

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA STROJNÍ

Ústav výrobních strojů a zařízení



Bakalářská práce

Automatizace provozu lisování fasádních pásků

(Zadání)

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem svou diplomovou práci vypracoval samostatně a že jsem uvedl v přiloženém seznamu veškeré použité informační zdroje v souladu s Metodickým pokynem o dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací, vydaným ČVUT v Praze 1.7.2009.

Nemám závažný důvod proti užití tohoto školního díla ve smyslu § 60 Zákona č.121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon).

V Praze dne 19.7.2019

.....

podpis

Poděkování

Rád bych tímto poděkoval svému vedoucímu práce Ing. Janu Koubkovi, Ph.D. za vedení při vypracování bakalářské práce, odborné konzultace a čas, který mi věnoval. Děkuji i konzultantovi Ing. Jiřímu Součkovi a výrobnímu řediteli Ing. Michalovi Adamovi ze společnosti Brispol a.s. V neposlední řadě bych rád poděkoval odborníkům ze společností ABB s.r.o. a Haberkorn s.r.o.

Dále chci poděkovat své rodině za umožnění studia na vysoké škole, její podporu a trpělivost, se kterou se mi věnovala.

Anotace

Autor:	Richard Steiger
Název BP:	Automatizace provozu lisování fasádních pásků
Rozsah práce:	59 str., 43 obr., 3 tab.
Školní rok vyhotovení:	2019
Škola:	ČVUT – Fakulta strojní
Ústav:	Ú12135 – Ústav výrobních strojů a zařízení
Vedoucí BP:	Ing. Jan Koubek, Ph.D.
Konzultant:	Ing. Jiří Souček
Zadavatel:	REFRAMO KZK a.s.
Využití:	Koncept sloužící k ukázce možného automatizačního řešení současného pracoviště provozovny.
Klíčová slova:	Automatizace, manipulace, robot, manipulátor, skladování, lisování fasádních pásků
Anotace:	Tato práce se zabývá zmapováním současného pracoviště lisování fasádních pásků a návrhem možných automatizovaných řešení včetně ekonomického zhodnocení jednotlivých variant pro uvolnění pracovní síly po dobu lisování. Jedna vybraná varianta je následně polokonstrukčně zpracována včetně návrhu úchopného přípravku pro odebrání pásků z výstupního pásu lisu a jejich následné ukládání do kontejnerů. Je navržena kompletní automatizovaná linka včetně zásobníků s výkresovým výstupem.

Annotation

Autor:	Richard Steiger
Title:	Product storage automation
Extent:	59 p., 43 fig., 3 tab.
Academic year:	2019
University:	CTU – Faculty of Mechanical Engineering
Department:	Ú12135 Department of Production Machines and Equipment
Supervisor:	Ing. Jan Koubek, Ph.D.
Consultant:	Ing. Jíří Souček
Submitter of the Theme:	REFRAMO KZK a.s.
Application:	Concept for demonstration of possible automation solution of current workplace.
Key words:	Automation, manipulation, robot, manipulator, storage, pressing of facade strips
Annotation:	This thesis deals with the mapping of the current workplace of pressing of facade strips and proposal of possible automation solutions including economic evaluation of individual variants for release of labor force during pressing. One selected variant is then semi-structurally processed, including the design of the gripping device for strip removal from the press exit belt and their consecutive storage in containers. A complete automated line including buffers is designed with the drawing output.



Obsah

Obsah	7
1 Úvod	9
2 Cíl práce.....	10
3 Stav řešené problematiky	11
3.1 BRISPOL a.s.....	11
3.1.1 Fasádní pásky	11
3.2 Automatizace	13
3.3 Manipulace.....	13
3.4 Průmyslové manipulátory a roboty.....	14
3.4.1 Synchronní manipulátory (teleoperátory)	14
3.4.2 Manipulátory s pevným programem	15
3.4.3 Manipulátory s pružným programem	15
3.4.4 Průmyslové roboty	16
3.5 Úchopné mechanismy	18
3.6 Dopravníkové systémy	20
3.6.1 Pásové dopravníky	20
3.6.2 Modulární dopravníky.....	21
3.6.3 Článekové dopravníky	22
3.6.4 Korečkové elevátory.....	22
3.6.5 Šnekové dopravníky	23
3.6.6 Řetězové dopravníky.....	23
3.6.7 Závěsné řetězové dopravníky	23
3.6.8 Transportní vozíky	24
3.6.9 Vibrační dopravníky	24
3.6.10 Destičkové dopravníky	24
3.6.11 Pneumatické dopravníky.....	25
3.6.12 Válečkové dopravníky	25
3.6.13 Výtahy a zdviže.....	26
3.7 Zásobníky	27
3.8 Lineární pohony	28
3.8.1 Pneumatické pohony	28



3.8.2	Hydraulické pohony	28
3.8.3	Elektrické pohony.....	28
3.9	Bezdotykové snímače polohy (výběr)	29
3.10	Shrnutí řešerše	29
4	Vlastní řešení	31
4.1	Současné pracoviště.....	31
4.2	Požadavky na manipulaci s pásky	34
4.2.1	Metody uložení pásků v kontejneru.....	34
4.2.2	Ukládání pásků do kontejneru	35
4.3	Varianty řešení dopravníkové tratě	36
4.3.1	Prvotní návrh.....	37
4.3.2	Varianta s dopravníkem na úrovni pásu lisu	38
4.3.3	Varianta s podvěšeným dopravníkem.....	39
4.3.4	Výsledná varianta	40
4.3.5	Ekonomické náklady jednotlivých variant.....	41
4.4	Přemísťování pásků	42
4.5	Časová náročnost procesu	44
4.6	Návrh úchopné hlavice.....	45
4.7	Zásobníky kontejnerů.....	46
4.7.1	Zásobník prázdných kontejnerů	47
4.7.2	Zásobník plných kontejnerů	48
4.8	Celkový návrh pracoviště	49
4.8.1	Pohyb kontejnerů v procesu	52
4.9	Bezpečnost	53
5	Závěr.....	54
	Seznamy.....	55
	Seznam použité literatury	55
	Seznam použitého softwaru	57
	Seznam obrázků	57
	Seznam tabulek	58
	Seznam příloh.....	59
	Výkresová dokumentace.....	59
	Elektronické přílohy (CD).....	59



1 Úvod

Výroba je jeden ze základních kamenů průmyslu, proto je třeba ji stále zdokonalovat, zefektivňovat a zrychlovat. V současnosti je poptávka po produktech ve velkém množství napříč průmyslovými obory i automatizací provozu, a proto je třeba, aby výrobní společnosti byly schopny tuto poptávku uspokojit. Toho se dá dosáhnout rozšířením výroby nákupem dalších strojů nebo zkrácením výrobního času současného procesu.

Právě druhý jmenovaný způsob často vede k nahrazování lidské mechanické práce pomocí manipulátorů nebo robotů. Jedná se o způsob, který zpravidla po prvotní větší investici vykazuje po určité době značnou návratnost, ale hlavně zaručuje plynulost provozu a konstantní kvalitu výsledného produktu.



2 Cíl práce

Tato práce se bude zabývat popisem aktuálního stavu provozu lisování fasádních pásků ve výrobně společnosti BRISPOL a.s. a především zmapováním konkrétní operace, kterou je odebrání fasádních pásků z výstupního pásu lisu. K tomu dopomůže zjednodušený model pracoviště. Cílem by mělo být nahrazení činnosti stávajícího pracovníka obsluhy a jeho uvolnění pro jinou pozici po dobu chodu lisu.

Následně bude provedeno vyhodnocení získaných informací a navržení několika variant možných řešení daného problému pomocí manipulátoru nebo robotu. S tím je třeba spojit úvahu o tom, jaký bude mít daná varianta dopad na bezpečnost provozu a její ekonomickou návratnost. Proběhne výběr vhodné varianty a její polokonstrukční zpracování.

Důležité je provést časový rozbor přemísťování a ukládání jednotlivých pásků do kontejnerů tak, aby byla zajištěna kontinuita provozu. S tím souvisí způsob odebrání pásků z pásu lisu a manipulace s nimi. Dle získaných informací proběhne návrh úchopné hlavice, pomocí které bude robot či manipulátor zajišťovat odebrání a následné ukládání pásků do kontejnerů.

Výsledkem bude návrh celkového uspořádání pracoviště včetně dopravníkových drah a způsobu skladování kontejnerů v zásobnících, včetně výkresu pracoviště.



3 Stav řešené problematiky

3.1 BRISPOL a.s.

Historie společnosti BRISPOL a.s. sahá více jak 134 let do minulosti. Závod byl založen v Kadani v roce 1885 Fridrichem Döllem a od té doby se soustředí především na výrobu produktů z kameniny a šamotu. [1]

Společnost v historii prošla několika změnami jmen, naposledy to bylo 1.1.2018, kdy se změnil název z REFRAMO KZK a.s. na BRISPOL a.s. [2]

Produkty se vyrábějí tradičním způsobem z českého přírodního jílu, který zajišťuje odolnost vůči mrazu, kyselému dešti a chemikáliím. Výrobky procházejí čtyřtýdenním výrobním procesem od lisování a sušení až po výpal v peci při 1200 °C. Společnost pro svou známou kvalitu spolupracuje i s Národním památkovým ústavem, například na vývoji fortifikační cihly. [1]

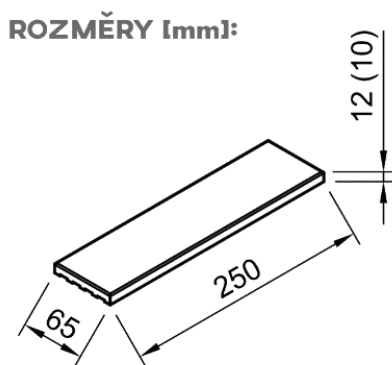
3.1.1 Fasádní pásy

Materiál fasádních pásků tvoří kamenina, což je slinutá směs jílu pálená při 1250 °C. Jedná se o materiál s nízkou nasákavostí, mrazuvzdorností, dlouhou životností a pevností více než 65 MPa v tlaku a 20 MPa v ohybu. Dále vyniká vysokou otěruvzdorností, je protiskluzná a kyselinovzdorná. Nevznikají na ní výkvěty a bílé skvrny v důsledku solení nebo vzlínající vlhkosti. Materiál je probarven v celém průřezu výrobku, a to za pomoci různých barev jílu. Nejedná se o chemické barvení. V důsledku toho si výrobek zachovává barevnou stálost, nepodléhá účinkům ultrafialového záření a nebledne. [3]



Obr. 3.1 Fasádní pásky použité k obkladu fasády domu [1]

Fasádní pásky se používají jako obkladový materiál interiérů i exteriérů. Například jako obklad zateplených i nezateplených fasád domů (Obr. 3.1), obložení krbů, nebo pro interiéry restaurací a hotelů. Drážkování na rubové straně přispívá k lepšímu přilnutí pásku k podkladu. Výroba probíhá na hydraulickém lisu s manuální obsluhou. Pásky se dodávají v několika barevných provedeních v baleních po 50 kusech. Hmotnost jednoho pásku činí 0,31 kg, celého balení pak 15,5 kg. Udávaná spotřeba je 50 ks/m². Díky tomu se plošná hmotnost pohybuje pod 20 kg/m², a tím pádem lze pásky při správné aplikaci použít bez výškového omezení a nutnosti doložení podrobného statického výpočtu. Kromě pásků přímých (Obr. 3.2) lze objednat jako příslušenství také pásky rohové. [3]



Obr. 3.2 Rozměry fasádního pásku [3]



3.2 Automatizace

Automatizace je založena na samostatném vykonávání a řízení činnosti bez nutného zásahu člověka. V praxi se jedná obvykle o nahrazení práce, která byla až dosud vykonávána lidským pracovníkem. Automatizace poskytuje vyšší formu výroby než mechanizace. [4]

Pod mechanizací manipulace s materiálem je rozuměno nahrazení lidské svalové práce prací stroje. V některých případech, kde by mechanizace nebyla ekonomicky výhodná, je lidem ulehčena práce pomocí prostředků malé mechanizace, jako jsou ruční zvedáky nebo ruční vozíky. V těchto případech pracovník vynakládá vlastní sílu, ale menší, než bez použití prostředků malé mechanizace. [5]

Při současné nízké ceně automatizačních prvků a jejich miniaturizaci se jejich nasazení uplatňuje nejen ve výrobě, ale i v běžném životě. Předmětem této tzv. nevýrobní automatizace jsou především veřejné služby jako zdravotnictví, peněžní ústavy nebo informační služby. [6]

Z ekonomického hlediska má automatizace za následek zkrácení průběžné doby výroby, zvýšení jakosti a zaručení předepsané kvality výrobků a udržení vysoké produkce. To vše vede k optimalizaci výrobního procesu a snížení výrobních nákladů i přes nutnou počáteční investici. [6]

3.3 Manipulace

Manipulace je činnost, při které se mění poloha objektu, popřípadě jeho orientace v prostoru. Manipulovaným objektem může být jakýkoli předmět (polotovary, výrobek, nástroj atd.). Zařízení primárně určená k manipulaci s objekty jsou průmyslové manipulátory a roboty. [7]

Poloha objektu v prostoru je určena pozicí jeho těžiště vůči zvolenému základnímu souřadnicovému systému. Jeho orientace je pak dána úhlovým natočením vlastního souřadnicového systému oproti základnímu. Manipulací pak můžeme nazývat změnu stavu objektu v prostoru. Celkový pohyb objektu je ve výsledku složen z elementárních pohybů (translace, rotace). [4]



Jednotlivé pohyby mohou být vykonávány nezávisle na sobě, což je případ, kdy se objekt předává mezi jednoduššími pohybovými systémy na jednom rámu. Výhodou tohoto řešení je možnost přítomnosti více objektů v manipulačním procesu, jehož výsledkem je zkrácení manipulačního času připadajícího na jeden objekt. Dalším řešením je manipulační proces, kde jsou jednotlivé pohybové systémy na sobě závislé. Výsledkem toho je vytvořen mechanismus, kde je první pohybová jednotka vázána k základnímu rámu a druhá pohybová jednotka je vázána k první. Díky tomu je možno dosáhnout komplexnějších pohybů s objektem během jediné operace. Toto řešení je vhodné při postupné manipulaci s jednotlivými objekty. [7]

Manipulací s objekty je zajištěna návaznost materiálových toků na pracovišti. Při provozu pracoviště s manipulátory a roboty je podstatné, aby manipulace neohrozila okolní pracovníky. Z tohoto důvodu jsou tato pracoviště chráněna ochrannými mřížemi nebo závěsy. [8]

Situace, při které zůstává objekt v prostoru beze změny, má opodstatnění jako skladování. Ploché objekty, jako jsou např. desky, se nejčastěji ukládají v horizontální poloze. Pokud je materiál objektu dostatečně tuhý, lze objekty skladovat i ve vertikální poloze. Tato poloha je výhodná především pro využitelnost automatické manipulace. [4]

3.4 Průmyslové manipulátory a roboty

Manipulátory a roboty jsou zařízení sloužící k manipulaci s objekty v rámci výrobního procesu. Manipulátory se dělí do tří skupin: synchronní manipulátory, manipulátory s pevným programem a manipulátory s pružným programem. [5]

Manipulační schopnosti manipulátoru a robotu jsou určeny počtem kinematických dvojic, který je dán konstrukcí. Celkový pohyb se pak skládá z dílčích translačních nebo rotačních pohybů. [4]

3.4.1 Synchronní manipulátory (teleoperátory)

Synchronní manipulátory nebo tzv. teleoperátory (Obr. 3.3) se ovládají pomocí člověka (operátora) ať už bezprostředně nebo dálkově. Využívají řídicí signály z ovládacího pultu nebo kopírovací zařízení (řídicí ruku), které přenáší pohyby člověka.



Používají se při práci v prostředí pro člověka škodlivém, jako je manipulace s radioaktivním materiálem nebo podmořský výzkum. [5]



Obr. 3.3 Příklad teleoperátoru [9]

Teleoperátory se běžně používají v kovárnách a slévárnách při manipulaci s těžkými objekty. Pro pohon se zde obvykle uplatňuje hydraulický systém. Slouží především pro zesílení silových funkcí člověka. [4]

3.4.2 Manipulátory s pevným programem

Tyto stroje pracují samostatně bez zásahu člověka a vykonávají předem definovanou sadu jednodušších pohybů. Pracovní cyklus lze měnit velice obtížně, protože je dán konstrukcí stroje. Možnou úpravu lze učinit výměnou vaček apod. Jsou vhodné do velkosériové výroby, kde se nepředpokládá častá změna výrobního cyklu. Příkladem může být obsluha některých obráběcích strojů. [5]

3.4.3 Manipulátory s pružným programem

Za manipulátory s pružným programem považujeme automatická zařízení, která jsou schopna vykonávat i složitější pohyby a cyklus těchto pohybů lze změnit prostou změnou řídicího programu bez nutnosti změny konstrukce. Do této kategorie spadají i průmyslové roboty. [5]



Příkladem mohou být manipulátory na lineárním vedení. Materiál použitý na konstrukci vedení může být i hliník, kvůli své nízké hmotnosti. Konzoly na lineárních poháněných pojezdech jsou připojené k rámu, který je umístěn nad místem manipulace. Tím je vytvořen manipulátor s řízením v kartézském systému souřadnic, který může být naprogramován pro různé činnosti dle potřeby. [10]

3.4.4 Průmyslové roboty

Průmyslové roboty (Obr. 3.4) lze charakterizovat jako programovatelné manipulátory s velkým rozsahem pohybových funkcí. Kromě manipulace jsou často využívány též pro technologické operace. Pro adaptivní průmyslové roboty je charakteristické, že mohou do jisté míry korigovat svůj program na základě informací o okolním prostředí získaných pomocí čidel. První roboty, které spadají do dnešní definice, se začaly objevovat po roce 1954. [4]



Obr. 3.4 Ukázka průmyslového robotu [11]

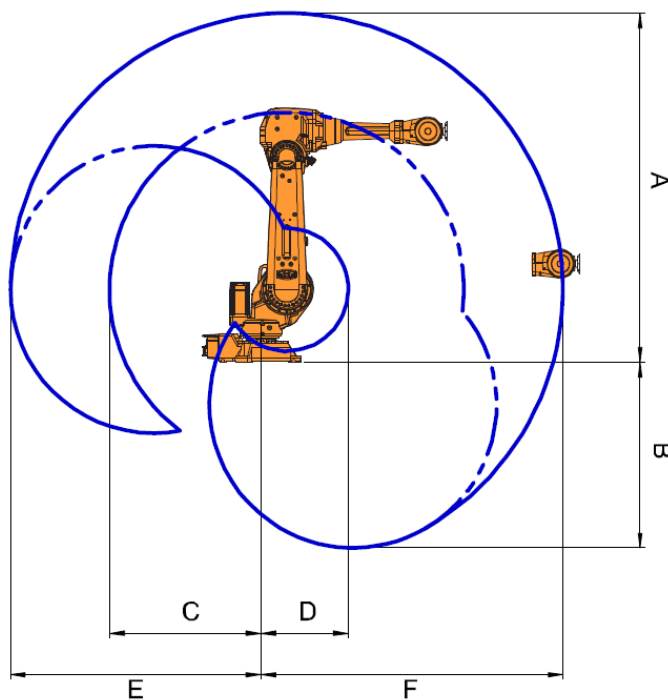
Pro přemístění objektu do libovolného místa v prostoru je zapotřebí, aby robot měl alespoň šest os, ve kterých se může pohybovat. Svírací pohyby se k tomuto počtu nepočítají. [8]

Roboty se značí podle kinematické konstrukce tří hlavních os: typ se třemi lineárními osami (TTT), typ v kombinaci lineárních a otočných os (RRT nebo TRR) a typ se třemi otočnými osami (RRR). [8]

Angulární kinematická struktura (typ RRR) je v současnosti nejrozšířenější pro konstrukci univerzálních robotů. V zápěstí robotu jsou obvykle zařazeny dva až tři rotační pohyby. [4]

Část robotu nebo manipulátoru, která přichází do styku s manipulovaným objektem, se nazývá výstupní (pracovní) hlavice. Ty dělíme dle použití na úchopné a technologické. Úchopná hlavice slouží k zachycení a přenesení objektů, zatímco technologická hlavice slouží k provádění technologických operací např. svařování. [12]

Dle typu konstrukce se mění i pracovní prostor robotu, jak je vidět na Obr. 3.5. Ten je omezen plochou tvořenou maximálním dosahem ramena robotu a zároveň definuje jeho nebezpečnou zónu. Kromě pracovního prostoru je důležitým parametrem robotu i jeho jmenovité zatížení. To určuje maximální hmotnost hlavice a objektu, se kterou je robot schopen vykonat všechny pohyby bez omezení. [8]



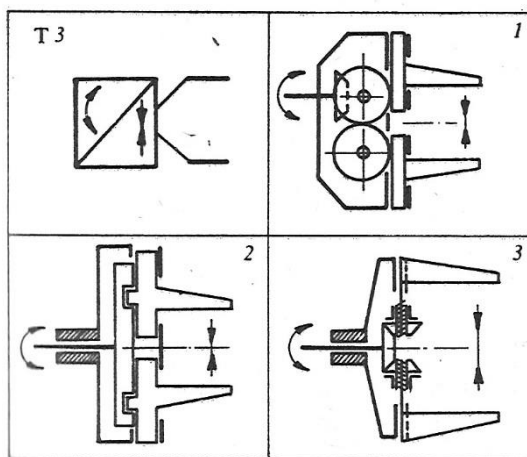
Obr. 3.5 Pracovní prostor robotu [13]

S pracovním prostorem je úzce spjat i operační prostor robotu. Ten vyjadřuje prostor, který opisuje celá konstrukce při pohybu s využitím svého celého pracovního prostoru. [4]

3.5 Úchopné mechanismy

Úchopné hlavice manipulátorů a robotů jsou obvykle navrhovány přímo uživatelem kvůli specifickým požadavkům na způsob upnutí a manipulaci. Není tedy možné definovat jednotlivé typy úchopných hlavice, pouze obecné mechanismy využívané při styku s objektem. Tyto základní prvky jsou charakteru: mechanického, magnetického a podtlakového. Prvky lze následně dělit na aktivní a pasivní. U aktivních prvků je na rozdíl od pasivních možné ovládat úchopnou sílu. Pasivní prvky umožňují upnutí objektu danou silou, ale uvolnění je možné pouze s vnějším zásahem. [12]

Příkladem mechanického úchopného prvku jsou čelisti (Obr. 3.6), které svou formou připomínají stisk lidské ruky. Dále se jako pasivní prvky používají různé čepy, vidlice nebo háky. [12]



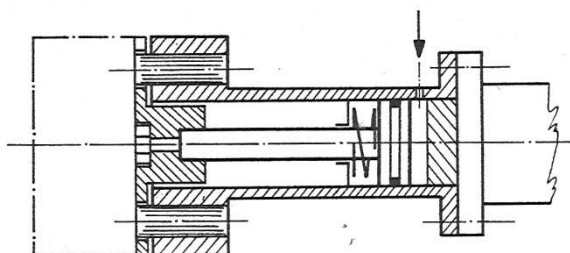
Obr. 3.6 Kinematická struktura úchopných hlavice s posuvnými čelistmi a s rotačním ovládacím pohybem [12]

Úchopné hlavice s aktivními mechanickými prvky se často označují jako mechanická chapadla, která jsou vybavena ovládanými pohyblivými čelistmi. Čelisti jsou ovládány jednotlivě nebo jako celek jediným společným pohonem s využitím převodu. Pro pohon jsou nejčastěji používány hydraulické nebo pneumatické válce z důvodu malého potřebného prostoru, velké maximální upínací síly a možnosti nastavení upínací síly pomocí změny tlaku pracovní tekutiny. [12]

Pneumatické systémy nemohou být příčinou vzniku elektrických výbojů. Jsou tak vhodné i v prostorech s nebezpečím výbuchu. [8]



Magnetické úchopné prvky využívají přitažlivých sil magnetů k upnutí feromagnetických materiálů. Může se jednat o úchopné hlavice s permanentními magnety (pasivní) jak je vidět na Obr. 3.7 nebo s elektromagnety (aktivní). Výhodou permanentních magnetů je jednoduchost konstrukce, nevýhodou pak, že se k magnetům mohou přichytávat drobné magnetické částice nebo objekty, které naruší polohu upnutého výrobku. Toto řešení je vhodné pro menší feromagnetické objekty s nízkou hmotností, protože jinak vznikají komplikace s uvolňováním. Nejběžněji jsou využívány tyčové permanentní magnety. [12]

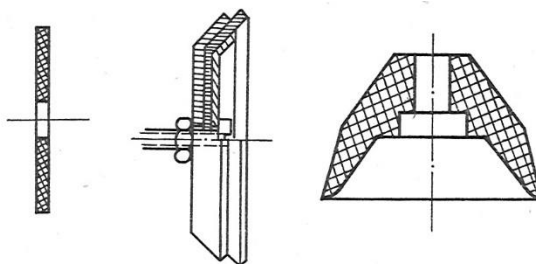


Obr. 3.7 Pasivní magnetická úchopná hlavice s pneumatickým uvolňováním objektů [12]

Hlavice s elektromagnety pracují obdobně. Působením stejnosměrného magnetického pole může dojít ke zmagnetizování objektu, což znesnadňuje jeho uvolnění. Z tohoto důvodu se obvykle po přerušení proudu provádí obrácení směru v magnetových cívkách, čímž dojde k odmagnetizování objektu. [12]

Magnetické upínání je rychlé a umožňuje přístup k upnutému objektu z pěti stran. To je výhodné například u obrábění, kdy lze vyrobit celou součást na jedno upnutí. [8]

Podtlakové úchopné prvky pracují na principu vytvoření úchopné síly způsobené podtlakem v prostoru z jedné strany uzavřeného uchopovaným objektem. Jako pasivní prvek se používají pryžové deformační přísavky. Jejich stlačením dochází ke zmenšení vnitřního objemu přísavky a následně k podtlaku při snaze přísavku od objektu odtrhnout. Úchopná síla závisí nejen na velikosti vnitřního prostoru přísavky, ale i na jejím tvaru a tuhosti. Deformační pryžové přísavky vyžadují vysokou rovinnost a hladkost povrchu pro bezpečné upnutí. Hodí se proto zejména pro upínání skleněných tabulí apod. [12]



Obr. 3.8 Konstrukce podtlakových komor [12]

Aktivní podtlakové prvky se často označují jako podtlakové komory (Obr. 3.8). Vyvození úchopné síly se provádí pomocí vývěvy nebo ejektoru. U řešení s vývěvou je výrazně nižší cena, ale zato výrazně stoupá spotřeba vzduchu. Z toho lze usoudit, že ejektory jsou výhodnější pro malé úchopné hlavice. Důležité je, jako u pasivních přísavek, zajištění co nejtěsnějšího spojení s povrchem objektu. K tomu se používají podtlakové komory s navulkanizovaným pryžovým okrajem kuželovitého tvaru. [12]

3.6 Dopravníkové systémy

Transportní prostředky umožňují dopravu objektů po pracovišti k zajištění kontinuity provozu a technologického procesu. Typ dopravníku je třeba volit vždy s ohledem na druh a vlastnosti dopravovaného materiálu. [4]

3.6.1 Pásové dopravníky

Pásové dopravníky slouží jako nejběžněji používaný prostředek pro kontinuální dopravu sypkých látek. Jsou výhodné zejména kvůli své jednoduché konstrukci, velké maximální dopravní rychlosti a možnosti nakládat a odebírat materiál v kterémkoli místě. Podle tažného elementu se pásové dopravníky dělí na dva základní, a to dopravníky s pásem gumovým (Obr. 3.9) nebo ocelovým. [5]



Obr. 3.9 Pásový dopravník s gumovým pásem [14]

Pás gumových dopravníků je tvořen textilní kostrou a několika krycími vrstvami z měkké gummy. Textilní kostra se skládá ze dvou až čtrnácti textilních vložek z bavlny, které jsou vzájemně spojeny vrstvami gummy. Tím je zajištěna potřebná pevnost a zároveň malá příčná tuhost pásu umožňující vytvoření korýtkového profilu vhodného pro dopravu sypkých směsí. [5]

Konstrukce dopravníků s ocelovým pásem je podobná dopravníkům s pásem gumovým, jen je pás vyroben z oceli válcované za studena a jeho jednotlivé části jsou spojeny pomocí nýtů. Výhodou je hladkost pásu, což umožňuje snadné odvádění materiálu z pásu například v potravinářském průmyslu. Dále snese vyšší provozní teploty a je vhodný i pro dopravu abrazivních materiálů. Nevýhodou oproti pásu gumovému je menší dopravní rychlost a menší možná dopravní délka. Ocelový pás má také vyšší nároky na čištění. [5]

3.6.2 Modulární dopravníky

Modulární pásové dopravníky (Obr. 3.10) jsou určeny tam, kde je potřeba, aby pás odolal vyšším teplotám a mechanickému poškození. Nespornou výhodou těchto pásů je možnost vyměnit poškozené elementy za nové bez nutnosti výměny celého pásu. Navíc přítomnost modulů umožňuje i konstrukci tratě se zakřivením, což u běžných pásů není možné. [15]



Obr. 3.10 Dopravník s modulárním pásem [15]

Modulární dopravníky jsou vhodné pro přepravu kusových výrobků s různými vlastnostmi. Dle charakteru dopravovaných objektů lze volit z několika materiálů, z nichž jsou moduly pásu vyrobeny. [15]

3.6.3 Článkové dopravníky

Tažný element článkových dopravníků tvoří dva, výjimečně jeden řetěz, ke kterému jsou připevněny nosné orgány v podobě žlabů, korýtek apod., které hrnou materiál. [5]

Tyto dopravníky se používají v dolech a průmyslu stavebních hmot pro dopravu těžkých materiálů. Dobře odolávají abrazi a vysokým teplotám až do 200 °C. Jsou určeny pro přepravu velkého dopravního množství při vzdálenostech do 100 m. [5]

3.6.4 Korečkové elevátory

Tyto dopravníky slouží pro přepravu sypkých hmot ve svislém nebo strmém směru. Přípravek pro unášení materiálu je tvořen plechovými nádobami (korečky), které jsou připevněny k unášecímu pásu nebo řetězu. Používají se pro překonání výšky do 40 m a pro dopravní množství do 160 m³/h. Korečky se vyrábějí ve čtyřech základních profilech značenými písmeny A až D. [5]

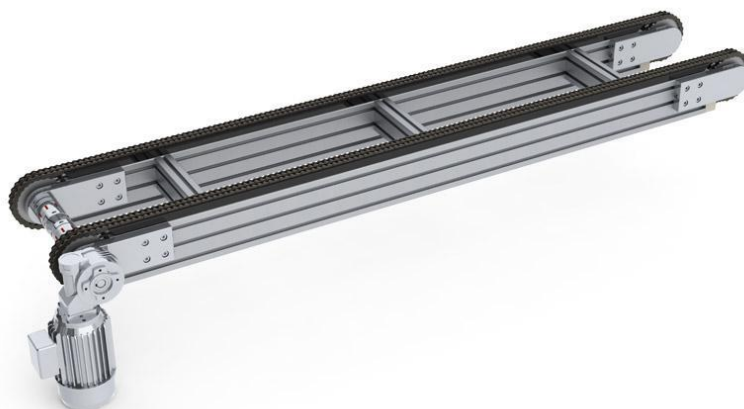


3.6.5 Šnekové dopravníky

Šnekový dopravník je v podstatě plechový žlab, který má průřez ve tvaru písmene U, v němž rotuje šnek. Žlab je shora uzavřen pomocí plechového víka. Materiál je dopravován ve směru osy žlabu podobně jako matice pohybového šroubu. Pro funkčnost tohoto dopravníku je stěžejní, aby tření materiálu o povrch šneku bylo menší než tření o stěny žlabu, jinak by mohlo dojít k vytvoření neprůchodné zátky. Z tohoto důvodu není šnekový dopravník vhodný pro dopravu lepkavých a vysoce abrazivních materiálů. Výhodou je jednoduchá konstrukce a prachotěsnost. Nevýhodou je pak velká energetická náročnost pro pohon a malá životnost částí v důsledku velkého tření. [5]

3.6.6 Řetězové dopravníky

Tam, kde je zapotřebí dopravovat rozměrné a těžké objekty, je vhodné použít řetězové dopravníky (Obr. 3.11). Vyznačují se vysokou únosností a na řetěz je možno instalovat vodící elementy, které zajišťují pozici objektu na transportním řetězu. [15]



Obr. 3.11 Příklad řetězového dopravníku [15]

Díky mezeře mezi jednotlivými řetězy je možné přepravovat i objekty, které svým tvarem a způsobem umístění na řetězu zasahují pod úroveň dopravníku. [15]

3.6.7 Závěsné řetězové dopravníky

Jedná se o visutou dráhu taženou řetězem (v případě prostorového dopravníku může mít i svislé úseky), po které pojíždějí jednotlivé vozíky. Jsou vhodné pro dopravu kusového materiálu v pravidelných dávkách, což je činí vhodnými například pro



mezioperační skladování. Během dopravy mohou proběhnout rozličné technologické procesy jako ohřev nebo sušení. [5]

3.6.8 Transportní vozíky

Jednodušším zástupcem této skupiny je automatický vozík, pohybující se po podlahovém vedení, které je zpravidla tvořeno kolejnicovou dráhou. Vozík má vlastní elektropohon a může být vybaven manipulačním prvkem, např. výsuvnou deskou pro manipulaci s paletami. Konstrukčně mohou být velmi podobné rozšířenému vysokozdviznému vozíku. [4]

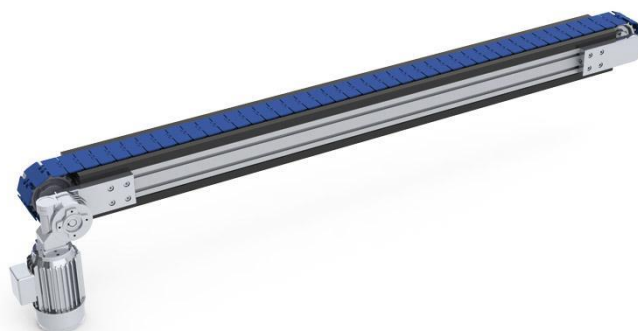
Pokročilejší vozíky jsou vybaveny čepem, který sleduje drážku v podlaze a tou je vozík řízen. Podle čepu se nastavuje natočení kol a samotná dráha je řízena dálkově pomocí výhybek. To umožňuje návrh složitějších drah i s úrovnovým křížením. [4]

3.6.9 Vibrační dopravníky

Základ vibračních dopravníků tvoří plechový žlab nebo ocelová trubka, v níž je veden sypký materiál. Soustavě je pomocí klikového mechanismu nebo budičem kmitů udílen kmitavý pohyb, který následně posouvá částice dopravovaného materiálu. [5]

3.6.10 Destičkové dopravníky

Tyto dopravníky využívají pásu tvořeného destičkami (Obr. 3.12), které unášejí objekty. Destičky jsou obvykle vyrobeny z materiálu jako PC, POM nebo nerezová ocel. Výhodou těchto dopravníků je v případě poškození destiček možnost jejich výměny, protože jednotlivé destičky jsou spojeny pomocí ocelových kolíků. [15]



Obr. 3.12 Destičkový dopravník [15]

Kvůli omezené šířce destičkového pásu, se tyto dopravníky hodí k přepravě menších kusových objektů. Často slouží pro dopravu láhví, plechovek nebo kartonových krabic. [16]

3.6.11 Pneumatické dopravníky

Pneumatické dopravníky využívají uzavřeného kanálu, ve kterém je objekt přepravován pomocí proudu stlačeného vzduchu. Výhodou je vysoká rychlost dopravy. Je vhodný především pro přepravu malých rotačních součástí na dráze s velkými poloměry zakřivení. Tento systém představuje poměrně nákladné řešení i přes svou jednoduchost, protože je třeba generovat stlačený vzduch a zajišťovat obtížně proveditelnou údržbu. [4]

3.6.12 Válečkové dopravníky

Válečková trať je tvořena soustavou válečků (Obr. 3.13), jejichž osy jsou uloženy v nosném rámu tratě. Materiál je dopravován po válečcích ve směru kolmém na jejich osy. Tento druh dopravníku dělíme na poháněné a nepoháněné (gravitační). Válečky se vyrábějí v normalizovaných průměrech a délkách. Trať válečkového dopravníku nemusí být pouze přímá, ale dají se navrhnout i zakřivené tratě, kde jsou válečky nahrazeny kónickými tělesy. U poháněných dopravníků mohou být válečky poháněny jednotlivě, nebo jako větší celek. [5]



Obr. 3.13 Válečkový dopravník [16]

Tam, kde je třeba náhlá změna směru nebo kde se jednotlivé tratě kříží, je možné využít točny (Obr. 3.14). Poloměr zakřivených částí při pozvolné změně směru musí být dostatečně velký. Doporučuje se tři až čtyřnásobek šířky tratě. [4]



Obr. 3.14 Točna válečkového dopravníku [14]

3.6.13 Výtahy a zdviže

Mezi prostředky vertikální dopravy počítáme výtahy, určené pro přepravu nákladu. Výtahy dělíme dle pohonu do dvou základních skupin, a to s pohonem elektrickým nebo hydraulickým. Pro výtahy s hydraulickým pohonem, které mají kabinu přímo poháněnou pístem, není nutné použít zachycovače a půdorysné rozměry jsou menší. [5]



Obr. 3.15 Integrovaný výtah na válečkovém dopravníku [14]

Pro překonání výškového rozdílu na dopravníkové trati je vhodné použití zdviží (výtahů). Výhodou je vertikální posun na malé zastavěné ploše, jak je vidět na Obr. 3.15. Nevýhodou je pak malá přepravní kapacita. Ve většině případů je zdvih řešen pomocí elektromotoru, při zvedání větší zátěže lze použít protizávaží. [14]

3.7 Zásobníky

Zásobníky slouží pro ukládání a skladování objektů (výrodků, materiálu) ve výrobním procesu. Jejich provoz je úzce spjat s manipulačními a dopravními zařízeními. Účast vstupního a výstupního zásobníku umožňuje po určitou dobu samostatnost pracoviště a tím i jeho automatizaci. Zásobníky můžeme dle funkce dělit na zásobníky provozní, transportní, skladovací a distribuční. [4]

Do skupiny provozních zásobníků patří zásobníky zásobovací. Ty slouží pro vytvoření zásoby objektů v prostoru výroby. Jedná se o základ pro zajištění kontinuity provozu. Do této skupiny patří i technologické zásobníky, umožňující manipulaci s objekty při současném vykonávání technologických operací. [4]

Kromě funkce můžeme zásobníky dělit i podle toho, jak jsou v nich objekty uloženy. Zásobník, v němž jsou objekty uloženy v rovině, se nazývá plochá paleta. Zásobník, kde se objekty nacházejí uloženy v prostoru, se nazývá kontejner. [4]

Existuje celá řada kritérií, podle kterých lze zásobníky dále dělit. Jedním z nich je účast zásobníku v procesu ve vztahu k manipulátoru. Z tohoto hlediska se dělí na pasivní (např. paleta) a aktivní (např. řetězový zásobník), který zajišťuje pozici objektů pomocí



pohonu. Další dělení může být dle pohybu zásobníků na statické a mobilní. Některé druhy zásobníků využívají principy dopravníků, jako např. gravitační zásobníky, které využívají zemské přitažlivosti podobně jako nepoháněná válečková trať. [4]

3.8 Lineární pohony

3.8.1 Pneumatické pohony

Nespornou výhodou pneumatických pohonů je jejich jednoduchost konstrukce. Díky tomu jsou levnější a mají nižší hmotnost než hydraulické systémy. Tyto pohony dosahují vysokých rychlostí pohybu (mají velkou akceleraci) a přesnosti v krajních polohách. Jelikož nemohou způsobit jiskru, jsou vhodné i do prostředí s nebezpečím výbuchu. Jako médium používají stlačený vzduch, takže únik z pneumatického vedení není nebezpečný pro obsluhu a je zcela ekologický. Mezi nevýhody patří nízká efektivita způsobená vlivem tlakových ztrát a malá síla při nízkých tlacích. Přesné ovládání vyžaduje použití proporcionálních ventilů, které značně zvyšují náklady. [17]

3.8.2 Hydraulické pohony

Hydraulické pohony jsou svou konstrukcí obvykle robustnější než pohony pneumatické. Jsou tím pádem vhodné pro aplikace s velkými silami. Díky tomu, že používají jako médium nestlačitelnou kapalinu, mohou držet kroutící moment nebo sílu i v době výpadku proudu a nefunkčnosti hydraulického čerpadla. Hydraulická kapalina použitá jako médium může v případě úniku způsobit požár nebo znečištění okolí. Konstrukce pohonu vyžaduje mnoho prvků (čerpadla, nádrže, ventily atd.), které systémem značně prodraží. [17]

3.8.3 Elektrické pohony

Elektrické pohony dosahují nejpřesnějšího polohování ze zmíněných systémů. Díky použití pohybového šroubu jsou vhodné v aplikacích, kde je třeba dosažení přesnosti pohybu i mimo koncové polohy. Je u nich možné plně regulovat sílu, polohu i rychlost. Vzhledem k tomu, že nepoužívají pracovní médium, nehrozí únik nebezpečných



tekutin. Oproti pneumatickým systémům se vyznačují vyšší počáteční cenou a omezeným rozsahem pracovních teplot. [17]

3.9 Bezdotykové snímače polohy (výběr)

Triangulační senzory polohy jsou bezdotykové optické snímače, které na měřeném objektu vytvářejí nepatrný světelný bod. Podle úhlu odrazu této skvrny je pak následně určena vzdálenost snímaného objektu. Odražené paprsky mají vysoké rozlišení a signál je pro další použití digitálně zpracován. Díky tomu není měření ovlivněno barvou nebo strukturou povrchu. [18]

Laserové difúzní senzory pracují na principu rychlého vysílání krátkých světelných impulsů. Snímač následně určí vzdálenost z doby, za kterou se vyslaný paprsek vrátí zpět ke snímači. Tyto senzory mají velký dosah a jsou tedy vhodné i pro měření malých objektů na velké vzdálenosti. [18]

Světelné závory využívají světelného signálu pro detekci objektu. Vysílač a přijímač jsou umístěny v jedné přímce a k detekci objektu dochází pomocí přerušování světelného paprsku vycházejícího z vysílače (přechozí závora). Používají se i konfigurace, kde vysílač i přijímač jsou na stejné straně zaznamenávaného objektu (reflexní závora). V takovém případě je na druhé straně zrcadlo, které v době nepřítomnosti objektu odráží světelný paprsek do přijímače. [19]

Ultrazvukové senzory vysílají zvukový pulz s daným kmitočtem. Po vyslání pulzu se snímač přepne do funkce přijímače a očekává odraz signálu. Přijatý odražený signál se porovnává s vyslanou frekvencí pulzu, aby se zjistilo, zda jde opravdu o vyslaný signál snímače. Po určení shody se z doby odrazu určí vzdálenost objektu. [19]

3.10 Shrnutí řešerše

Ze získaných zdrojů vyplývá, že problém manipulace s objekty lze řešit mnoha způsoby. Vždy je třeba určit podmínky pro manipulaci s danými objekty a dle toho zvolit vhodnou metodu.



S ohledem na vlastnosti přepravovaného objektu je důležité vybrat takový způsob upnutí k úchopné hlavici manipulátoru, který zajistí bezpečnou manipulaci s objektem bez jeho poškození nebo vypadnutí z upínacího přípravku.

Po vyřešení problému vlastní manipulace přichází na řadu volba vhodného typu dopravníku. Ten je třeba volit s ohledem na konzistenci dopravovaného materiálu, jeho hmotnost a požadovanou délku dopravníkové trati.

Samotné lisování fasádních pásků, nebo produktů z kameniny obecně, je běžně obsluhováno pracovníky manuálně. Pouze některé specializované výroby mají proces manipulace s výrobky řešen automatizovaně. Jedná se ale obvykle o specializované továrny, kde probíhá výroba produktů od míchání směsi až po balení hotových výrobků a jejich expedici zcela automatizovaně.

Z tohoto hlediska každé současné pracoviště, kde dosud probíhala obsluha lisu manuálně a je snaha o jeho automatizaci, je unikátní a je třeba pro něj navrhnout individuální řešení.

4 Vlastní řešení

4.1 Současné pracoviště

V současnosti probíhá odebírání fasádních pásků z výstupního pásu lisu ručně (Obr. 4.1). Obsluha čeká na dokončení operace lisování a následný přesun čtyř pásků z prostoru lisu až k místu na konci pásu, kde se jejich pohyb zastaví pomocí optického senzoru. Obsluha následně pásky uchopí, složí na sebe a umístí do připravených mullitových kontejnerů.



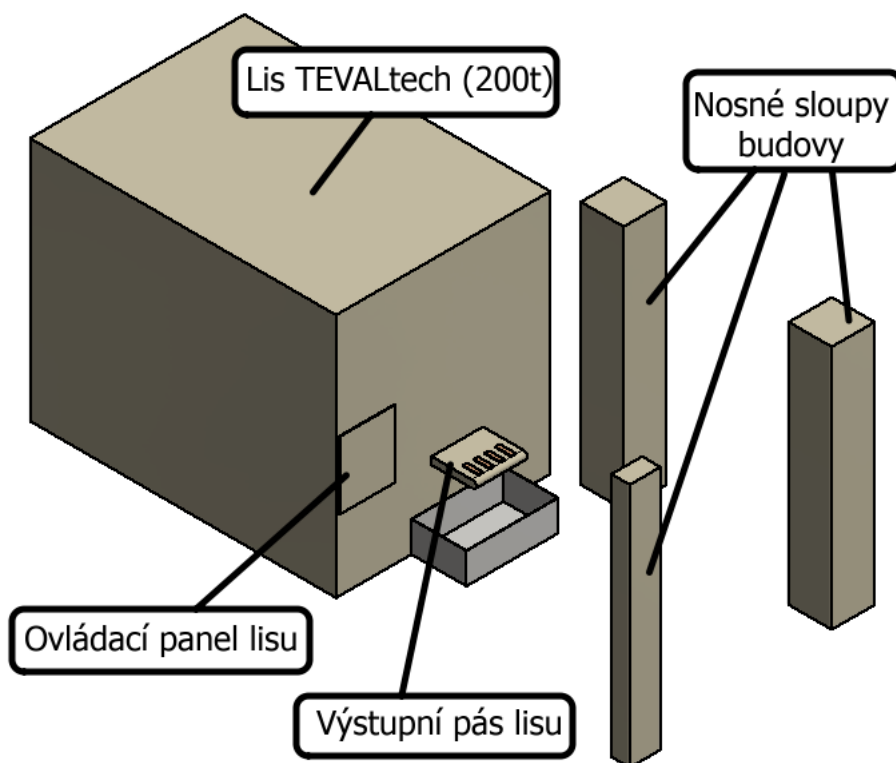
Obr. 4.1 Odebírání pásků z výstupního pásu lisu obsluhou

Po naplnění kontejnerů, které jsou během odebírání pásků připravené na vozíku (Obr. 4.2), obsluha tento vozík odveze do zadní části haly, kde se kontejnery přechodně skladují na paletách. Vykládání kontejnerů z vozíku na palety musí pracovník stihnout v mezičase, než se vylisuje další sada pásků. Během jedné směny se předpokládá produkce 3000 ks fasádních pásků.



Obr. 4.2 Vozík s kontejnery

K lepšímu pochopení prostorového uspořádání pracoviště bylo využito zjednodušeného modelu, který zobrazuje nejbližší prostor kolem lisu. Jak je na Obr. 4.3 ukázáno, prostor kolem lisu je omezen zástavbou, konkrétně sloupy budovy.

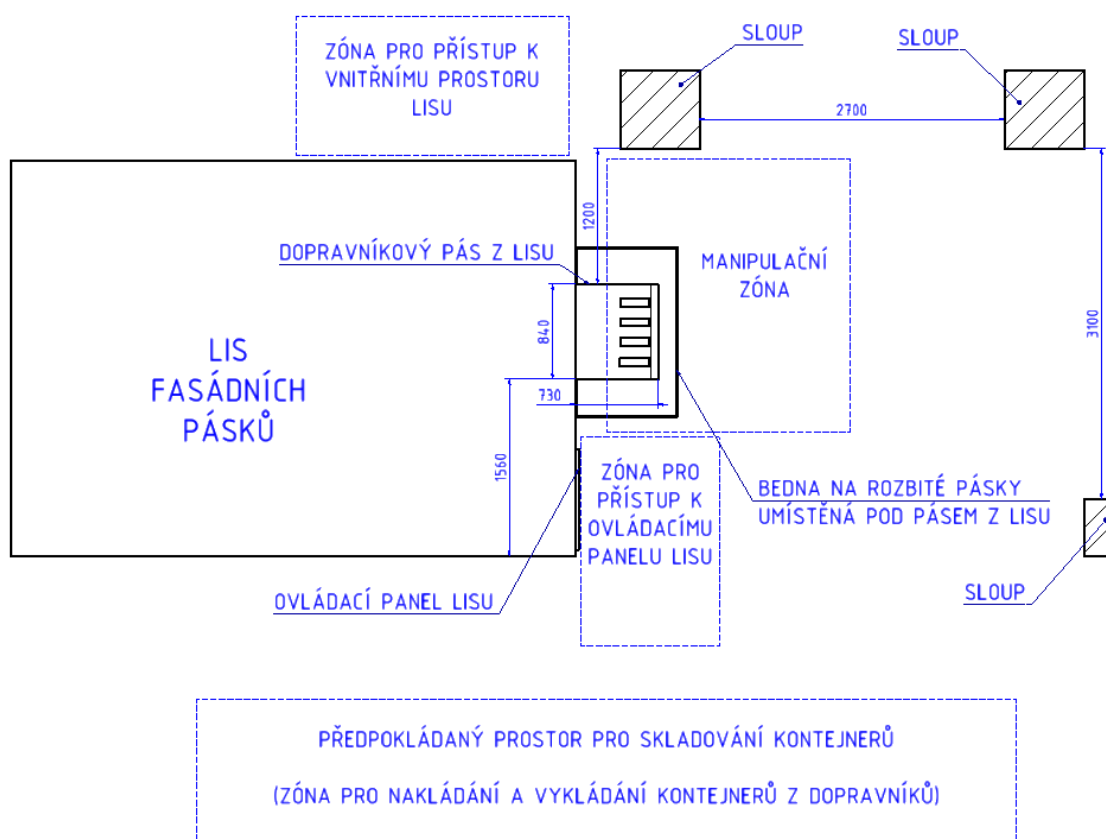


Obr. 4.3 Zjednodušený model současného pracoviště



Při návrhu řešení bylo třeba zachovat přístup k ovládacím prvkům lisu, aby nebyla omezena jeho funkčnost. Přístup k vnitřnímu prostoru lisu je zajištěn pomocí dveří v ochranném oplocení u boční stěny lisu za jedním ze sloupů. Tento prostor nebyl předmětem návrhů řešení, a tudíž nebyl jakkoli ovlivněn.

Dalším prvkem, ke kterému bylo třeba ponechat přístup, je ovládací panel lisu, nacházející se na jeho čelní stěně, hned vedle výstupního pásu. Pro snazší orientaci byl zhotoven popis pracoviště s vyznačenými zónami (Obr. 4.4).



Obr. 4.4 Popis pracoviště s vyznačenými zónami

Pod výstupním pásem z lisu se nachází plechový box, kam padají neslisované úlomky a prach z pásků. Pro ten je zapotřebí, aby se dal odsunout a vysypat. K tomu bude sloužit zóna pro ovládací panel lisu, která nesmí být zastavěna.

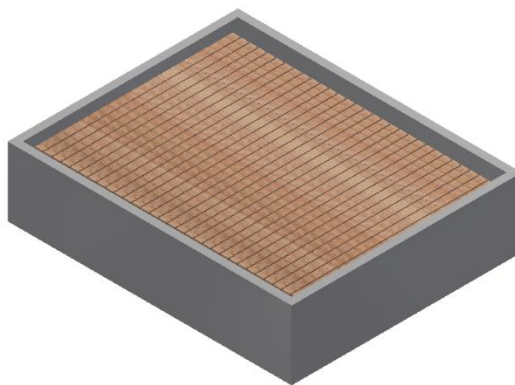
4.2 Požadavky na manipulaci s pásky

Pásky na konci výstupního pásu z lisu zastavují v konstantní vzdálenosti 80 mm od jeho okraje. Mezera mezi jednotlivými pásky činí 105 mm s odchylkou několika milimetrů. Nepřesnost způsobuje přechod z prostoru lisu na dopravníkový pás.

Hmotnost jednoho pásku činí po započtení obsahu vody před vypalováním 0,34 kg. Pásky se ukládají do mullitových kontejnerů, který každý váží 5,4 kg. S tím je třeba počítat při navrhování dopravníkové tratě. Rozměry kontejneru jsou 370 x 90 x 300 mm.

4.2.1 Metody uložení pásků v kontejneru

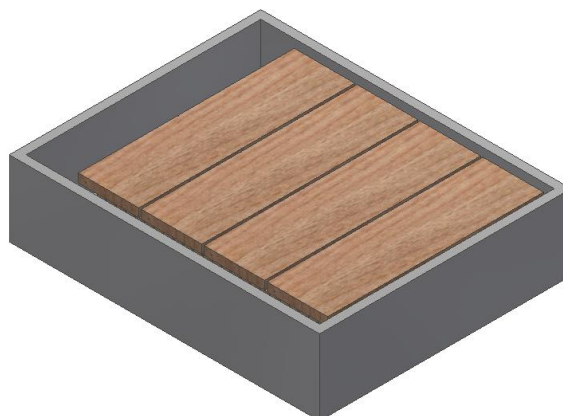
V současnosti obsluha skládá do jednoho kontejneru 30 pásků. Pásky jsou u sebe umístěny poměrně těsně, takže mezi nimi nevzniká velká vůle (Obr. 4.5). Toho je možno efektivně dosáhnout pouze pomocí lidské činnosti. S úchopným přípravkem jednoduchého charakteru je takovýto výsledek nemožný. Musel by se například jedním mechanismem pásek z pásu zvednout do prostoru, kde by ho jiný mechanismus uchopil do pryžových čelistí a následně zasunul do kontejneru. Takováto metoda by ale byla příliš nákladná, tudíž nebyla uvažována.



Obr. 4.5 Kontejner se 30 pásky

Navrhovaná metoda počítá s tím, že kontejnery nebudou naplněny zcela, ale jen 24 pásky z důvodu, aby uchopovací přípravek mohl pásky bez větších obtíží umístit.

Další 4 pásky by mohly být položeny navrch pro navýšení počtu v kontejneru na celkových 28 (Obr. 4.6). Položené pásky by pak na konci směny při skladování kontejnerů obsluha umístila ručně.



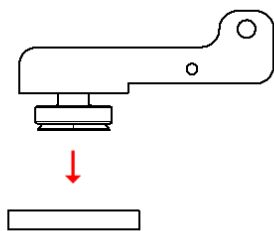
Obr. 4.6 Kontejner s 24 pásky + 4 pásky položené navrch

Pokládat další dva pásky, aby se dosáhlo původního počtu, by bylo rizikové kvůli možnosti sklouznutí z kontejneru, následné destrukci pásků a možnému poranění okolních osob. Už samotné položení vrchních 4 pásků by mohlo představovat riziko v případě, že by boční stěny kontejneru nepřevýšily spodní řadu naskládaných pásků.

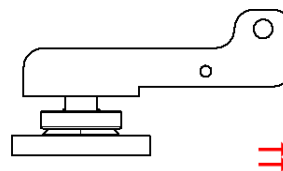
V takovém případě by bylo nejlepší ponechat v kontejnerech pouze 24 pásků. Ztráta by se řešila navýšením počtu kontejnerů, aby se dosáhlo množstevního plánu.

4.2.2 Ukládání pásků do kontejneru

Pro odebrání pásků a manipulaci s nimi byla navržena speciální úchopná hlavice. Mechanismus spočívá na principu sklopného ramena, které je pneumaticky sklápěno do kolmé pozice. Pro úchop pásků slouží vakuové přísavky.



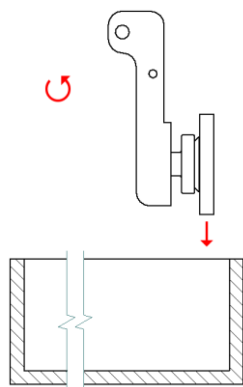
Obr. 4.7 Manipulace s páskem 1



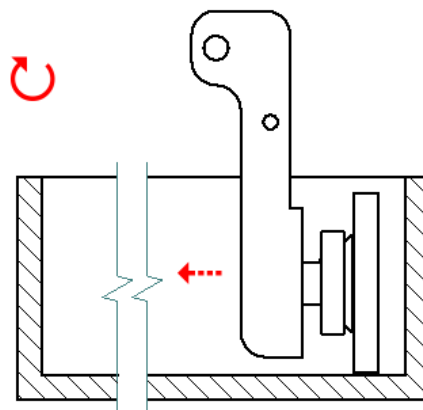
Obr. 4.8 Manipulace s páskem 2

Nejprve se úchopná hlavice přesune nad pásek na výstupním pásu z lisu a sestoupí směrem dolů (Obr. 4.7). Po kontaktu s páskem se spustí vakuový generátor, který vytvoří

na přísavce podtlak, čímž dojde k upnutí pásku ke sklopnému ramenu. Po upnutí dojde k přejezdu hlavice nad kontejner (Obr. 4.8).



Obr. 4.9 Manipulace s páskem 3



Obr. 4.10 Manipulace s páskem 4

V momentě, kdy je hlavice nad kontejnerem, dojde ke sklopení ramena a následnému zasunutí pásku do vnitřního prostoru kontejneru (Obr. 4.9). Po umístění do správné polohy dojde k vypnutí vakuového generátoru a pásek se od sklopného ramena odepne (Obr. 4.10). Následně se rameno sklopí do původní vodorovné polohy a celá hlavice se může vrátit na původní pozici a začít celý cyklus nanovo s dalšími pásky.

Problém nastává v tom, že pásky nezůstanou stát vzpřímeně po celou dobu plnění kontejneru, ale budou mít tendenci padat. Tomu se dá zabránit buď tím, že se rameno nebude sklápět o celých 90° , ale o něco méně, aby došlo k podražení a pásky nepadaly. Lepším řešením je zajistit, aby dopravníkový pás, na kterém bude kontejner posazen byl sám o několik stupňů nakloněn. Tím se umožní umístit pásy kolmo ke dnu kontejneru bez rizika jejich popadání. Po naplnění se kontejner může již pohybovat ve vodorovné poloze, protože sesunutí a popadání pásků by nemělo vzhledem k omezenému prostoru hrozit.

4.3 Varianty řešení dopravníkové tratě

Bylo zapotřebí rozhodnout, zda dojde k použití manipulátoru na lineárním vedení nebo průmyslového robotu. Po zhodnocení různých technických aspektů bylo rozhodnuto pro použití robotu, i přes jeho výrazně vyšší cenu oproti plošnému manipulátoru, která může být i dvojnásobná.



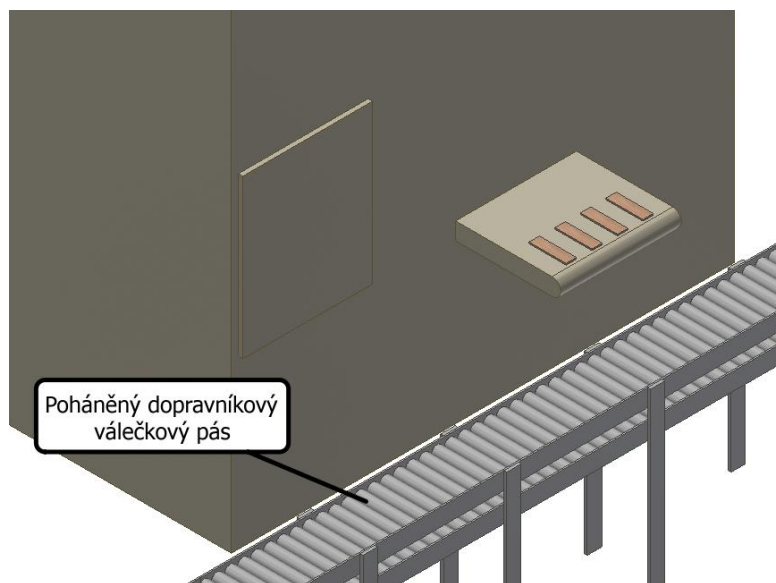
Důvody pro tuto volbu byly vysoká odolnost i v prašném prostředí, menší zástavbová plocha a snadná možnost alternace mezi různými výrobními procesy. Lineární vedení nesnáší příznivě prašné prostředí. Tento problém se dá řešit, ale znamená to použití dalšího nákladného doplňkového vybavení.

Na hydraulickém lisu se kromě fasádních pásků vyrábějí i jiné produkty, například kameninová dlažba. Pro přechod na jiný výrobní proces pak následně stačí jen jiná úchopná hlavice a změna programu robotu. Není vyžadována žádná přestavba dle nových požadavků na manipulaci. Víceosý robot obstará všechny potřebné pohyby včetně nejrůznějších naklopení manipulačních hlavic, což je s použitím manipulátoru na lineárním vedení obtížné. Robot se také v případě potřeby dá odmontovat a přesunout na zcela jiné pracoviště při zachování jeho funkčnosti.

Dále bylo třeba rozhodnout, zda se lépe uplatní podvěšený větší robot na fixním místě na nosné konstrukci nebo menší robot na lineárním pojezdu. Vzhledem k omezenému volnému stavebnímu prostoru a programování další přídatné osy bylo rozhodnuto pro použití vhodného podvěšeného robota.

4.3.1 Prvotní návrh

Prvotní návrh zahrnoval použití poháněného válečkového dopravníku kolmo k výstupnímu pásu lisu (Obr. 4.11). Tato varianta byla rychle zavržena. Sice se dopravník nachází velice blízko místa, odkud je třeba přesouvat pásy, což by umožňovalo použití menšího robotu, ale zcela se zamezí přístupu k páskům v případě odstavení automatizované linky. Rovněž přístup k ovládacímu panelu lisu je možný, ale nacházel by se již v manipulačním prostoru robotu, a to je z hlediska bezpečnosti bez další ochrany zcela nepřijatelné. Z tohoto důvodu bylo rozhodnuto, že dopravníková trať povede rovnoběžně s výstupním pásem lisu.

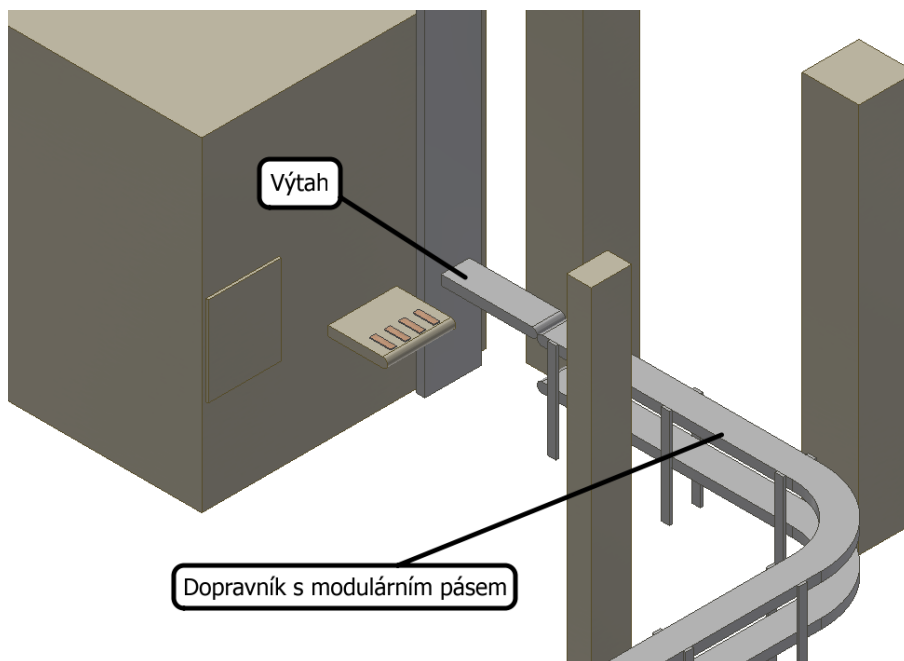


Obr. 4.11 Prvotní návrh dopravníkové tratě

4.3.2 Varianta s dopravníkem na úrovni pásu lisu

Způsob řešení s dopravníkem umístěným rovnoběžně a ve stejné úrovni s výstupním pásem lisu je vidět na Obr. 4.12. Zde bylo dosaženo uvolnění místa před výstupním pásem lisu a snazšímu přístupu k ovládacímu panelu. Jelikož bylo zapotřebí dopravníkovou dráhu stočit, aby směřovala do předpokládaného prostoru pro nakládání a vykládání kontejnerů z dopravníku, došlo ke změně dopravníku z válečkového na modulární pásový. Ten zajišťuje při změně směru pásu shodnou orientaci s kontejnerem, a proto definuje přesněji jeho polohu.

Pohyb kontejneru mezi horním a dolním pásem zajišťuje výtah (zdviž). Ta je v tomto případě poměrně dlouhá, protože musí sloužit také jako místo, kde bude umístěn kontejner plněný pásy. Jelikož se výtah nachází v blízkosti sloupu, nelze úchopnou hlavici pouze přesunout na dané místo, ale je třeba ji i otočit o 90°, aby bylo možno umístit všechny pásy (při variantě úchopné hlavice se čtyřmi sklopnými rameny). Následkem čehož je vyžadována větší délka pásu výtahu.

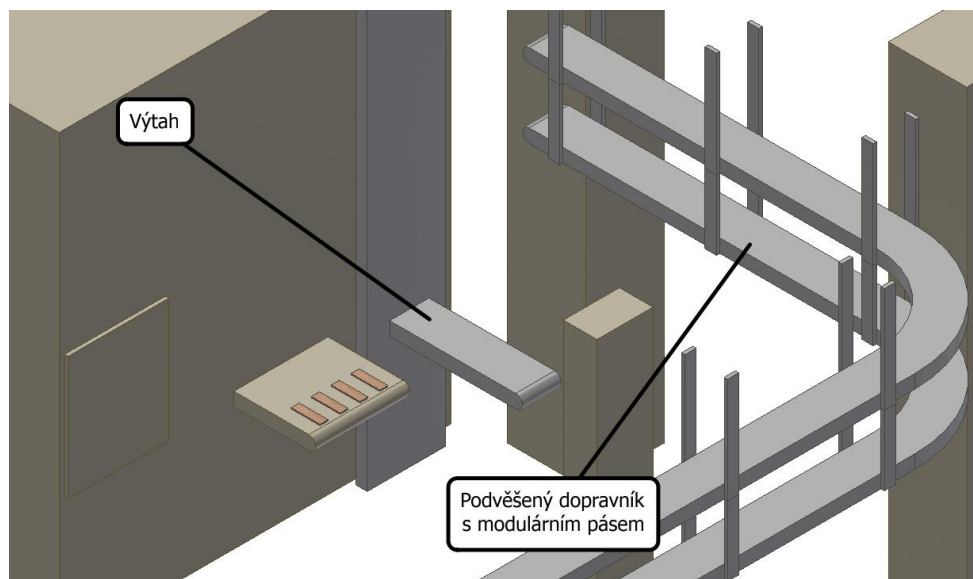


Obr. 4.12 Varianta s dopravníkem na úrovni pásu lisu

4.3.3 Varianta s podvěšeným dopravníkem

Varianta s dopravníkem zavěšeným na konstrukci umístěné pod stropem haly je umístěna rovnoběžně s výstupním pásem lisu, ale na rozdíl od předchozí varianty není v jeho úrovni, ale ve výšce několika metrů (Obr. 4.13).

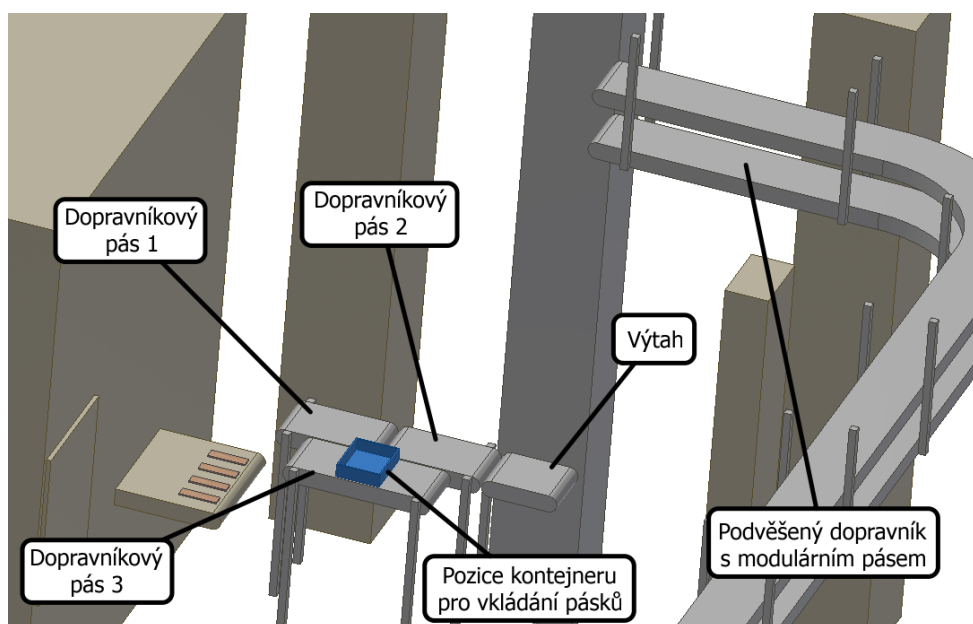
Pohyb kontejneru mezi dvěma dopravníkovými pásy zajišťuje opět výtah. Jedná se shodně s předchozím případem o dopravník s modulárním pásem. Výhodou tohoto řešení je uvolnění zástavbového prostoru pod dopravníkem. To umožňuje pohyb po pracovišti například s vysokozdvíhým vozíkem nebo s jiným materiálem.



Obr. 4.13 Varianta s podvěšeným dopravníkem

4.3.4 Výsledná varianta

Vybraná varianta představuje vylepšení předchozího řešení. Došlo ke změně pozice výtahu a zkrácení podvěšených dopravníků. Jak je na Obr. 4.14 vidět, pozice kontejneru určeného pro plnění se přesunula z místa vedle pásu lisu diagonálně k němu. Tím se vyřešil problém s omezením pohybu manipulační hlavy v důsledku přítomnosti sloupu budovy.



Obr. 4.14 Varianta s pomocnými dopravníky



Přítom zůstal zachován prostor před výstupním pásem lisu, takže v případě odstavení automatizované linky je stále možné pokračovat ve výrobě dosavadním způsobem. Podvěšený dopravník umožňuje pohyb pod ním a tím zlepšuje přístupnost celého pracoviště.

Pomocné dopravníky navíc zajišťují lepší kontinuitu provozu, protože mohou sloužit jako čekací stanoviště pro další operaci.

4.3.5 Ekonomické náklady jednotlivých variant

Pro všechny varianty je společný použitý robot od společnosti ABB s.r.o. Po konzultaci s odborníky byl vybrán typ IRB 2600 (Obr. 4.15). Jedná se o středně velkého robota, který vyniká v manipulaci s materiálem a má dostatečný dosah (1,65 m) a nosnost (až 20 kg). Ceny od konkurentů v této oblasti se liší maximálně o 2 až 3 procenta.



Obr. 4.15 Robot IRB 2600 od společnosti ABB s.r.o. [11]

V Tab. 1 je vidět rozpis jednotlivých očekávaných položek. Výsledná cena integrování takového robota se bude pohybovat kolem 1 000 000 Kč.

Položka	Cena
Robot IRB 2600	28 000 € (712 880 Kč ke dni 3.7.2019)
Montáž	50 000 Kč
Naprogramování	20 000 Kč
Nosná konstrukce	100 000 Kč
Kotvení nosné konstrukce	50 000 Kč
Celkem	932 880 Kč

Tab. 1 Předpokládané náklady týkající se robota



Ceny jednotlivých řešení dopravníků byly konzultovány se společností Haberkorn s.r.o. a prezentují pouze hrubý odhad. Tab. 2 nastiňuje možné položky, které se promítnou v ceně jednotlivých řešení.

Položka	Cena
Modulární pás	3 000 Kč / m délky
Celkový odhad dopravníku s uchycením a pohonem	220 000 Kč
Senzory + PLC + elektronika	200 000 Kč
Výtah (zdviž)	50 000 Kč / ks
Oplocení	3 000 Kč / m délky

Tab. 2 Předpokládané náklady týkající se dopravníků

U varianty s dopravníkem v úrovni výstupního pásu lisu by byl použit jeden výtah a v závislosti na množství požadovaného oplocení by se mohla celková cena pohybovat kolem 500 000 Kč.

Varianta s podvěšeným dopravníkem se liší od předchozí ve výšce zdvihu výtahu a nutností zavěšení dopravníkového pásu pod nosnou konstrukci, která by se musela postavit. Jelikož dopravníkový pás bude poměrně dlouhý (více než 10 m), je vyžadována mohutná konstrukce pro udržení hmotnosti celé dráhy a kontejnerů na ní. Její použití může variantu značně prodražit, a to s celkovou cenou až 1 000 000 Kč.

Výsledná vybraná varianta uplatňuje navíc pomocné dopravníky pro docílení optimálnější polohy kontejneru. Kromě cen samotných dopravníků je třeba započítat cenu mechanismů, které docílí přesunu kontejnerů mezi jednotlivými rovnoběžnými pásy. Tím se cena může vyšplhat až k 1 500 000 Kč.

Odhad nákladů na konstrukci zásobníků na kontejnery se může pohybovat kolem 500 000 Kč / ks. Protože se jedná o specifický návrh, částka je čistě orientační.

Celková orientační cena systému je tedy v řádech několika milionů korun.

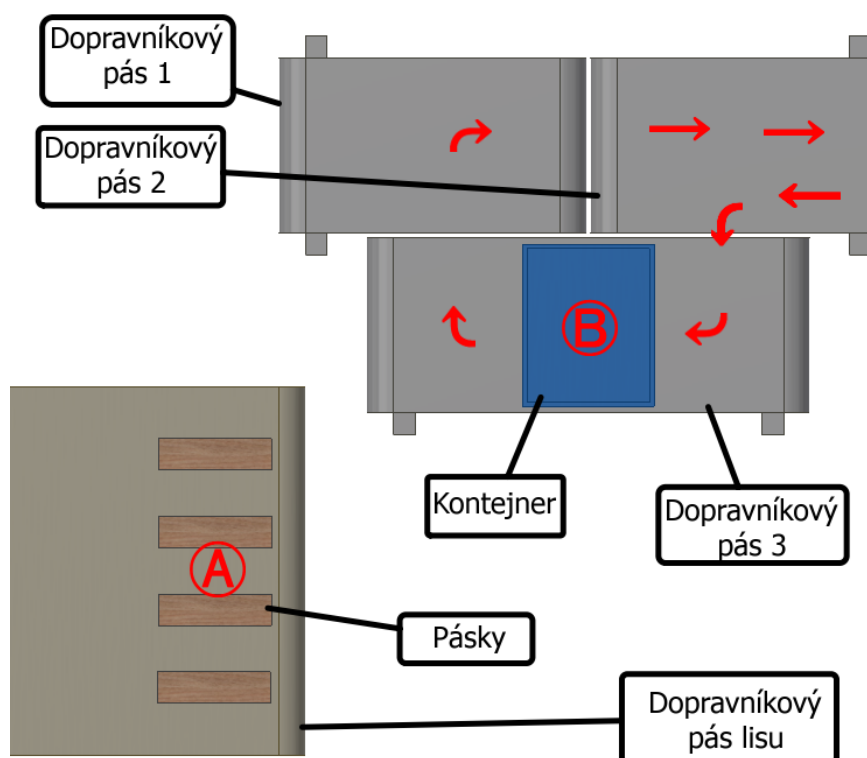
4.4 Přemístování pásků

Fasádní pásky je třeba přemístit z výstupního pásu lisu (bod A na Obr. 4.16) na místo, kde se nachází připravený kontejner (bod B na Obr. 4.16).

Tato pozice a uspořádání dopravníkových pásků je zapříčiněna rozměrovými parametry pracoviště a současně zajišťuje přístup k pásu lisu i v případě odstavení

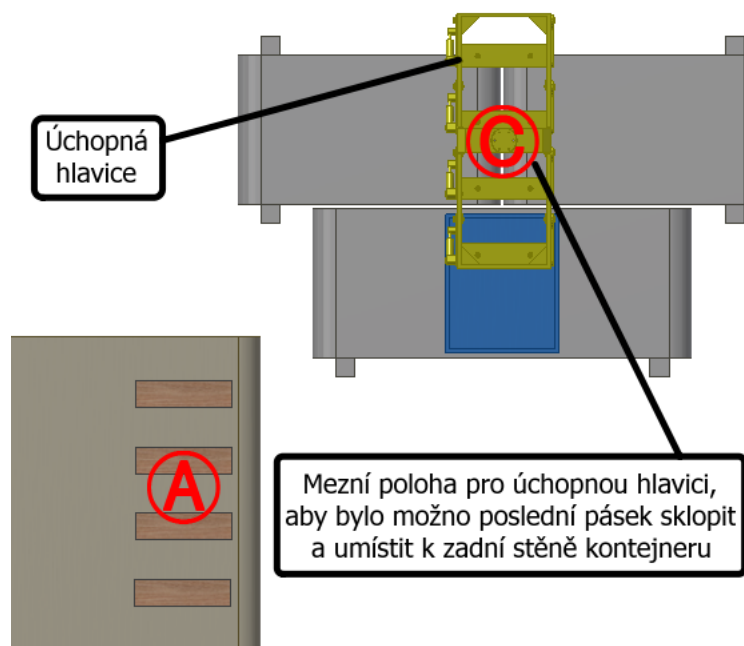
automatizované linky. Toto uspořádání prezentuje výslednou variantu dopravníkové tratě v blízkosti lisu (viz kapitola 4.3).

Šipky na Obr. 4.16 znázorňují pohyb kontejneru po dopravnících a mezi nimi. Pro dosažení konstantní pozice každého kontejneru je zamýšleno použití senzorů pro detekci polohy. Pro přesun kontejneru mezi jednotlivými dopravníky by se dalo použít pístu, který by vždy kontejner odtlačil do požadované pozice. Protože výsuvná délka pístu by byla konstantní, byla by zajištěna i pozice kontejneru. V jiném případě lze využít elevačního stolu s řetězovým přejezdem.



Obr. 4.16 Pozice kontejneru na dopravníkovém pásu vůči výstupnímu pásu lisu

Na Obr. 4.17 je znázorněna pozice pásek na výstupním pásu lisu (bod A) a mezní poloha pro úchopnou hlavici nad kontejnerem (bod C). Zde je použita hlavice se čtyřmi sklopnými rameny, která odebírá všechny čtyři pásky najednou. Mezní poloha v tomto případě značí nejzazší místo, kam se musí úchopná hlavice přesunout, aby bylo možno sklopit rameno a umístit pásek k zadní stěně kontejneru. Vzdálenost mezi body A a C je 1260 mm. Dle této hodnoty a předpokládané váhy úchopné hlavice byl vybírán vhodný typ robotu.



Obr. 4.17 Maximální potřebná vzdálenost pro překonání úchopné hlavice

4.5 Časová náročnost procesu

Doba jednoho cyklu lisování fasádních pásků činí 25 s. Během této doby je třeba zajistit, aby se veškeré pásky z výstupního pásu lisu odebraly a umístily do připraveného kontejneru.

V Tab. 3 jsou rozepsány jednotlivé manipulační operace a jejich předpokládaná doba trvání. V tuto chvíli bylo zapotřebí zjistit, jestli bude dostačující jednodušší úchopná hlavice pouze s jedním sklopným ramenem.

Popis operace	Doba trvání operace
Upnutí pásku na výstupním pásu lisu	2 s
Přejezd mezi lisem a kontejnerem	2 s
Sklopení ramene	1 s
Umístění a odepnutí pásku	2 s

Tab. 3 Časový rozpis jednotlivých operací

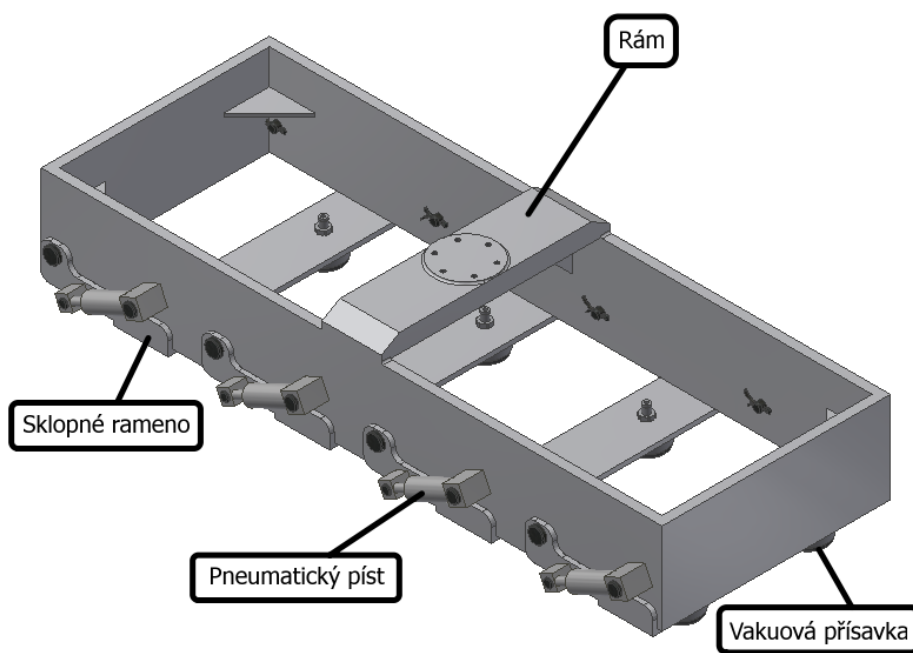
Při použití pouze jedné úchopné hlavice se cyklus skládá z uchopení a upnutí jednoho pásku, přejezdu nad kontejner, sklopení ramene, umístění pásku a jeho odepnutí a přejezd zpět k pásu lisu pro další pásek. Doba trvání jednoho cyklu by zabrala 10 s, ale

je třeba vykonat ho 4x během jedné operace lisování, čímž se dosáhne času 40 s. S takovýmto časem značně překračujeme stanovený limit. Došlo by tím k brzdění procesu, protože by lis musel pravidelně zastavovat a čekat na odstranění předchozích pásků, než by mohl začít lisovat další sadu.

Další varianta uvažovala upnutí všech čtyř pásků najednou a jejich následné postupné umístění do kontejneru pomocí čtyř samostatných sklopných ramen. Snížil se tak potřebný čas o jednotlivá upínání pásků na výstupním pásu lisu a četné přejezdy mezi kontejnerem a lisem. Díky tomu se čas potřebný pro zpracování všech čtyřech pásků dostal na 19 s. Toto je dobrá hodnota a ponechává prostor pro případné úpravy v pohybu robotu a ovládání úchopné hlavy za účelem snížení nároků na údržbu a opotřebení. Z tohoto časového rozboru vyplynulo jasné použití varianty se čtyřmi upínacími prvky.

4.6 Návrh úchopné hlavy

Úchopná hlava (Obr. 4.18) pracuje na principu pneumaticky řízených sklopných ramen a vakuových upínačů [20]. Základní rám je obdélníkového tvaru s žebry za účelem vyztužení konstrukce. Rám a ramena jsou zhotoveny ze slitiny hliníku EN AW-2024. Ta by měla zaručit dostatečnou tuhost konstrukce a zároveň výrazně snížit hmotnost hlavy.



Obr. 4.18 Úchopná hlava



Jednotlivá sklopná ramena jsou k základnímu rámu konstrukce připevněna pomocí čepů s hlavou a závlaček. Požadovanou polohu naklopení ramen zajišťují pneumatické písty. Výhodou takovýchto sklopných ramen je jejich jednoduchost. Jedná se o pasivní prvek s pevnou osou rotace, jehož pohyb ovládá pneumatický systém. Oproti čelistím vyžadují pro upnutí přístup pouze k jedné straně objektu. Nevýhodou může být pevně předepsaný pohyb ramene. Jakákoli korekce pohybu by musela být provedena robotem.

Důvodem pro volbu pneumatického pohonu je jednoduchost jeho konstrukce a tím i nižší hmotnost a pořizovací náklady oproti pohonu hydraulickému. Pro zvolený návrh konceptu úchopné hlavice jsou podstatné především krajní polohy pohonu, ve kterých pneumatický systém vyniká, a proto není nutnost realizace pohybu pomocí pohybového šroubu elektrického pohonu, který je dražší. Hydraulické systémy mají využití při potřebě velkých sil a pracovních tlaků. Vzhledem k relativně nízké hmotnosti fasádních pásků a ramene je použití pneumatického pohonu dostatečné.

Pro samotné upnutí fasádních pásků k hlavici slouží pryžové přísavky a vakuový generátor. Při hmotnosti jednoho pásku 0,34 kg by na jeho upnutí stačila i jedna přísavka. V návrhu jsou použity dvě na každý pásek kvůli rozložení tlaku na větší plochu a také z důvodu, že povrch není zcela hladký. Tím se zamezí případnému sklouznutí pásků při sklápění ramene.

Rám celé konstrukce bude spojen s robotem pomocí šesti šroubů M6 umístěných na kružnici o průměru 50 mm. Návrhový výkres je součástí přiložené výkresové dokumentace, včetně výrobních výkresů rámu a sklopných ramen. Celková konstrukce včetně hadic a dalších součástí by neměla překročit 10 kg.

4.7 Zásobníky kontejnerů

Pro umožnění uvolnění pracovníka na jinou pozici je zapotřebí zajistit, aby linka pracovala nepřetržitě a samostatně. To znamená, že se k robotu musí pravidelně přesouvat prázdné kontejnery a ty plné se musejí někde skladovat. Za tímto účelem byly navrženy koncepty zásobníků na prázdné a plné kontejnery. Zásobníky musejí být tak velké, aby obsáhly požadovaný počet kontejnerů, který by pracovník naplnil svou manuální činností během působení na pracovišti. V tomto případě byly zásobníky koncipovány tak, aby mohl být pracovník přidělen na jinou pozici po celou dobu směny.

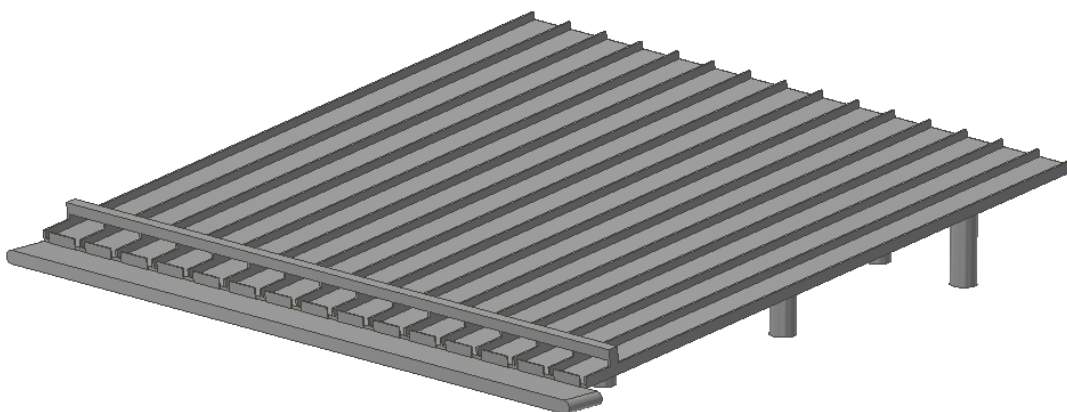


Předpokládá se, že pracovník na začátku směny naplní zásobník na prázdné kontejnery a na konci směny vyloží naplněné kontejnery z druhého zásobníku na odkládací palety, kde kontejnery s pásky čekají na vypálení.

4.7.1 Zásobník prázdných kontejnerů

Jak lze vidět na Obr. 4.19, zásobníky zabírají velkou plochu. Většina haly, kde se v současnosti nachází pracoviště lisu, je nezastavěná, což umožňuje použití zásobníku takového návrhu.

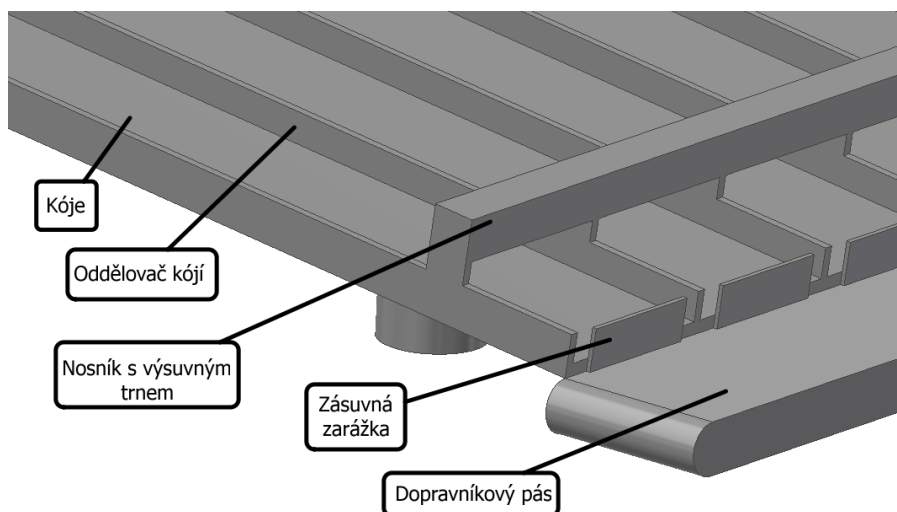
Zásobník funguje na principu samospádu kontejnerů v jednotlivých kójkách. Obsluha naplní jednotlivé kóje prázdnými kontejnery, které díky gravitaci doputují po válečkové trati až do dolní části zásobníku. Nákladová hrana se nachází ve výšce 1 m. Předpokládá se omezení maximální rychlosti válečků za účelem zabránění poškození kontejnerů (v případě komplikací s touto variantou lze použít poháněný dopravník).



Obr. 4.19 Zásobník prázdných kontejnerů

V detailu na Obr. 4.20 je vidět princip vypouštění jednotlivých kontejnerů na dopravníkový pás. Kontejnery doputují samospádem až k zásuvné zarážce, kde se zastaví. Je potřeba, aby se na pás dostal vždy jen jeden kontejner. Toho se docílí pomocí nosníku s výsuvným trnem, který je pozičně umístěn nad druhým kontejnerem odspodu. Až přijde řada na kontejner z dané kóje, vysune se trn do vnitřního prostoru druhého kontejneru. První kontejner se svou vlastní vahou a vahou kontejnerů nad ním přesune na dopravníkový pás. Za ním sjíždějící kontejner se zarazí o trn ještě před dosažením

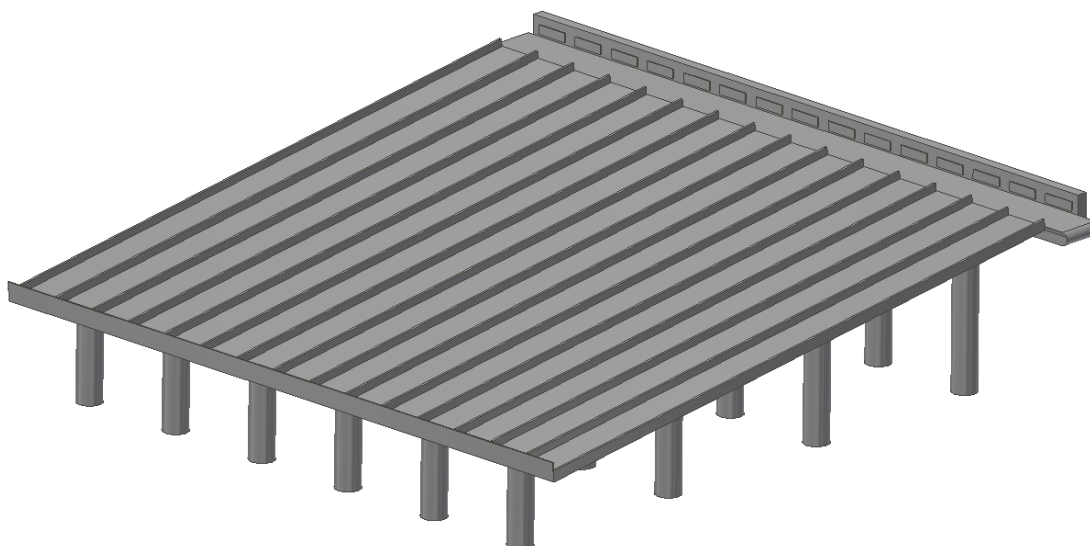
zarážky. Po opětovném vysunutí zarážky na konci kóje dojde k zasunutí trnu do nosníku a zbytek kontejnerů se sesune opět až k zarážce.



Obr. 4.20 Detail zásobníku na prázdné kontejnery

4.7.2 Zásobník plných kontejnerů

Zásobník s kontejnery již naplněnými pásky funguje na podobném principu jako ten první, tedy na principu gravitace (Obr. 4.21).

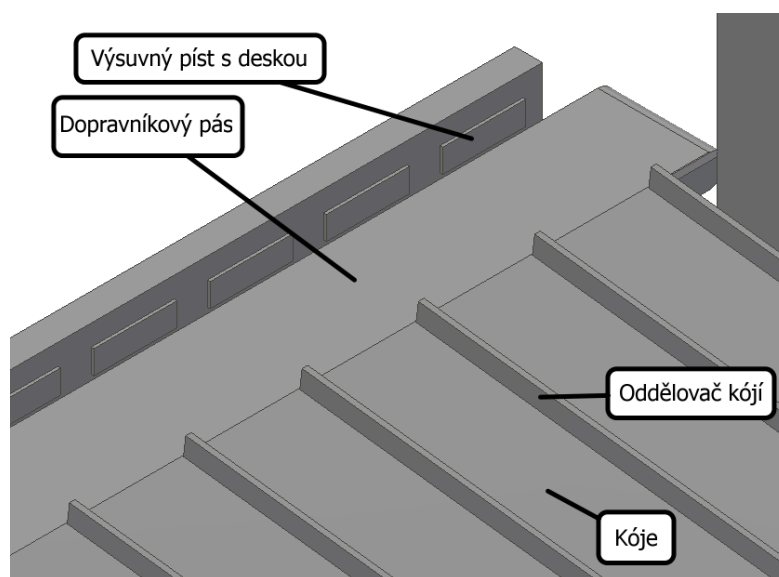


Obr. 4.21 Zásobník na plné kontejnery

V tomto případě naplněné kontejnery přijíždějí po dopravníkovém pásu a je třeba je dopravit do jednotlivých kójí, odkud samospádem doputují ke spodní hraně zásobníku,

kteřá se nachází ve výšce 0,9 m. Zde je obsluha na konci směny odebere a převeze na určené místo, kam je složí na připravené palety. Zde naplněné kontejnery čekají na vypálení v peci.

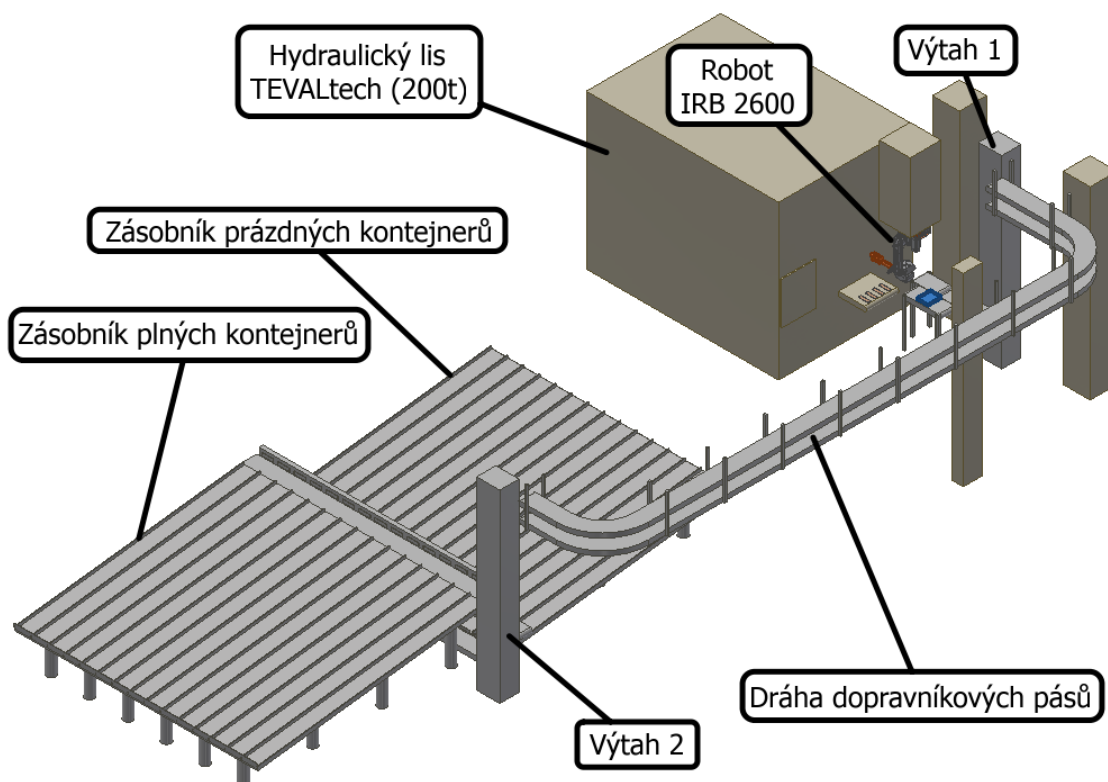
V detailu na Obr. 4.22 je vidět způsob dopravy kontejnerů přijíždějících na dopravníkovém pásu do jednotlivých kójí zásobníku. Při dosažení správné pozice před pístem (zajistí senzor) dojde k zastavení pásu a vysunutí pístu, který kontejner odtláčí do požadované kóje. Takto se postupně naplní celý zásobník. Stejně jako v předchozím případě lze při potížích se samospádem použít poháněné dopravníky.



Obr. 4.22 Detail zásobníku na plné kontejnery

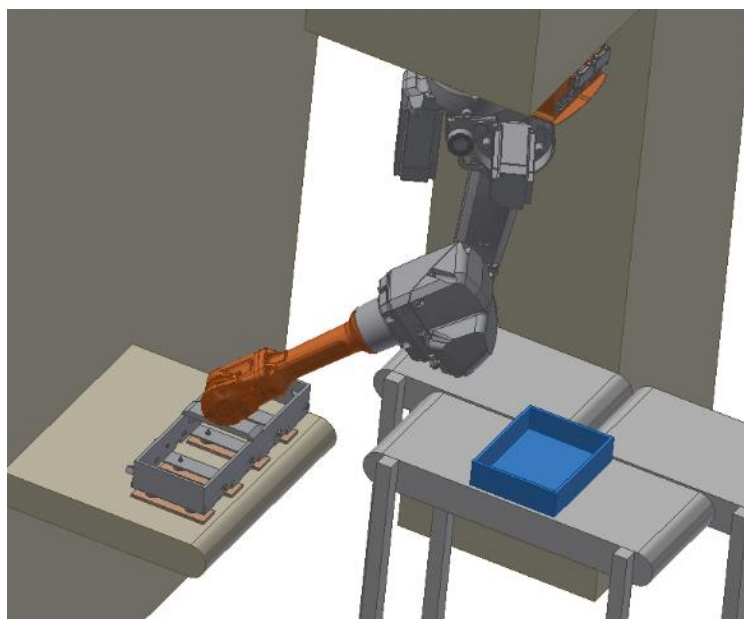
4.8 Celkový návrh pracoviště

Spojením jednotlivých segmentů pracoviště vznikne komplexní návrh celé linky (Obr. 4.23). Pro dopravu kontejnerů mezi manipulačním prostorem robotu a zásobníky slouží dráha dopravníkových pásů zavěšená na nosné konstrukci. Tím je uvolněn prostor pod dopravníkem, což umožňuje přístup k zásobníkům a k ovládacímu panelu lisu z více stran.

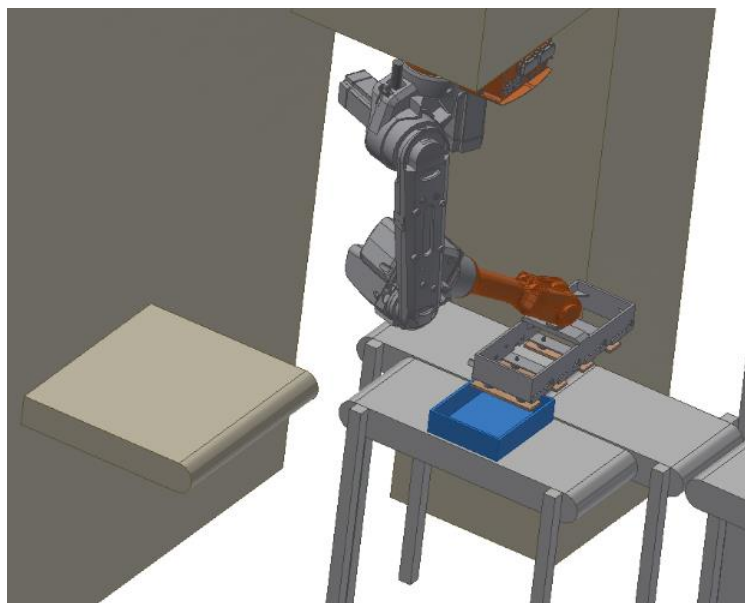


Obr. 4.23 Model celého pracoviště

Překonání výškových rozdílů v průběhu trati zajišťují dva výtahy, jeden u zásobníků a druhý u robotu. Díky umístění pásů zásobníků nad sebe stačí k jejich obsluze pouze jediný výtah.

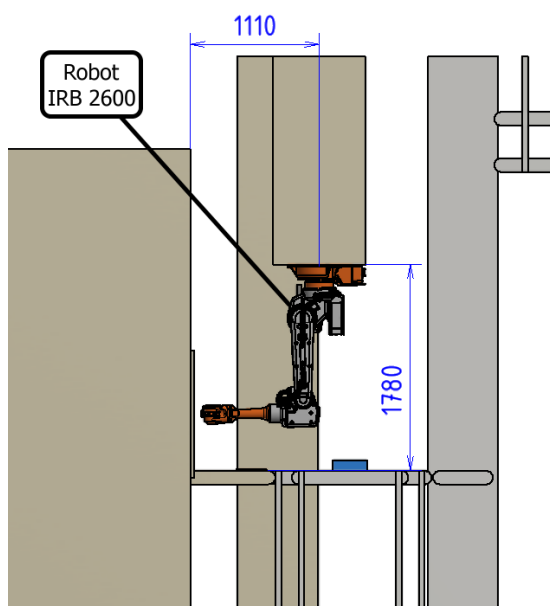


Obr. 4.24 Pozice robotu s úchopnou hlavici nad výstupním pásem lisu



Obr. 4.25 Pozice robotu s úchopnou hlavici v krajní poloze nad kontejnerem

Na Obr. 4.24 a Obr. 4.25 jsou vidět krajní polohy úchopné hlavice pro odebrání a ukládání pásků, jak bylo zmíněno v kapitole 4.4. Robot bude upevněn na konstrukci v optimální výšce (1780 mm) nad středem dráhy mezi výstupním pásem lisu a pozicí kontejneru určeného pro plnění (Obr. 4.26). Vzhledem k velikosti manipulačního prostoru robotu je bezproblémové přemístění pásků zaručeno.

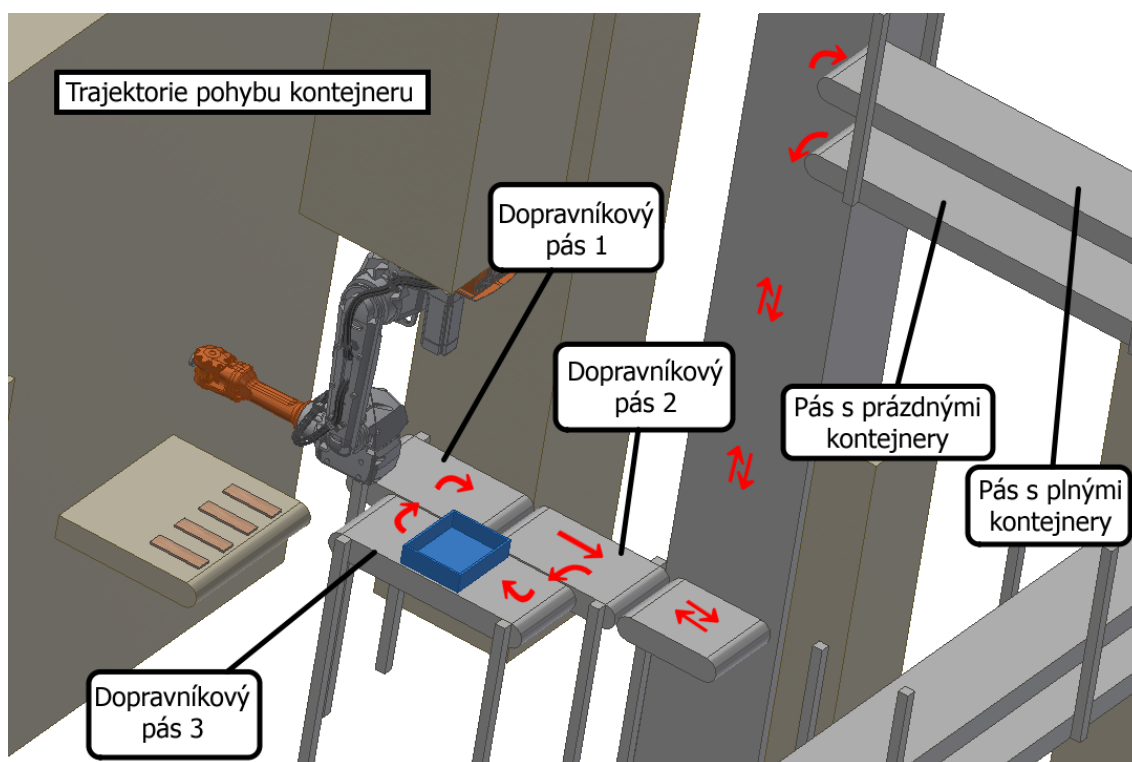


Obr. 4.26 Boční pohled na robota u lisu

4.8.1 Pohyb kontejnerů v procesu

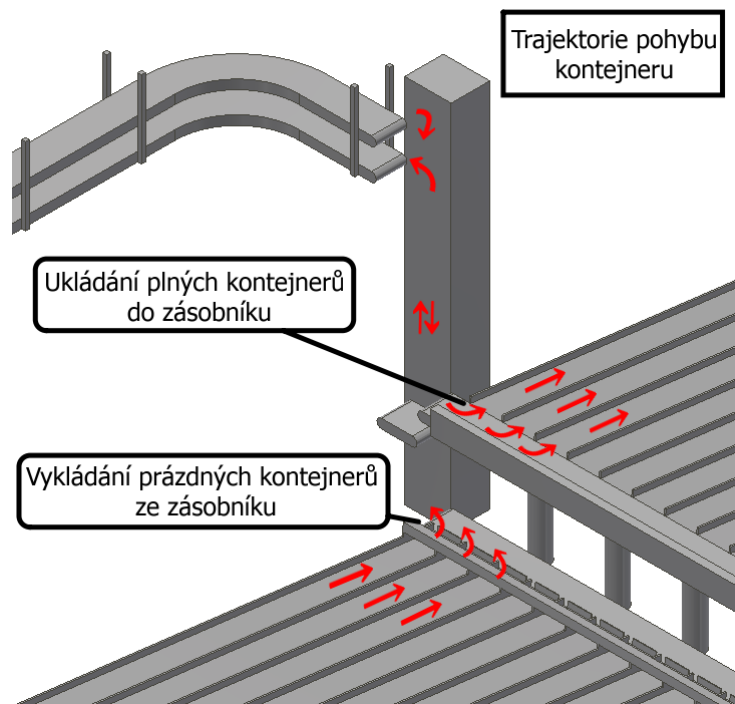
Na Obr. 4.27 je znázorněna trajektorie pohybu kontejnerů v blízkosti manipulačního prostoru robotu. Přijíždějící kontejner je ze zavěšeného pásu pomocí výtahu dopraven dolů, kde si ho převezme dopravníkový pás č. 2. Odtud je odsunut na paralelní pás č. 3, který si již kontejner přesune na požadovanou pozici pro plnění. Během plnění se na pás č. 2 dopraví nový prázdný kontejner, který zde čeká.

Po naplnění se kontejner posune na pásu č. 3, odkud je odsunut na paralelní pás č. 1. Čekající prázdný kontejner je opět z pásu č. 3 přesunut na pás č. 2, tím se uvolní místo pro průchod naplněného kontejneru z pásu č. 1 přes pás č. 2 až k výtahu, který kontejner vyveze k zavěšené dráze určené pro plné kontejnery. Při sjezdu dolů si výtah odebere nový prázdný kontejner, který umístí do čekací pozice na pás č. 2.



Obr. 4.27 Trajektorie pohybu kontejneru v blízkosti robotu

V oblasti u zásobníků (Obr. 4.28) dráhy obsluhuje taktéž jediný výtah. Ten čistě posílá a přijímá kontejnery, tak jak přicházejí. Vzhledem k tomu, že naplnění jednoho kontejneru trvá cca 3 minuty, neměla by nastat situace, kde by výtah nestíhal zásobníky rozvážet.



Obr. 4.28 Trajektorie pohybu kontejneru v blízkosti zásobníků

4.9 Bezpečnost

Celý manipulační prostor kolem robotu musí být oplocen kvůli možnému riziku úrazu. V případě odstavení automatizované linky lze robota sklopit a uzamknout v poloze, která nebude bránit a ohrožovat pracovníka, který by začal pásy z lisu odebírat dosavadním způsobem. Stejně tak by měla být oplocená nebo zakrytovaná podvěšená dopravníková trať, aby nedošlo k poranění v důsledku případného pádu cizích těles z dopravníku. Kromě těchto nových skutečností by nemělo dojít ke zhoršení dosavadních bezpečnostních podmínek na pracovišti.



5 Závěr

Po navštívení pracoviště v Kadani došlo ke zhodnocení současné situace ve výrobě a návrhu možného automatizovaného řešení pro odebrání a následné ukládání fasádních pásků z pásu lisu. Proto byla provedena rešerše dopravníkových a manipulačních systémů s cílem porozumět dané problematice a následně zvolit optimální variantu.

Byl vytvořen zjednodušený model současného pracoviště, včetně popisu jednotlivých zón, kam je třeba zachovat přístup obsluhy. Následně byly stanoveny požadavky na manipulaci s pásky a kontejnery. S tím souvisí vytvořený návrh na ukládání pásků do kontejneru, včetně způsobu přesunu od pásu lisu až na místo plnění.

Po zhodnocení možností lineárních manipulátorů a robotů, bylo rozhodnuto použití robotu pro návrhy různých variant řešení. Jednotlivé varianty zahrnovaly použití odlišných sestav dopravníků a zdvižů. U jednotlivých řešení došlo k jejich ekonomickému zhodnocení a dopadu na bezpečnost obsluhy okolních zařízení. Z těchto variant byla vybrána jedna výsledná, která se následně rozpracovala.

Dle uspořádání dopravníků ve vybrané variantě byla definována pozice kontejneru, do kterého se budou ukládat pásky. Na základě pozice kontejneru vůči výstupnímu pásu lisu a předpokládané hmotnosti úchopné hlavice byl vybrán konkrétní typ robotu.

Došlo k časovému zhodnocení jednotlivých operací manipulace s pásky vzhledem k limitnímu času, kterým je doba jedné lisovací operace. S tou byla porovnána varianta při uchopení jediného pásku s uchopením celé čtveřice. Na základě toho bylo rozhodnuto použití manipulační hlavice, která uchopí všechny čtyři pásky najednou.

Proběhl koncepční návrh manipulační hlavice, včetně výkresu sestavy. Manipulátor využívá pneumaticky ovládaná sklopná ramena a vakuové upínání. K robotu je připevněn pomocí šroubů. Výrobní výkresy rámu a sklopných ramen jsou součástí výkresové dokumentace.

Pro zajištění soběstačnosti provozu byly vytvořeny návrhy zásobníků pro plné a prázdné kontejnery. Ty pak byly zabudovány do celkového řešení a následně byl vytvořen model a výkres celého pracoviště. Takovýto návrh se může předat integrační společnosti, která doladí jednotlivé aspekty a předloží zadavateli konkrétní nabídku. Očekávaná cenová hladina celého zařízení je v řádu několika milionů korun.



Seznamy

Seznam použité literatury

- [1] BRISPOL a.s. [online]. Kadaň c1885-2019 [cit. 2019-3-14]. Dostupný z WWW: <<https://www.brispol.cz/>>.
- [2] Kurzy.cz, spol. s r.o. BRISPOL a.s. *aktuálně – Změny a události ve společnosti* [online]. Praha c2000-2019 [cit. 2019-3-14]. Dostupné z WWW: <<https://rejstrik-firem.kurzy.cz/27398251/brispol-as/>>.
- [3] BRISPOL a.s. *Katalog produktů : pálené kameninové stavební materiály* [online]. Kadaň [cit. 2019-3-14]. Dostupné z WWW: <<https://www.brispol.cz/wp-content/uploads/2019/03/Katalog-kamenina-BRISPOL.pdf>>.
- [4] TALÁCKO, Jaroslav. *Automatizace výrobních zařízení*. Vyd. 2. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2000. ISBN 80-01-02160-2.
- [5] CVEKL, Zdeněk, Lubomír JANOVSÝ, Vítězslav PODIVÍNSKÝ a Jaroslav TALÁCKO. *Teorie dopravních a manipulačních zařízení*. Praha: ČVUT, 1984.
- [6] *Automatizace a automatizační technika: automatické řízení*. Brno: Computer Press, 2014. ISBN 978-80-251-4106-9.
- [7] TALÁCKO, Jaroslav, Stanislav STEJSKAL a Vladimír STEJSKAL. *Průmyslové manipulátory a roboty 1*. Praha: ČSVTS, 1986.
- [8] DILLINGER, Josef. *Moderní strojírenství pro školu i praxi*. Praha: Europa-Sobotáles, 2007. ISBN 978-80-86706-19-1.
- [9] ZTS VVÚ KOŠICE a.s. *Ťažké hydraulické manipulátory* [online]. Košice [cit. 2019-4-25]. Dostupný z WWW: <<http://www.ztsvvu.eu/?id=50&ni=23>>.
- [10] Bosch Rexroth, spol. s.r.o. *Bosch Rexroth v České republice : Produktová brožura* [online]. Brno c2010 [cit. 2019-4-25]. Dostupný z WWW: <https://dc-cz.resource.bosch.com/media/cz/documents_13/REXROTH_produkty_A4_ak7_dotisk022012_upr.pdf>.
- [11] ABB s.r.o. *Průmyslové roboty* [online]. Praha [cit. 2019-4-23]. Dostupný z WWW: <<https://new.abb.com/products/robotics/cs/prumyslove-roboty>>.



- [12] MATIČKA, Robert a Jaroslav TALÁCKO. *Mechanismy manipulátorů a průmyslových robotů*. Praha: SNTL, 1980.
- [13] ABB s.r.o. *Product specification IRB 2600* [online]. Praha [cit. 2019-5-4]. Dostupný z WWW: <<https://search-ext.abb.com/library/Download.aspx?DocumentID=3HAC035959-001&LanguageCode=en&DocumentPartId=&Action=Launch>>.
- [14] LOGSYS a.s. *Druhy dopravníků* [online]. Břeclav c2017 [cit. 2019-3-29]. Dostupný z WWW: <<https://www.logsys.cz/cs/druhy-dopravniku>>.
- [15] Haberkorn s.r.o. *Dopravníky a dopravníkové systémy* [online]. Mokré Lazce [cit. 2019-4-1]. Dostupný z WWW: <<https://www.haberkorn.cz/dopravniky/>>.
- [16] ATC Drašar s.r.o. *Dopravníkové systémy* [online]. Svatava [cit. 2019-3-31]. Dostupný z WWW: <<http://www.drasar.cz/Dopravnikove-systemy>>.
- [17] FILIP, P. *Porovnání pneumatických, hydraulických a elektrických lineárních pohonů*. [online]. E-konstruktor, 2015 [cit. 2019-5-8]. Dostupný z WWW: <<https://e-konstrukter.cz/novinka/porovnaní-pneumatických-hydraulických-a-elektrických-lineárních-pohonů>>.
- [18] *Automatizace a automatizační technika: systémové pojetí automatizace*. Brno: Computer Press, 2014. ISBN 978-80-251-3628-7.
- [19] BENEŠ, Pavel. *Automatizace a automatizační technika: prostředky automatizační techniky*. 5., rozš. a aktualiz. vyd. Brno: Computer Press, 2014. ISBN 978-80-251-3747-5.
- [20] J. Schmalz GmbH. *SPL 40 POM-NBR G1/8-IG* [online]. Glatten [cit. 2019-5-26]. Dostupný z WWW: <<https://www.schmalz.com/en/vacuum-technology-for-automation/vacuum-components/vacuum-suction-cups/suction-cups-for-handling-composites/suction-plates-spl-pom-nbr/10.01.01.13104>>.
- [21] LEINVEBER, Jiří a Pavel VÁVRA. *Strojnické tabulky: pomocná učebnice pro školy technického zaměření*. 5., upr. vyd. Úvaly: Albra, 2011. ISBN 978-80-7361-081-4.



Seznam použitého softwaru

- Microsoft Word 365
- Autodesk Inventor 2017
- Zoner Photo Studio X

Seznam obrázků

Obr. 3.1 Fasádní pásky použité k obkladu fasády domu [1].....	12
Obr. 3.2 Rozměry fasádního pásku [3]	12
Obr. 3.3 Příklad teleoperátoru [9].....	15
Obr. 3.4 Ukázka průmyslového robotu [11]	16
Obr. 3.5 Pracovní prostor robotu [13].....	17
Obr. 3.6 Kinematická struktura úchopných hlavice s posuvnými čelistmi a s rotačním ovládacím pohybem [12]	18
Obr. 3.7 Pasivní magnetická úchopná hlavice s pneumatickým uvolňováním objektů [12]	19
Obr. 3.8 Konstrukce podtlakových komor [12].....	20
Obr. 3.9 Pásový dopravník s gumovým pásem [14].....	21
Obr. 3.10 Dopravník s modulárním pásem [15]	22
Obr. 3.11 Příklad řetězového dopravníku [15]	23
Obr. 3.12 Destičkový dopravník [15]	25
Obr. 3.13 Válečkový dopravník [16].....	26
Obr. 3.14 Točna válečkového dopravníku [14]	26
Obr. 3.15 Integrovaný výtah na válečkovém dopravníku [14].....	27
Obr. 4.1 Odebírání pásků z výstupního pásu lisu obsluhou.....	31
Obr. 4.2 Vozík s kontejnery	32
Obr. 4.3 Zjednodušený model současného pracoviště.....	32
Obr. 4.4 Popis pracoviště s vyznačenými zónami	33
Obr. 4.5 Kontejner se 30 pásky.....	34
Obr. 4.6 Kontejner s 24 pásky + 4 pásky položené navrch	35
Obr. 4.7 Manipulace s páskem 1	35
Obr. 4.8 Manipulace s páskem 2.....	35



Obr. 4.9 Manipulace s páskem 3.....	36
Obr. 4.10 Manipulace s páskem 4.....	36
Obr. 4.11 Prvotní návrh dopravníkové tratě	38
Obr. 4.12 Varianta s dopravníkem na úrovni pásu lisu	39
Obr. 4.13 Varianta s podvěšeným dopravníkem.....	40
Obr. 4.14 Varianta s pomocnými dopravníky.....	40
Obr. 4.15 Robot IRB 2600 od společnosti ABB s.r.o. [11]	41
Obr. 4.16 Pozice kontejneru na dopravníkovém pásu vůči výstupnímu pásu lisu	43
Obr. 4.17 Maximální potřebná vzdálenost pro překonání úchopné hlavice	44
Obr. 4.18 Úchopná hlavice	45
Obr. 4.19 Zásobník prázdných kontejnerů.....	47
Obr. 4.20 Detail zásobníku na prázdné kontejnery.....	48
Obr. 4.21 Zásobník na plné kontejnery.....	48
Obr. 4.22 Detail zásobníku na plné kontejnery	49
Obr. 4.23 Model celého pracoviště	50
Obr. 4.24 Pozice robotu s úchopnou hlavicí nad výstupním pásem lisu	50
Obr. 4.25 Pozice robotu s úchopnou hlavicí v krajní poloze nad kontejnerem	51
Obr. 4.26 Boční pohled na robota u lisu	51
Obr. 4.27 Trajektorie pohybu kontejneru v blízkosti robota	52
Obr. 4.28 Trajektorie pohybu kontejneru v blízkosti zásobníků	53

Seznam tabulek

Tab. 1 Předpokládané náklady týkající se robota	41
Tab. 2 Předpokládané náklady týkající se dopravníků	42
Tab. 3 Časový rozpis jednotlivých operací.....	44



Seznam příloh

Výkresová dokumentace

Koncepční návrh pracoviště	číslo výkresu: BP 0247-001
Koncept úchopné hlavice	číslo výkresu: BP 0247-002
Návrhový výkres polotovaru rámu	číslo výkresu: BP 0247-003
Sklopné rameno	číslo výkresu: BP 0247-004

Elektronické přílohy (CD)

Textová část	BP_0247.pdf
Výkres – Koncepční návrh pracoviště	Pracoviste.pdf
Výkres – Koncept úchopné hlavice	Uchopna_hlavice.pdf
Výkres – Návrhový výkres polotovaru rámu	Ram.pdf
Výkres – Sklopné rameno	Sklopne_rameno.pdf
3D model – Pracoviště	Model_pracoviste.stp
3D model – Úchopná hlavice	Model_uchopne_hlavice.stp