

Zvyšování výkonnosti a kvality výrobního procesu

Projekt taktovaná montáž

Bc. et Bc. Petra Hámorová

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická
Ústav výrobního inženýrství
akademický rok: 2018/2019

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. et Bc. Petra Hámorová**
Osobní číslo: **T17359**
Studijní program: **N3909 Procesní inženýrství**
Studijní obor: **Výrobní inženýrství**
Forma studia: **kombinovaná**

Téma práce: **Zvyšování výkonnosti a kvality výrobního procesu Projekt taktovaná montáž**

Zásady pro vypracování:

- 1. Vypracování literární rešerše na dané téma.**
- 2. Analýza stávajícího montážního procesu.**
- 3. Provedení optimalizace procesu.**
- 4. Zhodnocení navržených řešení.**

Rozsah diplomové práce: **cca 60 stran**
Rozsah příloh: **dle pokynů VDP**
Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

1. **CHROMJAKOVÁ, Felicita a Rastislav RAJNOHA. Řízení a organizace výrobních procesů: kompendium průmyslového inženýra. Žilina: Georg, 2011, 139 s. ISBN 978-80-89401-26-0.**
2. **TRÁVNÍK, Arnošt a Jaroslav SVOBODA. Organizace a řízení výrobního provozu. 1. vyd. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2008, 165 s. ISBN 978-80-7375-190-6.**
3. **ZELENKA, Antonín a Vratislav PRECLÍK. Racionalizace výroby. Vyd. 1. V Praze: Vydavatelství ČVUT, 2004, 132 s. ISBN 80-01-02870-4.**

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Martin Bednařík, Ph.D.**
Ústav výrobního inženýrství
Datum zadání diplomové práce: **2. ledna 2019**
Termín odevzdání diplomové práce: **17. května 2019**

Ve Zlíně dne 7. února 2019

L.S.

doc. Ing. Roman Čermák, Ph.D.
děkan

prof. Ing. Berenika Hausnerová, Ph.D.
ředitel ústavu

PROHLÁŠENÍ

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 ¹⁾;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen na příslušném ústavu Fakulty technologické UTB ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- 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 ²⁾;
- beru na vědomí, že podle § 60 ³⁾ 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 ³⁾ odst. 2 a 3 mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- 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.

Ve Zlíně

.....

1) zákon č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, § 47 Zveřejňování závěrečných prací:

(1) Vysoká škola nevdělečně zveřejňuje disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce, u kterých proběhla obhajoba, včetně posudků oponentů a výsledku obhajoby prostřednictvím databáze kvalifikačních prací, kterou spravuje. Způsob zveřejnění stanoví vnitřní předpis vysoké školy.

(2) Disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce odevzdané uchazečem k obhajobě musí být též nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k nahlížení veřejnosti v místě určeném vnitřním předpisem vysoké školy nebo není-li tak určeno, v místě pracoviště vysoké školy, kde se má konat obhajoba práce. Každý si může ze zveřejněné práce pořizovat na své náklady výpisy, opisy nebo rozmnoženiny.

(3) Platí, že odevzdáním práce autor souhlasí se zveřejněním své práce podle tohoto zákona, bez ohledu na výsledek obhajoby.

2) 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, § 35 odst. 3:

(3) Do práva autorského také nezasahuje škola nebo školské či vzdělávací zařízení, užije-li nikoli za účelem přímého nebo nepřímého hospodářského nebo obchodního prospěchu k výuce nebo k vlastní potřebě dílo vytvořené žákem nebo studentem ke splnění školních nebo studijních povinností vyplývajících z jeho právního vztahu ke škole nebo školskému či vzdělávacímu zařízení (školní dílo).

3) 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, § 60 Školní dílo:

(1) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení mají za obvyklých podmínek právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla (§ 35 odst. 3). Odpírá-li autor takového díla udělit svolení bez vážného důvodu, mohou se tyto osoby domáhat nahrazení chybějícího projevu jeho vůle u soudu. Ustanovení § 35 odst. 3 zůstává nedotčeno.

(2) Není-li sjednáno jinak, může autor školního díla své dílo užít či poskytnout jinému licenci, není-li to v rozporu s oprávněnými zájmy školy nebo školského či vzdělávacího zařízení.

(3) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení jsou oprávněny požadovat, aby jim autor školního díla z výdělku jím dosaženého v souvislosti s užitím díla či poskytnutím licence podle odstavce 2 přiměřeně přispěl na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložily, a to podle okolností až do jejich skutečné výše; přitom se přihlédne k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

ABSTRAKT

Práce Zvyšování výkonnosti a kvality výrobního procesu se zaměřuje na otázky, které jsou v současné době stěžejními tématy soudobého managementu výroby. Diplomová práce se věnuje charakterizování vybraných metodik, které jsou experimentálně využity při řešení konkrétního projektu. Pro možnost srovnání přínosů aplikovaných nástrojů, které mají zaručit optimalizaci výrobního procesu, byla provedena analýza původního procesu a nastaven systém ukazatelů. Ty byly následně vzájemně posouzeny s hodnotami, které vykazoval výrobní proces po skončení projektu.

Klíčová slova:

Výkonnost, kvalita, produktivita, výrobní proces, optimalizace, proces

ABSTRACT

Thesis Performance of Productivity and Quality of Production Processis focusing on questions, that are main topics of present production management. Diplom thesis characterize chosen methods, that where experimentaly used by finding a solutions in concrete project. For a posibility of comparation of add value of applied tools, that have to optimize production proces, were made analysis of original proces and set a system of indicators, that were compared with values of optimized proces after end of the project.

Keywords:

Performance, quality, productivity, production proces, optimalization, process

Tuto práci bych ráda, jako poděkování, věnovala mé nejbližší rodině, která mi byla nejenom při jejím vytváření velkou oporou a motivací. Protože vím, že pro i pro ně nebyly všechny momenty v průběhu studia jednoduché. Děkuji svým blízkým za neomezený prostor a možnosti pro seberealizaci.

Velké poděkování patří mému týmu ze společnosti Windmöller & Hölscher za bezvadnou spolupráci a úspěšnou realizaci projektu. Děkuji za obětavou podporu a pomoc všem spolupracovníkům, kteří mi pomohli projekt úspěšně dokončit i při mé nestandardní situaci. V neposlední řadě chci poděkovat panu Ing. Lukáši Zlámalíkovi za nové možnosti a prostor, který jsem v jeho týmu získala.

Samozřejmě patří mé poděkování za odborné rady, připomínky a veškerou podporu vedoucímu práce panu doktoru Martinovi Bednaříkovi.

„Každý člověk je zámožný, pokud má zdravé ruce a rozum.“

Tomáš Baťa

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

OBSAH

ÚVOD	10
I TEORETICKÁ ČÁST	12
1 OBECNÁ CHARAKTERISTIKA VÝROBNÍHO PROCESU	13
1.1 VÝROBNÍ PROCES MONTÁŽE	13
1.2 DIFERENCIACE ZPŮSOBŮ MONTÁŽE	14
1.2.1 Montáž rozvětvená a nerozvětvená	14
1.2.2 Montáž stacionární a mobilní	15
1.2.3 Taktovaná montáž	16
1.3 PŘÍKLAD ANALÝZY MONTÁŽNÍHO PROCESU	18
1.4 AUTOMATIZACE VÝROBNÍHO PROCESU MONTÁŽE	18
2 TECHNOLOGIE VÝROBY VLÁKEN A NAVÍJECÍ ZAŘÍZENÍ	20
2.1 VÝROBA VLÁKEN ŘEZÁNÍM	20
2.2 VÝROBA VLÁKEN EXTRUZÍ	21
2.3 ZAŘÍZENÍ PRO NAVÍJENÍ VLÁKEN	22
3 FILOZOFIE ZLEPŠOVÁNÍ VÝROBY A PROCESŮ	23
3.1 KAIZEN	24
3.1.1 Zavádění Kaizenu v rámci podniku	25
3.1.2 Kaizen nástroje	25
3.2 LEAN	27
3.3 SIX SIGMA	29
3.3.1 DMAIC cyklus	29
3.3.2 Mapování procesů	31
4 PROJEKTOVÉ ŘÍZENÍ	33
4.1 PROJEKTOVÝ TÝM	33
4.2 ŘÍZENÍ	34
4.3 ŽIVOTNÍ CYKLUS PROJEKTU	36
5 MODELOVÁ PROJEKTOVÁ STRUKTURA	37
5.1 PROJEKTOVÝ MANAGEMENT	37
5.1.1 Zadání a cíle	37
5.1.2 Projektový tým	37
5.1.3 Strategie a standard práce	38
5.1.4 Vhodný nástroj řízení projektu	38
5.2 RACIONALIZACE VÝROBY	38
5.2.1 Technologická příprava výroby	39
5.2.2 Normování práce	39
5.2.3 Koncept a ergonomie pracoviště	40
6 CÍLE DIPLOMOVÉ PRÁCE	42

II PRAKTICKÁ ČÁST	43
7 ZADÁNÍ PROJEKTU.....	44
7.1 STRATEGIE ŘEŠENÍ PROJEKTU	44
7.1.1 D – Definovat	45
7.1.2 M – Měřit	46
7.1.3 A – Analyzovat.....	46
7.1.4 I – Improve	46
7.1.5 C – Kontrolovat	47
8 MĚŘENÍ A ANALÝZA VÝCHOZÍ SITUACE.....	48
8.1 LAYOUT PŮVODNÍHO PRACOVIŠTĚ	48
8.2 MATERIÁLOVÁ LOGISTIKA.....	52
8.3 ANALÝZA MONTÁŽNÍHO POSTUPU	54
8.4 ČASOVÁ STUDIE	56
9 NÁVRH MOŽNOSTÍ OPTIMALIZACE PROCESU.....	58
9.1 PŮDORYS A LOKALIZACE PRACOVIŠTĚ.....	58
9.1.1 Využití stávající galerie	58
9.1.2 Kompletní relokace a přestavba pracoviště	59
9.2 TRANSFORMACE VÝROBNÍHO POSTUPU	59
9.2.1 Kroková montáž	60
9.2.2 Taktovaná montáž	61
9.2.3 Hafenmeisterprinzip v předmontáži	63
10 VÝBĚR A IMPLEMENTACE NEJVHODNĚJŠÍHO ŘEŠENÍ	65
10.1 ZMĚNA LAYOUTU	65
10.2 SIMULACE NOVÝCH MONTÁŽNÍCH PROCESŮ	67
10.3 VYHODNOCENÍ TESTOVACÍ FÁZE.....	68
10.4 DESIGN VYBRANÉHO PRACOVIŠTĚ.....	70
10.4.1 Požadavky na výrobní linku.....	70
10.4.2 Návrhy linky.....	72
10.4.3 Finální podoba stanoviště	75
11 VYHODNOCENÍ BENEFITŮ PROJEKTU	78
11.1 ÚSPORA PLOCHY	79
11.2 ZVÝŠENÍ OBJEMU VÝROBY.....	79
11.3 STANDARDIZACE.....	80
ZÁVĚR.....	81
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	83
SEZNAM OBRÁZKŮ.....	87
SEZNAM TABULEK	88
SEZNAM PŘÍLOH	89

ÚVOD

Věřím, že tato práce může posloužit i dalším podnikům jako modelový příklad jak aplikovat popsané metody na konkrétní výrobní procesy a nastínit benefity moderního průmyslového inženýrství. Uváděná případová studie popisuje praktickou aplikaci a modifikaci nástrojů pro optimalizaci výrobních procesů na konkrétním případě z praxe. Práce tvoří ucelenou koncepci teoretického základu, který hraje zásadní roli, pokud chceme, aby projektový tým vzal věc za svou a praktické aplikace, která demonstruje možnou podobu projektu pro zvýšení výkonnosti procesu. Uváděné metody a systematika se samozřejmě dají modifikovat a aplikovat i v jiných oborech nebo např. v prostředí systémových procesů (eliminování nadbytečných operací) apod.

Současné strojírenství se potýká jak s pozitivními trendy, kdy se mu od skončení ekonomické krize počínající v roce 2007 velmi daří a společnosti si nemohou stěžovat na nedostatek zakázek nebo nízký odbyt. Na druhou stranu je tato expanze strojírenského průmyslu zpomalována negativními trendy, jako je nedostatek kvalifikovaných pracovníků nebo obecně nedostatek jakékoliv pracovní síly. Z ekonomického hlediska může tato situace způsobit další krizi nebo minimálně velmi negativně ovlivnit situaci jednotlivých podniků nebo celého odvětví. Zvláště je toto téma zásadní pro české strojírenství, kde naše podniky fungují hlavně jako subdodavatelé a tím pádem hraje významnou roli dodavatelská spolehlivost našich producentů. Nicméně nedostatek lidského kapitálu může znamenat, že výrobní podniky nebudou schopny plnit své závazky vůči zákazníkům a tento vývoj může způsobit dominový efekt, který může vyvolat krach mnohých součástí výrobního řetězce.

Podniky samozřejmě mají za cíl maximalizovat své zisky a vytěžit nejenom ze současného dobrého zdraví ekonomiky co nejvíce. Pro udržení trvalého růstu se snaží svoje procesy zefektivňovat tak, aby výrobní procesy nebyly přímo závislé na problematických vnějších vlivech, jako jsou například lidské zdroje. Další téma, které se v poslední době stále častěji otevírá, je koncepce Průmysl 4.0. Tento pojem úzce souvisí se současnou situací a může být jedním z východisek a zároveň na něj navazuje soudobé procesní a výrobní inženýrství. Vstupujeme do éry čtvrté průmyslové revoluce, která přinese nejenom významnou změnu podoby výroby a průmyslu, ale i trhu práce. Průmysl 4.0 s sebou přináší inteligentní systémy, automatickou výrobu nebo logistiku řízenou umělou inteligencí. Tento nevyhnutelný přerod s sebou přinese mimo vlnu pokroku samozřejmě i vlnu nevole zvláště z řad pracovníků, kteří zastávají méně kvalifikované pozice nebo vykonávají práci, kterou budou

v budoucnu schopny plně zastat roboty. Společnost by měla chápat tyto změny v průmyslu jako příležitost pro transformaci a celkový posun odvětví i společnosti. Mělo by být na paměti, že jediná jistota je změna, protože vše se neustále mění.

Projekt, který je v této práci předkládán, reaguje na současné trendy ve strojírenství a průmyslu. Za pomoci osvědčených moderních trendů ve zvyšování výkonnosti se projekt snaží zvýšit produktivitu, aby se nemusely zvyšovat nároky na ostatní zdroje. Ideálním výstupem tohoto typu projektů je zvýšení efektivity, tedy dosahování větších zisků s menšími náklady. Současně v projektech tohoto typu, kde je jedním z klíčových bodů standardizace procesu, je velký potenciál pro další využití právě při aplikování koncepce Průmysl 4.0. Především z toho důvodu, že ve své podstatě jsou simulovány a mapovány výrobní činnosti. Ty bude možné v budoucnu přenechat automatizované lince nebo například jejich plánování nebo logistickou obsluhu bude moci zajišťovat umělá inteligence.

Jedním z nejdůležitějších zdrojů je stále lidský kapitál, který bude hrát zásadní roli ve všech procesech i nadále a to i přesto, že povaha lidské práce se bude měnit. Současná doba nám nabízí poměrně široké portfolio nástrojů, které mohou lidskou práci výrazně ulehčit. Nastavování efektivních procesů nemá za cíl připravit lidi o práci, ale jejich práci jim co nejvíce ulehčit a vytvořit pro ně nové zajímavé pracovní pozice. Nové technologie a přístupy by neměly být chápány jako hrozba, ale možnost.

Práce se snaží na konkrétním příkladu poukázat na možnosti využití osvědčených metod pro zvýšení výkonnosti a také kvality. Práce by měla posloužit jako inspirace i pro další podniky a poukázat na to že benefity, které s sebou procesní řízení přináší, jsou nezanedbatelné. Pro zvýšení produktivity je třeba hlavně analyzovat výrobní proces a co nejlépe nakonfigurovat výrobní podmínky, aby korespondovaly s daným typem výroby a produktu. Za kontrolou kvality stojí nejenom nastavení procesu, ale také jeho standardizace. Pokud je nastavený standard, tak se snáze odhalují chyby, případně místo jejich vzniku. Pak se snáze hledá východisko ze situace, které má do budoucna tyto chyby eliminovat. Jedním z podstatných faktů je také to, že pokud se přistoupí k zahájení procesu neustálého zlepšování, jedná se o setrvalý a stále se opakující cyklus zvyšující standard. Po skončení projektu jsou vyhodnoceny jeho výsledky a benefity. V tom okamžiku se otevírá prostor pro vyhledávání dalších potenciálů a možností zlepšení.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 OBECNÁ CHARAKTERISTIKA VÝROBNÍHO PROCESU

Následující kapitola se věnuje obecnému definování výrobního procesu montáže. Ten je následně předmětem zkoumání praktické části této diplomové práce. Pro realizaci byl zvolen výrobní proces montáže zařízení na navíjení polymerních vláken. Další kapitoly detailně popisují jednotlivé druhy montážních procesů a kritéria jejich volby v praktických aplikacích. Mimo jiné jsou dále zmíněny i nejdůležitější informace o navíječích vláken a jejich technické konstrukci, která je významným kritériem při volbě vhodného výrobního procesu. Parametry produktu v zásadě určují samotný technologický postup výroby, zvolené vybavení a metody zefektivňování výrobní činnosti, které je vůbec možné využít. Je důležité zohlednit i fakt, že *„montáž je závěrečná a často nejsložitější etapa, kde se v podstatě koncentrují jednotlivé technické, technologické, organizační a ekonomické činitele z předcházejících etap výroby.“* [1] I přesto, že se může problematika montážních procesů jevit na první pohled jako méně komplikovaná, ve srovnání s ostatními strojírenskými výrobními technologiemi, je v rámci strojírenské produkce klíčová a významně ovlivňuje finální strojírenský produkt.

1.1 Výrobní proces montáže

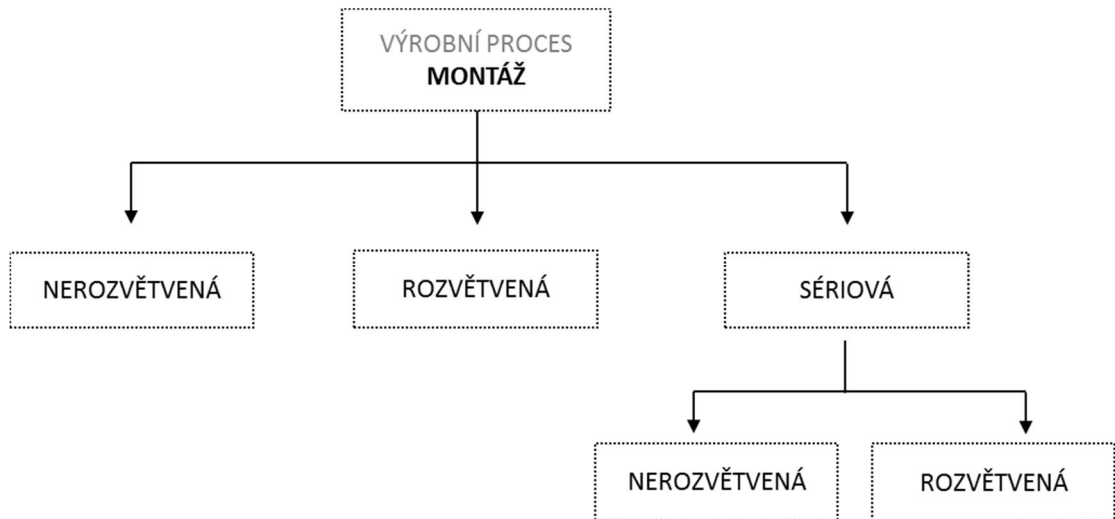
Předmětem praktické části této diplomové práce je samotný proces montáže. V kontextu popisovaného projektu má montážní proces jistá specifika oproti zažitým zvyklostem. Ve většině případů se naráží na proces montáže, který je chápán jako poslední krok výrobního řetězce. To znamená, že se hovoří o výrobě výrobku a jeho technologii od zpracování polotovaru, případně výroby materiálu přes různé výrobní technologie a montáž je pouze dílčím celkem, který zastupuje v celkovém objemu výroby znatelně menší část. V případě této práce se hovoří o montáži jako o samotném výrobním procesu, kdy se zcela zanedbávají předcházející postupy, kterými byly zhotovovány jednotlivé komponenty. *„Montáž často představuje finální fázi výroby.“* [2] Přesto je to neopominutelná fáze výroby i přesto, že bývá v literatuře zabývající se výrobními procesy někdy opomíjena. *„Montáž lze chápat jako výrobu montážních jednotek, tj. složených výrobků, jakkoliv strukturovaných (od nejjednodušších, složených ze dvou částí až po složité, investičně náročné, finální výrobky s různým užitím).“* [3] Montáž je možné definovat, také jako proces, na jehož počátku jsou jednotlivé komponenty. Ty jsou následně spojovány různými metodami v jeden funkční celek. Elementárním principem je tedy získání složitějšího systému.

1.2 Diferenciace způsobů montáže

Rozdělení montáže na několik základních druhů a způsobů je možné provést podle několika kritérií. V případě zaměření na procesní mapu montáže, bude montáž rozdělena na rozvětvenou a nerozvětvenou. Z procesního hlediska se vyhodnocuje počet toků dílčích celků případně kompletního výrobku. Rozšířenějším a detailnějším je dělení dle dynamiky procesu. Vyhodnocuje se, zda je montáž statická nebo pohyblivá. V tomto případě je možné zvolit dvě kritéria pro mobilní montáže. Podle toho zda je v pohybu výrobek (sériová montáž) nebo pracovník. Existují případy, kdy je v rámci jednoho výrobního procesu aplikováno několik druhů montáže. Často bývá montážní proces rozdělen do dílčích sekvencí, které je možné zařadit do různých kategorií.

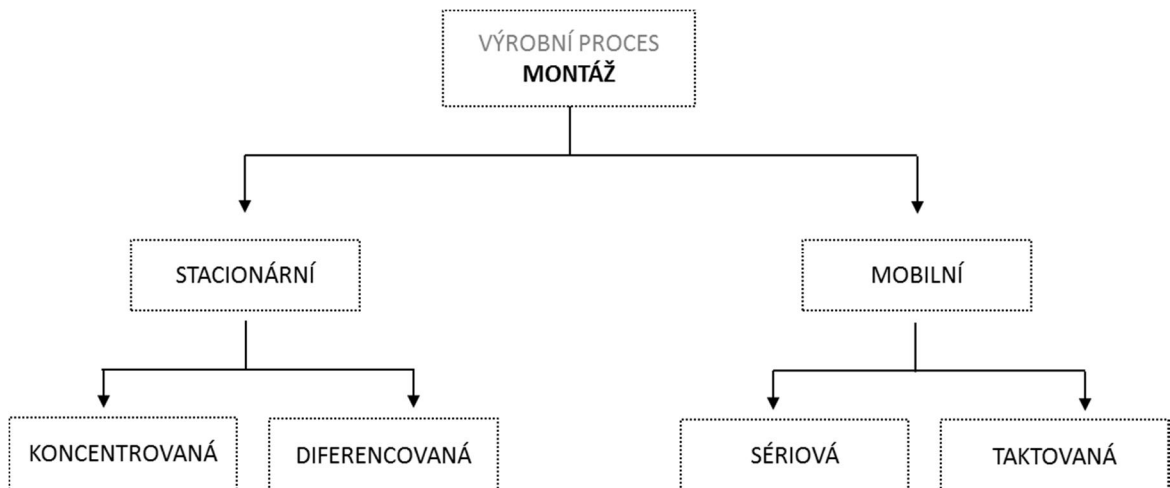
1.2.1 Montáž rozvětvená a nerozvětvená

Rozdělení jednotlivých druhů montáží je často prováděno na základě kritéria rozvětvenosti. „*Při nerozvětveném uspořádání se celek kompletuje postupně probíhajícími montážními operacemi, vždy na jediném pracovišti, a ne současně na více pracovištích, při rozvětveném uspořádání se montují současně jednotlivé konstrukční skupiny výrobků na různých pracovištích.*“ [2] Nerozvětvená montáž se využívá u velice složitých výrobků případně prototypů. Většinou hrají zásadní roli zkušenosti montážního týmu. Nerozvětvená montáž velice dobře slouží k prvotní analýze výrobního procesu a vytváření montážního postupu. V praxi je v současné době rozšířená hlavně montáž rozvětvená, která využívá tzv. předmontáže. Rozdělení na rozvětvenou a nerozvětvenou montáž bývá doplněno o tzv. montáž sériovou. Sériová montáž nachází uplatnění u velkoobjemové výroby ideálně stejného produktu. Představitelem sériové montáže bývají výrobní pásové linky např. v automobilovém průmyslu. Při analýze sériové montáže lze opět použít kritérium rozvětvenosti výrobního procesu a rozdělit takto i montáž sériovou. V praxi podle toho, zda se pracuje na jedné lince (jeden výrobní proud) nebo se v určitém bodě setkává více výrobních proudů.



Obr. 1. Výrobní proces - montáž [2]

Rozdělení montáže podle toho v kolik má proudů je vhodné doplnit o již zmiňované rozdělení z hlediska dynamiky procesu. Podle tohoto parametru na montáž stacionární nebo také pevnou a montáž pohyblivou neboli proudovou.



Obr. 2. Rozdělení druhů montáže [3]

1.2.2 Montáž stacionární a mobilní

Montáž stacionární, na pevně daném stanovišti, je rozdělena na dva poddruhy. První je koncentrovaná montáž. Její princip spočívá v tom, že pracovníci, materiál i výrobek jsou

situování na jednom místě. V nejelementárnějším případě je na takovém pracovišti na začátku montáže připravený veškerý materiál. Ze současného pohledu má tento způsob negativa v tom, že není využita maximálně dělba práce nebo možnost dělat více operací paralelně. Poměrně velká plocha je obsazena materiálem, který není v dané fázi montáže potřebný. Tento způsob montáže je celkově kapacitně náročnější (plocha, materiál, čas). Koncentrovaná montáž je dobře využitelná při stavbě prototypů nebo např. testování montážních postupů nebo nastavování materiálových toků v průběhu dané montáže.

Montáž diferencovaná koresponduje s výše zmiňovanou montáží rozvětvenou. Výrobní proces je rozdělen do několika proudů a výrobní operace mohou probíhat paralelně. Tento způsob montáže oproti montáži koncentrované přináší kapacitní úspory. V diferencované montáži můžeme využít předmontáž. Ta spočívá v montáži a přípravě dílčích celků. Ty přecházejí buď plynule do další úrovně montáže, nebo mohou být odeslány do skladu. Další alternativou je outsourcing části montáže na zcela jiný podnik. Tento případ již není čistě diferencovanou montáží, protože předmontovaná skupina má charakter nakupovaného dílu.

Dalším druhem montáže je sériová. Sériová montáž spočívá v plynulém pohybu výrobku po dané dráze. Pohyb výrobku zajišťuje nejčastěji dopravníkový systém. Výrobek takto projde postupně všechna stanoviště, na kterých dojde k jednotlivým montážním úkonům. Sériová výroba má zásadní význam u produktů, které jsou vyráběny ve velkých objemech a jejichž konstrukční povaha umožňuje takový typ montáže. Je možné se setkat i s případy částečně nebo plně automatizované sériové montáže. Nejčastěji v automobilovém průmyslu.

1.2.3 Taktovaná montáž

Variantou mobilní montáže je montáž taktovaná nebo v literatuře uváděná často jako linková. Pro linkovou (taktovanou) montáž je charakteristický: *„nucený pohyb montovaného předmětu (plynulý, nebo přerušovaný), který je dán taktem montážní linky, sled operací je nutno dodržet“*. [4] Oproti montáži sériové dochází k časovým prodlevám mezi jednotlivými montážními úrovněmi nebo mezi výměnou pracovníků. Taktovaná montáž koncentruje jednotlivá pozitiva ostatních způsobů montáže. Její nespornou výhodou je, že má širší uplatnění než montáž sériová. Je vhodná i pro méně obrátkové produkty nebo konstrukčně složité výrobky. Další výhodou je, že oproti čistě sériové výrobě může být výrobek static-

ký a dynamickým elementem procesu jsou pracovníci. Taktovaná montáž splňuje kritéria montáže diferencované, protože montážní postup je rozdělen do dílčích kroků – taktů.

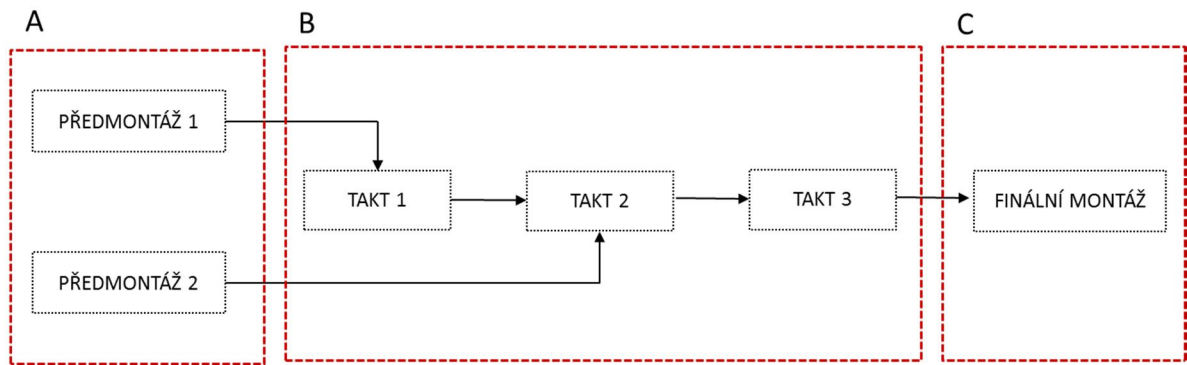
Principem taktované montáže je rozdělení výrobního postupu do jednotlivých taktů. Ty by měly mít podobnou, ideálně stejnou časovou náročnost. Pro tyto jednotlivé takty je vytvořeno odpovídající pracoviště. V případě menších výrobků je vhodné k jejich transportu mezi jednotlivými pracovišti použít systém dopravníků. Větší montážní celky nebo např. celé stroje můžeme mezi pracovišti přesouvat jeřábovou dráhou nebo za pomoci kolejnic apod.

Taktovaná montáž je výhodná z pohledu řízení. Pokud nastane v procesu nějaký problém, je velice rychle zřejmý, protože nedošlo k posunu výrobku do dalšího taktu. Opakovatelnost operací na jednotlivých stanovištích přináší jejich jistou automatizaci a zkracování výrobních časů a správným osvojením know-how i zvyšování kvality. Samotná kvalita se dá v taktované montáži také dobře řídit. Na začátek jednotlivých taktů je možné umístit např. dílčí kontrolu kvality apod.

Nevýhoda taktované montáže spočívá v opakujících se činnostech, proto je z pohledu pracovníků důležité zajistit jejich vhodné střídání. Vzhledem k závislosti jednotlivých taktů mohou nastávat problémy. Například že se jeden takt zdrží z důvodů technických (nekvalitní díl) nebo např. logistických (nedodaný materiál). V takovém momentu může vzniknout úzké místo. Před ním vzniká nadprodukce a za ním naopak nevytížené pracoviště. *„Síla a výkonnost systému (řetězce) je dána maximální kapacitou, kterou má nejslabší subsystém (člen) řetězce. Úzké místo výrobního systému se tedy týká subsystému, který omezuje kapacitu celého systému“* [5] Je tedy zřejmé, že vytvoření úzkého místa je značně nežádoucí jev a je důležité se na úzká místa změřit, protože limitují celý proces.

1.3 Příklad analýzy montážního procesu

Níže je uvedené jednoduché schéma (Obr. 3.) ilustrující možnosti vzájemné kombinace různých druhů montáže tak, aby byl celkový proces co nejefektivnější a bylo vytěženo maximum ze silných stránek jednotlivých druhů procesů.



Obr. 3. Příklad struktury proces montáže

Při celkovém pohledu na výrobní schéma je patrné, že se jedná o rozvětvený způsob montáže. Paralelně probíhají předmontáže 1 i 2, které následně vstupují do fáze B, kde probíhá taktovaná montáž. Obě předmontáže jsou stacionární a koncentrované. Celková předmontáž, tedy blok A je diferencovaná, protože je předmontáž rozdělena do dvou celků (1 a 2). Při pohledu na blok B se hovoří o nerozvětvené taktované montáži – jednotlivé kroky na sebe postupně navazují. Blok B je reprezentantem mobilního způsobu montáže, protože dochází k přesunu výrobku mezi jednotlivými takty. Poslední část procesu je finální montáž, která je opět koncentrovaným způsobem statické montáže.

1.4 Automatizace výrobního procesu montáže

Již zmiňovaným velkým tématem současného strojírenství je otázka chybějícího lidského kapitálu. Tento faktor samozřejmě vede ke snahám zaměřit se na co největší zefektivnění výrobních procesů se stávajícími zdroji. Automatizace nebo přechod na sériovou montáž má nesporná pozitiva, ale také určitá úskalí. Při přechodu na sériovou nebo automatizovanou montáž je nutné velice kvalitně analyzovat výrobní proces a zhodnotit povahu produktu. Ne každý montovaný výrobek je vhodný pro výrobu v takovém režimu. Čistě teoreticky je možné zautomatizovat jakoukoliv montáž, ale tomu samozřejmě budou odpovídat náklady a výrobní časy. „Automatizace montáže větších výrobků naráží na problémy technic-

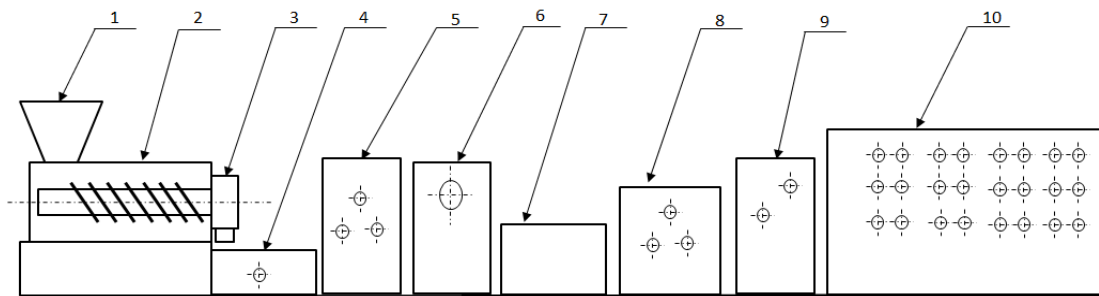
ké i problémy ekonomické.“ [6] K automatizovaným druhům montáže se přistupuje u výrobků, které mají jasně daný montážní postup se snadno reprodukovatelnými operacemi. „*Efektivnost automatizace montážních prací vyžaduje určitou hromadnost výroby, proto se uplatňuje ve výrobě valivých ložisek, automobilů, přístrojové techniky, elektrotechnických zařízení apod.*“ [4]. Významným kritériem je objem výroby daného produktu, protože prvotní investice do vybavení linek není malá a je důležité počítat s návratností a dalšími ekonomickými faktory. Nicméně i pokud se jedná o produkt, který není vhodný pro takovýto způsob výroby, je možné při optimalizaci jeho výrobního postupu využít některé poznatky a standardy z automatizovaného nebo sériového výrobního odvětví např.: standardní pracoviště, nářadí na balancérech, automatizované dopravní vozíky na materiál apod.

2 TECHNOLOGIE VÝROBY VLÁKEN A NAVÍJECÍ ZAŘÍZENÍ

Výrobu vláken lze zařadit mezi extruzní technologii. V literatuře bývá technologie výroby vláken zařazována mezi speciální metody vytlačování. Samotnou výrobu vláken lze rozdělit na dva způsoby – řezání vláken z vytlačovaných fólií a vytlačování vláken. V prvním případě je širokoštěrbínovou vytlačovací hlavou vytlačena fólie, která je dále v lince nařezána na proužky, které podléhají dalším zpracovatelským procesům. [7] Takto získané pásy jsou následně rozvlákňovány na samotná vlákna. Pro silnější vlákna je možné použít přímou extruzi. Pro obě výrobní technologie je společné, že na konci linky je umístěno navíjecí cívkové zařízení. To je zvoleno a navrženo samozřejmě s ohledem na charakter vláken.

2.1 Výroba vláken řezáním

Při výrobě vláken metodou řezání fólií spadá část výrobních operací mezi vytlačovací procesy. V první fázi je polymer nejčastěji v podobě granulátu dopravován do násypky extrudéru. Ve vytlačovacím stroji, který má nejčastěji šnekovou konstrukci, dochází k tavení, plastikaci a homogenizaci materiálu. Extrudér je osazen příhodnou vytlačovací hlavou. Pro výrobu desek nebo fólií se aplikují vytlačovací hlavy širokoštěrbínové, které se dělí podle způsobu vtoku na axiální a radiální. Přes širokoštěrbínovou hlavu je vytlačována fólie. Tato fólie je následně zpracovávána v řezacím stroji, který fólii rozřeže na jednotlivé pásy. Nařezané pásy jsou znovu ohřívány na požadovanou teplotu a jsou dluženy. Při dlužení dochází k tzv. orientaci, která ovlivňuje mechanické vlastnosti. Finální operací je rozvlákňování, které probíhá buď na profilovacích, nebo jehlových válcích. [7] Alternativou je ještě možnost vytlačení profilované fólie. Linku uzavírá zařízení, které provádí navíjení vláken. Zařízení související s touto diplomovou prací funguje na výše uvedeném principu výroby vláken. Níže je uveden schématický příklad (Obr. 4.) možných strojů, které jsou zařazovány do tohoto typu výrobních linek.



Obr. 4. Linka na výrobu vláken řezáním [7]

1 – dávkovací jednotka, 2 – šnekový vytlačovací stroj, 3 – vytlačovací hlava, 4 – chladicí lázeň, 5 – odtahové zařízení, 6 – řezací zařízení, 7 – temperační zařízení, 8- napínací zařízení, 9 – odtahové zařízení, 10 – navíjecí zařízení

Praktickým příkladem obdobné linky na výrobu polymerních vláken, která je uvedena na schématickém znázornění, je zařízení TIRATEX 1300, které je na obrázku níže (Obr.5).

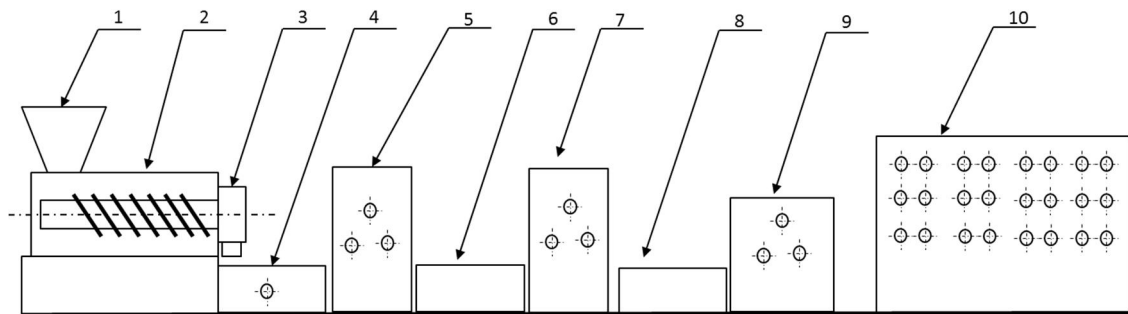


Obr. 5. Extruzní linka [8]

2.2 Výroba vláken extruzí

Obdobně jako u předchozí technologie je využíván extrudér, do kterého je dodáván polymer ve vhodné formě. Rozdíl nastává v použití vytlačovací hlavy. V případě vytlačování vláken je extrudér osazen hlavou, která je schopná přímo vytlačit vlákna. Nicméně i následující operace jsou podobné jako u metody předchozí. Po vytlačení vlákna z vytlačovací hlavy přichází vlákno do chladicí lázně, po jejím opuštění je dále temperováno na požadovanou teplotu a provádí se dlužení vláken. Není pravidlem, že je v lince zakomponováno pouze jedno dlužící zařízení. Po posledním dlužení je třeba zafixovat rozměry vláken a

to za pomoci stabilizační lázně, ve které jsou mimo jiné vlákna v napnutém stavu. [7] Opět je posledním prvkem linky navíječ.



Obr. 6. Linka na výrobu vláken extruzí [7]

1 – násypka extrudéru, 2 – šnekový vytlačovací stroj, 3 – vytlačovací hlava, 4 – chladičí lázeň, 5 – odtahové zařízení, 6 – temperační lázeň, 7 – odtahové zařízení, 8 – stabilizační lázeň, 9 – odtahové zařízení, 10 – navíjecí zařízení

2.3 Zařízení pro navíjení vláken

Na konci linek pro výrobu polymerních vláken je zařazeno navíjecí zařízení. Tyto navíječe mají za úkol rovnoměrné navinutí vláken na cívky tak, aby bylo možné s nimi pracovat v dalších procesech. Navíjecí zařízení (Obr. 7.), jehož montáž je předmětem této diplomové práce, funguje na principu přesného stupňovitého navíjení. Navíjecí zařízení je uzpůsobeno primárně tak, aby navíjelo cívky ideální pro následné tkání. Diplomová práce se věnuje montáži dvou typů navíječů cívek. U prvního typu je nutná manuální výměna cívek u druhého typu probíhá výměna automaticky.



Obr. 7. Zařízení pro navíjení vláken [8]

3 FILOZOFIE ZLEPŠOVÁNÍ VÝROBY A PROCESŮ

Zaměření se na efektivitu výrobních procesů a jejich optimalizaci není otázkou posledních let. Současné směry optimalizace procesů vycházejí nejčastěji z metod, které začaly být aplikovány po druhé světové válce. Vzhledem k pozdějšímu nástupu kapitalismu v našem regionu mohou být systémy jako např. TPS – Toyota Production System, které jsou uceleným souborem nástrojů pro udržení a neustále zlepšování výkonnosti procesů, považovány za poměrně nové. Z globálního hlediska se jedná o osvědčené systémy, které se v současnosti dále rozvíjejí a modifikují pro potřeby současného průmyslu. Tyto koncepty velice dobře fungují mimo jiné, protože pro jejich realizaci nejsou nutné významné investice. V poválečném japonském průmyslu nebyl dostatek prostředků na velké investice a tato situace donutila inženýry tehdejších výrobních závodů řešit situaci s minimálním zvyšováním nákladů. Výsledkem tohoto snažení je právě např. Kaizen nebo LEAN Production. Zároveň je možné hledat inspiraci pro projekty neustálého zlepšování i v americkém prostředí, ze kterého pochází například metodika SIX SIGMA (základy položeny ve společnosti Motorola). Ta se postupně vyvinula ze systému řízení kvality a statistické analýzy.

„Nicméně následující koncepce jsou implementovány primárně:

Lean – efektivní a ekonomické procesy (nulové „plýtvání“),

TOC – procesy s vysokým výkonem (zaměření na úzká místa),

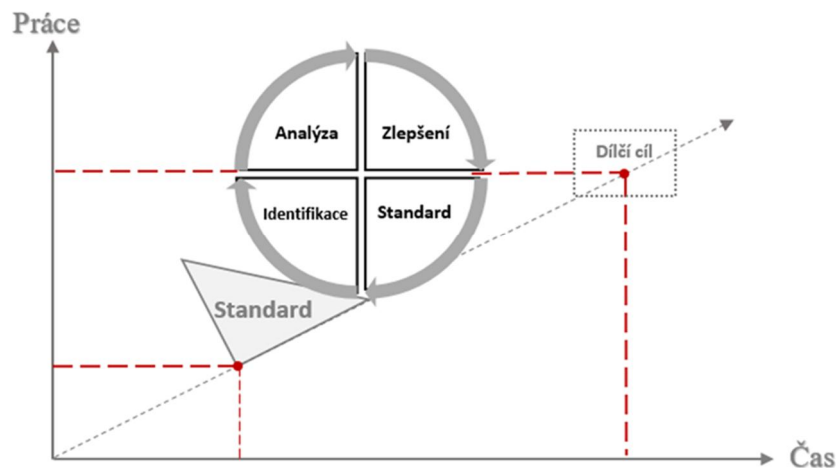
Six Sigma – stabilní procesy,

Management podle ROI – procesy s krátkodobou investiční návratností,

CIM/CIE – automatizované procesy.“ [9]

Samozřejmě se zde hovoří o největších současných trendech v řízení a zlepšování výrobních procesů. Spolu s těmito hlavními proudy existují další modifikované koncepty procesního řízení nebo systematiky, které se staly dobrým základem pro další rozvoj současného řízení výroby (např. přístup k organizaci výroby podle Henryho Forda, který je historickým milníkem). Klíčovou roli hraje pojem standard. *„Tam, kde nejsou standardy, nemůže dojít ke zlepšení, Počátečním bodem jakéhokoliv zlepšení je znalost toho, kde přesně se nacházíme.“ [10]* Všechny filozofie a metody zlepšování procesů mají za úkol zracionalizovat užívané procesy. *„V oblastech technologického projektování výroby je racionalizace zaměřena do následujících skupin cílů:*

- snižování spotřeby práce, času, materiálu, energií a snižování nákladů,
- zvyšování výkonnosti (výkonů, množství produkce za čas) a výrobnosti,
- zvyšování zisku jako rozdílu mezi výnosy a vlastními náklady,
- snižování průběžné doby výroby, výrobních a dodacích lhůt,
- zvyšování kvality výrobků z hlediska spolehlivosti a užitných hodnot,
- humanizace práce a použití ergonomie ve výrobním a montážním procesu. “ [11]



Obr. 8. Princip neustálého zlepšování [12]

3.1 KAIZEN

Kaizen je v literatuře nejčastěji definován jako metoda zlepšování procesů. „KAIZEN znamená malá zlepšení, činěná za současného stavu, jako výsledek průběžného, neustálého úsilí a poté jejich udržování v provozu, dokud se nenajde jiná, lepší metoda, která by současný stav opět zlepšila.“ [13] Tato metoda má za cíl neustálé zlepšování procesů po malých etapách. Obrovskou výhodou Kaizenu je to, že se změny dějí v průběhu procesu po malých etapách. Díky tomu je ideální metodou pro zlepšování v rámci fungujícího procesu. V ideálním případě by bylo nejlepším řešením zastavit výrobu a intenzivně pracovat na její transformaci. Z ekonomického pohledu je takový přístup problematický. Pro případ, kdy je nutné zachovat kontinuitu výroby je vhodný právě koncept Kaizenu. Díky Kaizen přístupu je celý projekt delší, ale lze změny realizovat za chodu. Kaizen je možné také definovat jako filozofii zvyšování kvality. V tomto kontextu je kvalita velice široký pojem. Hovoří se o kvalitě procesu, kvalitě výrobku, kvalitě komunikace a mnoha dalších oblastech. Kaizen může být chápán také jako filozofie. To jak je Kaizen nastaven a jak má fungovat vychází z jeho původu. Filozofie nebo metoda Kaizen pochází z Japonska. Japonská a asijská kul-

tura se od té naší liší a tyto rozdílnosti by měly být zohledňovány. Evropan akceptuje Kaizen jako nástroj, soubor metod, které mu mají při jejich dodržení přinést určité výsledky nejlépe snadno změřitelné v podobě např. klíčových ukazatelů výkonnosti. Klíčové ukazatele výkonnosti (Key Performance Indicators – KPI) jsou „*specifické ukazatele, které se používají pro posuzování nositelů ztrát ve výrobním systému a následném efektu zlepšení*“.

[14] Tento pohled je samozřejmě v pořádku. V mateřské zemi Kaizenu se k práci přistupuje jiným způsobem, než jak je v našem kulturním regionu zvykem. V asijské kultuře hraje práce významnou roli. Jednotlivci, přebírající zcela přirozeně za svoji práci zodpovědnost a velmi jim záleží na její kvalitě. V tomto kontextu lze Kaizen pojmenovat jako určitou filozofii práce.

3.1.1 Zavádění Kaizenu v rámci podniku

Kaizen, pokud má být v rámci podniku používán, by se měl týkat všech. Měl by s ním být ztotožněn člověk, který se stará o ty nejdůležitější věci i samotný ředitel. Zároveň může být použit téměř ve všech oblastech a v každé oblasti přinést benefity. Celkové zlepšování nakonec přináší i lepší klima v organizaci. Podmínkou je, že je daný koncept všemi přijat za vlastní a není vynucován. I malá zlepšení se většinou promítnou do ukazatelů výkonnosti nebo se zlepší pracovní prostředí. Kaizen je velice přirozená věc, člověk má většinou tendence práci si usnadnit (myšleno dělat věci chytřeji), zlepšit svoje pracovní prostředí a to ho nutí přemýšlet. Není nutné zaměstnance zatěžovat definicemi, poučkami a neustálým měřením, jak je ve firmách často zvykem. Mnohem větší benefity přináší demonstrování, že Kaizen není nic převratného, a že už je pravděpodobně dlouho nevědomky využíván. Tím se získává zcela jiný přístup k problematice a mnohem snáz se daří Kaizen implementovat jako standardní proces.

3.1.2 Kaizen nástroje

Kaizen dává obecný návod jak zacházet s různými nástroji, které jsou k dispozici. „*Kaizen strategie udržuje a zlepšuje standardy přes malé, postupné zlepšení a inovace dělá radikální zlepšování přes rozsáhlé investice do technologie a výrobního zařízení.*“ [15]

V duchu Kaizen přístupu se využívají např. metody štíhlé výroby, která je blíže popsána v následující kapitole. Vzhledem ke kulturnímu původu Kaizenu i štíhlé výroby se některé nástroje a metody vyskytují v obou konceptech. V literatuře bývá doporučeno v rámci zlepšování za pomoci Kaizenu využívat následující metody: „*péče o zákazníka, další ná-*

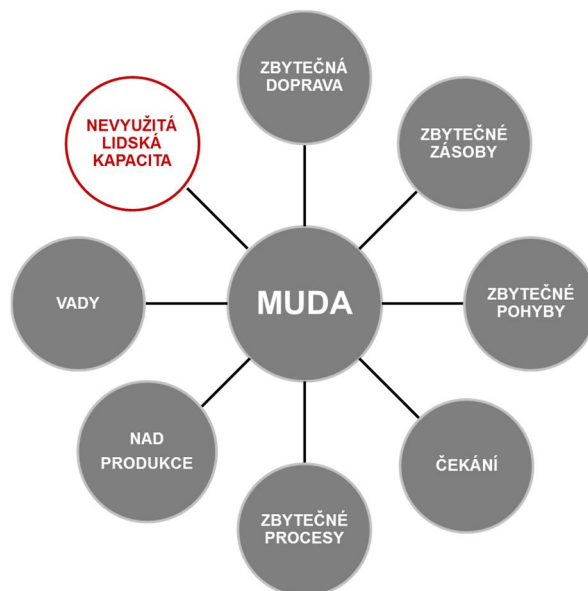
stroje TQM (Total Quality Management), automatizace a mechanizace procesů, kroužky jakosti, pracovní disciplína, navrhování postupných řešení, zlepšování jakosti, Just-in-Time (systém „právě včas“), Zero Defects (hnutí nulových vad), tvůrčí týmová práce, vzájemná kooperace mezi managementem a pracovníky, zlepšování produktivity, vývoj nových výrobků (inovace), „štíhlá výroba.“ [16] V současnosti bývá standardem v rámci Kaizenu v podniku využít metody 5S, která s vynaložením minimálního úsilí přináší významné změny. „Akce 5S je základním kamenem pro další implementaci pokročilých metod Kai-zen, ale i jiných optimalizačních metod a přístupů „zeštíhlování“.“ [17] Cílem 5S je vytvořit čisté a organizované pracoviště. „Průběžná implementace metody 5S v různých společnostech odhalila několik výhod, jako například: zlepšenou kvalitu produktů a služeb, čisté a produktivní pracovní prostředí, zlepšenou údržbu a bezpečnost, snižování nákladů, zvyšování efektivity a efektivity procesů, disciplínu a lepší angažovanost na pracovišti, zlepšování pocitu odpovědnosti a týmové práce, vyšší spolehlivost vybavení a snížení množství plýtvání: méně místa pro skladování a méně manipulačních časů, redukce výrobních a ustavovacích časů atd.“ [18]

- 1S** SORTOVAT - ODDĚLIT POTŘEBNÉ A NEPOTŘEBNÉ VĚCI
- 2S** SETŘÍDIT - UMÍSTIT POTŘEBNÉ A VYUŽÍVANÉ VĚCI, TAK ABY MOHLY BÝT JEDNODUŠE A RYCHLE POUŽITY
- 3S** STÁLE UDRŽOVAT ČISTOTU - UDRŽOVAT ČISTÉ PRACOVIŠTĚ A JEHO OKOLÍ
- 4S** STANDARDIZOVAT – NEUSTÁLÉ ZLEPŠOVÁNÍ SITUACE A OPAKOVÁNÍ PROCESU
- 5S** SEBEDISCIPLÍNA - UDRŽOVÁNÍ DOKONALÉHO POŘÁDKU A DODRŽOVÁNÍ PŘEDCHOZÍCH 4S

Obr. 9. Principy metody 5S [10]

3.2 LEAN

Ve své podstatě je LEAN filozofií, která má stejně jako Kaizen, za cíl neustále zlepšovat. V rámci LEANu se za pomoci jeho nástrojů hledají a eliminují zdroje plýtvání. „*Jde o komplexní systém, orientovaný především na změnu myšlení v oblasti řízení a organizace výrobních konceptů, kterou jsou realizovány na podnět lidí – manažerů a s podporou technologického vybavení.*“ [14] Hlavním cílem je zbavit se všeho co je nadbytečné ať už z pohledu fyzického nebo procesního. Pro co nejvyšší efektivitu optimalizačních projektů v duchu Lean-Production se vyhledává plýtvání napříč všemi procesy, které provázejí vznik produktu. „*Lean charakterizuje kombinace just-in-time postupu, redukce rozpracovanosti a plýtvání, zlepšení strategie, výrobu bez vad a standardizace*“ [19]



Obr. 10. MUDA [13]

Muda je pojem definující 7+1 druhů plýtvání. Těchto 8 druhů plýtvání by mělo být v co největší míře odbouráno. V současné době se hovoří nově o 8 druzích plýtvání, protože se výrobní průmysl začal více zaměřovat i na lidský kapitál a práci s ním.

- **Zbytečnou dopravou** se rozumí veškeré nadbytečné pohyby a přesuny materiál přímo na pracovišti, v rámci podniku (logistika sklad – výroba) nebo např. mezi externími sklady a dodavatelem.

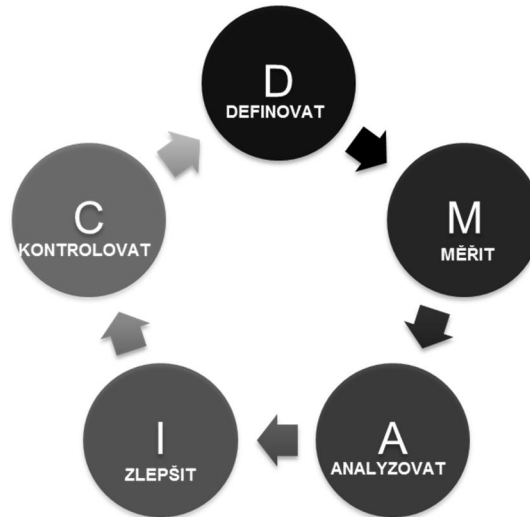
- **Zbytečné zásoby** jsou nežádoucí nejenom z pohledu LEANu, ale např. i z hlediska finančního a to zvláště ve strojírenství (dlouhá doba výroby se projevuje v účetnictví jako vázané prostředky a ovlivňují ukazatele finanční analýzy). Samozřejmě zásoby, které nejsou potřeba pro plynulý průběh výroby, zabírají prostor a mohou se projevit i technické aspekty (stárnutí materiálu, změny konstrukce apod.).
- **Zbytečné pohyby** souvisejí jak s transportem materiálu, tak se samotnou organizací pracoviště a závodu. Je třeba vytvářet layout tak, aby na sebe jednotlivé operace co nejlépe navazovaly a aby bylo vše systematicky a koncentrovaně uspořádané (vytváření tzv. 5S pracovišť – pracoviště, která splňují kritéria 5S).
- **Čekání** je zástupcem plýtvání časem, který mohl být využit tak aby byl proměněn v produktivní činnost – výroba nebo minimálně přesun k jiné činnosti, přinášející přidanou hodnotu.
- **Zbytečné procesy** jsou velkým tématem. Jednak je důležité vytvořit co nejjednodušší, ale zároveň správný samotný výrobní postup, na který by měly navazovat logické a transparentní dílčí procesy (proces nákupu, proces řízení kvality, proces řízení montáže apod.). Dílčí procesy musí sloužit a být opravdu nezbytně nutné pro zajištění chodu výroby.
- **Nadprodukce** souvisí v podstatě s vytvářením nadbytečných zásob v podobně hotových produktů. Objem výroby úzce souvisí s požadavkem zákazníka a zásadou, že vždy se vyrábí to, co zákazník požaduje a v požadovaném množství.
- **Vady** vzniklé ve výrobě, jsou něco co je v procesu nadbytečné a je třeba je eliminovat. Pro odstranění vad slouží různé systémy a metody řízení kvality.
- **Nevyužitá lidská kapacita** optimalizace procesů často přinese úspory potřeb pracovních míst. Pak vzniká prostor pro přehodnocení rozložení lidského kapitálu a potenciálu v rámci organizace. Samozřejmě se pracuje s lidskými zdroji i za ustáleného stavu, kdy se aktivně v rámci podnikové zaměstnanecké základny vyhledávají pracovníci, kteří mohou být dále rozvíjeni a jsou schopni vytvářet větší přidanou hodnotu.

3.3 SIX SIGMA

Six Sigma lze charakterizovat jako systém nástrojů sloužící ke zvyšování kvality a neustálého zlepšování. Vývoj a strukturu tohoto proudu ovlivňuje stejně jako u Kaizenu nebo Leanu prostředí a kultura, ve kterém vzniká. Six Sigma poskytuje více zejména statistických nástrojů a metod. „*Důležitým východiskem metody Six Sigma je přesvědčení, že dělat chyby se nevyplácí. Chybou je jakýkoliv stav, kdy zákazník není spokojen.*“ [13] Vychází z kvalitní analýzy a systematického řízení za pomoci definovaných nástrojů. „*Dalším způsobem definování Six Sigmy je, že jde o uskutečňování rozsáhlé změny firemní kultury s cílem dosahovat lepšího uspokojování zákaznických potřeb, vyšší ziskovosti a konkurenční schopnosti.*“ [20] I v případě směru Six Sigma je nutné, aby byl koncept přijat a organizace se jako celek ztotožnila s jeho cílem - primárně maximálním zvýšením kvality. V jádru spočívá koncept Six Sigma v neustálém opakování cyklu zlepšování. Během tohoto cyklu je proces měřen a jsou zkoumány veškeré odchylky, které mají být v dalším cyklu odstraněny. Opakováním cyklu se identifikují tzv. úzká místa – bottlenecks, která jsou nežádoucí a negativně ovlivňují proces. Úzká místa mají tendenci se stěhovat, tedy pokud je jeden problém vyřešen, může se objevit nový problém, který nabyl nově vyšší prioritu.

3.3.1 DMAIC cyklus

Six Sigma přístup je opět založen na cyklickém způsobu řešení problémů. „*Metodologie Six Sigma má dva přístupy: DMAIC (D-Definovat, M-Měřit, A-Analyzovat, I-Zlepšit, C-Kontrolovat), který je aplikovatelný na existující produkt nebo proces, aby byl zlepšen a DMADV (D- Definovat, M-Měřit, A-Analyzovat, D-Navrhnout, V-Ověřit), který je aplikovatelný na nové produkty a procesy tak, aby byly navrženy a/nebo implementovány způsobem, který zajistí Six Sigma výkonnost.*“ [21] Zlepšování se provádí na základě neustále se opakujícího procesu a vždy by měly být absolvovány všechny fáze. Po ukončení jednoho cyklu, by se mělo začít opět se stejným cyklem znovu, aby byly nalezeny nové potenciály ke zlepšení.



Obr. 11. DMAIC cyklus [21]

Při řešení projektů je vhodné držet se fází cyklu DMAIC, které zajistí určitou systematickост postupu. Po osvojení si jednotlivých fází se dá tento princip velice snadno aplikovat na všechny možné oblasti a problémy, které každodenní praxe přináší.

Tab. 1. Charakteristika DMAIC [22]

FÁZE	POPIS	VÝSTUP
DEFINOVAT	V první fázi určení problému, stanovení cíle, jmenování projektového týmu a nastavení rámcové podoby projektu.	<ul style="list-style-type: none"> • Jasná definice • Plán projektu
MĚRIT	Ve druhé fázi probíhá sběr všech potřebných dat za použití vhodných metod.	<ul style="list-style-type: none"> • Aktuální status procesu • Plán a metodika sběru dat • Zavedení malých zlepšení

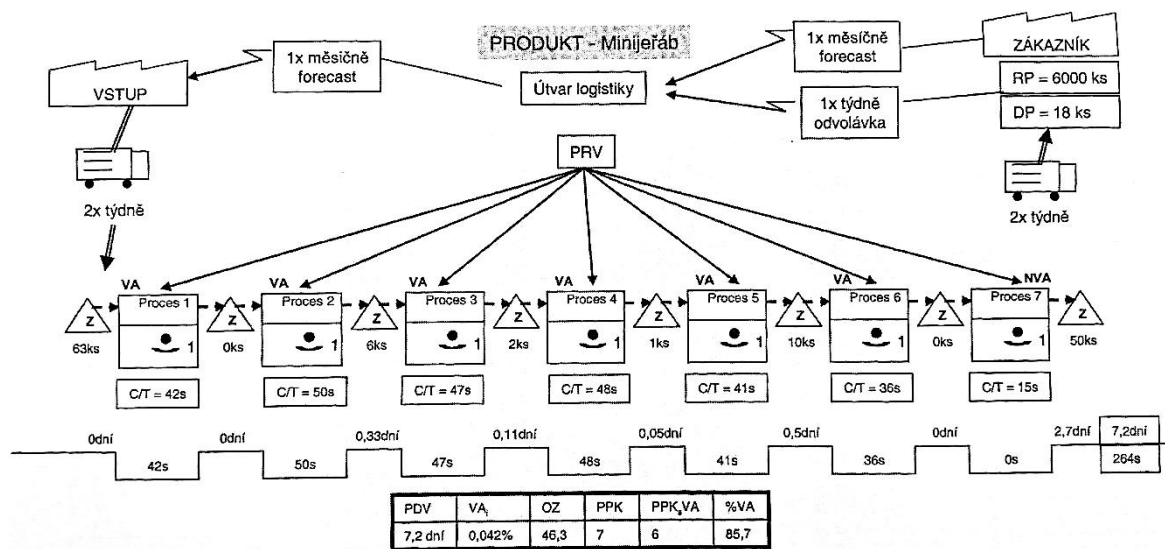
ANALYZOVAT	Následuje analýza získaných data a stavu situace. Na základě analýzy se zpracovávají návrhy řešení počátečního problému.	<ul style="list-style-type: none"> • Analýza získaných dat • Priority
ZLEPŠIT	Implementace do praxe navržených zlepšení.	<ul style="list-style-type: none"> • Návrh řešení • Zavedení v pilotním režimu
KONTROLOVAT	Provádění kontroly jednak, jestli jsou zlepšování používána a hlavně jestli opravdu přinášejí předpokládané benefity.	<ul style="list-style-type: none"> • Kontrola dohodnutých principů • Uzavření projektu

V duchu Kaizenu je výhodné již od začátku provádět v průběhu DMAIC cyklu malá zlepšení, u kterých se předpokládají okamžité benefity, nezávisle na fázi cyklu.

3.3.2 Mapování procesů

V rámci Six Sigma metody jsou velice přínosné nástroje zabývající se mapováním procesu. Často se zmiňuje matice SIPOC (S- supplier, dodavatel; I – inputs, vstupy; P - process, proces; O – outputs, výstupy, C – customer, zákazník), která popisuje vstupy a výstupy v rámci procesu. I když nejčastěji popisuje vztahy dodavatel-zákazník, lze ji vztahovat i na interní procesy. „Parkash a Kaushik využili SIPOC analýzu k revizi a zdokonalení stávajícího procesu monitorování a zlepšování výkonnosti dodavatelů začleněním metody Plan-Do-Check-Act a systému řízení jakosti ISO 9001, jako nástrojů identifikování problémů.“ [22] Velice výhodné je využít diagramy toku hodnot (práce, materiál). Jednou z možností jak proces vizuálně znázornit je použít metody Value Stream Mapping. „Mapování hodnotového toku (VSM) je jednoduchá, ale účinná metoda, která se používá pro ilustraci a přepracování hodnotových toků. Metoda pochází z Toyota Production System a skládá se ze dvou fází: analýzy hodnotového toku, ve které je vizualizován aktuální proud a návrh hodnotového toku, ve kterém jsou odhaleny a sníženy zdroje plýtvání.“ [23] Primárně je možné sestavit jednoduché plánky zobrazující návaznost procesů na pracovišti, které jsou dostatečně ilustrativní, ale zároveň ne tolik obsáhlé jako kompletní Value Stream Mapping. Je

vhodné sestavit také grafický diagram postupu procesu. Aby bylo možné sestavit tyto matice nebo diagramy, musí být primárně k dispozici potřebná vstupní data. Tato data lze nejnázne získat přímým pozorováním, měřením a sběrem informací přímo od pracovníků. „Cílem těchto metod je zachytit stav procesu, identifikovat plýtvání a vytvořit tak výchozí předpoklady pro další zlepšování výrobních procesů.“ [24]



Obr. 12: Příklad mapování procesu pomocí VSM [14]

Samozřejmě není podmínkou pro úspěšné dokončení projektu používat nutně sofistikované nástroje. Velice dobře poslouží i práce s elementárními schématy a plány, do kterých se zaznamenávají potřebné informace. Nejdůležitější je, aby zvolené pomocné nástroje byly jasné a pro všechny zúčastněné srozumitelné.

4 PROJEKTOVÉ ŘÍZENÍ

Vedle metod a filozofie je zásadní součástí celého projektu systém jeho řízení. Projektové řízení má za cíl realizovat vytyčené cíle od jejich prvního nástinu až po vyhodnocení benefitů po jejich úspěšné realizaci. Praktická realizace a její úspěšnost stojí právě na kvalitě projektového managementu a zpracování struktury a zodpovědnosti v řízení. Realizace cílů za pomoci projektového řízení přináší transparentnější proces transformace do žádaného stavu a snadnější kontrolu nad kvalitou probíhajícího procesu zavádění změn.

„Projektové řízení je charakterizováno především těmito principy:

- **systemový přístup** (zvažování jevů v souvislostech);
- **systematický, metodický postup** (řízení různých projektů vykazuje stejné prvky);
- **strukturování problému a strukturování v čase** (rozkládání problému na menší kousky);
- **přiměřené prostředky** (výběr metod a procesu řízení adekvátně řízenému prvku);
- **interdisciplinární týmová práce** (fungující tým dosahuje lepších výsledků než skupina individualit);
- **využití počítačové podpory** (jak pro rutinní, tak pro kreativní činnosti);
- **aplikace zásad trvalého zlepšování** (není problém udělat chybu, ale nesmí se stále opakovat);
- **integrace** (lidí, procesů, zdrojů, ...).“ [25]

Cílem nahlížení na řešení jednotlivých problémů, jako na projekt nebo projekty je maximalizace šance na úspěšné vyřešení problematických otázek, pokud možno co nejefektivněji.

4.1 Projektový tým

Výsledky projektu jsou závislé na realizačním týmu. Z tohoto důvodu hraje zásadní roli lidský kapitál a lidský faktor. Lidský faktor je samozřejmě zdrojem chyb, ale zároveň je nedocenitelná, zvláště při realizaci projektu, lidská kreativita, která přináší často nový pohled na věc a posouvá ho do jiných dimenzí, než které byly teoreticky stanoveny na počátku projektu. V projektovém týmu by měla panovat rovnost názorů nezávisle na pozicích jednotlivých členů.

Projektový tým by měl být složen tak, aby pokrýval všechny oblasti, které jsou pro projekt zásadní, a je třeba jim věnovat pozornost. Pro jednotlivé oblasti, jako je např. výroba nebo

logistika, nominujeme určité zástupce, které považujeme za odborníky v jejich oblasti. Tato různorodost týmu zajišťuje objektivní pohled na řešené téma, protože to jakou má výroba představu o fungování logistických procesů nemusí zcela dobře odpovídat realitě. Členy projektového týmu si nejčastěji vybírá vedoucí projektu nebo jsou nominováni zadavatelem případně manažery jednotlivých úseků. Vhodný kandidát by měl hlavně přemýšlet o změně a hledat možnosti jak něco změnit a být ochoten dialogu s ostatními odděleními. Tyto vlastnosti by měly být doplněny o praktické zkušenosti a dobrou znalost současných procesů, které se chystáme měnit.

Vedoucí projektu a projektového týmu je zodpovědný za doručení projektu zadavateli v očekávaném termínu a za splnění cílů, které byly na začátku nastaveny. Je otázka, jaký způsob vedení týmu zvolit, zda autoritativní, kdy vedoucí v podstatě projekt celý nalinkuje a dohlíží pouze na plnění jednotlivých úkolů nebo působí v týmu spíše v roli moderátora, který se snaží na základě dialogu jednotlivých oddělení najít nejlepší řešení, které zároveň koresponduje s požadovanými výstupy. [22] Z praxe se osvědčily oba přístupy k projektovému řízení kombinovat, tedy mít zároveň přesně dané určité termíny a milníky, ale zároveň vytvářet prostor pro nové myšlenky, pomocí workshopů, brainstormingů apod.

V neposlední řadě má pozitivní přínos i začlenění neoborníků nebo praktikantů, případně externích odborníků, jako členů realizačního týmu. Tito lidé mají většinou nestranný pohled na věc a tím pádem i ideje nezatížené současným stavem, který často svádí člověka k otázce, proč by měl něco změnit. Pokládání elementárních otázek nestranných osob týkajících se fungování procesu, logistiky, nákupu nebo expedice, pomáhá sestavit skutečné procesní mapy a materiálové toky, které neobsahují žádné nadbytečné činnosti. Čím více věcnějších a jednodušších informací se podaří shromáždit, tím je menší pravděpodobnost chyb a zároveň by měla být zajištěna větší efektivita, protože je zbytečné realizovat nadměrně komplikované návrhy.

4.2 Řízení

Procesy zvyšování výkonnosti a neustálého zlepšování stojí na standardizaci a neustálém opakování osvědčených cyklů, které přinášejí požadované efekty. Stejně tak je vhodné nastavit metodiku vedení projektů v dané organizaci. [26] To jakým způsobem jsou prováděny změny, je součástí filozofie daného podniku. Nastavení jednotného systému řízení projektů s sebou opět přináší časové úspory, protože se vychází z podobné dokumentace

apod. „PMI® smysluplně dělí řízení projektu (a všech podprocesů s tím spojených) do pěti základních oblastí:

- *zahájení (definování) – definování projektových cílů a účelu, zahájení aktivit;*
- *plánování – naplánování, jak budou splněny požadavky a cíle projektu (které metody a postupy budou použity); specifikace provedení, časového plánu a finančního rozpočtu;*
- *vykonání – realizace výstupů a dodávek naplánovaným způsobem*
- *sledování (monitorování) – kontrola stavu a postupu projektových prací, aby byly včas zjištěny odchylky od plánu, a ty mohly být zavčas korigovány;*
- *ukončení – ověření, že hotový úkol odpovídá aktuální definici toho, co se mělo udělat (odpovídá specifikaci v zadání), a uzavření všech nedokončených prací, např. dokumentace (včetně dokumentace vyhodnocení průběhu projektu).“ [25]*

Řízení projektu a podnikový koncept projektového managementu může být využit jako jeden z pilířů neustálého zlepšování a standardizace v rámci organizace. Benefit který toto koncepční řešení přináší, je spatřován v transparentnosti činností. „*Hlavní důvodem, proč využíváme řízení projektů, jsou výhody, které získáváme při zavádění jasně definovaného procesu řízení projektů v naší organizaci. Neustálé používání procesu a metodologie vytvoří organizaci, která bude těžit ze strukturovaného přístupu a každý v organizaci jasně porozumí tomu co se děje a proč děláme určité věci.*“ [26]

Řízení projektu je v rukách vlastníka projektu, tím je rozuměn zadavatel projektu a projektového vedoucího, který má za úkol spolu se svým týmem projekt realizovat. Při zadávání projektu je zásadní jasná definice cíle. Správně definovaný cíl by měl být tzv. SMART (Obr. 13.).

S	Specific	DEFINOVANÝ
M	Measurable	MĚRITELNÝ
A	Agreed	VE SHODĚ
R	Realistic	REÁLNÝ
T	Timed	ČASOVĚ VYMEZENÝ

Obr. 13. SMART cíl [12]

Řízení se zásadou nastavování SMART cílů je užitečné především pro korigování celého průběhu projektu a zjednodušení jeho celkového plnění. Jednak přesně definuje, čeho se má dosáhnout v jednotlivých fázích projektu. Je možné odhadnout momentální procentuální úspěšnost a při ukončení projektu lze snadno určit, zda byl úspěšný či nikoliv.

Je možné konstatovat, že v jádru principy projektového managementu korespondují s nástroji řízení, které jsou uvedeny v rámci neustálého zlepšování a je na konkrétním projektovém vedoucím nebo týmu jaký způsob řízení projektu je vhodnější a kterou metodiku nakonec zvolí.

4.3 Životní cyklus projektu

Hovoří-li se o projektech optimalizačních, tak křivka výkonnosti procesu v průběhu procesu vykazuje určité rysy, s kterými by se mělo již na začátku počítat. Filozofie zlepšování stojí na tom, že má být nastavený standard, který je kontinuálně po malých částech zvyšován. Při samotném zaměření se na dílčí výkonnost v průběhu projektu se mohou vyskytnout propady výkonnosti, které jsou závislé na povaze projektu a rozsahu změn. To ovlivňuje v jakém módu je projekt spouštěn, zda za chodu výroby, nebo při přerušené výrobě.

Druhým pohledem na životní cyklus projektu je mapování jednotlivých kroků, které musí být v rámci daného projektu učiněny. Tyto jednotlivé fáze projektu se rozdělují většinou do tří hlavních skupin: předprojektová fáze, projektová fáze a poprojektová fáze. Předprojektová fáze zahrnuje definování a přípravu projektu. Projektová fáze koresponduje s pěti oblastmi řízení projektu z předchozí kapitoly. Poslední – poprojektové fázi se věnuje vyhodnocení úspěšnosti samotného projektu, controllingu a auditům. [22]

5 MODELOVÁ PROJEKTOVÁ STRUKTURA

Pro řízení projektů zlepšování a obecně projektů existuje celá řada nástrojů metod a odborné literatury, ze které je možno čerpat a na základě těchto informací vystavět vlastní projektovou strukturu. Pro organizace, ve kterých projekty probíhají v častější míře, se můžeme setkat s jednotným přístupem k jejich řízení a také ke standardizaci samotného procesu řízení projektu. Poslední kapitola teoretické části této diplomové práce přináší stručný přehled elementárních bodů, které je možné zařadit do projektové struktury pro řízení obdobného projektu, jako je tomu v praktické části této práce. Splnění těchto jednotlivých kritérií pomáhá přivést úspěšně celý projekt k životu.

5.1 Projektový management

Koncept projektového managementu dává realizovaným činnostem jakési mantinely a formu, které směřují a řídí proces samotné racionalizace výroby. Je možné říci, že projektové řízení je nástrojem organizace činností vedoucích k optimalizaci procesu.

5.1.1 Zadání a cíle

Hned na začátku vyvstávají dva klíčové pojmy: zadání a cíle. Bez jasné, srozumitelné a přesně definice těchto dvou pojmů není možné projekt úspěšně finalizovat. Zadání definuje jakési mantinely a prostředky, které umožní splnit požadované cíle. Cíle, kterých má projekt dosáhnout musí ideálně splňovat již zmiňované SMART parametry a to z prostého důvodu a to aby nevznikal prostor pro dohady o tom, zda je zadání splněno nebo ne, případně v jaké fázi se projekt nachází. [22]

5.1.2 Projektový tým

V případě, že je k dispozici zadání a cíle, začíná se utvářet představa o tom, jakým směrem se bude projekt ubírat a na tomto základě lze definovat projektový tým a rozdělení rolí. Složení, schopnost spolupráce a týmový duch se zásadně odráží do průběhu projektu a jeho úspěšnosti. Projektový tým by měl být postaven tak, aby byl schopen fungovat jako celek a zároveň pokrýval všechny oblasti, na které problém naráží. V případě, že nejsou k dispozici interní zdroje např. pro zpracování finanční analýzy je vhodné tyto otázky delegovat na externisty.

5.1.3 Strategie a standard práce

Již od začátku projektu by mělo být jasné, jakým způsobem se bude na jeho realizaci pracovat. Projektový tým by měl být jasně a srozumitelně seznámen s celkovou strategií, tedy jaký je cíl a jakým způsobem se ho v daném časovém rámci bude dosahovat. Jednotliví členové týmu jsou také dobře obeznámeni se svou rolí v rámci týmu, náplní práce a možnosti kooperace a v případě problémů způsobu eskalace situace. Dále jsou jasně nastavená pravidla práce s daty, jejich správa a zálohování. Existuje definovaný rámec setkávání celého týmu, kdy se vyhodnocuje aktuální stav dané projektové fáze. Na to navazují setkání menších operativních skupin tak, aby byly všechny informace dostupné všem členům týmu.

5.1.4 Vhodný nástroj řízení projektu

Jsou-li definovaná pravidla jak se bude projekt řešit, je vhodné zvolit si některý z nástrojů pro řízení projektů např. již zmiňovaný DMAIC cyklus nebo také hojně využívaný cyklus PDCA. [26] Přistoupení k podobné metodologii přináší snadnější a organizovanější řízení samotného projektu a lepší reprodukovatelnost a srozumitelnost jednotlivých dílčích úkonů.

5.2 Racionalizace výroby

Předmětem projektu je racionalizace výroby, tedy soubor činností vedoucích ke zlepšení, zefektivnění nebo např. zvýšení výkonnosti. „*Racionalizace práce – jako cílevědomé a systematické využívání všech poznatků a prostředků, které poskytuje věda, technika i praxe ke zvyšování výkonnosti, hospodárnosti a kulturnosti práce.*“ [27] Rámec a posloupnost činností racionalizace procesu vychází z konceptu projektového managementu. Racionalizace výroby se nezaměřuje pouze na výkonnost procesu, ale také na jeho kvalitu a to nejenom z pohledu výrobku, ale také z pohledu fyziologie, ergonomie a psychologie práce. Cílem racionální výroby je nastavit takový výrobní proces, který zaručuje kvalitní produkt, ekonomické výnosy a komfortní pracovní prostředí.

5.2.1 Technologická příprava výroby

Technologická příprava výroby spočívá všeobecně v přípravě procesu, který zajistí správné zhotovení výrobku v požadované kvalitě. Je to součást tzv. technické přípravy výroby. „*Technická příprava výroby je uceleným souborem technických, konstrukčních a technologických, organizačních a ekonomických prací a činností pro racionální zajištění výroby požadovaných výrobků (velikost, vlastnosti, kvalita, požadovaný materiál) včetně technologických procesů a jejich vybavení (stroje, zařízení, nářadí, nástroje) i odpovídající naplnění informačních systémů (spotřeba práce, vlastní náklady atd.).*“ [27] Tento výrobní postup je doplněn o informace o potřebném materiálu, nástrojích a pomůckách, které pro zhotovení výrobku potřebujeme a standardní výrobní postup. Z pohledu dále řešeného projektu se přistupuje k technologické přípravě výroby ve větším detailu, protože se cílí ne na kompletní postup výroby vybraného navíjecího zařízení, ale pouze na technologický postup, který se věnuje montáži zařízení. Cílem technologické přípravy výroby je zajistit co nejefektivnější možný výrobní proces. Snahou je navrhnout proces tak, aby byl získán maximální pracovní výkon a optimální výrobní doba při zachování vysoké kvality výrobku.

V kontextu diplomové práce se hledá výrobní postup, který je nejrychlejší a nejtransparentnější. Nalezení optimálního technologického postupu výroby je stěžejní z toho důvodu, že od samotného procesu výroby produktu se dále odvíjí další činitelé, kteří se mu podřizují a to zejména materiálový tok a přizpůsobení pracoviště jednotlivým operacím. Od standardního pracovního postupu se nadále odvíjejí také další činnosti jako je plánování kapacit, nákup materiálu nebo normování práce.

5.2.2 Normování práce

V případě této diplomové práce je pro nastavení potřebných norem práce, které jsou následně směrodatné pro proces plánování zakázek a organizaci montáže důležité získat potřebná data. Pro další optimalizaci standardního procesu a vzájemné rozvržení dílčích procesů je třeba získat informace o spotřebě času pro jednotlivé práce zahrnuté ve výrobním procesu. Z tohoto vyplývá, že samotné normování práce úzce souvisí s tzv. studiem práce. Pojmy normování a studium práce bývají v současné době nejčastěji zastřešeny průmyslovým inženýrstvím. Aby bylo možné vytvářet normy práce, musí se v první řadě proces nastudovat. „*Údaj o nutné spotřebě času nemusí mít nutně vždy závaznou podobu normy. Je totiž především podkladem pro projektování organizace práce, uspořádání časového sledu pracovního procesu, stanovení ceny a nákladů.*“ [28] Průmyslové inženýrství tedy přináší

metody, které pomohou lépe porozumět danému procesu, který podléhá zkoumání. Postup organizace a normování práce je velice podobný již jmenovanému cyklu DMAIC. Řídí se zásadou, že identifikuje problém a cíle, následně analyzuje výchozí situaci. Na základě získaných dat z analýzy je zpracován návrh řešení, která jsou následně uváděna do praxe. Proces organizace práce se opět uzavírá kontrolní fází.

Časový fond pracovníka musí být brán jako komplex stávající z různých složek. Při nastavování pracovních norem je důležité také zohledňovat další faktory, které mohou pracovní výkon ovlivňovat. „Při tvorbě normy práce zohledňujeme u tvorby přírážky času práce i takové parametry, jako jsou fyzická námaha, soustředění se, zvýšená pozornost, pracovní tempo, pracovní poloha, monotónnost práce, vibrace, teplota, hluk či prašnost.“ [14]

5.2.3 Koncept a ergonomie pracoviště

Zásadní roli ve výrobním procesu představuje funkčnost pracoviště. Pracoviště je také prostorem, kde tráví pracovníci významnou část dne a jejich komfort se následně projevuje i na výkonnost a kvalitě práce. *Ergonomie (nebo lidské faktory) je vědecká disciplína, která je spojena s chápáním interakcí mezi lidmi a dalšími prvky systému a profesí, která aplikuje teorii, principy, data a metody pro optimalizování lidského pocitu spokojenosti a celkové výkonnosti systému.*“ [29] Z toho důvodu je podstatné vybudovat nejenom funkční pracoviště, ale pracoviště, které bude vyhovovat základním potřebám pracovníků a bude splňovat zásady ergonomie a fyziologie práce. „Z hlediska průmyslového inženýra a následně i ekonomiky pracovního systému a pracovního výkonu je nutné dbát na dodržování následujících klíčových ergonomických principů:

- antropometrické uspořádání pracoviště s ohledem na výšku a pohyblivost pracovníka
- organizace pracovního prostoru s ohledem na výšku a přepravní vzdálenosti mezi jednotlivými činnostmi, které pracovník v rámci jednoho pracovního výkonu dělá
- vhodná volba pracovní polohy při realizaci výkonu v závislosti od síly, intenzity a jemnosti realizovaného výkonu
- optimální zorné podmínky při práci s ohledem na pracovní proces, signalizační a jiná vizualizační zařízení, oční kontakt s okolním prostředím
- optimální řešení pracovních sedadel, využívajících přirozenou polohu kostry, možnost opření se o plochu sedadla

- *optimální manipulační prostor, poskytující dostatečný komfort pro práci člověka bez i s technickým zařízením*
- *ekonomie pracovních pohybů*
- *vhodné rozmístění oznamovacích a ovládacích prvků*
- *správná konstrukce nástrojů a přípravků* „, [14]

V případě designu pracoviště je třeba brát ohled nejenom na podmínky, se kterými pracujeme v rámci jednoho konkrétního pracoviště, ale i na vlivy, které vyplívají z okolních pracovišť a okolního prostředí. V rámci pracoviště je třeba řešit i druhotné problémy jako je hluk nebo prašnost vznikající na jiných pracovištích. Kvalita zpracování výsledného konceptu pracoviště se nemalou měrou podílí na celkové efektivitě procesu.

6 CÍLE DIPLOMOVÉ PRÁCE

Cílem práce Zvyšování výkonnosti a kvality výrobního procesu je propojit teoretickou a praktickou část v komplexní celek, který může sloužit jako příklad pro zavádění projektů neustálého zlepšování. V teoretické části jsou popsány základní principy vybraného výrobního procesu montáže a charakteristika zařízení, které je tímto procesem produkováno, protože povaha produktu zásadně ovlivňuje navazující procesy. Předmět studie je doplněn o teoretické poznatky k filozofii, metodám a nástrojům souvisejícím s tímto typem projektů. Následující praktická část je příkladem propojení těchto prvků v rámci jednoho projektu, který byl prakticky realizován.

Cílem projektu bylo zoptimalizovat montážní proces a transformovat ho do taktované montáže za pomoci vhodně zvolených nástrojů tak, aby se zvýšila celková efektivita. Způsob úspěšného dosažení tohoto cíle je popsán v praktické části této práce na konkrétních příkladech, které byly součástí praktické realizace projektu Taktovaná montáž ve společnosti Windmöller & Hölscher Prostějov v divizi Woven.

II. PRAKTICKÁ ČÁST

7 ZADÁNÍ PROJEKTU

Teoretické poznatky popsané v první části této diplomové práce byly aplikovány na pracovišti montáže, která zajišťuje produkci navíjecích hlav na extrudovaná vlákna. Na základě požadavku podniku bylo úkolem transformovat stávající montážní proces do nové podoby, která bude postavená na principech taktované montáže. Vybraný produkt byl pro realizaci vhodný zejména z toho důvodu, že se vyrábí vždy v určitých sériích a tyto série mívají konzistentní počet. Specifikem této produkce je fakt, že do montáže vstupují dva typy zařízení. Produkty jsou si konstrukčně, technologicky a materiálově podobné. Lze je označit za první a druhou generaci výrobku. Pokud je vyráběn produkt druhé generace, je rám osazen 15 navíjecími hlavami a v případě první generace 36 hlavami. S ohledem na příbuznost produktů byla zvolena možnost realizace projektu pro oba produkty současně a také vytvoření výrobní linky, která bude schopna flexibilně zajišťovat montáž obou typů zařízení, podle aktuálních požadavků zákazníků.

7.1 Strategie řešení projektu

Jednotlivé kroky, které byly v rámci projektu uskutečňovány, kopírovaly cyklus DMAIC. Tento nástroj pro plánování a řízení projektu byl zvolen pro svou univerzálnost, jednoduchou aplikaci a spolehlivost při řešení projektů z podobných odvětví. V rámci projektu byl použit DMAIC cyklus dvakrát. Každý produkt (první generace – Produkt 1 a druhá generace – Produkt 2) měl svůj vlastní DMAIC cyklus (Obr. 14.), který se lišil pouze v časových vymezeních. K tomuto rozdělení na dva korespondující, ale nezávislé a paralelně běžící cykly bylo přistoupeno z důvodu, že realizace projektu probíhala za plného chodu výroby a nebylo možné současně řešit produkt první generace a druhé generace na dostatečně velkém vzorku.

Vzhledem k většímu objemu výroby a ročnímu výrobnímu plánu, byl sice projekt pro oba produkty zahájen současně, ale plynule se po zahájení pokračovalo v řešení otázek souvisejících s Produktem 1. Časové sekvence jednotlivých fází projektu bylo třeba sladit s výrobním plánem tak, aby bylo dodrženo časové vymezení projektu. Podařilo nasbírat potřebná data pro oba produkty a nenarušit plynulost výroby. Oba projektové proudy se sloučily v 7. měsíci, kdy se pracovalo již pouze na problémech, které jsou pro oba produkty společné. Podmínkou bylo úspěšné ukončení předchozích fází obou DMAIC cyklů.

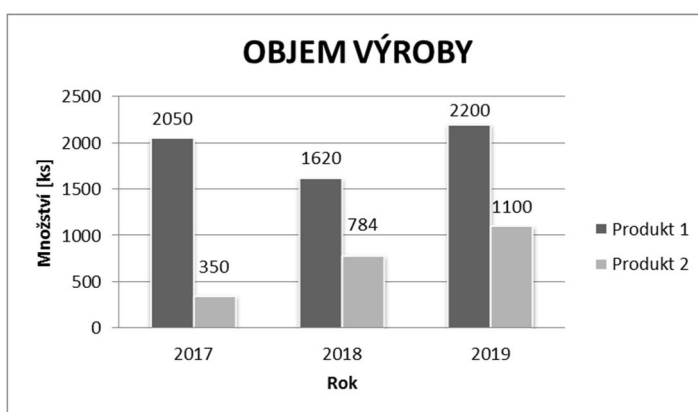


Obr. 14. DMAIC cykly pro oba sledované produkty

Z výše uvedených schémat je patrné, že strategie řešení projektu a systematika byla pro oba produkty naprosto stejná a díky tomu byla získána stejná data. Díky společné datové základně mohla být navržena společná výrobní linka, která dokáže objemově i časově pokrývat potřeby obou produktů.

7.1.1 D – Definovat

Cílem projektu bylo zvýšit produktivitu pracoviště na požadovaná čísla, která jsou uvedena níže (Obr. 15). Mimo stanovení tohoto cíle, který byl podložen teoretickým odhadem, stanoveným na základě empirických zkušeností z montáže, kde byl předpoklad, že by mělo být možné produkovat navíječe v určitém množství za určitý čas, byl druhotným požadavkem nastavení taktované montáže. Dále bylo požadováno, aby výsledná linka byla schopná flexibilně vyrábět oba typy produktů.



Obr. 15. Prognóza objemu výroby

7.1.2 M – Měřit

Po nastavení základního rámce projektu, jeho řízení a realizace byla zahájena fáze měření. V průběhu této fáze byla získávána různými metodami data potřebná pro popis výchozí situace a její následnou transformaci. Sběr dat byl prováděn paralelně v různých informačních kanálech. Bylo prováděno fyzické dokumentování montáže za pomoci layoutů a fotografií. Aktuální stav pracoviště byl doplněn časovými studii, kdy se nejprve mapoval původní montážní proces bez úprav. Dále byla získána z interního informačního systému historická data dokumentující produktivitu pracoviště v minulých letech pro posouzení kapacitního hlediska. Mezi důležité aspekty montážního procesu patří zásobování materiálem. Velká pozornost byla věnovaná materiálové struktuře, materiálové logistice a materiálovým tokům uvnitř samotného montážního procesu. Již v rámci mapování materiálových toků se podařilo vytipovat oblasti, kde by bylo možné aplikovat principy 5S. Měření probíhalo odděleně pro oba produkty, ale podle stejných měřítek a byly vyhodnocovány stejné oblasti.

7.1.3 A – Analyzovat

Na fázi měření a sběru dat navázala etapa, ve které byly získané informace zpracovávány, analyzovány a vyhodnocovány. Analýza nasbíraných dat obsahovala podrobné vyhodnocení a zmapování původního procesu montáže, který byl brán jako výchozí stav a od něj se posléze odvíjelo vyhodnocování progresu projektu. Dále byla zpracována analýza dat získaných při testování dvou rozdílných upravených montážních procesů – montáž taktovaná a kroková. Pečlivost a důraz na přesné zpracování dat a jejich správná interpretace zajišťuje relevantní výsledky pro další rozhodovací procesy. V tomto případě se na základě získaných analyzovaných dat ověřovalo, zda je zadaný cíl - taktovaná montáž navijecích zařízení opravdu smysluplný a zda bude potvrzena hypotéza, že přechod na takty přinese očekávané úspory a zvýšení produktivity procesu.

7.1.4 I – Improve (Zlepšit)

S ohledem na komplexnost projektu, která spočívá nejen ve změně stávajících procesů, ale i přestavbě fyzické podoby pracoviště je nutné fázi zlepšování rozdělit do dvou etap. V první etapě zlepšování byla zavedena taktovaná výroba v simulovaném módu. Při simulaci nebylo možné posouvat produkt mezi jednotlivými pracovišti a z tohoto důvodu bylo přistoupeno k posouvání pracovníků, kdy na výrobku provedli pouze svoji část montáže a

přesunuli se k dalšímu výrobku. Během simulace se podařil prokázat pozitivní efekt aplikace principů taktované montáže. Po úspěšném prokázání výsledků v simulační fázi následovala fyzická realizace výrobní linky spojující jednotlivá pracoviště pomocí dopravníkového systému a vytvářející kompaktní celek přestavitelný pro oba typy produktů. Mimo výstavbu linky byla provedena také relokace celého úseku a to konkrétně přemístění pracoviště sériové výroby do přízemních prostor.

7.1.5 C – Kontrolovat

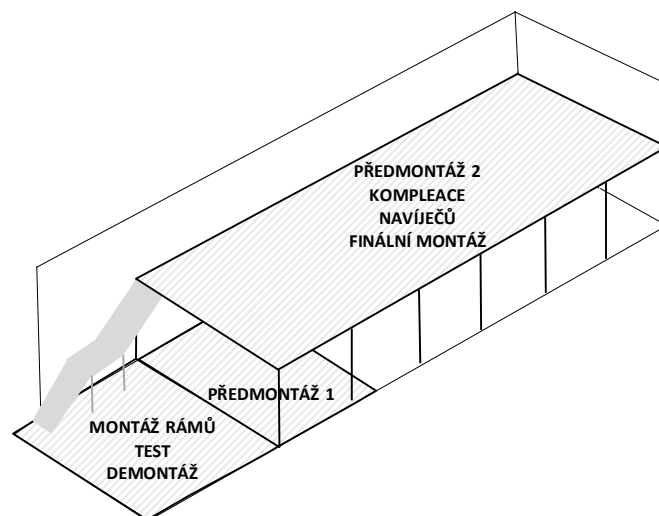
V průběhu celého projektu bylo kontrolováno, jestli jsou dodržována nastavená pravidla a zda je dosahováno stanovených cílů. Pro efektivní kontrolu byly vytvořeny plánovací kalkulačky, které pracují v prostředí MS Excel. Tato varianta byla zvolena z důvodu, že tento program je uživatelům poměrně dobře znám, je k dispozici dlouhodobě licence a hlavně nabízí poměrně široký prostor pro uživatelské přizpůsobení jednotlivých možností vzhledem k ovladatelnosti. Pomocí těchto plánovacích kalkulaček je možné v jakékoliv fázi výrobního procesu vyhodnocovat odchýlení od plánu a to nezávisle na počtu pracovníků nebo počtu kusů v dané sérii.

8 MĚŘENÍ A ANALÝZA VÝCHOZÍ SITUACE

V souladu se zvolenou metodikou DMAIC byla zahájena praktická část řešení projektu analýzou výchozí situace. Bylo provedeno jak fyzické zmapování pracoviště, inventura materiálu na pracovišti a následně i analýza montážního procesu v nezměněné podobě. Spolu s časovou studií poskytuje tato analýza komplexní obraz o podobě původního montážního procesu a je východiskem pro návrh možných optimalizací a hledání dílčích zlepšení výchozí situace. Fyzické rozmístění pracoviště a částečně i materiál na pracovišti byl pro produkt první i druhé generace společný. Analýza montážních procesů probíhala odděleně v jiných časových úsecích v souladu s výrobním plánem.

8.1 Layout původního pracoviště

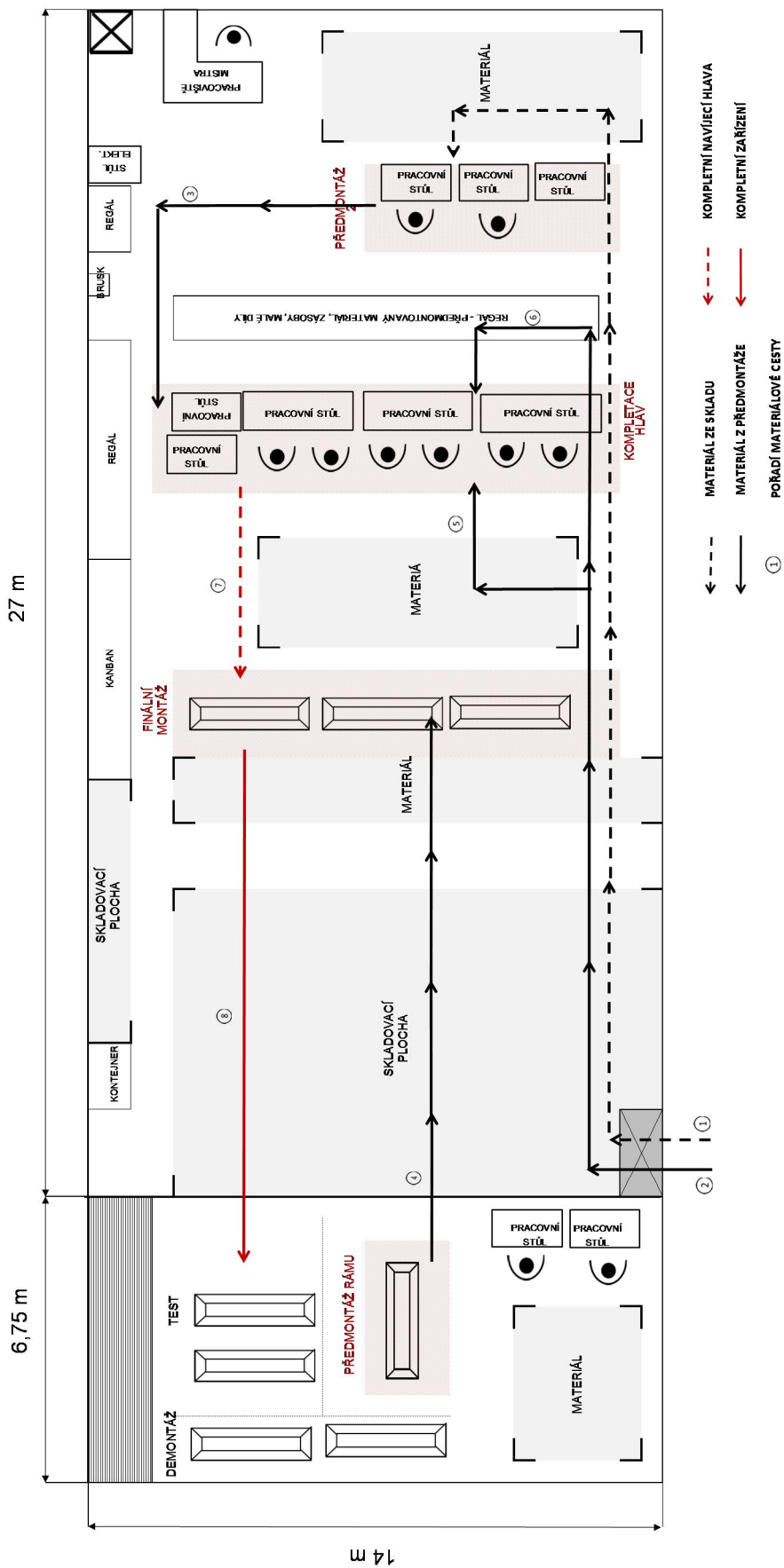
Původní pracoviště tvořilo nekompaktní celek (Obr. 16.). Pracoviště předmontáže, kde byly připravovány podskupiny pro finální kompletaci produktu, bylo umístěno v přízemí výrobní haly. V prvním patře, které bylo do haly dodatečně vestavěno, byla umístěna tzv. hlavní montáž, kde probíhala kompletace samotného produktu. Využití vestavěných montážních galerií - pater přináší významné rozšíření montážní plochy s výrazně nižšími náklady, než by tomu bylo v případě výstavby samotné haly. Nevýhodou těchto galerií je, že narušují dobře obslužný prostor (sloupy nosoucí konstrukci, narušení jeřábových drah atd.) a ne vždy jsou vhodné pro vybrané produkty nebo typy výroby. V tomto případě bylo na galerii možné pracovat bez významných omezení, ale celý proces byl významně ovlivňován transportem materiálu.



Obr. 16. Dispozice původního pracoviště

Situační schéma výše vymezuje jednotlivá pracoviště v rámci výrobního úseku. Úskalí této dispozice spočívá především v přesunech velkých objemů materiálu na galerii a posléze se materiál případně části stroje vrací opět do přízemí. Tyto vícepráce jsou nežádoucí zejména kvůli ztrátovým časům a vyššímu riziku poškození materiálu. Dále hraje roli i manipulace s břemeny za pomoci jeřábu nebo vysokozdvizného vozíku, která přináší vždy určitá bezpečnostní rizika.

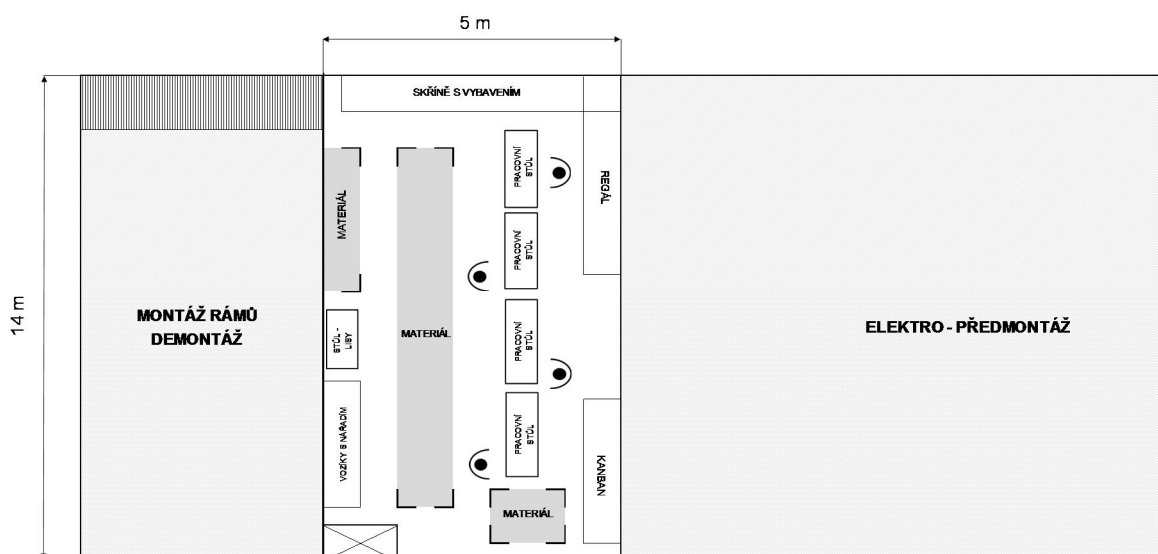
Následující obrázek (Obr. 17.) ilustruje původní situaci na galerii a v sektoru montáže rámců, testování a demontáže v přízemí výrobní haly. Je zřejmé, že značnou výrobní plochu zabírají prostory určené pro skladování materiálu. Tento trend, kdy se používají výrobní prostory jako skladovací, je považován za negativní. Dále je patrné, že původní pracoviště bylo koncipované tak, aby od sebe oddělovalo jednotlivá pracoviště určitými bariérami.



Obr. 17. Původní organizace pracoviště včetně materiálových cest

V nákresu (Obr. 17.) jsou znázorněny i materiálové toky. Přerušovaná linie č. 1 představuje materiál, který přichází ze skladu a je na galerii zpracováván na pracovišti druhé předmontáže. Tento materiál je následně expedován na pracoviště kompletace hlav (cesta č. 3). Materiál, který přichází z předmontáže umístěné v přízemí je znázorněn plnou čarou (č. 2). U této materiálové cesty dochází k jejímu rozdělení do dvou proudů – jeden směřuje na vyhrazenou plochu a obsahuje velké díly, které je nutné skladovat v gitterboxech nebo na paletách (č. 5) a druhý ve kterém je materiál umístován – přeskládňován do regálu (č. 6). Cesta č. 4 představuje transport předpřipravených rámu. V linii č. 7 jsou přesouvány hotové navíjecí hlavy do montáže na rám. Kompletní zařízení odchází z galerie po trajektorii č. 8.

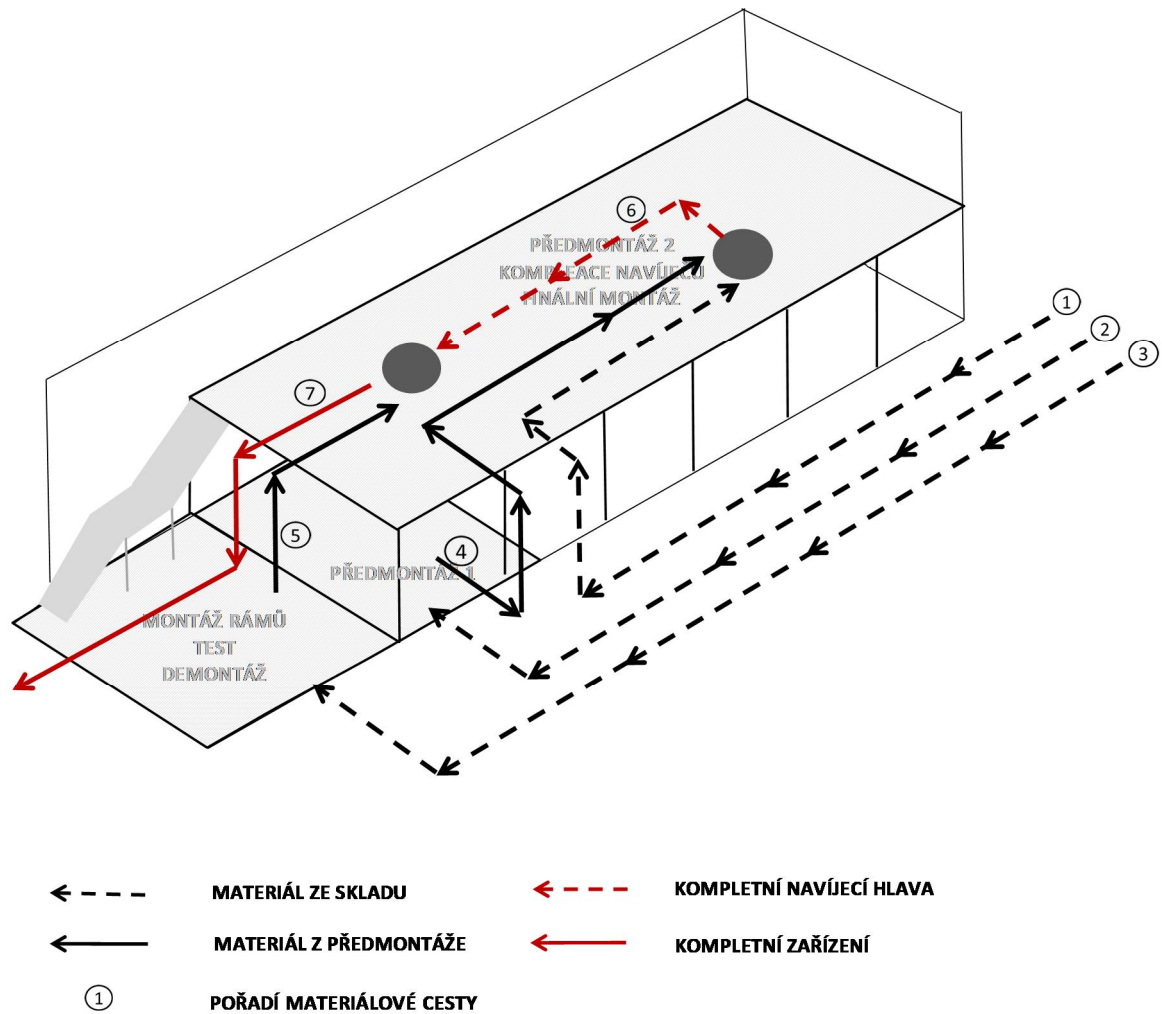
Na obrázku níže (Obr. 18.) se nachází dispozice pracoviště předmontáže malých skupin (předmontáž 1), která je dislokovaná do přízemí pod galerií. Z pohledu celkového umístění pracoviště nevznikají pro samotnou předmontáž žádné větší obtíže. Prostor pro zlepšování se otevírá v otázce transportu materiálu. Materiál z přízemní předmontáže se musí nějakým způsobem dopravit na montáž na horní galerii. Jako tomu bylo v případě rámu i zde jsou předmontované celky zabalené do europalet nebo transportních gitterboxů a přesunuty do patra pomocí vysokozdvizného vozíku. Výchozí organizace pracoviště také není ideální. Materiál uložený, tak jak je uvedeno na schématu vytváří bariéry. Stejně tak musí pracovníci obcházet všechny pracovní stoly, pokud potřebují materiál nebo expedovat hotové skupiny.



Obr. 18. Organizace původní předmontáže

8.2 Materiálová logistika

Vzhledem k povaze výroby a jejímu umístění v patře na galerii byla materiálová logistika zdrojem plýtvání. Materiál musel vždy vstupovat do patra. Vzhledem k tomu, že nebyla zajištěna automatizace dopravy materiálu např. pomocí výtahu, byla vždy pro transport materiálu potřebná nadbytečná lidská kapacita zajišťující dopravu. Materiál z předmontáže a skladu, který byl převážně umístěn ve standardních europaletách nebo gitterboxech, byl do patra dopravován pomocí vysokozdvizného vozíku. Vždy, když byl nutný transport materiálu do patra, bylo třeba přivolat řidiče vozíku. Tento způsob materiálové obsluhy by byl ještě přijatelný, nicméně transport základních rámu byl značně komplikovaný. Montáž základních rámu probíhala v přízemí. Po dokončení montáže základního rámu byl rám připevněn na transportní ráhno a přesunut za pomoci jeřábu do patra. V patře bylo provedeno osazení základního rámu jednotlivými navíjecími hlavami a proveden test zařízení. Po této fázi montáže byl rám opět připevněn k ráhnu a transportován zpět do přízemí. Další nevýhodou umístění na galerii byl i objem dopravovaného materiálu vzhledem k sériové povaze výroby a rychlé obrátkovosti. Obecně je vhodné na takovýchto vestavcích realizovat spíše dlouhodobější výrobní procesy se snadno transportovatelnými komponenty.



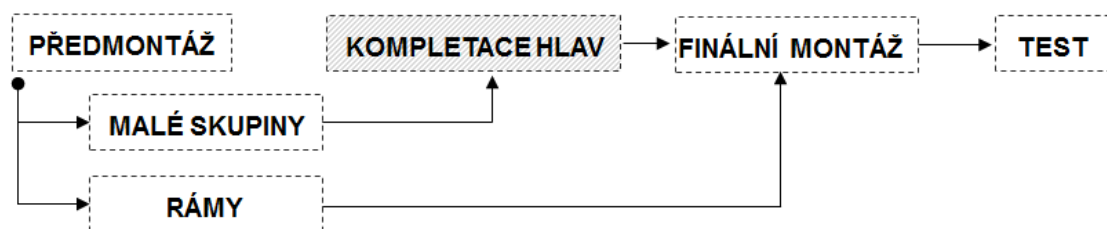
Obr. 19. Původní materiálové toky

Na předešlém schématu (Obr. 19.) jsou znázorněny materiálové cesty v rámci sledovaného výrobního úseku. Přerušované čáry představují materiál, který přichází přímo ze skladu příp. ve výjimečných případech přímo od dodavatele. Plné čáry reprezentují materiál, který je produktem činnosti výrobního střediska. Červená přerušovaná čára sleduje cestu již kompletní navíjecí hlavy a plná červená čára kompletní navíjecí zařízení. První v pořadí přichází materiál ze skladu na galerii, jedná se o materiál potřebný pro kompletaci navíjecích hlav (č. 1). Následně cestou č. 2 přichází materiál ze skladu na pracoviště předmontáže. Třetí v pořadí je zásobeno pracoviště montáže rámců (č. 3). Následně je expedován materiál z přízemní předmontáže na montáž na galerii (č. 4). Na galerii byly dopravovány i kompletní rámy pro navíjecí hlavy (č. 5). Na galerii se posléze přesouvají kompletní naví-

ječe (č. 6) k vyvezeným rámcům, kde probíhá osazení. Po finální montáži celého zařízení jsou rámy svezeny opět do přízemí k demontáži (č. 7).

8.3 Analýza montážního postupu

Dalším významným bodem v mapování výchozí situace byla analýza struktury samotného výrobního procesu a následně i příslušných kapacit, které proces spotřebovával. Výrobní proces prošel optimalizací v dřívější době, kdy byla montáž rozdělena na několik segmentů. Vzhledem k této provedené optimalizaci výrobního procesu nebylo nutné měnit celou strukturu. Cílem bylo zaměřit se v rámci tohoto projektu primárně na část procesu, která zajišťovala montáž samostatných navíjecích hlav. Zde byl očekáván největší potenciál pro zvýšení výkonnosti v rámci všech dílčích podprocesů. Celý proces sestává ze čtyř hlavních podprocesů: předmontáž, kompletace hlav, finální montáž a test. Proces předmontáže se dále dělí na montáž malých skupin (předmontáž 1 a předmontáž 2) a montáž rámců, do kterých jsou usazované jednotlivé navíjecí hlavy. I toto rozdělení zůstává zachováno. Níže znázorněný proces funguje stejně pro oba typy produktů, vzhledem k obdobnému konstrukčnímu řešení jednotlivých zařízení.



Obr. 20. Schéma původního procesu montáže

- **Předmontáž – malé skupiny**

Předmontáž tzv. malých skupin spočívá v přípravě komponentů pro kompletaci navíjecích hlav. Proces se zaměřuje na přípravu a dílčí montáž velkých objemů dílů a skupin, které jsou pro všechny navíjecí hlavy společné. Z pohledu výrobní dávky hovoříme o desítkách až dvoustovce kusů. Předmontáž probíhá primárně na specializovaném pracovišti umístěném v přízemí výrobní haly pod galerií a na galerii. Předmontáž malých skupin (předmontáž 1) má odloučené pracoviště (předmontáž 2) v patře a to z důvodu fyzické náročnosti a nutnosti využití speciálního vybavení. Hotové díly a montážní

skupiny je třeba připravit na transport na další pracoviště, protože to se nenachází v bezprostřední blízkosti.

- **Předmontáž – rámy**

Dále probíhá paralelně montáž ráků. Na rám je možné osadit 36 navíjecích hlav v případě Produktu 1 nebo 15 hlav v případě Produktu 2. Předmontáž ráků zařízení probíhá opět v přízemí výrobní haly a nezávisle na ostatních výrobních procesech. Pro montáž ráků jsou potřeba minimálně dva pracovníci a jeřáb a to z důvodu rozměrnosti jednotlivých dílů a celé výsledné konstrukce.

- **Kompletace hlav**

Jak bylo ilustrováno na vizualizaci rozmístění pracovišť (Obr. 16.), probíhá kompletace navíjecích hlav v prostorách na galerii. Je to stěžejní část výrobního procesu, na kterou se diplomová práce zaměřuje z pohledu struktury procesu a výstavby vhodného pracoviště. Původní proces kompletace hlav spočíval v paralelní montáži x kusů (počet byl proměnlivý, dle kapacitních možností střediska nebo objemu zakázky) navíjeců. K dispozici byl celý objem materiálu pro zakázku z předmontáží i ze skladu. Jednotliví pracovníci, dle svého uvážení, postupně kompletovali jednotlivé navíječe. Ty byly v posledním kroku elektrifikovány. Rychlost montáže se odvíjela od individuálních schopností a přístupu daného pracovníka. Při této organizaci procesu dochází především k nestandardní době montáže závislé na zkušenostech pracovníka a jím zvoleného rozvržení jednotlivých kroků. Dále je problematická kontrola kvality montáže. Mimo jiné je nutné mít k dispozici velký objemem materiálu.

- **Finální montáž**

Proces finální montáže spočívá v osazení základních ráků kompletními navíjecími hlavami. Rám se mimo jednotlivé navíječe ještě osazuje hlavním motorem a provádí se elektroinstalace tak, aby zařízení fungovalo jako jeden celek.

- **Test**

Poslední sledovanou částí procesu je testovací fáze, kdy je zkoušena funkčnost zařízení spuštěním a testem. Tato nevýrobní část procesu je uváděna do celkového souhrnu z důvodu, že hotová testovaná zařízení určitou dobu, než jsou definitivně předána k demontáži a expedici, blokují plochu výrobního úseku.

8.4 Časová studie

Časová studie, která popisuje původní montážní proces, byla provedena na vzorku 108 ks pro předmontáž, 18 ks navíječů a 3 ks rámu Produktu 1. Sběr dat byl proveden metodou chronometráže a následného vyhodnocení získaných dat. Pro následnou analýzu jsou využity pouze čisté montážní časy. Po prvotním zmapování spotřebovaných časových jednotek byla provedena doplňující měření konkrétních skupin, kde se objevily nějaké nestandardní situace, které by zkreslovaly výsledná data, nebo měření vykazovala významné odchylky oproti historickým datům apod. Dále bylo přistoupeno k opětovnému měření položek, které vykazovaly extrémní hodnoty. Následně používala montáž měřicí protokoly. Do nich zaznamenávala reálné časy zpracování následujících zakázek. Díky dlouhodobému měření se podařilo získat kvalitní soubor dat. Výsledky časové studie jsou uvedeny v tabulce níže (Tab. 2.).

Tab. 2. Časová spotřeba pro montáž Produktu 1

PRODUKT 1					
Pracoviště	Počet mont. skupin	Počet kusů	Časový fond [hod]	Počet pracovníků	Počet dnů
Předmontáž 1	10	108	66:31:00	4	2,15
Předmontáž 2	4	108	20:00:00	2	2,58
Montáž rámu	1	3	7:12:00	2	0,93
Finální montáž	x	18	3:43:00	3	0,48

Pro náměr časů bylo nutné rozdělit proces do dílčích segmentů. Předmontáž 1 představuje přípravu malých montážních skupin pro následnou kompletaci rámu. Tvoří celek spolu s Předmontáží 2, která zahrnuje také montáž malých skupin, ale je prováděna na jiném pracovišti jiným týmem. Předmontáž je nutné rozdělit z důvodu, že Předmontáž 1 vykonávají především ženy a vzhledem k fyzickým limitům a BOZP nařízením je třeba, aby některé práce vykonávali muži. Tyto fyzicky náročné činnosti jsou zahrnuty do Předmontáže 2. Počet pracovníků je dán stávajícím obsazením střediska a jejich zařazením. Pro montáž

rámů je podmínkou min. spoluúčast dvou lidí, aby byla montáž možná. Pro změření doby trvání finální montáže byla zvolena varianta se 3 pracovníky a to z důvodu, že se následně předpokládalo testování taktované výroby ve 3 taktech. Stejný postup pro sběr dat byl aplikován i pro Produkt č. 2.

9 NÁVRH MOŽNOSTÍ OPTIMALIZACE PROCESU

Celková optimalizace výrobního procesu byla rozdělena do dvou proudů. Jedna část se věnuje problematice organizace výrobního pracoviště, ergonomie na pracovišti a toku materiálu. Druhá větev se zabývá zefektivněním samotného výrobního procesu. Oba projektové proudy se setkávají ve fázi, kdy je navrhována fyzická podoba pracoviště a výrobní linky.

9.1 Půdorys a lokalizace pracoviště

Již na začátku mapování celkové situace bylo patrné, že současné uspořádání pracoviště je nevyhovující a není v souladu s filozofií štíhlé výroby. Mottem změny konceptu pracoviště byla primárně jednoduchost. Jednoduchost spočívající ve snadné dopravě materiálu, minimálním pohybu, jeho dostupnosti a jednoduché obslužnosti jednotlivých pracovišť.

9.1.1 Využití stávající galerie

V první etapě se pracovalo s možností částečného ponechání montáže na galerii, pro zajištění jednosměrného toku materiálu byla instalována další transportní rampa. Uvažovalo se i o zbudování automatizovaného dopravního systému v případě, že by sériová výroba zůstala umístěna na patře. Celý koncept spočíval v přesunutí pracoviště předmontáže na galerii. Pracoviště předmontáže by obsadilo prostor uvolněný montáží a testování základních rámců. Toto rozmístění by znamenalo, že všechny materiál pro předmontáž a montáž navíjecích hlav by přicházel přímo na galerii. Montáž základních rámců by zůstala situována v přízemí vedle galerie. Rámy by již nebyly přesouvány k finální montáži na patro, ale zůstávaly by v přízemí, kam by byly transportovány navíjecí hlavy z montáže na galerii. Následně by byl v přízemí základní rám osazen jednotlivými navíječkami, otestován a předán k expedici. Tento způsob rozmístění montáže by vyžadoval konstrukci speciálního transportního boxu pro kompletní navíjecí hlavy a to z důvodu jejich možného poškození při přesunu do nižšího patra. Další nevýhodou výše popsaného způsobu organizace výroby je nutnost hotový meziprodukt ukládat do transportní jednotky, ze které musí být pro další montáž opět vybalen, což s sebou nese vícepráce

9.1.2 Kompletní relokace a přestavba pracoviště

Druhým zamýšleným konceptem bylo kompletní přesunutí pracoviště mimo prostory galerie v patře. V první řadě bylo třeba zajistit dostatečně velkou přízemní plochu pro celé pracoviště. Vzhledem k tomu, že bylo nutné využít stávající prostory výrobní haly, bylo třeba přesunout na pracoviště v galerii jiný úsek výroby. Nakonec vzhledem k omezením, která přináší výroba ve vestaveném patře, bylo přistoupeno k alternativě, kdy se do patra přesune pracoviště předmontáže elektro komponentů. Pracoviště elektro přípravy bylo situované pod galerií spolu s předmontáží patřící k sériové výrobě. Přesun elektro přípravy se jeví jako výhodnější z několika důvodů. Předmontáž komponentů elektra potřebuje méně materiálu. Ten je také vhodnější k transportu. U rozměrných elektrorozvaděčů je možná alternativa, kdy zůstávají v přízemí. Tam jsou do nich pouze vsazeny komponenty zhotovené na galerii tak, aby nedocházelo k obdobně náročnému transportu rozměrných zařízení, jako tomu bylo u přepravy základních rámců.

Tato vzájemná výměna pracovišť umožnila vytvořit ucelené pracoviště sériové výroby, kde na sebe jednotlivé úseky navazují a jsou obslužné bez využití jiné než manuální techniky a jeřábu pro práci se základními rámy. S ohledem na úspory, které přinesl již první 5S cyklus realizovaný ve fázi analyzování výrobního procesu, bylo benefitem pro pracoviště elektro přípravy, že získala větší a lépe disponovaný pracovní prostor oproti původnímu pracovišti. Umístěním pracoviště montáže navíjecích hlav do přízemních prostor přináší hlavně významné úspory při transpotech materiálu a odpadá nutnost balit hotové navíječky pro přepravu nebo přesouvat základní rám.

9.2 Transformace výrobního postupu

Spolu s reorganizací pracoviště a výstavbou nových prvků hrála klíčovou roli v řešení celého projektu modifikace výrobního postupu. V testovací fázi byly navrženy dva nové způsoby výrobního postupu. Primárně bylo zadáním vedení společnosti transformovat stávající výrobu do podoby taktované montáže. Po společném konsensu bylo dohodnuto, že vzhledem k volným kapacitám se otestuje další varianta možného montážního postupu – kroková neboli postupná montáž. Z hlediska návrhu optimalizovaného výrobního postupu bylo cílem zaměřit se primárně na kompletaci jednotlivých navíjecích hlav. Postupem času se ukázalo, že jisté rezervy vykazuje i současné nastavení procesu předmontáže malých skupin.

9.2.1 Kroková montáž

Koncept krokové montáže spočívá v provedení montáže celé navíjecí hlavy jedním pracovníkem, ale podle standardního postupu montáže v daném časovém rámci. Pro zefektivnění montážních prací se přistoupilo k přípravě materiálů do sad. Materiálové sady byly navrženy tak, aby obsahovaly postupně všechny materiál, který pracovník pro montáž potřebuje a tím pádem se eliminovalo docházení pro materiál. Pracovník je schopen montáž vyřešit na jednom pracovišti z připravených zdrojů, které má k dispozici na pracovišti trvale nebo je jimi zásobován pracovníkem interní logistiky. K testování tohoto způsobu montáže se přistoupilo z důvodu, že navazoval na původní zvyklosti v montáži a nebylo by nutné významně měnit architekturu stávajícího pracoviště. Zcela zřejmou nevýhodou tohoto způsobu montáže je příprava materiálu, objem materiálu a pomocných přípravků v průběhu procesu (speciální gitterboxy pro pracoviště předmontáže, prostor pro kompletování dílů ze skladu a z předmontáže do jedné přepravní jednotky apod.). Tento proces má také tendenci vytvářet si úzké místo v podobě pracovníka elektromontáže, který musí dokončit montáž a zkontrolovat všechny navíječe. Tabulka níže (Tab. 3.) uvádí jednotný montážní postup pro Produkt 1.

Tab. 3. Standardní montážní postup – Produkt 1

PRODUKT 1	
Pořadí	Popis
1	Uchytení základní desky do přípravku
2	Montáž velkého motoru
3	Montáž Kulisse
4	Kompletace Huelsenzentrierung
5	Výměna šroubu
6	Montáž zemnicích kabelů
7	Montáž dorazu
8	Kompletace Huelsenzentrierung 2
9	Montáž brzdy
10	Dotažení Dornu, nasazení Huelse
11	Lepení podložky
12	Montáž malého motoru
13	Montáž měniče
14	Montáž kabelu
15	Elektrické zapojení
16	Montáž kolíků
17	Nasazení do rámu

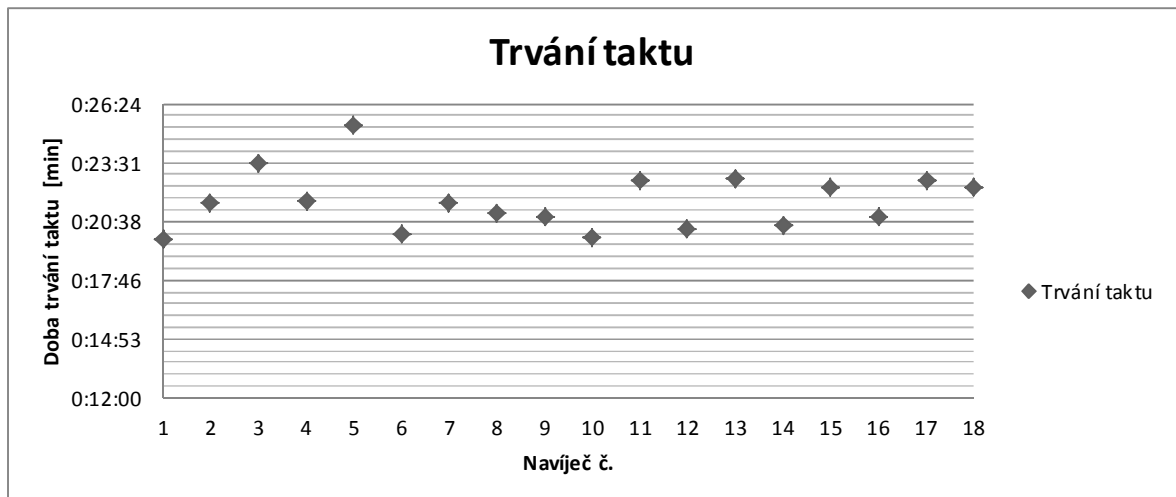
9.2.2 Taktovaná montáž

Primárně byl zadán požadavek na vytvoření konceptu montáže stojícího na principech taktované výroby. Koncept této taktované montáže spočíval ve vytvoření rovnoměrně vytížených pracovišť. Mezi těmito pracovišti se v daných časových sekvencích přesouvá rozestavěný produkt. Po navštívení všech montážních stanovišť kompletní produkt připravený pro instalaci do rámu zařízení. Pro definování taktované montáže byl využit standardní montážní postup, který byl připraven pro montáž krokovou a jevil se jako optimální výrobní proces. Standardní montážní postup byl rozdělen do dílčích segmentů, které si odpovídají časovou náročností. Pro produkt první generace byly nastaveny tři takty (Tab. 4.) a pro produkt druhé generace taktů pět.

Tab. 4. Rozdělení do taktů – Produkt 1

PRODUKT 1		
Takt	Pořadí v montáži	Popis
1	1	Uchycení základní desky do přípravku
1	2	Montáž velkého motoru
1	3	Montáž Kulisse
1	4	Kompletace Huelsenzentrierung
1	5	Výměna šroubu
1	6	Montáž zemnicích kabelů
2	7	Montáž dorazu
2	8	Kompletace Huelsenzentrierung 2
2	9	Montáž brzdy
2	10	Dotažení Dornu, nasazení Huelse
2	11	Lepení podložky
2	12	Montáž malého motoru
3	13	Montáž měniče
3	14	Montáž kabelu
3	15	Elektrické zapojení
3	16	Montáž kolíků
3	17	Nasazení do rámu

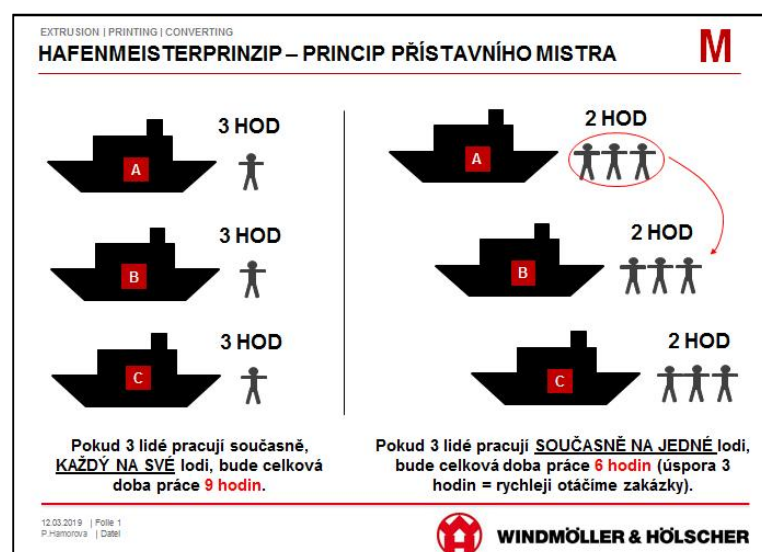
Jedinou limitující podmínkou pro rozdělení montážních kroků do jednotlivých taktů bylo soustředění elektroprací do posledního taktu, aby je mohl vykonávat jeden pracovník s ohledem na aktuální kapacitu pracovníků střediska a jejich specializaci. Na základě nově vytvořených pracovních postupů (Příloha P II: Pracovní postup - takt) byly dále vytvořeny detailní pracovní postupy, které mají pracovníky montáží provést. Novým montážním postupům byla přizpůsobena i materiálová logistika a způsob vyskladňování zakázek. Níže uvedený graf (Obr. 21.) reprezentuje celkové časy potřebné na montáž jednotlivých testovaných navíječů a jejich rozptyl.



Obr. 21. Konzistence doby montáže jednotlivých testovaných navíječů

9.2.3 Hafenmeisterprinzip v předmontáži

Původní proces předmontáže probíhal ve své podstatě nahodile a to opět vedlo k vytváření materiálového polštáře. Předmontáž zpracovávala výrobní dávku podle aktuální situace nezávisle na montážním postupu. Tým byl rozdělován operativně a jednotliví pracovníci přiřazováni k různým montážním skupinám v podstatě nahodile. Vzhledem k tomuto bylo velmi problematické odhadnout přesně konec předmontáže nebo určit, kdy bude k dispozici kompletní dávka určitého montážního celku. Jedním z požadavků na projekt bylo i zavedení určité míry standardizace a řízení procesu. S ohledem na tento požadavek bylo přistoupeno k testování tzv. Hafenmeisterprinzipu na pracovišti předmontáže.



Obr. 22. Školící materiál - Hafenmeisterprinzip

Hafenmeisterprinzip je vhodným nástrojem pro sériové nebo velkoobjemové výroby totožných nebo podobných výrobků. Jeho princip je zcela elementární a spočívá v koncentrování všech potřebných kapacit výrobního střediska na jeden segment. Tedy až po ukončení předmontáže všech komponentů z jedné skupiny přecházíme na skupinu další. Tím pádem je možné poměrně přesně stanovit prognózu výroby a zjistit okamžitý stav výroby případně odchylky od plánu. Samozřejmě tento princip není univerzálně platný pro všechny typy výroby a má svá omezení. Mimo jiné stojí Hafenmeisterprinzip opět na jednotném pracovním postupu. Výňatek ze standardizovaného pracovního postupu je uveden v přílohách práce (Příloha P I: Rozdělení předmontáže).

10 VÝBĚR A IMPLEMENTACE NEJVHODNĚJŠÍHO ŘEŠENÍ

Na základě analýzy získaných dat a praktických simulací byl vytvořen konkrétní koncept nové podoby výroby. Tento návrh zahrnoval jak změnu fyzické podoby pracoviště, tak modifikovaný výrobní postup. Aby byl maximálně využit potenciál nového výrobního postupu byl připraven návrh výrobní linky, která vytváří pro takovýto způsob výroby ideální podmínky.

10.1 Změna layoutu

Vzhledem k nevyhovující původní organizaci pracoviště na galerii bylo přistoupeno v duchu Kaizenu již v prvotních fázích projektu k reorganizaci pracoviště. Při přestavbě pracoviště došlo k mezikroku, kdy bylo přestavěno stávající pracoviště ještě před tím, než byl znám finální koncept. Provizorní pracoviště (Obr. 23.) také lépe ilustrovalo budoucí koncept a velmi dobře posloužilo pro simulace, při kterých ukázalo nedostatky a problematická místa.

Po vyhodnocení všech simulací a získání konkrétního konceptu nové podoby montáže se přistoupilo i vytvoření finálního rozmístění pracoviště. Nakonec bylo zvoleno řešení sjednotit výrobní úsek v rámci jedné plochy. To znamená nutnost vyklidit plochy pod galerií. Z ploch pod galerií je nutné vystěhovat pracoviště předmontáže a elektropředmontáže. Následně se do uvolněných prostor bude stěhovat kompletní montáž navíjecích zařízení. Elektropředmontáž obsadí plochy na galerii. Vzhledem k neustále probíhající výrobě bylo jediným možným řešením přestěhovat pracoviště montáže navíjecích zařízení ještě v podobě simulace. Až následně byla v nových prostorách instalována linka. K této podobě pracoviště bylo přistoupeno zejména z toho důvodu, že se významně zjednoduší materiálová logistika. Úspory se projeví nejenom v rychlejší obslužnosti pracoviště, protože mimo standardní závážky není nutné využívat vysokozdvizné vozíky, ale také již nebude třeba používat některé transportní přípravky.

10.2 Simulace nových montážních procesů

Při výběru nejvhodnějšího způsobu řešení projektového zadání bylo přistoupeno k simulacím. Hovoří se o simulacích zejména proto, že v testovací fázi nebylo k dispozici totožné vybavení, které se nakonec stalo výstupem projektu. U standardní montáže tzv. krokové montáže nebyla simulace problematická, protože uvažované budoucí pracoviště a proces nenárokují nové speciální vybavení a vycházejí primárně ze stávajících podmínek. U taktované montáže narážela simulace na problém přesunu produktu mezi takty. Nasimulovat pohyb produktu, kterým je taktovaná montáž typická, bylo ale jediným větším problémem. V rámci simulace se tedy nepřesouval produkt mezi stanovišti, ale jednotlivý pracovníci. Tento způsob byl náročnější z pohledu organizace a prostoru, ale byl dostatečně vypovídající.



Obr. 24. Simulované pracoviště – taktovaná montáž

Simulace byla nastavena tak, aby spolu jednotlivé postupy co nejvíce korespondovaly. Pro rozhodující simulaci byl zvolen Produkt 1 vzhledem k tomu, že byla jistota, že bude k dispozici dostatečný počet vzorků v krátkém časovém úseku a nepřerušeném intervalu, tedy že testy budou moci běžet za sebou. Vzhledem k teoretickému stanovení standardního montážního postupu a následného rozdělení montážního procesu na jednotlivé takty, byla finální montáž obsazena vždy třemi pracovníky. Jednotlivým simulovaným procesům byly navozeny co nejideálnější podmínky ať už z pohledu vychystání materiálu nebo přípravy samotného pracoviště. Pro jednotlivé takty bylo připraveno i konkrétní používané nářadí. Materiál byl vychystán tak, aby měl pracovník k dispozici vždy jen materiál potřebný pro dané kroky nebo takt.

10.3 Vyhodnocení testovací fáze

Testovací fáze a simulace dvou nových způsobů montáže proběhla bez větších komplikací a podařilo se získat veškerá potřebná data. Minimálně prvním benefitem, který s sebou příprava a průběh testovací fáze přinesl, byla úprava stávající podoby pracoviště. Projevila se lepší obsluhovatelnost a úspora výrobní plochy. Z tohoto důvodu pracoviště zůstalo i nadále v podobě v jaké bylo připraveno pro simulace s drobnými úpravami vzhledem k zvolenému montážnímu postupu. Dále se pozitivně projevilo testování Hafenmeister-

principu na předmontáži a to jak z pohledu samotných pracovníků, tak z pohledu mistra. Pro pracovníky byla srozumitelnější jejich náplň práce a pro mistra bylo snadnější plánovat montáž. Na základě nového uspořádání předmontáže byla následně vytvořena plánovací kalkulačka na platformě MS Excel, která slouží mistrovi a pracovníkům pro detailní plánování práce. Ukázka části vytvořené plánovací kalkulačky je přílohou diplomové práce (Příloha VI: Výrobní plán). Zásadní je také fakt, že díky Hafenmeisterprincipu je snadnější zaškolování nových pracovníků, protože celá skupina pracuje současně na jedné montážní skupině a tím pádem mohou noví pracovníci kopírovat postup již zaškolených kolegů. Následně se po dlouhodobějším měření projevily i časové úspory plynoucí ze standardizace procesu. Samozřejmě nejdůležitější fáze testování se zaměřovala na finální montáž, kde byl očekáván největší potenciál pro zlepšení. Výstup z testu shrnuje níže uvedený protokol.

EXTRUSION | PRINTING | CONVERTING

VYHODNOCENÍ TESTOVÁNÍ: **FILATEX**DATUM: **28. 2. 2018**

TAKTOVANÁ MONTÁŽ	KROKOVÁ MONTÁŽ (1 MA zkompletuje 1 hlavu)	PŮVODNÍ POSTUP
ČAS: 2:54:00	ČAS: 3:04:00	ČAS: 2:59:00
POČET MA: 3	POČET MA: 3	POČET MA: 2+EL
+ Standardizace -> eliminace chyb. Lidským faktorem Úspora kapacit, času -> investování do kvality, školení.. Proces funguje	+	+ Mohl by být nejrychlejší <u>Velká variabilita = velký objem materiálu</u> Improvizace Stále dostatek práce
- Nevyhovující pracoviště	- Nejhorší čas Technologičnost procesu	- <u>Velká variabilita = velký objem materiálu</u> Proces je nestandardní Vysoký vliv lidského faktoru
RIZIKO: SPRÁVNÁ DODÁVKA MAT.	RIZIKO:	RIZIKO: PLOCHA
POZNÁMKY:	POZNÁMKY:	POZNÁMKY:

02.05.2019 | Folie 1
P. Hámorová | Datei**WINDMÖLLER & HÖLSCHER**

Obr. 25. Protokol z vyhodnocení testu

Na základě číselných ukazatelů (Obr. 25.) a to především rychlosti montáže se vedení společnosti a projektový tým rozhodl vyloučit varianty kroková montáž a původní postup a bylo rozhodnuto, že se bude nadále zpracovávat koncept taktované montáže, který dosáhl nejlepších výsledků a jevil se jako nejpřínosnější i v dalších oblastech jako je řízení montá-

že, kontrola kvality nebo materiálová logistika. Klíčové je i to, že v rámci taktů nevzniká úzké místo v podobě elektroprací, kde je omezená lidská kapacita. Dalším důležitým krokem bylo rozhodnutí o změně dispozice výrobních ploch střediska. Vzhledem k úsporám plochy bylo možné pohodlně přesunout sériovou výrobu do přízemních prostor.

10.4 Design vybraného pracoviště

Na základě vyhodnocení parametrů simulovaných procesů se přistoupilo k realizaci varianty zahrnující taktovanou montáž. Realizace tohoto konceptu s sebou obnášela vytvoření specializovaného pracoviště s odpovídajícím vybavením. Vzhledem k tomuto rozhodnutí byla další fází projektu, fáze návrhu konkrétní podoby pracoviště a linky taktované výroby. S ohledem na to, že se projekt musel přizpůsobovat výrobnímu plánu, byl samotný proces a jeho funkčnost testován na Produktu 1, který je velice podobný Produktu 2. Pro samotný design pracoviště bylo vycházeno především z Produktu 2 a to z důvodu, že výroba Produktu 2 obsahuje o dva takty navíc, tedy další dvě pracoviště a materiálově je Produkt 2 obsáhlejší. Obsahuje více skupin a díly jsou rozměrnější. Bylo třeba zajistit, aby byla linka schopna objemově pojmout i Produkt 2 s obdobným montážním procesem. Výsledná výrobní linka má zajistit pohodlný transport produktu mezi jednotlivými takty, co nejlepší možnou ergonomii práce a bezpečnou manipulaci s materiálem. Pracoviště a návrh linky je také koncipován tak, aby bylo možné v budoucnu instalovat druhou stejnou nebo modifikovanou linku, která bude schopná vyrábět paralelně stejný produkt

10.4.1 Požadavky na výrobní linku

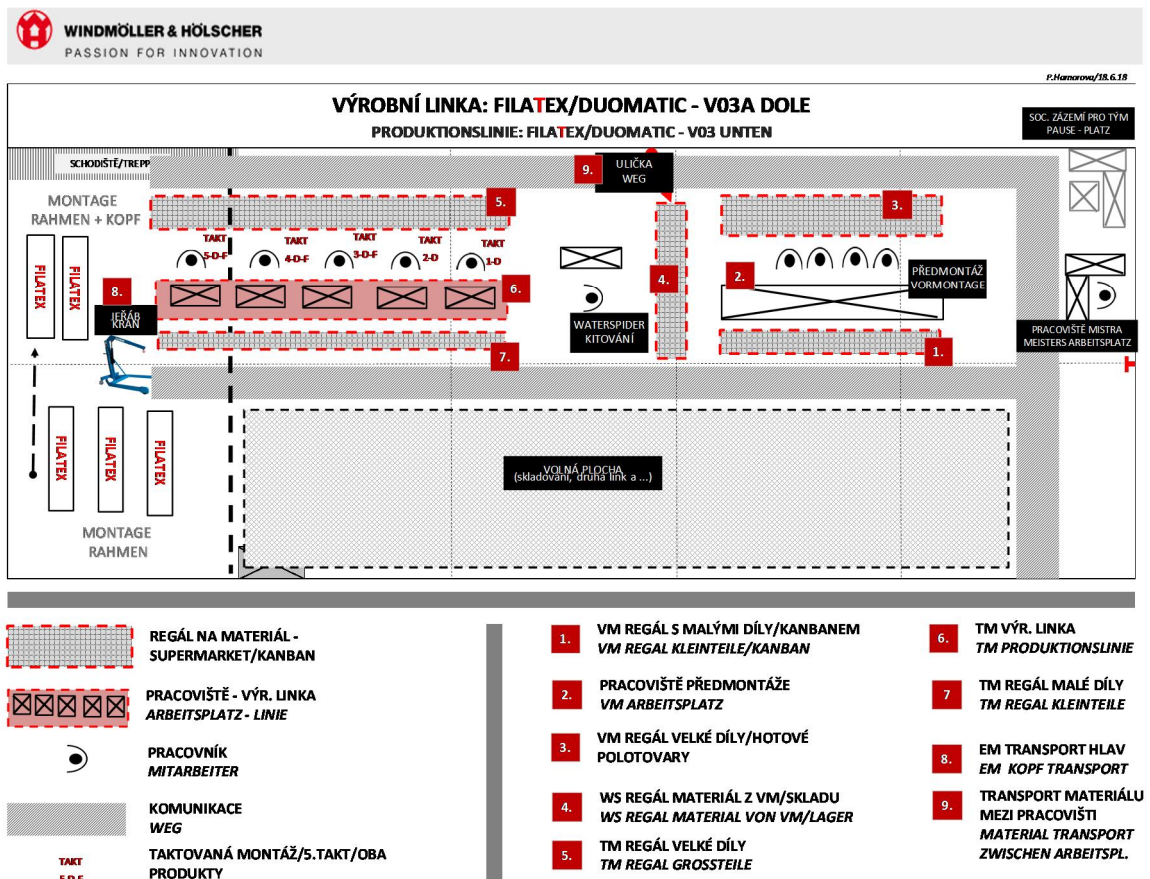
Po uzavření testovací fáze bylo zahájeno zpracování finálního konceptu pracoviště. Vzhledem k novému umístění pracoviště sériové výroby vznikla další dílčí omezení, která se projeví na parametrech budoucí výrobní linky. Musí se počítat s omezenou délkou linky a to z důvodu, že celá plocha pracoviště musí obsáhnout pracoviště předmontáže malých skupin a také pracoviště předmontáže rámů. Tyto dva úseky omezují výrobní prostor pro linku ze stran, z důvodu co nejjednodušší distribuce materiálu. Proto je nutné přizpůsobit linku zbylému prostoru. Dále se nesmí opomenout umístění výrobní linky do prostoru pod galerií, tedy limit vznikající nestandardním stropem. Linka musí být schopna pojmout oba produkty. Stejně tak musí být k dispozici všechen potřebný materiál. S ohledem na vyšší materiálové a procesní nároky je samotný design linky prováděn na míru Produktu 2. Příklad metodiky materiálového rozboru je uveden v přílohách práce (Příloha P III: Způsob

rozdělení materiálu). Vzhledem k tomu že druhá generace je složitější a obsáhlejší. Vychází se z předpokladu, že následně nebude problém do linky umístit produkt menší a s nižším počtem materiálových skupin. Aby budoucí linka vyhovovala požadavkům montáže, musí splňovat následující parametry:

- realizace dle konceptu v prostorách pod galerií,
- délka linky 7 – 12 m (preferovaná nejkratší možná varianta),
- variabilní pro oba typy produktů,
- zachování vysoké míry ergonomie a LEAN principů,
- podmínky pro doplňování materiálu a hladký materiálový tok,
- transport produktu mezi takty bez použití těžké techniky.

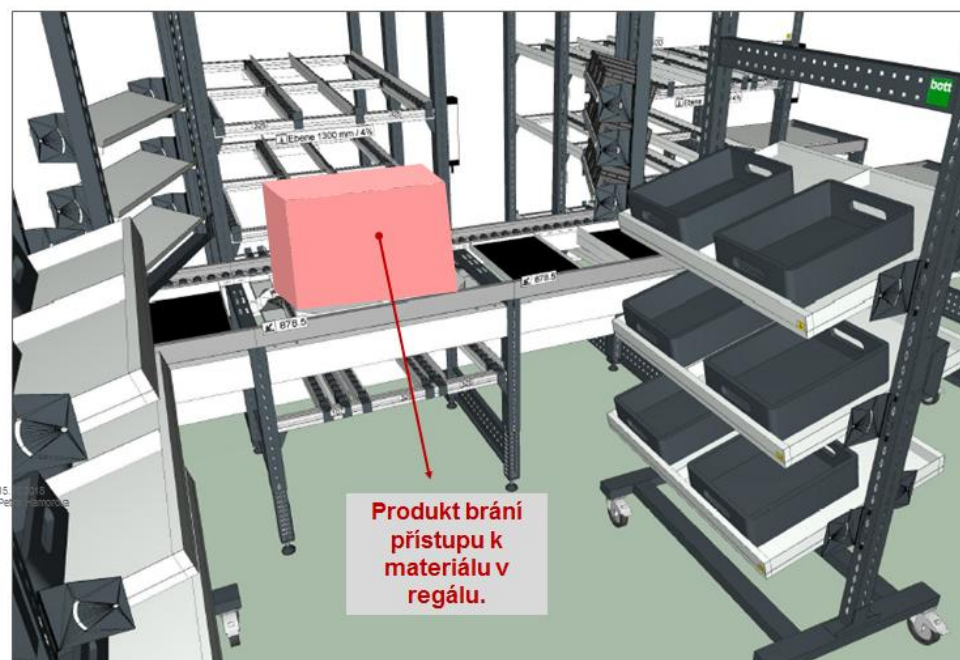
10.4.2 Návrhy linky

První koncept (Obr. 26.) budoucí výrobní linky spočíval v umístění většiny materiálu ve speciálním regálu před pracovníkem. Posun produktu mezi jednotlivými pracovišti byl zajištěn manuálním dopravníkem. Nadrozměrné díly, které není možné ukládat do boxů, mají být umístěny ve speciálních přepravních jednotkách vedle jednotlivých pracovníků.



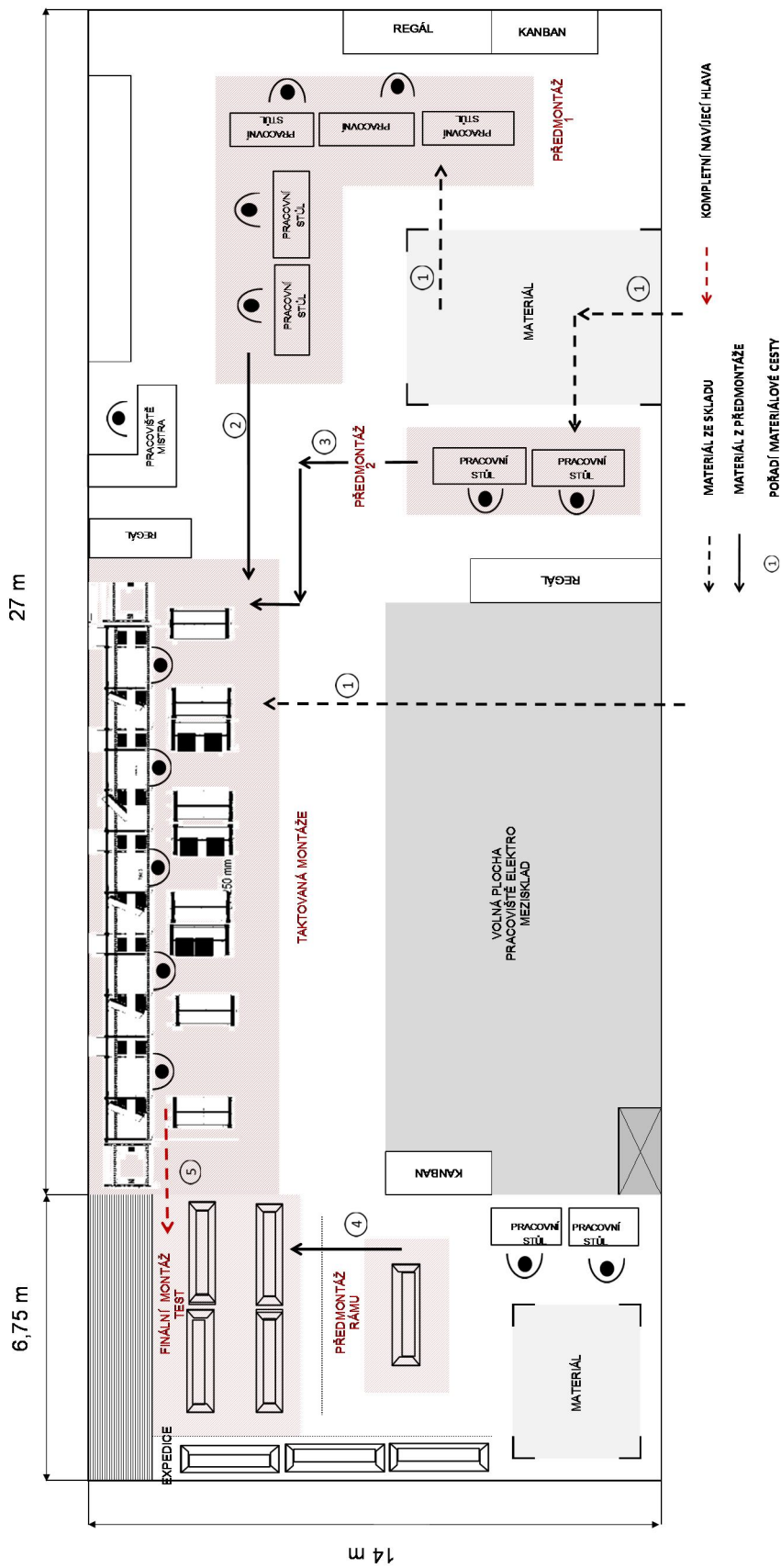
Obr. 26. První koncept pracoviště taktované montáže

Při zpracování druhého konceptu podoby výrobní linky bylo nutné upustit od umístění většiny materiálu v regálu před pracovníkem a to z důvodu, že není možné pohodlně na potřebný materiál dosáhnout (Obr. 27.). Probírala se i možná varianta výsuvných šuplíků nicméně ty by byly také neefektivní vzhledem k tomu, že je zastaví přípravek s navijáčem, který stojí na dopravníku na pracovišti.



Obr. 27. Kolize montovaného výrobku a regálu s materiálem

Tento problém byl vyřešen otočnými rameny, která zajistí lepší dostupnost materiálu a políčkami v nižší úrovni čelní stěny linky. Zbytek prostoru je osazen plechem pro závěsné systémy, který v současnosti slouží hlavně pro umístění návodů, výkresů apod. Malé předmontované skupiny, které není možné umístit na čelní stěnu linky, jsou situované do pojízdných vozíků, které jsou plněny boxy z předmontáže a pracovník je má přímo u ruky v odpovídající výšce. Rozměrné a těžké díly jako jsou např. motory nebo převodovky jsou ponechány v původních přepravních jednotkách většinou rozměru europalety, kvůli náročné manipulaci při vychystávání do speciálních vozíků.



Obr. 28. Finální koncept pracoviště

Po zahrnutí všech rizik a omezení do konceptu nového pracoviště vznikla finální podoba layoutu (Obr. 28.) budoucího stavu, který byl výchozím bodem pro kompletní fyzickou transformaci výrobního úseku. Z plánu je patrné, že se podařilo zjednodušit materiálové toky, které v novém uspořádání lépe navazují. Přerušované čáry označené číslem 1 představují první vstup materiálu ze skladu. Plné černé čáry indexované číslem 2 a 3 reprezentují hotové předmontované skupiny. V novém uspořádání již není nutné stěhovat hotové navíječe, protože jdou z linky přímo do rámu nebo následně přesouvat osazený rám mimo pracoviště. Předmontáž rámu získala změnou půdorysu výhodnější pozici, protože z jedné strany do ní přichází materiál a druhou stranou vycházejí hotové rámy k lince. Díky tomuto umístění již není potřeba používat pro transport rámu jeřáb, což s sebou obnášelo použití vázacích prostředků a transportního přípravku. V nové dispozici je možné rámy snadno přesunout pomocí ručního paletového vozíku a tím pádem se opět zjednodušila manipulace. V rámci nového plánu je zřejmá i volná plocha, která slouží jako sdílená plocha pro okolní pracoviště a má další potenciál k využití v budoucnosti.

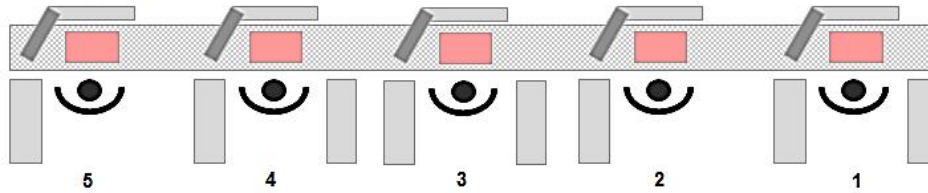
10.4.3 Finální podoba stanoviště

Při konkrétním hledání ideální podoby jednotlivých pracovišť linky byla problematická zejména rozměrnost produktu, která přinášela určitá omezení. Dodavatel byl zvyklý realizovat obdobné linky, ale pro výrazně menší zařízení (např. elektrotechnický průmysl). Z tohoto důvodu nebylo možné linku složit z katalogových modulárních systémů, ale muselo se přistoupit k realizaci individuální zakázky. Při zpracování konceptu finálního stanoviště a linky (Příloha P IV: Finální podoba linky a Příloha P V: Detail pracoviště) se vycházelo z požadavků zadavatele a možností dodavatelské firmy. Na základě katalogových řešení byla sestavena finální podoba linky a modifikace jednotlivých komponentů tak, aby vyhovovala potřebám zadavatele.

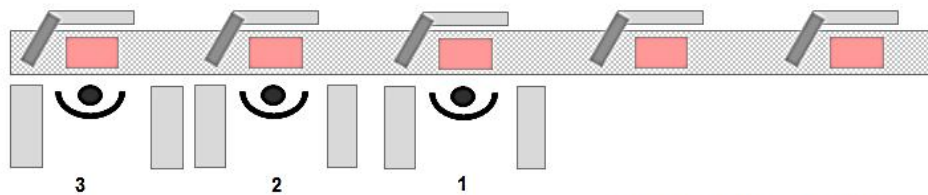
EXTRUSION | PRINTING | CONVERTING

NÁVRH 4 – FINÁLNÍ PODOBA CELÁ LINKA
VORSCHLAG 4 – ENDGÜLTIGE FORM GANZE LINIE

PRODUKT 2:



PRODUKT 1:

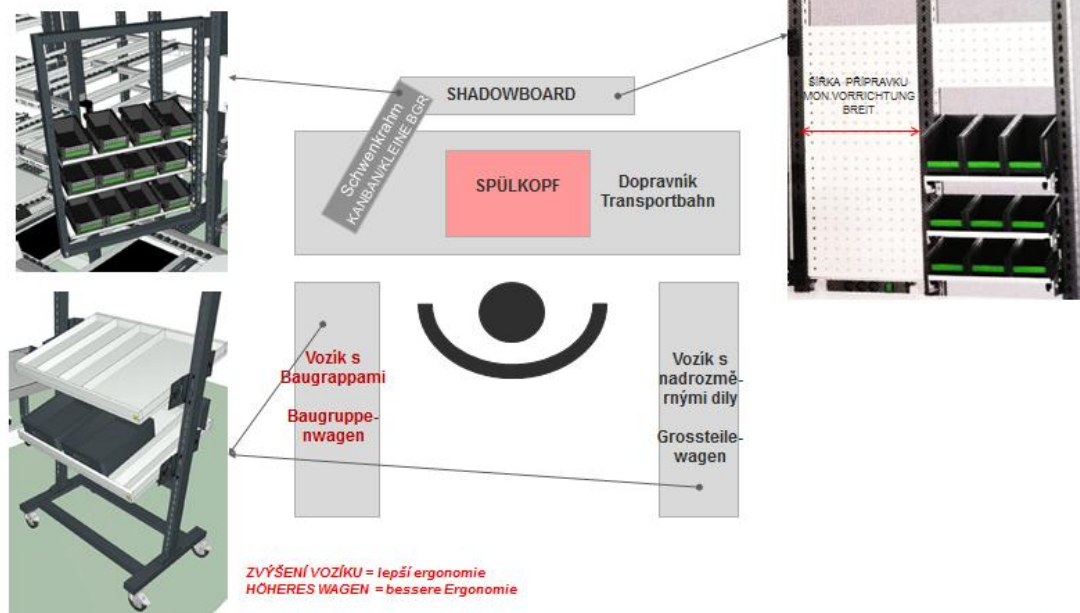


GROSSTEILEWAGEN BEI RECHTS

P. Hamorova
16.10.2018**WINDMÖLLER & HÖLSCHER***Obr. 29. Rozmístění pracovišť v rámci linky*

Bylo nutné počítat s většími rozměry a naddimenzováním dopravníkového systému z důvodu, že finální produkt druhé generace může dosahovat hmotnosti až 50 kg a je poměrně rozměrný. Dále bylo nutné přizpůsobit vozíky tak, aby byly schopné pojmout všechny požadované předmontované skupiny. Mimo jiné bylo třeba navrhnout novou otočnou základnu na, které je produkt dopravován mezi takty.

NÁVRH 4 – FINÁLNÍ PODOBA
VORSCHLAG 4 – ENDGÜLTIGE FORM



P. Hamorova
15.10.2018



WINDMÜLLER & HÖLSCHER

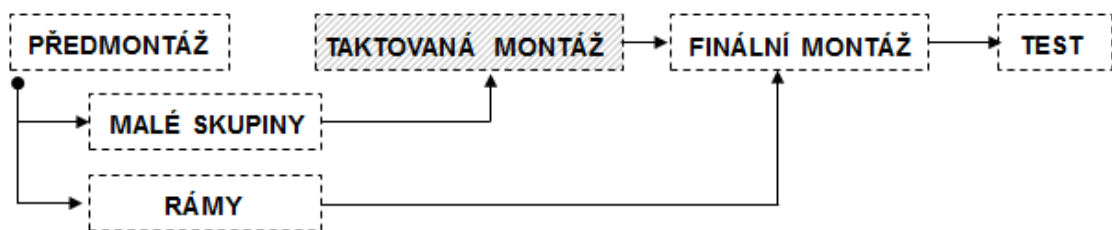
Obr. 30. Finální úpravy návrhu pracoviště



Obr. 31. Reální podoba výrobní linky

11 VYHODNOCENÍ BENEFITŮ PROJEKTU

Projekt Taktovaná montáž lze hodnotit jako úspěšný. Prokázal, že několik 5S cyklů přineslo úspory plochy a především zkvalitnění pracovního prostředí z hlediska organizace a ergonomie. Restrukturalizace procesu finální montáže přinesla pozitivní výsledky již v simulovaném módu a to jak z pohledu KPI, tedy vyhodnocování výkonnosti výrobního procesu, tak z pohledu uživatelského komfortu, kdy změny hodnotily pozitivně i pracovníci. Významné zlepšení transparentnosti procesu předmontáže přinesla aplikace tzv. Hafenmaisterprinzipu a následná standardizace procesu, která zjednodušila organizaci a řízení samotné předmontáže a umožnila její detailnější plánování. Za úspěch je možné považovat i samotnou realizaci výrobní linky s přihlédnutím k tomu, že tyto linky jsou běžně dodávané pro velkoobjemové sériové výroby, ale většinou podstatně menších nebo montážně jednodušších komponentů. Výrobní linka splňuje všechny požadavky naší výroby a funguje i s ohledem na potřebnou variabilitu (střídání produktů ve výrobě) a technické parametry obou produktů. Samozřejmě klíčové je, že zařízení zkvalitňuje pracovní prostředí, je ergonomické a umožňuje pracovníkům pracovat rychleji, efektivněji a s menší námahou.



Obr. 32. Modifikovaný výrobní proces

11.1 Úspora plochy

Významným benefitem, který projekt přinesl, nebyla pouze reorganizace pracoviště, díky které byl získán kompaktní výrobní prostor. V něm na sebe navazují jednotlivé procesy, ale také úspora plochy pracoviště. Na úspoře plochy se podílela především metoda 5S a optimalizace samotného výrobního procesu, která se promítla i do materiálových zásob, které jsou na pracovišti potřebné. Plochu střediska se podařilo komfortně snížit o 70 m². Získaná uvolněná plocha se využívá jako sdílený prostor pro okolní výrobní střediska. Sdílený prostor se používá např. pro potřeby konstrukce při testování prototypů, zpracování specifických zakázek nebo jako zóna pro materiál.

11.2 Zvýšení objemu výroby

Z pohledu zadavatele projektu je pochopitelně nejvýznamnějším kritériem úspěchu finální zvýšení produkce (Tab. 5 a Tab. 6.). V tomto bodě projekt splnil bez pochyby svůj cíl. Při zachování stávajících lidských kapacit výrobního střediska a zmenšení montážní plochy se podařilo navýšit reálný objem výroby o 47% u produktu druhé generace a o 34,5% u produktu první generace. Vzhledem k předpokládanému meziročnímu nárůstu o 36,5% je to výsledek dostačující a velice pozitivní, protože jsme schopni pohodlně plnit zákaznické požadavky. Za tímto navýšením produkce stojí především restrukturalizace montážního postupu a implementace principů taktované montáže a na toto navazující distribuce materiálu do procesu. Samozřejmě klíčovou roli hraje i odpovídající pracoviště, které svým designem eliminuje ztrátové časy, které vznikají při docházení pro materiál, nářadí apod.

Tab. 5. Srovnání denní produkce

Produkt	Původní proces	Taktovaná montáž
Produkt 1	36 ks	55 ks
Produkt 2	8 ks	15 ks

Tab. 6. Přehled zvýšení výkonnosti z hlediska pracovních dnů

	Původní proces (série 108 ks)	Nový proces (série 108 ks)	Aplikovaná metoda
Předmontáž 1	2,15 dne	1,7 dne	Hafenmeisterprinzip
Předmontáž 2	2,58 dne	2,2 dne	Hafenmeisterprinzip
Předmontáž rámu	0,93 dne	0,93 dne	Standardní postup
Finální montáž	2,88 dne	1,96 dne	Taktovaná montáž

11.3 Standardizace

Třetím významným benefitem, který projekt přinesl je standardizace. Byť se standardizace nemusí vždy nutně projevit na číslech nebo na klíčových ukazatelích výkonnosti jedná se o nezanedbatelný prvek. Díky standardizaci se procesy stávají lépe říditelnými, snadněji se odhalují odchylky oproti plánu a celkově je proces transparentnější i pro nezainteresované osoby. Standardizace přispěla i k lepší orientaci samotných pracovníků. Mimo výše uvedené přínosy je standardizace klíčovým výchozím bodem pro řízení a zlepšování kvality. Díky standardizaci procesu, nástrojům řízení výroby a kapacit je v současnosti poměrně jednoduché odhalit, v které fázi výroby vzniká určitý kvalitativní problém, jeho kořenovou příčinu, případně pracovní místo, kde vzniká a díky tomu pružně a cíleně pracovat na nápravě nežádoucího stavu.

ZÁVĚR

Je úspěchem, že se podařilo celý projekt zrealizovat a dovést do úspěšného konce. Podařilo se v první řadě splnit hlavní cíl projektu a to navýšit reálný objem výroby střediska. Díky optimalizaci výrobního procesu a také jeho standardizaci není třeba i přes nárůst výroby navyšovat lidské kapacity. Úspěšně se podařilo zrealizovat i fyzickou reorganizaci pracoviště, kdy nová podoba výrobního střediska je mnohem více vyhovující. Mimo lépe obslužené pracoviště je důležité i to, že se podařilo významně snížit výrobní plochu. Samozřejmě nesmí být opomenuta i zcela nová výrobní linka, která slouží taktované montáži a významně usnadňuje proces výroby. Všechny změny ať už fyzické nebo procesní také významně přispěly ke zlepšení řízení procesu. Díky standardním a definovaným procesům lze snadněji plánovat. Nové procesy také přispívají významným dílem k řízení kvality, protože se velmi snadno hledá místo, kde vznikají problémy, případně kdo je za ně zodpovědný.

Projekt setrval poměrně dlouhou dobu v přípravné, analytické a testovací fázi. Vzhledem k požadavku na plnění cílů v roce 2019 bylo možné projekt takto rozplánovat a zpětně je tato strategie hodnocena jako pozitivní. Samozřejmě pouze tehdy pokud má projektový tým taktový časový polštář k dispozici, protože se podařilo až na koncept výrobní linky realizovat všechny kroky úspěšně již v první vlně. Tento fakt byl také stěžejní z toho důvodu, že projekt běžel za plného chodu výroby, a organizování testování a sběru dat tak aby nenarušilo plynulost výroby, bylo komplikované. Kvalita teoretické přípravy se projevila již v dílčích zlepšeních, jako bylo průběžné zavedení Hafenmeisterprinzipu, úprava layoutu pracoviště nebo naběhnutí zhruba v polovině projektu na práci na simulovaném testovacím pracovišti jako na standardním do doby vybudování výrobní linky.

Významnou roli v podobě a nárocích na projekt hrála také skladba všech oblastí, do kterých bylo nutné zasáhnout, aby bylo možné taktovanou montáž realizovat. Výstavba linky byla podmíněna transformací výrobního procesu, modifikací stávající materiálové logistiky a dílčích výrobních procesů. Spolu s tímto vyžadovala montáž i zeštíhlení a to jak v rovině fyzické tak procesní. Klíčovou roli sehrála i celková politika zavádění změn, kdy byly jednotlivé inovace zaváděny postupně a s dostatečným časovým prostorem. Tento fakt samozřejmě také souvisí s tím, že nebylo možné zastavit výrobu, provést testy, navrhnout novou podobu pracoviště a zpustit naráz zcela nový proces v nových prostorách. Pozvolný přechod na nový systém se osvědčil a provází ho po celou dobu pozitivní ohlas ze strany za-

městnanců i projektového týmu. Další výhodou bylo, že v tomto případě, pokud byla u implementované změny potřebná nějaká korekce, většinou narušila pouze minimálně průběh projektu nebo plynulost výroby.

Úspěchem je nejenom to, že projekt a jeho řešení, které je reflektované v této práci funguje a dosahuje výsledků, které byly očekávány, ale také to, že se zvýšila kvalita pracovního prostředí a usnadnila se práce zaměstnancům. Pokud tato práce inspiruje alespoň jednoho dalšího člověka nebo v ní najde pro něj důležitou informaci, tak i to je úspěchem a velkou motivací do budoucna pokračovat v neustálém zlepšování nejenom v rámci pracovních projektů.

Úplným závěrem bych ještě jednou ráda poděkovala všem zúčastněným především za perfektní spolupráci a vzájemný respekt.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] JANÁČ, Alexander. Technologია obrábania, montáže a základy strojárskiej metrológie: návody na cvičenia. Bratislava: Slovenská technická univerzita, 1994. ISBN 80-227-0698-1.
- [2] DILLINGER, Josef. Moderní strojírenství pro školu i praxi. Praha: Europa-Sobotáles, 2007. ISBN 978-80-86706-19-1.
- [3] DUŠÁK, Karel. Technologie montáže: základy. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2005. ISBN 80-7083-906-6.
- [4] ŘASA, Jaroslav, Jindřich KAFKA a Václav HANĚK. Strojírenská technologie 4: návrhy nástrojů, přípravků a měřidel : zásady montáže. Praha: Scientia, pedagogické nakladatelství, 2003. ISBN 80-7183-284-7.
- [5] TANG, He. A new method of bottleneck analysis for manufacturing systems. Manufacturing Letters [online]. 2019, 19, 21-24 [cit. 2019-03-24]. DOI: 10.1016/j.mfglet.2019.01.003. ISSN 22138463. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2213846318301172>
- [6] VALENTOVIČ, Ernest. Základy montáže. Bratislava: Slovenská technická univerzita, 2001. ISBN 80-227-1464-X..
- [7] Windmöller&Hölscher Machinery: Stroje,“ 2018. [Online]. Dostupné: <https://www.wuh-machinery.com/cz/stroje/extruze/tiratex-1300/>. [Přístup získán 17 11 2018].
- [8] MAŇAS, Miroslav. Výrobní stroje a zařízení. Brno: Vysoké učení technické, 1990. ISBN 80-214-0213-X.
- [9] MANLIG, František, František KOBLASA a Petr KELLER. Production systems. Edition 1st. Liberec: Technical University of Liberec, 2016-. ISBN 978-80-7494-318-8.
- [10] IMAI, Masaaki. Kaizen: metoda, jak zavést úspornější a flexibilnější výrobu v podniku. Brno: Computer Press, c2007. Business books (Computer Press). ISBN 978-

- 80-251-1621-0.
- [11] A. Zelenka, V. Preclík a M. Haniger, *Projektování procesů obrábění a montáží*, Praha: ČVUT, 1999.
- [12] HÁMOROVÁ, Petra. *Optimalizace výrobního procesu montáže odtahové jednotky linky na extruzi fólií*. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2017, 64 s. (67 540 znaků). Dostupné také z: <http://hdl.handle.net/10563/40748>. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. Fakulta technologická, Ústav výrobního inženýrství. Vedoucí práce Bednařík, Martin.
- [13] VANĚČEK, Drahoš. *Štíhlá výroba*. V Českých Budějovicích: Jihočeská univerzita, Ekonomická fakulta, 2013. ISBN 978-80-7394-396-7.
- [14] CHROMJAKOVÁ, Felicita a Rastislav RAJNOHA. *Řízení a organizace výrobních procesů: kompendium průmyslového inženýra*. Žilina: Georg, 2011. ISBN 978-80-89401-26-0.
- [15] BAUER, Miroslav a Ingrid HABURAIOVÁ. *Leadership s využitím kaizen a lean: pohádky pro unavené manažery*. Brno: BizBooks, 2015. ISBN 978-80-265-0390-3.
- [16] NENADÁL, Jaroslav. *Moderní systémy řízení jakosti: quality management*. 2. dopl. vyd. Praha: Management Press, 2002. ISBN 80-7261-071-6.
- [17] BAUER, Miroslav. *Kaizen: cesta ke štíhlé a flexibilní firmě*. Brno: BizBooks, 2012. ISBN 978-80-265-0029-2.
- [18] VERES (HAREA), Cristina, Liviu MARIAN, Sorina MOICA a Karam AL-AKEL. *Case study concerning 5S method impact in an automotive company*. *Procedia Manufacturing* [online]. 2018, 22, 900-905 [cit. 2019-03-25]. DOI: 10.1016/j.promfg.2018.03.127. ISSN 23519789. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2351978918304232>.
- [19] BOTTI, Lucia, Cristina MORA a Alberto REGATTIERI. *Integrating ergonomics and lean manufacturing principles in a hybrid assembly line*. *Computers & Industrial Engineering* [online]. 2017, 111, 481-491 [cit. 2019-01-10]. DOI: 10.1016/j.cie.2017.05.011. ISSN 03608352. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0360835217302152>.

- [20] PANDE, Peter S., Robert P. NEUMAN a Roland R. CAVANAGH. Zavádíme metodu Six Sigma, aneb, Jakým způsobem dosahují renomované světové společnosti špičkové výkonnosti. Brno: TwinsCom, 2002. ISBN 80-238-9289-4.
- [21] PUGNA, Adrian, Romeo NEGREA a Serban MICLEA. Using Six Sigma Methodology to Improve the Assembly Process in an Automotive Company. *Procedia - Social and Behavioral Sciences* [online]. 2016, 221, 308-316 [cit. 2019-03-25]. DOI: 10.1016/j.sbspro.2016.05.120. ISSN 18770428. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1877042816301938>.
- [22] KRISHNAIYER, Krishnan, F. Frank CHEN, Brandon BURGESS a Hamed BOUZARY. D3S Model for Sustainable Process Excellence. *Procedia Manufacturing* [online]. 2018, 26, 1441-1447 [cit. 2019-03-25]. DOI: 10.1016/j.promfg.2018.07.100. ISSN 23519789. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2351978918307716>.
- [23] HAEFNER, Benjamin, Alexandra KRAEMER, Torsten STAUSS a Gisela LANZA. Quality Value Stream Mapping. *Procedia CIRP* [online]. 2014, 17, 254-259 [cit. 2019-03-25]. DOI: 10.1016/j.procir.2014.01.093. ISSN 22128271. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2212827114003461>.
- [24] VYTLAČIL, Milan a Ivan MAŠÍN. Dynamické zlepšování procesů: programy a metody pro eliminaci plýtvání. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 1999. ISBN 80-902235-3-2.
- [25] DOLEŽAL, Jan. Projektový management: komplexně, prakticky a podle světových standardů. Praha: Grada Publishing, 2016. Expert (Grada). ISBN 978-80-247-5620-2.
- [26] DE CEUSTER, Luc. Focus on risk management: manage risks to improve project success. Praha: APraCom, 2010. Project management. ISBN 978-80-254-8708-2.
- [27] KŘÍKAČ, Karel. Organizace a řízení výroby: metodická a studijní pomůcka. 2., rozš. vyd. Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni, 2008. ISBN 978-80-7043-616-5.
- [28] LHOTSKÝ, Oldřich. Organizace a normování práce v podniku. Praha: ASPI, 2005. Lidské zdroje. ISBN 80-7357-095-5.

- [29] (MENGONI, Maura, Marco MATTEUCCI a Damiano RAPONI. A Multipath Methodology to Link Ergonomics, Safety and Efficiency in Factories. *Procedia Manufacturing* [online]. 2017, 11, 1311-1318 [cit. 2019-03-25]. DOI: 10.1016/j.promfg.2017.07.259. ISSN 23519789. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2351978917304675>).

SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obr. 1. Výrobní proces - montáž [2]</i>	15
<i>Obr. 2. Rozdělení druhů montáže [3]</i>	15
<i>Obr. 3. Příklad struktury proces montáže</i>	18
<i>Obr. 4. Linka na výrobu vláken řezáním [7]</i>	21
<i>Obr. 5. Extruzní linka [8]</i>	21
<i>Obr. 6. Linka na výrobu vláken extruzí [7]</i>	22
<i>Obr. 7. Zařízení pro navíjení vláken [8]</i>	22
<i>Obr. 8. Princip neustálého zlepšování [12]</i>	24
<i>Obr. 9. Principy metody 5S [10]</i>	26
<i>Obr. 10. MUDA [13]</i>	27
<i>Obr. 11. DMAIC cyklus [21]</i>	30
<i>Obr. 12: Příklad mapování procesu pomocí VSM [14]</i>	32
<i>Obr. 13. SMART cíl [12]</i>	35
<i>Obr. 14. DMAIC cykly pro oba sledované produkty</i>	45
<i>Obr. 15. Prognóza objemu výroby</i>	45
<i>Obr. 16. Dispozice původního pracoviště</i>	48
<i>Obr. 17. Původní organizace pracoviště včetně materiálových cest</i>	50
<i>Obr. 18. Organizace původní předmontáže</i>	51
<i>Obr. 19. Původní materiálové toky</i>	53
<i>Obr. 20. Schéma původního procesu montáže</i>	54
<i>Obr. 21. Konzistence doby montáže jednotlivých testovaných navíječů</i>	63
<i>Obr. 22. Školící materiál - Hafenmeisterprinzip</i>	63
<i>Obr. 23. Půdorys uspořádání pracoviště pro simulace</i>	66
<i>Obr. 24. Simulované pracoviště – taktovaná montáže</i>	68
<i>Obr. 25. Protokol z vyhodnocení testu</i>	69
<i>Obr. 26. První koncept pracoviště taktované montáže</i>	72
<i>Obr. 27. Kolize montovaného výrobku a regálu s materiálem</i>	73
<i>Obr. 28. Finální koncept pracoviště</i>	74
<i>Obr. 29. Rozmístění pracovišť v rámci linky</i>	76
<i>Obr. 30. Finální úpravy návrhu pracoviště</i>	77
<i>Obr. 31. Reální podoba výrobní linky</i>	77
<i>Obr. 32. Modifikovaný výrobní proces</i>	78

SEZNAM TABULEK

<i>Tab. 1: Charakteristika DMAIC</i>	<i>30</i>
<i>Tab. 2: Časová spotřeba pro montáž Produktu 1</i>	<i>56</i>
<i>Tab. 3: Standardní montážní postup – Produkt 1</i>	<i>61</i>
<i>Tab. 4: Rozdělení do taktů – Produkt 1</i>	<i>62</i>
<i>Tab. 5: Srovnání denní produkce</i>	<i>79</i>
<i>Tab. 6: Přehled zvýšení výkonnosti z hlediska pracovních dnů</i>	<i>80</i>

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha P I: Rozdělení předmontáže

Příloha P II: Pracovní postup – takt

Příloha P III: Způsob rozdělení materiálu

Příloha P IV: Finální podoba linky

Příloha P V: Detail pracoviště

Příloha P VI: Výrobní plán

PŘÍLOHA P I: ROZDĚLENÍ PŘEDMONTÁŽE

PŘEDMONTÁŽ BAUGRUPP

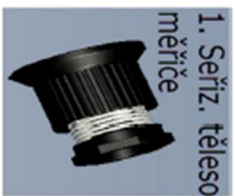
FILATEX



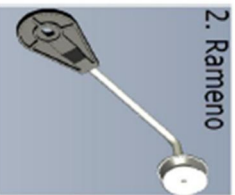
WINDMÜLLER & HÖLSCHER
PASSION FOR INNOVATION

VOR	POŘADÍ V PŘEDMON.	NÁZEV	ČAS 1KS/1MA
10	2	Měnič	0:03:40

NÁZEV KROKU	PRACOVNÍK	MATERIÁLOVÉ ČÍSLO	NÁZEV	POČET KUSŮ	POZN.
1		39005551	Frequenzumrichter filaTex V6(TÄNZ)/S-I-E	1	
1		31100252	Scheibe	1	
1		3204003	Senkschraube, M4x12 10,9 vz	3	K
1		3261063	Gewindestift, M4x2	1	K
1		3203013	Zylinderkopfschraube, M5x12 8,8 vz	2	K
1		3360003	Federling, A 5 vz	2	K
1		7.1	Seřizovací těleso měřiče	1	
1		7.2	Rameno	1	
1		7.3	Dorazová hrazdička	1	
1		7.4	Příruba s držákem magnetu	1	



1. Seřiz. těleso měřiče



2. Rameno



3. Dorazová hrazdička



4. Příruba s drž. magnetu



7. Měnič

14/01/19

PŘÍLOHA P II: PRACOVNÍ POSTUP – TAKT

TAKTOVANÁ MONTÁŽ

FILATEX



WINDMÖLLER & HÖLSCHER
PASSION FOR INNOVATION

TAKT	POŘADÍ V TAKTU	NÁZEV	MA	POČET KUSŮ	TRVÁNÍ CELEHO TAKTU	
1	1.4	Kompletace Huelsenzentrierung	1	1	0:08:00	
NÁZEV	POČET PRACOVNÍKŮ	MATERIÁLOVÉ ČÍSLO	NÁZEV	POČET KUSŮ	POZN.	KVALITA
	1	31116776	Glocke	1		
	1	31100230	Distanz Ø33xØ25x9	1		
	1	31100174	Feder fuer Zentrierung	1		
	1	31115494	Schwerspannstift Ø4x38 bearb.	1		



16/01/19

PŘÍLOHA P III: ZPŮSOB ROZDĚLENÍ MATERIÁLU

EXTRUSION | PRINTING | CONVERTING

TAKTMONTAGE LINIE: MATERIAL SYSTEMATIK

REGAL LAYOUT BEISPIEL



TAKT 1

ČÍSLO	NÁZEV/NAME	Zylindkopfschraube M4x20	Zylindkopfschraube M4x30	Zylin
POLICE	MAT.Č./MAT.NR.	3203005	3203008	:
/FACH	POČET KS/ST. NR.	75	75	
Nr.	POČET BOXŮ/BOX N	1	1	
1	BOX (VxŠxH)/(HxBxt	60x100x110	60x100x110	60
	VÁHA/GEWICHT(kg)			
ČÍSLO	NÁZEV/NAME	Zylindkopfschraube M8x25	Zylindkopfschraube M6x35	Sechs
POLICE/F	MAT.Č./MAT.NR.	3203039	3203039	:
ACH Nr.	POČET KS/ST. NR.	75	75	
1	POČET BOXŮ/BOX N	2	2	
	BOX (VxŠxH)/(HxBxt	60x100x110	60x100x110	60
	VÁHA/GEWICHT(kg)			
ČÍSLO	NÁZEV/NAME	Hülse DMS	Bgr20_8	Zylin
POLICE/F	MAT.Č./MAT.NR.	Vor30_4	Vorg20_8	:
ACH Nr.	POČET KS/ST. NR.	25	75	
2	POČET BOXŮ/BOX N	1	1	
	BOX (VxŠxH)/(HxBxt	120x150x230	120x150x230	120
	VÁHA/GEWICHT(kg)	9kg	4,5kg	

TAKT 1

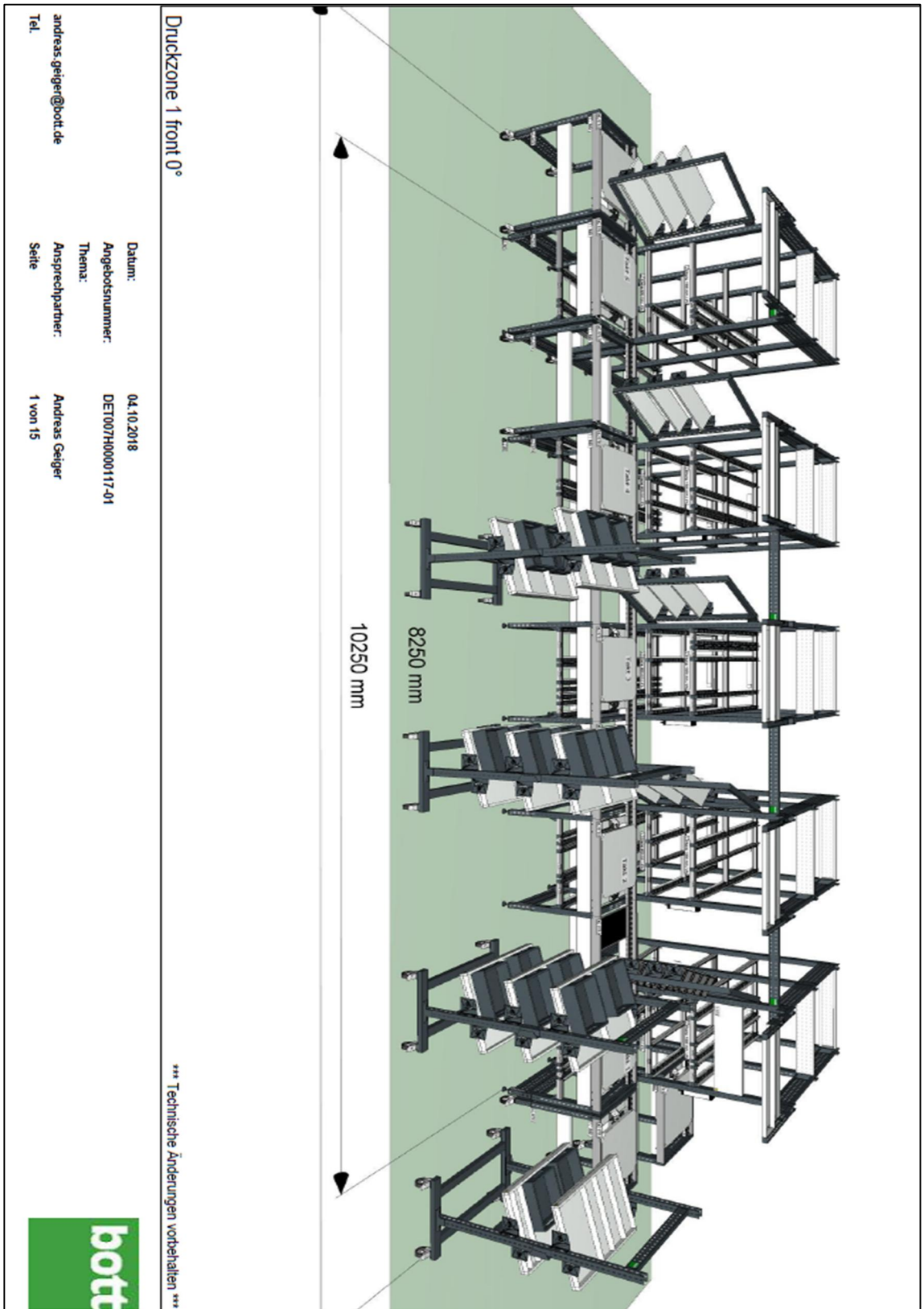
ČÍSLO	NÁZEV/NAME	Zylindkopfschraube M4x20	Zyl
POLICE	KANBAN	K	
/FACH	MAT.Č./MAT.NR.	3203005	
Nr.	POČET KS/ST. NR.	75	
1	POČET BOXŮ/BOX N	1	
	BOX (VxŠxH)/(HxBxt	60x100x110	€
	VÁHA/GEWICHT(kg)		

BEISPIEL: Fuer ersten Takt ist im ersten Fach erste Box mit Zylindkopfschrauben. Menge ist 75 Stueck im Box. Menge von Boxen ist ein. Box ist 60mm hoch, 100mm breit und 110mm tief. Gewicht ist nur fuer das Material ohne Box.

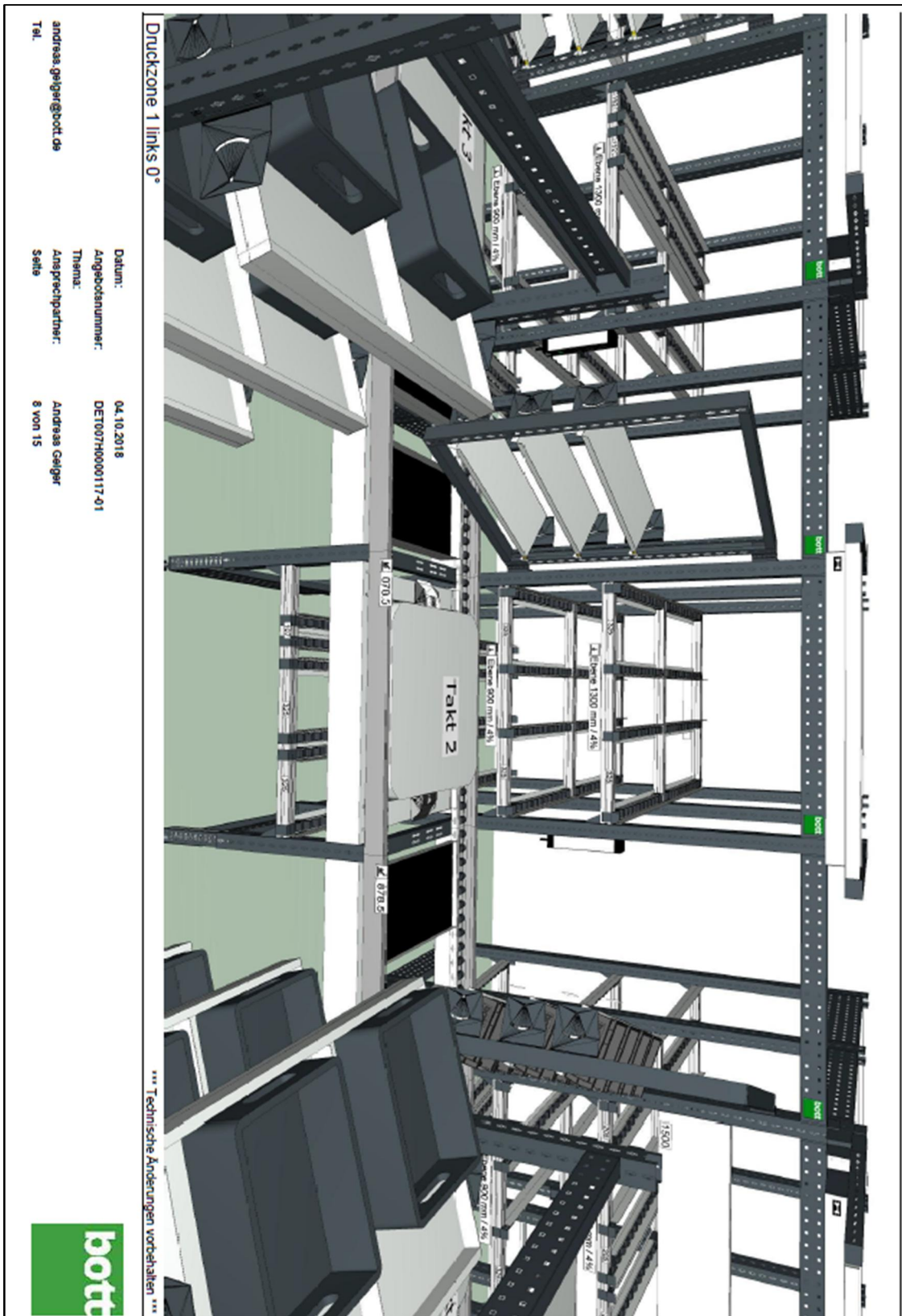
Rote K = Kanban Teil



PŘÍLOHA P IV: FINÁLNÍ PODOBA LINKY



PŘÍLOHA P V: DETAIL PRACOVIŠTĚ



PŘÍLOHA P VI: VÝROBNÍ PLÁN

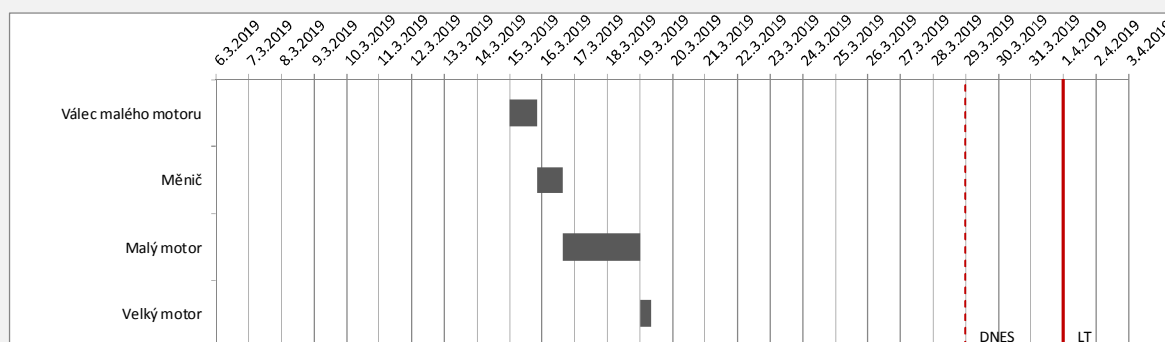
AUFTRAG	234567	EQ	123	START	15.3.2019
ZÁKAZNÍK	PÁKISTÁN	LT	1.4.2019	KONEC	9.5.2019

PLÁNOVANÝ START	XXX	KONEC MONTÁŽE	MA	3
PLÁNOVANÝ KONEC	XXX		KS	300

PŘEDMONTÁŽ VORGANG 10

POŘADÍ VM	VOR	NÁZEV	1KS/1MA	MA	POČET KUSŮ	PLÁNOVANÝ ČAS	TRVÁNÍ DNY	START	KONEC
1	10	Válec malého motoru	0:04:00	3	300	6:40:00	0,9	15.3.2019	15.3.2019
2	10	Měnič	0:03:37	3	300	6:01:07	0,8	15.3.2019	15.3.2019
3	10	Malý motor	0:11:07	3	300	18:31:07	2,4	16.3.2019	19.3.2019
4	10	Velký motor	2:30:00	1	1	2:30:00	0,3	19.3.2019	19.3.2019

CELKOVÝ POČET DNŮ **4,0**



PLÁNOVANÝ START		KONEC MONTÁŽE	MA	4
PLÁNOVANÝ KONEC			KS	300

PŘEDMONTÁŽ VORGANG 20+30

POŘADÍ VM	VOR	VORGANG 20	1KS/1MA	MA	POČET KUSŮ	PLÁNOVANÝ ČAS	TRVÁNÍ DNY	START	KONEC
1	20	Přítlačný válec s usměrň	0:08:37	4	300	10:45:50	1,4	19.3.2019	20.3.2019
2	20	Kryt jezdce malého mot	0:02:00	4	300	2:30:00	0,3	20.3.2019	20.3.2019
3	20	Těleso malého motoru	0:02:50	4	300	3:32:30	0,5	20.3.2019	21.3.2019
4	20	Stator	0:01:40	4	300	2:05:00	0,3	21.3.2019	21.3.2019
5	20	Ložisko motorku s držák	0:01:57	4	300	2:25:50	0,3	21.3.2019	21.3.2019
7	30	Držák rolničků	0:05:03	4	300	6:19:10	0,8	21.3.2019	22.3.2019
8	30	Ovládání měniče	0:05:13	4	300	6:31:15	0,8	22.3.2019	23.3.2019
9	30	Rameno brzdy motoru	0:00:50	4	300	1:02:30	0,13	23.3.2019	23.3.2019
10	30	Kryt hřídele hl. motoru	0:01:32	4	300	1:54:35	0,2	23.3.2019	23.3.2019

CELKOVÝ POČET DNŮ: **4,8**

