



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

**ÚSTAV AUTOMOBILNÍHO A DOPRAVNÍHO
INŽENÝRSTVÍ**

INSTITUTE OF AUTOMOTIVE ENGINEERING

**PROJEKTOVÁNÍ SVAŘOVEN PRO
AUTOMOBILNÍ PRŮMYSL A PLÁNOVÁNÍ
PROCESNÍCH POSTUPŮ**

PROJECTION OF THE WELDING FOR THE AUTOMOTIVE AND THE PLANNING OF
THE PROCESS PROCEDURES

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Petr Baláš

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Jaroslav Kašpárek, Ph.D.

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství

Ústav automobilního a dopravního inženýrství

Akademický rok: 2016/2017

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

student: **Petr Baláš**

kteřý studuje v **bakalářském studijním program**

obor: **Strojní inženýrství (Y170213)**

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č. 111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma bakalářské práce:

Projektování svařoven pro automobilní průmysl a plánování procesních postupů

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Zpracujte studii týkající se svařovacích linek v automobilovém průmyslu. Navrhněte a vytvořte proces svařovací linky stavby karosérie pro danou podskupinu. Technické parametry zadání:- podskupina A sloupek vnitřní

- časový takt 59 sekund- robotická linka s ručně zakládanými díly

Cíle bakalářské práce:

Vytvořte závěrečnou práci, která bude obsahovat:

Rešeršní část pojednávající o metodách spojování dílů, postupu pracovních operací od plánování do spuštění linky. Praktickou část, ve které bude proveden návrh svařovací buňky/linky pro daný díl.

Vytvořte výkresovou dokumentaci, která bude obsahovat: Layout potřebného prostoru výrobní buňky/linky.- Zakládací plán.- Další výkresy a schématické plány dle pokynů vedoucího práce.

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci vypracoval samostatně, pod vedením pana Ing. Jaroslav Kašpárka, Ph.D. a použitím uvedené odborné literatury.

V Olomouci

.....

podpis

Poděkování

Poděkování patří hlavně firmě CAD Engineering a vedoucímu mé práce panu Ing. Jaroslavu Kašpárkovi, Ph.D. za cenné rady k mojí bakalářské práci.

Abstrakt

Přehled postupů při výrobě automobilu na výrobní lince v zaměření na materiály, druhy výroby, automatizovanou výrobní linku v určitém čase s vybranou společností. Časová souslednost procesu od spuštění výrobní linky po výsledný produkt.

Klíčová slova: karoserie, svařování, materiály, výrobní linka, výroba dílů.

Abstract

Overview of processes in the production of automobile production line focus on materials, types of production, automated production line at a certain time with a selected company. The time sequence of the process from the start of the production line after the final product.

Key words: bodywork, welding, materials, production line, production of parts.

OBSAH

ÚVOD	7
TEORETICKÁ ČÁST.....	8
1 KAROSERIE JAKO PRODUKT	8
1.1 MATERIÁLY.....	10
1.2 VÝROBA DÍLŮ	11
2 MODERNÍ TECHNOLOGIE SVAŘOVÁNÍ	14
2.1 VÝHODY A NEVÝHODY DÍLČÍCH METOD SVAŘOVÁNÍ	14
2.2 METODA POUŽITÍ LASERU A ELEKTRICKÉHO OBLOUKU	15
2.3 BODOVÉ SVAŘOVÁNÍ	16
2.4 ULTRAZVUKOVÉ SVAŘOVÁNÍ	17
2.5 NÝTOVÁNÍ.....	19
2.9 ŠROUBOVÁNÍ	20
2.10 LEPENÍ	20
3 RUČNÍ A ROBOTICKÉ SVAŘOVACÍ LINKY	22
3.1 POPIS JEDNOTLIVÝCH PŘÍPADŮ SVAŘOVÁNÍ ROBOTY	23
3.2 UŽÍVÁNÍ A DŮVODY	23
4 POSTUP PRACOVNÍCH OPERACÍ	25
PRAKTICKÁ ČÁST	27
4.2 ČASOVÝ DIAGRAM.....	28
4.3 SPOJOVACÍ PLÁN.....	30
4.4 ROZLOŽENÍ VÝROBNÍ LINKY	31
4.5 SVAŘOVACÍ PLÁN	32
4.6 VÝPOČET SVAŘOVACÍCH STYKŮ, ČASU	34
4.6 ZAKLÁDACÍ PLÁN.....	36
4.6.1 Halový plán – délka chůze (trasa operátora).....	36
4.7 ERGONOMIE STANICE 010ST001.....	37
4.7 UPÍNACÍ PLÁN	39
ZÁVĚR	40
POUŽITÁ LITERATURA	41
SEZNAM TABULEK	43
SEZNAM OBRÁZKŮ	43
PŘÍLOHY	44

Úvod

Hlavním důvodem volby tématu mé bakalářské práce bylo působení ve společnosti CAD Engineering, kde jsem následně vypracoval svůj projekt do praktické části. Téma projektování svařoven pro automobilní průmysl a plánování procesních postupů je rozděleno na teoretickou a praktickou část práce. V rámci teoretické části se práce zaměřuje na hlavní části stavby automobilu a popisuje proces výroby automobilu na výrobní lince. Hlavním tématem je karoserie, která je popisována jako výrobní produkt.

Dále práce poukazuje na proces svařování, jeho moderní technologie a toto téma dále rozvíjí v kapitole ručních a svařovacích výrobních linek.

Na začátku celé praktické části po zvolení tématu a zpracování teoretické části byl ustanoven cíl. Cílem práce je navrhnout a vytvořit proces svařování linky, části stavby karoserie pro podskupinu vnitřního A sloupku. Praktická část je aplikována u robotické linky s ručně zakládanými díly za přítomnosti dělníka a časovým limitem 59s.

Praktická část tedy tvoří celý projekt neboli simulaci celé této, jež se pokouší splnit tak, jak byl zadán. Tato část také obsahuje plánování celé simulace, poté konstrukci, přičemž je popsána i účast dělníka a jeho vliv na celý proces.

V průběhu je evidována technická dokumentace, hlavně díky výpočtům, grafům a podrobným popisům využití atributů výroby a popis zahrnující montáž a instalaci až do bodu předání linky.

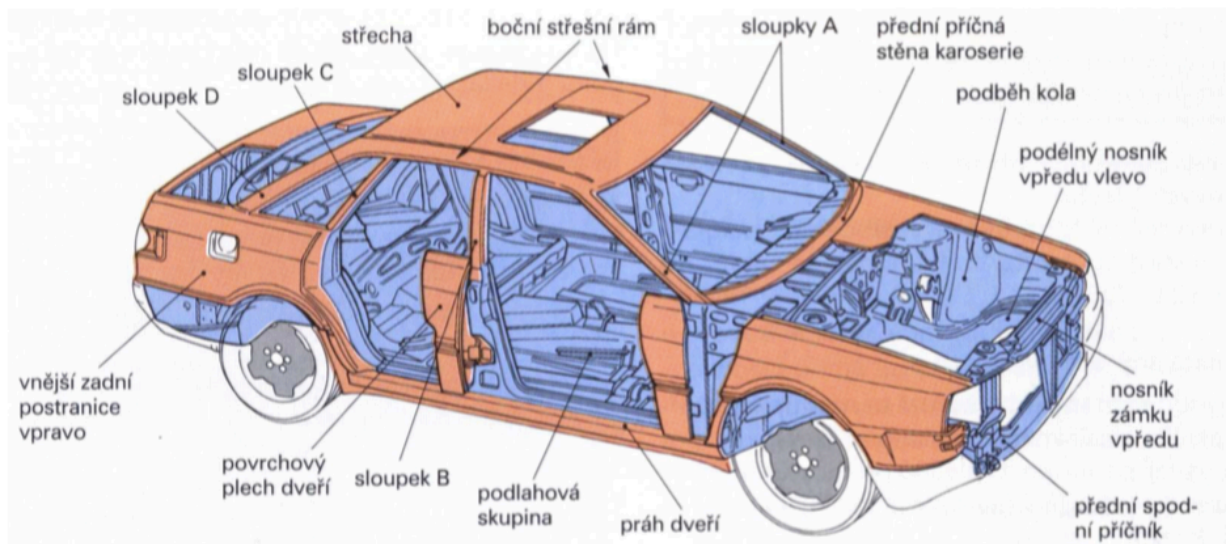
V posledních kapitolách práce je zaznamenán a následně vyhodnocen celý projekt, jeho přínos pro studium a reálné zhodnocení.

TEORETICKÁ ČÁST

1 Karoserie jako produkt

Karoserie je část vozidla, která slouží k umístění přepravovaných osob nebo nákladu. Skládá se z kabiny, úložných prostor, které vyplňují přepravní funkci vozidla.

Hlavním účelem karoserie je chránit vozidlo, tvořit tzv. kostru automobilu, jež chrání nejen jej, ale také pasažéry před vnějšími vlivy. Tato stanova se týká také nákladu. Ten nebo pasažéři mimo vozidlo nebo karoserii nejsou pod ochranou ani jiným zabezpečením. Tato část zajišťuje, dle své konstrukce aerodynamický odpor vozidla a pokud nemá rámovou konstrukci, vytváří základní nosnou část vozidla. [7]



Obr. č.1 Karoserie osobního automobilu

Obrázek popisuje jednotlivé části karoserie. Oranžová barva znázorňuje vnější části a modrá naopak vnitřní části. [7]

Druhy karoserií:

- Osobní
- Autobusové
- Dodávkové nebo nákladní
- Speciální

Podvozková karoserie je hlavním upevňovačem podvozku, nemá na sobě žádnou nosnost a musí být připevněna tak, aby byla pružná. Tento typ karoserie je běžný u nákladních automobilů, dříve také autobusů. [7]

Karoserie se dále dělí na polonosnou a samonosnou. [8]

Polonosná

- Rám složí pouze k uchycení podvozkových orgánů
- Statické namáhání a síly způsobené jízdou zachycuje rám i karoserie
- Karoserie musí být pevně spojena s rámem (rozložitelný spoj)
- Rám není schopen samostatného pohybu

Samonosná

- Nemá samostatný rám
- Orgány podvozku jsou ke karoserii upevněny přímo nebo pomocí pomocných konstrukcí případně pomocí rámu pevně spojených s karoserií
- Konstrukce karoserie zachycuje veškeré síly (od hnacího ústrojí a způsobené jízdou)
- Konstrukce je lehká
- Samonosná karoserie má lepší možnosti automatizace výroby než polonosná
- Levnější výroba
- Vyšší nároky na mechanické vlastnosti karoserie
- Komplikovanější možnost modifikací karoserie

Podle konstrukce rozlišujeme různé druhy samonosné karoserie:

- **Rámová:** Samonosná karosérie tvořící nedělitelný celek s vestavěným rámem,
- **Skořepinová:** Vytvořena ve svém celku jako nosník bez nosné kostry,
- **Panelová:** Stěny tvořeny z částí (panelů) vhodně spojených a tvořících nosný celek, nebo připevněných (zpravidla odnímatelně) k nosné nebo polonosné kostře.

Rozdělení karosérií podle vnitřního uspořádání

- **trojprostorová** karosérie má odstupňovanou zád',
- **dvouprostorová** splývavá zád' typu hatchback (dnes většinou s lichým počtem dveří),
- **jednoprostorová** použití u minibusů a osobních automobilů moderní generace

1.1 Materiály

Materiály na stavbu karoserií se od sebe liší dle druhu výsledného produktu, avšak hlavními materiály jsou ve většině případů plechy. [7]

- Ocelové
- Pozinkované
- Hliníkové (také jejich profily)

Dalším možným materiálem na výrobu karoserie je plast v mnoha modifikacích a také kompozitní materiály.

Samostatné díly pro výrobu automobilových karoserií jsou z vysokopevnostních plechů. Tloušťka těchto plechů je dána v rozmezí 0,5 – 2 mm. Úprava těchto vysokopevnostních plechů probíhá při teplotě okolo 400°C, přičemž ztrácí pevnost a při dalších úpravách je třeba dalších výztuží.

Výhodou pozinkovaných plechů je jejich odolnost vůči korozi, jejich úprava je však velmi náročná, jelikož se může zinková vrstva porušit. Tento proces není u zinkové vrstvy žádoucí. Při výrobě z pozinkovaných plechů se užívá odporového bodového svařování (2.3).

Dalším prvkem při výrobě karoserií je hliník, který je používá především jako slitina křemíku a hořčíku. Tato úprava se provádí ve 120°C. Hliník patří k lehkým kovům a při jeho využití ve výrobě se snižuje celková spotřeba automobilu a zvýšení komfortu z jízdy. Hliník je také snadno recyklovatelným kovem, což vede k dobrému pohledu výroby na jeho schopnosti.

Plasty a kompozitní materiály jsou dnes na takové úrovni, že jsou dnes používány více nežli materiály kovové a jsou jimi dokonce i nahrazovány pro jejich vlastnosti. Tyto materiály se používají také z důvodu recyklovatelnosti.

Přehled všech materiálů užitých při výrobě karoserie a jejich užití ve výsledném produktu: [10]

- Ocel – kostra, výztuhy automobilu, kování, lišty
- Nerezová ocel – panely karoserie, ozdobné části (logo, značka), kryty kol
- Lehké neželezné kovy a jejich slitiny – hliníkové panely karoserie, kostra

- Těžké neželezné kovy a jejich slitiny – pokovován, hlavními kovy jsou: olovo, cín, měď, mosaz, zinek, nikl
- Plasty – nárazníky a palubní desky, vložky do sedadel, vedení paliva a další rozvody, těsnění
- Pryž – podložky, těsnění, koberce
- Textil – čalounění, potahy, plachty, skládací střechy
- Papír – lepenkové výplně
- Sklo – skla oken, skelné lamináty
- Dřevo – obložení, plošiny (u nákladních karoserí)
- Nátěrové hmoty – tmely, ředidla
- Lepidla – převážně pryskyřice
- Tlumicí a těsnicí hmoty - polyuretan
- Elektrické instalace – elektrické rozvody
- Elektrické spotřebiče – stěrače, pojistky, světlomety

1.2 Výroba dílů

Výroba dílů karoserie neboli konstrukce skořepiny jsou vytvořeny jako celá konstrukce z tenkých plechových výtvarků, které jsou spojeny svařováním. Tyto plechy jsou sériově lisované na výrobní lince a jsou vyrobeny z ocelového hlubokotažného plechu o tloušťce 0,6 - 1 mm. Velikost závisí na složitosti výchozího tvaru, dále na toleranci a na délce svarového spoje. Při výrobě těchto dílů je důležitá tuhost ploch, tudíž se používá mnoho metod zpevnění produktu.

Jedním z hlavních metod ztužování je prolisování nebo vyklenutí. Vytvořením prolisu se plech rozdělí na menší části, které jsou od sebe odděleny například žlábkem. Tyto prolisy fungují také jako výztuha jež pak tvoří výsledný vzhled karoserie. Vyklenutí je založeno na vzpírání částí od sebe.

Jako zpevnění můžou být použity také výztuhy, které se používají do vnitřních, méně viditelných ploch, dále také konstrukce svarových spojů, kdy se svarem lemují dva sousední

okraje a ty se následně ohybem a bodovým svarem spojí. V tomto případě se však musí zakrýt vzniklá spára.

Tlumící nátěr je nanášen na vnitřní plochu výtvarků a působí jako odhlučňující prvek a antikorozi ochrana. [7]

Výroba okenních a dveřových rámu

Okno jako takové u karoserie je narušitelem jak bezpečnosti, tak pevnosti karoserie, proto se musí vyrobit tak dobře a pevně, aby dokázalo splňovat svoji funkčnost a bylo patřičně zpevněno za podmínek nepronikání kapalin a prachu dovnitř do karoserie. Kolem okna je okenní rám, který se vytváří polouzavřeného, uzavřeného nebo dvakrát uzavřeného profilu.

Existují dva typy rámu oken, pevná okna a jejich rámy a spouštěcí okna. U pevných oken je okno umístěno do pryžového profilu a je orámováno stojinou a oba výtvarky, které se v něm spojují spojeny svárem. U spouštěcích oken je tomu jinak. Jsou vytvořeny drážky pro pryžový profil, který je tvarován do písmene „U“ a vložkou u nichž se primárně používá samet.

Dveře karoserie tvoří hlavní přední závěsový sloupek, který je spojený se sloupkem čelního okna. Dveře navazují na rám střechy a vzadu na sloupek postranice. K rámu dveří je také práh. Tento rám dveří je stejně jako ten okenní tvořen dvojité uzavřeným profilem. Celý dveřový rám je opět vyztužen. Vnitřní stranu obvodu rámu tvoří stojinka pro upevnění těsnění dveří kvůli jejich doléhavosti a funkčnosti.

Konstrukce dveří je tvořena vnějším a vnitřním výtvarkem spolu s okenním rámem a tento výtvarok je shodný s vnější plochou karoserie. Po tomto úkonu je možno zjistit tloušťku dveří. Vnitřní plochu pak kryje čalounění a výplň. Toto spojení výtvarků je prováděno drápkovým spojem nebo bodovými svary, které není při zavření dveří vidět. [9]

Konstrukce víka a kapoty

Víko je u osobních automobilů používáno zpravidla jako zavazadlový prostor, jež se běžně nazývá kufr. Kapota zakrývá a zpřístupňuje prostor k motoru. [9] Obě tyto konstrukce jsou utěsněny pryžovým materiálem, čímž se zamezí hlučení, nárazům a vnikání vody a prachu.

U kapot a vík se používá ztužování prolisy a po obvodu je vedena vnitřní výztuha. Některé karoserie mohou užívat drápkové spoje, jež jsou sice pevnější, avšak jejich provedení je nákladnější a zdlouhavější.

Panelová konstrukce

Skelet této skořepiny je tvořen plechovými výtvarky a ty tvoří samonosnou skořepinu. Skelet tvoří střechu včetně sloupků čelního a zadního okna, přechod od kapoty k víku a někdy i zadní blatníky pokud nejsou tvořeny plastem nebo jiným nekovovým materiálem. Skořepina má povrchové části, které jsou upevněny pryží, šrouby nebo plastovými vložkami hlavně ve spárách. [8]

2 Moderní technologie svařování

Následující část pojednává o moderních nekonvenčních a hybridních metodách svařování, jako alternativa metod sváření za studena. Cílem hybridní technologie svařování je dosažení optimální kvality a svařovací rychlosti kombinací dvou různých svařovacích metod tak, aby výsledná hybridní metoda využívala předností dílčích metod a potlačovala jejich nedostatky. Tyto metody vznikají vzájemnou kombinací některých dvou metod svařování z následujících dílčích metod: svařování laserem, elektrickým obloukem a plazmou. V této kapitole jsou nejprve popsány jednotlivé dílčí metody, ze kterých vycházejí metody hybridní. U svařování elektrickým obloukem rozlišujeme metody MIG/MAG – z angličtiny Metal Inert Gas, GMAW – Gas Metal Arc Welding - svařování v ochranné atmosféře tavící se elektrodou, TIG – Tungsten Inert Gas – „svařování netavící se elektrodou v atmosféře inertního plynu“, SAW – Submerged Arc Welding – česky „svařování pod tavidlem“. Kapitola také popisuje další možnosti využití technologie svařování, a to především třecího svařování promíšením, bodového svařování a svařování ultrazvukem. [3]

2.1 Výhody a nevýhody dílčích metod svařování

Každá z těchto dílčích metod svařování má své výhody a nevýhody. Za nevýhody svařování laserem je možno považovat, že je obtížné zajistit požadovanou šířku styčné mezery (může to být nejvýše polovina průměru vmístě dopadu, případně maximálně desetina tloušťky svařovaných dílů). Sváry mají kvůli vysoké rychlosti ochlazování tendenci praskat, což vede k malé účinnosti a poměrně problematickému svařování vysoce odrazných materiálů (Al, Cu, Zn, apod.). Za výhody pak můžeme považovat vysokou pracovní rychlost, velký poměr hloubky k šířce svaru, úzkou tepelně ovlivněnou oblast, vysokou opakovatelnost, flexibilitu a fakt, že se jedná o plně automatizovanou, nekontaktní metodu.

Nevýhoda použití metody svařování elektrickým obloukem je především přítomnost strusky, proto je hlavní zajistit dostatečný průtok inertního ochranného plynu a také nutnost mechanicky, nebo chemicky odstraňovat oxidy a nitridy z obalu elektrod i svařených dílů. Dále porezita svarového kovu. Plyn také nemusí stihnout uniknout ze svarové lázně před jejím ztuhnutím. Množství vyskytujícího se plynu pak závisí na rychlosti prováděného ochlazování, což vede k poklesu houževnatosti. Mezi výhody pak můžeme počítat vysokou účinnost (až 80%), snadné přemostění styčné mezery, nižší rychlost ochlazování. Další výhodou je fakt, že můžeme svařovat materiály, které disponují vysokou odrazivostí povrchu.

Mezi hlavní nevýhody technologie svařování plazmou pak patří především nižší hustota výkonu v porovnání s laserem. Za výhody můžeme považovat vysokou účinnost, vysokou hustotu energie při procesu svařování, velký poměr hloubky k šířce svaru a také nižší náklady ve srovnání s laserem.

2.2 Metoda použití laseru a elektrického oblouku

Hybridní svařování pomocí laseru a elektrického oblouku (viz.obr.2), je proces, při kterém dochází zároveň k použití obou technologií během jediné operace, ve stejné svarové lázni.

Metoda se vyznačuje vyšší svařovací rychlostí ve srovnání s metodou GMAW, TIG a pouze mírným poklesem ve srovnání s laserovým svařováním. Ohřev a tavení materiálu probíhá pomocí oblouku, který přispívá k redukci problému s vysokou reflektivitou povrchu vůči laserovému svazku. Charakteristický je nižší tepelný vstup (distorze) kvůli vyšší pracovní rychlosti a hustotě výkonu ve srovnání se samotným GMAW/TIG. Výhodou laserového svařování je plná automatizace (vzájemný pohyb pracovní hlavy a svařovaných dílů) – je nutné implementovat svařovací pistoli GMAW – speciální robustní hybridní svařovací hlavy. Je možné navádět oblouk laserovým svazkem – anodová skvrna v místě jeho dopadu. Metoda se vyznačuje vysokou stabilitou oblouku, nízkými náklady a vhodností pro lineární sváry. [2]



Obr. 2 Zařízení pro svařování a detail principu svařování

Obr. č. 2 Užití svařování

Ruční svářecí linka, která je bodově popsána a následně je ve druhé části zobrazen svářecí proces s libovolným kovem s styčnou plochou. [3]

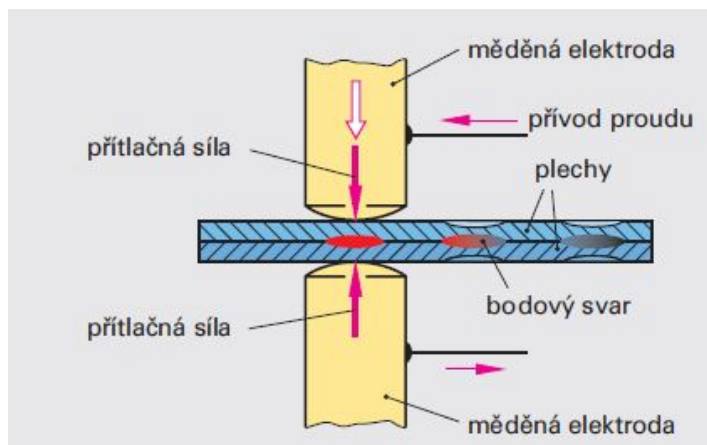
2.3 Bodové svařování

Bodové svařování patří k nejznámějším a nejdůležitějším metodám odporového svařování. Dochází při něm ke vzájemnému přehlátování dílů, které jsou následně stlačeny elektrodami. Princip metody spočívá v tom, že průchodem proudu se stlačené plechy v místě styku svařovaných dílů roztaví v důsledku vzniklého vysokého přechodového odporu. Po vypnutí proudu při stálém působení tlaku materiál ztuhne a vytvoří tzv. svarovou čočku. Přitlačování elektrod se provádí u bodové svářečky mechanicky, pneumaticky nebo hydraulicky. [3]

Svařování se řídí svařovacími proudy $I = 103 \text{ A}$ až 105 A . Přítlačná síla má pak hodnoty mezi $F = 500$ až $10\,000 \text{ N}$. Svařovací časy jsou $0,04$ až 2 sekundy. Dodáme-li nižší proud v delším svařovacím čase, je potom zapotřebí nižší přítlačná síla na materiál. Tento způsob je takzvaný měkký režim. Takto zvolená kombinace má nižší produktivitu tím, že vyžaduje delší čas na spojení materiálu. Má hrubou strukturu, to znamená, že i spoj je méně pevný. Také vzniká napětí a větší deformace ve sváru. Je nutné častěji seřizovat svařovací elektrody.[2]

Oproti těmto nevýhodám mohou stroje mít menší průřezy vodičů, protože může být použit nižší příkon. Není tak náročný na odchylky svařitelnosti svařovaných materiálů. Na rozdíl od předchozího, dodáme-li vysoký proud v krátkém čase, přitom ale použijeme vyšší přítlačnou sílu, hovoříme o tzv. tvrdém režimu. Ten má vyšší produktivitu práce kvůli krátkým svařovacím časům. Nastávají zde minimální deformace a napětí spoje. Taktéž rychlejší chladnutí způsobí lepší strukturu. Je to způsobeno krátkodobým působením tepla. Nastává nižší spotřeba elektrod i elektrické energie.

Naproti tomu je u tohoto režimu nutné mít robustnější konstrukce strojů o velkých příkonech. Konstrukce strojů musí mít speciální vyvažovače. Využití metody odporového svařování se nachází ve strojírenství a to všude tam, kde je za potřebí velkého množství bodových svárů a je možná automatizace řízení, např. v automobilovém průmyslu.



Obr. č. 3 Bodové svařování

Na obrázku jsou dvě měděné elektrody, které na plechu (neuveden druh) tvoří bodové sváry za přívodu proudu. [11]

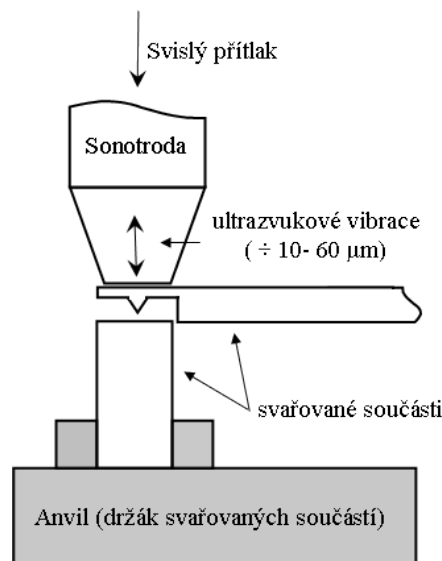
2.4 Ultrazvukové svařování

Ultrazvukové svařování je svařování působením tlaku za současného působení mechanických kmitů vyvolaných ultrazvukem. Kmity jsou ve směru rovnoběžném se spojovanými plochami. Procesy, které probíhají při ultrazvukovém svařování, jsou obdobné procesům při svařování za studena nebo při třecím svařování. Při ultrazvukovém svařování vyvolají mechanické kmity spojovaných dílů vzájemným třením teplo v tenké povrchové vrstvě, které sice není dostatečně vysoké pro natavení spojovaných materiálů, ale které podpoří difúzi atomů a pohyb vakancí a dislokací. Teplota v místě svaru dosahuje max. 60% teploty tavení svařovaných materiálů.

Svarový spoj při ultrazvukovém svařování vzniká ve třech stádiích. Zaprvé tvorba vzájemných kontaktů – dojde k působení meziatomových sil. Tvorba aktivních center – vzájemné působení mřížkových poruch s polem elastických deformací. A nakonec působení objemových procesů – v oblasti styku kovových povrchů vznikají pevné vazby.

V místě aktivních center se tvoří v důsledku plastické deformace mikrosvary, které jsou doprovázeny vznikem kovových vazeb, difúzních procesů, nových fází, rekrystalizačními jevy apod. Mechanické kmity se v ultrazvukovém svařovacím zařízení získávají přeměnou elektrické energie při využití magnetostrikčního nebo piezoelektrického jevu. Základem ultrazvukové svářečky je proto magnetostrikční nebo piezoelektrický ultrazvukový měnič. [3]

V současné době ultrazvukové svařování umožňuje svařovat řadu kovů, slitin a jejich kombinací. Jedná se o vysoce produktivní způsob svařování, který však je velmi citlivý na rušivé vlivy, které mohou ovlivňovat reprodukovatelnost procesu.



Obr. 4 Popis procesu svařování ultrazvukem [11]

Technologie svařování ultrazvukem

Při ultrazvukovém svařování se používá zejména bodové nebo švové svařování. Jsou dva základní režimy ultrazvukového svařování: Velká amplituda a_0 , malá přítlačná síla F_p . Teplota v místě svaru se při tomto režimu rychle zvyšuje. Dochází k místním velkým plastickým deformacím, vysokou teplotou se urychlí difuze, zrno roste. Teplota v místě svaru se zvyšuje pomaleji parametrech svařování získat svary s podstatně rozdílnou strukturou a tím i s různými mechanickými vlastnostmi.

Svařované plochy v případě kovů nevyžadují speciální přípravu. Je možno svařit i plochy špatně očištěné, zoxidované, opatřené různými vrstvami a dokonce izolované, neboť při procesu ultrazvukového svařování přiváděná mechanická energie nejprve způsobí rozrušení přítomných nečistot a jejich transport z roviny styku dílů. Ultrazvukové svařování je velmi vhodné pro svařování termoplastů, kde se doporučuje svarové plochy upravit tak, že jedna plocha je rovná a na druhé je vytvořen klín.

Použití v technické praxi

Ultrazvukové svařování našlo mezinárodně uplatnění v průmyslu elektronickém a elektrotechnickém, ve vakuové technice a ve výrobě jemných přístrojů. Se zvětšující se svařovanou tloušťkou dílů se zvětšuje útlum ultrazvukových kmitů a je proto omezena možnost svařování pomocí ultrazvuku. Max. tloušťky dosud svařované ultrazvukem jsou 3,17 mm u hliníku, 2 mm u mědi, 0,5 až 0,75 mm molybdenu, wolframu a kobaltu. Se zmenšující se svařovanou tloušťkou se zlepšuje reprodukovatelnost dosažené pevnosti svarového spoje. Svařují se tenké plechy, folie nebo dráty.

Příkladem dílů svařených ultrazvukem jsou např. části kondenzátorů, přívodné drátky k polovodičům a jím magnetických cívek, pouzdra tranzistorů. Značné uplatnění našlo ultrazvukové svařování při výrobě zařízení z termoplastů. Jsou to např. filmové kazety, rámečky na diapozitivy, obalová technika a to z polystyrenu, tvrzeného PVC a polyakrylátu.

Mezi výhody ultrazvukového svařování patří především to, že u něj nevzniká tepelně ovlivněná oblast, nedochází k výrazné změně mechanických vlastností vmístě spoje a nevyžaduje se speciální úprava svařovaných ploch (u kovových materiálů). Je také možné svařovat materiály a jejich kombinace, které jsou tavnými způsoby svařování nesvařitelné, například kombinace kovových a nekovových materiálů.

Za nevýhody pak může být považována například omezená tloušťka svařovaných dílů, životnost svařovacích hrotů (jsou např. ze slinovaných karbidů, rychlořezné oceli, wolframu) není vysoká a fakt, že ne vždy je zaručena reprodukovatelnost pevnostních vlastností spoje.

2.5 Nýtování

Toto spojení je specifické tím, že je nevratné, nedá se opětovně rozebrat a použít znovu. Je to spojení dvou nebo více strojních dílců, které jsou spojeny prostřednictvím nýtů nebo čepů. [13]

Druhy nýtování

Nýty jsou rozdělovány na plné a duté. Plné jsou vyráběny z mědi, mosazi, hliníku a jiných měkkých kovů. Při tvoření nýtového spoje mohou být vytvořeny různé druhy nýtovacích spojů. Existuje jednořadý, dvouřadý, rovnoběžný, střídavý a také spoj se stykovou deskou. Další spoje existují, ale už nejsou tak často používány.

Problematika vytvoření nýtového spoje tkví v tom, že nýtový spoj musí být velmi kvalitní, aby mohl být bezpečně použit. V případě pochybení při výrobě nýtového spoje vzniká spousta možných závad jsou deformace, pokřivení a jiné závady, které mohou způsobit nefunkčnost a nepoužitelnost nýtu ve výrobě.

2.9 Šroubování

V montáži se upouští od běžného svařování, které je nahrazováno alternativními spojovacími postupy. Nýtování se jeví také jako možný postup, ovšem za předpokladu, že je šroubovací místo přístupné ze dvou stran. Pokud konstrukce nedovoluje, nabízí se bezproblémové šroubování pomocí tvářecích šroubů. Vytvoří pevný spoj a spolehlivě přišroubují plechy z nejrůznějších materiálů.

2.10 Lepení

Lepení je jednoduchý proces spojování stejných nebo různých druhů látek vrstvou lepidla, která je umístěna do meziprostoru mezi jednotlivými částmi. Po vytvrzení tvoří látkový adhezivní spoj. Spoj materiálovým stykem

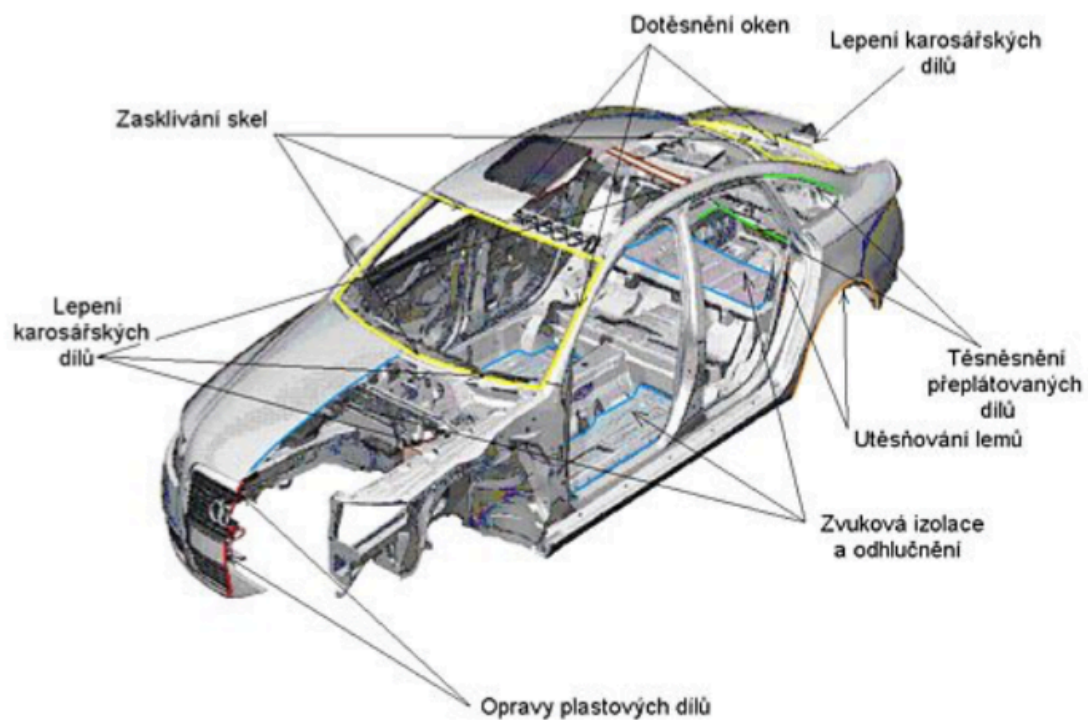
Toto lepení slouží ke spojení konstrukčních dílů, zajištění polohy šroubů, utěsnění spojovaných ploch. Hlavním důvodem lepení v automobilovém průmyslu je připevňování nekovových dílů jako jsou například skla, obložení čelisti brzd, upevnění pouzder ložisek, zajištění šroubů a utěsnění dělených skříní. [14]

Výhody lepených spojů:

- Struktura lepených spojů zůstává nezměněna
- Přenos sil mezi díly je nezměněný
- Těsné spojení i mezi různými materiály
- Lepení není manuálně náročnou činností při konstrukci

Nevýhody lepených spojů:

- Velká styčná plocha
- Malá únavová pevnost a tepelná odolnost
- Při některých případech zdlouhavý proces vytvrzování.



Obr. č. 5 Použití lepidel ve stavbě karoserií

Popis nanesení lepidla do karoserie do stanovených ploch [11]

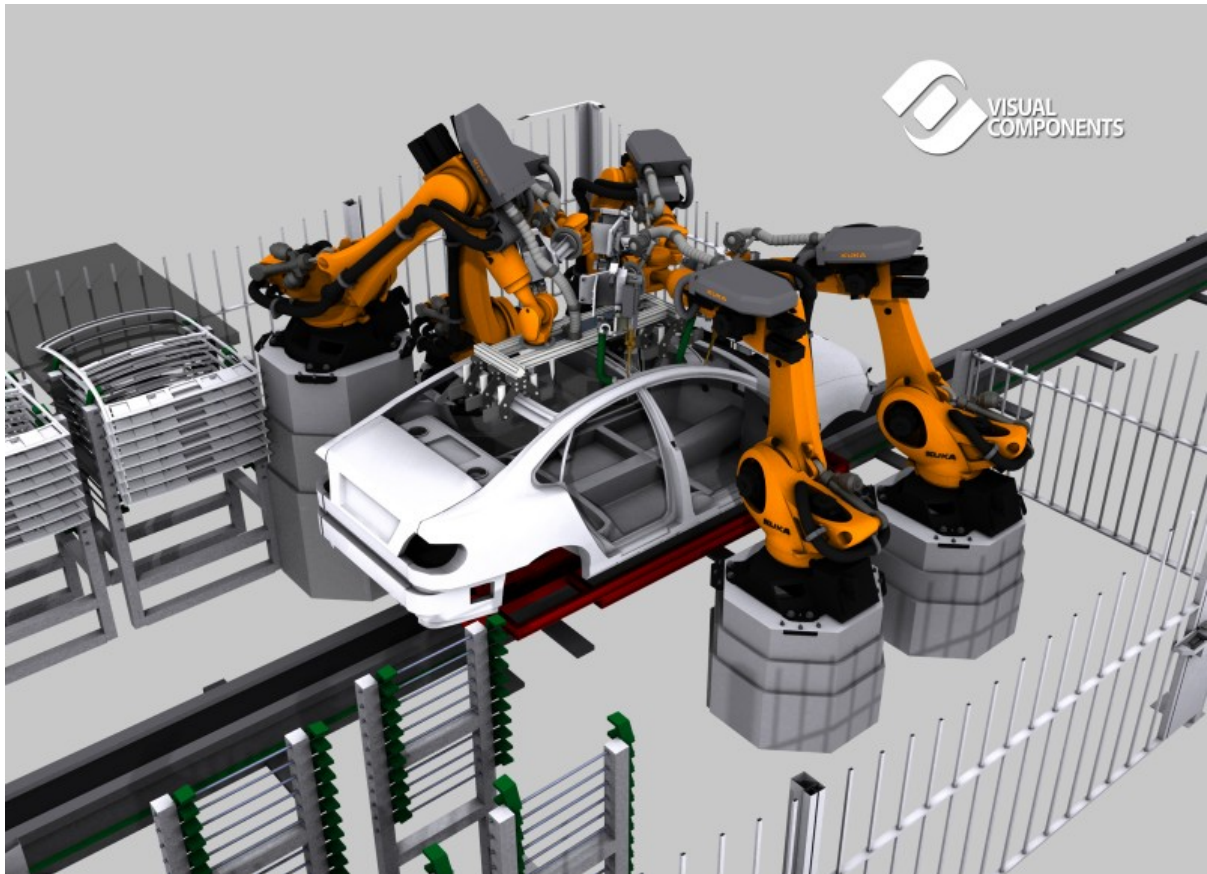
3 Ruční a robotické svařovací linky

Automobilový průmysl se velmi změnil hlavně v modernizaci nejen postupů výroby ale ve výrobě jako takové. Tlak na produktivitu výrobních linek vzrostl tak, že v poměru produktivity a spolehlivosti mají roboti první místo. Zavedení robotizace do automobilové výrobní linky znamenalo velký přelom, protože se celý proces stal rychlejším a flexibilnějším. V dnešní době jsou schopny výrobní linky vyrábět více typů vozidel zároveň (obr.č.6). Robotizaci v automobilovém průmyslu najdeme v montáži, ve svařování, manipulaci s jednotlivými díly, řezání, lakování, leštění. Ruční svařování se v automobilovém průmyslu používá na místech, kam robot nemůže nebo by manipulace s robotem a materiálem byla zdouhavější než je tomu u svařování ručního. Avšak jedním z důležitých důvodů nahrazení lidského faktoru za robota je hlavně to, že při svařování vznikají jedovaté zplodiny, tudíž je robotické zpracování bezpečnější.



Obr. č. 6 Automatická svařovací linka

Automatická svařovací linka, která je běžná pro každou větší výrobu



Obr. č. 7 Vizuální pohled na automatickou svařovací linku při výrobě automobilu

3.1 Popis jednotlivých případů svařování roboty

Z výzkumů vyplývá, že svařování roboty patří mezi průmyslově populární využití těchto strojů a to až 25% z jejich celkového využití. Jejich nastavení, jako je v opakovatelnosti a rychlost, zároveň není možno nahradit lidským faktorem. Toto svařování je obloukové a bodové, v ojedinělých případech se jedná o svařování laserem.

3.2 Užívání a důvody

V této kapitole se zaměříme na svařování laserem, protože je to jedno z nepoužívanějších svařování v automobilovém průmyslu. Vysokovýkonné lasery s CO₂ se používají ke svařování karoserií automobilů, komponent převodovek, tepelných výměníků a výrobků vyrobených na zakázku.

Průběh výroby:

Laserový paprsek je zaměřen na malé místo a jeho intenzita taví a odpařuje materiál. Svařování tohoto typu má dva způsoby, prvním případem je svařování kondukcí a druhý je tzv. Klíčovou dírkou. Kondukcce je proces, kdy je teplo přenášeno z povrchu do materiálu vedením tepla. Pro tento typ svařování je vhodný laser o nízkém výkonu a malé tloušťce. Příkladů a typů mechanismů, které jsou určeny ke svařování je mnoho a záleží na výrobě jaký typ robotické linky zvolí.

Výhody

Automatické svařování má mnoho výhod, jako je například kvalita a shodnost svárů (zde se odbourává lidská chyba a ojedinělost výrobku). Menší množství tzv. zmetků, zkrácení doby pracovního procesu, sváry bez póru a vnitřních vad, přesnost.

Nevýhody

Pořízení těchto strojů je vysoce nákladné. Práce s dalšími atributy, jako jsou plyny užívané ke svařování mohou být vysoce nebezpečné.

4 Postup pracovních operací

Plánování

Plánovací oddělení se zabývá zpracováním konceptů a návrhů svařovacích linek od malých částí až po komplexní plánování celé výroby.

Při plánování jsou zvoleny následující kroky:

- Tvorbu nových konceptů svařovacích linek.
- Optimalizaci a zlepšování stávajících linek.
- Optimalizace volby technologií.
- Časové analýzy, ergonomii, MTM analýzy, zakládací plány, svařovací plány , atd.
- Layout, komplexní zpracování výrobních procesů s rozvržením výrobních nástrojů
- Digitální továrna je navrhována v programu Process Designer
- Oddělení plánování dle požadavků zákazníka je schopno zpracovat, tvorbu nových konceptů svařovacích linek, optimalizaci svařovacích linek, optimální volbu technologií s ohledem na funkčnost zařízení, plošné a prostorové zpracování linky, rozdělení a umístění zařízení, časové analýzy, MTM analýzy, zakládací plány, ergonomie, funkční plány, pneumatické plány, chladicí plány, mazací plány, atd.

Konstrukce

Konstrukce se zabývá komplexními návrhy svařovacích linek a vždy se snaží nabídnout jednoduchá a levná řešení.

- Upínací přípravky automatické i manuální
- Montážní systémy pro různé produkty
- Manipulační zařízení robotická, ruční, pojezdová, atd.
- Měřicí a kontrolní přípravky
- Dopravníkovou techniku
- Vyhotovení upínacího procesu
- Návrhy konstrukcí
- 3D konstrukce
- 2D konstrukce a kusovníky
- 3D - Geostanice

- Bodové sváření
- Nýtování
- Bolznování - navařování matic a čepů
- Lepení (spojování plechů)
- Clinchování (spojování plechů)
- Montážní přípravky
- Testovací přípravky

Simulace

Simulační oddělení se zabývá tvorbou robotických a manuálních pracovišť dle požadavků a dispozice stavby.

Jednotlivé body simulace:

- Definování robotů
- Návrh a optimalizaci svařovacích bodů, kleští, lepení, atd.
- Návrh svařovacích bodů dle norem, předpisů a zkušeností našeho týmu
- Programování robota OLP
- Nastavování manuálních pracovišť dle ergonomické simulace
- Nahrávání cest do robota
- Online programování
- Simulaci provádíme v programu Process Simulate
- 3D uskutečnění výsledků plánování
- 3D tvorba Layoutu
- Výběr vhodných nástrojů a zařízení
- Výběr vhodných robotů
- Zajištění dostupností a vhodných uskutečnění
- Zajištění vhodného umístění robotů a přípravků s ohledem na časové analýzy
- Kinematizace všech pohyblivých zařízení a jejich částí
- Kontrola funkčností konstrukčních zařízení s ohledem na svařování a dosahy robotů
- Objednávky použitých a schválených zařízení, objednávkové protokoly a listiny
- Výběr svařovacích bodů a lepících cest s ohledem na dodržení správné geometrie a časové analýzy

PRAKTICKÁ ČÁST

Cíl praktické části je navrhnout a vytvořit proces svařovací linky části stavby karosérie pro podskupinu vnitřního A sloupku. Proces je tvořen u robotické linky s ručně zakládánými díly za přítomnosti dělníka a časovým limitem 59s.

V praktické části budou použity tři druhy metodologie práce. První metodou je analýza, kdy bylo seskupeno šest podkapitol, které byly následně zpracovány. V každé z těchto kapitol byla provedena analýza, v první časová, druhá kapitola analyzovala výrobní linku, dále zvolení správných svařovacích kleští, poté následovala ergonomická analýza, rozvržení upínacích míst a poté identifikace dílů.

Šest bodů podrobených analýze:

- 1) Časový diagram – jako první je nutno vytvořit časovou analýzu. Časová analýza zaručí potvrzení návrhu procesu dle požadavků zákazníka na výrobní čas a dosažení potřebné kvality výrobku.
- 2) Rozložení výrobní linky – Po časové analýze můžeme rozpracovat rozložení linky dle funkčního procesu. Rozvržení linky slouží, jak pro montáž linky na hale, také pro konstrukci a následnou simulaci procesu.
- 3) Svařovací plán – dle parametrů svařovaného materiálu musíme zvolit správné svařovací kleště a ověřit zda mají parametry na svařování požadovaného materiálu. Mezi nejdůležitější parametry patří svařovací tlak, typ kleští typ X nebo C a proud.
- 4) Zakládací plán – Podle typu zakládání (v našem případě ruční) musíme provést ergonomickou analýzu. Operátor nesmí být namáhán tělesně tak, aby nedošlo k trvalým zdravotním následkům. Zakládací plán také obsahuje typy plechů, které musí operátor založit do zařízení a pořadí zakládání.
- 5) Upínací plán – upínací plán je přesné určení upínacích míst, navádění plechu a vycentrování plechů, tak aby byla zaručena geometrie dílů a snadné založení.
- 6) Spojovací plán – spojovací plán slouží identifikaci dílů které mají být v určitém zařízení spojeny

Po těchto krocích je hotové hrubé plánování a je možno vše předat pro konstrukční řešení.

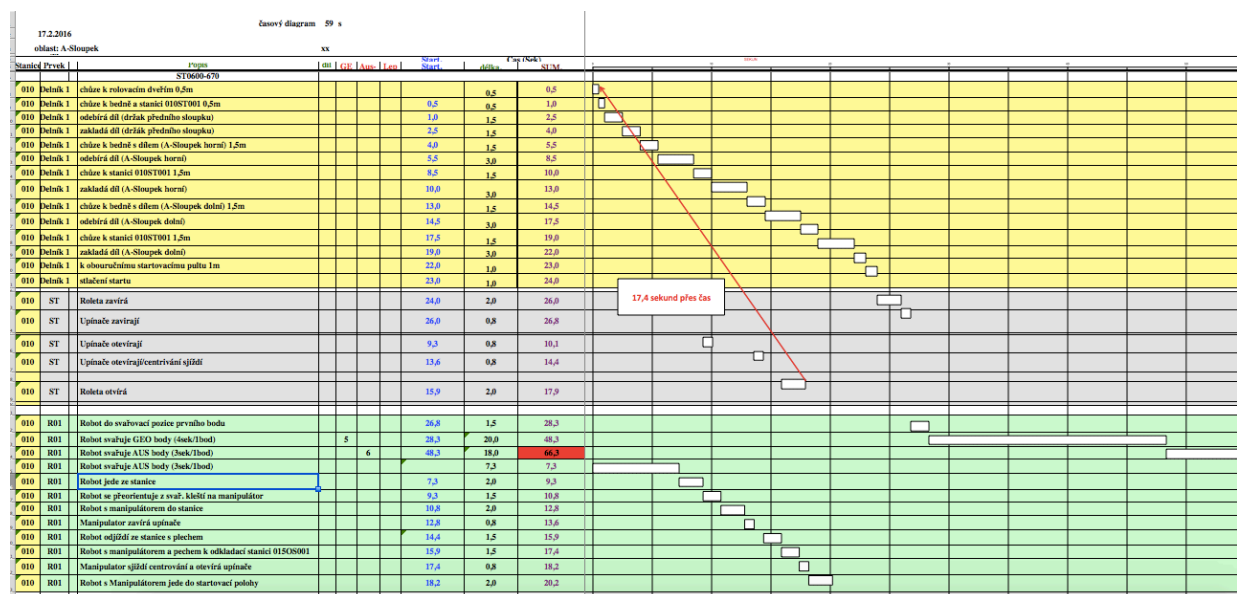
Po konstrukci následuje simulační kontrola, která přesně určí umístění zařízení, robotu a upozorní konstrukci na možné kolize mezi manipulátorem, svařovacími kleštěmi a zařízením.

Po těchto krocích následuje tzv. jemné nebo detailní plánování. V tomto kroku se tvoří funkční plán (technologický postup), pneumatické plány, hydraulické plány, elektrické plány.

Dále se vše zadává do procesu výroby a instalace zařízení, po výrobě se vše připraví na export a následnou montáž. Pak se na výrobní hale zkontroluje funkčnost zařízení a celý objem zakázky se předá s veškerou dokumentací zákazníkovi.

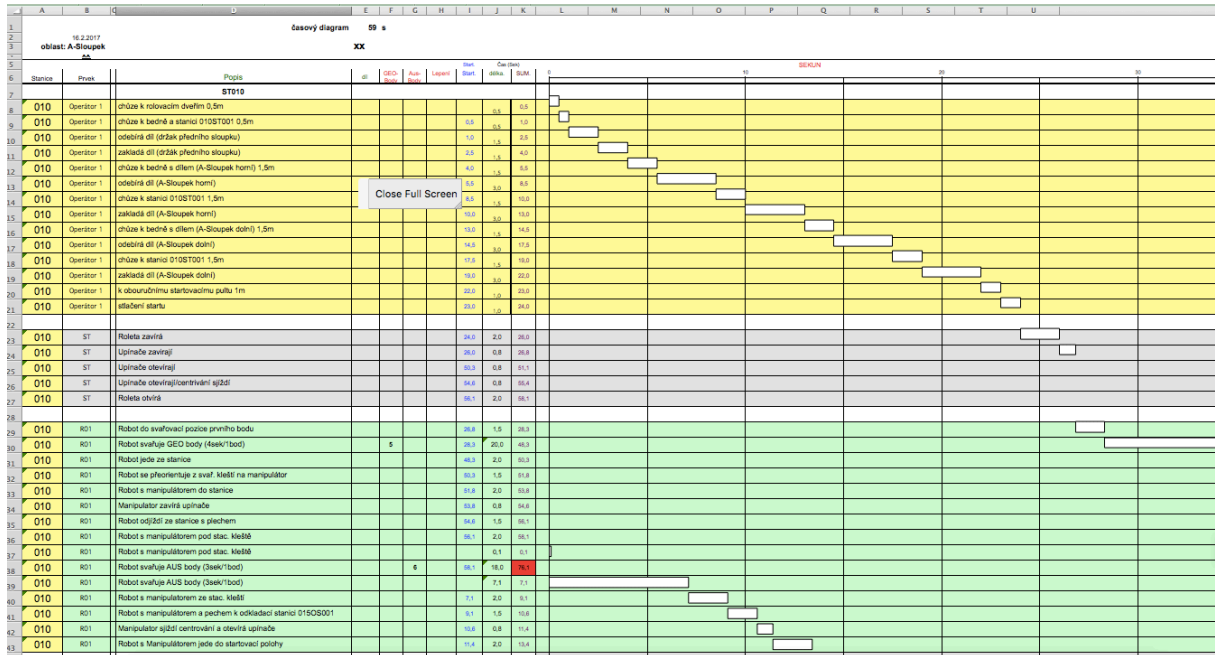
4.2 Časový diagram

Časový diagram byl prováděn ve dvou variantách, které jsou popsány v příloženém dokumentu. Jeden z diagramů je nefunkční, protože nesplňoval časové podmínky celého procesu. Nefunkční diagram trval o 17,4 s déle než byl požadovaný limit.



Obr. č. 8 Nefunkční časový diagram [Vlastní model]

Tato varianta je dle nákladů levnější, protože zde není využito stacionárních svařovacích kleští, z čehož plyne, že ve svařovací buňce se nachází pouze robot s manipulátorem a svařovacími kleštěmi. Díky tomu je časové rozmezí o 17,4 sekund delší, než je možná požadovaná doba, což lze vidět na obr. č.8. (také příloha 1)



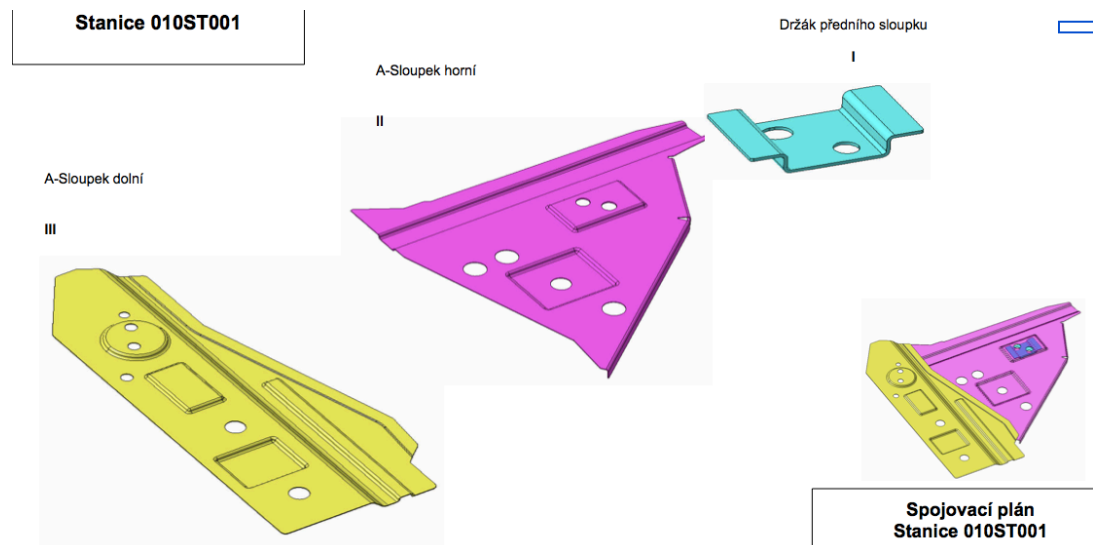
Obr. č. 9 Funkční časový diagram [Vlastní model]

V této variantě jsou náklady vyšší než ve variantě předchozí, ale je zaručena funkčnost na splnění časového limitu 59 s. V této variantě je užito stacionárních svařovacích kleští, které dovažují vnější svařovací body a mezitím může operátor zakládat nové díly do buňky.

(příloha 2)

4.3 Spojovací plán

Spojovací plán slouží identifikaci dílů které mají být v určitém zařízení spojeny

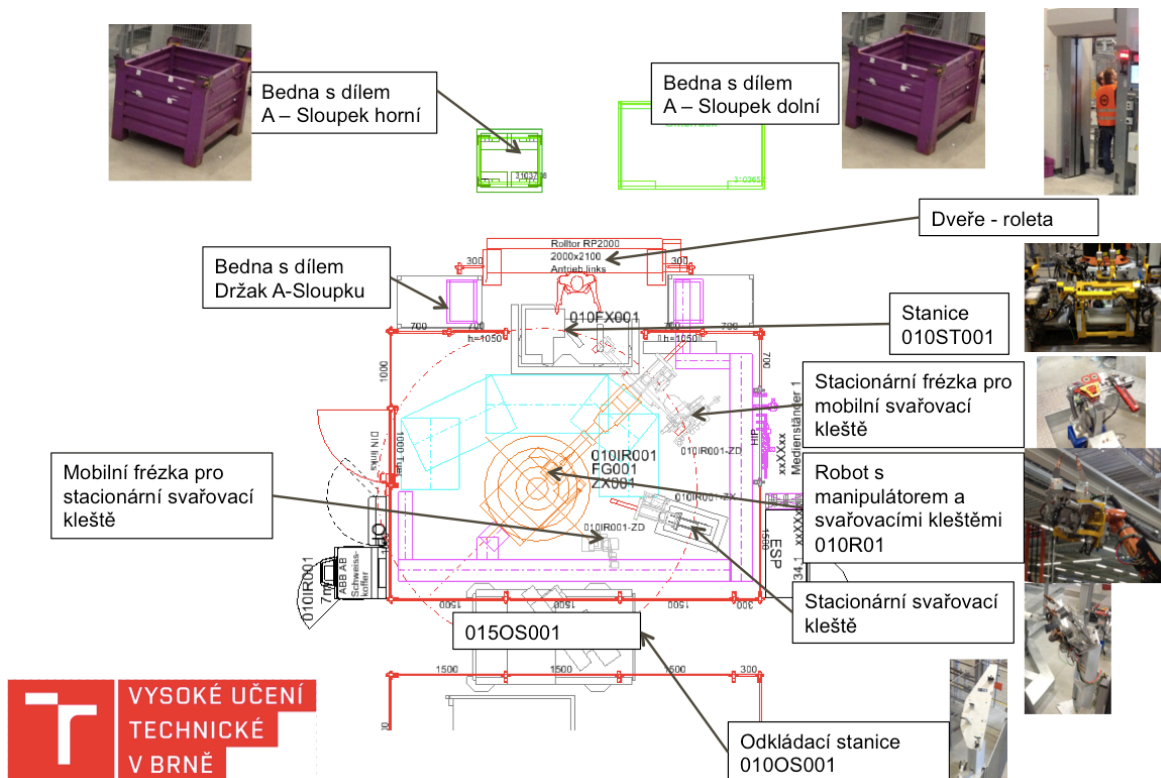


Obr. č. 10 Ilustrace spojovacího plánu (rozlišení jednotlivých částí v barvách) [Vlastní model]

Obrázek poukazuje na rozpad vnitřního A – sloupku, který se skládá ze tří plechů. Cílem je spojit plechy metodou bodového svařování tak, aby byla zaručena požadovaná geometrie a funkčnost.

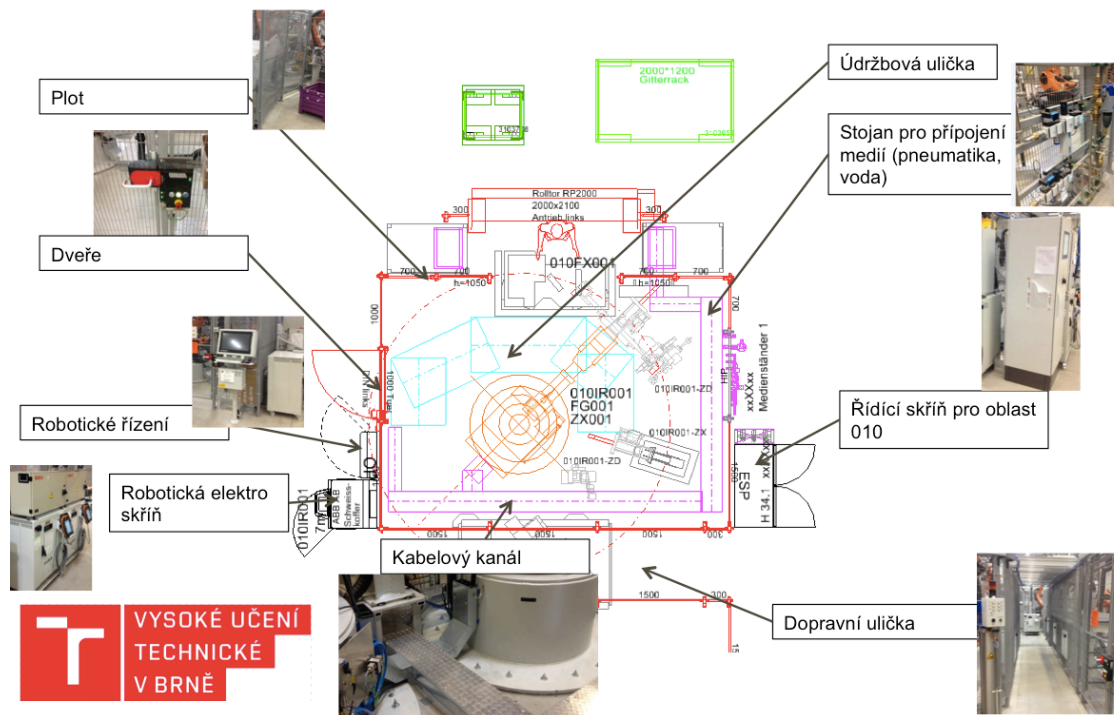
4.4 Rozložení výrobní linky

Rozvržení linky slouží, jak pro montáž linky na hale, také pro konstrukci a následnou simulaci procesu. Zde můžeme vidět (Obr. č. 10) rozložení svařovací buňky pro A – Sloupek se všemi nezbytně nutnými komponenty. Je nutno zahrnout umístění elektrických rozvodů, skříně s řídicími jednotkami a kabeláže k jednotlivým robotům. Dále také chlazení svařovacích kleští a následné umístění těchto komponent do svařovací buňky včetně ochranných prvků (údržbová ulička). Nutno rozmístit bedny s požadovanými díly, které se mají do stanice zakládat k následnému svaření dle časového diagramu.



Obr. č. 11 Halový plán oblasti a)

Halový plán oblasti zachycující ilustrální fotografie z procesu výroby a popis pohybu dělníka při konstrukci sloupku A.



Obr. č. 12 Halový plán oblasti b)

Halový plán oblasti zachycující ilustrační fotografie z procesu výroby a popis pohybu dělníka při konstrukci sloupku A.

4.5 Svařovací plán

Dle parametrů svařovaného materiálu je nutné zvolit správné svařovací kleště a ověřit zda mají parametry na svařování požadovaného materiálu. Mezi nejdůležitější parametry patří svařovací tlak, typ kleští typ X nebo C a proud.

Následuje tabulka výpočtů použitelnosti svařovacích kleští typu X 66-59D_363980, následně pak celý výpočet s legendou. Maximální tlak udávaný výrobcem je 5,9 bar.

Tabulka č. 1 Výpočet použitelnosti svařovacích kleští

základní informace				Koordinaty svař. Bodů		
Pořadí svařování	Název bodu	výrobní č. kleští	C/ X	X	Y	Z
1	001_010_002_06	66-59D_363980	X	473,1	-731	556,13
2	001_010_002_04	66-59D_363980	X	457,49	-731	451,41
3	001_010_002_03	66-59D_363980	X	437,73	-731	384,26
4	001_010_002_02	66-59D_363980	X	413,17	-731	300,8
5	001_010_001_04	66-59D_363980	X	287,31	-734	459,34
6	001_010_001_03	66-59D_363980	X	229,31	-734	487,34
Plech 1						
Název plechu	č. plechu	Materiál	Mez kluzu [N/mm ²]		Tloušťka [mm]	
A-sloupek dolní	001_010_003	TL 4225 + AS150	1250		1	
A-sloupek dolní	001_010_003	TL 4225 + AS150	1250		1	
A-sloupek dolní	001_010_003	TL 4225 + AS150	1250		1	
A-sloupek dolní	001_010_003	TL 4225 + AS150	1250		1	
A-sloupek horní	001_010_002	TL 4225 + AS150	1250		1	
A-sloupek horní	001_010_003	TL 4225 + AS151	1250		1	
Plech 2						
Název plechu	č. plechu	Materiál	Mez kluzu [N/mm ²]	Tloušťka [mm]		
A-sloupek horní	001_010_002	TL 4225 + AS150	1250	1		
A-sloupek horní	001_010_002	TL 4225 + AS150	1250	1		
A-sloupek horní	001_010_002	TL 4225 + AS150	1250	1		
A-sloupek horní	001_010_002	TL 4225 + AS150	1250	1		
Držák předního sloupku	001_010_001	HX260LAD+Z100-M-B	330	1,5		
Držák předního sloupku	001_010_002	HX260LAD+Z100-M-B	330	1,5		
Svařovací parametry						
Srovnání tloušťky plechů [mm]	Svařovací napětí [kA]	Svařovací čas [ms]	Svařovací tlak [kN]			
1,00	8,23	278	2,9			
1,00	8,23	278	2,9			
1,00	8,23	278	2,9			
1,00	8,23	278	2,9			
1,10	8,343	343	2,8			
1,10	8,343	343	2,8			

4.6 Výpočet svařovacích styků, času

S_{\min}	-	nejtluščí plech [mm]
S_{\min}	-	nejtenčí plech [mm]
s_1	-	tlošťka plechu 1 [mm]
s_2	-	tlošťka plechu 2 [mm]
s_3	-	tlošťka plechu 3 [mm]
Re_1	-	mez kluzu plechu 1 [N/mm ²]
Re_2	-	mez kluzu plechu 2 [N/mm ²]
Re_3	-	mez kluzu plechu 3 [N/mm ²]

Vzorce [předloha VW]

Srovnání tlošťky plechů

$$S_v = 0,2 \times S_{\max} + 0,8 \times S_{\min} \text{ [mm]}$$

Svařovací proud

pro $S_v \leq 2\text{mm}$

$$I_s = 1,13 \times S_v + 7,1 \text{ [kA]}$$

pro $S_v > 2\text{mm}$

$$I_s = 1,5 \times S_v + 5,8 \text{ [kA]}$$

Svařovací čas

$$t_i = ((s_1 + s_2 + s_3) - 1,4) \times (600/4,6) + 200 \text{ [ms]}$$

Svařovací tlak

$S_v \leq 2\text{mm}$

$$F = (1,64 \times S_v + 0,45) \times (Re_1 + Re_2 + Re_3 / 300 \times 3 \times 10 + 0,9) + 0,21 \text{ [kN]}$$

$S_v > 2\text{mm}$

$$F = (1,3 \times S_v + 0,7) \times (Re_1 + Re_2 + Re_3 / 300 \times 3 \times 10 + 0,9) + 0,7 \text{ [kN]}$$

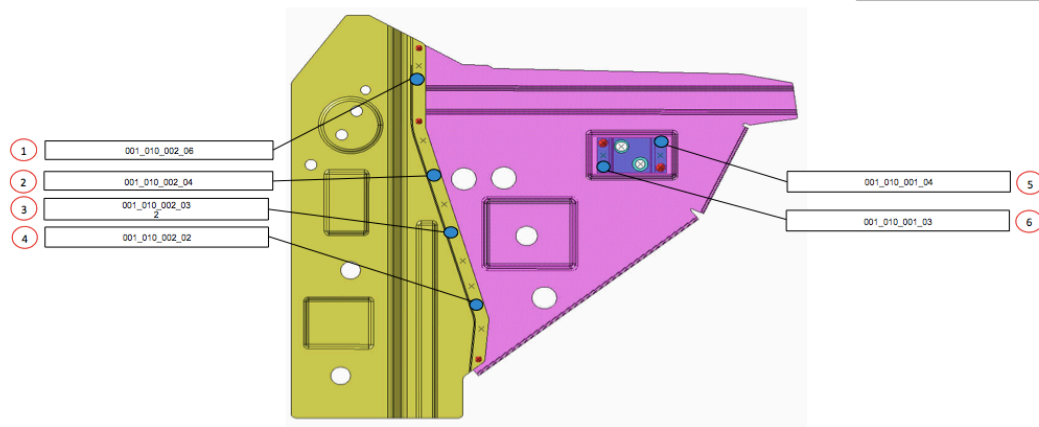
Svařovací kleště typu X 66-59D 363980

max.svařovací tlak udávaný výrobcem

5,9 bar

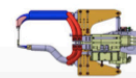
Svařovací kleště vyhovují

**A-Sloupek
010ST001**



S Svařovací pořadí

**AUS-stacionární Svařování 010R0
66-59d363980**

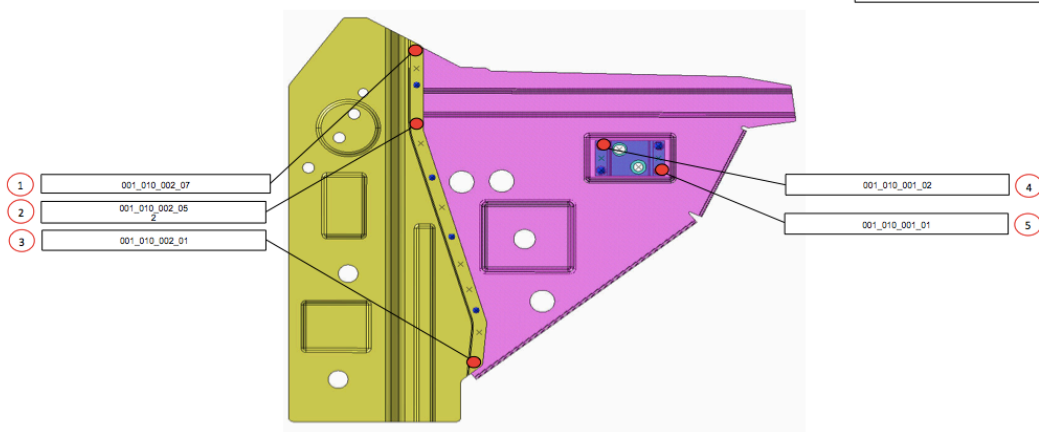


Ukázka svařovacích kleští a vnějších svařovacích spojů dle normy na sloupku.

Obr. č. 13 A - Sloupek. a) [Vlastní model]

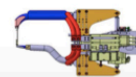
Zdroj: Vlastní práce

**A-Sloupek
010ST001**



S Svařovací pořadí

**GEO-Svařování 010R01
66-59d363980**



Obr. č.13 A – Sloupek. b) [Vlastní model]

Ukázka svařovacích kleští a geometrických svařovacích spojů dle normy na sloupku. Geometrické spoje jsou nejdůležitější pro zachování geometrie a stálosti zvolených plechů. Po svaření těchto spojů je předpoklad pro jejich pevnost.

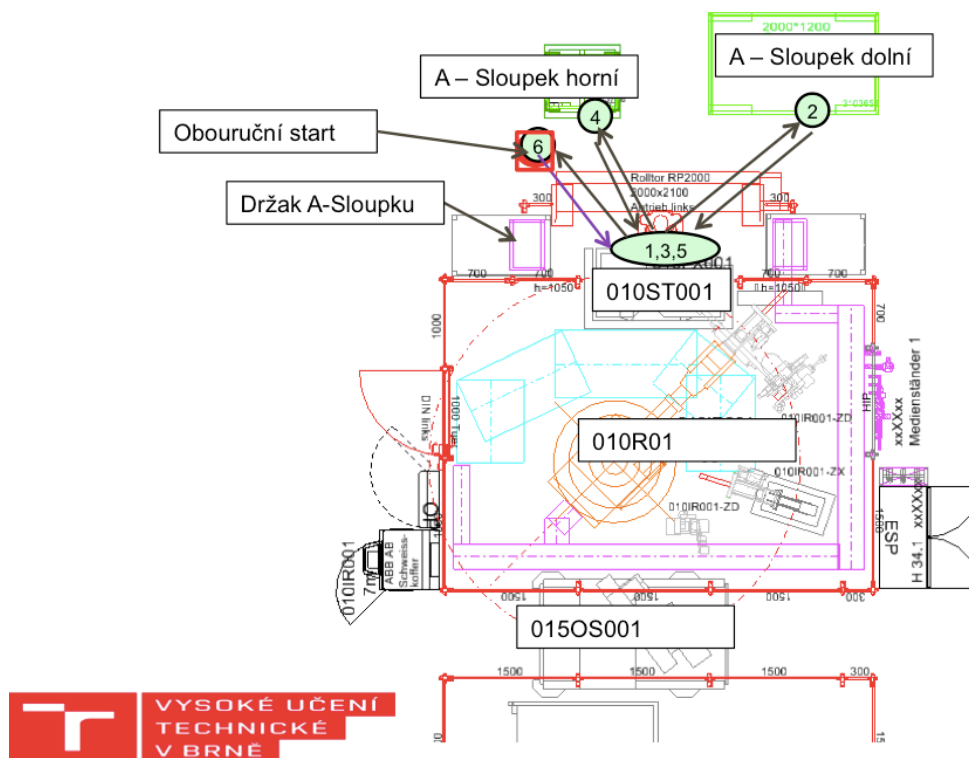
Byly voleny kleště typu X z důvodu snadného dosahu na požadované svařovací body. Požadovaný svařovací tlak byl ustanoven výpočtem na 2,9 barů z 5,9 bar, které jsou ustanoveny výrobcem.

4.6 Zakládací plán

Podle typu zakládání (v našem případě ruční) musíme provést ergonomickou analýzu. Operátor nesmí být namáhán tělesně tak, aby nedošlo k trvalým zdravotním následkům. Zakládací plán také obsahuje typy plechů, které musí operátor založit do zařízení a pořadí zakládání.

4.6.1 Halový plán – délka chůze (trasa operátora)

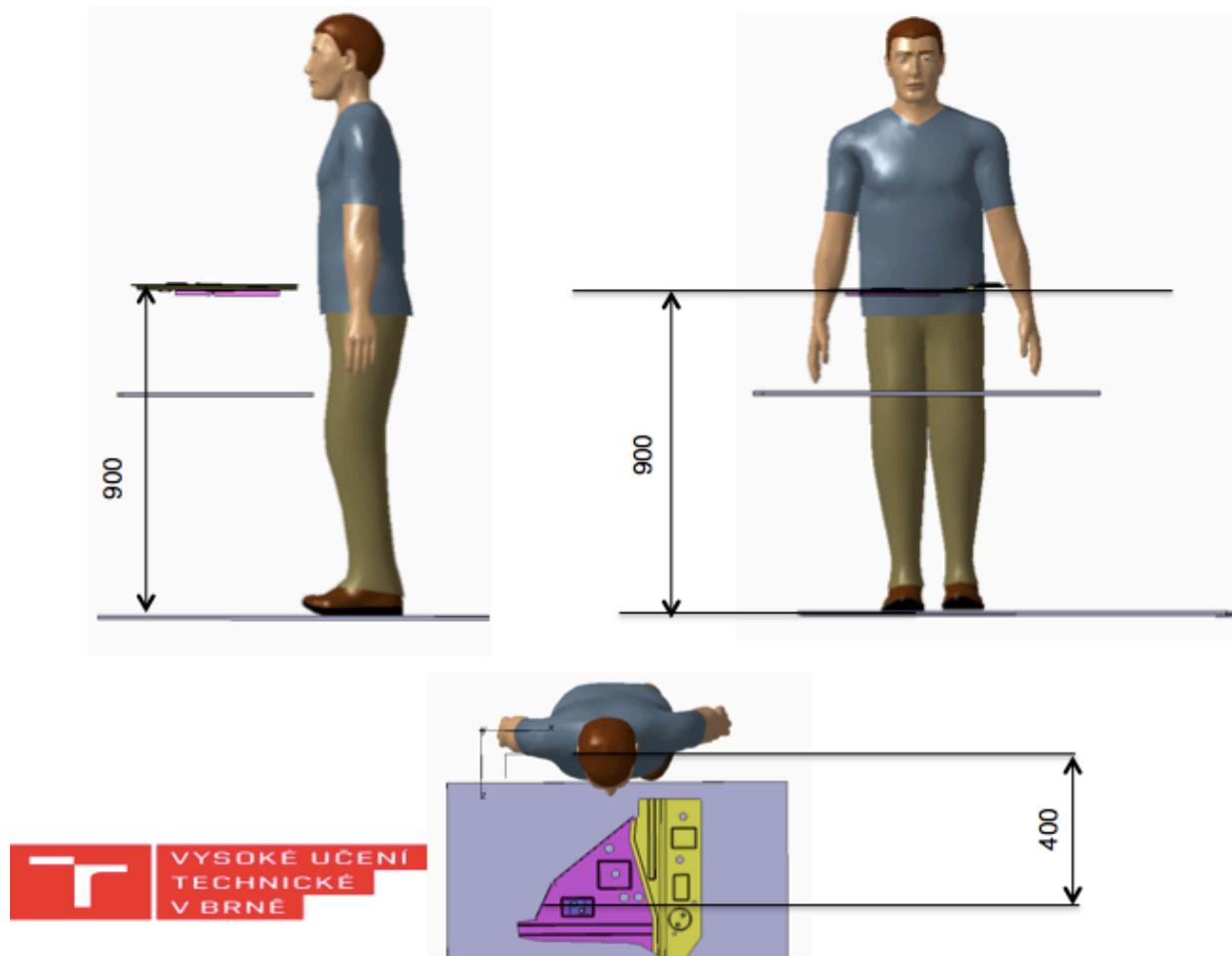
V této fázi procesu je v halovém plánu zřetelné, že je svařovací výrobní linka plně rozložena a je v ní udána trasa operátora, kterou musí plnit, dle časového a pořadového diagramu.



Obr. č 14 Halový plán oblasti [Vlastní model]

4.7 Ergonomie stanice 010ST001

V práci byla zvolena pracovní výška operátora 900mm z rozsahu 800 – 1200 mm. Toto ustanovení souvisí s typem zakázky, která je prováděna. Výška tohoto operátora je ustanovena dle místního původu tohoto jedince. Pracovní vzdálenost od středu těla, po těžiště plechu je 400 mm.



Obr. č.15 Dělník (evropský typ) a rozložení pracovní pozice a ergonomie [Vlastní model]

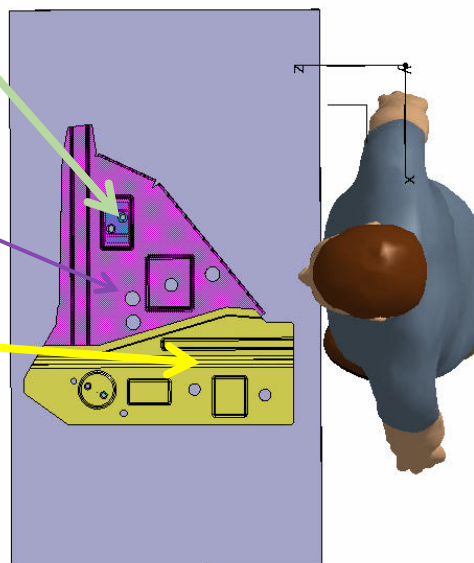
Pořadí zakládání do stanice 010ST001

Z obrázku (č.16) je zřetelné, že jako první bude do stanice založen držák předního sloupku č.d. 001_010_0001, dále pak A-Sloupek horní č.d. 001_010_0002 a jako poslední bude založen A-Sloupek dolní č.d. 001_010_0003.

Díl 1: 1. Držák předního sloupku č.d. 001_010_0001

Díl 2: 2. A-Sloupek horní č.d. 001_010_0002

Díl 3: 3. A-Sloupek dolní č.d. 001_010_0003



Obr. č. 16 Deskripce pořadí zakládání sloupku na stanici [Vlastní model]

Zatížení operátora a čas robota strávený ve stanici

Operátor 1

čas - 59s

Zatížení operátora 1 – 42%

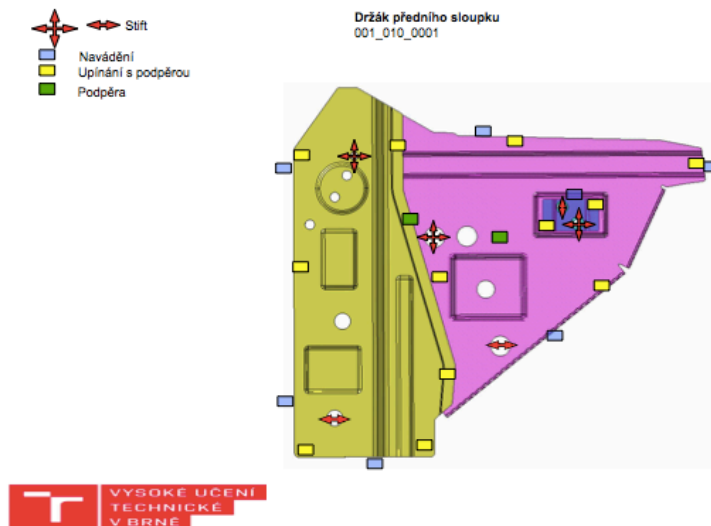
Dveře 1 zavřeny cca. 32 sekund

Zvolený operátor je vytížen na 42% z možných 80%, z čehož plyne, že by mohl zakládat i díly do jiné/menší svařovací buňky.

4.7 Upínací plán

Přesné určení upínacích míst, navádění plechu a vycentrování plechů, tak aby byla zaručena geometrie dílů a snadné založení.

UPÍNACÍ PLÁN 010ST001 – A - SLOUPEK



Obr. č. 17 Body upínacích míst na plechu A – sloupku [Vlastní model]

Na konstrukci jsou zřetelná požadovaná upínací místa pro zachování geometrie tuhosti součásti, jež zvýrazňuje žlutý obdélník (viz. obr. č.17). Zelený obdélník znázorňuje podepření součástí plechů. Modrá barva vykresluje navádění plechů. Pro větší plechy jsou doporučeny dvě až tři navádění. Pro menší plechy postačuje jedno navádění. Součástí upínacího plánu je i centrování plechů ve všech směrech, které zaručuje vždy stejnou pozici pro založení (červené šipky viz obr. č. 17)

Závěr

Výroba

Dle požadavků zákazníka je připravena potřebná dokumentace a specifikace výroby. Podle objemu zakázky je vyhotovený termínový plán výroby. Dále následuje samotná výroba s důrazem na kvalitu výrobků dle ISO 9001. Dalším neodmyslitelným bodem výroby je také zajištění logistiky vývozu a dovozu včetně proclení.

Montáž a uvedení do provozu

Po fázi plánování a výroby je vše nachystáno na poslední fázi a tou je montáž a uvedení do provozu. Na místo určení jsou dopraveny cele podskupiny a skupiny zařízení, které se dle předešlého plánování a simulace přesně usadí na místo určení. Dále je nutné vše zprovoznit, tedy připojit potřebná media pro zařízení a celé části linek. Po tomto kroku následuje samotné nahrání automatických programů strojů, zařízení v lince a jejich následné zprovoznění. Poslední fází je kontrola funkčnosti linky.

Předání linky

Po splnění všech předešlých kroků se provádí předání linky. Zákazníkovi je předána funkční linka spolu s veškerou dokumentací.

Použitá literatura

- [1] BANKS, Jerry. Discrete-event system simulation. 5th ed., International version. Upper Saddle River, N.J: Pearson Education, 2009. ISBN 9780138150372.
- [2] FOREJT, Milan a Miroslav PÍŠKA. Teorie obrábění, tváření a nástroje. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2006. ISBN 80-214-2374-9.
- [3] KOVAŘÍK, Rudolf a František ČERNÝ. Technologie svařování. 2. vyd. Plzeň: Západočeská univerzita, 2000. ISBN 80-7082-697-5.
- [4] LAW, Averill M. Simulation modeling and analysis. 4th ed. London: McGraw-Hill, 2007. McGraw-Hill series in industrial engineering and management science. ISBN 0071255192.
- [5] PERNICA, Petr. Logistika pro 21. století: (Supply chain management). Vyd. 1. Praha: Radix, 2005. ISBN 8086031594
- [6] ŠTOČEK, Jiří. Optimalizace materiálového toku ve vybraném průmyslovém závodě. Disertační práce. Vysoké učení technické v Brně. Brno, 2004. ISBN 801428856.
- [7] VLK, František. Karosérie motorových vozidel: ergonomika : biomechanika : pasivní bezpečnost : kolize : struktura : materiály. Brno: VLK, 2000. ISBN 80-238-5277-9.
- [8] Karoserie a podvozek. Auta ve škole [online]. Praha: Kateřina Švandová, 2010 [cit. 2017-03-27]. Dostupné z: http://autaveskole.jaknahmyz.cz/karoserie_a_podvozek
- [9] Karoserie. Autokrosář [online]. Praha: WordPress, 2016 [cit. 2017-03-27]. Dostupné z: <http://www.autokrosar.cz/index.php/technika/karoserie-a-podvozek/>
- [10] SlideShare: Materials [online]. London: LinkedIn Corporation, 2016 [cit. 2017-03-27]. Dostupné z: <http://www.slideshare.net/sandeepmangukiya/materials-for-automotive-body-and-chassis-structure-by-sandeep-mangukiya>
- [11] Svět sváru [online]. 2009, **2009**(2/XIII.) [cit. 2017-03-27]. ISSN 1214-4983. Dostupné z: <http://www.svetsvaru.cz/wp-content/uploads/2014/05/SS092.pdf>
- [12] Lepení Lepidly. In: 3Mcesko [online]. 2010 [cit. 2017-03-27]. Dostupné z: http://solutions.3mcesko.cz/3MContentRetrievalAPI/BlobServlet?lmd=1362725733000&locale=cs_CZ&assetType=MMM_Image&assetId=1361579620757&blobAttribute=ImageFile

[13] Lisovací nýty pro tenké svařovací díly In: Protech-spt [online]. 2006 [Dostupné z: http://www.protech-spt.cz/files/kerb_konus_ds45_cz.pdf]

Seznam tabulek

Tabulka č. 1 Výpočet použitelnosti svařovacích kleští

Seznam obrázků

Obr. č.1 Karoserie osobního automobilu

Obr. č.2 Užití svařování

Obr. č.3 Bodové svařování

Obr. č.4 Popis procesu svařování ultrazvukem

Obr. č.5 Použití lepidel ve stavbě karoserií

Obr. č.7 Vizuální pohled na automatickou svařovací linku při výrobě automobilu

Obr. č.6 Automatická svařovací linka

Obr. č.8 Nefunkční časový diagram

Obr. č.9 Funkční časový diagram

Obr. č.10 Ilustrace spojovacího plánu (rozlišení jednotlivých částí v barvách)

Obr. č.11 Halový plán oblasti a)

Obr. č.12 Halový plán oblasti b)

Obr. č.13 A - Sloupek. a)

Obr. č.13 A - Sloupek. b)

Obr. č.14 Halový plán oblasti

Obr. č.15 Dělník (evropský typ) a rozložení pracovní pozice a ergonomie

Obr. č.16 Deskripce pořadí zakládání sloupku na stanici

Obr. č.17 Body upínacích míst na plechu A – sloupku

Přílohy

