

Rozšíření a inovace pracoviště pro automatizovanou kamerovou kontrolu

Bc. Roman Pálka

Diplomová práce
2019

 Univerzita Tomáše Bati
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav výrobního inženýrství

akademický rok: 2018/2019

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Roman Pálka**

Osobní číslo: **T17375**

Studijní program: **N3909 Procesní inženýrství**

Studijní obor: **Výrobní inženýrství**

Forma studia: **kombinovaná**

Téma práce: **Rozšíření a inovace pracoviště pro automatizovanou kamerovou kontrolu**

Zásady pro vypracování:

- vypracujte rešerši na dané téma
- popište stávající stav a požadavky na řešení
- navrhnete konkrétní technické řešení
- zhodnoťte dosažené výsledky

Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

Z. Úředníček: Robotika, el. skripta UTB

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Jaroslav Maloch, CSc.**
Ústav výrobního inženýrství

Datum zadání diplomové práce: **2. ledna 2019**

Termín odevzdání diplomové práce: **17. května 2019**

Ve Zlíně dne 7. února 2019

L.S.

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 obhajoby ^{1/};
- 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. 3 ^{2/};
- beru na vědomí, že podle § 60 ^{3/} 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 § 60 ^{3/} 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, považuji 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 ...14.5.2019.....

^{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 nevydávalečně 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 nahlázení 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). Odpírá-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 jim 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 přihlídí k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

ABSTRAKT

Předmětem této diplomové práce je návrh a příprava podkladů stroje pro automatizovanou kamerovou kontrolu výrobku. Návrh, konstrukce a požadavky na software vyplývají z potřeb objednatele a zaštituje jej dodavatelská firma. Jedná se o rozšíření a modernizaci stávajícího pracoviště, kdy výsledkem práce by mělo být zdvojnásobení jeho kapacitních možností. Hlavním přínosem práce je určení optimálních parametrů stroje společně s layoutem dopravníkové dráhy a celkového layoutu místnosti.

Klíčová slova: robot, robotizace, návrh, pracoviště, kontrola, layout

ABSTRACT

The purpose of this thesis is to prepare construction documents and design a layout for a new machine for automated camera inspection of the product. Requirements for the design, construction and software are based on the customer's needs and are provided by the supplier company. It is an extension and modernization of the existing workplace, and this study should bring doubling the capacity of the workplace. The result of the work is the determination of the optimal machine parameters together with the layout of the conveyor's track and the overall room layout.

Keywords: robot, robotics, design, workplace, check, layout

Rád bych poděkoval vedoucímu diplomové práce Ing. Jaroslavu Malochovi CSc. za jeho odborné vedení, cenné rady a čas, který věnoval mé diplomové práci. Zároveň děkuji svým kolegům za spolupráci při návrhu, instalaci a uvedení linky do sériové výroby.

Prohlašuji, že odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

OBSAH

ÚVOD.....	10
I TEORETICKÁ ČÁST.....	11
1 PRŮMYSLOVÉ ROBOTY	12
1.1 HISTORIE PRŮMYSLOVÝCH ROBOTŮ	12
1.2 KLASIFIKACE PRŮMYSLOVÝCH ROBOTŮ A MANIPULÁTORŮ	13
1.3 HLAVNÍ ČÁSTI PRŮMYSLOVÉHO ROBOTY.....	19
1.4 OBECNÉ POKYNY PRO NÁVRH A INSTALACI ROBOTŮ	22
2 USPOŘÁDÁNÍ VÝROBNÍCH PROVOZŮ	25
3 PYROTECHNICKÉ INICIAČNÍ PRVKY V AUTOMOBILOVÉM PRŮMYSLU	29
3.1 HISTORIE AIRBAGU	29
3.2 POUŽITÍ INICIÁTORŮ/AIRBAGŮ V SOUČASNÉ DOBĚ	30
4 CÍLE DP.....	32
II PRAKTICKÁ ČÁST	33
5 NÁVRH STROJE PRO AUTOMATIZOVANOU KAMEROVOU KONTROLU.....	34
5.1 FUNKCE A TECHNOLOGIE VÝROBY INICIÁTORU	34
5.2 SOUČASNÝ VS. PLÁNOVANÝ STAV	36
5.3 NÁVRH UMÍSTĚNÍ A ZÁKLADNÍ KONSTRUKCE STROJE.....	42
5.4 NÁVRH STROJE PRO KONTROLU INICIÁTORŮ.....	46
5.4.1 Popis hlavních částí stroje	49
5.4.2 Technické parametry stroje	53
5.4.3 Změny oproti prvnímu pracovišti kamerové kontroly	54
5.5 INSTALACE STROJE U ZÁKAZNÍKA	56
5.5.1 Manuál - postup uvedení zařízení do chodu	57
5.6 PARAMETRY PŘÍSTAVBY	58
5.6.1 Podpůrné technologie	60
6 NÁVRH DOPRAVNÍKOVÉ DRÁHY	61
6.1 NÁVRH VARIANT DOPRAVNÍKOVÉ ŘEŠENÍ	61
6.2 ŘEŠENÍ BEZPEČNOSTI DOPRAVNÍKOVÉ DRÁHY	66
6.3 VÝSTAVBA A ZPROVOZNĚNÍ DOPRAVNÍKOVÉ DRÁHY	67
ZÁVĚR	71
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	72
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	74
SEZNAM OBRÁZKŮ	75
SEZNAM TABULEK.....	77

SEZNAM PŘÍLOH.....	78
---------------------------	-----------

ÚVOD

Strojírenství má v České republice tradici. Ve 30. letech se jednalo o nejvýznamnější průmyslové odvětví. Československo v období mezi světovými válkami patřilo mezi 10 nejvýznamnějších strojírenských států a silné postavení si udrželo až do 70. let.

Strojírenství u nás zastupují všechny typy odvětví a je situováno po celé republice, s převahou středního strojírenství, kde dominuje automobilový průmysl. Kromě automotive má v ČR silné postavení výroba strojů a zařízení pro průmysl. Jedná se o výrobu obráběcích a tvářecích strojů, strojů pro vstřikování plastů apod.

Tato diplomová práce zasahuje do automobilového průmyslu. Popisuje návrh a výrobu stroje pro kamerovou kontrolu výrobku, který se používá v automobilu jako iniciační prvek pro bezpečnostní systémy (airbagy, bezpečnostní pásy).

Požadavek na rozšíření pracoviště pro kamerovou kontrolu vzešel z výrobního úseku jako posílení uzlu hromadného typu výroby. V souvislosti s tímto bylo třeba rozšířit dané pracoviště o přístavbu nové části budovy, kde bude umístěn popisovaný stroj společně s dopravníkem.

Teoretická část se obecně zaměřuje na oblast průmyslové automatizace a robotiky v automotive. Souvisejícím tématem je i oblast pyrotechnických iniciačních prvků, pro který byl stroj navrhován. Dále jsou v teoretické části popsány typy uspořádání strojírenských provozů a ideální tok výrobku, který se pro každý výrobek liší.

Praktická část diplomové práce je zaměřena na samotný layout prostor, návrh stroje a dopravníkového systému.

I. TEORETICKÁ ČÁST

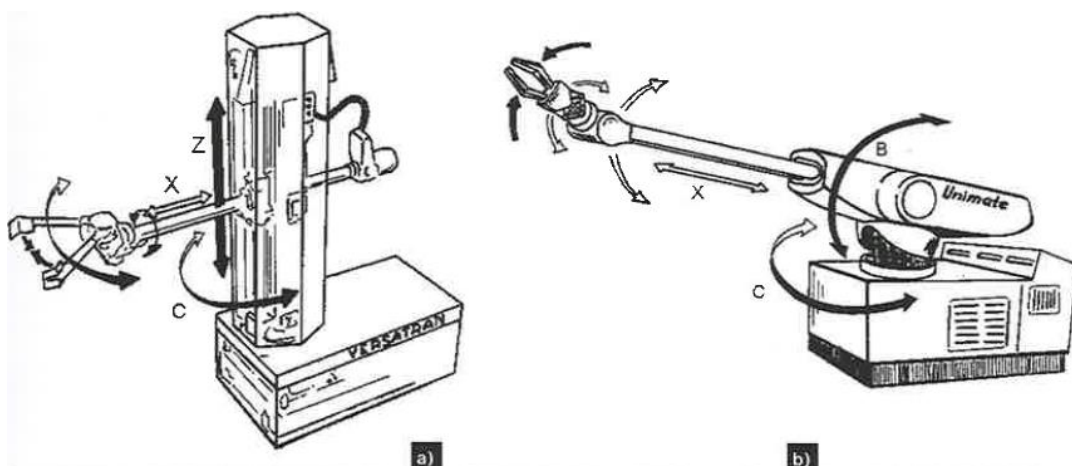
1 PRŮMYSLOVÉ ROBOTY

"Robot je programovatelný víceúčelový manipulátor navržený k tomu, aby pohyboval materiálem, součástkami, nástroji, nebo specializovanými zařízeními pomocí proměnných pohybů naprogramovaných pro plnění různých druhů úkolů."

Což je definice dle Robotics Institute of America (RIA), mezinárodní federace robotiky. [1] V posledních desetiletích výrazně vzrostlo používání průmyslových robotů. Ukázalo se, že automatizace je hlavní konkurenční faktor ve výrobních operacích po celém světě. Zároveň díky pokrokům ve všech oblastech robotiky – software, sensorika, elektronika a mechanika se trh průmyslových robotů výrazně vyvíjel. Faktem je že, v roce 1970 bylo v USA 200 kusů průmyslových robotů, v roce 1980 již 4000 kusů a v roce 2018 zhruba 3 milióny kusů. [2]

1.1 Historie průmyslových robotů

Slovo robot bylo poprvé použito roku 1920 v dramatu R.U.R. od Karla Čapka. Následný rozvoj automatizace po druhé světové válce napomohl vzniku prvních průmyslových robotů, u kterých byli američtí inženýři Georg Devol a Joseph Engelberger. Roku 1956 začali spolupracovat na jeho vývoji – robota Unimate 1000. Nejdříve ho ověřili ve vlastní firmě, nicméně již roku 1961 byly tyto roboty používány u General Motors. Nahradily pracovníky obsluhující stroje pro tlakové lití. Robot měl sférickou kinematickou koncepci v polohovacím ústrojí a byl použit hydropohon. Další robot Versatran rovněž vyvinutý v USA roku 1962, disponoval taktéž hydropohony. Šlo o úspěšnou konstrukci.



Obr. 1. První světové průmyslové roboty [4]

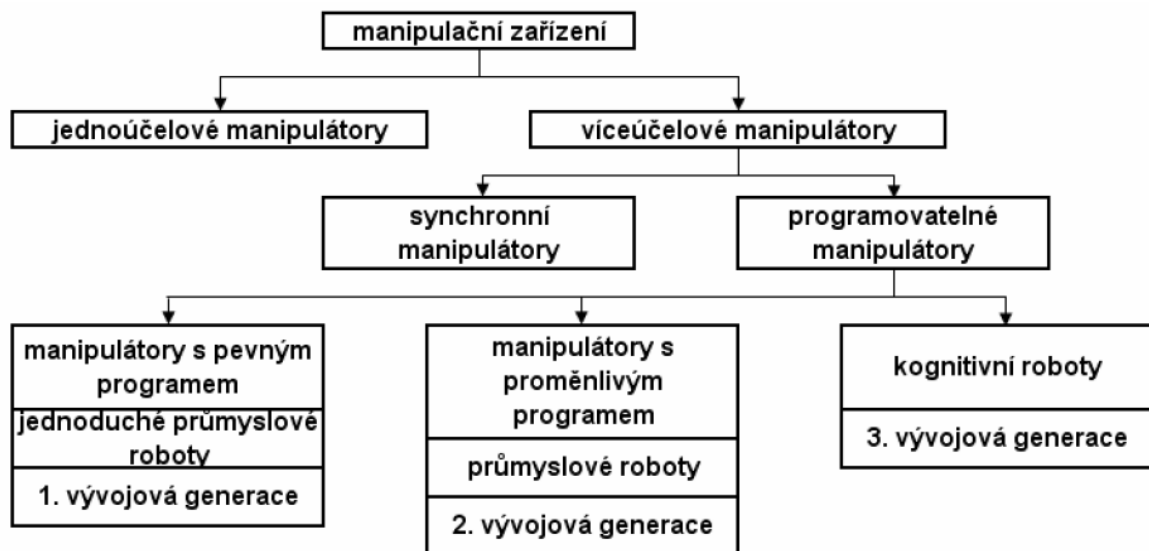
Roboty se osvědčily a další vývoj pokračoval. Dobrá hospodářská situace v západních státech zapříčinila ve výrobě přechod od tvrdé automatizace k pružné, kdy uživatelé žádali větší variabilitu výrobků. Při obsluze výrobní techniky v linkách se osvědčil průmyslový robot. Další oblastí využití robotů byly namáhavé práce, škodlivé prostředí, velká četnost opakování či vysoká přesnost.

V 80. letech nastal boom ve výrobě a tím podstatné rozšíření průmyslových robotů a manipulátorů, zejména v automobilovém průmyslu. Podstatnými oblastmi použití byla obsluha obráběcích strojů, svařování a montáž. V nezanedbatelné míře se průmyslové roboty a manipulátory (dále jen PRaM) používaly při nanášení barev, zpracování plastů aj.

V Československu byla vlastní výroba zahájena v roce 1972. Tyto PRaM však dosahovaly pouze nízké spolehlivosti, jelikož elektronika, řídicí systémy a motory neměly takovou úroveň. [3]

1.2 Klasifikace průmyslových robotů a manipulátorů

Rozdělení průmyslových robotů a manipulátorů lze vysvětlit dle tabulky níže.



Obr. 2. Rozdělení manipulačních zařízení [4]

Obecně lze říci, že hlavní rozdíl mezi manipulátorem a průmyslovým robotem spočívá ve víceúčelovém užití průmyslového robota, možnostech úpravy jeho programu, popř. schopnosti automatické modifikace programu na základě aktuálních informací z čidel. Kdežto pokud se bavíme o manipulátoru, jedná se obvykle o jednoúčelové zařízení či zařízení s pevně daným programem. Nejčastěji se jedná o podavače. [4]

Historicky první klasifikace PRaM se zpočátku omezovala pouze dle obr. 2 výše. S velkým rozmachem tohoto segmentu můžeme roboty dále klasifikovat podle různých kritérií – počtu stupňů volnosti, kinematické struktury, geometrie pracovního prostoru, oblasti použití, použitých pohonů, pohybových charakteristik, způsobu programování, způsobu řízení, aj.:

Klasifikace

1. Podle počtu stupňů volnosti

- Univerzální robot – má 6 stupňů volnosti, jednoznačně vymezující v kartézském souřadném systému polohu a orientaci objektu
- Redundantní robot – má více než 6 stupňů, redundantnost vede k větší pohyblivosti. Využívá se ve stísněném prostoru, k obcházení překážek. Příkladem může být i lidská ruka, která má 27 stupňů volnosti.
- Deficitní robot – má méně než 6 stupňů volnosti. Příkladem může být Scara robot [3]

2. Podle kinematické struktury

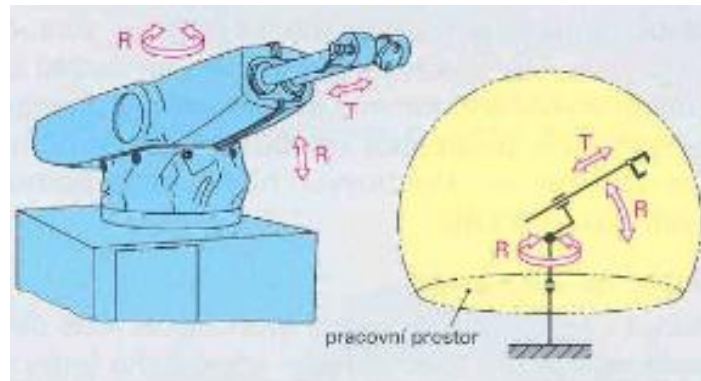
- Sériový robot – pracuje v otevřené smyčce. Jeho kinematická struktura nevytváří v řetězci uzavřenou smyčku.
- Paralelní robot – pracuje v uzavřené smyčce. Jeho kinematická struktura vytváří v řetězci uzavřenou smyčku.
- Hybridní manipulátor – kombinuje oba typy řetězců.



Obr. 3. Montáž drobných pinů do konektoru pomocí paralelního robota [10]

3. Podle geometrie pracovního prostoru kinematické struktury

- Kartézské – kartézská konfigurace je vhodná spíše pro těžší břemena a velké roboty. Pohybují se lineárně po osách X, Y, Z. Jejich pracovním prostorem je tedy hranol. Rám tvoří kovová konstrukce, která určuje trasy jednotlivých os a zároveň slouží jako podpora pro zdvih při zatížení. Ke svým pohybům využívají elektromotory a lineární aktuátory. [5]
- Cylindrické – jejich pracovním prostorem je válcový prstenec, jelikož první kloub robota je rotační a zbylé dva jsou posuvné. S vysunutím ramene robota se úměrně snižuje jeho přesnost. Často se využívají jako obsluha strojů na tlakové lití. [6]
- Sférické – pracovním prostorem je kulová plocha ohraničená rovinou. Dva translační klouby jsou rotační a třetí kloub je posuvný. S vysunutím ramene robota se opět úměrně snižuje jeho přesnost. Avšak dva rotační klouby poskytují výhodu oproti cylindrickému robotu. Používá se pro manipulační účely a svařovací linky.



Obr. 4. Pracovní prostor sférického robota [12]

- Angulární – je tvořen třemi rotačními klouby a v praxi je nejpoužívanější. Angulární robot dosahuje vysoké obratnosti a díky své konfiguraci jsou nejčastěji využívány pro manipulační účely.
- Scara roboty – provádí translační pohyby a k tomu otáčení kolem své osy. Pohybují se v rovinách X, Y, Z a na konci osy Z mají rotační osu. Jejich výhodou je jednoduchost, přesnost a rychlost. Scara robot byl vytvořený pro montážní účely a v této oblasti je využíván nejčastěji.



Obr. 5. Scara robot [9]

4. Podle oblasti použití

- Průmyslové roboty – průmyslové roboty se používají v činnostech spojených s výrobou a můžeme je dále dělit dle použití při konkrétních operacích:
 - Svařovací – vhodné pro svařování, umožňují pohyb nástroje po předepsané dráze
 - Paletizační – většinou se používají k přepravě palet a boxů na předem určená místa
 - Lakovací – pro lakování a natírání výrobků a komponentů
 - Univerzální – pro mnohé aplikace, nejčastěji manipulaci, plnění nádob, kladení stavebních dílů apod. [3]
- Servisní roboty – oblast nevýrobní a neprůmyslové praxe. Vykonnávají služby určené pro lidi v zdravotnictví, domácnosti, monitoringu, vojenských obranných systémech aj. Do budoucna se dá očekávat velký rozvoj tohoto segmentu. [7]



Obr. 6. Pyrotechnický robot, který je řazen mezi servisní roboty [8]

5. Podle druhů pohonů

- Elektrické – nejrozšířenější, typické pro střední výkony.
- Hydraulické – pro zařízení s větším výkonem a s požadavky na vysokou tuhost.
- Pneumatické – pro jednodušší zařízení s menší nosností.
- Kombinované – prakticky se používají hlavně kombinace elektrohydraulického a pneumohydraulického.

6. Podle kompaktnosti konstrukce

- Univerzální – jejich univerzalitu zde chápeme jako rozsah možností, pro které úlohy lze tyto roboty použít. Sestava pohybových jednotek je na sobě závislá a konstrukčně provázaná tak, že samostatně nelze žádnou z nich použít. Tyto roboty jsou díky své univerzálnosti složité a drahé.
- Modulární – jednotlivé pohybové jednotky jsou samostatně funkční. Konstrukce robota je sestavena z jednotlivých modulů. Pomocí jednotlivých sad typizovaných pohybových jednotek lze složit strukturu, která je přesně přizpůsobena konkrétní zadané úloze. Při výrobě se dosahuje výrazného snížení nákladů díky užití menšího počtu pohybových jednotek a jejich výrobě ve větších sériích. Příkladem může být např. svařovací robot, který lze posléze rozšířit o další moduly a změnit tak danou úlohu. [3]



Obr. 7. Modulární stavebnicový lego robot [11]

1.3 Hlavní části průmyslového robota

Robotické systémy a manipulátory jsou tvořeny jako kinematické spojení článků spojených v kloubech, čímž vytváří kinematický řetězec. Nicméně robot je celek, který tvoří manipulátory, zápěstí, koncový efektor, akční členy, senzory a řídicí jednotka. Níže v této kapitole jsou popsány jednotlivé členy a jejich funkce.

Článek

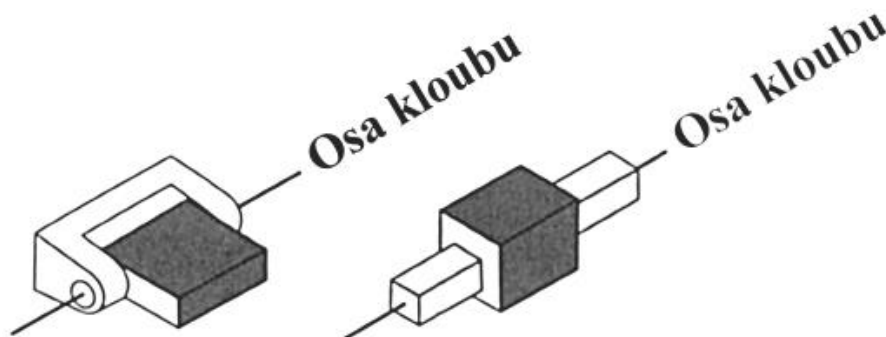
Články jsou samostatná tuhá tělesa tvořící robota. Pokud v robotice hovoříme o článku, můžeme použít i slovo rameno. Jedná se o tuhý člen, který se může pohybovat vzhledem k ostatním článkům (ramenům). Pokud jsou dva nebo více článků spojených tak, že se nemohou vzájemně pohybovat, jsou z kinematického hlediska považována za jeden článek.

Kloub

Články jsou spojené v kloubu. Ten umožňuje jejich vzájemný pohyb, který lze vyjádřit souřadnicí. Rozlišujeme klouby rotační a lineární. Rotace článků spojených rotačním či lineárním kloubem je prováděna okolo přímky nazývané osou rotace. Rotační kloub dovoluje rotaci dvou článků a je jako pant u dveří. Lineární kloub umožňuje pohyb dvou článků.

Kromě aktivního kloubu existuje i pasivní (neaktivní) kloub. Souřadnice aktivního kloubu je řízena akčním členem. Pasivní kloub nemá aktuátor a jeho souřadnice je určena dle aktivního kloubu a ramen robota.

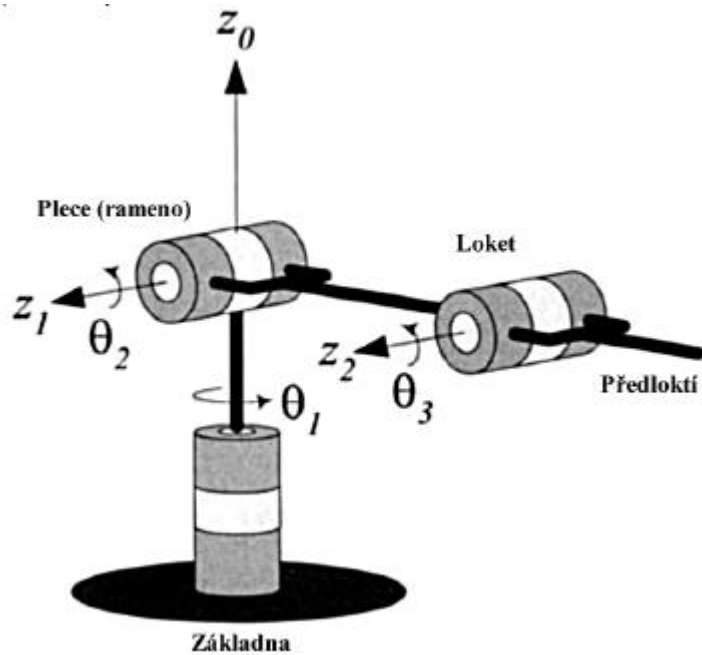
Rotační a lineární klouby umožňují vždy jeden stupeň volnosti. Počet stupňů volnosti robota (manipulátoru) určíme dle počtu kloubů. Typický robot má šest stupňů volnosti.



Obr. 8. Rotační a lineární kloub [1]

Manipulátor

Jde o hlavní těleso robota. Je složeno z článků, kloubů a dalších prvků. Manipulátor se stává robotem, je-li k němu připojeno zápěstí a gripper a je-li ovládán řídicím systémem.



Obr. 9. Manipulátor [2]

Zápěstí

V podstatě jde o klouby kinematického řetězce robota mezi předloktím a koncovým efekto-rem. Nejčastěji má robot (manipulátor) sférické zápěstí, což jsou tři rotační klouby, které se protínají v jednom bodě – bodu zápěstí. Robot tedy disponuje třemi stupni volnosti pro polo-
hování, vytvořené třemi klouby mezi články.

Koncový efektor

Jedná se o poslední článek robota, který provádí požadovanou činnost. Nejjednodušším kon-
covým efekto-rem je úchopná hlavice, nazývaná také gripper, ta je obvykle schopná pouze
dvou činnostmi otevřeno/zavřeno. Složitější koncové efekto-ry mohou provádět technologické,
montážní či kontrolní operace.



Obr. 10. Koncový efektor pro manipulaci a paletizaci [3]

Akční členy

Akční členy jsou pohony robota, které pracují jako jeho svaly, aby změnil jeho konfiguraci. Akční členy, zvané též aktuátory, zpracují informaci a převedou ji na mechanickou energii, poskytující výkon pro robota. Rozlišujeme elektrické, hydraulické nebo pneumatické akční členy.

Senzory

Senzory, nazývané také snímače, jsou prvky pro detekci a sběr informací o vnitřních i vnějších stavech. Poskytují informaci o poloze, rychlosti, zrychlení, síle apod. Snímače zasílají informace do řídicí jednotky, kde podle zaslaných informací dochází ke konfiguraci robota.

Řídicí jednotka

Řídicí jednotka se skládá z procesoru a softwaru a má tři základní úlohy:

- Informační – sběr a zpracování informací od senzorů robota.
- Rozhodovací – plánování geometrického pohybu robota.
- Komunikační – komunikace mezi robotem a jeho okolím.

1.4 Obecné pokyny pro návrh a instalaci robotů

Tato kapitola popisuje obecné předpisy a doporučení, dle kterých by měl být proveden návrh a instalace robotických zařízení, včetně ochranných opatření buňky robota, pokud se robot v buňce nachází.

Při návrhu je třeba vždy dbát podmínek okolního prostředí: teploty, vlhkosti, osvětlení, elektromagnetické rušení apod. To může vést k úpravě požadavků na robotické zařízení, popř. snahu o změnu podmínek okolí. Robot musí být vybrán a navrhnout tak, aby odolal předpokládaným provozním podmínkám a podmínkám okolního prostředí.

Níže jsou popsány jednotlivé prvky a systémové nároky na robota.

Ovladače spuštění

Provozní ovladače a zařízení, které vyžadují přístup během automatického provozu robota musí být umístěné uvnitř ochranné buňky robota – zabezpečeného prostoru. A to z toho důvodu, aby osoby provádějící obsluhu používaly ovladače spuštění, které jsou mimo vnitřní prostor robota. Tyto ovladače a zařízení je ideální umístit a konstruovat tak, aby došlo k jasnému vymezení vnitřního prostoru robota.

Tyto ovladače musí splňovat požadavky ČSN EN 60204-1 ed.2. a ČSN EN ISO 10218-1. Program robotického zařízení nesmí dovolit reagovat na jakýkoli vnější příkaz nebo podmínky, které by mohly způsobit kolizi či nebezpečnou situaci.

Požadavky na elektrickou instalaci a ostatní energie

Elektrická instalace musí být provedena dle normy ČSN EN 60204-1 ed. 2. Hydraulická instalace musí být provedena dle normy ČSN EN ISO 4413 a pneumatická dle normy ČSN EN ISO 4414. Dále je nutné dbát pokynů výrobce, který vždy musí dodat návod k obsluze a další bezpečnostní dokumentaci.

Zdroje nebezpečné energie musí být izolovány, aby osoby nebyly vystaveny nebezpečí. Tyto energie musí být v uzamykatelném rozvaděči, nebo v takové poloze, aby nebyla přítomna energie.

Robotické zařízení by mělo mít ideálně jeden rozvaděč pro každý typ energie. Pro velký robotický systém je však někdy nezbytné mít vícenásobné rozvaděče. Tato zařízení musí být jasně popsána a označena v bezprostřední blízkosti rozvaděče – textem či značkou.

Zdroje energií mohou být elektrické, pneumatické, tepelné, hydraulické, mechanické, chemické atd.

Pro baterie, vzduchové a hydraulické akumulátory, kondenzátory, pružiny, setrvačníky atd. musí být prostředky pro ovládání anebo řízené uvolnění uchované nebezpečné energie. Dále je nutné na tuto skutečnost upozornit výstrahou upozorňující na toto nebezpečí.

Funkce nouzového zastavení robotického zařízení

Všechny systémy robota, popřípadě jeho buňky musí mít možnost nouzového zastavení. Každá stanice schopná vykonávat pohyb musí mít možnost ručně tento pohyb ihned zastavit, popř. se tyto jednotlivé stanice sdružují do jednoho ovladače – central stopu. V provedení dle ČSN EN 60204-1 ed. 2 a ČSN EN ISO 13850. Aktivací tohoto ovladače se musí zastavit všechny stanice a pohyby robotu, popřípadě jeho buňky.

V případě větších robotických systému – více robotů, více buněk, může být nezbytné rozdělení rozpětí ovladačů. V těchto případech je nutné nastavit ovladače podle požadavků provádějících úkolů, které musí být provedeny. Funkce a jednotlivé rozpětí více ovladačů musí být jasně vyznačeno v okolí nouzového zastavení.

Při použití nouzového zastavení je nutné uvést detailní instrukce, jak následně postupovat při obnově chodu robotického zařízení.

Požadavky na koncový efektor

Koncové efektor, neboli grippery musí být konstruovány tak, aby:

- ztráta, nebo pokles dodávky energie nezpůsobil uvolnění uchyceného předmětu, což by mohlo způsobit nebezpečí. Může se jednat o ztrátu dodávky energie elektrické, hydraulické, pneumatické,
- statické a dynamické síly vytvořené zatížením jsou uvnitř kapacity zatížení a dynamické odezvy robotu,
- odnímatelné části efektoru jsou připojeny a zajištěny, zároveň odpojení odnímatelné části efektoru je možné pouze za specificky určených podmínek,
- desky zápěstí byly správně propojeny s příslušenstvím,
- koncový efektor musí vydržet předpokládané síly po dobu jeho životnosti.

V návodu k obsluze od výrobce robota by měla být popsána údržba a předpokládaná životnost koncových efektorů, na základě očekávaných parametrů při běžném provozu.

Požadavky na osvětlení

Požadovaná úroveň pro robotické zařízení musí být uvedeno a specifikováno v informacích pro použití. Pokud to provedení umožňuje, měl by robot být dodáván i s osvětlením, zejména kde nepřítomnost osvětlení by mohla způsobit riziko i přes běžnou intenzitu okolního osvětlení. Minimální doporučené osvětlení pro oblasti, kde je častá kontrola a údržba je 500 lx.

[2]

2 USPOŘÁDÁNÍ VÝROBNÍCH PROVOZŮ

Při návrhů provozů, linek a pracovišť je třeba vždy pracovat s výrobním programem a zaměřením podniku a přizpůsobit layout pracoviště a strojů typu výroby. S návrhem pracoviště kamerové kontroly tedy souvisí i nutné širší povědomí o typologiích výroby, jejich dělení podle výrobního programu, procesu apod.

Uspořádání výrobního procesu má zásadní vliv na efektivitu a chod výrobního závodu. Hlavním kritériem optimalizace je výrobní produktivita a plynulý tok výroby s hospodárnou přepravou.

Určení uspořádání výrobního provozu je vždy velmi významné z několika důvodů:

- Předpokládané investice.
- Vliv na náklady a efektivitu v době zavádění změny.
- Nutná tvůrčí práce, představivost a smysl pro strategii.

Důvodem ke změně a novému uspořádání provozů může být technický pokrok a zavádění nových sofistikovanějších pracovišť. Neustále dochází k vývoji nových používaných materiálů, řídicích systémů, technologií, nástrojů apod.

Rozsah změny v uspořádání výrobního provozu bývá zpravidla dílčí v závislosti na zdrojích a kapitálu. Nejčastěji je vyvolán:

- Nízkou efektivitou současné výroby.
- Komplikovaností výrobního toku materiálu.
- Změnou konstrukce výrobku.
- Novým výrobním sortimentem.
- Celkovou modernizací výrobních zařízení a technologií.
- Ekologickými a legislativními požadavky.
- Celkovou změnou organizace práce.

Mezi základní typy uspořádání výrobních provozů patří uspořádání technologické a předmětné, v praxi nejčastěji najdeme jejich různé kombinace.

Technologické uspořádání

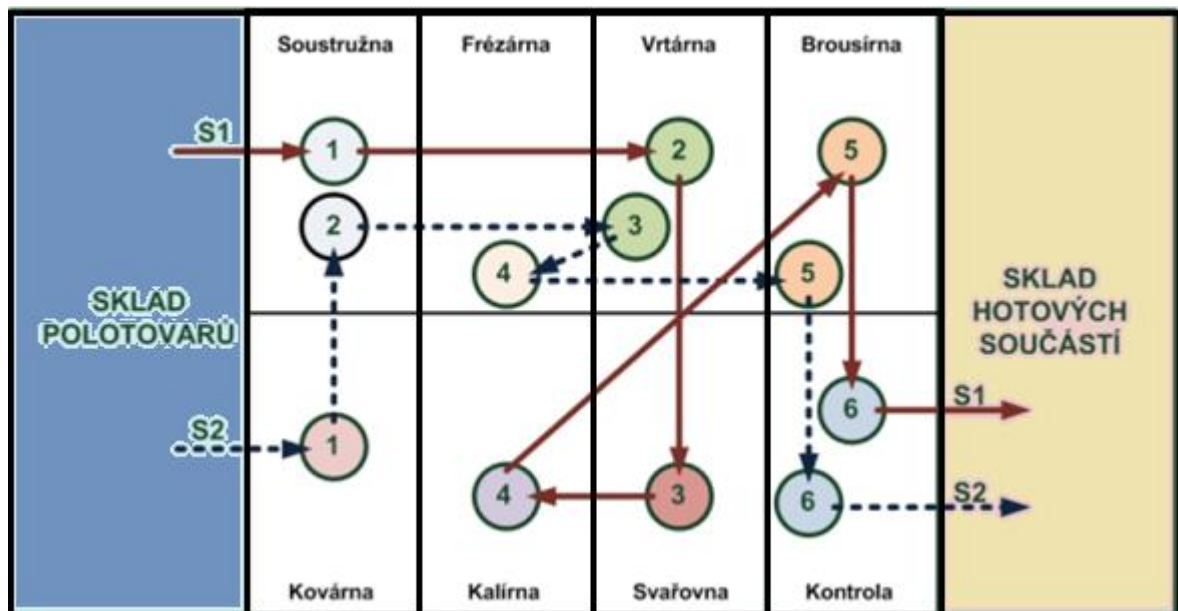
Určené pro širší škálu výrobků a různorodost výrobních požadavků, umožňuje improvizaci a zvládá změny výroby. Tok výroby prochází vícero pracovišti, které jsou specializované podle technologií (frézárny, soustružny, lisovny, apod.) Tok výrobku mezi pracovišti probíhá nejčastěji transportními vozíky apod. Technologické uspořádání je vhodné pro kusovou a malosériovou výrobu.

Výhody:

- Možnost širší škály výrobních požadavků.
- Není tolik citlivé na poruchu výrobního zařízení.
- Flexibilnější a univerzálnější stroje.
- Méně nákladné stroje na pořízení a údržbu.

Nevýhody

- Držení nákladů v rozpracované výrobě a skladech.
- Nižší využití výrobního zařízení a pracovníků.
- Nutná vyšší odbornost pracovníků.
- Častější improvizace a rozvrhování výroby.



Obr. 11. Technologické uspořádání [15]

Předmětné uspořádání

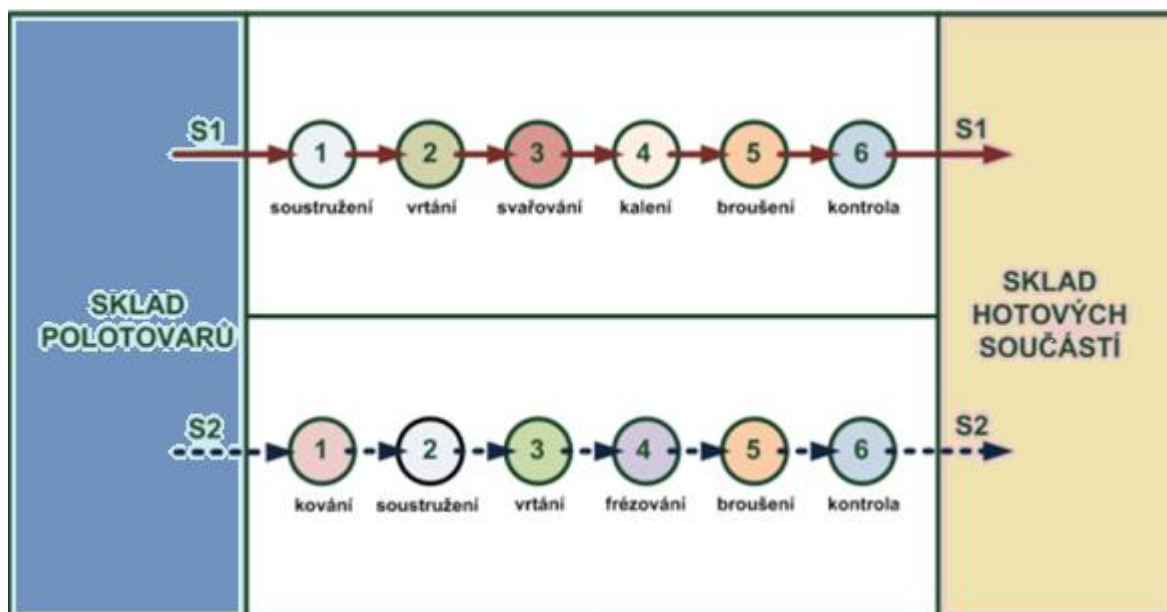
Maximální standardizace výrobku a pracovních operací. Cílem tohoto uspořádání je plynulý, rychlý a mohutný tok výrobků. Technologické operace bývají prováděny i na několika výrobních strojích najednou. Tok výrobku je přesně daný. Příkladem jsou výrobní linky v automobilovém průmyslu apod. Bývá dosaženo nízkých výrobních nákladů za předpokladu vysokého odbytu výrobků.

Výhody:

- Velká efektivita výroby.
- Nízké výrobní náklady.
- Vysoká kvalita výrobků.
- Plynulý tok materiálu přináší nižší náklady.
- Vyšší odbornost pracovníku pro konkrétní zaměření.

Nevýhody:

- Stereotypní, jednotvárná práce.
- Malá pružnost výroby, hrozba zastavení výroby při porušení jednoho zařízení.
- Nutná precizní údržba zařízení.



Obr. 12. Předmětné uspořádání [15]

S určením daného uspořádání úzce souvisí množství vyráběných výrobků a jejich objem. S technologickým uspořádáním se nejčastěji setkáme u kusové, malosériové a středně sériové výroby, kde převládá větší počet vyráběných produktů v menších objemech. Pro výrobu hromadnou či velkosériovou v desítkách tisíc kusů a více, převládá předmětné uspořádání.

V celosvětové praxi se vyskytují různé kombinace daného uspořádání. Vše je dané na základě požadavků trhu a záměru výrobce. Tyto uspořádání nemusíme hledat pouze v průmyslu, ale můžeme se s nimi setkat i v nemocnicích, obchodech, dopravních podnicích apod.

[14]

3 PYROTECHNICKÉ INICIAČNÍ PRVKY V AUTOMOBILOVÉM PRŮMYSLU

Stále přísnější bezpečnostní standardy vyžadované automobilovým trhem neustále tlačí na vývoj a výrobu bezpečnostních systémů v automobilovém průmyslu. Bezpečnost tak hraje jednu z klíčových rolí při výrobě dnešních automobilů.

K revoluci došlo s příchodem airbagů a předpínačů bezpečnostních pásů, které v první fázi nárazu přitáhnou tělo k sedačce. Společně tyto prvky vytvářejí jedinečný systém ochrany pasažérů. Rozhodujícím faktorem je 100% funkčnost a okamžitá aktivace v řádech milisekund. [16]

Tyto ochranné prvky můžeme najít ve všech osobních automobilech a jejich nabídka roste společně s vývojem automobilového průmyslu. Při nárazu automobilu na překážku čidlo umístěné v deformační zóně automobilu vygeneruje elektrický impuls, který iniciuje iniciátor a ten pak zažehne pyrotechnický systém předpínačů bezpečnostních pásů a vyvíječ airbagů. Pokud se tyto prvky užijí společně, mohou významně snížit riziko při autonehodě. [17]

Iniciátory se vždy sestavují do vyšších celků, kde slouží jako první iniciační podnět. V případě použití u bezpečnostních pásů je iniciátor smontován do vyšší sestavy s kovovým kalíškem, ve kterém je bezdýmý prach a ten je využit pro vývin plynu a přitažení bezpečnostních pásů.

V případě použití u inflátorů („nafukovačů“) airbagů plní iniciátor stejnou funkci. Prorazí membránu tlakové nádoby, ve které může být plyn, pyrotechnická slož či kombinace obou. Zaleží na typu airbagu. Obsah tlakové nádoby dále plní airbag.

3.1 Historie airbagu

První zmínka o airbagu v automobilu pochází z roku 1952, kdy si jej nechal patentovat John W. Hetrick. Jednalo se však pouze o teorii bez reálného využití a po sedmnácti letech platnost jeho patentu vypršela. Prvním sériovým vyráběným automobilem s airbagem se stal v roce 1974 Oldsmobile Toronado v USA. V Evropě začal jako první sériově nabízet airbag Mercedes-Benz třídy S v roce 1980.

Původně se airbag umísťoval pouze před řidiče, v roce 1987 prvně sériově i před spolujezdcem.

Již v 80. letech se konstruktérům ukázalo, že obyčejný plyn nenaplní airbag dostatečně rychle a museli použít pyrotechnickou slož, schopnou po zažehnutí vyvinout obrovské množství netoxického plynu, cca 40 ms po zažehnutí. [18]

Po uvedení airbagů na trh v USA mnozí předvídali konec používání bezpečnostních pásů a airbag brali jako přímou náhradu bezpečnostních pásů. Ukázalo se však, že airbagy zvyšují bezpečnost právě ve spoluprací s bezpečnostními pásy. [19]

3.2 Použití iniciátorů/airbagů v současné době

Vzhledem k náročným bezpečnostním požadavkům se již na trhu v podstatě nesetkáme s novým velkosériovým automobilem, které by neměl minimálně dva čelní airbagy. Standardem je však šest až sedm airbagů.

Airbagy se umísťují před řidiče i kolena a spodní části nohou, na bocích sedaček, kde mají za cíl udržet řidiče v sedačce. Dále se využívají záclonové airbagy boční, umístěné ve dveřích, záclonové airbagy na přední sklo, i ve sloupcích automobilu. Můžeme se setkat s airbagy v bezpečnostních pásích, kdy nafouknutý bezpečnostní pás rozloží energii nárazu do pětikrát větší plochy těla než tradiční pás. Což vede k menšímu zatížení hrudníku a zabránění nekontrolovanému pohybu hlavy a krku.

Z dalších méně aplikovaných airbagů patří mezisedačkový, v přední části sedáku, který má zabránit vyklouznutí z pásů např. na zadních sedadlech či zadní airbag, který se rozvine u skla.

Samotnou kapitolou je pak ochrana chodců při srážce, kde patří například nadzvihávače kapoty, kdy při střetu vozidla s chodcem dojde k nadzvednutí kapoty, čímž se vytvoří deformační zóna, která ve většině případu zabrání nárazu hlavy do čelního skla. V poslední době se však automobilky věnují více samotné prevenci nehod. Rozšířily se systémy takzvaného nouzového brzdění, kdy auto díky radaru či kameře automaticky rozpozná hrozící kolizi a začne brzdit. Výjimkou pak nejsou ani airbagy na přídi vozidla či čelním skle pro ochranu chodců. [20]



Obr. 13. Vizualizace airbagů ve vozidle [21]

4 CÍLE DP

Cílem DP je návrh a rozšíření linky pro automatizovanou mezioperační kontrolu. Na stávající linku bude přes automatizovaný dopravníkový systém připojen obdobný stroj na kamerovou kontrolu. Pro rozšíření linky je nutné rozšířit stávající dopravníkový systém a zároveň i přistavět část budovy, kde bude stroj umístěn.

Pro návrh a koncepci nového stroje bude vytvořeno technické zadání, bude sloužit jako zadavatelské dokumentace pro dodavatele stroje. Následná výroba bude dozorována a konzultována s dodavatelem formou kontrolních dnů. Po kompletaci stroje dojde k finálnímu ověření stanovených podmínek stroje.

Rozšíření linky musí splňovat zejména tyto požadavky:

- Efektivní a plynulé napojení na stávající dopravníkový systém.
- Takt stroje 230 ks/min.
- Zástavba stroje nepřesáhne rozměry původního stroje 2800 x 2400 mm.
- Inovovaný kamerový systém.
- Průmyslový robot Stäubli.
- Certifikace CE.

Důvodem výběru tohoto tématu jsou potřeby firmy na rozšíření kapacit pro dané pracoviště.

II. PRAKTICKÁ ČÁST

5 NÁVRH STROJE PRO AUTOMATIZOVANOU KAMEROVOU KONTROLU

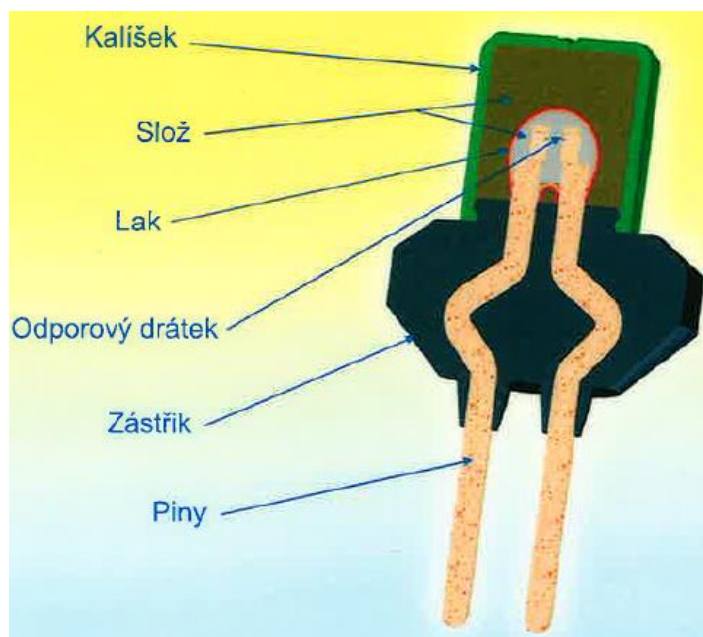
Předmětem této diplomové práce je kompletní návrh a následné zprovoznění pracoviště pro automatizovanou kontrolu výrobku – iniciátorů, který se používá jako zažehovač v automobilovém průmyslu pro bezpečnostní pásy. Jedná se o práci pro velký podnik se sídlem ve Zlínském kraji, který dodává výrobky do automobilového průmyslu.

Praktická část diplomové práce se zabývá celkovým záměrem rozšíření pracoviště, od přístavby budovy až po zprovoznění linky. Práce se zaměřuje zejména na návrh layoutu linky, konstrukci stroje a ověření jeho parametrů. S tím souvisí i samostatná kapitola zabývající se dopravníkovou dráhou pro kusy dopravované na stroj ke kontrole.

5.1 Funkce a technologie výroby iniciátoru

Jedná se o pyrotechnický iniciační prvek, který se používá v bezpečnostních systémech automobilů pro bezpečnostní pásy nebo airbagy.

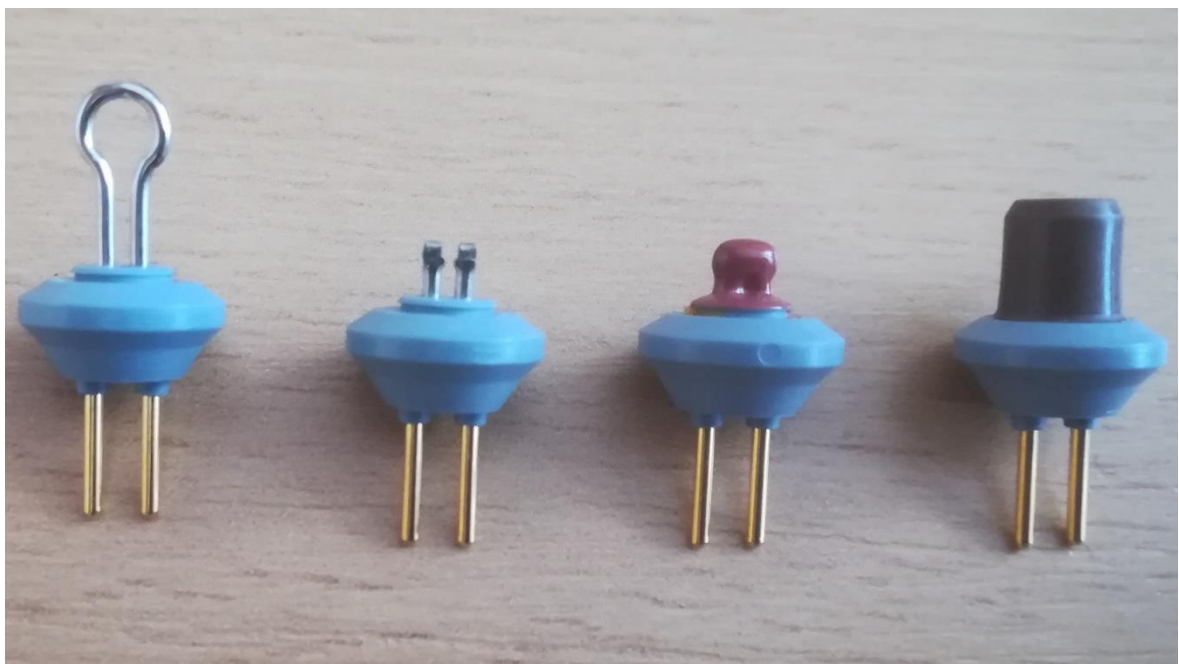
V případě nárazu automobilu je čidlem umístěným v deformační zóně automobilu vygenerován elektrický impuls, který je následně vyhodnocen. Tento impuls iniciuje výrobek, který pak zažehne pyrotechnický systém vyvíječe airbagu či předpínače bezpečnostních pásů.



Obr. 14. Řez hotovým iniciátorem [17]

Tyto iniciátory se vyrábí pro sestavu do vlastních vyšších celků i pro prodej. Prvním výrobním krokem je naohýbání ocelového drátu o \varnothing 1mm do tvaru podkovy. Následně je podkova ošetřena povrchovou úpravou. Dalším krokem je nástřik plastového těla iniciátoru na vstříkacím stroji. Tělo určuje samotný typ a vzhled iniciátoru. Na pinové (nožičky) kontakty, je přivařen odporový drátek o \varnothing cca 25 μ m (0,025 mm). Před samotným svařením jsou piny rozmáčknuty a oseknuťy.

Dále jsou kusy odmaštěny v průmyslové pračce. Po odmaštění v perchlorethylenu postupují kusy po automatické dopravníkové dráze do stroje pro kamerovou kontrolu, který je předmětem této diplomové práce. Po kontrole dále následuje máčení v primární pyrotechnické složi na straně odporového drátku. Poté je na slož nanesen ochranný lak a následuje proces sušení. Sekundární slož slouží k zesílení účinku a je sypána do plastového kalíšku, který je následně zalisován na plastové tělo iniciátoru. Jedná se o poslední výrobní operaci, která probíhá na automatické karuselové lince a zároveň při ní dochází ke kontrole parametrů iniciátoru.

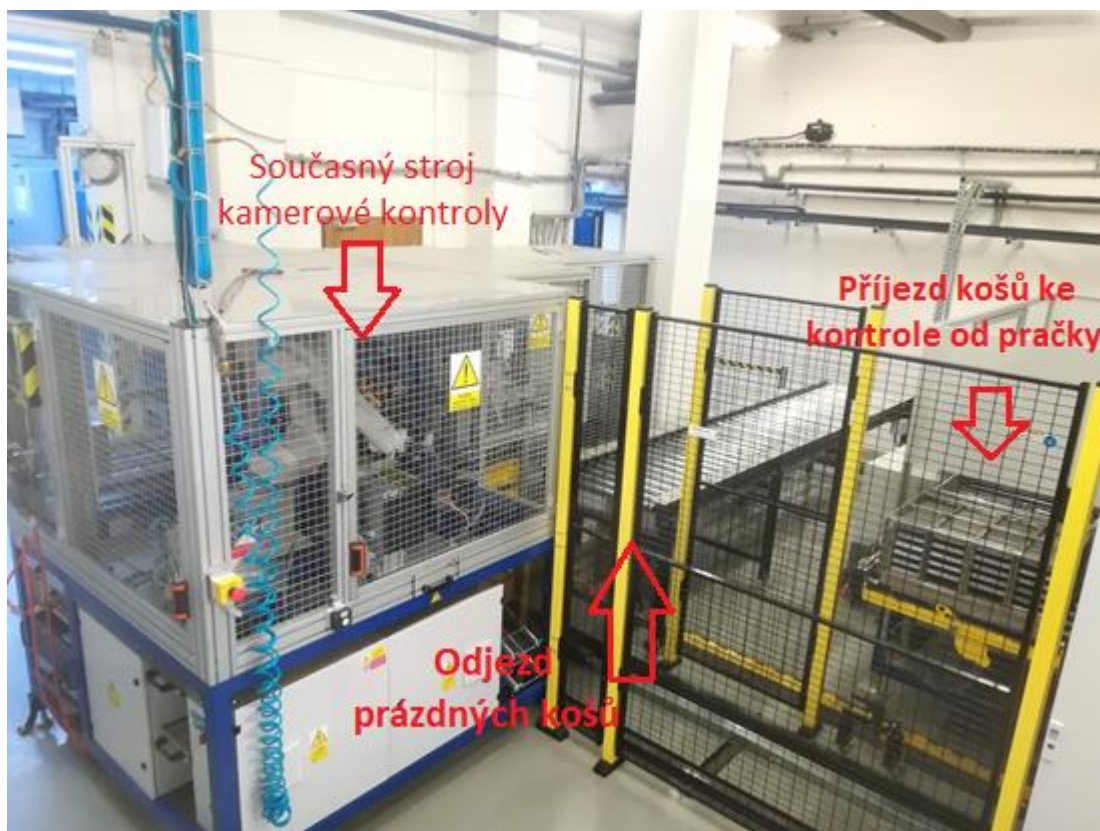


Obr. 15. Postupná výroba iniciátoru

5.2 Současný vs. plánovaný stav

Jelikož se jedná o hromadný typ výroby, každá operace je pro daný výrobek klíčová. Co se týká kapacit výroby, stávající linka na kamerovou kontrolu přivaření odporového drátku představuje v uzlu výroby nejslabší místa co do počtu zpracování kusů. Linka je schopna zpracovat cca 60 000 000 ks/rok, kdežto předchozí a navazující operace jsou schopny vyrobit ročně cca 70 000 000 ks/rok. Z tohoto důvodu dochází k rozšíření linky a kapacitního navýšení dané operace.

Plastový iniciátor, pro který je třeba rozšířit pracoviště, prochází předmětným uspořádáním výroby.



Obr. 16. Současné pracoviště včetně dopravníkové dráhy

Okolo pozlaceného ocelového drátu o \varnothing 1mm je na vstřikovacím stroji zastříknuto plastové tělo. Na drát je následně přivařen odporový drátek o tloušťce cca 25 μ m. Po přivaření jsou kusy na stroji automaticky vkládány do 50 kusových paletek. Poté jsou paletky ručně usazeny obsluhou do ocelových košů. Po plném obsazení ocelového koše, na který lze usadit

132 kusů paletek, což je celkem 6600 kusů iniciátorů, již koš automaticky putuje po dopravníkové dráze. První operací je hromadné čištění v průmyslové myčce, kdy celý koš automaticky vstupuje do myčky. Po odmaštění koš s iniciátory putuje do současného stroje pro kamerovou kontrolu přivaření odporového drátku.



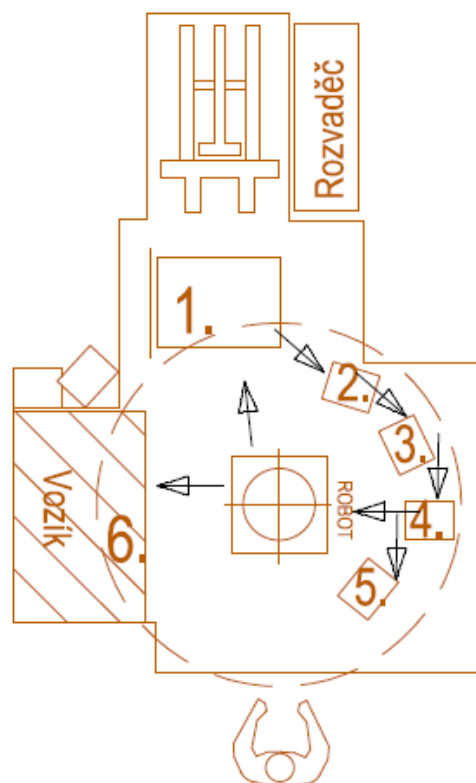
Obr. 17. Koš s paletkami určenými ke kontrole

Stroj je určen pro kamerovou kontrolu drátku na plastovém iniciátoru a je koncipován jako automatické pracoviště - odebírá paletky z košů po odmašťování, automaticky kontroluje správnost navaření odporového drátku mezi lamelami výrobku iniciátoru a pokládá paletky s OK výrobky na ruční vozík.

Současné robotické pracoviště lze rozdělit celkem do šesti pracovních pozic, ve firmě jsou terminologicky označovány jako stanice. Odebrání paletky, kontrola uchopení paletky (checker), dotlačení kusů v paletce, snímání jednotlivých kusů kamerovou kontrolou, stanice odebrání NOK kusů a odložení zkontrolované paletky na vozík. Poté se celý cyklus opakuje, viz obr. 18.



Obr. 18. Kontrolovaná paletky i s výrobky



Obr. 19. Tok paletky během kamerové kontroly; 1. odebrání paletky z koše; 2. checker; 3. dotlačení; 4. kamerová kontrola; 5. NOK stanice; 6. odložení paletky

Na první stanici tedy robot odebere paletku z koše a přenesse ji na druhou stanici, kde je umístěna kamerová kontrola – checker. Zde je kontrolováno, zda je paletka uchopena efektoem správně. Pokud ano, přenesse robot paletku na třetí stanici, což je dotlačení všech kusů v paletce do rovnoměrné polohy, to zajistí jejich správnou polohu při samotné kamerové kontrole odporového drátku.

Následuje samotná kontrola správnosti navaření odporového drátku mezi lamelami iniciátoru. Celá paletka je robotem dopravena ke kamerové kontrole, kde je každý kus snímán a vyhodnocen jako OK/NOK.

Pokud je v paletce některý NOK kus je paletka dopravena na pátou stanici, kde dojde k odebrání NOK kusů. Pokud jsou v paletce všechny kusy OK, následuje rovnou odložení paletky na vozík. Celá tato sekvence trvá cca 15 až 18s v závislosti na vyhodnocení paletky. NOK kusy v paletce operaci prodlužují.

Po zkontrolování všech iniciátorů, tj. celkem 132 paletek o 6600 kusech je ruční vozík s OK kusy odvezen na další pracoviště a následuje příjezd nového koše ke kontrole. Mezitím vyprázdňený koš odjede k naplnění novými paletkami ke kontrole. Kontrola koše se všemi paletkami trvá zpravidla 33 až 36 min. Zmetkovitost se standardně pohybuje v rozmezí 0,5 až 1 %. Po ukončení kontroly každého koše je automaticky na tiskárně vytisknut štítek s informacemi o průběhu kontroly na zařízení kamerové kontroly, který je přiložen a dále postupuje s výrobní návodkou v průběhu celé výroby.

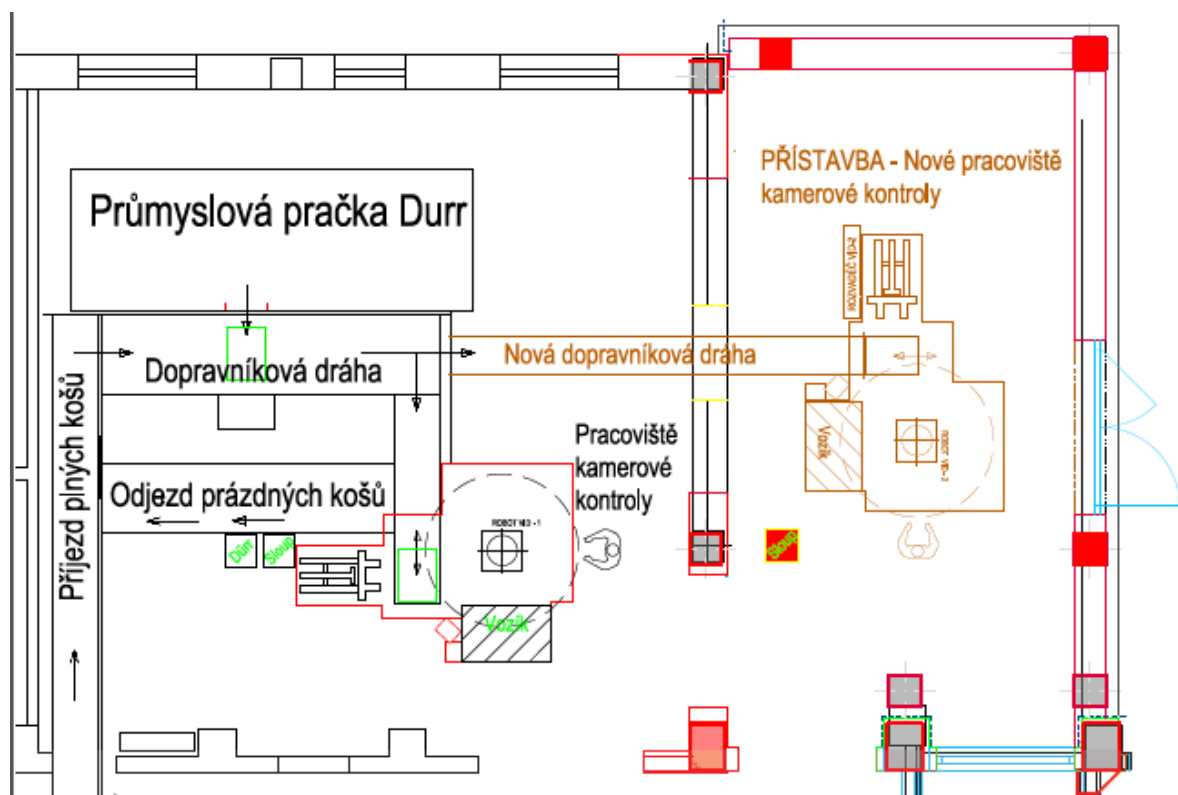


Obr. 20. Současný layout pracoviště; v levé části obrázku je vyznačen příjezd plných košů ke kontrole, které následně robot vyprázdní a prázdné koše odesílá zpět



Obr. 21. Současný stroj kamerové kontroly

Rozšíření bude zjednodušeně spočívat v tom, že po vyjetí z myčky se kusy dostanou na „křižovatku“, kde dle vytížení/obsazení současného či nového stroje budou zavezeny buď na současný či nový stroj. Záleží, který ze strojů bude momentálně volný. Pokud budou oba stroje obsazeny, koš zůstane na dopravníkové dráze, dokud nedostane signál o uvolnění některého ze strojů. Současná dopravníková dráha tedy bude rozšířena a propojena s plánovaným strojem v nové přístavbě. Podrobně je návrh a rozšíření dopravníkové dráhy popsán v kapitole 6.



Obr. 22. Navrhované rozšíření pracoviště; v levé části místnost současného pracoviště, v pravé části navrhované rozšíření

Koncept nového pracoviště robotické kontroly bude stejný, avšak dojde k jeho inovaci. Podrobněji je řešení pracoviště popsáno v kapitolách 5.3 a 5.4.

Dopravníková dráha bude řízena přes programmable logic controller (dále jen PLC) Simatic S-1500, kde se budou sbíhat signály od jednotlivých strojů a dle obsazenosti následně PLC vyhodnotí, ke kterému stroji se má koš ke kontrole zaslat.

5.3 Návrh umístění a základní konstrukce stroje

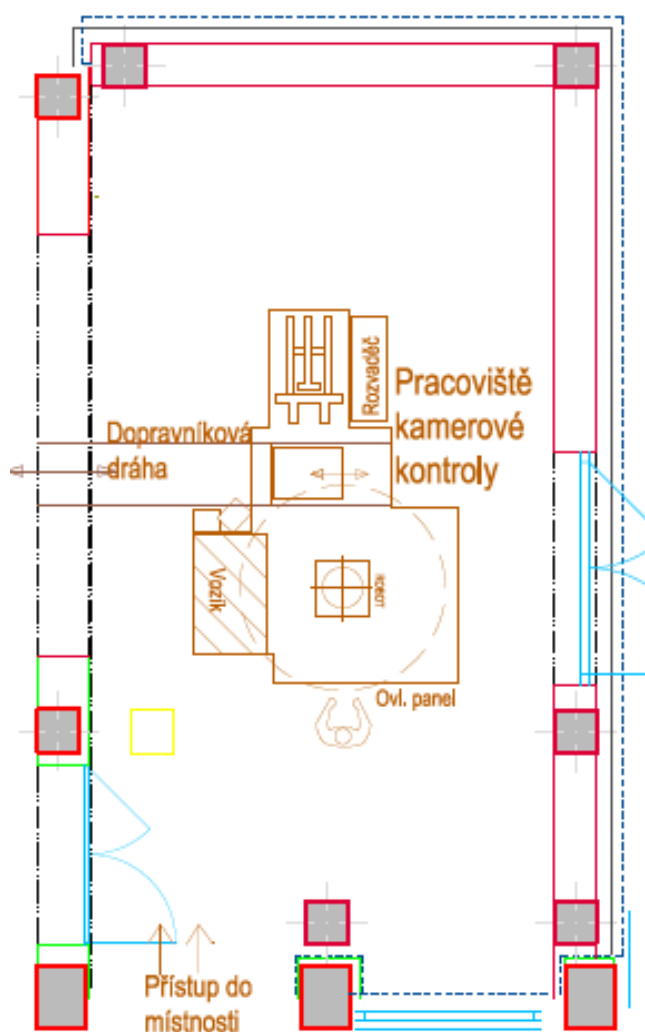
Společně s inovací nového stroje bylo nutné rozhodnout o poloze a přesném umístění stroje v nové přístavbě. Napojení dopravníkové dráhy bylo poměrně jednoznačné – bylo rozhodnuto o prodloužení současné dráhy a napojení v ose dráhy. Koš nebude přes předávací dopravník směřovat k původnímu stroji kamerové kontroly, ale bude pokračovat rovněž k novému stroji.

Hlavní diskuze se vedla o samotné poloze stroje kamerové kontroly, a to zejména nad jeho polohou a umístěním v místnosti, novým zrcadlovým řešením konstrukce a polohou vozíku pro paletky s OK kusy. V rámci práce jsem zpracoval tři varianty možnosti osazení/polohy stroje v přístavbě.

Tato kapitola se zabývá natočením a polohou stroje v přístavbě (layoutem). Jednotlivé inovace, softwarové úpravy, kamerové řešení stroje apod. jsou popsány v samostatné kapitole 5.4.

Varianta A polohy stroje

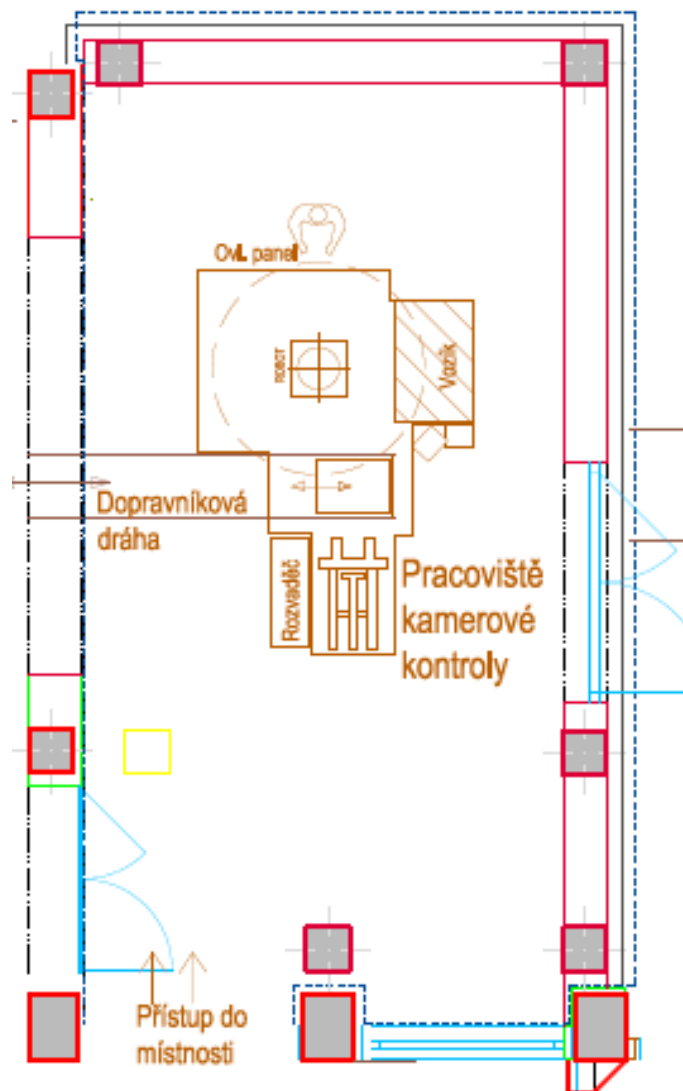
Tato varianta vychází z velké části z řešení původního stroje kamerové kontroly. Základní konstrukční řešení je obdobné. Ze strany příjezdu koše na dopravníkové dráze do stroje však hrozí kolize se zásobníkem prázdných paletek. Z toho důvodu je při této variantě nutné vyřešit nové umístění zásobníku paletek. Výhodou varianty A je ovládací panel stroje ze strany přístupu do místnosti a osvědčený design. Manipulační trasa pro příjezd a odjezd vozíku s paletky je krátká. Nevýhodou je stavební sloup v blízkosti stroje, jevící se jako zdroj problémů při manipulaci, obsluze a údržbě.



Obr. 23. Poloha stroje při variantě A

Varianta B polohy stroje

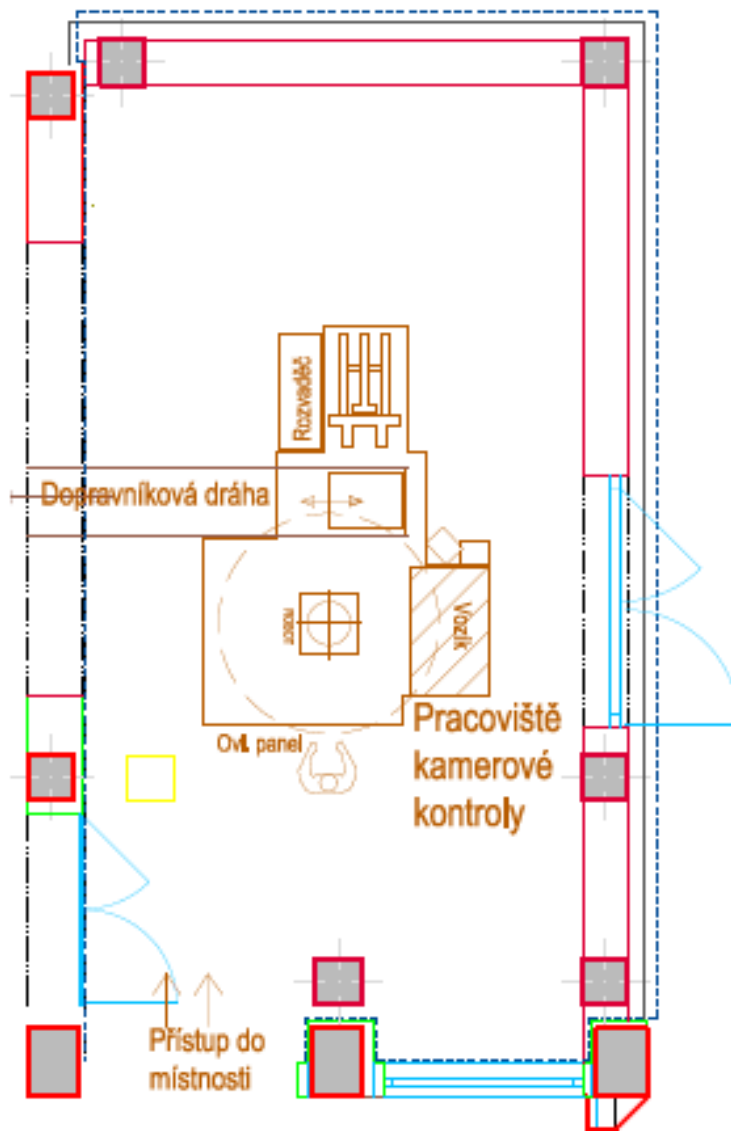
Tato varianta se liší samotnou polohou a natočením stroje v místnosti. Stroj je otočený o 180° a příjezd koše je do protilehlé strany stroje. Konstruktivní řešení je podobné jako u původního stroje. Odpadá však nutnost přemístění zásobníku paletek jako u varianty A. Nevýhoda spočívá v samotném otočení o 180°. Ovládací panel a přístup pro údržbu robota by byl z protilehlé strany přístupu do místnosti, což by mělo za následek prodloužení manipulace, horší komfort obsluhy apod. To se týká i zavážení vozíku pro OK kusy. Stavební sloup u varianty B nepřekáží manipulaci a obsluhu, jelikož je stroj posunut více do zadní části místnosti.



Obr. 24. Poloha stroje při variantě B

Varianta C polohy stroje

Konstrukční řešení při této variantě je zdánlivě podobné variantě A. Celý stroj by však byl vyroben zrcadlově. Výhodou by bylo snadnější zavážení vozíku pro OK kusy a celková obsluha stroje, kdy je ovládací panel a přístup do robota umístěn ze strany vchodu do místnosti. U této varianty jsou podobné výhody jako u varianty A. Nevýhodou je návrh a konstrukce kompletně nového designu stroje se zrcadlovým řešením. Všechny stanice ve stroji a následná obsluha robota by byla v jiné poloze. Další nevýhoda je pouze 500 mm široký prostor mezi rohem stroje a stavebním sloupem.



Obr. 25. Poloha stroje při variantě C

Po zvážení a vyhodnocení modelů variant jsem doporučoval realizaci varianty A. Ze všech řešených modelů právě varianta A poskytuje nejefektivnější a současně i jednoduché řešení. Příjezd vozíku pro OK výrobky je řešený ze strany přístupu do místnosti, stejně jako PLC panel i ovládací dotykový monitor, což poskytuje kratší manipulační trasy s výrobky i efektivnější obsluhu. Zároveň je o stroji přehled i z protější dílny a v případě poruchy či přerušení chodu stroje může rychle dojít k detekci stavu a opětovnému uvedení do chodu.

Dále základní koncept stroje je podobný jako u původního stroje kamerové kontroly, takže zaškolení obsluhy a údržby nebude natolik náročné jako v případě realizace odlišného řešení.

Menší nevýhodou této varianty byla nutnost navrhnout novou polohu zásobníku paletek a malý prostor mezi stavebním sloupem budovy a rohem stroje. Zároveň však automatické a nenáročné stanice na údržbu, jako např. pneumatická lineární osa pro vytlačování paletek z koše, je v zadní části stroje. V blízkosti je i rozvaděč, který bude obsluha využívat pouze pro zapnutí/vypnutí stroje.

Hlavním přínosem této varianty je tedy úspora času obsluhy a tím i následné zkrácení cyklu stroje, což v daných objemech výroby může přinést navýšení v desítkách tisíc kusů za rok.

Po přednesení a zvážení všech variant managementu společnosti byla jako nejvhodnější skutečně vybrána varianta A.

Pro zvolenou variantu A byl vypracován výkres návrhu stroje, který je přílohou této DP.

5.4 Návrh stroje pro kontrolu iniciátorů

Po rozhodnutí o poloze a umístění nového pracoviště v přístavbě budovy přišly na řadu konkrétní diskuze a návrhy o inovaci a technologii stroje kamerové kontroly.

Podoba a funkce pracoviště vycházela ze stávajícího konceptu stroje kamerové kontroly. Výrobou stroje byla pověřena stejná dodavatelská firma, jako v případě prvního stroje pro kamerovou kontrolu. Samotný návrh, design, technické zadání a softwarové požadavky byly určeny v rámci technického zadání, které jsem zpracoval jako výchozí podklad pro výrobu stroje. Průběh výroby a dodatečné úpravy byly konzultovány v rámci designu robota, pomocí telekonferencí, kontrolních dní u dodavatele a následných přejímek stroje, kdy docházelo k ladění softwaru a úpravám na chod a trasování robota.

Ve společnosti působí několik oddělení, kterých se podoba a funkce robota týká. Jedná se o oddělení výroby, která je se strojem v každodenním kontaktu, dále údržby, vývoje, řízení kvality a v neposlední řadě oddělení informačních technologií.

V rámci práce jsem jednal s jednotlivými odděleními o budoucí podobě stroje. Jednání vycházela z funkce současného stroje a zaměřovala se na vylepšení nového stroje. Po sepsání všech požadavků jsme se sešli se všemi odděleními na hromadné finální schůzce, aby jednotlivé požadavky na stroj vedly ke spokojenosti zainteresovaných stran.

Po soupisu všech nových požadavků, změn a inovací jsem vytvořil technické zadání a možnou podobu jednotlivých řešení, která byla následně ještě korigována s dodavatelem před samotným objednááním tak, aby byla potvrzena funkce a vyrobiteľnost jednotlivých řešení.

S prvním strojem kamerové kontroly ve firmě panuje spokojenost. Záměrem bylo dodržet stávající koncepci a zaměřit se na slabá místa, která během let vykazovala největší nároky na údržbu, poruchovost, výměnu dílů a nejdelší prodlevy během cyklu výroby. Zároveň bylo třeba skloubit logiku linky, tak aby oba stroje odebíraly postupně koše ke kontrole dle svého vytížení. Linka je řízena hardwarově pomocí relé binárních signálů v rozvaděči. Prioritu kontroly má nastaveno nové pracoviště, pokud tedy bude k dispozici pouze jeden koš, bude zpracován na novém pracovišti. Pokud budou k dispozici na dopravníkové dráze dva koše, bude první zavezeno opět nové pracoviště a následně současný stroj kamerové kontroly.

Dále bylo třeba navrhnout postup v případě poruchy na jednom či druhém stroji. V případě odstávky na jednom na či druhém zařízení je nutné nastavit na rozvaděči linky blokaci pro jednotlivé stroje kamerové kontroly. V případě odstávky pracoviště 1 se tedy na rozvaděči ručně nastaví blokace pracoviště 1 a linka bude obsluhovat pouze zvolené pracoviště 2. Pro případnou odstávku pracoviště 2 se nastaví blokace tohoto pracoviště. Vše je řízeno pomocí relé prvků v rozvaděči, které mají dvouhodnotové signály – 1 a 0.



Obr. 26. Podoba nového stroje

Pracoviště stroje je opět složeno z ocelového nosného rámu, na kterém je umístěn robot a další stanice. Zbytek konstrukce je složen z hliníkových profilů. Celý stroj je zakrytovaný pletivem nebo okny s polykarbonátovou výplní, kromě vstupu pro dopravník vezoucí koše. Vstup do vnitřní části stroje k robotu a jednotlivým stanicím je možný pomocí dveří, které jsou na všech stranách stroje. Všechny dveře jsou opatřeny magnetickými koncovými spínači, který v případě otevření dveří během cyklu stroje zastaví jeho chod.

V části ze strany u příjezdu košů je opět mechanismus aretace přijíždějících košů, lineární pohon vytlačující paletky z košů a aretace vozíku dopravníkové dráhy. Pneumatické válce jsou ovládány pomocí elektrických ventilů, které jsou umístěny v přední části stroje vedle filtračního zařízení pro úpravu vzduchu Schneider.

Elektronické prvky jsou umístěny v hlavním rozvaděči, který je umístěn v zadní části stroje, podružný elektrorozvaděč je v ovládacím panelu stroje.

Ze strany vstupu do místnosti je na dveřích robota umístěn monitor pro obsluhu, ovládací tlačítkový panel, PLC panel a servisní zásuvky. Niže na konstrukci stroje je umístěno PC, UPS a kontrolér robota.

Z každé strany stroje je umístěno tlačítko nouzového zastavení – central stop.

5.4.1 Popis hlavních částí stroje

Robot Stäubli TX 90

Šestiosý robot Stäubli řady TX 90 je umístěn na hlavním nosném rámu uprostřed zařízení. Robot má pracovní dosah 1200 mm s maximálním možným zatížením 15 kg. Koncovým efektozem robota je jednoduchý gripper, který má polohy otevřeno/zavřeno pro uchopení paletky. U gripperu jsou umístěny optické snímače. Výhodou je vedení kabeláže ke gripperu a snímačům skrze vnitřní část robota.

Robot je ovládán vlastním kontrolérem (rozděčem) Stäubli CS8C, který je umístěn v přední části stroje pod zásobníkem paletek. Kontrolér obsahuje digital input/output (DIO) kartu, kde jsou všechny robotické binární vstupy a výstupy. Ideálním a nejjednodušším řešením bylo zvolení komunikace po protokolu Profinet, dále s PLC a ostatními zařízeními komunikuje robot skrze interní síť LAN.

Na ovládacím panelu robota (lidově zvaný volant) je robotický E-STOP, možnost volby ručního/automatického režimu a veškeré ostatní volby pro řízení robota.

Robot Stäubli TX 90 byl zvolen s ohledem na jeho pracovní prostor s tuhou konstrukcí, která zároveň přináší dobré dynamické vlastnosti a opakovatelnou přesnost polohování $\pm 0,035$ mm. Pro dané operace je robot naprosto dostačující a pro jeho bezproblémový chod bude důležitá správná údržba ze strany uživatele.



Obr. 27. Robot TX 90 instalovaný pro kamerovou kontrolu, v pravé části obrázku je možné vidět jednotlivé stanice – checker, dotlačení, kamerová kontrola a NOK stanice

Stanice kamerové kontroly

Pro kamerovou kontrolu iniciátoru jsou použity 2ks kamer značky Dallas - Piranha s rozlišením 4K, pro každou kameru je instalováno přisvícení. Kamery jsou napájeny z centrálního rozvaděče a skrze Camlink (standardizované rozhraní) komunikují napřímo s PC, ve kterém je instalovaný SW pro vyhodnocení snímků. Kamery i přisvícení je instalováno vertikálně.

Stanice odebrání NOK kusů

Pokud jsou kamerovou kontrolou vyhodnoceny některé kusy jako NOK, robot paletku přeneše k této stanici a lineární jednotka osazena čelistmi odebere příslušný NOK kus. NOK kusy jsou následně rozřazeny do tří NOK boxů – podle toho, na kterém stroji byly vyrobeny. Dvě průletová čidla hlídají, zda byl kus odebrán a následně jsou tyto kusy započítány do statistik výroby.

PLC (programmable logic controller) a ovládací PLC panel

PLC sestava Siemens ETP200SP je umístěna v centrálním rozvaděči. PLC má 14 vstupních a 14 výstupních karet po 8 bitech. Pro zjišťování stavu vstupů a ovládání výstupu je použit vizualizační a ovládací panel, který je umístěn vedle dotykového monitoru na konstrukci stroje. Komunikace s PLC v rozvaděči je přes protokol Profinet.

Na ovládacím panelu jsou zároveň osazena tlačítka pro ovládání základních režimů stroje. Jedná se o celkem 10 pozic – start, stop, reset nouze, zastavení po dokončení cyklu, režim jedné paletky a další funkce pro základní ovládání zařízení.



Obr. 28. Popis ovládacího panelu

PC, UPS a dotykový monitor

Počítač a UPS jsou umístěny také v části pod zásobníkem palet, u kontroléru robota. UPS slouží pro korektní vypnutí počítače při výpadku napájení, zároveň napájí počítač, ve kterém je SW aplikace pro vyhodnocení snímku z kamer. Pro zobrazení výsledku a ovládání stroje je použit 21" dotykový monitor, umístěný na konstrukci stroje.

Počítač komunikuje s kamerami napřímo skrze Camlink rozhraní. S PLC, panelem, checkerem, čtečkami a firemní interní sítí komunikuje přes Ethernet switch. Komunikace PC s dotykovým monitorem a UPS je vedena jednoduše přes USB kabel.

Komunikace

Veškerá komunikace v rámci interní LAN sítě je vedena do switche. Odtud se adresují a komunikují zařízení mezi sebou. Zařízení komunikuje přes interní firemní síť i s robotem 1. Výjimku tvoří kamery, kde je komunikace vedena přímo do karty PC. PLC s robotem a ovládacím panelem mezi sebou komunikují přes protokol Profinet.

Hlavní rozvaděč

Hlavní rozvaděč zařízení stojí v pravé zadní části stroje, na protější straně od příchodu do místnosti. Umístění rozvaděče bylo zvoleno cíleně v zadní části místnosti, vzhledem k nízké četnosti servisních a uživatelských zásahů. Rozvaděč je oceloplechový s rozměry délka 1000 mm, šířka 400 mm a výška 1800 mm. Rozvaděč má dvoukřídlové dveře. Na levém křídle je umístěn hlavní vypínač a na pravém křídle tlačítko nouzového vypnutí – central stop.

V rozvaděči je na montážní desku připevněno PLC, řídicí karta lineárního pohonu, stykače, relé, zdroje 24V, bezpečnostní moduly, jističe, chrániče, pojistky a svorky.



Obr. 29. Rozvaděč stroje

5.4.2 Technické parametry stroje

V této kapitole jsou uvedeny základní parametry a technické údaje o zařízení pro kamerovou kontrolu odporového drátku.

Tab. 1. Základní parametry stroje

Vnější rozměry	3600 (2750) x 2650 (2400) x 2000 mm
Hmotnost	1500 kg
Elektrický příkon	5 kW
Tlak vzduchu	0,6 MPa
Napájecí soustava	3 N PE 50Hz 400V/ TN-S

5.4.3 Změny oproti prvnímu pracovišti kamerové kontroly

Oproti prvnímu řešení robotického pracoviště doznal nový stroj kamerové kontroly řady změn. V této podkapitole jsou stručně vypsány ty nejpodstatnější:

Zásobník paletek

Vzhledem k opačnému příjezdu dopravníku s košem do zařízení bylo nutné najít novou polohu pro zásobník paletek tak, aby nedošlo ke kolizi zásobníku s dopravníkem. Po diskuzi s dodavatelem jsme vybrali novou polohu v přední části stroje u ovládání zařízení. Bylo nutné prověřit pouze dosah ramene robota do zásobníku, což nakonec nepředstavovalo problém. Nová poloha zásobníku je výhodná i pro obsluhu, jelikož umístění v přední části stroje představuje jednoduché plnění zásobníku.

NOK boxy

U původního stroje jsou pouze dva NOK boxy pro plnění NOK kusy. V době instalace zařízení 1 byly na předchozí výrobní operaci pouze dva stroje, přes které procházela výroba. Nyní jsou iniciátory vyráběny na předchozí operaci na jednom ze tří strojů. Z toho důvodu je na novém stroji doplněn třetí NOK box. Jedná se o požadavek oddělení řízení kvality. Kapacita každého boxu je cca 600 ks a propadnutí kusu je hlídáno průletovým čidlem.

Hlavní rozvaděč

Výhodou zařízení je prostorný centrální rozvaděč umístěný v zadní části místnosti v bezprostřední blízkosti stroje. Danou polohu a velikost jsem navrhl vzhledem k problematickému umístění rozvaděče u původního stroje kamerové kontroly.

U prvního stroje je rozvaděč umístěný v bezprostřední blízkosti robota na konstrukci stroje, místo je nedostatečné a i po přidání ventilátoru docházelo ke zbytečnému přehřívání jednotlivých elektronické prvky v rozvaděči. Navíc v okolí robota jsou umístěny další podružné rozvaděče pro jednotlivé stanice, což je problematické už jenom z hlediska přístupu.

Použitím jednoho centrálního rozvaděče došlo ke sdružení většiny elektronických prvků na jednom místě. Dále vzhledem k velikosti a dvou ventilátorům nehrozí přehřívání rozvaděče a servisní zásahy budou značně jednodušší. Poloha v zadní části místnosti odpovídá povaze rozvaděče, kdy není třeba jej mít umístěný na nejfrekventovanějším místě.

Robot Stäubli TX 90

První pracoviště je osazeno robotem Mitsubishi. Po sedmi letech je na robotu vidět opotřebení odpovídající době provozu. Poruchovost je průměrná, nejčastěji se mění motory a brzdy v nejvíce namáhaných osách robota. Přestože s robotem panuje spíše spokojenost, rozhodli jsme se pro změnu a najít jiného výrobce robota pro nové pracoviště.

Důvodem je zejména problematický servis, kdy nejbližší servisní středisko je v Polsku a úroveň služeb neodpovídá potřebám společnosti. Z toho důvodu jsme na základě dobrých referencí vytypovali robot Stäubli TX 90.

Během zkušebního provozu a ověřování podmínek stroje robot Stäubli vykazoval plynulý, svižný chod bez sekavých pohybů jako je tomu u robota Mitsubishi. Stäubli má dále tužší konstrukci a nepatrně větší přesnost (o 0,005 mm)

Zajímavé je porovnání času cyklu u prvního a nového pracoviště. Za ideálních podmínek dosahuje doba cyklu u zařízení 1 cca 15 s. U nového stroje je tomu cca 12,5 s, což je z velké části díky rychlosti chodu robota Stäubli. Nové pracoviště je tedy cca o 15 % rychlejší na jeden cyklus oproti současnému pracovišti.

Kabeláž robota a chapadla jsou vedena vnitřní části jeho konstrukce, což přináší menší opotřebení kabelových svazků.

Instalace dveří pro údržbu

Během sbírání podkladů pro technické zadání nového pracoviště jsem si všiml problematické údržby některých částí stroje, např. pneumatické lineární jednotky pro vytlačování palet z koše. Pracovníci v tomto případě museli vstoupit do vnitřního prostoru stroje a provést servis zevnitř.

Nově slouží každé krytování stroje zároveň i jako dveře, což přináší jednoduchý přístup a údržbu.

PLC ovládací panel

U nového pracoviště je osazen dotykový PLC ovládací panel, kde lze po navolení na jednotlivé části stroje zkontrolovat veškeré zapojení a stavy čidel jednotlivých stanic a celého stroje. To přináší obsluze podstatně větší přehled o stavu robota a možnost snadnější diagnostiky v případě poruchy.

Na prvním pracovišti je pouze panel s tlačítky pro ovládání chodu pracoviště.

5.5 Instalace stroje u zákazníka

Instalaci zařízení u provozovatele předcházelo několik kontrolních dnů u dodavatele a nespočet diskuzí o řešení jednotlivých částí stroje.

Po vytvoření technického zadání a objednání stroje následovalo několik jednání o přesném designu, řešení a konstrukci nového pracoviště.

Po započetí montáže stroje u výrobce následovaly celkem tři kontrolní dny v horizontu dvou měsíců. Účelem návštěv byl dohled nad výrobou stroje a správné řešení jednotlivých stanic, celé konstrukce a bezpečnosti. Závěrečná přejímka v délce dvou dnů měla ověřit připravenost stroje k instalaci a náplní bylo testování všech požadovaných režimů. Test požadovaných parametrů u zákazníka (FAT) je přílohou této diplomové práce. Po prokázání požadovaných vlastností proběhla demontáž s následným převozem do firmy objednatele.

Přeprava stroje proběhla kamionovou dopravou a složení pomocí vysokozdvizného vozíku. Stroj byl za účelem snadnější manipulace osazen stavitelnými kolečky. Po dovozu následovala montáž, jelikož stroj byl demontován na tři hlavní části, aby bylo možné projít do přístavby. Montáž zahrnovala přesné usazení a vyrovnání stroje na místo dle polohy dopravníkové dráhy. Natažení elektrických kabelů a hadic, zapojení rozvaděče a následné ověření správnosti zapojení pomocí jednoduchých úkonů/vazeb na stroji.

Poté bylo možné začít se samotnou přejímku stroje u zákazníka (SAT). Nejprve bylo nutné ověřit nové řízení dopravníkové dráhy a zájždění košů s vozíky na obě pracoviště kamerové kontroly současně. Po odladění předávání košů mezi vozíky jsme mohli ověřovat stroj kamerové kontroly. Vzhledem k rozdílné výšce ustavení robota vůči poloze u dodavatele bylo nejprve nutné upravit program pro odebírání palet z koše tak, aby robot neboural do koše, ale vždy odebral paletku.

Následně byly jednotlivě kontrolovány veškeré režimy, které robot umožňuje. Po ověření těchto podružných režimů společně s kontrolou bezpečnosti stroje a funkce jednotlivých stanic bylo možné začít s plnohodnotnou přejímkou, kdy byl stroj ověřován v automatickém režimu v délce 4 hodin. Veškeré ověřování zároveň probíhalo formou školení, kdy čtyři učeni THP byli zaškolení pro údržbu a chod robota. Náročné je zejména ovládání robota v ručním režimu, kdy ani školení v délce tři dnů od dodavatele není zcela dostatečné pro ovládání a polohování robota ve stroji.

Instalace, ověření, školení a finální přejímka stroje trvala celkem tři týdny a finální test je přílohou diplomové práce.

5.5.1 Manuál - postup uvedení zařízení do chodu

1. Zařízení se zapíná hlavním vypínačem na rozvaděči
2. Poté je třeba prověřit stav bezpečnostních prvků na stanici – není-li stisknuto nouzové tlačítko zastavení, jsou-li zavřeny všechny dveře, není-li žádný předmět v okolí robota. Obsluha dále vyčkává na inicializaci zařízení. Pro spuštění chodu zařízení musí být přítomen a zajištěn vozík pro zkontrolované a odložené paletky.
3. Stisknutím tlačítka start na ovládacím panelu přejde zařízení do automatického provozu. Podmínkou je přítomnost výše zmíněného vozíku a koše s paletkami ke kontrole. Poté je obsluha vyzvána na dotykovém monitoru, zda si přeje vyskládat paletky. Po potvrzení začíná robot vyskládat podkladové paletky ze zásobníku na vozík. Po vyskládání podkladových paletek přechází robot do klasického cyklu, kdy vybírá paletky z koše a absolvuje s danou paletkou celý kontrolní cyklus.
4. Stisknutím tlačítka „zastavit po dokončení cyklu“ na ovládacím panelu se dokončí cyklus s danou paletkou a robot se poté zastaví. Při stisknutí tlačítka stop se zastaví zařízení neprodleně. Pokud nebude během cyklu zmáčknuto žádné tlačítko, robot vybere všechny paletky z koše a koš poté odjede. Poté obsluha může bezpečně odjistit vozík s kontrolovanými paletkami.
5. Obsluha je o statistikách výroby informována na dotykovém monitoru.
6. Zařízení se vypíná hlavním vypínačem na rozvaděči.

5.6 Parametry přístavby

Tato kapitola je zaměřena na parametry a situaci přístavby, od rozměrů místnosti, kapacit výroby, plánovaného vytížení provozu až po předpokládaný počet zaměstnanců.

Objekt přístavby

Jedná se o jednopodlažní objekt, který má zesílenou základovou desku pro případné rozšíření o druhé a třetí podlaží. Zbouráním části stěny vznikl přímý vstup do přístavby. Elektrická energie je napojena z blízkého rozvaděče a stlačený vzduch je napojen z páteřního potrubí u prvního robota. Potrubí je v hliníkovém provedení napojeno na rezervní kulový ventil a ukončeno na stěně přístavby, odkud je dále ke stroji vedeno hadicí.

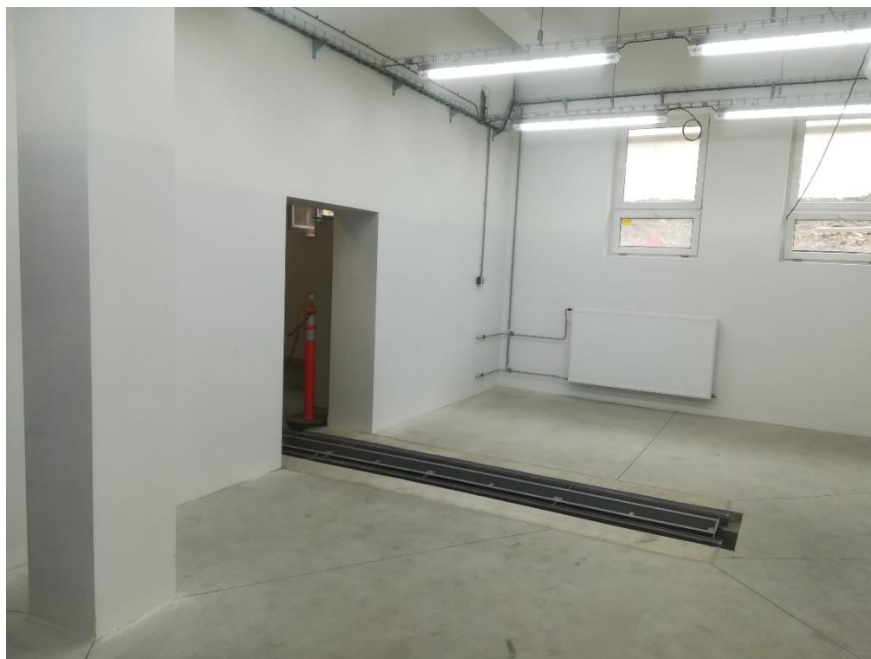
Případná rozšíření o druhé a třetí patro je určeno pro skladování vozíků s rozpracovanými výrobky a umístění technologie filtrace a vzduchotechniky.

Tab. 2. Základní rozměry přístavby

Zastavěná plocha přístavby	41,3 m ²
Podlahová plocha	35 m ²
Rozměry místnosti	4,3m x 8,1 m

Tab. 3. Údaje o plánované výrobě a vytížení provozu

Počet směn	3
Počet obsluhy	1 osoba
Počet provozních hodin	cca 4000 h/rok
Roční produkce výrobků	cca 30 000 000 ks



Obr. 30. Přístavba před dovozem stroje



Obr. 31. Přístavba po dovozu stroje

5.6.1 Podpůrné technologie

Při návrhu stroje a layoutu prostor bylo třeba počítat s přívodem potřebných médií pro chod stroje a potřeb pracoviště. Základní médium je elektrická energie, kterou je napájen jednak samotný stroj kamerové kontroly a dopravník, tak i podpůrné technologie jako osvětlení a pracoviště s PC pro obsluhu.

Další použitou energií je stlačený vzduch, který je využit pro stroj, i pro dopravník. Stlačený vzduch je napojen z hlavního páteřního rozvodu haly a odbočka je v hliníkovém provedení o \varnothing 50 mm. Tlak v potrubí je 6 barů a odhadovaná spotřeba vzduchu 100 l/min. Z hliníkového potrubí je napojena koncovka, od které je dále po kabelovém žlabu veden stlačený vzduch v hadici přímo do stroje.

Stroj je napojen na firemní počítačovou síť za účelem ukládání veškerých dat, tudíž je z IT racku natažen síťový kabel Datacom typu FTP, který je opět veden po kabelových žlabech do stroje.

Z bezpečnostních důvodů jsou v místnosti umístěna dvě čidla elektrické požární signalizace, která jsou napojena na ústřednu elektrické požární signalizace a v případě detekce kouře spustí poplach v celé budově.

Pro ohřev místnosti je instalován deskový radiátor, kde teplonosnou látkou je voda. Jelikož na daném pracovišti nevznikají žádné škodlivé látky, plyny apod., není pro daný prostor navrženo žádné odsávání a vzhledem k povaze výroby/kontroly není bezpodmínečně nutná ani klimatizace.

6 NÁVRH DOPRAVNÍKOVÉ DRÁHY

Pro automatickou obsluhu stroje kamerové kontroly bude rozšířena/prodloužena stávající dopravníková dráha. Vzhledem k poloze prvního a druhého pracoviště robotické kontroly bylo od začátku jednoznačné, že dopravníková dráha dále povede v ose stávající dráhy a po cca 6 m bude ukončena ve druhém pracovišti robotické kontroly.

Diskuze se vedla o vedení elektrických kabelů pro napájení vozíku a samotném zapuštění vozíku a jeho kolejí. Nejjednodušší možností bylo vedení elektrického napájení v drátěném korytě pod stropem a zhotovení ocelových kolejí na současné podlaze.

Nicméně koleje nad úrovní podlahy by představovaly manipulační problém při údržbě průmyslové pračky a potenciální zdroj úrazu. Po analýze možností a následných podmínek obou řešení jsme se rozhodli o zapuštění kolejí do podlahy, a to včetně elektrického napájení vozíku, tzv. kabelschleppu.

Drážku pro vozík a kabelschlepp bylo nutné vybourat a vysekat po celé délce mezi robotem 1 a robotem 2 a to v hloubce od 15 do 30 cm. Po usazení kolejiště a kabelschleppu byla drážka zakryta ocelovým plechem.

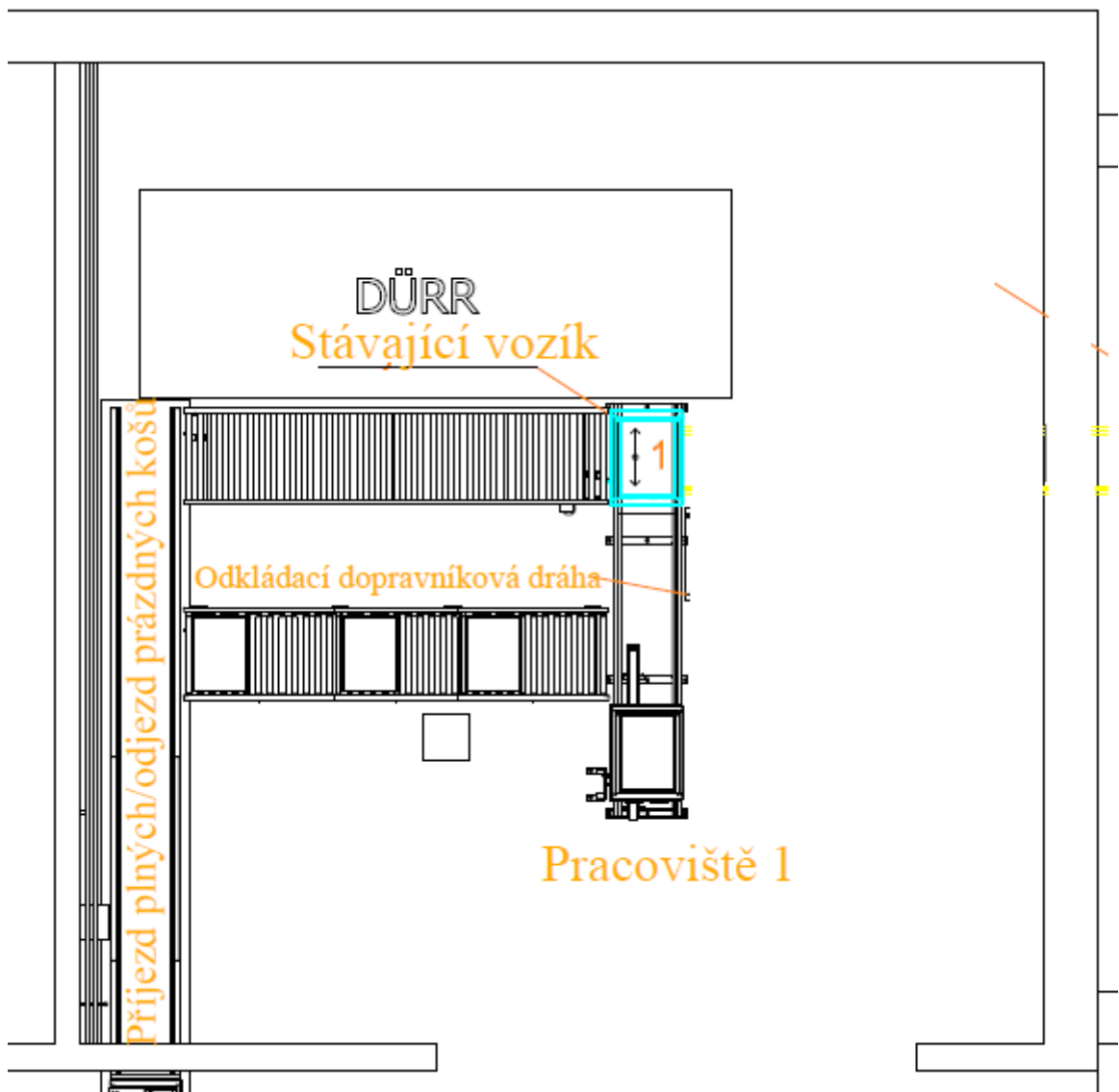
6.1 Návrh variant dopravníkové řešení

Tato kapitola navrhuje dvě varianty řešení dopravníkové dráhy, s přesným popisem činnosti jednotlivých vozíku a v závěru kapitoly je daná volba zdůvodněna.

Posouzení stávající stavu

Před samotným objednáním dráhy u dodavatele bylo nutné vymyslet technické řešení, aby byl provoz co nejefektivnější. Sešli jsme se tedy na místě prvního pracoviště a pomocí prvotních layoutů diskutovali o možnosti řešení.

Mezi pračkou Durr a pracovištěm 1 je umístěn stávající vozík, který jednoduše nabere koš od pračky a zaveze jej ke kontrole do pracoviště 1. Po celou dobu kontroly je vozík zafixovaný a nelze jej využít na dovoz/předání dalších košů. Po ukončení kontroly a odebrání všech paletek z koše dopravník s košem odjede a předá jej na odkládací dopravníkovou dráhu. Prázdný vozík tedy opět přijede k pračce a nabere plný koš ke kontrole. Cyklus se neustále opakuje.



Obr. 32. Současná dopravníková dráha

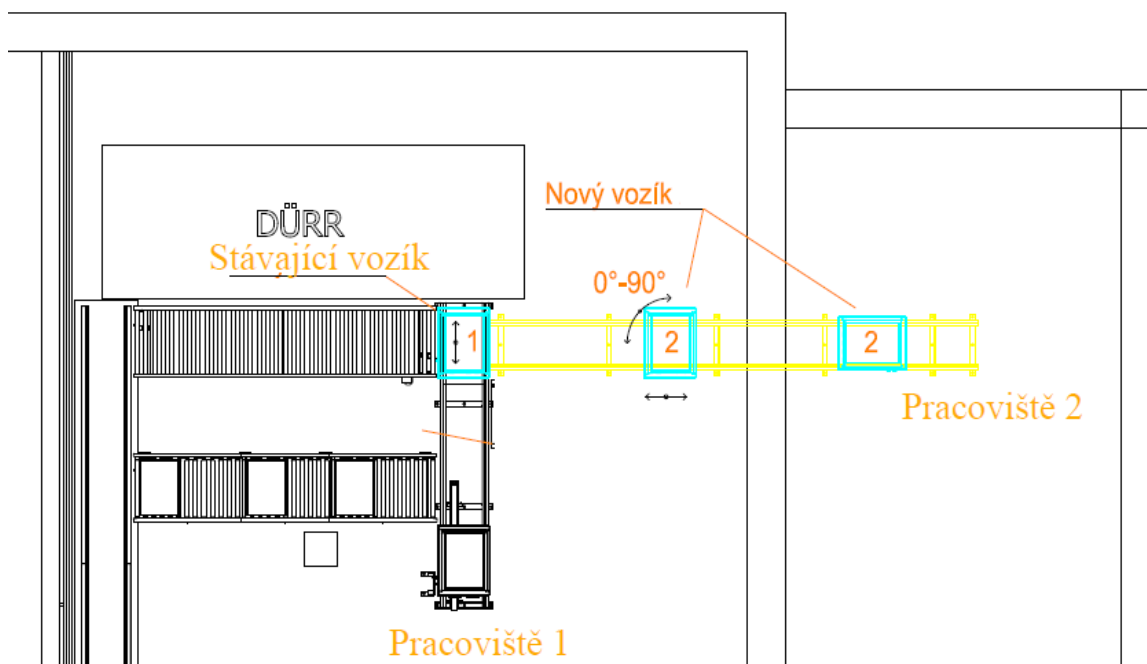
Vzhledem k umístění přístavby bylo jednoznačné, že nová dopravníková dráha povede v ose od pračky a bude přidán nový vozík, který nabere plný koš u pračky a zaveze jej ke kontrole na nové pracoviště.

Zbývalo však vyřešit, jak dostat prázdný koš z nového pracoviště na odkládací dopravníkovou dráhu. Odkládací dopravníková dráha slouží k umístění prázdných košů po kontrole a obsluhuje ji vozík u prvního pracoviště.

Varianta A

Nabízí se varianta, že po skončení kontroly na novém pracovišti odjede vozík s prázdným košem zpět k pračce a předá koš na vozík, který obsluhuje pracoviště 1. Poté zaváží prázdné koše na odkládací dopravníkovou dráhu. Původní vozík by zavážel prázdné koše na odkládací dráhu jak od původního, tak i nového pracoviště.

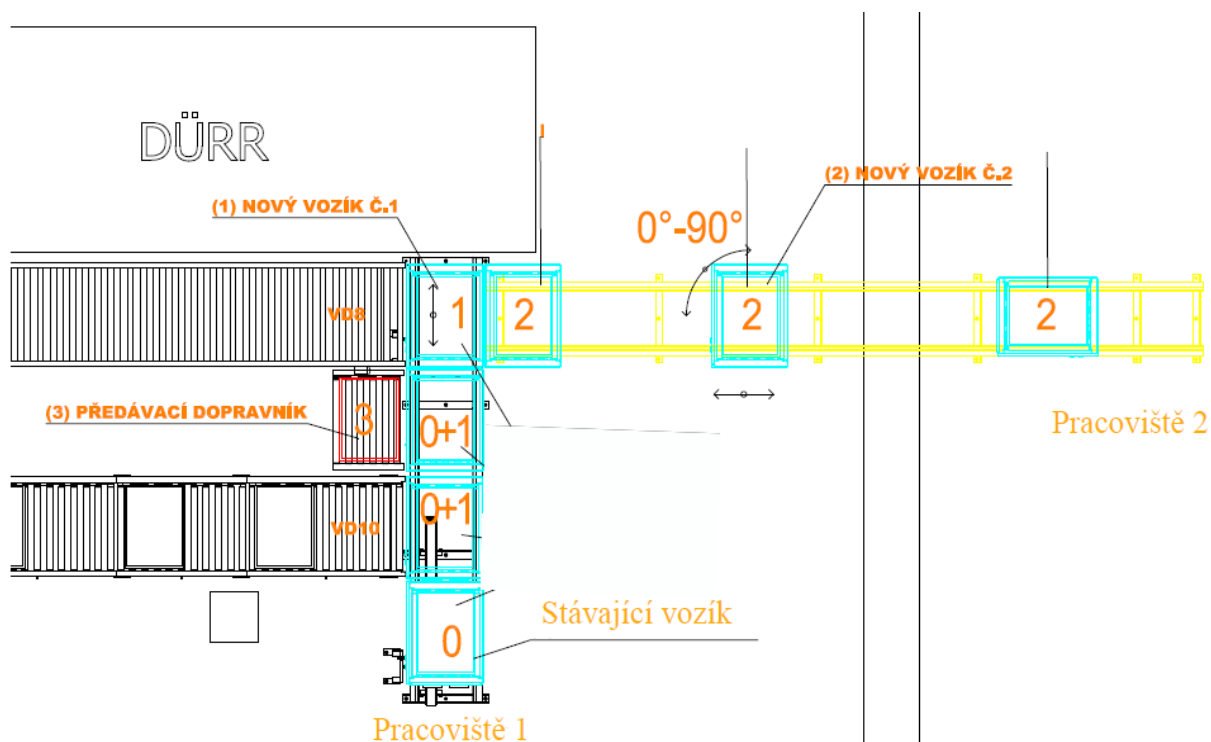
Potíž nastává v tom, že vozík je v době kontroly zafixován na pracovišti 1 a na předání prázdného koše od nového pracoviště by se vždy muselo čekat, než skončí kontrola na pracovišti 1. Toto řešení není příliš efektivní, proto jsme se rozhodli hledat další řešení, kde by obě zařízení mohla kontrolovat nezávisle na sobě.



Obr. 33. Varianta A

Varianta B

Na základě inspirace z jiného pracoviště jsem doporučil přidání dalšího vozíku, který by plnil funkci „pouze“ obslužného/předávacího dopravníku a zajížděl by pro prázdné koše k novému pracovišti a odkládal je na nový předávací/odkládací dopravník.



Obr. 34. Varianta B

Stávající dopravníková dráha by se doplnila o nový vozík č.1, dále nový vozík č.2 a předávací dopravník.

Postup pro obsluhu stávajícího pracoviště robota bude takový, že nový vozík č.1 převezme plný koš od myčky a převezme jej na nový předávací dopravník a vrací se do výchozí polohy u myčky.

Stávající vozík po vyložení koše robotem předává prázdný koš na stávající odkládací dopravníkovou dráhu a přijíždí k novému předávacímu dopravníku, kde nabere plný koš a poté se s ním vrací k robotu.

Postup pro obsluhu nového robota bude takový, že přes nový vozík č.1 přejezdí plný koš od myčky na nový vozík č.2, který jej zaveze ke kontrole na nové pracoviště. Po vyprázdnění se vrací koš zpět k myčce a prázdný koš předá novému vozíku č.1, který jej odveze na odkládací dopravníkovou dráhu. Poté nový vozík zajede zpět k pračce a čeká opět na plný koš, aby jej předal na nový vozík č.2 ke kontrole. Celý cyklus se tedy opakuje.

Vzhledem k tomu, že nový stroj kamerové kontroly v přístavbě je oproti současnému stroji otočen o 90° bylo nutné vyřešit i potřebu, aby byl plný koš s výrobky do nového stroje dopraven ve správné poloze. Zde nás od počátku napadla myšlenka otočné plošiny na vozíku, který bude koš do stroje zavážet.

V obou variantách řešení dopravníkové dráhy je tedy počítáno s nutností instalace vozíku, který se po převzetí koše ke kontrole otočí o 90°. Po vyprázdnění koše robotem a jeho odjezdu k odkládací dopravníkové dráze je opět nutné otočení koše do původní polohy.

Po diskuzi s dodavatelem jsme zjistili, že výroba vozíku s otočnou plošinou skutečně nepředstavuje problém.

Závěr – výběr varianty

Po zvážení obou variant a diskuzi s potenciálním dodavatelem o proveditelnosti obou řešení jsem doporučoval realizovat variantu B, která poskytuje nezávislost obou pracovišť a možnost kdykoli s jednotlivými koši odjet. Nevýhodou je vyšší cena.

U varianty A je nutné čekat na vyprázdnění koše na pracoviště 1, aby se uvolnil vozík pro odebrání prázdného koše na novém pracovišti. Varianta A umožňuje vzhledem k obsazenosti potřebného vozíku navýšení výroby pouze o cca 40%. V případě realizace varianty B by linka byla schopná navýšit produkci o cca 90 %.

Po přednesení obou variant managementu společnosti byla vzhledem k ceně zvolena varianta A. Přesto je varianta A dostatečující vzhledem k tomu, že ostatní navazující pracoviště kapacitně navýšit výrobu o 40% nedokáží.

Navíc je v budoucnu možné uvažované vozíky u varianty B dokoupit a tuto variantu realizovat.

6.2 Řešení bezpečnosti dopravníkové dráhy

Trasa dopravníkové dráhy mezi roboty protíná cestu k průmyslové pračce a je zde tedy potenciální riziko srážky dopravníku s procházející osobou. Z tohoto důvodu bylo nutné udělat taková opatření, která případné srážce zabrání. Četnost průchodu k průmyslové pračce je cca 2x denně. Nejedná se tedy o frekventovanou trasu.

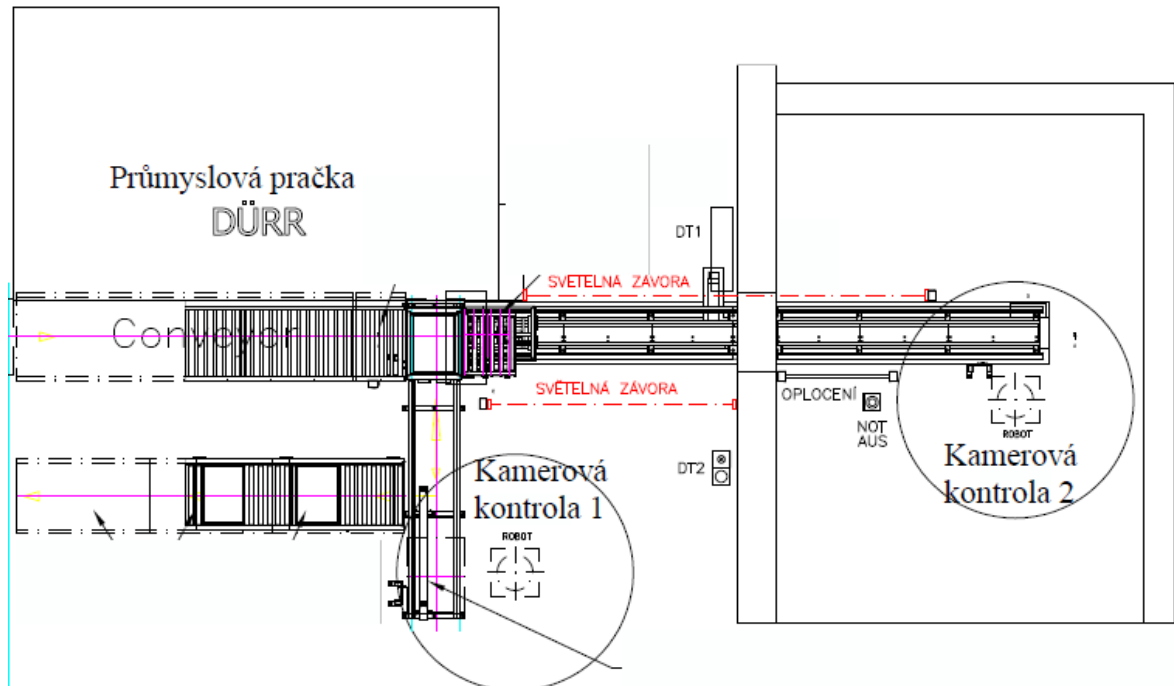
Skříň s náhradními díly u pračky, ke které se chodilo denně a zvyšovala četnost průchodů, byla odstraněna. Jejím přemístěním do nové přístavby se nutnost průchodu omezila pouze na údržbářské průchody k pračce.

Jako základní bezpečnostní opatření jsou v dráze dopravníku instalovány dvě světelné závory, které v případě protnutí závory okamžitě zastaví vozík do doby, dokud se nepotvrdí/ne-resetuje průchodnost dráhy tlačítkem umístěným na stěně, jinak se vozík znovu nerozjede. Poloha tlačítek DT1 a DT2 je zobrazena na obrázku 31 níže. Není tedy možné, aby se vozík rozjel nebo pokračoval v jízdě, pokud někdo protne optickou závoru, ať už před rozjetím vozíku či v průběhu jízdy.

Zároveň před rozjetím vozíku dojde k rozblíknání majáku, který bude umístěný na stěně před dráhou vozíku a tento alarm se ukončí až dojetím vozíku na druhý konec dráhy.

Dalším opatřením jsou bezpečnostní pásy umístěné v úrovni pasu před dopravníkovou dráhou, které mají upozorňující charakter. Tyto pásy jsou umístěny mezi stěnou a původní dráhou robota.

Mezi stěnou a novým robotem je kromě jedné světelné závory umístěné mechanické bezpečnostní oplocení do výšky 2 m, které není možné překonat bez evidentní snahy vstoupit do dráhy vozíku.

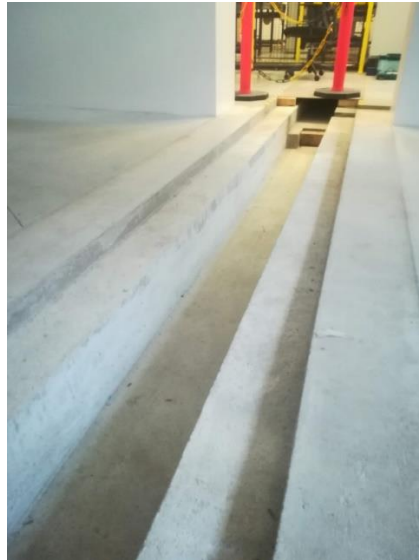


Obr. 35. Layout bezpečnostní dráhy

6.3 Výstavba a zprovoznění dopravníkové dráhy

Při lití podlahy v přístavbě bylo použito ztracené bednění, jelikož bylo nutné zhotovit vnitřní drážku pro vedení elektrického napájení vozíku a zapuštění kolejí.

Nebylo tedy nutné sekát podlahu jako v původní místnosti robota 1. Bourání podlahy v původní místnosti, zhotovení vnitřní drážky a propojení drážky s drážkou v přístavbě vzhledem k prašnosti, hluku a celkové povaze práce zapříčinilo dvoudenní odstávku prvního pracoviště.



Obr. 36. Drážka před usazením kolejiště a vylitím

Po stavebním zapravení drážky bylo usazeno kolejiště pro dopravník, kromě kolejiště byl do nejhlubší drážky položen i ocelový U-profil pro kabelschlepp. Kolejiště bylo nutné položit a zakotvit v přesné návaznosti na stávající dopravníkovou dráhu, aby byla zaručena bezproblémová předávka košů z jednoho na druhý dopravník.

Po usazení kolejiště bylo nutné vnitřní drážku zalít betonem, kdy kolejiště a výkop posloužili jako ztracené bednění.



Obr. 37. Drážka po usazení a vylití kolejiště

Po této stavební a technologické připravenosti bylo možné zahájit práce na zapojení, instalaci a oživení nového dopravníku. Instalace si žádala omezení výroby na prvním pracovišti, jelikož po určitou dobu byla dopravníková dráha mimo provoz.

Harmonogram oživení dopravníku:

- osazení nového rozvaděče a natažení elektrických přívodů mezi rozvaděčem a vozíkem,
- odstávka pracoviště a natažení přívodu mezi původním a novým rozvaděčem,
- rozjezd stávající dráhy pod novým programem a řízením,
- instalace čidel pro dojezdové polohy nového vozíku a instalace světelných závor pro bezpečnost,
- oživení nového dopravníku (zkušební provoz, ověřování chodu).

S novým vozíkem bylo nutné osadit i nový elektrický rozvaděč, ze kterého je napájen nový vozík a bylo na něj přepojeno řízení celé dopravníkové dráhy z původního rozvaděče. Natažení přívodů mezi novým vozíkem a rozvaděčem si nevyžádalo omezení výroby. Při přepojení původního rozvaděče na nový, byla nutná odstávka v rozsahu cca 10 hod. Po tomto přepojení je celá dopravníková dráha řízena z nového rozvaděče.



Obr. 38. Nová dopravníková dráha

Dané řešení dopravníkové dráhy automaticky počítá se synchronním provozem obou pracovišť. V případě odstávky či poruchy jednotlivého pracoviště je nutné na rozvaděči navolit příslušný režim pro obsluhu zvoleného pracoviště. Tzn. přepnout režim obsluhy dráhy buď pouze na obsluhu pracoviště 1 či pracoviště 2.

V opačném případě hrozí, že současný vozík bude čekat na prázdný koš z nového pracoviště.

V rámci ověření podmínek pracoviště kamerové kontroly byla testována i dopravníková dráha. Testy zahrnovaly jednak klasickou obsluhu jednotlivých pracovišť v automatickém režimu, tak i ověření bezpečnosti dráhy – funkce světelné závory. Dále byly simulovány stavy, kdy je některé z pracovišť mimo provoz a vozíky tedy obsluhují pouze zvolené pracoviště. Ověřena byla i obsluha dráhy v ručním režimu.

Testování a ověření funkce dráhy jsem realizoval s dodavatelem dráhy a během testů nebyla nutná zásadnější softwarová úprava. Dopravníková dráha a její nové řízení bylo od dodavatele převzato s malými výhradami k bezpečnosti, který je dodavatel dle protokolu povinen do stanového data odstranit.

ZÁVĚR

Celá linka včetně dopravníkové dráhy byla vyrobena dle mnou vypracované technické dokumentace na základě návrhu a zadání pro výrobce.

V první fázi probíhala diskuze a možné návrhy řešení uvnitř společnosti na interních jednáních mezi jednotlivými odděleními. Po určení požadavků a konceptu řešení linky jsem vytvořil technickou dokumentaci pro dodavatele, včetně layoutu pracoviště. Současně probíhala výstavba přístavby budovy pro rozšíření linky na základě předaných požadavků. Dále bylo nutné řešit ve spolupráci s dodavatelskou firmou napojení nového stroje přes automatizovaný dopravníkový systém.

Diplomová práce ukazuje potřeby procesního přístupu při řešení rozšíření stávající linky na kontrolu odporového drátku o další obdobný stroj, který je se stávající linkou propojen dopravníkovou dráhou. Kapacita linky byla navýšena o cca 40 %, což je však méně, než bylo původně plánováno. Důvodem nižšího navýšení linky je zvolení jednodušší dopravníkové dráhy, což je detailně popsáno v kapitole 6.1. V budoucnu je však možné její rozšíření a navýšení kapacit linky. Zároveň nová dopravníková dráha byla na stávající dráhu napojena jednoduše v ose stávající.

Stroj pro kamerovou kontrolu odpovídá požadovaným parametrům, takt dosahuje při nulové zmetkovitosti 230 ks/min a více. Rozměry stroje nepřesahují velikost prvního stroje kamerové kontroly, což byl požadavek s ohledem na omezené možnosti velikosti přístavby. Stroj je osazen i novými kamerami a robotem Stäubli.

Linka splňuje legislativní a výrobní požadavky na uvedení do provozu, včetně certifikátu CE dle příslušné směrnice a začátkem května 2019 byla předána zákazníkovi do trvalého užívání. Předání stroje proběhlo po dvoutýdenním ověřování parametrů linky u zákazníka a finálním čtyřhodinovým testu nepřetržitého provozu. V současné chvíli je linka již uvedena do sériového provozu u objednatele.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [3] Zdeněk Úředníček, *Robotika*, Vyd: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, s: 3-8. Kapitola I. Úvod. ISBN: 978-80-7454-223-7
- [2] [Http://www.elektroprumysl.cz/casopis/2018/srpen/10/](http://www.elektroprumysl.cz/casopis/2018/srpen/10/) [online]. [cit. 2019-04-14].
- [3] [Http://www.elearn.vsb.cz/archivcd/FS/PRM/Text/Skripta_PRaM.pdf](http://www.elearn.vsb.cz/archivcd/FS/PRM/Text/Skripta_PRaM.pdf) [online]. [cit. 2018-12-22].
- [4] Zdeněk Kolíbal, *Roboty a robotizované výrobní technologie*, Vyd: Vysoké učení technické v Brně, s: 27-45. Kapitola 1. Vývoj a definice robotů. ISBN: 978-80-214-4828-5
- [5] [Https://e-konstrukter.cz/novinka/rozdily-mezi-kartezskymi-sestiosymi-a-scara-roboty](https://e-konstrukter.cz/novinka/rozdily-mezi-kartezskymi-sestiosymi-a-scara-roboty) [online]. [cit. 2019-02-14].
- [6] [Http://www.edumat.cz/texty/Roboty_manipulatory.pdf](http://www.edumat.cz/texty/Roboty_manipulatory.pdf) [online]. [cit. 2019-01-8].
- [7] [Http://projekty.fs.vsb.cz/147/ucebniopory/978-80-248-2727-8.pdf](http://projekty.fs.vsb.cz/147/ucebniopory/978-80-248-2727-8.pdf) [online]. [cit. 2018-12-12].
- [8] [Http://www.mocr.army.cz/informacni-servis/zpravodajstvi/oslavte-den-otcu-s-arma-dou-cr-v-parku-ladronka-134243/](http://www.mocr.army.cz/informacni-servis/zpravodajstvi/oslavte-den-otcu-s-arma-dou-cr-v-parku-ladronka-134243/) [online]. [cit. 2019-01-19;].
- [9] [Https://www.indiamart.com/proddetail/scara-robot-15355905162.html](https://www.indiamart.com/proddetail/scara-robot-15355905162.html) [online]. [cit. 2019-02-04].
- [10] [Http://www.automa.cz/Aton/FileRepository/pdf_articles/9555.pdf](http://www.automa.cz/Aton/FileRepository/pdf_articles/9555.pdf) [online]. [cit. 2019-01-20].
- [11] [Https://www.alza.cz/mbot-mbot-ranger-transformable-stem-educational-robot-kit-d4588306.htm?kampan=adpla_obecna_Komponenty_programovatelne-stavebni-ce_c_1o6_1003744_MKB105a_~42254687692~&gclid=CjwKCAiAyMHhBRBIEiwAkGN6fM9xGjnSi6J5_j-Fy0jCSOAlAgC5BYMUqM2DLglVrtuzj50XCORyfRoCvXMQAvD_BwE](https://www.alza.cz/mbot-mbot-ranger-transformable-stem-educational-robot-kit-d4588306.htm?kampan=adpla_obecna_Komponenty_programovatelne-stavebni-ce_c_1o6_1003744_MKB105a_~42254687692~&gclid=CjwKCAiAyMHhBRBIEiwAkGN6fM9xGjnSi6J5_j-Fy0jCSOAlAgC5BYMUqM2DLglVrtuzj50XCORyfRoCvXMQAvD_BwE) [online]. [cit. 2019-01-18].
- [12] [Https://docplayer.cz/6707580-Prumyslove-roboty-a-manipulatory.html](https://docplayer.cz/6707580-Prumyslove-roboty-a-manipulatory.html) [online]. [cit. 2019-02-11].
- [13] [Http://dailyautomation.sk/zakladne-pojmy-priemyselnej-robotiky/](http://dailyautomation.sk/zakladne-pojmy-priemyselnej-robotiky/) [online]. [cit. 2019-02-12].
- [14] Michal Kavan, *Výrobní a provozní management*, Vyd: Grada Publishing spol. s.r.o., s:185-189. Kapitola VI. Uspořádání výrobního procesu. ISBN: 80-247-0199-5

- [15] *Gustav Tomek, Věra Vávrová, Řízení výroby, Vyd: Grada Publishing spol. s.r.o. 2000, s: 87-103. Kapitola VIII. Výrobní systém a jeho typologie. ISBN: 80-7169-955-1*
- [16] *<https://www.emspatvag.com/cz/nase-vyroby/pouziti-iniciatoru/> [online]. [cit. 2018-12-12].*
- [17] *<http://www.kse-cz.com/cs/89-iniciatory> [online]. [cit. 2018-12-20].*
- [18] *<https://autoroad.cz/technika/83906-proc-ma-airbag-oznaceni-srs-a-jak-vlastne-funguje> [online]. [cit. 2018-12-08].*
- [19] *https://www.automobilrevue.cz/rubriky/automobily/technika/bezpecnostni-pasy-vynalez-k-nezaplacenim_38513.html [online]. [cit. 2018-12-11].*
- [20] *<https://www.autorevue.cz/airbag-zachranuje-zivoty-jiz-45-let-vite-jake-druhy-existuji> [online]. [cit. 2018-12-22].*
- [21] *http://www.znaleckyportal.cz/index.php?option=com_content&view=article&id=186:pasivni-bezpecnost&catid=205:dopravaobecne&Itemid=307 [online]. [cit. 2018-12-11]*

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

mm	milimetr
cm	centimetr
m	metr
ms	milisekund
μm	mikrometr
s	sekund
l	litr
ks	kus
h	hodin
PC	personal computer
PLC	programmable logic controller
UPS	uninterruptible Power Supply
USB	universal seriál bus
SW	software
LAN	local area network
kg	kilogram
kW	kilowatt
MPa	Megapascal
THP	Technicko hospodárný pracovník
lx	lux

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1. První světové průmyslové roboty [4]	12
Obr. 2. Rozdělení manipulačních zařízení [4]	13
Obr. 3. Montáž drobných pinů do konektoru pomocí paralelního robota [10].....	15
Obr. 4. Pracovní prostor sférického robota [12]	16
Obr. 5. Scara robot [9]	16
Obr. 6. Pyrotechnický robot, který je řazen mezi servisní roboty [8].....	17
Obr. 7. Modulární stavebnicový lego robot [11]	18
Obr. 8. Rotační a lineární kloub [1]	19
Obr. 9. Manipulátor [2].....	20
Obr. 10. Koncový efektor pro manipulaci a paletizaci [3]	21
Obr. 11. Technologické uspořádání [15]	26
Obr. 12. Předmětné uspořádání [15].....	27
Obr. 13. Vizualizace airbagů ve vozidle [21]	31
Obr. 14. Řez hotovým iniciátorem [17].....	34
Obr. 15. Postupná výroba iniciátoru	35
Obr. 16. Současné pracoviště včetně dopravníkové dráhy	36
Obr. 17. Koš s paletkami určenými ke kontrole	37
Obr. 18. Kontrolovaná paletky i s výrobky	38
Obr. 19. Tok paletky během kamerové kontroly; 1. odebrání paletky z koše; 2. checker; 3. dotlačení; 4. kamerová kontrola; 5. NOK stanice; 6. odložení paletky	38
Obr. 20. Současný layout pracoviště; v levé části obrázku je vyznačen příjezd plných košů ke kontrole, které následně robot vyprázdní a prázdné koše odesílá zpět	40
Obr. 21. Současný stroj kamerové kontroly	40
Obr. 22. Navrhované rozšíření pracoviště; v levé části místnost současného pracoviště, v pravé části navrhované rozšíření	41
Obr. 23. Poloha stroje při variantě A	43
Obr. 24. Poloha stroje při variantě B	44
Obr. 25. Poloha stroje při variantě C	45
Obr. 26. Podoba nového stroje.....	48

Obr. 27. Robot TX 90 instalovaný pro kamerovou kontrolu, v pravé části obrázku je možné vidět jednotlivé stanice – checker, dotlačení, kamerová kontrola a NOK stanice	50
Obr. 28. Popis ovládacího panelu	51
Obr. 29. Rozvaděč stroje.....	53
Obr. 30. Přístavba před dovozem stroje.....	59
Obr. 31. Přístavba po dovozu stroje.....	59
Obr. 32. Současná dopravníková dráha	62
Obr. 33. Varianta A.....	63
Obr. 34. Varianta B.....	64
Obr. 35. Layout bezpečnostní dráhy	67
Obr. 36. Drážka před usazením kolejiště a vylitím.....	68
Obr. 37. Drážka po usazení a vylití kolejiště	68
Obr. 38. Nová dopravníková dráha.....	69

SEZNAM TABULEK

Tab. 1. Základní parametry stroje	53
Tab. 2. Základní rozměry přístavby	58
Tab. 3. Údaje o plánované výrobě a vytížení provozu	58

SEZNAM PŘÍLOH

P I – Ověřovací testy stroje

FAT VID II Předpřejímka u dodavatele

SAT VID II Přejímka u objednatele

P II – výkresová dokumentace

A 1.5 Půdorys VID II

P III – DWG výkresy

Výkres ve formátu DWG je přiložen na CD.

PI – Ověřovací testy stroje - SAT VID II Přejímka u objednatele

Ověření požadovaných parametrů strojí a zařízení S&Z (RUN@RATE test)

1	Název S&Z :	VID II	3	Datum RÚBR :	únary 7. květen 2019
2	Výrobní číslo S&Z (inventurní číslo jeř. přístroje) :	typ AP1619030 v.č. 1626	4	Jméno dodavatele S&Z :	
			5	Adresa dodavatele S&Z :	

6	Číslo kroku	STEP 1	STEP 2	STEP 3	STEP 4	STEP 5	STEP 6
7	Popis procesu	PLSO 342 S&Z-BF-12					

8	Výrobní hodnota	7,5					
9	Směrná	3					
10	Druh	7					
11	Týdník	49					
12	Celkem hodinová (8*11)	7716					

13	Požadovaný výkon	13800,0					
14	Požadovaná zmekovitost	0,10%					
15	Požadovaná využitelnost	85,0%					
16	skutečný požadovaný výkon (13*11)	11716					

17	Doba trvání testu	3,62					
18	Celkem vyrobeno kusů	46147					
19	Počet špatných kusů	0					
20	Využitelnost	3,753					
21	skutečná zmekovitost % (13*11)	0,00%					
22	Počet dobrých kusů (13*11)	46147					
23	skutečný reálný výkon (13*11*11)	11870					
24	skutečná využitelnost (13*11)	98,3%					
25	Prostředí	0,067					
26	Důvod						

27	Výsledky RUN@RATE testu jsou sklopnuté a splňují zadání požadavky S&Z:	YES					
	The attached capability study results meet customer (XXX) requirements:	YES					
	Are you providing rated quality?	NO					
	Are you providing new test:	NO					

28 ZHODNOCENÍ		29 INFORMACE O TESTU	
Výkon ks/hod.	11870	Test provedl	
Zmekovitost %	0,0%	Jméno	Roman Pálka
Využitelnost %	98,3%	Firma	
Status:	VYHOVUJE	Místo	