

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA STROJNÍ

Studijní program: N2301 Strojní inženýrství
Studijní obor: 2302T013 Stavba výrobních strojů a zařízení

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Návrh integrovaného dopravníku pro vstřikovací lis

Autor: **Bc. Jiří POMAHAČ**
Vedoucí práce: **doc. Ing. Jiří STANĚK, CSc.**

Akademický rok 2019/2020

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

Fakulta strojní

Akademický rok: 2019/2020

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení:	Bc. Jiří POMAHAČ
Osobní číslo:	S18N0054P
Studijní program:	N2301 Strojní inženýrství
Studijní obor:	Stavba výrobních strojů a zařízení
Téma práce:	Návrh integrovaného dopravníku pro vstřikovací lis
Zadávací katedra:	Katedra konstruování strojů

Zásady pro vypracování

Základní požadavky:

Proveďte rešerši vhodných dopravníků pro manipulaci s polotovary. Vytvořte konstrukční návrh integrovaného dopravníku pro přepravu vylisků z pracovního prostoru vstřikovacího lisu ENGEL do prostoru obsluhy dle požadavků zadaných firmou ENGEL.

Základní technické údaje:

Technické parametry jsou uvedeny v příloze zadání.

Osnova diplomové práce:

1. Rešerše dopravníků.
2. Vytipování vhodných dopravníků pro přepravu vylisků dle požadavků firmy ENGEL.
3. Vytvoření několika koncepčních variant, výběr optimální varianty.
4. Konstrukční návrh vybrané varianty.
5. Zhodnocení práce, závěr.

Rozsah diplomové práce: **50-70 stran A4**
Rozsah grafických prací: **dle potřeby**
Forma zpracování diplomové práce: **tištěná**

Seznam doporučené literatury:

[1] HOSNEDL, S. *Obecné strojní části 1: teoretické základy, spoje, přenosové části, otočná uložení, akumulátory energie, hřídelové spojky*. Plzeň: ZČU, 2012

[2] KRÁTKÝ, J., KRÓNEROVÁ, E., HOSNEDL, S. *Obecné strojní části 2: základní a složené převodové mechanismy*. Plzeň: ZČU, 2011

[3] PALKO, A. *Dopravníky a dopravné systémy*. Prešov: Vydavateľstvo Michala Vaška, 2012

[4] DRAŽAN, F., JEŘÁBEK, K. *Manipulace s materiálem*. Praha: SNTL, 1979

Podkladový materiál, výkresy, katalogy, apod. poskytnuté zadavatelem úkolu.

Vedoucí diplomové práce: **Doc. Ing. Jiří Staněk, CSc.**
Katedra konstruování strojů

Konzultant diplomové práce: **Ing. Martin Sirový**
ENGEL strojírenská s.r.o.

Datum zadání diplomové práce: **16. října 2019**
Termín odevzdání diplomové práce: **28. května 2020**



Doc. Ing. Milan Edl, Ph.D.
děkan



Prof. Ing. Václava Lašová, Ph.D.
vedoucí katedry

Prohlášení o autorství

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

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

V Plzni dne:

.....
podpis autora

Poděkování

Děkuji tímto vedoucímu diplomové práce panu doc. Ing. Jiřímu Staňkovi, CSc. za jeho čas, ochotu a poskytnutí velmi užitečných konzultací. Dále pak panu Ing. Miroslavovi Duníkovi za vzorový přístup a příkladnou odbornou pomoc s mou diplomovou prací.

Musím poděkovat také celé společnosti ENGEL strojírenská spol. s r.o. se sídlem v Kaplici za umožnění exkurze v jejich výrobním závodě a panu Ing. Martinu Sirovému, který byl mým průvodcem společnosti a dokonalým konzultantem při návrhu technického systému.

ANOTAČNÍ LIST DIPLOMOVÉ PRÁCE

AUTOR	Příjmení Bc. Pomahač	Jméno Jiří	
STUDIJNÍ OBOR	N2301 “Stavba výrobních strojů a zařízení“		
VEDOUcí PRÁCE	Příjmení doc. Ing. Staněk, CSc.	Jméno Jiří	
PRACOVÍŠTĚ	ZČU – FST – KKS		
DRUH PRÁCE	DIPLOMOVÁ	BAKALÁŘSKÁ	Nehodící se škrtněte
NÁZEV PRÁCE	Návrh integrovaného dopravníku pro vstřikovací lis		

FAKULTA	strojní	KATEDRA	KKS	ROK ODEVZD.	2020
----------------	---------	----------------	-----	--------------------	------

POČET STRAN (A4 a ekvivalentů A4)

CELKEM	130	TEXTOVÁ ČÁST	112	GRAFICKÁ ČÁST	18
---------------	-----	---------------------	-----	----------------------	----

STRUČNÝ POPIS	<p>Předložená diplomová práce se zabývá dopravníkovými systémy a návrhem dopravníku pro vstřikovací lis ENGEL VC120. Na počátku je představena společnost ENGEL. Teoretická část práce pojednává o historii a současnosti dopravníkových systémů, které jsou rozděleny do skupin dle přepravovaného materiálu. Je zároveň představen i výrobní program společnosti ENGEL a konkurenční řešení dopravníkových systémů. V praktické části je navrženo inovativní řešení dopravníku pro vstřikovací lis ENGEL VC120, následně je provedeno vyhodnocení a SWOT analýza.</p>
KLÍČOVÁ SLOVA	<p>Dopravníkové systémy, technický systém, dopravník, rám, výlisek, infračervený teploměr, laserová hlava, „SMART online“ zařízení</p>

SUMMARY OF DIPLOMA SHEET

AUTHOR	Surname Bc. Pomahač	Name Jiří		
FIELD OF STUDY	N2301 “Design of Production Machinery and equipment“			
SUPERVISOR	Surname doc. Ing. Staněk, CSc.	Name Jiří		
INSTITUTION	ZČU – FST – KKS			
TYPE OF WORK	DIPLOMA	BACHELOR	Delete when not applicable	
TITLE OF THE WORK	Design an integrated conveyor for injection moulding machine			

FACULTY	Mechanical Engineering	DEPARTMENT	Machine Design	SUBMITTED IN	2020
----------------	------------------------	-------------------	----------------	---------------------	------

NUMBER OF PAGES (A4 and eq. A4)

TOTALLY	130	TEXT PART	112	GRAPHICAL PART	18
----------------	-----	------------------	-----	-----------------------	----

BRIEF DESCRIPTION	<p>This diploma thesis deals with conveyor systems and conveyor design for the injection molding machine ENGEL VC120. At the beginning is introduced company ENGEL. The theoretical part deals with the history and present of conveyor systems, which are divided into groups according to the transported material. The production program of ENGEL and competitive solutions for conveyor systems are also introduced. In the practical part is designed an innovative conveyor solution for the ENGEL VC120 injection molding machine, then it is performed evaluation and SWOT analysis.</p>
KEY WORDS	<p>Conveyor systems, technical system, conveyor, infrared thermometer, laser head, „Smart online“ device</p>

Obsah

Seznam zkratk	1
Seznam grafických symbolů	1
Úvod	2
1 Představení společnosti ENGEL	3
2 Teoretická východiska dané problematiky	4
2.1 Historie dopravníkových systémů	4
2.2 Technické prostředky pro podlahovou dopravu	6
2.3 Rozdělení dopravníkových systémů	6
2.4 Dopravníkové systémy pro přepravu sypkého a kusového materiálu	8
2.4.1 Spádové dopravníkové systémy	8
2.4.1.1 Spádové dopravníky společnosti ENGEL s r.o.	9
2.4.1.2 Konkurenční řešení spádových skluzů	10
2.4.1.2.1 Společnost MTF Technik	10
2.4.2 Pásové dopravníkové systémy	11
2.4.2.1 Pásové dopravníky firmy ENGEL strojírenská spol. s r.o.	13
2.4.2.2 Konkurenční řešení pásových dopravníků	15
2.4.2.2.1 Společnost Haberkorn s.r.o.	15
2.4.2.2.2 Společnost Interroll CZ, s.r.o.	15
2.4.3 Řetězové dopravníkové systémy	16
2.5 Dopravníky pro kusové materiály	18
2.5.1 Kontinuálně pracující dopravníkové systémy	18
2.5.1.1 Válečkové dopravníky a tratě	18
2.5.2 Dopravníky s principem vzduchového polštáře	20
3 Vyjasnění zadání a postup při návrhu	22
3.1 Časový plán pro řešení návrhu TS	22
3.2 Specifikace požadavků na TS	23
4 Koncepční návrh	25
4.1 Navržení funkční struktury technického systému	25
4.1.1 Černá skříňka technického systému	25
4.1.2 Technologický princip provozního přeměněného procesu	25
4.1.3 Technologie technického přeměněného procesu provozu TS	26
4.1.4 Vytvoření funkční struktury řešeného technického systému	27
4.2 Navržení orgánové struktury technického systému	29
4.2.1 Návrh orgánů pro stanovené funkce technického systému	29
4.2.2 Návrh alternativ orgánové struktury technického systému	30

4.3	Vytipování vhodných alternativ orgánové struktury technického systému.....	32
4.3.1	Alternativa A.....	32
4.3.2	Alternativa B.....	33
4.3.3	Alternativa C.....	34
4.4	Hodnocení jednotlivých alternativ orgánové struktury TS.....	35
5	Konstrukční návrh	37
5.1	Návrh hrubé stavební struktury technického systému.....	37
5.1.1	Kinematické schéma	38
5.1.2	Pás.....	38
5.1.3	Bubnový motor	39
5.1.4	Držák bubnového motoru a vodícího bubnu.....	40
5.1.5	Vodící buben a podpěrný buben	41
5.1.6	Vratný buben.....	42
5.1.7	Držák vratného bubnu s napínacím zařízením.....	42
5.1.8	Kluzná deska.....	43
5.1.9	Rám a jeho komponenty	43
5.1.10	Konzole a podpěrný mechanismus.....	45
5.1.11	Chladicí zařízení a jeho prvky.....	46
5.1.12	Laserový systém a jeho prvky	47
5.1.13	Bezpečnostní prvky	48
5.1.13.1	Kryt pásu.....	48
5.1.13.2	Nouzové tlačítko.....	48
5.1.13.3	Reflexní optická závora	48
5.1.13.4	Boční vedení.....	49
5.2	Návrh úplné stavební struktury technického systému	49
5.3	Vyhodnocení vlastností úplné stavební struktury.....	53
5.3.1	Kontrola rychlosti, výkonu a obvodové síly bubnového elektropohonu	53
5.3.1.1	Zatížení od výlisků	54
5.3.1.2	Měrná hmotnost dopravního pásu	54
5.3.1.3	Zatížení od hmotnosti pásu.....	54
5.3.1.4	Celkové normálové zatížení	54
5.3.1.5	Třecí síla způsobená pohybem pásu a výlisků po kluzné desce	54
5.3.1.6	Potřebný výkon pohonu.....	55
5.3.1.7	Maximální obvodová síla na hnacím bubnu.....	55
5.3.1.8	Podmínka rychlosti.....	55
5.3.2	Pevnostní kontrola pásu	56
5.3.2.1	Minimální síla ve sbíhající větvi pásu	56

5.3.2.2	Největší tahová síla v pásu	56
5.3.2.3	Pevnost pásu	56
5.3.3	Predikce tuhosti konzolí a podpěrného mechanismu	57
6	Vyhodnocení původního a inovovaného řešení	61
6.1	Hodnocení zaměřené na montáž a servis	61
6.2	Ekonomické hodnocení navrženého technického systému	61
6.3	Zhodnocení jednotlivých požadavků na TS	63
7	SWOT analýza navrženého technického systému	68
	Závěr	69
	Seznam obrázků	70
	Seznam tabulek	71
	Seznam příloh	71
	Seznam výkresové dokumentace	71
	Citovaná literatura	72


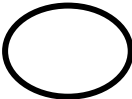

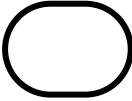

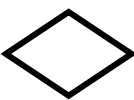









Seznam zkratek

PU Polyuretan

MKP Metoda konečných prvků

TS Technický systém

Seznam grafických symbolů

		- Operand: přeměňovaný M, E, I, příp. L objekt (při nedostatku místa jen název a stav operandu u symbolu jeho vstupu/výstupu)
		- Operátor: přeměňující M, E, I, příp. L objekt/prostředek (při nedostatku místa jen jeho název u symbolu účinku)
		- Proces rozhodovací: soubor vzájemně souvisejících nebo vzájemně působících činností (příp. strukturovaných do podprocesů, operací a kroků), které na základě hodnocení operandu ve vstupním stavu („vstupů“) vygenerují vlivem účinků operátorů jako výstup rozhodnutí („výstupy“) o variantě dalšího možného postupu
		- Funkce: pracovní schopnost prvku operátoru např.: = aktivní: otáčet, chladit, držet, ... = pasivní: otáčení/chlazení/držení / ... umožnit (na výstupu operátoru vyjadřuje schopnost docílit pož. účinek) (obecná funkce vlevo, hraniční funkce receptoru/efektoru vpravo) ( alternativní SW symbol, pokud není k dispozici )
		- Proces transformační: soubor vzájemně souvisejících nebo vzájemně působících činností (příp. strukturovaných do podprocesů, operací a kroků), které vlivem účinků operátorů přeměňují operand („vstupy“) z jeho dostupného vstupního stavu požadovaný výstupní stav operandu („výstupy“)
		- Vstup/Výstup (ve spojitosti s procesem nebo operátorem): místo a směr M, E, I, příp. L vstupu do/výstupu z procesu nebo operátoru (ve spojitosti s procesy to však není zároveň symbol operandu ve vstupní/výstupním stavu)
		- Účinek (přiřazený k symbolu) operátoru: M, E, I interakce mezi operátorem a operandem s cílem způsobit/umožnit požadovanou přeměnu operandu (vyjadřovaný podstatným jménem slovesným) např.: = aktivní účinky: otáčení, chlazení, držení, ... = pasivní účinky: umožnění otáčení/chlazení/držení/...

Úvod

Všechny dopravníkové systémy se nejčastěji využívají pro přepravu nejrůznějších materiálů a výrobků v mezioperační dopravě výroby, jenž zasahuje do mnoha odvětví průmyslu. S postupnou tendencí vývoje je snaha dopravníkové systémy dále automatizovat, to znamená rozšiřovat je o další technologické funkce (vážení, chlazení atd.) a přidávat různá „SMART online“ zařízení, která zjišťují jednotlivé pozice a fyzikální veličiny výlisků. Tyto informace se poté předávají do nadřazených technických systémů.

Zadavatelem této diplomové práce je strojírenská společnost ENGEL strojírenská spol. s.r.o., která je jedna z největších organizací na světě věnujících se vstřikovacím lisům. Primárním cílem této diplomové práce je navrhnout integrovaný dopravník pro vstřikovací lis ENGEL VC120, který prvotně slouží k přepravě výlisků, jenž jsou přemístěny robotem ze vstřikovací formy.

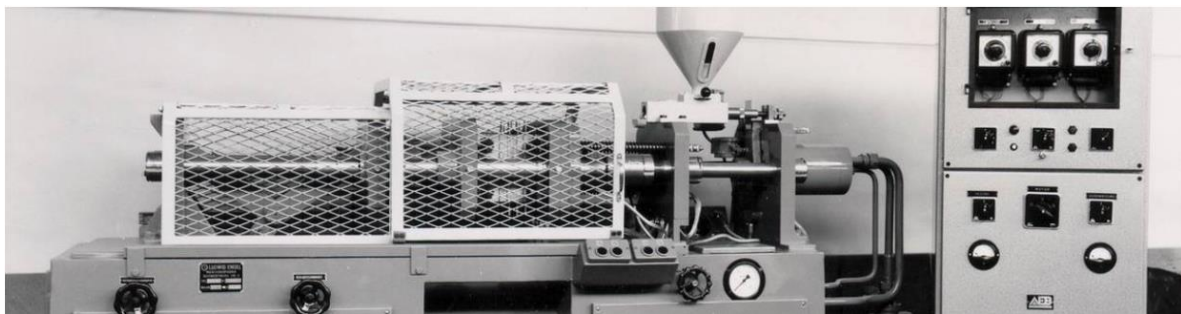
Technický systém musí vyhovět několika základním specifickým požadavkům. Primárním požadavkem je nutnost dodržet požadované rozměry, kterými je rozteč mezi bubny dopravníku 2900 mm x 350 mm. Musí být také možná adaptace stejné konstrukce na dané rozměry v rozměrech 1900 mm – 5200 mm x 350 mm – 600 mm. Další požadavky od zadavatele jsou uvedeny ve specifických požadavcích v průběhu diplomové práce.

Obsah předložené diplomové práce se dělí do několika částí. Na samotném počátku bude představena společnost ENGEL. Následně proběhne seznámení se samotnou historií dopravníkových systémů a technických prostředků pro podlahovou dopravu, do kterých nejčastěji patří dopravníkové systémy, které budou rozděleny do skupin podle typu přepravovaného materiálu. Další část se bude věnovat dopravníkovým systémům společnosti ENGEL strojírenská spol. s r.o. a jejich následnému rozdělení do jednotlivých kategorií. Poté s těmito dopravníky společnosti ENGEL strojírenská spol. s r.o. budou srovnána různá řešení dopravníkových systémů vybraných konkurenčních společností. Ve spojitosti na předešlé informace bude použito těchto znalostí pro samotný návrh integrovaného dopravníku, kde pomocí metody integrovaného navrhování technických produktů (Knowledge Integrated Design – KID) bude určena funkční a orgánová struktura. Kombinací jednotlivých orgánů budou vytvořeny tři varianty a pomocí následného hodnocení se rozhodne o jedné nejlepší suboptimální alternativě. Tato varianta bude následně propracována, zkonstruována, zhodnocena a provedena SWOT analýza.

1 Představení společnosti ENGEL

Společnost ENGEL je známá jako jedna z největších organizací ve výrobě vstřikovacích strojů po celém světě. Sídlí na strategických místech v Evropě, Severní Americe a Asii. Je rozdělena do devíti výrobních závodů, kdy se každý z těchto závodů zaměřuje na špičkovou produkci zvolených částí. Za takovým úspěchem společnosti stojí inovační duch, desítky let zkušeností, výzkum a používání nejnovějších technologií, které ji neustále drží v popředí mezi konkurencí ve výrobě vstřikovacích strojů. [1]

Tato společnost byla založena roku 1945 panem Ludwigem Engelem, který se již od samotného začátku věnoval lisům na výrobu plastů. Následně roku 1948 patentoval první lis na plasty ENGEL. O pár let později, přesněji roku 1952, přišel na trh první vstřikovací stroj ENGEL a v roce 1959 vznikla již kompletní řada vstřikovacích lisů ENGEL, která se prodávala na trhu. S postupem času se vstřikovací lisy dále vyvíjely a inovovaly až do dnešní doby, kdy jsou na trhu velice populární. Na následujícím obrázku je vyobrazen historický vstřikovací lis ENGEL. [2]



Obrázek 1 – Historický vstřikovací lis ENGEL [2]

Jeden ze závodů společnosti sídlí v Kaplici v České republice. Zabývá se výrobou komponentů pro vstřikovací stroje ENGEL, přesněji dopravníkových systémů. Na následujícím obrázku je zobrazen výrobní závod společnosti ENGEL strojírenská spol. s r.o. v Kaplici. [1]



Obrázek 2 – Společnost ENGEL v Kaplici [3]

2 Teoretická východiska dané problematiky

V této části diplomové práce jsou shrnuty základní poznatky o dopravníkových systémech. Začátek poukazuje na samotnou historii dopravníkových systémů. Dále jsou zde popsány technické prostředky pro podlahovou dopravu a vysvětleno, co podlahová doprava vlastně je a jaké jsou nejrozšířenější technické prostředky pro tuto dopravu. V poslední fázi jsou rozděleny dopravníkové systémy do několika skupin a ty jsou poté podrobně popsány.

2.1 Historie dopravníkových systémů

Většina zdrojů poukazuje na rok 1795, kdy byly postaveny první dopravníky. Z hlediska konstrukční stránky byly značně jednoduché a velmi často poruchové. Skládaly se z dřevěného rámu, na kterém byly umístěny gumové, kožené či plátěné pásy. Byly krátké a používaly se primárně v přístavech k přesunu zemědělských produktů z pobřeží na loď. [4]

Postupem času lidé usilovali o vylepšení konstrukce dopravníků. To se jim povedlo díky průmyslové revoluci v průběhu 18. století ve Velké Británii. Později také v Americe, kdy byla manuální práce pomalu vylučována a nahrazována stroji, které poháněla pára. Jako první dopravník poháněný parou byl vyroben roku 1804 a sloužil pro britské námořnictvo. Jeho funkcí byla doprava sušenek pro námořníky. Toto zlepšení bylo velmi inovativní, jelikož již nebyla potřeba pro otáčení pásu lidská síla. [5]

O několik desítek let později, přesně v roce 1844, patentoval vynálezce Charles Goodyear nový inovativní materiál pro pásy, kterým byl vulkanizovaný kaučuk. Hlavní výhodou materiálu byla negativní reakce na změnu teploty. Tento materiál se nejčastěji používal u pásových dopravníků. [6]

Na začátku 20. století přišla další průmyslová revoluce, a také mnoho velkých pokroků v dopravních systémech. V roce 1901 byl ve Švédsku poprvé využit první ocelový pás. Ten se používal pro přepravu sypkých materiálů jako je štěrk či uhlí. Teprve o rok později byly tyto dopravníky prodávány firmou Sandvik. V roce 1905 představil vynálezce a inženýr Richard Sutcliffe první dopravní pásy pro použití v uhelných dolech, jenž způsobily revoluci v těžebním průmyslu. Pásy byly vyrobeny z vrstvené bavlny či gumy. Tento dopravníkový pás se z důvodu vynikající trvanlivosti a flexibility používal k těžbě a zpracování nerostů. Ocelové pásy se používaly v potravinářském průmyslu. [5]

O pár let později, v roce 1908, vynálezce Hymle Goddard patentoval první válečkový dopravník, který umožňoval hladkou přepravu zboží pomocí kuličkových ložisek. Po roce 1908

prodělal vývoj dopravníků velký skok. Nejznámější použití dopravníků nastalo, když Henry Ford, kolem roku 1913, vytvořil v automobilových závodech první montážní linku pro svá vozidla typu T. Po přesunu vozu pomocí dopravního pásu byli dělníci ušetřeni těžkého pohybu s automobily. Toto řešení zkrátilo výrobu celého automobilu, čímž došlo v tehdejší době k velkému pokroku. Do roku 1919 se montážní linky v automobilovém průmyslu staly standardem. Na následujícím obrázku je zobrazena montážní linka v automobilových závodech kolem roku 1913.



Obrázek 3 – Montážní linka v automobilových závodech kolem roku 1913 [7]

Během druhé světové války se dopravníkové systémy dále vylepšovaly. Zapojení Ameriky do druhé světové války na nějakou dobu zpomalilo těžbu. Tím se projevil nedostatek přírodních materiálů, jako byla guma či bavlna a vzniklo několik nových syntetických materiálů. Příkladem je uretan nebo syntetický kaučuk spolu s dalšími technologiemi. V tomto období vznikly také klínové řemeny, které zefektivnily dopravníky. [6]

V roce 1957 společnost B. F. Goodrich patentovala první dopravník, který obsahoval „Möbius pás“¹. Ten prodloužil životnost pásu z důvodu rozložení opotřebení obou stran. Moderní éra dopravníků začala v 70. letech 20. století prvním plastovým pásem. V posledních letech jsou dopravníky, díky počítačové technice, více spolehlivější a mnohem lépe se s nimi pracuje. Jsou „chytré“ a upozorňují operátory na potřeby údržby či samostatný servis. [5]

¹ Pás, který byl stočen do zákrutu.

2.2 Technické prostředky pro podlahovou dopravu

Podlahová doprava je taková doprava, kde je dopravní systém zajištěný k podlaze a prostředek manipulace je uložený obvykle na specializovaném nosiči, který se pohybuje pomocí dopravníkových prostředků (pohyblivá část či dopravní pás) dopravního systému po určené dopravníkové trase v ergonomické výšce nad podlahou či na její úrovni.

Mezi nejrozšířenější technické prostředky pro podlahovou dopravu patří **dopravníkové systémy**, které jsou uspořádány do modulární technické struktury. Skládají se z funkčních technických prostředků určených pro uskutečnění požadovaných manipulačních a dopravních úloh systému, kterými jsou:

- **Prvky** – Jejich úkolem je plnit elementární funkce vyšších struktur (články, válečky, řetězy atd.).
- **Uzly** – Jsou to funkční sestavy, které jsou tvořené z prvků pro realizaci částečně souhrnných funkcí (dopravní pás, pohonný agregát atd.).
- **Moduly** – Ústředny funkční sestavy, které jsou vytvořené z nezávislých prvků a uzlů pro vykonávání samostatné celistvé funkce systému (otočné či posuvové moduly).
- **Jednotky** – Variantní seskupení samostatných prvků a několikero modulů pro uskutečnění specifické samostatné manipulační operace (zdvihací či posuvná jednotka, točna atd.).

Manipulační a dopravní úlohy konkrétního automatizovaného výrobního systému vymezují technická řešení a koncepce dopravníkových systémů. [8]

2.3 Rozdělení dopravníkových systémů

V této části budou jednotlivé skupiny dopravníkových systémů rozděleny a následně popsány pomocí základních informací. Tato činnost je nezbytná, jelikož v pozdější fázi samotného návrhu a výběru dopravníkového systému je nutné vědět, jaké dopravníkové systémy v dnešní době existují, a které je možné použít právě pro vstřikovací lisy.

Dopravníkové systémy se rozdělují pro různá použití, záměry, a také z různých hledisek:

1. Podle přepravní vzdálenosti technického prostředku:
 - a) Několik metrů (dopravníky)
 - b) Několik kilometrů (dopravníkové systémy)

2. Z hlediska technického řešení tažného prvku či dopravního pásu:
 - I. S tažným elementem
 - a) Pásové
 - b) Řetězové
 - c) Řemenové
 - II. Bez tažného elementu
 - a) Šnekové
 - b) Válečkové dopravníky a tratě
 - c) Spirálové
 - d) Spádové
 - e) Pneumatické
3. Podle profilu dopravní trasy technického prostředku:
 - a) Vodorovná doprava
 - b) Mírně skloněná doprava
 - c) Šikmá doprava
 - d) Vertikální doprava
 - e) Kombinovaná doprava
4. Z hlediska technického řešení pohybu nosičů technického prostředku:
 - a) S tažným prvkem – pás, řetěz, lano a mnoho dalších
 - b) Bez tažného prvku – nepoháněné a gravitační systémy
5. Podle geometrie směru osy pohybu technického prostředku na jeho dopravní trase:
 - a) Přímé – Přímá spojnice mezi vstupním a výstupním místem
 - b) Obloukové – Spojnice mezi vstupním a výstupním místem po oblouku
 - c) Členěné – Větvení trasy na několik úseků (síťová trasa)
6. Z hlediska projevu pohybu dopravního pásu:
 - a) Plynulý (nepřerušovaný pohyb)

- b) Krokový (přerušovaný pohyb)
- c) Sekvenční (přerušovaný pohyb po částech dopravní trasy)

7. Podle typu přepravovaného materiálu pro přepravu:

- a) Sypkého materiálu
- b) Sypkého a kusového materiálu
- c) Kusového materiálu

Nejzásadnějším atributem dopravníkových systémů je typ přepravovaného materiálu, podle kterého se z pohledu konstrukce a použití nejčastěji rozdělují dopravníkové systémy.

V následující části diplomové práce budou popsány jen dopravníkové systémy, které jsou určené pro přepravu kusového materiálu nebo pro dopravu sypkého a kusového materiálu. Z těchto dvou skupin budou vybrány pouze ty, které jsou vhodné pro přepravu výlisků ze vstřikovací lisu, a také vyhovuje jejich prostorová dispozice. [8]

2.4 Dopravníkové systémy pro přepravu sypkého a kusového materiálu

Do skupiny dopravníkových systémů pro přepravu sypkého a kusového materiálu se řadí spádové, pásové a řetězové dopravníkové systémy.

2.4.1 Spádové dopravníkové systémy

Spádové dopravníky jsou takové dopravníky, kde se materiál pohybuje pomocí potenciální energie nebo objektu. To znamená, že neobsahují pohon. Rozdělují se do tří následujících skupin:

- a) **Spádové skluzy**
- b) **Spádové žlaby**
- c) **Spádové trubky**

[9]

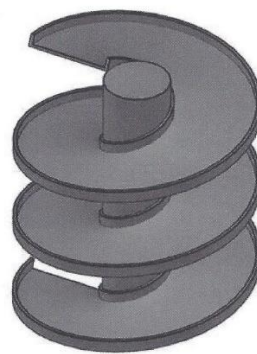
Spádové skluzy jsou charakterizovány jako přímé dopravníky, které obsahují rovné kluzné dno. Materiál nebo výrobek se po dně nejčastěji klouže, ale také se ve zvláštních případech může valit pomocí gravitační síly. Používají se pro přepravu kusových výrobků, ale také i pro dopravu zrnitých a sypkých materiálů v šikmém směru. Sklon skluzu musí být takový, aby se materiál po skluzu pohyboval patřičnou rychlostí. Pokud by byl sklon skluzu moc malý, tak by se přepravovaný materiál mohl zastavit. Naproti tomu při velkém sklonu by se zase pohyboval moc vysokou rychlostí. Skluzy se nejčastěji vyrábějí z oceli, kdy na samotné dno

musí být použita oděru odolná vrstva, kterou bývá plast. Na následujícím obrázku je znázorněn spádový skluz.



Obrázek 4 – Spádový skluz [10]

Spádové žlaby jsou definovány jako skluzy, které navíc zahrnují bočnice. Díky bočnicím mohou být zakrouceny do nejrůznějších tvarů. Nejčastěji se formují do různých oblouků nebo šroubovic. Stejně jako spádové skluzy se používají pro přepravu kusových výrobků a pro dopravu zrnitých a sypkých materiálů v šikmém směru. Je nutné také dodržet přesný sklon žlabů z důvodu patřičné rychlosti výrobků. Vyrábějí se nejčastěji ze stejných materiálů jako spádové skluzy, tedy z oceli v kombinaci s plastovým dnem. Na následujícím obrázku je zobrazeno schéma spádového žlabu. [11]

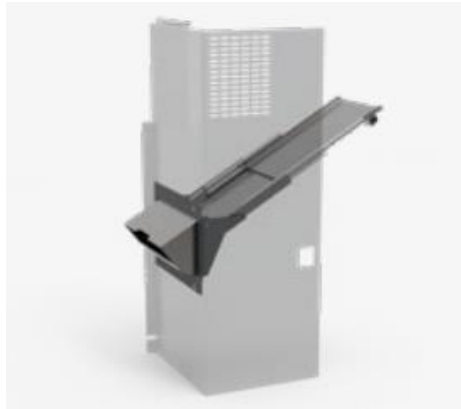


Obrázek 5 – Schéma spádového žlabu [11]

2.4.1.1 Spádové dopravníky společnosti ENGEL s r.o.

a) Dopravníkové systémy HLi

Dopravníkové systémy HLi jsou specifické podle svého umístění do bezpečnostní brány a charakteristické malými rozměry a volným přístupem. Vyskytují se ve dvou variantách, a to v pásovém (kapitola 2.4.2.1) nebo skluzovém provedení. Na obrázku 6 je zobrazen HLi dopravník ve skluzové variantě.



Obrázek 6 – Spádový skluz HLi [12]

b) Dopravníkové systémy ECC

Dopravníkové systémy ECC jsou spádové skluzy, které se používají pro všechny možné aplikace. Na následujícím obrázku je poukázáno na dopravníky ECC s možností různého uložení. [12]



Obrázek 7 – Spádový skluz ECC [12]

2.4.1.2 Konkurenční řešení spádových skluzů

2.4.1.2.1 Společnost MTF Technik

Společnost MTF Technik vyrábí konkurenční spádové skluzy pro vstřikovací stroje, které je možno použít i na oddělení toku materiálu. Jsou vyrobeny ze svařované nerezové oceli a mohou být osazeny pohyblivou klapkou, která rozděluje tok materiálu do dvou kanálů (obousměrný skluz), alternativně i se dvěma klapkami (3cestné žlaby). Na následujícím obrázku je poukázáno na spádový skluz od společnosti MTF Technik. [13]



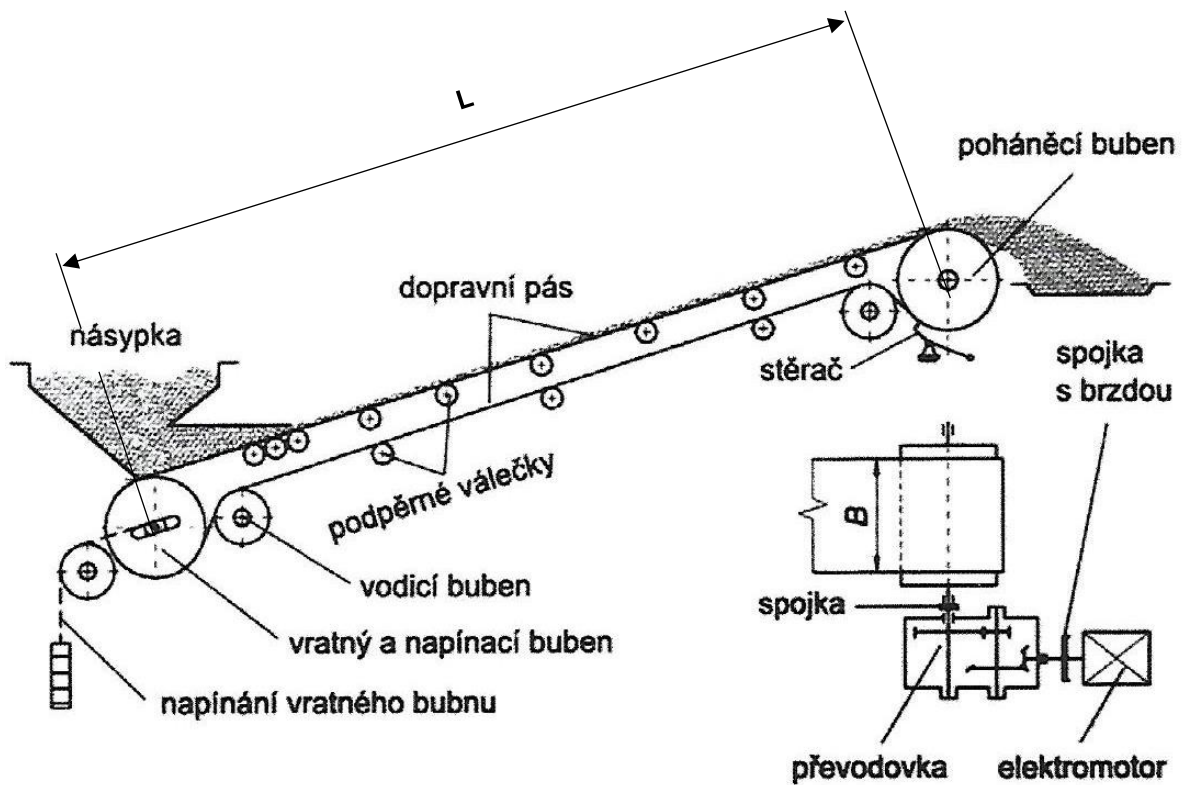
Obrázek 8 – Spádový skluz společnosti MTF Technik [13]

2.4.2 Pásové dopravníkové systémy

Pásové dopravníkové systémy jsou jedny z nejrozšířenějších dopravníků, které se používají ve všech průmyslových odvětvích. Nejčastěji našly uplatnění v důlním průmyslu pro přepravu popelu, uhlí a sypkých hmot, ve stavebním průmyslu pro dopravu sypkých hmot a suti, a také v zemědělském průmyslu pro přepravu obilí a biomasy. Dále se používají v mezioperační dopravě pro přepravu kusových výrobků.

Jsou definovány jako dopravníky mechanické s tažným elementem nekonečného pásu, který je poháněn pomocí bubnů a podpírán válečky nebo kluznou rovinnou plochou. Charakterizují se jednoduchou konstrukcí, vysokou výkonností, poměrně lehkou údržbou, malým třením a opotřebením, bezhlučným chodem a spolehlivou přepravou.

Strukturu pásových dopravníků tvoří několik částí. Hlavním prvkem je dopravní pás, který je řízen pomocí hnacího, napínacího a vodícího bubnu. Dopravní pás je zespol zajišťován pomocí podpěrných válečků či kluzné desky. Doprava materiálu probíhá na horní straně pásu. Motor je uložen buďto v poháněném bubnu nebo externě s vloženou převodovkou a spojkou. Další částí je mechanismus napínání vratného bubnu, který slouží k přenosu hnací síly z bubnů na pás pomocí tření. Pokud by pás nebyl dostatečně napnutý, nedošlo by nebo jen částečně k přenosu hnací síly. Pro napínání se používají závaží nebo napínací šrouby. Na následujícím obrázku je znázorněna struktura pásového dopravníku. [13]



Obrázek 9 – Struktura pásového dopravníku [10]

Pásové dopravníky lze rozdělit do několika základních skupin:

1) Podle nosné konstrukce a pohyblivosti

- a) Stabilní
- b) Pojízdné
- c) Přenosné

2) Podle tažného elementu

- a) Pryžové pásy
- b) PVC pásy
- c) Ocelové pásy
- d) Pletivové pásy

3) Podle směru dopravy

- a) Vodorovné dopravníky
- b) Šikmé dopravníky

- c) Konkávní dopravníky – změna z vodorovného směru na šikmý
- d) Konvexní dopravníky – změna ze šikmého směru na vodorovný
- e) Kombinované dopravníky – s několikanásobnou změnou směru [10]

2.4.2.1 Pásové dopravníky firmy ENGEL strojírenská spol. s r.o.

c) Dopravníkové systémy GFB / WFB / ZFB

Jedná se o dopravníky používající se pro přepravu volně padajících částí ze vstřikovacích lisů. Jejich nosnost je 12 kg/m. Jsou nejčastěji osazeny běžnými PVC pásy odolávající teplotě až 80 °C. Umísťují se na přední, zadní nebo boční část vstřikovacích strojů. Vyskytují se ve třech variantách, a to v ploché (GFB), lomené (WFB) a v provedení do tvaru písmene Z (ZFB). Na obrázku 10 jsou zobrazeny tyto tři varianty. Na obrázku 11 je poukázáno na možnosti umístění jednotlivých dopravníkových systémů.



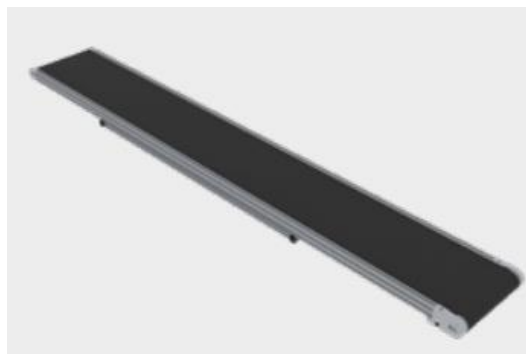
Obrázek 10 – Dopravníky GFB, WFB a ZFB firmy ENGEL strojírenská spol. s r.o. [12]



Obrázek 11 – Možné umístění dopravníkových systémů GFB, WFB a ZFB [12]

d) Dopravníkové systémy HLi

Tato varianta je popsána v kapitole 2.4.1.1. Na obrázku 12 je zobrazen HLi dopravník v pásové variantě.



Obrázek 12 – Pásové provedení dopravníku HLi [12]

e) Dopravníkové systémy ESC 2

Dopravníkové systémy ESC jsou výsuvné pásové dopravníky s integrovanou bezpečnostní strukturou, vyrobené z PVC materiálu s teplotní odolností do 80 °C. Jejich výhodou je snadné uložení se vstřikovacím strojem. Na následujícím obrázku je vykreslen pásový dopravník ESC2.



Obrázek 13 – Pásový dopravník ESC 2 [12]

f) Dopravníkové systémy FB

Jedná se o univerzální dopravníkové systémy pro volně stojící pásové dopravníky, na kterých je možné změnit sklon pásu a nastavit výšku dopravníku. Pásky jsou z PVC materiálu s teplotní odolností do 80 °C a rychlostí 6 m/min. Rozdělují se dle velikosti provedení hliníkového profilu na FB60 a FB100. Na následujícím obrázku je možné vidět tato dvě provedení, kdy se v levé části vyskytuje pásový dopravník FB60 a v pravé FB100.



Obrázek 14 – Pásové dopravníky FB60 a FB100 [12]

g) Dopravníkové systémy EFB

Dopravníkové systémy EFB jsou dvoupatrové nebo třípatrové pásové dopravníky s minimálními požadavky na prostor. Do jejich hlavních výhod se řadí extrémní úspora místa. Na následujícím obrázku je zobrazen pásový dopravník EFB. [12]



Obrázek 15 – Dopravníkové systémy ECB [12]

2.4.2.2 Konkurenční řešení pásových dopravníků

2.4.2.2.1 Společnost Haberkorn s.r.o.

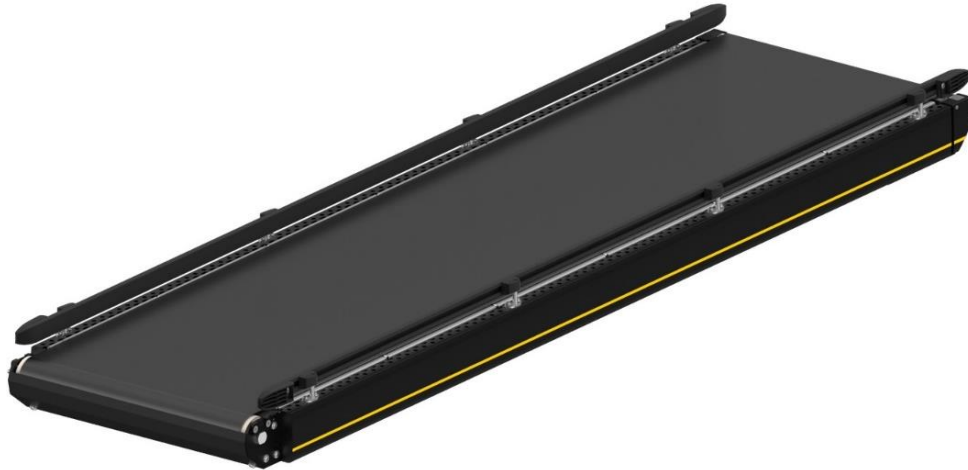
První vybranou společností je Haberkorn s.r.o., která vyrábí dva druhy pásových dopravníků, a to s bubnovým motorem nebo s vnějším pohonem umístěným v různých částech a polohách. Hlavní část obou pásových dopravníků tvoří hliníkové profily, do kterých jsou zasazeny bubny. Na obrázku 16 je možné vidět dva druhy pásových dopravníků společnosti Haberkorn s.r.o. [24]



Obrázek 16 – Pásový dopravník s pohonem v bubnu (společnost Haberkorn s.r.o.) [24]

2.4.2.2.2 Společnost Interroll CZ, s.r.o.

Druhou vybranou společností je Interroll CZ, s.r.o. Rám dopravníku se na rozdíl od dopravníků společnosti ENGEL strojírenská spol. s.r.o. skládá z ohýbaných plechů, na jehož koncích jsou upevněny dva bubny. Osazen je bubnovým motorem s možností použít i motor s převodovkou na vnější straně. Dopravník obsahuje navíc lišty po stranách, které zabraňují jednotlivým výrobkům opustit pás. Na obrázku 17 je znázorněn pásový dopravník společnosti Interroll CZ, s.r.o. [25]



Obrázek 17 – Pásový dopravník přímý s čelním pohonem (společnost Interroll CZ, s.r.o.) [25]

2.4.3 Řetězové dopravníkové systémy

Řetězové dopravníkové systémy jsou definovány jako dopravníky, jejichž tažným a nosným elementem může být jeden, dva nebo i více uzavřených paralelních řetězů obíhajících okolo řetězových kol. Dopravník se obecně skládá z několika částí: hnací systém, vratný a napínací mechanismus, dopravní pás, nosný systém a podpěrný mechanismus.

Hnací systém se nejčastěji umísťuje na jeden konec nebo v mezi poloze dopravníku, pomocí takzvaného řetězového kola nasazeného na hnacím bubnu, který pohání tažný řetěz. Tímto způsobem se dostává do pohybu dopravní řetězový pás. Nejčastěji jsou konstruované s jedním pohonem. Pokud dopravníky dosahují větších rozměrů, používají se dopravníky s více pohony.

Vratný mechanismus je situován na druhou stranu konce dopravníku pomocí řetězového kola nasazeného na hnacím bubnu sestavy dopravníku. Jeho hlavními funkcemi je udržování rozteče L a zabezpečení reverzního pohybu pásu.

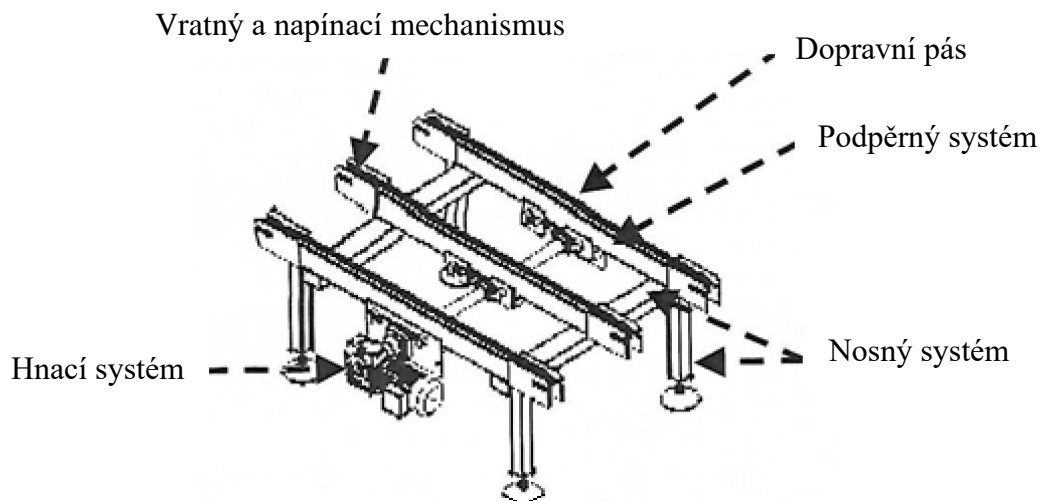
Napínací mechanismus je nejčastěji situován na vratný mechanismus, jelikož se v tomto místě nachází nejmenší tah v tažném elementu. Jeho primární funkcí je napínání řetězového pásu, které je zabezpečeno posunem vratného bubnu ve směru rozestupu L, a tím se reguluje předpětí řetězu.

Dopravní pás je tvořen prostřednictvím dvou nosných řetězů plnící funkci nosného a tažného elementu dopravního pásu. Tyto řetězy zabezpečují pohonnou a tahovou složku pohybu dopravního pásu. Používá se mnoho druhů řetězů, nejčastěji však Gallovy, pouzdrové či válečkové. Přepravovaný materiál lze dle použitého profilu a tvaru nosných prvků

přepřavovat pod různými úhly. Pro ploché profily se nejčastěji používá sklon do 20°, při tvarovaných profilech do 30° a pro žebrované tvarové profily sklon do 90°.

Nosný systém slouží k zabezpečení stability a tuhosti dopravníku při jeho provozu.

Podpěrný mechanismus se používá k podepření tažného řetězu mezi napínacím a hnacím řetězovým kolem. Tyto jednotlivé části jsou zobrazeny na následujícím obrázku. [14]



Obrázek 18 – Struktura obecného řetězového dopravníku [14]

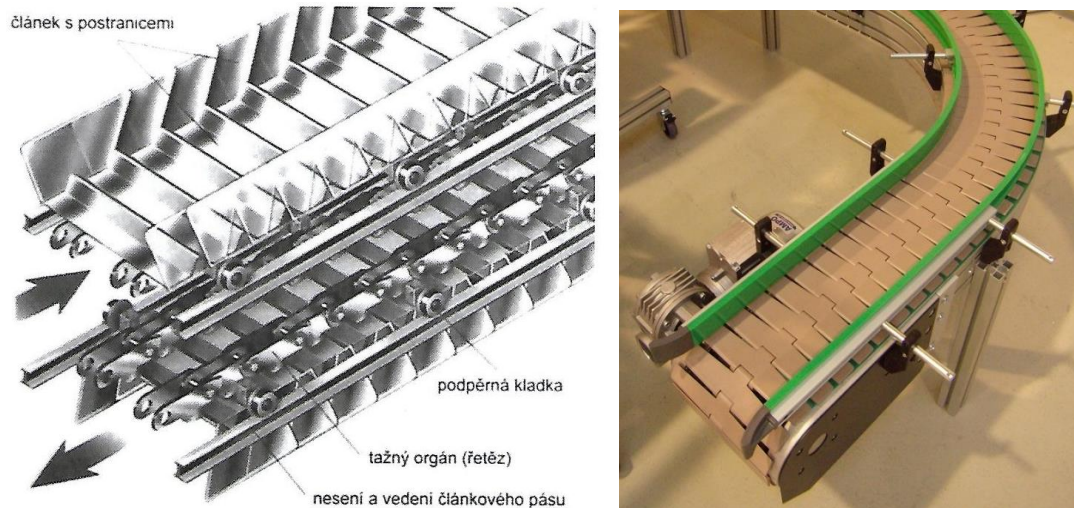
Řetězové dopravníky se dělí do dvou skupin:

- 1) Podélné
- 2) Příčné

Příčné řetězové dopravníky disponují jedním nebo více řetězy, které podpírají břemena prostřednictvím unašečů. Materiály se dopravují příčně se zřetelem k délce dopravníku. Dělí se do několika podskupin:

- a) Příčné elevátory
- b) Čláňkové dopravníky

Čláňkové dopravníky jsou osazeny nejčastěji dvěma řetězy, málokdy jedním řetězem ve středu dopravníku. Tyto jsou mezi sebou spojené takzvanými tvarovanými články, které tvoří článkový pás situovaný mezi napínacím a poháněcím řetězovým kolem. Na následujícím obrázku je znázorněno schéma článkového dopravníku a destičkový článkový dopravník. [17]



Obrázek 19 – Schéma článkového dopravníku a destičkový článkový dopravník [17] [18]

2.5 Dopravníky pro kusové materiály

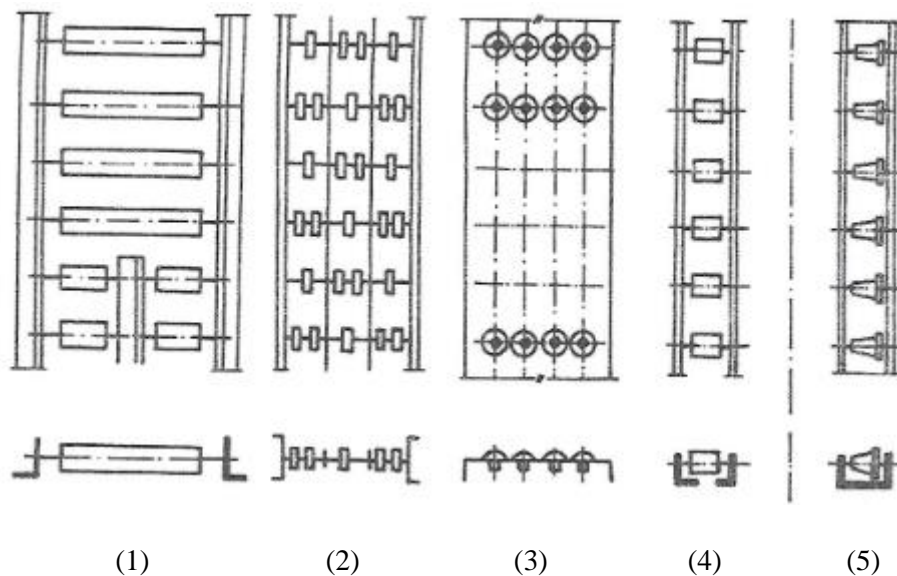
Tyto dopravníkové systémy se následně rozdělují do tří podskupin:

- a) **Kontinuálně pracující (podvěsné a válečkové dopravníky a tratě)**
- b) **Přetržitě pracující (kladkostroje, zvedáky, jeřáby, navijáky, ...)**
- c) **Doprava s principem na vzduchovém polštáři (vzduchové dopravníky, palety, ...)**

2.5.1 Kontinuálně pracující dopravníkové systémy

2.5.1.1 Válečkové dopravníky a tratě

Válečkové dopravníky a tratě jsou dopravníkové systémy přepravující výrobky po dopravním pásu pomocí řady paralelně uložených valivých prvků. Nejčastěji se používá válečkových, kladičkových nebo kuličkových prvků, které rotují. Pro otáčení válečků a kladiček existují dva způsoby, jak toho docílit. V prvním případě prvky rotují kolem hřídele procházející jejich středy, ve druhém je použito čepů uložených v rámu dopravníku. Na následujícím obrázku jsou zobrazeny různé druhy válečkových dopravníků a tratí.



(1 – typická válečková trať, 2 – kladičková trať, 3 – kuličková trať, 4 – válečková dráha, 5 – pánvová dráha)

Obrázek 20 – Různé druhy válečkových dopravníků a tratí [20]

Tyto dopravníky a tratě mají největší zastoupení při výrobě produktů v operační a mezioperační manipulaci. Mezi hlavní výhody patří spolehlivost provozu při standardních, ale i nestandardních podmínkách, vysoká použitelnost pro různé druhy výrobků a možnost využití velké úložné plochy.

Válečkové dopravníky a tratě mohou být koncepčně uspořádány jako nepoháněné tratě, kdy dopravní pás nemá vlastní pohon, nebo také s různým typem a druhem pohonu. Podle sklonu se dělí na vodorovné nebo šikmé. Z hlediska tvaru jsou konstruovány jako přímé nebo zaoblené. Přímé válečkové, kladičkové a kuličkové tratě jsou znázorněny na následujícím obrázku. [21]

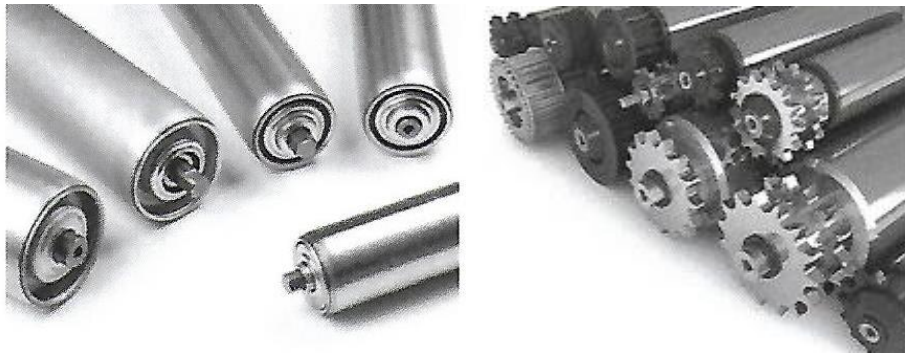


Obrázek 21 – Přímé válečkové, kladičkové a kuličkové tratě [20]

Válečky mají tři úkoly, kterými jsou „nesení, unášení a přesouvání“ materiálu či různých druhů výrobků po celé délce válečkového dopravníku či trati. Jsou normalizované,

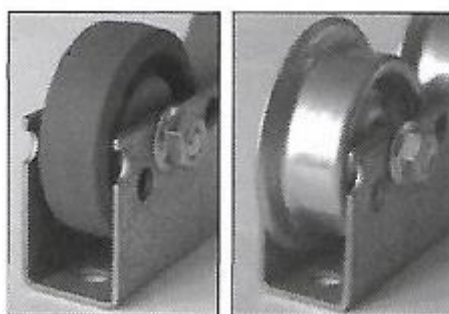
a jako materiál se nejčastěji používá ocel, hliník nebo plast. Na vnějším průměru mohou být válečky potahovány gumovým nebo plastovým povrchem. Tento postup se uplatňuje nejčastěji pro křehké materiály.

Existují dva druhy válečků, a to gravitační a poháněné. Pohyb prvního typu je zabezpečen gravitační silou, která daný výrobek posouvá přes válečky pomocí ložisek s nízkým valivým odporem. Nejčastěji se válečky navrhují duté a obsahují tři komponenty, kterými jsou ložiska, hřídel a plášť. Mezi jejich výhody patří snadná výměna a levnější pořizovací cena. Druhý typ je zabezpečen pomocí otáčení čepu v rámu. Za hlavní výhodu se považuje možnost většího zatížení. Na druhou stranu je jejich cena vyšší a jejich výměna komplikovaná. Na následujícím obrázku vlevo je zobrazen gravitační váleček, vpravo pak poháněný váleček.



Obrázek 22 – Gravitační a poháněné válečky [20]

Typické kladičky mají větší průměr než tloušťku. Vyrábějí se z podobných materiálů jako válečky. Z kovů, plastů ale i gumy, ve válcovém tvaru nebo s nákokem, který vznikne tak, že se na jedné straně kladičky vytvoří větší průměr s malou tloušťkou. Na následujícím obrázku jsou znázorněny kladičky ve válcovém tvaru a ve tvaru s nákokem. [20]



Obrázek 23 – Kladičky válcové a s nákokem [20]

2.5.2 Dopravníky s principem vzduchového polštáře

Dopravníky s principem vzduchového polštáře jsou takové prostředky, které obsahují na povrchu desky soustavu trysek. Dosažením potřebného tlaku a proudění vzduchu skrz trysky

dochází k nadzvednutí materiálu a k pohybu ve vyžadovaném směru. U tohoto principu je nutné splnit tři pravidla: podložka a podloha musí být rovná, těžiště břemene situováno do středu polštářů a přesunutá břemena musí mít rovnou spodní plochu. Tento princip se používá u vzduchových dopravníků, vzduchových palet, pneumatických stolů, vzduchových manipulačních desek, a také i vzduchových podlah. Přepravu výlisků pomocí dopravníků s principem vzduchového polštáře lze využít, ale je nutné počítat s vyšší finanční náročností. Na následujícím obrázku je poukázáno na vzduchovou paletu. [22]



Obrázek 24 – Vzduchová paleta [22]

3 Vyjasnění zadání a postup při návrhu

V této části práce bude navržen integrovaný dopravník pro vstřikovací lis ENGEL VC120. Jako řešení pro návrh technického systému je zvolena strategie integrovaného navrhování technických produktů (Knowledge Integrated Design – KID), která vystupuje z teorie a metodiky konstruování (Engineering Design Science (EDS) and Methodology (EDSM) se základem v Teorii technických systémů (TTS). Pro technický výrobek je použito heterogenního technického systému s převládající mechanickou složkou. [26]

3.1 Časový plán pro řešení návrhu TS

Na počátku strategie integrovaného navrhování technických produktů je nutné si stanovit časový plán pro řešení návrhu technického systému, který je zobrazen v následující tabulce.

Tabulka 1 – Časový plán pro řešení návrhu technického systému

Konstrukční proces			Měsíc, rok									
Operace	Fáze	Etapa konstrukčního projektu	Zář. 2019	Říj. 2019	Lis. 2019	Pro. 2019	Led. 2020	Ún. 2020	Bře. 2020	Dub. 2020	Kvě. 2020	Čer. 2020
		Zadání problému	■									
I. VYJASNĚNÍ ÚKOLU	I. ROZPRACOVÁNÍ ZADÁNÍ	Objasnění a rozvinutí požadavků		■	■	■						
		Specifikace požadavků a časový plán řešení			■	■	■					
II. ZAHÍŠŤOVÁNÍ ŘEŠENÍ III.a. HODNOCENÍ III.b. ROZHODOVÁNÍ	2. KONCEPČNÍ NÁVRH	Navržení funkční struktury TS				■	■	■				
		Navržení orgánové struktury TS				■	■	■	■			
	3. KONSTRUKČNÍ NÁVRH	Navržení (hrubé) stavební struktury TS					■	■	■	■		
		Navržení (úplné) stavební struktury TS					■	■	■	■	■	
		Vyhodnocení úplné stav. struktury TS							■	■	■	■
	IV. KONEČNÉ ŘEŠENÍ	4. KONEČNÉ ZPRACOVÁNÍ	Detailování a dokumentování řešení							■	■	■
Odevzdání											■	
Obhajoba												■
Celkový plán			10 měsíců									

3.2 Specifikace požadavků na TS

Dalším zásadním krokem této metody je specifikace jednotlivých požadavků na technický systém. Tyto požadavky jsou zachyceny ve třech následujících tabulkách.

Tabulka 2 – Specifikace požadavku na TS I

Požadavky (na charakteristiky) k vnějším vlastnostem TS vztažené k transformačním procesům životních etap TS	Požadovaná hodnota a případná tolerance	Váha (1-5)
(1) Požadavky k (hlavním a asistujícím) provozním funkcím/účinkům		
Technický systém:		
Přepřavovat výlisky		5
Kompatibilita pro vstříkovací lis	ENGEL VC120	5
Rozměry [mm]	2900 x 350	5
Kompatibilita s rozměry [mm]	1900 – 5200 x 350 – 600	5
Maximální nosnost na běžný metr	15 kg	5
Proces přepravy výlisků:		
Rychlost přepravy	8 m/min	4
Výlisek:		
Maximální rozměry výlisku [mm]	300 x 300 x 200	5
Minimální rozměry výlisku [mm]	5 x 5 x 5	5
(2) Požadavky k ostatním provozním vlastnostem		
Životnost	minimálně 4 roky	4
Prostředí	téměř čisté (v hale)	2
Údržba	minimální	5
Četnost použití	diskontinuální	5
Rozměry pro zástavbu	minimální	3
(3) Požadavky k vlastnostem pro předvýrobní procesy a výrobu		
Druh výroby	hromadná (500 ks/rok)	4
Komplikovanost s montáží	nízká	5
Komplikovanost s vyrobením	nízká	4
Vhodnost z hlediska konstruování	vysoká	4
(4) Požadavky k vlastnostem pro distribuci		
Prostor pro skladování	minimální	4
Manipulace při dopravě a instalaci	paletový vozík	4
(5) Požadavky k vlastnostem pro likvidaci		
Recyklovatelnost	jednoduchá	3
Servis	jednoduchý	5
Rozebíratelnost	jednoduchá	5

Tabulka 3 – Specifikace požadavků na TS II

Požadavky (na charakteristiky) k vnějším vlastnostem TS vztahované k operátorům transformačních procesů všech životních etap TS	Požadovaná hodnota a případná tolerance	Váha (1-5)
(1) Požadavky k vlastnostem pro věcné řízení/management		
Náhrada vlastního zařízení	dopravník HLi	5
Plánovaná inovace	střední	4
Konkurenceschopnost k produktům na trhu	ostatní dopravníky pro vstřikovací lisy	5
(2) Požadavky k vlastnostem k člověku		
<i>Ergonomie, bezpečnost ve všech životních etapách</i>		
Bezpečnost při vysunutí TS	vysoká	5
Bezpečnost při provozu	vysoká	5
Bezpečnost při servisu	vysoká	5
Zajištění TS proti nevídanému pohybu	vysoké	5
<i>Přívětivost pro člověka</i>		
Barevné řešení (barva)	černá a zelená (typická pro závod ENGEL)	4
Tvarový design	obstojný	3
Povrch	vhodný k čištění	3
(3) Požadavky k vlastnostem k aktivnímu materiálu a energetickému okolí		
Použití ekologických nezávadných materiálů	výlučně	4
Energetická náročnost pohonů	nízká	3
Zachycení úniku škodlivých látek při výrobě	v rámci možností	3
(4) Požadavky k vlastnostem k aktivnímu informačnímu okolí		
Porušení patentových a licenčních práv	žádné	3
Další předpisy a normy	bezpečnost výrobků	3
(5) Požadavky k vlastnostem k ostatním TS		
Náročnost na technické prostředky v živ. etapách	minimální	4
(6) Požadavky k vlastnostem k informacím		
Návody k obsluze	nutné	3
Návody pro údržbu a servis	nutné	4
Výrobní a montážní dokumentace	standardní forma	4
(7) Požadavky k vlastnostem k ekonomickému a časovému řízení/managementu		
Výrobní náklady základních částí	25 000 Kč	3
Náklady na provoz/práci	minimální	4
Čas na montáž	minimální	5

Tabulka 4 – Specifikace požadavků na TS III

Požadavky ke vnitřním (1) a strukturálním (2) (3) vlastnostem TS	Požadovaná hodnota a případná tolerance	Váha (1-5)
(1) Požadavky k obecným konstrukčním vlastnostem		
Tepelná odolnost povrchů pro přepravu	střední	5
Odolnost povrchů proti poškození	vysoká	3
Odolnost funkčních ploch proti opotřebení	vysoká	4
(2) Požadavky k elementárním konstrukčním vlastnostem		
Ovládací prvky	normalizované	4
Spojovací prvky	normalizované	4
(3) Požadavky ke konstrukčním znakům		
Druh pohonu	automatický	4
„SMART online“ zařízení (měření teploty, počtu výlisků atd.)	nutné	5
Zařízení pro další technologické operace (chlazení, vážení atd.)	nutné	5

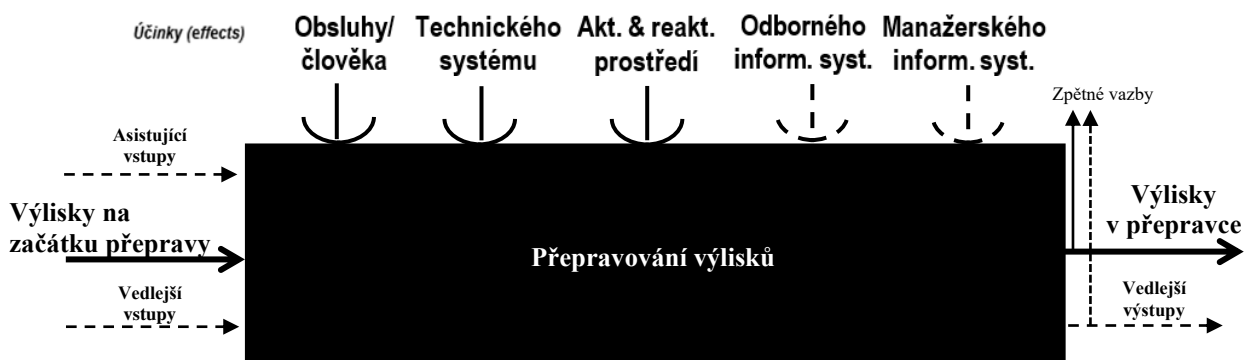
Dalším specifickým požadavkem od společnosti ENGEL strojírenská spol. s r.o. je zaměření se na montáž a servis při samotném konstrukčním návrhu, to znamená již po vybrání suboptimální alternativy. Údržba se na daném dopravníku bude provádět minimálně jednou denně po každém pracovním dnu.

4 Koncepční návrh

4.1 Navržení funkční struktury technického systému

4.1.1 Černá skříňka technického systému

Na počátku koncepčního návrhu se musí určit černá skříňka neboli „Black Box“, který znázorňuje charakteristiku přeměněného procesu technického systému. Ta je znázorněna a doplněna na následujícím obrázku.

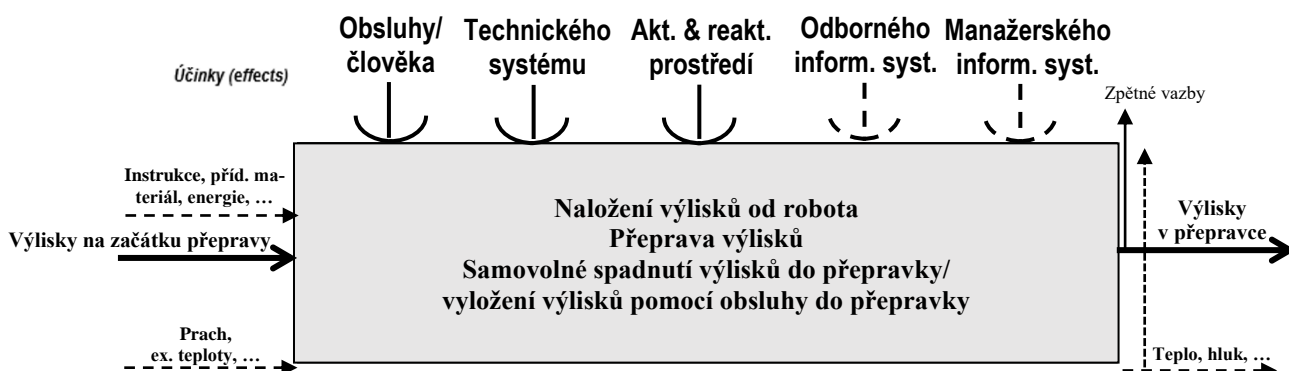


Obrázek 25 – Černá skříňka („Black Box“) přeměny technického systému

4.1.2 Technologický princip provozního přeměněného procesu

Dalším krokem je stanovení technologického principu technického přeměněného procesu provozu technického systému, který je vytvořen s ohledem na průzkum stávajícího trhu, z důvodu správného pochopení principu stávajícího procesu.

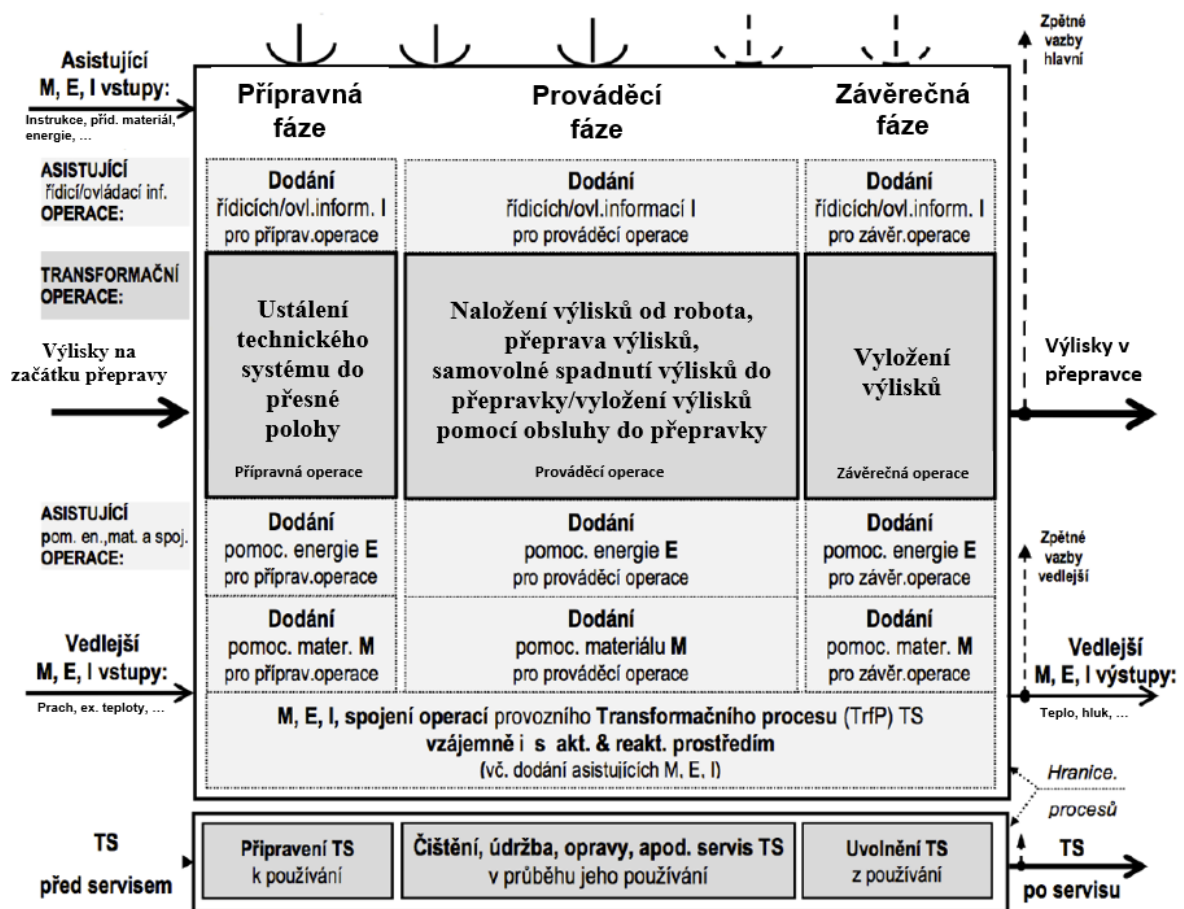
Přeprava výlísků po TS může probíhat dvojím způsobem. Při prvním způsobu se dopravník pohybuje kontinuálně (souvislý přesun výlísků). Druhým způsobem je přerušovaný pohyb dopravníku (nesouvislý přesun výlísků). Na začátku celého procesu robot přesune jeden nebo několik výlísků na TS. Ty jsou následně přepraveny na konec dopravníku. Výlísky buďto samovolně spadnou přes konec dopravníku do přepravky nebo je tam obsluha sama přemístí. Na následujícím obrázku je poukázáno na technologický princip technického přeměněného procesu provozu TS.



Obrázek 26 – Technologický princip technického přeměněného procesu provozu TS

4.1.3 Technologie technického přeměněného procesu provozu TS

V tomto kroku je nutné vytvoření hrubé charakteristiky technického přeměněného procesu navrhovaného TS. Ta v sobě zahrnuje tři fáze: přípravnou, prováděcí a závěrečnou, které obsahují několik operací. Jednotlivé operace jsou pomocí účinků s cílem dosažení nezbytných úkonů pretransformovány z počátečního do konečného stavu. Na následujícím obrázku je zobrazena hrubá charakteristika technického přeměněného procesu navrhovaného TS.

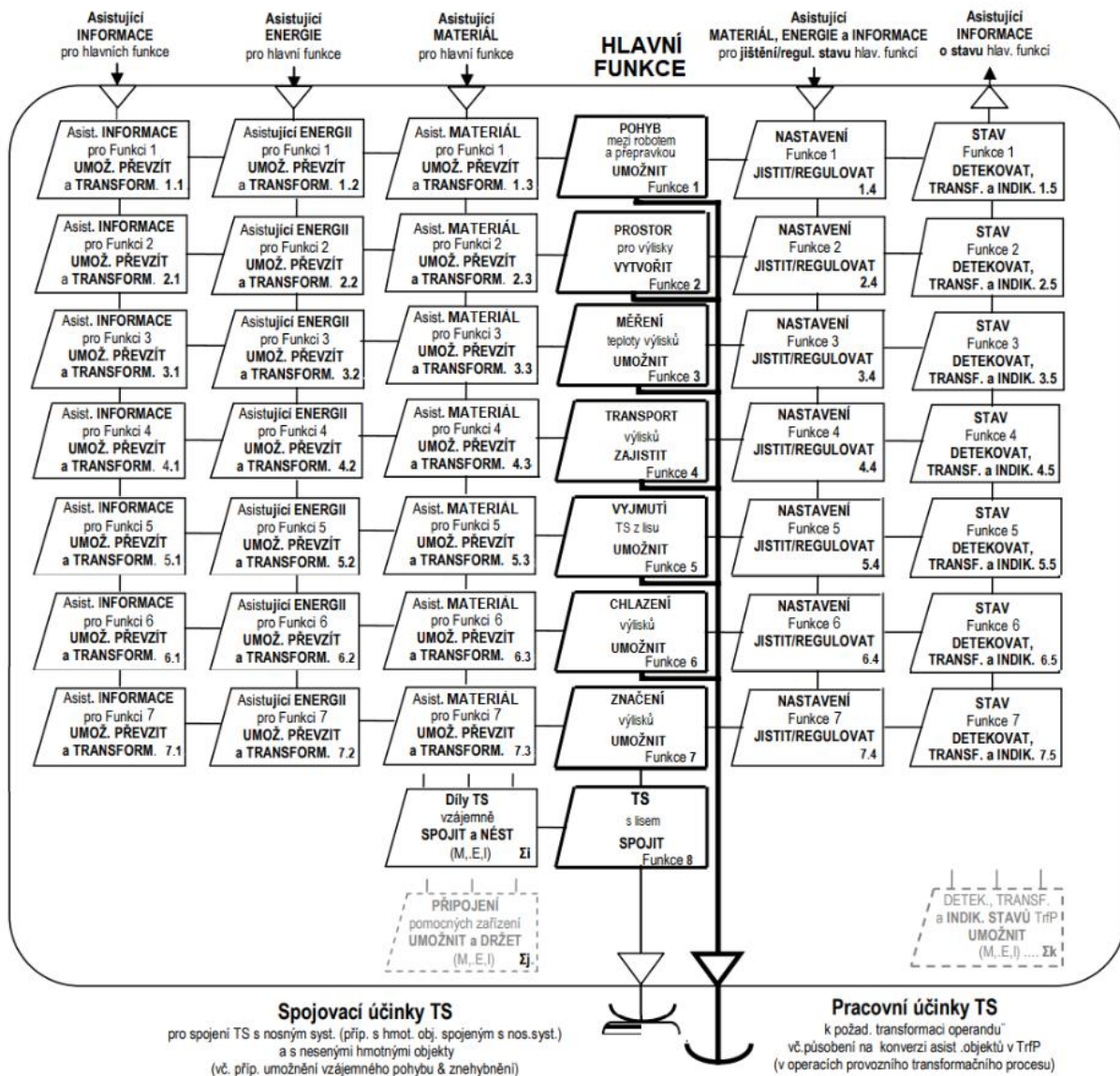


Obrázek 27 – Charakteristika technického přeměněného procesu navrhovaného TS

Až do této části funkční struktury TS bylo použito všech operací, které jsou nutné k dosažení potřebných úkonů transformace stavu. Jsou to takové operace, které kromě TS vykonává i obsluha nebo prostředí. V další části funkční struktury řešeného TS se bude hledět pouze na funkce působící svými účinky na samotný navrhovaný TS.

4.1.4 Vytvoření funkční struktury řešeného technického systému

V této fázi se vytvoří samotná funkční struktura TS, která je na následujícím obrázku zobrazena.



Hlavní funkce TS včetně asist. funkcí	
Funkce 1 včetně 1.1–1.5	POHYB mezi robotem a přepravkou UMOŽNIT
Funkce 2 včetně 2.1–2.5	PROSTOR pro výlisky VYTVOŘIT
Funkce 3 včetně 3.1–3.5	MĚŘENÍ teploty výlisků UMOŽNIT
Funkce 4 včetně 4.1–4.5	TRANSPORT výlisků ZAJISTIT
Funkce 5 včetně 5.1–5.5	VYJMUTÍ TS z lisu UMOŽNIT
Funkce 6 vč. 6.1–6.5	CHLAZENÍ výlisků UMOŽNIT
Funkce 7 vč. 7.1–7.5	ZNAČENÍ výlisků UMOŽNIT
Funkce 8 & Σi	TS s lisem SPOJIT

Obrázek 28 – Funkční struktura řešeného technického systému

4.2 Navržení orgánové struktury technického systému

4.2.1 Návrh orgánů pro stanovené funkce technického systému

Z důvodu plnění požadovaných funkcí TS je nutné vymezit dílčí orgány, které budou potřebné funkce zabezpečovat. Jednotlivé funkce mohou být vykonávány pomocí několika možností. Pokud se toto zapíše do tabulky, označujeme tabulku jako takzvané „morfologické matice“. Tabulka 5 znázorňuje morfologickou matici navrhovaných orgánů pro uskutečnění požadujících funkcí TS. Tabulka 6 poukazuje na morfologickou matici navrhovaných orgánů pro asistující funkce TS.

Tabulka 5 – Morfologická matice navrhovaných orgánů pro uskutečnění požadujících funkcí TS

Hlavní funkce TS včetně asist. funkcí		Navržené orgány TS („nositele funkcí“)				
		1	2	3	4	5
Funkce 1 vč. 1.1–1.5	POHYB mezi robotem a přepravkou UMOŽNIT	Bez pohonu	Pohon vnější	Pohon v bubnu		
Funkce 2 vč. 2.1–2.5	PROSTOR pro výlisky VYTVORIT	Pásový dopravník	Válečkový dopravník	Spádový dopravník	Článekový dopravník	Kombinace dopravníků
Funkce 3 vč. 3.1–3.5	MĚŘENÍ teploty výlisků UMOŽNIT	Termovize	Odečtení z teploty systému	Infračervený teploměr		
Funkce 4 vč. 4.1–4.5	TRANSPORT výlisků ZAJISTIT	Skuz	Článekový pás	Pás		
Funkce 5 vč. 5.1–5.5	VYJMUTÍ TS z lisu UMOŽNIT	Kluzné uložení	Valivé uložení	Pevné uložení		
Funkce 6 vč. 6.1–6.5	CHLAZENÍ výlisků UMOŽNIT	Ventilátor	Vzduchová clona	Vodní okruh		
Funkce 7 vč. 7.1–7.5	ZNAČENÍ výlisků UMOŽNIT	Laser	Mikroúder	Externí zařízení		
Funkce 8 & Si	TS s lisem SPOJIT	Pevně k lisu	S možností vertikálního posuvu			

Tabulka 6 – Morfologická matice navrhovaných orgánů pro asistující funkce technického systému

Asistující funkce TS		Navržené orgány TS („nositele funkcí“)		
		1	2	3
1.2	Asistující ENERGII Pro funkci 1 UMOŽ. PŘEVZÍT a TRANSFORMOVAT	Kinetická energie	Elektrická energie	Hydraulická energie
1.5	STAV Funkce 1 DETEKOVAT, TRANSF. a INDIK.	Inkrementální snímač	Bez snímače	Enkodér

4.2.2 Návrh alternativ orgánové struktury technického systému

Kombinací vybraných orgánů z jednotlivých řádků morfologických matic vzniknou rozdílné alternativy orgánové struktury TS. V následujících tabulkách 7 a 8 jsou zobrazeny pomocí tří křivek jednotlivé alternativy TS.

Tabulka 7 – Morfologická matice návrhu alternativ kombinací orgánů pro hlavní funkce TS

Hlavní funkce TS včetně asist. funkcí		Navržené orgány TS („nositele funkcí“)				
		1	2	3	4	5
Funkce 1 vč. 1.1–1.5	POHYB mezi robotem a přepravkou UMOŽNIT	Bez pohonu	Pohon vnější	Pohon v bubnu		
Funkce 2 vč. 2.1–2.5	PROSTOR pro výlisky VYTVOŘIT	Pásový dopravník	Válečkový dopravník	Spádový dopravník	Článkový dopravník	Kombinace dopravníků
Funkce 3 vč. 3.1–3.5	MĚŘENÍ teploty výlisků UMOŽNIT	Termovize	Odečtení z teploty systému	Infračervený teploměr		
Funkce 4 vč. 4.1–4.5	TRANSPORT výlisků ZAJISTIT	Skluž	Článkový pás	Pás		
Funkce 5 vč. 5.1–5.5	VYJMUTÍ TS z lisu UMOŽNIT	Kluzné uložení	Valivé uložení	Pevné uložení		
Funkce 6 vč. 6.1–6.5	CHLAZENÍ výlisků UMOŽNIT	Ventilátor	Vzduchová clona	Vodní okruh		
Funkce 7 vč. 7.1–7.5	ZNAČENÍ výlisků UMOŽNIT	Laser	Mikrouder	Elektrochemie		
Funkce 8 & E _i	TS s lisem SPOJIT	Pevně k lisu	S možností vertikálního posuvu			

Tabulka 8 – Morfologická matice návrhu alternativ kombinací orgánů pro asistující funkce TS

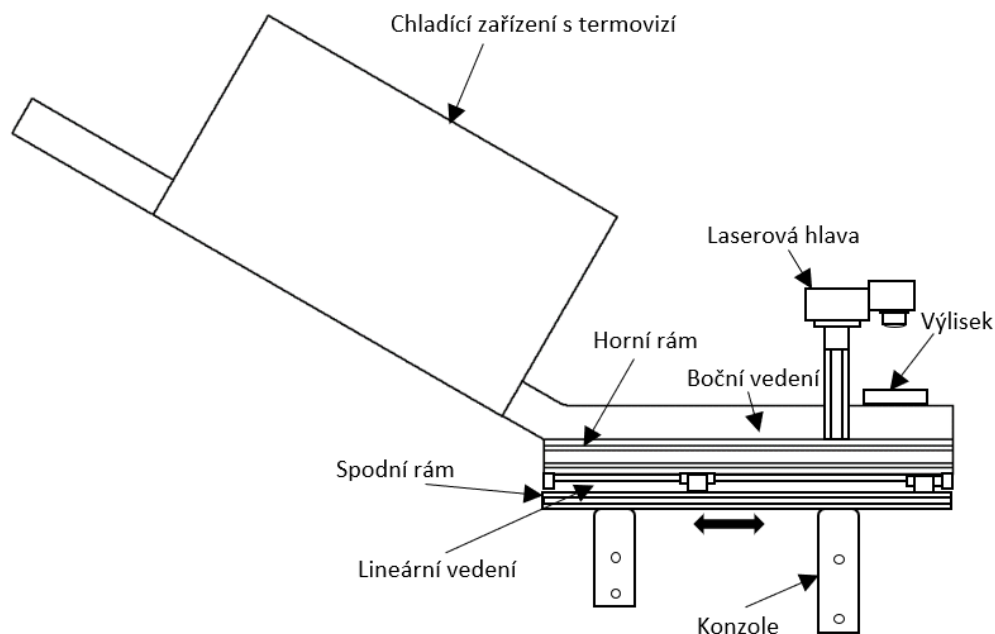
Asistující funkce TS		Navržené orgány TS („nositele funkcí“)		
		1	2	3
1.2	Asistující ENERGII Pro funkci 1 UMOŽ. PŘEVZÍT a TRANSFORMOVAT	Kinetická energie	Elektrická energie	Hydraulická energie
1.5	STAV Funkce 1 DETEKOVAT, TRANSF. a INDIK.	Inkrementální snímač	Bez snímače	Enkodér

Legenda: ●—● Alternativa A ●—● Alternativa B ●—● Alternativa C

4.3 Vytipování vhodných alternativ orgánové struktury technického systému

4.3.1 Alternativa A

První alternativou je spádový dopravník, přesněji spádový skluz, který je pevně spojen konzolami s lisem. Tento dopravník je při nutném servisu či údržbě možné vysunout pomocí lineárního vedení. Na počátku procesu robot přesune výlisky na začátek kluzného dna, a ty se pomocí kinetické energie přepraví na konec dopravníku. Cestou od robota ke konci dopravníku projde výlisk chladícím zařízením s termovizí, které ho vychladí a zkontroluje jeho teplotu před a po vychlazení. Dále pak projede pod laserovou hlavou, která ho označí. Na následujícím obrázku je zobrazeno schéma alternativy A.



Obrázek 29 – Schéma alternativy A

Výhody:

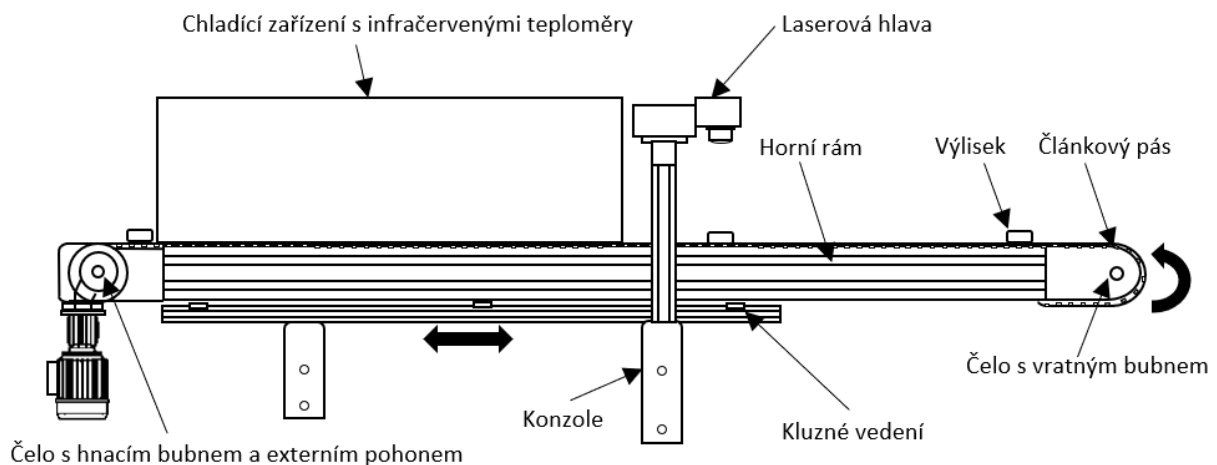
- Rychlý posuv výlisků
- Jednoduchá koncepce
- Bez poháněcího ústrojí

Nevýhody:

- Nepřesný posuv výlisků
- Menší využitelnost chlazení
- Vysoká cena termovize

4.3.2 Alternativa B

Druhou alternativou je článkový dopravník, který je upevněn k lisu pomocí konzolí. Na článkový dopravník robot přesune výlisky, které budou následně přepraveny pomocí článkového pásu pod laserovou hlavou a chladícím zařízením s infračervenými teploměry na konec dopravníku. Jako pohon pro pohyb článkového pásu je použit vnější motor. Aby bylo možné dopravník vysunout při nutném servisu nebo montáži, je u této alternativy použito kluzné vedení. Na následujícím obrázku je poukázáno na schéma alternativy B.



Obrázek 30 – Schéma alternativy B

Výhody:

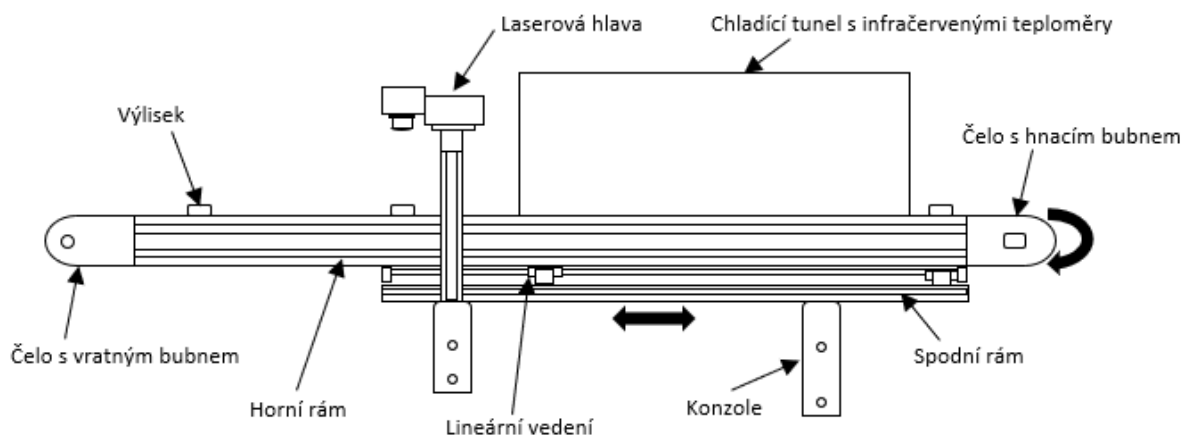
- Rychlý a přesný přesun výlisků pomocí elektromotoru
- Větší odolnost vůči mechanickému poškození
- Jednoduchá výměna funkčních částí
- Nižší cena vedení

Nevýhody:

- Vyšší náklady na pohon
- Vyšší hlučnost
- Složitější konstrukce

4.3.3 Alternativa C

Třetí alternativou je pásový dopravník, který je upevněn k lisu pomocí konzolí. Robot přesune výlisky na pásový dopravník, a ten pomocí pásu přepraví materiál na konec dopravníku, kde po cestě projede pod laserovou hlavou a chladícím zařízením s infračervenými teploměry. Jako pohon pro pohyb článkového pásu je použit bubnový motor ve válci. Pro vysunutí dopravníku, při nutné montáži nebo servisu je použito lineární vedení. Na následujícím obrázku je znázorněno schéma alternativy C.



Obrázek 31 – Schéma alternativy C

Výhody:

- Rychlý a přesný posun výlisků pomocí elektromotoru
- Všestranné využití
- Jednoduchá koncepce
- Nízká hladina hluku
- Snadná údržba

Nevýhody:

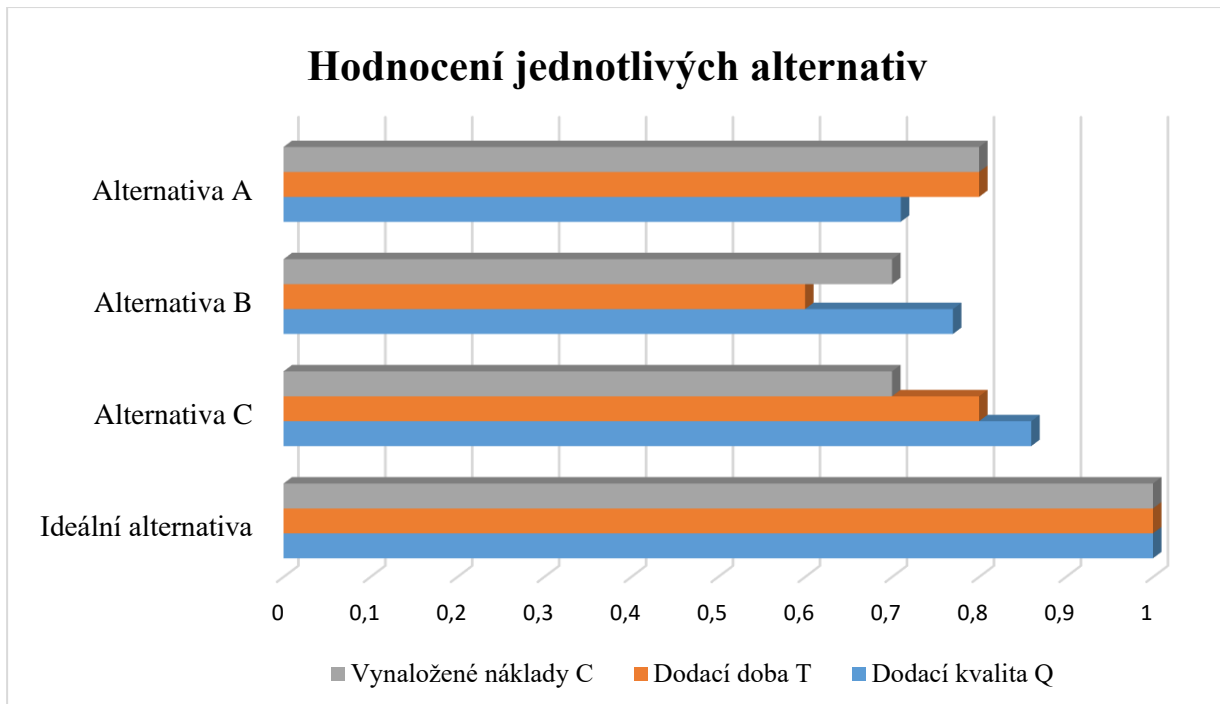
- Vyšší náklady na pohon a vedení
- Menší odolnost proti mechanickému poškození

4.4 Hodnocení jednotlivých alternativ orgánové struktury TS

Na konci koncepčního návrhu je nutné rozhodnout o nejméně výhodnější a nejlepší alternativě. Toto je provedeno na základě zvolených podstatných vlastností. Jednotlivé alternativy jsou pomocí těchto vlastností mezi sebou ohodnoceny a srovnány s ideálním řešením. V následující tabulce je znázorněno hodnocení jednotlivých alternativ orgánové struktury TS.

Tabulka 9 – Hodnocení jednotlivých alternativ orgánové struktury TS

Hodnocení jednotlivých alternativ orgánové struktury TS			Alternativa			
Stupnice	Q-T-C	Kritérium	Ideální Alternativa	Alternativa A	Alternativa B	Alternativa C
Hodnocení (min 0 až max 5)	Dodaná kvalita Q	Univerzálnost	5	4	4	5
		Prostor pro zástavbu	5	3	4	4
		Náročnost konstrukce	5	4	3	4
		Montáž a servis	5	4	3	4
		Spolehlivost	5	4	4	4
		Vzhled	5	3	4	4
		Přesnost přepravy výlisků	5	3	5	5
		Σ Hodnocení	35	25	27	30
		Σ Normalizované hodnocení Q	1,00	0,71	0,77	0,86
	Dodací doba T	Celková dodací doba	5	4	3	4
		Celková doba montáže	5	4	3	4
		Σ Hodnocení T	10	8	6	8
		Σ Normalizované hodnocení T	1,00	0,80	0,60	0,80
	Vynaložené náklady C	Celkové dodací náklady	5	4	3	3
		Náklady na převoz	5	4	4	4
		Σ Hodnocení C	10	8	7	7
		Σ Normalizované hodnocení C	1,00	0,80	0,70	0,70



Obrázek 32 – Graf hodnocení navržených variant orgánových struktur technického systému

Na obrázku 32 je možno vidět, že alternativa C se nejvíce blíží ideální alternativě i za větších vynaložených nákladů. Vychází tedy jako suboptimální alternativa, a proto bude v následujících kapitolách podrobně rozebrána a rozpracována.

5 Konstrukční návrh

Z hlediska montáže je při konstrukčním návrhu nutné dodržet několik základních pravidel. Pokusit se co nejvíce minimalizovat počet součástí, které budou co nejsnadněji a nejrychleji smontovány v jeden celek. Volit co možná nejvíce standardizovaných součástí, používat co nejméně malých a kluzných součástí, zajistit dobrý přístup a dobrou viditelnost do místa montáže atd. Pokud se toto dodrží, dojde ke snížení nákladů při montáži většího množství kusů těchto dopravníků.

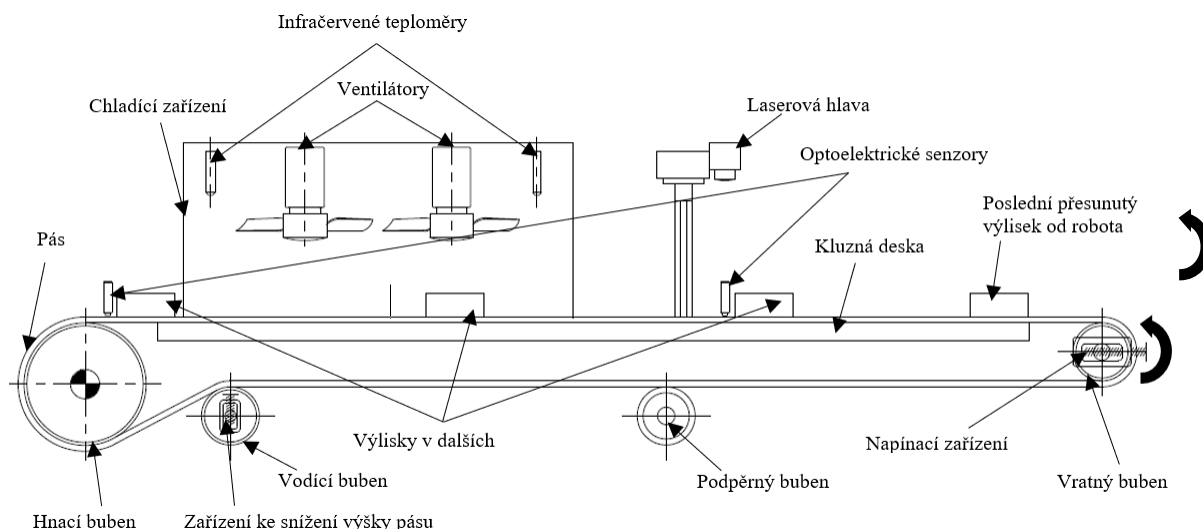
Při konstrukčním návrhu z hlediska servisu je nezbytné dodržet několik zásad, a to dobrou viditelnost a přístup do místa součástí, které budou seřizovat jiné součásti z důvodu funkčnosti celého TS, dále jednoduché vysunutí dopravníku ze vstřikovacího lisu, aby bylo dosaženo snadného přístupu k jednotlivým součástem, ale také i k samotnému vstřikovacímu lisu, z důvodu zajištění jednoduché demontovatelnosti celého dopravníku, a aby bylo při poruše možné vyměnit co nejrychleji poškozenou součást za novou atd. Pokud se tyto zásady dodrží, dojde, z hlediska servisu, při výrobě většího množství těchto dopravníků k vysoké úspoře nákladů.

Výše uvedená pravidla a zásady jsou zakomponovány v tomto návrhu pásového dopravníku.

5.1 Návrh hrubé stavební struktury technického systému

V následujících podkapitolách bude poukázáno na jednotlivé konstrukční části, které jsou použity pro pásový dopravník a následně jako celek tvoří úplnou stavební strukturu technického systému. Rám bude vymodelován pomocí programu Engineeringtool a kuličkové lineární vedení programem Item MotionDesigner od společnosti Haberkorn s.r.o. Ostatní konstrukční části budou vytvořeny v programu Autodesk Inventor Professional 2020.

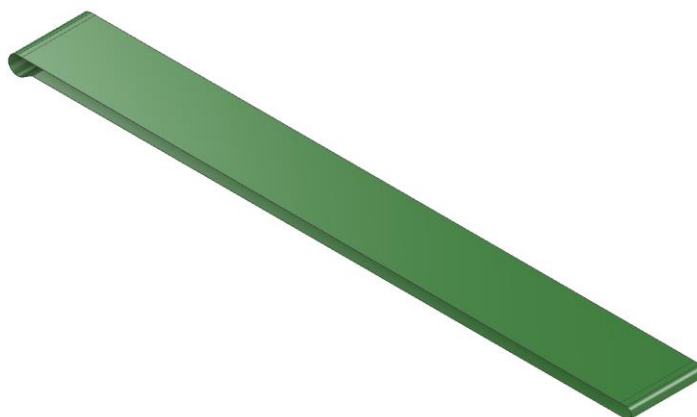
5.1.1 Kinematické schéma



Obrázek 33 – Kinematické schéma vybraného technického systému

5.1.2 Pás

Po zhodnocení specifických požadavků na TS byl zvolen polyuretanový dopravníkový pás 1M6 U0-U5 FL z katalogu od společnosti REKO s.r.o., který bude spojen pomocí metody přeložení. Tento materiál pásu byl primárně vybrán na základě dlouhé životnosti, a tím dojde ke snížení servisních úkonů. Jeho hlavní výhodou oproti jiným materiálům je výborná tepelná odolnost, vysoká ošetravzdornost, tvarová stálost a pružnost. Jeho nevýhodou je vyšší pořizovací cena, která se však vrátí formou vysoké životnosti materiálu. Montáž PU pásu je velice jednoduchá, nasune se na vratný a poháněcí buben, zajistí se vodícím bubnem, nainstaluje se podpěrný válec a napne se pomocí napínacího šroubu M6 x 60 s kuželovou hlavou, který je umístěn v drážce vratného bubnu. Na následujícím obrázku je zobrazen výše popsaný vymodelovaný PU pás a v kapitole 5.3.2 je provedena pevnostní kontrola pásu.



Obrázek 34 – Model polyuretanového dopravníkového pásu 1M6 U0-U5 FL

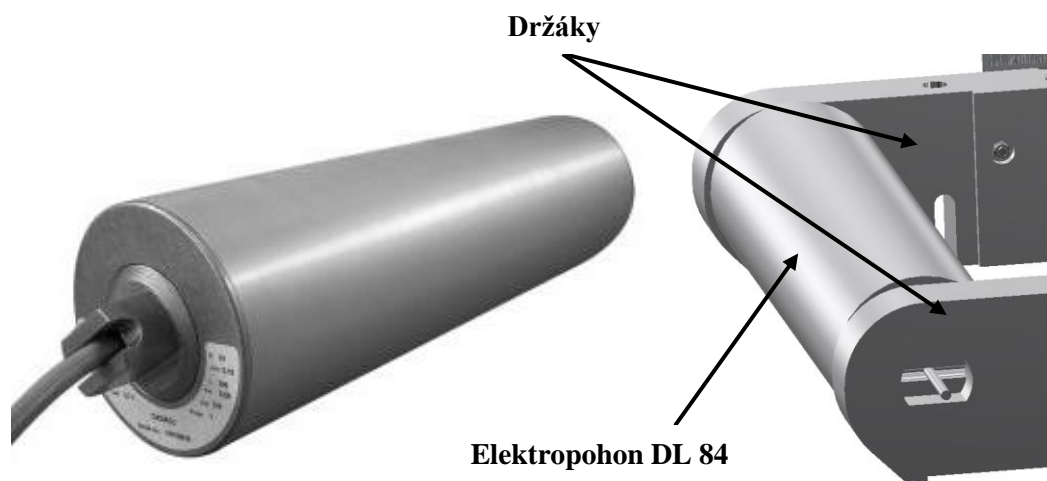
5.1.3 Bubnový motor

Pohyb přepravy výlisků na pásu po kluzné desce zajišťuje bubnový elektropohon. Hlavní část tvoří tělo, které představuje buben (váleček) s čely. Jeho osou pronikají utěsněné koncovky statorového hřídele. Čela jsou vyrobena ze slitin lehkých kovů a na jejich koncích jsou vytvořeny plochy, které umožňují uložení bubnového elektropohonu do celkové konstrukce TS. V bubnu (válečku) se nachází elektromotor s planetovou převodovou skříní. Druhou část tvoří plášť, který slouží k zakrytí těla. Výkon pohonu je pomocí převodové skříně převáděn na buben, jenž se pomocí uloženého statorového hřídele a běhu elektromotoru otáčí.

Se zřetelem na specifické požadavky a zástavbový prostor byl vybrán bubnový elektropohon DL 84 od společnosti STRAND s.r.o., který je z hlediska servisu bezúdržbový. Jelikož je bubnový elektropohon kompaktní, jeho montáž je jednoduchá a při poruše následuje kompletní výměna. Kompletní motor se nasune do prvního čelního držáku a zajistí se druhým. Z důvodu úspory nákladů je nutnost použití stejného pohonu pro různé kompatibilní rozměry pásových dopravníků. V kapitole 5.3.1 je provedena kontrola pohonu pro maximální rozměry možného dopravníku. V tabulce 10 jsou zobrazeny parametry bubnového elektropohonu DL 84 a na obrázku 35 je možno tento pohon a jeho uložení vidět.

Tabulka 10 – Parametry elektropohonu DL 84

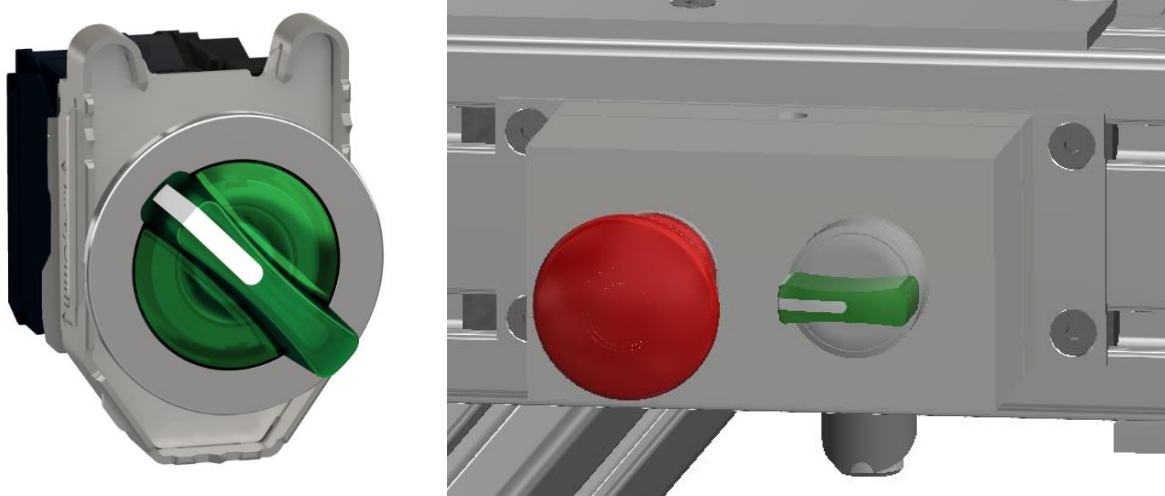
Napětí [V]	Výkon [kW]	Počet převodových stupňů [-]	Obvodová rychlost [ms^{-1}]	Krouticí moment [$\text{N}\cdot\text{m}$]	Napínací síla pásu [N]	Minimální délka [mm]
3x220/240	0,12	3	0,15	33,6	800	292



Obrázek 35 – Bubnový elektropohon DL 84 a jeho uložení

Pro regulaci otáček je zde použit frekvenční měnič, který se dá ovládat pomocí otočného ovladače Harmony XB4 od společnosti Schneider Electric. Je součástí sruženého ovládacího panelu společně s nouzovým tlačítkem. Tento panel je přichycen šrouby 4 x M5 x 12 a maticí

M5 s drážkou T k boční straně pohyblivého horního rámu pásového dopravníku, viz následující obrázek.

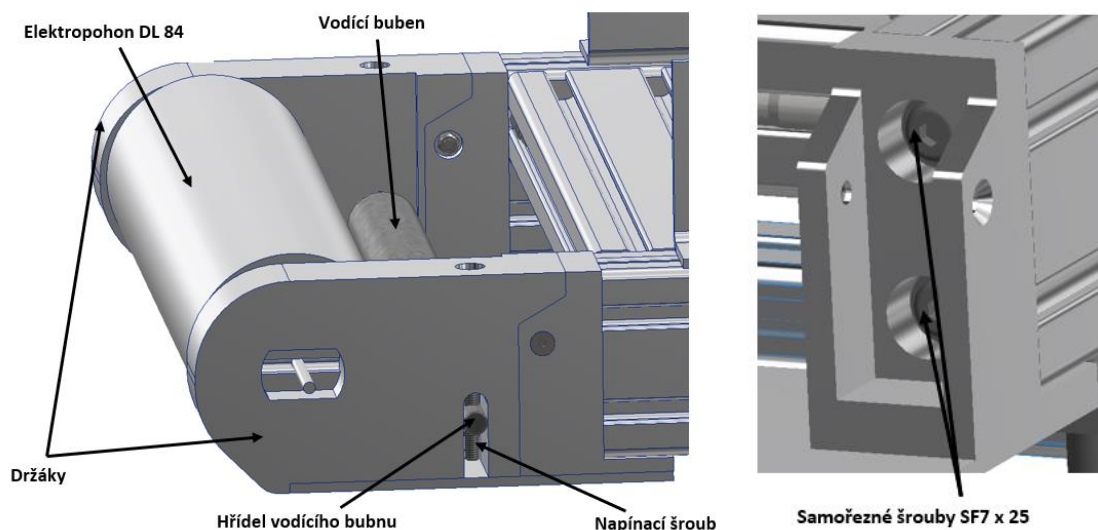


Obrázek 36 – Otočný ovladač XB4 a jeho osazení na horním pohyblivém rámu pásového dopravníku

5.1.4 Držák bubnového motoru a vodícího bubnu

Držák bubnového motoru je vyroben z hliníku a je rozdělen na dvě části. První část spojuje s tímto celkem rám pomocí dvou centrálních samořezných šroubů SF7 x 25. Druhá část je připojena k prvnímu celku pomocí šroubového spojení. Tento druh spojení byl zvolen kvůli snadné montáži a následné demontáži při nutném servisu. Nevýhodou šroubového spojení je vyšší pořizovací cena, která je vynahrazena lepší servisní činností při poruše funkčního celku.

Na držáku se dále nachází otvor pro čelo motoru, a také drážka pro vodící bubnu. V té je vedena hřídel vodícího bubnu pomocí napínacího šroubu procházejícím skrz hřídel. Ten povolením nebo utáhnutím nese hřídel ve směru příčném v drážce. Na následujících obrázcích je možno vidět držák bubnového motoru a vodícího bubnu.



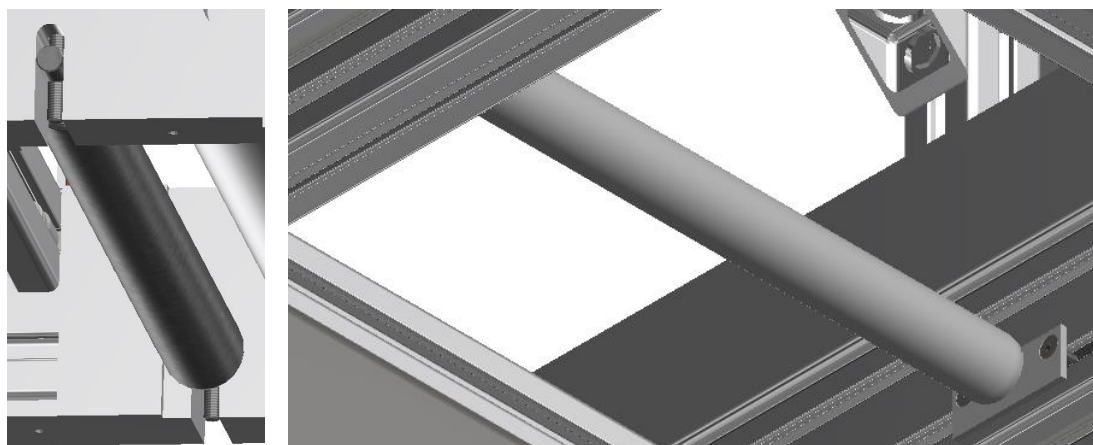
Obrázek 37 – Držák bubnového motoru a vodícího bubnu

5.1.5 Vodící buben a podpěrný buben

Jako vodící a podpěrný buben je volen ocelový dopravní váleček Interroll CR 1200 od společnosti Interroll CZ, s.r.o. s různými rozměry, který vyhovuje po několika stránkách. Z hlediska tepelné odolnosti, maximální dopravní rychlosti, a také po stránce maximálního nosného zatížení.

Montáž vodícího bubnu je provedena zasazením do drážky čelních držáků a přichycena pomocí dvou šroubů M6 x 75. Tyto šrouby také slouží k nastavení potřebné výšky pásu vzhledem k vratnému bubnu.

Montáž podpěrného bubnu je provedena přichycením k nosnému rámu šrouby M5 x 20 a maticí M5 s drážkou T. Jak vodící, tak podpěrný buben je opět kompaktní zařízení, které se z hlediska servisu vymění za nový kus. Na následujícím obrázku je poukázáno na vodící a podpěrný buben.



Obrázek 38 – Vodící a podpěrný buben Interroll CR 1200

5.1.6 Vratný buben

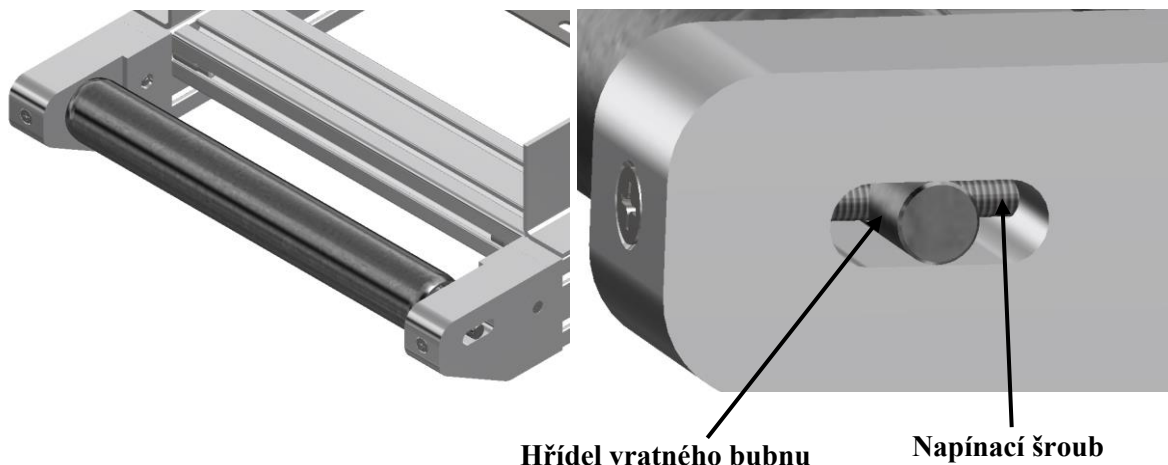
Jako vratný buben je použit ocelový dopravní váleček Interroll CR 1200 od společnosti Interroll CZ, s.r.o. Tento vratný buben má za úkol napínat pás, aby došlo k přenosu hnací síly z bubnů na pás pomocí tření. Pokud by pás nebyl dostatečně napnutý, mohlo by dojít k poškození pásu. Vratný buben je namontován do držáku vratného bubnu s napínacím zařízením a zajištěn dvěma šrouby M6 x 60, které zároveň slouží k napnutí pásu.



Obrázek 39 – Vratný buben Interroll CR 1200 od společnosti Interroll CZ, s.r.o.

5.1.7 Držák vratného bubnu s napínacím zařízením

Držák vratného bubnu s napínacím zařízením se skládá ze dvou částí, stejně jako držák bubnového motoru a vodícího bubnu, jak je popsáno v kapitole 5.1.4. Má však dva rozdíly. Místo otvoru pro bubnový motor má drážku, ve které je v horizontálním směru vedena hřídel zpětného bubnu pomocí napínacího šroubu procházejícím skrz hřídel. Ten se na jeho konci opírá o díru a povolením či utažením nese hřídel v podélném směru drážky. Dále neobsahuje drážku pro vodící buben. Montážní a servisní práce spojené s osazením a výměnou tohoto držáku jsou totožné s bubnovým motorem a vodícím bubnem viz 5.1.4. Na následujícím obrázku je možné vidět držák vratného bubnu s napínacím zařízením.



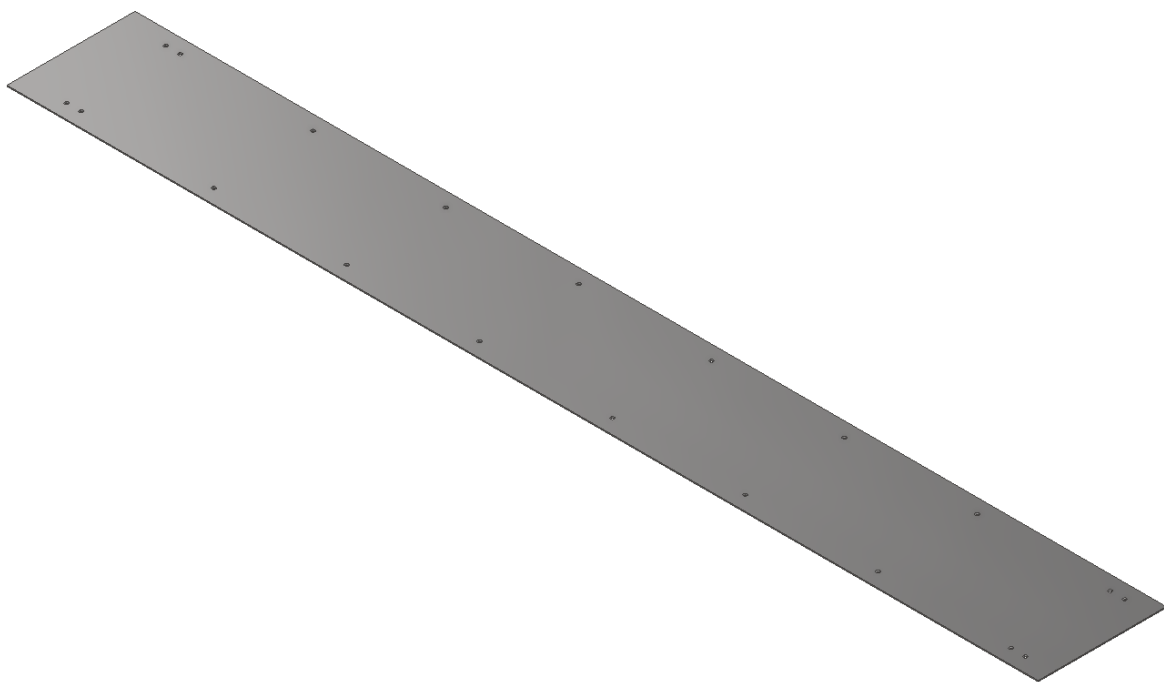
Obrázek 40 – Držák vratného bubnu

5.1.8 Kluzná deska

Z důvodu menší délky pásového dopravníku jsou nahrazeny podpěrné válce kluznou deskou. Za její hlavní výhody se považuje jednoduchá konstrukce a zanedbatelně nulový průhyb pásu. Je vyrobena z nerezového plechu, a to pro její následující vyhovující vlastnosti:

- Výborné kluzné vlastnosti
- Vysoká pevnost a tvrdost
- Výborná odolnost vůči povrchovému opotřebení
- Vysoká životnost při minimální údržbě

Kluzná deska je z hlediska rychlé montáže přichycena pomocí šroubů M5 x 12 a matic M5 s drážkou T k nosnému profilu řady 8 od společnosti Haberkorn s.r.o. Tato deska není z hlediska provozu náročná na servis. Na následujícím obrázku je zobrazena kluzná deska a její uchycení.

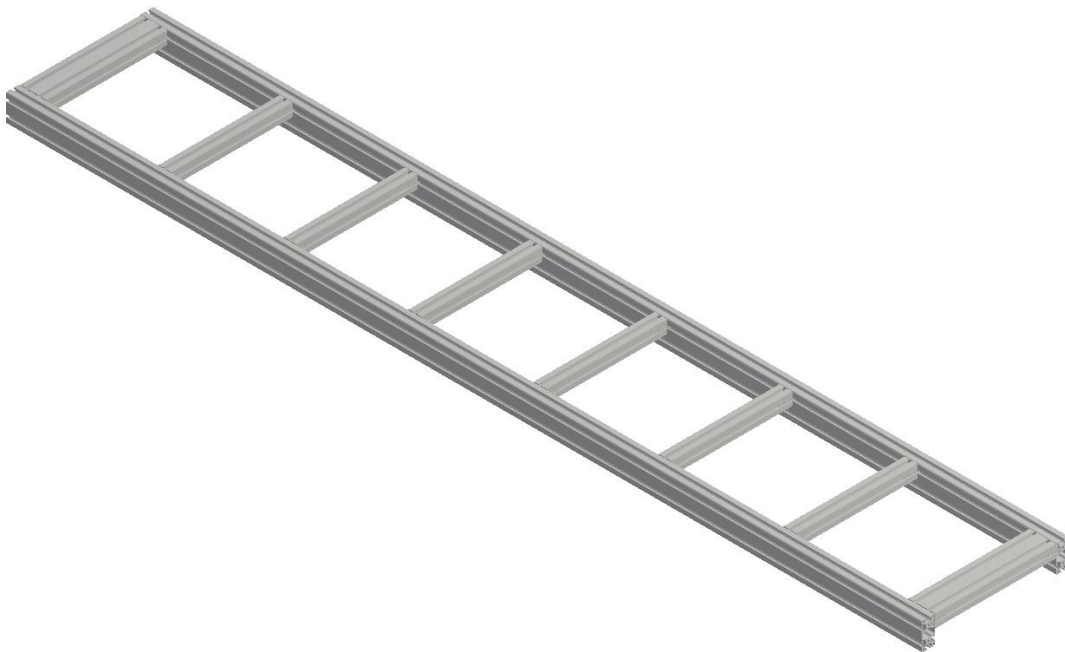


Obrázek 41 – Kluzná deska

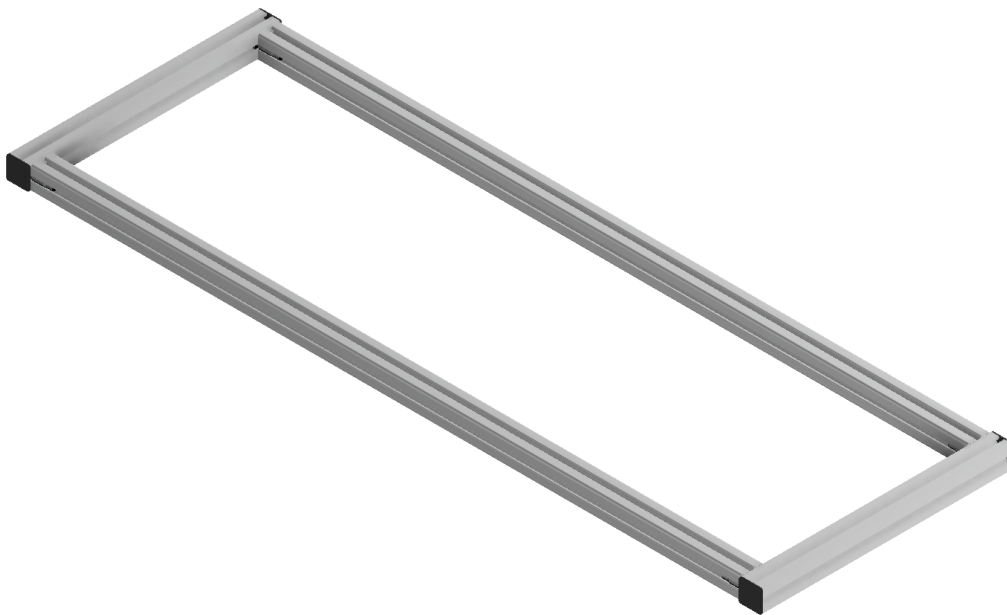
5.1.9 Rám a jeho komponenty

Rám se skládá z různých velikostí profilů řady 8, které jsou spojeny pomocí automatické sady prvků od společnosti Haberkorn s.r.o. Profily mají ze všech stran drážku s boční dírou uprostřed.

Rám se rozděluje na dvě části, a to na posuvnou (horní) a pevnou. Ta je uložena pomocí dvou konzolí ke vstřikovacímu lisu. Aby bylo možné docílit vodorovného pohybu, bylo zvoleno lineární vedení, přesněji profilová tyč kuličkového vedení s vozíčkem PS 4-15. Dále je k rámu připevněn zajišťovací kolík s páčkou, který je přišroubován ke spodnímu rámu ze strany. Slouží k zafixování polohy posuvné části rámu. Vzhled jednotlivých profilů, kusovníku a zobrazení dílů horního a spodního rámu v rozloženém stavu je uvedeno v přílohách 7 a 8. Na následujících obrázcích je možné vidět horní a spodní rám.



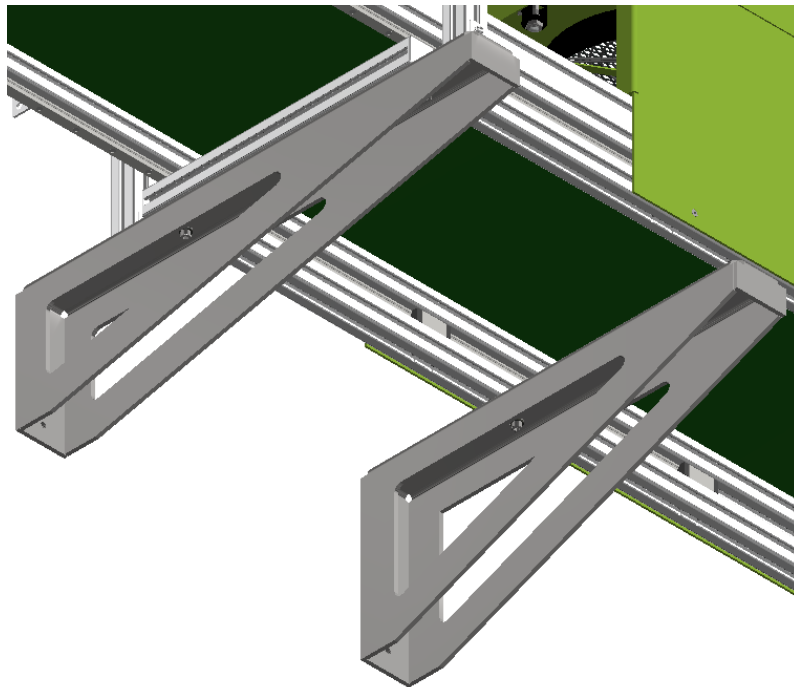
Obrázek 42 – Horní rám pásového dopravníku



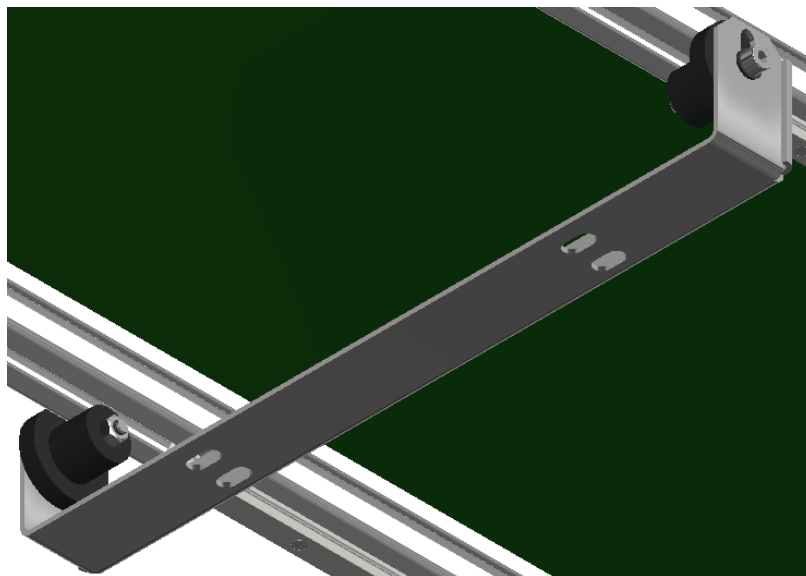
Obrázek 43 – Spodní rám pásového dopravníku

5.1.10 Konzole a podpěrný mechanismus

Pro pevné spojení pásového dopravníku se vstřikovacím lisem je použito dvou konzolí s rozdílnými rozměry. Podpěrný mechanismus slouží jako podpěra při zasunutém dopravníku v lisu. Skládá se ze dvou otočných kladek, ohnutého a svařeného plechu. Konzole jsou z důvodu rychlé montáže a demontáže připevněny z jedné strany ke vstřikovacímu lisu a z druhé ke spodnímu pevnému rámu pomocí osmi šroubů M8 s maticí tvaru T. Podpěrný mechanismus je připevněn ve vnitřním prostoru vstřikovacího lisu šrouby M8. Na následujících obrázcích jsou zobrazeny konzole a podpěrný mechanismus.



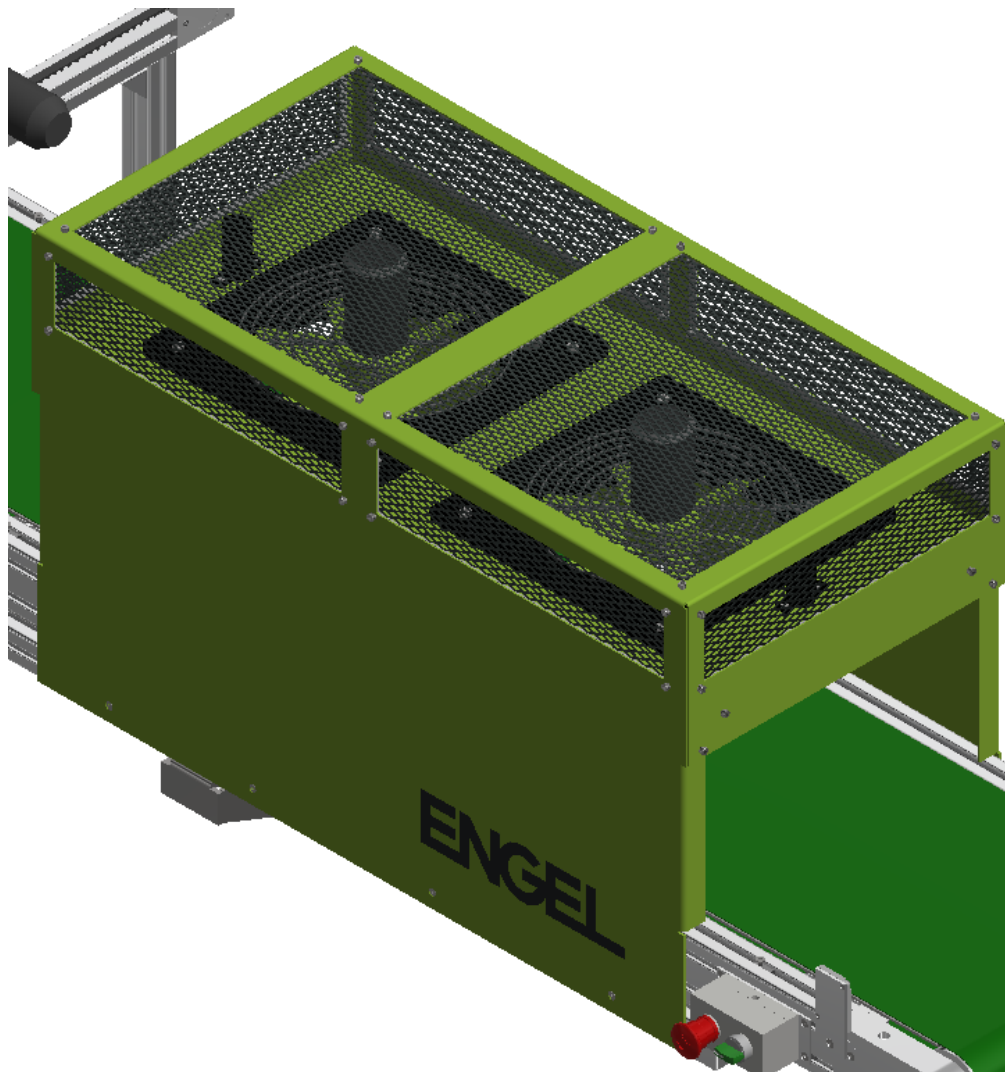
Obrázek 44 – Konzole



Obrázek 45 – Podpěrný mechanismus

5.1.11 Chladicí zařízení a jeho prvky

Chladicí zařízení se skládá z několika částí: ventilátorů, dvou ohnutých plechů (spodní a horní), drátěné sítě a dvou infračervených teploměrů. Ve spodním plechu jsou pomocí šroubového spojení připevněny dva ventilátory HC-25-2T/H od společnosti Sodeca Group. Z důvodu lepšího proudění vzduchu jsou po všech stranách v okolí ventilátorů umístěny drátěné sítě, které jsou přišroubovány k hornímu plechu. Kvůli snímání teploty jsou zde osazeny dva infračervené teploměry Optris CS LT od společnosti Hotset ČR s.r.o., které hlídají teplotu výlisků na vstupu a výstupu chladicí brány. Z důvodu rychlé a jednoduché montáže a demontáže je zde pro všechny části použito šroubového spojení. Servis zařízení spočívá ve výměně vadného kusu. Na následujících obrázcích je možné vidět chladicí zařízení a infračervený teploměr Optris CS LT.



Obrázek 46 – Chladicí zařízení



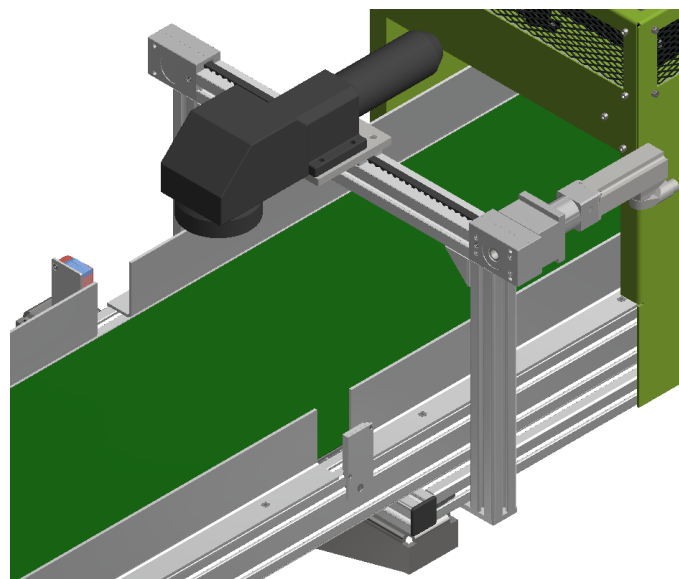
Obrázek 47 – Infračervený teploměr Optris CS LT

5.1.12 Laserový systém a jeho prvky

Laserový systém se skládá z několika částí. Hlavní částí je integrovaná IR laserová hlava od společnosti IPG Photonics, která je připevněna pomocí dvou podpor, nerezového plechu a šroubového spojení k pevnému rámu.

Laserová hlava slouží k označování jednotlivých výlisků (QR kód, čárový kód atd.). Pomocí lineárního vedení s motorem je možné s ní automaticky a libovolně posouvat v příčném směru. Tato laserová hlava je zkonstruována tak, aby měla co nejnižší nároky na údržbu. Řádná péče o zařízení a o jeho pravidelné čištění zajistí jeho bezproblémový chod. Z důvodu plné automatizace je pro snímání polohy výlisků a následného zastavení pásu použita optická závora PRK46C/4X-M12 od společnosti Leuze electronic. Kvůli nebezpečnosti laserového paprsku je celý systém umístěn do vnitřních prostor vstřikovacího lisu.

Lineární vedení bylo navrženo pomocí programu Item MotionDesigner od společnosti Haberkorn s.r.o. V příloze č. 3 jsou uvedeny jednotlivé komponenty tohoto lineárního vedení a základní požadavky. V příloze č. 9 jsou blíže popsány parametry a základní rozměry laserové hlavy.



Obrázek 48 – Laserový systém a jeho prvky

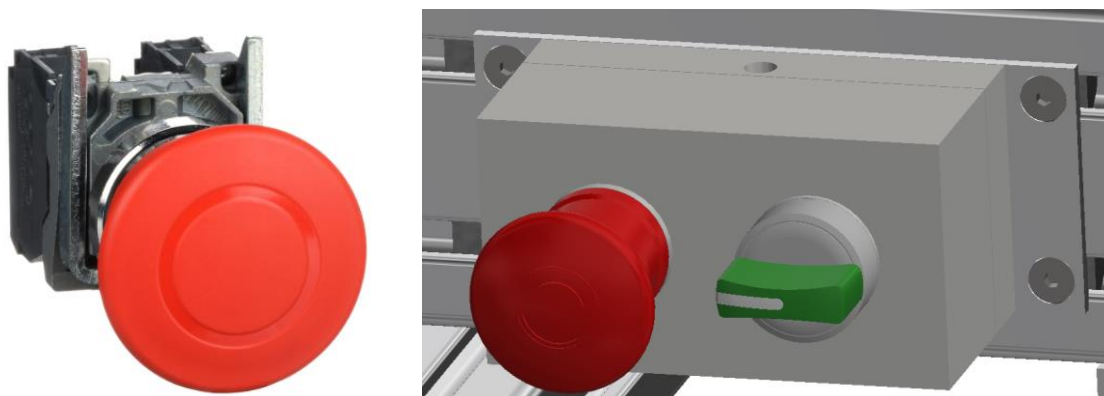
5.1.13 Bezpečnostní prvky

5.1.13.1 Kryt pásu

Bezpečnostní kryt pásu slouží primárně k bezpečnostní ochraně pro pracovníky obsluhy pásového dopravníku. Další funkcí je ochrana proti nečistotám a prachu. Z důvodu rychlé údržby, snadné montáže a rychlého přístupu k jiným komponentům pásového dopravníku je zde použito šroubového spojení čtyřmi šrouby M5 x 20. Bezpečnostní kryt je uchycen do čelního držáku bubnového motoru a vodícího bubnu. Na následujících obrázcích je možné vidět kryt pásu.

5.1.13.2 Nouzové tlačítko

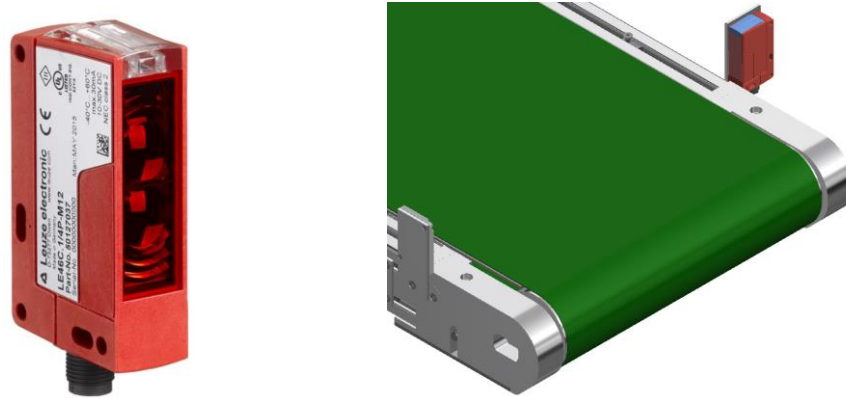
Dalším bezpečnostním prvkem je nouzové tlačítko, které slouží k náhlému zastavení stroje z důvodu poruchy, úrazu obsluhy atd. Je součástí sdruženého ovládacího panelu společně s otočným ovladačem, viz kapitola 5.1.3. Na následujícím obrázku je zobrazen ovládací panel a nouzové tlačítko od společnosti Schneider Electric, které se po zmáčknutí odjistí táhnutím.



Obrázek 49 – Nouzové tlačítko Schneider Electric a ovládací panel

5.1.13.3 Reflexní optická závora

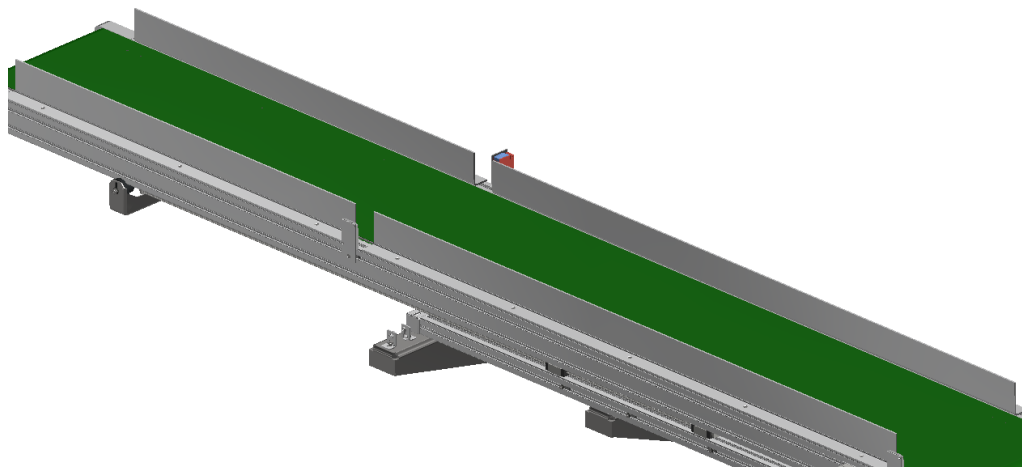
Dalším prvkem pásového dopravníku je reflexní optická závora PRK46C/4X-M12 od společnosti Leuze Electronic. Slouží jako senzor k počítání množství přepravovaných výrobků, a také k zastavení pohybu pásu, pokud se výrobek dostane do prostoru reflexní optické závory. Tuto optickou závoru lze pro vyšší automatizaci nastavit na funkci počítání výlisků, a rovněž k zastavení výrobku, který obsluha ručně odebere nebo pouze počítá počty kusů přesunutých do úložného prostoru (přeppravky). Jak optická závora, tak reflexní odrazka pro světelnou závora je pevně spojena šroubovým spojem s horním rámem pásového dopravníku. Jedná se opět o bezúdržbové zařízení, kdy je při poruše nutná celková výměna. Na následujícím obrázku je poukázáno na závora PRK46C/4X-M12 od společnosti Leuze Electronic a na její uložení.



Obrázek 50 – Reflexní optická závora PRK46C/4X-M12 [24]

5.1.13.4 Boční vedení

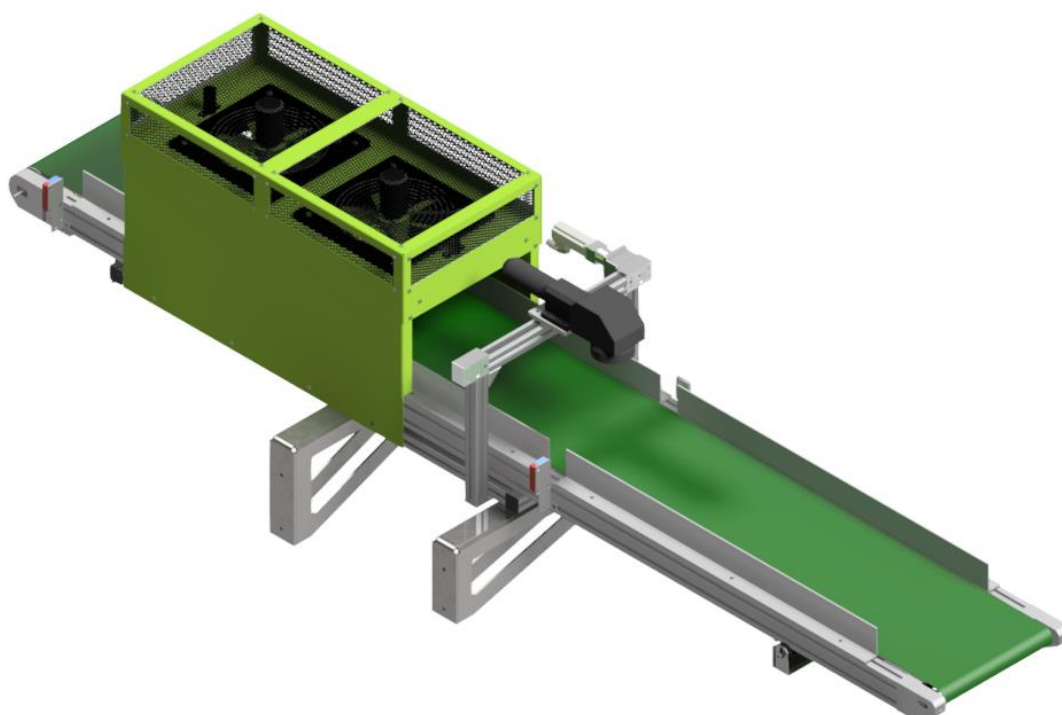
Novým bezpečnostním prvkem je i boční vedení umístěné po obou stranách pásového dopravníku, ve kterém je volný prostor pro umístění reflexní optické závory PRK46C/4X-M12, která je součástí laserového zařízení. Je vyrobeno z eloxovaného hliníkového plechu a připevněno šroubovým spojením k rámu dopravníku. Zabraňuje jednotlivým výrobkům opustit pás a jejich následnému znehodnocení. Z důvodu použití šroubového spojení je jeho montáž a demontáž velmi jednoduchá. Na následujícím obrázku je možné vidět boční vedení a jeho spojení s rámem pomocí šroubového spojení.



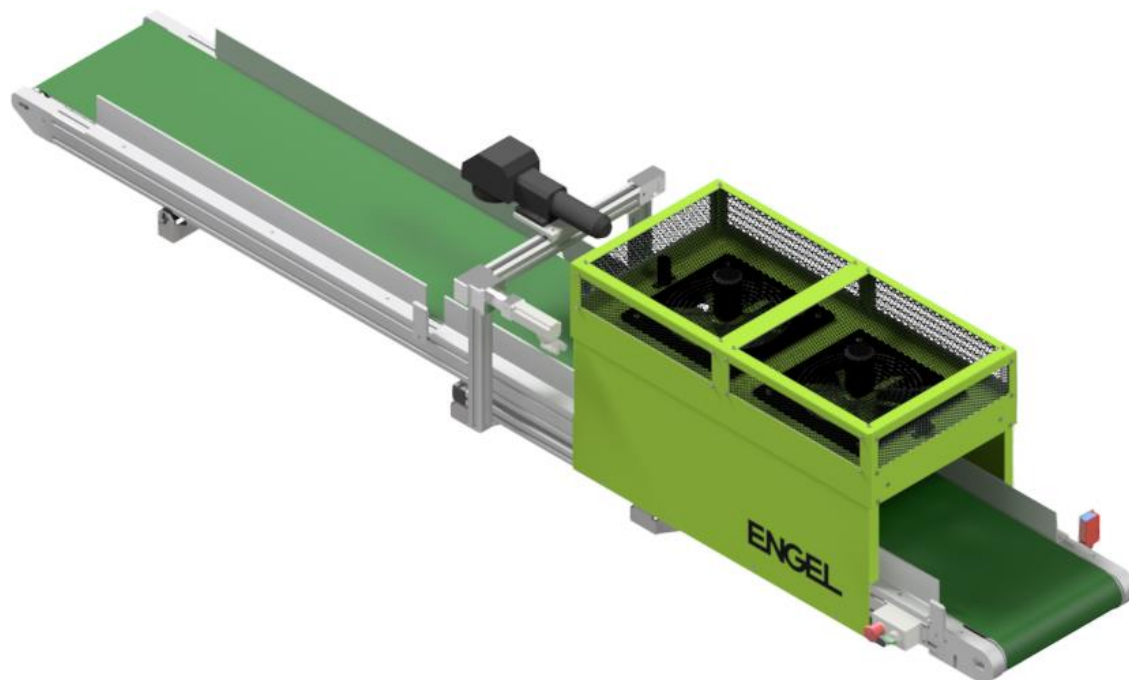
Obrázek 51 – Boční vedení

5.2 Návrh úplné stavební struktury technického systému

Pomocí spojení a zkompletování jednotlivých komponentů hrubé stavební struktury TS z kapitoly 5.1 vznikne úplná stavební struktura TS, která je následně zakomponována do vstřikovacího lisu. Podrobné přichycení dopravníku ke vstřikovacímu lisu je uvedeno v kapitole 5.1.10. Na následujících obrázcích je možné vidět úplnou stavební strukturu TS, a také uloženou do vstřikovacího lisu.



Obrázek 52 – Úplná stavební struktura TS – 1. pohled



Obrázek 53 – Úplná stavební struktura TS – 2. pohled



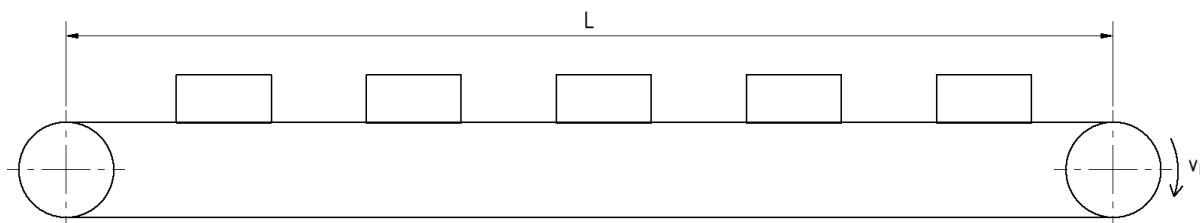
Obrázek 54 – Vstříkovací lis ENGEL VC 120 s integrovaným pásovým dopravníkem – 1. pohled



Obrázek 55 – Vstříkovací lis ENGEL VC 120 s integrovaným pásovým dopravníkem – 2. pohled

5.3 Vyhodnocení vlastností úplné stavební struktury

5.3.1 Kontrola rychlosti, výkonu a obvodové síly bubnového elektropohonu



Obrázek 56 – Schéma pásového dopravníku pro výpočet

Zadané parametry:

Maximální hmotnost výlisků:

$$m_v = 78 \text{ kg}$$

Měrná hmotnost pásu na 1 m^2 :

$$m'_p = 1 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

Rozteč mezi bubny:

$$L = 5\,000 \text{ mm}$$

Délka pásu:

$$l = 10\,900 \text{ mm}$$

Šířka pásu:

$$b = 600 \text{ mm}$$

Požadovaná rychlost pásu:

$$v_p = 8 \frac{\text{m}}{\text{min}} = 0,13 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Tíhové zrychlení:

$$g = 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

Na následujícím obrázku je poukázáno na různé velikosti koeficientu tření, které jsou závislé na typu povrchu a materiálu válců. V tomto případě je zvolen pás, který má typ povrchu U5. Kluzná deska je z ocelového plechu.

KOEFICIENT TŘENÍ

Typ povrchu	Ocelový plech	Laminát nebo dřevo	Ocelové válce	Pogumované válce
0	0,20	0,25	0,20	0,30
G1	nevhodný		0,60	0,70
S0	0,30	0,40	0,30	0,50
U0	0,20	0,25	0,20	0,30
U2	0,40	0,50	0,30	0,40
U3, U5	0,40	0,50	0,40	0,60
V5, V10	nevhodný		0,40	0,60

Obrázek 57 – Koeficient tření [25]

Koeficient tření mezi kluznou deskou a pásem s výlisky:

$$f = 0,4$$

Průměr válce bubnového elektropohonu:

$$D_b = 85,5 \text{ mm}$$

Obvodová rychlost bubnového elektropohonu DL 84:

$$v_m = 0,15 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Výkon bubnového elektropohonu DL 84:

$$P_m = 120 \text{ W}$$

Maximální kroutící moment elektropohonu DL 84:

$$M_{km} = 33,6 \text{ N} \cdot \text{m}$$

5.3.1.1 Zatížení od výlisků

$$F_v = m_v \cdot g \quad (5.1)$$

$$F_v = 78 \cdot 9,81$$

$$F_v = 765,18 \text{ N}$$

5.3.1.2 Měrná hmotnost dopravního pásu

V katalogu od firmy REKO s.r.o. je uvedena hmotnost pásu na metr čtvereční. Pro výpočet je nutné ji přepočíst na šířku pásu a vzdálenost rozteče mezi bubny.

$$m_p = m'_p \cdot b \cdot L \quad (5.2)$$

$$m_p = m'_p \cdot b \cdot L$$

$$m_p = 1 \cdot 0,6 \cdot 10,9$$

$$m_p = 6,54 \text{ kg}$$

5.3.1.3 Zatížení od hmotnosti pásu

$$F_p = m_p \cdot g \quad (5.3)$$

$$F_p = 6,54 \cdot 9,81$$

$$F_p = 64,09 \text{ N}$$

5.3.1.4 Celkové normálové zatížení

$$F_{cN} = F_v + F_p \quad (5.4)$$

$$F_{cN} = 765,18 + 64,09$$

$$F_{cN} = 829,57 \text{ N}$$

5.3.1.5 Třecí síla způsobená pohybem pásu a výlisků po kluzné desce

$$F_T = F_{cN} \cdot f \quad (5.5)$$

$$F_T = 829,57 \cdot 0,4$$

$$F_T = 331,83 \text{ N}$$

5.3.1.6 Potřebný výkon pohonu

$$P = F_T * v_p \quad (5.6)$$

$$P = 331,83 * 0,1\bar{3}$$

$$P = 43,14 \text{ W}$$

$$P_m \geq P \quad (5.7)$$

120 W \geq 43,14 W ... podmínka splněna

5.3.1.7 Maximální obvodová síla na hnacím bubnu

$$F_{ob} = \frac{M_{km}}{\frac{D_b}{2}} > F_T \quad (5.8)$$

$$F_{ob} = \frac{33,6}{\frac{0,0855}{2}}$$

$$F_{ob} = 786 \text{ N}$$

$$F_{ob} > F_T$$

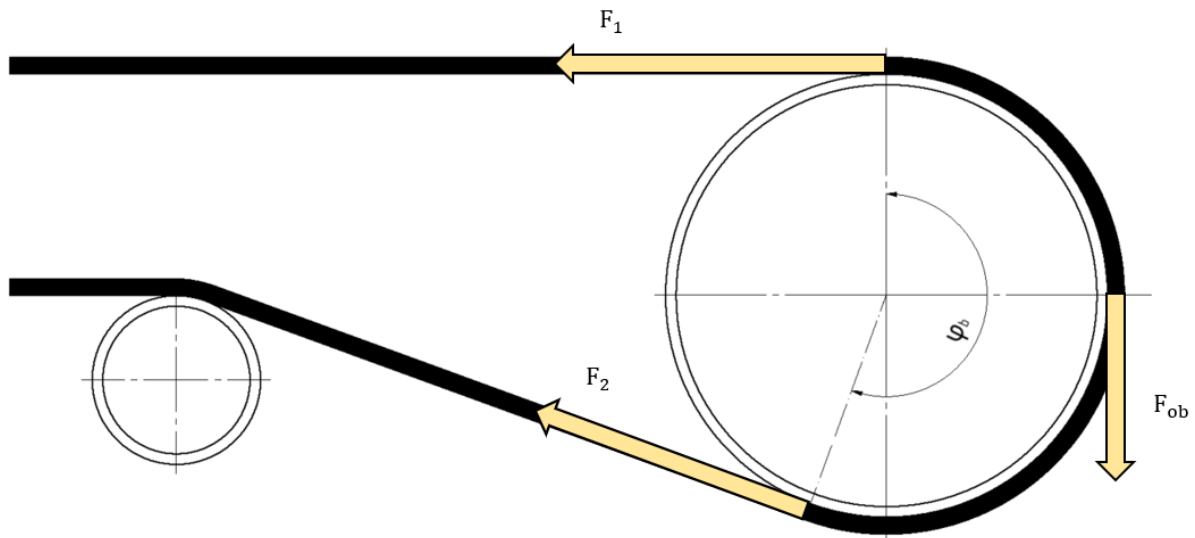
786 > 331,83 ... podmínka splněna

5.3.1.8 Podmínka rychlosti

$$v_m > v_p \quad (5.10)$$

0,15 $\frac{m}{s}$ > 0,13 $\frac{m}{s}$... podmínka splněna [26], [27]

5.3.2 Pevnostní kontrola pásu



Obrázek 58 – Schéma tahových sil působících v jednotlivých větvích pásu

Zadané parametry:

Koeficient tření mezi válcem a pásem:

$$\mu = 0,4$$

Úhel opásání hnacího bubnu:

$$\varphi_b = 215^\circ \cong 3,75 \text{ rad}$$

Tah pro 1% prodloužení:

$$\sigma_{t1} = 6 \text{ N/mm}$$

5.3.2.1 Minimální síla ve sbíhající větvi pásu

$$F_{2min} \geq F_{ob} * \frac{1}{e^{\mu * \varphi_b} - 1} \quad (5.11)$$

$$F_{2min} \geq 786 * \frac{1}{e^{0,4 * 3,75} - 1}$$

$$F_{2min} \geq 225,75 \text{ N}$$

5.3.2.2 Největší tahová síla v pásu

$$F_{max} \approx F_1 = F_{ob} * \left(\frac{1}{e^{\mu * \varphi_b} - 1} + 1 \right) \quad (5.12)$$

$$F_{max} \approx F_1 = 786 * \left(\frac{1}{e^{0,4 * 3,75} - 1} + 1 \right)$$

$$F_{max} \approx F_1 = 1011,75 \text{ N}$$

5.3.2.3 Pevnost pásu

$$F_D \geq F_{max} \quad (5.13)$$

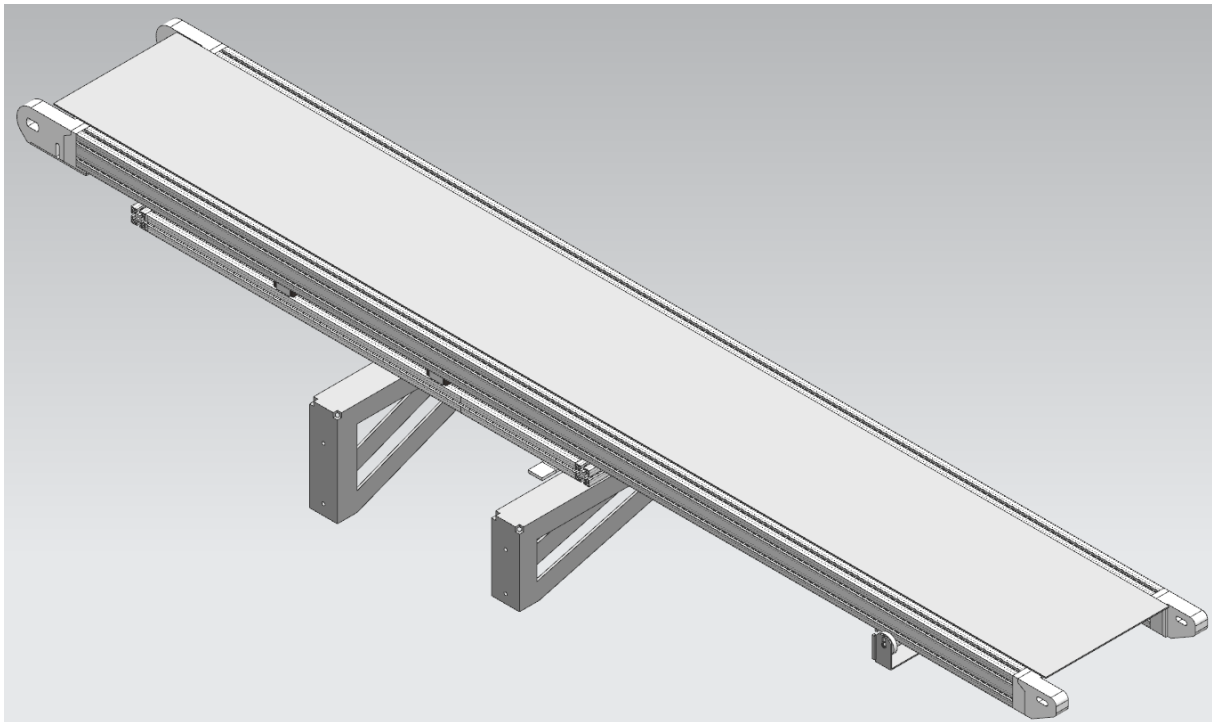
$$\sigma_{t1} * b \geq F_{max}$$

$$6 * 600 \geq 1011,75$$

$$3600 N \geq 992,27 N \quad \dots \text{ podmínka splněna}$$

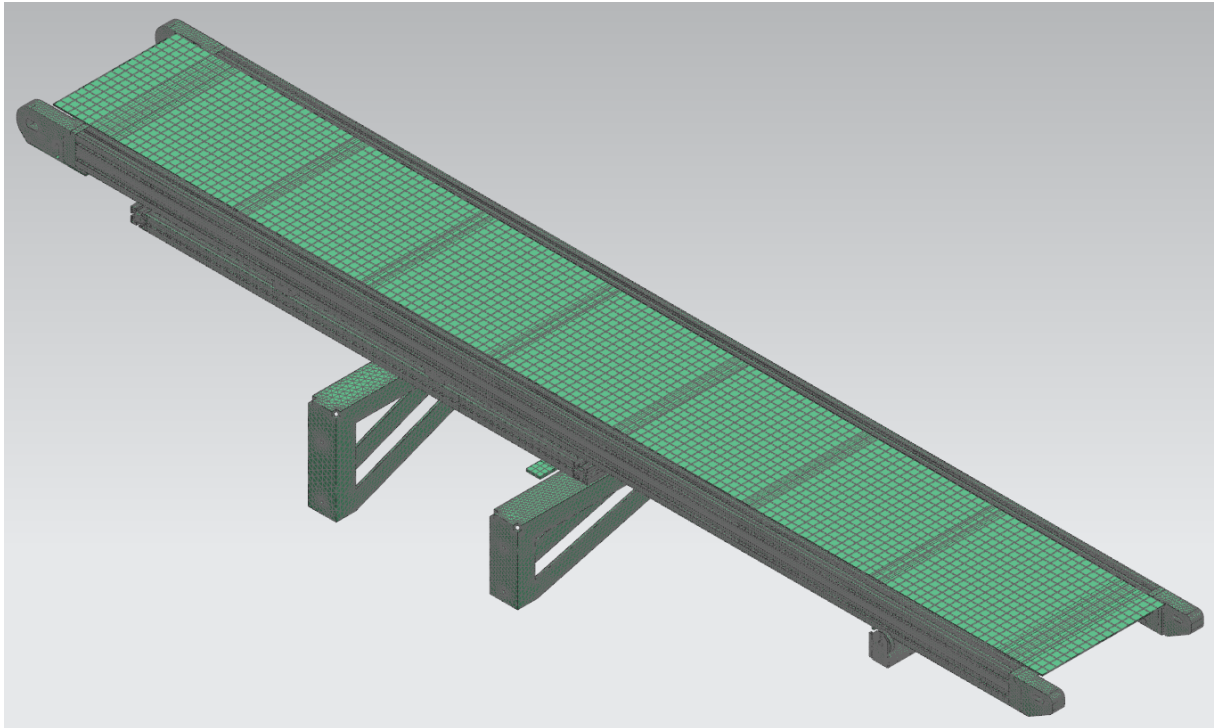
5.3.3 Predikce tuhosti konzolí a podpěrného mechanismu

Predikce tuhosti konzolí a podpěrného mechanismu je vytvořena v programu Siemens NX 12 pomocí metody MKP. Celý model je zjednodušen odstraněním většiny nepotřebných zaoblení, zkosení, děr a součástí, viz následující obrázek.



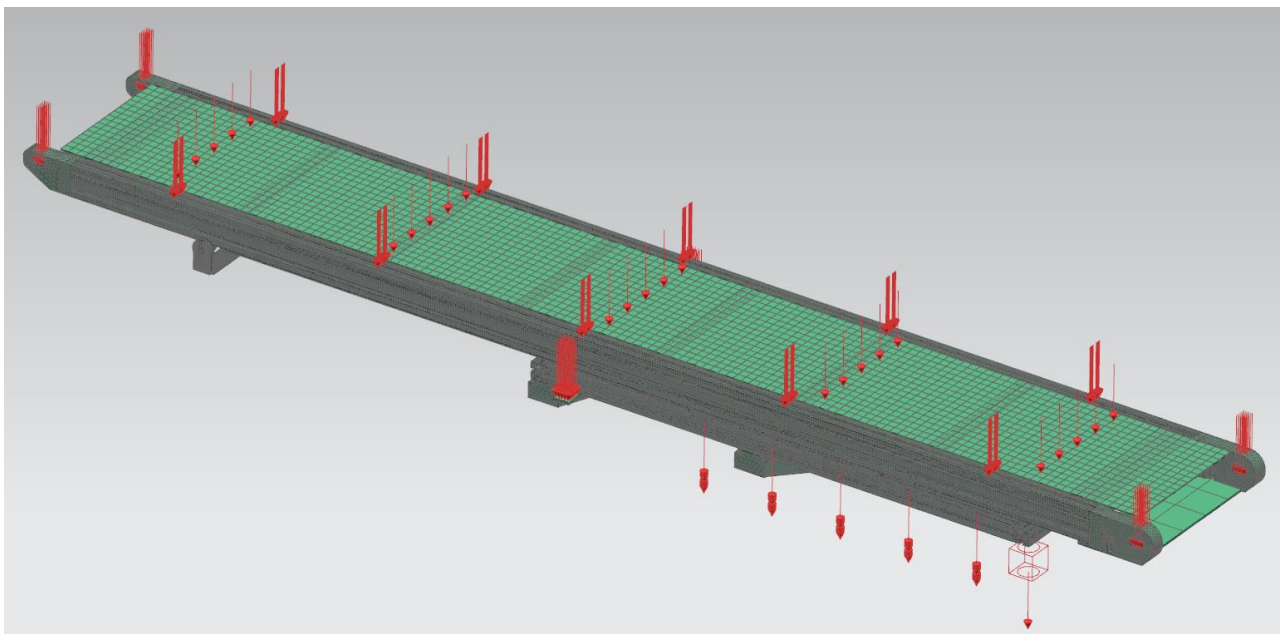
Obrázek 59 – Zjednodušený model pro výpočet predikce tuhosti konzolí a podpěrného mechanismu

Je provedeno zesíťování jednotlivých modelů. Na jednotlivé součásti se stejným průřezem po celé délce je použito 3D kubické sítě s různou velikostí elementů a na ostatní součásti 3D Tetrahedral sítě s různou velikostí elementů. Jednotlivé sítě jsou spojeny pomocí příkazu gluing a potřebné šroubové spoje nahrazeny pomocí RBE 3 družic a spojeny 1D beamem. Na následujícím obrázku je zobrazen zesíťovaný model.



Obrázek 60 – Zesíťování jednotlivých částí

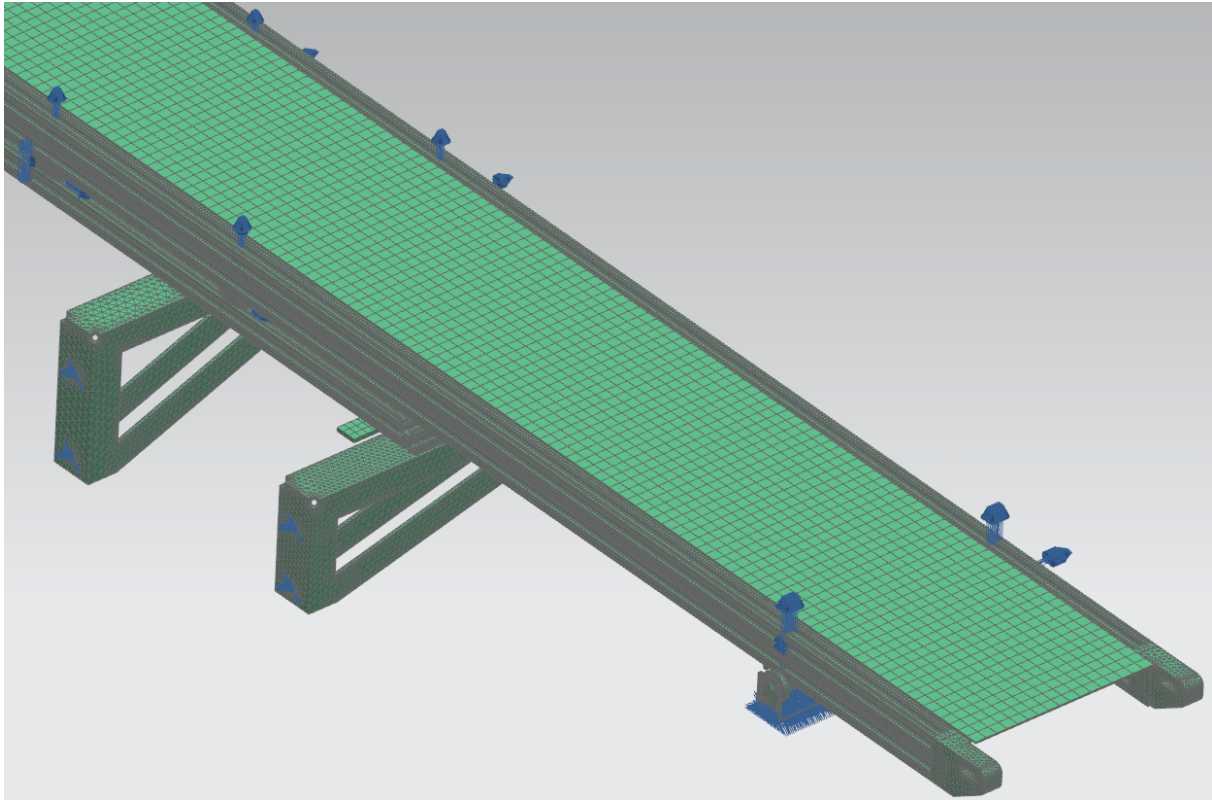
Na celý model je aplikováno zatížení od hmotnosti výlisků, které jsou rozloženy na kluzné desce v maximální zadané nosnosti na běžný metr. Odstraněné součásti jsou nahrazeny silami. Dále je uvažováno s gravitačním zatížením.



Obrázek 61 – Zesíťovaný model se zatížením

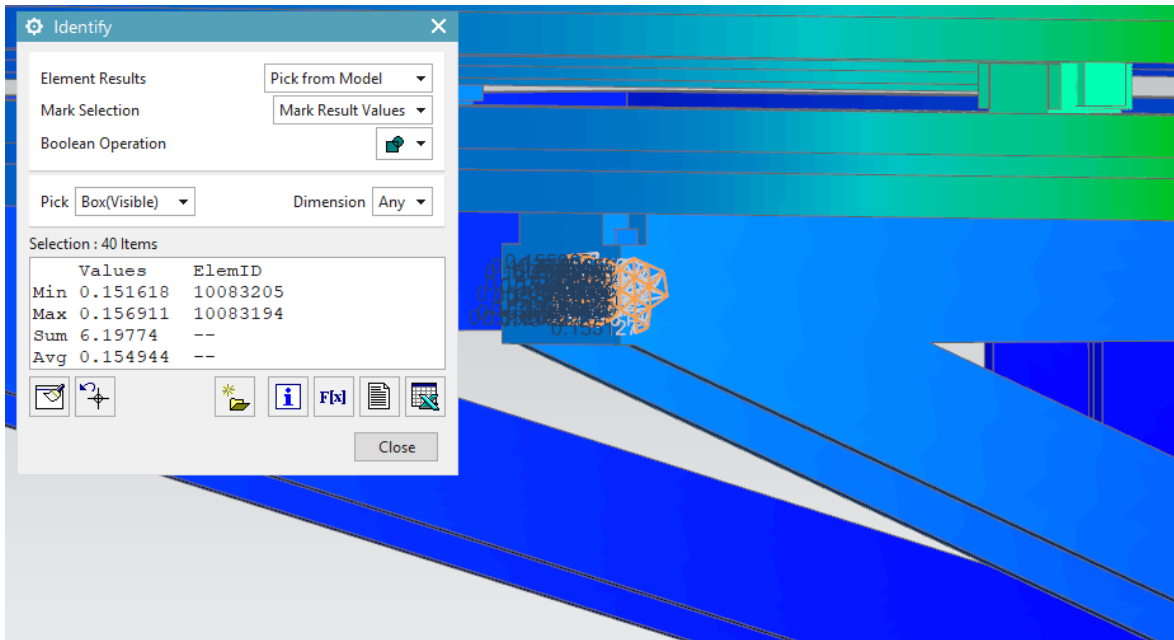
Je zvoleno několik okrajových podmínek. Ze spodní strany podpěrného mechanismu a u jednotlivých otvorů konzol sloužících ke spojení je zvoleno zafixování všech stupňů volnosti. Dále zafixování kladek podpěrného mechanismu ve všech směrech a rotací kromě osy

x sloužící k vysunutí horního rámu. Lineární vedení pro vysunutí pásového dopravníku je též zafixováno ve všech směrech a rotací, kromě osy x sloužící k pohybu lineární vodící kolejnice. Zarážka je zafixována ve směru vysunutí pásového dopravníku. Na následujících obrázcích je poukázáno na jednotlivé okrajové podmínky.

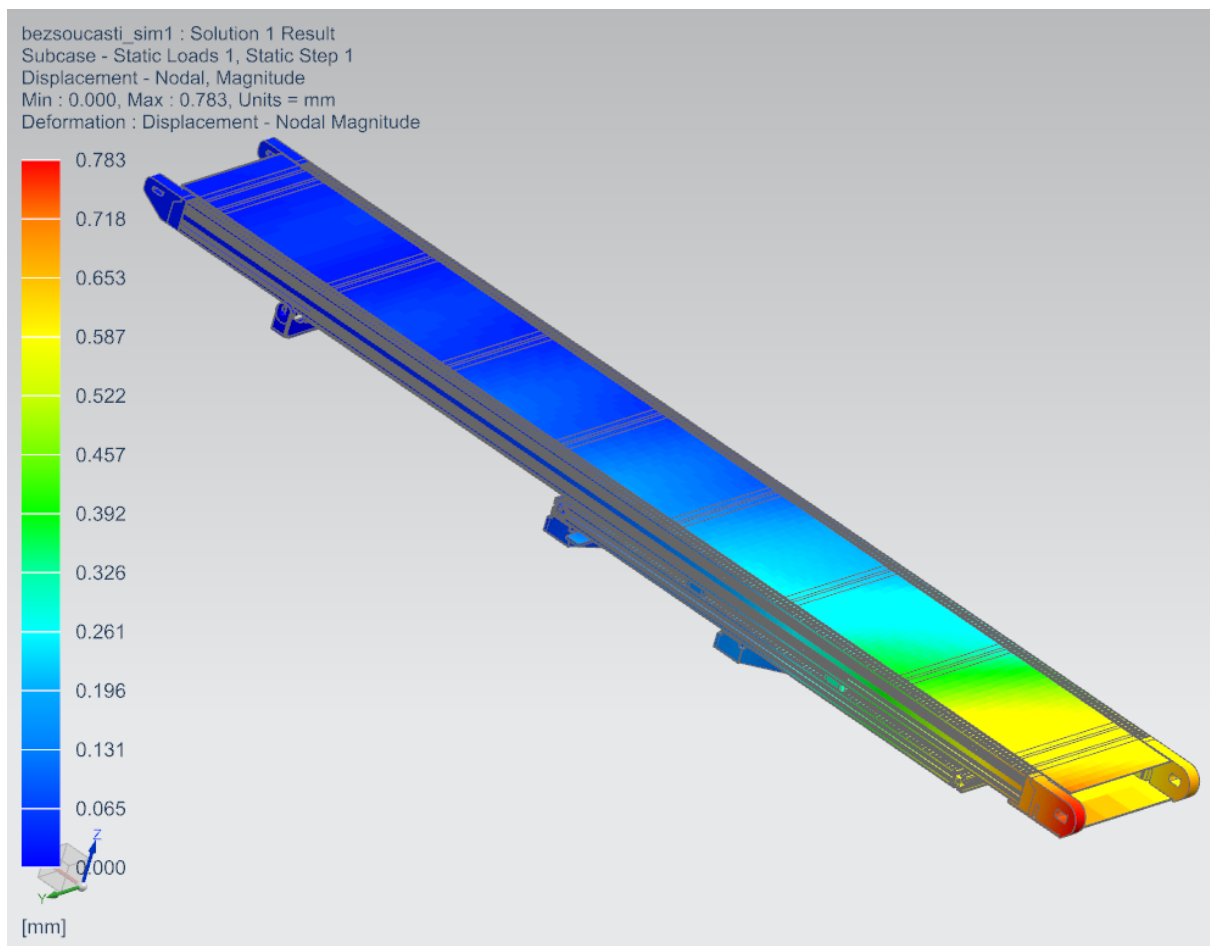


Obrázek 62 – Zesíťovaný model s okrajovými podmínkami

Dle analýzy tuhosti (viz následující obrázky) je možné vidět deformaci pásového dopravníku. Maximální průhyb v nejkritičtějších místech konzole činí v průměru 0,155 mm. Průhyb podpěrného mechanismu v nejkritičtějších místech je bezvýznamný. Největší deformace na celém pásovém dopravníku se vyskytuje na držáku bubnového motoru a vodícího bubnu. Činí maximálně 0,783 mm, což je zanedbatelná hodnota, která na funkci TS nebude mít skoro žádný vliv.



Obrázek 63 – Maximální průměrný průhyb konzole



Obrázek 64 – Maximální průhyb celého technického systému

6 Vyhodnocení původního a inovovaného řešení

6.1 Hodnocení zaměřené na montáž a servis

Při návrhu technického systému bylo, z důvodu jednoduché montáže, servisu a dostatku náhradních dílů v případě poruchy zařízení, použito co nejvíce unifikovaných dílů od velkých výrobců. Byl upřednostněn normalizovaný spojovací materiál, a také materiál s nízkou hmotností, která zaručuje snadnější manipulaci s jednotlivými součástmi, a poté i s celým technickým systémem.

6.2 Ekonomické hodnocení navrženého technického systému

Ekonomické hodnocení navrženého TS slouží jako prvotní ukazatel při orientaci zákazníka. Druhým ukazatelem musí být však i větší automatizace a jednoduchost celého TS i za cenu vyšších pořizovacích nákladů. Zákazník si vždy může vybrat mezi základní čili levnější, anebo maximální navrženou variantou technického systému, která splňuje nejvyšší požadavky na automatizaci a variabilitnost.

Celková cena TS je z důvodu složitosti a náročného zjištění cen jednotlivých komponentů odhadnuta dle získaných podkladů nebo podobných zařízení od jiných výrobců. Původní TS obsahuje pouze základní variantu bez dalších technologických celků a zařízení. Inovativní řešení zahrnuje již celky potřebné k automatizovanému provozu (snímání teploty před a po chlazení výlisků, laserové kódové označení jednotlivých výlisků). Pro porovnání ceny jednotlivých variant je nutné rozdělit komponenty do tří částí technologických celků, a sice do varianty se shodnými funkcemi, přidáním laserového popisovacího zařízení a chladicího zařízení. V následujících tabulkách je uvedena cena původního a inovativního řešení.

Tabulka 11 – Výrobní náklady za původní řešení

Výrobní náklady za původní řešení	
Cena materiálu	17 380 Kč
Montáž jednotlivých konstrukčních částí v sestavu (755 Kč/hod)	3 530 Kč
Ostatní výrobní náklady	1 230 Kč
Celkové náklady	22 140 Kč

Tabulka 12 – Výrobní náklady za inovativní řešení bez dalších technologických celků a zařízení

Výrobní náklady za inovativní řešení bez dalších technologických celků a zařízení	
Cena materiálu	23 290 Kč
Rám, lineární vedení a držáky	8 200 Kč
Pás	1 000 Kč
Senzory a bezpečnostní prvky	1 380 Kč
Bubnový elektropohon a bubny	8 230 Kč
Konzole a podpěrný mechanismus	1 680 Kč
Kluzná deska	1 130 Kč
Spojovací a ostatní materiál	1 670 Kč
Montáž jednotlivých konstrukčních částí v sestavu (755 Kč/hod)	2 690 Kč
Ostatní výrobní náklady	2 350 Kč
Celkové náklady	28 330 Kč

Tabulka 13 – Výrobní náklady za laserové popisovací zařízení

Výrobní náklady za laserové popisovací zařízení	
Cena materiálu	39 710 Kč
Lineární vedení včetně dvou profilů řady 8	1 100 Kč
Popisovací hlava a její zařízení	37 760 Kč
Senzor	500 Kč
Spojovací a ostatní materiál	350 Kč
Montáž jednotlivých konstrukčních částí v sestavu (755 Kč/hod)	680 Kč
Ostatní výrobní náklady	210 Kč
Celkové náklady	40 600 Kč

Tabulka 14 – Výrobní náklady za chladicí zařízení

Výrobní náklady za chladicí zařízení	
Cena materiálu	20 010 Kč
Dva infračervené teploměry	4 720 Kč
Plechý a síť	2 100 Kč
Ventilátory	12 620 Kč
Spojovací a ostatní materiál	570 Kč
Montáž jednotlivých konstrukčních částí v sestavu (755 Kč/hod)	1 010 Kč
Ostatní výrobní náklady	210 Kč
Celkové náklady	21 230 Kč

Z cenového srovnání výše vyplývá, že v pořizovací ceně stávající varianty získané od společnosti ENGEL strojírenská spol. s r.o. a stejně vybavené variantě s inovativními prvky je cenový rozdíl ve výši 6 190 Kč. Inovativní řešení však nabízí lineární vedení na místo kluzného (snadnější vysunutí dopravníku při servisním úkonu a lepší přístup k servisovaným dílům) a optoelektrický senzor s automatickým počítáním dílů (úspora lidských zdrojů). Výše uvedený rozdíl ceny zahrnuje pouze cenu na zhotovení jednoho kusu TS, a tudíž nezahrnuje množstevní slevu při hromadné výrobě (500k/rok).

Z důvodu vysoké ceny přídatného zařízení vyplývá, že toto zařízení si objedná jen ten potenciální zákazník, který bude chtít celý proces zautomatizovat. Co se týče celkových nákladů, tak se v konečném důsledku i za vyšší pořizovací náklady zrychlí výroba, přidají se další technologické operace, na které je potřeba další samostatné stroje, a tím vznikne finanční úspora.

6.3 Zhodnocení jednotlivých požadavků na TS

V této části diplomové práce bude zhodnocen ideální stav, stávající a inovativní řešení. Alternativa A a B není dále posuzována z důvodu neúplných informací k dané problematice. V následujících tabulkách je uvedeno hodnocení jednotlivých požadavků na TS a výsledné hodnocení požadavků na TS, kde váha 5 představuje ideální řešení.

Tabulka 15 – Zhodnocení jednotlivých požadavků na TS 1

Požadavky (na charakteristiky) k vnějším vlastnostem TS vztažené k transformačním procesům životních etap TS	Požadovaná hodnota a případná tolerance	Váha (1-5)	Stávající řešení		Inovativní řešení		Ideální stav		Přísl. QTCi	
			hodn.	celk.	hodn.	celk.	hodn.	celk.		
(1) Požadavky k (hlavním a asistujícím) provozním funkcím/účinkům										
Technický systém:	0	0	0							
Přepřavovat výlisky	nutné	5	5	25	5	25	5	25	Q	
Kompatibilita pro vstřikovací lis	ENGEL VC120	5	5	25	5	25	5	25	Q	
Rozměry [mm]	2900 x 350	5	5	25	5	25	5	25	Q	
Kompatibilita s rozměry [mm]	1900 – 5200 x 350 – 600	5	5	25	5	25	5	25	Q	
Maximální nosnost na metr	15 kg	5	5	25	5	25	5	25	Q	
Proces přepravy výlisků:	0	0	0							
Rychlost přepravy	8 m/min	4	5	20	5	20	5	20	Q	
Výlisek:	0	0	0							
Maximální velikost [mm]	300 x 300 x 200	5	5	25	5	25	5	25	Q	
Minimální rozměry výlisku [mm]	5 x 5 x 5	5	5	25	5	25	5	25	Q	
(2) Požadavky k ostatním provozním vlastnostem										
Životnost	minimálně 4 roky	4	5	20	5	20	5	20	Q	
Prostředí	téměř čisté (v hale)	2	5	10	5	10	5	10	Q	
Údržba	minimální	5	5	25	5	25	5	25	Q	
Četnost použití	diskontinuální	5	5	25	5	25	5	25	Q	
Rozměry pro zástavbu	minimální	3	5	15	5	15	5	15	Q	
(3) Požadavky k vlastnostem pro předvýrobní procesy a výrobu										
Druh výroby	hromadná (500 ks/rok)	4	5	20	5	20	5	20	Q	
Komplikovanost s montáží	nízká	5	3	15	5	25	5	25	Q	
Komplikovanost s vyrobením	nízká	4	4	16	3	12	5	20	Q	
Vhodnost z hlediska konstruování	vysoká	4	4	16	4	16	5	20	Q	
(4) Požadavky k vlastnostem pro distribuci										
Prostor pro skladování	minimální	4	3	12	3	12	5	20	Q	
Manipulace při dopravě a instalaci	paletový vozík	4	3	12	3	12	5	20	Q	
(5) Požadavky k vlastnostem pro likvidaci										
Recyklovatelnost	jednoduchá	3	4	12	4	12	5	15	Q	
Servis	jednoduchý	5	3	15	5	25	5	25	Q	
Rozebíratelnost	jednoduchá	5	3	15	5	25	5	25	Q	

Minimální hodnota hodnocení = 1, maximální hodnota hodnocení = 5

Legenda (přidělení jednotlivých vlastností)

Q – k užité kvalitě, T – k dodacímu termínu, C – k dodacím nákladům, i – k interním charakteristikám

Tabulka 16 – Zhodnocení jednotlivých požadavků na TS 2

Požadavky (na charakteristiky) k vnějším vlastnostem TS vztahované k operátorům transformačních procesů všech životních etap TS	Požadovaná hodnota a případná tolerance	Váha (1-5)	Stávající řešení		Nové řešení		Ideální stav		Přísl. QTCi
			hodn.	celk.	hodn.	celk.	hodn.	celk.	
(1) Požadavky k vlastnostem pro věcné řízení/management									
Náhrada vlastního zařízení	dopravník HLi	5	5	25	5	25	5	25	Q
Plánovaná inovace	střední	4	5	20	5	20	5	20	Q
Konkurenceschopnost k produktům na trhu	ostatní dopravníky pro vstřikovací lis	5	3	15	5	25	5	25	Q
(2) Požadavky k vlastnostem k člověku									
<i>Ergonomie, bezpečnost ve všech životních etapách</i>	0	0		0					
Bezpečnost při vysunutí TS	vysoká	5	4	20	4	20	5	25	Q
Bezpečnost při provozu	vysoká	5	4	20	4	20	5	25	Q
Bezpečnost při servisu	vysoká	5	5	25	5	25	5	25	Q
Zajištění TS proti nevídanému pohybu	vysoké	5	5	25	5	25	5	25	Q
<i>Přívětivost pro člověka</i>	0	0		0					
Barevné řešení (barva)	černá a zelená (typická pro závod ENGEL)	4	4	16	5	20	5	20	Q
Tvarový design	obstojný	3	4	12	5	15	5	15	Q
Povrch	vhodný k čištění	3	4	12	5	15	5	15	Q
(3) Požadavky k vlastnostem k aktivnímu materiálu a energetickému okolí									
Použití ekologický nezávadných materiálů	vylučně	4	4	16	4	16	5	20	Q
Energetická náročnost pohonů	nízká	3	5	15	5	15	5	15	Q
Zachycení úniku škodlivých látek při výrobě	v rámci možností	3	4	12	5	15	5	15	Q
(4) Požadavky k vlastnostem k aktivnímu informačnímu okolí									
Porušení patentových a licenčních práv	žádné	3	5	15	5	15	5	15	i
Další předpisy a normy	bezpečnost výrobků	3	5	15	5	15	5	15	i
(5) Požadavky k vlastnostem k ostatním TS									
Náročnost na technické prostředky v živ. etapách	minimální	4	5	20	4	16	5	20	Q
(6) Požadavky k vlastnostem k informacím									
Návody k obsluze	nutné	3	5	15	5	15	5	15	Q
Návody pro údržbu a servis	nutné	4	5	20	5	20	5	20	Q
Výrobní a montážní dokumentace	standartní forma	4	5	20	5	20	5	20	i
(7) Požadavky k vlastnostem k ekonomickému a časovému řízení/managementu									
Výrobní náklady základních částí	25 000 Kč	3	5	15	4	12	5	15	C
Náklady na provoz/práci	minimální	4	3	12	5	20	5	20	C
Čas na montáž	minimální	5	4	20	5	25	5	25	T

Minimální hodnota hodnocení = 1, maximální hodnota hodnocení = 5

Legenda (přidělení jednotlivých vlastností)

Q – k užitečné kvalitě, T – k dodacímu termínu, C – k dodacím nákladům, i – k interním charakteristikám

Tabulka 17 – Zhodnocení jednotlivých požadavků na TS 3

Požadavky ke vnitřním (1) a strukturálním (2), (3) vlastnostem TS	Požadovaná hodnota a případná tolerance	Váha (1-5)	Stávající řešení		Nové řešení		Ideální stav		Přísl. QTCi
			hodn.	celk.	hodn.	celk.	hodn.	celk.	
(1) Požadavky k obecným konstrukčním vlastnostem									
Tepelná odolnost povrchů pro přepravu	střední	5	4	20	5	25	5	25	i
Odolnost povrchů proti poškození	vysoká	3	4	12	4	12	5	15	i
Odolnost funkčních ploch proti opotřebením	vysoká	4	4	16	5	20	5	20	i
(2) Požadavky k elementárním konstrukčním vlastnostem									
Ovládací prvky	normalizované	4	4	16	5	20	5	20	i
Spojovací prvky	normalizované	4	5	20	5	20	5	20	i
(3) Požadavky ke konstrukčním znakům									
Druh pohonu	automatický	4	4	16	4	16	5	20	i
„SMART online“ zařízení (měření teploty, počty výlisků atd.)	nutné	5	3	15	5	25	5	25	i
Zařízení pro další technologické operace (chlazení, vážení atd.)	nutné	5	1	5	5	25	5	25	i

Minimální hodnota hodnocení = 1, maximální hodnota hodnocení = 5

Legenda (přidělení jednotlivých vlastností)

Q – k užité kvalitě, T – k dodacímu termínu, C – k dodacím nákladům, i – k interním charakteristikám

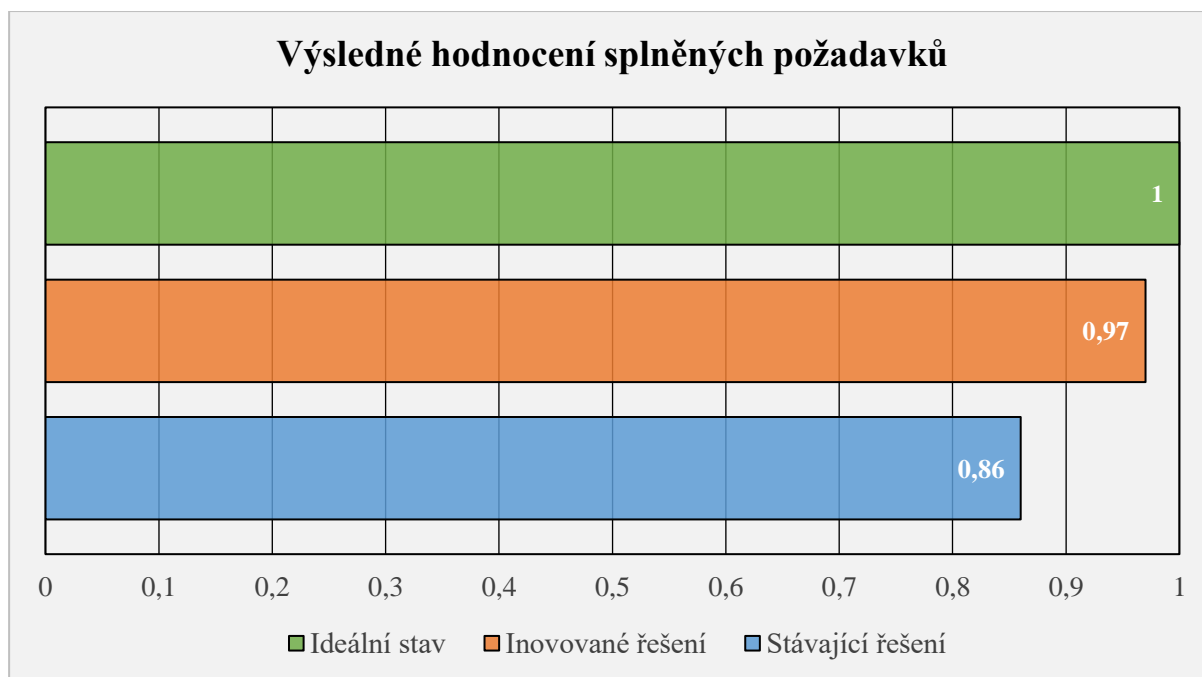
Tabulka 18 – Výsledné hodnocení splněných požadavků na TS 1

Jednotlivé a celkové součty vážených hodnocení	Stávající řešení	Nové řešení	Ideální stav	Přísl. QTCi
\sum Jednotlivých součtů hodnocení kritérií Q	711	756	805	Q
Výsledné hodnocení jakosti Q	0,88	0,94	1,00	Q
\sum Jednotlivých součtů hodnocení kritérií T	20	25	25	T
Výsledné hodnocení jakosti T	0,80	1,00	1,00	T
\sum Jednotlivých součtů hodnocení kritérií C	27	32	35	C
Výsledné hodnocení jakosti C	0,77	0,91	1,00	C
\sum Jednotlivých součtů ostatních hodnocení r	170	213	220	r
Výsledné hodnocení r	0,77	0,97	1,00	r
$\sum\sum$ Jednotlivých součtů váženého hodnocení kritérií Q, T, C, r	928	1026	1085	\sum
Výsledné normalizované hodnocení splnění požadavků na TS	0,86	0,95	1,00	\sum

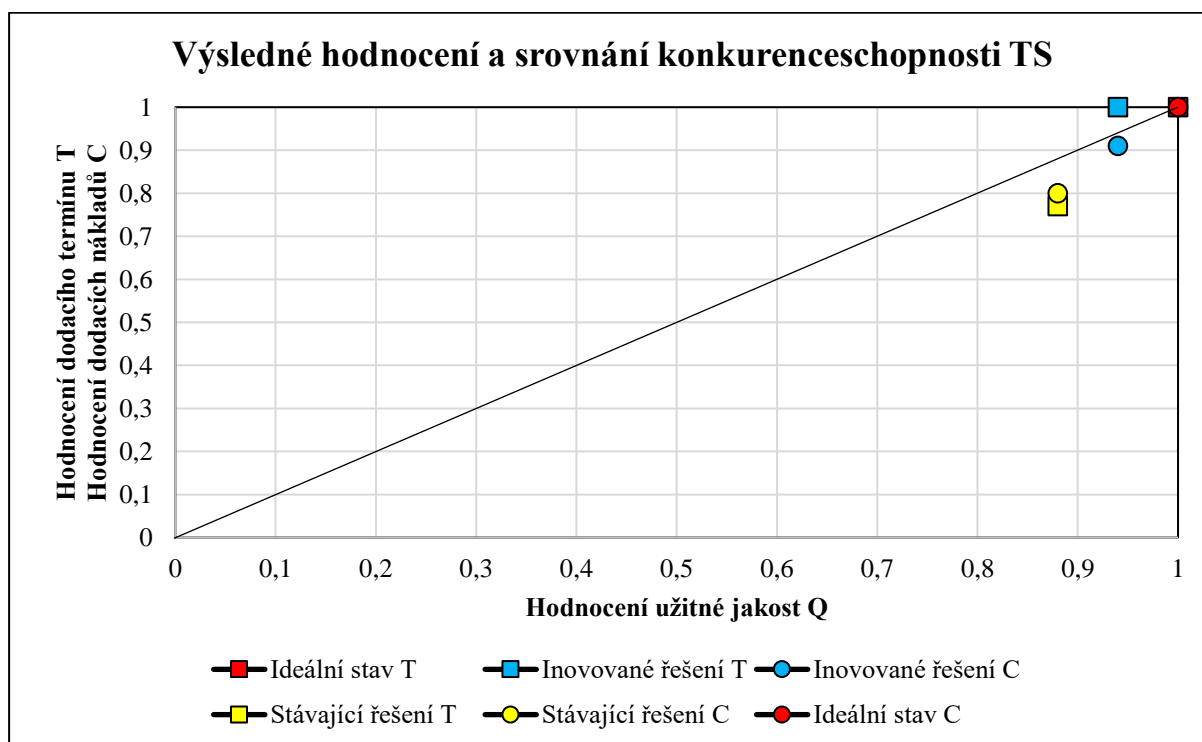
Minimální hodnota hodnocení = 1, maximální hodnota hodnocení = 5

Legenda (přidělení jednotlivých vlastností)

Q – k užité kvalitě, T – k dodacímu termínu, C – k dodacím nákladům, i – k interním charakteristikám, r – požadavky vyřazené z hodnocení (spolu s interními charakteristikami i)



Obrázek 65 – Graf výsledného hodnocení splněných požadavků



Obrázek 66 – Graf výsledného hodnocení a srovnání konkurenceschopnosti TS

Výsledné hodnocení jasně ukazuje, že inovovaná varianta ve splnění požadavků a konkurenceschopnosti se více přibližuje ideálnímu stavu, který byl stanoven kapitolou 3.2.

7 SWOT analýza navrženého technického systému

Zpracování SWOT analýzy je vždy potřebné k úspěšnosti a ziskovosti projektu. Znázorňuje interní prostředí (slabé a silné stránky) a externí prostředí (příležitosti a hrozby) inovativního řešení, kde klady z důvodu úspěšnosti mají vždy převyšovat nad zápory. Interní prostředí může ovlivnit management společnosti vhodným technickým řešením a cenou pro konečného zákazníka. Externí prostředí ovlivňuje samotný zákazník, který si sám stanoví priority při výběru technického systému. V tabulkách níže je uvedena SWOT analýza navrženého inovativního technického systému.

Tabulka 19 – SWOT analýza v interním prostředí

SWOT Analýza	
Interní prostředí	Silné stránky (Strengths)
	<ul style="list-style-type: none"> Jednoduchá montáž a servis celého technického systému Snadná přístupnost k jednotlivým komponentům a zařízením Vyšší automatizace systému v maximální navržené variantě Možnost výroby i bez přídavných zařízení (laserové, chladicí) Malá spotřeba energie Snadnější vysunutí technického systému ze vstřikovacího lisu z důvodu použití kulčkového lineárního vedení
	Slabé stránky (Weaknesses)
	<ul style="list-style-type: none"> Vyšší cena technického systému z důvodu použití více elektronických komponentů pro zvýšení automatizace výroby Více elektronických součástí s možností poruchy Nutnost nastavení jednotlivých zařízení z důvodu automatizace Větší hmotnost technického systému

Tabulka 20 – SWOT analýza v externím prostředí

SWOT Analýza	
Externí prostředí	Příležitosti (Opportunities)
	Univerzálnost řešení technického systému pro různé typy výrobních zařízení
	Možnost přidání dalších technologických celků a „SMART online“ zařízení
	Hrozby (Threats)
	Zákazník si vybere levnější variantu technického systému
Konzervativní zákazník může upřednostnit původní řešení	

Závěr

Na počátku předložené diplomové práce byla představena strojírenská společnost ENGEL strojírenská spol. s r.o. a následně vypracována teoretická část, ve které byla popsána historie, složení a následné rozdělení dopravníkových systémů do jednotlivých skupin. Jednou z důležitých částí bylo představení dopravníkových systémů společnosti ENGEL strojírenská spol. s r.o. a jejich následné srovnání s dvěma vybranými konkurenčními řešeními dopravníkových systémů.

Primárním cílem této diplomové práce bylo s využitím nově získaných informací a dovedností z teoretické části navrhnout dopravník pro vstřikovací lis ENGEL VC120. Tento cíl byl naplněn – v případové studii byla nejdříve použita metoda strategie integrovaného navrhování technických produktů (Knowledge Integrated Design – KID). Tato metoda je velice efektivní, jelikož nahlíží na produkt souhrnně z hlediska funkčního, technologického, a také na jednotlivé vlastnosti vycházející z životního cyklu výrobku.

Na začátku bylo nutné pochopit samotný technický přeměňovaný proces navrhovaného TS. Následně byla vymezena funkční struktura určující nezbytné pracovní funkce, jenž má TS zajišťovat. Na jednotlivé funkce bylo navrženo několik orgánů TS. Pomocí kombinace jednotlivých orgánů byly vytvořeny tři alternativy. Na základě hodnocení jednotlivých variant orgánové struktury technického systému bylo rozhodnuto pro jednu suboptimální variantu, která byla poté následně rozpracována, navrhuta a zkontrolována. V další části bylo provedeno vyhodnocení původního a stávajícího řešení, které zahrnuje hodnocení zaměřené na montáž a servis TS, ekonomické hodnocení navrženého TS a zhodnocení jednotlivých požadavků na TS. Na závěr byla provedena SWOT analýza.

Navržený TS splňuje nejnovější trendy a podmínky pro vyšší automatizaci a bezpečnost práce. Je pouze na společnosti ENGEL strojírenská spol. s r.o., jestli nově navržené komponenty a funkce zahrne do svého výrobního programu, a tím rozšíří možnosti své nabídky.

Seznam obrázků

Obrázek 1 – Historický vstříkovací lis ENGEL [2]	3
Obrázek 2 – Společnost ENGEL v Kaplici [3]	3
Obrázek 3 – Montážní linka v automobilových závodech kolem roku 1913 [7]	5
Obrázek 4 – Spádový skluz [10]	9
Obrázek 5 – Schéma spádového žlabu [11]	9
Obrázek 6 – Spádový skluz HLi [12]	10
Obrázek 7 – Spádový skluz ECC [12]	10
Obrázek 8 – Spádový skluz společnosti MTF Technik [13]	11
Obrázek 9 – Struktura pásového dopravníku [10]	12
Obrázek 10 – Dopravníky GFB, WFB a ZFB firmy ENGEL strojírenská spol. s r.o. [12]	13
Obrázek 11 – Možné umístění dopravníkových systémů GFB, WFB a ZFB [12]	13
Obrázek 12 – Pásové provedení dopravníku HLi [12]	14
Obrázek 13 – Pásový dopravník ESC 2 [12]	14
Obrázek 14 – Pásové dopravníky FB60 a FB100 [12]	14
Obrázek 15 – Dopravníkové systémy ECB [12]	15
Obrázek 16 – Pásový dopravník s pohonem v bubnu (společnost Haberkorn s.r.o.) [24]	15
Obrázek 17 – Pásový dopravník přímý s čelním pohonem (společnost Interroll CZ, s.r.o.) [25]	16
Obrázek 18 – Struktura obecného řetězového dopravníku [14]	17
Obrázek 19 – Schéma článkového dopravníku a destičkový článkový dopravník [17] [18]	18
Obrázek 20 – Různé druhy válečkových dopravníků a tratí [20]	19
Obrázek 21 – Přímé válečkové, kladičkové a kuličkové tratě [20]	19
Obrázek 22 – Gravitační a poháněné válečky [20]	20
Obrázek 23 – Kladičky válcové a s nákolkem [20]	20
Obrázek 24 – Vzduchová paleta [22]	21
Obrázek 25 – Černá skříňka („Black Box“) přeměny technického systému	25
Obrázek 26 – Technologický princip technického přeměněného procesu provozu TS	26
Obrázek 27 – Charakteristika technického přeměněného procesu navrhovaného TS	26
Obrázek 28 – Funkční struktura řešeného technického systému	28
Obrázek 29 – Schéma alternativy A	32
Obrázek 30 – Schéma alternativy B	33
Obrázek 31 – Schéma alternativy C	34
Obrázek 32 – Graf hodnocení navržených variant orgánových struktur technického systému	36
Obrázek 33 – Kinematické schéma vybraného technického systému	38
Obrázek 34 – Model polyuretanového dopravníkového pásu 1M6 U0-U5 FL	38
Obrázek 35 – Bubnový elektropohon DL 84 a jeho uložení	39
Obrázek 36 – Otočný ovladač XB4 a jeho osazení na horním pohyblivém rámu pásového dopravníku	40
Obrázek 37 – Držák bubnového motoru a vodícího bubnu	41
Obrázek 38 – Vodící a podpěrný buben Interroll CR 1200	41
Obrázek 39 – Vratný buben Interroll CR 1200 od společnosti Interroll CZ, s.r.o.	42
Obrázek 40 – Držák vratného bubnu	42
Obrázek 41 – Kluzná deska	43
Obrázek 42 – Horní rám pásového dopravníku	44
Obrázek 43 – Spodní rám pásového dopravníku	44
Obrázek 44 – Konzole	45
Obrázek 45 – Podpěrný mechanismus	45
Obrázek 46 – Chladicí zařízení	46
Obrázek 47 – Infračervený teploměr Optris CS LT	47
Obrázek 48 – Laserový systém a jeho prvky	47
Obrázek 49 – Nouzové tlačítko Schneider Electric a ovládací panel	48
Obrázek 50 – Reflexní optická závora PRK46C/4X-M12 [24]	49
Obrázek 51 – Boční vedení	49
Obrázek 52 – Úplná stavební struktura TS – 1. pohled	50
Obrázek 53 – Úplná stavební struktura TS – 2. pohled	50
Obrázek 54 – Vstříkovací lis ENGEL VC 120 s integrovaným pásovým dopravníkem – 1. pohled	51
Obrázek 55 – Vstříkovací lis ENGEL VC 120 s integrovaným pásovým dopravníkem – 2. pohled	52
Obrázek 56 – Schéma pásového dopravníku pro výpočet	53
Obrázek 57 – Koeficient tření [25]	53
Obrázek 58 – Schéma tahových sil působících v jednotlivých větvích pásu	56

Obrázek 59 – Zjednodušený model pro výpočet predikce tuhosti konzolí a podpěrného mechanismu	57
Obrázek 60 – Zesíťování jednotlivých částí.....	58
Obrázek 61 – Zesíťovaný model se zatížením	58
Obrázek 62 – Zesíťovaný model s okrajovými podmínkami	59
Obrázek 63 – Maximální průměrný průhyb konzole	60
Obrázek 64 – Maximální průhyb celého technického systému	60
Obrázek 65 – Graf výsledného hodnocení splněných požadavků.....	67
Obrázek 66 – Graf výsledného hodnocení a srovnání konkurenceschopnosti TS.....	67

Seznam tabulek

Tabulka 1 – Časový plán pro řešení návrhu technického systému	22
Tabulka 2 – Specifikace požadavku na TS I	23
Tabulka 3 – Specifikace požadavků na TS II.....	24
Tabulka 4 – Specifikace požadavků na TS III	24
Tabulka 5 – Morfologická matice navrhovaných orgánů pro uskutečnění požadujících funkcí TS	29
Tabulka 6 – Morfologická matice navrhovaných orgánů pro asistující funkce technického systému	30
Tabulka 7 – Morfologická matice návrhu alternativ kombinací orgánů pro hlavní funkce TS.....	30
Tabulka 8 – Morfologická matice návrhu alternativ kombinací orgánů pro asistující funkce TS.....	31
Tabulka 9 – Hodnocení jednotlivých alternativ orgánové struktury TS	35
Tabulka 10 – Parametry elektropohonu DL 84	39
Tabulka 11 – Výrobní náklady za původní řešení.....	61
Tabulka 12 – Výrobní náklady za inovativní řešení bez dalších technologických celků a zařízení.....	62
Tabulka 13 – Výrobní náklady za laserové popisovací zařízení	62
Tabulka 14 – Výrobní náklady za chladicí zařízení	62
Tabulka 15 – Zhodnocení jednotlivých požadavků na TS 1	64
Tabulka 16 – Zhodnocení jednotlivých požadavků na TS 2	65
Tabulka 17 – Zhodnocení jednotlivých požadavků na TS 3	66
Tabulka 18 – Výsledné hodnocení splněných požadavků na TS 1	66
Tabulka 19 – SWOT analýza v interním prostředí.....	68
Tabulka 20 – SWOT analýza v externím prostředí.....	68

Seznam příloh

PŘÍLOHA Č. 1.....	73
PŘÍLOHA Č. 2.....	77
PŘÍLOHA Č. 3.....	81
PŘÍLOHA Č. 4.....	89
PŘÍLOHA Č. 5.....	92
PŘÍLOHA Č. 6.....	95
PŘÍLOHA Č. 7.....	98
PŘÍLOHA Č. 8.....	104
PŘÍLOHA Č. 9.....	110

Seznam výkresové dokumentace

Výkres sestavy integrovaného dopravníku	DP-01
Kluzná deska	DP-02

Citovaná literatura

1. Společnost ENGEL s.r.o. [Online] [Citace: 19. 10 2019.]
<https://www.engelglobal.com/cs/cz/spolecnost/vyrobní-podniky.html>.
2. —. [Online] [Citace: 19. 10 2019.] <https://www.engelglobal.com/cs/cz/spolecnost/historie-spolecnosti.html>.
3. BERGER. [Online] [Citace: 19. 10 2019.] <https://bergerholding.eu/cs/node/3307>.
4. Material Handling & Logistics. [Online] [Citace: 22. 10 2019.] <https://www.mhlnews.com/facilities-management/article/22050218/the-history-of-the-conveyor-infographic?fbclid=IwAR0mDBncH4WV0tRSSis0d3WVQBIFMTMd-ft8t2xIkt-oF0SAdUjFvsftXec>.
5. PRODUCT HANDLING CONCEPTS. PRODUCT HANDLING CONCEPTS. [Online] [Citace: 22. 10 2019.] https://www.phcfirst.com/words-in-motion/2014/6/30/the-history-of-conveyors?fbclid=IwAR17wrM51GH7GzD17WZzAhvk_hLfHuJyaM4KhHVWEBOm8wiTso7m9X9b2PA.
6. Equipment, Kemper. Kemper Equipment. [Online] [Citace: 22. 10 2019.]
<https://www.kemperequipment.com/blog/everything-you-wanted-to-know-about-the-history-of-conveyors/>.
7. HW server. [Online] [Citace: 22. 10 2019.] <https://automatizace.hw.cz/dopravnikove-systemy-v-prumyslu-1-dil.html>.
8. PALKO, A. *Dopravníky a dopravné systémy*. Prešov : Vydavatelství Michala Vaška, 2012. stránky 57 - 59. ISBN 978-80-7165-871-9.
9. KUDĚLKA, J., FRYČ, J., ŠEVČÍK, J. *Dopravní články ve stacionárních dopravních systémech*. [Online] Ústav zemědělské, potravinářské a environmentální techniky, 2012. [Citace: 18. 11 1995.]
http://user.mendelu.cz/los/Dopravni_clanky.pdf.
10. GAŠPARÍK, M., GAFF M. *Manipulační a dopravní technika I*. Praha : Česká zemědělská univerzita v Praze, 2016. stránky 33-51. ISBN 978-80-213-2619-4.
11. GAŠPARÍK, M., GAFF, M. *Manipulační a dopravní technika I*. Praha : Česká zemědělská univerzita v Praze, 2016. stránky 81-88. ISBN 978-80-213-2619-4.
12. ENGEL. Catalogue Automation. [Online] [Citace: 10. 12 2019.]
<https://www.engelglobal.com/cs/cz/produkty/automatizace/dopravniky.html>.
13. MTF Technik. [Online] [Citace: 19. 12 2019.] <https://www.mtf-technik.de/en/ausfallweichen-wrap/ausfallweichen>.
14. DRAŽAN, F., JEŘÁBEK, K. *Manipulace s materiálem*. Praha : SNTL, 1979. stránky 185-224. Česká matice technická, č. spisu 351, roč. 84.
15. HABERKORN. [Online] [Citace: 12. 1 2020.] <https://www.haberkorn.cz/dopravniky/>.
16. INTERROLL. [Online] [Citace: 11. 1 2020.] <https://www.interroll.cz/produkty/dopravniky-a-tridice/pasove-dopravniky/>.
17. PALKO, A. *Dopravníky a dopravné systémy*. Prešov : Vydavatelství Michala Vaška, 2012. stránky 86-93. ISBN 978-80-7165-871-9.
18. GAŠPARÍK, M., GAFF, M. *Manipulační a dopravní technika I*. Praha : Česká zemědělská univerzita v Praze, 2016. stránky 11-13. ISBN 978-80-213-2619-4.
19. ALUTEC KK. [Online] [Citace: 18. 12 2019.] <https://www.aluteckk.cz/destickove-clankove-dopravniky>.
20. GAŠPARÍK, M., GAFF, M. *Manipulační a dopravní technika I*. Praha : Česká zemědělská univerzita v Praze, 2016. stránky 62-70.
21. ANTON, P. *Dopravníky a dopravné systémy*. Prešov : Vydavatelství Michala Vaška, 2012. stránky 96-144. ISBN 978-80-7165-871-9.
22. GAŠPARÍK, M., GAFF, M. *Manipulační a dopravní technika I*. Praha : Česká zemědělská univerzita v Praze, 2016. stránky 103-107. ISBN 978-80-213-2619-4.
23. HOSNEDL, S. Systémové navrhování technických produktů. Podklady k přednáškám. [Online] 2016. [Citace: 15. 12 2019.] http://home.zcu.cz/~hosnedl/b_ZKM/.
24. Leuze Electronic. [Online] [Citace: 19. 3 2020.]
https://www.leuze.com/en/deutschland/produkte/schaltende_sensoren/optische_sensoren/lichtschranken_lichtttaster_kubisch/baureihe_46/selector.php?supplier_aid=50144352&grp_id=A1-1-1-1-11&lang=eng.
25. REKO s.r.o. [Online] [Citace: 31. 3 2020.] <https://www.reko-sro.cz/>.
26. HOSNEDL, S. *Obecné strojní části 1: teoretické základy, spoje, přenosové části, otačná uložení, akumulátory energie, hřídelové spojky*. Plzeň : ZČU, 2012. ISBN 978-80-261-0125-3.
27. KRÁTKÝ, J., KRÓNEROVÁ, E., HOSNEDL, S. *Obecné strojní části 2: základní a složené převodové mechanismy*. Plzeň : ZČU, 2011. ISBN 978-80-261-0066-9.

PŘÍLOHA Č. 1

INTERROLL válečky série 1200



ROLLERS SERIES 1200

Steel conveyor roller

Technical data

General technical data	
Platform	1200
Max. load capacity	1200 N
Max. conveyor speed	0.8 m/s
Anti-static version (< 10 ⁶ Ω)	Yes
Temperature range	-28 to +80 °C
Material	
Tube	Zinc-plated steel, stainless steel, aluminum
Shaft	Uncoated steel, zinc-plated steel, stainless steel
Bearing housing	Zinc-plated steel
Bearing version	Steel ball bearings with hardened running grooves Oiled to Ø 40 mm, greased from Ø 50 mm

Design versions

Tube sleeves	PVC sleeve (page 31) PU sleeve (page 33) Lagging (page 34)
Shafts	The following are available in addition to the variants listed in the load capacity tables: <ul style="list-style-type: none">• With spring on both sides• With variable length• Different design of both shaft ends
Tube	The following are available in addition to the variants listed in the load capacity tables: <ul style="list-style-type: none">• With flanges welded on
Noise reduction	For tube with Ø 50 mm

ROLLERS

SERIES 1200

Steel conveyor roller



Load capacities of series 1200 with screw-connected installation

The following load capacity table refers to a temperature range from -5 to $+40$ °C. The values may deviate for applications in other temperature ranges.

Valid for the following shaft designs: female thread or male thread.

Bearing: hardened metal ball bearing.

Tube material	Ø Tube/ thickness [mm]	Ø Shaft [mm]	Maximum static load [N] for installation length [mm]												
			100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1200	1400	1600
Steel	30 x 1.2	8, 10	300	300	300	300	300	300	300	292	230	186	129	94	72
	40 x 1.5	10, 12	800	800	800	800	800	800	800	800	685	555	385	280	215
	50 x 1.5	10, 12	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1110	765	560	430
	60 x 1.5	10, 12, 14	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	985	755
	80 x 2	12, 14	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200

Load capacities of series 1200 with loose installation

The following load capacity table refers to a temperature range from -5 to $+40$ °C. The values may deviate for applications in other temperature ranges.

Valid for the following shaft designs: spring-loaded shaft, fixed shaft or flatted shaft.

Bearing: hardened metal ball bearing.

Tube material	Ø Tube/ thickness [mm]	Ø Shaft [mm]	Maximum static load [N] for installation length [mm]													
			100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1200	1400	1600	
Steel	30 x 1.2	8, 10	300	300	300	300	300	300	300	290	230	185	130	95	70	
		8	800	800	800	735	585	490	420	370	330	300	255	225	200	
	40 x 1.5	10, 12	800	800	800	800	800	800	800	800	685	555	385	280	215	
		8	1200	1200	975	720	575	475	410	355	320	285	240	210	185	
		10	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1050	925	830	750	640	560	430	
	50 x 1.5	11 SK, 12	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1110	765	560	430	
		51 x 2	10	1200	1200	1200	1200	1200	1190	1025	900	805	730	615	535	475
			12	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1055	775	590
	60 x 1.5	10	1200	1200	1200	1200	1200	1175	1010	885	790	715	600	520	460	
		12, 14	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	985	755	
	80 x 2	14	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	

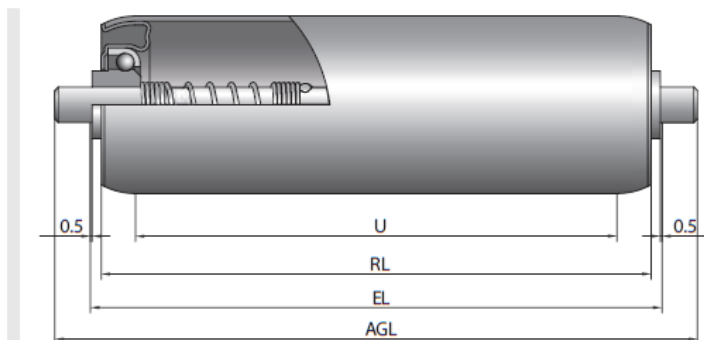
ROLLERS

SERIES 1200

Steel conveyor roller



Spring-loaded shaft



Ø Tube [mm]	Tube material	Ø Shaft [mm]	EL [mm]	AGL [mm]	U [mm]
30 x 1.2	Steel	8	RL + 6	RL + 22	RL - 8
		10		RL + 26	
40 x 1.5	Steel	8	RL + 6	RL + 22	RL - 10
		10		RL + 26	
		12		RL + 30	
50 x 1.5	Steel	8	RL + 6	RL + 22	RL - 12
		10		RL + 26	
		11 HEX		RL + 28	
		12		RL + 30	
51 x 2	Steel	10	RL + 6	RL + 26	RL - 12
		12		RL + 30	
60 x 1.5	Steel	10	RL + 6	RL + 26	RL - 21
		12		RL + 30	
		14		RL + 34	
80 x 2	Steel	14	RL + 3	RL + 31	RL - 21

HEX = hexagon

Detailed product specifications are available on request.

PŘÍLOHA Č. 2

SODECO HC-25-2T/H

HC

Wall-mounted axial fans with IP55 motors

Wall-mounted axial fans with reinforced plastic rotor made of fibreglass.



HC



HC
71 80
90.100

Fan:

- Sheet steel support frame.
- Fibreglass reinforced polyamide-6 rotor.
- Anti-contact protective grille pursuant to standard UNE-EN ISO 12499.
- Models 71, 80, 90 and 100, protective grille supplied as an accessory.
- Airflow direction from Motor to Impeller.

Motor:

- IE3 efficiency motors for powers equal to or greater than 0.75kW except single-phase, 2-speed and 8-pole.
- Class F motors with ball bearings, IP55 protection, except single-phase models from size 45 to size 63, IP54 protection. With 1 or 2 speed, depending on model.
- Multi voltage motor, special design valid for 220/380V 60Hz, 254/440V 60Hz, 265/460V 60Hz, 277/480V 60Hz.
- Operating temperature: -25°C +60 °C.

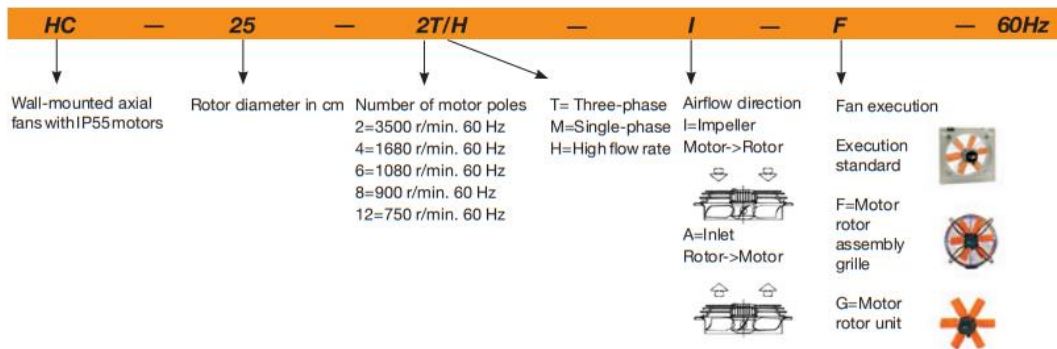
Finish:

- Anti-corrosive finish of polyester resin polymerised at 190 °C, previously degreased with phosphate-free nanotechnological treatment.

On request:

- Motor, rotor and grille unit (version F).
- Rotor motor unit, version G.
- Airflow direction from Impeller to Motor.
- Special windings for different voltages.

Order code



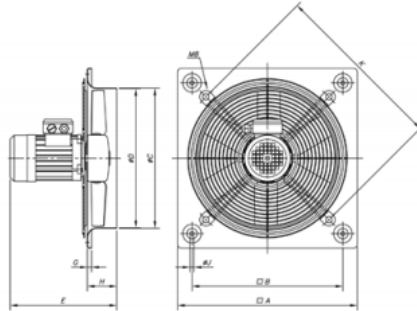
60Hz

Technical characteristics

Model	Speed (r/min)	Maximum admissible current (A)		Installed power (kW)	Max. flow rate (m³/h)	Sound pressure level dB(A)	Approx. weight (kg)
		220-277V	380-480V				
HC-25-2T/H	2730	0.74	0.43	0.12	2200	64	5
HC-25-2M/H	2770	0.98		0.12	2200	64	5
HC-25-4T/H	1320	0.96	0.56	0.10	1300	51	5
HC-25-4M/H	1380	0.65		0.10	1300	51	5
HC-31-2T/H	2750	1.21	0.70	0.18	3650	72	6
HC-31-2M/H	2700	1.85		0.18	3600	72	6
HC-31-4T/H	1320	0.96	0.56	0.10	2400	54	6
HC-31-4M/H	1380	1.03		0.10	2400	54	6
HC-35-2T/H	2710	1.92	1.11	0.37	6050	76	8

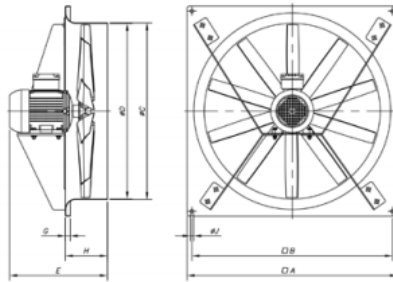
Dimensions mm

HC 25...63



Model	A	B	ØC	ØD	E	G	H	ØJ	K
HC-25	330	275	262	260	241	11	56	8.5	310
HC-31-2	400	336	310.5	308	264.5	11	65	8.5	380
HC-31-4	400	336	310.5	308	245.5	11	65	8.5	380
HC-35-2	465	390	362.5	360	310	11	76	10.5	450
HC-35-4	465	390	362.5	360	261	11	76	10.5	450
HC-40-4.../H	532	452	412.5	410	332	11	97.5	10.5	500
HC-40-6.../H	532	452	412.5	410	332	11	97.5	10.5	500
HC-45-4.../H	596	504	462.5	460	339	11	105	10.5	560
HC-45-6.../H	596	504	462.5	460	339	11	105	10.5	560
HC-50-4T/H	665	562	516.5	514	376	11	115	10.5	640
HC-50-4MH	665	562	516.5	514	376	11	115	10.5	640
HC-50-6.../H	665	562	516.5	514	336	11	115	10.5	640
HC-56-4T/H	710	630	563	560	374	15	115	10.5	721
HC-56-6.../H	710	630	563	560	351	15	115	10.5	721
HC-63-4T/H	800	710	638	635	399	15	140	10.5	820
HC-63-6.../H	800	710	638	635	376	15	140	10.5	820

HC 71...100

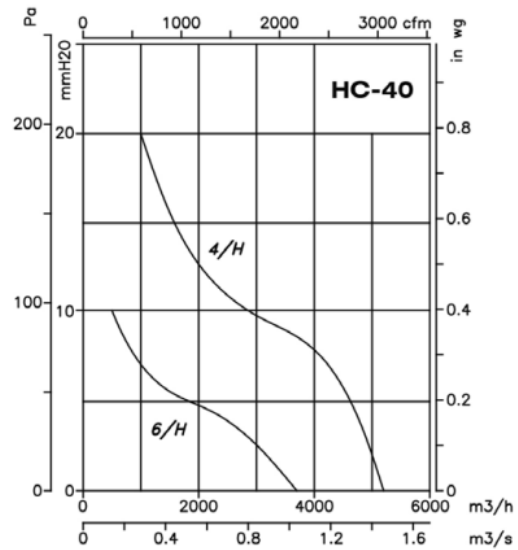
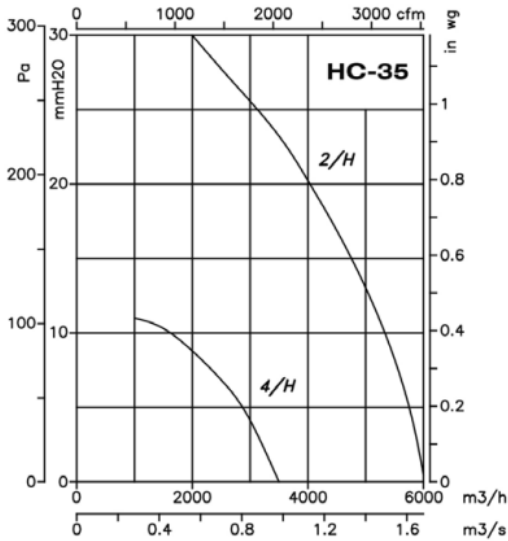
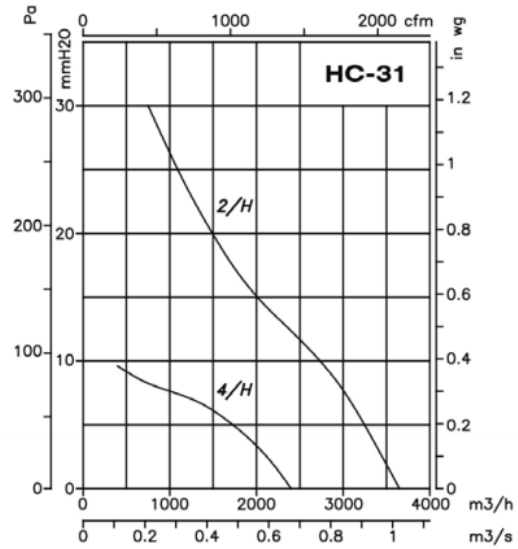
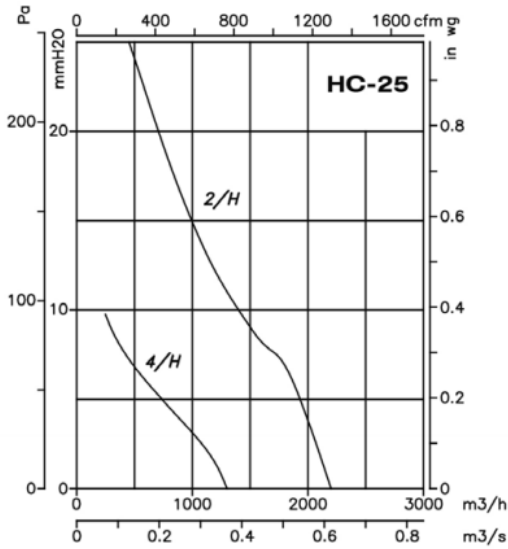


Model	A	B	ØC	ØD	E	G	H	ØJ
HC-71-4T/H	850	810	715	711	395	20	170	14.5
HC-71-6T/H	850	810	715	711	395	20	170	14.5
HC-80-4T/H	970	910	801	797	500	20	210	14.5
HC-80-6T/H	970	910	801	797	458	20	210	14.5
HC-90-4T/H	1170	1110	918	914	511	20	210	14.5
HC-90-6T/H	1170	1110	918	914	500	20	210	14.5
HC-90-8T/H	1170	1110	918	914	455	20	210	14.5
HC-100-4T/H	1170	1110	1003	999	548	20	220	14.5
HC-100-6T/H	1170	1110	1003	999	498	20	220	14.5
HC-100-8T/H	1170	1110	1003	999	498	20	220	14.5

Characteristic curves

Q= Flow rate in m³/h, m³/s and cfm.

Pe= Static pressure in mm H₂O, Pa and inwg.



PŘÍLOHA Č. 3

Lineární vedení pro laserovou hlavu

Project documentation item linear motion unit®



Project: Project 1
Type of project: Catalogue
Design: Moving carriage
Date: 07.07.2020

Table of contents




1. Solution	03
1.1 Bill of materials for your item linear motion unit®	03
2. Requirements	05
3. Application information	06
3.1 Mounting arrangement of application	06
4. Assembly information	07
4.1 Assembly	07

1. Solution

Your project comprises the following components

1.1 Bill of materials for your item linear motion unit®

Position		
1.0		Linear Unit GSF 8 40 R10 Article No. 0.0.655.98 Weight: 2,25 kg Length: 585,00 mm
2.0		Gearbox AP 40-3 Article No. 0.0.666.05 Weight: 0,34 kg
3.0		Controller C 1-02 Article No. 0.0.668.62 Weight: 2,62 kg
4.0		Motor SE 40-035-3-90-R Article No. 0.0.666.03 Weight: 0,74 kg

Position		
5.0		Drive Set GSF 8 40 AP/WP 40 Article No. 0.0.673.30 Weight: 0,41 kg
6.1		Data Cable RSC /5 Article No. 0.0.670.27 Weight: 0,59 kg
6.2		Power Cable SC1 05 /5 Article No. 0.0.670.28 Weight: 0,97 kg
6.3		Shield Clamp D14 Article No. 0.0.668.19 Weight: 0,04 kg
6.4		I/O Cable (C Series) Article No. 0.0.689.27 Weight: 0,37 kg
6.5		I/O Interface Module (C Series) Article No. 0.0.688.62 Weight: 0,08 kg

The total weight is 8,402 kg.

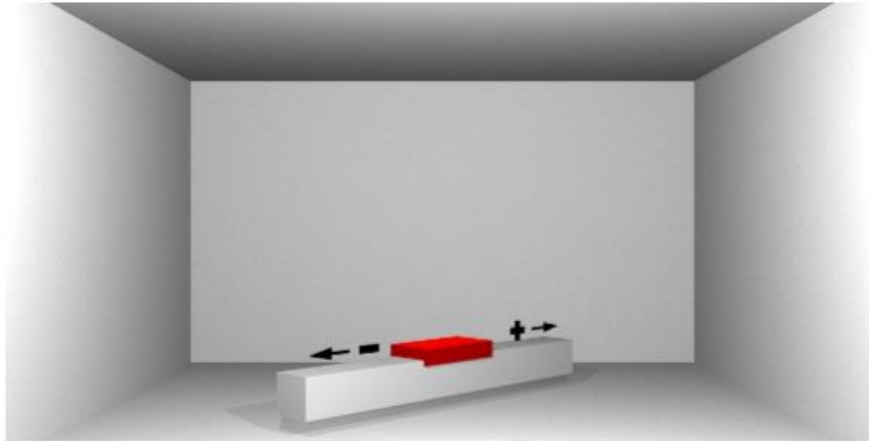
2. Requirements

The following fundamental requirements were described when compiling the project description.

Basic requirements	
Repeatability	0,50 mm
Environmental conditions	No constraints
Required service life	1.000 km
Duty cycle (for one cycle)	80,00 %
Maximum stroke	585,00 mm

3. Application information

3.1 Mounting arrangement of application



► Orientation of the carriage

Top

Left

Bottom

Right

► Angle of inclination of the Linear Unit

Horizontal

Vertical

User defined

► Design

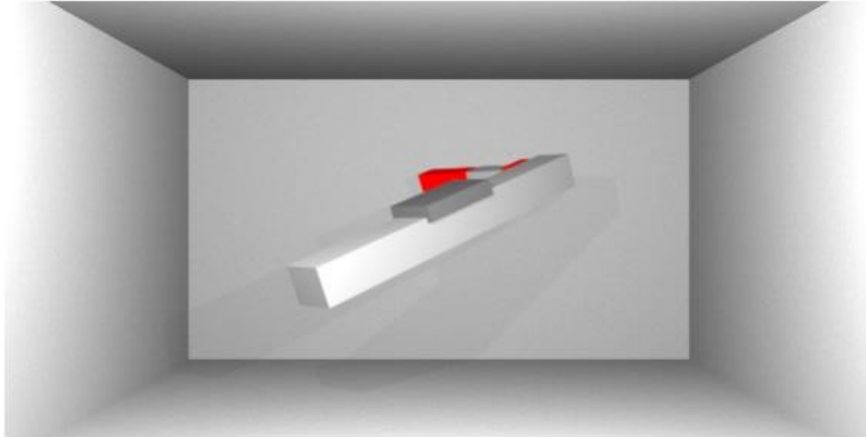
Standard

Cantilever

Synchronously

4. Assembly information

4.1 Assembly



Assembly	
Linear Unit GSF 8 40 R10	-/-
Drive Set	Rear right
Gearbox	axial
Motor	To the bottom
Controller	Not pre-configured
Absolute timing-belt tension [mm]	0,00
Relative timing-belt tension [%]	1,0000000 ‰

PŘÍLOHA Č. 4

Optris CS LT

**Simple access into multiple sensor installations:
Smart, safe and easy from
-40 to 1030 °C**



Features:

- Temperature range: -40 °C to 1030 °C
- Response time: 25 ms
- Optical Resolution: 15:1
- Green LED alarm indication, aiming support, selfdiagnostic or temperature code indication
- Usable up to 80 °C ambient temperature without cooling
- Several outputs selectable: 0-10 V or 0-5 V free scalable or thermocouple type K, alarm output or digital output
- USB programming interface, direct serial 9.6 kBaud interface
- Power supply: 5-30 V DC

Measurement Specifications

Temperature range (scalable via software)	-40 °C ... 1030 °C
Spectral range	8 - 14 μm
Optical resolution (90 % energy)	15:1
CF-lens (optional)	0.8 mm @ 10 mm
System accuracy (at ambient temp. 23 ±5 °C)	±1.5 % or ±1.5 °C ¹⁾
Repeatability (at ambient temp. 23 ±5 °C)	±0.75 % or ±0.75 °C ¹⁾
Temperature coefficient	±0.05 K/K or ±0.05 % / K ³⁾
NETD	0.1 K ²⁾
Response time (90 %)	25 ms (adjustable up to 999 s)
Emissivity/Gain (adjustable via 0-10 V DC input or software)	0.100-1.100
Transmissivity (adjustable via software)	0.100-1.100
Signal processing (parameter adjustable via software)	Peak hold, valley hold, average; extended hold function with threshold and hysteresis
Software	optris® Compact Connect

¹⁾ Object temperature >0 °C; whichever is greater

²⁾ At time constant 100 ms and T_{obj} 25 °C

³⁾ For ambient temperatures <18 °C and >28 °C; whichever is greater

General Specifications

Environmental rating	IP 63
Ambient temperature	-20 °C ... 80 °C
Storage temperature	-40 °C ... 85 °C
Relative humidity	10-95 %, non condensing
Vibration	IEC 68-2-6: 3 G, 11-200 Hz, any axis
Shock	IEC 68-2-27: 50 G, 11 ms, any axis
Weight	58 g

Electrical Specifications

Output / analog	Selectable: 0-5 V or 0-10 V free scalable or thermocouple type K/ alarm with adjustable voltage levels
Output / alarm	0-30 V/ 50 mA (open collector)
3-state alarm output	Adjustable threshold values and voltage level for: no alarm, pre-alarm, alarm
Output / digital	Uni/ bidirectional, 9.6 kBaud, 0/3 V digital level/ USB optional
Input (0-10 V)	Programmable functional input for external emissivity setting/ambient temperature adjustment, triggered signal output or peak-hold function
LED-functions	Alarm indication, automatic aiming support, self diagnostic, temperature indication (via. temp.code)
Cable length	1 m (standard), 3 m, 8 m, 15 m
Power supply	5-30 V DC
Current draw	4 mA (without LED)/ 10 mA

optris® CS LT

Optical Specifications

Optics, D:S = 15:1

S	6.5	11.6	16.6	21.7	26.7	35	43.3	51.6	59.9	(mm)
D	0	100	200	300	400	500	600	700	800	(mm)

Optics with CF-lens, D:S = 15:1

S	7	3.9	0.8	4.7	8.6	12.5	16.6	20.3	24.2	(mm)
D	0	5	10	15	20	25	30	35	40	(mm)

Connections

Connection analog with open collector alarm output (e.g. to actuate a relay)

- Power (+) [white]
- OUT [yellow]
- IN/OUT [green]
- GND (-) [brown]
- OUT t/c K + [green]
- OUT t/c K - [white]
- Shield [black]

Connection digital with USB adapter cable

- Power (+) [white] 5 V DC
- OUT [yellow]
- IN/OUT [green]
- GND (-) [brown]
- Shield [black]

Dimensions/Accessories (examples)

Dimensions optris® CS

CF-lens (ACCTCF)

Mounting bracket, fixed (ACCTFB)

Air purge collar, optional with integrated CF-lens (ACCTAPLCF)

PŘÍLOHA Č. 5

Kuličkové vedení PS 4-15



Vozíky kuličkových vedení

- vysoká nosnost a tuhost při kompaktním provedení
- nízké tření díky obvodovým kuličkám



Vozíky kuličkových vedení se mohou používat jednotlivě nebo v různých kombinacích na jedné nebo několika profilovaných tyčích.

Vozíky kuličkových vedení mají čtyři broušené dráhy, ve kterých dochází k lineárnímu valivému styku kuliček s profilovanou tyčí. Uzavřený oběh kuliček zajišťuje čelní vratné těleso a uzavřené zpětné kanálky.

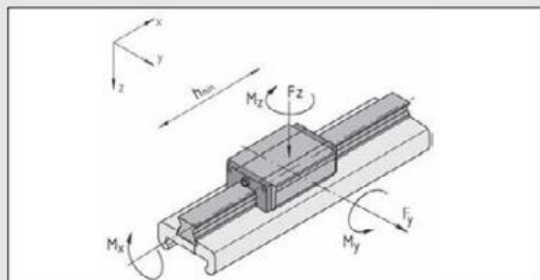
Vozíky mají na čele stírací systém a podélný stěrač, který velmi účinně brání negativním vnějším vlivům.



Upnutí profilů řady 8 k vozíkům kuličkového vedení se provede pomocí šroubů s půlkulatou hlavou ISO 7380 a drážkových podložek 8.

Šrouby s půlkulatou hlavou ISO 7380 153

Drážkové podložky 161

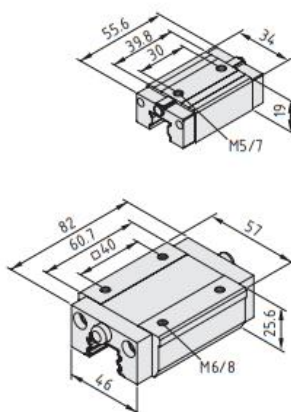


Dovolené zatížení jednoho kuličkového vedení závisí, vedle únosnosti vodících prvků, rovněž na pevnosti šroubových spojů a konstrukci rámu z profilů. Pro zajištění dostatečného mazání při valivém styku je nezbytná minimální délka zdvihu (h_{min}). Z továrny je vozík naplněn tekutým mazivem. Domazávání lze provádět mazivem na bázi minerálních olejů s lithiem.

V důsledku přitlačné síly stírací sady je nutné počítat s posuvnou silou o velikosti 10 N, nezávislou na zatížení vozíku.

	PS 4-15	PS 4-25
$F_y = F_z$	1 000 N *	2 500 N
M_x	15 Nm	60 Nm
$M_y = M_z$	10 Nm	25 Nm
C	7 200 N	17 900 N
C_0	14 500 N	37 000 N
a_{max}	150 m/s ²	150 m/s ²
v_{max}	5 m/s	5 m/s
ϑ	-10 – +100 °C	-10 – +100 °C
h_{min}	120 mm	180 mm

*Upozornění: Upnutí profilované tyče neumožňuje plné využití uvedené tažné síly ve všech směrech kuličkového vedení.



Vozík kuličkového vedení PS 4-15

těleso, ocel, kalené
stírací systém, PA, černý odstín
2 mazací hlavice
pokyny k montáži a použití
m = 140,0 g

1 kus 0.0.443.06

Vozík kuličkového vedení PS 4-25

těleso, ocel, kalené
stírací systém, PA, černý odstín
2 mazací hlavice trychtýřové DIN 3405 A M6-120°
m = 545,0 g

1 kus 0.0.443.16

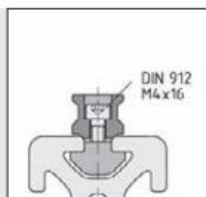


Profilovaná tyč kuličkového vedení PS 4-15

- stabilní vedení pro oběh kuliček na obou stranách
- samostředící uchycení na drážku profilu

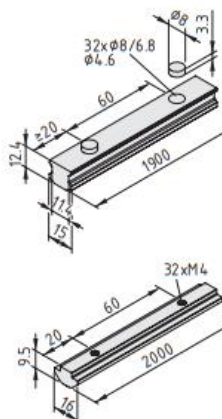


Profilovaná tyč se speciální geometrií upínací části pro upnutí do drážky profilu 8. Profilovaná tyč je opatřena otvory se zahloubením pro šrouby s válcovou hlavou DIN 912-M4. Otvory se zahloubením se po provedené montáži musí zakrýt krytkami, které jsou součástí dodávky, z důvodu zvýšení životnosti stíracího systému.



Doporučená možnost připevnění tyče pomocí drážkového profilu 8 8 Al M4-60 a šroubů s válcovou hlavou DIN 912-M4x16 k profilu 8.

Šrouby s válcovou hlavou 158



Profilovaná tyč kuličkového vedení PS 4-15

ocel, C153, kalená, broušená
krytky, PA
m = 1,30 kg/m

přířez max. 1 900 mm	0.0.443.32
1 kus à 1 900 mm	0.0.443.31

Drážkový profil 8 Al M4-60

Al, PÚ: eloxování
m = 590 g/m

přírodní odstín, 1 kus à 2 000 mm	0.0.443.02
-----------------------------------	------------

PŘÍLOHA Č. 6

Polyuretanový dopravníkový pás 1M6 U0-U5 FL

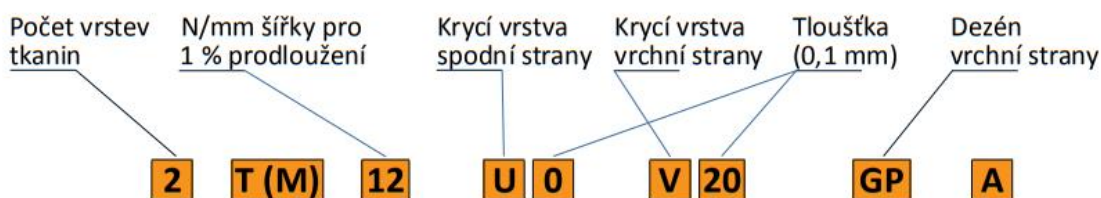
Výrobní program - dopravní pásy

6

Typ	Potravinařský atest ⁽¹⁾	Antistatický	Snížená hlučnost ⁽²⁾	Barva povrchu	Tloušťka	Hmotnost	Min. průměr válců	Tah pro 1% prodloužení	Max. tažná síla	Min. teplotní odolnost	Max. teplotní odolnost	Tření ⁽⁴⁾	Max. výrobní šíře pásu
					mm	kg/m ²							
POLYURETAN													
1M3 U0-U2 HP blue A	✓	✓		●	0,70	0,70	↔↔	4	4	-30	110	MF	2000
1M5 U0-U2 A	✓	✓		○	0,70	0,80	↔↔↔	5	5	-20	100	HF	2000
1M5 U0-U2 D W A	✓	✓		○	0,70	0,70	↔↔↔	5	5	-30	100	HF	2000
1M5 U0-U2 HP blue S A	✓	✓		●	0,70	0,70	↔↔↔	5	5	-30	110	HF	2000
1M5 U0-U2 HP W A	✓	✓		○	0,70	0,80	↔↔↔	5	5	-30	110	MF	2000
1M5 U0-U2 HP W S A	✓	✓		○	0,70	0,80	↔↔↔	5	5	-30	110	HF	2000
1M5 U0-U2 HP VL blue A	✓	✓		●	0,70	0,80	↔↔↔	5	5	-30	110	MF	2000
1M5 U0-U2 W A	✓	✓		○	0,70	0,80	↔↔↔	5	5	-20	100	LF	2000
1M5 U0-U2 W A LF VL	✓	✓		○	0,70	0,80	↔↔↔	5	5	-20	100	LF	1500
1M5 U0-U2 PN yellow	✓	✓		●	1,10	0,90	↔↔↔	5	5	-20	100	HF	2000
1T6 U0-U2 HP W A	✓	✓		○	0,80	0,80	↔↔↔	6	6	-30	110	MF	2000
1M6 U0-U5 FL	✓	✓	✓	●	1,00	1,00	↔↔	6	6	-20	100	MF	2000
1M6 U3-U3 FL	✓	✓		●	1,20	1,30	↔↔	6	6	-20	100	MF	2000
1M6 U5-U5 FL	✓	✓		●	1,60	1,90	↔↔	6	6	-20	100	MF	2000
1M12 U0-U3 HP PN N S	✓	✓	✓	●	1,50	1,60	↔↔	8	12	-30	110	HF	2000
ST06													
2M5 U0-U0 HP A	✓	✓		○	0,60	0,60	↔↔	4	4	-30	100	MF	2000
2M5 U0-U1 blue S A	✓	✓		●	1,30	1,30	↔↔↔	6	12	-20	100	HF	2000
2M5 U0-U1 W S A	✓	✓		○	1,30	1,50	↔↔↔	6	12	-20	100	HF	2000
2M5 U0-U2 A	✓	✓		○	1,20	1,40	↔↔↔	6	12	-20	100	LF	2000
2M5 U0-U2 W A	✓	✓		○	1,30	1,50	↔↔↔	6	12	-20	100	MF	2000
2M5 U0-U2 LF W A	✓	✓		○	1,30	1,50	↔↔↔	6	12	-20	100	LF	2000
2M5 U0-U2 HP blue A	✓	✓		●	1,30	1,40	↔↔↔	6	12	-30	110	MF	2000
2M5 U0-U2 HP blue S A	✓	✓		●	1,30	1,40	↔↔↔	6	12	-30	110	HF	2000
2M5 U0-U2 HP W A	✓	✓		○	1,30	1,40	↔↔↔	6	12	-30	110	MF	2000
2M5 U0-U2 HP W S A	✓	✓		○	1,30	1,40	↔↔↔	6	12	-30	110	HF	2000
2M5 U0-U2 HP PN W A	✓	✓		○	1,60	1,50	↔↔↔	6	12	-30	110	MF	2000
2M5 U0-U2 HP VL blue A	✓	✓		●	1,30	1,40	↔↔↔	6	12	-30	110	MF	2000
2M5 U0-U2 HP PN blue A	✓	✓		●	1,60	1,50	↔↔↔	6	12	-30	110	MF	2000
2M5 U2-U2 HP VL blue A	✓	✓		●	1,50	1,70	↔↔	6	12	-30	110	MF	2000
2M5 U0-U8 HP CC blue	✓	✓		●	2,90	2,10	↔↔	6	12	-30	110	HF	600
2M5 U0-U15 HP ST W A	✓	✓		○	3,50	2,70	↔↔	5	10	-30	110	MF	2000
2MT5 U0-U2 N FDA	✓	✓		●	1,80	2,10	↔↔	6	12	-10	60	LF	2000
2MT6 U0-U0 HP	✓	✓		●	1,50	1,40	↔↔↔	6	12	-30	100	LF	2000
2M8 U0-U0	✓	✓		○	1,30	1,40	↔↔↔	8	16	-20	100	LF	2000
2M8 U0-U0 SP	✓	✓		○	1,30	1,10	↔↔↔	8	16	-20	100	LF	3000
2M8 U0-U0 GR	✓	✓		●	1,30	1,40	↔↔↔	8	16	-20	100	LF	2000
2M8 U0-U0 GR SP	✓	✓		●	1,30	1,10	↔↔↔	8	16	-20	100	LF	3000
2T8 U0-U0	✓	✓		○	1,30	1,40	↔↔↔	8	16	-20	100	LF	3000
2M8 U0-U2	✓	✓		●	1,40	1,60	↔↔↔	8	16	-20	100	LF	2000
2M8 U0-U2 SP	✓	✓		●	1,50	1,60	↔↔↔	8	16	-20	100	LF	3500
2M8 U0-U2 W A SP	✓	✓		○	1,50	1,50	↔↔↔	8	16	-20	100	LF	3500
2M8 U0-U2 N HC	✓	✓		●	1,60	1,60	↔↔↔	8	16	-20	100	LF	2000
2M8 U0-U2 N SP	✓	✓		●	1,40	1,40	↔↔↔	8	16	-20	100	LF	3500
2M8 U0-U5 TR	✓	✓		○	1,70	2,00	↔↔	8	16	-20	100	LF	2000
2T12 U0-U2 W SP	✓	✓		○	1,60	1,80	↔↔	12	24	-20	100	LF	3000
2T12 U0-U2 HP VL W A	✓	✓		○	1,60	1,70	↔↔	12	24	-30	110	MF	2000
2M12 U0-U3 R A	✓	✓		○	1,70	1,80	↔↔	12	24	-20	100	LF	2000
2M12 U0-U3 R W A	✓	✓		○	1,70	1,80	↔↔	12	24	-20	100	LF	2000
2M12 U0-U3 R N A	✓	✓		●	1,70	1,80	↔↔	12	24	-20	100	LF	2000
2M12 U0-V-U5	✓	✓	✓	●	2,00	2,50	↔↔	12	24	-10	60	LF	3000
2M12 U0-V-U5 SP	✓	✓	✓	●	2,10	2,50	↔↔	12	24	-10	60	LF	3000
2M12 U0-U10 W A	✓	✓		○	2,40	2,70	↔↔	12	24	-20	100	LF	2000
2M12 V5-V-U10 W	✓	✓		○	3,50	4,00	↔↔	12	24	-10	60	LF	2000
2M12 U0-U15 LT W A	✓	✓	✓	○	6,00	3,50	↔↔	12	24	-20	100	MF	500
2M12 U0-U17	✓	✓	✓	●	3,40	3,80	↔↔	12	24	-20	100	LF	2000
3M8 U0-U3	✓	✓		●	2,20	2,40	↔↔	10	20	-20	100	LF	2000
3M8 U0-U5 HP blue A	✓	✓		●	2,30	2,40	↔↔	10	20	-30	110	MF	2000
3M18 U0-V-U10	✓	✓	✓	●	3,70	4,40	↔↔	18	36	-10	60	LF	2000
3M18 U0-V-U10 SP	✓	✓	✓	●	3,70	4,40	↔↔	18	36	-10	60	LF	3000
3M18 U0-V-U30 blue	✓	✓		●	6,00	7,00	↔↔	15	30	-10	60	MF	2000
PB													
PB-215		✓		●	2,15	2,20	↔↔	20	20	-30	110	MF	2100
PB-265		✓		●	2,65	2,90	↔↔	20	20	-30	110	MF	2100
PB-330		✓		●	2,30	2,70	↔↔	10	16	-10	80	LF	3400
PB-365		✓		●	2,60	3,00	↔↔	10	20	-10	80	LF	3400

Legenda značení pásů

10



Typ tkaniny	
M	Příčně tuhá
T	Flexibilní
MT	Kombinovaná
FG	Skleněné vlákno
P	Polyamid

Krycí vrstva strany	
U	Polyuretan
V	Polyvinylchlorid
G	Guma
S	Silikon

Další vlastnosti	
A	Antistatický
FR	Samozhášecí přísada (dle DIN 22103-ISO 340)
MF	Samoregenerační guma
R	Vysoce příčně stabilní
S	Měkký PUR (70 °ShA)
SP	Pás z polyuretanu, výrobní šíře 3000 až 3500 mm
N	Černá barva
TR	Transparentní
W	Bílá barva
Blue	Modrá barva
GR	Šedá barva
HC	Elektrostaticky vodivý
AGR	Lepší odolnost proti nízkým teplotám
HP	Nánosy HP - polyuretanových pásů odpovídají HACCP konceptu v souvislosti se zamezením růstu bakterií a zlepšení odolnosti proti působení potravinářských olejů. Vysoká odolnost proti hydrolýze činí pásy odolnými proti vodním páram, nebo též parnímu tlaku, vznikajícímu při mechanickém čištění.
VL	Sametový povrch
D	Nelepivý povrch
LF	Povrch s nízkým koeficientem tření
SM	Super matný povrch
HS	Vysokovýkonnostní guma
Z	Základní řada



PŘÍLOHA Č. 7

Horní rám pásového dopravníku

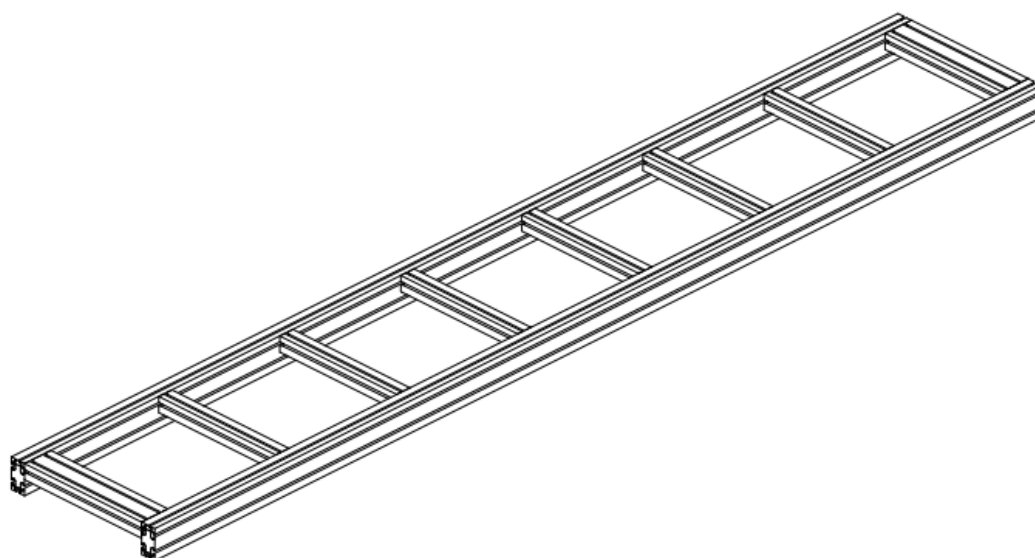
Přehled projektu

Název projektu: Horni_ram

Číslo projektu: 1 aa606c09744ec204c32c5a46ccffb1a7



[24_ws?1aa606c09744ec204c32c5a46ccffb1a7](https://www.item.sk/24_ws?1aa606c09744ec204c32c5a46ccffb1a7)



Kusovník

položka	označení výrobku	Č. výrobku	Počet
1	Profile 8 40x40 light, natural, délka: 355mm	0.0.026.33	6
2	Profile 8 80x40 light, natural, délka: 355mm	0.0.026.34	2
3	Profile 8 80x40 light, natural, délka: 2690mm	0.0.026.34	2
4	Automatic-Fastening Set 8, bright zinc-plated	0.0.388.08	32

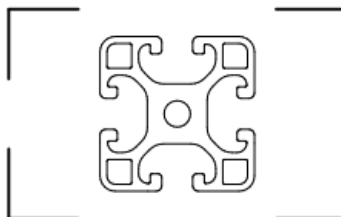
spojovací technika (celkově)



Neobrobené profily

6x

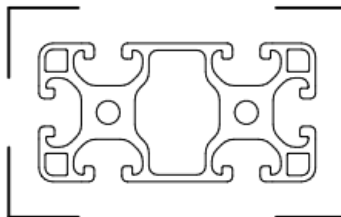
Díl 1, Profile 8 40x40 light, natural
 Č. výrobku: 0.0.026.33
 délka: 355mm, Neobrobené



[i24_ws71aa606c09744ec204c32c5a46ccffb1a7.1](#)

2x

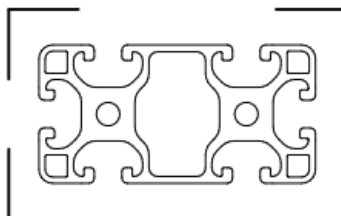
Díl 2, Profile 8 80x40 light, natural
 Č. výrobku: 0.0.026.34
 délka: 355mm, Neobrobené



[i24_ws71aa606c09744ec204c32c5a46ccffb1a7.2](#)

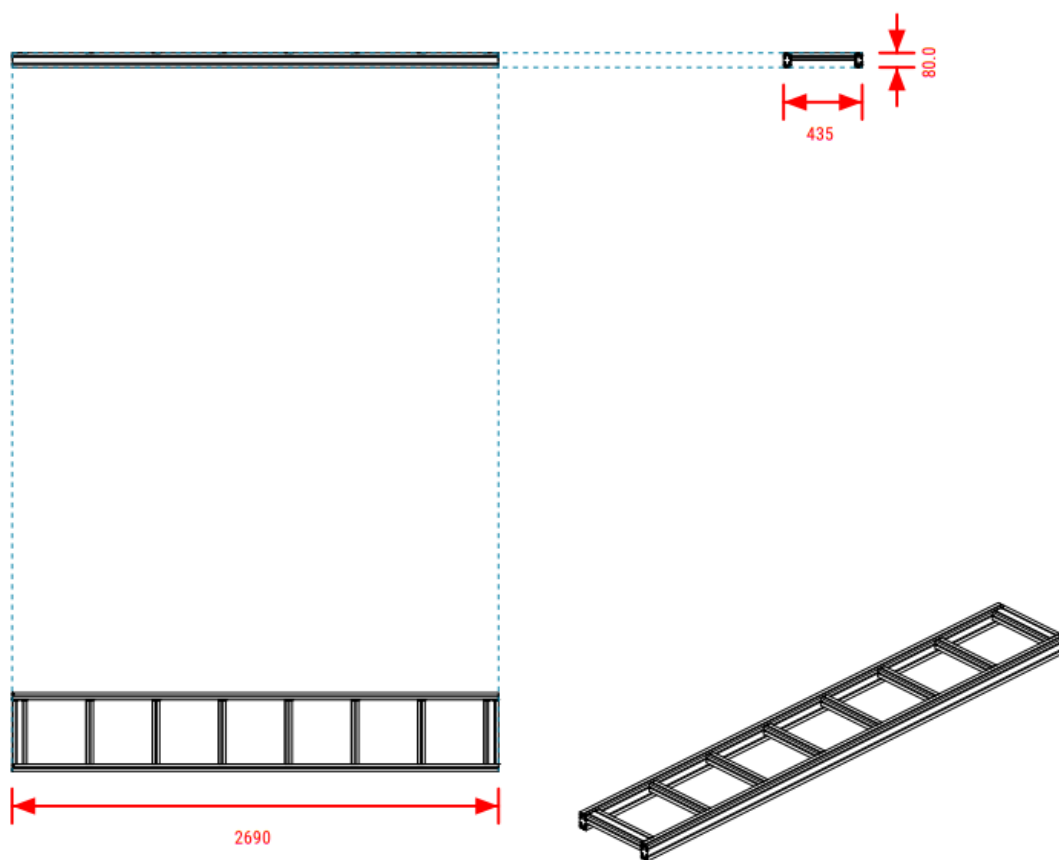
2x

Díl 3, Profile 8 80x40 light, natural
 Č. výrobku: 0.0.026.34
 délka: 2690mm, Neobrobené

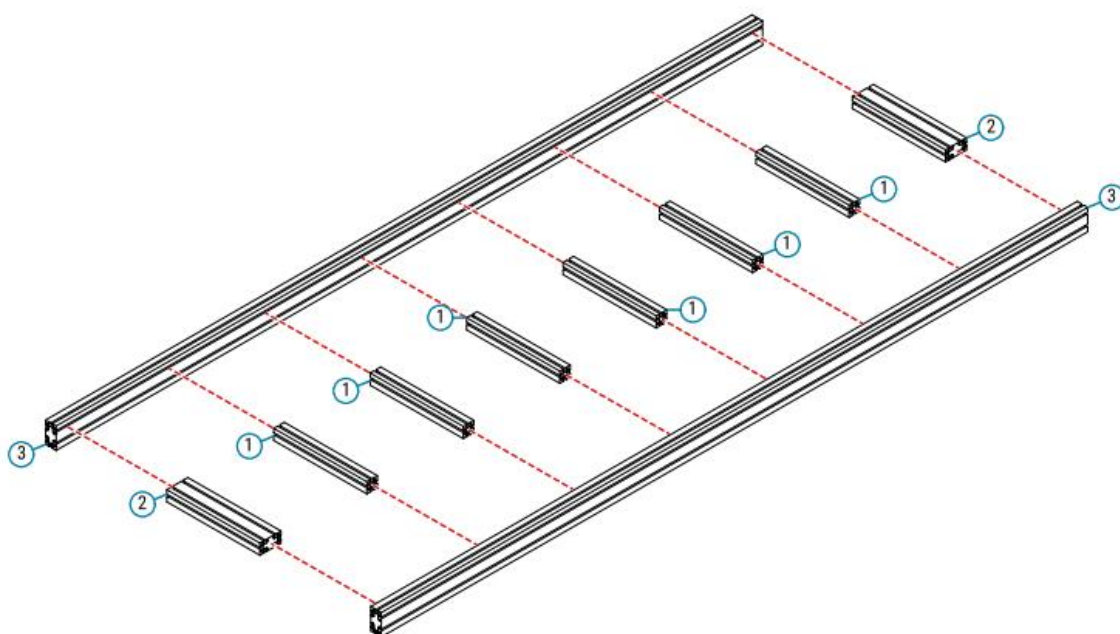


[i24_ws71aa606c09744ec204c32c5a46ccffb1a7.3](#)

Projekce na tři tabule



Zobrazení dílů v rozloženém stavu



PŘÍLOHA Č. 8

Spodní rám pásového dopravníku

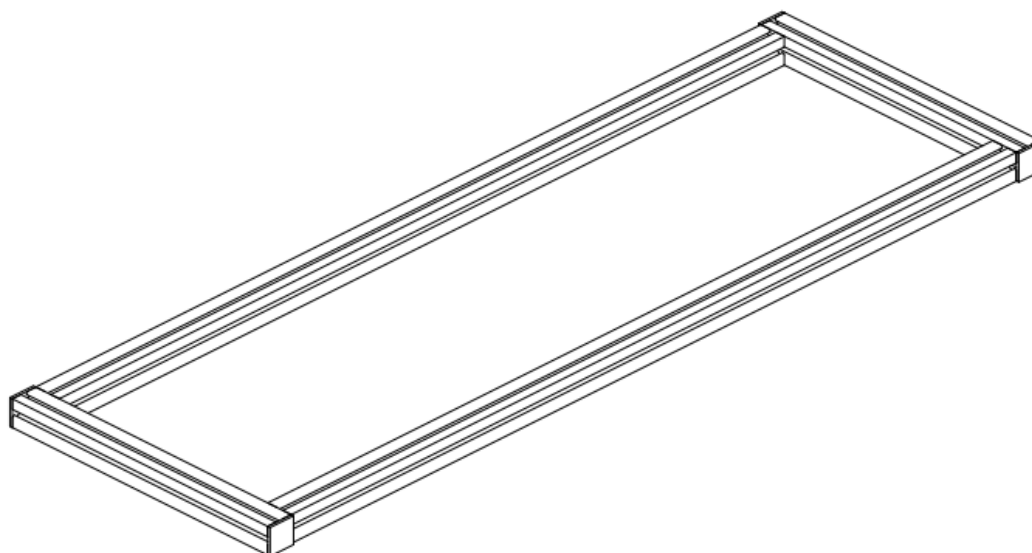
Přehled projektu

Název projektu: Spodni_ram

Číslo projektu: 1aa62ad03997ec0ba21a5bfa4cd2946d5



i24.ws?1aa62ad03997ec0ba21a5bfa4cd2946d5



Kusovník

položka	označení výrobku	Č. výrobku	Počet
1	Profile 8 40x40 light, natural, délka: 435mm	0.0.026.33	2
2	Profile 8 40x40 light, natural, délka: 1235mm	0.0.026.33	2
3	Cap 8 40x40, black	0.0.026.01	4
4	Automatic-Fastening Set 8, bright zinc-plated	0.0.388.08	8

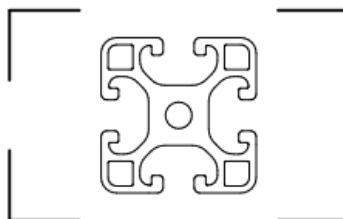
spojovací technika (celkově)



Neobrobené profily

2x

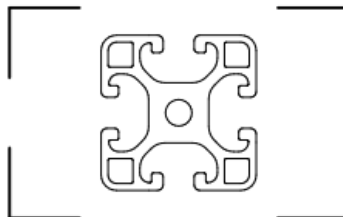
Díl 1, Profile 8 40x40 light, natural
 Č. výrobku: 0.0.026.33
 délka: 435mm, Neobrobené



[124_ws?1aa62ad03997ec0ba21a5bfa4cd2946d5_1](#)

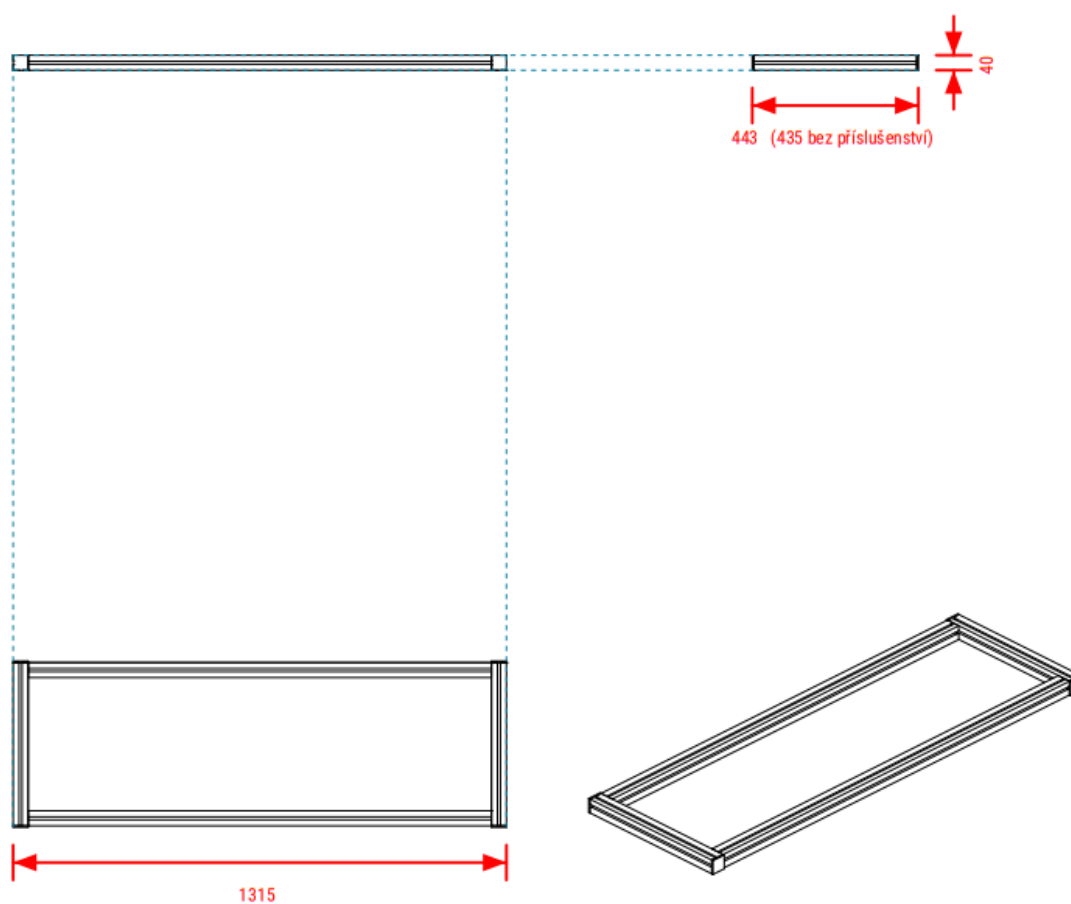
2x

Díl 2, Profile 8 40x40 light, natural
 Č. výrobku: 0.0.026.33
 délka: 1235mm, Neobrobené

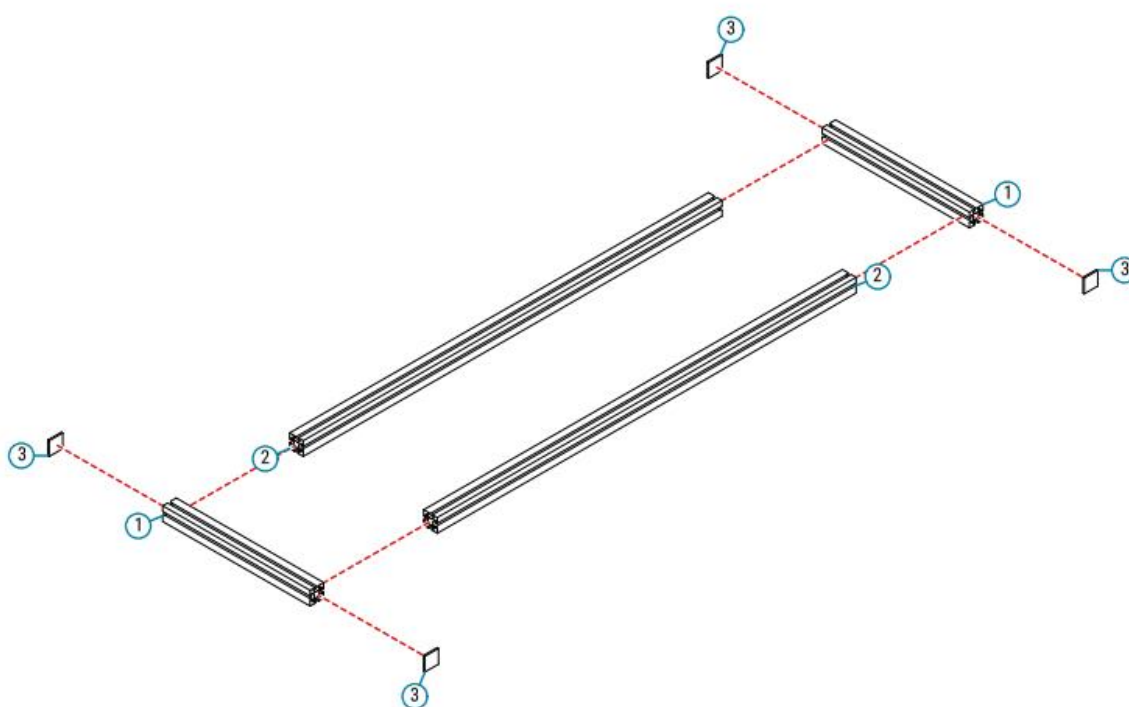


[124_ws?1aa62ad03997ec0ba21a5bfa4cd2946d5_2](#)

Projekce na tři tabule



Zobrazení dílů v rozloženém stavu



PŘÍLOHA Č. 9

Integrovaná značkovácí laserová hlava

IPG Photonics Laser Marking Modules



IR Integrated Marker

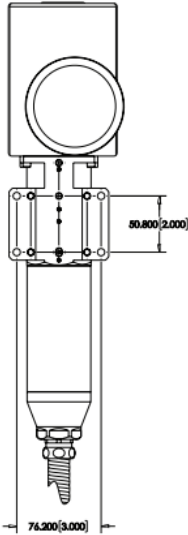
- Complete module for marking integrators and OEMs
- Compact and sealed package
- Available with industry standard XY2-100 interface
- Versatile marking software with optional IPG scan controllers
- Pre-calibrated scan field
- Ethernet communication



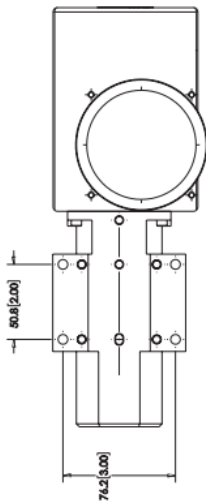
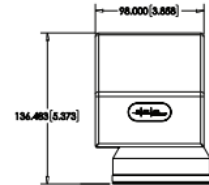
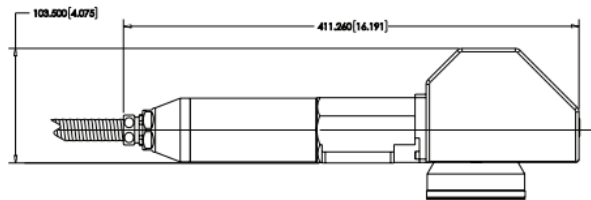
 Specifications		 Configuration Example	
Laser			
Average Power (W)	20 30 50 100	Lens Focal Length (mm)	163
Max Pulse Energy (mJ)	1.0	Field Size (mm ²)	110 x 110
Wavelength (nm)	1064	Working Distance (mm)	254
Pulse Duration (ns)	100	Spot Size (µm)	~ 30
Pulse Repetition Rate (kHz)	2-200	AVAILABLE ACCESSORIES	
Scan Head			
Tracking Delay (ms)	0.1	Remote Automation License Upgrade To be used when external communication is need	P40-020451
Repeatability (rms)	<5 µrad	Motion and I/O License Upgrade Needed for direct control of external Z axis and simple I/O automation	CEMISCX0000014PX
Mirror Clear Aperture (mm)	12	External Motion Interface Board Electrical interface for 5V motion controllers	P30-003779
Focal Length Option (mm)	100 163 254 330 420	24V Robot Interface Board Electrical Interface for 24 devices (robot, PLCs)	P30-003943
Mounting Configurations	Horizontal Vertical		
Other Parameters			
Control	IPG Controller, XY2-100		
Weight (lbs)	9 (Process Head)		



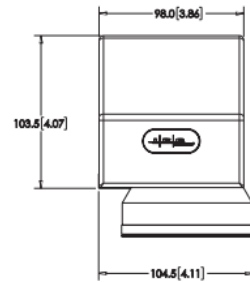
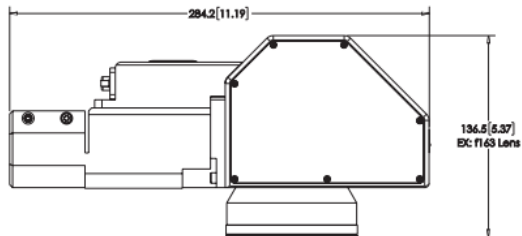
Outline Drawings

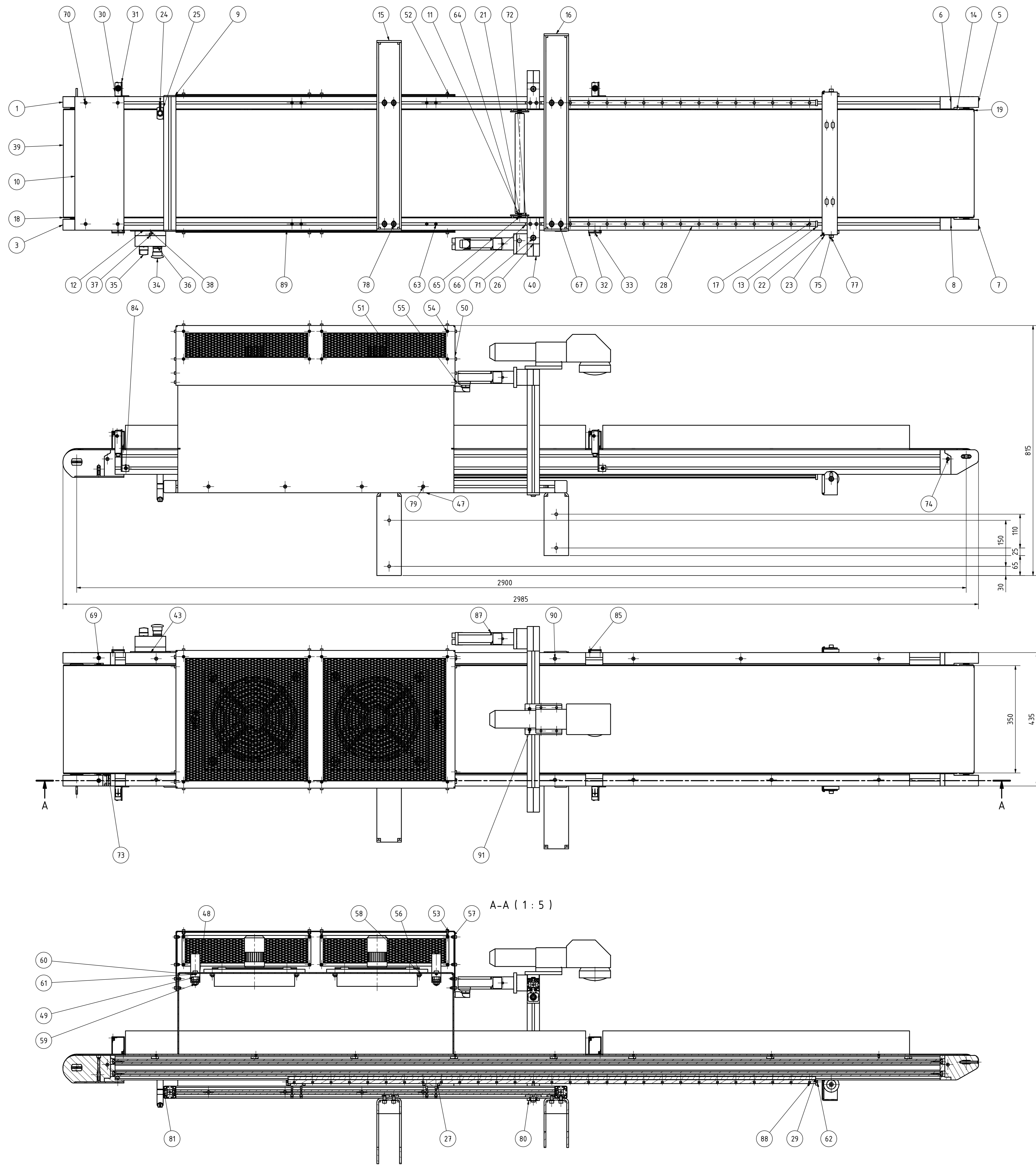


IR Integrated Marker Head

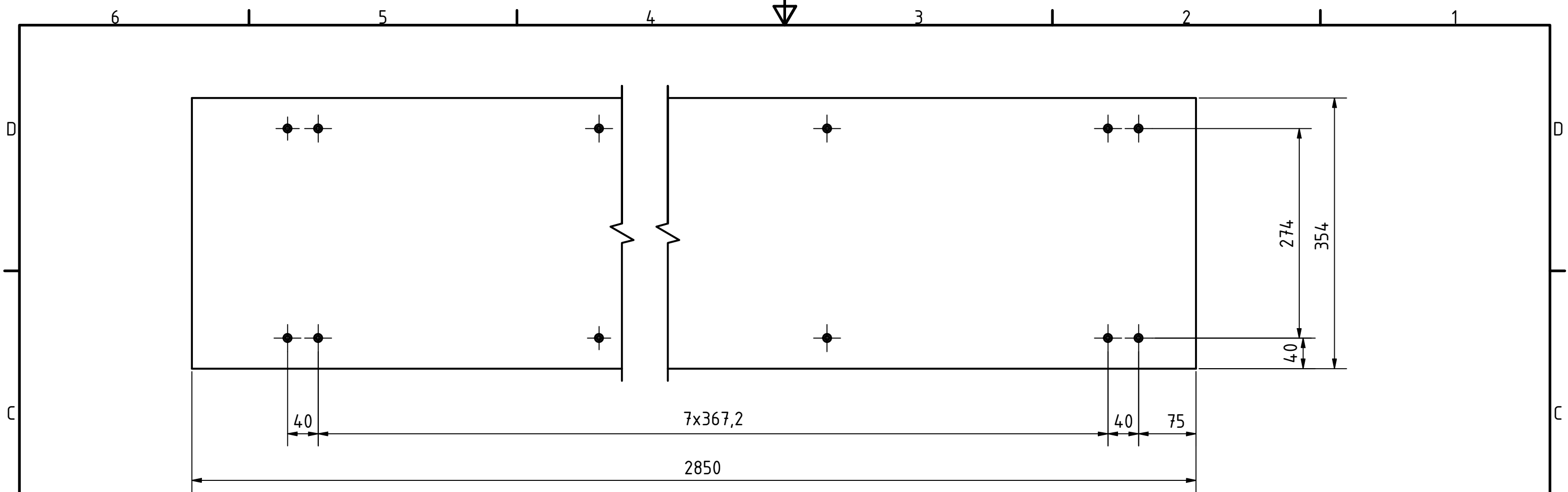


Collimator Input Head

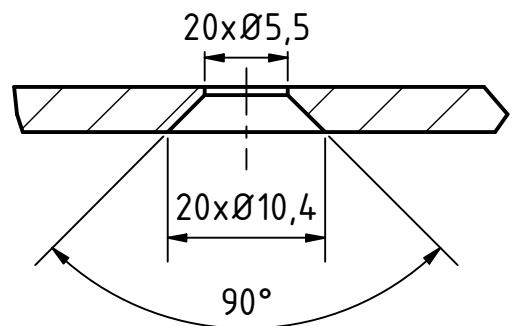




POZICE	KS	KUSOVNÍK NÁZEV SOUČÁSTI	HMOTNOST
91	8	ISO 10642 - M4x16	2 g
90	10	ISO 10642 - M5x8	2 g
89	8	ISO 7091 - ST 5 - 100 HV	1 g
88	58	DIN 912 - M4 x 12	2 g
87	4	DIN 912 - M3 x 10	1 g
86	4	ISO 10642 - M3x10	1 g
85	4	ISO 4032 - M3(4)	1 g
84	2	ISO 10642 - M4x12	1 g
83	6	ISO 10642 - M4x20	2 g
82	1	DIN 912 - M8 x 12	12 g
81	2	DIN 912 - M5 x 25	6 g
80	37	ISO 10642 - M5x12	2 g
79	12	ISO 10642 - M5x25	4 g
78	8	DIN 912 - M8 x 16	13 g
77	2	DIN 912 - M8 x 50	27 g
76	2	ISO 4032 - M8(4)	6 g
75	10	ISO 7091 - ST 8 - 100 HV	2 g
74	4	ISO 10642 - M5x40	7 g
73	4	ISO 4032 - M5(4)	1 g
72	4	DIN 7991 - M5x20	4 g
71	10	SF7 x 25	2 g
70	6	ISO 10642 - M5x20	4 g
69	2	AS 1427 - M6 x 75(1)	17 g
68	2	IFI 513 - M6x1 x 60	14 g
67	9	Matice M8 s drážkou T	1 g
66	64	Matice M5 s drážkou T	11 g
65	2	ISO 4035 - M6(4)	2 g
64	2	ISO 7091 - ST 6 - 100 HV	1 g
63	8	DIN 912 - M5 x 35	7 g
62	4	DIN 912 - M4 x 10	2 g
61	4	ISO 4032 - M4(4)	1 g
60	4	ISO 10642 - M4x12	1 g
59	4	ISO 4035 - M12(4)	9 g
58	8	ISO 4032 - M8(4)	6 g
57	36	ISO 4032 - M5(4)	1 g
56	8	DIN 912 - M8 x 16	13 g
55	8	DIN 912 - M5 x 16	4 g
54	32	DIN 912 - M5 x 12	4 g
53	2	Plech se sítí 420x420	33 g
52	6	Plech se sítí 420x100	20 g
51	2	Ventilátor Sodeca HC-25-2T/H	5000 g
50	1	Horní plech chladičích zařízení	2234 g
49	2	Infračervený teploměr Optris CS LT	58 g
48	2	Držák pro infračervený teploměr	15 g
47	1	Spodní plech chladičích zařízení	8610 g
46	2	Boční vedení	1224 g
45	2	Úhelník	119 g
44	1	IR laserová hlava	4082 g
43	2	Boční vedení 2	1835 g
42	2	Rám pro uchycení lineárního vedení pro laserovou hlavu	609 g
41	1	Plech na uchycení laserové hlavy	928 g
40	1	Lineární vedení pro laserovou hlavu	8402 g
39	1	Polyuretanový pás 1M6 UO-US FL	2110 g
38	1	Plech na uchycení krabičky	54 g
37	1	Krabička část 2	281 g
36	1	Krabička část 1	364 g
35	1	Otočný ovladač XB4	516 g
34	1	Nouzové tlačítko Schneider Electric	73 g
33	2	Držák pro odrazku	29 g
32	2	Odrazka TKS 40x60P	40 g
31	2	Držák pro optickou závoru	48 g
30	2	Reflexní optická závoru PRK46C/4X-M12	60 g
29	2	Drážkový profil 8 Al M4-60	1015 g
28	2	Profilová tyč kuličkového vedení PS 4-15	2236 g
27	4	Vozík kuličkového vedení PS 4-15	140 g
26	3	Podpěra pro laser	62 g
25	1	Podložka pro zajišťovací kolík s páčkou	2 g
24	1	Zajišťovací kolík s páčkou	170 g
23	1	Plech pro kladku	1011 g
22	2	Kladka	95 g
21	1	Podpěrný buben Interroll CR 1200	1070 g
20	1	Vodící buben Interroll CR 1200	970 g
19	1	Vratný buben Interroll CR 1200	1235 g
18	1	Bubnový elektropohon DL 84	12120 g
17	59	Krytky	1 g
16	1	Konzole 2	8565 g
15	1	Konzole 1	9108 g
14	1	Kluzná deska	24191 g
13	4	Zarážka	13 g
12	1	Horní rám	29099 g
11	2	Plech pro podpěrný válec	11 g
10	1	Kryt pásu	750 g
9	1	Spodní rám	4885 g
8	1	Držák vratného bubnu s napínacím zařízením pravý - část 2	63 g
7	1	Držák vratného bubnu s napínacím zařízením pravý - část 1	627 g
6	1	Držák vratného bubnu s napínacím zařízením levý - část 2	169 g
5	1	Držák vratného bubnu s napínacím zařízením levý - část 1	627 g
4	1	Držák bubnového motoru a vodícího bubnu levý - část 2	205 g
3	1	Držák bubnového motoru a vodícího bubnu levý - část 1	1046 g
2	1	Držák bubnového motoru a vodícího bubnu pravý - část 2	205 g
1	1	Držák bubnového motoru a vodícího bubnu pravý - část 1	1046 g



A (2 : 1)



Textura povrchu 	Hrany ISO 13715 	Měřítko 1:5	Přesnost ISO 2768 - mK
		Hmotnost (kg) 24,191	Tolerování ISO 8015
Materiál - Polotovar 11 500.0		Promítání 	
		Formát A4	
	Kreslil POMAHAČ	Název KLUZNÁ DESKA	
	Datum 14.07.2020		
KKS KATEDRA KONSTRUOVÁNÍ STROJŮ	Schválil	Číslo dokumentu DP-02	
	Datum		
		Druh dokumentu VÝROBNÍ VÝKRES	