

VŠB – Technická univerzita Ostrava
Fakulta strojní
Katedra mechanické technologie

Optimalizace výrobní linky

Optimization of the Production Line

Student: Michal Příbylka
Vedoucí bakalářské práce: Ing. Ivana Šajdlerová, Ph.D.

Ostrava 2013

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Fakulta strojní
Katedra mechanické technologie

Zadání bakalářské práce

Student: **Michal Příbylka**
Studijní program: B2341 Strojírenství
Studijní obor: 2303R002 Strojírenská technologie
Téma: **Optimalizace výrobní linky**
Optimization of the Production Line

Zásady pro vypracování:

1. Obecná charakteristika řešené problematiky. Základní pojmy.
2. Analýza současného stavu z hlediska výrobního sortimentu, stávající technologie, organizace výroby, efektivita výrobního procesu atd.
3. Vyhodnocení analýzy, identifikace problémů, specifikace požadavků na výrobní linku.
4. Návrhy řešení a jejich komplexní posouzení.
5. Celkové zhodnocení přínosu práce.

Seznam doporučené odborné literatury:

ČSN ISO 690 (01 0197) *Informace a dokumentace: Pravidla pro bibliografické odkazy a citace informačních zdrojů*. Praha: Český normalizační institut, 2011. 40 s.
PETRUŽELKA, J. *Ročníkový projekt. Jak psát bakalářskou práci* [online]. Ostrava: VŠB-TUO, FS, 2007, poslední aktualizace 30. 6. 2009 Dostupný z [www: <URL: http://www.345.vsb.cz/KE%20vyuka/Jak%20psát%20cerven%202009.pdf>](http://www.345.vsb.cz/KE%20vyuka/Jak%20psát%20cerven%202009.pdf).
BASL, J., TŮMA, M., GLASL, V. *Modelování a optimalizace podnikových procesů*. Plzeň: ZÚ v Plzni, 2002. 140 s. ISBN 80-7082-936-2
HLAVENKA, B. *Projektování výrobních systémů: technologické projekty*. 3. vyd. Brno: CERM, 2005. ISBN 80-214-2871-6.
TOMEK, G., VÁVROVÁ, V. *Řízení výroby*. Vyd. 2. Praha: Grada Publishing spol. s r.o. 2000. 412 s. ISBN 80-7169-955-1
ŠAJDLEROVÁ, I. *Organizace a řízení výroby*. Vyd. 1. Ostrava: Fakulta strojní VŠB – TUO, 2012. 223 s. ISBN 978-80-248-2775-9

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Ivana Šajdlerová, Ph.D.**

Datum zadání: 14.12.2012

Datum odevzdání: 20.05.2013

prof. Ing. Jiří Hrubý, CSc.
vedoucí katedry



doc. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.
děkan fakulty

Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě 20.5.2013

Michal Ptilý
podpis studenta

Prohlašuji, že

- jsem byl seznámen s tím, že na moji diplomovou (bakalářskou) práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB-TUO“) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě diplomovou (bakalářskou) práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že diplomová (bakalářská) práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB-TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové (bakalářské) práce. Souhlasím s tím, že údaje o kvalifikační práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – diplomovou (bakalářskou) práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- beru na vědomí, že odevzdáním své 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 předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě : 20.5.2013



podpis

Jméno a příjmení autora práce: Michal Příbylka

Adresa trvalého pobytu autora práce: Severovýchod 12, Zábřeh

ANOTACE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

PŘIBYLKA, M. *Optimalizace výrobní linky : bakalářská práce*. Ostrava : VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra mechanické technologie, 2013, 54 s. Vedoucí práce: Ivana Šajdlerová.

Cílem této bakalářské práce je návrh opatření vedoucí ke snížení plýtvání a ke zvýšení požadovaného plnění impregnační linky za pomoci metod průmyslového inženýrství a projektového řízení. Celý projekt je veden metodou DMAIC. V první části je popsána definice projektu, stanovení cíle, založení projektu včetně projektového týmu, strategie projektu a stanovení harmonogramu projektu. V druhé části pak samotné měření a analýzy současného stavu za pomoci VSM mapování procesu, snímku dne, momentového pozorování, analýzy výroby a jejich problémů, analýzy tras a jejich četnosti. Ve třetí části je vyhodnocení analýz, identifikace problémů. Ve čtvrté části jsou stanovené návrhy opatření na základě předchozích analýz a použitých metod. Závěrem je posouzeno celkové zhodnocení přínosu práce.

ANNOTATION OF MASTER THESIS

PŘIBYLKA, M. *Optimization of the Production Line : Bachelor Thesis*. Ostrava : VŠB – Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Department Mechanical Technology. 2013, 54 s. Vedoucí práce: Ivana Šajdlerová.

The goal of this bachelor thesis is to propose measures which will lead to the reduction of waste and improve the impregnation line performance with the help of methods of industrial engineering and project management. The whole project is led by the DMAIC method. The first part introduces the definition of the project, setting the goals, foundation of the project together with the project team, strategy of the project and an outline of the project schedule. The second part deals with the measurement itself and analyses of the current state with the help of VSM mapping process, the day snapshot, moment observation, analyses of production and its problems, analyses of routes' and their frequency. The third part contains an assessment of the analyses, and problem identifications. The fourth part proposes possible measures on the basis of previous analyses and used methods. Finally, I evaluate the benefits which my thesis may bring.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

AH	osová výška – výška osy hřídele od patky motoru
SMART	cíl - specifický, měřitelný, akceptovatelný, reálný, splnitelný v čase
VSM	mapování procesů - Value stream mapping
n	celkový počet momentů pozorování
p	odhadnutý relativní podíl základního druhu spotřeby času v celkovém čase
y	poměrná chyba pozorování platná pro základní druh spotřeby času
χ_{ch}	absolutní chyba
δ	směrodatná odchylka
VA index	Value Added Index
AS	montáž elektromotorů osových výšek 63 - 132 mm
AL	montáž elektromotorů osových výšek 160 – 200 mm
AV	montáž variantních provedení elektromotorů
ONP	obecně nutné přestávky
OSZ	osobní ztráty
CTRL	kontrola linky
VZV	vysokozdvíhací vozík

OBSAH

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	6
ÚVOD	8
1 OBECNÁ CHARAKTRISTIKA ŘEŠENÉ PROBLEMATIKY. ZÁKLADNÍ POJMY	9
1.1 Projektový přístup k optimalizaci	9
1.2 Nástroje použité pro analýzu	10
2 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU Z HLEDISKA VÝROBNÍHO SORTIMENTU, STÁVAJÍCÍ TECHNOLOGIE, ORGANIZACE VÝROBY, EFEKTIVITY VÝROBNÍHO PROCESU ATD.	17
2.1 Nastavení projektu	17
2.2 Popis pracoviště	18
2.3 Provedené analýzy a jejich výsledky	20
3 VYHODNOCENÍ ANALÝZY, IDENTIFIKACE PROBLÉMŮ, SPECIFIKACE POŽADAVKŮ NA VÝROBNÍ LINKU	32
3.1 Vyhodnocení analýz	32
3.2 Identifikace problémů	33
3.3 Čtyřfázová technika řešení problémů	34
3.4 Specifikace požadavků na výrobní linku	35
4 NÁVRHY ŘEŠENÍ A JEJICH KOMPLEXNÍ POSOUZENÍ	37
4.1 Seznam návrhů řešení problémů identifikovaných v kapitole 3.2	37
4.2 Priorizace navržených opatření	43
5 CELKOVÉ ZHODNOCENÍ PŘÍNOSU PRÁCE	46
ZÁVĚR	47
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	48
SEZNAM OBRÁZKŮ	49
SEZNAM TABULEK	50
SEZNAM PŘÍLOH	51

ÚVOD

Efektivně fungující podnik tvoří klíčovou část v úspěchu a konkurenceschopnosti v každém státě. Šanci čelit ostré konkurenci mají v dnešní ekonomice jen firmy zvládající inovace, vývoj a růst produktivity. Optimalizační projekty si kladou za cíl zefektivnit fungování, zabránit plýtvání a dosáhnout co největší produktivity v podniku.

Projekt je zpracován pro firmu Siemens s.r.o odštěpný závod Elektromotory Mohelnice. Firma vyrábí zejména třífázové asynchronní elektromotory a výrobu většiny komponent si zajišťuje vlastními silami. Posledním krokem výroby v navijárně, kde se koncentruje stěžejní „know-how“ firmy, je impregnace navinutého svazku na impregnační lince SOP. Tato linka není schopna plnit plánovaný výkon, což výrazně ovlivňuje dodávky naimpregnovaných svazků na provoz finální montáže.

Momentálně není vysoká investice do nového vybavení či rozšíření stávající technologie reálná, je tedy třeba najít cestu, jak zařízení zproduktivnit.

Práce si klade za cíl pomocí metod průmyslového inženýrství a projektového řízení eliminovat ztrátové časy, plýtvání a technickoorganizační ztráty. Tyto ztráty mají za následek nedostatečné plnění impregnační linky s nárůstem prostojů pracovníků. Při kvantifikaci cíle je to zvýšení současného plnění výkonu.

1 OBECNÁ CHARAKTRISTIKA ŘEŠENÉ PROBLEMATIKY. ZÁKLADNÍ POJMY.

1.1 Projektový přístup k optimalizaci

Abychom mohli optimalizaci řídit, je vhodné zvolit projektový přístup. Tento umožní monitorovat stav analýz, prací a výsledných opatření především z hlediska času a nákladů. Taktéž umožní vyhodnotit výsledek optimalizace.

1.1.1 Definice projektu

Smyslem této fáze je, aby tým dobře porozuměl problému, definoval správné zákazníky, jejich potřeby a očekávání. Nedílnou součástí této fáze jsou první schůzky se sponzorem projektu, který je komunikačním partnerem, pomáhá uvolňovat lidské zdroje, zastupuje zákazníka projektu a dbá při stanovování cíle, aby nedošlo k odklonu od odklonu cíle projektu. Dalšími úkoly fáze je organizace projektu, rozdělení úloh a odpovědností, stanovení cílů a milníků a přezkoumání kroků. Výsledky této fáze jsou dokumentovány v Projektové smlouvě a Harmonogramu projektu. Popis projektu musí být výstižný, jednoduchý a srozumitelný každému. Prezентují se hlavní problémy jednotlivých oblastí, tým se zamýšlí nad možnými potencionálními riziky, stanovují se měřitelné parametry. V této fázi se určuje cíl, který má být SMART, tedy specifický, měřitelný, akceptovatelný, reálný, splnitelný v čase. Správně vydefinovaný projekt je základ k pozdějšímu úspěchu. [2]

1.1.2 Plánování projektu

Plánovací činnosti jsou pro řízení projektu rozhodující. Plány jsou simulací projektu, protože obsahují písemný popis toho, jak budou splněny parametry vytýčeného cíle. Plánujeme od místa, kde se právě nacházíme, nebo kde se budeme nacházet, až projekt odstartujeme. Plánujeme způsob provedení, strukturu činností, v časovém rámci, které nás dovedou ke zdárnému cíli.

1.1.3 Strategie a harmonogram projektu

Aby byl projekt úspěšně zrealizován, musí být řízen a musíme mít nějaký scénář či osnovu - plány projektu. Pokud mají být plány projektu prospěšné, musí být ustaveny v širších souvislostech oblastí projektu, musí být vytvořena tzv. strategie projektu. Strategie je postup, jakým chceme dosáhnout cíle a zachycuje všechny důležité události prolínající se

projektem, až k jeho dosažení.

Všechny události a aktivity, prováděné v projektu jsou zachyceny v čase a je odhadnuta jejich doba trvání. Je vytvořen harmonogram projektu. Harmonogram je osnova projektu.

1.2 Nástroje použité pro analýzu

1.2.1 Analýza současného stavu

V této části projektu je za pomoci nástrojů analýz podrobně zkoumán současný stav linky z hlediska výrobního sortimentu, materiálového toku, použitých technologií, organizace výroby a práce. Je měřeno plnění linky. Tento stav bude později použit jako výchozí stav pro ukazatel splnění daného cíle. V této chvíli mapujeme skutečné dění na pracovišti linky, které bude později vyhodnoceno a navržena opatření vedoucí ke splnění cíle. V projektu jsem použil tyto nástroje analýzy a měření práce: Snímek dne, Momentkové pozorování, VSM mapování, Analýzu výroby. Tyto nástroje budou následně popsány.

1.2.2 Měření práce

Techniky pro analýzu a měření práce jsou hlavním nástrojem pro zvyšování produktivity práce a snižování neefektivností. Určujeme čas potřebný na vykonání specifikované práce pracovníkem. Výstupy s těchto analýz pomohou odhalit činnosti nepřidávající hodnotu výrobku i podstatu jejich vzniku. [5]

1.2.2.1 Snímek pracovního dne

Při snímku pracovního dne se zaznamenávají přímo na pracovišti do předem připraveného formuláře (Obr. č. 1) veškeré reálné činnosti, které jsou prováděny. Každá činnost je popsána a má naměřenou svou dobu trvání v průběhu celé směny. Pozorování se provádí nepřetržitě. Výhodou je, že se nestarany pozorovatel detailně obeznámí s děním na lince a načerpá potřebné informace k pozdějším analýzám. Nevýhodou je délka trvání takového pozorování stejně jako psychické zatížení všech zúčastněných. [5],[8]

Impregnace SOP - Navěšování 1		Datum: 18.9.2012				POZOROVACÍ LIST Pro s SNÍMEK PRŮBĚHU PRÁCE	
		Směna: Ranní					
		Od do: 6:00 14:00:00					
Postupný čas	Výpočet ča		čas	Rozpad čase	Symbol	Kategorie 1	Popis
	od	do					
0:00:00	0:00:00	0:01:30	0:01:30	6:00:00	PH	Práce s háky	Výměna háků z traverzy č. 1
0:01:30	0:01:30	0:02:08	0:00:38	6:01:30	PH	Práce s háky	Odnos malých háků z traverzy č. 2
0:02:08	0:02:08	0:02:34	0:00:26	6:02:08	H	Hledání	Hledání kusů dle priority
0:02:34	0:02:34	0:04:00	0:01:26	6:02:34	PN	Navěšování	Přichycení kabelů sponkou traverza č. 1
0:04:00	0:04:00	0:04:30	0:00:30	6:04:00	PH	Práce s háky	Montáž háků traverza č. 2 - 2 x
0:04:30	0:04:30	0:05:00	0:00:30	6:04:30	H	Hledání	Hledání kusů dle priority
0:05:00	0:05:00	0:05:10	0:00:10	6:05:00	PN	Navěšování	Navěšování - Posun
0:05:10	0:05:10	0:07:05	0:01:55	6:05:10	H	Hledání	Hledání háků
0:07:05	0:07:05	0:08:32	0:01:27	6:07:05	PH	Práce s háky	Montáž háků + přichycení kabelů sponkou
0:08:32	0:08:32	0:09:07	0:00:35	6:08:32	PH	Práce s háky	Odnos malých háků - 2 x
0:09:07	0:09:07	0:09:40	0:00:33	6:09:07	H	Hledání	Hledání kusů dle priority
0:09:40	0:09:40	0:11:00	0:01:20	6:09:40	PH	Práce s háky	Montáž háků na traverzu - další
0:11:00	0:11:00	0:12:08	0:01:08	6:11:00	PN	Navěšování	Přichycení kabelů sponkou - jedna traverza
0:12:08	0:12:08	0:12:30	0:00:22	6:12:08	H	Hledání	Hledání kusů dle priority
0:12:30	0:12:30	0:12:50	0:00:20	6:12:30	Č	Čekání	Čekání
0:12:50	0:12:50	0:13:55	0:01:05	6:12:50	H	Hledání	Hledání kusů dle priority
0:13:55	0:13:55	0:16:00	0:02:05	6:13:55	PN	Navěšování	Navěšování + přichycení kabelů sponkou + posun traverzy
0:16:00	0:16:00	0:16:23	0:00:23	6:16:00	H	Hledání	Hledání kusů dle priority
0:16:23	0:16:23	0:18:40	0:02:17	6:16:23	PH	Práce s háky	Montáž háků traverza č. 3
0:18:40	0:18:40	0:19:15	0:00:35	6:18:40	PH	Práce s háky	Odnos malých háků z traverzy č. 4

Obr. č. 1 Pozorovací formulář snímku dne

Postup analýzy snímku dne

Je důležité si dopředu stanovit pravidla snímkování. Je to takový postup práce, kde všichni zúčastnění vědí, co se bude provádět a jak se to bude provádět. Správný a známý postup urychlí samotnou analýzu a je kontrolou jednotlivých nutných kroků proti případnému opomenutí. V praxi se osvědčil tento postup:

- výběr pracovní směny
- stanovení sledovaných pracovníků
- určení sledovaných operací
- určení počtu snímků
- samotné měření
- standard zápisu
- pravidla pro vyhodnocení snímkování

Výběr pracovní směny, pracovníka/ů je stanoveno po seznámení se s pracovištěm a po konzultaci s vedením daného provozu. Obecně lze říct, že je to všude tam, kde je potřeba odhalit a odstranit plýtvání, které nepřidává hodnotu.

Určením sledovaných operací je dobré dopředu vymezit co je ještě předmětem naší analý-

zy a co už ne. Mezi hlavní sledované okruhy patří místo, čas, pracovníci a způsob vykonávané práce. Z důvodu vypovídající hodnoty měření je dobré určit si počet snímků. Při snímkování více pracovníků je dobré, aby si všichni zapisující standardizovali zápis a ujednotili pohled. Nastavením pravidel pro vyhodnocení si ujasníme výstupy a cíle jakých chceme samotným měření dosáhnout.

Cíle analýzy snímku dne

Do cílů pozorování, které byly stanoveny, patří:

- zachytit a vyhodnotit pracovní snímek dne
- identifikovat a vyhodnotit časy, které nepřidávají hodnotu (plýtvání)
- sledovat hodinový a celkový výkon pracoviště
- zaznamenat způsob organizace práce

Získaná data je vždy potřeba kategorizovat, analyzovat a navrhnout řešení. K získání více informací o lince byly provedeny dva snímky dne a další měření viz níže.

1.2.2.2 Momentové pozorování

Metoda momentového pozorování spočívá v určení podílů různých pracovních časů pomocí náhodných pozorování bez přímého měření času přístroji. Pracuje s matematickou pravděpodobností a statistikou a vychází z myšlenky, že reprezentativní počet náhodných pozorování dostatečně potvrzuje skutečné využití času pozorovaných pracovníků. Při pozorováních se zaznamenávají jednotlivé druhy spotřeby času do předem připravených formulářů a na základě mezi počtem výskytu a počtem pozorování se určí objem jednotlivých druhů spotřeby času. [5]

Výhody momentového pozorování

- snížení nákladů proti celodennímu snímkování
- jednoduchost
- menší nároky na kvalifikaci pozorujícího
- operativnost pozorování a použití
- jeden pozorující může pozorovat větší skupinu

Postup momentového pozorování

Příprava pozorování se provádí podobně jako příprava na výše uvedené denní snímkování. Sestavujeme pozorovací list (Obr. č. 2), jeho formát závisí na počtu, objemu a charakteru pozorovaných činností, respektive jednotlivých spotřeb času, které chceme pozorovat. Příprava dále zahrnuje volbu hustoty pozorování (počet pozorování, který se provede každý den) a výběr náhodných momentů, určení nutného počtu pozorování. Provedeme malé instruktážní školení pro pozorovatele k ujasnění si postupu a pravidel. Před samotným pozorováním stanovíme dobu náhodných pozorování. Určení náhodných časů slouží tabulka, nebo losování. Nutný počet pozorování pro získání požadované přesnosti výsledků závisí na podílu určitého druhu spotřeby v čase vůči celku. Nejčastěji se určuje matematicky předem pomocí vzorce.

$$n = \frac{4(1-p)}{y^2 * p} \quad (1) [5]$$

n..... celkový počet momentů pozorování

p..... předpokládaný (odhadnutý) relativní podíl základního druhu spotřeby času v celkovém čase

y..... poměrná chyba pozorování platná pro základní druh spotřeby času

Tento vzorec vychází s toho, že:

$$\chi_{ch} = 2\sigma \quad (2) [5]$$

χ_c absolutní chyba

σ směrodatná odchylka

$$\chi_{ch} = y * p \quad (3) [5]$$

Cíle momentového pozorování

Do cílů pozorování, které byly stanoveny, patří:

- určit podíly spotřeby času pracovníků
- matematicky podpořit snímek dne
- pozorovat více pracovníků současně
- zahrnout do pozorování předáka linky

	Navěšování	Navěš. manipulátorem	Hledání svazků k navěš.	Výměna háků	Čekání na traverzu	Svěšování	Odfasování	Hledání podkladů	Manipulace s podvočky	Manipulace s peletou	Manipulace jiné	Čekání na svazky	Čekání jiné	Opravy/seřízení	Úklid
Pozorovací list		doba pozorování: od 6:00		do: 14:00		datum	29.11.2012								
navěšování 1	14		2					2	2	5		2			
navěšování 2	8				2				1			2			
svěšování						12	4	3	1	3		2			
předák								2							
Pozorovací list		doba pozorování: od 6:00		do: 14:00		datum	30.11.2012								
navěšování 1	20	1	2	2	2			1		3					
navěšování 2	16		5	3	2			1		1				2	
svěšování						15	8	2		5					
předák												1			
Pozorovací list		doba pozorování: od 6:00		do: 14:00		datum	3.12.2012								
navěšování 1	12				1				1	3		4	3		
navěšování 2	7	1	2	2	1				1	2		4	2	1	
svěšování						10	3		1	3		7	1		
předák										1					

Obr. č. 2 Pozorovací formulář

1.2.3 VSM Mapování

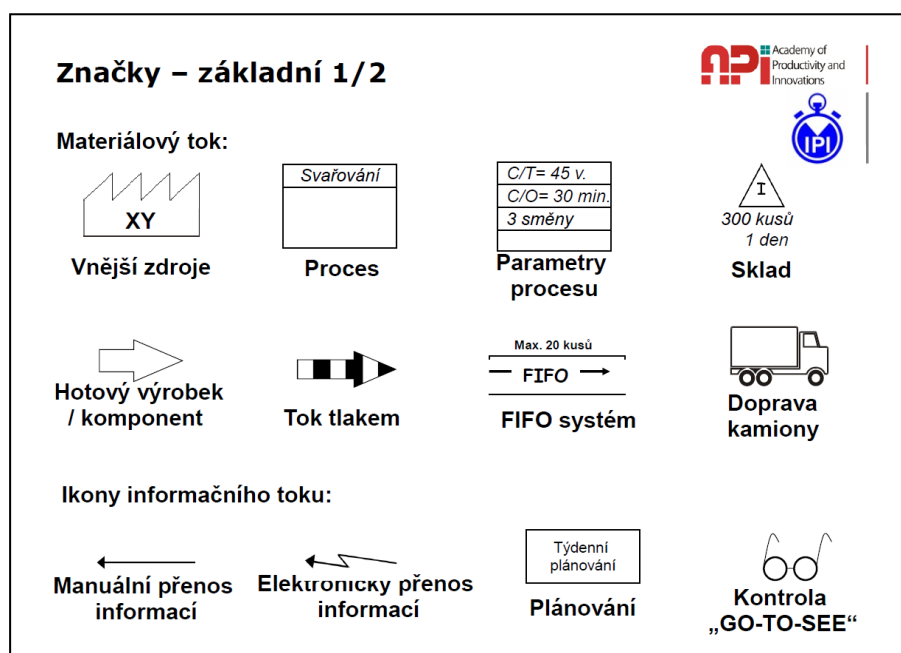
Mapování toku hodnot je metoda, která se používá pro zachycení a popsání výrobních, nebo administrativních procesů. Mapování se koncentruje zejména na zachycení informací o čase, v průběhu kterého dochází k přidání (nepřidání) hodnoty, o celkové průběžné době a počtu všech procesů, v průběhu kterých produkt, či služba vznikají. Takto vytvořená mapa procesu poskytuje velmi užitečný prostředek na získání detailních informací o tom, kde v procesu vznikají problémy z důvodu úzkých míst, nevyužívání kapacit, nadměrných zásob a jiného plýtvání, které jsou důvodem dlouhé průběžné doby, neschopnosti rychlé flexibility a vysoké vázanosti finančních prostředků v materiálu. VSM mapa je základním LEAN nástrojem, tolik potřebným pro trvalé zlepšování procesů. Výsledkem je ucelený a komplexní pohled na všechny „výrobní“ a nevýrobní operace zvoleného procesu. [1]

Postup VSM mapování

Při mapování procesu používáme pouze papír, tužku, fotoaparát a stopky. Při zapisování používáme symboly (Obr. č. 3). Nejprve vybereme reprezentanta, to je výrobek, který prochází největším počtem operací. Mapovat začínáme na konci materiálového toku a postupuje se proti toku materiálu. Počítáme výrobky a rozpracovanou výrobu, vše přepočítáváme ručně a za pomoci symbolů značíme materiálový tok.

Během mapování si všímáme a zaznamenáváme návrhy na zlepšení a možné plýtvání. O

každém procesu sbíráme procesní data. Do stejné mapy zaznamenáváme také tok informací. [3], [7]



Obr. č. 3 Symboly používané při mapování

Cíle VSM mapování

- Zachytit VA index – poměr časů, nepřidávající hodnotu k časům, které přidávají
- Zhotovit mapu současného stavu
- Identifikovat překážky toku hodnot
- identifikovat a vyhodnotit činnosti, které nepřidávají hodnotu (plýtvání)

1.2.4 Analýza tras a četností

Spaghetti diagram zachycuje pohyb pracovníka v předem zvoleném čase. Do layoutu pracoviště se tužkou zakreslují jeho všechny pohyby. Tato analýza se obvykle provádí při snímkování práce. Zachytí se zpravidla i chůze mimo pracoviště, která se v tuto chvíli zdá nezbytná, vyvstávají problémy s rozmístěním podpůrných prostředků k vykonání práce. Díky diagramu jednoduše zobrazíme prostor, ve kterém se operátor zdržuje, kam chodí a je zpravidla dobrým podkladem pro nové uspořádání pracoviště. [4]

Postup analýzy

V přípravě analýzy si zvolíme pozorovaného pracovníka a tužkou zachycujeme jeho pohyb do předem připraveného layoutu pracoviště.

Cíle analýzy tras a četností

byly stanoveny tyto cíle:

- zachytit délku a četnost tras
- identifikovat plýtvání

1.2.5 Analýza výroby, problémů

Tato analýza slouží k pozorování vstupních veličin a zaznamenávání jich na analyzační tabuli (Obr. č. 4). Tabule je umístěná na výstupu pracoviště a ukazuje skutečné výkony ve srovnání s plánovanými hodinovými výkony. Pokud je zaznamenána odchylka ve výkonu oproti plánu pracovník musí tuto neshodu zdůvodnit a zapsat na tabuli. Problémy jsou pak řešeny a je hledána jejich kořenová příčina. Následně jsou odstraňovány. [4]

Postup analýzy

Pracovníky seznámíme s postupem zapisování, stanovím délku pozorování. Do formuláře předepíšeme v záhlaví všechny povinné údaje, jako je norma, vedoucí, směna a domluvíme se na pravidelném odebrání formulářů. Zapsaná data poté analyzujeme a vyhodnocujeme.

Cíle analýzy výroby

byly stanoveny tyto cíle:

- porovnat hodinový a celkový výkon pracoviště
- zachytit odchylky od plánu
- najít příčiny neshod
- vyhodnotit analýzu

Analýza výroby				
Název linky :		Vedoucí týmu :		Datum :
Požadované množství (norma) :		Čas taktu :		Posun :
				Číslo operace :
Čas :	Hodinový výkon	Celkový výkon	Problémy / Příčiny	Odhlášení /jméno/ /směna/
	Plán/Aktuální	Plán/Aktuální		
: ~ :	/	/		
: ~ :	/	/		

Obr. č. 4 Formulář analyzační tabule

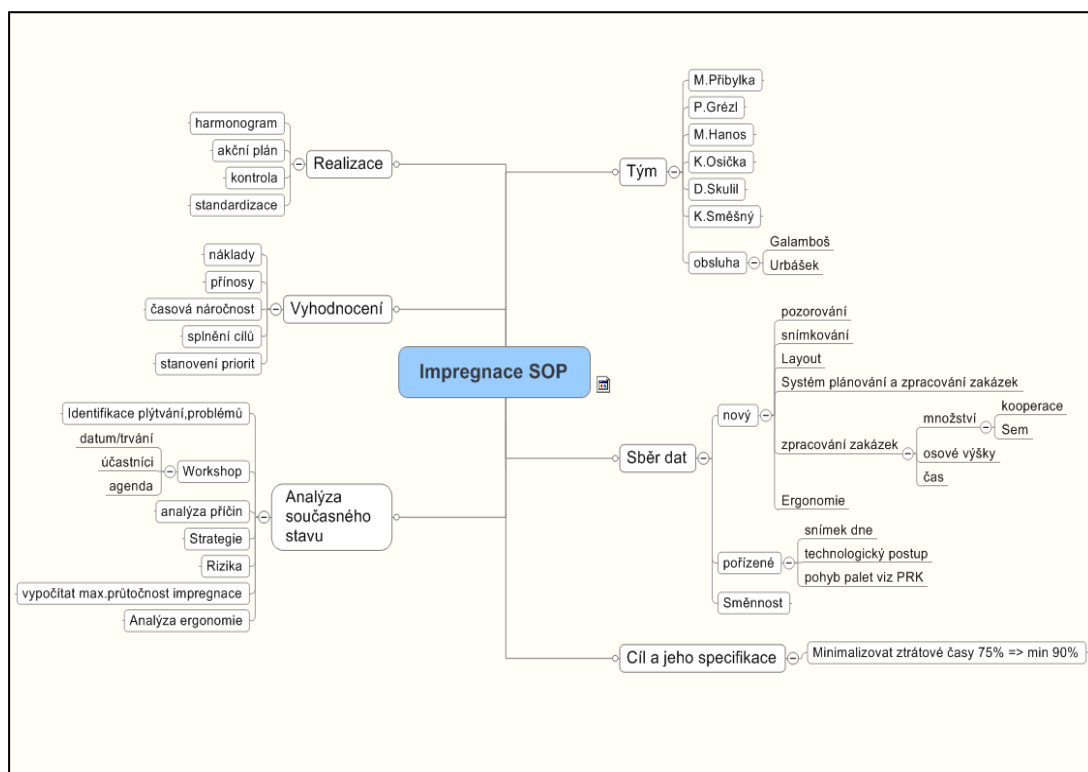
2 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU Z HLEDISKA VÝROBNÍHO SORTIMENTU, STÁVAJÍCÍ TECHNOLOGIE, ORGANIZACE VÝROBY, EFEKTIVITY VÝROBNÍHO PROCESU ATD.

2.1 Nastavení projektu

Jak již bylo zmíněno v úvodní části práce, pro optimalizaci byl zvolen projektový přístup. Na základě všech dostupných informací sesbíraných v předběžných pohovorech se zástupci vedení výroby, technologie, plánování výroby, ale i samotných pracovníků (zakotvená v projektové smlouvě) byla vypracována strategie a harmonogram projektu.

2.1.1 Strategie pro projekt

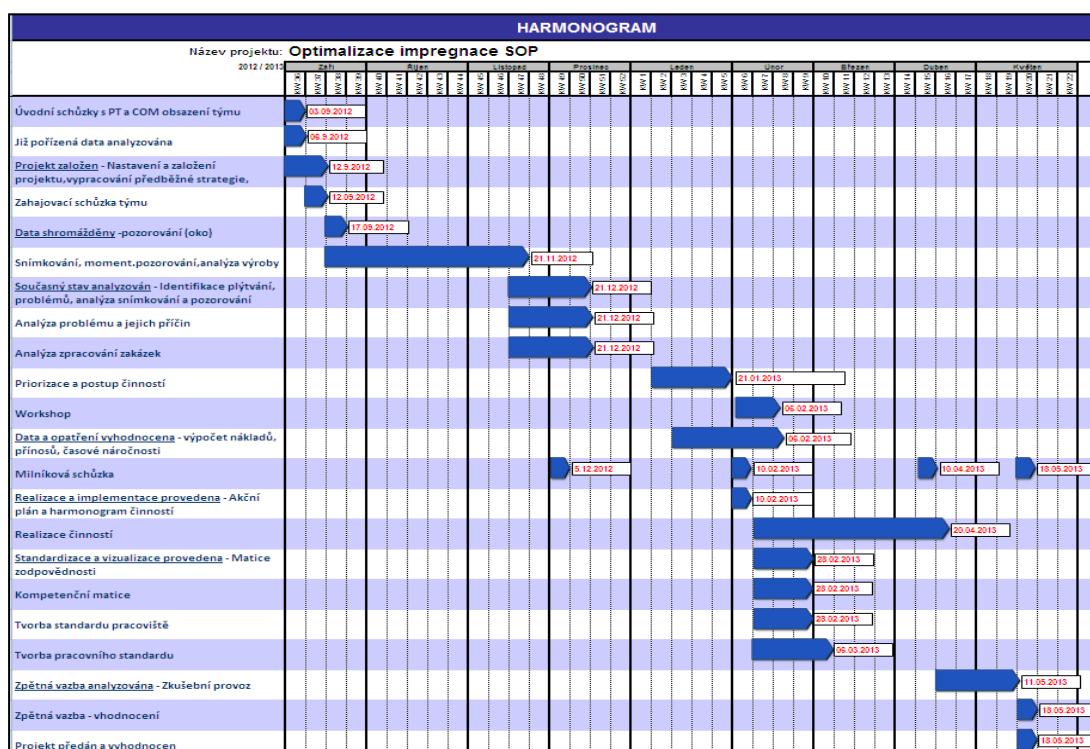
Strategie projektu se skládá z myšlenkové mapy postupných kroků, vstupů a výstupů, rozvahou nad plánováním kapacit, zdrojů, vizualizace prvotního směru a orientování projektu. Její konkrétní zobrazení viz Obr. č. 5.



Obr. č. 5 Strategie projektu

2.1.2 Harmonogram projektu

Po vypracování prvotní strategie je svolána zahajovací schůzka týmu takzvaný Kick – off, kde se členové týmu poprvé sejdou, a je představen projekt, jako celek, nadefinované cíle, jsou vysvětleny jednotlivé role členů týmu, projektová agenda a vyjasněny pravidla pro komunikaci v týmu. Je představena strategie projektu, která je přetavena do harmonogramu projektu, tzn. jednotlivým oblastem a úkolům je přiřazen čas a zodpovědná osoba. Jsou domluveny a zaznačeny též kontrolní schůzky (milníky projektu).



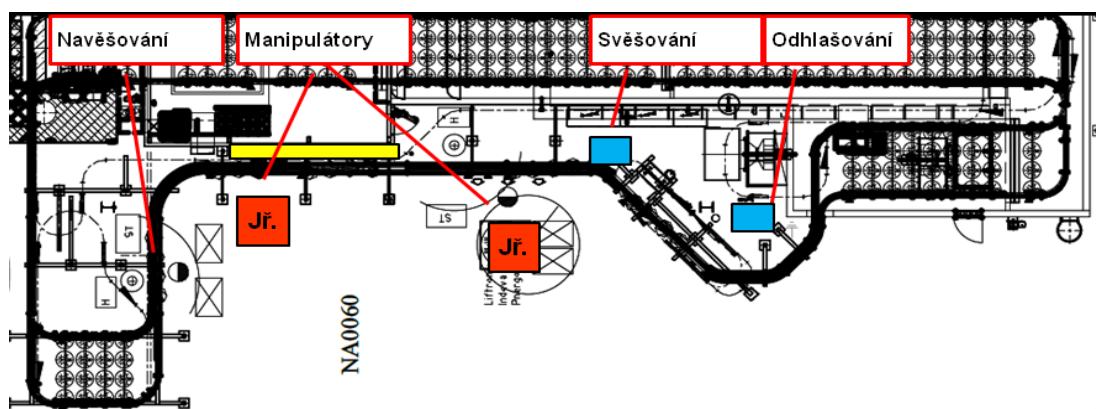
Obr. č. 6 Harmonogram projektu

2.2 Popis pracoviště

2.2.1 Popis pracoviště a procesu

Optimalizační projekt bude proveden na impregnační lince (Obr. č. 7), kde se do impregnační lázně z polyesterimidové pryskyřice metodou máčením prostým ponořuje vinutí statorových svazků elektromotorů. Vzniklý impregnační lak tvoří tvrdou, pružnou, lesklou a hladkou vrstvu, chránící vinutí před vlivy vlhka, chemikálií, nečistot a mechanického poškození. Další důvody proč se svazky impregnují, jsou zvětšení teplovzdornosti izolačních materiálů, zvětšení odolnosti proti vlhku, zvýšení tepelné vodivosti zaplněním vzduchových mezer impregnačním lakem, zvětšení elektrické pevnosti, zvětšení mechanické pevnosti, zmenšení opotřebitelnosti a zvětšení odolnosti proti chemickým účinkům.

Linka sestává z dopravníku, na kterém jsou unášeny traverzy s háky. Na tyto háky jeden až dva pracovníci navěšují hotové navinuté svazky. Svazky osových výšek AH63 až AH112 se navěšují ručně, svazky osových výšek 132mm pouze s použitím manipulátoru. Po navěšení traverza vjede do uzavřeného prostoru, kde proběhne samotné namočení svazků do impregnačního laku. Po vynoření a okapání se lak vysušuje a vytvrzuje. Celý proces je po 120 minutách ukončen a traverza se svazky vyjede z chladícího tunelu. Zde je pracovník svěsí, uloží do palet a provede nezbytné administrativní úkony. Pro svěšování svazků AH132mm musí být opět použit manipulátor.



Obr. č. 7 Layout pracoviště impregnační linky

2.2.2 SIPOC

Tento nástroj znázorňuje spojitost mezi výrobním procesem a dodavateli na jedné straně a odběratelem na straně druhé. Předvádí vstupy a výstupy do/z výrobního procesu. Poskytuje jednoduchý pohled na proces a vizualizuje představu o jeho základních částech. [7]

Tabulka č. 1 SIPOC

S	I	P	O	C
Dodavatelé	Vstupy	Proces	Výstupy	Zákazníci
Zkušebny	Svazky AH 63	Navěšení	Svazky AH 63	Montáž AS
Kooperace	Svazky AH 80	Impregnace	Svazky AH 80	Montáž AL
	Svazky AH 90	Svěšení	Svazky AH 90	Montáž AV
	Svazky AH 100	Odhlášení	Svazky AH 100	
	Svazky AH 112		Svazky AH 112	
	Svazky AH 132		Svazky AH 132	
	Svazky AH 160		Svazky AH 160	

2.3 Provedené analýzy a jejich výsledky

V této kapitole jsou popsány praktické poznatky z prováděných analýz a jejich vyhodnocení. Teorie je popsána výše.

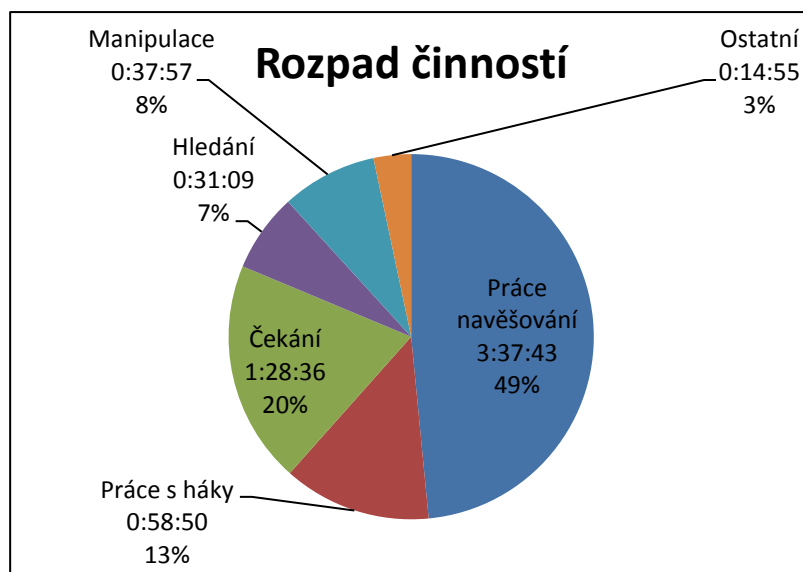
2.3.1 Snímek dne

Snímkování bylo pro statistickou průkaznost prováděno nepřetržitě celou směnu. Celkem bylo za tuto dobu zaznamenáno 841 údajů o aktivitách pracovníků během obsluhy impregnační linky. Celkem byli snímáni 3 pracovníci, kteří jsou dále označeni dle činnosti, kterou vykonávají jako „navěšování 1, navěšování 2 a svěšování“. Ve výstupních tabulkách a grafech je detailně zdokumentován průběh jejich činnosti v čase celé směny. Výstupy činností byly pro jejich přehlednost přiřazeny do kategorií dle charakteru vykonané práce. Dále byly rozčleněny na činnosti přidávající hodnotu a na činnosti, které hodnotu nepřidávají, takzvané plýtvání, nebo potenciál ke zlepšení.

Základní kategorie a činnosti na pracovišti navěšování 1

Tabulka č. 2 Kategorie činností navěšování 1

Základní kategorie	Délka trvání	Procenta doby
Práce navěšování	3:37:43	48,47%
Práce s háky	0:58:50	13,10%
Čekání	1:28:36	19,73%
Hledání	0:31:09	6,94%
Manipulace	0:37:57	8,45%
Ostatní	0:14:55	3,32%
Celková pracovní doba	7:29:10	100,00%

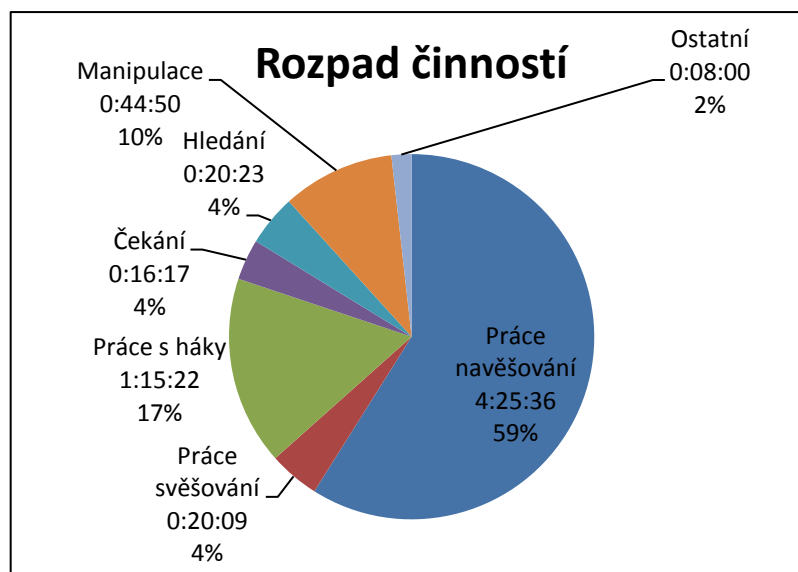


Obr. č. 8 Graf rozpadu činností navěšování 1

Základní kategorie a činnosti na pracovišti navěšování 2

Tabulka č. 3 Kategorie činností navěšování 2

Základní kategorie	Délka trvání	Procenta doby
Práce navěšování	4:25:36	58,94%
Práce svěšování	0:20:09	4,47%
Práce s háky	1:15:22	16,73%
Čekání	0:16:17	3,61%
Hledání	0:20:23	4,52%
Manipulace	0:44:50	9,95%
Ostatní	0:08:00	1,78%
Celková pracovní doba	7:30:37	100,00%

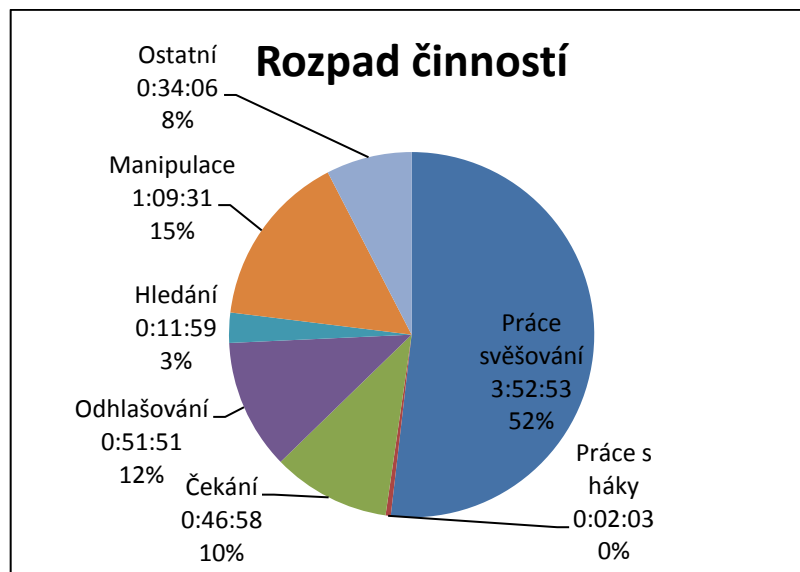


Obr. č. 9 Graf rozpadu činností navěšování 2

Základní kategorie a činnosti na pracovišti svěšování

Tabulka č. 4 Kategorie činností svěšování

Základní kategorie	Délka trvání	Procenta doby
Práce svěšování	3:52:53	51,83%
Práce s háky	0:02:03	0,46%
Čekání	0:46:58	10,45%
Odhlašování	0:51:51	11,54%
Hledání	0:11:59	2,67%
Manipulace	1:09:31	15,47%
Ostatní	0:34:06	7,59%
Celková pracovní doba	7:29:21	100,00%

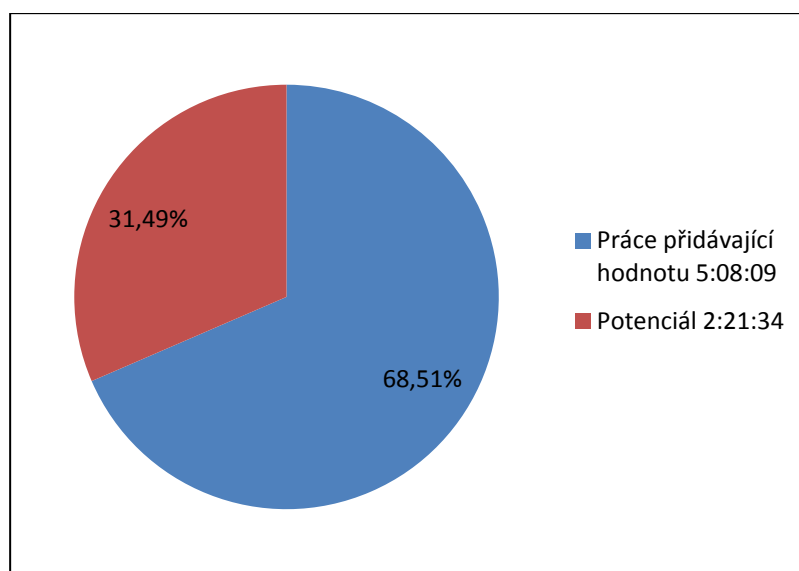


Obr. č. 10 Graf rozpadu činností svěšování 2

Poměr činností přidávající hodnotu a činností, které hodnotu nepřidávají souhrnně na celém pracovišti impregnace SOP

Tabulka č. 5 Snímek dne - výsledek

Kategorie	Délka trvání	Procenta doby
Práce přidávající hodnotu	5:08:09	68,51%
Potenciál	2:21:34	31,49%
Celková pracovní doba	7:29:43	100,00%



Obr. č. 11 Snímek dne - podíl plýtvání a činností přidávajících hodnotu

Shrnutí snímkování: Při chronometráži, bylo identifikováno plýtvání zejména: čekání na statory - obsluha neměla pracovní náplň, čekání na palety, hledání statorů, které se bu-

dou přednostně impregnovat, s tím spojené manipulace, manipulace, osobní ztráty pracovníků, zdlouhavé odhlašování, nedefinované návozy manipulanta. Celková efektivita pracoviště nenaplnuje požadovaný plán.

2.3.2 Momentové pozorování

Pro doplnění snímkování a statistické ověření bylo provedeno 99 náhodných pozorování při požadované úrovni pravděpodobnosti 95% a maximální chybě ± 10 . Pozorování bylo rozprostřeno do celé pracovní směny a prováděno tři pracovní dny.

Vysvětlení použitých zkratk: ONP – osobní nutné přestávky (například na toaletu, pití), OSZ – osobní ztráty (pracovník nepracuje), CTRL linky – kontrola linky.

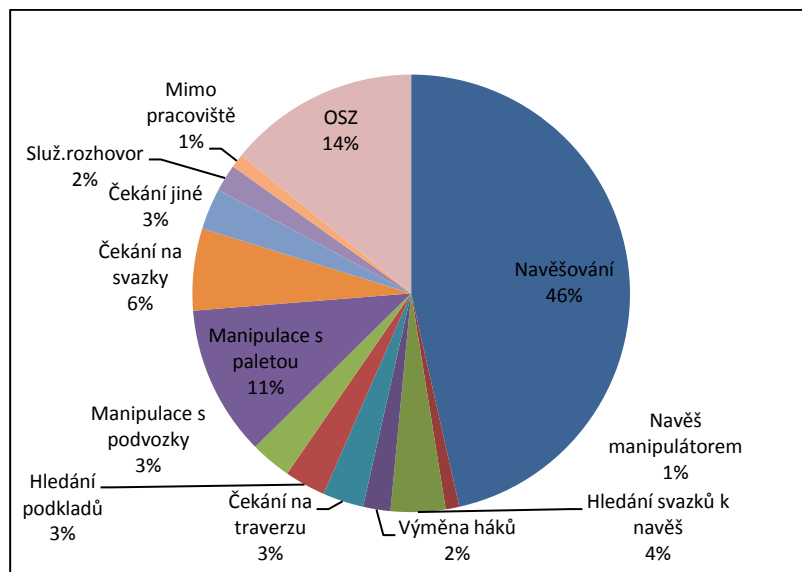
Tabulka č. 6 Momentové pozorování – naměřená data

Činnosti	navěšování 1	navěšování 2	svěšování
Navěšování	46	31	0
Navěš manipulátorem	1	1	0
Hledání svazků k navěš	4	7	0
Výměna háků	2	5	0
Čekání na traverzu	3	5	0
Svěšování	0	0	37
Odhlašování	0	0	15
Hledání podkladů	3	1	5
Manipulace s podvozky	3	2	2
Manipulace s paletou	11	3	11
Manipulace jiné	0	0	0
Čekání na svazky	6	6	9
Čekání jiné	3	4	1
Opravy, seřízení	0	1	0
Úklid	0	1	0
Služ.rozhovor	2	2	6
ONP	0	0	1
Mimo pracoviště	1	13	3
Předč.odchod,poz.příchod	0	0	0
OSZ	14	17	9
Práce na PC	0	0	0
CTRL linky	0	0	0
.Práce s doklady	0	0	0

Tabulka č. 7 Momentové pozorování – zpracovaný výsledek

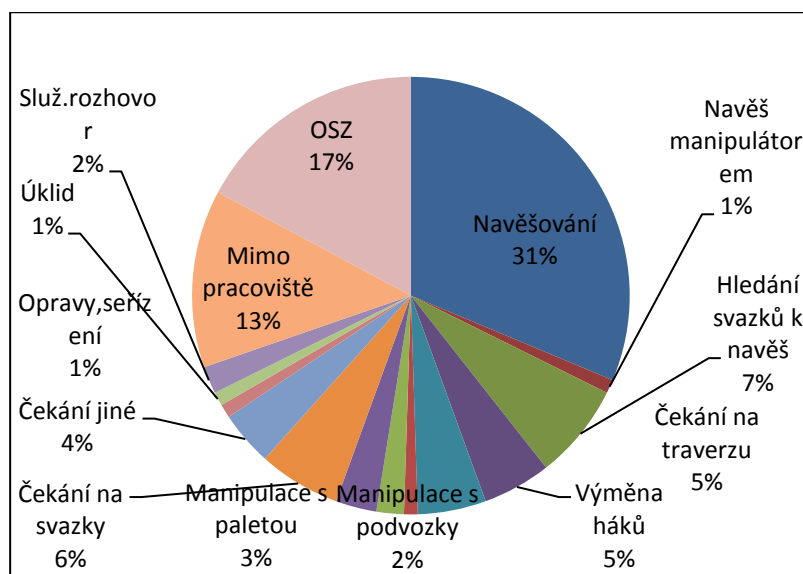
Činnost	navěšování 1	navěšování 2	svěšování
Navěšování	46,46%	31,31%	0,00%
Navěš manipulátorem	1,01%	1,01%	0,00%
Hledání svazků k navěš	4,04%	7,07%	0,00%
Výměna háků	2,02%	5,05%	0,00%
Čekání na traverzu	3,03%	5,05%	0,00%
Svěšování	0,00%	0,00%	37,37%
Odhlašování	0,00%	0,00%	15,15%
Hledání podkladů	3,03%	1,01%	5,05%
Manipulace s podvozky	3,03%	2,02%	2,02%
Manipulace s paletou	11,11%	3,03%	11,11%
Manipulace jiné	0,00%	0,00%	0,00%
Čekání na svazky	6,06%	6,06%	9,09%
Čekání jiné	3,03%	4,04%	1,01%
Opravy,seřízení	0,00%	1,01%	0,00%
Úklid	0,00%	1,01%	0,00%
Služ.rozhovor	2,02%	2,02%	6,06%
ONP	0,00%	0,00%	1,01%
Mimo pracoviště	1,01%	13,13%	3,03%
Předčasný odch,poz.přích	0,00%	0,00%	0,00%
OSZ	14,14%	17,17%	9,09%
Práce na PC	0,00%	0,00%	0,00%
CTRL linky	0,00%	0,00%	0,00%
.Práce s doklady	0,00%	0,00%	0,00%

Souhrnná tabulka zobrazující podíl pracovních činností. Pozorování mimo jiné poukázalo na určité rezervy v pracovním nasazení operátorů, kdy pracovníci nepracují. V tabulce je zaznačeno červeně.



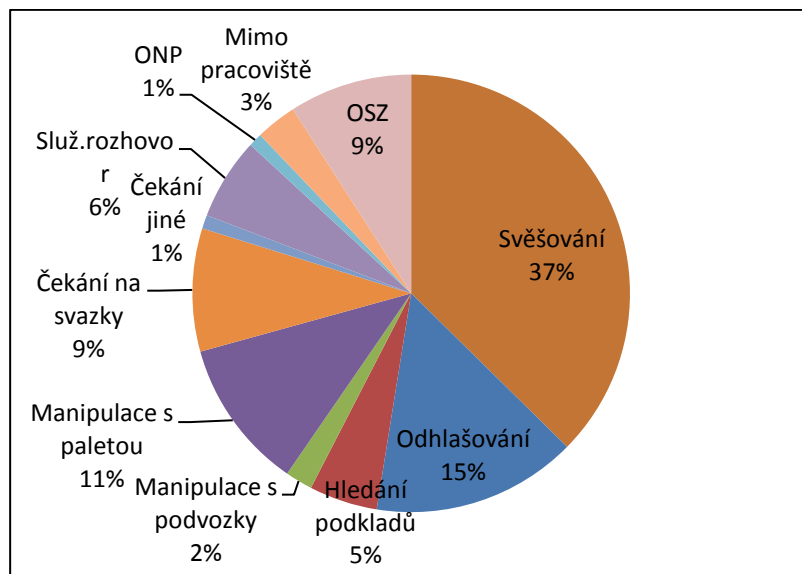
Obr. č. 12 Graf činností navěšování – pracovník 1

Graf znázorňuje rozpad pracovních činností pracovníka při navěšování 1. Velký podíl mají činnosti nepřidávající hodnotu.



Obr. č. 13 činností navěšování pracovník 2

Graf znázorňuje rozpad pracovních činností pracovníka při navěšování 2. Velký podíl mají činnosti nepřidávající hodnotu.



Obr. č. 14 činností svěšování

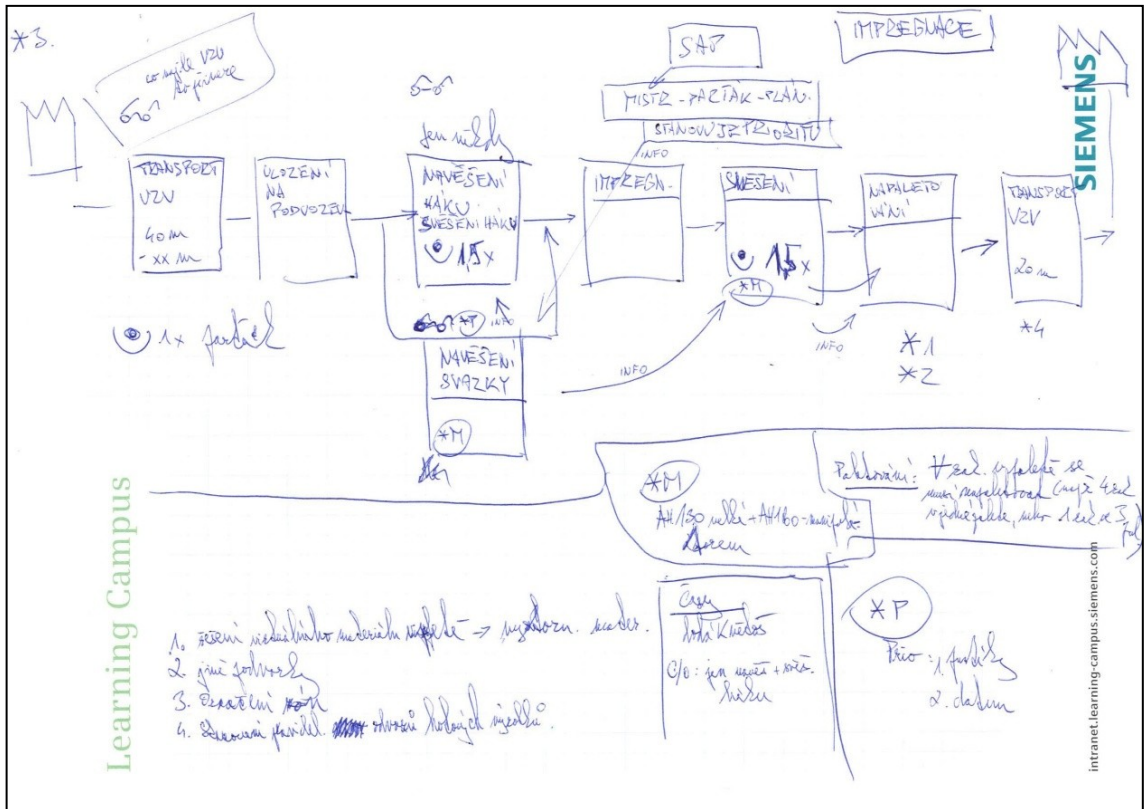
Graf znázorňuje rozpad pracovních činností pracovníka při svěšování.

Shrnutí pozorování:

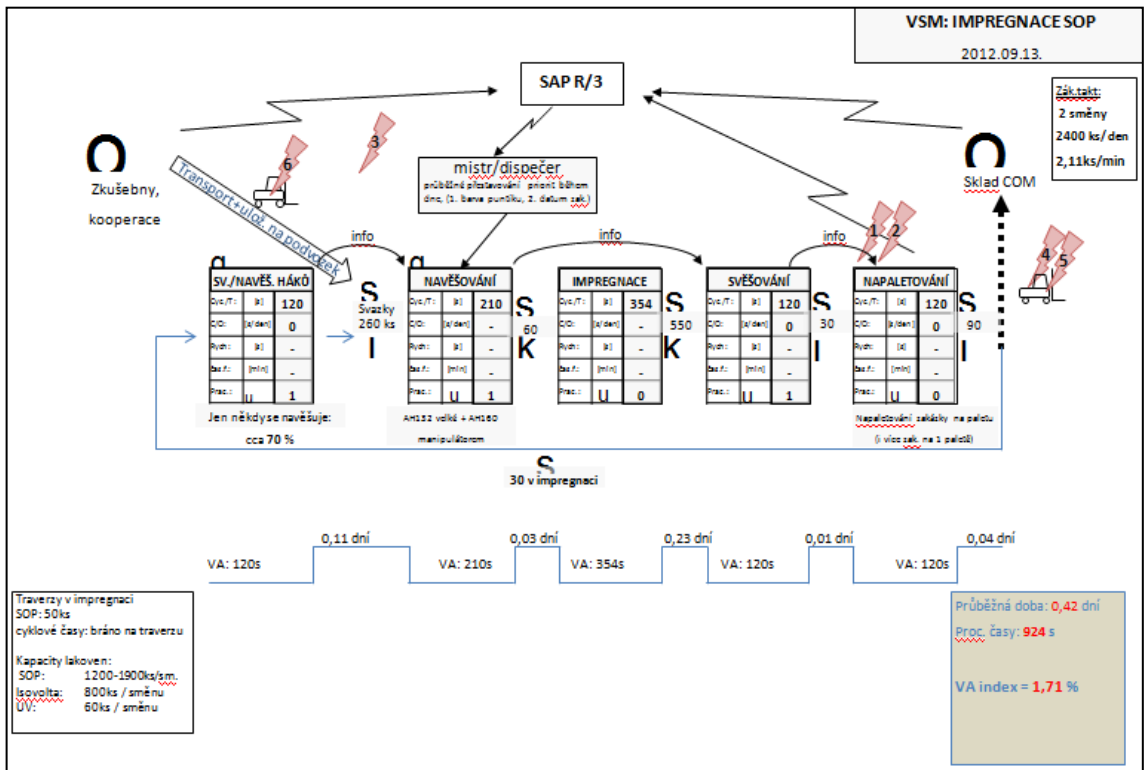
při momentovém pozorování byly potvrzeny činnosti zachycené ve snímku dne. Zvláště se pak projevil fakt, že pozorování nebylo předem nahlášeno a pracovníci nevěděli přesný čas a datum pozorování. Kromě již dříve zachycených plýtvání, jako jsou zbytečné manipulace, čekání, hledání zde byly nově odhaleny také osobní ztráty (OSZ) jednotlivých pracovníků, kdy pracovníci různě postávali, debatovali. Tyto ztráty mohou být zapříčiněny přístupem samotných pracovníků, nebo jsou technickoorganizační, kdy nejsou statory k navěšení a pracovníci nejsou převedeni na jinou práci.

2.3.3 VSM mapování

Mapování bylo provedeno za účelem popisu současného stavu toku informací a materiálu na impregnační lince. Byla spočítána maximální kapacita linky a její průtočnost. Byly popsány jednotlivé procesní kroky a zaznamenány vypořádané problémy.



Obr. č. 15 náčrt pozorovací mapy VSM



Obr. č. 16 Zpracovaná mapa VSM s identifikovaným plynutím

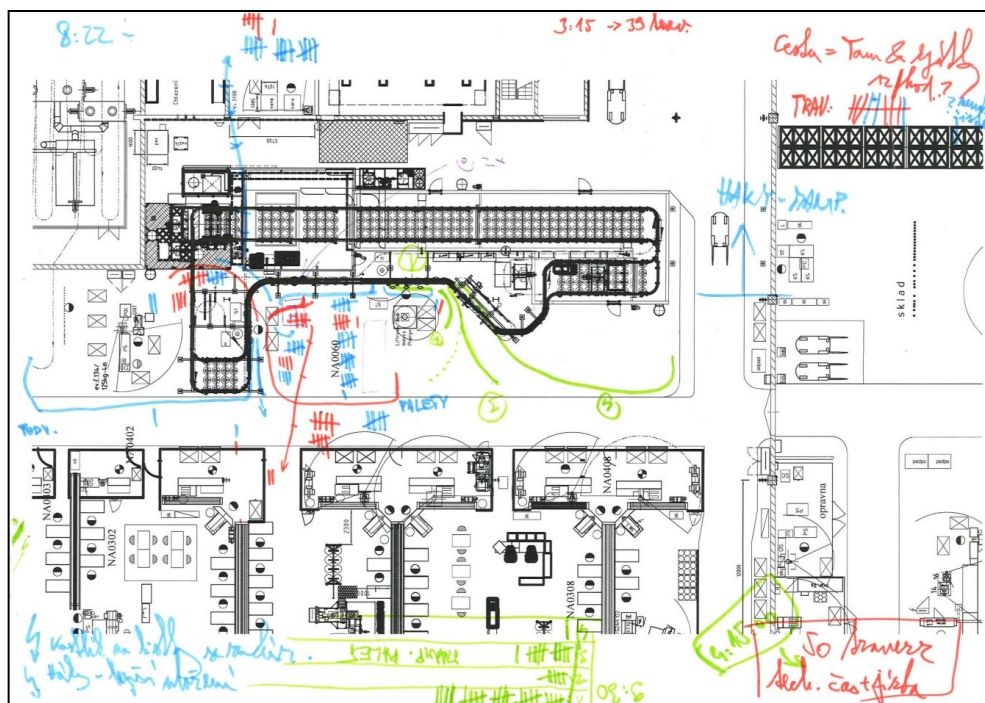
Shrnutí mapování VSM:

Mezi pozorovaným plýtváním byly identifikovány tyto položky: nedefinované činnosti manipulanta, chybí jednoznačná pravidla pro návozy materiálu, prázdných palet a odvozy naimpregnovaných svazků. Dále pak jsou na pracovišti nedefinované zóny s materiálem, není tedy jasné, zda je tam materiálu či prázdných palet moc či nikoli. Výsledkem výše uvedeného je tedy celkem logicky nepřehlednost na pracovišti, zvýšená manipulace. Situaci dále zhoršuje nevýrazné označení prioritních zakázek, kdy pracovník navěšování musí neustále při návozu nové palety kontrolovat, zda nejsou k dispozici svazky s vyšší prioritou.

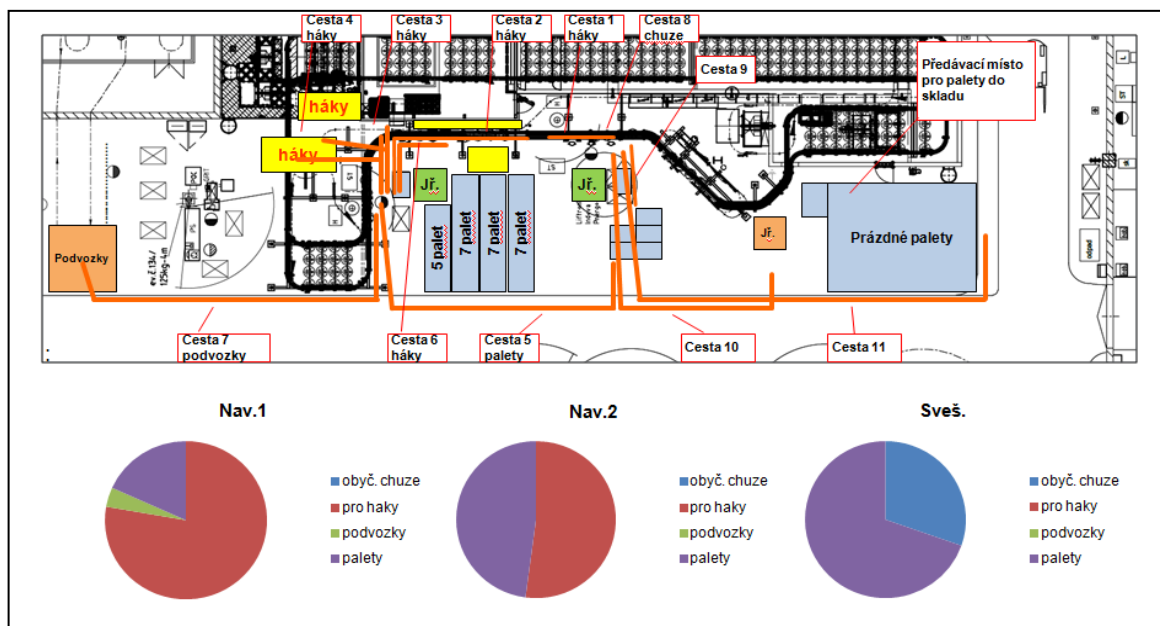
Výše uvedené nedostatky spojuje společný jmenovatel a tím je nízká míra použitých vizualizačních prvků na pracovišti a chybějící standardy pro prováděné činnosti. Za úvahu by stála možnost návozu prázdných palet např. milkrunem.

2.3.4 Analýza tras a četností

Tato analýza byla provedena za účelem nashromáždění dat týkajících se chůze, četnosti, vzdáleností, cest, jestli jsou předměty, přípravky a vše potřebné k výkonu práce dostupné danému pracovišti v nejbližším okruhu, kdy chceme eliminovat zbytečnou chůzi.



Obr. č. 17 Spaghetti diagram pohybů pracovníků navěšování i svěšování



Obr. č. 18 Návrhy možných úprav pracoviště za účelem zkrácení tras

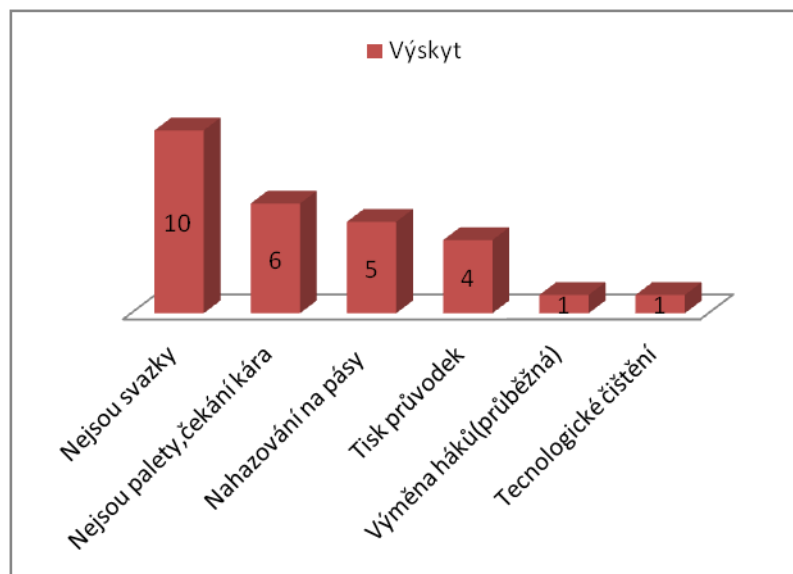
Shrnutí analýz tras a četností:

Zde byly identifikovány tato plýtvání - pracovníci vykonávají velké množství cest pro háky, které jsou seskupeny na různých místech v paletách kolem pracoviště, což u některých pracovníků činí až 75% veškeré chůze za celou směnu. Zde se jeví jako vhodné opatření přiblížení háků k pracovišti nebo jejich eliminace např. unifikací.

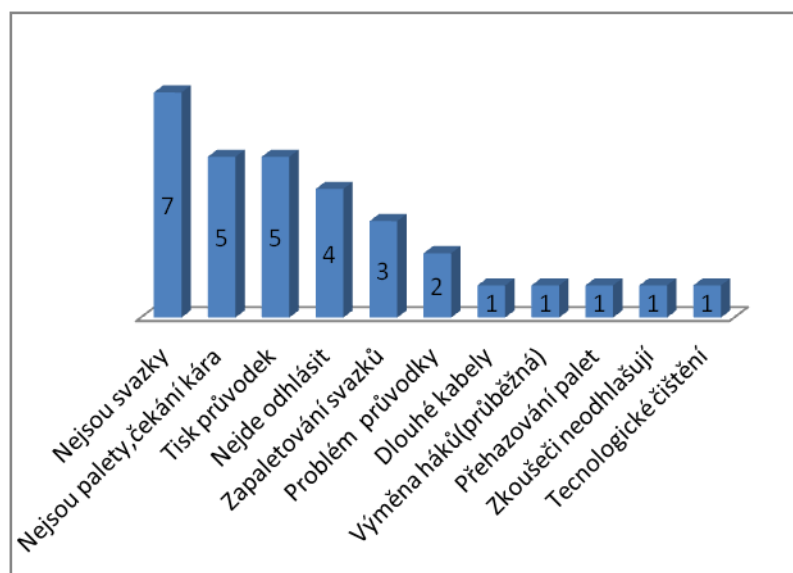
Další významný podíl chůze je přivážení podvozků a manipulace s paletami. Zde by bylo možné převést starost o přivezení prázdné palety převést např. na manipulanta VZV.

2.3.5 Analýza problémů

Sledování bylo zvoleno v týdenním cyklu ve třech směnách. Každý den byl měněn formulář pro zápis a výsledky následně porovnávány s vykazováním v SAP. Byly shrnuty nejčetnější problémy a rozříděny dle Paretova pravidla. Jde o nalezení 20% aktivit, které přinesou 80% výsledek.



Obr. č. 19 Výsledky sledování problémů na pracovišti navěšování



Obr. č. 20 Výsledky sledování problémů na pracovišti svěšování

Shrnutí analýzy problémů:

Při týdenní analýze výkonů a problémů na pracovišti zapisované samotnými pracovníky byly zjištěny nesrovnalosti ve vykazování prostojů, nemožnost zpětně s přesností dohledat výkony pracoviště dle SAP, obsluha nemá často náplň práce, nedostatek prázdných palet, problémy s odhlašováním, dodatečný tisk průvodek.

3 VYHODNOCENÍ ANALÝZY, IDENTIFIKACE PROBLÉMŮ, SPECIFIKACE POŽADAVKŮ NA VÝROBNÍ LINKU

3.1 Vyhodnocení analýz

Při snímku dne, bylo identifikováno plýtvání zejména: čekání na statory - obsluha neměla pracovní náplň, čekání na palety, hledání statorů, které se budou přednostně impregnovat, s tím spojené manipulace, manipulace, osobní ztráty pracovníků, zdlouhavé odhlašování, nedefinované návozy manipulanta. Celková efektivita pracoviště nenaplnuje požadovaný plán.

Při momentkovém pozorování byly potvrzeny činnosti zachycené ve snímku dne. Zvláště se pak projevil fakt, že pozorování nebylo předem nahlášeno a pracovníci nevěděli přesný čas a datum pozorování. Kromě již dříve zachycených plýtvání, jako jsou zbytečné manipulace, čekání, hledání zde byly nově odhaleny také osobní ztráty (OSZ) jednotlivých pracovníků, kdy pracovníci různě postávali, debatovali. Tyto ztráty můžou být zapříčiněny přístupem samotných pracovníků, nebo jsou technickoorganizační, kdy nejsou statory k navěšení a pracovníci nejsou převedeni na jinou práci.

VSM mapování identifikovalo tyto položky plýtvání: nedefinované činnosti manipulanta, chybí jednoznačná pravidla pro návozy materiálu, prázdných palet a odvozy naimpregnovaných svazků. Dále pak jsou na pracovišti nedefinované zóny s materiálem, není tedy jasné, zda je tam materiálu či prázdných palet moc či nikoli. Výsledkem výše uvedeného je tedy celkem logicky nepřehlednost na pracovišti, zvýšená manipulace. Situaci dále zhoršuje nevýrazné označení prioritních zakázek, kdy pracovník navěšování musí neustále při návozu nové palety kontrolovat, zda nejsou k dispozici svazky s vyšší prioritou. Výše uvedené nedostatky spojuje společný jmenovatel a tím je nízká míra použitých vizualizačních prvků na pracovišti a chybějící standardy pro prováděné činnosti.

Analýza tras a četností zachycuje tato plýtvání - pracovníci vykonávají velké množství cest pro háky, které jsou seskupeny na různých místech v paletách kolem pracoviště, což u některých pracovníků činí až 75% veškeré chůze za celou směnu. Zde se jeví jako vhodné opatření přiblížení háků k pracovišti nebo jejich eliminace např. unifikací. Další významný podíl chůze je přivážení podvozků a manipulace s paletami. Zde by bylo možné převést starost o přivezení prázdné palety převést např. na manipulanta VZV.

Analýza problémů a výkonů na pracovišti zachytila nesrovnalosti ve vykazování prostoje, nemožnost zpětně s přesností dohledat výkony pracoviště dle SAP, obsluha nemá často náplň práce, nedostatek prázdných palet, problémy s odhlašováním, dodatečný tisk průvodek.

3.2 Identifikace problémů

Hlavní problémy na lince, které zapříčiňují nedostatečné plnění, jsou:

- čekání na statory
- čekání na palety,
- hledání statorů, které se budou přednostně impregnovat, s tím spojené manipulace,
- osobní ztráty pracovníků,
- zdlouhavé odhlašování,
- nedefinované návozy manipulanta.
- chybějící vizualizační prvky
- chybějící standardy pro prováděné činnosti
- pracovníci vykonávají velké množství cest pro háky, které jsou seskupeny na různých místech v paletách kolem pracoviště
- nesrovnalosti ve vykazování prostoje
- nemožnost zpětně s přesností dohledat výkony pracoviště
- obsluha nemá často náplň práce
- nedostatek prázdných palet

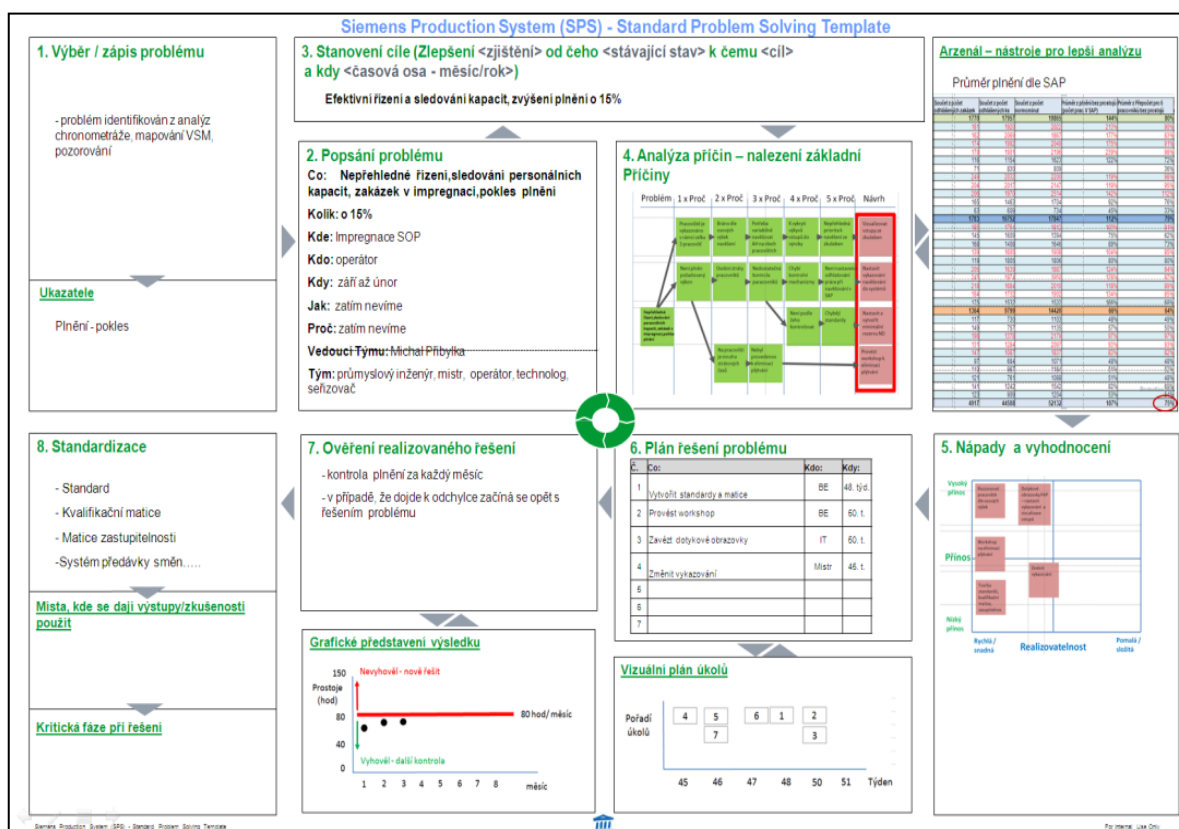
Problémy byly dále roztříděny podle náročnosti a působnosti do oblastí vzniku. Náročné problémy s nejasnou kořenovou příčinou byly postoupeny k řešení čtyřfázovou metodou řešení problémů.

Roztřídění problémů podle oblastí:

- manipulace a systém palet
- organizace a řízení
- technologické ztráty
- standardizace pracoviště

3.3 Čtyřfázová technika řešení problémů

U vybraných problémů identifikovaných na základě předešlých analýz byla hledána kořenová příčina pomocí čtyřfázové metody řešení problémů. V prvním kroku je zápis problému a jeho hlavní ukazatele. V druhém kroku je pomocí kladených otázek snaha o popsání daného problému, vybírá se řešitelský tým. V dalším kroku je stanoven cíl zlepšení, následně je nalezena základní příčina problému pomocí metody dotazování 5 x proč, vzniklé příčiny problémů jsou prioritizovány na základě nákladů, přínosů, časové náročnosti. Takto prioritizované příčiny jsou zapsány do akčního plánu, kde specifikují úkoly jednotlivým zodpovědným osobám. Z vlastní zkušenosti vyplynulo, že je vhodné dané úkoly vizualizovat, aby každý transparentně viděl kdo za co je zodpovědný. V posledním kroku je zamyšlení týmu nad možnými kritickými fázemi při realizaci.



Obr. č. 21 Problém řešený čtyřfázovou metodou

Mezi klíčové problémy řešené čtyřfázovou metodou vybrané týmem byly z důvodu nejasné příčiny řešeny následující problémy:

- hledání statorů pro přednostní impregnaci a s tím spojená manipulace
- osobní ztráty pracovníků
- nemožnost zpětně s přesností dohledat výkony pracoviště
- nedostatek prázdných palet

3.4 Specifikace požadavků na výrobní linku

Vyspecifikované požadavky zákazníka na výrobní linku jsou dané projektovou smlouvou, v níž je vyspecifikován problém, konkrétně ztrátové časy v impregnaci, kde není plněn požadovaný výkon, prostoje, jsou odhadnuty první příčiny, které mohou způsobovat tyto problémy, jako jsou nekoordinované vstupy ze zkušeben, plýtvání, chybějící standardy byl zapsán cíl týmu, prvotní řešení, kde se promítla strategie, která obsahuje sběr dat a analýzu současného stavu, zjištění příčin nedostatků a definice opatření, nový layout pracoviště atd. Následně zapsána a nastíněna rizika plnění cíle jako je velká obsáhlost tématu, chybějící detail vykazování. V našem případě je vydefinován tým vhodně zvolený ze zástupců výroby daného střediska, pracovníků oddělení průmyslového inženýrství a oddělení technologické přípravy výroby s konzultací samotných pracovníků linky.

Projektová smlouva		Název: Optimalizace impregnace SOP		SIEMENS																																																							
PŘEHLED (Popis současného stavu) Uveďte, jaký je problém? Ztrátové časy v impregnaci, není plněn požadovaný výkon, prostoje Může být problém kvantifikován? Nové normování, úspora zdrojů? zvýšení plnění a snížení prostojů Které příčiny mohou způsobit tento problém? Zahícenost impregnace, nekoordinované vstupy ze zkušeben a kooperací, plýtvání a ztrátové časy, chybějící standardy, namáhavá práce.		ŘEŠENÍ (Popis řešeného problému) Navrhované řešení: Sběr dat, analýza současného stavu, zjištění příčin nedostatků a definice opatření, ergonomie pracoviště, realizace opatření, VSM, nový layout, standardizace činnosti a vstupů, vizualizace výkonů Rizika - Velká obsáhlost tématu, neúplnost poskytnutých dat, neochota spolupráce, vykazování jako celku do SAP.																																																									
CÍL TÝMU Optimalizovat impregnaci, snížit ztrátové časy, standardizovat, zvýšit plnění, snížit prostoje		TĚŽIŠTĚ OBSAHU PROJEKTU (Co projekt řeší a co neřeší) Neřeší: Interní logistiku, optimalizace vstupů, ostatní pracoviště navijárny																																																									
HARMONOGRAM <table border="1"> <thead> <tr> <th>Fáze</th> <th>Předpokládaný začátek</th> <th>Předpokládaný konec</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>D Define</td> <td>4.9.2012</td> <td></td> </tr> <tr> <td>M Measure</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>A Analyze</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>I Improve</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>C Control</td> <td></td> <td>18.5.2013</td> </tr> </tbody> </table>		Fáze	Předpokládaný začátek	Předpokládaný konec	D Define	4.9.2012		M Measure			A Analyze			I Improve			C Control		18.5.2013	MĚŘITKA PROCESU <table border="1"> <thead> <tr> <th>KPI</th> <th>Začátek</th> <th>Konec</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td></td> <td>18.5.2013</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>3</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>4</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>5</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				KPI	Začátek	Konec	1		18.5.2013	2			3			4			5																				
Fáze	Předpokládaný začátek	Předpokládaný konec																																																									
D Define	4.9.2012																																																										
M Measure																																																											
A Analyze																																																											
I Improve																																																											
C Control		18.5.2013																																																									
KPI	Začátek	Konec																																																									
1		18.5.2013																																																									
2																																																											
3																																																											
4																																																											
5																																																											
Vedoucí projektu: Jméno: Michal Příbylka podpis: datum:		TÝM <table border="1"> <thead> <tr> <th>Jméno</th> <th>Útvar</th> <th>% překročení prac.povinností</th> <th>Orientační projektové zařazení</th> <th>Vedoucí zaměstnanec</th> <th>Podpis</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Michal Příbylka</td> <td>BE</td> <td></td> <td></td> <td>M.Piskovský</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Michal Hanos</td> <td>PT1</td> <td></td> <td></td> <td>P.Minarik</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Květoslav Oslíčka</td> <td>PT1</td> <td></td> <td></td> <td>P.Minarik</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Pavel Minarik</td> <td>PT2</td> <td></td> <td></td> <td>M.Knobloch</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Libor Kratochvíl</td> <td>PROD4</td> <td></td> <td></td> <td>M.Ihnát</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Daniel Hadač</td> <td>BE</td> <td></td> <td></td> <td>M.Piskovský</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Richard Horák</td> <td>BE</td> <td></td> <td></td> <td>M.Piskovský</td> <td></td> </tr> <tr> <td>M.Ihnát</td> <td>PROD4</td> <td></td> <td></td> <td>T.Kunert</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				Jméno	Útvar	% překročení prac.povinností	Orientační projektové zařazení	Vedoucí zaměstnanec	Podpis	Michal Příbylka	BE			M.Piskovský		Michal Hanos	PT1			P.Minarik		Květoslav Oslíčka	PT1			P.Minarik		Pavel Minarik	PT2			M.Knobloch		Libor Kratochvíl	PROD4			M.Ihnát		Daniel Hadač	BE			M.Piskovský		Richard Horák	BE			M.Piskovský		M.Ihnát	PROD4			T.Kunert	
Jméno	Útvar	% překročení prac.povinností	Orientační projektové zařazení	Vedoucí zaměstnanec	Podpis																																																						
Michal Příbylka	BE			M.Piskovský																																																							
Michal Hanos	PT1			P.Minarik																																																							
Květoslav Oslíčka	PT1			P.Minarik																																																							
Pavel Minarik	PT2			M.Knobloch																																																							
Libor Kratochvíl	PROD4			M.Ihnát																																																							
Daniel Hadač	BE			M.Piskovský																																																							
Richard Horák	BE			M.Piskovský																																																							
M.Ihnát	PROD4			T.Kunert																																																							
Sponzor: Jméno: Martin Piskovský podpis: datum:																																																											
Ředitel: Jméno: Pavel Páníčka podpis: datum:																																																											

Obr. č. 22 Projektová smlouva

3.4.1 Plnění pracoviště

Jako hlavní ukazatel úspěšnosti projektu a požadavek zákazníka je zvýšení plnění pracoviště (dosažení naplánovaného výkonu).

Na pracovišti impregnace z dlouhodobého hlediska není plněn požadovaný výkon. Nedostatečný výkon linky SOP musí být nahrazen na vedlejší lince Isovolta. Jako hlavní ukazatel úspěšnosti projektu je zvýšení plnění pracoviště (dosažení naplánovaného výkonu).

V níže uvedené tabulce (Tabulka č. 8) je ukázka sledování plnění pracoviště, která zachycuje období deseti dnů ve třech směnách. Z tabulky je patrné:

- velmi rozdílné hodnoty výkonů mezi směnami „od 730ks do 2070ks“
- v některých dnech velmi nízká plnění
- naproti tomu směny s vysokým plněním a výkonem

Červeně označeno je průměrné plnění dosahované na pracovišti impregnace.

Tabulka č. 8 plnění na pracovišti NA0060

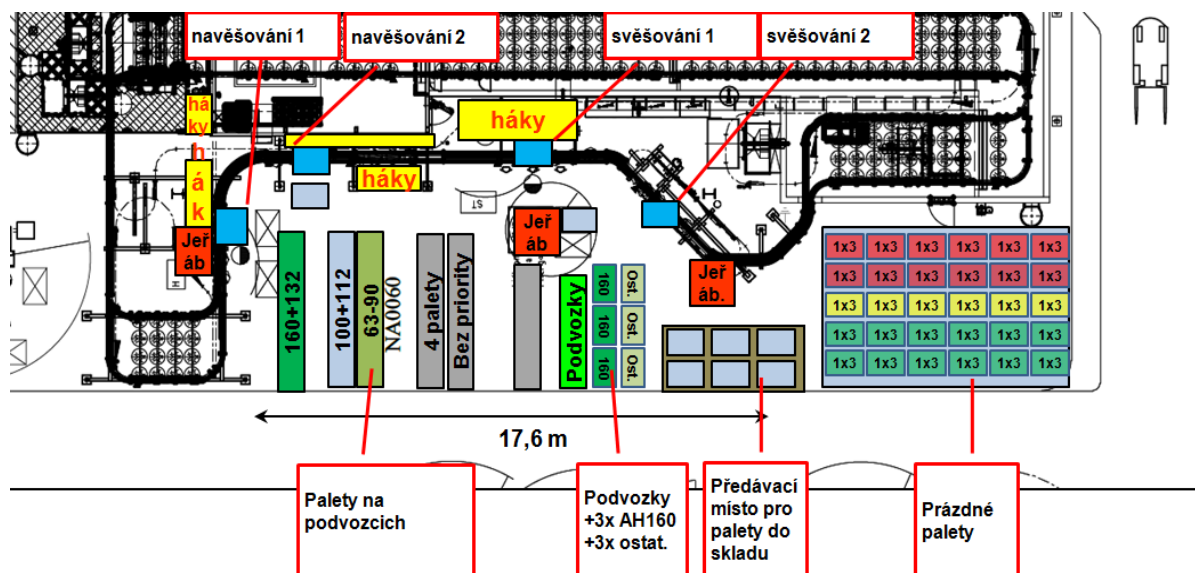
Popisky řádků	Součet z počet odhlášených zakázek	Součet z počet odhlášených ks	Součet z počet normominut	Průměr z plnění bez prostojů (počet prac. V SAP)	Průměr z Přepočet pro 5 pracovníků bez prostojů	Součet z prostoje (celkově) uvedeno v SAP
noční	1770	17957	19865	144%	80%	7705
12.11.2012	181	1920	2022	213%	90%	1175
13.11.2012	162	2069	1867	177%	83%	620
14.11.2012	174	1992	2049	175%	91%	850
15.11.2012	179	1901	2196	239%	98%	650
16.11.2012	116	1154	1623	122%	72%	1033
18.11.2012	71	830	809		36%	0
19.11.2012	249	2032	2200	119%	98%	1221
20.11.2012	204	2017	2147	119%	95%	627
21.11.2012	206	1970	2514	142%	112%	505
22.11.2012	165	1463	1704	92%	76%	613
23.11.2012	63	609	734	45%	33%	411
odpolední	1783	16752	17847	112%	79%	8334
12.11.2012	185	1764	1812	100%	81%	440
13.11.2012	145	1609	1394	75%	62%	390
14.11.2012	168	1408	1646	89%	73%	747
15.11.2012	139	1605	1908	104%	85%	830
16.11.2012	119	1805	1806	80%	80%	875
19.11.2012	205	1639	1887	124%	84%	1171
20.11.2012	245	1974	1950	128%	87%	1207
21.11.2012	218	1684	2010	118%	89%	1185
22.11.2012	184	1732	1902	134%	85%	1069
23.11.2012	175	1532	1532	166%	68%	420
ranní	1364	9799	14420	66%	64%	8351
12.11.2012	117	730	1103	48%	49%	1092
13.11.2012	149	757	1135	57%	50%	1568
14.11.2012	198	1378	2179	97%	97%	675
15.11.2012	131	1284	2097	93%	93%	450
16.11.2012	147	1087	1837	83%	82%	820
19.11.2012	97	684	1071	48%	48%	700
20.11.2012	140	967	1164	51%	52%	635
21.11.2012	121	761	1088	51%	48%	765
22.11.2012	141	1242	1542	82%	69%	610
23.11.2012	123	909	1204	53%	54%	1036
Celkový součet	4917	44508	52132	107%	75%	24390

4 NÁVRHY ŘEŠENÍ A JEJICH KOMPLEXNÍ POSOUZENÍ

Cílem této fáze je najít, zavést ověřit a posoudit možnosti, které povedou ke splnění cíle, respektive požadavku zákazníka. Mezi základní kroky fáze patří výběr a prioritizace navrhovaných řešení, odzkoušení možných řešení, pilotní studie. Tvoří se zhodnocení nákladů a přínosů, aby se zjistilo, že navrhované zlepšení je životaschopné a nákladově efektivní.

4.1 Seznam návrhů řešení problémů identifikovaných v kapitole 3.2

4.1.1 Reorganizace pracoviště dle osových výšek, nastavení hladin prázdných palet



Obr. č. 23 Návrh organizace pracoviště

Časová zásoba	varianta 1		varianta 2		Co musím udělat
	počet palet	celkem palet	počet palet	celkem palet	
4 hodiny	18	18	18	18	Jde uvědomit mistra . Samostatně naveze palety z Haly57 nebo z Haly 1.
2 hodiny	36	54	30	48	Podívá se v NAV, zda jsou k dispozici volné palety a doveze je.
4 hodiny	36	90	24	72	Běžný stav –prázdné palety přiváží skladníci (vláčkem)

Obr. č. 24 Návrh nastavení hladin pro prázdné palety

Opatření spočívá v rozdělení pracoviště na zóny dle osových výšek (Obr. č. 23), kde manipulant naváží svazky k impregnaci dle daných priorit do určených zón. Je specifikováno

váno a rozděleno místo pro prázdné palety (Obr. č. 24) s přesně definovanými pravidly při odběru palet. Rozmístění háků v blízkosti jejich použití. Náklady na reorganizaci pracoviště jsou 50.000,-Kč.

Opatření zamezí problémům s:

- hledáním statorů pro přednostní impregnaci a s tím spojenou manipulací
- nedostatek prázdných palet
- pracovníci vykonávají velké množství cest pro háky, které jsou seskupeny na různých místech v paletách kolem pracoviště

4.1.2 Popis činnosti manipulanta

Z důvodu, aby operátoři dané linky prováděli, co nejvíce činnosti přidávající hodnotu byla navržena definice činnosti manipulanta, který je externí pracovník a má linku na starosti.

Návrh činností manipulanta:

1. Sváží palety s hotovými navinutými statory z oddělení navijárny k impregnaci kde je naloží na podvozky
2. Provede roztrídění dle priorit: (toto provádí průběžně při každém návozu)
 - priority naveze dle osových výšek do řad
 - Svazky bez priority nechá v šedé zóně
3. Naváží prázdné palety z oddělení navijárny popř. skladu
4. Řídí se pokyny mistrů oddělení navijárny nebo vedoucího čtyř či pracovníků na impregnaci SOP
5. Pokud je akutní nedostatek prázdných palet (normálně je na montáži sbírají skladníci), převezmou prázdné palety ze sběrných míst a dovezou na oddělení navijárny (jen v krizovém případě)

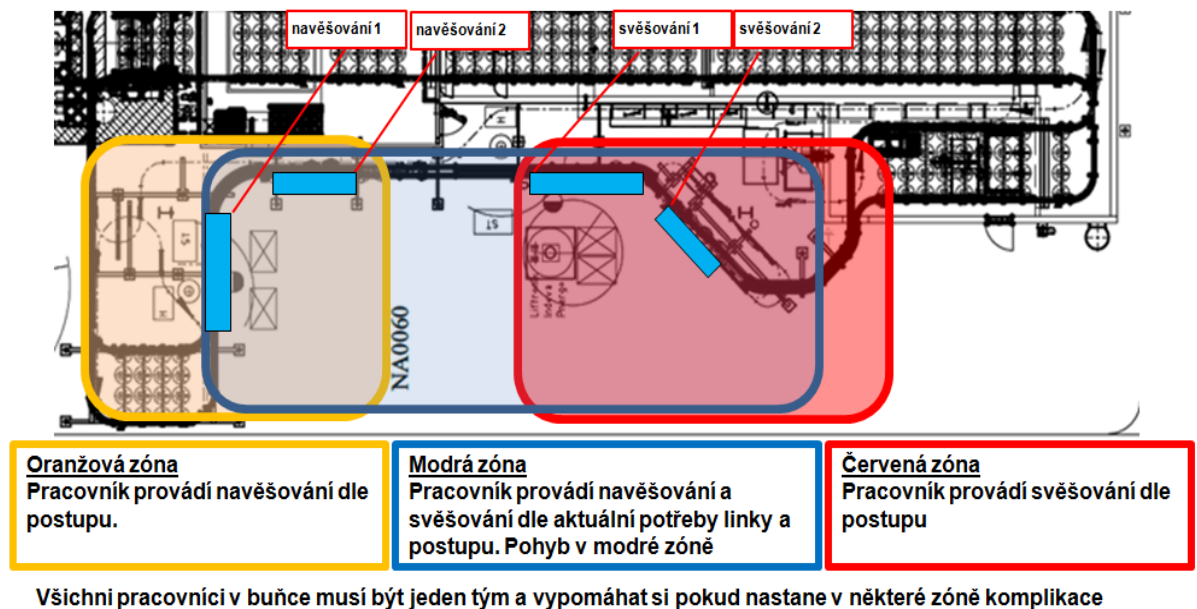
Opatření doplňuje předešlé opatření a zamezí problémům s:

- nedostatek prázdných palet
- čekání na statory

- čekání na palety
- hledáním statorů pro přednostní impregnaci a s tím spojenou manipulací
- nedefinované návozy manipulanta.

4.1.3 Vytvoření druhého místa k navěšování a svěšování

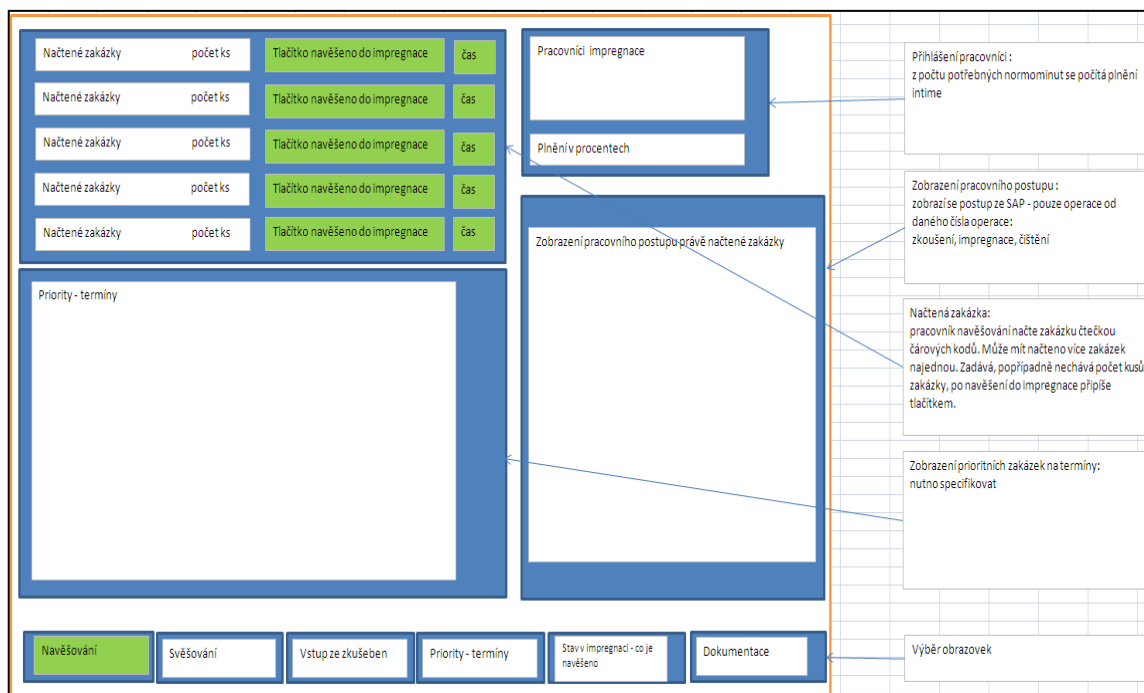
Vytvoření druhého místa k navěšování a svěšování svazku je navrženo z důvodu lepšího vyvážení operací v lince, kde je dle pozorování úzké místo na operaci svěšování. Opatření je založeno na týmové práci a výpomoci operátorů. Jeden z operátorů vypomáhá dle potřeby na pracovišti navěšování a svěšování tak, aby byl zajištěn hladký chod linky bez výkyvů. Náklady na vytvoření pracoviště jsou 20.000,-Kč.



Obr. č. 25 Výpomoc operátorů na lince

4.1.4 Vybavení pracoviště dotykovými obrazovkami s propojením do SAP

Návrh na vybavení pracoviště dotykovými obrazovkami, kde pracovníci odhlašují statorové svazky k navěšení do impregnace a svěšení po impregnaci. Propojením s počítači v plánování a mistrů výroby jsou získány detailní informace o pohybu svazků v impregnaci, včetně času navěšování a svěšování a sledování výkonů pracovníků v čase.



Obr. č. 26 Prostředí dotykové obrazovky

Opatření zamezí problémům s:

- osobní ztráty pracovníků
- nesrovnalosti ve vykazování prostojů
- nemožnost zpětně s přesností dohledat výkony pracoviště
- zdlouhavé odhlašování

Náklady na toto opatření spočívá ve vybavení pracoviště dotykovými obrazovkami, s bezdrátovými čtečkami čárových kódů, zasílování pracoviště. Cenová nabídka byla vystavena na 150.000,- Kč včetně zaškolení pracovníků. Tento náklad byl následně z důvodu předpokládané rychlé návratnosti akceptován a odsouhlasen sponzorem a zákazníkem projektu.

4.1.5 Vykonat workshop 5S

Vykonat workshop 5S, při kterém pracoviště reorganizovat na zóny, označit, vyčistit, uklidit, systematizovat nářadí, přípravky, na pracovišti zavést vizualizační prvky, zavést systém auditů. Náklady na opatření z workshopu 5S jsou 10.000,- Kč.

Opatření zamezí problémům s:

- chybějící vizualizační prvky

- pracovníci vykonávají velké množství cest pro háky, které jsou seskupeny na různých místech v paletách kolem pracoviště

4.1.6 Variabilní využití pracovní doby pracovníků

Nastavit systém, kdy při poklesu příjmu zakázek v impregnaci budou pracovníci převedeni na náhradní práci a odhlašování z pracoviště a systému. Opatření spočívá v tom, že se pracovník po příchodu na pracoviště přes identifikační kartu přihlásí. Přihlášen zůstává při výkonu práce na lince. Pokud nebude pro danou linku pracovní náplň a pracovník je převeden na jinou práci se z pracoviště odhlásí. Operátorem je vykázan pouze jeho skutečný pracovní čas na lince.

Opatření zamezí problémům s:

- obsluha nemá často náplň práce
- osobní ztráty pracovníků

4.1.7 Standardizace pracoviště

Provést na pracovišti standardizaci, aby práce na pracovišti dostala potřebný řád a dala se z pohledu vedení dílny i samotných pracovníků efektivně řídit. Vytvořit kompetenční matici a vizualizovat kvalifikaci jednotlivých pracovníků, na požadovanou úroveň doškolení. Vytvořit standard pracoviště, matici zastupitelnost, popsat činnosti jednotlivých pracovníků dané linky.

Opatření zamezí problémům s chybějícími standardy pro prováděné činnosti

Tabulka č. 9 Příklad kvalifikační matice

1	MA Kvalifikace v přípravě	Poslední změna - datum
2	MA se zaškoluje	6.2.2013
3	MA je kvalifikován	Změnil Příbylka M.
4	MA může ostatní kolegy zaškolovat	

Kvalifikační matice pracovníků Linka AH132														
Činnost			Orientace ve výkresové dokumentaci	Navešování	Svěšování	Znalost PAP	Orientace ve výrobní dokumentaci	Práce na PC	Pozorování plynů	5S výroba	Strukturované řešení problémů	Rídit VZV	Nastavení linky	
Oddělení	Příjmení	Jméno												
	Novák	Jan	3	2	3	1	3	2	1	2	1	0	1	0
	Čech	Petr	3	3	3	1	3	3	1	3	1	0	2	0
	Nešpor	Karel	3	3	3	1	3	2	2	3	2	0	3	0
	Odlevák	Petr	2	3	2	1	3	1	3	3	2	2	3	0
	Karel	Jan	3	3	2	1	3	2	3	3	3	3	3	0
Počet - kvalifikace v přípravě na pracovišti			0	0	0	5	0	1	2	0	2	0	1	0
Počet - pracovník se zaškoluje na pracovišti			1	1	2	0	0	3	1	1	2	1	1	0
Počet - pracovník je kvalifikován na pracovišti			4	4	3	0	5	1	2	4	1	1	3	0
Počet - pracovník může ostatní kolegy zaškolovat			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Počet pracovníků kvalifikovaných na pracovišti			4	4	3	0	5	1	2	4	1	1	3	0

STANDARD PRACOVIŠTĚ

Montážní stoly

Zodpovědná osoba: Alois Kubík
 Vypracoval: Miroslav Krejčí
 Platí od: 1.1.2012

Legenda:

- 1 Pracovní stoly
- 2 Nářadí
- 3 Místo pro úklidové prostředky

Dokumentace na pracovišti:

A	Standard pro mazání a čištění
B	Dokumentace pro pracoviště montáže

Uklid / údržba pracoviště:				
Co čistit	Jak čistit	Pomůcky	Jak často	Zodpovídá
Podlaha, stoly	Zamest, utrit	Koste, hadr	Na konci směny	Úsluha

Označení ploch:

Prázdné obaly,

Vadné díly
Blokovane díly

Vstupni materiál

Výstupni materiál

Odpad
Sorpní prostředky

~~Zákaz
stán~~

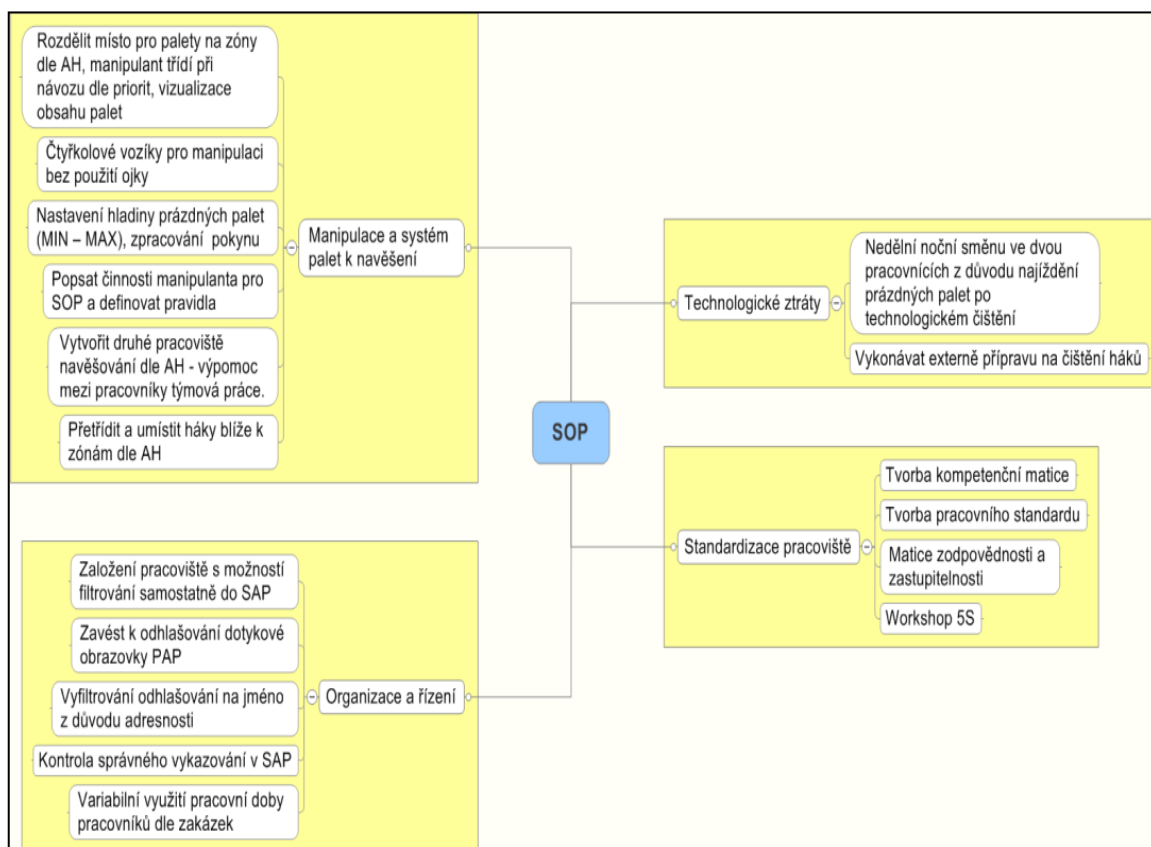
Ohranění
pracovišti:
manipulační
prostředků,
Označení účel:

Obr. č. 27 Příklad standardu pracoviště 5S

4.2 Priorizace navržených opatření

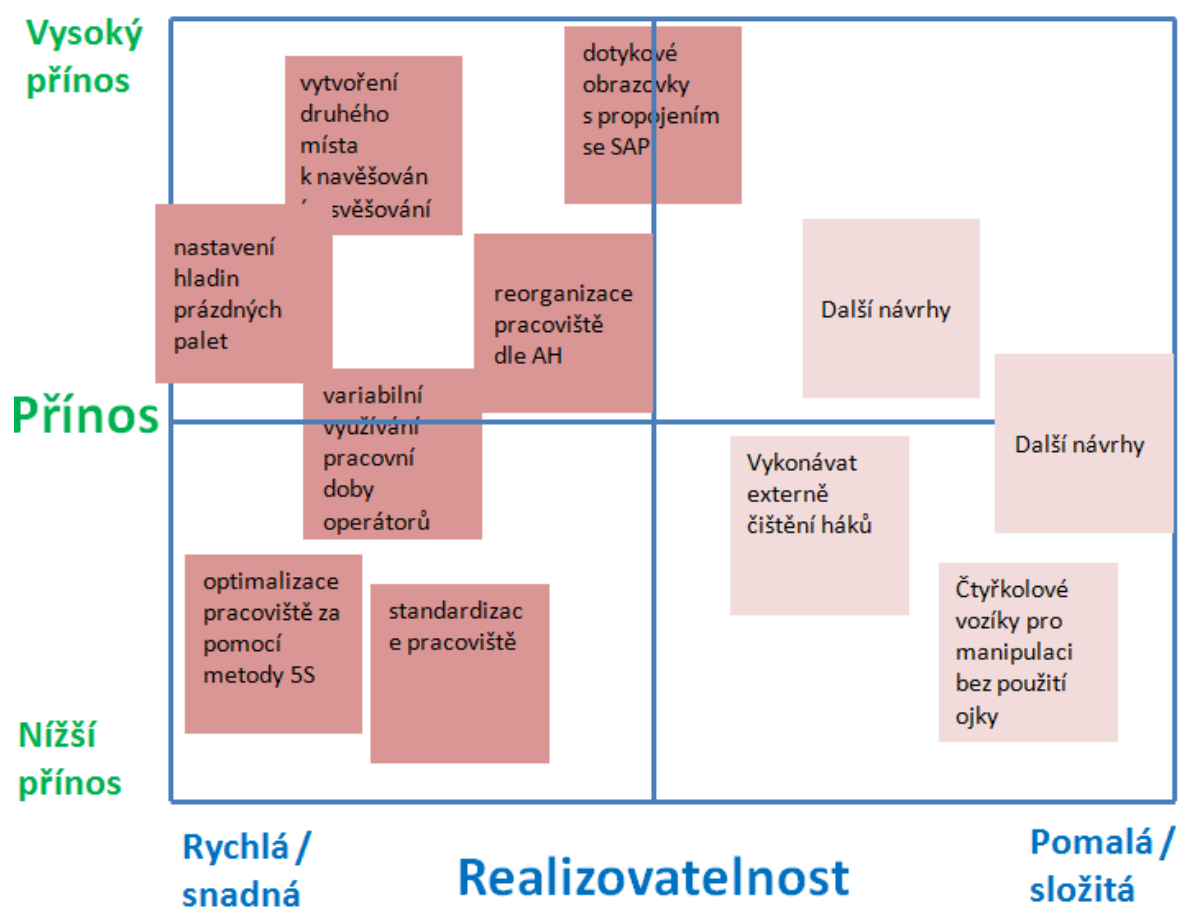
Opatření byly rozděleny do čtyř oblastí dle působnosti. Následně pak posuzovány a prioritizovány dle přínosů a významnosti. Mezi nejvýznamnější patří:

- reorganizace pracoviště dle AH
- nastavení hladin prázdných palet
- variabilní využívání pracovní doby operátorů dle zakázek
- dotykové obrazovky s propojením se SAP
- standardizace pracoviště
- optimalizace pracoviště za pomoci metody 5S
- vytvoření druhého místa k navěšování a svěšování



Obr. č. 28 Opatření k prioritizaci

Pro posouzení a prioritizaci navržených opatření je použit kříž, rozdělený na kvadranty. Opatření jsou rozdělovány do kvadrantů dle odhadovaných přínosů a náročnosti realizace. Nejlépe jsou pak vyhodnocovány opatření s vysokými přínosy a rychlou a snadnou realizací. Naopak nejhůře opatření s nízkým přínosem a pomalou a složitou realizací.



Obr. č. 29 Posouzení opatření

Ke každému identifikovanému problému je navrženo alespoň jedno opatření. Pro přehlednost je přiložena matice s problémy a návrhy na jejich odstranění, viz Tabulka č. 10.

Tabulka č. 10 Matice problémů a opatření

problém / návrh opatření	Reorganizace pracoviště dle AH a nastavení hladin prázdných palet	Popis činností manipulanta	Vytvoření druhého místa k navěšování a svěšování	Dotykové obrazovky s propojením se SAP	Optimalizace pracoviště za pomoci metody 5S	Variabilní využívání pracovní doby operátorů dle zakázek	Standardizace pracoviště
čekání na statory		x					
čekání na palety		x					
hledání satorů pro přednostní impregnaci + manipulace	x	x					
osobní ztráty pracovníků				x		x	
zdlouhavé odhlašování				x			
nedefinované návozy manipulanta		x					
chybějící vizualizační prvky					x		
chybějící standardy pro prováděné činnosti							x
cesty pro háky seskupené v paletách kolem pracoviště	x		x		x		
nesrovnalosti ve vykazování prostojů				x			
nemožnost zpětně s přesností dohledat výkony pracoviště				x			
obsluha nemá často náplň práce						x	
nedostatek prázdných palet	x	x					

5 CELKOVÉ ZHODNOCENÍ PŘÍNOSU PRÁCE

Po splnění všech navržených opatření, dle prvních kvalifikovaných odhadů, vzroste plnění impregnační linky dle požadavku zákazníka. Hlavní úspora tedy spočívá ve snížení pracovníků sousední impregnační linky Isovolta o tři, kde nyní z důvodu neplnění požadovaného výkonu na námi optimalizované lince je vykrývána potřebná produkce naimpregnovaných statorů. Chod linky Isovolta se zredukuje na jednu směnu ze současných tří směn. Tím dojde ke snížení spotřeby energií o jednu třetinu.

Předpokládaná úspora přepočtená na kalendářní rok je odhadována na 1.600.000,-Kč.

Platové podmínky a spotřeba energií technologických linek je know - how firmy Siemens s.r.o., odštěpný závod Elektromotory Mohelnice a nebude v práci podrobněji prezentována. Při celkových nákladech 230.000,-Kč je návratnost vložených investic do dvou měsíců.

Přínosy jednotlivých opatření mimo výše uvedeného nebyly kalkulovány, resp. dle Siemens metodiky lze přiřadit přínos pouze k výše uvedenému.

Většina navržených řešení jsou momentálně ve fázi realizace, přičemž plánovaný termín začátku jejich působnosti je konec června 2013.

ZÁVĚR

Tato práce, jakož i celý optimalizační projekt je zpracován pro firmu Siemens s.r.o., odštěpný závod Elektromotory Mohelnice. Zabývá se optimalizací výrobní linky impregnace SOP a klade si za cíl pomocí metod průmyslového inženýrství a projektového řízení eliminovat ztrátové časy, plýtvání a technickoorganizační ztráty. Tyto ztráty mají za následek nedostatečné plnění naplánovaného výkonu impregnační linky a nárůst vykazovaných prostojů pracovníků.

V první kapitole byly shrnuty možné přístupy k optimalizaci a analýze současného stavu, přičemž většina z nich byla následně použita v následujících kapitolách.

Kapitola druhá se věnovala popisu pracoviště, specifikaci projektu, včetně nastavení parametrů projektu, jehož cílem bylo zvýšit ukazatel plnění na impregnační lince. Dále se kapitola věnuje i konkrétnímu nasazení analytických nástrojů. Jsou zde uvedeny jednotlivé použité analýzy jako je snímek dne, momentkové pozorování, VSM, analýza tras a četností a analýza problémů a výkonů na pracovišti včetně závěrů z těchto analýz.

Kapitola třetí shrnuje provedené analýzy, které odhalily značný potenciál ke zlepšení zejména v oblastech řízení výroby, organizace práce a uspořádání pracoviště. Výsledkem je tedy seznam problémů, jež byly identifikovány a pro jejichž odstranění byly následně workshopovým způsobem např. pomocí čtyřfázové metody či během řešitelských schůzek hledány příslušná opatření.

Tato opatření byla ve čtvrté kapitole komplexně posuzována a to zejména z hlediska výše nákladů / přínosů, či jejich komplexnosti, respektive rychlosti jejich realizace.

Po splnění všech navržených opatření, dle prvních kvalifikovaných odhadů, vzroste plnění impregnační linky na 95%, což je překročení cíle o 5%. Předpokládaná úspora z nich plynoucí a přepočtená na kalendářní rok je odhadována na 1.600.000,-Kč při odhadovaných nákladech 230.000,-Kč. Většina navržených řešení jsou momentálně ve fázi realizace, přičemž plánovaný termín začátku jejich působnosti je konec června 2013.

Cíl stanovený na začátku projektu je splněn. Impregnační linka bude schopna odvádět požadovaný výkon s rychlou návratností vložených investic.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] KOŠTURIÁK, Ján a kol. *Štíhlý a inovativní podnik*. Praha: Alfa Publishing, 2006. 237 s. Management studium. ISBN 80-86851-38-9.
- [2] MAŠÍN, Ivan a VYTLAČIL, Milan. *Nové cesty k vyšší produktivitě: metody průmyslového inženýrství*. 1. vyd. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 2000. 311 s. ISBN 80-902235-6-7.
- [3] MAŠÍN, Ivan. *Mapování hodnotového toku ve výrobních procesech*. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 2003. 77 s. ISBN 80-903533-1-2.
- [4] *Interní školicí materiály Senior SPS Expert*, rok 2012, Siemens AG
- [5] *Časové studie – nástroj průmyslového inženýrství*, HAVELKA, Marcel. *Diplomová práce*, Univerzita Tomáše Bati, rok 2013
- [6] *Stránky oddělení BE*, Intranet f. Siemens s.r.o., o. z. Elektromotory Mohelnice, 2013, [cit. 5. 4. 2013],
https://intra1.mhc.siemens.cz/intranet/pie/pie_homepage/html_50/default.htm
- [7] Interní školicí materiály studijního programu Průmyslové Inženýrství, rok 2012, API-akademie produktivity a inovací, s.r.o.
- [8] ŠAJDLEROVÁ, Ivana. *Organizace a řízení výroby. Cvičení II*. 1. vyd. Ostrava: Fakulta strojní VŠB - TUO, 2006. 86 s. ISBN 80-248-0962-1.

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. č. 1 Pozorovací formulář snímku dne	11
Obr. č. 2 Pozorovací formulář	14
Obr. č. 3 Symboly používané při mapování	15
Obr. č. 4 Formulář analyzační tabule.....	16
Obr. č. 5 Strategie projektu.....	17
Obr. č. 6 Harmonogram projektu.....	18
Obr. č. 7 Layout pracoviště impregnační linky	19
Obr. č. 8 Graf rozpadu činností navěšování 1.....	21
Obr. č. 9 Graf rozpadu činností navěšování 2.....	22
Obr. č. 10 Graf rozpadu činností svěšování 2.....	23
Obr. č. 11 Snímek dne - podíl plýtvání a činností přidávajících hodnotu	23
Obr. č. 12 Graf činností navěšování – pracovník 1	26
Obr. č. 13 činností navěšování pracovník 2.....	26
Obr. č. 14 činností svěšování	27
Obr. č. 15 nákres pozorovací mapy VSM.....	28
Obr. č. 16 Zpracovaná mapa VSM s identifikovaným plýtváním	28
Obr. č. 17 Spaghetti diagram pohybů pracovníků navěšování i svěšování	29
Obr. č. 18 Návrhy možných úprav pracoviště za účelem zkrácení tras.....	30
Obr. č. 19 Výsledky sledování problémů na pracovišti navěšování.....	31
Obr. č. 20 Výsledky sledování problémů na pracovišti svěšování	31
Obr. č. 21 Problém řešený čtyřfázovou metodou	34
Obr. č. 22 Projektová smlouva.....	35
Obr. č. 23 Návrh organizace pracoviště.....	37
Obr. č. 24 Návrh nastavení hladin pro prázdné palety.....	37
Obr. č. 25 Výpomoc operátorů na lince.....	39
Obr. č. 26 Prostředí dotykové obrazovky	40
Obr. č. 27 Příklad standardu pracoviště 5S.....	42
Obr. č. 28 Opatření k priorizaci	43
Obr. č. 29 Posouzení opatření.....	44

SEZNAM TABULEK


Tabulka č. 1 SIPOC	19
Tabulka č. 2 Kategorie činností navěšování 1	20
Tabulka č. 3 Kategorie činností navěšování 2	21
Tabulka č. 4 Kategorie činností svěšování	22
Tabulka č. 5 Snímek dne - výsledek	23
Tabulka č. 6 Momentové pozorování – naměřená data	24
Tabulka č. 7 Momentové pozorování – zpracovaný výsledek.....	25
Tabulka č. 8 plnění na pracovišti NA0060	36
Tabulka č. 9 Příklad kvalifikační matice	42
Tabulka č. 10 Matice problémů a opatření	45

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha A: Projektová smlouva

Příloha B: Harmonogram projektu

PRÍLOHA A: PROJEKTOVÁ SMLOUVA

<p align="center">Projektová smlouva</p>		<p align="center">Název: Optimalizace impregnace SOP</p>																																																																																																			
<p>PŘEHLED (Popis současného stavu)</p> <p><u>Uvedte, jaký je problém?</u> Ztrátové časy v impregnaci, není plněn požadovaný výkon, prostoje</p> <p><u>Může být problém kvantifikován?</u> Nové normování, úspora zdrojů? Zvýšení plnění a snížení prostojů</p> <p><u>Které příčiny mohou způsobit tento problém?</u> Zahícenost impregnace, nekoordinované vstupy ze zkušeben a kooperaci, plynutí a ztrátové časy, chybějící standardy, namáhavá práce,</p>		<p>ŘEŠENÍ (Popis řešeného problému)</p> <p><u>Navrhované řešení:</u> Sběr dat, analýza současného stavu, zjištění příčin nedostatků a definice opatření, ergonomie pracoviště, realizace opatření, VSM, nový layout, standardizace činnosti a vstupů, vizualizace výkonů</p> <p><u>Rizika</u> - Velká obsáhlost tématu, neúplnost poskytnutých dat, neochota spolupráce, vykázování jako celku do SAP.</p>		<p>TEŽISTÉ OBSAHU PROJEKTU (Co projekt řeší a co neřeší)</p> <p><u>Neřeší:</u> Interní logistiku, optimalizace vstupů, ostatní pracoviště navijárny</p>																																																																																																	
<p align="center">MÉRITKA PROCESU</p>																																																																																																					
<p>CIL TÝMU</p> <p>Optimalizovat impregnaci, snížit ztrátové časy, standardizovat, zvýšit plnění, snížit prostoje</p>		<table border="1"> <thead> <tr> <th>KPI</th> <th>Začátek</th> <th>Konec</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Zvýšení plnění 75%=>90%</td> <td>18.5.2013</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>3</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>4</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>5</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				KPI	Začátek	Konec	1	Zvýšení plnění 75%=>90%	18.5.2013	2			3			4			5																																																																																
KPI	Začátek	Konec																																																																																																			
1	Zvýšení plnění 75%=>90%	18.5.2013																																																																																																			
2																																																																																																					
3																																																																																																					
4																																																																																																					
5																																																																																																					
<p align="center">HARMONOGRAM</p>																																																																																																					
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Fáze</th> <th>Předpokládaný začátek</th> <th>Předpokládaný konec</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>D Define</td> <td>4.9.2012</td> <td></td> </tr> <tr> <td>M Measure</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>A Analyze</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>I Improve</td> <td></td> <td>18.5.2013</td> </tr> <tr> <td>C Control</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		Fáze	Předpokládaný začátek	Předpokládaný konec	D Define	4.9.2012		M Measure			A Analyze			I Improve		18.5.2013	C Control			<table border="1"> <thead> <tr> <th>Jméno</th> <th>Útvar</th> <th>% plnění prac.povinností</th> <th>Orientační projektové zařazení (hodiny/den)</th> <th>Vedoucí zaměstnanec</th> <th>Podpis</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Michal Přebýlka</td> <td>BE</td> <td></td> <td></td> <td>M. Piskovský</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Michal Hanos</td> <td>PT1</td> <td></td> <td></td> <td>P. Minarik</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Květoslav Osíčka</td> <td>PT1</td> <td></td> <td></td> <td>P. Minarik</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Pavel Minarik</td> <td>PT2</td> <td></td> <td></td> <td>M. Knobloch</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Libor Kratochvíl</td> <td>PROD4</td> <td></td> <td></td> <td>M. Imhát</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Daniel Hadač</td> <td>BE</td> <td></td> <td></td> <td>M. Piskovský</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Richard Horák</td> <td>BE</td> <td></td> <td></td> <td>M. Piskovský</td> <td></td> </tr> <tr> <td>M. Imhát</td> <td>PROD4</td> <td></td> <td></td> <td>T. Kunert</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				Jméno	Útvar	% plnění prac.povinností	Orientační projektové zařazení (hodiny/den)	Vedoucí zaměstnanec	Podpis	Michal Přebýlka	BE			M. Piskovský		Michal Hanos	PT1			P. Minarik		Květoslav Osíčka	PT1			P. Minarik		Pavel Minarik	PT2			M. Knobloch		Libor Kratochvíl	PROD4			M. Imhát		Daniel Hadač	BE			M. Piskovský		Richard Horák	BE			M. Piskovský		M. Imhát	PROD4			T. Kunert																									
Fáze	Předpokládaný začátek	Předpokládaný konec																																																																																																			
D Define	4.9.2012																																																																																																				
M Measure																																																																																																					
A Analyze																																																																																																					
I Improve		18.5.2013																																																																																																			
C Control																																																																																																					
Jméno	Útvar	% plnění prac.povinností	Orientační projektové zařazení (hodiny/den)	Vedoucí zaměstnanec	Podpis																																																																																																
Michal Přebýlka	BE			M. Piskovský																																																																																																	
Michal Hanos	PT1			P. Minarik																																																																																																	
Květoslav Osíčka	PT1			P. Minarik																																																																																																	
Pavel Minarik	PT2			M. Knobloch																																																																																																	
Libor Kratochvíl	PROD4			M. Imhát																																																																																																	
Daniel Hadač	BE			M. Piskovský																																																																																																	
Richard Horák	BE			M. Piskovský																																																																																																	
M. Imhát	PROD4			T. Kunert																																																																																																	
<p>Vedoucí projektu:</p> <p>Jméno: Michal Přebýlka podpis:</p> <p>datum: _____</p>		<p>Sponzor:</p> <p>Jméno: Martin Piskovský podpis:</p> <p>datum: _____</p>																																																																																																			
<p>Reditel:</p> <p>Jméno: Pavel Přebýlka podpis:</p> <p>datum: _____</p>																																																																																																					

Děkuji své rodině za trpělivost při zpracovávání této bakalářské práce.

Děkuji tímto Ing. Ivaně Šajdlerové, Ph. D., za vedení bakalářské práce, podněty, připomínky a čas strávený při konzultacích.

Děkuji svým spolupracovníkům za rady a spolupráci zejména pak Ing. Danielu Hadačovi za cenné rady a čas strávený při konzultacích.

Děkuji projektovému týmu za příkladnou práci na projektu.