

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA STROJNÍ

Studijní program: N0715A270017 - Konstruování strojů a
technických zařízení

Studijní specializace: Konstruování vozidel a manipulačních
zařízení

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Zařízení pro manipulaci s dřevěnými paletami

Autor: Bc. Václav KOCOUREK

Vedoucí práce: Prof. Ing. Stanislav HOSNEDL, CSc.

Akademický rok 2021/2022

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

Fakulta strojní

Akademický rok: 2021/2022

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Bc. Václav KOCOUREK**
Osobní číslo: **S19N0123P**
Studijní program: **N0715A270017 Konstruování strojů a technických zařízení**
Specializace: **Konstruování vozidel a manipulačních zařízení**
Téma práce: **Zařízení pro manipulaci s dřevěnými paletami**
Zadávající katedra: **Katedra konstruování strojů**

Zásady pro vypracování

Základní požadavky:

Průzkum trhu a SWOT analýza současného řešení

Koncepční návrhy několika variant, konstrukční návrh vybrané varianty

Analýza rizik

Komplexní hodnocení produktu, pevnostní analýza a optimalizace konstrukce

Kladen důraz na konstrukční modularitu řešení

Základní technické údaje:

Technické parametry jsou uvedeny v příloze zadání

Osnova práce

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

Konzultant Ing. Zbyněk Swaczyna, ENGEL strojírenská, Kaplice

Rozsah diplomové práce: **40 – 60 stran**
Rozsah grafických prací: **podle potřeby**
Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**

Seznam doporučené literatury:

- [1] HOSNEDL, S. a KRÁTKÝ, J. *Příručka strojího inženýra: Obecné strojí části 1*. Praha: Computer Press, 1999. ISBN 80-7226-055-3;
- [2] HOSNEDL, S.: *Části a mechanismy strojů 1. Podklady k přednáškám KKS/CMS1*. Plzeň: ZČU, 2012, ISBN 978-80-261-0125-3, <https://dspace5.zcu.cz/handle/11025/16830> příp. <https://portal.zcu.cz/portal/studium/courseware/kks/cms1/studijni-materialy.html>
- [3] HOSNEDL, S. *Systémové konstrukční navrhování technických produktů. Podklady k přednáškám a projektům KKS/ZKM*. Plzeň: ZČU, FST, KKS, 2020 <https://portal.zcu.cz/portal/studium/courseware/kks/zkm/studijni-materialy.html>
Podkladové materiály, výkresy, prospekty, katalogy apod. poskytnuté zadavatelem úkolu.

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

Konzultant diplomové práce: **Ing. Zbyněk Swaczyna**
Engel strojírenská s.r.o.

Datum zadání diplomové práce: **16. října 2021**
Termín odevzdání diplomové práce: **28. května 2022**

L.S.

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

ANOTAČNÍ LIST DIPLOMOVÉ PRÁCE

AUTOR	Příjmení Bc. Kocourek	Jméno Václav	
STUDIJNÍ PROGRAM	N0715A270017 Konstruování strojů a technických zařízení		
VEDOUcí PRÁCE	Příjmení (včetně titulů) Prof. Ing. Hosnedl, CSc.	Jméno Stanislav	
PRACOVÍŠTĚ	ZČU - FST - KKS		
DRUH PRÁCE	DIPLOMOVÁ	BAKALÁŘSKÁ	Nehodící se škrtněte
NÁZEV PRÁCE	Zařízení pro manipulaci s dřevěnými paletami		

FAKULTA	strojní	KATEDRA	KKS	ROK ODEVZD.	2022
----------------	---------	----------------	-----	--------------------	------

POČET STRAN (A4 a ekvivalentů A4)

CELKEM	82	TEXTOVÁ ČÁST	72	GRAFICKÁ ČÁST	10
---------------	----	---------------------	----	----------------------	----

<p style="text-align: center;">STRUČNÝ POPIS (MAX 10 ŘÁDEK)</p> <p>ZAMĚŘENÍ, TÉMA, CÍL POZNATKY A PŘÍNOSY</p>	<p>Diplomová práce obsahuje analýzu válečkového dopravníku firmy ENGEL a inovativní koncepční a konstrukční návrh zaměřený na modularitu. Konstrukční návrh byl navržen s požadovanými vlastnostmi a potenciálem konkurenceschopnosti, tj. požadovanou posuzovanou kvalitou, vynaloženou dobou a vynaloženými náklady.</p>
<p style="text-align: center;">KLÍČOVÁ SLOVA</p> <p style="text-align: center;">ZPRAVIDLA JEDNOSLOVNÉ POJMY, KTERÉ VYSTIHUJÍ PODSTATU PRÁCE</p>	<p>Válečkový dopravník, Euro paleta, modularita, CAD, MKP analýza</p>

SUMMARY OF DIPLOMA SHEET

AUTHOR	Surname Bc. Kocourek	Name Václav	
STUDY PROGRAMME	N0715A270017 Design engineering of machines and technical devices		
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	Equipment for handling wooden pallets		

FACULTY	Mechanical Engineering	DEPARTMENT	Machine Design	SUBMITTED IN	2022
----------------	------------------------	-------------------	----------------	---------------------	------

NUMBER OF PAGES (A4 and eq. A4)

TOTALLY	82	TEXT PART	72	GRAPHICAL PART	10
----------------	----	------------------	----	-----------------------	----

BRIEF DESCRIPTION TOPIC, GOAL, RESULTS AND CONTRIBUTIONS	The diploma thesis contains an analysis of the roller conveyor of the ENGEL company and an innovative conceptual and constructional layout focused on modularity. The definitive engineering desing structure was designed with the required properties and potential of competitiveness, ie with the required assessed quality, expended time and expended costs.
KEY WORDS	Roller conveyor, euro pallette, modularity, CAD, MKP analyssis

Obsah

Přehled použitých zkratk a pojmů	9
Přehled použitých grafických symbolů	10
Seznam obrázků	11
Seznam tabulek	12
1 Úvod.....	13
2 ENGEL.....	14
I ROZPRACOVÁNÍ PROBLÉMU	15
3 Vyjasnění zadání	15
4 Dopravní systémy a jejich členění	16
4.1 Druh přepravovaného materiálu	16
4.2 Druh pohonu	16
4.3 Základní typy	16
5 Válečková dopravní zařízení	17
5.1 Nepoháněné válečkové dopravníky	17
5.2 Pohony válečkových dopravníků.....	18
5.3 Válečky válečkových dopravníků	22
5.4 Pohonné mechanismy válečkových dopravníků.....	23
6 Inženýrsko-manažerská specifikace požadavků na navrhovaný válečkový dopravník chápaný jako technický systém – TS(s)	24
II KONCEPČNÍ KONSTRUKČNÍ NÁVRH	27
7 Návrh funkcí pro orgánovou strukturu TS(s).....	27
7.1 Technický transformační proces provozu navrhovaného TS(s)	27
7.2 Návrh orgánů TS(s) pro realizaci navrženého technického transformačního procesu 29	
8 Návrh orgánové struktury TS(s).....	30
8.1 Návrh alternativ orgánové struktury navrhovaného TS(s)	30
Alternativa A	31
Alternativa B	33
Alternativa C	34
Alternativa D	34
8.2 Hodnocení potenciálu vzájemné konkurenceschopnosti koncepčních alternativ orgánové struktury navrhovaného TS(s)	35
8.3 Prediktivní SWot hodnocení alternativ orgánových struktur navrhovaného TS(s)...	37
III STAVEBNÍ KONSTRUKČNÍ NÁVRH	38

9	Konstrukční návrh stavební struktury TS(s)	38
9.1	Návrh rámu TS(s)	38
9.1.1	Stojiny	39
9.2	Návrh pohonu včetně válečků	47
9.2.1	Návrh motoru včetně řetězu	47
9.2.2	Návrh válečků pro podélný posuv	53
9.2.3	Návrh válečků pro příčný posuv	55
10	Predikce, hodnocení a snížení rizik navrženého TS(s)	59
10.1	Rizika se zaměřením na bezpečnost lidí a ost. živých bytostí	59
10.2	Rizika se zaměřením na bezporuchovost navrženého TS(s) (FMEA)	63
11	Souhrnné SWot hodnocení vhodností TS(s) pro specifikované požadavky	66
IV KOMPLETACE		67
12	Dokumentace Návrhu TS(s)	67
13	Shrnutí a závěr	69
Seznam bibliografických citací použitých informačních zdrojů		70
PŘÍLOHY		73

Přehled použitých zkratk a pojmů

BOZP	Bezpečnost a ochrana zdraví při práci
CAD	Počítačem podporované kreslení
ČSN	Česká technická norma
EN	Evropská norma
MKP	Metoda konečných prvků
SWot	SWOT analýza silných (S – strengths) a slabých (W – weaknesses) s implicitně obsaženými příležitostmi (o – opportunities) a hrozbami (t – threads)
TP	Technický produkt
TS	Technický systém – technický produkt chápaný jako tech. systém
TS(s)	Navrhovaný tech. produkt jako „subjektivizovaný“ technický systém (pro odlišení od ostatních technických systémů)

Přehled použitých grafických symbolů



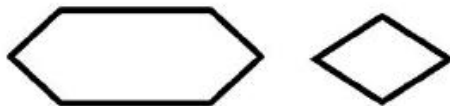
- **Operátor:**
přeměňující M, E, I, příp. L objekt/prostředek
(při nedostatku místa jen jeho název u symbolu účinku)



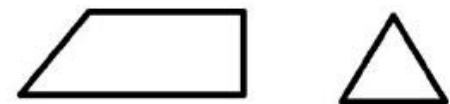
- **Operand:**
přeměňovaný M, E, I, příp. L **objekt**
(při nedostatku místa jen název a stav operandu u symbolu jeho vstupu/výstupu)





- **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“)



- **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
(vyjadřovaná **infinitivem**) 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 )



- **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** (přifažený 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/...

Seznam obrázků

Obrázek 2.1 - ENGEL strojírenská spol. s.r.o. Kaplice [22].....	14
Obrázek 3.1 - Současně používaný válečkový dopravník [8].....	15
Obrázek 4.1 - Pásový dopravník [2].....	16
Obrázek 4.2 - Podvěsný dopravník [21].....	16
Obrázek 5.1 - Nepoháněný gravitační válečkový dopravník [26]	17
Obrázek 5.2 - Opásaný převod řemenový [23]	18
Obrázek 5.3 - Tečný pohon řemenový [25]	18
Obrázek 5.4 - Pohon řetězem opásáním [22]	19
Obrázek 5.5 - Tolerance rozteče válečků pro pohon opásáním [16].....	19
Obrázek 5.6 Pohon plochým řemenem – tečně [8]	20
Obrázek 5.7 Pohon ozubeným řemenem [30] Obrázek 5.8 Ozubený řemen [3].....	20
Obrázek 5.9 - Klínový řemen [15]	21
Obrázek 5.10 - Pohon kruhovým řemenem podélnou hřídelí [1]	21
Obrázek 5.11 - Základní typy konstrukce válečků [9]	22
Obrázek 5.12 Hlavní části válečku [9]	22
Obrázek 5.13 Dopravní váleček s vlastním pohonem [28]	23
Obrázek 7.1 - Černá skříňka požadovaného transformačního procesu TS(s)	27
Obrázek 7.2 – Technologický princip a způsob technického transformačního procesu při provozu navrhovaného TS(s)	28
Obrázek 7.3 - Technologie - hlavní a asistující technologické operace technického transformačního procesu při provozu navrhovaného TS(s) vč. servisního procesu TS(s).....	28
Obrázek 8.1 - Podélný posuv palety pro alternativu A	31
Obrázek 8.2 Příčný posun palety pro alternativu A	32
Obrázek 8.3 - Alternativa B	33
Obrázek 8.4 Ilustrační obrázek pro alternativu C	34
Obrázek 8.5 - Diagram potenciálu konkurenceschopnosti vyhodnocení navržených koncepčních alternativ orgánové struktury navrhovaného TS(s) [12]	36
Obrázek 9.1 – Navržená stavební struktura TS(s).....	38
Obrázek 9.2 – Nastavitelné spojení stojin se zemí.....	39
Obrázek 9.3 – Predikce deformace stojiny rámu	42
Obrázek 9.4 - Zlepšený návrh stojiny modulu	43
Obrázek 9.5 - Predikce deformace stojiny rámu pro zlepšený návrh.....	46
Obrázek 9.6 Zvolený motor s převodovkou a frekvenčním měničem od firmy Lenze [17]....	49
Obrázek 9.7 Zvolený váleček firmy Kraus [6].....	53
Obrázek 9.8 Rozměry navrženého ložiska pro podélný posuv [24]	54

Obrázek 9.9 Rozměry Euro palety [7]	55
Obrázek 9.10 Kontakt Euro palety s válečky při příčném posuvu.....	56
Obrázek 9.11 - Rozměry zvoleného ložiska pro příčný posuv [24].....	57
Obrázek 10.1 - Světelná závora [32].....	59
Obrázek 10.2 - Bezpečnostní tunel pro vjezd prázdných palet	59
Obrázek 10.3 - Dovolená hodnota mezery mezi rotujícími součástmi [33].....	60
Obrázek 10.4 - Princip optického reflexního senzoru [18]	60
Obrázek 10.5 - Nouzové tlačítko pro okamžité zastavení stroje [31]	61
Obrázek 10.6 - Vyhodnocení rizik pro výchozí a finální stavební strukturu navrhovaného TS(s)	62
Obrázek 10.7 - Ochranný nárazový prvek společnosti ENGEL	64
Obrázek 10.8 - Vyhodnocení rizik pro výchozí a finální stavební strukturu navrhovaného TS(s)	65
Obrázek 11.1 - Vyhodnocení SWot analýzy pro výchozí stav a pro zlepšený definitivní stav [12]	66
Obrázek 12.1 - Dopravní trať pro podélný posuv palet	67
Obrázek 12.2 - Dopravní trať pro příčný posuv palet	68

Seznam tabulek

Tabulka 1, část 1 ze 3 – Inženýrsko-manažerská specifikace na vlastnosti navrhovaného TS(s)	24
Tabulka 2, část 2 ze 3 - Inženýrsko-manažerská specifikace na vlastnosti navrhovaného TS(s)	25
Tabulka 3, část 3 ze 3 - Inženýrsko-manažerská specifikace na vlastnosti navrhovaného TS(s)	26
Tabulka 4 - Morfologická matice orgánů TS(s) navržených pro realizaci funkcí TS(s)	29
Tabulka 5 - Alternativy kombinací navržených orgánů (Tab. 4) pro orgánovou strukturu navrhovaného TS(s)	30
Tabulka 6 - Hodnocení vhodnosti navržených alternativ orgánové struktury pro navrhovaný TS [12]	35
Tabulka 7 - Výhody a nevýhody předpokládaných stavebních struktur pro alternativy orgánových struktur navrhovaného TS(s)	37
Tabulka 7 Parametry motoru s převodovkou	48

1 Úvod

V průmyslových oblastech, kde rychlost přepravy je zcela zásadní, se stále více využívají automatizované systémy. Velkou výhodou těchto přepravních systémů je ulehčení práce lidem, větší efektivita a eliminace chyb. Ve spolupráci s firmou ENGEL, jedním z největších výrobců vstřikovacích lisů a přepravních systémů, byla vypracována tato diplomová práce zaměřená na přepravu euro palet. Jedná se o používaný systém typu ECP1/1 a ECP1/2. Práce je zaměřena na vyhodnocení současného řešení a následnou optimalizaci pro splnění stále větších nároků.

V první části je práce zaměřena na vyjasnění zadání, vyhodnocení současného řešení, teoretickou část dopravních systémů a na vyhodnocení technických požadavků. Druhá část je zaměřena na navržení orgánové a funkční struktury, navržení čtyř upravených alternativ, jejich porovnání a finální výběr suboptimální varianty podle specifikovaných požadavků a nákladů na výrobu a provoz. Třetí část práce se zabývá stavebním konstrukčním návrhem zvolené suboptimální alternativy.

Konec práce je věnován vyhodnocení a porovnání současného a navrhovaného řešení.

2 ENGEL

ENGEL je celosvětově působící společnost zaměřující se na výrobu vstřikovacích lisů a celkově na výrobu zařízení na zpracování plastů. Zaměřuje se také na výrobu vlastních dopravních systémů pro manipulaci s plastovými výrobky, jako jsou dopravníky, zvedací a zdvihací zařízení, manipulátory, nebo ukládací systémy. ENGEL se řadí mezi přední světové výrobce v tomto odvětví a ve světě má 9 poboček. 3 pobočky sídlí v Rakousku, další pobočky sídlí v Číně, Koreji, USA, Německu a také v České republice. Pobočka ENGEL strojírenská spol. s.r.o. se sídlem v Kaplici je zaměřena na výrobu dopravních systémů pro manipulaci s plastovými díly. [19, str. 11]



Obrázek 2.1 - ENGEL strojírenská spol. s.r.o. Kaplice [22]

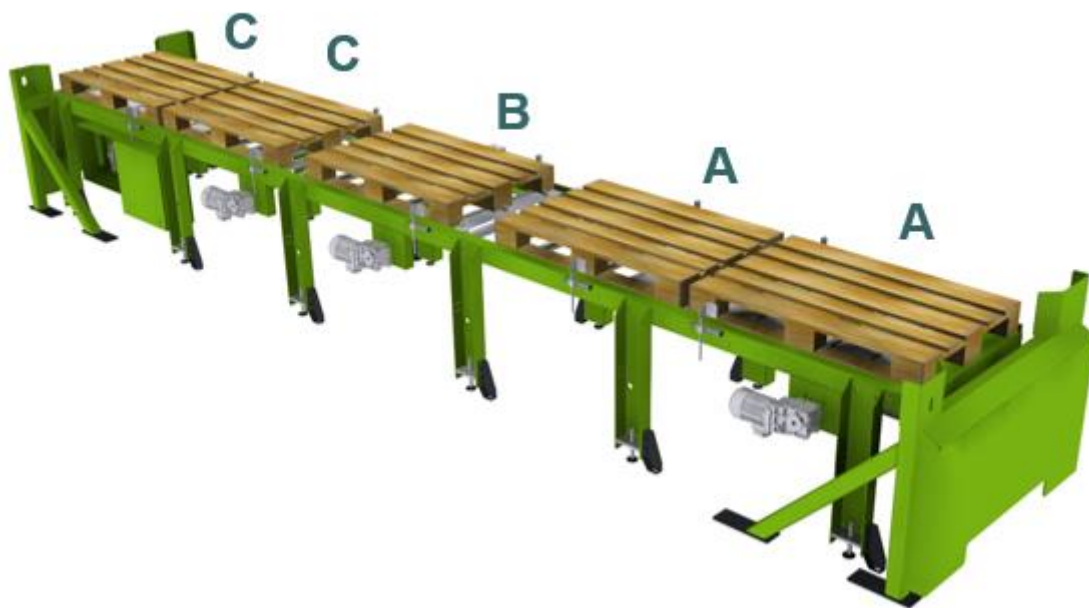
Firma ENGEL byla založena v roce 1945 Ludwigem Engelem a již od počátku se věnuje strojům na zpracování termoplastů, elastomerů, automatizačních zařízení, atd.

Značné výhody plastů a jejich stále větší uplatňování napříč průmysly jako je Automobilový průmysl, lékařství, elektro průmysl, a mnoho dalších zapříčiňují neustálý rozvoj tohoto závodu, proto se firma ENGEL soustředí také na vývoj nových progresivních technologií a automatizace. [19, str.11]

I ROZPRACOVÁNÍ PROBLÉMU

3 Vyjasnění zadání

Zařízení pro manipulaci s dřevěnými paletami, v tomto případě válečkový dopravník, slouží k přepravě klasických euro palet s rozměry 800x1200mm a nese označení ECP1/1 pro kratší variantu a ECP1/2 pro variantu delší. V současné době je dopravník konstruován jako jeden celek, jak můžeme vidět na obrázku 3.1, kde část A slouží k nakládce prázdných palet, část B je plnicí a část C slouží k odběru naplněných palet.



Obrázek 3.1 - Současně používaný válečkový dopravník [8]

Hlavním úkolem této diplomové práce je zajistit modularitu dopravního systému tak, aby mohl být sestaven podle konkrétního přání zákazníka. Jedná se především o délku celé dopravní trati, tedy o počet přepravovaných palet, dále o nastavitelnou výšku, šířku a také o nosnost dopravníku. V neposlední řadě se musí zajistit také snadná konfigurace zařízení bez zvláštních technických znalostí zákazníka, a především bezpečnost celého zařízení.

Současné technické řešení je navrženo na 5 kusů euro palet, kde každá paleta má maximální nosnost 250 kg a palety jsou umístěny ve výšce 1 m nad zemí. Jednotná rychlost posuvu palet je 3 m/min.

4 Dopravní systémy a jejich členění

[19, str.14]

Účelem dopravních systémů, nazývaných také jako dopravní zařízení (dopravníky) je dopravování materiálů na menší vzdálenosti. Velkou výhodou dopravních zařízení je jejich široká možnost použití pro velký rozsah vzdáleností a materiálů. Výrazným způsobem automatizují a ulehčují přepravu věcí ve firmách. Navíc mohou zároveň plnit i technologické funkce. S dopravními systémy se setkáváme čím dál častěji ve všech oborech.

4.1 Druh přepravovaného materiálu

- Sypký
- Kusový
- Kapaliny



Obrázek 4.1 - Pásový dopravník [2]

4.2 Druh pohonu

- Bez tažného elementu
- S tažným elementem

4.3 Základní typy

- Pásový
- Válečkový
- Článkový
- Řetězový
- Řemenový
- Vibrační
- Podvěsný
- Šnekový
- Korečkový



Obrázek 4.2 - Podvěsný dopravník [21]

5 Válečková dopravní zařízení

Válečkové dopravníky se používají k dopravě a manipulaci kusových předmětů, kterými mohou být například různé druhy přepravek, krabic, boxů, plat, nebo také palet a mnoho dalšího. Základním prvkem válečkových dopravníků je váleček. Válečky se volí podle druhu zatížení a dopravovaného materiálu. Válečkové dopravníky mají široké spektrum použití. Mohou být použity jak na stavbách nebo hutních závodech, tak také v potravinářství nebo lékařství, kde jsou rozdílné nároky.

Dalším důležitým faktorem je rozteč válečků. Rozteč ovlivňuje zejména plynulý pohyb dopravovaného materiálu. Válečky by měly být tak blízko, aby přepravovaný materiál nepropadával, ale zároveň, z ekonomického důvodu, tak aby bylo válečků použito co nejméně při splnění všech požadavků na nosnost.

5.1 Nepoháněné válečkové dopravníky

Nepoháněné dopravníky se používají převážně při manipulaci s lehčími předměty, které se dají přemísťovat lidskou silou. Tento druh dopravníků můžeme členit na gravitační (obr 5.1), kdy dopravník je nakloněn a materiál se uvede do pohybu gravitačním zrychlením. Druhou možností je dopravník s vodorovnou tratí, kde k pohybu materiálu je využito manuální posuv (lidská síla, posuvné zařízení, posuv následujícím materiálem, ...).

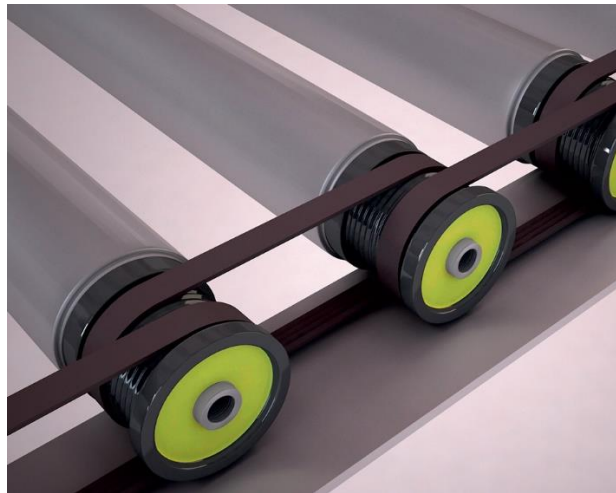


Obrázek 5.1 - Nepoháněný gravitační válečkový dopravník [26]

5.2 Pohony válečkových dopravníků

K pohonu těchto dopravníků se nejčastěji využívá elektrická energie, která je transportována na mechanickou a dále rozváděna na jednotlivé válečky. Jejich velkou výhodou je velká variabilita a možnost nastavení. Může být nastavena rychlost dopravy materiálu, pomalejší rozjezd/brždění, nebo třeba jen posun o určitou část. Přenos energie z motoru na válečky je nejčastěji realizován řetězy a plochými, ozubenými, klínovými nebo kruhovými řemeny. Tento způsob přenosu energie je možné realizovat buď opásáním nebo tečně. [16]

Přenos energie opásáním je myšleno přenos točivého momentu mezi dvěma sousedními válečky smyčkou, jak můžeme vidět na obrázku 5.2.



Obrázek 5.2 - Opásaný převod řemenový [23]

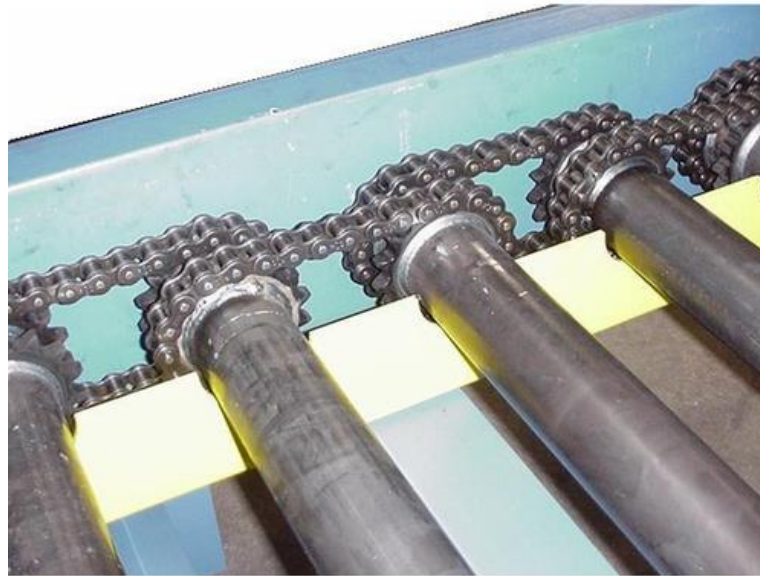
Druhý způsob přenosu energie na váleček je tečný pohon (obr. 5.3). Tento způsob se vyznačuje použitím jediného řemenu/řetězu pro celou válečkovou trať. Oproti přenosu energie opásáním, zde nesmí chybět napínací zařízení, které zajišťuje funkčnost pohonu. Spojení řemenu/řetězu s válečky může být realizováno pouze z vrchní nebo spodní strany válečků, nebo pro zvýšení tření z obou stran.



Obrázek 5.3 - Tečný pohon řemenový [25]

Pohon řetězem

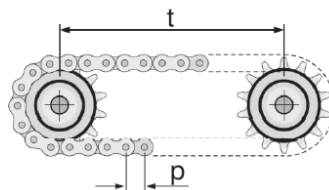
Řetězový pohon je pohon s tvarovým stykem. U těchto převodů musí být válečky vybavené řetězovým kolem, které přenos energie umožní. Mezi výhody řetězového pohonu patří tvarový styk, u kterého nedochází k prokluzu, mají velkou životnost a dokáží přenést velké zatížení. Mají poměrně velkou účinnost, kolem 98 %, nejsou náchylné na znečištění a změny teplot. Mezi jejich nevýhody se řadí hlučnost, poměrně vysoká váha, cena a potřeba pravidelné údržby nejčastěji formou mazání. [16]



Obrázek 5.4 - Pohon řetězem opásáním [22]

Na obrázku 5.4 můžeme vidět přenos energie na válečky pomocí řetězu opásáním. Tato varianta oproti tečnému pohonu vyžaduje větší zástavbové prostory. Je to z důvodu nutnosti umístění dvou řetězových kol na jeden váleček a vyžadují velice přesné tolerance v závislosti na rozteči řetězu (obr 5.5). Tato varianta má také o něco menší účinnost. Oproti druhé variantě však není potřeba napínacího zařízení. [16]

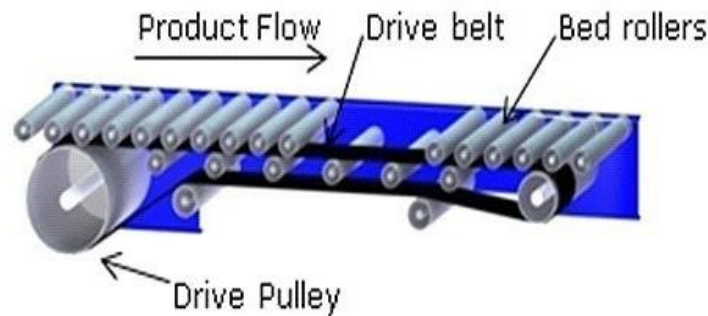
Rozteč řetězu "	P mm	Tolerance pro t mm	Zatížení na mezi pevnosti N
3/8	9,52	0 až -0,4	9100
1/2	12,70	0 až -0,5	18 200
5/8	15,88	0 až -0,7	22 700
3/4	19,05	0 až -0,8	29 500
1	25,40	0 až -1,0	58 000



Obrázek 5.5 - Tolerance rozteče válečků pro pohon opásáním [16]

Pohon plochým řemenem

Tento typ pohonu dopravníků se používá především u dopravníků s menším zatížením, kde může docházet k prokluzu válečků. Oproti řetězovému pohonu je tato varianta velice levná, protože se místo řetězového kola může použít rovnou samotný váleček. Navíc řemeny nevyžadují žádnou speciální údržbu. Potřebnou věcí, díky silovému styku, je dostatečně velké předeprnutí, které bude schopno přenést požadované výkony. [16]



Obrázek 5.6 Pohon plochým řemenem – tečně [8]

U tečného pohonu plochým řemenem (obr 5.6) jsme navíc schopni elektronicky řídit přítlačné kladky a docílit tak pohonu pouze určitých válečků.

Pohon ozubeným řemenem

Tento způsob spojuje výhody pohonu řetězového a řemenového. Využívá tvarového styku, jako pohon řetězem, tudíž nedochází k prokluzu. Oproti řetězovému pohonu nevyžaduje mazání a má také mnohem tišší chod. Další výhodou oproti plochému řemenu je mnohem menší síla předeprnutí a tím menší zatížení ložisek a os. Nevýhodou, stejně jako u řetězů je nutná přesnost tolerancí roztečí válečků, aby zuby řemenů přesně zapadaly, jinak může docházet ke kolizím a také je výrazně zkrácena životnost řemene. [16]



Obrázek 5.7 Pohon ozubeným řemenem [30]



Obrázek 5.8 Ozubený řemen [3]

Pohon klínovým řemenem

Klínové řemeny přenášejí sílu třením, tedy využívají silového styku. Oproti plochým řemenům, díky klínové drážce, jsou schopné zajistit větší přitlačnou sílu. Avšak jejich výroba je náročnější, je potřeba upravené hlavy na válečku pro tento typ řemenu, a to se projevuje také na ceně, která je vyšší než u jednoduchého plochého řemenu.

U klínového řemenu se používá výhradně pohon opásáním, tečný pohon není dost dobře realizovatelný kvůli přenosu točivého momentu, a tedy i účinnost by nebyla příliš vysoká. [16]



Obrázek 5.9 - Klínový řemen [15]

Pohon kruhovým řemenem

Kruhové řemeny pracují na podobném principu jako řemeny ploché, přenášejí energii silovým stykem a vyznačují se svou jednoduchostí. Používají se pro přenos menších točivých momentů. Jsou nenáročné na údržbu, ale nevýhodou je kratší životnost. Tento způsob přenosu energie využívá jak pohonu tečného, tak pohonu opásáním jako v případě plochých řemenů.

Zvláštním způsobem je pohon opásáním z hnací hřídele (obr 5.10). Tento způsob je hojně rozšířený. Do válečkové tratě je přidána pod válečky podélná hnací hřídel, ke které je kruhovým řemenem připojen váleček. Výhodou je, že snadnou úpravou můžeme válečky přizpůsobit, které budou a které nebudou poháněné. [16]

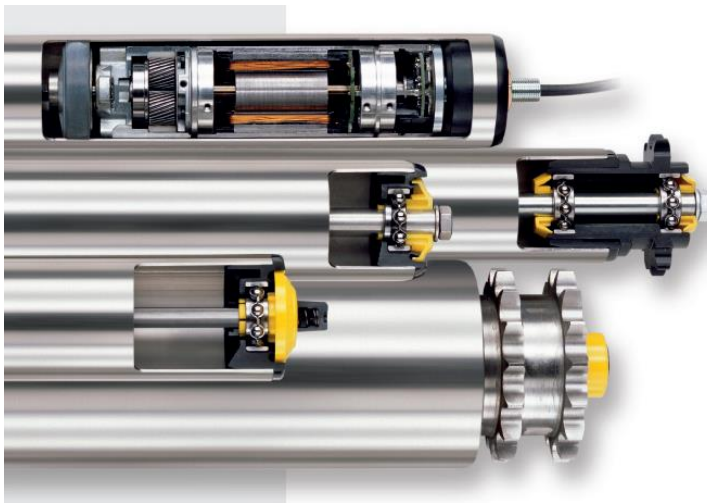


Obrázek 5.10 - Pohon kruhovým řemenem podélnou hřídelí [1]

5.3 Válečky válečkových dopravníků

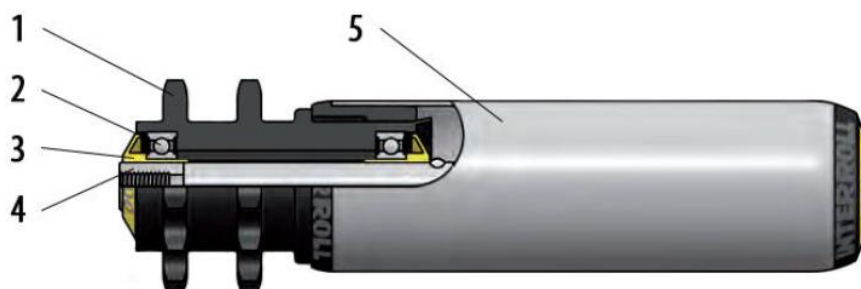
Základní konstrukce dopravníkových válečků je jednoduchá. Skládá se z válečků umístěných paralelně a ukotvených kolmo ke konstrukci. Tato struktura funguje jako podpora pro celý systém a zároveň jako vodítko. Mezi nejjednodušší konstrukce patří váleček s průchozí osou, kde tato osa je pevně přidělána k rámu a většinou přes valivá ložiska je otočně umístěno tělo válečku neboli plášť. Mezi další možnosti patří například nahrazení osy válečku hřídelí. Jedná se o celistvý váleček, na jehož koncích jsou umístěna ložiska, která jsou zároveň uložena v rámu dopravníku.

Dalších způsobů konstrukce válečků může být celá řada, například váleček s vlastním pohonem, nebo kombinace výše uvedených.



Obrázek 5.11 - Základní typy konstrukce válečků [9]

Dalším důležitým faktorem je materiál válečků. Válečky mohou být ocelové, hliníkové, plastové, nebo se používají různé pryžové návleky nebo nátěry pro zvýšení tření. Záleží, na co je daný váleček konstruován. Volí se taky materiál hlavy válečku, která může být také z oceli nebo plastu. Materiál se určuje podle velikosti zatížení, hlučnosti, zvoleného pohonu, atd.



Obrázek 5.12 Hlavní části válečku [9]

1 – Hnací hlava, 2 – Ložisko, 3 – ochranné víko, 4 – osa válečku, 5 – plášť

5.4 Pohonné mechanismy válečkových dopravníků

Další nezbytnou součástí válečkového dopravníku poháněného je pohonný mechanismus. Pohon může být zajištěn dvěma způsoby. Prvním je pohon integrovaný v samotných válečcích a druhou možností je externí pohon motorem s převodovkou.

Samostatně poháněný váleček využívá k převodu otáček především planetovou převodovku. Jeho nespornou výhodou je úspora místa, nízká hmotnost, tichost a také možnost kombinace s nepoháněnými válečky. Tento pohon však nedosahuje takových výkonů v porovnání s externími pohony a používá se proto jen u dopravníků s menším zatížením. [9]



Obrázek 5.13 Dopravní váleček s vlastním pohonem [28]

Při pohonu válečků externím motorem je kromě motoru hlavním atributem také použitá převodovka. Nejčastěji používané převodovky jsou čelní, kuželové a šnekové.

Čelní převodovky – patří mezi nejrozšířenější a nepoužívanější převodovky pro všechny druhy standartních aplikací s výstupní plnou hřídelí v ose motoru. Mezi jejich hlavní výhody patří jednoduchá konstrukce s vysokou účinností, široká konfigurace motoru s převodovkou a v neposlední řadě nízká cena. [6]

Kuželové převodovky – Používají se pro průmyslové aplikace tam, kde je zapotřebí přenést rotační pohyb mezi dvěma, případně více pravouhlými osami. Jejich nespornou výhodou je vysoká účinnost, odolnost proti přehřátí, nízká hlučnost a široký rozsah velikostí. Větší pořizovací náklady dohání její delší životnost. [17]

Kuželočelní převodovky – jedná se o kombinaci dvou výše uvedených převodovek a spojuje jejich vlastnosti. V porovnání se šnekovými převodovkami dosahují vyšších převodových poměrů, lze je spojit s asynchronními, brzdovými motory, nebo s motory do výbušného prostředí. [17]

Šnekové převodovky – šnekové převodovky stále patří mezi nepoužívanější převodovky k elektrickým motorům vůbec. Hlavním důvodem je nízká cena, jednoduchá konstrukce a občas požadovaná samosvornost. Velkou nevýhodou jsou poměrně vysoké ztráty točivého momentu, tedy účinnosti a také jejich přehřívání. Jsou vhodné pro aplikace, kde je vyžadována dutá nebo plná, jednostranná či oboustrannou výstupní hřídelí kolmo k ose motoru. [6]

6 Inženýrsko-manažerská specifikace požadavků na navrhovaný válečkový dopravník chápaný jako technický systém – TS(s)

Požadavky k reflektovaným vlastnostem TS vztah. k transf. procesům životních etap TS	Požadovaná hodnota a příp. tolerance	Váha (1-4)
(1) Požadavky k (hlavním i asistujícím) provozním funkcím/účinkům:		
Technický systém:		
Přepravování euro palet		
Únosnost včetně palety	1000 kg	3
Kompatibilita s ostatními systémy ENGEL	ECPM	4
Doplňování/odebírání palet	vysokozdvíhový vozík	4
Dopravní vzálenost	nastavitelné	3
Hmotnost TS	do 500 kg	2
Přepravní proces:		
Setrvání přepravovaného produktu ve stálé poloze	podmínkou	4
Rychlost přepravy	3 - 9 m/min	2
Maximální čas výměny palety	30 s	3
Přepravovaná součást:		
Velikost EURO palety (délka x šířka x výška)	1200 x 800 x 144	4
Maximální stohovací výška (včetně palety)	1500 mm	3
Hmotnost	do 750 kg	1
Teplota Přepravovaného materiálu	22°C	1
(2) Požadavky k ostatním provozním vlastnostem:		
Prostředí	středně čisté	2
Četnost použití	nepřetržitá	4
Životnost	min. 5 let	3
Údržba	minimální	4
Základní plocha pod systém	plochá betonová podlaha	2
Zástavbové rozměry	minimální	3
(3) Požadavky k vlastnostem pro předvýrobní procesy a výrobu:		
Vhodnost pro konstruování	vysoká	3
Náročnost na výrobu	nízká	3
Náročnost na montáž	nízká, běžné nářadí, jeřáb	4
Druh výroby	kusová (10 ks/rok)	2
(4) Požadavky k vlastnostem pro distribuci:		
Skladovací prostor	nutný	3
Manipulace s TS	Vysokozdvíhový vozík	2
(5) Požadavky k vlastnostem pro likvidaci:		
Demontovatelnost	jednoduchá	2
Recyklovatelnost	jednoduchá a vysoká	3
Opravitelnost (servis)	jednoduchá	3

Tabulka 1, část 1 ze 3 – Inženýrsko-manažerská specifikace na vlastnosti navrhovaného TS(s)

Požadavky k reflektovaným vlastnostem TS vztah. k operátorům transf. procesů všech život. etap TS	Požadovaná hodnota a příp. tolerance	Váha (1-4)
(1) Požadavky k vlastnostem pro věcné řízení/management:		
• Vlastní produkt	Přeprava palet ECP1/1, ECP1/2	1
• Konkurenceschopnost k produktům na trhu	ostatní manipulační zařízení	4
(2) Požadavky k vlastnostem k člověku:		
• Bezpečnost ve všech životních etapách, ergonomie:		
• Stabilita proti převrácení	vysoké	4
• Přístupnost	Omezená bezpečnostním ohrazením	4
• Bezpečnost v servisním modu	vysoká	4
• Příjemnost pro člověka (estetičnost, apod.):		
• Tvarový design	uspokojivý	3
• Barevné řešení	Dle přání zákazníka	3
• Povrch	Snadno omyvatelný	3
(3) Požadavky k vlastnostem k aktivnímu materiálu a energetickému okolí:		
• Použití ekologicky nezávadných materiálů	výhradně	4
• Zachycení úniku škodlivých látek při svařování	v rámci možností	2
• Nutnost mazání pohonů	vysoká	3
• Energetická náročnost pohonů	střední	2
(4) Požadavky k vlastnostem k aktivnímu informačnímu okolí:		
• Porušení patentových a licenčních práv	žádné	4
(5) Požadavky k vlastnostem k ostatním TS:		
• Náročnost na technické prostředky v život. etapách	minimální	4
(6) Požadavky k vlastnostem k informacím:		
• Výrobní a montážní dokumentace	Potřebná	4
• Návod k obsluze	vyžadováno	2
• Návod pro údržbu a opravy	Vyžadováno	2
(7) Požadavky k vlastnostem k ekonomickému a časovému řízení/managementu:		
• Výrobní náklady (materiál)	300 000	3
• Výrobní náklady (montáž)	20 000	3
• Náklady na práci/provoz	minimální	4
• Čas na montáž	20 hod	3

Tabulka 2, část 2 ze 3 - Inženýrsko-manažerská specifikace na vlastnosti navrhovaného TS(s)

Požadavky ke vkonstruovaným (1) a strukturním (2), (3) vlastnostem TS	Požadovaná hodnota a příp. tolerance	Váha (1-4)
(1) Požadavky k obecným konstrukčním vlastnostem:		
• Odolnost povrchů proti poškození	Vysoká	2
(2) Požadavky k elementárním konstrukčním vlastnostem:		
• Spojovací prvky	normalizované	3
(3) Požadavky ke konstrukčním znakům:		
• Funkční princip	mechanický	4
• Druh pohonu	automatizovaný/elektrický	4

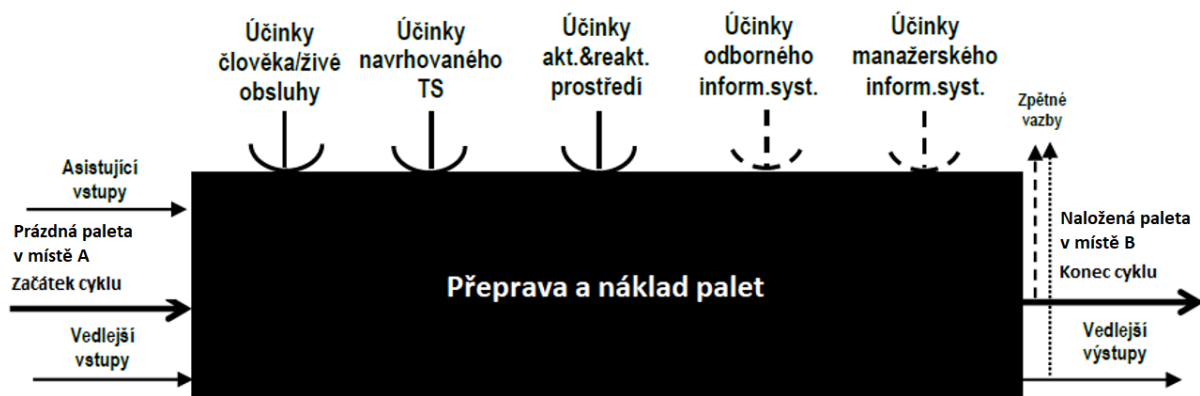
Tabulka 3, část 3 ze 3 - Inženýrsko-manažerská specifikace na vlastnosti navrhovaného TS(s)

II KONCEPČNÍ KONSTRUKČNÍ NÁVRH

7 Návrh funkcí pro orgánovou strukturu TS(s)

7.1 Technický transformační proces provozu navrhovaného TS(s)

Černá skříňka technického transformačního procesu

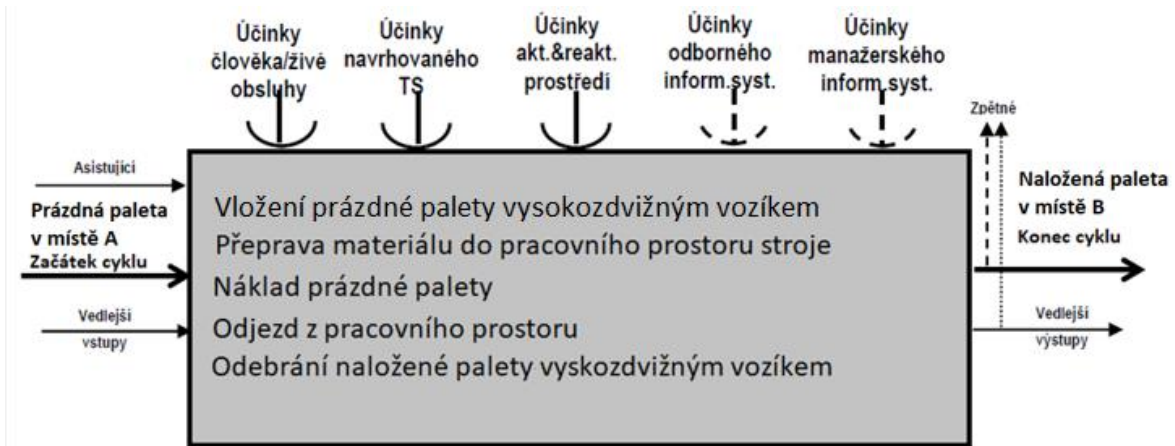


Obrázek 7.1 - Černá skříňka požadovaného transformačního procesu TS(s)

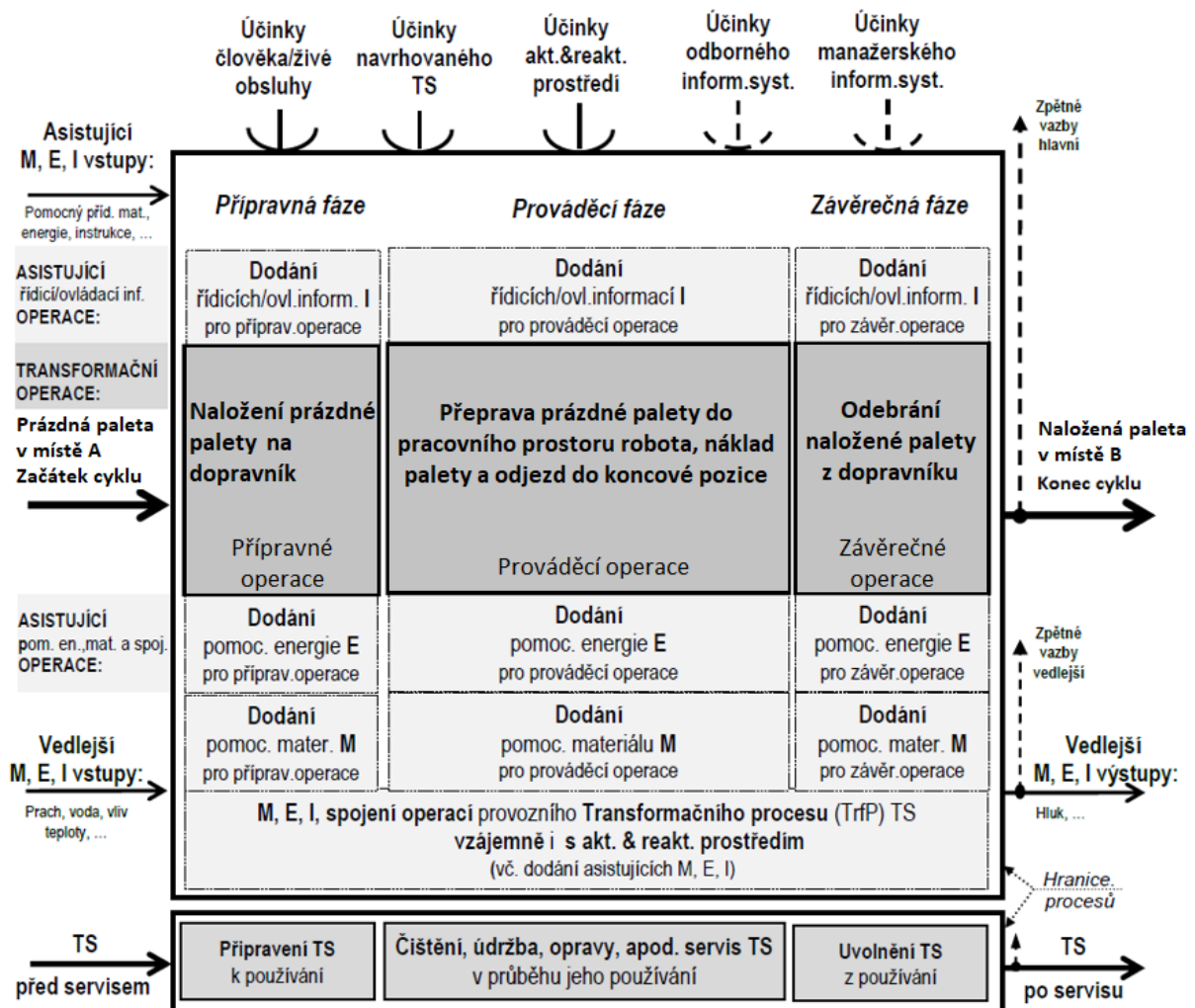
Černá skříňka / „black box“ požadované transformace znázorňuje transformační proces na kterém se technicky podílí svými účinky navrhovaný TS(s).

Technologie technického transformačního procesu

Základní operací tohoto procesu je naložení prázdných euro palet na jedné straně, naložení přemísťovaného materiálu na paletu, přemístění palety s materiálem do požadovaného místa a odebrání plně naložené palety na straně druhé. Jako technologický princip tohoto procesu byl zadán mechanický princip realizovaný pomocí válečků.



Obrázek 7.2 – Technologický princip a způsob technického transformačního procesu při provozu navrhovaného TS(s)



Obrázek 7.3 - Technologie - hlavní a asistující technologické operace technického transformačního procesu při provozu navrhovaného TS(s) vč. servisního procesu TS(s)

Provozní technický transformační proces je souhrn hlavních (M, E, I) a asistujících technologických operací pro přepravu materiálu, na kterých se svými účinky podílí navrhovaný technický systém. Tento konkrétní technický proces popisuje přepravu palety z prostoru určenému k nakládání palet do prostoru pro plnění palet a odtud dále k výstupu naskladněných palet. Při návrhu TS(s) je nutné uvažovat i s paralelně probíhajícími servisními procesy, které jsou proto zjednodušeně zobrazeny ve spodní části.,

7.2 Návrh orgánů TS(s) pro realizaci navrženého technického transformačního procesu

Pracovní funkce TS vč. asist. funkcí			Navržené orgány TS ("nositele funkcí")				
			1	2	3	4	5
Funkce 1 vč. 1.1÷1.5	KONFIGURACE jednotlivých částí	DÉLKA	Příváděcí/ nakládací/ odváděcí části	Segment pro jednu paletu	Jednotný dopravník		
		VÝŠKA	El. Nastavitelné	Individuálně řezaný profil dle potřeby	3 délky profilů	Manuálně nastavitelné	
	UMOŽNIT ŠÍŘKA pro posun palet příčně/podélně	Posuv pouze příčně/podélně	Změna jednoduchou přestavbou	Změna nastavením vodících lišt			
Funkce 2 vč. 2.1÷2.5	VĚTŠÍ KAPACITA přepravy materiálu UMOŽNIT		Změnou celé konstrukce	Změnou válečků	Neměnná konstrukce		
Funkce 3 vč. 3.1÷3.5	BEZPEČNOST obsluhy	KOLEM ROBOTA	Stěna	Světelné závory			
	UMOŽNIT	VSTUP/VÝSTUP PALET	Světelná závora	Bezpečnostní tunel	Zamezení přístupu obsluhy		
Funkce 4 vč. 4.1÷4.5	PŘENOS energie motor - váleček	PŘEVODOVKA	Čelní	Kuželočelní	Kuželová	Šneková	Planetová
	UMOŽNIT	PŘENOS ENERGIE	Řetězem	Klínový řemen	Ozubený řemen	Samostatně poháněné válečky	
Funkce 5 vč. 5.1÷5.5	TS s podlahou SPOJIT (E,M,I)		Nivelační nohy	Pevné ukotvení k podlaze	Nohy s třecím kontaktem		

Tabulka 4 - Morfologická matice orgánů TS(s) navržených pro realizaci funkcí TS(s) potřebných pro uskutečnění účinků TS(s) pro realizaci operací navrženého technického transformačního procesu (Obr. 15)

8 Návrh orgánové struktury TS(s)

8.1 Návrh alternativ orgánové struktury navrhovaného TS(s)

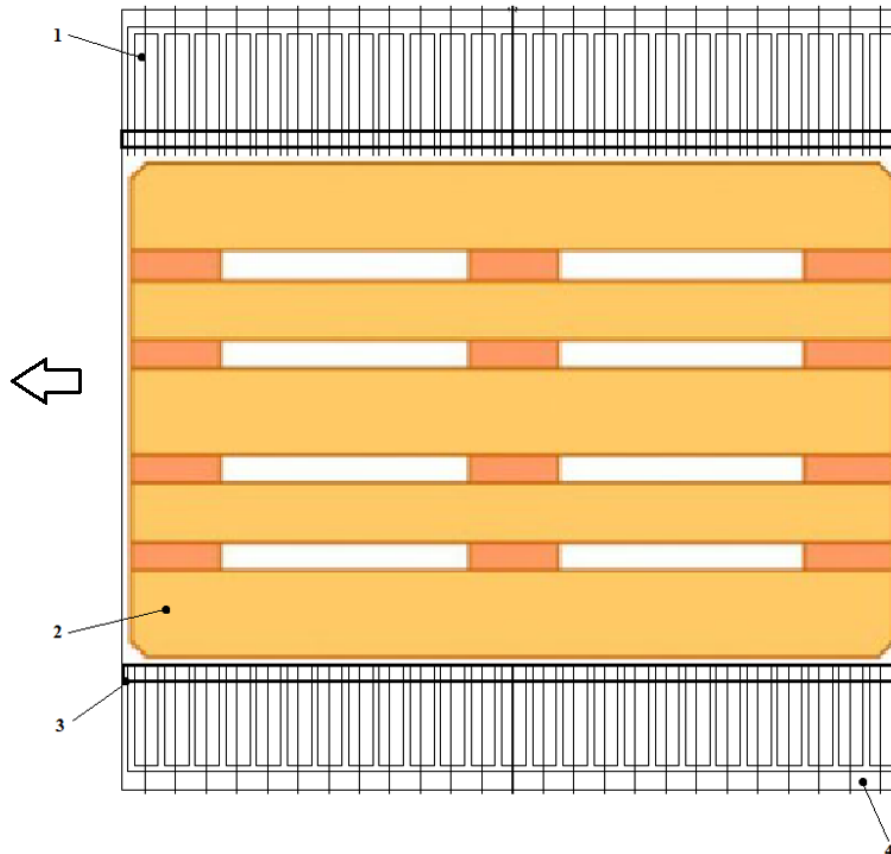
Pracovní funkce TS vč. asist. funkcí			Navržené orgány TS ("nositele funkcí")				
			1	2	3	4	5
Funkce 1 vč. 1.1+1.5	KONFIGURACE jednotlivých částí	DÉLKA	Přiváděcí/nakládací/odváděcí části	Segment pro jednu paletu	Jednotný dopravník		
		VÝŠKA	El. Nastavitelné	Individuálně řezaný profil dle potřeby	3 délky profilů	Manuálně nastavitelné	
	UMOŽNIT	ŠÍŘKA pro posun palet příčně/podélně	Posuv pouze příčně/podélně	Změna jednoduchou přestavbou	Změna nastavením odvíčích lišt		
Funkce 2 vč. 2.1+2.5	VĚTŠÍ KAPACITA přepravy materiálu UMOŽNIT		Změnou celé konstrukce	Změnou válečků	Neměnná konstrukce		
Funkce 3 vč. 3.1+3.5	BEZPEČNOST obsluhy	KOLEM ROBOTA	Stěna	Světelné závory			
	UMOŽNIT	VSTUP/VÝSTUP PALET	Světelná závora	Bezpečnostní tunel	Zamezení přístupu obsluhy		
Funkce 4 vč. 4.1+4.5	PŘENOS energie motor - váleček	PŘEVODOVKA	Čelní	Kuželočelní	Kuželová	Šneková	Planetová
	UMOŽNIT	PŘENOS ENERGIE	Řetěz	Klínový řemen	Ozubený řemen	Samostatně poháněné válečky	
Funkce 5 vč. 5.1+5.5	TS s podlahou SPOJIT (E,M,I)		Nivelační nohy	Pevné ukotvení k podlaze	Nohy s třecím kontaktem		

Tabulka 5 - Alternativy kombinací navržených orgánů (Tab. 4) pro orgánovou strukturu navrhovaného TS(s)

Legenda: — Varianta A — Varianta B — Varianta C — Varianta D

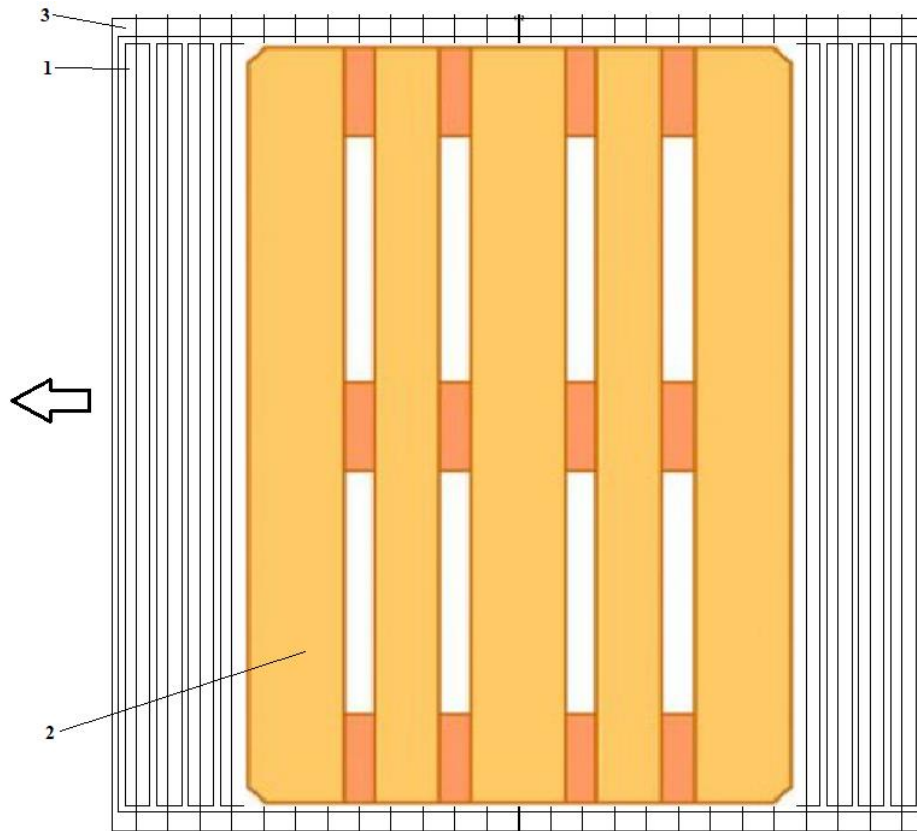
Alternativa A

Tato koncepční varianta je složena z jednotlivých buněk řazených za sebe pro dosažení potřebné délky. Každá tato buňka je velikostně navržena na délku jedné euro palety. Šířka buňky je stejná jako její délka. Je to z důvodu kombinace přepravy palet, kdy přesun palet podélně/příčně může být jednoduše měněn pomocí bočního vedení (obr. 8.1, 8.2).



Obrázek 8.1 - Podélný posuv palety pro alternativu A

Legenda: 1 – Dopravní váleček, 2 – Paleta, 3 – Boční vedení, 4 – Rám dopravníku



Obrázek 8.2 Příčný posun palety pro alternativu A

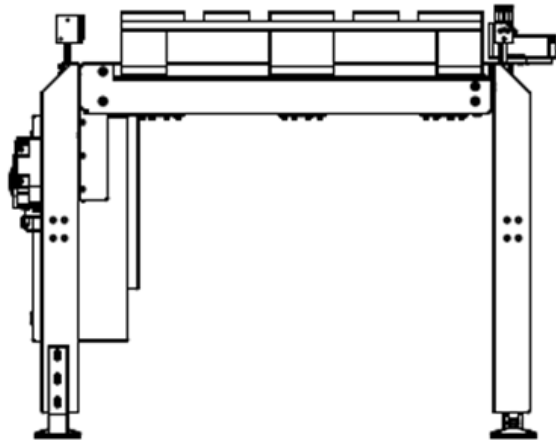
Legenda: 1 – Dopravní váleček, 2 – Paleta, 3 – Rám dopravníku

Výška dopravníku je upravována elektricky nastavitelnými stojinami podle potřeby. Výška se dá tedy jednoduše upravit, ale nevýhodou je vysoká cena. Alternativa A je navržena pouze v jednom provedení pro maximální zatížení, tedy 1000 kg. Pro menší zatížení je použito zbytečně více materiálu, ale cenu snižuje nepotřebný vývoj, menší skladové zásoby a jednodušší montáž. Tato varianta je vhodná při časté změně posuvu palet.

Alternativa B

Koncepční alternativa B se také skládá z jednotlivých buněk za sebe řazených dle potřeby. Změnou oproti první variantě je sestavení dopravníku přímo na určitý druh posuvu palet. Palety tak mohou jet pouze podélně, nebo příčně. Komponenty jsou připraveny na obě alternativy provozu. Dle přání zákazníka se sestaví určitá alternativa pro pohon podélně/příčně změnou několika dílů.

Výška dopravníku je dodávána ve třech základních rozměrech dle přání zákazníka. Jedná se o stabilní U profily, které mají výrazně nižší cenu a téměř nulovou údržbu oproti elektricky nastavitelným stojinám.



Obrázek 8.3 - Alternativa B

Alternativa C

Alternativa C je sestavována podle přání zákazníka na jednotnou délku, šířku, výšku i zatížení bez možnosti přestavby. U tohoto dopravníku je přesně určený přiváděcí prostor prázdných palet, nakládací prostor i prostor pro odvádění plných palet. Výhodou tohoto dopravníku je nižší cena. Nejsou zde potřeba skladové prostory pro přestavbu dopravníku. Alternativa C je vhodná do firem, kde je jednotvárná a neměnná doprava bez potřeby změn.



Obrázek 8.4 Ilustrační obrázek pro alternativu C

Alternativa C se nejvíce podobá současnému provedení dopravního systému ECP1/2. Rozdílem je sestavení celého dopravního systému podle přání zákazníka. Tzn. délka, počet modulů, druh posuvu palet, výška i maximální zatížení. Dopravní systém je vytvářen individuálně a tím se velice prodlouží dodací doba i náklady.

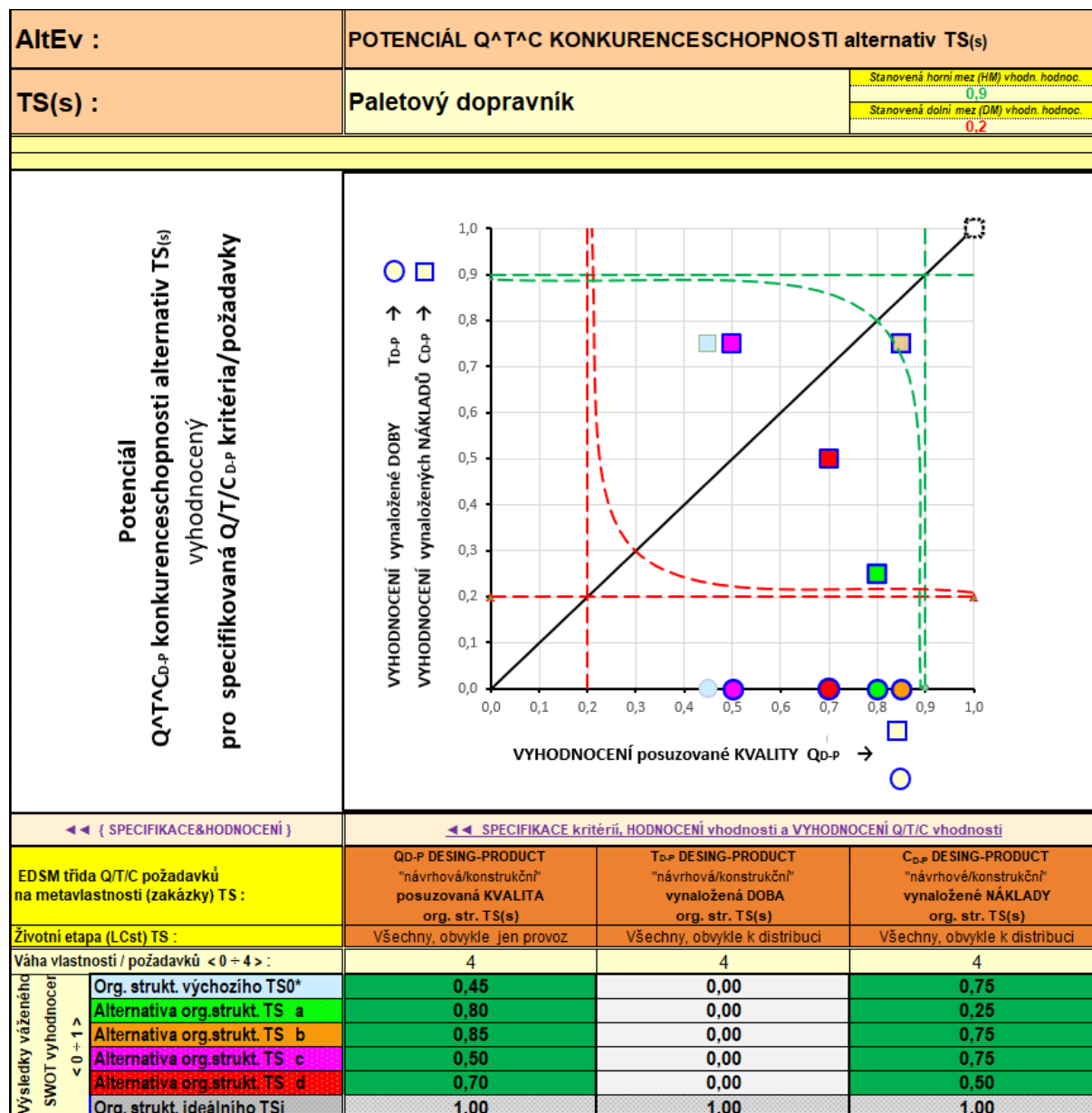
Alternativa D

Alternativa D je kombinací alternativ A a B. Tento návrh spojuje výhodu jednoduchá změny posuvu palet pouze úpravou vodících lišt, ale zároveň je možno upravovat celkové zatížení dle potřeby. Tato alternativa je méně nákladná, než alternativa A, ale na druhou stranu je pro ni potřeba skladových prostor pro přidružené díly. Úsporu nákladů také zajišťují stojiny jako u varianty B.

8.2 Hodnocení potenciálu vzájemné konkurenceschopnosti koncepčních alternativ orgánové struktury navrhovaného TS(s)

AltEv :	SPECIFIKACE kritérií/požadavků na alternativy TS(s), HODNOCENÍ a vyhodnocení jejich vhodnosti							
TS(s) :	Paletový dopravník	Meze vyhodnocení vhodnosti pro řešenou úlohu :						
		Stanovení: Dolní mez	0,2	Horní mez	0,9	< 0 ÷ 1 >		
FÁZE NÁVRHU TS:	//. Obvykle KONCEPČNÍ KONSTRUKČNÍ NÁVRH tj. návrh Orgánové struktury TS (jinak omezení jen vhodností pro menší počet kritérií)							
Kroky řešení :	SPECIFIKACE POŽAD./KRITÉRIÍ pro hodnoc. potenc. konkurencesch.				SWOT HODNOCENÍ VHODNOSTI alternativ pro SPECIF. POŽAD./KRITÉRIA			
DIAGR. Q*TC ▶▶	Kritérium / požadavek	Váha	Hodnocení vhodnosti <0 ÷ 4> alternativ TS					
◀◀ Komentář	- porovnatelná konkurenční vlastnost	<0 ÷ 4>	TS0*	a	b	c	d	TSi
Posuzovaná KVALITA Q	Modularita	4	1	3	4	1	3	4
	Složitost konstrukce	4	2	4	3	2	3	4
	Tuhost konstrukce	4	2	4	3	2	3	4
	Rychlost přestavení	4	0	4	3	1	3	4
	Zástavbové prostory	4	4	1	4	4	2	4
	Σ Norm. váž. vyhodnocení vhodnosti Q <0 ÷ 1>		0,45	0,80	0,85	0,50	0,70	1,00
Vynaložená DOBA T	Celk. vynalož. doba (shodná -nehodnoceno)	4	0	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 vynaložené náklady	4	3	1	3	3	2	4
	Σ Norm. váž. vyhodnocení vhodnosti C <0 ÷ 1>		0,75	0,25	0,75	0,75	0,50	1,00

Tabulka 6 - Hodnocení vhodnosti navržených alternativ orgánové struktury pro navrhovaný TS [12]



Obrázek 8.5 - Diagram potenciálu konkurenceschopnosti vyhodnocení navržených koncepčních alternativ orgánové struktury navrhovaného TS(s) [12]

Diagram na obr. 8.5 znázorňuje vyhodnocení posuzované kvality, vynaložené doby a vynaložených nákladů pro navržené alternativy orgánové struktury navrhovaného TS(s) na základě kritérií uvedených v Tab. 6. Mezi hlavní kvalitativní posuzovaná kritéria patřila modularita, tuhost konstrukce, složitost konstrukce, rychlost přestavění a zástavbové prostory. Vynaložená doba se do posouzení nepromítla, protože ji bylo možné považovat jako shodnou.

8.3 Prediktivní SWot hodnocení alternativ orgánových struktur navrhovaného TS(s)

Před zahájením konstrukčního návrhu bylo pro zvýšení kvality posouzení navržených alternativ ještě provedeno SWot hodnocení jednotlivých alternativ pro jejich prediktivně předpokládané stavební konstrukční struktury.

Alternativa orgánové struktury TS(s):	A	B	C	D
Pořadí podle systematického hodnocení (tab. 6 a obr. 8.5):	2	1	4	3
B VÝHODY -silné stránky/vlastnosti (Strengths)	Jednoduchá změna podélného/příčného posuvu palet	Nastavitelná délka	Jednoduchá konstrukce	Nižší cena než u alternativy A
	Snadno nastavitelná výška dopravníku	Snadná přestavba pro určitý druh posuvu palet	Nízká cena	Rychlá změna provozu
	Robustní konstrukce	Jednoduchá změna zatížení volbou válečků	Žádné skladové prostory	Možnost přestavby při změně zatížení
	Snazší montáž	Menší zástavbové prostory	Menší zástavbové prostory	
	bez potřeby skladových zásob	Nižší cena		
W Nevýhody -slabé stránky/vlastnosti (Weaknesses)	Větší zástavbové rozměry	Pouze tři výškově nastavitelné rozměry	Doprava pouze pro jeden směr posuvu palet	Větší zástavbové prostory
	Vyšší cena než u ostatních alternativ	Potřeba skladových prostor pro díly	Maximální zatížení se nedá upravit	Potřeba skladových zásob
	Větší zatížení válečků		Délka dopravníku je předem dána	Větší zatížení válečků
			Nutný individuální návrh celého dopravníku	

Tabulka 7 - Výhody a nevýhody předpokládaných stavebních struktur pro alternativy orgánových struktur navrhovaného TS(s)

Na základě systematického hodnocení vlastností alternativ orgánových struktur (obr. 8.5) s uvažováním uvedeného prediktivního hodnocení výhod a nevýhod jejich předpokládaných stavebních struktur (tab. 7) byla pro další vývoj řešeného TS(s) vybrána jako sub-optimální alternativa B. Při její konkretizaci však byly efektivně využity poznatky získané z analýz a hodnocení všech hodnocených alternativ. Příležitosti (opportunities O) a hrozby (threats T) nebyly vzhledem k omezenému rozsahu samostatné práce v uvedeném zjednodušeném prediktivním SWot hodnocení zahrnuty a byly uvažovány pouze implicitně.

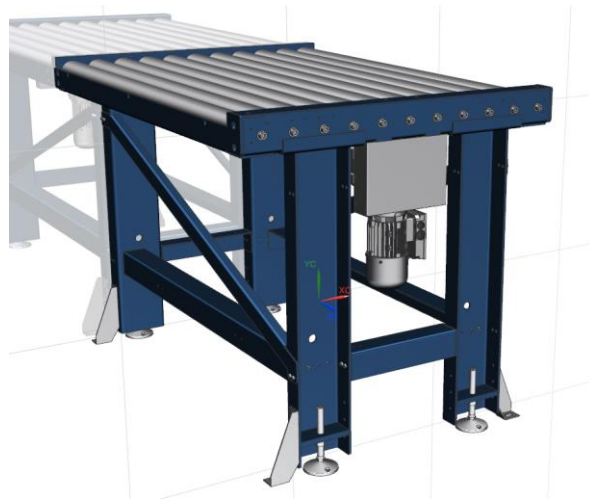
III STAVEBNÍ KONSTRUKČNÍ NÁVRH

9 Konstrukční návrh stavební struktury TS(s)

9.1 Návrh rámu TS(s)

Za suboptimální alternativu byl vyhodnocen samostatný dopravní modul konstruovaný pouze na jednu europaletu. Dopravní moduly jsou navrženy pro libovolnou délku, nastavitelnou šířku i výšku. Délka je zajišťována skládáním modulů za sebe. Vznikne tak délka dopravní trati pro přesný počet palet podle požadavků zákazníka. Tento dopravní modul je stejný pro všechny části cyklu, tedy pro posuv prázdných palet, náklad i pro posuv naložených palet.

Šířka dopravního modulu byla řešena přestavbou jednotlivých modulů. Komponenty jsou vyráběny ve dvou velikostech pro podélný a příčný posuv palety. Na přání zákazníka se tak sestaví dopravní moduly pro zvolené druhy posuvu palet, nebo i pro jejich kombinaci. Výška dopravního modulu je nastavitelná do třech nejpoužívanějších výšek pomocí řezaných U profilů.



Obrázek 9.1 – Navržená stavební struktura TS(s)

Na obrázku 9.1 je zobrazena navržená stavební struktura dopravního modulu pro posuv příčně vedených euro palet ve výšce 1 m. Hlavními částmi modulu jsou válečky, rám a pohon, kterými se budu dále v této práci zabývat. Dalšími důležitými věcmi jsou senzory pro hladký chod modulu, bezpečnostní prvky pro ochranu zdraví zaměstnanců a ochranné prvky pro ochranu materiálu i dopravníku.

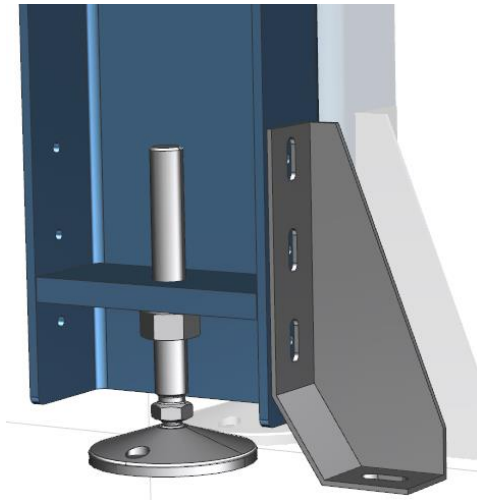
Mezi nejkritičtější komponenty patří válečky, ložiska, stojiny dopravního modulu a také pohon, na které se dále zaměřím.

Rám válečkové tratě je základní část celého technického systému. Rám nese celou hmotnost přepravovaného nákladu, proto musí být dostatečně tuhá. Další důležitou vlastností rámu tohoto dopravníku je jeho modularita. Hlavní požadavky jsou kladeny na modularitu, snadnou montáž a tuhost. Mezi hlavní části patří bočnice zachycující síly od válečků a zajišťující jejich přesnou polohu, stojiny nesoucí celou váhu dopravníku i dopravovaného materiálu a výztuhy zajišťující potřebnou tuhost a stabilitu.

9.1.1 Stojiny

Největší nároky na stojiny dopravníku je jejich tuhost a schopnost upevnění a docílení co nejlepší stability. V této variantě bylo navrženo stejné řešení, jako je použito u původní zadané alternativy pouze s rozdílem výškového nastavení. Stojiny dopravní tratě jsou řezány z U profilů pouze na 3 základní výšky. Nejnižší poloha dopravní tratě vychází na 500 mm nad zemí, další poloha je v 750 mm a nejvyšší poloha vychází na 1000 mm nad zemí.

Spojení se zemí



Obrázek 9.2 – Nastavitelné spojení stojin se zemí

Spojení rámu dopravního systému se zemí je provedeno pomocí nivelačních stojin, které vyrovnávají nerovnosti továrních podlah. Spojení se zemí je zde zásadní. Při manipulaci s 1000 kg paletami, které jsou nastohovány až do výšky 2 m je stabilita velice důležitá.

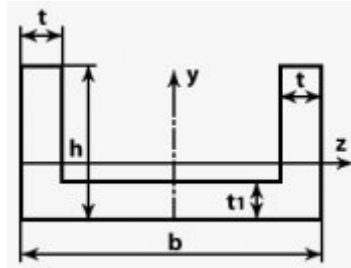
Nivelační stojiny jsou výškově nastavitelné pomocí závitů zajištěného maticí a její tělo je kloubově uložené pro vyrovnání nerovností. Nivelační stojiny jsou doplněny bočními podpěrami, které zvyšují stabilitu celého dopravníku. V případě potřeby jsou nivelační stojiny i podpěry připraveny na spojení se zemí přivrtáním a tím se ještě zvýší stabilita.

Tuhost stojiny

Jedná se o součást, která nese celou váhu dopravníku a nákladu. Kromě nosnosti musí splňovat i požadavky na tuhost, aby nedocházelo ke ztrátě stability. Dlouhé tenké součásti jsou namáhané na vzpěr, na který musí být provedena kontrola. Tato součást byla převzata z původního řešení válečkového dopravníku.

a) Hodnocení vzpěru [20]:

S výškovým nastavením tenkých, dlouhých profilů se také pojí riziko vzpěru součástí. Tento stav je nežádoucí a při jeho výskytu hrozí destrukce celého TS(s).



kde: $h = 70 \text{ mm}$
 $b = 165 \text{ mm}$
 $t = t_1 = 6 \text{ mm}$

Plocha průřezu S :

$$S = b * h - (b - 2t) * (h - t) = 165 * 70 - (165 - 12) * (70 - 6) = 1758 \text{ mm}^2$$

Kvadratický moment průřezu I_y :

$$I_y = \frac{h * b^3}{12} - \frac{(h - t) * (b - 2t)^3}{12} = \frac{70 * 165^3}{12} - \frac{(70 - 6) * (165 - 2 * 6)^3}{12}$$

$$I_y = 789153,2 \text{ mm}^4$$

Štíhlost profilu λ :

$$\lambda = \frac{l_{red}}{j} = \frac{l}{i} = \frac{l}{\sqrt{\frac{I_y}{S}}} = \frac{800}{\sqrt{\frac{789153,2}{1758}}} = 37,8$$

kde:	l_{red} [m]	– redukována délka
	l [m]	– délka profilu
	i [-]	– poloměr kvadratického momentu průřezu ($i = j$)
	I_y [m ⁴]	– Kvadratický moment průřezu

Mezní štíhlostní poměr λ_{mez} :

$$\lambda_{mez} = \pi * \sqrt{\frac{n * E}{\sigma_u}} = \pi * \sqrt{\frac{\frac{1}{4} * 2,1 * 10^{11}}{3 * 10^8}} = 39,3$$

kde: n [-] – druh vzpěru
E [Pa] – modul pružnosti v tlaku daného materiálu
 σ_u [Pa] – Napětí na mezi úměrnosti

Vzhledem k podmínce $\lambda < \lambda_{mez} \rightarrow$ oblast nepružného vzpěru \rightarrow výpočet dle Tetmajerovi metody.

Kritická síla F_{Kr} :

$$\sigma_{Kr} = 335 - 0,62 * \lambda = 335 - 0,62 * 37,8 = 311,6 \text{ MPa}$$

$$F_{Kr} = \sigma_{Kr} * S = 311,6 * 1758 = 547792,8 \text{ N}$$

kde: σ_{Kr} [Pa] – Kritické napětí (hodnoty odečteny ze strojírenský tabulek pro ocel 11 500)

Výpočtem kritické síly byla zjištěno, jak velkou silou na stojinu dopravníku můžeme působit, než dojde ke vzpěru.

Zatížení působící na jednu stojinu F :

$$F = \frac{(m_D + m)}{4} * g = \frac{(250 + 1000)}{4} * 9,81 = 3066 \text{ N}$$

$F < F_{Kr}$... vyhovuje

kde: m [kg] – hmotnost naložené palet
 m_D [kg] – hmotnost dopravníku

Bezpečnost s:

Doporučená bezpečnost $s_D = 5$

$$s = \frac{F_{kr}}{F} = \frac{547792,8}{3066} = 178,7$$

$s_D < s \dots$ vyhovuje

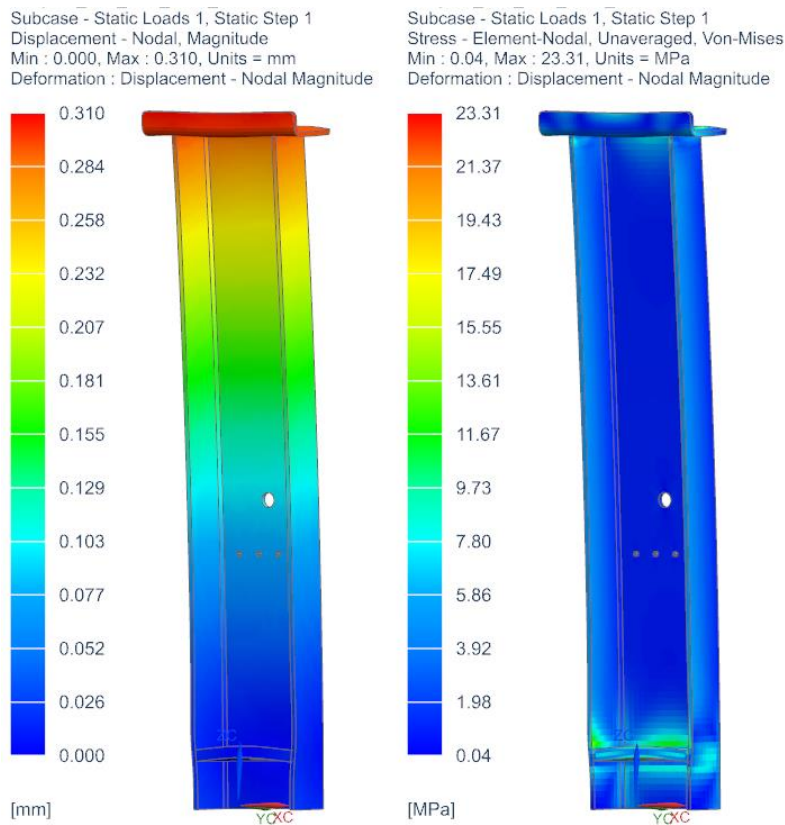
Bezpečnost je v přípustných mezích a vzhledem k její velikosti můžeme vzpěr vyloučit. Řešení by tedy mohlo být řešeno na prostý tlak.

$$\sigma_{max} = \frac{F}{S} = \frac{3066}{1758} = 1,74 \text{ MPa}$$

$\sigma_D > \sigma_{max} \dots$ vyhovuje

Vypočtené napětí je menší než dovolené napětí $\sigma_D = 90 \text{ MPa}$

Predikce posunutí od deformací zatížením a vlastní hmotností stojiny:



Obrázek 9.3 – Predikce deformace stojiny rámu

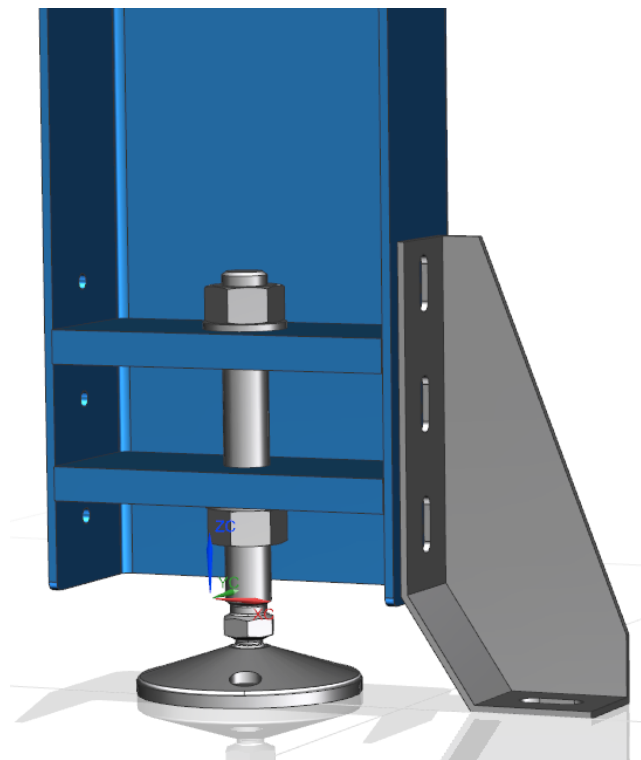
Predikcí posunutí od deformací stojiny rámu, na kterou byl použit výpočetní software NX verze 1888, můžeme do jisté míry odhadnout chování součásti TS(s). Na obrázku 9.3 můžeme vidět zatíženou nohu rámu tíhou nákladu a tíhou samotného dopravníku. V levé části je zobrazen průhyb v milimetrech, kde největší nasimulovaný průhyb nastává na L – profilu, který je v kontaktu s bočnicemi rámu. Průhyb zde dosahuje hodnoty 0,31 mm.

V pravé části se ukazuje napětí ve zkoumané součásti v MPa. Největší koncentrace napětí se soustředí na hrany a svařované oblasti. Zde nejvyšší hodnota napětí dosahuje 23.3 MPa. Tlakové napětí na U profilu dosahuje po odečtení maximální hodnotu 4,2 MPa. V porovnání s vypočtenou hodnotou je toto napětí vyšší. Je to způsobeno odchylkou výpočtu od simulace.

Tyto hodnoty nedosahují kritických mezí a může být předpokládáno, že nohy rámu TS(s) jsou navrženy s dostatečnou pevností a tuhostí potřebných k provozu.

Zlepšení současného řešení

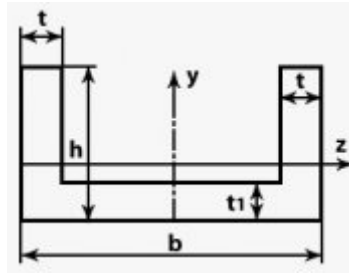
V předchozím výpočtu bylo dokázáno, že stojiny současného řešení jsou předimenzovány. Naopak rizikové místo bylo vytipováno v oblasti nivelačních nohou, kde například nárazem do dopravního modulu paletovým vozíkem může dojít k ohnutí nivelační nohy a následné kolizi. Následující řešení bylo tedy optimalizováno na úsporu materiálu podpěry a výztuhy v místě nivelačních nohou (obr. 9.4).



Obrázek 9.4 - Zlepšený návrh stojiny modulu

b) Hodnocení vzpěru [20]:

kde: $h = 70 \text{ mm}$
 $b = 165 \text{ mm}$
 $t = t_1 = 4 \text{ mm}$



Plocha průřezu S :

$$S = b * h - (b - 2t) * (h - t) = 165 * 70 - (165 - 8) * (70 - 4) = 1188 \text{ mm}^2$$

Kvadratický moment průřezu I_y :

$$I_y = \frac{h * b^3}{12} - \frac{(h - t) * (b - 2t)^3}{12} = \frac{70 * 165^3}{12} - \frac{(70 - 4) * (165 - 2 * 4)^3}{12}$$

$$I_y = 550350 \text{ mm}^4$$

Štíhlost profilu λ :

$$\lambda = \frac{l_{red}}{j} = \frac{l}{i} = \frac{l}{\sqrt{\frac{I_y}{S}}} = \frac{800}{\sqrt{\frac{550350}{1188}}} = 12,4 = 37,2$$

Mezní štíhlostní poměr λ_{mez} :

$$\lambda_{mez} = \pi * \sqrt{\frac{n * E}{\sigma_u}} = \pi * \sqrt{\frac{\frac{1}{4} * 2,1 * 10^{11}}{3 * 10^8}} = 39,3$$

Vzhledem ke kritériu $\lambda < \lambda_{mez} \rightarrow$ oblast nepružného vzpěru \rightarrow výpočet dle Tetmajerovy metody.

Kritická síla F_{Kr} :

$$\sigma_{Kr} = 335 - 0,62 * \lambda = 335 - 0,62 * 37,2 = 312 \text{ MPa}$$

$$F_{Kr} = \sigma_{Kr} * S = 312 * 1188 = 370656 \text{ N}$$

$$F < F_{Kr}$$

Bezpečnost s:

$$s = \frac{F_{Kr}}{F} = \frac{370656}{3066} = 120,9$$

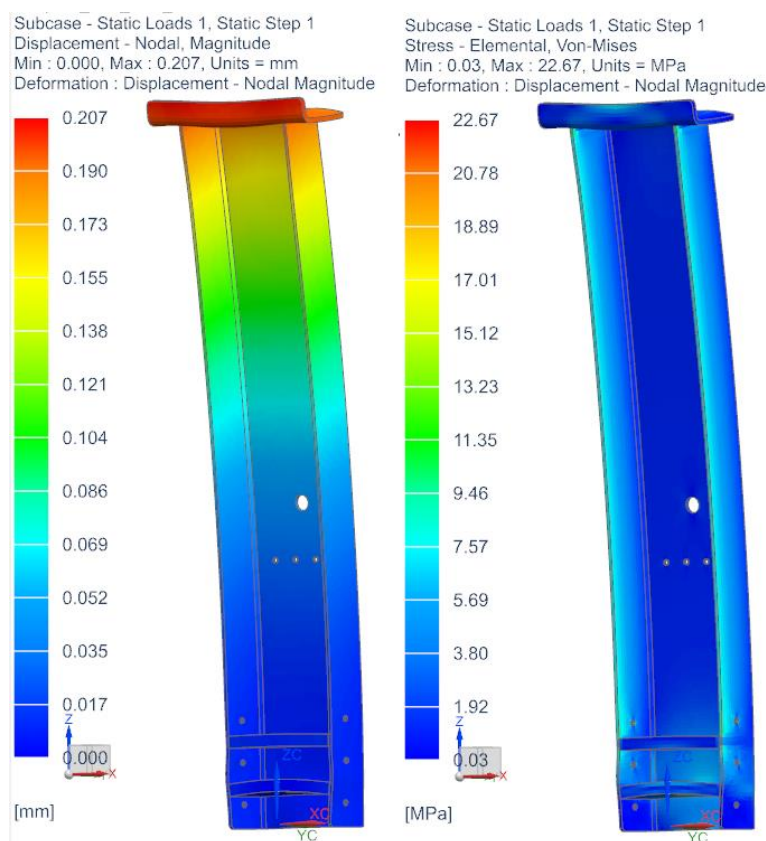
$$s_D < s \dots \text{vyhovuje}$$

Bezpečnost i v tomto je v přípustných mezích a vzhledem k její velikosti můžeme vzpěr vyloučit. Řešení by mohlo být počítáno opět na prostý tlak.

$$\sigma_{max} = \frac{F}{S} = \frac{3066}{1188} = 2,58 \text{ MPa}$$

$$\sigma_D > \sigma_{max} \dots \text{vyhovuje}$$

Predikce posunutí od deformací zatížením a vlastní hmotností stojiny pro zlepšený návrh:



Obrázek 9.5 - Predikce deformace stojiny rámu pro zlepšený návrh

Na obrázku je opět znázorněn průhyb a napětí stojiny. V tomto případě, kdy původní tloušťka materiálu 6 mm byla nahrazena tloušťkou 4 mm, je vidět, že průhyb U profilu zůstává na přibližně stejné hodnotě a je tedy pořád v normě. Napětí nepatrně vzrostlo hlavně na krajích U profilu, kde hodnota dosahuje 6,7 MPa oproti původním 4,2 MPa.

Všechny tyto hodnoty jsou stále v přípustných velikostech, tedy při zachování potřebné pevnosti můžeme ušetřit náklady na výrobu. Zlepšená varianta splňuje všechny provozuschopné požadavky a má řadu výhod. Další možností by bylo použít ještě tenčí U profil doplněný vzpěrami, avšak toto řešení by zkomplikovalo výrobu a úspora materiálu by byla minimální.

9.2 Návrh pohonu včetně válečků

9.2.1 Návrh motoru včetně řetězu

a) Hmotnost připadající na jeden váleček q_1 [5, str. 105]:

$$q_1 = \frac{m_1}{i_1} = \frac{1000}{8} = 125 \text{ kg}$$

kde: m_1 [kg] – hmotnost zatížené palety
 i_1 [-] – počet válečků pod paletou

Pro tento typ posuvu bylo počítáno, že hmotnost palety se rovnoměrně rozloží na všechny válečky. Ve skutečnosti bude každý váleček zatížen jinou silou, proto výsledné řešení bude navrženo s dostatečnou bezpečností.

Výkon potřebný pro pohyb po trati P_c [5, str. 106]:

$$P_c = \left\{ n * k_1 * g * q_1 * \left[\pm \sin \beta + \cos \beta * \left(\frac{\vartheta + M_v}{R} + 0,005 \right) \right] + q_v * g * z * \frac{M_v}{R} \right\} * \frac{v}{1000 * \eta}$$

$$P_c = \left\{ 1 * 8 * 9,81 * 125 * \left[\pm \sin 0 + \cos 0 * \left(\frac{0,0012 + 2,04 * 10^{-8}}{0,025} + 0,005 \right) \right] + 7 * 9,81 * 8 * \frac{2,04 * 10^{-8}}{0,025} \right\} * \frac{0,15}{1000 * 0,85}$$

$$P_c = 0,092 \text{ kW} = 92 \text{ W}$$

kde: n [-] – Počet palet na trati
 g [m/s²] – Gravitační zrychlení
 η [-] – Účinnost řetězu
 ϑ [m] – součinitel valivého tření
 R [m] – poloměr válečku
 M_v [Nm] – moment valivého tření na ložisku
 z [-] – celkový počet válečků
 q_v [kg] – hmotnost rotující části válečku
 v [m/s] – rychlost

Otáčky motoru n :

$$v = \pi * D * n \rightarrow n = \frac{v}{\pi * D}$$

$$n = \frac{0,15}{\pi * 0,056} = 0,96 \text{ ot} * \text{s}^{-1} \rightarrow 57,3 \text{ ot} * \text{min}^{-1}$$

Kde: D [m] – průměr válečku

Točivý moment motoru M_k :

$$M_k = \frac{P_c}{2 * \pi * n} = \frac{92}{2 * \pi * 0,96} = 15,25 \text{ Nm}$$

Volba motoru:

Pro pohon válečkového dopravníku jsem zvolil asynchronní motor s kuželovou převodovkou a frekvenčním měničem od firmy Lenze. Označení motoru nese název m550-H (IE2), typ motoru H63/S4. Označení převodovky je g500-B45 a označení měniče je 8400 motec0.37/400-3.

Výkon motoru P	0,21 kW
Výstupní otáčky n_v	59,8 ot/min
Výstupní kroutící moment P_v	32 Nm
Zatížitelnost c	1,41
Převodový poměr i	42,22
Jmenovitá frekvence f_N	87 Hz
Napětí sítě	3x 480 V, 3x 400 V

Tabulka 8 Parametry motoru s převodovkou



Obrázek 9.6 Zvolený motor s převodovkou a frekvenčním měničem od firmy Lenze [17]

Frekvenční měnič je zařízení sloužící k regulaci otáček elektromotoru. Změny otáček se docílují současnou změnou frekvence a napětí. Regulace otáček se používá, když je třeba skokově či plynule změnit rychlost otáčení.

V toto případě se frekvenční měnič použije na rozběh a brždění posuvu palet, kdy plně nastohované palety o hmotnosti 1000 kg by trhavé pohyby nemusely ustát. Je tak zabráněno případným kolizím vedoucím k nehodě. Další nespornou výhodou frekvenčního měniče je také úspora energie.

b) Návrh řetězu:

Stanovení roztečné kružnice řetězového kola d_p [29, str.7]:

Předběžně byl zvolen řetěz 10B-1 od firmy Vamberk

Rozteč řetězu $p = 15,875$ mm

$$d_p = \frac{p}{\sin \frac{180}{z_1}} = \frac{15,875}{\sin \frac{180}{14}} = 71,34 \text{ mm}$$

Kde: p [mm] – rozteč řetězu
 z_1 [-] – počet zubů řetězového kola

Obvodová rychlost v_0 [29, str.7]:

$$v_0 = \frac{d_p * n * \pi}{60 * 1000} = \frac{71,34 * 57,3 * \pi}{60000} = 0,21 \frac{m}{s}$$

Počet článků řetězu X [29, str.10]:

$$X = 2 * \frac{a}{p} + \frac{z_1 + z_2}{2} + \frac{C * p}{a} = 2 * \frac{160}{15,875} + \frac{14 + 14}{2} + \frac{0 * 15,875}{160}$$

$$X = 34,16 \text{ článků} \rightarrow X = 34 \text{ článků}$$

Kde: a [m]	– předběžná vzdálenost os [mm]
z_1 [-]	– počet zubů hnacího kola [-]
z_2 [-]	– počet zubů hnaného kola [-]
C [-]	– Součinitel pro výpočet délky řetězu (při stejném počtu zubů hnacího a hnaného kola C = 0)

Jelikož počet článků nevyšlo celé číslo, hodnota byla upravena na nejbližší sudý počet článků. Z tohoto důvodu musí být přepočítána i osová vzdálenost.

Osová vzdálenost řetězových kol a_v [29, str.11]:

$$a_v = \frac{p}{8} * \left(2 * X - z_1 - z_2 + \sqrt{(2 * X - z_1 - z_2)^2 - f * (z_1 - z_2)^2} \right)$$

$$a_v = \frac{15,875}{8} * \left(2 * 34 - 14 - 14 + \sqrt{(2 * 34 - 14 - 14)^2 - 0 * (14 - 14)^2} \right)$$

$$a_v = 158,75 \text{ mm}$$

kde: f [-] – součinitel pro rozdílný počet zubů hnaného a hnacího řetězového kola.
Pro shodný počet zubu f = 0

Návrh a hodnocení řetězu:

Tažná síla na řetězovém kole $F_{tž}$ [29, str.12]:

$$F_{tž} = \frac{1000 * P_c}{v_0} = \frac{1000 * 0,092}{0,21} = 438,1 \text{ N}$$

Odstředivá síla F_{od} [29, str.12]:

$$F_{od} = Q_1 * v_0^2 = 0,93 * 0,21 = 0,2 \text{ N}$$

kde: Q_1 [kg/m] – hmotnost 1 m řetězu

Celkové zatížení řetězu F_c [29, str.12]:

$$F_c = F_{tž} + F_{od} = 438,1 + 0,2 = 438,3 \text{ N}$$

Statický bezpečnostní součinitel λ_{stst} [29, str.12]:

Pro řetěz s roztečí $p < 25,4$ a obvodovou rychlostí $v_0 < 4$ m/s je $\gamma_{stat} \geq 7$

$$\gamma_{stat} = \frac{F_b}{F_c} = \frac{22400}{438,3} = 51,1$$

$\gamma_{stat} = 51,1 \geq 7$... vyhovuje

kde: F_b [N] – Zatížení odpovídající mezi pevnosti řetězu 10B – 1

Dynamický bezpečnostní součinitel γ_{dyn} [29, str.13]:

Doporučený součinitel pro $\gamma_{dyn} \geq 5$

$$\gamma_{dyn} = \frac{F_b}{F_c * Y} = \frac{22400}{438,3 * 2} = 25,6$$

$$\gamma_{dyn} = 25,6 \geq 5 \dots \text{vyhovuje}$$

Dovolený stykový tlak v kloubech řetězu p_d [29, str.13]:

$$p_d = p_i * f_1 * c_2 = 28,94 * 0,5 * 0,6 = 8,68 \text{ MPa}$$

kde: p_i [Pa] – dovolený měrný tlak v kloubech řetězu z obvodové rychlosti
 f_1 [-] – součinitel tření
 c_2 [-] – součinitel mazání

Stykový tlak p_v [29, str.14]:

$$p_v = \frac{F_c}{f_k} = \frac{438,3}{67,46} = 6,5 \text{ MPa}$$

kde: f_k [m²] – plocha kloubu řetězu

Požadavek $p_v < p_d$

$$6,5 < 8,68$$

Řetěz 10B – 1 od firmy Vamberk vyhovuje

9.2.2 Návrh válečků pro podélný posuv

Jak už bylo uvedeno, válečky jsou jedna z nejdůležitějších částí dopravníku a zajišťují správný a plynulý chod. U takto zatížených válečků je potřeba výběru věnovat dostatečnou pozornost. Celý dopravník musí být dostatečně tuhý. Společně s rámem musí být použity i dostatečně robustní válečky, které musí mít dostatečně malý průhyb, aby nedocházelo ke kolizím.

S předchozích výpočtů vyplývá, že dopravní buňka pro podélný posuv bude obsahovat 8 válečků s osovou vzdáleností 158,75 mm. Minimální únosnost jednoho válečku musí být 125 kg.

Pro podélný směr posuvu na základě vypočítaných parametrů jsem zvolil válečky 5104-SV56x2-B20-IGM12x20-960-2600-ZZ od firmy Kraus o funkční délce $l = 960$ mm, nosnosti $m = 200$ kg s dvojitým řetězovým kolem $5/8 \times 3/8$ $z = 14$ pro řetěz 10B-1.



Obrázek 9.7 Zvolený váleček firmy Kraus [6]

Návrh ložisek

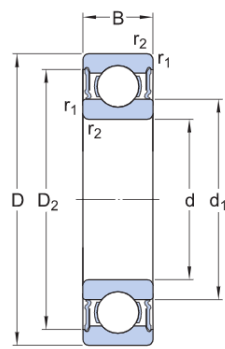
Válečky jsou zatíženy hlavně radiální silou od tíhy naložené palety, axiální síla je v porovnání minimální a můžeme ji pro další výpočet zanedbat. Samotný dopravní váleček je uložen na dvou valivých kuličkových ložiskách zvolených podle zástavbových rozměrů.

Parametry zvoleného ložiska [24]:

Označení – 62304-2RS1

Dynamická únosnost – $C = 15,9$ kN

Statická únosnost – $C_0 = 7,8$ kN



DIMENSIONS

d	20 mm	Bore diameter
D	52 mm	Outside diameter
B	21 mm	Width
d ₁	≈ 30.35 mm	Shoulder diameter
D ₂	≈ 44.71 mm	Recess diameter
r _{1,2}	min. 1.1 mm	Chamfer dimension

Obrázek 9.8 Rozměry navrženého ložiska pro podélný posuv [24]

Zatížení ložiska P :

$$F_R = \frac{1}{i} * F_Z = \frac{1}{2} * 1250 = 625 \text{ N}$$

$P = F_R$... z důvodu zanedbání axiální síly působící na ložisko

- kde: F_Z [N] – zatěžující síla působící na jeden váleček
 F_R [N] – radiální síla
 i [-] – počet ložisek pro jeden váleček

Otáčky válečku n_{v1} :

$$n_{v1} = \frac{v}{2 * \pi * r} = \frac{9}{2 * \pi * 0,028} = 55,2 \text{ ot/min}$$

kde: r [m] – poloměr válečku

Životnost ložiska L_h :

$$L_h = \left(\frac{C}{P}\right)^p * \frac{10^6}{60 * n_v} = \left(\frac{15,9}{0,625}\right)^3 * \frac{10^6}{60 * 55,2} = 4971200 \text{ h}$$

kde: p [-] – pro kuličkové ložisko $p = 3$

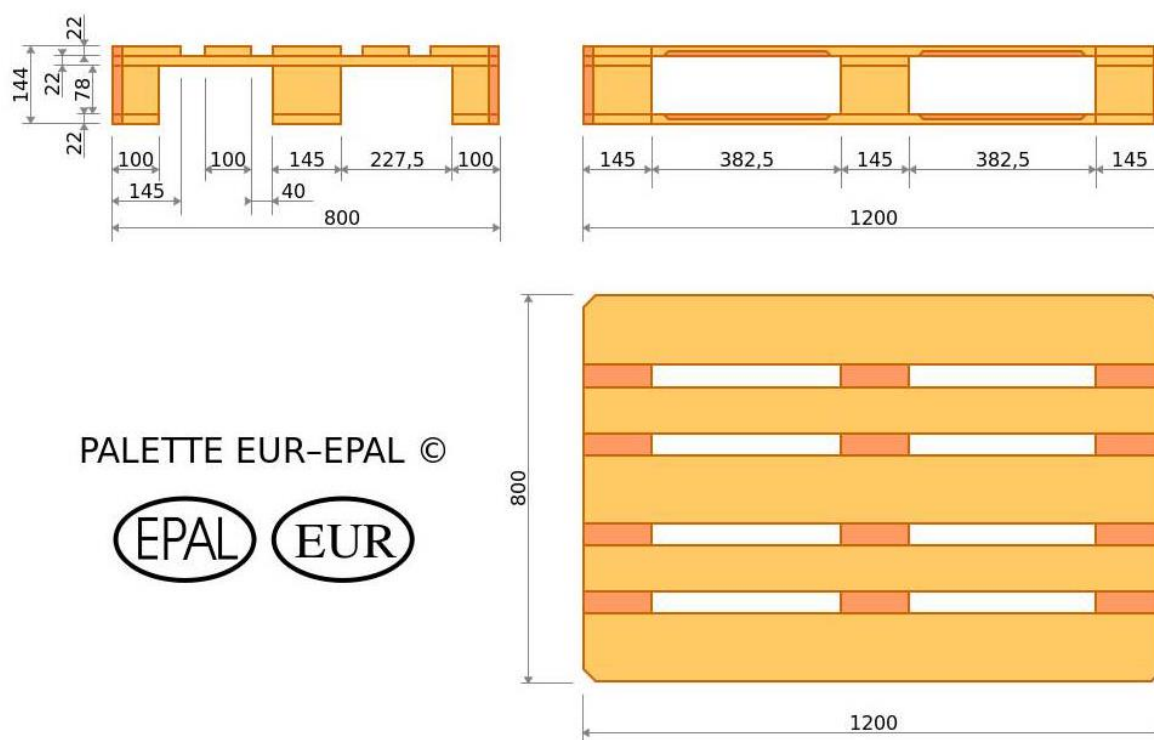
$$L_{pož} = 50000 h$$

$$L_h > L_{pož} \dots \text{vyhovuje}$$

Životnost ložiska je výrazně vyšší než požadovaná životnost. Důvodem je určená velikost zástavbových rozměrů pro ložisko.

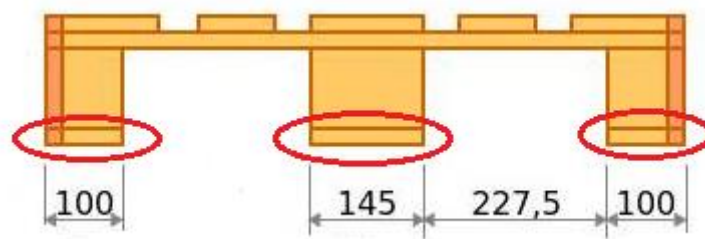
9.2.3 Návrh válečků pro příčný posuv

Výše uvedené řešení je určeno do provozu s podélným posuvem palet, který nastává přibližně v 75% případech. Ve zbylých 25% požaduje zákazník příčný posuv palet. Z tohoto důvodu musí být navrženy oba stavy posuvu palet. Jak už bylo řečeno, na oba posuvy, podélný i příčný, jsou kladeny stejné nároky. Jednoduchou změnou několika komponent je tedy možno změnit směr posuvu palet. Nejdůležitější v tomto případě je změna válečků a jejich rozteč.



Obrázek 9.9 Rozměry Euro palety [7]

Jak můžeme vidět na obrázku 9.9, při posuvu palety podélně nenastává žádný problém. Váha se v ideálním případě rovnoměrně rozloží na většinu válečků. Kritický případ nastává při příčném posuvu palety, kdy paleta je v kontaktu s válečky pouze na třech opěrných trámcích (Obr. 9.10)



Obrázek 9.10 Kontakt Euro palety s válečky při příčném posuvu

Při příčném posuvu je nutné, aby se každý trámeček posouval minimálně po dvou válečcích zároveň a docházelo tak k plynulému posuvu bez kolizí. Je tedy nutné, aby rozteč válečků byla menší než 100 mm, což je nejužší rozměr bočních trámeků. Při kritické variantě, kdy celá paleta o hmotnosti 1000 kg se bude dotýkat pouze 6 válečků je nutné uvažovat také únosnost jednotlivých válečků.

Hmotnost připadající na jeden váleček (příčný posuv) q_2 [5, str. 105]:

$$q_2 = \frac{m_1}{k_2} = \frac{1000}{6} = 166,7 \text{ kg}$$

U příčného posuvu na celou trať vychází 11 válečků, ale počítat musíme pouze se 6 válečky z důvodu jejich únosnosti. Motor s převodovkou i řetěz budou stejné, změní se jen válečky a jejich osová vzdálenost.

Počet článků řetězu X [29, str.10]:

$$X = 2 * \frac{a}{p} + \frac{z_1 + z_2}{2} + \frac{C * p}{a} = 2 * \frac{80}{15,875} + \frac{14 + 14}{2} + \frac{0 * 15,875}{80}$$

$$X = 24,08 \text{ článků} \rightarrow X = 24 \text{ článků}$$

Přepočítání osové vzdálenosti řetězových kol a_v [29, str.11]:

$$a_v = \frac{p}{8} * \left(2 * X - z_1 - z_2 + \sqrt{(2 * X - z_1 - z_2)^2 - f * (z_1 - z_2)^2} \right)$$

$$a_v = \frac{15,875}{8} * \left(2 * 24 - 14 - 14 + \sqrt{(2 * 24 - 14 - 14)^2 - 0 * (14 - 14)^2} \right)$$

$$a_v = 79,38 \text{ mm}$$

Osová vzdálenost v tomto případě bude 79,38 mm, takže každý trámeček palety se bude při posuvu dotýkat současně nejméně 2 válečků.

Stejně jako u předchozí varianty podélným posuvem byl navržen váleček na základě požadované únosnosti, osových vzdáleností a stejného druhu pohonu.

Pro podélný směr posuvu na základě vypočítaných parametrů byly zvoleny válečky 5104-SV60x2-B20-IGM12x22-1360-2600-ZZ od firmy Kraus o funkční délce $l = 1360$ mm, nosnosti $m = 260$ kg s dvojitým řetězovým kolem 5/8"x3/8" $z = 14$ pro řetěz 10B-1.

Návrh ložisek

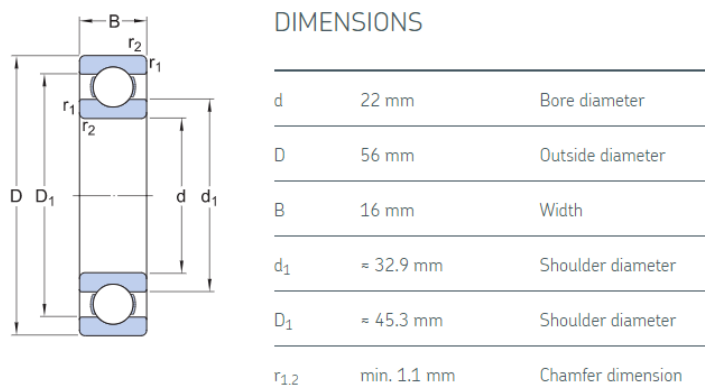
Válečky jsou zatíženy hlavně radiální silou od zatížení naložené palety, axiální síla je v porovnání minimální a můžeme ji pro další výpočet zanedbat. Samotný dopravní váleček je uložen na 2 valivých kuličkových ložiskách zvolených podle zástavbových rozměrů.

Parametry navrženého ložiska [24]:

Označení – 63/22

Dynamická únosnost – $C = 18,6$ kN

Statická únosnost – $C_0 = 9,3$ kN



Obrázek 9.11 - Rozměry zvoleného ložiska pro příčný posuv [24]

Zatížení ložiska P :

$$F_R = \frac{1}{i} * F_Z = \frac{1}{2} * 1667 = 833,5 \text{ N}$$

kde: F_z [N] – síla působící na jeden váleček
 F_R [N] – radiální síla
 i [-] – počet ložisek pro jeden váleček

Otáčky válečku n_{v2} :

$$n_{v2} = \frac{v}{2 * \pi * r} = \frac{9}{2 * \pi * 0,03} = 47,8 \text{ ot/min}$$

kde: r [m] – poloměr válečku

Životnost ložiska L_h :

$$L_h = \left(\frac{C}{F_R}\right)^3 * \frac{10^6}{60 * n_v} = \left(\frac{18,6}{0,8335}\right)^3 * \frac{10^6}{60 * 47,8} = 3874800 \text{ hodin}$$

kde: p [-] – pro kuličkové ložisko $p = 3$

$$L_{pož} = 50000 \text{ h}$$

$L_h > L_{pož}$... vyhovuje

Životnost ložiska je výrazně vyšší než požadovaná životnost. Důvodem je určená velikost zástavbových rozměrů pro ložisko.

10 Predikce, hodnocení a snížení rizik navrženého TS(s)

Predikce a hodnocení rizik předběžné/hrubé stavební struktury byly vzhledem k vymezenému rozsahu diplomové práce provedeny pouze kvalifikovaným odhadem bez dokumentování se závěrem, že navržená hrubá stavební struktura vyhovuje s akceptovatelnými riziky jako kvalitní východisko pro definitivní konstrukční návrh TS(s).

Všechna uvedená i neuvedená rizika jsou detailněji zpracována v příloze 1.

10.1 Rizika se zaměřením na bezpečnost lidí a ost. živých bytostí

Bezpečnostní opatření vůči lidem a ostatním živým bytostem je jedna z nejdůležitějších věcí při navrhování dopravních systémů. Už při návrhu musí být pomýšleno na všechna riziková místa a navržení jejich bezpečnostních opatření.

Pro případ této diplomové práce mezi nejrizikovější faktory patří:

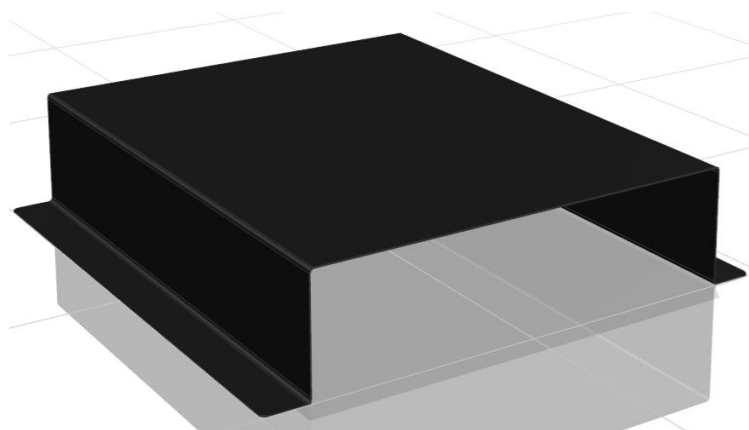
- Zranění způsobená nakládacím robotem
- Vtažení končetin mezi dopravní válečky
- Pád naložené palety z dopravní trati
- Nezakryté části pohonného mechanismu

Zranění způsobená nakládacím robotem

Po příjezdu palety po dopravníku dochází k nakládání palety materiálem pomocí zcela automatizovaného robotického ramena. Z toho důvodu v tomto místě není při běžném provozu potřeba jakýchkoliv osob. Přístup osob se musí umožnit v případě poruch nebo pravidelné údržby a při uvedených činnostech musí být robot vypnutý.

Zamezením přístupu při běžném provozu je řešeno pomocí ohrazení celého prostoru nakládacího robota. Ohrazení je vybaveno vrátky právě pro případ údržby. V místech příjezdu prázdných palet a výjezdu naložených palet je stále riziko kontaktu robota s pracovníky.

V místě příjezdu palet k nakládacímu robotovi je tento problém řešen bezpečnostním tunelem (obr. 10.2).



Obrázek 10.2 - Bezpečnostní tunel pro vjezd prázdných palet



Obrázek 10.1 - Světelná závora [32]

Pro výjezd naložených palet byla použita alternativa v podobě světelných závor (obr.10.1). Bezpečnostní světelné závory jsou zařízení, která vytvářejí virtuální bariéru kolem nebezpečné oblasti. V případě cizího zásahu světelná závora okamžitě zastaví provoz automatizovaného robota. Další její výhodou jsou velice malé zástavbové rozměry.

Vtažení končetin mezi dopravní válečky

U rotujících součástí hrozí další rizika poranění, například vtažení končetin mezi válečky. Z tohoto důvodu musí být zamezeno přístupu do rizikové oblasti. Mezi dopravní válečky byl proto vložen plech. Norma EN ISO 13857_EN349_EN547 přímo určuje hodnotu mezery, která může být mezi válečkem a vloženým plechem. Pro případ navrženého dopravního systému musí být dodržena hodnota 4 mm (obr. 10.3).

Fingerspitze		$e \leq 4$	$s \geq 2$	$s \geq 2$	$s \geq 2$
		$4 < e \leq 6$	$s \geq 10$	$s \geq 5$	$s \geq 5$

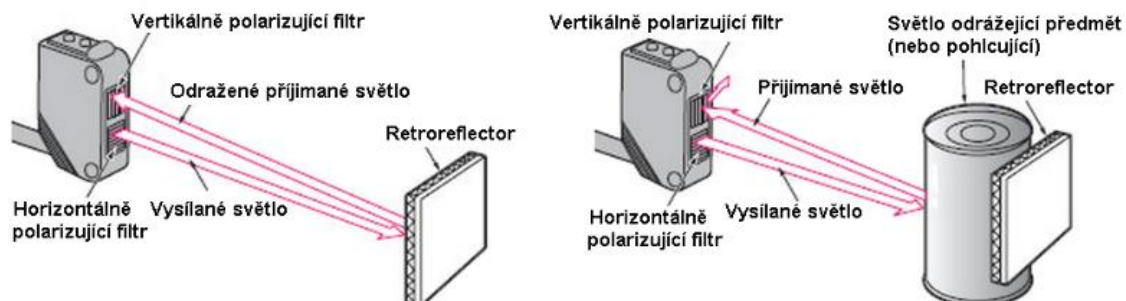
Obrázek 10.3 - Dovolená hodnota mezery mezi rotujícími součástmi [33]

Pád naložené palety

Při použití dopravního systému s nejvyšší možnou výškou, tedy 1m nad zemí dochází k velkému riziku zavalení obsluhy naloženou paletou. Prvním bezpečnostním prvkem je dostatečná tuhost konstrukce, která byla řešena v kapitole 9.1.

Dalším bezpečnostním prvkem je senzor polohy palety. Senzor polohy mapuje polohu palety a komunikuje s řídicím systémem dopravníku. Ve spojení s frekvenčním měničem můžeme naloženou paletu pomaleji rozjíždět a dobrzdovat a předejít tak trhavým pohybům.

Pro navrhovaný dopravní systém byl zvolen optický reflexní senzor, který obsahuje vysílač i přijímač. Paprsek světla vyslaný od vysílače se odráží pomocí určené odrazky a odražený paprsek je zachycen přijímačem. Pokud mezi snímač a odrazku vložíme přepravovaný předmět, paprsek nedorazí k přijímači a čidlo detekuje objekt (obr. 10.4). [27, str.44]



Obrázek 10.4 - Princip optického reflexního senzoru [18]

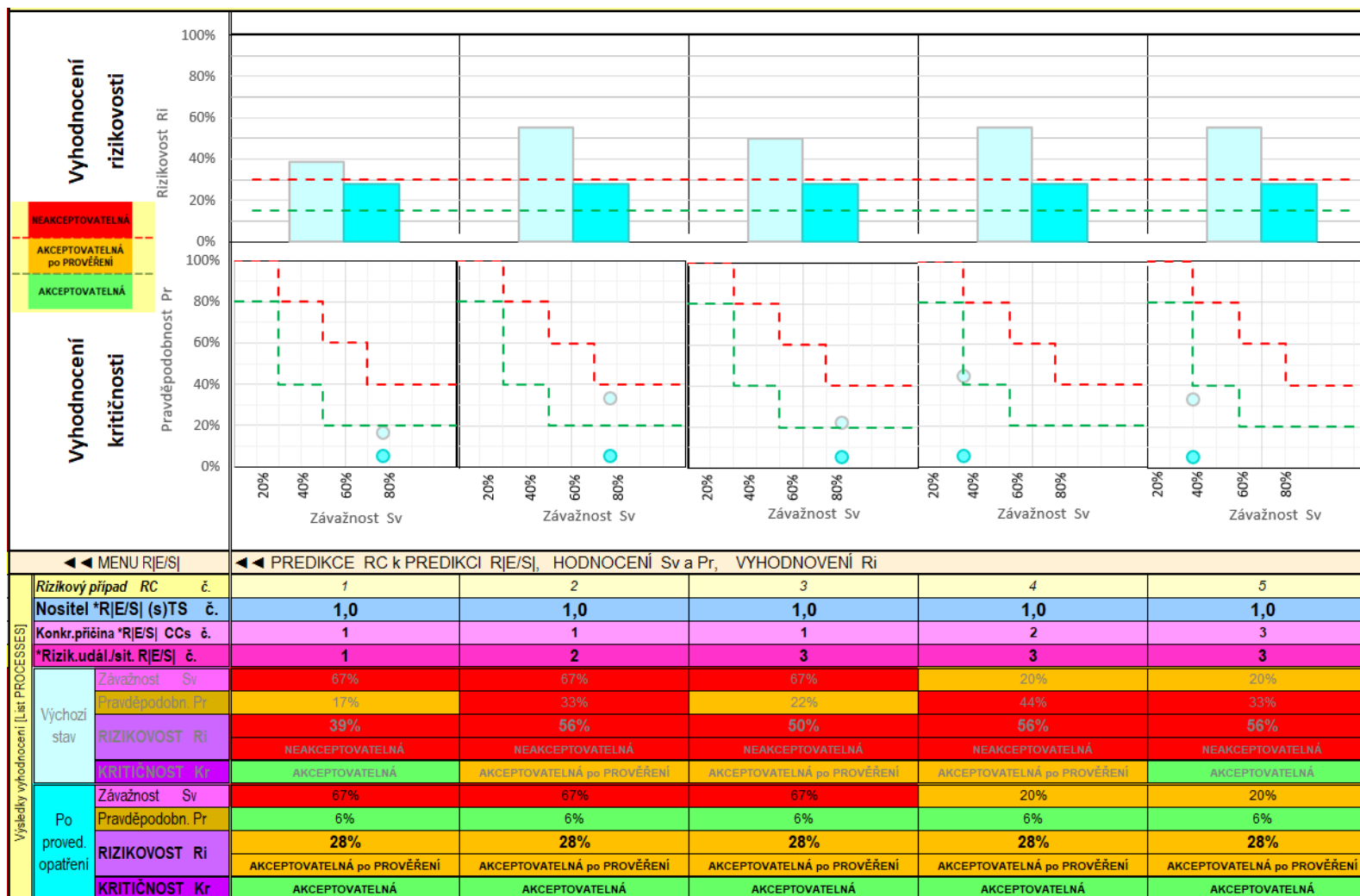
Nezakryté části pohonného mechanismu

V tomto případě je pohybující se řetěz mezi řetězovými koly velkým nebezpečím. Všechny pohybující se části musí být řádně zakrytovány ochrannými plechy. Demontáž plechů je možná pouze v případě údržby nebo poruchy při řádně vypnutém stroji. Pro případ nehody je však dopravní systém doplněn o nouzové vypínací tlačítko pro okamžité zastavení celého stroje (obr. 10.5).



Obrázek 10.5 - Nouzové tlačítko pro okamžité zastavení stroje [31]

Vyhodnocení



Obrázek 10.6 - Vyhodnocení rizik pro výchozí a finální stavební strukturu navrhovaného TS(s) se zaměřením na bezpečnost lidí a ost. živých bytostí v celém živ. cyklu [13]

Na obrázku 10.6 je viditelný vyhodnocený stav rizikovosti se zaměřením na bezpečnost lidí a živých bytostí v celém životním cyklu. Na obrázku 10.6 je zobrazeno pouze 5 nejdůležitějších rizikových případů, v příloze 1 můžeme nalézt celý souhrn rizikových případů.

10.2 Rizika se zaměřením na bezporuchovost navrženého TS(s) (FMEA)

Bezporuchovost hmotných technických systémů je důležitá část návrhu TS(s). Řeší se od začátku v průběhu celého návrhu pro předcházení nežádoucích stavů finálního produktu. Rizikové faktory se nenavrhují pouze pro provoz, ale pro celý životní cyklus. Plánování, konstruování, orgánová příprava výroby, distribuování, provozování i likvidace se zahrnují do hodnocení rizik. Při návrhu válečkového dopravníku patřily mezi nejrizikovější faktory:

- Nekvalitní lak na plechových dílech
- Poničení kritických komponent
- Poničení zařízení při transportu
- Zaseklá paleta na válečkové trati
- Spadlá paleta mimo dopravní trať
- Nárazy paletového vozíku do rámu dopravníku

Všechna tato rizika včetně dalších jsou podrobněji popsána v příloze 2 kde jsou navrženy i řešení problémů. V následujícím obrázku (10.8) je zobrazený vyhodnocený stav rizikovosti se zaměřením na poruchovost v celém životním cyklu pro 5 nejkritičtějších rizikových faktorů.

Nekvalitní lak na plechových dílech

Nekvalitní lak se řadí do rizik spojených s přípravou výroby, tedy přípravou jednotlivých komponent před samotnou výrobou a montáží. Nekvalitní lak je rizikový problém z hlediska estetického, tak to může být problém i z hlediska funkčního. Při nesprávném lakování může docházet například ke korozi. Je důležité, aby všechny lakované díly byly lakované s dostatečnou kvalitou. Řešení bylo navrženo ve formě používání kvalitních nátěrů a následně podpořeno kvalitní výstupní kontrolou (příloha 2).

Poničení kritických komponent

Při výrobě a montáži může docházet k poničením komponent například pádem, špatnou montáží a další. Při porušení komponent, které mají dlouhou dobu dodání, se může dodávka zdržet i o několik měsíců. Tento stav je nepřijatelný a je potřeba poničení kritických komponent předcházet. Ne vždy jde poničení takovýchto komponent zabránit a pro zabránění zdržení dodávky je pro kritické komponenty s dlouhou dobou dodání navrženo řešení v podobě pojistné zásoby. Objednáním více kusů do zásoby, než je k výrobě potřeba předejdeme prodloužení. Finální náklady vycházejí příznivěji než pokuty při nedodržení termínu dodání.

Poničení zařízení při transportu

Transport z výroby k zákazníkovi je další riziková událost, kde může docházet k poničení dopravního systému. V případě nedodržení správných dopravních postupů může být znehodnocena celá zakázka. Je potřeba vždy používat správné transportní prvky s certifikací a každá zakázka musí obsahovat transportní výkres.

Zaseklá paleta na válečkové trati

Zaseknutí palety patří mezi provozní rizika, která je potřeba také eliminovat. Příčin pro zaseknutí palety může být několik. Vzpříčení palety mezi okraji je řešeno vodíci lištami. Dále může nastat chyba komunikace mezi dopravníkem a nakládacím robotem. Řešení bylo provedeno dvojitou kontrolou odezvy. Zaseklá paleta představuje velké riziko zastavení provozu, které vede k velkým finančním ztrátám a časovým prodáváním. Pro podrobnější uvedení do problematiky je přiložena příloha 2.

Spadlá paleta mimo dopravní trať

Spadlá paleta mimo dopravní trať je také provozní riziková událost. Příčin může být více. Mezi nejpravděpodobnější patří kroucení rámu dopravníku, špatná volba válečků, trhavé rozjezdy, posuv a brždění palety, nemožnost výškového nastavení válečků, špatně naložená paleta a další. Celkový výčet všech řešených příčin vedoucím ke spadnutí palety a jejich řešení je uveden v příloze 2.

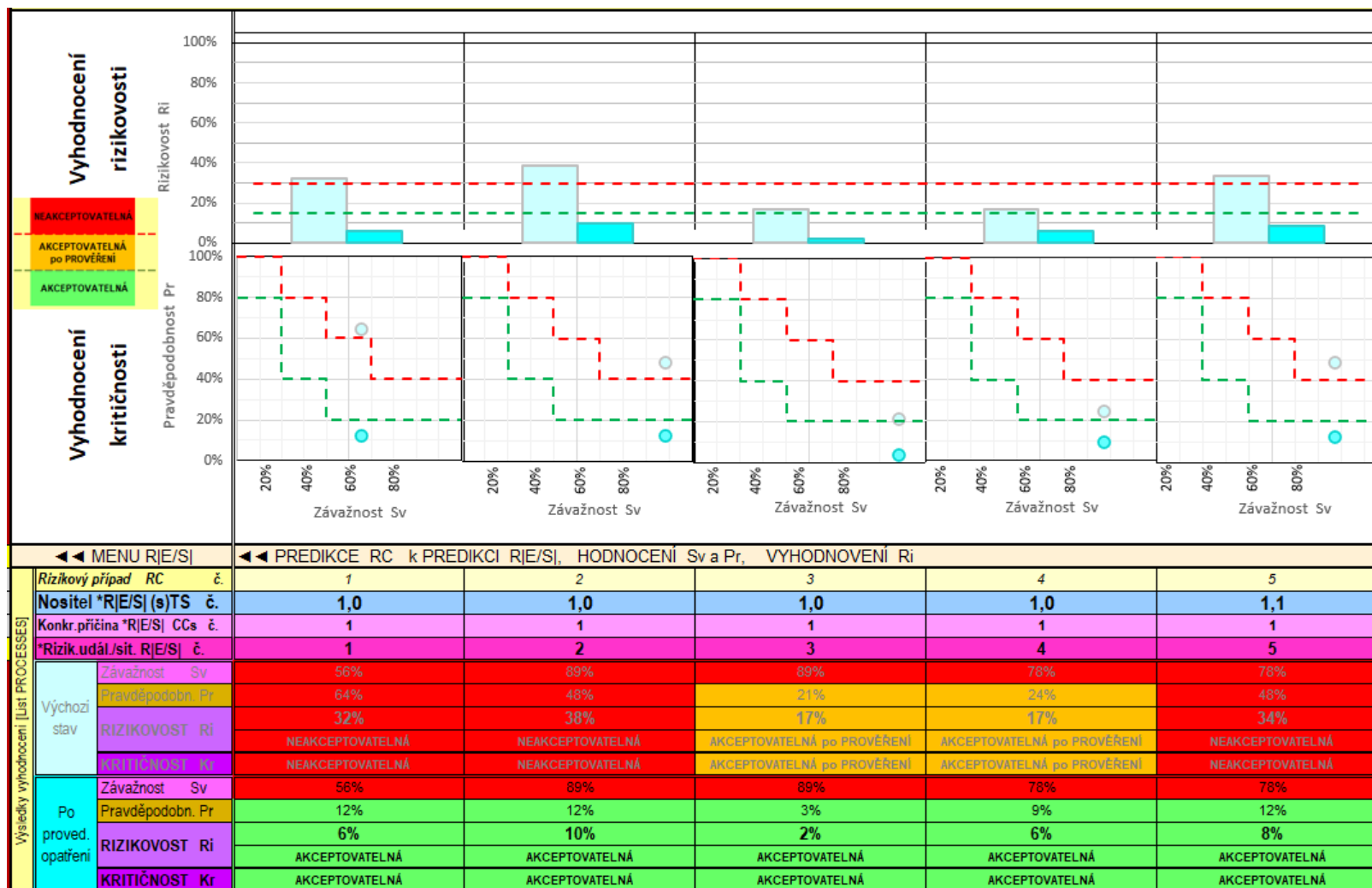
Nárazy paletového vozíku do rámu dopravníku

Nakládání prázdných palet a odebírání plných palet probíhá za pomoci paletového vozíku. Dochází zde k velmi vysokému riziku naražení paletového vozíku do dopravního modulu. Tato srážka může způsobit poničení dopravního modulu nebo například spadnutí naložených palet vlivem ztráty stability. Řešení bylo ponecháno z výchozí alternativy, je tedy použit ochranný nárazový prvek pohlcující rázy a zabraňující styku paletového vozíku s dopravním modulem (obr. 10.7)



Obrázek 10.7 - Ochranný nárazový prvek společnosti ENGEL

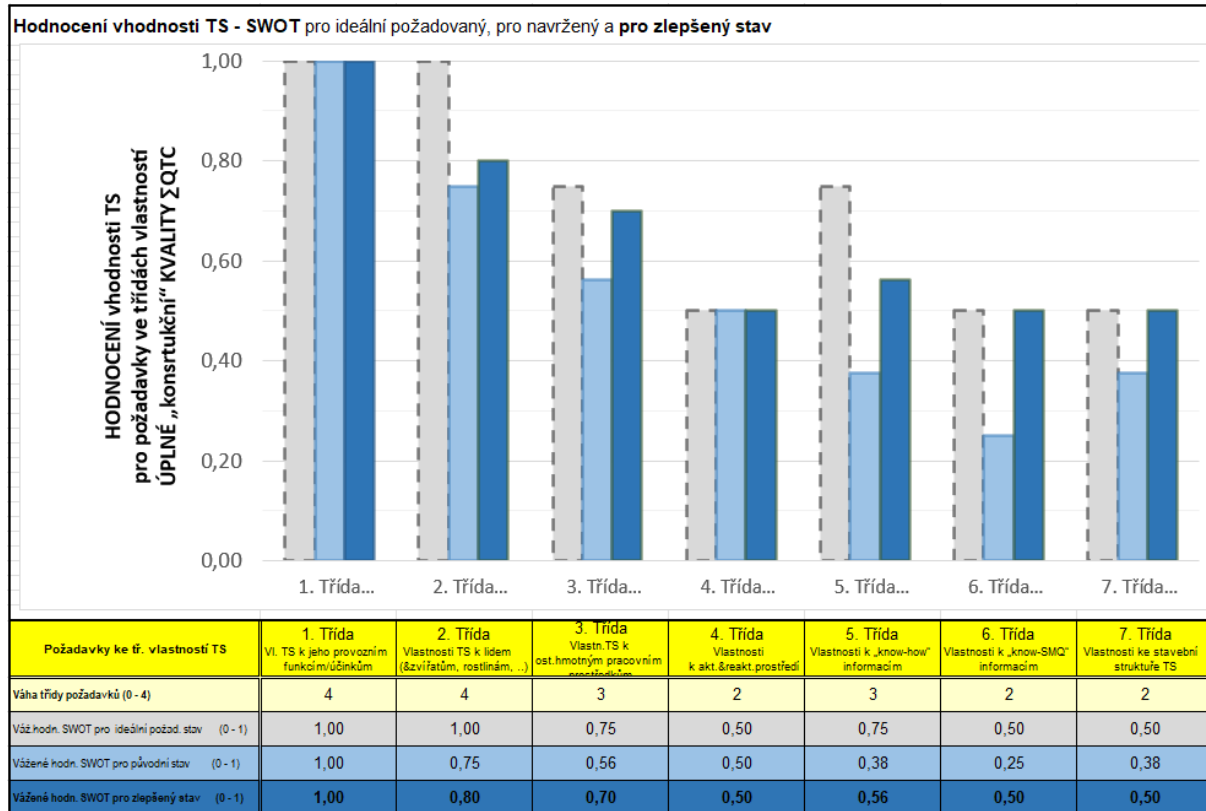
Vyhodnocení



Obrázek 10.8 - Vyhodnocení rizik pro výchozí a finální stavební strukturu navrhovaného TS(s)

se zaměřením na bezporuchovost v celém živ. cyklu [14]

11 Souhrnné SWot hodnocení vhodností TS(s) pro specifikované požadavky



Obrázek 11.1 - Vyhodnocení SWot analýzy pro výchozí stav a pro zlepšený definitivní stav [12]

IV KOMPLETACE

12 Dokumentace Návrhu TS(s)

Při návrhu nového dopravního systému bylo vycházeno ze stávajícího řešení používaného dopravníku. Nejdříve byla zpracována riziková analýza pro bezpečnost lidí a živých bytostí a pro bezporuchovost. Následně byla provedena analýza a konstrukce rizikových komponentů rámu, mezi které patřily stojiny společně s nivelačními nohami. Stojiny byly nejdříve kontrolovány na vzpěr, u kterého bylo dokázáno, že vzpěru nepodléhají a následně přepočítány na prostý tlak. Dalším krokem byla simulace zatížení stojiny pomocí softwaru NX, kde byly výpočty ověřeny simulací. Posouzením výsledků bylo prokázáno, že stojiny jsou značně předimenzovány. Návrh stojin byl optimalizován, přepočítán a znovu nasimulován. Výsledné řešení bylo vyhodnoceno za lepší a použito v dalším konstrukčním návrhu.

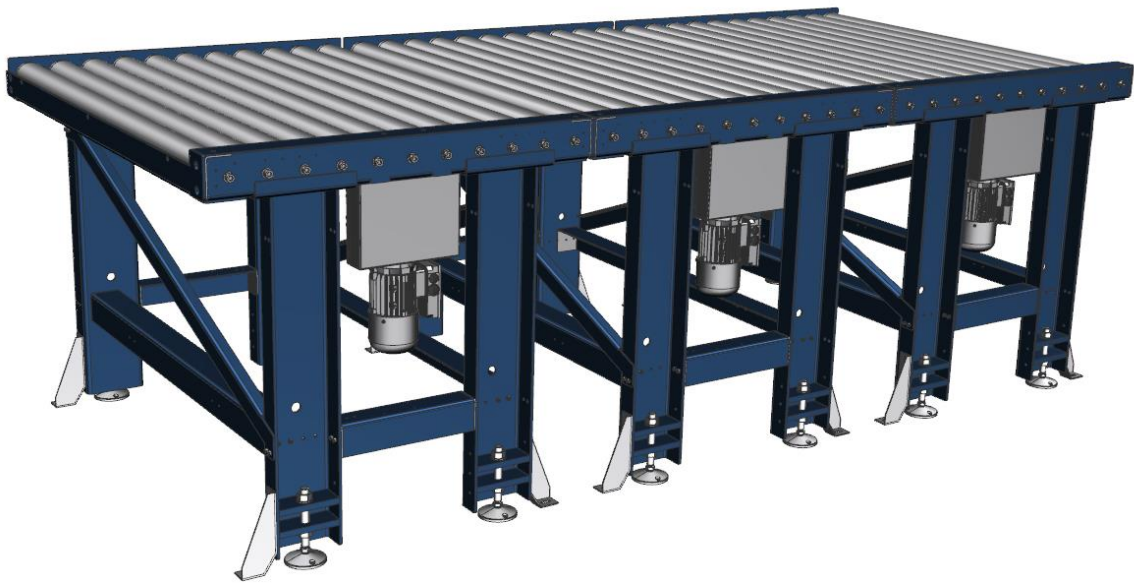


Obrázek 12.1 - Dopravní trať pro podélný posuv palet

Dalším krokem byl výpočet a návrh pohonu dopravního systému. Po výpočtu zatížení působící na válečky byl navržen řetězový pohon opásáním, následně byl navržen a zkontrolován řetěz, válečky a ložiska. Všechny komponenty byly navrhovány pro dva rozdílné moduly. Jeden modul je navržen na podélný posuv palet a druhý na příčný posuv palet. Následně proběhl výpočet a volba motoru s převodovkou, doplněné frekvenčním měničem pro plynulý rozběh a dobřzd'ování palet.

Jedním z požadavků na dopravní systém byla i snadná přestavba pro rozdílný posuv palet. Dopravní modul pro oba druhy byl proto navržen s maximálním možným počtem shodných komponentů.

Modularita výsledných dopravních systémů (obr. 12.1 pro podélný posuv palet a obr. 12.2 pro příčný posuv palet) je zajištěna pomocí dopravních modulů, ze kterých je systém složen. Moduly lze za sebe skládat dle potřeby pro vhodnou délku dopravního systému. Spojení modulů je realizováno spojovacími plechy připevněnými ze spodní válečkové části rámu. Dopravní systém je dodáván ve třech základních výškách určených délkou stojiny.



Obrázek 12.2 - Dopravní trať pro příčný posuv palet

Poslední část návrhu byla věnována bezpečnostním prvkům používaným k ochraně lidí, živých bytostí a k udržení bezporuchovosti systému. Seznam všech posuzovaných rizik je podrobně rozepsán v kapitole 10, v příloze 1 a v příloze 2. Mezi nejdůležitější opatření patří ohrazení nakládacího robota, světelné závory, bezpečnostní tunel a nouzové vypínací tlačítko.

Grafické návrhy, 3D modely, simulace a výkresy se základními rozměry byly zpracovány v softwaru NX 1888 a jsou k dispozici viz. Příloha 3.

13 Shrnutí a závěr

Cílem diplomové práce bylo zlepšení konkurenceschopnosti dopravního systému pro přemísťování prázdných palet do nakládacího prostoru a odvoz naložených palet k odběrovému místu. Jedná se o dopravní systém společnosti ENGEL s označením ECP1/1 a ECP1/2 kompatibilní se zásobníkem na palety s označením ECPM.

Pro řešení diplomové práce bylo požadováno několik zásadních faktorů, mezi které patřila hlavně modularita. Navrhované řešení bylo řešeno pro celý životní cyklus, tedy pro plánování, konstruování, přípravu výroby, distribuci, provoz a likvidaci zařízení.

V první části práce byla popsána analýza a hodnocení výchozího stavu používaného dopravního systému společností ENGEL ECP1/1. Dále jsem se zaměřil na rozdělení dopravních systémů a bližší teoretickou specifikaci válečkových dopravníků. V závěru první části diplomové práce byla podrobněji upřesněna inženýrsko-manažerská specifikace požadavků na navrhovaný válečkový dopravník.

Druhá část práce obsahuje koncepční konstrukční návrh počínaje orgánovou strukturou. Poté jsem navrhl čtyři koncepční alternativy, které jsem popsal a následně zhodnotil vzájemnou konkurenceschopností. Do hodnocení jsem zahrnul posuzovanou kvalitu, vynaložené náklady a vynaloženou dobu celého TS(s). Po následném posouzení výhod a nevýhod jsem zvolil suboptimální koncepční alternativu, kterou jsem nadále zpracovával.

Třetí část práce obsahuje stavební konstrukční návrh zvolené alternativy. První stavební konstrukční návrh se zaměřuje na rám dopravního modulu, blíže na kontrolu a optimalizaci kritických komponent. Dále jsem provedl návrh a volbu pohonu pro dopravní modul. Dále je ve třetí části popsána predikce, hodnocení a snížení rizik navrženého TS(s). Rizika byla uvažována od samotného začátku diplomové práce. Jsou zde uvedena rizika s ohledem na bezpečnost osob a živých bytostí, tak i rizika se zaměřením na bezporuchovost TS(s) – FMEA (Failure Mode and Effects Analysis). Konec třetí části je věnován souhrnnému SWot hodnocení vlastností pro výchozí a zlepšený stav.

Poslední část diplomové práce je věnována kompletaci navrhovaného TS(s), kde je popsán celkový postup pro finální řešení.

Seznam bibliografických citací použitých informačních zdrojů

Bibliografické odkazy a citace vychází z normy ČSN ISO 690 (01 0197). Podrobný návod, jak citovat literaturu a prameny, s příklady je uveden na stránkách knihovny ZČU <https://sites.google.com/site/novaiso690/>.

[1] All About Roller Conveyors - Types, Design, and Uses. *Thomasnet® - Product Sourcing and Supplier Discovery Platform - Find North American Manufacturers, Suppliers and Industrial Companies* [online]. Copyright © 2022 Thomas Publishing Company. All Rights Reserved. See [cit. 24.05.2022]. Dostupné z: <https://www.thomasnet.com/articles/materials-handling/all-about-roller-conveyors-types-design-and-uses/>

[2] Belt Conveyors – Triton Innovation LLC. *Triton Innovation LLC – Stainless Steel Food Handling Equipment* [online]. Copyright © Copyright 2016 [cit. 24.05.2022]. Dostupné z: <https://tritoninnovationllc.com/products/belt-conveyors/>

[3] Cam Timing Belt Kit with Gates Belt | 2L,3L & 2LT Engine Codes. *RoughTrax 4x4: Europes Widest Range of Toyota 4x4 Parts* [online]. Copyright © 2021 RoughTrax 4x4. All rights reserved. [cit. 24.05.2022]. Dostupné z: <https://www.roughtrax4x4.com/cam-timing-belt-kit-with-gates-belt-2l-2lt-3l-engine-codes.html>

[4] Chain Driven Roller Conveyors [online]. Copyright © [cit. 24.05.2022]. Dostupné z: <https://www.indiamart.com/proddetail/chain-driven-roller-conveyors-4757584073.html>

[5] Dopravní a manipulační zařízení [online]. Brno, 2012 [cit. 2022-05-24]. Dostupné z: <https://www.vut.cz/uk/digitalni-knihovna/Skripta>. Vysoké učení technické

[6] Elektromotory.cz. *Elektromotory.cz* [online]. Copyright © 2022 K [cit. 24.05.2022]. Dostupné z: <https://www.elektromotory.cz/>

[7] EMPORO. *EMPORO* [online]. Dostupné z: <https://www.emporo.cz/v/1362369>

[8] ENGEL vstříkování | Vstříkovací stroje Plasty - *ENGEL Global*. [online]. Dostupné z: <https://www.engelglobal.com/cs/cz/index.html>

[9] Fehler 403 - Zugriff nicht gestattet. *Fehler 403 - Zugriff nicht gestattet* [online]. Dostupné z: <https://www.interroll.com/>

[10] FEIFER - Dopravník DP500, ocel. vál., D=1000 mm, P=100 mm. *FEIFER - výroba a prodej páskovačů a páskovacích a balicích strojů* [online]. Copyright © 2022 by FEIFER [cit. 24.05.2022]. Dostupné z: <https://www.feifer.cz/dopravnik-dp500-ocel-val-d-1000-mm-p-100-mm>

[11] GAJDUŠEK, J., ŠKOPÁN, M. Teorie dopravních a manipulačních zařízení. Brno: Ediční středisko VUT, 1988. 277s.

[12] Hodnocení potenciálu konkurenceschopnosti alternativ orgánové struktury konstrukčního návrhu technického produktu /systému TS(s) **Nemocniční lůžko pro intenzivní péči s komplexním SWOT hodnocení návrhu. Case Example. *T. Kalina, S. Hosnedl a P. Skřivánek: SW podpora AltEv. 1. vyd. 2020. Verze 2.0. Plzeň: ZČU, FST, KKS. *2022. https://portal.zcu.cz/portal/studium/courseware/kks/*dfx,*bmkd,*zkm, atp*

[13] Hosnedl, S. a Dvořák, J. : *Predikce, hodnocení a snížení komplexní rizikovosti se zaměřením na bezpečnost lidí a ost. živ. bytostí pro technický produkt/systém TS(s) *viz název výše. RiskPER-TS(s)&HuS. Case Example. Komentovaná SW podpora řešení a jeho dokum. ve formě příl. souhr. zprávy: S. Hosnedl, T. Kalina, a J. Dvořák . 1. vyd. 2019. Verze*

2.0. Plzeň: ZČU, FST, KKS. *2022 https://portal.zcu.cz/portal/studium/courseware/kks/*dfx,bmkd,zkm,atp

[14] Hosnedl, S., Dvořák, J. a Kopecký, M.: *Inženýrsko-manažerská specifikace požadavků na konstrukční návrh technického produktu/systému TS(s) *Nemocniční lůžko pro intenzivní péči s komplexním SWOT hodnocení návrhu. Case Example. *T. Kalina, S. Hosnedl a P. Skřivánek: SW podpora RS&Ev, EDSM verze *EDT, *EDR, *EDD, *EDB. *1. vyd. 2012. Verze 2.0. Plzeň: ZČU, FST, KKS. *2021. https://portal.zcu.cz/portal/studium/courseware/kks/*dfx,*bmkd,*zkm,atp*

[15] Klínový řemen 17 x 1469 La kevlarový pro Agrostroj, Castelgarden, Dolmar, Honda, Iseki, John Deere, Sabo, Stiga. Toro, Viking. *Náhradní díly pro zahradní a lesní techniku*. [online]. Copyright © [cit. 24.05.2022]. Dostupné z: <https://www.arapa.cz/klinovy-remen-17-x-1469-la-kevlarovy-pro-agrostroj-castelgarden-dolmar-honda-iseki-john-deere-sabo-stiga-toro-viking/>

[16] Modulární dopravník [online]. Brno, 2016 [cit. 2022-05-24]. Dostupné z: <https://core.ac.uk/reader/30312740>. Diplomová práce. Vysoké učení technické

[17] Naše produkty | CHIARAVALLI CZ a.s.. *Naše produkty | CHIARAVALLI CZ a.s.* [online]. Dostupné z: <https://www.chiaravalli.cz/>

[18] *Optické senzory polohy* [online]. Praha: ADOC.PUB. All rights reserved, 2014 [cit. 2022-05-24]. Dostupné z: <https://adoc.pub/4-opticke-senzory-polohy-a3b38sme-4-opticke-senzory.html>

[19] *Optimalizace válců dopravníku s ohledem na zatížitelnost* [online]. Plzeň, 2019 [cit. 2022-05-24]. Dostupné z: https://dspace5.zcu.cz/bitstream/11025/37574/1/BP_Kocourek_2019.pdf. Bakalářská práce. Západočeská univerzita v Plzni

[20] Podpůrné materiály pro studium předmětu Pružnost a pevnost 2 – Katedra mechaniky. *Katedra mechaniky – Fakulta aplikovaných věd (CTPVV) – Západočeská univerzita* [online]. Dostupné z: <https://www.kme.zcu.cz/kmet/pp2/>

[21] Podvěsné dopravníky HELM. *Expert na posuvné systémy* [online]. Copyright © 2019 [cit. 24.05.2022]. Dostupné z: <https://www.laporte.cz/dopravniky>

[22] PR Deník | Engel strojírenská spol. s r.o. | fotogalerie. [online]. Dostupné z: <https://pr.denik.cz/galerie/engel-strojirenska-spol-s-r-o.html?photo=1&back=4213794532-9640-83>

[23] Roller Conveyor Light Loads | Hutchinson Belt Drive Systems. *Industrial belt manufacturer : power transmission component for industrie - Hutchinson Belt Drive Systems* [online]. Dostupné z: <https://www.hutchinsontransmission.com/market-segments/conveying-roller/roller-conveyor-light-loads-400-kg>

[24] SKF: Deep groove ball bearings. *SKF* [online]. General Conditions of sales, 2021 [cit. 2022-05-24]. Dostupné z: <https://www.skf.com/group/products/rolling-bearings/ball-bearings/deep-groove-ball-bearings>

[25] Válečkové dopravníky poháněné kruhovými řemínky. *Požiadavka.sk* [online]. Copyright © [cit. 24.05.2022]. Dostupné z: <https://www.poziadavka.sk/ponuky/ponuka-103798/Valeckove-dopravniky-pohanene-kruhovymi-reminky>

[26] Válečkové dopravníky s ocelovými válečky - FEIFER. *FEIFER - výroba a prodej páskovačů a páskovacích a balicích strojů* [online]. Copyright © 2022 by FEIFER [cit. 24.05.2022]. Dostupné z: <https://www.feifer.cz/valeckove-dopravniky-dp-ocelove-valecky>

- [27] *Válečkový dopravník palet* [online]. Plzeň, 2020 [cit. 2022-05-24]. Dostupné z: <https://dspace5.zcu.cz/bitstream/11025/41178/1/BP-Lukas%20Krizek-2020.pdf>. Bakalářská práce. Západočeská univerzita v Plzni.
- [28] Válečky Interroll | ŘETĚZY Olomouc s.r.o.. *ŘETĚZY Olomouc s.r.o.* [online]. Copyright © ŘETĚZY Olomouc, spol. s r.o. [cit. 24.05.2022]. Dostupné z: <https://www.retezyolomouc.cz/valecky-interroll-k40#lg=1&slide=0>
- [29] Výroba řetězů a řetězových kol | *ŘETĚZY VAMBERK*. [online]. Copyright © 2021 ŘETĚZY VAMBERK. All Rights Reserved. Designed by [cit. 24.05.2022]. Dostupné z: <https://www.retezy-vam.com/cs/>
- [30] Website occurrence problem. *Website occurrence problem* [online]. Dostupné z: <http://m.duffymachine.com/roller-conveyor-line/power-roller-conveyor/flexible-timing-belt-conveyor.html>
- [31] XALK178G | Nouzové tlačítko | RS Components. *301 Moved Permanently* [online]. Copyright © RS Components Sp. z o.o. [cit. 24.05.2022]. Dostupné z: [https://cz.rs-online.com/web/p/nouzova-tlacitka/6094714?cm_mmc=CZ-PLA-DS3A--google--CSS_CZ_CZ_Sp%C3%ADna%C4%8De_Whoop--\(CZ:Whoop!\)+Nouzov%C3%A1+tl%C4%8D%C3%ADtka--6094714&matchtype=&pla-339804504869&gclid=CjwKCAjw4ayUBhA4EiwATWyBrvqbuJAeVyMOaXmvSM_h6AgR9UfjzU1FA9bUaZzUYN--ywDpVvoYlRoCWjIQAvD_BwE&gclidsrc=aw.ds](https://cz.rs-online.com/web/p/nouzova-tlacitka/6094714?cm_mmc=CZ-PLA-DS3A--google--CSS_CZ_CZ_Sp%C3%ADna%C4%8De_Whoop--(CZ:Whoop!)+Nouzov%C3%A1+tl%C4%8D%C3%ADtka--6094714&matchtype=&pla-339804504869&gclid=CjwKCAjw4ayUBhA4EiwATWyBrvqbuJAeVyMOaXmvSM_h6AgR9UfjzU1FA9bUaZzUYN--ywDpVvoYlRoCWjIQAvD_BwE&gclidsrc=aw.ds)
- [32] Závory -Bezpečnostní světelná závora typu 4 | KEYENCE International Belgium (Čeština). *Sensors and Machine Vision Systems for Factory Automation | KEYENCE International Belgium* [online]. Dostupné z: <https://www.keyence.eu/cscz/products/safety/light-curtain/>
- [33] Základní normy ČSN EN ISO 13857 (833212). *Technické normy ČSN. Bezpečnostní tabulky.* | *TECHNOR print, s.r.o. Hradec Králové* [online]. Copyright © 2020, TECHNOR print, s.r.o., Československé armády 216 [cit. 24.05.2022]. Dostupné z: <https://www.technicke-normy-csn.cz/csn-en-iso-13857-833212-230816.html>

PŘÍLOHY

PRILOHA 1

Predikce, hodnocení a snížení komplexní rizikovosti se zaměřením na bezpečnost lidí a ost. živých bytostí pro technický produkt/systém TS(s)

0 Zařízení pro manipulaci s dřevěnými paletami

Complex Risk [Events/Situations] Riskiness Prediction, Evaluation and Reduction for an Object System TS(s) (subjectivised gen. Technical System) and Humans & other living beings System
RiskPER-HuS

Předmět / projekt

Název/zkr. předmětu/projektu a tématu	Gar. tématu	Ext. org. / část ZČU	Označ. řešit. týmu
Předměty a projekty EDSM (+)	S. Hosnedl	FST, KKS	EDSM

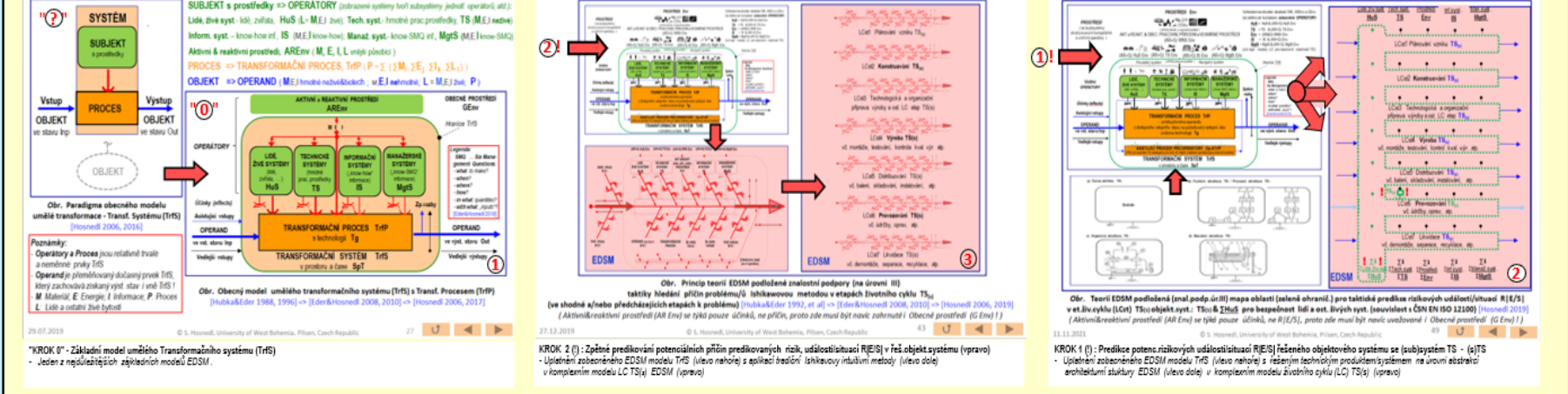
Autor / autoři (u týmového projektu všichni členové, aktivní autory zvýrazněte)

PŘÍJMENÍ Jméno	Fce v týmu	Ext. org. / část ZČU	Poznámka
Prof. Ing. HOSNEDL Stanislav, CSc.	hlavní řešitel	FST, KKS	
Mgr. Ing. DVORÁK Josef, PhD.	spoluřešitel	FST, KKS	doktorand po obh.
Ing. KALINA Tomáš	SW podpora	FST, KKS / RTI	doktorand

Katedra konstruování strojů (KKS), Fakulta strojní (FST), Západočeská univerzita v Plzni (ZČU)
SW v MS Excel lze volně používat pouze interně k řešení školních prací na ZČU v Plzni.
K přenosu a archivaci řešení i výsledků přitom používejte výhradně tištěné dokumenty vč. PDF, atp.!
V ostatních případech kontaktujte, prosím:
© Stanislav Hosnedl, KKS, FST, ZČU v Plzni

Stav řešení ke dni

30.04.2022

RiskPER-HuS:	PREDIKCE rizikových případů RC k PREDIKOVANÝM rizikovým událostem/situacím RJE/S/ s jejich příčinami PC/CCs a důsledky Csq										3 HODNOCENÍ a VYHODNOCENÍ RIZIKOVOSTI Ri predikovaných rizikových případů RC pro výchozí stav a po provedení navržených opatření se zaměřením na bezpečnost lidí a ost. živých bytostí										Číslicí odkazy na informační zdroje
Objektový systém a zaměření řešení:	TS(s) & ΣHuS v celém životním cyklu LC*										Safety of machinery - General principles for design Risk assessment and risk reduction ČSN EN ISO 12100, Bezpečnost stroj, Zařízení - Všeob. zásady pro konstruování - Posouzení rizika a sniž. rizika, Praha: Úřad pro tech. normalizaci, metrologii a státní zkušebnici, 2011 Hosnedl S. Systémová navrhování technických produktů KKS/IZKM, KKS, FST, ZDU, 2018+										[CSN-EN-ISO-1210 2011] [Hosnedl 2018]
pro TS(s):	Zařízení pro manipulaci s dřevěnými paletami										Stupně rizikosti Ri: 0% (AKCEPTOVATELNÉ) 15% 30% 50% 100% < AKCEPTOVATELNÉ (po PROVERĚNÍ) > 0% 100% < NEAKCEPTOVATELNÉ > 0% 100%										[Hosnedl 2018] [CSN-EN-ISO-1210 2011] [CSN-EN-ISO-1210 2007]
RC strom řešených nositelů (s)TS příčin CCs důsledků RJE/S/	Stupně pro HODNOCENÍ rizikosti/rizika rizikového případu RC										Stupně rizikosti Ri: 0% (AKCEPTOVATELNÉ) 15% 30% 50% 100% < AKCEPTOVATELNÉ (po PROVERĚNÍ) > 0% 100% < NEAKCEPTOVATELNÉ > 0% 100%										[Hosnedl 2018] [CSN-EN-ISO-1210 2011] [CSN-EN-ISO-1210 2007]
Pořadová čísla	Charakteristika důsledků pro uvedenou stupnici rizika/rizikost pro:										Stupně rizikosti Ri: 0% (AKCEPTOVATELNÉ) 15% 30% 50% 100% < AKCEPTOVATELNÉ (po PROVERĚNÍ) > 0% 100% < NEAKCEPTOVATELNÉ > 0% 100%										[Hosnedl 2018] [CSN-EN-ISO-1210 2011] [CSN-EN-ISO-1210 2007]
Analyzované s)TS Analyzované CCs Analyzované RJE/S/	Váhy závažnosti Sv RC (R), důsledků RJE/S/ a pravděpodobnosti Pr RC (R), příčin RJE/S/ pro HODNOCENÍ rizikosti Ri RC										Stupně rizikosti Ri: 0% (AKCEPTOVATELNÉ) 15% 30% 50% 100% < AKCEPTOVATELNÉ (po PROVERĚNÍ) > 0% 100% < NEAKCEPTOVATELNÉ > 0% 100%										[Hosnedl 2018] [CSN-EN-ISO-1210 2011] [CSN-EN-ISO-1210 2007]
Postup a dokument. predikce: čísly v záhlaví a výraz. písmo	1) Nositel RJE/S/ Carr	2) RJE/S/ Druh skup. nebezpečí TS&S / ST&S	3) PC	4) CC	5) RJE/S/ Riziková událost/situace	6) Csq	7) RJE/S/ Důsledky RJE/S/	8) RJE/S/ Důsledky RJE/S/	9) Sv	10) Pr	11) RJE/S/ RIZIKOVOSTI RJE/S/	12) RJE/S/ RIZIKOVOSTI RJE/S/	13) RJE/S/ RIZIKOVOSTI RJE/S/	14) RJE/S/ RIZIKOVOSTI RJE/S/	15) RJE/S/ RIZIKOVOSTI RJE/S/	16) RJE/S/ RIZIKOVOSTI RJE/S/	17) RJE/S/ RIZIKOVOSTI RJE/S/	18) RJE/S/ RIZIKOVOSTI RJE/S/	19) RJE/S/ RIZIKOVOSTI RJE/S/	20) RJE/S/ RIZIKOVOSTI RJE/S/	[CSN-EN-ISO-1210 2007] [CSN-EN-ISO-1210 2007]
Mapa EDMS a postupem predikce RJE/S/ pro řešený Objekt. systém [obecné Obr. vpravo, konkr. popis na tomto Listu vlevo nahoře] a jejich příčin. [Obr. vpravo střed] v celém žv. cyklu LC tech. produktu/syst.TS(s) a v využ. modulu EDMS - na kterékoli úrovni abstrakce (I) architekturní struktury TS [v Obr. vpravo]																					
 <p>Mapa EDMS a postupem predikce RJE/S/ pro řešený Objekt. systém [obecné Obr. vpravo, konkr. popis na tomto Listu vlevo nahoře] a jejich příčin. [Obr. vpravo střed] v celém žv. cyklu LC tech. produktu/syst.TS(s) a v využ. modulu EDMS - na kterékoli úrovni abstrakce (I) architekturní struktury TS [v Obr. vpravo]</p> <p>KROK 0: Základní model umělého Transformačního systému (TrS) - Jeden z nejdůležitějších základních modelů EDMS.</p> <p>KROK 1 (I): Predikce potenciálních rizikových událostí/situací RJE/S/ řešeného objektového systému se (sub)systém TS - (s)TS a jejich příčin (LC) TSu objekt. syst. TSu & Zsdu pro bezpečnost lidí a ost. živých bytostí (souvislost s ČSN EN ISO 12100) [Hosnedl 2018]</p> <p>KROK 2 (I): Zpětné predikování potenciálních příčin predikovaných rizik, událostí/situací RJE/S/ v řeš. objekt. systému (vpravo) - Uplatnění zabezpečného EDMS modelu TrS (vlevo nahoře) s aplikací tradiční / Ishikawovy intuitivní metody (vlevo dole) v kompletním modelu LC TSu / EDMS (vpravo)</p> <p>KROK 3 (I): Predikce potenciálních rizikových událostí/situací RJE/S/ řešeného objektového systému se (sub)systém TS - (s)TS a jejich příčin (LC) TSu objekt. syst. TSu & Zsdu pro bezpečnost lidí a ost. živých bytostí (souvislost s ČSN EN ISO 12100) [Hosnedl 2018]</p>																					
MENU typových RJE/S/ & RC modulů se čtyřmi druhy možných vazeb k libovolnému předchozímu modulu - pro podporu PREDIKCE rizikových případů RC k PREDIKOVANÝM rizikovým událostem/situacím RJE/S/ (sloupce 01 až 06) pro řešený Objektový systém a zaměření a pro HODNOCENÍ a VYHODNOCENÍ RIZIKOVOSTI Ri predikovaných RC pro výchozí stav a po provedení navržených opatření (sloupce 07 až 13)																					

MAPA - pracovní pole rizikových případů RC sestavené z typových modulů ED SM pro PREDIKOVANÉ rizikové události/situace RIE/SI a jejich vazby s PREDIKOVANÝMI příčinami (sloupce 01 až 06) s HODNOCENÍM a VYHODNOCENÍM RIZIKOVOSTI RI predikovaných RC pro výchozí stav a po provedení navržených opatření (sloupce 07 až 13)														14												
														13 - Legenda												
														12												
														11												
														10												
														09												
														08												
														07												
														06												
														05												
														04												
														03												
														02												
														01												
Tech.ubyt. (KTS)	Konečná příčina CCs	Riziková příčina RPSs	1	1.0	Děložní (vazba RIE/SI / ...)	Subtypy (TS) a abstr. jeho zhrnutí.	Konektivní struktury TS (menu)	1	COs (pro RIE/SI) (menu)	Alokace a popis COs	1	RIE/SI (menu)	Popis LCoq	Popis FCoq	HODNOCENÍ a VYHODNOCENÍ RIZIKOVOSTI RI rizikového případu RC PRO VÝCHOZÍ STAV										DIAGRAMY Vých.st. ►►	
															Popis Řeší											Poznámky
															HODNOCENÍ a VYHODNOCENÍ RIZIKOVOSTI RI rizikového případu RC PO PŘEVEDENÍ NAVRŽENÝCH OPATŘENÍ											
															Popis Řeší											
															HODNOCENÍ a VYHODNOCENÍ RIZIKOVOSTI RI rizikového případu RC PRO VÝCHOZÍ STAV											
															Popis Řeší											
HODNOCENÍ a VYHODNOCENÍ RIZIKOVOSTI RI rizikového případu RC PO PŘEVEDENÍ NAVRŽENÝCH OPATŘENÍ																										
Tech.ubyt. (KTS)	Konečná příčina CCs	Riziková příčina RPSs	2	1.0	Děložní (vazba RIE/SI / ...)	Subtypy (TS) a abstr. jeho zhrnutí.	Konektivní struktury TS (menu)	1	COs (pro RIE/SI) (menu)	Alokace a popis COs	2	RIE/SI (menu)	Popis LCoq	Popis FCoq	HODNOCENÍ a VYHODNOCENÍ RIZIKOVOSTI RI rizikového případu RC PRO VÝCHOZÍ STAV										DIAGRAMY Vých.st. ►►	
															Popis Řeší											Poznámky
															HODNOCENÍ a VYHODNOCENÍ RIZIKOVOSTI RI rizikového případu RC PO PŘEVEDENÍ NAVRŽENÝCH OPATŘENÍ											
															Popis Řeší											
															HODNOCENÍ a VYHODNOCENÍ RIZIKOVOSTI RI rizikového případu RC PRO VÝCHOZÍ STAV											
															Popis Řeší											
HODNOCENÍ a VYHODNOCENÍ RIZIKOVOSTI RI rizikového případu RC PO PŘEVEDENÍ NAVRŽENÝCH OPATŘENÍ																										
Tech.ubyt. (KTS)	Konečná příčina CCs	Riziková příčina RPSs	3	1.0	Děložní (vazba RIE/SI / ...)	Subtypy (TS) a abstr. jeho zhrnutí.	Konektivní struktury TS (menu)	1	COs (pro RIE/SI) (menu)	Alokace a popis COs	3	RIE/SI (menu)	Popis LCoq	Popis FCoq	HODNOCENÍ a VYHODNOCENÍ RIZIKOVOSTI RI rizikového případu RC PRO VÝCHOZÍ STAV										DIAGRAMY Vých.st. ►►	
															Popis Řeší											Poznámky
															HODNOCENÍ a VYHODNOCENÍ RIZIKOVOSTI RI rizikového případu RC PO PŘEVEDENÍ NAVRŽENÝCH OPATŘENÍ											
															Popis Řeší											
															HODNOCENÍ a VYHODNOCENÍ RIZIKOVOSTI RI rizikového případu RC PRO VÝCHOZÍ STAV											
															Popis Řeší											
HODNOCENÍ a VYHODNOCENÍ RIZIKOVOSTI RI rizikového případu RC PO PŘEVEDENÍ NAVRŽENÝCH OPATŘENÍ																										
Tech.ubyt. (KTS)	Konečná příčina CCs	Riziková příčina RPSs	4	1.0	Děložní (vazba RIE/SI / ...)	Subtypy (TS) a abstr. jeho zhrnutí.	Konektivní struktury TS (menu)	2	COs (pro RIE/SI) (menu)	Alokace a popis COs	3	RIE/SI (menu)	Popis LCoq	Popis FCoq	HODNOCENÍ a VYHODNOCENÍ RIZIKOVOSTI RI rizikového případu RC PRO VÝCHOZÍ STAV										DIAGRAMY Vých.st. ►►	
															Popis Řeší											Poznámky
															HODNOCENÍ a VYHODNOCENÍ RIZIKOVOSTI RI rizikového případu RC PO PŘEVEDENÍ NAVRŽENÝCH OPATŘENÍ											
															Popis Řeší											
															HODNOCENÍ a VYHODNOCENÍ RIZIKOVOSTI RI rizikového případu RC PRO VÝCHOZÍ STAV											
															Popis Řeší											
HODNOCENÍ a VYHODNOCENÍ RIZIKOVOSTI RI rizikového případu RC PO PŘEVEDENÍ NAVRŽENÝCH OPATŘENÍ																										
Tech.ubyt. (KTS)	Konečná příčina CCs	Riziková příčina RPSs	5	1.0	Děložní (vazba RIE/SI / ...)	Subtypy (TS) a abstr. jeho zhrnutí.	Konektivní struktury TS (menu)	3	COs (pro RIE/SI) (menu)	Alokace a popis COs	3	RIE/SI (menu)	Popis LCoq	Popis FCoq	HODNOCENÍ a VYHODNOCENÍ RIZIKOVOSTI RI rizikového případu RC PRO VÝCHOZÍ STAV										DIAGRAMY Vých.st. ►►	
															Popis Řeší											Poznámky
															HODNOCENÍ a VYHODNOCENÍ RIZIKOVOSTI RI rizikového případu RC PO PŘEVEDENÍ NAVRŽENÝCH OPATŘENÍ											
															Popis Řeší											
															HODNOCENÍ a VYHODNOCENÍ RIZIKOVOSTI RI rizikového případu RC PRO VÝCHOZÍ STAV											
															Popis Řeší											
HODNOCENÍ a VYHODNOCENÍ RIZIKOVOSTI RI rizikového případu RC PO PŘEVEDENÍ NAVRŽENÝCH OPATŘENÍ																										
Tech.ubyt. (KTS)	Konečná příčina CCs	Riziková příčina RPSs	6	1.1	Děložní (vazba RIE/SI / ...)	Subtypy (TS) a abstr. jeho zhrnutí.	Konektivní struktury TS (menu)	1	COs (pro RIE/SI) (menu)	Alokace a popis COs	4	RIE/SI (menu)	Popis LCoq	Popis FCoq	HODNOCENÍ a VYHODNOCENÍ RIZIKOVOSTI RI rizikového případu RC PRO VÝCHOZÍ STAV										DIAGRAMY Vých.st. ►►	
															Popis Řeší											Poznámky
															HODNOCENÍ a VYHODNOCENÍ RIZIKOVOSTI RI rizikového případu RC PO PŘEVEDENÍ NAVRŽENÝCH OPATŘENÍ											
															Popis Řeší											
															HODNOCENÍ a VYHODNOCENÍ RIZIKOVOSTI RI rizikového případu RC PRO VÝCHOZÍ STAV											
															Popis Řeší											
HODNOCENÍ a VYHODNOCENÍ RIZIKOVOSTI RI rizikového případu RC PO PŘEVEDENÍ NAVRŽENÝCH OPATŘENÍ																										

PRÍLOHA 2

Predikce, hodnocení a snížení komplexní rizikovosti se zaměř. na bezporuchovost hmot. tech. syst. (FMEA) pro technický produkt/systém TS(s)

0 Zařízení pro manipulaci s dřevěnými paletami

Complex Risk [Events/Situations] Riskiness Prediction, Evaluation and Reduction
for an Object System **TS(s)** (subjectivised general Technical System)

RiskPER-TS(s)

Předmět / projekt

Název/zkr. předmětu/projektu a tématu	Gar. tématu	Ext. org. / část ZČU	Označ. řešit. týmu
Předměty a projekty EDSM (+)	S. Hosnedl	FST, KKS	EDSM

Autor / autoři (u *týmového projektu* všichni členové, *aktivní autory* zvýrazněte)

PŘÍJMENÍ Jméno	Fce v týmu	Ext. org. / část ZČU	Poznámka
Prof. Ing. HOSNEDL Stanislav, CSc.	hlavní řešitel	FST, KKS	
Mgr. Ing. DVOŘÁK Josef, PhD.	spoluřešitel	FST, KKS	doktorand po obh.
Ing. KALINA Tomáš	SW podpora	FST, KKS / RTI	doktorand

Katedra konstruování strojů (KKS), Fakulta strojní (FST), Západočeská univerzita v Plzni (ZČU)

SW v MS Excel lze volně používat pouze interně k řešení školních prací na ZČU v Plzni.

K přenosu a archivaci řešení i výsledků přitom používejte výhradně tištěné dokumenty vč. PDF, atp.!

V ostatních případech kontaktujte, prosím:

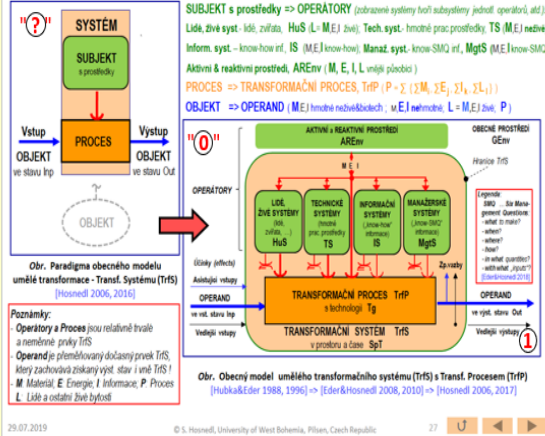
© Stanislav Hosnedl, KKS, FST, ZČU v Plzni

Stav řešení ke dni

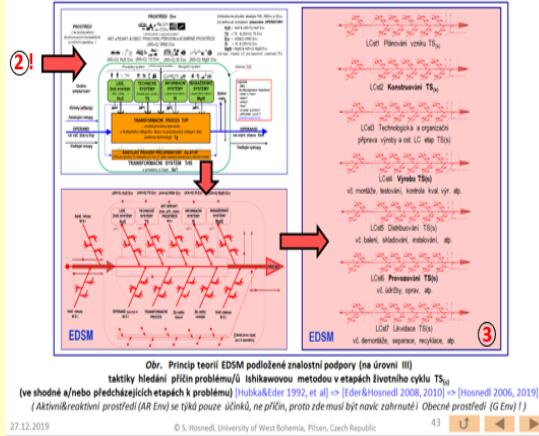
30.04.2022

RiskPER-TS(s):		PREDIKCE rizikových případů RC k PREDIKOVANÝM rizikovým událostem/situacím R/E/S/ * s jejich příčinami PC/CsCs a důsledky Csq		3 HODNOCENÍ a VYHODNOCENÍ RIZIKOVOSTI Ri predikovaných rizikových případů RC pro výchozí stav a po provedení navržených opatření se zaměř. na bezporuchovost hmot. tech. syst. (FMEA) * Analysis techniques for system reliability (** správně: failure safety !!!) *POZOR nepřekladat "reliability" jako "spolehlivost" ve významu "pohotovosti k funkci", a tedy jen k provozní expoz. LC TS(s)!, ale jako** - Procedure for Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) ČSN EN 60812, Techniky analýzy bezpečnostních systémů - Postup analýzy způsob. a účel. poruch (FMEA), Praha: Český normalizační institut, 2007 Hosnedl S. Systémové navrhování technických produktů KKS/ZKM, KKS, FST, ZČU, 2018+										Citační odkazy na informační zdroje															
Objektový systém a zaměření řešení:		TS(s) v celém životním cyklu LC*		* * * * *										[ČSN-EN-60812 2007] [Hosnedl 2018]															
pro TS(s):		Zařízení pro manipulaci s dřevěnými paletami																											
RC strom řešení:		Stupnice pro HODNOCENÍ rizikosti/rizika rizikového případu RC:		Stupně rizikové RI: 0% < AKCEPTOVATELNÉ 15% 15% < AKCEPTOVATELNÉ po PROVĚŘENÍ < NEAKCEPTOVATELNÉ >										[Hosnedl 2018]															
nositelé (e)TS				Uváděná doporučená meze: < 0% = 100% > 15% 15% < 0% = 100% > 30% 30% < 0% = 100% > 100% 100%										[Hosnedl 2018]															
příčiny CCa a raději R/E(S)				pro 10% = 100% > a ekv. < 0 = 10 > 3 17% < 0 = 10 > 5 28% < 0 = 10 > 10 100%										[ČSN-EN-60812 2007]															
Pořadová čísla				Charakteristika důsledků pu uvedenou stupnici rizika/rizikové pro: - TS(s): Přijatelná rizika srovnatelná s konkurenčními TS Kritická rizika přesahující konkurenční TS Katastrofická rizika										[Hosnedl 2018]															
Analyzované (e)TS				- Hus_ZTS_ZEnv_ZIS: Škody anebo zranění s letnými následky Kritická škody anebo zranění s trvalými následky Katastrofické škody anebo smrti více lid. příp. Časá zranění s trvalými následky										[Hosnedl 2018]															
Analyzované CCs				- MGS ekonomický: Placení poměrného odškodného Placení sankce a odškodného										[Hosnedl 2018]															
Analyzované R/E(S)				- MGS legislativní: Mimosoudní vyrovnání Občanskoprávní následky										[Hosnedl 2018]															
Pro jednotlivé aloupece				Váhy závažnosti Sv RC (tj. důsledků R/E/S) a pravděpodobnosti Pr RC (tj. příčin R/E/S) pro HODNOCENÍ rizikivosti RI RC: Dále uváděno doporučení: pro Faš uloženo stanoveno: Váha závažnosti RC < 0 = 10 > 10 Váha pravděpodobnosti RC < 0 = 10 > 10										[Hosnedl 2018]															
Postup a dokument. predikce:		01 Nositel R/E/S Carr		02 Scenář predikce R/E/S Scn		03 Riziková událost / situace R/E/S		04 Důsledky R/E/S Csq		05 Opatření ke snížení R/E/S RedM		06 Závažnost následků R/E/S Sv		07 Pravděpodobnost příčin R/E/S Pr		08 Rizikovitost R/E/S Ri		09 Míra Ri		10 Míra Sv		11 Míra Pr		12 Míra Ri		13 Míra Sv		14 Míra Pr	

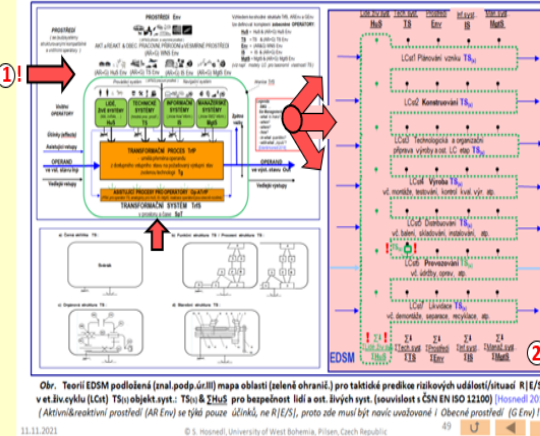
Mapa EDMS s postupem predikce R/E/S/ pro řešení Objekt. systém [obecně Obr. vpravo, konkr. popis na tomto Listu vlevo nahoře] a jejich příčin [Obr. uprostřed] v celém žv. cyklu LC tech. produktu/syst.TS(s) s vyuz. modelů EDMS - na kterékol. úrovni abstrakce (I) architektury struktury TS (v Obr. vpravo)



KROK 0 - Základní model umělého transformačního systému (TrFS)
- Jeden z nejdůležitějších základních modelů EDMS.



KROK 2 (I) - Zpětné predikování potenciálních příčin predikovaných rizik, událostí/situací R/E/S/ v řaš. objekt. systému (vpravo)
- Uplatnění zobecněného EDMS modelu TrFS (vlevo nahoře) s aplikací tradiční Ishikavovy intuitivní metody (vlevo dole) v komplexním modelu LC TS(s) EDMS (vpravo)



KROK 1 (I) - Predikce potenc. rizikových událostí/situací R/E/S/ řešeného objektového systému se (sub)systém TS - (e)TS
- Uplatnění zobecněného EDMS modelu TrFS (vlevo nahoře) s řešeným technickým produktem/systémem na úrovni abstrakce architektury struktury EDMS (vlevo dole) v komplexním modelu životního cyklu (LC) TS(s) (vpravo)

1.0	1	1	SCR	1.0	Objevy (postup RIE/S) (→→)	1	CCS (pro RIE/S) (→→)	1	RIE/S (→→)	HODNOCENÍ a VYHODNOCENÍ RIZIKOVOSTI R _i rizikového případu RC PRO VÝCHOZÍ STAV												DIAGRAMY Vých.st. ▶▶
Tech./eub/Byst. (e)ITS	Konkrétní příčina CCc	Riz. událost/třída/R (RIE/S)	Příč. událost	Název	Objevy (postup RIE/S) (→→)	Druh/skup. nebez. PCc	Alokace a popis CCc	Alokace a popis RIE/S	Popis LCcq	Popis PCcq	Popis RadM		Závažnost Sv	St. (%)	80%	Praviděpodobnost Pr	St. (%)	64%	RIE/S/ Ri	32%	Poznámky	
											F Sv (menu)	St. (%)	80%	OC (menu)	St. (%)	80%	Dx (menu)	St. (%)	80%	NEAKCEPTOVATELNÁ		
											St. (%)	80%	6	8	1	8	8					
HODNOCENÍ a VYHODNOCENÍ RIZIKOVOSTI R _i rizikového případu RC PO PROVEDENÍ NAVRŽENÝCH OPATŘENÍ												DIAGRAMY Po opatř. ▶▶										
				Název	Objevy (postup RIE/S) (→→)	Druh/skup. nebez. PCc	Alokace a popis CCc	Alokace a popis RIE/S	Popis LCcq	Popis PCcq	Popis RadM		Závažnost Sv	St. (%)	50%	Praviděpodobnost Pr	St. (%)	12%	RIE/S/ Ri	6%	Poznámky	
											F Sv (menu)	St. (%)	80%	OC (menu)	St. (%)	30%	Dx (menu)	St. (%)	40%	AKCEPTOVATELNÁ		
											St. (%)	80%	3	3	1	3	3					
HODNOCENÍ a VYHODNOCENÍ RIZIKOVOSTI R _i rizikového případu RC PRO VÝCHOZÍ STAV												DIAGRAMY Vých.st. ▶▶										
Tech./eub/Byst. (e)ITS	Konkrétní příčina CCc	Riz. událost/třída/R (RIE/S)	Příč. událost	Název	Objevy (postup RIE/S) (→→)	Druh/skup. nebez. PCc	Alokace a popis CCc	Alokace a popis RIE/S	Popis LCcq	Popis PCcq	Popis RadM		Závažnost Sv	St. (%)	80%	Praviděpodobnost Pr	St. (%)	48%	RIE/S/ Ri	38%	Poznámky	
											F Sv (menu)	St. (%)	80%	OC (menu)	St. (%)	60%	Dx (menu)	St. (%)	80%	NEAKCEPTOVATELNÁ		
											St. (%)	80%	6	6	1	6	6					
HODNOCENÍ a VYHODNOCENÍ RIZIKOVOSTI R _i rizikového případu RC PO PROVEDENÍ NAVRŽENÝCH OPATŘENÍ												DIAGRAMY Po opatř. ▶▶										
				Název	Objevy (postup RIE/S) (→→)	Druh/skup. nebez. PCc	Alokace a popis CCc	Alokace a popis RIE/S	Popis LCcq	Popis PCcq	Popis RadM		Závažnost Sv	St. (%)	80%	Praviděpodobnost Pr	St. (%)	12%	RIE/S/ Ri	10%	Poznámky	
											F Sv (menu)	St. (%)	80%	OC (menu)	St. (%)	40%	Dx (menu)	St. (%)	30%	AKCEPTOVATELNÁ		
											St. (%)	80%	4	4	1	4	3					
HODNOCENÍ a VYHODNOCENÍ RIZIKOVOSTI R _i rizikového případu RC PRO VÝCHOZÍ STAV												DIAGRAMY Vých.st. ▶▶										
Tech./eub/Byst. (e)ITS	Konkrétní příčina CCc	Riz. událost/třída/R (RIE/S)	Příč. událost	Název	Objevy (postup RIE/S) (→→)	Druh/skup. nebez. PCc	Alokace a popis CCc	Alokace a popis RIE/S	Popis LCcq	Popis PCcq	Popis RadM		Závažnost Sv	St. (%)	80%	Praviděpodobnost Pr	St. (%)	21%	RIE/S/ Ri	17%	Poznámky	
											F Sv (menu)	St. (%)	80%	OC (menu)	St. (%)	70%	Dx (menu)	St. (%)	30%	AKCEPTOVATELNÁ po provedění		
											St. (%)	80%	7	7	1	7	3					
HODNOCENÍ a VYHODNOCENÍ RIZIKOVOSTI R _i rizikového případu RC PO PROVEDENÍ NAVRŽENÝCH OPATŘENÍ												DIAGRAMY Po opatř. ▶▶										
				Název	Objevy (postup RIE/S) (→→)	Druh/skup. nebez. PCc	Alokace a popis CCc	Alokace a popis RIE/S	Popis LCcq	Popis PCcq	Popis RadM		Závažnost Sv	St. (%)	80%	Praviděpodobnost Pr	St. (%)	3%	RIE/S/ Ri	2%	Poznámky	
											F Sv (menu)	St. (%)	80%	OC (menu)	St. (%)	10%	Dx (menu)	St. (%)	30%	AKCEPTOVATELNÁ		
											St. (%)	80%	1	1	1	1	3					
HODNOCENÍ a VYHODNOCENÍ RIZIKOVOSTI R _i rizikového případu RC PRO VÝCHOZÍ STAV												DIAGRAMY Vých.st. ▶▶										
Tech./eub/Byst. (e)ITS	Konkrétní příčina CCc	Riz. událost/třída/R (RIE/S)	Příč. událost	Název	Objevy (postup RIE/S) (→→)	Druh/skup. nebez. PCc	Alokace a popis CCc	Alokace a popis RIE/S	Popis LCcq	Popis PCcq	Popis RadM		Závažnost Sv	St. (%)	78%	Praviděpodobnost Pr	St. (%)	24%	RIE/S/ Ri	17%	Poznámky	
											F Sv (menu)	St. (%)	78%	OC (menu)	St. (%)	80%	Dx (menu)	St. (%)	30%	AKCEPTOVATELNÁ po provedění		
											St. (%)	78%	7	8	1	8	3					
HODNOCENÍ a VYHODNOCENÍ RIZIKOVOSTI R _i rizikového případu RC PO PROVEDENÍ NAVRŽENÝCH OPATŘENÍ												DIAGRAMY Po opatř. ▶▶										
				Název	Objevy (postup RIE/S) (→→)	Druh/skup. nebez. PCc	Alokace a popis CCc	Alokace a popis RIE/S	Popis LCcq	Popis PCcq	Popis RadM		Závažnost Sv	St. (%)	78%	Praviděpodobnost Pr	St. (%)	9%	RIE/S/ Ri	6%	Poznámky	
											F Sv (menu)	St. (%)	78%	OC (menu)	St. (%)	30%	Dx (menu)	St. (%)	30%	AKCEPTOVATELNÁ		
											St. (%)	78%	7	7	1	7	3					
HODNOCENÍ a VYHODNOCENÍ RIZIKOVOSTI R _i rizikového případu RC PRO VÝCHOZÍ STAV												DIAGRAMY Vých.st. ▶▶										
Tech./eub/Byst. (e)ITS	Konkrétní příčina CCc	Riz. událost/třída/R (RIE/S)	Příč. událost	Název	Objevy (postup RIE/S) (→→)	Druh/skup. nebez. PCc	Alokace a popis CCc	Alokace a popis RIE/S	Popis LCcq	Popis PCcq	Popis RadM		Závažnost Sv	St. (%)	78%	Praviděpodobnost Pr	St. (%)	48%	RIE/S/ Ri	34%	Poznámky	
											F Sv (menu)	St. (%)	78%	OC (menu)	St. (%)	80%	Dx (menu)	St. (%)	60%	NEAKCEPTOVATELNÁ		
											St. (%)	78%	7	8	1	8	6					
HODNOCENÍ a VYHODNOCENÍ RIZIKOVOSTI R _i rizikového případu RC PO PROVEDENÍ NAVRŽENÝCH OPATŘENÍ												DIAGRAMY Po opatř. ▶▶										
				Název	Objevy (postup RIE/S) (→→)	Druh/skup. nebez. PCc	Alokace a popis CCc	Alokace a popis RIE/S	Popis LCcq	Popis PCcq	Popis RadM		Závažnost Sv	St. (%)	78%	Praviděpodobnost Pr	St. (%)	12%	RIE/S/ Ri	8%	Poznámky	
											F Sv (menu)	St. (%)	78%	OC (menu)	St. (%)	30%	Dx (menu)	St. (%)	40%	AKCEPTOVATELNÁ		
											St. (%)	78%	7	7	1	7	4					

PŘÍLOHA č. 3

Výkresy pro navržený dopravní modul