

Disertační práce

Metodika optimalizace montážních pracovišť v českých podnicích

Methodology for optimizing the assembly workplaces in Czech companies

Autor: Ing. Jaroslav Dlabač

Obor: 6208V038 Management a ekonomika

Školitel: doc. Ing. David Tuček, Ph.D.

Zlín 2013

ABSTRAKT

Disertační práce je zaměřena na optimalizaci výrobních procesů, přesněji montážních pracovišť. Hlavním cílem je na základě známých principů, metod a nástrojů z oblasti „Lean“ a průmyslového inženýrství navrhnout obecnou metodiku pro optimalizaci montážních pracovišť, která bude přizpůsobena podmínkám podniků působících na území České republiky.

První část práce je věnována teoretickým východiskům v dané oblasti, jako je definice základních pojmů, popřípadě jednotlivých metod souvisejících s procesem optimalizace. Rovněž je zde zaměřena pozornost na rešerši dostupných zdrojů, pojednávajících o optimalizaci pracovišť. Druhá část se zabývá vymezením hlavních a dílčích cílů a formulací hypotéz disertační práce. V další části je uveden rámcový postup spolu s použitými metodami zpracování. Stěžejní kapitola je věnována hlavním výsledkům disertační práce, tedy návrhu vlastní metodiky optimalizace montážních pracovišť. Velmi důležitou část práce tvoří ověření navrhované metodiky v praxi. V rámci tohoto ověřování byla metodika použita v několika výrobních společnostech napříč průmyslovým odvětvím. V závěrečném bloku jsou potom nastíněny přínosy disertační práce, a to jak pro teorii a výuku, tak i praxi.

ABSTRACT

Dissertation thesis is focused on optimizing manufacturing processes, more precisely assembly workplaces. The main aim is based on the known principles, methods and tools from the "Lean" and industrial engineering to design a methodology for optimizing the assembly workplaces, which will be adapted to the conditions of Czech companies.

The first part is devoted to theoretical background in the field, such as the definition of fundamental concepts or individual methods associated with the process of optimization. This part is also focused on the search of available resources with the topic of the optimization of workplaces. The second part deals with the definition of major and minor objectives and formulating hypotheses. In the following section provides a framework approach, along with the methods used in processing work. The central chapter is devoted to the main results of doctoral thesis, a methodology for optimizing the assembly workplaces. A very important part of this paper is verification in practical use. Within this verification the methodology was used in several manufacturing companies across the industries. In the final section then outlines the benefits of doctoral thesis, for both theory, teaching and practice.

OBSAH

ÚVOD	5
1 SOUČASNÝ STAV ŘEŠENÉ PROBLEMATIKY	7
1.1 Systém a systémový přístup	7
1.2 Optimalizace montážních pracovišť, výkonnost a produktivita a efektivita pracoviště	8
1.3 Přístupy k optimalizaci montážních pracovišť	11
1.3.1 Lean, Lean Manufacturing	12
1.3.2 TOC (Theory of Constraints)	13
1.3.3 Six Sigma	15
1.3.4 Zlepšování formou workshopů	18
1.3.5 Projektové řízení	22
1.4 Metody a nástroje pro optimalizaci montážních pracovišť	24
1.4.1 Analytické metody	24
1.4.2 Optimalizační metody	28
1.4.3 Metody zaměřené na ověření funkčnosti navrženého řešení a udržení navrženého stavu	33
1.5 Metodika optimalizace montážních pracovišť	33
1.5.1 Optimalizace pracoviště	34
1.5.2 Projektování (navrhování) výrobních buněk	35
1.5.3 Production Operation Management	42
1.6 Závěr současného stavu poznání	43
2 CÍLE A HYPOTÉZY DISERTAČNÍ PRÁCE	44
2.1 Cíle disertační práce	44
2.2 Hypotézy disertační práce	44
3 ZVOLENÉ POSTUPY A METODY ZPRACOVÁNÍ	46
3.1 Postup řešení disertační práce	46
3.2 Metody použité při zpracování disertační práce	47
4 HLAVNÍ VÝSLEDKY DISERTAČNÍ PRÁCE	49
4.1 Předvýzkum	49
4.2 Kvantitativní výzkum	49
4.2.1 Doplnující informace o společnosti	50
4.2.2 Organizace montážních pracovišť	52
4.2.3 Metodika optimalizace montážních pracovišť	54
4.2.4 Shrnutí kvantitativního výzkumu	57
4.3 Kvalitativní výzkum	58
4.3.1 Strukturované rozhovory	58
4.3.2 Shrnutí výsledků kvalitativního výzkumu	61
4.4 Závěry výzkumu	63
4.5 Obecná metodika	64
4.5.1 I. Fáze: Příprava	65
4.5.2 II. Fáze: Analýza	69
4.5.3 III. Fáze: Optimalizace	79
4.5.4 IV. Fáze: Zlepšování	84

4.6	Ověření metodiky v praxi	86
4.7	Verifikace hypotéz	94
4.8	Splnění cílů	95
5	NÁSTIN DALŠÍHO POKRAČOVÁNÍ PRÁCE	97
6	PŘÍNOSY DISERTAČNÍ PRÁCE	98
6.1	Přínos pro vědu	98
6.2	Přínos pro praxi	98
	ZÁVĚR	100
	LITERATURA	101
	PŘEHLED PUBLIKAČNÍ ČINNOSTI AUTORA	108
	ŽIVOTOPIS AUTORA	110
	SEZNAM OBRÁZKŮ, GRAFŮ A TABULEK	114
	SEZNAM PŘÍLOH	116
	PŘÍLOHY	117

ÚVOD

Dnešní globální, turbulentní prostředí je charakteristické především rychle se měnícími podmínkami. Nejasné prognózy odbytu výrobků, stále se měnící požadavky zákazníka a to doslova ze dne na den, či někdy dokonce z hodiny na hodinu. Do poslední chvíle není jasno, zda se příští rok bude daný výrobek v podniku vůbec vyrábět, či se zákazníkovi podaří najít lukrativnějšího dodavatele. Nárůst či pokles požadavku o více než sto procent není dneska rovněž žádnou výjimkou. To vše je samozřejmě ještě třeba zvládnout s minimálními náklady. Zákazník chce každý rok procenta slevy na odebírané výrobky, zaměstnanci zase rok od roku, zcela pochopitelně, žádají vyšší plat, energie každoročně stoupají. Na druhou stranu si podnik nemůže dovolit zákazníka zklamat, konkurence je až příliš tvrdá. Posláním každé firmy však i přesto je, anebo alespoň by mělo být, uspokojování potřeb zákazníků, kteří v dnešní době určují, co se bude vyrábět. Podniky musí být schopny reagovat na jejich požadavky rychleji, efektivněji, flexibilněji, kvalitněji a za nižších nákladů než jejich konkurence. Jejich přežití závisí na tom, zda se jim to podaří či nikoliv.

Kde hledat východiska? Jsou to zajisté optimalizace a zlepšování výrobních procesů a jednu z možností naskýtá i optimalizace montážních pracovišť, která je dle mého názoru v českých podmínkách stále aktuálnější. Spousta firem především v oblasti automobilového průmyslu drží ve svých mateřských závodech všechny klíčové technologie a podniky východní Evropy mají svou činnost založenu převážně na montážních operacích.

Tento trend potvrzuje i managing partner pražské kanceláře Roland Berger Strategy Consultants, který říká: „Střední a východní Evropa již nebude řízena tak, jak to známe dnes, tedy jako jeden region.“ Důvodem je podle něj rozdílný hospodářský vývoj jednotlivých zemí. Zatímco střeoevropské ekonomiky budou v roce 2020 taženy převážně inovacemi, země východní a jihovýchodní Evropy zůstanou "továrnami", které budou nadále soutěžit se zeměmi BRIC (Brazílie, Rusko, Indie a Čína). Region bude čím dál různorodější. Proto už nyní společnosti začínají střední a východní Evropu dělit na jednotlivé sub-regiony. Tři pětiny z dotázaných manažerů očekávají, že tento trend bude v nadcházející dekádě ještě sílit. (Roland Berger Strategy Consultants, © 2011)

Otázkou je, kam bude v rámci tohoto vývoje směřovat Česká republika. Geologicky je Česko v srdci Evropy a se svou ryze střeoevropskou polohou by tedy mělo dle slov (Roland Berger Strategy Consultants, © 2011) být ekonomikou taženou inovacemi. Osobně si však myslím, že Česká republika bude se svým v současnosti ne příliš vysokým inovačním potenciálem někde na

pomezí a stále bude pro firmy u nás velmi důležité soustřeďovat se na montážní operace a v těchto operacích neustále hledat potenciály na zlepšení.

1 SOUČASNÝ STAV ŘEŠENÉ PROBLEMATIKY

Kouzelné slovíčko optimalizace v době, kdy nástroje štlhlé výroby jsou již zcela běžným, každodenně používaným nástrojem úspěšně fungujících firem, slyšíme doslova na každém kroku. I slovní spojení s montážní linkou či obecně s montážními pracovišti je poměrně časté. Každému je zřejmé, co si asi pod optimalizací představit a řada firem optimalizuje svá pracoviště dnes a denně. Nejčastějším optimalizačním kritériem bývají úhrnné náklady na vyráběný produkt, povětšinou v podobě lidské práce. Činnosti související s optimalizací však mnohdy nejsou systematické a řízeny bývají často velmi „živelně“. V dostupné literatuře rovněž není k dispozici žádná ucelená metodika pro optimalizaci montážních pracovišť.

Cílem této kapitoly bude definování základních pojmů a teoretických východisek souvisejících se samotnou optimalizací, jako je produktivita, efektivita, standardizace práce atd.

1.1 Systém a systémový přístup

Ještě než přejdeme k samotné optimalizaci, je třeba nejprve zdůraznit, že celá práce je z velké části založena na systémovém přístupu, jako jedné z variant přístupu k lidskému myšlení a i k samotné optimalizaci je třeba zaujmout systémový přístup. Hubálovský (2011) vidí systémový přístup v tom, jak je člověk pomocí svých smyslů schopen získávat informace (vstupy) o okolí, vnějším světě, o vnější realitě, která ho obklopuje, dále to souvisí s tím, jak tyto informace vnímá, jak je formuje a uspořádává a jaký si vytváří obraz o této vnější realitě. Na základě těchto obrazů se potom formují nejenom znalosti, ale i vzorce chování a spektrum předsudků, které se potom odrážejí v jeho jednání, konání, postupech a činech (výstupech). Webster's New encyclopedic dictionary uvádí celou řadu výkladů pojmu systém, mimo jiné následující:

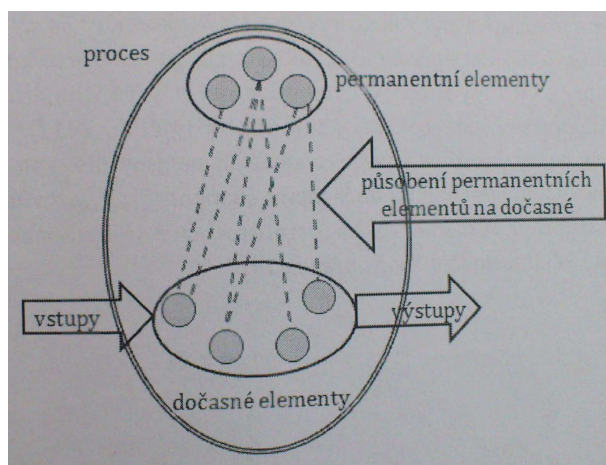
- skupina reálných objektů nebo jednotek složených a spojených tak, že vytváří jeden reálný celek, který pracuje, funguje nebo se pohybuje nezávisle a harmonicky;
- postup nebo proces nebo komplex procesů určených k dosažení cílů;
- harmonické uspořádání, uspořádanost ve smyslu být dobře organizovaný, ideální. (Webster's New encyclopedic dictionary, © 2010)

Hubálovský (2011) ve své publikaci Teorie systémů, modelování a simulace považuje za nejužitečnější definici od Tomise, Němce a Balcové, kteří uvádějí, že systém lze chápat jako celek složený z jednotlivých elementů, které spolu souvisí. Tato souvislost je obrazem skutečnosti, že jednotlivé elementy jsou dohromady spojeny pomocí vzájemných vazeb. Jednoduše řečeno, můžeme systém považovat za soubor elementů a souhrn vazeb mezi nimi.

Podobně se na systém dívají i Hromková a Tučková (2008), které za systém považují účelově definovanou množinu prvků a množinu vazeb mezi nimi, které společně určují vlastnosti celku.

Košturiak a Frolík (2006) chápe systém jako soubor vzájemně závislých prvků, které pracují společně na dosahování cíle systému.

Pro potřeby navrhování jakékoliv optimalizace je třeba systém chápat rovněž ve spojitosti s procesem, přesněji řečeno s procesem transformace. Dle Mullera můžeme proces chápat jako sérii transformací vedoucí ke změně vstupních elementů, ve smyslu změn jeho charakteristik (umístění, forma, rozměr, orientace, funkce, účel, vlastnost a dalších) na elementy výstupní. Jedná se tedy o posloupnost stavů nějakého systému. Schematicky je chápání systému jako procesu uvedeno níže, tak jak chápe původní Mullerovo schéma Hubálovský (2011)



Obr. 1 Systém jako proces (Hubálovský, 2011)

1.2 Optimalizace montážních pracovišť, výkonnost a produktivita a efektivita pracoviště

Optimalizaci je možno obecně charakterizovat jako proces výběru nejlepší varianty z množství možných jevů (Definition of net, © 2010). Při procesu optimalizace jde tedy nejprve o analýzu stávajícího stavu, následně návrh možností nových řešení a výběr nejlepší možné varianty. Pro tyto potřeby je možno rovněž vycházet z přístupu daného operačním výzkumem. Maynardova příručka průmyslového inženýrství (Zandin, 2001) chápe operační výzkum jako systematický přístup k řešení problémů, který používá v procesu analýzy jednoho nebo více analytických nástrojů. V souvislosti s operačním výzkumem charakterizuje Jablonský (2007) optimální řešení úlohy jako nejlepší ze všech přípustných řešení.

Obdobně chápe optimalizaci i Zandin (2001), který říká, že systém optimalizace lze považovat obecně za problém rozdělení prostředků, v nichž jsou omezené zdroje přidělené na činnosti takovým způsobem, který bude produkovat nejlepší hodnotu pro zvolené měřítko výkonnosti.

Co ale znamená optimalizace v souvislosti s montážním pracovištěm? Podle čeho vybrat nejlepší variantu? Rozhodujícím kritériem by měl rozhodně být parametr výkonnosti, produktivity či potažmo efektivity pracoviště. Dalšími optimalizačními kritérii budou náklady na realizaci, nároky na prostor, časová náročnost realizace apod. Velmi často se proto jedná o vícekritériální rozhodování, kde je třeba vzít do úvahy několik optimalizačních (rozhodovacích) kritérií. Tyto typy úloh, kde jsou rozhodovací varianty určeny jejich konkrétním výčtem či seznamem Jablonský (2007) označuje jako úlohy vícekritériálního hodnocení variant.

V úlohách vícekritériálního rozhodování je definována množina rozhodovacích variant $X = \{X_1, X_2, \dots, X_n\}$, které jsou hodnoceny podle kritérií Y_1, Y_2, \dots, Y_k . Každá varianta X_i , $i = 1, 2, \dots, n$ je podle těchto kritérií popsána vektorem tzv. kritériálních hodnot $(y_{i1}, y_{i2}, \dots, y_{ik})$. Matematický model takové úlohy může být potom vyjádřen ve tvaru tzv. kritériální matice:

$$\begin{matrix} & \begin{matrix} Y_1 & Y_2 & \dots & Y_k \end{matrix} \\ \begin{matrix} X_1 \\ X_2 \\ \vdots \\ \vdots \\ X_n \end{matrix} & \begin{bmatrix} y_{11} & y_{12} & \dots & y_{1k} \\ y_{21} & y_{22} & \dots & y_{2k} \\ \vdots & & \vdots & \vdots \\ \vdots & & \vdots & \vdots \\ y_{n1} & y_{n2} & \dots & y_{nk} \end{bmatrix} \end{matrix}$$

Jako základní cíle pro rozhodování jsou uváděny následující:

- Výběr jedné varianty, která bude východiskem pro konečné rozhodnutí. Tato varianta je potom kompromisem mezi jednotlivými rozhodovacími kritérii. Tzv. kompromisní varianta.
- Uspořádání variant, kde rozhodovatel požaduje, aby varianty byly uspořádány od nejlepší po nejhorší.
- Klasifikace variant, kde jde rozhodovateli především o to rozdělit varianty do několika tříd.

V obecném pojetí znamená výkonnost charakteristiku, která popisuje způsob, respektive průběh, kterým zkoumaný subjekt vykonává určitou činnost, na základě podobnosti s referenčním způsobem vykonávání (průběhu) této činnosti (Pande, Neumann a Cavanagh, 2002). Synek (2007) uvádí definici výkonu výrobního zařízení jako maximální výrobnost za jednotku času, obvykle 1

hodinu, při normované jakosti a přesném dodržení technologického postupu a jakosti výrobků.

Základem zvyšování výkonnosti podniku jsou ekonomické aspekty, které tvoří základ jeho další orientace. Je ale potřeba hledat i páky, které dokážou nejen zvyšovat efektivnost procesů, ale především cíleně vytvářet vyšší hodnotu pro zákazníka. (Synek, 2007)

Produktivitou se obecně rozumí míra, která vyjadřuje, jak dobře jsou využity zdroje při vytváření produktů. Nejobecnějším a nejznámějším vyjádřením produktivity je poměr mezi výstupem z procesu a vstupem potřebných zdrojů do procesu (IPA Slovakia, © 2010). Maynardova příručka průmyslového inženýrství (Zandin, 2001) říká, že produktivita obecně vyjadřuje vztah mezi množstvím vyprodukovaného zboží a služeb a množství práce, kapitálu, půdy, energie a dalších zdrojů na výrobu. Při měření je produktivita často vnímána jako vztah mezi výstupem a jedním opatření vstupu, jako je práce nebo kapitál.

Z ekonomického pohledu může být produktivita charakterizována jako vztah mezi výsledkem a časem potřebným k dosažení tohoto výsledku. U produktivity práce se potom vyprodukované množství výrobku měří počtem pracovních hodin, co se rovná produktivitě práce v kusech za jednu hodinu. Vyprodukovaný výstup, např. počet výrobků za směnu v kusech se podělí počtem pracovníků a získá se produktivita jednoho pracovníka za směnu. (IPA Slovakia © 2010; Barták, 2004)

V této souvislosti bývá ještě často zmiňován pojem efektivita práce. Slovo efektivita nebo efektivnost vyjadřuje praktickou účinnost nějaké (jakékoliv smysluplné) lidské činnosti, nejčastěji pak lidské práce. Jinými slovy, jedná se o souhrnné vyjádření konkrétního účinku nějakého efektu nebo i vícera různých vzájemně působících efektů. (Itbiz, © 2010; Ivetera, © 2005; Vanhara 2010)

V souvislosti s operačním výzkumem, přesněji s metodami hodnocení efektivnosti mluví Fiala (2010) o metodách obalu dat (DEA – *Data Envelopment Analysis*). Tyto metody byly navrženy právě jako specializovaný modelový nástroj pro hodnocení efektivnosti, výkonnosti či produktivity homogenních produkčních jednotek. Pod pojmem homogenní produkční jednotka rozumí Fiala (2010) soubor jednotek, které se zabývají produkcí identických nebo ekvivalentních efektů, které jsou označovány jako výstupy této jednotky. V této souvislosti je třeba samozřejmě uvažovat především žádoucí, tedy pozitivní efekty, tzn. takové, jejichž vyšší hodnota vede, za jinak nezměněných podmínek, k vyšší výkonnosti dané jednotky. Pro vytváření efektů spotřebovává tato produkční jednotka vstupy, které jsou naopak svou povahou minimální.

Míru efektivnosti jednotky U_q je potom možno vyjádřit vztahem

$$\frac{\text{vážený součet výstupů}}{\text{vážený součet vstupů}} = \frac{\sum_k u_k y_{kj}}{\sum_i v_i x_{ij}}$$

Kde uvažujeme, že máme soubor homogenních jednotek U_1, U_2, \dots, U_n . Při sledování efektivnosti těchto jednotek uvažujeme r výstupů a m vstupů. Označíme $X = \{x_{ij}, i = 1, 2, \dots, m, j = 1, 2, \dots, n\}$ matici vstupů, podobně $Y = \{y_{kj}, k = 1, 2, \dots, r, j = 1, 2, \dots, n\}$ matici výstupů.

Kde $v_i, i = 1, 2, \dots, m$ jsou váhy přiřazené i -tému vstupu a $u_k, k = 1, 2, \dots, r$ jsou váhy přiřazené k -tému výstupu.

Z výše uvedených definic je patrné, že zvyšování hodnoty ukazatelů, kterými jsou výkonnost, produktivita a efektivita patří bezesporu k hlavním cílům jakékoliv optimalizace.

1.3 Přístupy k optimalizaci montážních pracovišť

Při optimalizaci montážních pracovišť stejně jako obecně při zlepšování procesů razí firmy různé strategie. Jejich přístupy k této problematice jsou často dány firemní kulturou, velikostí firmy, průmyslovým odvětvím, národnostní managementu či zkušenostmi samotných řídicích pracovníků. Každá z firem má vždy svou vlastní a individuální cestu, jejich přístupy se však téměř vždy opírají o některou z v praxi několik desetiletí prověřených filosofí. V současné době se nejčastěji jedná o tyto přístupy:

- Lean;
- TOC (Theory of Constraints);
- Six Sigma.

Jaký je vlastně mezi těmito přístupy rozdíl? Zjednodušeně můžeme říci, že ve filosofii Lean se snažíme o zkrácení průběžné doby eliminací plýtvání. Teorie omezení je založena na maximalizaci průchodu celým systémem díky odstranění úzkého místa. Filosofie Six Sigma je potom charakterizována jako způsob řízení, který si klade za cíl identifikovat a eliminovat příčiny defektů a chyb v procesu. Na první pohled by se mohlo zdát, že se jedná o tři naprosto odlišné koncepce. V praxi se však velmi často tyto přístupy propojují a firmy je buď kombinují, nebo využívají do jisté míry všech těchto přístupů. Je tedy třeba se na výše uvedené přístupy detailněji a zapřemýšlet nad možností aplikace v rámci optimalizace montážních pracovišť.

1.3.1 Lean, Lean Manufacturing

Lean můžeme obecně chápat jako filosofii, která se snaží o zkrácení průběžné doby výroby eliminací plýtvání. (Debnár, 2009)

Zandin (2001) tvrdí, že jednoduše řečeno, prostřednictvím Leanu jsou zákazníkům poskytovány výrobky nebo služby, které si přejí a to co nejefektivnějším způsobem. Tuto definici však vidí jako trošku zavádějící, proto dodává, že lean rovněž znamená žít nebo pracovat s co nejmenším možným počtem zdrojů. Lean ve skutečnosti znamená maximalizovat výkon svých lidských zdrojů s cílem minimalizace ztrát a co nejlepšího přizpůsobení poptávce zákazníka. Lean je obchodní strategie pro růst, ne program pro snižování práce a pracovníků.

Lean Manufacturing je potom soubor metod a nástrojů, jimiž se soustředujeme na výrobu s cílem mít výrobu stabilní, flexibilní a standardizovanou. (Debnár, 2001)

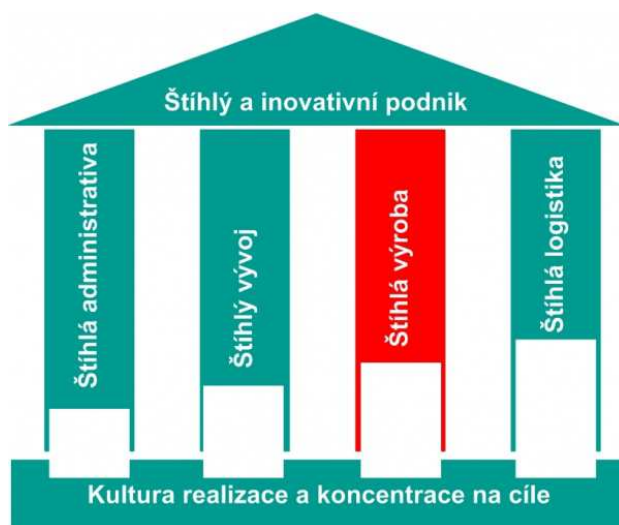
Štíhlá výroba usiluje o to, abychom dokázali vyrábět libovolnou sekvenci různých výrobků s vysokou produktivitou, s krátkými průběžnými časy a s minimálními zásobami. (Košturiak a Frolík, 2006)

Ve štíhlé výrobě snížíme lidské úsilí na polovinu, využíváme polovinu výrobních prostor, investujeme polovinu finančních prostředků do nástrojů, polovina času inženýrů stráveného vývojem nového produktu, nový produkt vyvinutý v polovičním čase. To vše s polovičními zásobami, s výrazně menším množstvím vad a při produkci většího množství a stále větší variantnosti produktů. Takto charakterizují štíhlou výrobu Womac, Jones a Roos (1990) ve své knize s názvem „Stroj, který změnil svět“.

Taiichi Ohno (1988) tuto filosofii kdysi charakterizoval následujícími slovy: *„Postav se do kruhu v dílně a s čistou myslí a bez předpojatosti pozoruj výrobní proces. Při každém problému se pětkrát zeptej proč?“* *Jediné, co děláme, je to, že sledujeme čas od okamžiku, kdy nám zákazník zadá objednávku, k bodu, ve kterém inkasujeme peníze. A tento čas zkracujeme tím, že odstraňujeme plýtvání.“*

A právě Taiichi Ohno, viceprezident společnosti Toyota Motor Company, stál u zrodu asi vůbec nejpropracovanějšího výrobního systému (TPS), který je stále dáván za vzor a je ukázkou fungování filosofie Lean Manufacturing v praxi. Toyota Production System je založen na dvou základních konceptech. Za prvé jde o to, věnovat veškeré úsilí snížení nákladů prostřednictvím eliminace plýtvání. To zahrnuje rovněž vytvoření systému, který důkladně plýtvání eliminuje a předpokládá, že všechno jiného než nejnížší možná cena za strojní

zařízení, materiály, součástky a pracovní čas, která je nezbytná, pouze zvyšují náklady. (Sugimori, Kusunoki, Cho a Uchikawa, 2008).



Obr. 2 Štíhlá výroba jako pilíř štíhlého a inovativního podniku (Debnár, 2009)

Plytvání můžeme v rámci filosofie Lean charakterizovat jako činnost, materiál, prvek, který nepřidává výrobku nebo službě hodnotu pro zákazníka a zároveň zvyšuje cenu, kterou zákazník není ochotný akceptovat. (Zandin 2001)

Košтуриak a Frolík (2006) definují plytvání jako všechno, co zvyšuje náklady výrobku nebo služby bez toho, aby zvyšovalo jejich hodnotu.

1.3.2 TOC (Theory of Constraints)

Dle Basla, Majera a Šmíry (2003) prostředí, ve kterém současné podniky fungují, je velmi dynamické a proměnlivé. Při hledání správného rozhodnutí by mělo důležitou roli bezesporu hrát zvažování vlivu možných následků na celkový výsledek podniku. Praxe je však často taková, že v podniku převládají lokální zájmy jednotlivých podnikových útvarů, které se mohou projevat např. tím, že:

- pracovníci nákupu jsou odměňováni za minimalizaci nákladů mnohdy s nežádoucími následky pro kvalitu a dodržení celkových termínů zakázek;
- pracovníci odbytu se primárně orientují na dostatečný objem sjednaných zakázek, bez ohledu na podrobné prověření možnosti jejich realizace;
- pracovníci výroby jsou motivováni k maximálnímu využití výrobních zařízení, což může vést ke hromadění a zvyšování velikosti výrobních dávek;

Jak vyplývá z předchozího textu, dílčí cíle jednotlivých zájmových skupin mohou být sice odlišné, měly by však mít jednoho společného jmenovatele. A tím je množství peněz, které podnik vydělá prodejem svých výrobků a služeb. A právě na tomto je založena teorie omezení (TOC).

TOC (Theory of Constraints), jejímž duchovním otcem je dr. Goldratt, je založena na principu, že cílem podniku je vydělávání peněz, a to nyní i v budoucnosti. Je třeba si rovněž uvědomit, že podnik musí k tomuto cíli přistupovat jak z krátkodobého, tak dlouhodobého hlediska.

V rámci TOC jsou potom definovány tři základní finanční metriky:

- průtok – peníze, které podnik obdrží za realizaci svých výrobků a služeb;
- investice (zásoby) – peníze vydané na nákup potřebných komponent;
- provozní náklady – peníze vydané na vlastní transformaci zásob za prodejné produkty.

Basl, Majer a Šmíra (2003) se rovněž zabývají ve své publikaci Teorie omezení v podnikové praxi, pěti základními kroky, které představují návod pro realizaci:

- 1. krok: identifikace omezení systému;
- 2. krok: maximální využití daného omezení;
- 3. krok: podřízení všeho v systému (podniku) tomuto omezení;
- 4. krok: odstranění omezení;
- 5. krok: cyklus se opakuje návratem zpět k zásadě uvedené v 1. kroku.

Košturiak, Boledovič, Krišťak a Marek (2010) uvádí aplikaci TOC přímo v rámci zlepšování procesů, kde definuje devět základních principů při systémovém zlepšování podle teorie omezení (TOC):

1. Stanovení cíle systému, ukazatele úspěšnosti a provozní ukazatele.

Zde je zdůrazňováno, že pokud chceme jít cestou neustálého zlepšování, je třeba pochopit, že každá organizace je systém. Je proto třeba vytvořit pro každou organizaci systém cílů, které se mohou následně transformovat do úloh jednotlivých manažerů.

2. Pozorování, analyzování systému, měření procesů a pochopení souvislostí v nich.

Pro porozumění vzájemné interakce jednotlivých prvků systému uvádí jako klíčové pohlízet na systém jako na vzájemně závislé procesy. Pokud dokážeme popsat vzájemnou interakci procesů, je možno v systému identifikovat interní zákazníky a dodavatele, což je velmi důležité pro následné zlepšování.

3. Stabilizace systému.

Základním požadavkem pro řízení systému je schopnost předpovídat jeho chování. Činnost systému je možno předpovědět jen v případě, že je proces stabilní.

4. Identifikace omezení v systému a začátek neustálého zlepšování.

Nezbytnost tohoto kroku je dána poměrně jednoduchou definicí: „Můžeme ignorovat omezení, ale omezení nebude ignorovat nás.“

5. Řízení omezení pomocí ochranných zásobníků.

Zde jde o tvorbu časových zásobníků, které jsou ochrannou proti variabilitě a řídí výkonnost celého systému. Čím vyšší je potom variabilita procesů, tím vyšší je i velikost časového zásobníku. Cílem je samozřejmě zásobníky postupně redukovat podle toho, jak se daří dostávat jednotlivé procesy pod kontrolu a synchronizovat je.

6. Redukce variability na omezení a odstranění hlavních omezení.

Základní myšlenkou je fakt, že pokud chceme zvýšit průtok, je třeba soustředit svoje úsilí na klíčové faktory, které nám průtok nejvíce ovlivňují. Znamená to potom zmenšení velikosti časových zásobníků, snížení průběžné doby výroby a zvýšení průtoku.

7. Vytvoření vhodné manažerské struktury.

Je třeba si uvědomit, že mezi hierarchickým a procesním pohledem na organizaci existuje konflikt. V tomto bodu je proto třeba nastavit správné metriky a chování managementu orientovat směrem ke zvyšování průtoku celé firmy, snižování zásob a provozních nákladů.

8. Eliminace externího omezení.

Zde je třeba mít na paměti, že systémové omezení se často přesouvá z vnitřního prostředí systému do externího. Jde především o to porozumět skutečným potřebám zákazníka jako klíčovému externímu prvku.

9. Vrácení omezení do systému.

Klíčovou myšlenkou posledního bodu je fakt, že mít v organizaci omezení je úplně přirozené a zdravé. Důležité je však mít nástroje, jejichž pomocí můžeme efektivně řídit organizaci při zohlednění těchto omezení.

1.3.3 Six Sigma

Jak vlastně správně chápat pojem Six Sigma a vlastně celou tuto filosofii? Töpfer (2008) říká, že Six Sigma je nejen statistickou metodou, ale spíše jakousi „Breakthrough – Strategie“, která má docílit zlepšení víceúrovňového procesu – počínaje u prospěchu pro zákazníka, přes vnitřní procesy a tržní výkony, až po výsledky podniku. Krédo Six Sigma proto zní: „Work smarter, no harder“ („Pracovat jemněji, ne tvrději“). Zjednodušeně jde především o:

- přesvědčivé využívání systematické metody projektového managementu;
- soustavné využívání dat a statistických analýz;
- soustavné měření operativního výkonu podniku a následné zlepšování.
- dosažení praktikované kvality nulových defektů;

Pande, Neumann a Cavanagh (2002) definují Six Sigma jako úplný a flexibilní systém dosahování, udržování a maximalizace obchodního úspěchu.

Six Sigma je zejména založena na porozumění potřeb a očekávání zákazníků, disciplinovaném používání faktů, dat a statistické analýzy a na základě pečlivého přístupu k řízení, zlepšování a vytváření nových obchodních, výrobních a obslužných procesů.

V rámci Six Sigma přístupu se jako první krok doporučuje přesné definování problémů a přesné změření stavu procesů, což je nezbytným předpokladem pro následné provedení správné analýzy a zahájení zlepšovacích opatření a zhodnocení účinků.

Pokud se podíváme na zavádění Six Sigma v podnicích trochu detailněji, můžeme vycházet z pěti základních kroků, které doporučuje Pande, Neumann a Cavanagh (2002). Jako první je třeba identifikovat klíčové procesy a zákazníky. Zjednodušeně se dá říci, že cílem prvního kroku je odpovědět si na následující otázky:

- Které jsou klíčové a užitek přinášející procesy?
- Jaké produkty/služby jsou poskytovány zákazníkům?
- Jak procesy tečou v rámci podniku?

Následně jsou definovány požadavky zákazníků. V rámci tohoto kroku je nezbytné vyvinout nebo vylepšit systém či strategii zaměřenou na nepřetržitý sběr „hlasu zákazníka“. V třetím kroku je sledována současná výkonnost. Aktivita třetího kroku navazuje na krok předešlý s cílem změřit, s jakým úspěchem se dneska daří plnit požadavky zákazníka a jak si v této oblasti podnik povede s největší pravděpodobností v budoucnu. Čtvrtý krok je zaměřen na analýzu možností zlepšení, jejich rozbor a uvedení zlepšení do praxe. Zde je nezbytné především přesně vyhodnotit výkonnost každého procesu vzhledem k požadavkům zákazníka a vytvořit systém měření klíčových výstupů. V pátém kroku jde o rozšiřování a další integraci systému přístupu Six Sigma v podniku.

Töpfer (2008) doporučuje využít sedm základních kroků, vedoucích k úspěšnému zavedení Six Sigma. V rámci prvního kroku je třeba si uvědomit silnou projektovou orientaci Six Sigma. Za klíčový faktor úspěchu považují použití spektra metod DMAIC. Doporučují se nejprve soustředit na fyzický proces vytváření hodnoty a teprve potom v rámci druhého kroku vzdělávání se a orientace rovněž na služby a servis. Další kroky procesu zavádění se vztahují k vytvoření Six Sigma organizace a získávání/výběru Six Sigma aktérů. Následuje stanovení, kdo bude v podniku vyškolen jako Black Belt, Master Black Belt, Green Belt a šampión, což přímo souvisí i s výběrem Six Sigma projektů. Šestý krok procesu zavádění, neboli řízení projektu a vytvoření knowledge managementu je důležitý především proto, že je třeba systematicky zachycovat vědomosti, používané nástroje, získané zkušenosti i vyskytující se

problémy. Celý proces zavádění končí analýzou účinků týkajících se projektů i podniku.

Druhý možný pohled na zlepšování procesů je v přístupech k samotné realizaci. Základní rozdělení je na zlepšování individuální a týmové. Oba tyto přístupy jsou do jisté míry uplatnitelné i v rámci optimalizace montážních pracovišť. Individuální zlepšování formou podávání individuálních zlepšovacích návrhů jednotlivých pracovníků může jistě být také cestou vedoucí k optimalizaci pracoviště, většinou se však jedná o drobná zlepšení s poměrně rychlou realizací. Vzhledem k tomu, že cílem práce je navrhnout komplexní metodiku, bude pro tyto potřeby uvažováno se zlepšováním týmovým. A jak vlastně zlepšovat v týmu? Existují v podstatě pouze dvě základní možnosti:

- zlepšování formou workshopů;
- projektové zlepšování.

Je velmi obtížné říci, který z přístupů je správný, či který je lepší. Opět záleží na řadě faktorů. Obecně je však možno konstatovat, že pro rychlé řešení jednodušších problémů jsou využívány workshopy, komplikovanější problémy jsou potom řízeny jako projekty. Existuje však především v poslední době celá řada firem, které projekty pro jich zdouhavý a na řízení náročný průběh téměř nepoužívají a zlepšovací aktivity realizují téměř výhradně formou workshopů. Jiné firmy zase sériím workshopů v porovnání s jedním komplexním projektem vytýkají jejich nekonceptnost a absenci vzájemné provázanosti. A stejně to platí i pro zlepšovací aktivity, potažmo optimalizace pracovišť.

Košturiak, Boledovič, Krišťak a Marek (2010) doporučují při řešení problémů následující přístup:

- V případě, že se jedná o jednoduchý problém, jehož řešení je známo, řeší se problém obvykle jako individuální, které připraví jednatel nebo skupina lidí z vlastní iniciativy, případně na výzvu managementu. Na hledání řešení většinou není třeba příliš mnoho času, speciální metodika ani investice.
- Pokud řešení problému není jasné, je třeba vyčlenit čas a odborníky z různých oblastí a uspořádat několik setkání za využití metodiky moderovaných workshopů. Management definuje témata, cíle, vybírá člověka zodpovědného za řešení problému a zorganizování workshopu. Jinou formou mohou být rovněž kroužky kvality, které se využívají hlavně v japonských firmách.
- Problémy, které jsou velmi komplexní, nedaří se je vyřešit předchozími dvěma přístupy, jejich přesné příčiny a řešení často nejsou známy, se řeší projektem v rámci projektové organizace a managementu.

1.3.4 Zlepšování formou workshopů

Mašín a Vytlačil (2000) charakterizují workshop jako tvůrčí dílnu, která se zaměřuje na hloubkovou analýzu procesu vybraného managementem, a na kterém se schází tým zainteresovaných pracovníků. Takovýto tým je schopen vytvořit určitou „týmovou kvalifikaci“, nutnou pro efektivní řešení problémů spojených s danou oblastí. Velikost tohoto týmu doporučuje 6 – 10 členů přičemž pro provozní oblast udává jako velmi časté složení týmu: obsluhu stroje, technologa, mistra, průmyslového inženýra, manažera – vedoucího provozu, údržbu, logistiku. Hlavním cílem takto orientovaného workshopu je „utrhnout nebo sebrat rychle jablka, na která dosáhneme, než dlouho snít a přemýšlet o těch červenějších na vrcholu stromu“.

Dle Košturiaka a Frolíka (2006) patří workshopy k nejvyužívanějším formám zlepšování procesů a jejich hlavní výhody oproti individuálnímu zlepšování spatřuje v:

- zapojení většího počtu lidí a možnosti řešení složitějších problémů;
- témata a cíle jsou zpravidla definovány managementem podniku a jedná se tak o řízený a koordinovaný způsob zlepšování procesů, který vede k naplnění podnikových cílů;
- objevují se mnohá nová řešení, původní návrhy se vzájemně kombinují, vylepšují a vzniká synergie;
- lidé se učí týmové spolupráci, řešení konfliktů, vzájemné komunikaci, brainstormingu apod.;
- zapojením se více lidí do řešení vznikají kvalitnější výsledky, které jsou lépe akceptovány a workshopový tým má obvykle i vnější energii při realizaci řešení;
- problém je řešen strukturovaně a systematicky.

Dr. Lopéz, autor metodiky KVP2 založenou právě na moderaci a workshopech doporučuje provádět workshopy 3 – 5 dní. Mašín a Vytlačil (2000) uvádí pro domácí podmínky jako vhodnou délku trvání workshopu 1 – 3 dny.

Jako hlavní principy, které je třeba při workshopech dodržovat, jsou:

- důsledná orientace na plýtvání;
- hluboko v procesu;
- za účasti všech profesí;
- nefyzické investice mají přesnost;
- využití moderace;
- kreativní techniky;
- rychlé zavádění návrhů;
- prezentace výsledků. (Mašín, Vytlačil 2000)

Jeden z principů workshopů je využití moderace. A právě s pojmem průmyslová moderace velmi často Mašín a Vytlačil (2000) zlepšování workshopů spojují. Moderační metodu charakterizuje jako jakýsi soubor postupů a technik, které umožňují větší účast přítomných na právě probíhající diskuzi. Je „řemeslem“, jak vést jednání týmu efektivně směrem k zadanému cíli. Jako základní techniky moderační metody v rámci zlepšování procesů uvádí:

- techniku dotazovacích karet;
- bodové metody;
- techniku bodovacích karet;
- matriku zdrojů plýtvání;
- techniky brainstormingu;
- techniky podporující kreativní řešení problémů;
- 7 nových nástrojů;
- 7 klasických nástrojů;
- nástroje analýzy TPM.

Velmi důležitá je rovněž role průmyslového moderátora, který svým způsobem vede jednání týmu. Průmyslový moderátor není vedoucím týmu, ale určitým „spouštěčem“, který vše pohání dopředu. Může se jednat o pracovníka zevnitř z firmy či o externistu. Důležité však je, aby byl tento pracovník zdatný zejména v moderačních metodách.

Dalším velmi důležitým faktorem úspěšnosti celého workshopu je jeho celý workshop správně připravit a zvolit vhodnou metodiku průběhu celého workshopu.

Dle Institutu průmyslového inženýrství (© 2000) je průběh workshopu zpracován do 10 – ti základních kroků:

1. Příprava workshopu.
2. Úvod workshopu.
3. Analýza skutečného stavu.
4. Identifikace plýtvání.
5. Návrhy na zlepšení.
6. Ověření proveditelnosti.
7. Katalog opatření.
8. Realizace opatření.
9. Prezentace dosažených výsledků.
10. Sledování opatření.

Schematické znázornění včetně dělení do jednotlivých fází je patrné z následujícího obrázku.



Obr. 3 10 kroků workshopu (Institut průmyslového inženýrství, © 2000)

Košťuriak, Boledovič, Krišťak a Marek (2010) v této souvislosti rozlišují tři základní formy organizace workshopů a z toho se lišící průběhy jednotlivých forem workshopů.

Jednoduché, krátké workshopy (tzv. kroužky kvality)

Jedná se o zkrácenou formu workshopu zaměřenou na vyhledávání a odstraňování plýtvání. Tento kroužek trvá zpravidla hodinu a účastní se ho tři až pět výrobních pracovníků. Výstupem jsou potom návrhy na zlepšení.

Série workshopů

Tyto workshopy jsou realizovány dle časového plánu, dohodnutém na plánovacím workshopu. Jejich výběr a priority se stanovují s ohledem na cíle firmy a řídicích týmů.

Přístup Košťuriaka, Boledoviče, Krišťaka a Marka (2010) k realizaci těchto workshopů je založen na obdobném principu jako 10 kroků, které doporučuje Institut průmyslového inženýrství (© 2000) jen s tím rozdílem, že rozlišují 12 základních kroků:

- plánování workshopu;
- příprava workshopu;
- úvod do workshopu;
- pochopení situace;
- analýza současného stavu;
- analýza plýtvání;
- návrhy na zlepšení;
- vypracování návrhů řešení;

- seznam opatření – akční plán;
- realizace akčního plánu;
- prezentace výsledků;
- sledování fungování opatření v provozu.

Právě tento typ workshopů by mohl být vhodným nástrojem rovněž pro optimalizaci montážních pracovišť. Košturiak, Boledovič, Krišťak a Marek (2010) uvádí jako klíčové zaměření těchto workshopů právě zlepšování vybraných procesů či linek ve výrobě a doporučuje následující postup:

- výběr procesu (linky, pracoviště);
- audit stavu linky a pracovišť;
- mapování procesů;
- vybalancování linek;
- revize časových norem;
- úprava layoutu pracoviště, optimalizace materiálových toků;
- standardizace pracoviště (5S, operační standardy);
- řízení toku výroby a logistika (kanban, navážení materiálu – milkrun);
- redukce časů na seřízení strojů a linky;
- rovnoměrné rozvrhování výroby (heijunka);
- zlepšování linky – chybuvedoucí systémy, nízkonákladová automatizace.

Kaskádové workshopy

Tyto workshopy představují akční formu řešení problémů, protože jednotlivé workshopy probíhají obvykle bezprostředně za sebou. V klasických sériových workshopech je mezi jednotlivými setkáními týmu přestávka jeden až tři týdny. Během této přestávky řeší členové týmu domácí úkoly, připravují analýzy, realizují zadané úkoly. Pokud budeme u typického týdenního workshopu vycházet z přístupu Košturiaka a Frolíka (2006), je možno zjednodušeně definovat následující harmonogram:

- 1. den:
 - Představení cílů a metodiky workshopu.
 - Analýza plýtvání.
 - Zmapování současného stavu.
- 2. den:
 - Prezentace současného stavu.
 - Brainstorming plýtvání.
 - Brainstorming řešení.
- 3. den:
 - Nasazení okamžitých opatření.
 - Simulace zlepšení.
 - Definování dalších opatření a cílů.
- 4. den:

- Standardizace a vizualizace nového stavu.
- Zhotovení katalogu opatření.
- Prezentace průběžných výsledků.
- 5. den:
 - Dokončení realizace opatření.
 - Příprava závěrečné prezentace.
 - Závěrečná prezentace.

1.3.5 Projektové řízení

Projektové zlepšování je nejsložitější a časově nejnáročnější formou zlepšování. Na otázku, kdy řešit problém projektem, říká Košturiak a Frolík (2006), že odpověď je jednoduchá – když problém neumíme řešit jiným jednodušším způsobem.

Nejprve je však třeba vydefinovat, co všechno chápat pod pojmem projekt, případně projektové řízení, chápat. Svozilová ve své publikaci používá pro vymezení pojmu projekt definici od profesora Kerznera. Ten říká, že projekt je jakýkoliv jedinečný sled aktivit a úkolů, který má:

- dán specifický cíl, který má být jeho realizací splněn;
- definováno datum začátku a konce uskutečnění;
- stanoven rámec pro čerpání zdrojů potřebných pro jeho realizaci.

Zjednodušeně můžeme rovněž říci, že projektem může být při aplikaci metod a pravidel projektového managementu téměř jakýkoliv sled úkolů.

Projekty zlepšování jsou velmi často řízeny pomocí metodiky DMAIC, kdy projekt probíhá v pěti základních fázích: definování, měření, analýza, zlepšování a řízení.

Tento přístup vyznávají ve své publikaci i Košturiak, Boledovič, Krišťak a Marek (2010) a celý průběh projektu rozdělují potom podrobně do následujících fází:

- sběr témat projektů;
- výběr projektů;
- příprava projektů;
- start projektů;
- definování;
- měření;
- analýzy;
- zlepšování;
- realizace, řízení, standardizace;
- monitorování;

- vyhodnocení výsledků projektu a prezentace.

Svozilová (2006) chápe celý proces projektového řízení v pěti základních fázích:

- iniciace a zahájení projektu;
- plánování projektu;
- řízení projektových prací;
- projektová kontrola;
- uzavření projektu.

Zahájení projektu můžeme charakterizovat jako soubor činností, které jsou zaměřené na stanovení cílů projektu a vytváření základních předpokladů jeho realizace. Patří mezi ně formulace podmínek a omezujících kritérií, uzavření potřebných kontraktů a přidělení hlavních odpovědností souvisejících s realizací budoucího projektu. Často se jedná o tzv. „předprojektové fáze“, během nichž se vytváří představy zástupců zadavatele projektu nebo jeho investora o tom, co má být realizací projektu dosaženo. Ve fázi plánování projektu se jedná o vytvoření plánu cesty k dosažení cílů projektu. Řízení projektových aktivit je činnost, která se soustředí na dosahování plánovaných cílů, a to prostřednictvím úsilí jiných osob. Toto řízení se obecně sestává z obsazování, delegování, koordinace, motivování, dohledu, školení a poskytování rad. V rámci fáze monitoringu a kontroly se soustředíme na zjišťování a ověřování skutečného postupu projektu vůči plánu a to formou porovnávání definovaných ukazatelů s jejich dosaženým stavem. Jinými slovy se snažíme zjistit efektivitu projektu a směřování ke splnění jeho stanoveného cíle. Závěrečná, velmi důležitá fáze uzavření projektu je zaměřena na vytvoření závěrečných a hodnotících dokumentů o průběhu projektu, hodnocení jednotlivých členů, popřípadě jiná forma administrativního uzavření projektu.

Celý proces optimalizace montážního pracoviště je možno rovněž chápat jako projekt se všemi jeho náležitostmi. Často bývají projekty řízeny pouze intuitivně, což vede ke zbytečnému prodloužení, k plýtvání prostředků a v konečném důsledku k výraznému prodražení celé akce. Pro potřeby projektového řízení je možno z oblasti operačního výzkumu využít teorie grafů. K plánování a rozvrhování projektů je možno využít některou z dostupných metod. Jak uvádí ve své publikaci Jablonský (2007), prvními a dodnes používanými metodami pro analýzu projektů jsou metody CPM (Critical Path Method) a PERT (Program Evaluation and Review Technique). První z nich byla navržena v roce 1957 Kellym a Walkerem ze společnosti duPont. Metoda PERT je potom pravděpodobnostním rozšířením metody CPM a vznikla o rok později.

Při konkrétní analýze nějakého projektu je třeba, před jeho vlastním řešením pomocí některé z výše uvedených metod provést následující kroky:

- rozčlenit projekt na jednotlivé činnosti;
- odhadnout dobu trvání, popřípadě náklady na realizaci jednotlivých činností;
- definovat časovou návaznost provádění jednotlivých činností, tzn. určit, které činnosti musí být dokončeny před zahájením provádění ostatních činností;
- na základě informací z předcházejících kroků sestavit síťový graf.

1.4 Metody a nástroje pro optimalizaci montážních pracovišť

Cílem všem metod a nástrojů z oblasti štihlé výroby tedy bezesporu je eliminace nebo alespoň redukce plýtvání. V souvislosti s optimalizací montážních pracovišť můžeme říci, že jsou používány tři základní typy nástrojů a to podle fáze, kdy jsou používány:

- první kategorie metod a nástrojů je využívána ve fázi analýzy, jedná se tedy o standardní analytické nástroje, jejichž cílem je identifikovat plýtvání v procesu;
- druhá kategorie nástrojů je zaměřena na fázi optimalizace a cílem jejich použití je dosažení zlepšeného stavu;
- třetí kategorie je zaměřena na ověření funkčnosti navrženého řešení a udržení nového stavu.

Pokud bychom měli jednotlivé nástroje konkretizovat, pak se nejčastěji jedná o metody a nástroje z oblasti:

- analýzy a měření práce;
- balancování operací;
- standardizace a vizualizace;
- ergonomie a ekonomie pohybů;
- modelování a simulace procesů;
- a další.

1.4.1 Analytické metody

Existuje celá řada metod a nástrojů, které je vhodné použít ve fázi analýzy stávajícího stavu. Obecně je možno je rozdělit do dvou základních kategorií:

- komplexní a relativně sofistikované metody, jako jsou například mapování toku hodnot, procesní analýzy, snímkování procesů a pracovníků, systémy předem určených časů, apod.;
- jednoduché metody založené na selském rozumu a pouhém pozorování procesu.

Asi nejpoužívanější a nejkompexnější pohled přináší tzv. Management toku hodnot (Value Stream Management) nebo mapování toku hodnot (Value Stream Mapping). Košturiak a Frolík (2006) management toku hodnot charakterizuje jako základní nástroj pro analýzu plýtvání v procesech ve výrobě, logistice, vývoji nebo administrativě. Tento nástroj je možno použít ve všech výrobcích s dostatečnou opakovatelností a rovnoměrností a to jak pro mapování komplexních procesů, tak průběhu jednotlivé konkrétní operace. Rámcový postup při realizaci je následující:

- definice zadání;
- výběr reprezentanta;
- znázornění stávajícího stavu;
- definice konkrétní „LEAN“ metriky;
- znázornění budoucího stavu:
 - zákaznický takt;
 - kontinuální tok;
 - „leveling“. (API – Akademie produktivity a inovací, © 2009)

Obdobným nástrojem, rovněž zaměřeným na komplexní pohled na materiálový tok je procesní analýza. Jedná se nástroj, který slouží k popisu účinnosti a výkonnosti operací obsahujících větší podíl přesunu, čekání a překážek. Velmi často se procesní analýza rovněž používá při návrhu nového layoutu. Procesní analýza probíhá zpravidla v sedmi základních fázích:

- 1. fáze: příprava (zjištění základních informací o produktu, organizaci pracovišť, standardech kvality);
- 2. fáze: analýza pohybu produktu;
- 3. fáze: záznam detailních informací o procesu;
- 4. fáze: analýza stávajícího stavu;
- 5. fáze: plán zlepšení;
- 6. fáze: implementace zlepšení;
- 7. fáze: standardizace a nastavení kontrolního mechanismu.

Vedle již zmiňovaných komplexních nástrojů se naskýtají poměrně jednoduché a rychlé možnosti, jak zhodnotit stávající stav procesů. Tyto jsou téměř vždy založeny na zdravém selském rozumu a znalosti sedmi druhů plýtvání ve výrobě.

Taiichi Ohno (1988), duchovní otec výrobního systému Toyota definoval sedm základních druhů plýtvání:

- nadvýroba;
- čekání;
- nadbytečná manipulace;

- špatný pracovní postup (metoda);
- vysoké zásoby;
- zbytečné pohyby;
- chyby pracovníků. (Ohno, 1988)

Autoři Mašín a Vytlačil (200) tyto základní druhy ještě doplňují o osmý druh plýtvání. Jedná se o plýtvání tvůrčím potenciálem, schopnostmi, znalostmi a talentem pracovníků.

Hromková a Tučková (2008) ve své publikaci potom pro analýzu stávajícího stavu procesů doporučují na základě mezinárodního úřadu v Ženevě následující soubor otázek:

1. Druh a účel činnosti (kroku).
 - 1.1. Název činnosti, popřípadě její podrobnější charakteristika.
 - 1.2. Proč se činnost v procesu vykonává? Je vůbec potřebná?
 - 1.3. Čím by se dala nahradit, popřípadě co z ní by se dalo sloučit s jinou činností a kterou. Ovlivňuje činnost počítač?
 - 1.4. Závěr: Co je třeba udělat pro zlepšení?
2. Místo činnosti.
 - 2.1. Kde se činnost koná a v jakých podmínkách?
 - 2.2. Proč se koná na tomto místě?
 - 2.3. Kde jinde by se mohla konat? Lze ji celou nebo z části převést na počítač?
 - 2.4. Závěr: Kde je třeba činnost konat?
3. Zařazení ve sledu procesu.
 - 3.1. V jakém pořadí a v jaké větvi procesu se činnost koná?
 - 3.2. Proč se koná v tomto sledu, v této větvi?
 - 3.3. Jak jinak by bylo možné ji účelněji zařadit? Má na to velký vliv použití počítače?
 - 3.4. Závěr: Jak má být činnost zařazena v celkovém sledu?
4. Pracovník, který činnost vykonává.
 - 4.1. Jméno, funkce, kvalifikace a útvarové začlenění pracovníka, který činnost vykonává.
 - 4.2. Proč činnost vykonává tento pracovník?
 - 4.3. Který jiný pracovník, v jaké funkci, i v jakém útvaru a s jakou přiměřenou kvalifikací může činnost vykonávat?
 - 4.4. Závěr: Kdo má činnost vykonávat a ve kterém útvaru?
5. Prostředky.

- 5.1. S jakými prostředky se činnost vykonává (technické prostředky, drobné pomůcky, formuláře, ruční, mechanizovaný nebo automatizovaný způsob)?
- 5.2. Proč se koná pomocí těchto prostředků, tímto způsobem?

Zjednodušený pohled potom dává analýza 5 – ti otázek a nalezení alternativních odpovědí.

1. Jaký je smysl procesu? => Jaký by měl být?
2. Kde se proces realizuje? => Kde by se měl realizovat?
3. Kdy se proces realizuje? => Kdy by se měl realizovat?
4. Kdo proces realizuje? => Kdo by ho měl realizovat?
5. Jak se proces realizuje? => Jak by se měl realizovat? (Hromková a Tučková, 2008)

I když strukturu výše uvedených otázek doporučují autorky v souvislosti s celopodnikovým pohledem a reengineeringem podnikových procesů, je zcela jistě z tohoto zdroje možno vycházet i při vstupní analýze identifikaci potenciálu pro zlepšování montážních pracovišť.

Standardním a velmi často používaným nástrojem v rámci fáze analýzy je samotná analýza a měření práce. Křižt'ák (2007) charakterizuje techniky pro analýzu a měření práce nejen jako základní znalost průmyslových inženýrů, ale rovněž jako výborný nástroj na odstranění neefektivnosti při vykonávání práce. Pod pojmem analýza a měření práce potom chápe systematické přezkoumávání pracovních postupů s cílem zlepšit efektivnost využívání zdrojů (produktivitu) a definovat normy času pro jednotlivé činnosti. V praxi se používají v zásadě dva základní typy nástrojů:

- přímé měření – je založeno na použití stopek;
- nepřímé měření – je založeno na systému předem určených časů.

Z nástrojů přímého měření jsou pro prvotní analýzu plýtvání a ztrátových času asi nejpoužívanějším nástrojem snímky pracovního dne. Na základě nepřetržitého pozorování pracovníka či více pracovníků získáváme nejen informace o využití fondu pracovní doby, ale rovněž o produktivních a neproduktivních činnostech a časové kvantifikaci konkrétních případů plýtvání. Dle způsobu pozorování jsou potom rozlišovány snímky pracovního dne jednotlivce, snímky pracovního dne skupiny pracovníků (pracovní čety) či vlastní snímky pracovního dne. Druhou formou přímého měření je tzv. chronometráž, která je zaměřena na detailní analýzu a určení spotřeby času konkrétní výrobní operace. Z řady nástrojů nepřímého měření jsou v praxi asi nejpoužívanější a zároveň nejznámější systémy:

- MTM (Methods Time Measurement);

- MOST (Maynard Operation Sequence Technique).

Oba systémy jsou shodně založeny na skutečnosti, že se pouze snažíme co nejpřesněji popsat pohyby vykonávané pracovníkem a na základě náročnosti těchto pohybů vybíráme z předem definovaných indexů, které odráží výslednou spotřebu času. Nespornou výhodou těchto systémů je především:

- vysoká objektivita analýzy (nehodnotíme subjektivně stupeň výkonu pracovníka jako v případě použití stopek);
- současná analýza prováděné práce (identifikace plýtvání) i definování spotřeby času;
- možnost využití v předvýrobních etapách či jiných situacích, kdy výroba v daných podmínkách ještě reálně neprobíhá.

Především z důvodů popsaných výše jsou tyto analýzy velmi podnětnou vstupní informací pro budoucí optimalizace výrobních a montážních pracovišť.

1.4.2 Optimalizační metody

Ve fázi optimalizace jsou využívány téměř všechny dostupné nástroje z oblasti štíhlé výroby i logistiky. Jejich konkrétní použití je vždy závislé na specifických podmínkách společnosti, či konkrétního pracoviště, které má být optimalizováno. Téměř vždy je však snahou zajistit vysoký stupeň standardizace výrobního procesu, zajištění maximální kvality a optimálního materiálového toku.

V rámci procesu optimalizace je třeba zajistit co nejvyšší stupeň standardizace procesů. Košturiak s Frolíkem (2006) říkají, že ve štíhlém podniku musíme všechny operace na pracovišti standardizovat s ohledem na kvalitu, bezpečnost, co nejlepší pořadí jejich vykonávání a efektivní využití pracovníků, materiálu, strojů a nářadí. Standardy práce na jednotlivých pracovištích se tak zaměřují na:

- redukci variability v procesu;
- zvýšení bezpečnosti;
- usnadnění komunikace;
- zviditelnění problémů;
- pomoc tréninku a vzdělávání, učení se a zlepšování;
- zvýšení pracovní disciplíny;
- usnadnění reakce na problémy;
- vyjasnění pracovních procedur.

Standardy i přes svou velkou významnost a nepochybný přínos nejsou často samotnými pracovníky vnímány příliš pozitivně. Jedním z důvodů, proč tomu tak velmi často bývá je fakt, že při tvorbě těchto standardů nejsou dodržována a respektována následující pravidla:

- maximální stručnost – nejedná se o technologický postup, ale mělo by jít pouze o nezbytné instrukce pro operátora;
- jednoduchost a vizualizace – je nezbytné, aby pracovník okamžitě a bez problémů našel a pochopil potřebnou instrukci;
- možnost rychlé změny při změně parametrů procesu;
- jednoznačnost – tato jednoznačnost by měla zajistit, aby každý pracovník vykonával všechny důležité činnosti stejně;
- schopnost sledovat plnění standardů.

Obecný postup při vytváření standardů pracoviště definovali Košturiak s Frolíkem (2006) následovně:

1. Výběr procesů, upřesnění, kde je začátek a konec hlavních procesů.
2. Přiřazení k hlavním procesům, pracovní místa, zařízení a produkty.
3. Rozhodnutí o způsobu tvorby operačního standardu (produkt, pracovní místo, typy zařízení).
4. Definování podprocesů hlavního procesu.
5. Prvotní vytvoření operačního standardu (SOP) – popsání vykonávaných činností operátora, parametry a kritické body podprocesu, postup odstranění abnormality.
6. Dopracování v procesním týmu a doladění mezi směnami.
7. Vizualizace standardů a příprava tréninku.
8. Trénink pracovníků, implementace, kontrola.

Dalším velmi důležitým kritériem optimalizace je zajištění odpovídající kvality výrobního procesu. Cílem není vytvořit další, mnohdy nic neříkající směrnici či příručku. Cílem je zajistit tzv. kvalitu u zdroje. Kvalita u zdroje znamená, že jsou procesy zabezpečeny tak, aby byla chyba v procesu a zmetek okamžitě zachyceny a aby se problém okamžitě řešil. Využívají se přitom následující možnosti:

- samokontrola v týmech na pracovišti;
- linka stop – každý pracovník má právo zastavit linku v případě vzniku chyby;
- zařízení na automatické zachycení abnormality a zastavení procesu – jidoka;
- zařízení poka – yoke, která zabraňují vzniku chyb v procesu. (Křelovský, 2009)

Velmi vhodným nástrojem, který pomůže při navrhování nového technologického postupu či pozměněného výrobního procesu, je FMEA (Failure Mode and Effect Analysis). Cílem této analýzy je preventivní odstranění potenciálních poruch a chyb. FMEA probíhá zpravidla ve čtyřech fázích:

1. Analýza současného stavu.
2. Hodnocení současného stavu.
3. Návrh preventivních opatření.

4. Hodnocení stavu po provedení preventivních opatření.

V rámci hodnocení současného stavu je posuzována pravděpodobnost výskytu, význam potenciální vady pro zákazníka a pravděpodobnost odhalení dříve než se nekvalitní produkt dostane k zákazníkovi. Při návrhu preventivních opatření bychom měli zvažovat především využití chybuvedorných (poka – yoke) řešení.

Další řada nástrojů používaných při optimalizaci směřuje k fyzickému návrhu layoutu a jednotlivých pracovišť. Cílem je samozřejmě navrhnout layout pracovišť zajišťující maximální efektivitu vykonávané práce. Druhým, avšak velmi často opomíjeným cílem by mělo být navrhnout pracoviště, které bude respektovat alespoň základní ergonomické principy. Zandin (2001) charakterizuje ergonomii ve své příručce průmyslového inženýrství jako aplikovanou vědu, zabývající se charakteristikou lidí, kterou je třeba brát v úvahu při navrhování vybavení a věcí, které při své práci používají, aby tyto mohly být použity co nejnáze, efektivně a bezpečně. Obdobně charakterizuje ergonomii i prof. Chundela (2001), který říká, že ergonomie je interdisciplinární vědní obor, který komplexně řeší činnost člověka i jeho vazby s technikou a prostředím, s cílem optimalizovat jeho psychofyzickou zátěž a zajistit rozvoj jeho osobnosti.

Zjednodušeně můžeme říci, že cílem ergonomie je optimalizovat vztah člověka a pracovního prostředí.

V českých podnicích zatím není kladen na ergonomii dostatečný důraz a velmi často je spojována pouze s nezbytným plněním zákonné legislativy. Ergonomie si však zaslouží mnohem širší pozornost a měla by být rozhodně rozšířena rovněž o oblast tzv. pracovního komfortu, předcházení trvalým zdravotním následkům a respektování základních principů ekonomie pracovních pohybů. Nejdůležitějším legislativním předpisem je v této oblasti bezesporu sbírka zákonů 361/2007, nařízení vlády z 12. prosince 2007, kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci. Pro navrhování montážních pracovišť je v tomto nařízení klíčová především:

- výška pracovní roviny při práci vsedě i vestoje;
- zóny dosahu pro práci vestoje i vsedě.

Výška pracovní roviny je definována sbírkou zákonů 361/2007 (Nařízení vlády, © 2007) pro práci vestoje:

- muži: 1020 – 1180 mm;
- ženy: 930 – 1080 mm.

Pro práci vsedě je výška pracovní roviny nad sedákem:

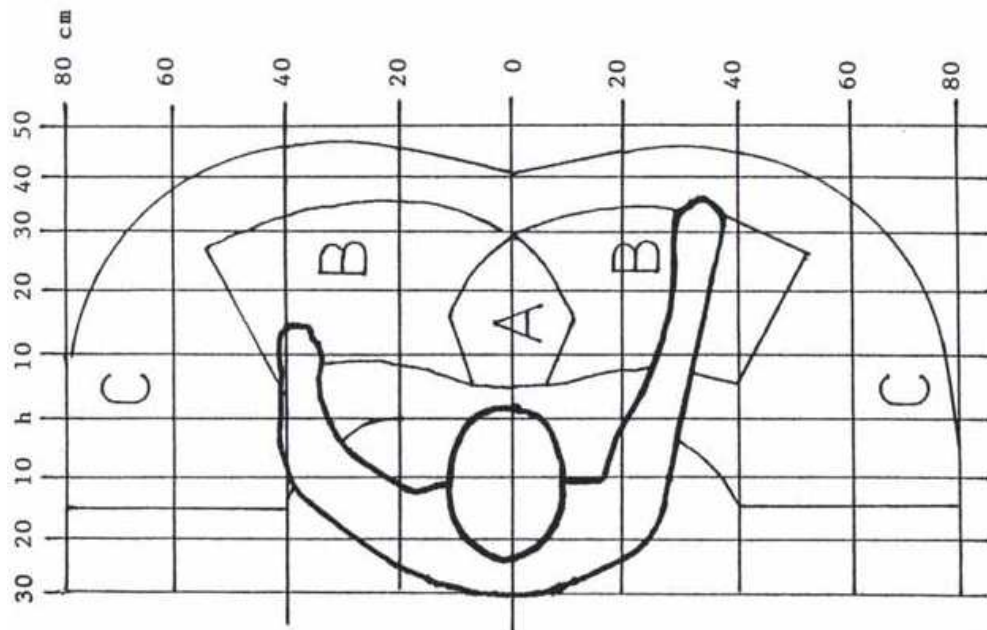
- muži: 220 – 310 mm;

- ženy: 210 – 300 mm.

Při práci vyžadující zrakovou náročnost se výška pracovní roviny zvyšuje o 100 až 200 mm. Při práci, při níž se manipuluje s předměty těžšími než 2kg se výška pracovní roviny o 100 až 200 mm snižuje.

Obdobně definuje na následujícím obrázku sbírka zákonů 361/2007 (Nařízení vlády, © 2007) dosahy horních končetin ve svislé poloze při práci vestoje i vsedě. Dosahy jsou rozděleny do jednotlivých oblastí:

- oblast A – časté (20 až 40x za osmihodinovou směnu) a přesné pohyby;
- oblast B – pohyby obou předloktí a při manipulaci s předměty a nástroji bez nutnosti změny základní pracovní polohy – mírné předklánění, pohyb do stran;
- oblast C – maximální dosah – méně časté a pomalejší pohyby, nutnost otáčení trupu.



Obr. 4 Dosahy horních končetin ve svislé poloze při práci vestoje a vsedě (Nařízení vlády, © 2007)

Neméně důležité je v rámci optimalizace zajistit plynulé zásobování pracoviště vstupními komponenty a odvoz hotových výrobků. To vše s cílem minimalizace zásob na pracovišti. Při navrhování systému zásobování pracoviště bychom měli naše úsilí orientovat směrem ke štíhlé logistice, tedy eliminaci základních forem plýtvání v logistickém řetězci. Košturiak s Frolíkem (2006) uvádějí následující formy plýtvání v logistice:

- zásoby, nadbytečný materiál a komponenty – materiál se dodává příliš brzo nebo je ho příliš mnoho, příčina je v nepřesné dokumentaci, v chybách plánovacího systému nebo dodavatele;
- zbytečná manipulace – zbytečné přesuny materiálu, přeskladnění, přeprava;
- čekání na součástky, materiál, informace, dopravní prostředky;
- opravování poruch – odstraňování poruch v logistickém systému (dopravní a manipulační systém, informační systém);
- chyby – příprava materiálu a komponentů v nesprávném množství a čase;
- nevyužité přepravní kapacity;
- nevyužité schopnosti pracovníků.

Existuje bezesporu celá řada možností, jak s tímto plýtváním bojovat. V souvislosti s optimalizací zásobování montážních pracovišť se velmi často využívá nástrojů, kterými jsou kanban a milkrun. Jedná se dvojici nástrojů, která umožňuje při dostatečném objemu a opakovatelnosti produkce velmi efektivní zásobování pracovišť. Oba tyto nástroje se velmi často podporují a užívají se současně. V principu milkrun se jedná o řízený rozvoz materiálu ze skladu po předem definovaných logistických trasách s přesným harmonogramem dodávek. V tomto systému je na přesně určeném místě v přesně určený čas vyloženo potřebné zboží a zároveň jsou odváženy prázdné transportní přepravky z již spotřebovaného materiálu. Podpůrným systémem je kanban. Zákazník odebere z předávacího místa určitý produkt pouze ve chvíli, kdy ho potřebuje. A svoji spotřebu deklaruje odevzdáním tzv. kanban karty. Dodávající proces dodá na základě informace o spotřebovaných dílech (informace má podobu právě odevzdané kanban karty na předem definované místo) pouze to co bylo z předávacího místa odebráno. Při zavádění milkrun se doporučují většinou následující kroky:

- definování logistického rastru;
 - stanovení jízdního řádu;
 - výpočet minimálního množství kanban jednotky;
 - stanovení signálů pro zavážení (kanban karty, kanban bedny);
 - analýza pracoviště – co, v jakém množství, kam, v jakém obalu;
 - stanovení a vizualizace sběrných míst pro kanban a prázdné obaly;
 - stanovení skladovacích prostor + systémové ošetření;
 - příručka pro „Handlera“;
 - definice skladování (optimální skladování za použití gravitačních regálů).
- (API – Akademie produktivity a inovací, © 2009)

1.4.3 Metody zaměřené na ověření funkčnosti navrženého řešení a udržení navrženého stavu

Jak již bylo uvedeno výše, při optimalizaci jde obecně o výběr nejvýhodnější varianty z několika možných jevů. V praxi často vyvstává otázka, jak se objektivně rozhodnout, které z navrhovaných řešení je vhodnější. Ideální by bylo mít možnost všechna navrhovaná řešení vyzkoušet v reálném prostředí a teprve potom se rozhodnout. Vzhledem k finančním a časovým nárokům je však toto řešení téměř nereálné. Nabízí se tedy možnost tvorby modelu, který bude co nejvíce odrážet reálný stav.

Bailer a Daniel (2011) uvádějí, že účelem modelování, smyslem vytváření modelů je popsat obsah, strukturu a chování reálného systému reprezentujícího určitou, definovanou část reality. Model je však vždy pouze přiblížením skutečnosti, protože reálné systémy jsou obvykle složitější než samotný systém.

S pojmem model úzce souvisí i simulace, pomocí které lze modelový systém a jeho chování prezentovat v reálném čase, pozorovat jej, popřípadě upravovat. V současné době jsou rozšířeny především simulace počítačové. Hlavní důvody pro uznání počítačové simulace jako součásti vědeckého poznání uvádí Hartmann (2011) následující:

- umožňuje studovat modely reality, které nejsou analyticky řešitelné a to zejména modely dynamické;
- počítačová simulace umožňuje zpracovávat a kvalitativně i kvantitativně klasifikovat velké množství experimentálních dat;
- počítačové simulace poskytují kvalitativně novou a odlišnou metodiku zkoumání, která umožňuje obecné teoretické modely experimentálně potvrdit nebo vyvrátit – validovat.

V případě, že se nám úspěšně podaří ověřit navrhované řešení v praxi, následuje implementace a následná fáze, jejímž cílem je udržení nového stavu. V této poslední fázi jsou využívány především nástroje z oblasti týmové práce, vzdělávání a zaškolování pracovníků, jejich vedení a tvorby vhodného motivačního systému a systému odměňování.

1.5 Metodika optimalizace montážních pracovišť

Při navrhování komplexního postupu při optimalizaci montážních pracovišť, který by byl univerzálním metodickým návodem, je možné vycházet ze dvou hlavních pramenů, kdy první obecně popisuje optimalizaci pracoviště a druhý se pak zaměřuje na plánování a navrhování výrobních buněk, případně projektování výrobních linek.

1.5.1 Optimalizace pracoviště

Rámcový postup řešení je patrný ze serveru produktivita.cz, kde je toto nabízeno jako produkt poradenské společnosti a celý postup optimalizace pracoviště rozdělen do 10 základních kroků:

- zpracování (zlepšování) produktivních pracovních postupů a tvorba norem metodu MOST;
- návržení mini layoutu pracoviště dle výsledků MOST;
- zpracování vizualizovaných pracovních postupů, standardů čištění a údržby včetně digitálních instruktážních videoklipů;
- odstranění (omezení) možných vad produktu vzniklých chybou pracovníka nebo stroje metodou Poka – Yoke;
- synchronizace práce na pracovištích zařazených do linek;
- návržení makro layoutu pracoviště podle metody Lean Layout;
- realizace pracovišť;
- simulace provozních stavů pracovišť;
- zpracování programu školení pracovníků včetně videoklipů pro školení nových pracovníků, školení bezpečnosti až po pracovní certifikaci „Uvolněn pro výrobu“;
- měření provozních a ekonomických parametrů pracovišť nebo jejich celků a porovnání konečného a výchozího stavu. Identifikace příležitostí pro další zlepšování produktivity pracoviště. (Ježek, 2007)



Č.	Název a obsah činnosti	Hodnota pro klienta
Koncepce produktu „Optimalizace pracovišť“ (1)		
Produkt zahrnuje dohodnutou kombinaci činností v rozsahu podle výchozí situace klienta.		
1.	Zpracování (zlepšování) produktivních pracovních postupů a tvorbu norem metodu MOST.	Jistota podpořená vlastním „Certifikátem MOST“, že normy spotřeby práce jsou pro zvolenou technologii věrohodné (97%) a minimální .
	<i>Výstup: standardní normy spotřeby práce a „Certifikát MOST“.</i>	
2.	Navržení mini-layoutu pracoviště podle výsledků metody MOST.	Jistota produktivního uspořádání pracoviště každého pracovníka. Odstranění možných ergonomických rizik .
	<i>Výstup: technický náčrt pracoviště a projekční specifikace předmětů: stolů, zásobníků, palet, podstavců, regálů, zkušebních přípravků,...</i>	
3.	Zpracování vizualizovaných pracovních standardů, standardů čištění a údržby včetně digitálních instruktážních videoklipů.	Snadné zaškolení pracovníků na výrobní operaci, čištění a údržbu pracoviště, minimální spotřeba práce pro tyto účely. vyšší spolehlivost zařízení .
	<i>Výstup: Vizualizované standardy, které klient jen instaluje na pracovišti.</i>	

Obr. 5 Optimalizace pracoviště – 1. část (Ježek, 2007)

Tento nástin možného postupu je však velmi obecný a je spíše jakýmsi přehledem možných postupových kroků a metod.

1.5.2 Projektování (navrhování) výrobních buněk

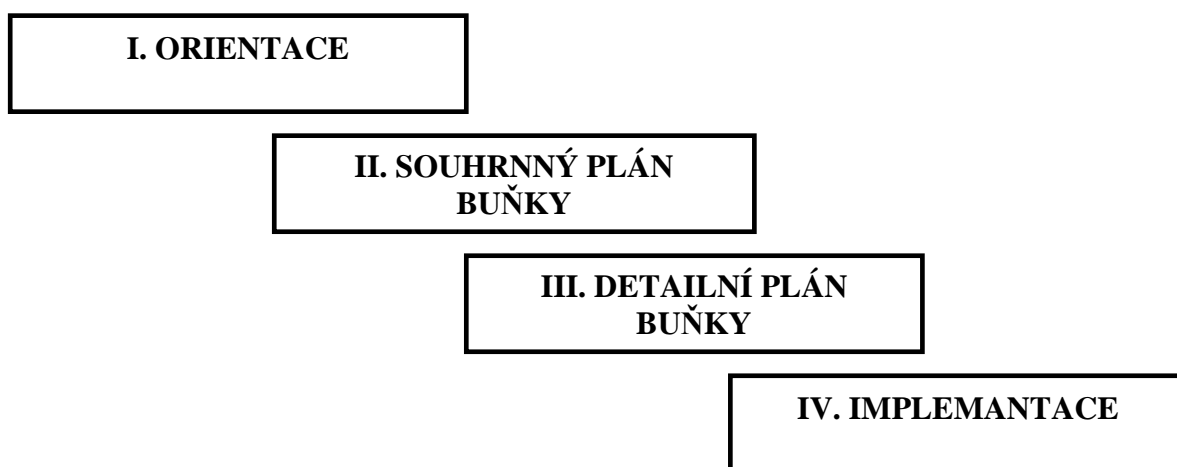
Druhým východiskem tak může být metodika zaměřená na projektování výrobních buněk. Výrobní buňka se dle Maynardovy příručky průmyslového inženýrství (Zandin, 2001) skládá ze dvou nebo více operací, pracovních stanic nebo strojů určených pro zpracování jednoho nebo omezeného počtu součástí výrobků. Výrobní buňka má definovaný pracovní prostor a je naplánována, řízena i měřena jako samostatné výrobní zařízení. Typickými výhodami výrobních buněk potom bývá:

- snížení manipulace s materiálem – vzhledem k tomu, že operace jsou těsně vedle sebe, je možné uspořít klidně 67 – 90% uražené vzdálenosti;
- snížení zásob v procesu – je možné počítat se snížením zásob o 50 – 90 %, protože materiál nečeká na zpracování a rovněž proto, že one – piece flow princip výrobních buněk dále snižuje množství materiálu v procesu;
- zkrácení průběžné doby výroby – úspora z dnů na hodiny či minuty je dána především faktem, že součástky a výrobky mohou rychle procházet mezi následnými operacemi.

Metodika zpracovaná Halesem a Andersenem (2002), kteří vycházejí z toho, že životní cyklus každého plánovacího projektu buněk prochází čtyřmi zřetelnými fázemi:

- I – orientace;
- II – souhrnný plán buňky;
- III – detailní plány buňky;
- IV – implementace. (Hales a Andersen, 2002)

Tyto etapy jsou rovněž znázorněny na níže uvedeném obrázku.



Obr. 6 Etapy plánování výrobních buněk (Hales a Andersen, 2002)

Fáze I – Orientace

Ve fázi I je třeba určit umístění, podmínky vnějšího děje a plánujte projekt. Tato fáze nastavuje cíle pro projekt. To stanovuje umístění buňky, která byla plánovaná v rámci rozvržení továrny a objasňuje jejich externí podmínky.

Fáze II – Souhrnný plán buňky

V této fázi je vytvořen přehledný plán pro operaci prováděnou v buňce. Počet buněk je definovaný tím, jaké součástky nebo produkty budou v jaké části vyrobeny a jaké se bude používat vybavení.

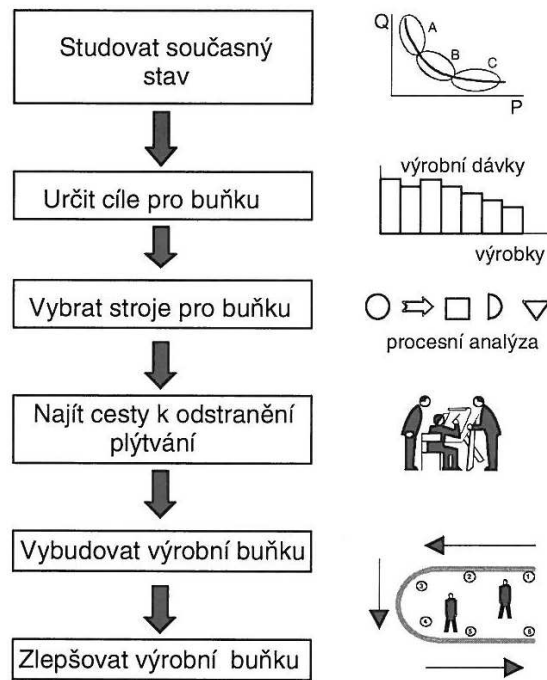
Fáze III – Detailní plány buňky

Ve fázi III jsou vytvořeny detailní plány a návrhy pro každou buňku. Tato fáze připravuje detailní uspořádání a vybavení jednotlivých pracovišť. Plánovač specifikuje detaily materiálního toku mezi strojem nebo pracovní stanicí a stanovuje detailní procedury uvnitř každé buňky.

Fáze IV – Implementace

Ve fázi IV je akce založená na plánech. Implementace zahrnuje plánování aktivit a změn nezbytných pro lidi a zařízení, získávání vybavení, trénink, instalaci a odstranění chyb požadovaných k tomu, aby začala úspěšná operace. (Hales a Andersen, 2002)

Obdobný postup založený rovněž na analýze současného stavu, definování cílů, seskupování součástí do skupin, vyžadujících obdobné operace, výběru strojních zařízení a vlastním projektování buňky doporučují také autoři Mašín a Vytlačil (2000). Jimi navržená obecná metodika je uvedena na následujícím obrázku.



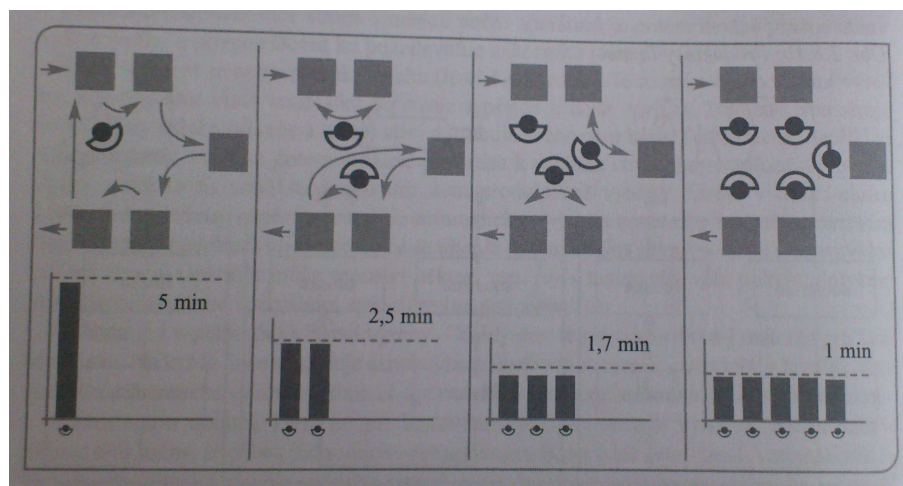
Obr. 7 Etapy plánování výrobních buněk (Mašín a Vytlačil, 2000)

Košturiak s Frolíkem (2006) uvádějí, že oblast přepravy, skladování a manipulace zaměstnává až 25% pracovníků, zabírá 55% ploch a tvoří až 87% času, který stráví materiál v podniku. Z velké části jsou tyto náklady zapříčiněny nesprávně navrženým layoutem. V této souvislosti mluví autoři o štíhlém layoutu a výrobních buňkách, které mohou být řešením výše uvedeného problému.

U štíhlého layoutu definují následující parametry:

- přímý materiálový tok směrem k montážní lince a expedici;
- minimalizace přepravních vzdáleností mezi operacemi;
- minimální plochy na zásobníky a mezisklady;
- dodavatelé co nejbliže k zákazníkům (přes uličku);
- přímočaré a krátké trasy;
- minimální průběžné časy;
- sklady v místě spotřeby, vizuální kontrola počtu dílů v přepravce nebo ve skladovací ploše;
- odstranění dvojnásobné manipulace;
- FIFO a tahový systém, kanban, DBR;
- buňkové uspořádání, segmentace a spine layout;
- flexibilita s ohledem na variabilitu produktů, výrobní množství a změny výrobního layoutu (mobilní zařízení – kolečka, vzduchové polštáře);
- nízké náklady na instalaci.

Vzhledem k tomu, že firmy dnes vyrábějí široký sortiment výrobků a není možné pro každý výrobek vytvořit samostatnou linku, je dobrým řešením projektovat výrobní buňky, ve kterých se vyrábí skupina výrobků se stejnou charakteristikou. Hlavní výhodou spatřují především ve flexibilitě výrobních buněk. Tím, že jsou zařízení v buňce vybavena prvky autonomnosti a jsou mezi minimální vzdálenosti, může se operátor pohybovat v buňce a obsluhovat více strojů či pracovních míst. Flexibilitu výrobních buněk vzhledem k požadavkům zákazníka vyjadřuje Košturiak s Frolíkem (2006) na následujícím schématu.



Obr. 8 Flexibilita buněk s ohledem na požadavky zákazníka (Košturiak a Frolík, 2006)

Jako samostatný přístup k projektování výrobních buněk je oblast jednoduché automatizace (Low Cost Automation), kterou Košturiak, Boledovič, Krišťak a Marek (2010) částečně popisují v publikaci Kaizen: osvědčená praxe českých a slovenských podniků. Jednoduchou automatizaci charakterizují jako techniku, která dosahuje určitého stupně automatizace s existujícím zařízením, nástroji, metodami a lidmi při využití standardních komponentů, které jsou dostupné na trhu.

Jako základní principy, které je třeba při nízkonákladové automatizaci třeba respektovat, uvádějí následující:

- jednoduchost – eliminace komplikovaných pohybů, funkcí a struktur;
- používání rotačních a lineárních pohybů, které se dají vykonávat s jednoduchými mechanickými prvky;
- využívání fyzikálních zákonů – gravitace;
- nízké náklady – použití jednoduchých a dostupných materiálů a komponentů, možnost znovupoužití demontovaných prvků;

- snadné smontování a demontování – používání stavebnic, ze kterých je možné smontovat variabilní zařízení;
- modulární výstavba – nízká komplexnost, nízký počet stupňů opracování v jednom modulu, možnost rychlé změny při jednom produktu – kolečka, pružná zařízení na přísun materiálu a komponentů;
- interní vývoj a výroba – mnohé zařízení a přípravky se vyrábějí ve vlastním podniku, nejlépe přímo v dílně, staršími, zkušenými pracovníky;
- kompaktnost a malé prostorové nároky – prostředky se implementují do buněk, kde pracovník vykonává více operací – snaha o eliminaci pohybů pracovníka, zařízení by neměla být o mnoho širší než produkt.

Na rozvoj nízkonákladové automatizace reagují zcela přirozeně rovněž výrobci modulárních stavebnicových systémů, které z velké části podporují principy a zásady tohoto způsobu automatizace. Dnes již celá řada firem nabízí použití těchto modulárních stavebnicových systémů pro použití v následujících oblastech:

- samostatné montážní stoly;
- montážní a výrobní linky;
- montážní vozíky;
- manipulační vozíky;
- skladové regály;
- vozíky pro milkrun;
- apod.



Obr. 9 Ukázka modulárních stavebnicových systémů (Trilogic, © 2012)

Nízkonákladnou automatizaci je samozřejmě možno rozšířit na automatizaci robotickou. Systémy robotické automatizace mohou dramaticky zvýšit efektivitu nakládání či zakládání součástí a následně jejich vyjmutí. U pracovních pozic jako jsou operátoři, obsluha strojů či seřizovači můžeme uspořit až 60% času „nakládky a vykládky“. (Waurzyniak, 2007)

Tato problematika je však spíše vázána na pracoviště s větším zastoupením strojních zařízení a svou komplexitou značně přesahuje rámec práce.

Kavan (2002) vidí možnosti optimalizace v narovnání materiálového toku směrem k synchronizaci výrobních procesů a tzv. One Piece Flow jako hlavním benefitem plynoucího z projektování výrobních buněk. Projektování výrobních buněk definuje Kavan jako získávání dalších ekonomických účinků předmětného uspořádání při organizování plynulého výrobního procesu. Především jde o to, časově synchronizovat práci do sérií elementárních úkonů tak, aby mohly proběhnout rychle a rutinně. Za předpokladu této časové synchronizace práce jednotlivých pracovišť se vyrovnávají úzká místa a vytváří se hladký výrobní tok.

Hales s Andersenem (2002) rovněž popisují, jak v jednotlivých fázích při projektování buňky postupovat. Celý jejich koncept však předpokládá, že výrobní buňka je projektována téměř „na zelené louce“ a velká část je věnována volbě optimální technologie, technologickým postupům či definování požadavků na personál. Řada podniků v České republice si však tak rasantní zásahy, ať už z důvodu omezených pravomocí či finanční náročnosti takových projektů, nemůže dovolit.

Při návrhu pro optimalizaci montážních pracovišť je možno částečně rovněž vycházet z postupu pro optimalizaci výrobních buněk. Zlochová (2012) doporučuje 10 kroků k návrhu optimální výrobní buňky:

1. Výběr nosného výrobku (nebo rodiny výrobků).
2. Výpočet taktu zákazníka.
3. Poznání montážního postupu výrobků.
4. Zjištění spotřeby času jednotlivých pracovních úkonů.
5. Stanovení kapacity buňky.
6. Výpočet teoretické potřeby operátorů a balancování.
7. Tvar výrobní buňky.
8. Umístění přípravků, nástrojů a materiálu v buňce.
9. Standardizace pracovního postupu.
10. Vizualizace a shopfloor management.

Prvním krokem je vybrat „správný“ výrobek nebo skupinu výrobků pro výrobní buňku. Správný výrobek je charakteristický tím, že svým objemem představuje 70% spotřeby času. Tento čas chceme optimálně zorganizovat,

protože každé plýtvání, které je systematicky zažité v procesu, se mnohonásobně opakuje. Nejčastěji používaným nástrojem pro identifikaci tohoto výrobku je ABC analýza. Cílem druhého kroku je určit takt zákazníka, tedy interval, ve kterém zákazník odebírá hotový výrobek nebo službu. Na jeho základě si vytvoříme představu, v jakém tempu se má výrobek posouvat mezi jednotlivými operacemi, abychom umožnili „tok práce“ a splnili požadavky zákazníka. Výpočet vychází z dostupné pracovní doby a potřeb zákazníka.

$$\text{takt zákazníka} = \frac{\text{celková pracovní doba [sek, min, hod, den]}}{\text{celkový požadavek výroby [ks, m, m^2, kg]}}$$

Třetí krok je zaměřen na analýzu montážního postupu. Montážní diagram potom může být grafickým znázorněním všech činností neboli pracovních kroků, které je potřeba udělat, aby výrobek splnil očekávání zákazníka. Jednou z hlavních informací, kterou hledáme, je vzájemná provázanost těchto kroků, tj. rozpoznání činností, které na sebe bezprostředně navazují a těch, které jsou do určitého kroku nezávislé. V rámci tohoto kroku bychom rovněž měli zaznamenat alternativní technologické postupy, které mohou být využity v jednotlivých krocích a mají vliv na spotřebu času, kvalitu nebo využití zařízení. Zjištění spotřeby času jednotlivých činností je účelem čtvrtého kroku. Je třeba rozlišovat především čas manuálních činností, čas chůze operátora z důvodu přesunu na další pozici a případný čas strojních operací, kde přítomnost operátora není vyžadována. V pátém kroku se snažíme o stanovení kapacity výrobní linky. Do kapacitní tabulky vepisujeme jednotlivé pracovní kroky a jejich spotřebu času. Na základě těchto údajů vypočítáme limitní kapacitu linky, která je dána krokem s nejnižší dostupnou kapacitou (úzkým místem). Můžou nastat dvě situace:

- všechny kroky mají kapacitu větší než je požadovaný objem od zákazníka;
- kapacita operace je menší, než je požadavek zákazníka. (v tomto případě je třeba eliminovat zbytečné činnosti, analyzovat možnosti zvýšení kapacity, prověřit možnosti zdvojení buňky/pracovišť).

V následném šestém kroku je proveden výpočet teoretické potřeby operátorů a jejich balancování.

$$\text{optimální počet operátorů} = \frac{\text{suma času všech manuálních činností}}{\text{takt zákazníka}}$$

Vhodným ukazatelem správného vybalancování je tzv. index vyváženosti.

$$\text{index vyváženosti} = \frac{\text{suma času všech manuálních činností}}{\text{maximální čas operátora} * \text{počet operátorů}} * 100\%$$

V rámci optimalizací již probíhajících procesů bývá nejčastěji cílem dosáhnout hodnoty tohoto indexu 85% a více. Na základě navrženého výrobního postupu můžeme přistoupit k uspořádání jednotlivých pracovišť do buňky. V konceptu štlhlé výroby je preferovaným tvarem uspořádání do „U“. Je to dáno především:

- nekřížujícími se činnostmi operátorů a zásobováním materiálem, které je ze zadní části buňky;
- začátkem a koncem buňky, který je u hlavní komunikace;
- krátkými vzdálenostmi mezi operacemi (vzdálenost mezi první a poslední je minimální);
- nulovými překážkami v komunikaci mezi operátory.

V tomto kroku je samozřejmě v závislosti na rozměrech místa, které je k dispozici a dalších faktorem využít i alternativní uspořádání. Jedná se především o layouty do tvaru písmene „I“ nebo „L“, popřípadě hlavní tok s větvemi podmontáží. V osmém kroku se zaměřujeme na umístění přípravků, nástrojů a materiálu. Při detailním návrhu pracovišť by mělo být hlavním cílem umístit všechno potřebné v optimálních vzdálenostech a místech tak, abychom zajistili efektivní průběh práce a eliminovali jakékoliv plýtvání. V devátém kroku máme již jasnou představu o návrhu výrobní buňky a organizaci prací v ní. Je tedy možné začít s popisem standardů práce pro jednotlivé „rychlosti“ výrobní buňky. Standard práce je v této souvislosti třeba chápat jako dokument s jasně popsány úkoly a jejich výsledky, které umožňuje eliminaci variantnosti výrobních postupů, které jsou jednou ze základních příčin neefektivní organizace práce. Poslední, desátý krok je zaměřen na nástroje efektivního řízení výrobní buňky. Jedním z možných nástrojů je monitorování a vizualizace hodinových výstupů, které je podpořeno fungujícím Shopfloor managementem.

1.5.3 Production Operation Management

Inspirativní může být při optimalizaci výrobních pracovišť rovněž oblast **Production Operation Management**. Jedná se o proces, který kombinuje a transformuje zdroje používané v subsystému výroby do přidané hodnoty produktu nebo služby jasným kontrolovaným způsobem, který vychází z politiky společnosti. Soubor vzájemně propojených řídicích činností, které jsou zapojeny do výroby výsledného produktu, označujeme jako řízení výroby (**Production Management**). V případě, že stejný koncept je rozšířen na služby řízení, pak odpovídající soubor řídicích činností se nazývá provozní řízení

(Operation Management). Production Operation Management má následující oblasti zájmu:

- řízení závodu;
- průmyslové nebo systémové inženýrství;
- řízení a regulace procesů.

Cílem je potom najít vodnou konvergenci mezi těmito výše zmíněnými oblastmi. (Moreno, 2006)

1.6 Závěr současného stavu poznání

Jednotlivé metody z oblasti štlé výroby i optimalizace samotných pracovišť jsou dostatečně popsány jak v zahraniční, tak české literatuře. Není však k dispozici žádná ucelená, obecně platná metodika, která by byla dostatečným vodítkem při optimalizaci především montážních pracovišť.

2 CÍLE A HYPOTÉZY DISERTAČNÍ PRÁCE

2.1 Cíle disertační práce

Hlavním cílem disertační práce je: **Navrhnout obecně platnou metodiku pro optimalizaci montážních pracovišť.**

Dílčí cíle je možno definovat jako:

- zanalyzovat současný stav poznání v oblasti optimalizace montážních pracovišť;
- srovnat přístupy k optimalizaci pracovišť v jednotlivých podnicích, hledat společná východiska a přizpůsobit navrženou metodiku co nejvíce potřebám a podmínkám českých podniků;
- ověřit navrhovanou metodiku v reálných podmínkách českých výrobních firem.

Dílčí cíle lze rovněž rozdělit z pohledu teoretického, výzkumného a tvůrčího. Tyto dělení do třech základních částí je popsáno níže.

Teoretický cíl práce je zaměřen na analýzu dostupných informačních zdrojů týkajících se optimalizace montážních pracovišť. Hlavním cílem této části práce je především teoreticky vymezit klíčové pojmy, analyzovat přístupy jednotlivých autorů a na tomto základu vytvořit teoretický podklad pro zpracování celé disertační práce.

Výzkumný cíl tkví v oblasti kvalitativního výzkumu a bude realizován s využitím strukturovaných rozhovorů a zjišťování postojů, přístupů a názorů na danou problematiku. První část výzkumu bude věnována samotné optimalizaci montážních pracovišť, v druhé části výzkumu bude cílem potvrdit či vyvrátit rozdílnost přístupu jednotlivých firem.

Aplikační (tvůrčí) cíl bude pravděpodobně v celé disertační práci stěžejní. Bude jím navržení obecné metodiky pro optimalizaci montážních pracovišť v českých podmínkách a následné ověření formou případových studií a reálných projektů.

2.2 Hypotézy disertační práce

Hypotéza představuje předběžné tvrzení, představu o vztahu mezi zkoumanými proměnnými a s tím související předpoklad budoucího chování systému. (Molnár, 2009)

Cíle práce, které budou při zpracování disertační práce splněny, jsou uvedeny v předchozí kapitole. Pro splnění těchto cílů je důležité potvrdit nebo vyvrátit následující pracovní hypotézy:

H1: Pro převážnou část výrobních firem na území České republiky představují montážní pracoviště stěžejní část výroby.

H2: Většina firem na území České republiky nemá vypracovanou metodiku pro optimalizaci montážních pracovišť.

H3: Je možno navrhnout obecně platnou metodiku pro optimalizaci montážních pracovišť, která bude použitelná napříč českými podniky bez ohledu na průmyslové odvětví.

3 ZVOLENÉ POSTUPY A METODY ZPRACOVÁNÍ

3.1 Postup řešení disertační práce

Pro naplnění hlavního cíle práce je třeba splnění dílčích cílů v oblasti teoretické, výzkumné i aplikační. Níže jsou uvedeny jednotlivé postupové kroky, které korespondují s členěním dílčích cílů a je třeba je vypracovat, aby byl naplněn cíl hlavní.

- *Teoretická část.*
 - Formulace východisek řešení.
 - Analýza literárních pramenů.
- *Výzkumná část I.*
 - Předvýzkum – zjišťování skutečného stavu českých podniků v oblasti optimalizace výrobních linek a vhodnosti aktuálnosti tématu pro řešení, příprava podkladů pro strukturované rozhovory.
 - Kvantitativní výzkum – dotazníkové šetření zaměřené na detailní informace o montážních pracovištích českých podniků a jejich optimalizaci.
 - Kvalitativní výzkum – strukturované rozhovory s vedoucími pracovníky českých firem (ředitelé podniků, výrobní ředitelé, vedoucí jednotlivých částí výrob a provozů, vedoucí montážních pracovišť a montážních linek).
- *Výzkumná část II.*
 - Realizace projektů zaměřených na optimalizaci montážních pracovišť v různých výrobních podnicích a následný návrh obecně platné metodiky.
 - Přizpůsobení metodiky podmínkám českých podniků.
- *Tvůrčí a aplikační část.*
 - Ověření fungování navrhované metodiky v českých podnicích (využití metodiky při reálných projektech optimalizace montážních pracovišť).
- *Verifikace hypotéz, ověření a vyhodnocení výsledků práce.*
- *Závěry, doporučení a přínosy pro vědu a praxi.*

3.2 Metody použité při zpracování disertační práce

Při zpracování disertační práce budou použity jak metody logické, založené na principech logiky a logického myšlení, tak empirické metody založené na bezprostředním obrazu reality.

Empirické metody

Z empirických metod budou použity především metody z oblasti měření, přímého pozorování a kvalitativního výzkumu.

Využití v disertační práci: ve fázi analýzy, strukturované rozhovory s vedoucími pracovníky firem.

Logické metody

Z metod logických bude v disertační práci využita především trojice tzv. párových metod (abstrakce – konkretizace, analýza – syntéza, indukce – dedukce).

- **Abstrakce – konkretizace.** Abstrakce je myšlenkový proces, v jehož rámci se u různých objektů vydělují pouze jejich podstatné charakteristiky, čímž se ve vědomí vytváří model objektu, obsahující ty charakteristiky, jejichž zkoumání nám umožní získat odpovědi na otázky, které si klademe. Konkretizace je opačný proces, kdy vyhledáváme konkrétní výskyt určitého objektu z určité třídy objektů a snažíme se na něj aplikovat charakteristiky platné pro tuto třídu objektů [34]. *Využití v disertační práci:* ve fázi ověřování navržené metodiky v reálných podmínkách podniku.
- **Analýza – syntéza.** Analýza je proces faktického nebo myšlenkového rozčlenění celku na část. Je to rozbor vlastností, vztahů, faktů postupující od celku k částem. Syntéza znamená postupovat od části k celku [34]. *Využití v disertační práci:* při zkoumání stávajícího stavu dané problematiky.
- **Indukce – dedukce.** Indukce je proces vyvozování obecného závěru na základě poznatků o jednotlivostech. Dedukce je způsob myšlení, při němž od obecných tvrzení, závěrů a soudů přecházíme k méně známým, zvláštním. Je to proces, ve kterém testujeme, zda vyslovená hypotéza je schopna vysvětlit zkoumaný fakt [34]. *Využití v disertační práci:* při navrhování obecně platné metodiky na základě zkušeností z jednotlivých projektů.

Techniky a metody sběru a vyhodnocení dat

Při sběru dat byly v disertační práci použity následující metody a techniky:

- kvantitativní výzkum (dotazníkové šetření);

- dotazování a kvalitativní rozhovor;
- pozorování v přirozených podmínkách.

Kvantitativní výzkum

Vychází z pozitivního předpokladu existence konkrétního vztahu na určité úrovni a snaží se tento vztah měřit, resp. prostřednictvím ověřování teorií dospět k obecným poznatkům.

Využití v disertační práci: metod kvantifikace bylo využito pro splnění I. dílčího cíle práce, kterým je zanalyzovat současný stav poznání v oblasti optimalizace montážních pracovišť.

Statistické vyhodnocení

Při zpracování dat z tohoto typu výzkumu byly použity dvě formy statistické indukce – odhady a testování statistických hypotéz. Pro převod subjektivně vyjádřených kvalitativních soudů, mínění, postojů a jevů zahrnujících znaky různé povahy na určitou slovně, číselně či graficky vyjádřenou stupnici byla použita technika tzv. Likertova metoda škálování. Podstatu bylo rozdělení zkoumaných jevů do různých, vzájemně se vylučujících kategorií na základě námi stanovených kritérií. (Pernica, 2000)

Dotazování a kvalitativní rozhovor

Pro tento kvalitativní výzkum bylo nejvhodnější použití kvalitativního částečně strukturovaného rozhovoru. Tento způsob dotazování byl vykonán v reálném prostředí výrobních podniků a byl cíleně zaměřen na montážní pracoviště a způsoby jejich optimalizace.

Pozorování

Pozorování přímé je další technika použitá přímo ve zkoumaných podnicích ve vytypovaných oblastech či provozech, nejčastěji přímo na montážních pracovištích.

Analýza kvalitativních dat

Na data získaná kvalitativními výzkumnými metodami je vhodné nahlížet spíše jako na konkrétní texty. Úkolem výzkumníka je tyto texty uchopovat v co největší šíři jejich aktuálních (autorem zamýšlených) i potenciálních (autorem často neuvědomovaných) významových rovin. (Pavlica, 2000)

Další použité metody

V práci bude kromě již zmíněných použita **metoda srovnání**. Využity jsou rovněž **několikaleté zkušenosti** autora získané během projektů realizovaných ve výrobních i nevýrobních podnicích a **holistický přístup** k celé problematice.

4 HLAVNÍ VÝSLEDKY DISERTAČNÍ PRÁCE

4.1 Předvýzkum

Ještě před zahájením vlastního výzkumu byl realizován tzv. předvýzkum. Cílem tohoto předvýzkumu bylo zjistit, zda montážní pracoviště a problematika související s jejich zvyšováním výkonu a optimalizacemi je pro české firmy aktuálním tématem a má smysl se touto oblastí v disertační práci zabývat.

Předvýzkum byl realizován v 10 firmách. Firmy byly dopředu zvoleny napříč celým průmyslovým odvětvím.

Výsledkem tohoto předvýzkumu byl jednoznačný fakt, že podniky, se kterými bylo komunikováno, potvrdili, že:

- optimalizace montážních pracovišť je pro ně aktuálním tématem;
- zástupci těchto podniků by uvítali obecně platnou metodiku pro optimalizaci montážních pracovišť.

4.2 Kvantitativní výzkum

V rámci kvantitativního výzkumu bylo realizováno vlastní dotazníkové šetření.

Postup tvorby dotazníku a výběr vzorku pro dotazníkové šetření

Samotný formát dotazníku byl definován na základě použitých metod, technik a závěrů vyplývajících z předvýzkumu. Obecně je možno říci, že čím více statistických jednotek do souboru zahrneme, tím dostaneme přesnější odhady. Na druhé straně je zvyšování rozsahu výběrového souboru spojeno se zvyšováním nákladů, námahy a potřebného času na získání hodnot ukazatele. Při výběru respondentů tohoto výběrového statistického šetření se jednalo o techniku náhodného výběru: systematického. Výběr byl z převážné části realizován z kontaktů databáze Albertina. Základní soubor musel splňovat tyto kritéria:

- muselo se jednat o výrobní firmu;
- společnost musela působit na území České republiky;
- společnost musela mít alespoň 10 zaměstnanců a musela vykazovat v roce 2011 činnost.

Kromě výše definovaných kritérií bylo cílem vybrat firmy, které z hlediska svého zaměření mají montáže. Osloveny byly tedy převážně firmy z automobilového, strojírenského, plastikářského a elektrotechnického průmyslu. Konkrétně se dle standardu Evropské unie pro klasifikaci

ekonomických činností (CZ – NACE) jednalo o následující kategorie činností, které oslovené firmy musely splňovat:

- Kód 22: Výroba pryžových a plastových výrobků.
- Kód 26: Výroba počítačů, elektronických a optických přístrojů a zařízení.
- Kód 27: Výroba elektrických zařízení.
- Kód 28: Výroba strojů a zařízení.
- Kód 29: Výroba motorových vozidel (kromě motocyklů), přívěsů a návěsů.
- Kód 30: Výroba ostatních dopravních prostředků a zařízení.

Následně bylo vybráno 400 výrobních společností působících na území České republiky. Návratnost těchto dotazníků byla necelých 30%, kdy se vrátilo 118 úplně vyplněných dotazníků. Tyto společnosti byly zastoupeny napříč celým spektrem průmyslu a jednalo se výhradně o výrobní společnosti.

Forma dotazníkového šetření

Respondenti byli osloveni dvěma způsoby:

1. Převážná část respondentů byla oslovena formou e – mailové komunikace, kdy byl dotazník zaslán elektronickou poštou. Dotazníky byly zasílány zpět rovněž formou elektronické pošty.
2. Zbylá, výrazně menší část respondentů byla oslovena na základě osobního kontaktu a dotazník jim byl předán v tištěné podobě. Stejně tak na základě osobního převzetí byl vyplněný dotazník navrácen zpět.

Pro testování statistických hypotéz byl využit výpočet p – hodnoty, která udává mezní hladinu významnosti, při které by byla hypotéza ještě zamítnuta. Pro testování hypotéz byla zvolena hladina významnosti $\alpha = 5\%$. Hypotéza je tedy zamítána na zvolené hladině alfa.

Otázky dotazníkového šetření byly rozděleny do třech základních oblastí:

- doplňující informace o společnosti;
- organizace montážních pracovišť;
- metodika optimalizace montážních pracovišť.

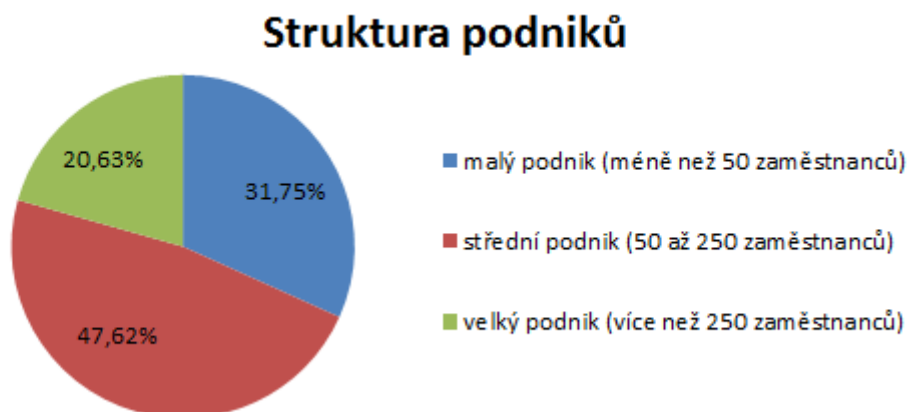
4.2.1 Doplňující informace o společnosti

Cílem první kategorie informací bylo především zjistit doplňující informace o společnosti týkající se její velikosti (z pohledu počtu zaměstnanců) a komplexnosti výrobních technologií, kterými firma disponuje.

Otázka 1: Uveďte počet zaměstnanců firmy

Respondenti měli zvolit, zda se jedná o velký podnik (více než 250 zaměstnanců), střední podnik (50 – 250 zaměstnanců), malý podnik (méně než 50 zaměstnanců). Téměř polovina oslovených firem patřila mezi střední

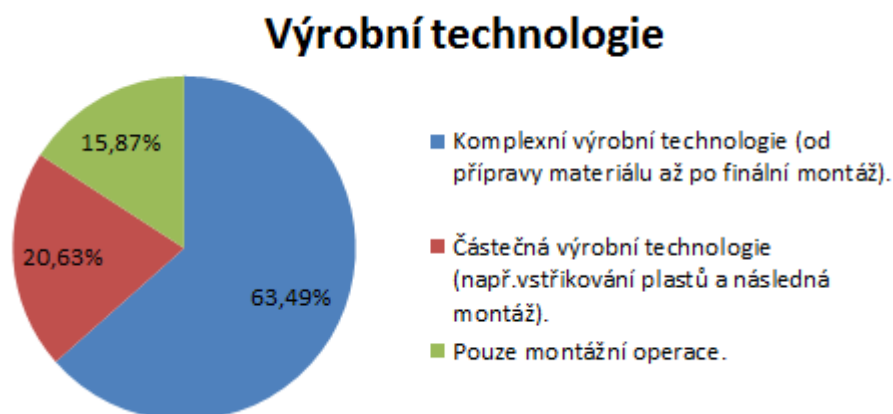
podniky, 20 % firem mělo více než 250 zaměstnanců a zbylých asi 30 % byly malé podniky s méně než 50 zaměstnanci.



Graf 1 Struktura podniků (vlastní zpracování)

Otázka 2: Jakými disponujete výrobními technologiemi?

Cílem bylo zjistit, zda firma disponuje komplexními výrobními technologiemi, či se jedná pouze o tzv. „montážní závod“. Poměrně zajímavé bylo zjištění, že 63% firem disponuje komplexní výrobní technologií (od přípravy materiálu až po finální montáž). Asi 20 % společností má k dispozici částečnou výrobní technologii. Pouze necelých 16 % dotazovaných firem je zaměřena čistě na montážní operace.



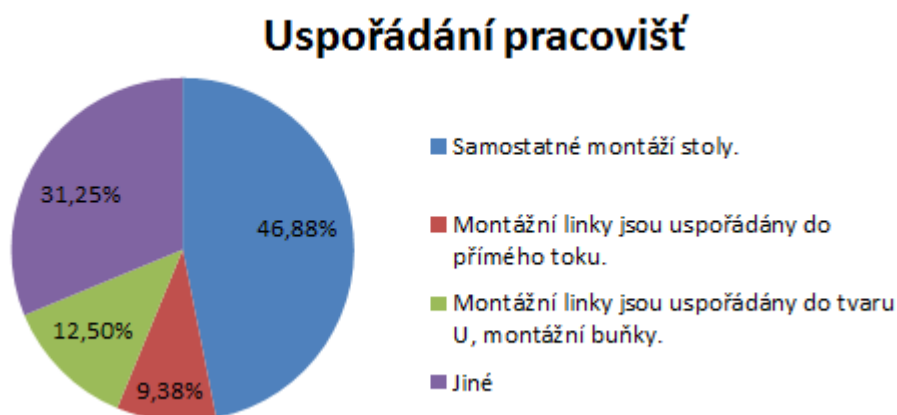
Graf 2 Výrobní technologie (vlastní zpracování)

4.2.2 Organizace montážních pracovišť

Druhá kategorie otázek je zaměřena na zjištění detailních informací o montážních pracovištích ve společnosti. Jde především o uspořádání těchto pracovišť, jejich univerzálnost, či informace týkající se samotných montážních pracovníků.

Otázka 3: Jakým způsobem máte montážní pracoviště uspořádána?

Ve více než 45% případů jsou montážní pracoviště organizovány formou samostatných stolů, u necelých 10% procent podniků jsou tato pracoviště uspořádána do přímého toku a pouze ve 12% se jedná o layouty do tvaru písmene „U“ či montážní buňky. Ve zbylých 20% jde o jiné, alternativní uspořádání montáže.

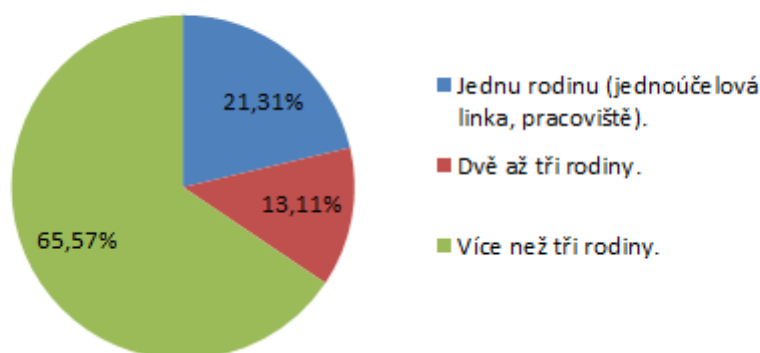


Graf 3 Uspořádání pracovišť (vlastní zpracování)

Otázka 4: Jsou vaše montážní pracoviště univerzální? Kolik rodin (typů) dokážete montovat na jedné lince (montážním pracovišti)?

Cílem této otázky bylo zjistit univerzálnost pracovišť. Poměrně jednoznačně převládala s téměř 66% odpověď, že se jedná o více než 3 rodiny výrobků. 21% respondentů potom uvádí, že se jedná o jednoúčelová pracoviště a asi ve 13% případů jsou pracoviště koncipována pro montáž 2 – 3 různých výrobních rodin.

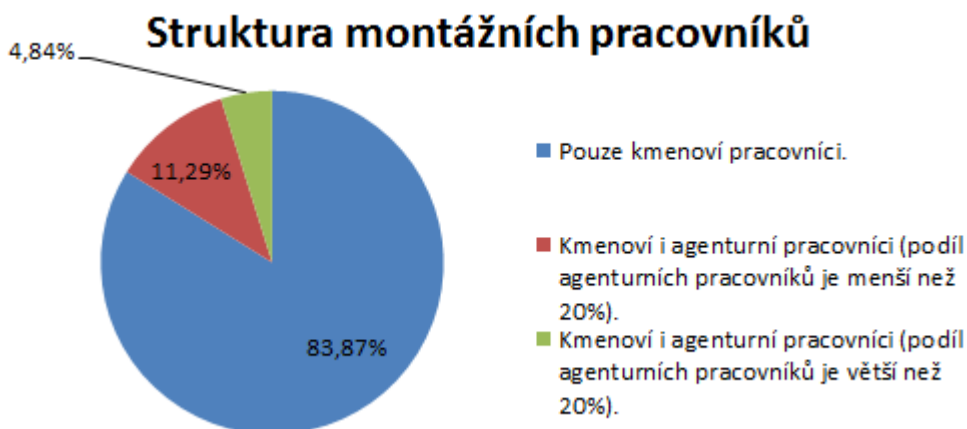
Počet rodin na jednom pracovišti



Graf 4 Počet rodin na jednom pracovišti (vlastní zpracování)

Otázka 5: Jsou vaše montážní pracoviště univerzální? Kolik rodin (typů) dokážete montovat na jedné lince (montážním pracovišti)?

Tato otázka byla zaměřena na strukturu pracovníků z pohledu toho, zda se jedná o pracovníky kmenové či agenturní. Z dotazníkového šetření je jednoznačně patrné, že téměř s 84% převládají společnosti, které na svých montážních pracovištích zaměstnávají pouze kmenové pracovníky. U dalších téměř 12% firem je podíl agenturních pracovníků menší než 20%. Pouze v necelých 5% případech tvoří agenturní pracovníci významnější podíl pracovní síly montážních pracovišť a to více než 20%.

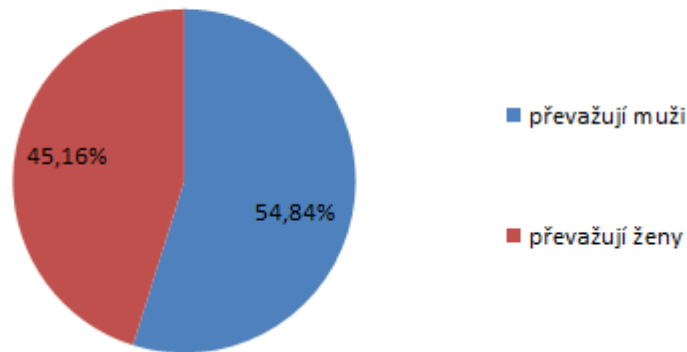


Graf 5 Struktura montážních pracovníků (vlastní zpracování)

Otázka 6: Převažují na montážních pracovištích ve firmě muži nebo ženy?

Tato otázka je podobně jako otázka předchozí zaměřena na strukturu pracovníků, tentokrát z pohledu pohlaví. Zastoupení obou pohlaví je na montážních pracovištích poměrně vyrovnané, přece jen však mírně převažují muži. Muži převažují na montážních pracovištích u téměř 56% firem.

Pohlaví montážních pracovníků



Graf 6 Pohlaví montážních pracovníků (vlastní zpracování)

4.2.3 Metodika optimalizace montážních pracovišť

Cílem této kategorie otázek je zjistit, zda společnosti systematicky optimalizují montážní pracoviště, zda mají zpracovanou svoji interní metodiku, kdo tuto optimalizaci realizuje a jaké ukazatele firmy používají pro hodnocení úspěšnosti optimalizace.

Otázka 7: Jakým způsobem montážní pracoviště optimalizujete?

Z odpovědí na tuto otázku je patrné, že pouze asi 40% podniků má vypracovanou vlastní interní metodiku optimalizace. 37% společností provádí optimalizace „pocitově“ na základě historických zkušeností. Téměř 20% dotazovaných společností nijak systematicky svá pracoviště neoptimalizuje. Pouze něco málo přes 3% z dotazovaných firem využívá pro optimalizaci služeb externích společností.

Způsob optimalizace

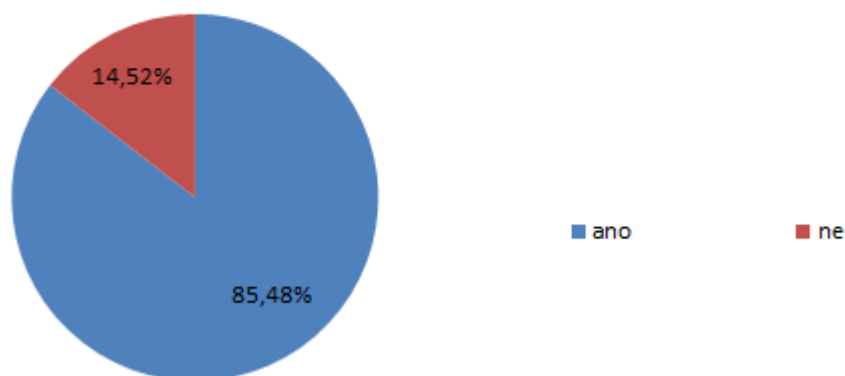


Graf 7 Způsob optimalizace (vlastní zpracování)

Otázka 8: Máte možnost ovlivnit výslednou podobu montážních pracovišť již ve fázi vývoje a náběhu výroby?

Odpověď na tuto otázku byla poměrně jednoznačná. Více než 85% firem uvedlo, že tuto možnost mají. Tento fakt není nijak překvapivý a koresponduje se skutečností, která je patrná z otázky č. 2, kde více než 60% společností disponuje komplexními výrobními technologiemi. Je proto přirozené, že mají možnost zasahovat do koncepce pracovišť již během fáze náběhu či vývoje.

Ovlivnění pracovišť ve fázi vývoje a náběhu

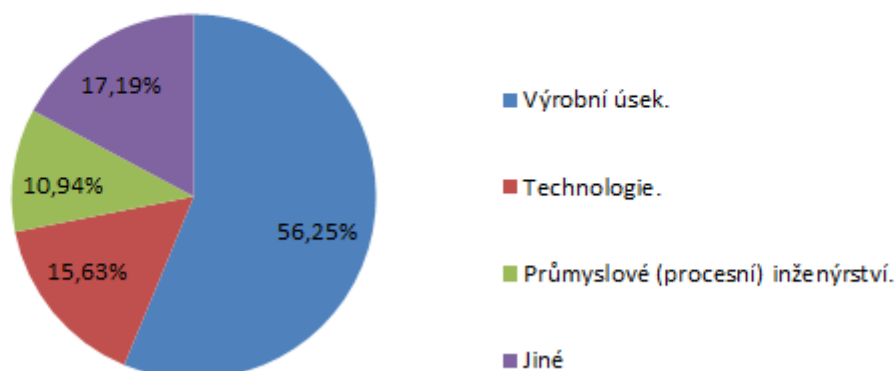


Graf 8 Ovlivnění pracovišť ve fázi vývoje a náběhu (vlastní zpracování)

Otázka 9: Kdo je zodpovědný za optimalizaci montážních pracovišť?

Za optimalizaci montážních pracovišť je v 56% případů zodpovědný výrobní úsek. U 16% dotazovaných společností je zodpovědnost na straně technologie. Poměrně zajímavé je zjištění, že útvar průmyslového či procesního inženýrství nese zodpovědnost za optimalizaci montážních pracovišť pouze u 11% dotazovaných společností. U zbylých 20% respondentů za optimalizaci nezodpovídá ani jeden z výše zmíněných útvarů.

Zodpovědnost za optimalizaci

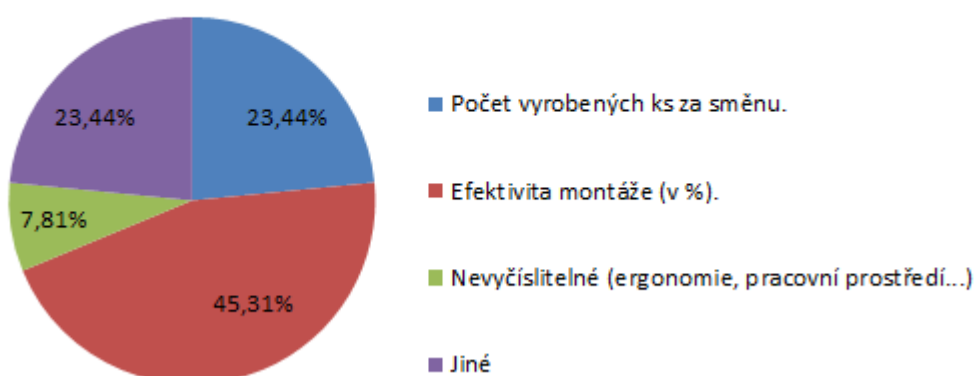


Graf 9 Zodpovědnost za optimalizaci (vlastní zpracování)

Otázka 10: Jak hodnotíte dopady prováděných optimalizací? Který ukazatel je pro vás rozhodující?

Celkem ve více než 70% případů je rozhodujícím kritériem optimalizace efektivita montážního pracoviště či počet vyrobených kusů za určitou časovou jednotku. Konkrétně 45% firem shledává jako rozhodující efektivitu montáže, 23% potom počet kusů vyrobených za směnu. Jen necelých 8 % respondentů uvedlo, že klíčové jsou pro ně nevyčíslitelné přínosy, jako je zlepšení pracovního prostředí, zlepšení podmínek při práci, ergonomie apod. Zbýlých 23% firem nehodnotí úspěšnost optimalizace prvořadě ani jedním z výše uvedených ukazatelů.

Ukazatel úspěšnosti optimalizace



Graf 10 Ukazatel úspěšnosti optimalizace (vlastní zpracování)

Otázka 11: Uvítali byste, kdybyste měli k dispozici komplexní detailně zpracovanou metodiku (od analýzy přes návrhy řešení až po implementaci) pro optimalizaci montážních pracovišť?

Cílem závěrečné otázky bylo zjistit, zda je u českých podniků zájem o komplexně zpracovanou metodiku. Zájem o tuto metodiku včetně jejího reálného využití uvádí více než polovina dotazovaných firem. Necelých 12% udává, že by metodiku uvítali, ale nepoužívali by ji. Zbylých 35% společností nejeví o tuto metodiku zájem.



Graf 11 Ukazatel úspěšnosti optimalizace (vlastní zpracování)

4.2.4 Shrnutí kvantitativního výzkumu

Z dotazníkového šetření provedeného ve výrobních společnostech napříč jednotlivými odvětvími vyplývají tyto klíčové závěry:

- více než polovina firem disponuje komplexní výrobní technologií;
- téměř polovina společností má svá montážní pracoviště organizována jako samostatné montážní stoly;
- převážná část montážních pracovišť vykazuje vysoký stupeň univerzálnosti, montují se na nich více než 3 rodiny výrobků;
- ve většině společností je poměr mužů a žen na montážích poměrně vyrovnaný;
- více než 80% společností uvádí, že nevyužívá agenturní pracovníky;
- převážná část firem uvádí, že má možnost ovlivnit výslednou podobu montážních pracovišť již ve fázi vývoje či náběhu výroby;
- pouze necelá polovina společností má vypracovanou interní metodiku optimalizace montážních pracovišť;
- optimalizací se příliš často nezabývají ve společnosti průmyslový inženýři, ale technologové nebo přímo pracovníci výrobního úseku;

- při optimalizaci není příliš kladen důraz na nevyčíslitelné přínosy (např. zlepšení pracovního prostředí), klíčový je ukazatel efektivity montážních operací;
- více než polovina firem by uvítala, kdyby měli k dispozici ucelenou metodiku pro optimalizaci montážních pracovišť.

4.3 Kvalitativní výzkum

V disertační práci byl rovněž jako druhý stěžejní nástroj zvolen kvalitativní výzkum a to především pro jeho vysokou validitu. Další významnou roli hrál i fakt, že kvalitativní výzkum umožňuje přímou interakci a ověřování formou doplňujících otázek. V neposlední řadě to byl rovněž poměrně velký prostor k osobnímu kontaktu, díky působení autora v poradenské sféře. První fáze výzkumné části byla tedy realizována formou strukturovaných rozhovorů. Celý kvalitativní výzkum by měl rovněž složit k potvrzení či vyvrácení definovaných hypotéz.

4.3.1 Strukturované rozhovory

Cílem strukturovaných rozhovorů bylo zjistit, zda se firmy zabývají optimalizací montážních pracovišť a v případě, že ano, zda mají vytvořenu vlastní metodiku pro tuto optimalizaci. Dílčí cíle potom byly zaměřeny na sledování případných závislostí výsledků na velikosti firmy či oblasti, ve které působí (klasifikace ekonomických činností).

Použité metody a techniky

V rámci kvalitativního výzkumu byly pro splnění vytýčených cílů použity tyto metody:

- kvalitativní rozhovor;
- pozorování v reálných podmínkách.

Kvalitativní rozhovor byl realizován na základě předem definované struktury otázek, částečně doplněno o další specifické otázky, především v otevřené formě. Přímé pozorování procesů sloužilo následně k dokreslení reálného stavu poznání v konkrétním podniku.

Výběr a velikost vzorku

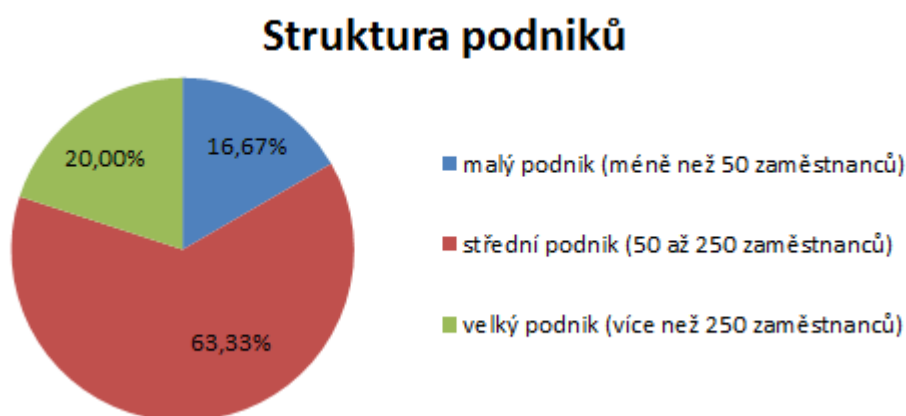
Strukturované rozhovory byly vedeny celkem ve 30 firmách. Jednalo se výhradně o výrobní firmy, kde alespoň jedním z výrobních procesů je montáž. Tyto firmy působí v různých odvětvích, zastoupeny tak byly firmy jak z automobilového průmyslu, leteckého a železničního průmyslu, tak firmy ze strojírenství, elektrotechniky a výroby domácích spotřebičů či nemocniční techniky. Počty firem dle jednotlivých odvětví, s jejichž zástupci byly vedeny

rozhovory, jsou uvedeny v následující tabulce. Pro členění byla použita klasifikace ekonomických činností (CZ – NACE) dle standardů Evropské unie.

Kód	Činnost	Počet firem
21	Výroba základních farmaceutických výrobků a farmaceutických přípravků	3
26	Výroba počítačů, elektronických a optických přístrojů a zařízení	2
27	Výroba elektrických zařízení	4
28	Výroba strojů a zařízení	5
29	Výroba motorových vozidel (kromě motocyklů), přívěsů a návěsů	10
30	Výroba ostatních dopravních prostředků a zařízení	5
31	Výroba nábytku	1

Tab. 1 Klasifikace firem dle CZ – NACE (vlastní zpracování)

Zastoupeny byly jak malé tak střední a velké podniky. Přesnou strukturu ukazuje následující graf.



Graf 12 Struktura firem dle velikosti (vlastní zpracování)

Z pohledu majetkové struktury a vedení společnosti byly vybrány jak firmy české tak se zahraničním vlastníkem a vedením (německé, anglické, japonské).

Strukturované rozhovory byly vedeny v závislosti na velikosti a majetkové struktuře firmy s pracovníky na některé z následujících pozic:

- ředitel společnosti;
- ředitel závodu;
- výrobní ředitel;
- vedoucí výrobní jednotky;

- vedoucí montáže;
- průmyslový inženýr (procesní inženýr, lean specialista).

Skladba otázek strukturovaného rozhovoru

Jednotlivé otázky byly formulovány za účelem naplnění hlavního cíle strukturovaných rozhovorů, tedy zjištění skutečného stavu českých podniků v oblasti optimalizace montážních pracovišť. Otázky směřovaly do těchto základních oblastí:

- doplňující informace o firmě, výrobě (nad rámec obecně známých informací nebo informací dostupných autorovi v rámci realizace projektu ve společnosti);
- optimalizace montážních pracovišť;
- používaná metodika.

Konkrétní podoba otázek je vidět níže.

Oblast	Otázky
Doplňující informace o firmě, o výrobě	<p>Jaké máte výrobní technologie (hrubá výroba, svařování, lakování, montáž, ...)?</p> <p>Jak velký poměr tvoří montážní operace?</p> <p>Jsou pro vás montážní operace klíčovou technologií?</p>
Montážní pracoviště	<p>Kolik montujete rodin či druhů výrobků?</p> <p>Máte montážní operace uspořádány do linek či buněk nebo se jedná spíše o jednotlivá pracoviště?</p> <p>Máte tato pracoviště či linky jednoúčelové nebo jsou univerzální pro více výrobků či výrobních řad?</p> <p>Dokážete flexibilně upravovat velikost výstupu z vašich montážních pracovišť a reagovat tak na aktuální požadavek zákazníka.</p> <p>Pracují na montážních operacích pouze kmenoví pracovníci české národnosti?</p>
Optimalizace montážních pracovišť	<p>Navrhujete si montážní pracoviště a linky sami nebo je přejímáte jako hotová řešení?</p> <p>Zabýváte se systematickým zlepšováním (optimalizací) montážních pracovišť?</p> <p>Z jakého důvodu optimalizaci provádíte a na co se při ní soustředíte?</p> <p>Kdo je za optimalizaci montážních pracovišť zodpovědný?</p> <p>Jste koncernem či zákazníkem nuceni každoročně na svých montážních pracovištích vykazovat úspory?</p>
Použitá metodika	<p>Máte vypracován nějaký postup či metodiku, jak při optimalizaci postupujete?</p> <p>Jaké metody a nástroje z oblasti štíhlé výroby při optimalizaci používáte?</p> <p>Pomohlo by vám, kdybyste měli k dispozici obecnou metodiku, jak při optimalizaci montážních pracovišť postupovat a na které věci se zaměřit?</p>

Tab. 2 Otázky strukturovaného rozhovoru (vlastní zpracování)

Vzhledem k tomu, že se jednalo o tzv. „face – to – face“ rozhovory, jejichž hlavní výhodou je možnost interakce a případné kladení doplňujících otázek, byla výše popsaná osnova otázek pouze základní strukturou, která byla ve většině případů dle potřeby rozšířena či doplněna.

4.3.2 Shrnutí výsledků kvalitativního výzkumu

Kvalitativní výzkum byl založen na strukturovaných rozhovorech realizovaných přímo ve výrobních podnicích.

Z 30 firem se jednalo v 5 případech o společnosti, které jsou „pouze montážními závody“. Je tedy zřejmé, že u těchto firem jsou montážní operace naprosto klíčové. U zbylých 25 firem, které disponují více technologiemi, pro

16 firem zaujímají montážní operace největší část přidané hodnoty a tvoří v porovnání s jinými technologiemi většinový, více než 50 % podíl.

Všechny z oslovených firem montují více než jeden druh výrobku, nejčastěji se počet výrobních variant pohyboval kolem 20. Více než 70% podniků má montážní pracoviště uspořádána do linek či buněk, zbylých 30 % provádí montážní operace na izolovaných pracovištích nebo montážních stolech. Obdobný je i poměr, co se týká univerzálnosti těchto montážních linek. Více než 20 firem nemá montážní linky univerzální a dokáží na jedné lince vyrábět jen velmi podobné nebo zcela stejné výrobky. Všechny z dotazovaných firem dokáží nějakým způsobem zareagovat na změnu požadavků zákazníka, drtivá většina ale dodává, že pro různé objemy produkce nejsou pracoviště balancovány a je tato reakce vždy poplatná výrazně nižší produktivitě. Dalším významným zjištěním byl fakt, že pouze ve třetině firem pracují kmenoví, česky hovořící pracovníci, ve zbytku případů tvořili většinou kolem 10 – 20 % pracovníci agenturní. To jsou symptomy pro vizualizaci a montážních postupů a jiných standardů.

Více než polovina společností si svá montážní pracoviště a linky neprojektuje sama, ale přejímá je od koncernu či zákazníka a nemůže tak ve fázi návrhu do konečné podoby příliš zasahovat. Systematickým zlepšováním montážních pracovišť se zabývá necelá polovina firem, 5 neoptimalizuje svá pracoviště vůbec a zbytek přiznává, že se jedná spíše o drobné zlepšení související s pořádkem a standardním uložením položek na pracovišti. V případě, že se podniky optimalizací montážních pracovišť zabývají, je to z 80% z důvodu tlaku na náklady ze strany koncernu či zákazníka a hlavním cílem optimalizace je tak zvýšení produktivity montážních pracovišť, popřípadě zlepšení kvality produkce. Pouze ve 3 případech byly hlavní důvody na straně ergonomie. Za oblast optimalizace v téměř polovině případů překvapivě není zodpovědný průmyslový či procesní inženýr, ale jedná se nejčastěji o technology, vedoucí výroby či mistry.

Žádná z firem nemá vypracovanou žádnou metodiku, která by byla vodítkem při optimalizaci montážních pracovišť. Optimalizace jsou prováděny spíše intuitivně a nejčastěji jsou používány metody z oblasti měření a standardizace práce, dále metoda 5S a vizuální management, popřípadě poka – yoke principy. 26 firem by rovněž uvítalo, kdyby měli k dispozici obecně platnou metodiku pro optimalizaci montážních pracovišť.

Ze strukturovaných rozhovorů byla rovněž patrná závislost použitých metod a aktivit vykonávaných v souvislosti s optimalizací, na velikosti firmy. Systematickou optimalizací montážních pracovišť se v převážné míře zabývají pouze velké a střední podniky.

Z výše uvedených závěrů kvalitativního výzkumu vyplývá několik skutečností, které je třeba respektovat při dalším postupu disertační práce a na základě těchto skutečností je třeba navrhovat obecnou metodiku. Jedná se především o fakta, že:

- velká část firem se přímo nepodílí na projektování montážních pracovišť a mnohem aktuálnější pro ně je až fáze optimalizace;
- při zlepšování či optimalizaci montážních pracovišť se firmy většinou zaměřují na zvýšení produktivity;
- firmy nemají pro optimalizaci vypracovanou žádnou metodiku;
- většina montážních pracovišť není dostatečně univerzální a flexibilní;
- optimalizaci často nemají na starost průmysloví a procesní inženýři, ale lidé, kteří nemají s metodami štíhlé výroby příliš zkušeností;
- ve většině firem vykonává montážní operace 10 – 20 % agenturních pracovníků.

4.4 Závěry výzkumu

Klíčové poznatky jak z kvantitativního, tak kvalitativního výzkumu již byly shrnuty v rámci jednotlivých typů výzkumu. Obecně je možno říci, že ve všech důležitých oblastech vykazují oba typy výzkumů obdobné výsledky a nejsou ve vzájemném rozporu. U některých typů otázek dochází k drobným odchylkám. Ty však mohou být způsobeny větší hloubkou otázek při strukturovaných rozhovorech a větší otevřeností při tomto kvalitativním výzkumu. Tyto rozdíly jsou především v následujících dvou oblastech:

- možnost ovlivnění výsledné podoby montážních pracovišť ve fázi vývoje či náběhu;
- využívání agenturních pracovníků.

Dle kvantitativního výzkumu převážná část společností uvádí, že mají možnost ovlivnit budoucí podobu svých montážních pracovišť již ve fázi vývoje a náběhu. V rámci strukturovaných rozhovorů však bylo zjištěno, že zasahování českých podniků do designu těchto pracovišť především k časovému tlaku během náběhové a vývojové fáze není z praktického hlediska příliš reálné. Tyto podniky se potom spíše uchylují k dodatečným optimalizacím. V případě využívání agenturních pracovníků, uvádí v dotazníkovém šetření více než 80% firem, že agenturní pracovníky nevyužívají. V rámci kvalitativního výzkumu však většina oslovených firem připouští, že využívají v omezené míře, cca 10 – 20% na montážních operacích agenturní pracovníky.

Z kvantitativního i kvalitativního výzkumu jsou patrné následující závěry a zjištění, které budou základním vodítkem pro vypracování obecně platné metodiky.

- Velká část společností nemá vypracovávánu vlastní metodiku pro optimalizaci montážních pracovišť, optimalizace provádějí na základě historických zkušeností. Převážná část firem by uvítala, kdyby takové metodika byla k dispozici.
 - **Aktuálnost řešeného tématu, zájem ze strany firem o metodiku.**
- Optimalizaci ve společnostech z velké části neprovádějí průmysloví nebo procesní inženýři, ale pracovníci technologie či výroby.
 - **Nutno metodiku vypracovat detailně s dostatečným popisem a vysvětlením jednotlivých postupových kroků.**
- Rozhodujícím faktorem úspěšnosti optimalizace je zvýšení ukazatele efektivity či produktivity. Neměřitelným, či obtížně měřitelným ukazatelům není věnována přílišná pozornost.
 - **Ukázat v metodice význam obtížně měřitelných přínosů jako je např. zlepšení ergonomie práce a snaha o jejich přímé propojení s klíčovými ukazateli efektivity montáže či produktivity práce.**
- Většina společností má svá výrobní pracoviště univerzální a montuje na nich více než tři rodiny výrobků.
 - **Požadavek na univerzálnost a vysokou míru flexibility montážních pracovišť.**
- Velká část firem má svá montážní pracoviště organizována jako samostatně stojící montážní stoly.
 - **Maximální snaha o zavedení toku jednoho kusu v podobě na sebe navazujících pracovišť.**

4.5 Obecná metodika

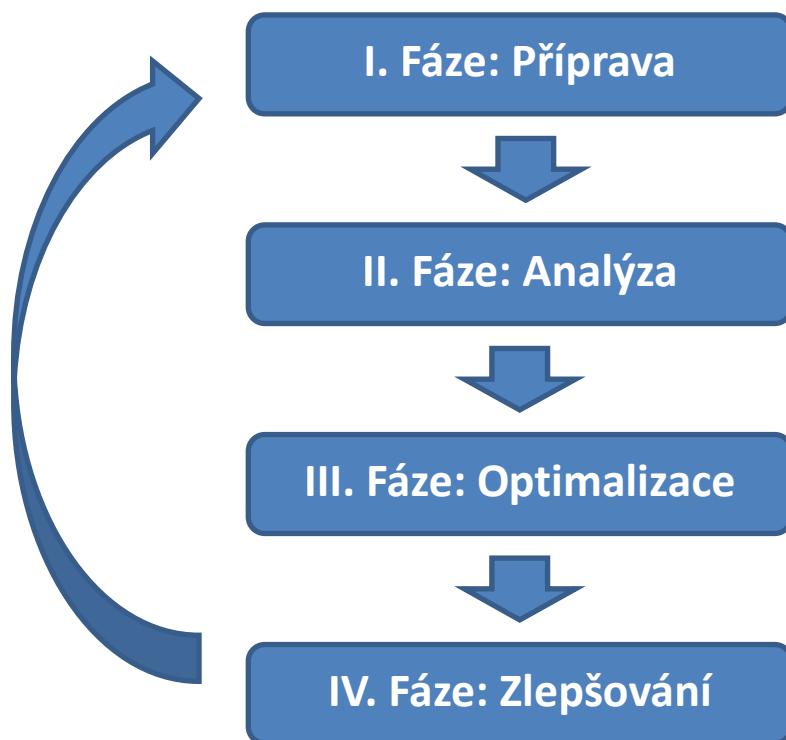
Navržení obecně platné metodiky pro optimalizaci montážních pracovišť je hlavním cílem disertační práce, návrh metodiky je tedy stěžejní a byla jí věnována podstatná část dosavadní práce. Metodika byla navržena na základě výsledků kvantitativního a kvalitativního výzkumu a na základě zkušeností při realizaci projektů zaměřených jak na zlepšováním procesů, tak konkrétně na optimalizaci montážních pracovišť.

Navrhovanou metodiku lze rozdělit do čtyř základních fází:

- příprava;
- analýza;
- optimalizace;
- zlepšování.

Tuto optimalizaci v podobě po sobě jdoucí fáze je třeba chápat jako nikdy nekončící koloběh, resp. koloběh, který končí až s koncem životního cyklu výrobku a tedy i montážního pracoviště.

Schématické znázornění obecné metodiky je patrné z níže uvedeného obrázku. Detailní obsah jednotlivých fází včetně doporučovaných metod a výstupů je potom uveden v dalších kapitolách.



Obr. 10 Obecný postup optimalizace montážních pracovišť (vlastní zpracování)

4.5.1 I. Fáze: Příprava

První, přípravnou fázi je možno rozdělit do pomyslných dvou oblastí. Nejprve je vhodné velmi rychle, bez zbytečně rozsáhlých a hloubkových analýz, zhodnotit aktuální stav montážního pracoviště a rozhodnout, zda je optimalizace vhodná. Zlepšování je samozřejmě nikdy nekončící proces a vždy je možné proces do větší či menší míry zlepšit a totéž platí i optimalizaci montážních pracovišť. Úvodní rychlý audit by však měl pomoci odpovědět na otázky, zda je optimalizace nezbytná, zda optimalizovat pracoviště komplexně, či se zaměřit pouze na dílčí optimalizaci.

Úvodní rychlý audit pro hodnocení montážních pracovišť

Hodnocené oblasti:

- Výkon.
 - Sledované ukazatele.
 - Plnění ukazatelů.
 - Spotřeba času.
 - Balancování operací.
- Layout.
 - Layout pracoviště.
 - Univerzálnost.
 - Flexibilita.
- Kvalita.
 - FMEA.
 - Poka – Yoke.
 - Nekvalita.
 - Karty chyb.
 - Standardy.
- Pracovníci.
 - Kvalifikace.
 - Náplň práce.
 - Způsob odměňování.
 - Ergonomie.
- Logistika.
 - Manipulace uvnitř pracoviště.
 - Logistika pracoviště.

Způsob hodnocení:

- Celkový počet bodů: 72
- Pro každou oblast definovány 4 úrovně, ve kterých se může montážní pracoviště nacházet:
 - Úroveň 1: 4 body.
 - Úroveň 2: 3 body.
 - Úroveň 3: 2 body.
 - Úroveň 4: 1 bod.
- Výsledné hodnocení:
 - **72 – 65 bodů: Velmi vysoká úroveň montážního pracoviště – optimalizace není nutná.**
 - **65 – 58 bodů: Vysoká úroveň montážního pracoviště – komplexní optimalizace není nutná, je vhodné se zaměřit pouze na problémové oblasti.**
 - **58 – 50 bodů: Průměrná úroveň montážního pracoviště – komplexní optimalizace montážního pracoviště je vhodná.**

- Méně než 50 bodů: Nízká úroveň montážního pracoviště – komplexní optimalizace pracoviště je nezbytná.

Název firmy: ABC s. r. o.

Název pracoviště: montáž XYZ

Dosažená bodová hodnota: 56

Hodnocení: Průměrná úroveň montážního pracoviště – komplexní optimalizace montážního pracoviště je vhodná.

Kritérium hodnocení	Uroveň 1 (4 body)	Uroveň 2 (3 body)	Uroveň 3 (2 body)	Uroveň 4 (1 bod)
VÝKON				
Sledované ukazatele	Jsou definovány ukazatele, které jsou na pracovišti sledovány včetně přijatelného intervalu hodnot. Jsou definovány kroky, v případě, že se ukazatele vychýlí z definovaného intervalu	Jsou definovány ukazatele, které jsou na pracovišti sledovány včetně přijatelného intervalu hodnot	Jsou definovány ukazatele, které jsou na pracovišti sledovány	Nejsou definovány ukazatele, které jsou na pracovišti sledovány
Plnění ukazatelů	Definované hodnoty sledovaných ukazatelů jsou pravidelně plněny na všech směnách	Definované hodnoty sledovaných ukazatelů jsou z převážné části plněny, ne však zcela vždy a na všech směnách	Definované hodnoty ukazatelů jsou plněny ve více než 50% případů	Definované hodnoty ukazatelů většinou nejsou plněny (plnění v méně než 50% případů)
Spotřeba času	Je definována spotřeba času jednotlivých operací na základě nepřímého měření včetně potenciálu na snížení času	Je definována spotřeba času jednotlivých operací na základě nepřímého měření	Je definována spotřeba času jednotlivých operací na základě historických kvalifikovaných odhadů či přímým měřením	Není definována spotřeba času jednotlivých operací
Balancování operací	Je stanoven zákaznický takt, definována pracnost jednotlivých operací, stanoven počet pracovníků, balancování operací dle délky trvání činností i náročnosti na kvalifikaci pracovníka	Je stanoven zákaznický takt, definována pracnost jednotlivých operací, stanoven počet pracovníků, balancování operací dle délky trvání činností	Je stanoven zákaznický takt, definována pracnost jednotlivých operací	Je stanoven zákaznický takt, není provedeno balancování

Obr. 11 Ukázka části rychlého vstupního auditu pro hodnocení montážních pracovišť (vlastní zpracování)

Druhá část přípravné fáze je zaměřena především na projektové řízení. Jejím cílem je správně projekt nadefinovat. Je třeba si uvědomit, že veškeré rozsáhlejší a komplikovanější zlepšovateľské (lean) aktivity je třeba řídit jako projekty a používat tedy standardní nástroje projektového řízení. Je v zásadě jedno, která z koncepcí a nástrojů projektového řízení je použita, je však třeba zajistit, aby celá optimalizace měla jasně definovaná pravidla. Řada firem má v rámci koncernů, jichž jsou součástí povinně nastavenou pro řízení projektů metodu DMAIC nebo mírně upravenou koncepci, která z této metody vychází. DMAIC není nijak v rozporu s navrhovanou metodikou, naopak se vhodně doplňují a je dobré ji použít.

V této první fázi je nezbytné definovat projekt z pohledu:

- cíle, popřípadě cílů;
- zdrojů, nákladů a kapacit;
- rizik a omezení;
- projektového týmu;
- časového harmonogramu.

Výstupem z první přípravné fáze by tak měl být projektový list (Project Charter), dle kterého bude celý projekt optimalizace řízen a bude rovněž sloužit pro průběžné sledování plnění cílů a dílčích úkolů. Na první pohled vypadá první fáze velmi jednoduše, ve skutečnosti je příprava a správné definování projektu jednou z nejtěžších fází. Vyplývá to i ze strukturovaných rozhovorů, kde převážná část podniků přiznává, že optimalizace svých montážních pracovišť řídí spíše pocitově bez jasných pravidel, termínů a zodpovědností. A právě tento fakt hraje potom významnou roli při úspěšnosti či neúspěšnosti výsledné optimalizace.

Klíčová je především vhodná definice cílů včetně odpovídajících měřítek. Ze zkušeností podniků vyplývá, že v této fázi je vhodné definovat max. 5 cílů. Je třeba, aby všechny cíle byly jednoznačně měřitelné, vhodné potom je, aby bylo možné vyjádřit jejich číselnou hodnotu. Cíle, u kterých je měřítkem pouze „ANO x NE“ je vhodné použít pouze jako podpůrné.

Příklady jednoznačně měřitelných cílů:

- Zvýšit produktivitu práce montážního pracoviště o 10%.
- Dosáhnout efektivity montážního pracoviště 90%.
- Zvýšit počet vyrobených kusů za směnu o 20%.
- Snížit interní nekvalitu montážního pracoviště pod 15 ppm (tzv. vnitřní Six Sigma).
- Snížit celkové mzdové náklady montážního pracoviště o 15%.

Příklady podpůrných cílů:

- zavést na montážním pracovišti tok jednoho kusu;
- zpracovat na montážním pracovišti vizuální pracovní postupy;
- zahájit zkušební provoz montážního pracoviště do 15. 2. 2013;
- zajistit plný výkon montážního pracoviště do 15. 5. 2013;
- nastavit standardy 5S na montážním pracovišti.

Datum	12.2.	13.2.	14.2.	15.2.	16.2.	17.2.	18.2.	19.2.	20.2.	21.2.	22.2.	23.2.	24.2.	25.2.	26.2.
Aktivita (postupový krok)															
FÁZE OPTIMALIZACE															
Navržení variant hrubého layoutu															
Představení variant hrubého layoutu															
Výběr nejvhodnější varianty															
Schválení hrubého layoutu vedením															
MOST časy jednotlivých operací															
FMEA															
Balancování operací na lince															
Detailní podoba pracovišť															
Kvalifikační matice pracovníků linky															
Definování sledovacích ukazatelů															
Definované požadavky na logistiku															
Standardy a dokumentace na lince															

Obr. 12 Ukázka části harmonogramu (vlastní zpracování)

Obsah první fáze z pohledu použitých metod a potřebných výstupů je uveden v následující tabulce.

Aktivita	Metoda	Výstup
Úvodní rychlé hodnocení montážního pracoviště	Audit	Způsob optimalizace
Definování projektu	Workshop	Projektový list
Časový plán projektu	Síťový	Gantův diagram
Analýza rizik	Workshop	Akční plán

Tab. 3 Aktivity první fáze (vlastní zpracování)

4.5.2 II. Fáze: Analýza

Druhá fáze, jak je již z jejího názvu patrné, je zaměřena na analýzu stávajícího stavu montážních pracovišť, popřípadě linek či buněk. Analýzu je třeba vždy přizpůsobit konkrétním potřebám a cílům optimalizace, jež byly definovány v první fázi. Obecně se však dá říci, že analýzu je třeba zaměřit do následujících oblastí:

- analýza materiálových a informačních toků;
- analýza stávajícího technologického postupu;

- analýza činnosti jednotlivých pracovišť;
- analýza činnosti pracovníků;
- analýza logistiky a zásobování linky.



snímkování a analýzy ve výrobě

Pro realizaci výše popsaných analýz je naprosto nezbytné, aby byly tyto vykonány přímo na pracovišti a ne na základě dat dostupných v informačním systému, protože je zapotřebí pro navrhovanou optimalizaci zjistit skutečný stav věci.

Ve fázi analýzy je možno použít velké množství metod a nástrojů, vždy záleží na konkrétních potřebách a cílech optimalizace. Je proto vhodné zahájit tento krok komplexní rychlou analýzou stávajícího stavu a následně na základě tohoto zjištění jsou teprve realizovány konkrétní detailní analýzy.

Tato analýza je zaměřena na:

- analýzu pracovního postupu;
- spotřebu času jednotlivých operací (přímé měření);
- srovnání naměřených časů s definovanou normou spotřeby času;
- identifikaci plýtvání;
- ergonomické nedostatky;
- další postřehy na zlepšení.

Ukázka vstupní analýzy je vidět na následujícím obrázku.

Analyza pracoviště									
Pracoviště: Montáž XY									
Vyráběná produkce: výrobek A									
Pracovní postup (jednotlivé nedělitelné celky)		Náměry cyklových časů (s)							
1. Uchopit výrobek a vložit do přípravku		7	7	8	7	6			
		7	7	7	8	7			
2. Vložit pružinku do sestavy		9	9	11	9	11			
		9	9	11	10	10			
3. Nacvaknout krytku		5	5	6	6	5			
		6	6	5	5	5			
4. Zašroubovat pomocí utahovačky		12	12	11	12	10			
		12	12	9	11	10			
5.									
6.									
Náměry cyklových časů celé operace prováděné na pracovišti (s)									
33	35	35	32	31	30	32	32	34	Průměr
									32,67
Definovaná norma		36	Náměr		32,67	Odchylka		-9,25%	
Identifikované plýtvání									
Čekání na materiál - pružinky 2 min									
Zbytečný pohyb pracovníka 5 kroků - nevhodný layout									
Ergonomické postřehy									
Křížení rukou při odebrání dílů									
Jiné postřehy, náměty na zlepšení									
Materiál v logistické cestě									

Obr. 13 Ukázka analýzy montážního pracoviště (vlastní zpracování)

Následné další kroky bychom měli navrhnout na základě zjištění z výše uvedené vstupní analýzy. Rámcově však můžeme následné aktivity rozdělit do těchto kroků:

- analýza technologického (montážního postupu);
- komplexní analýza z pohledu materiálových a informačních toků;
- detailní analýzy (logistika, ergonomie, pracovníci, ...).

Při analýze materiálových a informačních toků jde především o zjišťování velikosti a stavu zásob a rozpracovanosti, počet a délku manipulačních tras a způsob plánování a operativního řízení montážního pracoviště. Vhodným nástrojem je Value Stream Mapping (VSM). Vzhledem k faktu, že do VSM mapy se z důvodu zachování přehlednosti poměrně těžko zachycuje délka transportních tras, je dobré tuto mapu ještě následně rozšířit o procesní analýzu. Procesní analýza je tak velmi jednoduchým a rychlým nástrojem, jejímž výstupem je:

- počet operací přidávajících hodnotu, jejich doba trvání a počet pracovníků vykonávajících tyto operace;
- počet skladování, čekání a kontrol;
- počet transportů a délka transportních vzdáleností.

Někde na pomezí mezi komplexním pohledem na montážní pracoviště a detailní analýzou je samotná identifikace plýtvání. Na první pohled jde o poměrně jednoduchou aktivitu, v praxi tomu tak však často není. Pro identifikaci plýtvání je možno použít tzv. mapu plýtvání, která je pro „analyzátor“ jakýmsi průvodcem a zajišťuje, aby některé z plýtvání neopomněl. Rovněž vede k vysoké míře konkretizace a hlavně kvantifikace plýtvání. U jednotlivých druhů plýtvání je kvantifikace nadefinována následovně:

- Nadvýroba.
 - Výrobek/sestava/komponent.
 - Počet ks (palet, kg, ...).
- Zásoba.
 - Položka.
 - Počet ks (palet, kg).
- Čekání.
 - Konkrétní případ.
 - Četnost opakování.
 - Doba trvání (s, min).
- Transport.
 - Trasa.
 - Četnost opakování.
 - Vzdálenost (m, kroků).

- Pohyby.
 - Trasa.
 - Četnost opakování.
 - Vzdálenost (m, kroků).
- Chyby.
 - Konkrétní případ.
 - Četnost opakování.
- Vícepráce
 - Konkrétní případ.
 - Četnost opakování.

MAPA PLÝTVÁNÍ						
Nadvýroba	Zásoby	Čekání	Transport	Pohyby	Chyby	Vícepráce
Kvantifikace plýtvání						
Výrobek/sestava/komponent Počet ks (palet, kg, ...)	Položka Počet ks (palet, kg, ...)	Konkrétní případ Četnost opakování Doba trvání (s, min)	Trasa Četnost opakování Vzdálenost (m, kroků)	Trasa Četnost opakování Vzdálenost (m, kroků)	Konkrétní případ Četnost opakování	Konkrétní případ Četnost opakování

Obr. 14 Mapa plýtvání (vlastní zpracování)

Při analýze stávajícího technologického (montážního) postupu je třeba se zaměřit na důkladný rozbor prováděných činností jednak pro pochopení celého montážního postupu, ale hlavně bychom měli technologický postup analyzovat s cílem eliminace, spojení, přeuspořádání či zjednodušení některých úkonů a operací. V případě, že analyzujeme montážní linky či buňky, neměli bychom v rámci analýzy opomenout ani pracoviště, která aktuálně nejsou součástí linky, ale v rámci plynulého toku by bylo při optimalizaci vhodné tato rovněž zahrnout

do linky nebo buňky. Může se jednat například o různá přípravná pracoviště či pracoviště předmontáží.

Velmi důležité je rovněž srovnávat reálný postup montážního pracovníka s navrženým technologickým postupem. Z pohledu dalšího zlepšování pracoviště i zajištění kvality je naprosto nezbytné, aby definované standardy byly pracovníky dodržovány. Bez jednotného montážního postupu, který je všemi pracovníky dodržován by rovněž nebylo možné v další fázi definovat jednoznačnou spotřebu času a následnou výkonovou normu. Pro tyto potřeby je možné použít snímek pro analýzu technologického (montážního) postupu, ve kterém se soustředíme na srovnání reálného stavu s definovaným postupem daným standardem montážního postupu. Cílem je nejen nalézt odchylky v postupu, ale rovněž definovat postupové kroky, které budou potenciálem dalšího zlepšování. Velmi často se totiž stává, že samotní pracovníci přijdou na vhodnější (rychlejší, ergonomičtější, ekonomičtější) pracovní postup a v takovém případě je třeba jej „pouze“ prověřit a nejdříve standardizovat. Postup při analýze montážního postupu:

- do pole standard montážního postupu přepíšeme postupové kroky dle standardu montážního postupu;
- do pole reálný montážní postup zaznamenáváme dle reálné posloupnosti jednotlivé operace, které montážní pracovník vykonává;
- u reálných postupových kroků montážního postupu vždy o konkrétní operace zvažujeme možnost eliminace, sloučení, záměny pořadí či jiného zlepšení operace a zaznamenáváme do formuláře;
- do pole poznámky zaznamenáváme další potenciály na zlepšení, postřehy související s uspořádáním pracoviště, kvalitou, spotřebou času, ...

Detailní podoba formuláře pro analýzu montážního postupu je patrná z následujícího obrázku.

ANALÝZA MONTÁŽNÍHO POSTUPU					
Standard montážního postupu	Reálný montážní postup	eliminace operace	sloučení operace	záměna pořadí op.	eliminace operace
1.	1.				
2.	2.				
3.	3.				
4.	4.				
5.	5.				
6.	6.				
7.	7.				
8.	8.				
9.	9.				
10.	10.				
11.	11.				
12.	12.				
Poznámky:					

Obr. 15 Formulář pro analýzu montážního postupu (vlastní zpracování)

Analýzu jednotlivých montážních pracovišť i analýzu činnosti pracovníků můžeme chápat jako aktivity, které spolu velmi úzce souvisejí. Celkově nám jde o detailní identifikaci plýtvání na jednotlivých pracovištích.

Při vlastní realizaci je možno použít především nástroje z oblasti analýzy a měření práce či ergonomie. Při identifikaci plýtvání na vlastních pracovištích je většinou vhodné začít následující pěticí otázek:

1. Jaký je smysl operace (činnosti)? => Jaký by měl být?
2. Kde se tato operace (činnost) realizuje? => Kde by se měla realizovat?
3. Kdy se operace (činnost) realizuje? => Kdy by se měla realizovat?
4. Kdo operaci (činnost) realizuje? => Kdo by ji měl realizovat?
5. Jak se operace (činnost) realizuje? => Jak by se měla realizovat?

Další kroky detailní analýzy jednotlivých pracovišť by měly primárně vycházet z dříve vykonané úvodní rychlé analýzy pracoviště a zaměřovat se samozřejmě na oblasti s největším potenciálem. Téměř nezbytné však bývá v začátku vykonání snímků pracovního dne jednotlivých pracovníků. Cílem je samozřejmě zjistit využití fondu pracovní doby a analyzovat neproduktivní činnosti a plýtvání. Snímkování však může analyzátorovi rovněž detailněji

poznat skutečný stav na jednotlivých pracovištích. Je proto vhodné snímání vykonávat více dní, napříč směnami. Na základě realizovaných snímků pracovního dne bychom následně měli být schopni:

- definovat činnosti, které jsou plýtváním a navrhnout kroky vedoucí k jejich eliminaci;
- definovat činnosti, které nepřidávají hodnotu, avšak ve stávajících podmínkách není možné je zcela eliminovat;
- určit alespoň rámcovou dobu trvání těchto činností a zakomponovat je do normy spotřeby času formou přiřázky.

U snímku pracovního dne bychom neměli zapomenout ani na team leadera, v případě že není současně jedním z pracovníků montáže.

Z pohledu dalších nástrojů přímého měření je možné použít standardní chronometr. Tuto není nezbytně nutné vykonávat u všech činností, je však nezbytné ji opakovaně vykonat minimálně tam, kde byly v rámci prvotních analýz zjištěny závažné odchylky. Téměř nutné je rovněž vykonání videoanalýz a následného určení spotřeby času některým ze systémů předem určených časů. Ze zkušeností českých podniků vyplývá, že stále používanějším nástrojem se v této oblasti stává MOST (Maynard Operation Sequence Technique), především potom Basic MOST. Pro naprostou většinu montážních operací je přesnost tohoto nástroje dostatečná při zachování únosné míry pracnosti.

U jednotlivých pracovišť je třeba se rovněž zaměřit na to, zda jsou vhodně ergonomicky navrženy, především z pohledu:

- výšky pracovní roviny;
- dostatku volného prostoru;
- zón dosahu;
- manipulace s břemeny;
- konstrukce náradí a nástrojů;
- ekonomičnosti pohybů.

Základním vodítkem pro realizaci tohoto ergonomického auditu by měla být legislativa v podobě nařízení vlády č. 361/2007, kterým se stanovují podmínky ochrany zdraví při práci. Inspiraci může rovněž přinášet Státní zdravotní ústav, nejčastěji podklady od MUDr. Jany Hlávkové. Ergonomický audit by měl být vždy realizován ze dvou pohledů. Jedna část by měla být „věcná“ s cílem zjistit konkrétní hodnoty a rozměry pracoviště, definovat, zda se tato hodnota nijak nevyvíká normativům a v případě, že ano, definovat okamžitá nápravná opatření. Druhá část auditu je potom zaměřena spíše na ekonomii pracovních pohybů, efektivitu a komfort vykonávané práce. Ukázka části auditu pro hodnocení zón dosahu je vidět na následujícím obrázku.

IV. Hodnocení zón dosahu pro práci vestoje i vsedě

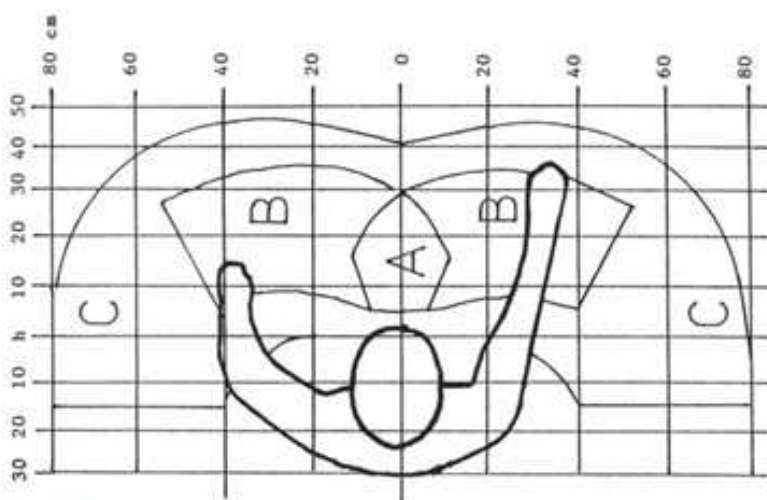
Pracoviště:

Název práce (popis práce):

Datum:

Hodnocení provedl:

Hodnocené kritérium	Doporučovaný rozměr	Skutečný rozměr	Přijatelné
Oblast A – časté (20 – 40x za směnu) a přesné pohyby - Vzdálenost do strany - Vzdálenost před sebe	15 cm 30 cm		ANO – NE ANO – NE
Oblast B – mírný předklon, pohyb do stran - Vzdálenost do strany - Vzdálenost před sebe	50 cm 35 cm		ANO – NE ANO – NE
Oblast C – maximální dosah, nutnost otáčení - Vzdálenost do strany - Vzdálenost před sebe	80 cm 50 cm		ANO – NE ANO – NE



Nápravná opatření:

Obr. 16 Ukázka ergonomického auditu (vlastní zpracování)

V rámci této fáze je rovněž je třeba analyzovat pracoviště z pohledu kvality. Reálná analýza na pracovišti by měla probíhat s cílem zjištění přítomnosti poka – yoke přípravků a řešení a reálného i potenciálního vzniku nekvality. Asi jediným vhodným a komplexním nástrojem je v tomto případě FMEA.

Jsou – li na montážních pracovištích drobná strojní zařízení, je třeba analyzovat i tato a zaměřit především na časy přestaveb těchto zařízení a

nastavení pravidelné péče o ně. Pro toto poslouží standardní SMED analýza a audity prvotních kroků TPM.

Další část analýzy by měla být zaměřena na logistiku a zásobování montážních pracovišť nebo linek. Zaměřit bychom se měli hlavně na analýzu způsobu zásobování (zda jde o systém Taxi nebo Milk – Run, zda je nastaven a funguje Kanban, jaká je obrátkovost jednotlivých položek, kdo reálně materiál a díly doplňuje, ...). V případě, že se o zásobování pracovišť nestarají samotní pracovníci montáže, ale je zajišťována manipulací, je vhodné realizovat i u tohoto pracovníka snímek pracovního dne. Vykonávají – li toto činnost samotní pracovníci, je třeba zjistit, jaký poměr pracovní doby jim tato činnost zabírá a určit frekvenci a způsob zásobování. Důležité je rovněž analyzovat velikost zásob s ohledem na budoucí nastavení minimální, avšak dostatečné úrovně pro jednotlivé typy a objemy produkce.

Poslední aktivitou, nikoliv však z pohledu důležitosti je v tomto kroku analýza montážního personálu z pohledu její kvalifikace. V případě, že je zpracována klasická kvalifikační matice montážních pracovníků, mělo by účelem tohoto kroku být prověření její aktuálnosti. V opačném případě je nezbytné tuto matici vytvořit. V rámci následné fáze optimalizace je totiž velmi pravděpodobné, že může dojít ke sloučení některých pracovišť a bude třeba, aby jeden pracovník vykonával více montážních úkonů. Tato kvalifikační matice bude potom základním vstupním údajem pro případné zaškolování pracovníků pro konkrétní operace či pracovní pozice.

Aktivity v rámci druhého kroku shrnuje následující tabulka.

Aktivita	Metoda	Výstup
Analýza materiálových a informačních toků	Value Stream Mapping (VSM)	Mapa VSM
Analýza pracoviště z pohledu ergonomie	Ergonomický audit	Návrhy na úpravu pracoviště
Analýza pracoviště z pohledu plýtvání	Identifikace plýtvání	Mapa plýtvání
Analýza činnosti pracovníků	Chronometráž	Spotřeba času
	MOST (Basic MOST)	MOST analýza
	Snímek pracovního dne	VA a NVA činnosti
Analýza pracoviště z pohledu kvality	FMEA	Změna technologie, pracoviště
Analýza vstupních komponent	Make or Buy analýza	Co vyrábět, co nakupovat
Analýza logistiky a zásobování	Snímek pracovního dne	VA a NVA činnosti
	Špagetový diagram	Pohyb pracovníka a materiálu
Analýza personálu	Workshop	Kvalifikační matice

Tab. 4 Aktivity druhé fáze (vlastní zpracování)

4.5.3 III. Fáze: Optimalizace

Třetí fáze je fází stěžejní a zaměřuje se na vlastní optimalizace montážního pracoviště. Samotná optimalizace je samozřejmě z velké části závislá na výsledcích analýzy stávajícího stavu jednotlivých pracovišť a v této fázi bychom se měli soustředit na hledání nápravných opatření na plýtvání identifikované ve druhé fázi. Navrzení obecného postupu je proto poměrně problematické, přesto je možné alespoň rámcový postup nastínit.

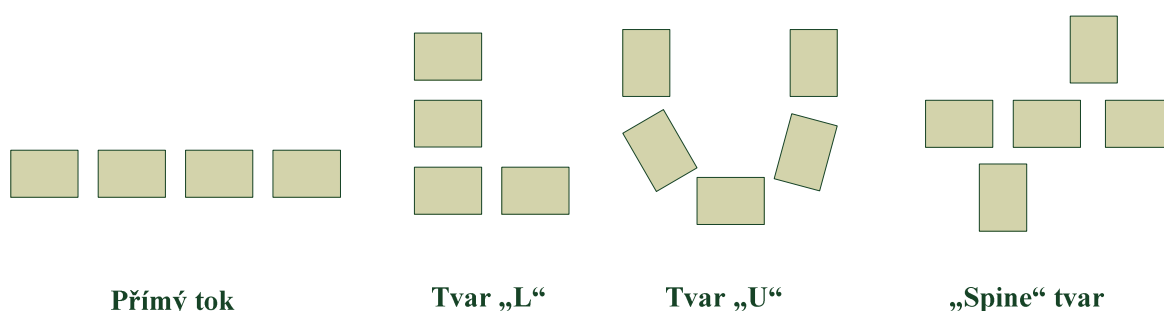
Optimalizace montážních pracovišť by měla probíhat ve třech krocích:

- návrh hrubé koncepce (hrubý layout);
- detailní podoba jednotlivých pracovišť (detailní layout);
- ověření navrhovaného řešení.

Cílem prvního kroku je navrhnout a následně zvolit nevhodnější layout montážních pracovišť. Ještě předtím, než se pustíme do navrhování layoutu, měli bychom mít z velké části již hotový nový technologický postup (měli bychom vědět, zda budeme do layoutu začleňovat dříve samostatně stojící pracoviště, jaké bude pořadí operací, zda některé operace budeme sdružovat či je můžeme eliminovat, ...). Při tomto by měla být co největší snaha o plynulý materiálový bez zbytečných mezioperačních zásob, ideálně tok jednoho kus (One Piece Flow – OPF) nebo alespoň tok velmi malého předem definovaného množství. Často se totiž může stát, že u montážních operací s velkým množstvím přesunu pracovníků, bude v konečném důsledku např. výroba řízené

dávky 3 kusů optimálním řešením. Optimalizačním kritériem by v takovém případě měla být jednoznačně kvalita produkce a celková pracnost na jeden výrobek včetně manipulačních časů.

Při navrhování layoutu je možno vycházet ze základních variant uspořádání pracovišť (layout do přímého toku, tvaru písmene „L“, tvaru písmene „U“ nebo tzv. spine tvar), popřípadě jejich vzájemné kombinace. Každá z těchto variant layoutu má samozřejmě své výhody i nevýhody. Obecně je možno říci, že přímý materiálový tok je jednoduchý na řízení i plánování, má oddělený vstup i výstup materiálu a je výhodný z hlediska místa. Velmi často používaným layoutem je tvar písmene „U“. Hlavní výhodou je flexibilita a fakt, že jeden pracovník může pohodlně obsluhovat více operací a případný automatický návrat manipulační techniky na vstup. Výhodou uspořádání do tvaru „L“ je hlavně nižší nárok na prostor v porovnání s layoutem do tvaru písmene „U“ a možnost izolace problematických operací na „roh“. Spine tvar vyhovuje požadavkům na velkou variabilitu technologického postupu a umožňuje začleňovat do layoutu větší množství předmontáží. Schematicky jsou jednotlivé varianty layoutu znázorněny na následujícím obrázku.



Obr. 17 Základní varianty layoutů (vlastní zpracování)

Je vhodné vždy navrhnout 2 – 3 varianty layoutu, důkladně je zhodnotit (např. pomocí hodnotové analýzy) a vybrat tu optimální. Základní kritéria výběru nejvhodnější varianty bývají většinou:

- náklady na realizaci;
- nároky na prostor;
- flexibilita layoutu při různých objemech produkce;
- plynulost materiálového toku;
- náročnosti na plánování a řízení;

Při hodnocení variant většinou stačí použít standardní bodovou hodnotící škálu a na základě celkového bodového skóre určit vítěznou variantu. V případě náročnějšího hodnocení je možno např. varianty, které se umístily na prvních

dvou místech ještě podrobit simulaci a to buď reálně v provozu či formou softwarové podpory. Ukázka hodnocení konkrétních variant je patrná z příkladu, který udává následující tabulka. V tomto konkrétním případě byla použita bodovací škála 1 – 5, přičemž 1 bod je nejhorší, 5 bodů je nejlepší. Vítězná varianta je tedy ta s největším počtem bodů.

VÝBĚR VARIANTY LAYOUTU						
	Kritérium					Celkem bodů
	Náklady	Prostor	Flexibilita	Materiálový tok	Plánování, řízení	
Varianta 1	5	3	3	4	2	17
Varianta 2	3	4	5	5	4	21
Varianta 3	2	1	2	4	3	12

Tab. 5 Výběr optimální varianty layoutu (vlastní zpracování)

V rámci tohoto kroku potřebujeme rovněž provést hrubé balancování jednotlivých operací, to je rozdělit jednotlivé operace a úkony montážním pracovníkům. Balancování operací ještě předchází vykonání detailní MOST analýzy jednotlivých operací dle nového technologického postupu (přesnost, kterou poskytuje Basic MOST je pro převážnou většinu montážních operací dostačující). Samozřejmě je možno použít i jiný ze systémů předem určených časů, v krajním případě vycházet z videoanalýzy a přímých náměrů realizovaných v původních podmínkách a kvalifikovaným odhadem definovat novou spotřebu času. Výhoda použití systémů předem určených časů v případě, že ještě není pracoviště fyzicky hotové, je však neoddiskutovatelná.

Pro potřeby hrubého balancování a definování teoretického počtu pracoviště na montážním pracovišti, lince či buňce je třeba rovněž znát zákaznický takt, tedy tempo, jakým zákazník odebírá výrobek, potažmo takt time pracoviště. Teoretický počet pracovníků je potom dán poměrem celkové pracnosti jednotlivých operací a takt time. Potom už následuje samotné balancování, tedy rozdělení operací mezi jednotlivé pracovníky tak, aby pracovali v taktu montáže. Mimo samotného „tvrdého“ balancování je třeba rovněž respektovat ergonomické principy a kvalifikační matici pracovníků. Dalším kritériem úspěšného rozdělení operací mezi jednotlivé pracovníky je hodnota tzv. balance indexu (indexu vyváženosti), který udává vyváženost pracnosti u jednotlivých pracovníků. Ideálně by se hodnota indexu vyváženosti měla pohybovat nad hranicí 85%.

V rámci druhého kroku je dána jednotlivým pracovištím detailní podoba. Činnosti, které by měly být vykonány v rámci tohoto kroku, je možné rozdělit

do dvou oblastí. První je orientována na fyzickou podobu jednotlivých montážních pracovišť a druhý spíše na jejich standardizaci. Při navrhování a realizaci detailních pracovišť je nezbytné:

- respektovat výstupy z ergonomického auditu, ekonomii pohybů;
- na základě výstupů z FMEA navrhnout poka – yoke řešení;
- zajistit vzájemnou kompatibilitu pracovišť a navrhovaného logistického konceptu.

V rámci těchto aktivit bychom se neměli z pohledu ergonomie soustředit pouze na negativní výstupy z realizovaného ergonomického auditu, ale rovněž na ekonomii pracovních pohybů. Při navrhování pracoviště je tak možno vycházet např. z následujících principů efektivních pracovních pohybů:

- zapojit do činnosti co nejmenší svalové partie;
- využívat při práci obě ruce;
- zapojit od práce nejen ruce, ale i nohy;
- umožnit rytmické pohyby, které probíhají v obloucích;
- dávat přednost vodorovným pohybům před svislými;
- umožnit využití „lepší“ ruky (levák, pravák);
- snažit se vyvarovat zbytečnému pohybu očí;
- co nejvíce pohybů zanechat pro možnost vytvoření návyku.

Pro zajištění maximální možné kvality produkce je nezbytné soustřeďovat se při návrhu jednotlivých pracovišť na poka – yoke řešení. Zde se jedná především o práci technologů, jejichž cílem by mělo být navrhnout strojní zařízení a přípravky tak, aby bylo mechanické zabráněno případné chybě operátora. Častou chybou bývají opatření z oblasti vizuálního managementu či školení pracovníků. Je třeba si však uvědomit, že v takovém případě se opravdu nejedná o chybu vzdornost procesu.

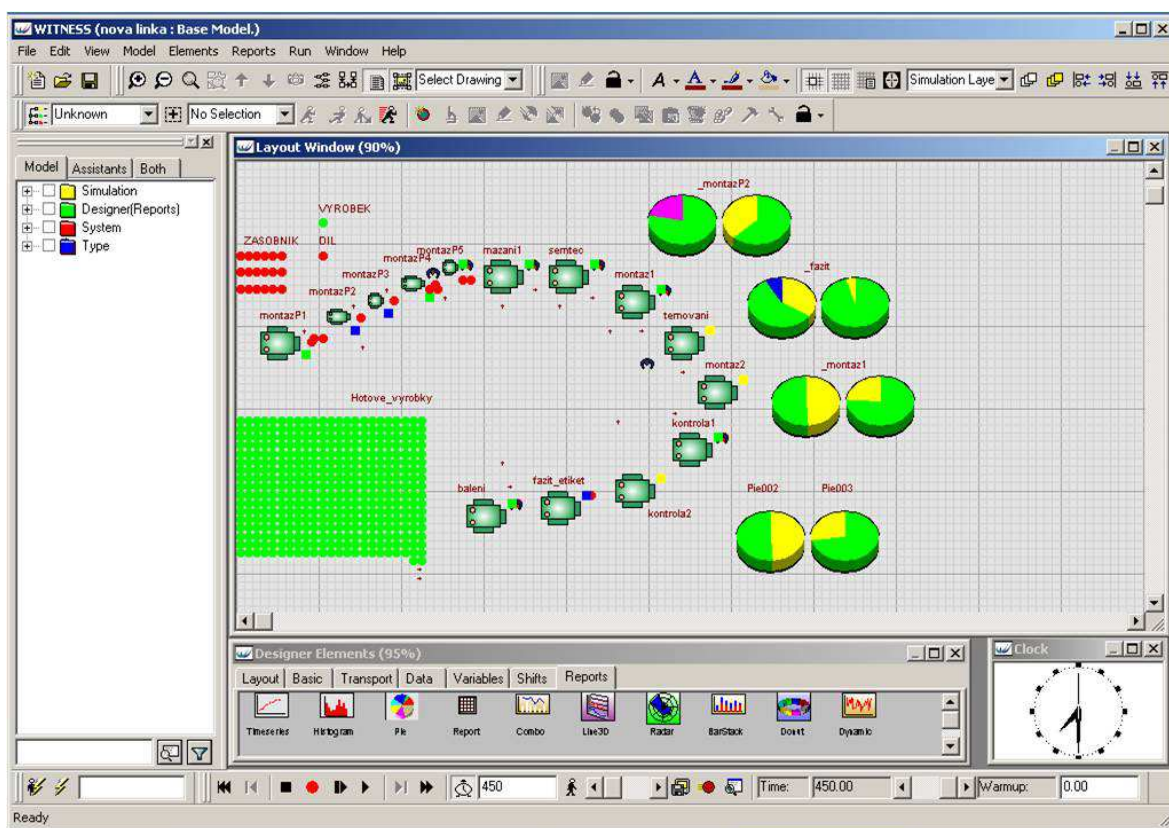
Při detailní podobě jednotlivých pracovišť je rovněž třeba uvažovat se způsobem zásobování montážních pracovišť vstupním materiálem, případně polotovary a manipulaci s hotovými výrobky. V současnosti je trendem, aby tuto činnost vykonávali specializovaní pracovníci logistiky vzhledem k jejich specializaci a v konečném důsledku nižší časové náročnosti přepočítané na manipulační jednotku. Tyto koncepty většinou fungují na principech milkrunových či kanbanových okruhů. V tomto případě je třeba pracoviště přizpůsobit takovému způsobu zásobování a to především z pohledu:

- přístupnosti k prázdným manipulačním jednotkám;
- velikosti manipulačních jednotek;
- maximální a minimální velikosti zásoby;
- způsobu komunikace mezi montážními pracovníky a logistikou.

V pomyslné druhé části definujeme veškeré standardy montážního pracoviště. Nejčastěji se jedná o tyto typy standardy:

- balancování operací pro různé objemy produkce (rozdělení jednotlivých montážních operací mezi pracovníky);
- vizuální montážní postupy;
- standardy 5S;
- standardy kvality a karty chyb;
- standardy TPM (v případě, že jsou na montážních pracovištích drobné strojní zařízení, či dopravníky apod., o které je třeba se starat);
- jízdní řád přestavby (v případě, že jsou na montážních zařízeních drobné strojní zařízení či přípravky, které je třeba nastavovat, přestavovat, seřizovat, ...).

Ověřit výslednou podobu detailního layoutu je možné formou simulace, a to jak simulace statické tak dynamické. V případě, že má firma k dispozici vhodnou softwarovou podporu, je samozřejmě navržené řešení ideální ověřit formou dynamické simulace. V opačném případě je možno např. využít metodu 3P a simulaci založenou na použití kartonových či polystyrénových modelů. Ukázka simulace navržené nové podoby layoutu do tvaru písmene U za pomoci software Witness je vidět na následujícím obrázku.



Obr. 18 Ukázka simulace v software Witness (vlastní zpracování)

Soubor doporučených aktivit včetně požadovaných výstupů a použitých metod je vidět v Tab. 6.

Aktivita	Metoda	Výstup
Návrh hrubého layoutu (varianty)	Simulace	Hrubý layout - varianty
Hodnocení variant, výběr optimální	Hodnotová analýza	Optimální hrubý layout
Určení času jednotlivých operací	MOST (Basic MOST)	Spotřeba času
Rozdělení operací, kapacit	Taktování (balancování)	Rozdělení operací
Analýza technologického postupu z pohledu kvality	FMEA	Změna technologie, pracoviště
Detailní podoba pracovišť	Workshop	Projekt pracoviště
Ověření funkčnosti detailního layoutu	Simulace/3P	Finální detailní layout
Standardizace pracovišť	5S, standardizace	Standard
Standardizace pracovišť	Vizuální management	Standard

Tab. 6 Aktivity třetí fáze (vlastní zpracování)

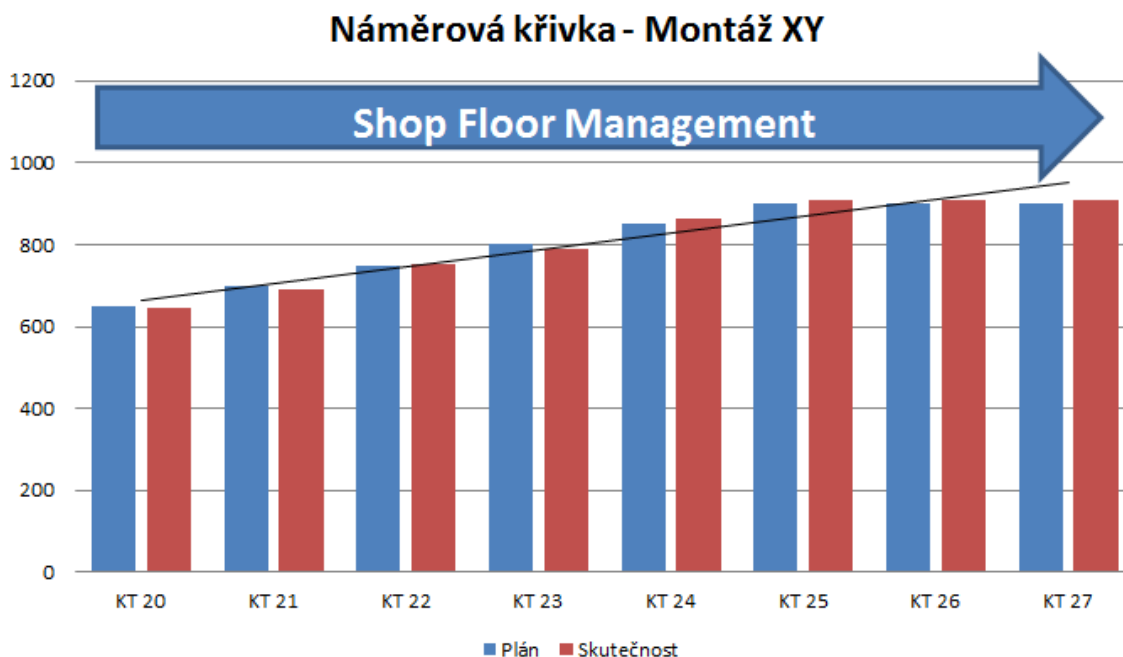
4.5.4 IV. Fáze: Zlepšování

V posledním kroku je třeba definovat náběhovou křivku, tedy definovat, kdy budou optimalizovaná pracoviště schopna 100% výkonu, pro který byla koncipována a jakých výkonů by měla v jednotlivých dnech či týdnech náběhové křivky dosahovat. Nemůžeme totiž očekávat, že montážní pracoviště či linky nebo buňky budou ihned po optimalizaci dosahovat 100% výkonů. V případě, že je v rámci optimalizace měněna celá koncepce montážních pracovišť, trvá náběhová křivka zpravidla 4 – 6 týdnů a začíná někde na úrovni 60 – 70% plánované produkce. Velmi důležitá je v tomto kroku práce se samotnými montážními pracovníky, jejich školení a tréninky. Při zaškolování bychom měli vycházet z aktuální kvalifikační matice pracovníků a aktuální potřeby montážních pracovišť.

Závěrečná čtvrtá fáze, fáze zlepšování je velmi úzce spjata s náběhovou křivkou a jejím cílem je identifikace problémů a jejich následné řešení, aby bylo dosahováno výkonu definovaného náběhovou křivkou.

Jelikož optimalizace montážních pracovišť bývá velmi často spojena se zvýšením výkonu těchto pracovišť, což především samotnými pracovníky nebývá v začátku příliš pozitivně vnímáno, je třeba zajistit, aby problémů bylo co nejméně nebo byly pružně odstraňována a náběhová křivka byla plněna.

Ukázka náběhové křivky je vidět na následujícím obrázku.



Graf 13 Ukázka náběhové křivky (vlastní zpracování)

V této závěrečné fázi jsou používány obdobné metody jako ve fázi analýzy, nejdeme však již do takového detailu a spíše dáváme prostor samotným pracovníkům, aby definovali oblasti, které jim brání v dosahování požadovaného výkonu. V této fázi je velmi důležité nastavit systematický sběr dat a pružně reagovat na vznikající problémy. Vhodným nástrojem je tzv. Shop Floor Management. Tento nástroj by měl pomoci při každodenním řízení procesů na montážních pracovištích. Cílem je řešit vzniklé problémy přímo na pracovišti a co nejvíce do jejich řešení vtáhnout přímo samotné pracovníky. Další důležitou charakteristikou Shop Floor Managementu je vizualizace sledovaných ukazatelů. Nejčastěji jde o ukazatele cílené na:

- kvalitu;
- produktivitu;
- hodinovou stabilitu;
- efektivitu zařízení;
- plnění týmových cílů;
- atd.

Důležitost sledování a aktualizace těchto ukazatelů je rovněž z důvodu motivace pracovníků a provázanosti těchto ukazatelů se systémem odměňování montážních pracovníků. V souvislosti s optimalizací montážních pracovišť je totiž velmi často zapotřebí rovněž změna systému odměňování. Systém odměňování je samozřejmě velmi choulostivá záležitost a měl by být navrhován

velmi citlivě a plně odpovídat individuálním podmínkám každé společnosti. Při navrhování dostatečně motivačního a spravedlivého systému odměňování bychom však měli mít na paměti, aby:

- byla zastoupena jak individuální, tak týmová složka;
- podíl variabilní složky závislé na výkonu a plnění cílů byl alespoň 30%;
- individuální složka zahrnovala jak tarifní třídu, tak multifunkčnost pracovníka v podobě bodů dosažených v kvalifikační matici.

Soubor aktivit doporučených pro závěrečnou fázi zlepšování je patrný z následující tabulky.

Aktivita	Metoda	Výstup
Definování náběhové křivky	Simulace/workshop	Náběhová křivka
Analýzy montážních pracovišť	Vybrané metody z fáze II.	Akční plán
Denní řízení a řešení problémů	Shop Floor Management	Akční plán

Tab. 7 Aktivity čtvrté fáze (vlastní zpracování)

4.6 Ověření metodiky v praxi

Výše uvedená metodika byla navržena na základě zahraniční i domácí literární rešerše a rovněž na základě osobních zkušeností autora vyplývající z realizace projektů zaměřených na optimalizaci výrobních pracovišť v českých podnicích. Metodika byla již v průběhu jejího navrhování postupně upravována, aktualizována a prověřována. Klíčové ověření funkčnosti metodiky však bylo realizováno až na závěr ve fázi její komplexní a finální podoby. Ověřena samotnou realizací byla v rámci pěti projektů. Všechny tyto projekty byly shodně orientovány na optimalizaci montážních pracovišť. Jednalo se o následující typy projektů:

- optimalizace montážních pracovišť ve společnosti ThermoFiesher Scientific (závod Mukařov);
- optimalizace montážních linek ve společnosti zabývající se výrobou domácího náradí;
- optimalizace montážní linky ve společnosti vyrábějící LCD obrazovky;
- optimalizace výrobních linek ve společnosti vyrábějící zámkové systémy;
- optimalizace montážní linky ve společnosti vyrábějící klimatizační jednotky.

Z výše uvedeného je tedy patrné, že se jednalo o různá odvětví průmyslu. Pro potřeby této disertační práce bude detailně, včetně informací o společnosti a plnění cílů zveřejněn pouze jeden projekt. Ostatní projekty budou představeny

pouze okrajově z důvodu ochrany zájmu a informací daných společností, na základě jejich přání.

Optimalizace montážního pracoviště ve společnosti ThermoFisher Scientific (závod Mukařov)

Následující projekt je ukázkou z realizace pilotního projektu z montážního pracoviště jednoho z předních světových výrobců nemocniční techniky. Tento projekt byl realizován na pracovišti výroby velkoprostorových mrazících boxů a byl zaměřen především na zvýšení produktivity pracoviště, optimalizaci materiálových toků, definování nejvhodnějšího montážního postupu, zavedení prvků vizualizace a standardizace a v neposlední řadě zvýšení produktivity na daném pracovišti.

Hlavní cíle pilotního projektu

- zvýšit produktivitu pracoviště o 20%;
- implementovat základní nástroje štíhlé výroby na pilotním pracovišti;
- nastavit systém zlepšování procesů, který bude rozšířen na další pracoviště.

Projekt byl rozdělen do třech fází:

- fáze přípravy projektu;
- fáze vstupní analýzy (analýza stávajícího stavu pracoviště);
- fáze realizace definovaných nápravných opatření (realizace krátkodobých a dlouhodobých opatření vedoucích ke zvýšení produktivity pracoviště);
- fáze náběhu výroby (činnosti a aktivity související s náběhovou křivkou po optimalizaci pracoviště).

Celý projekt byl nejprve zahájen vstupním workshopem s vedením firmy a členy projektového týmu. Na tomto úvodním setkání byla představena filosofie „Lean“, metodika optimalizace montážních pracovišť, metody a nástroje zlepšování procesů a definovány specifika a cíle projektu. Po úvodním workshopu následovala vstupní analýza současného stavu pracoviště montáže. Tato analýza byla zaměřena především na stávající materiálové toky na pracovišti včetně transportních vzdáleností, vhodnost layoutu, identifikaci plýtvání, definování činností přidávajících a nepřidávajících hodnotu, spotřebu času jednotlivých operací, snímky pracovního dne montážních pracovníků, využití strojních zařízení, atd. Hlavním cílem bylo nalezení potenciálu pro zvýšení výkonu pracoviště a přesné definování nezbytných nápravných opatření.

Hlavní výsledky a potenciály vyplývající z vstupní analýzy:

- nevhodně navržený layout pracoviště (zbytečná manipulace 48 metrů/výrobek);

- absence vhodných přípravků (neefektivní činnosti, činnosti v neergonomických polohách);
- nejednoznačně a nedostatečně definované pracovní postupy;
- neobjektivní norma spotřeby času (rozdíl až 20%);
- neustálé hledání náradí a nástrojů;
- velmi nízké procento produktivních činností (45 – 68 %);
- nedostatečné využití fondu pracovní doby, neefektivní náběh na směnu.



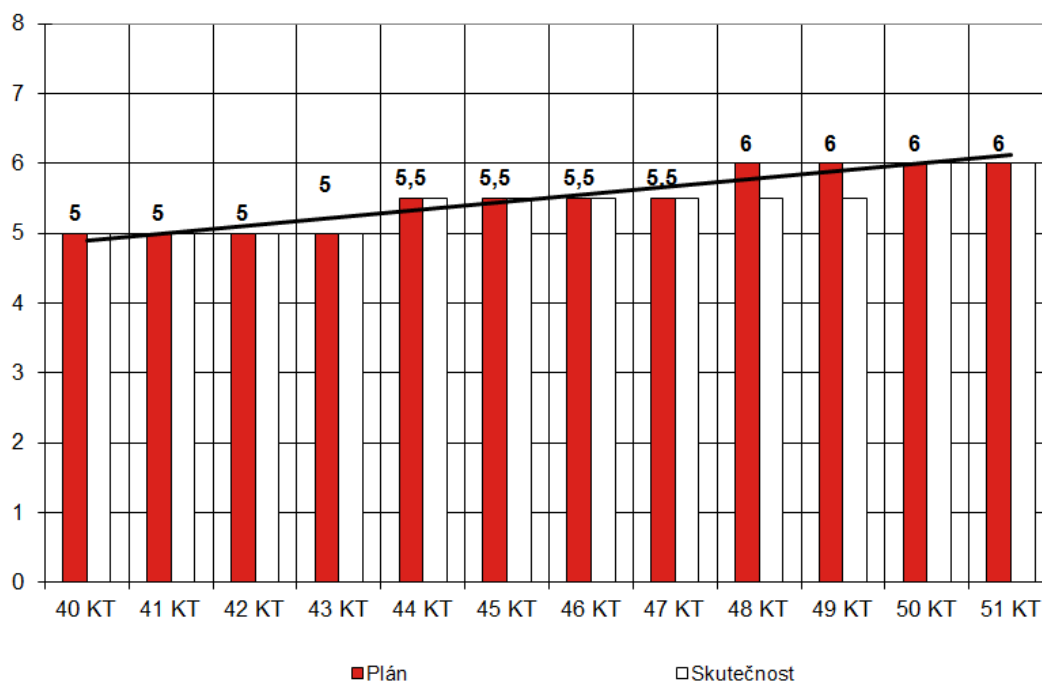
Obr. 19 Pracoviště před optimalizací (vlastní zpracování)

Cesty k jeho dosažení vedly především přes změnu layoutu, navržení nového montážního postupu, zavedení metody 5S včetně vizuálních montážních postupů, definování výkonových norem či změny organizace práce.

Realizační fáze projektu byla zahájena nadefinováním nového montážního postupu, který se proti stávajícímu stavu vyznačoval především sloučením a záměnou pořadí operací a přesunem přípravných činností nepřidávajících hodnotu mimo montážní pracoviště. Současně s novým layoutem byla rovněž navržena řada přípravků pro zvýšení výkonu pracoviště a ulehčení práce operátorů. Po definování optimálního layoutu následovalo zavedení metody 5S. Stěžejní bylo především odstranění veškerých nepotřebných položek, vizualizace na podlaze, nastavení plánu úklidu a systému přípravy a zásobování pracoviště drobným spojovacím materiálem a vytvoření vizuálních montážních postupů. Dalším krokem bylo určení spotřeby času jednotlivých operací a definování výkonové normy v aktuálních podmínkách optimalizovaného pracoviště. Rovněž bylo třeba provést vybalancování jednotlivých montážních operací tak, aby nedocházelo ke zbytečnému plýtvání v podobě čekání pracovníků. Byly navrženy dvě varianty rozdělení a vybalancování montážních operací v závislosti na požadovaném objemu produkce.

Ve fázi náběhu výroby šlo především o definování náběhové křivky a nutných podmínek pro dosažení požadovaného výkonu. Na začátku této fáze byla znovu provedena analýza činnosti montážního pracoviště, tentokrát již v menším

rozsahu a detailu než vstupní analýza. Celý náběh byl doprovázen pečlivým monitorováním dosahovaného výkonu a případných prostojů a problémů na montážním pracovišti. Náběhová křivka byla kalkulována a navržena na 8 týdnů a začínala na cca 60 % požadované produkce. Během tohoto období byl objem produkce definovaný náběhovou křivkou splněn na 98 %.



Graf 14 Náběhová křivka a její plnění (vlastní zpracování)

Výsledky pilotního projektu

- zvýšení produktivity pracoviště o 33 %;
- definování jednoznačného a jednotného montážního postupu;
- definování objektivní výkonové normy;
- vytvoření vizuálních montážních postupů a návodů obsluhy strojního zařízení;
- nastavení plánů kontroly, úklidu a zásobování materiálem;
- zlepšení pracovního prostředí;
- definování postupových kroků pro optimalizaci dalších pracovišť.

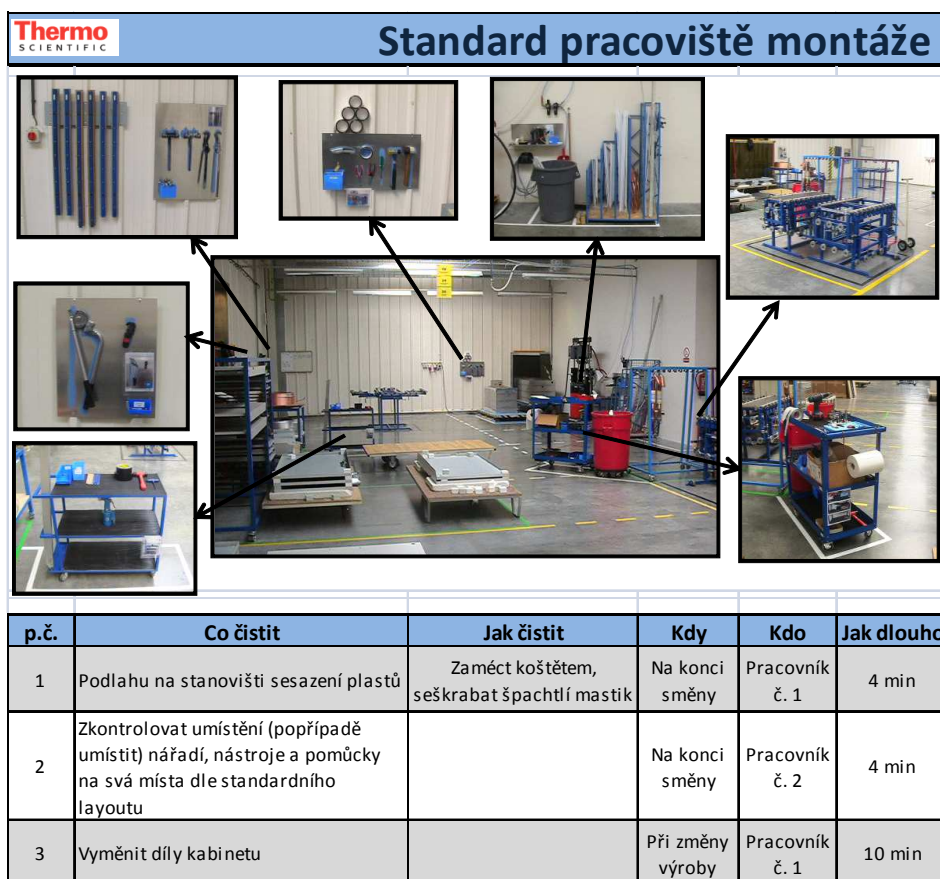


Obr. 20 Pracoviště po optimalizaci (vlastní zpracování)

TIS1004

Thermo Electron CZ a.s.		KARTA VÝROBNÍHO POSTUPU	KVP 5 - 7009
Mukařov		Dostrojní boxu (1 pracovník)	Revize: 01
6.	Spojení trubek	Hliníkovou páskou (šířky 10 cm) spojíme trubku výměníku a výparníku k sobě. Oba konce hliníkové pásky utěsníme terostatem	
7.	Utěsnění otvorů	Otvory, kterými procházejí trubky, kabel a kapilára, důkladně utěsníme terostatem	
8.	Umístění filtrů	Do všech děr v horní části bohu (kromě třetí z pohledu pracovníka) umístíme filtry	
		Před montáží nanese se na přípravky terostat dle obrázku	

Obr. 21 Ukázka vizuálního montážního postupu (vlastní zpracování)



Obr. 22 Ukázka standardu pracoviště (vlastní zpracování)

Po úspěšné optimalizaci pilotního pracoviště montáže byla pozornost zaměřena na navazující montážní pracoviště. Tato pracoviště bylo třeba řešit jako celek v rámci koncepce celé montáže. Hlavním cílem bylo zajistit kontinuitu navazujících procesů, tedy principu “one piece flow”. V rámci poměrně rozsáhlé vstupní analýzy bylo stanoveno úzké místo, kterým bylo pracoviště disponující klíčovým strojním zařízením. Následně byly vykonány aktivity vedoucí k maximálnímu využití tohoto pracoviště, které udává takt všem dalším procesům. Po optimalizacích na úzkém místě, zajišťující jeho maximální propustnost byla pozornost věnována dalším pracovištím. Bylo provedeno vybalancování a částečné přerozdělení jednotlivých pracovních činností mezi pracovišti. Následovala vlastní optimalizace pracovišť se zaměřením na efektivní layout a standardizaci postupů s velkým důrazem na neustálé zlepšování procesu. Celý projekt si samozřejmě vyžádal i celou řadu organizačních změn. Asi nejvýznamnější změnou bylo vytvoření nových multiprofesních pracovních týmů a nastavení nového systému odměňování, zajišťující vysoký stupeň motivace pracovníků.

Výsledná koncepce výroby umožnila snížení počtu pracovníků, kdy stejný objem produkce byl realizován s 15 pracovníky oproti původním 21. Dalším

výrazným přínosem reorganizace bylo zlepšením kvality výstupu, kdy se podařilo snížit interní nekvalitu o 20%. Nezanedbatelná byla rovněž úspora více než 10% výrobní plochy. Dalším velmi těžko měřitelným přínosem byla velmi zásadní změna myšlení, kdy samotní pracovníci začali vnímat aktivity související se štíhlou výrobou a zlepšováním procesů velmi pozitivně.

Bezesporu tomu napomohl fakt, že celý projekt doprovázelo poměrně rozsáhlé školení a metodické tréninky samotných pracovníků. Tito zaměstnanci byli potom rovněž přímo účastni i realizovaných optimalizačních workshopů na jednotlivých pracovištích. Měli tak možnost zapojit se do navrhování detailní podoby pracovišť. Velký důraz byl rovněž kladen na ergonomii práce a ekonomii pracovních pohybů, což velmi významně přispělo ke konečnému pozitivnímu vnímání samotných pracovníků.

Optimalizace montážních linek ve společnosti zabývající se výrobou domácího nářadí

V této společnosti byla provedena optimalizace dvou montážních linek. Hlavním cílem optimalizace bylo:

- zvýšení efektivity linek;
- definování standardů práce jednotlivých operátorů, včetně předáka;
- zlepšení ergonomie práce.

Výsledná optimalizace montážních linek spočívala z velké části v balancování operací a definování standardů práce pro jednotlivé typy výrobků a různé objemy produkce. Stěžejní bylo rovněž pozměnění konceptu zásobování jednotlivých pracovišť. V rámci optimalizace došlo také k drobným změnám layoutu a úpravě jednotlivých pracovišť směrem k využití prvků nízkonákladové automatizace jednoduchých technických opatření. Navržený stav byl potom ověřen ve fázi zlepšování plněním náběhové křivky.

Optimalizace montážní linky vyrábějící LCD obrazovky

V rámci tohoto projektu byla ve společnosti zrealizována optimalizace jedné montážní linky. Hlavním cílem optimalizace bylo:

- zvýšení výkonu montážní linky definovaného počtem vyrobených ks za směnu při zachování stejného počtu operátorů;
- zlepšení ergonomie práce;
- napřímení materiálových toků na lince;
- vybalancování jednotlivých operací.

Během optimalizace byla provedena MOST analýza, na základě kterých byly identifikovány především zbytečné a neergonomické pohyby. Díky vstupní analýze se rovněž podařilo identifikovat zbytečné operace, které byly odstraněny. Vzhledem k vysoké technické náročnosti zařízení nebyla měněna fyzická podoba celého layoutu. Pouze byly eliminovány, přeuspořádány a

sloučeny jednotlivé operace a změněn tok výrobku na lince, což vedlo k výslednému zvýšení výkonu.

Optimalizace výrobních linek ve společnosti vyrábějící zámkové systémy

V rámci tohoto projektu byla ve společnosti zrealizována optimalizace celkem třech výrobních linek. Hlavním cílem těchto optimalizací bylo především:

- zajištění stávajícího výkonu s menším počtem operátorů;
- snížení interní nekvality;
- zajištění toku jednoho kusu;
- úspora výrobní plochy.

Optimalizace byla zaměřena jak na samotné výrobní linky, tak na pracoviště předmontáží a přípravných operací. V rámci optimalizace byla převážná část těchto předmontážních operací začleněna přímo do linky nebo bezprostředně k ní. Došlo tak ke značné redukci manipulace i prostoru. Pro zajištění maximální kvality produkce byla téměř všechna montážní stanoviště osazena poka - yoke přípravky a nastaven na všech pracovištích s výjimkou předmontáží tok jednoho kusu. Stávající výkon s nižším počtem pracovníků byl docílen především snížením pracnosti díky eliminaci činností nepřidávajících hodnotu, jako byla zbytečná manipulace, zbytečný pohyb a čekání. Rovněž došlo k novému vybalancování operací a využití práce operátorů v překrytém čase cyklus stroje.

Optimalizace montážní linky vyrábějící klimatizační jednotky

Cílem projektu zaměřeného na optimalizaci klíčové montážní linky bylo:

- zvýšení efektivity montážní linky;
- zlepšení ergonomických podmínek při práci;
- zkrácení času přestavby linky při změně produkce;
- snížení nekvality a oprav.

V rámci optimalizace byly realizovány aktivity směrem k nízkonákladové automatizaci na jednotlivých pracovištích a to jak v rámci montáže, tak v rámci přestavby linky. Z pohledu ergonomie a komfortu při práci došlo ke zkrácení zón dosahu a změně zásobníků pro vstupní materiál směrem ke snadnějšímu odebírání operátora. Velká část optimalizace byla rovněž zaměřena na logistiku uvnitř linky a zásobování pracovišť. Byla definována nová koncepce z pohledu zásobování vstupním materiálem i pravidla pro změny vstupního materiálu při změně typu výrobku. Ke zvýšení efektivity linky přispěla také důkladná analýza na základě systémů předem určených časů a simulace jednotlivých pracovišť ještě před fyzickou realizací linky.

Závěrečné shrnutí

Metodika byla ověřena formou praktické realizace projektů zaměřených na optimalizaci montážních pracovišť. V rámci těchto projektů bylo realizováno

celkem sedm optimalizací. A to jak komplexních celkových, včetně změn layoutů tak částečných dílčích optimalizací. Tyto projekty probíhaly ve společnostech různé velikosti, v rozmezí 50 – 1800 zaměstnanců, v naprosto rozdílném průmyslovém odvětví. Vždy však byla v rámci projektu použita výše popsaná metodika, která vždy byla samozřejmě mírně modifikována a přizpůsobena konkrétním podmínkám podniku i specifikám a cílům projektu. Lze však jednoznačně říci, že použitá metodika vždy přispěla úspěšné realizaci projektu a splnění definovaných cílů.

4.7 Verifikace hypotéz

Na základě získaných dat byly v průběhu výzkumu ověřovány hypotézy uvedené v kapitole 2. 2. Z realizovaného výzkumu vplynuly následující závěry:

H1: Pro převážnou část výrobních firem na území České republiky představují montážní pracoviště stěžejní část výroby.

Hypotéza potvrzena

Hypotéza H1 potvrzena kvalitativním výzkumem. Z 30 oslovených firem se v 5 případech jednalo o montážní závody. Je tedy zřejmé, že u těchto firem jsou montážní operace naprosto klíčové. U zbylých 25 firem, které disponují více technologiemi, pro 16 firem zaujímají montážní operace největší část přidané hodnoty a tvoří v porovnání s jinými technologiemi většinový, více než 50 % podíl. Hypotézu H1 potvrdil částečně i kvantitativní výzkum, protože téměř ve 20% se rovněž jednalo pouze o montážní závody, zbylé podniky disponovaly více či méně komplexní technologií, ovšem i zde montážní pracoviště představovaly stěžejní podíl.

H2: Většina firem na území České republiky nemá vypracovanou metodiku pro optimalizaci montážních pracovišť.

Hypotéza potvrzena

Hypotéza H2 byla potvrzena jak kvantitativním, tak kvalitativním výzkumem. Z kvantitativního výzkumu je patrné, že 38% společností používá při optimalizaci své historické zkušenosti, 3 % z dotázaných využívá externí podporu a více než 19% své pracoviště nijak systematicky neoptimalizují. Při detailnějším kvalitativním výzkumu realizovaném formou strukturovaných rozhovorů bylo dokonce zjištěno, že metodiku v pravém slova smyslu nemá vypracována žádná z oslovených společností. Jednalo se vždy spíše o soubor metod a nástrojů používaných během optimalizace.

H3: Je možno navrhnout obecně platnou metodiku pro optimalizaci montážních pracovišť, která bude použitelná napříč českými podniky bez ohledu na průmyslové odvětví.

Hypotéza potvrzena

Hypotéza H3 byla potvrzena vlastním návrhem metodiky, která je detailně popsána v kapitole 4. 5. Funkčnost a obecná platnost metodiky byla ověřena v pěti českých podnicích. Tyto podniky působí v různých průmyslových odvětvích. Z pohledu velikosti byly zastoupeny jak malé, tak střední a velké podniky. Projekty realizované v těchto podnicích jednoznačně vedly ke konstatování, že hypotéza H3 je potvrzena. Ověření funkčnosti metodiky je uvedeno v kapitole 4. 6.

4.8 Splnění cílů

Hlavním cílem disertační práce bylo: **Navrhnout obecně platnou metodiku pro optimalizaci montážních pracovišť.**

Dílčí cíle je možno definovat jako:

- zanalyzovat současný stav poznání v oblasti optimalizace montážních pracovišť;
- srovnat přístupy k optimalizaci pracovišť v jednotlivých podnicích, hledat společná východiska a přizpůsobit navrženou metodiku co nejvíce potřebám a podmínkám českých podniků;
- ověřit navrhovanou metodiku v reálných podmínkách českých podniků.

Z hlediska plnění cílů lze na základě dosavadního šetření vyvodit tyto závěry.

Splnění hlavního cíle: Byla navržena obecná metodika optimalizace montážních pracovišť. Metodika se skládá ze 4 základních fází:

- fáze 1: příprava;
- fáze 2: analýza;
- fáze 3: optimalizace;
- fáze 4: zlepšování.

V rámci jednotlivých fází byly definovány klíčové aktivity, metody, které je vhodné použít i potřebné výstupy. Detailní popis metodiky je obsahem kapitoly 4. 3. Veškeré formuláře, které pomáhají při vlastní optimalizaci montážních pracovišť, jsou k dispozici v příloze.

Splnění prvního dílčího cíle: Byla provedena analýza literárních pramenů v dané oblasti a to jak českých tak zahraničních. Ze zahraničních zdrojů to byla

anglicky psaná literatura a německé literární zdroje skripta, které byly analyzovány v rámci studia na Technische Universität Chemnitz. Kapitola 1.

Splnění druhého dílčího cíle: V rámci plnění druhého podpůrného cíle byl realizován kvantitativní i kvalitativní výzkum. Především strukturované rozhovory s vedoucími pracovníky různých výrobních podniků vedly k možnosti srovnání přístupů v jednotlivých společnostech. Kapitoly 4. 1., 4. 2., 4. 3. a 4. 4.

Splnění třetího dílčího cíle: Navržená metodika byla ověřena realizací pěti projektů zaměřených vždy na optimalizaci montážních pracovišť či linek. Tyto projekty byly realizovány za použití výše popsané metodika a jednalo se o podniky působící v různých průmyslových odvětvích. Kapitola 4. 6. – Ověření metodiky v praxi.

5 NÁSTIN DALŠÍHO POKRAČOVÁNÍ PRÁCE

Disertační práce je zaměřeně na navržení obecně platné metodiky pro optimalizaci montážních pracovišť. Může tak výrobním podnikům výrazně pomoci při zvyšování efektivity montážních operací, buněk či linek. Tato práce je jakýmsi kompletním návodem, jak by podniky při této optimalizaci měly postupovat. Celá optimalizace je založena na systematickém používání jednotlivých nástrojů z oblasti průmyslového inženýrství, především pak štíhlé výroby.

Dalším možným pokračováním práce je navázání na aktuální trendy v této oblasti, kterými jsou především propojení průmyslového inženýrství s informačními technologiemi či simulací procesů. V této oblasti by mohlo jít především o navržení vhodného elektronického systému pro automatický sběr dat na těchto montážních pracovištích. V oblasti simulací potom například o jejich využití při kapacitním plánování a balancování montážních pracovišť pro rychle se měnící požadavky zákazníka.

Možná oblast rozvoje je rovněž v oblasti ergonomie práce, především přizpůsobování jednotlivých montážních pracovišť a operací specifickým požadavkům různým věkovým skupinám pracovníků. Odhady demografického vývoje totiž zcela jednoznačně hovoří o předpokládaném nárůstu podílu pracovníků starších 65 let. Některé studie dokonce varují, že podíl těchto lidí by kolem roku 2050 mohl být až 50% v některých zemích jako je například Japonsko dokonce ještě více. A zde je samozřejmě naprosto nezbytné začít se touto problematikou zabývat i z důvodů ergonomických a k optimalizaci montážních pracovišť přistupovat s přihlédnutím k výše zmíněné skutečnosti.

6 PŘÍNOSY DISERTAČNÍ PRÁCE

6.1 Přínos pro vědu

Přínos práce pro vědu spočívá v rozšíření teoretických poznatků o optimalizaci montážních pracovišť, uceleném pohledu na věc a především ve vytvoření obecně platné metodiky. Takováto metodika ještě nebyla publikována.

Kritická rešerše literárních pramenů dává možnost komplexního pohledu na stávající stav poznání v oblasti optimalizace montážních pracovišť, resp. optimalizace pracovišť vůbec.

Výsledky kvantitativního i kvalitativního výzkumu vzhledem k poměrně vysokému počtu firem z různých odvětví, kde byly realizované strukturované rozhovory, přinášejí zajímavá zjištění a podtrhují aktuálnost tématu.

Stěžejní je vytvoření obecně platné metodiky, což je pro vědu a výzkum bezesporu přínosem a to hlavně z důvodu nedostatku vhodné literatury, která by pojednávala o této tématice. Dílčí výzkumné výsledky již byly prezentovány formou odborných mezinárodních konferencí a zajisté se tak rozšířilo povědomí o vhodných nástrojích a postupech při optimalizaci montážních pracovišť.

V neposlední řadě může být práce velmi přínosná i na akademické půdě, konkrétně i na Univerzitě Tomáše Bati ve Zlíně, kde již někteří posluchači předmětů zaměřených na průmyslové inženýrství a štihlou výrobu byli a budou s výsledky práce seznámeni.

6.2 Přínos pro praxi

Pro podnikovou praxi jsou hlavní přínosy spatřovány především v oblasti závěrů kvantitativního a kvalitativního výzkumu a samozřejmě v návržení obecné metodiky optimalizace montážních pracovišť.

Výzkum dává firmám jednoznačnou zpětnou vazbu, jak přistupují k optimalizaci montážních pracovišť. V případě, že tyto výstupy zobecníme, budou výsledky výzkumu odrážet i přístup ke zlepšování jako takovému.

Obecná metodika pro optimalizaci montážních pracovišť poskytne firmám jednoznačný a ucelený návod, jak v těchto aktivitách postupovat. K dispozici je nejen nástin obecného postupu ale i popis použití konkrétních metod a nástrojů v jednotlivých fázích optimalizace. Funkčnost metodiky je ověřena několika reálnými aplikacemi v prostředí českých výrobních podniků. Podniky rovněž dostávají do rukou reálné nástroje v podobě dotazníků a formulářů, které mohou

uplatnit ve své praxi. Využití metodiky bude možné i v rámci poradenské a konzultační činnosti, kterou provozují.

Přínos disertační práce jenom podtrhuje fakt, že montážní pracoviště jsou pro řadu českých firem naprosto klíčovou oblastí výroby a lze tedy do budoucna předpokládat, že toto téma bude i vzhledem k ekonomickému vývoji stále aktuálnější.

ZÁVĚR

Optimalizace pracovišť jistě není „všelékem“ na problémy si kterými se dnešní firmy potýkají, může ale značně přispět k výrazně k vyšší efektivitě a flexibilitě celého výrobního systému s nižšími nároky na výrobní plochu, menším množstvím manipulace a nižší průběžnou dobou výroby. Tímto samozřejmě dochází k redukci jak fixních nákladů, tak nákladů na výrobek. A právě flexibilita a výrobní náklady dle mého názoru budou i nadále rozhodovat o vítězích a poražených v tuhém konkurenčním boji.

Především v oblasti automobilového průmyslu, který je u nás hojně zastoupen, se podniky působící v České republice stávají stále častěji „pouze montážními“ závody. Pokud k tomu přičteme fakt, že naše země již není zdrojem levné pracovní síly a musí každodenně svádět v rámci koncernů tvrdý boj s rozvojovými zeměmi, které disponují výrazně levnější pracovní silou, je zřejmé, že je naprosto nezbytné se optimalizací montážních pracovišť systematicky zabývat.

Disertační práce je zaměřena na problematiku montážních pracovišť z pohledu metod a nástrojů štíhlé výroby a jejím hlavním cílem je navržení obecně platné metodiky, jak tato montážní pracoviště optimalizovat.

Práce je členěna do šesti na sebe navazujících celků. První teoretická část se zabývá teoretickými východisky a analýzou stávajícího stavu poznání v oblasti optimalizace montážních pracovišť. Druhá část je věnována stanovení cílů a hypotéz. V části následující je nastíněn metodický postu při zpracování disertační práce. Stěžejní čtvrtá část je zaměřena na kvalitativní výzkum, především sumarizaci výstupů strukturovaných rozhovorů a následnému návrhu obecné metodiky. Na tento celek navazuje část zabývající se nástínem dalších kroků, které je třeba v rámci zpracování disertační práce vykonat. Poslední část shrnuje přínosy práce pro vědu a praxi.

Přínosy disertační práce lze spatřovat především v tom, že na základě kvalitativního výzkumu a realizovaných projektů bude navržena obecně platná metodika. Práce by tak měla být inspirativním zdrojem jak pro podniky, tak pro akademické pracovníky v jejich každodenní praxi a studenty.

LITERATURA

Monografie

- [1] BASL, Josef, Pavel MAJER a Miroslav ŠMÍRA. *Teorie omezení v podnikové praxi*. Praha: Grada Publishing, 2003. ISBN 80-247-0613-X.
- [2] BOBÁK, Roman a Libor VANĚK. *Sbírka řešených příkladů a schémat z logistiky*. Zlín: Univerzita Tomáše Bati, Fakulta managementu a ekonomiky ve Zlíně, 2001. ISBN 80-7318-014-6.
- [3] BUCHMAN, David. *Work organization and ergonomic*. Geneva: International Labour Office, 1998. ISBN 92-2-1095185.
- [4] DLOUHÝ, Martin. *Simulace podnikových procesů*, Brno: Computer Press, 2003. ISBN 978-80-251-1649-4.
- [5] DOLEŽAL, Jan., Pavel MÁČHAL a Bronislav LACKO. *Projektový management podle IPMA*. Praha: Grada Publishing, 2012. ISBN 978-80-247-4275-5.
- [6] DRUCKER, Petr Ferdinand. *To nejdůležitější z Druckera v jednom svazku*. Praha: Management Press, 2002. ISBN 80-7261-066-X.
- [7] FIALA, Petr. *Operační výzkum: nové trendy*. Praha: Professional Publishing, 2010. ISBN 978-80-7431-036-2.
- [8] GOLDRATT, Eliyahu Moshe. *Theory of Constraints*. Barrington: North River Press, 1990. ISBN 88427-085-8.
- [9] HAMMER, Michael a James CHAMPY. *Reengineering – radikální proměna firmy. Manifest revoluce v podnikání*. Praha: Management Press, 2000. ISBN 80-7261-028-7.
- [10] HAYES, H Robert., Stewen C. WHEELWRIGHT a Kim B. Clark. *Dynamická výroba*. Praha: Victoria Publishing, a.s., 1993. ISBN 80-85605-20-1.
- [11] HALES, Lee H. a Bruce ANDERSEN. *Planning Manufacturing Cells*. Michigan: Society of Manufacturing Engineers, 2002. ISBN 0-8726263-549-X.
- [12] HOLMAN, Robert. *Ekonomie*. Praha: C. H. Beck, 1999. ISBN 80-7179-255.
- [13] HROMKOVÁ, Ludmila a Zuzana TUČKOVÁ. *Reengineering podnikových procesů*. Zlín: Univerzita Tomáše Bati, Fakulta managementu a ekonomiky ve Zlíně, 2008. ISBN 978-80-7318-759-0.
- [14] HUBÁLOVSKÝ, Štěpán. *Teorie systémů, modelování a simulace*. Hradec Králové: Gaudeamus, 2011. ISBN 978-80-7435-158-7.
- [15] CHARVÁT, Jaroslav. *Firemní strategie pro praxi*. Praha: Grada Publishing, 2006. ISBN 80-247-1389-6.
- [16] CHUNDELA, Lubor. *Ergonomie*. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2001. ISBN:80-01-02301-X.

- [17] IMAI, Masaaki. *Gemba kaizen*. Brno: Computer Press, 2009. ISBN 80-251-0850-3.
- [18] JABLONSKÝ, Josef. *Operační výzkum*. Praha: Professional Publishing, 2007. ISBN 978-86946-44-3.
- [19] KAVAN, Michal., *Výrobní a provozní management*. Praha: Grada Publishing, 2002. ISBN 80-247-0199-5.
- [20] KEŘKOVSKÝ, Miloslav. *Moderní přístupy k řízení výroby*. Praha: C. H. Beck, 2009. ISBN 978-80-7400-119-2.
- [21] KOŠTURIAK, Ján a Zbyněk FROLÍK. *Štíhlý a inovativní podnik*. Praha: Alfa Publishing, s.r.o., 2006. ISBN 80-86851-38-9.
- [22] KOŠTURIAK, Ján., Ludovít. BOLEDOVIČ, Jozef KIŠŤAK a Miroslav MAREK. *Kaizen – osvědčená praxe českých a slovenských podniků*. Praha: Computer Press, 2010. ISBN 978-80-251-2349-2.
- [23] KOŠTURIAK, Ján a Milan GREGOR. *Jak zvyšovat produktivitu firmy*. Žilina: inForm, 2002. ISBN 80-968583-1-9.
- [24] KOŠTURIAK, Ján a Milan GREGOR. *Podnik v roce 2001 - revoluce v podnikové kultuře*. Praha: Grada, 1993. ISBN 80-7169-803-1.
- [25] KUCHARČÍKOVÁ, Alžběta. *Efektivní výroba*. Brno: Computer Press, 2011. ISBN 978-80-251-2524-3.
- [26] LAMBERT, Douglas M., James R. STOCK a Lisa M. ELLRAM. *Logistika*, Praha: Computer Press, 2000. ISBN 80-7226-221-1.
- [27] LANG, Klaus a Kay OHL. *Lean Production: Ein praktischer Ratgeber*, Nördlingen, 1994, ISBN 3-7663-2556-6.
- [28] Liker, Jeffrey. K. *Jak to dělá Toyota*. Praha: Management Press, 2007. ISBN 8072611739, 9788072611737.
- [29] MAŠÍN, Ivan. *Mapování hodnotového toku ve výrobních procesech*. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 2003. ISBN 80-902235-9-1.
- [30] MAŠÍN, Ivan, Ján KOŠTURIAK, Peter DEBNÁR. *Zlepšování nevýrobních procesů*. Liberec: Institut technologií a managementu, 2007. ISBN 80-903533-3-9
- [31] MAŠÍN, Ivan, Miroslav STANĚK a Milan VYTLAČIL. *Podnik světové třídy (Geneze produktivity a kvality)*. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 1997. ISBN 80-902235-1-6.
- [32] MAŠÍN, Ivan a Milan VYTLAČIL. *Nové cesty k vyšší produktivitě - metody průmyslového inženýrství*. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 2000. ISBN 80-902235-6-7.
- [33] MAŠÍN, Ivan a Milan VYTLAČIL. *Dynamické zlepšování procesů*. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 1999. ISBN 80-902235-3-2.
- [34] MOLNÁR, Zdeněk. *Úvod do základů vědecké práce (syllabus pro potřeby seminářů doktorandů)*. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. 2009.
- [35] MUTHER, Richard. *Simplified of Manufacturing Cells*. Missouri: Management and Research Publications, 2002. ISBN 0-87263-550-3.

- [36] MUTHER, Richard. *Simplified of Manufacturing Cells*. Michigan: Society of Manufacturing Engineers, 1996, ISBN 0-933684-134.
- [37] OHNO, Taiichi. *Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production*. 1. ed. Portland: Productivity Press, 1988. ISBN 0-915299-14-3.
- [38] PANDE, Peter S., Robert P. NEUMAN a Roland R. CAVANAGH. *Zavádíme metodu Six Sigma*. Brno: Nosova tiskárna, 2002. ISBN 80-238-9289-4.
- [39] PAVLICA, KAREL. *Sociální výzkum, podnik a management*. Praha: Ekopress, 2000. ISBN 80-86119-25-4.
- [40] PETŘÍKOVÁ, Růžena. *Lidé v procesech řízení*. Professional Publishing, 2007. ISBN 978-80-86946-28-3.
- [41] ROTHER, Mike a John SHOOK. *Learning to see*. Brooklyn: Lean enterprise institute, 1999. ISBN 0966784308.
- [42] SALVENDY, Gavriel. *Handbook of Industrial Engineering*. USA: John Wiley & Sons, 2007. ISBN 978-0-470-24182-0.
- [43] SHOOK, John *Kaizen express*. Japan, 2008. ISBN 978-4-526-06015-1 C 3034.
- [44] SOUKUPOVÁ, Jana. *Mikroekonomie*. Praha: Management Press, 1999. ISBN 80-7261-005-8.
- [45] SVOZILOVÁ, Alena. *Projektový management*. Praha: Grada Publishing, 2006. ISBN 80-247-1501-5.
- [46] SYNEK, Miloslav. *Manažerská ekonomika*. Praha: Grada Publishing, 2007. ISBN 978-80-247-1992-4.
- [47] TAKEDA, Hitoshi. *Das synchrone Produktionssystem*. Augsburg, 2002, ISBN 3-478-25680-1.
- [48] TOMEK, Gustav a Věra VÁVROVÁ. *Řízení výroby a nákupu*. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, 2007. 378s. ISBN 978-80-247-1479-0
- [49] TOMEK, Gustav a Věra VÁVROVÁ. *Řízení výroby*. Praha: Grada Publishing, 2000. ISBN 80-7169-955-1
- [50] TÖPFER, Armin. *Six Sigma*. Brno: Computer Press, 2008. ISBN 978-80-251-1766-8.
- [51] TUČEK, David a Roman BOBÁK. *Výrobní systémy*. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2006. ISBN 8073183811.
- [52] TUČEK, David a Roman ZÁMEČNÍK. *Řízení a hodnocení výkonnosti podnikových procesů v praxi*. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2007. ISBN 978-80-228-1796-7.
- [53] URBAN, Jan. *Řízení lidí v organizaci – personální rozměr managementu*. Praha: ASPI, Publishing, s.r.o., 2003. ISBN 80-86395-46-4.
- [54] VASILKO, Karol, Jozef NOVÁK a Michal HAVRILA. *Výrobné inžinierstvo*. Prešov: Datapress, 2003. ISBN 80-7099-995-0.
- [55] WAGNER, Jaroslav. *Měření výkonnosti*. Praha: Grada Publishing, 2009. ISBN 978 - 80-247-2924-4.

- [56] WOMAC, James P., Daniel T. JONES a Daniel ROOS. *The Machine, that changed the World*. New York: Free Press, 1990. ISBN 1-4164-5452-1.
- [57] ZANDIN, Kjell. B. *Maynard's Industrial Engineering Handbook*. New York: McGraw-Hill Companies, 2001. ISBN 0-07-041102-6.
- [58] ZANDIN, Kjell. B. *MOST*. New York. Taylor & Francis Group, 2003. ISBN 0-8247-0953-5.
- [59] ZELENÝ, Milan. *Cesty k úspěchu: trvalé hodnoty soustavy Baťa*. Čintámani, 2005. ISBN 80-239-4969-1.

Periodikum:

- [60] BOBÁK, Roman. Výrobní a logistická výkonnost zpracovatelů plastů ve Zlínském kraji. *Kvalita-Inovacia-Prosperita*. 2007, č. 2, s. 8 - 16. ISSN 1335-1745.
- [61] BURIETA, Ján a Stanislav KAKAČKA. Simulácia výrobných a logistických procesov. *Úspěch – produktivita a inovace v souvislostech*. 2007, č. 4, s. 15 – 18. ISSN 1803-5183.
- [62] ČERNÝ, Jaromír. Logistika štíhlého podniku. *Reliant Logistic News*. 2007, č. 5, s. 34. ISSN 1802 – 3746.
- [63] DEBNÁR, Peter. Základní stavební kameny a principy štíhlého podniku. *Úspěch – produktivita a inovace v souvislostech*. 2009, č. 1, s. 6 – 8. ISSN 1803-5183.
- [64] GOODMAN, J. a J. THEUERKAUF. Six Sigma: V čem je problém? *Moderní řízení*. 2005, č. 4, s. 57-60. ISSN 0026 – 8720.
- [65] KRIŠŤAK, Jozef. Analýza a měření práce, *Úspěch – produktivita a inovace v souvislostech*. 2007, č. 1, s. 17 – 20. ISSN 1803-5183.
- [66] MAŠÍN, Ivan. Management hodnotového toku. *Moderní řízení*. 2004, č. 2, s. 30-33. ISSN 0026 – 8720.
- [67] MAŠÍN, Ivan. Štíhlá výroba – konkurenční výhoda v době recese. *Úspěch – produktivita a inovace v souvislostech*. 2009, č. 3, s. 6 – 8. ISSN 1803-5183.
- [68] PIXA, Václav. Co je štíhlý podnik? *Úspěch: produktivita a inovace v souvislostech*. 2007, č. 3, s. 30. ISSN 1803-5183.
- [69] TALANDA, Pavel. (Ne)vyplatí se štíhlá výroba? *Úspěch – produktivita a inovace v souvislostech*. 2010, č. 3, s. 21 – 23. ISSN 1803-5183.
- [70] TRNKA, František. Tomáš Baťa a dnešek. *Úspěch – produktivita a inovace v souvislostech*. 2010, č. 3, s. 35 – 36. ISSN 1803-5183.
- [71] UŠÁK, Vladimír. KAIZEN je spôsobom videnia a myslenia v živote podnikov. *Úspěch: produktivita a inovace v souvislostech*. 2006, č. 1, s. 13-15. ISSN 1803-5183.
- [72] ZLOCHOVÁ, Martina. Optimalizace výrobních buněk. *Úspěch – produktivita a inovace v souvislostech*. 2012, č. 1, s. 18 – 21. ISSN 1803-5183.

Internetové zdroje:

- [73] *5S and Visual Control Basics* [online]. [cit. 2010-08-28]. Dostupné z <http://www.strategosinc.com/5S.htm>.
- [74] CHROMJAKOVÁ, Felicita. *Plytvanie*. [online]. [cit. 2011-08-27]. Dostupné z http://www.ipaslovakia.sk/slovník_view.aspx?id_s=65.
- [75] *Lean Manufacturing History* [online]. [cit. 2011-08-27]. 2008. Dostupné z http://www.strategosinc.com/just_in_time.htm.
- [76] *Sborník průmyslového inženýrství* [online]. [cit. 2009-06-25]. Dostupné z <http://www.businessinfo.cz/cz/clanek/management-msp/slovník-prumysloveho-inzenyrstvi/1001663/52893/>.
- [77] Roland Berger Strategy Consultants, © 2011. *Střední a východní Evropa do 10 let vyšumí, rozdělí se na menší celky*. [online]. [cit.2011-06-28]. Dostupné z http://ekonomika.idnes.cz/stredni-a-vychodni-evropa-do-10-let-vysumi-rozdeli-se-na-mensi-celky10b/eko_euro.aspx?c=A101206_123001_eko_euro_spi 15.3.2011.
- [78] JEŽEK, Otakar, 2007. *Optimalizace pracovišť*. [online]. [cit. 2011-06-20]. Dostupné z <http://www.prodaktivita.cz/cs/naseprodukty/optimalizace-pracovist/>.
- [79] *Modelování montážních linek*. [online]. [cit. 2011-06-20]. Dostupné z <http://www.statspol.cz/request/request2006/sbornik/dohnal.pdf>.
- [80] *Slovník cizích slov*. [online]. [cit. 2011-04-19]. Dostupné z <http://www.slovník-cizich-slov.cz/index.php?slovo=hypot%E9za>.
- [81] *Lean Manufacturing*, [online]. [cit. 2010-04-10]. Dostupné z http://www.ifsworld.com/binaries/Lean%20Manufacturing_tcm31-12592.pdf.
- [82] *Kvalitativní výzkum, Základní metody a aplikace*. [online]. [cit. 2009-11-29]. Dostupné z <http://www.kosmas.cz/knihy/126974/kvalitativni-vyzkum>.
- [83] *Kvantitativní výzkum*. [online]. [cit. 2009-11-29]. Dostupné z http://cs.wikipedia.org/wiki/Kvantitativn%C3%AD_v%C3%BDzkum.
- [84] McKINSLEY & Company. *Viel mehr als nur Schlankmachen*. [online]. [cit. 2010-05-18]. Dostupné z <http://www.e-fellows.net/JOBS-EVENTS/Partnerunternehmen/McKinsey/Lean-Manufacturing>.
- [85] Definition of net, © 2010. *Optimalizace*. [online]. [cit. 2011-09-28]. Dostupné z <http://www.definition-of.net/definice-optimalizace>.
- [86] Itbiz, © 2010. *Efektivita*. [online]. [cit. 2010-06-20]. Dostupné z: <http://www.itbiz.cz/slovník/ekonomie/efektivita>.
- [87] Ivetera, © 2005. *Co je efektivita?* [online]. [cit. 2010-06-20]. Dostupné z <http://www.managementnews.cz/manazer/vedeni-lidi-a-tymu-id-147960/co-je-efektivita-id-164617>.
- [88] Vanhara, John, 2010. *Stručná úvaha na téma efektivita* [online]. [cit. 2010-06-20].

Dostupné z <http://www.podnikanivusa.com/2010/12/14/strucna-uvaha-na-tema-efektivita/>.

- [89] Trilogic, © 2012. *LeanTek components* [online]. [cit. 2013-01-02]. Dostupné z <http://www.trilogiq.com/en/picture-gallery.php>.
- [90] IPA Slovakia, © 2010. *Produktivita* [online]. [cit. 2010-06-28]. Dostupné z: http://www.ipaslovakia.sk/slovník_view.aspx?id_s=167.
- [91] Barták, Milan, 2004. *Produktivita práce: Jak ji sledovat* [online]. [cit. 2010-06-28]. Dostupné z http://ihned.cz/c4-10104650-15043740-006000_d-produktivita-prace-jak-ji-sledovat.
- [92] *Nařízení vlády 361/2007* [online]. [cit. 2013-01-22]. Dostupné z http://www.zdravotnickaskola5kvetna.cz/downloads/ZP/NV_BOZP.pdf
- [93] Webster's New encyclopedic dictionary, © 2011. *System*. [online]. [cit.2011-06-28].Dostupné z <http://www.merriam-webster.com/dictionary/system?show=0&t=1372441737>

Ostatní zdroje:

- [94] *Interní materiály API – Akademie produktivity a inovací, s.r.o. 2006 – 2012.*
- [95] *Skriptum oder Unterlagen Technische Universität Chemnitz, Chemnitz, 2011.*
- [96] HAMTA Nima, Fatemi GHONI., Fatemi JOLAI a Unes BAHALKE. *Bi-criteria assembly line balancing by considering flexible operation times.* Applied Mathematical Modelling. 2011, s. 5592–5608.
- [97] MORENO C. W., *Optimal “Lean Operations” in Manufacturing.* Optimization in Production Operations. 2006.
- [98] WAURZINIAK, Piotr. *AUTOMATION in Lean Manufacturing.* Manufacturing Engineering. 2007. s. 99 – 105.
- [99] FERREIRA, Luis Pinto. Analysis and optimisation of a network of closed-loop automobile assembly line using simulation. *Manufacturing Technology.* 2011. s. 351 – 367.
- [100] MODRÁK, Vladimír. Case on Manufacturing Cell Formation Using Production Flow Analysis. *Proceedings of World Academy of Science, Engineering and Technology.* Vol. 39. 2009. ISSN 2070-3740.
- [101] McDONALD, Tomas. Development and application of a worker assignment model to evaluate a lean manufacturing cell. *International Journal of Production Research.* Vol. 47. No. 9. 2009.
- [102] Murphy, Teri J., Randa L. Shehab, Teri Reed-Rhoads, Cindy E. Foor, Betty J. Harris, Deborah A. Trytten, Susan E. Walden, Mary Besterfield-Sacre, Susan M. Hallbeck, and William C. Moor. Achieving parity of the sexes at the undergraduate level: A study of success. *Journal of Engineering Education,* Vol 96, No. 3, pp. 241–252.

- [103] Shah Rachna. and Peter T. Ward. Lean manufacturing: context, practice bundles, and performance. *Journal of Operations Management*, Vol 21 No. 2, pp. 129–149.
- [104] Sugimori, Y., K. Kusunoki, F. Cho and S. Uchikawa. Toyota Production System and Kanban system: materialization of just in time and respect-for-human system. *International Journal of Production Research*. 2008, Vol 15 No. 6, pp. 553–564.
- [105] Shah Rachna. and Peter T. Ward. Defining and developing measures of lean production. *Journal of Operations Management*, Vol 25 No. 4, pp. 785 - 805.
- [106] Foor, Cynthia E., Susan E. Walden, and Deborah A. Trytten. I wish that I belonged more in this whole engineering group: Achieving individual diversity. *Journal of Engineering Education*, Vol 96, No. 2, pp. 103–115.

PŘEHLED PUBLIKAČNÍ ČINNOSTI AUTORA

Příspěvky ve sbornících a na konferencích

[1] TUČEK, David a Jaroslav DLABAČ. Lean production in practice, In *Proceedings of the 6th International Conference on Applied Mathematics, Simulation, Modelling*. Rhodes: WSEAS Press (GR). 2012, s. 161-167. ISBN 978 – 1-61804-076-3.

[2] TUČEK, David a Jaroslav DLABAČ. Industrial Engineering in Organizational Structure of Company, In *Advances in Economics, Risk Management, Political and Law Science*. Praha: WSEAS Press, 2012, s. 158-163, ISSN: 2227-460X, ISBN: 978-1-61804-124-1

[3] TUČEK, David a Jaroslav DLABAČ. How to build up a Lean Production Systems, *International Journal of Systems applications, Engineering & Developement*, 2012, č. 6. S. 242 – 250. ISSN 2074-1308.

[4] DLABAČ Jaroslav. The methodology for optimization of assembly workplaces with a case study. In *Latest Trends in Environmental & Manufacturing*. Vienna: WSEAS Press, 2012. s 77 - 83. ISBN 978-1-61804-135-7.

[5] DLABAČ, Jaroslav a Marcel PAVELKA. Štíhlé výrobní systémy. In *12. Ročník mezinárodního semináře Modelování a optimalizace podnikových procesů*, Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni, 2009, s. 1 – 8. ISBN 978-80-7043-844-2.

[6] DLABAČ, Jaroslav a Marcel PAVELKA. Fungování zlepšovateľského hnutí ve výrobních podnicích. In *Mezinárodní Bařova konference pro doktorandy a mladé vědecké pracovníky*, 2010, s. 1 – 7. ISBN 978-80-7318-922-8.

[7] DLABAČ, Jaroslav a Iva DVOŘÁKOVÁ. Lean Production Systems. *Manufacturings Systems Today and Tomorrow*, 2011, ISBN 978-80-7372-774-1.

[8] DLABAČ Jaroslav a Veronika ŠIŠKOVÁ. The methodology for optimization of assembly workplaces with respect to environmental aspects. In *Advanced in Economics, Risk Management, Political & Law Science*. Praha: WSEAS Press, 2012. s 323 – 328. ISBN 978-1-61804-123-4.

Články v odborných časopisech

- [9] DLABAČ, Jaroslav. Analýza a měření práce. *Úspěch - Produktivita a inovace v souvislostech*. 2012, č. 1, s. 11 – 14. ISSN 1803-5183.
- [10] DLABAČ, Jaroslav. Ergonomie práce v administrativě. *Úspěch - Produktivita a inovace v souvislostech*. 2012, č. 4, s. 18 – 20. ISSN 1803-5183.
- [11] DLABAČ Jaroslav. Nástroje a metody používané API – Akademií produktivity a inovací, s.r.o. *Úspěch - Produktivita a inovace v souvislostech*, 2012, č. 4, s. 9 – 11. ISSN 1803-5183.
- [12] DLABAČ, Jaroslav. Štíhlá výroba – používané metody a nástroje. *Spektrum*, 2010, č. 9, s. 1 – 3. ISSN 1213-7227.
- [13] DLABAČ, Jaroslav. Vzdělávání a rozvoj zaměstnanců pomocí tréninkového centra. *Úspěch - Produktivita a inovace v souvislostech*, 2010, č. 2, s. 28 – 30. ISSN 1803-5183.
- [14] DLABAČ, Jaroslav a Marcel PAVELKA. Průmyslové inženýrství v organizační struktuře podniku. *Úspěch - Produktivita a inovace v souvislostech*, 2011, č. 3, s. 6 – 9. ISSN 1803-5183.
- [15] DLABAČ, J., Š. ABDULRAHMAN A K. PŘIDALOVÁ. IV. ročník Letní školy průmyslového inženýrství. *Úspěch - Produktivita a inovace v souvislostech 2009*, č. 4, s. 17 – 18. ISSN 1803-5183.
- [16] DLABAČ, Jaroslav a Miroslav STANĚK. Zlepšování procesů ve společnosti ThermoFisher Scientific (závod Mukařov). *Úspěch - Produktivita a inovace v souvislostech*, 2010, č. 3, s. 12 – 14. ISSN 1803-5183.
- [17] DLABAČ, Jaroslav a Peter DEBNÁR. Štíhlé výrobní systémy – princip „Best of Best“. *Úspěch - Produktivita a inovace v souvislostech*, 2010, č. 1, s. 6 – 9. ISSN 1803-5183.

ŽIVOTOPIS AUTORA

Osobní údaje

Jméno a příjmení: Jaroslav Dlabáč

Datum a místo narození: 20. června 1983 ve Zlíně

Adresa: Boněcko I/253, Zlín, 760 01

Mobilní tel.: +420 739 626 362

Email: JaroslavDlabac@seznam.cz

Vzdělání

- 2008 – nyní Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta managementu a ekonomiky
Doktorský studijní program se zaměřením na optimalizaci výrobních procesů
Studijní obor Management a ekonomika
- 2005 –2007 Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta managementu a ekonomiky
Studijní program N 6208
Studijní obor 6208T116 Průmyslové inženýrství
(Státní závěrečná zkouška v roce 2007, titul: Ing.)
- 2002 – 2005 Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta managementu a ekonomiky
Studijní program B 6208
Studijní obor 6208R038 Management a ekonomika
(Státní závěrečná zkouška v roce 2005, titul: Bc.)
- 1998-2002 Gymnázium Zlín, náměstí T. G. Masaryka
Studijní obor 79-41-K/401 (79-02-5/00) Gymnázium
(Maturitní zkouška v roce 2002)

Odborné kurzy a školení

Školení společnosti Persoma, s.r.o. „Komunikační a prezentační dovednosti“

Školení společnosti FC Czech, s.r.o. „7 návyků skutečně efektivních lidí“, „FOCUS“ a „4 disciplíny realizace“

Kurz „Analýza a normování práce se zaměřením na Basic MOST“

Pracovní zkušenosti:

4/2012 – nyní

API- Akademie produktivity a inovací s.r.o.
projektový manažer

Realizace projektů a lektorská činnost zaměřená na implementaci metod a nástrojů z oblasti Leanu

Profesní orientace: Štíhlý podnik, Value Stream Mapping, 5S, vizuální podnik, SMED, One Piece Flow, Lean Flow, zvyšování efektivity výrobního zařízení, optimalizace výrobních linek, projektování výrobních buněk, analýza a měření práce, MOST, ergonomie a jiné.

Vybrané projekty: Optimalizace výrobních linek De Walt a balících příslušenství ve společnosti Black&Decker (Czech) s.r.o., Implementace prvků štíhlé výroby ve společnosti Flow Instruments & Engineering GmbH, Implementace Lean metod a nástrojů ve společnosti Geomine, a.s., Nastavení struktury komplexního systému odměňování a implementace nového systému pro řízení lidských zdrojů ve firmě GRUND a.s., Zvyšování produktivity pracovišť obrábění ve společnosti IFE-CR, a.s., Implementace štíhlého výrobního systému ve společnosti KOPOS KOLÍN a.s., Metodika tvorby norem ve společnosti Schiedel, s.r.o., Analýza koeficientu směnových časů ve společnosti Česká zbrojovka a.s., Optimalizace výrobních procesů ve společnosti INDET SAFETY SYSTEMS a.s., Optimalizace výrobních linek ve společnosti WITTE Nejdek, spol. s r.o.

Lektorská činnost: Přednášky na seminářích a konferencích na témata: Analýza a měření práce, Naučme se vidět a eliminovat plýtvání, Nástroje štíhlé výroby, Projektování výrobních buněk, Optimalizace výrobních pracovišť, Efektivní

využívání strojních zařízení, Ergonomie a pohybová ekonomie, Zlepšování procesů a jiné.

Firemní tréninky a workshopy: Vedení firemních tréninků a workshopů ve společnostech: BAEST, a.s., Baxter Bioscience s.r.o., BOSAL ČR, spol. s r.o., Busch Výroba CZ s.r.o., CeramTec Czech Republic, s.r.o., Connectronics s.r.o., Doosan Bobcat Manufacturing s.r.o., EPCOS s.r.o., Fuji Koyo Czech, s.r.o., Chart Ferox, a.s., IMI International s.r.o., KOVOLIS HEDVIKOV a.s., LINET spol. s r.o., Miele technika s.r.o., Panasonic Liquid Crystal Display Czech, s.r.o., Thermo Electron CZ a.s., TON, a.s., Toyoda Gosei Czech, s.r.o. , ZPS - FRÉZOVACÍ NÁSTROJE a.s. a jiné.

5/2007 – 4/2012 API- Akademie produktivity a inovací s.r.o.
senior konzultant

11/2006 – 4/2007 API- Akademie produktivity a inovací s.r.o.
junior konzultant

10/2006 - 1/2007 Polimoon, a.s. Zlín- Příluky

Několika měsíční stáž, účast na projektu Optimalizace plánování výroby

02/2005 - 5/2005 SKS Krnov, a.s.

Několika měsíční stáž, zpracování finanční analýzy a analýzy konkurenceschopnosti podniku

6/2003 – 2007 SK Zlín- Mladcová- tenisový oddíl
tenisový trenér

Jazykové znalosti

Jazyk německý: plynně

Jazyk anglický: základy

Dovednosti

Řidičský průkaz sk. A (do 25 KW), B

Průkaz tenisového trenéra 3. třídy

Práce na PC: MS Office, Witness, MS Navision

Dobré komunikační schopnosti, schopnosti prezentace, umění jednat s lidmi

Kreativita, spolehlivost, nekonfliktnost

Zájmy

Literatura (především odborná)

Tenis (závodně)

Běh a cyklistika (rekreačně)

Cestování

SEZNAM OBRÁZKŮ, GRAFŮ A TABULEK

Obr. 1 Systém jako proces [14].....	8
Obr. 2 Štíhlá výroba jako pilíř štíhlého a inovativního podniku [61].....	13
Obr. 3 10 kroků workshopu podle IPI [32].....	20
Obr. 4 Dosahy horních končetin ve svislé poloze při práci vestoje a vsedě [90]	31
Obr. 5 Optimalizace pracoviště – 1. část [76].....	34
Obr. 6 Etapy plánování výrobních buněk [11]	35
Obr. 7 Etapy plánování výrobních buněk [32]	37
Obr. 8 Flexibilita buněk s ohledem na požadavky zákazníka [21].....	38
Obr. 9 Ukázka modulárních stavebnicových systémů [87]	39
Obr. 10 Obecný postup optimalizace montážních pracovišť (vlastní zpracování)	65
Obr. 11 Ukázka části rychlého vstupního auditu pro hodnocení montážních pracovišť (vlastní zpracování)	67
Obr. 12 Ukázka části harmonogramu (vlastní zpracování)	69
Obr. 13 Ukázka analýzy montážního pracoviště (vlastní zpracování)	71
Obr. 14 Mapa plýtvání (vlastní zpracování)	73
Obr. 15 Formulář pro analýzu montážního postupu (vlastní zpracování).....	75
Obr. 16 Ukázka ergonomického auditu (vlastní zpracování)	77
Obr. 17 Základní varianty layoutů (vlastní zpracování)	80
Obr. 18 Ukázka simulace v software Witness (vlastní zpracování)	83
Obr. 19 Pracoviště před optimalizací (vlastní zpracování).....	88
Obr. 20 Pracoviště po optimalizaci (vlastní zpracování).....	90
Obr. 21 Ukázka vizuálního montážního postupu (vlastní zpracování).....	90
Obr. 22 Ukázka standardu pracoviště (vlastní zpracování)	91
Graf 1 Struktura podniků (vlastní zpracování)	51
Graf 2 Výrobní technologie (vlastní zpracování)	51
Graf 3 Uspořádání pracovišť (vlastní zpracování).....	52
Graf 4 Počet rodin na jednom pracovišti (vlastní zpracování)	53
Graf 5 Struktura montážních pracovníků (vlastní zpracování).....	53
Graf 6 Pohlaví montážních pracovníků (vlastní zpracování)	54
Graf 7 Způsob optimalizace (vlastní zpracování).....	54
Graf 8 Ovlivnění pracovišť ve fázi vývoje a náběhu (vlastní zpracování).....	55
Graf 9 Zodpovědnost za optimalizaci (vlastní zpracování).....	56
Graf 10 Ukazatel úspěšnosti optimalizace (vlastní zpracování).....	56
Graf 11 Ukazatel úspěšnosti optimalizace (vlastní zpracování).....	57
Graf 12 Struktura firem dle velikosti (vlastní zpracování).....	59
Graf 13 Ukázka náběhové křivky (vlastní zpracování)	85
Graf 14 Náběhová křivka a její plnění (vlastní zpracování).....	89

Tab. 1 Klasifikace firem dle CZ – NACE (vlastní zpracování)	59
Tab. 2 Otázky strukturovaného rozhovoru (vlastní zpracování)	61
Tab. 3 Aktivity první fáze (vlastní zpracování)	69
Tab. 4 Aktivity druhé fáze (vlastní zpracování)	79
Tab. 5 Výběr optimální varianty layoutu (vlastní zpracování).....	81
Tab. 6 Aktivity třetí fáze (vlastní zpracování)	84
Tab. 7 Aktivity čtvrté fáze (vlastní zpracování)	86

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha č. 1: Rychlý vstupní audit pro hodnocení montážních pracovišť

Příloha č. 2: Analýza pracoviště

Příloha č. 3: Mapa plýtvání

Příloha č. 4: Formulář pro analýzu montážního postupu

Příloha č. 5: Dotazník pro kvantitativní výzkum

PŘÍLOHY

Příloha č. 1: Rychlý vstupní audit pro hodnocení montážních pracovišť

Název firmy:
Název pracoviště:
Dosažená bodová hodnota:
Hodnocení:

Kritérium hodnocení	Úroveň 1 (4 body)	Úroveň 2 (3 body)	Úroveň 3 (2 body)	Úroveň 4 (1 bod)
VÝKON				
Sledované ukazatele	Jsou definovány ukazatele, které jsou na pracovišti sledovány včetně přijatelného intervalu hodnot. Jsou definovány kroky, v případě, že se ukazatele vychýlí z definovaného intervalu	Jsou definovány ukazatele, které jsou na pracovišti sledovány včetně přijatelného intervalu hodnot	Jsou definovány ukazatele, které jsou na pracovišti sledovány	Nejsou definovány ukazatele, které jsou na pracovišti sledovány
Plnění ukazatelů	Definované hodnoty sledovaných ukazatelů jsou pravidelně plněny na všech směnách	Definované hodnoty sledovaných ukazatelů jsou z převážné části plněny, ne však zcela vždy a na všech směnách	Definované hodnoty ukazatelů jsou plněny ve více než 50% případů	Definované hodnoty ukazatelů většinou nejsou plněny (plnění v méně než 50% případů)
Spotřeba času	Je definována spotřeba času jednotlivých operací na základě nepřímého měření včetně potenciálu na snížení času	Je definována spotřeba času jednotlivých operací na základě nepřímého měření	Je definována spotřeba času jednotlivých operací na základě historických kvalifikovaných odhadů či přímým měřením	Není definována spotřeba času jednotlivých operací
Balancování operací	Je stanoven zákaznický takt, definována	Je stanoven zákaznický takt,	Je stanoven zákaznický takt, definována	Je stanoven zákaznický takt, není provedeno

	pracnost jednotlivých operací, stanoven počet pracovníků, balancování operací dle délky trvání činností i náročnosti na kvalifikaci pracovníka	definována pracnost jednotlivých operací, stanoven počet pracovníků, balancování operací dle délky trvání činností	pracnost jednotlivých operací	balancování
LAYOUT				
Layout pracoviště	Je jasně definován layout pracoviště, s obsazením pracovníků pro různé varianty objemu produkce	Je jasně definován layout pracoviště, s univerzálním obsazením jednotlivých pracovišť pracovníky	Je definován layout pracoviště bez jednoznačného definování obsazenosti jednotlivých pracovišť pracovníky	Není definován standardní layout pracoviště
Univerzálnost	Nástroje i přípravky jsou univerzálně použitelné i na ostatních pracovištích	Nástroje jsou univerzálně použitelné na všech pracovištích, přípravky však ne	Nástroje a přípravky jsou univerzálně použitelné na některých jiných pracovištích	Nástroje a přípravky nejsou univerzálně použitelné
Flexibilita	Je možno flexibilně měnit layout pracoviště i počet pracovníků. Je možno rotace pracovníků. (flexibilita pracovníků)	Je možno flexibilně měnit počet pracovníků na pracovišti i layout pracoviště	Je možno flexibilně měnit počet pracovníků na pracovišti	Pracoviště není flexibilní
KVALITA				
FMEA	Je zpracována FMEA, určeny činnosti s vysokým RPZ, definovány nápravné opatření a přepracována FMEA po splnění nápravných opatření	Je zpracována procesní i konstrukční FMEA (pro jednotlivé operace na montážním pracovišti i vstupní materiál a	Je zpracována procesní FMEA (pro jednotlivé operace na montážním pracovišti)	Není zpracována FMEA

		technologii)		
Poka - yoke	Jsou použity poka – yoke u všech činností, kde je to možné. Existuje databáze poka – yoke řečení ve firmě	Jsou použity poka – yoke u všech činností, kde je to možné	Jsou použity poka – yoke u některých činností	Nejsou použity žádné poka – yoke přípravy
Nekvalita	Každý z pracovníků je „samokontrolorem“ a v případě zjištění nekvality může zastavit proces	Každý z pracovníků je kompetentní provádět samokontrolu	Pracovníci na některých operacích jsou kompetentní provádět samokontrolu	Nekvalita je odhalena až na posledním stanovišti montážního pracoviště
Karty chyb	Jsou definovány karty chyb pro všechna stanoviště, včetně způsobu sběru dat a jejich dalšího zpracování	Jsou definovány karty chyb pro všechna stanoviště	Jsou definovány karty chyb pro vytipovaná stanoviště	Nejsou definovány karty chyb
Standardy	Jsou definovány standardy v podobě vizuálních montážních postupů, standardů 5S a karty chyb	Jsou definovány standardy v podobě vizuálních montážních postupů, standardů 5S	Jsou definovány standardy v podobě vizuálních montážních postupů	Nejsou definovány žádné standardy
PRACOVNÍCI				
Kvalifikace	Je sestavena a aktualizována kvalifikační matice včetně zastupitelnosti pracovníků. Je sestaven akční plán zvyšování kvalifikace jednotlivých pracovníků	Je sestavena a aktualizována kvalifikační matice včetně zastupitelnosti pracovníků	Je sestavena kvalifikační matice	Není definována kvalifikační matice personálu
Náplň práce	Náplň práce je detailně definována (montáž, zásobování linky, úklid...) pro jednotlivé varianty objemu produkce	Náplň práce je detailně definována (montáž, zásobování linky, úklid...)	Náplň práce je definována pouze formou montážních listů	Není definována pracovní náplň jednotlivých pracovníků
Způsob	Odměňování je	Odměňování je	Odměňování	Není definován

odměňování	navázáno na výkon pracoviště, jsou definovány opatření v případě neplnění výkonu pracoviště	navázáno na výkon pracoviště	není navázáno na výkon pracoviště	způsob odměňování pracovníků
Ergonomie	Je zabezpečena požadovaná výška pracovní roviny, požadované zóny dosahu, ergonomické řešení nástrojů	Je zabezpečena požadovaná výška pracovní roviny, požadované zóny dosahu	Je zabezpečena požadovaná výška pracovní roviny	Není uvažováno s ergonomickými parametry při navrhování pracoviště
LOGISTIKA				
Manipulace uvnitř pracoviště	Je definováno více alternativ manipulace mezi jednotlivými stanovišti	Je definován detailní způsob manipulace mezi jednotlivými stanovišti	Je definován princip manipulace mezi jednotlivými stanovišti	Není definována manipulace mezi jednotlivými stanovišti
Logistika pracoviště	Je definován způsob zásobování pracoviště včetně skladů a meziskladů se vstupním materiálem a hotovými výrobky pro různý objem produkce	Je definován způsob zásobování pracoviště včetně skladů a meziskladů se vstupním materiálem a hotovými výrobky	Je definován způsob zásobování pracoviště	Není definována logistika pracoviště

Příloha č. 2: Analýza pracoviště

Analýza pracoviště									
Pracoviště:									
Vyráběná produkce:									
Pracovní postup (jednotlivé nedělitelné celky)					Náměry cyklových časů				
1.									
2.									
3.									
4.									
5.									
6.									
Náměry cyklových časů celé operace prováděné na pracovišti									
									Průměr
Definovaná norma		Náměr			Odchylnka				
Identifikované plýtvání									
Ergonomické postřehy									
Jiné postřehy, náměty na zlepšení									

Příloha č. 3: Mapa plýtvání

MAPA PLÝTVÁNÍ							
Nadvýroba	Zásoby	Čekání	Transport	Pohyby	Chyby	Vicepráce	
Kvantifikace plýtvání							
Výrobek/sestava/komponent Počet ks (palet, kg, ...)	Položka Počet ks (palet, kg, ...)	Konkrétní případ Četnost opakování Doba trvání (s, min)	Trasa Četnost opakování Vzdálenost (m, kroki)	Trasa Četnost opakování Vzdálenost (m, kroki)	Konkrétní případ Četnost opakování	Konkrétní případ Četnost opakování	

Příloha č. 4: Formulář pro analýzu montážního postupu

ANALÝZA MONTÁŽNÍHO POSTUPU						
Standard montážního postupu	Reálný montážní postup	eliminace operace	sloučení operace	záměna pořadí op.	eliminace operace	
1.						
2.						
3.						
4.						
5.						
6.						
7.						
8.						
9.						
10.						
11.						
12.						
Poznámky:						

DOTAZNÍK

Identifikační otázky

1. Uveďte počet zaměstnanců firmy
 - a. Malá firma (méně než 50 osob).
 - b. Střední podnik (50 až 250).
 - c. Velký podnik (více než 250).

2. Jakými disponujete výrobními technologiemi?
 - a. Komplexní výrobní technologie (od přípravy materiálu až po finální montáž).
 - b. Částečná výrobní technologie (např. vstřikování plastů a následná montáž).
 - c. Pouze montážní operace.

Otázky týkající se hodnocení montážních pracovišť a jejich systematického zlepšování.

3. Jakým způsobem máte montážní pracoviště uspořádána?
 - a. Samostatné montážní stoly.
 - b. Montážní linky uspořádány do přímého toku.
 - c. Montážní linky uspořádány do tvaru U, montážní buňky.
 - d. Jiným způsobem (uveďte jakým) ...

4. Jsou vaše montážní pracoviště univerzální? Kolik rodin (typů) dokážete montovat na jedné lince (montážním pracovišti).
 - a. Jednu rodinu (jednoúčelová linka, pracoviště).
 - b. Dvě až tři rodiny.
 - c. Více než tři rodiny.

5. Jací pracovníci pracují na vašich montážních pracovištích.
 - a. Pouze kmenoví pracovníci.
 - b. Kmenoví i agenturní pracovníci (podíl agenturních pracovníků je menší než 20%).
 - c. Kmenoví i agenturní pracovníci (podíl agenturních pracovníků je větší než 20%).

6. Převažují na montážních pracovištích ve firmě muži nebo ženy?

- a. Ženy.
 - b. Muži.
7. Máte možnost ovlivnit výslednou podobu montážních pracovišť již ve fázi vývoje a náběhu výroby?
- a. Ano.
 - b. Ne.
8. Jakým způsobem montážní pracoviště optimalizujete?
- a. Na základě interně vypracované metodiky (vypracovaného postupu) pro optimalizaci montážních pracovišť.
 - b. Na základě historických zkušeností
 - c. Využíváme podpory externích společností.
 - d. Nijak cíleně a systematicky montážní pracoviště neoptimalizujeme.
9. Kdo je zodpovědný za optimalizaci montážních pracovišť? (v případě, že jste na otázku č. 8 odpověděli záporně, neodpovídejte prosím).
- a. Výrobní úsek.
 - b. Technologie.
 - c. Průmyslové (procesní inženýrství).
 - d. Jiný útvar (uveďte jaký)...
10. Jak hodnotíte dopady prováděných optimalizací? Který ukazatel je pro vás rozhodující? (v případě, že jste na otázku č. 8 odpověděli záporně, neodpovídejte prosím).
- a. Počet vyrobených ks za směnu.
 - b. Efektivita montáže (%).
 - c. Nevyčíslitelné (ergonomie, pracovní prostředí, ...)
 - d. Jiný (uveďte jaký) ...
11. Jaké metody a nástroje z oblasti štlhlé výroby při optimalizaci používáte? Uveďte konkrétně (v případě, že jste na otázku č. 8 odpověděli záporně, neodpovídejte prosím).
12. Uvítali byste, kdybyste měli k dispozici komplexní detailně zpracovanou metodiku (od analýzy přes návrhy řešení až po implementaci) pro optimalizaci montážních pracovišť (montážních linek, buněk)
- a. Ano.
 - b. Ne.