

Optimalizace využití kritických strojů ve výrobním podniku TON, a. s.

Bc. Anna Bajgarová

Diplomová práce
2013



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta managementu a ekonomiky

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta managementu a ekonomiky
Ústav průmyslového inženýrství a informačních systémů
akademický rok: 2012/2013

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Anna Bajgarová**
Osobní číslo: **M11470**
Studijní program: **N6208 Ekonomika a management**
Studijní obor: **Průmyslové inženýrství**
Forma studia: **prezenční**

Téma práce: **Optimalizace využití kritických strojů ve výrobním podniku TON, a. s.**

Zásady pro vypracování:

Úvod

I. Teoretická část

- Zpracujte literární rešerši v daných oblastech a formulujte teoretická východiska pro zpracování analýzy a projektu.

II. Praktická část

- Provedte analýzu současného stavu na vybraném pracovišti ve výrobním podniku TON, a. s.
- Zhodnoťte výsledky analýzy a navrhněte varianty pro zlepšení současného stavu.
- Vypracujte do projektové podoby ideový záměr zvolených variant.

Závěr

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

Seznam odborné literatury:

HARTMANN, Edward H. TPM: effiziente Instandhaltung und Maschinenmanagement. 3. aktualisierte und erweiterte Aufl. München: mi-Fachverlag, 2007. ISBN 978-80-7387-021-8.

KEŘKOVSKÝ, Miloslav a Ondřej VALSA. Moderní přístupy k řízení výroby. 3. dopl. vyd. Praha: C. H. Beck, 2012. ISBN 978-80-7179-319-9.

LEGÁT, Václav. et al. Systémy managementu jakosti a spolehlivosti v údržbě. 1. vyd. Praha: Česká společnost pro jakost, 2007. ISBN 978-80-02-01949-7.

MAŠÍN, Ivan a Milan VYTLAČIL. Nové cesty k vyšší produktivitě: metody průmyslového inženýrství. 1. vyd. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 2000. ISBN 80-902235-6-7.

MAŠÍN, Ivan a Milan VYTLAČIL. TPM: management a praktické zavádění. 1. vyd. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 2000. ISBN 8090223559.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Marek Mališka**

Datum zadání diplomové práce: **22. února 2013**

Termín odevzdání diplomové práce: **2. května 2013**

Ve Zlíně dne 22. února 2013

prof. Dr. Ing. Drahomíra Pavelková
děkanka



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

PROHLÁŠENÍ AUTORA DIPLOMOVÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že:

- odevzdáním diplomové práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby¹;
- diplomová práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému,
- na mou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3²;
- podle § 60³ odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;

¹ zákon č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, § 47b Zveřejňování závěrečných prací:

- (1) Vysoká škola nevydělečně zveřejňuje disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce, u kterých proběhla obhajoba, včetně posudků oponentů a výsledku obhajoby prostřednictvím databáze kvalifikačních prací, kterou spravuje. Způsob zveřejnění stanoví vnitřní předpis vysoké školy.
- (2) Disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce odevzdané uchazečem k obhajobě musí být též nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k nahlížení veřejnosti v místě určeném vnitřním předpisem vysoké školy nebo není-li tak určeno, v místě pracoviště vysoké školy, kde se má konat obhajoba práce. Každý si může ze zveřejněné práce pořizovat na své náklady výpisy, opisy nebo rozmnoženiny.
- (3) Platí, že odevzdáním práce autor souhlasí se zveřejněním své práce podle tohoto zákona, bez ohledu na výsledek obhajoby.

² zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 35 odst. 3:

- (3) Do práva autorského také nezasahuje škola nebo školské či vzdělávací zařízení, užije-li nikoli za účelem přímého nebo nepřímého hospodářského nebo obchodního prospěchu k výuce nebo k vlastní potřebě dílo vytvořené žákem nebo studentem ke splnění školních nebo studijních povinností vyplývajících z jeho právního vztahu ke škole nebo školskému či vzdělávacího zařízení (školní dílo).

³ zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 60 Školní dílo:

- (1) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení mají za obvyklých podmínek právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla (§ 35 odst. 3). Odpírá-li autor takového díla udělit svolení bez vážného důvodu, mohou se tyto osoby domáhat nahrazení chybějícího projevu jeho vůle u soudu. Ustanovení § 35 odst. 3 zůstává nedotčeno.

- podle § 60⁴ odst. 2 a 3 mohou užít své dílo – diplomovou práci - nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- pokud bylo k vypracování diplomové práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tj. k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové práce využít ke komerčním účelům.

Prohlašuji, že:

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

Ve Zlíně

.....

⁴ zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 60 Školní dílo:

- (2) Není-li sjednáno jinak, může autor školního díla své dílo užít či poskytnout jinému licenci, není-li to v rozporu s oprávněnými zájmy školy nebo školského či vzdělávacího zařízení.
- (3) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení jsou oprávněny požadovat, aby jim autor školního díla z výdělku jím dosaženého v souvislosti s užitím díla či poskytnutím licence podle odstavce 2 přiměřeně přispěl na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložily, a to podle okolností až do jejich skutečné výše; přitom se přihlédne k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

ABSTRAKT

Tato diplomová práce se zabývá využitím kritických CNC obráběcích center ve výrobním podniku TON, a. s. Na těchto strojích je instalován monitorovací systém pro automatické sledování prostojů a vyhodnocování využití strojů. Cílem práce je navrhnout opatření, která povedou k navýšení celkové efektivity těchto strojů, a optimalizovat způsob vyhodnocování jejich využití. V teoretické části autor stručně hovoří o efektivní výrobě, principech TPM a o informačních systémech ve výrobě. Analytická část popisuje současný stav realizace výroby na těchto strojních zařízeních a hodnotí jejich efektivitu. V projektové části jsou navržena opatření vedoucí ke snížení nejvýznamnějších prostojů, zlepšení organizace práce ve výrobě a optimalizaci současného systému vyhodnocování efektivity strojního zařízení.

Klíčová slova:

Efektivita, ukazatel CEZ, TPM, informační systémy ve výrobě, ERP systém, CNC stroje, prostoje, denní plánování výroby.

ABSTRACT

This master thesis is focused on critical CNC machines utilization in manufacturing company TON, plc. These machines use automatic system for monitoring of downtimes and evaluation of machines utilization. The aim of this work is to propose a precaution leading to increase efficiency of these machines and optimization of the method of evaluation their utilization. In theoretical part, author briefly describes efficient production, principles of TPM and information systems of production. Analytic part includes current realization of production on these machines and rates their efficiency. There are proposed precautions in the project part leading to reduction of the most important delays and to the improving production organization and optimizing of current system of machines efficiency monitoring.

Keywords:

Efficiency, indicator OEE, TPM, production information system, ERP system, CNC machines, downtimes, daily production planning.

Touto cestou bych ráda poděkovala zejména mému vedoucímu práce panu

Ing. Marku Mališkovi,

za odborné vedení, cenné rady a připomínky, které mi poskytnul při zpracování této diplomové práce.

Dále děkuji panu

Ing. Rostislavu Kahajovi – výrobně-technickému řediteli

a celému vedení firmy TON, a. s.,

za poskytnutí příležitosti a za zkušenosti získané během naší spolupráce.

Děkuji také *zaměstnancům firmy TON a, s.,*

kteří mi poskytli informace, připomínky a své zkušenosti a tak napomohli k vytvoření této diplomové práce.

„Lidé se obávají neznáma. Jest pravda, že každé opuštění starého znamená nejistotu - skok do tmy. Avšak kdo chce pomoci sobě a jiným, musí opustit dobré, aby mohl vybojovat lepší. Nesmí držeti pevně vrabce v hrsti jen proto, že je lepší než holub na střeše. Bez odvahy ke změně není zlepšení, a tak není ani blahobytu!“

Tomáš Baťa

OBSAH

| | |
|---|-----------|
| ÚVOD | 11 |
| I TEORETICKÁ ČÁST | 13 |
| 1 VÝROBA A JEJÍ EFEKTIVNOST | 14 |
| 1.1 PLYTVÁNÍ..... | 14 |
| 1.1.1 Činnosti přidávající a nepřidávající hodnotu | 15 |
| 1.2 VÝKONNOST VÝROBY..... | 15 |
| 2 EFEKTIVITA STROJNÍHO ZAŘÍZENÍ | 17 |
| 2.1 ZTRÁTY NA STROJNÍM ZAŘÍZENÍ | 17 |
| 2.2 KOEFICIENTY VYUŽITÍ STROJNÍHO ZAŘÍZENÍ | 18 |
| 2.3 CELKOVÁ EFEKTIVITA ZAŘÍZENÍ – UKAZATEL CEZ | 18 |
| 2.4 SBĚR A ANALÝZA ZTRÁT NA STROJÍCH..... | 20 |
| 3 TPM – TOTÁLNĚ PRODUKTIVNÍ ÚDRŽBA | 22 |
| 3.1 STRATEGIE TPM | 23 |
| 4 INFORMAČNÍ SYSTÉMY VE VÝROBĚ | 24 |
| 4.1 ERP SYSTÉMY | 25 |
| 4.2 MANUFACTURING EXECUTION SYSTEM - MES | 26 |
| 4.2.1 Funkce MES | 26 |
| 4.3 METODY A PRINCIPY ŘÍZENÍ VÝROBY | 27 |
| 4.4 APS SYSTÉMY | 28 |
| 5 VÝROBNÍ VIZUÁLNÍ SYSTÉMY | 30 |
| 5.1 PŘÍNOSY VÝROBNÍCH VIZUÁLNÍCH SYSTÉMŮ..... | 30 |
| 5.2 ZHODNOCENÍ TEORETICKÉ ČÁSTI..... | 31 |
| II PRAKTICKÁ ČÁST | 32 |
| 6 PROFIL VÝROBNÍHO PODNIKU TON, A. S. | 33 |
| 6.1 HISTORIE FIRMY TON, A. S..... | 34 |
| 6.2 FIRMA TON, A. S. DNES | 35 |
| 6.2.1 Výrobní sortiment | 36 |
| 6.2.2 Vývoj výsledku hospodaření v letech 2007 až 2012..... | 37 |
| 6.2.3 Prodej produktů firmy TON..... | 39 |
| 6.2.4 Získaná ocenění..... | 40 |
| 6.2.5 Vize a politika firmy | 41 |
| 6.3 PŘEHLED USKUTEČNĚNÝCH ANALÝZ | 42 |
| 6.4 SWOT ANALÝZA FIRMY TON, A. S. | 43 |
| 6.4.1 Silné a slabé stránky firmy | 43 |
| 6.4.2 Příležitosti a hrozby..... | 43 |

| | | |
|-----------|---|-----------|
| 6.5 | TECHNOLOGIE VÝROBY | 44 |
| 6.5.1 | Přípravna | 44 |
| 6.5.2 | Ohýbárna | 44 |
| 6.5.3 | Strojní oddělení | 45 |
| 6.5.4 | Montáž, dokončení, balení | 45 |
| 6.6 | INFORMAČNÍ SYSTÉM PRO ŘÍZENÍ VÝROBY INMEDIAS | 45 |
| 6.7 | ADRESNÁ A NEADRESNÁ ČÁST VÝROBY | 46 |
| 7 | STROJNÍ ODDĚLENÍ | 47 |
| 7.1 | KRITICKÉ STROJE STROJNÍHO ODDĚLENÍ - CNC OBRÁBĚCÍ CENTRA..... | 47 |
| 7.1.1 | Stroje typu TWIN a SHARP | 48 |
| 7.1.2 | Double-Jet | 49 |
| 7.1.3 | Organizace provozu kritických CNC obráběcích center..... | 50 |
| 7.1.4 | NC program..... | 50 |
| 7.2 | PLÁNOVÁNÍ VÝROBY NA STROJNÍM ODDĚLENÍ..... | 51 |
| 8 | SYSTÉM PRO SPRÁVU CNC STROJŮ | 53 |
| 8.1 | SLEDOVÁNÍ ČASU CYKLU..... | 53 |
| 8.2 | SLEDOVÁNÍ PROSTOJŮ STROJE | 54 |
| 8.3 | POUŽÍVÁNÍ SYSTÉMU PRO SPRÁVU CNC STROJŮ..... | 55 |
| 8.3.1 | Přihlášení pracovníka do systému skrze terminál | 55 |
| 8.4 | ROLE PRACOVNÍKŮ..... | 55 |
| 8.4.1 | Obsluha stroje..... | 56 |
| 8.4.2 | Seřizovač stroje | 56 |
| 8.4.3 | Technolog, modelář, údržbář | 56 |
| 8.4.4 | Uživatel a správce systému | 57 |
| 8.5 | HLAVNÍ OBRAZOVKA APLIKACE CIS CLIENT | 57 |
| 8.6 | ANALÝZA DAT V APLIKACI CIS CLIENT..... | 58 |
| 8.7 | SLEDOVÁNÍ DIAGNOSTICKÝCH VELIČIN | 59 |
| 8.8 | SPECIFIKACE HARDWARU A SOFTWARE SYSTÉMU PRO SPRÁVU CNC STROJŮ | 60 |
| 9 | ANALÝZA KRITICKÝCH STROJŮ NA STROJNÍM ODDĚLENÍ..... | 61 |
| 9.1 | ANALÝZA DOSTUPNOSTI KRITICKÝCH CNC STROJŮ | 61 |
| 9.2 | STRUKTURA PROSTOJŮ NA KRITICKÝCH CNC STROJÍCH | 63 |
| 9.2.1 | Rozdělení prostojů dle jejich délky trvání..... | 63 |
| 9.2.2 | Rozdělení prostojů podle příčin | 64 |
| 9.2.3 | Paretova analýza prostojů..... | 65 |
| 10 | ANALÝZA JEDNOTLIVÝCH PROSTOJŮ..... | 67 |
| 10.1 | ZMĚNA SORTIMENTU VÝROBY | 67 |
| 10.1.1 | Snímek pracovního dne seřizovače | 68 |

| | | |
|-----------|---|-----------|
| 10.2 | STROJ ČEKÁ NA SEŘIZOVAČE | 70 |
| 10.3 | PŘESTÁVKA | 71 |
| 10.4 | NEOKOMENTOVANÉ PROSTOJE | 71 |
| 10.5 | NENÍ ZAKÁZKA NA STROJ | 72 |
| 10.5.1 | Evidence NC programů nahraných na strojích..... | 72 |
| 11 | DENNÍ PLÁNOVÁNÍ NA KRITICKÝCH CNC STROJÍCH | 73 |
| 12 | DATOVÁ ZÁKLADNA PRO PLÁNOVÁNÍ A REALIZACI VÝROBY NA CNC STROJÍCH | 75 |
| 12.1 | DATA V ERP SYSTÉMU INMEDIAS..... | 75 |
| 12.1.1 | Technologické postupy..... | 75 |
| 12.2 | NC PROGRAMY | 77 |
| 13 | ZÁVĚR ANALYTICKÉ ČÁSTI..... | 79 |
| 14 | PROJEKTOVÁ ČÁST..... | 81 |
| 14.1 | CÍLE PROJEKTU | 81 |
| 14.2 | ÚČASTNÍCI PROJEKTU | 82 |
| 14.3 | VYMEZENÍ PROBLÉMU | 82 |
| 14.4 | HARMONOGRAM A AKTIVITY PROJEKTU | 83 |
| 15 | ÚPRAVA SYSTÉMU PRO SPRÁVU CNC STROJŮ..... | 84 |
| 15.1 | ROZŠÍŘENÍ FUNKCE SPRÁVCE SYSTÉMU PRO SPRÁVU CNC STROJŮ | 84 |
| 15.2 | ZMĚNA SLEDOVÁNÍ PŘESTÁVEK | 86 |
| 15.3 | VÝPOČET UKAZATELE CEZ | 86 |
| 15.4 | NORMOVÁNÍ..... | 87 |
| 16 | SNÍŽENÍ VÝSKYTU NEOKOMENTOVANÝCH PROSTOJŮ | 89 |
| 16.1 | ZABRÁNĚNÍ NEPŘIHLAŠOVÁNÍ PRACOVNÍKŮ | 89 |
| 16.2 | MOŽNOST NEOKOMENTOVANÝ PROSTOJ ZPĚTNĚ POJMENOVAT | 89 |
| 16.3 | SVĚTELNÁ SIGNALIZACE..... | 89 |
| 17 | NOVÝ SYSTÉM PRO DENNÍ ROZVRHOVÁNÍ VÝROBY | 92 |
| 17.1 | STRUČNÁ CHARAKTERISTIKA SYSTÉMU PRO DENNÍ PLÁNOVÁNÍ VÝROBY | 92 |
| 17.2 | ODVÁDĚNÍ VÝROBY | 92 |
| 17.3 | ROZVRHOVÁNÍ VÝROBY NA STROJE..... | 93 |
| 17.3.1 | Hrubý plán..... | 94 |
| 17.3.2 | Denní plán výroby | 94 |
| 17.4 | SPOLEHLIVÁ DATOVÁ ZÁKLADNA..... | 97 |
| 17.4.1 | Odstranění zastaralých technologických postupů | 97 |
| 17.4.2 | Doplnění názvů NC programů k CNC operacím | 98 |
| 17.4.3 | Vytvoření databází v systému INmedias | 98 |

| | | |
|-----------|---|------------|
| 17.5 | ZMĚNA PRŮVODKY | 100 |
| 17.6 | PRŮBĚH REALIZACE PROJEKTU „DENNÍ ROZVRHOVÁNÍ VÝROBY“ | 101 |
| 18 | NC PROGRAMY A JEJICH DOSTUPNOST NA STROJÍCH..... | 102 |
| 18.1 | JEDNOTNÁ STRUKTURA INFORMACÍ V NC PROGRAMU..... | 102 |
| 19 | SNÍŽENÍ PROSTOJŮ SOVISEJÍCÍCH SE ZMĚNOU SORTIMENTU VÝROBY..... | 103 |
| 19.1 | ROZŠÍŘENÍ DOSTUPNOSTI NC PROGRAMŮ NA STROJÍCH..... | 103 |
| 19.2 | ZMĚNA ORGANIZACE SMĚN | 104 |
| 19.3 | SNÍŽENÍ PROSTOJŮ „ZMĚNA SORTIMENTU VÝROBY“ | 104 |
| 19.4 | SNÍŽENÍ PROSTOJŮ „STROJ ČEKÁ NA SEŘIZOVAČE“ | 104 |
| 19.5 | SNÍŽENÍ PROSTOJE „STROJ ČEKÁ NA MATERIÁL“ | 105 |
| 20 | VYTVOŘENÍ TÝMŮ A NAVÁZÁNÍ TÝMOVÉ ODMĚNY NA VÝSLEDKY..... | 106 |
| 20.1 | VYTVOŘENÍ TÝMŮ CNC STROJŮ | 106 |
| 20.2 | INFORMAČNÍ TABULE K SYSTÉMU PRO SPRÁVU CNC STROJŮ..... | 106 |
| 20.3 | NAVÁZÁNÍ PŘÍPLATKŮ NA VÝSLEDKY ZE SYSTÉMU PRO SPRÁVU CNC STROJŮ | 107 |
| 21 | PŘÍNOSY NAVRHOVANÝCH OPATŘENÍ..... | 108 |
| 21.1 | PŘÍNOS OPTIMALIZACE SYSTÉMU PRO SPRÁVU CNC STROJŮ..... | 108 |
| 21.2 | PŘÍNOS NOVÉHO DENNÍHO PLÁNOVÁNÍ VÝROBY PRO CNC STROJE..... | 108 |
| 21.3 | PŘÍNOS ODVÁDĚNÍ VÝROBY..... | 109 |
| 21.4 | PŘÍNOS ROZŠÍŘENÍ DOSTUPNOSTI NC PROGRAMŮ NA CNC STROJÍCH..... | 109 |
| 21.5 | PŘÍNOS SIGNÁLNÍHO OSVĚTLENÍ | 109 |
| 21.6 | PŘÍNOS TÝMOVÉ PRÁCE A NAVÁZÁNÍ ODMĚN | 110 |
| 22 | EKONOMICKÉ VYHODNOCENÍ PROJEKTU | 111 |
| 22.1.1 | Navýšení dostupnosti stroje | 111 |
| 22.1.2 | Zrušení noční směny | 112 |
| 22.1.3 | Celkové vyčíslitelné přínosy při realizaci opatření | 113 |
| 22.2 | NÁKLADY PROJEKTU | 113 |
| 22.3 | NÁVRATNOST INVESTICE | 113 |
| | ZÁVĚR | 115 |
| | SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY..... | 117 |
| | SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK | 120 |
| | SEZNAM OBRÁZKŮ | 121 |
| | SEZNAM TABULEK..... | 123 |
| | SEZNAM PŘÍLOH..... | 124 |

ÚVOD

Výrobní podnik TON, a. s. je výrobcem dřevěného, především sedacího, nábytku s více jak stopadesátiletou tradicí. Pro zajištění konkurenceschopnosti podniku je důležitá zejména trvalá a vysoká kvalita produktů, inovativní výrobky a moderní výrobní technologie. Při opracování dřeva jsou pro efektivní výrobu důležité především CNC (Computer Numerical Control) obráběcí stroje, které automatizují dříve ručně prováděné činnosti, nahrazují několik jednoúčelových výrobních zařízení a tím významně zefektivňují výrobní proces.

Firma si uvědomuje důležitost těchto obráběcích strojů a zároveň si je vědoma i toho, že jsou tzv. „úzkým místem“ výrobního procesu a přitom nejsou plně využívána. Proto jsou CNC obráběcí centra nazývána ve firmě jako „kritické“ stroje – konkrétně se jedná o 11 strojů. Za tyto kritické CNC stroje jsou považována 5osá a 6osá obráběcí centra typu TWIN a SHARP od italského výrobce Paolino Bacci a jedno nejnovější 12osé obráběcí centru Double-Jet od téhož výrobce.

Společnost TON, a. s. vyhodnotila jako nezbytně nutné efektivitu těchto strojů sledovat, vyhodnocovat a hlavně navyšovat. Na tři z jedenácti kritických CNC strojů firma instalovala monitorovací systém pro sledování prostojů a využití těchto strojů, který byl vyvinut na základě jejích vlastních požadavků. Přestože se jednalo o pilotní projekt, kdy systémem byly osazeny pouze 3 stroje, výsledky tohoto projektu potvrdily neefektivní využívání těchto kritických CNC strojů.

Výsledky monitorovacího systému (ve firmě nazývaného jako Systém pro správu CNC strojů) v praktické části této diplomové práce potvrdí velmi nízké využití těchto kritických strojů – v průměru pouze 42 % z celkového času směny stroj obrábí výrobek, zbytek tvoří prostoje, kdy stroj nepracuje.

Výsledky, zjištěné Systémem pro správu CNC strojů na třech strojích v pilotní fázi, jsou pro firmu směrodatné. Tyto výsledky pilotního projektu budou v této práci analyzovány a stanou se výchozím bodem pro tvorbu této diplomové práce. Hlavním cílem práce tak bude navrhnout opatření pro navýšení využití kritických strojů a optimalizovat celý monitorovací systém s názvem Systém pro správu CNC strojů.

Diplomová práce se skládá z teoretické a praktické části, kde praktická část bude obsahovat analýzu současného stavu a návrhy opatření vedoucí k navýšení efektivity strojů. Teoretická část poskytne teoretický základ celé práci a bude se zabývat zejména efektivní výrobě

a efektivitě strojních zařízení. Bude zde popsáno měření celkové efektivity zařízení ukazatelem CEZ (celková efektivita zařízení) a s ním související metodika TPM. Dále budou charakterizovány informační systémy používané ve výrobě, zejména ERP (Enterprise Resource Planning) systémy, ale také systémy MES (Manufacturing Execution System), které získávají data přímo z výroby.

Praktická část představí firmu TON, a. s., její produkty a výrobní proces. Dále konkrétněji popíše strojní oddělení a kritické CNC stroje. Stručně popíše monitorovací systém strojů a analyzuje výsledky zjištěné v pilotní fázi projektu. Největší prostoje zjištěné systémem a vyhodnocené Paretovou analýzou budou dále analyzovány. V závěru analýz současného stavu budou shrnuty výsledky prováděných analýz a stanoveny cíle pro projektovou část.

V části určené projektu bude definován celý projekt diplomové práce – cíl a dílčí cíle projektu, jeho účastníci a harmonogram činností. Budou předloženy návrhy na optimalizaci monitorovacího systému, zaveden ukazatele CEZ pro sledování efektivity CNC strojů a navrhnutá opatření, která povedou ke snížení nejvýznamnějších prostojů a přispějí k navýšení využití strojů. Významnou část bude tvořit návrh nového denního plánování výroby pro CNC stroje, který pomůže zlepšit organizaci práce na těchto strojích.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 VÝROBA A JEJÍ EFEKTIVNOST

Ve výrobním podniku je „výroba“ ústředním pojmem, protože právě výroba je činnost vytvářející produkt, prostřednictvím kterého podnik získává od svých zákazníků peníze. Aby byl podnik úspěšný, je nutné, aby vyráběl efektivně, protože právě ve výrobě se z velké části rozhoduje o nákladech, produktivitě, konkurenceschopnosti a také o spokojenosti zákazníků a podnikatelském úspěchu.

Keřkovský (2012, s. 3) říká, že efektivní výroby je dosaženo vyloučením plýtvání omezenými zdroji (včetně jejich nevyužívání, jsou-li k dispozici) a jejich využití ve výrobě takovým způsobem, který je nejbližší cíli podnikání, za nějž je většinou považována tvorba zisku.

1.1 Plýtvání

Efektivní výroba tedy znamená eliminace a redukce veškerého plýtvání ve výrobě a efektivní využití dostupného potenciálu.

Plýtváním se rozumí vše, za co zákazník není ochoten zaplatit. Japonský výrobce automobilů Toyota pojmenoval osm základních druhů plýtvání ve výrobních procesech (Liker, 2007, s. 55 – 56):

- *Nadvýroba* – výroba položek, na něž nejsou objednávky, která vyvolává ztráty v podobě přezaměstnanosti a skladovacích a dopravních nákladů v důsledku nadměrných zásob.
- *Čekání* – čekání na další krok zpracovatelského procesu, nástroj, dodávku či součást v důsledku zpožděných procesů, prostojů, poruch zařízení a kapacitních problémů.
- *Doprava nebo přemísťování, které nejsou nezbytné* – neefektivní rozložení procesu na velkou vzdálenost vyvolává potřeby přepravy či přesunu materiálu, součástek a zboží ze skladu do skladu nebo mezi procesy.
- *Nadměrné či nepřesné zpracovávání* – neefektivní zpracování vinou nevhodných nebo špatných nástrojů a chybného konstrukčního řešení výrobku, které jsou příčinou zbytečných pohybů a způsobují vady.

- *Nadbytečné zásoby* – nadbytečné zásoby surovin, rozpracovanosti a hotových dílů bývají příčinou delších průběhových dob, zastarávání zásob, poškozování zboží, dopravních a skladovacích nákladů.
- *Zbytečné pohyby* – ztrátové pohyby zaměstnanců jako je vyhledávání dílů, nástrojů, natahování se pro ně nebo zbytečná chůze.
- *Vady* – vady vedou k opravám, předělvkám, vyřazení zmetků a náhradní výrobě. Kontrola a dohled zabráňující vadám znamenají ztrátovou manipulaci, ztrátové časy a zbytečné úsilí.
- *Nevyužitá tvořivost zaměstnanců* – ztráty času, nápadů, dovedností, nových zlepšení a příležitostí k učení v důsledku toho, že se nezajímáte o své zaměstnance nebo jim nenasloucháte.

Mika (2007, s. 22) tvrdí, že existují další dva druhy plýtvání, o které výše uvedené rozšířil, a to: nevhodné použití počítačové techniky a sledování nevhodných ukazatelů.

1.1.1 Činnosti přidávající a nepřidávající hodnotu

Aktivity, které znamenají plýtvání, bývají také označovány jako činnosti nepřidávající hodnotu zákazníkovi – tedy vše, co nemění produkt a zákazník není ochoten za tyto aktivity zaplatit. „*Činnosti nepřidávající hodnotu je vše, co nepřidává produktu hodnotu, anebo ho nepřibližuje zákazníkovi.*“ (Mašín, Vytlačil, 2000a, s. 45)

Naopak činnosti přidávající hodnotu, jsou takové aktivity, které nějakým způsobem mění produkt a zákazník je tedy ochoten za ně zaplatit. „*Opakem plýtvání je práce s nárůstem hodnoty nebo práce přibližující produkt zákazníkovi, tedy ta činnost, za kterou je zákazník ochoten zaplatit. Příkladem je tzv. čistá práce – např. při sváření dílů, lakování výrobků, lisování polotovaru apod. V případě duševní práce se jedná o aktivity očištěné o zbytečné administrativní a byrokratické činnosti.*“ (Mašín, Vytlačil, 2000a, s. 45)

1.2 Výkonnost výroby

Aby byl podnik konkurenceschopný, je třeba, aby neustále sledoval, ale hlavně zvyšoval svou výkonnost. Výkonnost celého výrobního podniku je ovlivňována výkonností výroby.

Obecné principy vysoce výkonné výroby podle Hayese, Wheelwrighta a Clarka (1993, s. 181) jsou:

- *Zvyšování hodnoty pro zákazníka* – znamená neustále hledat způsoby, jak odstraňovat činnosti, které nepřidávají hodnotu, aby bylo možno zaměřit se na zlepšování výrobků a služeb dodávaných zákazníkům.
- *Přísná kázeň* – lidé v továrně musí vědět, co se může a co se nemůže dělat, vzájemné sliby jsou posvátné, všichni shromažďují informace a podklady pro eventuální vlastní obranu.
- *Jednoduchost* – učinit toky, procesy a informace tak jasnými, přímočarými a spolehlivými, aby se omezily komplikace. Příčiny nejistoty se musí odstranit.

Výkonnost výroby je ovlivňována faktory uvnitř podniku, podle Mašina a Vytlačila (2000a, s. 34) to jsou zejména tyto faktory:

- *pracovní postupy a metody,*
- *kvalita strojního zařízení,*
- *využívání kapitálu,*
- *system hodnocení a odměňování,*
- *úroveň schopností pracovní síly,*
- *úroveň aplikace metod průmyslového inženýrství.*

2 EFEKTIVITA STROJNÍHO ZAŘÍZENÍ

Výkonnost výroby je velmi zásadně ovlivněna kvalitou a výkonností strojního zařízení. V současné době je výroba spíše automatizována, a tak se velká část produkce odehrává na strojních zařízeních. Výkonnost výroby tak určuje nejen produktivita pracovníků, ale i stav strojů, jejich výkonnost a jejich využití. Výkonnost zařízení lze vyjádřit více způsoby, například koeficienty využití, dostupností anebo komplexními ukazateli celkové efektivnosti zařízení.

2.1 Ztráty na strojním zařízení

Snižování efektivnosti strojního zařízení je způsobováno ztrátami, které na strojích nastávají. Na strojích dochází k šesti základním druhům velkých ztrát (Mašín a Vytlačil, 2000b, s. 23 – 24; Kormanec, 2012, s. 58-60):

- *poruchy a neplánované prostoje* – ztráta schopnosti stroje plnit své funkce, které mohou být závislé na stroji (vlivem mechanického, elektrického, pneumatického defektu) nebo nezávislé na stroji (vznikají tím, že chybí materiál, nástroje, pomocné látky apod.),
- *seřizování, výměna nástrojů a forem* – doba od zastavení produkce jednoho typu výrobku až po dobu, kdy stroj začne produkovat nový typ výrobku v požadované kvalitě,
- *krátká zastavení stroje* – běh naprázdno, abnormální činnost v senzorech, zasekávání během chodu stroje apod.,
- *nedostatky v kvalitě* – zmetky a nedostatky v kvalitě, které potřebují opravu, resp. jsou odpadem, ale musí být opět vyrobené podle objednávky,
- *ztráta rychlosti, nevyužitý výkon* – nesoulad mezi navrženou a skutečnou rychlostí stroje,
- *snížený výkon ve fázi náběhu výrobních procesů a v průběhu technologických zkoušek* – ztráty vznikající v době mezi startem stroje a stabilním provozem.

2.2 Koeficienty využití strojního zařízení

Kuchařová (2011, s. 136) říká, že efektivnost stroje lze sledovat za pomoci koeficientů využití: celkové využití, využití časové kapacity stroje (extenzivní využití) nebo využití kapacity výrobního zařízení (intenzivní využití).

$$K_{\text{celkového využití}} = \frac{\text{skutečný výkon stroje v naturálních jednotkách}}{\text{výrobní kapacita}}$$

$$K_{\text{extenzivního využití}} = \frac{\text{skutečný čas činnosti výrobního zařízení}}{\text{využitelný časový fond zařízení}}$$

$$K_{\text{intenzivního využití}} = \frac{\text{koeficient celkového využití výrobní kapacity}}{\text{koeficient extenzivního využití}}$$

Extenzivní využití ovlivňuje směnnost, organizace práce, plynulost zásobování, pracovní disciplína, časy oprav a údržby; intenzivní využití ovlivňuje lidský faktor, kvalita produkce, technická úroveň výrobních zařízení, použitá technologie, kvalita vstupních surovin a čas oprav a údržby zařízení. (Kuchařová, 2011, s. 137)

2.3 Celková efektivita zařízení – ukazatel CEZ

Ukazatel CEZ, tj. ukazatel celkové efektivity zařízení (nebo také ukazatel OEE = Overall Equipment Effectiveness) vyjadřuje, jak efektivně jsou ve firmě využívány stroje a zařízení. Ukazatel celkové efektivity zařízení je nejpoužívanějším a nejkompaktnějším ukazatelem pro vyjádření efektivity strojního zařízení.

Často se ve firmách setkáváme s vyjádřením „využití“ strojního zařízení. Toto využití však vyjadřuje, jak stroj využívá svůj dostupný čas – tedy vyjadřuje pouze jeho dostupnost. Ukazatel CEZ je však komplexnější – vyjadřuje nejenom dostupnost stroje, ale zohledňuje i výkon stroje a vyprodukovanou kvalitu.

Metodika výpočtu ukazatele CEZ vychází z toho, že strojní zařízení má k dispozici jakýsi teoretický čas provozu, od kterého jsou odečteny plánované prostoje. Zařízení tedy může pracovat v tomto plánovaném čase, od kterého jsou dále odečítány ztráty na dostupnosti, ztráty na výkonu a ztráty na kvalitě (viz. Obr. 1)



Obr. 1. Metodika výpočtu ukazatele CEZ (Kormanec, 2012, s. 63)

Vzorce pro výpočet ukazatele CEZ podle Mašina a Vytlačila (2000a, s. 232):

$$CEZ = \text{míra využití} \times \text{míra výkonu} \times \text{míra kvality}$$

$$\text{Míra využití} = \frac{\text{doba možného provozu} - \text{prostoje}}{\text{doba možného provozu stroje}}$$

$$\text{Míra výkonu} = \frac{\text{počet vyrobených kusů} \times \text{ideální cyklus (takt)}}{\text{doba možného provozu stroje} - \text{prostoje}}$$

$$\text{Míra kvality} = \frac{\text{počet vyrobených kusů} - (\text{zmetky} + \text{vícepráce})}{\text{počet vyrobených kusů}}$$

Hartmann (2007, s. 62) však udává celkem tři ukazatele pro měření efektivity strojního zařízení, mimo ukazatele CEZ jsou to tyto další dva ukazatele:

- *Ukazatel TEEP* (Total Effective Equipment Productivity) – neboli totální produktivita strojního zařízení, zahrnuje i plánované prostoje, to znamená, že vychází z teoretického času provozu, tj. 24 hod (1440 min) denně.
- *Ukazatel NEE* (Net Equipment Effectiveness) – neboli čistá efektivita zařízení, vychází z provozní disponibility, to znamená, že od teoretického času provozu jsou odečteny nejenom plánované prostoje, ale i čas na přetypování stroje.

Podle Legáta (2007, s. 71) je efektivnost zařízení dána také tzv. provozní spolehlivostí zařízení, kterou může ovlivnit kvalita údržbářských zásahů. „*Provozní spolehlivost stroje vyjadřuje chování strojního zařízení v podmínkách skutečného použití a vztahuje se k bezporuchovosti, udržitelnosti, pohotovosti a zajištěnosti údržby. Provozní spolehlivost je významná pro plánování výroby a má zásadní vliv na vznik prostojů a tím dosahování efektivnosti výroby.*“ (Legát, 2007, s. 71)

2.4 Sběr a analýza ztrát na strojích

Ztráty na strojích je třeba sledovat a zejména analyzovat. Zvyšovat efektivitu zařízení totiž můžeme jedině tehdy, jestliže máme ztráty na strojích bezpečně zmapovány a podloženy reálnými daty. Proto je třeba vytvořit systém pro sledování dat.

Data o ztrátách na stroji lze sledovat dvěma způsoby (Kormanec, 2012, s. 74):

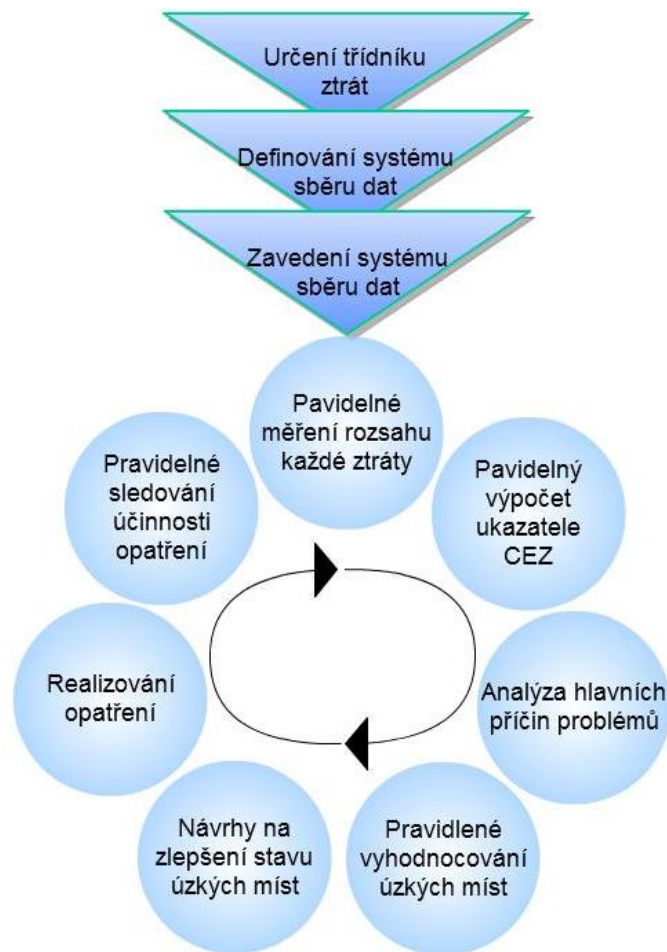
- 1) *Mechanický sběr dat* – prostoje identifikuje a zapisuje operátor, tato data jsou však silně závislá na disciplíně operátora, data jsou často zkrácená a neobjektivní. Navíc vyhodnocování CEZ je náročné a data je nutno přepisovat.
- 2) *Automatický sběr dat* – pro operátora je zadávání dat komfortnější a tato data jsou méně ovlivňována disciplínou operátora, automatický sběr dat bývá doprovázeno světelnou signalizací pro podporu zadávání prostojů. Data jsou reálná, okamžitě přístupná a lze je jednodušeji vyhodnotit.

Ale ani sledování dat ze stroje nezaručí zvýšení efektivity. Počátkem procesu měření a analýzy dat je pravidelné sledování, musí ale následovat vyhodnocení těchto dat a zejména definování nápravných opatření, která povedou k navýšení efektivity strojního zařízení.

Mašín a Vytlačil (2000b, s. 91) definovali proces pro úspěšné sledování a navýšení efektivity strojního zařízení v deseti krocích (*Obr. 2*):

- 1) *určit ztráty, které budou sledovány (tzv. třídění ztrát),*
- 2) *definovat systém sběru dat,*
- 3) *ověřit a zavést systém sběru dat,*
- 4) *pravidelně měřit rozsah každé ztráty,*
- 5) *pravidelně provádět výpočet ukazatele efektivity zařízení, např. CEZ,*

- 6) pravidelně v rámci týmové práce analyzovat, které hlavní příčiny stojí v cestě zlepšení míry využití, výkonu a kvality,
- 7) pravidelně se zabývat trendem parametru využití strojů a určovat kritická, tzv. úzká místa,
- 8) navrhnout zlepšení stavu (minimálně u úzkých míst),
- 9) realizovat navržená opatření,
- 10) pravidelně sledovat účinnost navržených opatření.



Obr. 2. Proces sledování a navýšení efektivity
strojního zařízení (vlastní zpracování)

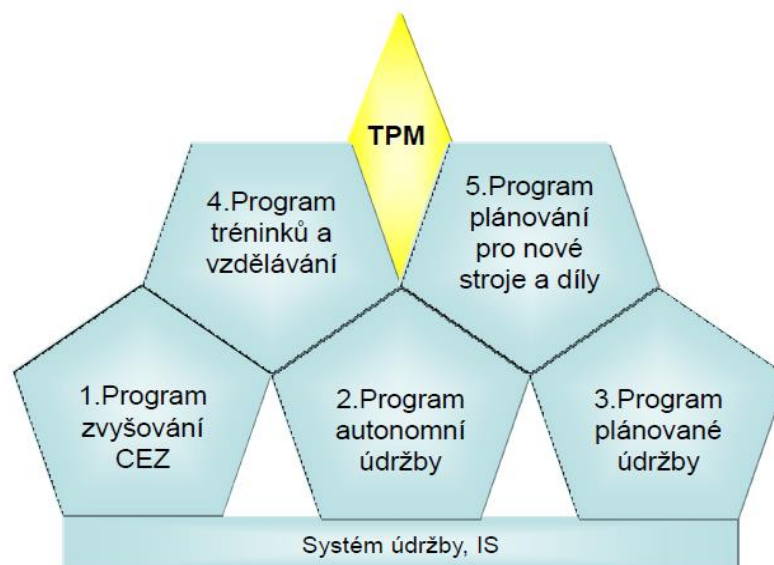
3 TPM – TOTÁLNĚ PRODUKTIVNÍ ÚDRŽBA

TPM (Total Productive Maintenance) neboli totálně produktivní údržba je systém údržby, který vznikl v Japonsku a jeho smyslem je podpora nepřetržitého provozu výrobního systému založená na systému neustálého zlepšování.

Mašín a Vytlačil (2000b, s. 40) definují TPM v pěti bodech, které zároveň popisují hlavní úkoly systému totálně produktivní údržby:

- TPM má za cíl maximalizovat efektivnost výrobního zařízení.
- TPM je celopodnikový systém produktivní údržby obsahující produktivní, preventivní a prediktivní údržbu a zlepšování v údržbě.
- TPM vyžaduje účast manažerů, techniků, obsluhy i údržbářů.
- TPM zahrnuje každého jednotlivého zaměstnance od top-managementu až po řadového pracovníka.
- TPM je založeno na podpoře preventivní a produktivní údržby s využitím týmové práce.

S výše uvedenými cíli souvisejí i hlavní aktivity TPM. Tyto aktivity, které podporují dosažení cílů TPM jsou zobrazeny na následujícím obrázku (viz. *Obr. 3*). Všechny tyto aktivity musí být podporovány a propojeny informačním systémem oddělení údržby.



Obr. 3. Hlavní aktivity TPM (Kormanec, 2012, s. 18)

3.1 Strategie TPM

Hartman (2007, s. 43 – 44) rozděluje TPM do tří hlavních částí, které zároveň představují tři různé strategie TPM:

- 1) *TPM zaměřené na autonomní údržbu* – středem zájmu je autonomní údržba, TPM se orientuje zejména na roli operátorů při údržbě strojů. Autonomní údržba je základem „japonského TPM“.
- 2) *TPM zaměřené na plánovanou údržbu* – systém se orientuje na preventivní a prediktivní údržbu, zahrnuje pracovníky údržby a techniky a rozvíjí jejich dovednosti.
- 3) *TPM zaměřené na zlepšování stavu strojního zařízení* – touto strategií lze rychle zlepšit stav strojů a navýšit zisky, je založena na principu neustálého zlepšování, tato strategie je oblíbená zejména u evropských států.

4 INFORMAČNÍ SYSTÉMY VE VÝROBĚ

K tomu, aby management mohl podnik řídit efektivně, je třeba, aby měl o svém podniku informace. A to informace pravdivé, aktuální a snadno dostupné. Dovrtěl (2003) ale zdůrazňuje, že místo informační revoluce v podnicích se často setkáváme s datovou explozí. Je totiž třeba rozlišovat mezi informacemi a daty.

Bellinge, Castro a Mills (©2004) popisují rozdíl mezi daty a informací. *„Data jsou pouze jakési symboly. Existují, ale ve své podstatě nemají žádný význam. Mohou existovat v různých podobách – použitelných i pro nás nepoužitelných. Pokud spojíme více dat a dáme je do souvislosti, teprve tehdy nám tato data poskytnou svůj význam neboli informaci. Informace je tedy spojení více dat a odhalení jejich vzájemného vztahu. Informace může být, ale také nemusí být užitečná.“*

Sběr a archivace dat jsou v podnicích prováděny prostřednictvím různých informačních systémů. K tomu aby tyto informační systémy byly opravdu „informační“, je třeba posbíraná data také spojovat a interpretovat.

Podle holisticko-procesní klasifikace tvoří podnikové informační systémy tyto základní čtyři oblasti (Sodomka, 2006, s. 77):

- jádro zaměřené na řízení interních podnikových procesů (ERP),
- systém obsluhující procesy směřované k zákazníkům (CRM),
- systém řídicí dodavatelský řetězec (MIS), jeho integrovanou součástí bývá systém sloužící k pokročilému plánování a rozvrhování výroby (SCM),
- manažerský informační systém, který sbírá data z výše uvedených informačních systémů (a také z externích zdrojů) a na jejich základě poskytuje informace pro rozhodovací proces podnikového managementu.

Podle Basla (2008, s. 52) informační systémy ve výrobě nejsou jen informační technologie, ale v širším rámci jsou informačním systémem i:

- informace zapsané a zpracované prostřednictvím relační databáze,
- informace uložené na „klasických nosičích“ – dokladech, formulářích, zprávách, tyto informace jsou často uloženy v nestruturovaném tvaru a bývají obtížněji dostupné.

- Informace, které nejsou uloženy v databázi, jiné elektronické podobě a ani nejsou v žádném formuláři. Může se jednat o zkušenosti uloženy v hlavách zaměstnanců, které jsou využívány operativně v okamžiku potřeby a jsou předmětem managementu znalostí.

4.1 ERP systémy

ERP (Enterprise Resource Planning) systémy jsou jádrem všech používaných systémů v podniku. Tvoří jakýsi základ sběru dat a řízení interních procesů. Definovat ERP systémy je složité. ERP systémy se totiž neustále vyvíjejí a mění, zejména pokud dodavatelé systémů reagují na požadavky svých zákazníků. Často se také můžeme setkat s tím, že některé informační systémy jsou označovány jako ERP, přestože mají jen málo funkcí, které by ERP systému odpovídaly.

ERP je celistvý podnikový informační systém, který podle Willise a Willis-Brownové (2002) umožňuje organizaci:

- sdílet data a aktivity skrze celý podnik,
- automatizuje a integruje hlavní podnikové procesy,
- vytváří a zpřístupňuje data v reálném čase.

Podle Sodomky (2006, s. 86) je ERP informační systém účinný nástroj, který je schopen pokrýt plánování a řízení hlavních interních podnikových procesů (zdrojů a jejich transformace na výstupy), a to na všech úrovních, od operativní až po strategickou. Účinně implementovaný ERP informační systém by měl zejména:

- realizovat měřitelné přínosy v oblasti snižování celé struktury nákladů vznikajících neefektivním řízením firmy,
- realizovat neměřitelné přínosy v oblasti řízení podnikových procesů a dostupnosti informací v reálném čase.

„Za ERP jsou považovány jednak aplikace, které představují softwarová řešení užívaná k řízení podnikových dat a pomáhají plánovat celý logistický řetězec od nákupu přes sklady po výdej materiálu, řízení obchodních zakázek od jejich přijetí po expedici, včetně plánování vlastní výroby a s tím spojené finanční a nákladové účetnictví i řízení lidských zdrojů.

ERP ovlivňuje podnikové procesy, které podporuje a v mnoha případech automatizuje, a je spjat s reengineeringem podnikových procesů a s projekty kvality ISO.“ (Basl, 2008, s. 66)

4.2 Manufacturing Execution System - MES

MES bývá česky nazýván jako výrobní informační systém, jehož primárním cílem je řízení výroby. Systémy MES sbírají a vyhodnocují data přímo z výroby pro dosažení vyšší výkonnosti podniku. Sodomka (2006, s. 152) říká, že systémy MES tvoří vrstvu mezi technologickou úrovní výroby a ERP systémy. Tradiční náplní MES systému je sledování prostojů a vyhodnocování CEZ výrobního zařízení.

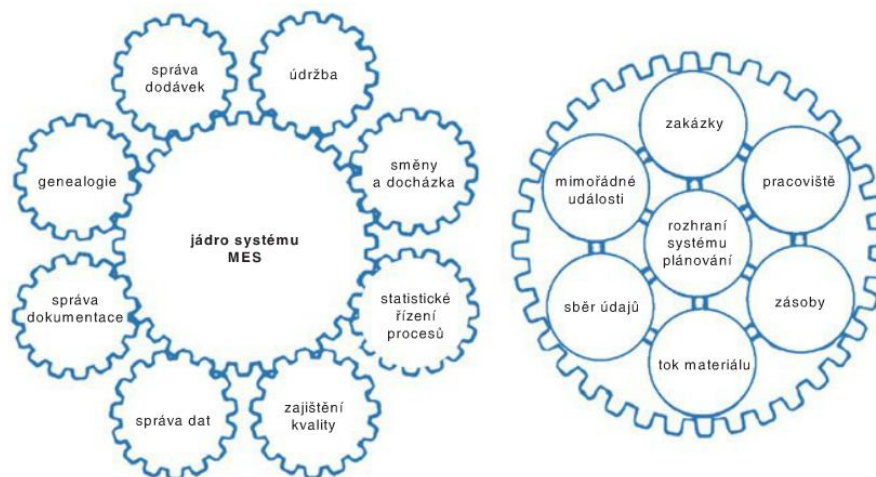
4.2.1 Funkce MES

„Základní funkcí MES je sběr dat z výrobních pracovišť obvykle zajišťovaný kombinací údajů získaných automaticky a manuálních vstupů operátora. Takto pořízenými údaji je možné mimo jiné sledovat a vyhodnocovat změny stavu pracovišť.“ (Černý, 2012, s. 23)

Hlavními funkcemi MES podle Meyera, Fuchse a Thiela (2009, s. 11 – 12) jsou:

- kompletní technický popis produktů včetně jeho řízení,
- řízení všech zdrojů k výrobě produktu a jejich alokace,
- plánování a řízení výroby,
- monitorování výroby,
- dokumentace a archivace dat z výroby,
- informační management.

Hloska a Paleta (2012, s. 24) tvrdí, že systémy MES mají dva druhy funkcí – hlavní a podpůrné (viz. Obr. 4). Mezi hlavní funkce řadí: sledování směn a docházky, statistické řízení prostojů, zjišťování a vyhodnocování kvality, správa dat a dokumentace, genealogie produktu, správa dodávek a údržba. Mezi podpůrné funkce MES patří: sběr údajů o zakázkách, pracovišti, zásobách, toku materiálu a mimořádných událostech.



Obr. 4. Hlavní funkce (vlevo) a podpůrné funkce (vpravo) systému MES

(Hloska, Paleta, 2012, s. 24)

Jak je z funkcí MES systému zřejmé, propojuje mnoho činností podniku: obchodní aktivity, inovační a výrobní aktivity, správu a řízení podniku, personalistiku a informatiku. Často jsou MES systémy v podnicích řešeny pomocí více informačních systémů od více dodavatelů. „Výsledkem je naprosto nesystematické budování komplexního informačního systému podniku skládajícího se z mnoha systémů od různých dodavatelů, na odlišné technické úrovni, často dané technickými možnostmi doby, ve které je pořizován. Je velmi obtížné zajistit, aby si jednotlivé systémy mezi sebou vyměňovaly korektní informace kvalitně a včas.“ (Adam, 2012, s. 18)

4.3 Metody a principy řízení výroby

Jednou z hlavních funkcí informačních systémů je řízení a plánování výrobních procesů. Informační systémy využívají různých řídicích metod definovaných v jejich algoritmech. Rozvoj podnikové informatiky umožnil rozvoj těchto řídicích metod a zpřístupnil je i menším podnikům.

Přehled metod používaných informačními systémy pro řízení a plánování výroby podle Sodomky (2006, s. 155 – 170):

- *Řízení výroby podle minimálních zásob* – Mezi fázemi výrobního procesu je kontrolován stav zásob. Pokud by zásoba poklesla pod plánovanou mez, bude doplněna a výrobní tok pobeží relativně plynule dále.

- *MRP (Material Requirements Planning)* – Vytváří rovnováhu mezi zákaznickými požadavky a jejich naplňováním, udržuje pouze nezbytné skladové zásoby a neplánované požadavky plní podle časových priorit, automaticky počítá s neomezenými kapacitami.
- *MRP II (Manufacturing Resource Planning)* – přesně kontroluje plánování nákupu ve vazbě na výrobu a prodej, zajišťuje časovou i kvantitativní vazbu mezi nákupem a prodejem.
- *JIT (Just-in-Time)* – výroba „právě včas“ vyžaduje dodávání materiálů, výrobků nebo služeb v termínech, které jsou potřebné pro aktivování výrobních podprocesů, které přímo reagují na poptávku zákazníka.
- *Kanban* – tažný princip při dílenském řízení výrobního procesu a plánování výroby. Jednotlivá pracoviště vyvolávají své aktivity u předcházejícího výrobního stupně prostřednictvím kanban karty (objednávky).
- *TOC (Theory of Constraints)* – Teorie omezení je kombinací tažného a tlačného principu. Snaží se maximalizovat průtok úzkým místem. Pracuje s omezením (úzkým místem v systému) a snaží se ho maximálně využít.
- *Simulace a optimalizace* – Koncept trvalé simulace a optimalizace výrobního procesu (MSO = modelování, simulace, optimalizace) je nejpokročilejší a nejméně se vyskytující řídicí metodou. Kombinuje modelování virtuální výrobní organizace, simulaci výrobního procesu a optimalizaci cílového chování a podmínek výrobního podniku. Přitom vychází ze situačně závislé dostupnosti zdrojů.

4.4 APS systémy

APS (Advanced Planning and Scheduling) jsou systémy pokročilého plánování, které jsou zaměřeny především pro dílenské řízení a plánování. APS systémy jsou dodávány buď samostatně, nebo je nabízejí přímo dodavatelé ERP systémů.

„APS zahrnuje celý rozsah funkcí od operativního rozvrhování výroby se zohledněním všech úzkých (kritických) míst přes sledování plnění plánu, simulaci „co když“, nástroje pro prognózování a slibování termínu dodávky až po aplikace pro řízení celých dodavatelových řetězců.“ (Velkoborský, Roub, 1999)

APS systémy mají za úkol nalézt optimální řešení při zohlednění vstupních podmínek systému. „V systému se definují výchozí podmínky a vstupní parametry a systém APS má následně za úkol nalézt optimální variantu řešení. Se změnou vstupních parametrů se mohou měnit i výsledná doporučení systému. Optimalizační algoritmy pracují na základě kritériálních funkcí, kdy je každý požadavek ohodnocen.“ (Basl, 2008, s. 81)

Plánování v APS probíhá vlastně automaticky, podle definovaných atributů. Lidský činitel pak zejména hledá možné scénáře, jak vyřešit zakázky, které APS identifikovalo jako termínově nerealizovatelné. „Plánování začíná načtením pracovních příkazů z ERP systému, kdy se pomocí vybrané optimalizační metody (optimalizace dle priority, minimalizace rozpracovanosti, paralelní plánování, preferování sekvencí, minimalizace seřizovacích časů, zákaznické optimalizace atd.) provede automatické naplánování. Je vhodné, aby po naplánování byly kolizní pracovní příkazy pro přehlednost barevně označeny. Následně potřebuje plánovač informaci, co tyto barvy znamenají v hodinách, na kterých strojích potřebuje najít další kapacitu, jaký materiál či nákupní objednávku je třeba urychlit. Na základě těchto informací může provést kvalifikované rozhodnutí a úpravu plánu.“ (Hégr, 2010)

5 VÝROBNÍ VIZUÁLNÍ SYSTÉMY

Rozhodování managementu a výrobního personálu se neobejdou bez aktuálních (okamžitých) a správných informací. U systémů pro vizuální prezentaci aktuálních dat z výroby je proto nejdůležitější poskytování spolehlivých a relevantních informací v reálném čase. Systémy zároveň musí data vizualizovat takovou formou, aby jejich význam byl okamžitě jasný a pochopitelný.

Vizuální systém interpretace dat vyžaduje následující komponenty (Kolář, 2009, s. 50):

- rozhraní pro zdrojové systémy dat,
- vizualizační server, který zajišťuje čtení dat, výpočty a řízení koncových zařízení,
- uživatelská aplikace, umožňující správu a konfiguraci celého systému, a též zobrazení ukazatelů včetně pohledů do historie, porovnávání ukazatelů apod.

5.1 Přínosy výrobních vizuálních systémů

„Zkušenosti z mnoha firem potvrzují, že významné přínosy má vizualizace klíčových ukazatelů výrobních procesů založená na přímém sběru dat z výroby a využívající primárně velkoplošné obrazovky nebo světelné tabule umístěné přímo u výrobních zařízení ve výrobních halách. Tyto tabule zobrazují aktuální stav výrobních procesů a trendy, poskytují obsluze zpětnou vazbu a informují o problémech.“ (Kolář, 2009, s. 49)

Podle Koláře (2009, s. 49) má vizualizace informací přímo ve výrobě následující přínosy:

- zlepšení výkonnosti výroby, zamezení plýtvání,
- podpora transparentnosti procesů,
- okamžitá detekce problému,
- pomoc při předcházení chybám obsluhy,
- podpora týmové práce, motivace pracovníků,
- zefektivnění komunikace,
- výpočet procesních časů.

5.2 Zhodnocení teoretické části

V teoretické části byly položeny základy pro praktickou část. Byla popsána efektivita ve výrobě, která představuje odstraňování plýtvání a měření efektivity strojního zařízení

Byly zde popsány ukazatele efektivity strojního zařízení, kdy nejkompexnějším ukazatelem pro vyhodnocování efektivity je ukazatel CEZ zohledňující dostupnost, kvalitu a výkon stroje. S navyšováním ukazatele CEZ souvisí aktivity TPM, které vedou k jeho navyšování.

Důležitou součástí praktické části této práce je navržení aplikace pro denní plánování výroby, proto v teoretické části byly popsány podnikové informační systémy, a to zejména ERP systémy pro řízení výroby, MES systémy pro sběr dat a APS systémy pro plánování výroby.

II. PRAKTICKÁ ČÁST

6 PROFIL VÝROBNÍHO PODNIKU TON, A. S.

| | |
|--------------------------|--|
| Název: | TON (= Továrna na ohýbaný nábytek) |
| Právní forma: | akciová společnost (od 1. 1. 1994) |
| Identifikační číslo: | 49970585 |
| Sídlo: | Bystřice pod Hostýnem, Michaela Thoneta 148, 768 61 |
| Založeno: | 1861, Michael Thonet – německý podnikatel a truhlář |
| Klasifikace dle CZ-NACE: | 31 – Výroba nábytku |
| Provozy: | TON Bystřice pod Hostýnem – výroba nábytku, sídlo společnosti, administrativní budova TON Holešov – výroba překližek a lisování skořepin TON-ENERGO – dodávky tepla, elektrické energie, páry |
| Certifikace: | ISO 9001 ISO 14001 Člen Asociace Českých nábytkářů |
| Webové stránky: | www.ton.cz |

Firma TON, a. s. je tradiční českou firmou produkující kvalitní dřevěný nábytek. Pod akciovou společností TON v současnosti patří závod v Bystřici pod Hostýnem, závod v Holešově, kde je celkem zaměstnáno přes 800 zaměstnanců, a samostatný provoz dodávající energii s názvem TON-ENERGO. Značka TON je známa především výrobou ohýbaného nábytku, který vytváří již přes 150 let. Organizační struktura TON, a. s. Bystřice pod Hostýnem, je zobrazena v příloze *P I*.



Obr. 5. Logo firmy TON, a. s. (TON, ©2012)

6.1 Historie firmy TON, a. s.

Bystřice pod Hostýnem je místo s více jak stopadesátiletou tradicí výroby ohýbaného nábytku. Německý truhlář a podnikatel Michael Thonet (viz Obr. 6) v roce 1861 založením továrny na ohýbaný nábytek předurčil osud Bystřice pod Hostýnem na dalších 150 let. „Výrobní závod v Bystřici pod Hostýnem vyráběl od svého vzniku až do roku 1953 pod názvem THONET (a to v různých podobách podle aktuální situace na trhu). Od roku 1953 vyrábí v tomto místě ohýbaný nábytek firma TON. Pod tuto firmu za dob Michaela Thoneta patřily mimo závod v Bystřici pod Hostýnem i další čtyři závody, a to v Koryčanech, Vsetíně, Velkých Uherských a Nowo Radomsku.“ (TON, © 2012)



Obr. 6. Michael Thonet

(TON, © 2012)

„Výroba ohýbaného nábytku nacházela zpočátku odbyt na rozsáhlém území Rakouska-Uherska, prvními zeměmi bylo Německo a Rusko. Prodej se uskutečňoval prostřednictvím vlastních poboček, kterých před první světovou válkou existovalo dvacet čtyři. Do roku 1910 tvořil export 25 % objemu prodejů – největší odbytovou oblastí bylo Rusko, v zámoří Spojené státy americké, ale také Brazílie a Argentina. Po druhé světové válce byl podnik TON znárodněn a v sortimentu se zaměřoval především na velké série sedacího nábytku, ohýbaný nábytek byl vyvážen především do zahraničí.“ (Šimoníková, 1992, s. 89)

Roku 1946 byl podnik znárodněn a vznikl národní podnik THONET, ke kterému byla přičleněna i řada dalších menších továren na nábytek – z těch větších např. továrna na ohýba-

ný nábytek L. A. Bernkop ve Frenštátě pod Radhoštěm nebo firma D. B. Fischel Söhne v Mimoni.

“Komunisté udělali z podniku hlavně zdroj devizových příjmů. A to i za cenu toho, že na Západě byly židle nabízeny pod cenou. Židle vznikaly jedna za druhou, téměř 400 tisíc ročně jich putovalo do Sovětského svazu, o něco méně pak na Západ kvůli dolarům. V Československu šlo ale prakticky výhradně o podpultové zboží. Po revoluci firma rázem ztratila trhy na Východě a začala se orientovat na Západ. Najednou ale zákazníkům musela vysvětlit, že cenová hladina jejich židlí je někde jinde – výš.” (Šitner, 2009).

Významným mezníkem ve vývoji firmy bylo datum 1. 1. 1994, kdy byla založena akciová společnost TON. Společnosti se během krátké doby podařilo přenést těžiště exportu do vyspělých zemí s potenciálem, a zároveň výrazně změnila a rozšířila svůj sortiment nabízených výrobků.

6.2 Firma TON, a. s. dnes

„TON je akciovou společností vycházející z tradice řemeslného umění za současné aplikace nových trendů v nábytkářském průmyslu. Produkty firmy jsou v současnosti exportovány do více než 60 zemí světa. Novinky v sortimentu jsou každoročně prezentovány na prestižních mezinárodních výstavách, jako je Salone del Mobile Milano, IMM Cologne nebo 100 % Design London. Při vývoji nových modelů firma spolupracuje s významnými českými i zahraničními designéry.” (TON, © 2012)

Firma nabízí židle klasického pojetí, vycházející z technologií a návrhů Michaela Thoneta, jejichž kvalita a design jsou prověřeny mnoha lety existence těchto modelů. Za všechny lze zmínit například židli č. 14, která je vyráběna již 150 let (židle je vyobrazena i v logu firmy (viz. Obr. 5). Je první židlí, která byla navržena pro tovární výrobu, doposud jí bylo vyrobeno více než 80 milionů kusů a to více než 50 milionů do roku 1930. Jsou ale nabízeny i židle moderní, které odpovídají současným trendům životního stylu moderního člověka, který ocení nejen kvalitu, ale i výjimečný design.











6.2.1 Výrobní sortiment

Firma TON, a. s. vyrábí především sedací nábytek a to jak tradiční ohýbaný, tak i s moderním designem – barové židle, křesla, stoly, věšáky a další dřevěný nábytek. V nabídce sortimentu firmy je i venkovní nábytek, jehož výrobcem ale firma není, je jejich obchodníkem. V sortimentu židlí a křesel je možno vybírat mezi cca 300 různými typy.

Židle můžeme podle jejich určení rozdělit do kolekcí na židle: designové, klasické ohýbané, univerzální, základní, dětské, seniorské a venkovní židle.

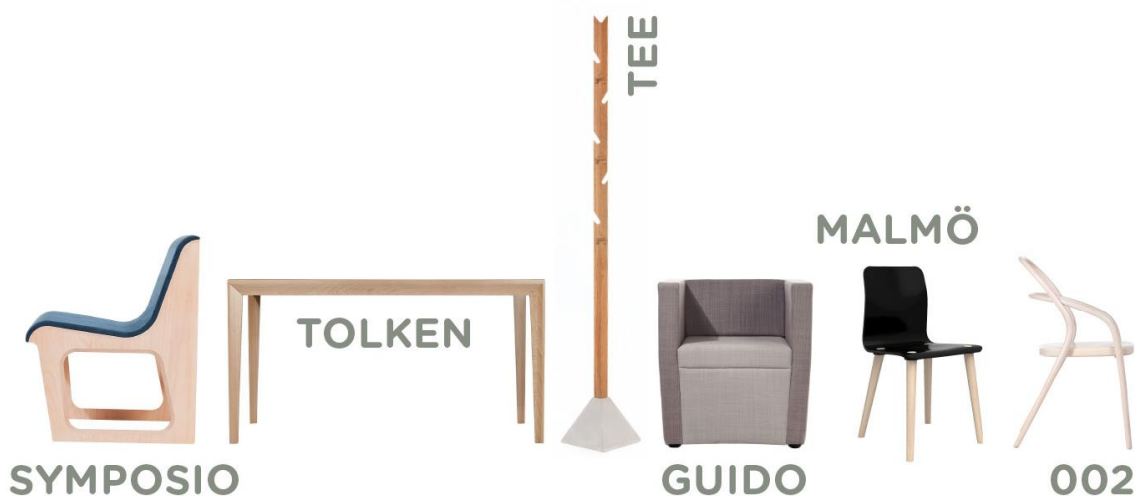
Přestože firma získává designová ocenění za některé své produkty, nejprodávanějšími produkty jsou židle klasické, pro spotřebitele cenově přístupnější. V Tab. 1 je seřazeno pět nejprodávanějších produktů za rok 2012 a pět nejvýznamnějších produktů z hlediska tvorby přidané hodnoty z celého objemu výroby.

Tab. 1. Pět nejvýznamnějších produktů – dle prodaného množství a dle přidané hodnoty z celkového objemu výroby pro rok 2012 (vlastní zpracování)

| Dle prodaného množství | | | | | Dle přidané hodnoty | | | | |
|------------------------|----------|----------------|---|------------------------|---------------------|----------------------|----------------|---|-----------------------------|
| Pořadí | Počet ks | Název produktu | Obrázek | % z celkového počtu ks | Pořadí | Přidaná hodnota v Kč | Název produktu | Obrázek | % z celkové přidané hodnoty |
| 1. | 22 639 | Židle NORMA |  | 5,39% | 1. | 19 036 624 | Židle NORMA |  | 4,87% |
| 2. | 21 392 | Židle IRONICA |  | 5,10% | 2. | 16 983 413 | Židle NO 18 |  | 4,35% |
| 3. | 18 964 | Židle NO 18 |  | 4,52% | 3. | 13 006 000 | Židle BRNO |  | 3,33% |
| 4. | 14 146 | Židle BRNO |  | 3,37% | 4. | 11 248 922 | Židle NO 14 |  | 2,88% |
| 5. | 13 141 | Židle NO 14 |  | 3,13% | 5. | 9 156 051 | Židle NO 150 |  | 2,34% |

Firma svůj sortiment neustále inovuje a rozšiřuje o nové výrobky podle měnících se požadavků zákazníka. Produkty, které se již prodávají méně, jsou ze sortimentu vyřazovány a naopak jsou každoročně vyvíjeny produkty nové. Novinky tvoří v současné době přede-

vším designový nábytek. Na následujícím obrázku (viz. Obr. 7) jsou vyobrazeny novinky, které byly uvedeny na trh v roce 2012.



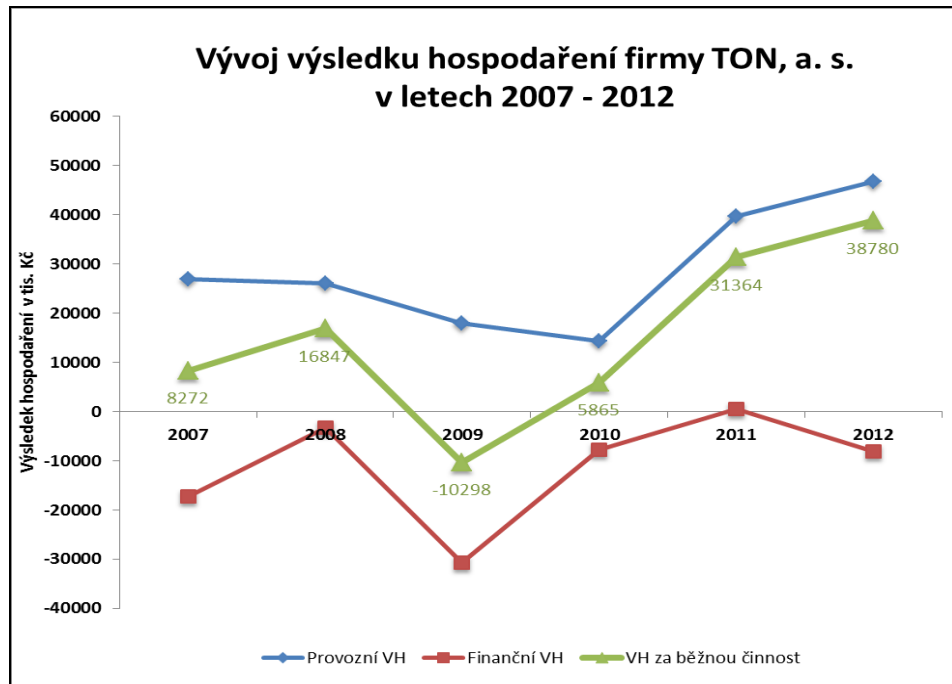
Obr. 7. Nové produkty firmy TON pro rok 2012 (Interní materiály společnosti TON)

6.2.2 Vývoj výsledku hospodaření v letech 2007 až 2012

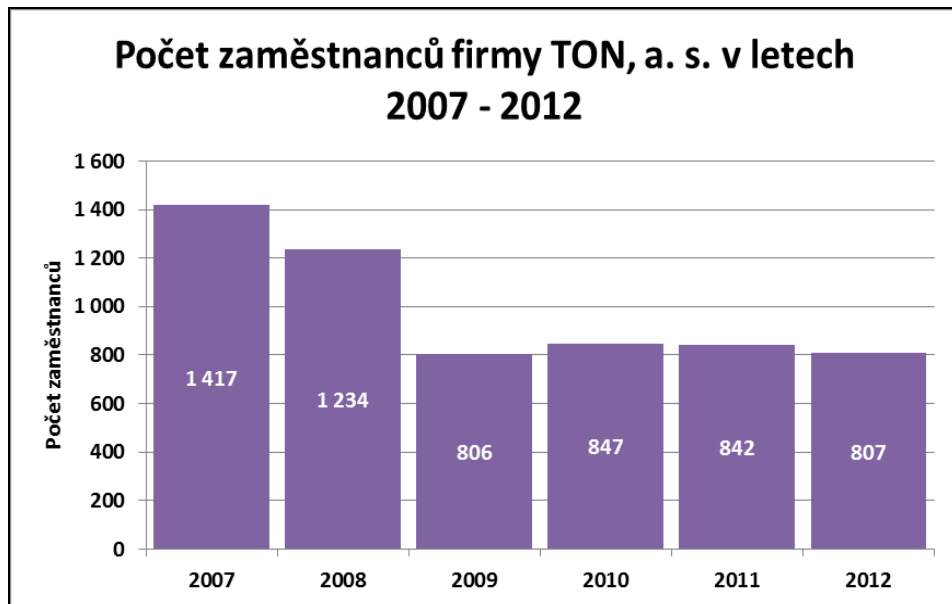
V roce 2008 došlo ve firmě TON ke změně vedení společnosti s cílem zjednodušit organizační strukturu a zefektivnit komunikaci a výrobu. Byla realizována opatření v oblasti zkrácení dodacích lhůt, zlepšení efektivity výroby, inovací výrobního sortimentu a zvýšení kvality, která vedla ke zdvojnásobení zisku oproti roku 2007 (viz. Obr. 8).

Rok 2009 byl poznamenán dopady celosvětové ekonomické krize, která se projevovala již koncem roku 2008. Z důvodu krize byla redukována výrobní kapacita zhruba o 25 %, a s tím související i snížení počtu zaměstnanců (viz. Obr. 9). S hromadným propouštěním souvisejí i náklady na odstupné, které byly vyplaceny propuštěným zaměstnancům. V roce 2009 tak byla firma po více jak 10 letech ve ztrátě.

Od roku 2010 má výsledek hospodaření opět stoupající trend. Firma TON hospodářskou krizi ustála a znovu se vrací k ziskovému hospodaření. V dalších letech (2011, 2012) zisk stále stoupá. Firma ještě více zvyšovala kvalitu svých produktů, rozšířila teritoria pro prodej svých produktů a zúžila výrobní sortiment. Firma začala více spolupracovat se světovými designéry a nové produkty jsou zaměřeny především na design. Designové výrobky přinesly firmě vysoké zisky a mnohá prestižní ocenění.



Obr. 8. Vývoj výsledku hospodaření v letech 2007 – 2012
(vlastní zpracování)



Obr. 9. Vývoj počtu zaměstnanců v letech 2007 – 2012
(vlastní zpracování)

6.2.3 Prodej produktů firmy TON

Firma TON prodává své produkty prostřednictvím vlastních prodejen, partnerů a architektů. V České republice má firma v současnosti 16 vlastních prodejen (viz. Obr. 10) a v zahraničí 9.



Obr. 10. Prodejny TON v České republice (TON, © 2012)

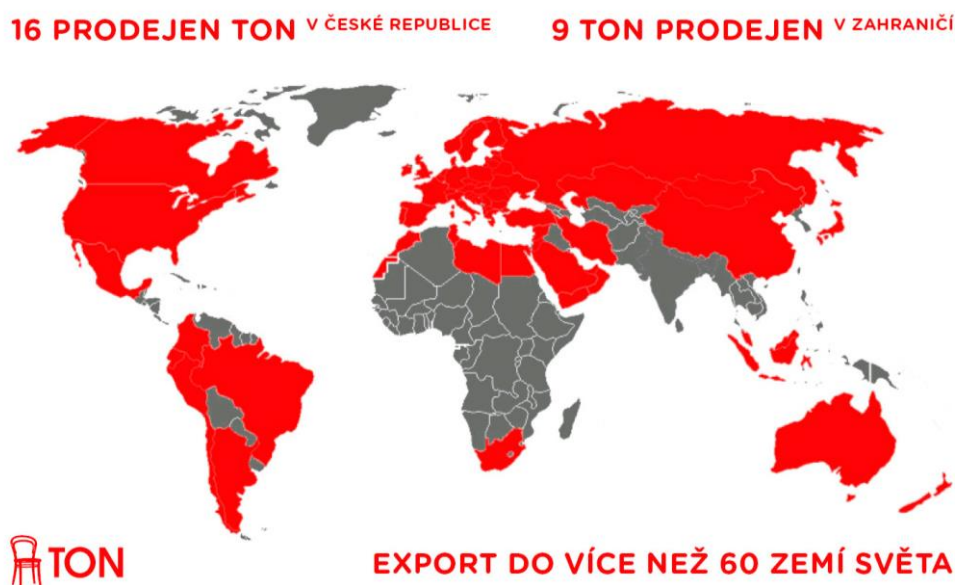
V prodeji nábytku převažuje výrazně export nad tuzemským prodejem, kde jsou klíčové kontinenty Asie, Severní Amerika a Austrálie. Zejména Asie je nyní pro firmu TON nejdynamičtěji rozvíjejícím se trhem. Na Obr. 11 jsou červeně zbarveny státy, do kterých firma TON exportuje.

Země s největším objemem exportovaného nábytku TON jsou:

- 1) USA (odběr kolekcí, které jsou přímo určeny pro tento trh – masivní nábytek)
- 2) Japonsko (odběr zejména tradičního ohýbaného nábytku)
- 3) Francie (odběr tradičního ohýbaného nábytku a designových kusů)

Hlavními konkurenty v oblasti designových židlí jsou: španělská značka Andreu World, německá značka Thonet, která také vychází z tradice Michaela Thoneta, a švýcarská značka Vitra.

V oblasti standardních židlí jsou hlavními konkurenty značky: polské značky Paged a Fa-meg a německá značka GO-IN.



Obr. 11. Exportní trhy firmy TON, a. s. (Interní materiály společnosti TON)

6.2.4 Získaná ocenění

Produkty firmy TON jsou každoročně prezentovány na výstavách a prestižních událostech. Designové produkty firmy jsou celosvětově uznávány a získávají mnoho designových ocenění. Oceněny jsou například produkty (viz. Obr. 12):

- křeslo Merano – designér Alexander Gufler,
- němý sluha Petalo – designérka Eugenia Minerva,
- židle 002 – designér Jaroslav Juřica,
- věšák Tee – designér Jan Padrnos,
- barové židle Rioja – designové studio Lounge Desingroup

Mezi nejvýznamnější získaná designové ceny patří:

- RED DOT DESIGN AWARD pro křeslo Merano (2011),
- RED DOT HONOURABLE MENTION pro němého sluhu Petalo (2011),
- Americké ocenění GOOD DESIGN pro křeslo Merano (2013).



Obr. 12. Oceněné produkty firmy TON (Interní materiály společnosti TON)

6.2.5 Vize a politika firmy

Vizi společnosti TON je být: „Tvůrce nábytkového designu a řešení kvalitního sezení za rozumnou cenu.“

Zásady a principy, které firma prosazuje, jsou formulovány ve firemní politice, jejímiž hlavními body jsou:

- stoprocentní řízení kvality všech procesů,
- naslouchání zákazníkům – zejména těm budoucím,
- zlepšování se a zamezení plýtvání,
- respekt a důvěra k lidem a přírodě,
- spolupráce s nejlepšími designéry a architekty.

6.3 Přehled uskutečněných analýz

V tabulce (viz. Tab. 2) jsou uvedeny analýzy realizované v této firmě. U každé analýzy je definováno, co bylo cílem jejich vypracování. Pro rychlou orientaci jsou uvedeny strany, na kterých lze analýzy nalézt a případné související přílohy.

Tab. 2. Přehled provedených analýz ve firmě TON, a. s. (vlastní zpracování)

| Analýza | Cíl prováděné analýzy | Rozsah stran | Související přílohy |
|---|---|--------------|---------------------|
| Profil společnosti | Seznámení výrobním podnikem TON, a. s. a výrobním portfoliem | 33 - 41 | P I |
| SWOT analýza firmy | Odhalení silných a slabých stránek firmy, příležitostí a hrozeb v okolí podniku | 43 | P II |
| Technologie výroby | Popis výrobního procesu a jednotlivých fází výroby | 44 - 45 | - |
| Analýza ERP systému Inmedias | Popis používaného ERP systému, jeho výhody a nevýhody | 45 - 46 | - |
| Kritické CNC stroje | Definování kritických CNC strojů, popis strojního oddělení a plánování výroby, organizace práce na CNC strojích | 47 - 52 | P III |
| Systém pro správu CNC strojů | Popis Systému pro správu CNC strojů, který sleduje dostupnost a prostoje strojů, jeho funkce a výstupy | 53 - 60 | P IV, P V |
| Analýza dostupnosti CNC strojů | Zjištění průměrné dostupnosti CNC strojů a jejich dostupnosti na jednotlivých směnách | 61 - 62 | - |
| Struktura krátkých a dlouhých prostojů | Zjištění podílu dlouhých (nad 3 minuty) a krátkých (pod 3 minuty) zastavení stroje na jednotlivých směnách | 63 - 64 | - |
| Prostoj podle příčin | Odhalení příčin prostojů a podílu jednotlivých příčin na celkovém součtu prostojů | 64 | - |
| Paretova analýza prostojů | Určení nevýznamnějších příčin prostojů z hlediska jejich délky trvání a četnosti výskytu příčin | 65 - 66 | P VI |
| Analýza nejvýznamnějších prostojů | Rozebíraní nejvýznamnějších příčin prostojů zjištěných Paretovou analýzou (20 % příčin způsobujících 80 % prostojů) | 67 - 72 | - |
| Snímek pracovního dne seřizovače | Odhalení činností prováděných seřizovačem při změně sortimentu výroby a organizace práce při seřízení | 68 - 70 | P XII |
| Denní plánování výroby na CNC strojích | Určení postupu současného denního plánování výroby na CNC strojích, zjištění nedostatků současného systému | 73 - 74 | P VII |
| Datová základna pro plánování a realizaci výroby | Určení dat používaných pro plánování a realizaci výroby, zjištění jejich aktuálnosti, způsobu uložení a správy těchto dat | 75 - 78 | - |
| Závěrečná shrnutí analýz | Podání souhrnné zprávy o současné situaci na strojním oddělení, popis zjištěných nedostatků, stanovení cílů | 79 - 80 | - |

Tato tabulka slouží čtenáři k rychlé orientaci v analytické části a dává přehled o provedených analýzách ve firmě TON, a. s. v rámci této diplomové práce.

6.4 SWOT analýza firmy TON, a. s.

Analýza SWOT odhaluje zejména silné a slabé stránky firmy. Příležitosti a hrozby vyjadřují okolí podniku a upozorňují firmu, jakých příležitostí by mohla využít, a kterým hrozbám může čelit. Bodově ohodnocená SWOT analýza firmy je zobrazena v příloze P II. Jednotlivé složky jsou ohodnoceny přidělením bodů autorem této práce, vedoucím práce a výrobně-technickým ředitelem, jehož hodnocení má nejvyšší váhu. Tab. 3 zobrazuje pouze část SWOT analýzy – a to tři nejvýznamnější faktory z každého kvadrantu.

Tab. 3. Nejvýznamnější faktory vnitřního a vnějšího okolí firmy (vlastní zpracování)

| Silné stránky | Slabé stránky |
|---|---|
| Vysoká a trvalá kvalita produktu | Nízká produktivita práce |
| Inovace produktů | Nejsou definované klíčové ukazatele výkonnosti |
| Moderní technologie | Motivace zaměstnanců |
| Příležitosti | Hrozby |
| Změna spotřebitelských preferencí - upřednostnění kvality i za vyšší cenu | Zhoršení hospodářské situace v zemích, které pro firmu znamenají největší odbytiště |
| Změna životního stylu spotřebitelů - orientace na známou českou značku | Nedostatek kvalifikované pracovní síly v regionu |
| Nové technologie | Pohyb kurzu české koruny (ztráty při vývozu) |

6.4.1 Silné a slabé stránky firmy

Z výsledků analýzy je patrné, že nejdůležitější je pro firmu vysoká a trvalá kvalita produktů. Na kvalitě produktů byla postavena filosofie firmy již za doby Michaela Thoneta, a i v dnešní době je pro firmu zásadní. Je důležitá i inovace produktů, protože požadavky zákazníků se neustále mění. Zejména pro výrobu jsou pak důležité moderní technologie.

Firma má naopak problémy s motivací zaměstnanců a s tím spojenou nízkou produktivitou práce. Problémem, který s tímto souvisí, je i skutečnost, že nejsou kvalitně stanovené klíčové ukazatele výkonnosti.

6.4.2 Příležitosti a hrozby

Největší příležitostí pro firmu by byla změna spotřebitelských preferencí, kdy spotřebitelé upřednostní kvalitu produktů před cenou, orientace spotřebitelů na tradiční českou značku a nové technologie v oblasti výroby. Naopak velkou hrozbou je pro firmu zhoršení ekonomické situace v zemích, které pro ni znamenají největší odbytiště. Firma se také obává, že

v regionu nebude dostatek kvalifikované pracovní síly. Hrozbou je i nárůst cen vstupního materiálu, zejména dřeva.

6.5 Technologie výroby

Technologický proces výroby se uskutečňuje v několika střediscích (viz. *Obr. 13*). Střediska jsou označena barvou zelenou a skladovací prostory barvou oranžovou.



Obr. 13. Proces výroby nábytku ve firmě TON (vlastní zpracování)

6.5.1 Přípravna

Do oddělení přípravy vstupují surové hranolky dřeva – nejvhodnější je dřevo listnatých stromů, konkrétně jsou to buk, dub, jasan a jilm. Tyto surové hranolky jsou dováženy ve standardizovaných rozměrech od dodavatelů (převážně z východního Slovenska, ale i z okolí Bystřice pod Hostýnem). Zásoba je uložena ve venkovních skladech, kde je zásoba cca na 3 měsíce. Sklad je opatřen komorovými sušárnami, kterými se upravuje vlhkost materiálu. Na přípravě dochází k prvotní úpravě nařezaného dřeva, kde jsou hranolky ořezány, ohoblovány a ofrézovány do požadovaných rozměrů a tvarů (přesné hranolky a tyče).

6.5.2 Ohýbárna

Na ohýbárně jsou díly ohýbány buďto ručně nebo strojně vysokofrekvenčními lisami a dalšími stroji. Díly pro ruční ohýbání musí mít vlhkost 25 – 30 %. Paření se provádí v pařících kádích, kde je teplota syté páry 102 – 105°C. Doba paření je 1 – 5 hodin. Po vytažení z páry je díl ručně ohnut dvěma pracovníky a zafixován do formy (tvárnice). V této formě se stabilizují v klimatizačních komorách (sušárnách) po dobu 1 – 3 týdnů. Pro strojní ohýbání na vysokofrekvenčních lisech je potřebná vlhkost dřeva 18 – 25 %.

6.5.3 Strojní oddělení

Na dílně strojního opracování se nachází CNC stroje, na kterých je prováděno, pokud možno, co nejvíce operací. Zastoupení CNC strojů: kopírovací frézky, 5 až 12osá obráběcí centra, čepovací centrum a vektorový řezací laser. Na dílně se dále nachází stroje pro operace frézování, řezání, broušení, zhotovování konstrukčních spojů, speciální stroje a hydraulické a pneumatické stahováky. Na konci strojního opracování dílců probíhá výstupní kontrola.

Díly připravené k montáži jsou uloženy ve skladu surově hlazených dílů (SH sklad). Ze skladu se vydávají díly přímo na konkrétní zakázku. Pracovnice skladu ještě dále třídí dílce podle zabarvení dřeva a opět provádí kvalitativní kontrolu dílce. Sklad je hladinově řízen informačním systémem INmedias.

6.5.4 Montáž, dokončení, balení

Od výdeje ze skladu surově hlazených dílů je realizována adresná část výroby – to znamená, že produkty putují pod konkrétním číslem zakázky a jménem zákazníka. Na montáži se provádí: moření, předmontáž, montáž, ořezání a výstupní kontrola (100 % kontrola každého kusu). Poté je na produkt nastříkán nános vodou ředitelného laku stříkacím robotem, nebo prostřednictvím ručního stříku. Dokončením se rozumí finalizace výrobku: čalounění, montáž skořepin, narážení kluzáků, vylepení štítků, balení do smotků a kartonů. Po zabalení je výrobek připraven k expedici. Výroba jedné židle trvá 3 – 4 týdny.

6.6 Informační systém pro řízení výroby INmedias

Výroba je řízena za pomoci ERP systému s názvem INmedias od společnosti TopTech. INmedias slouží k řízení celého výrobního procesu, včetně řešení dodavatelského řetězce, plánování a provádění operací.

Základními moduly systému jsou:

- marketing a obchod – řízení poptávek a nabídek, správa obchodní zakázky,
- technická příprava výroby – kusovník, technologické postupy, kalkulace nákladů, třídění podle součástkové základny, konfigurátor výrobků,

- plánování a řízení výroby – operativní plány nákupu a výroby, denní plány výdeje, průvodky, odvádění výroby s využitím čárového kódu,
- nákup – žádanky na nákup, hladinové řízení materiálu, zadávání požadavků na materiál,
- skladová evidence – řízení stavu zásob, řízení skladu, skladové karty,
- expedice – dodací listy, expediční listy, faktury vydané.

Systém INmedias má své výhody i nevýhody (viz. Tab. 4).

Tab. 4. Výhody a nevýhody systému INmedias (vlastní zpracování)

| | |
|--|--|
| Výhody | Vytvořen podle požadavků firmy TON, a. s. |
| | Realizace úprav ze strany dodavatele v průběhu užívání dle požadavků zákazníka. |
| | Aktivní spolupráce ze strany dodavatele – pravidelné schůzky, vypracování analýz. |
| | Jednotný systém pro celou firmu. |
| | Zahrnuje moduly pro všechna oddělení. |
| Nevýhody | Uživatelsky nepřívětivý – nepřehlednost, složitost ovládání. |
| | Složité a časově náročné zadávání a změna informací. |
| | Denní výrobní úkoly musí být upravovány a rozvrhovány dispečerem výroby. |
| | Zastaralost některých funkcí systému. |
| | Neobsahuje všechny potřebné informace pro výrobu. |
| | Vysoké náklady na optimalizaci systému. |
| | Úzká skupina programátorů spol. TopTech, kteří znají problematiku v TONu (otázka budoucí zastupitelnosti). |
| Absence propojení jednotlivých databází. | |

6.7 Adresná a neadresná část výroby

Výrobní tok je ve firmě TON rozdělen do dvou částí podle adresnosti na adresnou a neadresnou část výroby. Tyto části od sebe odděluje SH sklad (sklad surových hlazených dílů). Systém INmedias plánuje výrobu pro každou část zvlášť:

- a) Neadresná část výroby – zahrnuje střediska: přípravná, ohýbárna a strojní oddělení. Výrobní úkoly jsou generovány na základě poklesu zásoby v SH skladu.
- b) Adresná část výroby – zahrnuje střediska: montáž, stříhárna, čalounění a dokončení. Výrobní úkoly jsou generovány podle požadavků zákazníka. Od vydání z SH skladu putuje zakázka pod konkrétním jménem zákazníka a je kompletována podle jeho požadavků.

7 STROJNÍ ODDĚLENÍ

Strojní oddělení (tzv. Provoz 14) je neadresnou částí výroby. Na strojním oddělení jsou umístěny kopírovací frézky, 5 a 6osá obráběcí centra, 12osé obráběcí centrum, čepovací centrum a vektorový řezací laser. Na dílně se dále nachází stroje pro operace frézování, řezání, broušení, zhotovování konstrukčních spojů, speciální stroje, hydraulické a pneumatické stahovky.

Strojní oddělení je umístěno v přízemí dvoupodlažní budovy zvané „Nový závod“, pod toto oddělení spadá i SH sklad. Strojní oddělení zásobuje montáž prostřednictvím doplňování zásob v SH skladu, který je umístěn spolu s montáží a dokončením v patře „Nového závodu“. Díly jsou do SH skladu dopravovány výtahem, u kterého je umístěna čtečka čárových kódů, která slouží k odvádění vyrobených hotových dílů na strojním oddělení.

Na strojním oddělení pracuje 7 THP pracovníků (z toho 6 mistrů, 1 hlavní mistr a jedna THP pracovnice SH skladu) a 168 manuálních pracovníků (z toho 148 na strojním oddělení a 20 pracovníků meziskladu SH).

V roce 2013 bude na „Novém závodě“ realizována náročná investice, jejímž cílem je rekonstrukce stávajícího odsávacího zařízení.

7.1 Kritické stroje strojního oddělení - CNC obráběcí centra

Tab. 5. Seznam kritických CNC strojů ve firmě TON, a. s. (vlastní zpracování)

| Název stroje | Výrobce | Počet os | Numerické řízení | Rok nákupu |
|-------------------|---------------|----------|------------------|-------------|
| TWIN 1 | PAOLINO BACCI | 5 | OSAI 10 | 2001 |
| TWIN 2 | PAOLINO BACCI | 5 | OSAI 10 | 2002 |
| TWIN 3 | PAOLINO BACCI | 5 | OSAI | 2003 |
| TWIN 4 | PAOLINO BACCI | 5 | OSAI | 2003 |
| TWIN 5 | PAOLINO BACCI | 6 | OSAI | 2003 |
| TWIN 6 | PAOLINO BACCI | 6 | OSAI WIN MEDIA | 2006 |
| TWIN 7 | PAOLINO BACCI | 5 | OSAI WIN MEDIA | 2007 |
| TWIN 8 | PAOLINO BACCI | 5 | OSAI WIN MEDIA | 2007 |
| SHARP 1 | PAOLINO BACCI | 5 | OSAI WIN MEDIA | 2004 |
| SHARP 2 | PAOLINO BACCI | 5 | OSAI WIN MEDIA | 2004 |
| DOUBLE-JET | PAOLINO BACCI | 12 | OSAI WIN MEDIA | 2011 |

Na strojním oddělení se mimo jiné stroje nacházejí CNC obráběcí centra. CNC stroj (Computer Numerical Control) je počítačem ovládaný obráběcí stroj – používá CNC řídicí systém k obrábění výrobku podle nahraného NC programu sestaveného technology. Strojní oddělení je vybaveno osmi 5osými obráběcími centry, dvěma 6osými a jedním 12osým obráběcím centrem (viz Tab. 5).

7.1.1 Stroje typu TWIN a SHARP

Stroje typu TWIN a SHARP jsou 5 a 6osá obráběcí centra – podélná osa X, příčná osa Y, vertikální osa Z, rotační pohyb ramene – osa C a rotační pohyb hlavy – osa B. Stroj TWIN 5 a TWIN 6 mají navíc jednu osu pohybující ližinami od sebe a k sobě. Osy obráběcího stroje jsou zobrazeny na Obr. 14. Stroj je vybaven dvěma samostatnými výsuvnými stoly (levý a pravý), na které operátor upíná díl. Díl na obou stolech je opracováván jednou hlavou, se čtyřmi vřeteny, na kterých jsou umístěny obráběcí nástroje.

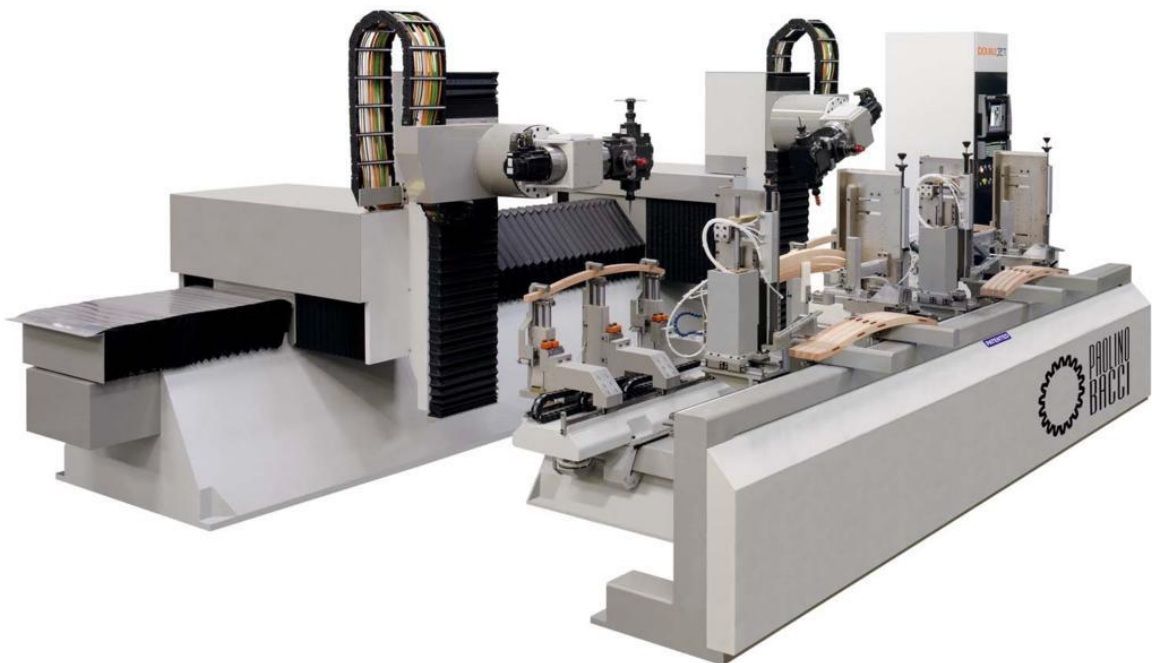


Obr. 14. CNC obráběcí stroj SHARP (Bacci, © 2005a, dodatečně upraveno)

7.1.2 Double-Jet

Stroj Double-Jet je nejmodernějším zařízením ze strojového parku na strojním oddělení. Double-Jet (viz. *Obr. 15*) je obráběcí stroj s dvanácti řízenými osami a automatickým zakladačem.

Tento stroj má dvě obráběcí hlavy – každá hlava je opatřena dvěma vřeteny. Dále má dva stoly s kyvadlovým pohybem a je opatřen automatickým zakladačem. Díly jsou vyrovnány ve vertikální poloze a přiváděny do automatického zásobníku. Tímto způsobem lze obrábět levé i pravé dílce a to s použitím jednoho zásobníku. NC programy pro Double-Jet jsou vytvářeny v programu PITAGORA. 12osý CNC stroj Double-Jet je obsluhován jedním operátorem, který je zároveň i seřizovačem tohoto stroje.



Obr. 15. 12osý obráběcí automat Double-Jet (Bacci, © 2005a)

7.1.3 Organizace provozu kritických CNC obráběcích center

Obráběcí centra typu SHARP, TWIN a Double-Jet pracují ve dvou až třisměnném provozu. Standardně však tyto stroje pracují v provozu třisměnném v období pondělí až pátek. Pracovní týden strojů začíná noční směnou v neděli, poslední realizovaná směna týdne je odpolední směna v pátek.

V případě, že je výrobní plán ve skluzu, může být využito přesčasové směny v sobotu od 6 do 12 hod bez přestávky. Pokud dojde k nižšímu naplnění výroby, může být zrušena směna noční – k tomuto však dochází zřídka.

CNC obráběcí centra obsluhují operátoři, kdy jeden operátor obsluhuje dvě obráběcí centra umístěná proti sobě nebo vedle sebe. Rozmístění těchto obráběcích center TWIN a SHARP je barevně vyznačeno v příloze *PIII*. Těchto deset obráběcích center tedy obsluhuje 5 operátorů a přetypovávají je 2 seřizovači na každé směně. Vytváření NC programů zajišťují 3 technologové v programu AlphaCAM a spolu s modeláři zabezpečují zavádění výroby nových dílů na stroje.

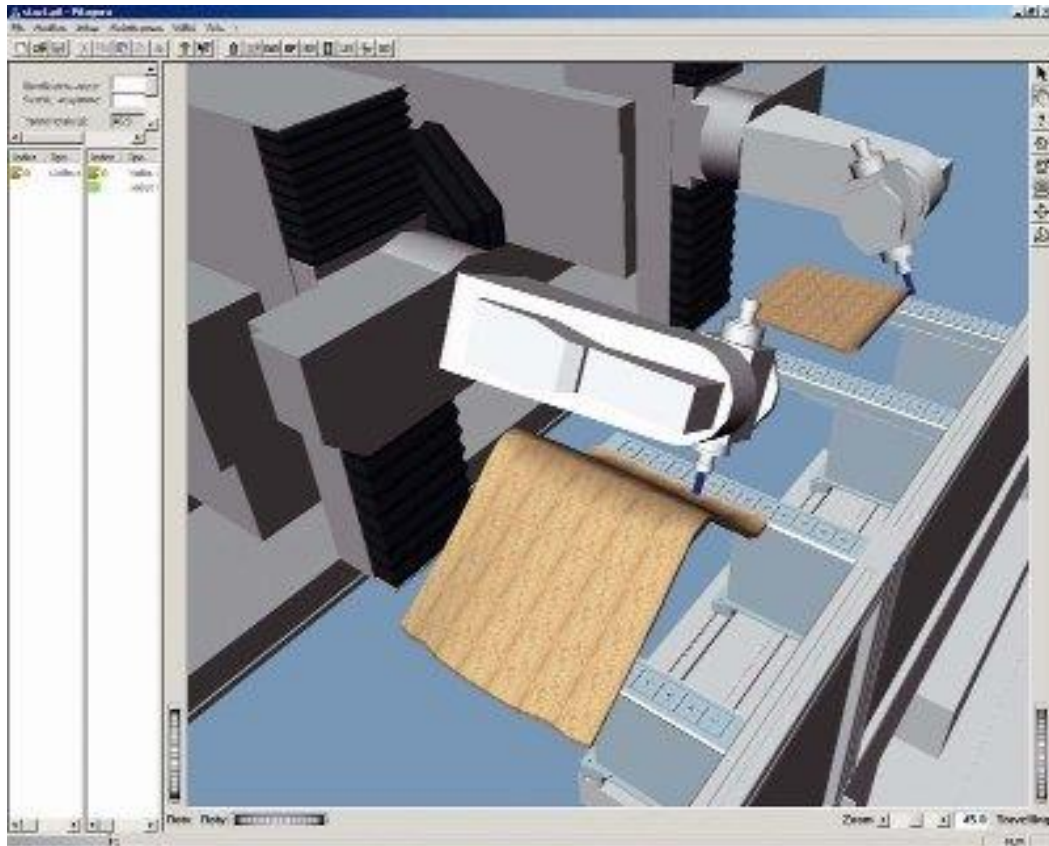
Jednotlivé směny tvoří týmy složené z 5 operátorů a 2 seřizovačů. Na ranní směně je přítomen mistr pro CNC stroje, na odpolední směně je přítomen tzv. „dozor“, který ale dozoruje celé strojní oddělení, a na noční směně není žádný vedoucí pracovník.

7.1.4 NC program

CNC stroj obrábí na základě NC programu nahraného v jeho operačním systému. NC programy vytvářejí příslušní technologové v programu AlphaCAM (pro stroj Double-Jet v programu PITAGORA).

Systém AlphaCAM je CAD/CAM systém pro kovoobráběcí a dřevařský průmysl a je určen pro širokou škálu CNC strojů – od 3osého frézování až po 5osé obrábění. Program AlphaCAM je používán pro tvorbu programů pro stroje typu TWIN a SHARP.

Pro tvorbu NC programů na stroj Double-Jet používají technologové inteligentní CAM systém PITAGORA. Software umožňuje jednoduché a rychlé získání NC programů a tyto programy samotný systém optimalizuje. Je také vybaven trojrozměrnými obrázky s plnou ochranou před kolizí a umožňuje kompletní vizualizaci dílců i stroje (viz. *Obr. 16*).



Obr. 16. 3D simulace obrábění v CAM systému PITAGORA

(Bacci, © 2005b)

V kapitolách 7.1, 7.1.1 a 7.1.2 byla definována kritická CNC obráběcí centra. Tato jsou dále v diplomové práci pro zjednodušení označena pouze jako „CNC stroje“. Definovaná kritická CNC obráběcí centra jsou osazena monitorovacím systémem, který je v této diplomové práci označován jako „Systém pro správu CNC strojů“.

7.2 Plánování výroby na strojním oddělení

Polotovary vyráběné na strojním oddělení jsou určeny jako zásoba na SH sklad, odkud je zásobována montáž. Výrobní úkoly pro strojní oddělení generuje informační systém INmedias. Tento systém sleduje hladinu zásob na SH skladě, a pokud tato zásoba poklesne pod nastavenou úroveň, systém vygeneruje úkol pro strojní oddělení. Ve firmě TON existují dva plánovací modely hladinového řízení pro SH sklad, které lze použít a kombinovat:

- a) Plánování na maximální zásobu – V tomto případě je v elektronické skladové kartě v systému INmedias zadán parametr „Minimální zásoba“ a „Maximální zásoba“. Pokud zásoba polotovarů na skladě poklesne pod stanovenou „Mini-

mální zásobu“, systém navrhne doplnění stavu zásob tak, že stanoví velikost nové výrobní dávky jako doplněk do „Maximální zásoby“.

- b) Plánování na minimální objednávku – V tomto případě má elektronická skladová karta nastavenou hodnotu „Minimální zásoba“ a zároveň je u polotovaru nastaven parametr „Minimální objednávka“. To znamená, že pokud zásoba poklesne pod stanovenou „Minimální zásobu“, systém navrhne doplnění stavu zásob tak, že velikost nové výrobní dávky odpovídá velikosti parametru „Minimální objednávka“.

8 SYSTÉM PRO SPRÁVU CNC STROJŮ

Pro výrobní podnik TON byl na základě vlastních požadavků vyvinut tzv. Systém pro správu CNC strojů (ve spolupráci s prostějovskou firmou CUTTER Systems, s. r. o).

Primární funkcí Systému pro správu CNC strojů je sběr a analýza dat z CNC strojů na strojním oddělení – zejména sledování prostojů, jejich analýza a vyhodnocení dostupnosti stroje, ale obsahuje i další prvky TPM. Systém slouží pro vyhodnocování dat získaných z řídicího systému stroje a dat zadaných obsluhou stroje do terminálu. Tato data jsou prostřednictvím uživatelského rozhraní „CIS Client“ převáděna do takové podoby, která umožní uživateli datům porozumět a vyhodnotit je. Kompletní přehled funkcí Systému pro správu CNC strojů je v příloze *P IV*.

Projekt „Systém pro správu CNC strojů“ byl realizován v první fázi na 3 pilotních zařízeních TWIN 3, TWIN 4 a SHARP 1. V měsíci dubnu 2013 byly započaty instalační práce na ostatních strojích a systém tak je aplikován na všech CNC strojích.

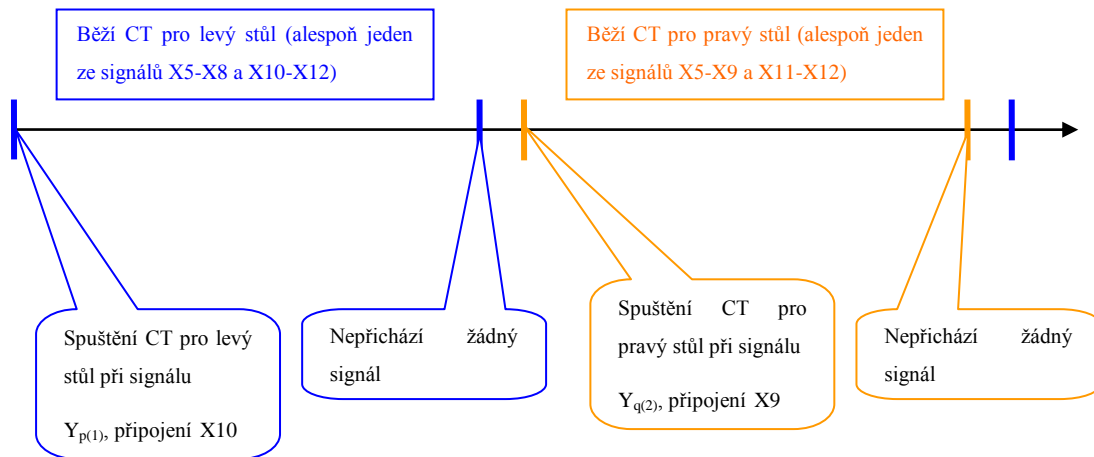
8.1 Sledování času cyklu

K řídicím kartám jednotlivých os stroje je připojeno sledovací zařízení, které na základě definovaných signálů sleduje čas obráběcího cyklu stroje. Je sledován signál TGON ze servopacků YASKAWA. Sledovací zařízení pozoruje tyto pohyby os uvedené v následující tabulce (viz. *Tab. 6*).

Tab. 6. Sledované signály stroje, které definují čas obráběcího cyklu (vlastní zpracování)

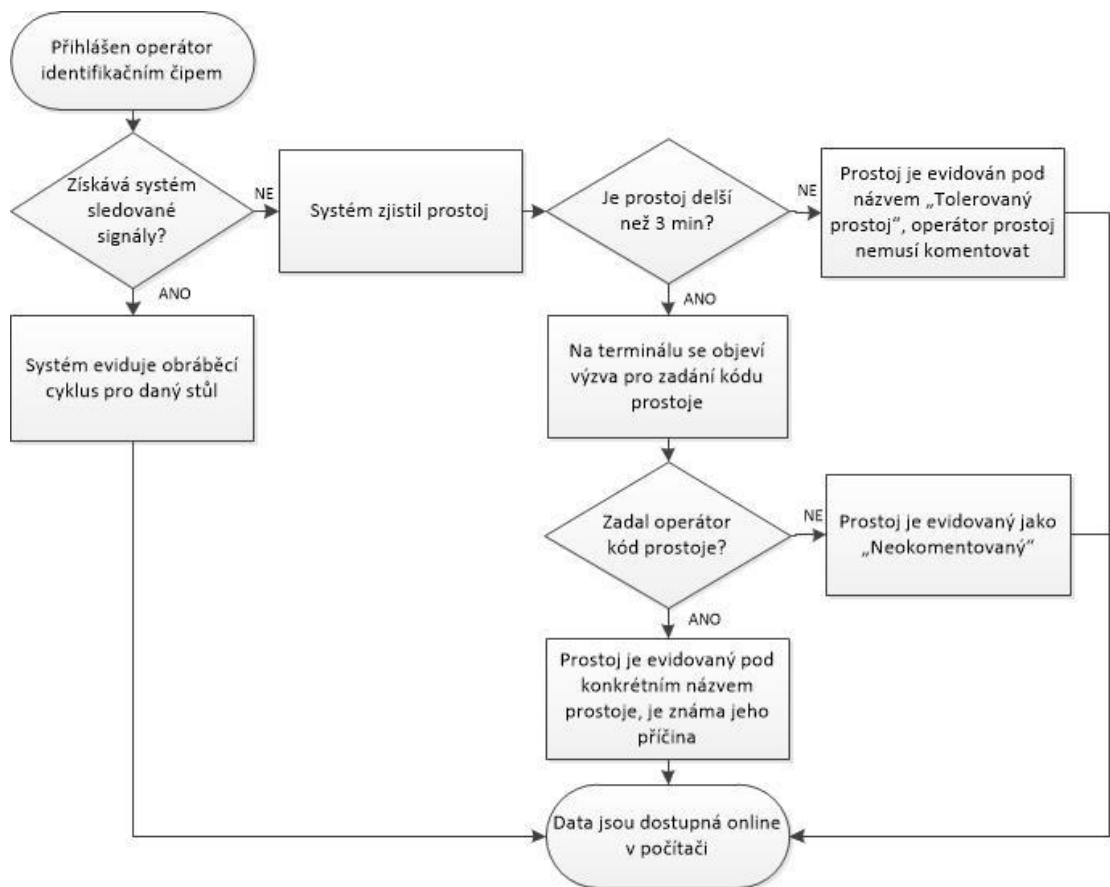
| Označení připojení I/O - board | Název | Popis stavu |
|--------------------------------|-----------------------------|---|
| X12 | Frekvenční měnič vřeten | Vydává signál, když se točí vřetena |
| X11 | Frekvenční měnič vřeten | Vydává signál, když se točí vřetena |
| X10 | Osa $Y_{p(1)}$ = levý stůl | Vydává signál, pokud je levý stůl v pohybu |
| X9 | Osa $Y_{q(2)}$ = pravý stůl | Vydává signál, pokud je pravý stůl v pohybu |
| X8 | Osa X | Vydává signál, pokud je osa X v pohybu |
| X7 | Osa Z | Vydává signál, pokud je osa Z v pohybu |
| X6 | Osa B | Vydává signál, pokud je osa B v pohybu |
| X5 | Osa C | Vydává signál, pokud je osa C v pohybu |

Na základě získávání těchto signálů je definován algoritmus, pomocí kterého je načítán čas cyklu stroje (tj. čas, kdy stroj právě obrábí založený díl). Obráběcí čas cyklu stroje je načítán, pokud je alespoň jedna z definovaných os v pohybu. Logika snímání signálu je zobrazena na Obr. 17.



Obr. 17. Definování obráběcího cyklu (vlastní zpracování)

8.2 Sledování prostojů stroje



Obr. 18. Sledování prostojů CNC strojů (vlastní zpracování)

Pokud sledovací zařízení nezískává definované signály, tak to znamená, že je ukončen čas cyklu, a je tedy způsoben prostoje. U prostožů, které trvají déle než 3 min, vyžaduje systém zadání kódu příčiny prostoje (viz. *Obr. 18*). Ukázka z kódovníku prostožů, vyvěšeného u terminálu, je k nahlédnutí v příloze P V.

8.3 Používání Systému pro správu CNC strojů

Systém pro správu CNC strojů používají zaměstnanci, kteří se strojem pracují a přihlašují se na terminál, a vedoucí pracovníci, kteří ze systému získávají data k rozhodování.

8.3.1 Přihlášení pracovníka do systému skrze terminál

Každý, kdo s terminálem pracuje, vlastní identifikační čip, na kterém jsou nahrány informace o daném pracovníkovi – jméno, příjmení, osobní číslo a role pracovníka. Přiložením čipu k alfanumerické klávesnici terminálu je pracovník přihlášen do systému k příslušnému stroji a může poté s terminálem pracovat (viz. *Obr. 19*).



Obr. 19. Přihlášení do Systému pro správu CNC strojů (vlastní zpracování)

8.4 Role pracovníků

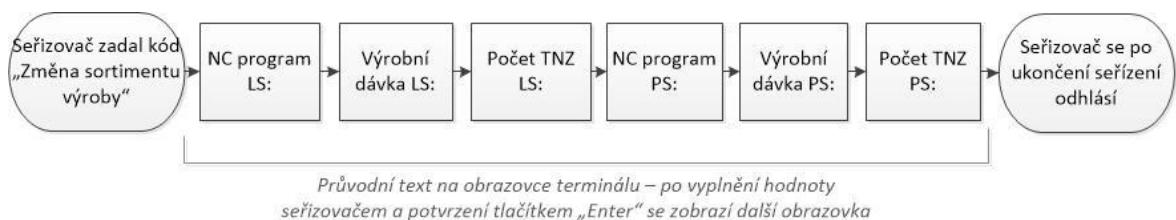
Pracovníci, kteří s CNC stroji pracují, mají přiděleny v systému role. V systému jsou definovány tyto role pracovníků: obsluha, seřizovač, technolog, modelář, údržbář, uživatel a správce. Každá z těchto rolí má v systému jinou funkci.

8.4.1 Obsluha stroje

Operátor se přihlásí přiložením identifikačního čipu k alfanumerické klávesnici terminálu ihned po svém příchodu ke stroji a je přihlášen po celou dobu směny. Prostoje jsou během přihlášení počítány přesně tak, jak je výše definováno (viz. *Obr. 17*). Obsluha zadává kódy z kódovníku obsluhy začínající symbolem 1. Kódy charakterizují její činnosti během směny. Kódovníky prostoje jsou k dispozici přímo u stroje nad terminálem. Na obrazovce terminálu má operátor zobrazeny informace o výrobním programu, počtu vyrobených kusů a počtu zmetků pro každý stůl zvlášť.

8.4.2 Seřizovač stroje

Seřizovač se přihlašuje identifikačním čipem pouze, když pracuje na stroji. V případě, že je přihlášen pracovník s rolí seřizovače, je počítán vždy prostoj (prostoj není navázán na pohyby os). To z toho důvodu, že seřizovač během seřizování spouští obráběcí cyklus, ale tento obráběcí cyklus není považován za výrobní čas. Seřizovač zadává kódy z kódovníku seřizovače začínající symboly 2. V případě kódu 2;1 Změna sortimentu výroby vyplňuje další informace (viz. *Obr. 20*). Po odhlášení seřizovače identifikačním čipem je prostoj ukončen.



Obr. 20. Zadávání informací do terminálu při seřizování stroje (vlastní zpracování)

8.4.3 Technolog, modelář, údržbář

Technolog, modelář a údržbář se přihlašuje identifikačním čipem, pouze když pracuje na stroji. V případě, že je přihlášená některá z těchto tří rolí, je počítán vždy prostoj (prostoj není navázán na pohyby os stejně jako v případě seřizovače). Údržbář zadává kódy začínající symboly 4, technolog kódy začínající symboly 5 a modelář kódy začínající symboly 6.

8.4.4 Uživatel a správce systému

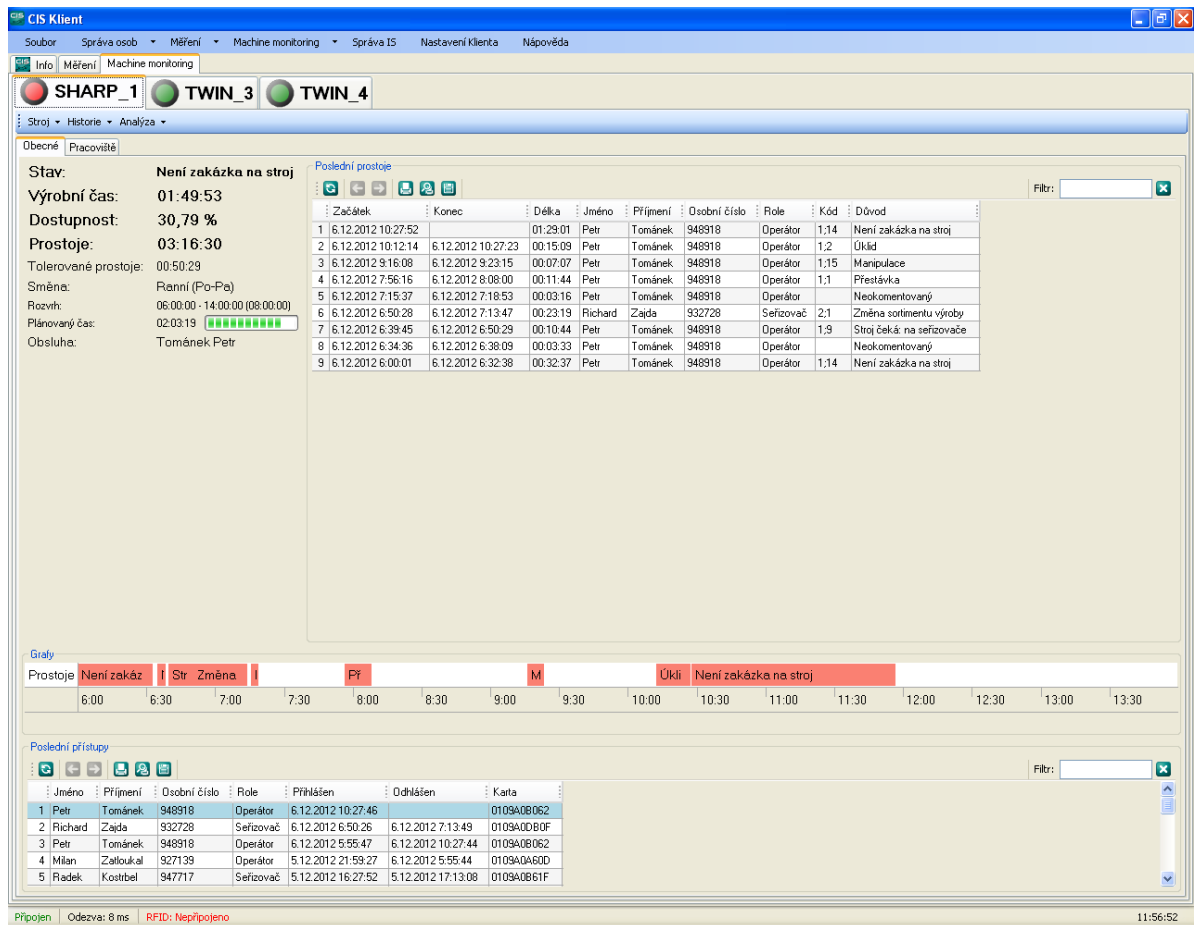
Uživatel pracuje s daty. Má na svém počítači nainstalován program CIS Client, do kterého se přihlásí svými přihlašovacími údaji. Po otevření aplikace může sledovat požadované informace online na obrazovce počítače.

Správce je také uživatelem, ale má rozšířené možnosti jako je správa osob – nahrává informace do identifikačních čipů a spravuje údaje o zaměstnancích.

8.5 Hlavní obrazovka aplikace CIS Client

CIS Client (Cutter Information System) je název aplikace společnosti CUTTER Systems, která umožňuje prezentaci dat získaných ze stroje. Na hlavní obrazovce počítače má uživatel ihned přehled o připojených strojích a jejich stavu (viz. *Obr. 21*):

- *Barevná vizualizace stavu stroje k danému okamžiku:*
 - červená barva (dlouhá zastavení stroje, prostoj delší než 3 minuty),
 - oranžová barva (krátká zastavení stroje, prostoj kratší než 3 minuty),
 - zelená barva (stroj právě pracuje).
- *Slovní popis stavu stroje* – zobrazuje buď text „Vyrábí“ nebo „Tolerovaný prostoj“ (v případě prostoje pod 3 minuty) nebo konkrétní název prostoje (v případě prostoje nad 3 minuty) – např. „Změna sortimentu výroby“.
- *Aktuální dostupnost stroje v %* – dostupnost je počítána jako podíl výrobního času na celkovém času směny.
- *Součet časů prostojů nad 3 minuty* za danou směnu.
- *Součet tolerovaných prostojů* (prostojů pod 3 min) za danou směnu.
- *Součet výrobních časů* za danou směnu.
- *Označení probíhající směny, jméno právě přihlášeného na stroji, tabulka s posledními přístupy.*
- *Tabulka „Poslední prostoje“* – výpis prostojů nad 3 minuty dané směny.
- *Graf prostojů* – časová osa, na které jsou červeně označeny prostoje nad 3 minuty včetně jejich příčiny.



Obr. 21. Hlavní obrazovka v aplikaci CIS Client (Interní materiály společnosti TON)

8.6 Analýza dat v aplikaci CIS Client

System získaná data automaticky analyzuje a vytváří grafické výstupy. Uživatel si zvolí, jaký typ grafu chce zobrazit, ve filtru nastaví požadovaný časový interval, za který chce data analyzovat, a o které stroje a směny má zájem. Na výběr má uživatel následující typy grafů:

- výšečový graf dostupnosti stroje,
- výšečový graf podílů jednotlivých prostožů,
- Paretova analýza prostožů podle délky jejich trvání,
- Paretova analýza prostožů podle jejich četnosti,
- sloupcový graf prostožů dle obsluhy – procentní podíl prostožů, tolerovaných prostožů a výrobního času z času směny,

- vytížení seřizovačů – sloupcový graf zobrazující vytížení seřizovačů během směny,
- výšečový graf zobrazující podíl preventivní a poruchové údržby,
- výšečový graf zobrazující podíly plánovaných a neplánovaných prostojů.

8.7 Sledování diagnostických veličin

Na záložce „Měření“ uživatel může sledovat diagnostické veličiny, které slouží k vyhodnocování způsobilosti stroje k provozu (viz. Obr. 22).

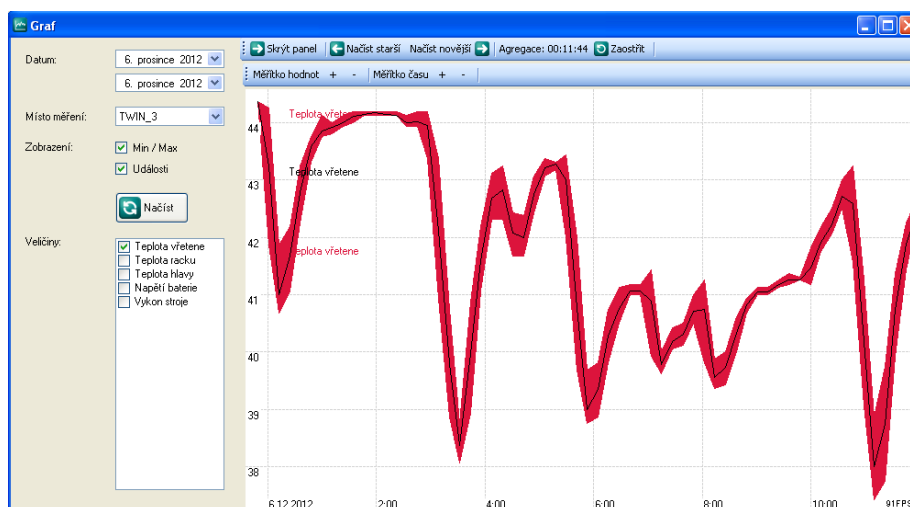
Na záložce jsou zobrazeny informace:

- barevné označení jednotlivých os – barva označuje, zda je daná osa v pohybu,
- teplota vřetene, teplota racku, teplota hlavy,
- napětí baterie, potenciometr, akcelerometr.

| Místo měření | Aktualizováno | Desk L | Desk R | Vřeteno 1 | Vřeteno 2 | Osa YP1 | Osa YQ2 | Osa X | Osa Z | Osa B | Osa C | T. vřetene | T. racku | T. hlavy |
|--------------|--------------------|--------|--------|-----------|-----------|---------|---------|-------|-------|-------|-------|------------|----------|----------|
| SHARP_1 | 6.12.2012 12:07:20 | 🔴 | 🔴 | 🔴 | 🔴 | 🔴 | 🔴 | 🔴 | 🔴 | 🔴 | 🔴 | | 33,06 °C | 26,12 °C |
| TWIN_3 | 6.12.2012 11:52:12 | 🟢 | 🔴 | 🔴 | 🔴 | 🟢 | 🔴 | 🔴 | 🔴 | 🔴 | 🔴 | 42,62 °C | 35,37 °C | 26,68 °C |
| TWIN_4 | 6.12.2012 12:06:14 | 🟢 | 🔴 | 🔴 | 🟢 | 🟢 | 🔴 | 🟢 | 🔴 | 🔴 | 🔴 | | 35,12 °C | 27,18 °C |

Obr. 22. Sledování diagnostických veličin stroje (Interní materiály společnosti TON)

U naměřených teplot částí stroje je možno otevřít graf průběhu teploty (viz. Obr. 23). Jsou zde nastaveny hranice teploty, kterou by neměla sledovaná část stroje překročit. Při překročení stanovené hranice dojde k automatickému vypnutí stroje – napojeno na okruh CENTRAL STOP.



Obr. 23. Sledování teploty vřetene (Interní materiály společnosti TON)

8.8 Specifikace hardwaru a softwaru Systému pro správu CNC strojů

Hardwarová část systému se skládá ze serveru, komunikační infrastruktury a samotných prvků pro sledování činnosti strojů. Serverem se rozumí počítač, připojený do sítě LAN s potřebným softwarovým vybavením. Komunikační infrastruktura je složena z propojení hlavních modulů jednotlivých pracovišť se serverem prostřednictvím sítě LAN.

Systém pro správu CNC strojů obsahuje tyto základní prvky hardwaru:

- *LCD Terminál* – obsahuje výpočetní jednotku a uživatelské rozhraní pro každé sledované pracoviště – LCD, protiprašná fóliová klávesnice, RFID čtečka pro čtení pasivních RFID karet (pro identifikaci obsluhy),
- *Vstup/výstupní modul* (konfigurace dle konkrétních požadavků z nabídky CUTTER Systems),
- *modul akcelerometru* (modul pro sledování otřesů a vibrací),
- *modul digitálního bezdrátového teploměru*.

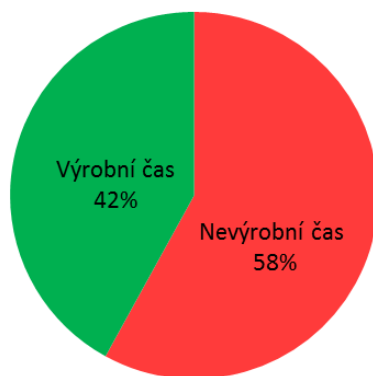
Softwarová část systému pro sledování strojů je postavena na informačním systému společnosti CUTTER Systems – CUTTER Information System (CIS Client). Software se skládá ze serverové a klientské části. Serverová část tvořena aplikačním serverem CIS a databázovým serverem. Jako databázový server je využíván PostgreSQL. Celý systém CIS je vyvíjen pomocí nástrojů společnosti Microsoft.

9 ANALÝZA KRITICKÝCH STROJŮ NA STROJNÍM ODDĚLENÍ

Analýza dat kritických CNC strojů vychází z výsledků zjištěných Systémem pro správu CNC strojů v pilotní fázi, kdy systémem byly osazeny 3 pilotní stroje.

9.1 Analýza dostupnosti kritických CNC strojů

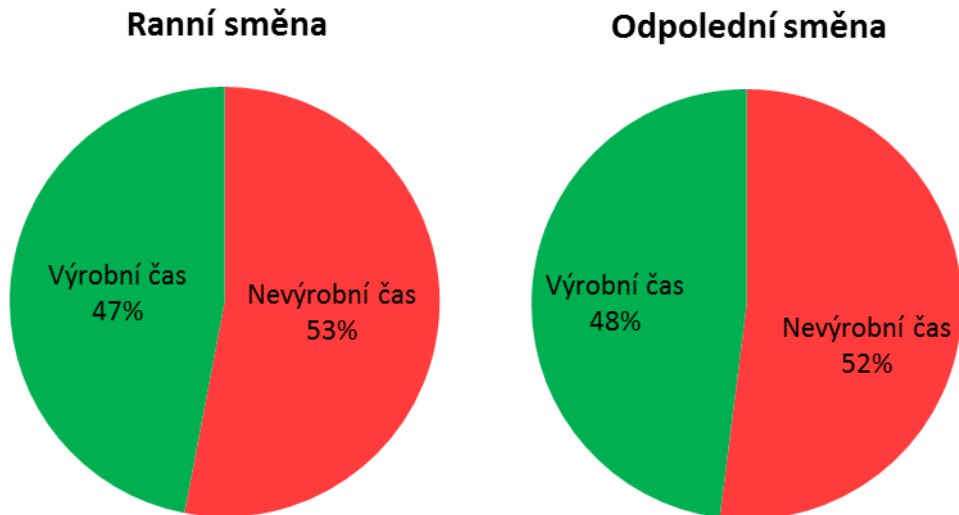
Dostupnost CNC strojů vypočítaná v pilotním projektu byla sledována po dobu 1 měsíce v období 15. 10. 2012 – 16. 11. 2012. Pro analýzu dostupnosti strojů byla využita data ze Systému pro správu CNC strojů. Využití strojů TWIN a SHARP bylo ve sledovaném období průměrně 42 %. To znamená, že tyto stroje během měsíce využily efektivně pouze 42 % času směny, zbylých 58 % tvořily prostoje (viz. Obr. 24).



Obr. 24. Průměrná měsíční dostupnost CNC strojů (vlastní zpracování)

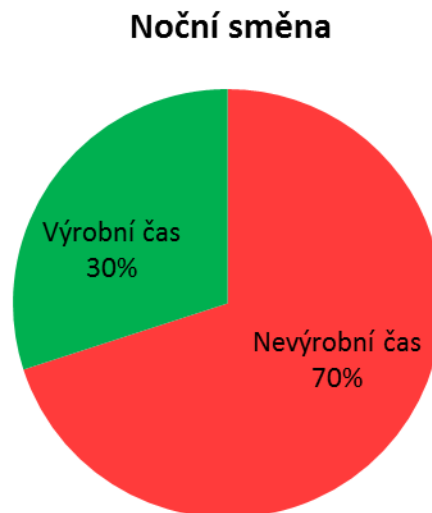
Je třeba dodat, že v těchto prostojích jsou započítány i zákonné přestávky. Pokud bychom zákonné přestávky vyloučili z času, ze kterého je dostupnost počítána – tedy vycházeli bychom z disponibilního času stroje, dostupnost by poté byla 46 % a časy prostojů 54 %. Tato skutečnost však nemění nic na závěru, že na strojích je velký podíl prostojů, přesahující výrobní čas. Stroje tedy nejsou využívány efektivně.

Je vhodné, podívat se na dostupnost strojů z pohledu jednotlivých směn. Dostupnost strojů na ranní a odpolední směně (viz. Obr. 25) je v průměru přibližně stejná – dostupnost strojů na ranní směně je 47 %, na odpolední směně 48 %.



Obr. 25. Dostupnost CNC strojů na ranní a odpolední směně (vlastní zpracování)

Výsledky z noční směny (viz. Obr. 26) jsou horší – dostupnost strojů je nižší oproti předchozím směnám. Dostupnost stroje na noční směně klesla v průměru až na 30 %.



Obr. 26. Dostupnost CNC strojů na noční směně (vlastní zpracování)

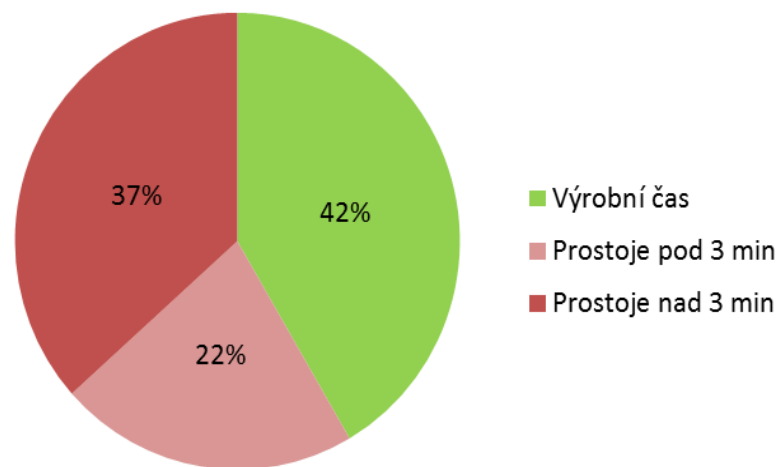
9.2 Struktura prostojů na kritických CNC strojích

Na nevýrobní časy se můžeme dívat ze dvou pohledů, z hlediska délky nastalých prostojů (délky zastavení stroje) a z hlediska jejich příčiny.

9.2.1 Rozdělení prostojů dle jejich délky trvání

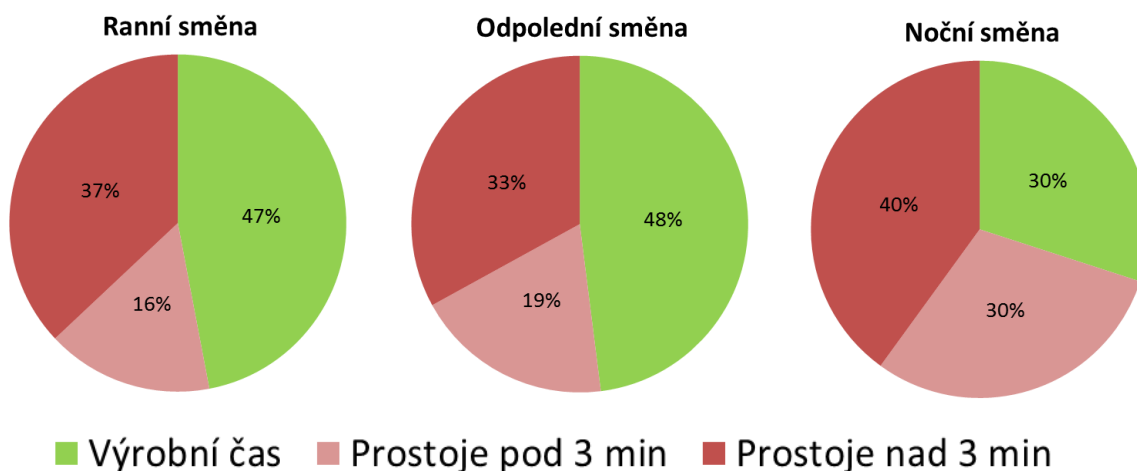
Z hlediska délky trvání prostojů můžeme nevýrobní čas rozdělit na následující prostoje:

- 1) *Prostoje kratší než 3 minuty* – tzv. „Tolerované prostoje“; u těchto prostojů Systém pro správu CNC strojů od operátora nevyžaduje komentář tohoto prostoje. Tyto prostoje jsou většinou způsobeny obsluhou dvou strojů operátorem, zakládáním dílů či obrušováním dílů.
- 2) *Prostoje delší než 3 minuty* – u těchto prostojů je v Systému pro správu CNC strojů sledována jejich příčina. Operátoři a ostatní pracovníci mají povinnost tyto prostoje komentovat. Prostoje mají většinou závažnější důvod (např. porucha, zásah technologa, seřizovače, údržbáře).



Obr. 27. Rozdělení prostojů podle délky trvání (vlastní zpracování)

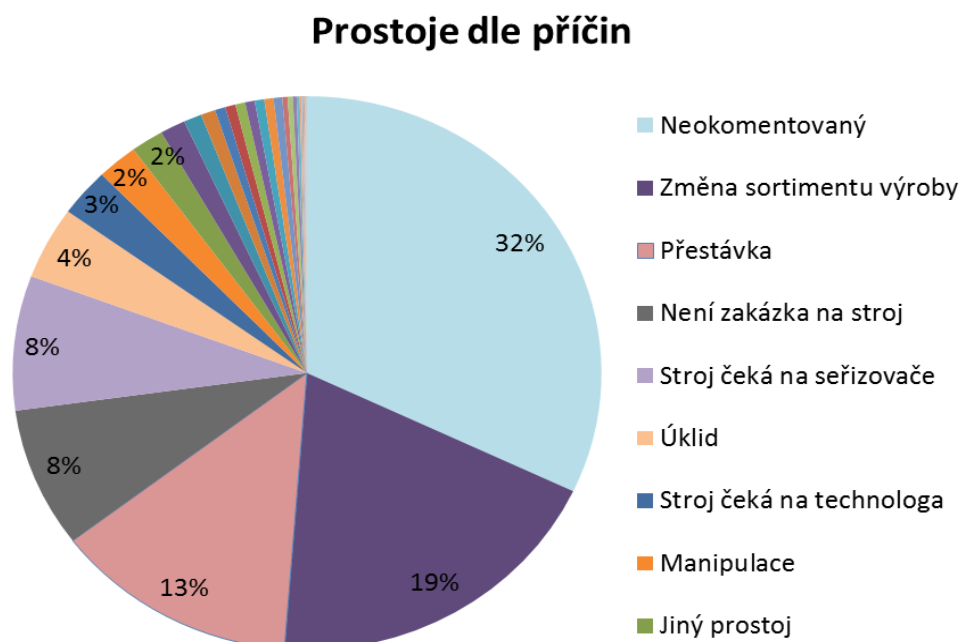
Na Obr. 27 je zobrazeno rozdělení prostojů dle délky trvání (průměr za celý měsíc). Lze si všimnout, že větší část nevýrobního času tvoří prostoje delší než 3 minuty. Na dalších grafech (viz. Obr. 28) jsou prostoje rozdělené podle jednotlivých směn. Na noční směně je tzv. „Tolerovaných prostojů“ více.



Obr. 28. Rozdělení nevýrobního času podle délky v jednotlivých směnách (vlastní zpracování)

9.2.2 Rozdělení prostoje podle příčin

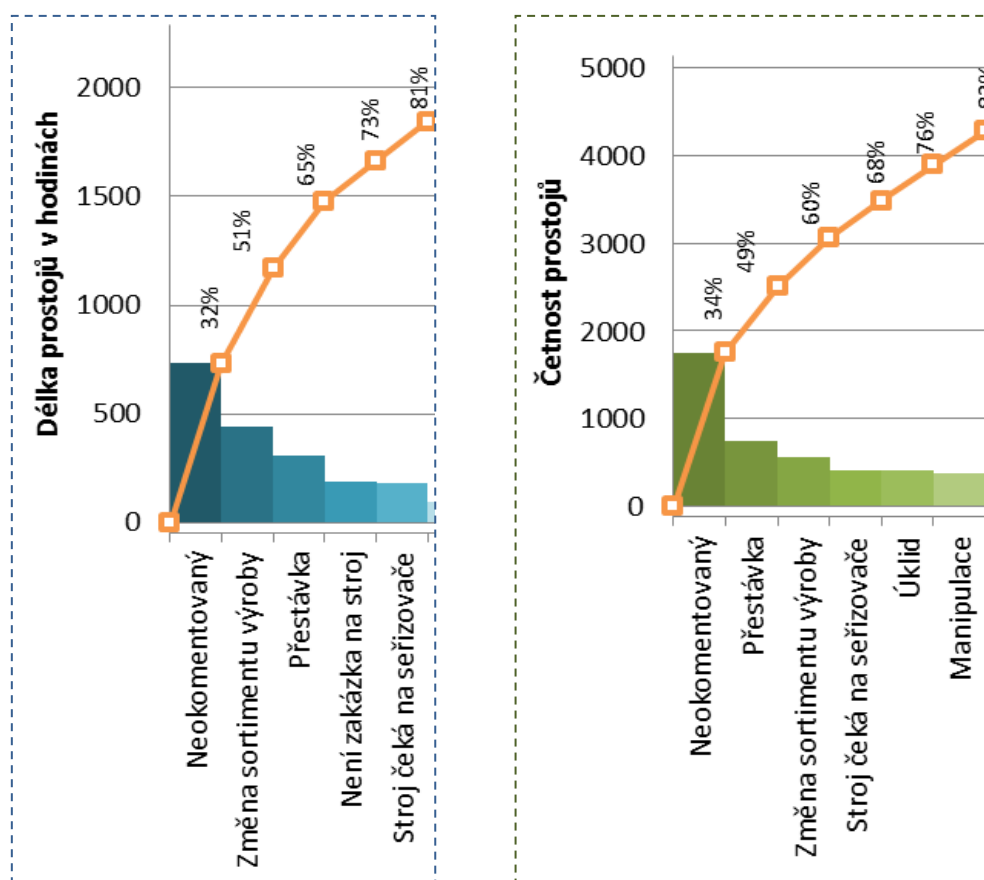
Prostoje, které Systém pro správu CNC strojů zaregistroval jako prostoje delší než 3 minuty, jsou komentovány prostřednictvím zadávání kódů. Prostoje, které byly delší než 3 minuty, tak můžeme rozdělit z pohledu jejich příčin (viz. Obr. 29).



Obr. 29. Příčiny prostoje delších než 3 minuty (vlastní zpracování)

9.2.3 Paretova analýza prostojů

Příčiny prostojů byly vyhodnoceny pomocí Paretovy analýzy. Paretova analýza zobrazí 20 % příčin, které způsobují 80 % času prostojů – napoví tedy, na které příčiny prostojů je nutné se primárně zaměřit. Výsledky této analýzy jsou patrné na *Obr. 30*, kde jsou pouze výřezy z grafů Paretovy analýzy, které zobrazují nejdůležitější prostoje (tzv. životně důležitou menšinu). Celé grafy jsou k nahlédnutí v příloze *P VI*.



Obr. 30. Výřez z Paretovy analýzy prostojů – nejdůležitější prostoje dle délky trvání (vlevo) a četnosti (vpravo) (vlastní zpracování)

Důležité jsou výsledky Paretovy analýzy prostojů dle délky trvání. Významný je velmi vysoký podíl neokomentovaných prostojů, protože jednou ze základních funkcí Systému pro správu CNC strojů je sledování příčin prostojů. Z výsledků je však patrné, že prostoje velmi často nejsou komentovány prostřednictvím zadávání kódu. Můžeme tedy říci, že u 32 % časů prostojů neznáme jejich příčinu.

Z výsledků Paretovy analýzy tedy vyplývá, že je třeba zaměřit se na 5 typů prostojů (viz. Obr. 31) a navrhnout, jak tyto prostoje snížit.



Obr. 31. Nejvýznamnější prostoje, které je třeba redukovat (vlastní zpracování)

10 ANALÝZA JEDNOTLIVÝCH PROSTOJŮ

Hlavní příčiny prostojů na CNC strojích, které byly definovány Paretovou analýzou, byly dále analyzovány. Níže jsou podrobně popsány příčiny prostojů: změna sortimentu výroby, přestávka, neokomentovaný prostoj a čekání stroje na seřizovače.

10.1 Změna sortimentu výroby

Změnu sortimentu výroby provádí seřizovač. Na 10 CNC obráběcích strojů jsou na směně k dispozici 2 seřizovači.

Základní činnosti, které seřizovač provádí při změně sortimentu výroby, jsou v následující tabulce (viz. Tab. 7).

Tab. 7. Činnosti seřizovače nutné k přetypování stroje (vlastní zpracování)

| Činnosti seřizovače při změně sortimentu | | |
|--|---|------------------|
| 1. | Zvolení NC programu v počítači stroje | Přípravné práce |
| 2. | Vyhledání informací v NC programu potřebných k seřízení, tj. použité nástroje, podložka, umístění podložky a upínání | |
| 3. | Vyhledání a přinesení příslušné podložky, nástrojů a upínek | |
| 4. | Demontáž podložky z minulého výrobního programu | Samotné seřízení |
| 5. | Montáž podložky potřebné pro nový výrobní program | |
| 6. | Demontáž nástrojů a montáž nových nástrojů – 4 včetně | |
| 7. | Zkušební projetí NC programu naprázdno | |
| 8. | Odladění výroby – tj. vyrobení zkušebního kusu, přeměření parametrů dílu, případná úprava NC programu. Odladění se provádí tak dlouho, dokud díl neodpovídá stanoveným parametrům | |

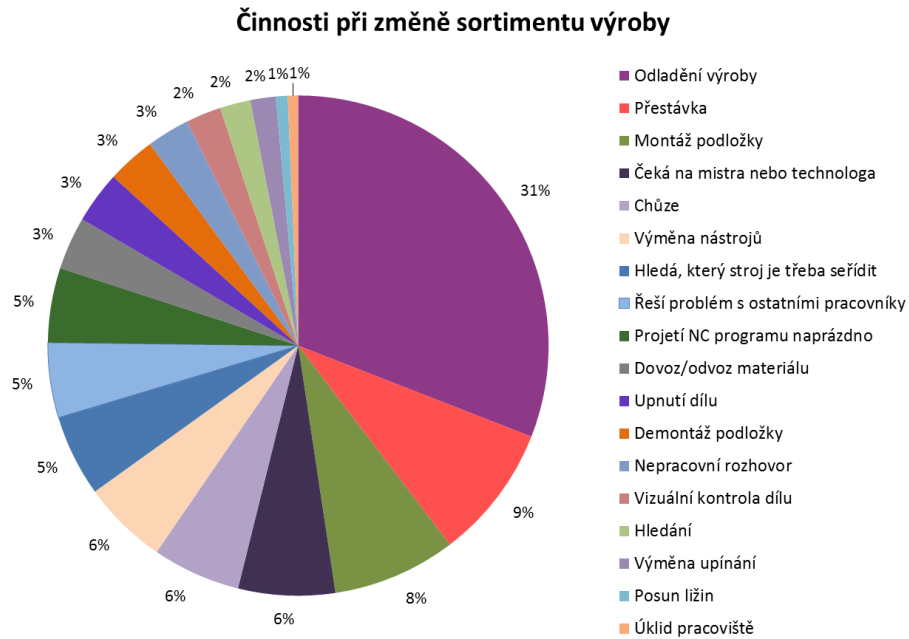
Čas seřízení závisí zejména na složitosti vyráběného dílu a nároku na přesnost jeho rozměrů. Časy seřízení se pohybují v rozmezí desítek minut ale i hodin, v závislosti na typu dílu. Podle dat v Systému pro správu CNC strojů je průměrná doba seřízení cca 46 min.

10.1.1 Snímek pracovního dne seřizovače

Snímek pracovního dne seřizovače byl proveden v měsíci říjnu 2012 celkem třikrát, pokaždé s jiným seřizovačem. Snímkována byla vždy ranní směna. Naměřené časy jednotlivých pracovníků byly sečteny dohromady a graficky interpretovány (viz. *Tab. 8* a *Obr. 32*). To z toho důvodu, že bylo třeba zjistit strukturu činností při seřízení. Výsledky jednotlivých snímků jsou v příloze *P XIII*.

Tab. 8. Součet časů činností seřizovače při změně sortimentu výroby zjištěných snímkem pracovního dne (vlastní zpracování)

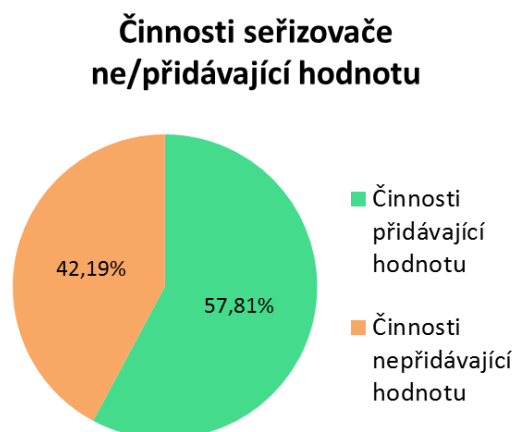
| Popis činností | Naměřený čas | Kumulativní součet | Kumulativní procento |
|-------------------------------------|--------------|--------------------|----------------------|
| Odladění výroby | 7:25:21 | 7:25:21 | 30,93% |
| Přestávka | 2:05:24 | 9:30:45 | 39,64% |
| Montáž podložky | 1:54:57 | 11:25:42 | 47,62% |
| Čeká na mistra nebo technologa | 1:30:00 | 12:55:42 | 53,87% |
| Chůze | 1:22:00 | 14:17:42 | 59,56% |
| Výměna nástrojů | 1:19:30 | 15:37:12 | 65,08% |
| Hledá, který stroj je třeba seřadit | 1:15:54 | 16:53:06 | 70,35% |
| Řeší problém s ostatními pracovníky | 1:09:39 | 18:02:45 | 75,19% |
| Projetí NC programu naprázdno | 1:09:27 | 19:12:12 | 80,01% |
| Dovoz/odvoz materiálu | 0:49:09 | 20:01:21 | 83,43% |
| Upnutí dílu | 0:48:27 | 20:49:48 | 86,79% |
| Demontáž podložky | 0:44:54 | 21:34:42 | 89,91% |
| Nepracovní rozhovor | 0:40:00 | 22:14:42 | 92,69% |
| Vizuální kontrola dílu | 0:32:39 | 22:47:21 | 94,95% |
| Hledání | 0:28:27 | 23:15:48 | 96,93% |
| Výměna upínání | 0:23:36 | 23:39:24 | 98,57% |
| Posun ližin | 0:10:57 | 23:50:21 | 99,33% |
| Úklid pracoviště | 0:09:39 | 24:00:00 | 100,00% |



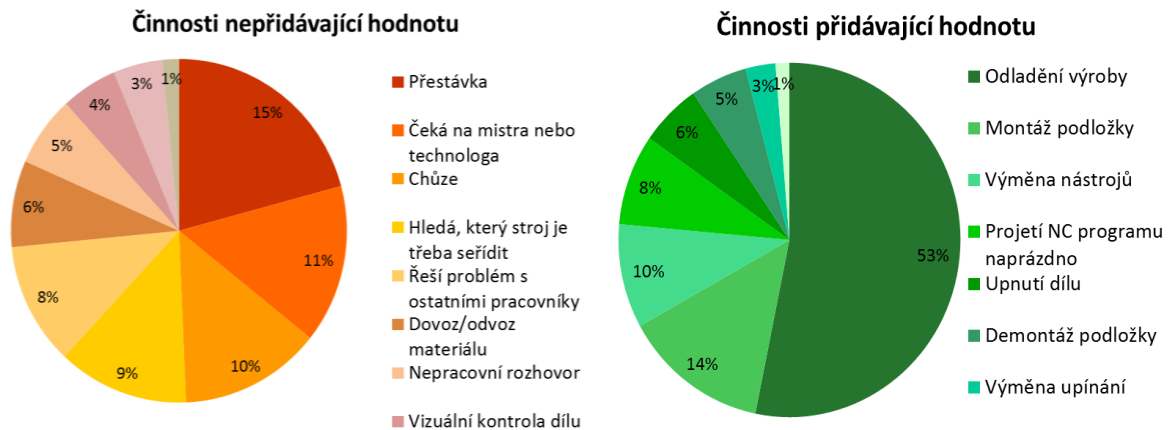
Obr. 32. Činnosti seřizovače při seřízení (vlastní zpracování)

8 % z činností seřizovače tvoří „montáž podložky“. S montáží i demontáží podložky mohou pomáhat operátoři, a to v případě, že mají čas a nezpůsobují tak prostoje druhého obsluhovaného stroje. Pokud se operátoři účastní de/montáže podložky, dostávají mzdové příplatky. Z pozorování vyplývá, že operátoři většinou pomáhají s demontáží podložky, montáž přenechávají seřizovačům.

Dále byly činnosti seřizovače rozděleny na činnosti přidávající a nepřidávající hodnotu zákazníkovi (viz. Obr. 33 a Obr. 34). Činnosti, které hodnotu nepřidávají, lze označit jako plýtvání a je třeba tyto činnosti redukovat.

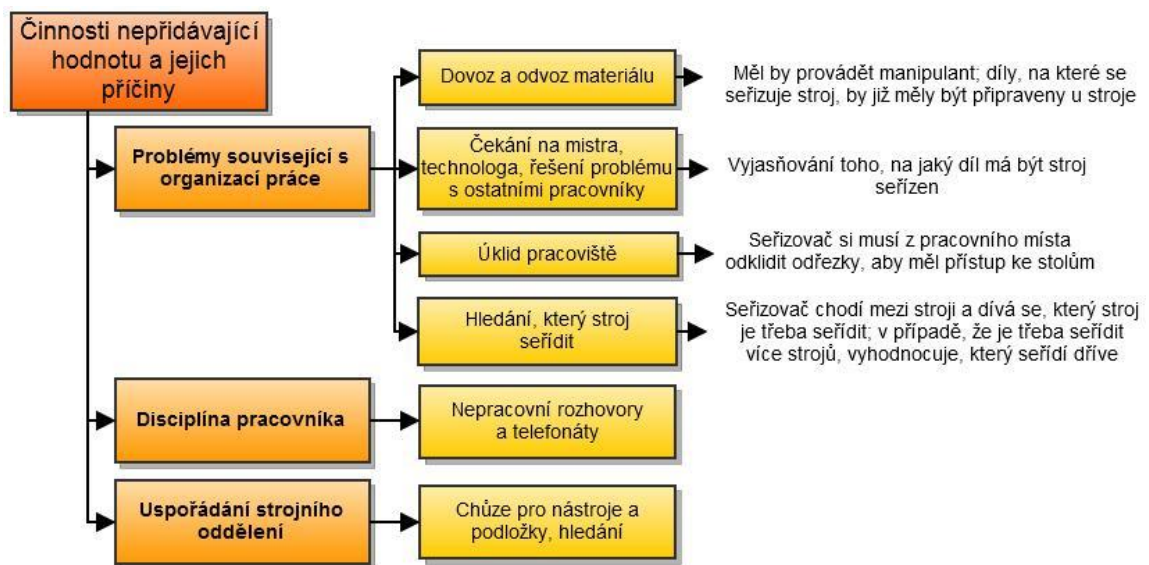


Obr. 33. Rozdělení na činnosti přidávající a nepřidávající hodnotu (vlastní zpracování)



Obr. 34. Struktura činností ne/přidávajících hodnotu (vlastní zpracování)

Činnosti, které nepřidávají hodnotu (tzv. plýtvání) při seřizování jsou na Obr. 35.



Obr. 35. Plýtvání při seřízení stroje (vlastní zpracování)

10.2 Stroj čeká na seřizovače

Stroj čeká na seřizovače v případě, že je třeba stroj seřadit, seřizovač ale právě pracuje na jiném stroji. O tom, že stroj čeká na seřízení, není seřizovač informován. O nutnosti seřízení se dozví buď při obhlídce strojů, nebo ho o tom informuje obsluha stroje. Na jedné smě-

ně jsou k dispozici 2 seřizovači, kteří seřizují 10 CNC obráběcích center. Stroj Double-Jet přetypovává samotná obsluha stroje, která je zároveň jeho seřizovačem.

Podle Systému pro správu CNC strojů je průměrná doba čekání stroje na seřízení 28 min. Tento prostoj v některých případech využívá obsluha stroje, která může během této doby demontovat starou podložku, případně i montovat novou, ale pouze v případě, že tak nezpůsobuje prostoj na druhém (jím obsluhovaném) stroji. V případě, že obsluha pomáhá s de/montáží, dostává za tuto činnost příplatek. Účast při demontáži podložek zapisuje obsluha do deníku stroje v papírové podobě.

10.3 Přestávka

Na strojním oddělení jsou dva typy přestávek – bezpečnostní protihluková (10 min) a obědová (30 min) přestávka. Během těchto přestávek nejsou na strojích realizovány žádné činnosti žádnými pracovníky, stroje jsou vypnuté.

Přestávky jsou v časech uvedených v následující tabulce (viz. Tab. 9).

Tab. 9. Intervaly přestávek (vlastní zpracování)

| Směna | Bezpečnostní přestávka | Obědová přestávka |
|-----------|------------------------|-------------------|
| Noční | 00:00 – 00:10 | 02:00 – 02:30 |
| Ranní | 08:00 – 08:10 | 10:45 – 11:15 |
| Odpolední | 16:00 – 16:10 | 18:00 – 18:30 |
| Sobotní | x | X |

V současné době Systém pro správu CNC strojů zaznamenává prostoj „Přestávka“ jen pokud ji zadají pracovníci na terminálu stroje. Disponibilní čas směny není snižován o čas přestávky, tato přestávka je zaznamenána jako prostoje a snižuje tudíž dostupnost stroje.

10.4 Neokomentované prostoje

Z prostojů, které Systém pro správu CNC strojů zaznamenal, je 32 % neokomentovaných, tzn., že pracovníci ignorovali výzvu k zadání kódu prostoje a kód nezadali. K neokomentovaným prostojům dochází zejména v těchto případech:

- Prostoje je delší než 3 minuty, ale pracovník si neuvědomil, že takto dlouhý prostoje nastal. Obrazovka terminálu je malá, pracovník se na ni nepodíval nebo si nevšiml zobrazené výzvy k zadání prostoje. Neuvědomil si, že již nastala nutnost komentovat prostoje.
- Na stroji je náhradník, který obvykle tento stroj neobsluhuje. Není seznámen s nutností zadávat kódy, nevlastní identifikační čip pro přihlášení do systému.

10.5 Není zakázka na stroj

Díly lze vyrábět jen na strojích, na kterých jsou nahrány příslušné NC programy k obrábění. NC program není ani v jednom případě nahrán na všech CNC strojích. Přenos programu z jednoho stroje na druhý je časově náročný, protože stroje nejsou naprosto identické – mají jiný nulový bod. Přenos programu a odladění výroby při přenosu provádí technolog. Vzhledem k malému počtu technologů a velkému počtu NC programů, není možné, aby všechny NC programy byly na všech strojích.

Právě z tohoto důvodu se stává, že se výroba typově sejde tak, že na jeden stroj je velká fronta práce a na jiném stroji není co vyrábět – není totiž právě naplánována výroba s jeho NC programy. Nejčastěji tyto prostoje nastávají na strojích SHARP 1 a SHARP 2.

10.5.1 Evidence NC programů nahraných na strojích

NC programy a jejich dostupnost na strojích evidují technologové v tabulce v souboru „.xls“ (viz. *Obr. 36*) uloženém na sdíleném disku, který je přístupný všem počítačům v podnikové síti. Problémem je, že nikdo není přímo zodpovědný za správu tabulky a aktualizaci a tak není jisté, zda jsou v ní skutečně zanesena všechna data. Další evidence dostupnosti NC programů na strojích neexistuje. Tuto tabulku používá zejména dispečer výroby, který na jejím základě rozvrhuje výrobu na jednotlivé stroje

| Program | TW1 | TW2 | TW3 | TW4 | TW5 | TW6 | TW7 | TW8 | SH1 | SH2 | DJ |
|----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|
| 917V009L | | | | | | | | TW8 | | | |
| 917V016L | | | | | | | TW7 | | | | |
| 917V022P | | | | | | | TW7 | | | | |
| 917V312L | | | | | | | | TW8 | | | |
| 917V800P | | | | | | | | TW8 | | | |
| BD037L | | | TW3 | | | | | | | | |

Obr. 36. Ukázka evidence NC programů nahraných na strojích (Interní materiály společnosti TON)

11 DENNÍ PLÁNOVÁNÍ NA KRITICKÝCH CNC STROJÍCH

Denní plán výroby vytváří dispečer neadresné části výroby spolu s mistrem strojního oddělení. Systém INmedias generuje výrobní úkoly podle stavu zásob ve skladech a aktuálních zakázek v pořadí podle data. Dispečer tyto výrobní úkoly rozplánuje do denního plánu. Současný systém tvorby denního plánu pro CNC stroje je popsán v následující tabulce (viz. Tab. 10).

Tab. 10. Současný systém denního plánování výroby pro CNC stroje (vlastní zpracování)

| Pořadí | Název činnosti | Popis činnosti |
|--------|--|---|
| 1. | <i>Vytvoření fronty práce</i> | Dispečer výroby vytvoří „frontu práce“ – zařazuje do něj všechny výrobní úkoly, které se denně generují a zahrnují v sobě operace CNC. Každý výrobní úkol označí plánovaným termínem ukončení. |
| 2. | <i>Přiřazení na stroje</i> | Výrobní úkoly jsou denně přiřazovány do rozpisu na příslušné CNC stroje podle data ukončení, pořadí operace v technologickém postupu a podle seznamu dostupnosti NC programů na jednotlivých strojích. Stroje k programům přiřazuje dispečer. |
| 3. | <i>Aktualizace plánu s mistrem</i> | Rozpis dispečer předá mistrovi strojního oddělení. Rozpis je aktualizován spolu s mistrem, odsouhlasuje se, zda jsou díly již připraveny nebo ve skluzu, jejich počet a domlouvá se doprava k příslušným CNC strojům. |
| 4. | <i>Umístění plánu na provoz</i> | Rozpis dílů pro jednotlivé stroje v papírové podobě je umístěn na tabuli na strojním oddělení u CNC strojů. Na CNC strojích se vyrábí podle denního rozpisu a podle toho, které díly z rozpisu jsou připraveny na obrábění (dostupnost dílů zjišťuje osobně mistr). Pokud je tedy k dispozici díl z rozpisu, vyrábí se podle denního plánu, kde je označeno, na kterém stroji má být vyroben. |
| 5. | <i>Kontrola plnění plánu, vytvoření nového rozpisu</i> | Následující den probíhá kontrola plnění výrobních úkolů, vyřazení splněných z rozpisu a zařazení nově vygenerovaných úkolů do zásobníku a do rozpisu. |

Výsledkem tohoto plánovacího systému je denní rozpis výroby v papírové podobě (viz. příloha P VII. Na tomto listu papíru jsou dispečerem rozepsány díly na jednotlivé stroje. Není však známo jejich pořadí – to záleží na skutečné připravenosti dílů. V plánu není uvedena možnost, že díly lze případně vyrobit na jiných stojích.

Nevýhody současného systému denního plánování jsou shrnuty v následujícím obrázku (viz. Obr. 37).



Obr. 37. Nevýhody současného systému plánování (vlastní zpracování)

12 DATOVÁ ZÁKLADNA PRO PLÁNOVÁNÍ A REALIZACI VÝROBY NA CNC STROJÍCH

Pro efektivní výrobu je důležitá datová základna a v ní evidovaná data. Je důležité, aby data potřebná pro plánování a realizaci výroby byla dostupná, aktuální a správná. V této kapitole jsou popsána data používaná pro plánování a realizaci výroby na CNC strojích.

12.1 Data v ERP systému INmedias

Data potřebná pro plánování a realizaci výroby jsou uložena zejména v ERP systému INmedias. Tato data jsou však nekompletní, někdy zastaralá a nevyhovující současným podmínkám výroby.

12.1.1 Technologické postupy

Technologické postupy (TGP) v systému INmedias spravuje určený technolog. Problémy související s TGP jsou shrnuty v následující tabulce (viz. Tab. 11):

Tab. 11. Problémy související s TGP (vlastní zpracování)

| Problém | Popis |
|---|---|
| Neplatné TGP | Některé z TGP dostupných v systému INmedias jsou již neplatné, přesto jsou v systému přístupné. |
| Chybějící názvy NC programů | U mnoha TGP není vyplněn název NC programu (informace je potřebná pro dispečera a seřizovače). |
| Chybějící označení podložky | V TGP není k dílům přiřazena podložka (informace potřebná pro seřizovače). |
| Absence pravidel a odpovědností | Nejasně určená pravidla a odpovědnosti pro vyplňování údajů v TGP (nejsou určena povinná pole). |
| Chybějící informace v průvodkách | Neúplné informace v TGP (viz. Obr. 38) mají za následek neúplné informace na průvodkách (viz. Obr. 39). |
| Uložení dat na různých místech | INmedias by měl být centrálním systémem, ale data potřebná pro plánování a realizaci výroby jsou uložena na různých místech a zároveň nikdo neručí za jejich aktuálnost (např. Seznam dostupnosti NC programů na strojích, Seznam podložek) |

V postupu úplně chybí políčko pro vyplnění označení podložky

Chybí počet ks vyrobených za 1 obráběcí cyklus

Chybí název NC programu pro levý stůl

Chybí název NC programu pro pravý stůl

| Varianta | Var.2 | Pof.č. | ID Operace | Text operace | POPIS1 | Norma | Název pracoviště |
|----------|-------|--------|------------|--------------------------------------|-------------------------------|----------------|---------------------------------------|
| - | - | 10.000 | 031.403 | SROVNAT PLOCHU PO 3KS | SROV. PO 3 KS +OD 96,756 JJ | 51179240120103 | frézka strojnávací |
| - | - | 20.000 | 082.523 | OŘEZAT PODÉLNĚ OD VÝŠKY+ TRÁDIT | OREZ.OD VÝŠKY+558 LOK JJ | 51179240120308 | frézka spodní - KUŠÍK. |
| - | - | 30.000 | 012.426 | OŘEZAT 2 KONCE | OREZ 2 KONCU -10 KS/MIN JJ | 42100740220201 | pila 2 stranná COMEC |
| - | - | 40.000 | 086.4534 | FRÉZOVÁNÍ TVARU po 1+1+1ks+ BRU | STROJ.OPRAC +737 ZD II. JJ | 51100240120212 | frézka kaproveci FC 8 CNC |
| - | - | 50.000 | 084.417 | FRÉZOVAT VYBRÁNÍ PRO 2 ROHOVÉ N | FREZOVANI DRAZEK JJ | 12150140120212 | frézka kerusel RYA pro drážky MINICIN |
| - | - | 60.001 | 141.1061 | BROUSIT 2 ÚZKÉ PLOCHY - PŘEDÁK | BROUS. 1 PLOCHY PREDAK JJ | 00000040020512 | bruska širokopásová. |
| - | - | 60.002 | 141.1062 | BROUSIT 2 ÚZKÉ PLOCHY - ZADÁK | BROUS. 1 PLOCHY POMOC JJ | 00000040020612 | bruska širokopásová. |
| - | - | 70.000 | 145.4721 | BRUS D 180 4 KULATIN R1mm - 8.5m/mir | BROUSENI KULATIN-DO 400 JJ | 11100640120414 | orbitální bruska LC 15 AV |
| - | - | 80.000 | 091.710 | FR. + ROZŘ. ČEPŮ VRT. 4 OTV | STROJ.OPRAC. SZD 710.ON 388.9 | 99999999820180 | obráběcí centrum TWIN 1.2.3.4.7.8 |
| - | - | 90.000 | 089.132 | FRÉZOVAT 2 PŘEDNÍ A 2 ZADNÍ ČELNÍ H | FREZOVANI 4 HRANEK JJ | 41100340120208 | frézka spodní pneumatiká 20 000ot/mir |

Obr. 38. TGP – operace na obráběcím centru (vlastní zpracování)

Není vyplněn NC program pro LS a PS. Políčko není připraveno pro zápis dvou údajů.

Není označeno, na kterých strojích je NC program nahráný (TWIN 4 je uveden ve všech TGP)

Nejsou zobrazeny informace pro seřízení: podložka, umístění podložky, upínání, nástroje

Průvodka výrobního úkolu
 číslo H14201/201213/63
PRIORITNÍ !
 TON, a.s.
 Bystřice p. Hostynem
 Vyrobní dávka 131

Skladové číslo 451 1909 411000
 Pops OPĚR. DESKA SH
 MJ KS
 Plánované zahájení 29.3.2012
 Plánované ukončení 4.4.2012
 Zadal Mikulín Pavel
 Datum 28.3.2012

| Pof.č. | Dílce/Pracoviště/Operace/Vstupující komponenta | Př. trvání [min] | NC program | Vyrobené |
|---------|--|------------------|------------|----------|
| 110.000 | 14201 bruska vertikální | 104 | | |
| 120.000 | 14205 obráběcí centrum TWIN 4 | | | |

Obr. 39. Současná podoba průvodky dílů (vlastní zpracování)

12.2 NC PROGRAMY

NC programy využívají seřizovači a technologové i k zápisu poznámek. Tyto poznámky využívají při realizaci seřízení – jsou zde uvedeny použité nástroje a jejich umístění na vřetena, způsob upínání, označení podložky a umístění podložky v regálech. Podle těchto informací jsou seřizovači schopni stroj seřídít. Problémem však je, že tyto informace nejsou oficiální a nemají danou strukturu, to pak vede k tomu, že:

- Informace v NC programech potřebné k seřízení jsou *nekompletní*. Pokud například chybí označení nebo umístění podložky, seřizovač je musí hledat.
- Informace v NC programech *nemají pevně danou strukturu a umístění*. Seřizovači informace musí v programu hledat (někdy i skrze celý NC program, který může mít několik tisíc řádků).

```

N1;PART PROGRAM LOK920 09 PRO 03 - 08:11
N2; CREATED BY BACCI POST TWCEC88/ CIN39NBM
N3; -----
N4 G27 G40 G71 G90
N5 G94
N6;---OBECE PROMENNE -----
N7 E0=80000;RYCHLOST,RYCHLOPOSLUVU LINEARNICH OS
N8 E1=10000;RYCHLOST,RYCHLOPOSLUVU ROTACNICH OS
N9 E11=-2260;VYCHOZI POLOHA OSY X (SOURAD. STROJE)
N10 E12=0;VYCHOZI POLOHA OSY Y (SOURAD. STROJE)
N11 E13=-250;VYCHOZI POLOHA OSY Z (SOURAD. STROJE)
N12 E14=-90;VYCHOZI POLOHA OSY B (SOURAD. STROJE)
N13 E15=46;VYCHOZI POLOHA OSY C (SOURAD. STROJE)
N14 E16=0;NARUST POCATKU OSY X
N15 E17=0;NARUST POCATKU OSY Y
N16 E18=0;NARUST POCATKU OSY Z
N17 E20=0;KOTA ZPETNE AKCE NA Y (SOURAD. STROJE)
N18 E21=-250;KOTA ZPETNE AKCE NA Z (SOURAD. STROJE)
N19;-----
N20;--- POCATECNI POLOHA -----
N21 G1 G79 ZE13 FE0
N22 G1 G79 XE11 YE12 FE0
N23 G1 G79 CE15 BE14 FE1
N24;--- POSUV POCATKU -----
N25 G352 X(-1428.6-1502.9+9) Y-1277.40826 Z(-896.8936+4);LEVY STUL TW1
;KOVOVE CEPY NEPOUZIVAT - NA 4 SRUBY V 1.+10.DIRAC 1
;PRIPRAVEK 125 898 R20 06.05.03 HQ LEVY - NA VAKUUM CENTRAL
;DELEJ Z MATERIALU PREKLIZKA FORMAT "STRECHA" - TVAR STANDARD
N26;----- VRETENO -----
N27; PROVEST NASTARTOVANI INVERTER NA PRG MASTER
N28;-----
N29;----- UDAJE O NASTROJI -----
N30 (TCP)
N31 L385 = 110-3 ;NASTAVENO NA 105 .....;LONGUEUR DE OUTIL
N32 L386 = 01 .....;N. DE MANDRIN
N33 L388=0.0 .....;RAYON DE OUTIL (OP. 5 AXES)
N34 L357=0.0 .....;RAYON POINTE OUTIL (OP. 5 AXES)
N35 STACTL1(01)=0
N36 STDIAMETER(01)=12;DIAMETRE OUTIL (OP. 3 AXES)
N37; --> T/MIN MANDRIN VA A ZERO SI ON CHANGE OUTIL
N38;-----
N39 G291 W01 r1 S18000 ;VRETENO 01 (+1=Vpravo,-1=levo) 18000 RPM
N40;-----
N41;-----
N42; NAZEV NASTROJE FREZA STOPKOVA HRUBOVAC, D12
N43; CISLO NASTROJE 01
N44; PRUMER NASTROJE 12
  
```

Obr. 40. Ukázka NC programu (vlastní zpracování)

Na *Obr. 40* je ukázka z jednoho konkrétního NC programu. Na obrázku lze vidět, že informace, které používají seřizovači při přetypování stroje, jsou v programu zapsány roztržitě, nemají jednotnou formu a umístění a jsou často nekompletní. Nástroje potřebné pro seřízení jsou rozepsány na různých řádcích programu a seřizovači je musejí hledat. Tato konkrétní ukázka je z programu s názvem LK920L, který má 10 662 řádků, mezi kterými musí seřizovač hledat informace.

13 ZÁVĚR ANALYTICKÉ ČÁSTI

Efektivita kritických CNC strojů je v současné době vyhodnocována Systémem pro správu CNC strojů, který získává data automaticky z řídicích karet stroje. Efektivnost strojů je měřena „dostupností“ stroje, která je počítána z celkového času směny, tj. 480 min. Dostupnost stroje tedy vyjadřuje využití času směny. Do prostojů strojů jsou započítávány i zákonné přestávky.

Systém pro správu CNC strojů sleduje příčiny prostojů, které komentují pracovníci prostřednictvím zadání kódu do terminálu u stroje. Pracovníci vlastní identifikační čipy, které jim umožňují pracovat s terminálem. Často však bývají u strojů náhradníci, kteří nejsou vybaveni čipovou kartou (přestože čipy pro náhradníky jsou k dispozici u mistra) a proto tak nekomentují. Právě toto je příčinou velké části neokomentovaných prostojů. Mohou také nastávat proto, že pracovník přihlášený čipem si nevšiml, že nastal prostoje delší než 3 minuty, protože tato informace je zobrazena jen na malém displeji terminálu.

Paretovou analýzou prostojů evidovaných v Systému pro správu CNC strojů bylo zjištěno, že je třeba redukovat následující prostoje: prostoje neokomentované, změna sortimentu výroby, přestávka, není zakázka na stroj a stroj čeká na seřizovače.

Co se týče neokomentovaných prostojů a přestávky, je třeba upravit fungování Systému pro správu CNC strojů. Přestávka nesmí být považována za prostoje, ale snižuje disponibilní čas stroje. Dále je nutné zavést opatření, která sníží výskyt neokomentovaných prostojů.

Se seřizováním stroje souvisí prostoje „Změna sortimentu výroby“ a „Čekání na seřizovače“. Délka prostoje „Změna sortimentu výroby“ je zásadně ovlivněna složitostí dílu a jeho náročností na přesnost. Při seřizování stroje však seřizovač provádí i činnosti, které by mohly být připraveny již před seřizováním – tj. zavedení metodiky SMED (převod interních činností na externí). Prostoje „Čekání na seřízení“ je způsoben tím, že jsou k dispozici na směně pouze 2 seřizovači, velkou roli hrají ale i organizačními problémy.

Prostoje „Není zakázka na stroj“, znamená, že nejsou k dispozici žádné díly, které by mohl stroj obrobít. Stroj totiž může obrábět jen ty díly, na které má nahraný NC program. Všechny NC programy však nejsou na všech strojích z důvodu časové náročnosti přenosu programů.

Pro plánování a realizaci výroby jsou nedostatečně zachycena a spravována potřebná data. TGP jsou nekompletní, chybí informace na průvodkách, potřebná data nejsou evidována v oficiálních zdrojích a nejsou aktuální (např. seznam dostupnosti NC programů, seznamy podložek). NC programy nemají pevně danou strukturu a z toho důvodu v nich seřizovači musí hledat informace, které v některých případech ani nemusí být přítomny.

Plánování výroby na CNC stroje je prováděno ručně dispečerem výroby. Při tvorbě plánu není známo, které díly jsou již k dispozici k obrobení. Přiřazovat programy a stroje musí dispečer ručně. Denní plán výroby je vyvěšen v papírové podobě u strojů a vyrábí se podle toho, které díly jsou již připraveny k obrobení. Díly nejsou řazeny racionálně – tak aby docházelo ke snížení časů seřízení. Seřizovači se na pořadí v denním plánu nemohou spolehnout, musí proto vždy kontaktovat mistra, aby zjistili, na který díl má být stroj seřízen.

Z analytické části tedy vyplývají následující dílčí cíle projektové části, které povedou ke splnění hlavního cíle – a to navýšení efektivity strojního zařízení:

- 3) Upravit fungování Systému pro správu CNC strojů a změnit některé jeho podmínky pro využívání:
 - a) Upravit výpočet efektivity strojního zařízení – zavést ukazatele CEZ.
 - b) Snížit disponibilní čas strojů o realizované přestávky.
 - c) Snížit výskyt neokomentovaných prostojů.
- 4) Navrhnout nový systém pro denní plánování výroby na CNC strojích se zapojením informačních technologií, který bude plánování automatizovat.
- 5) Aktualizovat a sjednotit datovou základnu pro plánování výroby, určit odpovědnosti pro správu dat.
- 6) Navrhnout opatření pro snížení prostojů „Změna sortimentu výroby“ a „Čekání stroje na seřizovače“.
- 7) Rozšířit dostupnost NC programů na CNC strojích, aby se méně vyskytovaly situace, kdy stroj nemá žádnou zakázku, na které by mohl pracovat – tedy snížení prostoje „Není zakázka na stroj“. Odstranit omezení při přenosu programů, tj. sjednotit nulový bod u všech strojů.
- 8) Navrhnout novou organizaci směny, která povede ke zlepšení komunikace a spolupráce a pomůže tak k navýšení efektivity strojního zařízení.

14 PROJEKTOVÁ ČÁST

V kapitole je stručně popsán projekt této diplomové práce, její hlavní cíl a dílčí cíle (viz. Obr. 41), účastníci projektu, jednotlivé aktivity a harmonogram činností.

14.1 Cíle projektu

Hlavní cíl projektu: Navýšení využití kritických CNC obráběcích center

Dílčí cíle projektu:

- Optimalizace Systému pro správu CNC strojů.
- Sledování ukazatele efektivity strojního zařízení CEZ.
- Rozšíření dostupnosti jednotlivých NC programů na strojích.
- Zavedení nového systému pro denní rozvrhování výroby.
- Jednotný systém evidence dat pro plánování a realizaci výroby.
- Snížení prostojů souvisejících se změnou sortimentu výroby.



Obr. 41. Aktivity vedoucí k navýšení efektivity strojního zařízení (vlastní zpracování)

14.2 Účastníci projektu

Zadavatel projektu: Ing. Rostislav Kahaja – výrobně-technický ředitel firmy TON, a. s.

Vedoucí projektu: Bc. Anna Bajgarová – diplomantka, studentka UTB ve Zlíně

Ing. Marek Mališka – vedoucí diplomové práce, vedoucí Údržby a strojních investic ve firmě TON, a. s.

Účastníci projektu: Ing. Miroslav Kafka – vedoucí technické přípravy výroby

Ing. Jan Chlápek – ekonom výrobního úseku

Roman Ryška – vedoucí provozu

Věra Votavová – vrchní mistr strojního oddělení

Tomáš Krejčí – mistr strojního oddělení (CNC strojů)

Pavel Mikulín – dispečer neadresné části výroby

Petr Hradil – mistr Údržby

Ing. Julius Kovačik – manažer informačních technologií

14.3 Vymezení problému

Na tři pilotní CNC stroje je připojen Systém pro správu CNC strojů, který slouží ke sledování prostojů a využití stroje. Z pilotního projektu je zřejmé, že CNC stroje mají velmi malé využití. Tento projekt navrhuje, jak navýšit využití stávajících CNC strojů a snížit největší prostoje, které zaznamenal Systém pro správu CNC strojů.

Projekt zahrnuje kritická CNC obráběcí centra na strojním oddělení ve výrobní firmě TON, a. s. Za kritické jsou považovány 5osé obráběcí automaty (TWIN 1, TWIN 2, TWIN 3, TWIN 4, TWIN 7, TWIN 8, SHARP 1 a SHARP 2), 6osé obráběcí automaty (TWIN 5 a TWIN 6) a nejnovější 12osý obráběcí automat Double-Jet.

14.4 Harmonogram a aktivity projektu

| PROJEKT DIPLOMOVÁ PRÁCE | Kalendářní týden/rok | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---|---|---|---|
| | 40/12 | 41/12 | 42/12 | 43/12 | 44/12 | 45/12 | 46/12 | 47/12 | 48/12 | 49/12 | 50/12 | 51/12 | 52/12 | 1/13 | 2/13 | 3/13 | 4/13 | 5/13 | 6/13 | 7/13 | 8/13 | 9/13 | 10/13 | 11/13 | 12/13 | 13/13 | 14/13 | 15/13 | 16/13 | 17/13 | 18/13 | 19/13 | 20/13 | 21/13 | | | | |
| Seznámení se společností TON a tématem práce | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Analýza kritických CNC strojů | | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Snímky pracovního dne seřizovače a jejich vyhodnocení | | | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Sledování a analýza dat ze systému pro správu CNC strojů | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Analýza prostojů zjištěných Systémem pro správu CNC strojů | | | | | | | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Analýza dat potřebných pro výrobu | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Návrhy na zlepšení - Systém pro správu CNC strojů | | | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Návrhy na zlepšení - Denní rozvrhování výroby | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Návrhy na zlepšení - evidence a správa dat | | | | | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | | | |
| Vypracování teoretické části diplomové práce | | | | | | | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | |
| Kontrola, úprava, tisk a odevzdání diplomové práce | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |

Obr. 42. Harmonogram projektu – diplomová práce (vlastní zpracování)

V Obr. 42 je zobrazen harmonogram činností, které vedly k vytvoření této diplomové práce. Činnosti pro výrobní podnik TON, a. s. započaly v měsíci říjnu 2012. Některé z návrhů popsaných v této práci byly realizovány již během její tvorby, jiné jsou v současné době realizovány či se budou teprve realizovat z důvodu jejich časové náročnosti. V příloze P XII je zobrazen nejen harmonogram projektu diplomové práce, ale i harmonogram skutečně realizovaných činností ve firmě TON a. s.

Aktivity projektu jsou zachyceny v logickém rámci projektu v příloze P VIII a rizika projektu jsou analyzována metodou RIPRAN v příloze P IX.

15 ÚPRAVA SYSTÉMU PRO SPRÁVU CNC STROJŮ

V Systému pro správu CNC strojů, který je vytvořen podle požadavků firmy TON, jsou vhodné nové úpravy. Je třeba zavést ukazatele efektivity zařízení CEZ, změnit logiku výpočtu dostupnosti stroje, změnit sledování přestávek a rozšířit funkce správce systému. Projekt úpravy monitorovacího systému je vymezen v příloze P X.

15.1 Rozšíření funkce správce Systému pro správu CNC strojů

V Systému pro správu CNC strojů je nutno přidat kartu s názvem „Nastavení“, která bude přístupná jen správci systému. V tomto „Nastavení“ má správce možnost editovat:

- a) **Kalendář směn** – Pro stroje standardně nastaven 3 směnný provoz (pondělí – pátek). Správce má možnost některou ze směn zrušit či přidat přesčasovou sobotní směnu.
- b) **Přestávky** – Správce má možnost nastavit intervaly přestávek pro jednotlivé směny. Správce nastaví intervaly přestávek podle skutečnosti (viz. *Tab. 12*) a má možnost intervaly změnit.
- c) **Zpětný komentář prostojů** – Správce má možnost zpětně okomentovat „Neokomentované prostoje“. V záložce „Historie prostojů“, může u prostojů editovaných jako „Neokomentovaný“ tento prostoj upravit a zadat kód prostoje. U tohoto zpětně okomentovaného prostoje se zobrazí jméno správce a datum a čas úpravy.
- d) **Intervaly prevence** – Správce může nastavit intervaly kalibrace a preventivních prohlídek. Protože sledujeme časy, kdy je stroj v činnosti, lze provádět prevenci na základě strojových hodin (strojové hodiny = součet časů jednotlivých obráběcích cyklů). Správce může nastavit intervaly ve strojových hodinách, po jejichž uplynutí je nutno provést kalibraci ližin, kalibraci os a preventivní prohlídku (viz. *Tab. 13*).

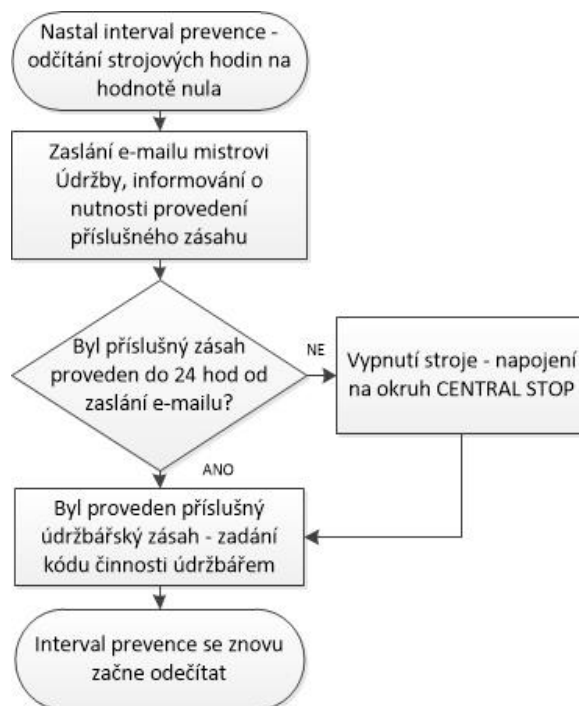
Tab. 12. Nastavení intervalů přestávek (vlastní zpracování)

| Směna | Bezpečnostní přestávka | | Obědová přestávka | |
|-----------|------------------------|------------|-------------------|------------|
| | Od (hh:mm) | Do (hh:mm) | Od (hh:mm) | Do (hh:mm) |
| Noční | 00:00 | 00:10 | 02:00 | 02:30 |
| Ranní | 08:00 | 08:10 | 10:45 | 11:15 |
| Odpolední | 16:00 | 16:10 | 18:00 | 18:30 |
| Sobotní | X | X | X | X |

Tab. 13. Nastavení intervalů prevence správcem systému (vlastní zpracování)

| Činnost | Délka intervalu ve strojových hodinách |
|-----------------------|--|
| Kalibrace ližin | 100 |
| Kalibrace os | 1 000 |
| Preventivní prohlídka | 5 000 |

Uživatelské rozhraní CIS podporuje zasílání informačních e-mailů či SMS zpráv. Toho lze využít v případě upozornění na nutnost provedení preventivního zásahu (viz. Obr. 43).



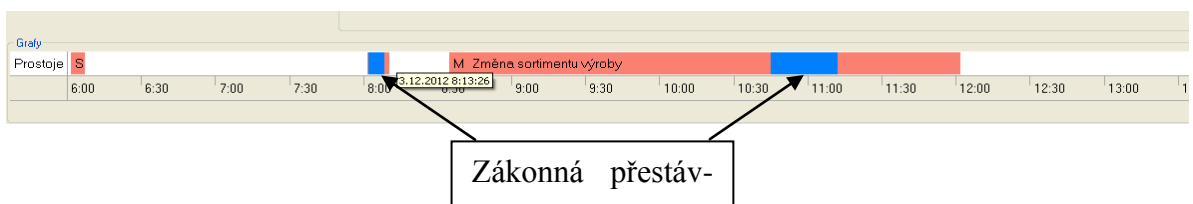
Obr. 43. Provádění preventivních prohlídek (vlastní zpracování)

15.2 Změna sledování přestávek

Sledování přestávek v systému již nebude závislé na tom, zda přestávku zadá operátor. Sledovaná přestávka bude rozdělena na dvě části:

- „**Zákonná přestávka**“, která nebude závislá na operátorovi, ale na intervalech zadaných správcem. V těchto intervalech systém automaticky na grafu zobrazí „Zákonná přestávka“, ať už je na terminálu zadán jakýkoliv prostoj. Tato přestávka není zaznamenána jako prostoj stroje, ale snižuje disponibilní čas stroje.
- „**Přestávka**“, která bude prezentovat, o kolik operátor přesáhl povolenou přestávku. Tato přestávka je prostojem stroje.

V grafu prostojů na hlavní obrazovce, bude zákonná přestávka automaticky zobrazena modrou barvou v nastavených intervalech (viz. Obr. 44).



Obr. 44. Automatické generování „Zákonných přestávek“ (vlastní zpracování)

15.3 Výpočet ukazatele CEZ

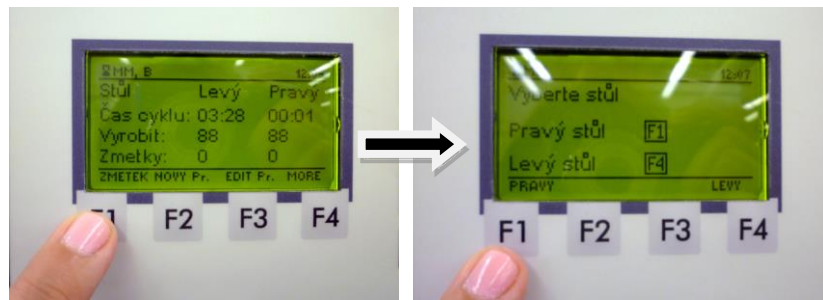
Efektivnost strojního zařízení bude sledována ukazatelem CEZ, který zahrnuje dostupnost, kvalitu a výkon stroje. Systém pro správu CNC strojů bude upraven následovně:

- Dostupnost stroje** – dostupnost stroje bude počítána z času směny (480 min) sníženého o časy přestávek (40 min). To znamená, že dostupnost bude počítána z disponibilního času stroje, který je 440 min na 1 směnu.

$$\text{Dostupnost} = \frac{\text{Součet časů obráběcích cyklů (tj. výrobní čas)}}{\text{Disponibilní čas stroje (440 min) za směnu}}$$

- Kvalita** – pokud operátor během výroby vyrobí zmetek, zaznamená to ihned do terminálu systému prostřednictvím funkčního tlačítka F1, poté vybere stůl, na kterém zmetek vyrobil (viz. Obr. 45). Systém pak vypočítá na základě počtu vyrobených kusů a počtu zmetků kvalitu.

$$\text{Kvalita} = \frac{\text{Počet vyrobených kusů} - \text{počet zadaných zmetků}}{\text{Počet vyrobených kusů}}$$



Obr. 45: Zadávání zmetků do terminálu (vlastní zpracování)

- c) **Výkon** – výkon stroje lze snížit pomocí potenciometru na manuální ovladači stroje. Systém pro správu CNC strojů bude sledovat napětí potenciometru, na základě kterého je schopen určit, zda operátor výrobu zpomalil – na kolik procent stroj pracuje. V další fázi pak bude výkon měřen srovnáním času dosaženého při aktuálním obráběcím cyklu s časy normovanými (viz. kap. 15.4).

Výkon = Procento výkonu stanovené na základě napětí potenciometru

- d) **Ukazatel CEZ** – systém vypočítá ukazatele CEZ vynásobením parametrů dostupnost, kvalita a výkon.

CEZ = dostupnost x kvalita x výkon

- e) **Dostupnost, kvalita, výkon a ukazatel CEZ** bude aktuálně zobrazován na hlavní obrazovce CIS.

15.4 Normování

Systém pro správu CNC strojů počítá pro každý obráběcí cyklus jeho délku trvání. Tuto funkci lze použít pro udržování aktuálních norem. Seřizovač při změně sortimentu výroby zadá název programu, na který seřizuje a systém poté počítá každý obráběcí cyklus. Víme tedy, jak dlouho trvá obrobek každého výrobku.

Informace, které sleduje Systém pro správu CNC strojů, tedy můžeme použít pro tvorbu norem.

V uživatelském rozhraní CIS tedy bude doplněna záložka pro normování, kde budou evidovány časy cyklu jednotlivých obráběcích programů. Časy cyklu jednotlivých obráběcích

programů budou sledovány dle následující tabulky (viz. *Tab. 14*). NC programy a jejich časy uvedené v tabulce slouží pouze jako ilustrační příklad.

Tab. 14. Sledování časů cyklu jednotlivých programů (vlastní zpracování)

| NC program | Nejnižší CT | Průměrný CT | Odchylka (sec) | Odchylka (%) |
|---------------|-------------|-------------|----------------|--------------|
| LK917L | 00:01:40 | 00:01:42 | 00:00:02 | 2 % |
| LK917P | 00:01:41 | 00:01:44 | 00:00:03 | 2,9 % |
| OD512L | 00:22:34 | 00:22:34 | 00:00:00 | 0 % |
| OD512P | 00:22:34 | 00:22:34 | 00:00:00 | 0 % |
| SK350P | 00:06:00 | 00:06:02 | 00:00:02 | 0,5 % |

Další data ze Systému pro správu CNC strojů lze použít pro sledování časů seřízení. Časy seřízení však nejsou závislé na stroji, ale na lidském faktoru a pořadí výroby. Tyto časy jsou pouze orientační, jejich odchylka tedy bude větší. Tyto časy lze použít při plánování výroby.

Čas seřízení závisí na tom, zda je seřizován jeden nebo oba stoly. Podle toho, jestli seřizovač při změně sortimentu vyplní jeden nebo oba názvy programu, se zapíše čas seřízení pro jeden nebo dva stoly. NC programy a časy potřebné k jejich seřízení tedy budou sledovány v uživatelském rozhraní CIS následovně (viz. *Tab. 15*). NC programy a jejich časy pro seřízení stolů uvedené v tabulce slouží pouze jako příklad.

Tab. 15. Sledování časů seřízení na jednotlivé NC programy (vlastní zpracování)

| NC program | Nejkratší čas seřízení | Průměrný čas seřízení | Odchylka |
|----------------------|------------------------|-----------------------|------------|
| LK917L | ... | 00:22:03 | X % |
| LK917P | ... | 00:25:04 | X % |
| LK917L/LK917P | ... | 00:41:22 | X % |

16 SNÍŽENÍ VÝSKYTU NEKOMENTOVANÝCH PROSTOJŮ

V této kapitole jsou popsána opatření vedoucí ke snížení procenta neokomentovaných prostojů, kterých je v současné době v Systému pro správu CNC strojů 32 %.

16.1 Zabránění nepřihlašování pracovníků

Aby nedocházelo k nekomentování prostojů z důvodu, že u stroje je právě náhradník, který nemá čipovou kartu, bude Systém pro správu CNC strojů připojen na okruh CENTRAL STOP. Tlačítko CENTRAL STOP (viz. Obr. 46) při zamáčknutí uvede stroj do klidu, odpojí silové prvky stroje. Bez přihlášení čipovou kartou do systému tedy nelze spustit stroj.



Obr. 46. Tlačítko CETRAL STOP (vlastní zpracování)

16.2 Možnost neokomentovaný prostoje zpětně pojmenovat

Tuto možnost má pouze správce systému (kterým je mistr CNC strojů). Neokomentované prostoje může zpětně pojmenovat v historii prostojů (viz. 15.1 str. 84). U takto upravených prostojů se objeví poznámka o editaci – jméno správce systému a datum úpravy.

16.3 Světelná signalizace

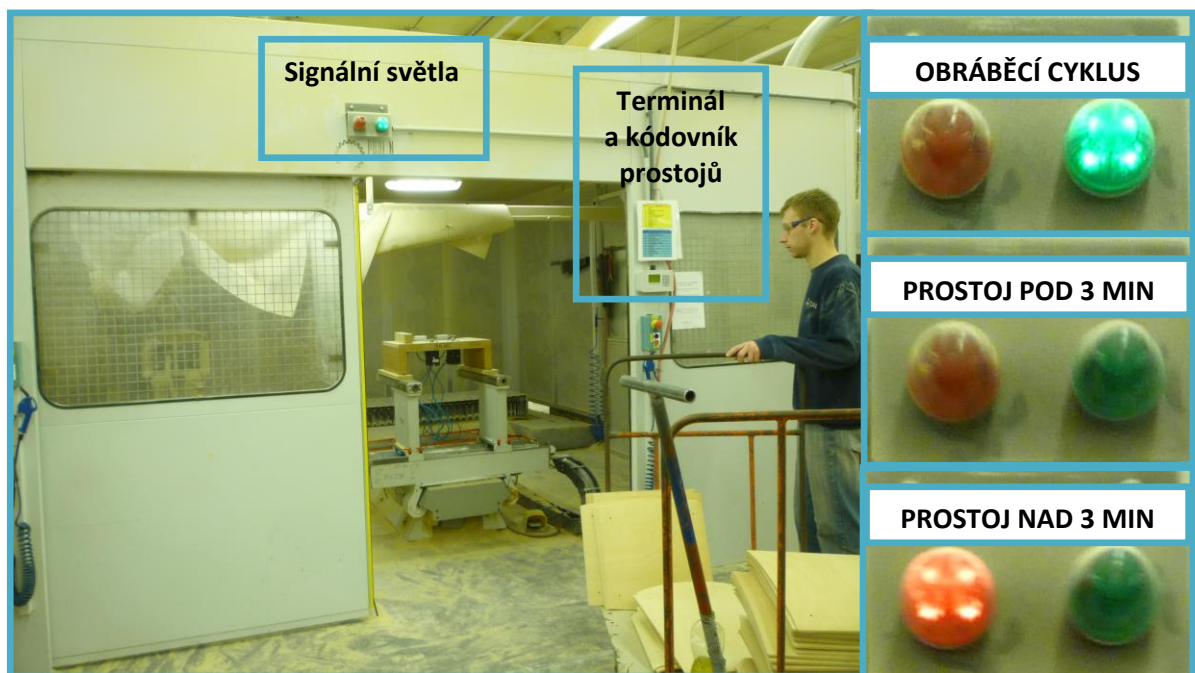
Jestliže nastane prostoje trvající déle než 3 minuty, měl by být operátor lépe upozorněn na nutnost zadání kódu prostoje. Proto je na stroj nainstalována světelná signalizace, která operátora na zadání kódu prostoje upozorní. Pro signalizaci jsou použita signální světla typu NE-24 od firmy Teprostroj (viz. Obr. 47), jejichž nákup zprostředkoval a světla instaloval dodavatel Systému pro správu CNC strojů CUTTER Systems.



Obr. 47. Signální světla
(Teprostroj, ©2009)

Na stroji jsou použity 2 barvy signálních světel a to červená a zelená. Signální světla vizualizují informace následovně (viz. Obr. 48):

- *Svítil zelené světlo* – stroj právě obrábí, běží čas cyklu.
- *Nesvítil žádné světlo* – stroj právě neobrábí, nastal tedy prostoj, tento prostoj však netrvá déle než 3 minuty.
- *Svítil červené světlo* – pokud na stroji nastane prostoj, který trvá déle, než 3 minuty, rozsvítí se červené světlo.



Obr. 48. Signální světla na CNC obráběcích centrech (vlastní zpracování)

Červené signální světlo upozorňuje nejen operátora na nutnost zadání kódu, ale upozorňuje i ostatní pracovníky na prostoj stroje. Z tohoto důvodu jsou světla umístěna nad nakládacími dveřmi, aby byla viditelná všemi pracovníky.

Operátoři, kteří nebudou prostoje přes všechna opatření komentovat, budou za tuto skutečnost adresně sankciováni. Při překročení 5 % nekomentovaných prostožů bude operátorovi snížen příplatek – viz. *kap. 20.3*).

17 NOVÝ SYSTÉM PRO DENNÍ ROZVRHOVÁNÍ VÝROBY

Současný systém denního rozvrhování výroby je nevyhovující. Rozvrhování výroby provádí dispečer výroby ručně na papír, frontu práce neoptimalizuje. Vypracování plánu trvá dlouho, dispečer nemá všechny potřebné operace a pořadí výroby není určeno.

Z toho důvodu bude používán nový způsob denního plánování a rozvrhování výroby, který bude zahrnovat informační technologie a bude tak z velké části automatizován.

17.1 Stručná charakteristika systému pro denní plánování výroby

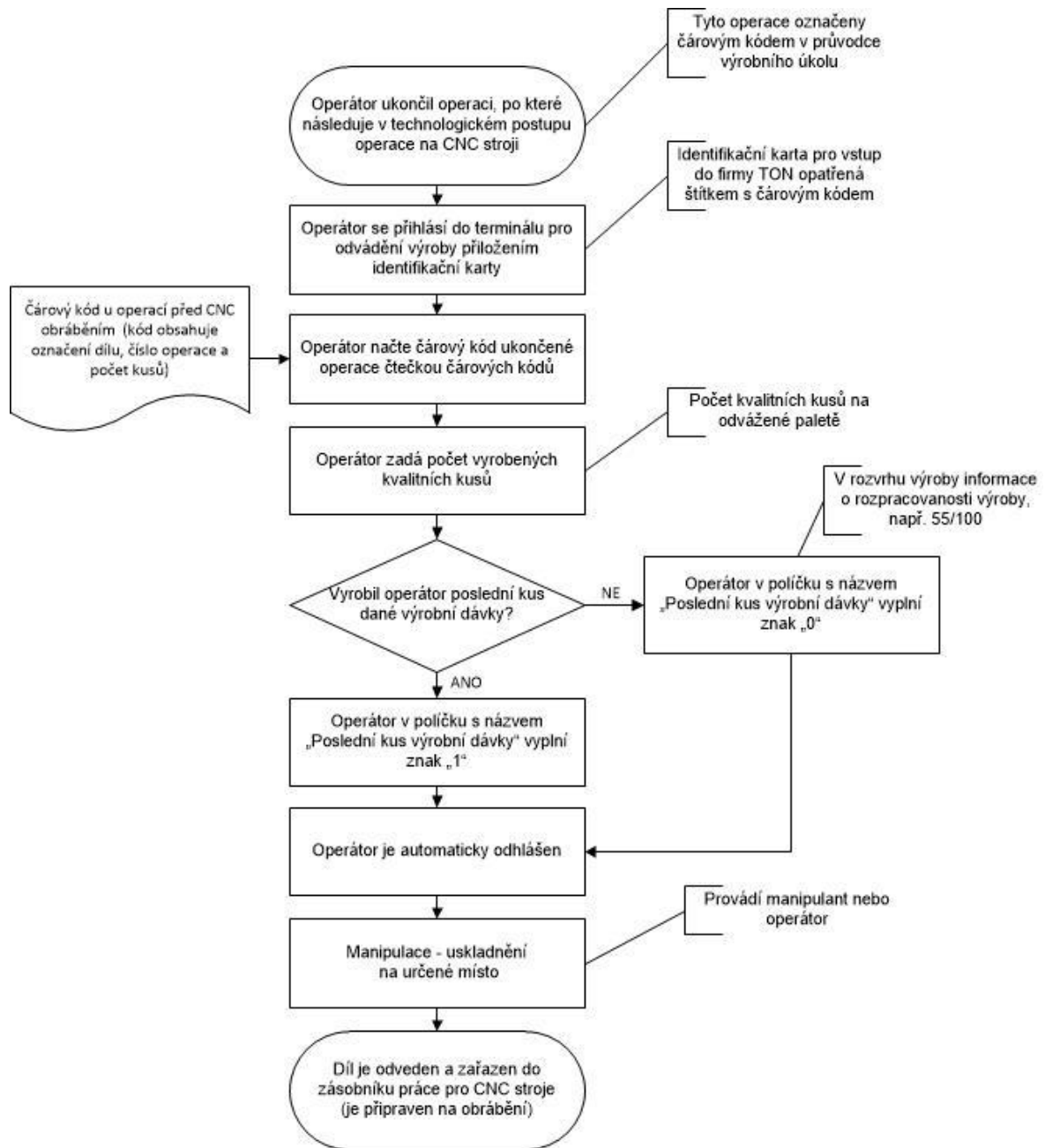
Systém vychází z výrobních úkolů, které denně generuje ERP systém INmedias. Tyto výrobní úkoly rozvrhuje denně podle jejich plánovaného data ukončení a priorit na jednotlivé CNC stroje. Tento systém však bude rozvrhovat jen takové výrobní úkoly, pro které je již k dispozici materiál. Bude tedy nutno zavést na strojním oddělení odvádění výroby. Při rozvrhování výroby na CNC stroje bude systém vycházet z nahraných NC programů na jednotlivých strojích a z jejich časové dostupnosti. Aby systém mohl fungovat, bude potřebovat spolehlivou datovou základnu, na základě které bude moci výrobu rozvrhovat.

Systém pro denní rozvrhování výroby vytváří a programuje brněnská společnost TopTech, která je dodavatelem již používaného ERP systému INmedias.

17.2 Odvádění výroby

Výroba není odváděna na celém strojním oddělení, ale jen u operací, které předchází operacím na kritických CNC strojích. Takovéto operace budou označeny v průvodkách a opatřeny čárovým kódem. Odvádění výroby probíhá tak, jak je naznačeno v následujícím vývojovém diagramu (viz. *Obr. 49*).

Odvádění výroby bude během tohoto projektu realizováno jen u operací předcházejících kritickým CNC strojům. Do budoucna se však počítá s odváděním výroby u všech operací.



Obr. 49. Odvádění výroby – vytvoření zásobníku pro CNC stroje (vlastní zpracování)

17.3 Rozvrhování výroby na stroje

Denní rozvrhování výroby na stroje bude probíhat převážně automaticky, dispečer výroby však může do systémem navrženého rozvrhu zasahovat a pořadí výroby změnit.

V aplikaci budou existovat dva rozvrhy výroby:

- 1) *Hrubý plán* – zásobník práce
- 2) *Denní plán* – aktuální rozvrh výroby pro jednotlivé CNC stroje.

17.3.1 Hrubý plán

Hrubý plán (viz. Tab. 16) je tvořen výrobními úkoly, které denně generuje systémem IN-medias na základě požadavků SH skladu. Hrubý plán je naplňován úkoly každý den v 04:00 hodin. Tyto úkoly se v hrubém plánu zabarvují, podle skutečně připravených dílů na obrábění:

- zelená barva = díly připravené k obrábění,
- oranžová barva = díly nepřipravené k obrábění,
- červená barva = díly nepřipravené k obrábění ve skluzu,
- šedá barva = operace se právě realizuje).

Zásobník práce pro CNC stroje tvoří díly zabarvené zeleně, tedy připravené k obrobení. Tyto připravené díly jsou dále rozvrhovány na stroje v tzv. „Denním rozvrhu výroby“.

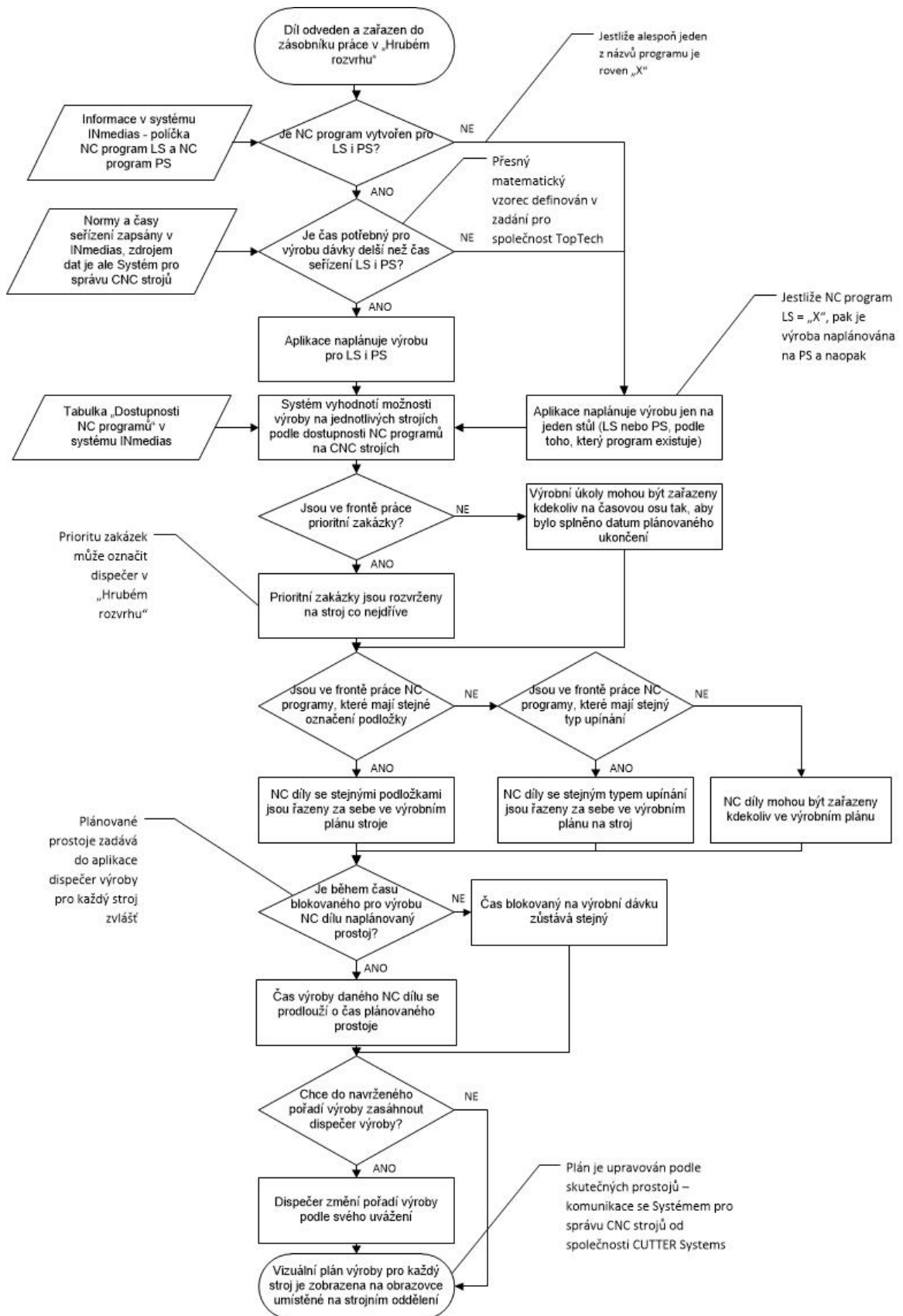
Tab. 16. Hrubý plán výroby – zásobník práce pro CNC stroje (vlastní zpracování)

| Zásobník | Požadované množství | Číslo úkolu | Číslo dílu | Název dílu | Číslo operace |
|----------|---------------------|-------------|---------------|---------------------------|---------------|
| 15/15 | 300 | 123456 | 4491928411000 | PŘEDNÍ PODESTAVA | 10.250 |
| 90/100 | 500 | 7891011 | 4732518402000 | LOKETNÍK PRAVÝ | 10.150 |
| 0/60 | 60 | 1213141 | 4792710402000 | LOKETNÍKOVÁ SESTAVA PRAVÁ | 10.150 |
| 0/120 | 120 | 5161718 | 4391389401000 | OPĚRADLOVÁ SESTAVA | 10.140 |
| 45/45 | 45 | 1920212 | 419310140100 | SEDADLO HLADKÉ | 10.140 |

17.3.2 Denní plán výroby

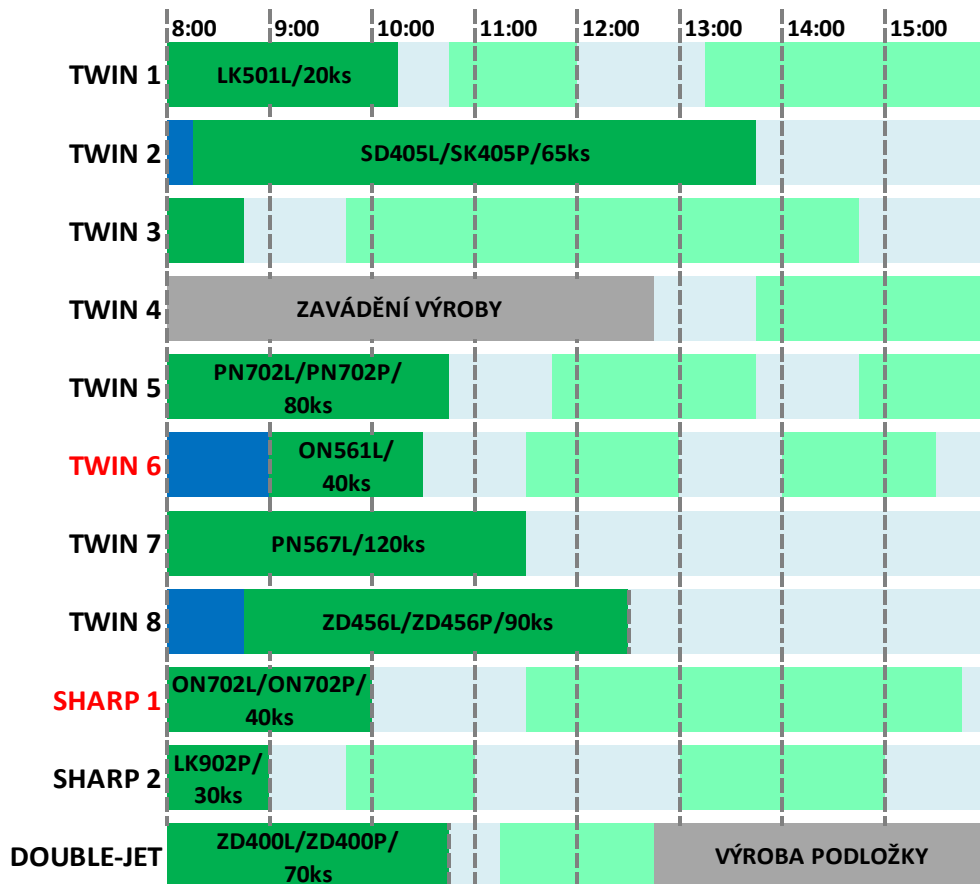
Denní plán rozvrhuje jednotlivé připravené díly k obrobení na příslušné stroje. Díly řadí podle priority, a pokud to lze, řadí za sebe díly tak, aby docházelo k co nejnižším časům seřízení. Denní rozvrh se aktualizuje vždy 30 min před koncem výrobní dávky nebo na požádání seřizovače – ten vyvolá aktualizaci stisknutím tlačítka na své čteče.

Jakým způsobem bude aplikace při tvorbě denního rozvrh postupovat je popsáno na následujícím vývojovém diagramu (viz. Obr. 50).



Obr. 50. Tvorba denního rozvrhu výroby pro CNC stroje (vlastní zpracování)

Denní rozvrh bude zobrazen na obrazovce u CNC strojů. Návrh vizuální podoby plánu je zobrazen na následujícím obrázku (viz. Obr. 51).



Obr. 51. Vizuální denní plán strojů (vlastní zpracování)

Legenda k dennímu plánu (Obr. 51):

- Horizontální osa – časová osa průběhu směny.
- Vertikální osa – názvy strojů, pro které je plán sestavován. Pokud má název stroje červenou barvu, na stroji právě probíhá prostoj. Plán komunikuje se Systémem pro správu CNC strojů a zjišťuje prostoje. Nastalé prostoje tak prodlužují skutečný čas realizace zakázky.
- Šedá políčka – plánované prostoje zadané dispečerem výroby.
- Tmavě modrá políčka – na stroji právě probíhá seřízení.
- Tmavě zelená políčka – tato výroba je právě realizována na stroji nebo si ji seřizovač rezervoval (již se připravuje na tuto výrobu, proto je tato zakázka v plánu ukotvena).
- Světlá políčka – znamenají předpověď výroby pro stroj, která se může v průběhu odvádění a realizace výroby změnit.

17.4 Spolehlivá datová základna

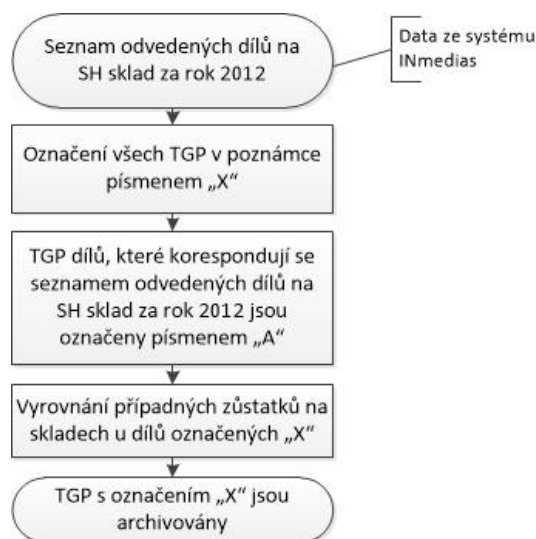
Aby mohl systém pro rozvrhování výroby fungovat, musí mít k dispozici vstupní data, která bude potřebovat k rozvrhování výroby. Musí mít k dispozici tato data:

- Přiřazení NC programů k jednotlivým výrobkům a jeho operacím na CNC strojích.
- K jednotlivým výrobkům musí být přiřazeny informace o podložce, upínání, počtu vyrobených kusů za jeden obráběcí cyklus, času obráběcího cyklu a času pro seřízení na tento výrobek.
- Rozmístění NC programů na jednotlivých strojích.
- Časová dostupnost strojů – evidence plánovaných prostojů jednotlivých strojů.

Všechna tato data budou evidována v systému INmedias, protože dodavatel systému INmedias je i tvůrcem nového systému pro rozvrhování výroby.

17.4.1 Odstranění zastaralých technologických postupů

Aby mohli být doplněny informace do jednotlivých technologických postupů (TGP), bylo ze systému třeba odstranit postupy zastaralé, aby nebyly doplňovány zbytečně informace u nepoužívaných TGP. Pro vytřídění zastaralých a používaných TGP použijeme seznam dílů, které byly odvedeny ze strojního oddělení na SH sklad za celý rok 2012 (viz. *Obr. 52*)



Obr. 52. Archivace TGP(vlastní zpracování)

Při realizaci tohoto opatření bylo zjištěno, že v systému INmedias bylo uloženo celkem 3 776 TGP, z toho 2 140 (57 %) jich bylo neaktuálních (určených k archivaci) a 1 636 (43 %) bylo aktuálních (skutečně používaných).

17.4.2 Doplnění názvů NC programů k CNC operacím

V TGP, které jsou označeny poznámkou „A“ jako aktuální, musí být u všech operací na strojích TWIN, SHARP a Double-Jet vyplněn název NC programu. To obsahuje následující postupové kroky:

- 1) Seznam dílů označených poznámkou „A“ je doplněn o operace na CNC strojích. Vznikne tak seznam operací, u kterých musí být doplněn název NC programů.
- 2) Pokud je u těchto operací již NC programy vyplněn, doplní se názvy do seznamu. Pokud NC program není znám, políčko bude nevyplněno.
- 3) Tento seznam je předán seřizovačům a technologům, aby společně jednotlivým operacím přiřadili názvy NC programů. Názvy doplňují seřizovači a technologové, protože tyto informace nosí pouze oni ve svých hlavách.
- 4) Po doplnění NC programů do seznamu, jsou názvy doplněny i do TGP v ERP systému INmedias.

17.4.3 Vytvoření databází v systému INmedias

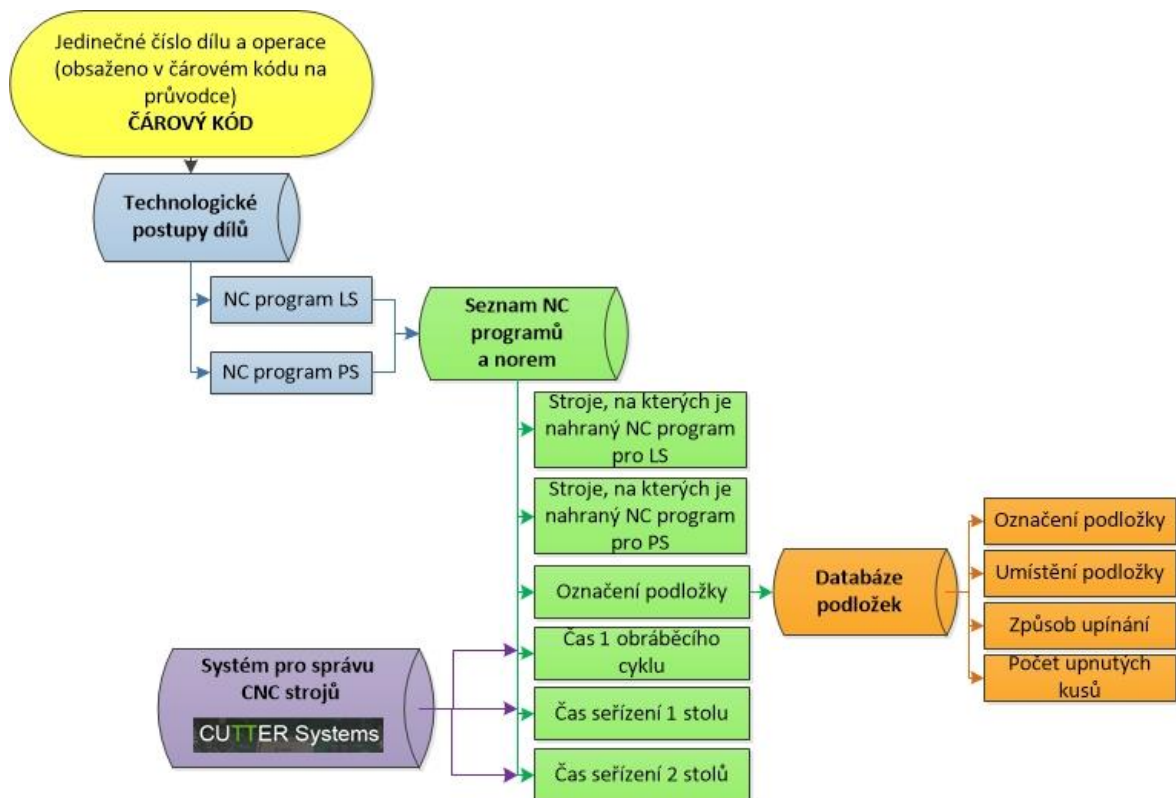
V systému INmedias jsou vytvořeny databáze, kde jsou ukládány data potřebná pro plánování a realizaci výroby. Tyto databáze slouží jako jednotné úložiště dat. Zaměstnanci tak nebudou muset nosit informace ve svých hlavách, ale budou se moci „opřít“ i o data v systému.

V systému INmedias budou vytvořeny a sdíleny tyto navzájem propojené databáze:

- 1) *Seznam NC programů* – systém generuje do tabulky všechny díly a operace, které zahrnují obrábění CNC stroji a jejich NC programy. V této tabulce technologové doplňují, kam na jaké stroje programy rozšířili. Při tvorbě této tabulky vycházejí z jejich tabulky „xls“ (viz. Obr. 36, str. 72), kterou přepíší do systému INmedias. Poté budou udržovat jen tabulku v systému INmedias.

- 2) *Databáze podložek* – evidence podložek bude vedena v systému INmedias, kde bude uvedeno číslo podložky, název podložky, počet, počet upnutých dílů na podložce, způsob upínání, umístění podložky a zhotovitel podložky.
- 3) *Normové časy* – čas potřebný pro jeden obráběcí cyklus a čas potřebný pro seřízení je sledován v nově upraveném Systému pro správu CNC strojů. Normy jsou sledovány na základě názvu NC programu. Tyto normy nebudou do systému INmedias exportovány automaticky, ale udržovány normovači. Ti budou ve stanovených intervalech sledovat, srovnávat a případně upravovat normy v systému INmedias tak, aby odpovídaly skutečnosti.

Databáze budou mezi sebou propojeny, jak je zobrazeno na *Obr. 53*.



Obr. 53. Propojení databází v systému INmedias (vlastní zpracování)

Propojením databází získáme při zadání čísla dílu a operace (obsahuje čárový kód) všechny potřebné informace: NC program, stroje, na kterých lze díl vyrobit, podložku, její umístění, počet obrobených kusů za obráběcí cyklus, čas obráběcího cyklu a čas seřízení.

Výhody evidence dat v systému INmedias:

- jednotné místo pro zápis dat, systémové řešení,
- zabezpečení aktualizace a odpovědnosti za správu dat,
- propojení dat zjednoduší správu dat, data nejsou zapsána duplicitně.

17.5 Změna průvodky

Na průvodce jsou nově zobrazeny (viz. Obr. 54) :

- dva názvy NC programů,
- stroje, na kterých lze výrobu realizovat,
- podložku a její umístění, upínání dílu,
- čárový kód operace.

Tisknuto 28.3.2012 7:20

Průvodka výrobního úkolu
číslo H14201/201213/63

PRIORITNÍ !

TON, a.s.
Bystřice p. Hostýnem

Seř.č.28/vyr.úkolý

Skladová číslo 451 1909 411000
Popis OPĚR. DESKA SH MJ KS Výrobní dávka 131

Plánované zahájení 29.3.2012
Plánované ukončení 4.4.2012
Zadal Mikulín Pavel
Datum zadání 28.3.2012 7:19:41
Druh HF

| Datum | Odvadil Jméno | Datum | Kontroloval Jméno | Předal Jméno | Datum | Převzal Jméno |
|-------|------------------|-------|----------------------|-----------------|-------|------------------|
| | | | | | | |

| Pop.č. | Dílňa/Pracoviště/Operace/Vstupující komponenta | Pl. trvání [min] | NC program | Vyrobené ks | Datum | Vyrobil |
|---------|--|---------------------|----------------------------|------------------|-------|---------|
| 110,000 | 14201 bruska vertikální BRUS D 150 HORNÍ KULATINY, PŘEDNÍ R6+ A ZADNÍ SP. KULATINY R6 +RUČNÍ DOBROUŠENÍ KULATIN Brusivo zrnitost 150, brus dle referenčního vzorku. Kontrola jakosti obroušeného dílce se provádí dle referenčního vzorku průběžně po obroušení dílce před odložením na paletu. Povrch nesmí mít vytrhaná a spálená dř. vlákna, zářery, otlatky, stopy po předchozím obrábění. | 104 | | | | |
| 120,000 | 14205 obráběcí centrum TW1 OŘEZAT KONCE +ČEPOVÁNÍ 2 ČEPŮ+ Přípravek, referenční vzorek, výkres. Obsluha a seřízení dle návodu na obsluhu a seřízení stroje, program obrábění a nástroje dle obráběného dílce. Kontrola jakosti dílce se provádí: 1) posuvným měřítkem po seřízení stroje : 1.2.- 5.ks dále pak každý 100kus, 2)visuálně po obrobení dílce před odložením na paletu u každého kusu. Povrch nesmí mít vytrhaná a spálená dř. vlákna, zářery, otlatky. | 102 | TW1 TW3 TW5 TW1 TW3 TW5 | OD909L OD909P | | |

Nástroj, počet kusů

PODL 163 54 22 A/ u TW1, REG. 23, A5 / UPINANI VAKUUM

Obr. 54. Změněná podoba průvodky (vlastní zpracování)

17.6 Průběh realizace projektu „Denní rozvrhování výroby“

Projekt jsme rozdělili do několika fází:

- 1) Odvádění výroby před CNC operacemi – přenosné čtečky čárových kódů (2 promistry, 2 pro seřizovače), pilotní projekt, díly odvádějí mistři.
- 2) Denní rozvrh výroby bez optimalizace pořadí výroby – nezohledňuje typ podložky a upínání.
- 3) Denní rozvrh výroby s optimalizací pořadí – řadí za sebe díly se stejnou podložkou nebo upínáním.
- 4) Odvádění na stacionárních terminálech – terminál nebo terminály, které budou neprenosné. Odvádět budou samotní operátoři.
- 5) Odvádění výroby na celém strojním oddělení – odváděny budou všechny operace nejen operace před CNC obráběním. Odvádění výroby na celém strojním oddělení již není součástí projektu „Denní rozvrhování výroby pro CNC obráběcí centra“, ale navazuje na zavedený způsob odvádění výroby. S celoplošným odváděním výroby se počítá a bude navazovat na výsledky tohoto projektu.

Podrobnější popis projektu „Denní rozvrhování výroby pro CNC obráběcí centra“ je v příloze *P XI*.

18 NC PROGRAMY A JEJICH DOSTUPNOST NA STROJÍCH

NC programy je nutno upravit tak, aby měly jasně danou strukturu a obsahovaly všechny potřebné informace.

18.1 Jednotná struktura informací v NC programu

Aby seřizovači našli v NC programech informace rychle a efektivně, budou technologové informace do NC programu zapisovat v jednotné formě.

Systém pro tvorbu NC programů AlphaCAM bude nastaven tak, aby hned na začátku NC programu generoval řádky, které musí technologové při tvorbě programu doplnit. Nastavení AlphaCAMu provede technolog. NC program pak bude vždy obsahovat všechny potřebné informace hned na prvních řádcích programu (viz. Obr. 55). Na obrázku jsou šedivě zvýrazněny řádky, které jsou generovány automaticky systémem AlphaCAM při tvorbě programu. Jejich vyplnění je povinné. Žlutě jsou označeny informace, které doplňují tvůrci programu (technologové).

Generuje automaticky AlphaCAM.
Povinnost vyplnit!

Doplňují tvůrci programu

```

N1;NC PROGRAM: BD2911L
N2;OZNACENI VYROBKU: SBD2911
N3;DELEJ Z MATERIALU: X
N4;ODLADENO: NA DVA CEPY V 7.DIRACH A NA CTYRI SRUBY VE 4.+11.DIRACH
N5;DORAZ: X
N6;OZNACENI PODL: SBD669 S DORAZEM
N7;UMISTENI PODL: ZA TW1/R c. 21/ A2
N8;TYP UPINANI: UPINKY 6
N9;UPINANI: UPINKY C.6
N10;V1: VRTAK KOLICKOVY D10
N11;V2: PILKA D120
N12;V3: FREZA HRUBOVACI D10/32 ZBROUSENA
N13;V4: VRTAK D12 KOLICKOVY
N14;VYTVORIL: VALOUSEK - TEL 448
N15;UPOZORNENI: VPRAVO DORAZ PO VYBRANI PRO NALOZKY
;DORAZET UZSI STRANOU VYBRANI DLE VZORKU
;PROJIZDET SE ZAVRENYMI UPINKAMI

-----
N1 ; CREATED BY BACCI POST TWCEC88 / CIN39NBM
N2 ; -----
N3 G27 G40 G71 G90
N4 G94
N5 ; ----OBECE PROMENNE -----
N6 E0=60000;RYCHLOST RYCHLOPOSUVU LINEARNICH OS
N7 E1=8000;RYCHLOST RYCHLOPOSUVU ROTACNICH OS
N8 E2=25000;RYCHLOST RYCHLOPOSUVU OSY Z
  
```

Obr. 55. Nová struktura NC programu (vlastní zpracování)

19 SNÍŽENÍ PROSTOJŮ SOVISEJÍCÍCH SE ZMĚNOU SORTIMENTU VÝROBY

Se změnou sortimentu výroby souvisejí prostoje „Změna sortimentu výroby“, „Čekání na seřizovače“ a „Není zakázka na stroj“ (v tomto případě po ukončení výrobního programu nejsou k dispozici další díly k obrobení).

19.1 Rozšíření dostupnosti NC programů na strojích

Pro archivaci nepoužívaných TGP a doplnění NC programů do systému INmedias bude provedena Paretova analýza NC programů. Cílem je zjistit, které NC programy jsou nejvíce používané a tyto programy rozšířit na co nejvíce strojů.

Z 20 % nejvíce používaných programů bude sestavena tabulka (harmonogram) pro technologie, kteří budou na základě harmonogramu programy zavádět. Těchto 20 % NC programů musí být nahráno alespoň na 8 strojích, zejména na strojích SHARP 1 a SHARP 2, kde jsou prostoje „Není zakázka na stroj“ nejčetnější. Návrh harmonogramu je v *Tab. 17*.

Tab. 17. Návrh harmonogramu pro rozšiřování NC programů (vlastní zpracování)

| NC program | TW1 | TW2 | TW3 | TW4 | TW5 | TW6 | TW7 | TW8 | SH1 | SH2 | Termín |
|-------------------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|--------|
| LK500L | | | | | | | | | | | XX KT |
| LK500P | | | | | | | | | | | XY KT |
| LK501L | | | | | | | | | | | YY KT |
| LK501P | | | | | | | | | | | YX KT |
| ... | | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... |
| Zatížení programy | 25 % | 25 % | 50 % | 25 % | 50 % | 25 % | 50 % | 25 % | 25 % | 25 % | |
| Zatížení programy | 75 % | 75 % | 75 % | 75 % | 75 % | 75 % | 75 % | 100 % | 100 % | 100 % | |

Legenda k harmonogramu (**Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.**):

- zelená barva – současný stav,
- červená barva – budoucí stav,
- termín – do kdy má být splněn budoucí stav, tj. do kdy technologové rozšíří daný NC program na alespoň 8 strojů (v kalendářních týdnech),
- „zatížení programy“ – znamená, kolik procent programů z celého harmonogramu je nahráno na daném stroji (slouží k tomu, aby NC programy byly na stroje rozšířeny rovnoměrně).

19.2 Změna organizace směn

Předpokládá se, že CNC stroje, budou pracovat především ve 2 směnném provozu. Pokud tedy noční směna nebude realizována, lze použít pracovníky na jiných místech. Ranní a odpolední směna tak bude navýšena o jednoho seřizovače, takže pro seřizování deseti strojů budou k dispozici 3 seřizovači.

19.3 Snížení prostojů „Změna sortimentu výroby“

Některé z činností prováděných během seřízení lze připravit již dopředu při chodu stroje (tzv. externí činnosti). Seřizovač si před seřízením připraví pomůcky, nebude tak prodlužovat seřízení stroje. Toto mu bude umožněno právě proto, že na směně budou k dispozici seřizovači tři.

Činnosti prováděné před zahájením seřízení:

- načtení informací o seřízení z NC programu,
- přinesení podložky, etanolu, a potřebných upínek,
- přinesení správných nástrojů,
- příprava náradí,
- manipulace s materiálem – není-li materiál připraven u stroje.

Nový systém pro denní rozvrhování výroby také pomůže zkrátit časy seřízení. Následující výroba na stroji totiž bude naplánována dopředu a zobrazena na obrazovce ve výrobě. Seřizovač tak bude vědět, který výrobní program následuje a bude si moci připravit pomůcky pro seřízení i za chodu stroje.

19.4 Snížení prostojů „Stroj čeká na seřizovače“

Na směně budou k dispozici 3 seřizovači, tj. o jednoho seřizovače více než dříve. Za předpokladu, že:

- bude zobrazen denní plán výroby na obrazovce ve výrobě (čímž dojde ke snížení prostojů způsobených špatnou organizací práce),
- na směně bude o jednoho seřizovače více,
- denní plán výroby bude řazen tak, aby vedl ke snížení časů seřízení,

dojde i ke snížení nebo úplné eliminaci prostoje „Čekání na seřizovače“. Seřizovači totiž budou schopni se na seřízení připravit a začít seřizovat okamžitě po ukončení produkce předchozího výrobního programu.

19.5 Snížení prostoje „Stroj čeká na materiál“

Protože denní plán výroby bude vycházet z odvedených dílů, tedy ze skutečně připravených dílů k opracování, nemůže se stát, že stroj bude čekat na materiál. Na stroj bude totiž vždy naplánována jen výroba, na kterou jsou již připraveny díly.

Stroj by neměl čekat na materiál ani z toho důvodu, že manipulant nedoveze ke stroji materiál včas. I manipulant totiž bude vidět na obrazovku s plánem výroby a bude vědět kdy, kam a jaký materiál má dovézt.

20 VYTVOŘENÍ TÝMŮ A NAVÁZÁNÍ TÝMOVÉ ODMĚNY NA VÝSLEDKY

Aby navyšování CEZ nebylo jen jednorázovým projektem, ale stálým předmětem zlepšováním, je třeba určit na směnách týmy, které budou efektivitu strojů sledovat a navyšovat.

20.1 Vytvoření týmů CNC strojů

Noční směna je zrušena a jsou vytvořeny 2 týmy. Každý tým tvoří 5 operátorů a 2 seřizovači. Tito si zvolí ze svého týmu zástupce – vedoucího týmu (po odsouhlasení mistrem), který bude zprostředkovávat komunikaci mezi týmem a vedoucími pracovníky.

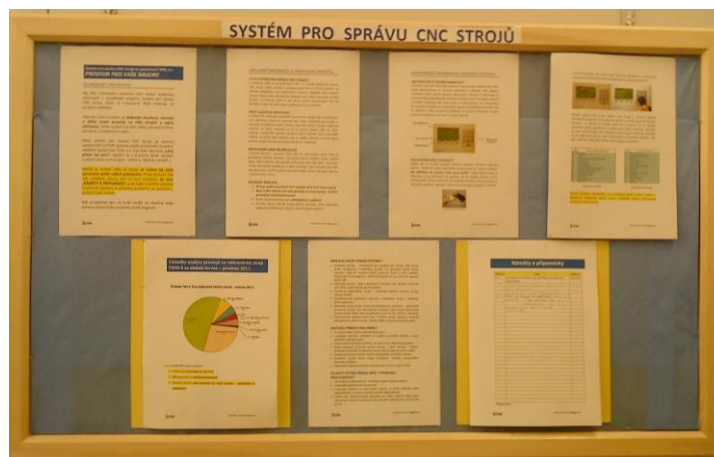
Týmy se scházejí 1 x měsíčně i s mistrem CNC strojů, vedoucím Údržby a vedoucím Technické přípravy výroby a prodiskutují:

- měsíční vývoj ukazatele CEZ,
- příčiny prostojů a návrhy týmu, jak snížit největší prostoje.

20.2 Informační tabule k Systému pro správu CNC strojů

Na strojním oddělení je vyvěšena informační tabule (viz. Obr. 56), která obsahuje:

- informace o Systému pro správu CNC strojů (důležité v první fázi, aby byli pracovníci se systémem seznámeni),
- formulář pro dotazy a připomínky zaměstnanců,
- týdenní vyhodnocení dostupnosti, ukazatele CEZ a Paretovy analýzy prostojů z hlediska délky trvání prostojů.



Obr. 56. Informační tabule (vlastní zpracování)

Tabule na Obr. 56 je ve fázi, kdy obsahuje pouze informace o systému, aby se operátoři byli se systémem a jeho cíli seznámeni.

Týdenní vyhodnocení využití strojů a příčin prostojů zajišťuje a vyvěšuje určená administrativní pracovnice oddělení Údržby.

20.3 Navázání příplatků na výsledky ze Systému pro správu CNC strojů

Po osazení všech CNC strojů Systémem pro správu CNC strojů (a jeho úpravě) budou výsledky ze systému využívány pro odměňování zaměstnanců.

Pracovníkům, kteří vlastní identifikační čipy a se systémem pracují, je definována nová pohyblivá část mzdy (příplatek), která bude vyplacena jen při splnění stanovených výsledků. Každá role pracovníka by měla být odměňována podle jiné sledované veličiny, např.:

- Obsluha – příplatek ve výši 3 % ze základní mzdy za snižování podílu prostojů pod 3 minuty.
- Seřizovači – příplatky ve výši 3 % ze základní mzdy za snižování prostojů „Změna sortimentu výroby“ a „Čekání na seřizovače“.
- Technologové – příplatek 3 % ze základní mzdy za snižování prostoje „Čekání na technologa“.
- Všichni pracovníci mají příplatek navázán na ukazatel CEZ, při překročení ukazatele CEZ nad 60 % náleží každému členu týmu příplatek 5 % ze základní mzdy, nad 70 % příplatek 8 %.

Pokud budou příplatky vypláceny v závislosti na sledovaných veličinách, pracovníci budou motivováni, budou se více snažit a pracovat rychleji a myslet na to, aby nezpůsobovali prostoje stroje.

Návrhy na zlepšení podávané týmem na měsíčních schůzkách budou vyhodnoceny a zapřesány do katalogu opatření. Návrhy mohou být ohodnoceny a tým (či jednotlivec) za něj může získat odměnu.

21 PŘÍNOSY NAVRHOVANÝCH OPATŘENÍ

V této kapitole jsou popsány vyčíslitelné či nevyčíslitelné přínosy navrhovaných opatření.

21.1 Přínos optimalizace Systému pro správu CNC strojů

Automatické sledování přestávek a nastavení kalendáře směn správcem systému je zejména úpravou fungování systému a jejím přínosem je zpřesnění vyhodnocování dat z výroby.

Intervaly prevence umožní provádět preventivní prohlídky a kalibrace podle skutečně odpracovaných hodin stroje. Intervaly prevencí tak budou efektivnější než v případě provádění prohlídek podle kalendářního data.

Sledování ukazatele CEZ umožní sledovat tři parametry efektivity stroje a to: dostupnost, kvalitu a výkon nahrazuje nynější sledování jednoho parametru – dostupnosti.

21.2 Přínos nového denního plánování výroby pro CNC stroje

Nové denní plánování automatizuje nyní ručně prováděné činnosti dispečera jako je přiřazení programů a výběr vhodného stroje pro výrobu. Nové plánování nejen ulehčuje práci dispečerovi, ale napomáhá i zlepšovat organizaci práce při výrobě. Díky neustálé aktualizaci plánu a racionálnímu řazení dílů v plánu umožňuje snížit časy seřízení. Vizuální výrobní plán na dílně šetří čas seřizovačů, kdy řešili organizační problémy. Při navýšení počtu seřizovačů na 3 pro 1 směnu dojde i ke snížení prostojů „Čekání na seřizovače“. Nyní tvoří prostoj „Čekání na seřizovače“ 8 % z celkových prostojů, očekává se snížení na 1 %.

V současné době tvoří prostoje 278,4 min za 1 směnu, snížení prostoje „Čekání na seřizovače“ **sníží tyto prostoje o 19,488 min/směnu.**

Protože v tomto novém plánu seřizovač ihned zjistí následující výrobní program, může okamžitě začít přípravné práce na seřízení, které může provádět i při zapnutém stroji. Dojde tak k převedení některých činností na externí činnosti (přípravné práce provedeny už při zapnutém stroji). Činnosti převedené z interních na externí, jsou vyjmenované v následující tabulce (viz. Tab. 18). Úspory vycházejí z procentního vyjádření činností zjištěných snímkováním seřizovačů.

Tab. 18. Snížení časů seřízení při novém denním plánování výroby (vlastní zpracování)

| Činnost při seřízení | „Před“ | „Po“ | Úspora |
|---|-------------|---------------|---------------|
| Přinesení podložek, etanolu, nástrojů, náradí | 6 % + 8 % | 0 % | 14 % |
| Dovoz materiálu | 3 % | 0 % | 3 % |
| Čekání na mistra nebo technologa | 6 % | 3 % | 3 % |
| Hledání, který stroj je třeba seřídít | 5 % | 0 % | 5 % |
| Montáž podložek | 8 % | 4 % | 4 % |
| Montáž upínek | 3 % | 1,5 % | 1,5 % |
| Řeší problém s ostatními pracovníky | 5 % | 2 % | 3 % |
| Celkem | 44 % | 10,5 % | 33,5 % |

Nové denní plánování výroby zkrátí současné časy seřízení o 33,5 % (viz. Tab. 18). Nyní tvoří změna sortimentu výroby 19 % celkových prostojů, díky realizaci navrhovaných opatření bude tedy **ušetřeno 17,72 min/směnu**.

21.3 Přínos odvádění výroby

Odvádění výroby před CNC operacemi je nejen nutností pro plánování výroby, ale je i přínosem. O odvedených dílech je okamžitý a reálný přehled. Je známo kolik dílů a kdy je vyrobeno. Chybějící množství způsobené zmetky je zjištěno okamžitě. Teprve ve fázi, kdy budou odváděny všechny operace, bude přehled o dílech kompletní.

21.4 Přínos rozšíření dostupnosti NC programů na CNC strojích

Rozšíření programů na co nejvíce strojů umožní větší zastupitelnost strojů. Jestliže tyto stroje budou lépe zastupitelné, bude docházet méně k prostojům z toho důvodu, že pro daný stroj není zrovna žádná zakázka, kterou by mohl obrobit.

V případě, že bude mít stroj nahrán více NC programů, může obrábět jiný díl, který je již připraven a zařazen ve frontě práce.

Nyní tvoří prostoje „Není zakázka na stroj“ 8 % prostojů, očekává se snížení na 2 %. Tímto opatřením bude **ušetřeno 16,704 min/směnu**.

21.5 Přínos signálního osvětlení

Signální světla okamžitě podávají informace pracovníkům o stavu stroje. Pokud na stroji svítí červené světlo, je patrné, že na stroji nastal více jak 3 minutový prostoje. Příčina prostoje je viditelná na terminálu Systému pro správu CNC strojů. Díky světelné signaliza-

ci je operátor okamžitě upozorněn na nutnost zadání kódu prostoje – sníží se tak výskyt neokomentovaných prostojů.

21.6 Přínos týmové práce a navázání odměn

Odměny za dosažené výsledky zjištěné Systémem pro správu CNC strojů motivují pracovníky k rychlejší a efektivnější práci. Snaží se snižovat prostoje a navrhnout opatření, jak dosáhnout vyšší efektivity. Odměny jsou tak navázány na výkon – oproti současnému stavu, kdy jsou pracovníci odměňováni hodinovou sazbou

Vytvoření týmu z dané směny povede k větší motivaci, efektivnější komunikaci a k navrhování nápravných opatření. Vedoucí týmu bude zprostředkovávat komunikaci mezi týmem a vedením, čímž se zlepší komunikace. Týmové schůzky a vyhodnocování výsledků přinutí tým uvědomit si problémy a zamyslet se nad možnými řešeními situace.

22 EKONOMICKÉ VYHODNOCENÍ PROJEKTU

V této kapitole jsou všechny finanční hodnoty v Kč vynásobeny koeficientem, jehož výše nebude zveřejněna v diplomové práci (je známa pouze firmě) a to z důvodu zabránění úniku interních informací společnosti TON.

22.1.1 Navýšení dostupnosti stroje

Vyčíslitelné přínosy při navýšení dostupnosti strojů, jsou shrnuty v následující tabulce (viz. *Tab. 19*). Jedná o úspory přepočtené na 1 směnu pro 11 kritických strojů. Časové úspory jsou vynásobeny hodinovým nákladem prostojů strojů vypočteným v *Tab. 20*.

Tab. 19. Vyčíslitelné úspory projektu v Kč/1 směnu pro 11 strojů (vlastní zpracování)

| Opatření | Úspora v min/směnu | Navýšení využití | Úspora v Kč/směnu |
|--|-----------------------|---------------------|----------------------|
| ¹ Denní plánování výroby – čekání na seřizovače | 19,488 | 4,06 % | 1561,21 |
| ² Denní plánování výroby – změna sortimentu | 17,720 | 3,69 % | 1419,58 |
| ³ Rozšíření NC programů na stroje | 16,704 | 3,48 % | 1338,18 |
| Celkem | 53,912 | 11,23% | 4318,97 |

Úspory způsobené navýšením dostupnosti strojů jsou určeny částkou, která odpovídá mzdovým nákladům prostojů kritických strojů (a to z toho důvodu, že prostoj znamená plýtvání mzdami) a ztracené přidané hodnotě, která mohla být při obrábění realizována.

Pro výpočet nákladů na prostoje strojů byly vybrány nejdůležitější mzdové položky a to: mzda obsluhy strojů TWIN a SHARP (21,315 Kč/hod), seřizovače (31,452 Kč/hod), mistra (31,962 Kč/hod) a obsluhy stroje Double-Jet (31,452 Kč/hod). V následující tabulce (viz. *Tab. 20*) jsou vypočteny mzdové náklady na hodinový prostoj všech kritických strojů a ztracená přidaná hodnota při hodinovém prostoji těchto strojů.

Tab. 20. Výpočet nákladů na hodinu prostojů 11 strojů (vlastní zpracování)

| Položka | Výpočet | Náklady v Kč/hod |
|---------------------------------------|---|------------------|
| Mzda obsluhy TWIN a SHARP | Hodinová sazba 21,315 * 5 operátorů | 106,575 |
| Mzda seřizovače | Hodinová sazba 31,452 * 2 seřizovači | 62,904 |
| Mzda předáka | Hodinová sazba 31,962 | 31,962 |
| Mzda obsluhy Double-Jet | Hodinová sazba 31,452 | 31,452 |
| Ztracená přidaná hodnota ¹ | 126 ks pro 1 stroj za hod * 3,3 Kč/ks * 11 strojů | 4 573,8 |
| Celkem | - | 4 806,693 |

¹Pro výpočet navýšení přidané hodnoty je určen reprezentant. Jedná se o díl, který byl v roce 2012 nejvíce vyráběný a to opěradlová noha židle č. 917. Normový čas výroby tohoto dílu je 0,474 min/ks. Za hodinu provozu 1 stroje lze tedy vyrobit 126 ks tohoto dílu. Přidaná hodnota dílu na strojním oddělení je ve výši 3,3 Kč/ks.

22.1.2 Zrušení noční směny

Zrušením noční směny budou uspořeny příplatky za noční směnu ve výši 10 % (úspora mezd pracovníků není započítána, protože jsou přiděleni na jinou práci) a spotřebovaná elektrická energie strojů:

- Příplatky 5 operátorů (tj. $21,315 \text{ Kč} \cdot 0,10 \cdot 8 \text{ hod} \cdot 5 \text{ operátorů} = 85,26 \text{ Kč/směnu}$)
- Příplatek 2 seřizovačů (tj. $31,452 \cdot 0,10 \cdot 8 \text{ hod} \cdot 2 \text{ seřizovači} = 50,32 \text{ Kč/směnu}$)
- Příplatek operátora Double-Jet. (tj. $31,452 \cdot 0,10 \cdot 8 \text{ hod} = 25,16 \text{ Kč/směnu}$)
- Úspora spotřeby elektrické energie strojů oproti současnému stavu, kdy dostupnost strojů noční směny je 30 %. Spotřeba jednoho stroje vyjádřená v peněžních jednotkách je při obrábění 34,125 Kč/ hod, (při obrábění má stroj příkon 35 kW při ceně 0,975 Kč/kWh), v klidovém stavu 10,725 Kč/hod (v klidovém stavu má stroj příkon 11 kW). Během směny dojde k úspoře energie:
 - o $34,125 \text{ Kč} \cdot 8 \text{ hod} \cdot 0,3 \text{ noční využití strojů} \cdot 11 \text{ strojů} = 900,9 \text{ Kč/směnu}$
 - o $10,725 \text{ Kč} \cdot 8 \text{ hod} \cdot 0,7 \text{ procento prostojů} \cdot 11 \text{ strojů} = 660,66 \text{ Kč/směnu}$
 - o Celkem úspora energie za směnu = $900,9 + 660,66 = 1561,56 \text{ Kč/směnu}$

Celková úspora nákladů při zrušení noční směny = $1561,56 + 85,26 + 50,32 + 25,16 = 1\,722,3$ Kč/směnu pro 11 strojů.

22.1.3 Celkové vyčíslitelné přínosy při realizaci opatření

Celkové přínosy projektu přepočtené na 1 směnu kritických strojů (tj. 11 strojů) jsou vyčísleny v následující tabulce (viz. Tab. 21).

Tab. 21. Celkové vyčíslitelné přínosy v Kč/1 směnu pro 11 strojů (vlastní zpracování)

| Položka | Úspora v Kč/směnu pro 11 strojů |
|--|---------------------------------|
| Snížení prostojů (nákladů na prostoj) a navýšení přidané hodnoty | 4 318,97 |
| Úspora při zrušení noční směny | 1 722,30 |

22.2 Náklady projektu

Náklady projekty jsou stanoveny na základě předběžně kalkulovaných cen od dodavatelů. Celkové náklady projektu jsou vyčísleny v následující tabulce (viz. Tab. 22).

Tab. 22. Celkové vyčíslitelné náklady projektu v Kč pro 11 strojů (vlastní zpracování)

| Položka | Pořizovací cena (Kč) |
|--|----------------------|
| Úpravy Systému pro správu CNC strojů | 25 500 |
| Signální osvětlení (pořizovací cena a instalace) | 36 300 |
| HW pro odvádění výroby | 60 000 |
| SW pro odvádění výroby a denní plánování | 180 000 |
| Zaškolení zaměstnanců | 30 000 |
| Celkem | 331 800 |

22.3 Návratnost investice

Návratnost investice je vypočtena z celkových nákladů investice a očekávaných přínosů:

- Celkové náklady = 331 800 Kč
- Celkové vyčíslitelné přínosy na 1 pracovní den:
 - o Navýšení dostupnosti 4318,97 Kč/směnu * 2 směny = 8 637,94 Kč
 - o Zrušení noční směny 1 722,30 Kč/směnu
 - o Celkové přínosy 1 den = 8 637,94 Kč + 1 722,30 Kč = 10 360,24 Kč

- $\text{Návratnost investice} = 331\,800 \text{ Kč} / 10\,360,24 \text{ Kč} = \text{cca } 32 \text{ pracovních dnů}$

Návratnost investice je cca 32 pracovních dnů od chvíle, kdy je dostupnost strojů navýšena o 11 % oproti současnému stavu na hodnotu 53 % a zrušena noční směna. Předpokládá se, že realizace navržených opatření a navýšení dostupnosti na požadovanou hodnotu (53 %) bude trvat přibližně 8 měsíců.

ZÁVĚR

Hlavním cílem této diplomové práce s názvem „Optimalizace využití kritických CNC strojů ve výrobním podniku TON, a. s.“ bylo navrhnout opatření, která povedou k navýšení využití těchto kritických strojů.

V analytické části byla představena firma TON, kritické CNC stroje a monitorovací systém pro sledování prostojů a vyhodnocování využití výrobních zařízení. V této části bylo provedeno zhodnocení výsledků zjištěných monitorovacím systémem v pilotní fázi a vyhodnocení využití kritických strojů, byla provedena Paretova analýza prostojů a jednotlivé příčiny prostojů analyzovány. Dále byl popsán způsob současného denního plánování výroby pro CNC stroje.

Díky monitorovacímu systému instalovanému na kritických CNC strojích, je možno sledovat prostoje strojů a vyhodnocovat jejich využití. Tento systém je v současné době instalován na 3 pilotních strojích, ale i přesto jsou výsledky získané ze systému pro firmu směrodatné. Výsledky potvrdily nízké využití CNC strojů. Zjištěná dostupnost strojů ve sledovaném období byla velmi nízká a to 42 %, na noční směně dokonce 30 %.

Systém pro správu CNC strojů sleduje prostoje a jejich příčiny. Paretovou analýzou bylo zjištěno, kterým prostojům je třeba se věnovat a redukovat je. Jedná se o prostoje: změna sortimentu výroby, čekání na seřizovače, prostoj, kdy na stroj nebyla žádná zakázka k opravování, přestávka a největší část prostojů tvořily prostoje neokomentované.

Prostoje neokomentované jsou velkým problémem, protože u těchto prostojů není známa jejich příčina. Neokomentované prostoje nastávaly buď proto, že na stroji byl náhradník, který neměl identifikační čip nebo proto, že operátor nezaregistroval prostoj, který je nutno komentovat. Řešením je připojení systému na okruh CENTRAL STOP, které neumožní spustit stroj bez přihlášení identifikačním čipem a montáž signálních světel, která upozorňují pracovníka na nutnost zadání kódu prostoje.

Dále je nutno změnit výpočet dostupnosti stroje, kdy nově je dostupnost počítána z času směny sníženého o zákonné přestávky. Zákonné přestávky tak již nejsou považovány za prostoj, jako tomu bylo v pilotní verzi systému, ale snižují disponibilní čas směny. Mimo dostupnost stroje je zaveden pro výpočet efektivitu zařízení ukazatel CEZ, který zahrnuje nejen dostupnost, ale i kvalitu a výkon stroje.

K redukci prostoje, kdy není zakázka na stroj, dojde díky rozšiřování nepoužívanějších NC programů na co nejvíce strojů podle stanoveného harmonogramu.

Prostojе „Změna sortimentu výroby“ a „Čekání na seřizovače“ souvisejí se seřizováním stroje. Největším problémem byl zjištěn v oblasti organizace práce. Současná podoba denního plánu výroby vedla k nejasnostem a byla nutná komunikace mezi seřizovačem a mistrem. Kvůli dlouhým časům seřizení a nízkému počtu seřizovačů musely stroje čekat na seřizovače. Seřizovači byli příliš vytíženi a nemohli tak provádět některé činnosti již při zapnutém stroji.

Organizace práce na pracovišti se zlepšila díky nové aplikaci pro denní plánování výroby na CNC stroje, kterou naprogramuje současný dodavatel podnikového ERP systému. Tato aplikace automatizuje většinu činností dispečera, vychází ze skutečné fronty práce, řadí díly racionálně tak, aby docházelo ke snižování časů seřizení, a zobrazuje denní plán pro CNC stroje na obrazovce ve výrobě. Přínosem nového plánování je zkrácení časů seřizení a snížení čekání na seřizovače.

Aby samotní pracovníci byli motivovaní a iniciativní, jsou na jednotlivých směnách vytvořeny týmy. Týmy si zvolí svého vedoucího, který zprostředkovává komunikaci mezi týmem a vedením. Týmy a vedoucí pracovníci se scházejí na pravidelných schůzkách, kde jsou diskutovány výsledky zjištěné monitorovacím systémem a návrhy pracovníků na zlepšení situace. Pracovníkům je definována nová pohyblivá složka mzdy, která je navázána na výsledky z monitorovacího systému.

Realizace opatření a navýšení dostupnosti strojů na hodnotu 53 % jsou plánovány na období 8 měsíců. Po navýšení dostupnosti na 53 % a odstranění noční směny je doba návratnosti investice do těchto opatření cca 32 pracovních dnů. V současné době jsou již některá opatření realizována a již nyní přinášejí finanční a časové úspory.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

ADAM, Radim, 2012. Postavení MES mezi informačními systémy. *AUTOMA* [online]. 2012, roč. 13, č. 7 [cit. 2013-01-04]. ISSN 1210-9592. Dostupné z: http://www.odbornecasopisy.cz/flipviewer/Automa/2012/07/Automa_07_2012_output/web/Automa_07_2012_opf_files/WebSearch/page0017.html

BASL, Josef a Roman BLAŽÍČEK, 2008. *Podnikové informační systémy: podnik v informační společnosti*. 2., přeprac. a rozš. vyd. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-2279-5.

BACCI, © 2005a. Machines. *Bacci.com* [online]. © 2005 [cit. 2013-03-15]. Dostupné z: <http://www.bacci.com/cgi-bin/bacci/pagina.pl?Tipo=elencofamiglie&Lin=eng>

BACCI, © 2005b. Pitagora. *Bacci.com* [online]. © 2005 [cit. 2013-03-15]. Dostupné z: http://www.bacci.com/bacci/foto/macchine/39/Evolution_400.jpg

BELINGER, Gene, CASTRO, Durval a MILLS Anthony, © 2004. Data, Information, Knowledge, and Wisdom. *System-thinkign.org* [online]. © 2004 [cit. 2013-02-14]. Dostupné z: <http://www.systems-thinking.org/dikw/dikw.htm>

ČERNÝ, Josef, 2012. Výrobní informační systémy podporují zeštíhlování. *AUTOMA* [online]. 2012, č. 7 [cit. 2013-01-04]. ISSN 1210-9592. Dostupné z: http://www.odbornecasopisy.cz/flipviewer/Automa/2012/07/Automa_07_2012_output/web/Automa_07_2012_opf_files/WebSearch/page0024.html

DOLEŽAL, Jan et al., 2009. *Projektový management podle IPMA*. Praha: Grada publishing. ISBN 978-80-247-2848-3.

DOVRTĚL, Michal, 2003. Data a informace. *Systemonline.cz* [online]. 2003 [cit. 2013-02-14]. Dostupné z: <http://www.systemonline.cz/clanky/data-a-informace.htm>

HARTMANN, Edward, 2007. *TPM: effiziente Instandhaltung und Maschinenmanagement*. 3. aktualisierte und erweiterte Aufl. München: mi-Fachverlag. ISBN 978-80-7387-021-8.

HAYES, Robert H, Steven C. WHEELWRIGHT a Kim B. CLARK, 1993. *Dynamická výroba: vytváření učící se organizace*. Praha: Victoria Publishing. ISBN 8085605201.

HÉGR, Michael, 2010. APS systémy nenahradí funkcionalitu ERP systému. *SystemOnline* [online]. 2010, č. 10. [cit. 2013-03-09]. Dostupné z: <http://www.systemonline.cz/rizeni-vyroby/aps-system-nenahradi-funkcionalitu-erp-systemu.htm>

HLOSKA, Jiří a Vojtěch PALETA, 2012. MES – diskrétní simulační model pro optimalizaci procesů. *AUTOMA* [online]. 2012, č. 7 [cit. 2013-01-04]. ISSN 1210-9592. Dostupné z:

http://www.odbornecasopisy.cz/flipviewer/Automa/2012/07/Automa_07_2012_output/web/Automa_07_2012_opf_files/WebSearch/page0026.html

Interní materiály společnosti TON, 2012.

KEŘKOVSKÝ, Miloslav a Ondřej VALSA, 2012. *Moderní přístupy k řízení výroby*. 3. doplněné vydání. Praha: C. H. Beck. ISBN 978-80-7179-319-9.

KOLÁŘ, Michal, 2009. Zobrazovací systémy pro vizualizaci výrobních informací. *AUTOMA* [online]. 2009, roč. 10, č. 12 [cit. 2013-01-04]. ISSN 1210-9592. Dostupné z: <http://www.odbornecasopisy.cz/res/pdf/40173.pdf>

KORMANEC, Petr, 2012. *TPM expert: vzdělávací program* [CD]. Žilina: IPA Slovakia. [cit. 2013-01-31].

KUCHAŘOVÁ, Alžběta et al, 2011. *Efektivní výroba*. Brno: Computer pres. ISBN 978-80-251-2524-3.

LIKER, K. Jeffrey. 2007. *Tak to dělá Toyota. 14 zásad řízení největšího světového výrobce*. Praha: Management press. ISBN 978-80-7261-173-7.

LEGÁT, Václav. et al. *Systémy managementu jakosti a spolehlivosti v údržbě*. 1. vyd. Praha: Česká společnost pro jakost, 2007. ISBN 978-80-02-01949-7.

MAŠÍN, Ivan a Milan VYTLAČIL, 2000a. *Nové cesty k vyšší produktivitě: metody průmyslového inženýrství*. 1. vyd. Liberec: Institut průmyslového inženýrství. ISBN 80-902235-6-7.

MAŠÍN, Ivan a Milan VYTLAČIL, 2000b. *TPM: management a praktické zavádění*. 1. vyd. Liberec: Institut průmyslového inženýrství. ISBN 8090223559.

MEYER, Heiko, Franz FUCHS a Klaus THIEL, 2009. *Manufacturing execution systems: optimal design, planning, and deployment*. New York: McGraw-Hill. ISBN 978-0-07-162383-4.

MIKA, Geoffrey, 2007. Waste Remains the Enemy. *Manufacturing Engineering*. Deaborn: Society of Manufacturing Engineeres [online]. Vol. 138, no. 5, pp. 22-22. ISSN 03610853.

2007 [cit. 2013-03-04]. Dostupné z databáze ProQuest:
<http://search.proquest.com.proxy.k.utb.cz/docview/219711973?accountid=15518>

SODOMKA, Petr, 2006. *Informační systémy v podnikové praxi*. Brno: Computer Press. ISBN: 80-251-1200-4.

ŠIMONÍKOVÁ, Jaromíra, 1992. *Nábytek z Bystřice po Hostýnem*. Bytřice pod Hostýnem: TON s. p. Továrny na ohýbaný nábytek.

ŠITNER, Roman, 2009. Kopírují nás, ale rozdíl poznáte vždycky. *iHNed.cz* [online]. 2009 [cit. 201-04-09]. Dostupné z: http://hn.ihned.cz/1-10009020-38191500-K00000_detail-e4

TEPROSTROJ, © 2009. Signální světla. *Prostroj.cz* [online]. © 2009 [cit. 2013-03-19]. Dostupné z: <http://www.teprostroj.com/index.php/produkty/bezpecnostni-komponenty-prostroje/39-ne-24>

TON, © 2012. O nás. *Ton.cz* [online]. © 2012 [cit. 2012-12-4]. Dostupné z: <http://www.ton.cz/profil-spolecnosti1.html>

VELKOBORSKÝ Jan a Pavel ROUBL. Aplikace APS představují převrat v řízení výroby. *Computerword* [online]. 1999 [cit. 2013-03-08]. Dostupné z: <http://computerworld.cz/archiv/aplikace-aps-predstavuji-prevrat-v-rizeni-vyroby-12604>

WILLIS Hillman T. a Ann Hillary WILLIS-BROWN, 2002. Extending the value of ERP. *Industrial Management + Data Systems* [online]. Vol. 102, no. 1., p. 35-38. ISSN: 2635577. 2002 [cit. 2013-02-14]. Dostupné z databáze ProQuest: <http://search.proquest.com.proxy.k.utb.cz/docview/234907033/13C3DC7083750C5BEEC/2?accountid=15518>

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

| | |
|--------|---|
| APS | Advanced Planning and Scheduling |
| CAD | Computer Aided Design |
| CAM | Computer Aided Manufacturing |
| CEZ | Celková efektivita zařízení |
| CIS | Cutter Information System |
| CNC | Computer Numerical Control |
| CRM | Customer Relationship Management |
| ERP | Enterprise Resource Planning |
| JIT | Just-in-time |
| MIS | Manažerský informační systém |
| MES | Manufacturing Execution System |
| MRP | Material Requirements Planning |
| MRP II | Manufacturing Resource Planning |
| MSO | Modelování, simulace, optimalizace |
| NC | Numerical Control |
| NEE | Net Equipment Effectiveness |
| OEE | Overall Equipment Effectiveness |
| SCM | Supply Chain Management |
| SWOT | Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats |
| TEEP | Total Effective Equipment Productivity |
| TOC | Theory of Constraints |
| THP | Technicko hospodářský pracovník |
| TPM | Total Productive Maintenance |

SEZNAM OBRÁZKŮ

| | |
|--|----|
| <i>Obr. 1. Metodika výpočtu ukazatele CEZ (Kormanec, 2012, s. 63)</i> | 19 |
| <i>Obr. 2. Proces sledování a navýšení efektivity strojního zařízení (vlastní zpracování)</i> | 21 |
| <i>Obr. 3. Hlavní aktivity TPM (Kormanec, 2012, s. 18).....</i> | 22 |
| <i>Obr. 4. Hlavní funkce (vlevo) a podpůrné funkce (vpravo) systému MES (Hloska, Paleta, 2012, s. 24).....</i> | 27 |
| <i>Obr. 5. Logo firmy TON, a. s. (TON, ©2012).....</i> | 33 |
| <i>Obr. 6. Michael Thonet (TON, © 2012)</i> | 34 |
| <i>Obr. 7. Nové produkty firmy TON pro rok 2012 (Interní materiály společnosti TON)</i> | 37 |
| <i>Obr. 8. Vývoj výsledku hospodaření v letech 2007 – 2012 (vlastní zpracování)</i> | 38 |
| <i>Obr. 9. Vývoj počtu zaměstnanců v letech 2007 – 2012 (vlastní zpracování)</i> | 38 |
| <i>Obr. 10. Prodejny TON v České republice (TON, © 2012).....</i> | 39 |
| <i>Obr. 11. Exportní trhy firmy TON, a. s. (Interní materiály společnosti TON)</i> | 40 |
| <i>Obr. 12. Oceněné produkty firmy TON (Interní materiály společnosti TON)</i> | 41 |
| <i>Obr. 13. Proces výroby nábytku ve firmě TON (vlastní zpracování).....</i> | 44 |
| <i>Obr. 14. CNC obráběcí stroj SHARP (Bacci, © 2005a, dodatečně upraveno)</i> | 48 |
| <i>Obr. 15. 12osý obráběcí automat Double-Jet (Bacci, © 2005a)</i> | 49 |
| <i>Obr. 16. 3D simulace obrábění v CAM systému PITAGORA (Bacci, © 2005b).....</i> | 51 |
| <i>Obr. 17. Definování obráběcího cyklu (vlastní zpracování).....</i> | 54 |
| <i>Obr. 18. Sledování prostojů CNC strojů (vlastní zpracování)</i> | 54 |
| <i>Obr. 19. Přihlášení do Systému pro správu CNC strojů (vlastní zpracování)</i> | 55 |
| <i>Obr. 20. Zadávání informací do terminálu při seřizování stroje (vlastní zpracování).....</i> | 56 |
| <i>Obr. 21. Hlavní obrazovka v aplikaci CIS Client (Interní materiály společnosti TON)</i> | 58 |
| <i>Obr. 22. Sledování diagnostických veličin stroje (Interní materiály společnosti TON)</i> | 59 |
| <i>Obr. 23. Sledování teploty vřetene (Interní materiály společnosti TON)</i> | 59 |
| <i>Obr. 24. Průměrná měsíční dostupnost CNC strojů (vlastní zpracování).....</i> | 61 |
| <i>Obr. 25. Dostupnost CNC strojů na ranní a odpolední směně (vlastní zpracování).....</i> | 62 |
| <i>Obr. 26. Dostupnost CNC strojů na noční směně (vlastní zpracování).....</i> | 62 |
| <i>Obr. 27. Rozdělení prostojů podle délky trvání (vlastní zpracování)</i> | 63 |
| <i>Obr. 28. Rozdělení nevýrobního času podle délky v jednotlivých směnách (vlastní zpracování)</i> | 64 |
| <i>Obr. 29. Příčiny prostojů delších než 3 minuty (vlastní zpracování)</i> | 64 |

| | |
|---|-----|
| <i>Obr. 30. Výřez z Paretovy analýzy prostojů – nejdůležitější prostoje dle délky trvání (vlevo) a četnosti (vpravo) (vlastní zpracování)</i> | 65 |
| <i>Obr. 31. Nejvýznamnější prostoje, které je třeba redukovat (vlastní zpracování).....</i> | 66 |
| <i>Obr. 32. Činnosti seřizovače při seřízení (vlastní zpracování)</i> | 69 |
| <i>Obr. 33. Rozdělení na činnosti přidávající a nepřidávající hodnotu (vlastní zpracování)</i> | 69 |
| <i>Obr. 34. Struktura činností ne/přidávajících hodnotu (vlastní zpracování)</i> | 70 |
| <i>Obr. 35. Plýtvání při seřízení stroje (vlastní zpracování)</i> | 70 |
| <i>Obr. 36. Ukázka evidence NC programů nahraných na strojích (Interní materiály společnosti TON)</i> | 72 |
| <i>Obr. 37. Nevýhody současného systému plánování (vlastní zpracování)</i> | 74 |
| <i>Obr. 38. TGP – operace na obráběcím centru (vlastní zpracování)</i> | 76 |
| <i>Obr. 39. Současná podoba průvodky dílů (vlastní zpracování).....</i> | 76 |
| <i>Obr. 40. Ukázka NC programu (vlastní zpracování).....</i> | 77 |
| <i>Obr. 41. Aktivita vedoucí k navýšení efektivity strojního zařízení (vlastní zpracování)</i> | 81 |
| <i>Obr. 42. Harmonogram projektu – diplomová práce (vlastní zpracování)</i> | 83 |
| <i>Obr. 43. Provádění preventivních prohlídek (vlastní zpracování)</i> | 85 |
| <i>Obr. 44. Automatické generování „Zákonných přestávek“ (vlastní zpracování).....</i> | 86 |
| <i>Obr. 45: Zadávání zmetků do terminálu (vlastní zpracování)</i> | 87 |
| <i>Obr. 46. Tlačítko CETRAL STOP (vlastní zpracování)</i> | 89 |
| <i>Obr. 47. Signální světla (Teprostrój, ©2009).....</i> | 90 |
| <i>Obr. 48. Signální světla na CNC obráběcích centrech (vlastní zpracování).....</i> | 90 |
| <i>Obr. 49. Odvádění výroby – vytvoření zásobníku pro CNC stroje (vlastní zpracování)</i> | 93 |
| <i>Obr. 50. Tvorba denního rozvrhu výroby pro CNC stroje (vlastní zpracování).....</i> | 95 |
| <i>Obr. 51. Vizuální denní plán strojů (vlastní zpracování)</i> | 96 |
| <i>Obr. 52. Archivace TGP(vlastní zpracování)</i> | 97 |
| <i>Obr. 53. Propojení databází v systému INmedias (vlastní zpracování)</i> | 99 |
| <i>Obr. 54. Změněná podoba průvodky (vlastní zpracování).....</i> | 100 |
| <i>Obr. 55. Nová struktura NC programu (vlastní zpracování).....</i> | 102 |
| <i>Obr. 56. Informační tabule (vlastní zpracování)</i> | 106 |

SEZNAM TABULEK

| | |
|---|-----|
| <i>Tab. 1. Pět nejvýznamnějších produktů – dle prodaného množství a dle přidané hodnoty z celkového objemu výroby pro rok 2012 (vlastní zpracování)</i> | 36 |
| <i>Tab. 2. Přehled provedených analýz ve firmě TON, a. s. (vlastní zpracování)</i> | 42 |
| <i>Tab. 3. Nejvýznamnější faktory vnitřního a vnějšího okolí firmy (vlastní zpracování)</i> | 43 |
| <i>Tab. 4. Výhody a nevýhody systému INmedias (vlastní zpracování)</i> | 46 |
| <i>Tab. 5. Seznam kritických CNC strojů ve firmě TON, a. s. (vlastní zpracování).....</i> | 47 |
| <i>Tab. 6. Sledované signály stroje, které definují čas obráběcího cyklu (vlastní zpracování).....</i> | 53 |
| <i>Tab. 7. Činnosti seřizovače nutné k přetypování stroje (vlastní zpracování).....</i> | 67 |
| <i>Tab. 8. Součet časů činností seřizovače při změně sortimentu výroby zjištěných snímkem pracovního dne (vlastní zpracování)</i> | 68 |
| <i>Tab. 9. Intervaly přestávek (vlastní zpracování).....</i> | 71 |
| <i>Tab. 10. Současný systém denního plánování výroby pro CNC stroje (vlastní zpracování)</i> | 73 |
| <i>Tab. 11. Problémy související s TGP (vlastní zpracování).....</i> | 75 |
| <i>Tab. 12. Nastavení intervalů přestávek (vlastní zpracování)</i> | 85 |
| <i>Tab. 13. Nastavení intervalů prevence správcem systému (vlastní zpracování)</i> | 85 |
| <i>Tab. 14. Sledování časů cyklu jednotlivých programů (vlastní zpracování)</i> | 88 |
| <i>Tab. 15. Sledování časů seřízení na jednotlivé NC programy (vlastní zpracování).....</i> | 88 |
| <i>Tab. 16. Hrubý plán výroby – zásobník práce pro CNC stroje (vlastní zpracování)</i> | 94 |
| <i>Tab. 17. Návrh harmonogramu pro rozšiřování NC programů (vlastní zpracování)</i> | 103 |
| <i>Tab. 18. Snížení časů seřízení při novém denním plánování výroby (vlastní zpracování).....</i> | 109 |
| <i>Tab. 19. Vyčíslitelné úspory projektu v Kč/1 směnu pro 11 strojů (vlastní zpracování)...</i> | 111 |
| <i>Tab. 20. Výpočet nákladů na hodinu prostojů 11 strojů (vlastní zpracování).....</i> | 112 |
| <i>Tab. 21. Celkové vyčíslitelné přínosy v Kč/1 směnu pro 11 strojů (vlastní zpracování) ...</i> | 113 |
| <i>Tab. 22. Celkové vyčíslitelné náklady projektu v Kč pro 11 strojů (vlastní zpracování).....</i> | 113 |

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha P I: Organizační struktura firmy TON, a. s.

Příloha P II: SWOT analýza firmy TON, a. s.

Příloha P III: Layout strojního oddělení – stroje TWIN a SHARP

Příloha P IV: Přehled funkcí Systému pro správu CNC strojů

Příloha P V: Ukázka z kódovníku prostožů

Příloha P VI: Paretova analýza prostožů CNC strojů

Příloha P VII: Současná podoba denního plánu výroby pro CNC stroje

Příloha P VIII: Logický rámec projektu

Příloha P IX: Analýza rizik projektu – metoda RIPRAN

Příloha P X: Zadávací listina projektu s názvem „Úprava systému pro správu CNC strojů“

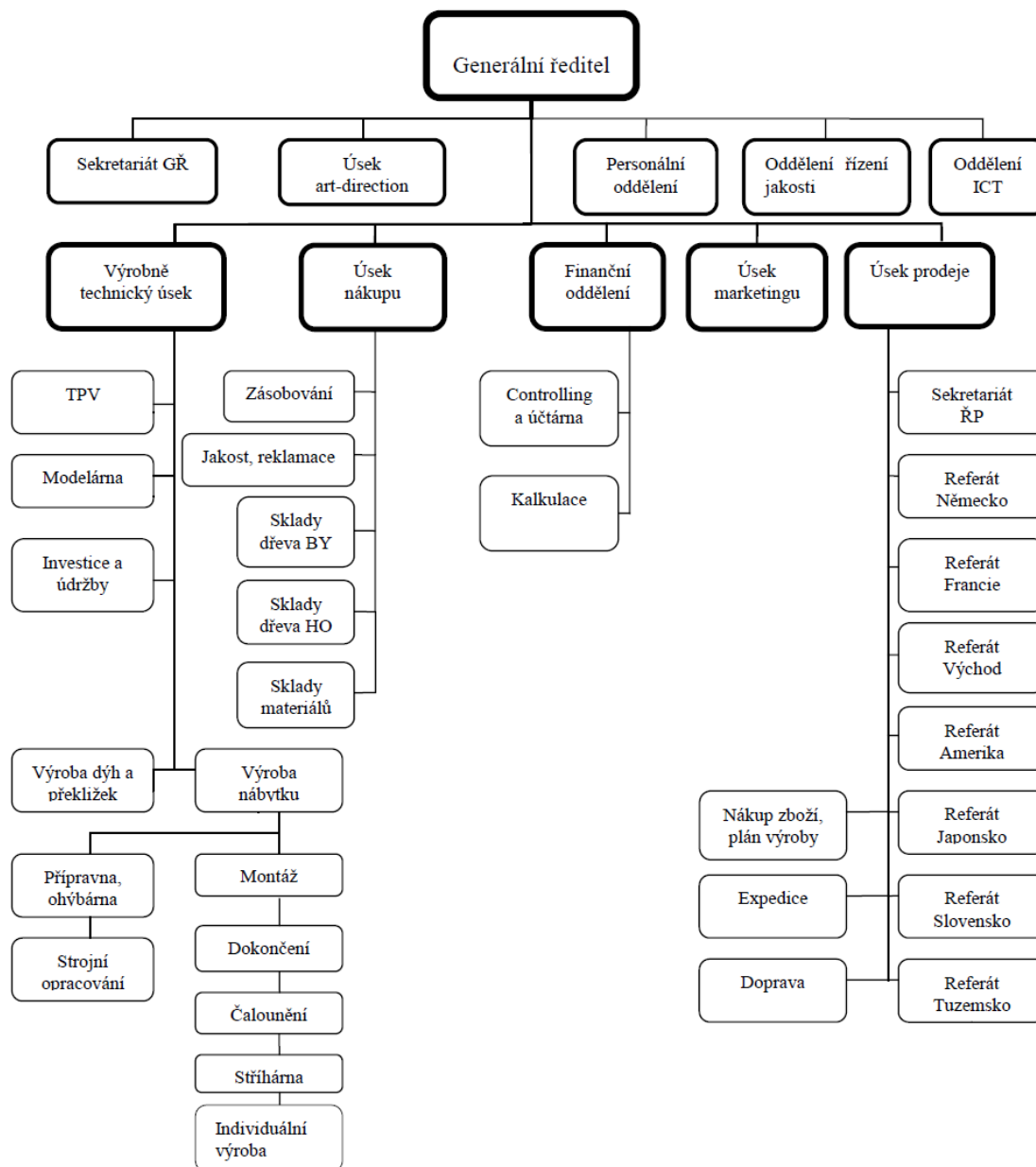
Příloha P XI: Zadávací listina projektu s názvem „Denní plánování výroby“

Příloha P XII: Harmonogram činností realizace

Příloha P XIII: Snímky pracovního dne seřizovačů

PŘÍLOHA P I: ORGANIZAČNÍ STRUKTURA FIRMY TON, A. S.

(Zdroj: Interní materiály společnosti TON)



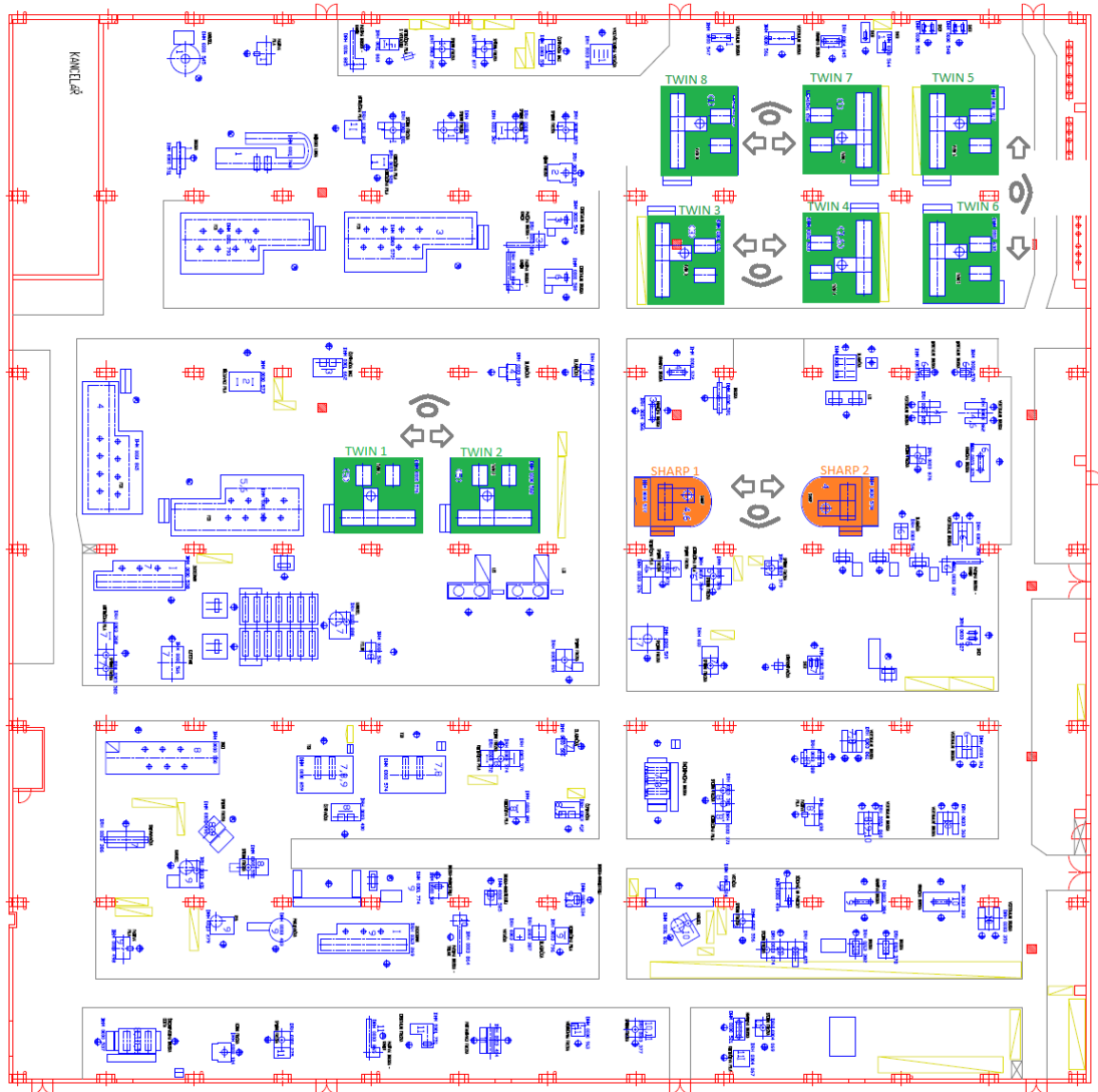
PŘÍLOHA P II: SWOT ANALÝZA FIRMY TON, A. S.

(Zdroj: vlastní zpracování)

| SWOT ANALÝZA | | | | | | | | | | |
|----------------------|---------------------|------------------|-------------|----------------------|---------------------|------------------|-------------|----------------------|------------------|-------------|
| VNITŘNÍ PROSTŘEDÍ | | | | | VNĚJŠÍ PROSTŘEDÍ | | | | | |
| Silné stránky | | Slabé stránky | | Příležitosti | | Hrozby | | Součet bodů | | |
| Výrobní ředitel váha | Vedoucí údržby váha | Autor práce váha | Součet bodů | Výrobní ředitel váha | Vedoucí údržby váha | Autor práce váha | Součet bodů | Výrobní ředitel váha | Autor práce váha | Součet bodů |
| 1 | 1 | 1 | 4 | 2 | 1 | 1 | 4 | 2 | 1 | 5 |
| 2 | 2 | 2 | 8 | 3 | 2 | 2 | 8 | 3 | 2 | 9 |
| 2 | 2 | 4 | 10 | 3 | 3 | 3 | 10 | 3 | 2 | 10 |
| 2 | 3 | 3 | 10 | 3 | 3 | 3 | 10 | 2 | 3 | 10 |
| 3 | 2 | 3 | 11 | 3 | 3 | 2 | 11 | 2 | 3 | 10 |
| 3 | 3 | 2 | 11 | 3 | 3 | 2 | 11 | 3 | 2 | 10 |
| 3 | 3 | 2 | 11 | 3 | 3 | 2 | 11 | 3 | 3 | 12 |
| 3 | 3 | 3 | 12 | 3 | 3 | 3 | 12 | 3 | 3 | 12 |
| 3 | 3 | 3 | 12 | 3 | 3 | 3 | 12 | 3 | 3 | 12 |
| 3 | 4 | 3 | 13 | 4 | 3 | 3 | 13 | 3 | 4 | 13 |
| 4 | 3 | 3 | 14 | 4 | 3 | 3 | 14 | 2 | 5 | 14 |
| 4 | 4 | 3 | 15 | 4 | 4 | 3 | 15 | 4 | 4 | 15 |
| 3 | 5 | 4 | 15 | 4 | 4 | 4 | 16 | 4 | 4 | 16 |
| 4 | 4 | 4 | 16 | 4 | 4 | 4 | 16 | 4 | 4 | 16 |
| 5 | 3 | 5 | 18 | 5 | 3 | 5 | 18 | 5 | 3 | 17 |
| 2 | 1 | 1 | 4 | 2 | 1 | 1 | 4 | 2 | 1 | 6 |
| 1 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | 4 | 2 | 1 | 6 |
| 2 | 3 | 2 | 9 | 2 | 3 | 2 | 9 | 1 | 2 | 7 |
| 3 | 2 | 3 | 11 | 3 | 2 | 3 | 11 | 2 | 3 | 10 |
| 2 | 3 | 4 | 11 | 2 | 3 | 4 | 11 | 3 | 3 | 11 |
| 3 | 4 | 2 | 12 | 3 | 4 | 2 | 12 | 5 | 2 | 14 |
| 4 | 2 | 3 | 13 | 4 | 2 | 3 | 13 | 3 | 4 | 14 |
| 4 | 3 | 3 | 14 | 4 | 3 | 3 | 14 | 4 | 4 | 15 |
| 3 | 4 | 4 | 14 | 3 | 4 | 4 | 14 | 3 | 5 | 15 |
| 5 | 5 | 5 | 20 | 5 | 5 | 5 | 20 | 4 | 3 | 16 |

PŘÍLOHA P III: LAYOUT STROJNÍHO ODDĚLENÍ – STROJE TWIN A SHARP

(Zdroj: vlastní zpracování)



PŘÍLOHA P IV: PŘEHLED FUNKCÍ SYSTÉMU PRO SRPÁVU CNC STROJŮ

(Zdroj: vlastní zpracování)

| Funkce | Popis |
|--|---|
| Aktuální stav stroje | Informace o stavu stroje (vyrábí, tolerovaný prostoje, prostoje), jméno přihlášené obsluhy, název právě vyráběného produktu |
| Evidence příčin prostoje | Zadávání kódů příčin prostoje, zadávají pracovníci prostřednictvím terminálu |
| Vyhodnocování prostoje | Vyhodnocování zjištěných prostoje – dle délky prostoje, dle příčiny, Paretova analýza |
| Sledování dostupnosti stroje | Výpočet procenta výrobního času z celkového času směny |
| Odvádění výroby | Zadávání počtu kvalitních a nekvalitních kusů při odhlášení operátora |
| Provozní deník stroje | Nahrazuje papírovou podobu provozního deníku stroje |
| Evidence a vyhodnocení poruch | Zadávání příčin poruch, jejich sledování a vyhodnocování |
| Podpora autonomní údržby | Operátor je vyzýván k provádění samostatné inspekční prohlídky |
| Evidence a vyhodnocení provozních kapalin | Evidence výměny oleje - sledování intervalů a množství doplněného oleje |
| Vyhodnocování stability stroje | Záznam a vyhodnocení trendu vývoje geometrie stroje |
| Rozšířená diagnostika stroje | Akcelerometr, snímač vibrací, teploměry |
| Kontrolní mechanismus | Kontrola přítomnosti pracovníků na pracovišti, dodržování pracovní doby (online) |
| Vyhodnocování příčin poškození nástroje | Při poškození nástroje zadávání kódu příčiny jeho poškození |

PŘÍLOHA P V: UKÁZKA Z KÓDOVNÍKU PROSTOJŮ

(Zdroj: Interní materiály společnosti TON)

Výběr kódu činností pro **OBSLUHU** stroje

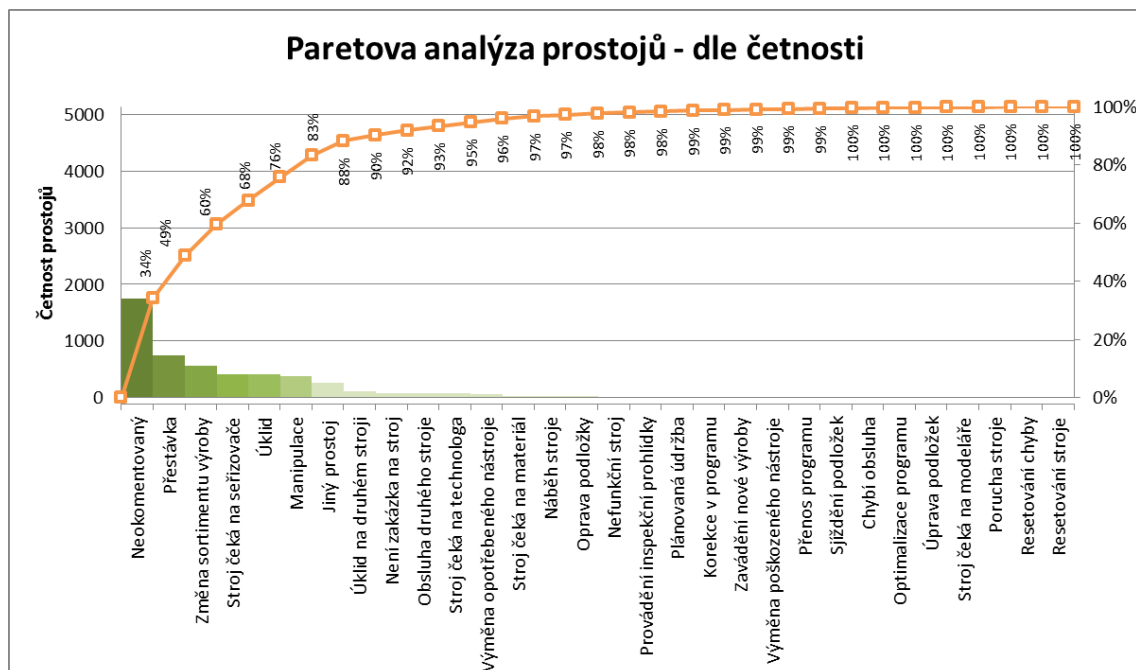
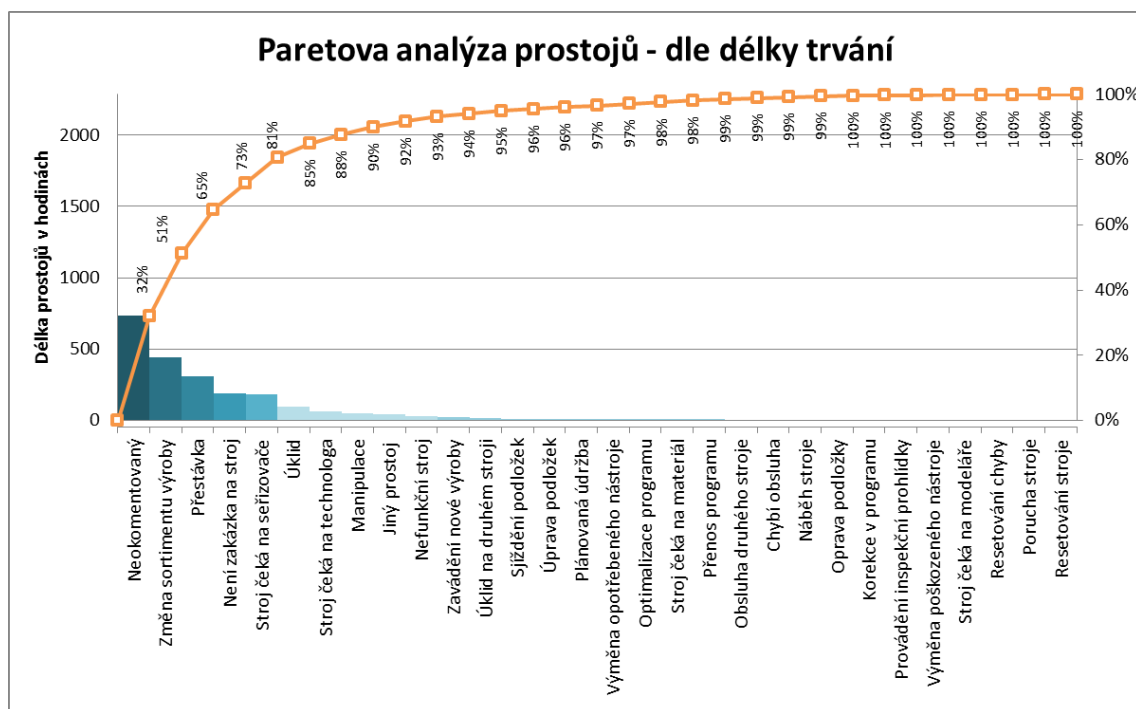
| Kód prostoje 10__ | Příčina prostoje |
|----------------------|--|
| 01 | Přestávka |
| 02 | Úklid |
| 03 | Provádění samostatné inspekční prohlídky |
| 04 | Chybí obsluha |
| 05 | Nefunkční stroj |
| 06 | Plánovaná údržba |
| 07 | Stroj čeká: probíhá úklid na druhém stroji |
| 08 | Stroj čeká: obsluha druhého stroje |
| 09 | Stroj čeká: na seřizovače |
| 10 | Stroj čeká: na technologa |
| 11 | Stroj čeká: na modeláře |
| 12 | Stroj čeká: na materiál |
| 13 | Náběh stroje |
| 14 | Není zakázka na stroj |
| 15 | Manipulace |
| 16 | Jiný prostož |

Výběr kódu činností pro **SEŘIZOVAČE** stroje

| Kód prostoje 20__ | Příčina prostoje |
|----------------------|-------------------------------------|
| 01 | Změna sortimentu výroby |
| 02 | Výměna nástroje: opotřebený nástroj |
| 03 | Výměna nástroje: poškozený nástroj |
| 04 | Rozjezd stroje |
| 05 | Korekce v programu |
| 06 | Rozjezd obráběcího programu |
| 07 | Resetování chyby |
| 08 | Změna rychlosti posuvu - zrychlení |
| 09 | Změna rychlosti posuvu - zpomalení |
| 10 | Restartování stroje |
| 11 | Kolize stroje |
| 12 | Porucha stroje |
| 13 | Doplnění oleje centrálního mazání |
| 14 | Kalibrace ližin |
| 15 | Oprava podložky |
| 16 | Stroj čeká: na technologa |
| 17 | Stroj čeká: na modeláře |
| 18 | Přestávka |
| 19 | Jiný prostož |

PŘÍLOHA P VI: PARETOVA ANALÝZA PROSTOJŮ CNC STROJŮ

(Zdroj: vlastní zpracování)



PŘÍLOHA P VII: SOUČASNÁ PODOBA DENNÍHO PLÁNU VÝROBY PRO CNC STROJE

(Zdroj: vlastní zpracování)

| Rozpis Twinů | | | | | | |
|------------------|---|----------|------------------|-----------------|---------------------|-------|
| twin 1 | 2 | počet | twin 2 | počet | twin 7 | den. |
| | | | | | | počet |
| 244 D | | ✓ 1x | 610 dij | 2 do přím. ✓ | 624 102 | ✓ 1x |
| 400 podk. | | | 906 D | 504 ✓ | 691 N | 2x |
| | | | 016 D | 1x ✓ | 192 před. op. | 30 4 |
| | | | 514 D | 1x | 129 -1- | 280 |
| | | | 512 D | 100 F | | |
| | | | 515 03 oi. | nov ✓ | | |
| twin 3 | | počet | twin 4 | počet | twin 8 | počet |
| 235 J2 | | 200 ✓ | 513 03 zadní sk. | 2x ✓ | 516 3D2-č. | 1x |
| 448 P+2 | | | 230 před. sk. | 107 1x ✓ | 515 pi. seř. ř. op. | 1x |
| 400 SD 3D2 | | ✓ 1x | 381 pi. snl. | 1x | 340 BOKY 2x | 2x |
| | | 2x ✓ 1x | | | 100 D | 310 |
| 400 před. pod. | | 1x | | | | |
| twin 5 | | počet | twin 6 | počet | | počet |
| 025 102 | | 1x ✓ | 024 v.p. | 1x ✓ | | |
| 096 off. | | 1x ✓ | 204 DN | 1x ✓ | | |
| 022 horn | | SD OP | 135 N | 1x | | |
| scharp 1 | | počet | scharp 2 | počet | Double Jet | počet |
| 514 DN | | 1x ✓ | kolo 3D | 1x ✓ | 101 D | 1x ✓ |
| kolo kolo 3D sk. | | 1x | 2700 DN | 1x ✓ | 913 DN | 1x ✓ |
| | | | 301 ON | | 239 3D2 | 1x |
| | | | 320 ON | | 2516 OD | 1x |

PŘÍLOHA P VIII: LOGICKÝ RÁMEC PROJEKTU

(Zdroj: vlastní zpracování)

| Strom cílů | OOU | Způsob ověření | Předpoklady a rizika |
|---|--|---|---|
| <p>Hlavní cíl Navýšení efektivní výroby společnosti TON, a. s.</p> <p>Projektový cíl 1. Navrhnout opatření vedoucí ke snížení zásadních prostoju zjištěných Systémem pro správu CNC strojů a navýšení využití kritických CNC strojů</p> | <p>Navýšení dostupnosti strojů na 58 % (navýšení oproti roku 2012 o 16 %)</p> <p>Snižení prostoju "Změna sortimentu výroby", "Čekání na seřizovatele" aredukuje prostoje "Není zakázka na stroj" navýšení o dostupnosti o 11,5 %, změna výpočtu dostupnosti navýší dostupnost o 5 %</p> | <p>CEZ vyhodnocená Systémem pro správu CNC strojů</p> <p>Podíl prostoju vyhodnocený Systémem pro správu CNC strojů</p> | |
| <p>Výstupy 1.1. SWOT analýza firmy 1.2. Úprava Systému pro správu CNC strojů společnosti CUTTER Systems 1.3. Naprogramování aplikace pro denní plánování výroby společnosti TopTech 1.4. Odvádění operací před CNC stroji 1.5. Snížení neokomentovaných prostoju 1.6. Vytvoření propojených databází 1.7. Změna struktury NC programů 1.8. Vytvoření týmu na jednotlivých směších 1.9. Navýšení zastupitelnosti jednotlivých strojů</p> | <p>SWOT analýza Upravený Systém pro správu CNC strojů, ukazatel CEZ, nastavení intervalů přesávek Vytvořený hrubý plán a denní plán výroby Vytvořená fronta práce v hrubém plánu, průvodky opatřené čárovým kódem, číselnými kódy na strojním oddělení Signální osvětlení na strojích, % neokomentovaných prostoju v ar Databáze v Inmedias, vyplněná data v databázích Předepsaná hlavička v NC programech Sestavený tým, zvolení vedoucí Harmonogram rozšiřování NC programů</p> | <p>Příloha diplomové práce Aplikace CIS v počítači ERP systém Inmedias v počítači Hrubý plán, průvodka, faktura za číselky Faktura za instalaci a nákup osvětlení, struktura prostoju v aplikaci CIS Systém Inmedias Program ALPHACAM Nástěnka Systém pro správu CNC strojů Harmonogram na disku S, ve složce TPV Časový rámec aktivit</p> | <p>Zájem vedení firmy o realizaci projektu Spolupráce s firmou CUTTER Systems Spolupráce s firmou TopTech Týmová práce povede k motivaci Ovádění výroby pracovníky Denní plánování výroby je správně navrženo Denní plánování výroby je správně naprogramováno Odměny povedou k navýšení využití Data v databázích jsou aktuální Data v databázích jsou správná Opatření povedou k navýšení CEZ</p> |
| <p>Aktivita 1.1.1 Analýza prostředí firmy, produktů a vztahů ve firmě 1.2.1 Vyhodnocení pilotního projektu 1.2.2 Formulování zadání pro společnost CUTTER Systems 1.2.3 Naprogramování úprav systému 1.3.1 Sestavení řešitelského týmu, určení pravidelných schůzek 1.3.2 Popis současného stavu plánování výroby pro CNC stroje 1.3.3 Definování zadání pro společnost Inmedias spolu s jejich konzultantem 1.3.4 Naprogramování aplikace pro denní plánování a proškolení pracovníků společnosti Inmedias 1.4.1 Definování způsobu odvádění a předání zadání společnosti TopTech 1.4.2 Nákup číselk čárových kódů 1.4.3 Naprogramování odvádění výroby a proškolení pracovníků 1.5.1 Nákup a instalace signálních světel 1.5.2 Připojení systému na okruh CENTRALSTOP 1.5.3 Navázání odměn na % neokomentovaných prostoju 1.6.1 Vytvoření databází v systému Inmedias 1.6.2 Zjištění aktuálních informací a naplnění databází daty 1.7.1 Definování hlavičky NC programu 1.7.2 Přednastavení programu ALPHACAM 1.8.1 Sestavení týmu pro jednotlivé směry 1.8.2 Navázání a odsouhlasení vedoucího týmu 1.8.3 Stanovení pravidelných schůzek týmu 1.9.1 Paretova analýza NC programů 1.9.2 Harmonogram pro životně důležitou menší NC programů 1.9.3 Rozšiřování NC programů technology podle harmonogramu</p> | <p>Systém pro správu CNC Strojů MS Excel Řešitelský tým Současný plán výroby Průvodky Systém Inmedias Smlouka pracovního dne seřizovatele MS Visio Údržbář Technologové Skolící místnost Internet Sdílený disk S NC programy strojů Program ALPHACAM Kritické CNC stroje Mistr CNC strojů</p> | <p>říjen 2012 - duben 2013</p> | <p>Odsouhlasení projektu vedením podniku</p> |

PŘÍLOHA P IX: ANALÝZA RIZIK PROJEKTU – METODA RIPRAN

(Zdroj: vlastní zpracování)

| | Hrozba | Pravděpodobnost hrozby | Scénář | Pravděpodobnost scénáře | Celková pravděpodobnost | Dopad | Hodnota rizika | Opatření |
|----|--|------------------------|--|-------------------------|-------------------------|-------|----------------|---|
| 1. | Nezájem vedení firmy | 10% | 1. 1. Projekt nebude realizován | 80% | 8% NP | VD | SHR | Komunikace, sdělení očekávání a cílů, prezentace |
| | | | 1. 2. Využití strojů nebude navýšeno | 75% | 7,5% NP | VD | SHR | Navázání odměn na výsledky z monitorovacího systému |
| 2. | Přerušení spolupráce s firmou CUTTER Systems | 10% | 2. 1. Systém pro správu CNC strojů nelze upravit | 90% | 9% NP | SD | MHR | akceptace rizika |
| | | | 2. 2. Signální světla nebudou nainstalována | 50% | 5% NP | SD | MHR | akceptace rizika |
| | | | 2. 3. Systém nebude rozšířen na další stroje | 75% | 7,5% NP | SD | MHR | akceptace rizika |
| 3. | Přerušení spolupráce s firmou TopTech | 5% | 3. 1. Celý ERP systém firmy nelze optimalizovat | 90% | 4,5% NP | VD | SHR | Neustálá spolupráce se společností, dodržování finančních závazků |
| | | | 3. 2. Denní plánování pro CNC stroje nebude vytvořeno | 50% | 2,5% NP | VD | SHR | Zjištění alternativních dodavatelů a cen |
| 4. | Tým směny nebude motivován k navýšování CEZ | 50% | 4. 1. CEZ nebude navýšeno | 75% | 37,5% SP | SD | SHR | Pravidelné schůzky týmu, vyplácení odměn, naslouchání a komunikace s týmem |
| | | | 4. 2. Tým nebude podávat návrhy na zlepšení | 90% | 45% SP | SD | SHR | Komunikace s týmem, vyslechnutí názorů, vyhodnocení každého návrhu |
| 5. | Pracovníci nebudou odvádět výrobu | 40% | 5. 1. Nebude vytvořena fronta práce odpovídající skutečnosti | 100% | 40% SP | VD | VHR | Proškolení zaměstnanců, seznámení s cíly, kontrola odvádění, finanční sankce |
| | | | 5. 2. Nebude možno sestavit hrubý plán výroby pro CNC stroje | 90% | 36% SP | VD | VHR | Proškolení zaměstnanců, seznámení s cíly, kontrola odvádění, finanční sankce |
| 6. | Denní plánování nebude naprogramováno podle představ firmy | 30% | 6. 1. Aplikace nebude odpovídat požadavkům výroby | 50% | 15% NP | SD | MHR | akceptace rizika |
| | | | 6. 2. Denní plánování nebudou používáno | 60% | 18% NP | SD | MHR | akceptace rizika |
| | | | 6. 3. Dodatečné náklady na úpravu systému | 100% | 30% NP | MD | MHR | akceptace rizika |
| 7. | Technologové nebudou udržovat aktuálnost databází | 50% | 7. 1. Automatické denní plánování nebude fungovat | 70% | 35% SP | SD | SHR | Určení odpovědností, seznámení technologů s cíly, zdůraznění důležitosti aktuálnosti |
| | | | 7. 2. V hrubém a denním rozvrhu budou chyby | 90% | 45% SP | SD | SHR | Formulář pro upozorňování na chyby |
| 8. | Technologové zadají do systému chybná data | 40% | 8. 1. Automatické denní plánování nebude fungovat | 75% | 30% NP | SD | MHR | akceptace rizika |
| | | | 8. 2. V hrubém a denním rozvrhu jsou chyby | 90% | 36% SP | SD | SHR | Naprogramování systému INmedias tak, aby zabraňoval některým chybám, kontrola zapsaných údajů |
| 9. | Navržená opatření nepovedou k navýšení CEZ | 45% | 9. 1. Ukazatel CEZ nebude navýšen | 65% | 29,25% NP | VD | SHR | Průběžná kontrola výsledků navržených opatření, případná úprava návrhů |
| | | | 9. 2. Diplomová práce nesplní své cíle | 80% | 29,25% NP | SD | MHR | akceptace rizika |
| | | | 9. 3. Investice znamenaly plynutí | 60% | 27% NP | SD | MHR | akceptace rizika |

| Dopad | |
|-------|-------------------------------------|
| VD | Velmi nepříznivý dopad na projekt |
| SD | Střední nepříznivý dopad na projekt |
| MD | Malý nepříznivý dopad na projekt |

| Pravděpodobnost | |
|------------------------------|-----------|
| Vysoká pravděpodobnost - VP | nad 66 % |
| Střední pravděpodobnost - SP | 33 - 66 % |
| Nízká pravděpodobnost - NP | pod 33 % |


| Verbální hodnota rizika | |
|-------------------------|------------------------|
| VHR | Vysoká hodnota rizika |
| SHR | Střední hodnota rizika |
| MHR | Malá hodnota rizika |

| Přřazení verbální hodnoty rizika | | | |
|----------------------------------|-----|-----|-----|
| x | MP | SP | VP |
| MD | MHR | MHR | SHR |
| SD | MHR | SHR | VHR |
| VD | SHR | VHR | VHR |

Vypracováno podle: DOLEŽAL, 2009, s. 80.

PŘÍLOHA P X: ZADÁVACÍ LISTINA PROJEKTU S NÁZVEM „ÚPRAVA SYSTÉMU PRO SPRÁVU CNC STROJŮ“


(Zdroj: vlastní zpracování)

|  Zadání projektu /Project Charter-Suggestion/ | | |
|--|---|--|
| Název projektu /Project Name/ | Optimalizace Systému pro správu CNC strojů | |
| Hlavní cíle projektu /Main Project Goals/ | Optimalizace sledování efektivity kritických CNC obráběcích center | |
| Vedoucí projektu /Black Belt/ | Ing. Marek Mališka | |
| Zadavatel /Sponsor/ | Výrobně technický ředitel společnosti TON a.s. | |
| Členové týmu /Team members/ | Ing. Marek Mališka, Bc. Anna Bajgarová, Tomáš Krejčí, Věra Votavová, Petr Hradil, Ing. Martin Králíček | |
| Datum začátku /Start Date/ | 2. týden 2013 | |
| Předpokl. ukončení /Target End Date/ | 22. týden 2013 | |
| Skutečné ukončení /Real End Date/ | | |
| Detaily projektu / Project Details/ | | |
| Popis projektu /Project Description/ | Projekt řeší úpravu současného Systému pro správu CNC strojů - upravuje způsob vyhodnocování efektivity, zavádí vizualizaci pomocí světelné signalizace a rozšiřuje Systém pro správu CNC strojů na všechna kritická obráběcí centra. | |
| Důvody /Business Case/ | Současná podoba Systém pro správu CNC strojů, která je výsledkem pilotního projektu, vyžaduje úpravu systému. | |
| Formulování problému /Problem Statement/ | 1. U strojů je vyhodnocována pouze dostupnost strojů. 2. Je třeba, aby u strojů bylo možno nastavit ne/pracovní dny a směnnost. 3. Přestávky by měly snižovat disponibilní čas strojů, za prostoj bude považována jen přestávka přesahující stanovené intervaly. 4. Existuje velmi vysoké procento neokomentovaných prostojů. 5. Pracovníci se ke stroji vždy nepřihlásí. 6. Sledované časy cyklu a seřízení nejsou evidovány. | |
| Návrh řešení /Decision Procedure/ | 1. U jednotlivých strojů bude vyhodnocována dostupnost, kvalita, výkon a ukazatel CEZ. 2. Bude vytvořen kalendář směn, kde budou nastavovány ne/pracovní dny a směny jednotlivých strojů. 3. Dostupnost bude počítána z času směny sníženého o přestávky. Přestávka nebude sledována jako prostoj, bude prostojem jediné tehdy, pokud překračuje stanovený interval. 4. Stroje vybavené Systémem pro správu CNC strojů budou osazeny signálním osvětlením upozorňujícím na stav stroje. 5. Systém pro správu CNC strojů bude napojen na okruh CENTRAL STOP. 6. Časy obráběcích cyklů jednotlivých programů a časy seřízení budou evidovány pro potřebu udržení aktuálních norem. | |
| Rozsah /Scope/ | Vstupy /Start/ | Analýza využití kritických CNC obráběcích center ze Systému pro správu CNC strojů Vyhodnocení pilotního projektu Systém pro správu CNC strojů |
| | Výstupy /Stop/ | Ukazatele dostupnost, kvalita, výkon, CEZ, signální osvětlení, osazení zbývajících CNC center Systémem pro správu CNC strojů |
| | Nezahrnuje /Excludes/ | Veškerá výrobní zařízení Výrobně technického úseku |
| | Zahrnuje /Includes/ | Kritická CNC obráběcí centra - TWIN 1, TWIN 2, TWIN 3, TWIN 4, TWIN 5, TWIN 6, TWIN 7, TWIN 8, SHARP 1, SHARP 2, Double-Jet |

| Hlavní cíle projektu <i>/Main Project Goals/</i> | Jednotka <i>/Metric/</i> | Výchozí stav <i>/Baseline/</i> | Cíl <i>/Goal/</i> | Dosažený stav <i>/Current/</i> |
|---|---|---|------------------------------------|--|
| Světelná signalizace stavu stroje | x | ne | ano | |
| Sledování ukazatelů efektivity strojního zařízení | ukazatelé | dostupnost | dostupnost, kvalita, výkon, CEZ | |
| Snížení výskytu neokomentovaných prostojů | % | 32 | 5 | |
| Kalendář směn jednotlivých strojů | x | ne | nastavení ne/pracovních dnů a směn | |
| Změna výpočtu dostupnosti stroje | x | disponibilní čas stroje 480 min | disponibilní čas stroje 420 min | |
| Rozšíření Systému pro správu CNC strojů na ostatní obráběcí centra | počet strojů | 3 | 8 | |
| Členové týmu <i>/Team members/</i> | Ing. Marek Mališka Bc. Anna Bajgarová Tomáš Krejčí Věra Votavová, Petr Hradil Ing. Martin Králíček | | | |
| Požadovaná podpora <i>/Support Required/</i> | Oddělení IT Oddělení Údržby Provoz 14 | | | |
| Rizika/Omezení <i>/Risks/Constraints/</i> | <ol style="list-style-type: none"> 1. Světelná signalizace nebude fungovat nebo nebude dobře viditelná. 2. Operátoři nebudou zadávat zmetkové kusy do systému. 3. Světelná signalizace nezpůsobí snížení neokomentovaných prostojů, obsluha bude nutnost zadání kódu ignorovat. 4. Správce systému nebude zodpovědně udržovat kalendář směn strojů. 5. Systém pro správu CNC strojů nebude na všech strojích správně fungovat. | | | |
| Milníky projektu <i>/Milestones of Project/</i> | Předpokl. KT <i>/Suppose</i> | Skutečný KT <i>/Realy Date/</i> | Poznámky <i>/Notes/</i> | |
| Předání zadání společnosti CUTTER Systems | 2 KT/2013 | | | |
| Montáž a zprovoznění světelné signalizace na 3 pilotních strojích (TWIN 3, TWIN 4, SHARP 1) | 9 KT/2013 | | | |
| Systém instalován na stroje TWIN 1, TWIN 2, TWIN 7, TWIN 8, SHARP 2 | 18 KT/2013 | | | |
| Instalace upravené verze Systému pro správu CNC strojů dle definovaného zadání | 20 KT/2013 | | | |
| Systém instalován na stroje TWIN 5, TWIN 6, Double-Jet | 24 KT/2013 | | | |
| | | | | |
| Schválil, datum <i>/Approved/</i> | Vyhodnotil, datum <i>/Assessed/</i> | | | |
| Ing. Rostislav Kahaja, 20.12. 2012 | | | | |

PŘÍLOHA P XI: ZADÁVACÍ LISTINA PROJEKTU S NÁZVEM „DENNÍ PLÁNOVÁNÍ VÝROBY“

(Zdroj: vlastní zpracování)

|  Zadání projektu /Project Charter-Suggestion/ | | | | | |
|--|--|--|-------------------|---|--|
| Název projektu /Project Name/ | Denní rozvrhování výroby pro CNC obráběcí centra | | | | |
| Hlavní cíle projektu /Main Project Goals/ | Navýšení využití CNC obráběcích center | | | | |
| Vedoucí projektu /Black Belt/ | Ing. Pavel Hrdlička | | | | |
| Zadavatel /Sponsor/ | Výrobně technický ředitel společnosti TON a.s. | | | | |
| Členové týmu /Team members/ | Tomáš Krejčí, Pavel Mikulín, Věra Votavová, Ing. Rostislav Kahaja, Roman Ryška Ing. Marek Mališka, Ing. Jan Chlápek, Ing. Miroslav Kafka, Bc. Anna Bajgarová, Ing. Julius Kovačik | | | | |
| Datum začátku /Start Date/ | 14. týden 2013 | Předpokl. ukončení /Target End Date/ | 46. týden 2013 | Skutečné ukončení /Real End Date/ | |
| Detaily projektu / Project Details/ | | | | | |
| Popis projektu /Project Description/ | Projekt řeší změnu denního plánování výroby pro CNC obráběcí centra za účelem úspory času dispečera, zlepšení organizace práce na strojním oddělení a navýšení využití strojního zařízení. | | | | |
| Důvody /Business Case/ | Nízké využití CNC obráběcích center, dlouhé prostoje při změně sortimentu výroby, špatná organizace práce. | | | | |
| Formulování problému /Problem Statement/ | 1. Kritická CNC obráběcí centra jsou využívána jen na 48 %. 2. Prostoj "změna sortimentu" výroby tvoří 19 % prostojů těchto strojů. 3. Na směně jsou 2 seřizovači, kteří nestíhají stroje seřizovat, dochází pak k prostojům "čekání na seřizovače". 4. Současný denní plán výroby je vytvářen ručně dispečerem bez využití počítačové techniky 5. Současný denní plán výroby působí organizační problémy. 6. Současný denní plán pořadí výroby neoptimalizuje. | | | | |
| Návrh řešení /Decision Procedure/ | 1. Navýšení využití CNC obráběcích center zavedením nového způsobu denního plánování výroby, který povede ke zlepšení organizace práce. 2. Nový systém plánování povede ke snížení časů seřízení. 3. Noční směna strojů bude zrušena, seřizovači z této směny budou převeleni na ranní a odpolední směnu, na každé směně tak budou seřizovači tři. 4. Současný systém plánování výroby bude nahrazen automatizovaným systémem plánování, který budou využívat počítačové technologie. 5. Odvádění výroby a vizualizace denního plánulepší organizaci práce na CNC obráběcích centrech. 6. Nový systém denního plánování bude výrobu za sebe řadit tak, aby docházelo k co nejkratším časům seřízení stroje. | | | | |
| Rozsah /Scope/ | Vstupy /Start/ | Analýza využití kritických CNC obráběcích center ze Systému pro správu CNC strojů | | | |
| | Výstupy /Stop/ | Odvádění výroby před CNC obráběcími centry a výroby na nich hrubý rozvrh výroby, denní rozvrh výroby, informační obrazovka na strojním oddělení, jednotná datová základna. | | | |
| | Nezahrnuje /Excludes/ | Veškerá výrobní zařízení Výrobně technického úseku; odvádění všech operací na strojním oddělení. | | | |
| | Zahrnuje /Includes/ | Kritická CNC obráběcí centra - TWIN 1, TWIN 2, TWIN 3, TWIN 4, TWIN 5, TWIN 6, TWIN 7, TWIN 8, SHARP 1, SHARP 2, Double-Jet; odvádění výroby před těmito stroji a odvádění jejich výroby | | | |

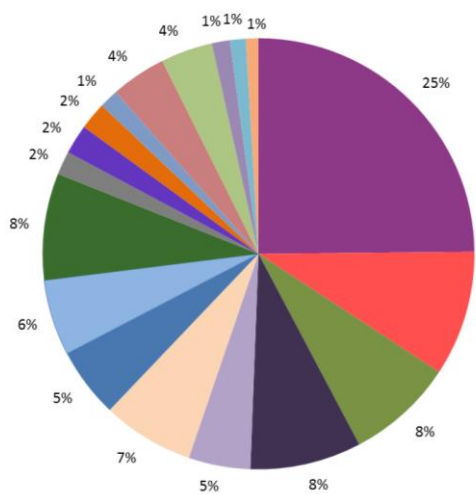
| Hlavní cíle projektu <i>/Main Project Goals/</i> | Jednotka <i>/Metric/</i> | Výchozí stav <i>/Baseline/</i> | Cíl <i>/Goal/</i> | Dosažený stav <i>/Current/</i> |
|---|--|---|---|--|
| Navýšení využití kritických CNC obráběcích center | % | 400% | 55 | |
| Snížení průměrné délky časů prostojů při změně sortimentu výroby | min | 42 | 25 | |
| Snížení průměrné délky časů prostojů stroje způsobených čekáním na seřizovače | min | 28 | 5 | |
| Odvádění výroby na strojním oddělení | x | neprovádí se | odvádění před CNC centry a jejich výroby | |
| Nový systém denního plánování výroby | x | ruční plánování dispečerem | plánování s využitím počítačových technologií | |
| Vizualizace denního plánu výroby | x | ne | vizuální tabule | |
| Členové týmu <i>/Team members/</i> | Tomáš Krejčí Pavel Mikulín Věra Votavová Ing. Rostislav Kahaja Roman Ryška Ing. Marek Mališka | | Ing. Jan Chlápek Bc. Anna Bajgarová Ing. Miroslav Kafka Ing. Julius Kovačík Ing. Pavel Hrdlička | |
| Požadovaná podpora <i>/Support Required/</i> | Oddělení IT Oddělení TPV Provoz 14 Provoz 15 | | | |
| Rizika/Omezení <i>/Risks/Constraints/</i> | <ol style="list-style-type: none"> Nový systém denního plánování nepovede k navýšení využití. Nový systém plánování nezajistí snížení časů seřízení. Nebude možno zrušit noční směnu a tak navýšit počet seřizovačů na směnách předchozích. Pracovníci nebudou zodpovědně odvádět výrobu. V zadání nového systému denního plánování nebyly podchyceny všechny problémy a situace, které mohou nastat. Vizuální denní plán nezlepší organizaci práce. | | | |
| Milníky projektu <i>/Milestones of Project/</i> | Předpokl. KT <i>/Suppose</i> | Skutečný KT <i>/Realy Date/</i> | Poznámky <i>/Notes/</i> | |
| Předání zadání společnosti TopTech | 14 KT/2013 | | | |
| Odvádění operací před a na CNC obráběcích centrech | 26 KT/2013 | | | |
| Uvedení denního plánování výroby do zkušebního provozu | 40 KT/2013 | | | |
| Vyhodnocení zkušebního provozu denního plánování výroby | 44 KT/2013 | | | |
| Předání denního plánování výroby do běžného provozu | 46 KT/2013 | | | |
| | | | | |
| Schválil, datum <i>/Approved/</i> Ing. Rostislav Kahaja, 2.4. 2013 | Vyhodnotil, datum <i>/Assessed/</i> | | | |

PŘÍLOHA P XIII: SNÍMKY PRACOVNÍHO DNE SEŘIZOVAČŮ

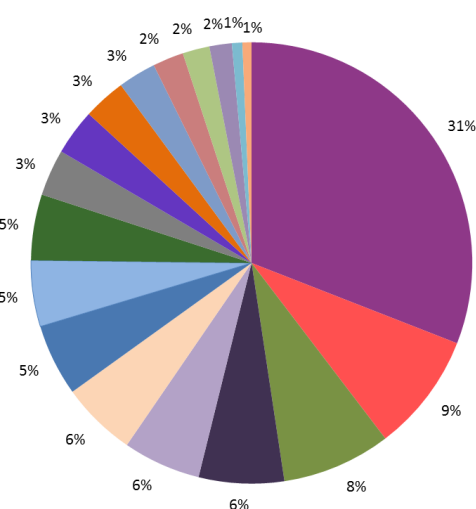
(Zdroj: vlastní zpracování)

| Činnosti | Němčik | | Zajda | | Bestr | | Součet činností | |
|-------------------------------------|----------|---------|----------|---------|----------|---------|-----------------|---------|
| Odladění výroby | 01:59:15 | 24,84% | 02:28:27 | 30,93% | 02:57:39 | 37,01% | 07:25:21 | 30,93% |
| Přestávka | 00:45:05 | 9,39% | 00:41:48 | 8,71% | 00:38:31 | 8,02% | 02:05:24 | 8,71% |
| Montáž podložky | 00:38:36 | 8,04% | 00:38:19 | 7,98% | 00:38:02 | 7,92% | 01:54:57 | 7,98% |
| Čeká na mistra nebo technologa | 00:39:58 | 8,33% | 00:30:00 | 6,25% | 00:20:02 | 4,17% | 01:30:00 | 6,25% |
| Chůze | 00:22:13 | 4,63% | 00:27:20 | 5,69% | 00:32:27 | 6,76% | 01:22:00 | 5,69% |
| Výměna nástrojů | 00:32:58 | 6,87% | 00:26:30 | 5,52% | 00:20:02 | 4,17% | 01:19:30 | 5,52% |
| Hledá, který stroj je třeba seřadit | 00:25:10 | 5,24% | 00:25:18 | 5,27% | 00:25:26 | 5,30% | 01:15:54 | 5,27% |
| Řeší problém s ostatními pracovníky | 00:27:19 | 5,69% | 00:23:13 | 4,84% | 00:19:07 | 3,98% | 01:09:39 | 4,84% |
| Projetí NC programu naprázdno | 00:38:26 | 8,01% | 00:23:09 | 4,82% | 00:07:52 | 1,64% | 01:09:27 | 4,82% |
| Dovoz/odvoz materiálu | 00:08:28 | 1,76% | 00:16:23 | 3,41% | 00:24:18 | 5,06% | 00:49:09 | 3,41% |
| Upnutí dílu | 00:10:36 | 2,21% | 00:16:09 | 3,36% | 00:21:42 | 4,52% | 00:48:27 | 3,36% |
| Demontáž podložky | 00:09:54 | 2,06% | 00:14:58 | 3,12% | 00:20:02 | 4,17% | 00:44:54 | 3,12% |
| Nepracovní rozhovor | 00:06:54 | 1,44% | 00:13:20 | 2,78% | 00:19:46 | 4,12% | 00:40:00 | 2,78% |
| Vizuální kontrola dílu | 00:19:50 | 4,13% | 00:10:53 | 2,27% | 00:01:56 | 0,40% | 00:32:39 | 2,27% |
| Hledání | 00:18:36 | 3,88% | 00:09:29 | 1,98% | 00:00:22 | 0,08% | 00:28:27 | 1,98% |
| Výměna upínání | 00:06:32 | 1,36% | 00:07:52 | 1,64% | 00:09:12 | 1,92% | 00:23:36 | 1,64% |
| Posun ližin | 00:05:40 | 1,18% | 00:03:39 | 0,76% | 00:01:38 | 0,34% | 00:10:57 | 0,76% |
| Úklid pracoviště | 00:04:30 | 0,94% | 00:03:13 | 0,67% | 00:01:56 | 0,40% | 00:09:39 | 0,67% |
| Součet | 08:00:00 | 100,00% | 08:00:00 | 100,00% | 08:00:00 | 100,00% | 24:00:00 | 100,00% |

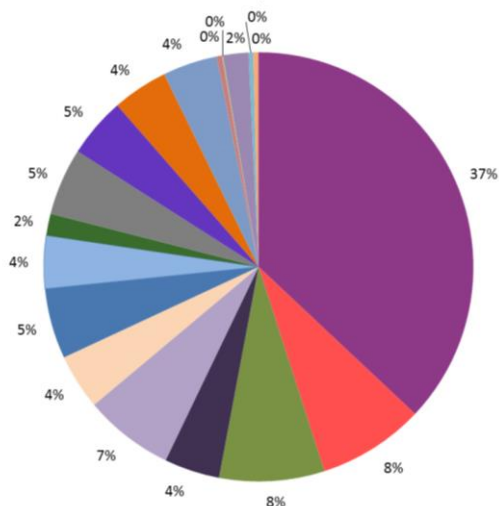
Seřizovač Němčik - 23. 10. 2012



Seřizovač Zajda - 26. 10. 2012



Seřizovač Bestr, - 30. 10. 2012



- Odladění výroby
- Přestávka
- Montáž podložky
- Čeká na mistra nebo technologa
- Chůze
- Výměna nástrojů
- Hledá, který stroj je třeba seřadit
- Řeší problém s ostatními pracovníky
- Projetí NC programu naprázdno
- Dovoz/odvoz materiálu
- Upnutí dílu
- Demontáž podložky
- Nepracovní rozhovor
- Vizuální kontrola dílu
- Hledání
- Výměna upínání
- Posun ližin
- Úklid pracoviště