

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA STROJNÍ

Studijní program: N2301 Strojní inženýrství
Studijní obor: 2303T004 Strojírenská technologie – technologie
obrábění

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Optimalizace pracovišť a pracovních podmínek v souladu s výkonností
pracovníka

Autor: **Bc. Barbora Dostálová**

Vedoucí práce: **doc. Ing. Vladimír Duchek, Ph.D.**

Akademický rok 2011/2012

Prohlášení o autorství

Předkládám tímto k posouzení a obhajobě diplomovou práci, zpracovanou na závěr studia na Fakultě strojní Západočeské univerzity v Plzni.

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracoval samostatně, s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených v seznamu, který je součástí této diplomové práce.

V Plzni dne:.....

.....

podpis autora

Autorská práva

Podle Zákona o právu autorském. č.35/1965 Sb. (175/1996 Sb. ČR) § 17 a Zákona o vysokých školách č. 111/1998 Sb. je využití a společenské uplatnění výsledků bakalářské/diplomové práce, včetně uváděných vědeckých a výrobně-technických poznatků nebo jakékoliv nakládání s nimi možné pouze na základě autorské smlouvy za souhlasu autora a Fakulty strojní Západočeské univerzity v Plzni.

ANOTAČNÍ LIST DIPLOMOVÉ PRÁCE

AUTOR	Příjmení Dostálová	Jméno Barbora	
STUDIJNÍ OBOR	2303T004 Strojírenská technologie – technologie obrábění		
VEDOUCÍ PRÁCE	Příjmení (včetně titulů) doc. Ing. Duchek, Ph.D	Jméno Vladimír	
PRACOVISŤE	ZČU - FST - KTO		
DRUH PRÁCE	DIPLOMOVÁ	BAKALÁŘSKÁ	Nehodící se škrtněte
NÁZEV PRÁCE	Optimalizace pracovišť a pracovních podmínek v souladu s výkonností pracovníka		

FAKULTA	strojní	KATEDRA	KTO	ROK ODEVZD.	2012
----------------	---------	----------------	-----	------------------------	------

POČET STRAN (A4 a ekvivalentů A4)

CELKEM	75	TEXTOVÁ ČÁST	25	GRAFICKÁ ČÁST	50
---------------	----	---------------------	----	--------------------------	----

STRUČNÝ POPIS	Diplomová práce obsahuje optimalizaci pracovišť s ohledem na výkonnost pracovníků a ergonomii. Tj. vypracování analýzy současného stavu, zhodnocení současného stavu, návrh optimalizace, zavedení návrhu optimalizace na pracoviště, ustálení stavu, zhodnocení stavu po zavedení optimalizace, ekonomické vyhodnocení optimalizace, následné celkové zhodnocení.
KLÍČOVÁ SLOVA	Optimalizace, pracoviště, časová analýza, ergonomie, návodka, úspora, metoda REFA

SUMMARY OF DIPLOMA SHEET

AUTHOR	Surname Dostálová	Name Barbora
FIELD OF STUDY	2303T004 Manufacturing Processes – Technology of Metal Cutting	
SUPERVISOR	Surname (Inclusive of Degrees) doc. Ing. Duchek, Ph.D	Name Vladimír
INSTITUTION	ZČU - FST - KTO	
TYPE OF WORK	DIPLOMA	BACHELOR Delete when not applicable
TITLE OF THE WORK	Optimization of workplaces and working conditions in accordance with worker performance	

FACULTY	Mechanical Engineering	DEPARTMENT	KTO	SUBMITTED IN	2012
----------------	------------------------	-------------------	-----	---------------------	------

NUMBER OF PAGES (A4 and eq. A4)

TOTALLY	75	TEXT PART	25	GRAPHICAL PART	50
----------------	----	------------------	----	-----------------------	----

BRIEF DESCRIPTION	Diploma work contain optimization workplaces considering to performance workers and to ergonomics. That means work out analysis of present condition, evaluations of present condition suggestion of optimalization, establishing suggestion of optimalization to workplaces, consolidation of situation, situation after esablishing optimization, economist assessment of optimization, resulting total assessment.
KEY WORDS	Optimization, workplace, time analysis, ergonomics, instruction, savings, REFA method

Obsah:

1. Úvod.....	3
1.1 Cíl práce.....	3
1.2 Seznámení se společností Behr Thermot-tronik Czech s.r.o.	3
1.2.1 Historie	3
1.2.2 Zaměření.....	3
1.2.3 Partneři pro automobilové využití.....	4
1.2.4 Partneři pro průmyslové využití.....	4
1.2.5 Zastoupení společnosti ve světě.....	5
1.2.6 Behr thermot-tronik Holýšov.....	5
2. Předpisy v rámci EU se zaměřením na ČR (seznámení)	5
3. Popis stávajícího stavu.....	6
3.1 Layout schematicky.....	7
3.2 Layout skutečně	8
3.3 Identifikace výrobního programu.....	9
3.3.1 V6549001-výkres.....	9
3.3.2 V6549001- postupové schéma.....	10
3.3.3 V7567003-výkres.....	14
3.3.4 V7567003-postupové schéma.....	15
3.4 Analýza současného stavu	16
3.4.1 Výsledky měření orbitálního svařovacího stroje AP 02321501	18
3.4.2 Výsledky měření zkoušecího stroje AP 02321201	24
4. Návrh pro optimalizaci pracoviště a optimalizaci časů potřebných k výrobě	30
4.1 Aktualizace návodky	31
4.1.1 Orbitální svařecí stroj AP 02321501	31
4.1.2 Zkoušecí stroj AP 02321201.....	40
4.2 Návrh přebalu materiálu.	51

5.	Vyhodnocení, návržení řešení, doporučení.....	53
5.1	Metoda REFA [3.].....	54
6.	Technickoekonomické hodnocení	56
6.1	Vyhodnocení časů	56
6.2	Ekonomické vyhodnocení.....	57
7.	Závěr	58
	Příloha 1:.....	59
	V6549001	59
	V7567003	65
	Příloha 2.....	67
	Příloha 3.....	69
	Použité knižní publikace	75
	Publikace na internetu	75
	Evidenční list.....	76

1. Úvod

1.1 Cíl práce

Cílem práce je zhodnotit současný stav výroby s posouzením časové výkonnosti pracovníků, ergonomického hlediska a materiálového toku. Následně optimalizovat dané faktory. Optimalizace je proces vedoucí ke zvýšení efektivnosti nebo ke snížení nároků určitého systému. Nejpodstatnější částí je eliminovat nedostatky (je to snaha o nalezení takových hodnot, pro které daná cílová či účelová funkce nabývá minimální nebo maximální hodnoty) a tím zrychlit chod systému, což vede k nejdůležitější části a tou je zkrácení časů prací v systému a zároveň ke zlevnění výrobních nákladů. Optimalizaci lze pojmout ze dvou směrů a to lokálně a globálně. V našem případě se jedná o optimalizaci části montážní linky, a proto je optimalizováno lokálně.

1.2 Seznámení se společností Behr Thermot-tronik Czech s.r.o.

1.2.1 Historie

Společnost byla založena v roce 1955 na základě spojení Dr. Manfreda Behra (Stuttgart) a společnosti Standard Thomson (USA) její název byl Behr-Thomson. V letech 1955-1987 byl podíl spojenců 60% (Behr) / 40% (Thomson). V roce 1996 se vlastníkem celé společnosti stal Dr. Manfred Behr a její jméno bylo Behr Thermot-tronik. Tehdy patřila pod Behr family, v roce 2005 se začlenila pod skupinu Behr Group.

1.2.2 Zaměření

Společnost Behr Thermot-tronik Czech s.r.o. se zabývá výrobou a montáží součástek pro regulaci teploty, ze kterých následně vznikají termostaty pro automobilové a průmyslové využití. Příkladem jsou:

- voskové elementy
- vnitřní termostat
- balíček termostatu
- řízení termostatu
- domeček (obal) termostatu
- ventily
- teplotní vypínače
- ucelené termostaty

- termostaty olejové
- termostaty hydraulické (mechanicky, elektricky ovládané)

1.2.3 Partneři pro automobilové využití



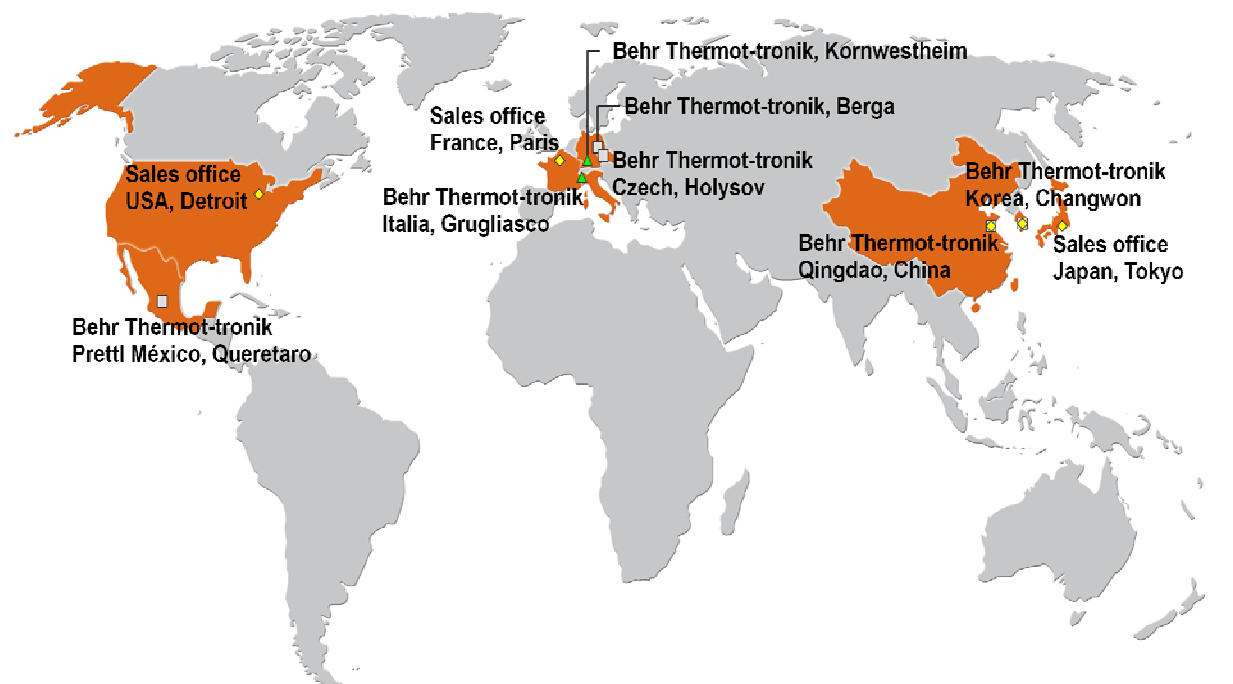
Obrázek 1

1.2.4 Partneři pro průmyslové využití



Obrázek 2

1.2.5 Zastoupení společnosti ve světě



Obrázek 3

1.2.6 Behr thermot-tronik Holýšov

Tato společnost odstartovala svou existenci v České republice v Červenci roku 2005. Její specializace je zaměřena na výrobu voskových elementů, menších plastových součástí, celých termostátů, domečků (obalů termostátů) a hydraulických ventilů.

Společnost je vlastníkem certifikátu ISO/TS 16949/2002 a v rozšiřování certifikací neustále pokračují, jejich další snaha je získat certifikát environmentálních aspektů. Její rozloha ve městě Holýšov zaujímá 5900 m², v současnosti zaměstnává okolo 100 zaměstnanců a její roční obrat za rok 2009 byl 22,5 milionu Eur.




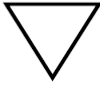

2. Předpisy v rámci EU se zaměřením na ČR (seznámení)

České technické normy (ČSN) nejsou na základě ustanovení § 4 odst. 1 zákona č. 22/1997 Sb. obecně závazné, jsou však platné. To ale neznamená, že některá jejich ustanovení, případně někdy celá norma, nemohou být pro některé subjekty závazná. Stále se můžeme setkat s chybným názorem, že při plnění úkolů BOZP není nutné zohledňovat požadavky norem, neboť jsou nezávazné. V technických normách jsou uvedena kvalifikovaná doporučení (nikoliv příkazy) a jejich použití je v obecné rovině dobrovolné (poskytují pouze určitý návod, jak lze postupovat). Většinou je však výhodné dodržet ustanovení příslušné normy. Zvláštní právní význam mají harmonizované normy a určené technické normy, které se

vyžívají v rámci posuzování shody stanovených výrobků. Příslušné ustanovení české technické normy, případně norma celá, může být stanovena závazným, tedy právně vymahatelným způsobem tj. právním předpisem, smluvním ujednáním dvou či více subjektů, rozhodnutím správního orgánu na základě zmocnění uvedeného v zákoně, interním předpisem subjektu, resp. na pokyn nadřízeného. Vždy je ustanovení normy závazné pouze pro subjekty, na které se vztahuje příslušný požadavek dokumentu, který stanovil ustanovení závazným. Pro diplomovou práci bylo využito norem: ČSN EN 1005 Bezpečnost strojních zařízení, Fyzická výkonnost člověka (část 1÷5) platné od 1.10.2010. [4.]

3. Popis stávajícího stavu

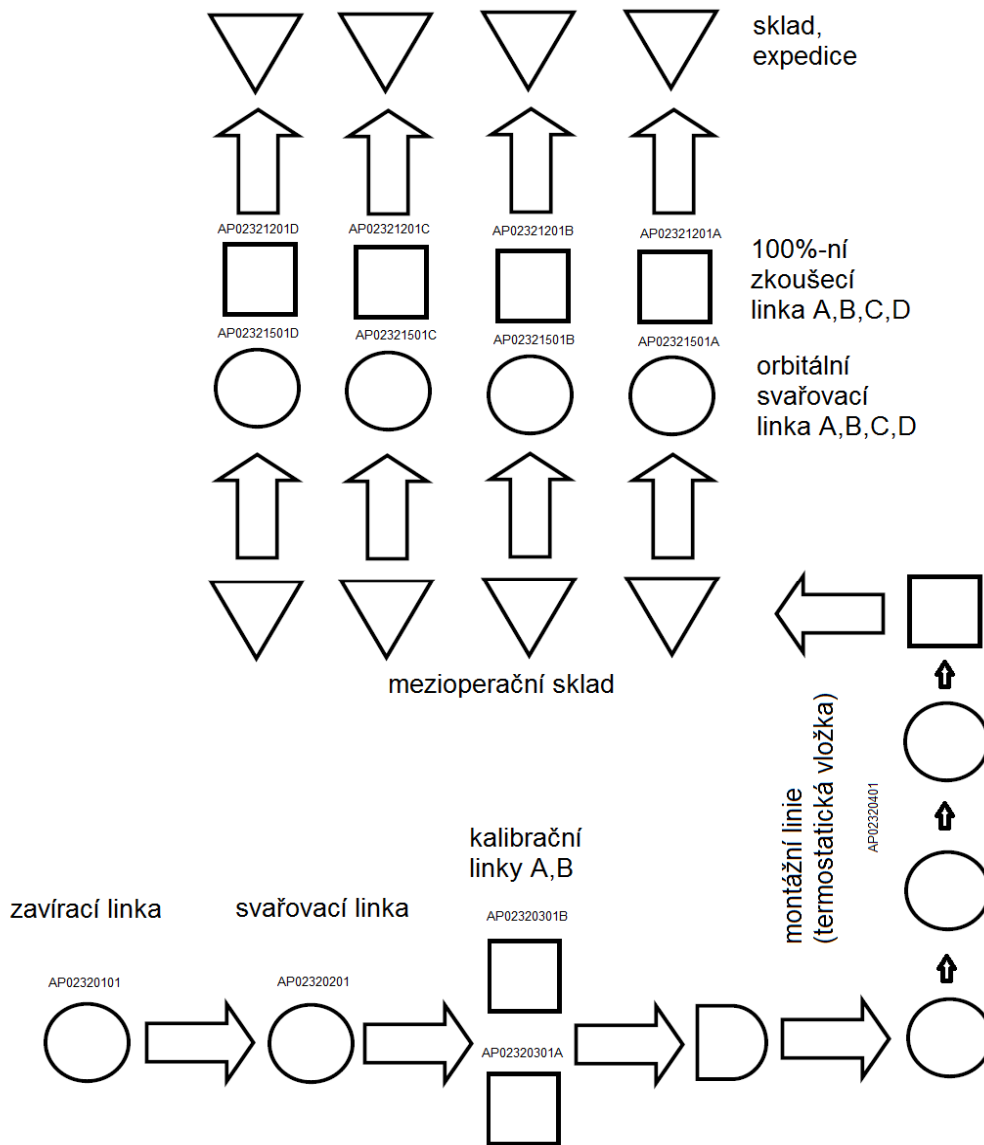
Pro posouzení stávajícího stavu byl vyhotoven dispoziční plán zadané montážní linky tzv. "layout".

<i>výrobní operace</i>	<i>kontrola</i>	<i>přeprava, transport</i>	<i>uložení, skladování</i>	<i>klid, čekání, ztráta</i>
				

Obrázek 4

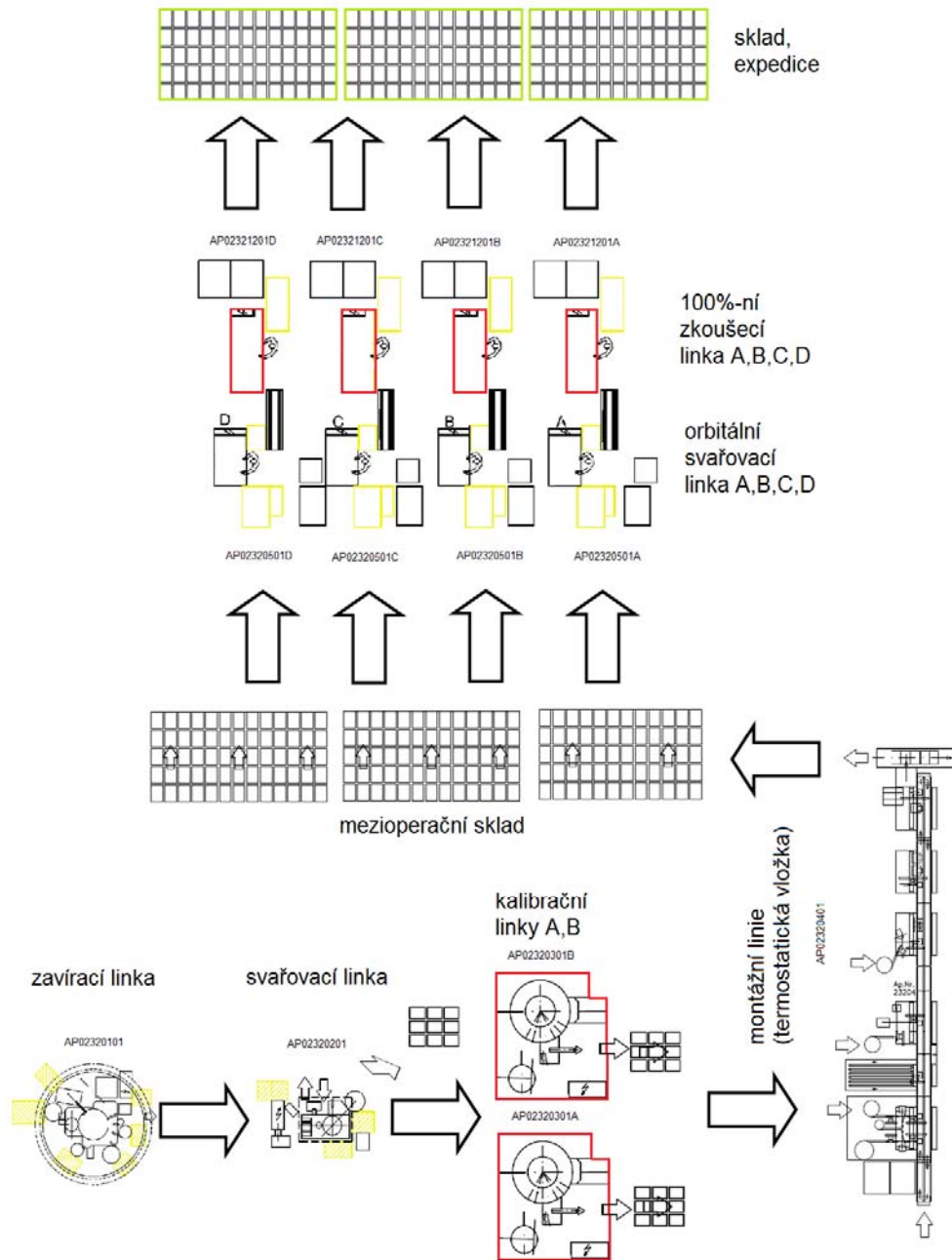
Obrázek 4: vysvětlivky

3.1 Layout schematicky



Obrázek 5

3.2 Layout skutečně

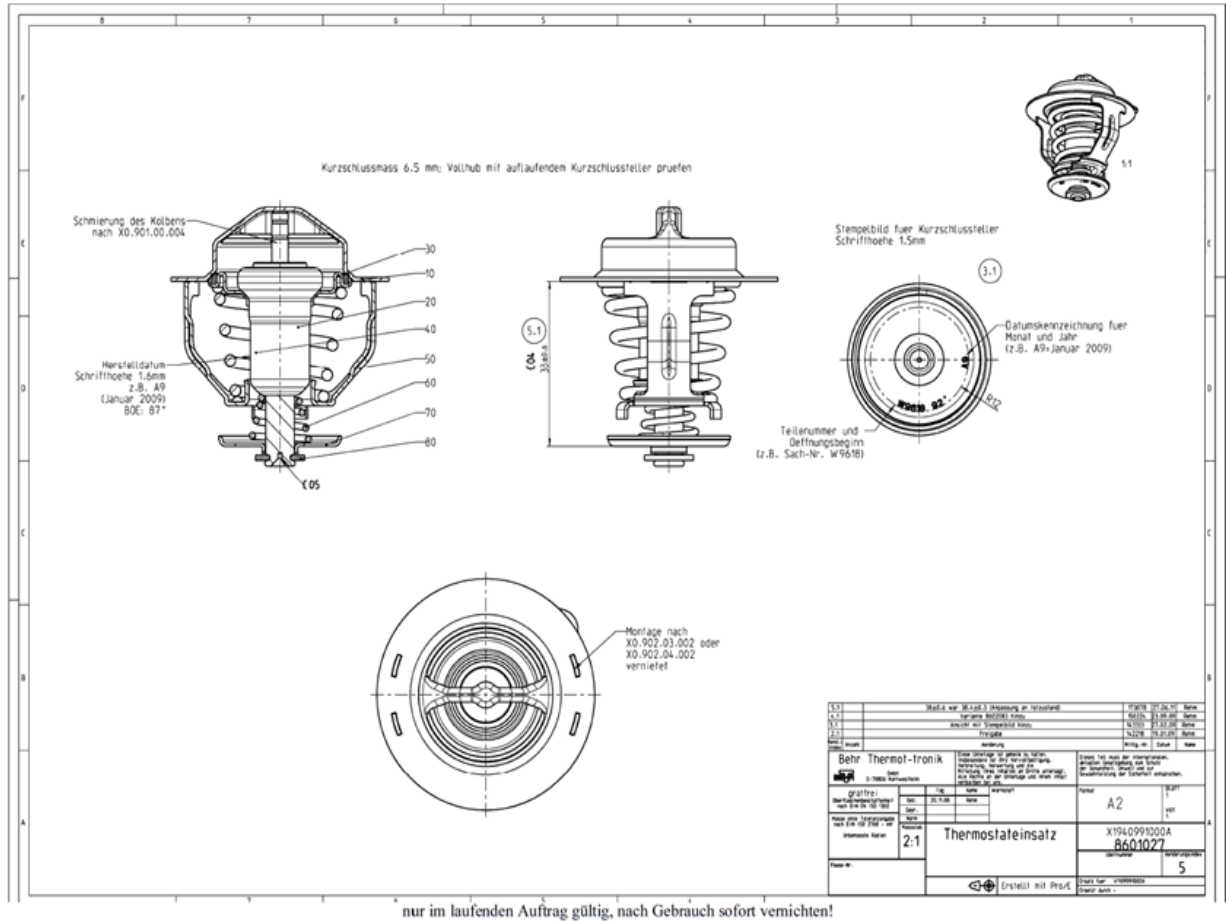


Obrázek 6

3.3 Identifikace výrobního programu

3.3.1 V6549001-výkres

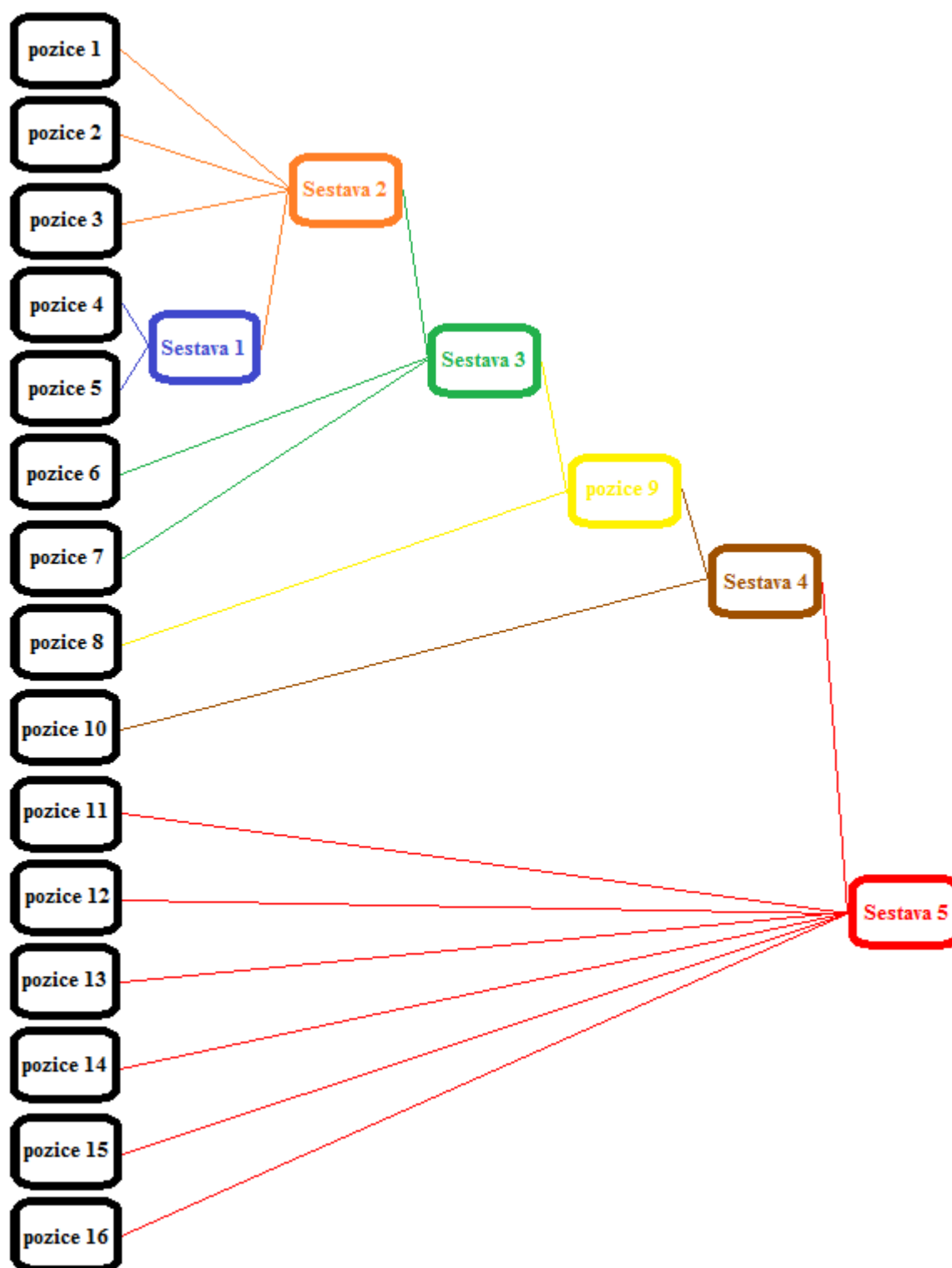
Jako první výrobek na této montážní lince je vyráběno tělo termostatu tzv.:“baliček“.



Výkres 1

Celý výrobek můžeme vidět na výrobním výkrese, viz výkres 1, pro pochopení celé sestavy využijeme postupového schématu, viz obrázek 7 (jednotlivé díly rozepsány v kusovníku viz Příloha 1, kusovník 1).

3.3.2 V6549001- postupové schéma



Obrázek 7

Postupným montováním součástek na automatizovaných strojích vzniká již výše nazvaný „balíček“.

SESTAVA 3 (součásti 1-7) je vyráběna na závěrací lince:

Součásti dodávané do zásobníků stroje:

- gumová vložka (1)
- silikonový tuk (2)
- píst-kolben (3)
- führungstell-uzávěrka (4)
- opěrný kotouč (5)
- zásuvka (6)
- roztavený vosk (7)

Jedná se o automatický stroj, kterému jsou dodávány jednotlivé součásti ze zásobníků. Zásobníky jsou nejčastěji vibrační, konstruované pro snadné oddělení součástí a rychlé zakládání do přípravků otočného stolu. Otočný stůl je pro urychlení montáže vybaven třemi průměry.

Postup:

Jednotlivé díly ručně sypané do zásobníků, pokračují pomocí vibračních dopravníků do přípravků otočného stolu, kde jsou následně **automaticky smontovány** (strojně práce). Smontované součástky jsou automaticky odhazovány do připravené krabice.

Automatické smontování:

→ opěrný kotouč, uzávěrka a píst-kolben jsou vloženy ze zásobníků do přípravku na nejmenší \emptyset otočného stolu, každý na své místo → dojde k pootočení pracovního stolu → uzávěrka uzavře opěrný kotouč (nejmenší \emptyset otočného stolu) → dojde k pootočení pracovního stolu → píst-kolben je nasazen do vedení opěrného kotouče s uzávěrkou (nejmenší \emptyset otočného stolu) → dojde k pootočení pracovního stolu → opěrný kotouč je nalisován do uzávěrky → dojde k pootočení pracovního stolu → měřicí stanice, kontroluje správnost usazení pístu-kolbenu → dojde k pootočení pracovního stolu → namazání pístu-kolbenu, současně vložení gumové vložky do přípravku na střední \emptyset otočného stolu → dojde k pootočení pracovního stolu → mazání gumové vložky silikonovým tukem do vnitřní díry → zatlačení pístu-kolbenu s opěrným kotoučem a uzávěrkou (nejmenší \emptyset otočného stolu) do gumové vložky (střední \emptyset otočného stolu) → smontování (provedeno vakuově-podtlakově), → ze zásobníku je vložena zásuvka (další součást) do předehřívacího zařízení → zásuvka je označena razítkem → dojde k pootočení pracovního stolu → předehřívá zásuvka je vložena do přípravku na největší \emptyset otočného stolu → dojde k pootočení pracovního stolu → roztavený vosk se dávkuje do předehříváče zásuvky, současně gumová vložka s pístem-kolbenem, opěrným kotoučem a uzávěrkou jsou navzájem rotačně promazána → vložení gumové vložky s pístem-

kolbenem, opěrným kotoučem a uzávěrkou (střední \emptyset otočného stolu) do předeřtáté zásuvky s roztaveným voskem (největší \emptyset otočného stolu), (jedna zásuvka udržována stále předeřtátá =menší prostoje při ukončení práce stroje) → dojde k pootočení pracovního stolu → okraje zásuvky jsou před zalisováním promazány → dojde k pootočení pracovního stolu → uzávěrka je zalisována do zásuvky (uzavření zásuvky) → dojde k pootočení pracovního stolu → součástka je odváděna po skluzu do připravené bedny = **SESTAVA 3**

SESTAVA 4 (součásti 8-10+S3) je vyráběna na svařovací lince:

Součásti dodávané do zásobníků stroje:

- sestava 3 (S3)
- talíř termostatu komplet (10)
- čep (8)

Jedná se o automatický stroj, kterému jsou dodávány jednotlivé součásti ze zásobníků. Zásobníky jsou nejčastěji vibrační, konstruované pro snadné oddělení součástí a rychlé zakládání do přípravků otočného stolu. Otočný stůl je pro urychlení montáže vybaven dvěma průměry.

Postup:

Jednotlivé díly ručně sypané do zásobníků, pokračují pomocí dopravníků do přípravků otočného stolu, kde jsou následně **automaticky smontovány** (strojní práce). Smontované součástky jsou automaticky odhazovány do připravené krabice.

Automatické smontování:

→ sestava 3 je vyjmuta ze zásobníku pístem-kolbenem vzhůru → poté je otočena pístem-kolbenem dolů a nasazena do přípravku stolu stroje → talíř termostatu je vložen ze zásobníku do přípravku stolu stroje → na zásuvku je přiložen talíř termostatu → dochází k pevnému stlačení talíře na zásuvce (nalisování) → přeupnutí zásuvky s talířem do svařovacího stolu na větší \emptyset svařovacího stolu → čep je usazen ze zásobníku do menšího \emptyset svařovacího stolu → dochází k zahřátí zásuvky → čep je uchopen z menšího \emptyset svařovacího stolu a bodově přivařen na zásuvku (větší \emptyset svařovacího stolu) → odvedení součástky po skluzu do připravené bedny = **SESTAVA 4**

Následně proběhne kontrola tlaku vosku v zásuvce na kalibrační lince (A, B)

SESTAVA 4 (součásti 8-10+S3) je kontrolována na kalibrační lince (A, B):

Součásti dodávané do zásobníků stroje:- sestava 4 (S4)

Jedná se o automatický stroj, kterému jsou dodávány jednotlivé součásti ze zásobníků, určené pro kontrolu správnosti tlaku vosku v zásuvce a její označení.

Postup:

Jednotlivé díly nasypány do zásobníku (ruční práce), pokračují po dopravníku do přípravků otočného stolu. Následně probíhá **automatická kontrola** (strojní práce), po které jsou součástky automaticky odhazovány do připravené krabice.

Automatická kontrola:

→ sestava 4 je vyjmuta ze zásobníku a upnuta (s předpětím) do přípravku kulatého pracovního stolu → dojde k pootočení pracovního stolu → sestava pokračuje do chladicí lázně → dojde k pootočení pracovního stolu → sestava přejde do kalibrovací lázně (horká lázeň = zahřátí (roztavení vosku) = vysunutí pístu-kolbenu) → dojde k pootočení pracovního stolu → píst-kolben je stlačen na požadovanou výšku → následuje kontrola navařeného čepu → dojde k pootočení pracovního stolu → sestava je ponořena do chladicí lázně → dojde k pootočení pracovního stolu → zkontrolovaná sestava se uvolní (kontrola senzorem, zda došlo opravdu k uvolnění) → dojde k pootočení pracovního stolu → zkalibrované součástky pokračují po skluzu do připravené bedny (i.o.-správné x n.i.o. - zmetkové) = **SESTAVA 4 s kalibrací**

PRACOVNÍ PRVEK - „BALÍČEK“ (součásti 11-17+S4) je vyráběn na montážní linii:

Součásti dodávané do zásobníků stroje:

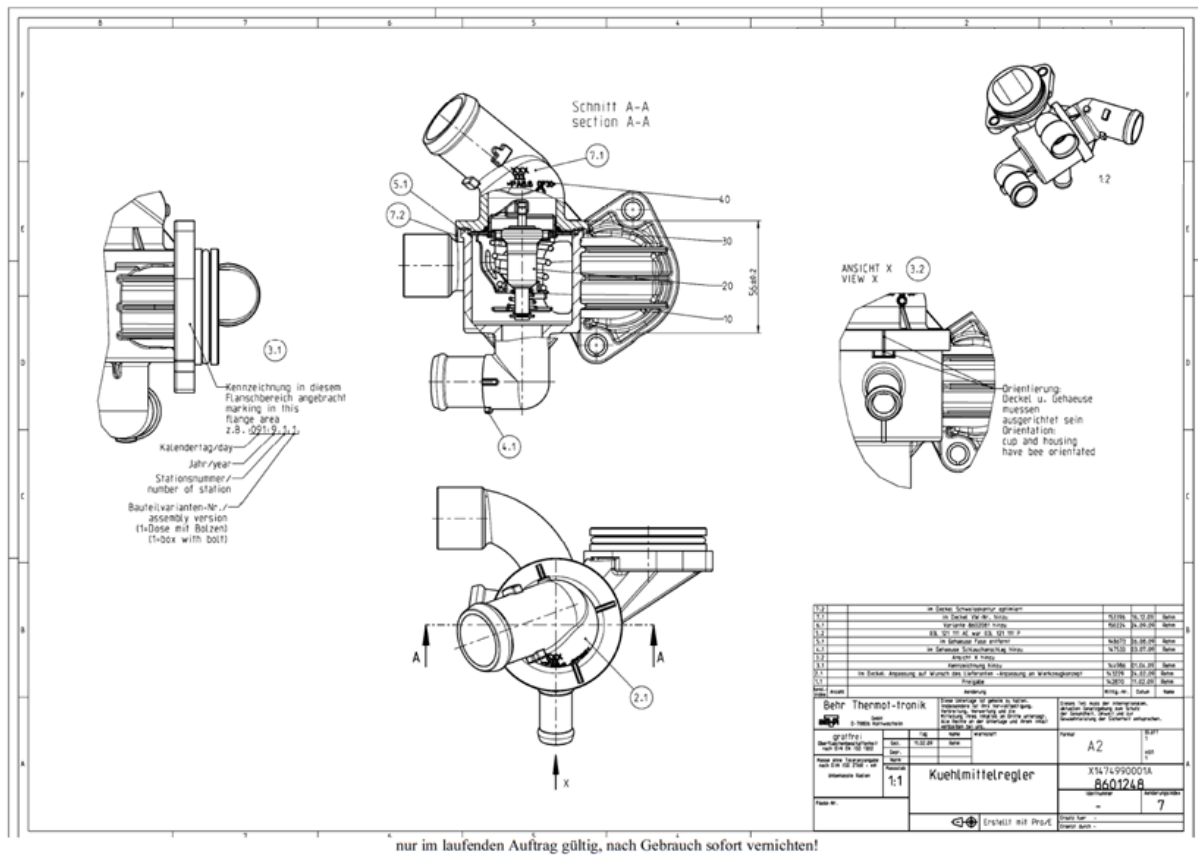
- sestava 4 (S4)
- tlaková pružina velký Ø (11)
- vedení termostatu (12)
- tlaková pružina malý Ø (13)
- talíř přemostění termostatu (14)
- podložka (15)
- základní deska (16)

Jedná se o automatický stroj, kterému jsou dodávány jednotlivé součásti ze zásobníků. Zásobníky jsou nejčastěji vibrační, konstruované pro snadné oddělení součástí a rychlé zakládání do přípravků posuvného pásu.

Tato výrobní linie byla v nedávné minulosti upravena na minimalizaci časů. Z toho důvodu ji v optimalizaci výrobní linky nebudeme sledovat a přesuneme se dále.

3.3.3 V7567003-výkres

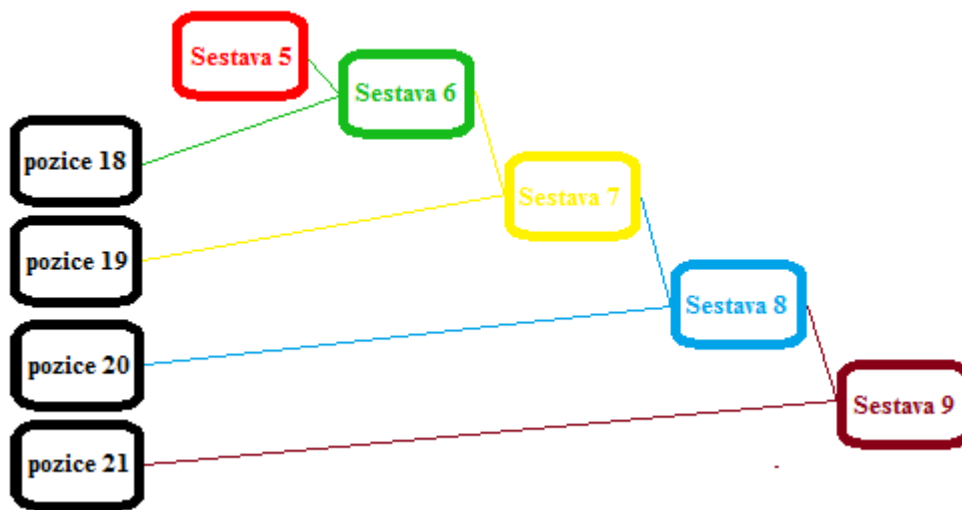
Dalším výrobkem montážní linky je samotný termostat, který je na závěr 100%-ně zkontrolován.



Výkres 2

Po výrobě balíčku, dochází k jeho zavaření do pláště termostatu, čímž vzniká závěrečný výrobek - samotný termostat. Na závěr probíhá na montážní lince stoprocentní zkouška celého termostatu, kde se kontroluje tlak. Zkontrolované výrobky jsou ukládány do beden a poté přemístěny na skladové prostory, ze kterých jsou expedovány. Celý výrobek můžeme vidět na výrobním výkrese, viz výkres 2, pro pochopení celé sestavy využijeme postupového schématu, viz obrázek 8 (jednotlivé díly rozepsány v kusovníku viz Příloha 1, kusovník 2).

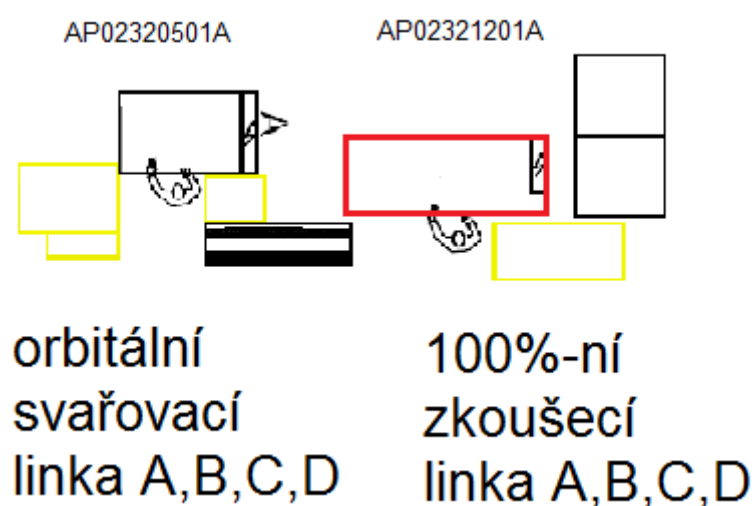
3.3.4 V7567003-postupové schéma



Obrázek 8

Na této části montážní linky je před samotným svařováním prováděna manuální příprava výrobku, kde pracovník předpřipraví výrobek a svařování probíhá strojně. Po svaření se výrobek přemísťuje na kontrolní stroj, který je také obsluhován manuálně, nutno říci, že kontrolní stroj je konstruován na dva výrobky najednou.

Vzhledem k tomu, že montážní stoly pro výrobu pracovního prvku-balíčku, jsou automatické, zaměříme se nejprve na část svařovací a kontrolní linky, kde zhodnotíme současný stav v podobě časových náměrů, ergonomického zaměření a nedostatků výroby.



Obrázek 9

Obrázek 9: layout montážní linky svařování a zkoušení

Označení A, B, C, D, je z toho důvodu, že ve výrobě jsou čtyři totožné linky, které pracují souběžně. Pro optimalizaci zvolíme jednu z nich, na které provedeme náměry a úpravy a poté aplikujeme na všechny čtyři pracoviště.

3.4 Analýza současného stavu

Pro seznámení s průběhem práce na strojích bylo provedeno pozorování. U jednotlivých strojů byly pohyby rozděleny na pohybové elementy (A0-A100, B0-B85) popisující metodu práce (pohybové elementy byly příliš podrobné, proto se vždy několik pohybových elementů sjednotilo = \sum pohybových elementů \rightarrow zjednodušení operace = pracovní činnost) viz tabulka 1 a 2.

Pohybové elementy A	Orbitální svařovací stroj
	AP 02321501
A0	uchopení těla domečku P
A5	přendání těla domečku P \rightarrow L
A10	uchopení balíčku P
A15	vložení balíčku do těla P
A20	uchopení těsnění P
A25	vložení těsnění na balíček v těle P (tělo drženo v levé ruce)
A30	uchopení víčka P (současně automatické otevření dveří) \sum (A0-A30) zjednodušení operace – příprava svařence
A35	uchycení víčka do horních čelistí P
A40	vyjmutí svařené sestavy (svařence) P
A45	uchycení spodní sestavy do spodních čelistí L
A50	přendání svařence P \rightarrow L
A55	uchycení svařence do přípravku pro barevné označení (tampoprint) L
A60	stisknutí tlačítka start P \sum (A35-A60) zjednodušení operace - svařování
A65	aktivování značícího stroje pedálem PN
A70	sejmutí validační známky P přendání známky P \rightarrow L

A75	označení - nalepení validační známky L
A80	vyjmutí svařence z přípravku pro barevné značení L
A85	přendání svařence L → P
A90	optická kontrola
A95	odložení svařence do bedny (volně) P
A100	mezičas mezi odložením a uchopením
	$\Sigma(A65-A100)$ zjednodušení operace – optická kontrola, označení, uložení

Tabulka 1

Pohybové
elementy B

Zkoušecí stroj

AP 02321201

B0	uchopení nezkontrolovaného svařence z bedny L
B5	přendání svařence L → P (čekání na doběhnutí kontroly)
B10	vyjmutí zkontrolovaného svařence z čelistí stroje L
B15	uchycení nezkontrolovaného svařence do čelistí stroje P
B20	stisknutí tlačítka start P (pravá ruka mačká vlevo)
	$\Sigma(B0-B20)$ zjednodušení operace - kontrola prvního svařence
B25	uchopení nezkontrolovaného svařence z bedny P (L = zkontrolovaný svařenec, P = nezkontrolovaný svařenec)
B30	odložení nezkontrolovaného svařence na pracovní stůl P
B35	označení zkontrolovaného svařence (zeleně=OK) (L = drží, P = značí)
B40	přendání svařence L → P
B45	odložení svařence do bedny (na předem dané místo) P
	$\Sigma(B25-B45)$ zjednodušení operace - označení a odložení prvního svařence
B50	uchopení nezkontrolovaného svařence z pracovního stolu P
B55	vyjmutí zkontrolovaného svařence z čelistí stroje L
B60	uchycení nezkontrolovaného svařence do čelistí stroje P
B65	stisknutí tlačítka start P (pravá ruka mačká vpravo)
B70	označení zkontrolovaného svařence (zeleně=OK) (L = drží, P = značí)
B75	přendání svařence L → P

B80	odložení svařence do bedny (na předem dané místo) P
B85	mezičas mezi odložením a uchopením
$\Sigma(B50-B85)$	zjednodušení operace - kontrola, označení a odložení druhého svařence

Tabulka 2

Červeným písmem je označena ruka, která pohybový element prováděla. Zde bylo zjištěno, že dochází k prodlevám nejen čekacím na stroj, ale také výrobním, díky nesprávné manipulaci s materiálem. S takto rozdělenými pohybovými elementy proběhly náměry časů při práci u obou pracovních strojů. Měřily se jednotlivé pohybové elementy, které byly následně sečteny (zjednodušeny). Náměry byly prováděny pro dvě směny (ranní, odpolední) a u každé směny bylo naměřeno 10 kusů. Měření proběhlo pomocí pracovních stopek s aktuální kalibrací. Časová hodnota měření byla ve vteřinách.

3.4.1 Výsledky měření orbitálního svařovacího stroje AP 02321501

Pohybové elementy A	časy A - 1. směna pro 10ks [vteřiny]									
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
A0										
A5	3,5	1,2	2,1	3,6	2,5	1,8	1,4	3,5	1,3	2,4
A10										
A15	5,0	2,9	3,7	5,3	4,7	5,9	3,4	3,9	4,2	3,5
A20										
A25	2,4	2,4	2,0	2,3	1,8	1,7	2,1	2,5	2,0	2,8
A30	0,8	0,8	1,6	1,7	0,8	1,1	2,0	1,4	1,9	1,4
$\Sigma(A0-A30)$	11,7	7,3	9,4	12,9	9,8	10,5	8,9	11,3	9,4	10,1
A35	2,9	7,9	3,9	3,5	3,0	4,5	8,2	2,1	2,7	6,9
A40	0,8	1,3	0,9	0,6	1,0	1,2	0,7	0,6	0,6	0,9
A45	0,8	0,3	0,7	0,6	0,5	1,2	0,8	0,3	0,9	0,6
A50	1,1	1,1	1,0	1,2	1,2	1,5	1,5	0,4	0,6	1,1
A55										
A60	0,7	0,3	0,4	0,5	0,6	0,5	0,8	1,2	1,4	1,7

Katedra technologie obrábění

Bc. Barbora Dostálová

$\Sigma(A35-A60)$	6,3	10,9	6,9	6,4	6,3	8,9	12	4,6	6,2	11,2
A65										
A70	1,5	1,9	1,8	1	1,8	2,1	1,9	1,6	1,9	1,4
A75	1,2	1,8	0,8	2,3	2,5	1,7	1,5	1,7	2,5	1,7
A80	barevné značení jen u některých typů výrobků									
A85										
A90	2,4	0,9	1,8	3,8	2,2	1,2	1,1	1,8	1,1	1,4
A95	1,3	1,2	1,7	0,6	1,7	1,2	1,2	1,4	1,2	2,4
A100	1,9	2,3	2,2	1,8	2,6	2,5	1,7	2,5	2,5	1,7
$\Sigma(A65-A100)$	8,3	8,1	8,3	9,5	10,8	8,7	7,4	9	9,2	8,6

ΣA_n	26,3	26,3	24,6	28,8	26,9	28,1	28,3	24,9	24,8	29,9
--------------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

Tabulka 3

Pohybové
elementy A

časy A - 2. směna pro 10ks [vteřiny]

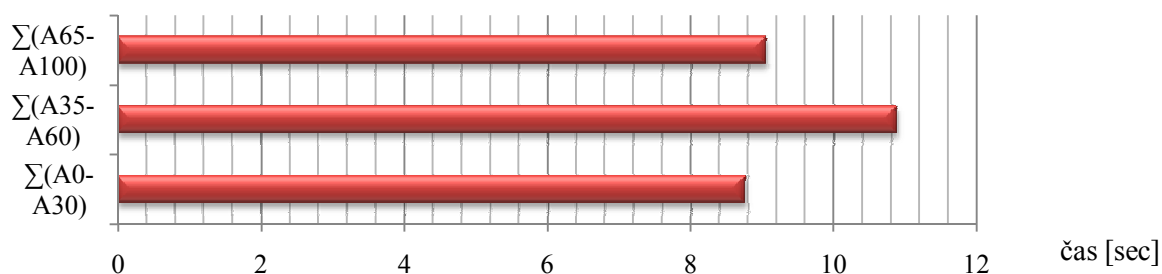
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
A0										
A5	2,9	2,1	2,2	1,9	1,8	1,7	1,6	1,1	1,9	2,0
A10										
A15	1,8	1,4	1,9	1,7	2,3	2,0	1,9	1,5	3,0	2,2
A20										
A25	1,0	2,3	3,0	1,3	1,4	1,9	1,4	2,1	1,2	1,3
A30	1,9	1,2	1,9	1,9	1,7	2,5	1,6	1,9	1,6	2,0
$\Sigma(A0-A30)$	7,6	7,0	9,0	6,8	7,2	8,1	6,5	6,6	7,7	7,5
A35	7,3	3,8	6,7	8,4	7,8	8,3	9,1	6,6	4,5	7,5
A40	1,8	1,6	0,7	0,9	1,5	2,4	1,3	1,0	1,6	1,3
A45	1,3	1,3	0,9	2,1	1,2	1,4	1,0	1,3	1,0	1,4
A50	1,8	1,2	1,2	2,9	1,9	2,3	1,0	1,4	1,8	1,3
A55										
A60	4,0	2,5	1,6	2,6	3,1	4,0	1,0	1,3	2,5	1,5

$\Sigma(A35-A60)$	16,2	10,4	11,1	16,9	15,5	18,4	13,4	11,6	11,4	13
A65										
A70	1,8	2,2	2,6	2,4	2,7	1,8	3,6	4,0	2,5	5,7
A75	1,3	2,3	2,2	1,3	1,6	1,6	1,9	1,3	2,6	1,2
A80	barevné značení jen u některých typů výrobků									
A85										
A90	1,0	3,0	1,7	1,6	0,9	1,2	1,1	1,6	1,1	1,2
A95	2,0	2,0	1,0	1,4	1,4	1,3	1,1	1,1	1,6	1,2
A100	2,3	2,1	1,8	1,7	1,8	1,8	1,6	1,8	1,9	1,3
$\Sigma(A65-A100)$	8,4	11,6	9,3	8,4	8,4	7,7	9,3	9,8	9,7	10,6
ΣAn	32,2	29,0	29,4	32,1	31,1	34,2	29,2	28,0	28,8	31,1

Tabulka 4

Z tabulek 3 a 4 byly sestaveny časové grafy:

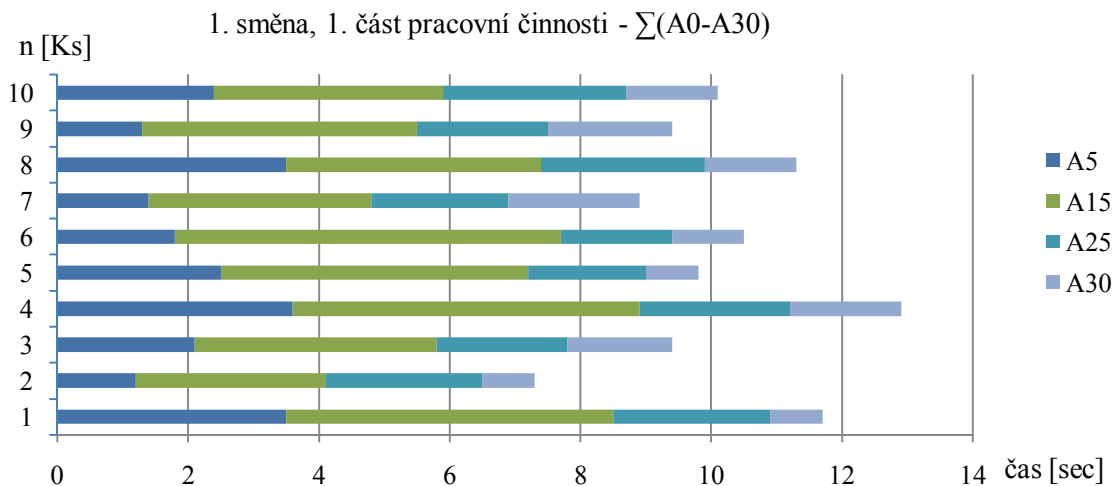
Srovnání časů pracovních činností



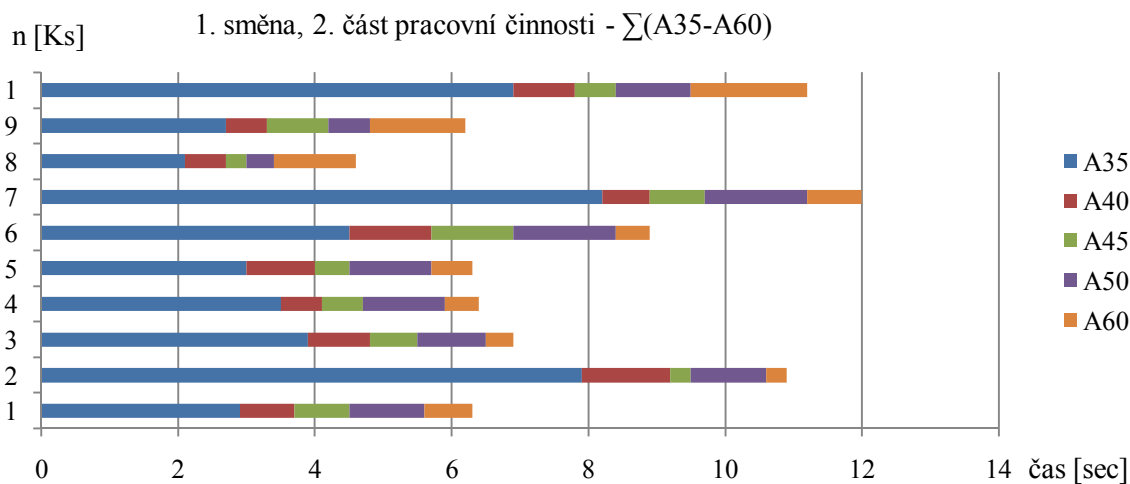
Graf 1

Graf 1:

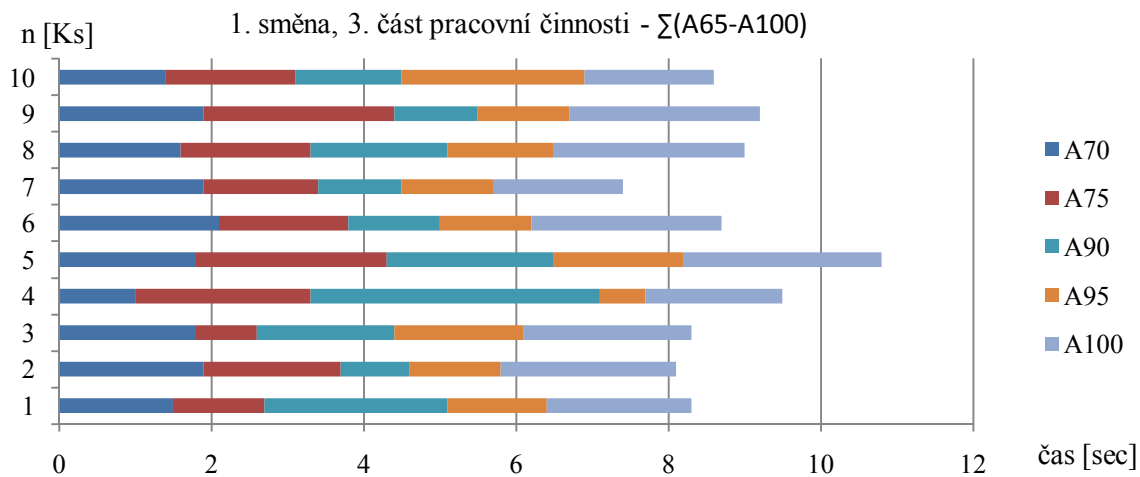
Časy pracovních činností ukazující stav celé práce. Abychom zjistili nejdelší časy jednotlivých pohybových elementů, na které se musíme zaměřit a pokusit se o jejich snížení, byly hodnoty časů jednotlivých pohybových elementů vyneseny do grafů (grafy pracovních činností rozloženy na pohybové elementy viz graf 2-7).



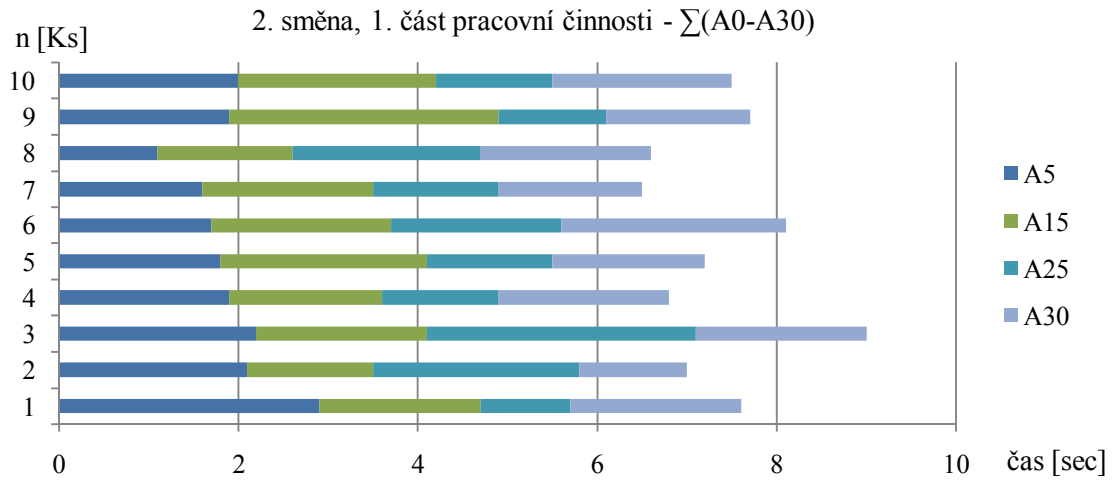
Graf 2



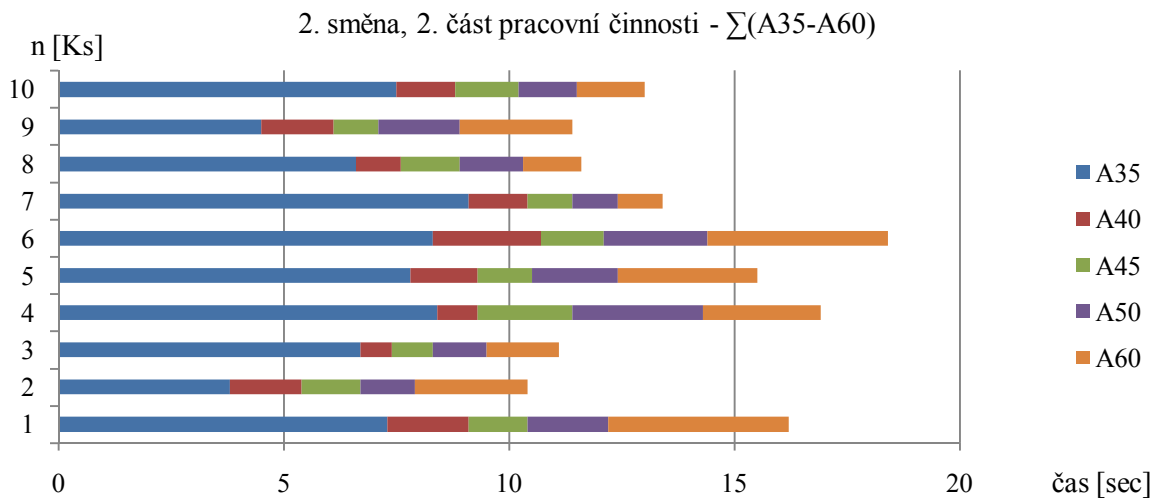
Graf 3



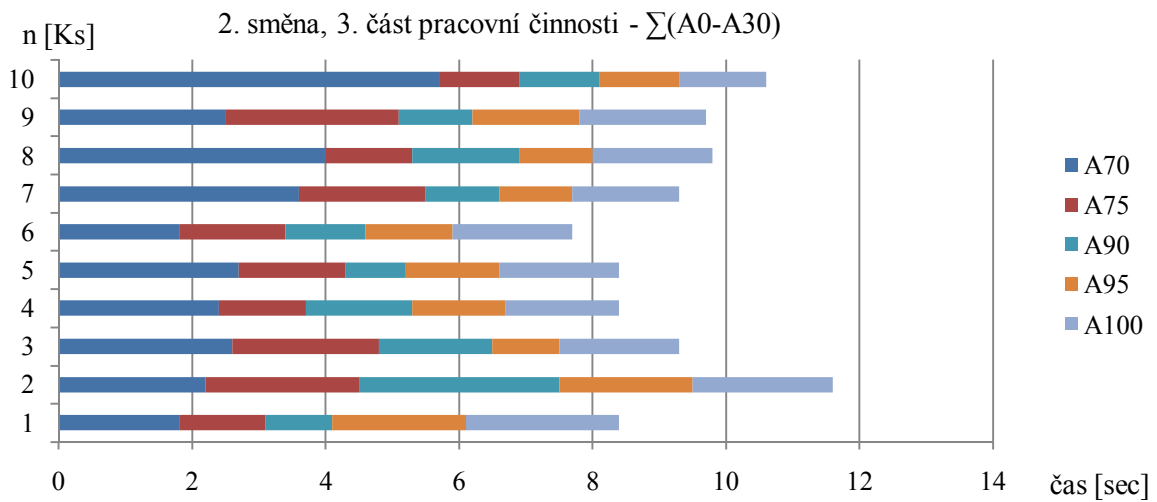
Graf 4



Graf 5



Graf 6



Graf 7

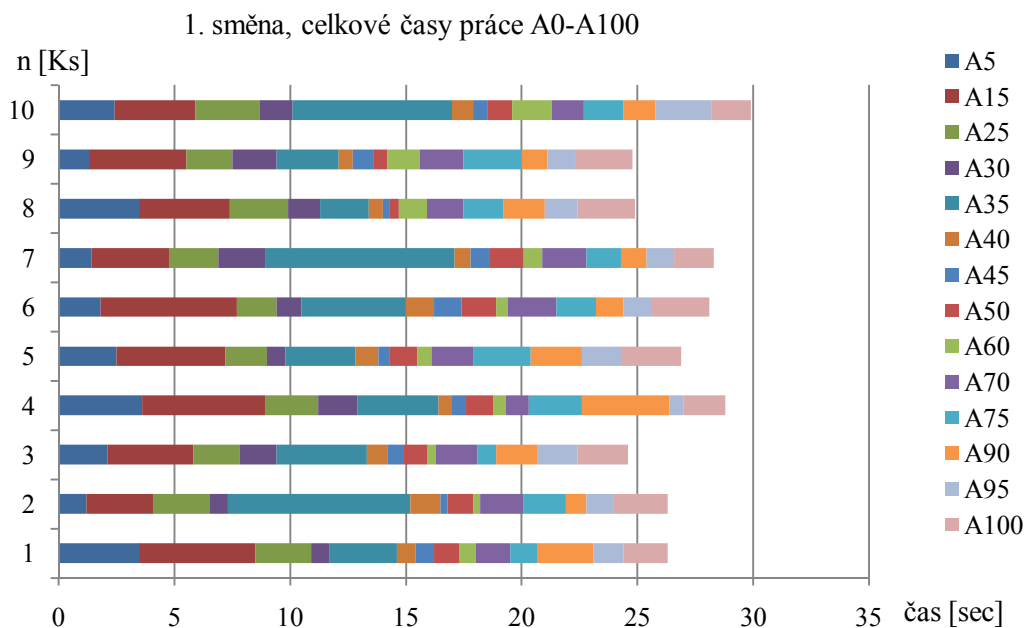
Z grafů 2-7 lze vyčíst nejdelší časy při výrobě:

2. a 5. graf (1. i 2. směna) - založení a správné nastavení balíčku do těla domečku

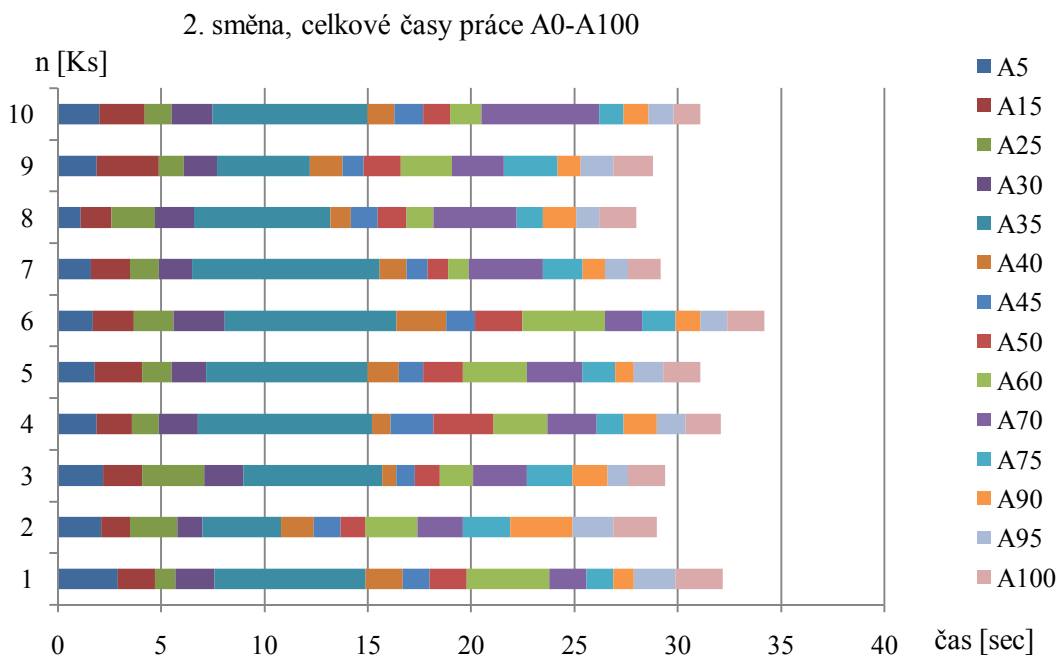
3. a 6. graf (1. i 2. směna) - uchycení víčka do horních čelistí

4. a 7. graf (1. i 2. směna) - sejmutí validační známky (překáží rukavice)

Pro analýzu celé práce uspořádáme veškeré časy pohybových elementů do grafů, dle směn viz graf 8 a 9.



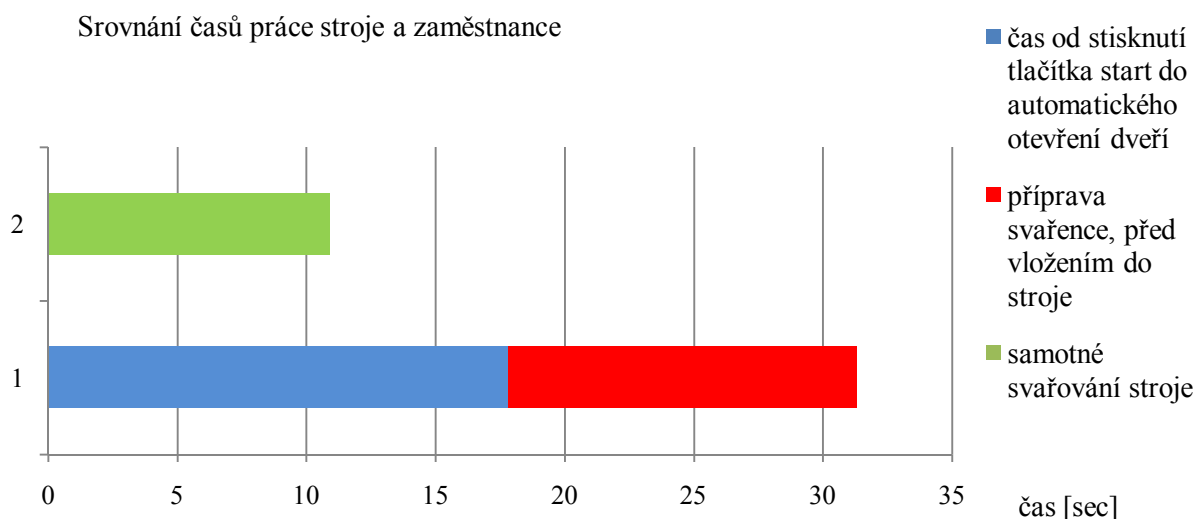
Graf 8



Graf 9

Z grafů 8 a 9. můžeme vidět, že na výrobu má vliv i samotný pracovník (ve 2. směně delší časy, než v 1. směně), zejména jeho zkušenost a zapracování na stroji.

Na orbitálním svařecím stroji lze zrychlit proces svařování, proto byly porovnány časy ruční manipulace a strojního svařování (čas čekání na stroj je neefektivní).



Graf 10

Z grafu 10 je patrné, že obsluha na stroj čeká, proto se pokusíme o zrychlení strojního orbitálního svařování a tím zrychlení celého procesu (obsluha nečekající na dopracování stroje = kratší časy = zefektivnění).

3.4.2 Výsledky měření zkoušecího stroje AP 02321201

Pohybové elementy B	časy B - 1. směna pro 10ks [vteřiny]									
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
B0	0,9	0,9	0,8	1,1	1,2	1,7	1,2	0,9	1,3	0,6
B5	11,6	4,6	6,3	5,2	4,5	9,4	8,2	3,0	16,4	10,3
B10	1,8	1,2	3,5	1,2	0,6	1,5	0,9	0,8	1,4	1,6
B15	1,6	1,0	0,5	0,6	0,9	1,0	1,5	0,7	2,8	0,7
B20	7,1	2,5	1,2	1,1	1,3	1,7	1,3	1,3	2,0	1,8
$\Sigma(B0-B20)$	23,0	10,2	12,3	9,2	8,5	15,3	13,1	6,7	23,9	15,0
B25	1,2	1,8	1,2	2,0	1,3	0,7	1,0	1,5	1,2	1,7

Katedra technologie obrábění

Bc. Barbora Dostálová

B30	0,5	0,7	1,5	1,4	0,6	2,0	1,0	1,2	1,2	0,9
B35	1,8	1,6	0,6	0,7	0,7	1,1	1,1	1,3	1,5	1,1
B40										
B45	1,5	1,6	0,5	0,9	1,4	0,8	1,9	1,4	0,8	0,8
$\Sigma(B25-B45)$	5,0	5,7	3,8	5,0	4,0	4,6	5,0	5,4	4,7	4,5
B50	1,0	0,7	0,8	3,6	1,8	2,4	2,5	2,8	1,0	2,7
B55	2,5	1,7	1,6	0,8	2,5	1,2	1,3	2,3	1,8	0,9
B60	0,5	1,0	2,1	1,2	2,4	1,0	2,1	1,3	1,1	1,1
B65	0,9	1,3	1,2	0,5	1,0	1,4	1,1	0,9	0,8	0,7
B70	1,7	0,9	1,4	1,3	0,9	1,3	1,2	1,7	1,5	0,8
B75										
B80	0,7	1,2	2,0	1,8	0,9	0,9	0,8	1,4	0,8	2,0
B85	8,8	9,3	10,1	11,4	9,7	7,9	12,1	18,3	9,6	11,6
$\Sigma(B50-B85)$	16,1	16,1	19,2	20,6	19,2	16,1	21,1	28,7	16,6	19,8
ΣB_n	44,1	32,0	35,3	34,8	31,7	36,0	39,2	40,8	45,2	39,3

Tabulka 5

Pohybové
elementy B

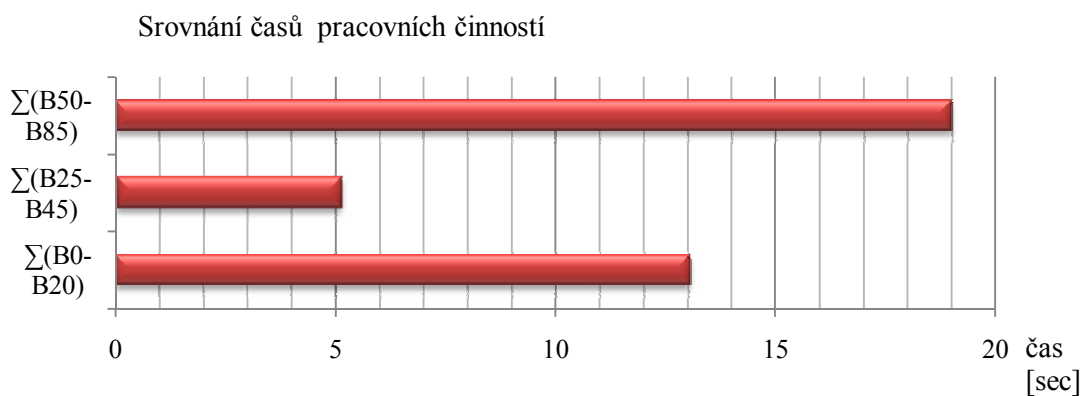
časy B - 2. směna pro 10ks [vteřiny]

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
B0	1,0	1,7	1,2	0,8	1,3	1,0	0,7	0,8	0,7	1,0
B5	5,8	8,4	7,8	8,6	5,9	9,3	5,6	9	8,4	6,8
B10	2,5	2,1	1,0	0,9	0,7	1,3	1,6	0,9	1,3	1,9
B15	0,7	0,8	1,5	1,3	1,2	1,8	1,2	1,4	0,8	1,2
B20	1,1	1,4	2,1	1,1	1,3	0,8	0,9	0,7	1,1	1,2
$\Sigma(B0-B20)$	11,1	14,4	13,6	12,7	10,4	14,2	10,0	12,8	12,3	12,1
B25	1,3	0,9	1,1	0,9	0,9	1,1	1,5	1,3	1,4	1,1
B30	0,9	2,1	1,2	2,1	1,8	1,3	1,7	1,2	1,2	1
B35	0,8	1,1	1,3	1,0	1,2	1,1	1,3	1,3	2,3	1,1

B40										
B45	1,7	1,8	1,7	0,9	1,1	2,1	1,5	1,6	2,1	1,7
$\Sigma(B25-B45)$	4,7	5,9	5,3	4,9	5,0	5,6	6,0	5,4	7,0	4,9
B50	1,2	1,4	2,1	1,5	1,0	1,4	1,7	1,2	1,5	0,8
B55	0,9	1,5	1,3	1,8	1,0	0,8	2,1	1,9	0,9	0,9
B60	1,3	1,2	1,1	2,1	1,7	1,0	0,9	1,3	1,8	1,0
B65	0,8	1,0	0,9	2,1	1,3	1,8	1,8	2,2	1,3	1,4
B70	1,2	1,2	1,3	1,2	1,7	2,1	1,3	2,7	1,7	1,3
B75										
B80	1,5	0,9	1,7	1,3	0,9	3,1	1,8	1,1	1,3	1,5
B85	8,3	11,3	10,1	11,9	12,1	7,3	8,2	12,1	7,2	12,1
$\Sigma(B50-B85)$	15,2	18,5	18,5	21,9	19,7	17,5	17,8	22,5	15,7	19,0
ΣB_n	31,0	38,8	37,4	39,5	35,1	37,3	33,8	40,7	35,0	36,0

Tabulka 6

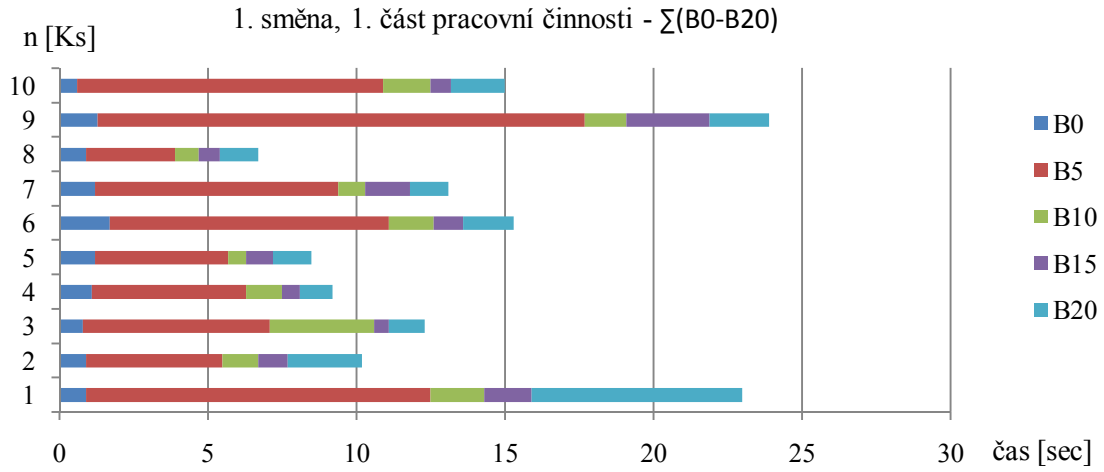
Z tabulek 5 a 6 byly sestaveny časové grafy:



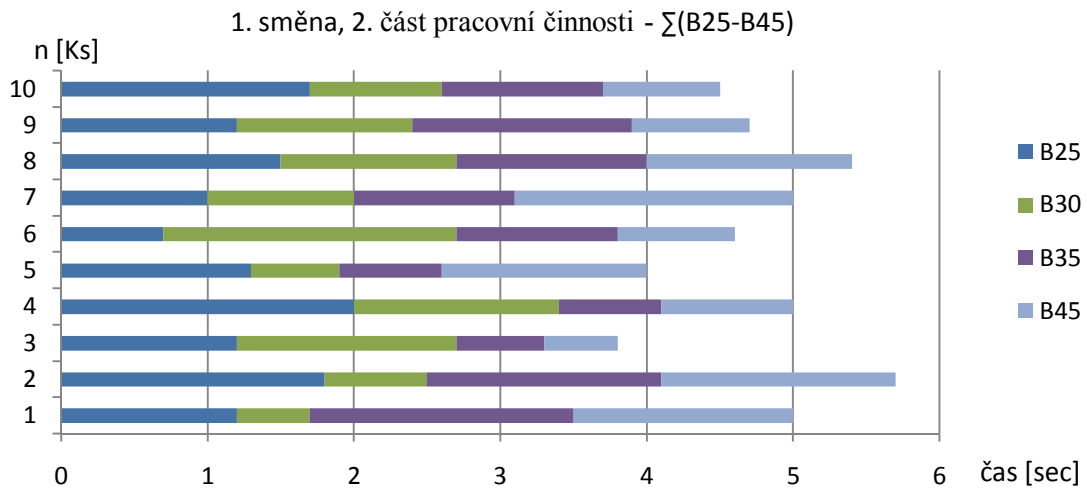
Graf 11

Graf 11:

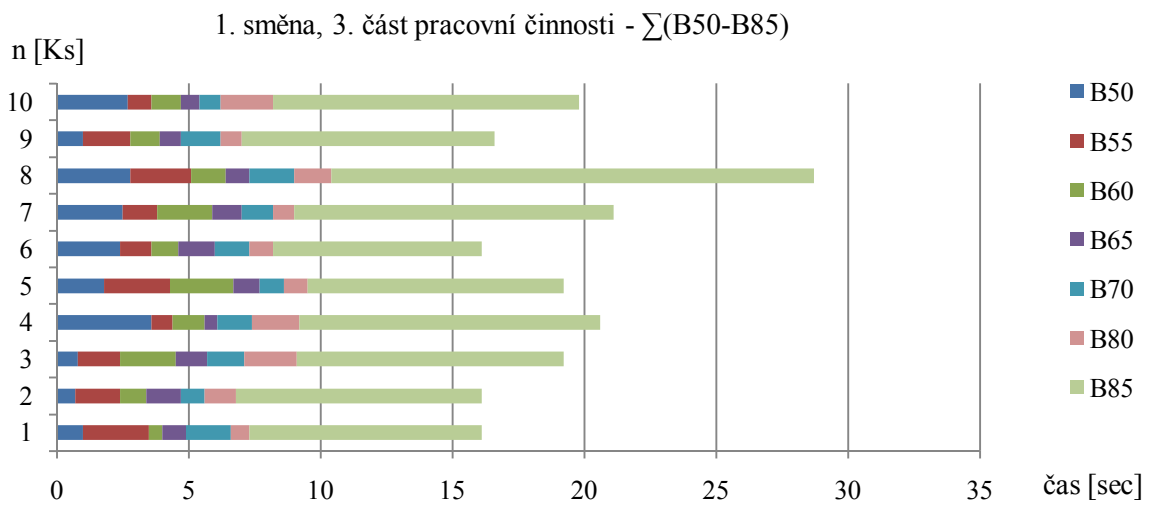
Časy pracovních činností ukazující stav celé práce. Abychom zjistili nejdelší časy jednotlivých pohybových elementů, na které se musíme zaměřit a pokusit se o jejich snížení, byly hodnoty časů jednotlivých pohybových elementů vyneseny do grafů (grafy pracovních činností rozloženy na pohybové elementy viz graf 12-17).



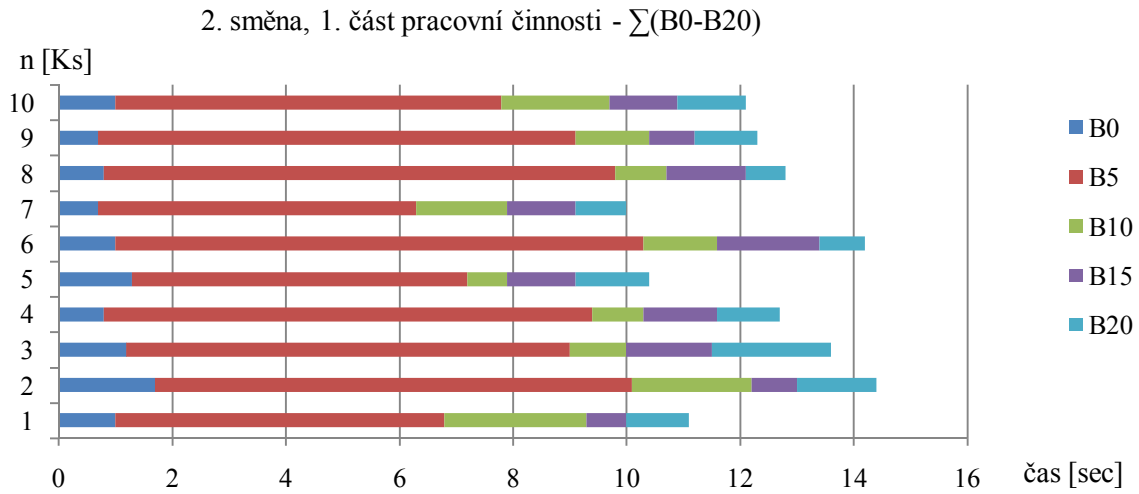
Graf 12



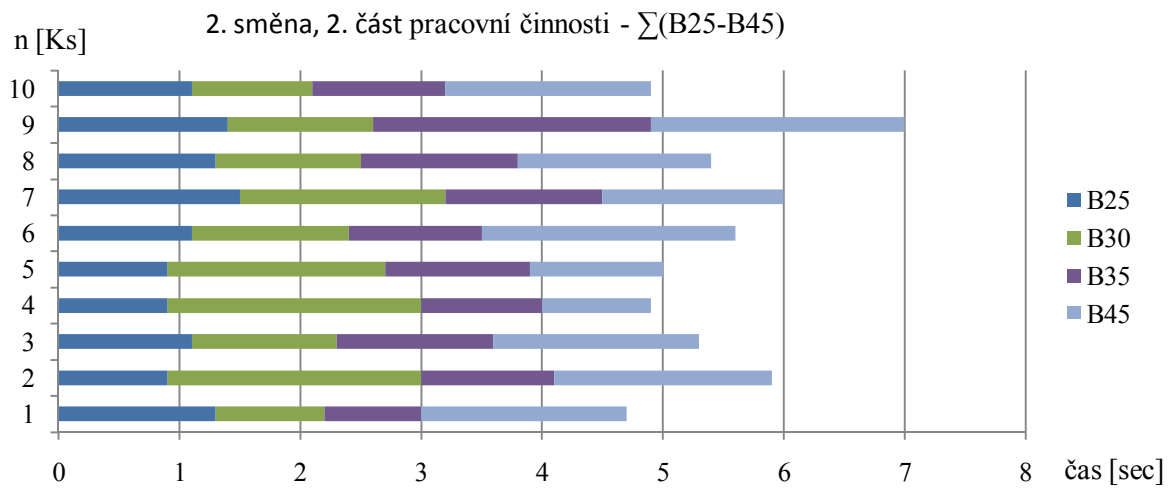
Graf 13



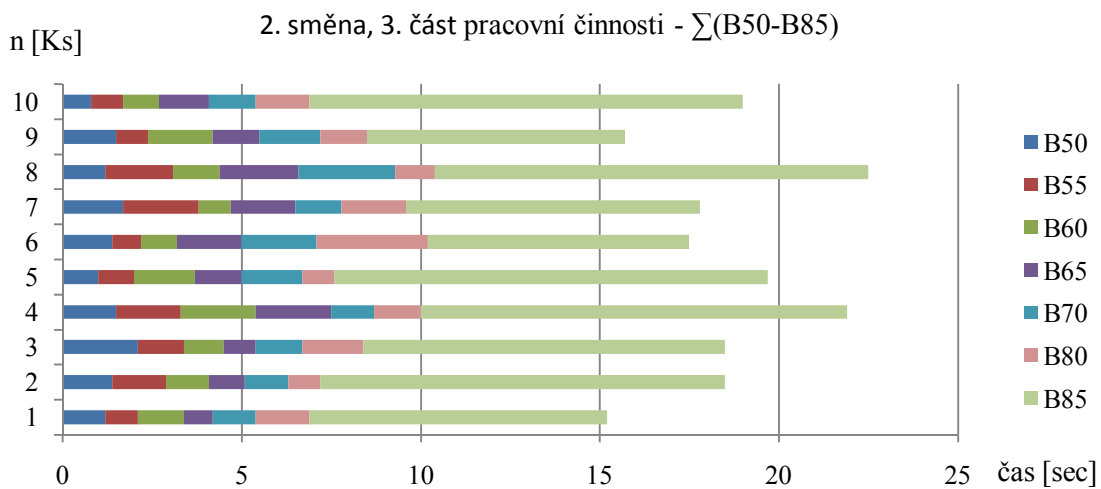
Graf 14



Graf 15



Graf 16



Graf 17

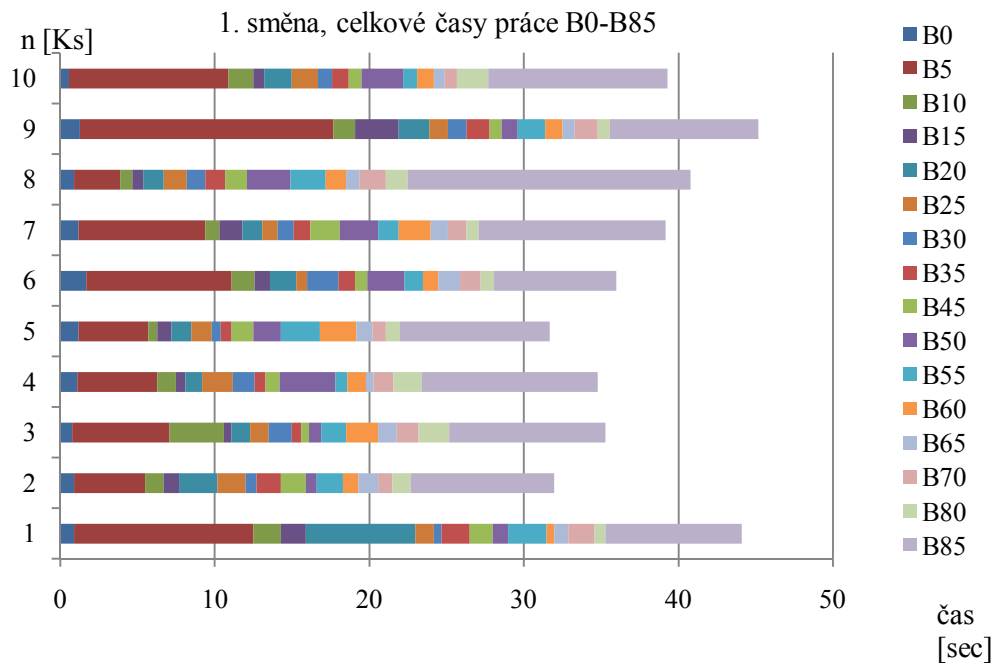
Z grafů 12-17 lze vyčíst nejdelší časy při výrobě:

12. a 15. graf (1. i 2. směna) - čekání na doběhnutí kontroly

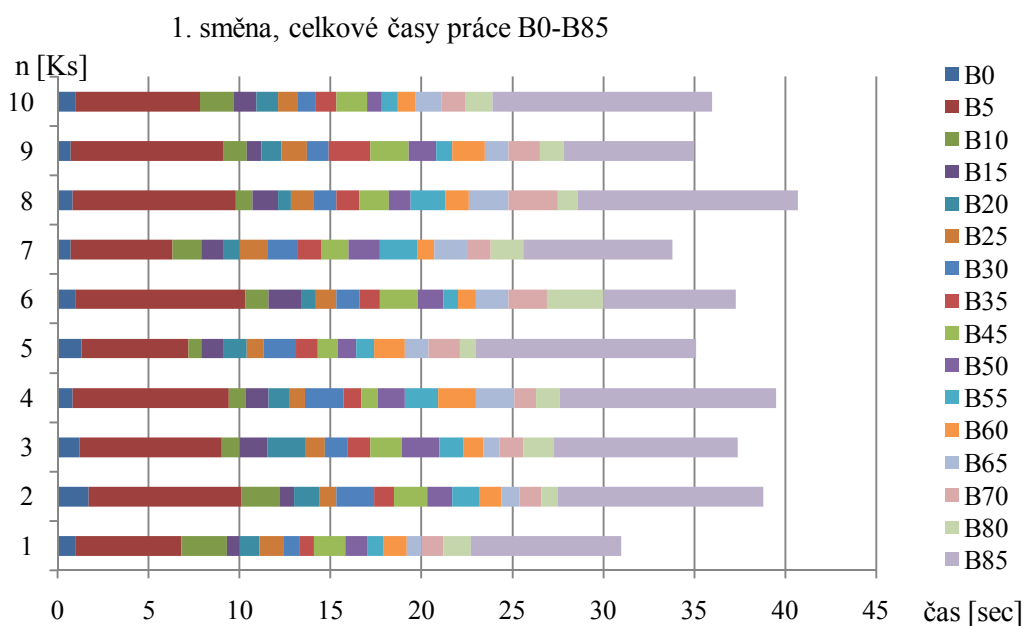
13. a 16. graf (1. i 2. směna) - časy vyrovnány

14. a 17. graf (1. i 2. směna) - mezičas mezi odložením a uchopením svařence (čas využit na přípravu bedny a její označení T-kartou)

Pro analýzu celé práce uspořádáme veškeré časy pohybových elementů do grafů, dle směn viz graf 18 a 19.



Graf 18



Graf 19

Z grafů 18 a 19. můžeme vidět, že na výrobu má vliv i samotný pracovník (ve 2. směně časy pohybových elementů delší, než v 1. směně), zejména jeho zkušenost a zapracování na stroji. Na zkoušecím stroji je časová prodleva minimální, čas čekání na stroj je využit přípravou bedny, do které je vyzkoušený svařenec zakládán (pracovník musí bednu opatřit igelitem a následně papírovými proklady, aby nedošlo k sesunutí svařenců, dále musí každou bednu označit tzv.: T-kartou-identifikační kartou).

4. Návrh pro optimalizaci pracoviště a optimalizaci časů potřebných k výrobě

Zjištěné nedostatky:

U orbitálního svařovacího stroje:

- založení a správné nastavení balíčku do těla domečku
- uchycení víčka do horních čelistí
- sejmutí validační známky (rukavice)

U zkoušecího stroje:

- čekání na doběhnutí kontroly
- mezičas mezi odložením a uchopením svařence (příprava bedny, T-karet)

Bylo zjištěno několik nedostatků z aktuálního stavu:

- nesprávný postup manipulace s materiálem (zkušenost a zručnost pracovníků). Tento stav se týkal především orbitálního svařovacího stroje.
- menší ergonomické nedostatky pro snazší a rychlejší manipulaci (lepší umístění pracovních T-karet a zásobníků pro samolepky, které zaměstnanci používají pro udržení T-karet na bednách).
- pracovní návodka pro manipulaci s materiálem je příliš obecná.

Po konzultaci těchto nedostatků bylo zjištěno, že značení výrobků validační značkou je zbytečné, protože dříve byla výroba těchto totožných výrobků prováděna ve dvou zemích najednou a tato validační značka sloužila k označení výrobků z ČR. V současné době probíhá výroba pouze v ČR, a proto bylo navrženo úplné odstranění validační známky. Dále byla navržena aktualizace a optimalizace stávající pracovní návodky, která zahrnuje:

- seznámení a proškolení zaměstnanců s novým postupem při práci
- zavedení do výroby
- ustálení stavu
- verifikace časových náměrů


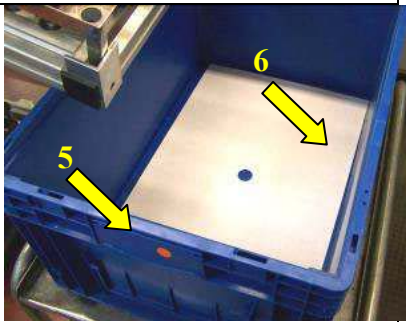
- ověření očekávání

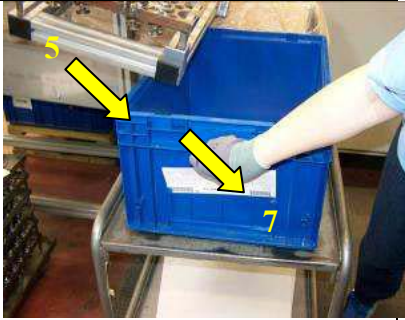
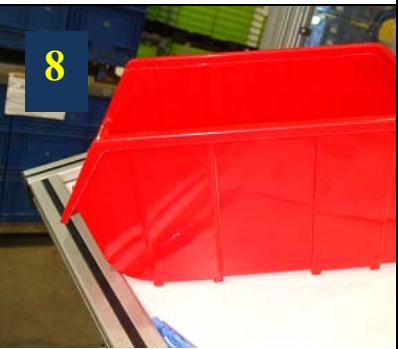

Během zpracování diplomové práce, byl proveden ještě jeden optimalizační zákrok, pro zrychlení běhu svařovacího stroje, který však nepatřil do obsahu diplomové práce, ale v koncovém ekonomickém hodnocení s ním budeme počítat (byl proveden v časovém pásmu optimalizace výrobní linky). Jednalo se o změnu rozměru základní desky na „balíčku“.

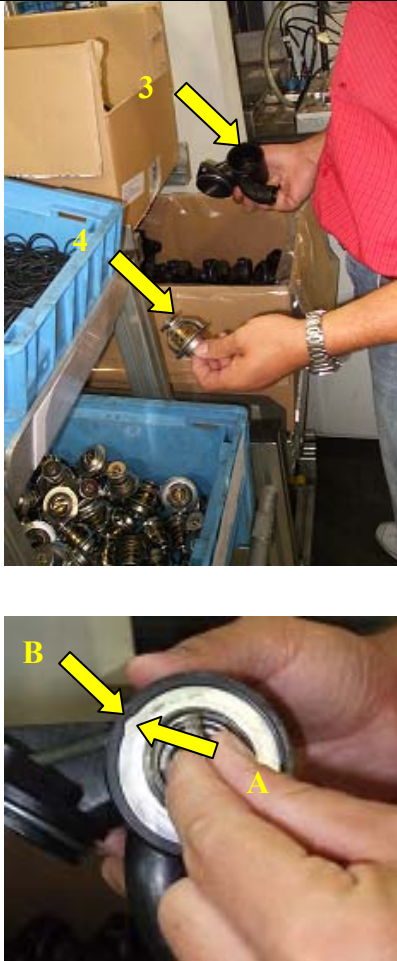

4.1 Aktualizace návodky



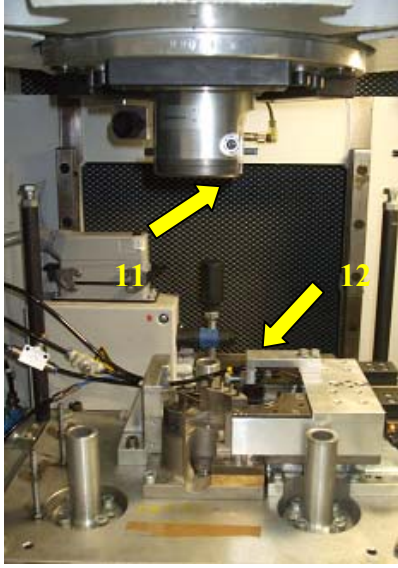
Návodka byla podrobně zpracována s přesně daným návodem, jak při manipulaci postupovat viz tabulka 7 a 8. Aktualizace proběhla díky pozorování několika pracovníků, v různém časovém pásmu, aby se návod přizpůsobil co nejvíce pracovníkům, kteří danou práci provádějí. Pro názornost bylo ke každé návodce natočeno instruktážní video.

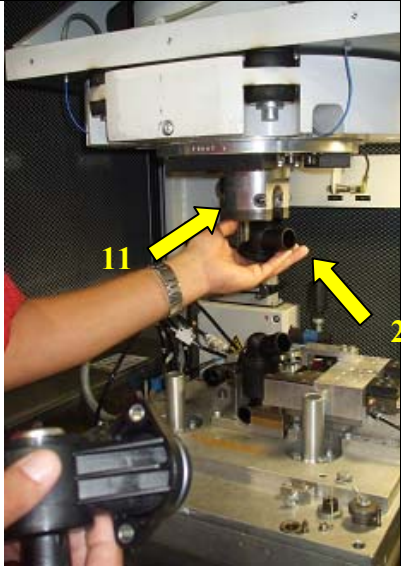
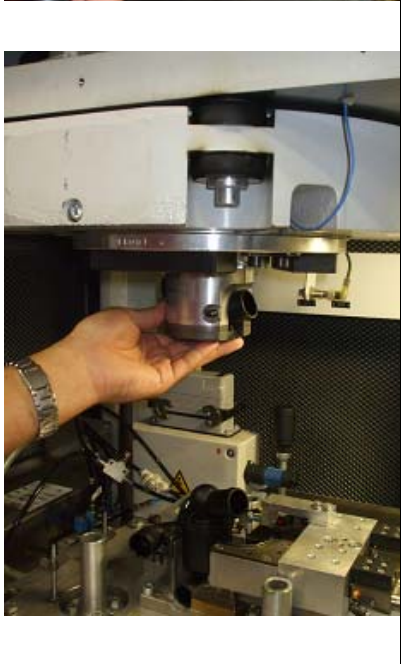
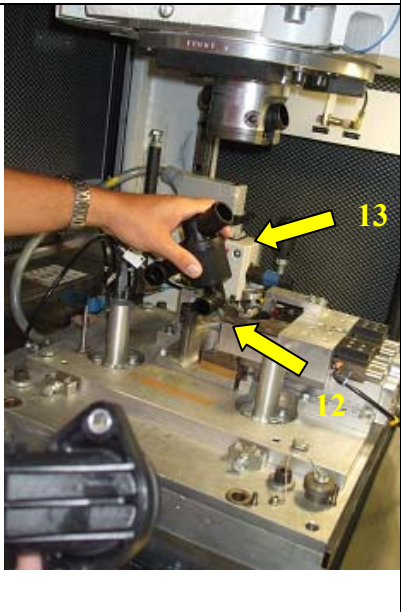
4.1.1 Orbitální svářecí stroj AP 02321501

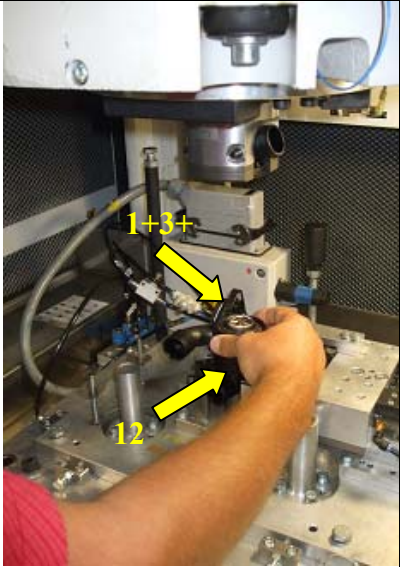


Č.	Popis procesu	Odkaz/materiál	Obrazový příklad
1.	Přípravit materiál pro výrobu	Gumová těsnění (1) Víčka-dekly (2) Pláště termostatů (3) Termostatové vložky (4)	
2.	Přípravit přepravku pro iO-díly (5) s prokladem (6)	Přepravka pro iO-díly-modrá (5) Proklad (6)	

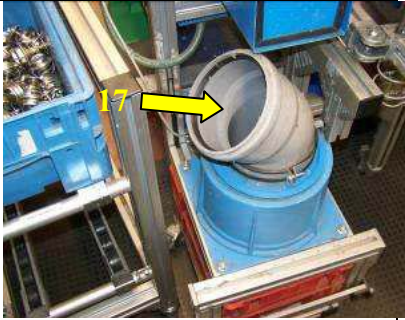
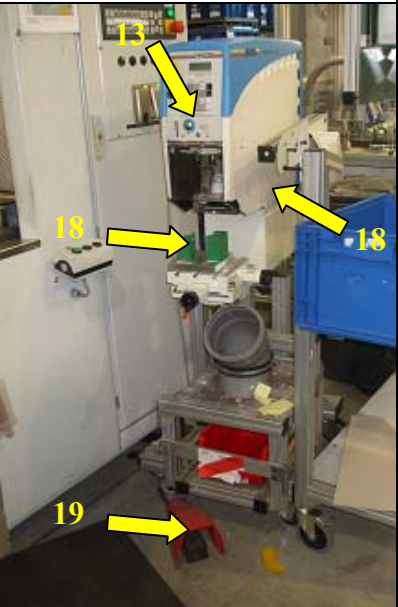


3.	Přpravku pro iO-díly (5) označit T - kartou (7)	T-karta (7)	
4.	Připravít přpravku pro niO-díly (8) pod tampoprint (9)	Přpravka pro niO-díly- červená (8) Tampoprint (9)	 

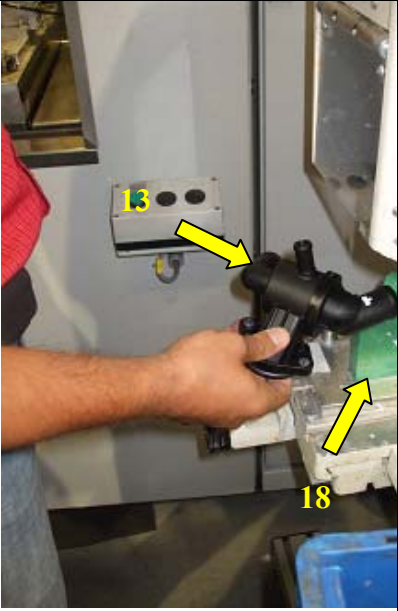

5.	<p>Uchopit plášť termostatu (3) do pravé ruky, uchopit termostatovou vložku (4) do levé ruky a vložit do pláště termostatu (3), tak aby výstupek na základní desce termostatu (A) zapadl do vybrání na plášti termostatu (B)</p> <p>Kontrolovat termostatovou vložku-teplotu a zaskočení pružiny</p>	<p>Ochranné rukavice (10)-doporučení</p> <p>Levá ruka-rukavice</p>	
6.	<p>Uchopit gumové těsnění (1) do levé ruky a nasadit na termostatovou vložku (4) v plášti termostatu (3)</p>	<p>Dbát na pozici těsnění</p>	


			
7.	Uchopit víčko (2) do levé ruky		
8.	Uchytit víčko (2) do horního přípravku stroje (11) levou rukou	Horní přípravek stroje (11) Dolní přípravek stroje (12)	

			
			
9.	Vyjmout svařenou sestavu (13) z dolního přípravku stroje (12) levou rukou	Svařená sestava (13)	

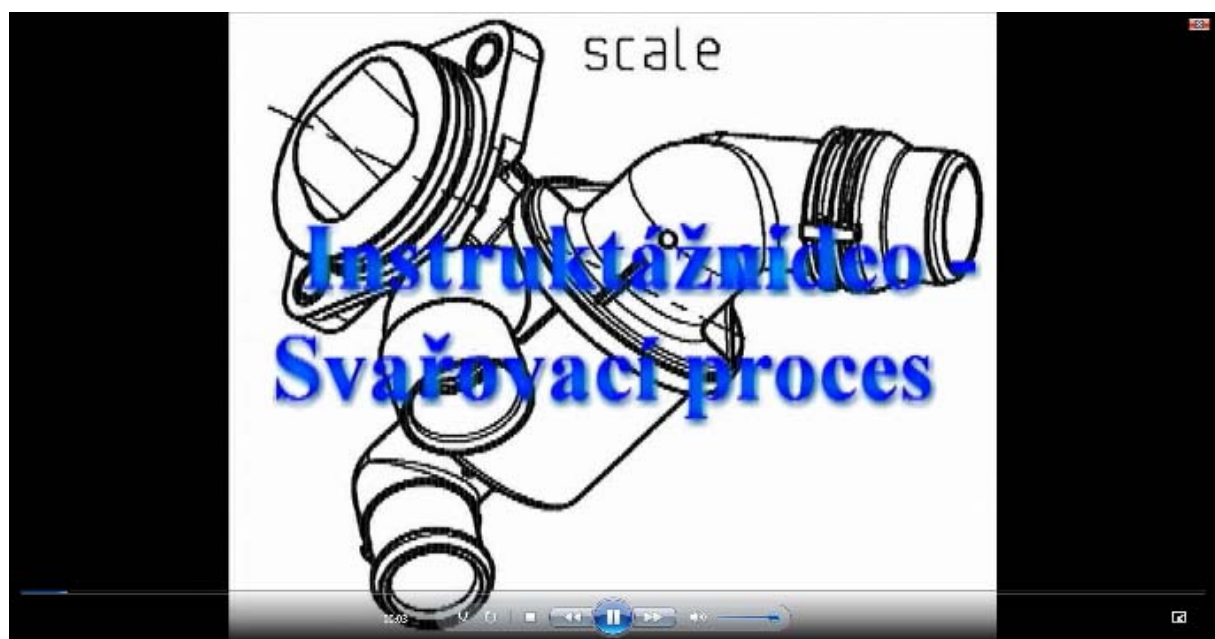
10.	Uchytit plášť termostatu (3) s termostatovou vložkou (4) s gumovým těsněním (1) do dolního přípravku stroje (12) pravou rukou	Dbát na uložení pláště termostatu (3) v přípravku stroje (12)	
11.	Stisknout tlačítko start (14) pravou rukou	Tlačítko start (14) Kryt se zavře a spustí se svařování	
12.	Zařízení rozpozná niO-díl a na displeji (15) se zobrazí hlášení "Störung". Současně se rozsvítí modré tlačítko "STÖRUNG RESET" (16) niO-díl vhodit přes niO-šachtu (17) do přepravky pro ni-O díly (8). Stisknout modré tlačítko "STÖRUNG RESET" (16)	Displej (15) Tlačítko "STÖRUNG RESET" (16) Šachta pro ni-O díly (17) Přepravka pro ni-O díly (8)	

			
13.	<p>iO díly dle typu potisknou tampoprintem (některé typy se netisknou=vynechání bodů číslo: 13;14;15)</p> <p>Uchytit svařenou sestavu (13) do přípravku v tampoprintu (18) oběma rukama</p>	<p>Tampoprint (9)</p> <p>Přípravek v tampoprintu (18)</p> <p>Aktivační pedál tampoprintu (19)</p> <p>Dbát na uložení svařené sestavy (13) v přípravku tampoprintu (18)</p>	 
14.	<p>Stisknout aktivační pedál tampoprintu (19) pravou x levou nohou</p>		

15.	Vyjmout svařenou sestavu (13) z přípravku tampoprintu (18) pravou rukou		
16.	U každého dílu provést optickou kontrolu: potisk musí být rovnoměrný a nepřerušovaný (G), musí být vidět otřep po svařování (H), musí být nasazený a nepoškozený šedý O-kroužek (I), nesmí být vidět třmen termostatu (J)		

17.	iO-díly potištěné odkládat do přepravky pro iO-díly (5) 12 svařených sestav (13) do jedné vrstvy, max. 2 vrstvy (K) oddělovat prokladem (6)		
-----	---	--	---

Tabulka 7

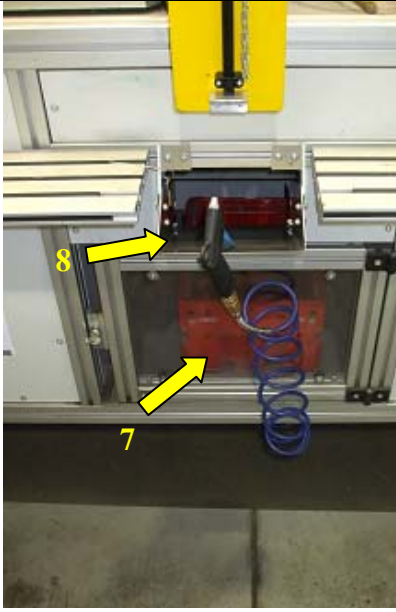

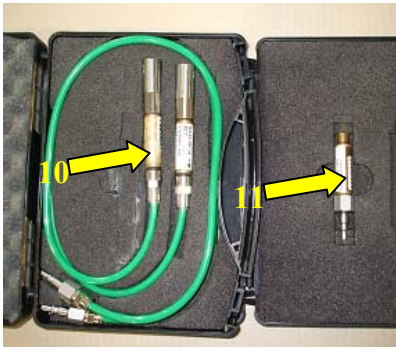




Obrázek 10

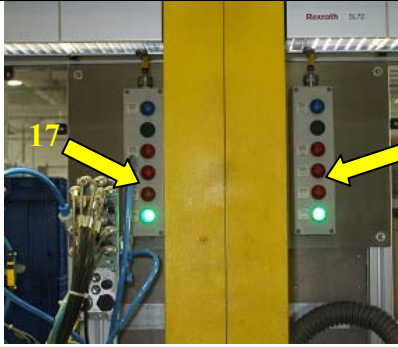
Obrázek 10: instruktážní video (celé lze zhlédnout v příloze na CD)


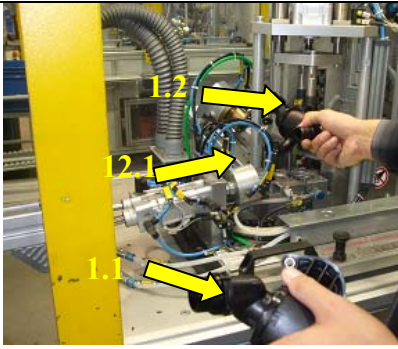
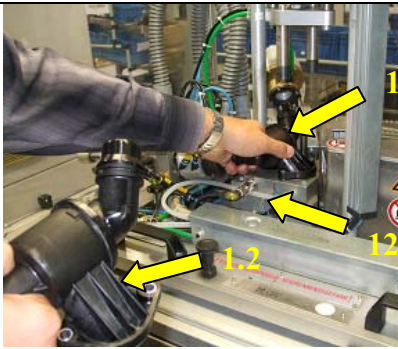

4.1.2 Zkoušecí stroj AP 02321201

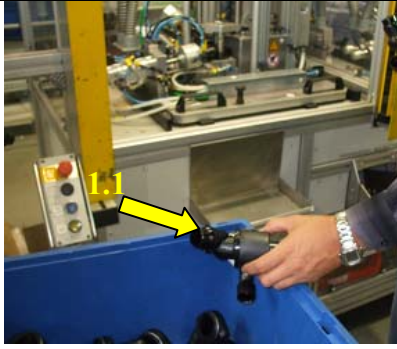
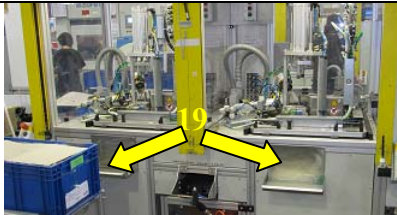
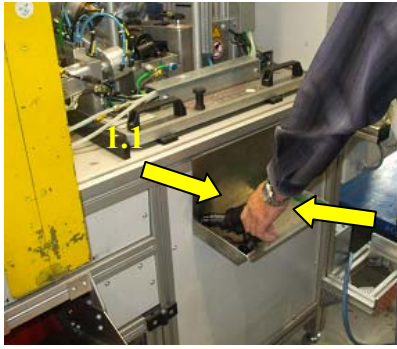


Č.	Popis procesu	Odkaz/materiál	Obrazový příklad
1.	Přípravit svařené sestavy (1) pro kontrolu	Svařenec (1)	
2.	Přípravit prázdné přepravky (2) dle balicího předpisu pro vyzkoušené díly	Přepravka pro zkontrolované svařence-modrá (2) Igelit (3) Proklad-plochý (4) Prokladová mříž (5)	
3.	Přepravku pro vyzkoušené díly ozančit T-kartou	T-karta (6)	


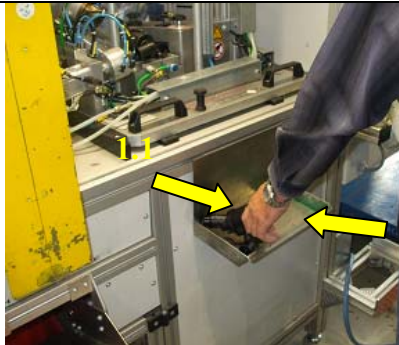
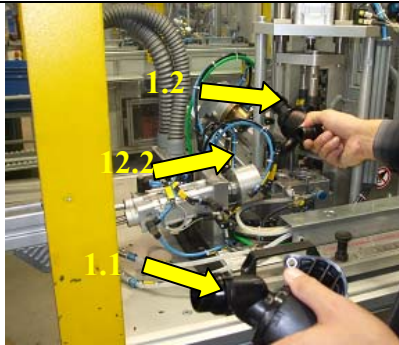
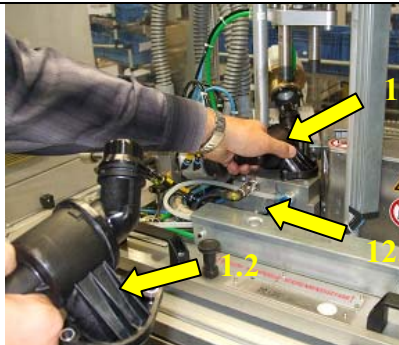
4.	Zkontrolovat přítomnost přepravky pro niO-díly (7) pod šachtou pro niO-díly (8)	Přepravka pro niO-díly-červená (7) Šachta pro niO-díly (8)	
5.	Přípravit iO-referenční kus (9) -značen zeleně, zkušební tužku pro kontrolu průtoku (10), zkušební tužku pro kontrolu těsnosti (11)	Referenční kus (9) Zkušební tužka pro kontrolu průtoku (10) Zkušební tužka pro kontrolu těsnosti (11)	 




6.	<p>iO-referenční kus (9) vložit do přípravku stroje (12) stisknout tlačítko start (13) pro danou kontrolní stanici.</p> <p>Zkoušku provést pro obě kontrolní stanice (současně)</p> <p>ZKOUŠKA FUNKČNOSTI STROJE</p>	<p>Přípravek stroje (12)</p> <p>Tlačítko start (13)</p> <p>Světelná závora stroje (14)</p> <p>Dbát na uložení iO-referenčního kusu (9) v přípravku stroje (12)</p> <p>Obě ruce dát z dosahu světelné závory stroje (14)</p>	
7.	<p>Výsledek zkoušky se zobrazí na zkušebním přístroji (15+16) a pomocí kontrolky (17+18)</p> <p>Vyjmout iO-referenční díl (9) z přípravku stroje (12)</p>	<p>Zkušební přístroj pro levou stanici (15)</p> <p>Zkušební přístroj pro pravou stanici (16)</p> <p>Kontrolka zkoušky iO-dílu pro levou stanici (17)</p> <p>Kontrolka zkoušky iO-dílu pro pravou stanici (18)</p>	


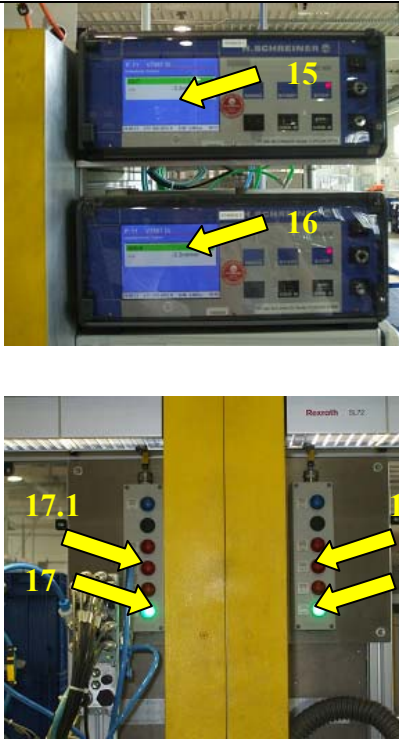

			
8.	<p>Zapojit tužku s průtokovými hadicemi (10), tužkou do spodního konektoru (obě stanice současně)</p> <p>PRŮTOKOVÁ ZKOUŠKA DÍLU</p>	<p>Dbát na správné zapojení průtokových kabelů (10)</p>	
9.	<p>Opakovat bod 6 a 7</p>		
10.	<p>Odpojit tužku s průtokovými hadicemi (10)</p> <p>Zapojit tužku pro kontrolu těsnosti (11) tužkou do horního konektoru (obě stanice současně)</p> <p>ZKOUŠKA TĚSNOSTI DÍLU</p>		
11.	<p>Opakovat bod 6 a 7</p>		

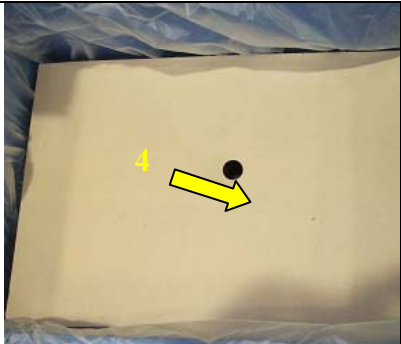


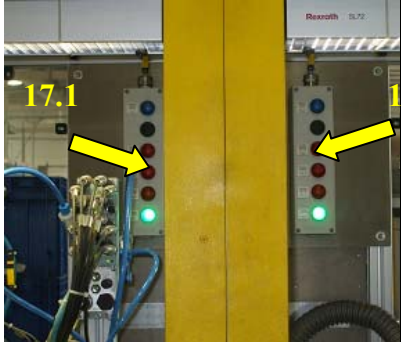
12.	Uchopit nezkontrolovaný svařence (1.1) z bedny levou rukou		
13.	Vyjmout zkontrolovaný svařenec (1.2) z levého přípravku stroje (12.1) pravou rukou		
14.	Uchytit nezkontrolovaný svařenec (1.1) do levého přípravku stroje (12.1) levou rukou	Dbát na správnou pozici nezkontrolovaného svařence (1.1) v přípravku stroje (12)	
15.	Stisknout tlačítko start (13.1) pro levou stanici levou rukou	Obě ruce dát z dosahu světelné závory stroje (14)	



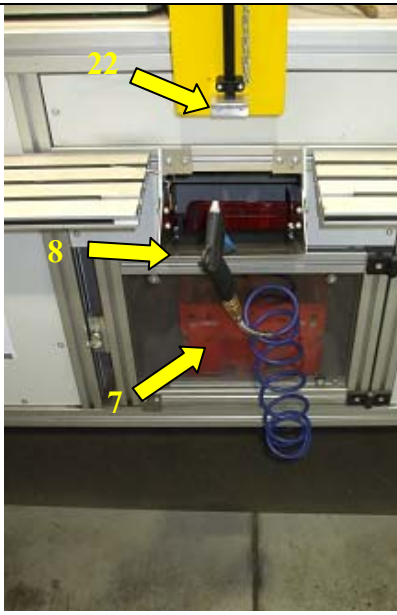
16.	Uchopit nezkontrolovaný svařence (1.1) z bedny levou rukou	P=zkontrolovaný svařenec, L=nezkontrolovaný svařenec	
17.	Odložit nezkontrolovaný svařenec (1.1) na pravý pracovní stůl stroje (19.2) levou rukou	Pracovní stůl stroje (19)	 
18.	Provést optickou kontrolu zkontrolovaného svařence (1.2)	Zkontrolovat datum (A) a čitelnost razítka (B) Pokud je razítko (B) nečitelné na více dílech, vyčistit razítko a informovat seřizovače	 

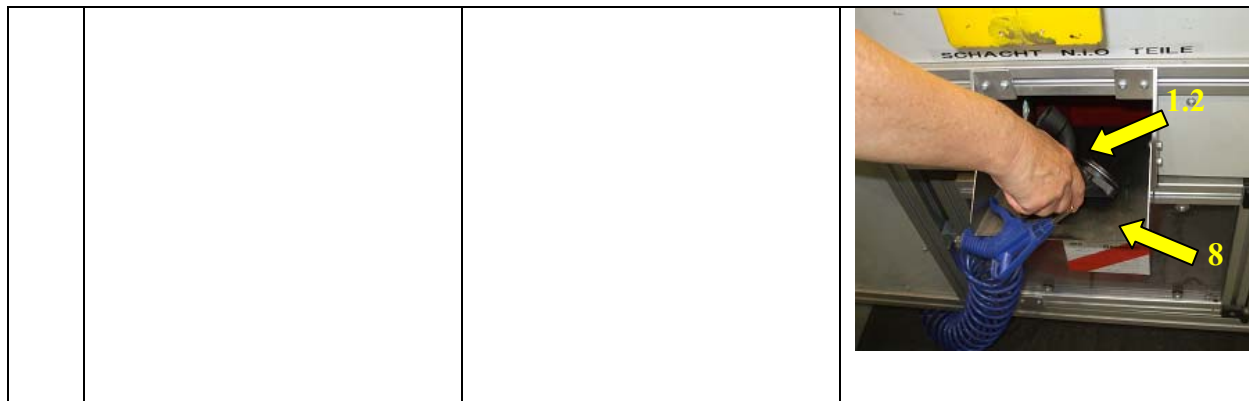
19.	Odložit zkontrolovaný svařenec (1.2) do přepravky pro zkontrolované svařence (2) pravou rukou		
20.	Uchopit nezkontrolovaný svařenec (1.1) z pracovního stolu stroje (19.2) levou rukou		
21.	Vyjmout zkontrolovaný svařenec (1.2) z pravého přípravku stroje (12.2) pravou rukou		
22.	Uchytit nezkontrolovaný svařenec (1.1) do pravého přípravku stroje (12.2) levou rukou	Dbát na správnou pozici nezkontrolovaného svařence (1.1) v přípravku stroje (12.2)	

23.	Stisknout tlačítko start (13.2) pro pravou stanici levou rukou	Obě ruce dát z dosahu světelné závory stroje (14)	
24.	Provést optickou kontrolu zkontrolovaného svařence (1.2)	Zkontrolovat datum (A) a čitelnost razítka (B) Pokud je razítko (B) nečitelné na více dílech, vyčistit razítko a informovat seřizovače	 

25.	Odložit zkontrolovaný svařenec (1.2) do přepravky pro zkontrolované svařence (2)		
26.	Výsledek zkoušky se zobrazí na měřicím přístroji (15+16) a pomocí kontrolky (17+18)	iO-díl se zobrazí na měřicím přístroji (15+16) a pomocí zelené kontrolky (17+18) NiO-díl se zobrazí na měřicím přístroji (15+16) a pomocí červené kontrolky (17.1+18.1)	
27.	iO-díly orazítkované odkládat do přepravky pro zkontrolované svařence (2) 10 svařených sestav (1.2) do jedné vrstvy, 2 vrstvy (C) oddělovat proklady (4+5)		

			
28.	Plnou přepravku se zkontrolovanými svařenci (2) uložit na paletu (20)	Paleta (20)	
29.	NiO-díl se zobrazí na měřicím přístroji (15+16) a pomocí červené kontrolky (17.1+18.1) a rozsvítí se modré tlačítko niO quittieren (21)	Modré tlačítko niO quittieren (21)	 

			
30.	<p>Stisknout modré tlačítko pro niO-díly quittieren (21) "POTVRDIT N.I.O."</p>		
31.	<p>Vyjmout niO-díl (1.2) vhodit šachtou pro niO-díly (8) do přepravky pro niO-díly (7)</p>	<p>Fotosenzor (22) Po vhození dílu do šachty uvolní fotosenzor (22) zařízení pro další zkoušku</p>	



Tabulka 8



Obrázek 11

Obrázek 11: instruktážní video (celé lze zhlédnout v příloze na CD)

Proškolení zaměstnanců proběhlo 5.10.2011 ve 12.00 a 14.30, následně byl postup dle aktualizované návodky používán a čekalo se na ustálení stavu při montáži.

4.2 Návrh přebalu materiálu.

Během aktualizování návodky, byly zjištěny nedostatky u balení dodávaného materiálu, jednalo se o plášť termostatů (dva druhy plášťů: s ventilem viz obrázek 12 a bez ventilu viz obrázek 13). Z důvodu usnadnění práce pracovníkům (lepší a jednoznačné uchopení) a ergonomického hlediska bylo vyzkoušeno přeskládání plášťů termostatu do bedny jedním směrem, viz obrázek 12 a 13 po. Zjistilo se, že do balení se vměstná o několik kusů více, než

je v něm dodáváno, zároveň se vyplní zatím nevyužitý prostor v krabici a pláště termostatu se tím nebudou v krabici pohybovat a narážet při přepravě o sebe (menší riziko poškození).

Balení pláště
termostatu
s ventilem



před

V7548004

po

Obrázek 12

Balení pláště
termostatu
bez ventilu



před

V3932006

po

Obrázek 13

Úspora byla pro každé balení jiná, protože v každém balení byl před přebalem jiný počet kusů. U V3932006 byl 45 kusů a u V7549004 byl 48 kusů, přebalení zvýšilo množství kusů v balení u obou součástek na 60 kusů, tzn. v případě V3932006 byla úspora 1/3 a v případě V7549004 byla úspora 1/4.

Na skladě musí být zásoba 15 000 kusů – Z [ks]

Součástky – S [ks], jsou dodávány v krabicích – K [ks], na paletách - P[ks]

Indexy s – stará, n – nová

Úspora: pro V 3932006 (je dodáváno 12 K na paletě (pro Z = 28 P))

S_s na paletě $12 \cdot 45 = 540$

S_n na paletě $12 \cdot 60 = 720$ → $180 S = 3 K$ na P

P_s $15\ 000 / 540 \approx 28$

P_n $15\ 000 / 720 \approx 21$ → **7 P**

Úspora pro V3932006 je 7 palet, od zahájení přebalení by zásoba měla klesnout na 21 palet.

Úspora: pro V 7549004 (je dodáváno 12 K na paletě (pro Z = 26 P))

S_s na paletě $12 \cdot 48 = 576$

S_n na paletě $12 \cdot 60 = 720$ → $144 S = 2,4 K$ na P

P_s $15\ 000 / 576 \approx 26$

P_n $15\ 000 / 720 \approx 21$ → **5 P**

Úspora pro V7549004 je 5 palet, od zahájení přebalení by zásoba měla klesnout na 21 palet.

Celková úspora je 12 palet (22%).

Náklady na uskladnění jsou $100 \text{ [Kč/m}^2\text{]}$. Rozměry palety jsou $1,2 \text{ [m]} \cdot 0,8 \text{ [m]} = 0,96 \text{ [m}^2\text{]} \cdot 12 \text{ palet} = 11,52 \text{ [m}^2\text{]}$ úspora prostoru na jednu zásobu. $11,52 \cdot 100 = \mathbf{1\ 152 \text{ [Kč]}}$ **úspora na zásobu.**

Přeskládání bylo schváleno kvalitou společnosti dne 19.9.2011 (Jaroslav Petřík), oznámeno logistice dne 19.9.2011 (Milan Kajnar) konzultace s dodavatelem, dne 3.11.2011 byla odeslána písemná objednávka přebalení.

5. Vyhodnocení, navržení řešení, doporučení

Po odstranění známky (známka se lepila u svařovacího stroje) = odstranění zeleného značení nad nálepkou (značení se dělalo u zkoušecího stroje) byla úspora času cca 1 s/ks na každém stroji → zvýšení normy z 900 ks na 980 ks za směnu = 8% úspora.

Pro hodnocení stavu výroby byly třeba provést opakované náměry časů, které proběhly po ustálení aktualizace návodky ve výrobě. Nástrojem pro měření časů byla zadána metoda REFA (její část), která ukazuje nejen měřené časy, ale také to, zda byl počet náměrů zvolen správně. Tato metoda je nekomerční metodou, společnost Behr Thermot-tronik Czech s.r.o. je plně certifikována a proškolená k užívání této metody. Vzhledem k ochraně dat o metodě REFA byly veškeré podklady k vyhodnocení a nastudování principu dodávány v papírové formě.

5.1 Metoda REFA [3.]

Tato metoda slouží k měření, zpracování požadovaných časů a konečné vyhodnocení skutečných časů při výrobě, data získáváme pozorováním a měřením, jedná se o tzv. časový snímek.

Časový snímek popisuje pracovní systém, postup, metody podmínky, vztažené množství, ovlivňující veličiny, výkonnostní stupně a mnoho jiných faktorů majících vliv na výrobu. Z důvodu ověřitelnosti je důležité, aby každý časový snímek byl správně označen (CO měříme, KDY – datum, čas, KDE – pracovní místo, JAK – způsob měření, PROČ – za jakým účelem, KDO – podpis). Je důležité říci, že metoda REFA měří čas v setinách minut (HM), tedy jednotky měření = 100 HM/sec.

Průběh měření:

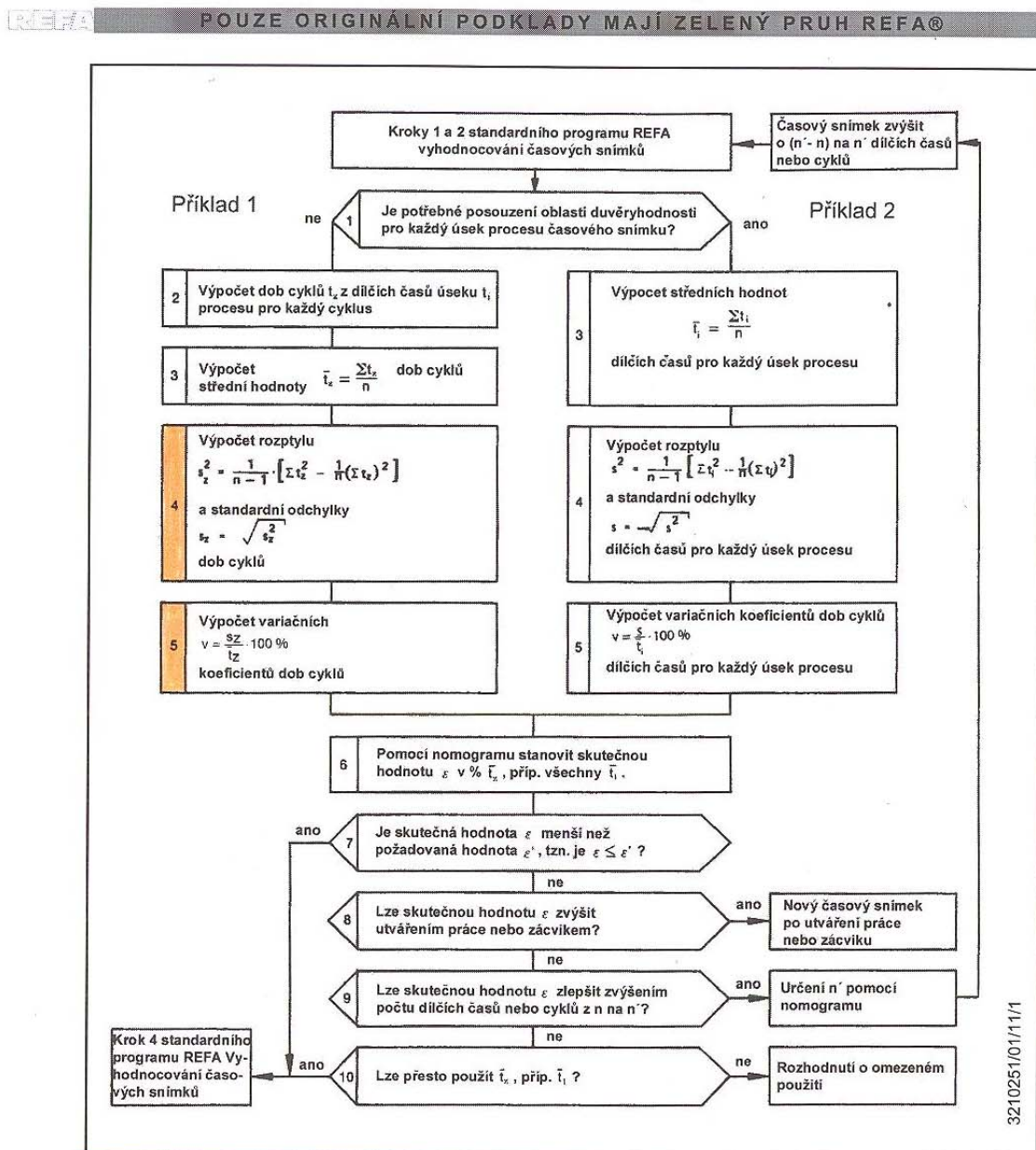
- čekání, nebo pozorování
- rozpoznání momentu měření
- začátek stisknutí přístroje na měření času, nebo začátek odečtu
- konec operace spínání, nebo odečítání

Důležitou součástí měření je přístroj na zjišťování času – stopky (se správnou kalibrací), dříve samostatné (časy se ručně zapisovaly do formulářů), nyní existují přístroje spojené se zaznamenávacími a vyhodnocovacími systémy (časy automaticky předávány do elektronické podoby), což zjednodušuje práci. Vzhledem k tomu, že při zpracování dat v našem případě nebylo možné využít nejmodernějších technologií, byly časy zaznamenávány ručně do formulářů.

Metoda REFA využívá několik různých formulářů dělených dle potřebných naměřených dat, rozlišuje formulář časového snímku a doplňkový formulář. Formulář časového snímku ukazuje veškerou ověřitelnost a konečné výsledky měření, kdežto doplňkový slouží k záznamu dat. Hlavním rozdělením formulářů je na Z1, Z2 a Z3 = časové snímky a Z1E a Z2E = doplňkové formuláře (záznam časů). Z1 slouží pro pracovní procesy bez opakování, Z2 pro procesy s opakováním a Z3 pro skupinovou práci a práci na několika místech.

Vyhodnocení časového snímku viz obrázek 14.

Provádění a vyhodnocování časových snímků



Obr.11: Standardní program REFA Statistické vyhodnocování časových snímků podle variační metody

Obrázek 14

Krok 1:

- rozhodnutí o dobách cyklu, nebo dílčích časech každého úseku, které se mají vyhodnocovat + záznam do formuláře Z2 viz Příloha 2, obrázek 15.

Krok 2:

- výpočet doby cyklu t_z z dílčích časů t_i (n – počet časů úseků procesu).

Krok 3:

- výpočet střední hodnoty doby cyklu \bar{t}_z resp. dílčích časů pro každý úsek \bar{t}_i , viz obrázek 14, rovnice 3,
- výpočet rozptylu dob cyklu s_z resp. dílčích časů pro každý úsek s_i , viz obrázek 14, rovnice 4,
- výpočet variačních koeficientů dob cyklu v_z resp. dílčích časů pro každý úsek v_i , viz obrázek 14, rovnice 5.
- určení skutečné hodnoty \mathcal{E} pomocí nomogramu viz Příloha 2, obrázek 16
- porovnání hodnoty \mathcal{E} s požadovanou hodnotou \mathcal{E}' (dáno společností – většinou v rozmezí $5 \div 10$, v našem případě = 10, u málo snímaných cyklů se můžeme setkat až s hodnotou 20), je-li $\mathcal{E} \square \mathcal{E}'$ je třeba opakovat časový snímek, protože rozptyl časů je příliš velký a hodnoty jsou tak nevyovídající, v nomogramu určíme počet časových snímků, který by mohl být vypovídající.

Výsledky měření po optimalizaci svařovacího stroje a zkoušecího stroje viz Příloha 3. Z výsledků je vidět, že 30 náměrů za směnu bylo postačující ke správnému zhodnocení ustáleného stavu a norma 1 140 kusů za směnu je zvládnutelné.

Aktualizace návodky, následném proškolení zaměstnanců a časovému ustálení stavu ve výrobě → zvýšení normy z 980 ks na 1 140 ks za směnu = 14% úspora.

Z výsledků viz Příloha 3 je vidět, že zvýšení normy vyhovuje a norma 1 140 kusů/směna je vyhovující pro chod svářecího i zkoušecího stroje.

6. Technickoekonomické hodnocení

6.1 Vyhodnocení časů

Svářecí stroj AP02321501

Norma stará: 46,2 [min/100ks], po provedených náměrech byla průměrná hodnota svařovacího procesu 32,6 [min/100ks] = zkrácení procesu o 13,6 [min/100ks]

Úspora 29% na orbitálním svářecím stroji

100%-ní zkoušečka AP02321201

Norma stará: 33 [min/100ks] po provedených náměrech byla průměrná hodnota zkoušecího procesu 30,9 [min/100ks] = zkrácení procesu o 2,1 [min/100ks]

Úspora 6% na 100%-ní zkoušečce

Zvýšení normy od 01.09.2011 z 900 ks na 1 140 = navýšení produkce o 21%

Úspora na svařovacím stroji AP02321501 = 13,6 [min/100ks]

Jak již bylo řečeno, optimalizační úpravy proběhly již před zahájením zpracování diplomové práce, a proto je nutno odečíst časy které se uspořily díky zásahu firemních pracovníků. Tj. -5 [min/100ks] svařovacího cyklu, díky změně rozměru základní desky, -2,5 [min/100ks] díky odstranění nálepky CZ, Tj. 7,5 [min/100ks] (55%) → 6,1 vteřin na kus po aktualizaci návodky (45% přínos diplomové práce)

6.2 Ekonomické vyhodnocení

Celková výroba 1 427 808 ks/rok

dříve: 900 ks na směnu → 1 586,5 směny = 12 692 hodin

nyní: 1 140 ks na směnu → 1 252,5 směny = 10 020 hodin

= 2 672 hodin úspora na stroj

2 672 [h] * 150 [náklady na zaměstnance / hod] = 400 800 Kč (úspora 21% z celku na stroj)

Tuto úsporu je nutno rozdělit na optimalizaci zásluh firemních pracovníků a diplomové práce:

Změna rozměru základní desky a odstranění nálepky: 55% = 220 440 Kč na stroj

Aktualizace návodky: 45%

= 180 360 Kč na stroj

→ **fixní náklady = 180 360 * 2 stroje = 360 720 Kč**

Odběr svářecího stroje je 11 [kWh/h] * 2 672 [h] = 29 392 [kWh/h] * 1,87 [Kč] náklady na provoz stroje = **54 963,04 Kč**

Odběr zkoušecího stroje je 2,5 [kWh/h] * 2 672 [h] = 6 680 [kWh/h] * 1,87 [Kč] náklady na provoz stroje = **12 491,6 Kč**

→ **variabilní náklady = 54 963,04 + 12 491,6 = 67 454,64 Kč**

Celkové úspory díky vypracování diplomové práce = 360 720 Kč + 67 454,64 Kč

= 428 174,64 Kč

7. Závěr



Vypracování diplomové práce bylo velkou zkušeností s praxí. Proběhl celý proces od analýzy současného stavu, až po aplikaci návrhu optimalizace do výroby, z ekonomického vyhodnocení je zřejmé, že diplomová práce přinesla společnosti úspory ve výrobě v celkové hodnotě: 428 174,64 Kč a další možnou úsporu v návrhu přebalu materiálu ve výši: 1 152 Kč. Společnost Behr thermot-tronik Holýšov pracuje na úrovni předpisů v rámci EU se zaměřením na ČR. Výrobu a procesy má zvládnuté na dobré úrovni, využívá moderních metod výroby, ale také hodnocení.

Doufám, že vypracování této práce bylo přínosem pro obě strany, a proto bych chtěla poděkovat společnosti Behr thermot-tronik Holýšov, že jsem se na chvíli mohla stát členem jejich týmu a získat tak nepostradatelné zkušenosti s praxí.






Příloha 1:**V6549001**

Pozice	Číslo komponenty	Název	Vysvětlivka	Foto
1	X4319001120C	GUMOVÁ VLOŽKA	Do vnitřní díry vložky (poz.1) mazán tuk (poz.2) (0,014 g/ks)	
2	0081406400	SILIKONOVÝ TUK		
3	X0230051910B	PÍST-KOLBEN	Píst (poz.3) je zasouván do vnitřní díry promazané vložky (poz.1) hrotem dolů	
4	X43190011400	FUEHRUNGSTEIL- UZÁVĚRKA		
5	X4319001180A	OPĚRNÝ KOTOUČ-ČERNÁ PODLOŽKA		

S1		SESTAVA 1 (4+5)	Černá podložka (poz.5) vkládána do uzávěrky (poz.4)	
S2		SESTAVA 2 (S1+1+2+3)	Do promazané vločky (poz.1) vložen píst (poz.3) a následně uzavřen uzávěrkou s podložkou (S1)	
6	X1001001150H	ZÁSUVKA- POUZDRO	Do pouzdra (poz.6) vstříkován roztavený vosk (poz.7) (1,2 g/ks)	
7	V6500001	VOSK MATERIÁL		
S3		SESTAVA 3 (S2+6+7)		

				
8	X0209070L	ČEP	Čep (poz.8) je přivařen obloukem na spodní část sestavy 3 (poz.S3)	 
9	V6547002	PRACOVNÍ PRVEK		 
10	V5811001	TALÍŘ TERMOSTATU KOMPLET-TALÍŘ I S TĚSNĚNÍM	Talíř (poz.10) nasouván na pracovní prvek (poz.9)-	 

			menší Ø pouzdra (poz.6) následně nalisován	
S4		SESTAVA 4 (9+10)		
11	X0887001	TLAKOVÁ PRUŽINA-VELKÝ Ø	Tlaková pružina (poz.11) nasazována na sestavu 4 (poz.S4) Nasazení ze strany přivařeného čepu (poz.8) větším Ø opřena o talíř (poz.10)	
12	X0952001	VEDENÍ TERMOSTATU	Vedení termostatu (poz.12) nasazováno na sestavu 4 (poz.S4) Nasazení za pružinu (poz.11) úchyty směřují směrem k talíři	

			(poz.10)	
13	X1173001930A	TLAKOVÁ PRUŽINA-MALÝ Ø	Tlaková pružina (poz.13) nasazována na sestavu 4 (poz.S4) Nasazení za vedení (poz.12) větším Ø opřena o vedení (poz.12)	
14	X1131001020A	TALÍŘ PŘEMOSTĚNÍ TERMOSTATU	Talíř (poz.14) nasazován na sestavu 4 (poz.S4) Nasazení za pružinu (poz.13) osazení talíře (poz.14) malého Ø směřuje dolů	 
15	X20850010300	PODLOŽKA	Podložka (poz.15) nasazována na sestavu 4 (poz.S4) Nasazení za talíř (poz.14)	
16	V3150001	ZÁKLADNÍ DESKA	Základní deska (poz.16) nasazována	

			na sestavu 4 (poz.S4) Nasazení ze strany pístu (poz.3) plochou stranou na talíř (poz.10)	
17	V6549001	PRACOVNÍ PRVEK Rozebraná sestava		
17		PRACOVNÍ PRVEK Složená sestava BALÍČEK		
S5	V6547002	PRACOVNÍ PRVEK-BALÍČEK (S4+11+12+13+14+ 15+16)		

V7567003

Pozice	Číslo komponenty	Název	Vysvětlivka	Foto
18	V6518001	TĚSNÍCÍ KROUŽEK	Kroužek (poz. 18) nasazován na pracovní prvek (poz. 17)	
S6		SESTAVA 6 (S5+18)		
19	V7548004	PLAST KOMPLET-PLÁŠŤ TERMOSTATU	Do plastového kompletu (poz. 19) je vložen pracovní prvek (poz. 17) jazýček na základní desce (poz. 16) pasuje do vybrání v plastovém kompletu (poz. 17)	
S7		SESTAVA 7 (S6+19)		

20	V7549003	VÍKO- UZAVÁVĚRKA DOMEČKU	Víko (poz.20) je orbitálně svařováno s plastovým kompletem (poz.19)	
S8		SESTAVA 8 (S7+20)		
21	X06160100	ETIKETA	Etiketa (poz.21) slouží k označení výroby v ČR	
S9	V7567004	REGULÁTOR CHLADIVA- TERMOSTAT (S8+21)		

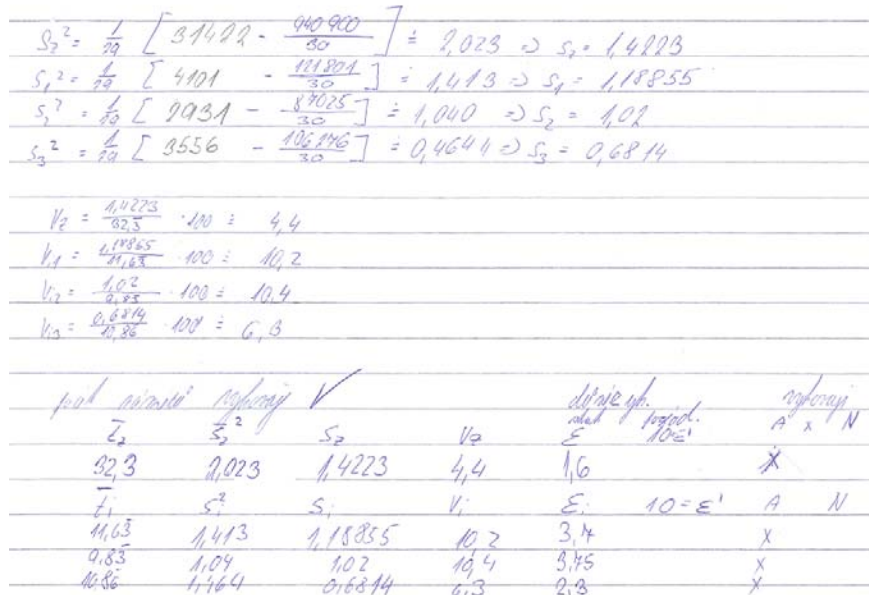
Příloha 3

AP 0232.1501 *oválnička s normou H40*

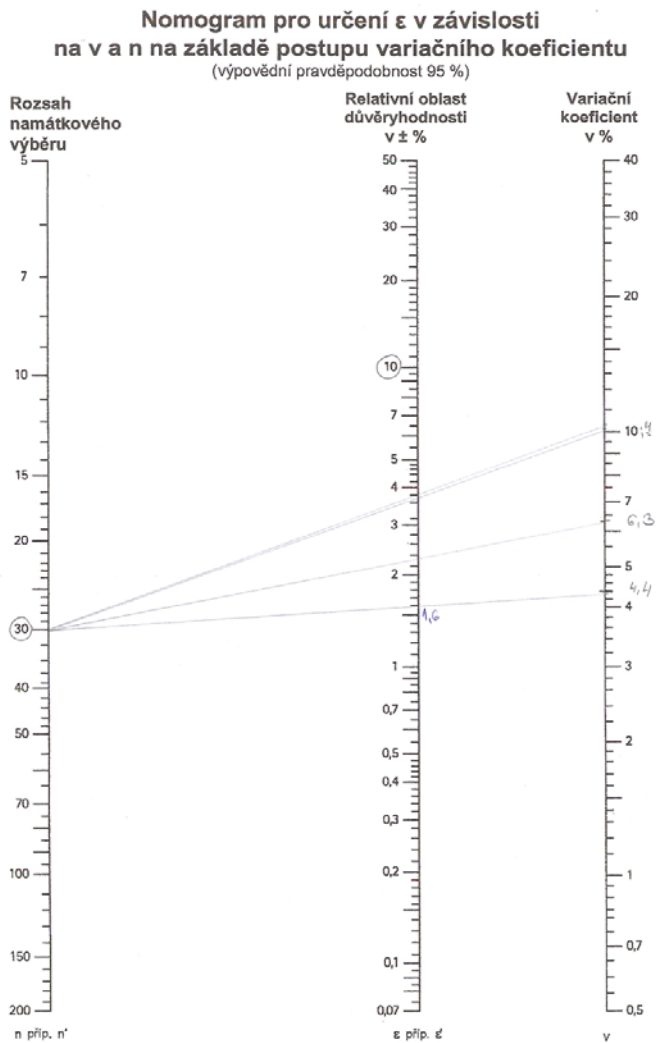
Z2	Formulář časového snímku REFA <small>pro procesy a opravování</small>	Stránka č. 1. List č.: 1 z 1 listů																														
Pracovní úkol: <i>SKAŘENÍ TORBITAŽNÍ Měrného komponentu</i>																																
Zakázka č.:	Množství m pracovní zakázky	Oddělení: Nákladové středisko																														
Datum časového snímku: <i>12.10.2011</i>	Začátek Čas Množství: <i>8⁰⁰</i>	Konec Čas Množství: <i>8³¹</i> Doba trvání: <i>31 min</i>																														
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="width: 60%;">Skladba času m jednotku</th> <th style="width: 15%;">Čas v</th> <th style="width: 25%;">Původ</th> </tr> <tr> <td><i>Stav</i></td> <td><i>0,373</i></td> <td><i>podřízená</i></td> </tr> <tr> <td colspan="3"><i>pro přípravu výjezu: měření délky a m</i></td> </tr> <tr> <td>Základní čas t_g</td> <td><i>0,323</i></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Čas na oddech t_{er} bei $z_{er} = 5\%$</td> <td><i>0,0616</i></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Poměrný čas t_v bei $z_v = 5\%$</td> <td><i>0,0616</i></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Ostatní přírůžky</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Čas na jednotku t_{e1}</td> <td><i>0,3556</i></td> <td></td> </tr> <tr> <td>$t_{e1} / t_{e100} \cdot t_{e1000}$ v min/h</td> <td><i>0,36</i></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Přípravný čas t_p v min/h</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	Skladba času m jednotku	Čas v	Původ	<i>Stav</i>	<i>0,373</i>	<i>podřízená</i>	<i>pro přípravu výjezu: měření délky a m</i>			Základní čas t_g	<i>0,323</i>		Čas na oddech t_{er} bei $z_{er} = 5\%$	<i>0,0616</i>		Poměrný čas t_v bei $z_v = 5\%$	<i>0,0616</i>		Ostatní přírůžky			Čas na jednotku t_{e1}	<i>0,3556</i>		$t_{e1} / t_{e100} \cdot t_{e1000}$ v min/h	<i>0,36</i>		Přípravný čas t_p v min/h			Pracovní postup a pracovní metoda	
	Skladba času m jednotku	Čas v	Původ																													
	<i>Stav</i>	<i>0,373</i>	<i>podřízená</i>																													
	<i>pro přípravu výjezu: měření délky a m</i>																															
	Základní čas t_g	<i>0,323</i>																														
	Čas na oddech t_{er} bei $z_{er} = 5\%$	<i>0,0616</i>																														
	Poměrný čas t_v bei $z_v = 5\%$	<i>0,0616</i>																														
	Ostatní přírůžky																															
	Čas na jednotku t_{e1}	<i>0,3556</i>																														
	$t_{e1} / t_{e100} \cdot t_{e1000}$ v min/h	<i>0,36</i>																														
Přípravný čas t_p v min/h																																
Předmět práce (vstup)	Označení	Materiál	Stav na vstupu	Výkres č.:	Materiál č.:	Rozměry, formy, limity																										
Člověk	Jméno	Osobní číslo	muž	žena	věk	Doba provedení podobných úkolů zkoumaného úkolu																										
				<input checked="" type="checkbox"/>		<i>11 minut</i>																										
Provozní prostředek	Označení, typ	Počet	Číslo prov. prostředku	Rok výroby	Technické údaje, stav																											
Vlivy okolí					Od měnování																											
Poznámky																																
Jakost výsledku práce <i>iný výsledek není třeba nové měření</i>																																
Zpracoval	<i>Dostálová</i>	Přezkoušel	Datum <i>12.10.2011</i>		Platnost od	do																										

Nakladatelství Bauth Verlag GmbH, Berlin a Kolín, objednáč č. 37503 Tisk pouze se svolením Svazu REFA pro studium práce a podnikovou organizaci, r. s.

Obrázek 17



Obrázek 19



Obrázek 20

APO2321201

Momodica o modulu 140

Z2	Formulář časového snímku REFA pro procesy s opakováním	Schránka č. 1
		Lišt č.: 1 z 1 listů

Pracovní úkol: ZHOUSENÍ (100% Ni) celého vyrobku			
Zakázka č.:	Množství m. pracovní zakázky 1340	Odstěžení: 1475	Nákladové středisko 45 min
Datum časového snímku: 12.10.2011	Začátek Čas Množství	Konec Čas Množství	Doba trvání:
Skladba času na jednotku		Čas v	Původ
S. H. N.		832,13	
Základní čas t_g		0,3213	
Čas na oddech t_{er} $t_{el} z_{er} =$ %		0,016	
Poměrný čas t_v $bei z_v =$ %		0,016	
Ostatní přírůstky			
Čas na jednotku t_{e1}		0,3534	
$t_{e1} / t_{e100} / t_{e1000}$ v min/h		0,35	
Přípravný čas t_p v min/h			

Pracovní postup a pracovní metoda

Pracovní prostředek	Označení		Materiál		Stav na vstupu		Výkres č.: Materiál č.:		Rozměry, formy, hmotnosti	
	Jméno		Osobní číslo		muž	žena	věk	Doba provedení podobných úkolů zkoumaného úkolu		
						X		Momodica		
Pracovní prostředek	Označení, typ		Počet	Číslo prov. prostředku	Rok výroby	Technické údaje, stav				

Vlivy okolí Odměnování

Poznámky

Jakost výsledku práce *čas výroby modulu 140 mod. modulu*

Zpracoval: Dostálová | Přezkoušel: | Datum: 12.10.2011 | Platnost od: | do:

Nakladatelství Bauith Verlag GmbH, Berlin a Kolín, objednávací č. 37503 Tisk pouze se svolením Svazu REFA pro studium práce a podnikovou organizaci, r. s.

Obrázek 21

10.2.8
10.2.8
10.2.8

10.2.8
10.2.8
10.2.8

Č.	Úsek procesu a moment nabídní	Voz. proud	Ovládací veličina	Náhod. roz. Zv. třídy	16																$\frac{\sum L_i}{L}$	$\frac{\sum L_i^2}{L^2}$	$\frac{\sum L_i^3}{L^3}$
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16			
1	1. nastavení otáček			L 4 95 59	L 16 10	L 12 15	L 14 15	L 15 15	L 17 14	L 18 15	L 20 14	L 20 14	L 20 14	L 20 14	L 20 14	L 20 14	L 20 14	202	1346				
1	1. odložení nástroje			L 4 95 59	L 16 10	L 12 15	L 14 15	L 15 15	L 17 14	L 18 15	L 20 14	L 20 14	L 20 14	L 20 14	L 20 14	L 20 14	L 20 14	190	126				
3	3. odložení nástroje			L 4 95 59	L 16 10	L 12 15	L 14 15	L 15 15	L 17 14	L 18 15	L 20 14	L 20 14	L 20 14	L 20 14	L 20 14	L 20 14	L 20 14	90	6				

$\sum L_i = 30$ $\sum L_i^2 = 100$ $\sum L_i^3 = 1000$

$\sigma = \sqrt{\frac{\sum L_i^2}{n} - (\frac{\sum L_i}{n})^2}$

$\sigma = \sqrt{\frac{100}{16} - (\frac{30}{16})^2}$

$\sigma = \sqrt{6.25 - 3.515625}$

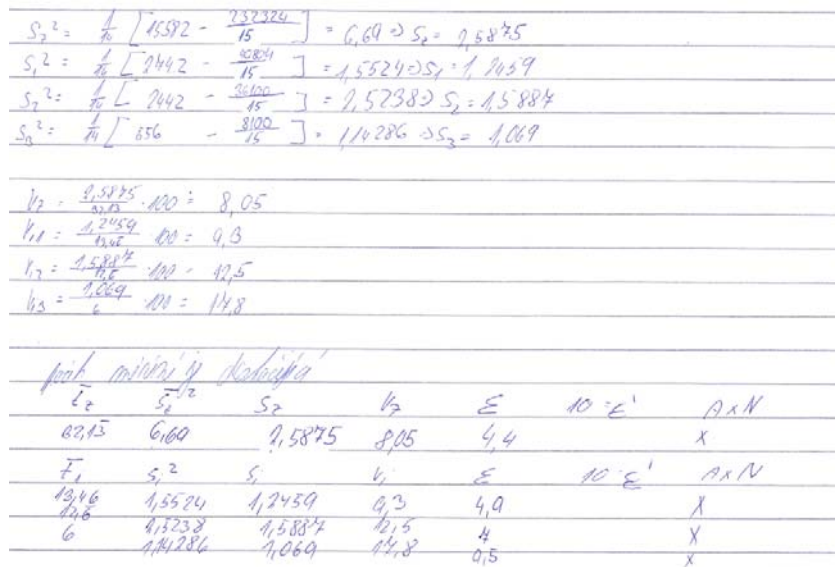
$\sigma = \sqrt{2.734375}$

$\sigma = 1.6534$

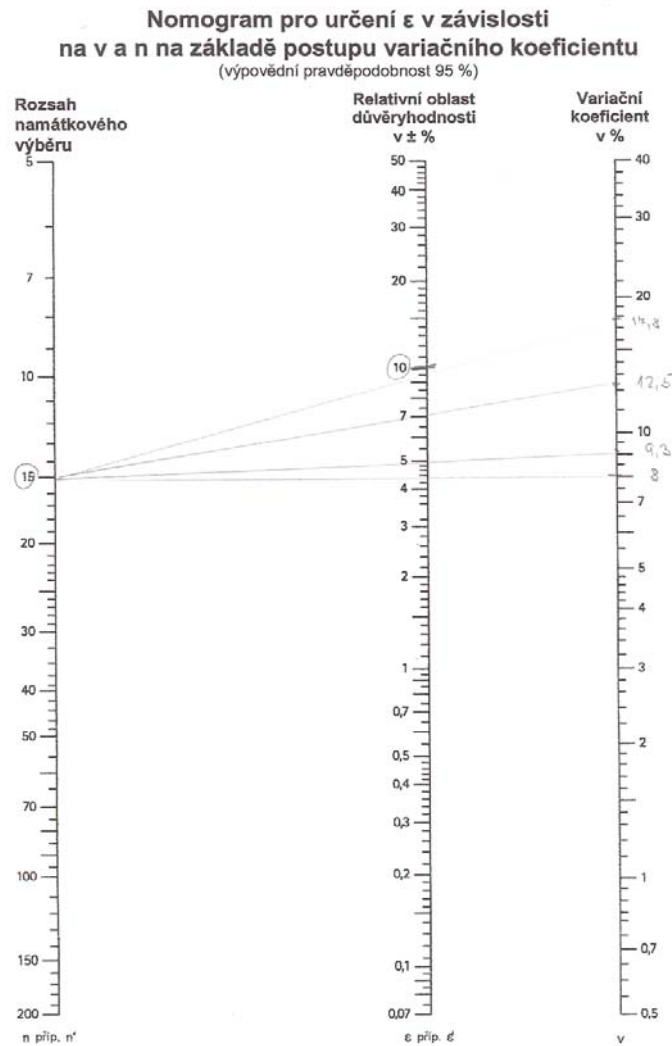
$\sigma = 16.534\%$

10.2.8
10.2.8
10.2.8

Obrázek 22



Obrázek 23



Obrázek 24

Použité knižní publikace

- [1.] Technická dokumentace společnosti Behr Thermot-tronik Czech s.r.o.
- [2.] ČSN EN 1005. Bezpečnost strojních zařízení - fyzická výkonnost člověka - část 1÷5. Praha: Český normalizační institut, 2010. 60s.
- [3.] Racionalizační Agentura s.r.o., ZÁKLADNÍ ŠKOLENÍ REFA, Management procesních dat, část 4, 60s.

Publikace na internetu

- [4.] <http://bozppo.vfn.cz/normy.htm>
- [5.] <http://shop.normy.biz/>
- [6.] <http://cs.wikipedia.org/>

