

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
ÚSTAV METROLOGIE A ZKUŠEBNICTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
INSTITUTE OF METROLOGY AND QUALITY ASSURANCE TESTING

IMPLEMENTACE ZÁKLADNÍCH METOD ŠTÍHLÉ VÝROBY VE VÝROBNÍM PODNIKU

IMPLEMENTATION OF BASIC METHODS OF LEAN MANUFACTURING IN THE MANUFACTURING
CORPORATION

DIPLOMOVÁ PRÁCE
DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

Jitka Suchánková

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. Petr Koška, Ph.D.

BRNO 2008

VUT v Brně	DIPLOMOVÁ PRÁCE	Ústav metrologie a zkušebnictví
Fakulta strojního inženýrství		Řízení jakosti

ABSTRAKT

Jitka Suchánková

Implementace základních metod štíhlé výroby ve výrobním podniku

Diplomová práce, Ústav metrologie a zkušebnictví, VUT FSI v Brně

Předmětem této diplomové práce je zlepšení procesu výroby ISO standardních ventilů použitím základních metod štíhlé výroby. Práce je členěna na 2 úrovně. První úroveň tvoří celkový pohled na proces ve výrobní oblasti a druhá úroveň je zaměřena na zlepšení procesu ve výrobní lince odstraněním plýtvání.

Klíčová slova:

Štíhlá výroba, mapa hodnotového toku, 7 druhů plýtvání, tah, tok jednoho kusu.

ANNOTATION

Jitka Suchánková

Implementation of basic methods of Lean manufacturing in a manufacturing corporation

Diploma thesis, Institute of Metrology and Quality Assurance Testing, Brno University of Technology, Faculty of Mechanical Engineering

The subject of this diploma thesis is to improve the manufacturing of ISO standard valves using basic Lean manufacturing methods. Focus was at two levels, the macro level dealing with auxiliary processes for the whole manufacturing area and the micro level looking at removal of waste in the processes on one particular production cell.

Key words:

Value stream map, 7 kinds of waste, flow, one-piece flow

BRNO, 2008	3	Jitka Suchánková
------------	---	------------------

VUT v Brně	DIPLOMOVÁ PRÁCE	Ústav metrologie a zkušebnictví
Fakulta strojního inženýrství		Řízení jakosti

BIBLIOGRAFICKÉ CITACE

SUCHÁNKOVÁ, J. *Implementace základních metod štihlé výroby ve výrobním podniku*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2008. 54 s. Vedoucí diplomové práce Ing. Petr Koška Ph.D.

VUT v Brně	DIPLOMOVÁ PRÁCE	Ústav metrologie a zkušebnictví
Fakulta strojního inženýrství		Řízení jakosti

PROHLÁŠENÍ AUTORA O PŮVODNOSTI PRÁCE

Místopřísežně prohlašuji, že jsem byla seznámena s předpisy pro vypracování diplomové práce a že jsem celou diplomovou práci vypracovala samostatně. Při vypracování diplomové práce jsem respektovala ustanovení předpisů pro diplomové práce a jsem si vědoma toho, že v případě jejich nedodržení nebude moje diplomová práce vedoucím diplomové práce přijata.

V Brně dne

podpis

VUT v Brně	DIPLOMOVÁ PRÁCE	Ústav metrologie a zkušebnictví
Fakulta strojního inženýrství		Řízení jakosti

PODĚKOVÁNÍ

Za podporu a pomoc při zpracování diplomové práce tímto děkuji vedoucímu diplomové práce panu Ing. Petrovi Koškovi a dále děkuji všem pracovníkům firmy IMI Norgren CZ, Brno Modřice za spolupráci při plnění pracovních povinností. Poděkování také patří vedení firmy za poskytnutí příležitosti zpracování a za technické připomínky při tvorbě této práce.

VUT v Brně	DIPLOMOVÁ PRÁCE	Ústav metrologie a zkušebnictví
Fakulta strojního inženýrství		Řízení jakosti

OBSAH

ABSTRAKT	1
ANNOTATION.....	3
BIBLIOGRAFICKÉ CITACE	4
PROHLÁŠENÍ AUTORA O PŮVODNOSTI PRÁCE.....	5
PODĚKOVÁNÍ	6
Obsah	7
0 ÚVOD	9
1 SEZNÁMENÍ S FIRMOU	10
2 ŠTÍHLÁ VÝROBA	13
2.1 Cíl práce.....	14
2.2 Koncept zpracování	14
2.3 Product Quantity Process Rating	15
2.4 Mapa hodnotového toku.....	15
2.4.1 Mapa hodnotového toku současného stavu	16
2.4.2 Mapa hodnotového toku budoucího stavu.....	18
2.5 Typy plýtvání (7+1)	18
2.6 Špagetový diagram	22
2.7 Kanban.....	22
2.8 Tok jednoho kusu.....	24
2.8.1 Princip toku jednoho kusu	24
2.8.2 Uspořádání operací a materiálu v lince	25
2.9 Ergonomie pracoviště	28
2.10 Standardizovaná práce	28
3 Praktické Řešení.....	29
4 Analýza současného stavu.....	29

VUT v Brně	DIPLOMOVÁ PRÁCE	Ústav metrologie a zkušebnictví
Fakulta strojního inženýrství		Řízení jakosti

4.1 Množství dílů – průběh procesu	29
4.2 Současná mapa hodnotového toku.....	31
4.3 Plýtvání	33
4.3.1 Plýtvání ve výrobní oblasti.....	33
4.3.2 Plýtvání v procesu montáže	33
5 Návrh budoucího stavu	36
5.1 Budoucí mapa hodnotového toku	36
5.2 Časový harmonogram.....	37
5.3 Návrh linky	37
6 Implementace.....	39
6.1 Implementace systému tahu pro výrobní oblast.....	39
6.1.1 Uskladnění materiálu v regálech	39
6.1.2 Uskladnění materiálu v lince.....	40
6.1.3 Kanban C položek	42
6.1.4 Systém tahu předmontáže.....	43
6.2 Implementace tahu výrobní linky.....	43
6.2.1 Postavení nové výrobní linky	43
6.2.2 Tok materiálu v lince / tok jednoho kusu v lince	44
6.2.3 Standardizace práce.....	45
6.2.4 Špagetový diagram.....	46
6.2.5 Mapa hodnotového toku po implementaci	47
7 Návrh dalších kroků	48
7.1 Návrh akčního plánu	48
7.2 Nápravná opatření pro linku	49
8 ZÁVĚR	50
9 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	51
10 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ	53

VUT v Brně	DIPLOMOVÁ PRÁCE	Ústav metrologie a zkušebnictví
Fakulta strojního inženýrství		Řízení jakosti

0 ÚVOD

V současné době se většina podniků snaží zůstat na trhu konkurenceschopnými. Tyto podniky se setkávají s tématy jak zvýšit zisk, snížit náklady, jak být flexibilní, reagovat na měnící se požadavky zákazníků, vycházet zákazníkům vstříc. Trh požaduje důkaz o zlepšení, které bylo provedeno, proto se podnik musí neustále vyvíjet a tvořit systematickou koncepci snižování nákladů.

VUT v Brně	DIPLOMOVÁ PRÁCE	Ústav metrologie a zkušebnictví
Fakulta strojního inženýrství		Řízení jakosti

1 SEZNÁMENÍ S FIRMOU

Společnost Norgren je jedním ze tří předních světových dodavatelů pneumatických komponentů a automatizačních systémů. Je nejvýznamnějším členem nadnárodní skupiny IMI group, která zaměstnává přibližně 16.000 lidí na celém světě (z toho 6.000 v Norgrenu). Roční obrát IMI group je 1,6 miliardy liber, z čehož obrát společnosti Norgren činí 439 milionů liber.

Norgren vyrábí a distribuuje ze svých továren v Evropě a v USA kompletní sortiment pneumatických výrobků, včetně servopohonů, regulačních ventilů, vzduchových technologických zařízení, potrubních tvarovek (fitinek) a souvisejících komponent kapalinových systémů, které se používají v pneumatických a elektropneumatických systémech.

Dostupnost a podpora produktů společnosti Norgren je zajištěna po celém světě prostřednictvím sítě prodejních společností a nezávislých distributorů, a pokrývá 75 zemí. Tato globální přítomnost je výhodou pro zákazníky, kteří podnikají na exportních trzích nebo na zakázkách zahrnujících více lokalit.

Norgren vyniká ve vytváření specificky upravených řešení pro konkrétní zákazníky a použití, která splňují specifické požadavky zákazníků. Má značné zkušenosti a odborné technické znalosti v mnoha různých průmyslových sektorech, například:

- automobilový průmysl - užitková/nákladní vozidla
- polovodiče
- obalová technika a stáčení do PET lahví
- tisk
- zdravotnická péče
- zpracovatelský průmysl

VUT v Brně	DIPLOMOVÁ PRÁCE	Ústav metrologie a zkušebnictví
Fakulta strojního inženýrství		Řízení jakosti

Společnost Norgren je schopna dodávat cenově výhodná pneumatická a automatizační řešení, která splňují strategické potřeby zákazníků, čímž pomáhá snižovat náklady, zvyšovat efektivitu a zvětšovat konkurenční výhody.

Výrobní závod IMI Norgren CZ Modřice zahájil výrobu v roce 2002 v nově vybudovaném moderním průmyslovém areálu pro strojírenskou výrobu.

Modřický závod je jedním z největších výrobních center společnosti Norgren v Evropě a produkuje pneumatické válce, fitinky, ventily a další výrobky pro zákazníky z celého světa. V současné době Norgren v Modřicích zaměstnává přibližně 470 zaměstnanců a předpokládá postupný nárůst objemu výroby v nejbližších třech letech až na hranici 2 miliardy korun ročně. Současně poroste i počet zaměstnanců.

Norgren CZ byl založen jako první závod Norgrenu v CEE (Central Europe East) regionu. Norgren CZ patřil pod pilotní projekt nízko-nákladové společnosti zároveň se závodem v Mexiku. První a také hlavní důvod proč Norgren Corporation se založil pobočku v České Republice bylo kvůli nízkým nákladům na pracovní sílu.

Výroba se dělí na 2 základní typy produktů – pneumatické a hydraulické. Pneumatické systémy, kam je Norgren CZ orientován, používají a čerpají stlačený plyn jako např. vzduch.

Norgren CZ je výrobní podnik, který produkuje 5 základní řady sortimentů:

- fitinky
- válce
- cívky
- ventily
- výrobky pro filtraci, regulaci a mazání

VUT v Brně	DIPLOMOVÁ PRÁCE	Ústav metrologie a zkušebnictví
Fakulta strojního inženýrství		Řízení jakosti

Norgren CZ je držitelem následujících certifikátů:

- ISO 9001:2000
- ISO TS 16 949:2002
- ISO 14001:2004
- OHSAS 18001:1999

Další certifikáty

- ATEX EC/94/4 – výrobní certifikát do prostředí s nebezpečím výbuchu
- Investors in People

VUT v Brně	DIPLOMOVÁ PRÁCE	Ústav metrologie a zkušebnictví
Fakulta strojního inženýrství		Řízení jakosti

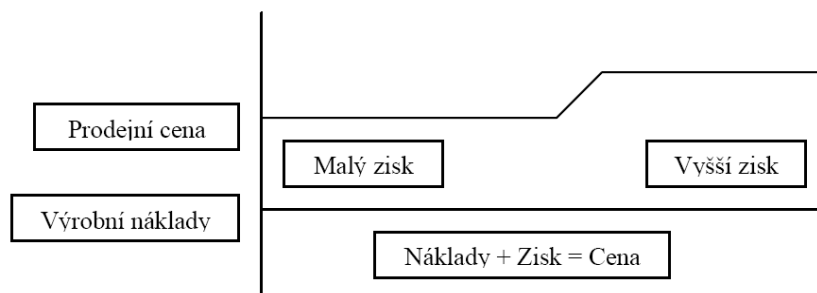
2 ŠTÍHLÁ VÝROBA

Koncepce "štíhlé výroby" (lean production, lean manufacturing) pochází z firmy Toyota, kde vznikla v 50. – 60. letech 20. století jako alternativa k hromadné výrobě v prostředí, které vyžadovalo vysokou úroveň flexibility a postrádalo finance na nákladné investice. Štíhlá výroba provádí komplexní organizaci vývoje a výroby produktu, dodavatelů a kontaktů se zákazníky tak, aby při lepším plnění zákaznickova požadavku bylo zapotřebí méně lidského úsilí, prostoru, kapitálu a času – a přitom produkty měly mnohem lepší kvalitu než v hromadné výrobě

Štíhlá výroba je neustálý proces odstraňování plýtvání v jakékoliv části výrobního podniku. Podstatou je, že zlepšování neočekává žádné závratné změny, ale právě postupné zlepšování. Štíhlá výroba upřednostňuje požadavky zákazníka a přímo se zaměřením se na jeho potřeby, odstraňuje zbytečné náklady. Odstraněním nákladů se také i přímo-úměrně zvyšuje zisk.

Existují dva způsoby, jakými může firma přistupovat k dosažení zisku: [10]

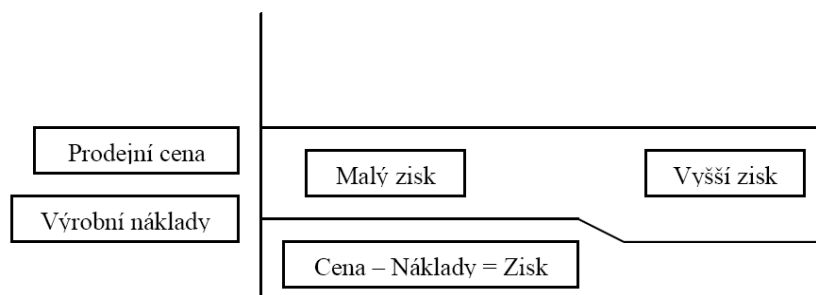
1. Tradiční způsob – firma dosahuje určitého zisku za konstantních nákladů. Aby svůj zisk zvýšila, zvýší prodejní cenu. To má však za následek pokles prodeje z důvodu vysoké ceny.



Obr.1: Strategie růstu cen

VUT v Brně	DIPLOMOVÁ PRÁCE	Ústav metrologie a zkušebnictví
Fakulta strojního inženýrství		Řízení jakosti

2. Způsob štíhlé výroby – firma dosahuje určitého zisku za konstantních nákladů. Avšak k dosažení vyššího zisku sníží své náklady a prodejní cenu nechá stejnou. Zákazníci přetrvávají u dané společnosti.



Obr. 2: Strategie redukce nákladů

2.1 Cíl práce

K vypracování této práce bylo použito několika metod štíhlé výroby, které byly zaměřeny na stavbu nové výrobní linky, která zapadá do koncepce firmy IMI Norgren CZ. Cílem bylo snížení vznikajících plýtvání, zkrácení časů k vychystání materiálu do výroby, zrychlení výroby, upravení ergonomie pracoviště a nastavení systému tahu pro výrobní oblast standardních ventilů.

2.2 Koncept zpracování

Ke zpracování celkové koncepce oblasti výroby válců je nutno vytvořit základní přehled činností operátorů a materiálového manipulátora. Poté vytvoření hodnotové mapy s následným návrhem budoucího stavu. Z celkové představy výrobního týmu bude sestaven akční plán, který bude zaměřen na jednotlivé dílčí kroky implementace zlepšení.

Z důvodu prostojů, které byly zjištěny během měření, vznikla potřeba řešit vizualizaci, materiálový tok a způsob, jak se dostává materiál do procesu.

VUT v Brně	DIPLOMOVÁ PRÁCE	Ústav metrologie a zkušebnictví
Fakulta strojního inženýrství		Řízení jakosti

V rámci zaměření na výrobní oblast se projevila i příležitost zaměřit se na vnitřní procesy linky (montáž jako takovou a uspořádání pracoviště).

2.3 Product Quantity Process Rating

PQPR je anglická zkratka slov Product Quantity Process Rating. V českém překladu je možno říct, že je to množství dílů / průběh procesu. PQPR je analytický postup vyhledávání kroků v procesu, které vedou k vyrobení součásti. Používá se při vyhledávání produktů, které prochází stejnými procesními kroky, a tím lze je zařadit do stejného toku hodnot pro VSM. Toto je první krok před započítáním mapování hodnotového toku (viz 2.4).

Zákazník požaduje jen produkt, který si objednal, a nezajímá se o zbytek závodu. Nemapuje se tedy vše co se odehrává v celém závodě, ale jen ta část, kterou prochází výrobek a který požaduje zákazník. Identifikují se tzv. produkty rodiny od zákazníka po celém hodnotovém toku. Rodinou se zde rozumí skupina produktů, která prochází stejnými nebo podobnými kroky procesu (viz tab.1).

Produkty	Procesní kroky						
	1	2	3	4	5	6	
xyz	x	x		x	x		A produkt rodiny
xzy	x	x	x	x	x		
xzz	x	x		x	x	x	
xyy		x	x	x		x	B produkt rodiny
yzx		x	x	x		x	

Tab. 1: PQPR

2.4 Mapa hodnotového toku

Mapa hodnotového toku je z překladu Value Stream Map ve zkratce VSM. Je zásadní analýzou štihlé transformace, která odhalí kroky nepřidávající hodnotu tzn. plýtvání, ale hlavně procesní kroky, které přináší hodnotu pro zákazníka. Tato mapa

VUT v Brně	DIPLOMOVÁ PRÁCE	Ústav metrologie a zkušebnictví
Fakulta strojního inženýrství		Řízení jakosti

ukazuje 3 úrovně procesu. První úrovní je informační tok. Tento tok říká, jakým způsobem objednává zákazník výrobky od subjektu, ve kterém se proces realizuje, jak a kdy je nakupován materiál od dodavatele, jak často jsou dodávky materiálu, ale také i odvoz hotových výrobků. Druhou úrovní procesu je zmapování samotného procesu. Pozorovatelem zaznamenaný proces musí odrážet skutečnost. V této části mapování je důležité vidět proces, kterým materiál prochází. V transformaci na štíhlou výrobu se rozeznává tah nebo tlak. Dle vyjádření T. Ohna, zakladatele TPS, se to může zdát jednoduché, ale v praxi šlo o převratnou změnu.

V tradičním podniku, jakmile je jeden proces dokončen, jsou výrobky transportovány (tlačeny) z předřazeného procesu do procesu následného. V těchto případech následné procesy často slouží jako mezisklady, které jsou sice zavaleny celou řadou dílů, ale velmi často chybí právě ty díly, které následný proces bezprostředně potřebuje. Pokud dáme, při aplikaci filozofie „just in time“, zodpovědnost za transport následnému procesu, je v předřazeném procesu vyráběno a potom transportováno (taženo) pouze to, co následný proces bezprostředně potřebuje a objedná. Tradiční princip „přinesu ti to, co vyrobím“ se tak změnil na princip - vezmu si to, co potřebuji. [7]

V této části je nutno zaznamenat, jak dlouho trvá každý krok procesu, kolik operátorů se podílí na každé činnosti. Dále je možno pozorovat kam všude se materiál či rozpracovaná výroba přenáší. V 3. části vytváření mapy se vytváří časová osa, kde se vyčíslují časy operací, ale také i časy jak dlouho materiál čeká mezi operacemi. Na závěr se vyjádří součtový čas, tzn. čas od začátku až do konce celého procesu.

2.4.1 Mapa hodnotového toku současného stavu

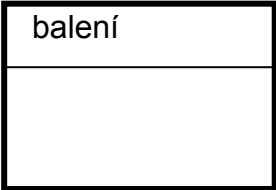
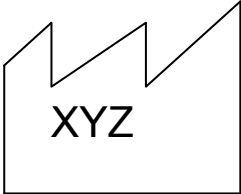
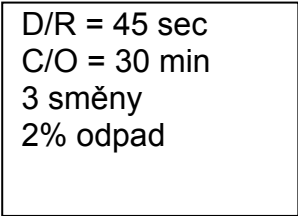
Při vytváření mapy hodnotového toku se vždy postupuje proti toku procesu. Tento postup upozorňuje na to, jakým způsobem se dostává rozpracovaný výrobek k operaci. Je snadnější vidět neprovázanost procesů, způsob skladování, velké množství nadvýroby. Zaměření se na proces proti toku je proto, aby byla odstraněna

VUT v Brně	DIPLOMOVÁ PRÁCE	Ústav metrologie a zkušebnictví
Fakulta strojního inženýrství		Řízení jakosti

provozní slepota, kterou všichni zaměstnanci, pohybující se v procesu, mají. Je důležité vytvořit tým všech zainteresovaných stran, což má velkou váhu při této části vytváření současné mapy. Důležité jsou všechny informace, aby si pozorovatelé byli jisti procesem.

Pro vytvoření mapy se používá standardizovaných znaků (viz tab. 2 VSM ikony současného stavu).

Tab. 2: VSM ikony současného stavu

Ikona materiálu	Představuje	Poznámky
	Výrobní proces	Jedna tabulka procesu odpovídá jedné oblasti toku. Všechny procesy mají být označeny. Také používaná na oddělení jako je řízení výroby.
	Externí zdroje	Používá se pro zobrazení zákazníků, dodavatelů a externích výrobních procesů.
	Datová tabulka	Používá se pro zaznamenání informací týkajících se výrobního procesu, oddělení, zákazníka atd.

Pokračování tabulky je zobrazeno v příloze 1.1, mapa hodnotového toku

VUT v Brně	DIPLOMOVÁ PRÁCE	Ústav metrologie a zkušebnictví
Fakulta strojního inženýrství		Řízení jakosti

2.4.2 Mapa hodnotového toku budoucího stavu

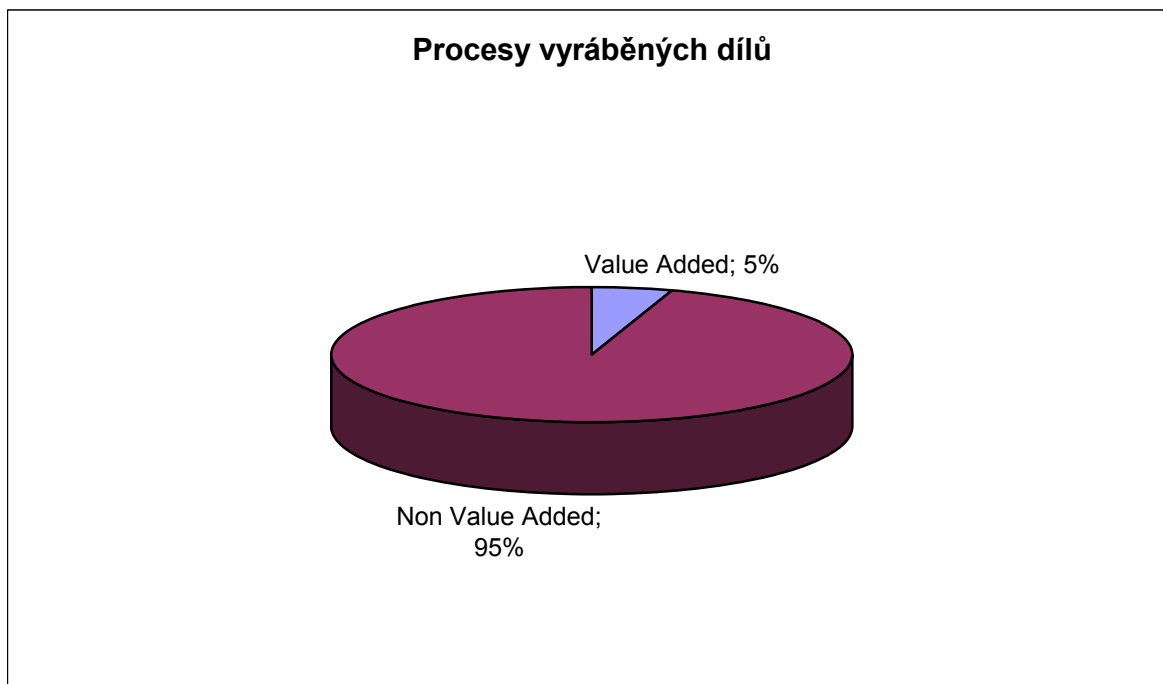
Hodnotová mapa budoucího stavu odstraňuje odhalené příležitosti na mapě současného stavu pro dosažení vyšší produktivity v budoucnosti. Mezi mapou současného stavu a mapou budoucího stavu se přechod zajistí implementací metod štihlé transformace na odstranění odhalených plýtvání.

Po vytvoření mapy současného stavu se navrhuje ideální mapa budoucího stavu. Tato mapa by měla odrážet štíhlou výrobu tak, jak to jen půjde. Proto je nezbytné, aby tato mapa byla sestavena v týmu. Pro vytvoření budoucího stavu se používají metody, které jsou součástí štihlé výroby. Jednou z metod je zavedení tahu pomocí kanbanu (viz Kapitola 2.7). Při poslední fázi se nakreslí mapa budoucího stavu pomocí jednotlivých ikon pro budoucí stav (viz příloha 1.2, mapa hodnotového toku) a podle vzniklých změn se sestavuje akční plán změny.

2.5 Typy plýtvání (7+1)

Plýtvání je nejčastější jev ve výrobě. Činnosti, které ve výrobě probíhají, se označují za Value Added VA nebo Non Value Addend NVA. V českém překladu to znamená činnosti, které přidávají hodnotu nebo které nepřidávají hodnotu. V procesu je pouhých 5% činností, které přidávají hodnotu (viz graf.1).

VUT v Brně	DIPLOMOVÁ PRÁCE	Ústav metrologie a zkušebnictví
Fakulta strojního inženýrství		Řízení jakosti

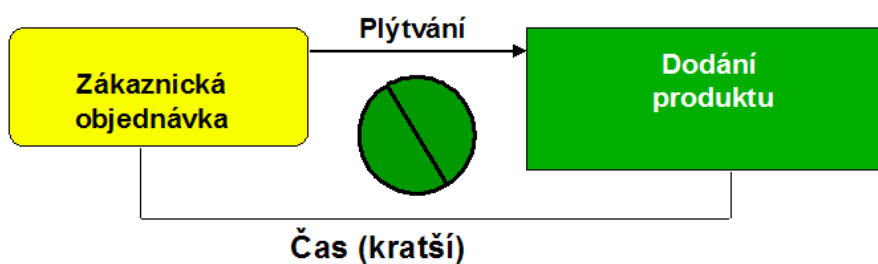


Graf 1: Vyjádření poměru výrobních činností

Tradiční výroba



Štíhlá výroba



Obr. 3: Vyjádření odstranění plýtvání

Důvod proč se definuje plýtvání, je zřejmý z obr. 3. Nejdůležitější pro podnik je čas, za který je schopen uspokojit požadavky zákazníka. Čím více je společnost schopna

VUT v Brně	DIPLOMOVÁ PRÁCE	Ústav metrologie a zkušebnictví
Fakulta strojního inženýrství		Řízení jakosti

definovat plýtvání a odstranit je, tím lépe a rychleji můžou zareagovat na požadavky zákazníka.

Štíhlá výroba definuje 7 + 1 typů plýtvání. Tyto definice se zaměřují především na manuální činnosti, ale také berou i v úvahu duševní činnosti. Odstraňování plýtvání vede k vyšší produktivitě. Jsou druhy plýtvání, které lze snadno rozpoznat v procesu, definovat a odstranit a plýtvání skryté.

Klasickým příkladem plýtvání je potom tzv. sedm druhů plýtvání podle Toyoty, mezi které patří:

1. nadvýroba
2. čekání
3. nadbytečná manipulace
4. špatný pracovní postup (metoda)
5. vysoké zásoby
6. zbytečné pohyby
7. chyby pracovníků
- +1 nevyužitá kreativita

V rámci výrobního systému Toyota se začal zdůrazňovat fakt, že nadprodukce je jedním z nejhorších druhů plýtvání, protože vyžaduje dodatečné náklady, místo pro skladování a často i dodatečnou práci na znehodnocených výrobcích, které nebyly prodány.

Čekání je většinou plýtváním zjevným. Patří do něho čekání na materiál, čekání na opravu stroje, čekání seřízeného stroje na uvolnění do výroby a také provozování stroje operátorem.

Nadbytečná manipulace a transport (zejména vícenásobný) jsou nejčastějším druhem plýtvání. Cesta materiálu tak vede ze skladu do meziskladu, odtud na pracoviště, ve formě polotovaru zpět do meziskladu, aby potom vedla na jiné pracoviště a odtud opět do meziskladu atd.

VUT v Brně	DIPLOMOVÁ PRÁCE	Ústav metrologie a zkušebnictví
Fakulta strojního inženýrství		Řízení jakosti

Špatný pracovní postup může vyvolat potřebu dodatečné práce (a spotřeby zdrojů). Jedná se například o dlouhé dráhy nástrojů před započítáním vlastní operace, navržení špatného materiálu či nevhodnou konstrukci výrobku, nástroje či přípravku.

Zásoby a jejich udržování je poměrně často diskutovaným problémem. Vedle dodatečných nákladů ne jejich udržování mají i tu „negativní“ vlastnost, že zakrývají velkou část problémů, které se často řeší právě pomocí polštáře zásob, místo toho, aby byly provždy odstraněny. Mezi tyto problémy patří dlouhé časy výměn nástrojů, vadné výrobky, poruchy strojů, pohodlnost při plánování apod.

Plýtvání zbytečnými pohyby vyplývá z nepotřebných pohybů, které nelze označit za „práci zvyšující hodnotu výrobku“. Například zbytečná chůze pro polotovary na špatně uspořádaném pracovišti za ni být pokládána určitě nemůže. Rovněž chůze mezi vzdálenými stroji při vícestrojové obsluze patří do této kategorie plýtvání.

Chyby pracovníků zvyšují náklady díky dodatečným činnostem jako např. vícenásobný transport či manipulace, opakování operace, opakovaná kontrola, uvolnění místa pro vadné produkty, demontáž apod. Výše nákladů se potom zvyšuje s růstem vzdálenosti místa, na kterém došlo k chybě, a místem, kde byla objevena následná vada. V případě, že vadu objeví zákazník, může dojít až ke ztrátě budoucích obchodů. [8]

K těmto 7 druhům plýtvání definovaných Toyotou se přičítá ještě jeden druh, které je nazván nevyužitá kreativita. Je tím myšleno, že proces je možno neustále zlepšovat pomocí tzv. Kaizen akcí. Je nutné využít veškerou svoji kreativitu a změnit například proces, který je prováděn po celou dobu od rozjetí výroby.

VUT v Brně	DIPLOMOVÁ PRÁCE	Ústav metrologie a zkušebnictví
Fakulta strojního inženýrství		Řízení jakosti

2.6 Špagetový diagram

Špagetový diagram je vyjádření cesty, kterou operátor či produkt vykoná v průběhu procesních kroků. Provádí se zároveň s mapováním hodnotového toku. Po zhodnocení současného stavu s může porovnat kolik metrů prošel výrobek či operátor v rámci celého procesu. V návrhu budoucího stavu a následné implementaci, by mělo být pamatováno právě na zkrácení těchto cest, protože je to jeden z druhů plýtvání.

Po porovnání výsledků současného a budoucího stavu se musí objevit rozdíl. Tento rozdíl je výsledek, který ušetří metry. Každý metr se sebou nese čas, který je součástí interního času procesu. Toto zkrácení se dá vyjádřit v ušetřeném času nebo také i ve zvýšené produktivitě.

2.7 Kanban

Výroba „právě včas“ znamená, že potřebné díly jsou vyráběny v požadovaném množství a čase. Ideálním cílem je rovnoměrný tok materiálu vlastním podnikem i dodavatelskými podniky.

Při realizaci plynulého toku pomáhá zkracování přípravných časů, buňkového uspořádání orientované na výrobek, výroba na principu jednoho kusu multi-profesním personálem a vyváženou výrobou ve výrobním mixu. V případě, že od sebe leží jednotlivé procesy daleko a je-li průběžná doba dlouhá, měli bychom přemýšlet o tom, jak spolu procesy lépe propojit.

Kanban (= signál, karta) je vhodnou metodou, která si klade za cíl splnit uvedené požadavky. Je také nástrojem pro zlepšování procesů.

VUT v Brně	DIPLOMOVÁ PRÁCE	Ústav metrologie a zkušebnictví
Fakulta strojního inženýrství		Řízení jakosti

Kanban slouží jako nástroj k jemnému vyladění výroby i k propojení jednotlivých procesů. Vyskytnou-li se však velké výkyvy, nemůže kanban efektivně fungovat. Proto je nutné pomocí jednotlivých metod neustále zlepšovat podnikové procesy.

Každý nástroj musí být používán správným způsobem. Jen tak splní svůj účel. Když naproti tomu s tímto nástrojem zacházíme špatně, může se stát naším protivníkem. To samé platí i pro kanban. Pracovníci podílející se na jeho zavádění i provozování by měli rozumět následujícím základním pravidlům a používat je:

- personál následně řazeného procesu by měl od předřazeného procesu obdržet díly podle informací na kanbanových kartách;
- výrobní personál by měl vyrábět díly pouze podle informací na kanbanových kartách;
- není-li žádná kanbanová karta, není prováděna ani výroba ani transport. Kanbanové karty by měly být stále umístěny na kontejnerech pro díly, kromě návratu (požadavek výroby nebo dopravy);
- výrobní personál by měl zaručit, aby se do kontejneru dostaly pouze díly ve 100% kvalitě. Vyskytne-li se defekt, měla by být výroba zastavena, aby mohla být provedena nápravná opatření;
- počet kanbanových karet by měl být postupně snižován za účelem silnějšího vzájemného propojení procesů, vyloučení plýtvání a provedení zlepšení. [7]

Kanban je jednoduchý, technicky nenáročný a flexibilní systém dílenského plánování "otevřený" pro všechny pracovníky a výrobní týmy. Mezioperační zásoby se mohou omezit jen na bezpečnostní zásoby a zásoby nedokončené výroby je možné radikálně redukovat. Celý proces výroby se zjednodušuje. Aplikace Kanbanu vede ke zvyšování spokojenosti zákazníka i díky redukci času potřebného pro splnění objednávky. Nezanedbatelné je i výrazné snížení úsilí vynaloženého na procesy s minimální přidanou hodnotou související s výrobou a přepravou zásob materiálů, komponent atd. Celkově nižší náklady spojené s dopravou informací, které jsou

VUT v Brně	DIPLOMOVÁ PRÁCE	Ústav metrologie a zkušebnictví
Fakulta strojního inženýrství		Řízení jakosti

navíc rychlé a přesné. Ve výrobních podnicích tato metoda také umožňuje delegování zodpovědnosti pracovníkům přímo na linkách. [11]

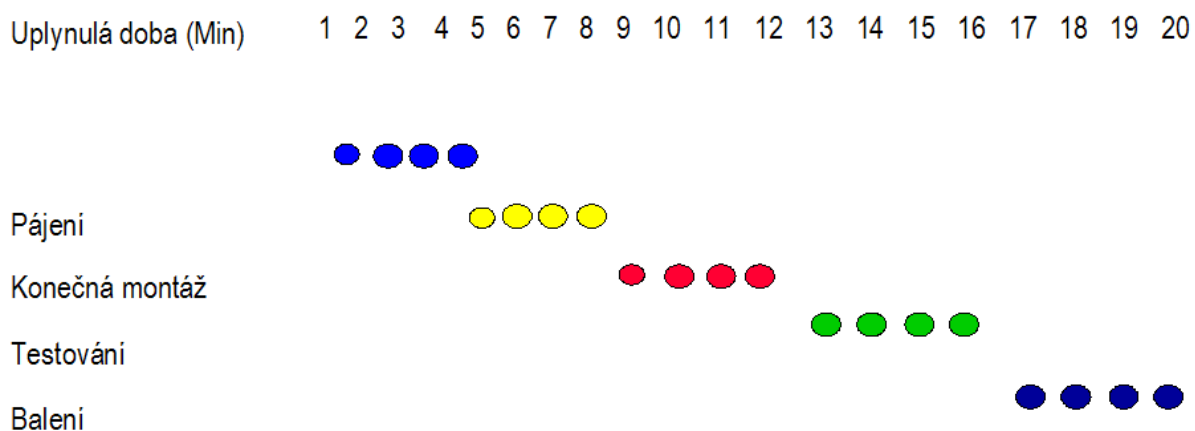
Systém tahu je metoda řízení (plánování) výroby, kde následující operace signalizují své potřeby předchozím operacím. V systému tahu se eliminuje nadprodukce a je proto základním prvkem štíhlé výroby. V praxi daná operace používá kanbanovou kartu k signalizaci předchozí operaci, jaký produkt/materiál je potřeba, v jakém množství, kdy a kde. Nic se nevyrábí v předchozí operaci, do obdržení následujícího signálu. Opakem je systém tlaku.

2.8 Tok jednoho kusu

2.8.1 Princip toku jednoho kusu

Jaký je rozdíl mezi dávkovou výrobou a tokem jednoho kusu?

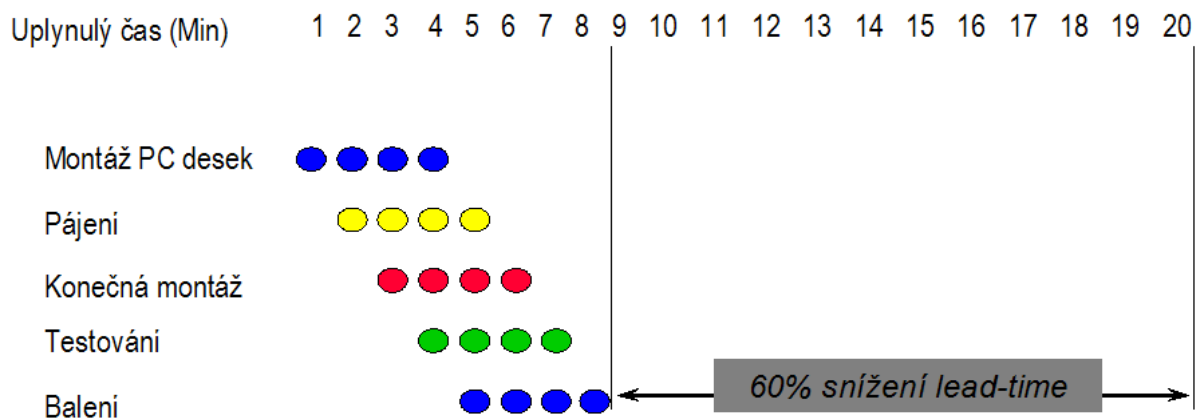
V příkladu viz obr. 4 lze vidět 4 operace, kterými prochází výrobek. Výrobky se posouvají do další operace po dávkách. Dávku tvoří 4 ks výrobků. Každý výrobek se zastaví na každé operaci vždy jen na minutu. Celková doba, během které se vyrobí 20ks výrobků, je 20 minut.



Obr. 4: Typ výroby po dávkách

VUT v Brně	DIPLOMOVÁ PRÁCE	Ústav metrologie a zkušebnictví
Fakulta strojního inženýrství		Řízení jakosti

Ale z obrázku 5 lze vidět, že odstraněním dávkové výroby a vytvořením toku jednoho kusu, lze L/T (Lead time) snížit o 60%.



Obr. 5: Jednokusová výroba

Tzn. že pomocí tahu jednoho kusu celou výrobou, bylo vyrobeno 20 kusů o 11 minut dříve než v dávkové výrobě. Toto ušetření přinese zvýšení produktivity. Další výhodou uspořádání jednokusového toku je hledisko kvality. Pokud vznikne v průběhu operace chyba, je možno ji zjistit již při další operaci což je za jednu minutu, pokud se chyba opakuje i u druhého kusu a je nutné technologické řešení potom je tuto chybu třeba ohlásit do 2 minut. Ale při dávkové výrobě tato chyba může být shledána až po 5-té či 6-té minutě výroby. Dalšímu plýtvání, kterému můžeme předejít je zkrácení transportních míst, nebo míst pro uskladnění.

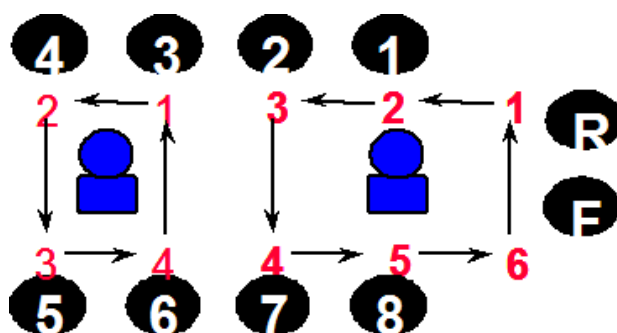
Doba, za kterou projde výrobek celým výrobním proces, by se měla rovnat T/T Takt Time – doba taktu. Dobu taktu určuje zákazník. Je to doba, za kterou zákazník požaduje jeden vyrobený kus, tj. od začátku až po konec procesu.

2.8.2 Uspořádání operací a materiálu v lince

Uprádání materiálového toku uvnitř linky se také zabývá tokem jednoho kusu pokud je to jen možné z hlediska technologického. Na obrázku 6 je rozkreslen příklad

VUT v Brně	DIPLOMOVÁ PRÁCE	Ústav metrologie a zkušebnictví
Fakulta strojního inženýrství		Řízení jakosti

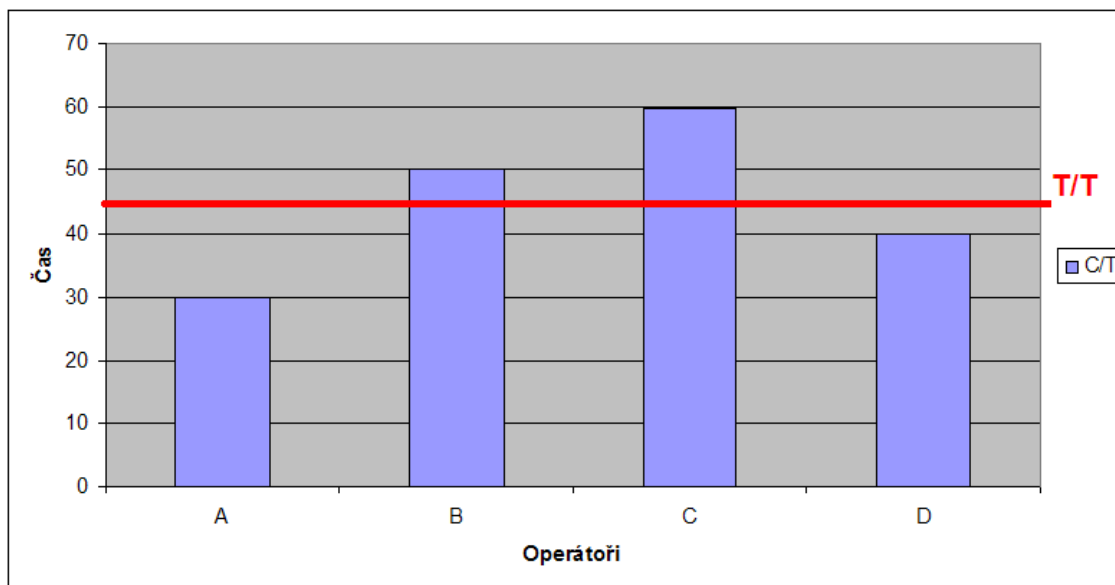
uspořádání nejen operací, ale také i postup operací, které má provádět jednotlivý operátor. Na obrázku je znázorněno R a F. Tyto písmena jsou zkratky anglických slov. R jako Raw material - vstupní materiál a F jako Finish goods – hotové výrobky. Toto uspořádání je doporučeno všemi autory knížek o štíhlé výrobě. Při konstrukci linek je nutné se zaměřit nejen na operace, kterými výrobek prochází, ale především i na materiál, který vstupuje do výrobku. Je tudíž nesmyslné navrhovat linku bez uspořádání materiálu k příslušným operacím.



Obr. 6: Uspořádání operací v lince

Rozdělení, kolik operací bude dělat jeden operátor a kolik druhý, či stačí-li jen jeden operátor, závisí na C/T cycle time – doba cyklu každé operace. Rozdělení operací se nazývá vybalancování výrobní linky viz graf. 2. Čas, který vyrábí jeden operátor je jejich cycle time. Neznamena to však, že vyrábí pouze na jedné operaci, ale naopak může obhospodařovat více zařízení.

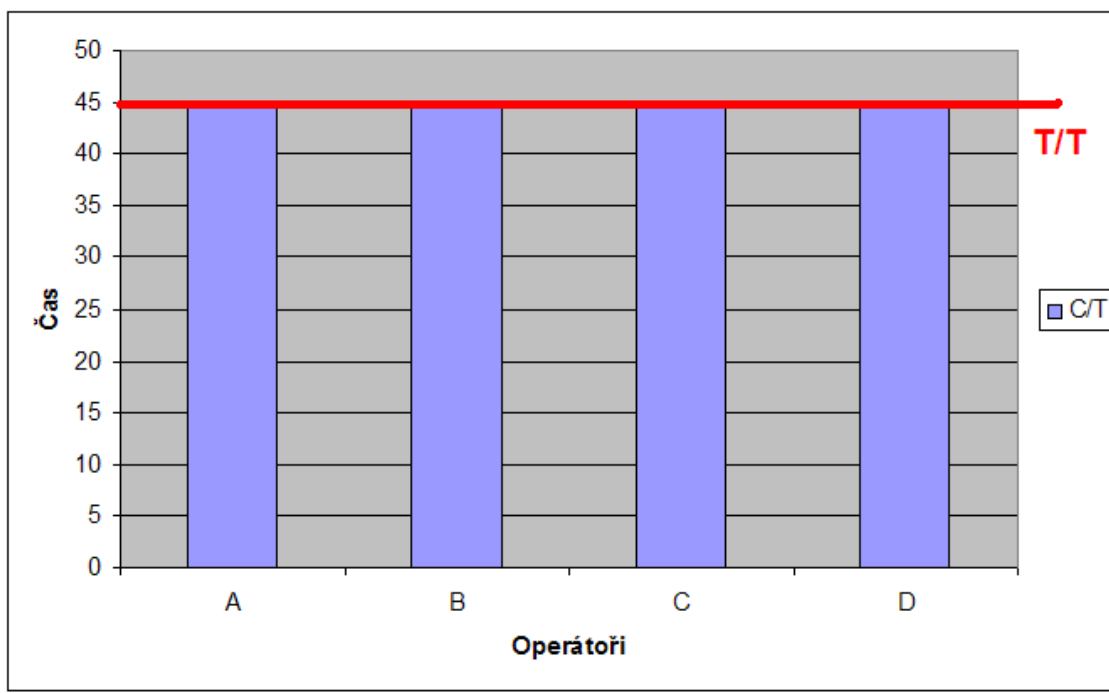
VUT v Brně	DIPLOMOVÁ PRÁCE	Ústav metrologie a zkušebnictví
Fakulta strojního inženýrství		Řízení jakosti



Graf. 2: Uspořádání klasické

V případě operátora A a B se může vyskytnout několik problémů v případě jednokusové výroby. Operátor A bude vytvářet zásoby mezi ním a operátorem B. Tzn. rozpracovaná výroba neboli WIP Work In Process je dalším typem plýtvání a to nadbytečné zásoby. Dále bude možno vidět případné čekání operátora A než se mu uvolní místo pro další kus. Další problém, který hrozí v tomto procesu je velký časový rozdíl mezi operátorem C a D. Častým jevem, který se bude projevovat, že operátor D bude čekat na operátora C. Pokud se stane porucha u operátora C, může být prostoj operátora D ještě delší. Hlavní problém, který vzniká z tohoto uspořádání procesů je, že firma nebude schopna uspokojovat požadavky zákazníka v čase, který požaduje. Proto postupným balancováním procesu či linek je snaha všechny C/T dostat na hranici T/T jako je znázorněno v grafu 3. V tomto časovém uspořádání operací na každého operátora tak odstraníme plýtvání jako je např. čekání, zbytečný transport, WIP. V jednom kroku můžeme dosáhnout zvýšení produktivity a snížení zásob.

VUT v Brně	DIPLOMOVÁ PRÁCE	Ústav metrologie a zkušebnictví
Fakulta strojního inženýrství		Řízení jakosti



Graf. 3: Uspořádání štíhlé výroby

2.9 Ergonomie pracoviště

Ergonomie (z řečtiny ergo práce a nomoi přírodní zákony) je věda zabývající se vztahy mezi člověkem, prostředím a nástrojem. Například se může jednat o tvar předmětů. Cílem je, aby svým tvarem co nejvíce odpovídaly rozměrům lidského těla. Může se jednat například o židli, která tvarem sedáku má sedícímu napomoci sedět vzpřímeně a předcházet tak křivení páteře. Avšak jedná se i o výšku sedáku atd. Ergonomie se například zabývá velikostí pracovního stolu či šířkou eskalátorů nebo stanovením maximálního počtu pohybů prstů při ovládání klávesnice počítače. [9]

2.10 Standardizovaná práce

Standard Work:

(standardizovaná práce) Přesné procedury pro každého operátora ve výrobním procesu. Opírá se o tři základy: taktovací čas, přesná sekvence výrobních operací,

VUT v Brně	DIPLOMOVÁ PRÁCE	Ústav metrologie a zkušebnictví
Fakulta strojního inženýrství		Řízení jakosti

standardní rozpracovaná výroba. Standardizovaná práce je předmětem neustálého zlepšování. Poskytuje dokumentaci procesu pro každou směnu, snižuje nežádoucí kolísavost výkonu, usnadňuje zaškolení nových operátorů, snižuje nehody a stres a je výchozím bodem pro zlepšování. Používá standardní formuláře Process Capacity Sheet (na spočítání kapacity jednotlivých strojů v jedné výrobní jednotce), Standard Work Combination Table (ukazuje kombinaci manuálního pracovního času, pohybu a strojového času ve výrobní sekvenci), Standard Work Chart (uvádí pohyb operátorů a místo materiálu vzhledem ke strojům a v rámci procesního rozvržení),

3 PRAKTICKÉ ŘEŠENÍ

Popsané metody v teoretické části budou rozebrány praktickým řešením. Postup řešení bude nejdříve analýza současného stavu pomocí VSM, poté návrh budoucího stavu a následný proces zavádění.

Oblast, která je předmětem této práce, je montáž ISO ventilů. Montáž je ruční za pomoci přípravků. Tento proces končí testováním funkčnosti výrobku a balením. Proces je popsán v příloze 4.5, procesní mapa.

Praktické řešení bude děleno do dvou úrovní podle zaměření. První úroveň je zaměřena na výrobní oblast, do které spadá několik výrobních linek. Ve druhé úrovni se bude tato práce zabývat zlepšením zaměřené pouze na vybranou linku.

4 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU

4.1 Množství dílů – průběh procesu

Z celého procesu byly vybrány všechny výrobky, které se montují na lince. Podle technologického postupu byly vybrány všechny operace:

VUT v Brně	DIPLOMOVÁ PRÁCE	Ústav metrologie a zkušebnictví
Fakulta strojního inženýrství		Řízení jakosti

1.	operace	mazání těla
2.	operace	kompletace LEVÉ strany
3.	operace	deckel levý - lepený
4.	operace	deckel levý - diferenciál
5.	operace	deckel levý - kolben
6.	operace	deckel levý
7.	operace	kompletace PRAVÉ strany
8.	operace	mazání schieber
9.	operace	lepení schieber
10.	operace	pružina
11.	operace	deckel pravý - lepený
12.	operace	deckel pravý - osazený kloboučkem
13.	operace	deckel pravý - montovaný - speciál
14.	operace	deckel pravý - kolben
15.	operace	deckel pravý

V příloze 1.3, jsou popsány jednotlivé výrobky s rozdělením operací, které jim přísluší. Na obr. 7 je hlavička tabulky.

PN	Množství	% z celku	Výroba celkem	1.op	2.op	3.op	4.op	5.op	6.op	7.op	8.op	9.op	10.op	11.op	12.op	13.op	14.op	15.op
----	----------	-----------	---------------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Obr. 7: Množství dílů – průběh procesu

Detailnější zpracování této analýzy je v příloze 1.4, kde jsou jednotlivé výrobky typu ISO 1 rozděleny do tzv. „skupin rodiny“ (viz obr. 8). „Rodina A“ vytváří více jak polovinu celkových výrobků. Z tohoto důvodu bylo rozhodnuto provést analýzu především pro tyto 4 druhy výrobků. Technologické operace, které se budou provádět bude mazání, kompletace levé strany, kryt levý, kompletace pravé strany těla, mazání šoupátka a vložení do těla, pružina, osazený kryt. V tomto procesu se zpracovávají 2 předmontáže.

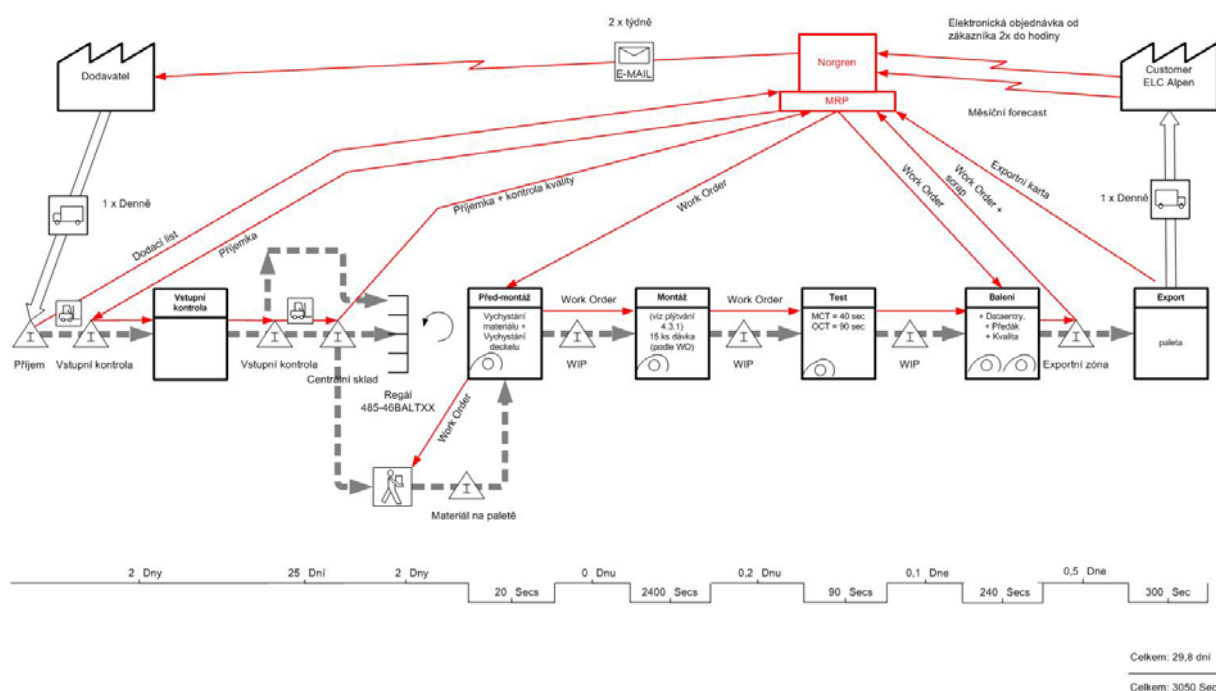
VUT v Brně	DIPLOMOVÁ PRÁCE	Ústav metrologie a zkušebnictví
Fakulta strojního inženýrství		Řízení jakosti

	PN	Množství	% z celku	1.op	2.op	3.op	4.op	5.op	6.op	7.op	8.op	9.op	10.op	11.op	12.op	13.op	14.op	15.op
A	UQM/22152/122/16	980	48,8%	x	x			x		x	x		x		x			
	UM/22152/40	105	5,2%	x	x			x		x	x		x		x			
	UQM/22152/22/16	38	1,9%	x	x			x		x	x		x		x			
	UM/22152/3	30	1,5%	x	x			x		x	x				x			
B	SPGB/2637	0	0,0%	x	x			x		x	x		x			x		
	SPGQ94369/12312	0	0,0%	x	x			x		x	x					x		
	UM/22152/33	0	0,0%	x	x			x		x	x					x		
C	UQM/22152/123/16	530	26,4%	x	x			x		x	x						x	
	UQM/22152/23/16	0	0,0%	x	x			x		x	x		x				x	
D	UQM/22152/6123/16	243	12,1%	x	x	x				x	x			x				
	UQM/22162/6123/16	73	3,6%	x	x	x				x	x			x				
	UM/22152/63	10	0,5%	x	x	x				x	x			x				
	UM/22162/63	1	0,0%	x	x	x				x	x			x				

Obr. 8: Náhled tabulky rozdělení rodin

4.2 Současná mapa hodnotového toku

Mapa hodnotového toku současného stavu (viz Příloha 1.5, mapa současného stavu) popisuje rodinu A, která vytváří největší procentuelní zastoupení výrobků ISO 1. V mapě je zobrazen proces vyráběného dílu typu UM/22152/40. V této montáži je rozdělení předmontáže a montáže. Předmontáž se skládá z předmontáže krytů a montáže těla. Na obr. 9 je znázorněna mapa ve zmenšeném formátu.



Obr. 9: Mapa současného stavu

VUT v Brně	DIPLOMOVÁ PRÁCE	Ústav metrologie a zkušebnictví
Fakulta strojního inženýrství		Řízení jakosti

V této mapě je možno vidět postup operací dané výroby, ale také i souvislosti se systémem. Systém ve firmě pracuje na principu MRP – Material Resource Planning tzn. plánování podle zdrojů. Pro tento základní typ ventilu je nutno vytvořit 2 WO – Work Order – tj. 2 pracovní objednávky.

Z mapy současného stavu je možno pozorovat, že montáž zabírá hodně času, ikdyž není tak komplikovaná. Na tuto oblast je nutno se zaměřit.

Základní typ je složen pouze ze základní montáže. Zákazník může k tomuto základnímu modulu také přikoupit další funkce. V tom případě se montáž dále rozvíjí o přidávané materiály. Toto rozvětvení je uvedeno v obr. 10 (a dále více v příloze 1.6). Rozdělení je na 3 úrovně TL (top level). Příklad je uveden na základním TL UQM/22152/122/16, který má největší procentuelní zastoupení ve výrobě (viz obr. 8). Z tabulky jde vypočítat, že jeden základní ventil má dalších 21 možných kombinací.

I.level	II.level	III.level
UQM/22152/122/16	60K	13J
		19J
		23N
		28N
		29N
	61K	13J
		18J
		19J
		23N
		28N
		29N
	80K	33N
		88N
		89N
	81K	33N
		88N
		89N

Obr. 10: Analýza výrobků

Montáž 2. a 3. úrovně je následující:

VUT v Brně	DIPLOMOVÁ PRÁCE	Ústav metrologie a zkušebnictví
Fakulta strojního inženýrství		Řízení jakosti

do II. Level jdou 4 stejné PN + I.level	59.05108	Spring Washer For Stem Assy.
	59.05261	Diffuser Locknut
	74.21114	Zyl-Schr Kreuzschl H M4X30
	90-18636	V-System Cnomo 16 Bar, Nw 1.0
do III.level jde magnet + II.level		

Obr. 11: Montáž 2.TL a 3.TL

V II. TL je montáž základního TL a následující PN, které vstupují do výroby. Pro tento II. TL je tvořen další WO. III. TL je tvořen z II. TL a magnetu.

4.3 Plýtvání

4.3.1 Plýtvání ve výrobní oblasti

Z mapy současného stavu můžeme také identifikovat plýtvání, které se týká celé výrobní oblasti. Tento problém je vychystávání materiálu.

V procesu jsou to časové prostoje, které vznikají z důvodu:

- neuspořádanosti materiálů v linkách
- nemožnost dohledání materiálů v regálech příslušejících k oblasti
- nepřesnosti uskladnění materiálu
- možnost uskladnění stejného materiálu ve více linkách

4.3.2 Plýtvání v procesu montáže

Z mapy je možno rozpoznat několik druhů plýtvání. Hlavním problémem výroby je čekání, rozpracovanost výroby, nadbytečná manipulace s materiálem, systém tlaku, dávková výroba.

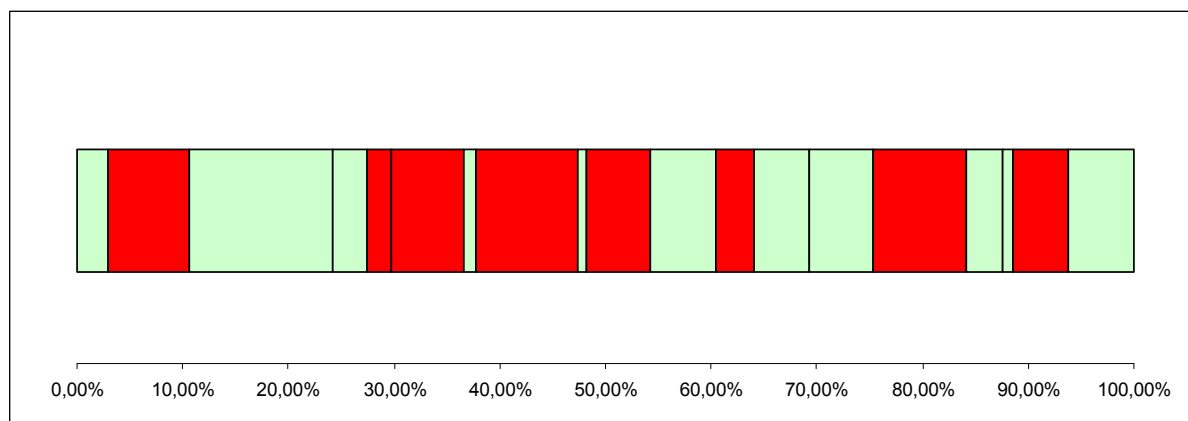
Měření operací při montáži výrobku je uvedené v obr.12 a v příloze 2.1, plýtvání.

VUT v Brně	DIPLOMOVÁ PRÁCE	Ústav metrologie a zkušebnictví
Fakulta strojního inženýrství		Řízení jakosti

		montáž	předmontáž						montáž											
UM/22152/40		mazání těla	vychystání materiálu	kontrola dekel	dekel montáž	vychystání komponent	mazání komponent	osazení těla	změna komponent	osazení těla II.	změna komponent	plnění L strana	změna komponent	dekel	plnění P strana	změna komponent	schieber	vložení pružiny	změna komponent	dekel
měření [s]	1	7,23		38,23	6,93			3,39		1,54		18,13		15,37	15,22		9,96	2,38		17,35
	2	9,48		39,27	9,38			2,98		1,79		13,93		14,56	15,96		9,54	2,73		15,76
	3	6,78		28,91	11,3			3,43		1,35		18,53		15,59	17,51		7,64	3,10		15,27
	4	6,36		37,98	5,98			3,14		1,47		13,05		12,89	13,85		8,28	2,69		21,69
	5	6,66		47,87	6,96			2,78		2,20		17,92		14,13	14,30		9,79	3,06		15,41
	6	12,46		28,76	7,73			3,52		1,22		19,21		13,10	21,42		8,25	2,69		15,38
	7	7,18		38,19	10,99			3,29		2,42		15,90		13,31	16,50		9,24	2,98		17,42
	8	6,70		37,39	11,98			2,37		2,08		14,61		12,92	13,54		10,34	2,69		14,44
	9	11,48		23,52	8,18			2,39		2,57		19,50		15,34	14,45		8,63	3,27		13,78
	#	6,21		39,84	7,46			3,63		2,33		15,38		12,63	16,23		9,47	3,69		18,28
průměrný čas		8,05		36,00	8,69			3,09		1,90		16,62		13,98	15,90		9,11	2,93		16,48
Σ [min]		1,34	3,42	6,00	1,45	1,00	3,11	0,52	4,28	0,32	2,73	2,77	1,62	2,33	2,65	3,91	1,52	0,49	2,33	2,75
															celkový čas montáže pro 10 ks:					44,52 min

Obr. 12: Měření montáže výrobku

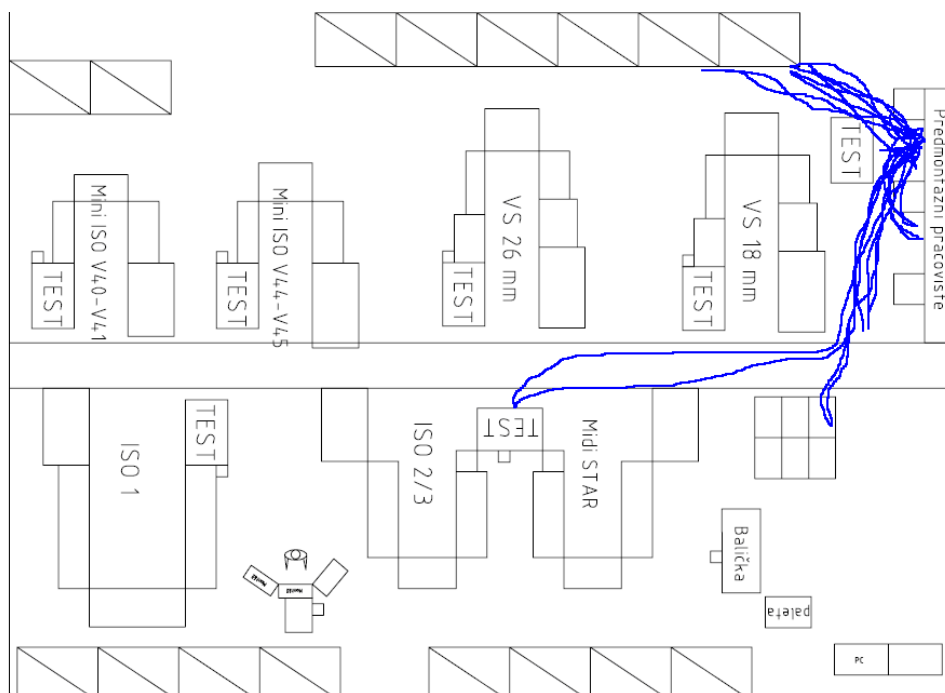
V obr. 13 je vizualizované vyjádření montáže na prvky, které přidávají a které nepřidávají hodnotu. Jelikož práce není nikterak standardizovaná, proto ve zpracování této práce prozatím nebyl použit detailnější způsob měření. Z důvodů, montáže je prováděné na stolech (viz fotodokumentace, příloha 5), není možno mít vychystané všechny materiály ve smyslu materiálového toku v lince, tak jak do montáže vstupují.



Obr. 13: procentuelní vyjádření VA a NVA

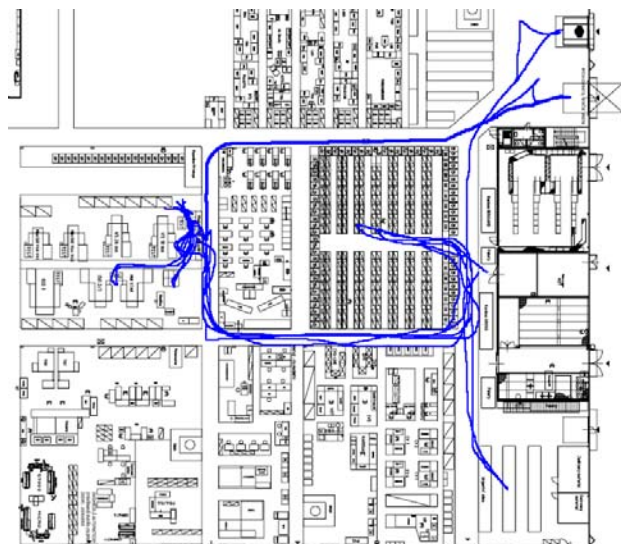
Během montážního procesu operátor měl časové prostoje i z důvodu pohybu na pracovní oblasti. Tyto pohyby jsou znázorněny ve špagetovém diagramu operátora (viz příloha 2.2). Ve zmenšeném provedení je špagetový diagram uveden na obr. 14.

VUT v Brně	DIPLOMOVÁ PRÁCE	Ústav metrologie a zkušebnictví
Fakulta strojního inženýrství		Řízení jakosti



Obr. 14: Špagetový diagram operátora

V tomto znázornění je uveden pohyb pouze během procesu výroby. Na obr. 15 (příloha 2.3) je znázorněn oběh zakázky během jedné zakázky pro tuto oblast.



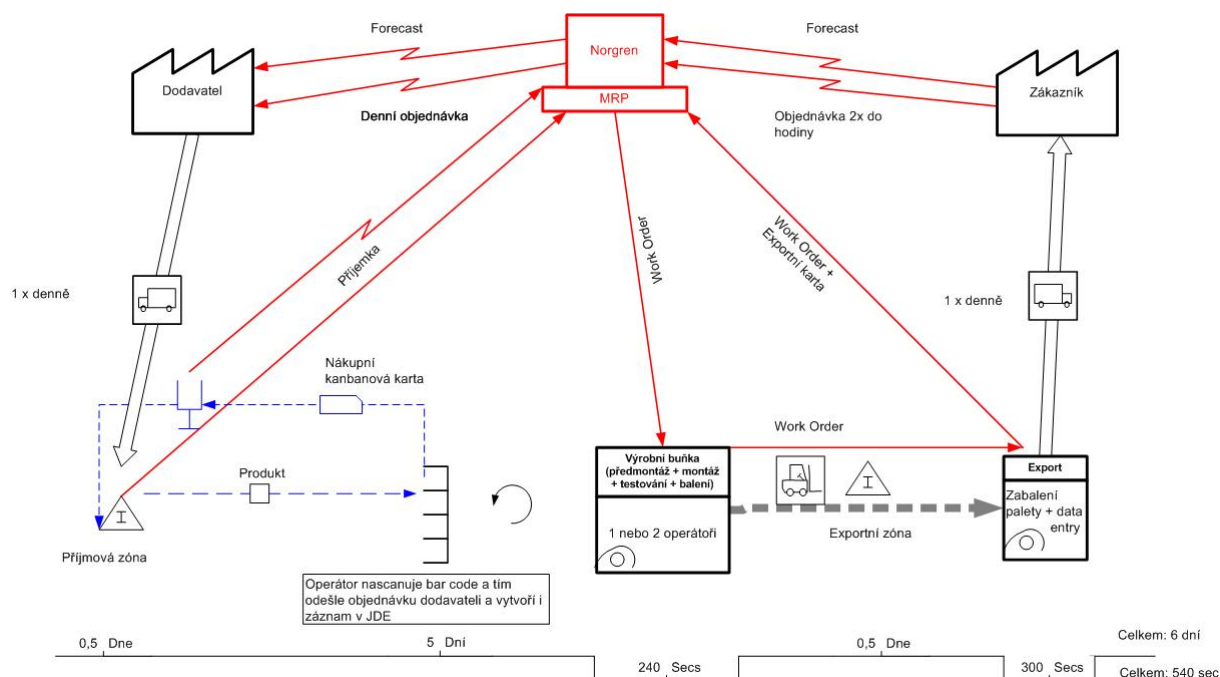
Obr. 15: Špagetový diagram pro vytvoření zakázky

VUT v Brně	DIPLOMOVÁ PRÁCE	Ústav metrologie a zkušebnictví
Fakulta strojního inženýrství		Řízení jakosti

5 NÁVRH BUDOUCÍHO STAVU

5.1 Budoucí mapa hodnotového toku

Návrh budoucího stavu (viz příloha 1.7, mapa budoucího stavu, obr.16) znázorňuje možnost zavedení nákupního kanbanu A položek, ale také i systém používání karet a jejich možnost propojení s dodavatelem. Tato práce se nezabývá zlepšením vstupu materiálu do firmy, ale v budoucí mapě bylo i s tímto zlepšením počítáno. Návrh zavedení 100% kvality od dodavatele, tudíž styl z nákladního prostoru rovnou k lince, bude přednesen managementu firmy.



Obr. 16: Náhled budoucího stavu

Po implementaci zlepšení by v ideálním případě výroba trvala 6 dní, tzn. od vstupu materiálu do firmy až po expedici hotového výrobku.

VUT v Brně	DIPLOMOVÁ PRÁCE	Ústav metrologie a zkušebnictví
Fakulta strojního inženýrství		Řízení jakosti

5.2 Časový harmonogram

Z měření a pozorování byly navrženy jednotlivé kroky implementace. Tyto kroky byly popsány a zpracován časový harmonogram (viz obr.17). Tento dokument je připojen v příloze 3.1, časový harmonogram.

Název projektu:	Optimalizace výroby ISO ventilů				
Začátek projektu:	28.6.2007			Legenda:	HOTOVO Akce splněna
Konec projektu:	31.12.2007				OTEVŘENO Akce nesplněna, termín není překročen
Cíl projektu:	zvýšení efektivity, snížení sklad. zásob, vytvoření toku mat., standardizace práce				
Pracovní team:	Suchánková Jitka, Vlach Jaroslav, Poláček Radim, Pavlas Jan, Řiháček Leo				
	Sedláč Libor, Kubuš Marek, Záruba Radim, Hájek Tomáš, Rojka Aleš, Pospíšil Martin, Havlíček Jan				
Č.úkolů	Potenciál ke zlepšení	Zodpovědná osoba	Datum provedení	Stav	Komentář
1.00	zjištění stavu budoucího layoutu	JSU	29.6.	HOTOVO	
2.00	INPUT MATERIAL FIFO				
2.01	- přesné určení lokací	RPO	5.7.	HOTOVO	
2.02	- seznamy zařadění materiálů - listy pro handlera	JSU	27.7.	HOTOVO	
2.03	- označení jednotlivých linek fyzicky	RPO	31.8./26.9.	HOTOVO	
2.04	- Check listy/ nákupní listy pro linky	JSU	13.7.	HOTOVO	

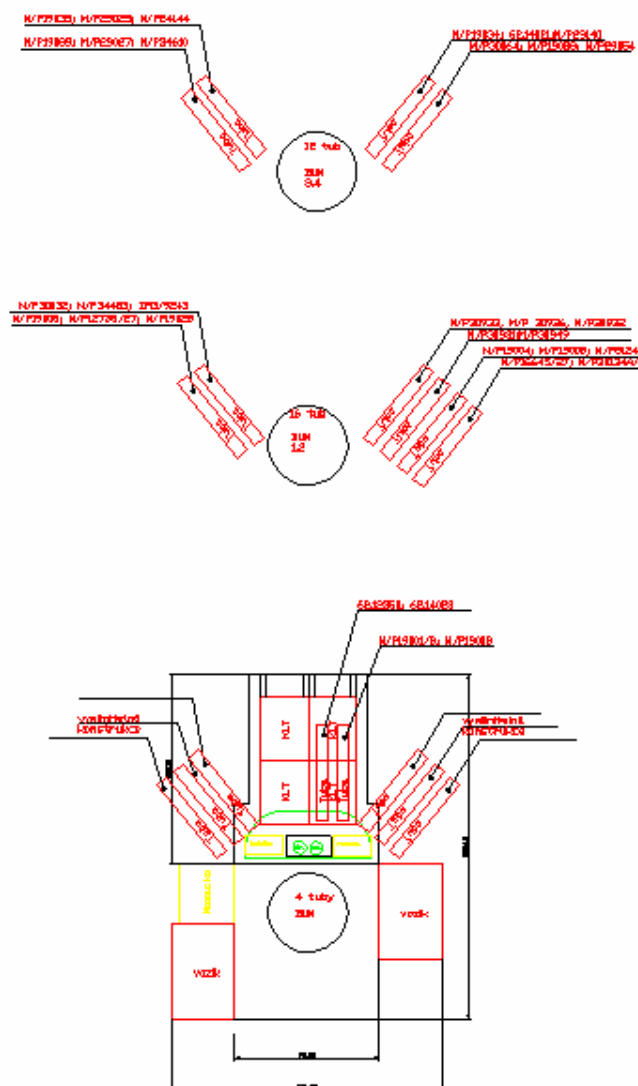
Obr.17: Časový harmonogram

V časovém harmonogramu jsou uvedeny zodpovědnosti a také i postup zpracování. Jednotlivé kroky postupu zpracování projektu jsou uvedeny a více rozebrány v následujících kapitolách.

5.3 Návrh linky

V návrhu linky bylo především myšleno na ergonomii pracoviště. Základem je linka, kterou bude možno snadno přizpůsobit právě prováděné výrobě. Součástí linky budou konzoly, které se budou přizpůsobovat právě plánované výrobě.

VUT v Brně	DIPLOMOVÁ PRÁCE	Ústav metrologie a zkušebnictví
Fakulta strojního inženýrství		Řízení jakosti



Obr.18: Návrh linky

V příloze 3.2 (viz obr 18) je zobrazen návrh linky. Tato linka byla navržena podle skutečných rozměrů příslušných pozic v ní. Hlavní myšlenkou linky je možnost univerzálnosti a maximální využitelnosti. Výměnné konzole je možno přesouvat případně i k jiným možným výrobním linkám, které budou pro tento typ uzpůsobeny.

VUT v Brně	DIPLOMOVÁ PRÁCE	Ústav metrologie a zkušebnictví
Fakulta strojního inženýrství		Řízení jakosti

6 IMPLEMENTACE

6.1 Implementace systému tahu pro výrobní oblast

6.1.1 Uskladnění materiálu v regálech

Z přílohy č. 1.5 mapa současného stavu, plýtvání lze rozeznat zásadní nedostatek procesu, kterým je zásobování. Během měření vzniklo několik okamžiků, kdy bylo nutné hledat materiál.

Z těchto důvodů byla nutnost vytvořit systém pro uskladňování materiálů na linkách a mezi regály a linkami.

První krok byl odstranit nedostatky v uskladnění v regálech. (fotodokumentace viz příloha 5, současné uskladnění v regálech). Systémové uskladnění probíhá podle paletových listů. Paletové listy slouží jako převod mezi hlavním skladem a výrobou. Vznikalo tak mnoho skladových pozic nejen ve skladě, ale také i ve výrobě. Rozdělení regálů na jednotlivé pozice a podle množství spotřebovaného za směnu, se vytvořily jednotlivé nastavení nejen fyzicky, ale také i systémově (viz obr. 19, příloha 4.1)

VUT v Brně	DIPLOMOVÁ PRÁCE	Ústav metrologie a zkušebnictví
Fakulta strojního inženýrství		Řízení jakosti

485-46 BALT 06											
1	A	B	C	D	E	F	TĚLA				
	94.00157	94.00163	94.00164	94.00215	94.00216	94.00217	83.51667 2A 83.51668 3A 83.51669 3B 83.51671 3C 83.51690 3D 83.51691 3E 83.51700 4A 83.51702 4B 83.51709 4C 83.51710 4D 94.00201 4E 94.00202 5A 94.00203 5B 94.00204 5C 94.00205 5D 94.00206 5E				
2	A	B	C	D	E	F					
	83.51667	94.00218	94.00220	94.00221	94.00222	94.00223					
3	A	B	C	D	E						
	83.51668	83.51669	83.51671	83.51690	83.51691						
4	A	B	C	D	E						
	83.51700	83.51702	83.51709	83.51710	94.00201		ISO2,3 MIDISTAR 94.00157 1A 94.00163 1B 94.00164 1C 94.00215 1D 94.00216 1E 94.00217 1F 94.00218 2B 94.00220 2C 94.00221 2D 94.00222 2E 94.00223 2F				
5	A	B	C	D	E						
	94.00202	94.00203	94.00204	94.00205	94.00206						

Obr. 19: mapa uskladnění

6.1.2 Uskladnění materiálu v lince

Pro doplňování materiálu do linek, pro přehlednost uskladnění materiálů byly vytvořeny tzv. Check listy, což znamená kontrolní listy materiálu. Ukázku kontrolních listů můžeme vidět na obr. 20, více v příloze 4.2.

VUT v Brně	DIPLOMOVÁ PRÁCE	Ústav metrologie a zkušebnictví
Fakulta strojního inženýrství		Řízení jakosti

CHECK LIST MINI ISO V44 - V45					NORGREN	
					1/3	
					Datum potřeby materiálu:	
Pozice v lince	PN	OBJEDNÁVKA	Poznámka	Description	Pozice	Forma zaskladnění
4	56.60103			Pilot	* 485-46-balt12	box
4	56.60107			Pilot	* 485-46-balt13	1A box
4	56.60113			Pilot	* 485-46-balt16	1B box
1	59.01601			Pilot	* 485-46-balt12	box
1	59.01602			Schiko	* 485-46-balt12	box
1	59.01603			Schiko	* 485-46-balt12	box
1	59.01604			Schiko	* 485-46-balt12	box
1	59.01605			Schiko	* 485-46-balt12	box
1	59.01606			Schiko	* 485-46-balt12	box
1	59.05520			Rastersegment K.	* 485-46-balt08	1B tuba
4	61.11035			Nutring	F2L64	tuba
2,3	61.11600			Nutring	F2L73	tuba
2	61.11601			Discseal	* 485-46-balt13	1D tuba
1	61.11604			Nutring	F2L85	tuba
4	65.25190			Gasket	* 485-46-balt13	1E tuba
3	65.25191			Adapterdichtung	* 485-46-balt13	1F tuba
4	65.25192			Dichtung Cnomo	* 485-46-balt13	2A tuba
4	65.25193			Seal Cnomo	* 485-46-balt13	2B tuba
4	65.33200			Dichtung Pilotventil	* 485-46-balt12	tuba
2,3	66.11506			Spring	* 485-46-balt13	2C tuba
4	66.11508			Spring	* 485-46-balt12	tuba
4	66.11509			Spring	* 485-46-balt12	tuba
2	66.11511			Spring	* 485-46-balt13	2D tuba
2	66.11517			Spring	* 485-46-balt13	2E tuba
4	69.29034			Stahlkugel	* 485-46-balt12	tuba
4	74.01010			Screw	BOSSARD_03	tuba
4	74.01011			Screw	BOSSARD_03	tuba
		vyplňuje operátor				
*		handler vyplňuje paletový list				

Obr. 20: Check list

V tomto záznamu je znázorněno přesné umístění materiálu v lince, a také snadné rozlišení kde se materiál nachází pokud je na skladové lokaci, nebo v regálech. Toto rozlišení pomáhá i materiállovému manipulantu lépe se orientovat.

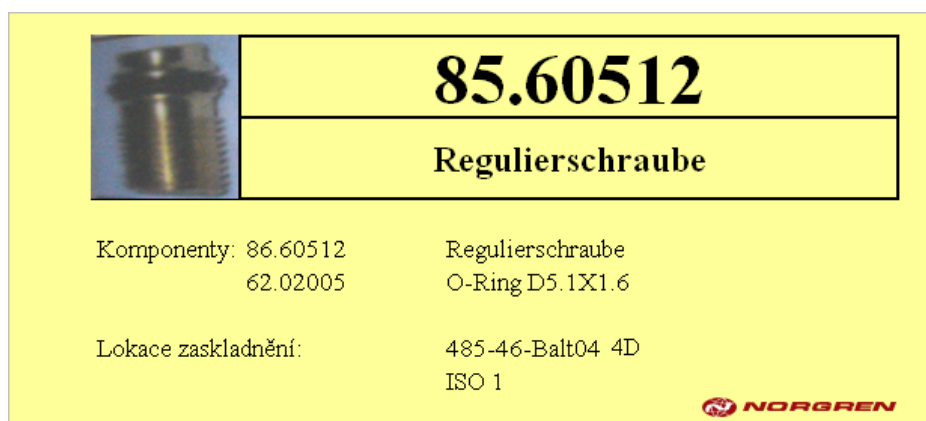
Formou check listů může docílit systému tahu, protože ve chvíli, kdy operátor vidí, že mu dochází materiál na lince, v tomto kontrolním listu zaškrtně příslušný materiál případně množství, a to je signál tahu, kdy je nutno doručit materiál na linku.

VUT v Brně	DIPLOMOVÁ PRÁCE	Ústav metrologie a zkušebnictví
Fakulta strojního inženýrství		Řízení jakosti

Tento kanban je napojen na podnikový intranet a rozesílá zprávy jednotlivým nákupčím.

6.1.4 Systém tahu předmontáže

V oblasti ISO ventilů se provádí předmontáž navlékání těsnění na díly. Tyto díly přichází do linky. Toto navlékání je časově náročné a proto je vymezeno z linky. Pro tuto předmontáž není tvořen jednotlivý WO (Work Order - pracovní příkaz) a tak vznikaly prostoje z důvodu nedostatku materiálu v lince. Proto byl pomocí karet vytvořen systém supermarketu. Označení a karty jsou přiloženy v příloze 4.4, navlékání.



Obr. 22: Karta supermarketu

6.2 Implementace tahu výrobní linky

6.2.1 Postavení nové výrobní linky

Z návrhu z kapitoly 5.3 byly provedeny další změny a dodatečné úpravy během stavby linky. Linka je konstruována na práci ve stoje. Rozmístění materiálového toku je koncipováno dle technologického postupu a také uzpůsobeno k ergonomii pracoviště. Konečnou ukázkou linky je možno vidět ve fotodokumentaci v příloze 5.

VUT v Brně	DIPLOMOVÁ PRÁCE	Ústav metrologie a zkušebnictví
Fakulta strojního inženýrství		Řízení jakosti

	proces	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	lowest repeated time
1	namaž tělo	7	7	8	8	8	7	7	7	8	9	7
2	dej těsnění na tělo	6	5	5	6	6	7	6	5	5	5	5
3	osaď levou stranu těla	13	14	14	13	13	15	15	15	13	15	13
4	vymaž deckel a osaď	9	12	10	10	9	7	9	9	9	12	9
5	zašroubuj deckel	23	21	22	15	21	19	21	20	22	22	21
6	štítek	5	8	8	7	5	6	4	5	6	7	5
7	otoč tělo a naplň pravou stranu	16	16	16	15	14	18	18	16	14	13	14
8	vem schieber a pružinu, vlož do těla	7	5	6	6	5	6	6	5	6	14	5
9	umísti klobouček, namaž deckel a dej na tělo	7	8	8	7	15	7	8	7	9	4	7
10	zašroubuj deckel	23	25	24	22	22	23	22	24	22	22	22
11	osaď tělo o-ringy	8	11	8	9	9	11	8	11	11	10	8
		124	132	129	118	127	126	124	124	125	133	116

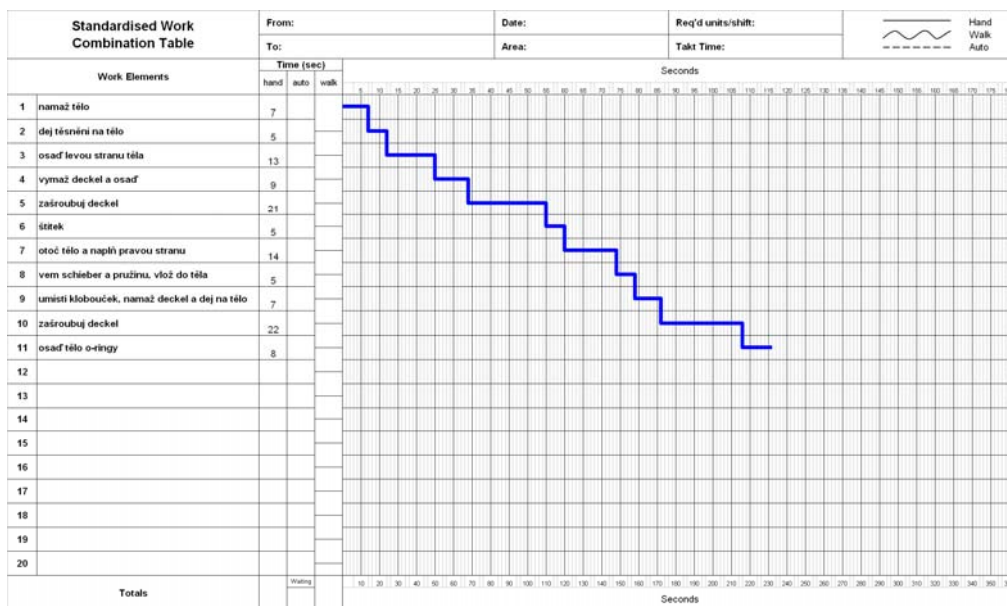
obr. 24: Měření v lince

Z tohoto měření bylo možné pozorovat plýtvání, jako jsou nadbytečné pohyby. Mezi tyto pohyby patřil i pohyb manipulace se šroubovákem. Uchopení a směr pohybu šroubováku směrem k výrobku byl dlouhý. Tento pohyb se dá omezit na kratší vzdálenost.

Dalším nadbytečným pohybem v lince bylo mazání deckelů. Při této operaci operátorka musela vzít štětec druhou rukou a provést operaci. Kdyby toto mazání bylo přizpůsobeno pomocí přípravku, čas by se zkrátil a odstranilo by se plýtvání v odstranění pohybu: „vzít štětec, namočit do vazelíny, vymazat deckel, položit štětec“.

6.2.3 Standardizace práce

Proces uvnitř linky je utvořen do systému toku jednoho kusu, proto je možné z měření vypočítat určitý standard. Tento standard je znázorněn v příloze 3.3, ale také i na obr. 25. Z dokumentu Standard Work Chart můžeme vidět pohyby operátora při zpracování výrobku UQM/22152/122/16.

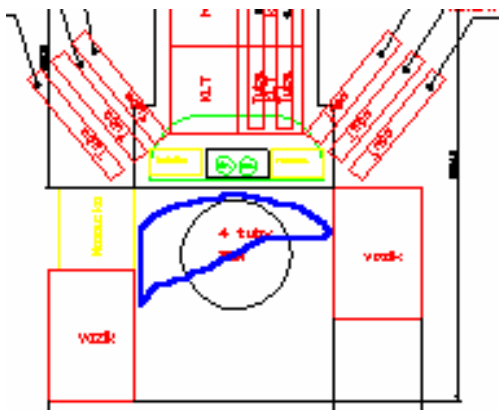


obr. 25: Standard work combination table

Z tohoto standardu můžeme opět vycházet pro další úpravu linky a následné zlepšení. Tyto časy prozrazují i plýtvání, které byly popsány v kapitole 6.2.2.

6.2.4 Špagetový diagram

Po implementaci linky, bylo opět provedeno měření a mapování trasy operátora. Toto vyjádření a také porovnání je znázorněno v obr. 26 (příloha 2.4)

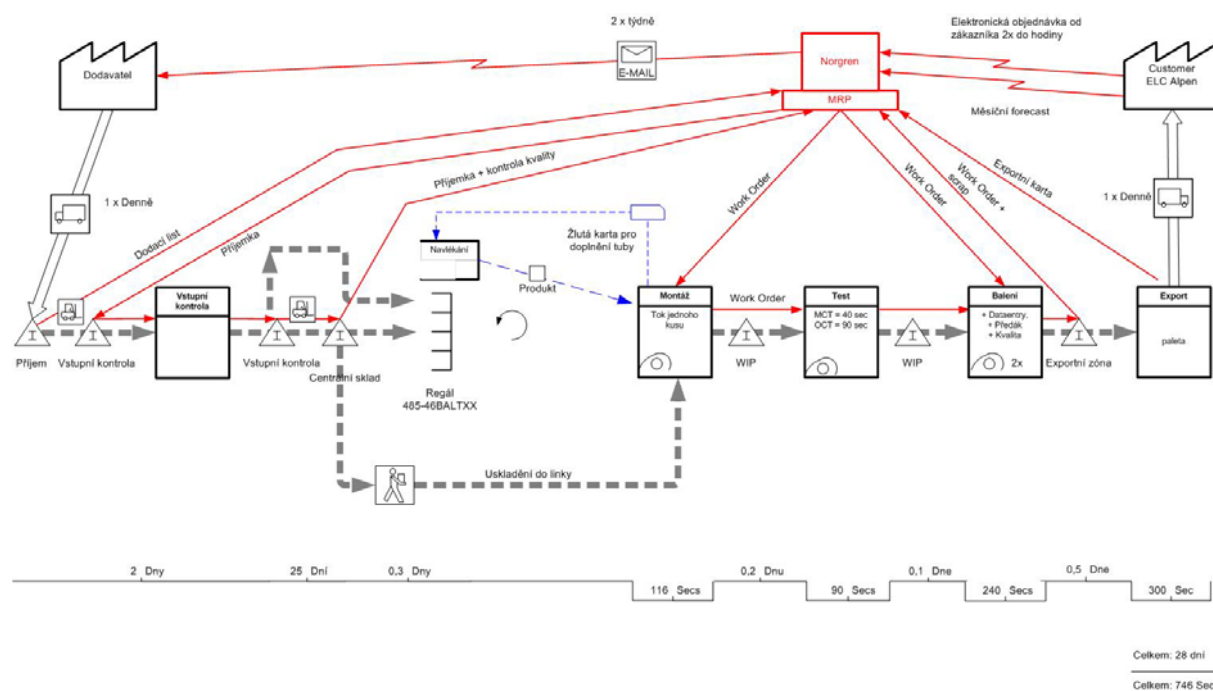


obr. 26: Tok jedného kusu v lince

VUT v Brně	DIPLOMOVÁ PRÁCE	Ústav metrologie a zkušebnictví
Fakulta strojního inženýrství		Řízení jakosti

6.2.5 Mapa hodnotového toku po implementaci

Zlepšení, které bylo provedeno je znázorněno v mapě hodnotového toku po implementaci. Tato mapa je přiložena v příloze 1.8 a ve zmenšeném formátu na obr. 27.



obr. 27: Mapa hodnotového toku po implementace

Z mapy vyplývá, že zlepšení bylo provedeno v procesní oblasti. Montáž se zkrátila z původních 44 minutách na 2 minuty. Toto zlepšení znamená i zvýšení efektivity. Toto zvýšení efektivity je ale pouze uvnitř linky. Efektivitu je nutno vyjádřit v lince i s testem. Test u této linky prozatím není možný.

VUT v Brně	DIPLOMOVÁ PRÁCE	Ústav metrologie a zkušebnictví
Fakulta strojního inženýrství		Řízení jakosti

7 NÁVRH DALŠÍCH KROKŮ

7.1 Návrh akčního plánu

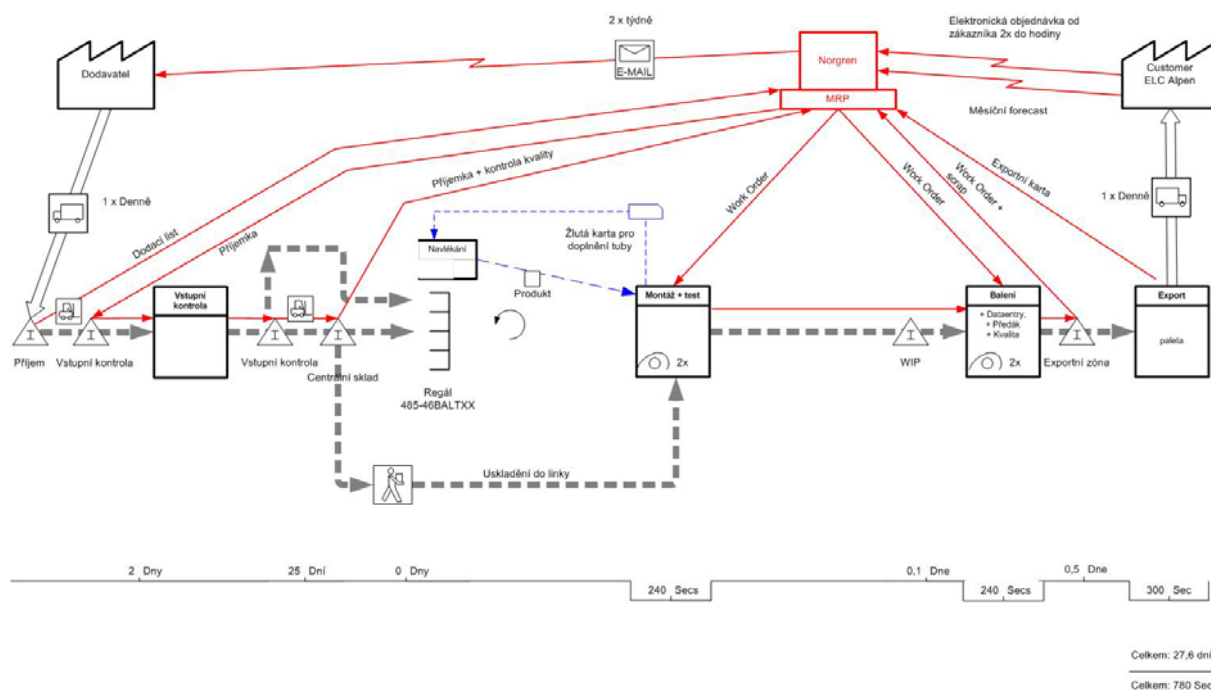
Návrh akčního plánu je zpracován podle dalších systematických kroků implementace. V tomto plánu jsou již akce rozděleny do dlouhodobé struktury firmy a také i do krátkodobých akcí pro výrobní oblast. (viz příloha 3.4, obr. 28)

Název projektu: Zlepšení výroby ISO ventilů									
Začátek projektu:	wk 20 2008	Legenda: ROZTOVO Akce splněna							
Konec projektu:		OTEVŘENO Akce nesplněna, termín není překročen							
Cíl projektu:	zvýšení efektivity, snížení sklad. zásob, vytvoření toku mat., standardizace práce								
Pracovní tým:	Suchánková Jitka, Poláček Radim, Pavlas Jan								
Č.úkolů	Potenciál ke zlepšení	Zodpovědná osoba	Datum provedení	Stav	Komentář				
1	Pro výrobní oblast		2008	OTEVŘENO					
1.1	Postavení konzol pro výrobu UM ISO 2,3	RPO	wk 22	OTEVŘENO					
1.2	Postavení linky pro BIL	JPA	wk 25	OTEVŘENO					
1.3	Postavení linky pro předvýrobu lepení	JPA	wk 30	OTEVŘENO					
1.4	Zavedení Kambusu pro A položky	JSU	wk 40	OTEVŘENO					

Obr. 28: Akční plán

Z porovnání mapy současného, budoucího stavu a mapy po implementaci zlepšení (příloha 1.5, 1.7 a 1.8) vyplývá návrh dalších kroků pro zlepšení oblasti výroby ventilů.

Mezi další kroky implementace můžeme počítat i stavbu další linky pro výrobu skupiny výrobků BIL. Tato linka bude kopírovat vlastnosti linky již postavené. Tuto linku můžeme již považovat za výrobní buňku, protože v rámci její stavby je uvažováno o zabudování testu dovnitř linky. V tom případě se u této buňky bude počítat efektivita. Pro názornost je přiložena mapa (viz příloha 1.9, obr. 29), která je předpokládána po implementaci.



Obr. 29: Návrhová mapa pro BIL

7.2 Nápravná opatření pro linku

Po zkušební implementaci byly navrženy další kroky zlepšení linky, které jsou termínované do wk 23/2008. Tyto návrhy jsou zpracovány v následující tab. 3.

Akce	Popis	Kdo
1	Přidání 2 tub do linky	JSU
2	Držák na nástavec pro šroubovák	JPA
3	Příhrádku pro přípravky na mazání těla	JPA
4	Přípravek pro mazání deckelů	JPA
5	Krytky na tuby	RPO
6	Držák na výkresy, pití	RPO
7	Bezpečnostní koberec	JPA

tab. 3

VUT v Brně	DIPLOMOVÁ PRÁCE	Ústav metrologie a zkušebnictví
Fakulta strojního inženýrství		Řízení jakosti

8 ZÁVĚR

V této práci byl zpracováván návrh na zlepšení výrobní oblasti ISO ventilů. Práce je zaměřena na několik důležitých částí. Analýza, návrh a implementace štíhlých metod v podniku.

V analýze byly sesbírány data a postupy používané během výroby dílů. Získané informace byly zaznamenány do mapy hodnotového toku. Ze současného stavu byl vytvořen budoucí stav a tím tvořeny jednotlivé akce.

Časový harmonogram byl hlavním vodítkem projektu. V implementaci bylo dosaženo cílů této práce. Hlavními body byly zavedení toku materiálu na výrobní oblasti a vytvoření toku jednoho kusu v lince.

Snížení plýtvání bylo dosaženo na obou úrovních implementace (pro výrobní oblast a pro vybranou linku). Nastavení tahu pro výrobní oblast bylo dosaženo pomocí systému uskladnění materiálů v regálech, check listy a také kanbanem C položek. Zlepšení montáže výrobku bylo dosaženo pomocí stavby nové linky. Při konstrukci linky byla vzata v potaz ergonomie pracoviště a požadavek na tok jednoho kusu. Tok jednoho kusu zrychlil výrobu z původních 40 minut na 2 minuty. Další výhodou toku jednoho kusu byla možnost se zaměřit na standardizovanou práci. Linka je zařazena k systému tahu pro celou oblast a tak byl zkrácen čas pro přípravu materiálů.

VUT v Brně	DIPLOMOVÁ PRÁCE	Ústav metrologie a zkušebnictví
Fakulta strojního inženýrství		Řízení jakosti

9 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] IMAI, M., *Gemba Kaizen*. 1 vydání Computer press, Brno 2005 314 s.
ISBN 80-251-0850-3

- [2] LIKER, J.K., *The Toyota Way*. 1. vydání CWL Publishing Enterprises, Inc.,
Madison, WI, 2004, 330 s.
ISBN 0-07-139231-9.

- [3] WOMACK J., *Lean thinking*. 1. vydání Simon & Schuster UK, London,
2xxx, 393 s.
ISBN 0-7432-3164-3

- [4] ROTHER, M.; SHOOK, J., *Learning to see*. 3. vydání Lean Enterprise
Institute, Cambridge, MA, 2003 102 s.
ISBN 0-9667843-0-8

- [5] ROTHER, M.; HARRIS, R., *Creating continuous flow*. 1 vydání Lean
Enterprise Institute, Cambridge, MA, 2001 103 s.
ISBN 0-9667843-3-2

- [6] HARRIS, R.; HARRIS, Ch., *Making material flow*. 1 vydání Lean Enterprise
Institute, Cambridge, MA, 2003 93 s.
ISBN 0-9741824-9-4

- [7] VYTLAČIL, M., *Podnik světové třídy*. 1. vydání Institut průmyslového
inženýrství, Liberec, 1997 276 s.
ISBN 80-902235-1-6

- [8] MAŠÍN, I., *Cesty k vyšší produktivitě*. 1. vydání Institut průmyslového
inženýrství, Liberec, 1996 276 s.
ISBN 80-902235-0-8

VUT v Brně	DIPLOMOVÁ PRÁCE	Ústav metrologie a zkušebnictví
Fakulta strojního inženýrství		Řízení jakosti

[9] *Ergonomie* [online]. [cit 04/2008]. Dostupné na www:

<http://cs.wikipedia.org/wiki/Ergonomie>

[10] DEBNÁR, P.; KYSEĽ, M., *Mapovanie toku hodnot vo výrobe*. Školící materiál IPA Slovakia. 2005.

[11] TUČEK, D., *Kanban jako řídicí a integrující metoda v informačním systému*. Publikováno 4.10.2008 [cit 04/2008]. Dostupné na www:

<http://www.cvis.cz/hlavni.php?stranka=novinky/clanek.php&id=167>

VUT v Brně	DIPLOMOVÁ PRÁCE	Ústav metrologie a zkušebnictví
Fakulta strojního inženýrství		Řízení jakosti

10 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

BIL – název výroby

C/T – Cycle Time

CEE – Central Europe East

F – Finish goods

Kaizen – neustále zlepšování

L/T – Lead time

MRP – Material Resource Planning

NVA - Non Value Addend

PN – Part Number

PQPR – Product Quantity Process Rating

R – Raw material

T/T – Takt Time

TL - Top Level

TPS – Toyota Production Systém

VA - Value Added

VSM – Value stream Map

WIP - Work In Process

WO – Work Order

VUT v Brně	DIPLOMOVÁ PRÁCE	Ústav metrologie a zkušebnictví
Fakulta strojního inženýrství		Řízení jakosti

11 SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1, mapa hodnotového toku

- 1.1 VSM ikony současného stavu
- 1.2 VSM ikony budoucího stavu
- 1.3 Množství dílů – průběh procesu
- 1.4 Skupiny rodiny
- 1.5 Mapa současného stavu
- 1.6 Analýza výrobků
- 1.7 Mapa budoucího stavu
- 1.8 Mapa hodnotového toku po implementaci zlepšení
- 1.9 Mapa hodnotového toku pro skupinu BIL

Příloha 2, plýtvání

- 2.1 Měření montáže výrobku
- 2.2 Špagetový diagram operátora
- 2.3 Špagetový diagram pro vytvoření zakázky
- 2.4 Špagetový diagram operátora po implementaci zlepšení

příloha 3, implemantace

- 3.1 Časový harmonogram
- 3.2 Měření v lince
- 3.3 Standard combination table
- 3.4 Návrh harmonogramu 2

příloha 4, materiálový tok

- 4.1 Mapa uskladnění
- 4.2 Check list
- 4.3 Instrukce Kanban
- 4.4 Navlékání
- 4.5 Procesní mapa

příloha 5, fotodokumentace

BRNO, 2008	54	Jitka Suchánková
------------	----	------------------