

Projekt optimalizace výrobní linky cívek alternátorů ve společnosti Hanhart Morkovice

Bc. Veronika Vavrušová

Diplomová práce
2012

 Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta managementu a ekonomiky

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta managementu a ekonomiky
Ústav průmyslového inženýrství a informačních systémů
akademický rok: 2011/2012

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Veronika VAVRUŠOVÁ**
Osobní číslo: **M10548**
Studijní program: **N 6208 Ekonomika a management**
Studijní obor: **Průmyslové inženýrství**

Téma práce: **Projekt optimalizace výrobní linky cívek alternátorů
ve společnosti Hanhart Morkovice**

Zásady pro vypracování:

Úvod

I. Teoretická část

- Zpracujte literární rešerši v daných oblastech a formulujte teoretická východiska pro zpracování analytické a praktické části diplomové práce.

II. Praktická část

- Provedte analýzu výrobní linky cívek alternátorů.
- Vyhodnoťte výsledky analýzy a navrhněte východiska pro zlepšení.
- Propracujte do projektové podoby ideový záměr pro zlepšení výchozí situace.
- Zhodnoťte přínosy navrhovaného řešení a formulujte doporučení.

Závěr

Rozsah diplomové práce: **cca 70 stran**
Rozsah příloh:
Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

IMAI, M. Gemba Kaizen: Řízení a zlepšování kvality na pracovišti. Brno: Computer press, a.s., 2008. 324 s. ISBN 80-251-0850-3.

KOŠTURIÁK, J., GREGOR, M. a kol. Jak zvyšovat produktivitu firmy. Žilina: InForm, 2002. ISBN 80-968583-1-9.

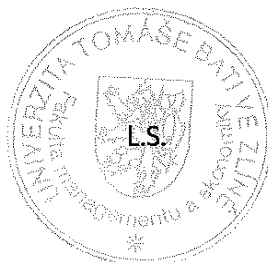
MAŠÍN, I., VYTLAČIL, M. Nové cesty k vyšší produktivitě. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 2000. 311 s. ISBN 80-902235-6-7.

TUČEK, D., BOBÁK, R. Výrobní systémy. 2. vyd. Zlín: Univerzita Tomáše Bati, 2006. 298 s. ISBN 80-7318-381-1.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Marcel Pavelka**
Ústav průmyslového inženýrství a informačních systémů
Datum zadání diplomové práce: **26. března 2012**
Termín odevzdání diplomové práce: **2. května 2012**

Ve Zlíně dne 26. března 2012

prof. Dr. Ing. Drahomíra Pavelková
děkanka



prof. Ing. Felicita Chromjaková, Ph.D.
ředitel ústavu

PROHLÁŠENÍ AUTORA DIPLOMOVÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že:

- odevzdáním diplomové 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 obhajoby¹;
- diplomová práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému,
- na mou diplomovou 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. 3²;
- odle § 60³ odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;

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, § 47b Zveřejňování závěrečných prací:

- (1) Vysoká škola nevýdělečně 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 vzdělávacího 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.

- podle § 60⁴ odst. 2 a 3 mohu užít své dílo –diplomovou 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);
- pokud bylo k vypracování diplomové práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tj. k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové práce využít ke komerčním účelům.

Prohlašuji, že:

- jsem diplomovou práci zpracovala samostatně a použité informační zdroje jsem citovala;
- odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Ve Zlíně 24. 4. 2012

Kerouška Kavanová

⁴ 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:

- (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

Tato diplomová práce se zabývá optimalizací výrobní linky cívek alternátorů ve firmě Hanhart Morkovice. Náplní teoretické části je literární rešerše dostupných zdrojů z oblasti průmyslového inženýrství. Východiskem pro projektovou část je především analýza současné situace provedená na základě nastudované teorie. Na bázi návrhu nového uspořádání pracoviště a pracovních ploch, úpravy pracovních postupů, standardizace a tvorby vizualizace, je linka balancována metodou Basic MOST. Na závěr jsou vytvořeny a zhodnoceny možné varianty plánování výroby a konečně shrnuty a vyčísleny přínosy optimalizace.

Klíčová slova: Basic MOST, TPM, layout, spaghetti diagram, VSM, index přidané hodnoty, standard pracoviště, balancování, ergonomie, 5 S

ABSTRACT

This master thesis is concerned with the alternator coils production line optimization in the company Hanhart Morkovice. The theoretical part is a literary research of industry engineering related sources. The current situation analysis made on the basis of acquired knowledge is the principal base of the project part. The production line is balanced using the Basic MOST method which takes into account the remake of workplaces and worktops layout, working processes modification, the standardization, and the visualization establishing. In the concluding part, possible options of production planning are proposed and evaluated and finally, the master thesis sums up and quantifies all benefits of the optimization.

Keywords: Basic MOST, TPM, layout, spaghetti diagram, VSM, value added index, standardization of workplace, balancing, ergonomics, 5 S

V první řadě bych chtěla poděkovat vedoucímu mé diplomové práce, ing. Marcelu Pavelkovi za věcné poznatky a cenné rady, které mi ochotně poskytoval po celou dobu, kdy projekt vznikal. Dále pak mé díky patří ing. Ladislavu Vymazalovi, mému konzultantovi ve firmě Hanhart Morkovice s.r.o., který mi umožnil v téhle společnosti projekt vypracovávat, za jeho ochotu, vstřícnost a čas, který mi věnoval.

Nechci a nesmím zapomenout poděkovat kolektivu oddělení nákupu a prodeje firmy Hanhart Morkovice s.r.o., který mě na přechodnou dobu přijal do svých řad a nikdy neodmítl podat mi svoji pomocnou ruku.

V neposlední řadě bych chtěla poděkovat operátorům a operátorkám na lince POLE BODY za trpělivost, se kterou zodpovídali mé všetečné otázky, seřizovačům za informace ke strojovému vybavení a ostatním, které již nemohu vyjmenovávat, protože by tento výčet začínající paní vrátnou a končící paní uklízečkou, zřejmě nebral konce.

Zcela neodmyslitelně mé díky patří mojí rodině a přátelům za zázemí a oporu, kterou mi poskytovali a poskytují.

*„Zapochybuj o všem alespoň jednou, i kdyby to byla věta:
Dvakrát dvě jsou čtyři.“ (G. Ch. Lichtenberg)*

OBSAH

ÚVOD	11
I TEORETICKÁ ČÁST	12
1 PROJEKTOVÉ ŘÍZENÍ	13
1.1 DEFINICE PROJEKTU	13
1.1.1 Zájmové skupiny projektu.....	13
1.2 ŽIVOTNÍ CYKLUS PROJEKTU A FÁZE PROJEKTU	13
1.3 GANTTŮV DIAGRAM	14
1.4 SPRÁVNÁ FORMULACE CÍLŮ - PRAVIDLO SMART.....	14
1.5 SHRNUTÍ.....	14
2 PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ	15
2.1 MOST – MODERNÍ PŘÍSTUP K MĚŘENÍ PRÁCE.....	15
2.1.1 Historické přístupy k měření práce	15
2.1.2 Koncepce MOST.....	16
2.1.3 Varianty MOST.....	17
2.2 MAPOVÁNÍ HODNOTOVÉHO TOKU	17
2.2.1 VA index	18
2.2.2 Takt zákazníka	18
2.2.3 Symboly používané při tvorbě VSM.....	18
2.3 GEMBA KAIZEN	19
2.3.1 Hledání příčin problémů	19
2.3.2 5S dobrého hospodaření	19
2.3.3 Muda	20
2.3.4 3MU	20
2.4 PROCESY V PODNIKU	20
2.4.1 Analýza procesů	21
2.4.2 Metody analýzy procesů	21
2.5 OEE - CELKOVÁ EFEKTIVNOST ZAŘÍZENÍ.....	21
2.6 FMEA - ANALÝZA MOŽNÝCH VAD A JEJICH NÁSLEDKŮ	22
2.6.1 FMEA procesu	23
2.6.2 Princip metody	23
2.7 TOK JEDNOHO KUSU (OPF) VS. DÁVKOVÁ VÝROBA	24
2.7.1 Dávková výroby a její výhody	24
2.7.2 OPF a její výhody.....	24
2.8 ŠTÍHLÝ LAYOUT A VÝROBNÍ BUŇKY	25
2.8.1 Technologický layout vs. produktový layout.....	26
2.8.2 Výroba v buňkách	26
2.8.2.1 Typy výrobních buněk	27
2.8.2.2 Projektování buněk	28
2.9 ERGONOMIE	28
2.9.1 Pracovní poloha.....	28
2.9.2 Parametry pracovních ploch ve stoje	29

2.10	VIZUÁLNÍ MANAGEMENT	30
2.10.1	Koncept vizuálního pracoviště	31
2.11	TOTÁLNĚ PRODUKTIVNÍ ÚDRŽBA.....	32
2.11.1	Přínosy a základní pilíře TPM.....	32
2.11.2	7 kroků TPM	33
2.12	SHRnutí.....	33
II	PRAKTICKÁ ČÁST	34
3	CHARAKTERISTIKA SPOLEČNOSTI.....	35
3.1	VÝROBNÍ PROGRAM A TECHNOLOGIE	35
3.1.1	Obrábění a tváření	35
3.1.2	Navíjení a zalévání	36
3.1.3	Zapalovací systémy	36
3.1.4	Odpojovače baterií	37
3.2	CÍLE PODNIKU	37
3.3	SHRnutí.....	37
4	VÝCHODISKA PRO PROJEKTOVOU ČÁST	38
4.1	INFORMACE O PROJEKTU	38
4.2	PRŮBĚH PROJEKTU	39
4.3	HARMONOGRAM REALIZAČNÍ ČÁSTI.....	40
4.4	SMART ANALÝZA	41
4.5	SHRnutí.....	41
5	ANALÝZA SOUČASNÉ SITUACE.....	42
5.1	ANALÝZA VÝROBNÍ LINKY	42
5.1.1	Popis výrobků linky	42
5.1.2	Popis pracovišť	43
5.1.3	Uspořádání pracoviště	45
5.1.3.1	Popis uspořádání pracoviště 1.....	45
5.1.3.2	Layout pracoviště 1	46
5.1.3.3	Popis uspořádání pracoviště 2.....	46
5.1.3.4	Layout pracoviště 2.....	47
5.1.4	Vizualizace a zavedené standardy na pracovišti	47
5.1.4.1	Návrhy na zlepšení.....	48
5.1.5	Administrativa na pracovišti	48
5.1.5.1	Návrhy na zlepšení.....	50
5.2	ANALÝZA PORTFOLIA VÝROBKŮ A VÝVOJE OBJEMU PRODUKCE.....	50
5.3	ANALÝZA SNÍMKŮ PRACOVNÍHO DNE OPERÁTORŮ NA LINCE.....	52
5.3.1	Operátor 1.....	52
5.3.2	Náběh směny, náběh směny po přestávce a konec směny operátora 1	53
5.3.3	Operátor 2.....	55
5.3.4	Náběh směny, náběh směny po přestávce a konec směny operátora 2	57
5.3.5	Operátor 3.....	58
5.3.6	Náběh směny, náběh směny po přestávce a konec směny operátora 3	59

5.4	ANALÝZA TOKU MATERIÁLU A ROZPRACOVANÉ VÝROBY	60
5.5	ANALÝZA POHYBU OPERÁTORŮ V PRŮBĚHU SMĚNY	62
5.6	VYTVOŘENÍ SOUČASNÉ MAPY HODNOTOVÉHO TOKU (VSM)	64
5.6.1	Výrobní časy na základě chronometráže.....	64
5.6.2	VSM komentář	66
5.6.3	Potřeba operátorů	66
5.7	SHRnutí.....	67
6	NÁVRHY NA ZLEPŠENÍ.....	68
6.1	NÁVRHY ZMĚNY USPOŘÁDÁNÍ PRACOVÍŠTĚ	68
6.1.1	Layout pracoviště 1	68
6.1.1.1	Nápravná opatření a zlepšení	70
6.1.2	Layout pracoviště 2	70
6.1.2.1	Nápravná opatření a zlepšení.....	71
6.1.3	Uspořádání strojů a nástrojů na pracovištích	73
6.1.4	Uspořádání pracovních ploch a panelů	74
6.1.4.1	Pracovní plocha 1 - navíjení, montáž.....	74
6.1.4.2	Pracovní plocha 2 – lisování, krimpování	76
6.1.4.3	Pracovní plocha 3 – bodování, měření.....	77
6.1.4.4	Pracovní plocha 4 - oprava, vážení, kontrola.....	78
6.1.4.5	Pracovní plocha 5 - finální kontrola	78
6.1.5	Nápravná opatření a zlepšení pracovních ploch.....	79
6.1.6	Návrhy manipulačních prostředků	80
6.1.6.1	Nápravná opatření a zlepšení.....	81
6.2	BALANCOVÁNÍ LINKY	82
6.2.1	Srovnání naměřených časů a norem pracnosti	82
6.2.2	Úzké místo – zalévání na zařízení Mazalli	83
6.2.2.1	Maximální objem jednodenní výroby při práci na 1 směnu	83
6.2.3	Pracoviště 1	84
6.2.3.1	Navíjení.....	84
6.2.3.2	Lisování	85
6.2.3.3	Krimpování	86
6.2.3.4	Bodování.....	86
6.2.3.5	Měření odporu.....	87
6.2.3.6	Shrnutí nápravných opatření na pracovišti 1	88
6.2.4	Pracoviště 2	89
6.2.4.1	Impregnace, vážení, měření, kontrola, oprava.....	89
6.2.4.2	Shrnutí nápravných opatření pracoviště 2	91
6.2.5	Srovnání pracoviště 1 a pracoviště 2.....	91
6.2.6	Shrnutí balancování linky	92
6.2.7	Vyčíslení úspory vybalancované linky po provedení nápravných opatření.....	93
6.2.7.1	Balancing index	93
6.2.8	Analýza záznamů dat o vadách a opravách na pracovišti impregnace	94
6.2.8.1	Prověření FMEA analýzy	96
6.2.8.2	Finální kontrola.....	99
6.3	SPAGHETTI DIAGRAM VYBALANCOVANÉ LINKY	100
6.3.1	Úspory pohybu na pracovišti 1	100
6.3.2	Úspory pohybu na pracovišti 2	100

6.3.3	Finanční vyjádření úspory pohybu na lince	101
6.3.4	Tok výrobku na vybalancované lince	101
6.4	NÁVRH ROZPLÁNOVÁNÍ VÝROBY NA OPTIMALIZOVANÉ LINCE	102
6.4.1	Plánování výroby dle úzkého místa	102
6.4.2	Plánování výroby s maximálním využitím kapacit	105
6.4.3	Plánování výroby pomocí plánovací tabule	105
6.4.4	Shrnutí návrhů plánování výroby	107
6.5	NOVÁ VSM.....	108
6.6	KALKULACE NÁKLADŮ NA REALIZACI NÁVRHŮ	111
6.7	SHRUTÍ.....	113
7	VYČÍSLENÍ PŘÍNOSŮ REALIZACE NÁVRHU	114
	ZÁVĚR	116
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	118
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	121
	SEZNAM OBRÁZKŮ A GRAFŮ	122
	SEZNAM TABULEK.....	125
	SEZNAM PŘÍLOH.....	126

ÚVOD

Svět se od okamžiku propuknutí tak často skloňované hospodářské krize v roce 2008 stále potýká s velkými finančními obtížemi. Myslím, že není třeba rozebírat, proč a jak vznikla, pokud vůbec nějaká verze skutečně odpovídá pravdě, nicméně to, že se ekonomika nachází v nepříznivé, dolní, části grafu hospodářského cyklu, zvané recese, je neoddiskutovatelný fakt. Mnohé firmy krachují, jiné denně bojují s nedostatkem finančních prostředků na udržení podniku při životě. Právě v takové době přichází čas klást si otázky typu: „Kde můžeme ušetřit? Plýtváme? Proč? Kde? A co s tím? Odpovědi na tyto otázky se ve své práci snaží hledat právě průmysloví inženýři a mnohdy jsou to ty nejtriviálnější úvahy, které ovšem vedení firmy, stíženému tzv. „provozní slepotou“ při sebevětším úsilí nepřijdou na mysl. A právě slova plýtvání, neefektivita, zbytečnost, opakovanost, nelogičnost, složitost, a další, jsou ta, která stejně jako provázela mě při tvorbě této práce, budou provázet i její potencionální čtenáře.

Cílem této práce je optimalizace linky výroby cívek alternátorů s cílem zkrátit čas výroby, rozbalancovat práci operátorů a zefektivnit procesy probíhající na lince. Nutnost postupně optimalizovat všechny výrobní linky ve firmě vzešla z potřeby uvolnit operátory pro obsluhu nové výrobní linky, jejíž úspěšné rozběhnutí je klíčové pro budoucnost společnosti.

Teoretická část práce je rozdělena na dvě části. První část je literární rešerší týkající se problematiky projektového řízení, o které by se každý správný projekt měl opírat, druhá část pak rešerší dostupných pramenů zabývajících se metodami průmyslového inženýrství.

Praktická část sestává z pěti velkých kapitol. V první kapitole je představena společnost, v níž byl projekt realizován, další je pak východiskem pro projektovou část práce - definuje tedy cíle projektu a cesty, jak jich dosáhnout, neopomíná ani stanovit časový rámec projektu. Kapitola třetí se dá do jisté míry považovat za klíčovou, jelikož se jedná o komplexní popis a analýzu současné situace na výrobní lince, která odhaluje problémy a nedostatky. Na základě výstupů této analýzy je pak zpracována nosná část práce, a to samotná tvorba návrhů na zlepšení s cílem optimalizovat linku – tvorba nového uspořádání, balancování linky, rozplánování výroby na lince. V poslední kapitole práce jsou vyčísleny možné přínosy realizace těchto návrhů.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 PROJEKTOVÉ ŘÍZENÍ

1.1 Definice projektu

Projekt je řízeným procesem, který má přesně definován svůj začátek i konec, je řízen a regulován, má stanoven specifický cíl, který má být jeho realizací splněn. Taktéž je stanoven rámec pro čerpání zdrojů potřebných pro jeho realizaci.

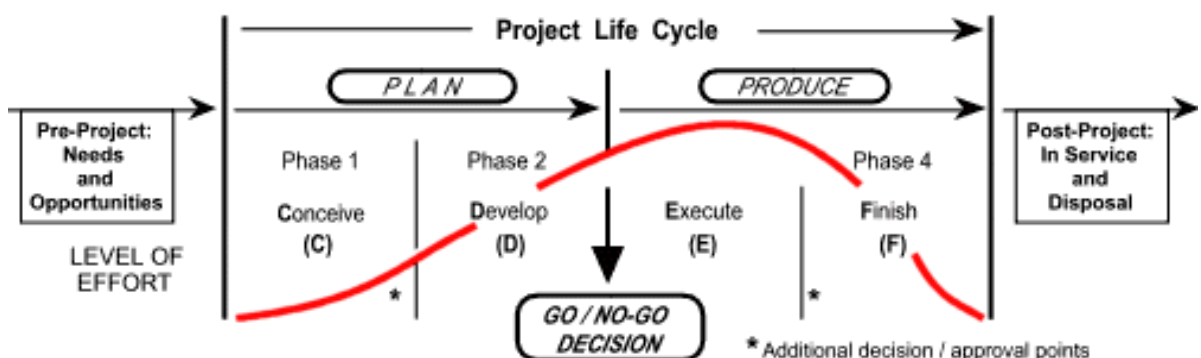
1.1.1 Zájmové skupiny projektu

Zájmové skupiny projektu jsou osoby a organizace, které jsou aktivně zapojeny do realizace projektu nebo jejichž zájmy mohou být ovlivněny průběhem či výsledkem projektu, a to ať už pozitivně či negativně.

- ✓ zákazník projektu
- ✓ dodavatel projektu
- ✓ klíčové zájmové skupiny projektu (sponzor projektu, členové projektového týmu, budoucí uživatel výstupu aj.)

1.2 Životní cyklus projektu a fáze projektu

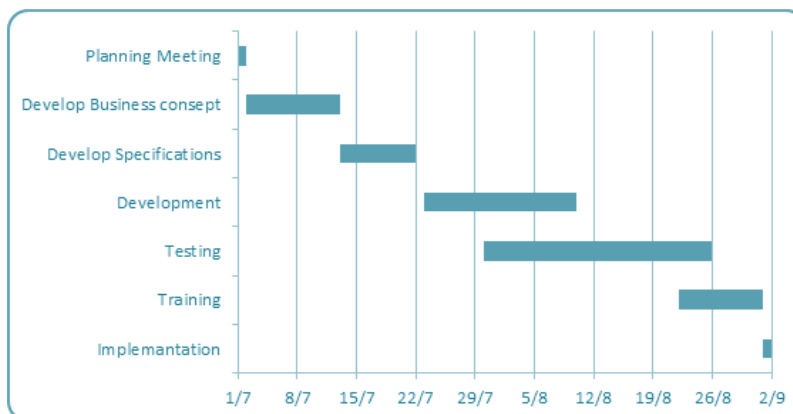
Projekt má charakter procesu, v průběhu své existence se vyvíjí a nachází v různých fázích, které se nazývají životním cyklem projektu. Existuje celá řada pojmenování jednotlivých fází projektu – zahájení, realizace, ukončení. Každá z těchto fází má své vstupy a výstupy. (Svozilová, 2011, s. 19 – 39)



Obrázek 1 – Životní cyklus projektu (*Leadership and the Project Life Cycle*, 2001)

1.3 Ganttův diagram

Je grafická technika ilustrující vztah mezi aktivitou a časem. Používá se při realistickém plánování, jakožto nejjednodušší forma, která dává do souvislosti právě činnost s časem. Jedná se o horizontální úsečkový graf, na němž jsou na ose x činnost (x_1, \dots, x_n) a na ose y čas (v dnech, měsících – dle potřeby). Činnosti v Ganttově diagramu jsou seřazeny shora dolů, a to dle pořadí, v němž jsou prováděny. Každou činnost reprezentuje obdélník, jehož délka je přímo úměrná času potřebnému pro provedení. Existují dva přístupy plánování pomocí tohoto diagramu, a to plán odpředu – začíná se ve stanovený den a končí ve chvíli realizace poslední činnosti, nebo plán odzadu – tedy sestavit plán zpětně od chvíle, kdy má být projekt dokončen a nalézt tak okamžik, kdy má být projekt zahájen, aby byl výstup doručen včas. Výhodou tohoto přístupu k plánování je jeho jednoduchost a široké využití, nevýhodou pak obtížná manuální aktualizace, nepřehlednost v případě, že se jedná o složitý projekt zahrnující stovky aktivit, a taky fakt, že nijak nepracuje s náklady projektu. Štefánek, et al., 2011, s. 114 – 116)



Obrázek 2 – Ganttův diagram (*Creating a Gantt chart*, 2009)

1.4 Správná formulace cílů - pravidlo SMART

Klíčovou částí tvorby projektu je správná formulace cílů projektu. Aby byl cíl projektu správně definován, musí být S - specifický, M – měřitelný, A – akceptovatelný, R - realistický, T – termínovaný. (Štefánek Radoslav, et al., 2011, s. 20)

1.5 Shrnutí

Tato kapitola je literární rešerší základů projektového řízení, které je klíčovým bodem každého správného projektu. Projekt řízený sofistikovanými a hlavně prověřenými nástroji má mnohem větší šanci na úspěch.

2 PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ

Průmyslové inženýrství je obor využívající poznatků matematické statistiky, technických oborů, psychologie a sociologie, který se snaží zajistit výrobu statků a služeb s minimálními náklady, optimálním využitím všech vstupních faktorů při zachování vysoké kvality. Jeho smyslem je navrhovat a řídit systémy lidí, materiálů, energií a informací s cílem zvyšovat produktivitu. Kromě toho bere ohled na zapojení lidského faktoru do výrobního procesu, a tedy i na působení výroby na člověka včetně jeho negativních vlivů. (Tuček, Bobák, 2006, s. 106)

2.1 MOST – moderní přístup k měření práce

Potřeba znát dobu trvání výkonu určité práce je důležité zejména z hlediska nutnosti plánování, určení výkonnosti a definování nákladů. S pomocí metod měření práce se snažíme dosáhnout rovnoměrného a efektivního využití pracovníků, strojů, materiálu, výrobní plochy aj.

2.1.1 Historické přístupy k měření práce

Původní formou získávání těchto informací byly hrubé odhady, později kvalifikované odhady na základě zkušenosti, koncepce měření na bázi historických údajů – tyto přístupy však byly nevědecké a výsledky jejich aplikování nejisté. S revolučním pohledem na práci, jako na něco, co se dá řídit, přišel až F. W. Taylor. Ten své dělníky instruoval o nejlepším pracovním postupu, ten byl rozpracován na drobné pracovníky úkony, jejichž doba trvání byla určena chronometráží. Aby bylo možno tento čas přenést na všechny dělníky, bylo provedeno hodnocení výkonnosti jednotlivých dělníků a na základě úrovně výkonnosti pak stanoven čas na danou operaci pro určitého dělníka. Tento systém už sice vědecký byl, nicméně subjektivnosti analytika hodnotícího výkonnost ušetřen nebyl. Navíc není aplikovatelný na budoucí situace.

Oba tyto problémy vyřešil přístup k měření práce dle Franka a Lilian Gillbrethových, ti zjistili, že všechny manuální operace vychází z kombinace základních pohybů. Studovali, jak snížení určitých pohybů zkrátí potřebný čas na vykonání operace a zvýší tak produktivitu. Spojením časových a pohybových studií vznikali předchůdci metody MOST, a to systémy, které jednotlivým pohybům přiřazovali určitý čas. Bylo tak možné pro budoucí potřebu pouze stavět pohybový model a čas operace byl určen bez použití stopek. Za přímého předchůdce MOSTu můžeme považovat MTM (Methods – Time Measurement) Ha-

rola B. Maynarda z roku 1948, který pracuje s podrobnou datovou tabulkou a dodnes je považován za jeden z nejpřesnějších – nevýhodou je jeho pomalá aplikace.

2.1.2 Koncepce MOST

Aby byla zefektivňována také práce průmyslových inženýrů, byl MTM systém nesčetněkrát analyzován a racionalizován až byl přepracován na MOST (Maynard Operating Sequence Technique), který vychází z fyzikální definice práce jako výsledek síly násobený vzdáleností. MOST se tedy zaměřuje na přemísťování objektů, které je základem každé práce. Bylo zjištěno, že se přemísťování objektů sleduje opakující se vzorce a tyto vzorce byly uspořádány do sekvencí pohybových prvků, z nichž metoda MOST vychází. Oproti metodě MTM tedy není základním prvkem pohyb, ale sekvence pohybů.

Jelikož objekty je možné přemístit několika způsoby, byly definovány tři základní sekvence (čtvrtá sekvence je pro ruční jeřáb):

- ✓ Sekvence obecné přemístění (přemísťování objektu volně)
- ✓ Sekvence řízené přemístění (přemísťování objektu, který je při přemísťování v kontaktu s povrchem)
- ✓ Sekvence použití nástroje (pro použití běžných nástrojů)

Tabulka 1- Basic MOST (VZ podle Košturiak, Frolík et al., 2006)

BASIC MOST		
Činnost	Sekvenční model	Subaktivity
Obecné přemístění	A B G A B P A	A – akce na určitou vzdálenost B – pohyb těla G – získání kontroly P - umístění
Řízené přemístění	A B G M X I A	M - přesun řízený X – procesní čas I – vyrovnání
Použití nástroje	A B G A B P *A B PA	F – Utáhnout L – Uvolnit C – Dělit S – Povrchová úprava M – Měření R – Zaznamenání T - Myšlení

Aby bylo možné zdokumentovat pracovní metodu včetně odpovídajícího času, používá se indexace subaktivit. Tyto indexy jsou k jednotlivým parametrům sekvenčního modelu vztaženy na základě pohybového obsahu dané subaktivity. Dobu trvání operace dle MOST

tak zjistíme, když sečteme indexy, vynásobíme daným koeficientem a takto získané TMU operace převedeme na časové jednotky dle tabulky (1 TMU = 0,036 sec).

2.1.3 Varianty MOST

Existují čtyři úrovně MOST, které se liší oblastí použití a koeficientem násobení TMU.

- ✓ **Basic-MOST** je varianta pro operace na střední úrovni vykonávané v rozmezí 150 – 1500 krát za týden s rozsahem od několika sekund až po 10 minut. Koeficient násobení TMU je 10.
- ✓ **Maxi-MOST** se využívá u operací do 150 opakování za týden, které mohou trvat od 2 minut až po několik hodin. TMU se násobí koeficientem 100.
- ✓ **Mini-MOST** je pak metoda nejpodrobnější, nejpřesnější a nejnáročnější. Požívá se pro operace, které se týdně vykonávají více než 1500 krát a trvají méně než 1,6 minuty. TMU se v této variantě ničím nenásobí.
- ✓ **Clerical-MOST** je variantou používanou pro určení časů administrativních prací. (Mašín, Vytlačil, 2000a, s. 103-119)

2.2 Mapování hodnotového toku

Tok hodnot vytváří veškeré procesy vyskytující se na cestě od materiálu po hotový produkt, bez ohledu na to, zda přidávají či nepřidávají výrobku hodnotu. Mapování hodnotového toku (VSM – Value stream mapping) je jedním ze základních nástrojů pro analyzování plynutí ve výrobě, logistice, administrativě. Kromě pouhého zobrazení průběhu procesů nabízí i možnost naplánovat změny v toku hodnot a modelovat tak budoucí stav. Mapování hodnotového toku se využívá při výrobě s dostatečnou opakovatelností a rovnoměrností, a to především pro mapování procesů ve výrobě při zavádění nového výrobku, u výrobku, u kterého se plánují změny, při optimalizaci výroby či novém způsobu rozvrhování výroby. (Košturiak, Frolík et al., 2006, s. 43)

Informacemi, které nás zajímají a jsou výstupem tvorby VSM, jsou:

- ✓ čas, kdy se přidává hodnota
- ✓ průběžná doba výroby
- ✓ poměr času, kdy je přidávána hodnota a průběžné doby výroby
- ✓ počet procesních kroků, kdy se přidává hodnota

2.2.1 VA index

VA index neboli index přidané hodnoty definujeme jako:

$$VA = \frac{\text{čas, kdy je produktu přidávána hodnota}}{\text{celková průběžná doba výroby}}$$

Pokud tedy chceme zvýšit VA index, má to smysl především tak, že zkracujeme celkovou průběžnou dobu výroby. (Mašín, 2003, s. 9-12)

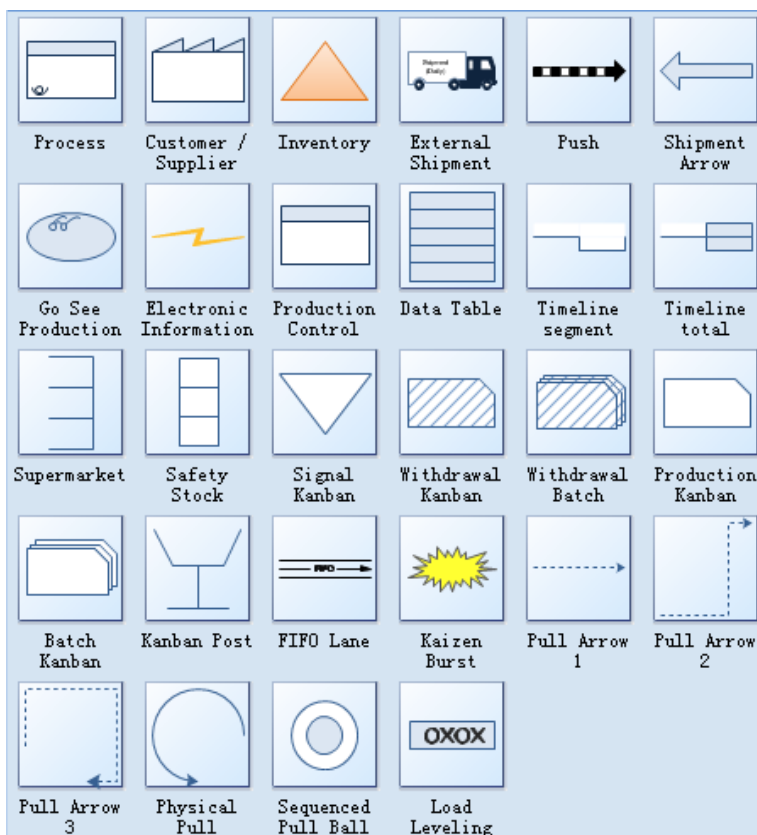
2.2.2 Takt zákazníka

Takt zákazníka je udává rychlost výroby tak, aby odpovídala rychlosti prodeje. Vypočítá se jako:

$$\text{Takt zákazníka} = \frac{\text{disponibilní pracovní čas za směnu}}{\text{požadavky zákazníka za směnu (v ks)}}$$

(Košturiak, Frolík et al., 2006, s. 179)

2.2.3 Symboly používané při tvorbě VSM



Obrázek 3 - Symboly používané při tvorbě VSM (Value Stream Mapping Software, 2004 - 2012)

2.3 Gemba kaizen

Gemba kaizen je zlepšování pracovišť. Gemba je v překladu místo, kde se vytvářejí výrobky nebo služby. Pro manažery, kteří se snaží řídit výrobu efektivně, je nesmírně důležité, aby byli v kontaktu s pracovišti a rozuměli procesům, které tam probíhají. Existují tzv. železná pravidla řízení gemba:

1. Objeví – li se problém, běžte nejdřív na gemba
2. Zkontrolujte gembutsu (relevantní objekty – porouchaný stroj atd.)
3. Podnikněte dočasná opatření
4. Najděte příčinu problému
5. Navrhněte a zaveďte standard, aby už se problém nevyskytl. (Masaaki Imai, 2005, s. 38)

2.3.1 Hledání příčin problémů

Jedním z nejjednodušších a nejužitečnějších nástrojů při hledání původních příčin problémů je opakované kladení otázky PROČ. Často se této metodě říká „Pětkrát proč“, protože pětinasobné opakování otázky stačí k odhalení problému. Lidé však mají často tendenci podívat se na problém a unáhleně jej vyřešit, aniž by hledali původní příčinu.

2.3.2 5S dobrého hospodaření

- 1) **Seiri** (sort) – oddělte a odstraňte z pracoviště vše zbytečné
- 2) **Seiton** (straighten) – uspořádejte všechny nezbytné věci tak, aby k nim byl dobrý přístup
- 3) **Seiso** (scrub) – všechno musí být čisté bez skvrn a odpadu
- 4) **Seiketsu** (systemize) – čištění a kontrola musí být rutinou
- 5) **Shitsuke** (standardize) – standardizuj předchozí 4 kroky, aby se z nich stal neustále fungující a zlepšovaný proces

Zavedení 5S přinese zlepšení pracovní morálky, vytvoření čistého, příjemného a bezpečného pracoviště, odstranění různých druhů muda. (Masaaki Imai, 2005, s. 69 - 78)

Společnosti pak přinese zvýšení diversifikace produktu, zvýšení jakosti, pokles nákladů, podporu spolehlivých dodávek, podporu bezpečnosti, vzrůst důvěry zákazníků a v neposlední řadě i podporu korporátního růstu. (*Vývojový tým vydavatelství Productivity Press*, 2009, s. 19)

2.3.3 Muda

Slovem muda označujeme v japonštině veškerou aktivitu, která nepřidává žádnou hodnotu. Taiichi Ohno byl první kdo si uvědomil obrovské množství muda na pracovišti, když prosil své zaměstnance, aby alespoň hodinu denně skutečně pracovali. Taiichi Ohno definoval 7 kategorií muda na pracovišti:

- 1) Muda nadprodukce
- 2) Muda zásob
- 3) Muda oprav a zmetků
- 4) Muda pohybu
- 5) Muda zpracování
- 6) Muda čekání
- 7) Muda dopravy

2.3.4 3MU

Muda, mura a muri jsou tři kouzelná japonská slova, která se často vyskytují společně. Mura znamená nepravidelnost, abnormalitu, muri námahu či zátěž. Cokoliv příliš nepravidelného či namáhavého poukazuje na výskyt problému. Muri a mura jsou tedy muda, které je nutné odstranit – začít s gemba kaizen. (Masaki Imaai, 2005, s. 79 - 88)

2.4 Procesy v podniku

Procesy v podniku jsou veškeré soubory činností, při nichž se mění vstupy na výstupy. Jsou tedy základním prvkem v podniku, který by měl být neustále zlepšován. Cílem podnikových procesů je dostat výrobek k zákazníkovi v požadovaném čase, množství, kvalitě a s optimálním krycím příspěvkem. Zlepšování procesů se orientuje na:

- A) Úzká místa – zvyšování produktivity
- B) Snížení proměnlivosti nestabilních procesů
- C) Snížení plýtvání, zeštíhlování
- D) Výrobky a procesy, se kterými je zákazník spokojen
- E) Změny výrobků a procesů s ohledem na vývoj, inovace
- F) Pracoviště neúměrně zatěžující člověka (fyzicky i psychicky náročná práce, chyby)
- G) Neproduktivní procesy

2.4.1 Analýza procesů

Je bezpředmětné řešit problém bez znalosti skutečných příčin. Výsledkem je pak obvykle ztráta času. Než problém začneme řešit, pomůže nám odpovědět na následující otázky:

- ✓ Co je problém? Jak se projevuje? Co získáme jeho odstraněním či ztratíme jeho neřešením? Jakou souvislost může mít s jinými problémy?
- ✓ Jak se problematický proces chová? Jaké závislosti v procesu existují? Jaké principy v procesu platí?
- ✓ Co jsou skutečné příčiny problému? Jaký vztah je mezi příčinami a následky? Co jsou klíčové příčiny problému, které je potřeba řešit?

2.4.2 Metody analýzy procesů

Až zodpovíme výše uvedené otázky, můžeme vybrat vhodnou metodu analýzy. Těchto metod je celá řada.

1. Fotografování
2. Videozáznamy
3. Snímkování pracoviště, analýza abnormalit na pracovišti, „špagetový diagram“
4. Analýza toku procesů
5. Formuláře na zaznamenávání faktů o činnostech v procesech vyplňované na základě pozorování a rozhovorů s pracovníky
6. Dotazníky pro pracovníky
7. Audity podnikových procesů (Košturiak et al., 2010, s. 15- 44)

2.5 OEE - Celková efektivnost zařízení

Celková efektivnost zařízení se vypočítá následovně:

$$OEE (CEZ) = \text{míra využití} * \text{míra výkonu} * \text{míra kvality}$$

Tento parametr ukazuje, jak je stroj v podniku využíván z hlediska provozních a ztrátových časů, zda je dosahováno nutného kapacitního výkonu, v jaké kvalitě stroj vyrábí. Je výsledkem součinu tří parametrů. První z nich, míra využití stroje se vypočítá jako:

$$\text{Míra využití} = \frac{\text{využitelný čas} - \text{prстоje}}{\text{využitelný čas}}$$

Mezi prostoje patří např. opravy, seřizování, nedostatek materiálu a pracovníků. Tento parametr nám říká, kolik času stroj skutečně běží, když ho potřebujeme pro plánovanou výrobu. Druhý z nich, míra výkonu se vypočítá jako:

$$\text{Míra výkonu} = \frac{\text{počet vyrobených kusů} * \text{plánovaný čas na 1 ks}}{\text{využitelný čas} - \text{prostoje}}$$

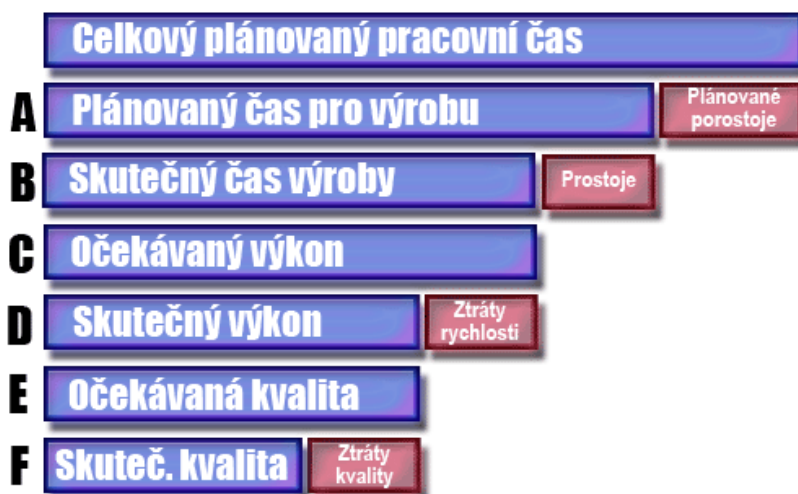
Tento ukazatel je nejčastěji ovlivněn ztrátami rychlosti - rychlostí skutečnou a plánovanou, odchylkami způsobenými přerušením, aj.

Třetí parametr, míra kvality, vychází ze vzorce:

$$\text{Míra kvality} = \frac{\text{vyrobené kusy} - \text{nestandardní kusy}}{\text{vyrobené kusy}}$$

Nestandardními kusy jsou myšleny kusy vadné a zmetky.

Celková efektivnost zřízení je ukazatel, který by měl sledovat každý podnik, který chce být úspěšný v dnešním vysoce konkurenčním prostředí. (Mašín, Vytlačil, 2000b, s. 84 - 90)



Obrázek 4 - Interpretace parametru OEE (Volko, 2009a)

2.6 FMEA - Analýza možných vad a jejich následků

FMEA (Failure Mode & Effect Analysis) je metoda, která umožňuje odhadovat a dle důležitosti vyhodnocovat možné problémy a jejich důsledky u nové vznikajících výrobků, služeb, procesů či projektů.

2.6.1 FMEA procesu

FMEA procesu je analytickou metodou používanou k tomu, aby při zavádění nového procesu byly brány v úvahu a řešeny veškeré možné typy vad a problémů, které mohou v procesu nastat a s nimi spojené příčiny. (Kocurek, 2006 - 2009)

FMEA procesu:

- ✓ Identifikuje funkce a požadavky procesu
- ✓ Identifikuje možné způsoby závad vztahujících se k výrobku a procesu
- ✓ Hodnotí působení možných závad na zákazníka
- ✓ Identifikuje možné příčiny v procesu výroby nebo montáže a identifikuje proměnné procesu, na něž je třeba pro omezení nebo odhalení podmínek vzniku vad zaměřit úkony řízení
- ✓ Identifikuje proměnné procesu, na které je třeba zaměřit řízení
- ✓ Sestavuje seznam možných způsobů závad seřazených podle jejich pořadí a tak systém priorit pro úvahy o prevenci a opatření k nápravě (*Ford Motor Company*, 2001, s. 39)

2.6.2 Princip metody

Princip této metody spočívá ve vyčíslení opakovanosti a četnosti poruch, jejich závažnosti a jednoduchosti jejich zjištění. V první řadě je třeba najít veškeré možné poruchy a určit následky těchto poruch a zhodnotit je dle závažnosti, dále pak určit příčiny těchto poruch a zhodnotit jejich výskyt a konečně určit způsob, jak těmto poruchám předcházet a pravděpodobnost úspěchu těchto mechanismů. Pokud tyto koeficienty - závažnost, výskyt a odhalitelnost vynásobíme, výsledkem bude tzv. míra rizika. V každé společnosti pak bývá stanovena hraniční hodnota míry rizika procesu. U procesů s vysokou mírou rizika je nutné stanovit opatření, jak jim zabránit, tak aby míra rizika byla pod hraniční hodnotou. (Kocurek, 2006 - 2009)

#	Process Function (Step)	Potential Failure Modes (Defects)	Potential Failure Effects	SEV	Class	Potential Causes of Failure	OCC	Current Process Controls	DET	RPN	Recommend Actions	Responsible Person & Target Date	Taken Actions
1	Application Login	Login fails when correct credentials are entered	User cannot access account	8	C	Logic error/database error	4	Posts general error msg	1	32	Send urgent notice to DBA & system administrator	Joe Josephson Release 4.2	In Process
2	Application Login	Login fails when correct credentials are entered	User cannot access account	8	N	External network failure	5	Posts general error msg	1	40	Talk to ISP about failover contract	Mr. Bossman 10/10/2010	Pending
3	Application Login	Customer logs into another user's account	User can access another's financial information	10	C	Logic error (different users can have same PW)	1	None	10	100	Include scenarios in test plan	Jack Jackson Release 4.2	In QA

Obrázek 5 - FMEA (Dobson Paul, 2009)

2.7 Tok jednoho kusu (OPF) vs. dávková výroba

OPF (One-piece-flow) je způsob výroby, při němž výrobek teče jednotlivými operacemi bez přerušování a čekání - na každé příslušné operaci je v daný okamžik opracováván právě jeden výrobek - ihned po zpracování pokračuje na další operaci. Opakem OPF je dávková výroba, která shromažďuje na jednom místě podobné stroje a podobně kvalifikované lidi, aby na určité dávce provedli danou operaci a předali tuto dávku na další místo. NA níže uvedených obrázcích je zachyceno, za jak dlouho je hotov první kus u obou typů výroby a také, jak dlouho trvá výroba 10 ks. (API, 2005-2012; Liker., 2007, s. 121 - 140)

2.7.1 Dávková výroby a její výhody

1. Úspory z rozsahu
2. Flexibilita a vyšší využití kapacit

2.7.2 OPF a její výhody

1. Zajištění vyšší kvality
2. Flexibilita
3. Vyšší produktivita
4. Úspora podlahové plochy
5. Zvýšení bezpečnosti
6. Zlepšení morálky (Liker, 2007, s. 121 - 140)



Obrázek 6 - OPF vs. dávková výroba (Volko, 2009b)

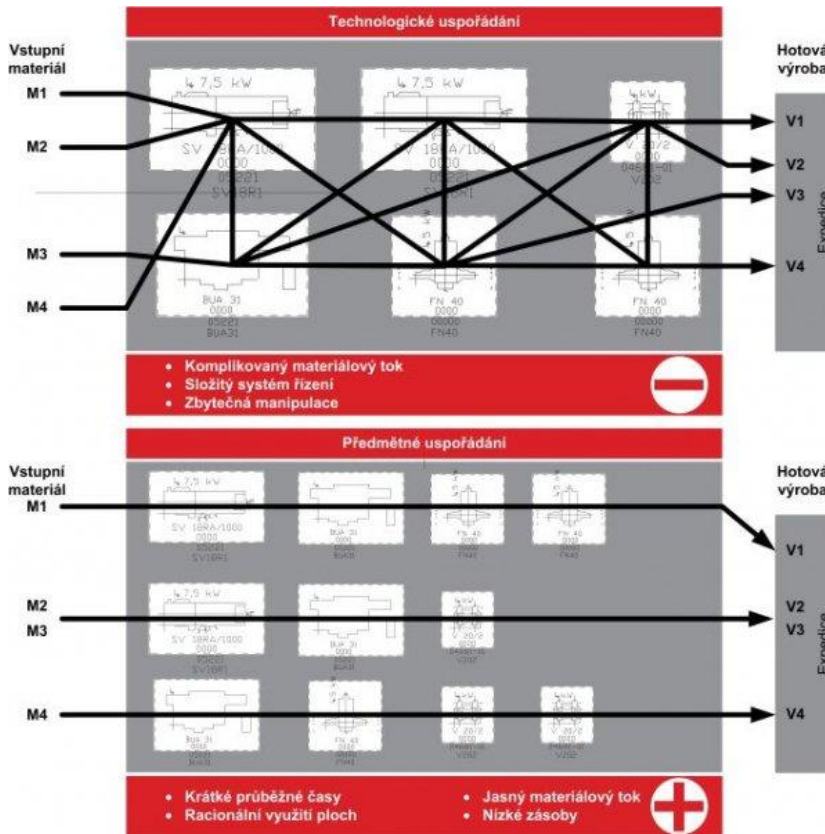
2.8 Štíhlý layout a výrobní buňky

Přeprava, skladování a manipulace zaměstnává asi 25 % personálu, zabírá až 55 % ploch a zabírá až 87 % času, který materiál v podniku stráví. Náklady související s nesprávně navrženým layoutem jsou pak hlavní příčinou plýtvání podniku. Štíhlý layout a tvorba výrobních buněk jsou krokem k odstranění tohoto plýtvání. Hlavními charakteristikami štíhlého layoutu jsou:

- ✓ Přímý tok materiálu k lince a expedici
- ✓ Snížení mezioperační přepravy
- ✓ Minimalizace ploch zásobníků a meziskladů
- ✓ Přiblížení dodavatelů k odběratelům
- ✓ Přímočaré a krátké trasy
- ✓ Minimální průběžné časy
- ✓ Sklady v místě spotřeby
- ✓ Odstranění duplicity v manipulaci
- ✓ FIFO a tahový kanban, DBR
- ✓ Buňkové uspořádání
- ✓ Flexibilita s ohledem na různorodost produktů, výrobní dávku a změny výrobního layoutu
- ✓ Nízké náklady na instalaci

2.8.1 Technologický layout vs. produktový layout

Základem technologického layoutu je rozložení strojních skupin dle technologické podobnosti. U produktového layoutu je naopak respektován technologický postup výroby daného produktu. (Košturiak, Frolík, et al., 2006, s. 135)



Obrázek 7 - Technologické vs. produktové uspořádání (Debnár, 2011)

2.8.2 Výroba v buňkách

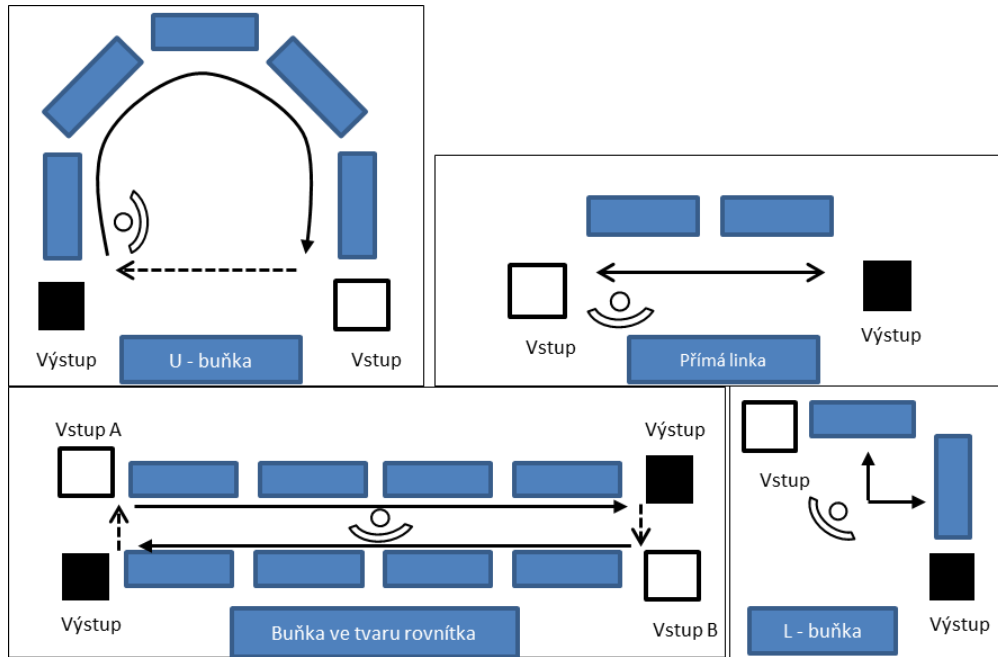
Nejstíhlejší cestou je uspořádání buňkové, které seskupuje stroje dle technologického postupu tak, aby byl zjednodušen materiálový tok a jejich hlavní výhodou je to, že stroje v buňce jsou umístěny velmi blízko u sebe, takže je možné přejít od výroby ve velkých dávkách k dávkám malým nebo zavést OPF. Velmi důležitou vlastností výrobní buňky je její flexibilita. Např. změnou počtu operátorů v buňce je možné pružně měnit výkon buňky tak, aby se snadno přizpůsoboval požadavku zákazníka. Typické příklady tvorby výrobních buněk jsou:

- ✓ Výrobní buňky pro skupiny komponentů rozměrově nebo tvarově podobných
- ✓ Výrobní buňky podle zákaznických segmentů nebo výrobních skupin
- ✓ Výrobní buňky podle podobnosti technologických postupů

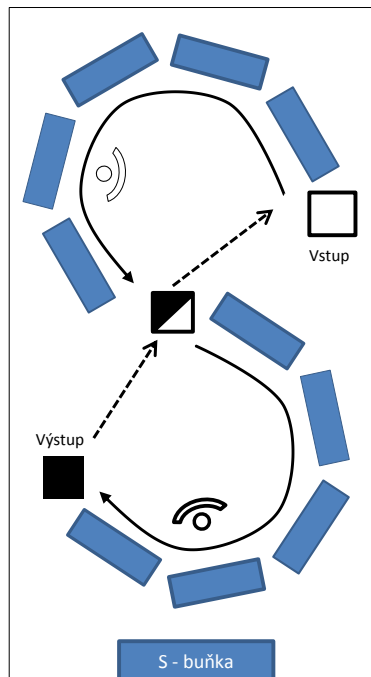
(Košturiak, Frolík, et al., 2006, s. 135 - 139)

2.8.2.1 Typy výrobních buněk

Dle tvaru uspořádání buňky rozlišujeme několik typů buněk. Nejčastěji používané jsou tzv. U - buňky, dále pak existují přímé linky, L - buňky, komplikovanější S - buňky či buňky ve tvaru rovnítka. (Vývojový tým vydavatelství Productivity Press, 2008, s. 42)



Obrázek 8 - Typy buněk (VZ dle Vývojového týmu vydavatelství Productivity Press, 2008)



Obrázek 9 - S - buňka (VZ dle Vývojového týmu vydavatelství Productivity Press, 2008)

2.8.2.2 Projektování buněk

Pokud chceme transformovat výrobu z technologického uspořádání, je nutné nejdříve definovat rodiny výrobků - tedy seskupit typy výrobků vyžadující podobné operace. Rodiny výrobků nesmí být příliš obsáhlé, protože to pak vyžaduje velké množství strojů v buňce, přičemž ideální počet strojů v buňce se pohybuje od 3 do 12. Nejčastější uspořádání je, jak již bylo zmíněno výše, uspořádání do tvaru písmene U, a to protože umožňuje operátorům pracovat v těsné blízkosti a eliminuje zbytečnou manipulaci mezi operacemi. (Mašín, Vytlačil, 2000a, s. 170 - 171)

Ačkoliv je projektování výrobních buněk celkem náročný proces, ať už na čas či financování, je cestou k radikálnímu zvýšení flexibility a produktivity zároveň. Tento proces bývá spojen s projekty 5S, vizualizací, budováním týmové práce aj. Zavedení výroby v buňkách přináší nutnost změn v podnikové logistice a systému plánování a řízení výroby. (Košturiak, Frolík, et al., 2006, s. 140)

2.9 Ergonomie

Ergonomie je interdisciplinární vědní obor, který využívá poznatky z psychologie práce, fyziologie práce, hygieny práce, antropometrie, biomechaniky, kybernetiky aj. Pojem ergonomie vznikl spojením řeckých slov „ergon“ (práce) a „nomos“ (pořádek, řád, zákon). Zabývá se studiem vztahu mezi člověkem a pracovním prostředím. Je nedílnou součástí při projektování a tvorbě strojů, pracovišť, a to s cílem vytvořit takové pracovní prostředí, v němž nedochází k nepřiměřené fyzické ani psychické zátěži.

2.9.1 Pracovní poloha

Nejobvyklejšími pracovními polohami jsou sed a stoj, ovšem pracuje se též v předklonu, kleku, dřepu či lehu.

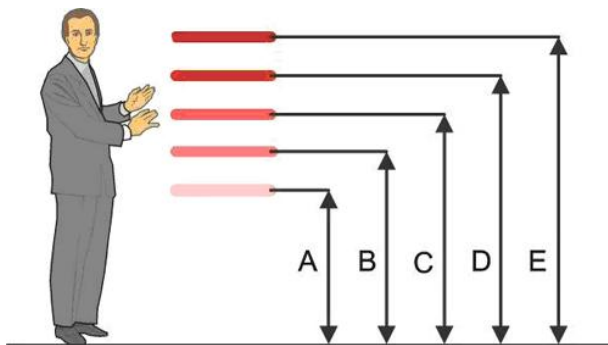
Tabulka 2 - Výhody sedu/výhody stání (VZ)

Výhody sedu	Výhody stání
menší energetická náročnost	možnost střídání poloh
jemnější a přesnější pohyby	větší dosah končetin
odlehčení nohou	větší síla
využití nohou k práci	větší bdělost
lepší soustředění	možnost rychlého pohybu
odpočinek při mikropauzách	pružnější střídání pracovišť

Za nevhodné pracovní polohy se považují níže zmíněné:

- ✓ Trvalý stoj na místě bez pohybu
- ✓ Trvalý nebo častý předklon, tj. více než 15 ohnutí v zádech
- ✓ Úklon, hluboké ohyby nebo nepřírozené polohy těla v dřepu
- ✓ Častý stoj na jedné noze (např. Ovládání stroje jednostrannou nožní pákou)
- ✓ Dlouhodobá práce s nataženými nebo předpaženými pažemi

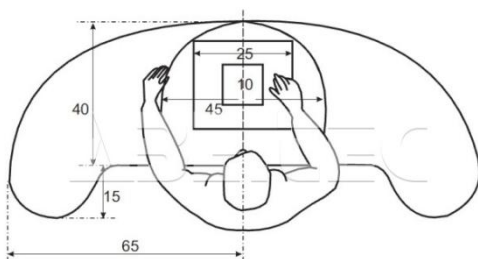
2.9.2 Parametry pracovních ploch ve stoje



Obrázek 10 - Parametry pracovních ploch ve stoje (*Ergonomie pracovního místa*)

- ✓ **A - 80 - 95 cm** pro práce vyžadující větší námahu, práce s objemnějšími předměty
hrubší zámečnické práce
- ✓ **B - 95 - 100 cm** pro práce vyžadující zručnost, montáž, lehká ruční práce
- ✓ **C - 113 cm** horní čelist svěráku při zámečnické práci
- ✓ **D - 105 - 115 cm** pro jemné a přesné práce
- ✓ **E - 165 cm** výše očí

Rozměrové údaje jsou určeny pro průměrnou výšku postavy 175 cm. (*Ergonomie pracovního místa*)



Obrázek 11 - Dosahy horních končetin ve svislé rovině při práci vsedě i vestoje (*Ergonomie v teorii, ergonomické uspořádání dílny a pracoviště, 2012*)

2.10 Vizualní management

Vzhledem k faktu, že člověk vnímá 80 % informací vizuálně, využívá se vizuální management jakožto velmi efektivní způsob řízení. Tato metoda využívá nejrůznější prostředky pro rychlé a jednoduché předání informace, rozpoznání odchylek či stavu procesů, a to třeba informační tabule, obrázkovou dokumentaci, barevné označení abnormalit, nekvality, logistických cest atd. (Tuček, Bobák, 2006, s. 286)

Nedostupnost důležitých informací o výkonu, kvalitě, efektivitě, standardech procesu, které operátorům na pracovišti pomáhají dosahovat maximálně kvalitní práce provedené včas, má často za následek nesplnění cílů. Pokud nemá tým k dispozici informace, nemůže provádět správná rozhodnutí, aniž by si tyto opatřil. Dochází tak k různým formám plýtvání, jako jsou zbytečný pohyb, hledání, nadvýroba, aj. (Debnár, 2010)

Cílem vizuálního řízení je podpořit:

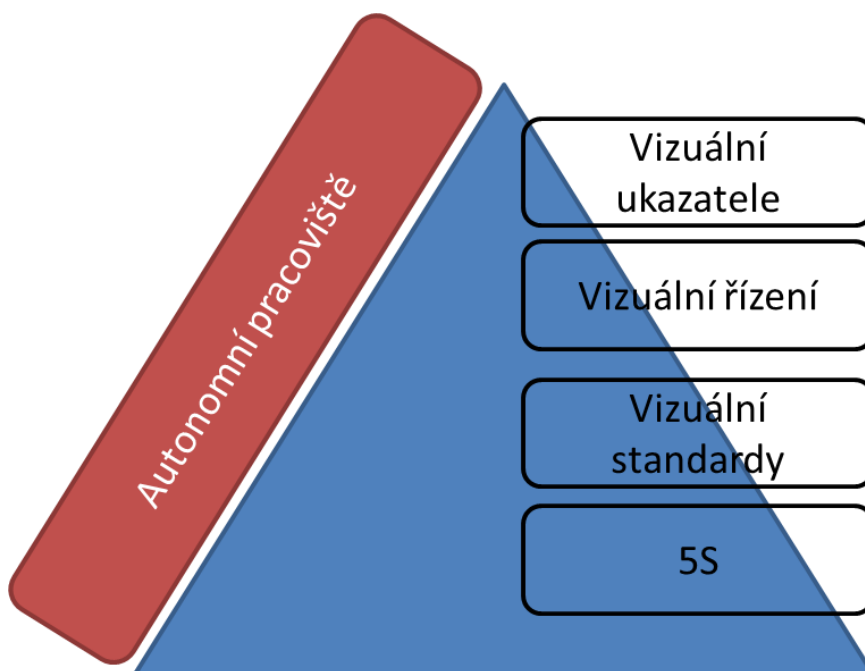
- ✓ předávání a sdílení informací o stavu procesu bez zpoždění
- ✓ nasměrování informací o aktuálních problémech na správného pracovníka
- ✓ využití schopností každého pracovníka pro zlepšení stavu
- ✓ týmovou práci
- ✓ stav řešených projektů
- ✓ rozvoj pocitu hrdosti a úspěchu v lidech
- ✓ předávání informací o dosaženém zlepšení (Tuček, Bobák, 2006, s. 286)

Výhody správně fungujícího vizuálního řízení jsou:

- ✓ rozšíření autonomie pracovišť
- ✓ rozvinutí jednoduchých vizuálních systémů
- ✓ vizuální řízení procesu
- ✓ kontrola procesů
- ✓ odstranění některých zprostředkovatelských funkcí dozorčího personálu
- ✓ rychlejší řešení problémů pracoviště:
- ✓ větší integrace uvnitř organizace
- ✓ větší zainteresovanost v celkové firemní politice
- ✓ budování firemní kultury
- ✓ zjednodušení a zlepšení komunikace mezi lidmi ve firmě (Debnár, 2010)

2.10.1 Koncept vizuálního pracoviště

Koncept vizuálního pracoviště je pojem, s nímž se v současné době vizuální management často skloňuje. Vizuální pracoviště je pracoviště racionálně uspořádané, jasně řízené a organizované, s přesně popsány procesy, které na něm probíhají. Toto jsou předpoklady pro vytvoření štíhlého, autonomního pracoviště.



Obrázek 12 – Koncept vizuálního pracoviště (VZ podle Debnár, 2010)

Prvním krokem tvorby vizuálního pracoviště je pořádek na pracovišti 5S. Tím, že všemu na pracovišti určíme přesné místo, dosáhneme odstranění některých druhů plýtvání - zbytečné pohyby, hledání, nadměrné zásoby a manipulace. Posléze již můžeme na pracovišti vizuálně zavést standardy, čímž detailně popíšeme veškeré procesy, které na pracovišti probíhají. Dalším krokem je stanovení ukazatelů, které pracoviště sleduje a vizualizuje. Správné definování těchto ukazatelů je klíčové pro hodnocení, řízení a rozvoj pracoviště. Posledním krokem je pak zavedení prvků vizuálního řízení, které umožní každému pracovníkovi najít a rozpoznat standardní podmínky a důležité informace, identifikovat plýtvání a abnormality. (Debnár, 2010)



Obrázek 14 – Základní pilíře TPM (VZ podle Tuček, Bobák, 2006)

2.11.2 7 kroků TPM

Zavádění TPM je velice složitý proces, který je rozdělen do 7 kroků, z nichž každý končí auditem, který ověří, zda byly splněny všechny jeho cíle a zda je možné pokračovat dalším krokem. Tyto kroky jsou následující:

- ✓ úvodní čištění
- ✓ odstranění zdrojů znečištění a problematických míst
- ✓ autonomní mazání
- ✓ trénink obecné inspekce
- ✓ provádění samostatné inspekce a oprav
- ✓ řízení pracoviště s ohledem na CEZ
- ✓ samostatná správa a další zlepšování pracoviště (Tuček, Bobák, 2006, s. 281- 282)

2.12 Shrnutí

Tato kapitola je výstupem rešerše nejrůznějších zdrojů týkajících se průmyslového inženýrství, a to ať už v knižní či elektronické podobě. Je podkladem pro analytickou i projektovou část a lze říci, že je jakýmsi obecným shrnutím klíčových metod PI. Bez zevrubného studia výše popsaných metod by tento projekt nemohl vzniknout.

II. PRAKTICKÁ ČÁST

3 CHARAKTERISTIKA SPOLEČNOSTI

Analyzovaná společnost Hanhart Morkovice s.r.o. je podnikem, který se zabývá vývojem, výrobou a prodejem zapalovacích systémů, navíjených součástí a taktéž třískovým obráběním a tvářením za studena – lisováním. Jedná se o firmu s tradicí, jelikož na trhu působí již přes 50 let. Firma spolupracuje s renomovanými značkami, jako jsou Bosch, Volkswagen, Motorech, Tatra, Zetor, Škoda Auto. Prosadila se nejen na tuzemském trhu, ale i v zahraničí. Vyváží do Německa, Velké Británie, Polska, Slovenska, Maďarska, Finska, Turecka, Sýrie, Kolumbie atd. Nedávno rozšířila své portfolio o výrobu ručních mlýnků na maso, když odkoupila značku Porkert s více než stoletou tradicí.

Firma sídlí v Morkovicích, městečku velmi dobře situovaném, ležícím na hlavní trase Zlín – Brno, mezi Kroměříží a Vyškovem. V současné době firma zaměstnává asi 80 pracovníků a v příštích měsících chystá přijímání další zaměstnanců, jelikož se jí podařilo získat zakázku na výrobu cívek pro firmu Bosch.



Obrázek 15 – Firma Hanhart Morkovice s.r.o.
(Hanhart Morkovice: Od vývoje k produkci)

3.1 Výrobní program a technologie

Ve výrobním programu společnosti nalezneme obrábění a tvářením, navíjení, zapalovací systémy a odpojovače baterií.

3.1.1 Obrábění a tvářením

Výroba rotačních i nerotačních součástí na klasických nebo moderních CNC strojích s průměrem obrábění do 42 mm a délkou obráběného předmětu až 500 mm, které jsou vybaveny protivřetenem a podavačem tyčového materiálu pro délku tyče až 3300 mm. Na základě technické specifi-



Obrázek 16 – Výrobky obrábění a tvářením
(Hanhart Morkovice: Od vývoje k produkci)

kace od zákazníka je firma schopna vytvořit ideální návrh řešení. K výrobě se používá celá řada materiálů – ocel, mosaz, hliník, žárově pocínovaná mosaz atd.

3.1.2 Navíjení a zalévání

Zakázková výroba nejrůznějších druhů navíjených dílů. V současnosti se nejčastěji věnuje výrobě elektromagnetů, zapalovacích cívek, relé, spínačů, pomocných budících vinutí, mikrocívek, el transformátorů. Disponují vysoce výkonnými navíjecími stroji typu AU-mann, Meteor, Spiro aj. s rozsahem až 24 vřeten s možností navíjet drát o síle do 0,02 mm do 1 mm. Tyto výrobky jsou pak nejčastěji impregnovány na zalévacích zařízeních. Zalévací hmota slouží jako fixátor elektronických prvků či izolační prostředek proti průrazu mezi navíjenými komponenty, které jsou zatíženy vysokým napětím. Nabízí možnost zalévání ve vakuu.



Obrázek 17 – Výrobky navíjení a zalévání (*Hanhart Morkovice: Od vývoje k produkci*)

3.1.3 Zapalovací systémy

Návrh, vývoj a výroba zapalovacích systémů pro spalovací a plynové motory, plynové sporáky, atd.



Obrázek 18 – Zapalovací systémy (*Hanhart Morkovice: Od vývoje k produkci*)

3.1.4 Odpojovače baterií

Výroba odpojovačů baterií, které se používají především pro nákladní automobily, autobusy, traktory, zemědělské a stavební stroje. Produkty jsou konstruovány pro dlouhodobé zatížení až 300 A a krátkodobé zatížení až 2000 A, při trvalém napětí 12, 24 a 32 V.



Obrázek 19 – Odpojovače baterií (*Hanhart Morkovice: Od vývoje k produkci*)

3.2 Cíle podniku

Hlavním cílem firmy Hanhart Morkovice je nabídnout zákazníkům vysoce kvalitní produkty za konkurenceschopné ceny s poskytnutím širokého zákaznického servisu. Mottem firmy je: „Neprodáváme, tvoříme partnerství!“

Společnost klade velký důraz na kvalitu. Systém managementu kvality je vybudován, řízen a zlepšován dle požadavků norem ISO/TS 16949, ISO 9001 (pro kvalitu) a ISO 14001 (pro environment). Vztahuje se na návrh a výrobu rozdělovačů, zapalovacích cívek, odpojovačů baterií a elektrických zapalovacích sestav, výrobu kovových dílů lisováním, přesným obráběním a svařováním. (*Hanhart Morkovice: Od vývoje k produkci*)

3.3 Shrnutí

Třetí kapitola práce představuje společnost, v níž se projekt vypracovával, a to od sídla společnosti, předmětu podnikání, výrobního portfolia, technologií až po cíle podniku.

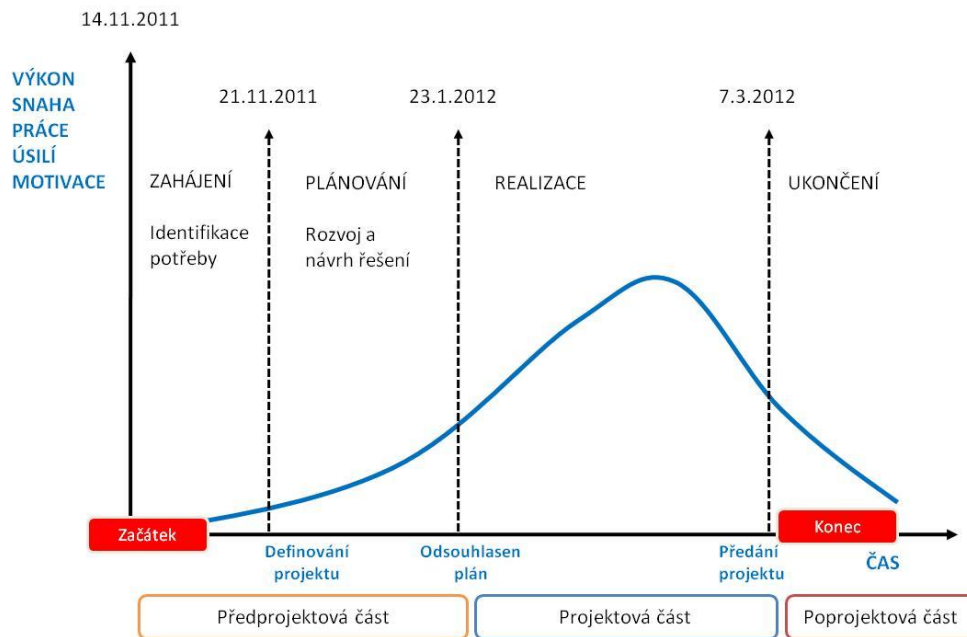
4 VÝCHODISKA PRO PROJEKTOVOU ČÁST

4.1 Informace o projektu

Tabulka 3 - Informace o projektu (VZ)

Název: Projekt optimalizace výrobní linky cívek alternátorů
Účel projektu: Optimalizace výrobní linky s cílem jejího komplexního zeštíhlení
Východiska: Společnost se zavádí metody štíhlé výroby Potřeba efektivního využití pracovních sil Tendence zavést rovnoměrnou výrobu
Cíle projektu: <ol style="list-style-type: none"> 1. Analyzovat současný stav výrobní linky 2. Navrhnout možná zlepšení (balancování, změna layoutu) 3. Vytvořit standardy pracoviště a operační návody
Výstup projektu: Diplomový projekt
Velikost týmu: 1 student, vedoucí DP, zadavatel projektu
Požadavky na člena týmu: profesionální přístup, znalosti PI, identifikace s prací, snaha, zodpovědnost, inovativní myšlení, motivace
Přínosy obou stran: Společnost získá zpracovaný návrh optimalizace linky, nové operační návody, standardy údržby, manuály pracoviště a vše co nesmí chybět na správné výrobní lince. Student získá data potřebná ke zpracování diplomové práce a spoustu nových zkušeností a poznatků z praxe.
Časová náročnost projektu: 20 dnů
Doba trvání projektu: v době od 23. 1. 2012 do 7. 3. 2012
Vedoucí projektu: Bc. Veronika Vavrušová
Konzultanti: Ing. Marcel Pavelka, Ing. Ladislav Vymazal

4.2 Průběh projektu



Graf 1 – Životní cyklus projektu (VZ)

1. Zahájení projektu

- Tvorba projektové dokumentace

2. Plánování

- Tvorba časového harmonogramu

3. Realizace

- Sběr relevantních informací
- Tvorba fotodokumentace a video-dokumentace
- Analýza získaných dat
- Návrhy řešení zjištěných problémů
- Balancování linky
- Tvorba nových standardů
- Kalkulace nákladů spojených s realizací projektu
- Vyčíslení přínosů realizace projektu

4. Ukončení projektu

- Seznámení vedení s výstupem projektu
- Kontrola v analyzované společnosti, fáze zavádění, výsledky linky

4.4 SMART analýza

Tabulka 4 - SMART analýza projektu (VZ)

S	specifický	Projekt je naprosto specifický. Cílem je analyzovat výrobní linku a navrhnout její optimalizaci.
M	měřitelný	Výsledky analýzy budou měřitelné. Výsledky práce budou jednoznačně kvantifikovány (úspory a náklady vyčísleny v CZK).
A	akceptovatelný	Cíle projektu jsou akceptovány všemi zájmovými skupinami (student, firma, vedoucí DP, škola).
R	realistický	Cíle projektu byly sestaveny ve spolupráci s vedením firmy a vedoucím DP.
T	termínovaný	Projekt je termínovaný. Termíny jednotlivých akcí jsou přesně zakotveny v Ganttově diagramu.

4.5 Shrnutí

Praktická část práce je koncipována jako projekt. Proto byla vytvořena projektová dokumentace, která jasně identifikuje cíle projektu, časově ohraničuje jeho průběh. Pokud se bude projekt o tyto dokumenty opírat, mělo by to vést k jeho úspěšné realizaci.

5 ANALÝZA SOUČASNÉ SITUACE

5.1 Analýza výrobní linky

5.1.1 Popis výrobků linky

Na pracovišti POLE BODY se vyrábí 2 typy cívek alternátorů, a to 150 A a 180 A. Cívky se liší silou navíjeného vodiče a odporem vinutí při 20°C. U 180 A se používá CU vodič o Φ 1,06 G1, u 150 A Φ 0,975 G1. Odpor vinutí u 180 A je $1,5 \pm 0,08\Omega$, u 150 A $2 \pm 0,1\Omega$ při teplotě 20°C. Pro snadnou identifikaci jednotlivého typu slouží použití barevně odlišených komponent. 180 A se vyrábí z bílé plastové kostry a na izolaci vodičů se používají červené izolační trubičky. 150 A pak z černé plastové kostry a na izolaci vodičů se používají bílé (přírodní) izolační trubičky. Těleso cívky, držák cívky, lepící vlákno, kabelová oka a impregnant jsou totožné. Taktéž výrobní časy se liší u obou typů jen zanedbatelně.



Obrázek 21 – Zleva: Cívka 180 A, 150 A (VZ)

Proces výroby je rozdělen na 9 komplexních operací, které provádí většinou 3 operátoři a 1 technicko-hospodářský pracovník. Proces probíhá na 2 pracovištích, a to proto, že operace zalévání pryskyřicí (impregnace) musí být prováděna v prostorách s odsáváním výparů.

5.1.2 Popis pracovišť

Pracoviště 1 je místem, kde se vykonává 6 operací:

Operátor 1:

1. Navíjení měděného drátu na plastovou kostru
2. Montáž průchodky a izolačních trubiček na vývod cívky



Obrázek 22 – Pracoviště 1, operátor 1(VZ)

Operátor 2:

3. Vložení cívky do tělesa a zalisování držáku do cívky
4. Krimpování kabelových oček
5. Bodování kabelových oček
6. Kontrola odporu



Obrázek 23 – Pracoviště 1, operátor 2 (VZ)

Na pracovišti 2 se provádí 3 operace:

Operátor 3:

7. Zalévání pryskyřicí na zakapávacím zařízení MAZZALI
8. Kontrola měřidlem a vážení (případně oprava)



Obrázek 24 – Pracovní plochy na pracovišti 2 (VZ)



Obrázek 25 – Pracoviště 2, stroj, sklad rozpracovanosti (VZ)

TH pracovník:

9. Výstupní vizuální kontrola a kontrola měřidlem (případně oprava)



V současné době nástěnka pracoviště s vizualizací vad stojí opřená o stěnu na zemi vedle stolu finální kontroly.

Obrázek 26 – Pracoviště finální kontroly (VZ)

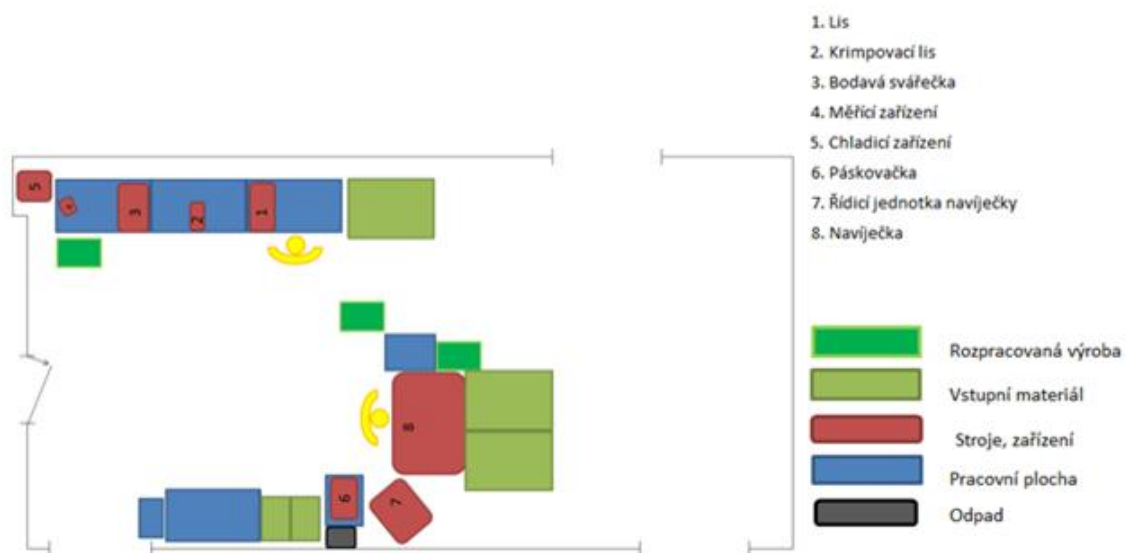
5.1.3 Uspořádání pracoviště**5.1.3.1 Popis uspořádání pracoviště 1**

Pracoviště 1 měří 10,5 m na délku a 5,3 m na šířku, užívaná plocha zabírá asi 32 m² – tedy cca 57 % z celkové plochy místnosti, která činí cca 56 m². Je rozděleno na 3 části. V jedné části se nachází pracoviště přípravy koster, které do procesu nepatří. V další části probíhají operace 1 a 2 a na poslední pak operace 3 – 6. Tok výrobku je zprava doleva, což je směr správný, nicméně vzhledem k tomu, že se nejedná o one-piece-flow, ale o výrobu v dávkách 14 ks (dle kapacity zakapávacího zařízení), není jeho zachování nutností. Operátor 1 pracuje částečně vsedě u navíjecího zařízení, částečně ve stoje při montáži průchodek a izolačních trubiček.

Operátor 2 má na starosti 4 operace a uspořádání jeho pracoviště (3 stoly, každý o délce 130 cm pro 1 operátora) jde ruku v ruce s dávkovou výrobou. Stoly jsou výškově upraveny pro sezení na klasické židli, kterou si přesunuje od operace k operaci.

Na první pohled je patrné, že pracoviště není příliš ergonomické a už vůbec ne štíhlé. Na velké ploše pracují pouze 2 operátoři, což je spíše kontraproduktivní, protože to dovoluje vyrábět „do zásoby“. Pokud by se podařilo pracoviště zeštíhlit a docílit alespoň částečně toku jednoho kusu, či alespoň snížit velikost vyráběné dávky, došlo by k podstatnému snížení doby výroby, uvolnění plochy dílny (změnou layoutu), snížení nekvality (nebo její snazší identifikace).

5.1.3.2 Layout pracoviště 1



Obrázek 27 – Layout pracoviště 1(VZ)

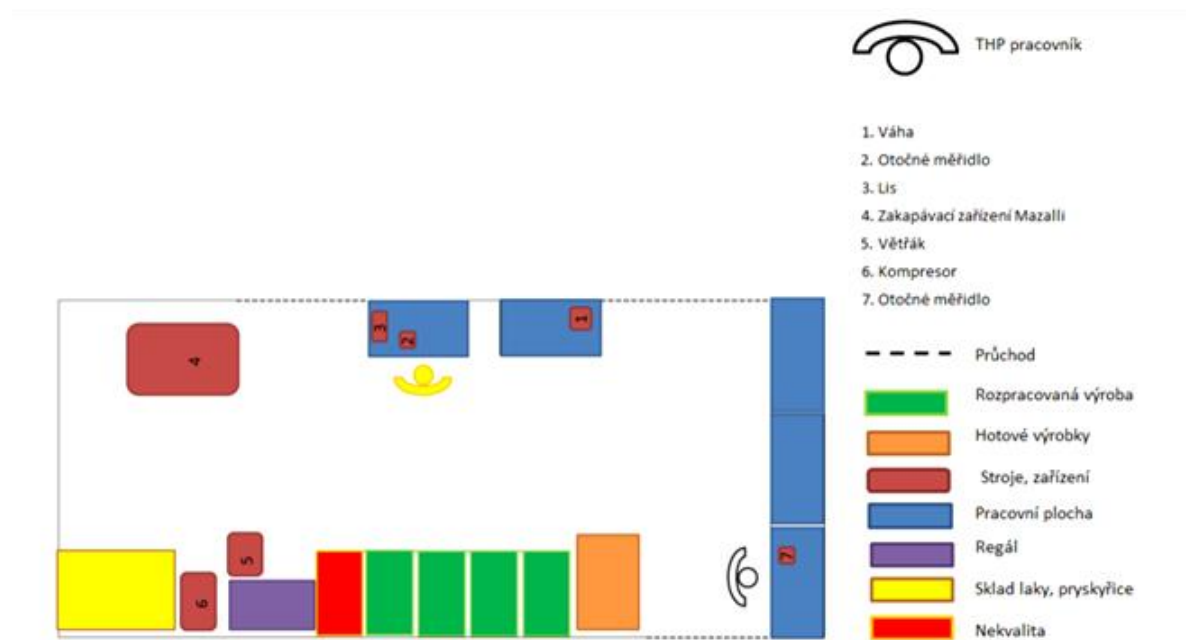
5.1.3.3 Popis uspořádání pracoviště 2

Pracoviště 2 se nachází ve vedlejší hale, jelikož musí být odvětráváno, a to na poměrně velké ploše, vzhledem k faktu, že zde pracuje jediný operátor. Je dlouhé necelých 10 m, široké 4,3 m. Jeho tvar je dán tím, že je vklíněno mezi jiná výrobní zařízení. K dispozici má operátor 2 stoly, jeden na kontrolu a opravy, druhý na vážení a administrativu. Práci u stolů provádí operátor vždy vsedě, jelikož se jedná o výrobu v dávkách. TH pracovník má na pracovišti vlastní stůl a kontrolu provádí ve stoje. V podstatě veškeré operace – kromě

zakládání a vytahování ze stroje – provádí operátor v době chodu stroje. Vše se tedy na pracovišti 2 řídí cyklovým časem stroje.

Chůze operátora na pracovišti je zbytečně prodlužována vzdáleností stroje od pracovních či skladovacích ploch. Přesunutí stroje tak, aby byl dostupnější, by bylo nutno prodiskutovat s technikem, a to kvůli napojení na centrální odsávání. Optimalizací layoutu bychom jistě dosáhli úspory času výroby, nicméně tato je limitována cyklovým časem stroje. Pokud by se nám podařilo úspory dosáhnout, museli bychom se pokusit přesunout na operátora 3 některou z činností operátora 2 či TH pracovníka.

5.1.3.4 Layout pracoviště 2



Obrázek 28 – Layout pracoviště 2 (VZ)

5.1.4 Vizualizace a zavedené standardy na pracovišti

Na pracovišti 1 jsou zavedeny standardní pracovní postupy (operační návody), nicméně nejsou doplněny fotodokumentací, tudíž nejsou příliš přehledné. Navíc na pracovištích není dostatek prostoru pro jejich umístění.

Dále jsou zavedeny standardy údržby, taktéž bez viditelného umístění (většinou někde ve složce na pracovišti). Operátor 1 musí před každou směnou vyplňovat kontrolní list a měřit požadované hodnoty stroje. Operátor 2 zapisuje naměřené hodnoty odporu na průvodku jednotlivých dávek. Tyto hodnoty srovnává s tabulkou, která taktéž nemá své pevné místo. Dosud zde nebyly zavedeny standardy 5S.

Na pracovišti 2 jsou zavedeny standardní pracovní postupy a také standardy 5S včetně vizualizace. Vizualizace nekvality (klíčová pro správné provedení kontroly a údržby) je v angličtině, dodatečný překlad je sice vytvořen, ale velmi malým a špatně čitelným písmem. Pokud na pracoviště přijde nový operátor, bude jej to zdržovat v práci.

5.1.4.1 Návrhy na zlepšení

Bylo by vhodné zavést na pracoviště 1 standardy 5S, přepracovat operační návodky tak, aby na nich byly jednotlivé kroky vizualizované, vytvořit prostor pro umístění návodků. Jelikož se na pracovišti vyrábí 2 typy výrobků (150 A – asi 80 % a 180 A, zbytek), je nutné mít tam dvojí návodky. Na pracovišti je zavedeno, že typ 150 A je značen modře, typ 180 A zeleně, tohoto faktu by bylo vhodné využít a vypracovat vše pro typ 150 A v modré barvě, vše pro 180 A v zelené (návodky oboustranné – operace jsou obdobné, přičemž z jedné strany by měly modrý okraj, z druhé zelený).

5.1.5 Administrativa na pracovišti

Pracoviště 1, operátor 1 – navíjení, montáž průchodky a izolačních trubiček

1. Denní údržba stroje – Navíječka SPIRO MBL 6

Na pracovišti je arch o denní údržbě založen ve složce. Provedení údržby stvrzuje operátor podpisem na kontrolním archu zároveň s kontrolou průměru drátu, počtu závitů, tahu drátu a odporu.

2. Průvodní list

Operátor vyplňuje průvodní list každé dávky, a to datum vinutí a montáže, osobní číslo, počet dobrých kusů, počet vadných kusů a důvod proč vada vznikla, čísla dodacích a průvodních listů jednotlivých použitých komponentů – vše stvrzuje svým podpisem.

Pracoviště 1, operátor 2 – lisování držáku cívky, krimpování oček, bodování oček, měření odporu

1. Denní údržba strojů – Hydraulický lis CD 62 – 9, Krimovací lis KS 1500, Bodová svářečka WBP 10S

Na pracovišti jsou u jednotlivých strojů archy o denní údržbě založeny ve složkách. Provedení údržby stvrzuje operátor podpisem na kontrolních listech. Krimovací lis nemá standardní list denní údržby, ale přímo návod použití od výrobce, který je pro potřeby operátorů příliš rozsáhlý a nepřehledný. Navíc k tomuto stroji není ani kontrolní list, kde by operá-

tor svým podpisem stvrdil, že údržbu provedl a vepsal datum, kdy takto učinil – tudíž je pravděpodobné, že se údržba ani neprovádí.

2. Průvodní list

Operátor vyplňuje průvodní list každé dávky, a to datum lisování, krimpování, bodování, kontroly odporu, osobní číslo, počet dobrých kusů, počet vadných kusů a důvod proč vada vznikla, čísla dodacích a průvodních listů jednotlivých použitých komponentů – vše stvrzuje svým podpisem.

3. Sledovací karty

Operátor má dle návodů kontrolovat měřidlem rozměr cívky (dle nákresu na návodce), a to jednou za hodinu, naměřené hodnoty zapisuje do sledovací karty nelogicky umístěné na bodovací svářečce. Sleduje taktéž rozměr krimpování, a to pětkrát za hodinu, naměřené hodnoty zapisuje do další sledovací karty.

4. Kontrolní karta dávky

Každé dávce je přiřazena kontrolní karta, do které operátor na pracovišti 2 zapisuje naměřený odpor. Karty nejsou dobře navrženy, nevyužívají se všechny kolonky, linky jsou příliš úzké – špatně se vyplňují. Je třeba vylepšit je, odstranit prostor, který se nevyužívá a vytvořit tak, kartu přehlednou a snadno vyplnitelnou.

Pracoviště 3 – impregnace, kontrola (oprava)

1. Denní údržba zakapávacího zařízení MAZALLI M 2641

Na pracovišti 3 je již zavedena vizualizace denní údržby včetně přidělení odpovědnosti a doby trvání. Její provedení stvrzují odpovědní svým podpisem na kontrolní list umístěný přímo na stroji (tato vizualizace umístěná příliš nízko – mimo běžné zorné pole).

2. Průvodní list

Operátor vyplňuje průvodní list každé dávky, a to datum zalévání, kontroly, osobní číslo, počet dobrých kusů, počet vadných kusů a důvod proč vada vznikla, čísla dodacích a průvodních listů jednotlivých použitých komponentů – vše stvrzuje svým podpisem.

3. Kontrolní karta dávky

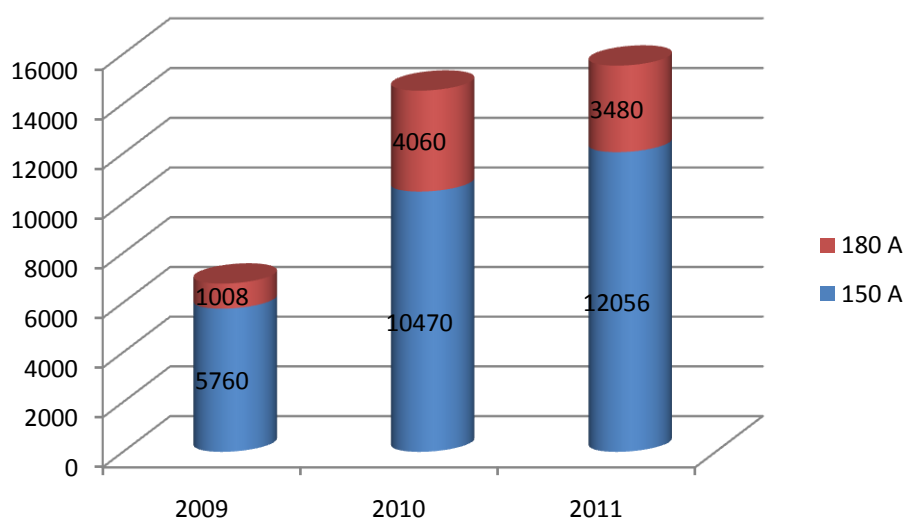
Každé dávce je přiřazena kontrolní karta, do které operátor na pracovišti 3 zapisuje hmotnost před zaléváním a po zalévání a tyto karty zakládá do pořadače. Jak jsem se již výše zmínila, karty nejsou ideální. Operátor na pracovišti 3 duplikuje informace zapisované na kartu. Nutnost karty změnit, zlepšit.

5.1.5.1 Návrhy na zlepšení

Je třeba přepracovat systém údržby strojů. U každého stroje na pracovišti je v současné době složka, v níž se nachází rozpis operací, které má operátor na stroji provést i s jejich frekvencí. Pokud operátor údržbu provede, podepíše kontrolní list. Tento systém není dostatečně viditelný, zabírá zbytečně moc času. Měl by se vytvořit standard údržby, který by byl vyvěšen na pracovišti. Na zaznamenávání každodenní údržby pak použít semafor, pro méně frekventované operace ponechat kontrolní list s tím, že by se na folii standardu údržby zapisoval datum, kdy má být následující údržba provedena, a to proto, aby se operátor nezdržoval hledáním této informace v kontrolním archu.

5.2 Analýza portfolia výrobků a vývoje objemu produkce

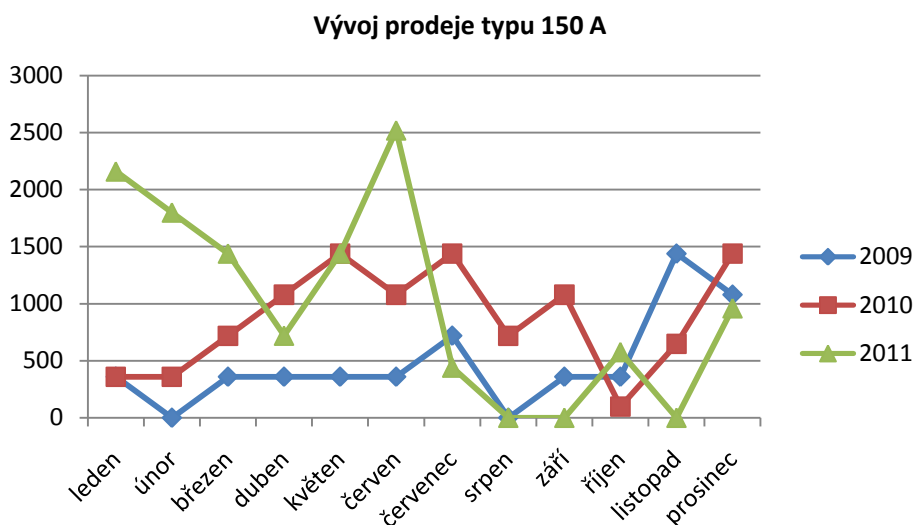
Na pracovišti POLE BODY se vyrábí 2 typy cívek, a to typ 150 A a 180 A. Liší se pouze použitými komponenty a silou vinutého drátu. Všechny výrobní postupy jsou totožné, stejně jako cyklové časy výroby.



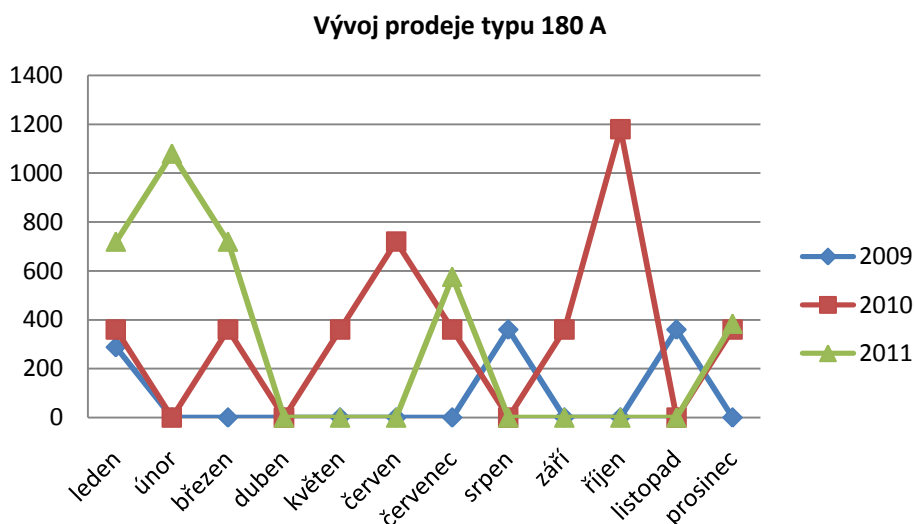
Graf 2 – Vývoj objemu výroby a podílu jednotlivého typu (VZ)

Na grafu vidíme pozitivní vývoj objemu výroby cívek na lince POLE BODY. Objem výroby cívek 150 A zaznamenal nárůst, typ 180 A v roce 2011 oproti předchozímu roku mírně poklesl. Výroba typu 180 A tvoří asi 20 % z celkové výroby.

Na lince se sice vyrábí pouze 2 typy výrobků, ale plánování výroby to nijak neulehčuje, jelikož poptávka zákazníka je velmi kolísavá a toto kolísání je nahodilé, nevyskytuje se ve stejných etapách v roce. Tuto skutečnost můžeme pozorovat na níže uvedených grafech.



Graf 3 – Vývoj prodeje typu 150 A (VZ)



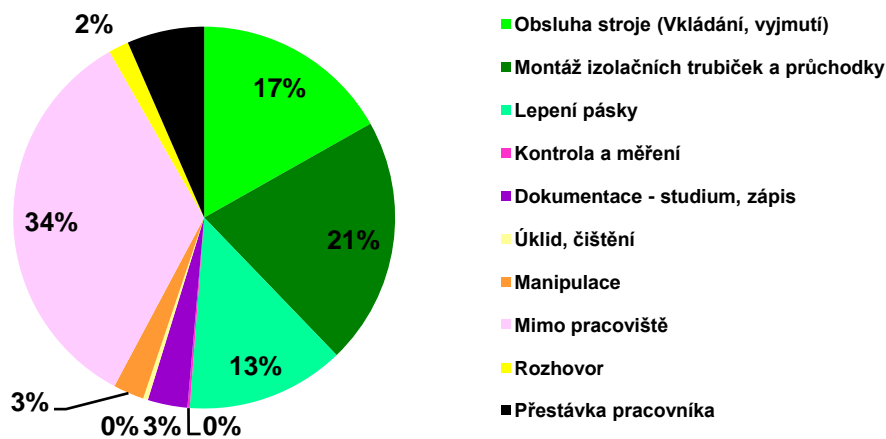
Graf 4 – Vývoj prodeje typu 180 A

V současné době se vyrábí dle potřeby zákazníka, který objednávku upřesní měsíc předem a odebírá týdně. Kvůli skutečnosti, že poptávka kolísá z 0 na 2000, musí firma držet velké zásoby materiálu, aby byla schopna pružně reagovat na poptávku. Dodací lhůty materiálu jsou dlouhé a pohybují se od 6 do 13 týdnů u hlavních komponent. Zároveň takto nerovnoměrnost způsobuje problémy ve vytížení pracovníků a strojů. Ideálem by bylo zavedení rovnoměrné výroby, což při zmíněných výkyvech prodejů a faktu, že společnost se smluvně zavázala držet pojistnou zásobu 720 ks 150 A a 360 ks 180 A, není snadný úkol.

5.3 Analýza snímků pracovního dne operátorů na lince

5.3.1 Operátor 1

Lisování, ranní směna 24.1. 2012



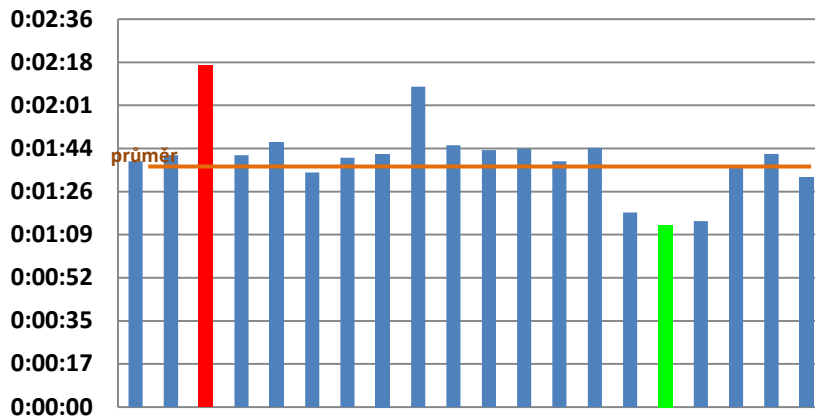
Graf 5 – Rozložení aktivit operátora 1 (VZ)

Operátor 1 na prvním pracovišti je zároveň týmový vedoucí, tudíž se podstatnou část pracovní doby nachází mimo své pracoviště. Pokud bychom studovali složení jeho práce, zjistíme, že 17 % věnuje obsluze stroje (vkládání do stroje, přitisknutí drátu na kostru, vytažení drátu po dokončení návinnu, vytažení hotových cívek ze stroje), 21 % montáži průchodek a tyčinek a 13 % času pak lepí pásku na cívky (včetně přípravy, odlepení vrchní folie, přitisknutí na cívku).

Zapisování na průvodky a kontrolní listy (údržba, měření) věnuje 3 % času, stejně jako manipulaci (odnášení prázdných bedýnek od materiálu, přinášení prázdných bedýnek na navinuté cívky, odnášení plných bedýnek na vedlejší pracoviště, doplnění materiálu z vedlejšího skladu).

V den, kdy bylo snímkování prováděno, strávil operátor mimo pracoviště 34 % pracovní doby (jako týmový vedoucí se stará o bezproblémový chod pracovišť svého týmu). I přes tento fakt, je operátor 1 provádějící první operace na výrobku schopen vyrobit více kusů než operátor 2.

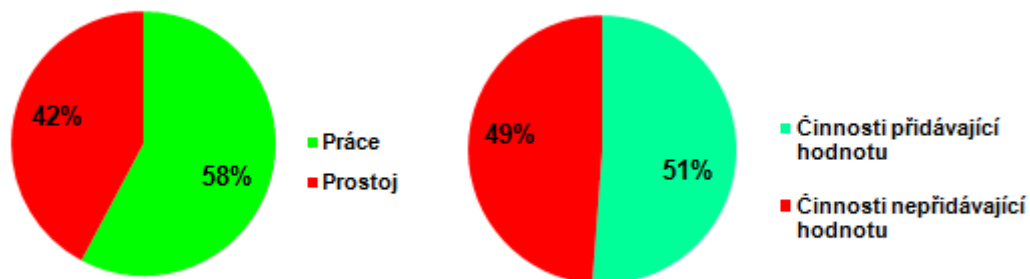
Graf přímých náměrů cykloých časů navíjení a montáže izolačních trubiček a průchodky na 1ks cívky 150 A



Graf 6 – Přímé náměry CT navíjení a montáže (VZ)

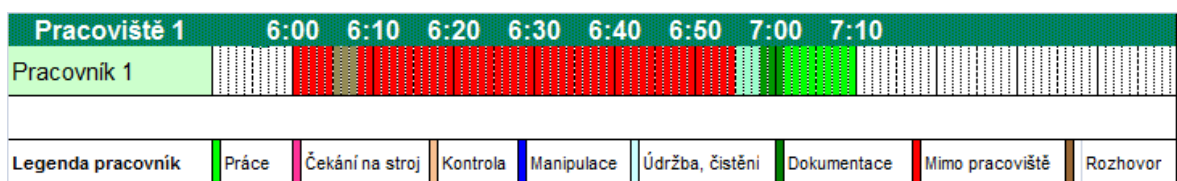
Čas potřebný na výrobu 1 ks (navinutí, montáž průchodky a tyčinek) je průměrně 1:40 min, přičemž se vyrábí po 2 ks a montáž i lepení jsou prováděny v překrytém čase.

Pokud bychom činnosti pracovníka rozdělili pouze na práci a prostoje, mohli bychom říci, že práci věnoval operátor 1 pouze 58 % času směny a jenom 51 % jeho činností přidává hodnotu.



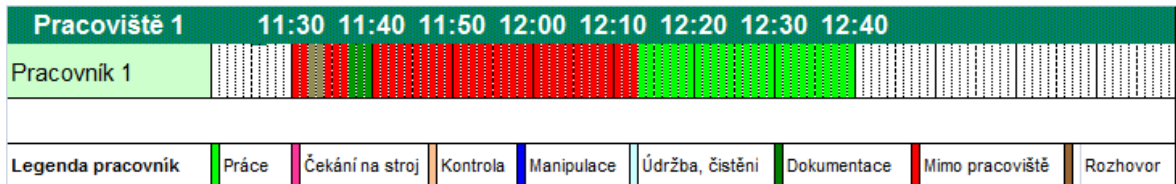
Graf 7 – Bilance činností operátora 1

5.3.2 Náběh směny, náběh směny po přestávce a konec směny operátora 1



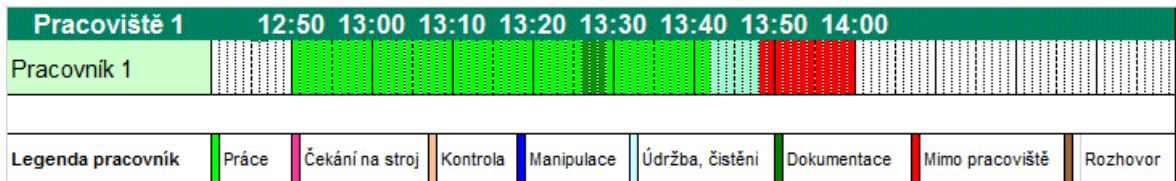
Obrázek 29 – Náběh směny operátora 1(VZ)

Z grafu je patrné, že operátor 1 se navíjení cívek začal věnovat až hodinu po začátku směny. Toto je způsobeno faktem, že zastává funkci týmového vedoucího. Problém je, že není nijak stanoveno, jakou dobu se může pohybovat mimo své pracoviště. Jedním z důvodů, proč si tento operátor může dovolit započít výrobu o hodinu později, je fakt, že cyklový čas jeho operací je přibližně poloviční oproti cyklovému času výroby následujícího operátora.



Obrázek 30 – Náběh směny po přestávce operátora 1(VZ)

Stejný trend výskytu pracovníka na pracovišti můžeme pozorovat na snímku náběhu směny po přestávce, kdy práci zahájil až více než půl hodiny po konci přestávky.

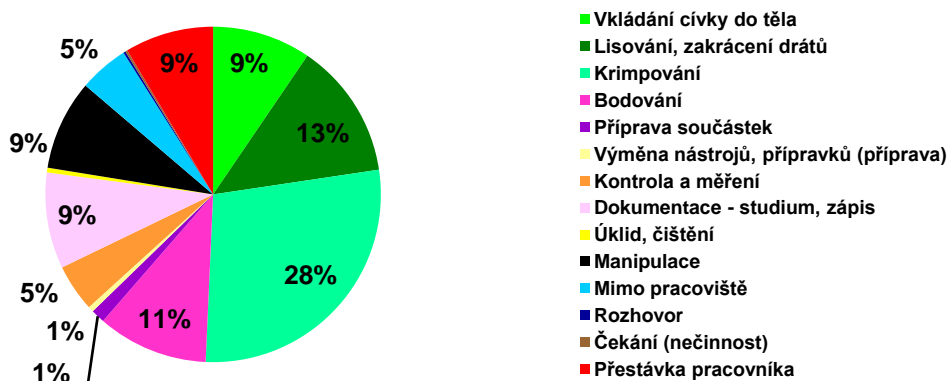


Obrázek 31 – Konec směny operátora 1(VZ)

Na snímku konce směny můžeme vidět, že pracovník dokončil dávku v 13.42, další již nezačal a poté, co věnoval 6 minut úklidu, odešel 12 minut před koncem směny z pracoviště.

5.3.3 Operátor 2

Montáž cívek, ranní směna 24.1.2012



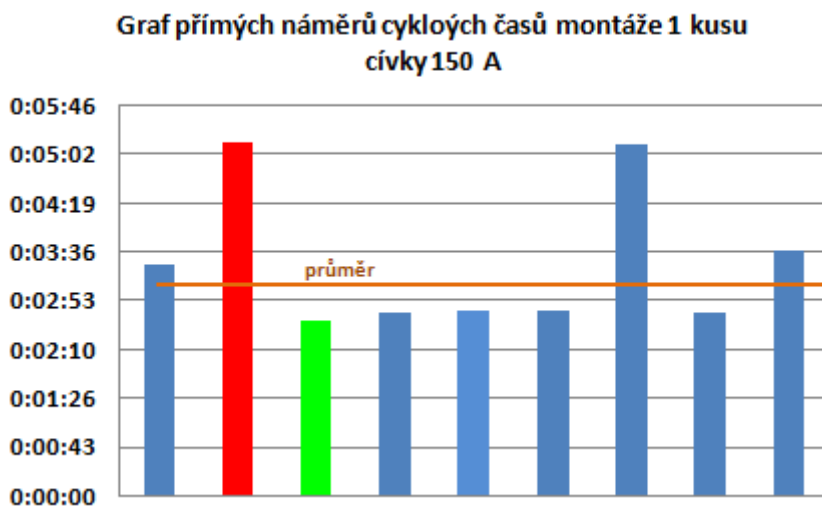
Graf 8 – Rozložení aktivit operátora 2 (VZ)

Operátor 2 na prvním pracovišti má v popisu práce 4 operace a kontrolu. Nejdříve si na stůl vyskládá tělesa cívek a vybalí je ze sáčků (zbytečná operace), poté si z přepravky vyskládá na stůl cívky (zbytečná operace) – vloží cívku do tělesa a usadí, této operaci věnuje 9 % směny. Poté 13 % směny na tělo lisuje držáky cívky a vodiče zastříhne dle přípravku (dle návodky kontrolní trubka) a ručně dodatečně odizoluje, pokud zjistí, že někde není odizolování dostatečné. Následuje operace krimpování, která je velmi neergonomicky řešena a navíc zabírá největší podíl ze směny, a to 28 %. Operátor musí pravou rukou v křečovitě poloze držet cívku, která váží asi 1,5 kg tak, aby došlo k přesnému přichycení oček na vodič. Dle slov operátora zatím nebylo nalezeno lepší řešení. Ovšem zároveň přiznává potíže se zápěstím.

Následuje bodování oček, operace trvající 11 % směny, při níž operátor nelogicky předělává cívku z pravé ruky do levé, aby ji nasadil na přípravek a zabodoval.

Poslední operací je pak měření odporu (5 % směny) jednotlivých cívek, popsání cívek číslem dávky a hodnotou 1-14 (začíná se od začátku roku), kontrola naměřených hodnot s hodnotami tabulkovými, zapsání do kontrolní karty a odložení přepravky na stoh.

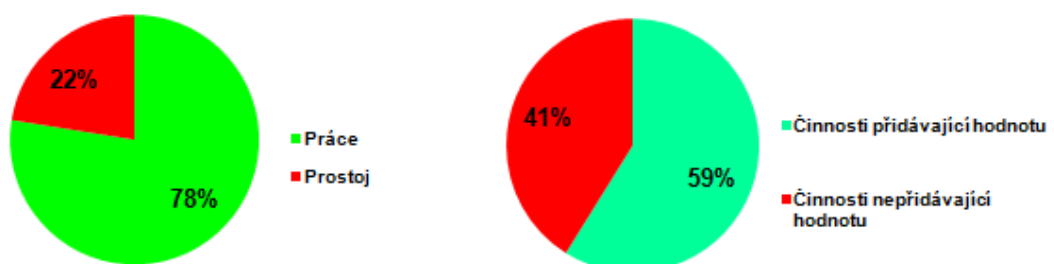
Dokumentace tvoří 9 % z celkové pracovní doby, stejně jako manipulace (operátor neustále něco skládá, přenáší).



Graf 9 - Přímé náměry CT montáže 1 ks (VZ)

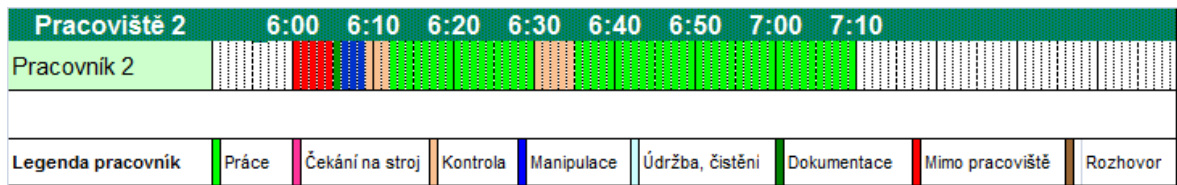
Za 1 směnu operátor vyrobil 9 dávek, tedy 126 ks. Průměrný cyklový čas výroby, včetně veškerého měření, manipulace a dokumentace je 3:13 min. Čas je vyšší než součet naměřených průměrných časů jednotlivých operací, jelikož je v něm promítnuta i manipulace nepřímo související s výrobou. Pokud bychom jej od těchto vlivů očistily, byl by cca 2:43 min.

Na níže uvedených grafech lze vidět, že operátor 2 věnoval své práci 78 % času a pouze 22 % času jsou prostoje (tam jsou zahrnuty i přestávky 30+10 minut). Vzhledem k velké administrativě a manipulaci, kterou operátor 2 vykonává, pouze 59 % jeho činnosti přidává hodnotu.



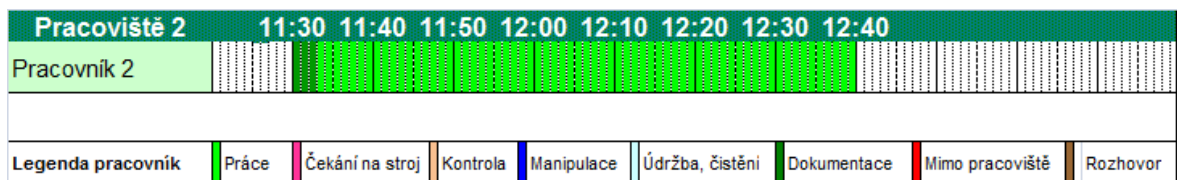
Graf 10 – Balance činností operátora 2 (VZ)

5.3.4 Náběh směny, náběh směny po přestávce a konec směny operátora 2



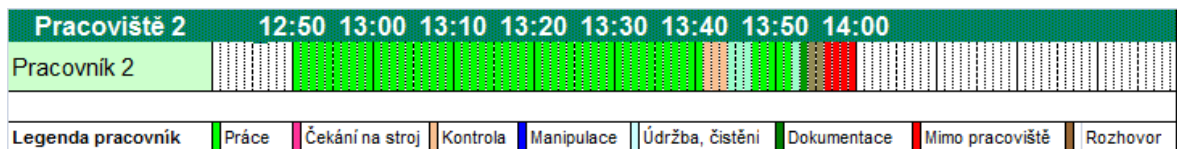
Obrázek 32 – Náběh směny operátora 2 (VZ)

Z grafu je zcela patrné, že operátor 2 započal směnu ani ne 10 minut po začátku pracovní doby. Počáteční minuty věnoval dokumentaci (vypsání průvodky) a manipulaci (příprava přepravek). Asi 10 minut na začátku směny připadly na denní údržbu strojů a kontrolu prvních kusů.



Obrázek 33 – Náběh směny po přestávce operátora 2 (VZ)

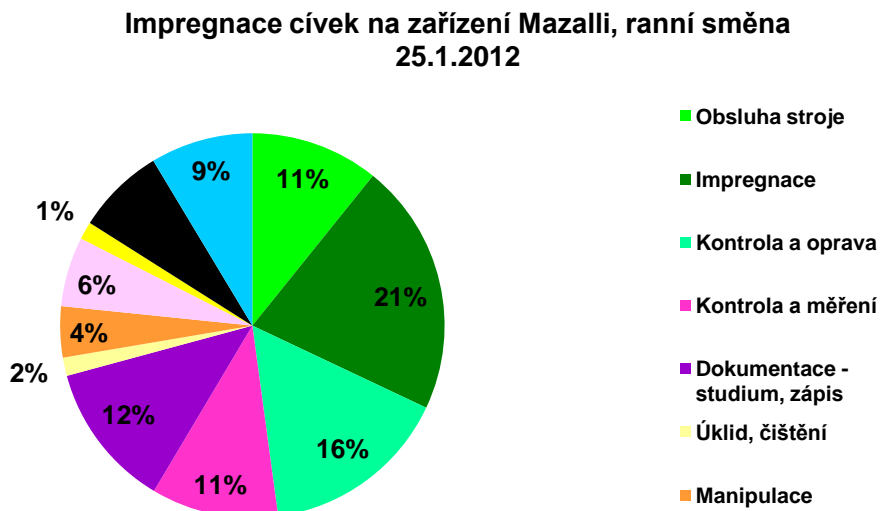
Pracovník byl na pracovišti přesně v 11.30 a první minuty věnoval opět dokumentaci a poté už se plně věnoval práci.



Obrázek 34 – Konec směny operátora 2 (VZ)

Poslední dávku dokončil operátor 2 v 14:43, poté věnoval pár minut úklidu, 5 minut přípravě součástek (stříhání oček), 2 minuty s týmovou vedoucí diskutoval o práci na příští den a 4 minuty před koncem směny opustil pracoviště.

5.3.5 Operátor 3

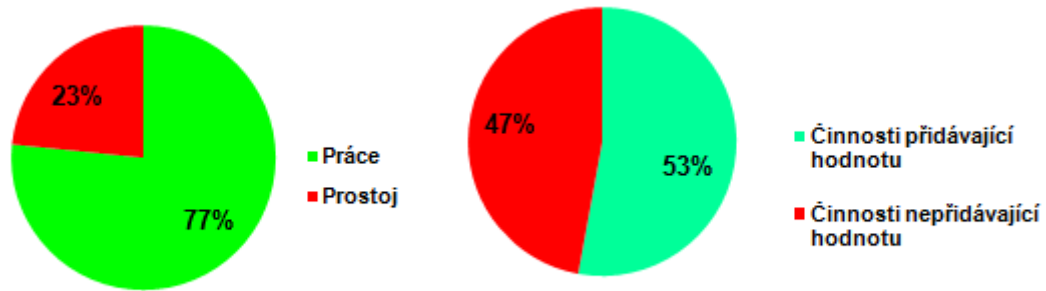


Graf 11 – Rozložení aktivit operátora 3 (VZ)

Operátor 3 na pracovišti 2 si přiváží polotovary z pracoviště 1. Nejdříve dávku zváží, hodnoty zapisuje do kontrolní karty (duplikace zápisu do sešitu) a poté ji založí do zakapávacího zařízení Mazalli. Ve stroji se dávka 5 minut předeřívá (tohoto času operátor využívá na dokončení vážení, dokumentaci) a poté za asistence operátora jsou cívky zakapávány. Následuje fáze gelování a vytvrzování, která již probíhá bez asistence operátora. V době, kdy zařízení pracuje, operátor váží předchozí již vychlazenou dávku, aby mohl stanovit, zda množství laku na cívkách odpovídá normě, hodnoty opět zapisuje do kontrolní karty. Poté cívky vkládá do měřidla a případně provádí opravu zvážených kusů, zapisuje do check-listu počet opravených vad. Následně cívky buď stohuje v přepravech u pracoviště finální kontroly, nebo je na stůl finální kontroly skládá (aby využil čas a urychlil práci THP, který kontrolu provádí).

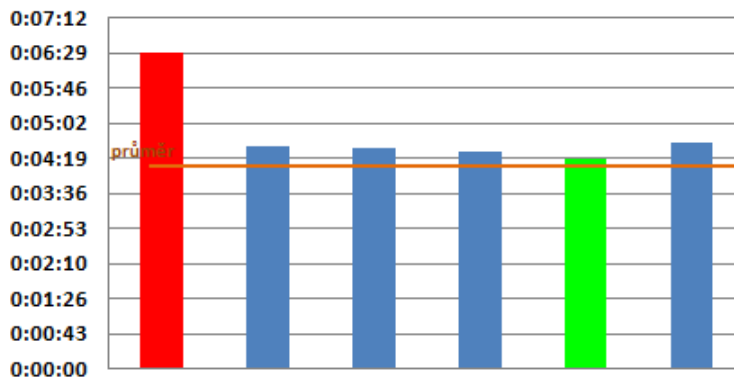
Operátor 3 věnuje 11 % směny obsluze stroje (vkládání a vytahování cívek), 21 % směny pak provádí zakapávání cívek a 16 % směny se věnuje měření cívek na otočném měřidle, jejich kontrole a opravě. 11 % času provádí vážení cívek a alarmujících 12 % směny zapisuje. Jelikož se vše řídí cyklovým časem stroje, má operátor příliš mnoho času na činnosti prováděné v překrytém čase, tudíž nemá kam spíchat, jelikož jinou práci přidělenou nemá. V den pozorování byla na stroji porucha, takže 9 % času operátor čekal na uvedení stroje do chodu.

Operátor 3 se 77 % času věnoval práci, 23 % tvoří prostoje, 53 % činností přidává hodnotu výrobku. Pokud bychom brali v potaz, že nebýt dlouhého cyklového času stroje, trvaly by veškeré činnosti operátorovi mnohem kratší dobu, dostaly bychom se na úplně jiné procentuální rozložení práce-prostoj.



Graf 12 – Bilance činností operátora 3(VZ)

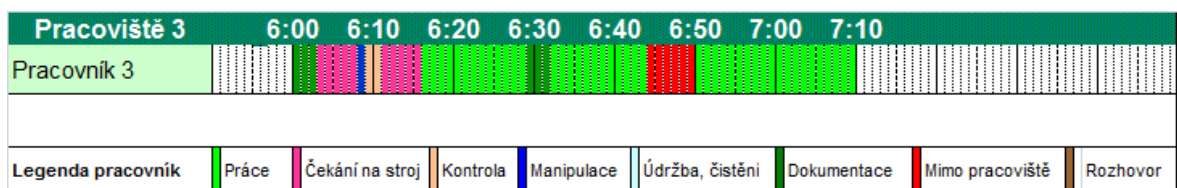
Graf přímých náměrů cyklových časů impregnace a kontroly 1 kusu cívký 150 A



Graf 13 – Přímé náměry CT impregnace (VZ)

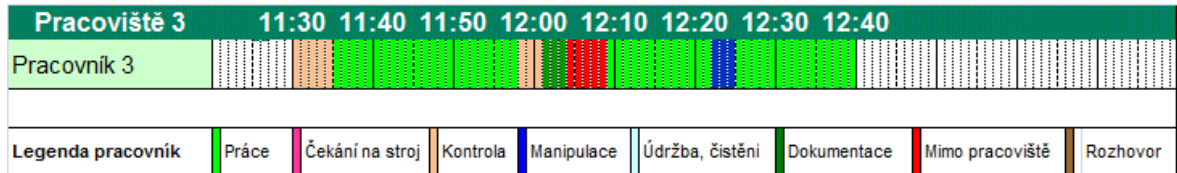
Za směnu operátor vyrobil 6 dávek, průměrný cyklový čas impregnace, kontroly a měření 1 ks byl 4:30 min. Je zřejmé, že se jedná o úzké místo procesu.

5.3.6 Náběh směny, náběh směny po přestávce a konec směny operátora 3



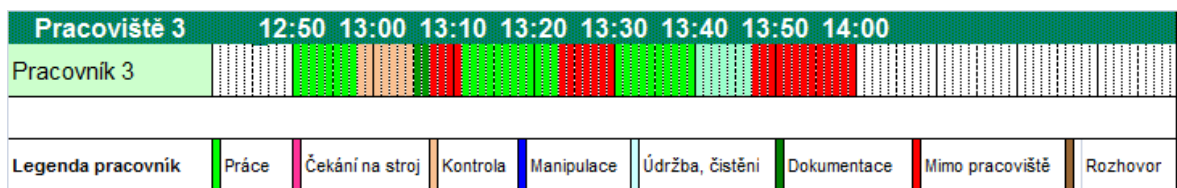
Obrázek 35 – Náběh směny operátora 3 (VZ)

Operátor byl na pracovišti dokonce před započítáním směny, ale bohužel zařízení mělo poruchu, tudíž do 6:15 musel čekat na stroj. Kromě 6 minut, kdy operátor odešel v době chodu stroje mimo pracoviště, byl celou dobu přítomen a věnoval se své práci.



Obrázek 36 – Náběh směny po přestávce operátora 3 (VZ)

Po dobu přestávky čekala ve stroji založená dávka, ač cyklový čas stroje, kdy stroj nepotřebuje obsluhu, přesahuje dobu trvání přestávky. Operátor není tlačěn k výrobě více než 6 dávek denně, jelikož na pracovišti nejsou stanoveny normy pracnosti, ani není dáno, že operátor nesmí opustit pracoviště, pokud stroj stojí. Po přestávce operátor přišel včas a ihned se věnoval své práci.



Obrázek 37 – Konec směny operátora 3 (VZ)

Poslední dávku operátor dokončil v 13:40, poté se pár minut věnoval úklidu a předstírání práce, aby v 13:47 pracoviště opustil.

5.4 Analýza toku materiálu a rozpracované výroby

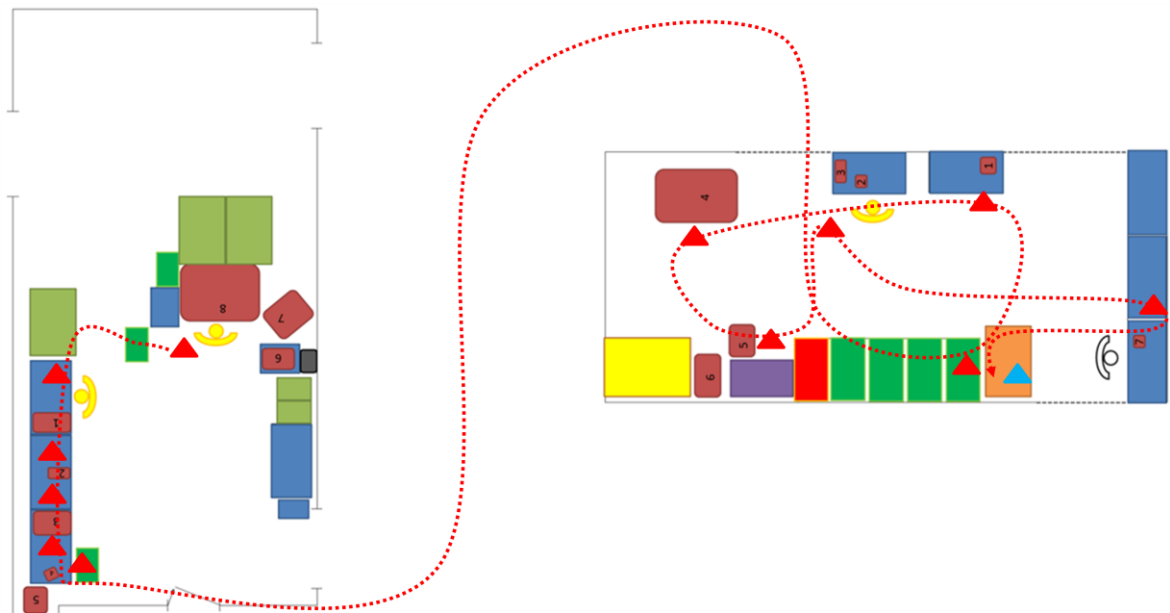
Materiál pro pracoviště 1 je umístěn v přilehlém skladě a je řízen binárně – jde o tělesa cívek a měděný drát. Kostry jsou na pracoviště dodávány buď přímo z přípravy na pracovišti, nebo z jiného pracoviště. Tělesa jsou dodávána buď v krabicích na paletě nebo v KLT přepravkách po 4 kusech. Ať už je to kterákoliv varianta, po dokončení výroby, jsou hotové cívky opět naskládány do původních obalů. V současné době jsou tělesa uložena ve speciálních sáčcích, aby nekorodovala. Z těchto sáčků jednotlivá tělesa operátor vybalí, aby do nich pak hotové výrobky opětovně zabalil. Nově se počítá s používáním absorpčních papírků, které se pouze vloží do přepravky s výrobky.

Drobné komponenty jsou umístěny v regálu v přilehlém skladě. Jejich zásoba není nijak stanovena. Průběžně je doplňuje team-leader. Některé komponenty si musí operátoři průběžně připravovat (např. očka jsou dodávána ve špulce – musí se nastříhat).

První operátor předává navinutou cívku v přepravce o 14 ks pro další zpracování, a to většinou pouhým přenesením k vedlejšímu stolu. Výrobek pak postupně po dávce plyne až k poslední operaci na pracovišti 1 a je naskládán opět do přepravky po 14 ks. Tyto přepravky se stohují na zem a operátor 3 si je odváží. Musí si je naložit na vozík, což je dost neergonomické, protože přepravky jsou těžké (cca 25 – 30 kg), navíc tuto práci často provádí ženy. Problém je hlavně v tom, že musí být zachován princip FIFO, takže operátor musí přepravky přeskládat, aby začal tou nejdříve vyrobenou.

Z pracoviště 1 je rozpracovaná výroba převezena na pracoviště 2, kde je nejdříve u stolu zvážena a pak je po dávce 14 ks vkládána do zakapávacího zařízení, kde se předežhřeje a následovně je za asistence operátora zakapána pryskyřicí. Poté se nanosená hmota ve stroji geluje a vytvrzuje, aby následně mohla být dávka vykládána na vozíček a převezena na ochlazení k větráku. Od větráku si pak operátor 3 převezve vozíček k pracovnímu stolu, již finální výrobek tady zváží, váhu zaznamená na kontrolní kartu, vypočítá množství hmoty na cívce, zkontroluje, zda je odpovídající a taktéž zaznamená do karty.

Pak cívky zkontroluje, naskládá zase do přepravky po 14 ks a přeskládá na stůl pracoviště výstupní kontroly, kterou provádí TH pracovník. Odtud už výrobek zkontrolovaný a případně znovu opravený putuje do skladu hotových výrobků.

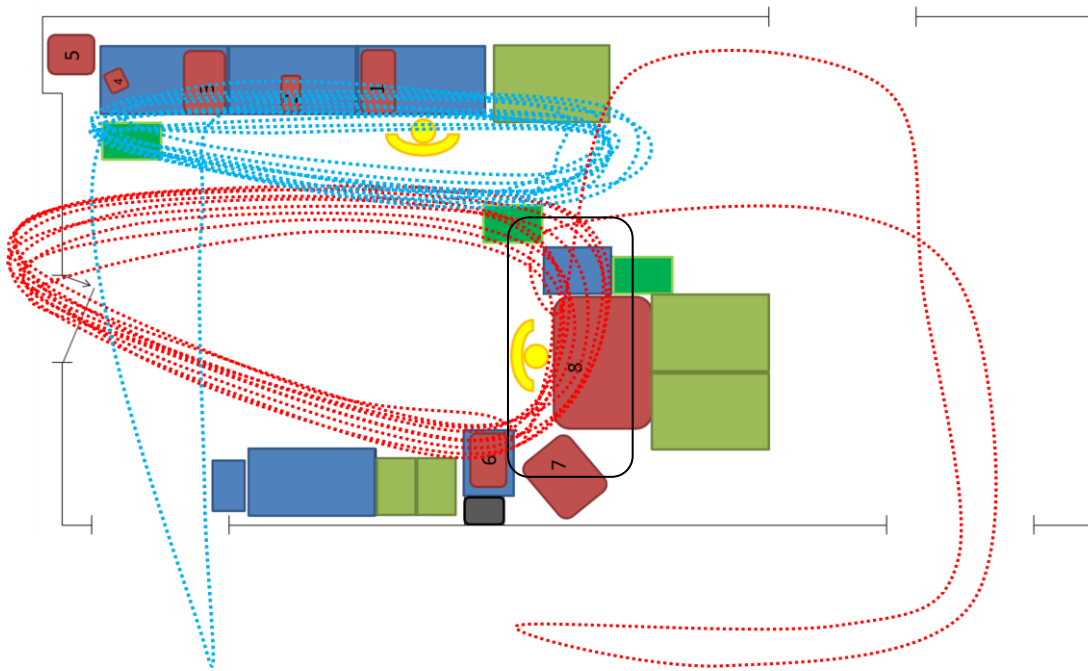


Obrázek 38 – Tok výrobku linkou (VZ)

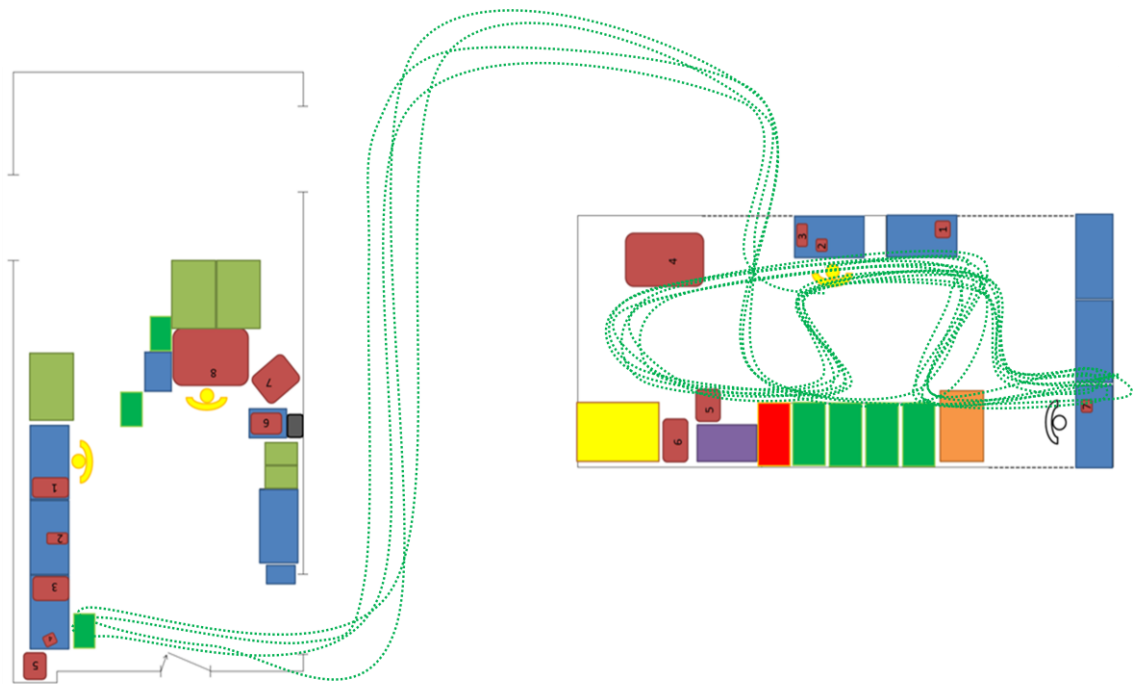
5.5 Analýza pohybu operátorů v průběhu směny

Operátor 1 se při výrobě 1 dávky pohybuje po červené trajektorii (asi 25 m/dávka). Opíše ji tolikrát, kolik dávek vyrobí. Pohyb, při němž je výrobku přidávána hodnota, je minimální (úsek v rámečku, po němž se pohybuje v rámci dávky 7 krát – asi 10 m), zbytek pohybu vykonává v rámci manipulace s bedýnkami od koster, které po každé dávce odnáší do vedlejší místnosti. Pohyb mimo trajektorii vykonával v rámci doplnění polotovarů – těles. Kromě pohybu přímo se vztahujícímu k výrobě vykoná ještě cestu na oběd a mnoho dalších cest po provozovně, jelikož se jedná o team-leadra. Tyto pohyby ovšem nejsou relevantní pro potřeby analýzy.

Operátor 2 se pohybuje po modré trajektorii (cca 12 m/dávka), stejně jako operátor 1 tento pohyb vykoná tolikrát, kolik dávek udělá. Trajektorie je tak dlouhá kvůli zbytečně velkým pracovním plochám a faktu, že se vyrábí v dávce.



Obrázek 39 – Spaghetti diagram pohybu operátora 1 a 2 (VZ)



Obrázek 40 – Spaghetti diagram pohybu operátora 3 (VZ)

Operátor 3 se pohybuje po trajektorii především v rámci svého pracoviště, a to dle počtu vyrobených dávek. Kromě toho si odváží polotovary z pracoviště 1, většinou po třech přepravkách, ale tento počet není nijak definován, takže může při výrobě šesti dávek uskutečnit tuto cestu dvakrát nebo i šestkrát. Vzhledem k tomu, že pracoviště je dlouhé asi 10 metrů a přes 4 metry široké, nachodí cca 30 m při výrobě 1 dávky v rámci pracoviště. Cesta na vedlejší pracoviště je dlouhá asi 25 m.

5.6 Vytvoření současné mapy hodnotového toku (VSM)

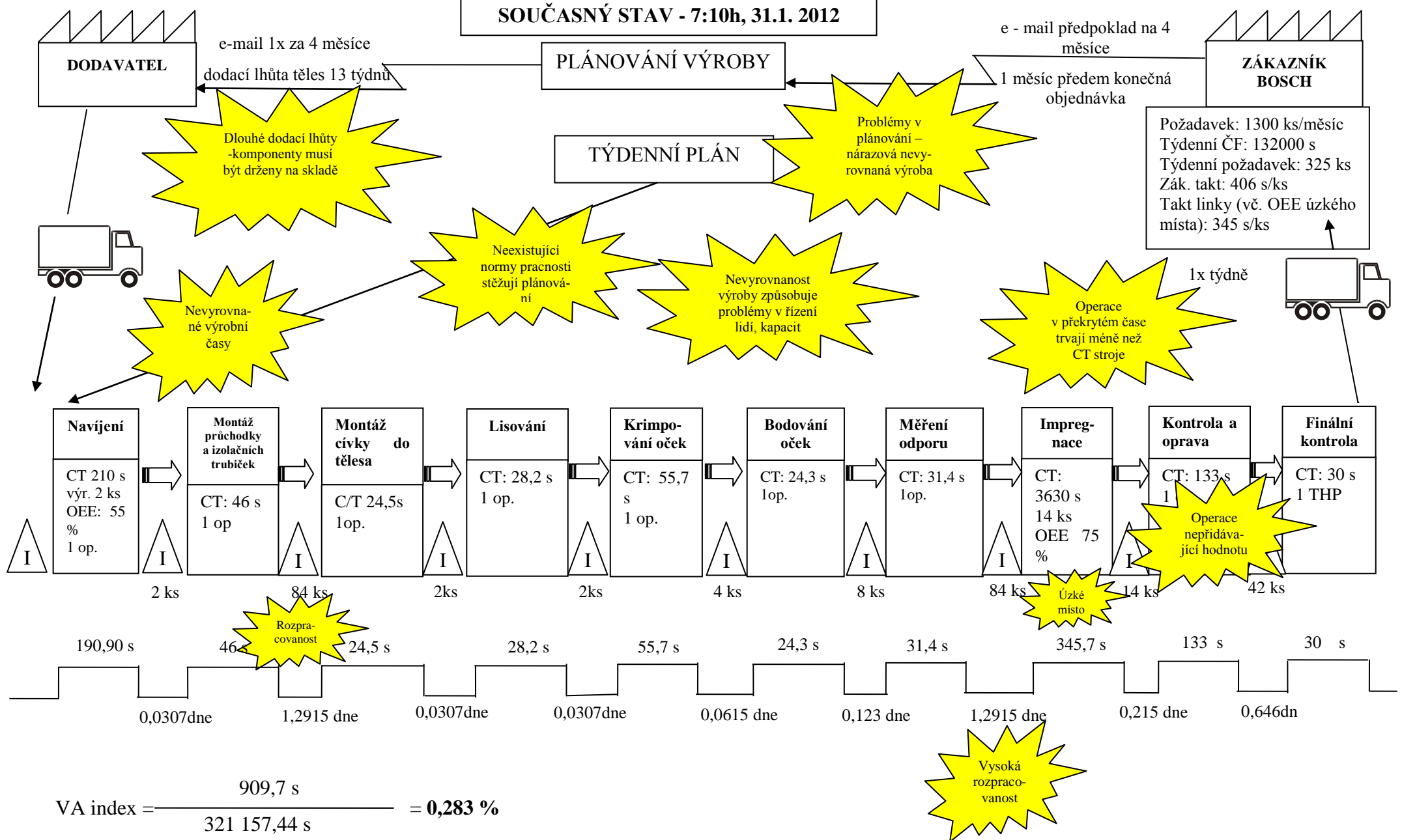
Mapa hodnotového toku cívky typu 150 A byla vytvořena na základě technologických časů a chronometráže.

5.6.1 Výrobní časy na základě chronometráže

1. Pracoviště 1 (čas celkem 109,6 s/ks)
 - a) Obsluha stroje – navíjení – založení do stroje 26s/ks
 - b) Montáž průchodek a izolačních trubiček (dokumentace 4,5s/ks) - 46s/ks
[41,5s/ks operace]
 - c) Lepení pásky 26,1s/ks
 - d) Obsluha stroje – navíjení – vytažení ze stroje (manipulace, příprava přepravky 1s/ks) – 9,5s/ks [7,5s/ks operace]

2. Pracoviště 2 (čas celkem 163s/ks)
 - a) Vkládání vinutí cívky do tělesa cívky (příprava dílů na stůl, vybalení, dokumentace) - 24,5s/ks
 - b) Lisování, zastřížení a případné odizolování vodičů – 28,2s/ks
 - c) Krimpování (dokumentace, měření rozměru krimpování 5x/hod – 55,7 s/ks)
 - d) Bodování (dokumentace) – 24,3s/ks
 - e) Měření odporu (dokumentace, popisování cívek 12s/ks, příprava přepravky, manipulace 6s/ks) – 31,4 s/ks

3. Pracoviště 3 (čas celkem 259,3 s/ks – CT stroje)
 - a) Obsluha stroje - založení do stroje – 13s/ks [operace 13s/ks]
 - b) Impregnace 73s/ks
 - c) Kontrola a oprava (vážení a kalkulace množství laku 37s/ks, dokumentace 36s/ks, manipulace 6s/ks) – 133s/ks [operace 54s]
 - d) Obsluha stroje - vytažení ze stroje (manipulace 15s/ks) – 32s/ks[operace 17s/ks]
 - e) Finální kontrola (30s/ks)



Obrázek 41 – VSM současný stav (VZ)

5.6.2 VSM komentář

Na základě VSM bylo zjištěno, že zákaznický takt je 406 ks/s a linka je schopna vyrábět v taktu 345,71 s (čas úzkého místa – stroj Mazalli včetně OEE). OEE strojů na pracovišti nebylo dosud stanoveno. Tyto hodnoty byly vypočítány na základě pozorování ve 2 dnech. U stroje Mazalli je jako plánovaný čas provozu dosazen čas směny, upravený přírůžkou na sociální přestávku a čištění ve výši 5 % z pracovního fondu 27 000 s. U normovaného času na ks se vychází z průměru cyklového času zakapávání získaného jednodenním pozorováním.

Tabulka 5 - OEE Mazalli (VZ)

MAZALLI M 2641	24.01.12	31.01.12
Disponibilita	83%	83%
Kvalita	90%	92%
Rychlost	99%	99%
CEZ	74%	75%

U navíječky SPIRO MBL 6 je OEE velmi nízké kvůli nízkému využití stroje operátorem, který zastává taktéž funkci team-leadra. Jako plánovaný čas provozu je dosazen čas směny, upravený přírůžkou na sociální přestávku a čištění ve výši 5 % pracovního fondu 27 000 s.

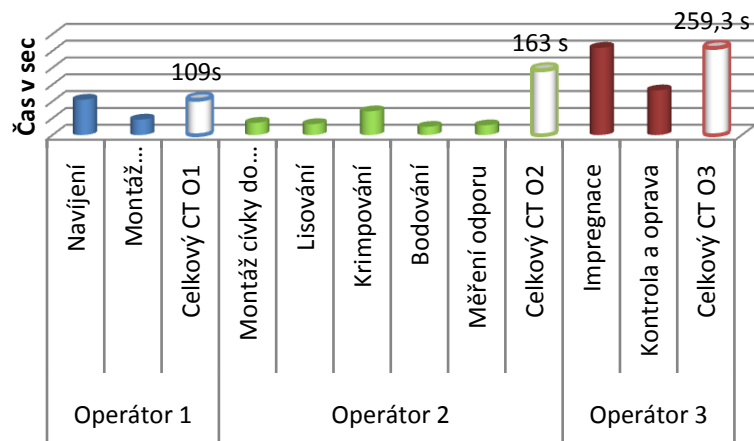
Tabulka 6 - OEE navíječky SPIRO MBL 6 (VZ)

Navíječka SPIRO MBL 6	24.01.12	31.01.12
Disponibilita	65%	68%
Kvalita	99%	98%
Rychlost	88%	79%
CEZ	56%	53%

Dále byl vypočítán index současné přidané hodnoty, který činí 0,283 %. Ten bude později porovnán s indexem potencionálním (po zavedení navržených změn). Největší problém zřejmý z VSM je ten, že jednotlivé časy operací přidělených operátorům jsou velmi nevyvážené. Ke srovnání však, nepostačí vycházet z informací VSM, protože množství operací je prováděno v překrytém čase.

5.6.3 Potřeba operátorů

Potřeba operátorů je stanovena jako podíl celkového času operátorů a zákaznického taktu. V našem případě, pokud bereme součet průměrných časů výroby 1 ks všech 3 operátorů, je to 531 sec / 397 sec při průměrné výrobě 325 ks/týden, tedy 1,34, tzn. 2 operátory.



Graf 14 – Průměrné časy výroby 1 ks na jednotlivých pracovištích (VZ)

Na grafu můžeme porovnat časy prováděných operací jednotlivých operátorů na 1 ks. Je zřejmé, že montáž průchodky se provádí v překrytém čase navíjení, stejně jako kontrola a oprava se provádí v překrytém čase impregnace. Z grafu je patrné, že výrobek nemůže procházet procesem plynule, jelikož operátor 1 je schopen za dobu opracování výrobku operátorem 2 vyrobit skoro 2 ks a za dobu práce na výrobku operátorem 3 téměř 2,5 ks výrobku.

Výroba není rovnoměrná a odvíjí se od skutečné měsíční poptávky zákazníka, což způsobuje problémy v jejím řízení. Nejsou stanoveny normy pracnosti, tudíž se výroba stanovuje pouze odhadem. Tohoto faktu využívají operátoři, kteří by stihli vyrobit více, a to i v úzkém místě. Změny prováděné na procesu výroby cívek 150 A a 180 A (jejich výroba se liší zanedbatelně) budou zaměřeny na vybalancování práce operátorů, tak aby výrobek mohl co nejplynuleji procházet procesem bez zbytečné rozpracovanosti, manipulace a administrativy.

5.7 Shrnutí

Tato rozsáhlá kapitola se zabývá sběrem relevantních dat a následně jejich detailní analýzou. V první části jde především o popis současné situace a důkladné prostudování pracoviště, layoutu, uspořádání pracovních ploch, vizualizace, standardizace, výrobních procesů. Velmi důležitou roli hraje v kapitole snímkování pracovního dne, které je základem pro analytickou část - východiskem pro analýzu toku materiálu, výroby, pohybu operátorů v průběhu výrobního procesu a v neposlední řadě pro tvorbu VSM. Mapa hodnotového toku je kromě Spaghetti diagramů pohybu operátorů jedním z nejdůležitějších výstupů analýzy. Jelikož se tato kapitola důsledně držela metod PI, mohou být na její bázi navržena nápravná opatření potřebná pro optimalizaci linky.

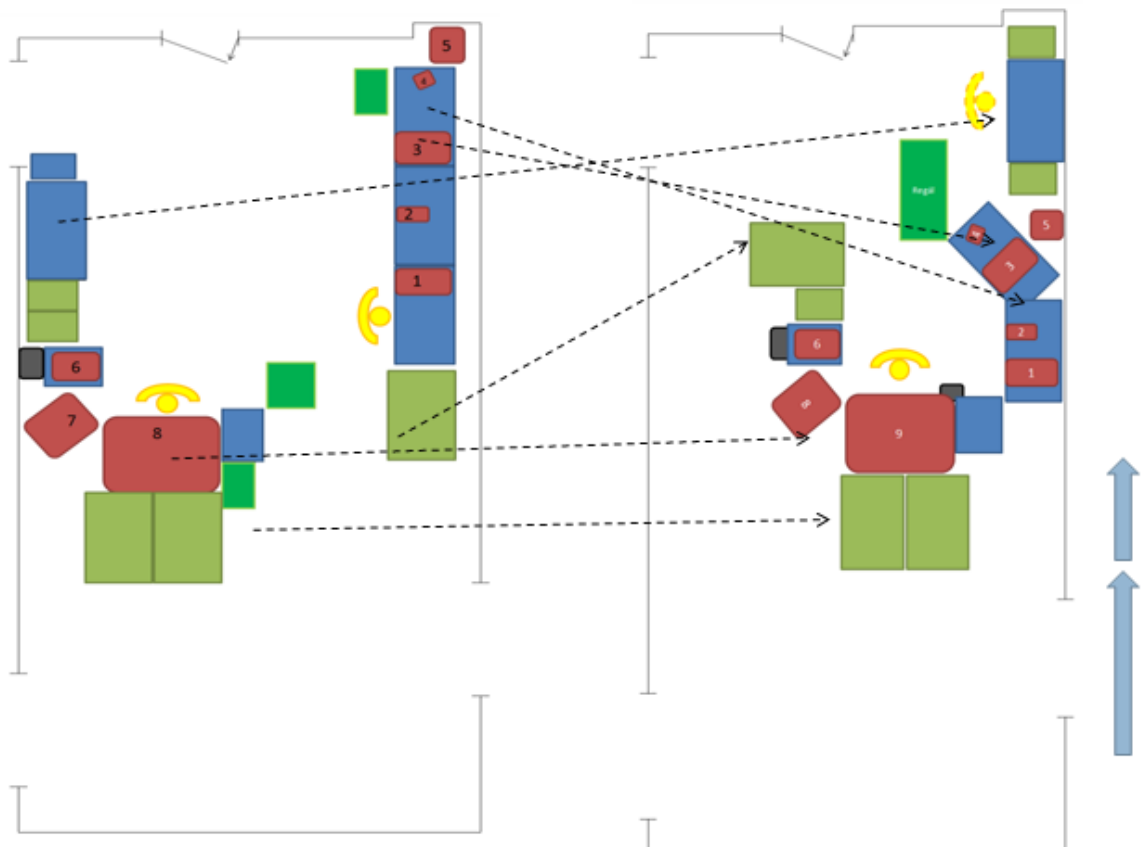
6 NÁVRHY NA ZLEPŠENÍ

6.1 Návrhy změny uspořádání pracoviště

6.1.1 Layout pracoviště 1

Pracoviště je přizpůsobeno pro práci jednoho operátora linky a popřípadě jednoho operátora opravy koster. Došlo k podstatnému zmenšení pracovní plochy, a to díky snížení dávky z 14 ks na 2 ks. Pracoviště opravy koster, které k lince přímo nepatří, bylo přesunuto k protilehlé stěně. Stroj na navíjení bude taktéž nutné přesunout na protější stranu. Díky eliminaci pracovní plochy uvolníme část celkové plochy pracoviště a zároveň plochu pro pracoviště 1 využijeme maximálně.

Na níže uvedeném obrázku jsou zakresleny změny v layoutu. Dále v textu je pak obrázek nového layoutu detailnější.



Obrázek 42 - Původní layout vs. nový layout (VZ)

6.1.1.1 Nápravná opatření a zlepšení

Díky změně layoutu dosáhneme zkrácení dráhy chůze z cca 11 m na 7 m. Dojde k vytvoření U-buňky, která je z hlediska co nejkratší trajektorie chůze jednou z nejlepších možností uspořádání. Aby byla navíječka (č. 9) dostupná ze zadní strany (důležité při seřizování), je třeba řídicí jednotku stroje (č. 8) umístit na pojízdný stolek s aretačními kolečky – proto, aby operátor při seřizování nemusel obcházet celou linku.

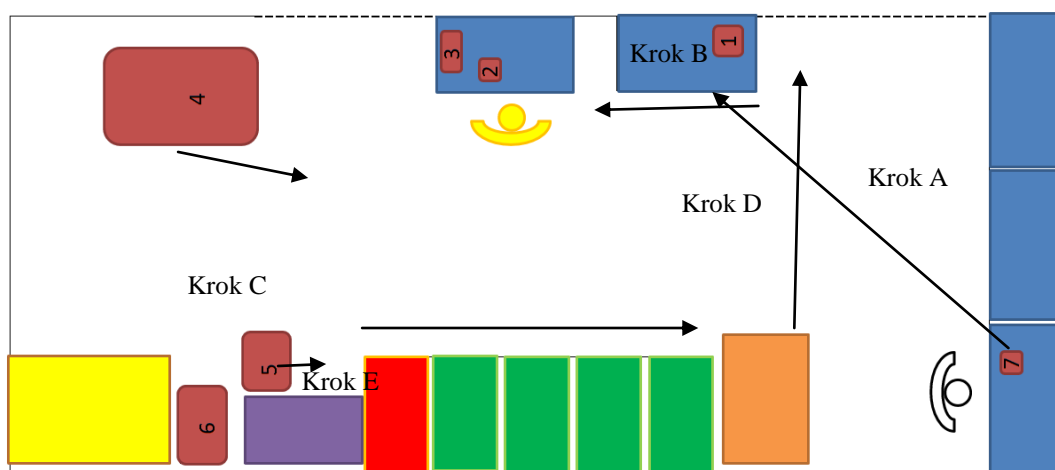
Vstupní materiál – tělesa a kostry budou umístěny na začátku a zároveň konci procesu, tudíž operátor se při dokončení kusů přirozeně dostane ke vstupům. Pracovní plocha bude zvýšena na 98 cm pro práci ve stoje.

Zároveň by z hlediska větší ergonmičnosti pracoviště bylo vhodné zakoupit měkké tzv. proti-únavové rohože, které izolují chodidla od tvrdé betonové podlahy a „barovou otočnou židli“ bez koleček ke krimpovacímu lisu a bodové svářečce.

K pracovní ploše budou připevněny závěsné panely na nářadí, návodky, atd.

Změnou layoutu dojde k podstatnému zkrácení chůze v rámci buňky. Plocha, kterou buňka na pracovišti okupuje, se zmenší z původních cca 32 m² na 21,2 m². Dojde tedy k úspoře 10,8 m².

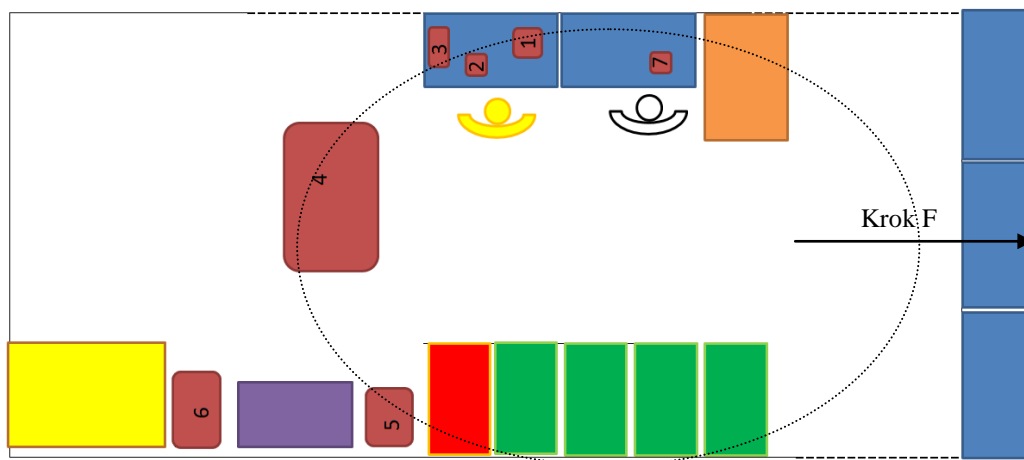
6.1.2 Layout pracoviště 2



Obrázek 44 – Původní layout (VZ)

Nové uspořádání podstatně sníží plochu pracoviště a zkrátí přechody operátora. Stůl finální kontroly se přesune na druhý pracovní stůl operátora (krok A), který se dříve využíval pro vážení. Vážení, kontrolu i opravu bude provádět na jedné pracovní ploše a přímo skládat na stůl finální kontroly (krok B). Stroj Mazalli bude přemístěn tak, aby byl dostupnější

(krok C). Přesuneme taktěž paletu pro hotové výrobky hned vedle finální kontroly (krok D) a větrák (krok E).



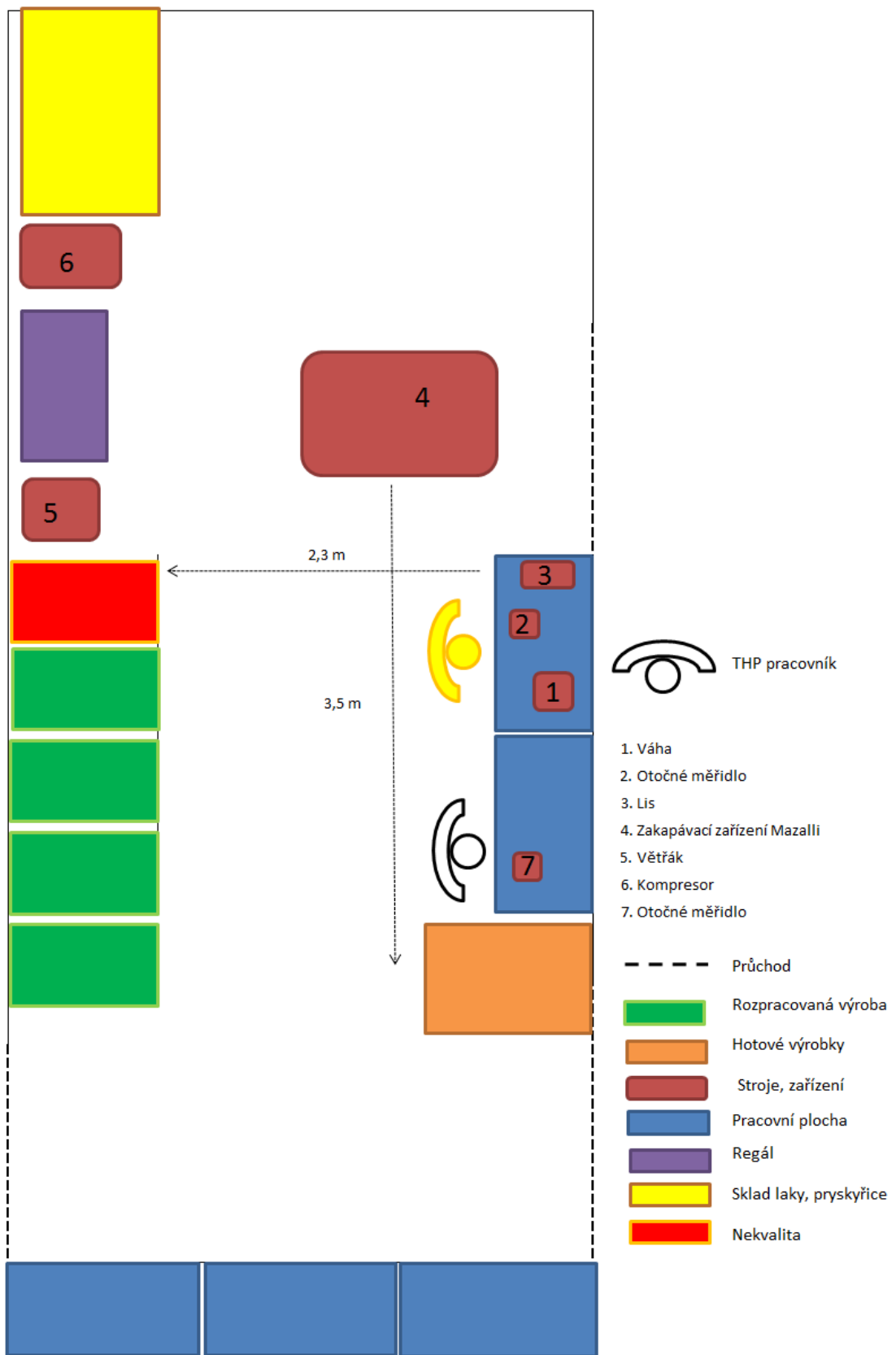
Obrázek 45 – Nový layout (VZ)

6.1.2.1 Nápravná opatření a zlepšení

Nové uspořádání podstatně sníží plochu pracoviště a zkrátí přechody operátora. Z původních cca 43 m² se zmenší na 24 m². Pokud by bylo třeba získat další kapacity, bylo by možné celé pracoviště přesunout k zadní stěně (krok F na novém layoutu). Tím by se uvolnila plocha cca 19 m².

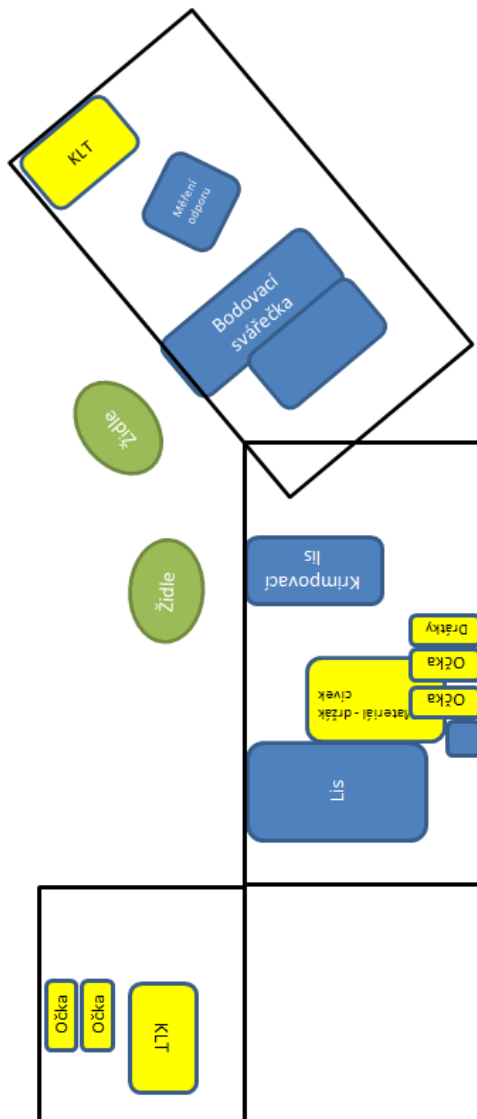
Pokud by se podařilo přesunout finální kontrolu na operátora, bude tuto operaci provádět na vedlejším pracovním stole, který dříve využívala pro vážení. Popřípadě by ji tam mohl provádět i THP pracovník.

Celé pracoviště bude upraveno na práci ve stoje nebo na vysoké židli, taktěž by bylo vhodné pořízení gumových tlumících rohoží.



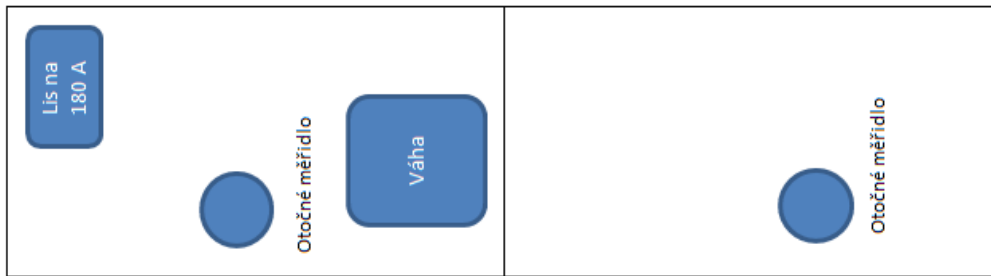
Obrázek 46 – Nový layout s popisky (VZ)

6.1.3 Uspořádání strojů a nástrojů na pracovištích



Obrázek 47 – Uspořádání pracovní plochy na pracovišti 1(VZ)

Na stole s lisem a krimpovacím lisem bude buď na „jeřábu“ zavěšená nebo jinak vhodně uložená odizolovačka, aby byla snadno dostupná a přesto nezavazela. Taky krabičky na očka a drátky budou umístěny na závěsné stěně stolu, aby nebraly místo na stole. Stejně tak nářadí, které má operátor na stole v krabičce, bude umístěno na závěsném panelu. Pracovní plocha bude zmenšena o 0,9 m² a její povrch bude maximálně využit.



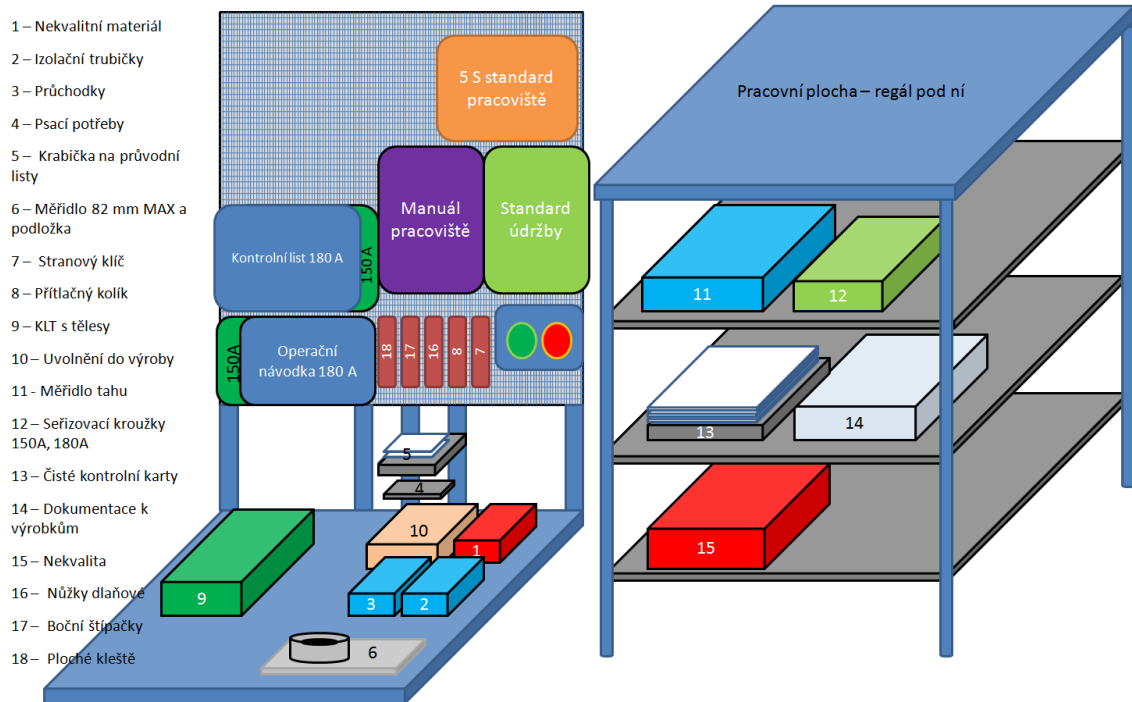
Obrázek 48 – Uspořádání pracovní plochy na pracovišti 2 (VZ)

Na pracovišti 2 bude jedinou změnou přesunutí všech zařízení na jediný stůl. Přesunem finální kontroly na stůl operátora bude dosaženo úspory 1,8 m² pracovní plochy.

Stoly budou mít jednotný rozměr 130 x 70 x 98 cm. 98 cm je výška pracovní ploch pro práci ve stoje pro ženy, které na těchto pracovištích pracují především.

6.1.4 Uspořádání pracovních ploch a panelů

6.1.4.1 Pracovní plocha 1 - navíjení, montáž

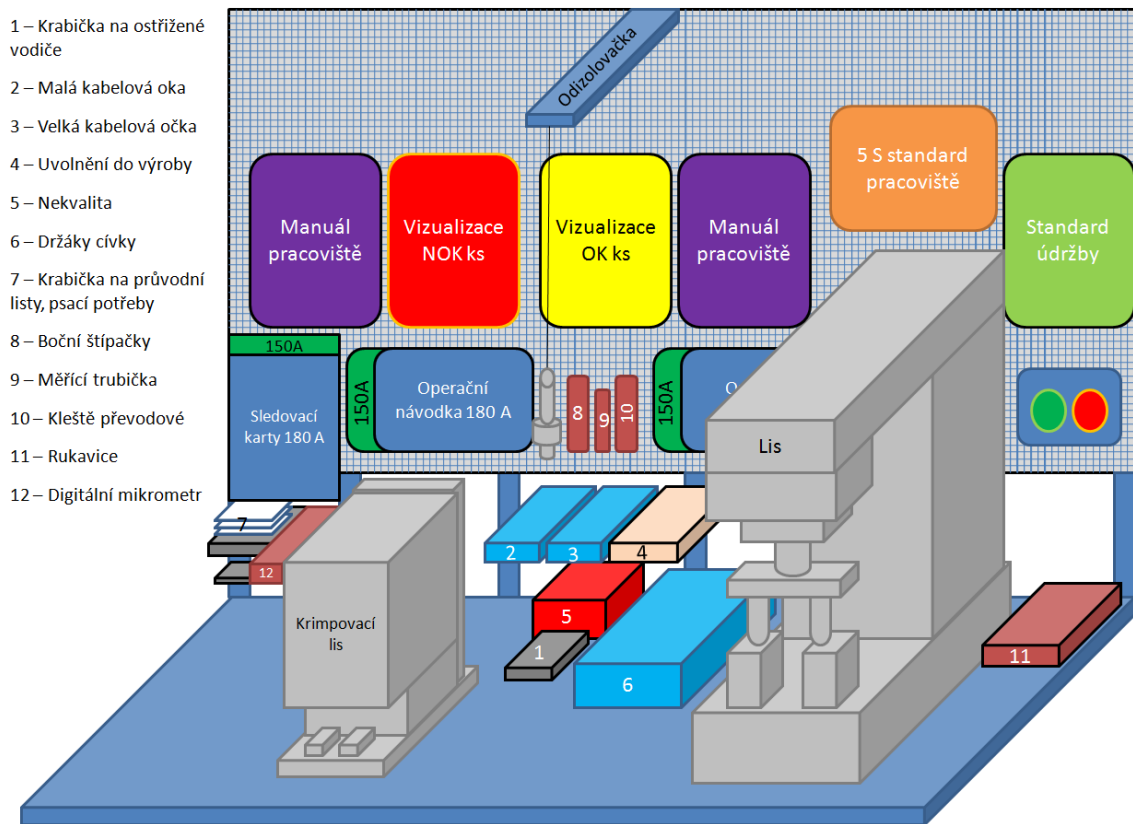


Obrázek 49 – Pracovní plocha 1(VZ)

První pracovní plocha doléhající zprava na navíječku je i v současné době řešena jako regál a je svou výškou vyhovující práci ve stoje. Původně se používala pouze pro montáž průchodek a izolačních trubiček. Nyní se na ní bude provádět taktéž montáž jádra cívky do

tělesa cívky. Na stole tedy přibude KLT přepravka s tělesy, naopak zmizí volně ložené průvodky, které budou umístěny v krabičce na závěsném panelu pracoviště. Tam bude zavěšen taktéž standard údržby včetně semaforu signalizujícího provedení kontroly a údržby, manuál pracoviště (vypnutí, zapnutí, nastavení stroje), (příloha PII) a operační návodky (budou sloučeny návodky navíjení a montáže jádra cívky do tělesa cívky). Operační návodky (příloha PI) budou oboustranné, zelená pro typ 150 A, modrá pro typ 180 A. Dále se na panelu objeví 5S standard pracoviště a kontrolní listy pro oba typy, do nichž se při začátku směny zapisují požadované naměřené hodnoty (tah a odpor vodiče). Budou zacvaknuty v deskách (oboustranné akceptující barevné rozlišení typů), tyto desky budou z panelu snadno snímatelné. Dále bude na panelu umístěn stranový klíč používaný na založení do stroje a přítlačný kolík. Na pracovní ploše pak najdeme krabičky s izolačními trubičkami a průchodkami spolu s krabičkou na nekvalitní komponenty (trubičky na typ 180A bývají často příliš úzké). Podložka s kontrolním měřidlem zůstává v nezměněné podobě. Seřizovací kroužky budou z pracovní plochy přesunuty do regálu vedle měřícího přístroje. V regálu najdeme taktéž čisté kontrolní listy a dokumentaci k výrobkům, která je nyní v pořadači na okně. V poslední přihrádce pak zůstává bedna pro nekvalitu.

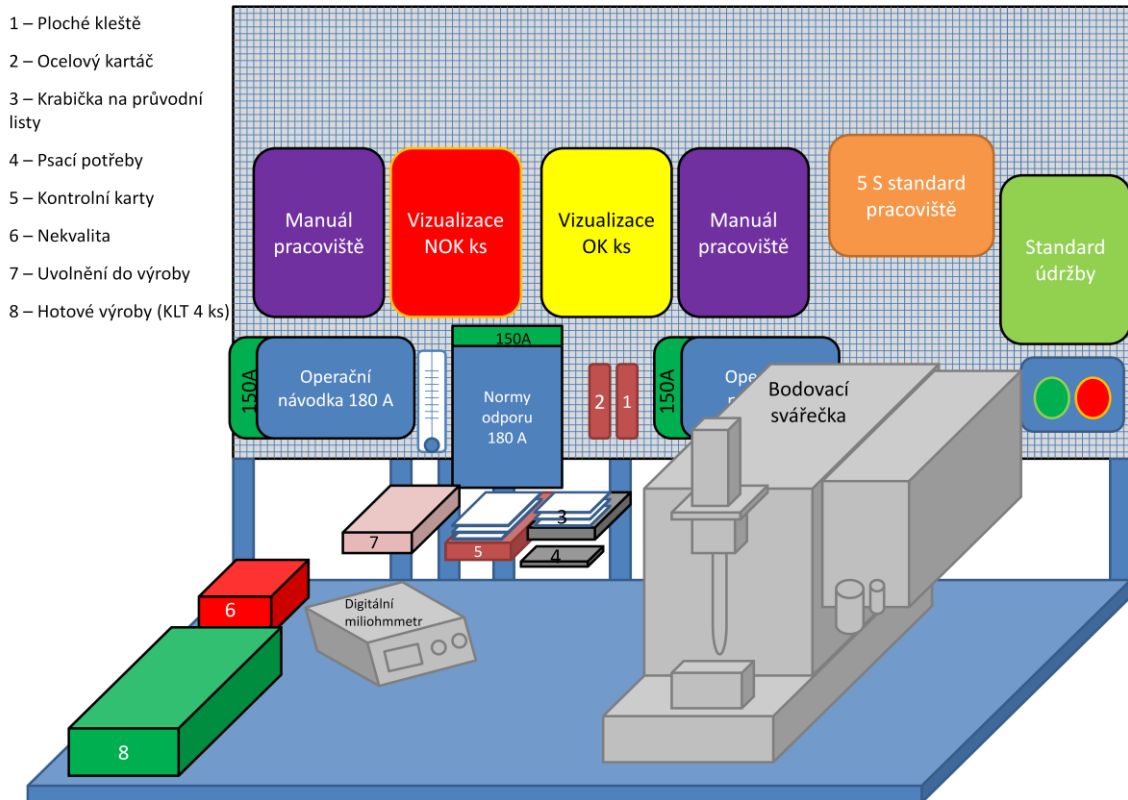
6.1.4.2 Pracovní plocha 2 – lisování, krimpování



Obrázek 50 – Pracovní plocha 2 (VZ)

Na druhé pracovní ploše se udála řada změn. Tou nejmarkantnější je asi přesunutí krimpovacího lisu. Kabelová oka budou přesunuta do krabiček umístěných na regálu, stejně jako místo pro uložení uvolněné výroby, krabiček na psací potřeby a průvodní listy. Veškeré nářadí bude umístěno na panelu. Bylo by vhodné prodiskutovat systém umístění odizolovačky – na „jeřáb“ jako je na obrázku či volně na pracovní plochu. Na panelu budou umístěny veškeré standardy, vizualizace a operační návodky, upraveny jak bylo dříve zmíněno, dle typu výrobku. Dále budou na panel umístěny sledovací karty (je stanovena četnost měření slisování a krimpování oček) stejným způsobem jako na předchozí pracovní ploše.

6.1.4.3 Pracovní plocha 3 – bodování, měření



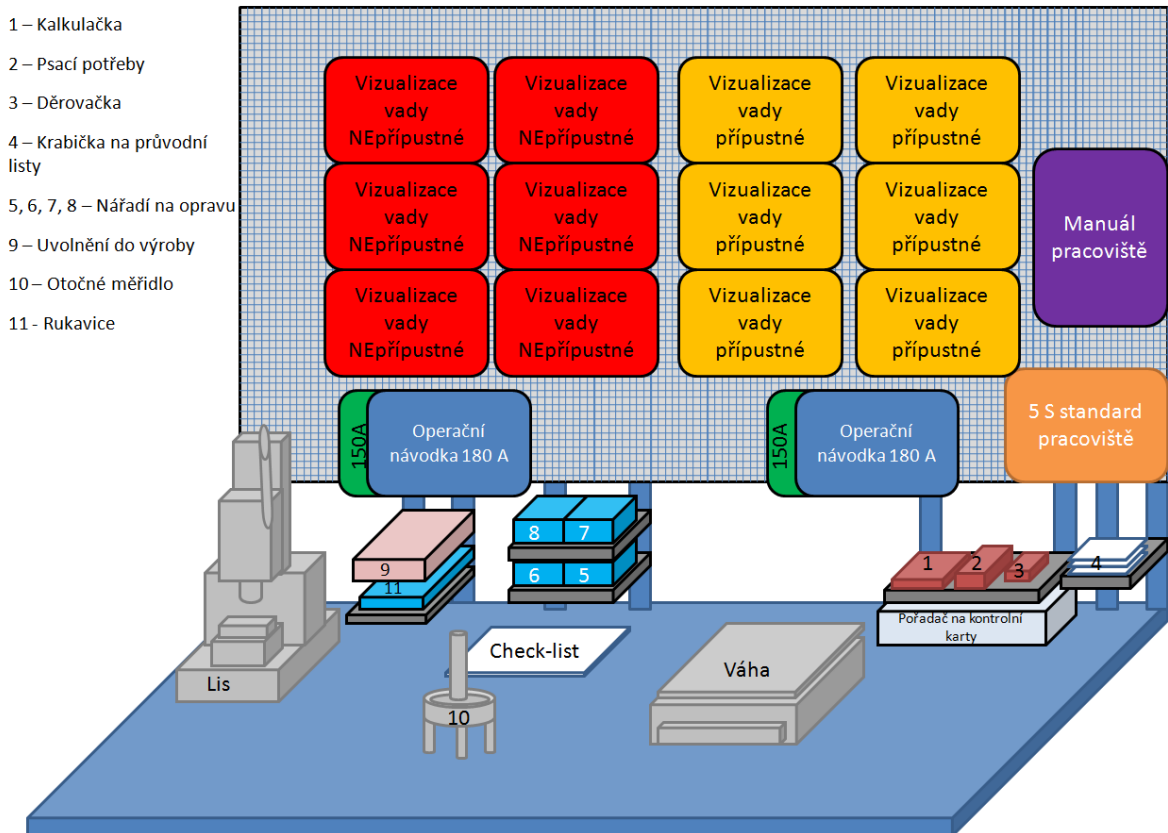
Obrázek 51 – Pracovní plocha 3 (VZ)

Třetí pracovní plocha zůstane téměř nezměněna, až na přidání KLT přepravky a regálu na kontrolní karty (příloha PIII), průvodky, psací potřeby a uvolnění do výroby. Nářadí bude přesunuto na panel. V současné době mají operátoři normy odporu a jejich přepočty na jednom listu na stole v barevně odlišených tabulkách. Nově by byl na panel přemístěn teploměr a vedle něj pak oboustranně barevně rozlišené karty s přepočtem odporu. Aby se operátoři snáze orientovali v těchto klíčových údajích, budou listy připevněny na magnetickou podložku a z každé strany pak bude posuvné okénko, které si operátor posune na řádek, v němž se podle teploty v místnosti pohybuje.

Přepočtení odporu 180A		
22 °C		
Teplota	MIN odpor	MAX odpor

Obrázek 52 – Tabulka pro přepočtení odporu (VZ)

6.1.4.4 Pracovní plocha 4 - oprava, vážení, kontrola

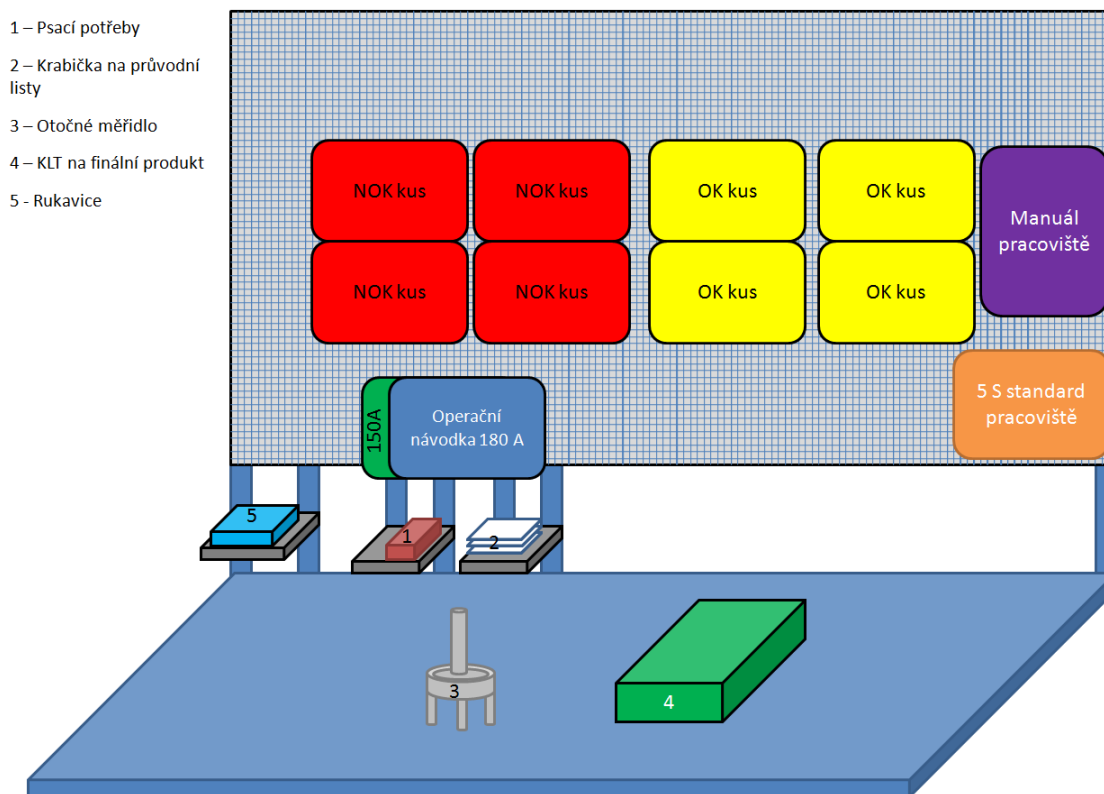


Obrázek 53 – Pracovní plocha 4 (VZ)

Na pracovišti opravy, kontroly a měření po impregnaci je nutné přepracovat vizualizaci vad, ta je v angličtině a překlady jsou téměř neviditelné. Taktéž by bylo vhodné barevně odlišit vizualizaci vad přípustných a nepřípustných – aktualizovat současnou vizualizaci (příloha P IV). Na regál na panelu budou umístěny psací potřeby, kalkulačka, děrovačka a pod ním pak bude umístěn pořadač na kontrolní karty a sledovací listy. Nářadí, které bylo dosud v šuplíku pod stolem, bude přemístěno do krabiček na regále. Operační návodky budou umístěny obdobně jako na předchozích pracovištích. Veškerá potřebná zařízení budou přesunuta na jediný stůl.

6.1.4.5 Pracovní plocha 5 - finální kontrola

Pracovní plocha finální kontroly bude volná, aby na ni mohly být výrobky skládány přímo z předchozího pracoviště. Na panelu bude vizualizace OK a NOK kusů barevně odlišená. Kusy po finální kontrole se budou skládat do KLT přepravek a v těch pak skládány na paletu s hotovými výrobky.



Obrázek 54 – Pracovní plocha 5 (VZ)

6.1.5 Nápravná opatření a zlepšení pracovních ploch

Uspořádání pracovních ploch bude řešeno s maximálním využitím každého prostoru, jelikož došlo k jejich celkovému zmenšení na obou pracovištích bezmála o 3 m². K tomuto mohlo dojít pouze díky racionalizaci uspořádání náradí, nástrojů, strojů, přepravek, a to velkou měrou prostřednictvím závěsných panelů, na nichž budou připevněny přepravky, poličky, nástroje, ale také veškerá vizualizace, pro kterou byl dosud na pracovišti vyhrazen příliš malý prostor.

Nové operační návodky budou vypracovány jednotně v oboustranné podobě, kdy každá strana barvou rámečku signalizuje výrobek, pro nějž je určena (150A zelená, 180A modrá). Díky modernějšímu zpracování včetně fotografií u jednotlivých kroků operace bude pracoviště fungovat mnohem autonomněji.

Dalším zlepšením je aktualizace kontrolních karet, z nichž se využívá asi jedna třetina (příloha PIII). Díky ní bude eliminováno duplikování naměřených informací operátory, které zapříčiňovala nevhodná velikost karet (linky a řádky byly příliš úzké, nepřehledné).

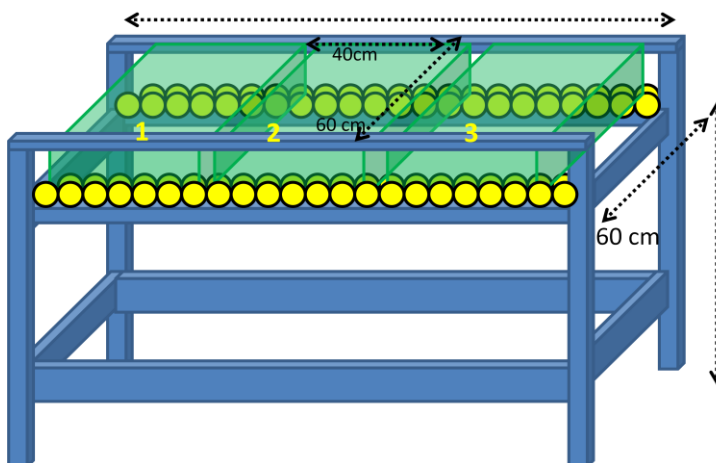
Vizualizace norem pro přepočet odporu na pracovišti 1 přispěje k mnohem snazší orientaci a ušetření času hledáním této informace. V neposlední řadě je třeba zmínit systém signali-

zace provedení údržby a kontroly strojů prostřednictvím semaforu oproti původnímu vyplňování a podepisování kontrolního listu.

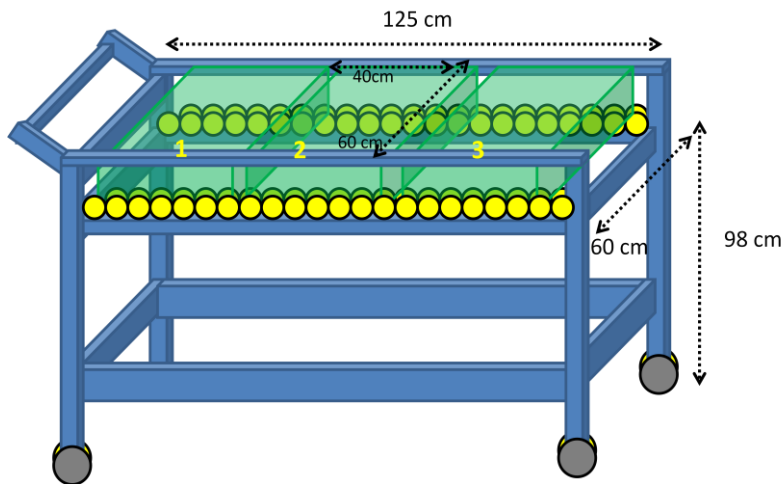
6.1.6 Návrhy manipulačních prostředků

Jak bylo již dříve zmíněno, pracoviště 1 a 2 nejsou ve stejné místnosti, ale vzdáleny asi 30 metrů od sebe. Problém není ani tak vzdálenost, ale spíše váha přepravek se 14 ks cívek. Je totiž požadováno dodržování FIFO, takže operátor z pracoviště 2 musí pracovat na nejdříve připravených kusech. Jelikož průběžná doba výroby pracoviště 1 je kratší, dochází ke stohování přepravek. Tyto pak musí operátor (nejčastěji žena) překládat na vozíček a teprve takto seřazené odvézt. K odstranění tohoto problému by mohl posloužit navržený vozíček. Je rozměrově upraven, aby dosedl k regálu na pracovištích (na obrázcích níže) a vešly se na něj přesně 3 přepravky. Snadnou manipulaci zabezpečují válečky, po nichž se přepravky jednoduše natáhnou na vozíček a poté do regálu na pracovišti 2. Je nutné na pracovišti 1 zachovat postup skládání přepravek dle čísel na regálu, aby pak operátor 2 přesunutím na regál docílil toho, že dojde k přeskládání dle přístupu FIFO.

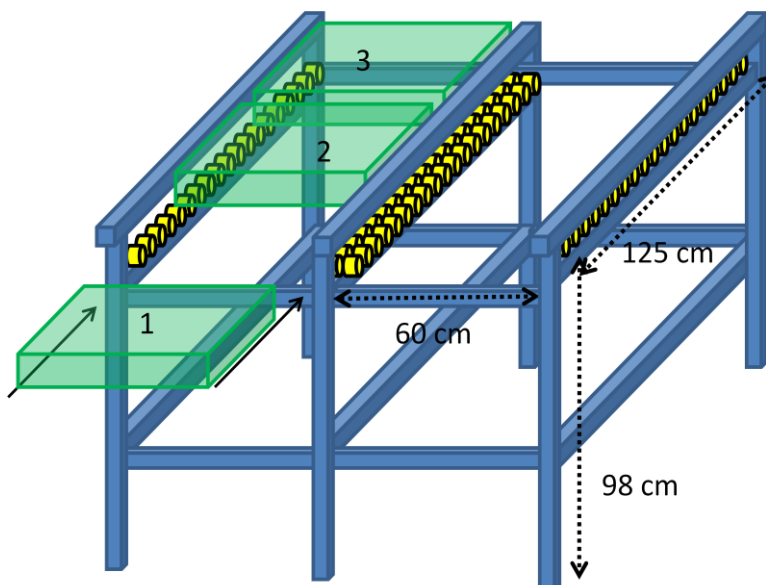
Navržený vozíček bude sloužit k manipulaci mezi pracovištěm. Na pracovišti 2 zůstane navíc vozíček na vyskládání kusů ze stroje stejný jako doposud, jen zvýšený na 98 cm, aby dosedl k pracovní desce a obdobný vozíček na prevoz kusů z regálu na zvažení před vkládáním do stroje.



Obrázek 55 – Regál na rozpracovanou výrobu na pracovišti 1(VZ)



Obrázek 56 – Vozíček na manipulaci s rozpracovanou výrobou mezi pracovišti (VZ)



Obrázek 57 – Regál na rozpracovanou výrobu s řazením FIFO na pracovišti 2(VZ)

6.1.6.1 Nápravná opatření a zlepšení

Eliminace velmi neergonomické manipulace s více než 25 kg vážícími přepravkami je jednou z nesporných výhod navrženého manipulačního vybavení. Další výhodou je zajištění principu FIFO tímto zařízením. Důležité je též, že svou kapacitou určuje maximální rozpracovanost mezi pracovišti. Díky použití válečků bude manipulace s přepravkami velmi snadná a rychlá.

6.2 Balancování linky

6.2.1 Srovnání naměřených časů a norem pracnosti

PROCES	Průměr náměrů		FIREMNÍ NORMY		ROZDÍL [ks]	ROZDÍL [%]
	CYKLUS [s]	NORMA/SMĚNA	CYKLUS [s]	NORMA/SMĚNA		
Navíjení, montáž izolačních trubiček	109,6	234	193,8	132	102	77%
Operátor 1	109,6	234	72	356	-122	-34%
Vkládání jádra cívky do tělesa, lisování	51,7	496	63,1	406	90	22%
Krimpování	55,7	461	50,5	508	-47	-9%
Bodování	24,3	1056	31,8	807	249	31%
Kontrola, zápis	31,42	816	19,2	1336	-520	-39%
Operátor 2	163,12	157	164,6	156	1	1%
Impregnace (oprava, kontrola)	259,3	99	343,2	75	24	32%
Operátor 3	259,3	99	343,2	75	24	32%

Tabulka 7 – Náměry a normy pracnosti (VZ)

Ve výše uvedené tabulce jsou srovnány průměrné náměry časů operací, tak jak probíhají v současné době s firemními normami pracnosti. Je zcela patrné, že normy jsou neaktuální a někdy jsou příliš vysoké, někdy naopak příliš nízké. Při výpočtu norma/směna je vycházeno z pracovního fondu směny zkráceného o čas určený na odpočinek (WC, jídlo, pití), který dle Výzkumného ústavu bezpečnosti práce činí 3 – 5 % - pro naše potřeby 3 % z celkového času směny a o čas určený na čištění a údržbu dle snímku pracovního dne stanovený na 2 % z celkového času směny – tedy 25 650 s (pracovní fond směny činí 27 000 s).

Norma pracnosti je klíčovou informací pro určení množství výroby za směnu. Zároveň je z tabulky patrná nerovnoměrnost výrobních časů jednotlivých operátorů. Proto cílem balancování bude rozvrhnout práci tak, aby byli operátoři maximálně využiti a byli schopni vyrobit potřebné množství. Poté by bylo vhodné revidovat normy pracnosti.

Pro potřeby balancování byla již dříve navržena řada změn layoutu, pracovních ploch, manipulačních prostředků, tak aby bylo možno převést práci na pracovišti 1 z 2 operátorů na 1. Důležitým motivem pro toto rozhodnutí je existence úzkého místa – stroj na pracovišti 2, ale také předpovídaná poptávka po výrobcích. Podmínkou je školení a trénink operátorů, aby byli schopni zvládnout celý proces výroby na pracovišti 1.

6.2.2 Úzké místo – zalévání na zařízení Mazalli

Cyklové časy stroje:

1. a) Předehřátí před zahájením práce 15 min (900 sec)
b) Předehřátí normální cyklus 5 min (300 sec)
2. Zakapávání 15 min (900 sec) – ale průměrná doba zakapávání činí 17 min (1020 sec), je to doba nutná ke kvalitnímu zakapání a eliminaci chyb na laku
3. Gelování - 2 min změna teploty, 10 min gelování (720 sec)
4. Vytvrzování – 2 min změna teploty, 20 min vytvrzování (1320 sec)

Ruční časy:

1. Založení do stroje – průměrný čas na 1 ks = 13 sec, (182 sec/dávka)
2. Vytažení ze stroje - průměrný čas na 1 ks = 17 sec, (238 sec/dávka)

Celkem: běžný cyklus 3780 sec (63 min)

6.2.2.1 Maximální objem jednodenní výroby při práci na 1 směnu

Tabulka 8 - Maximální objem jednodenní výroby – rozpis prací (VZ)

Cyklus	Čas začátku	Čas konce
1. dávka	6:15 (6:00-6:15 probíhá předehřev)	7:18
2. dávka	7:20	8:23
3. dávka	8:25	9:28
4. dávka	9:30	10:33
5. dávka	10:35 (10:43-11:00 zakapávání) 11:00 – 11:30 stroj pracuje bez obsluhy	11:38
6. dávka	11:40	12:43
7. dávka	12:45	13:48
Celkem možnost vyrobit 7 dávek, tzn. 98 ks za 1 směnu.		

V současné době se na pracovišti zalévání vyrábí maximálně 6 dávek, a to proto, že na pracovišti není stanovena žádná norma pracnosti a operátor sám si rozvrhne práci, a to tak, že více nestihne. Vznikají prostoje stroje z důvodů manipulace, která by měla a mohla být prováděna za chodu stroje, dále pak proto, že operátor odchází na přestávku po operaci založení do stroje, kdy po předehřátí následuje operace zakapávání, která se provádí za aktivní účasti operátora. Jelikož na pracovišti nebude, pouze založí do stroje a nezapne cyklus předehřev. Stroj má tedy 30 minutový prostoj. Přitom lze rozvrhnout čas vkládání do stroje tak, aby operátor odcházel na přestávku v době, kdy stroj pracuje bez jeho účasti, jak je nastíněno ve výše uvedené tabulce.

6.2.3 Pracoviště 1

Na základě provedených analýz (předpověď prodeje, potřeba pracovníků, výrobní časy) se jako nejvhodnější varianta zdá rozbalancovat linku na 2 operátory na 2 pracovištích při dávce 2 ks, dáno kapacitou navíječky. Cívky tedy na pracovišti 1 budou procházet procesem po 2 ks až do naplnění 4 KLT přepravek (1 bude naplněna z poloviny). Jelikož stroj na pracovišti 2 zalévá v dávce 14 ks, bude si operátor 2 odvážet vždy celou dávku v KLT přepravkách prostřednictvím navrženého manipulačního zařízení.

6.2.3.1 Navíjení

Nově bude veškeré operace provádět jeden operátor. Navíjení probíhá po 2 ks. Lepicí pásku bude rovnou lepit na cívku, ne si ji přichystávat na stroj. Jelikož práce v překrytém čase stroje nevyužívá celý cyklový čas stroje, bude v tomto čase, kromě montáže izolačních trubiček a průchodky, provádět ještě spojení cívky s tělesem cívky a chystání těles v KLT po 4 ks. V době, kdy nyní čekal asi 20 sec na zavedení drátu do cívky, aby jej přitlačil na kostru, bude montovat průchodky a izolační trubičky na 1 ks. Díky této úspoře bude možné převést do překrytého času další operace.

Tabulka 9 - Basic MOST Navíjení (VZ)

Navíjení v sec na 2 ks	
Název / popis úkonu (operace)	Čas úkonu (s.)
Vezme kostru a vloží do stroje	4,32
Nasadí objímku a podložku	5,76
Zatáhne matici rukou	5,76
Zašroubuje matici trnu klíčem	7,92
Zapne stroj (dvě tlačítka)	1,44
Vezme dvě nové kostry, položí na stroj	4,76
Uchopí cívku, vyrovná vodiče	4,50
Vezme průchodku, nasadí	5,58
Uchopí nástroj a dotlačí drát na cívce	4,68
Uchopí cívku, vyrovná vodiče	4,50
Vezme průchodku, nasadí	5,58
Uchopí cívku a vyrovná vodiče	9,00
Vezme izolační trubičku a nasadí	16,2
Vezme a zkontroluje vizuálně	3,60
Odloží do bedny	1,80
Vezme lepicí pásku	4,68
Sejme papír z pásky	5,76
Papír vyhodí do koše	2,16
Přirážka na manipulaci a administrativu (3%)	5,66
Přirážka na sociální potřeby a čištění (5 %)	9,63
Čeká na stroj	32,08
Oblepí páskou cívku	14,40
Kontrola nalepení	10,08
Vytáhne odstřížené vodiče	9,72
Vezme klíč, odtáhne matici trnu	7,92
Sejme objímky	5,76
Celkem včetně přirážky	188,76
Cyklový čas stroje	120,00

V čase čekání na stroj, která činí 30,07 sec, bude operátor provádět montáž cívky do tělesa cívky, která trvá 29,8 sec – tímto bude dosaženo časové úspory v úhrnu doby trvání této operace, která byla dříve operací probíhající na další pracovní ploše a přímo předcházela lisování. Tyto úpravy přispějí k maximálnímu využití doby, kdy stroj pracuje bez asistence operátora. K další velké úspoře přispěje změna způsobu balení (nyní sáčky, nově sáčky substituovány absorpčními papírky) – asi 14 sec na ks a taky snížení dávky na 2 ks (manipulace s 1 KLT o 4 ks). Celkově bude ušetřeno cca 40 sec na kus, a to z velké části snížením manipulačních časů. Čas na manipulaci a administrativu je určen přírůžkou 3 % určenou na základě snímku pracovního dne a navržených změn layoutu.

Tabulka 10 - Basic MOST Montáž cívky do tělesa (VZ)

Montáž cívky do tělesa cívky v sec na 2 ks	
Název / popis úkonu (operace)	Čas úkonu (s.)
Vezme KLT s cívkami a položí na stůl	2,52
Vezme tělo cívky a drží	2,88
Vloží tělo cívky do cívky	5,04
Spojí těleso cívky a cívku	5,76
Povyťáhne vodiče	10,08
Zkontroluje cívku	2,16
Odloží cívku	1,44
Přirážka na sociální potřeby a čištění (5 %)	1,49
Celkem	31,37

6.2.3.2 Lisování

Tabulka 11 - Basic MOST Lisování (VZ)

Lisování držáku cívky v sec na 2 ks	
Název / popis úkonu (operace)	Čas úkonu (s.)
Uchopí držák cívky levou rukou	2,16
Vloží držák do lisu	2,16
Uchopí cívku, otočí, přechytí	3,60
Vloží cívku do lisu	2,88
Uchopí páku krytu, zatáhne	0,58
Uchopí páku lisu a zalisuje	5,04
Vytáhne cívku z lisu	3,60
Vizuální kontrola	2,16
Uchopí přípravek a kleště	2,88
Nasune přípravek na vodiče	3,60
Ucvakne přebytečný drát	5,76
Odloží přípravek a kleště	3,60
Uchopí odbrušovač laku na vodiči	1,44
Kontroluje délku odizolování	2,88
Odbrousí a odloží náradí	3,60
Odloží cívku	2,16
Přirážka na manipulaci, kontrolu a administrativu (5%)	2,4048
Přirážka na sociální potřeby a čištění (5 %)	1,92
Celkem	48,10
Celkem včetně přírůžky	52,42

Operátor bere držák cívky levou rukou, aby si jej předělal do pravé a vložil do lisu. Nově jej bude levou rukou brát a zároveň i vkládat. K úspoře času dojde převedením části práce na první operaci. Operátor již bude k lisu přecházet s cívkou, v níž je již nasazeno jádro a

provede tedy čistě jen zalisování držáku. Pravou rukou vloží do lisu cívku a zalisuje. Poté u obou cívek zastříhne drátky dle měřicí trubičky. Pokud nebudou dráty dostatečně odizolovány, provede dodatečné odizolování. Nástroj pro odbrušování laku z vodičů bude mít zavěšen na „jeřábu“ nad pracovištěm, tak aby byl snadno přístupný a zároveň nezavazel (popřípadě odložen v opěrném stojánku – levnější varianta). Čas na manipulaci a administrativu je určen přírážkou 5 % určenou na základě snímku pracovního dne.

6.2.3.3 Krimpování

Tabulka 12 - Basic MOST Krimpování (VZ)

Krimpování oček v sec na 2 ks	
Název / popis úkonu (operace)	Čas úkonu (s.)
Vloží očka do krimpovacího lisu	16,92
Při vkládání stiskne "držáky"	5,76
Odsune a zasune vozíček	4,32
Uchopí cívku	2,88
Zahne vodič	10,08
Vloží očko k lisu	11,52
Stiskne tlačítko	2,16
Krimpuje	5,76
Vysune vozíček	2,16
Vyjme cívku z lisu a odloží	5,04
Přírážka na manipulaci, kontrolu a administrativu (10%)	6,08
Přírážka na sociální potřeby a čištění (5%)	3,33
Celkem	66,6
Celkem včetně přírážky	73,26

Operace probíhá stejně, ovšem vzhledem k tomu, že operátor nesedí, nýbrž stojí, je nutné změnit způsob zapínání stroje z nožní páky na ruční ovládání či opatřit stanoviště vysokou židlí, která by byla operátorovi oporou. Zároveň vyvstává úkol pro techniky – vyřešit ergonomičtěji vkládání vodičů do lisu – možnost další úspory času. Nyní musí operátor cívku křečovitě držet v jedné ruce, aby byla operace správně provedena (váží cca 1,5 kg, což není ergonomické). K výrazné časové úspoře okolo 18 sec na 1 ks dojde díky snížení výrobní dávky, lepšímu uspořádání pracoviště – vše je na dosah ruky. V čase je započítána administrativní kontrola krimpování, a to přírážkou 10 % určenou na základě snímku pracovního dne, jelikož operátor musí zkontrolovat a provést záznam u 5 ks za hodinu.

6.2.3.4 Bodování

U procesu bodování je spouštění procesu nyní řešeno nožním pedálem, jelikož jedna ruka přidržuje těleso, druhá vodiče. Při práci ve stoje je třeba bodovat s oporou (o vysokou židli). Kromě toho je třeba otočit trn, na nějž se nasunuje cívka při bodování na pravou stranu, aby operátor zbytečně nepředělával cívku z pravé ruky do levé – toto by přineslo úsporu cca 1 sec na ks. Zároveň bude operace urychlena tím, že se nebude spouštět zařízení na

chlazení, které při tak krátkých operacích ztrácí smysl. Čas na manipulaci a administrativu je dána přírážkou 5 % určenou na základě snímku pracovního dne.

Tabulka 13 - Basic MOST bodování (VZ)

Bodování v sec na 2 ks	
Název / popis úkonu (operace)	Čas
Zapne stroj	2,16
Vezme cívku do pravé ruky	2,88
Nasadí cívku na přípravek	2,88
Vyrovná vodič	10,08
Stiskne tlačítko	2,88
Drží, boduje	2,88
Otočí přípravek	2,88
Vyrovná vodič	5,04
Drží, boduje	2,88
Vyjme ze stroje	2,88
Narovná vodiče	2,88
Odložení do přepravy	3,60
Vypne stroj	1,44
Přirážka na manipulaci, kontrolu a administrativu (5%)	2,27
Přirážka na sociální potřeby a čištění (5%)	2,27
Celkem	45,36
Celkem včetně přirážky	49,9

6.2.3.5 Měření odporu

U měření odporu se zkrátí čas operace o hledání porovnávané hodnoty. Tyto budou viditelně umístěny přímo před očima operátora, a to na speciální tabulce s posuvným řádkem (viz rozvržení pracovních ploch) – postačí tedy pouze na začátku směny (v létě, kdy se teplota může výrazně měnit, častěji) dle teploty posunout na správný řádek. Další snížení času by bylo možné, pokud by se změnilo číslování cívek (např. místo počítání celoročního pouze měsíční, popř. každou novou dávku začít novou číselnou řadu). To by mohlo ušetřit až 5 sec na ks. Čas na manipulaci a administrativu je určen přírážkou 5 % určenou na základě snímku pracovního dne.

Tabulka 14 - Basic MOST měření odporu (VZ)

Měření odporu v sec na 2 ks	
Název / popis úkonu (operace)	Čas
Zapne měřicí zařízení	2,16
Vezme kleště do rukou	1,44
Nacvakne kleště na vodiče	8,64
Měří odpor	7,2
Odcvakne kleště	4,32
Odloží kleště	0,36
Vypne stroj	1,44
Studuje normy odporu	0,5
Zapiše do kontrolní karty	9,36
Popíše cívky číslem (č.d – 1 -14)	12,24
Vloží do KLT	3,6
Vrací se na navíjení	3,6
Přirážka na manipulaci, kontrolu a administrativu	2,74
Přirážka na sociální potřeby a čištění (5%)	2,74
Celkem včetně přirážky	60,35

6.2.3.6 Shrnutí nápravných opatření na pracovišti 1

Veškeré operace na pracovišti 1 bude provádět pouze 1 operátor. Výrobní dávka byla zmenšena na 2 ks z původních 14 ks a došlo také k podstatnému zkrácení chůze. Tímto byl podstatně zkrácen cyklový čas, jelikož se operátor má vše na dosah. Dříve měl na dosah např. 4 výrobky a na zbytek dávky se už musel natahovat. Díky použití metody Basic MOST byly zjištěny mezery, kdy operátor např. čeká na stroj, a tyto byly využity pro jiné činnosti. Došlo ke sloučení některých operací, tak aby se maximálně využilo práce v překrytém čase. Kromě toho byl proces výroby racionalizován. Zbytečné operace byly vyloučeny a cyklový čas byl zkrácen především díky novému uspořádání pracovních ploch i layoutu buňky. Důležitou úsporou času je také změna balení těles cívky – dříve se používalo sáčků, nyní budou KLT přepravky pouze opatřeny absorpčními pásy.

Cyklový čas na pracovišti 1 je 424,69 sec na 2 ks oproti původním 544, 4 sec na 2 ks. Nápravnými opatřeními tedy zkrátíme cyklový čas výroby 2 ks na pracovišti 1 o 119,7 sec.

6.2.4 Pracoviště 2

Na pracovišti 2 bude kvůli omezení strojem ponechána výrobní dávka 14 ks. Zvažovat nákup nového zařízení by mělo opodstatnění až pokud by poptávka vzrostla tak, že by již nebylo možno ji uspokojit při současných kapacitách. Jelikož se pracuje pouze na 1 směnu, stále by se za snazší a méně rizikové dalo považovat zvýšení směnnosti. Nejprve by bylo nutné spočítat, jak vysoká by poptávka musela být, aby se varianta nákupu nového stroje vyplatila. Jelikož se vzrůst poptávky neočekává (pokud vůbec, tak velmi mírný), racionálnější je balancovat linku při současných omezeních.

6.2.4.1 Impregnace, vážení, měření, kontrola, oprava

Tabulka 15 – Basic MOST Vážení a kontrola (VZ)

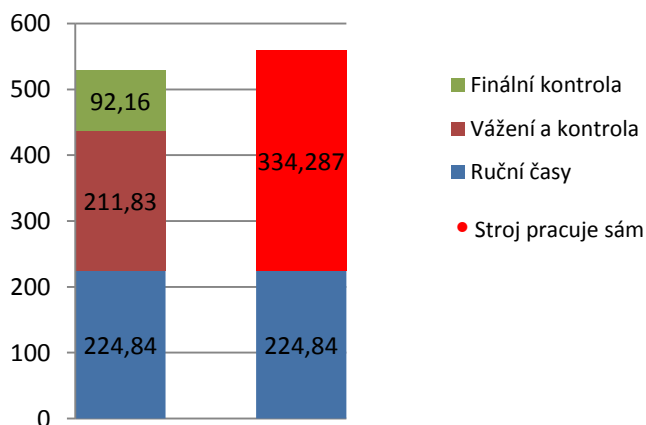
Vážení a kontrola v sec na 2 ks	
Název / popis úkonu (operace)	Čas úkonu (s.)
Vezme cívku	10,08
Položí na váhu 2x	5,76
Zapíše hmotnost 3x	6,48
Odloží cívku 2x	23,76
Počítá na kalkulačce	12,96
Vezme cívku	14,40
Vloží do otočného měřidla	2,16
Vloží kliku do měřidla	4,32
Otočí "kličkou" 3x	6,48
Vytáhne kliku z měřidla	2,88
Vizuální kontrola a kontrola hmatem	54,72
Vytáhne z měřidla a odloží	3,60
Odveze na finální kontrolu	6,84
Vyskládá na stůl	3,60
Manipulace	8,74
Přirážka na manipulaci, administrativu	8,34
Přirážka na sociální potřeby a čištění (5%)	8,34
Oprava	26,63
Celkem včetně přirážek	210,50

Díky změně layoutu se přiblíží pracoviště kontroly pracovišti finální kontroly, což ušetří 4,2 sec na dávku zkrácením dráhy manipulace, zároveň díky použití KLT přepravek po 4 kusech zkrátíme operaci vyskládání dávky na stůl finální kontroly o 25 sec. Jelikož operátor nespotřebuje na kontrolu, vážení, opravu, zapisování celý cyklový čas stroje, můžeme vyřešit problém s neergonomickým přenášením téměř 25 kg vážících přepravek, kvůli zachování FIFO. Operátor bude poté, co založí novou dávku do stroje, jezdit s vozíčkem na pracoviště 1. Pokud by se stalo, že pracoviště 1 bude v předstihu, odveze si všechny připravené přepravky a přesune je do navrženého regálu na pracovišti.

Tabulka 16 - Basic MOST Impregnace (VZ)

Impregnace v sec na 2 ks	
Název / popis úkonu (operace)	Čas úkonu (s.)
Uchopí cívku a vloží na hřídel	6,48
Vloží objímku se šroubkem	6,12
Zatáhne šroubek prsty (12)	7,20
Dotáhne klíčem	4,32
Zavře pec	0,96
Zapne stroj	0,40
Předehřev	42,86
Zakapávání	145,71
Gelování	102,86
Vytvrzování	188,57
Otevře pec	0,96
Odtáhne klíčem šroub	4,32
Odtáhne šroub prsty	7,2
Sundá objímku a odloží stranou	6,12
Sundá cívky a odloží na vozík	6,48
Odveze k větráku	1,97
Přirážka na sociální potřeby (4%)	13,3
Přirážka na administrativu a manipulaci	13,3
Celkem	559,13
Stroj pracuje sám	334,29
Práce v překrytém čase	238,43
Nevyužitý čas	95,85

Administrativa a další manipulace je stanovena 4% přirážkou k ručním časům operátora 2 a čas určený pro opravu pak 10% přirážkou k celkové době výroby na pracovišti 2. I tak, pokud se nestane neočekávaná chyba na zařízení, která by vyvolávala extrémní zmetkovitost, zbývá operátorovi 95 sec na 2 ks, tedy asi 10 minut na dávku, nevyužitého času. Podle Basic MOSTu téměř stejný čas trvá finální kontrola, pokud není nutné vracet cívku na opětovnou opravu. Pokud prověříme, jak často k takové situaci dochází, a zjistíme, že s minimální četností, bylo by možné tuto činnost přesunout na operátora, který by tak využil téměř celý čas, kdy stroj pracuje sám – tuto možnost zobrazuje níže uvedený graf.

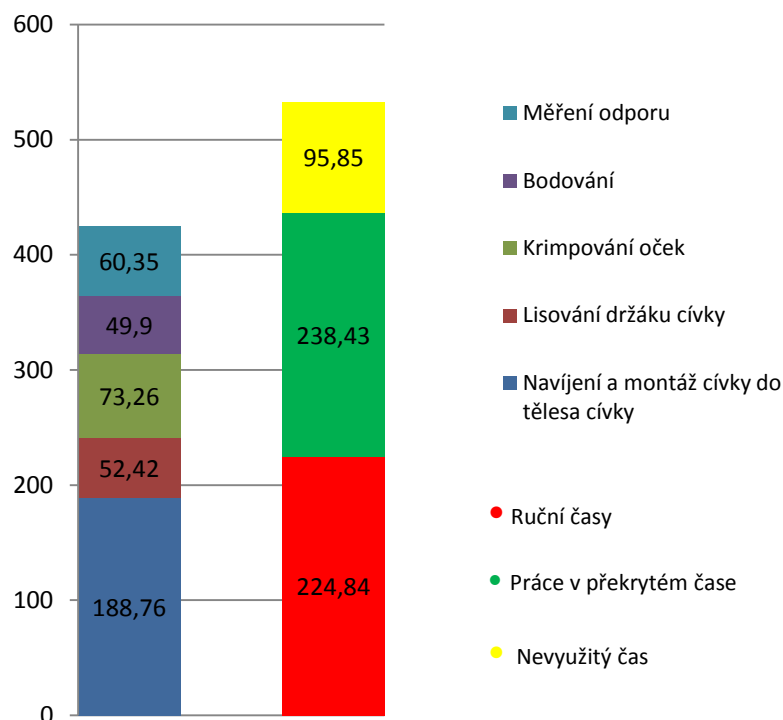


Graf 15 – Pracoviště 2 (VZ)

6.2.4.2 Shrnutí nápravných opatření pracoviště 2

Na pracovišti 2 se všechno řídí strojním časem. V době, kdy stroj pracuje bez asistence operátora, se provádí veškeré operace, ale ani tak není celý tento čas využit. Prostřednictvím metody Basic MOST byly stanoveny časy jednotlivých operací a bylo zjištěno, že existuje velká časová rezerva operátora, která se díky změně layoutu a uspořádání pracovních ploch ještě zvýšila, a to o zkrácení chůze a úpravu toku výrobku procesem. Pro zefektivnění procesů na tomto pracovišti je klíčové provést analýzu výskytu vad na výrobcích a prověřit možnost přenesení kontroly z TH pracovníka na operátora. Cyklový čas na pracovišti 2 se nepatrně prodlouží oproti náměrům, a to proto, že v náměrech není zahrnut čas na sociální potřeby ani na manipulaci mezi pracovišti. Toto však není podstatné, protože strojní čas stejně žádným způsobem nezkrátíme. Důležité je, že díky nápravným opatřením bylo ušetřeno 95,85 sec/2 ks, které by mohl být využit pro finální kontrolu (ta v náměrech není zahrnuta vůbec).

6.2.5 Srovnání pracoviště 1 a pracoviště 2



Graf 16 – Porovnání pracoviště 1 a 2 (VZ)

Cyklový čas na pracovišti 1 je 424,69 sec, tedy 7:05 min na 2 ks. Na pracovišti 2 je to pak 559,13 sec, tedy 9:18 min na 2 ks.

Pracovní fond směny je 27 000 s. V časech určených metodou Basic MOST je zahrnut přírůžkou čas na manipulaci a administrativu dle časového snímku dne, který se pohybuje v rozmezí 4 – 10 % a taky čas na odpočinek (dle Výzkumného ústavu bezpečnosti práce) ve výši 3 % a na čištění dle snímku pracovního dne, který činí 2 % z celkového pracovního fondu. Je tedy možno vyrobit 127 ks na pracovišti 1.

Na pracovišti 2 je nutné mít na mysli, že stroj pracuje i v čase přestávky a o tento čas navýšit pracovní fond, který tedy bude činit na pracovišti 28 800 sec. Za směnu je tedy možné vyrobit 103,01 ks, při dávce 14 ks to činí maximálně 98 ks (7 dávek).

Pokud bychom potřebovali vyrobit maximální množství (dáno pracovištěm 2) a zároveň nekumulovat výrobky na pracovišti 1, které vyrábí rychleji, naplánujeme pro operátora 1 výrobu 7 dávek, a to tak aby pracoviště 1 bylo vždy o 1 dávku v předstihu (aby se hned ráno mohla založit dávka). Zbývající čas by operátor 1 využil k odjehlení koster, přípravě materiálu.

6.2.6 Shrnutí balancování linky

Tabulka 17 - Basic MOST a přímé náměry (VZ)

PROCES	Basic MOST		Průměr náměrů		ROZDÍL [ks]	ROZDÍL [%]
	CYKLUS [s]	NORMA/ SMĚNA	CYKLUS [s]	NORMA/ SMĚNA		
Navíjení, montáž izolačních trubiček, montáž jádra cívky do tělesa	94,38	286	124,6(109 +15)	206	66	32%
Lisování	26,21	1030	36,7 (51,5 -15)	699	280	40%
Krimpování	36,63	737	55,7	461	240	52%
Bodování	24,95	1082	24,3	1056	-27	-3%
Kontrola, zápis	30,175	895	31,42	816	34	4%
Pracoviště 1	212,345	127	272,72	94	27	28%
Impregnace (oprava, kontrola)	279,56	97	259,3	99	-7	-7%
Pracoviště 2	279,56	97	259,3	99	-7	-7%
CELKEM	491,908		532,02			

V tabulce jsou srovnány časy operací na 1 ks vybalancované linky s novým layoutem, zlepšeným uspořádáním pracovních ploch, sníženou výrobní dávkou a další řadou již dříve zmíněných změn s původními náměry jednotlivých operací. Je patrné, že tyto změny přine-

sou snížení výrobních časů, a to i přesto, že zároveň došlo ke snížení počtu operátorů. Na pracovišti 2 je výrobní čas podle Basic MOSTu vyšší než dle náměrů, a to proto, že v původním není zahrnut častější odvoz polotovarů z vedlejšího pracoviště ani sociální potřeby. Zároveň u přímých náměrů není zohledněna finální kontrola prováděná TH pracovníkem – ta by délkou svého trvání nepřesáhla nevyužitý čas, kdy operátor pracuje v překrytém čase. K prověření možnosti převedení práce finální kontroly na pracovníka či jejího zrušení, je nutné provést další analýzu.

6.2.7 Vyčíslení úspory vybalancované linky po provedení nápravných opatření

Na vybalancované lince je cyklový čas výroby 491,908 s/ks oproti původním 532,02 s/ks, přičemž v čase vybalancované linky je již zahrnuta i finální kontrola na rozdíl od původního cyklového času. Dojde tedy k úspoře 40,112 s/ks. Pokud uvažujeme roční výrobu v úhrnu cca 15 600 ks, šlo by o úsporu 625 767,2 s, tedy 173,81 hodiny.

Pokud tedy bereme v úvahu, že v podniku se za hodinu práce operátora včetně odvodů účtuje 120 Kč, došlo by ke snížení ceny práce z původních 17,734 Kč/ks na 16,396 Kč/ks, tedy o 1,338 Kč/ks. Pokud by linka vyrobila předpokládané množství, tedy 15 600 ks, došlo by k roční úspoře 20 872,8 Kč.

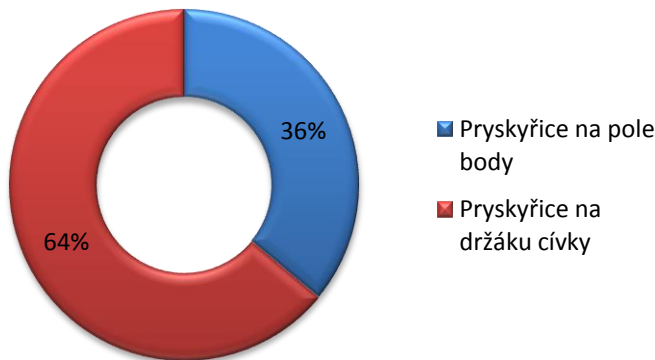
6.2.7.1 *Balancing index*

Cyklový čas na pracovišti 1 je 424,69 sec na 2 ks. Na pracovišti 2 je to pak 559,13 sec na 2 ks. Pokud vydělíme součet obou cyklových časů, který činí 983,82 sec/2 ks dvojnásobkem delšího cyklového času 1118,26 sec/2 ks, dostaneme se na hodnotu 87,9 %. To znamená, že operátoři jsou vytíženi průměrně na 88 %. K vyšší hodnotě se kvůli úzkému místu v podobě stroje na pracovišti 2 nedostaneme.

Pro srovnání, původní cyklový čas pracovišti 1 činil 219,2 sec/2 ks a 326 sec/2 ks, na pracovišti 2 pak 518,6 sec/2 ks. Původní balancing index tedy činil 68,4 %. Díky vybalancování linky došlo k zvýšení vytíženosti operátorů o téměř 20 %.

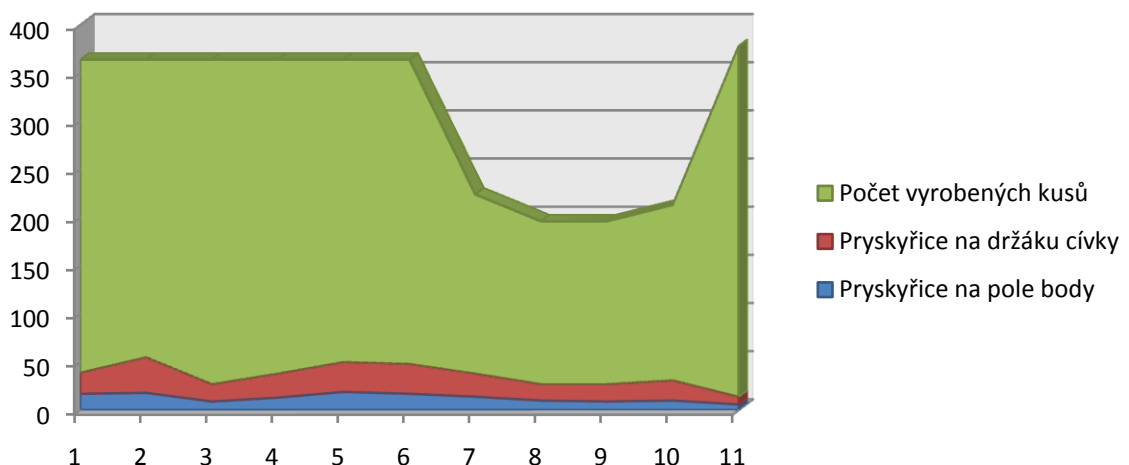
6.2.8 Analýza záznamů dat o vadách a opravách na pracovišti impregnace

Cívky jsou po impregnaci kontrolovány v otočném měřidle a následuje 100% vizuální kontrola. Ta podle zápisů v posledním roce odhalila a opravovala ze škály 10 vad pouze 2 typy, a to pryskyřici na pole body a pryskyřici na držáku cívky.



Graf 17 – Procentuelní rozložení vad na cívkách 180 A a 150 A (VZ)

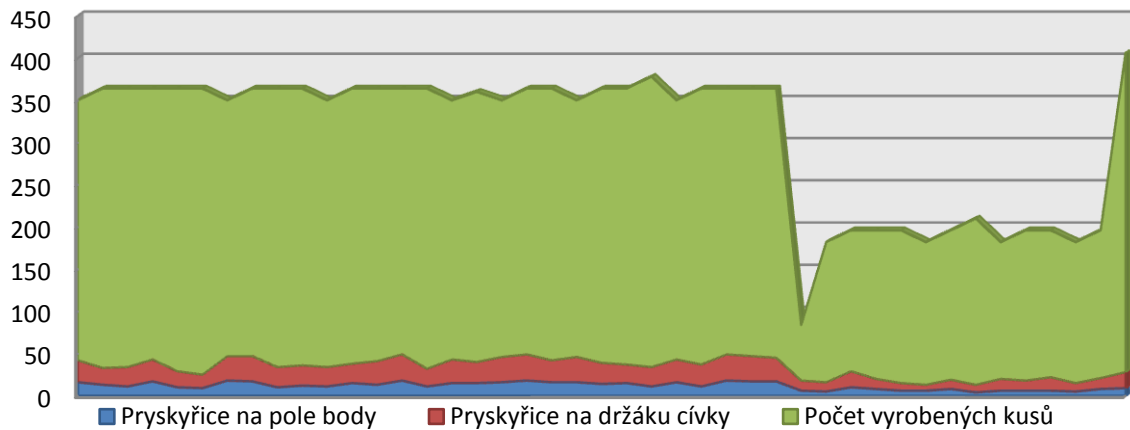
U obou vyráběných typů cívek převažuje vada v podobě přetoků pryskyřice na držáku cívky, která tvoří 64 %. Operátor ji opravuje pomocí škrabky a smirkového papíru. Oprava je poměrně nenáročná (pokud rozsah přetoku není extrémní).



Graf 18 – Množství opravovaných kusů k celkovému objemu výroby (180A) (VZ)

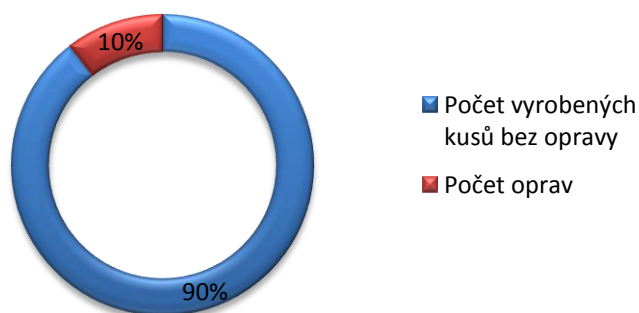
Na výše uvedeném grafu je patrný téměř konstantní, u posledních dávek lehce klesající vývoj vzniku vad. Taktéž lze pozorovat závislost vzniku jedné vady na druhé – tyto vady jsou totiž způsobeny nedokonalým systémem zakapávání cívek, kdy operátor musí pomoci

tvrdého papírku pryskyřici roztírat a její správné rozetření bez odkápnutí na sousední cívky závisí tedy nejen na chování hmoty (ta se míchá, tudíž udržet absolutně stejný poměr je téměř nemožné), ale i na šikovnosti operátora.



Graf 19 - Množství opravovaných kusů k celkovému objemu výroby (150A) (VZ)

Na grafu výše, který nám podává objektivnější obraz díky delšímu monitorovacímu období (většímu množství produkce typu 150A), je patrný vývoj vzniku vad závislý přímo úměrně na objemu produkce. Stejně jako na předchozím grafu lze pozorovat závislost vzniku jedné vady na druhé.



Graf 20 – Poměr oprav a dobrých kusů

Celkově vznikají vady u přibližně 10 % výrobků obou typů. To znamená, že z jedné dávky (14 ks) je přibližně 1,4 ks třeba opravit. Lze tedy tvrdit, že čas, který byl na základě videoanalýzy a Basic MOSTu určen na opravu (27 sec/2 ks, tedy cca 7 minut na dávku je více než dostačující).

Bohužel neexistují záznamy o počtu opravených kusů, které byly finální kontrolou prováděnou TH pracovníkem vráceny na opětovné opravení. Nicméně dle slov TH pracovnice

k tomuto jevu dochází velmi zřídka. Pokud se toto stane, většinou jde spíše o drobné vady typu – kousek koroze na tělese či držáku cívky, jejichž oprava pak zabírá minimum času.

6.2.8.1 Prověření FMEA analýzy

Vzhledem k tomu, že finální kontrola je již „kontrolou kontroly“ a nepřidává tak výrobku žádnou hodnotu, je třeba prověřit FMEA analýzu a zjistit, zda je v procesu nutná.

Tabulka 18 - FMEA analýza (VZ)

FMEA analýza na pracovišti POLE BODY z 15.8.2008										
Funkce	Možná vada	Následky chyby	Příčina chyby	Prevence vzniku chyby, opatření na zamezení (omezení)	Odhalení chyby	Následek a význam	Výskyt	Odhalitelnost	RPN	Opatření
Zakapání	Přebytečné bubliny	Narušení montáže	Neoptimální nastavení parametrů zakapávání	Výcvik operátorů, pracovní instrukce, počáteční kontrola, foto - standard správného nastavení	Měřidlo mezery	7	4	4	112	
Zakapání	Pryskyřice na pole body	Narušení montáže	Neoptimální pozice zakapávání	Výcvik operátorů, pracovní instrukce, počáteční kontrola, foto - standard správného nastavení	100% vizuální kontrola	7	4	8	224	Použití měřidla mezery, druhá kontrola TH pracovníkem
Zakapání	Pryskyřice na držáku cívky	Narušení montáže	Neoptimální pozice zakapávání	Výcvik operátorů, pracovní instrukce, počáteční kontrola, foto - standard správného nastavení	100% vizuální kontrola	7	4	8	224	Použití měřidla mezery, druhá kontrola TH pracovníkem
Zakapání	Volné navinutí	Ztráta funkce	Nedosažení správné vrstvy impregnantu způsobené programem	Výcvik operátorů, pracovní instrukce, počáteční kontrola, foto - standard správného nastavení	100% weight check 7,5 g	8	6	3	144	100% kontrola vážením - zápis do kontrolní karty
Zakapání	Volné navinutí	Ztráta funkce	Špatné skladování a míchání složek A a B	Kontrola skladu, trénink údržby	100 % weight chcek 7,5 g	8	2	3	48	

Z FMEA je zřejmé, že kritická místa s nejvyšším potenciálem vzniku vad jsou přetoky pryskyřice na pole body a držáku cívky a také nedostatečně zakapané navinutí. Proto byla navržena řada opatření, která by výrazně snížila tyto hodnoty na přijatelnou úroveň. Mimo jiné bylo navrženo i opětovné kontrolování TH pracovníkem. Tímto opatřením bylo sku-

tečně docíleno poklesu rizikového faktoru (viz níže uvedená tabulka), nicméně právě tato operace, která je „kontrolou předchozí 100% vizuální kontroly“ je operací nepřidávající hodnotu a její zrušení by umožnilo vyšší využití operátora na impregnaci. Taktéž bylo díky zavedení 100% kontroly váhy nanesené impregnační látky dosaženo výrazného snížení míry rizika nedostatečného zakapání vinutí.

Tabulka 19 - FMEA po opatřeních (VZ)

FMEA Původní koeficienty					FMEA (5. 9. 2008) Po provedení řady opatření				
	Následek a význam	Výskyt	Odhaltelnost	RPN	Opatření	Následek a význam	Výskyt	Odhaltelnost	RPN
Pryskyřice na pole body	7	4	8	224	Použití měřidla mezery, druhá kontrola TH pracovníkem	7	3	5	105
Pryskyřice na držáku cívky	7	4	8	224	Použití měřidla mezery, druhá kontrola TH pracovníkem	7	2	6	84
Volné navi- nutí	8	6	3	144	100% kontrola vážením - zápis do kontrolní karty	8	3	3	72

Z provedené analýzy záznamů o vadách a opravách je patrné, že koeficient výskytu vad musí být u přetoků pryskyřice na držáku cívky skoro dvojnásobný oproti koeficientu výskytu přetoků na pole body, jelikož procentuální rozdělení jejich výskytu je 64 % vs. 36 %. Koeficient výskytu vad můžeme snížit stejně jako ve variantě po opatřeních, jelikož kontrola otočným měřidlem bude prováděna – je součástí náplně práce operátora. A pokud by byla odbourána práce THP pracovníka, je třeba koeficient výskytu zvýšit u přetoků na držáku cívky, které vznikají častěji. S koeficientem následku a významu vad nelze hýbat, jelikož i skutečně drobný přetok pryskyřice na tělese cívky může způsobit problémy při její montáži, i když nemá přímý efekt na její funkčnost.

Z analýzy taktéž jasně vyplývá, že vznikají pouze vady snadno a rychle odstranitelné a jejich výskyt se u obou typů výrobků pohybuje na hranici 10 %. Pravděpodobnost odhalení těchto vad je dle původní FMEA velmi malá. Právě tuto skutečnost pak řeší nápravné opatření stanovující druhou kontrolu TH pracovníkem a snižuje tak pravděpodobnost odhalení vady na malou. Analýzou dostupných dat kontroly se bohužel nedopracujeme ke stanovení

pravděpodobnosti odhalení vady (v tom by pomohlo, kdyby si vady označoval taktéž TH pracovník, ne jen operátor). Ovšem dle informací ze zkušeností TH pracovníka je pravděpodobnost odhalení a taktéž správného opravení vady vysoká. Jelikož však vadu odhaluje vizuální a hmatová kontrola, ne žádná automatická kontrola, nelze koeficienty snížit více než na hodnotu 6 – proto je nutné duální kontrolu (bez podmínky, kdo ji má provádět) ponechat.

Na základě této analýzy lze tvrdit, že finální kontrola TH pracovníkem v současné době již pozbyla svůj smysl a mohla by být substituována opětovnou kontrolou celé dávky operátorem. Zrušit ji úplně zatím nelze.

Uspokojující je taktéž zjištění, že se vůbec nevyskytují vady přímo ovlivňující funkčnost výrobku – tedy již dříve zmíněné nedostatečné množství pryskyřice na vinutí cívky. Na základě této informace je možno snížit koeficient výskytu a zřejmě by bylo možno i odstranit kontrolu vážením. Nicméně stroj se občas chová nestandardně a mohlo by se stát, že by množství impregnační hmoty na cívce pokleslo pod minimální hodnotu 7,5 g. U problémů, jejichž vznik přímo působí na funkčnost výrobků, by bylo toto, i když podložené, snížení velmi riskantní. Navíc se jedná o operaci, která je v kompetenci operátora limitovaného cyklovým časem stroje, tudíž by její eliminace neměla podstatný přínos.

Tabulka 20 - Nová FMEA (VZ)

FMEA Původní koeficienty					FMEA (22. 2. 2012) Po prověření dat				
	Následek a význam	Výskyt	Odhalitelnost	RPN	Opatření	Následek a význam	Výskyt	Odhalitelnost	RPN
Pryskyřice na pole body	7	4	8	224	Prověřit četnost výskytu vad a nutnost druhé kontroly TH pracovníkem. Prověřit vyšší pravděpodobnosti odhalení vady při první kontrole.	7	3	6	126
Pryskyřice na držáku cívky	7	4	8	224	Prověřit četnost výskytu vad a nutnost druhé kontroly TH pracovníkem. Prověřit vyšší pravděpodobnosti odhalení vady při první kontrole.	7	3	6	126
Volné navi- nutí	8	6	3	144	Prověření četnosti výskytu vady a potřeby 100% kontroly vážením	8	2	3	48

V nové FMEA je vidět patrný pokles míry rizika u všech problematických míst podložený prověřením záznamů o výskytu vad a opravách na úroveň, která je ve firmě považována za hraniční. Aniz by byla prováděna druhotná kontrola TH pracovníkem, míra rizika by byla

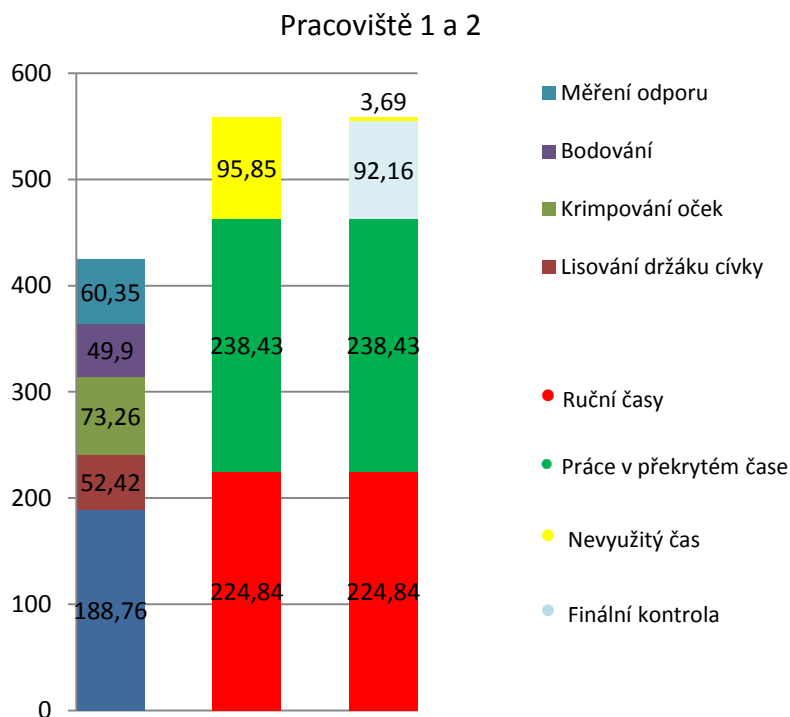
již přijatelná. Jelikož operátor na pracovišti impregnace disponuje dostatkem času, přenesení této kontroly nijak nezvýší cyklový čas na pracovišti, naopak přispěje k vyššímu využívání operátora.

6.2.8.2 Finální kontrola

Kontrola je operace, která prakticky nelze nanormovat. Pokud se ovšem zváží výsledky nové FMEA, které v podstatě vyvrací důležitost druhotné kontroly v procesu, lze finální kontrolu považovat za neměnný sled opakujících se operací. Potom pak výstupem aplikace metody Basic MOST bude následující tabulka. Průměrně je tedy potřeba 92,16 sec na finální kontrolu 2 ks.

Tabulka 21 - MOST Finální kontrola (VZ)

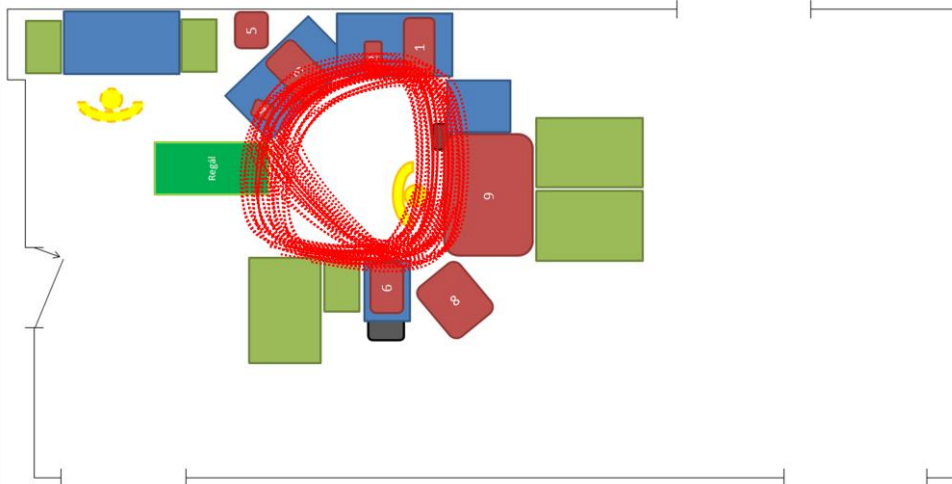
Finální kontrola na 2 ks	
Název / popis úkonu (operace)	Čas úkonu (s.)
Vezme cívku	10,08
Vloží do otočného měřidla	2,16
Vloží kliku do měřidla	4,32
Otočí "kličkou" 3x	6,48
Vytáhne kliku z měřidla	2,88
Vizuální kontrola a kontrola hmatem	54,72
Označí	3,60
Vytáhne z měřidla a odloží	3,60
Stohování přepravek	4,32
Celkem včetně přírážek	92,16



Graf 21 – Převedení finální kontroly na operátora (VZ)

Na grafu výše je naznačeno, jak by převedení finální kontroly přispělo k vyššímu využití operátora na pracovišti 2, prostřední před převedením finální kontroly na operátora. Oba sloupce vpravo popisují pracoviště 2.

6.3 Spaghetti diagram vybalancované linky



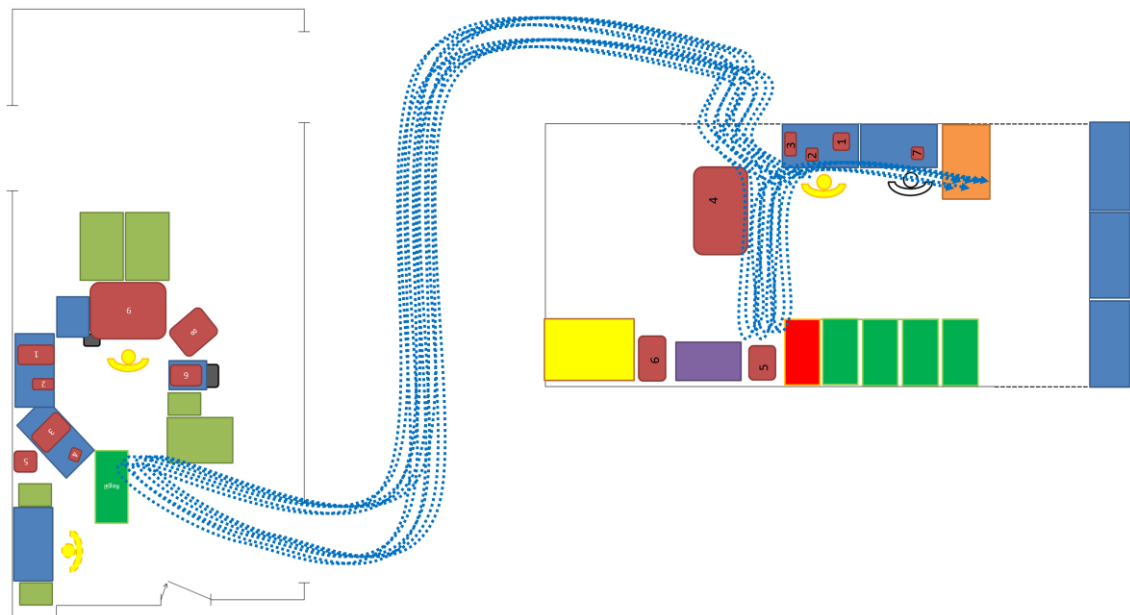
Obrázek 58 – Spaghetti diagram pracoviště 1(VZ)

6.3.1 Úspory pohybu na pracovišti 1

Na obrázku je zaznamenán pohyb operátora při výrobě 9 dávek (126 ks – maximálně pokud je požadována dávka po 14). Nyní se na nově uspořádaném pracovišti 1 pohybuje pouze 1 operátor, který naznačenou trajektorii opisuje vždy se 2 ks výrobků, přičemž každé 4 kusy, dráhu prodlužuje k paletě s tělesy v KLT přepravkách po 4 ks. Původně na 1 dávku (14 ks) na pracovišti 1 ušli oba operátoři cca 37 m. Nyní, ač je dávka snížena na 2 ks by to bylo cca 21 m, tedy o 16 m méně. Pokud bychom metodou Basic MOST určili čas na chůzi v délce 16 m, dospějeme k časové úspoře 136 s za směnu při výrobě 9 dávek. Pokud bychom uvažovali 20 pracovních dní v měsíci, za rok by to činilo úsporu 9 hodin.

6.3.2 Úspory pohybu na pracovišti 2

Díky novému uspořádání pracoviště 2 dojde ke zkrácení chůze z cca 25 m asi na 10,5 m na 1 dávku v rámci pracoviště. Na druhou stranu se zvýší četnost přivážení polotovarů, a to buď 7 krát při výrobě maximálního počtu dávek a odvážení po 1 dávce nebo 3 krát, pokud bude plně využívat manipulační vozík a převážet po 3 dávkách. Za směnu, při výrobě 7 dávek, dle metody Basic MOST dojde k časové úspoře snížením chůze ve výši 97,2 s, za rok to činí 6,5 hodiny.

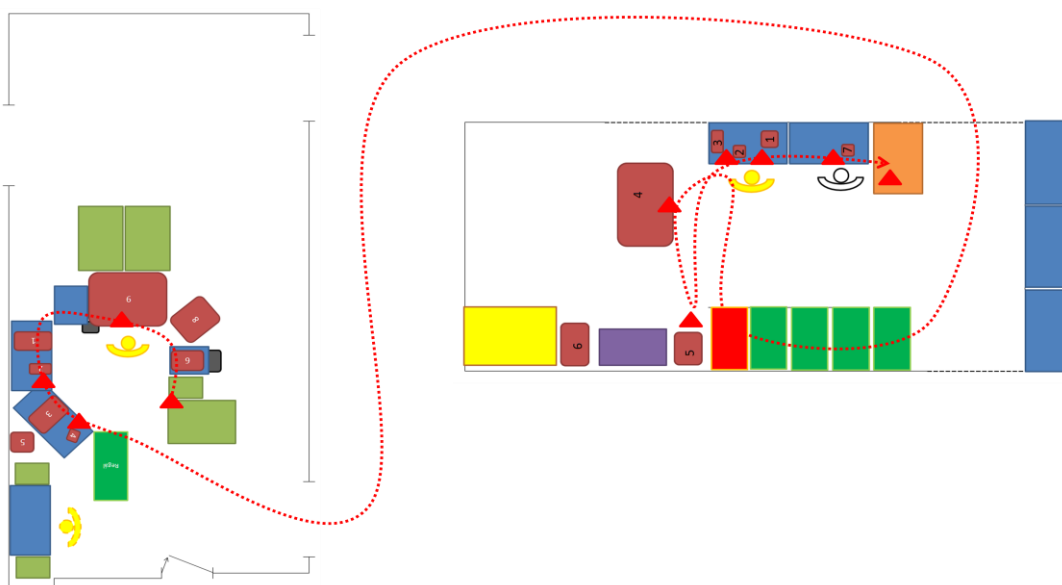


Obrázek 59 – Spaghetti diagram pracoviště 2 (VZ)

6.3.3 Finanční vyjádření úspory pohybu na lince

Jelikož hodina práce operátora včetně odvodů ve firmě činí průměrně 120 Kč, činila by roční úspora pouhým zkrácením chůze asi 1860 Kč na obou linkách.

6.3.4 Tok výrobku na vybalancované lince



Obrázek 60 – Tok výrobku procesem po vybalancování linky (VZ)

Tok výrobku po realizaci navržených změn je z pohledu štíhlé výroby neideální, a to protože proces je roztržen na dvě části. Nicméně je nyní mnohem logičtější a kratší.

6.4 Návrh rozplánování výroby na optimalizované lince

Jako jediné východisko pro rozplánování výroby lze brát v potaz úhrn prodeje předchozího období, který je jakousi předpovědí prodej. Výstupem realizované analýzy výrobního portfolia, konkrétně objemu prodeje v minulých letech, bylo konstatování, že vývoj prodeje v jednotlivých měsících je nahodilý, tudíž z něj nelze vycházet. Problematické se jeví taktéž výkyvy prodeje v jednotlivých měsících, dlouhé dodací lhůty vstupních materiálů (tělesa cívek mají dodací lhůtu až 13 týdnů) a oproti nim krátká objednávací lhůta od odběratele – konečná objednávka je vždy přesně 1 měsíc před termínem odběru. Taktéž se firma zavázala držet pojistnou zásobu ve výši 720 ks typu 150 A a 360 ks typu 180 A.

Ideální by bylo stanovit pevné množství výroby na každý měsíc (týden, den), a to takové, které by pokrylo požadavek zákazníka – bylo by však nutné mít na skladě určitou výši pojistné zásoby, která by kryla výkyvy v prodeji. Dosud společnost drží zásoby vstupních materiálů a je schopna na výkyv reagovat s jistým zpožděním. Pokud by se zásoby materiálu přesunuly na zásoby hotových výrobků, byla by schopna reagovat okamžitě.

6.4.1 Plánování výroby dle úzkého místa

Aby bylo možno definovat rovnoměrnou dávku, je nutné určit si maximální možné vyrobené množství za směnu. To činí dle nového rozbalancování 98 ks za směnu (pokud se řídíme úzkým místem), tedy 1960 ks při 20 pracovních dnech.

Celkový prodej činil v loňském roce 15 536 ks obou typů výrobku. Z tabulky jsou patrné obrovské výkyvy v požadovaném množství. Pokud by byla výroba rozvržena rovnoměrně, bylo by denní vyráběné množství při fondu pracovní doby 20 dní/měsíc 64,7 ks (při respektování dávky tedy 70 ks). Toto množství by však vytěžovalo pracoviště 1 jen z 56 % a pracoviště 2 pak ze 71,4 %. Jelikož cílem je co nejvyšší využití operátorů, je třeba zvážit rozplánování na méně dnů v týdnu. Pokud je bráno v potaz úzké místo a maximální využití operátorů, pak je třeba rozvrhnout potřebné množství do méně dnů. V níže uvedené tabulce jsou shrnuty prodeje obou typů v loňském roce.

Tabulka 22 - Prodej v roce 2011 (VZ)

Prodej 2011	Prodej 150 A	Prodej 180 A
Leden	2160	720
Únor	1800	1080
březen	1440	720
duben	720	0
květen	1440	0
červen	2520	0
červenec	440	576
Srpen	0	0
Září	0	0
Říjen	576	0
listopad	0	0
prosinec	960	384
Celkem	12056	3480

V níže uvedené tabulce je nastíněno rozplánování výroby při 100% využití operátora v úzkém místě, přičemž operátor 1 je využit na 78 %. Celkem je v 8 měsících naplánovaná výroba ve 13 pracovních dnech a 4 měsíce ve 14 pracovních dnech.

Tabulka 23 – Rozvržení výroby (VZ)

Měsíc	Dny práce/Počet ks	Týden				Celkem	Potřeba	Chybí
		1	2	3	4			
Leden	<i>Dny práce</i>	4	3	3	3	13		
	Počet ks	392	294	294	294	1274	1302	28
Únor	<i>Dny práce</i>	4	3	4	3	14		
	Počet ks	392	294	392	294	1372	1302	-42
Březen	<i>Dny práce</i>	4	3	3	3	13		
	Počet ks	392	294	294	294	1274	1302	-14
Duben	<i>Dny práce</i>	4	3	3	3	13		
	Počet ks	392	294	294	294	1274	1302	14
Květen	<i>Dny práce</i>	4	3	3	3	13		
	Počet ks	392	294	294	294	1274	1302	42
Červen	<i>Dny práce</i>	4	3	3	3	13		
	Počet ks	392	294	294	294	1274	1302	70
Červenec	<i>Dny práce</i>	4	3	4	3	14		
	Počet ks	392	294	392	294	1372	1302	0
Srpen	<i>Dny práce</i>	4	3	3	3	13		
	Počet ks	392	294	294	294	1274	1302	28
Září	<i>Dny práce</i>	4	3	3	3	13		
	Počet ks	392	294	294	294	1274	1302	56
Říjen	<i>Dny práce</i>	4	3	3	3	13		
	Počet ks	392	294	294	294	1274	1302	84
Listopad	<i>Dny práce</i>	4	3	4	3	14		
	Počet ks	392	294	392	294	1372	1302	14
Prosinec	<i>Dny práce</i>	4	3	4	3	14		
	Počet ks	392	294	392	294	1372	1302	-56
						Celkem	15624	

Tabulka 24 - Roční plán výroby (VZ)

Roční plán výroby									Počáteční zásoba	150 A	180 A
Měsíc	Předpověď 2012			Plán výroby					2300	1600	
	Prodej 150 A	Prodej 180 A	Prodej	Výroba	Výroba 150 A	Dávky	Výroba 180 A	Dávky	Sklad 150 A	Sklad 180 A	
leden	2160	720	2880	1274	994	71	280	20	1414	1160	
únor	1800	1080	2880	1372	1050	75	322	23	986	402	
březen	1440	720	2160	1274	994	71	280	20	820	-38	
duben	720	0	720	1274	994	71	280	20	1374	242	
květen	1440	0	1440	1274	994	71	280	20	1208	522	
červen	2520	0	2520	1274	994	71	280	20	-38	802	
červenec	440	576	1016	1372	1050	75	322	23	894	548	
srpen	0	0	0	1274	994	71	280	20	2168	828	
září	0	0	0	1274	994	71	280	20	3442	1108	
říjen	576	0	576	1274	994	71	280	20	4140	1388	
listopad	0	0	0	1372	1050	75	322	23	5512	1710	
prosinec	960	384	1344	1372	1050	75	322	23	2712	1648	
Celkem	12056	3480	15536	15680	12152	868	3528	252			

Při výše uvedeném rozvržení výroby by bylo zapotřebí mít v lednu před zahájením výroby na skladu 2300 ks 150 A a 1600 ks 180 A, aby byla dodržena pojistná zásoba. To je nasti- něno ve výše uvedené tabulce. Ta nesmí pod stanovenou hranici poklesnout ve dvou násle- dujících měsících. Pokud se vyčerpá, musí být hned další měsíc generována. Při daném rozplánování výroby by bylo vyrobeno o 144 ks více – kvůli maximálnímu vytižení úzké- ho místa. Na konci roku by byla generována počáteční zásoba dalšího roku mírně vyšší než v roce předchozím, a to 2712 ks 150 A a 1648 ks 180 A. To, že by počáteční zásoba byla vyšší, by nemuselo znamenat problém, pokud by došlo k mírnému progresu v poptávce, což se dá předpokládat. V roce 2011 byl zaznamenán nárůst o 1000 ks oproti roku 2010.

Při změně výroby z jednoho typu výrobku na druhý je nutné pouze vyměnit drát v navíje- cím zařízení (cca 10 min i se seřizováním) a aretační kolík v lisovacím zařízení. Co se týče materiálu, mění se pouze již zmíněný vodič, kostry a izolační trubičky. Aby byly průběžně vyráběny oba typy, je nutné vždy v posledním týdnu změnit výrobu z typu 150 A na 180A.

Obrovskou nevýhodou této varianty je nutnost držet velmi vysokou počáteční zásobu na skladě. Řešení by tedy bylo výhodné pro plánování nákupu materiálu a pracovníků, ale bylo by velmi „nešťhlé“. V hotových výrobcích na skladě by se totiž vázal obrovský kapi- tál.

6.4.2 Plánování výroby s maximálním využitím kapacit

Pokud by však nebylo bráno v potaz úzké místo, na pracovišti 1 lze vyrobit 126 ks za směnu (při respektování dávky 14 ks). To znamená, že měsíční požadavek dle předpovědi na rok 2012, který činí 1302 ks (93 dávek) lze na pracovišti 1 vyrobit za 10,33 dne. Na pracovišti 2 pak za 13,28 dne při jejich maximálním využití. Bylo by tedy možné, pokud uvažujeme 20 pracovních dní v měsíci, vyrábět dle schématu v tabulce. Na pracovišti 1 by se tedy pracovalo o vždy o 1 den méně než na pracovišti 2, a to tak, že maximální rozpracovanost mezi pracovišti by nepřesáhla kapacitu regálu na pracovišti 2 (6 dávek – 84 ks). Došlo by k maximálnímu využití pracoviště 1 a 95% využití pracoviště 2.

Tabulka 25 - Výrobní schéma (VZ)

Výrobní schéma						
Měsíc	Dny práce/Počet ks	Týden				Celkem dnů
		1	2	3	4	
	Pracoviště 1/počet dnů	3	3	3	2	11
	Ks	378	378	378	252	
	Pracoviště 2/počet dnů	4	4	4	3	14
	Ks	294	392	294	294	

Toto rozvržení výroby je možné jen při existenci počáteční zásoby stanovené v dříve uvedené tabulce, takže je taky nutno vázat velké množství kapitálu v zásobě HV.

6.4.3 Plánování výroby pomocí plánovací tabule

Další možností, která je nejflexibilnější, ovšem nese s sebou celou řadu komplikací je plánování výroby měsíc předem, v okamžiku, kdy je již zákazníkem garantován odběr. V takovém případě je nutné stanovit maximální množství výroby za měsíc a prověřit, zda by bylo při současné směnnosti možné pokrýt výkyvy ve výrobě. Další problém, který s sebou nese tento způsob řízení výroby, je nevyužívání kapacit. Výroba může měsíc pracovat na 100 % a další třeba jen na 10 %. Toto není vhodné především pro používaná strojová zařízení. Impregnační zařízení Mazalli se musí po delší době nečinnosti kompletně vyčistit od zaschlé impregnační látky a seřídít. Často pak toto delší odstavení způsobuje vady při zakapávání a než se stroj dokonale seřídí, musí operátor opravovat větší množství kusů než obvykle. Kromě toho taky vyvstává problém s nákupem materiálu – při plynulé výrobě nakupuje zásobování předem určené množství a vytrácí se i problémy s rozdílně dlouhými dodacími lhůtami. Co se týče materiálu, při tomhle typu plánování výroby je nutné smluvně dohodnout zásobu materiálu, kterou dodavatel drží na svém skladě, a která je k dispozici okamžitě (do týdne nebo rychleji - dle přepravní služby). Materiál by pak mohl být nakupován dle předpovědi vždy na 3 měsíce dopředu, což odpovídá nejdelší do-

dací lhůtě (13 týdnů). Pokud by v daném čtvrtletí došlo k extrémní potřebě výroby, byl by materiál doplněn z pojistné zásoby u dodavatele. Tento způsob je lepší než držet pojistnou zásobu ve vlastním skladu, protože tímto způsobem se neváže kapitál v materiálu. Zároveň také kapitál vázaný v materiálu je menší než v hotové výrobě.

Tabulka 26 - Předpověď výroby na rok 2012 (VZ)

Měsíc	Předpověď 2012		
	Prodej 150 A	Prodej 180 A	Požadavek celkem
leden	2160	720	2880
Únor	1800	1080	2880
březen	1440	720	2160
duben	720	0	720
květen	1440	0	1440
červen	2520	0	2520
červenec	440	576	1016
srpen	0	0	0
Září	0	0	0
Říjen	576	0	576
listopad	0	0	0
prosinec	960	384	1344
Celkem	12056	3480	15536

V tabulce můžeme vidět, jak velké výkyvy v požadavcích na loňský rok vznikaly. Z dříve uvedených výpočtů vyplývá, že linka je kvůli omezení úzkým místem schopna při ranní směně vyrobit 1960 ks v měsíci (20 dnů). Nejvyšší celkový požadavek činil 2880 ks, tzn., že by bylo možno krýt tento výkyv z pojistné zásoby, která v úhrnu činí 1000 ks. Pokud by se takto extrémně vysoký požadavek opakoval v dalším měsíci, nebylo by už možno při současné směnnosti tento objem vyrobit. Řešením by pak byly buď přesčasy, nebo zvýšení směnnosti alespoň na pracovišti 2. Pracoviště 1 je schopno za měsíc vyrobit 2520 ks. Pokud by byla nutná práce na 2 směny, je třeba mít k dispozici větší počet trénovaných operátorů.

Na plánovací tabuli se rozplánuje výroba na týdny a dny a pracovníci na konci směny vypisují, kolik bylo vyrobeno za den a jaký je kumulativní součet.

Měsíční poptávka =						Celkem
1. týden	PO =	ÚT =	ST =	ČT =	PÁ =	
Ranní						
Odpolední						
2. týden	PO =	ÚT =	ST =	ČT =	PÁ =	
Ranní						
Odpolední						
3. týden	PO =	ÚT =	ST =	ČT =	PÁ =	
Ranní						
Odpolední						
4. týden	PO =	ÚT =	ST =	ČT =	PÁ =	
Ranní						
Odpolední						
5. týden	PO =	ÚT =	ST =	ČT =	PÁ =	
Ranní						
Odpolední						
						Celkem

Obrázek 61 – Návrh plánovací tabule (VZ)

V prvním řádku je zapsán celkový měsíční požadavek, který je dále rozpočítán na týdny a dny. Operátor pak po směně zapíše, kolik skutečně vyrobil ku plánovanému množství. Pokud vyrábí nad plán, napíše poznámku, kolik přebývá, tak aby se podle toho orientoval v dalších dnech. Naopak pokud nestihne plán, přesune jej na další den či směnu, dle instrukcí vedení (team-leadra). Ve sloupci vpravo pak zapisuje souhrn směny za týden. Tabule by byly buď 2 totožné, pokud by bylo uvažováno jako maximum úzké místo nebo 2 rozdílné, pokud by bylo pracoviště 1 vytěžováno maximálně, a bylo by tedy nutné napláňovat více pracovních dní na pracovišti 2 či vyšší směnnost.

6.4.4 Shrnutí návrhů plánování výroby

Co se týče 3 nástinů možného plánování, jako nejlepší se jeví přístup maximálního vytěžování obou pracovišť. Jde o rovnoměrnou výrobu, která usnadňuje plánování nákupu materiálu s dlouhou dodací lhůtou. Ačkoliv by se nevyrábělo každý den v týdnu, stále by ještě bylo zařízení používáno tak často, aby nevznikaly problémy způsobené tím, že stroj delší dobu stojí. Velkým úskalím je ale nutnost držet na skladě pohotovostní zásobu hotových výrobků v celkové výši cca 3500 ks oproti současné pojistné zásobě ve výši 1000 ks. Nejde o štíhlý přístup k řízení výroby, ale pokud je bráno v potaz, že nyní se musí držet zásoby materiálu, aby bylo možné okamžitě reagovat na potřeby zákazníka, lze pouze o převedení skladu materiálu na sklad hotových výrobků. Hotové produkty ale kvůli přidané hodnotě

výroby vážou mnohem větší objem kapitálu než materiál. Na druhou stranu je pak podstatně rychlejší reakce na měsíční požadavek zákazníka přesahující maximální objem výroby při 1 směně. Nenese s sebou ani problémy s plánováním pracovníků, které vyvstanou vždy, když je třeba zvýšit směnnost, aby byla zakázka hotová v termínu.

Bohužel držet takto vysoké zásoby hotových výrobků si firma nemůže dovolit, tudíž za jedinou přijatelnou variantu, lze považovat měsíční plánování pomocí plánovací tabule, ačkoliv s sebou tento přístup nese celou řadu problémů. Při jeho aplikaci je třeba smluvně dohodnout s dodavatelem materiálu držení pojistné zásoby ve výši alespoň měsíční potřeby. Dále také provést výcvik více operátorů, při potřebě provozu na více směn a definovat údržbu problematického zařízení na zakapávání tak, aby nedocházelo k problémům vznikajícím po delší době odstávky.

6.5 Nová VSM

Nová VSM optimalizované linky byla vytvořena s použitím časů operací stanovených metodou předem určených časů Basic MOST. Díky zapracování všech změn ve fungování linky do VSM, zmizí většina problémů. Problém s velkým množstvím skladových zásob je částečně řešen, pokud by dodavatel byl ochoten držet pojistnou zásobu materiálu. Vybalancováním linky se k sobě výrazně přiblíží časy výroby na obou pracovištích a přenesením finální kontroly na operátora 2 se zvýší využití strojového času. Dále se díky snížení výrobní dávky na pracovišti 1 na 2 ks sníží rozpracovanost a díky častějšímu odvážení výrobků na zalévání na pracoviště 2 také zásoba rozpracovanosti (maximum dáno též kapacitou navrženého regálu – 42 ks). Problém, který zůstává, je úzké místo – stroj Mazalli. Jediným řešením by v tomto případě byla duplikace zařízení či pořízení nového. Tento stroj byl požadován zákazníkem a je v jeho vlastnictví. Ač vykazuje řadu problémů, bylo by nutné jeho změnu vyjednat s odběratelem. Zároveň však na nákup nového zařízení firma v současné době nemá prostředky a ani by v případě této linky nebyl nákup opodstatněn (není očekáván nárůst poptávky a kapacity na dosavadní objem postačují). Výsledkem všech úprav je nárůst přidané hodnoty, jelikož VAI výrazně vzrostl z původních 0,283 % na 0,338 %. Byla zkrácena průběžná doba výroby z původních 909,7 s na 759,91 s, tedy o 17 %.

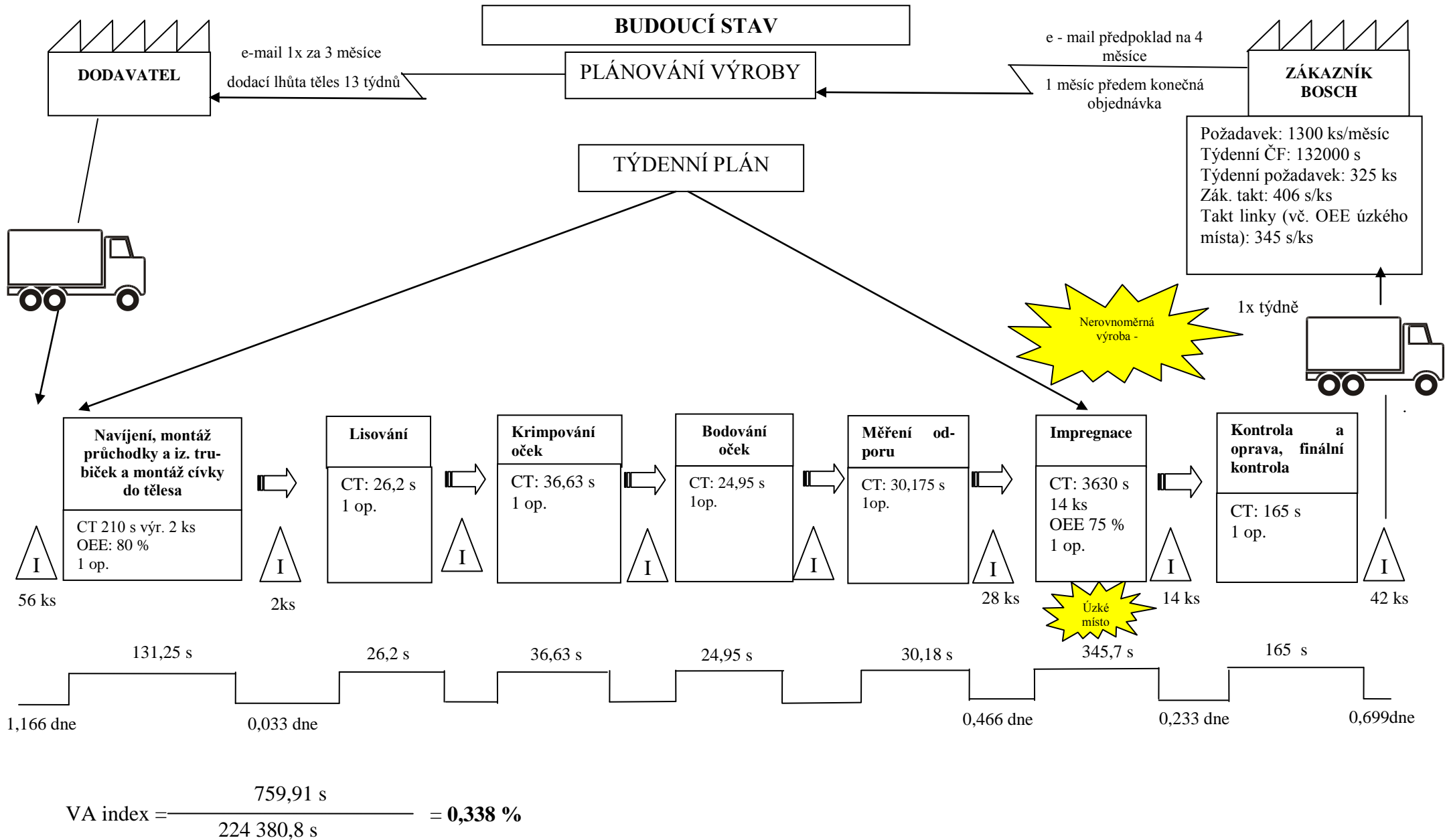
Tabulka 27 - Časy operací dle Basic MOST (VZ)

PROCES	Basic MOST	
	CYKLUS [s]	NORMA/SMĚNA
Navíjení, montáž izolačních trubiček, montáž jádra cívky do tělesa	94,38	286
Lisování	26,21	1030
Krimpování	36,63	737
Bodování	24,95	1082
Kontrola, zápis	30,175	895
Pracoviště 1	212,345	127
Impregnace (oprava, kontrola)	279,56	97
Pracoviště 2	279,56	97

Pro potřeby nové VSM a na základě změn procesu výroby na pracovišti 1 bylo na základě pozorování stanoveno OEE navíječky SPIRO MBL 6, a to tak, že plánovaný čas byl očištěn o čas, který operátor trávil výkonem funkce team leadera.

Tabulka 28 - OEE navíječky (VZ)

Navíječka SPIRO MBL 6	24.01.12	31.01.12
Disponibilita	93%	89%
Kvalita	99%	98%
Rychlost	88%	89%
OEE	81%	77%



Obrázek 62 – Nová VSM (VZ)

6.6 Kalkulace nákladů na realizaci návrhů

Je třeba vybavit pracoviště vysokými židličkami, proti-únavovými rohožemi, panely na vizualizaci a nářadí. Stoly lze použít stávající, jelikož jsou výškově nastavitelné.

Proti-únavové rohože – rozměr 90 cm x 90 cm, tloušťka 16 mm + náběhové hrany ze stran, kde je potřeba najíždět manipulační technikou. Na pracoviště 1 je potřeba 5 ks rohoží a 4 ks lišt, na pracoviště 2 pak 4 ks rohoží a 7 ks lišt.



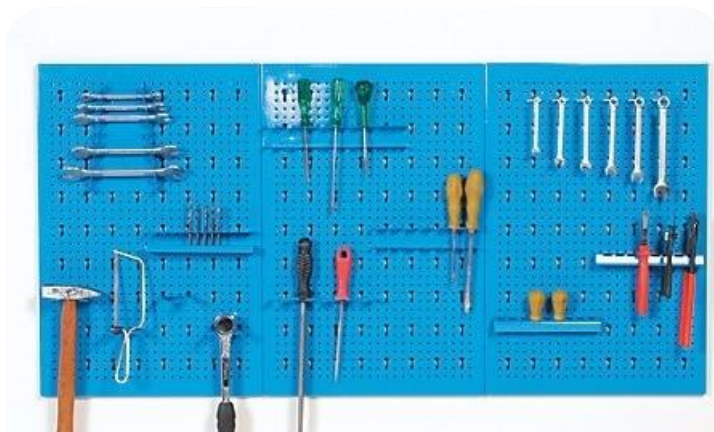
Obrázek 64 – Proti-únavová rohož (Emporo: dílna, 2010)

Dále je třeba pořídit 2 pracovní židle s kluzáky na pracoviště 1 pro obsluhu krimpovacího lisu a bodovací svářečky. Je nutné, aby se o ně pracovník mohl zapřít, proto ne s kolečky ale s kluzáky. Naopak na pracoviště 2 je potřeba pořídit 1 židli s kolečky, aby mohla sloužit pro práci na obou pracovních plochách.



Obrázek 65 – Pracovní židle (Emporo: dílna, 2010)

Taktéž je třeba pořídit panely na nářadí a vizualizaci. Držáky na nářadí, krabičky, standardy.



Obrázek 66 – Panel na nářadí (Emporo: dílna, 2010)

Poslední investicí je pořízení navrženého manipulačního vozíčku a regálů na obě pracoviště. Ty by bylo nutné nechat vyrobit na míru, popřípadě upravit standardizovaný regál či vozík. Cena tedy bude vycházet z cen podobných regálů a manipulační techniky.



Obrázek 67 – Manipulační vozík a regál spádový (*Emporo: dílna*, 2010)



Obrázek 68 – Plánovací tabule (*Emporo: dílna*, 2010)

Tabulka 29 - Cenová kalkulace (VZ)

POLOŽKA	CENA bez DPH [Kč]	KS	CELKEM
Proti-únavové rohože	960	9	8640
Náběhové hrany	230	11	2530
Dílenská židle s kolečky	1889	1	1889
Dílenská židle s kluzáky	2299	2	4598
Nástěnný panel	920	7	6440
Držák na krabičky	48	21	1008
Držák na nářadí	86	3	258
Závěsný obal	2,9	60	174
Kroužková vazba	20	60	200
Magnetky	3,49	100	349
Lepicí pásy barevné	80	10	800
Regál velký	6500	1	6500
Regál malý	3250	1	3250
Manipulační vozík	7000	1	7000
Plánovací tabule	2500	2	5000
			48 636 Kč

Celkově by ke zrealizování návrhu byla nutná investice 48 636 Kč bez DPH. Naopak by se ušetřily 2 stoly z finální kontroly a 1 výškově nastavitelný z pracoviště 1.

6.7 Shrnutí

V této nejrozsáhlejší kapitole jsou nejdříve navrženy změny v layoutu a uspořádání pracovních ploch, jako předpoklad pro balancování linky. Následně je pomocí metody Basic MOST linka balancována, jsou optimalizovány jednotlivé operace, slučovány dohromady či naopak rozdělovány, eliminovány zbytečné pohyby a činnosti. Dále je v této části provedena analýza vznikající nekvality, prověření FMEA a její aktualizace. Na Spaghetti diagramech jsou znázorněny pohyby jednotlivých operátorů na optimalizované lince i tok výrobku procesem. Na závěr jsou pak navrženy a zhodnoceny možné varianty plánování výroby a konečně kalkulovány náklady na realizaci nápravných opatření.

7 VYČÍSLENÍ PŘÍNOSŮ REALIZACE NÁVRHU

Realizací návrhů by došlo k úspoře plochy cca 29,8 m². Zároveň by se na pracovišti 1 zvětšila volná plocha tak, že by již bylo možné ji využít (nyní se nevyužívá). Pro vyčíslení úspory z uvolněné plochy lze použít buď standardně používanou hodnotu 30 000 Kč/m²/rok – úspora by tedy činila 894 000 Kč/rok.

K výpočtu úspory lze dospět také pomocí vyjádření tržeb na 1 m². Celá společnost se rozkládá na ploše 2650 m² a tržby v loňském roce byly 40 457 000 Kč. Tržby na 1 m² jsou 15 267 Kč – úspora by tedy činila 454 956,7 Kč. Pro potřeby co nejrealističtějšího vyjádření přínosů realizace návrhu je vhodnější použít vyčíslení úspory z plochy prostřednictvím tržeb na m².

Došlo by k snížení počtu operátorů na lince z 3 na 2.

Z výrobní linky by byl uvolněn operátor 1, týmový vedoucí, který na lince dle snímku pracovního dne tráví cca 5 hodin/směna. Pokud je jako základ pro výpočet nákladů na zaměstnance brán údaj 120 Kč/hodina práce včetně odvodů. Na lince POLE BODY, pokud bereme pracovní fond 261 dní, by tímto došlo k úspoře 156 600 Kč za rok (tedy 5 hodin denně v době trvání 261 dní). Pokud bychom nebrali v potaz, že operátor se zabývá i jinou prací než prací na lince (nemá nijak stanovené množství času, které může využít pro činnosti týmového vedoucí), úspora by činila 234 900 Kč (7,5 hodin denně v 261 dnech). Aby byly přínosy realizace návrhu vyčísleny co nejpravdivěji, je třeba brát v potaz skutečné množství času odpracovaného na lince operátorem 1.

Jak již bylo vykalkulováno dříve, díky vybalancování linky a faktu, že v podniku se za hodinu práce operátora včetně odvodů účtuje 120 Kč, došlo by ke snížení jednicových nákladů na práci operátora z původních 17,734 Kč/ks na 16,396 Kč/ks, tedy o 1,338 Kč/ks. Pokud by linka vyrobila předpokládané množství, tedy 15 600 ks, došlo by k roční úspoře 20 872,80 Kč. V tabulce jsou shrnuty finanční přínosy realizace návrhu.

Tabulka 30 - Výpočet roční úspory (VZ)

Úspora ročních mzdových nákladů	156 600 Kč
Úspora nákladů na výrobu snížením cyklového času	20 873 Kč
Úspora z uvolněné plochy	454 956,7 Kč
Náklady na realizaci návrhu	48 636 Kč bez DPH
Roční úspora v prvním roce	583 793 Kč

Pokud by byl realizován návrh optimalizace linky, došlo by ke snížení ročních mzdových nákladů o 156 600 Kč, celkově pokud bereme v úvahu náklady na realizaci návrhu, činila by roční úspora 583 793 Kč.

Dále by došlo k snížení pracovního vytížení TH pracovníka na finální kontrole cca o 1 hodinu za směnu.

ZÁVĚR

Cílem mého diplomového projektu bylo provést optimalizaci výrobní linky POLE BODY, na níž se vyrábí dva typy cívek alternátorů. Východiskem práce byla jak literární rešerše zdrojů v oblasti PI, tak především analýza současné situace na pracovišti.

Nejprve bylo pracoviště detailně popsáno, včetně popisu uspořádání pracoviště, vizualizace a administrativy prováděné na pracovišti. Poté bylo provedeno snímkování pracovního dne operátorů, které bylo klíčovým prvkem analýzy. Na základě získaných informací byla vytvořena VSM, která definovala zákaznický takt, míru přidané hodnoty, úzké místo výrobní linky a odhalila celou řasu nedostatků na pracovišti.

Ukázalo se, že problémů existuje celá řada, a že mezi nejkritičtější patří nevyrovnanost cyklových časů výroby na jednotlivých pracovištích, úzké místo limitující objem výroby, uspořádání pracoviště, ať už co se týče prostorového uspořádání jednotlivých strojů a pracovních ploch v prostoru haly, tak i uspořádání nástrojů na pracovních plochách.

Aby mohla být linka vybalancována, bylo nutné vytvořit vhodné podmínky. Proto byl navržen nový layout pracoviště, nové 3D uspořádání pracovních ploch včetně vizualizace. Kromě toho byly taktéž aktualizovány pracovní postupy jednotlivých operací a na základě této aktualizace vytvořeny nové operační návody. Teprve za těchto podmínek mohla být pomocí metody Basic MOST linka vybalancována.

Pro porovnání současné situace a budoucí situace po realizaci navržených změn byla vytvořena nová VSM, která demonstruje, že potencionální realizace projektu by vyřešila většinu problémů odhalených původní VSM a zvýšila taktéž index přidané hodnoty. Kromě přínosů čitelných v nové VSM, byly definovány přínosy finanční, které kalkulují jak s úsporami, tak s náklady, které by bylo potřebné vynaložit na přestavbu pracoviště.

Díky tomu, že se práce opírala o dobře vytvořenou projektovou dokumentaci, která jasně identifikovala cíle projektu včetně detailního časového vymezení, jeho průběh byl bezproblémový a všechny stanovené cíle byly splněny.

Projekt byl prezentován zástupci zadavatele firmy Hanhart Morkovice s.r.o., panu ing. Vymazalovi, který jej zhodnotil velmi pozitivně, jakožto projekt realizovatelný, jehož implementace by byla pro firmu přínosem. K jeho realizaci mělo původně dojít v létě, ale nakonec byla odložena na konec roku 2012. Důvodem odsunutí je rozbíhání nové výrobní linky, jejíž bezproblémový chod je klíčový pro budoucnost společnosti.

Vypracování diplomového projektu bylo pro mě obrovskou zkušeností, a to především proto, že se konečně nejednalo o práci v izolovaném, modelovém prostředí. Optimalizace linky není jen práce se stopkami, fotoaparátem, kamerou, tabulkami, layouty, atd., jak se může ze školních lavic zdát, je to především práce s lidmi, protože oni jsou ti, kterým výstup práce průmyslového inženýra „mění život“.

Naučila jsem se taky, že znalost teorie je velmi důležitá, ale prim by měl vždycky hrát zdravý selský rozum. Osvojila jsem si schopnost vybrat z množiny informací ty relevantní a rozlišit informace na ty, jež by měla znát každá zainteresovaná skupina a ty, jež by za žádnou cenu znát neměla. Došla jsem k závěru, že průmyslový inženýr musí umět nejen správně pozorovat, analyzovat, počítat, aj., ale především by měl umět empaticky naslouchat.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] API: Co je OPF?. *API: Akademie produktivity a inovací* [on-line]. © 2005 - 2012 [cit. 2012-03-26]. Dostupné z: <http://e-api.cz/page/68413.one-piece-flow/>
- [2] Batch vs continuous flow processing. *RASSMUSON: Share learn grow* [on-line]. © 2011 [cit. 2012-03-26]. Dostupné z: <http://rasmusson.wordpress.com/2008/04/16/batch-vs-continuous-flow-processing/flow/>
- [3] Creating a Gantt chart. *Office Tool Tips: When you don't know whom to ask* [on-line]. © 2009 [cit. 2012-03-29]. Dostupné z: http://www.officetooltips.com/excel/tips/creating_a_gantt_chart.html
- [4] DEBNÁR, Peter. Vizuální management. [on-line]. © 2010 [cit. 2012-03-28]. Dostupné z: <http://e-api.cz/article/69650.vizualni-management/>
- [5] DEBNÁR, Peter, Flexibilita – jeden z principů produkčních systémů. Úspěch [on-line].]. © 2011, č. 2 [cit. 2012-03-27]. Dostupné z: <http://e-api.cz/article/70458.flexibilita-8211-jeden-z-principu-produkcniich-systemu/>
- [6] DOBSON, Paul. 2005. Lean Software Practices: Applying Lean Methods to Software Development. *Lean Software Practices* [on-line]. © 2009 [cit. 2012-03-26]. Dostupné z: http://leansoftwarepractices.com/?page_id=45
- [7] Emporo: Dílna. *Emporo.cz* [on-line]. © 2010 [cit. 2012-03-29]. Dostupné z: <http://www.emporo.cz/dilna/cz/c-1305/>
- [8] Ergonomie pracovního místa. *Lorika.cz. Ergonomie: Stránky zaměřené na ergonomii pracoviště* [on-line]. [cit. 2012-03-27]. Dostupné z: <http://www.ergonomie.name/>
- [9] Ergonomie v teorii, ergonomické uspořádání dílny a pracoviště. *ABE.TEC: Electronic technology equipment* [on-line]. © 2012 [cit. 2012-03-27]. Dostupné z: <http://www.abetec.cz/eshop/product/ergonomie-v-teorii-ergonomicke-usporadani-dilny-a-pracoviste/>
- [10] Ford Motor Company, 2009. *Analýza možných způsobů a důsledků závad (FMEA)*. Praha: Česká společnost pro jakost. 3. vydání. ISBN 80-02-01476-6.
- [11] Hanhart Morkovice: Od vývoje k produkci. *HANHART Morkovice s.r.o.* [on-line]. © 2012 [cit. 2012-03-29]. Dostupné z: <http://www.hanhart.cz/5/>

- [12] IMAI, Masaaki, 2005. *Gemba Kaizen : Řízení a zlepšování kvality na pracovišti*. Brno: Computer Press. ISBN 80-251-0850-3.
- [13] KOCUREK, Jaromír. FMEA - analýza možných vad a jejich důsledků. In: *Vlastní cesta. cz: Zvolte si svoji vlastní cestu* [on-line]. © 2006 - 2009 [cit. 2012-03-26]. Dostupné z: <http://www.vlastnicesta.cz/metody/metody-kvalita-system-kvality-iso/fmea-analyza-moznych-vad-a-jejich-dusledku/>
- [14] KOŠTURIÁK, Ján, 2010. *Kaizen: Osvědčená praxe českých a slovenských podniků*. Brno: Computer Press. ISBN 978-80-251-2349-2).
- [15] KOŠTURIÁK, Ján a Zbyněk FROLÍK et al., 2006. *Štíhlý a inovativní podnik*. Praha: Alfa Publishing. ISBN 80-86851-38-9.
- [16] KOŠTURIÁK, Ján a Milan GREGOR et al., 2002. *Jak zvyšovat produktivitu firmy*. Žilina: InForm. ISBN 80-968583-1-9.
- [17] Leadership and the Project Life Cycle. *Project management wisdom* [on-line]. © 2001 [cit. 2012-03-28]. Dostupné z: <http://www.maxwideman.com/papers/century21/lifecycle.htm>
- [18] LIKER, Jefferey K., 2007. *Tak to dělá Toyota: 14 zásad řízení největšího světového výrobce*. Praha: Management press. ISBN 978-80-7261-173-7.
- [19] MAŠÍN, Ivan, 2003. *Mapování hodnotového toku ve výrobních podnicích*. Liberec: Institut průmyslového inženýrství. ISBN 80-902235-9-1.
- [20] MAŠÍN, Ivan a Milan VYTLAČIL, 2000a. *Nové cesty k vyšší produktivitě: Metody průmyslového inženýrství*. Liberec: Institut průmyslového inženýrství. ISBN 80-902235-6-7.
- [21] MAŠÍN, Ivan a Milan VYTLAČIL, 2000b. *TPM: Management a praktické zavádění*. Liberec: Institut průmyslového inženýrství. ISBN 80-902235-5-9.
- [22] SVOZILOVÁ, Alena, 2011. *Projektový management*. 2. vydání. Praha: Grada Publishing. ISBN 978-80-247-3611-2.
- [23] ŠTEFÁNEK, Radoslav et al., 2011. *Projektové řízení pro začátečníky: 7 základních lekcí projektového managementu*. Brno: Computer Press. ISBN 978-80-251-2835-0.
- [24] TUČEK, David a Roman BOBÁK, 2006. *Výrobní systémy*. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. ISBN 80-7318-381-1.

- [25] Value Stream Mapping Software: Create a value stream map. *Edraw: Professional diagram solution* [on-line]. © 2004-2012 [cit. 2012-03-27]. Dostupné z: <http://www.edrawsoft.com/Value-Added-Flow-Chart.php>
- [26] Visual management. *VSI: Visual solutions & improvements* [on-line]. © 2011 [cit. 2012-03-28]. Dostupné z: <http://www.vsi.eu/visualmanagement.php>
- [27] VOLKO, Vladimír. Co je to OEE. *Volko.cz* [on-line blog]. © 2009a. [cit. 2012-03-26]. Dostupné z: <http://www.volko.cz/co-je-to-oee>
- [28] VOLKO, Vladimír. Co je to „One piece flow“?. *Volko.cz* [on-line blog]. © 2009b. [cit. 2012-03-27]. Dostupné z: <http://www.volko.cz/co-je-to-one-piece-flow>
- [29] Vývojový tým vydavatelství Productivity Press, 2008. *Systém tahu ve výrobním prostředí*. Brno:SC&C Partner. ISBN 9-788090-409903.
- [30] Vývojový tým vydavatelství Productivity Press, 2009. *5 S pro operátory: 5 pilířů vizuálního pracoviště*. Brno:SC&C Partner. ISBN 978-80-904099-1-0.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

CEZ	Celková efektivita zařízení
CT	Cycle time
FIFO	First in – First out
FMEA	Failure Mode and Effects Analysis
HV	Hotový výrobek
I	Sklad
KLT	Plastová přepravka
MOST	Maynard operation sequence technique
MTM	Method of time measurement
O	Operátor
OEE	Overall Equipment Effectiveness
OPF	One piece flow
5S	Program péče o pracovní prostředí a zvyšování produktivity práce
S. R. O.	Společnost s ručením omezeným
THP	Technicko-hospodářský pracovník
TMU	Time measurement unit
TPM	Total productive maintenance
VA index	Index přidané hodnoty
VSM	Value stream mapping
VZ	Vlastní zpracování

SEZNAM OBRÁZKŮ A GRAFŮ

Obrázek 1 – Životní cyklus projektu (<i>Leadership and the Project Life Cycle</i> , 2001).....	13
Obrázek 2 – Ganttův diagram (<i>Creating a Gantt chart</i> , 2009)	14
Obrázek 3 - Symboly používané při tvorbě VSM (<i>Value Stream Mapping Software</i> , 2004 - 2012)	18
Obrázek 4 - Interpretace parametru OEE (Volko, 2009a)	22
Obrázek 5 - FMEA (Dobson Paul, 2009)	24
Obrázek 6 - OPF vs. dávková výroba (Volko, 2009b)	25
Obrázek 7 - Technologické vs. produktové uspořádání (Debnár, 2011)	26
Obrázek 9 - S - buňka (VZ dle <i>Vývojového týmu vydavatelství Productivity Press</i> , 2008).....	27
Obrázek 8 - Typy buněk (VZ dle <i>Vývojového týmu vydavatelství Productivity Press</i> , 2008).....	27
Obrázek 10 - Parametry pracovních ploch ve stoje (<i>Ergonomie pracovního místa</i>).....	29
Obrázek 11 - Dosahy horních končetin ve svislé rovině při práci vsedě i vestoje (<i>Ergonomie v teorii, ergonomické uspořádání dílny a pracoviště</i> , 2012).....	29
Obrázek 12 – Koncept vizuálního pracoviště (VZ podle Debnár, 2010)	31
Obrázek 13 – Vizuálně řízené pracoviště (<i>Visual management</i> , 2011).....	32
Obrázek 14 – Základní pilíře TPM (VZ podle Tuček, Bobák,2006).....	33
Obrázek 15 – Firma Hanhart Morkovice s.r.o. (<i>Hanhart Morkovice: Od vývoje k produkci</i>).....	35
Obrázek 16 – Výrobky obrábění a tváření (<i>Hanhart Morkovice: Od vývoje k produkci</i>).....	35
Obrázek 17 – Výrobky navíjení a zalévání (<i>Hanhart Morkovice: Od vývoje k produkci</i>).....	36
Obrázek 18 – Zapalovací systémy (<i>Hanhart Morkovice: Od vývoje k produkci</i>)	36
Obrázek 19 – Odpojovače baterií (<i>Hanhart Morkovice: Od vývoje k produkci</i>).....	37
Obrázek 20 – Ganttův diagram (VZ).....	40
Obrázek 21 – Zleva: Cívka 180 A, 150 A (VZ)	42
Obrázek 22 – Pracoviště 1, operátor 1(VZ)	43
Obrázek 23 – Pracoviště 1, operátor 2 (VZ).....	43
Obrázek 24 – Pracovní plochy na pracovišti 2 (VZ)	44
Obrázek 25 – Pracoviště 2, stroj, sklad rozpracovanosti (VZ)	44

Obrázek 26 – Pracoviště finální kontroly (VZ)	45
Obrázek 27 – Layout pracoviště 1(VZ)	46
Obrázek 28 – Layout pracoviště 2 (VZ)	47
Obrázek 29 – Náběh směny operátora 1(VZ).....	53
Obrázek 30 – Náběh směny po přestávce operátora 1(VZ).....	54
Obrázek 31 – Konec směny operátora 1(VZ).....	54
Obrázek 32 – Náběh směny operátora 2 (VZ).....	57
Obrázek 33 – Náběh směny po přestávce operátora 2 (VZ).....	57
Obrázek 34 – Konec směny operátora 2 (VZ).....	57
Obrázek 35 – Náběh směny operátora 3 (VZ).....	59
Obrázek 36 – Náběh směny po přestávce operátora 3 (VZ).....	60
Obrázek 37 – Konec směny operátora 3 (VZ).....	60
Obrázek 38 – Tok výrobku linkou (VZ).....	61
Obrázek 39 – Spaghetti diagram pohybu operátora 1 a 2 (VZ).....	62
Obrázek 40 – Spaghetti diagram pohybu operátora 3 (VZ).....	63
Obrázek 41 – VSM současný stav (VZ)	65
Obrázek 42 - Původní layout vs. nový layout (VZ).....	68
Obrázek 43 – Nový layout pracoviště 1 s popisky (VZ)	69
Obrázek 44 – Původní layout (VZ).....	70
Obrázek 45 – Nový layout (VZ)	71
Obrázek 46 – Nový layout s popisky (VZ).....	72
Obrázek 47 – Uspořádání pracovní plochy na pracovišti 1(VZ)	73
Obrázek 48 – Uspořádání pracovní plochy na pracovišti 2 (VZ).....	74
Obrázek 49 – Pracovní plocha 1(VZ)	74
Obrázek 50 – Pracovní plocha 2 (VZ)	76
Obrázek 51 – Pracovní plocha 3 (VZ)	77
Obrázek 52 – Tabulka pro přepočítání odporu (VZ)	77
Obrázek 53 – Pracovní plocha 4 (VZ)	78
Obrázek 54 – Pracovní plocha 5 (VZ)	79
Obrázek 55 – Regál na rozpracovanou výrobu na pracovišti 1(VZ)	80
Obrázek 56 – Vozíček na manipulaci s rozpracovanou výrobou mezi pracovišti (VZ).....	81
Obrázek 57 – Regál na rozpracovanou výrobu s řazením FIFO na pracovišti 2(VZ)	81
Obrázek 58 – Spaghetti diagram pracoviště 1(VZ)	100

Obrázek 59 – Spaghetti diagram pracoviště 2 (VZ)	101
Obrázek 60 – Tok výrobku procesem po vybalancování linky (VZ)	101
Obrázek 61 – Návrh plánovací tabule (VZ).....	107
Obrázek 62 – Nová VSM (VZ).....	110
Obrázek 63	110
Obrázek 64 – Proti-únavová rohož (<i>Emporo: dílna, 2010</i>)	111
Obrázek 65 – Pracovní židle (<i>Emporo: dílna, 2010</i>).....	111
Obrázek 66 – Panel na nářadí (<i>Emporo: dílna, 2010</i>)	111
Obrázek 67 – Manipulační vozík a regál spádový (<i>Emporo: dílna, 2010</i>).....	112
Obrázek 68 – Plánovací tabule (<i>Emporo: dílna, 2010</i>)	112
Graf 1 – Životní cyklus projektu (VZ).....	39
Graf 2 – Vývoj objemu výroby a podílu jednotlivého typu (VZ).....	50
Graf 3 – Vývoj prodeje typu 150 A (VZ)	51
Graf 4 – Vývoj prodeje typu 180 A	51
Graf 5 – Rozložení aktivit operátora 1 (VZ).....	52
Graf 6 – Přímé náměry CT navíjení a montáže (VZ)	53
Graf 7 – Bilance činností operátora 1	53
Graf 8 – Rozložení aktivit operátora 2 (VZ).....	55
Graf 9 - Přímé náměry CT montáže 1 ks (VZ)	56
Graf 10 – Bilance činností operátora 2 (VZ)	56
Graf 11 – Rozložení aktivit operátora 3 (VZ).....	58
Graf 12 – Bilance činností operátora 3(VZ)	59
Graf 13 – Přímé náměry CT impregnace (VZ).....	59
Graf 14 – Průměrné časy výroby 1 ks na jednotlivých pracovištích (VZ)	67
Graf 15 – Pracoviště 2 (VZ)	90
Graf 16 – Porovnání pracoviště 1 a 2 (VZ)	91
Graf 17 – Procentuelní rozložení vad na cívkách 180 A a 150 A (VZ)	94
Graf 18 – Množství opravovaných kusů k celkovému objemu výroby (180 A) (VZ)	94
Graf 19 - Množství opravovaných kusů k celkovému objemu výroby (150 A) (VZ)	95
Graf 20 – Poměr oprav a dobrých kusů	95
Graf 21 – Převedení finální kontroly na operátora (VZ)	99

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1- Basic MOST (VZ podle Košturiak, Frolík et al., 2006).....	16
Tabulka 2 - Výhody sedu/výhody stání (VZ)	28
Tabulka 3 - Informace o projektu (VZ)	38
Tabulka 4 - SMART analýza projektu (VZ).....	41
Tabulka 5 - OEE Mazalli (VZ)	66
Tabulka 6 - OEE navíječky SPIRO MBL 6 (VZ).....	66
Tabulka 7 – Náměry a normy pracnosti (VZ).....	82
Tabulka 8 - Maximální objem jednodenní výroby – rozpis prací (VZ).....	83
Tabulka 9 - Basic MOST Navíjení (VZ)	84
Tabulka 10 - Basic MOST Montáž cívky do tělesa (VZ).....	85
Tabulka 11 - Basic MOST Lisování (VZ)	85
Tabulka 12 - Basic MOST Krimpování (VZ).....	86
Tabulka 13 - Basic MOST bodování (VZ)	87
Tabulka 14 - Basic MOST měření odporu (VZ).....	87
Tabulka 15 – Basic MOST Vážení a kontrola (VZ).....	89
Tabulka 16 - Basic MOST Impregnace (VZ)	90
Tabulka 17 - Basic MOST a přímé náměry (VZ).....	92
Tabulka 18 - FMEA analýza (VZ).....	96
Tabulka 19 - FMEA po opatřeních (VZ)	97
Tabulka 20 - Nová FMEA (VZ)	98
Tabulka 21 - MOST Finální kontrola (VZ)	99
Tabulka 22 - Prodej v roce 2011 (VZ).....	103
Tabulka 23 – Rozvržení výroby (VZ).....	103
Tabulka 24 - Roční plán výroby (VZ)	104
Tabulka 25 - Výrobní schéma (VZ).....	105
Tabulka 26 - Předpověď výroby na rok 2012 (VZ).....	106
Tabulka 27 - Časy operací dle Basic MOST (VZ)	109
Tabulka 28 - OEE navíječky (VZ).....	109
Tabulka 29 - Cenová kalkulace (VZ)	113
Tabulka 30 - Výpočet roční úspory (VZ)	114

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha PI: Vzorová operační návodka

Příloha P II: Vzorový manuál pracoviště

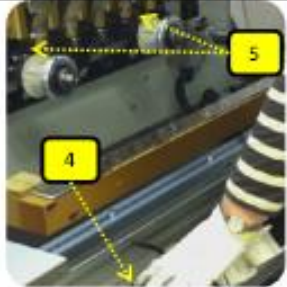
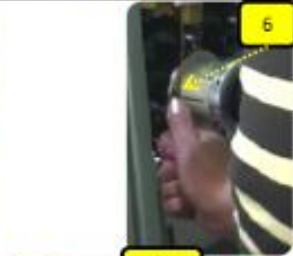
Příloha P III: Aktualizované kontrolní karty



Příloha P IV: Aktualizovaná vizualizace vad

PŘÍLOHA P I: VZOROVÁ OPERAČNÍ NÁVODKA

		<h3>Operační návodka</h3>		Výrobek typ: 9949	Název součástky: Cívka vinutá	Číslo výkresu: 3-8499 005
Datum:	Otáčky	TI. Třísky	Stroj - zařízení:	003	180 A	Název operace: NAVIJET, MONTÁŽ
Vypracoval:	Posuv	Řezná rychlost	Navijčka SPIRO MBL 6	Pracoviště: 07 122		Poř. č. operace 010, 020
Kontroloval:	Počet třísek	Úpruto ks	Inv. č. - type			
Výrobní pomůcky		Krok Operace				
Název:	Označení:	1 Uvést stroj do provozu a nastavit parametry dle manuálu pracoviště č. 1.				
Navijčka	SPIRO MBL 6	2 Měřidlem tahu kontrolovat tah (2500+/- 500cN) a odpor vodiče (1,5+/-0,08Ω) dle manuálu pracoviště č. 1.				
Navijecí trn	71 02003 (3x)	3 Kostry nasadit na trny (3a), vložit objímku (3b), z boku vložit pod matici (3c) podložku a klíčem dotáhnout nadoraz (3d).				
Seřiz. kroužek	60 04341	4 Stisknout tlačítka CYCLE START a uvést tak stroj do chodu.				
Přítlačný kolík	R 4350	5 Zkontrolovat zachycení drátu v přídržovačích a opětovným stisknutím CYCEL START spustit vinutí.				
Dig. miliohmmetr	MeZ model B9-4	6 První závit přitlačit k čelu kostry přítlačným kolíkem.				
Měřidlo 82 max	30 00349	7 Na vývody předchozích hotových 2 ks nasadit průchodky a izolační trubičky (bílé), kontrolovat jejich dosed a polohu vývodů.				
Měřidlo tahu	DTMX-5000-H	8 Lepící pásku získat dotekem tlačítka páskovačky, sejmut out horní folii a vyhodit do koše.				
Rukavice	A 285681	9 Po navinutí zajistit konec vinutí v jedné vrstvě páskou, nesmí se dotýkat kostry a spoj musí být mimo konec vinutí.				
Nůžky dlaňové		10 Uvolnit matici trnu, vyndat podložku, uvolnit konce vinutí a sejmut navinutou cívku (obdobně jako v kroku 3).				
Boční štípačky	160	11 Vyrovnat vodiče a zkontrolovat rozměr pomocí měřidla max 82.				
		12 U 2 ks provede uvolnění obou operací pracovník TK, tyto kusy zůstanou uloženy do konce směny v uvolňovacím kontejneru.				
		13 Těleso nasunout na cívku, správně ustavit průchodku a dotlačit.				
		14 Plochými kleštěmi za odizolovaný konec vytáhnout konec vinutí, vizuelně kontrolovat polohu vinutí a dosed tělesa na cívku.				





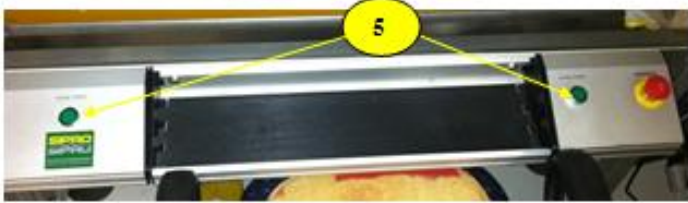

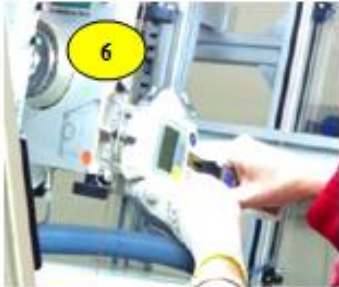





PŘÍLOHA PII: VZOROVÝ MANUÁL PRACOVIŠTĚ

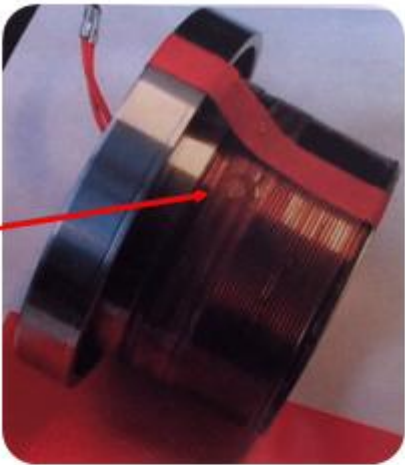
	<h3>MANUÁL PRACOVIŠTĚ</h3>	Číslo: 6 List: 1
Stroj: NAVIJEČKA SPIRO MBL 6		
		
		
		
R.č.	UVEDENÍ STROJE DO PROVOZU, SEŘÍZENÍ	
1	Spustit stlačený vzduch.	
2	Zapnout hlavní vypínač.	
3	Stisknout tlačítko „LEISTUNG EIN“.	
4	Po naběhnutí systému (na monitoru bliká kurzor) z klávesnice zadat „S“, potvrdit „ENTER“ stroj najede do výchozí polohy - na monitoru se zobrazí program 150A/180A.	
5	Stroj uvedeme po založení koster do provozu stisknutím tlačítek CYCLE START.	
6	Na začátku směny a po výměně drátu měď/leh. tahu kontrolovat tah drátu 2500 +/- 500 gN a odpor drátu 2 +/- 0,1 Ω /150A/ nebo 1,5 +/- 0,08 Ω /180A/. Provést měření na obou vřetenech a zaznamenat do kontrolního listu.	
7	Zapnout páskovačku.	

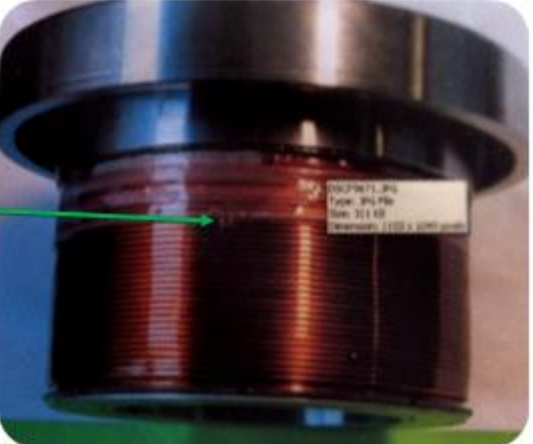
PŘÍLOHA PIII: AKTUALIZOVANÉ KONTROLNÍ KARTY

Alfa M 2641 - impregnace Pole Bodies F00M 289 401 - 180A (č.v. 9499 003)					
Datum:			List:		100% vizuální kontrola nepoškození izolace vývodů
Dávka	Odpor <u>1,5 +/- 0,08Ω</u>	Váha před	Váha po	Váha pryskyřice	
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					

Alfa M 2641 - impregnace Pole Bodies F00M 289 400 - 150A (č.v. 9499 002)					
Datum:			List:		100% vizuální kontrola nepoškození izolace vývodů
Dávka	Odpor <u>2 +/- 0,1Ω</u>	Váha před	Váha po	Váha pryskyřice	
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					

PŘÍLOHA PIV: AKTUALIZOVANÁ VIZUALIZACE VAD

HANHART	VIZUALIZACE VAD – POLE BODY	Číslo: 1
NEPŘÍPUSTNÉ BUBLINY V PRYSKYŘICI		
<p>PRAVIDLO:</p> <ul style="list-style-type: none">× ODMÍTNUTO MĚŘIDLEM MEZERY× ROZMĚR BUBLINY VĚTŠÍ JAK 3 DRÁTY× ROZSÁHLÁ OPRAVA „JAMKY“ MŮŽE OVLIVNIT DOBRÉ ČÁSTI POVRCHU DRÁTU		

HANHART	VIZUALIZACE VAD – POLE BODY	Číslo: 3
PŘIJATELNÁ BUBLINA V PRYSKYŘICI		
<p>PRAVIDLO:</p> <ul style="list-style-type: none">× PROJDE MĚŘIDLEM MEZERY× ROZMĚR BUBLINY MAXIMÁLNĚ 3 DRÁTY× MENŠÍ OPRAVA „JAMKY“ BY MOHLA UMOŽNIT PRŮCHOD MĚŘIDLEM MEZERY		
<p>OPRAVA:</p> <ul style="list-style-type: none">✓ BUBLINY A MENŠÍ VÝDUTĚ LEHCE ZAČISTIT JEHLOVÝM PILNÍKEM – MUSÍ PROJÍT MĚŘIDLEM MEZERY		