

Studijní program: Strojní inženýrství

Číslo studijního programu: B0715A270013

Studijní specializace: Konstruování strojů a technických zařízení

VYVÁŽECÍ DOPRAVNÍK PRO MALÉ DÍLY

Bakalářská práce

Autor práce: Jan Hrubý

Vedoucí práce: prof. Ing. Stanislav Hosnedl, CSc.

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

Fakulta strojní

Akademický rok: 2023/2024

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení:	Jan HRUBÝ
Osobní číslo:	S22B0320P
Studijní program:	B0715A270013 Strojní inženýrství
Specializace:	Konstruování strojů a technických zařízení
Téma práce:	Vyvážecí dopravník pro malé díly
Zadávací katedra:	Katedra konstruování strojů

Zásady pro vypracování

Základní požadavky:

Navrhněte dopravník na malé díly, který bude součástí vstřikovacího lisu firmy ENGEL a umožní zákazníkům další manipulaci s produkovanými výlisky. Při návrhu musí být zohledněn požadavek na bezpečný a bezproblémový transport malých dílů.

Základní technické údaje:

Technické parametry jsou uvedeny v příloze zadání.

Osnova práce:

1. Vyjasnění a upřesnění zadání, průzkum stavu techniky, specifikace požadavků.
2. Návrh koncepčních konstrukčních alternativ řešení.
3. Hodnocení alternativ a výběr sub-optimální alternativy.
4. Stavební konstrukční návrh.
5. Komplexní hodnocení základních vlastností, závěr.

Konzultant: Ing. Petr Skřivánek – ENGEL strojírenská spol. s r.o.

Rozsah bakalářské práce: **30-40 stran**
Rozsah grafických prací: **podle potřeby**
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam doporučené literatury:

- [1] HOSNEDL, Stanislav a KRÁTKÝ, Jaroslav. *Příručka strojního inženýra: obecné strojní části*. Praha: Computer Press, 1999. ISBN 80-7226-055-3
- [2] HOSNEDL, Stanislav. *Systémové navrhování technických produktů*. Plzeň, ZČU, FST, KKS. 2012, 208 s. ISBN 978-80-261-0125-3 (el). Přílohy: *Case Examples pro BP*. Plzeň, ZČU, FST, KKS. Courseware. 2022 (el).
- [3] Podkladové materiály, výkresy, prospekty, katalogy, atp. poskytnuté zadavatelem a/nebo vedoucím práce.

Vedoucí bakalářské práce: **Prof. Ing. Stanislav Hosnedl, CSc.**
Katedra konstruování strojů

Datum zadání bakalářské práce: **16. října 2023**
Termín odevzdání bakalářské práce: **24. května 2024**

L.S.

Doc. Ing. Vladimír Duchek, Ph.D.
děkan

Ing. Zdeněk Chval, Ph.D.
vedoucí katedry

Prohlášení o autorství

Předkládám tímto k posouzení a obhajobě bakalářskou práci zpracovanou na závěr studia na Fakultě strojní Západočeské univerzity v Plzni. Byl/a jsem seznámen/a s tím, že na mou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval/a samostatně, s použitím odborné literatury a pramenů uvedených v Seznamu použitých zdrojů, který je součástí této práce a na základě konzultací s vedoucím práce a konzultantem.

Současně čestně prohlašuji, že tištěná verze práce se shoduje s elektronickou verzí, vloženou do IS STAG.

V Plzni dne:

podpis autora

Poděkování

Chtěl bych poděkovat mému vedoucímu bakalářské práce, panu prof. Ing. Stanislavu Hosnedlovi, CSc., a svému konzultantovi z firmy ENGEL strojírenská spol. s r.o., panu Ing. Petru Skřivánkovi, za uvedení do problematiky tématu bakalářské práce a jejich cenné zkušenosti, které mi byly inspirací. Taktéž oběma děkuji za věcné připomínky v celém rozsahu práce.

Dále bych chtěl poděkovat celé mé rodině, přítelkyni a kamarádům za podporu po celou dobu studia.

ANOTAČNÍ LIST BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

AUTOR	Příjmení Hrubý	Jméno Jan	
STUDIJNÍ PROGRAM	B0715A270013 Strojní inženýrství		
VEDOUcí PRÁCE	Příjmení (včetně titulů) prof. Ing. Hosnedl, CSc.	Jméno Stanislav	
PRACOVISŤE	ZČU - FST – KKS		
DRUH PRÁCE	DIPLOMOVÁ	BAKALÁŘSKÁ	Nehodící se škrtněte
NÁZEV PRÁCE	Vyvážecí dopravník pro malé díly		

FAKULTA	strojní	KATEDRA	KKS	ROK ODEVZD.	2024
----------------	---------	----------------	-----	--------------------	------

POČET STRAN (A4 a ekvivalentů A4)

CELKEM	56	TEXTOVÁ ČÁST	50	GRAFICKÁ ČÁST	6
---------------	----	---------------------	----	----------------------	---

<p>STRUČNÝ POPIS (MAX 10 ŘÁDEK)</p> <p>ZAMĚŘENÍ, TÉMA, CÍL POZNATKY A PŘÍNOSY</p>	<p>Bakalářská práce obsahuje konstrukční návrh vyvážecího dopravníku pro malé díly. Návrh je ve třech alternativách, ze kterých je pomocí metody EDMS navržena suboptimální alternativa, zkonstruována pomocí CAD softwaru Inventor 2024. Konstrukční návrh je podložen výpočty hlavních součástí. Závěr práce obsahuje výkresovou dokumentaci, shrnutí a vyhodnocení.</p>
<p>KLÍČOVÁ SLOVA</p> <p>ZPRAVIDLA JEDNOSLOVNÉ POJMY, KTERÉ VYSTIHUJÍ PODSTATU PRÁCE</p>	<p>Dopravník, specifikace požadavků, přeprava materiálu, konstrukce</p>

SUMMARY OF BACHELOR SHEET

AUTHOR	Surname Hrubý	Name Jan	
STUDY PROGRAMME	B0715A270013 Mechanical Engineering		
SUPERVISOR	Surname (Inclusive of Degrees) prof. Ing. Hosnedl, CSc.	Name Stanislav	
INSTITUTION	ZČU - FST - KKS		
TYPE OF WORK	DIPLOMA	BACHELOR	Delete when not applicable
TITLE OF THE WORK	Outfeed conveyor for small parts		

FACULTY	Mechanical Engineering	DEPARTMENT	KKS	SUBMITTED IN	2024
----------------	------------------------	-------------------	-----	---------------------	------

NUMBER OF PAGES (A4 and eq. A4)

TOTALLY	56	TEXT PART	50	GRAPHICAL PART	6
----------------	----	------------------	----	-----------------------	---

BRIEF DESCRIPTION TOPIC, GOAL, RESULTS AND CONTRIBUTIONS	The bachelor's thesis contains a structural design of an export conveyor for small parts. The design consists of three alternatives, from which a sub-optimal alternative is selected using the EDMS method and constructed using the CAD software Inventor Professional 2024. The structural design is based on the main component. The conclusion of the work includes drawing documentation, a summary, and an evaluation.
KEY WORDS	Conveyor, requirements specification, material transport, construction

Obsah

1	Úvod.....	11
1.1	Firma ENGEL strojírenská spol. s r.o.	11
1.2	Proces vstřikování plastů	12
1.3	Upřesnění zadání	13
1.4	Vyjasnění problému	13
1.5	Průzkum stavu techniky dopravníků.....	14
1.6	Suboptimální typ dopravníku.....	16
1.7	Konkurenční pásové dopravníky.....	18
2	Inženýrsko – manažerská specifikace požadavků.....	21
2.1	Specifikace požadavků na navrhovaný TS.....	21
2.2	Specifikace požadavků na řešení projektu.....	26
3	Technický transformační proces (TTrfP) provozu TS	27
3.1	Černá skříňka technického transformačního procesu (TTrfP) provozu	27
3.2	Technologie technického transformačního procesu provozu	27
3.3	Koncepční konstrukční návrh orgánové struktury TS	28
4	Konstrukční návrh stavební struktury TS.....	33
4.1	Celkový návrh stavební struktury TS.....	33
4.2	Dílní části stavební struktury	35
5	Shrnutí a další výhled.....	47
6	Reference.....	48

Seznam obrázků

Obrázek 1 - ENGEL strojírenská spol. s r.o., závod v Kaplici [15].....	11
Obrázek 2 - Schéma vstřikolisu [2].....	12
Obrázek 3 - Šnekový dopravník.....	14
Obrázek 4 - Schéma šnekového dopravníku.....	14
Obrázek 5 - Vibrační dopravník [18].....	15
Obrázek 6 - Pásový dopravník lomený [19].....	16
Obrázek 7 - Schéma dopravník přímý [21].....	17
Obrázek 8 - Dopravník Crizaf [5].....	18
Obrázek 9 - Dopravník JVMetal [6].....	18
Obrázek 10 - Dopravník Interroll [7].....	19
Obrázek 11 - Dopravník Schuma [8].....	19
Obrázek 12 - Dopravník MB Conveyor [9].....	20
Obrázek 13 - Specifikace požadavků 1.....	21
Obrázek 14 - Specifikace požadavků 2.....	22
Obrázek 15 - Specifikace požadavků 3.....	23
Obrázek 16 - Specifikace požadavků 4.....	24
Obrázek 17 - Specifikace požadavků 5.....	25
Obrázek 18 - Časový plán.....	26
Obrázek 19 - Černá skříňka technického transformačního procesu [22].....	27
Obrázek 20 - Technologický princip [22].....	27
Obrázek 21 - Konstrukční návrh - alternativa A.....	28
Obrázek 22 - Konstrukční návrh - alternativa B.....	29
Obrázek 23 - Konstrukční návrh - alternativa C.....	29
Obrázek 24 - SWOT kritéria a hodnocení [23].....	30
Obrázek 25 - Hodnocení potenciálu konkurenceschopnosti navržených alternativ [23].....	30
Obrázek 26 - Vlastnosti pro předpokládané stavební struktury.....	31
Obrázek 27 - Definitivní stavební struktura.....	33
Obrázek 28 - Nosná konstrukce.....	33
Obrázek 29 - Napínání dopravního pásu.....	34

Obrázek 30 - Mantinely dopravníku.....	34
Obrázek 31 - Nosná konstrukce	35
Obrázek 32 - Osová síla ve šroubu	35
Obrázek 33 - Schéma - třecí síly teleskopického výsuvu	35
Obrázek 34 - Dopravní pás.....	38
Obrázek 35 - Schéma - osová vzdálenost.....	38
Obrázek 36 - Schéma - délka dopravního pásu.....	39
Obrázek 37 - Hnací buben Interroll [7]	42
Obrázek 38 - Hnací buben - uchycení	42
Obrázek 39 - Koeficient tření [11].....	44
Obrázek 40 - SWot hodnocení definitivní stavební struktury navrhovaného TS [23]	46

Přehled použitých zkratk a symbolů

ČSN	Česká technická norma
EDSM	Teorie technických systémů
EN	Evropská norma
FST	Fakulta strojní
ISO	mezinárodní norma
kg	kilogram
KKS	katedra konstruování strojů
m	metr
m/min	metr za minutu
m/s	metr za sekundu
m/s ²	metr za sekundu na druhou
mm	milimetr
N	newton
Nm	newton metr
PVC	polyvinylchlorid
SW	software
SWot	Silné a slabé stránky
TS	technický systém
W	watt
ZČU	Západočeská univerzita
°	stupeň

1 Úvod

1.1 Firma ENGEL strojírenská spol. s r.o.

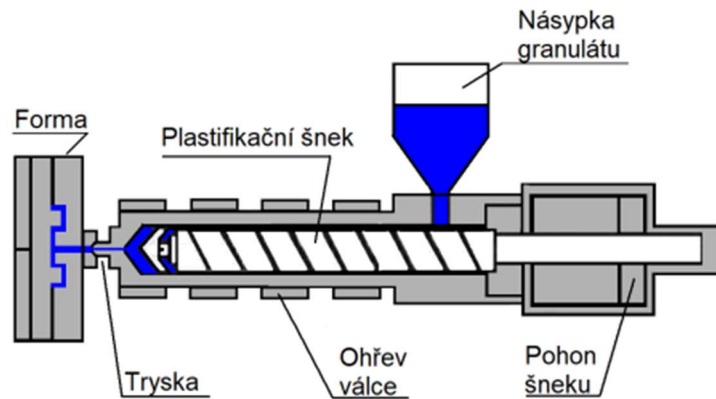
Společnost ENGEL strojírenská spol. s r.o. je zadavatelem této bakalářské práce. Jedná se o mezinárodní korporaci s pobočkami po celém světě. Tato firma je světový lídr v oblasti vstřikování plastů. Nabízí osvědčené a inovativní vstřikovací stroje hydraulické, plně elektrické, horizontální nebo vertikální. Vstřikovací stroje ENGEL se používají v odvětvích automobilového průmyslu, obalů, spotřební elektroniky, zdravotnické techniky a technického vstřikování. Firma vyrábí i podpůrná zařízení, která jsou potřeba při výrobě plastů. Mezi nimi i dopravníky, které se zhotovují v české pobočce v Kaplici. [1]



Obrázek 1 - ENGEL strojírenská spol. s r.o., závod v Kaplici [15]

1.2 Proces vstřikování plastů

Při výrobě touto technologií se surovina – plastový granulát plní do násypky vstřikovacího lisu, ze které se sype do komory, kde je plastifikačním šnekem tlačena do válce, ve kterém se ohřívá a ve formě taveniny vstupuje do trysky, kterou je vstřikována do formy. Po vychlazení se forma otvírá, výrobek se vyjímá z formy a pokládá na dopravník k obsluze stroje. Celý cyklus se opakuje stále dokola. [2]



Obrázek 2 - Schéma vstřikolisu [2]

Vstřikovací formy svou velikostí a počtem otisků (počet dílů, které vypadávají při jednom zdvihu formy) odpovídají požadavkům na budoucí výrobek a na požadovanou kapacitu výroby. Zvyšováním počtu otisků roste kapacita výroby a klesá cena výrobku, je však nákladnější výroba formy. Tato technologie je nejvíce rozšířenou pro zpracování plastů, vyžaduje však velké série výrobků (řádově desítky tisíc). Jen při takových sériích je možné vyšší náklady na výrobu formy rozpočítat do jednotlivých výrobků. Vstřikování je možné zpracovat většinu běžných plastů. [2]

1.3 Upřesnění zadání

Účelem zadaného technického produktu je transport vylisků od vstřikolisu, odkud vylisky budou dopravníkem transportovány do boxu pro následný efektivnější další transport např. do skladu. Jeho obecný název je tedy:

VYVÁŽECÍ DOPRAVNÍK PRO MALÉ DÍLY

V současné době firma ENGEL strojírenská spol. s r.o. zajišťuje transport vylisků pásovými lomenými dopravníky. Cílem této bakalářské práce je navrhnout dopravník pro ekonomicky výhodnější transport vylisků. Dalším požadavkem je snadná obsluha, provoz, údržba a servis dopravníku.

1.4 Vyjasnění problému

Dopravník bude součástí vstřikolisu IMM_VC_120. Bude pracovat v zastřešené výrobní hale a nebude vystavován nepříznivým povětrnostním podmínkám (déšť, vítr, vysoké změny teplot okolí), tudíž bude konstruován na provoz v suchém prostředí a stálé teplotě 20°C.

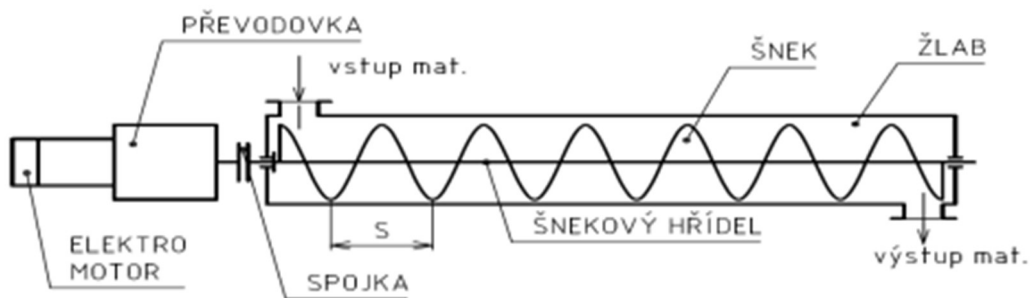
Koncepce dopravníku musí být navržena tak, aby byly splněny požadavky zadavatele. Požadavkem je přímý dopravník, který bude vyvážet vylisky ve tvaru krychle o velikosti hrany 3 mm do výšky cca 1 m od nejnižšího bodu konstrukce vstřikolisu. Hmotnost jednoho vylisku je 0,003 kg. V jedné formě je 80 vylisků. Cyklus vstřikování se opakuje každé 3 s. Požadovaná rychlost dopravního pásu je 4,5 - 5 m/min.

Zadavatelem je požadováno, aby dopravník byl přímý. Konstrukce by měla být v co největší míře navržena sub-dodávajícími součástkami, vyráběné firmou MayTech, se kterou firma ENGEL strojírenská spol. s r.o. spolupracuje. Dopravník musí být konkurenceschopný současnému trhu.

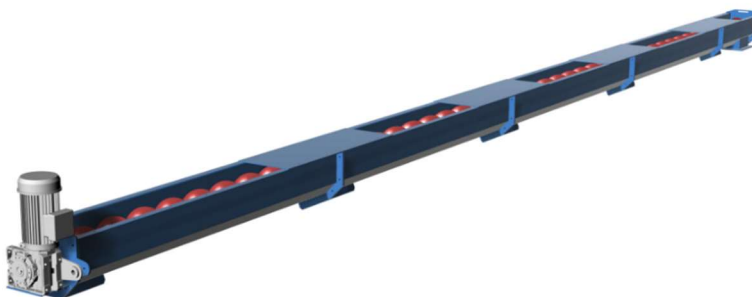
1.5 Průzkum stavu techniky dopravníků

1.5.1 Šnekový dopravník

Šnekové dopravníky patří k nejstarším typům dopravníků a jsou v praxi oblíbené pro jejich jednoduchost. Skládají se ze dvou základních částí. Dopravní žlab je nosným prvkem, obvykle kruhového či U průřezu. Delší dopravníky jsou většinou složeny z více dílů a stěny bývají vyztužené žebrováním. Další částí je šnek, který je hlavním dopravním prvkem dopravníku, a jeho otáčením je materiál posouván ve žlabu. Skládá se ze šnekovice a hřídele, který je spojen se žlabem pomocí ložisek. Šnekovice může být plná, obvodová, kuželová či lopatková. Předpoklad pohybu je fakt, že tření materiálu o žlab je větší než tření materiálu o povrch šneku. Používají se především pro přepravu sypkého materiálu ve vodorovném a šikmém směru. Nehodí se pro lepkavé a abrazivní materiály. Výhodou je možnost použití více násypných a výsypných míst na jednom dopravníku, který tak může přepravovat materiál na více míst. Speciální skupinu šnekových dopravníků tvoří dvoušnekové dopravníky, které lépe promíchávají sypké směsné materiály. [3]



Obrázek 4 - Schéma šnekového dopravníku



Obrázek 3 - Šnekový dopravník

- Výrobce: Segopal Tech s.r.o.
- Minimální nároky na údržbu
- Úsporný a spolehlivý provoz
- Snadné čištění

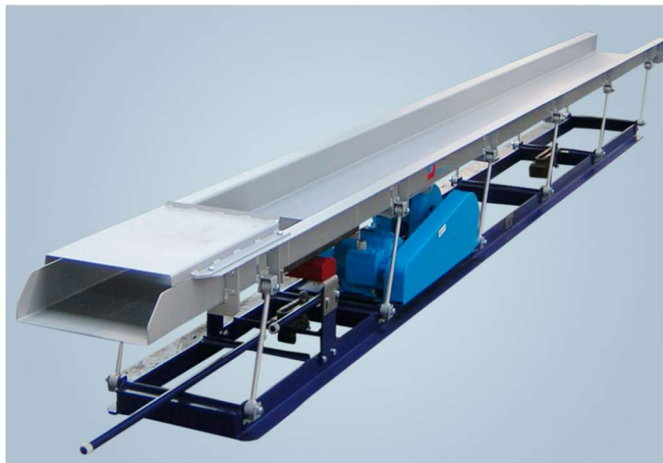
1.5.2 Vibrační dopravník

Vibrační dopravníky jsou mechanické dopravníky bez tažného elementu pracující na principu působení setrvačných sil na přepravovaný materiál, který je většinou sypký, nebo kusový. Skládají se ze žlabu nejčastěji ve tvaru U nebo O, který je uložen na pružném základu a pomocí pohonu koná kmitavý pohyb.

Dělí se na:

- a) Impulsní vibrační dopravníky
- b) Dopravníky s mikrovrhem

Používají se na přepravu, třídění a separaci částic především v potravinářském, chemickém, farmaceutickém a dřevozpracujícím průmyslu. [4]



Obrázek 5 - Vibrační dopravník [18]

- Výrobce: M-Tec
- Pro přepravu sypkých, zrnitých a kusových materiálů
- Pohon elektrickými vibrátory

1.5.3 Pásový dopravník

Pásové dopravníky jsou nejrozšířenějším prostředkem dopravy pro sypké a kusové materiály téměř ve všech odvětvích průmyslu. Základním prvkem je tažný dopravní pás, který je vedený mezi hnacím a napínacím bubnem. Pás je zesponu podpíráný válečky nebo pevnou podložkou, které jsou umístěné v nosné stoličce. Válečky mohou být umístěny rovněž na bocích pásu, což zabezpečuje správnou pozici pásu na bubnech, přeprava materiálu probíhá v horní větvi, zatímco spodní větev je prázdná. [4]



Obrázek 6 - Pásový dopravník lomený [19]

- Haberkorn s. r. o.
- Pro přepravu s výškovým rozdílem
- Motor ve hnacím bubnu

1.6 Suboptimální typ dopravníku

Vzhledem ke klíčovým hlediskům, zejména využitelnost, hmotnost, hlučnost, ekonomičnost, byla po konzultacích s odbornými pracovníky vybrána jako suboptimální varianta – pásový dopravník – přímý.

1.6.1 Třídění pásových dopravníků [4]

Podle provedení nosné konstrukce (ČSN 26 0001) na:

- Stabilní – Staticky umístěný dopravník
- Pojízdňné a přenosné – pro malá dopravní množství a malé délky
- Přestavitelné – charakterizované velkou dopravní rychlostí a velkou dopravní délkou. Tento typ se používá především v povrchových dolech

Podle tažného elementu

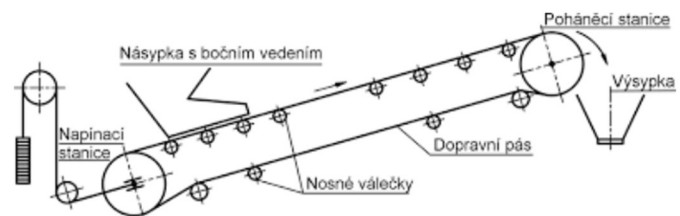
- Dopravníky s gumovým nebo PVC pásem
- Dopravníky s ocelovým pásem
- Dopravníky s gumooceľovým pásem
- Dopravníky s pásem z drátěného pletiva
-

Podle směru dopravy

- Vodorovné dopravníky
- Šikmé dopravníky
- Konvexní dopravníky
- Konkávní dopravníky
- Kombinované dopravníky

Základními konstrukčními prvky pásového dopravníku jsou dle ČSN 26 0360:

- Poháněcí stanice
- Vratná stanice (spodní vratný bubem)
- Napínací stanice
- Nosné válečky
- Dopravní pás
- Doplnující ochranné zařízení



Obrázek 7 - Schéma dopravník přímý [21]

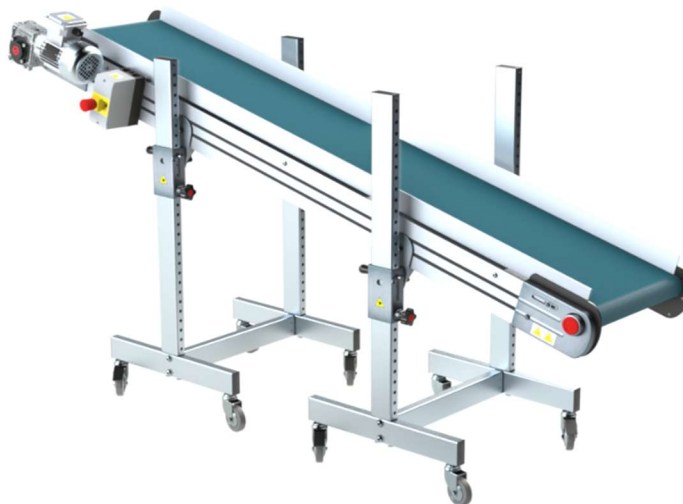
1.7 Konkurenční pásové dopravníky

1.7.1 Crizaf [5]

Úhel nastavení: $0^\circ - 60^\circ$

Povolené zatížení: 30 kg

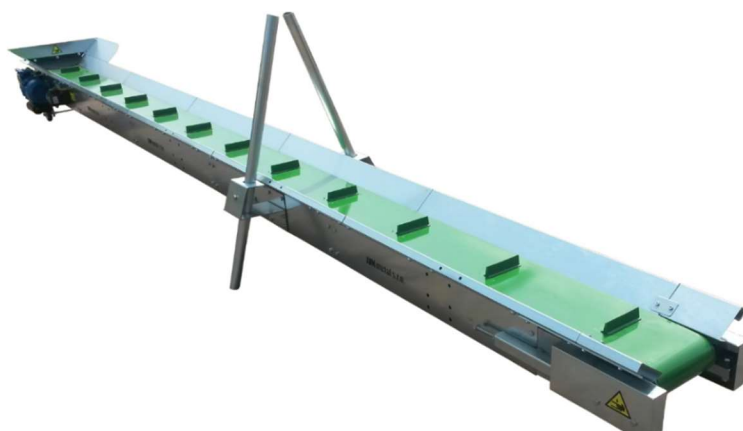
Rychlost dopravního pásu: 3,4 m/min



Obrázek 8 - Dopravník Crizaf [5]

1.7.2 JVMmetal s.r.o. [6]

Rychlost dopravního pásu: 1,75 m/s, 0,85 m/s, 0,45 m/s



Obrázek 9 - Dopravník JVMetal [6]

1.7.3 INTERROLL Group [7]

Nastavitelná výška: 320 mm, 420 mm, 620 mm

Nastavitelná délka: 1000 mm, 2000 mm, 3000 mm

Povolené zatížení: 50 kg

Rychlost dopravního pásu: 0,12 m/s – 0,9 m/s



Obrázek 10 - Dopravník Interroll [7]

1.7.4 Schuma [8]

Motor lze zvolit vedle nebo pod dopravním pásem

Plynulé nastavení výšky

Úhel nastavení: 0° - 60°



Obrázek 11 - Dopravník Schuma [8]

1.7.5 MB Conveyor [9]

Úhel nastavení: 30°, 35°, 45°

Rychlost dopravního pásu: 4,5 m/min



Obrázek 12 - Dopravník MB Conveyor [9]

2 Inženýrsko – manažerská specifikace požadavků

Cílem je navrhnout dopravník pro transport výlisku od vstřikolisu.

Specifikace požadavků strukturovaná v souladu s taxonomií vlastností TS podle EDSM. [12]

Operand: Výlisky

Transformační proces: Transport

Operátor TS: Vyvážecí dopravník pro malé díly

2.1 Specifikace požadavků na navrhovaný TS

1 Vlastnosti TS _(s) k funkčnosti (v provoz. etapě LC)		✘	< 0 ÷ 4 >	Důvod požad. [ISO-9000 2016]	Porovnatelnost požadavku
1.1 Vhodnost pro požadované (pracovní a spojovací) funkce a účinky TS (nejkonkrétnější k operátoru, obecnější k operandu&asist.vstupům, nejobec.k transf.procesu):			Váha v 1 [menu]	Důvod [menu]	Porovnatelnost pož. u všech TS?
k OPERÁTORU TS:	Vyvážecí dopravník pro malé díly		---	---	---
Σ• Výlisky transportovat			---	---	0
vytvořit výškový prostor pro násypku	0,5 m		4	STANOV./ZAD.	ANO
umožnit otevřít / zavřít prostor pro násypku	co největší		4	STANOV./ZAD.	ANO
umožnit výlisky spadnout do násypky	co nejrychleji		4	STANOV./ZAD.	ANO
umožnit transport výlisků ze vstřikolisu	99%		4	STANOV./ZAD.	ANO
umožnit shromažďování výlisků	min. pro 5 cyklů		4	STANOV./ZAD.	ANO
-	-		4	STANOV./ZAD.	ANO
-	-		4	STANOV./ZAD.	ANO
			---	---	ANO
Σ• Dopravník s pevnou rovinnou plochou spojit			---	---	0
specifikace	šrouby		4	STANOV./ZAD.	ANO
			---	---	ANO
k OPERANDU&As.vst:	Výlisky a asistující M, E, I		---	---	---
Σ• Vlastnosti výlisku			---	---	---
tvary	Krychle		4	STANOV./ZAD.	ANO
max. průmět	3 x 3 mm		4	STANOV./ZAD.	ANO
max. délka	3 mm		4	STANOV./ZAD.	ANO
max. hmotnost	0,003 kg		4	STANOV./ZAD.	ANO
stav	tvrdý plast		4	STANOV./ZAD.	ANO
povrch	plastový		4	STANOV./ZAD.	ANO
			---	---	ANO
Σ• Vlastnosti výlisku			---	---	---
max. objem	3x3x3 mm ³		4	STANOV./ZAD.	ANO
			---	---	ANO
			---	---	ANO
k TRANSF.PROCESU:			---	---	---
• Technologie			---	---	---
max zachování kvality	ne devastující zpracování		4	STANOV./ZAD.	ANO
max zachování rozměrů	ne devastující zpracování		4	STANOV./ZAD.	ANO
			---	---	ANO

Obrázek 13 - Specifikace požadavků 1

1.2 Vhodnost k požadované provozuschopnosti (z hledisek místa, času, servisu, atp.) :		Váha v 1	Důvod	Porovnatelnost
• Základ/nosný TS, • M,E,I připojení k základ./nosnému TS, • Pořeba místa, • Prac.prostředí, atp.		[menu]	[menu]	pož. u všech TS?
• Životnost, • Četnost použití, • Spolehlivost, atp..		---	---	---
• Zaškolení obsluhy, • Údržba, • Opravy, atp.		---	---	---
MÍSTO a PROSTŘEDÍ:	Místnosti v budovách nebo přístřešky	---	---	---
Σ• Souhrnná specifikace		---	---	---
<i>základ</i>	<i>základová deska haly</i>	4	STANOV./ZAD.	ANO
<i>max. zástavbové rozměry</i>	<i>1000 x 3000 mm</i>	4	STANOV./ZAD.	ANO
<i>max. hmotnost</i>	<i>200 kg</i>	4	STANOV./ZAD.	ANO
<i>způsob připevnění</i>	<i>vlastní tíhou a třením</i>	4	STANOV./ZAD.	ANO
<i>provozní prostředí</i>	<i>čistě</i>	4	STANOV./ZAD.	ANO
		---	---	ANO
ČASOVÉ ROZMEZÍ:	Obvykle předpokládané pro navrhovaný tech. produkt	---	---	---
Σ• Souhrnná specifikace		---	---	---
<i>životnost</i>	<i>10 let</i>	4	STANOV./ZAD.	ANO
<i>intenzita používání</i>	<i>velmi vysoká</i>	4	STANOV./ZAD.	ANO
<i>stupeň spolehlivosti</i>	<i>velký</i>	4	STANOV./ZAD.	ANO
		---	---	ANO
ASIST.PROC.(servis,...):	Obvykle předpokl. pro uved. místo, prostředí a čas. rozmezí	---	---	---
Σ• Souhrnná specifikace		---	---	---
<i>náročnost na údržbu, atp.</i>	<i>pouze běžné očišťování</i>	4	STANOV./ZAD.	ANO
<i>náročnost na opravy, atp.</i>	<i>malá</i>	4	STANOV./ZAD.	ANO
		---	---	ANO
I.b Reflekt. vlastn. TS_(s) ke komplex. zobecněným operátorům Transf. Systémů (TrfS)				
- v JEDNOTLIVÝCH ETAPÁCH (!) životního cyklu (LC) TS				
Požadavky na vlastnosti (zakázku) TS _(s) :		Hodnota indikátoru pož./vlastn.	Váha ve	DIAGRAMY EDSM
i Třída > i _j Podtřída > Σ• Volit.skupina > Indikátory		[kvantitativní / kvalitativní]	třídě	DIAGRAMY EDSM
2 Vlastnosti TS(s) k lidem (& zvířatům, atp.) v etapách LC			< 0 ÷ 4	Důvod požad.
2.1 Vhodnost z hled. hodnot lidí (& zvířat, atp.)			>	[ISO-9000 2016]
• Životní, sociální, atp. hodnoty (v názorech, zvyklostech, atp.)				Porovnatelnost
Σ• Provoz				požadavku
<i>kulturnost přepravy</i>	<i>střední</i>	4	STANOV./ZAD.	ANO
Σ• Všechny etapy LC		---	---	---
<i>vývoj,výroba, distribuce, užití, ...</i>	<i>přiměřené k postižení</i>	4	STANOV./ZAD.	ANO
		---	---	ANO
2.2 Vhodnost z hled. bezpečnosti a zdraví lidí (& zvířat, atp.)				
• Bezpečnost (pro všechny živé bytosti!), • Hygieničnost, • Ergonomičnost, atp.				
Σ• Předvýrobní etapy, výroba		---	---	---
<i>zdravotní nezávadnost materiálů TS</i>	<i>velmi vysoká</i>	4	STANOV./ZAD.	ANO
Σ• Provoz		---	---	---
<i>bezpečnost a ergonomie provozování</i>	<i>velmi vysoká</i>	4	STANOV./ZAD.	ANO
<i>spolehlivost jištění nežádoucího přístupu k ostrým částem</i>	<i>velmi vysoká</i>	4	STANOV./ZAD.	ANO
<i>hygieničnost</i>	<i>velmi vysoká</i>	4	STANOV./ZAD.	ANO
<i>povrch ovládacích prvků TS</i>	<i>protiskluzový</i>	4	STANOV./ZAD.	ANO
<i>max. ovládací síly</i>	<i>3000 N</i>	4	STANOV./ZAD.	ANO
Σ• Všechny etapy LC		---	---	---
<i>zdravotní nezávadnost asistujících materiálů</i>	<i>velmi vysoká</i>	4	STANOV./ZAD.	ANO
<i>bezpečnost proti poranění (ostré hrany, úzké otvory, ap.)</i>	<i>velmi vysoká</i>	4	STANOV./ZAD.	ANO
<i>ergonomie tvarů ručně dotýkaných ploch</i>	<i>vysoká</i>	4	STANOV./ZAD.	ANO
<i>hmotnost ručně manipulovaných polotovarů/dílů</i>	<i>podle norem</i>	4	STANOV./ZAD.	ANO
<i>max. ovládací síly s výj. provozu</i>	<i>50N</i>	4	STANOV./ZAD.	ANO
<i>stabilita TS proti převržení</i>	<i>velmi vysoká</i>	4	STANOV./ZAD.	ANO
<i>Σ M,E,I negativních účinků TS na zdraví člověka</i>	<i>velmi malá</i>	4	STANOV./ZAD.	ANO
		---	---	ANO

Obrázek 14 - Specifikace požadavků 2

2.3 Vhodnost z hled. přijemnosti pro lidi (& zvířata, atp.) • Vzhled, • Hlučnost, • Pach, • Hmat, • Chuť, atp. (pro zrak, sluch, hmat, čich, chuť, pocity, atp.)		Váha v 2 [menu]	Důvod [menu]	Porovnatelnost pož. u všech TS?
Σ• Provoz, ost. etapy LC přiměřeně		---	---	---
<i>tvárový design</i>	<i>velmi kvalitní</i>	4	STANOV./ZAD.	ANO
<i>barevný design</i>	<i>kvalitní</i>	4	STANOV./ZAD.	ANO
<i>hlučnost</i>	<i>minimální až střední</i>	4	STANOV./ZAD.	ANO
<i>doteky, vůně</i>	<i>neutrální</i>	4	STANOV./ZAD.	ANO
Požadavky na vlastnosti (zakázku) TS _(s) : i Třída > i,j Podtřída > Σ• Volit.skupina > Indikátory		Hodnota indikátoru pož./vlastn. [kvantitativní / kvalitativní]	Váha ve třídě	DIAGRAMY EDMS DIAGRAMY EDMS # ▶▶▶
3 Vlastnosti TS _(s) k ost. hmot.prac.prostřř. v etapách LC		< 0 ÷ 4 >	Důvod požad. [ISO-9000 2016]	Porovnatelnost požadavku
3.1 Vhodnost z hled. dostupných hmotných pracovních prostředků • Kompatibilita s dostup. a spolupracujícími hmot.prac.prostřřky (tj. "technologičnost"), atp.		Váha v 3 [menu]	Důvod [menu]	Porovnatelnost pož. u všech TS?
Σ• Předvýrobní etapy LC		---	---	---
<i>náročnost na dostupné TS & Tg</i>	<i>standardní</i>	4	STANOV./ZAD.	ANO
Σ• Výroba		---	---	0
<i>náročnost na výrobení a montáž</i>	<i>standardní</i>	4	STANOV./ZAD.	ANO
<i>náročnost na kontrolu kvality výroby a testování</i>	<i>standardní</i>	4	STANOV./ZAD.	ANO
<i>druh výroby</i>	<i>sériová</i>	4	STANOV./ZAD.	ANO
Σ• Distribuce		---	---	0
<i>skladovací prostor</i>	<i>minimalizovaný</i>	4	STANOV./ZAD.	ANO
<i>manipulace při dopravě a instalaci</i>	<i>jednoduché TS</i>	4	STANOV./ZAD.	ANO
<i>dopravní prostředky</i>	<i>pozemní, letecké, lodní</i>	4	STANOV./ZAD.	ANO
Σ• Likvidace		---	---	0
<i>demontovatelnost</i>	<i>jednoduchá</i>	4	STANOV./ZAD.	ANO
<i>separovatelnost materiálů</i>	<i>jednoduchá</i>	4	STANOV./ZAD.	ANO
<i>recyklovatelnost materiálů</i>	<i>vysoká</i>	4	STANOV./ZAD.	ANO
3.2 Vhodnost z hled. potřeb nových hmotných pracovních prostředků • Optimální náročnost na nové hmot. prac. prostředky (dostupnost, nenákladnost, atp.), atp.		Váha v 3 [menu]	Důvod [menu]	Porovnatelnost pož. u všech TS?
Σ• Všechny etapy LC		---	---	---
<i>náročnost na nové TS & Tg (vč.kooperaci)</i>	<i>žádná</i>	4	STANOV./ZAD.	ANO
Požadavky na vlastnosti (zakázku) TS _(s) : i Třída > i,j Podtřída > Σ• Volit.skupina > Indikátory		Hodnota indikátoru pož./vlastn. [kvantitativní / kvalitativní]	Váha ve třídě	DIAGRAMY EDMS DIAGRAMY EDMS # ▶▶▶
4 Vlastnosti TS _(s) k pracovním&přirodním&vesmírným prostředí v et. LC		< 0 ÷ 4 >	Důvod požad. [ISO-9000 2016]	Porovnatelnost požadavku
4.1 Vhodnost z hled. působících pracovních& přírodních&vesmírných prostředí • Odolnost k materiálovým&energetickým účinkům prostředí, atp.		Váha v 4 [menu]	Důvod [menu]	Porovnatelnost pož. u všech TS?
Σ• Všechny etapy LC		---	---	---
<i>odolnost proti vlivům pracovního prostředí</i>	<i>příměř. internímu použ.</i>	4	STANOV./ZAD.	ANO
<i>odolnost proti korozi</i>	<i>vysoká</i>	4	STANOV./ZAD.	ANO
4.2 Vhodnost z hled. působení na pracovní& přírodní&vesmírná prostředí • Ekologičnost mater.&energetických vstupů, • Ekologičnost mater.&energet. výstupů, atp..		Váha v 4 [menu]	Důvod [menu]	Porovnatelnost pož. u všech TS?
Σ• Všechny etapy LC		---	---	---
<i>ekologičnost použitých materiálů a procesů</i>	<i>výhradně</i>	4	STANOV./ZAD.	ANO
<i>ekologičnost použitých asistujících materiálů a procesů</i>	<i>velmi vysoká</i>	4	STANOV./ZAD.	ANO
<i>potřeba materiálů a energií</i>	<i>minimální</i>	4	STANOV./ZAD.	ANO
<i>ekologičnost výstupních materiálů a energií</i>	<i>výhradně</i>	4	STANOV./ZAD.	ANO
<i>množství odpadových materiálů a energií</i>	<i>minimální</i>	4	STANOV./ZAD.	ANO
		---	---	ANO

Obrázek 15 - Specifikace požadavků 3

Požadavky na vlastnosti (zakázku) TS(s) : i Třída > i.j Podtřída > Σ• Volit.skupina > Indikátory	Hodnota indikátoru pož./vlastn. [kvantitativní / kvalitativní]	Váha ve třídě	DIAGRAMY EDSM [menu]	DIAGRAMY EDSM [menu]
5 Vlastn. TS(s) k „know-how“ inf. ("odb. technologičnost") v et.LC		< 0 ÷ 4 >	Důvod požad. [ISO-9000 2016]	Porovnatelnost požadavku
5.1 Vhodnost z hled. ustálených "know-how" odborných informací • Kompatibilita s dostupnými "know-how" informacemi, znalostmi, zkušenostmi, atp.		Váha v g [menu]	Důvod [menu]	Porovnatelnost u všech TS?
Σ• Všechny etapy LC		---	---	---
<i>legislativa, závazné předpisy, vč. bezp. norem</i>	<i>dozření bez výjimek</i>	4	STANOV./ZAD.	ANO
		---	---	ANO
5.2 Vhodnost z hled. proměnlivých "know-how" odborných informací • Optim. náročnost na vyvolané "know-how" informace, znalosti, zkušenosti, atp.		Váha v g [menu]	Důvod [menu]	Porovnatelnost pož. u všech TS?
Σ• Výroba		---	---	---
<i>výrobní a montážní dokumentace</i>	<i>standardní</i>	4	STANOV./ZAD.	ANO
Σ• Provoz		---	---	---
<i>návody k obsluze, údržbě a opravám</i>	<i>standardní</i>	4	STANOV./ZAD.	ANO
<i>potřeba (za)školení ...</i>	<i>vyloučeno</i>	4	STANOV./ZAD.	ANO
Σ• Všechny etapy LC		---	---	---
<i>dokumentace ...</i>	<i>žádná</i>	4	STANOV./ZAD.	ANO
<i>potřeba (za)školení ...</i>	<i>nejvýše servisní</i>	4	STANOV./ZAD.	ANO
		---	---	ANO
Požadavky na vlastnosti (zakázku) TS(s) : i Třída > i.j Podtřída > Σ• Volit.skupina > Indikátory	Hodnota indikátoru pož./vlastn. [kvantitativní / kvalitativní]	Váha ve třídě	DIAGRAMY EDSM [menu]	DIAGRAMY EDSM [menu]
6 Vlastn. TS(s) k „know-SMQ“ inf. ("manaž. technologičnost") v et.LC		< 0 ÷ 4 >	Důvod požad. [ISO-9000 2016]	Porovnatelnost požadavku
6.1 Vhodnost z hled. ustálených "know-SMQ" manažerských informací • Kompatibilita s dostupnými "know-SMQ" inf., znalostmi, zkuš., atp. zejm. produktovými, tržními, atp.		Váha v g [menu]	Důvod [menu]	Porovnatelnost pož. u všech TS?
Σ• Všechny etapy LC		---	---	---
<i>legislativa, závazné předpisy</i>	<i>dozření bez výjimek</i>	4	STANOV./ZAD.	ANO
<i>patentová a licenční práva</i>	<i>dozření bez výjimek</i>	4	STANOV./ZAD.	ANO
<i>ČSN EN 60601 Bezpečnost produktů</i>	<i>dozření bez výjimek</i>	4	STANOV./ZAD.	ANO
		---	---	ANO
6.2 Vhodnost z hled. proměnlivých "know-SMQ" manažerských informací • Optim. nároč. na vyvol. "know-SMQ" inf., znal., zkuš., atp., zejm. produktové (Q), termin.(T), a nákl.(C)		Váha v g [menu]	Důvod [menu]	Porovnatelnost pož. u všech TS?
Σ• Všechny etapy LC		---	---	---
<i>celkový počet TS</i>	200	4	STANOV./ZAD.	ANO
Σ• Předvýrobní etapy		---	---	---
<i>doba (=> termin) na předvýr. etapy prototypu/prvého TS</i>	60 dní	4	STANOV./ZAD.	ANO
<i>celk.náklady na předvýr. etapy prototypu /prvého TS</i>	40 000 Kč	4	STANOV./ZAD.	ANO
<i>celk. rozpočt. náklady na předvýr. etapy dalšího TS</i>	15 000 Kč	4	STANOV./ZAD.	ANO
Σ• Výroba		---	---	---
<i>doba (=> termin) na výrobu prototypu /prvého TS</i>	20 dní	4	STANOV./ZAD.	ANO
<i>celk.náklady na výrobu prototypu /prvého TS</i>	200 000 Kč	4	STANOV./ZAD.	ANO
<i>celk. rozpočtené nákl. na výrobu 1 ks TS</i>	90 000 Kč	4	STANOV./ZAD.	ANO
Σ• Distribuce		---	---	---
<i>doba (=> termin) na dodání prototypu/prvého TS</i>	2 dni	4	STANOV./ZAD.	ANO
<i>doba (=> termin) na dodání dalšího 1 ks TS</i>	1 den	4	STANOV./ZAD.	ANO
<i>prodejní cena (konkurenční produkt cca 80 000 Kč)</i>	cca 100 000 Kč	4	STANOV./ZAD.	ANO
Σ• Provoz		---	---	---
<i>náklady na provoz TS</i>	velmi malé	4	STANOV./ZAD.	ANO
<i>náklady na údržbu a opravy TS</i>	velmi malé	4	STANOV./ZAD.	ANO
Σ• Likvidace		---	---	---
<i>doba na likvidaci 1 TS</i>	7 dní	4	STANOV./ZAD.	ANO
<i>náklady na likvidaci 1 ks TS</i>	20 000 Kč	4	STANOV./ZAD.	ANO
		---	---	ANO

Obrázek 16 - Specifikace požadavků 4

II. DOMÉNA VKONSTRUOVANÝCH (EMBEDDED) VLASTNOSTÍ TS(s) - ke všem částem životního cyklu TS				
Požadavky na vlastnosti (zakázku) TS(s): i Třída > i.j Podtřída > Σ• Volit.skupina > Indikátory	Hodnota indikátoru pož./vlastn. [kvantitativní / kvalitativní]	Váha ve třídě	DIAGRAMY ED5M ▶▶▶	DIAGRAMY ED5M ▶▶▶
7 Vlastnosti TS(s) k jeho struktuře		< 0 = 4 >	Důvod požad. [ISO-9000 2016]	Porovnatelnost požadavku
7.1 Vhodnost z hled. požadovaných reaktivních („obecných“) vlastností TS: Mechanické I.: Makro/mikropovrchové, Makro/mikroobjemové, atp. Mechanické II. Pevnostní, Deformační, Dynamické, Tribologické, atp. Tepelné, Chemické, Akustické, Optické, Elektrické, Nukleární, Chemicko-mechanické, Technologické, "Botanické", "Biologické", "Zoologické", atp.		Váha v Z [menu]	Důvod [menu]	Porovnatelnost pož. u všech TS?
Σ• Souhrnná specifikace		---	---	---
pevnost při vertikálním centrickém zatížení $F_v = 500\text{ N}$	bezp. k mezi kluzu : $sk=3$	4	STANOV./ZAD.	ANO
stabilita vol.TS při horiz.zatíž. v nejvyšší poloze $F_h = 100\text{ N}$	bezp. proti převržení : $sh=5$	4	STANOV./ZAD.	ANO
odolnost všech ploch při teplotách $T = +10$ až $+80\text{ °C}$	bez mechan. poškození	4	STANOV./ZAD.	ANO
		---	---	ANO
7.2 Vhodnost z hled. požadovaných architekturních vlastností • Stavební struktura: •Prvky (•tvary, •rozměry, •materiály, •způsob výroby, •stavy povrchu, •odchylky od jm.stavů), •Uspořádání (ve všech předpokl. konstr. stavech !) • Organová struktura: •Prvky, •Uspořádání • Funkční struktura: •Prvky, •Uspořádání • Prázdná struktura (černá skříňka): •Znakové vlastnosti TS		Váha v Z [menu]	Důvod [menu]	Porovnatelnost pož. u všech TS?
Σ• Souhrnná specifikace		---	---	---
konstrukční provedení spojovacích částí	podle ČSN-EN	4	STANOV./ZAD.	ANO
povrchová úprava funkčních ploch	velmi kvalitní	4	STANOV./ZAD.	ANO
		---	---	ANO
		---	---	ANO
7.3 Vhodnost z hled. požadovaných znakových vlastností („charakteristik“): Pracovní (funkční) znaky TS • Pracovní princip, • Pracovní způsob, , atp.. Technologické (transformační) znaky TS • Tg princip & způsob, • Princip & způsob provozního technického transform.procesu, atp. Obecné konstrukční (mech., tepelné, chemické, atp.) znaky TS • Povrch, • Objem, • Hmotnost, • Poloha těžiště, atp.		Váha v Z [menu]	Důvod	Porovnatelnost pož. u všech TS?
Σ• Souhrnná specifikace		---	---	---
funkční princip	mechanický	4	STANOV./ZAD.	ANO
zdroj energie pro ovládání a pohon/přestavování	elektrina 220V nebo	4	STANOV./ZAD.	ANO
		---	---	ANO
		---	---	ANO

Obrázek 17 - Specifikace požadavků 5

Specifikace požadavků vlastností na technický systém byla vypracována a ohodnocena především z konstrukčního hlediska. Manažerská, ekonomická a distribuční kritéria byla ohodnocena po konzultaci s konzultantem této práce a jsou pouze orientační za účelem úplného vypracování specifikace požadavků. Ohodnocení všech specifikovaných požadavků bylo provedeno kvalifikovaným odhadem bez odůvodňování a dokumentování. [10]

2.2 Specifikace požadavků na řešení projektu

2.2.1 Časový plán řešení

Na počátku strategie integrovaného navrhování technických produktů je nutné si stanovit časový plán pro řešení návrhu technického systému, který je zobrazen v následující tabulce. [11]

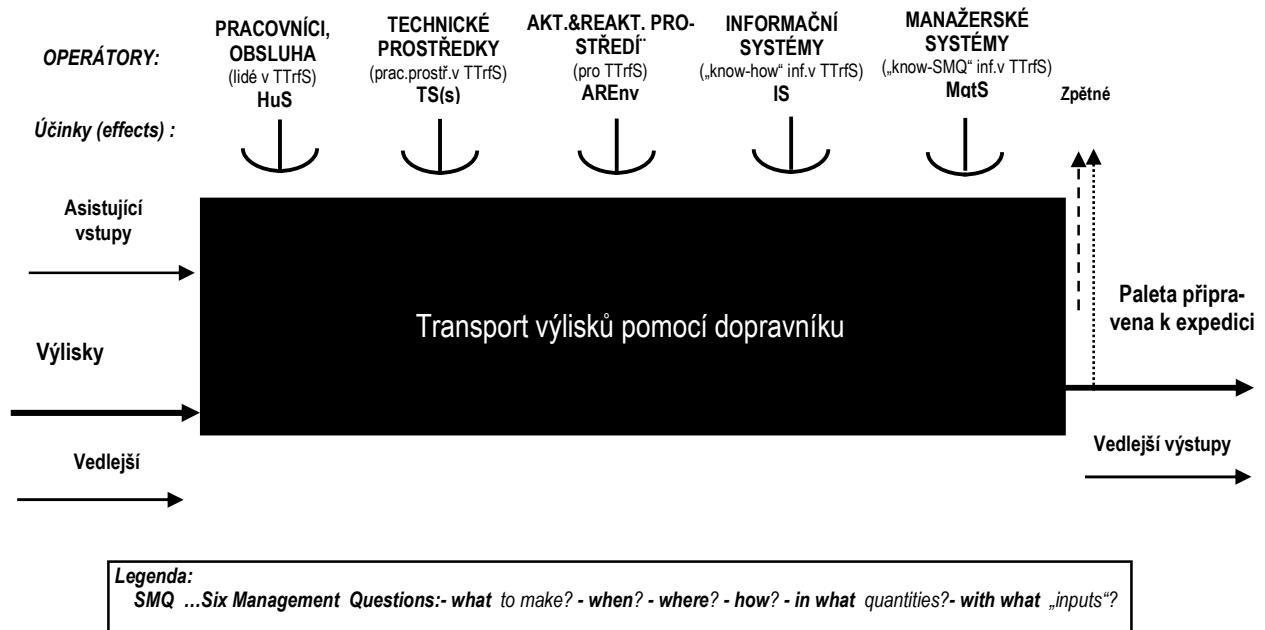
Konstrukční proces			Čas	říjen	listopad-prosinec	leden-únor	březen-duben											
Operace	Fáze	Fáze konstrukčního projektu EDSM	týd.: hod	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26		
Problem Solving	kon. proj.	definované s využitím Teorie technických systémů (TTS)	10	■	■													
X. MANAGEMENT, E. VYHLEDÁV A ZPRACOVÁNÍ INFORMACÍ. D. FINAIZACE ŘEŠENÍ	A. SPECIFIK. ÚKOLU	I. Inž.-manaž.specif.požad, na TS(s)	6		■	■												
		Inž.-man.spec.pož. na řeš. projektu	6			■	■	■										
	B. HLEDÁNÍ ŘEŠENÍ	II. Navržení provozního procesu TS(s)	14				■	■	■	■	■							
		Navrž. koncepčních alternativ TS(s)	8					■	■	■	■							
		III. Navrž. předběž stav. struktury TS(s)	10								■	■	■	■				
	D. FINAIZACE ŘEŠENÍ	IV.	Hodnoc. předb. stav.strukturyTS(s)	8								■	■	■	■			
			Navržení finální stav struktury TS(s)	6										■	■	■	■	
			Dopracování TS(s) a celého projektu	8												■	■	■
			Odevzdání	4													■	
	Celkem plán:			80	26 týdnů													

Obrázek 18 - Časový plán

3 Technický transformační proces (TTrfP) provozu TS

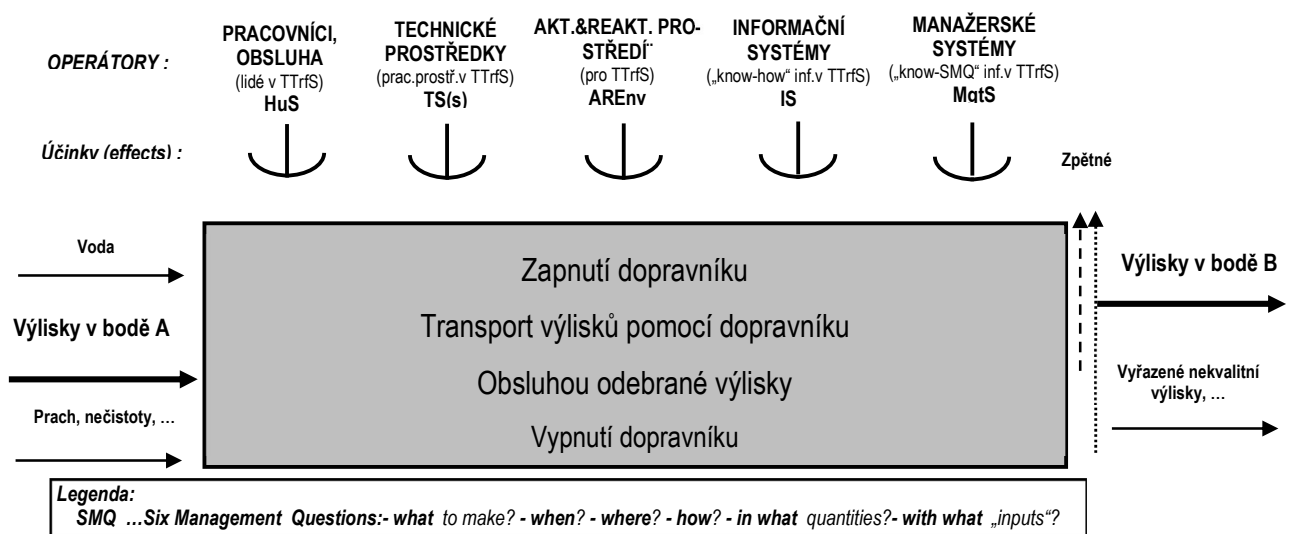
3.1 Černá skříňka technického transformačního procesu (TTrfP) provozu

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. [11]



Obrázek 19 - Černá skříňka technického transformačního procesu [22]

3.2 Technologie technického transformačního procesu provozu



Obrázek 20 - Technologický princip [22]

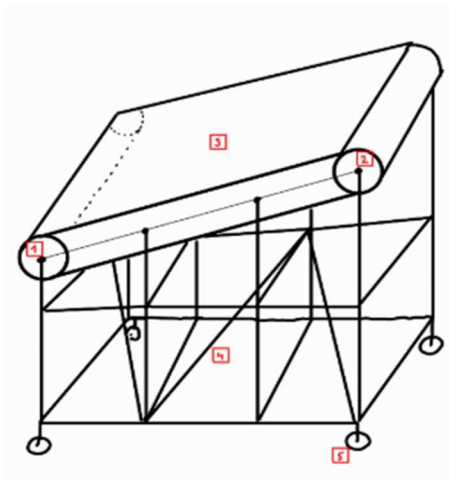
Navržený technologický postup: Dopravník bude přistaven k vstřikolisu tak, aby výlisky padaly do násypky (bod A) a byly transportovány do bodu B.

3.3 Konceptní konstrukční návrh orgánové struktury TS

3.3.1 Navržení alternativ TS a jednotlivé funkční části

- 1... Hnací válec – přenos kroutícího momentu a otáček
- 2... Hnaný válec – napínání dopravního pásu
- 3... Dopravní pás – zajišťuje přesun výlisků
- 4... Pevná konstrukce rámu – stabilita dopravníku
- 5... Aretační podložka – vyrovnání nerovností povrchu podlahy a pevné spojení mezi dopravníkem a podlahou
- 6... Teleskopický výsuv – výškové nastavení dopravníku
- 7... Otočné uložení – možnost nastavení úhlu stoupání dopravníku

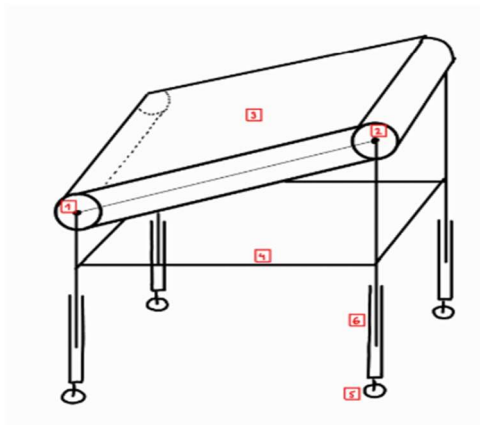
Alternativa A – konstrukční návrh



Obrázek 21 - Konstrukční návrh - alternativa A

Dopravník je složen z robustního rámu, stojícího na kolečkách. Na vrchu tohoto rámu je připevněn nosný plech, po kterém se posouvá spodní strana horní větve dopravního pásu. Hnací válec je umístěn na horním konci dopravníku, zatímco hnaný válec je umístěn na konci opačném. Celkově konstrukce této alternativy je robustní, ale nelze ji výškově nastavit. Tato alternativa taktéž neumožňuje nastavení úhlu sklonu dopravníku.

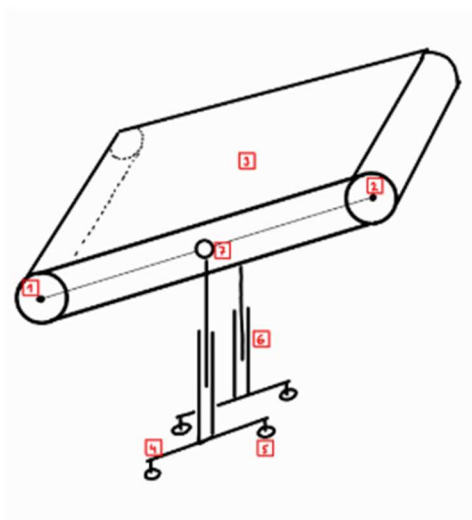
Alternativa B – konstrukční návrh



Obrázek 22 - Konstrukční návrh - alternativa B

Dopravník alternativy B vychází z alternativy A. Zásadním rozdílným prvkem je výškové nastavení, které je umožněno čtyřmi výsuvnými teleskopickými nohami. Není umožněno nastavení úhlu sklonu dopravníku.

Alternativa C – konstrukční návrh



Obrázek 23 - Konstrukční návrh - alternativa C

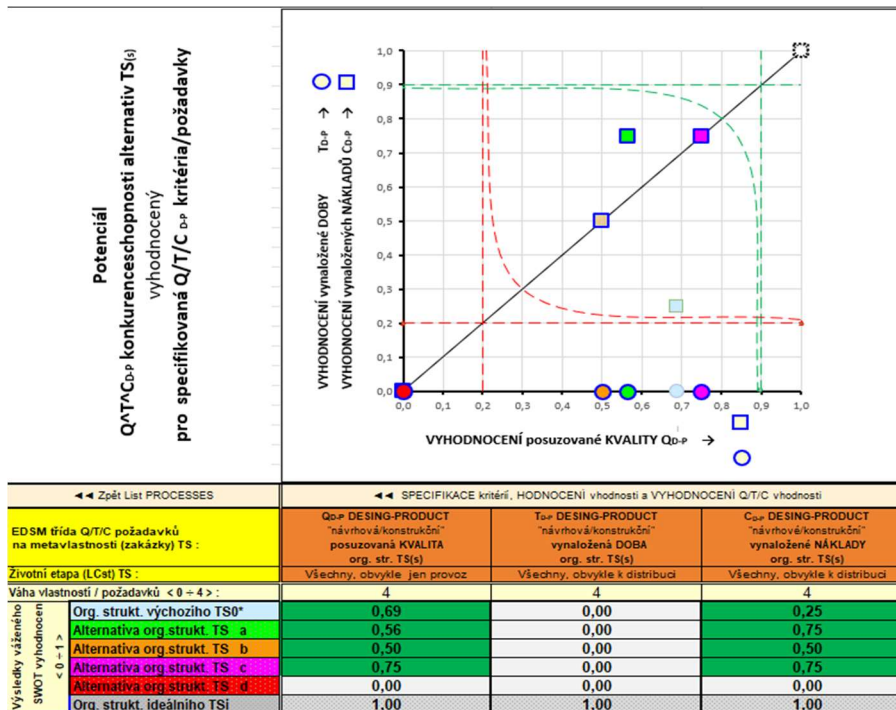
Dopravník alternativy C taktéž obsahuje pouze jeden pár teleskopických nohou. Největší výhodou oproti předchozím alternativám je možnost úhlového nastavení dopravníku.

3.3.2 Hodnocení navržených alternativ TS [23]

SWot hodnocení vlastností a potenciálu konkurenceschopnosti alternativ orgánové struktury TS(s)

DIAGR. Q ⁺ T ⁻ C ⁺ ▶	Kritérium / požadavek - porovnatelná konkurenční vlastnost	Váha <0 ÷ 4>	Hodnocení vhodnosti <0 ÷ 4> alternativ TS					
			TS0*	a	b	c	d	TSi
Posuzovaná KVALITA Q	Spolehlivost přepravy	4	3	3	2	3		4
	Konstrukční prostor nasytku	4	4	1	1	3		4
	Odolnost proti vibracím	4	2	2	3	2		4
	Výkon [množství/čas]	4	2	3	2	4		4
								4
	Σ Norm. váž. vyhodnocení vhodnosti Q <0 ÷ 1>		0,69	0,56	0,50	0,75	0,00	1,00
Vynaložená DOBA T	Celk. dodací doba (shodná -nehodnoceno)	4	0	0	0	0		4
	Σ Norm. váž. vyhodnocení vhodnosti T <0 ÷ 1>		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00
Vynaložené NÁKLADY C	Celkové dodací náklady	4	1	3	2	3		4
	Σ Norm. váž. vyhodnocení vhodnosti C <0 ÷ 1>		0,25	0,75	0,50	0,75	0,00	1,00

Obrázek 24 - SWOT kritéria a hodnocení [23]



Obrázek 25 - Hodnocení potenciálu konkurenceschopnosti navržených alternativ [23]

Po komplexním posouzení systematického hodnocení i dalších nezahrnutých a nezahrnutelných kritérií byla pro další vývoj řešeného TS vybrána jako sub-optimální, tj. (nejlepší z hodnocených) na 1. místě, alternativa orgánové struktury C. Na 2. místě se pak umístila alternativa A (v příp. potřeby by k jednoznačnému rozlišení jejich pořadí musela přispět další kritéria).

Předpokládané vlastnosti stavebních struktur navržených alternativ

Alternativa	a	b	c
Pořadí podle systematického hodnocení	2	3	1
R RIZIKA	Možnost častějších poruch	Možnost ucpání	Možnost vibrací
- rizikové stránky/vlastnosti: (Risks)	Vyšší hmotnost	Možnost zranění obsluhy (skřípnutí prstu apod.)	Převážení při nadměrném přetížení jedné strany dopravníku
S VÝHODY	Přerušovanost procesu	Nižší výkon	Zabudovaný motor ve hnacím válci
- silné stránky/vlastnosti: (Strenghts)	Stabilní konstrukce	Plynulost procesu	Snadná manipulace
		Výškové nastavení	Výškové nastavení
			Nastavení úhlu stoupání
W NEVÝHODY	Jednoduché čištění	Obtížnější čištění	Stabilita
- slabé stránky/vlastnosti: (Weaknesses)	Vyšší výkon	Horší hygieničnost	Tuhost výsuvného profilu

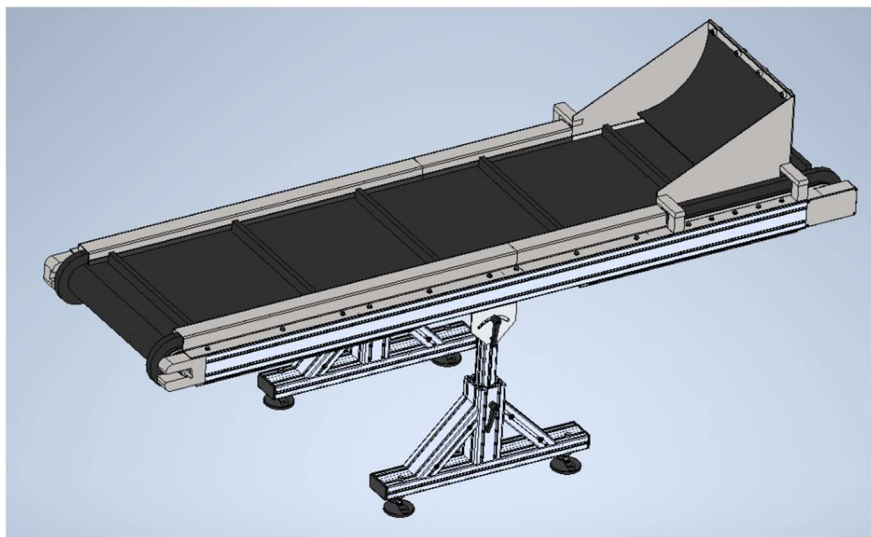
Obrázek 26 - Vlastnosti pro předpokládané stavební struktury

Na základě systematického hodnocení vlastností alternativ orgánových struktur a s uvážením prediktivního hodnocení rizikových, silných a slabých stránek jejich předpokládaných hrubých stavebních struktur byla pro další vývoj řešeného TS vybrána jako sub-optimální (tj. nejlepší z posuzovaných) i nadále alternativa orgánové struktury TS C. Při její konkretizaci však byly efektivně využity poznatky získané z analýz a hodnocení všech hodnocených alternativ.

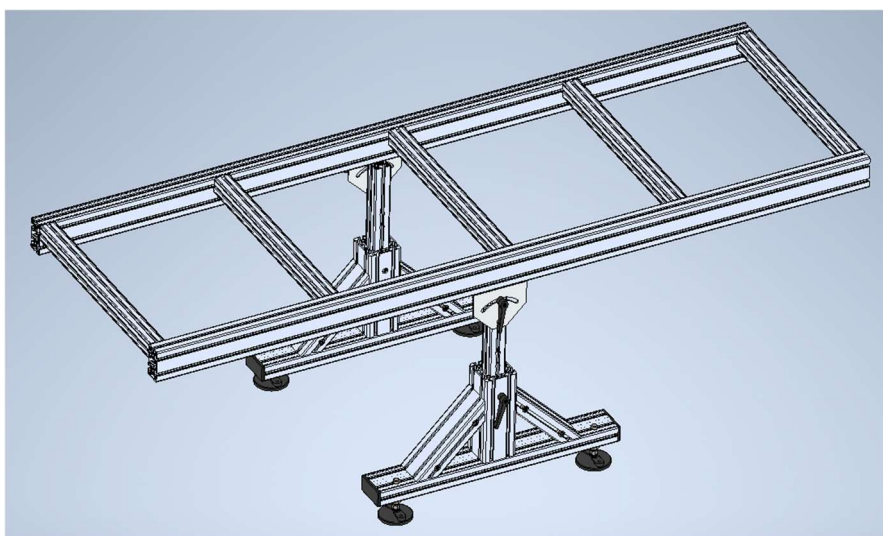
4 Konstrukční návrh stavební struktury TS

Pro konstrukční návrh byla zvolena alternativa C.

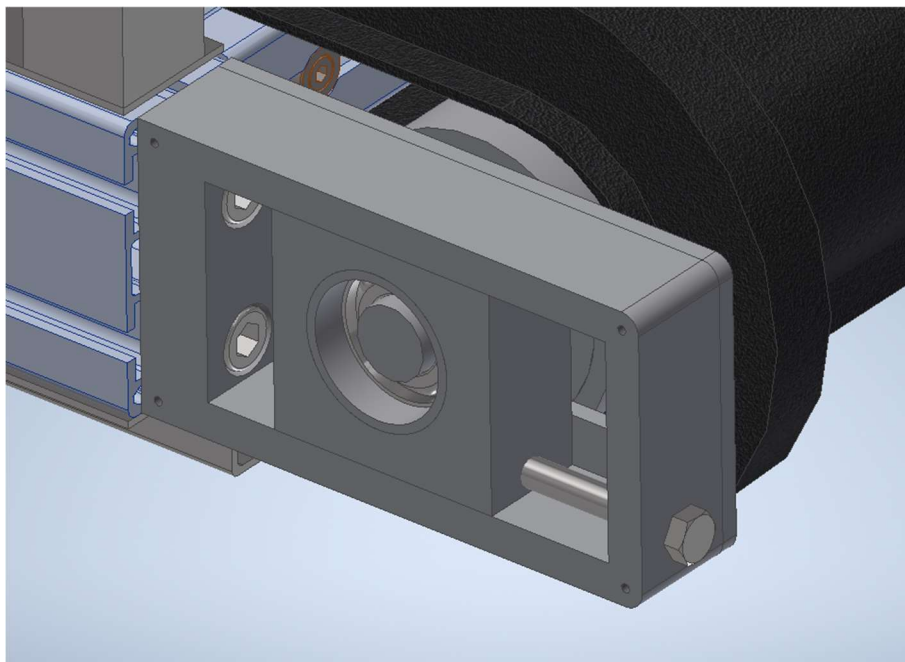
4.1 Celkový návrh stavební struktury TS



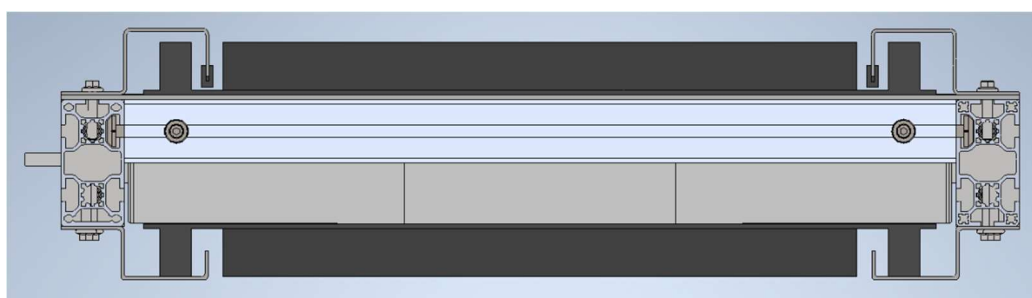
Obrázek 27 - Definitivní stavební struktura



Obrázek 28 - Nosná konstrukce



Obrázek 29 - Napínání dopravního pásu



Obrázek 30 - Mantinely dopravníku

4.2 Dílčí části stavební struktury

4.2.1 Nosná konstrukce

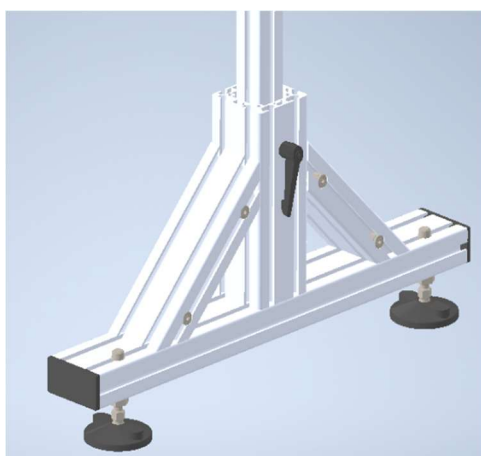
Po konzultaci bylo rozhodnuto, že tato část konstrukce bude navržena z hliníkových profilů. Pro tento dopravník byly použity profily 40 x 40 mm, 80 x 80 mm a 40 x 80 mm a další komponenty, které byly navrženy v softwaru firmy Maytec – MAYCAD, viz. Příloha č.1 - Výkresová dokumentace.



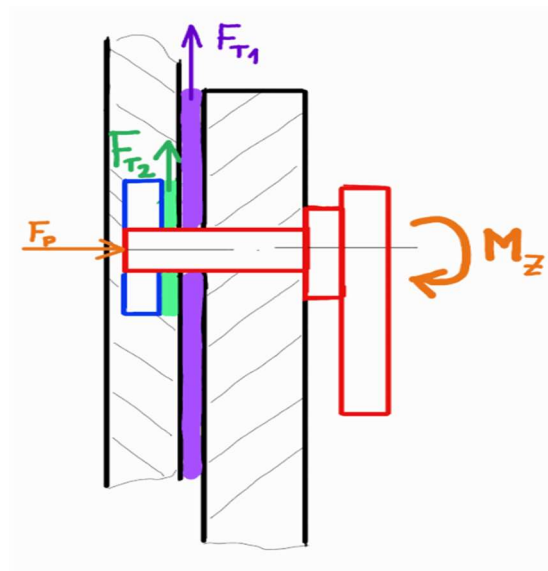
Obrázek 31 - Nosná konstrukce

- Prediktivní výpočty pro SWot hodnocení vlastností uvedené části stavební struktury [11]

Dle výpočtu v softwaru Autodesk Inventor Professional 2023 bylo zjištěno, že jeden třecí spoj musí být navržen na sílu $F_{T1} + F_{T2} \leq F_G = 10\,000\text{ N}$.



Obrázek 32 - Osová síla ve šroubu



Obrázek 33 - Schéma - třecí síly teleskopického výsuvu

Osová síla ve šroubu

Rozměry:

Utahovací síla	$S = 50 \text{ Nm}$
Délka kličky	$r = 0,065 \text{ m}$
Střední průměr šroubu	$d_s = 0,006466 \text{ m}$
Součinitel tření v závitě	$f_z = 0,15$

$$F_P = \frac{M_Z}{0,5 * d_z * f_z} \quad (1)$$

$$F_P = \frac{S * r}{0,5 * d_s * f_z}$$

$$F_P = \frac{50 * 0,065}{0,5 * 0,006466 * 0,15}$$

$$F_P = 6701,722 \text{ N}$$

Třecí síla mezi hliníkovými profily F_{T1} a třecí síla mezi maticí a hliníkovým profilem F_{T2}

Rozměry:

Osová síla ve šroubu	$F_P = 6701,722 \text{ N}$
Součinitel tření matice/hliník	$f_1 = 1,25$
Součinitel tření hliník/hliník	$f_2 = 0,61$

$$F_{T1} = F_P * f_1 \quad (2)$$

$$F_{T1} = 6701,722 * 1,25$$

$$F_{T1} = 8377,153 \text{ N}$$

$$F_{T2} = F_P * f_2 \quad (3)$$

$$F_{T2} = 6701,722 * 0,61$$

$$F_{T2} = 4088,050 \text{ N}$$

Celková třecí síla

Rozměry:

Třecí síla mezi hliníkovými profily

$$F_{T1} = 8377,153 \text{ N}$$

Třecí síla mezi maticí a hliníkovým profilem

$$F_{T2} = 4088,050 \text{ N}$$

$$F_{TC} = F_{T1} + F_{T2} \quad (4)$$

$$F_{TC} = 8377,153 + 4088,050$$

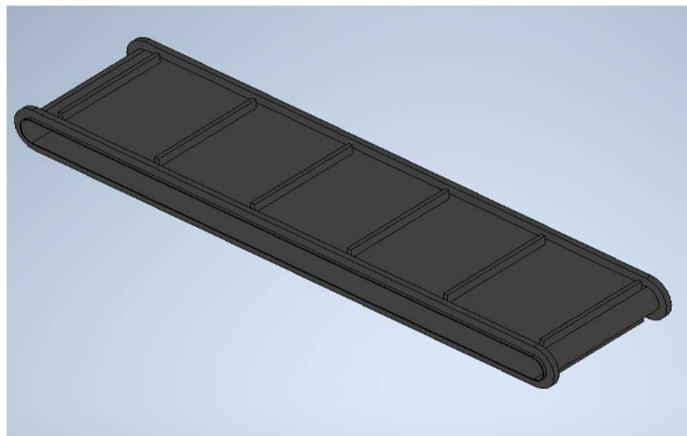
$$F_{TC} = 12465,203 \text{ N}$$

$$\frac{F_{TC}}{2} = 6232,602 \text{ N} < F_G = 10000 \text{ N}$$

Třecí spoj je méně zatížen, než na dimenzované zatížení

=> podmínka splněna

4.2.2 Dopravní pás



Obrázek 34 - Dopravní pás

Po vyhodnocení specifických požadavků na TS byl zvolen polyuretanový, antistatický dopravníkový pás 1M12 U0-U3 HP PN N S z katalogu od společnosti REKO s.r.o., který bude spojen výrobcem. 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 otěruvzdornost, tvarová stálost a pružnost. Jeho nevýhodou je vyšší pořizovací cena, která se však vrátí formou vysoké životnosti materiálu. Na tento dopravní pás bylo nalepen podélný a příčný profil 20x30. Funkcí podélného žebra je zabránit přepadávání výlisků z dopravního pásu mimo dopravník a funkce příčného žebra je zajištění přepravy výlisků v jakémkoliv úhlu stoupání dopravního pásu. [11]

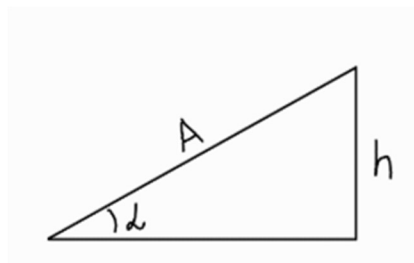
- Prediktivní výpočty pro SWot hodnocení vlastností uvedené části stavební struktury [11]

Délka osové vzdálenosti mezi hnacím a hnaným bubnu

Rozměry:

Vyvážecí výška $h = 1\,000\text{ mm}$

Vyvážecí úhel $\alpha = 30^\circ$



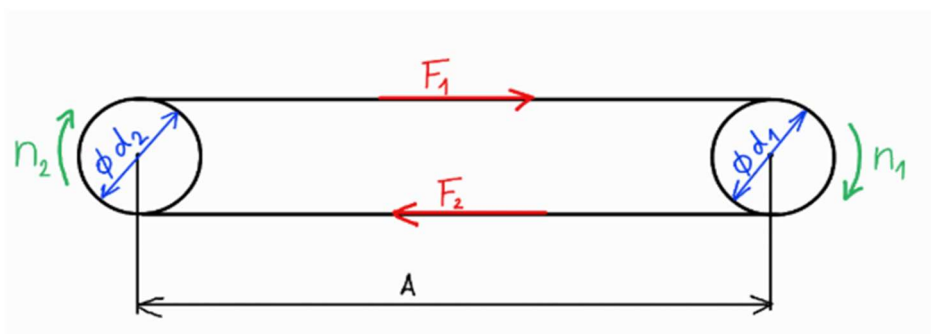
Obrázek 35 - Schéma - osová vzdálenost

$$A = \frac{h}{\sin \alpha} \quad (5)$$

$$A = \frac{1}{\sin 30^\circ}$$

$$A = 2 \text{ m}$$

Délka dopravního pásu



Obrázek 36 - Schéma - délka dopravního pásu

Rozměry:

Délka osové vzdálenosti mezi hnacím a hnaným bubnu

$$A = 2 \text{ m}$$

Průměr hnacího a hnaného bubnu

$$d_1 = d_2 = 0,080 \text{ m}$$

$$L = 2A + \pi * \left(\frac{d_1}{2} + \frac{d_2}{2}\right) \quad (6)$$

$$L = 2 * 2 + \pi * \left(\frac{0,080}{2} + \frac{0,080}{2}\right)$$

$$L = 4,25 \text{ m}$$

Hmotnost dopravního pásu

V katalogu od firmy REKO s.r.o. je uvedena hmotnost pásu na metr čtvereční. Pro výpočet je nutné ji přepočítat na šířku a délku pásu.

Rozměry:

Měrná hmotnost pásu/m² $m_p' = 1,6 \text{ kg/m}^2$

Šířka dopravního pásu $b = 0,5 \text{ m}$

Délka dopravního pásu $L = 4,25 \text{ m}$

$$m_p = m_p' * b * L \quad (7)$$

$$m_p = 1,6 * 0,5 * 4,25$$

$$m_p = 3,4 \text{ kg}$$

Hmotnost žebor dopravního pásu

V katalogu od firmy REKO s.r.o. je uvedena hmotnost žebra na jeden běžný metr. [12]

Rozměry:

Hmotnost žebra/m $m_r' = 0,664 \text{ kg/m}$

Délka dopravního pásu $L = 4,25 \text{ m}$

Počet příčných žebor $k = 8 \text{ ks}$

Délka příčného žebra $s = 0,400 \text{ m}$

$$m_r = m_r' * (2 * L + k * s) \quad (8)$$

$$m_r = 0,664 * (2 * 4,25 + 8 * 0,400)$$

$$m_r = 7,769 \text{ kg}$$

Celkové zatížení nosné konstrukce dopravním pásem

Rozměry:

Hmotnost dopravního pásu	$m_p = 3,4 \text{ kg}$
Hmotnost žeber dopravního pásu	$m_r = 7,769 \text{ kg}$
Tíhové zrychlení	$g = 9,81 \text{ m/s}^2$

(9)

$$F_p = (m_p + m_r) * g$$

$$F_p = (3,4 + 7,769) * 9,81$$

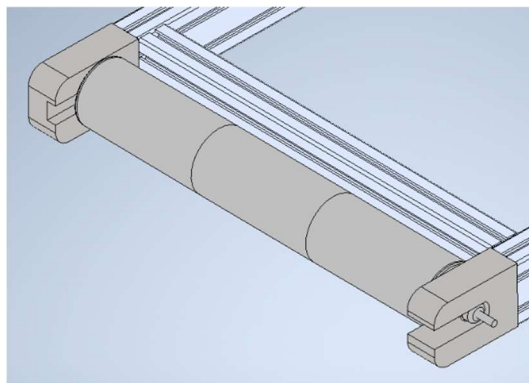
$$F_p = 109,568 \text{ N}$$

..

4.2.3 Bubnový motor



Obrázek 37 - Hnací buben Interroll [7]



Obrázek 38 - Hnací buben - uchycení

Se zřetelem na specifické požadavky a zástavbový prostor byl vybrán bubnový elektropohon DM 0080 od společnosti Interroll, který je z hlediska servisu bezúdržbový. Jelikož je bubnový elektropohon kompaktní, jeho montáž je jednoduchá a při poruše následuje kompletní výměna. Kompletní motor se nanesune do prvního držáku hnacího válce. Zajištění je zabezpečeno pomocí dopravního pásu a napínáním hnaného válce. [11]

- [Prediktivní výpočty pro SWot hodnocení vlastností uvedené části stavební struktury \[11\]](#)

Zatížení dopravního pásu výlisky

Rozměry:

Hmotnost jednoho výlisku	$m_v = 0,003 \text{ kg}$
Počet výlisků/cyklus	$i = 80$
Tíhové zrychlení	$g = 9,81 \text{ m/s}^2$
Počet cyklů na obrátku dopravního pásu	$c_D = 8$

$$F_v = m_v * i * g * c_D \quad (10)$$

$$F_v = 0,003 * 80 * 9,81 * 8$$

$$F_v = 18,835 \text{ N}$$

Síla k překonání dopravní výšky

Rozměry:

Zatížení výlisků

$$F_v = 18,835 \text{ N}$$

Vyvážecí výška

$$h = 1 \text{ m}$$

Tíhové zrychlení

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

Délka osové vzdálenosti mezi hnacím a hnaným bubnu

$$L = 2 \text{ m}$$

$$F_{ST} = \frac{F_v}{L} * h * g \quad (11) [13]$$

$$F_{ST} = \frac{18,835}{2} * 1 * 9,81$$

$$F_{ST} = 92,386 \text{ N}$$

Celkové normálové zatížení

Rozměry:

Zatížení výlisků

$$F_v = 18,835 \text{ N}$$

Celkové zatížení od pásu

$$F_p = 109,568 \text{ N}$$

Odpor k překonání dopravní výšky

$$F_{ST} = 92,386 \text{ N}$$

$$F_{CN} = F_v + F_P + F_{ST} \quad (12)$$

$$F_{CN} = 18,835 + 109,568 + 92,386$$

$$F_{CN} = 220,789 \text{ N}$$

Třecí síla způsobená pohybem pásu a výlisků po kluzné desce

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 39 - Koeficient tření [11]

Celkové normálové zatížení $F_{CN} = 220,789 \text{ N}$

Koeficient tření $f = 0,4$

$$F_T = F_{CN} * f \quad (13)$$

$$F_T = 220,789 * 0,4$$

$$F_T = 88,316 \text{ N}$$

Potřebný výkon elektropohonu hnacího válce

Rozměry:

Třecí síla způsobená pohybem pásu a výlisků po kluzné desce $F_T = 88,316 \text{ N}$

Rychlost dopravního pásu $v_p = 5/60 \text{ m/s}$

Výkon bubnového elektropohonu Interroll DM 0080 $P_m = 145 \text{ W}$

$$P = F_T * v_p \quad (14)$$

$$P = 88,316 * \frac{5}{60}$$

$$P = 7,36 \text{ W} \leq P_m = 145 \text{ W}$$

Potřebný výkon elektropohonu je menší než výkon zvoleného elektropohonu

=> podmínka splněna

Maximální obvodová síla hnacího bubnu

Rozměry:

Maximální kroutící moment bubnového elektropohonu Interroll DM 0800 $M_{kmax} = 65 \text{ Nm}$

Průměr hnacího bubnu $d_1 = 0,080 \text{ m}$

Třecí síla způsobená pohybem pásu a výlisků po kluzné desce $F_T = 88,316 \text{ N}$

$$F_{ob} = \frac{M_{kmax}}{\frac{d_1}{2}} \quad (15)$$

$$F_{ob} = \frac{65}{\frac{0,080}{2}}$$

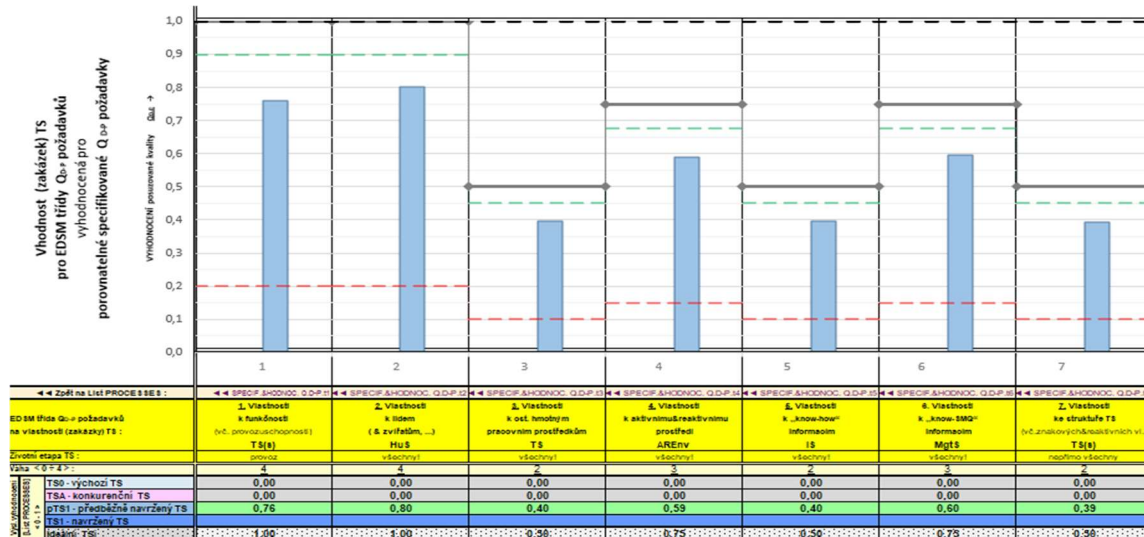
$$F_{ob} = 1625 \text{ N} > F_T = 88,316 \text{ N}$$

Maximální obvodová síla je větší než třecí síla F_T

=> podmínka splněna

4.2.4 SWot hodnocení vhodnosti finálního návrhu TS pro specifikované požadavky

Predikce a hodnocení se zaměřením na bezporuchovost TS byly vzhledem k vymezenému rozsahu samostatně bakalářské práce opět provedeny pouze kvalifikovaným odhadem konzultantem bez dokumentování.



Obrázek 40 - SWot hodnocení definitivní stavební struktury navrhovaného TS [23]

Z diagramu vyplývá, jaká je vhodnost finální stavební struktury pro specifikované vlastnosti navrhovaného TS.

5 Shrnutí a další výhled

Hlavním cílem bakalářské práce bylo navrhnout vyvážecí dopravník pro malé díly z hledisek jeho celého životního cyklu, což byl velmi náročný cíl.

Nejprve byla provedena specifikace požadavků na produkt. Po odborné konzultaci byla vybrána suboptimální varianta (přímý dopravník – pásový) a nadále byl proveden podrobnější průzkum konkurenčních dopravníků. Následně byly navrženy 3 alternativy řešení. Tyto alternativy byly vyhodnocovány z hlediska vlastností a potenciálu konkurenceschopnosti. Neoptimálnější z těchto alternativ byla konstrukčně navržena v softwaru Autodesk Inventor Professional 2024. Hlavní předností této alternativy oproti ostatním alternativám je možnost výškového i úhlového nastavení dopravníku.

Následně byly provedeny prediktivní výpočty dílčích částí pro celkové SWot hodnocení. Jedna z částí se zabývá vyhodnocením výkonu elektropohonu hnacího bubnu Interroll DM 0080. Maximální výkon tohoto motoru je dle výrobce stanoven na 145 W. Potřebný výkon pro konstruovaný dopravník je 7,36 W. Další část prediktivních výpočtů zahrnuje výpočet třecího spoje teleskopického výsuvu. Z výpočtů softwaru Autodesk Inventor Professional 2024 bylo určeno maximální zatížení jednoho třecího spoje na sílu $F_G = 10\,000\text{ N}$. Navržený dopravník je zatížen silou $F_{TC}/2 = 6\,232,602\text{ N}$. Z těchto hodnot je zřejmé, že navržený dopravník vyhovuje zatížení.

V závěru práce je SWot hodnocení definitivní stavební struktury navrženého dopravníku, zahrnující hodnocení specifikovaných vlastností, v celém životním cyklu.

6 Reference

- [1] ENGEL s. r. o. [online]. In: . [cit. 2024-05-02]. Dostupné z: <https://www.ENGELglobal.com>
- [2] JUSTL, Martin. *Návrh modernizace údržby výrobních strojů*. Liberec, 2018. Bakalářská práce. Technická univerzita v Liberci.
- [3] DRAŽAN, František a Karel JEŘÁBEK. *Manipulace s materiálem*. 1. Bratislava: Alfa, 1979. ISBN 04-220-79.
- [4] GAŠPARÍK, Miroslav a Milan GAFF. *Manipulační a dopravní technika I*. 2016. Praha: Česká zemědělská univerzita, 2016. ISBN 978-80-213-2619-4.
- [5] Crizaf. In: *Crizaf* [online]. 2023 [cit. 2024-02-27]. Dostupné z: <https://crizaf.com/Prodotti/c1200/>
- [6] *JVMmetal* [online]. 2023 [cit. 2024-03-08]. Dostupné z: <http://stzservis.cz/konstrukce-pryzotextilního-pasu>
- [7] *Interroll group* [online]. 2023 [cit. 2024-03-08]. Dostupné z: <https://www.interroll.com/products/unit-handling/conveyors/lcp/lcp-straight-conveyor/>
- [8] *Schuma* [online]. 2024 [cit. 2024-03-08]. Dostupné z: <https://www.schuma.com/foerderband-typ-pro-zn/>
- [9] *MB Conveyor* [online]. 2018 [cit. 2024-03-08]. Dostupné z: <https://mbconveyors.com/en/product/n-tr/#1533396307508-09e123c5-4e39>
- [10] KOUŘIL, Martin. *Návrh konstrukce komisovacího vozíku do lakovny*. Plzeň, 2022. Bakalářská práce. Západočeská univerzita v Plzni.
- [11] POMAHAČ, Jiří. *Návrh integrovaného dopravníku pro vstřikovací lis*. Plzeň, 2020. Diplomová práce. Západočeská univerzita v Plzni.
- [12] HOSNEDL, Stanislav, Petr SKŘIVÁNEK a Tomáš KALINA. SW podpora a dokumentace komplexní specifikace požadavků a SWOT hodnocení navrhovaného technického produktu (TS) pro celý životní cyklus (LC). [software]. Plzeň : KKS, FST, ZČU v Plzni, 2022.
- [13] ČESKÝ NORMALIZAČNÍ INSTITUT. *Pásové dopravníky s nosnými válečky: Výpočet výkonu a tahových sil*. Březen 1994. Praha: Český normalizační institut, 1993.
- [14] JIRKAL, Jakub. *Inovace válců pro pásové dopravníky*. Plzeň, 2022. Bakalářská práce. Západočeská univerzita v Plzni.

- [15] *Českokrumlovský deník* [online]. 2019 [cit. 2024-05-02]. Dostupné z: <https://ceskokrumlovsky.denik.cz/galerie/foto.html?mm=ENGEL-cb191015&back=2683939536-26687-6&photo=1>
- [16] GAJDŮŠEK, Jaroslav a Miroslav ŠKOPÁN. *Teorie dopravních a manipulačních zařízení*. 1. Brno: Vysoké učení technické, 1988.
- [17] *Segopal Tech* [online]. 2016 [cit. 2024-05-02]. Dostupné z: https://www.segopaltech.cz/cs_CZ/snekovy-dopravnik/
- [18] *M-Tec s. r. o.* [online]. 2024 [cit. 2024-01-21]. Dostupné z: <https://www.m-tec.cz/vyrobky/dopravni-a-davkovaci-systemy/vibracni-dopravniky/>
- [19] HABERKORN S.R.O. Haberkorn s. r. o. In: HABERKORN S.R.O. *Haberkorn* [online]. 2024 [cit. 2024-01-23]. Dostupné z: <https://www.haberkorn.cz/pasove-dopravniky/>
- [20] *STZ servis* [online]. 2023 [cit. 2024-03-08]. Dostupné z: <http://stzservis.cz/konstrukce-pryzotextilniho-pasu>
- [21] JIROUD, Tomáš. *Doprava partikulárních materiálů* [online]. [cit. 2024-05-02].
- [22] HOSNEDL, Stanislav. Navrhování a hodnocení technických produktů. Podklady k přednáškám a cvičením KKS/DFX. [online]. [cit. 27.2.2024]. Dostupné z: <https://portal.zcu.cz/portal/studium/courseware/kks/dfx>.
- [23] HOSNEDL, Stanislav, Petr SKŘIVÁNEK a Tomáš KALINA. SW podpora a dokumentace hodnocení vzájemné konkurenceschopnosti alternativ struktur technického produktu (TS). [software]. Plzeň: KKS, FST, ZČU v Plzni, 2022.

Seznam příloh

Příloha č.1 – Výkresová dokumentace