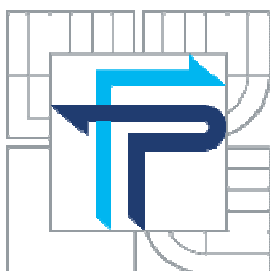




**VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ**  
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



**FAKULTA PODNIKATELSKÁ  
ÚSTAV MANAGEMENTU**

FACULTY OF BUSINESS AND MANAGEMENT  
INSTITUT OF MANAGEMENT

## **EKONOMICKÉ PRÍNOSY Z NASADENIA CNC STROJA V STROJÁRSKEJ FIRME**

ECONOMICAL BENEFITS OF IMPLEMENTATION OF CNC MACHINE TO AN ENGINEERING  
COMPANY

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**  
BACHELOR'S THESIS

**AUTOR PRÁCE**  
AUTHOR

**DANIEL KUCHARIK**

**VEDOUcí PRÁCE**  
SUPERVISOR

**ING. MILAN KALIVODA**

BRNO 2012

# ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

**Kuchárik Daniel**

---

Ekonomika a procesní management (6208R161)

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 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:

**Ekonomické přínosy z nasazení CNC stroje ve strojírenské firmě**

v anglickém jazyce:

**Economical Benefits of Implementation of CNC Machine to an Engineering Company**

Pokyny pro vypracování:

Úvod

Charakteristika CNC strojů, porovnání s konvenčními stroji

Představení strojírenské firmy

Technologické zázemí ve firmě

Výběr, rozbor a porovnání konkrétní technologie výroby

Zhodnocení přínosu aplikace CNC stroje ve strojírenské výrobě

Závěr

Seznam použitých zdrojů

Přílohy

Seznam odborné literatury:

FREMUNT, P., KREJČÍK, J., PODRÁBSKÝ, T. Nástrojové oceli. 1. vyd. Brno : Dům techniky Brno, 1994. 234 s.

HUMÁR, A. Materiály pro řezné nástroje. 1. vyd. Praha : MM publishing, s. r. o., 2008. 240 s. ISBN 978-80-254-2250-2.

KOCMAN, K. Speciální technologie obrábění. 3. vyd. Brno : VUT v Brně, Akademické nakladatelství CERM, s. r. o., 2004. 230 s. ISBN 80-214-2562-8.

KOCMAN, K., PROKOP, J. Technologie obrábění. 2. vyd. Brno : Akademické nakladatelství CERM, s. r. o., 2005. 272 s. ISBN 80-214-3068-0.

Příručka obrábění, kniha pro praktiky. 1. vyd. Praha : Sandvik CZ, s. r. o. a Scientia, s. r. o., 1997. 857 s. ISBN 91-972299-4-6.

ŠTULPA, M. CNC obráběcí stroje a jejich programování. 1. vyd. Praha : Technická literatura BEN, 2007. 128 s. ISBN 978-80-7300-207-7.

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Milan Kalivoda

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2011/2012.

L.S.

---

PhDr. Martina Rašticová, Ph.D.  
Ředitel ústavu

---

doc. RNDr. Anna Putnová, Ph.D., MBA  
Děkan fakulty

V Brně, dne 31.05.2012

## **ABSTRAKT**

Riešenou témou je analýza aplikácie CNC strojov v strojársskej výrobe, ktorá sa zaoberá ekonomickými prínosmi a porovnáva s konvenčnými technológiami. Po preštudovaní odbornej literatury a obeznámení sa s praktickým využitím CNC strojov v spoločnosti EKOM spol. s.r.o. sú získané ekonomické parametry z nasadenia CNC stroja na výrobu zadanej súčasti v kusovej i sériovej výrobe.

## **ABSTRACT**

The aim of bachelor's thesis is the analyse of the application of the CNC machines for the production, target to the economical effects of the machining process and compare with conventional technologies. After studying proper literature and becomming familiar with the production of the CNC machines in Ekom company, is finding out economical parameters of CNC machine for piece and serial production of the chosen part.

## **KLÚČOVÉ SLOVÁ**

CNC obrábacie centrá , CNC a konvenčné technológie, Aplikácia CNC stroja, Ekonomické prínosy CNC stroja

## **KEYWORDS**

CNC machines, CNC and conventional technology, Implementation of CNC machine, Economical benefits of CNC machine

## **BIBLIOGRAFICKÁ CITACE**

KUCHÁRIK, D. *Ekonomické prínosy z nasadenia CNC stroja v strojárskiej firme*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta podnikatelská, 2012. 81 s. Vedúci bakalárskej práce Ing. Milan Kalivoda.

## **Prehlásenie**

Prehlasujem, že predložená bakalárska práca je pôvodná a spracoval som ju samostatne.  
Prehlasujem, že citácia použitých prameňov je úplná, že som vo svojej práci neporušil autorské práva (v zmysle Zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorskom a o právu souvisejícím s právem autorským).

Dátum 31.05.2012

.....

## **POĎAKOVANIE**

Touto formou by som sa chcel poďakovať vedúcemu bakalárskej práce Ing. Milanovi Kalivodovi z Fakulty strojárskoho inžinierstva VUT v Brne za cenné pripomienky a rady pri vypracovaní bakalárskej práce.

Ďalej riaditeľovi spoločnosti Ekom spol. s.r.o. Ing. Vladimírovi Bátorovi a Ing. Romanovi Miklíkovi projektovému managerovi za spoluprácu a umožnenie prístupu k potrebným informáciám a poznatkom pre účely mojej bakalárskej práce.

# OBSAH

Úvod	11
1. CHARAKTERISTIKA CNC STROJOV, POROVNANIE S KONVENČNÝMI STROJMI	12
1.1 Vývoj CNC strojov	12
1.2 Definícia CNC strojov	14
1.3 Charakteristické znaky a trendy CNC strojov	15
1.4 Uplatnenie a rozdelenie CNC obrábacích strojov	16
1.5 Porovnanie CNC a konvenčných strojov	17
2. PREDSTAVENIE STROJÁRSKEJ FIRMY	19
2.1 Vývoj spoločnosti	19
2.2 Výrobný program	19
2.2.1 Divízia kompresory	19
2.2.1.1 Centrálny kompresor Tower	20
2.2.2 Divízia CNC lisovňa	22
3. TECHNOLOGICKÉ ZÁZEMIE VO FIRME	23
3.1 Prehľad technologického vybavenia	23
3.2 Charakteristika a technické parametre obrábacích centier	25
3.2.1 Charakteristika obrábacích centier divízie kompresory	25
3.2.1.1 Obrábací CNC sústruh SPM 16	25
3.2.1.2 Vertikálne obrábacie centrum MCFV 1060	28
3.2.2 Charakteristika obrábacích centier divízie CNC lisovňa	29
3.2.2.1 Vysekávací lis TruPunch 5000	29
3.2.2.2 Vysekávací CNC lis Trumatic 500 Rotation	31
3.3 Aplikácia robotizovaného zvaracieho pracoviska	33
3.3.1 Návrh robotizovaného pracoviska OTC	33
3.3.2 Obsluha pracoviska	33
3.3.3 Zloženie zvaracieho pracoviska	33
3.3.4 Charakteristika robotizovaného pracoviska	35

3.3.4.1	Popis robotizovaného pracoviska OTC	35
3.3.4.2	Dvojosé otočné polohovadlo AX – PF 300	37
3.3.4.3	Zvárací zdroj DP 400	37
3.3.4.4	Riadiaci systém AX – C	38
3.3.4.5	Panel ručného riadenia	39
3.3.4.6	Spojovacie káble a komunikačné karty	40
3.3.4.7	Čistiaca stanica horáka	40
3.3.4.8	Bezpečnostné vybavenie	40
4.	VÝBER, ROZBOR A POROVNANIE KONKRÉTNEJ TECHNOLOGIE VÝROBY	41
4.1	Metódy zvárania používané na výrobu trezorov EM	41
4.1.1	Konvenčné zváranie	41
4.1.1.1	Charakteristika ručného oblúkového zvárania obalenou elektrodou	
ROZ	41	
4.1.2	Robotizované zváranie	43
4.1.2.1	Charakteristika zvárania elektrickým oblúkom netaviacou sa elektrodou v inertných plynoch TIG	43
4.1.2.2	Charakteristika zvárania elektrickým oblúkom taviacou sa elektrodou v ochranných plynoch MIG/MAG	44
4.1.3	Porovnanie ručného a robotizovaného zvárania	45
4.2	Charakteristika výrobku	45
4.2.1	Popis trezora EM	46
4.2.2	Kusovník materiálu pre trezor EM	46
4.3	Technologický postup výroby	47
4.3.1	Technologický postup výroby trezora ručným zváraním	47
4.3.2.1	Technologický postup výroby zostavy plášť	47
4.3.2.2	Technologický postup výroby zostavy ovládací panel	49
4.3.2.3	Technologický postup výroby zostavy zásuvka R2	49

4.3.2.3	Technologický postup výroby zostavy depozitný panel	50
4.3.2.4	Technologický postup výroby zostavy - zásuvka R4	51
4.3.2	Technologický postup výroby trezora EM robotizovaným zváraním	51
4.3.2.1	Technologický postup výroby zostavy - plášť	52
4.3.2.2	Technologický postup výroby zostavy ovládací panel	55
4.3.2.3	Technologický postup výroby zostavy zásuvka R2	55
4.3.2.3	Technologický postup výroby zostavy - depozitný panel	56
4.3.2.4	Technologický postup výroby zostavy zásuvka R4	57
4.3.3	Porovnanie technológie výroby ručným a robotizovaným zváraním	57
5.	ZHODNOTENIE PRÍNOSU APLIKÁCIE CNC STROJA V STROJÁRSKEJ VÝROBE	60
5.1	Návrh kalkulácie ceny zákazky	60
5.1.1	Štandardná produkcia	60
5.1.2	Navýšená produkcia	62
5.2	Porovnanie návrhu ceny objednávky pred a po aplikácií robota	63
5.2.1	Vyhodnotenie prínosu aplikácie novej technológie výroby	64
	Záver	66
	ZOZNAM POUŽITÝCH ZDROJOV	67
	ZOZNAM OBRÁZKOV	68
	ZOZNAM TABULIEK	70
	ZOZNAM POUŽITÝCH SKRATIEK A SYMBOLOV	72
	ZOZNAM PRÍLOH	73

## Úvod

V súčasnosti patrí strojársky priemysel k najnáročnejším odvetviám priemyselnej výroby pokrývajúci širokú škálu konštrukčne i technologicky náročných výrobkov. S príchodom nových výrobných stratégií ako je just-in-time či lean-production, a tiež skraccujúce sa inovačné cykly s menšími dávkami vyžadujú výrobné prostriedky a procesy schopné vysokej flexibility a produktivity. Preto je dnes výroba pomocou moderných CNC obrábacích strojov tak nevyhnutná a jednoznačná. Za zrodenie CNC strojov môžeme považovať NC programované stroje vybavené o počítač s programom, ktorý zjednodušuje riadenie stroja, umožňuje archiváciu potrebných dát a informácií (13). V porovnaní s konvenčnými strojmi disponujú viacerými technologickými operáciami. Konštrukciu CNC stroja tvorí stavebnicová štruktúra, ktorá umožňuje okamžité a jednoduché preprogramovanie teda prestavenie výrobnéj linky, čím uspokojuje požiadavky aj zákazníka, a to rýchlou dodávkou aj firmy znížením nákladov, a teda aj ceny výrobkov. Z toho dôvodu sa CNC stroje stali súčasťou každej výrobnéj firmy, ktorá chce poskytovať tovar vysokej kvality a zvýšiť pridanú hodnotu výrobkov. Doplnením týchto automatizovaných a programovateľných strojov o manipulačné a kontrolné prostriedky, vznikajú pružné výrobné linky, ktoré umožňujú vyrábať súčasne menšie série podobných výrobkov. Zvyšuje sa produktivita práce, dochádza k úspore pracovníkov, výrobných zariadení a plôch (13).

Z toho dôvodu je bakalárska práca zameraná na ekonomické prínosy aplikácie CNC obrábacieho stroja na výrobu súčastí. Výsledok práce by mal dokázať pokles ekonomickej náročnosti výroby, zvýšenie výkonnosti, efektivity a preukázať výhodnosť aplikácie CNC obrábacích centier do strojárskych firiem v porovnaní s už zastaralými konvenčnými technológiami.

# 1. CHARAKTERISTIKA CNC STROJOV, POROVNANIE S KONVENČNÝMI STROJMI

Moderná podoba dnešných CNC obrábacích strojov prešla obrovským pokrokom, a to od ručne riadených jednouúčelových konvenčných strojov ako sú sústruhy, frézky, brúsky až po multifunkčné výrobné linky, ktoré sú schopné prevádzať viacero technologických operácií s minimálnym zásahom ľudského faktora do výroby.



Obrázok 1: Výrobná hala s CNC strojmi



Obrázok 2: Obsluha CNC obrábacieho centra

## 1.1 Vývoj CNC strojov

Zrod a rýchly pokrok vo vývoji prvých číslicovo riadených NC obrábacích strojov nastáva v USA v období 1940 až 1970. Letecký priemysel, najmä vojenské letectvo požadovalo zlepšiť hospodárnosť produkcie výrobných závodov, a tak vzniká nová koncepcia obrábania.

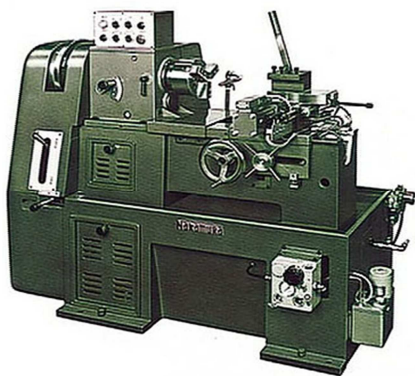
V roku 1940 sa riadenie strojov zmenilo z ručnej obsluhy na používanie dierkových štítkov, ktorých objav pripisujeme **Johnovi Parsonsovi** (10).

V roku 1950 sa už na nastavenie korektných súradníc využíva magnetická páska a od päťdesiatych rokov 20. storočia pokračuje vývoj NC riadenia pomocou elektróniek. Nevýhodou elektróniek bolo, že zaberali príliš veľkú pracovnú plochu.

Koncom päťdesiatych rokov 20. storočia sa objavuje u obrábacích strojov automatická výmena nástrojov podľa príkazu daného programu. Zdokonalením o paletizáciu, rozvinuté meracie metódy a vyrovnávanie teploty pomocou chladenia

vstupujú do výroby **obrábacie centrá**. Obrábacie centrá boli schopná komplexného opracovania obrobku pri jednoduchom upnutí čím sa zvyšovala cieľená produktivita práce.

V sedemdesiatých rokoch 20. storočia sa sústreďuje vývoj a výskum na možnosti použiteľnosti a využiteľnosti obrábania. Zníženie ekonomickej náročnosti a naopak zvýšenie výkonnosti je zaznamenané použitím optimálnych rezných nástrojov a zlepšením riadiacích programov.



Obrázok 3 Obrábací stroj z roku 1960

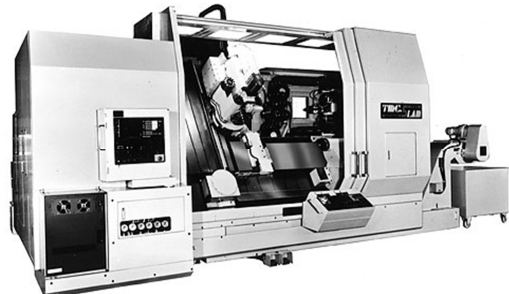


Obrázok 4: Obrábací stroj z roku 1968

Osemdesiate roky 20. storočia priniesli zdokonalenie modulárnych systémov pre rezné a upínacie nástroje, ktoré sa pre obrábacie centrá nazývajú **Vari-lock-System**s, a sú aktuálne až dodnes (10).



Obrázok 5: Obrábacie centrum z roku 1974



Obrázok 6: Obrábacie centrum z roku 1982

Od 90. rokov bol zavedený systém **Coromant Capto-Systém**, ktorý svojim konštrukčným a technologickým riešením spĺňa náročné požiadavky trhu (10).



**Obrázok 7: Moderný multifunkčný CNCstroj z roku 2000**

Moderné obrábacie stroje dokážu vykonávať mimoriadne veľké množstvo dokončenej práce, a tak zaručujú vysokú úroveň disponibility.

## **1.2 Definícia CNC strojov**

*„Číslicově řízené výrobní stroje (CNC) jsou charakteristické tím, že ovládání pracovních funkcí stroje je prováděno řídicím systémem pomocí vytvořeného programu“*(13, s. 9). V programe sú zapísané potrebné informácie prostredníctvom znakov. Postupnosťou znakov vznikajú bloky alebo celé vety. Tak je zaručené programové riadenie stroja, aby mohla byť automaticky realizovaná výroba súčasti bez priameho zásahu personálu alebo manipulácie s obrobkom.

Tieto počítačom riadené CNC stroje sú označené jako pružné, to znamená, že sú schopné okamžitej adaptácie na rôznu výrobu súčasti. Pracujú v automatickom cykle, ktorý je zabezpečený číslicovým riadením (13).

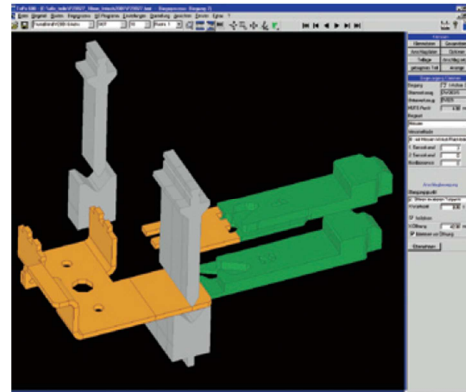
CNC stroje sa uplatňujú v širokom rozsahu strojárskkej produkcie ako je obrábanie, tvarovanie, meranie či montáž.

Program, ktorý riadi CNC stroj obsahuje 3 druhy informácií:

- Geometrické – popisujú dráhu nástroja k obrobku v osách X, Y, Z a spôsob jeho obrábania
- Technologické – určujú technológiu obrábania: rezná rýchlosť, otáčky, posuv
- Pomocne – označujú pomocné funkcie stroja ako prívod chladiacej kapaliny



Obrázok 8: Riadiaci panel CNC centra



Obrázok 9: Program pre výrobu súčiastky

### 1.3 Charakteristické znaky a trendy CNC strojov

CNC obrábacie stroje boli vyvinuté za účelom efektívnejšej malej a strednej sériovej výroby. Zákazník neustále zvyšuje svoje požiadavky na sortiment, kvalitu a rýchlosť dodania výrobkov, zatiaľ čo sa podnik sústreďuje na minimalizáciu výrobných nákladov. Tieto skutočnosti riešia počítačom programovateľné stroje, ktoré sú schopné zhotoviť výsledný obrobok vcelku bez prítomnosti obsluhy na riadenie či ovládanie stroja (13).

CNC stroje sú charakteristické týmito vlastnosťami:

- Vykonáva operácie ako vŕtanie, vyvrtávanie, frézovanie, rezanie závitov
- Obsahuje hlavné vreteno pre obrábanie a druhé pre dokončovacie operácie s veľkým rozsahom otáčok
- Prevádza automatické mazanie a chladenie, presné určenie polohy, reguláciu otáčiek a posuvu, alarmovanie pri vzniknutých chybách, automatický odvod triesok a výmenu nástrojov zo zásobníka.

V dnešnej dobe schopnosť napredovanie a vývoj neustále pokračujú a nastáva zavádzanie obrábacích strojov s technológiou **HSC**, to je obrábanie vysokými reznými rýchlosťami (8).

HSC kladie vyššie požiadavky na CNC stroje, ktoré sa prejavujú v týchto trendoch:

- Aplikácia viacosých obrábacích strojov
- Zvýšenie rozsahu posuvu a otáčiek vretena
- Zvýšenie tuhosti sústavy a zníženie hmotnosti pohyblivých častí
- Okamžitá aplikácia nových CNC riadiacích systémov
- Aplikácia nového materiálu a konštrukcie nástroja (7)



Obrázok 10: HSC obrábanie



Obrázok 11: High-speed cutting

#### 1.4 Uplatnenie a rozdelenie CNC obrábacích strojov

Počet obrábacích strojov v strojárskvej výrobe zaberá stále väčší podiel. Využívajú sa v kusovej, malosériovej a aj sériovej výrobe.

Podľa stupňa automatizácie sa delia na:

- Konvenčné
- Poloautomatické
- Automatické

Ekonomika provozu vedie k integrácii niekoľkých technológií obrábania do jedného obrábacieho stroja, ktorý sa nazýva **obrábacie centrum** (13). Funkcie, ktoré dokáže obrábacie centrum samostatne vykonávať sú uvedené v prílohe 1.

CNC obrábacie centrá pomáhajú v:

- Skrátení priebežnej pracovnej doby, zvýšení presnosti práce
- Znížení výrobných nákladov
- Jednoduchšej automatizácii výroby a zavedení pružnej výrobnéj linky

- Zvýšení ekonomických úspor zvýšením produktivity stroja používajúceho technológiu HSC



Obrázok 12: Pružná výrobná linka

## 1.5 Porovnanie CNC a konvenčných strojov

Z hľadiska ekonomického využitia porovnáva nasledúca tabuľka rozdiely medzi konvenčnými a CNC obrábacími strojmi.

Tabuľka 1: Použitie strojov do technologického postupu pre výrobu (13)

Konvenčný stroj	Hodnotenie		CNC stroj
<i>Za vstup je zvolený pracovný postup a výkres danej operácie, ktoré príslušný pracovník preskúma spolu s druhom materiálu. Určí stratégiu výroby a rezné podmienky.</i>			
Koná pred vlastným obrábaním – <u>obsluha stroja.</u> Plynie prípravný čas a <u>stroj</u> <u>nevyrába</u>	☹	☺	Koná pred obrábaním – <u>programátor</u> v predstihu, ukladá do programu a nahráva do stroja. <u>Stroj pracuje</u> a prípravný čas nie je čerpaný
<u>Pracovník riadi stroj</u> fyzickou obsluhou. Riadi proces a <u>ovplyvňuje kvalitu</u> výroby	☹	☺	<u>Stroj sa riadi</u> pomocou <u>programu</u> , ktorý obsahuje data z výkresu, stratégiu obrábania a rezne podmienky. <u>Pracovník</u> zastáva funkciu <u>dozoru</u>
Veľký prípravný čas na nastavenie stroja , <u>zriadenie stroja</u> je časovo naručné	☹	☺	<u>Úspora času prípravy</u> na nastavenie stroja.
<u>Prestojo</u> vý čas vysoký	☹	☺	<u>Prestojo</u> vý čas nízky vďaka rýchlej výmene nástroja

<u>Vedľajší čas je čerpaný v značnej veľkosti</u>	☺	☺	<u>Vedľajší čas je buď odstránený alebo veľmi nízky</u>
<u>Meranie rozmerov súčasti sa uskutečňuje počas obrábania a kontroluje s výkresom</u>	☺	☺	<u>Meranie rozmerov koná stroj meracími sondami</u>
<u>Dlhý čas ná/pre-jazdov do triesky.</u> Koná sa ručne, často je nepresné	☺	☺	<u>Krátky čas ná/pre-jazdov do triesky pomocou rýchloposuvu</u>
<u>Ručná výmena nástrojov.</u> Použitie <u>malého množstva</u> nástrojov	☺	☺	<u>Automatizovaná výmena nástrojov pomocou zásobníkov s veľkou kapacitou</u>
<u>Nízke náklady na zaobstaranie stroja</u>	☺	☹	<u>Vysoké náklady na zaobstaranie stroja</u>
Vhodné pre <u>kusovú výrobu</u> , opravárenství	☺	☺	Vhodné aj pre kusovú <u>výrobu</u> najmä <u>zložitých súčastí</u>

## **2. PREDSTAVENIE STROJÁRSKEJ FIRMY**

EKOM spol. s r.o. je slovenská spoločnosť, ktorá sa zaoberá vývojom a výrobou predovšetkým zdravotníckej techniky a od roku 2000 aj spracovaním tenkých plechov CNC technológiou.

Hlavným cieľom spoločnosti je vyrábať konkurencieschopné výrobky, ktoré spĺňajú najvyššie požiadavky trhu a sústavne zvyšovať kvalitu výrobkov a výrobných technológií.

### **2.1 Vývoj spoločnosti**

Spoločnosť Ekom spol. s r.o. so sídlom v Piešťanoch bola založená v roku 1992. Vychádza z tradície výroby zdravotníckej techniky v Piešťanoch. Región je známy svojou produkciou medicínskych výrobkov.

Spoločnosť začínala pred 20 rokmi v prenajatých priestoroch so 6 zamestnancami, ktorí boli aj zakladateľmi spoločnosti. Predchádzajúca prax a skúsenosti zamestnancov Ekomu v oblasti inovácií a manažmentu výroby medicínskych výrobkov umožnili firme pomerne v krátkom čase uspieť vo vývoji vlastných výrobkov a následne v ich výrobe a predaji.

Spoločnosť investovala do rozvoja firmy a rozširovania jej výrobného programu. V roku 2000 došlo k rozšíreniu výroby o spracovanie produktov z tenkých plechov v novej divízií Lisovňa. Vlastné výrobné priestory spoločnosti Ekom majú rozlohu viac ako 5000 m<sup>2</sup>. V súčasnosti spoločnosť zamestnáva takmer 160 zamestnancov (4).

### **2.2 Výrobný program**

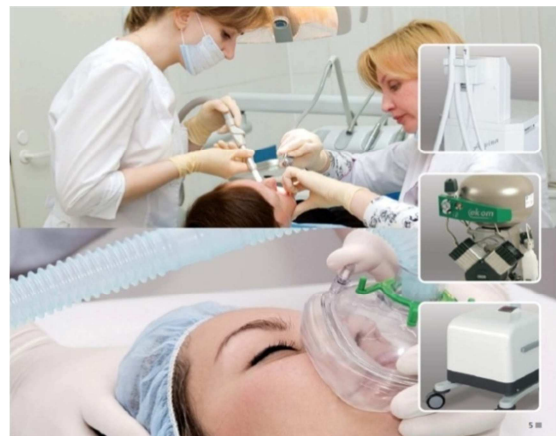
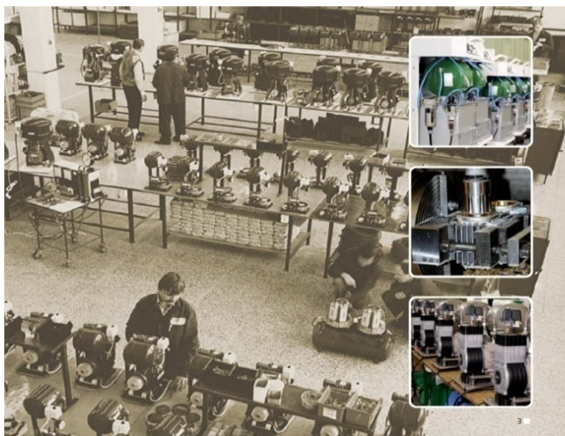
Spoločnosť Ekom spol. s.r.o. rozdeľuje svoju produkciu do dvoch divízií. Divízia kompresory predstavuje 80 percent objemu a divízia CNC lisovňa tvorí 20 percent objemu produkcie (6).

#### **2.2.1 Divízia kompresory**

Firma sa od svojho vzniku zamerala na vývoj a produkciu bezolejových kompresorov pre medicínsku oblasť, predovšetkým pre dentálne súpravy, respiračné a narkotizačné prístroje, ako aj odsávacie systémy pre dentálnu prax. Základ produktovej línie tvoria bezolejové dentálne kompresory, dentálne odsávačky a príslušenstvo k nim.

**Kompresory** sa používajú ako **zdroj čistého stlačeného vzduchu** v zubných ambulanciách a laboratóriách a pre malé a stredne veľké centrálny systémy pre rozvod vzduchu. Samomazné piestne krúžky vyrobené z teflónu, zdravotne nezávadné komponenty, vnútorný povrch vzdušníkov pokrytý ochrannou vrstvou, automatické sušiče spolu s filtračnými jednotkami sú zárukou vysokej kvality vzduchu dodávaného kompresormi. Vďaka nízkej úrovni hluku a ich bezolejovému prevedeniu, na ktorom je technológia založená, výrobky rešpektujú aj požiadavky ochrany životného prostredia.

Produkciou takmer 10 tisíc originálne riešených, tichých a spoľahlivých kompresorov ročne, sa Ekom spol. s r.o. radí k významným producentom vo svojom odvetví a tomu zodpovedá i jeho dominantné postavenie na trhu v rôznych krajinách Európy, Ázie, ako aj zámoria. Približne 96 % produkcie firmy je určených na export (2).



Obrázek 13: Montážna hala pre divíziu kompresory

Obrázek 14: Dentálne odsávačky

### 2.2.1.1 Centrálny kompresor Tower

- predstavuje vrchol medzi kompresormi značky Ekom
- poskytuje centrálny zdroj vzduchu pre veľké laboratóriá, nemocnice, výrobné závody s vysokou spotrebou vzduchu
- zostavu je zložená zo 4-6-9-12-15 kompresorov podľa potreby zákazníka



Obrázok 15: Tower DK50 6x 2VT

Tabuľka 2: Technicke parametre centrálneho kompresora Tower

Technické údaje	DK50 4x2VT	DK50 6x2VT	DK50 9x2VT	DK50 12x2VT	DK50 15x2VT
Menovité napätie [Hz]	3x400V/ 50	3x400V/ 50	3x400V/ 50	3x400V/ 50	3x400V/ 50
Maximálny prúd [A]	14,9	22,1	32,9	43,7	54,5
Výkon motora [kW]	4x1,1	6x1,1	9x1,1	12x1,1	15x1,1
Výkonnosť kompresora [bar]	480 l.min <sup>-1</sup> / 5	720 l.min <sup>-1</sup> / 5	1080 l.min <sup>-1</sup> / 5	1440 l.min <sup>-1</sup> / 5	1800 l.min <sup>-1</sup> / 5
Sacia výkonnosť	800 l.min <sup>-1</sup>	1200 l.min <sup>-1</sup>	1800 l.min <sup>-1</sup>	2400 l.min <sup>-1</sup>	3000 l.min <sup>-1</sup>
Pracovný tlak [bar]	6 – 8	6 – 8	6 – 8	6 – 8	6 – 8
Objem vzdušika [l]	220	330	330	330	330
Režim prevádzky	S1-100%	S1-100%	S1-100%	S1-100%	S1-100%
Stupeň sušenia vzduchu	atmosferický rosný bod -20°	atmosferický rosný bod -20°	atmosferický rosný bod -20°	atmosferický rosný bod -20°	atmosferický rosný bod -20°
Hlučnosť [A]	≤ 73 dB	≤ 74 dB	≤ 75 dB	≤ 76 dB	≤ 83 dB
Hmotnosť [kg]	360	450	540	655	745
Rozmery [cm]	246x55x174	246x55x174	291x55x174	346x55x174	391x55x185

### 2.2.2 Divízia CNC lisovňa

Rozšírením výroby a zakúpením CNC technológií na spracovanie plechov, vznikla v roku 2000 nová divízia spoločnosti Ekom. Technologické zariadenia v tejto divízii sa radia k svetovej špičke v sektore spracovania plechu.

Výrobný program divízie Lisovňa je zameraný na produkciu :

- krytovania pre vlastnú výrobu kompresorov
- krytovania rôznych zariadení podľa želania zákazníka
- kompletných výrobkov a komponentov podľa prania zákazníka
- zvaraných a montovaných dátových a telekomunikačných rozvádzacov
- trezorových pokladní



Obrázok 16: Výrobná hala divízie lisovňa CNC






V roku 2006 došlo k ďalšiemu rozšíreniu výrobných priestorov. Súčasne boli rozšírené o technológiu povrchovej úpravy. Produkcia lisovne tvorí okolo 20 percent celkového objemu výroby spoločnosti (3).

### 3. TECHNOLOGICKÉ ZÁZEMIE VO FIRME

Technologické vybavenie spoločnosti pokrýva široký rozsah výrobných strojov. Keďže v máji oslavuje svoje dvadsiate výročie založenia, technológie používané vo výrobe sú rôzne. Odlišnosť spôsobuje aj rozdelenie výroby na 2 divízie, a to na divíziu kompresory a divíziu lisovňa.

#### 3.1 Prehľad technologického vybavenia

Tabuľka 3: Technologické vybavenie spoločnosti

Názov stroja Výrobca	Obrázok	Alokácia	Rok aplikácie	Popis
<b>Lynx 220 LM</b> DOOSAN- DAEWOO Korea		Divízia Kompresory, Obrobňa	2006	Obrábacie centrum CNC sústruh
<b>SPM 16</b> Kovosvit Sezimovo Ústí		Divízia Kompresory, Obrobňa	2002	Obrábací CNC sústruh
<b>MCFV 1060</b> TAJMAC ZPS Zlín		Divízia Kompresory, Obrobňa	2004	Vertikálne obrábacie centrum
<b>MCFV 1060</b> NT TAJMAC ZPS Zlín		Divízia Kompresory, Obrobňa	2000	Vertikálne obrábacie centrum
<b>GVC 1000</b> Coradu Španielsko		Divízia Kompresory, Obrobňa	2002	Vertikálne frézovacie centrum

<b>VS 16</b> Kovosvit Sezimovo Ústí		Divízia Kompresory, Obrobňa	2002	Elektrická stolová vrtačka
<b>VO 32</b> Kovosvit Sezimovo Ústí		Divízia Kompresory, Obrobňa	1995	Elektrická stojanová vrtačka
<b>SV 18 RD</b> TOS Trenčín		Divízia Kompresory, Obrobňa	1993	Elektrický obrábací stroj
<b>SN 32</b> TOS Trenčín		Divízia Kompresory, Obrobňa	1994	Elektrický obrábací stroj
<b>SN 40</b> TOS Trenčín		Divízia Kompresory, Obrobňa	1995	Elektrický obrábací stroj
<b>Trumatic5000</b> Trumpf Rakúsko		Divízia CNC Lisovňa, Lisovňa	2008	Vysekávací lis
<b>Trumatic 500</b> Trumpf Nemecko		Divízia CNC Lisovňa, Lisovňa	2001	Vysekávací stroj

<b>Truma Bend V130</b> Trumpf Rakúsko		Divízia CNC Lisovňa, Pracovisko ohýbania	2001	Hydraulický ohýbací lis
<b>Truma Bend V 50</b> Trumpf Rakúsko		Divízia CNC Lisovňa, Pracovisko ohýbania	2003	Hydraulický ohýbací lis
<b>OTC Daihen Robotec</b>		Divízia CNC Lisovňa, Robotizované pracovisko zvarovňa	2007	Zvárací robot

## 3.2 Charakteristika a technické parametre obrábacích centier

### 3.2.1 Charakteristika obrábacích centier divízie kompresory


#### 3.2.1.1 Obrábací CNC sústruh SPM 16

Prednosti stroja:

- Univerzálnosť
  - 12 polôh nástrojovej hlavy
  - Poháňané nástroje
  - Polohovanie vretena osou C
  - Prevedenie stroja na 2/3 osé
  - Malé rozmery stroja
  - Podavač krátkych tyčí so zásobníkom
- Vysoká přesnost sústruženia
  - Stabilná tuhosť konštrukcie
  - Kompaktné teleso pracovného vretena, vysoko presne uloženie
  - Vysoká dynamická tuhosť a teplotná stabilita

- Aktívne chladenie vretenových ložísk
- Centrálné mazanie vodiacích plôch suportu a matíc
- Dobrý servis
  - Digitálne pohony
  - Strojná diagnostika a hlásenie chýb
- Ekonomika
  - Krátka vzdialenosť ku skľučovadlu – upínače při manipulácií s dielcom
  - Optimálne sledovanie pracovného procesu a poloha riadiaceho panelu je v zornom poli
  - Dobrý odpad triesok
- Bezpečnosť
  - Posuvný bezpečnostný kryt
  - Kontrola tlakov, energie a zdvihu na upínacom valci
  - Kompletne zakrytie pracovného priestoru
  - Hlasitosť do 80dB (9)

Tabuľka 4: Charakteristika CNC stroja SPM 16 (9)

<b>CNC sústruh SPM 16</b>		
		
<b>Pracovny rozsah</b>		
<b>Geometrická a pracovná presnosť</b>		ISO 13041
<b>Obežný priemer nad lakom</b>	Mm	535
<b>Obežný priemer nad priečným suportom</b>	Mm	290
<b>Max. obrábaný priemer</b>	Mm	180
<b>Max. dĺžka sústruženia</b>	Mm	400
<b>Pracovné vreteno</b>		
<b>Predný koniec vretena</b>		A5
<b>Vrtanie vretena</b>	Mm	51
<b>Upínacie skľučovadlo</b>	Mm	165
<b>Max. priemer při obrábaní z tyče</b>	Mm	42
<b>Hlavný pohon</b>		
<b>Výkon motora</b>	kW	20
<b>Rozsah otáčok vretena</b>	Min <sup>-1</sup>	60-6000
<b>Náhon osi C</b>		
<b>Max. otáčky vretena</b>	Min <sup>-1</sup>	80

<b>Menovitý výkon motora</b>	kW	1
<b>Os X</b>		
<b>Max. zdvih</b>	Mm	181
<b>Max. posuvná sila</b>	kN	10
<b>Presnosť opakovaného nájezdu</b>	Mm	0,005
<b>Os Z</b>		
<b>Max. zdvih</b>	Mm	485
<b>Max. posuvná sila</b>	kN	10
<b>Presnosť opakovaného nájezdu</b>	Mm	0,010
<b>Os Y</b>		
<b>Max. zdvih</b>	Mm	100-+50
<b>Max. posuvná sila</b>	kN	10
<b>Presnosť opakovaného nájezdu</b>	Mm	0,005
<b>Nástrojová hlava</b>		
<b>Počet polôh</b>		12
<b>Priemer upínacího čapu držiaka</b>	Mm	30
<b>Rozmer noža</b>	Mm	20x30
<b>Max. otáčky nástrojového vretena</b>	Min <sup>-1</sup>	4000
<b>Koník</b>		
<b>Priemer pinoly</b>	Mm	70
<b>Kužel v pinole</b>		Mo 4
<b>Zdvih pinoly</b>	Mm	110
<b>Rozsah prítlačnej sily</b>	kN	0,9-7,8
<b>Hmotnosť</b>	Kg	4300
<b>Normálne príslušenstvo</b>		
<b>Upínací valec priechodný</b>		
<b>Vaňa na triesky s nádržou reznej kapaliny</b>	Liter	200
<b>Rozvod chladenia po stroji</b>		
<b>Náradie k obsluhu</b>		
<b>Zvláštne príslušenstvo</b>		
<b>Doplňky riadiacemu systému</b>		
<b>Doplňky k vretenu</b>		
<b>Držiaky pevné</b>		
<b>Držiaky rotačné</b>		
<b>Podávače a vedenie tyčí</b>		
<b>Lunety</b>		
<b>Indikácia stavu stroja</b>		
<b>Odsávanie</b>		
<b>Programovací systém CAD/CAM</b>		

### 3.2.1.2 Vertikálne obrábacie centrum MCFV 1060

Pokrýva celú škálu technológií od silového po vysokorychlostné obrábanie. Stroj tvoria dva stacionárne odliatky, a to základňa, na ktorej je upevnený stojan. Pohyby stroja sú realizované prostredníctvom lineárneho vedenia s valivými elementami, ktorých dimenzia a umiestnenie dovoľuje vysoké zaťaženie stolu, suportu i vreteníka pri zachovaní vysokej presnosti rozmeru a kvality obrobku. Stroj ma vysokú životnosť, široké uplatnenie a ponúka bohaté príslušenstvo

Prednosti stroja:

- Vysoká výkonnosť
- Vysoká pevnosť a tuhosť
- Vysoká dynamická a tepelná stabilita
- Vysoká presnosť
- Vysoká spoľahlivosť
- Krytovanie uľahčuje manipuláciu s obrobkom
- Modelová flexibilita
- Ekologicky šetrný výrobok (14)

Tabuľka 5: Charakteristika vertikálneho obrábacieho centra MCFV 1060 (14)

Vertikálne obrábacie centrum MCFV 1060		
		
<b>Prejazdy</b>		
<b>Osa X – pracovný stôl</b>	Mm	1016
<b>Osa Y – krížový suport</b>	Mm	610
<b>Osa Z – vreteník</b>	Mm	760
<b>Vzdialenosť čela vretena od stolu</b>	Mm	150-190
<b>Max. pracovný posuv</b>	m/min	15
<b>Rýchloposuv</b>	m/min	40
<b>Stôl</b>		
<b>Pracovná plocha</b>	Mm	1270x590
<b>Počet T- držiakov</b>	Ks	5
<b>Max. zaťaženie</b>	Kg	1350
<b>Presnosť</b>		

<b>Presnosť polohovacia</b>	Mm	0,008
<b>Opakovaná presnosť</b>	Mm	0,005
<b>Vreteno</b>		
<b>Upínací kužel</b>		ISO 40
<b>Max. otáčky</b>	Min <sup>-1</sup>	10 000
<b>Výkon trvalý</b>	kW	20
<b>Zásobník nástrojov</b>		
<b>Počet miest v zásobníku</b>		30
<b>Čas výmeny nástroja</b>	s	3,5
<b>Max. hmotnosť nástroja</b>	Kg	6,5
<b>Max. hmotnosť celková</b>	Kg	160
<b>Prívod energie</b>		
<b>Provotný príkon</b>	kW	35
<b>Napätie siete</b>	V	400
<b>Stlačený vzduch</b>	MPa	0,6-0,8
<b>Hmotnosť stroja</b>	Kg	7700
<b>Riadiaci systém FANUC</b>		
<b>Základné vybavenie</b>		
<b>Digitálne pohony Siemens</b>		
<b>Lineárne oktoelentrická pravítka</b>		
<b>Zásobník nástrojov s výmennou rukou</b>		
<b>Centrálny mazací systém</b>		
<b>Automatické ofukovanie držáku nástroja</b>		
<b>Chladiaci agregát</b>		
<b>Oplachovanie krytov</b>		
<b>Elektronická kompenzácia</b>		
<b>Voliteľné príslušenstvo</b>		
<b>Otočný stôl</b>		
<b>Sonda pre kontrolu rozmerov obrobku</b>		
<b>Sonda pre kontrolu nástroja</b>		
<b>Ručný výmeník paliet</b>		
<b>Automatický výmeník paliet</b>		
<b>Dopravník triesok</b>		
<b>Kazety na triesky</b>		
<b>Zberač oleja z hladiny chladiacej kvapaliny</b>		

### 3.2.2 Charakteristika obrábacích centier divízie CNC lisovňa


#### 3.2.2.1 Vysekávací lis *TruPunch 5000*

Prednosti stroja:

- Rýchle vysekávanie
  - Vysekávanie rýchlosťou až do 1200 zdvihov za min.
  - Značkovanie rýchlosťou až do 2800 zdvihov za min.

- Os C otáča nástroje do určenej polohy rýchlosťou až 330 ot./min.
- Rýchle obrábanie dielcov a tvarovanie závitov pri najtenších plechoch s malou strižnou voľou
- Vysoká produktivita
  - zabudované ľahké komponenty a nástrojové kazety s vodou chladeným pohonom
  - 2 vysoko účinné motory synchronne riadené bez mechanického prepojenia
  - Rýchla výmena nástrojov
- Inteligentné detail
  - Jednoduché ovládanie pomocou farebnej obrazovky na ovládacom paneli
  - Ovládacia plocha podľa OS Windows
  - Používanie pridržiavača proti poškrábaniu citlivej plochy
  - Automatické rozpoznanie tolerancie plechu a následná kalibrácia zdvihu

Tabuľka 6: Charakteristika vysekávacieho lisu TruPunch 5000 (15)

<b>Vysekávací lis TruPunch 5000</b>		
		
<b>Pracovná oblasť</b>		
<b>Výkony</b>		
<b>Max. hrúbka plechu</b>	Mm	8
<b>Max. vysekávacia sila</b>	kN	220
<b>Aktivny pridržiavač</b>	kN	4,5-20
<b>Max. hmotnosť obrobku</b>	Kg	200
<b>Rýchlosť</b>		
<b>Os X</b>	m/min	100
<b>Os Y</b>	m/min	60
<b>Simultánne X a Y</b>	m/min	116
<b>Os C</b>	Otáčok/min	330
<b>Max. počet zdvihov vysekávania</b>	1/min	1200
<b>Max. počet zdvihov pri značení</b>	1/min	2800
<b>Nástroje</b>		
<b>Lineárny zásobník – počet nástrojov</b>	Ks	18
<b>Počet pri nástrojoch MultiTool</b>	Ks	18-180

<b>MultiTool</b>	Ks	5-/10násobný
<b>Doba výmeny nástroja</b>		
<b>Jednotlivý nástroj</b>	S	< 3
<b>MultiTool</b>	S	0.7
<b>CNC riadenie Trumpf</b>		
<b>Siemens</b>		
<b>Sinumerik 840D</b>		
<b>Programovateľná klapka na dielce</b>		
<b>Max. veľkosť dielca</b>	Mm	500-500
<b>Plocha s bezpečnostnou závorou</b>	Mm	6760x6100

### 3.2.2.2 Vysekávací CNC lis Trumatic 500 Rotation

Základ tvorí široký rám tvaru C kompaktnej do seba uzavretej konštrukcie. Premyslená architektúra stroja sa prejavuje v integrácii zásobníka náradia do priečnej vodiacej koľajnice a vo voľnej prístupnosti k stroju. Tabuľa obrobku sa rýchlo pohybuje po podložných stoloch pre plech v pevných vodidlách. AC motory sú garanciou vysokej pojazdovej rýchlosti bez opotrebovania. Elektrohydraulický baran vo vysekávacej hlavici s integrovaným upnutím nástroja je smerodajný pre technologický štandard vysekávacích strojov CNC. Prestavenie nástrojov trvá niekoľko sekúnd a ponúka 18 nástrojových pozícií. Stroj používa moderné a graficky programovateľné riadenie TrumaGraph

Prednosti stroja:

- Inteligencia v hlave
  - Elektrohydraulický pohon barana
  - Silovo a časovo optimalizovaný proces
  - Programovateľná poloha barana
  - Rýchla frekvencia zdvihov
  - Hydraulické upnutie nástroja
  - Vysoká životnosť nástrojov
- 360 stupňová rotácia nástrojov bez rozmerového obmedzenia
  - Vysoká produktivita a flexibilita
  - Tiché vysekávanie – Trumpf Softpunch
  - Ľahko prestaviteľný lineárny zásobník
  - Vysekávacie nástroje Trumpf so systémom Multitool

- 3D vysekávanie
- Vkladanie a Odoberanie plechových dielov Trumalift Sheetmaster
- Riadiaca jednotka CNC Trumpf TrumaGraph CC 220 S (16)

Tabuľka 7: Charakteristika vysekávacieho CNC lisu Trumatic 500 R (16)

<b>Vysekávací lis Trumatic 500 R</b>		
<b>Pracovná oblasť</b>	Mm	2535x1280
<b>Výkony</b>		
<b>Max. vysekávacia sila</b>	kN	220
<b>Max. hrúbka plechu</b>	Mm	8
<b>Max. hmotnosť obrobku</b>	Kg	200
<b>Max. vysekávací priemer</b>	Mm	76,2
<b>Rýchlosti</b>		
<b>Max. polohovacia rýchlosť</b>	m/min	90
<b>Os X</b>	m/min	60
<b>Simultánne</b>	m/min	108
<b>Otáčavá os</b>	Stupeň	360
<b>Druh pohonu</b>		
<b>Os X Y C</b>	Bezúdržbové AC motory	
<b>Vysekávacia hlavica</b>	Hydraulický pohon	
<b>Presnosť</b>		
<b>Odchýlka polohy</b>	Mm	+/-0,1
<b>Automatický vymieňač nástrojov Lineárny zásobník</b>		
<b>Počet nástrojových pozícií</b>		18
<b>Počet nástrojov pri MultiTool nástrojoch</b>		108
<b>Doba výmeny nástroja</b>	S	1,5-5
<b>Programovateľná klapka</b>		
<b>Max. Veľkosť dielca</b>	Mm	500x500
<b>Riadenie</b>		
<b>Bezpečnostný systém svetelných závor</b>		
<b>Pripojovacie hodnoty</b>		
<b>Elektrické pripojenie</b>	kVA	17
<b>Pneumatické pripojenie</b>	Bar	7
<b>Rozmery a hmotnosť</b>		
<b>Priestorové nároky</b>	Mm	6900x5800
<b>Výška</b>	Mm	2200
<b>Hmotnosť</b>	Kg	11000

### **3.3 Aplikácia robotizovaného zvaracieho pracoviska**

#### **3.3.1 Návrh robotizovaného pracoviska OTC**

- Robotizované zvaracie pracovisko je koncipované ako funkčný technologický celok spĺňajúci príslušné technické normy (STN 05 0600, EN 999, a ďalšie).
- Robotizované pracovisko OTC je vyrábané jedným výrobcom všetkých komponentov, čo zabezpečuje 100 percentnú kompatibilitu dielcov medzi sebou a aj celého pracoviska.
- Navrhované robotizované pracovisko pozostáva zo zvaracieho robota OTC AX-V6L s príslušenstvom, pulzného digitálneho zvaracieho zdroja s bezroztrekovým zvaraním a digitálneho TIG zvaracieho zdroja, vodného chladenia, čistiacej stanice, dvoch dvojosích polohovadiel, kovových konštrukcií, ochranných a bezpečnostných prvkov a softveru.
- Zvaracie horáky a príslušenstvo TIG, MIG je možné manuálne jednoducho vymeniť pomocou výmenného systému pre zvaracie horáky (12).


#### **3.3.2 Obsluha pracoviska**

- Robotizované zvaracie pracovisko je určene pre obsluhu jedným pracovníkom v priebehu celej smeny.
- Obsluha pracoviska nekladie špeciálne požiadavky na vzdelanie obsluhy.
- Pracovisko je koštruované tak, aby sa minimalizovalo nebezpečenstvo ohrozenia zdravia obsluhy pri dodržiavaní základných pravidiel.
- Školenie pre programovanie zvarania je užívateľsky zamerané tak, aby po trojdňovom školení bola obsluha schopná modifikovať a vytvárať stávajúce zvaracie program (12).

#### **3.3.3 Zloženie zvaracieho pracoviska**

Kompletná dodávka robotizovaného pracoviska OTC zahrňuje projekciu, predmontáž, inštaláciu a montáž spolu s dopravou, systémové nastavenia, riadiace programy, tiež aj školenie obsluhy a programovanie.

Tabuľka 8: Charakteristika zváracieho pracoviska OTC Daihen (12)

<b>Zváracie pracovisko OTC</b>	
	
<b>Popis</b>	<b>Počet</b>
<b>Robot</b>	
<b>AX – V6L</b>	1 ks
<b>Riadiaca jednotka AX – C</b>	1 ks
<b>Ručné programovacie zariadenie, kábel</b>	1 ks
<b>Zváracia technika</b>	
<b>Zvárací zdroj DP – 400</b>	1 ks
<b>Zvárací zdroj DA – 300P</b>	1 ks
<b>Zvárací interface</b>	2 ks
<b>Riadiaci kábel</b>	2 ks
<b>OTC Zvárací horák so shocksenzorom</b>	
<b>Výmenný systém pre horák manuálny</b>	1 ks
<b>Horák plynom chladený MWXC – 2001</b>	1 ks
<b>Horák vodou chladený MTCW – 5031</b>	1 ks
<b>Zváracie príslušenstvo</b>	
<b>Štandardné AX6L – XCW5031 – DP4</b>	1 set
<b>Štandardné AX6L – WXC2001FDA</b>	1 set
<b>Privádzač drôtu 4 m</b>	1 ks
<b>Redukčný ventil na ochranný plyn</b>	2 ks
<b>Adaptér na horák</b>	1 ks
<b>Vodné chladenie horáku</b>	1 ks
<b>Striedací bubon na cievku</b>	2 ks
<b>Balancér</b>	2 ks
<b>Držiak káblov</b>	2 ks
<b>Čistiaca stanica horáku</b>	
<b>Filter vzduchu</b>	1 ks
<b>Čistiaca stanica BRG 2000/D</b>	1 ks
<b>Fréza 15/11</b>	1 ks
<b>Zmes proti rozstreku ZIP Clean 1 liter</b>	1 ks
<b>Software</b>	
<b>Multi synchronmotion AX – MS – 02</b>	1 ks
<b>Technika na polohovanie zvarenca</b>	
<b>Polohovadlo horizontálne dvojsose AX – 2PF300</b>	2 ks


<b>2 externé osi – rozšírenie pre AX – 2PF300</b>	2 ks
<b>Kábel externej osi</b>	2 sety
<b>Kovová konštrukcia</b>	
<b>Základná podstava pre robot</b>	1 ks
<b>Stojan pre robot</b>	1 ks
<b>Konzola čistiacej stanice</b>	1 ks
<b>Konzola balancéra</b>	1 ks
<b>Rám pre riadiacu jednotku, I/O box, zvärací zdroj</b>	1 ks
<b>Základná podstava pre polohovadlo</b>	2 ks
<b>Rozvádzač I/O box, elektroinštalácia</b>	
<b>I/O rozvádzač – komplet s čtením</b>	1 ks
<b>Elektroinštalácia – komplet</b>	1 set
<b>Káblové kanále</b>	1 ks
<b>Diaľkové ovládanie 8 m</b>	1 ks
<b>Zabezpečenie pracoviska</b>	
<b>Ochranné steny vrátane servisných dverí</b>	1 set
<b>Bezpečnostné prvky</b>	1 set
<b>Štartbox</b>	2 ks
<b>Manuálne výsuvné dvere</b>	2 ks

### 3.3.4 Charakteristika robotizovaného pracoviska

#### 3.3.4.1 Popis robotizovaného pracoviska OTC

Základ pracoviska tvorí robot, ktorý je montovaný na kovový stojan a základnú podstavu. Polohovanie zvarov je zabezpečené použitím dvoch dvojsoch polohovadiel na robotizovanom pracovisku, ktoré je koncipované ako dvojstanicové. Polohovadlá sú montované na základnú podstavu. Všetky základné podstavy sú ukotvené chemickými kotvami do podlahy, ktorej hrúbka musí byť minimálne 250 milimetrov. Najlepší materiál na podlahu je vyzretý betón. Všetky káblové zväzky sú chránené uložením do kovových žlabov, PVC žlabov a PVC líšt. Pracovisko je zabezpečené ochrannými stenami, ktoré chránia personál pred úrazom a ožiareníím okolitého priestoru. Zväzok káblov, ktoré vedú z ramena robota, je nesený pomocou samonavíjacieho balancéra zabezpečujúceho dlhú životnosť tohto zväzku. Na dvojstanicovom pracovisku obsluha na jednej stanici vyníma zvarenec z prípravku a zakladá komponenty nového zvarenca do prípravku, kým robot na druhej stanici zvära. Po zavarení zvarenca robotom a upnutí komponentov nového zvarenca obsluhou sa robot presunie na prvé stanovište, kde zvära a obsluha prejde vynímať a zakladať nový zvarenec na druhé stanovište (12).

Tabuľka 9: Charakteristika priemyselného robota Almega AX – V6L (12)

<b>Priemyselný robot Almega AX – V6L</b>	
	
<b>Model</b>	AX-MV6L
<b>Prevedenie</b>	Vertikálny kĺbový typ
<b>Počet osí</b>	6
<b>Max. užitočné zaťaženie</b>	6kg
<b>Opakovateľná presnosť polohovania</b>	+ - 0,08 mm
<b>Systém pohonu</b>	Motor AC servo
<b>Výkon pohonu</b>	5200 W
<b>Polohová spätná väzba</b>	Kódovaná
<b>Operačný rozsah</b>	
<b>Rameno</b>	
<b>Otáčanie os 1</b>	340° + - 170°
<b>Spodné rameno os 2</b>	255° + 100° - 170°
<b>Horné rameno os 3</b>	375° + 205° - 170°
<b>Kĺb</b>	
<b>Priebeh os 4</b>	360° + - 180°
<b>Ohyb os 5</b>	280° +230° - 50°
<b>Skrútenie os 6</b>	720° + - 360°
<b>Maximálna rýchlosť</b>	
<b>Rameno</b>	
<b>Otáčanie os 1</b>	165°/s
<b>Spodné rameno os 2</b>	165°/s
<b>Horné rameno os 3</b>	175°/s
<b>Kĺb</b>	
<b>Priebeh os 4</b>	350°/s
<b>Ohyb os 5</b>	340°/s
<b>Skrútenie os 6</b>	520°/s
<b>Zaťaženie kĺbu</b>	
<b>Prípustná okamžitá záťaž</b>	
<b>Os 4</b>	11,8 Nm
<b>Os 5</b>	9,8 Nm
<b>Os 6</b>	5,9 Nm
<b>Priestor záberu robota</b>	R=2006 mm x 340°
<b>Vonkajšia teplota a vlhkosť</b>	0 - 45°C , 20 – 80 % RH
<b>Hmotnosť</b>	260kg
<b>Užitočné zaťaženie horného ramena</b>	12kg
<b>Spôsob inštalácie</b>	Podlaha, strop, kolmá stena

### 3.3.4.2 Dvojose otočné polohovadlo AX – PF 300

Tabuľka 10: Charakteristika dvojoseho otočného polohovadla AX-2PF300 (12)

<b>Dvojose otočné polohovadlo</b>	
<b>Max. užitečné zaťaženie</b>	300kg
<b>Rotačná rýchlosť</b>	30 ot/min
<b>Rýchlosť nakláňania</b>	125°/min
<b>Rotačný moment</b>	294 N.m
<b>Nakláňací moment</b>	882 N.m
<b>Opakovateľnosť pozícií</b>	+ - 0,08 mm
<b>Pozícia zastavenia</b>	Ľubovoľná
<b>Hmotnosť</b>	260kg


Dvojose nakláňacie polohovadlo, plne programovateľné pomocou prenosného ovládacího panelu. Pohyby polohovadla môžu byť synchronizované alebo nezávislé od pohybov robota. Vysoká operačná presnosť bola dosiahnutá použitím rovnaneho servomotora a bezsloveho prevodu aký je použitý pre robot. Zvarence môžu byť nakladané aj počas rotách. Stredový otvor môže byť použitý na vedenie kábla a hadíc. Štyri vývodu pre vzduch v strede stola polohovadla (12).

### 3.3.4.3 Zvárací zdroj DP 400

Použitím pulzného digitálneho zvaracieho zdroja a nastavením optimálneho tvaru pulzu pre konkrétny prípad je možné nastaviť nezávislé na sebe šírku aj hĺbku závaru pri minimálnom tepelnom ovplyvnení zvaranej oblasti. Použitie digitálneho zvaracieho zdroja DP 400 má priaznivý vplyv na veľkosť deformácie. Digitálny zvarací zdroj DP – 400 navrhovaný v tejto zostave je určený na zváranie v automatizovaných prevádzkach vybavených robotmi OTC Daihen a riadiacimi jednotkami AX. Riadiaca frekvencia zvaracieho zdroja je 100 kHz, čo zabezpečuje dostatočnú rýchlosť riadenia oblúka

v reálnom čase a možnosť prenosu zväracích parametrov pomocou optického kábla bez vplyvu rušivých elektromagnetických a elektrostatických polí. Zváranie je bezrozstrekové, kvalita zvärania je stabilná vďaka funkciám regulovania prievaru. Zapálenie oblúka je bezproblémové vo všetkých pozíciách. Komunikácia s riadiacim systémom robota je na digitálnej úrovni (12).

**Tabuľka 11: Charakteristika zväracieho zdroja DP 400 (12)**

<b>Zvärací zdroj DP 400</b>	
	
<b>Technická špecifikácia</b>	Digitálny invertorový zvärací zdroj DP 400
<b>Metóda zvärania</b>	Pulz / DC
<b>Fázy</b>	3
<b>Frekvencia</b>	50 / 60 Hz
<b>Napájacie napätie</b>	400 V + - 15 %
<b>Príkion</b>	22,0 / 19,7 kVA
<b>Rozsah zväracieho prúdu</b>	30 – 400 A
<b>Rozsah zväracieho napätia</b>	13 – 16 V
<b>Napätie naprázdno</b>	58 V
<b>Zat'ážovateľ</b>	50% pri 400 A
<b>Rozmery</b>	640 x 250 x 544 mm
<b>Hmotnosť</b>	45 kg

#### **3.3.4.4 Riadiaci systém AX – C**

Je to vysokovýkonný riadiaci systém, ktorý je univerzálny pre riadenie vrtkých typov a druhov robotov OTC. Riadiaci systém umožňuje riadiť naraz až 54 osí. Kapacita pamäte je až 160 000 bodov. Riadiaci systém je vybavený výkonnou CPU a novým algoritmom pre pohyby robota umožňujúcim redukciu času pracovného cyklu až o 20%, ďalej funkciami, ktoré umožňujú v procese programovania riadiť rýchlosť zvärania v blokovom režime, čo značne zrýchľuje proces zvärania. Pre zjednodušenie obsluhy riadiacej jednotky sú parametre zvärania ako aj kývavého pohybu zobrazované na displeji panelu ručného riadenia. Zariadenie je vybavené funkciou Check-motion,

ktorá umožňuje plynulo percentuálne meniť rýchlosť zväracieho programu. Zvärací horák je k manipulátoru uchytený pomocou Shock-senzoru, ktorý spolupracuje s riadiacim systémom a v prípade kolízie horáka s prekážkou dôjde k okamžitému zastaveniu. Riadiaci systém AX-C je pružný stavebnicový systém, ktorý je možné pripraviť presne podľa požiadaviek zákazníkov, teda možnosť použitia pre oblúkové zväranie, bodové zväranie, manipuláciu a podobne. Modulárna konštrukcia a použitie menšieho počtu vvedení zabezpečuje jednoduchú údržbu riadiacej jednotky. Osciloskop uľahčuje preventívnu údržbu a vizuálne definuje problémové oblasti.

Riadiaci systém je kompatibilný s nadradeným riadiacim systémom Siemens čo umožňuje nasadenie týchto systémov vo výrobných automatizovaných linkách. Elektrické a elektronické časti sú chránené v skrini s núteným chladením a so 100 percentnou ochranou proti prachu a dymu.



Obrázek 17: Riadiaci systém AX - C

Riadiaci systém AX-C podporuje správu dát prostredníctvom LAN. Štandardný komunikčný software umožňuje nastavovanie zväracích parametrov, zobrazovanie informácií o vykonávanej úlohe prostredníctvom PC. Taktiež je kompatibilný s Field network, vstupný a výstupný interface do systémovej riadiacej jednotky namiesto releového obvodu môže znížiť najnáročnejšie požiadavky (12).

#### **3.3.4.5 Panel ručného riadenia**

Poskytuje bezpečné a presné ovládanie robota, programovanie robota, priamu komunikáciu pomocou príkazov so všetkými ovládateľnými komponentmi pracoviska, umožňuje sledovať výrobný čas produkcie ako aj množstvo výrobkov (12).

#### **3.3.4.6 Spojovacie káble a komunikačné karty**

Sada kompletných silových, komunikačných a optických káblov ukončených koncovkami, ktoré sú uložené v uzavretých kovových kanáloch prichytených k podlahe (12).

#### **3.3.4.7 Čistiaca stanica horáka**

Zariadenie je určené na ošetrovanie horáku pre zabezpečenie bezporuchovej prevádzky v automatickom režime bez zásahu obsluhy. Čistiaca stanica je vybavená srtihačkou drôtu (12).

#### **3.3.4.8 Bezpečnostné vybavenie**

Pracovisko je navrhnuté v súlade s normou STN 05 0600 „Bezpečnostné ustanovenia pre zváranie kovov – Projektovanie a príprava pracovísk.

- Vnútoraná ovládacia bezpečnostná jednotka
- Dvojokruhový obvod núdzového zastavenia
- Vonkajší ovládací panel umiestnený mimo pracovnej zóny
- Ochranné steny
- Bezpečnostné snímače na servisných dverách, a ďalšie (12)

## **4. VÝBER, ROZBOR A POROVNANIE KONKRÉTNEJ TECHNOLOGIE VÝROBY**

Nasadenie CNC zvaracieho robota na výrobu trezorov EM výrazne skvalitňuje a zefektívňuje výrobný proces. Zvarací robot dokáže upnúť súčasne viac dielov, čím odstraňuje prípravný čas a urýchľuje zvarací proces v porovnaní s konvenčnou technológiou ručného zvarania.

### **4.1 Metódy zvarania používané na výrobu trezorov EM**

Technológiu zvarania môžeme vo všeobecnosti definovať ako spojovanie dvoch alebo viacerých častí materiálu, a to teplom, tlakom alebo ich kombináciou tak, aby bola získaná požadovaná kontinuita materiálu.

Pri výrobe trezora EM musí predovšetkým kvalita zvarových spojov zodpovedať určitému stupňu odolnosti, aby trezor spĺňal požiadavky európskych noriem. Kvalita, efektivita a produktivita výroby nielen trezorov EM podnietili spoločnosť Ekom k inováciám výrobného procesu, a to nahradením ručného zvarania za robotizované.

#### **4.1.1 Konvenčné zvaranie**

Konvenčnú metódu zvarania pri výrobe trezora EM predstavuje ručné oblúkové zvaranie.

##### ***4.1.1.1 Charakteristika ručného oblúkového zvarania obalenou elektrodou ROZ***

Ručné oblúkové zvaranie obalenou elektrodou je metóda zvarania, ktorá je charakterizovaná týmito vlastnosťami:

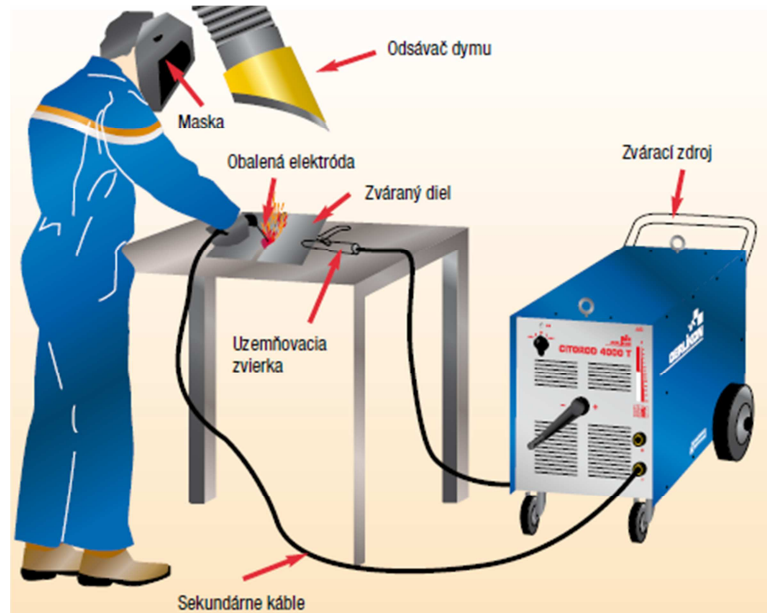
- Zdrojom tepla je elektrický oblúk, ktorý je počas zvarania udržiavaný medzi koncovou časťou elektródy a povrchom materiálu, ktorý je práve zvaraný.
- Prídavný materiál zabezpečuje obalená elektroda tvorené kovovým jadrom a obalom sa taví a v podobe kvapiek prechádza do zvarového kupaľa, pričom tvorí podstatný podiel zvarového kovu.
- Pohyb s elektrodou, teda vedenie elektródy vykonáva zvarač ručne

Elektrický oblúk získava energiu zdroja elektrického napätia, ktorým je zvarací zdroj. Jadro obalenej elektródy tvorí ťahaný drôt, ktorý je obalený špeciálnym

keramickým obalom. Obal z keramiky zabezpečuje ochranu elektrického oblúka a zvarového kovu pred vzdušnými plynmi.

Samostatný zvarací proces začína zapálením elektrického oblúka najčastejšie v mieste začiatku zvárania a plynule pokračuje buď do odtavenia použiteľnej dĺžky elektródy alebo do vytavenia potrebného množstva zvarového kovu. Rýchlosť odtavovania závisí najmä na intenzite zvaracieho prúdu.

Prvky systému ručného oblúkového zvárania sú zobrazené na obrázku 18. Medzi jednotlivými prvkami ako je zvarok, elektrický oblúk, obalená elektróda, pracovné prostredie, zvarací zdroj s príslušenstvom a tiež aj zváračom, existujú vzájomné väzby. Najdôležitejšie väzby ovplyvňujú vlastnosti výsledného zvarku, teda zvarové spoja alebo návaru (1).



Obrázek 18: Schéma zariadenia pre ručné zváranie obalenou elektrodou

### ***Porovnanie ROZ s ostatnými metódami ručného zvárania***

Prednosti metódy ROZ:

- Vysoká kvalita zvarových spojov
- Vysoká rýchlosť nasadenia, flexibilita a dostupnosť
- Vysoká použiteľnosť a univerzálnosť
- Vysoká spoľahlivosť

- Nízke investičné náklady

Nedostatky metódy ROZ:

- Nízka produktivita
- Nutnosť odstraňovania trosky
- Vysoké požiadavky na kvalifikáciu zvárača
- Nemožnosť automatizácie či mechanizácie (1)

#### 4.1.2 Robotizované zváranie

Robotizované zváranie sa líši od ručného zvárania predovšetkým tým, že pracovné úkony, ktoré vykonáva zvárač sú realizované robotom.

Robot OTC je určený a konštruovaný na zváranie metódami MIG/MAG a TIG.

##### 4.1.2.1 Charakteristika zvárania elektrickým oblúkom netaviacou sa elektrodou v inertných plynoch TIG

Zváranie TIG patrí medzi zvárania **tavné**. Zvarový kúpeľ, ktorý vzniká miestnym natavením zvarových plôch základného materiálu a odtavením potrebného množstva prídavného materiálu, postupne tuhne a vytvára spojenie medzi materiálmi.

Zdrojom tepla pri zváraní TIG je elektrický oblúk. Oblúk horí medzi koncom netaviacej sa elektródy a základným materiálom v prostredí inertného plynu. Používa sa jednosmerný prúd s priamou polaritou, čo zabezpečuje stabilný oblúk a požadované vlastnosti zvarových spojov. Ochrannými plynmi sú inertné, chemicky nereagujúce plyny ako argón, zmes argónu a hélia. Ich úlohou je ochrana zvarového kúpeľa, vyhriatej netaviacej elektródy a časti základného materiálu pri zvare pred škodlivými účinkami atmosféry. Ďalšou funkciou je stabilizácia oblúka a tiež ovplyvňuje tvar zvaru, teda zvarovej húsenice.

Jako prídavný materiál sa používajú zvaracie tyčky a drôty kruhového prierezu navinuté na cievkach. Tieto netaviace sa elektródy sú vyrobené z voľfrámu alebo jeho zliatin. Dĺžka prídavného materiálu závisí od konštrukcie zvaracieho horáka (1).

#### ***4.1.2.2 Charakteristika zvárania elektrickým oblúkom taviacou sa elektrodou v ochranných plynoch MIG/MAG***

Zváranie MIG/MAG sú metódy, ktoré patria medzi zváranie **tavné**. To znamená, že natavením zvarových plôch materiálu a odtavením prídavného materiálu, ktorým je taviaca sa elektróda, vzniká zvarový kúpeľ. Zvarový kúpeľ postupne tuhne a vzniká požadované spojenie materiélov, ktoré sa počas chladnutia spoja spevňuje. Tvar a rozmery zvarového spoja v najväčšej miere ovplyvňujú zvárací prúd a rýchlosť zvárania. Práve zváranie metódou MIG/MAG sa vykonáva pri vysokom prúdovom zaťažení taviacej sa elektródy a pri vysokých rýchlostiach zvárania. Výsledkom je charakteristický zvar v tvare húsenice.

Zdrojom tepla je elektrický oblúk horiaci medzi koncom taviacej sa elektródy a základným materiálom v prostredí ochranných plynov. Pri zváranie MIG sa ako ochranné plyny používajú inertné plyny ako **argón** a pri zváraní MAG sa používajú aktívne plyny jako **oxid uhličitý** alebo jeho zmesi s argónom, kyslíkom či vodíkom. **Ochranné plyny** zabezpečujú okrem ochrany zvarového kúpeľa, taviacej elektródy a zohriatých častí zváraného materiálu pred škodlivými účinkami atmosféry aj iné funkcie. Zabezpečujú stabilizáciu elektrického oblúka, úpravu tepelného výkonu elektrického oblúka a tiež zlepšujú formovanie zvaru. Ochranné plyny sa dodávajú v oceľových flašiach v plynnom skupenstve okrem oxidu uhličitého, ktorý má kvapalné skupenstvo. Prídavným materiálom sú **drôtové elektródy**. Na zváranie ocelí sa používajú drôty plného prierezu v priemere od 0,6 do 1,6 mm (1).

#### ***Vhodnosť použitia metódy MIG/MAG pre robotizované zváranie***

Použitie metódy MIG/MAG pre robotizované zváranie je vhodné z nasledujúcich dôvodov:

- Zvárací oblúk je vysokokoncentrovaný zdroj tepla, ktorý je možné jednoducho zapáliť, ovládať počas procesu a zhasnúť, teda ukončiť zváranie.
- Zvárací oblúk je stabilný zdroj tepla, ktorý je možné ovládať malým počtom parametrov zvárania. Jeho charakteristickou vlastnosťou je samoregulácia dĺžky oblúka prostredníctvom zváracieho zdroja.

- Hlavnými regulačními prvky, které nejvíce ovlivňují tvar a rozměry zvaru sú zvarací proud, napětí na obluku a rychlost zvarování.
- Hĺbka průvaru je regulovaná zvaracím proudem a šířka zvaru zase napětím na obluku alebo rychlostou zvarování.
- Trosku zvarování MIG neprodukuje. Vzniká v malom objeme při zvarování MAG, avšak je ľahko oddělitelná od povrchu zvaru.
- Metódy vykazujú priaznivý teplotný a deformačný cyklus zvarování, to znamená, že ani při zvarování tenkých materiálů nedeformuje zvary ani zvarované konstrukce.
- Rozstrek při zvarování je minimalizovaný použitím nových zvaracích zdrojů a ochranných plynů (1).

#### 4.1.3 Porovnanie ručného a robotizovaného zvarování

Ekonomické a technické prednosti robota v porovnaní s ručným zvarováním:

- **Zvyšuje kvalitu** zvarových spojů – snížením vplyvu poruch zvaracieho procesu
- **Zvyšuje produktivitu** výroby zvarových spojů – zvýšením zvaracích rychlostí a snížením vedľajších prípravných časů na zvarování spojů
- **Zvyšuje hospodárnost** výroby zvarových spojů – snížením spotřeby přídavných materiálů a technických plynů
- **Zvyšuje bezpečnost** a hygienu práce – snížením podielu přímé účasti osoby na výrobě zvarových spojů
- Rozširuje oblasti priemyselných aplikací (1)

## 4.2 Charakteristika výrobku

Trezor EM poskytuje efektívne bezpečnostné riešenie pre otvorené pracoviská jako sú banky, zmenárne, úřady, pošty či čerpacie stanice. Sú určené na ochranu bankoviek, mincí, cenností,šeků a iného počas pracovních hodin, zejména při nepřítomnosti osoby na pracovisku, protože využívají automatizovaný systém ochrany, a to hlavně ochrany obsluhy.

#### 4.2.1 Popis trezora EM

Konstruktúra trezora je vyrábaná ako oceľový skelet s tromi zásuvkami a ovládacím panelom, a je testovaná a certifikovaná podľa európskych noriem. Čelo každej zásuvky má hrúbku 6 milimetrov a za zásuvkami sú inštalované motoricky ovládané zámky triedy A. Konštrukciu je možné uchytiť do steny alebo podlahy. Elektroniku zabezpečuje mikropočítač, ktorý je ovládaný klávesnicou a displejom umiestnených na ovládacom paneli. Trezorové zariadenie svojim príslušenstvom a univerzálnym programovým nastavením zabezpečuje všetky potreby (11).



Obrázok 8: Trezor EM

Aby bola zaistená maximálna bezpečnosť obsahu trezora a hlavne obsluhy je trezor EM vybavený časovými zámkami pre limitovaný prístup, časovým oknom a inými nastaveniami v prípade lúpeže. Prístup do trezora je prostredníctvom pin kódu a obsahuje tichý alarm. Rozmery trezora sú 690 x 500 x 530 milimetrov, objem je 96 litrov a váži 80 kilogramov (11).

#### 4.2.2 Kusovník materiálu pre trezor EM

Materiálový kusovník alebo rozpiska materiálu spolu s technologickým postupom sú neodmysliteľnou súčasťou technickej prípravy výroby. Finálny kusovník tvorí trezor EM, ktorý sa rozkladá na jednotlivé úrovne. Podľa stupňa spracovania sa vstupný materiál pretvára z dielov na komponenty, ktoré vytvárajú podzostavy. Z nich sú vytvorené zostavy, ktoré po konečnej montáži tvoria finálny výrobok. Kompletný materiálový kusovník pre jeden kus trezora EM je uvedený v prílohe 2 (5).

### **4.3 Technologický postup výroby**

Technologický postup výroby trezorov je možné rozčleniť na výrobu jednotlivých zostáv a podzostáv, ktoré sa v procese konečnej montáže stávajú súčasťou finálu, teda trezora EM. Je zameraný na výrobu tých zostáv a dielov, ktoré prešli zvárovacím procesom. Zachytáva prípravný čas výroby TBC a jednotkový čas TAC na výrobu 1 ks.

#### **4.3.1 Technologický postup výroby trezora ručným zvaraním**

Ručné zvaranie je realizované zváračom, ktorý zodpovedá za kvalitu výsledných zvarových spojov. Pri výrobe zložitejších súčastí trezora EM sa predlžuje prípravný čas výroby, pretože zvárač musí pred zvaraním upnúť zvárované plochy do prípravku(5).

##### ***4.3.2.1 Technologický postup výroby zostavy plášť***

Zostavu plášť trezora EM tvoria nasledujúce podzostavy:

- Skelet
- Krytka

Plášť trezora kompletizujú skrutky, priechodky, matice, nožičky a nity.

##### ***Technologický postup výroby podzostavy skelet***

Hlavnou časťou zostavy plášť je skelet, ktorý sa skladá z týchto dielov:

- Plášť
- Prepážka
- Tunel V2
- Bočnica pravá
- Bočnica ľavá

Pôvodný tvar plášťa bol vyrábaný v tvare písmena ležaté U, ktorého súčasťou bolo aj veko.

Výrobe skeletu predchádzajú technologické operácie týkajúce sa pravej a ľavej bočnice. Jednotlivé operácie zobrazuje tabuľka 12.

**Tabuľka 1: Technologický postup výroby bočníc (5)**

Číslo operácie	Názov operácie	Názov pracoviska	Popis operácie	TBC [min]	TAC [min]
1	<b>Ručné zváranie</b>	Pracovisko zváranie	Zvárač ručne privarí k obom bočniciam diely: Výplň bočnice Vedenie	6	12
2	brúsenie	Pracovisko brúsenia	Prebrúsenie ostrých hrán	0	8

Technologický postup výroby skeletu trezora EM zobrazuje tabuľka 13.

**Tabuľka 13: Technologický postup výroby skeletu (5)**

Číslo operácie	Názov operácie	Názov pracoviska	Popis operácie	TBC [min]	TAC [min]
1	<b>Ručné zváranie</b>	Pracovisko zvárania	Najskôr sa zvarí plášť do tvaru písmena ležaté U, na ktorého zadnú stranu sa privarí prepážka a tunel. Následne sa privarajú bočnice	8	20
2	brúsenie	Pracovisko brúsenia	Zadné čelo sa prebrúsi	0	2,5
3	práškovanie	Pracovisko práškovania	Práškovanie farbou pričom je nutné chrániť závity	0	3,3

### ***Technologický postup výroby krytky***

Poslednou súčasťou zostavy plášť je krytka. Materiálové požiadavky na krytku sú uvedené v kusovníku v prílohe 2. Technologický postup výroby krytky zobrazuje tabuľka 14.

**Tabuľka 2: Technologický postup výroby krytky (5)**

Číslo operácie	Názov operácie	Názov pracoviska	Popis operácie	TBC [min]	TAC [min]
1	<b>Ručné zváranie</b>	Pracovisko zvárania	Ručné zváranie krytky s rebrom	0,2	0,8
2	Brúsenie	Pracovisko brúsenia	Jemné prebrúsenie povrchu	0	1
3	Práškovanie	Pracovisko práškovania	Práškovanie farbou pričom chrániť lisovacie prvky	0	0,05
4	Rezanie závitov	Pracovisko zámočník	Vyrezanie závitov 2x	0	1

#### **4.3.2.2 Technologický postup výroby zostavy ovládací panel**

Ovládací panel trezora EM slúži na komunikáciu s užívateľom pomocou displeja a klávesnice. Materiálové zloženie ovládacieho panelu je uvedené v kusovníku v prílohe 2.

**Tabuľka 3: Technologický postup výroby ovládacieho panela (5)**

Číslo operácie	Názov operácie	Názov pracoviska	Popis operácie	TBC [min]	TAC [min]
1	<b>Ručné zváranie</b>	Pracovisko zvárania	Ručné zváranie predného panelu, dosky a držiaku zámku	3,3	8,2
2	Brúsenie	Pracovisko brúsenia	Prebrúsenie a ovibrovanie spodnej hrany predného čela	0	4
3	Práškovanie	Pracovisko práškovania	Práškovanie farbou pričom chrániť závity	0	1

#### **4.3.2.3 Technologický postup výroby zostavy zásuvka R2**

Čelnú stranu trezora EM tvoria okrem ovládacieho panelu 2 druhy automaticky vysúvacích zásuviek a depozitný pevný panel slúžiaci pre priame vhadzovanie.



**Obrázok 20: Zásuvka R2 na mince a bankovky    Obrázok 21: Zásuvka R2 na dokumenty**

Technologický postup, ktorý zobrazuje výrobu dvoch kusov zásuviek R2 je zobrazený v tabuľke 16.

**Tabuľka 4: Technologický postup výroby zásuviek R2 (5)**

Číslo operácie	Názov operácie	Názov pracoviska	Popis operácie	TBC [min]	TAC [min]
1	<b>Ručné zvaranie</b>	Pracovisko zvarania	Zvárač ručne zvara plášť s predným pevným čelom, zadným čelom a 2 nosnými lištami	7	14
2	Práškovanie	Pracovisko práškovania	Práškovanie farbou pričom chrániť závit	0	1,5

#### **4.3.2.3 Technologický postup výroby zostavy depozitný panel**

Depozitný panel pevného vhadzovania je konštruovaný tak, aby obsluhujúca osoba mohla pri používaní trezora, bez zadávania prístupového kódu a otvárania zásuviek, priamo vložiť cenné dokumenty do trezora. Technologický postup je zobrazený v tabuľke 17.

**Tabuľka 5: Technologický postup výroby depozitného panela (5)**

Číslo operácie	Názov operácie	Názov pracoviska	Popis operácie	TBC [min]	TAC [min]
1	<b>Ručné zvaranie</b>	Pracovisko zvarania	Zvárač ručne zvara panel, 2 priečky, 3 prepážky a 2 ramená	5	12
2	Brúsenie	Pracovisko brúsenia	Zámočník prebrúsenie rotaferou pálenú plochu z čela	0	4

3	Tmelenie	Pracovisko prípravy	Vytmelenie špáry medzi čelom a rámkom	0	2
4	Práškovanie	Pracovisko práškovania	Práškovanie farbou	0	0,2

#### 4.3.2.4 Technologický postup výroby zostavy - zásuvka R4

Zásuvka R4 zaberá najväčšiu časť objemu trezora v porovnaní s objemom uloženého priestoru. Materiálové požiadavky sú uvedené v kusovníku v prílohe 2.



Obrázok 22: Zásuvka R4

Technologický postup výroby zobrazuje tabuľka 18.

Tabuľka 6: Technologický postup výroby zásuvky R4 (5)

Číslo operácie	Názov operácie	Názov pracoviska	Popis operácie	TBC [min]	TAC [min]
1	<b>Ručné zváranie</b>	Pracovisko zvarovňa	Zvárač ručne zvara plášť s predným pevným čelom, zadným čelom a 2 nosnými lištami	4,5	9
2	Práškovanie	Pracovisko práškovania	Práškovanie farbou pričom chrániť závity	0	1,25

#### 4.3.2 Technologický postup výroby trezora EM robotizovaným zváraním

Aplikáciou robota OTC do výrobného procesu boli vykonané zmeny v technologickom postupe výroby trezora. Inovácia sa týka plášťa trezora, ktorý

odstránil veko. Veko je následne po výrobe skeletu naň upevnené pomocou zvarov a nitov (5).

#### ***4.3.2.1 Technologický postup výroby zostavy - plášť***

Technologický postup výroby plášťa trezora EM bol aplikáciu zvaracieho robota zmenený. Pôvodný tvar skeletu bol v tvare písmena ležaté U a jeho súčasťou bolo aj veko. Nová technológia zvara skelet v tvare písmena L a súčasne privára obe bočnice. Veko sa následne privarí a prinituje.

Zostava plášťa trezora EM tvoria nasledujúce podzostavy:

- Skelet
- Veko
- Krytka

Plášť trezora kompletizujú skrutky, priechodky, matice, nožičky a nity. Obrázok pozváraného plášťa je zobrazený v prílohe 4.

#### ***Technologický postup výroby podzostavy skelet***

Hlavnou časťou zostavy plášťa je skelet, ktorý sa skladá z týchto dielov:

- Plášť
- Prepážka
- Tunel V2
- Bočnica pravá
- Bočnica ľavá

.Vyhotoveniu skeletu predchádzajú technologické operácie týkajúce sa pravej a ľavej bočnice. Jednotlivé operácie zobrazuje tabuľka 19.

**Tabuľka 7: Technologický postup výroby bočníc (5)**

Číslo operácie	Názov operácie	Názov pracoviska	Popis operácie	TBC [min]	TAC [min]
1	<b>Robotizované zváranie</b>	Robotizované pracovisko	Robot privára k obom bočniciam diely: Výplň bočnice Vedenie	0	5,5
2	brúsenie	Pracovisko brúsenia	Prebrúsenie ostrých hrán	0	8

Technologický postup výroby skeletu trezora EM zobrazuje tabuľka 20.

**Tabuľka 20: Technologický postup výroby skeletu (5)**

Číslo operácie	Názov operácie	Názov pracoviska	Popis operácie	TBC [min]	TAC [min]
1	<b>Robotizované zváranie</b>	Robotizované pracovisko	Diely, ktoré tvoria skelet sa súčasne upnú do prípravku, ktoré robot zvarí podľa výkresu	0	8
2	brúsenie	Pracovisko brúsenia	Zadné čelo sa prebrúsi	0	2,5
3	práškovanie	Pracovisko práškovania	Práškovanie farbou pričom je nutné chrániť závity	0	3,3

### ***Technologický postup výroby veka***

Použitím nového technologického postupu je veko trezora vyrábané samostatne. Na vyrobený skelet sa veko upevní pomocou nitov. Technologický postup výroby veka je uvedený v tabuľke 21.

Tabuľka 8: Technologický postup výroby veka (5)

Číslo operácie	Názov operácie	Názov pracoviska	Popis operácie	TBC [min]	TAC [min]
1	strihanie	Pracovisko lisovňa Trumatic 5000R	Strihanie plechu 1,5x1000x2000	0	1,5
2	ohýbanie	Pracovisko lisovňa TrumaBend	Ohýbanie plechu podľa výkresu	0	2,5
3	<b>Robotizované zváranie</b>	Robotizované pracovisko	Robotizované zváranie veka z vnútornej strany	0	4
4	Brúsenie	Pracovisko brúsenia	Jemné prebrúsenie rohov	0	3
5	Práškovanie	Pracovisko práškovania	Práškovanie farbou	0	1,2

Zvarové spoje, ktorými vzniká trvalá kontinuita medzi skeletom a vekom sú uvedené v prílohe 5.

#### *Technologický postup výroby krytky*

Poslednou súčasťou zostavy plášť je krytka. Materiálové požiadavky na krytky sú uvedené v kusovníku v prílohe 2. Technologický postup výroby krytky zobrazuje tabuľka 22.

Tabuľka 22: Technologický postup výroby krytky (5)

Číslo operácie	Názov operácie	Názov pracoviska	Popis operácie	TBC [min]	TAC [min]
1	<b>Robotizované zváranie</b>	Robotizované pracovisko	Robotizované zváranie krytky a rebra	0	0,25
2	Brúsenie	Pracovisko brúsenia	Jemné prebrúsenie povrchu	0	1

3	Práškovanie	Pracovisko práškovania	Práškovanie farbou pričom chrániť lisovacie prvky	0	0,05
4	Rezanie závitov	Pracovisko zámočník	Vyrezanie závitov 2x	0	1

#### 4.3.2.2 Technologický postup výroby zostavy ovládací panel

Ovládací panel trezora EM slúži na komunikáciu s užívateľom pomocou displeja a klávesnice. Materiálové zloženie ovládacieho panelu je uvedené v kusovníku v prílohe 2.

**Tabuľka 9: Technologický postup výroby ovládacieho panela (5)**

Číslo operácie	Názov operácie	Názov pracoviska	Popis operácie	TBC [min]	TAC [min]
1	<b>Robotizované zváranie</b>	Robotizované pracovisko	Robotizované zváranie predného panelu, dosky a držiaku zámku	0	3,5
3	Brúsenie	Pracovisko brúsenia	Prebrúsenie a ovibrovanie spodnej hrany predného čela	0	4
4	Práškovanie	Pracovisko práškovania	Práškovanie farbou pričom chrániť závit	0	0,85

Obrázok ovládacieho panelu je uvedený v prílohe 3.

#### 4.3.2.3 Technologický postup výroby zostavy zásuvka R2

Čelnú stranu trezora EM tvoria okrem ovládacieho panelu 2 druhy automaticky vysúvacích zásuviek a depozitný pevný panel slúžiaci pre priame vhadzovanie.



**Obrázok 9: Zásuvka R2 na mince a bankovky      Obrázok 24: Zásuvka R2 na dokumenty**

Technologický postup, ktorý zobrazuje výrobu dvoch kusov zásuviek R2, a je zobrazený v tabuľke 24.

**Tabuľka 10: Technologický postup výroby zásuviek R2 (5)**

Číslo operácie	Názov operácie	Názov pracoviska	Popis operácie	TBC [min]	TAC [min]
1	<b>Robotizované zváranie</b>	Robotizované pracovisko	Robotizované zváranie plášt'a, predného pevného čela, zadného čela a dvoch nosných líšt	0	6
2	Práškovanie	Pracovisko práškovania	Práškovanie farbou pričom chrániť závit	0	1,5

#### **4.3.2.3 Technologický postup výroby zostavy - depozitný panel**

Depozitný panel pevného vhadzovania je skonštruovaný tak, aby obsluhujúca osoba mohla pri používaní, bez zadávania prístupového kódu a otvárania zásuviek, priamo vložiť cennosti do trezoru. Technologický postup je zobrazený v tabuľke 25.

**Tabuľka 11: Technologický postup výroby depozitného panela (5)**

Číslo operácie	Názov operácie	Názov pracoviska	Popis operácie	TBC [min]	TAC [min]
1	<b>Robotizované zváranie</b>	Robotizované pracovisko	Robot zvára panel, 2 priečky, 3 prepážky a 2 ramená	0	5,75

2	Brúsenie	Pracovisko brúsenia	Zámočník prebrúsenie rotaferou pálenú plochu z čela	0	4
3	Tmelenie	Pracovisko prípravy	Vytmelenie špáry medzi čelom a rámikom	0	2
4	Práškovanie	Pracovisko práškovania	Práškovanie farbou	0	0,2

#### 4.3.2.4 Technologický postup výroby zostavy zásuvka R4

Zásuvka R4 zaberá najväčšiu časť objemu trezora v porovnaní s objemom uloženého priestoru. Materiálové požiadavky sú uvedené v kusovníku v prílohe 2.



Obrázok 25: Zásuvka R4

Technologický postup výroby zobrazuje tabuľka 26.

Tabuľka 12: Technologický postup výroby zásuvky R4 (5)

Číslo operácie	Názov operácie	Názov pracoviska	Popis operácie	TBC [min]	TAC [min]
1	<b>Robotizované zváranie</b>	Robotizované pracovisko	Robotizované zváranie plášteľa, predného pevného čela, zadného čela a dvoch nosných líšt	0	3,5
2	Práškovanie	Pracovisko práškovania	Práškovanie farbou pričom chrániť závit	0	1,25

#### 4.3.3 Porovnanie technológie výroby ručným a robotizovaným zváraním

Náklady celého zváracieho procesu na výrobu 1 ks trezora EM je možné priradiť ku každej zváracíj operácii samostatne prostredníctvom hodinového tarifu a celkového

pracovného času zvárača alebo robota . Časové a nákladové úspory zvárania robotom sú uvedené v tabuľke 27.

**Tabuľka 27: Porovnanie technológie ručného a robotizovaného zvárania (5)**

Technológia zvárania		Ručné				Robotizované	
Číslo operácie	Zváraná zostava	TBC [min]	TAC [min]	T <sub>c</sub> [min]	Náklady 16€/hod.	T <sub>c</sub> [min]	Náklady 29€/hod.
1	Skelet	8	20	28	7,47	8	3,87
2	Bočnice	6	12	18	4,8	5,5	2,66
3	Veko	-	-	-	-	1,5	0,73
4	Ovládací panel	3,3	8,2	11,5	3,07	3,5	1,69
5	Zásuvky R2	7	14	21	5,6	6	2,9
6	Depozitný panel	5	12	17	4,53	5,75	2,78
7	Zásuvka R4	4,5	9	13,5	3,6	3,5	1,69
8	Krytka	0,2	0,8	1	0,27	0,25	0,12
<b>Σ</b>	<b>Trezor EM</b>	<b>34</b>	<b>76</b>	<b>110</b>	<b>29,3</b>	<b>34</b>	<b>16,4</b>

Ak nezoberieme do úvahy výrobnú kapacitu, pretože je zrejmé, že obe technológie nie sú dostatočne vyťažované výrobou len 1 ks trezora, dospejeme k výsledným hodnotám zváracích operácií. Suma údava celkové náklady na zvárací proces a celkový čas výroby pre technológiu ručného aj robotizovaného zvárania.

Pre technológiu **ručného zvárania** je celkový pracovný čas daný sumou prípravného a jednotkového času na celý objem zváracích operácií pre 1 ks . Hodinový tarif je daný na 16 €/hod. Pri celkovom pracovnom čase **110 minút** sú náklady celkového zváracieho procesu **29,3 €**

Technológia robotizované zváranie je časovo úspornejšou technológiu. Prípravný čas na zabezpečenie materiálu a upnutie do prípravku pred samotným zváraním je

eliminovaný. Robot pri zadaní výrobnej dávky do výroby už počas procesu zvárania súčasne pripravuje ďalšiu zostavu, a tak odstraňuje čas prípravy. Celkový strojný čas pre **robotizované zváranie** zostáv tvoriacich trezor je **34 minút**. Hodinový tarif pre zváranie robotom je daný na **29 €/hod** Celkové náklady robotizovaného zvárania predstavujú **16,4 €**.

Z výsledných hodnôt vyplýva, že aj keď tarif pre robotizované zváranie je takmer dvojnásobný, náklady na robotizované zváranie predstavujú **úsporu 12,9 €** pretože celkový výrobný čas robotizovaného zvárania je rovný prípravnému času ručného zvárania. Možeme teda zhodnotiť, že technológia robotizovaného zvárania minimálne dvojnásobne urychluje zvärací proces.

## 5. ZHODNOTENIE PRÍNOSU APLIKÁCIE CNC STROJA V STROJÁRSKEJ VÝROBE

Spoločnosť Ekom uzatvorila v roku 2009 so Slovenskou spoločnosťou Q zmluvu, ktorá spustila výrobu širokej škály trezorov. Produkcia v roku 2011 dosahovala hodnotu takmer 1500 ks trezorov. Odberateľ, však pri narastajúcom množstve objednávok neustále požadoval nižšiu cenu objednávok. Aby spoločnosť Ekom ako výrobný podnik nestratila zákazky, a teda aj odberateľa, musela hľadať riešenie zníženia vlastných nákladov výroby.

Aplikácia zváracieho robota CNC na výrobu trezorov prináša nielen zníženie nákladov výroby ale realizuje zvárací proces minimálne dvojnásobne rýchlejšie oproti ručnému zváraniu, čím zvyšuje obrat produkcie.

### 5.1 Návrh kalkulácie ceny zákazky

Návrh kalkulácie ceny rieši alokovanie nákladov podľa typového kalkulačného vzorca. Štandardná objednávka požaduje dodanie **100 ks** trezorov EM, ktorej výrobný cyklus trvá do **12 týždňov**. Navýšená objednávka predstavuje výrobu ďalších dodatočných **10 ks** po ukončení výroby štandardnej objednávky. Pri bezporuchovom chode prevádzky bude dokončená výroba dodatočnej objednávky za necelých **7 pracovných dní**.

#### 5.1.1 Štandardná produkcia

Štandardnou produkciou je označená objednávka od spoločnosti Q na výrobu 100 ks trezorov EM. Produkcia vyťažuje danú kapacitu výrobných pracovísk na 60 percent.

Tabuľka 28 znázorňuje kalkuláciu vlastných nákladov výroby pre 100ks trezorov a rozvrhuje réžiu na pracoviská.

Tabuľka 13: Návrh kalkulácie ceny štandardnej objednávky (5)

Kalkulácia ceny		Réžia 100ks	Réžia 1 ks
1	Priamy materiál	24 832	248,3
2	Priame mzdy	-	-
3	Ostatné priame náklady	-	

4	<b>Vyrobná réžia</b>	-	-	<b>TBC</b> [min]	<b>TAC</b> [min]	<b>T<sub>c</sub></b> [Nmin]
4.0	Pracovisko lisovňa – externá kooperácia	4620	46,2	0	0	0
4.1	Pracovisko strihania - Tabulové nožnice	115,6	1,16	0	190	190
4.2	Pracovisko ohýbania - Trumabend	3155	31,6	42	4345	4345,4
4.3	Pracovisko lisovňa – Trumatic 500R	97,4	0,98	0	83,8	83,8
4.4	Pracovisko lisovňa – Trumatic 5000	5028	50,3	67	2088	2088,7
4.5	Pracovisko montáž	3093	30,9	0	12 421	12 421
4.6	Pracovisko prípravy	49,8	0,5	0	200	200
4.7	Pracovisko práškovanie	2155	21,6	0	1025	1025
4.8	Pracovisko brúsenia	550	5,5	0	2210	2210
4.9	Pracovisko lisovňa – lis LEA	560	5,6	8	2100	2100,08
4.10	Pracovisko zvarovania – <b>robot OTC</b>	1460	14,6	0	3400	3400
4.11	Pracovisko Soyer	159	1,6	0	600	600
4.12	Pracovisko zámočník	133	1,3	0	50	50
	<b>Σ Výrobnej rézie</b>	<b>21 176</b>	<b>165,6</b>	<b>117</b>	<b>28 713</b>	<b>28 714</b>
	<b>Vlastné náklady výroby</b>	<b>46 008</b>	<b>460</b>			

Normovaná pracnosť  $T_c$  predstavuje celkový čas, ktorý zaberá výroba 100 ks trezorov. Celkový čas výroby tvorí 28 714,2 Nmin, teda **478,6 Nhod**. Vypočíta sa ako suma jednotkového času a prípravného času podeleného výrobnou dávkou.

Vlastné náklady výroby 100 ks trezorov sú kalkulované na 46 008 €, čo predstavuje **460 €** na **1ks** trezora pri štandardnej objednávke.

### 5.1.2 Navýšená produkcia

Navýšenou produkciu je označená dodatočná objednávka 10 ks trezorov ku štandardnej objednávke. Dodatočná objednávka je však realizovaná až po ukončení výroby štandardnej objednávky, avšak odberateľ vyžaduje spojenie objednávok pri expedícií. To znamená, že využitie výrobnéj kapacity klesá pod 30 percent. Vzhľadom k nedostatečnému využitiu výrobnéj kapacity vzrástli aj náklady vlastnej výroby. Tabuľka 29 uvádza rast nákladov na 1 ks pri dodatočnej objednávke.

Tabuľka 14: Návrh kalkulácie ceny dodatočnej objednávky (5)

Kalkulácia ceny		Réžia 10 ks	Réžia 1 ks			
1	<b>Priamy materiál</b>	<b>2 483</b>	<b>248,3</b>			
2	<b>Priame mzdy</b>	-	-			
3	<b>Ostatné priame náklady</b>	-	-			
4	<b>Vyrobná réžia</b>	-	-	<b>TBC</b>	<b>TAC</b>	<b>T<sub>c</sub></b>
				[min]	[min]	[Nmin]
4,0	Pracovisko lisovňa – externá kooperácia	462	46,2			
4.1	Pracovisko strihania - Tabulové nožnice	11,6	1,16	0	19	19
4.2	Pracovisko ohýbania - Trumabend	342,7	34,3	42	434,5	476,5
4.3	Pracovisko lisovňa – Trumatic 500R	9,7	0,97	0	8,4	8,4
4.4	Pracovisko lisovňa – Trumatic 5000	643,5	64,4	67	208,8	273,2
4.5	Pracovisko montáž	309,3	30,9	0	1242,1	1242,1
4.6	Pracovisko prípravy	5	0,5	0	20	20
4.7	Pracovisko práškovanie	215,5	21,6	0	102,5	102,5
4.8	Pracovisko brúsenia	55	5,5	0	221	221
4.9	Pracovisko lisovňa – lis LEA	57,9	5,8	8	210	218
4.10	Pracovisko zvarovania – robot OTC	164	16,4	0	340	340

4.11	Pracovisko Soyer	15,9	1,6	0	60	60
4.12	Pracovisko zámočník	13,3	1,3	0	50	50
	<b>Σ Výrobnej rézie</b>	<b>2305,4</b>	<b>230,5</b>	<b>117</b>	<b>2916,3</b>	<b>2928</b>
	<b>Vlastné náklady výroby</b>	<b>4788,4</b>	<b>479</b>			

Celkový čas výroby alebo normovaná pracovnosť  $T_c$  nadobúda hodnoty 2928 Nmin, čo je **48,8 Nhod** na výrobu 10 ks trezorov. Kalkulovaný návrh ceny dodatočnej objednávky je 2305,4 €. Na jeden kus trezora pripadá cena **231 €**, ktorá vzrástla oproti cene za 1 ks pri štandardnej objednávke o **19 €**. Navýšená objednávka je teda drahšia o 190€ na 10 kusov trezorov v porovnaní s 10 kusmi trezorov štandardnej objednávky.

## 5.2 Porovnanie návrhu ceny objednávky pred a po aplikácií robota

Pre porovnanie nákladovej úspory pri výrobe 10 a 100 kusov trezorov podľa objednávok spoločnosti Qe, uvádza tabuľka 30 návrh kalkulácie ceny štandardnej a navýšenej objednávky. Návrh je zameraný na úspory spôsobené inováciou technológie zvárania.

Tabuľka 150: Kalkulácia ceny technológie robotizovaného a ručného zvárania (5)

Kalkulácia ceny technológie		Robotizované		Ručné	
		Zváranie			
Položky kalkulácie		Réžia 10 ks	Réžia 100 ks	Réžia 10 ks	Réžia 100 ks
1	Priamy materiál	2483,2	24832	2483,2	24832
2	Priame mzdy	-	-	-	-
3	Ostatné priame náklady	-	-	-	-
4	Vyrobná réžia	-	-	-	-
4.0	Pracovisko CNC lisovňa – externá kooperácia	46,2	462	46,2	462

4.1	Pracovisko strihania - Tabulové nožnice	11,6	115,6	11,6	115,6
4.2	Pracovisko ohýbania - Trumabend	342,7	3155	342,7	3155
4.3	Pracovisko lisovňa – Trumatic 500R	97,4	9,7	9,7	97,4
4.4	Pracovisko lisovňa – Trumatic 5000	643,5	5028	643,5	5028
4.5	Pracovisko montáž	309,3	3093	309,3	3093
4.6	Pracovisko prípravy	5	49,8	5	49,8
4.7	Pracovisko práškovanie	215,5	2155	215,5	2155
4.8	Pracovisko brúsenia	55	550	55	550
4.9	Pracovisko lisovňa – lis LEA	57,9	560	57,9	560
4.10	Pracovisko <b>zvárania</b>	<b>164</b>	<b>1460</b>	<b>211,7</b>	<b>2035,7</b>
4.11	Pracovisko Soyer	15,9	159	15,9	159
4.12	Pracovisko zámočník	13,3	133	13,3	133
	<b>Σ Výrobná réžia</b>	<b>2305,4</b>	<b>21 176</b>	<b>2353,1</b>	<b>21 752</b>
	<b>Vlastné náklady výroby</b>	<b>4788,4</b>	<b>46 008</b>	<b>4836,3</b>	<b>46 584</b>

### 5.2.1 Vyhodnotenie prínosu aplikácie novej technológie výroby

Porovnaním sériovej výroby trezorov EM po **100 kusovej výrobnej dávke** sú získané úspory vo vlastných nákladoch výroby. **Úspora** výrobnej rézie zavedením novej technológie robotizovaného zvárania má na 1 výrobnú dávku hodnotu **576 €** čo predstavuje **5,8€/ks**. Robotizované zváranie teda zvyšuje hospodárnosť a súčasne produktivitu, pretože technológia odstránila prípravné časy a robot zvára až dvojnásobne vyššou rýchlosťou. **Výrobná dávka 10 kusov** trezorov cenové rozdiely znižuje kvôli nedostatečnému využitiu výrobných kapacít. Úspora nákladov robotizovaného zvarovacieho procesu predstavuje pri výrobe 10 ks hodnotu **48 €** čo predstavuje **4,8 €/ks**.

Z nefinančného hľadiska zaručuje technológia robotizovaného zvárania neporovnateľne vyššiu **kvalitu** zvarových **spojov**, teda celého výrobku, a to elimináciou priameho zásahu ľudského faktora do výroby. Odstraňuje vysoké požiadavky na

kvalifikáciu zvaračského personálu a zodpovedný pracovník plní funkciu obsluhy alebo dozoru nad výkonom robota.

## Záver

Bakalársku prácu tvorí päť hlavných kapitol. Prvá kapitola sa venuje vývoju, charakteristike a funkcií CNC obrábacích centier. Poukazuje na trend aplikácie CNC centier do výroby, z ktorých zdokonalením automatizácie manipulácie a mechanizácie vznikajú pružné výrobné linky. Druhá kapitola oboznamuje so spoločnosťou Ekom. Zaoberá sa vývojom a výrobným programom spoločnosti. V tretej kapitole je rozdelené technologické vybavenie spoločnosti do divízií podľa charakteru výroby. Vybrané modely CNC obrábacích centier sú podrobne ekonomicky a technologicky charakterizované. Štvrtá kapitola sa venuje aplikácií zváracieho robota. Konvenčná technológia ručného zvárania sa vo výrobe prestáva uplatňovať a nastupuje výroba modernými CNC strojmi. Aplikovaný zvárací robot zvyšuje produkciu výroby odstránením prípravných časov a zvýšením zváracie rýchlosti. Okrem toho vytvára nová technológia oproti ručnému zváraniu neporovnateľne vyššiu kvalitu zvarových spojov. Minimalizáciou zásahu ľudského faktora do výrobného procesu sú odstránené poruchy. Robot taktiež zvyšuje bezpečnosť personálu. Pre dosiahnutie výsledkov, ktoré potvrdzujú ekonomický prínos z nasadenia robota do výroby, bol prevedený rozbor technologického postupu. Porovnanie sériovej výroby trezorov rovnakého typu dokazuje vyššie časové a nákladové úspory technológie robotizovaného zvárania oproti zváraniu ručnému. Zdokonalením aplikovaného zváracieho pracoviska o manipulačné dopravníky, ktoré by zabezpečili maximálnu dostupnosť predoperačných materiálových zásob, by bolo možné prepojiť pracoviská divízie CNC lisovňa, čím by bola dosiahnutá plná automatizácia výroby. Takáto pružná výrobná linka by dokázala eliminovať časy prestojov, a tým zvýšiť výkon produkcie celého podniku.

Pre dokázanie prínosu aplikácie zváracieho robota do výroby som vytvoril objednávky od odberateľa, v ktorých podľa objemu výrobné dávky teda požiadaviek objednávky som zistil vlastné náklady výroby. Vlastné náklady výroby vykazovali s rozširujúcou sa výrobnou dávkou vyššie nákladové úspory.

Cieľom bakalárskej práce bolo zistiť, aké prínosy je možné dosiahnuť nasadením robotizovaného CNC zariadenia vybaveným novou technológiou zvárania. Odstránenie plytvania času a maximalizácia produkčného výkonu výrazne zlepšuje hospodnosť podniku.

## ZOZNAM POUŽITÝCH ZDROJOV

- (1) BLAŽÍČEK, P. a kolektiv. *Zváracie metódy a zariadenia*. 1. vyd. Ostrava: Zeross, 2000. 616 s. ISBN 80-85771-84-5.
- (2) EKOM. Divízia kompresory. *Ekom.sk* [online]. 2009 [cit. 2012-5-16]. Dostupné z: <<http://www.ekom.sk/stranky-divizii/dentalne-kompresory/>>
- (3) EKOM. Divízia lisovňa CNC. *Ekom.sk* [online]. 2009 [cit. 2012-5-16]. Dostupné z: <<http://www.ekom.sk/stranky-divizii/lisovna-cnc/profil/>>
- (4) EKOM. História. *Ekom.sk* [online]. 2009 [cit. 2012-5-16]. Dostupné z: <<http://www.ekom.sk/uvod/navigacia-ekom/profil/>>
- (5) EKOM. *Technologické postupy výroby Ekom spol. s.r.o.* 2010
- (6) EKOM. Výrobný program. *Ekom.sk* [online]. 2009 [cit. 2012-5-16]. Dostupné z: <<http://www.ekom.sk/uvod/navigacia-ekom/profil/>>
- (7) KOČMAN, Karel. *Speciální technologie obrábění*. 3. vyd. Brno: VUT v Brně, Akademické nakladatelství CERM, 2004. 230 s. ISBN 80-214-2562-8.
- (8) KOČMAN, Karel a Jaroslav PROKOP. *Technologie obrábění*. 1. vyd. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2001. 270 s. ISBN 80-214-1996-2.
- (9) KOVOSVIT. *Cenová ponuka SPM 16*. 2002
- (10) Příručka obrábění, kniha pro praktiky. 1. vyd. Praha: Sandvik CZ, s. r. o. a Scientia, s. r. o., 1997. 857 s. ISBN 91-972299-4-6.
- (11) QEX. Euromulti. *Qex.sk* [online]. 2010 [cit. 2012-5-16]. Dostupné z: <<http://www.qex.sk/systemy/nasaponuka/kategoria/trezorovepokladne/produkt/euromulti/>>
- (12) ROBOTEC. *Cenová ponuka OTC Daihen*. 2007
- (13) ŠTULPA, Miloslav. *CNC obráběcí stroje a jejich programování*. 1. vyd. Praha: Technická literatura BEN, 2007. 128 s. ISBN 978-80-7300-207-7.
- (14) TAJMAC. *Cenová ponuka MCFV 1060*. 2004
- (15) TRUMPF. *Cenová ponuka Trumatic 5000*. 2001
- (16) TRUMPF. *Cenová ponuka Trumatic 500R*. 2001

## **ZOZNAM OBRÁZKOV**

Obrázok 1 – Výrobná hala s CNC strojmi	12
Obrázok 2 – Obsluha CNC obrábacieho centra	12
Obrázok 3 – Obrábací stroj z roku 1960	13
Obrázok 4 – Obrábací stroj z roku 1968	13
Obrázok 5 – Obrábacie centrum z roku 1974	13
Obrázok 6 – Obrábacie centrum z roku 1982	13
Obrázok 7 – Moderný multifunkčný CNC stroj z roku 2000	14
Obrázok 8 – Riadiaci panel CNC centra	15
Obrázok 9 – Program pre vytvorenie 3D súčiastky	15
Obrázok 10 – HSC obrábanie	16
Obrázok 11 – High – Speed Cutting	16
Obrázok 12 – Pružná výrobná linka	17
Obrázok 13 – Montážna hala divízie kompresory	20
Obrázok 14 – Dentálne odsávačky	20
Obrázok 15 – Tower DK50 6x2 VT	21
Obrázok 16 – Výrobná hala divízie lisovňa CNC	22
Obrázok 17 – Riadiaci systém AX – C	39
Obrázok 18 – Schéma zariadenia pre ručné zváranie obalenou elektródou	42
Obrázok 19 – Trezor EM	46
Obrázok 20 – Zásuvka R2 na mince a bankovky	50
Obrázok 21 – Zásuvka R2 na dokumenty	50

Obrázok 22 – Zásuvka R4	51
Obrázok 23 - Zásuvka R2 na mince a bankovky	56
Obrázok 24 - Zásuvka R2 na dokumenty	56
Obrázok 25 – Zásuvka R4	57

## **ZOZNAM TABULIEK**

Tabuľka 1 – Použitie strojov do technologického postupu pre výrobu	17
Tabuľka 2 – Technické parametre centrálného kompresora Tower	20
Tabuľka 3 – Technologické vybavenie spoločnosti	23
Tabuľka 4 – Charakteristika CNC stroja SPM 16	26
Tabuľka 5 – Charakteristika vertikálneho obrábacieho centra MCFV 1060	28
Tabuľka 6 – Charakteristika vysekávacieho lisu TruPunch 5000	30
Tabuľka 7 – Charakteristika vysekávacieho CNC lisu Trumatic 500R	32
Tabuľka 8 – Charakteristika zváracieho pracoviska OTC Daihen	34
Tabuľka 9 - Charakteristika priemyselného robota Almega AX – V6L	36
Tabuľka 10 – Charakteristika dvojosého otočného polohovadla AX-2PF300	37
Tabuľka 11 – Charakteristika zváracieho zdroja DP 400	38
Tabuľka 12 – Technologický postup výroby bočníc	48
Tabuľka 13 - Technologický postup výroby skeletu	48
Tabuľka 14 - Technologický postup výroby krytky	49
Tabuľka 15 - Technologický postup výroby ovládacieho panela	49
Tabuľka 16 - Technologický postup výroby zásuviek R2	50
Tabuľka 17 - Technologický postup výroby depozitného panela	50
Tabuľka 18 - Technologický postup výroby zásuvky R4	51
Tabuľka 19 - Technologický postup výroby bočníc	53
Tabuľka 20 - Technologický postup výroby skeletu	53
Tabuľka 21 - Technologický postup výroby veka	54

Tabuľka 22 - Technologický postup výroby krytky	54
Tabuľka 23 - Technologický postup výroby ovládacieho panela	55
Tabuľka 24 - Technologický postup výroby zásuviek R2	56
Tabuľka 25 - Technologický postup výroby depozitného panela	56
Tabuľka 26 - Technologický postup výroby zásuvky R4	57
Tabuľka 27 – Porovnanie technológie ručného a robotizovaného zvarovania	58
Tabuľka 28 – Návrh kalkulácie ceny štandardnej objednávky	60
Tabuľka 29 – Návrh kalkulácie ceny dodatočnej objednávky	62
Tabuľka 30 – Kalkulácia ceny technológie robotizovaného a ručného zvarovania	63

## **ZOZNAM POUŽITÝCH SKRATIEK A SYMBOLOV**

HSC	High Speed Cutting = obrábanie vysokými reznými rýchlosťami
CNC	Computer Numeric Control = počítačovo riadené výrobné stroje
NC	Numeric Control = číslicovo riadené výrobné stroje
MIG/MAG	Metal Inert Gas/Metal Active Gas = zváranie elektrickým oblúkom taviacou sa elektródou v inertných plynch
ROZ	Ručné oblúkové zváranie
TAC	Jednotkový strojný čas
TBC	Dávkový strojný čas
TIG	Tungsten Inert Gas = zváranie elektrickým oblúkom netaviacou sa elektródou v inertných plynch
T <sub>r</sub>	Celkový pracovný čas stroja

## **ZOZNAM PRÍLOH**

Príloha 1 – Funkcia CNC obrábacieho centra

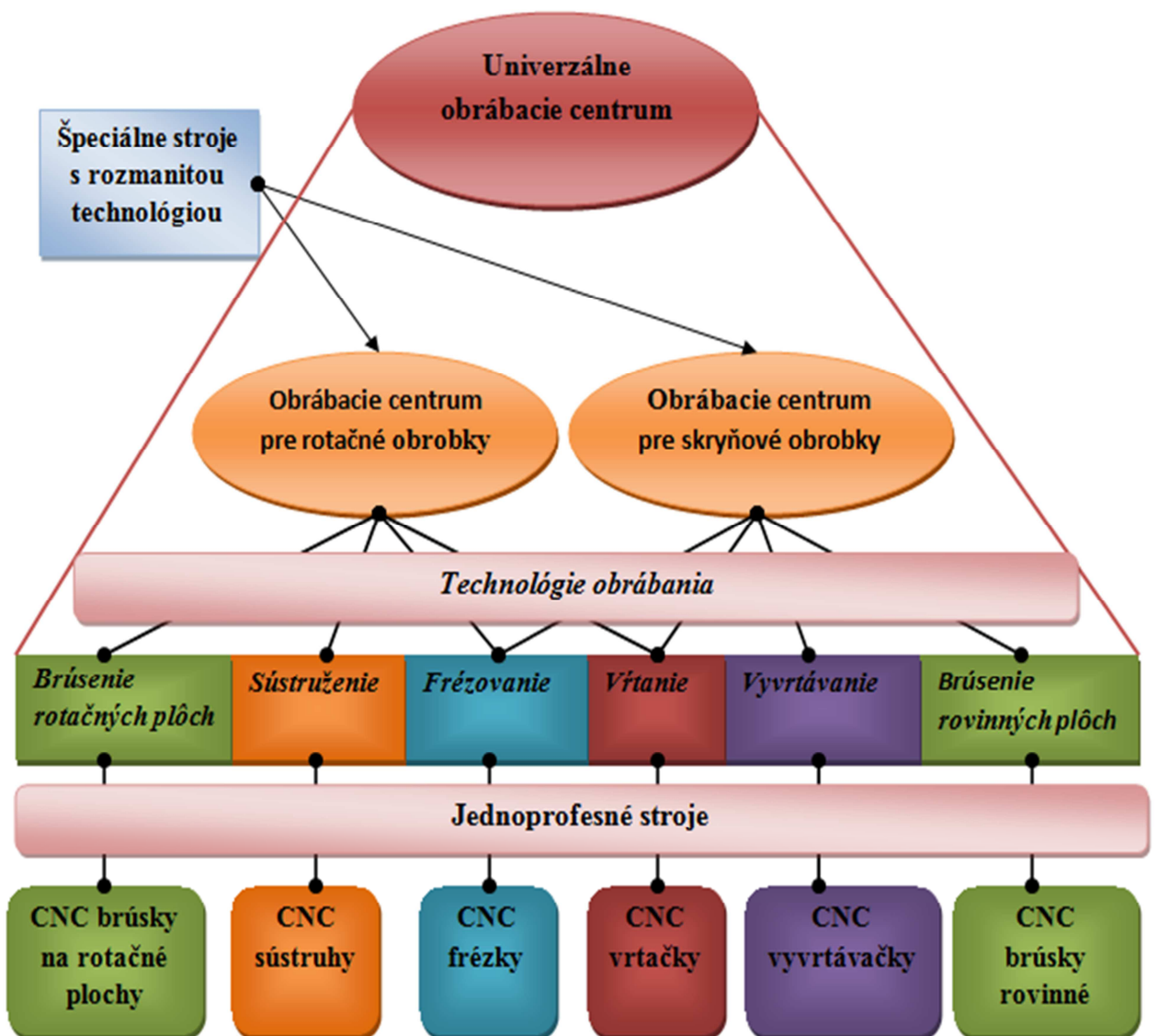
Príloha 2 – Materiálový kusovník trezora EM

Príloha 3 – Ovládací panel trezora EM

Príloha 4 – Zostava plášť trezora EM

Príloha 5 – Zvarové spoje zostavy plášť

## Príloha 1 – Funkcia CNC obrábacieho centra



## Príloha 2 – Materiálový kusovník trezora EM

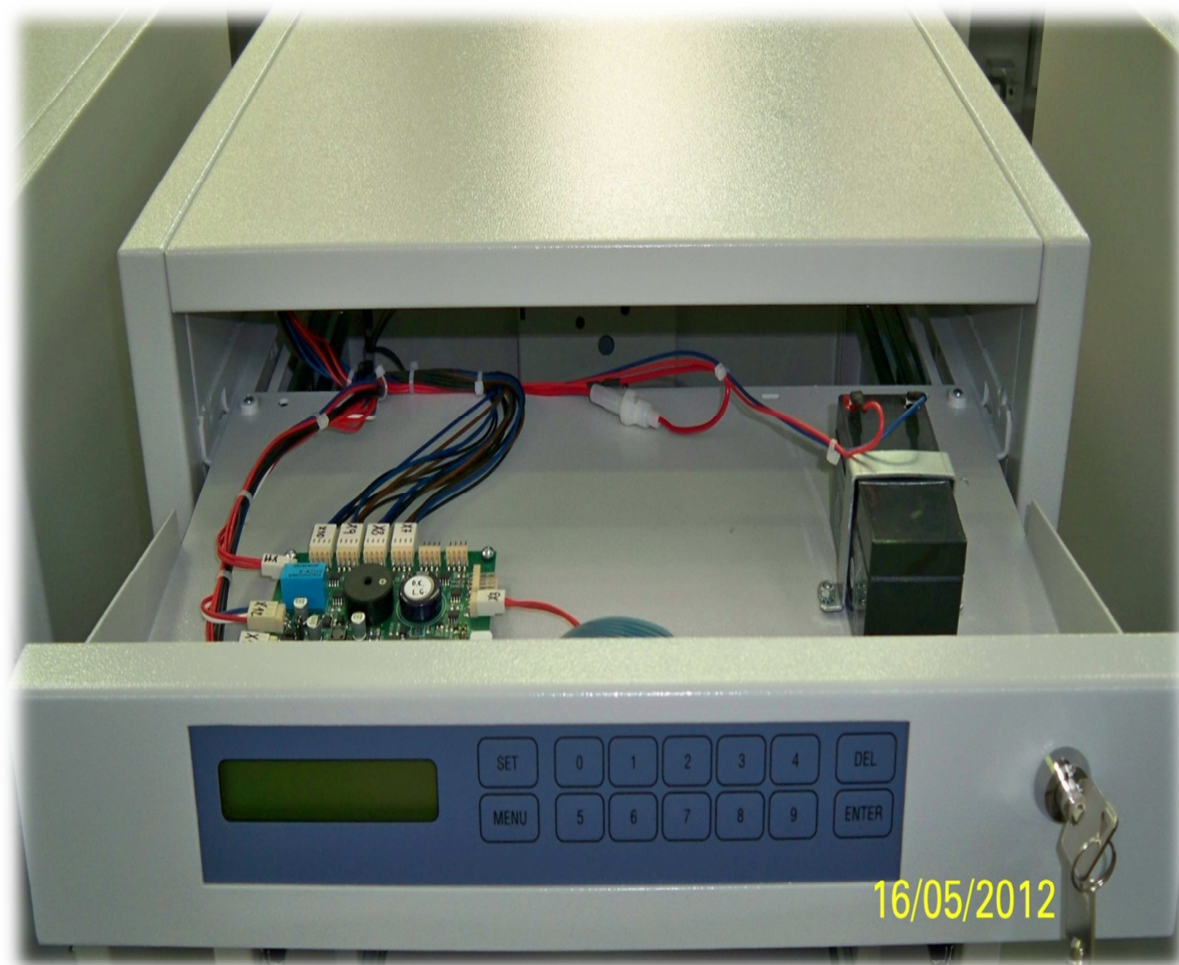
0	1	2	3	4	5	
final	zostava	podzostava	komponent	dielec		Množstvo
Trezor						1 ks
	Plášť					1 ks
		Skelet				1 ks
			Plášť			1 ks
				Plech 1,5x1000x2000		7,74 kg
			Prepážka			1 ks
				Plech 2,5x1000x2000		0,2 kg
			Tunel V2			1 ks
				Plech 2,5x1000x2000		3,87 kg
				Matica		8 ks
			Dno			1 ks
				Plech 1,5x1250x2500		1,57 kg
			Bočnica pravá			1 ks
				Bočnica P		1 ks
					Plech 1,5x1250x2500	5,92 kg
				Výplň bočnice P		1 ks
					Plech 1,5x1250x2500	3,3kg
				Vedenie P		1 ks
					Plech 1,5x1000x2000	0,28 kg
			Bočnica lavá			1 ks
				Bočnica L		1 ks
					Plech 1,5x1250x2500	5,92 kg
				Výplň bočnice L		1 ks
					Plech 1,5x1250x2500	3,3kg
				Vedenie L		1 ks
					Plech 1,5x1000x2000	0,28 kg
			Farba			0,75 kg

		Veko			1 ks
			Plech 1,5x1000x2000		3,91kg
			Farba		0,14 kg
		Krytka			1ks
			Krytka		1ks
				Plech 1,5x1000x2000	0,14 kg
				Skrutka	2 ks
				Matica	2 ks
			Rebro		1 ks
				Plech 2,0x1000x2000	0,05 kg
			Farba		0,004 kg
		Skrutka			6 ks
		Priechodka			2 ks
		Nožička			4 ks
		Matica			6 ks
		Nit			11 ks
	<b>Ovládací panel</b>				1 ks
		Ovládací panel			1 ks
			Predný panel		1 ks
				Plech 2,0x1250x2500	1,18 kg
				Skrutka	2 ks
			Doska		1 ks
				Plech 2,0x1250x2500	3 kg
				Matica	4 ks
			Držiak zámku		1 ks
				Plech 1,5x1000x2000	0,15 kg
				Skrutka	4 ks
			Farba		0,09 kg
		Zámok			1 ks
		Skrutka			6 ks
		Matica			6 ks
		Podložka			6 ks
		Mikrospínač			1 ks
		Napájanie			1 ks
		Prívod			1 ks
		Plošný spoj			1 ks
		Svorkovnica			1 ks
		Príchytky			1 ks
			Plech 1,5x1000x2000		0,03 kg
		Konektor			1 ks
	<b>Zásuvka R2</b>				2 ks
		Zásuvka R2			2 ks
			Plášť zásuvky		2 ks
				Plech 1,5x1000x2000	8 kg
			Predné čelo		2 ks

			pevné		
				Plech 2,5x1000x2000	2,1 kg
			Zadné čelo		2 ks
				Plech 2,5x1000x2000	2,1 kg
			Nosná lišta		2 ks
				Plech 1,0x1250x2500	0,5 kg
				Matica	4ks
			Farba		0,36 kg
		Predné čelo			2 ks
			Plech 3,0x1000x2000		2,66 kg
			Skrutka		8 ks
			Farba		0,04 kg
		Konzola			2 ks
			čap		2 ks
				ocelová tyč	0,06 kg
			konzola		2 ks
				Plech 2,5x1250x2500	0,7 kg
			Skrutka		28 ks
			Podložka		28 ks
			Matica		28 ks
			Vedenie		2 ks
			Zámok		2 ks
			Držiak motora		2 ks
				Plech 2,0x1000x2000	0,8 kg
			Držiak vyhadzovača		2 ks
				Plech 2,0x1000x2000	0,55 kg
					1 ks
		Depozitný panel			1 ks
			Panel		1 ks
			Priečka		2 ks
			Prepážka		5 ks
			Rameno		2 ks
			Farba		0,15 kg
					1 ks
		Zásuvka R4			1 ks
			Plášť zásuvky		1 ks
				Plech 1,5x1000x2000	5,25 kg
			Predné čelo pevné		1 ks
				Plech 2,5x1000x2000	2,85 kg
			Zadné čelo		1 ks
				Plech 2,5x1000x2000	2,85 kg

			Nosná lišta		2 ks
				Plech 1,0x1250x2500	0,25 kg
				Matica	2ks
			Farba		0,23 kg
		Predné čelo			1 ks
			Plech 3,0x1000x2000		3,36 kg
			Skrutka		4 ks
			Farba		0,06 kg
		Konzola			1 ks
			konzola		1 ks
		Skrutka			14 ks
		Podložka			14 ks
		Matica			14 ks
		Vedenie			1 ks
		Zámok			1 ks
	<b>Štítok</b>				3 ks
	<b>Obal</b>				1ks
	<b>Sťahovací pásik</b>				5ks

### Príloha 3 – Ovládací panel trezora EM



**Príloha 4 – Zostava plášť trezora EM**



16/05/2012

**Príloha 5 – Zvarové spoje zostavy plášť**

