

Technická univerzita v Liberci

Fakulta strojní

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Technická univerzita v Liberci

Fakulta strojní

Katedra obrábění a montáže

Studijní program: B2341 Strojírenství
Obor: 2301R030 Výrobní systémy
Zaměření: Řízení výroby

Zvýšení efektivnosti výrobních procesů pro vybrané výrobky ve firmě RAMI SERVIS s.r.o. v Liberci

Increasing the efficiency of production processes for selected products of the company RAMI SERVIS Ltd., in Liberec

KOM – 1229

Petr Brož

Vedoucí práce: Ing. Jiří Lubina, PhD.

Konzultant: Martin Vodvárka, Rami servis s.r.o., Liberec

Počet stran: 63

Počet příloh

a tabulek: 8

Počet obrázků: 33

Počet diagramů: 2

Počet modelů nebo jiných příloh: 0

24.5.2013

Anotace

Označení BP: 1229

Řešitel: Petr Brož

Zvýšení efektivnosti výrobních procesů pro vybrané výrobky ve firmě RAMI SERVIS s.r.o., v Liberci

ANOTACE:

Obsahem této bakalářské práce je analýza efektivnosti výrobních procesů pro vybrané výrobky ve firmě Rami servis s.r.o., v Liberci. Práce analyzuje efektivnost kovoobráběcích prací při současném stavu výrobních procesů, řeší úsporu zavedením metod a zásad štíhlé výroby. Jsou předložena slabá místa, návrh na jejich odstranění a ekonomické vyhodnocení. Na případové studii je ukázán konkrétní návrh zvýšení efektivnosti.

Increasing the efficiency of production processes for selected products of the company RAMI SERVIS Ltd., in Liberec

ANOTATION:

The content of this thesis is to analyze the efficiency of manufacturing processes for selected products in the company Rami servis Ltd., in Liberec. The paper analyzes the effectiveness of metal work in the current state of manufacturing processes, saving mode by introducing methods and principles of lean manufacturing. They are presented weaknesses, the proposed removal and economic evaluation. A case study is shown a concrete proposal efficiencies.

Klíčová slova: VÝROBNÍ PROCES, EFEKTIVNOST VÝROBY, ŠTÍHLÁ VÝROBA

Zpracovatel: TU v Liberci, KOM

Dokončeno: 2013

Archivní označení zprávy:

Počet stran: 63

Počet příloh: 8

Počet obrázků: 33

Počet tabulek: 0

Počet diagramů: 2

MÍSTOPŘÍSEŽNÉ PROHLÁŠENÍ

Byl jsem seznámen s tím, že na mou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č.121/2000 Sb., o právu autorském zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé bakalářské práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li bakalářskou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Bakalářskou práci jsem vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím bakalářské práce a konzultantem.

24.5.2013

Podpis

Poděkování :

Úvodem bych chtěl poděkovat vedoucímu mé bakalářské práce, panu Ing. Jiřímu Lubinovi, Ph.D. za vedení této bakalářské práce, jeho časté podnětné rady, pevné vedení, početné diskuze a připomínky při jejím vypracování, díky kterým se mi podařilo dosáhnout zadaných cílů.

Děkuji rovněž konzultantovi práce, panu Martinu Vodvárkovi i všem dalším zaměstnancům firmy Rami servis s.r.o. za umožnění zpracování bakalářské práce, vstřícné jednání, poskytnutí základních informací, rad a zkušeností, řady hodnotných připomínek a za to, že si našli čas na diskuzi k řešené problematice. Snažili se mi pomoci a odpověděli na většinu mých dotazů týkajících se bakalářské práce o jejich společnosti.

OBSAH

Úvod	7
1 Seznámení s firmou Ramiservis s.r.o.....	8
1.1 Historie a současnost	8
1.2 Produkce	10
2 Analýza současného stavu efektivnosti.....	11
2.1 Technologie a výrobní zařízení.....	11
2.2 Layout pracovišť a strojních zařízení	12
2.3 Pracovníci, směnnost, řízení výroby	14
2.4 Výrobní systém a informační tok.....	15
3 Vyhodnocení analýzy současného stavu.....	18
3.1 Vybrané výrobní procesy	18
3.2 Vyhodnocení slabých míst.....	22
4 Navrhovaná opatření	28
5 Uplatnění zásad a technik štíhlé výroby.....	34
5.1 Toyota Production Systém.....	34
5.2 Total Quality Management/Control.....	36
5.3 Metody a filozofie Lean Production	36
5.4 Layout, Nástroje pro analýzu a měření práce, 5S	38
6 Případová studie.....	40
6.1 Podrobná analýza výrobního procesu	41
6.2 Současný průběh operací	42
6.3 Výkresová dokumentace.....	48
6.4 Výrobní zařízení	49
6.5 Nový výrobní postup	52
6.6 Shrnutí.....	55
7 Ekonomické zhodnocení	57
7.1 Vyhodnocení navrhovaných opatření	57
7.2 Vyhodnocení případové studie	58
Závěr	60
Seznam použitých zdrojů	61
Seznam obrázků.....	62
Seznam příloh.....	63

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

- 5S – 5S – Technika řízení výroby – metoda pěti kroků ke správnému hospodaření podniku
- CNC – Computer Numeric Control – číslicové řízení počítačem
- ČSN – Česká technická norma
- HRP_{PL} – hodinový režijní paušál plánovaný - obecná plánovaná cena jedné hodiny výroby náklady - stroje, mzdy, režie, zisk
- JIT – Just in Time – metoda řízení výroby systémem - právě včas, právě teď
- L6S – Lean Six Sigma – metoda identifikace a odstranění příčin vzniku chyb ve výrobních procesech
- Rami – Rami servis s.r.o. – zkrácený název provozovny
- TPS – Toyota Production System – společensko-výrobní systém společnosti Toyota
- TQC – Total Quality Control – princip řízení výroby – kontrola kvality všech faktorů/procesů zainteresovaných v konkrétní výrobě
- TQM – Total Quality Management – metoda řízení výroby absolutní kontrolou kvality – slouží k neustálému zlepšování kvality výrobků a procesů

Úvod

Bakalářská práce se zabývá možnostmi zvýšení efektivnosti výrobních procesů, pro vybrané výrobky z kovoobráběcích dílen, zejména s potenciálním využitím obráběcích center, a to na základě požadavku firmy Rami servis s.r.o. (dále jen Ramiservis). Hlavním motivem byla snaha společnosti o přezkoumání stávajících výrobních procesů nezávislými očima a navržení konkrétní alternativy, která by posléze mohla být využita a zároveň vedla ke zvýšení efektivnosti výroby určitého druhu produkce.

Práce je rozdělena do sedmi základních kapitol, členění respektuje dílčí cíle navržené v zadání bakalářské práce a požadavky vedení společnosti. Hlavním cílem práce je zvýšit efektivitu kovoobráběcích výrobních procesů ve firmě Ramiservis a to se zaměřením na určitý druh výrobků, na základě jednání s vedením společnosti a vedoucím výroby.

V první kapitole je popsána historie a současnost společnosti, její profil, zaměření a produkty. V neposlední řadě výrobní technologie, které společnost využívá nebo používá.

Druhá kapitola analyzuje současný stav efektivnosti vybraných výrobních procesů. Je zaměřena výhradně, dle požadavku vedení společnosti, na kovoobráběcí procesy a na určitý druh výrobků. Analyzována byla technologie a výrobní zařízení, řízení výroby a výrobní systém, lidské zdroje.

Třetí kapitola vyhodnocuje analýzu výrobních procesů. Určuje rodinu výrobků a slabá místa podniku.

Čtvrtou kapitolou jsou návrhy opatření po vyhodnocení analýzy.

V páté kapitole bakalářské práce se navrhaná opatření a varianty řešení vybraných výrobních procesů dokládají teoretickými východisky a znalostmi.

Určitou formou případové studie je šestá kapitola. V ní je na konkrétním slabém místě podrobně rozebráno navrhované řešení, jeho podstata, důvody a způsob jakým lze dosáhnout požadovaného zvýšení efektivity vybraných výrobních procesů.

Sedmá kapitola předkládá ekonomické vyhodnocení navrhovaných opatření, detailněji je vyhodnocena případová studie.

Bakalářská práce vychází z české i zahraniční literatury zabývající se moderními způsoby řízení výroby, využívány byly rovněž firemní zdroje společnosti, pokud to bylo možné.

1 Seznámení s firmou Ramiservis s.r.o.

1.1 Historie a současnost

Firma Ramiservis byla založena v roce 1992. Ve své činnosti navázala na tradici provozovny Montážních závodů Liberec s.p., která se zabývala opravami a výrobou autogenní techniky. Servisní a opravárenské služby jsou dodnes jednou ze základních aktivit firmy.

Postupně firma rozšířila svou činnost o obchodní zájmy, otevřela několik vlastních prodejen. Začala prodávat svářecí techniku, přídatné materiály ke svařování, manometry a technické plyny. Založila svou vlastní svářečskou školu, která je nyní soukromá a nájemcem prostor firmy. V dnešní době je sortiment prodejny rozšířen o autogenní techniku, svářecí aparatury různých typů a příslušenství k nim, brusné a řezné kotouče, ochranné pomůcky, teploměry a nářadí.

V souvislosti s prodejem začala firma zajišťovat technický servis svářecích strojů s využitím vlastních zámečnických a kovoobráběcích dílen. Roku 2000 byla firma Ramiservis pověřena společností GCE s.r.o., Chotěboř výrobou, poskytováním záručního a pozáručního servisu přenosných svářecích strojů, řezajících kyslíkem, řady RS 12, 13, 131 RSoma.

V oblasti svařovací techniky dnes nabízí Ramiservis poradenské služby odborně a technicky vyškolenými pracovníky, případně i realizaci složitějších projektů přímo u zákazníka.



*obr. 1.1 – logo společnosti
zdroj: www.ramiservis.cz [6]*

S postupem času se činnosti firmy rozvinuly o další služby. Zejména svářečské a zámečnické práce. Původní servisní a produktové kovoobráběcí dílny pro vlastní potřebu byly rozšířeny o víceosé CNC obráběcí soustruhy. Tím se firmě naskytla příležitost proniknout na trh s nabídkou obrábění nejen pro vlastní potřebu, prodej.

Firma měla v minulosti dvě provozovny v Liberci a několik prodejen, či obchodních zastoupení po České Republice – například Praha, Jihlava, Ostrava. Na dnes již bývalé provozovně Rami 01 – Liberec byly prováděny opravy nebo montáž nové autogenní techniky a otevřena již zmiňovaná první prodejna svářecí techniky. V Ruprechtické ulici sídlí provozovna Rami 02 (obr. 1.2 a 1.3), kde jsou zámečnické, kovoobráběcí a servisní dílny.



obr. 1.2 – provozovna Rami 02 v Liberci
zdroj: vlastní



obr. 1.3 – provozovna Rami 02 v Liberci
zdroj: vlastní

V roce 2010 bylo provedeno rozšíření výrobních kapacit na provozovně 02 s pomocí dotace z Evropského fondu pro regionální rozvoj. Opravy a montáže nové autogenní techniky byly přesunuty právě do rozšířených prostor. Nyní sídlí liberecký Ramiservis pouze v Ruprechtické ulici č.p. 85. Stávající prostory zámečnické dílny byly nahrazeny prodejnou a skladem. Zámečnická dílna byla přesunuta a spojena se servisní dílnou. Přesunutí části výroby se dotklo i kovoobrábění. Bylo prodáno několik starších a nevyužívaných strojů. Došlo k přesunutí potřebných výrobních strojů na volná místa a přeuspořádání pracovišť. Z tohoto důvodu se méně využívané strojní zařízení přesunuly do části svařovací dílny a není kolem nich mnoho volného prostoru. Tam bývají použity opravdu jen zřídka a proto bylo rozhodnuto o jejich přesunutí a umožnění zvětšení kapacity a prostoru obroben.

Do přistavených prostor a části uvolněných původních prostor se přesunuly činnosti ze zavírané provozovny Rami 01. Jedná se zejména o demontážní dílnu autogenní techniky a svařovacího příslušenství, leštírnu, chemické čištění, výrobu. K celé koncepci se samozřejmě přiřadilo i pracoviště montáží a výstupních kontrol servisovaných komponentů

a produktů určených ke svařování materiálů, autogenním způsobem. Jelikož ve skoro každém případě jde o techniku podléhající přezkušování dle ČSN, byla i tato pracoviště zahrnuta do nově přistavené části.

V bakalářské práci se budu zabývat, na základě požadavku vedení společnosti, pouze vybranými výrobními procesy v kovoobráběcích dílnách. Ostatní provozy byly pouze zmíněny.

1.2 Produkce

Produkci kovoobráběcích procesů tvoří kusově vyráběné náhradní díly, určené na servis svářecí a autogenní techniky nebo veškeré díly k montáži nových strojů typu RS 13, či zakázková výroba. V kovoobráběcí části podniku probíhá příprava polotovarů pro svařování a zámečnické práce. Dále zde dochází ke speciální a složité kusové výrobě dle požadavku zákazníka. Další složkou produkce z obrobny jsou prvky určené ke svařovací technice a technickým plynům. Jedná se o různé přechodové matice, speciální nastavovací matice, vrtaná pouzdra, směšovací komory. Nemohu opomenout hlavní produktovou složku a to jsou nahřívací, hoblovací a řezací hubice, hlavy autogenních prvků, distanční kroužky, stoupací trubice, nástavce na manometry, přechodky atd. Drtivá většina produktů (obr. 1.4) je vyráběna jak na konvenčních strojích, tak i na víceosých CNC soustruzích. Na nich dochází zároveň k výrobě málo až středně sériových zakázek. [6]



obr. 1.4 – produkty kovoobráběcích dílen
zdroj: vlastní

2 Analýza současného stavu efektivnosti

Na základě požadavku vedení společnosti Ramiservis se bakalářská práce zabývá analýzou činností spojených pouze s obráběním a to zejména se zaměřením na využití potenciálu CNC strojů. Cílem vedení společnosti je zvýšit efektivnost vybraných výrobních procesů, což představuje prověřit současný stav a navrhnout konkrétní možnosti jakým způsobem lze zefektivnit výrobu, snížit průběžný stav výroby a upravit špatné výrobní procesy.

2.1 Technologie a výrobní zařízení

Kovoobráběcí činnosti společnosti Ramiservis mají v dnešní době k dispozici pouze dvě menší haly. V první hale (obrázky 2.1 a 2.2) je na zemi určen prostor pro krátkodobý sklad materiálu a s ním spojená část tří pásových pil na kov sloužící k dělení materiálu. Dále jsou v témže prostoru tři víceosé CNC obráběcí soustruhy Colchester-Harrison s automatickými podavači tyčového materiálu a zásobníky připravených přířezů dle velikosti zakázky či výrobní dávky. Je zde k dispozici i ruční ohýbačka tyčí, malá drážkovací frézka GNN a dva revolverové soustruhy RN36. Určitou část plochy v této hale zabírá i složka technické podpory nutná pro výrobu – elektrorozvodné skříně, zásobníky stlačeného vzduchu, ale také odložené a připravené bedny různých velikostí, používaných na výrobky. V jednom z rohů je nyní volné místo po prodaném nejstarším CNC soustruhu.



obr. 2.1 – náhled první výrobní haly 1
zdroj: vlastní



obr. 2.2 – náhled první výrobní haly 2
zdroj: vlastní

V druhé hale (obr. 2.3 a 2.4) mají pracovníci k dispozici tři frézky – menší nástrojařskou a dvě konzolové univerzální. Nachází se zde i pět univerzálních soustruhů sloužících jak ke konvenční výrobě, tak i k malosériovým zakázkám. Tři soustruhy jsou typu SV18R. Čtvrtý, zřídka používaný, je typu SV50. Poslední pátý stroj není v současnosti k dispozici pro výrobu, je poruchový a nepřesný. Dále jsou zde dva lisy – ruční a malý výstředníkový, pásová pila na kov v menším provedení, rovinný stůl s nádrhem a dvě dvoukotočové brusky. Ty slouží pracovníkům na přípravu a ostření nástrojů, zejména soustružnických nožů. V prostoru haly se nachází několik úložných prostor – skříní, regálů, držáků, atd., které mají pracovníci k dispozici. V nich je uloženo různé příslušenství potřebné k vykonávání obráběcích procesů. Zaregistroval jsem zde speciální přípravky ke strojům, vyměnitelné univerzální hlavy, části připraveného drahého materiálu či rozpracované výrobky. Součástí některých skříní jsou v podstatě neutříděné sady náradí a nástrojů potřebných k obrábění - nože, frézy, provozní kapaliny a různé další příslušenství.



obr. 2.3 – náhled druhé výrobní haly 1
zdroj: vlastní



obr. 2.4 – náhled druhé výrobní haly 2
zdroj: vlastní

2.2 Layout pracovišť a strojních zařízení

Jak jsem již dříve zmiňoval kovoobráběcí procesy ve firmě Ramiservis probíhají ve dvou menších halách, jejichž dispozice jsou zakresleny v layoutu pracovišť (příloha I.), který jsem po naměření vzdáleností vytvořil.

Firma má k dispozici několik strojní zařízení nacházející se na kovoobráběcích dílnách. Vytvořil jsem seznam zařízení a použil jej i v nakresleném layoutu hal (obr. 2.5), ten je možno vidět v náhledu přílohy na straně 14.

Strojní zařízení, která jsou k dispozici na halách určených pro obráběcí procesy:

- 1) Univerzální soustruh, SV 18R, TOS Trenčín
- 2) Univerzální soustruh, SV 18R, TOS Trenčín
- 3) Univerzální soustruh, SV 18R, TOS Trenčín
- 4) Univerzální soustruh, SV 18RA, TOS
- 5) Univerzální soustruh, SV 50, TOS
- 6) Sloupová vrtačka, 2K52-1, CCCP
- 7) Frézka nástrojařská, FN 22, TOS
- 8) Frézka FV 2A, TOS
- 9) Frézka FNK 25A, TOS
- 10) Ruční lis, CTC 5, Form Brno
- 11) Výstředníkový lis, LENR 10, Šmeralovy závody
- 12) Hydraulický lis, CBJ-100-11, TOS Rakovník
- 13) Dvoukotoučová bruska, BAD 20, STS
- 14) Dvoukotoučová bruska, BKL 1500, Proma
- 15) Stůl, nádrh, NÁDRH
- 16) Bruska malá, BM
- 17) Pila pásová na kov, PPK 90U, Proma
- 18) Pila pásová na kov, Model Mini, V.I.P. Spol. s.r.o., PP0
- 19) Pila pásová na kov, Model Mini, V.I.P. Spol. s.r.o., PP45
- 20) Pila pásová na kov, PPK 175 T, Proma
- 21) Ruční ohýbačka, BOW. OHB
- 22) Revolverový soustruh, R36, Škodovy závody
- 23) Revolverový soustruh, RN36, ZPS Zlín
- 24) Drážkovací frézka, GNN, Mez
- 25) Stojanová vrtačka, ST
- 26) Soustruh, Tornado T2 + MBF 1000T, Colchester Harrison
- 27) Soustruh, Tornado T6MA + MBF 1000T, Colchester Harrison
- 28) Soustruh, Tornado T6MB + MBF 1000T, Colchester Harrison



obr. 2.5 – Layout

zdroj: vlastní

2.3 Pracovníci, směnnost, řízení výroby

Na úseku kovoobrábění pracuje proměnlivě 6-7 zaměstnanců, kteří jsou občas doplněni kvalifikovanými brigádníky. Vzhledem k různorodosti výrobních procesů není pozice pracovníka pevně určena, jak je zvykem ve velkých firmách. Obsazení pozic u strojů závisí na variaci pracovních směn, počtu a druhu zakázek. Druh vykonávané práce a variaci směn určuje vedoucí výroby a vedení společnosti Ramiservis. Z předchozí analýzy vyplývá, že směnnost provozu není každý týden stejná, pohybuje se podle velikosti zakázek, druhu a náročnosti výrobních procesů. Především tak, aby byl co nejvíce využit potenciál drahých CNC soustruhů Colchester-Harrison. Na ostatních pracovištích, kde dochází k zpracovatelským operacím, je podle mého zjištění vždy pouze ranní směna. Vypozoroval jsem, že směny na CNC obráběcích centrech jsou většinou 2 v týdnu. Občas je ale týden slabší či silnější a tudíž rozplánován na jednu nebo tři směny. Pokud je v plánu noční nebo odpolední směna, tak jsou na ni využíváni stálí zaměstnanci. Na dopolední směnu většinou přichází brigádníci, kteří jsou doplněni a kontrolováni programátorem-seřizovačem obráběcích center.

V první hale (obr. 2.1 a 2.2), kde jsou soustružnická obráběcí centra, pracují jeden či dva operátoři případně programátor-seřizovač. Ti obsluhují nebo představují CNC soustruhy, revolverové soustruhy a zároveň si dělí materiál – dlouhé tyčové polotovary na zhruba metrové kusy. Na druhé hale (obr. 2.3 a 2.4) je podle mého poznatku většinou jeden soustružník, jeden frézař. Poslední pracovník a případně i programátor mají práci určenou dle druhu právě prováděných výrobních procesů, náročnosti operací v nich, jejich kvalifikace, dané týdenní směnnosti atd. Podle mého zjištění všichni pracovníci na úseku kovoobrábění jsou multifunkční. Někteří z nich jsou vyučení, či mají střední vzdělání nebo jsou dostatečně kvalifikovaní, jiní jsou pouze osoby znalé – jsou vyučení v jiném oboru. Proto je u přidělení práce brán zřetel na jejich vlastní možnosti, zručnost a schopnosti.

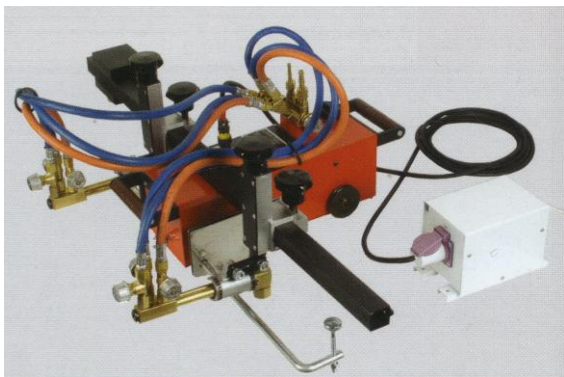
Při analyzování pracovních procesů jsem dospěl k závěru, že pracovníci jsou v podstatě samořízení. Vedoucí výroby jim zadává a zároveň kontroluje jejich práci, ale zaměstnanci si sami mezi sebou řídí chod operací. Pracovní procesy u konvečního druhu výroby jsou většinou opakující se v malých dávkách, což by se mohlo zdát pro malou firmu tohoto typu nevýhodné. Ale z hlediska znalosti a opakovatelnosti výrobních postupů, kdy pracovníci dopředu vědí, jakým způsobem bude probíhat zpracovatelská operace, je to podle mého názoru pravděpodobně i výhodou. Pokud dojde k problémům ve výrobním procesu, operátoři informují vedoucího výroby. Ten problém pokud možno okamžitě řeší a odstraňuje nedostatky, případně rozhoduje o dalším postupu.

2.4 Výrobní systém a informační tok

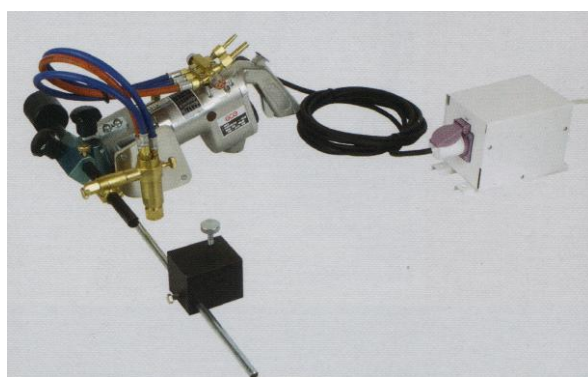
Jako jediný informační systém v podniku je zaveden software „Kostka“. Pro řízení výroby je naprosto nevyhovující, ale k účetnictví a vedení skladových zásob postačuje. Jiný informační systém, kromě kreslicích a prohlížečích programů ve firmě není. Všechny výrobní výkresy jsou k dispozici v elektronické i tištěné formě u vedoucího výroby p. Vodvářky v jeho kanceláři. Případně mají pracovníci značnou část tištěných výkresů od nejvíce vyráběných produktů u sebe. Rozšířené tabulky či speciální měřicí pomůcky jsou rovněž u vedoucího výroby vždy k dispozici. Celkové technické dokumentace obsahující přesné výrobní postupy, technologie, řezné podmínky prakticky neexistují. Jak již bylo zmíněno dříve, výrobní proces probíhá samořízením zaměstnanci a vedoucím výroby. Pracovníci nevyrábí podle jasných technologických postupů, nýbrž podle svých zkušeností a znalostí. Jako příklad mohu uvést jejich vlastní volbu řezných podmínek.

Absence nedirektivních výrobních postupů je nevyhovující. V případové studii tedy přesný technologický postup vytvářím pro jeden určitý výrobek, který je z „rodiny výrobků“ vybrané při vyhodnocení analýzy výrobních procesů. Při vlastním analyzování současného stavu jsem si všiml, že například programátor-seřizovač CNC obráběcích center programuje a určuje řezné podle materiálových a strojních možností.

Společnost Ramiservis vyrábí většinu kovoobráběných produktů svépomocí, kooperace je využívána u povrchových úprav nebo při nákupu již částečně opracovaných odlévaných polotovarů pro výrobu nových řezacích strojů RS131 (obr. 2.6) nebo RSOMA (obr. 2.7). Kompletní výroba řezacích strojů RS131/RSOMA a servis i jiných autogenních řezacích strojů, ze kterého vyplývá kusová výroba náhradních dílů je jedním z hlavních zaměření kovoobráběcího úseku firmy Ramiservis. Polotovary či materiál si společnost dováží vlastními automobily. Část nebo spíše určité druhy se snaží nakoupit například v hutních skladech na ostravsku, kde je lepší cena a zároveň pokud má automobil s jinou zakázkou cestu tímto směrem. Drtinou většinu přijatého materiálu tvoří tyčové polotovary, ty jsou skladovány několika způsoby. Materiál určený pro nejbližší výrobní proces, při kterém je využito obráběcích center, je v krátkém čase zpracován při příjmu na metrové kusy a uložen do zásobníků CNC soustruhů. Materiál, který bude zpracován v příštích výrobních procesech se nechává u pracovišť dělení materiálu na první hale. Toto místo bych nazval krátkodobým skladem materiálu (obr. 2.8 a 2.9), protože doba do zpracování tyčí na metrový přířez je krátká. Dle mé analýzy trvá jednu směnu až několik dní. Krátkodobý sklad materiálu jsem zakreslil i do vytvořeného layoutu pracovišť (příloha I.). Včas převzaté materiály, určené pro výrobu konvenčním způsobem (bez využití obráběcích center), materiály pro speciální výrobní proces nebo dražší polotovary bývají uloženy do skladu. Při konvenčním druhu výroby nebo malosériové zakázce dostává konkrétní obráběč, či jiní pracovníci, výkresovou dokumentaci a příslušný polotovar si vyzvedne ve skladu. Sám si ho, na pracovišti určeném k dělení materiálu, nařeže na jednotlivé kusy nebo soustruží z tyčoviny dle potřeby.



obr. 2.6 – řezací stroj RS131
zdroj: www.gce.cz [10]



obr. 2.7 – řezací stroj RSOMA
zdroj: www.gce.cz [10]



obr. 2.8 – krátkodobý sklad materiálu 1
zdroj: vlastní



obr. 2.9 – krátkodobý sklad materiálu 2
zdroj: vlastní

3 Vyhodnocení analýzy současného stavu

Analýzu výrobní procesů ve firmě Ramiservis jsem nepřímo prováděl už při odborné praxi v této společnosti. V průběhu řešení bakalářské práce bylo díky tomu analyzování značně jednodušší. Posuzoval jsem materiálové a výrobní toky na několik druhů výrobků, jejich průběh výrobním procesem, používané stroje, nástroje a přípravky. Dále také využití pracovníků, volných kapacit strojů atd.

3.1 Vybrané výrobní procesy

Přáním vedení společnosti Ramiservis bylo zaměřit se na část jejich produkce, která prochází přes CNC obráběcí centra. Konkrétně analyzovat výrobní procesy pro „rodinu výrobků“ – hubic a jim podobných. Proto jsem podrobně prostudoval všechny výkresové dokumentace a vybral produkty, které by mohly spadat do této „rodiny“ výrobků. Našel jsem možnost podobných výrobních procesů u pár desítek výrobků. Ovšem s ohledem na předem probranou případovou studii s konzultantem jsem vybral do posuzované rodiny 20 produktů, jejichž stěžejní výrobní operací je obrábění na CNC soustruzích Colchester-Harrison. Již dříve jsem zmiňoval, že firma nemá při kovoobrábění jasné dané technologické postupy a výroba probíhá samořízením. Vytvořil jsem proto hrubé výrobní postupy daných výrobků, tak jak probíhá jejich výroba v současnosti. S pomocí programátora CNC strojů a konzultanta bakalářské práce jsme naměřili nebo odhadli výrobní časy, bez přetypování, pro jednotlivé operace v mých nahrubo analyzovaných postupech. Došel jsem k závěru, že celá „rodina výrobků“ má základní sled operací: dělení materiálu – CNC soustružení – frézování – soustružení na univerzálním či revolverovém soustruhu. Poté už se operace odlišují podle druhu a varianty produktu, chemického čištění či povrchové úpravy atd.

Pro vybranou „rodinu“ 20 obráběných výrobků jsem vytvořil hrubé výrobní postupy, s přiděleným číslem pracoviště dle mnou vytvořeného layoutu (příloha I.), typem stroje, reálným sledem operací s odhadnutými, či naměřenými časy. To vše jsem vložil do přehledu zpracovatelských operací rodiny výrobků (obr. 3.1 a příloha č. II), kde jsou přehledně vidět všechny zhotovitelné operace.

	Pracoviště: 20 Typ: Pila Stroj: PPK175T		Pracoviště: 26;27;28 Typ: CNC Stroj: Tornado		Pracoviště: 7 Typ: Frézka Stroj: FN22		Pracoviště: 1;2;3;4 Typ: Soustruh Stroj: SV18		Pracoviště: 9 Typ: Frézka Stroj: FNK25A		Pracoviště: 22;23 Typ: Revolver Stroj: RN36			
	Operace		Operace		Operace		Operace		Operace		Operace			
Číslo výkresu:	Číslo	Čas	Číslo	Čas	Číslo	Čas	Číslo	Čas	Číslo	Čas	Číslo	Čas		
4-85400-1	010	0:03	030	3:50	050	9:00	060	0:45	070	0:20				
4-85400-3	010	0:03	030	3:45	050	13:00	060	0:45	070	0:20				
29/01/08/1	010	0:03	030	4:00	050	8:00	060	0:15	070	0:25				
V55260	010	0:03	030	2:15	050	6:00	060	0:40	070	0:20				
9376042	010	0:02	030	2:05	050	5:00	060	1:00	070	0:20				
4-46217-0	010	0:02	030	2:00	050	5:00							060	0:30
4-46218-0	010	0:02	030	2:00	050	5:00							060	0:30
4-46219-0	010	0:02	030	2:00	050	5:00							060	0:30
4-46220-0	010	0:02	030	2:00	050	5:00					060	0:30		
4-46221-0	010	0:02	030	2:00	050	5:00					060	0:30		
4-46222-0	010	0:02	030	2:00	050	5:00					060	0:30		
4-46223-0	010	0:02	030	2:00	050	5:00					060	0:30		
V4-5280-30	010	0:05	030	3:50			060	1:25	050	0:20				
V4539623	010	0:04	030	2:40			060	0:55	050	0:20				
V9373691	010	0:04	030	3:20			060	1:15	050	0:15				
28/01/08/1	010	0:03	030	5:00			060	0:35	050	0:25				
V57324	010	0:03	030	4:15							050	0:15	070	0:35
V9376444	010	0:01	030	3:05	050	0:20					070	0:25		
120207/1	010	0:01	030	2:20	050	0:15								

obr. 3.1 – přehled zpracovatelských operací rodiny výrobků

zdroj: vlastní

Jak je možno vidět ze z přehledu zpracovatelských operací (obr. 3.1 a příloha II.). Všechny vybrané výrobky k analýze stávajících výrobních procesů procházejí stejnými klíčovými pracovišti, některé ovšem v jiném pořadí, či s drobnou změnou. První zpracovatelskou operací je dělení materiálu. Dělení materiálu probíhá na pásové pile PPK 175T (obr. 3.2). Tři nebo pětmetrové tyče jsou řezány na délku zhruba jednoho metru. Poté pracovník ručně srazí hrany, očistí tyč a vloží ji do zásobníku CNC soustruhu nebo přilehlých regálů na přířezy. Následuje základní operace, která je u všech výrobků stejná. Jedná se o soustružení na CNC obráběcích centrech Tornado T6M (obr. 3.3) nebo Tornado T2 od firmy Colchester-Harrison. Soustružení probíhá po přetypování z předchozího výrobku, vyrobení a kontrole prvních kusů, zcela automaticky. Stroje mají vlastní zásobníky na několik tyčí a podavače materiálu.



obr. 3.2 – pásová pila PPK175T

zdroj: vlastní



obr. 3.3 – CNC soustruh Tornado T6M

zdroj: vlastní

Po přestavení CNC programátorem-seřizovačem a následné kontrole přetypování vyjímá operátor na CNC strojích již hotové polotovary určené k dalším zpracovatelským operacím. Tou je kontrola a hrubé čištění. Pracovník vyndá polotovary z kapsy CNC soustruhu, očistí je od emulze, případně ručně srazí ostré hrany a kontroluje základní rozměry, závity. Samořízením nastavuje korekce nástrojů, vyměňuje břitové destičky nebo vrtáky podle svého uvážení a zkušeností. Případné problémy při této výrobní operaci řeší s programátorem CNC soustruhů osobně či telefonicky pokud se nejedná o ranní směnu. Podle mé analýzy si obsluha dokáže vyřešit většinu problémů, jako je výměna nástrojů a korekce, lehké přeprogramování, bez potřeby programátora a seřizovače nebo vedoucího výroby sama.

Další zpracovatelskou operací „rodiny výrobků“ je vždy frézování. Zde se ovšem polotovary dělí na dvě skupiny. Buďto se jedná o frézování násobného drážkování pro průnik plynu mezi řezací a nahřívací hubicí a nebo je zde skupina polotovarů, u kterých není drážkování a rovnou se frézují dvě drážky pro utažení hubice klíčem. Z předchozího popisu vyplývá, že i skupina drážkovaných hubic má následně profrézovány dvě drážky na dotažení klíčem. Ale to pouze pokud se nejedná o výrobky zpracováváné z šestihranných polotovarů. Frézovací operace násobného drážkování probíhají většinou na stroji FN22 (obr. 3.4) – frézka nástrojařská. K jejich proběhnutí se používá dělicí hlava a kalibrovací trn u rozměrově větších výrobků. V předchozí výrobní operaci soustružený polotovar je upnut na doraz do sklíčidla děličky a drážky jsou frézovány kotoučovou frézou. K výrobě dvou drážek pouze pro dotažení klíčem se používá větší frézka FNK25A (obr. 3.5). Musí se dokončit celá výrobní dávka na nástrojařské frézce a přendat dělicí hlava z na tento větší stroj, což je velice nevýhodné. Frézování drážek pro klíč je pak velice rychlé, používá se stopková fréza podle velikosti šířky klíče. Polotovar se opět vkládá na doraz do univerzálního sklíčidla děličky, tím se při provádění operace pouze otáčí o 180°. Nepoužívá se ale klasická klika dělicí hlavy, nýbrž pouze samozajišťovací kolíček mezi děličkou a univerzálním sklíčidlem.



obr. 3.4 – frézka FN22
zdroj: vlastní

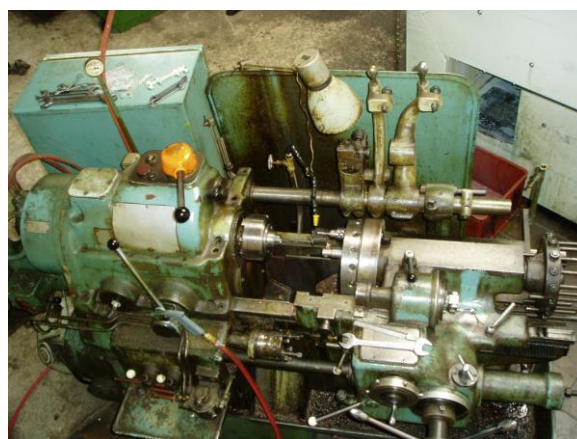


obr. 3.5 – frézka FNK25A
zdroj: vlastní

Po frézování následuje ve výrobním procesu u všech polotovarů soustružení. Ale opět se operace dělí na dvě skupiny. Některé frézované předvýrobky jsou následně zpracovány na univerzálních soustruzích – SV18R (obr. 3.6), jiné na revolverových soustruzích – RN36 (obr. 3.7). Toto rozdělení operací je dáno možností upínání obrobku. Pokud je možnost obrobek upnout za závit, tak jak bude sloužit zákazníkovi, je zpracováván na revolverovém soustruhu – RN36. Většinou se jedná o vrtání díry v ose a sražení čela. Některé frézované polotovary ovšem není možné upnout na revolverovém soustruhu. Proto se ke zpracování následující operace používá univerzální soustruh – SV18R, určený pro konvenční výrobu. Polotovar je upnut do univerzálního sklíčidla, většinou opět na doraz. Mezi operace, které probíhají na tomto pracovišti, patří opět vrtání díry v ose a sražení hran. Ale také sražení čela frézovaných hubic, u kterých dochází k poškození vlivem kalibrovacího trnu. Čelo obrobku poškozené otláčením je vyráběné od druhé operace s přídavkem a při této operaci na soustruhu se pouze zarovná na požadovanou délku a jakost.



obr. 3.6 – univerzální soustruh SV18R
zdroj: vlastní



obr. 3.7 – revolverový soustruh RN36
zdroj: vlastní

Některé výrobky, jedná se zejména o drážkované polotovary pro průchod plynu mezi nahřívací a řezací hubicí, procházejí ve výrobním procesu ještě jednou zpracovatelskou operací. Tou je zmiňované frézování drážek pro klíč, které probíhá stejným způsobem jako frézování u násobně nedrážkovaných hubic.

3.2 Vyhodnocení slabých míst

Při analyzování stávajících výrobních procesů jsem našel několik skutečností, které bych označil za slabá místa podniku. K těmto poznatkům jsem došel sám nebo zprostředkovaně přes pracovníky kovoobráběcích dílen, se kterými jsem spolupracoval. V této části bakalářské práce se pokusím slabá místa srozumitelně popsat.

Doprava materiálu

Materiál si firma dováží vlastními dodávkovými automobily. Většinou jde o hutní polotovary, zejména tyčové. Ve firmě není určená pozice zásobovače nebo řidiče. Skladnice je ve společnosti přítomna stále na skladě. Pro materiál tedy většinou jezdí dva pracovníci, které určí vedoucí výroby. Tito pracovníci ovšem mají svou rozdělanou práci a jsou součástí určitého výrobního procesu. Pokud odjedou do hutních skladů pro materiál, tak jejich práce zákonitě stojí. Výroba tedy neprobíhá zcela plynule, je pozdržena v určité fázi a může v určitých případech i zastavit práci na navazujících operacích u jiného pracoviště. Navíc jsou podle mého názoru tito odborní obráběcí pracovníci pro dopravu a

práci řidiče či manipulanta poměrně dost drazí. Pokud přijede automobil s větší dodávkou tyčových polotovarů, všichni pracovníci obráběcích dílen jdou pomáhat s vykládkou a přemístěním materiálu. Opět je přerušen výrobní proces a zpožďuje se doba výroby. Musím ovšem podotknout, že výroba na CNC obráběcích centrech nikdy není přerušena z důvodu dopravy nebo převzetí materiálu na halu či do skladu, což je určitě zcela jistě správné řešení.

Materiálové hospodářství

Objednávka materiálu je pro určitou zakázku provedena vždy včas. Objednávku provádí vedoucí výroby a vedení společnosti. Převzetí materiálu v hutních skladech a doprava na firmu je ovšem v některých případech provedena opožděně. Ubývá čas na zpracování zakázky, výrobní proces se posouvá a průběžná doba výroby se zákonitě prodlužuje. Občas se stane, že zakázka se ani nestihne v daném termínu vyrobit a to právě z důvodu pozdního dodání materiálu. Dojde tedy k posunutí sjednaného termínu a není tomu důvodem maximální vytížení výrobních kapacit, nýbrž právě zmíněná pozdní přejímka zejména tyčových polotovarů barevných kovů. Jako další příklad špatného materiálového hospodářství bych zmínil dělení materiálu pro CNC obráběcí centra. Automaticky řízené soustruhy obrábí z tyčí dělených na délku zhruba jednoho metru. Obráběcí centrum si tyče, ze kterých se obrábí jednotlivé kusy, podává samo. Vždy musí zbýt určitá část tyče, za kterou může pneumatická kleština upnout materiál pro poslední obráběný kus. V některých případech se stane, že upínací část je již krátká a stroj vyhodnotí nevhodnost k obrábění a zbytek tyče vyhodí. Pokud by ovšem byla zbývající velikost tyče (například o 10 mm) větší, stroj by obrobil poslední kus. To znamená, že lepším náměrem a připočítáním přídavek u dělení několikametrových tyčí pro obráběcí centra, by se dala zajistit větší efektivita využití používaných materiálů k obrábění. Musím ovšem podotknout, že zbytkový materiál, zejména barevné kovy, firma uchovává v bednách. A v případě možnosti je využit pro výrobu zakázek s konvenčním obráběním na univerzálních soustruzích, což je z hlediska finanční úspory velice výhodné.

Kvalita polotovarů

Většinu nakupovaných polotovarů tvoří tyče nebo trubky z hutních skladů, vysoký podíl produktů společnosti je z barevných kovů zejména měď a mosaz. Dodané materiály jsou podle mé analýzy kolikrát nakoupeny s horší obrobiteľností a to jen díky nižší pořizovací ceně. Vedení společnosti si myslí, že tímto nákupem výrazně sníží náklady na výrobu. Jedná se ovšem o velký omyl. Díky nižší obrobiteľnosti materiálů mění obráběcí řezné podmínky. Zmenšuje se velikost třísky a snižují se posuvové rychlosti. V několika případech se dokonce z důvodu horší obrobiteľnosti mění zaběhlé výrobní postupy. Uvedu jeden z mála případů – vrtaná díra, která prochází skrz celý obrobek je vrtána na dvakrát, z obou stran, aby nedocházelo k vyosení vyráběné díry. Dalším příkladem nekvality přijímaných materiálů do výrobního procesu, kterou jsem v průběhu zpracování bakalářské práce zjistil, byla například přemrzlá mosaz, která při obrábění praskala rychlou změnou teploty.

Výrobní kapacita

Když vyhodnotím analyzované skutečnosti, tak mi výrobní kapacity nepřijdou efektivně řešeny. Nejde ani tak o maximalizaci využití výrobních kapacit, jelikož podnik nemá dostatek zakázek pro toto využití maximálního výrobního potenciálu. Zaměřil bych se spíše na plánování kapacit. V průběhu zpracování bakalářské práce se několikrát stalo, že nejdříve se nestíhá zpracovat zakázka, požadovaný termín dodání odběrateli se nedaří dodržet. V tomto případě jsou v provozu všechna tři CNC obráběcí centra, zaměstnanci se točí na dvě či tři směny. Jenže pak podle mého sledování nastane týden, kdy se obrábí pouze na jednom z obráběcích center Colchester-Harrison. Jako druhý příklad slabého místa bych k výrobním kapacitám přiřadil i přenechávání práce na následující směny. Při mém analyzování došlo k situacím, kdy ranní směna přenechává práci pro odpolední směnu, aby měli vůbec nějakou práci. V praxi to znamená, že všechny nařezané, metrové, tyčové polotovary by se při ranní směně stihly zpracovat na CNC soustruzích. Ovšem ranní směna nechá zpracovat pouze polovinu připraveného materiálu a druhou polovinu tyčového přířezu nechá pro následující odpolední směnu - to z důvodu případné nepotřebnosti odpolední směny v inkriminovaný den. Výrobní proces se tímto špatným naplánováním opět prodlužuje a náklady na výrobek se zvětšují.

Podmíněně nutné přestávky chodu stroje

Při výrobních procesech některých výrobků zpracovávaných na CNC obráběcích centrech, jsou součástí dosavadních výrobních programů podmíněně nutné přestávky stroje. Jsou zařazeny zejména před operacemi, které řezou závit do ocelových materiálů. Důvodem je nanesení strojní pasty určené k řezání závitu, do oblasti jeho budoucího výskytu. V takovýchto případech musí operátor otevřít dveře CNC centra, namazat povrch pastou, zavřít dveře. Poté obsluha zmáčkne tlačítko sloužící k pokračování zpracovatelských operací. Stroj od této chvíle vyrábí opět automaticky až do doby, než se dostane ve sledu operací před to samé místo (řezání závitu), ovšem u dalšího kusu. Tato skutečnost by se nejevila jako problémová, pokud by operátor měl na starosti pouze jeden stroj. Skutečnost je ovšem taková, že většinou dva pracovníci obsluhují tři automatická obráběcí centra a k nim přiřazená pracoviště revolverových soustruhů. Takže občas chvíli trvá, než operátoři (kteří v tu chvíli obsluhují jiný stroj nebo provádí práci na jiném pracovišti) zaregistrují, že stroj čeká na obsluhu. Přerušují rozdělanou práci, například na revolverovém soustruhu, musí udělat 10 kroků, namazat obrobek strojní pastou a opět pustit obráběcí centrum do automatického režimu. Pokud se sejde stejný výrobní program, například na dvou CNC soustruzích, dochází k velkým časovým ztrátám a prodlužování průběžné doby výroby několika, v tu dobu zpracovávaných, výrobků. V průběhu analyzování současného stavu efektivnosti výrobních procesů došlo k situaci, kdy na čtyři pracoviště obráběcích center a revolverového soustruhu, byl přítomen pouze jeden operátor. Jeho aktuální stav byl takový, že toho měl lidově „plné brýle“ a výrobní proces daných výrobků se zákonitě prodlužoval.

Výrobní postupy

Při analyzování současného stavu výrobních procesů jsem zjistil, že firma Ramiservis nemá zpracovány, na úseku kovoobrábění, žádné jasné výrobní postupy. Výrobní operace a úseky v nich probíhají podle uvážení konkrétních pracovníků. To je zjevné zejména u výroby na univerzálních soustruzích, kdy každý pracovník zpracovává konkrétní výrobek jiným postupem. Absence jasných, direktivních, efektivních výrobních postupů je pro firmu zcela nevyhovující. Tím, že zaměstnanci zpracovávají zakázku podle svého uvážení a předchozích zkušeností zcela odlišně, než by byl ideální výrobní postup, dochází ke ztrátě efektivity výrobních procesů. Pokud by byly vypracovány správné výrobní postupy a byly by součástí výrobní dokumentace, došlo by ke zlepšení situace. Byla by možnost si předem připravit veškeré potřebné nástroje či nářadí, byl by znám sled operací a dalo by se zjistit vytížení pracovišť včetně s odhadované normy spotřeby času na kus. Celý výrobní proces by se výrazně zefektivnil, došlo by ke snížení průběžné doby výroby jednoho kusu a současně i ke zmenšení nákladů na výrobu.

Plánování výroby

V průběhu zpracovávání bakalářské práce došlo několikrát k neplánované změně výroby. Jako první příklad bych uvedl skutečnost, kdy pracovník na univerzálním soustruhu prováděl zpracovatelské operace na jedné výrobní dávce (zakázce s několika kusy). Nastavil si dorazy na polotovary, ustavil svírací přípravky do univerzálního sklíčidla a prováděl obráběcí úkony na dané dávce výrobků. Jeho práce byla ovšem přerušena, neboť bylo potřeba rychle vyrobít třeba jen jeden jediný výrobek jiného druhu. Většinou se jedná o výrobky sloužící k montáži na opravované nebo nové autogenní stroje. Zmiňovaný produkt je potřeba vyrobít v co nejkratším čase, aby mohla pokračovat montáž či oprava autogenních strojů, případně mohli být stroje co nejrychleji odeslány zpět k zákazníkům. V druhém příkladě bych uvedl změnu výroby na CNC obráběcích centrech, kdy se výrobní program neustále mění podle druhu výrobku, ceny produktu nebo momentálně dostupného materiálu. Jedna celá zakázka je častokrát rozdělena na několik výrobních dávek a mezi nimi dochází k výrobě jiného produktu. Prvotnímu výrobnímu procesu se tak prodlužuje průběžná doba výroby, proti tomu se ale zkrátí celkový výrobní proces u produktů, vložených mezi zmiňované výrobní dávky.

Výrobní potenciál

Při analyzování výrobních procesů jsem dospěl k závěru, že firma Ramiservis málo využívá výrobního potenciálu obráběcích CNC soustruhů Tornado od firmy Colchester-Harrison. Tento problém je také myšlenkou celé bakalářské práce, jelikož vedení společnosti chtělo, abych se právě se na výrobní potenciál obráběcích center zaměřil. Pozorováním skutečností a s pomocí konzultací jsem dospěl k závěru, že na automatických strojích Tornado se dá vykonávat daleko více zpracovatelských operací než je tomu nyní. Analýzou veškeré produkce z obráběcích dílen společnosti jsem objevil několik druhů výrobků, jejichž výroba by se dala realizovat lépe, například využitím možnosti obrábění poháněnými nástroji. To znamená, že na automatickém soustruhu by se na jedno upnutí dalo soustružit a zároveň frézovat, vrtat díry mimo osu, nevrtat díry z čela obrobku. Dalším využitím technologie poháněných nástrojů by byla výroba drážkování frézováním, gravírovací jehlou, použití speciálních nástrojů atd. Tím by mohlo dojít k vyřazení i několika pracovišť z dosavadního výrobního postupu. Efektivita určitých výrobních procesů by se pro vybrané výrobky rapidně zvýšila právě využitím potenciálu CNC obráběcích center. Požadavkem vedení společnosti bylo zaměření mé bakalářské práce právě na tuto problematiku. Proto se již zmíněnou možností zvýšení výrobního potenciálu u CNC strojů Tornado budu zabývat v případové studii.

4 Navrhovaná opatření

V této kapitole bakalářské práce se budu zabývat návrhy opatření, které by mohly zvýšit celkovou efektivitu výrobního procesu pro určité výrobky. Při analyzování stávajících výrobních procesů jsem zjistil několik skutečností, které jsem označil jako slabá místa podniku. V předchozí kapitole jsem se pokusil slabá místa detailněji popsat. Nyní bych přistoupil k návrhům, které by mohly stávající málo efektivní stav mnou označených slabých míst zlepšit.

Doprava materiálu

Materiál si firma dováží vlastními dodávkovými automobily, přičemž ve firmě není určena pozice zásobovače. Proto navrhuji vytvořit pracovní pozici řidič-zásobovač. Předmětem práce na této pozici by byla včasná doprava materiálu z hutních firem dle objednávky, manipulace s materiálem (vlastní nakládka a vykládka), zásobování skladu či občasné práce ve skladě, případně provádění jednoduchých operací či úkonů nebo zapojení pracovníka do výrobního procesu. Firma Ramiservis často rozváží některé své výrobky přímo k odběrateli, takže pozice řidič-zásobovače by nebyla využívána pouze pro účel dopravy materiálu sloužícího ke kovoobrábění, ale i k rozvážce určitého druhu produkce. Zároveň s tím by řidič-zásobovač mohl obstarávat svoz i rozvoz dílů určených pro servis nebo dílů vyráběných na jiných provozech. Pozice řidiče by určitě byla ohodnocena nižší mzdou, než je tomu u odborných obráběcích pracovníků. Tito zaměstnanci by se mohli věnovat své práci a výrobní proces by byl rázem plynulejší, nedocházelo by k pozdržení některých i navazujících operací, snížila by se průběžná doba výroby atd. Výsledkem by zároveň měla být úspora nákladů. Podmínkou pro zamýšlené zvýšení efektivnosti by muselo být uvolnění kovoobráběcích pracovníků od dopravy materiálu. Řidič-zásobovač by si nakládku a vykládku materiálu prováděl sám a odborně zaměření pracovníci z dílen by mu s ní nepomáhali. Pokud by se jednalo o rozměrově větší či těžší kusy přijímaného materiálu, přicházela by v úvahu pomoc jiných zaměstnanců s vykládáním. Ale to pouze od momentálně méně vytížených pracovníků, zejména skladníka a operátorů CNC obráběcích center, pokud by jejich krátká nepřítomnost neprodlužovala výrobní proces výrobků. Případně i pracovníků u konvenčních obráběcích strojů s časově dlouhými obráběcími úkony, kdy výrobu zajišťuje strojní posuv a tudíž není vyžadována jejich nutná přítomnost u strojů.

Materiálové hospodářství

Objednávka materiálu je pro určitou zakázku provedena vždy včas. Objednávku provádí vedoucí výroby a vedení společnosti. Převzetí materiálu v hutních skladech a doprava na firmu musí být vždy uskutečněna s dostatečným předstihem před sjednaným termínem expedice budoucího výrobku. Zajištěním včasného přijetí je možno dosáhnout většího časového prostoru na zpracování zakázky. Pokud se začne pracovat na zakázce dříve, výrobní proces a průběžná doba výroby se nebude prodlužovat. Nemělo by tím pádem docházet k posunutím sjednaných termínů dodání výrobků k odběrateli. Druhým návrhem je zlepšení náměru tyčových polotovarů pro CNC obráběcí centra. Automaticky řízené soustruhy obrábí z tyčí, dělených na délku zhruba jednoho metru. Automaticky soustruh si tyče, ze kterých se obrábí jednotlivé kusy, podává sám na programovaný doraz. Vždy musí zůstat určitá část tyče, za kterou může pneumatická kleština upnout materiál pro poslední obráběný kus. V analýze současného stavu jsem popsal, že tyč je často strojem vyhodnocena jako nevhodná, jelikož nemá požadovaný přídavek na upnutí před soustružením posledního kusu z ní. Navrhuji u každého výrobku procházejícího CNC soustruhem spočítat spotřebovávanou délku tyče k obrábění na jeden kus. To je většinou velikost čistého soustruženého obrobku plus přídavek na sražení čela a upíchnutí. Dále propočítat a navrhnout délku řezání tyčí tak, aby došlo k jejich maximálnímu využití. Zbytkový materiál by měl být co nejmenšího rázu. Příklad maximálního odhadovaného využití materiálu jsem nastínil v případové studii, která je jednou z dalších kapitol bakalářské práce. Obecně je navrženo, že lepším náměrem a připočítáním přídavků u dělení několikametrových tyčí pro obráběcí centra lze zajistit větší efektivitu využití materiálů, používaných k obrábění.

Kvalita polotovarů

Většinu nakupovaných polotovarů tvoří tyče či trubky z hutních skladů. Vysoký podíl produktů společnosti je z barevných kovů zejména z mědi a mosazi. Dodávané materiály jsou podle mé analýzy často nakupovány s horší obrobiteľností a to z důvodu nižší pořizovací ceny. Navrhuji provádět nákup kvalitnějších materiálů s větším koeficientem obrobiteľnosti, pokud budou zpracovávány soustružením či frézováním. Materiály s větším koeficientem obrobiteľnosti jsou sice dražší, ale finanční úspora se projeví snížením náročnosti obrábění. Řezné podmínky by měli být výrazně lepší a mělo

by dojít k jejich maximálně optimálnímu využití. Z důvodu vyšší obrobiteľnosti materiálů se nebudou muset provádět náhlé změny v zaběhlém postupu výroby, zrychlí se výrobní proces, zmenší se průběžná doba výroby a sníží se náklady. Jako příklad bych uvedl, že nebude nutné vrtat průchozí díru obrobkem z obou stran, protože by již nemělo docházet k vyosení. Tento příklad jsem použil z předchozí kapitoly, kde jsem analyzoval slabá místa. Zároveň je tato skutečnost podrobně popsána v případové studii. Důraz na vyšší obrobiteľnost bych kladl zejména na materiál, který je zpracováván na obráběcích centrech.

Výrobní kapacita

Vyhodnocení analyzovaných skutečností jsem došel k závěru o nízké efektivitě výrobní kapacity. Nezabýval bych se nyní maximalizací výrobních kapacit, jelikož podnik nemá dostatek zakázek pro tak vysoké využití výrobního potenciálu. Navrhuji zaměřit se spíše na strategické plánování kapacit obráběcích center. Dobrým plánováním kapacit na CNC strojích by se mělo předejít případům, kdy se jeden týden nestíhá zpracovat zakázka v daném termínu a pracuje se na tři směny. Následně další týden je podstatně menší vytížení a práce probíhá pouze na ranní směně. Se strategickým plánováním musí být současně realizováno včasné dodání požadovaných materiálů, jinak je strategické plánování zbytečné. Výrobní proces by měl probíhat plynule, zakázky na sebe postupně navazovat, aby nedocházelo ke zbytečnému nabalování problému ve formě neplnění požadovaných termínů. Dále bych zamezil přenechávání práce na další směny, které jsem popsal při vyhodnocení analýzy současného stavu efektivnosti. Právě strategickým plánováním a rozumným přetypováním obráběcích center by nemělo docházet k případnému nízkému využití či nepotřebnosti dalších směn. Plánovanou a zároveň jednoduchou změnou výrobních programů by se dalo zajistit navazování výrobních operací za sebou. Pracovníci na dalších směnách by po dokončení operací na jednom výrobku měli být schopni započít výrobu na dalších produktech. Výrobní proces by se díky dobrému plánování neprodlužoval a došlo by k možnému zvětšení produkce. Tímto způsobem by se dala řešit často zmiňovaná efektivnost a náklady výroby.

Podmíněně nutné přestávky chodu stroje

Při výrobních procesech některých výrobků, zpracovávaných na CNC obráběcích centrech jsou podmíněně nutné přestávky stroje součástí dosavadních výrobních programů. Jako příklad jsem uváděl ve vyhodnocení analýzy automatické zastavení stroje zejména před úseky, v kterých dochází k řezání závitu do ocelových materiálů. Tato skutečnost by se nejevila jako problémová, pokud by měl operátor obsluhovat pouze jedno obráběcí centrum, nikoliv více strojů najednou. Proto navrhuji provést podrobnější analýzu produkce, u níž při výrobě dochází k podmíněným přestávkám stroje. Vytypované produkty označit pro vnitřní potřebu plánování na výkresových dokumentacích. Dále by mělo být snahou plánovat výrobní procesy s využitím těchto informací. Navrhuji strategičtěji plánovat rozdělení pracovníků, případně jejich posílení, pokud by mělo docházet k podmíněně nutným přestávkám na více strojích a k velkému vytížení. Operátoři totiž často neobsluhují pouze CNC obráběcí centra ale i přítomné revolverové soustruhy, či frézují drážkování. Tímto opatřením by se mělo zamezit vytváření větších časových ztrát. Současně by mělo dojít ke snížení průběžné doby výroby několika v tu dobu zpracovávaných výrobků. Mělo by naopak dojít ke zvýšení efektivnosti výrobních procesů vzhledem k současnému stavu výroby.

Výrobní postupy

Při analyzování současného stavu výrobních procesů jsem zjistil, že firma Ramiservis nemá zpracovány, na úseku kovoobrábění, žádné jasné výrobní postupy. Výrobní operace a úseky v nich probíhají podle uvážení konkrétních pracovníků. Absence jasných, direktivních, efektivních výrobních postupů je pro firmu zcela nevyhovující. Tím, že zaměstnanci zpracovávají zakázku podle svého uvážení a předchozích zkušeností zcela odlišně, než by byl ideální výrobní postup, dochází ke ztrátě efektivnosti výrobních procesů. Proto navrhuji vypracovat jasné výrobní postupy alespoň pro výrobky, jejichž roční výrobní objem u konvenčního obrábění patří k největším. Jelikož daná problematika má největší váhu právě u výrobků vyráběných konvenční cestou. Na CNC obráběcích centrech se výrobní postupy díky jasnému programu pro stroj nemění. Mnou zamýšlený výrobní postup by měl obsahovat alespoň tyto základní věci - direktivní sled operací rozčleněný na úkony, volbu řezných podmínek, materiál, nástrojů a strojů. Pokud by byly výrobní postupy takto vypracovány, měli by se stát součástí celkové výrobní dokumentace

a tím by došlo k rapidnímu zlepšení situace. Byla by možnost si předem připravit veškeré potřebné nástroje či nářadí, materiál, byl by znám sled operací a dalo by se zjistit vytížení pracovišť včetně odhadované normy spotřeby času na kus. Celý výrobní proces by se výrazně zefektivnil, došlo by ke snížení průběžné doby výroby jednoho kusu a současně i ke zmenšení nákladů na výrobu.

Plánování výroby

V průběhu zpracovávání bakalářské práce došlo v podniku několikrát k neplánované změně výroby. Jednalo se o výrobu jak na obráběcích centrech, tak i univerzálních strojích. Navrhuji plánovat výrobu s ohledem na problematiku potřeby nových či servisních dílů k autogenním výrobkům. Mít přesně daný plán výroby a průběžně zjišťovat informace o potřebě výrobků pro servisní dílnu. Plán měnit strategicky, nikoliv přerušovat rozdělanou výrobní dávku pouze kvůli jednomu, jinému obrobku. Poté by nemělo docházet k časovým ztrátám přetypováním univerzálních soustruhů na složitější výrobky. Nemuseli by se například dvakrát vyrovnávat speciální univerzální sklíčidla a přípravky, ale celá dávka by se vyrobila najednou. Pokud by byla známa potřeba vyrobit požadovaný servisní nebo nový výrobek, může se rozumně změnit plán. Požadovaný výrobek by se vyrobil buď před nebo za rozpracovanou výrobní dávkou, nikoliv s přerušením právě prováděných zpracovatelských operací. U CNC obráběcích center taktéž navrhuji nepřerušovat probíhající výrobu kvůli několika jiným kusům. Vyrobit celou dávku a poté začít s výrobou nového produktu. Pokud by přesto mělo dojít k přerušení právě probíhané výroby, musí to být pro firmu přínosné. To znamená neohrozit termín dodání právě rozpracovaných výrobků. Umožnit náhlou změnu plánovaného programu jen pro výrobky s vysokým výnosem a poté se opět vrátit k rozpracované výrobní dávce. Plánování výroby u CNC strojů je problematické s ohledem na momentální dostupnost materiálů a nástrojů. Proto musí být současně realizována opatření v materiálovém hospodářství, správně rozvrženy výrobní kapacity a fungující doprava materiálu. Předpokládám, že realizováním těchto návrhů by mělo dojít k zvýšení efektivnosti výroby, zkrácení průběžných dob výroby a snížení nákladů na výrobek.

Výrobní potenciál

Při analyzování výrobních procesů jsem dospěl k závěru, že firma Ramiservis málo využívá výrobního potenciálu obráběcích CNC soustruhů Tornado od firmy Colchester-Harrison. Tento problém je také myšlenkou celé bakalářské práce vzhledem k tomu, že vedení společnosti chtělo, abych se právě na výrobní potenciál obráběcích center zaměřil. Proto je konkrétní návrh zlepšení popsán v kapitole „případová studie“. Kde navrhuji výrobu na obráběcích centrech realizovanou pomocí poháněných obráběcích nástrojů. Díky těmto, na CNC soustruhu poháněným nástrojům, by mělo být umožněno obrábění složitějších výrobků. V případové studii navrhuji obrábění výrobku na jedno upnutí. V tomto případě je na automatických soustruzích možno zároveň frézovat, vrtat díry mimo osu, nevrtat díry pouze z čela obrobku. V případové studii se konkrétně zabývám výrobou drážkování pomocí poháněných nástrojů. Díky mému návrhu by mělo dojít k vyřazení několika pracovišť z dosavadních výrobních postupů. Efektivita určitých výrobních procesů by se pro vybrané výrobky měla rapidně zvýšit. Tím pádem by mělo dojít ke značnému snížení průběžné doby výroby a vysoké úspoře nákladů.

5 Uplatnění zásad a technik štíhlé výroby

Zvýšení efektivnosti výrobních procesů lze zajistit aplikací zásad štíhlé výroby. Průkopníkem zavedení zmiňovaných zásad štíhlé výroby byla firma Toyota. Celková koncepce firmy Toyota je zásadní způsob jímž firma vnímá svůj svět a rozvíjí své podnikatelské činnosti. Celková koncepce spolu se systémem výroby firmy Toyota – Toyota Production System (dále jen TPS) tvoří jedinečné nezaměnitelné znaky této firmy. Koncepci lze stručně shrnout do dvou bodů, o které se opírá: je to „neustálé zlepšování“ a „ohled vůči lidem“. Neustálé zlepšování – kaizen, určuje základní přístup firmy Toyota k podnikání. Ohled vůči lidem je prokazován poskytnutou jistotou zaměstnání a snahou motivovat zaměstnance pro aktivní zapojení do zlepšování stávajících výrobních procesů.[1]

Hlavní zásady štíhlé výroby jsou realizovány následujícími technikami (systémy):

- TPS – Toyota Production Systém
- L6S – Lean Six Sigma
- TQM, TQC – Total Quality Manegement, Total Quality Control

5.1 Toyota Production System

Celkovou koncepci Toyoty tvoří 14 hlavních zásad, které jsou uspořádány do čtyř širších kategorií: 1. dlouhodobá filosofie, 2. správný proces přinese správné výsledky, 3. přidávejte hodnotu organizaci tím, že budete rozvíjet své lidi, 4. nepřetržité řešení zásadních problémů podceňuje organizační učení. [1, str. 65]

Celková koncepce firmy Toyota znamená větší, nikoliv menší závislost na lidech. Je to kultura, tedy víc než soubor technik umožňujících zvyšování efektivnosti a zlepšení. [1, str. 11]

Je docela možné uplatňovat celou paletu nástrojů TPS a přitom se řídit jen několika vybranými zásadami koncepce firmy Toyota. Některé zásady firmy Toyota představují skvělý výchozí bod. Důležité zásady pro firmu Ramiservis jsou:

Zásada 2. *Vytvořte nepřetržitý procesní tok, který vám umožní odhalit problémy.* [1, str. 66] Jedná se o záměnu podoby pracovních procesů, aby tvořily nepřetržitý tok, který dosahuje vysoké přidané hodnoty. Úsilí, aby žádný projekt ani na vteřinu nezahálel, aby na každém projektu někdo pracoval. Dále by se mělo usilovat o vytvoření rychlého toku materiálu a informací, propojení procesu s lidmi, aby mohli být okamžitě odhaleny všechny problémy. Tento krok musí být zřejmý v celkové kultuře společnosti.

Zásada 4. *Vyrovnejte pracovní zatížení (heijunka). (Pracujte jako želva, nikoliv jako zajíc.)* [1, str. 67] Odstranění ztrát je jen jednou třetinou k úspěšnému zavedení štihlé výroby. Stejně tak důležité je odstranění přetížení lidí a výrobního zařízení a odstranění nevyváženého harmonogramu výroby. Měla by se vyrovnat zátěž všech výrobních a obslužných procesů jako alternativa dávkového přetržitého přístupu k práci.

Zásada 14. *Staňte se učící se organizací prostřednictvím neúnavného promýšlení (hansei) a neustálého zlepšování (kaizen).* [1, str. 70] Principem je využívání nástrojů neustálého zlepšování k určení nejhlubších příčin případu neefektivnosti a přijímání účinných nápravných opatření. V případě, že jsou odhaleny ztráty, vést zaměstnance, aby využívali procesy neustálého zlepšování a tyto ztráty odstraňovali.

Celou myšlenkou a hlavním cílem zavedení štihlé výroby je tato skutečnost:

Většina pozitivních změn v rámci iniciativy „štihlého“ zlepšování plyne z toho, že se potlačí velké množství kroků, které nepřidávají hodnotu. [1, str. 50]

„Štíhlost“ nespočívá v napodobování nástrojů, které používá firma Toyota v rámci konkrétního výrobního procesu. „Štíhlost je otázkou rozpracování zásad, které jsou vhodné pro vaši organizaci, a jejich pečlivého praktického uplatňování, aby dosahovala vysoké výkonnosti, která nepřetržitě přináší přidanou hodnotu zákazníkům i společnosti.

[1, str. 71]

Jasný příklad a hlavní myšlenka zpracovaná v případové studii je zároveň součástí zásad řízení výroby jednoho z největších světových výrobců – firmy Toyota.

Vezměte zařízení nebo proces přidávající hodnotu a zvyšte jeho produktivní využití, popřípadě zrychlete celý cyklus nebo nahraďte živou obsluhu automatickým zařízením.

[1, str. 62] Touto aplikací se dá dosáhnout zvýšení efektivnosti výrobních procesů ve firmě Ramiservis na úseku kovoobrábění.

5.2 Total Quality Management/Control

Jedná se o systém plošné absolutní kontroly kvality všech faktorů/procesů v celém podniku, při kterém jsou zapojeni všichni zainteresovaní pracovníci. Nikoliv tedy pouze vybraní specialisté. Z toho vyplývá, že pro zavedení absolutní kontroly kvality je nutné začít právě u pracovníků. Ti by měli být schopni rozpoznat problém, navrhnout a realizovat nové řešení, které by mělo zabránit případným dalším problémům. Hlavní myšlenkou je zaměřit se na konkrétní kroky ve výrobním procesu a nehodnotit kvalitu pouze jako celek výroby. Metody absolutní kontroly by tedy měly sloužit k neustálému zlepšování kvality výrobků a procesů. [2], [11]

Totální kontrola kvality se většinou zabývá:

- Snižováním nákladů
- Zvyšováním produktivity
- Plnění kvót, norem, dodávek
- Vývojem a novacemi produktů
- Bezpečností práce

Třemi základními stavebními kameny podniku jsou hardware (stroje a další výrobní zařízení), software (znalosti, informace, know-how) a humanware (lidské zdroje, potenciál zaměstnanců). [2, str. 60]

5.3 Metody a filozofie Lean Production

Důležitými prvky výrobního systému Toyoty, které by se daly použít pro zefektivnění výrobních procesů ve firmě Ramiservis jsou JIT, Jidoka, Kaizen. Jedná se o soubor optimalizačních metod štíhlé výroby. Zvedení některých technik vyžaduje spojení celých pracovních týmů k vytvoření nástrojů zmenšujících nebo zabraňujících plýtvání. Tyto tři metody jsou zařazeny do filozofie Lean Production – štíhlé výroby, dokonce bych je považoval za základní kameny.

Just-in-time

Zásady štíhlé výroby je nutné zavést pomocí metody just-in-time (JIT). Tato technika řízení výrobních procesů spočívá v co nejrychlejšímu pohybu materiálů či polotovarů. Pohyb by měl být realizován co nejrychleji a neefektivněji (nejúspěšněji), dle aktuálních potřeb, a pokud možno v co nejmenších výrobních dávkách. Koncepce by měla vést k minimalizaci skladování a tvoření zásob. Cílem metody JIT je snížit nebo odstranit plýtvání a zamezit ztrátám. Pokud se povede ušetřit finance pomocí této techniky, měly by se následně investovat do inovací či vývoje nových výrobků, nebo k vzdělávání personálu společnosti. [1]

Metoda JIT má několik základních pilířů:

- Vysoká úroveň kvality a jakosti
- Štíhlý výrobní tok na základě tahu
- Co nejmenší výrobní dávky
- Efektivní rozmístění strojních zařízení
- Nízké nebo nejlépe žádné zásoby

Jidoka

Metodou zkoumání problematiky na výrobních procesech z hospodářského a ekonomického hlediska je Jidoka. Tato technika popisuje, že nejhorším způsobem plýtvání je nejakostní výroba. Na nejakostní výrobky je potřeba následně vynaložit další náklady na opravy, pokud je to vůbec možné. Nebo v horším případě zajistit recyklaci a správné nakládání s odpadem, jak jsem popisoval dříve u výrobního systému Toyoty, kde je základní myšlenkou potlačit kroky, které nepřidávají hodnotu. Opravy nejakostní výroby už nepřinášejí přidání hodnoty výrobku, tak jako by tomu bylo u vysoce jakostní výroby. V koncepci Jidoky by mělo být umožněno každému pracovníkovi podílejícímu se na výrobním procesu, zastavit produkci při výskytu problémů ve výrobě. Řešení vzniklých problémů by mělo být provedeno v co nejkratším časovém úseku, ideálně na místě vzniku daného problému. Při použití této techniky mají všichni pracovníci, podílející se na výrobě, podíl na kvalitě a jakosti výroby či konkrétního výrobku. [1], [11]

Kaizen

Metoda nebo spíše filozofie Kaizen vznikla z dvou částí. Kai – jako změna, Zen – lepší, dobrý. Myšlenkou při spojení těchto slov je tedy provádění změn k lepšímu využití. Tato metoda je založena na neustálém zlepšování výrobních procesů, produktů a podmínek. U těchto změn k lepšímu můžeme dát za příklad i odstraňování nejakostní výroby, tedy snížení ztrát špatnou výrobou. Toto odstranění by mělo sloužit ke zvýšení kvality produktů a celkové efektivnosti výroby. Technika je založena na neustálém zlepšování, to znamená, že žádné nové zlepšení není trvalé. Mělo by se pracovat na jeho dalším vývoji, aby došlo k opětovnému zefektivnění a zvýšení kvality výroby. Kaizen má podobnou myšlenku jako dříve zmiňovaná Jidoka. Na změnách k lepšímu by měl mít právo a zároveň se podílet každý zainteresovaný pracovník dané problematiky. Může tak dojít k dosažení významných úspor firmy a objevení, v systému skrytých, tvůrčích pracovníků. Kaizen je tedy nástroj neustálé optimalizace a měl by být využitelný i v nevýrobních procesech. Výsledkem jeho zavedení systému by mělo být neustálé zvyšování efektivnosti chodu či přímo výrobních procesů firmy. Tato metoda se uplatňuje i při tvorbě malých zlepšení ve výrobě oproti celému objemu výroby či produkce a využil jsem ji při tvorbě případové studie. [2], [11]

5.4 Layout, Nástroje pro analýzu a měření práce, 5S

Dalšími důležitými technikami (metodami) výrobního systému Toyoty použitými v bakalářské práci je využití rozmístění pracovišť na halách – Layout, nástroje pro analýzu a měření práce – záznam pohybu materiálu, konkrétně Nitkový diagram a využití 5 kroků k dobrému hospodaření - 5S.

Layout – plán prostor na němž je zobrazena využitá plocha výrobní haly. V plánu je zakreslena poloha strojů, příslušenství, odkládacích míst, skříní, stolů, nástrojů, přípravků. Dále zaznamenány provozní složky – elektro, stlačený vzduch atd. U každého stroje je vyznačena pozice v případě obsluhy kolečkem s křížkem uvnitř. Layout slouží pro přehled uspořádání výrobních hal, proto je většinou doplněn popisem jednotlivých strojů. Tyto plány mohou sloužit k informacím o stávající výrobě – například materiálový tok, cesta výrobku po pracovištích. Nebo Layout slouží návrhu nových uspořádání, jejich řešení,

zajištění vyššího vytížení, lepšímu využití ploch na výrobních halách atd. Pomocí těchto plánů je zároveň možné upravovat pracoviště za účelem snížení ztrátových časů příliš – příliš dlouhou manipulací, nevhodným uspořádáním, zamezit prostojům ve výrobě. [4]

Nástroje pro analýzu a měření práce – Slouží k odhalení a odstranění neefektivnosti při vykonávání práce. Jedná se o systematické přezkoumávání konkrétních pracovních procesů s cílem zvýšit efektivnost těchto zkoumaných procesů. Hlavní myšlenkou je snížení nebo ještě lépe odstranění plýtvání. Při analyzování práce je tedy zájem nalézt nejlepší cestu jak provádět požadované činnosti či procesy. Jedna z metod analýzy práce použitá v této bakalářské práci je záznam pohybu materiálu. Ten se dá provádět například pomocí procesního, nitkového nebo špagetového diagramu. Procesní diagram je účinná pomůcka pro popis výroby procházející několika dílčími procesy, případně k tvorbě a inovaci Layoutu. Špagetový nebo nitkový diagram zachycuje pohyb výrobku nebo pracovníka. Do Layoutu pracovišť se zakresluje veškerý pohyb daného výrobku (materiálu) či pracovníka, za určitý časový úsek. Špagetový diagram by měl odhalit množství chůze nebo pohybu produktu mimo pracoviště. Nitkový diagram je výborným podkladem pro inovaci Layoutu, jelikož poskytuje informaci o průběhu po sobě jdoucích zpracovatelských operací a znázorní tok materiálu výrobou. [7], [11]

5S – nástroj moderního řízení obsahující pět kroků k dosažení dobrého hospodaření. Těmito kroky, které by měly být realizovány v řadě po sobě, jsou:

- Seiri – roztřídit – všechny položky na nezbytné či nadbytečné
- Seiton – srovnat – rozmístit tak, abychom co nejlépe usnadnili použití a nelezení
- Seiso – vyčistit – stroje, nástroje, podlahy – slouží k zlepšení prostředí
- Seiketsu – standartizace – návyk zavést do běžného provozu, zainteresovat
- Shitsuke – kontrolovat – dodržování, aby se nejednalo o jednorázovou akci, ale pravidlo

[8], [11]

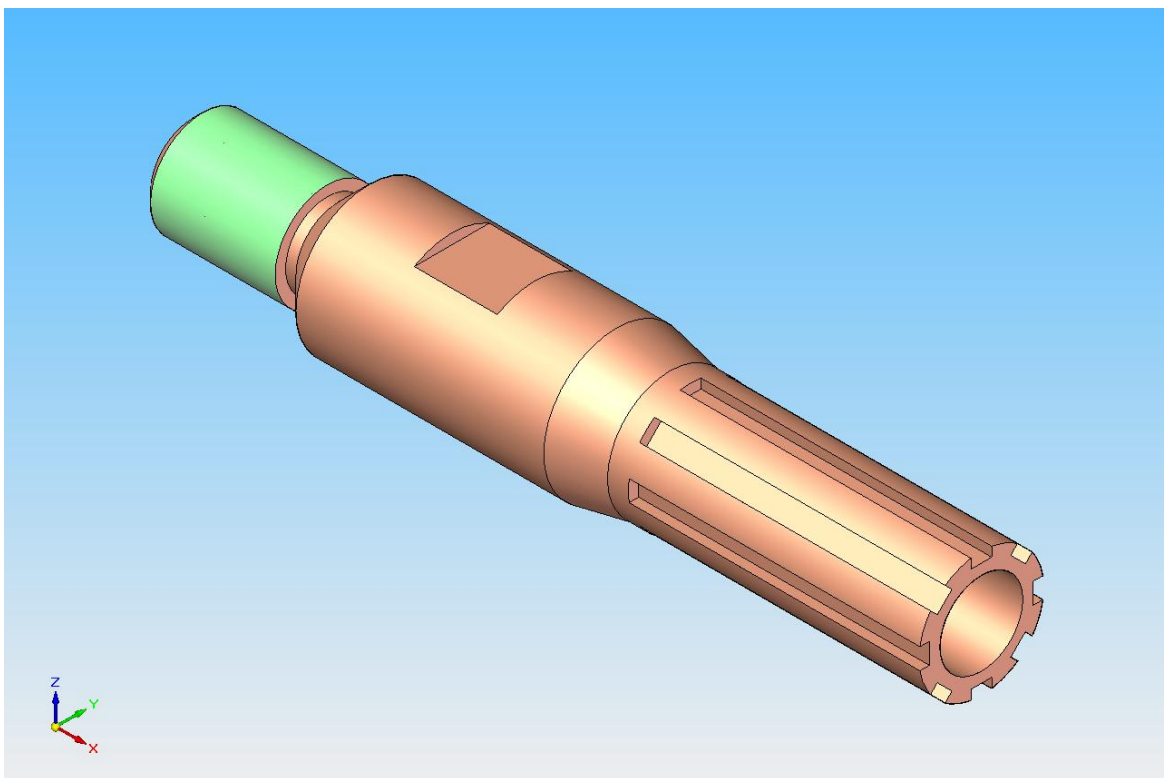
Všechny doposud popsané metody a techniky jsou částečně nebo plně použity v kapitole, zabývající se případovou studií.

6 Případová studie

V této předposlední kapitole mé bakalářské práce se budu zabývat problematikou jednoho ze slabých míst, které jsem vyhodnotil z analýzy současného stavu výrobních procesů. Na základě debaty, před zahájením mé bakalářské práce, s vedením společnosti Ramiservis, se případová studie bude detailněji zabývat využitím výrobního potenciálu CNC obráběcích center Colchester-Harrison. Firma by ráda zvýšila efektivnost výrobních procesů právě díky těmto moderním strojům, jejich využití zatím není zcela optimální. Počáteční hlavní myšlenkou v mé práci je využití poháněných nástrojů právě na zmiňovaných počítačem řízených soustruzích. Tyto nástroje by zajistily možnost frézování a mimoosého vrtání na pracovištích CNC, kde nyní probíhá pouze soustružení a vrtání. Tím by došlo ke změnám v současných výrobních postupech, tudíž i úpravám na výkresové a technologické dokumentaci. V celkovém pojetí je možné dosáhnout zmiňovaným sloučením vybraných obráběcích operací vyřazení několika nyní potřebných pracovišť a strojů z technologického postupu. Současně s tím dojde při ideálním stavu ke snížení obsazenosti vyřazených pracovišť, zároveň se výrazně sníží průběžná doba výroby daného produktu. Možnost využití poháněných nástrojů na CNC obráběcích centrech, by zcela jistě zvýšila celkovou efektivitu výrobních procesů pro určité výrobky ve firmě Ramiservis.

Pro případovou studii jsem tedy vybral výrobek, jenž dle přehledu zpracovatelských operací pro rodinu výrobků (příloha II.) prochází přes největší počet pracovišť, na kterých dochází k zpracovatelským operacím. Ostatní kontrolní a přípravné operace neberu nyní v potaz. Daný obrobek je tedy zároveň nejsložitějším z určené rodiny výrobků v dřívějších kapitolách. Z přehledu operací (obr. 3.1) je vidět, že prochází přes pracoviště dělení, soustružení, frézování, opět je soustružen a následně znovu frézován. Při dobré racionalizaci výrobního postupu by mělo být možné obrobek vyrobit na jedno a zároveň první upnutí v obráběcím centru Tornado T6M od firmy Colchester-Harrison. Ale to jde realizovat pouze zmiňovanými poháněnými nástroji.

Jedná se konkrétně o první produkt s názvem: „Hubice řezací (hoblovací) RT32“ (obr. 6.0) a výkresovým číslem: „4-85400-1“. V další části této kapitoly popíši jednotlivé skutečnosti, které vedou k řešení zmiňované problematiky v případové studii.

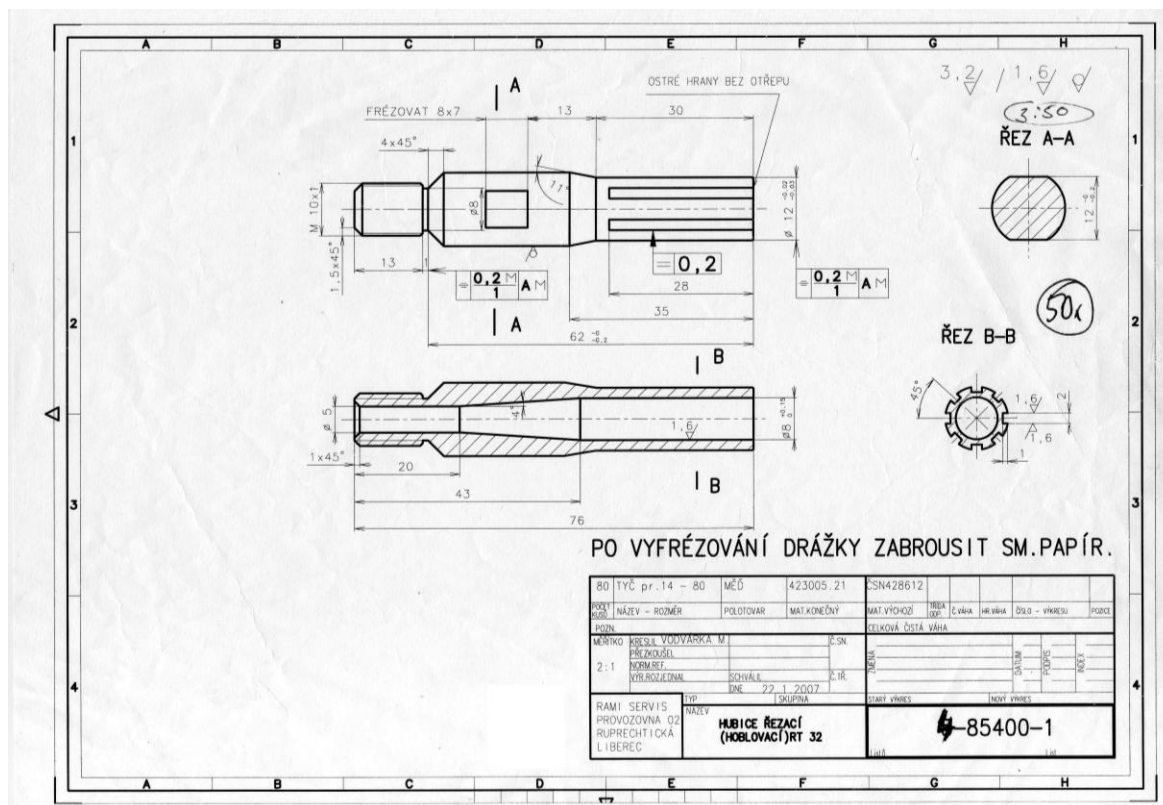


obr. 6.0 – model řezací hubice RT32
zdroj: vlastní

6.1 Podrobná analýza výrobního procesu

Základním prvkem, ze kterého může vycházet případová studie, je dle mého názoru podrobná analýza dané problematiky. Provedl jsem tedy detailnější analýzu výrobního procesu Řezací hubice RT 32. Při mém pozorování jsem zjistil několik skutečností, které na dalších řádcích popíši a vyhodnotím.

Řezací hubice RT32 s číslem výkresu 4-85400-1 je vyráběna na kovoobráběcích strojích, přičemž hlavní zpracovatelskou operací je soustružení na počítačem číslicově řízeném soustruhu Tornado od firmy Colchester-Harrison. Výrobek má výkres (příloha III., obr. 6.1), který je ovšem odlišný od skutečně vyráběného produktu a nemá vypracován výrobní postup. Ani polotvar z výkresové dokumentace není totožný se zpracovávaným polotovarem. Tyto hlavní výše popsané aspekty jsou pro vyhodnocení analýzy naprosto klíčové. Řezací hubice RT32 je nyní vyráběna na pracovištích, kde dochází ke zpracovatelským operacím v pořadí dělení, soustružení, frézování a opět k následnému soustružení a frézování.



obr. 6.1 – výrobní výkres č. 4-85400-1 – řezací hubice RT 32
zdroj: Ramiservis s.r.o.

6.2 Současný průběh operací

První operací je dělení materiálu, ta probíhá na pásové pile – pracoviště 20, PPK 175 T (obr. 3.2). Jednotlivá pracoviště jsou vidět v Layoutu (příloha I.) výrobních hal pro kovoobrábění. Polotovarem pro dělení materiálu je v současnosti měděná tyč o průměru 15 mm s délkou tří metrů a to ideálně dle ČSN 423005.21. Tyč je při současném stavu výroby dělena na délku zhruba jednoho metru – 1000 mm. Přesná míra není stanovena, ale maximální povolený rozměr je 1050 mm a to s ohledem na možnosti manipulace v podavači CNC obráběcího centra. Na pásové pile jsou tyče při řezání upnuty po dvou kusech do svěráku.

Po nařezání se na jednotlivých tyčích sráží hrany. Srážení provádí pracovník na obou koncích tyče hrubým dílenským pilníkem. Po sražení hran se tyče přenáší k CNC soustruhům Tornado, vedle nichž jsou svařované stojany na materiál pro další zakázku. Vloží se do stojanu sloužícímu ke skladování tyčí nebo přímo do podavače materiálu obráběcího centra. Stojany, kde se skladují tyče, jsem v Layoutu (příloha I.) označil jako krátkodobý sklad materiálu – přířezu.



obr. 3.2 – pásová pila PPK175T
zdroj: vlastní



obr. 3.3 – CNC soustruh Tornado T6M
zdroj: vlastní

Následující operace je opět operací zpracovatelskou, jedná se o soustružení na pracovištích – 26;27;28 dle Layoutu (příloha I.). Počítačem řízené obráběcí centrum Tornado T6M (obr. 3.3), firmy Colchester-Harrison si automaticky posune tyč vloženou do podavače na programovaný doraz a upne v hydraulické kleštině. Poté dochází k soustružení tyče podle předem nastaveného programu. Nejdříve dojde ke sražení čela a hrubování tvaru řezací hubice RT32 dle výkresu. Následně je zmenšen posuv, upraveny otáčky oproti hrubování a obrobek je hlazen tím samým nástrojem na výsledný rozměr. Dalším úsekem je navrtání čela obrobku. Po navrtání obrobku dochází k vrtání díry vrtákem o velikosti 5 mm. Díra ovšem v současnosti není vrtána do vzdálenosti dle výkresu (jako průchozí díra). Je dodělávána na průchozí díru na jednom z dalších pracovišť. Důvodem je většinou špatná kvalita nakupovaného materiálu – docházelo by k vyosení na druhé straně obrobku. Po vrtání díry o velikosti 5 mm dochází ke stejnému úkonu – vrtání, při kterém je ovšem velikost vrtáku 8 mm. Díra je vrtána do vzdálenosti, která je v rozporu se současnou výkresovou dokumentací. 8 milimetrová díra přecházející v 6° sražení není realizována z důvodu vysoké obtížnosti a případné nákladnosti výroby součástky. S odběratelem produktu bylo po vzájemné konzultaci domluveno, že stačí vrtat díru klasickým vrtákem s vrcholovým úhlem 118° do vzdálenosti zhruba 55 mm. Výrobní výkres řezací hubice RT 32 – 4-85400-1 ovšem nebyl do doby, kdy jsem prováděl hloubkovou analýzu změn. Dalším soustruženým úsekem součásti je vypíchání materiálu pro výrobu závitu M10x1, včetně sražení 3x45° upichovacím nožem. Po vypíchání nedochází k úpravě povrchu před výrobou závitu, jelikož je to zcela zbytečné. Následuje tedy další úsek výrobní operace soustružení, při kterém dochází k výrobě již jednou zmiňovaného závitu M10x1. Posledním úsekem na obráběcím centru je upíchnutí

obrobku, které je prováděno s přidavkem, jelikož při dalších zpracovatelských operacích dojde k otlačení obrobku. Upíchnutý obrobek vypadává do zásobníku hotových soustružených výrobků na CNC obráběcím centru – takzvaná „kapsa“. Následně si automatický soustruh pomocí podavače posune tyč a hlavní soustružící operace probíhá znovu tím samým dříve popsáním způsobem.

Pracovník vyjme obrobek z „kapsy“ CNC stroje a provede vizuální kontrolu polotovaru. Zhodnotí stav povrchu a kalibrem překontroluje vnější závit M10x1. V případě nevyhovující stavu ihned provádí korekci či případně výměnu daných nástrojů. Z mé analýzy vyplynulo, že operátor běžně nemá na starost pouze jeden stroj, ale pracuje na více pracovištích současně. Proto kontrolou po soustružení neprochází úplně každý výrobek. Při konzultaci s vedoucím výroby a programátorem-seřizovačem CNC strojů mi bylo sděleno, že to není nutné. Běžně stačí, když operátor zkontroluje například každý třetí kus. Technicky není možné, aby obráběcí centrum Tornado od firmy Colchester-Harrison produkovalo nějakým způsobem rozdílné výrobky. Pokud by došlo k chybě, opotřebení či ulomení keramické destičky nástroje, tak prý o nic nejde. Popisovaná chyba výroby je ihned během kontroly několikátého kusu dohledatelná a dochází k nápravě. Případný zmetkový jeden nebo druhý kus jsou z výrobního procesu vyřazeny. K těmto chybám výroby nedochází často, jelikož operátoři i při obsluze jiného stroje pomocí sluchu poznají, že na námi popisované výrobě řezací hubice není něco v pořádku a problém řeší dřív, než nastane.

Po kontrole obrobku následuje frézování podélného drážkování dle výkresu (příloha III., obr. 6.1). Operace frézování je prováděna na pracovišti číslo 7 dle Layoutu pracovišť kovoobráběcích hal, jedná se o nástrojařskou frézku – FN22 (obr 3.4). Podélné drážkování je vyráběno pomocí dělicí hlavy (obr. 6.2) a kalibrovacího trnu. Polotovar je na doraz upnut do univerzálního sklíčidla dělicí hlavy, následně se přisune a upne kalibrovací trn. Výroba drážkování je prováděna pomocí kotoučové frézy o šířce 2 mm. Frézování probíhá pomocí strojního posuvu do vzdálenosti dle výkresu (příloha III.) na nastavený doraz. Poté se stůl posune zpět před čelo obrobku, pomocí kliky se otočí dělicí hlavou a následuje frézování další drážky v pořadí. Dle výkresu je jasné, že u této operace se provádí výroba osmi drážek o hloubce 1 mm. Při výrobě drážkování ovšem použití kalibrovacího trnu

způsobí otláčení na vyvrtané díře 8 mm, samozřejmě z čela obrobku. Kotoučová fréza zanechá na povrchu drážkování otřep. Ten odstraňuje operátor pomocí ocelového kartáče v době, kdy dochází ke zpracovatelským úkonům na dalším kuse. Poté opět provádí vizuální kontrolu.



obr. 3.4 – frézka FN22
zdroj: vlastní



obr. 6.2 – dělicí hlava
zdroj: vlastní

Z důvodu zmiňovaného otláčení přichází po vizuální kontrole drážkování na řadu operace soustružení. Ta je prováděna na jednom z pracovišť číslo – 1;2;3;4, jedná se o univerzální soustruhy – SV18R (obrázek 3.6). Při této operaci dochází v první části k zarovnání, již dříve zmíněného otláčení, čela obrobku a zároveň s ním i k soustružení na požadovanou délku dle původní výrobní dokumentace. Poté se obrobek upne do univerzálního sklíčidla z druhé strany. Pomocí středícího vrtáku dojde k navrtání čela obrobku. Následně se středící vrták vymění, v hlavičce zastrčené do pinoly koníku, za vrták o velikosti 5mm. Dochází k vrtání díry do stavu, kdy bude zcela průchozí obrobkem. Díra byla již předvrtána do hloubky 70 mm na CNC obráběcím centru. Po vyvrtání průchozí díry je ručně prováděno sražení hrany vrtané díry. Tyto dva popsané úseky operace na univerzálním soustruhu SV18 mohou být prováděny v libovolném pořadí.

Další zpracovatelskou operací při výrobním postupu řezací hubice RT 32 je následně druhé frézování. To je prováděno na větší výrobní konzolové frézce, pracoviště číslo 9 – FNK25A (obr. 3.5). V tomto případě se jedná o frézování dvou drážek sloužících pro utahování řezací hubice klíčem. Jelikož je na kovoobráběcích dílnách pouze jedna dělicí hlava, musí se čekat, dokud nebude uvolněna z předchozí popsané operace - frézování podélného drážkování na nástrojařské frézce. Při konzultaci s vedoucím výroby jsem zjistil, že buď je snížena výrobní dávka u předchozí operace, aby alespoň část výrobků bylo možno dříve odeslat odběrateli, nebo se čeká, až celá výrobní dávka bude mít vyfrézované podélné drážkování dle výkresu (příloha III.). Poté je opět obrobek upnut na doraz do univerzálního sklíčidla dělicího stoje. Frézování drážek pro klíč je velice rychlé. Vzdálenost od čela obrobku nehraje roli, hlavním parametrem je výroba rozměru zaručující nasazení klíče sloužícímu k utažení. Frézuje se tedy malou stopkovou frézou o šířce 8 mm s otočením dělicí hlavy o 180° . Dělicí hlava je nyní otáčena velice rychle a zajišťována samozapadávacím kolíčkem. Frézování drážky pro klíč proběhne velmi rychle.



obr. 3.6 – univerzální soustruh SV18R
zdroj: vlastní



obr. 3.5 – frézka FNK25A
zdroj: vlastní

Na drážkách vyrobených stopkovou frézou je vždy otřep. Proto operátor, který provádí frézování, zároveň sráží ostré hrany pomocí jemného dílenského pilníku. Následuje celková kontrola výrobku dle výkresu 4-85400-1 (příloha III.).

Po provedení kontroly jsou výrobky chemicky čištěny. Důvodem je nutnost absence procesních kapalin na povrchu – výsledný produkt je následně použit u technických plynů, kde je nutná absence veškerých tuků a maziv. Chemické čištění je prováděno ve vlastních prostorách společnosti Ramiservis. Ovšem na jiném než kovoobráběcím úseku a to pomocí ultrazvukových přístrojů.

Následně je celá výrobní dávka uskladněna, případně vyexpedována odběrateli.

Tento současný průběh výrobních operací jsem zaznamenal do mnou vytvořeného starého výrobního postupu (příloha IV., obr. 6.3) pro řezací hubici RT32.

VÝROBNÍ POSTUP

List: 1

Skupina:

Č. sestavy:
4-S5400

List: 2

Součást: **HUBICE ŘEZACÍ (HOBLOVACÍ) RT 32**

Součást:
HUBICE

Č. výkresu:
4-S5400-1

Středisko:
Ramiservis,
provozovna 02

Pracoviště:
T6M, FN22, SV18,
UZ, PONK

TKT:

Materiál:
ČSN 423003.2.1
Obrobitelnost:

Polotovár:
Ø 15 x 3000
ČSN 423510

Počet ks.:

Dávka:

Vyhotovil:
Břez Petr
dne: 2.4.2013

Kontroloval:
dne:

Schválil:

dne:

Změna:
dne:

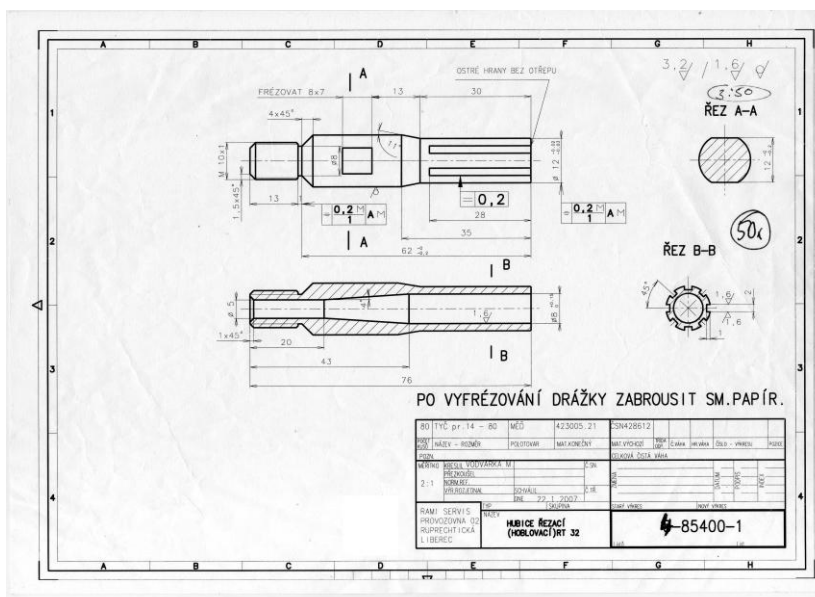
Č. op.	Stroj č. práce	úsek	Popis práce	Nástroje, nářadí a pomůcky	n	v	s	h	i	ta11	ta13	tg
010	PPK175	1	Nastavit doraz pásové pily na 1020 mm	Doraz pásové pily, dilenský metr, posuvné měřítko						0,5		
		2	Upnout tyč Ø 15 mm do svíratku							0,25		
		3	Řezat tyč Ø 15 mm na délku 1020±10 mm									0,35
020	PONK1	1	Ručně srazit hrany tyče	Pilník dilenský jemný						0,1	0,4	
		2	Vložit tyč do zásobníku stroje CNC									
030	T6M	1	Podat tyč na doraz do délky 90 mm	FOD								0,15
		2	Hrubovat na Ø 14 mm do délky 78,2 mm,	TRIG	130	0,1						v
		2	hrubovat na Ø 12,5 mm do délky 30 mm,	TRIG	130	0,1						v
		2	soustružit čelo s přídkem 0,5 mm,	TRIG	130	0,07						v
		2	hladit na Ø 11,98 mm do délky 30 mm,	TRIG	130	0,07						v
		2	soustružit sražení 11°	TRIG	130	0,07						1,05
		3	hladit na Ø 11,98 mm z délky 30 mm do čela,	GRIP	120	0,2						v
		3	hladit na Ø 14 mm z délky 65 mm do 35 mm	GRIP	120	0,2						0,32
		4	Navrtat středici dílek do hloubky 3 mm	NAVRT	1200	0,1						0,10
		5	Vrtat Ø 3 mm do hloubky 70 mm	VRTAK 3 (Vrták 3, ČSN 22 1121)	1500	0,1						0,74
		6	Vrtat Ø 8 mm do hloubky 37 mm	VRTAK 8 (Vrták 8, ČSN 22 1121)	1000	0,1						0,81
		7	Vypichnout Ø 8 mm ve vzd. 62 mm	ZAPICH	130	0,08						v
t _{AC} min.				t _{BC} min.	k _{ec}		Σ min (3,45 + 1,15 + 30,82)					
						Σ min 35,42						

Č. Op.	stroj č. práce	úsek	Popis práce	Nástroje, nářadí a pomůcky	n	v	s	h	i	ta11	ta13	tg
030	T6M	7	Srazit hranu 4x45° u vzd. 62 mm	ZAPICH	130	0,06						v
		7	Vypichat na Ø 10 mm od vzd. 62 mm	ZAPICH	130	0,08						v
		7	Předpichnout sražení na Ø 8,5 mm ve vzd. 76 mm	ZAPICH	130	0,08						0,25
		8	Soustružit závit M10x1	ZAVIT	1000							0,35
		9	Srazit hranu, upichnout v délce 76 mm	UPICH	130	0,07						0,1
040	PONK3	1	Vizuální kontrola	Posuvné měřítko, kalibr M10x1 vnitř.						0,1		
		2	Kontrola rozměrů dle výkresu 4-S5400-1							0,7		
		3	Kontrola závitu kalibrem							0,2		
050	FN22	1	Vložit polotovár do dělicí hlavy, nastavit otočení	Dělicí hlava, klíč pro utažení						0,1		
		2	Ustavit středici tm							0,1		
		3	Upnout polotovár	Klíčka pro utažení v hlavě						0,1		
		4	Frézovat drážkování 8 x po 45°, šířka 2 mm, do délky 35 mm	Kotoučová fréza šířky 2 mm								9
060	SV18	1	Upnout polotovár							0,1		
		2	Navrtat středici dílek, tvar A, do hloubky 3 mm	Vrták A5, ČSN 22 1110							0,25	
		3	Vrtat Ø 5 mm skrz (max. 20 mm)	Vrták 5, ČSN 22 1121							0,5	
		4	Upnout polotovár obráceně							0,1		
		5	Srazit čelo u drážkování do vzdálenosti 0,5 mm	Nůž, ČSN 22 3716								0,30
070	FNK25	1	Upnout polotovár v hlavě, nastavit otočení	Dělicí hlava, klíč pro utažení						0,1		
		2	Frézovat drážku 2 x po 180°, šířka drážky 8 mm, do hloubky 1 mm, ve vzdálenosti 43 mm	Stopková fréza ggd. o šířce 8 mm								0,30
080	PONK 5	1	Zapilovat ostře hrany drážek pro klíč	Pilník dilenský jemný						0,2		
		2	Okartáčovat 8 drážek	Dratěný kartáč						0,4		
		3	Kontrola drážek dle výkresu 4-S5400-1							0,4		
090	UZ	1	Chemické čištění, odmaštění	Rukavice, plato na výrobky								17

obr. 6.3 – starý výrobní postup
zdroj: vlastní

6.3 Výkresová dokumentace

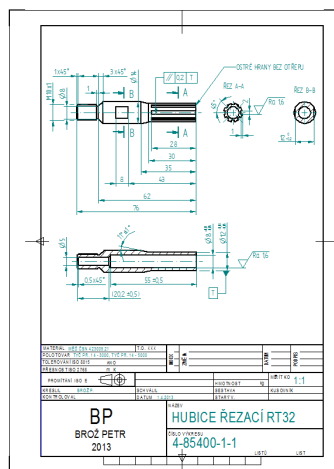
Po konzultaci s vedoucím výroby a mnou provedené analýze jsem dospěl k závěru, že stávající výkresová dokumentace výrobku (příloha III.) není zcela optimální. Skutečný výrobek se od stávajícího výkresu liší - jakým způsobem, bylo popsáno v mé bakalářské práci již dříve. Dospěl jsem k závěru, že dané tolerance rozměrů jsou v podstatě pro funkčnost obrobku nedůležité, polotovarový materiál se liší od skutečně použitého. Sražení o velikosti 4° v dutině obrobku není prováděno pro zjednodušení výroby.



obr. 6.1 – výrobní výkres č. 4-85400-1 – řezací hubice RT 32
zdroj: Ramiservis s.r.o.

Proto jsem nakreslil nový výkres (příloha V., obr. 6.4) řezací hubice RT 32. Ten je oproti původnímu výkresu dosti pozměněn. Reflektuje skutečně současný tvar výrobku. Některé, podle konzultace zbytečné tolerance, byly zrušeny nebo byla snížena jejich výrobní náročnost. Soustružení průměrů na setiny milimetru v místech, kudy prochází při používání výrobku pouze plyn je dle mého názoru zbytečné a zároveň plýtváním výrobních prostředků. Dále došlo ke změně dutiny obrobku, kdy jsem vyřadil sražení pod úhlem a použil rozměry, které se dají vyrobít klasickým vrtákem. Zanechal jsem průměr polotovaru, který by s ohledem na případovou studii a mnou zamýšlený záměr měl zůstat na 14 milimetrech. Původně sice ve výkresu bylo 14 mm, ale požívala se tyč o průměru 15 mm. A jako jednu z hlavních změn bych nakonec uvedl změnu kotování. Po diskuzi s programátorem-seřizovačem CNC obráběcích center jsem dospěl k závěru, že bude velice výhodné, pokud budu kótovat od budoucího čela obrobku. Myšlené čelo se nachází na pravé straně ve výkresu součásti. Důvodem tohoto kótování je umístění nulového bodu

obrobku na počítačem řízeném soustruhu. Programátor tak nemusí jednotlivé vzdálenosti složitě přepočítávat při provádění své práce. Drsnosti povrchu byly po konzultaci s vedoucím výroby plně zachovány.



obr. 6.4 – nový výrobní výkres č. 4-85400-1-1 – řezací hubice RT 32
zdroj: vlastní

6.4 Výrobní zařízení

Pro mnou zamýšlené zvýšení efektivnosti výrobních procesů a to konkrétně i pro výrobek – „Řezací hubice RT32“ z případové studie, je potřeba využít potenciál dostupných strojních zařízení. Proto bych v této části bakalářské práce krátce popsal počítačem číslicově řízený automatický obráběcí soustruh Tornado T6M od firmy Colchester-Harrison (obr. 6.5 a 3.3). Důvodem je možné využití poháněných nástrojů, které dosud ve firmě Ramiservis nebylo aplikováno. Jak jsem již v dřívějších kapitolách popisoval, tak aplikace těchto nástrojů měla výrazně zvýšit efektivitu výrobního procesu. Měla by snížit průběžnou dobu výroby, náklady na výrobek, došlo by ke snížení vytížení jiných pracovišť atd.

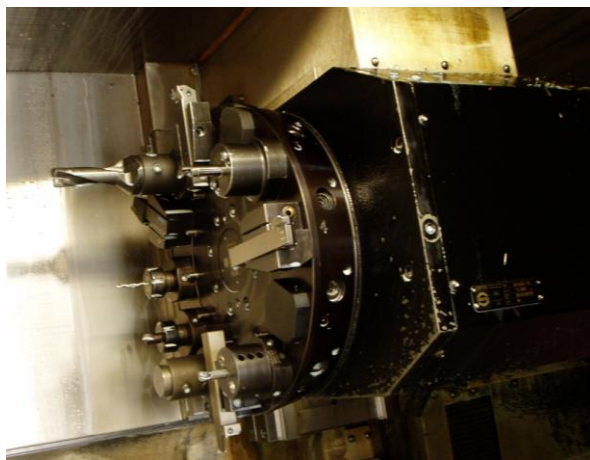


obr. 6.5 – CNC soustruh Tornado T6M
zdroj: vlastní



obr. 3.3 – CNC soustruh Tornado T6M
zdroj: vlastní

Stroje typu Tornada T6M mají na světových trzích mezi svými uživateli velmi dobrou reputaci. Jsou považovány za vysoce kvalitní, přesné, i spolehlivé a přitom z ekonomického hlediska nenáročné CNC produkční soustruhy. Tento stroj má kromě základních dvou os X a Y ještě řízenou osu C, jedná se tedy o tříosé obráběcí centrum, které může být vybaveno poháněnými nástroji. Řídicím systémem stroje je FANUC, s možností Manual Guide. Soustruh má lože skloněné pod úhlem 60°, valivé vedení snižující tření v osách X a Z se systémem automatického mazání vodících ploch a kuličkových šroubů. Revolverová hlava (obr. 6.6) obsahuje 12 poloh pro nástroje, z nichž všechny mohou být poháněné motorem o výkonu 3,7 kW. Tříčelistové hydraulické sklíčidlo (obr. 6.7) o průměru 210 mm je vybaveno rychlovýměnným kleštinovým upínáním. Motor vřetena FANUC má výkon 15 kW a maximální otáčky až 6000 min^{-1} . Na tomto stroji je možno soustružit obrobky do délky 420 mm. Při největším možném průměru obrobku 210 mm. Rychloposuv na osách Z a X je o velikosti 30 metrů za minutu. Standartně je soustruh vybaven elektrickým podavačem tyčového materiálu – Colchester MBF 1000. Ten je schopen podat tyče do velikosti, s ohledem na vrtání vřetena, 54 mm.



obr. 6.6 – revolverová hlava v T6M
zdroj: vlastní



obr. 6.7 – hydraulické sklíčidlo v T6M
zdroj: vlastní

Stroj může být vybaven až 12 univerzálními poháněnými nástroji (obr. 6.8 a 6.9), ty ovšem musí zapadat do typu nástrojového držáku – 30VDI. Zároveň musí být typ poháněného nástroje ze sekce 5480 16x08. Nástroje jsou při upnutí do revolverové hlavy poháněny motorem o výkonu 3,7 kW. Poháněná nástroje obsahují malou konzolu s převodovou skříní, s neměnným převodovým poměrem daným z výroby. Vřetýnko poháněného nástroje tedy může být poháněno několika způsoby. Sklíčidlem sloužícím pro upnutí konkrétního nástroje – frézy, vrtáku, je kleština. Může tedy být upnut jakýkoliv

nástroj dle velikosti kleštiny a pojistná matice se utahuje speciálním klíčem. Dle mého zjištění existuje několik typů poháněných nástrojů, zmínil bych dva základní. Jeden slouží pro obrábění na čele nebo z čela obrobku. Druhý je určen k obrábění na rotačních plochách. Díky možnosti programovat osu C, je použití těchto nástrojů velice výhodné. [9]



*obr. 6.8 – poháněný nástroj pro T6M 1
zdroj: vlastní*



*obr. 6.9 – poháněný nástroj pro T6M 2
zdroj: vlastní*

6.5 Nový výrobní postup

Díky možnosti zvýšení výrobního potenciálu pomocí poháněných nástrojů na CNC soustruzích Tornado, výrobce Colchester-Harrison, jsem navrhl a vypracoval nový výrobní postup (příloha VI., obr. 6.10) pro řezací hubici RT32. Tento nově navržený výrobní postup už zároveň reflektuje mnou nakreslenou a upravenou výkresovou dokumentaci součásti 4-85400-1-1 (příloha V.). Změny v původní výkresové dokumentaci obrobku (příloha IV.) byly popsány v dřívějším textu mé bakalářské práce.

VÝROBNÍ POSTUP

List: 1

Skupina:

Č. sestavy:
4-85400

Listů: 2

Součást: **HUBICE ŘEZACÍ (HOBLOVACÍ) RT 32**

Součást:
HUBICE

Č. výkresu:
4-85400-1

Středisko:
Rami servis,
provozovna 02

Pracoviště:
T6M, FN22, SV18,
UZ, PONK

TKT:

Materiál:
ČSN 423005.21
Obrobiteľnosť:

Polotovár:
Ø 15 x 3000
ČSN 425510

Počet ks.:

Dávka :

Vyhotovil:
Brož Petr
dne: 2.4.2013

Kontroloval:
dne:

Schválil:
dne:

Změna:
dne:

Č. op.	Stroj č. práce	úsek	Popis práce	Nástroje, nářadí a pomůcky	n	v	s	h	i	t _{A11}	t _{A12}	t _s
010	PPK175	1	Nastavit doraz pásové pily na 1020 mm	Doraz pásové pily, dilenský metr,						0,5		
		2	Upnout tyč Ø 15 mm do svěráku	posuvné měřítko						0,25		
		3	Řezat tyč Ø 15 mm na délku 1020±3 mm									0,35
020	PONK1	1	Ručně srazit hrany tyče, očistit špony hadrem	Pilník dilenský jemný, hadr						0,4		
		2	Vložit tyč do zásobníku stroje CNC							0,1		
030	T6M	1	Podat tyč na doraz do délky 90 mm	POD								0,15
		2	Hrubovat na Ø14 mm do délky 78,2 mm,	TRIG		130	0,1					v
		2	hrubovat na Ø12,5 mm do délky 30 mm,	TRIG		130	0,1					v
		2	soustružit čelo s přídkem 0,5 mm,	TRIG		130	0,07					v
		2	hladit na Ø11,98 mm do délky 30 mm,	TRIG		130	0,07					v
		2	soustružit sražení 11°	TRIG		130	0,07					1,05
		3	Hladit na Ø11,98 mm z délky 30 mm do čela,	GRIP		120	0,2					v
		3	hladit na Ø14 mm z délky 65 mm do 35 mm	GRIP		120	0,2					0,32
		4	Navrtat středící důlek do hloubky 3 mm	NAVRT	1200		0,1					0,10
		5	Vrtat Ø 5 mm do hloubky 78,5 mm	VRTAK 5 (Vrták 5, ČSN 22 1121)	1500		0,1					0,83
		6	Vrtat Ø 8 mm do hloubky 57 mm	VRTAK 8 (Vrták 8, ČSN 22 1121)	1000		0,1					0,81
		7	Frézovat drážkování 8 x po 45°, šířka 2 mm, hloubka 1mm, do délky 35 mm	FREZA 2 (Fréza 2, ČSN 22 110)	1000		0,1					(3,50)

t_{AC}= min.

t_{BC}= min.

k_C=

Σ[mm]= (2,75 + 0 + 25,61)

Σ[mm]= 28,36

obr. 6.10 – nový výrobní postup - náhled
zdroj: vlastní

V navrhovaném výrobním postupu musí být zcela jistě zachována první operace. Jedná se zpracování polotovarových tyčí dělením na pracovišti – č. 20, PPK 175 T (obr. 3.2). Polotovarem je měděná tyč o průměru 15 mm ČSN 423005.21 přijímaná v délce zhruba tří metrů. Pro možnost změny výrobního postupu je důležité, aby kupovaný materiál byl skutečně určen pro obrábění na automatech, stejně jako je například automatová ocel. Nákup přesně daného materiálu je pro nový výrobní postup zcela zásadní právě s ohledem na další zpracovatelské operace. Ze zkušenosti vím, že délka totožných hutních polotovaru není vždy stejná. První změnou je tedy zpřesnění náměru tyče pro obráběcí centrum. Důvodem je popsání slabé místo v dřívějších kapitolách. Obráběcí

centrum má hydraulickou upínací kleštinu o délce 60mm. To znamená, že z každé vložené tyče vždy zůstane zbytkový odpad. Zároveň pro výrobu posledního kusu z tyče je nutné, aby mělo obráběcí centrum možnost sevřít materiál v upínací hlavě minimálně na délce 60mm. Po přepočtu velikosti obrobku a technologického přídávku, jsem dospěl k jednoduchému závěru. Dělení zhruba třímetrových tyčí na délku 1020 mm nám zaručí výrobu 35kusů na CNC soustruhu. Z prvních dvou přířezů polotovarové tyče je zaručeno 12 kusů a z posledního kratšího zbytku 11 kusů. Další navrhovanou úpravou u operace dělení je zvýšení počtu najednou dělených tyčí. Pomocí jednoduchého přípravku - prizma by se daly do svěráku pásové pily na kov – PPK175T upnout čtyři polotovarové tyče místo dvou. Díky této úpravě by z hlediska průběžné doby výroby nedošlo ke zkrácení. Ale obsluhující operátor pásové pily by měl dělení materiálu rychleji hotové a snížila by se tím norma spotřeby času na pracovišti.

Následnou operací je sražení hran materiálu a vložení do stojanu, na připravený materiál, u obráběcího centra. V novém výrobním postupu je tato popsána operace zachována bez jakékoliv změny.

Nyní se dostávám k nejdůležitější úpravě výrobního postupu. Hlavní zpracovatelskou operací je nepochybně soustružení na CNC stroji. Tato operace doznala oproti předchozímu postupu značných změn. Myšlenkou případové studie je vyrobit obrobek na jedno upnutí právě na obráběcím centru. Proto v této části výrobního postupu dochází k zásadním změnám u této operace. Původní výrobní postup (příloha IV.) popsaný na předchozích řádcích v podstatě zůstává podobný. Je ovšem upraveno vrtání díry o velikosti 5mm. V současnosti je díra vrtána do vzdálenosti 70 mm a následně dovrtána na univerzálních soustruzích, pracovištích čísel 1;2 nebo 3 dle Layoutu, z druhé strany obrobku. V novém výrobním postupu je navrženo vrtání díry 5mm, která je rovnou průchozí celým obrobkem dle nového výkresu 4-85400-1-1. Důvodem je předem specifikovaná a zároveň podmíněná kvalita přejímaného materiálu určeného pro obrábění. Další změnou, uplatněnou po vrtání děr a zároveň ještě před vypichováním průměru pro závit, je tvorba drážkování. Použitím speciálního poháněného nástroje, popsaného v předchozí části bakalářské práce, je možno vyrobit podélné drážkování. Stopková fréza o šířce 2 mm je schopna frézovat drážkování od čela obrobku – na čele je programován nulový bod obrobku. Fréza je upnuta do kleštiny poháněna CNC soustruh automaticky umí pootočit upínací hlavou s hydraulickou kleštinou a obrobkem přesně o 45°. Otáčením

hlavy tedy umožní frézovat 8 podélných drážek do vzdálenosti 28mm s hloubkou jednoho milimetru. Fréza je upnuta do kleštiny poháněné konzoly, konzola je přidělena na místě klasického nástroje revolverové hlavy automatického soustruhu.



obr. 3.4 – frézka FN22
zdroj: vlastní



obr. 3.5 – frézka FNK25A
zdroj: vlastní

Tento úsek je v současném výrobním postupu samostatnou zpracovatelskou operací na nástrojařské frézce – pracoviště 7, FN22 (obr. 3.4). Následnou změnou tedy může být i frézování dvou drážek na řezací hubici RT32, sloužících pro utažení klíčem. Toto frézování jsem opět zařadil před vypíchávání a výrobu závitu, hlavním aspektem vložení je obecná tuhost obrobku. Ta je nepochybně větší před zmenšením průměru u upínací hlavy. Frézovat drážky je možno pomocí speciální prodloužené stopkové frézy upnuté do jiné, rovnoběžně poháněné, konzoly. Fréza o výšce 8 mm nám vyfrézuje dvě drážky pootočené o 180° stejným způsobem jako v současném výrobním postupu. Opět můžeme dosáhnout zvýšení efektivity. Tento úsek by byl součástí operace na obráběcím centru a tím by došlo k vyřazení frézování na pracovišti č. 9, FNK25A (obr. 3.5) dle Layoutu (příloha I.). Jediným problémem je nutnost programování tohoto úseku v polárních souřadnicích. Po výrobě drážkování přichází na řadu pokračování v úkonech dle předchozího výrobního postupu. Je tedy vyroben závit M10x1 a výrobek upíchnut na přesnou délku 76 mm.

Po vyjmutí obrobku z „kapsy“ automatického soustruhu přichází na řadu dohotovující ruční operace a kontrola výrobku u ponku nebo stolu. Je nutné jemným dílenským pilníkem srazit hrany u drážek pro klíč, jelikož na nich vždy zůstane otřep. Dále by se musely, stejně jako u předchozího výrobního postupu, okartáčovat hrany podélného drážkování. K okartáčování by sloužil stejný, malý, ocelový kartáček. Poslední ostré hrany u díry průměru 5mm je nutné srazit. Po konzultaci s vedoucím výroby jsme došli k závěru, že v tomto případě plně postačí ruční sražení obrobku, neboť dírou proudí pouze stlačený plyn a nejedná se funkční plochy. Následuje vizuální kontrola obrobku, kontrola vnějšího závitu M10x1 kalibrem a kontrola rozměrů dle nového výkresu 4-85400-1-1 (příloha V.).

Touto předposlední operací by mělo dojít k úplnému vyřazení dalšího z pracovišť, používaného při současném výrobním postupu. Soustružení na univerzálním soustruhu (pracoviště 1;2;3, SV18R) nebude nutné. Díra o velikosti 5 mm je v novém výrobním postupu vrtána skrz původní středící důlek a dovrtání by se nyní neprovádělo. Dále srážení čela řezací hubice je zbytečné, protože nedošlo k jeho poškození. V současnosti je čelo otačeno od kalibrovacího trnu. Posledním úsekem, který byl na univerzálním soustruhu prováděn, bylo srážení ostré hrany díry na průměru 5mm. Toto sražení je v novém výrobním postupu navrženo jako srážení ruční, bez nutnosti využít předmětné strojní zařízení. Tím je tedy možné kompletně pracoviště soustružení vyřadit.

Poslední operací při výrobě řezací hubice RT32 je chemické čištění. To je v mém návrhu zachováno podle současného výrobního postupu.

6.6 Shrnutí

V návrhu nového výrobního postupu tedy dochází k vyřazení tří pracovišť z výrobního procesu. Tuto skutečnost jsem zakreslil do nitkových diagramů. Původní materiálový tok je zakreslen na Nitkovém diagramu I. (příloha VII., obr. 6.11) před návrhem a nově předpokládaný do Nitkového diagramu II. (příloha VIII., obr. 6.12). Obrobek je vyroben v podstatě na jedno upnutí. Mělo by dojít ke snížení průběžné doby výroby, snížení nákladů na produkt, zvýšení kapacity ostatních strojů a celkově ke zvýšení efektivnosti výrobního procesu.



obr. 6.11 – Nitkový diagram I. - původní materiálový tok
zdroj: vlastní



obr. 6.12 – Nitkový diagram II. – nový předpoklad
zdroj: vlastní

7 Ekonomické zhodnocení

V této kapitole se pokusím vyhodnotit navrhovaná opatření. Vyhodnocení ovšem bude velice složité a formou odhadu neboť firma nemá normy spotřeby času, nemá výrobní postupy, neznám ani konkrétní mzdy pracovníků. Pro dobré vyhodnocení bych potřeboval znát i ceny a množství nakupovaných materiálů, současný podíl odpadů z materiálů atd. Ekonomické hodnocení může mít charakter finančních či nefinančních ukazatelů. U navrhovaných opatření se pokusím danou alternativu popsat v rovině nefinančních ukazatelů, pokud to bude u některých návrhů alespoň trochu možné. Samozřejmě díky neznalosti konkrétních čísel se bude jednat o velmi nepřesné odhady. V ekonomickém zhodnocení se pokusím trochu více zabývat návrhem, zpracovaným v případové studii. Jelikož v ní jsem naměřil současnou normu spotřeby času a dá se odhadnout i norma po aplikaci navrhovaného opatření. Dále je známa i velikost odhadované investice, plánovaný hodinový režijní paušál HRP_{PL} . [3, s. 60]

7.1 Vyhodnocení navrhovaných opatření

Doprava materiálu – U tohoto návrhu by se dala vyčíslit velikost úspory na mzdě pracovníků. Ale protože nově zavedená pozice by obsluhovala více provozů a prováděla by i další dříve popsané činnosti, nejsem schopen konkretizovat ekonomické zhodnocení. Předpokládám úsporu tím, že nebude problematiku dopravy provádět operátor u stroje.

Pokud budeme odhadovat průměrnou dobu mzdu pracovníka kovoobrábění 110 Kč/hod a mzdu nově zavedeného místa – řidiče 85Kč/hod. Můžeme dojít k závěru, že úspora ve formě rozdílu mzdy by měla dosahovat k 30 procentům.

Materiálové hospodářství – Zde se řešila úspora materiálu pomocí zpřesnění náměrů tyčí či trubek. Ekonomické vyhodnocení je velice těžko proveditelné. Proto bych dle vlastní zkušenosti přešel k odhadu. Při správném náměru třímetrové tyče, by se dala zajistit výroba jednoho až dvou kusu navíc oproti původnímu stavu. Například při délce obrobku 100 mm a průměru tyče 30 mm, by se dalo ušetřit $0,4 \div 0,65$ kg na jednom třímetrovém hutním polotovaru (dle druhu zpracovávaného materiálu). Při ceně oceli zhruba 27 Kč/kg je to až 17 Kč, mědi při ceně 200 Kč/kg až 130 Kč a při ceně mosazi asi 150 Kč/kg se dá ušetřit 100 Kč na jednom třímetrovém hutním polotovaru.

U dalších návrhů: kvalita polotovarů, podmíněně nutné přestávky chodu stroje, výrobní postupy, plánování výroby si netroufnu udělat ekonomické zhodnocení. Pro tyto problematiky nejsou žádné současné podklady. Nejsem tedy schopen udělat odhad budoucího stavu po aplikaci mých návrhů, kromě případové studie, kde jsem se zabýval problematikou podrobněji a předpokládané úspory vycházejí na částku uvedenou na straně č. 59.

7.2 Vyhodnocení případové studie

V případové studii jsem podrobně zpracoval a popsal návrh zvýšení výrobního potenciálu. Proto mám nyní k dispozici větší počet podkladů. Zním velikost odhadované investice do navrhovaného zakoupení poháněných nástrojů. Díky mnou vytvořeným výrobním postupům před a po mém návrhu jsem schopen použít i normy spotřeby času. Jak současnou, tak i odhad té budoucí. Díky konzultacím s vedoucím výroby jsem schopen odhadnout náklady na chod stroje a opotřebení nástrojů, náklady na mzdy pracovníků atd. Jenže opět se nedá ekonomicky vyhodnotit návrh přesně, protože použití poháněných nástrojů sníží náklady na výrobu nejen pro konkrétní výrobek – řezací hubici RT32 - ale i pro celou řadu dalších výrobků. Velikost finanční úspory na výrobě řezací hubice RT32 by měla být podobná pro celou rodinu výrobků určenou v jedné z předchozích kapitol. Nejsem schopen odhadnout velikost využití poháněných nástrojů na dalších výrobcích, proto spočítám ekonomický přínos alespoň pro případovou studii.

Řezací hubice RT32

Dle mnou vytvořeného starého výrobního postupu (příloha č. III) trvá výroba jednoho kusu od operace číslo 030 do operace 090 16,82 min. Ostatní operace nejsou započítány, jelikož jsou i v novém návrhu totožné. V případě realizace návrhu a výroby dle nového výrobního postupu (příloha č. V), mám k dispozici poměrně přesný odhad normy spotřeby času o velikosti 9,76 min. Z nového výrobního postupu také při zhodnocení vynechám čas na pracovišti dělení a čas poslední operace – chemického čištění.

Z těchto informací vyplývá jeden nefinanční ukazatel zvýšení efektivnosti výrobního procesu:

- Průběžná doby výroby by se zkrátila o 7,06 min
- Což představuje snížení na velikost přibližně 42% původní doby výroby (obrábění)

U tohoto výrobku mohu díky zjištěným informacím propočítat neobjektivní dobu návratnosti investice nebo potřebný počet výrobků k návratnosti. Neobjektivní z důvodu využitelnosti poháněných nástrojů a možnosti stejného principu inovace výrobních postupů i na řadě dalších produktů. Dále ve firmě nejsou známy náklady na chod konkrétních strojů. Jednotlivé zpracovatelské operace neprovádějí stále stejní pracovníci, jejich mzdy se výrazně liší. Pokud by poháněné nástroje sloužily pouze pro výrobu konkrétního výrobku – řezací hubice RT32, jehož výroba byla zefektivněna v rámci případové studie, mohla by být propočítána obecná návratnost investice díky těmto údajům:

- Nákup dvou konzol poháněných nástrojů v odhadované výši 97 000 Kč.
- Nákup tří sad fréz pro poháněné nástroje 6500 Kč.
- Roční objemem produkce RT32 asi 500ks.
- HRP_{PL} (odhadová cena jedné hodiny výroby - stroje, mzdy, ostatní)[3] – 500 Kč.
- Původní doby výroby při obráběcích operacích 16,82 min, odhad nového času na 7,06 min.

Abychom dosáhli i odhadovaného finančního ekonomického ukazatele, spočítáme si výši investice. Ta je rovna 103 500 Kč. Stávající doba obráběcích operací 500 kusů řezacích hubic RT32 je 140,166 hodin. Doby výroby po inovaci provedené dle návrhu je rovna 58,833 hodinám. Odhadovaný rozdíl doby výroby je 81,33 hodiny, vzhledem ke skutečnosti, že se jedná pouze o odhad, zaokrouhlím rozdíl na 81 hodin. Poté mohu vyčíslit jeden z finančních ukazatelů a i jeden nefinanční:

- Roční úspora na obráběcích procesech by mohla být ve výši 40 500 Kč.
- Doba návratnosti investice je tedy zhruba 2 roky a 200 dnů.

Ovšem tento výpočet není reálný, jelikož jsem odhadoval několik skutečností. Klíčová je plánovaná cena jedné hodiny výroby (HRP_{PL}) [3]. A jak jsem uvedl dříve, poháněné nástroje mohou být použity k vykonávání nespočtu obráběcích operací na jiných produktech společnosti. To je dost zásadní informace.

Závěr

Problematiku zvýšení efektivity výrobních procesů ve firmě Rami servis s.r.o. jsem sledoval zejména s ohledem na uplatnění zásad štihlé výroby. Navrhl jsem několik opatření a jedno konkrétní jsem zpracoval v případové studii. Tím je návrh lepšího využití výrobního potenciálu díky poháněným nástrojům na obráběcích centrech. Poháněné nástroje mohou být využity k obrábění několika druhů produktů, které jsou ve firmě vyráběny ve větších sériích. V případové studii jsem se zabýval pouze jedním složitějším obrobkem z vybrané rodiny výrobků. Ekonomickým vyhodnocením jsem zjistil, že by mohlo dojít k úsporám ve výši zhruba 40 500 Kč za rok, s odhadovanou dobou návratnosti 2 roky a 200 dnů při výrobě právě tohoto konkrétního výrobku. Případná velikost úspory ovšem není reálná, protože ve společnosti Rami servis s.r.o. je vyráběno několik druhově stejných výrobků, u kterých je možno využít poháněné nástroje při obrábění. Proto by mělo dojít k několikanásobně většímu snížení nákladů na výrobu a zároveň k celkovému zvýšení efektivity výrobních procesů pro vybrané výrobky.

Zvýšení efektivity je možné realizovat jen při určitých procesech, které jsou sloučeny s konkrétní produkcí firmy. Je však možné navrhovaná a uplatněná řešení aplikovat v širším měřítku a tak změnit její výrobní systém. Doporučuji pokračovat ve zvoleném přístupu případových studií a tak měnit koncepci pojetí všech procesů celého výrobního systému.

Seznam použitých zdrojů

Seznam tištěné literatury

- [1] LIKER J., K. J., *Tak to dělá Toyota*, 1.vyd. Praha, Management Press, 2007, 390 str., ISBN 978-80-7261-173-7
- [2] IMAI, M., *Kaizen: Metoda jak zavést úspornější a flexibilnější výrobu v podniku*, 1.vyd. Brno, Computerpress, 2007, 272 str., ISBN 978-80-251-1621-0
- [3] MÁDL, J., KVASNIČKA I., *Optimalizace obráběcího procesu*, Praha, ČVUT, 1998, 168 str., ISBN 80-01-01-8664-6
- [4] MAŠÍN I., MAŠÍN J., *Analýza procesů*, Liberec, TUL, 2012, 132 str., ISBN 978-80-7372-865-6
- [5] TOMEK G., VÁVROVÁ V., *Řízení výroby*, Grada Publishing, 1999, 440 str., ISBN 978-80-7169-578-3

Seznam internetových zdrojů

- [6] RAMISERVIS, s.r.o., [online], Liberec, [cit. 18.3.2013]. Dostupné na: <http://www.ramiservis.cz> .
- [7] VAVRUŠKA J., *Analýza a měření práce* (podklad pro výuku předmětu PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ, [online], TUL, Liberec, [cit. 20.3.2013]. Dostupné na: http://educom.tul.cz/KVS_PI
- [8] VAVRUŠKA J., *Metoda 5S* (podklad pro výuku předmětu PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ, [online], TUL, Liberec, [cit. 20.3.2013]. Dostupné na: <http://www.kvs.tul.cz/PI>
- [9] CONSORTA PRAHA s.r.o., [online], Praha, [cit. 8.5.2013]. Dostupné na: <http://consorta.cz/tornado-t6m/>
- [10] GCE, s.r.o., Katalog výrobků, [online], Chotěboř, [cit. 20.4.2013]. Dostupné na: <http://www.gce.cz>
- [11] IPA Slovakia. s.r.o., IPA SLOVNÍK, [online], Žilina, [cit. 21.3.2013]. Dostupné na: <http://www.ipaslovakia.sk/sk/ipa-slovník/>

Seznam obrázků

obr. 1.1 – logo společnosti.....	8
obr. 1.2 – provozovna Rami 02 v Liberci.....	9
obr. 1.3 – provozovna Rami 02 v Liberci.....	9
obr. 1.4 – produkty kovoobráběcích dílen.....	10
obr. 2.1 – náhled první výrobní haly 1	11
obr. 2.2 – náhled první výrobní haly 2.....	11
obr. 2.3 – náhled druhé výrobní haly 1.....	12
obr. 2.4 – náhled druhé výrobní haly 2	12
obr. 2.5 – Layout.....	13
obr. 2.6 – řezací stroj RS131.....	17
obr. 2.7 – řezací stroj RSOMA	17
obr. 2.8 – krátkodobý sklad materiálu 1.....	17
obr. 2.9 – krátkodobý sklad materiálu 2	17
obr. 3.1 – přehled zpracovatelských operací rodiny výrobků.....	19
obr. 3.2 – pásová pila PPK175T.....	19
obr. 3.3 – CNC soustruh Tornado T6M	19
obr. 3.4 – frézka FN22	21
obr. 3.5 – frézka FNK25A.....	21
obr. 3.6 – univerzální soustruh SV18R	22
obr. 3.7 – revolverový soustruh RN36.....	22
obr. 6.0 – model řezací hubice RT32.....	41
obr. 6.1 – výrobní výkres č. 4-85400-1 – řezací hubice RT 32	42
obr. 6.2 – dělicí hlava.....	45
obr. 6.3 – starý výrobní postup	47
obr. 6.4 – nový výrobní výkres č. 4-85400-1-1 – řezací hubice RT 32	49
obr. 6.5 – CNC soustruh Tornado T6M	49
obr. 6.6 – revolverová hlava v T6M.....	50
obr. 6.7 – hydraulické sklíčidlo v T6M	50
obr. 6.8 – poháněný nástroj pro T6M 1	51
obr. 6.9 – poháněný nástroj pro T6M 2	51
obr. 6.10 – nový výrobní postup - náhled.....	52
obr. 6.11 – Nitkový diagram I. - původní materiálový tok.....	56
obr. 6.12 – Nitkový diagram II. – nový předpoklad.....	56

Seznam příloh

Příloha I. – Layout výrobních hal – zmenšený

Příloha II. – Přehled zpracovatelských operací rodiny výrobků

Příloha III. – Původní výrobní výkres Řezací hubice RT32

Příloha IV. – Původní výrobní postup pro Řezací hubici RT32

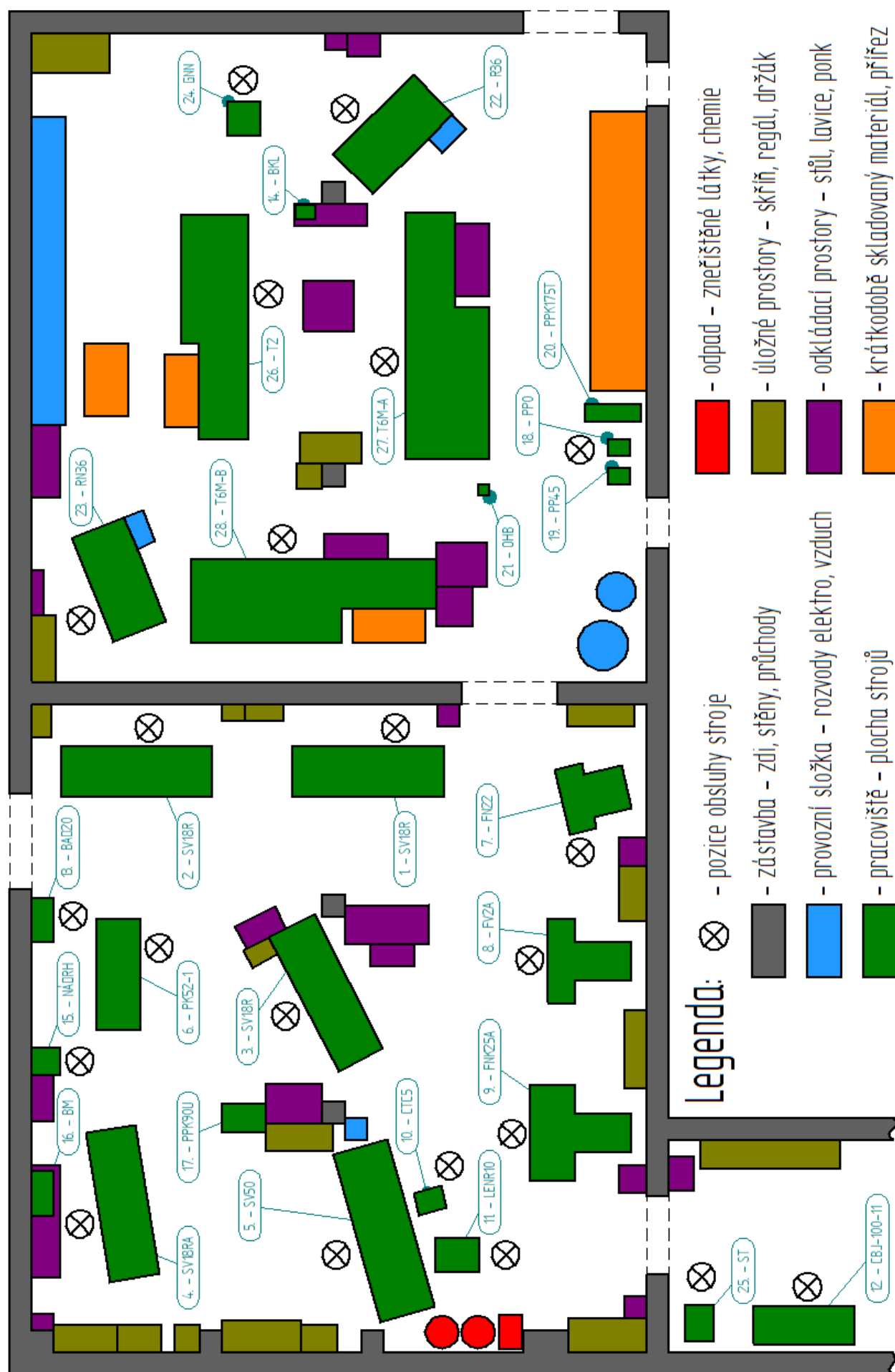
Příloha V. – Nově navržený výrobní výkres Řezací hubice RT32 - náhled

Příloha VI. – Nově navržený výrobní postup Řezací hubice RT32

Příloha VII. – Nitkový diagram I. – původní tok materiálu zpracovatelskými operacemi

Příloha VIII. – Nitkový diagram II. – nově navržený postup zpracovatelskými operacemi

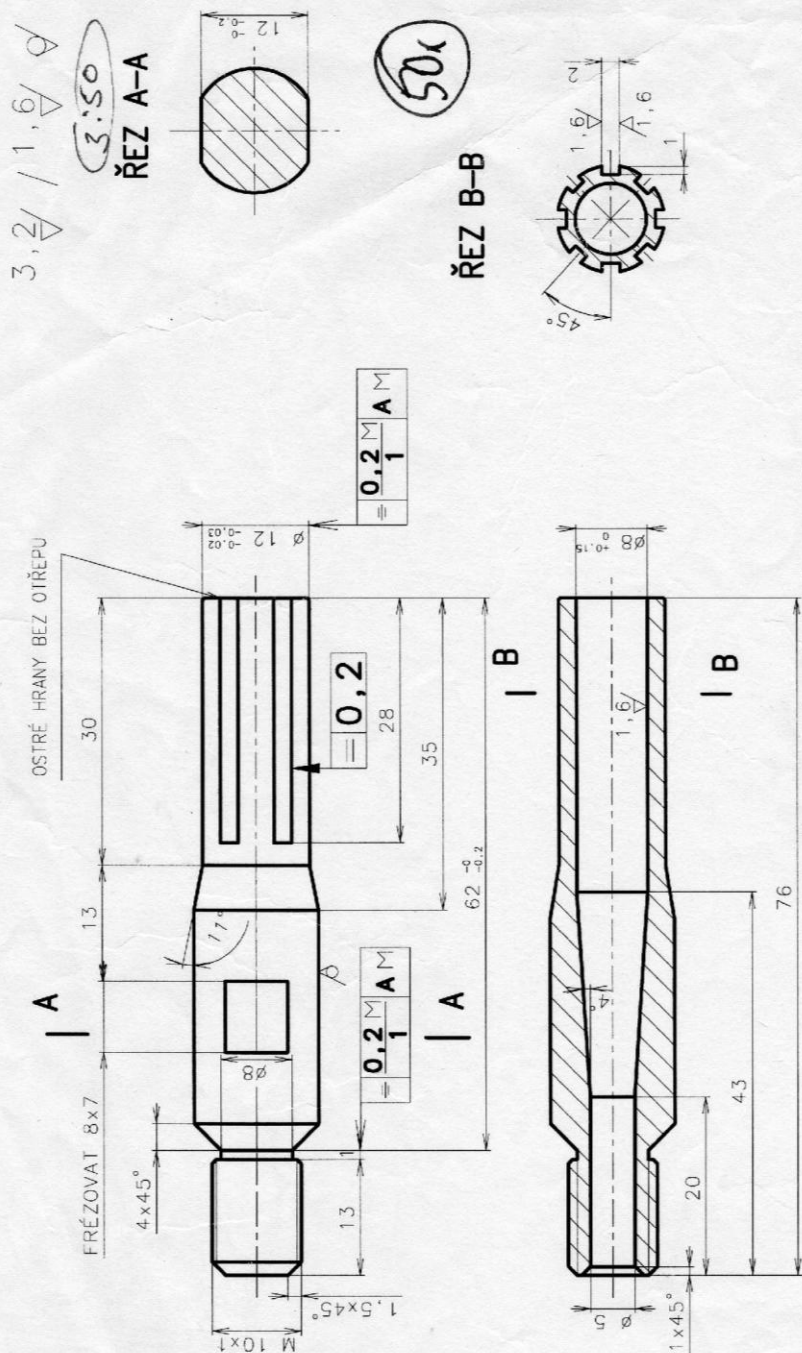
Příloha I. – Layout výrobních hal - zmenšený



Příloha II. – Přehled zpracovatelských operací rodiny výrobků

Číslo výkresu:	Pracoviště: 20 Typ: Pila Stroj: PPK175T		Pracoviště: 26;27;28 Typ: CNC Stroj: Tornado		Pracoviště: 7 Typ: Frézka Stroj: FN22		Pracoviště: 1;2;3;4 Typ: Soustruh Stroj: SV18		Pracoviště: 9 Typ: Frézka Stroj: FNK25A		Pracoviště: 22;23 Typ: Revolver Stroj: RN36	
	Operace		Operace		Operace		Operace		Operace		Operace	
	Číslo	Čas	Číslo	Čas	Číslo	Čas	Číslo	Čas	Číslo	Čas	Číslo	Čas
4-85400-1	010	0:03	030	3:50	050	9:00	060	0:45	070	0:20		
4-85400-3	010	0:03	030	3:45	050	13:00	060	0:45	070	0:20		
29/01/08/1	010	0:03	030	4:00	050	8:00	060	0:15	070	0:25		
V55260	010	0:03	030	2:15	050	6:00	060	0:40	070	0:20		
9376042	010	0:02	030	2:05	050	5:00	060	1:00	070	0:20		
4-46217-0	010	0:02	030	2:00	050	5:00					060	0:30
4-46218-0	010	0:02	030	2:00	050	5:00					060	0:30
4-46219-0	010	0:02	030	2:00	050	5:00					060	0:30
4-46220-0	010	0:02	030	2:00	050	5:00					060	0:30
4-46221-0	010	0:02	030	2:00	050	5:00					060	0:30
4-46222-0	010	0:02	030	2:00	050	5:00					060	0:30
4-46223-0	010	0:02	030	2:00	050	5:00					060	0:30
V4-5280-30	010	0:05	030	3:50			060	1:25	050	0:20		
V4539623	010	0:04	030	2:40			060	0:55	050	0:20		
V9373691	010	0:04	030	3:20			060	1:15	050	0:15		
28/01/08/1	010	0:03	030	5:00			060	0:35	050	0:25		
V57324	010	0:03	030	4:15					050	0:15	070	0:35
V9376444	010	0:01	030	3:05					050	0:20	070	0:25
120207/1	010	0:01	030	2:20					050	0:15		

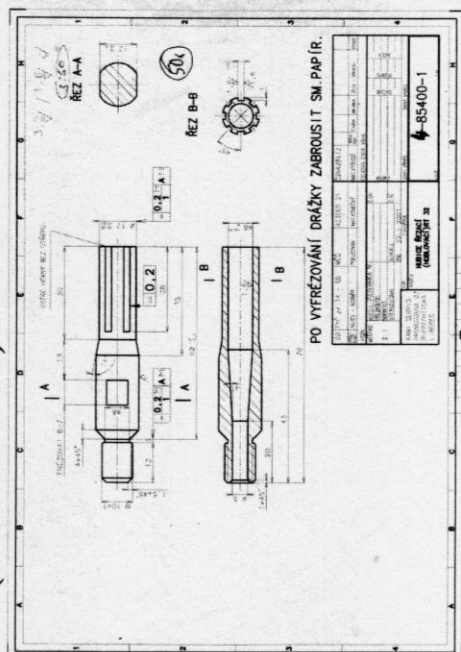
Příloha III. – Původní výrobní výkres Řezací hubice RT32



PO VYFRÉZOVÁNÍ DRÁŽKY ZABROUSIT SM. PAPÍR.

[illegible]

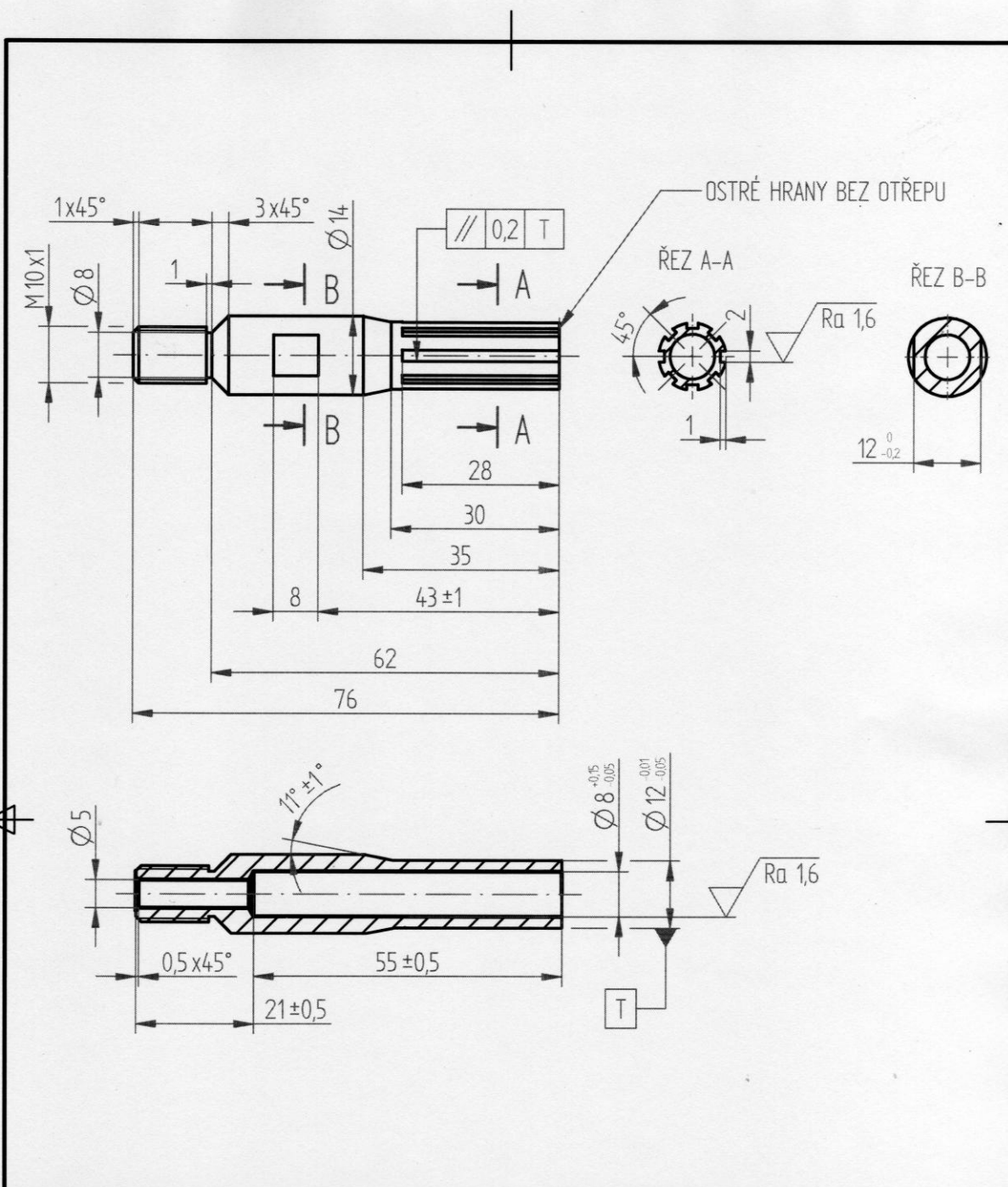
Příloha IV. – Původní výrobní postup pro Řezací hubici RT32 – S1

VÝROBNÍ POSTUP				List: 1 Listů: 2	Skupina:	Č. sestavy: 4-85400						
Součást: HUBICE ŘEZACÍ (HOBLOVACÍ) RT 32					Součást: HUBICE	Č. výkresu: 4-85400-1						
				Středisko: Rami servis, provozovna 02	Pracoviště: T6M, FN22, SV18, UZ, PONK	TKT:						
				Materiál: ČSN 423005.21	Polotovar: Ø 15 x 3000	Počet ks.:						
				Obrobitelnost:		Dávka :						
				Vyhotovil: Brož Petr dne: 2.4.2013	Kontroloval: dne:	Schválil: dne:						
Změna: dne:												
Č. op.	Stroj č. práce	úsek	Popis práce	Nástroje, nářadí a pomůcky	n	v	s	h	i	t _{A11}	t _{A13}	t _S
010	PPK175	1	Nastavit doraz pásové pily na 1000 mm	Doraz pásové pily, dílenský metr, posuvné měřtko						0,5 0,25		0,35
		2	Upnout tyč Ø 15 mm do svěráku									
		3	Řezat tyč Ø 15 mm na délku 1000±10 mm									
020	PONK1	1	Ručně srazit hrany tyče	Pilník dílenský jemný								
		2	Vložit tyč do zásobníku stroje CNC									
030	T6M	1	Podat tyč na doraz do délky 90 mm	POD TRIG TRIG TRIG TRIG TRIG GRIP GRIP NAVRT VRTAK 5 (Vrták 5, ČSN 22 1121) VRTAK 8 (Vrták 8, ČSN 22 1121) ZAPICH		130	0,1					0,15 ✓ ✓ ✓ ✓ 1,05 ✓
		2	Hrubovat na Ø14 mm do délky 78,2 mm,									
		2	hrubovat na Ø12,5 mm do délky 30 mm,									
		2	soustružit čelo s přídávkem 0,5 mm,									
		2	hladit na Ø11,98 mm do délky 30 mm,									
		2	soustružit sražení 11°									
		3	Hladit na Ø11,98 mm z délky 30 mm do čela,									
3	hladit na Ø14 mm z délky 65 mm do 35 mm											
4	Navrtat středící důlek do hloubky 3 mm	1200	0,1								0,32	
5	Vrtat Ø 5 mm do hloubky 70 mm											
6	Vrtat Ø 8 mm do hloubky 57 mm											
		7	Vypíchnout Ø 8 mm ve vzd. 62 mm		130	0,08						0,81 ✓
t _{AC} = min.				t _{BC} = min.				k _C =		Σ _[min] = (3,85 + 0,75 + 30,82) Σ _[min] = 35,42		

Příloha IV. – Původní výrobní postup pro Řezací hubici RT32 – S2

Č. Op.	stroj č. práce	úsek	Popis práce	Nástroje, nářadí a pomůcky	n	v	s	h	i	t _{A11}	t _{A13}	t _s
030	T6M	7	Srazit hranu 4x45° u vzd. 62 mm	ZAPICH	1000	130	0,06					✓
		7	Vypíchat na Ø 10 mm od vzd. 62 mm	ZAPICH		130	0,08					✓
		7	Předpíchnout sražení na Ø 8,5 mm ve vzd. 76mm	ZAPICH		130	0,08					0,25
		8	Soustružit závit M10x1	ZAVIT								0,35
		9	Srazit hranu, upíchnout v délce 76 mm	UPICH		130	0,07					0,1
040	PONK3	1	Vizuální kontrola	Posuvné měřítko, kalibr M10x1 vněj.						0,1		
		2	Kontrola rozměrů dle výkresu 4-85400-1							0,7		
		3	Kontrola závitu kalibrem							0,2		
050	FN22	1	Vložit polotovár do dělicí hlavy, nastavit otáčení	Dělicí hlava, klíč pro utažení						0,1		
		2	Ustavit středící trn	Klíčka pro utažení v hlavě						0,1		
		3	Upnout polotovár	Kotoučová fréza šířky 2 mm						0,1		9
		4	Frézovat drážkování 8 x po 45°, šířka 2 mm, do délky 35 mm									
060	SV18	1	Upnout polotovár							0,1		
		2	Navrtat středící důlek, tvar A, do hloubky 3 mm	Vrták A5, ČSN 22 1110							0,25	
		3	Vrtat Ø 5mm skrz (max. 20 mm)	Vrták 5, ČSN 22 1121							0,5	
		4	Upnout polotovár obráceně									
		5	Srazit čelo u drážkování do vzdálenosti 0,5 mm	Nůž, ČSN 22 3716						0,1		0,30
070	FNK25	1	Upnout polotovár v hlavě, nastavit otočení	Dělicí hlava, klíč pro utažení						0,1		
		2	Frézovat drážku 2 x po 180°, šířka drážky 8 mm, do hloubky 1 mm, ve vzdálenosti 43 mm	Stopková fréza prodl. o šířce 8 mm								0,30
		2										
080	PONK 5	1	Zapilovat ostré hrany drážek pro klíč	Pilník dílenský jemný						0,2		
		2	Okartáčovat 8 drážek	Drátěný kartáč						0,4		
		3	Kontrola drážek dle výkresu 4-85400-1							0,4		
090	UZ	1	Chemické čištění, odmaštění	Rukavice, plato na výrobky								17

Příloha V. – Nově navržený výrobní výkres Řezací hubice RT32 - náhled

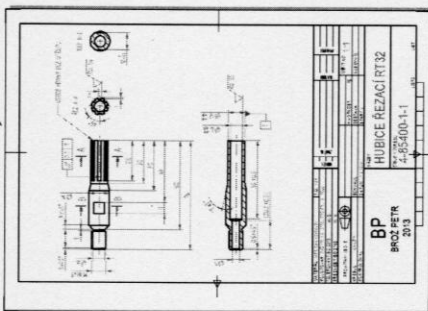


MATERIÁL MEĎ ČSN 423005.21		T.O. 312		INDEX	ZMĚNA	DATUM	PODPIS
POLOTOVAR TYČ PR. 14 - 3000							
TOLEROVÁNÍ ISO 8015 ANO							
PŘESNOST ISO 2768 m K							
PROMÍTÁNÍ ISO E		KRESLIL BROŽ P.		SCHVÁLIL		HMOTNOST kg	
KONTOLOVAL		DATUM 1.4.2013		SESTAVA		MĚŘÍTKO 1:1	
				STARÝ V.		KUSOVNÍK	
BP BROŽ PETR 2013				NÁZEV HUBICE ŘEZACÍ RT32			
				ČÍSLO VÝKRESU 4-85400-1-1			
				LISTŮ		LIST	

Příloha VI. – Nově navržený výrobní postup Řezací hubice RT32 – S1

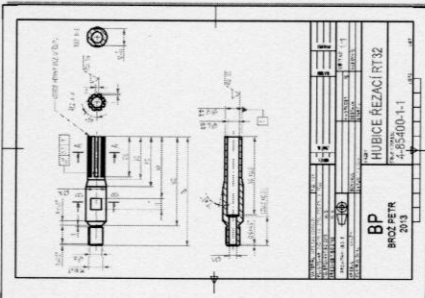
VÝROBNÍ POSTUP

Součást: **HUBICE ŘEZACÍ (HOBLOVACÍ) RT 32**



VÝROBNÍ POSTUP

Součást: HUBICE ŘEZACÍ (HOBLOVACÍ) RT 32

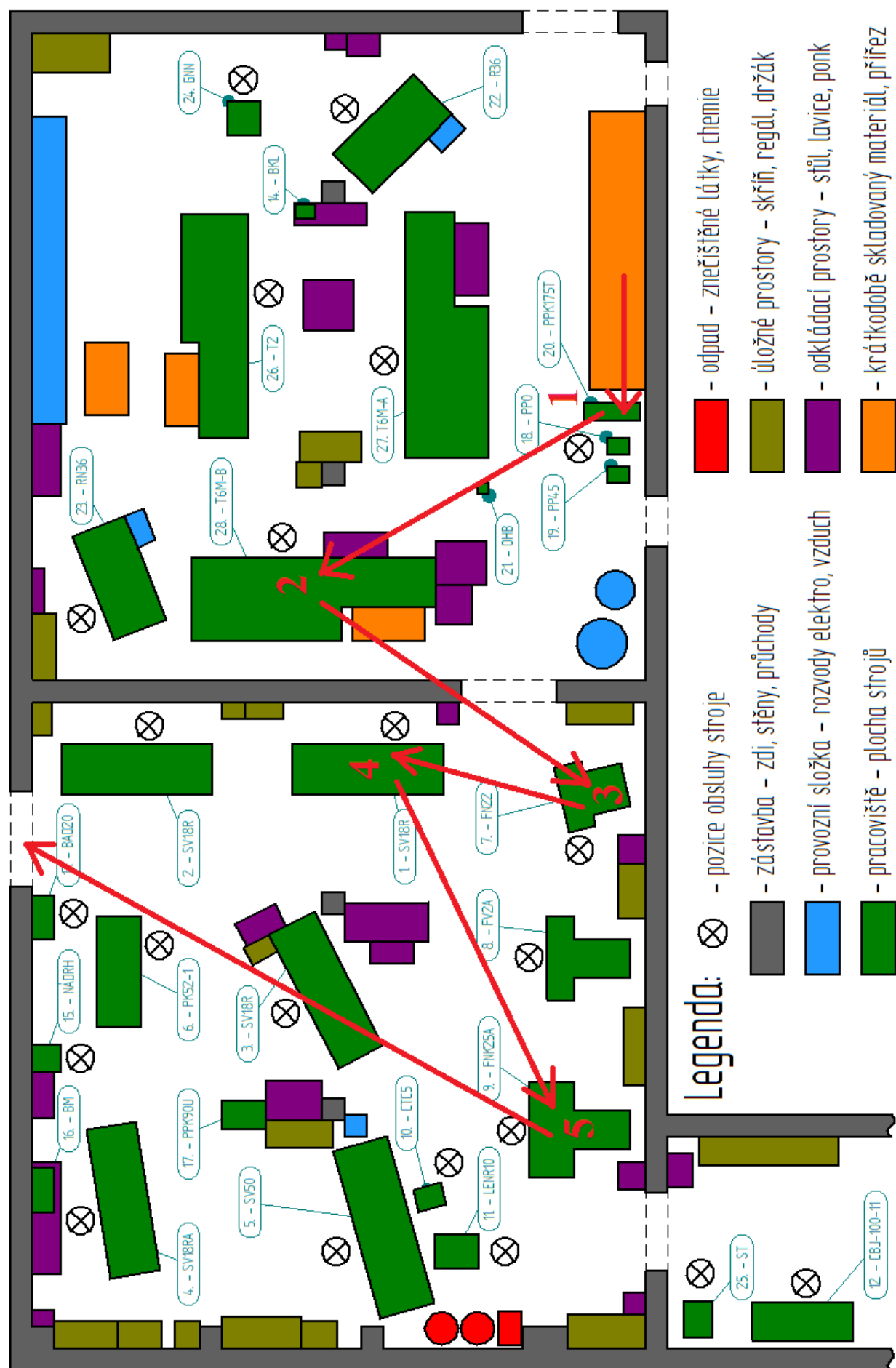


Skupina:	Č. sestavy: 4-85400											
Součást: HUBICE	Č. výkresu: 4-85400-1											
Sředitisko: Rami servis, provozovna 02	Pracoviště: T6M, FN22, SV18, UZ, PONK	TKT:										
Materiál: ČSN 423005.21 Obrobitelnost:	Polotovár: Ø 15 x 3000 ČSN 425510	Počet ks.: Dávka :										
Vyhotovil: Brož Petr dne: 2.4.2013	Kontroloval: dne:	Schválil: dne:										
Změna: dne:												
Č. op.	Stroj č. práce	úsek	Popis práce	Nástroje, nářadí a pomůcky	n	v	s	h	i	t _{A11}	t _{A13}	t _s
010	PPK175	1 2 3	Nastavit doraz pásové pily na 1020 mm Upnout tyč Ø 15 mm do svěráku Řezat tyč Ø 15 mm na délku 1020±3 mm	Doraz pásové pily, dílenský metr, posuvné měřtko	130 130 130 130 130 120 120	0,1 0,1 0,07 0,07 0,07 0,2 0,2			0,5 0,25		0,35	
020	PONK1	1 2	Ručně srazit hrany tyče, očistit špony hadrem Vložit tyč do zásobníku stroje CNC	Pilník dílenský jemný, hadr						0,4 0,1		
030	T6M	1 2 2 2 2 2 3 3 4 5 6 7	Podat tyč na doraz do délky 90 mm Hrubovat na Ø14 mm do délky 78,2 mm, hrubovat na Ø12,5 mm do délky 30 mm, soustružit čelo s přídávkem 0,5 mm, hladit na Ø11,98 mm do délky 30 mm, soustružit sražení 11° Hladit na Ø11,98 mm z délky 30 mm do čela, hladit na Ø14 mm z délky 65 mm do 35 mm Navrtat středící důlek do hloubky 3 mm Vrtat Ø 5 mm do hloubky 78,5 mm Vrtat Ø 8 mm do hloubky 57 mm Frézovat drážkování 8 x po 45°, šířka 2 mm, hloubka 1mm, do délky 35 mm	POD TRIG TRIG TRIG TRIG TRIG GRIP GRIP NAVRT VRTAK 5 (Vrták 5, ČSN 22 1121) VRTAK 8 (Vrták 8, ČSN 22 1121) FREZA 2 (Fréza 2, ČSN 22 2110)	1200 1500 1000 1000	0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1					0,15 v v v v 1,05 v 0,32 0,10 0,83 0,81 (3,50)	
t _{AC} = min.		t _{BC} = min.		k _C =		Σ[_{min}]= (2,75 + 0 + 25,61)		Σ[_{min}]= 28,36				

Příloha VI. – Nově navržený výrobní postup Řezací hubice RT32 – S2

Č. Op.	stroj č. práce	úsek	Popis práce	Nástroje, nářadí a pomůcky	n	v	s	h	i	t _{A11}	t _{A13}	t _s
030	T6M	8	Frézovat drážku 2 x po 180°, šířka drážky 8 mm, do hloubky 1 mm, ve vzdálenosti 43 mm	FREZA 8 (Fréza 8, ČSN 22 2185)	1000							(0,4)
		9	Vypíchnout Ø 8 mm ve vzd. 62 mm	ZAPICH		130	0,08					✓
		9	Srazit hranu 4x45° u vzd. 62 mm	ZAPICH		130	0,06					✓
		9	Vypíchat na Ø 10 mm od vzd. 62 mm	ZAPICH		130	0,08					✓
		9	Předpíchnout sražení na Ø 8,5 mm ve vzd. 76mm	ZAPICH		130	0,08					0,25
		10	Soustružit závit M10x1	ZAVIT	1000							0,35
040	PONK3	11	Srazit hranu, upíchnout v délce 76 mm	UPICH		130	0,07					0,1
		1	Zapilovat ostré hrany drážek pro klíč	Pilník dilenský jemný						0,2		
		2	Okartáčovat 8 drážek	Drátěný kartáč						0,4		
		3	Srazit hrany díry Ø 5 mm, z obou stran	Ruční srážec, vrták						0,3		
		4	Vizuální kontrola	Posuvné měřítko.						0,1		
		5	Kontrola závitu kalibrem	Kalibr M10x1 vnější						0,2		
050	UZ	6	Kontrola rozměrů dle výkresu 4-85400-1							0,7		
		1	Chemické čištění, odmaštění	Rukavice, plato na výrobky								17

Příloha VII. – Nitkový diagram I. – původní tok materiálu zpracovatelskými operacemi



Příloha VIII. – Nitkový diagram II. – navržený postup zpracovatelskými operacemi

