

Optimalizace montážní linky pro výrobu pólů

Jiří Kuběja

Bakalářská práce
2013



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav výrobního inženýrství

akademický rok: 2012/2013

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: Jiří KUBĚJA

Osobní číslo: T10097

Studijní program: B3909 Procesní inženýrství

Studijní obor: Technologická zařízení

Forma studia: kombinovaná

Téma práce: Optimalizace montážní linky k výrobě polů

Zásady pro vypracování:

1. Provedte analýzu současného stavu předmětné výroby
2. Zpracujte teoretická východiska řešeného problému
3. Navrhněte optimální řešení linky
4. Provedte ekonomické zhodnocení řešení

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

Dle doporučení vedoucího Bakalářské Práce

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. František Volek, CSc.
Ústav výrobního inženýrství

Datum zadání bakalářské práce:

8. února 2013

Termín odevzdání bakalářské práce:

17. května 2013

Ve Zlíně dne 11. února 2013



doc. Ing. Roman Čermák, Ph.D.
děkan



prof. Ing. Berenika Hausnerová, Ph.D.
ředitel ústavu

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby¹⁾;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen na příslušném ústavu Fakulty technologické UTB ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3²⁾;
- beru na vědomí, že podle § 60³⁾ odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60³⁾ odst. 2 a 3 mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Ve Zlíně

.....

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

(1) Vysoká škola nevydělečně zveřejňuje disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce, u kterých proběhla obhajoba, včetně posudků oponentů a výsledku obhajoby prostřednictvím databáze kvalifikačních prací, kterou spravuje. Způsob zveřejnění stanoví vnitřní předpis vysoké školy.

(2) Disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce odevzdané uchazečem k obhajobě musí být též nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k nahlížení veřejnosti v místě určeném vnitřním předpisem vysoké školy nebo není-li tak určeno, v místě pracoviště vysoké školy, kde se má konat obhajoba práce. Každý si může ze zveřejněné práce pořizovat na své náklady výpisy, opisy nebo rozmnoženiny.

(3) Platí, že odevzdáním práce autor souhlasí se zveřejněním své práce podle tohoto zákona, bez ohledu na výsledek obhajoby.

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

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

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

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

(2) Není-li sjednáno jinak, může autor školního díla své dílo užít či poskytnout jinému licenci, není-li to v rozporu s oprávněnými zájmy školy nebo školského či vzdělávacího zařízení.

(3) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení jsou oprávněny požadovat, aby jim autor školního díla z výdělku jím dosaženého v souvislosti s užitím díla či poskytnutím licence podle odstavce 2 přiměřeně přispěl na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložily, a to podle okolností až do jejich skutečné výše; přitom se přihlédne k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

ABSTRAKT

Cílem bakalářské práce je návrh optimalizace montážní linky pro montáž vyniklých pólů. V teoretické části práce jsou shrnuty teoretické poznatky z technologie svařování, nýtování, montáže, materiálových toků a rozmístění pracoviště. V praktické části práce je vykonána analýza stávajícího stavu linky. Na základě této analýzy je zde navrženo, nové rozmístění linky, vedoucí ke zvýšení produktivity montáže.

Klíčová slova: optimalizace, montáž, materiálový tok, svařování, nýtování

ABSTRACT

The object of this bachelor thesis is proposal of the optimization of assembly line for the production of poles. The theoretical part introduces theoretic knowledge from technology of welding, riveting, assembly, material flow and workplace location. In the practical part is performed analysis of the origin condition of the line. Based on the analyse is proposed, new location, for improvement productivity of assembly.

Keywords: optimization, assembly, material flow, welding, riveting

Poděkování

Tímto chci poděkovat Ing. Františkovi Volkovi, CSc. za cenné rady a konzultace spojené s touto prací, dále bych chtěl poděkovat Ing. Zdeňkovi Pfeilerovi a celému osazenstvu kanceláře- Konstrukce přípravků, za konzultace s praktickou částí této práce.

Prohlašuji, že jsem na diplomové práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků, je-li to uvedeno na základě licenční smlouvy, budu uveden jako spoluautor.

Ve Zlíně

.....

Podpis studenta

OBSAH

ÚVOD	10
I TEORETICKÁ ČÁST	11
1 ELEKTRICKÉ STROJE	12
1.1 ROZDĚLENÍ ELEKTRICKÝCH STROJŮ	12
1.2 NETOČIVÉ	12
1.3 TOČIVÉ.....	12
1.3.1 Generátory.....	13
2 TECHNOLOGIE ZPRACOVÁNÍ, MONTÁŽ	16
2.1 SVAŘOVÁNÍ.....	16
2.1.1 Rozdělení metod svařování.....	16
2.1.2 Tavné svařování	17
2.1.3 Svařování elektrickým obloukem	18
2.1.4 Svařování netavicí se wolframovou elektrodou v atmosféře inertního plynu – WIG (TIG).	20
2.1.5 Svařování tavící se elektrodou v ochranném plynu metodou MIG/MAG.....	21
2.1.6 Speciální metody tavného svařování.....	22
2.1.7 Tlakové svařování	24
2.2 NÝTOVÉ SPOJE	27
2.2.1 Metody nýtování:	27
2.2.2 Základní typy spojů, druhy nýtů	28
2.3 MONTÁŽ.....	29
2.3.1 Základní pojmy montáže.....	30
2.3.2 Struktura montážních činností.....	31
2.3.3 Montážní pracoviště	32
2.3.4 Vlastní pracoviště tvoří:	33
3 MATERIÁLOVÉ TOKY, USPOŘÁDÁNÍ PRACOVIŠTĚ	34
3.1 MATERIÁLOVÝ TOK.....	34
3.1.1 Řízení toku materiálu pomocí logistiky	34
3.1.2 Optimální materiálový tok:	35
3.2 ZÁSOBY.....	35
3.2.1 Řízení stavu zásob.....	35
3.3 ROZMÍSTĚNÍ PRACOVIŠŤ.....	36
3.3.1 Individuální a skupinové uspořádání pracovišť	36
II PRAKTICKÁ ČÁST	38
4 STANOVENÍ CÍLŮ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE	39
5 STRUČNÉ CHARAKTERISTIKA SPOLEČNOSTI	40
5.1 HISTORIE SPOLEČNOSTI TES A.S.	41
5.2 VÝROBNÍ PROGRAM SPOLEČNOSTI.....	41
6 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU PŘEDMĚTNÉ VÝROBY	43
6.1 PŘEDMĚT VÝROBY – VYNIKLÝ PÓL.....	43
6.1.1 Obecné názvy pro jádro pólu	44

6.2	MATERIÁLOVÝ TOK.....	45
6.3	STÁVAJÍCÍ ROZMÍSTĚNÍ MONTÁŽNÍ LINKY	45
6.3.1	Části montážní linky	46
6.4	CHARAKTERISTIKA JEDNOTLIVÝCH PRACOVÍŠŤ MONTÁŽNÍ LINKY	46
6.5	EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ SOUČASNÉHO STAVU	54
7	ZPRACOVÁNÍ TEORETICKÝCH VÝCHODISEK ŘEŠENÍ.....	56
7.1	NÁVRHY MOŽNOSTI ŘEŠENÍ.....	56
7.2	JEDNOTLIVÉ NÁVRHY	56
7.2.1	Návrh č. 1	56
7.2.2	Návrh č. 2	56
7.2.3	Návrh č. 3	56
7.3	JEJICH ZHODNOCENÍ	57
8	NÁVRH OPTIMÁLNÍHO ŘEŠENÍ LINKY.....	58
8.1	JEDNOTLIVÉ PRVKY OPTIMALIZACE.....	58
8.1.1	Přemístění.....	58
8.1.2	Zvýšení kapacit	58
8.1.3	Nové přípravky.....	59
9	EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ ŘEŠENÍ	62
	ZÁVĚR	63
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	64
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	65
	SEZNAM OBRÁZKŮ	66
	SEZNAM TABULEK.....	67
	SEZNAM PŘÍLOH.....	68

ÚVOD

Cílem mojí bakalářské práce byla analýza optimalizace montážní linky pro výrobu pólů ve společnosti TES s.r.o. Vsetín. Póly jsou nezbytnou součástí většiny točivých elektrických strojů, používaných jako generátory k výrobě elektrického proudu ve všech druzích elektráren.

Vhodnou optimalizací montážní linky dosáhneme nezanedbatelnou jak časovou tak finanční úsporu.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 ELEKTRICKÉ STROJE

Elektrické stroje jsou strojní elektromechanická zařízení, sloužící k přeměně elektrické energie na mechanickou (případně opačně), nebo elektrické energie opět na elektrickou, ale s jinými parametry. Elektrické stroje vždy pracují na principu elektromagnetické indukce.[1]

1.1 Rozdělení elektrických strojů

Netočivé:

Transformátory

Měniče

Točivé:

Motory

- asynchronní
- synchronní
- stejnosměrné
- komutátorové

Generátory

- střídavé – alternátory (synchronní, asynchronní)
- stejnosměrné - dynamy

1.2 Netočivé

Transformátory

- mění velikost elektrického napětí
- využívají vzniku indukovaného napětí změnou magnetického toku

Měniče

- mění jeden druh proudu na jiný (stejnosměrný na střídavý a naopak, mění frekvenci
- střídavého proudu)
- používají polovodičové prvky [1]

1.3 Točivé

Motory

- mění elektrickou energii na mechanickou
- využívají princip silového působení magnetického pole na vodič s proudem[1]

Generátory

- mění mechanickou energii na elektrickou
- využívají vzniku indukovaného napětí pohybem vodiče v magnetickém poli [1]

1.3.1 Generátory

Základními částmi jsou nepohyblivý stator a v ložiscích otáčející se rotor (hřídel). Na statoru je třífázové vinutí a na rotoru pak tzv. budící vinutí. Turbína nebo jiný pohon otáčí rotorem a v jeho budícím vinutí prochází stejnosměrný proud, čímž vzniká otáčivé magnetické pole, které v trojfázovém vinutí statoru vyvolá (indukuje) točivé magnetické pole, střídavé napětí. A dále střídavý proud, který začne procházet trojfázovým vinutím statoru při připojení alternátoru ke spotřebiči. [2]

Asynchronní generátory

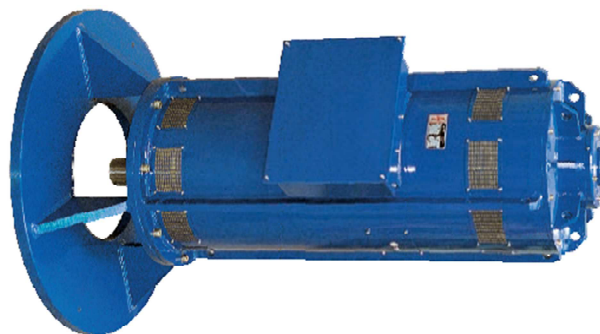
Jestliže se asynchronní stroj připojí k síti, otáčí rychlostí větší než synchronní, jsou mechanické otáčky $n > n_1$ a skluz $s = (n_1 - n) / n_1 < 0$ je záporný. V takovém režimu pracuje stroj jako generátor, tj. přeměňuje energii mechanickou na elektrickou. Asynchronní stroj odebírá vždycky (v režimu motorickém i generátorickém) magnetizační příkon ze sítě, napájené synchronními generátory. Pokud bychom asynchronní stroj chtěli provozovat v režimu samostatně pracujícího generátoru, musí mít na svorkách statoru připojen trojfázový kondenzátor o jalovém výkonu rovném alespoň magnetizační spotřebě generátoru. [2]



Obrázek 1 Asynchronní generátor

Synchronní generátory

Synchronní stroj je nejdůležitějším elektrickým strojem pro výrobu elektrické energie. V tom případě pracuje jako generátor, nejčastěji trojfázový, a nazývá se alternátor. Alternátory jsou největší vyráběné elektrické stroje a dosahují nyní výkonů až přes 1000 MW zejména zlepšením chlazení a lepším využitím aktivních materiálů. Hlavní význam strojů velkých výkonů je jejich vyšší účinnost a menší investiční a provozní náklady na 1kW. Alternátory v elektrárnách jsou poháněny parními (zřídka plynovými) turbínami při rychlostech otáčení 3000 min^{-1} a nazývají se turboalternátory, nebo jsou poháněny vodními turbínami při rychlostech podstatně nižší a nazývají se hydrogenerátory. Hlavní výhodou alternátorů je možnost výroby nejenom činné, ale i jalové elektrické energie.[2]



Obrázek 2 Synchronní generátor

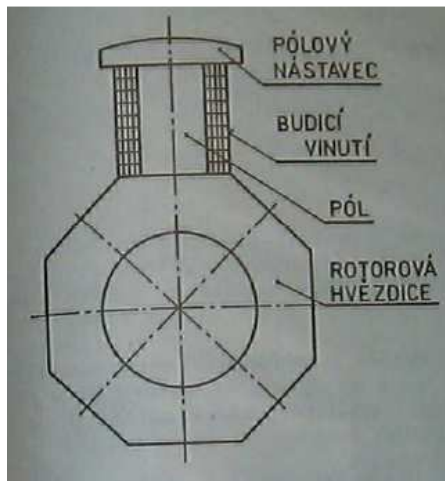
Podle provedení rotoru se rozlišují dva základní typy synchronních strojů, a to stroje s vyniklými póly a stroje s hladkým rotorem.

Stroje s vyniklými póly (hydroalternátory)

U hydroalternátorů se používá častěji rotor s vyniklými póly. Vyniklé póly mají téměř všechny stroje s počtem pólů čtyři a více. Póly mohou být buď plné (masivní), např. lité nebo kované, nebo s lištěné. S ohledem na pulsační a jiné ztráty se dává přednost u synchronních strojů s otevřenými statorovými drážkami pólům lištěným. Dosedací plochy pólů na hřídeli (rotoru) jsou obvykle oblé, proto je také zaobleno jádro pólu. Póly se zphoto-

vují z dynamových plechů, nebo z nemořené ocelového plechu tloušťky 1 až 2 mm. Tvar pólu složený z plechů, které se nejčastěji lisují na lisovacích (stříhacích) linkách, se stlačí pod lisem a stáhne se buď svorníky s matkami, nýty, nebo svorníky (tyčemi) přivařenými ke stahovacím deskám na krajích pólu. Nýty nebo svorníky mají být rozloženy po průřezu pólu tak, aby nebránily průchodu magnetického pole a dimenzovány tak, aby pružně přenášely slisovací tlak. Stahovací desky, v nichž jsou zapuštěny hlavy nýtů, nebo zavařené konce svorníků, se vypalují z tlustého plechu. [1]

Póly se připevňují k rotoru (hřídeli) buď šrouby, nebo jednou či několika rybinami. Šrouby musí být dimenzovány nejen na odstředivou sílu od pólu a na něm umístěného vinutí, ale také na sílu vypočítanou z točivého momentu stroje. [1]



Obrázek 3 Schéma pólu na rototu

2 TECHNOLOGIE ZPRACOVÁNÍ, MONTÁŽ

2.1 Svařování

2.1.1 Rozdělení metod svařování

Všechny běžné metody svařování lze rozdělit na dvě velké skupiny a to metody tavného svařování a metody tlakového svařování. U tavného svařování je vytvoření spoje dosaženo přívodem tepelné energie do oblasti svaru a roztaveného svarového kovu. Tlakové metody svařování jsou založeny na působení mechanické energie, která přiblíží spojované povrchy na vzdálenost působení meziatomových sil přičemž vznikne vlastní spoj. [3]

Metody tavného svařování

Svařování elektrickým obloukem

- Obloukové svařování tavící se elektrodou
- Ruční obloukové svařování obalenou elektrodou
- Gravitační obloukové svařování obalenou elektrodou
- Obloukové svařování plněnou elektrodou bez ochranného plynu
- Vibrační svařování a navařování
- Pod tavidlem
- Obloukové svařování v ochranné atmosféře
- Obloukové svařování tavící se elektrodou v inertním plynu-MIG
- Obloukové svařování tavící se elektrodou v aktivním plynu-MAG
- Obloukové svařování plněnou elektrodou v aktivním plynu
- Obloukové svařování plněnou elektrodou v inertním plynu
- Obloukové svařování netavící se elektrodou v ochranné atmosféře inertního plynu-WIG

Elektrostruskové svařování

- Svařování plazmové
- Svařování plazmové MIG svařování

- Svařování magneticky ovládaným obloukem
- Elektronové svařování
- Plamenové svařování
- Svařování slévárenské
- Svařování světelným zářením
- Laserové svařování
- Aluminotermické svařování
- Elektroplynové svařování
- Indukční svařování

Metody tlakového svařování

- Tlakové svařování za studena
- Odporové svařování
- Svařování indukční
- Svařování v ohni
- Třecí svařování
- Ultrazvukové svařování
- Výbuchové svařování[3]

2.1.2 Tavné svařování

Plamenové svařování

Zdrojem tepla při plamenovém svařování je chemická energie, která vznikne hořením směsi okysličujícího a hořlavého plynu. Parametry zdroje tepla – plamene se řídí použitými plyny. [3]

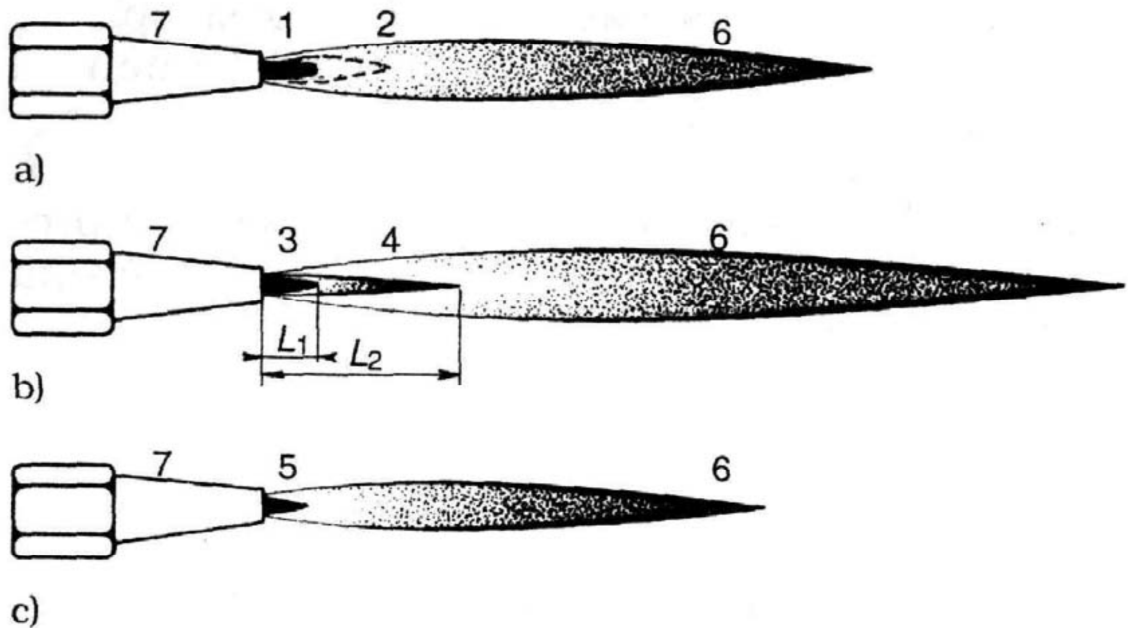
Hořlavé plyny Hořlavých plynů používaných v technické praxi pro plamenové svařování je celá řada. Pro svařování má největší význam acetylen pro jeho velmi dobré vlastnosti.

Kyslíko – acetylenový plamen Tento plamen se podle poměru kyslíku a acetyleny dělí na následující druhy: [3]

neutrální, poměr $O_2 : C_2H_2 = 1$ až $1,1 : 1$

redukční, poměr $O_2 : C_2O_2 < 1$

oxidační, poměr $O_2: C_2H_2 = 1,2 : 1$



Obrázek 4 Rozdělení plamene podle poměru kyslíku a acetylenu

a) neutrální

b) redukční (s přebytkem acetylenu)

c) oxidační (s přebytkem kyslíku) [3]

1 -svařovací kužel ostře ohraničený, oslnivě bílý, 2 -redukční oblast plamene, 3 -svařovací plamen oslnivě bílý, překrytý bělavým závojem, 4 -bělavý závoj, 5 -svařovací plamen krácený, modrofialový, 6 -vnější oxidační plamen, 7 -svařovací hubice [3]

Oblasti použití plamenového svařování

Plamenové svařování patří mezi klasické metody svařování vyznačující se dlouhou tradicí. Velmi často se můžeme setkat se svařováním plamenem při navařování tvrdých i jiných návařů. Snad více než u ostatních metod svařování ovlivňuje řemeslná zručnost svářeče výsledky svařování plamenem. Hlavní oblast použití svařování plamenem je pro svařování slabých plechů do tloušťky 4mm. I v této oblasti je však z důvodů vznikajících deformací a vnitřních pnutí nahrazováno svařování plamenem metodou svařování MAG[3]

2.1.3 Svařování elektrickým obloukem

Elektrický oblouk využitelný ve svařování je nízkonapěťový elektrický vysokotlaký výboj, který hoří v prostředí ionizovaného plynu. Stabilně hoří za předpokladu napětí dostatečné-

ho pro ionizaci daného prostředí a proudu udržujícího plazma oblouku v ionizovaném stavu. [3]

Charakteristické znaky oblouku jsou:

- 1) malý anodový úbytek napětí
- 2) malý potenciální rozdíl na elektrodách
- 3) proud řádově ampéry až tisíce ampér
- 4) velká proudová hustota katodové skvrny
- 5) intenzivní vyzařování světelného záření z elektrod i sloupce oblouku.
- 6) intenzivní vyzařování UV záření.

Části elektrického oblouku:

a) Katodová skvrna

je ostře ohraničená oblast, která termickou emisí emituje prvotní elektrony důležité pro zapálení oblouku a ionizaci plynného prostředí. Elektrony získávají v oblasti katodového úbytku napětí tak velkou kinetickou energii, že jsou schopny při srážkách ionizovat neutrální atomy na kladné ionty a sekundární elektrony. Teplota skvrny je cca 2600 °C. [3]

b) Anodová skvrna

Anodovou skvrnou jsou neutralizovány a odváděny dopadající záporné částice. Kinetická energie částic se mění na tepelnou a z části i na elektromagnetické záření. Teplota anodové skvrny je cca 3000 °C. [3]

c) Sloupec oblouku je zářivě svítící oblast disociovaného a ionizovaného plynu ve formě plazmy mezi elektrodami, která dosahuje vysokých teplot 4000 až 7000° C[3]

Svařování ruční obalenou elektrodou.

Pro ruční svařování elektrickým obloukem se jako přídavné materiály používají obalené elektrody. Tyto se skládají z jádra a z obalu elektrody. Jádro elektrody tvoří drát průměru 1,6 2,0 2,5 3,15 4,0 5,0 a 6,0 mm. [3]

Funkce obalu elektrod:

funkce plynotvorná (při hoření oblouku vznikají z obalu kouře a plyny, které vytvářejí druh ochranné atmosféry a brání přístupu vzdušného kyslíku a dusíku ke svarové lázni, např. celulosa, tepelný rozklad CaCO_3 na CO_2 a CaO),

funkce ionizační (slouží v obalu pro usnadnění zapalování a hoření oblouku, např. soli alkalických kovů K a Na),

funkce metalurgická – rafinace (snížení P a S), desoxidace (snížení O_2) a legování (především prvků náchylných k propalu – Cr, Mo, Ti atd.)

Technologie svařování obalenou elektrodou.

Svařování el. obloukem obalenou elektrodou je poměrně jednoduchou metodou svařování, jak z hlediska parametrů svařování, tak i z hlediska poloh svařování. Svařovací proud může svářeč nastavit podle údajů výrobce elektrod. Napětí na el. oblouku nemusí svářeč nastavovat a jeho hodnota je dána statickou charakteristikou elektrického oblouku.

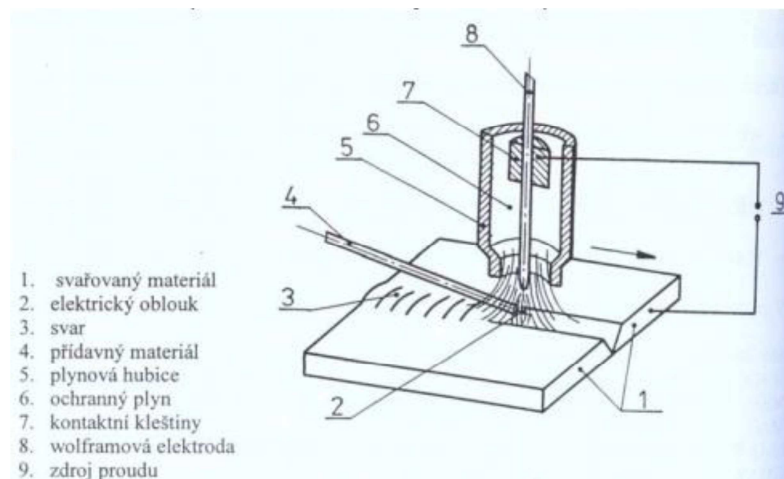
Při vedení elektrického oblouku a elektrody je třeba postupovat tak, že elektroda je mírně skloněna proti svarové housence, aby roztavená struska nepředbíhala elektrický oblouk a nezpůsobovala struskové vměstky ve svarovém kovu (vada svaru). Délka elektrického oblouku má být přibližně rovna průměru jádra elektrody. Zakončení svarové housenky musí být takovým postupem, aby nedošlo vzniku staženiny v koncovém kráteru. Pro svářeče to znamená, že musí v koncovém kráteru se při odtavení svarového kovu provést ještě zatočení se s obloukem a odtavit ještě určité množství svarového kovu, aby bylo ještě z čeho dosazovat svarový kov a zabránit tak vzniku staženiny. [3]

2.1.4 Svařování netavící se wolframovou elektrodou v atmosféře inertního plynu – WIG (TIG).

Při svařování metodou WIG hoří oblouk mezi netavící se elektrodou a základním materiálem. Ochranu elektrody i tavné lázně před okolní atmosférou zajišťuje netečný plyn o vysoké čistotě minimálně 99.995%. Používá se argonu, helia nebo jejich směsí. Svařování lze

realizovat s přídavným materiálem ve formě drátu ručním způsobem, nebo automatické svařování s podavačem drátu s proměnnou rychlostí jeho podávání dle postupu svařování.

Obecně lze svařování rozdělit dle druhu proudu na svařování střídavým proudem pro hliník, hořčík a jejich slitiny a svařování stejnosměrným proudem pro středně a vysokolegovanou ocel, měď, nikl, titan, zirkon, molybden a další. Pro svařování uhlíkové oceli se metoda WIG používá méně z důvodu nebezpečí vzniku pórů ve svaru a z ekonomického hlediska. Svařování wolframovou elektrodou se používá i pro spojování obtížně svařitelných materiálů s vysokou afinitou ke kyslíku např. titan a zirkon. Lze svařovat i různorodé materiály – ocel s mědí, bronzem nebo niklovými slitinami a návary v oblasti renovací např. nástrojové oceli, niklové a kobaltové tvrdonávary. Svařování WIG má výrazný růst objemu svařecích aplikací což se připisuje vysoké kvalitě spojů, operativností řízení procesu svařování a vysokému stupni automatizace a robotizace. [3]

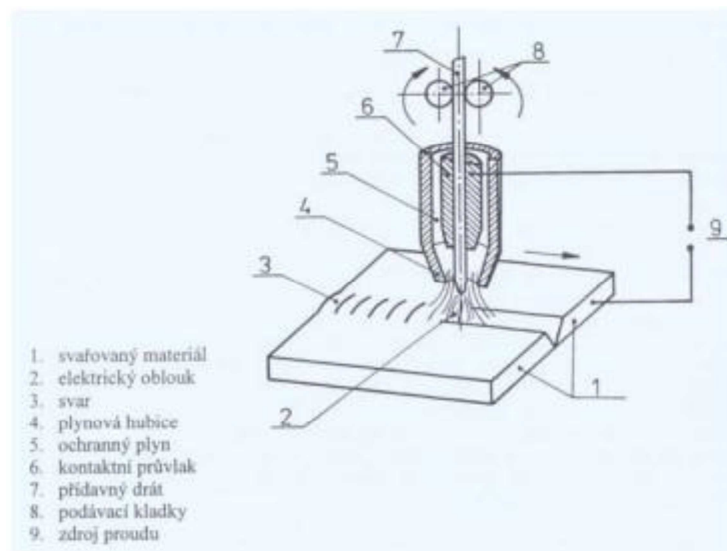


Obrázek 5 Princip svařování metodou WIG

2.1.5 Svařování tavící se elektrodou v ochranném plynu metodou MIG/MAG.

Svařování v ochranné atmosféře aktivního plynu MAG patří vedle svařování obalenou elektrodou v celosvětovém měřítku k nejrozšířenějším metodám pro svařování nelegovaných a nízkolegovaných ocelí. Svařování MIG v inertním plynu získává na důležitosti vlivem růstu objemu konstrukcí, staveb, lodí a dopravních prostředků vyráběných z hliníko-

vých slitin. Hlavními důvody rozšíření metody MIG/MAG jsou: široký výběr přídatných materiálů a ochranných plynů, snadná možnost mechanizace a robotizace, velký sortiment vyráběných svařovacích zařízení a především významné výhody a charakteristiky uvedené metody svařování. Svařování metodou MIG/MAG je založeno na hoření oblouku mezi tavící se elektrodou ve formě drátu a základním materiálem v ochranné atmosféře inertního nebo aktivního plynu. Napájení drátu elektrickým proudem je zajištěno třecím kontaktem v ústí hořáku tak, aby elektricky zatížená délka drátu byla co nejkratší. Drát je podáván podávacími kladkami umístěnými v podavači, vlastním hořáku, nebo kombinací obou systémů z cívky. Ochranná atmosféra se volí podle druhu svařovaného materiálu, ovlivňuje však také přenos kapek v oblouku, rozstřík, rozsah chemických reakcí a teplotní poměry v oblouku. [3]



Obrázek 6 Princip svařování metodou MIG/MAG

2.1.6 Speciální metody tavného svařování

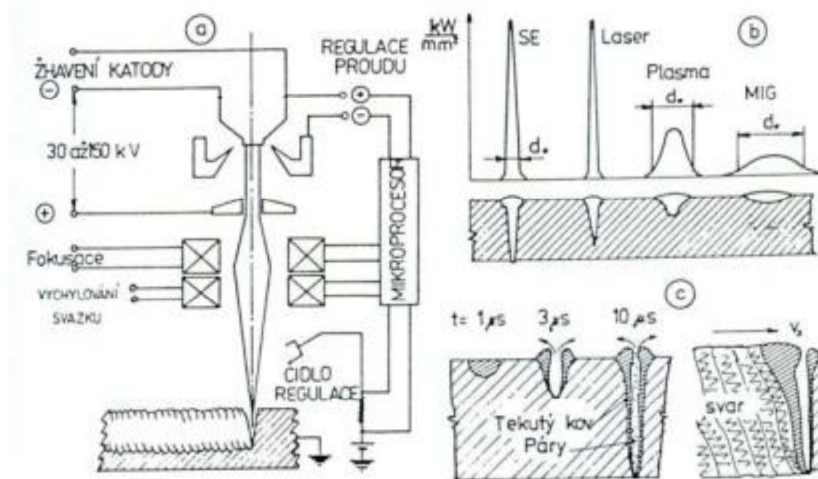
U těchto metod svařování se dosahuje protavení celé tloušťky materiálu pomocí vysoké hustoty energie. Teplota v tavné lázni u těchto metod dosahuje velmi rychle bodu varu kovu a tvoří se kapilára vyplněná parami kovů. Svar se tvoří po průchodu zdroje tepla. Patří sem svařování plazmou, svazkem elektronů a laserem.[3]

Svařování plazmou.

Princip svařování plazmou je založen na ionizaci plynu při průchodu elektrickým obloukem. U dvouatomových plynů (dusík, vodík a kyslík) musí nejprve proběhnout disociace plynu, při které dochází k rozložení molekul plynu na atomy. Stupeň následné ionizace je závislý na teplotě a ta dosahuje u svařování plazmou až 16 000 °C.[3]

Svařování svazkem elektronů.

Vlastní zdroj elektronů je válcová vakuovaná nádoba na jednom konci opatřená přímo nebo nepřímo žhavenou emisní elektrodou a na druhém konci vybavená oddělovacím uzávěrem, který je kombinovaný s hranolem pozorovací optiky. Zdroj elektronů bývá nazýván elektronové dělo nebo elektronová tryska a je pomocí rotační a difúzní vývěvy čerpán na vysoké vakuum. Vakuum je nezbytné z důvodu zajištění termoemise elektronů, tepelné a chemické izolace katody, zamezení vzniku oblouku mezi elektrodami a zamezení srážkám elektronů s molekulami vzduchu, které způsobují zbrzdění elektronů a jejich vychýlení z přímého směru. Vlastní svařování probíhá v pracovní vakuové komoře, kde svařovací pohyb je zajištěn programovatelným polohovadlem s několika stupni volnosti. Elektrony jsou termoemisí uvolněny ze žhavené záporné elektrody a urychlení elektronů se dosahuje vysokým napětím. Elektrony dopadají na povrch materiálu a jejich kinetická energie se mění na tepelnou. Během několika μs dosáhne materiál teploty tavení, posléze teploty varu kovu a vytvoří se úzká kapilára vyplněná parami kovů o nízkém tlaku. Tento tlak je však dostatečně vysoký, aby spolu s reakční silou udržel taveninu na stěně kapiláry.[3]



Obrázek 7 a) Princip svařování svazkem elektronů b) Srovnání hustoty energie
c) Mechanismus tvorby svaru

Laserové svařování

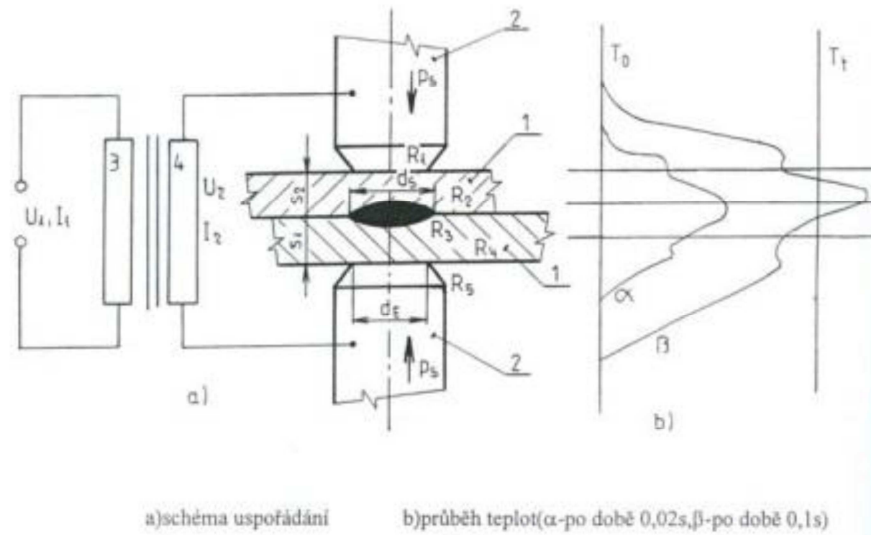
Název LASER vznikl ze začátečních písmen anglického popisu samotné podstaty jeho principu činnosti Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation – zesílení světla stimulovanou emisí záření. Proces zesílení má charakter řetězové reakce a je dále zvyšován průchody rezonátorem – aktivním prostředím laseru, které je uzavřeno dvěma zrcadly se vzdáleností rovnající se násobku vlnové délky emitovaného záření. Zrcadlo se 100% odrazivostí vrací všechny fotony do aktivního prostředí, ale polopropustné zrcadlo s 80% až 90% odrazivostí propustí po dosažení kritického množství fotonů část záření ve formě krátkého vysokoenergetického pulsu. [3]

2.1.7 Tlakové svařování

Mezi metody tlakového svařování lze zařadit tyto metody: Svařování elektrickým odporem, svařování třením, difúzí, ultrazvukem, výbuchem, tlakem za studena a indukční. U všech způsobů, vzniká spoj v důsledku silového působení při přiblížení kontaktních ploch na vzdálenost působení meziatomových sil, tzn. téměř na parametr atomové mřížky. Ke spojení dochází v tuhém nebo plastickém stavu bez vnějšího přívodu tepelné energie (kromě difúzního a indukčního svařování). Teplo se na svarových plochách vyvíjí v důsledku elektrického přechodového odporu, třecích nebo makrodeformačních pochodů. Ve svaru nevzniká licí struktura jako u tavného svařování. [3]

Svařování elektrickým odporem

Průtokem elektrického proudu svařovaným místem se materiál svařovaných součástí ohřeje odporovým teplem, stane tvárným, nebo se roztaví, načež se materiály stlačí a tím se spojí. Zdrojem tepla je elektrický odpor v místě styku svařovaných materiálů (přechodový odpor).[3]



Obrázek 8 Princip svařování el. Odporem

Svařování třením

Základní princip svařování třením je založen na vzájemném pohybu dvou součástí při působení přítláčné síly. Nejčastěji se svařují rotační součásti, kdy jeden souosý vystředěný díl svařované součásti rotuje a druhý stojí, nebo vykonává opačný pohyb. Na jeden z dílů působí přítláčná síla, která dává vzniknout třecím silám. Přiváděná mechanická energie se mění na tepelnou při značně vysoké účinnosti. Vysokým měrným tlakem se oba povrchy nejprve zarovnávají, deformují a posléze nastane hluboké vytrhávání povrchu při vzniku a zániku mikrosvarů, silný ohřev (až 90% všeho uvolněného tepla) a výrazná délková deformace. Současně dochází k tvorbě charakteristického výronku.[3]

Difúzní svařování

Vlastní spojení kovů při tomto způsobu svařování vzniká za působení teploty a odpovídajícího měrného tlaku na kontaktních plochách. Spoj je tvořen přiblížením kontaktních ploch v důsledku lokální plastické deformace, která zaručuje vzájemnou difúzi v povrchových vrstvách spojovaných materiálů. Hlavní parametry difúzního svařování jsou teplota, tlak a čas. Teplota svařování závisí na tavicí teplotě svařovaných materiálů, přičemž u dvou roz-

dílných kovů se řídí nižší tavicí teplotou kovu. Teplota dosahuje 70 až 80 % teploty tavicí. Svařovací tlak musí zaručit přiblížení spojovaných ploch na takovou vzdálenost, aby mohla nastat difúze v celé ploše, ale současně nedošlo k tvorbě makroskopické deformace. Čas potřebný pro difúzi se pohybuje v minutách v rozmezí od 3 do 60 minut. Svařování se provádí ve vakuu nebo taveninách solí.[3]

Difúzním svařováním lze spojovat kovy různých vzájemných kombinací a také kovy s keramikou, sklem a grafitem. Svařování se uplatňuje v oblasti nástrojů, přístrojové techniky, kosmické a letecké techniky.[3]

Svařování tlakem za studena.

Svařování tlakem za studena patří mezi nejstarší technologie spojování kovů. Principem svařování je přiblížení povrchů svařovaných materiálů na vzdálenost řádově parametrů mřížky, kdy dochází k interakci mezi jednotlivými atomy kovu za vzniku pevné vazby. K dosažení požadovaného přiblížení je nutná výrazná plastická deformace, která musí být minimálně 60%. Výhodný je výrazný poměr mezi tvrdostí kovu a příslušným oxidem.[3]

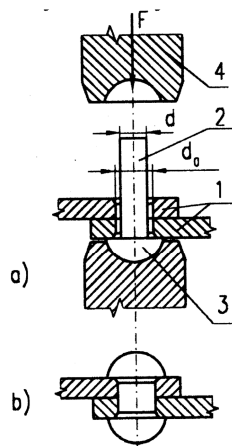
Svařování ultrazvukem.

Tento způsob svařování využívá mechanického kmitání o vysoké frekvenci – ultrazvuku, pro vytvoření svarového spoje. Zdroj kmitání se skládá z ultrazvukového měniče, jehož vinutí je napájeno elektronickým vysokofrekvenčním generátorem proudu o frekvenci 4 – 100 kHz. Vlastní kmitač se skládá z magnetostrikčního měniče (Slitina Fe + Ni, Fe + Co + V), nebo piezoelektrického měniče (titanátbaria, zirkontitanát olova) na který je připojen trychtýřovitý vlnovod zesilující amplitudu kmitání. Vlnovod je ukončen tzv. sonotrodou, která přenáší kmitání na svařovaný materiál. Sonotrody jsou přitlačovány silou, která zajišťuje přenos ultrazvukových kmitů do místa spoje. Kmitání je přenášeno na rozhraní dvou spojovaných materiálů, kde dochází k plastické deformaci kovů a relativně malému zvýšení teploty.

Výhodně se svařují materiály s kubickou, plošně centrovanou mřížkou – Al, Cu, Ni, Co atd., které se vyznačují velmi dobrou plastičností. Optimální amplituda svařování se pohybuje mezi 5 – 35 μm . Frekvenci kmitů v zásadě určuje typ ultrazvukového zařízení a pohybuje se v intervalu mezi 10 až 100 kHz. Svařovací časy jsou velmi krátké a dosahují obvykle 3 až 6 vteřin s maximem do 10 vteřin. Přítlačná síla zajišťuje přenos ultrazvukových kmitů na materiál a optimální hodnota měrného tlaku se pohybuje v rozmezí 0,4 až 1,2 MPa.[3]

2.2 Nýtové spoje

Nýtové spoje jsou výsledkem technologického procesu, který nejčastěji probíhá tak, že po vložení nýtu 2 do otvoru ve spojovaných částech 1 (obr. 4.1a) se podepře přípěrná hlava nýtu 3 a závěrná hlava nýtu se vytvoří roznýtováním vyčnívajícího konce válcového dřívku nýtu pomocí hlavičkáře 4 (obr. 4. 1b). Toho se dosáhne úderem ručního nebo pneumatického kladiva nebo pomocí strojního lisování, kdy se tlak na hlavičkář plynule zvyšuje.[4]



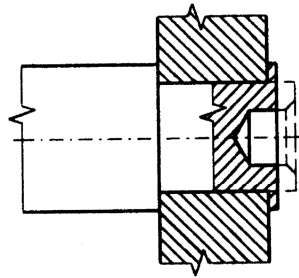
Obr. 4.1

Obrázek 9 Princip nýtování

2.2.1 Metody nýtování:

Přímé nýtování

Přímé nýtování je způsob nýtování, kdy je jako nýt použita část materiálu jednoho ze spojovaných dílů. Tento způsob nýtování se provádí nejčastěji za studena, což vyžaduje použití dobře tvárného materiálu. Přímé nýtování je vhodné pouze pro málo namáhané spoje. Na obrázku jsou uvedeny tři příklady spojení válcových součástí s plochým materiálem a jeden příklad nýtového spojení plechů.(obr 4.2)[4]



Obr. 4.2

Obrázek 10 Přímé nýtování

Nepřímé nýtování

Nepřímé nýtování je potom takové nýtování, kdy je nýt samostatnou součástí, která se vkládá do vytvářeného nýtového spoje.[4]

2.2.2 Základní typy spojů, druhy nýtů

Nýtové spoje můžeme rozdělit na čtyři základní typy spojů podle účelu a podle požadavků na vlastnosti spoje.[4]

Spoje pevné

Které se uplatní v ocelových konstrukcích různých sloupů, jeřábů, mostů, budov. Tyto spoje přenášejí pouze síly, nemusí těsnit (nýtování konstrukční)[4]

Spoje pevné a nepropustné

Které se uplatní při výrobě kotlů, nádrží a potrubí s vnitřním nebo vnějším přetlakem. Vzdle požadavku na přenos silového zatížení musí zajišťovat i požadavek těsnosti[4]

Spoje nepropustné

Které se uplatní u otevřených nádrží nebo u nádob s malým přetlakem. Hlavním požadavkem na spoj je těsnost.[4]

Spoje stehové

Které se uplatní u spojů bez zvláštních požadavků na pevnost a těsnost.

Nýtové spoje jako nerozebíratelné spoje vzniklé na základě technologického procesu nýtování jsou srovnatelné se spoji svarovými, proto je třeba i na jejich výhody a nevýhody posuzovat ve vztahu ke spoji svarovému.[4]

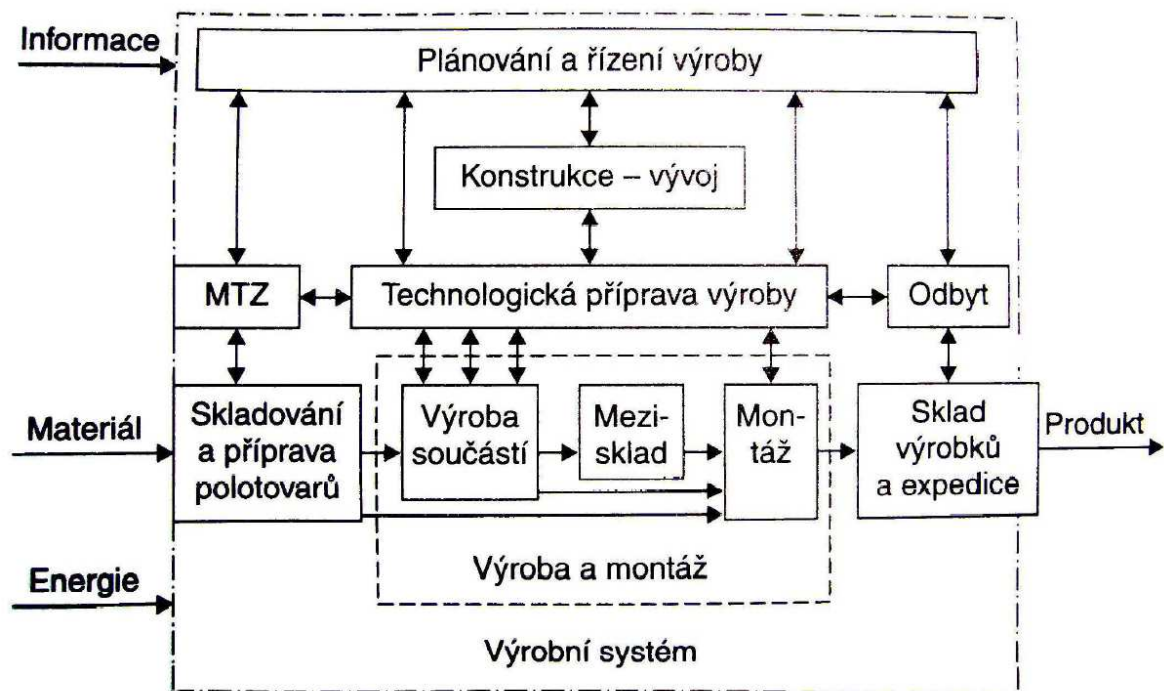
2.3 Montáž

Montáž je v podstatě závěrečnou fází výrobního procesu ve strojírenství a zaujímá z tohoto pohledu v rozvoji strojírenských technologií zvláštní postavení. Vzhledem k nízkému stupni mechanizace, automatizace i organizačnímu propracování, zaujímá montáž velkou část (kolem 30 až 50%) pracnosti ve strojírenské výrobě. V hromadné výrobě je toto procento menší, v kusové výrobě větší. [5]

V souboru strojírenských technologií má montážní proces následující zvláštnosti:

- značný podíl ručních prací u jednotlivých činností.
- rozdíly v množství a kvalitě použitých montážních technologií, pořadí a počtu montážních operací.
- nižší úroveň technologické přípravy montáže i vlastního procesu, zejména v nižších typech výroby.
- montáž je nutno synchronizovat s výrobou součástí, které jsou často vyráběny na různých místech a v různém čase.
- přímá účast lidského činitele vnáší do procesu řadu předem nedefinovaných vlivů, které mohou komplikovat řízení procesu.
- při montáži se mohou současně uplatňovat technologické, manipulační a kontrolní činnosti s různým stupněm automatizace.
- vytváří se koncentrace materiálu a zvyšují se nároky na manipulaci a plynulost toku materiálu.
- inovace výrobku téměř vždy znamená změnu v montážní technologii.

V montáži dochází ke koncentraci výsledků technických a organizačních opatření z předcházejících úseků výrobního procesu, jeho přípravy, materiálně technického zajištění (MTZ), a plánování. Začlenění montáží ve výrobním procesu naznačuje obr. 11[5]



Obrázek 11 Schéma výrobního procesu

2.3.1 Základní pojmy montáže

Montážní proces – podsystém výrobního systému, jehož cílem je montáž výrobků.

Montážní proces lze posuzovat z hlediska jeho začlenění do výrobního procesu, jeho funkce a regulačních vlastností.[5]

Montážní operace – ukončená část montážního procesu, která je realizovaná při montáži celku nebo výrobku jedním nebo skupinou dělníků na jednom pracovišti zpravidla bez přestavení montážního zařízení (např. svařování, nýtování, kontrola rozměrů.) Montážní operace je základní strukturální jednotkou montážního procesu[5]

Konstruktivní řešení – konstrukcí a navrženou složitostí jednotlivých součástí, funkčních skupin i celých výrobků. Konstruktivní řešení ovlivňuje z více než 50 % nejen pracnost montáže, metody vyměnitelnosti montáže, možnosti uplatnění prvků mechanizace a automatizace montáže, organizační uspořádání montážních operací apod.[5]

Technologií a organizací – z hlediska použitých montážních činností, pracovních a mechanizačních prostředků, organizace a průběhu montáže apod.[5]

Montážní úsek – část operace, která je vykonávána na jednom spoji jedním nástrojem za přibližně stejných technologických podmínek (např. úprava rozměrů na místě na hrubo a úprava rozměrů součástí na místě na čisto).

Montážní úkon – ucelená jednoduchá pracovní činnost dělníka v montážním procesu nebo přípravě výrobku k montáži v rámci úseku (např. upínání součástí do montážního přípravku, zapnutí stroje, apod.).[5]

Montážní pohyb – nejmenší část pracovní činnosti v montážním procese. Jsou dopodrobna popisované zejména v hromadné výrobě (např. uchopit klíč, nasadit klíč, otočit klíčem apod.).[5]

Montážní přípravky - Jsou jednoúčelové pomůcky, které usnadňují sestavování a montáž výrobků. často jde o držáky nebo stojany, do kterých se upnou jednotlivé díly v přesně definované poloze, aby bylo možné je spojit šroubováním nebo nýťováním. Jindy zase umožňují otáčení montovaného celku tak, aby byl snadno přístupný ze všech stran.[5]

Montážní činnosti jsou myšleny jednotlivé činnosti, které jsou prováděny při montáži (např. čištění, ustavování, šroubování, seřizování, měření, balení, expedice aj.).[5]

2.3.2 Struktura montážních činností

Přípravné:

- příprava pracoviště, přípravků, pomůcek, nářadí, součástí. Pracoviště je třeba vybavit potřebnými upínacími pomůckami, nářadím a úložným zařízením a všechny tyto prostředky ustavit a seřadit do poloh dostupných pracovníkům, upevnit základní součásti (skupiny) na rošt, stojan, paletu, do přípravku apod.[5]
- čištění a povrchové úpravy součástí – spojovací materiál a součásti dovezené z mezikladu či přímo z výroby je v mnoha případech nutno očistit, umístit do příslušných schránek, kazet, zásobníků, kontejnerů, vozíků apod. Některé je nutno promazat (ložiska naplnit mazivem) apod. [5]

Přizpůsobovací:

- úprava ploch, tvaru a rozměru, třídění (výběr), vyvažování rotačních součástí, značkování součástí.[5]

Spojovací:

- šroubování, lisování, nýtování, svařování, pájení, lepení, zalemování, skolíkování, narážení apod. [5]

Spojovací montážní práce jsou hlavní skupinou prací při montáži, neboť se jimi dosahuje vzájemného ustavení a spojení jednotlivých součástí, podskupin a skupin ve finální výrobek. Způsoby spojování jsou velmi rozmanité, což je dáno různým materiálem a konstrukčním řešením spojení součástí a montážních jednotek.[5]

Manipulační

- nasouvání a vysouvání, vkládání a vyjímání, ustavení a nakládání,
- upínání a odepínání, nakládání a vykládání, přemísťování.

Manipulace s materiálem zahrnuje práce spojené s přípravou a přísunem součástí na příslušná montážní pracoviště, manipulaci s materiálem a nářadím souvisící s provedením jednotlivých výrobních a kontrolních operací (operační manipulace), s dopravou montovaných předmětů a nářadí mezi jednotlivými pracovišti (mezioperační manipulace), a konečné práce spojené se skladováním součástí a smontovaných celků.[5]

Kontrolní

- měření připojovacích rozměrů, zkoušení funkce.

Kontrolní a zkušební práce záleží v kontrole jakosti součástí, spojení, uložení, vůle, stability apod. U montážních skupin a výrobků se kontroluje především jejich správná funkce, např. pomocí zkušebního běhu (kontrola tichosti chodu, brzdění, otáčení, posouvání, volnoběhu, trvanlivosti apod.) a kontroluje se také vzhled. Jde vesměs o velmi důležité pomocné operace, na nichž závisí dosažení požadované jakosti výrobků.[5]

Ostatní

- konečná povrchová úprava (lakování), konzervace a balení, příprava pro transport.

2.3.3 Montážní pracoviště

Snížení pracnosti i námahy pracovníků je podmíněno mechanizací montážních prací. Základním předpokladem je řešení dopravy a manipulace, řešení přístupových cest pro dopravu součástí na jednotlivá pracoviště, mezi nimi a odvoz smontovaných celků k místu

dalšího určení. Použité prostředky jsou závislé na hmotnosti přepravovaných jednotek, sortimentu a sériovosti; jsou to:

- vozíky různých typů (ruční, motorové, elektrické, plošinové, paletové, regá-lové, vysokozdvizné, jeřábové apod.),
- dopravníky (pásové, článkové, válečkové, vibrační, poděsné aj.)
- jeřáby (otočné, konzolové, mostové apod.)
- speciální zařízení – válečkové tratě, skluzy, hydraulické zdvihací plošiny, manipulatory a celá řada univerzálních či jednoúčelových zařízení.[5]

2.3.4 Vlastní pracoviště tvoří:

- zařízení pro ustavení a upnutí základní součásti (lože, spodní díl skříně, stojan apod.) jsou to např. pracovní stoly se svěráky, upínací rošty, montážní desky nebo palety s upínacími přípravky, které jsou umístěny na montážním dopravníku či vozíku a přesouvají se k dalším pracovištím.[5]
- zásobníky pro uložení potřebných spojovacích a montovaných součástí i přemontovaných celků.[5]
- zařízení pro uložení a pohon náradí pro práce prováděné na pracovišti (odkládací kazety, pružné závěsy apod.).[5]

3 MATERIÁLOVÉ TOKY, USPOŘÁDÁNÍ PRACOVIŠTĚ

3.1 MATERIÁLOVÝ TOK

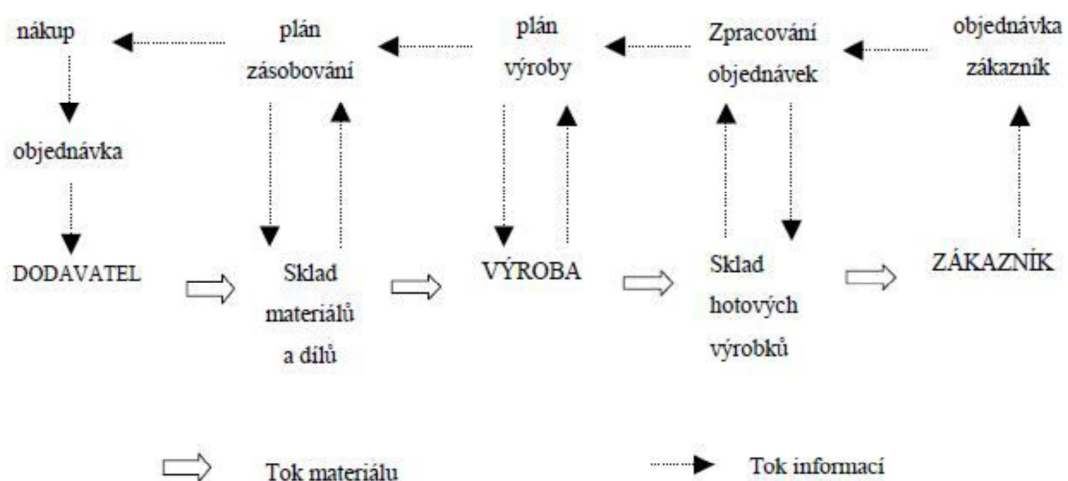
Materiálový tok představuje pohyb materiálu, který začíná u vstupu, prochází jednotlivými sklady, pracovišti a vede až na výstup. Materiálový tok je efektivní, pokud jsou na něj kladeny požadavky typu minimálních prodlev materiálu mezi jednotlivými operacemi, co nejkratší délka přepravních cest a maximální plynulost pohybu materiálu v podniku.

Velikost materiálového toku hraje hlavní roli návrhu rozmístění objektů (strojů, skladů, pracovišť, apod.) v závislosti na délce trasy.[6]

Pro grafické znázornění materiálových toků slouží Sankeyův diagram. Sankeyův diagram je metoda umožňující na základě půdorysného plánu objektu a šachovnicové tabulky graficky znázornit tok materiálu mezi jednotlivými pracovišti. Pro grafické znázornění je vhodné použít maticovou tabulku. Takto zjištěné množství materiálu je v Sankeyově diagramu znázorněno šířkou plných šipek, které současně označují směr toku materiálu. Sankeyův diagram neřeší optimální rozmístění pracovišť, ale umožňuje rychlou orientaci a přehled o pohybu materiálu mezi pracovišti.[7]

3.1.1 Řízení toku materiálu pomocí logistiky

Na následujícím schématu je možno vidět ukázkou jednoduchého toku materiálu a informací ve výrobním podniku.[6]



Obrázek 12 Tok materiálu v podniku

Vidíme, že tok informací je daleko více rozvětvený než tok materiálů. Nejdůležitější rozhodnutí ve výrobním podniku jsou ta rozhodnutí, kterými řídíme tok materiálů.

Hlavním cílem řízení oblasti materiálů je řešit materiálové problémy z celopodnikového hlediska.[6]

3.1.2 Optimální materiálový tok:

Požadavky kladené na optimální materiálový tok jsou následující:

1. Omezit nebo vyloučit zdržování materiálu mezi dvěma operacemi.
2. Pokud možno, materiál co nejméně přenášet, či převážet.
3. Zajištění maximální možné plynulosti, nebo rytmičnosti pohybu materiálu.[7]

Hlavní činitelé ovlivňující optimální tok materiálu jsou:

Objem výroby.

Výrobní program.

Následnost potřebných operací.[7]

Další činitelé, kteří mají vliv na materiálový tok:

Objem manipulačních výkonů.

Vzdálenost a směr přepravy.

Charakteristika budov a staveb, k tomu spojená kvalita dopravních cest.

Volba manipulačního zařízení.[7]

3.2 Zásoby

Zásoby chápeme jako bezprostřední přirozený prvek ve výrobních i distribučních organizacích. Zásobami rozumíme tu část užitných hodnot, které byly vyrobeny, ale ještě nebyly spotřebovány[8]

3.2.1 Řízení stavu zásob

Zásoby jsou velkou a velmi nákladnou investicí. Ve většině podniků, jak maloobchodních, velkoobchodních, tak i výrobních, dochází k pravidelnému zbavování se zásob, kdy se např. jednou za rok vyhlásí program totálního snížení zásob apod. Pokud však management neuplatňuje vhodné metody řízení zásob a nezná vzájemné nákladové závislosti různých

aspektů řízení zásob, často přitom dochází k poklesu úrovně zákaznického servisu a tyto programy se musí zastavit.[8]

Řízení stavu zásob podniku lze realizovat na dvou úrovních:

strategické řízení zásob - úkolem je stanovení množství finančních prostředků, které je možné uvolnit pro krytí zásob.

operativní řízení zásob - zajišťuje dodání požadovaného množství materiálu v potřebné struktuře, v daném čase, na sklad. Součástí operativního řízení je také dodržení, minimalizování finančního limitu, který souvisí s pořizováním, udržováním a správou zásob.[9]

3.3 ROZMÍSTĚNÍ PRACOVIŠŤ

Základem prostorové struktury výrobního procesu je pracoviště. Jedná se o prostorově označenou část určenou k vykonávání dané operace. Pracoviště je přizpůsobeno po stránce nástrojové a po stránce správného uspořádání celku.[10]

3.3.1 Individuální a skupinové uspořádání pracovišť

Uspořádání pracovišť je základním prostorovým hlediskem, jež je možné dělit:

individuální,

skupinové,

- předmětné,
- technologické,
- kombinované,

buňkové

pohyblivé.

V našem případě se jedná o uspořádání buňkové.[10]

Buňkové uspořádání

Jedná se o uspořádání strojů, které jsou součástí výrobní buňky podle určité produktové skupiny, aby určité složky výrobního procesu mohly být zrealizovány na jednom místě, tedy v buňce. Jde o nejvhodnější formu rozmístění pracovišť, co se týče flexibility.[10]

II. PRAKTICKÁ ČÁST

4 STANOVENÍ CÍLŮ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

V teoretické části byly shrnuty základní informace o elektrických strojích, jednotlivé technologie používané během montáže vyniklých pólů a základy materiálových toků, uspořádání pracovišť. Cílem práce je provést analýzu současného stavu linky a navrhl její optimalizaci pro zvýšení produkce pólů a snížení jejich ceny. Snížení jejich ceny zvyšuje konkurence schopnost výroby a následného prodeje.

Změřit se hlavně na :

Zprůchodnění úzkých míst nacházející se na montážní lince.

Zrationalizovat materiálový tok

Zlepšení ergonomie pracoviště

Celkové snížení nákladů

5 STRUČNÉ CHARAKTERISTIKA SPOLEČNOSTI

Společnost TES Vsetí a.s. patří mezi přední výrobce, elektrických strojů, pohonů a komponentů, s mezinárodní působností. Ve svém výrobním areálu o rozloze 100 000 m² s rozsáhlým výrobním parkem zaměstnává téměř 800 zaměstnanců. Vlastní vývoj a výrobu dle požadavků zákazníka zabezpečuje svými konstrukčními kapacitami. Staví na tradici i aktivním přístupem k dalším rozvoji. Investuje do rozšiřování výrobních kapacit i možností.

Společnost je vnitřně rozčleněna na tři divize:

TEC – TES elektrické komponenty

TEM – TES elektrické točivé stroje

TED – TES elektrické pohony

Celou firmu lze rozdělit do čtyř provozů:

1. Lisovna a nástrojárna
2. Svařovna
3. Parketárna a montáž
4. Obrobna



Obrázek 13 Společnost TES a.s.

5.1 Historie společnosti TES a.s.

1919 Založil Josef Sousedík Elektrotechnickou továrnu, jež se stala předchůdcem dnešní společnosti TES VSETÍN, a.s. tehdejší výrobní program tvořily především asynchronní motory. Zakladatel firmy přihlásil 54 patentů v oborech elektrických přístrojů, pohonů, elektrické trakce i automatické regulace.

1927 Je vybudována vlastní slévárna s modelárnou a zahájen provoz v nově postavené soustružně. Zde se vyrábí stejnosměrné stroje, střídavé synchronní generátory.

1945 Dochází k rychlému rozvoji firmy pod značkou MEZ Vsetín. Výrobní program byl rozšířen o komutátorové motory a zkušební stanoviště pro měření výkonu a otáček, později i o kompletní pohony se stejnosměrnými motory. Většina produktů je po celou dobu sportována do SSSR.

1989 byl tradiční výrobní sortiment stejnosměrných motorů doplněn o synchronní a asynchronní generátory, asynchronní motory pro těžký průmysl a velké stroje s permanentními magnety.

1995 dochází k privatizaci firmy MEZ Vsetín společností TES VSETÍN

2002 TES představuje vertikální a horizontální generátory pro malé vodní generátory

2011 TES se dostává do portfolia globálního investora Advent International

2012 Fúze s firmou MEZSERVIS, známým výrobcem kompletních el. pohonů, zkušebních stanovišť rozvaděčů a průmyslové automatizace.

Díky technickému vývoji a výrobnímu potenciálu podloženému dlouhou tradicí si společnost udržuje významné odběratele na trzích v Německu, Švýcarsku, Francii, Nizozemsku, Rakousku, Itálii, Švédsku, Slovensku, Polsku, USA, Rusku či Thajsku, přičemž export činí každoročně 65 % z celkových tržeb.

5.2 Výrobní program společnosti

TES VSETÍN a.s., vyvíjí, vyrábí a dodává do celého světa tyto produkty:

- Asynchronní generátory pro MVE 100 – 1500 kW (řada GAK)
- Synchronní generátory pro MVE 100 – 15 000 kVA (řada GSH)
- Synchronní generátory pro všeobecné použití 200 – 5 000 kVA (řada GSV)
- Asynchronní hutní motory 50 – 1500 kW (řada MAK)
- Stejnoseměrné hutní motory 20 – 550 kW (řada SH)
- Stejnoseměrné motory pro všeobecné použití 3 – 1000 kW (řada S)
- Motory a generátory s permanentními magnety do 4 000 kW (řada MSP)
- Indukční regulátory napětí do 1440 kVA (řada NT)
- Kooperační výrobky
 - Plechy pro elektrické stroje
 - Pakety rotoru a statoru
 - Svařence
 - Obrobky
 - Elektrotechnologie – cívky, navíjení, impregnaci, montáž, zkoušení

6 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU PŘEDMĚTNÉ VÝROBY

V kapitole zabývající se analýzou současného stavu předmětné výroby je popsán a graficky znázorněn aktuální stav montážní linky pro výrobu pólů, popis jednotlivých pracovišť. Seznámení s výsledným produktem linky a ekonomickým zhodnocením současného stavu.

6.1 Předmět výroby – vyniklý pól

Součást se vyrábí kompletně včetně lisování jednotlivých plechů, které se stříhají na lisovací lince LKD 400 z plechu o síle 2mm. Dále se skládají do paketovacího přípravku speciálně navrženého pro tuto součást mezi krajní stahovací desky. Stlačí se Lisovací silou 800kN z důvodu eliminace ostřiny vzniklé lisováním jednotlivých plechů na lisovací lince. V následujícím kroku je lisovací síla uvolněna na 400kN. Toto je konečná síla při které je pól svařen. Celým pólem jsou poté prostrčeny dvě kulatiny o průměru 30mm a jedna středová o průměru 100mm. Takto sestavený pól je sestaven svary na obou koncích.

Následuje kompletní svaření součásti. Další operací je nýtování měděných tyčí na obou jejich koncích. Takhle sestavený a svařený pól po přeměření je přemístěn k další operaci. Na provoz obrobny kde je do pólu vyvrtáno 6 otvorů a následně do každého vyfrézován závit. Po obrábění následuje vypékání pólu v peci při teplotě 250°C po dobu 8 hodin po ochlazení následuje dokončováním, upravování a měření po této operaci je pól zabalen a připraven k expedici.

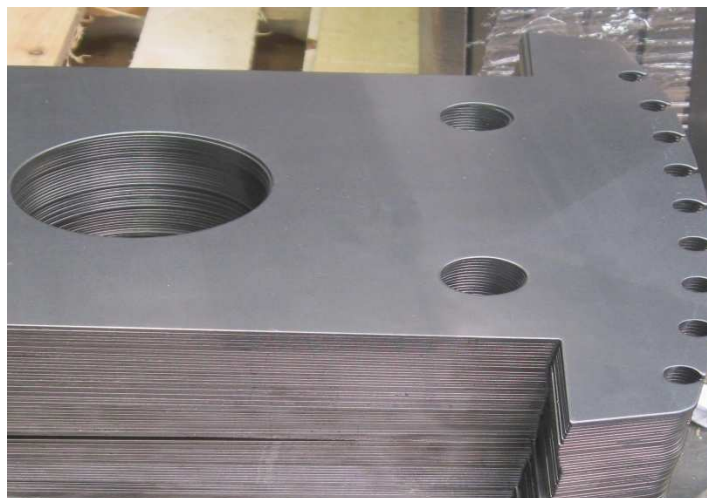


Obrázek 14 Rozpracovaný vyniklý pól

6.1.1 Obecné názvy pro jádro pólu

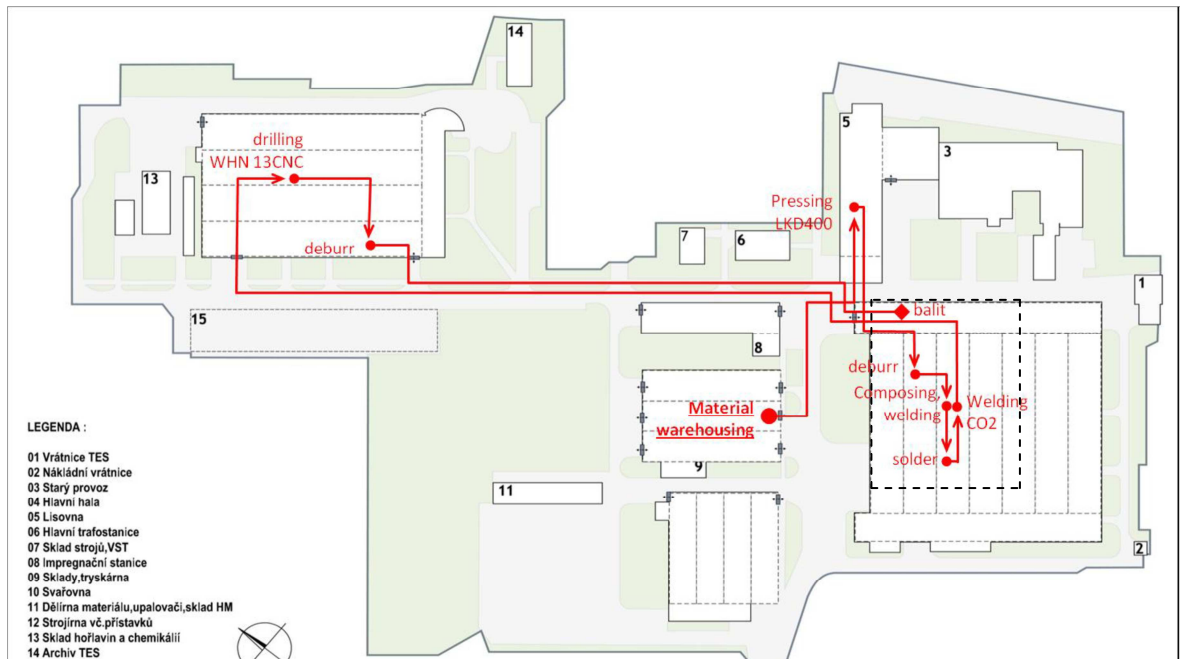
S jádrem pólu jsou spojeny následující všeobecná pojmenování:

- **Plech pólu:** hlavní součást pólu, nejčastěji „hříbkového“ tvaru
- **Ocelové koncové deska:** zesílení jádra na obou koncích spaketovaných pólů.
- **Výztuha konce vinutí, výztuha pólu:** výztuhy přivařené na konce jádra pólu pro upevnění cívky.
- **Měděná krajní deska:** nejvzdálenější deska na obou koncích spaketovaného pólu, umístěná mezi ocelový plech a konec paketu pólu.
- **Tlumící tyč vynutí:** měděná nebo mosazná tyč, která probíhá pod vnější stranou zakřiveného povrchu svazku pólu.
- **Tlačná tyč:** ocelová tyč, která se používá pro svaření spaketovaného pólu pod tlakem.
- **Podpěrná tyč:** ocelová tyč poskytující podporu montážním šroubům při montáži pólu na hřídel.
- **Jádro pólu:** hotový balík naskládaných desek pólu, slisovaných a svařených dohromady.
- **Hlava pólu:** vnější zakřivení části jádra pólu a boční část křivky.
- **Základna jádra pólu:** vnitřní zakřivení části jádra pólu, které leží proti hřídeli, tedy na protější straně od hlavy pólu.
- **Strana pólu:** boční stěna jádra pólu.



Obrázek 15Plech pólu

6.2 Materiálový tok

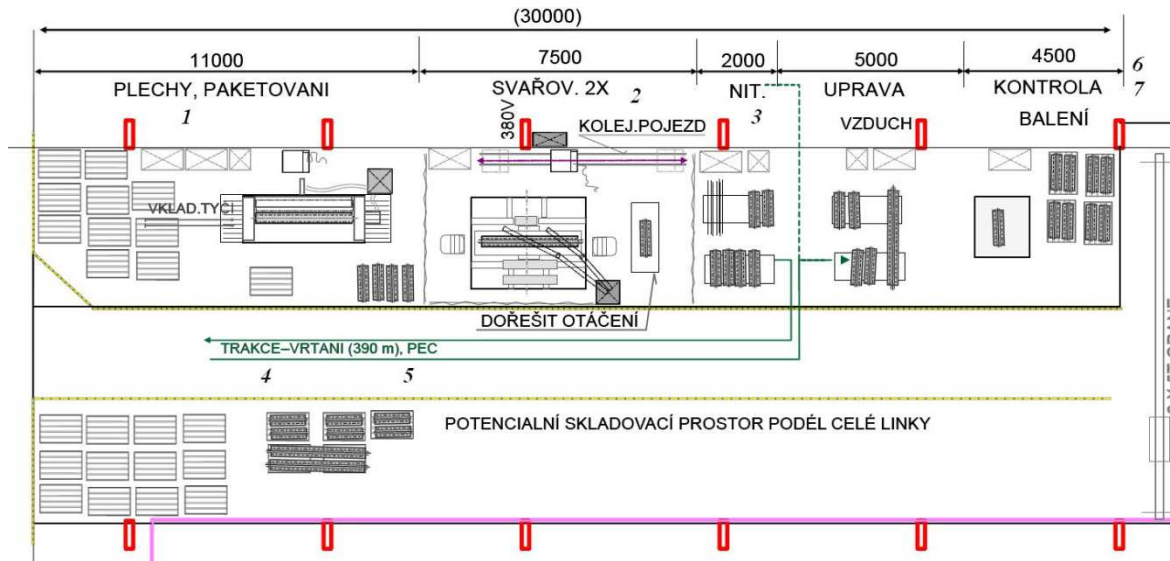


Obrázek 16 Materiálový tok při výrobě pólu

Výroba vyniklého pólu, jak je znázorněno na obr. 16, prochází téměř všemi provozy společnosti TES a.s.. Ve své práci jsem se zaměřil hlavně na zvýrazněný úsek kterým je montáž.

6.3 Stávající rozmístění montážní linky

Proces výroby jádra pólu je poměrně rozsáhlý. Proto před podrobnou charakteristikou jednotlivých pracovišť uvádím jejich celkové schéma s číselným označením podle postupu během výroby.



Obrázek 17 Stávající uspořádání montážní linky

6.3.1 Části montážní linky

1. Paketování
2. Svařování
3. Nýtování
4. Obrábění
5. Vypalování v peci
6. Ruční úprava
7. Balení

6.4 Charakteristika jednotlivých pracovišť montážní linky

1. Paketování

Princip:

Provádí se na Zařízení pro paketování pólu (dále jen ZPP). Do které ho se dle technologického postupu naskládá počet plechů závisující na délce pólu a dvě krajní desky. Lisovací silou 800kN se stlačí. Tím se odstraní (zatlačí) ostřiny vzniklé lisováním jednotlivých plechů. Poté je lisovací síla uvolněna na 400kN. Toto je konečná síla, při které je pól svařen.

Celým pólem jsou poté prostrčeny dvě kulatiny o průměru 30mm a jedna středová o průměru 100mm. Celý takto sestavený pól je sestehován svary na obou koncích. Poté je přesunut na další pracoviště.

1.1. Prostředky:

ZPP - Celé zařízení bylo navrženo i vyrobeno v TESu, jedná se o jednoúčelové zařízení k výrobě pólů. Slouží k slisování samostatných plechů na kompaktní paket. Sestává se následujících funkčně propojených podskupin:

Zařízení pro paketování

Je tvořeno základním rámem spojeným s nosným rámem ke kterému je připojeno lineární vedení pro přední a zadní konzoly které jsou opatřeny lištami, na které obsluha skládá plechy pólu. Zadní konzola je spojena s hydraulickým válcem (max. tlačná síla 250t)

Hydraulická sestava

Je tvořena hydraulickým agregátem s ovládáním, jedním těžkotonážním hydraulickým válcem pro hlavní lisovací sílu a druhým hyd. válcem pro boční přítlak.

Svářečka MIG/MAG – Svařovací agregát QUIMEO PULSE 600.

výrobce CLOOS s parametry:

Svařovací proud	40A -600A
Napětí chodu na prázdko	87V
Rozměry	1226x630x741
Váha	234kg (kompletní 246
Maximální šířka stopy	Cca 552mm

Tab. 1 Parametry Agregátu CLOOS

Odkládací stůl na výztužné tyče a tažné tyče

Manipulační prostředky: Mostový jeřáb (nosnost 5tun)



Obrázek 18ZPP

2. Svařování

Princip:

Zpaketovaný a sestehovaný pól se kompletně zavaří na speciálním přípravku (polohovacím stole) který lze natáčet o 90° oběma směry a tím zlepšit zatékání a zlepšit ergonomické podmínky při svařování.

2.1. Prostředky:

Polohovací stůl

Svářečka MIG/MAG parametry : viz. Tab. 1

Odsávání zplodin

Rozvod stlačeného vzduchu

Manipulační prostředky: Mostový jeřáb (nosnost 5tun)



Obrázek 19 Polohovací stůl

3. Nýtování

Princip:

Ruční roznýtování měděných tyčí na obou jejich koncích. Tyče o průměru 12mm se protáhnou skrz celý pól a na obou koncích se roznýtují pneumatickými kladivy. Tuto operaci provádí dva pracovníci současně. Proti sobě nýtují jednotlivé tyče. Měděné tyče musí být před samotným temováním nahřáty plamenem a tím i vyžihány. Měď je přitom měkčí a tvárnější.

3.1. Prostředky:

Prívod stlačeného vzduchu

Nýtovací zařízení

Autogen

Nýtovací hlavice - nástroj



Obrázek 20 Nýtovací stůl

4. Obrábění

Princip:

Kompletní jádro pólu připravené k montáži může být připojeno ke středu rotoru pomocí jednoho ze tří základních způsobů připojení, které vyžadují obrobení jádra pólu. Tyto způsoby připojení jsou:

- Rybinový spoj
- Horní šroubový spoj
- Spodní šroubový spoj

V našem případě se jedná o vyniklý pól se spodním šroubovým spojením.

4.1. Prostředky:

WHN 13 CNC - je univerzální stroj pro přesné frézování, souřadnicové vrtání, přesné vyvrtávání a řezání závitů skříňovitých, deskových a tvarově složitých obrobků o hmotnosti až 12000 kg

Základní parametry:

Základní parametry stroje WHN 13	
Rozjezd v ose X	3800 mm
Rozjezd v ose Y	2500 mm
Rozjezd v ose Z	1400 mm
Vysunutí vřetena	600 mm
Rozměry stolu	1600mm x 1800mm
Nosnost stolu	12 tun
Maximální otáčky	1050 min ⁻¹
Vnitřní chlazení	NE
Automatická výměna	NE
Rychloposuv stroje	5000 mm.min ⁻¹

Tab. 2 Základní technické parametry stroje WHN 13 CNC

Nástroj:

Vrták Ø43 Multiplex od firmy Hartner

Vyvrtačací tyč Ø50 pro zahloubení otvorů

Cirkulární fréza pro závit M48

Fréza pro sražení vnější hrany 3x45°



Obrázek 21 Obrábění pólu

5. Vypalování pólu v peci

Princip:

Každý dokončený vyniklý pól musí být vypečen v peci, z důvodu spálení vrstvy oleje a nadbývající řezné kapaliny. Jelikož zbylé mazivo se absorbuje do izolace instalované v průběhu navíjení a izolace bude zničena a může způsobit problémy v procesu vakuové impregnace. Vypékání pólu probíhá za teploty 250°C po dobu 8 hodin.

5.1. Prostředky:

Horkovzdušné pece

Jeřáb nebo vysokozdvizný vozík



Obrázek 22 Pece pro vypalování pólu

6. Ruční úprava

Princip:

Dokončení pólu by mělo být vždy provedeno až po vypečení v peci a ochlazení, jelikož odstranění mastnoty usnadňuje odstranění kovových špon zbylých po obrábění. Odstraňování se provádí vyfoukáním stlačeným vzduchem, dále se opakují všechny ostré hrany.

Prostředky:

Ruční kotoučová bruska

Odjehlovací nůž

Kalibr na zkoušení závitů

Otočné kruhy- Přípravek pro snadnější manipulaci s pólem viz obr. níže



Obrázek 23 Dokončovací pracoviště

7. Balení a přeprava

Balení je důležité, aby se pól jádra neznečistil a nepoškodil během přepravy.

Prostředky:

Páskovací stroje

Zámky pásky

Plastové fólie

Balící desky

Paleta



Obrázek 24 Pól připravený k expedici

6.5 Ekonomické zhodnocení současného stavu

Z důvodu tlaku na snížení ceny od zákazníka, tak jako k udržení konkurenceschopnosti bylo třeba optimalizovat současnou podobu montážní linky. Jako měřítko racionalizace jsem vybral čas t_{ac} jednotlivých operací probíhající na lince.

Operace	t_{ac} (min)	t_{bc} (min)
Montáž+bodování	71	20
Svařování kompletní	61	17
Nýtování	19,8	17
Obrábění	192	70
Vypékání	480	5
Dokončování	22	5
Balení	30	10
Celkem	875,8	156

Tab. 3 Časy jednotlivých operací

7 ZPRACOVÁNÍ TEORETICKÝCH VÝCHODISEK ŘEŠENÍ

Jednou z příčin nedostatečné efektivity procesu mohou být „Úzká místa“. A pro racionalizaci je nutné je identifikovat a zprůchodnit. Věnovat jim dostatečnou pozornost, a podřít vše ostatní úzkému místu.

Úzké místo – Je místo které limituje maximální materiálový tok výrobního procesu a tím brzdí celou výrobu.

7.1 Návrhy možnosti řešení

Původní návrh montážní linky sloužil pro výrobu 8 kusů vzorků. Ale pro výrobu až 450ks, je nedostačující. Pro více kusů by nebyla příliš konkurenceschopná a aplikovatelná pro sériovou výrobu. Především kvůli jejím dlouhým časům t_{ac} , ale zachovat při tom všechny požadavky zákazníka. V úvahu připadají tyto možnosti řešení:

- Zrationalizovat materiálový tok
- Zlepšení ergonomie pracoviště
- Zprůchodnění – odstranění úzkých míst
- Snížit náklady - cena

7.2 Jednotlivé návrhy

7.2.1 Návrh č. 1

Zvýšení počtu pracovišť pakování. Bude vyrobeno víc kusů, ale vzrostou také náklady na zařízení přípravků a vyšší požadavky na prostor.

7.2.2 Návrh č. 2

Zlepšení ergonomie pracoviště. Racionalizují se výrobní časy, ale nedojde k dostatečnému přínosu.

7.2.3 Návrh č. 3

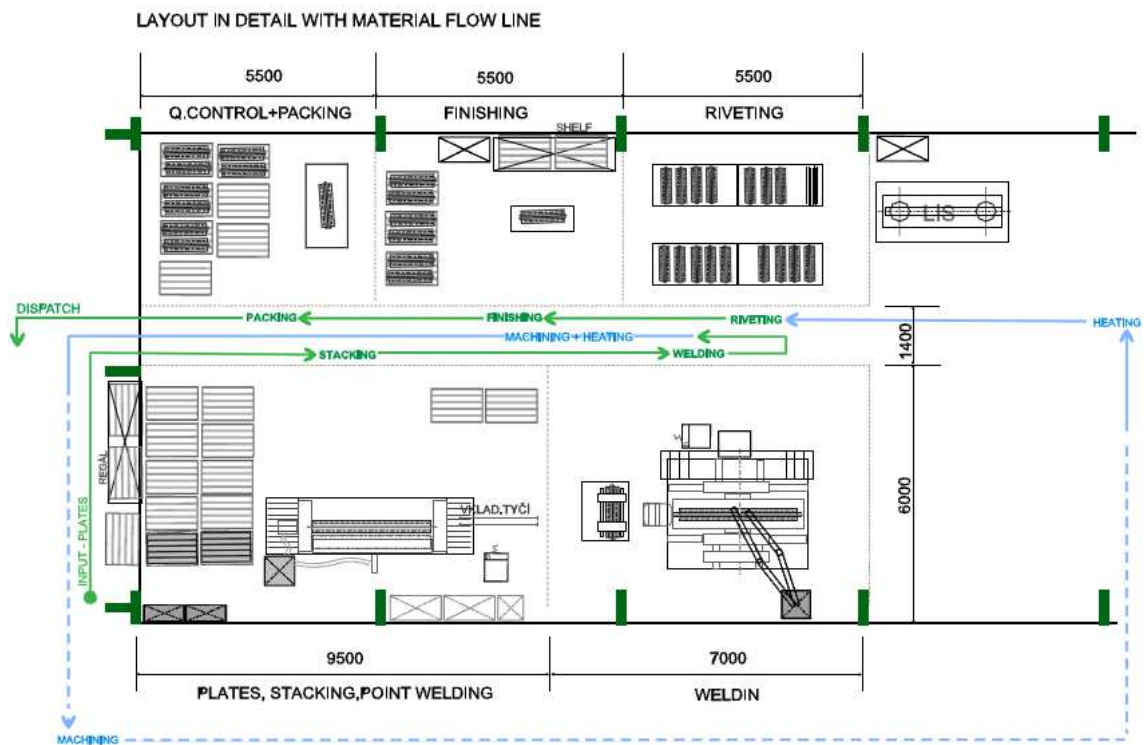
Přesunutí linky blíže k vypalovacím pecím, a přemístit jednotlivé buňky pracovišť tak, aby se zvýšila variabilita pro možnost montáže různých druhů pólů, přidání vhodných přípravků. Zprůchodnění úzkých míst.

7.3 Jejich zhodnocení

Nejvýhodnější z hlediska času je návrh č. 3 ve kterém dochází k zvýšení materiálového toku a zlepšení ergonomie pracoviště, který budu dále podrobně zpracovávat v další kapitole.

8 NÁVRH OPTIMÁLNÍHO ŘEŠENÍ LINKY

Nejvýhodnější řešení, přesunutí, zlepšení ergonomiky pracoviště a zlepšený materiálový tok a jeho grafické znázornění:



Obrázek 25 Nové uspořádání montážní linky

8.1 Jednotlivé prvky optimalizace

Mezi jednotlivé prvky optimalizace patří:

8.1.1 Přemístění

Přemístění celé montážní linky na vhodnější místo blíže k pecím a zvětšení prostoru kolem jednotlivých pracovišť. Tím došlo k zlepšení materiálového toku linkou. (viz obr. 25)

8.1.2 Zvýšení kapacit

Přidání pracovních stolů pro nýtování a kontrolu, větší počet pecí.



Obrázek 26 Nový kontrolní + nýtovací stůl

8.1.3 Nové přípravky

Pro zlepšení materiálového toku a ergonomie pracoviště bylo vyrobena celá řada přípravků.

Rameno s jeřábovou kočkou.

Ulehčuje manipulaci pólu po paketování a jeho přesun na pracoviště svařování.



Obrázek 27 Rameno s jeřábovou kočkou

Pomocné rameno pro svářečku.

Rameno v době vypracovávání této BP bylo zatím ve fázi návrhu, proto příkládám jako přílohu PI výkresovou dokumentaci kompletního ramena. Rameno slouží k upevnění nástavce svářecího agregátu nad svařovanou součást a tím umožňuje obsluhu snadnější obsluhu jak v případě nastavování parametrů agregátu tak manipulaci s tryskou.

Obdobné rameno z provozu SVÁRNA

Obrázek 28 Obdobné rameno

Pomocný hák pro vkládání

Jedná se o hák, díky kterému obsluha ZPP může vkládat více pólových plechů naráz.



Obrázek 29 Háček na vkládání plechů

Otočné kruhy

Jde o kruhy s vyřezaným tvarem pólu, na který jsou nasunuty a umístěny na válcích připevněných na pracovní stůl. Používají se na pracovištích svařování a ruční čištění. Umožňují snadné natáčení pólu do nejvhodnější polohy pro svařování a čištění.



Obrázek 30 Otočný kruh

9 EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ ŘEŠENÍ

Optimalizací montážní linky pro výrobu vyniklých pólů jsme dosáhly racionalizace času t_{ac} o 40,8 min na jeden kus a tím došlo k snížení nákladů na montáž a tudíž i ceny pólu. Došlo také ke zvýšení produktivnosti výroby, udržení její konkurence schopnosti a vyhovění požadavkům zákazníka. To vše při dodržení stávající kvality.

Původní čas t_{ac} = 875,9 min/ks

Nový čas t_{ac} = 835 min/ks

Úspora = 40,8 min/ks

Úspora v hodinách = 40,8 min/ks = 0,68 h/ks

Výrobní série = 450 ks

Celkový počet hodin = 450 * 0,68 = 306h

Hodinová sazba na paketárnu = 505,9 Kč/h

Celková úspora = 306 * 505,9 = 154 805,4Kč

Po aplikaci změn došlo po spolupráci s technologem k výpočtu nových norem. Pomocí výpočtů a náměru časů přímo při montáži.

ZÁVĚR

Cílem této bakalářské práce bylo zoptimalizovat stávající montážní linku pro výrobu vyniklých pólu. Tato optimalizace počítá se zvýšením objemu výroby za předpokladu vysoké stability procesu a udržení stávající kvality a snížení nákladů na kus.

Teoretická část je zaměřená na výrobní technologie použité při montáži pólu. Jedná se o technologie svařování, nýtování. Tak jako na teorii montáže, materiálových toků, řízení zásob a rozmístění pracovišť. A úvodu do el. strojů.

V praktické části je analyzován současný stav montážní linky produktu vyniklého pólu.

Jsou zpracovány východiska a návrh neoptimálnější řešení pro daný případ, který je podrobně uveden. Dále jsou uvedeny jednotlivé prvky optimalizace, použité nové přípravky a nové rozmístění.

Po aplikaci změn došlo po spolupráci s technologem k výpočtu nových norem. Pomocí výpočtů a náměru časů přímo při montáži.

Během konečného zpracovávání této práce byla optimalizovaná linka uvedena do praxe ve společnosti TES a.s. a je používána k montáži jednotlivých typů vyniklých pólu.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] BARTOŠ, V., a kol. Elektrické stroje, Západočeská univerzita v Plzni, Plzeň 2006, 139s., ISBN 80-7043-44-9
- [2] WIEDEMANN, E; KELLENBERGER, W. Konstrukce elektrických stroju. 1.vyd. Praha : SNTL,n.p, 1973. 473 s,
- [3] KUBÍČEK, J. Technologie svařování[online]. ust.fme.vutbr.cz, 1994,
- [4] DEJL, Z. Konstrukce strojů a zařízení I.,MONTANEX a.s., Ostrava 2000, ISBN 80-7225-018-3
- [5] DUŠÁK, K. Technologie montáže (základy). 1. vyd. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2005. 113 s. ISBN 80-7083-906-6
- [6] LÍBAL, Vladimír a kol. Organizace a řízení výroby.Praha: SNTL vydavatelství technické literatury Praha, 1974. 492s. ISBN 04-310-74
- [7] SIXTA, J., Řízení toku materiálu pomocí logistiky. 1. vyd. Mladá Boleslav: Škoda auto a.s. Vysoká škola, 2007, ISBN 978-87042-12-0
- [8] GROS, Ivan . Logistika. 1. Praha : VŠCHT, 1996. ISBN 80-7080-262-6. s.94.
- [9] ČUJAN, Zdeněk, MÁLEK, Zdeněk, Výrobní obchodní logistika: Fakulta technologická,UTB, 2008. 220s. ISBN 978-80-225-2476-6.
- [10] ŠŮSTEK, Jaromír. Řízení provozu v logistických řetězcích. Praha:C.H. Beck, 2007. 227s. ISBN 978-80-7179-534-6

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

Aj.	A jiné
Atd.	A tak dále
Apod.	A podobně
n	Otáčky
s	Skluz
min ⁻¹	Za minutu
W	Watt
UV	Ultra fialové záření
°C	Stupně Celsia

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Asynchronní generátor	13
Obrázek 2 Synchronní generátor	14
Obrázek 3 Schéma polu na rototu	15
Obrázek 4 Rozdělení plamene podle poměru kyslíku a acetyleny	18
Obrázek 5 Princip svařování metodou WIG	21
Obrázek 6 Princip svařování metodou MIG/MAG	22
Obrázek 7 a) Princip svařování svazkem elektronů b) Srovnání hustoty energie c) Mechanismus tvorby svaru	24
Obrázek 8 Princip svařování el. Odporem	25
Obrázek 9 Princip nýtování	27
Obrázek 10 Přímé nýtování	28
Obrázek 11 Schéma výrobního procesu	30
Obrázek 12 Tok materiálu v podniku	34
Obrázek 13 Společnost TES a.s.	40
Obrázek 14 Rozpracovaný vyniklý pól	43
Obrázek 15 Plech pólu	44
Obrázek 16 Materiálový tok při výrobě pólu	45
Obrázek 17 Stávající uspořádání montážní linky	46
Obrázek 18 ZPP	48
Obrázek 19 Polohovací stůl	49
Obrázek 20 Nýtovací stůl	50
Obrázek 21 Obrábění pólu	51
Obrázek 22 Pece pro vypalování pólu	52
Obrázek 23 Dokončovací pracoviště	53
Obrázek 24 Pól připravený k expedici	54
Obrázek 25 Nové uspořádání montážní linky	58
Obrázek 26 Nový kontrolní + nýtovací stůl	59
Obrázek 27 Rameno s jeřábovou kočkou	59
Obrázek 28 Obdobné rameno	60
Obrázek 29 Hák na vkládání plechů	60
Obrázek 30 Otočný kruh	61

SEZNAM TABULEK

Tab. 1 Parametry Agregátu CLOOS.....	47
Tab. 2 Základní technické parametry stroje WHN 13 CNC.....	51
Tab. 3 Časy jednotlivých operací	55

SEZNAM PŘÍLOH

PI POMOCNÉ RAMENO SESTAVA

PŘÍLOHA P I: POMOCNÉ RAMENO

