navrhujeme proto, aby se připočítala k hodnotě jedna čtvrtina osově výšky. Co v případě osově výšky 800 mm představuje 200 minut. Výsledná aplikace vypadá následovně.

Tabulka 3 - Výpočet pracnosti vložení (vlastní zpracování)

Výpočet pracnosti vložení	Hodnoty
Počet drážek:	126
Osová výška:	800
Pracnost:	4887,2

Dosazeny byly hodnoty pro stejný stator jako v předchozím návrhu 8.1. Výsledná pracnost 4887,2 minut na vložení jedné cívky se v porovnání s 3930 minutami z technologického postupu liší o 19,6 %. Pro ověření vhodnosti použití této aplikace by bylo vhodné porovnání se skutečností pomocí snímkování, které momentálně není možno provést, jelikož se v době tvorby této práce podobný stator tomuto nevyráběl.

Tento výpočet ovšem s kombinací s předchozím by dokázal rozčlenit jednotlivé složky pracnosti pouze pomocí počtu drážek a osově výšky. V minulém návrhu jsme dokázali vypočítat celkovou pracnost pro navíjení, nyní bychom zjistili, kolik minut je potřeba pro vložení cívek a odečtením těchto dvou hodnot bychom získali čas potřebný pro jejich zapojení. Pokud bychom chtěli odhadnout i složku pracnosti „ostatní“, mohli bychom toho docílit se znalostí problematiky prezentované na obrázku č. 27, ze kterého vidíme, že této složce pracnosti připadá 18 % z celkové pracnosti.

8.2 Zavedení pravidelné kontroly správnosti technologických postupů

Výše již bylo zmíněno, že technologům se zřídka dostane zpětné vazby, co se technologických postupů týče. Při tvorbě technologických postupů využívají nejčastěji data, z již vyrobených strojů, které se jim především osovou výškou podobají. Jenže problém je v tom, že i tyto již vyrobené stroje mohly mít stanovený příliš vysoký čas výroby a nikdo to z důvodu pohodlnosti pro pracovníky nenahlásil a stator je pak ve finále dražší, než by skutečně mohl být. Jako návrh na zlepšení této skutečnosti je vytvoření nového formuláře pro podání žádosti o technologický doplatek, ve které bude rozlišeno, jestli je tento doplatek způsoben potřebou více času na výrobu anebo jestli je tato žádost z důvodu například vysokých prostoje. Ve formuláři by byla možnost i pro ohlášení pozitivní odchylky. Návrh obsahu formuláře je prezentovaný na obrázku číslo 32.

Formulář pro oznámení odchylky Technologický doplatek/Nedoplatek		TE Vsetín s.r.o.
Pozitivní odchylka		
Důvod odchylky:	Částka:	Komentář:
Příliš vysoká pracnost		
Nižší cena materiálu		
Jiné:		
Negativní odchylka		
Důvod odchylky:	Částka:	Komentář:
Příliš nízká pracnost		
Prostoje		
Zdražení materiálu		
Jiné:		
Odpovědná osoba:	Datum:	Podpis:

Obrázek 32 - Návrh formuláře pro hlášení odchylky (vlastní zpracování)

Další část tohoto návrhu je pravidelná kontrola těchto postupů zaměstnancem, který nepracuje přímo na dílně a není tak zaujatý v případě pozitivních odchylek a byla by zajištěna pravdivost získaných dat. Je totiž velmi důležité, aby data, která jsou získávána z výroby byla co nejreálnější. Tato kontrola by probíhala ve stanoveném cyklu například jednou za 3 měsíce pomocí snímkování výroby. Zabezpečit ho má oddělení průmyslového inženýrství.

9 EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ NAVRHOVANÉHO ŘEŠENÍ

Jak je zmíněno i v cílech, cílem této práce bylo zpracovat podklad pro další projekt, který by měl zahrnovat návrh a tvorbu výpočtu pracnosti a který má pomoci ke zlepšení tohoto výrobního procesu je vytvoření normativu, který momentálně není k dispozici a nelze ho používat. Realizace tohoto návrhu je ovšem velmi rozsáhlým a zásadním projektem, který výrazně ovlivní výrobu. Od zavedení normativu si firma slibuje jednoznačné a realitě velmi podobné určení trvání tohoto výrobního procesu. Přestaly by tak vznikat technologické doplatky, které vstupují do nákladů. Nevznikaly by pak ani situace, kdy vznikají pozitivní odchylky a pracovníci pak místo toho, aby pracovali na jiném satoru, zdržují výrobu toho aktuálního a z důvodu pohodlnosti to nenahlásí technologům.

Aktuálně navrhované řešení pojednává o změně přístupu k navrhování technologických postupů, kdy doposud byly tyto postupy tvořeny pomocí téměř totožného satoru a byly prakticky odhadovány bez jakékoli analýzy. Díky této analýze ovšem byly získané důležitá data, které předtím bylo možné pouze odhadovat. Bylo zjištěno, že z celkové pracnosti připadá průměrně na vložení jedné drážky 105,596 minut což je o 9,06 % méně, než je průměrnému satoru předepsáno. Kdybychom uvažovali snížení pracnosti o tuto hodnotu a při dvousměnném provozu převedli rozdíl v pracnostech na všech 37 satorů vyrobených v letech 2019-2021, získali bychom úsporu 45 pracovních dní. Toto číslo je spíše pro zajímavost, realita by byla nejspíše odlišná, jelikož některé satory ovlivňují i další faktory. Podobný výpočet je možné provést i s náklady. V návrhové části je uvedeno, že vložení cívky do jedné drážky vychází v průměru na 9 314,26 Kč, což je o 4,9 % méně než v technologickém postupu reprezentativního satoru. Za takových podmínek by to činilo 20,729 milionů korun úsporu nákladů na výrobu 37 satorů. Opět se jedná pouze o hodnotu získanou průměry a je pouze ukázková.

Přínosem návrhů uvedených v kapitole 8 je bezesporu přiblížení realitě. Díky získaným datům byly vytvořeny aplikace, do kterých stačí vložit parametry stroje a můžeme vypočítat všechny složky pracnosti (vložení, zapojení i ostatní). I tak se ale do doby vytvoření normativu budou objevovat případy negativní či pozitivní odchylky pracnosti a nákladů, byl tedy vytvořen jednoduchý formulář o žádost na tento doplatek, ve kterém je ponovu rozděleno to, zda byl doplatek způsoben chybným stanovením pracnosti nebo například prostojem. Bude pak možné tyto problémy analyzovat a řešit důvod jejich vzniku nebo na základě dané skutečnosti upravit výpočty pracnosti díky novým, přesnějším datům přímo z výroby.

ZÁVĚR

V mé bakalářské práci jsem se zabýval analýzou vybraného procesu v podniku zabývajícím se výrobou točivých elektrických strojů. V teoretické části byla vypracována literární rešerše týkající se problematiky výrobních procesů a možností jejich optimalizace. Tato literární rešerše byla rozdělena do čtyřech kapitol. První kapitola je věnována výrobnímu procesu. Je zde popsáno, jak fungují elektrické stroje nebo jak se vyrábí vinutí. Další kapitola byla věnována normování spotřeby času. Ve třetí kapitole jsou zmíněny vybrané metody analýzy dat a poslední kapitola teoretické části pojednává o zlepšování výrobních procesů.

Druhá část mé bakalářské práce byla věnována praktické části. V úvodu této druhé části jsou základní údaje o společnosti, ve které byla tato analýza provedena. Na toto představení firmy navazuje představení výrobního procesu, který byl analyzován. Toto představení bylo doplněno o ukázky jednotlivých kroků pro lepší pochopení samotného procesu. Třetí kapitola praktické části je jádro celé práce. Nachází se zde analýza vybraného výrobního procesu. Je zde popsán aktuální stav tvorby technologických postupů a grafy věnující se analýze dat získaných v podniku. Jsou zde posuzovány závislosti mezi důležitými parametry statoru a pracnosti nebo náklady na tento proces. Ze získaných informací o procesu vplynuly tři možnosti zlepšení tohoto procesu. Jejich cíl byl ale společný, a to co nejvíce se přiblížit realitě při navrhování technologických postupů. Poslední kapitola praktické části je věnována celkovému zhodnocení přínosů této analýzy pro proces.

Cílem práce bylo vytvořit podklad pro tvorbu normativu, který je plánovaným projektem. Touto prací byly získány informace o aktuálním stavu tvorby návrhu technologických postupů, které budou pro projekt využity. Dále se podařilo vyvrátit tvrzení, že platí pravidlo: čím větší stator je, tím je dražší a pracnější. V prezentovaných grafech v části analýzy se toto tvrzení podařilo viditelně vyvrátit na základě realizované datové analýzy. Dále se podařilo navrhnout tři možnosti uplatnění této analýzy, jejichž společným cílem je zpřesnění návrhu technologických postupů. Tato práce dále nabídla několik přínosů. Tím prvním byla analýza výroby statorů za období 2019-2021 a její následné vyhodnocení. Dalšími dvěma velkými přínosy se stalo zavedení pravidelné kontroly a předběžného propočtu návrhu v předvýrobních etapách, jak bylo zmíněno v návrhové části.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

BARTOŠ, Václav. Elektrické stroje. Plzeň: Západočeská univerzita, 2006, 139 s. ISBN 80-704-3444-9.

BOOGAARD, Kat. What Is the Cycle Time Formula?. Wrike [online], 2021. [cit. 2023-05-05]. Dostupné z: <https://www.wrike.com/blog/what-is-cycle-time-formula/#What-is-cycle-time>

CIENCIALA, Jiří. Procesně řízená organizace: tvorba, rozvoj a měřitelnost procesů. [Praha]: Professional Publishing, 2011, 204 s. ISBN 978-807-4310-447.

HEŘMAN, Jan. Řízení výroby. Slaný: Melandrium, 2001, 167 s. ISBN 80-861-7515-4.

CHROMJAKOVÁ, Felicita. Průmyslové inženýrství: Trendy zvyšování výkonnosti štíhlým řízením procesů. Žilina: Georg, 2013, 116 s. ISBN 978-17-998-2181-6.

DULOVÁ, Olga. Tvorba multimediálních studijních materiálů pro práci se systémem pro přípravu technologické dokumentace. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2005.

JUROVÁ, Marie. Výrobní a logistické procesy v podnikání. Praha: Grada Publishing, 2016, 264 s. ISBN 978-80-247-5717-9.

JUROVÁ, Marie. Výrobní procesy řízené logistikou. Brno: BizBooks, 2013, 260 s. ISBN 978-802-6500-599.

KOŠTURIÁK, Ján a Roman BOBÁK. Kaizen: osvědčená praxe českých a slovenských podniků. Vyd. 2., upr. Brno: Computer Press. Praxe manažera (Computer Press) , 2010, 234 s. ISBN 978-802-5123-492.

LHOTSKÝ, Oldřich. Organizace a normování práce v podniku: tvorba, rozvoj a měřitelnost procesů. Praha: ASPI. Lidské zdroje, 2005, 104 s. ISBN 80-735-7095-5.

MOSKOVSKIJ, M. I. Technologie výroby elektrických strojů. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1953, 372 s.

NENADÁL, Jaroslav a Darja Noskievičová a Růžena Petříková a Jiří Plura a Josef Tošenovský. Moderní management jakosti. Principy, postupy, metody. Praha: Management Press, 2008. 376 s. ISBN 81-224-1362-5.

O nás. TES [online]. [cit. 2023-01-11]. Dostupné z: <https://www.tes.cz/cz/o-nas/>

Procesní analýza (Process analysis). Management mania [online]. [cit. 2023-05-05]), © 2011-2016. Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/analyza-procesu-procesni-analyza>

RUSSEL, Robert a Bernard TAYLOR. Operations management: Creating value along supply chain. 7th edition, John Willey, 2011, 766 s. ISBN: 13 978-0-4705-2590-6.

ŘEPA, Václav. Procesně řízená organizace. Praha: Grada Publishing, 2012, 20 s. ISBN 978-80-247-4128-4

SUMAN, Sanket, © 2013. Production: Meaning, Definition, Types and Factors. SANKET, Suman. Economics discussion [online]. [cit. 2023-07-18]. Dostupné z: <https://www.economicdiscussion.net/production/production-meaning-definition-types-and-factors/12398>

TOMEK, Gustav a Věra VÁVROVÁ. Řízení výroby a nákupu. Praha: Grada. Expert (Grada), 2007, 384 s. ISBN 978-80-247-1479-0.

TUČEK, David a Roman BOBÁK. Výrobní systémy. Vyd. 2., upr. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2006, 298 s. ISBN 80-731-8381-1.

ZEMČÍK, Oskar. Technologická příprava výroby. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2002, 158 s. ISBN 80-214-2219-X.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

T_v = čas pro vložení v minutách

x = počet drážek

y = osová výška

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 - Výrobní proces (vlastní zpracování).....	17
Obrázek 2 - Třídění spotřeby času pracovníka (Lhotský, 2005)	25
Obrázek 3 - Třídění spotřeby času výrobního zařízení (Lhotský, 2005)	28
Obrázek 4 - Třídění spotřeby času pracovního předmětu (Lhotský, 2005)	28
Obrázek 5-Základní členění ukazatelů pro měření výkonnosti procesů (Ciencala, 2011) ..	31
Obrázek 6 - PDCA cyklus (vlastní zpracování podle Deminga)	38
Obrázek 7 - Hydrosynchronní generátor (podniková dokumentace).....	41
Obrázek 8 - Synchronní generátor (podniková dokumentace)	42
Obrázek 9 - Zobrazení řezu statoru v softwaru Autodesk (vlastní zpracování)	42
Obrázek 10 - Pracoviště navíjení (vlastní zpracování)	43
Obrázek 11 - Stator před procesem navíjení (vlastní zpracování).....	44
Obrázek 12 – Sklotextit (vlastní zpracování)	44
Obrázek 13 - Sklotextit vložený do drážek (vlastní zpracování).....	45
Obrázek 14 - Cívka na paketu (vlastní zpracování).....	45
Obrázek 15 - Stator po vložení sklotextitu (vlastní zpracování)	46
Obrázek 16 - Detail spojených cívek (vlastní zpracování)	46
Obrázek 17 - Stator po impregnaci (vlastní zpracování)	47
Obrázek 18 - Hotový stator (vlastní zpracování).....	48
Obrázek 19 - Pracovní postup – vstupní databáze z informačního systému (vlastní zpracování).....	49
Obrázek 20 - Závislost nákladů na osově výšce (vlastní zpracování)	50
Obrázek 21 - Náklady seřazeny podle osově výšky (vlastní zpracování)	51
Obrázek 22 - Závislost celkové pracnosti na osově výšce (vlastní zpracování).....	52
Obrázek 23 - Celková pracnost seřazena podle osově výšky (vlastní zpracování)	52
Obrázek 24 - Vývoj složek nákladů při růstu osově výšky (vlastní zpracování)	53
Obrázek 25 - Druhy pracnosti seřazeny dle počtu drážek (vlastní zpracování)	54
Obrázek 26 - Graf složek pracnosti s rostoucím počtem drážek (vlastní zpracování)	54
Obrázek 27 - Poměr složek pracností (vlastní zpracování)	55
Obrázek 28 - Celkové náklady s rostoucím počtem drážek (vlastní zpracování).....	55
Obrázek 29 - Vývoj složek nákladů pro rostoucí počet drážek (vlastní zpracování)	56
Obrázek 30 - Vývoj nákladů s rostoucí pracností (vlastní zpracování)	56
Obrázek 31 - Vývoj jednotlivých složek pracností (vlastní zpracování).....	57
Obrázek 32 - Návrh formuláře pro hlášení odchylky (vlastní zpracování)	65

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 - Data seřazená podle celkových nákladů na vinutí (vlastní zpracování).....	58
Tabulka 2 - Porovnání hodnot (vlastní zpracování).....	63
Tabulka 3 - Výpočet pracnosti vložení (vlastní zpracování)	63

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha P I: Data použité pro analýzu výrobního procesu

