

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA STROJNÍ

Studijní program: N2301 Strojní inženýrství
Studijní obor: 2301T007 Průmyslové inženýrství a management

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Racionalizace výroby na obráběcí-montážní linky

Autor: **Bc. Tomáš Kučera**

Vedoucí práce: **Doc. Ing. Michal Šimon, Ph.D.**

Akademický rok 2012/2013

Zadání

Prohlášení o autorství

Předkládám tímto k posouzení a obhajobě diplomovou práci, zpracovanou na závěr studia na Fakultě strojní Západočeské univerzity v Plzni.
Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracoval samostatně, s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených v seznamu, který je součástí této diplomové práce.

V Plzni dne:

.....
podpis autora

Upozornění

Využití a společenské uplatnění výsledků diplomové práce, včetně uváděných vědeckých a výrobně-technických poznatků nebo jakékoliv nakládání s nimi je možné pouze na základě autorské smlouvy a souhlasu Fakulty strojní Západočeské univerzity v Plzni.

Poděkování

Děkuji vedoucímu diplomové práce Doc. Ing. Šimonovi, Ph. D. za metodickou pomoc a rady při zpracování diplomové práce. Dále děkuji pracovníkům ze společnosti Aisan Industry Czech, především Ing. Sejvalovi za užitečnou metodickou pomoc a odborné vedení při plnění úkolů realizovaných při řešení diplomové práce.

ANOTAČNÍ LIST DIPLOMOVÉ PRÁCE

AUTOR	Příjmení Kučera	Jméno Tomáš		
STUDIJNÍ OBOR	2301T007 – „Průmyslové inženýrství a management“			
VEDOUCÍ PRÁCE	Příjmení (včetně titulů) Doc. Ing. Šimon, Ph.D.	Jméno Michal		
PRACOVIŠTĚ	ZČU - FST - KPV			
DRUH PRÁCE	DIPLOMOVÁ	BAKALÁŘSKÁ	Nehodící se škrtněte	
NÁZEV PRÁCE	Racionalizace výroby na obráběcí-montážní lince			

FAKULTA	strojní	KATEDRA	KPV	ROK ODEVZD.	2013
----------------	---------	----------------	-----	--------------------	------

POČET STRAN (A4 a ekvivalentů A4)

CELKEM	60	TEXTOVÁ ČÁST	49	GRAFICKÁ ČÁST	11
---------------	----	---------------------	----	----------------------	----

STRUČNÝ POPIS (MAX 10 ŘÁDEK) ZAMĚŘENÍ, TÉMA, CÍL POZNATKY A PŘÍNOSY	Diplomová práce se zabývá racionalizací výroby součástí z hliníku pro osobní automobily. Racionalizace je zaměřena především na řešení technickoorganizačních podmínek. Patří sem především snaha o navýšení ročního objemu produkce výrobků pro uspokojení potřeb zákazníka. Projekt obsahuje stručné seznámení s organizací, kde byla daná problematika řešena a dále se zabývá samotnou specifikací výrobního procesu.
KLÍČOVÁ SLOVA ZPRAVIDLA JEDNOSLOVNÉ POJMY, KTERÉ VYSTIHUJÍ PODSTATU PRÁCE	Racionalizace, optimalizace, montáž, obrábění, náklady

SUMMARY OF DIPLOMA SHEET

AUTHOR	Surname Kučera	Name Tomáš	
FIELD OF STUDY	2301T007 – „Industrial Engineering and Management”		
SUPERVISOR	Surname (Inclusive of Degrees) Doc. Ing. Šimon, Ph.D.	Name Michal	
INSTITUTION	ZČU - FST - KPV		
TYPE OF WORK	DIPLOMA	BACHELOR	Delete when not applicable
TITLE OF THE WORK	Rationalization of production on Machining-Assembly line		

FACULTY	Mechanical Engineering	DEPARTMENT	KPV	SUBMITTED IN	2013
----------------	------------------------	-------------------	-----	---------------------	------

NUMBER OF PAGES (A4 and eq. A4)

TOTALLY	60	TEXT PART	49	GRAPHICAL PART	11
----------------	----	------------------	----	-----------------------	----

BRIEF DESCRIPTION TOPIC, GOAL, RESULTS AND CONTRIBUTIONS	This thesis deals with the rationalization of manufacturing aluminium parts for cars. Rationalization is focused on solving technical and organizational terms. This includes in particular the effort to increase the annual production volume of products to meet customer needs. The project includes a brief introduction to the organizations where these issues were addressed and discusses the specification of the production process.
KEY WORDS	Rationalization, Optimalization, Assembly, Machining, Costs

OBSAH

ZADÁNÍ.....	2
PROHLÁŠENÍ O AUTORSTVÍ	4
PODĚKOVÁNÍ.....	5
ANOTAČNÍ LIST DIPLOMOVÉ PRÁCE	6
SUMMARY OF DIPLOMA SHEET	7
OBSAH	8
SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK	10
SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ.....	12
1 ÚVOD.....	13
2 RACIONALIZACE	14
2.1 PODSTATA A CÍLE	14
2.2 NÁSTROJE	15
2.3 POSTUP.....	15
3 PROFIL SPOLEČNOSTI	16
3.1 HISTORIE SPOLEČNOSTI.....	17
3.2 VÝROBNÍ PORTFOLIO.....	18
4 SOUČASNÝ STAV VÝROBY NA OBRÁBĚCÍ-MONTÁŽNÍ LINCE Č.6.....	19
4.1 VYRÁBĚNÉ DÍLY	19
4.2 POUŽITÉ STROJE A JEJICH CHARAKTERISTIKA	19
4.3 LAYOUT ML6.....	21
4.4 MĚŘENÍ VÝROBNÍCH ČASŮ	22
4.5 EFEKTIVITA A ZMETKOVITOST.....	23
4.5.1 Efektivita	23
4.5.2 Zmetkovitost	24
4.6 KAPACITA VÝROBNÍ LINKY	25
4.7 ZHODNOCENÍ SOUČASNÉHO STAVU	26
5 ROZPRACOVÁNÍ JEDNOTLIVÝCH VARIANT ŘEŠENÍ	27
5.1 VARIANTA Č.1 – SNÍŽENÍ VÝROBNÍCH ČASŮ V ÚZKÉM MÍSTĚ	27
5.1.1 Optimalizace CNC programů.....	27
5.1.2 Povlakování karbidových obráběcích nástrojů.....	28
5.1.3 Kapacita linky	31
5.1.4 Náklady	31
5.1.5 Zhodnocení.....	32
5.2 VARIANTA Č.2 – NÁVRH NOVE VÝROBNÍ LINKY ML17	33
5.2.1 Umístění nové linky	33
5.2.2 Layout nové linky ML17.....	34
5.2.3 Takt linky ML17	34
5.2.4 Ověření kapacity montážní linky	35
5.2.5 Kapacita ML6 s ML17	37
5.2.6 Investice	37
5.2.7 Náklady	39

5.2.8	Zhodnocení.....	40
5.3	VARIANTA Č.3 – ZMĚNA PRACOVNÍHO REŽIMU	41
5.3.1	Současné fungování 3 směnného provozu	41
5.3.2	Požadavky na přechod na 4 směnný nepřetržitý pracovní provoz.....	42
5.3.3	Kapacita ML6 po změně	43
5.3.4	Náklady	43
5.3.5	Zhodnocení.....	44
6	HODNOCENÍ VYBRANÝCH VARIANT	46
6.1	VÝBĚR VHODNÝCH KRITÉRIÍ HODNOCENÍ.....	46
6.2	METODA PÁROVÉHO SROVNÁNÍ	46
6.3	KOMPLEXNÍ MATICE KRITICKÝCH FAKTORŮ.....	47
7	TECHNICKO-EKONOMICKÉ HODNOCENÍ.....	48
8	ZÁVĚR.....	49
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	50
	SEZNAM PŘÍLOH.....	51
	PŘÍLOHA Č.1 (LAYOUT ML6 – SOUČASNÝ STAV).....	52
	PŘÍLOHA Č.2 (ŘEZNÝ PLÁN ML6 SOUČASNÝ STAV).....	53
	PŘÍLOHA Č.3 (ŘEZNÝ PLÁN ML6 PO OPTIMALIZACI CNC PROGRAMŮ).....	55
	PŘÍLOHA Č.4 (ŘEZNÝ PLÁN ML6 S POVLAKOVANÝMI NÁSTROJI)	57
	PŘÍLOHA Č.5 (LAYOUT ML6 + ML17)	59
	EVIDENČNÍ LIST.....	60

Seznam obrázků a tabulek

- Obr. 2-1 Cíle racionalizace [2]
Obr. 2-2 Schéma možného provádění racionalizačních studií
Obr. 3-1 Přehled působení Aisan Industry Co., Ltd. ve světě (Interní zdroj)
Obr. 3-2 Pohled na výrobní haly AIC v Lounech [3]
Obr. 3-3 Logo společnosti (Interní zdroj)
Obr. 3-4 Palivové čerpadlo, elektronická a mechanická škrtková klapka [3]
Obr. 4-1 Zleva výrobky ALTB, WIH, OFB a CV [3]
Obr. 4-2 Pohled na linku, vlevo vpředu soustruh a vpravo obráběcí centrum (Interní zdroj)
Obr. 4-3 Pohled na linku, vepředu stroje montážní linky (Interní zdroj)
Obr. 4-4 Layout výrobní linky ML6 (Interní zdroj)
Obr. 4-5 Graf efektivity ML6 za posledních 12 měsíců (Interní zdroj)
Obr. 4-6 Graf zmetkovitosti ML6 za posledních 12 měsíců (Interní zdroj)
Obr. 4-7 Graf kapacity linky dle objednávek na období 2013 až 2015 (Interní zdroj)
Obr. 5-1 Nástroje s DLC povlakem [9]
Obr. 5-2 Kapacity linky po snížení taktu linky
Obr. 5-3 Částečný layout výrobní haly s návrhem umístění nové linky ML17
Obr. 5-4 Layout nové linky ML17 se současnou ML6
Obr. 5-5 Kapacita linek ML6 a ML17
Obr. 5-6 Návrh investice – Bod zvratu
Obr. 5-7 Současné organizační schéma oddělení výroby obrábění
Obr. 5-8 Nové organizační schéma oddělení výroby obrábění
Obr. 5-9 Graf kapacity linky po změně pracovního režimu (Interní zdroj)
- Tab. 4-1 Takt linky pro všechny 4 výrobky (Interní zdroj)
Tab. 4-2 Takt linky pouze pro výrobky OFB a CV (Interní zdroj)
Tab. 4-3 Přehled měsíční a průměrné roční efektivity ML6 (Interní zdroj)
Tab. 4-4 Přehled měsíční a průměrné roční zmetkovitosti ML6 (Interní zdroj)
Tab. 5-1 Úspory času úpravou CNC programů
Tab. 5-2 Takt linky s novými povlakovanými nástroji
Tab. 5-3 Takt linky s novými povlakovanými nástroji a sníženými časy myček
Tab. 5-4 Celkové roční provozní náklady varianty č.1

Tab. 5-5 Takt nové linky ML17

Tab. 5-6 Analýza taktu montážní části linky pro ML6 a ML17

Tab. 5-7 Seznam kapitálových investic na pořízení nové linky ML17

Tab. 5-8 Celkové roční provozní náklady varianty č.2

Tab. 5-9 Celkové roční provozní náklady varianty č.3

Tab. 6-1 Párové srovnání

Tab. 6-2 Pořadí kritérií

Tab. 6-3 Hodnocení variant řešení

Tab. 7-1 Porovnání celkových ročních provozních nákladů u jednotlivých variant

Seznam použitých zkratk a symbolů

AIC – Aisan Industry Czech

ZR OFB – držák olejového filtru

ALTB – kryt alternátoru

WIH – kryt termostatu

CV – kryt ventilátoru

PPM – Parts per milion

ML6 – Obráběcí linka č.6 (Machining Line No.6)

OP – Operace

H.T. – Handling time (manipulace)

M.T. – Machine time (čas stroje)

EU – Evropská Unie

ZP – Zdravotní pojištění

SP – Sociální pojištění

1 Úvod

K vypracování této práce jsem si vybral společnost Aisan Industry Czech, s.r.o., která je předním světovým výrobcem široké škály především obroběných hliníkových odlitků a plastových výstřiků určených pro osobní automobily.

Každá firma jako tržní subjekt, pokud se chce udržet ve vysoce konkurenčním prostředí dnešní doby, se snaží o dosažení co nejvyšších zisků za co nejmenší výrobní náklady a to současně spolu s udržením vysoké kvality svých výrobků. Tyto protichůdné nároky pak udávají výslednou prosperitu firmy na trhu. V současné době globálních ekonomických problémů se zákazníci stále více orientují na cenu. To nutí nejen výrobce automobilů ke snižování cen svých vozů a to dopadá také na jednotlivé dodavatele dílů.

Cílem této práce je analyzovat stávající výrobní proces na obráběcí-montážní lince a pokusit se nalézt problémová místa ve výrobě za účelem zvýšení produktivity na základě značného nárůstu objednávek. Navrhnout možná řešení, která by vedla k racionalizaci stávajícího stavu. Tato řešení detailně rozpracovat, vyhodnotit, porovnat mezi sebou a vybrat to nejvýhodnější pro firmu.

2 Racionalizace

Racionalizace je souhrn opatření, která by měla směřovat k účelnějšímu a hospodárnějšímu způsobu práce a výroby. Týká se vlastní výroby i oblasti řízení a správy. Zahrnuje zejména aktivitu a iniciativu při zvyšování všech faktorů růstu výkonnosti a zároveň odstraňování namáhavé monotónní, zdraví škodlivé práce a zlepšování pracovních podmínek [1].

2.1 Podstata a cíle

Podstatou racionalizace je nepřetržité zdokonalování výrobního systému. Podnikatelské subjekty by se měly snažit o neustálé zvyšování produktivity práce v zájmu zlepšování ekonomických výsledků i zvyšování konkurenceschopnosti systému. V podstatě jde o to, aby se výrobní proces uskutečňoval na stále vyšší úrovni techniky, technologie, organizace práce, výroby i řízení. Spotřeba práce na jednotku výroby u nás stále zaostává při srovnání s úrovní průmyslově vyspělých zemí. Je dosahováno nižší úrovně produktivity, podniky pracují s nižší efektivností. Racionalizace by měla být jedním z konkrétních opatření podnikového vedení směřující ke změně tohoto nevyhovujícího stavu.

V obecném smyslu se racionalizace jeví jako rozumové vládnutí pracovnímu úseku. Jejím základem je vyloučení zbytečných ztrát a využití existujících rezerv. Racionalizace zároveň směřuje k zavádění nových technických a organizačních opatření. Racionalizace se ve všech případech podkládá ekonomickou kalkulací, směřuje k rentabilitě a hospodárnosti. Důležitým rysem racionalizace je její praktické zaměření. Je nástrojem nejen dalšího rozvoje poznávání, nýbrž nástrojem k ověření a aplikování všech praktických změn. Cílem je maximální zvýšení produktivity za minimálních investic. Hranice dosaženého zvýšení produktivity práce jsou těžko stanovitelné, jedná se o proces neustálého zlepšování [2].



Obr. 2-1 Cíle racionalizace [2]

2.2 Nástroje

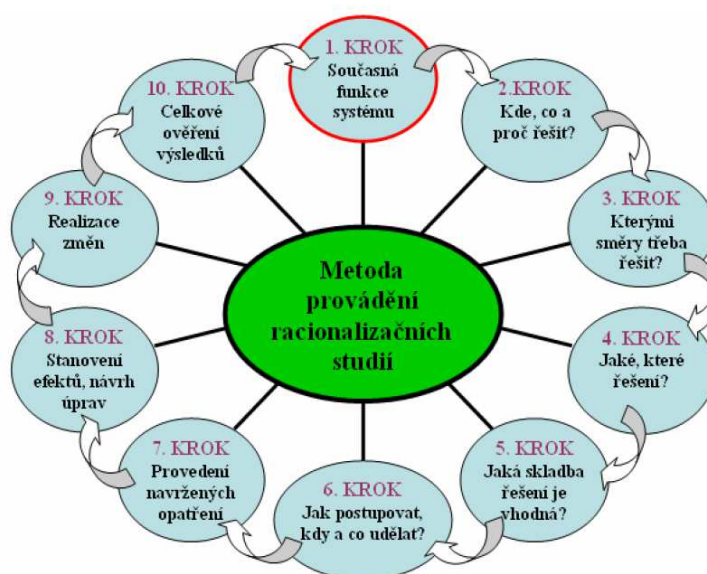
Mezi hlavní nástroje racionalizace řadíme [2]:

- optimalizace provádění pracovních operací
- ergonomie pracoviště - uspořádání a vybavení pracoviště
- technické úpravy pracovišť - přípravky, držáky, mechanismy
- technologičnost konstrukce
- uspořádání pracovišť

2.3 Postup

Vypracování racionalizační studie znamená v každém jednotlivém případě použití určitého pracovního postupu, který má vést k vyhovujícímu řešení zadané racionalizační úlohy. Mezi hlavní kroky procesu racionalizace můžeme zařadit [2]:

- analýza současného systému
- posouzení funkce současného systému
- vytvoření racionalizačních opatření
- realizace opatření
- vyhodnocení přínosů realizovaných opatření



Obr. 2-2 Schéma možného provádění racionalizačních studií

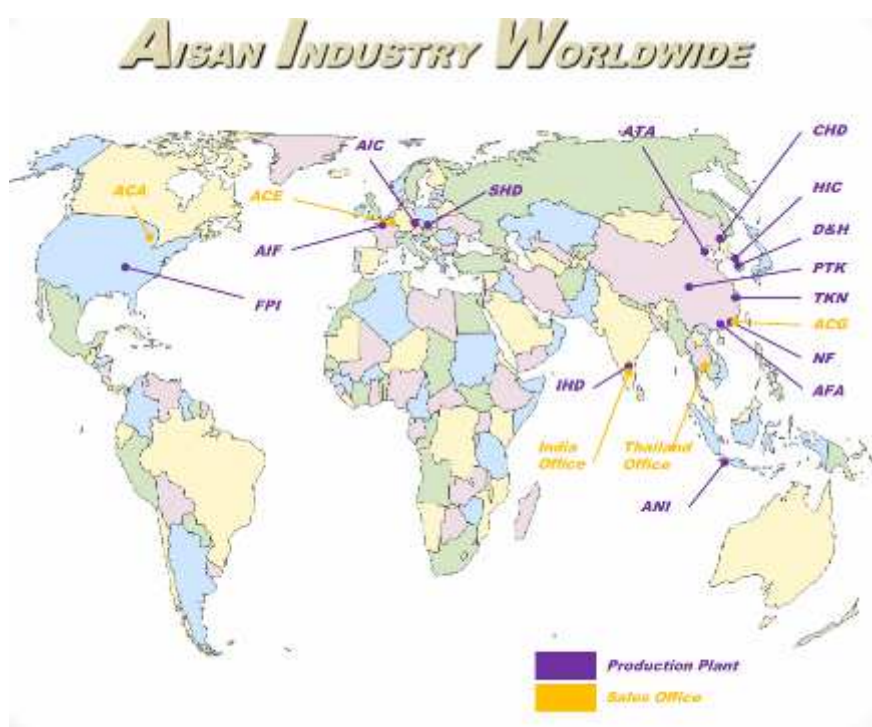
3 Profil společnosti

Aisan Industry Czech, s.r.o. (AIC) působí v České republice od roku 2001. Je členem celosvětové obchodní sítě Aisan Industry Co., Ltd., která byla založena v roce 1938 v Japonském městě Nagoya. Aisan Industry Co., Ltd. dodává své výrobky zákazníkům s mezinárodní působností. K tomu jí slouží 20 výrobních závodů a 9 obchodních zastoupení po celém světě. V České Republice má Aisan Industry jeden výrobní závod v Lounech, kde jsou dvě oddělené výrobní haly.

AIC má v současné době přibližně 540 zaměstnanců. Výrobu tvoří procesy vstřikování plastů, tlakové lití, obrábění a montáž. Mezi zákazníky AIC patří přední světový výrobci automobilů Toyota, Ford, Renault, Dacia, Volvo, Nissan, Honda, Suzuki, Jaguar a Land Rover. Dále pak další dodavatelé do automobilového průmyslu Denso, JTEKT, Aisin, TMIP, TICO, TMMP, ASMO, a další.

AIC klade vysoký nárok na přesnou a pečlivou práci v celém výrobním procesu. Výroba je řízena na vysoce kvalitní a profesionální úrovni. Produktivita práce neustále vykazuje vzestupný trend. Největší měrou k tomu přispěly investice do nových a moderních technologií, zvýšení kapacity výroby a dále pak úspěšné řízení na bázi týmové práce.

Cílem AIC je zvýšení přínosu automobilů do života lidí a snížení dopadu na životní prostředí. Neustále posouvat hranice kvality automobilů dle přání a požadavků zákazníků. Pohodlí pro lidi, společnost a Zemi. To je budoucnost, kterou chce firma tvořit [3,4].



Obr. 3 -1 Přehled působení Aisan Industry Co., Ltd. ve světě (Interní zdroj)



Obr. 3-2 Pohled na výrobní haly AIC v Lounech [3]

3.1 Historie společnosti

- 2000 Založení Aisan Industry Czech, s.r.o.
- 2001 Zahájení výstavby továrny
- 2001 Zahájení instalace strojů a vybavení
- 2002 Zahájení produkce palivových čerpadel
- 2002 Slavnostní otevření (19. Červenec)
- 2003 ISO 9001, QS 9000 certifikace
- 2004 Zahájení produkce palivových modulů
- 2007 Zahájeny stavební práce na rozšíření výrobní plochy Aisan Industry Louny
- 2007 Změna vlastnické struktury. Z důvodu ukončení společného joint-venture společností Industry a Aisan Industry, došlo ke změně vlastnické struktury naší firmy. Nově je společnost přímo vlastněna Aisan Industry Co. Ltd. - obchodní podíl 95% a společností Toyota Tsusho Corporation - obchodní podíl 5%
- 2008 Došlo ke změně jména a loga společnosti na Aisan Industry Czech s.r.o a také ke změně sídla společnosti na Průmyslová 2727, Louny 440 01.
- 2010 Zánik společnosti Aisan Industry Louny, s.r.o. formální fúzí se společností Aisan Industry Czech, s.r.o.

Pozn.: Informace o historii společnosti Aisan Industry Czech, s.r.o. byli převzaty z [3].



Obr. 3-3 Logo společnosti (Interní zdroj)

3.2 Výrobní portfolio

Závody v Lounech se specializují na výrobu elektrických palivových čerpadel a modulů, která slouží k distribuci paliva z nádrže do vstřikovacího systému automobilu. V současné době se čerpadlo vyrábí v několika modifikacích pro různé druhy automobilů a motocyklů.

Druhá výrobní hala se specializuje na technologii tlakového lití hliníku. Hlavním výrobkem je elektronicky ovládaná škrtková klapka, dále pak široká škála obrobků z hliníkových odlitků určených pro motorový prostor automobilů, stejně tak i mimo něj, např. držák olejového filtru, základna pro držáky na střechu, kryt alternátoru, těleso termostatu, držáky stěračů apod. [3].



Obr. 3-4 Palivové čerpadlo, elektronická a mechanická škrtková klapka [3]

4 Současný stav výroby na obráběcí-montážní lince č.6

4.1 Vyráběné díly

Na této obráběcí-montážní výrobní lince (ML6) se vyrábí 4 druhy výrobků, kterými jsou držák filtru (ZR OFB), kryt alternátoru (ALB), kryt ventilátoru (CV) a těleso termostatu (WIH). Všechny tyto výrobky se nejprve obrábějí a poté pokračují na montážní linku, kde se zkouší na těsnost anebo se do nich montují další drobné díly.



Obr. 4-1 Zleva výrobky ALB, WIH, OFB a CV [3]

4.2 Použité stroje a jejich charakteristika

K obrábění se používají 2 typy CNC strojů od japonského výrobce Mori Seiki Co.,Ltd. Prvním je vertikální obráběcí centrum Ultimill V3000, v layoutu označené jako MC1, MC3 a MC4. Ty jsou uvnitř vybaveny otočným stolem, který je rozdělen na 2 části, tzv. palety. Tento stůl umožňuje výměnu obrobku v nakládacím prostoru během obrábění jiného dílu v obráběcím prostoru. Otočení palety je velmi rychlé a trvá 1,4s. To výrazně snižuje celkový takt linky. Druhým typem je soustruh Mori Seiki - CL 2000B, označený jako MC4.



Obr. 4-2 Pohled na linku, vlevo vpředu soustruh a vpravo obráběcí centrum (Interní zdroj)

K mytí a sušení obrobků se používají myčky od japonského výrobce strojů Morigo Seiki CO., Ltd, dále značené jako W/M. Z dílů se odstraňují zbytky emulze a špon, poté se suší ofukováním stlačeným vzduchem. Díl je v myčce usazen na přípravku, který se během procesu otáčí kolem své osy, tím se zajistí rovnoměrné umytí a usušení.

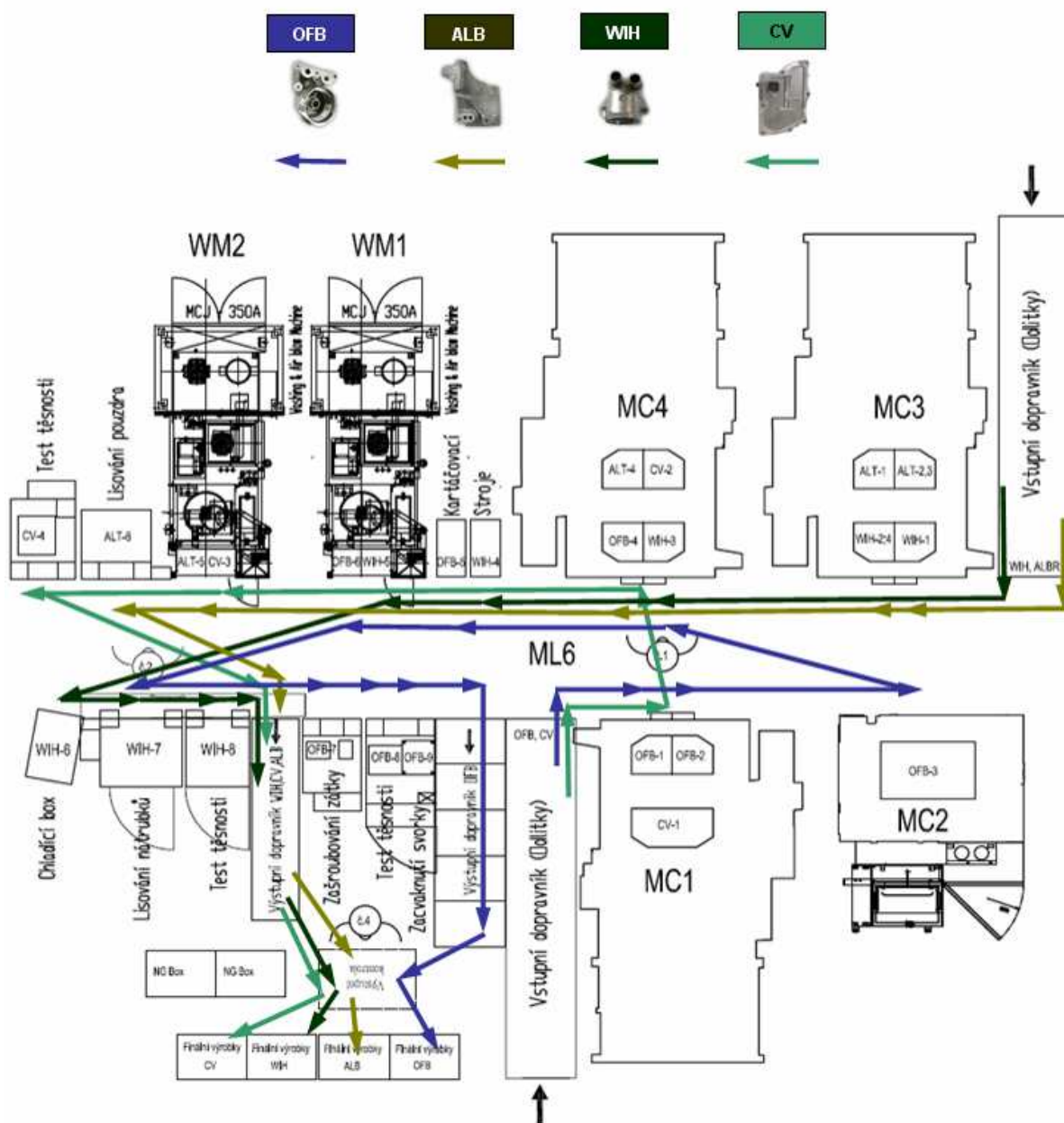
Na montážní lince se nacházejí jednocelové stroje pro operace zalisování nátrubku, pouzdra, svorky, zašroubování zátky a zkoušky těsnosti dílu. Výrobce je Sansyu Seiki CO., LTD.



Obr. 4-3 Pohled na linku, vepředu stroje montážní linky (Interní zdroj)

4.3 Layout ML6

Na lince působí 2 operátoři. První obsluhuje obráběcí stroje a částečně myčky. Proces začíná odebráním odlitku ze vstupního dopravníku. Pokračuje obráběním na jednotlivých centrech. U výrobků OFB a WIH následuje kartáčování otvorů. Posledním krokem je vložení obrobků do myčky a spuštění stroje. Druhý operátor odebírá kusy po dokončení mycího procesu pokračuje na procesy montáže. V 1. kole prochází linkou společně výrobky CV a ALB, operátor odkládá CV po MC1 u MC4 a pokračuje ke vstupnímu dopravníku s ALB, k MC3 a MC4. Odtud vkládá oba výrobky do myčky. Ve 2. kole prochází linkou OFB a WIH, na montážní lince se OFB odloží na dopravník, následuje montáž WIH a po něm OFB. V layout je znázorněn sled operací a tok materiálů linkou jednotlivých výrobků.



Obr. 4-4 Layout výrobní linky ML6 (Interní zdroj)

4.4 Měření výrobních časů

Měřením byly zjištěny výrobní časy strojů a celkový takt linky pro výrobu všech 4 dílů současně. Výsledky jsou zpracované v tabulce. Takt linky pro všechny 4 díly vyráběné současně je 101,3 s. Úzkým místem zde nejsou myčky, ale obráběcí centrum MC4 (v tabulce označeno červeně). Je to tím, že procesy myčky běží nějaký čas současně. V prvním kole vloží operátor díly do první myčky a spustí proces. V druhém kole se proces opakuje u druhé myčky, zatímco v první stále probíhá proces. Na obráběcím centru jdou však operace po sobě. Nejdříve se dokončí proces na paletě A, otočí se paleta B a na ní pokračuje další proces obrábění. Výměna obrobků a zavření dveří stroje probíhá v nakládacím prostoru taktéž během obrábění. K časům stroje MC4 se pro získání celkového taktu linky přičítá 2x čas na otočení palety, který je 1,4 s.

Typ výrobku / Operace (stroj)	WIH	OFB	ALB	C/V
	[s]	[s]	[s]	[s]
Obráběcí centrum č.1 (M.T.) - MC1	---	43,3	---	27,0
Soustruh č.2 (M.T.) - MC2	---	80,6	---	---
Obráběcí centrum č.3 (M.T.) - MC3	44,1	---	56,0	---
Obráběcí centrum č.4 (M.T.) - MC4	57,8		44,7	
Myčka č.1 (M.T.)	59,6		---	---
Myčka č.2 (M.T.)	---	---	63,4	
Kartáčovací stroj (H.T. + M.T.)	16,6		---	---
Lis č.1 (H.T. + M.T.)	---	---	15,8	---
Stroj na test těsnosti (H.T. + M.T.)	42,1	52,6	---	18,4
Lis č.2 (H.T. + M.T.)	36,0	---	---	---
Stroj na montáž zátky (H.T.)	---	14,5	---	---
Lis č.3 (H.T.)	---	5,2	---	---
Takt linky	105,3s (=57,8+44,7+1,4+1,4)			

Tab. 4-1 Takt linky pro všechny 4 výrobky (Interní zdroj)

Dalším důležitým časem je takt linky pouze pro výroby OFB a CV, protože u nich se v budoucnosti navýší objednávky. Výsledný takt linky pro tyto dva díly byl naměřen 80,6 s (v tabulce označeno červeně), který je součtem času stroje a manipulace při odebrání obrobku, vložení odlitku a spuštění stroje.

Typ výrobku / Operace (stroj)	OFB	C/V
	[s]	[s]
Obráběcí centrum č.1 (M.T.) - MC1	43,3	27,0
Soustruh č.2 (M.T.) - MC2	80,6	---
Obráběcí centrum č.3 (M.T.) - MC3	---	---
Obráběcí centrum č.4 (M.T.) - MC4	40,2	21,8
Myčka č.1 (M.T.)	59,6	---
Myčka č.2 (M.T.)	---	63,4
Kartáčovací stroj (H.T. + M.T.)	16,6	---
Lis č.1 (H.T. + M.T.)	---	---
Stroj na test těsnosti (H.T. + M.T.)	52,6	18,4
Lis č.2 (H.T. + M.T.)	---	---
Stroj na montáž zátky (H.T.)	14,5	---
Lis č.3 (H.T.)	5,2	---
Takt linky	80,6s	

Tab. 4-2 Takt linky pouze pro výrobky OFB a CV (Interní zdroj)

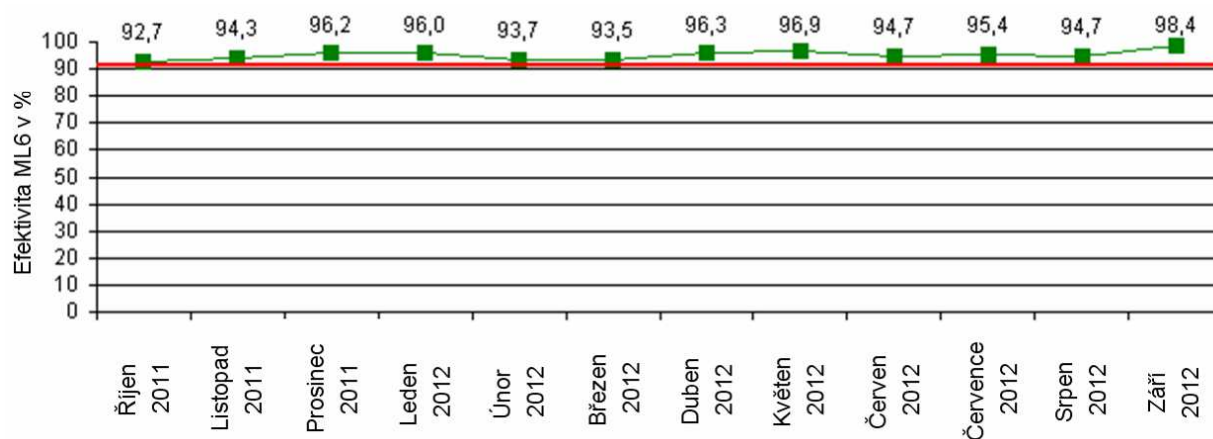
4.5 Efektivita a zmetkovitost

4.5.1 Efektivita

Vedením společnosti byl stanoven cíl pro efektivitu linky 92 %. Dle dat z výroby je průměrná efektivita linky za posledních 12 měsíců 95,2 %. Stanovené cíle jsou plněny každý měsíc.

Měsíc, Rok	Efektivita v %	Průměr v %/Rok	Cíl v %
Říjen 2011	92,7	95,2	92
Listopad 2011	94,3		
Prosinec 2011	96,2		
Leden 2012	96,0		
Únor 2012	93,7		
Březen 2012	93,5		
Duben 2012	96,3		
Květen 2012	96,9		
Červen 2012	94,7		
Červenec 2012	95,4		
Srpen 2012	94,7		
Září 2012	98,4		

Tab. 4-3 Přehled měsíční a průměrné roční efektivity ML6 (Interní zdroj)



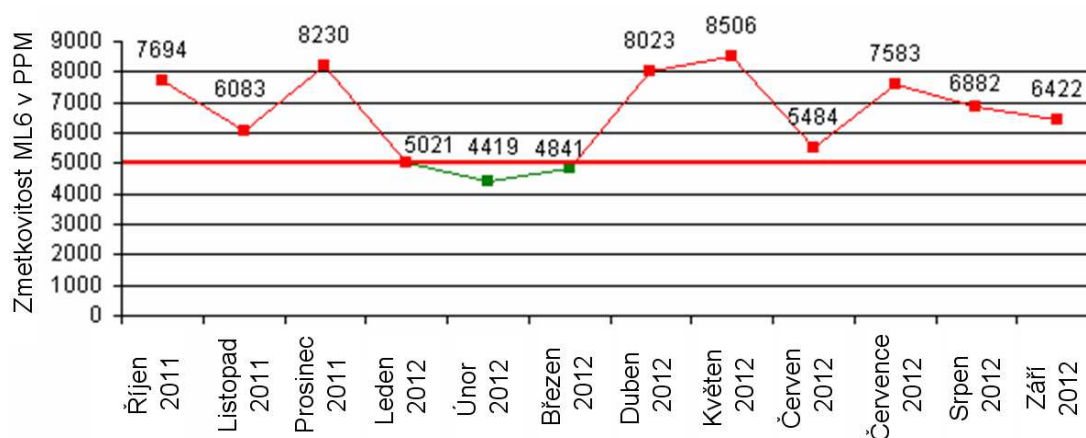
Obr. 4-5 Graf efektivita ML6 za posledních 12 měsíců (Interní zdroj)

4.5.2 Zmetkovitost

Vedením společnosti byl stanoven cíl pro zmetkovitost linky 5 000 PPM. Dle dat z výroby je průměrná zmetkovitost linky za posledních 12 měsíců 6 599 PPM. Stanovené cíle nejsou plněny, kromě měsíců února a března.

Měsíc, Rok	Zmetkovitost v PPM	Průměrné PPM/Rok	Cíl PPM/Rok
Říjen 2011	7.694	6599	5 000
Listopad 2011	6.083		
Prosinec 2011	8.230		
Leden 2012	5.021		
Únor 2012	4.419		
Březen 2012	4.841		
Duben 2012	8.023		
Květen 2012	8.506		
Červen 2012	5.484		
Červenec 2012	7.583		
Srpen 2012	6.882		
Září 2012	6.422		

Tab. 4-4 Přehled měsíční a průměrné roční zmetkovitosti ML6 (Interní zdroj)



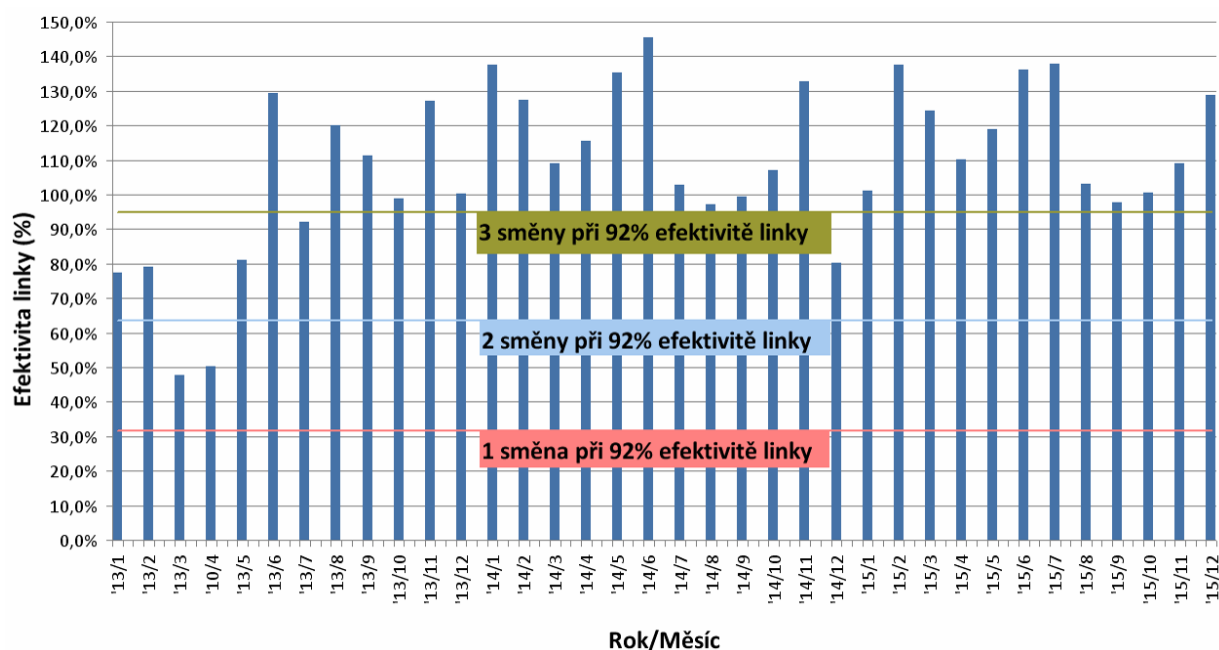
Obr. 4-6 Graf zmetkovitosti ML6 za posledních 12 měsíců (Interní zdroj)

4.6 Kapacita výrobní linky

Objednávky plánované zákazníkem na období let 2013 až 2015 byly zpracovány do grafu. Výrazný nárůst nastal u výrobků OFB a CV. Pro výpočet byly použity následující údaje:

- 3 směňový provoz, pouze pracovní dny bez víkendů
- 7,25 h/směnu po odečtení nutných přestávek

- Počet pracovních dní v roce bez pravidelné 2 týdenní odstavky v srpnu
- Efektivita linky 92 %
- Aktuální výrobní časy pro všechny 4 produkty a zvláště pro OFB a CV



Obr. 4-7 Graf kapacity linky dle objednávek na období 2013 až 2015 (Interní zdroj)

4.7 Zhodnocení současného stavu

Z analýzy současného stavu plyne, že linka plní stanovený cíl efektivity. Linka je tedy efektivně využívána a je zde minimální prostor ke zlepšování a zvyšování produktivity. Zmetkovitost ML6 není ve stanovených cílech, ale není ani natolik vysoká, aby jejím snížením došlo k většímu zvýšení produktivity. Dle grafu výrobní kapacity linky dojde v červnu roku 2013 k výraznému navýšení objednávek od zákazníka a je tedy nutné najít ideální řešení na pokrytí výroby.

5 Rozpracování jednotlivých variant řešení

5.1 Varianta č.1 – Snížení výrobních časů v úzkém místě

Jako první varianta možného řešení bylo vybráno snížení taktu linky v úzkém místě. Nalezení úzkého místa a snaha o jeho maximální využití, tento proces několikrát opakovat. Z měření výrobních časů na jednotlivých strojích bylo zjištěno, že úzkým místem při výrobě všech dílů na lince je obráběcí centrum MC4 a při výrobě pouze 2 dílů je to soustruh MC2. Simulací v kapacitních výpočtech bylo však zjištěno, že při výrobě všech 4 dílů současně je potřeba snížit takt linky na 80 s a při výrobě pouze ZR OFB a CV na 65 s. Z tohoto důvodu se zaměříme jak na úzké místo na MC4 a MC2, ale i na MC3. Bude třeba prověřit i časy myček, protože procesy mytí 1. a 2. myčky na sebe nenavazují, ale překrývají se. Společně tak v současné době netvoří úzké místo.

Pro dosažení určených cílů byla vybrána optimalizace CNC programů a povlakování karbidových obráběcích nástrojů.

5.1.1 Optimalizace CNC programů

Optimalizace byla provedena na procesech strojů MC2, MC3 a MC4. Analýzou obráběcího programu na soustruhu MC2 a následnými pokusy ke zrychlení nebylo dosaženo kladných výsledků. Na MC2 se nepodařilo zrychlit proces obrábění.

Optimalizace obráběcích programů na strojích MC3 a MC4 se skládala z několika kroků, ve kterých byly využity ve firmě již vyzkoušené techniky. Prvním krokem byla minimalizace tzn. „obrábění vzduchu“. Tedy zkrácení dráhy nástroje od začátku pracovního posuvu do chvíle, kdy se nástroj dostane do řezu. Druhým krokem bylo zrychlení obrábění vzduchu zvýšením pracovního posuvu. Třetím krokem byla změna posuvu při pohybu mezi dvěma a více obráběnými otvory nebo plochami. Na krátkých vzdálenostech je efektivnější využít pracovní posuv než strojní rychloposuv. Posledním čtvrtým krokem byla změna závitovacího cyklu. V případě dvou a více závitů, kdy není závitovací cyklus přerušen, probíhá pohyb stroje k dalšímu otvoru pro řezání závitu pracovním posuvem, kterým se řeže první závit. Výhodnější je využít strojní rychloposuv. To platí i v případě, kdy se řeže pouze 1 závit a závitovací cyklus není ukončen okamžitě po dokončení závitu. Pohyb vřetene do bezpečné vzdálenosti od obrobku v ose Z, odkud pak vřeteno pokračuje do pozice pro výměnu nástroje, probíhá také pracovním posuvem. Zde bylo dosaženo největších časových úspor u modelu WIH, ALTB na MC3, ZR OFB a CV na MC4, protože se většinou jedná o delší vzdálenosti v řádech desítek centimetrů.

Výsledky dosažené optimalizací CNC programů jsou uvedeny v tabulce a v příloze této práce. Úzkým místem při výrobě všech dílů je stále MC4 (v tabulce označeno červeně).

Typ výrobku / Operace (stroj)	WIH	OFB	ALB	CV
	[s]	[s]	[s]	[s]
Obráběcí centrum č.1 (M.T.) - MC1	---	43,3	---	27
Soustruh č.2 (M.T.) - MC2	---	80,6	---	---
Obráběcí centrum č.3 (M.T.) - MC3	38,2	---	53,8	---
Obráběcí centrum č.4 (M.T.) - MC4	54,4		44,1	
Myčka č.1 (M.T. + H.T.)	59,6		---	---
Myčka č.2 (M.T. + H.T.)	---	---	63,4	
Kartáčovací stroj (H.T. + M.T.)	16,6		---	---
Lis č.1 (H.T. + M.T.)	---	---	15,8	---
Stroj na test těsnosti (H.T. + M.T.)	42,1	52,6	---	18,4
Lis č.2 (H.T. + M.T.)	36	---	---	---
Stroj na montáž zátky (H.T.)	---	14,5	---	---
Lis č.3 (H.T.)	---	5,2	---	---
Takt linky	101,3s (=54,4+44,1+1,4+1,4)			
Původní takt linky	105,3s			
Rozdíl - úspora času	4,0s			

Tab. 5-1 Úspory časů úpravou CNC programů

5.1.2 Povlakování karbidových obráběcích nástrojů

Další možností zkrácení výrobních časů na obráběcích strojích je využití povlakování karbidových obráběcích nástrojů, které se ve firmě dosud používá jen u pár nástrojů. Analýzou nabídky trhu a konzultací s mateřskou firmou v Japonsku byl jako nejvhodnější vybrán tzn. DLC povlak (Diamond Like Carbon – „uhlík jako diamant“), který lze zahrnout do skupiny diamantových povlaků. Do jisté míry jsou podobné vlastnostem diamantu. Mají vysokou odolnost proti opotřebení a nízký součinitel tření 0,4 a méně. Nevýhodou je, že mají poměrně nízkou teplotní stálost, maximální pracovní teplota je do 400 °C. Hlavní důvod volby DLC je ten, že tento druh povlaku již 1 rok využívá mateřská firma v hromadné výrobě. Díky němu je možné zvýšit řeznou rychlost a posuv na otáčku o 20 % (kromě závitovacích cyklů, došlo by ke změně stoupání závitu). Povlakovány by byly všechny karbidové nástroje od řezných destiček, vrtáků, výhrubníků, závitníků až po frézy. Zvýšením řezné rychlosti se zvýší otáčky. Zvýšením posuvu na otáčku a otáček se zvýší posuv za minutu (kromě závitovacích cyklů). Nové řezné podmínky byly dosazeny do řezného plánu, který je jako příloha součástí této práce.



Obr. 5-1 Nástroje s DLC povlakem [9]

Typ výrobku / Operace (stroj)	Všechny 4 výrobky				Pouze 2 výrobky	
	WIH	OFB	ALB	CV	OFB	CV
	[s]	[s]	[s]	[s]	[s]	[s]
Obráběcí centrum č.1 (M.T.) - MC1	---	43,3	---	27	43,3	27
Soustruh č.2 (M.T.) - MC2	---	74,2	---	---	74,2	---
Obráběcí centrum č.3 (M.T.) - MC3	40,7	---	43,4	---	---	---
Obráběcí centrum č.4 (M.T.) - MC4	49,0		39,9		40,2	21,8
Myčka č.1 (M.T. + H.T.)	59,6		---	---	59,6	---
Myčka č.2 (M.T. + H.T.)	---	---	63,4		---	63,4
Kartáčovací stroj (H.T. + M.T.)	16,6		---	---	16,6	---
Lis č.1 (H.T. + M.T.)	---	---	15,8	---	---	---
Stroj na test těsnosti (H.T. + M.T.)	42,1	52,6	---	18,4	52,6	18,4
Lis č.2 (H.T. + M.T.)	36	---	---	---	---	---
Stroj na montáž zátky (H.T.)	---	14,5	---	---	14,5	---
Lis č.3 (H.T.)	---	5,2	---	---	5,2	---
Nový Takt linky	95,4s				78,4s	
Takt linky po úpravě CNC programu	101,3s				80,6s	
Rozdíl - úspora času	5,9s				2,2s	

Tab. 5-2 Takt linky s novými povlakovanými nástroji

Použití povlakovaných nástrojů by bylo aplikováno na strojích MC2, MC3 a MC4. Na stroji MC1 by to bylo zbytečné, protože by se po zkrácení časů na MC2 nestalo úzkým místem pro OFB a CV.

Novým úzkým místem by se však staly mycí stroje. Jak již bylo řečeno, procesy mytí na sebe nenavazují, ale překrývají se. Druhý proces mytí začíná 32 s po začátku prvního procesu mytí při výrobě 4 modelů a 15 s při výrobě 2 modelů.

Bude tedy nutné snížit časy procesů mytí u obou strojů a to na 45 s na každém stroji, včetně manipulace s obrobky při vyjmutí a vložení do stroje. Celkový čas mytí pak bude 70 s při výrobě všech dílů a 60 s při výrobě pouze 2 dílů. Snížení času myčky se již realizovalo na jiném projektu, kde proběhlo snížení časů mytí na 45 s bez problémů. Důležité je, aby na dílech nezůstaly větší nečistoty a v množství, které je určeno na výrobním výkresu. Proces mytí se skládá z oplachování obrobku horkou vodou tryskami a následného sušení stlačeným vzduchem tryskami. Po dokončení procesů je důležité, aby byl obrobek dokonale suchý pro další manipulaci na montážní lince.

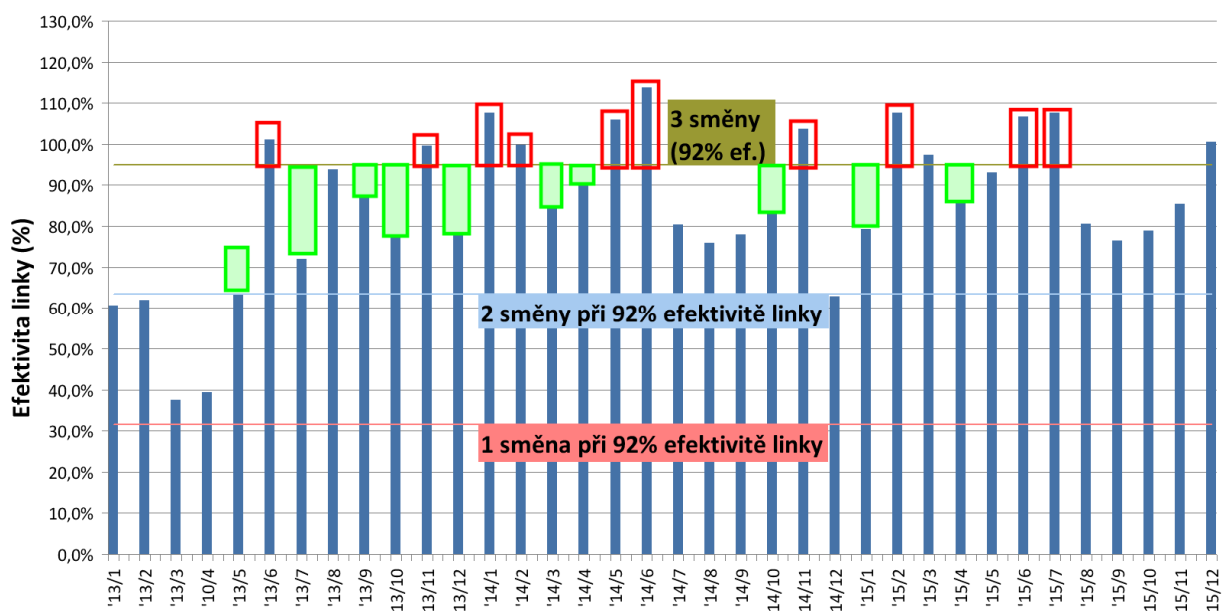
Proces mytí by tak už nebyl úzkým místem, ale byli by jím opět obráběcí stroje MC4 a MC2 s časy po použití DLC. Snížením mycích časů by se plně využil potenciál povlakování karbidových obráběcích nástrojů.

Typ výrobku / Operace (stroj)	Všechny 4 výrobky				Pouze 2 výrobky	
	WIH	OFB	ALB	CV	OFB	CV
	[s]	[s]	[s]	[s]	[s]	[s]
Obráběcí centrum č.1 (M.T.) - MC1	---	43,3	---	27	43,3	27
Soustruh č.2 (M.T.) - MC2	---	74,2	---	---	74,2	---
Obráběcí centrum č.3 (M.T.) - MC3	40,7	---	43,4	---	---	---
Obráběcí centrum č.4 (M.T.) - MC4	49,0		39,9		40,2	21,8
Myčka č.1 (M.T. + H.T.)	59,6		---	---	59,6	---
Myčka č.2 (M.T. + H.T.)	---	---	63,4		---	63,4
Kartáčovací stroj (H.T. + M.T.)	16,6		---	---	16,6	---
Lis č.1 (H.T. + M.T.)	---	---	15,8	---	---	---
Stroj na test těsnosti (H.T. + M.T.)	42,1	52,6	---	18,4	52,6	18,4
Lis č.2 (H.T. + M.T.)	36	---	---	---	---	---
Stroj na montáž zátky (H.T.)	---	14,5	---	---	14,5	---
Lis č.3 (H.T.)	---	5,2	---	---	5,2	---
Nový Takt linky	91,7s				74,2s	
Takt linky po úpravě CNC programu	101,3s				80,6s	
Rozdíl - úspora času	9,6s				6,4s	

Tab. 5-3 Takt linky s novými povlakovanými nástroji a sníženými časy myček

5.1.3 Kapacita linky

Po zavedení opatření na snížení taktu linky byly nové časy dosazeny do kapacitních výpočtů. Z těch plyne, že kapacita linky nebude v některých měsících dostatečná (v grafu vyznačeno červeně). Řešením je především nadvýroba v předchozích měsících (v grafu vyznačeno zeleně) nebo přesčasové směny. Kritické by byly měsíce červen v roce 2014 a červenec v roce 2015, kdy v předchozích měsících není prostor pro nadvýrobu a by bylo by nutné pokrytí přesčasovými směny téměř celé soboty a neděle ve všech víkendech v těchto měsících. Velký problém by nastal při větších technických problémech a tím delších prostojů na lince. Pak by v krajním případě nebylo možné díly vyrobit a mohlo by dojít k nedodání zboží zákazníkovi. Velkým množstvím přesčasových směn bude také vyvinuta větší psychická zátěž na zaměstnance, jejímž důsledkem by byla ztráta motivace a možný pokles pracovního výkonu.



Obr. 5-2 Kapacity linky po snížení taktu linky

5.1.4 Náklady

Úprava CNC programu byla provedena zaměstnancem firmy z oddělení inženýrů během doby, kdy linka nevyroběla. Tyto náklady nebudou započteny do celkových ročních provozních nákladů.

Obráběcí nástroje, které se nyní používají a které jsou naskladněné, jsou bez povlaků. V první fázi by se navýšila skladová zásoba objednaním nových nástrojů s povlakem. Po dodání by se část naskladněných nástrojů odeslala na povlakování, v závislosti na životnosti nástroje a výši jeho spotřeby. Po jejich návratu zpět by se odeslal na povlakování zbylý počet nástrojů na skladě, které jsou naskladněny. Další nové nástroje by byly dodány již s povlakem DLC. Většina nástrojů, které jsou nyní ve strojích, by byla po dokončení životnosti vyměněna za nové povlakované nástroje. Změny časů mytí u myček by provedlo oddělení údržby nastavením ve stroji. Tento zásah nevyžaduje další náklady a není časově náročný.

Provedené změny však nejsou zcela dostatečné a dle grafu kapacita linky nebude v některých měsících dostatečná. Tento nedostatek by se pokryl nadvýrobou v předchozích měsících, kde není linka plně kapacitně využita, nebo pokud by to nebylo možné, tak přesčasovými směny. Přesčasy znamenají mzdové náklady na 2 operátory do linky, operátora na výstupní kontrolu a zástupce mistra.

Celkové roční náklady tvoří přímé náklady na mzdy za přesčasové směny a výrobní režie, kam patří povlakování nástrojů, možné minimální zvýšení spotřeby elektrické energie a opravy a údržba strojů důsledkem vyššího výkonu obráběcích strojů.

Položka	Cena
Přímé náklady	
a.) Přímý materiál	1.520.000 CZK
b.) Mzdové náklady na přesčasové směny	135.000 CZK
c.) Úprava CNC programů - mzda (jednorázové)	6.000 CZK
Výrobní režie	
a.) Povlakování nástrojů	250.000 CZK
b.) Doprava naskladněných nástrojů k povlakování (jednorázové)	12.000 CZK
b.) Spotřeba Elektrické energie	20.000 CZK
c.) Údržba a opravy strojů	20.000 CZK
Celkové roční provozní náklady	1.945.000 CZK

Tab. 5-4 Celkové roční provozní náklady varianty č.1

5.1.5 Zhodnocení

Optimalizací CNC programů bylo dosaženo malého snížení taktu linky. Naproti tomu povlakování obráběcích nástrojů by již bylo dosaženo většího snížení taktu linky. Snížení však není zcela dostatečné a v některých měsících linka nebude schopná vyrobit požadované množství dílů. Řešením je nadvýroba v předcházejících měsících, kde je volná kapacita. To však znamená vyšší skladové zásoby a manipulaci s materiálem. Po konzultaci s oddělením logistiky bylo zjištěno, že ve firmě je prostor pro uskladnění případné nadvýroby.

Povlakování se zvýší nákupní cena nástroje. Tato technologie DLC povlaků není dosud ve firmě vyzkoušená a i když ji mateřská firma již ve hromadné výrobě používá 1 rok, přesto mohou při jejím testování a zavádění do výroby nastat problémy. Existuje riziko, že nebude dosaženo cílového 20% navýšení rezných podmínek. Na druhou stranu u některých operací může dojít ke zvýšení rezných podmínek. Záleží na konkrétních typech operací a používaných nástrojích.

Výhodou tohoto řešení je, že není třeba investovat do nákupu nových strojů, přípravků a dalších výrobních prostředků. Není potřeba přijímat nové zaměstnance.

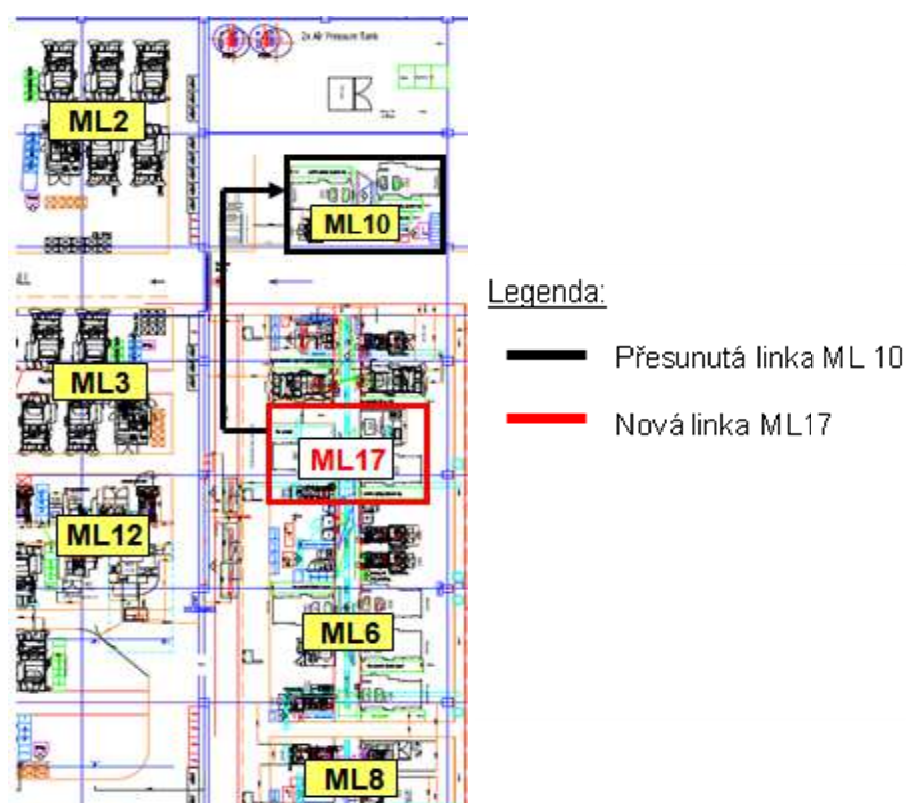
5.2 Varianta č.2 – Návrh nové výrobní linky ML17

Nová výrobní linka bude použita pouze pro výrobky ZR OFB a CV, u kterých dojde k navýšení objednávek. Pro novou linku je třeba pořídit dvě vertikální obráběcí centra, soustruh, mycí stroj, přípravky do obráběcích strojů, dopravníky na odlitky a rám na podlážky. Interní označení linky bude ML17 (zkratka z angl. Machining line 17). Ve firmě je v současné době sice 14 obráběcích či kombinovaných obráběcích-montážních linek, ale další 2 linky jsou již schválené a objednané, proto označení ML17. Přípravky do nové linky budou totožné s těmi z původní ML6, výtisková dokumentace již tedy existuje.

5.2.1 Umístění nové linky

Jako nevhodnější varianta umístění nové výrobní linky s označením ML17 je vedle současné linky ML6, konkrétně vedle montážní části linky. Je to proto, že výrobky z ML17 budou z obráběcí linky pokračovat přímo na montážní linku a operace tak nebudou přerušeny. Tím bude zachován tok jednoho kusu (tzn. One piece flow) a výrobek tak projde všemi operacemi bez přerušování a čekání. To přinese výhody v odstranění rozpracovanosti výroby, snížení průběžné doby výroby a rychlejší identifikace nekvality. [10]

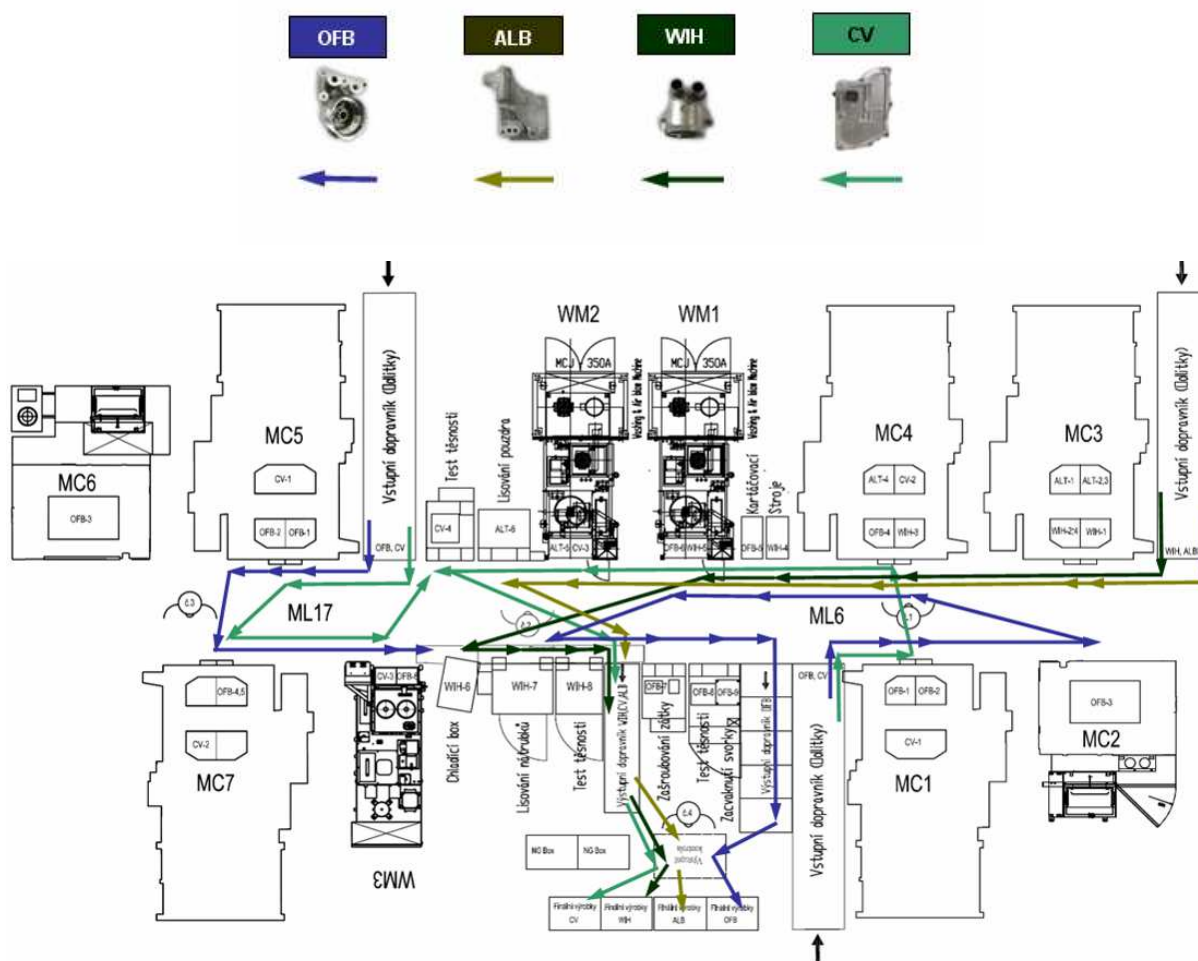
V místě kam bude umístěna nová výrobní linka, se v současné době nachází jiná výrobní linka a to ML10. Ta je co se velikosti týče stejně velká, jako nově navrhovaná linka ML17 a po ověření v 2D CAD software nebude se záměnou linek problém. Z toho však plyne, že ML10 bude muset být přesunuta na nové místo, které je znázorněno na obrázku.



Obr. 5-3 Částečný layout výrobní haly s návrhem umístění nové linky ML17

5.2.2 Layout nové linky ML17

Tok materiálu a sled operací na ML6 zůstane zachovaný. Na ML17 se v prvním kole obrobí CV a po umytí ho operátor odloží na odkládací místo u stroje na test těsnosti na ML6. Ve druhém kole se obrobí výrobek OFB a po umytí ho operátor odloží na prodloužený dopravník z ML6. Operátor na montážní části linky ML6 zpracuje v 1. kole výrobky z ML6 a ve 2. kole výrobky z ML17. Layout je ve větším formátu součástí této práce jako příloha.



Obr. 5-4 Layout nové linky ML17 se současnou ML6

5.2.3 Takt linky ML17

Takt nové linky určíme z časů pro dané typy výrobků na stávající lince ML6. Úzkým místem je soustruh MC2 a takt linky bude 80,6 s.

Typ výrobku / Operace (stroj)	OFB	CV
	[s]	[s]
Obráběcí centrum č.5 - MC5 (M.T.)	43,3	27
Soustruh č.6 - MC6 (M.T. + H.T.)	80,6	---
Obráběcí centrum č.7 - MC7 (M.T.)	40,2	21,8
Myčka (M.T. + H.T.)	65	
Takt linky	80,6s	

Tab. 5-5 Takt nové linky ML17

5.2.4 Ověření kapacity montážní linky

Jako nevhodnější variantou umístění nové výrobní linky s označením ML17 je umístění vedle současné linky ML6, konkrétně vedle montážní části linky. Je to proto, že výrobky z ML17 budou z obráběcí části linky pokračovat na montážní linku ML6, aby byl zachován tok jednoho kusu. Z tohoto důvodu je nutné ověřit kapacitu montážní linky, zda bude schopna zpracovat výrobky jak z ML6, tak z nové ML17.

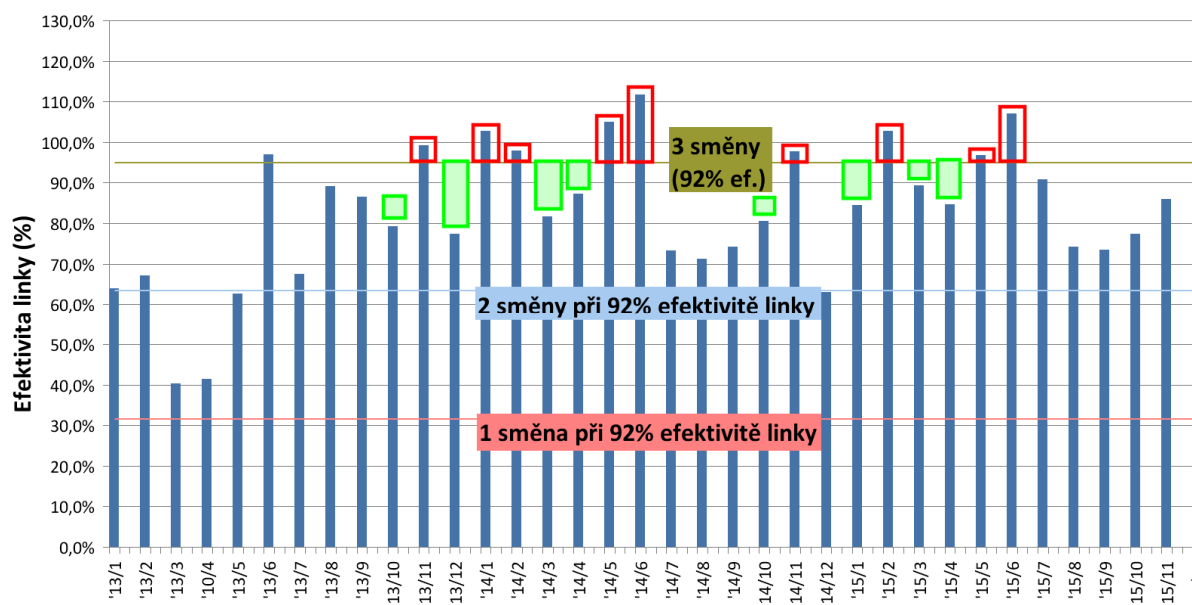
Jako první byla provedena detailní analýza taktu montážní části linky, naměření časů strojů a manipulace s díly a dalšími komponenty. Operaci č. 5 zašroubování zátky a operaci č. 7 zacvaknutí svorky vykonává přímo operátor, ostatní operace po vložení kusu do přípravku a spuštění stroje jsou provedeny automaticky. V 1. kole zpracovává operátor na montážní lince všechny výrobky z ML6. Operace jsou prováděny postupně za sebou, jak je uvedeno v tabulce. Po dokončení 1. kola začíná operátor 2. kolo s výrobky z ML17, jedná se pouze o 2 díly OFB a CV. Celkový čas manipulace a chůze mezi stroji je 96 s. Úzkým místem je však operace testu těsnosti u výrobku OFB. Z každé linky ML6 a ML17 přijde na montážní linky jeden výrobek OFB, součet času stroje M.T. a manipulace H.T. vynásobený dvěma pak tvoří takt linky 105,2 s.

	Výrobek	Operace č.	M.T. (s)	H.T. (s)
1.Kolo (ML6)	ALB	1. Zalisování pouzdra	10	5,8
	C/V	2. Test těsnosti	13,3	5,1
	WIH	3. Zalisování nátrubku	22,3	13,7
	WIH	4. Test těsnosti	36,2	5,9
	OFB	5. Zašroubování zátky	---	14,5
	OFB	6. Test těsnosti	47,8	4,8
	OFB	7. Zacvaknutí svorky	---	5,2
2.Kolo (ML17)	C/V	2. Test těsnosti	13,3	5,1
	OFB	5. Zašroubování zátky	---	14,5
	OFB	6. Test těsnosti	47,8	4,8
	OFB	7. Zacvaknutí svorky	---	5,2
Takt montážní linky (ML6+ML17)				105,2 s

Tab. 5-6 Analýza taktu montážní části linky pro ML6 a ML17

Při porovnání taktu montážní části linky s taktom obráběcí části linky ML6 a linkou ML17 bylo zjištěno, že montážní linka v taktu 105,6 s nebude stíhat zpracovávat výrobky z obou obráběcích linek, protože takt obráběcí části linky ML6 je 101,3 s (po optimalizaci CNC programů). Rozdíl v taktach je 3,9 s a o tuto hodnotu bude nutné snížit takt montážní části linky. Jako vhodné místo bylo vybráno právě úzké místo operace testu těsnosti dílu OFB, kde bylo testem zjištěno, že je možné úpravu programu stroje zkrátit jeho čas.

5.2.5 Kapacita ML6 s ML17



Obr. 5-5 Kapacita linek ML6 a ML17

5.2.6 Investice

Náklady na jednotlivé položky byly určeny dle nákladů z předchozích projektů. Obráběcí centra se nakupují výhradně v Japonsku stejně jako přípravy do strojů. U výrobce strojů probíhá první nastavení linky za účasti zástupců mateřské firmy. Převoz strojů do České republiky probíhá po moři na lodi, dále pak silniční kamionovou dopravou z Hamburku přímo do firmy. Zde stroje z kamionu složí externí firma, přesune na určené místo ve výrobní hale a připojí k elektřině, vzduchu a vodě. Samotné oživení strojů musí provést zástupce výrobce strojů Mori Seiki, většinou servisní technik. Jedná se o odstranění bezpečnostních prvků pro převoz, kontrolu stroje, první zapnutí a odkódování. Jediným strojem, jehož výroba bude lokalizována stejně jako u předchozích projektů, je mycí stroj.

Stroje jsou nakonec zkontrolovány pověřenou osobou, že splňují všechny příslušné základní požadavky na bezpečnost, ochranu zdraví a ochranu životního prostředí dle příslušných směrnic EU. Další náklady tvoří dopravníky, rámy podlážek a rošty, obráběcí nástroje a jejich příslušenství.

V případě nákupu nového výrobního zařízení a příslušenství se jedná o investici. V účetnictví bude vedena jako hmotný investiční majetek odpisovaný, protože jeho cena je vyšší jak 40 000 CZK a doba životnosti delší než 1 rok. VL v ceně 16,6 milionů bude zařazena ve 2. odpisové skupině a doba odepisování tak bude 5 let. Jednotlivé náklady na výrobní zařízení budou odpisovány v režimu lineárního (rovnoměrného) odpisování. V prvním roce bude odpisová sazba 11% a v dalších letech to bude 22,25%. [11] Pro novou linku bude třeba přijmout jednoho nového operátora do linky a dalšího na vizuální kontrolu.

Pro přesun linky ML10 bude nutná příprava pro připojení, které společně s přesunem provede externí firma. Cena byla dle předchozích zkušeností z firmy, když již podobné přesuny linek proběhly, na 40 000 CZK.

Položka	Cena
Nová linka ML17 – Plánované investice	
Obráběcí centrum č.1 (MC1)	4.800.000 CZK
Soustruh č.2 (MC2)	3.600.000 CZK
Obráběcí centrum č.3 (MC3)	4.400.000 CZK
Mycí stroj + přípravky (MC4)	1.500.000 CZK
Obráběcí nástroje, kleštiny, upínače	500.000 CZK
Transport z Japonska	1.400.000 CZK
Umístění, Zapojení a Instalace strojů + CE	340.000 CZK
Dopravníky	40.000 CZK
Rámy podlážek a rošty	20.000 CZK
Celkové investiční náklady	16.600.000 CZK

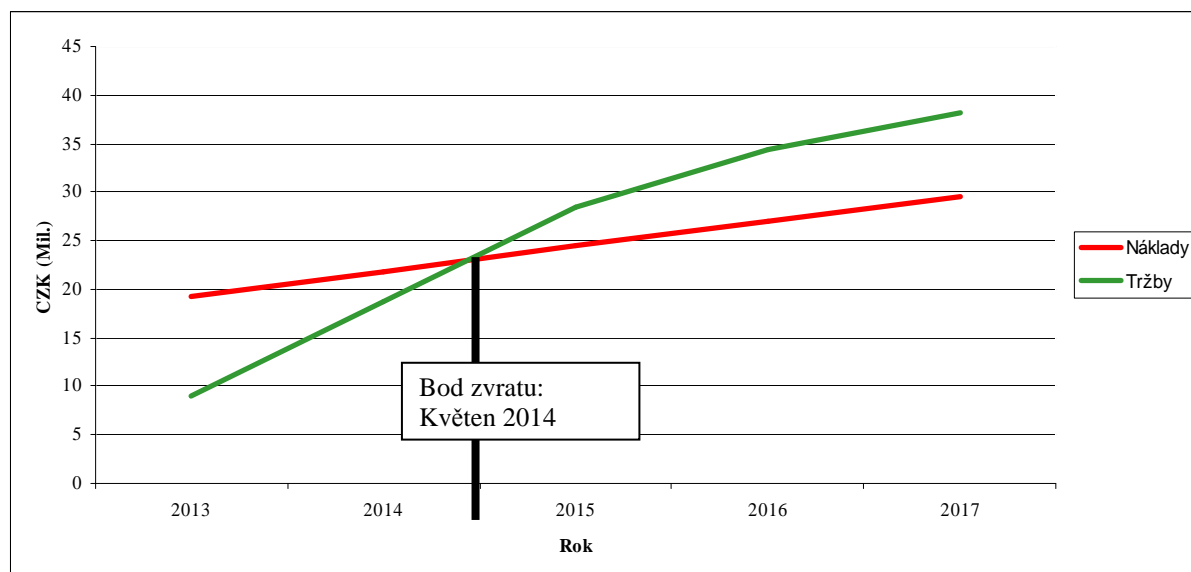
Tab. 5-7 Seznam kapitálových investic na pořízení nové linky ML17

Výpočet návratnosti investice a její výnosnosti je klíčovým předpokladem pro úspěch při investování. Návratnost investice se překládá z anglického Return on Investment, od něhož se odvozuje známější zkratka ROI. Termín návratnost investice vyjadřuje čistý zisk nebo čistou ztrátu, která se počítá vůči počáteční investici. [12] Obvykle se udává v procentech. Návratnost investice nové linky vypočteme dle vzorce:

$$\begin{aligned}
 \text{ROI} &= ((\text{čistý zisk} - \text{počáteční investice}) / \text{počáteční investice}) * 100 [\%] \\
 &= ((8.600.000 - 16.600.000) / 16.600.000) * 100 [\%] \\
 &= 48\%
 \end{aligned}$$

Předpokládaná návratnost investice po dobu trvání projektu 5 let bude 48%. Čistý zisk byl spočítán dle zisku za 1 kus dílu OFB a 1 kus dílu CV vynásobený předpokládaným objemem produkce po dobu trvání projektu v letech 2013 až 2017. Výhledy objednávek na roky 2016 a 2017 však zatím nejsou známy a byly odhadnuty. Zisk z jednoho kusu a předpokládaný objem produkce si firma nepřeje zveřejnit z důvodu zachování obchodního tajemství. Objem výroby byl převzat z výhledů objednávek obchodního zastoupení firmy v Bruselu. Výhledy se pravidelně aktualizují a s určitostí dojde ke změnám, návratnost investice je tedy orientační a může se během trvání projektu částečně nebo v krajním případě skokově změnit.

Bod zvratu byl vypočten na měsíc květen v roce 2014, od této chvíle bude firma produkovat zisk.



Obr. 5-6 Návratnost investice – Bod zvratu

5.2.7 Náklady

Celkové roční provozní náklady tvoří přímé náklady a výrobní režie. Přímé náklady tvoří mzdy včetně sociálního a zdravotního pojištění. Výrobní režii pro novou linku ML17 tvoří spotřeba elektrické energie, řezné emulze, obráběcí nástroje s držáky a upínkami, údržba a opravy strojů (doplňování olejů, výměny filtrů, záložních baterií, čištění, atd.) a odpisy HIM.

Položka	Cena
Přímé náklady	
a.) Přímý materiál	1.520.000 CZK
a.) Mzdové náklady včetně ZP a SP	492.000 CZK
Výrobní režie	
a.) Spotřeba Elektrické energie	102.500 CZK
b.) Spotřeba řezné emulze	60.000 CZK
c.) Obráběcí nástroje	360.000 CZK
d.) Údržba a opravy strojů	70.000 CZK
e.) Odpisy HIM	3.320.000 CZK
Celkové roční provozní náklady	5.924.500 CZK

Tab. 5-8 Celkové roční provozní náklady varianty č.2

5.2.8 Zhodnocení

Toto řešení se pro firmu jeví spíše jako nevýhodné než výhodné. Nákup nových strojů znamená vysoké investiční náklady. Pro novou linku budou potřeba noví zaměstnanci, to znamená další přímé náklady. Další nevýhodou je zabránění výrobní plochy v hale, která by se v budoucnu mohla využít na jiné nové projekty. Navíc aby byl zachován tok jednoho kusu, je třeba umístit novou linku hned vedle stávající, kde se však v současné době nachází jiná obráběcí linka. Ta by se pro uvolnění prostoru musela přesunout na jiné místo.

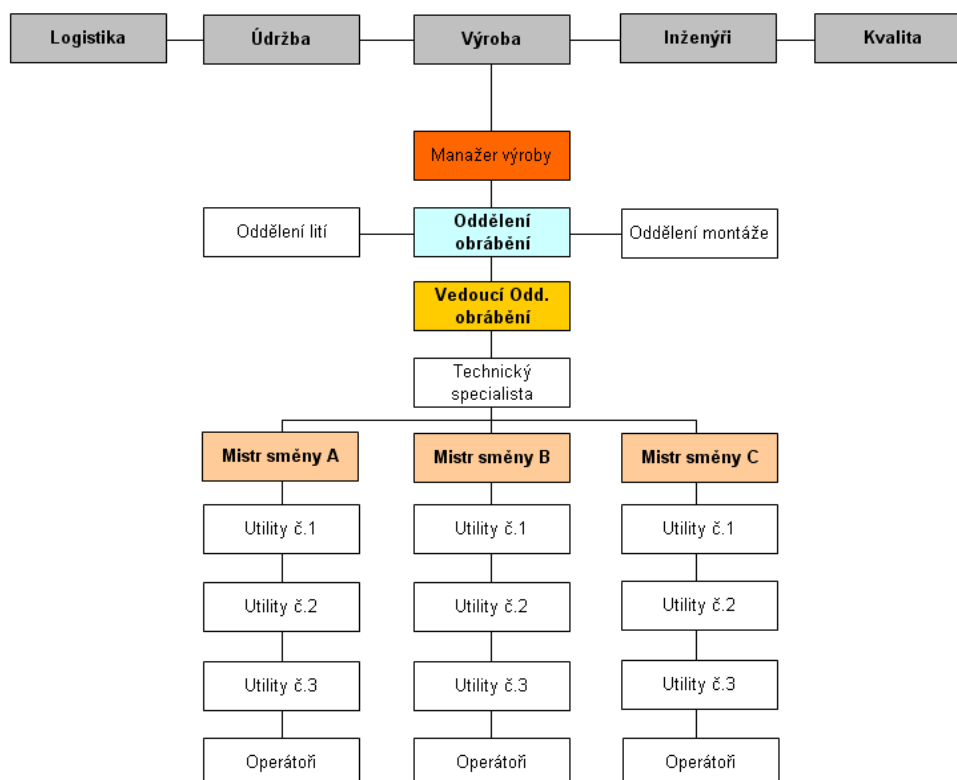
5.3 Varianta č.3 – Změna pracovního režimu

Jednou z dalších možností, jak zajistit výrobu potřebného množství dílů pro zákazníka po navýšení objednávek, je změna pracovního režimu z 3 směnného 5 dní v týdnu na nepřetržitý 4 směnný pracovní provoz 7 dní v týdnu. V této kapitole popíšu jak současný stav fungování 3 směnného provozu výroby v oddělení obrábění odlitek, tak požadavky a veškeré nároky na přechod na 4 směnný nepřetržitý provoz.

5.3.1 Současné fungování 3 směnného provozu

Ve firmě je v oddělení obrábění v současné době celkem 14 výrobních linek. Tyto jsou různě kapacitně vytíženy na 1 až 3 směny dle požadavků na dodávky zákazníkem. Na některých linkách se vyrábí více druhů výrobků. Vytížení linek se různě mění v čase, proto je nezbytné, aby operátoři byli zaškoleni na více linkách. To se týká jak operátorů v linkách, tak operátorů na výstupní kontrole. Nastavování strojů a řešení drobných technických problémů má na starosti zástupce mistra, jehož pozice se nazývá „Utility“. Na jedné směně jsou přítomni vždy 3. Na každé směně je přítomen mistr, vedoucí směny. Pravidelné měření a kontrolu kvality, rozměrů, drsností, atd. provádějí technici kvality v laboratoři. Větší technické problémy se stroji řeší oddělení údržby, technický specialista nebo inženýři.

Výroba ve všech odděleních je rozdělena do 3 směn, které se střídají od pondělí do pátku. O víkendech se realizují přesčasové směny.

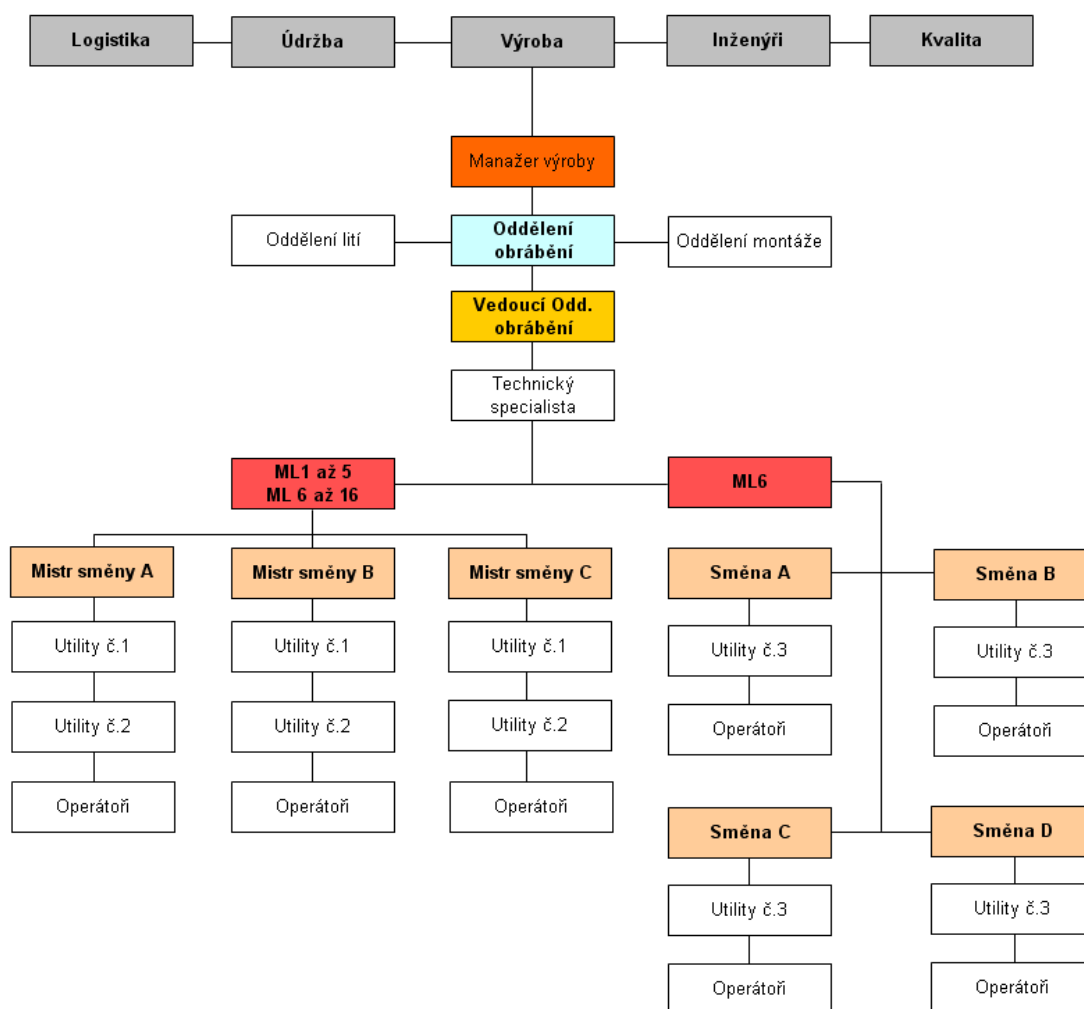


Obr. 5-6 Současné organizační schéma oddělení výroby obrábění

5.3.2 Požadavky na přechod na 4 směnný nepřetržitý pracovní provoz

Analýzou současného stavu výroby v oddělení obrábění bylo zjištěno, že není možné, aby celé oddělení obrábění přešlo na 4 směnný nepřetržitý pracovní provoz, protože ostatní výrobní linky nejsou natolik vytížené. V úvahu tedy připadá změna pouze na ML6.

Ze stávajících směn by se vybrali zaměstnanci jen pro ML6 a dále by se přijmuli noví zaměstnanci pro 4. směnu. Přítomnost zástupce mistra bude zajištěna přijetím nového zaměstnance nebo výběrem ze stávajících operátorů a zaškolením. Společně s Utility č. 3 se budou střídat ve 4 směnách. V pracovních dnech v týdnu by zástupci č. 3 měli na starosti více linek. Na 4 směnách pro ML6 by nebyl přítomen mistr, jeho povinnosti, např. denní hlášení výroby, by dělal jeho zástupce. Stejným způsobem bude řešeno zajištění údržbáře a technika kvality v laboratoři, tedy přijetí nových zaměstnanců a vyčlenění stávajících do 4 směnného provozu.

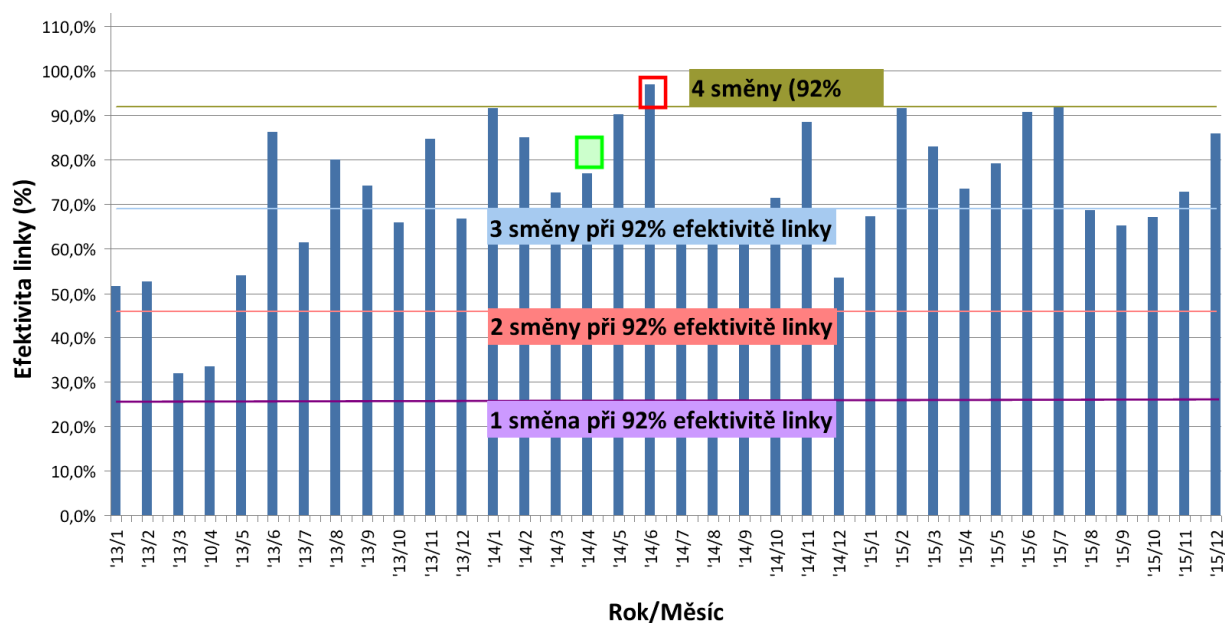


Obr. 5-7 Nové organizační schéma oddělení výroby obrábění

5.3.3 Kapacita ML6 po změně

Změna pracovního režimu bylo promítnuta do kapacitního plánování ML6 a bylo zjištěno, že kapacita linky by byla dostatečná pro výrobu všech potřebných dílů pro zákazníka. Výjimkou je pouze měsíc červen v roce 2014, řešením je nadvýroba v předchozích měsících. Výsledky byly zpracovány do grafu. Při plánování byla zohledněna pravidelná měsíční preventivní kontrola strojů oddělením údržby, pro kterou je stanovena doba 2 h pro celou linku. Zaměstnancům bude v této době přidělena náhradní práce.

Z grafu dále zjistíme, že 4. směna nebude v některých měsících plně anebo vůbec využita. Většina zaměstnanců je zaškolená na více výrobních linkách, v případě zastavení výroby na ML6 by byli přesunuti na jiné linky nebo by jim byla přidělena jiná práce, např. třídění pozastavených dílů, úklid, atd. Dle potřeby také dochází k výpomoci na ostatních odděleních výroby firmy a to lití nebo montáží.



Obr. 5-8 Graf kapacity linky po změně pracovního režimu (Interní zdroj)

5.3.4 Náklady

Celkové roční provozní náklady tvoří přímé náklady a výrobní režie. Přímé náklady tvoří mzdy nově přijatých zaměstnanců pro novou směnu včetně sociálního a zdravotního pojištění a příplatkem 10 % za hodinu za práci o víkend pro stávající i nové zaměstnance. Pro výpočet příplatku za práci o víkend byl použit průměrný počet 9 víkendových dní v měsíci a průměrná hodinová mzda zaměstnance na příslušné pozici. Pro nově vzniklou směnu je v oddělení výroby potřeba přijmout 2 operátory do linky, 1 operátora na výstupní kontrolu, 1 zástupce mistra, 2 nové zaměstnance do oddělení údržby a 1 nového zaměstnance kvality do laboratoře na měření a kontrolu dílů.

Výrobní režii tvoří náklady na delší provoz linky o víkendy. Tím se zvýší spotřeba elektrické energie, spotřeba řezné emulze, spotřeba obráběcích nástrojů a potřeba údržby a opravy strojů (doplňování olejů, výměny filtrů, záložních baterií, čištění, atd.)

Pozice	Počet	Průměrné měsíční náklady firmy	Roční náklady firmy
Přímé náklady			
Mzdové náklady na nové zaměstnance včetně SP a ZP:			
a.) Operátor linky	2	19.000 CZK	456.000 CZK
b.) Operátor na výstupní kontrole	1	22.000 CZK	264.000 CZK
d.) Zástupce mistra (Utility)	1	25.000 CZK	300.000 CZK
e.) Údržbář	2	29.000 CZK	696.000 CZK
f.) Technik kvality	1	25.000 CZK	300.000 CZK
Příplatky za víkend pro současné i nové zaměstnance:			
g.) Operátoři	8	2.376 CZK	28.500 CZK
h.) Výstupní kontrola	4	2.808 CZK	33.700 CZK
ch.) Utility	4	3.240 CZK	39.000 CZK
i.) Údržbáři	4	3.672 CZK	44.000 CZK
j.) Technici kvality	4	3.240 CZK	39.000 CZK
Přímý materiál			
j.) Technici kvality	---	---	1.520.000 CZK
Výrobní režie			
a.) Spotřeba Elektrické energie	---	---	46.000 CZK
b.) Spotřeba řezné emulze	---	---	40.000 CZK
c.) Obráběcí nástroje	---	---	360.000 CZK
d.) Údržba a opravy strojů	---	---	30.000 CZK
Správní režie			
a.) Správní režie	---	---	20.000 CZK
Celkové roční provozní náklady			4.216.200 CZK

Tab. 5-9 Celkové roční provozní náklady varianty č.3

5.3.5 Zhodnocení

Výhodou tohoto řešení je, že není potřeba investovat do nových strojů, zařízení a dalších věcí k zajištění výroby. To může být výhodou v případě neočekávaného snížení objednávek zákazníkem, např. z nepříznivého vývoje na trzích globální ekonomiky nebo jiných důvodů. V rámci globalizace se okolí podniků stává turbulentní. Příkladem může být finanční krize v roce 2008, kdy došlo ke snížení spotřebitelské poptávky nejen v EU. V automobilovém průmyslu se omezovala výroba. Zaměstnanci byli propouštěni nebo

v lepším případě byli nuceni pracovat 4 dny v týdnu. Týden zůstali doma, např. se 75 % platu. Se zaměstnanci může být v případě nedostatku zakázek rozváznán pracovní poměr a dojde k výraznému snížení přímých nákladů. Vzhledem k neustálému navyšování zakázek u škrťacích klapek by byl v budoucnu možný přechod na 4 směnný pracovní provoz i na dalších linkách.

Nevýhodou je nerovnoměrné využití 4. směny. V některých měsících by nebyla vůbec potřeba. Řešením je v tomto případě využití operátorů dle potřeby na jiných linkách. Další nevýhodou je komplikovaný přechod na 4 směny u zástupců mistra, oddělení údržby a kvality. Kde by část zaměstnanců z těchto oddělení pracovala na 3 směny a část na 4 směny.

6 Hodnocení vybraných variant

V této kapitole bude proveden návrh a výběr vhodných kritérií hodnocení metodou párového srovnání (tzv. Fullerova metoda), budou určeny váhy jednotlivých kritérií a nakonec sestavení komplexní matice kritických faktorů. Jejím výsledkem bude nejvhodnější varianta.

6.1 Výběr vhodných kritérií hodnocení

Firma klade důraz na strategii QCDSM dle Toyota Production System, to znamená důraz na kvalitu, cenu, dodávky, bezpečnost a morálku. Na jejím základě byla vybrána tato kritéria:

- Zaručení kvality
- Celkové roční náklady
- Zaručení dodávek zákazníkovi
- Úspora plochy
- Bezpečnost

6.2 Metoda párového srovnání

Metodou párového srovnání byla určena velikost vah jednotlivých kritérií. Postupně byla porovnána každá dvě kritéria mezi sebou a volba podle důležitosti zapsána do pomyslné pyramidy (tzv. Fullerův trojúhelník).

	Kritérium	1.	2.	3.	4.	5.	Počet preferencí	Pořadí kritéria
1.	Zaručení kvality		2	3	1	5	1	4.
2.	Roční provozní náklady			3	2	2	3	2.
3.	Zaručení dodávek zákazníkovi				3	3	4	1.
4.	Úspora plochy					5	2	3.
5.	Investiční náklady						1	5.

Tab. 6-1 Párové srovnání

Kritérium	
1.	Zaručení dodávek zákazníkovi
2.	Roční provozní náklady
3.	Investiční náklady
4.	Zaručení kvality
5.	Úspora plochy

Tab. 6-2 Pořadí kritérií

6.3 Komplexní matice kritických faktorů

Na základě stanovených vah byla sestavena komplexní matice kritických faktorů.

Kritéria	Váha	Varinata č.1		Varinata č.2		Varinata č.3	
		Známka	Vážené skóre	Známka	Vážené skóre	Známka	Vážené skóre
Zaručení dodávek zákazníkovi	0,30	3	0,9	3	0,9	4	1,2
Roční provozní náklady	0,30	4	1,2	1	0,3	2	0,6
Investiční náklady	0,20	4	0,8	1	0,2	4	0,8
Zaručení kvality	0,10	2	0,2	3	0,3	2	0,2
Úspora plochy	0,10	4	0,4	1	0,1	4	0,4
Celkem	1	---	3,5	---	1,8	---	3,2

Tab. 6-3 Hodnocení variant řešení

Z matice kritických faktorů vyplynulo, že nejhodnější variantou řešení je varianta č.1 – Snížení výrobních časů v úzkém místě.

7 Technicko-ekonomické hodnocení

Navržené varianty řešení byly detailně rozpracovány, co se týče technické i ekonomické stránky. U každé varianty byly spočítány celkové roční provozní náklady po změně, které tvoří přímé náklady na mzdy, materiál a dále výrobní režie, kterou tvoří spotřeba řezné emulze, el. energie, nástrojů, odpisy HIM a další. Náklady na přímý materiál jsou pro všechny varianty stejné, protože objem výroby po navýšení je pro všechny varianty stejný.

Varianta č.		Celkové roční provozní náklady
1.	Snížení výrobních časů	1.945.000 CZK
2.	Nová linka ML17	5.924.500 CZK
3.	Změna pracovního režimu	4.216.200 CZK

Tab. 7-1 Porovnání celkových ročních provozních nákladů u jednotlivých variant

Při porovnání celkových ročních provozních nákladů vychází nejlépe varianta č.1, tj. snížení výrobních časů v úzkém místě zejména povlakováním karbidových nástrojů. To je v dnešní době hodně využívané, právě kvůli zvyšování produktivity. Technicky tato změna není náročná. V CNC programech se upraví řezné podmínky nástrojů s povlaky a ověří se rozměry na zkušební sérii výrobků. Během výroby se pak vyhodnotí životnost nástrojů a její další možné zvýšení nebo naopak snížení. Tato varianta má další výhodu úspory plochy výrobní haly, není potřeba investovat do nákupu nových strojů.

U varianty č.2, nové výrobní linky, převažují spíše nevýhody než výhody. Mezi ekonomické patří velké investiční náklady a celkové roční provozní náklady. Pro novou linku bude také potřeba přijmout a zaškolit nové zaměstnance. U nových strojů je třeba pravidelná údržba a časem také různé opravy. Linka zabere plochu ve výrobní hale, která by se v budoucnosti mohla použít pro jiné nové projekty. Po ukončení projektu je firma povinna zaručit výrobu servisních dílů pro zákazníka po dobu dalších 10let. Pro tyto servisní díly by mohla být vyhrazena ML6 a nová ML17 by se mohla použít na další projekty. Tím by se dále zvyšovala návratnost investice do nové linky ML17.

Poslední třetí varianta, změna pracovního režimu, je organizačně náročnější. Znamenala by nové rozložení směn ve firmě, na které by si zaměstnanci nejspíše nějaký čas museli zvykat. Co se týče nákladů, tak v porovnání s variantou č.1 jsou dvojnásobné a to hlavně z důvodu vysokých mzdových nákladů.

V dnešním turbulentním prostředí ekonomiky a vlivem globalizace je pro firmy spíše výhodou být flexibilní a připravení na změny. V případě velkého poklesu objednávek zákazníkem v důsledku neočekávaných událostí, kterými mohou být velké živelné pohromy nebo finanční krize, je možné se zaměstnanci rozvázat pracovní poměr a tím rychle snížit náklady. Oproti tomu výrobní stroje zůstávají ve firmě a návratnost investice se prodlužuje.

8 Závěr

Cílem této práce byla racionalizace výroby na obráběcí montážní-lince se zaměřením na zvýšení produktivity linky. Byla provedena analýza současného stavu výroby na lince a navrženy varianty ke zvýšení produktivity směřující k zavedení nových technických a organizačních opatření.

V závěrečné fázi práce byly navrženy varianty řešení vyhodnoceny a vybrána nejvhodnější varianta řešení, kterou je varianta č.1 – Snížení výrobních časů v úzkém místě. Největší výhodou této varianty oproti ostatním jsou nízké roční provozní náklady. Další výhodou je, že není potřeba investovat do nákupu nového výrobního zařízení, úspora plochy a ne potřeba přijímat nové zaměstnance, jak je tomu u ostatních variant.

Dle navržených opatření nebude v některých měsících kapacita linka dostatečná, bude nutné díly nadvyrobit v předcházejících měsících nebo realizovat přesčasové směny. Zásoby nadvýroby nebudou vysoké a prostor pro jejich skladování ve firmě je k dispozici. V období let 2013 až 2015 budou 2 kritické měsíce, ve kterých, pokud se objem zakázek nesníží, budou muset být ve všech víkendech pokryty celé dny přesčasy. To může mít negativní dopad na morálku zaměstnanců a jejich výkonnost. Další nevýhodou je, že povlakování není ve firmě dosud vyzkoušené a očekávané výsledky nemusí být naplněny. V tom případě by se musela operativně hledat jiná řešení pro další snížení časů, kterými může být např. prověření možnosti sdružení některých operací a tím ušetřit čas pro výměnu nástroje.

Přes všechny výše popsané výhody a nevýhody jsou jedním z nejdůležitějších faktorů roční náklady na provoz, od kterých se odvíjí zisk firmy. Jako řešení bych tedy doporučil výše uvedenou variantu.

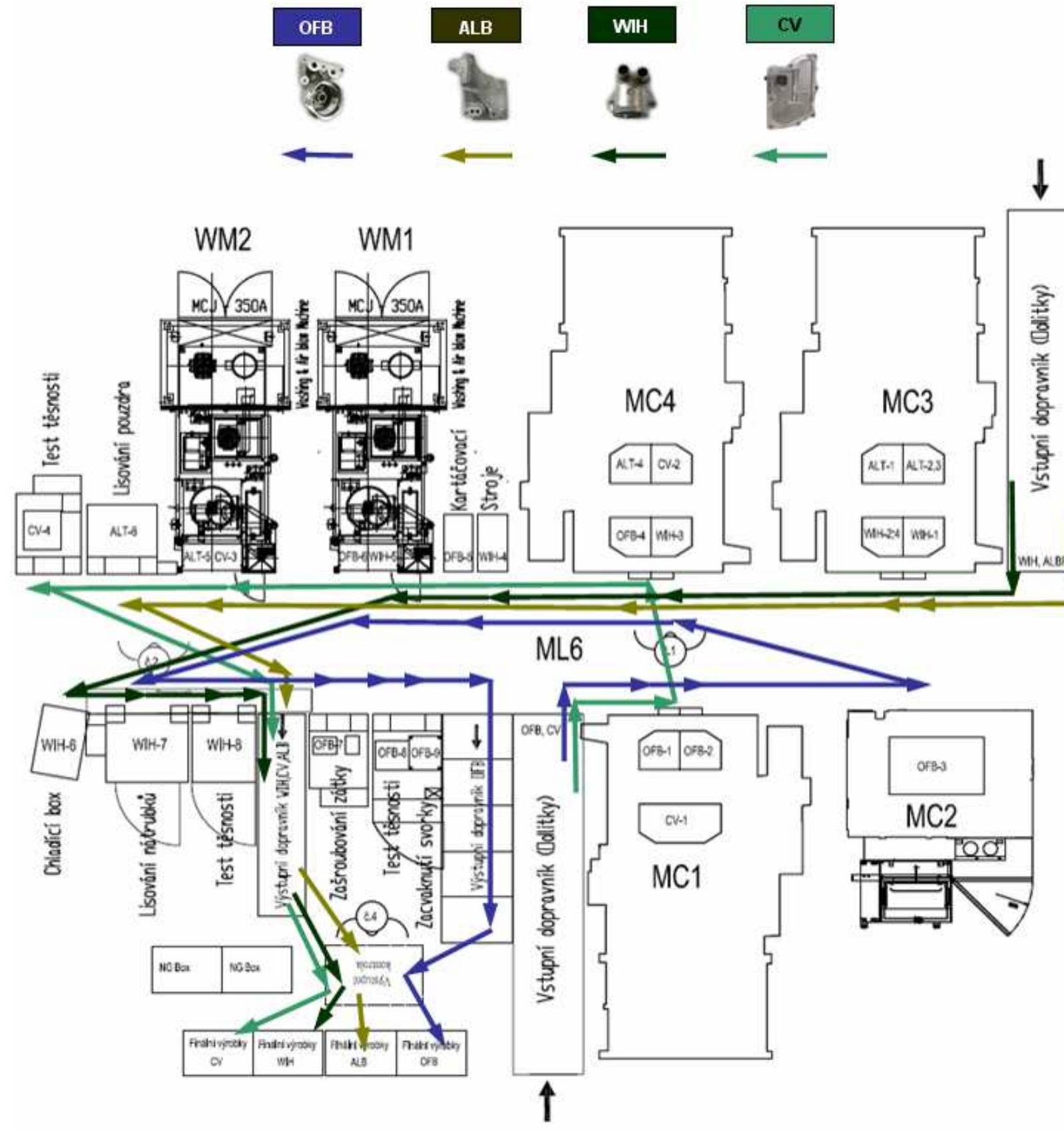
Seznam použité literatury

- [1] Racionalizace výroby. *CoJeCo: Vaše Encyklopedie* [online]. ©1999-2011 [cit. 2011-09-11]. Dostupné z: http://www.cojeco.cz/index.php?detail=1&id_desc=78984&title=racionalizace%20v%20FDroby&s_lang=2
- [2] NOVÁK, Josef a Pavlína ŠLAMPOVÁ. *Racionalizace výroby* [online]. Ostrava, 2007 [cit. 2011-12-10]. Dostupné z: <http://www.fs.vsb.cz/euprojekty/414/racionalizace-vyroby.pdf>. Učební text. Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava.
- [3] AISAN INDUSTRY CZECH. [online]. 2012 [cit. 2012-11-12]. Dostupné z: <http://www.aisan.cz/abcz/Spolecnost.aspx>
- [4] AISAN INDUSTRY Co., Ltd.. [online]. 2012 [cit. 2011-11-12]. Dostupné z: http://www.aisan-ind.co.jp/company/e_company.htm
- [5] MAŠÍN, Ivan; VYTLAČIL, Milan. *Nové cesty k vyšší produktivitě: Metody průmyslového inženýrství*. 1. vydání. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 2000. 161s. ISBN 80-902235-6-7.
- [6] KOŠTURIÁK, Ján; FROLÍK, Zbyněk. *Šťhlý a inovativní podnik*. 1. vyd. Praha : Alfa Publishing, 2006. 273 s. ISBN 80-86851-38-9.
- [7] PAZDERA, V. *Six Sigma*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, 2006.
- [8] ZELENKA, Antonín; PRECLÍK VRATISLAV. *Racionalizace výroby*. Vydavatelství ČVUT, 2004. 132 s. ISBN 80-01028-70-4.
- [9] THOMASNET. [online]. 2013 [cit. 2013-03-25]. Dostupné z: http://news.thomasnet.com/company_detail.html?cid=10113385&sa=30
- [10] API. [online]. 2013 [cit. 2013-03-25]. Dostupné z: <http://e-api.cz/page/68413.one-piece-flow/>
- [11] Jitka Váchová – *Vzdělávání a software*. [online]. 2013 [cit. 2013-03-30]. Dostupné z: <http://www.vachtova.cz/ucetnictvi/vyklady/31-odpisy-dlouhodobeho-majetku>
- [12] Josef Švejda – *Jak na výpočet návratnosti a výnosnosti investice*. [online]. 2013 [cit. 2013-05-05]. Dostupné z: <http://www.investia.cz/jak-na-vypocet-navratnosti-a-vynosnosti-investice>
- [11] Aisan Industry Co. Ltd. – *Production Investigation Office, Production Planning Dept. TPS Function Education, Toyota Production System Training Supervisor's Course Text Book*. February th, 2007.

Seznam příloh

1. Layout ML6 – současný stav
2. Řezný plán ML6
3. Řezný plán ML6 po optimalizaci CNC programů
4. Řezný plán ML6 s povlakovanými nástroji
5. Layout ML6+ML17

Příloha č.1 (Layout ML6 – současný stav)



Příloha č.2 (Řezný plán ML6 současný stav)

Stroj č.	Paleta	Výrobek	Operace	Průměr nástroje (mm)	Řezná rychlost (m/min)	Otáčky (rpm)	Posuv (mm/min)	Posuv (mm/rev)	Počet operací	Vzdálenost (mm)	Řezný čas (sec)	Mezi - operační čas (sec)	Výměna nástroje (sec)	Celkový čas operace (sec)	
1	A	OFB	Otočení stolu											1,4	
			Datum Hole(Main&Sub)	8,6	250,2	9.260	2.037	0,22	2	17,3	1,0	1,5	3,5	6,0	
			φ10 Installation Hole	10,0	200,1	6.370	1.274	0,20	2	16,4	1,5	1,5	3,5	6,5	
			Installtion Surface	80,0	1.809,6	7.200	4.700	0,65	1	228,8	2,9	1,0	3,5	7,4	
			Filter Installtion Surface(Rough)	80,0	1.809,6	7.200	6.000	0,83	1	90,0	0,9	---	---	0,9	
				80,0	1.809,6	7.200	9.000	1,25	1	35,6	0,2	2,2	---	2,4	
			φ16 Chamfering	16,0	266,4	5.300	1.700	0,32	2	6,8	0,5	---	3,5	4,0	
				16,0	160,9	3.200	1.700	0,53	2	0,3	0,0	1,5	---	1,5	
	Imperfect Screw Removal	16,0	301,6	6.000	2.500	0,42	1	202,7	4,9	1,0	3,5	9,4			
	φ23.5/φ17.5 Hole	17,5	274,9	5.000	1.500	0,30	1	50,5	2,0	1,0	3,5	6,5			
	B	C/V	Otočení stolu												1,4
			E/G Block Installation Surface	63,0	1.979,2	10.000	7.200	0,72	1	414,1	3,5	4,5	3,5	11,5	
				63,0	1.979,2	10.000	7.500	0,75	1	597,8	4,8	---	---	4,8	
				63,0	1.979,2	10.000	3.840	0,38	1	597,8	9,3	---	---	9,3	
Takt Stroje													73,1		
2	---	OFB	Vyjmutí obrobku a vložení odlitku											3,6	
			Zavření dveří										2,2	---	2,2
			Dotlačení odlitku				1.000			1	4,4	0,3	1,0	---	1,3
			Upnutí odlitku										3,5	---	3,5
			Roztočení vřetene										0,5	---	0,5
			Filter Installation Hole(Rough)	71,5	449,0	2.000	2.000	1,00	1	2,0	0,1	1,5	2,0	3,6	
				71,5	449,0	2.000	200	0,10	1	41,1	12,3	---	---	12,3	
				71,5	449,0	2.000	100	0,05	1	2,5	1,5	---	---	1,5	
			Filter Installation Screw(Saw Screw)	75,8	357,1	1.500	4.499	3,00	18	24,0	5,8	4,5	2,0	12,3	
			Filter Installation Surface(Finish)	76,0	477,5	2.000	200	0,10	1	4,7	1,4	1,5	2,0	4,9	
				76,0	477,5	2.000	120	0,06	1	16,0	8,0	---	---	8,0	
				76,0	477,5	2.000	100	0,05	1	7,5	4,5	---	---	4,5	
				76,0	477,5	2.000	70	0,04	1	9,2	7,9	---	---	7,9	
			φ26.7 Out Side Dia/φ36.7 Seat Side	26,7	167,8	2.000	400	0,20	1	0,5	0,1	1,5	2,0	3,6	
				26,7	167,8	2.000	300	0,15	1	7,7	1,5	---	---	1,5	
				26,7	167,8	2.000	200	0,10	1	8,3	2,5	---	---	2,5	
Zastavení vřetene a nájezd do domácí p.										1,4	---	1,4			
Uvolnění upínačů										3,5	---	3,5			
Otevření dveří										2,2	---	2,2			
Takt Stroje													80,6		

3	A	WIH	Otočení stolu									1,4		
			Datum Hole(Main&Sub)/Mounting Hole	9,0	220,5	7.800	1.560	0,20	3	17,0	2,0	2,0	3,5	7,5
			Chain case Installation Surface	80,0	1.960,4	7.800	5.440	0,70	1	166,0	1,8	1,5	3,5	6,8
			W/I Installation Surface	80,0	1.960,4	7.800	5.440	0,70	1	156,0	1,7	1,5	---	3,2
			Bypass Through Hole & O-Ring Ditch	20,0	166,5	2.650	185	0,07	1	15,9	5,1	1,0	3,5	9,6
				20,0	166,5	2.650	400	0,15	1	4,9	0,7	---	---	0,7
			W/I Installation Screw	6,0	33,9	1.800	1.800	1,00	2	66,0	4,4	1,5	3,5	9,4
			Film Break	20,0	301,6	4.800	1.920	0,40	1	80,9	2,5	0,5	3,5	6,5
		20,0	301,6	4.800	5.000	1,04	1	28,1	0,3	---	---	0,3		
	B	ALB	Otočení stolu										1,4	
			Datum Hole(Main&Sub)	4,0	175,9	14.000	1.400	0,10	2	10,8	0,9	1,5	3,5	5,9
			Cylinder Block Installation Surface	80,0	2.136,2	8.500	5.440	0,64	1	266,3	2,9	2,2	3,5	8,6
			Oil Level Gauge Guide Installation Screw	8,0	25,1	1.000	1.250	1,25	3	46,0	6,6	1,5	3,5	11,6
			Cylinder Block Installation Seat Side	20,2	126,9	2.000	240	0,12	1	5,3	1,3	---	3,5	4,8
				20,2	317,3	5.000	750	0,15	1	8,5	0,7	0,5	---	1,2
			20,2	317,3	5.000	240	0,05	1	3,5	0,9	0,5	---	1,4	
			20,2	317,3	5.000	60	0,01	1	0,9	0,9	0,5	---	1,4	
Hinji Surface			30,0	377,0	4.000	1.600	0,40	1	50,0	1,9	0,5	3,5	5,9	
	30,0	377,0	4.000	1.200	0,30	1	66,5	3,3	0,5	---	3,8			
	30,0	377,0	4.000	800	0,20	1	85,0	6,4	0,5	---	6,9			
Takt Stroje												98,4		
4	A	WIH	Otočení stolu									1,4		
			Union Press Fitting Hole	16,8	263,9	5.000	500	0,10	2	17,5	4,2	1,5	3,5	9,2
			Union Press Fitting Hole(Prepared Hole)	15,0	212,1	4.500	900	0,20	2	22,0	2,9	1,5	3,5	7,9
			φ14.7 Hole(Prepared Hole)	14,6	119,2	2.600	4.000	1,54	1	65,0	1,0	---	3,5	4,5
				14,6	119,2	2.600	520	0,20	1	26,3	3,0	1,0	---	4,0
			Plug Installation Hole(Prepared Hole)	18,6	245,4	4.200	840	0,20	1	31,7	2,3	0,5	3,5	6,3
			Plug Installation Screw	20,0	30,1	480	720	1,50	1	33,0	2,8	2,0	3,5	8,3
				20,0	30,1	480	720	1,50	1	17,7	1,5	3,5	---	5,0
	B	ALB	φ15.7 Hole(Prepared Hole)	15,7	120,8	2.450	3.000	1,22	1	23,8	0,5	---	3,5	4,0
				15,7	120,8	2.450	400	0,16	1	34,1	5,1	1,4	---	6,5
			Otočení stolu											1,4
			Hinji Surface	30,0	282,7	3.000	1.200	0,40	1	75,0	3,7	0,5	3,5	7,7
			Bush Press Fitting Hole	16,0	301,6	6.000	1.080	0,18	1	26,4	1,5	0,5	3,5	5,5
			Hinji Pin Hole	10,1	120,6	3.800	494	0,13	1	58,0	7,0	---	3,5	10,5
				10,1	120,6	3.800	2.000	0,53	1	2,0	0,1	0,5	---	0,6
	10,1	120,6	3.800	800	0,21	1	9,3	0,7	0,5	---	1,2			
C/V	C/V	PCV Installation Screw Seat Side	34,0	405,9	3.800	760	0,20	1	34,1	2,7	0,5	3,5	6,7	
		PCV Installation Screw(Prepared Hole)	14,6	123,9	2.700	540	0,20	1	17,9	2,0	0,5	3,5	6,0	
		PCV Installation Screw	16,0	25,1	500	750	1,50	1	34,0	2,7	2,5	3,5	8,7	
Takt Stroje												105,3		

Příloha č.3 (Řezný plán ML6 po optimalizaci CNC programů)

Stroj č.	Paleta	Výro- beb	Operace	Průměr nástroje (mm)	Řezná rychlost (m/min)	Otáčky (rpm)	Posuv (mm/min)	Posuv (mm/rev)	Počet operací	Vzdálenost (mm)	Řezný čas (sec)	Mezi - operační čas (sec)	Výměna nástroje (sec)	Celkový čas operace (sec)	
1	A	OFB	Otočení stolu											1,4	
			Datum Hole(Main&Sub)	8,6	250,2	9.260	2.037	0,22	2	17,3	1,0	1,5	3,5	6,0	
			φ10 Installation Hole	10,0	200,1	6.370	1.274	0,20	2	16,4	1,5	1,5	3,5	6,5	
			Installtion Surface	80,0	1.809,6	7.200	4.700	0,65	1	228,8	2,9	1,0	3,5	7,4	
			Filter Installtion Surface(Rough)	80,0	1.809,6	7.200	6.000	0,83	1	90,0	0,9	---	---	0,9	
				80,0	1.809,6	7.200	9.000	1,25	1	35,6	0,2	2,2	---	2,4	
			φ16 Chamfering	16,0	266,4	5.300	1.700	0,32	2	6,8	0,5	---	3,5	4,0	
				16,0	160,9	3.200	1.700	0,53	2	0,3	0,0	1,5	---	1,5	
	Imperfect Screw Removal	16,0	301,6	6.000	2.500	0,42	1	202,7	4,9	1,0	3,5	9,4			
	φ23.5/φ17.5 Hole	17,5	274,9	5.000	1.500	0,30	1	50,5	2,0	1,0	3,5	6,5			
	B	C/V	Otočení stolu												1,4
			E/G Block Installation Surface	63,0	1.979,2	10.000	7.200	0,72	1	414,1	3,5	4,5	3,5	11,5	
				63,0	1.979,2	10.000	7.500	0,75	1	597,8	4,8	---	---	4,8	
				63,0	1.979,2	10.000	3.840	0,38	1	597,8	9,3	---	---	9,3	
Takt Stroje														73,1	
2	---	OFB	Vyjmutí obrobku a vložení odlitku											3,6	
			Zavření dveří										2,2	---	2,2
			Dotlačení odlitku				1.000			1	4,4	0,3	1,0	---	1,3
			Upnutí odlitku										3,5	---	3,5
			Roztočení vřetene										0,5	---	0,5
			Filter Installation Hole(Rough)	71,5	449,0	2.000	2.000	1,00	1	2,0	0,1	1,5	2,0	3,6	
				71,5	449,0	2.000	200	0,10	1	41,1	12,3	---	---	12,3	
				71,5	449,0	2.000	100	0,05	1	2,5	1,5	---	---	1,5	
			Filter Installation Screw(Saw Screw)	75,8	357,1	1.500	4.499	3,00	18	24,0	5,8	4,5	2,0	12,3	
			Filter Installation Surface(Finish)	76,0	477,5	2.000	200	0,10	1	4,7	1,4	1,5	2,0	4,9	
				76,0	477,5	2.000	120	0,06	1	16,0	8,0	---	---	8,0	
				76,0	477,5	2.000	100	0,05	1	7,5	4,5	---	---	4,5	
				76,0	477,5	2.000	70	0,04	1	9,2	7,9	---	---	7,9	
			φ26.7 Out Side Dia/φ36.7 Seat Side	26,7	167,8	2.000	400	0,20	1	0,5	0,1	1,5	2,0	3,6	
				26,7	167,8	2.000	300	0,15	1	7,7	1,5	---	---	1,5	
				26,7	167,8	2.000	200	0,10	1	8,3	2,5	---	---	2,5	
			Zastavení vřetene a nájezd do domácí p.										1,4	---	1,4
Uvolnění upínačů										3,5	---	3,5			
Otevření dveří										2,2	---	2,2			
Takt Stroje														80,6	

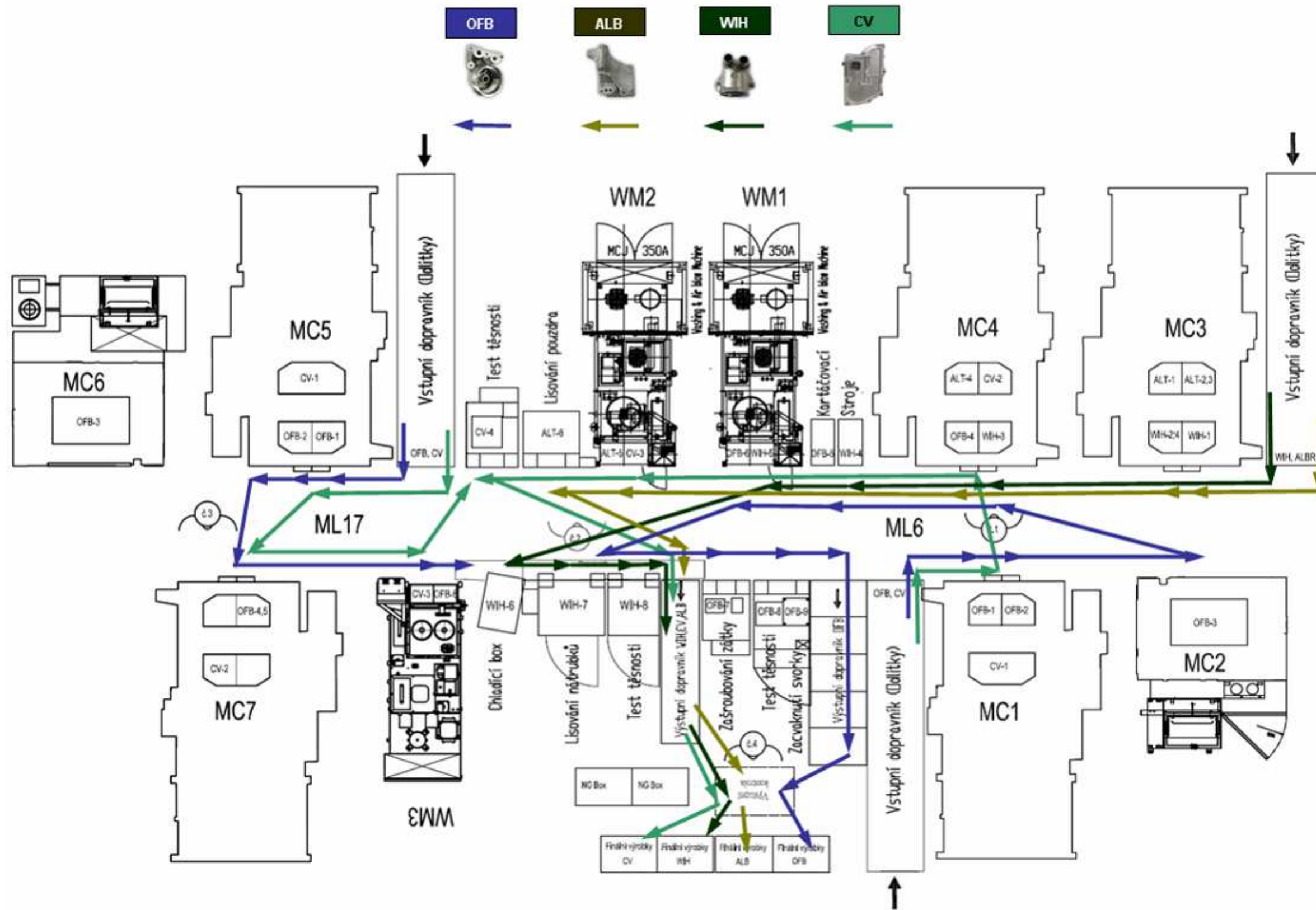
3	A	WIH	Otočení stolu										1,4	
			Datum Hole (Main&Sub)/Mounting Hole	9,0	220,5	7.800	1.560	0,20	3	17,0	2,0	1,4	3,5	6,9
			Chain case Installation Surface	80,0	1.960,4	7.800	5.440	0,70	1	166,0	1,8	1,2	3,5	6,5
			W/I Installation Surface	80,0	1.960,4	7.800	5.440	0,70	1	156,0	1,7	1,2	---	2,9
			Bypass Through Hole & O-Ring Ditch	20,0	166,5	2.650	185	0,07	1	15,9	5,1	1,0	3,5	9,6
				20,0	166,5	2.650	400	0,15	1	4,9	0,7	---	---	0,7
			W/I Installation Screw	6,0	33,9	1.800	1.800	1,00	2	66,0	4,4	1,2	3,5	9,1
			Film Break	20,0	301,6	4.800	1.920	0,40	1	80,9	2,5	0,4	3,5	6,4
		20,0	301,6	4.800	5.000	1,04	1	28,1	0,3	---	---	0,3		
	B	ALB	Otočení stolu											1,4
			Datum Hole(Main&Sub)	4,0	175,9	14.000	1.400	0,10	2	10,8	0,9	1,2	3,5	5,6
			Cylinder Block Installation Surface	80,0	2.136,2	8.500	5.440	0,64	1	266,3	2,9	1,6	3,5	8,0
			Oil Level Gauge Guide Installation Screw	8,0	25,1	1.000	1.250	1,25	3	46,0	6,6	1,0	3,5	11,1
			Cylinder Block Installation Seat Side	20,2	126,9	2.000	240	0,12	1	5,3	1,3	---	3,5	4,8
				20,2	317,3	5.000	750	0,15	1	8,5	0,7	0,4	---	1,1
			20,2	317,3	5.000	240	0,05	1	3,5	0,9	0,4	---	1,3	
Hinji Surface			30,0	377,0	4.000	1.600	0,40	1	50,0	1,9	0,4	3,5	5,8	
	30,0	377,0	4.000	1.200	0,30	1	66,5	3,3	0,4	---	3,7			
	30,0	377,0	4.000	800	0,20	1	85,0	6,4	0,4	---	6,8			
Takt Stroje												94,8		
4	A	WIH	Otočení stolu										1,4	
			Union Press Fitting Hole	16,8	263,9	5.000	500	0,10	2	17,5	4,2	1,2	3,5	8,9
			Union Press Fitting Hole(Prepared Hole)	15,0	212,1	4.500	900	0,20	2	22,0	2,9	1,2	3,5	7,6
			φ14.7 Hole(Prepared Hole)	14,6	119,2	2.600	4.000	1,54	1	65,0	1,0	---	3,5	4,5
				14,6	119,2	2.600	520	0,20	1	26,3	3,0	0,8	---	3,8
			Plug Installation Hole(Prepared Hole)	18,6	245,4	4.200	840	0,20	1	31,7	2,3	0,5	3,5	6,3
			Plug Installation Screw	20,0	30,1	480	720	1,50	1	33,0	2,8	1,5	3,5	7,8
				20,0	30,1	480	720	1,50	1	17,7	1,5	2,5	---	4,0
	B	ALB	φ15.7 Hole(Prepared Hole)	15,7	120,8	2.450	3.000	1,22	1	23,8	0,5	---	3,5	4,0
				15,7	120,8	2.450	400	0,16	1	34,1	5,1	1,3	---	6,4
			Otočení stolu											1,4
			Hinji Surface	30,0	282,7	3.000	1.200	0,40	1	75,0	3,7	0,4	3,5	7,6
			Bush Press Fitting Hole	16,0	301,6	6.000	1.080	0,18	1	26,4	1,5	0,4	3,5	5,4
			Hinji Pin Hole	10,1	120,6	3.800	494	0,13	1	58,0	7,0	---	3,5	10,5
				10,1	120,6	3.800	2.000	0,53	1	2,0	0,1	0,4	---	0,5
C/V	C/V		10,1	120,6	3.800	800	0,21	1	9,3	0,7	0,4	---	1,1	
		PCV Installation Screw Seat Side	34,0	405,9	3.800	760	0,20	1	34,1	2,7	0,4	3,5	6,6	
		PCV Installation Screw(Prepared Hole)	14,6	123,9	2.700	540	0,20	1	17,9	2,0	0,4	3,5	5,9	
	16,0	25,1	500	750	1,50	1	34,0	2,7	1,5	3,5	7,7			
Takt Stroje												101,3		

Příloha č.4 (Řezný plán ML6 s povlakovanými nástroji)

Stroj č.	Paleta	Výrobek	Operace	Průměr nástroje (mm)	Řezná rychlost (m/min)	Otáčky (rpm)	Strojní posuv (mm/min)	Posuv (mm/rev)	Počet operací	Vzdálenost (mm)	Řezný čas (sec)	Mezi - operační čas (sec)	Výměna nástroje (sec)	Celkový čas operace (sec)									
1	A	OFB	Otočení stolu											1,4									
			Datum Hole(Main&Sub)	8,6	250,2	9.260	2.037	0,22	2	17,3	1,0	1,5	3,5	6,0									
			φ10 Installation Hole	10,0	200,1	6.370	1.274	0,20	2	16,4	1,5	1,5	3,5	6,5									
			Installtion Surface	80,0	1.809,6	7.200	4.700	0,65	1	228,8	2,9	1,0	3,5	7,4									
			Filter Installtion Surface(Rough)	80,0	1.809,6	7.200	6.000	0,83	1	90,0	0,9	---	---	0,9									
				80,0	1.809,6	7.200	9.000	1,25	1	35,6	0,2	2,2	---	2,4									
			φ16 Chamfering	16,0	266,4	5.300	1.700	0,32	2	6,8	0,5	---	3,5	4,0									
				16,0	160,9	3.200	1.700	0,53	2	0,3	0,0	1,5	---	1,5									
	Imperfect Screw Removal	16,0	301,6	6.000	2.500	0,42	1	202,7	4,9	1,0	3,5	9,4											
	φ23.5/φ17.5 Hole	17,5	274,9	5.000	1.500	0,30	1	50,5	2,0	1,0	3,5	6,5											
	B	C/V	Otočení stolu												1,4								
			E/G Block Installation Surface	63,0	1.979,2	10.000	7.200	0,72	1	414,1	3,5	4,5	3,5	11,5									
				63,0	1.979,2	10.000	7.500	0,75	1	597,8	4,8	---	---	4,8									
														63,0	1.979,2	10.000	3.840	0,38	1	597,8	9,3	---	---
Takt Stroje													73,1										
2	---	OFB	Vyjmutí obrobku a vložení odlitku											3,6									
			Zavření dveří										2,2	---	2,2								
			Dotlačení odlitku				1.000			1	4,4	0,3	1,0	---	1,3								
			Upnutí odlitku										3,5	---	3,5								
			Roztočení vřetene										0,5	---	0,5								
			Filter Installation Hole(Rough)	71,5	538,8	2.400	2.880	1,20	1	2,0	0,0	1,5	2,0	3,5									
				71,5	538,8	2.400	288	0,12	1	41,1	8,6	---	---	8,6									
				71,5	538,8	2.400	144	0,06	1	2,5	1,0	---	---	1,0									
			Filter Installation Screw(Saw Screw)	75,8	428,5	1.800	5.399	3,00	18	24,0	4,8	4,5	2,0	11,3									
			Filter Installation Surface(Finish)	76,0	477,5	2.000	200	0,10	1	4,7	1,4	1,5	2,0	4,9									
				76,0	477,5	2.000	120	0,06	1	16,0	8,0	---	---	8,0									
				76,0	477,5	2.000	100	0,05	1	7,5	4,5	---	---	4,5									
				76,0	477,5	2.000	70	0,04	1	9,2	7,9	---	---	7,9									
			φ26.7 Out Side Dia/φ36.7 Seat Side	26,7	201,4	2.401	576	0,24	1	0,5	0,0	1,5	2,0	3,5									
				26,7	201,4	2.401	432	0,18	1	7,7	1,1	---	---	1,1									
				26,7	201,4	2.401	288	0,12	1	8,3	1,7	---	---	1,7									
Zastavení vřetene a nájezd do domácí p.										1,4	---	1,4											
Uvolnění upínačů										3,5	---	3,5											
Otevření dveří										2,2	---	2,2											
Takt Stroje													74,2										

3	A	WIH	Otočení stolu										1,4	
			Datum Hole (Main&Sub)/Mounting Hole	9,0	220,5	7.800	1.560	0,20	3	17,0	2,0	1,4	3,5	6,9
			Chain case Installation Surface	80,0	1.960,4	7.800	5.440	0,70	1	166,0	1,8	1,2	3,5	6,5
			W/I Installation Surface	80,0	1.960,4	7.800	5.440	0,70	1	156,0	1,7	1,2	---	2,9
			Bypass Through Hole & O-Ring Ditch	20,0	166,5	2.650	185	0,07	1	15,9	5,1	1,0	3,5	9,6
				20,0	199,8	3.180	576	0,18	1	4,9	0,5	---	---	0,5
			W/I Installation Screw	6,0	40,7	2.159	2.159	1,00	2	66,0	3,7	1,2	3,5	8,4
			Film Break	20,0	361,9	5.760	2.765	0,48	1	80,9	1,8	0,4	3,5	5,7
		20,0	361,9	5.760	7.200	1,25	1	28,1	0,2	---	---	0,2		
	B	ALB	Otočení stolu											1,4
			Datum Hole(Main&Sub)	4,0	211,1	16.800	2.016	0,12	2	10,8	0,6	1,2	3,5	5,3
			Cylinder Block Installation Surface	80,0	2.136,2	8.500	5.440	0,64	1	266,3	2,9	1,6	3,5	8,0
			Oil Level Gauge Guide Installation Screw	8,0	30,2	1.200	1.500	1,25	3	46,0	5,5	1,0	3,5	10,0
			Cylinder Block Installation Seat Side	20,2	152,3	2.400	346	0,14	1	5,3	0,9	---	3,5	4,4
				20,2	380,8	6.000	1.080	0,18	1	8,5	0,5	0,4	---	0,9
			20,2	380,8	6.000	346	0,06	1	3,5	0,6	0,4	---	1,0	
Hinji Surface			30,0	452,4	4.800	2.304	0,48	1	50,0	1,3	0,4	3,5	5,2	
	30,0	452,4	4.800	1.728	0,36	1	66,5	2,3	0,4	---	2,7			
	30,0	452,4	4.800	1.152	0,24	1	85,0	4,4	0,4	---	4,8			
Takt Stroje												86,9		
4	A	WIH	Otočení stolu										1,4	
			Union Press Fitting Hole	16,8	263,9	5.000	500	0,10	2	17,5	4,2	1,2	3,5	8,9
			Union Press Fitting Hole(Prepared Hole)	15,0	254,5	5.401	1.296	0,24	2	22,0	2,0	1,2	3,5	6,7
			φ14.7 Hole(Prepared Hole)	14,6	143,1	3.120	4.000	1,54	1	65,0	0,8	---	3,5	4,3
				14,6	143,1	3.120	520	0,20	1	26,3	2,5	0,8	---	3,3
			Plug Installation Hole(Prepared Hole)	18,6	245,4	4.200	840	0,20	1	31,7	2,3	0,5	3,5	6,3
			Plug Installation Screw	20,0	36,2	576	863	1,50	1	33,0	2,3	1,5	3,5	7,3
				20,0	36,2	576	1.036	1,80	1	17,7	1,0	2,5	---	3,5
	B	ALB	φ15.7 Hole(Prepared Hole)	15,7	145,0	2.940	4.320	1,47	1	23,8	0,3	---	3,5	3,8
				15,7	145,0	2.940	576	0,20	1	34,1	3,6	1,3	---	4,9
			Otočení stolu											1,4
			Hinji Surface	30,0	339,2	3.599	1.728	0,48	1	75,0	2,6	0,4	3,5	6,5
			Bush Press Fitting Hole	16,0	301,6	6.000	1.080	0,18	1	26,4	1,5	0,4	3,5	5,4
			Hinji Pin Hole	10,1	144,7	4.559	711	0,16	1	58,0	4,9	---	3,5	8,4
				10,1	144,7	4.559	2.880	0,63	1	2,0	0,0	0,4	---	0,4
C/V	C/V		10,1	144,7	4.559	1.152	0,25	1	9,3	0,5	0,4	---	0,9	
		PCV Installation Screw Seat Side	34,0	487,1	4.560	1.094	0,24	1	34,1	1,9	0,4	3,5	5,8	
		PCV Installation Screw(Prepared Hole)	14,6	148,6	3.240	778	0,24	1	17,9	1,4	0,4	3,5	5,3	
	16,0	30,1	600	900	1,50	1	34,0	2,3	1,5	3,5	7,3			
Takt Stroje												91,7		

Příloha č.5 (Layout ML6 + ML17)



Evidenční list

Souhlasím s tím, aby moje diplomová práce byla půjčována k prezenčnímu studiu v Univerzitní knihovně ZČU v Plzni.

Datum:

.....

Podpis diplomanta

Uživatel stvrzuje svým podpisem, že tuto diplomovou práci použil ke studijním účelům a prohlašuje, že jí uvede mezi použitými prameny.

Jméno	Fakulta/katedra	Datum	Podpis