



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA PODNIKATELSKÁ

FACULTY OF BUSINESS AND MANAGEMENT

ÚSTAV MANAGEMENTU

INSTITUTE OF MANAGEMENT

STUDIE ZLEPŠENÍ VYBRANÉ TECHNOLOGICKÉ OPERACE

THE STUDY OF SELECTED TECHNOLOGICAL IMPROVEMENT OPERATIONS

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Martin Velešík

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

prof. Ing. Marie Jurová, CSc.

BRNO 2016

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Velešík Martin

Ekonomika a procesní management (6208R161)

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.1111/1998 o vysokých školách, Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně a Směrnicí děkana pro realizaci bakalářských a magisterských studijních programů zadává bakalářskou práci s názvem:

Studie zlepšení vybrané technologické operace

v anglickém jazyce:

The Study of Selected Technological Improvement Operations

Pokyny pro vypracování:

Úvod

Popis podnikání ve firmě se zaměřením na :

- výrobní portfolio

- danou výrobu

Cíl práce

Analýza současného provádění vybrané technologické operace

Vyhodnocení teoretických přístupů k výběru kooperace

Návrh zlepšení vybrané technologické operace

Podmínky realizace a přínosy

Závěr

Použitá literatura

Příloha

Seznam odborné literatury:

JUROVÁ, Marie et al. Výrobní procesy řízené logistikou. 1. vyd. Brno: BizBooks, 2013, 260 s. ISBN 9788026500599.

KAVAN, M. Výrobní a provozní management. Praha: Grada Publishing, 2002, 424s. ISBN 80-247-0199-5.

KOŠTURIÁK, J., CHAT, J. Inovace vaše konkurenční výhoda. Brno: Computer Press, 2008, 164s. ISBN 978-80-251-1929-7.

MASAAKI, I. KAIZEN - jak zavést úspornější a flexibilnější výrobu. Brno: Computer Press, 2004, 272s. ISBN 80-251-0461-3.

SLACK, Nigel, Stuart CHAMBERS a Robert JOHNSTON. Operations management. 6th ed. Harlow, England: Financial Times Prentice Hall, 2010, xxv, 686 s. ISBN 978-0-273-73046-0.

Vedoucí bakalářské práce: prof. Ing. Marie Jurová, CSc.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2015/2016.

L.S.

prof. Ing. Vojtěch Koráb, Dr., MBA
Ředitel ústavu

doc. Ing. et Ing. Stanislav Škapa, Ph.D.
Děkan fakulty

V Brně, dne 29.2.2016

ABSTRAKT

Bakalářská práce je zaměřena na studii možnosti zlepšení jedné vybrané technologické operace ve vybraném podniku M&V, spol. s r.o. a její výrobní divizi STIMZET s.ro. S využitím analýzy stávající technologie a navrhované nové technologie bude tento výstup použit pro porovnání efektivnost obou těchto technologií. Analýza bude k porovnání používat přímé náklady, které vstupují do dané technologické operace a dobu trvání této operace. Výsledkem bakalářské práce je doporučení, zda je pro podnik využití nové technologie výhodnější než ponechání té stávající.

ABSTRACT

The thesis is focused on improving a chosen technological operation in the M&V, spol. s r.o. company and its production division – STIMZET s.r.o. An analytical comparison of both the current and the proposed technology is made, using direct costs of the actual tech operation and the length of the operation. The result of the thesis is a suggestion of choosing the more useful technology – either the new or the current.

KLÍČOVÁ SLOVA

soustružení, optimalizace, analýza, CNC, HSS, přímé náklady, technologie, technologická operace, výrobní operace, výrobní náklady

KEY WORDS

turning, optimization , analysis, CNC, HSS , direct costs ,technology, technological operations, production operations, production costs

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

VELEŠÍK, M. *Studie zlepšení vybrané technologické operace*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta podnikatelská, 2016. 65 str. Vedoucí bakalářské práce prof. Ing. Marie Jurová, CSc..

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že předložená diplomová práce je původní a zpracoval jsem ji samostatně. Prohlašuji, že citace použitých pramenů je úplná, že jsem ve své práci neporušil autorská práva (ve smyslu Zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském a o právech souvisejících s právem autorským).

V Brně dne 2. června 2016

.....
podpis studenta

Poděkování:

Tímto bych rád poděkoval prof. Ing. Marie Jurová, CSc. za cenné rady, odborné vedení a konzultace při psaní této práce. Také bych chtěl dále poděkovat společnosti XY za spolupráci při získávání podkladů pro mou práci, ale taky získání cenných zkušeností nejenom k této práci, ale i do budoucna.

Obsah

ÚVOD.....	10
1 STIMZET s.r.o.....	12
1.1 Stručné představení společnosti.....	12
1.2 Historie společnosti.....	12
1.3 Výrobní portfolio.....	13
1.4 Rozdělení vyráběných nástrojů.....	13
1.4.1 Rozdělení podle upnutí do stroje.....	13
1.4.2 Rozdělení podle způsobu výroby.....	16
1.5 Norma ČSN a DIN.....	17
2 Cíl práce.....	19
3 Analýza současného provádění vybrané technologické operace.....	20
3.1 Sledované průměry.....	21
3.2 Technologické operace.....	21
3.2.1 Vstupní materiál.....	22
3.2.2 Dělení vstupního materiálu.....	23
3.2.3 Hrotování a srážení.....	23
3.2.4 Odmašťování.....	24
3.2.5 Kalení.....	24
3.2.6 Pískování.....	26
3.2.7 Broušení průměru.....	26
3.2.8 Vybrušování drážek a hřbetu.....	27
3.2.9 Ostření.....	27
3.2.10 Závěr.....	28
4 Vyhodnocení teoretických přístupů k výběru kooperace.....	30
4.1 Výroba a výrobní procesy.....	31

4.1.1	Podnikové výrobní procesy	31
4.2	Efektivita ve výrobním procesu	33
4.2.1	Kooperace ve výrobě	34
4.3	Technologie výroby	35
4.4	Náklady na výrobu	35
4.5	Inovace	38
5	Návrh zlepšení vybrané technologické operace.....	40
5.1	Citizen Cincom A20.....	40
5.1.1	Základní specifikace stroje	42
5.2	IEMCA Elite 220	43
5.2.1	Princip fungování a základní specifikace	43
6	Podmínky realizace a přínosy	45
6.1	Souhrn náklady pro stávající řešení pro sledované průměry	45
6.2	Výpočet času operace navrhované technologie a její UVN.....	46
6.2.1	Výpočetní operace	46
6.3	Stanovení nákladu pro navrhovanou technologii.....	50
6.4	Porovnání technologii a přínosy.....	53
6.5	Hodnocení výstupů tabulky a grafů.	56
7	Závěr	57
8	Použitá literatura	58
	Přílohy.....	60
	Seznam obrázků.....	62
	Seznam obrázků.....	64
	Seznam grafů	65

ÚVOD

Výrobní podniky po dobu celé své existence snaží své zdroje využívat co nejefektivněji, jak je jenom v jejich silách. Tato snaha je neměnná od dob průmyslové revoluce v 18. století, až do doby dnešní, která volá po efektivním využívání zdrojů, jako nikdy předtím. Současný svět se vyznačuje nízkými tržními bariérami, globalizací a tím pádem i zvýšenou konkurencí ve všech průmyslových odvětvích. Podnikatelé musí být neustále ve střehu, držet krok s novými trendy a novými tržními podmínkami, tak, aby jejich podnik vyráběl co nejefektivněji a tím se stal konkurenceschopným.

Jedním ze způsobů, jak efektivního využívání zdrojů dosáhnout, jsou inovace. Ty především představují zdroj dlouhodobého zisku, podnikatelského úspěchu a konkurenční výhody. Tato konkurenční výhoda může mít diferenciací charakter v podobě nabídky dokonalejších, popř. rozmanitějších výrobků, které lépe vyhovují potřebám a přáním uživatelů, nebo může spočívat ve zlevňování a zproduktivňování používaných výrobních (technologických) postupů, tj. inovací.

Cílem této bakalářské práce je analýza konkrétní výrobní operace, jeho následná inovace a její dopad na ekonomiku výrobního podniku.

V první části práce bude představena společnost STIMZET s.r.o., jenž se zabývá strojírenskou výrobou a dnes zaměstnává více jak 100 zaměstnanců.

Konkrétně bude čtenář seznámen podrobněji s výrobním programem společnosti, jenž přiblíží technologické operace v podniku. Společnost působí ve svém oboru již od konce 2. světové války, avšak v roce 2010 znovuobnovila výrobu pod novým majitelem, který se neustále snaží svůj výrobní program optimalizovat.

Dále se bude práce zabývat analýzou konkrétní technologické operace a po jejím zhodnocení bude navrženo vhodné inovační řešení dané operace. Důležitě budou vyhodnoceny ekonomické přínosy a náklady vylepšení a zhodnoceny podmínky pro uskutečnění vylepšení technologické operace.

VYMEZENÍ CÍLŮ

Hlavní cíl práce:

Cílem mé bakalářské práce je analýza vybrané technologické operace v podniku STIM ZET, která bude porovnávat stávající stav vybrané operace, oproti mé navrhované optimalizaci, nebo nahrazení novou technologií. Tato analýza bude podložena výpočty, které budou vycházet z reálného provozu a sběru dat stávající technologie. U navrhované technologie budou data použity z dat výrobce strojů.

Dílčí cíle práce:

- Analýza stávající technologické operace a jejich nákladů.
- Návrh optimalizace vybrané technologické operace, nebo její nahrazení jiným strojem.
- Analýza nákladů při případném nahrazení vybrané technologické operace
- Porovnání výstupu z předešlých analýz a vyvození závěru.

METODIKA

Vzhledem k mému hlavnímu záměru práce, používám především metodu analýzy a metodu prostým dělením při přerozdělování přímých nákladů na jednotlivé kusy, tyto výpočty jsou pevně svázány s dobou trvání jednotlivých operací u stávající technologie, tak u navrhované.

Výstupem práce bude konkrétní řešení technologické operace v podniku a jeho posouzení, zda-li plně odpovídá požadavkům společnosti pro svůj výrobní program.

Na podnik bude nahlíženo systémovým pohledem jako na soubor hmotných prostředků a zdrojů, které mohou daný výsledek ovlivnit, nebo zkreslit.

1 STIMZET s.r.o.

Pro svou práci jsem si vybral výrobní divizi PROSTIMZET PLUS s.r.o., která se zabývá výrobou řezných nástrojů pro obrábění otvorů.

1.1 Stručné představení společnosti

Výrobní divize STIMZET s.r.o. dále pouze „STIMZET“ je dceřinou společností obchodní firmy M&V Vsetín s.r.o., která tento výrobní závod odkoupila v roce 2010 a tím získala svou vlastní výrobní divizi. M&V Vsetín, velkoobchod nářadím, nástroji a stroji, byl založen v roce 1991 a o dva roky později zahájil vlastní obchodní činnost. V současnosti disponuje největším skladem v České republice, zastupuje více než tři sta výrobců. A v České republice patří k největším obchodním společnostem s uvedeným sortimentem a svou pozici na trhu každoročně upevňuje.

Cílem společnosti STIMZET je nabízet zákazníkům z řad průmyslových podniků a profesionálů, ale také obchodním organizacím, vysoce kvalitní nástroje pro obrábění otvorů. Společnost leží ve Zlínském kraji samém srdci Valašska v bývalém okresním městě Vsetín, kde k tomuto okamžiku žije téměř 27 tisíc obyvatel. Závod se nachází v okrajové části města v areálu bývalé Zbrojovky Vsetín. V současnosti zaměstnává více jak 100 pracovníků a se svou mateřskou společností, která ve Vsetíně také zaměstnává více jak 100 pracovníků, tvoří významného zaměstnavatele v regionu a odvětví.

1.2 Historie společnosti

Výrobní divize STIMZET společnosti M&V, s. r. o. se zabývá výrobou a prodejem nástrojů a náradí značky STIMZET. Vznikla na začátku roku 2010 odkoupením bývalé firmy STIMZET a.s. (odtud převzatý název značky kvalitních nástrojů). Tradice výroby nástrojů na otvory a cesta k současnému úspěchu značky STIMZET začala již v roce 1937 v bývalé firmě Zbrojovka Vsetín.

V období 2. světové války sloužila Zbrojovka Vsetín k výrobě nábojů, kanonů určených pro tanky a protiletadlových kanonů. Tradice výroby nástrojů na obrábění otvoru byla zahájena v poválečném období společně s výrobou šicích strojů, jejichž výroba v současnosti již neexistuje. Od této doby budovala společnost STIMZET pověst

výrobce kvalitních strojírenských nástrojů. Existence společnosti skončila v roce 2009, kdy upadla do konkurzu, a došlo k úplnému zastavení výroby. Zanedlouho se společnosti M&V Vsetín s.r.o. povedlo STIMZET a.s. odkoupit do svého vlastnictví a po nutných investicích (oprava střechy, zateplení oken a fasády, nákup nových technologií) se této společnosti podařilo výrobu řezných nástrojů pro obrábění otvoru ve Vsetíně obnovit.

1.3 Výrobní portfolio

Výrobní portfolio společnosti je široké, hlavní výrobní programem je výroba vrtáků, ale také výhrubníků, výstružníků, záhlubníků, upínacího nářadí a dalších řezných nástrojů, včetně speciálních nástrojů na přání zákazníka. Svým zákazníkům nabízí také další služby, jakými jsou svařování třením, kalení rychlořezné oceli v solných lázních, přebrusy, ostření, pasivace, nízkoteplotní oxidace a poflakování.

1.4 Rozdělení vyráběných nástrojů

Jelikož prioritou podniku je výroba vrtáků, budu jim v této práci věnovat nejvíce pozornosti.

Vrtáky můžeme rozdělit do dvou základních druhů a to podle upnutí do stroje a způsobu výroby:

1.4.1 Rozdělení podle upnutí do stroje

- a) Vrtáky s kuželovou stopkou (Morse)
- b) Vrtáky s válcovou stopkou

Ad a) Vrtáky s kuželovou stopkou

Specifikem vrtáku s kuželovou stopkou je ve způsobu upnutí do stroje. Tuto kuželovou stopku dělíme do 7 velikostí od MK0 do MK7

Morse kužel je velmi přesný způsob upínání nástroje v točivém stroji. Užívá se pro upnutí nástrojů, jako jsou vrtáky (v ručních či stolních vrtačkách nebo v soustruzích), výstružníky či frézy. Spočívá ve vložení kuželového zakončení nástroje do stejně tvarovaného otvoru v upínací hlavě; nástroj pak drží třením. Morse kužel je navíc

samosvorný, upnutý nástroj se proto nedá sundat tahem, ale pouze poklepáním na jeho druhý konec.

Výhodami tohoto mechanismu upínání jsou snadná vyměnitelnost nástroje a to, že uchycený předmět je neustále udržován ve středu osy otáčení, čímž je umožněna velmi přesná práce, na rozdíl od nástrojů uchycených ve standardních sklíčidlech, která jsou připevněna pomocí závitů.

Ukázka výrobního portfolia nejrozšířenější vrtáků s kuželovou stopkou:¹

Tab. 1 Vrtáky s kuželovou stopkou (Převzato: http://stimzet.cz/data/vrtaky_kuzelove.html)

HSS	ČSN 221140 DIN 345 RN		<u>ø 2,00 ÷ 90,00 mm</u>
HSSCo	ČSN 221143 DIN 345 RN		<u>ø 5,00 ÷ 50,00 mm</u>
HSSCo8	ZVSE 221148 DIN 345 RN		<u>ø 5,00 ÷ 50,00 mm</u>
HSSCo8	ZVSE 221146		<u>Do pancéřových plechů, HARDOX ø 10,00 ÷ 50,00 mm</u>
HSS	PN 22 1155 DIN 345 RN		<u>ø 13/64" ÷ 3 1/2"</u>

Tab. 2 Vrtáky dlouhá řada – kuželová stopka (Převzato: http://stimzet.cz/data/vrtaky_kuzelove.html)

HSS	ZV 5001 DIN 341 RN		<u>Vrták dlouhý ø 8,00 ÷ 50,00 mm</u>
HSSCo	ZV 5001 T1000 DIN 341 GT100		<u>Vrták dlouhý ø 8,50 ÷ 20,00 mm</u>

¹ Vysvětlivky:

HSS - rychlořezná ocel; HSSCo - rychlořezná ocel 5% Co; HSSCo8 - rychlořezná ocel 8% Co; SK - ostří ze slinutého karbidu

Tab. 3 Stupňovité vrtáky – kuželová stopka (Převzato: http://stimzet.cz/data/vrtaky_kuzelove.html)

HSS	PN 22 1253 DIN 8377		<u>Pro dřík a hlavu šroubu 180°</u> <u>M5 ÷ M20</u>
HSS	PN 221255 DIN 8375		<u>Pro dřík a hlavu šroubu 90°</u> <u>M5 ÷ M20</u>
HSS	PN 22 1259 DIN 8379		<u>Pro závit a hlavu šroubu 90°</u> <u>M8 ÷ M20</u>

Tab. 4 Vrtáky speciální – kuželová stopka (Převzato: http://stimzet.cz/data/vrtaky_kuzelove.html)

SK- K10	ZVSE 221332 / TP320		<u>Vrták do kovu s SK plátkem</u> <u>Ø 10,00 ÷ 40,00 mm</u>
------------	------------------------	--	--

Ad b) Vrtáky s válcovou stopkou

Vrták s válcovou stopkou je uchycen ve stroji pomocí sklíčidla, nebo kleštiny, které musí s rozmezím odpovídat velikostí stopky daného nástroje. Toto upnutí není samosvorné a klade vysoké nároky na přesnost upnutí.

Ukázka výrobního portfolia nejrozšířenější vrtáků s válcovou stopkou:²

Tab. 5 Vrtáky s válcovou stopkou (Převzato: http://stimzet.cz/data/valc_stredni_rada_cz.html)

HSS,HSSCo TiAlN	Krátké vrtáky		<u>Krátké vrtáky</u> <u>3xD</u>
HSS,HSSCo TiAlN	Střední vrtáky		<u>Střední vrtáky</u> <u>5xD</u>
HSS,HSSCo TiAlN	Dlouhé vrtáky		<u>Vrtáky dlouhé a velmi dlouhé</u> <u>10xD</u>
SK TiAlN	Tvrdokovové vrtáky		<u>SK vrtáky ze s chlazením,</u> <u>bez chlazení, 3xD, 5xD, 8xD</u>
HSS	<u>Stupňovité</u> <u>vrtáky</u>		<u>Stupňovité vrtáky</u> <u>s válcovou stopkou</u>
HSS, HSSCo, SK	<u>Středicí,</u> <u>Navrtáváky</u>		<u>Středicí vrtáky a navrtáváky</u>
HSS HSSCo	Levé vrtáky		<u>Přehled našich levořezných</u> <u>vrtáků</u> <u>3xD, 5xD, 10xD</u>

1.4.2 Rozdělení podle způsobu výroby

- a) Tvářené vrtáky
- b) Vybrušované vrtáky

Rozdělení podle způsobu výroby

Ad a) Tvářené vrtáky

Funkční část u tvářených vrtáků se vyrábí tvářením za tepla. Tento tvářecí proces je příčinou, proč některé z rozměrů na funkční části vrtáku jsou vyrobeny s větším rozptylem než u vrtáků vybrušovaných. V průběhu operace tvářením za tepla jsou vlákna

² Vysvětlivky:

HSS - rychlořezná ocel; HSSCo - rychlořezná ocel 5% Co; HSSCo8 - rychlořezná ocel 8% Co; SK - ostří ze slinutého karbidu

materiálu zhutňována a usměrňována, což se následně projevuje velmi dobrou tuhostí a stabilitou vrtáku při vrtání. Tvářené vrtáky se vyrábějí pouze s normálním úhlem sklonu šroubovice.

Použití: Používají se při aplikacích, kde jsou podmínky nasazení tvrdé. Jedná se např. o ruční vrtání bez vodícího pouzdra apod., a tam kde požadavky na přesnost vyvrtaného otvoru nejsou extrémně vysoké.

Ad b) Vybrušované vrtáky

Profil vybrušovaných vrtáků je zhotovován brusnými kotouči do již tepelně zpracovaného (kaleného) materiálu. Tvar drážky je propočítán tak, aby výsledky byly nejlepší (jak přesnost vrtaného otvoru, tak trvanlivost vrtáku). V tomto případě je možno vyrábět vrtáky s různými úhly sklonu šroubovice. Vybrušované vrtáky jsou velmi přesné, pokud se týká geometrických rozměrů.

Použití: Používají se především tam, kde je požadováno precizní vrtání. Při těchto operacích je podmínkou, aby vedení vrtacího vřeteníku bylo dostatečně tuhé a přesné a aby se vrtalo se strojním posuvem.

1.5 Norma ČSN a DIN

Společnost vyrábí vrtáky v tomto základním rozdělení podle norem ČSN a DIN. Ve svém výrobním portfoliu má společnosti více jak 150 těchto norem, tudíž by bylo obtížné je popsat všechny. Normy ČSN a DIN především specifikují základní vlastnosti a vzhled vrtáku, jako:

- Použitý materiál při výrobě
- Tvar ostří
- Tvar šroubovice a její stoupání
- Délka vrtáku
- Délka upínací části

Ostatní specifikace jsou na volbě výrobce. Kupříkladu DIN 338 udává, že ostří vrtáku musí mít sklon $118^\circ \pm 3^\circ$, takže je na volbě výrobce, jakou hodnotu si zvolí, avšak v toleranci vymezenou touto DIN.

2 Cíl práce

Za hlavní cíle práce si kladu:

Po zvolení produktu z portfolia společnosti STIMZET učiním analýzu, která bude zaměřena na:

- Jaké operace vstupují do celého řetězce výroby od vstupního materiálu, až pohotovému produktu.
- Stanovení času operace u všech procesů, které zde vstupují.
- Zevrubný popis technologie a pracování stroje u dané operace.

Po této analýze vyhodnotím, který technologická operace je kritická a to v ohledu na dobu trvání této operace. Po této identifikaci kritické operace vyčísím přímé náklady na jednotlivé sledované průměry a také dobu trvání operace u jednotlivých průměrů.


V teoretické části práce se zaměřím na možnosti, jak nejefektivněji danou operaci nahradit, jak co nejpřesněji změřit veličiny, které chci sledovat u navrhované technologie.

Dále se zaměřím na vlastní návrh technologie, která by tu stávající mohla nahradit a provedu výpočty, které budou potvrzovat, či vyvracet mou domněnku, že má navrhovaná technologie je úspornější a efektivnější. Závěrem tyto údaje shrnu do jedné tabulky a porovnáám skutečnost s navrhovaným stavem. Tyto tabulku podpořím grafickým znázorněním.

3 Analýza současného provádění vybrané technologické operace

Pro svou práci studie zlepšení vybrané technologické operace jsem si z portfolia společnosti vybral vrták označován jako PN 2913, vycházející z DIN 338 RN vyráběný technologií vybrušováním z HSS³ oceli. Viz. Tabulka specifika výrobce:

Tab. 6 Specifika vrtáku PN 2913 (Převzato: http://stimzet.cz/data/pn2913_cz.html)

PN 2913	Vrták s válcovou stopkou	HSS
DIN 338 RN		
Použití: Výkonné vrtáky doporučené pro vrtání v součástkách z nelegované i legované oceli, ocelolitiny do pevnosti 900 N/mm ² , šedé, temperované i tvárné litiny, spékané oceli, hliníkové slitiny s krátkou třískou, bronzu.		
Rozměrová řada: $\varnothing 0,30 \div 20,0$ mm		
Hloubka vrtání: 5 x D	$\lambda = 25^\circ \div 30^\circ$	$\epsilon = 118^\circ$
Způsob výroby: V	Povrchová úprava: 	Způsob ostření: Form N



Obr. 1 Obrázek 1 Vrták PN 2913 (Převzato: http://stimzet.cz/data/pn2913_cz.html)

Vrták PN 2913 se vyrábí v rozmezí $\varnothing D = 0,30\text{mm}$ až $\varnothing D = 20,00\text{mm}$. Vrták PN 2913 můžeme dělit podle technologie výroby a rozmezí průměrů na tři segmenty:

- **Mikrovrták** - $\varnothing D = 1,00\text{mm}$ až $\varnothing D = 2,95\text{mm}$ a to v rozpětí po 0,05mm
- **Střední řada** - $\varnothing D = 3,00\text{mm}$ až $\varnothing D = 14,00$ mm a to v rozpětí po 0,10mm

³Rychlořezná ocel, anglicky „High speed steel“, zkráceně HSS

- **Poptávková řada** - $\text{ØD} = 14,10\text{mm}$ až $\text{ØD} = 20,00\text{mm}$ a to v rozpětí pod $0,10\text{mm}$, avšak každý celý průměr má také $\text{ØD} = 0,25\text{mm}$ a $0,75\text{mm}$.

Každý z těchto segmentů se kriticky odlišuje ve způsoby výroby dílčích polotovarů v průběhu výroby, ale vzhledem k tomu, že střední řada vrtáku je nejvíce obrátková ve výrobě a poptávky na trhu, tak si volím právě ji.

3.1 Sledované průměry

Po konzultaci s vedením společnosti STIM ZET a.s. bylo domluveno, že v mé práci budou sledovány pouze celé průměry ve střední řadě vrtáku a to z důvodu, že tyto průměry mají největší zastoupení z celkového objemu výroby a tudíž je to pro společnost dostatečně kvalitní referenční množstvím pro výstup mé práce.

3.2 Technologické operace

V této kapitole se budu věnovat popisu jednotlivým operacím, u kterých vyčísím jmenovité náklady na jeden vyrobený kus polotovaru v každé jednotlivé fázi výroby při určité výrobní dávce. Pro zachování přehlednosti práce, budu používat jako referenci vzorek průměr Ø5 (viz. Příloha 2, výkresová dokumentace). Na závěr této kapitoly provedu rekapitulaci pro všechny sledované průměry v jedné souhrnné tabulce.

K výrobě toho vrtáku od vstupního materiálu po hotový kus je třeba 12 operací. Tyto operace můžeme elementárně rozdělit na:

- **Výrobní operace** - zde dochází k fyzickému opracování materiálu. Tyto operace jsou na bázi třískového úběru materiálu, nebo jeho broušení.
- **Technologické operace** - při výrobě je nutno dodržet několik technologických operací. Zde nedochází k fyzickému opracování polotovaru, ale tyto operace jsou kritické pro výrobu vrtáku. Kupříkladu odmaštění polotovaru před kalením a samotné kalení a pískování
- **Manipulační operace** - jsou to takové operace, při nichž s polotovarem, nebo hotovým výrobkem neprovádíme výrobní činnosti, ale pouze přípravné. Kupříkladu, kontrolování, konzervování atd.

3.2.1 Vstupní materiál

Vstupním materiálem je HSS ocel s označením ČSN 19 830 od Německé firmy Böhler, která tento materiál dodává v taru tyčoviny o délce 6 metrů.

Charakteristika vstupního materiálu: „Rychlořezná ocel výkonná - vhodná pro nitridování. Pro značně namáhané nástroje k obrábění materiálu se střední a vyšší pevností, především pro nástroje, vyžadující zvlášť dobrou houževnatost, jako frézy, vrtáky, závit-níky, výstružníky, obrážecí nože na ozubení, stopkové a kopírovací frézy“ (TumliKovo, © 2010).

Použití: „Spirálové vrtáky, závitníky, výstružníky, protahovací trny, frézy všech druhů, pily na řezání kovů, nástroje na opracování dřeva, nástroje na práci za studena“ (S600).

Tab. 7 Složení oceli 19 830 (Převzato: <http://www.bohler.cz/czech/files/downloads/S600.pdf>)

	C	Mn	Si	P	S	Cr	Mo	W	V
19 830	0,8 - 0,9	0,45	0,45	0,035	0,035	3,8 - 4,6	4,5 - 5,5	5,5 - 7	1,5 - 2,2

Vstupní materiál se průměrově odlišuje od průměru finálního produktu. Tento přídavek je nutný vzhledem technologickým postupům výroby a to především k zachování přesného průměru a házivosti vrtáku, která deklarovanou společností STIM ZET. Tento přídavek je konkrétně dán pro operaci broušení průměru.

Tab. 8 Tabulku přídavek (Převzato: Interní dokument, technologický postup č.102)

Průměr	Průměr vstupního mat.	Celková délka nástroje	Řezná část nástroje
3,00	3,20	61	33
4,00	4,20	75	43
5,00	5,20	86	52
6,00	6,20	93	75
7,00	7,30	109	69
8,00	8,30	117	75
9,00	9,30	128	81
10,00	10,30	133	87
11,00	11,40	142	94
12,00	12,40	151	101
13,00	13,40	151	101
14,00	14,40	160	108

Rozměry jsou uvedeny v mm

3.2.2 Dělení vstupního materiálu

Probíhá za pomoci výstředníkových lisů. K dělení materiálu dochází mezi vložkou střížným nožem. Materiál je ručně posouván vodicím pouzdem na doraz, zatím co nůž ovládaný setrvačником dělí materiál v pravidelných intervalech na požadovanou délku.

Tab. 9 Pracnosti operace dělení (Převzato: interní dokument, technologicky postup č.102)

ØD Vrtáku	Č. Operace	Druh operace	Popis	Přípr. Čas Nm	Kusový čas Nm
5	100	V	Dělení	20,00	0,200

3.2.3 Hrotování a srážení

Opracování konců polotovaru probíhá na ručně ovládaných jednoúčelových hrotovacích strojích, které byly speciálně upraveny pro potřebu výroby. Obsluha založí nadělený kusový materiál do kleštinového upínače, který je ovládám pomocí páky. Po upnutí polotovaru, dojde k roztočení vřetena a následně obsluha pomocí pákou ovládaného supportu ručně obrobí čelo polotovaru. Po ohrotování celé výrobní dávky, je nutno stroj opět seřídít na sražení druhého konce polotovaru a předešlý proces opakovat. Obráběcím nástroje pro tyto operace je tvarový soustružnický nůž s vyměnitelnou břitovou destičkou.

Tab. 10 Pracnosti operace hrotování a srážení (Převzato: interní dokument, technologicky postup č.102)

ØD Vrtáku	Č. Operace	Druh operace	Popis	Přípr. Čas Nm	Kusový čas Nm
5	200	V	Hrotovat	15,00	1,399
5	250	V	Srážet	15,00	1,399

Operace hrotování se provádí z důvodu, identifikace pracovní části nástroje a to z důvodu, že vrták není zakalen v celé své délce. Výsledkem hrotování je tak budoucí řezná část vrtáku, která je pod sklonem 118°.

Srážení druhého konce nástroje slouží také k identifikaci strany nástroje, ale také slouží k odstranění stop po dělení materiálu na výstředníkovém lisu (viz. Příloha 1).

3.2.4 Odmašťování

Polotovary vrtáku je třeba před operací kalení řádně odmastit z důvodu, aby polotovary řádně drželi v kalicím disku tak, aby nepropadali tímto diskem. Další hlavní důvod je ten, aby složky obsažené v řezné emulzi nekontaminovali kalicí lázeň.

Odmašťované polotovary se vkládají do rotujícího bubnu, který je naplněn dřevěnými pilinami, u kterých není přesažena vlhkost více jak 15%.

Tab. 11 Pracnost operace odmaštění (Převzato: interní dokument, technologicky postup č.102)

ØD Vrtáku	Č. Operace	Druh operace	Popis	Přípr. Čas Nm	Kusový čas Nm
5	300	T	Odmastit	5,00	0,083

3.2.5 Kalení

Před samotným procesem kalení je nutno polotovary připravit do předhotovených kalicích přípravků. Tyto přípravky mají tvar disku, který je perforován kruhovými otvory o 1mm větším otvorem, než je kalený polotovar. Po usazení polotovarů do kalicího disku pracovník zasype vrchní část pískem. Tento písek a jeho zrno vyplní volný prostor v kalicím disku mezi otvorem a kaleným polotovarem. Díky tomuto kalený polotovar samovolně drží v kaleném disku a lze s ním volně manipulovat a následně lehce vyjmout.

Aby budoucí vrták měl své řezné vlastnosti, je třeba tento polotovar zakalit podle specifik dodavatele oceli.

Tento technologický proces prochází čtyřmi fázemi:

1. **Předehřev v solné lázni.** (Pracovní teplota: 850- 860 °C)

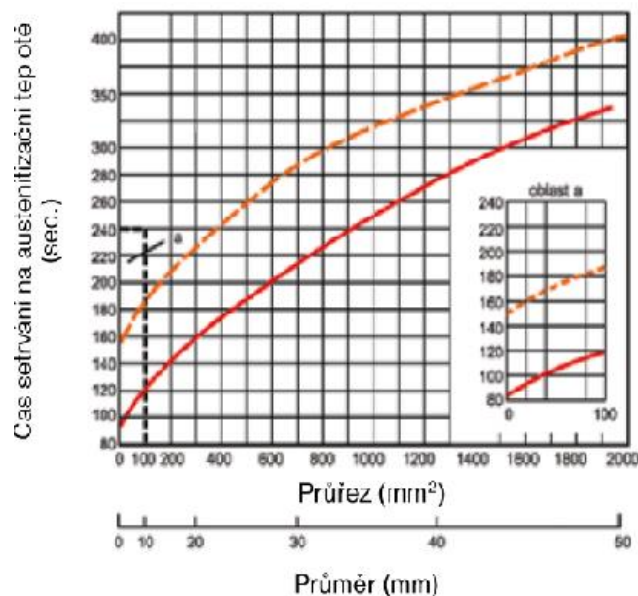
Materiál před samotným kalením je nutno předehřát v solné lázni tak, aby nedošlo k tepelnému šoku a také aby se zamezilo vzniku nežádoucího vnitřního pnutí v polotovaru.

2. **Ohřev v solné lázni na teplotu austenizace.** (Pracovní teplota: 1200 – 1260°C)

Při tomto procesu získává polotovar jedny ze svých základních vlastností, jako je tvrdost, avšak zůstává stále velmi křehký.

Doporučený čas výdrže na austenitizační teplotě BÖHLER S600

Výdrž na austenitizační teplotě 80 sec. —
Výdrž na austenitizační teplotě 150 sec. - - -
Stupňovitý ohřev při 550 °C, 850 °C a 1050 °C



Obr. 2 Graf austenitizačních teplot (Převzato:
<http://www.bohler.cz/czech/files/downloads/S600.pdf>)

3. Ochlazení do solné lázně. (Pracovní teplota 500 °C)

Zde dochází k postupnému ochlazení polotovaru. Tento proces je nutný, aby opět nedocházelo k nežádoucím vlivům z rychlého ochlazení, ale zároveň je zároveň dosaženo teploty, kdy je zastaveno kalení.

4. Popouštění. (Pracovní teplota 500 °C)

Po předešlých postupech polotovar získal požadovanou tvrdost, avšak je extrémně křehký. Následně je nutností aby materiál prošel popouštěním v pecích. Norma PN 2913 má stanovenou tvrdost 61-64 HRC⁴

⁴ HRC - tvrdost materiálu podle Rockwella

Z každé kalící série jsou náhodně odebrány kusy pro potřebu kontrolního pracoviště, kde se tyto polotovary podrobí kontrole tvrdosti a dalším úkonům.

Tab. 12 Pracnost operace kalení (Převzato: interní dokument, technologicky postup č.102)

ØD Vrtáku	Č. Operace	Druh operace	Popis	Přípr. Čas Nm	Kusový čas Nm
5	400	T	Kalit	7,00	0,999
5	599	M	Kontrola tvrd.	12,00	0,000

3.2.6 Pískování

Dalším procesem ve výrobě vrtáků je pískování. Tento proces je nutný, aby se odstranili zbylé nečistoty po kalení, jakou jsou například soli. Tyto nečistoty a mikro usazeniny by mohli narušit další proces, nebo by díky agresivitě solných složek mohli poškodit citlivé součástky stroje.

Opracování výrobku v tomto kroku probíhá za pomoci průběžného pískování. To se odehrává ve velice produktivním stroji. Na začátku jsou do stroje nasypány polotovary a ty jsou pak uvnitř stroje vystaveny tryskajícímu abrazivu, které pod velkou rychlostí očišťují polotovary, přičemž na konci stroje pomocí dopravníku jsou otryskané polotovary uskladňovány do beden.

Tab. 13 Pracnost operace pískování (Převzato: interní dokument, technologicky postup č.102)

ØD Vrtáku	Č. Operace	Druh operace	Popis	Přípr. Čas Nm	Kusový čas Nm
5	600	T	Pískovat	30,00	0,100
5	803	M	Ukládat, počítat	0,00	0,050

3.2.7 Broušení průměru

Tato operace probíhá na stroji MIRCOSA KRONOS M400, což je bezhrotá bruska na broušení válcových rotačních ploch. Zde není polotovar upnut mezi hroty, ale je podepřen na pomocném pravítku z broušeného tvrdokovou. K broušení dochází průběžným procházením obrobku po pravítku. Obrobek posouvá podávací kotouč a obrábění zajišťuje brousící kotouč umístěný naproti.

Polotovary jsou do stroje vkládány za pomoci automatického manipulátoru se zásobníkem.

Tab. 14 Pracnost operace broušení průměru (Převzato: interní dokument, technologicky postup č.102)

ØD Vrtáku	Č. Operace	Druh operace	Popis	Přípr. Čas Nm	Kusový čas Nm
5	900	V	Brousit průměr	120,00	0,234

3.2.8 Vybrušování drážek a hřbetu

Svůj charakteristický tvar vrták získává při operaci vybrušování drážek a hřbetů. Tato operace probíhá na speciálně vyvinutých jednoúčelových strojích pro vybrušování drážek do plného materiálu. Stroj provádí tři operace najednou, pomocí třípolohové upínací hlavy s kleštinami. Tyto pozice jsou:

- I. Vyhození hotového obrobku a následné nabití dalšího polotovaru.
- II. Vybrušování obou drážek, které slouží k odvodu třísky u budoucího vrtáku.
- III. Vybrušování hřbetu vrtáku, čímž vznikne vedlejší řezná hrana, takzvaná fazeta, která definuje průměr vrtáku a zároveň díky odlehčení nevzniká příliš velká styčná plocha v obráběné díře.

Tab. 15 Pracnost operace broušení drážky a hřbetu (Převzato: interní dokument, technologicky postup č.102)

ØD Vrtáku	Č. Operace	Druh operace	Popis	Přípr. Čas Nm	Kusový čas Nm
5	1000	V	Vybrušit drážky a hřbetu	55,00	0,45

3.2.9 Ostření

Poslední technologickou operací je broušení řezné hrany, tak zvané ostření. Při této operaci se hlavní řezná hrana nabrousí na 118° včetně kuželového podbroušení.

Broušení probíhá kyvným pohybem obrobku vůči rotujícímu kotouči, který je pevně aretován a nemění svou polohu.

Tab. 16 Pracnost operace ostření (Převzato: interní dokument, technologicky postup č.102)

ØD Vrtáku	Č. Operace	Druh operace	Popis	Přípr. Čas Nm	Kusový čas Nm
5	1300	V	Ostřit	30,00	0,20
5	1500	T	Konzervovat	0,00	0,07

Tab. 17 Souhrnná tabulka časů operací

ØD Vrtáku	Č. Operace	Druh operace	Popis	Přípr. Čas Nm	Kusový čas Nm	Celkový kusový čas při sérii 1300ks	Celkový čas s přípravou [m]
5	100	V	Dělení	20	0,2	260	280
5	200	V	Hrotovat	15	0,751	976,3	991,3
5	250	V	Srážet	15	0,751	976,3	991,3
5	300	T	Odmastit	5	0,083	108,225	113,225
5	400	T	Kalit	7	0,999	1298,7	1305,7
5	599	M	Kontrola tvrdosti	12	0	0	12
5	600	T	Pískovat	30	0,1	129,87	159,87
5	803	M	Ukládat, počítat	0	0,05	64,935	64,935
5	900	V	Brousit průměr	120	0,234	304,329	424,329
5	1000	V	Vybrousit drážky a hřbety	55	0,45	584,415	639,415
5	1300	V	Ostřit	30	0,196	255,411	285,411
5	1500	T	Konzervovat	0	0,067	86,58	86,58
Celkem v Nm				309	3,881	5045,065	5354,065

3.2.10 Závěr

Těchto 12 operací je nutno provést, aby od vstupního materiálu vznikl vrták Ø5 PN 2913. Z tabulky č. 17 nám vyplývá, že vyrobit jeden kus vrtáku PN 2913 nám trvá **5,177 Nm**.

Operace č. 200 a 250 hodnotím jako nejvíce kritické z celého sousledu úkonů, které je nutno vykonat a věřím, že existuje vhodnější a produktivnější technologie, kterou můžeme tu stávající nahradit.

Za největší negativa u těchto operací vnímám tyto aspekty:

- Celkový čas operace
- Operace je prováděna na zastaralých strojích, které potřebují větší pozornost a údržbu.
- Neexistující možnost vícestrojové obsluhy. Vícestrojovou obsluhou je myšlen proces, kdy jeden zaměstnanec obsluhuje dva stroje těsně sousedící. Tyto stroje jsou v ideálním případě v asynchronním taktu takovém, aby zaměstnanec založil polotovar do stroje č. 1 a spustil program. Po tomto úkonu vyndává operátor obrobek ze stroje č. 2, provede kontrolu přesnosti a nástrojů, zakládá neobrobek a proces se opakuje u stroje č. 1.

4 Vyhodnocení teoretických přístupů k výběru kooperace

V dnešním tvrdém konkurenčním prostředí si každý podnik potřebuje udržet nebo ještě lépe zvětšovat svou pozici na trhu. Stejně tak, jako ostatní podniky i výrobní podnik může získat svou konkurenční výhodu buď jedinečností v nákladech nebo jedinečností ve výrobku (Jurová et al., 2013, s. 13). Pokaždé je však třeba brát v první řadě ohled na potřeby zákazníka.

„Moderní podnik snažící se o maximální přizpůsobivost potřebám zákazníků a trhu a o nabídnutí konkurenčně schopných řešení požadavků uživatelů musí disponovat moderním výrobním úsekem, vyznačující se rychlou přizpůsobivostí, co se týká kapacity a kvality a samozřejmě také času a tím i nákladů“. (Jurová et al., 2013, s. 12)

Podnik, jenž se chce přizpůsobit modernímu prostředí, potřebuje výrobu, která:

- kapacitně vyhovuje požadavkům inženýringu,
- disponuje fungující logistikou plnící požadavky zákazníka,
- má efektivní technologii,
- je schopna zajistit požadovanou kvalitu,
- se snaží o neustálé snižování nákladů,
- je řízená tak, aby byla přizpůsobivá,
- má zajištěné výrobní faktory potřebné úrovně, kvality i množství,
- je zajišťována kvalifikovanou pracovní silou,
- dosahuje požadované produktivity,
- je inovativní (Jurová et al., 2013, s. 12).

V této kapitole je třeba důkladně osvětlit pojmy, které doprovázejí celou bakalářskou práci. Jelikož je rozebíraná společnost STIMZET společností výrobní, je nutné se zaměřit od obecnější definice výroby, jejích součástí tak přes upřesnění pojmu technologie popř. technologického postupu, který je jádrem problému řešeného v této práci. Proto je neméně důležité vyzdvihnout přínos inovací, jež jsou důležitým faktorem při zachování konkurenceschopnosti společností.

4.1 Výroba a výrobní procesy

„Výrobu chápeme jako proces, který přidává v průběhu transformace ke zdrojům přidanou hodnotu a tím a tím vytváří požadované produkt, výrobky č služby pro zákazníky či trhy“ (Jurová et al., 2013, s. 17).

4.1.1 Podnikové výrobní procesy

„Výrobní proces lze charakterizovat jako výsledek cílevědomého lidského chování, kdy použitím vstupních faktorů zajišťuje příslušný transformační proces co nejhodnotnější výstup“ (Tomek a Vávrová, 2014, s. 26).



Obr. 3 Výrobní proces (Zdroj: Tomek a Vávrová, 2014, s. 26).

Výrobní proces je tedy přeměna výrobních faktorů na hotový výrobek (Váchal a Vochozka, 2013, s. 166). Výrobní proces se skládá z dílčích pracovních procesů (účast člověka), automatických procesů (bez účasti člověka) a přírodních procesů (síly, pro něž člověk připravil podmínky). Zjednodušené definice výrobních procesů však neodrážejí složitější realitu. Jejich uskutečnění je ve společnosti realizováno výrobním systémem, který je ovlivňován mnoha dalšími faktory.

Výrobní faktory vstupující do procesů lze klasifikovat na:

- elementární – tvoří fyzickou podstatu výrobního systému
 - potenciální – výrobní prostředky, které jsou použity aniž by pozbyly účinku v daném časovém období (pracovní síla, budovy, apod.)

- spotřební
 - materiály, z nichž je tvořena většina výrobku (suroviny, polotovary, součásti, normované díly)
 - materiály, z nichž je tvořena malá část výrobku (pomocné materiály)
 - obchodní zboží – tvoří nakupovanou součást souboru vedle vyrobeného produktu
- dispozitivní – management výroby (řídící složka)

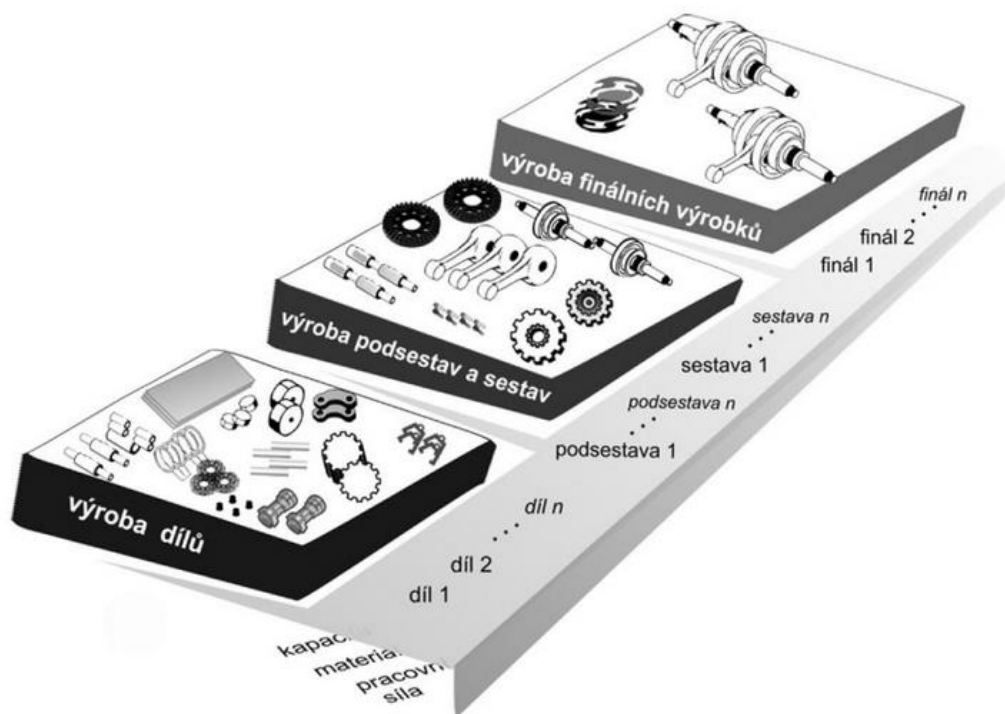
Klasifikovat můžeme i samotné výrobní procesy. Podle technologie použité při procesu rozlišujeme:

- a) mechanicko – fyzikální výrobní procesy (látková podstata suroviny se nemění)
- b) chemické výrobní procesy (látková podstata suroviny se mění)
- c) biologické výrobní procesy (surovina mění své vlastnosti) (Synek a Kislíngrová, 2010, s.180-181).

Uvnitř samostatného procesu vznikají vazby, které je nutno brát v úvahu. Předpokladem je, že finální produkt je ve výrobním procesu tvořen postupně přes zpracování materiálu, jednotlivé díly, sestavy. Jednotlivé mezistupně výroby většinou neplní funkci požadovanou zákazníkem, ale mohou sloužit např. jako náhradní díly.

Výrobní proces lze na základě tohoto rozčlenit do tří fází:

1. fáze – předzhotovující: jedná se o výrobu základních dílů za pomoci tváření, obrábění apod.;
2. fáze – zhotovující. Zde se jedná o předmontáž neboli výrobu základních sestav, podsestav;
3. fáze – dohotovující. To znamená finální montáž nebo výrobu finálního produktu) (Tomek a Vávrová, 2014, s. 26–28).



Obr. 4 Fáze výrobního procesu (Zdroj: Tomek a Vávrová, 2014, s. 27)

Podle míry plynulosti výrobního procesu můžeme samotnou výrobu v podniku rozdělit na:

- Plynulou: výroba konečného statku probíhá téměř nepřetržitě, ať již z technologických nebo jiných důvodů (např. zpracování ropy v rafinérii)
- Přerušovanou: Není zapotřebí nepřetržitá výroba, výrobní proces lze v určité fázi přerušit a pokračovat jindy (tato výroba je typická pro strojírenství) (Váchal a Vochozka, 2013, s. 166).

4.2 Efektivita ve výrobním procesu

„Z hlediska podnikového hospodářství je třeba zajistit optimální výrobní proces“ (Jurová et al., 2013, s. 17).

Z čistě ekonomických a společenských hledisek by ve výrobě mělo být cílem dosažení stavu, kdy jsou všechny výrobní zdroje využívány efektivně. Efektivnost výroby je jedním z ústředních pojmů ekonomie a managementu. V širším pojetí znamená efektivnost

vyloučení plýtvání omezenými zdroji (včetně jejich nevyužívání, jsou – li k dispozici) a jejich využití ve výrobě takovým způsobem, který je nejbližší cíli podnikání, za nějž je většinou považována tvorba zisku. V podmínkách tržní ekonomiky jsou výrobci do značné míry, zejména díky působení konkurence, motivováni k tomu, aby se výrobní faktory využívali co nejefektivněji, či jinak řečeno, aby se určité množství statků snažili vyrobit s co nejnižší spotřebou výrobních faktorů. Účinnost toho snažení je možno hodnotit ukazatelem výnosnosti výrobních faktorů V , vyjadřujícím vztah mezi objemem vstupů (spotřebovaných výrobních faktorů – I) a výstupů (vyrobených statků – O) $V = O/I$

Čím větší je hodnota V , tím vyšší je výnosnost spotřebovaných výrobních faktorů a tím je vyšší efektivnost výroby. V případě všech socioekonomických systémů je nutné, aby v delším časovém horizontu byla hodnota výrobních faktorů V větší než 1 (Keřkovský a Valsa, 2012, s. 3,4)

4.2.1 Kooperace ve výrobě

S výrobní efektivitou výroby úzce souvisí pojem kooperace ve výrobě, jelikož tento nástroj slouží společnosti ke zlepšení její výroby. Obecně je kooperace dobrovolná spolupráce mezi hospodářsky samostatnými společnostmi na základě smluvního vztahu (Synek a kol., 2011, s 398). K vytvoření kooperace dochází tehdy, pokud společnost není schopna svými silami zabezpečit efektivní a komplexní produkční vazby (Tomek a Vávrová, 2014, s. 57).

Existuje několik typů kooperace:

- Práce ve mzdě – dodavatel vyrobí produkci na základě poskytnutí materiálu, techniky apod. od odběratele.
- Práce na objednávku – krátkodobé dodávky přesně dohodnutého množství výrobků nebo polotovarů, které zadavatel obdrží na základě jím poskytnuté dokumentace nebo know – how.
- Výrobní kooperace – každý z partnerů vyrábí součásti, díly finálního výrobku. Nebo se každý s partnerů specializuje na část výrobního programu. Technologie může pocházet od více partnerů.

- Kooperace v administrativní oblasti – může se jednat o kooperaci ve správě (společné účetnictví, personalistika apod.), v nákupu (materiálů, administrativních potřeb, apod.), v odbytu (společné skladování apod.). Cílem spolupracujících firem je snížení nákladů na podpůrné činnosti nebo aliance za účelem snížení cen u dodavatele (Synek a kol., 2011, s 398).

Výrobní kooperace patří mezi krátkodobé, dočasné formy kooperace, který je nejčastěji realizován pomocí nástroje supply chain management (řízení externího hodnototvorného řetězce) (Tomek a Vávrová, 2014, s. 296).

4.3 Technologie výroby

V této bakalářské práci jde konkrétně o pozitivní změnu technologického postupu jednoho konkrétního výrobku. Jelikož společnost, kde se tento produkt vyrábí, je strojírenského zaměření, je na každý jednotlivý proces výroby konečného produktu potřeba technologický postup. Proto je třeba popsat několik souvisejících pojmů.

Pojem technologie je má v chování společnosti široký význam. Kromě sociálního významu, kdy jde o metody zachovávající chování lidí v mezích struktury organizace, jejich vzdělávání apod., nás zajímá spíše materiální význam, Ten souvisí více s technickými prostředky společnosti (Dědina a Odcházal, 2007, s. 28).

Technologie je součet výrobních prostředků pro danou pracovní činnost, která vede k tvorbě výrobků nebo poskytnutí služby. Je to také součet prostředků společnosti, nebo její výrobní nebo podpůrné know-how.

Technologický postup a technologie jsou velmi blízké pojmy, které můžeme v určitých případech zaměňovat, jelikož z pohledu okolního prostředí společnosti znamenají technologie výrobní a podpůrné postupy nebo prostředky. Technologický postup se tedy rovná výrobnímu postupu a také způsobu výroby produktu (Technologie (Technology), 2016).

4.4 Náklady na výrobu

Jak je z předešlého textu patrné, k výrobě produktů jsou nezbytné výrobní faktory. Výrobní faktory, jako je materiál nebo suroviny, se ve výrobě spotřebovávají najednou,

stroje a zařízení se spotřebovávají postupně, neboli se opotřebovávají. Náklady jsou pak peněžním vyjádřením této spotřeby. Tato definice odpovídá pojetí nákladů ve finančním účetnictví. Kromě něj existuje i jiné pojetí nákladů a to ekonomické pojetí, které na rozdíl od finančního, bere v potaz i to vše bylo obětováno. Jako příklad můžeme uvést ušlou mzdu podnikatele, úroky z vlastního kapitálu a jiné. Pro jejich přehlednost se náklady dělí mnoha způsoby. Pro potřeby bakalářské práce si uvedeme tři nejdůležitější členění:

A) Druhovému třídění nákladů

Rozdělení nákladů podle druhu umožňuje podniku navázat plánování nákladů na dílčí plány podniku např. plán práce a mezd, plán investic dlouhodobého majetku, plán zásobování. Druhovému třídění vychází třídění výrobních faktorů:

- spotřeba materiálu, externích služeb a energie,
- osobní náklady (mzdy, náklady na sociální zabezpečení, odměny, aj.),
- odpisy hmotného i nehmotného dlouhodobého majetku,
- finanční náklady (úroky, aj.).
-

B) Náklady podle závislosti na změnách objemu výroby

Tyto náklady dělíme na náklady variabilní a fixní. Variabilní náklady se mění zároveň se změnou množství výroby (např. materiál), kdežto fixní náklady zůstávají stejné bez ohledu na počet vyráběných kusů (např. odpisy, nájemné).

C) Účelové třídění nákladů

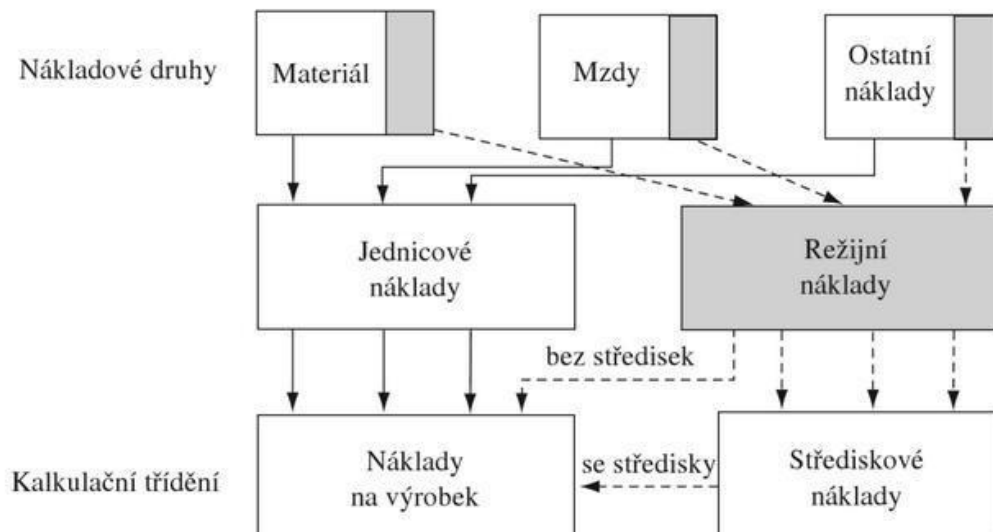
Pro bakalářskou práci je toto rozdělení nejdůležitější jelikož rozděluje náklady podle jejich účelu neboli podle útvarů a výkonů podniku. Útvary v tomto případě rozumíme střediska podniku. Pokud můžeme jednotlivé náklady připočítat konkrétnímu středisku, jedná se o jednicové náklady. Pokud tak učinit nelze, pouze pomocí určitého klíče, jde o režijní náklady střediska. Třídění nákladů podle výkonů, také nazýváme kalkulační třídění, umožňuje přiřadit náklad konkrétnímu výrobku. Tyto náklady můžeme dále

dělit na přímé (lze je přímo přidělit k výrobě konkrétního výrobku) a nepřímé (jsou společně vynakládány na výrobu více výrobků, např. energie, mzdy apod.) Písemný přehled o jednotlivých položkách nákladů a jejich úhrnu na kalkulační jednici nazýváme kalkulace nákladů. Přehled jednotlivých položek nákladů ukazuje Všeobecný kalkulační vzorec (viz obr. 3) (Synek a Kislingerová, 2010, s. 38–43)

1.	přímý materiál
2.	přímé mzdy
3.	ostatní přímé náklady
4.	výrobní (provozní) režie
<hr/>	
VLASTNÍ NÁKLADY VÝROBY	
5.	zásobovací režie
6.	správní režie
<hr/>	
VLASTNÍ NÁKLADY VÝKONU	
7.	odbytová režie
<hr/>	
ÚPLNÉ VLASTNÍ NÁKLADY VÝKONU	
8.	zisk
<hr/>	
PRODEJNÍ CENA	

Obr. 5 Obr 3: Kalkulační vzorec (Zdroj: <http://ekonomie.topsid.com/index.php?war=kalkulace>)

Podle obrázku 3 jsou základem pro tvorbu ceny úplné vlastní náklady výkonu /výroby (ÚPN), které udávají všechny náklady, které podnik vynaloží nebo vynaložil na výroku jednoho produktu. Ukazuje, že podnik by dlouhodobě neměl prodávat své výrobky za cenu pod hranic ÚPN, jelikož to znamená prodávat je se ztrátou. (Slovníček účetních pojmů: Kalkulace, ©2006-2016)



Obr. 6. Vztah mezi druhovým, kalkulačním a střediskovým dělením nákladů (Zdroj: Synek a Kislingerová, 2010, s. 42)

4.5 Inovace

Zjednodušeně můžeme inovaci nazvat každou pozitivní změnu výrobního programu. „Inovačním prostředím pak musíme rozumět prostředí, kde jsou pozitivně vnímány permanentní změny týkající se všech elementů výrobního organismu:

- organizace;
- kvalifikace pracovní síly;
- použité energie, především technologické;
- strojů a zařízení, technologie;
- surovin, materiálů, polotovarů a vstupujících výrobků;
- konstrukčních řešení.“ (Tomek a Vávrová, 2014, s. 35)

Kombinacemi působení pozitivních změn těchto prvků dochází k inovacím různých stupňů. Inovace můžeme členit na:

- **Produktové inovace** – zavedení nového nebo pozměněného výrobku na trh. To může znamenat změnu použití materiálu, komponentů apod.
- **Procesní inovace** – zavedení změny ve procesu při výrobě výrobku nebo změny v procesu řízení firmy
- **Marketingové inovace** – změna marketingové strategie uvedení výrobku na trh, nový obal, nové komunikační kanály se zákazníky apod.

- **Organizační inovace** – změny v přerozdělení práce mezi zaměstnanci, využití externích zdrojů apod. (Tomek a Vávrová, 2014, s 35).

Je třeba inovovat produkty, služby ale i výrobní procesy, vazby s partnery, podnikatelské systémy, management apod. (Košturiak, Chal', 2008, s. 61). Inovace tedy můžeme rozdělit také na:

- výrobkové inovace – tvoří asi 70% inovací;
- technologické inovace - změny v technologických postupech, procesech apod., 28% inovací;
- materiálové inovace – tvoří pouhé 2% inovací. (Kavan, 2002, s. 118–119)

Každý výrobek v dnešním světě rychle zastarává. Dnes určují trendy zákazníci. Ti mají kupní sílu a tím pádem si mohou vybírat nejlepší výrobky za nejlepší ceny. Proto je zřejmé, že zastaralé výrobky a zastaralé výrobní procesy nemají v dnešní konkurenci šanci. Aby si podnik udržel své zákazníky, musí se neustále přizpůsobovat trhu, být flexibilní, musí inovovat. Ve výrobním podniku je třeba mít takový výrobní systém, aby jednotlivé procesy vytvářely pružný systém, který umožňuje plynulý tok materiálů a prací. Podle Kavana „*systemové inovace výrobních procesů spočívají v cílevědomém a organizovaném vyhledávání změn. V systematické analýze příležitostí, které tyto změny mohou vytvářet*“ (Kavan, 2002, s. 119).

Inovace je ve výrobním podniku základem pro technický rozvoj, pro rozšiřování technických prostředků (Kavan, 2002, s. 118–119). Je třeba si uvědomit, že se neustále zlepšují i konkurenti a tudíž je v dnešní době zlepšování nutností k přežití a ne jen podmínkou růstu (Košturiak, Chal', 2008, s. 52). Z toho vyplývá, že inovace jsou proto nezbytné pro úspěch společnosti v konkurenceschopném prostředí. Ve výrobním podniku jsou velmi důležité aktivní investice do výrobních zařízení. Je to jedno z řešení, jak zdokonalit výrobní proces a tím i kvalitu výrobku (Masaaki, 2007, s. 53 a 55).

5 Návrh zlepšení vybrané technologické operace

Jak jsem nastínil v kapitole 3, tak mým záměrem je nahradit stávající operace č. 200 a 250 novou, produktivnější technologií. Na základě konzultací s dodavateli moderních CNC strojů a jejich názornými ukázkami jsem pro tyto operace a mou práci zvolil stroj od společnosti Citizen s označením Cincom A20. Jako doplnění toho stroje jsem zvolil taktéž automaticky podavač od společnosti IEMCA s označením Elite 220.

Tuto zvolenou technologii popíši v následujících kapitolách s návrhem fungování a nasazení této technologie.

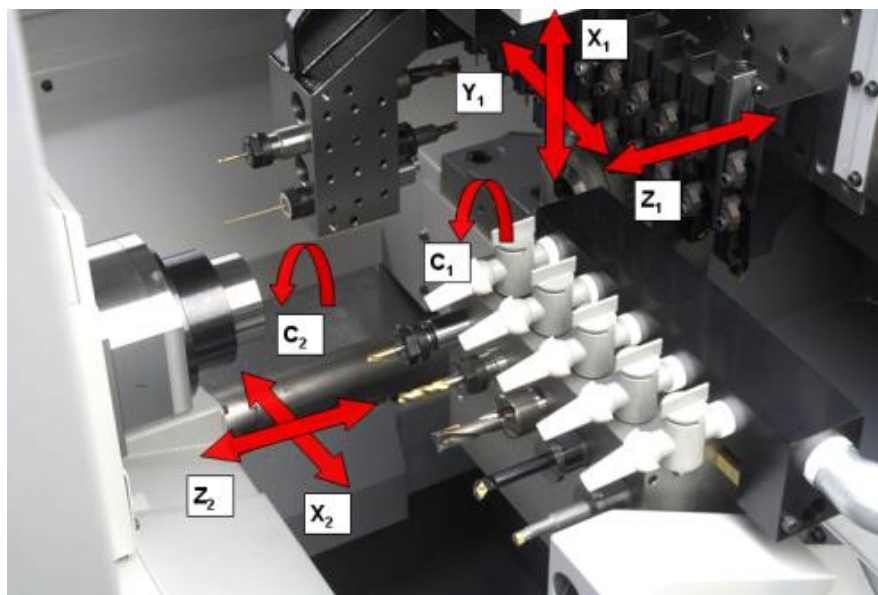
5.1 Citizen Cincom A20



Obr. 7 Citizen Cincom A20 (Převzato:
http://cmj.citizen.co.jp/english/product/cincom/images/main_a20_01.png)

Toto CNC⁵ je plně automatické soustružnicko/frézovací centrum, které dokáže uvést do činnosti současně až 7 pracovních os. Primárně se jedná o soustružnické centrum, ale vzhledem k některým jeho funkcím a vlastnostem ho můžeme nazývat i frézovacím centrem.

- Osa Z1. Je hlavním vřetenem a stranou, ze které je vkládán vstupní materiál.
- Osa Z2, X2 a C2. Je další vřetenem s vlastním pohonem, které se dokáže nezávisle vůči hlavnímu vřetenu pohybovat po osách Z2 a X2. Další vlastnosti tohoto protivřetena je, že dokáže obráběný polotovar přechytit z vřeten Z1 do vřeten C2 bez toho, aby stroj byl donucen snížit otáčky s uchyceným polotovarem. Vřeteno C2 synchronizuje otáčky s Z1, následně polotovar zachytí a nožová jednotka X,Y1 upíchně obráběný polotovar.
- Osa X1, Y1 a Z1. Jedná se o nožovou jednotku, do které je možno dle konfigurace umístit až 6 nožů a 5 nástrojů, které vykonávají práci na obrobku. Na těchto osách se pohybují i jednotky s poháněnými nástroji, které obrábí polotovar tak, že obráběný kus je zastaven a tyto nástroje za pomoci pohonu obstarávají odběr materiálu.



Obr. 8 Pracovní osy stroje Citizen A20 (Převzato: http://www.sub-cncprecision.co.uk/images/Citizern/A32-VII_Axes_500w.png)

⁵ CNC, zkratkou „Computer Numerical Control“, po překladu lze používat ekvivalent "počítačem řízený obráběcí stroj"

5.1.1 Základní specifikace stroje

Tab. 18 Tabulka základních specifik stroje Citizen A20 (Převzato: http://www.sub-cncprecision.co.uk/images/Citizen/A32-VII_Axes_500w.png)

Maximální průměr obrobku	ø20mm
Maximální délka obrobku	200mm
Maximální průměr vrtání pro hlavní vřeteno	ø10mm
Otáčky vřetena	Max.10,000min-1
Rychlost rotačního nástroje skupinového vřetena	Max.8,000min-1
Velikost statických nástrojů	12mm (13mm a 14mm)
Rychlost posuvu	32m/min
Maximální příkon	6 KW

Závěr

Jedná se o vysoce produktivní, sofistikovaný a víceúčelový stroj. Tento stoj splňuje všechna kritéria, která společnost požadovala, některé z těchto parametrů jsou: výkon vřeten, maximální obráběcí průměr a všestrannost. Případné vniklé volné kapacity mohou být využity pro kooperace a tím pádem, stoj může tvořit i další hodnoty.

Abychom posílily tyto vlastnosti, tak navrhuji ke stroji pořídit automaticky podavač tyčí, kterému se budu věnovat v další podkapitole.

5.2 IEMCA Elite 220

Jedná automaticky podavač od výrobce IEMCA, označován jako Elite 220. Tento stroj pracuje jako zásobník tyčí o maximální délce až 6m, které posléze automaticky podává stroji. Počet tyčí, které stroj dokáže pojmout, se odvíjí od průměru vstupního materiálu. Konkrétně pro náš zvolený Ø5 je kapacita 45 kusu tyčí o délce 3,2m. Jedná se o univerzálně seřiditelný stroj, který je kompatibilní i se strojem Citizen A20, který jsem pro tuto práci zvolil.



Obr. 9 IEMCA Elite 220 (Převzato: <http://www.iemca.com/Elite220.html>)

5.2.1 Princip fungování a základní specifikace

Do stroje se tyče dají založit dvěma způsoby. První funguje na principu samospádu, kde jsou tyče volně uloženy na šikmé rovině, kde uvolňovací mechanismus vždy uvolní pouze jednu tyč za pomoci gravitace do kluzného pouzdra.

Druhý způsob, který je vhodnější pro menší průměry tyčí, funguje na principu hřebenového podávání. Tento mechanismus je založen na souběžných držácích, které mají po své délce vybroušení ve tvaru „V“. Jeden držák je pevně aretován, zatímco druhý souběžný držák za pomoci krouživého pohybu příslušnou tyč nadzvedne a zároveň vykoná pohyb v před, tím je zapříčiněn posun na další stupeň „V“. Viz. Obr. 10.



Obr. 10 Hřebenové podávání tyčí (Převzato: http://www.iemca.com/Elite220_scheda_prodotto.html#top)

Po zvolení metody posunu tyče spadne na otevřené kluzná lože, které po kontrole vložení automaticky uzavrou. Dále podavač posunuje tyč v loži po předem specifikovaných úsečích tak, aby obráběcí stroj mohl plynule uchytit materiál. Přesné korekce zavedení materiálu provádí již obráběcí stroj. Účelem těch kluzných loží je ten, že po uchycení tyče strojem, otáčí s celou délkou vstupního materiálu, takže podavač musí zajistit skutečnost, že nedojde k nebezpečnému vychýlení materiálu od osy otáčení a tím fatálnímu poškození stroje a podavače.

Tab. 19 Základní vlastnosti stroje (Převzato a přeloženo: http://www.iemca.com/Elite220_scheda_prodotto.html#top)

Maximální pracovní Ø	2-20 mm
Rychlost zavedení nové tyče	26s
Otáčky tyče v pouzdře (max)	10000 rpm
Rychlost posuvu v před (max)	1000mm/s
Rychlost posuvu vzad (max)	1600mm/s
Provozní napětí	230/400 V
Celkový příkon	2.2 KW

Závěrem

Díky tomuto podavači můžeme dosáhnout další časové úspory, která nám vzniká díky zániku operace č. 100 dělení materiálu, jelikož již nemusíme vstupní materiál dělit na příslušné délky pro dané průměry. Tuto operaci obstará stroj Citizen A20 se spoluprací s tímto podavačem, kde můžeme vkládat materiál tak, jak nám ho dodavatel vstupního materiálu dodá v surové podobě.

6 Podmínky realizace a přínosy

V této kapitole se budu věnovat praktickým výpočtům a teoretickému nasazení stroje Citizen A20 společně se podavačem IEMCA Elite 220. Mým úkolem je za pomoci výpočtů stanovit délku trvání dané operace v Ns a následně výsledek převést na Nm, se kterými pracují interní dokumenty společnosti.

Dalším krokem bude tento výsledek porovnat s výsledkem analytické části a vyvodit z tohoto porovnání závěr.

6.1 Souhrn náklady pro stávající řešení pro sledované průměry

Tab. 20 Souhrnná tabulka UVN pro operace č. 200,250 a 100 (Převzato: interní dokument, technologický postup)

Průměr	Náklady pro operaci [kč/ks]		Celkem v Kč	Čas celkem trvání operací v Nm
	200 a 250	100		
3	0,23 Kč	0,09 Kč	0,32 Kč	0,1716
4	0,36 Kč	0,12 Kč	0,48 Kč	0,1909
5	0,70 Kč	0,19 Kč	0,89 Kč	0,5822
6	1,53 Kč	0,27 Kč	1,80 Kč	1,1272
7	1,53 Kč	0,32 Kč	1,85 Kč	1,1502
8	1,62 Kč	0,38 Kč	2,00 Kč	1,1954
9	1,62 Kč	0,46 Kč	2,08 Kč	1,2416
10	1,62 Kč	0,51 Kč	2,13 Kč	1,3226
11	1,94 Kč	0,56 Kč	2,50 Kč	1,4294
12	1,94 Kč	0,62 Kč	2,56 Kč	1,4632
13	2,01 Kč	0,69 Kč	2,70 Kč	1,4870
14	2,01 Kč	0,76 Kč	2,77 Kč	1,5826

Byl jsem pouze obeznámen s tím, jaké náklady (přímé a režijní) vstupují do UVN těchto operací, ale konkrétní čísla mi sděleny nebyly. Nemohl jsem tedy provést vlastní výpočty. Alespoň mi byly předány technologické postupy, kde jsou uvedeny celkové přímé náklady na jeden vyrobený kus. S těmito přímými náklady budu počítat dále. Společnost do výpočtů těchto přímých režii používá tyto hodnoty: spotřebu nástrojů, elektrické energie, odpisů, olejů a emulzí a náklady na zaměstnance. Ostatní náklady jsou oceňovány v pozdějších krocích na základě celkové produkce a nákladů za období.

6.2 Výpočet času operace navrhované technologie a její UVN

V této podkapitole provedu dílčí výpočty, abych mohl stanovit celkovou dobu trvání operace, kterou má nahradit má navrhovaná technologie. Po získání celkového času trvání operace v Nm, stanovím hodinové náklady pro tento stroj a budou rozpočítány na jeden vyrobený kus.

6.2.1 Výpočetní operace

V tabulce níže jsou uvedeny hodnoty, které uvádí dodavatel stroje ve svém katalogovém listě. Tyto hodnoty jsou kritické pro dosazování do vzorců výpočtu času soustružení. Hodnoty pro výpočet soustružnických drah vychází z výkresové dokumentace pro jednotlivé sledované průměry viz. Příloha 1

Tab. 21 Řezné podmínky a konstanty (Převzato: http://cmj.citizen.co.jp/english/product/cincom/cincom_a20.html)

Řezné podmínky a konstanty		
Otáčky [N]	5000	ot/min
Posuv na otáčku [Fot]	0,05	mm/ot
Posuv za minutu [Fmin]	250	mm/min
Rychlý posuv výsuvu materiálu	15000	mm/min
Start cyklu + roztočení vřetena + výměna nástroje [T0]	2	s
Upnutí polotovaru do protivřetena + nájezd nástroje	6	s

Dráha S1

V této operaci potřebujeme zjistit dráhu S, kterou soustružnický nůž musí urazit na špičce polotovaru, viz příloha 1. Výpočet probíhá pomocí toho vzorce:

$$S1 = \left(\frac{D_{mat}/2}{\sin(\alpha/2)} \right) + 1$$

Kde: Dmat= vstupní materiál se technologickým přídavkem na průměr, Viz. Tabulka 8, tedy technologický přídavek na operaci broušení průměru. Za písmeno „Alfa“ je dosazena hodnota 118° Viz. Příloha 1. Přídavek o velikosti 1mm je stanoven pro najetí a vyjetí soustružnického nože k obrobku, takže 0,5mm pro každý úkon. Tato přidaná

délka je z bezpečnostního důvodu, tak, aby omylem stroj nenarazil rychloposuvem do polotovaru a nedošlo ke zničení nástroje a vážnému poškození stroje.

Operace T1

Po dosažení výsledku pro S1, dosadíme do následujícího vzorce a získáme čas soustružení špice T1.

$$T1 = \frac{S1}{Fmin}$$

Kde: Fmin= posuv stroje za minutu, tuto hodnotu zjistím pomocí toho vzorce:

$$Fmin = Fot \times N$$

Kde: N= otáčky a Fot posuv na otáčku, výpočtem získám Fmin, což je rychlost posuvu za minutu. Všechny hodnoty jsou dosazeny z tab. 21.

Dráha S2

Dráha S2 vychází z celkové délky vrtáku viz. Tab. 8 s připočítáním přídavek na sražení polotovaru, kde byl přídavek stanoven 1mm a upíchnutí polotovaru, kde byl přídavek stanoven 3mm.

Operace T2

Jedná se o vysunutí polotovaru z hlavního vřetene do protilehlého vřetena. Výpočet se provede následovně:

$$T2 = \frac{S2}{Fmax}$$

Kde: Fmax je hodnota rychloposuvu stroje uvedených v mm, za minutu, tedy 15 000mm/min.

Dráha S3

Je dráha, kterou upichovací nůž musí vykonat. Tento výpočet provedeme za pomoci vzorce:

$$S3 = \left(\frac{D}{2}\right) + 1$$

Kde: „D“ je průměr vrtáku + technologický přídavek. Opět byl přidělen bezpečnostní přídavek na najetí upichovacího nože.

Operace T3

Zde je příklad vzorce pro výpočet času upíchnutí polotovaru.

$$T3 = \frac{S2}{Fmin}$$

Celkový součet časů

Celkovou sumu časů tvoří součet T1+T2+T3, ale také přičtené konstanty z tabulky č. 21, tyto hodnoty jsou stanoveny po konzultaci s dodavatelem stroje. Jedná se pouze o odhadovanou hodnotu a v reálném nasazení se mohou lišit, ale pouze v toleranci 30% +- od stanovené hodnoty.

Tab. 22 Tabulka výpočtů pro stanovení času operace. (Vlastní zpracování)

Průměr vrtáku	Průměr polotovaru D	Délka vrtáku	Spotřeba a délka materiálu	Úhel špičky	Soustružení špice		Vysunutí polotovaru		Upíchnutí polotovaru		Celkem	
					Dráha soustružení špice [S1] mm	Čas soustružení špice [T1] [s]	Spotřeba a délka materiálu [L=S2]	Čas vysunutí kusu [T2] [s]	Dráha upíchnutí [S3] mm	Čas upíchnutí polotovaru [T3] [s]	T [s]	T [m]
3	3,2	61	65	118	2,867	0,688	65	0,26	2,6	0,624	9,572	0,1595
4	4,2	75	79	118	3,450	0,828	79	0,316	3,1	0,744	9,888	0,1648
5	5,2	86	90	118	4,033	0,968	90	0,36	3,6	0,864	10,192	0,1699
6	6,2	93	97	118	4,617	1,108	97	0,388	4,1	0,984	10,480	0,1747
7	7,3	109	113	118	5,258	1,262	113	0,452	4,65	1,116	10,830	0,1805
8	8,3	117	121	118	5,842	1,402	121	0,484	5,15	1,236	11,122	0,1854
9	9,3	125	129	118	6,425	1,542	129	0,516	5,65	1,356	11,414	0,1902
10	10,3	133	137	118	7,008	1,682	137	0,548	6,15	1,476	11,706	0,1951
11	11,4	142	146	118	7,650	1,836	146	0,584	6,7	1,608	12,028	0,2005
12	12,4	151	155	118	8,233	1,976	155	0,62	7,2	1,728	12,324	0,2054
13	13,4	151	155	118	8,816	2,116	155	0,62	7,7	1,848	12,584	0,2097
14	14,4	160	164	118	9,400	2,256	164	0,656	8,2	1,968	12,880	0,2147

6.3 Stanovení nákladu pro navrhovanou technologii

Nyní vyčísím přímé náklady na provoz troje, vyjímaje vstupním materiálem. Při výpočtu budu vycházet ze specifik dodavatele stroje a vnitřních předpisu, které stanovují některé hodnoty jako konstanty na hodinovou práci stroje.

Spotřeba energie

Vím, že stroj spotřebuje 6 kWh a automatický podavač 2,2 kWh, tedy 8,2 kWh. Dále předpokládejme cenu za jednu kWh 3,60 Kč (Cena spotřeby je stanovena dle předpisů společnosti.)

Vypočet provedu následovně pomocí vzorce:

$$Cena\ za\ 1\ ks = \left(\frac{Cena\ 1\ kWh \times Spotřeba}{60} \right) \times T[m]$$

Po získání spotřeby za minuty vynásobíme tento údaj počtem kusů, které jsme schopni za jednu minutu vyrobit (T[m]).

Tab. 23 Tabulka souhrnu nákladů na jednotlivý sledovaný průměr. (Vlastní zpracování)

Průměr vrtáku	Cena 1 kWh	Spotřeba kWh Celkem	T[m]	Náklad na jeden kus [Kč]
3	3,6	8,2	0,1595	0,0785
4	3,6	8,2	0,1648	0,0811
5	3,6	8,2	0,1699	0,0836
6	3,6	8,2	0,1747	0,0859
7	3,6	8,2	0,1805	0,0888
8	3,6	8,2	0,1854	0,0912
9	3,6	8,2	0,1902	0,0936
10	3,6	8,2	0,1951	0,0960
11	3,6	8,2	0,2005	0,0986
12	3,6	8,2	0,2054	0,1011
13	3,6	8,2	0,2097	0,1032
14	3,6	8,2	0,2147	0,1056

Spotřeba nástrojů

Společnost pracuje s hodinovým koeficientem spotřeby nástrojů. S tabulky č. 21 vyplývá, že provádíme dvě soustružnické operace a na každou z nich potřebujeme jiný druh nože. V tabulce č. 24 jsou uvedeny konstanty dodavatelem VBD⁶ Konstanta [T] je udána životnost nástroje v minutách při teoretické konstantní práci.

Tab. 24 Konstanty pro výpočet nákladů na nástroje. (Vlastní zpracování)

Konstanta [T] udána výrobcem břitových destiček v minutách	30	minut
Nůž ISCAR PDACR 1212M-07S; VBD DCMT 070208-SM IC9250	110	Kč
Upichovák ISCAR GHSL 12-2 ; VBD GDMW 2,4 IC 808	267	kč

V tabulce č. 25 jsou uvedeny celkové náklady na použité nástroje. Výpočet byl proveden následovně:

Životnost VBD je vynásobena hodnotou T1 a T2, čímž dostaneme informaci, kolik kusu při daném průměru nástroj vydrží. Dále použijeme cenu nástroje, ve které musíme zohlednit, kolikrát daným nástroj může rotovat, tedy dvakrát. Tuto částku za jeden kus VBD následně vydělíme počtem kusu, který je nástroj schopen obrobit viz tab. 25.

⁶ VBD, výměnná břitová destička

Tab. 25 Souhrnná tabulka nákladu pro obráběcí nástroje. (Vlastní zpracování)

Průměr vrtáku	Čas soustružení špice [T1] [s]	Počet vyrobených kusů jednou destičkou	Náklad nástroje na jeden kus operace[T1] [s]	Čas upíchnutí polotovaru [T3] [s]	Počet vyrobených kusů jednou destičkou	Náklad nástroje na jeden kus operace[T3] [kč]	Náklad y na jeden kus/kč
3	0,6880	2617	0,022	0,624	2885	0,02	0,042
4	0,8280	2174	0,026	0,744	2420	0,023	0,049
5	0,9680	1860	0,03	0,864	2084	0,027	0,057
6	1,1080	1625	0,034	0,984	1830	0,031	0,065
7	1,2620	1427	0,039	1,116	1613	0,035	0,074
8	1,4020	1284	0,043	1,236	1457	0,038	0,081
9	1,5420	1168	0,048	1,356	1328	0,042	0,09
10	1,6820	1071	0,052	1,476	1220	0,046	0,098
11	1,8360	981	0,057	1,608	1120	0,05	0,107
12	1,9760	911	0,061	1,728	1042	0,053	0,114
13	2,1159	851	0,065	1,848	975	0,057	0,122
14	2,2559	798	0,069	1,968	915	0,061	0,13

Stanovení odpisové režie a nákladů na obsluhu

V tabulce níže jsem provedl výpočet, který nám udává odpisový náklad na jednu pracovní hodinu stoje. Výpočet je proveden prostým dělením.

Tab. 26 Tabulka pro výpočet režie odpisu na jednu pracovní hodinu. (Vlastní zpracování)

Pořizovací cena	3 500 000,00 Kč
Počet odpisových let	5
Počet prac. Dní v roce	252
Hodinová režie obsluhy	115 Kč
Denně odpracovaných hodin	15
Režie	185,19 Kč

Hodinová režie na obsluhu je stanovena společnosti na 230kč, avšak technologie je myšlena pro dvoj a více strojovou obsluhu. Stoj vyjímaje pravidelného doplňování vstupního materiálu do zásobníku podavače nevyžaduje žádnou další významnou pozornost, proto můj finální výpočet dělím dvěma, se záměrem vícestrojové obsluhy.

Opět za pomoci znalostí času operace, kterou jsem vypočítal v tabulce č. 21, dokáži odvodit náklady na jeden kus, viz. Tab. 27, kde jsou provedeny výpočty.

Tab. 27 Souhrnná tabulka odpisových režii a nákladu na obsluhu. (Vlastní zpracování)

Průměr vrtáku	T [m]	Odpisová režie za hodinu [kč]	Hodinová režie na obsluhu [kč]	Režie celkem [kč]	Odpisové náklady a náklady na zaměstnance na jeden kus
3	0,1595	185,19	115	300,19	0,80 Kč
4	0,1648	185,19	115	300,19	0,83 Kč
5	0,1699	185,19	115	300,19	0,85 Kč
6	0,1747	185,19	115	300,19	0,88 Kč
7	0,1805	185,19	115	300,19	0,91 Kč
8	0,1854	185,19	115	300,19	0,93 Kč
9	0,1902	185,19	115	300,19	0,96 Kč
10	0,1951	185,19	115	300,19	0,98 Kč
11	0,2005	185,19	115	300,19	1,01 Kč
12	0,2054	185,19	115	300,19	1,03 Kč
13	0,2097	185,19	115	300,19	1,05 Kč
14	0,2147	185,19	115	300,19	1,08 Kč

6.4 Porovnání technologií a přínosy

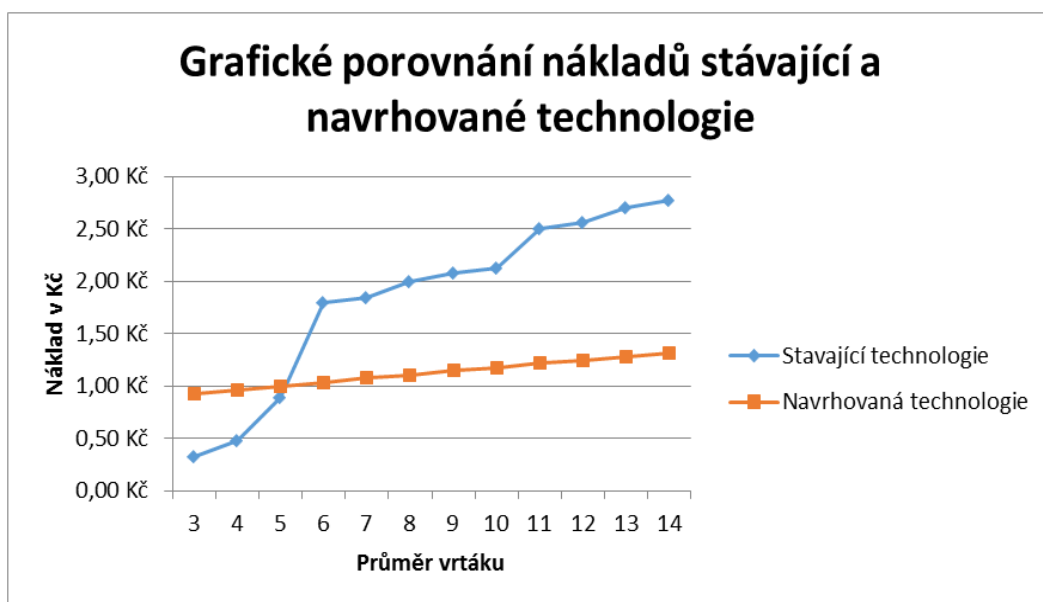
V následující podkapitole uvedu tabulku a její grafické znázornění, ze kterých bude vyplývat efektivnost, či neefektivnost mé navrhované technologie. Výstup těchto grafů a tabulky již shrnu v závěru.

Všechny uvedené grafy a tabulku a jejich hodnoty jsou vyjádřeny v korunách na jeden vyrobený kus v daném průměru, nebo v Nm

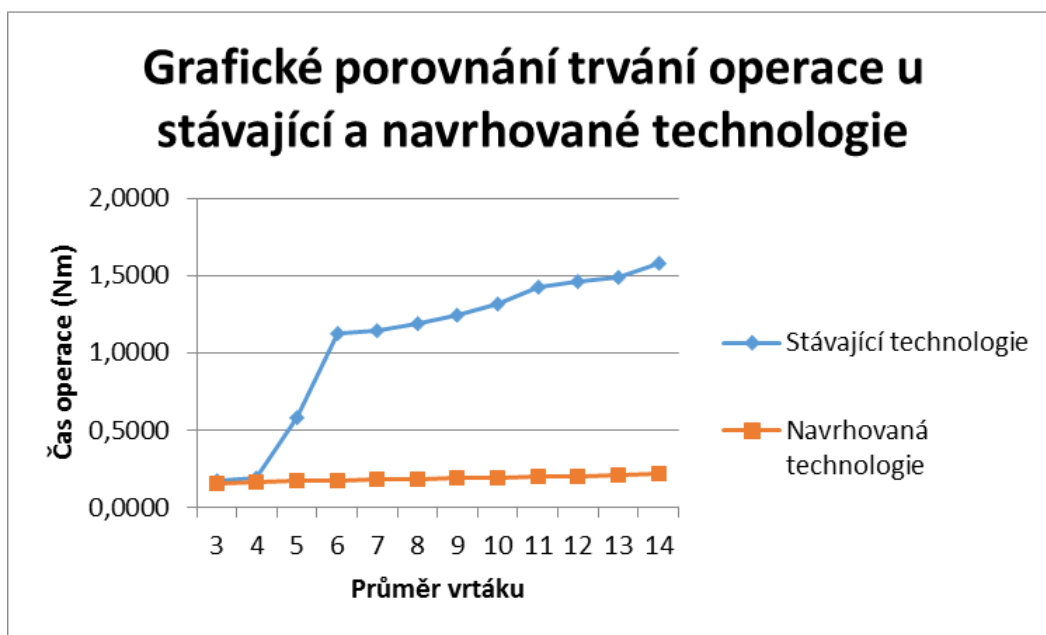
Tab. 28 Souhrnná porovnávací tabulka. (Vlastní zpracování)

Průměr vrtáku	Náklady na jeden vyrobený kus navrhovanou technologií				Stávající technologie	Vyjádřeno ve prospěch navrhované technologie		Celkový čas operací pro jednotlivé průměry V Nm		
	Elektrická Energie [kč]	Nástroje [kč]	Odpisové náklady a náklady na zaměštnance [kč]	Celkem [kč]		Rozdíl [kč]	Rozdíl v %	Navrhovaná technologie [Nm]	Stávající technologie [Nm]	Rozdíl [Nm]
3	0,08 Kč	0,05 Kč	0,80 Kč	0,93 Kč	0,32 Kč	-0,61 Kč	-56,50%	0,1595	0,1716	0,0121
4	0,08 Kč	0,05 Kč	0,83 Kč	0,96 Kč	0,48 Kč	-0,48 Kč	-46,24%	0,1648	0,1909	0,0261
5	0,08 Kč	0,06 Kč	0,85 Kč	0,99 Kč	0,89 Kč	-0,10 Kč	-10,29%	0,1699	0,5822	0,4123
6	0,09 Kč	0,07 Kč	0,88 Kč	1,03 Kč	1,80 Kč	0,77 Kč	79,29%	0,1747	1,1272	0,9525
7	0,09 Kč	0,07 Kč	0,91 Kč	1,07 Kč	1,85 Kč	0,78 Kč	83,38%	0,1805	1,1502	0,9697
8	0,09 Kč	0,08 Kč	0,93 Kč	1,10 Kč	2,00 Kč	0,90 Kč	98,96%	0,1854	1,1954	1,0100
9	0,09 Kč	0,09 Kč	0,96 Kč	1,14 Kč	2,08 Kč	0,94 Kč	107,09%	0,1902	1,2416	1,0514
10	0,10 Kč	0,10 Kč	0,98 Kč	1,17 Kč	2,13 Kč	0,96 Kč	112,23%	0,1951	1,3226	1,1275
11	0,10 Kč	0,11 Kč	1,01 Kč	1,22 Kč	2,50 Kč	1,28 Kč	156,13%	0,2005	1,4294	1,2289
12	0,10 Kč	0,11 Kč	1,03 Kč	1,25 Kč	2,56 Kč	1,31 Kč	163,72%	0,2054	1,4632	1,2578
13	0,10 Kč	0,12 Kč	1,05 Kč	1,28 Kč	2,70 Kč	1,42 Kč	181,69%	0,2097	1,4870	1,2773
14	0,11 Kč	0,13 Kč	1,08 Kč	1,32 Kč	2,77 Kč	1,45 Kč	191,34%	0,2147	1,5826	1,3679

Graf 1 Grafické porovnání nákladů stávající a navrhované technologie. (Vlastní zpracování)



Graf 2 Grafické porovnání trvání operace u stávající a navrhované technologie. (Vlastní zpracování)



6.5 Hodnocení výstupů tabulky a grafů.

Při porovnání výsledných hodnot u stávající technologie a navrhované, hodnotím výstup navrhované technologie kladně, i když u průměrů vrtáku 3,4 a 5 je celkový náklad na jeden vyrobený kus vyšší, než u stávající technologie. Tuto relativně strmomou odchylku u stávající technologie přisuzuji tomu, že i když v technologickém postupu není uvedeno, je tato operace prováděna ručně, za pomoci poháněného brusného kotouče a pracovníka, takže zde není v plné míře využito definovaného stroje v technologickém postupu č. 102.

Jak napovídá graf č. 1, tak navrhovaná technologie má relativně lineární vzestup nákladu na jeden kus, což přisuzuji na vrub vlastnostem stroje Citizen A20 a automatickému podavači. U této technologie není nutno pracného seřizování při každém vyráběném průměru, tudíž lze i předpoklad tento lineární vzestup nákladů na jeden vyrobený kus.

Velmi podobný výsledek můžeme vypočítat i u sledování doby trvání operace pro jednotlivé průměry. Tento jev opět přisuzuji faktu, že v reálném nasazení u stávající technologie není skutečně pracováno s technologií uvedenou v technologickém postupu č. 102, stejně jako uvádím výše.

Předpokládám, že kdyby byla předepsaná technologie použita na 100%, tak se hodnoty v grafu č. 1 a č. 2 nikdy nesečkájí.

Navrhovanou technologii mohu společnosti STIMZET plně **doporučit**, i přes fakt, že u průměru vrtáků č. 3,4 a 5 je stávající technologie produktivnější s nižším nákladem na jeden vyrobený kus. Jako důležitý, nezapočítaný fakt hodnotím to, že u stávající technologie musí být obsluha permanentně přítomna a tím pádem neprodukuje žádnou další přidanou hodnotu. Přičemž u navrhované technologie není vyžadována neustálá přítomnost obsluhy, což je velký přínos v dnešní době, kdy ve Zlínském regionu převyšuje poptávka na trhu práce nad nabídku po kvalifikovaných manipulantech strojní výroby.

7 Závěr

V mojí bakalářské práci jsem se zabýval optimalizací výroby vrtáku PN 2913. Tento vrták jsem si vybral proto, že má v produkci společnosti STIMZET největší zastoupení, tudíž moje analýza může mít pro společnost větší hodnotu.

Cíle, které jsem si na začátku práce stanovil, se mi podařilo splnit, i když nastali komplikace při zjišťování UVN. Společnost nechtěla odtajnit celý proces tohoto výpočtu. Proto jsem se dále v práci zaměřil na výpočet doby trvání operace na jednotlivé sledované průměry a na jejich přímé provozní náklady na jeden vyrobený kus vrtáku.

V první části jsem provedl analýzu stávajícího stavu. Z této analýzy vyplynulo, že kritický fáze ve výrobě je operace číslo 100,200 a 250. Kritérium pro tento výsledek byla doba trvání operace.

Proto jsem v další části navrhnul pro tyto operace novou, vhodnější technologii. Tuto technologii jsem zvolil po konzultacích s dodavateli stojů a jejich názorných ukázkách. U navrhované technologie jsem vypočítal přímé náklady na jeden vyrobený kus a novou dobu trvání výrobní operace vrtáku. Poté jsem porovnal nové výpočty s výpočty z analýzy.

Po tomto porovnání hodnotím navrhovanou technologii za účinnou, tudíž jí společnosti STIMZET plně doporučuji nasadit.

Výsledek této práce bude předložen společnosti, která má o výstup velký zájem a tato práce může sloužit jako výchozí bod k rozhodování, jestli novou technologii pořídit nebo ne.

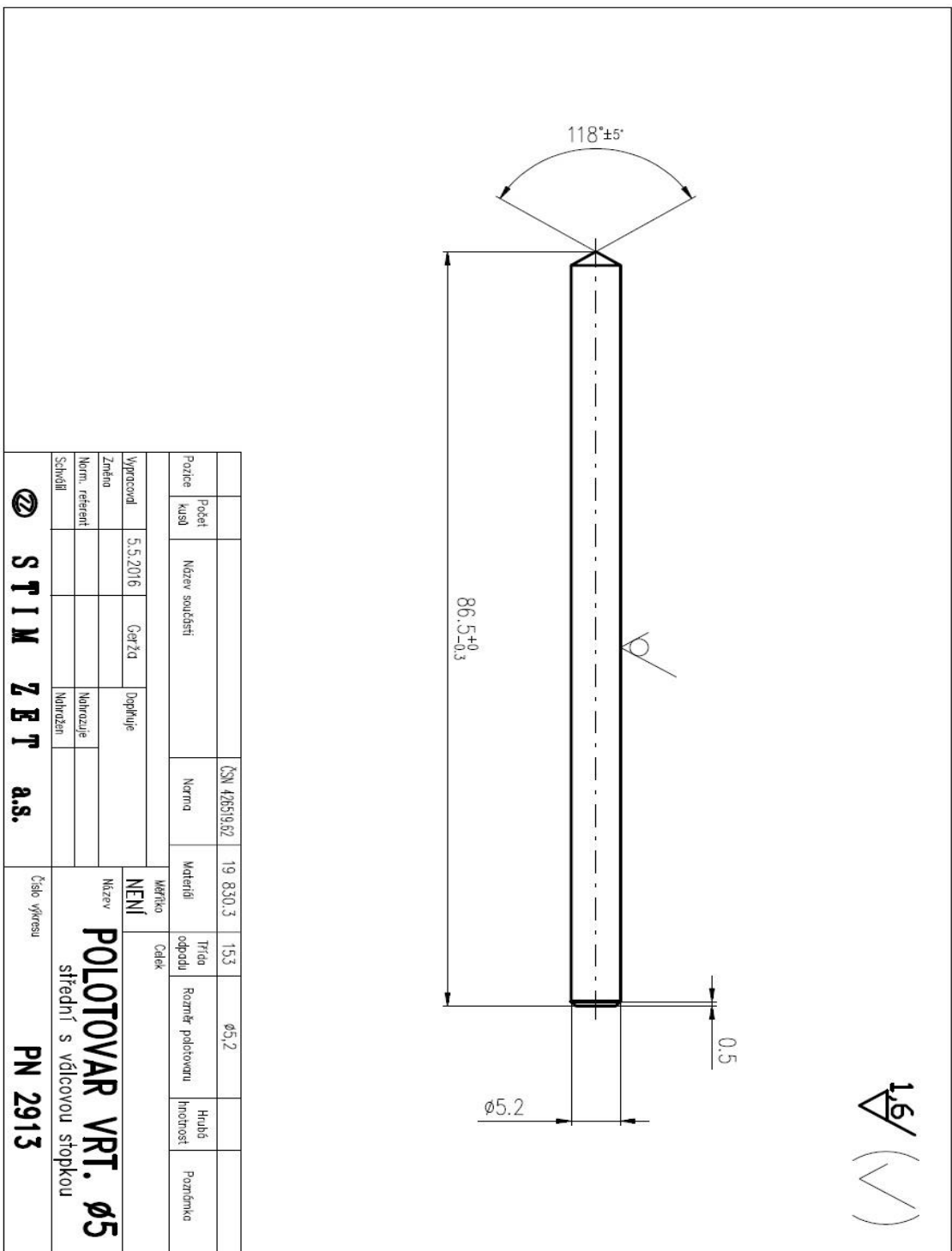
8 Použitá literatura

1. Böhler. www.bohler.cz. [online]. © 2009 [cit. 2016-05-10]. Dostupné z: <http://www.bohler.cz/czech/files/downloads/S600.pdf>
2. DĚDINA, Jiří a Jiří ODCHÁZEL. Management a moderní organizování firmy. Praha: Grada Publishing, 2007, 324 s. Expert (Grada). ISBN 978-80-247-2149-1.
3. JUROVÁ, Marie et al. Výrobní procesy řízené logistikou. 1. vyd. Brno: BizBooks, 2013, 260 s. ISBN 9788026500599.
4. KAVAN, M. Výrobní a provozní management. Praha: Grada Publishing, 2002, 424 s. ISBN 80-247-0199-5.
5. KEŘKOVSKÝ, Miloslav a Ondřej VALSA. Moderní přístupy k řízení výroby. 3., dopl. vyd. V Praze: C.H. Beck, 2012, 153 s. C.H. Beck pro praxi. ISBN 978-80-7179-319-9.
6. KOŠTURIÁK, J., CHAT, J. Inovace vaše konkurenční výhoda. Brno: Computer Press, 2008, 164s. ISBN 978-80-251- 1929-7.
7. KŘÍKAČ, Karel. Organizace a řízení výroby: metodická a studijní pomůcka. 2., rozš. vyd. Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni, 2008. ISBN 978-80-7043-616-5.
8. MASAÁKI, I. KAIZEN - jak zavést úspornější a flexibilnější výrobu. Brno :Computer Press, 2004, 272s. ISBN 80-251-0461-3.
9. Slovníček účetních pojmů: Kalkulace. [Http://www.testyzucetnictvi.cz](http://www.testyzucetnictvi.cz) [online]. ©2006-2016 [cit. 2016-05-19]. Dostupné z: <http://www.testyzucetnictvi.cz/slovnicek-ucetnich-pojmu.php?pojem=kalkulace>
10. SYNEK, Miloslav a Eva KISLINGEROVÁ. Podniková ekonomika. 5., přeprac. a dopl. vyd. Praha: C.H. Beck, 2010, 498 s. Beckovy ekonomické učebnice. ISBN 978-80-7400-336-3
11. SYNEK, Miloslav a kolektiv. Manažerská ekonomika: 5., aktualizované a doplněné vydání. 5. Praha: Grada Publishing a.s., 2011, 480 s. ISBN 9788024775289.

12. Technologie (Technology). Www.managementmania.com [online]. 2016 [cit. 2016-05-18]. Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/technologie>.
13. TOMEK, Gustav a Věra VÁVROVÁ. Integrované řízení výroby: od operativního řízení výroby k dodavatelskému řetězci. Praha: Grada, 2014, 368 s. Expert (Grada). ISBN 978-80-247-4486-5
14. TumliKovo. www.tumlikovo.cz. [online]. © 2010 [cit. 2016-05-10]. Dostupné z: <http://www.tumlikovo.cz/rubriky/materialy/nastrojovematerialy/rychlomezne-oceli-hss/>
15. VÁCHAL, Jan, Marek VOCHOZKA a kol. Podnikové řízení. Praha: Grada Publishing a.s., 2013, 685 s. ISBN 9788024786827.

Přílohy

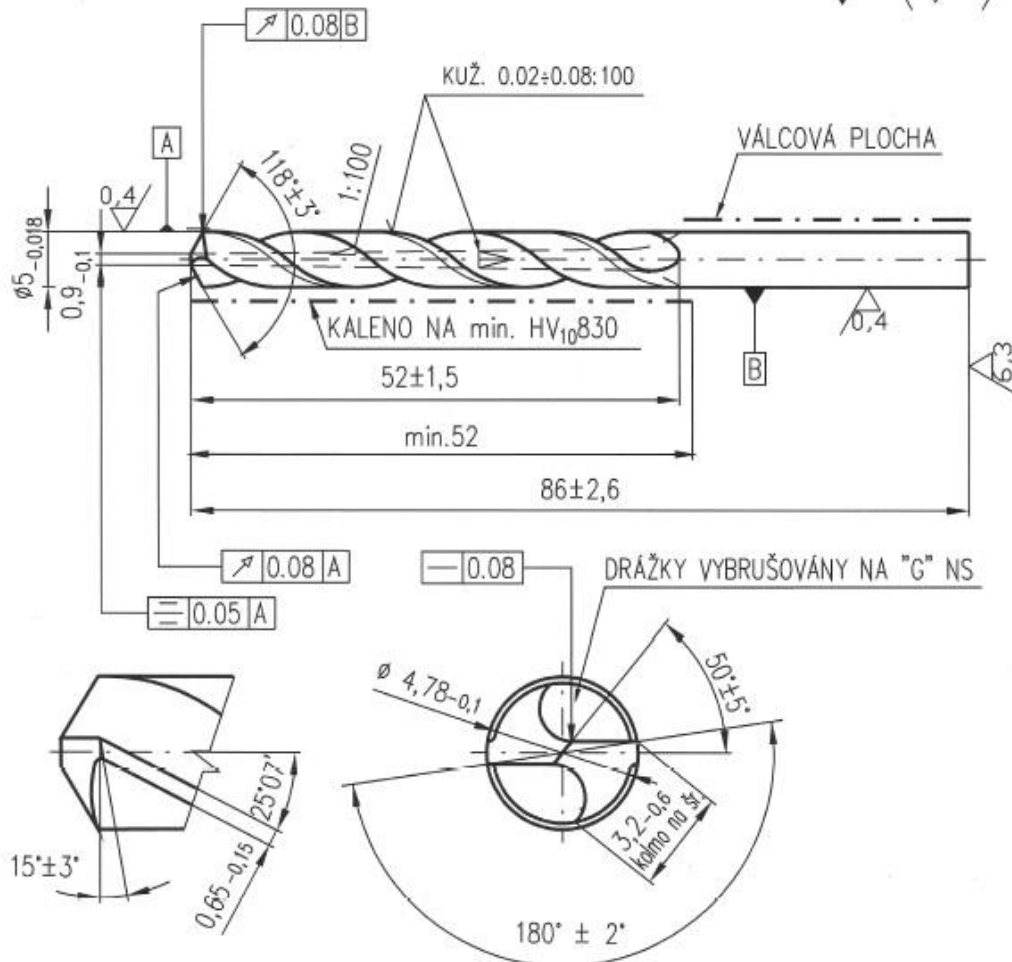
Příloha 1



Příloha 2

A210500V000/

0,8/ (✓)



STOUPÁNÍ PRAVÉ ŠROUBOVICE = 33,5

NETOLEROVANÉ ROZMĚRY ISO 2768-m

ROZDÍL SKUTEČNÝCH HODNOT HRBETŮ "b" MŮŽE BÝT MAX. TŘETINA JEJICH TOLERANCÍ

ROZDÍL SKUTEČNÝCH HODNOT FAZETEK "r" MŮŽE BÝT MAX. POLOVINA JEJICH TOLERANCÍ

Pozice	Počet kusů	Název součásti	Norma	Materiál	Třída odpadu	Rozměr polotovaru	Hrubá hmotnost	Poznámka
			ČSN 426519.62	19 830.3	153	$\varnothing 5,2$		
Vypracoval	19.10.2010	Prchlík	Doplňuje		Měřiko	Čelek		
Změna					NENÍ			
Norm. referent			Nahrazuje		VRTÁK $\varnothing 5$ střední s válcovou stopkou			
Schválil			Nahrazen					
STIM ZET a.s.					Číslo výkresu	PN 2913		

Seznam obrázků

Tab. 1 Vrtáky s kuželovou stopkou (Převzato: http://stimzet.cz/data/vrtaky_kuzelove.html).....	14
Tab. 2 Vrtáky dlouhá řada – kuželová stopka (Převzato: http://stimzet.cz/data/vrtaky_kuzelove.html).....	14
Tab. 3 Stupňovité vrtáky – kuželová stopka (Převzato: http://stimzet.cz/data/vrtaky_kuzelove.html).....	15
Tab. 4 Vrtáky speciální – kuželová stopka (Převzato: http://stimzet.cz/data/vrtaky_kuzelove.html).....	15
Tab. 5 Vrtáky s válcovou stopkou (Převzato: http://stimzet.cz/data/valc_stredni_rada_cz.html)	16
Tab. 6 Specifika vrtáku PN 2913 (Převzato: http://stimzet.cz/data/pn2913_cz.html)....	20
Tab. 7 Složení oceli 19 830 (Převzato: http://www.bohler.cz/czech/files/downloads/S600.pdf).....	22
Tab. 8 Tabulku přídatků (Převzato: Interní dokument, technologický postup č.102) ...	22
Tab. 9 Pracnosti operace dělení (Převzato: interní dokument, technologicky postup č.102)	23
Tab. 10 Pracnosti operace hrotování a srážení (Převzato: interní dokument, technologicky postup č.102)	23
Tab. 11 Pracnost operace odmaštění (Převzato: interní dokument, technologicky postup č.102)	24
Tab. 12 Pracnost operace kalení (Převzato: interní dokument, technologicky postup č.102)	26
Tab. 13 Pracnost operace pískování (Převzato: interní dokument, technologicky postup č.102)	26
Tab. 14 Pracnost operace broušení průměru (Převzato: interní dokument, technologicky postup č.102).....	27
Tab. 15 Pracnost operace broušení drážky a hřbetu (Převzato: interní dokument, technologicky postup č.102)	27
Tab. 16 Pracnost operace ostření (Převzato: interní dokument, technologicky postup č.102)	28

Tab. 17 Souhrnná tabulka časů operací	28
Tab. 18 Základní vlastnosti stroje (Převzato a přeloženo: http://www.iemca.com/Elite220_scheda_prodotto.html#top)	44

Seznam obrázků

Obr. 1 Obrázek 1 Vrták PN 2913 (Převzato: http://stimzet.cz/data/pn2913_cz.html) ...	20
Obr. 2 Graf austenitizačních teplot (Převzato: http://www.bohler.cz/czech/files/downloads/S600.pdf).....	25
Obr. 3 Výrobní proces (Zdroj: Tomek a Vávrová, 2014, s. 26).	31
Obr. 4 Fáze výrobního procesu (Zdroj: Tomek a Vávrová, 2014, s. 27).....	33
Obr. 5 Obr 3: Kalkulační vzorec (Zdroj: http://ekonomie.topsid.com/index.php?war=kalkulace).....	37
Obr. 6. Vztah mezi druhovým, kalkulačním a střediskovým dělením nákladů (Zdroj: Synek a Kislingerová, 2010, s. 42)	38
Obr. 7 Citizen Cincom A20 (Převzato: http://cmj.citizen.co.jp/english/product/cincom/images/main_a20_01.png).....	40
Obr. 8 Pracovní osy stroje Citizen A20 (Převzato: http://www.sub-cncprecision.co.uk/images/Citizen/A32-VII_Axes_500w.png).....	41
Obr. 9 IEMCA Elite 220 (Převzato: http://www.iemca.com/Elite220.html)	43
Obr. 10 Hřebenové podávání tyčí (Převzato: http://www.iemca.com/Elite220_scheda_prodotto.html#top).....	44

Seznam grafů

Graf 1 Grafické porovnání nákladů stávající a navrhované technologie.....	55
Graf 2 Grafické porovnání trvání operace u stávající a navrhované technologie.....	55