

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA STROJNÍ

Studijní program: B0715P270003 – Strojírenství
Studijní specializace: Specialista pro automotive praxi

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Konstrukční řešení manipulační plošiny pro vysokozdvizný vozík

Autor: Ladislav SLÁDEK
Vedoucí práce: Doc. Ing. Josef FORMÁNEK, Ph.D.

Akademický rok 2021/2022

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

Fakulta strojní

Akademický rok: 2021/2022

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Ladislav SLÁDEK**
Osobní číslo: **S19B0067P**
Studijní program: **B0715P270003 Strojírenství**
Specializace: **Specialista pro automotive praxi**
Téma práce: **Konstrukční řešení manipulační plošiny pro vysokozdvizný vozík**
Zadávající katedra: **Katedra konstruování strojů**

Zásady pro vypracování

Základní požadavky:

Cílem bakalářské práce je konstrukční návrh manipulační plošiny určené pro vysokozdvizný vozík. Dále provést specifikaci požadavků s ohledem na správnou funkčnost. Konstrukční návrh by měl obsahovat rozbor technických možností jednotlivých řešení, splňovat požadavky technické jednoduchosti a respektovat bezpečnostní požadavky. U výsledného řešení provést komplexní hodnocení

Základní technické údaje:

Technické parametry jsou uvedeny v příloze zadání.

Osnova diplomové práce:

1. Vypracování rešerše včetně systematického popisu funkce.
2. Vypracování rozboru technických parametrů.
3. Vypracování vybrané technické varianty včetně výpočtového hodnocení.
4. Zhodnocení vybraného konstrukčního návrhu.

Konzultant: Martin Mohylák, SH Weld s.r.o., Partoltice 45, 335 01 Nepomuk, 720491359, info@shweld.cz, Doc. Ing. Josef Formánek, Ph.D., ZČU, FST –KKS

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

Seznam doporučené literatury:

- [1] VALA, M. *Teorie a konstrukce silničních vozidel I*. Univerzita Pardubice, Pardubice, 2003
[2] VLK, F. *Stavba motorových vozidel*. Brno: Vlk, 2005
[3] ŘAŠA, J., ŠVERCL, J.: *Strojnické tabulky*. Scientia, Praha, 2004
[4] SHIGLLEY, J., E., MISCHKE, C., R., BUDYNAS, R., G. *Konstruování strojních součástí*. VUT v Beně, Brno, 2010
Podkladový materiál, výkresy, prospekty, katalogy apod. poskytnuté zadavatelem úkolu.

Vedoucí bakalářské práce: **Doc. Ing. Josef Formánek, Ph.D.**
Katedra konstruování strojů

Datum zadání bakalářské práce: **16. října 2021**
Termín odevzdání bakalářské 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 bakalářskou práci, zpracovanou na závěr studia na Fakultě strojní Západočeské univerzity v Plzni.

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

V Plzni dne:

.....

podpis autora

Poděkování

Rád bych poděkoval všem, kteří mi pomohli při tvorbě této bakalářské práce. Zejména chci poděkovat vedoucímu práce doc. Ing. Formánkovi, Ph.D. za rady a pozitivní přístup, dále děkuji firmě SH Weld s.r.o. a jejím zaměstnancům za konzultace a rady ohledně problematiky řešené v této bakalářské práci.

ANOTAČNÍ LIST BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

AUTOR	Příjmení Sládek	Jméno Ladislav	
STUDIJNÍ PROGRAM	B0715P270003S03 Strojírenství		
VEDOUcí PRÁCE	Příjmení (včetně titulů) doc. Ing. Formánek, Ph.D.	Jméno Josef	
PRACOVISŤE	ZČU - FST – KKS		
DRUH PRÁCE	DIPLOMOVÁ	BAKALÁŘSKÁ	Nehodící se škrtněte
NÁZEV PRÁCE	Konstrukční řešení manipulační plošiny pro vysokozdvizný vozík		

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

POČET STRAN (A4 a ekvivalentů A4)

CELKEM	92	TEXTOVÁ ČÁST	68	GRAFICKÁ ČÁST	24
---------------	----	---------------------	----	----------------------	----

STRUČNÝ POPIS (MAX 10 ŘÁDEK) ZAMĚŘENÍ, TÉMA, CÍL POZNATKY A PŘÍNOSY	Bakalářská práce obsahuje konstrukční návrh víceúčelové manipulační/montážní plošiny pro vysokozdvizný vozík, včetně pevnostního dimenzování, pevnostní kontroly pomocí metody konečných prvků, bezpečnostní analýzy FMEA a stručných dodatků pro finální výrobu plošiny, včetně výkresové dokumentace.
KLÍČOVÁ SLOVA ZPRAVIDLA JEDNOSLOVNÉ POJMY, KTERÉ VYSTIHUJÍ PODSTATU PRÁCE	Manipulační plošina, montážní koš, servisní koš, manipulační koš, FMEA, oprava jeřábu, MKP

SUMMARY OF BACHELOR SHEET

AUTHOR	Surname Sládek	Name Ladislav	
STUDY PROGRAMME	B0715P270003S03 Engineering		
SUPERVISOR	Surname (Inclusive of Degrees) doc. Ing. Formánek, CSc.	Name Josef	
INSTITUTION	ZČU - FST - KKS		
TYPE OF WORK	DIPLOMA	BACHELOR	Delete when not applicable
TITLE OF THE WORK	Engineering Design of a handling platform for a forklift		

FACULTY	Engineering	DEPARTMENT	KKS	SUBMITTED IN	2022
----------------	-------------	-------------------	-----	---------------------	------

NUMBER OF PAGES (A4 and eq. A4)

TOTALLY	92	TEXT PART	68	GRAPHICAL PART	24
----------------	----	------------------	----	-----------------------	----

BRIEF DESCRIPTION TOPIC, GOAL, RESULTS AND CONTRIBUTIONS	The bachelor's thesis contains a design of a multi-purpose handling / assembly platform for a forklift truck, including strength dimensioning, strength control using the finite element method, FMEA safety analysis and brief appendices for the final production of the platform, including the drawing documentation.
KEY WORDS	Handling platform, assembly basket, service basket, handling basket, FMEA, crane repair, FEM

Obsah

1	Úvod	12
2	Představení firmy	13
2.1	Výrobní portfolio	13
2.2	Strojový park	14
2.2.1	Ohraňovací lis Ermak AP 400/4100 CNC	15
2.2.2	Ruční plazma Pegas 100 Plasma	15
2.2.3	Radiální vrtačka VR4	17
2.3	Pásová pila Bomar ProfiCut 275.230 DG	18
2.3.1	Svářečky	19
2.3.2	Manipulační výbava	21
2.4	Ostatní	22
3	Analýza	23
3.1	Analýza současného stavu	23
3.2	Analýza konkurenčních produktů	23
3.2.1	Konkurenční produkt A	23
3.2.2	Konkurenční produkt B	24
3.2.3	Konkurenční produkt C	25
3.3	Základní prvky a předpoklady	26
3.4	Základní prvky plošin	27
3.4.1	Konstrukce, volba profilů	27
3.4.2	Podlaha	27
3.4.3	Zadní část	27
3.4.4	Podstava	27
3.4.5	Bezpečnostní prvky	27
3.5	Zákony a normy	28
3.5.1	Zákon č. 378/2001 Sb. [21]	28
3.5.2	Normy	28
4	Koncepční návrhy	30
4.1.1	Koncepční varianta A	30
4.1.2	Koncepční varianta B	30
4.1.3	Koncepční varianta C	31
4.2	Hodnocení výsledné koncepční varianty	32
4.2.1	SWOT analýza [24]	32

5	Hrubý konstrukční návrh.....	34
5.1	Bezpečnostní analýza (FMEA).....	35
6	Návrh rozměrů a materiálu.....	38
6.1	Volba materiálu	38
6.1.1	S235JR	38
6.1.2	Ocel S355J0.....	39
6.1.3	Optimální výběr.....	39
6.2	Namáhání konstrukce	40
6.2.1	Zábradlí – posouvací síly a moment [28].....	40
6.2.2	Zábradlí – návrh standardní velikosti svarů [30]	46
6.2.3	Namáhání slzičkového plechu.....	48
6.2.4	Namáhání jištění proti pádu plošiny z vysokozdvizného vozíku.....	49
6.2.5	Namáhání dveří – řešení nosníku [29]	51
6.2.6	Namáhání pantů a dorazu – dimenzování	55
6.2.7	Namáhání lůžek pro vidle	58
7	Finální konstrukční návrh.....	60
8	Zbylé fáze výrobku.....	61
8.1	Výrobní fáze	61
8.1.1	Nářezový plán	61
8.1.2	Povrchová úprava.....	62
8.1.3	Svařovací metoda	62
8.2	Provozní fáze	62
8.3	Likvidační fáze	63
9	Závěr.....	64
10	Seznam použitých zdrojů	65

Seznam zkratek

$[(\text{mm})]^2$ – milimetry na druhou

$^{\circ}\text{C}$ – stupeň Celsia

A – ampér

cm – centimetr

CNC – Computer numeric control

č. – číslo

DPH. – daň z přidané hodnoty

Kč – Koruna česká

kg – kilogram

KR. – průměr

ks. – počet kusů

kW – kilowatty

l/min. – litry za minutu

m – metr

m/min. – metr za minutu

mat. – materiál

MKP – metoda konečných prvků

mm – milimetr

mm/ot. – milimetr na otáčku

mm/s. – milimetr za sekundu

mm^3 . – milimetr na třetí

MPa – megapascal

N – Newton

N/m. – Newton/metr

např. – například

Nm – Newton-metr

Nmm – Newton milimetry

ot/min. – otáčky za minutu

R_m – mez pevnosti v tahu

s.r.o. – společnost s ručením omezením

Sb. – sbírka

t – tuna

V – volt

Seznam obrázků

Obrázek 1: Svařenec skříně převodovky [5]	13
Obrázek 2: Roštový třídič [5]	13
Obrázek 3: Kostra vibračního stroje [5]	14
Obrázek 4: Ohraňovací lis Ermak AP 400/4100 CNC [6]	15
Obrázek 5: Ruční plazma Pegas 100 Plasma [7]	16
Obrázek 6: Radiální vrtačka VR4 [9]	17
Obrázek 7: Pásová pila Bomar ProfiCut 275.230 DG [10]	19
Obrázek 8: Svářečka ESAB Origo MIG C420w PRO [12]	20
Obrázek 9: Pegas 200 AC/DC Pulse Smart [13]	20
Obrázek 10: Jeřáb Demag EKVE 5t x 15m [15]	21
Obrázek 11: Vysokozdvihový vozík Hyster H4,0FT6 [17]	22
Obrázek 12: Konkurenční produkt A [18]	24
Obrázek 13: Konkurenční produkt B [19]	25
Obrázek 14: Konkurenční produkt C [20]	26
Obrázek 15: Typické provedení zábradlí [23]	29
Obrázek 16: Předepsané rozměry [23]	29
Obrázek 17: Koncepční varianta A	30
Obrázek 18: Koncepční varianta B	30
Obrázek 19: Koncepční varianta C	31
Obrázek 20: SWOT analýza – tabulka [24]	32
Obrázek 21: Graf SWOT analýzy [24]	33
Obrázek 22: Hrubý konstrukční návrh	34
Obrázek 23: Rizikové případy 1-5 [25]	36
Obrázek 24: Rizika 6-8 [25]	37
Obrázek 25: Přehled vlastností ocelí S235JR [26]	38
Obrázek 26: Přehled vlastností S355J0 [27]	39
Obrázek 27: Namáhání zábradlí [28]	40
Obrázek 28: Průběh $T(x)$ a $M(x)$	44
Obrázek 29: MKP – zábradlí – napětí	45
Obrázek 30: MKP – zábradlí – posunutí	46
Obrázek 31: Namáhání plechu slza – napětí	48
Obrázek 32: Namáhání plechu slza – průhyb	49
Obrázek 33: Zatížení dveří	51
Obrázek 34: Průběh $T(x)$ a $M(x)$	54

Obrázek 35: Pant od DSTechnik	55
Obrázek 36: Finální konstrukční návrh	60
Obrázek 37: Okno pro vyplnění 1D řezání [31]	61
Obrázek 38: Nářezový plán pro 6m [31]	61
Obrázek 39: Nářezový plán při 5,8 [31]	62
Obrázek 40: RAL 1003	62
Obrázek 41: Přehled zbytkových rizik – návod k obsluze	63
Obrázek 42: Zakázané činnosti – návod k obsluze	63

Seznam tabulek

Tabulka 1: Technické parametry ohraňovacího lisu [6]	15
Tabulka 2: Technické parametry Pegas 100 Plasma [8]	16
Tabulka 3: Technické parametry radiální vrtačky VR4 [9]	17
Tabulka 4: Technické parametry pásové pily Bomar ProfiCut 275.230 DG [10]	18
Tabulka 5: Technické parametry svářečky Esab Origo MIG C420w PRO [11]	19
Tabulka 6: Technické parametry svářečky Pegas 200 AC/DC Pulse Smart [13]	20
Tabulka 7: Technické parametry jeřábu Demag EKVE 5t x 15 m [14]	21
Tabulka 8: Technické parametry vysokozdvížného vozíku Hyster H4,0FT6 [16]	22
Tabulka 9: Parametry konkurenčního produktu A [18]	23
Tabulka 10: Parametry konkurenčního produktu B [19]	24
Tabulka 11: Parametry konkurenčního produktu C [20]	25
Tabulka 12: Požadavky pro finální produkt	26
Tabulka 13: Srovnání materiálů – výběr optima	39

1 Úvod

V halách většiny firem se hojně využívají různé dopravníky či jiné manipulační přístroje. Některé z těchto typů mají veškerou strojní vybavenost vysoko nad zemí a v případě jejich poruchy se do jisté míry omezí výroba nebo tempo práce. V případě nefunkčnosti je proto nutné v co nejkratším možném intervalu nalézt řešení. Toto řešení může být jistou formou náhrady, například využití vysokozdvížného vozíku. To lze však pouze v případě obecně nízkého vytížení vysokozdvížného vozíku a taktéž v případě, že hala je na to postavená a vozík se do ní vejde. Druhým řešením je rychlá oprava, která z důvodu výškového umístění – například u mostového jeřábu, je neproveditelná v krátkém časovém horizontu z důvodu nutnosti dovezení dalšího zařízení, které může interval opravy prodlužovat z důvodu nevýhodného umístění provozovny firmy.

Tato práce se proto bude soustředit na řešení výše uvedeného problému, tedy jak dopravit obsluhu k mostovému jeřábu v krátkém časovém horizontu a tím snížit časové ztráty při výpadku či poruše mostového jeřábu.

2 Představení firmy

Firma SH Weld s.r.o., se sídlem v Plzni a provozovnou v Partolticích u Nepomuku, je malá firma specializující se na svařování strojních součástí. Mezi hlavní přednosti firmy patří univerzálnost výroby, protože se specializuje na kusovou a malosériovou výrobu.

2.1 Výrobní portfolio

Výrobní portfolio firmy SH Weld s.r.o. je pestré, na obrázcích 1–3 jsou uvedeny příklady.



Obrázek 1: Svařenec skříně převodovky [5]

Na obrázku 1 se nachází svařenec spodní poloviny skříně převodovky, včetně provedené kapilární zkoušky.



Obrázek 2: Roštový třídič [5]

Na obrázku 2 je hotový roštový třídič.



Obrázek 3: Kostra vibračního stroje [5]

Na obrázku 3 je zobrazena kostra pro vibrační stroj.

2.2 Strojový park

Pro návrh řešení manipulační plošiny je důležitý přehled strojového parku a možností pro výrobu firmy. Strojový park zahrnuje pouze stroje pro univerzální využití, které jsou vhodné při kusové výrobě, jež společnost zajišťuje.

2.2.1 Ohraňovací lis Ermak AP 400/4100 CNC

Ohraňovací lis, sloužící k ohýbání plechů, disponuje maximální zátěžnou silou 400 tun a maximální délkou materiálu 4 100 mm. Ohraňovací lis je vybaven CNC řízením. Technické parametry jsou uvedeny v tabulce 1.

Tabulka 1: Technické parametry ohraňovacího lisu [6]

Parametr	Hodnota	Jednotky
Maximální pracovní síla	400	tun
Maximální pracovní délka	4 100	mm
Rychloposuv	110	mm/s
Zpětný chod	130	mm/s
Pracovní posuv	8	mm/s
Maximální rozevření	650	mm
Zdvih	375	mm
Hmotnost	26 530	kg



Obrázek 4: Ohraňovací lis Ermak AP 400/4100 CNC [6]

2.2.2 Ruční plazma Pegas 100 Plasma

Ruční plazma je řezací stroj pro řezání kovů pomocí elektrického oblouku. Plazma pochází od výrobce Alfa In. Produktivní řezání uhlíkové oceli je zaručeno do tloušťky 25 mm s velmi dobrou jakostí, maximální tloušťka je až 40 mm, přičemž již není zaručena dobrá jakost. Technické parametry viz tabulka 2.

Tabulka 2: Technické parametry Pegas 100 Plasma [8]

Parametr	Hodnota	Jednotky
Napájecí napětí	3x400	V
Jištění	25	A
Produktivní řezání uhlíkové oceli	25	mm
Maximální tloušťka řezu uhlíkové oceli	40	mm
Produktivní řez – nerezová ocel	20	mm
Produktivní řez – hliník	15	mm
Produktivní řez – měď	10	mm
Spotřeba vzduchu	180	l/min
Zapalování oblouku	Pneumaticko-mechanické	-
Regulace proudu	Plynulá	-
Hmotnost	36	kg



Obrázek 5: Ruční plazma Pegas 100 Plasma [7]

2.2.3 Radiální vrtačka VR4

Starší radiální vrtačka VR4 využívá pouze nástroje z rychlořezné oceli či mírně tvrdší než rychlořezná ocel. Výměnné břitové destičky ze speciálních slitin nebo slinuté karbidy nejsou pro vrtačku využitelné. Radiální vrtačka pochází od výrobce Kovosvit, Sezimovo Ústí.



Obrázek 6: Radiální vrtačka VR4 [9]

Technické parametry radiální vrtačky VR4 viz tabulka 3.

Tabulka 3: Technické parametry radiální vrtačky VR4 [9]

Parametr	Hodnota	Jednotky
Největší KR do plného mat. (ocel s $R_m = 588$ MPa)	40	mm
Největší KR do plného mat. (šedá litina s $R_m = 588$ MPa)	50	mm
Největší KR vyvrtávání (ocel s $R_m = 588$ MPa)	200	mm
Největší závit (ocel s $R_m = 588$ MPa)	M24	-
Největší závit (ocel s $R_m = 588$ MPa)	M36	-

Otočení ramena	0-360	°
Roztečná KR vrtaných děr	935-2825	mm
Vzdálenost od osy vřetena k plášti	310-1255	mm
KR vřetena	35	mm
Otáčky vřetena	45-2000	ot/min
Kužel ve vřetenu	Morse 4	-
Posuv vřetena	0,25-1,58	mm/ot
Elektromotor vřeteníku	3	kW
Upínací plocha	1475x900	mm
Délka	2290	mm
Šířka	910	mm
Výška	1860	mm
Hmotnost	2800	kg

2.3 Pásová pila Bomar ProfiCut 275.230 DG

Jedná se o univerzální pásovou pilu s gravitačním posuvem. Posuv je regulován hydraulickým válcem a přepouštěcím ventilem. Technické parametry viz tabulka 4.

Tabulka 4: Technické parametry pásové pily Bomar ProfiCut 275.230 DG [10]

Parametr	Hodnota	Jednotky
Pracovní režim	Manuální	-
Pohon	1,5/ 3x400	kW/V
Rychlost pilového pásu	40 – 80	m/min
Rozměry pilového pásu	2720x27x0,9	mm
Ložná výška materiálu	760	mm
Délka nejkratšího zbytku	40	mm
Nejmenší řezaný KR	5	mm
Délka	1150	mm
Šířka	1520	mm
Výška	1670	mm
Hmotnost	330	kg



Obrázek 7: Pásová pila Bomar ProfiCut 275.230 DG [10]

2.3.1 Svářečky

2.3.1.1 Svářečka Esab Origo MIG C420w PRO

Tato svářečka je vhodná pro svařování nelegovaných, legovaných a hliníkových materiálů. Použitelné technologie jsou MIG/MAG. Technické parametry viz tabulka 5.

Tabulka 5: Technické parametry svářečky Esab Origo MIG C420w PRO [11]

Parametr	Hodnota	Jednotky
Napájecí napětí	400	V
Počet regulačních stupňů	35	-
KR drátu (nelegovaná ocel)	0,6–1,6	mm
KR drátu (nerezový drát)	0,6–1,6	mm
KR drátu (hliník)	0,8–1,6	mm
KR drátu (plněný)	0,9–1,6	mm
Max. KR cívky	300	mm
Max. hmotnost cívky	18	kg
Počet kladek podavače	4	-
Rychlost podávání drátu	1,9–2,5	m/min
Výkon	2,45	kW
Délka	930	mm
Šířka	640	mm
Výška	800	mm
Váha	215	kg

Váha vč. vodního chlazení	230	kg
Min. prac. teplota	-10	°C
Max. prac. teplota	+40	°C



Obrázek 8: Svářečka ESAB Origo MIG C420w PRO [12]

2.3.1.2 Svářečka Pegas 200 AC/DC Pulse Smart

Svařovací invertor pro svařování hliníku, nerezů a uhlíkových ocelí. Jedná se o metodu TIG AC/DC a MMA AC/DC. Technické parametry viz tabulka 6.

Tabulka 6: Technické parametry svářečky Pegas 200 AC/DC Pulse Smart [13]

Parametr	Hodnota	Jednotky
Výrobce	Alfa In	-
Napětí	230	V
Jištění	25	A
Šířka	130	mm
Délka	430	mm
Výška	230	mm
Hmotnost	8,5	kg



Obrázek 9: Pegas 200 AC/DC Pulse Smart [13]

2.3.2 Manipulační výbava

2.3.2.1 Jeřáb Demag EKVE 5t × 15 m

Jeřáb je opatřen elektromechanickou pojistkou proti přetížení. Dále jsou ve výbavě koncové vypínače, které slouží k tomu, aby jeřáb plnou rychlostí nenarazil na koncové nárazníky pojezdu. Technické parametry jeřábu viz tabulka 7.

Tabulka 7: Technické parametry jeřábu Demag EKVE 5t x 15 m [14]

Parametr	Hodnoty	Jednotky
Nosnost	5	t
Vzdálenost podpor	15	m
Jeřábové kočky	1	ks
Dimenzováno na prostředí	V hale	-
Zdvih	6	m
Mikrozdvih	0,7	m/min
Hlavní zdvih	4	m/min
Pojezd jeřábové kočky	3-30	m/min
Pojezd jeřábu	6,3–25	m/min
Hmotnost (bez břemene)	2 600	kg



Obrázek 10: Jeřáb Demag EKVE 5t x 15m [15]

2.3.2.2 Vysokozdvížený vozík Hyster H4,0FT6

Maximální nosnost vysokozdvížného vozíku činí 4 tuny. Pohon je zajištěn kombinovaně, tj. motorovou naftou a plynem LPG. K vozíku jsou používány i prodlužovací vidle. Technické parametry vozíku viz tabulka 8.

Tabulka 8: Technické parametry vysokozdvížného vozíku Hyster H4,0FT6 [16]

Parametr	Hodnota	Jednotky
Nosnost	4	t
Vzdálenost těžiště	0,6	m
Max. zdvih	6	m
Pohon	LPG/Diesel	-
Délka	4180	mm
Šířka	1400	mm
Výška	2470	mm
Hmotnost	6,425	t



Obrázek 11: Vysokozdvížený vozík Hyster H4,0FT6 [17]

2.4 Ostatní

Do kategorie ostatní se řadí ruční nástroje typu aku vrtačky, momentové utahováky, ruční brusky apod. K manipulaci se dále řadí paletový vozík bez pohonu.

3 Analýza

3.1 Analýza současného stavu

Firma disponuje mostovým jeřábem ve svařovně, který se občas zasekne a dále znemožňuje manipulaci břemen. Konstruované zařízení musí splňovat funkci přístupu obsluhy k jeřábu. Jsou k dispozici dvě možnosti. První možností je rozsáhlá pevná konstrukce s žebříkem a vrchní pevnou konstrukcí, díky které se obsluha bude moci dostat k jeřábu a následně jej opravit. Druhá možnost je manipulační plošina, která bude zvednuta do potřebné výšky k opravě jeřábu v případě potřeby. Vzhledem k tomu, že firma disponuje vysokozdvížným vozíkem, nabízí se možnost využít tuto skutečnost a zvedat manipulační plošinu pomocí vozíku.

3.2 Analýza konkurenčních produktů

3.2.1 Konkurenční produkt A

Konkurenční produkt A je dodáván firmou StaveZa [18]. Základní technické parametry viz tabulka 9.

Tabulka 9: Parametry konkurenčního produktu A [18]

Parametr	Hodnota	jednotky
Rozměr podlahy	1000 x 1000	mm
Nosnost	250	kg
Hmotnost	65	kg
Rozteč mezi vidlicemi	340	mm
Maximální průřez pro vidle	180 x 70	mm
Cena	16 295	Kč bez DPH

Výbava plošiny od firmy StaveZa:

Komfortní:

Plošina nenabízí možnost otevíracích dveří, čímž je značně snížen komfort při nástupu a výstupu z plošiny.

Bezpečnostní:

Mezi bezpečnostní výbavu manipulační plošiny se řadí čepy, které slouží jako jištění proti sjetí z vidlí vysokozdvížného vozíku. Dále plošina není vybavena otevíratelnými dveřmi, čímž se snižuje komfort, ale taktéž zamezují samovolnému otevření a možnému vypadnutí obsluhy z plošiny.



Obrázek 12: Konkurenční produkt A [18]

3.2.2 Konkurenční produkt B

Konkurenční produkt B je dodáván společností Čížek a Ptašek. [19] Technické parametry plošiny viz tabulka 10.

Tabulka 10: Parametry konkurenčního produktu B [19]

Parametr	Hodnota	Jednotky
Rozměr podlahy	1000x1000	mm
Nosnost	250	kg
Hmotnost	100	kg
Rozteč mezi vidlicemi	Na míru	mm
Maximální průřez pro vidle	125x50	mm
Cena	19 500	Kč bez DPH

Výbava plošiny od firmy Čížek a Ptašek:

Komfortní:

Plošina je již vybavena otevíratelnými dveřmi, čímž je umožněno komfortnější nastupování a vystupování z manipulační plošiny. Přesun plošiny bez vysokozdvížného vozíku je zajištěn pomocí přídatných koleček na plošině.

Bezpečnostní:

Obsahuje čepy (podobně jako konkurenční produkt A), které opět slouží proti náhodnému pádu z vidlí vysokozdvížného vozíku. Bezpečnost dveří je zajištěna pomocí jejich otevírání dovnitř plošiny.



Obrázek 13: Konkurenční produkt B [19]

3.2.3 Konkurenční produkt C

Konkurenční produkt C je dodáván firmou Stavo-shop.cz [20]. Technické parametry plošiny viz tabulka 11.

Tabulka 11: Parametry konkurenčního produktu C [20]

Parametr	Hodnota	Jednotky
Rozměr podlahy	800x1200	mm
Nosnost	300	kg
Hmotnost	150	kg
Rozteč mezi vidlicemi	510	mm
Maximální průřez pro vidle	180x90	mm
Cena	40 500	Kč bez DPH

Výbava plošiny od firmy Stavo-shop.cz:

Komfortní:

Plošina je vybavena otevíratelnými dveřmi a taktéž přídatným košem, do kterého je během výškových prací možné umístit nářadí. Dále jsou ve výbavě plošiny závěsné oka, které umožňují i zvedání za pomoci jeřábu a řetězů.

Bezpečnostní:

Z bezpečnostního hlediska se může jevit nebezpečně přídatný koš na nářadí, který by při velkém přeplnění a prudkém pohybu mohl znamenat pád nářadí, jež by při dopadu mohlo být

nebezpečné. Stejně, jako konkurenční produkt B, disponuje čepy proti pádu z vidlí a otevíracími dveřmi, které se otevírají dovnitř, čímž je zamezeno možnému pádu osoby při výškové práci.



Obrázek 14: Konkurenční produkt C [20]

3.3 Základní prvky a předpoklady

Jelikož firma plánuje využití plošiny pro své vlastní potřeby, nikoliv pro prodej, je nutné stanovit základní požadavky, jež budou podstatné při výběru plošiny. Požadavky zanesené do tabulky 12 se nachází ve sloupci ideální produkt.

Tabulka 12: Požadavky pro finální produkt

Požadavek	Konkurenční produkt A	Konkurenční produkt B	Konkurenční produkt C	Ideální produkt
Otevíratelné dveře	NE	ANO	ANO	ANO
Rozměry podlahy	1000 x 1000	1000 x 1000	800 x 1200	1000 x 1500
Bez stropu	ANO	ANO	NE	ANO
Počet osob	2	2	2	2
Nosnost	250	250	300	450 kg*
Koeficient bezpečnosti	Nelze určit	Nelze určit	Nelze určit	2,5;5**

*300 kg – 2 osoby, 150 kg – náklad

**bezpečnost konstrukce 2,5 a výše, bezpečnost pro bezpečnostní prvky stanovena na 5

3.4 Základní prvky plošin

3.4.1 Konstrukce, volba profilů

Mezi nejčastější případy se řadí trubky čtvercového či obdélníkového průřezu, v některých případech se užívá i trubek kruhového průřezu. Metody výroby jsou nejčastěji svařenec. [18] [19] [20]

3.4.2 Podlaha

Na podlahu se používá tzv. slzičkový plech, případně lze využít kombinaci hladkých plechů a protiskluzových desek. Z bezpečnostního hlediska je lepší, pokud je podlaha přečnávající do boků plošiny – snižuje riziko podklouznutí se zaseknutí nohou v konstrukci a také případného pádu užívaných nástrojů z plošiny. [18] [19] [20]

3.4.3 Zadní část

Zadní část může být vyvýšená oproti zbytku a vyplněná kvůli zvýšení bezpečnosti obsluhy při náhodném zavrácení a přeřazení dozadu. [18] [19] [20]

3.4.4 Podstava

Podstava zajišťuje spojení mezi vysokozdvížným vozíkem a plošinou, může být tvořena např. ohnutým plechem spojeným s konstrukcí svarem nebo trubkou obdélníkového průřezu spojenou s konstrukcí svarem. Dále se podstava může dělit na celistvou či dělenou. [18] [19] [20]

3.4.5 Bezpečnostní prvky

Do bezpečnostních prvků se řadí:

- zajištění proti samovolnému pádu z vysokozdvížného vozíku;
- zajištění samovolnému otevření dveří a tím možné újmě na zdraví obsluhy.

Pro první zmíněné se užívají dvě varianty, tedy za pomoci čepů, jež se spojí s vozíkem, druhá je za lano/řetěz s karabinou, kterým je upnuta ke konstrukci vozíku. [18] [19] [20]

3.5 Zákony a normy

Z hlediska bezpečnosti se na plošinu vztahuje Nařízení vlády č. 378/2001 Sb. [21], konkrétně příloha č. 1. Normy pro tento typ výrobku nejsou přímo stanoveny, avšak některé normy upravují celou kategorii těchto výrobků.

3.5.1 Zákon č. 378/2001 Sb. [21]

„1. Zabránění pádu zaměstnanců a zařízení; pokud nelze předejít pádu kabiny, použití závěsných lan se zvýšeným koeficientem pevnosti a provádění jejich kontroly každý den, kdy je zařízení používáno.“

„2. Zabránění případného zachycení, přimáčknutí nebo naražení zaměstnanců.“

„3. Zabránění ohrožení zaměstnanců v kabině při výpadku pohonu a umožnění jejich evakuace nebo jejich snadného vyproštění.“

„4. Použití zařízení ke zdvihání břemen ve výjimečných případech i ke zdvihání zaměstnanců je možné jen za předpokladu, že jsou přijata vhodná opatření k zajištění jejich bezpečnosti; obsluha na řídicím stanovišti musí mít možnost spolehlivými prostředky komunikovat se zdvihánými zaměstnanci a v případě nebezpečí musí být k dispozici spolehlivé prostředky pro případnou evakuaci nebo vyproštění zdviháných zaměstnanců.“

„5. Zastavení provozu zařízení instalovaného ve venkovním prostoru, pokud se povětrnostní podmínky zhorší natolik, že ohrožují bezpečné použití zařízení nebo bezpečnost a zdraví zaměstnanců a k omezení dalších rizik vyplývajících z této situace pro obsluhu a zaměstnance.“
[21]

3.5.2 Normy

3.5.2.1 Norma ČSN 26 9030:1998 [22]

„Manipulační jednotky musí být vytvořeny tak, aby při jejich manipulaci, přepravě a skladování nebyla ohrožována bezpečnost osob.“

„Manipulační jednotky musí být vytvořeny tak, aby při jejich manipulaci, přepravě a skladování nedocházelo k jejich poškozování a poškozování dopravních a přepravních prostředků, manipulačních a skladovacích zařízení.“

„Manipulační jednotky musí být vytvořeny tak, aby zachovávaly svůj tvar při jejich manipulaci, přepravě a skladování.“

„Manipulační jednotky musí být vytvořeny tak, aby při jejich manipulaci, přepravě a skladování odolaly předpokládanému mechanickému a klimatickému namáhání, a nedocházelo k jejich nedovolenému poškození v předpokládaném oběhu.“

„Nabírací otvory pro vidlicovou manipulaci, závěsná místa pro závěsnou manipulaci, popř. uzpůsobení pro jinou manipulaci musí být na manipulačních jednotkách vytvořeny a umístěny tak, aby umožňovaly bezpečnou manipulaci.“

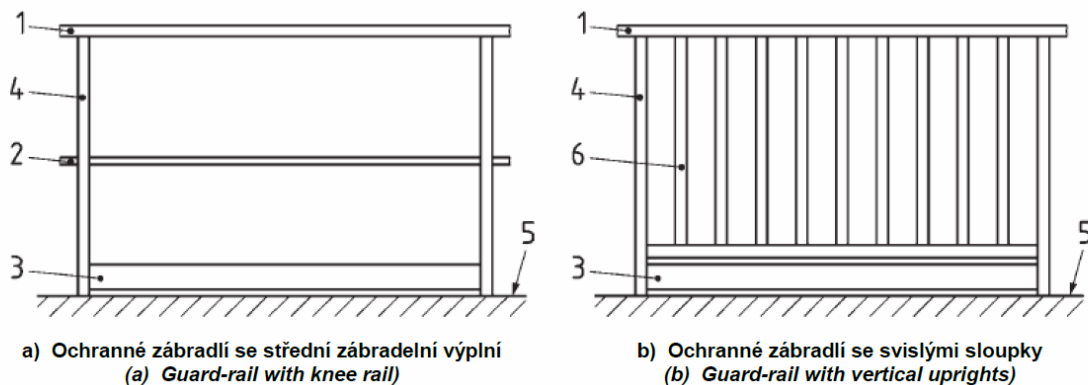
„Dovolené způsoby manipulace, přepravy a skladování manipulačních jednotek musí být zřejmé z jejich označení nebo jejich průvodní dokumentace.“

„Pro tvorbu manipulačních jednotek nesmějí být použity poškozené přepravní prostředky.“

„Při tvorbě manipulačních jednotek nesmějí být přepravní prostředky přetěžovány.“ [22]

3.5.2.2 Norma ČSN EN ISO 14122-3 [23]

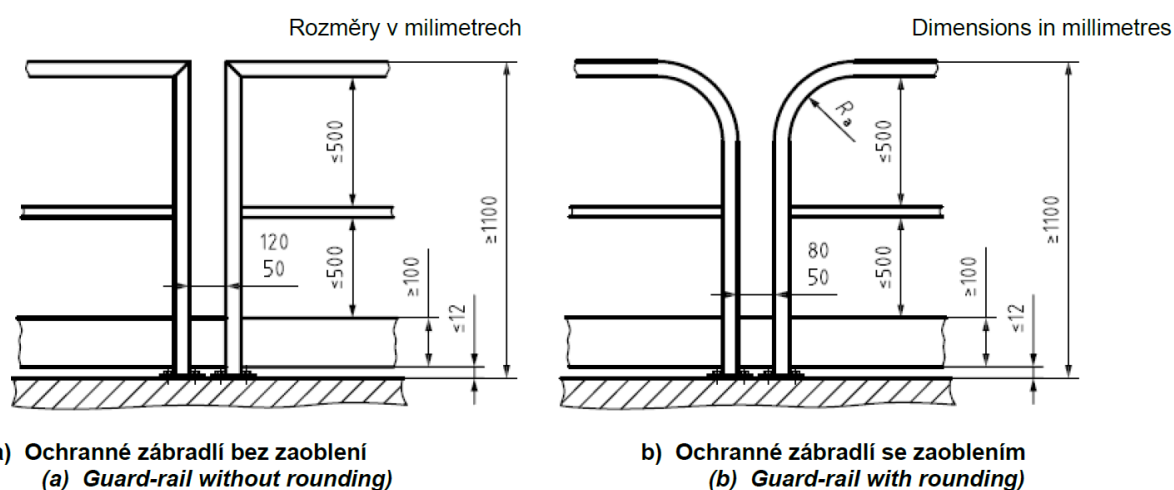
Norma ČSN EN ISO 14122-3 pojednává o bezpečnosti strojních zařízení, schodišť a ochranných zábradlí. Norma představuje typické provedení ochranného zábradlí.



Obrázek 15: Typické provedení zábradlí [23]

Vysvětlivky:

1. Madlo – „pevný horní prvek navržený k uchopení rukou, sloužící k podepření těla, který může být použit samostatně nebo jako horní část ochranného zábradlí“
2. Střední zábradelní výplň – „pevný prvek ochranného zábradlí umístění rovnoběžně s madlem, poskytující zvláštní ochranu proti propadnutí těla.“ – [v obrázku 4 varianta b]
3. Zábradelní zarážka – „pevná dolní část ochranného zábradlí k zabránění padání objektů z úrovně podlahy“
4. Sloupek – „svislý strukturální prvek ochranného zábradlí k ukotvení ochranného zábradlí k plošině nebo schodišti.“ [23]

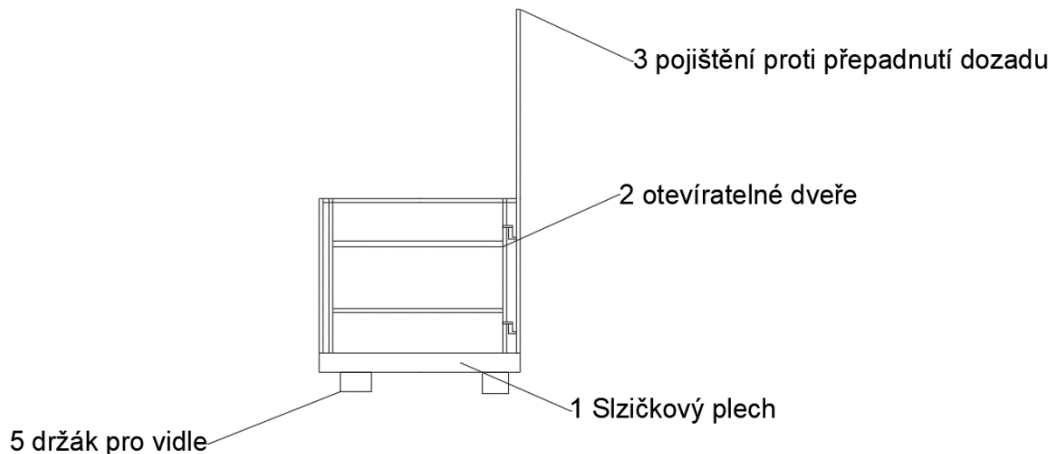


Obrázek 16: Předepsané rozměry [23]

4 Koncepční návrhy

4.1.1 Koncepční varianta A

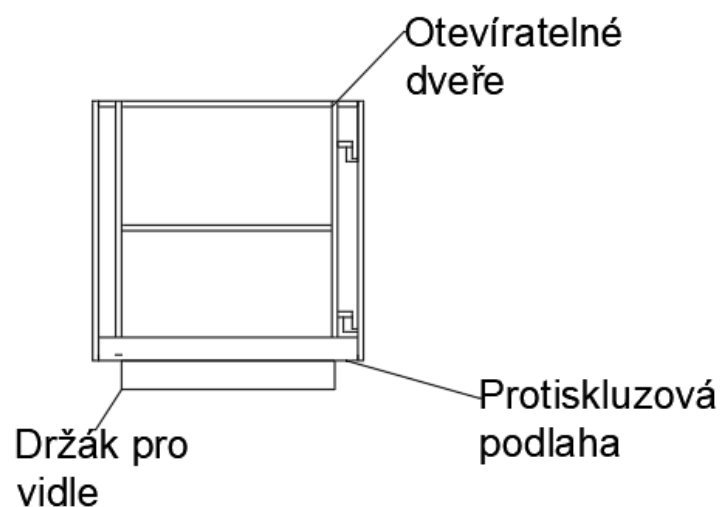
Koncepční varianta A je složena z několika komponent. Disponuje otevíratelnými dveřmi dle požadavků firmy, dále disponuje pojištěním proti přepadnutí montéra při nepředvídatelném zaklonění. Skicu a naznačení funkčnosti konceptní varianty A ilustruje obrázek 17.



Obrázek 17: Koncepční varianta A

4.1.2 Koncepční varianta B

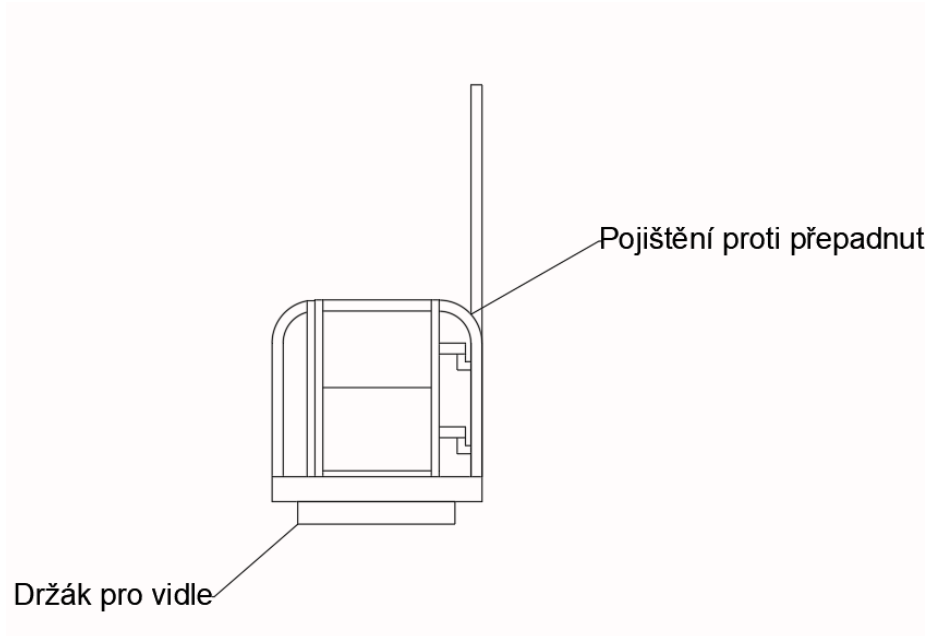
Koncepční varianta B je složena z trubek čtvercového průřezu. Oproti konceptní variantě A nedisponuje pojištěním proti přepadnutí obsluhy, avšak splňuje požadavky ochranného zábradlí. Skica a naznačení funkčnosti konceptní varianty B viz obrázek 18.



Obrázek 18: Koncepční varianta B

4.1.3 Koncepční varianta C

Koncepční varianta C je oproti předchozím vyrobena z tyčového materiálu kruhového průřezu. Skica a naznačení funkčnosti koncepční varianty C viz obrázek 19.



Obrázek 19: Koncepční varianta C

4.2 Hodnocení výsledné koncepční varianty

4.2.1 SWOT analýza [24]

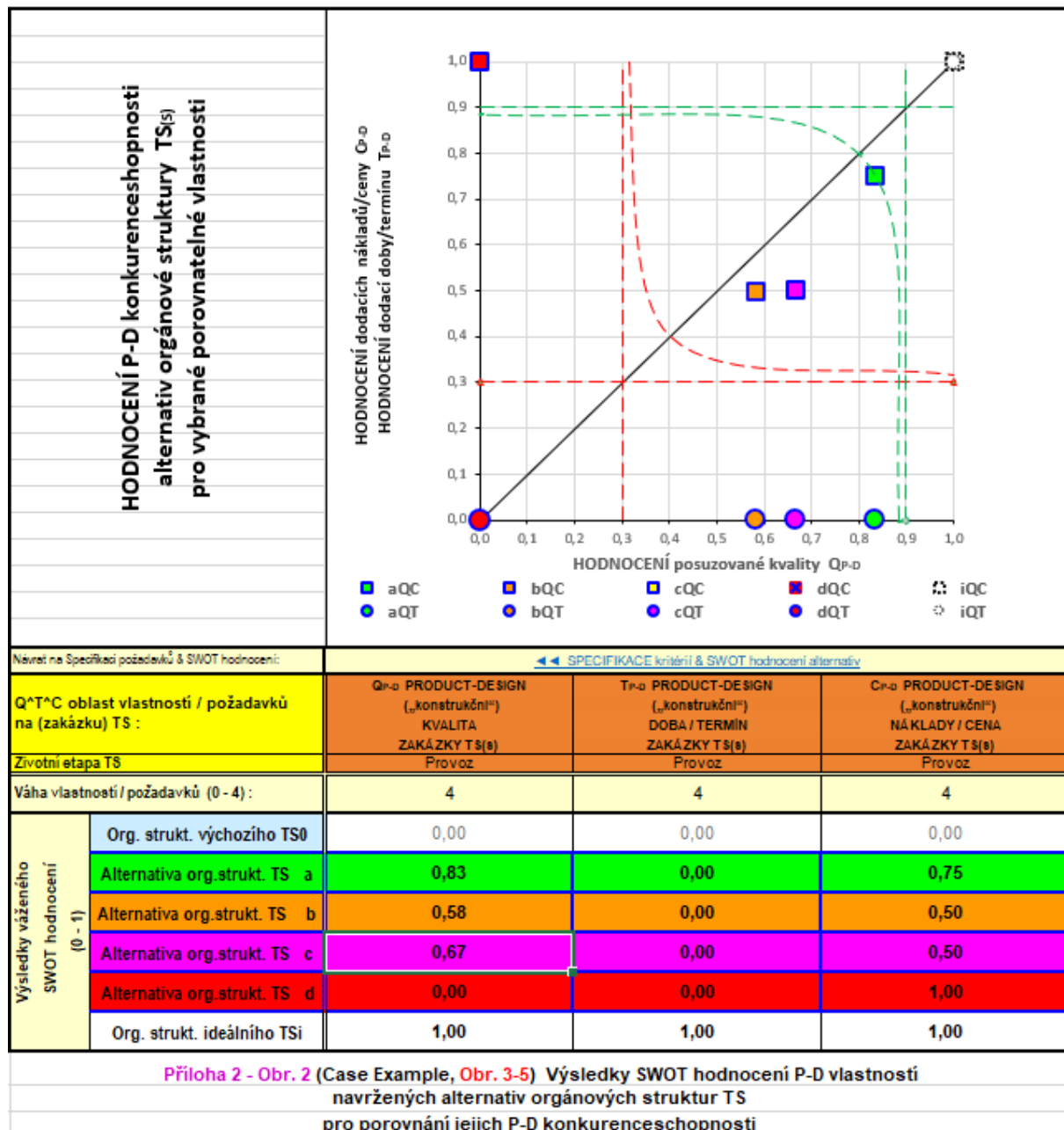
K výběru nevhodnější z koncepčních variant je vhodná SWOT analýza [24].

SPECIFIKACE kritérií pro hodnocení			SWOT hodnocení alternativ					
TS(s) :	Polohovadlo pro svařování		Volitelné meze:	dolní:	0,3	horní:	0,9	
Stupnice hodnocení [VDI-2226 1977]	DIAGR. ►►	Požadavek / kritérium	Alternativa orgánové struktury TS(s)					
	Oblast Q ^A T ^C	Porovnatelná konkurenční vlastnost	TS0	a	b	c	d	Ideal
Hodnocení vhodnosti (min. 0 ÷ max. 4)	Posuzovaná kvalita Q	Bezpečnost proti přepádnutí	-	4	1	3	-	4
		Předpokládaná tuhost soustavy	-	3	3	2	-	4
		Nutnost kooperace	-	3	3	3	-	4
		---	-	-	-	-	-	-
		---	-	-	-	-	-	-
		Σ hodnocení vhodnosti Q	-	10	7	8	-	12
	Σ normované hodnocení Q (0 ÷ 1)	-	0,83	0,58	0,67	0,00	1,00	
	Dodací doba/termín T	Celková dodací doba - shodná	-	-	-	-	-	4
		---	-	-	-	-	-	-
		---	-	-	-	-	-	-
		Σ hodnocení vhodnosti T	-	-	-	-	-	4
	Σ normované hodnocení T (0 ÷ 1)	-	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	
	Dodací náklady/cena C	Celkové dodací náklady	-	3	2	2	4	4
		---	-	-	-	-	-	-
		---	-	-	-	-	-	-
Σ hodnocení vhodnosti C		-	3	2	2	4	4	
Σ normované hodnocení C (0 ÷ 1)		-	0,75	0,50	0,50	1,00	1,00	

Příloha 2 - Obr. 1 (Case Example, Obr.3-4) Specifikace požadavků / kritérií na vybrané klíčové P-D vlastnosti orgánové struktury TS a SWOT hodnocení navržených alternativ

Obrázek 20: SWOT analýza – tabulka [24]

Do tabulky SWOT analýzy jsou zaneseny důležité vlastnosti koncepčních variant, včetně váhy, která určuje důležitost dané vlastnosti. Vzhledem k tomu, že firma vyrábí pouze jeden kus, který se chystá využívat pro vlastní potřebu, u tabulky je kolonka celková dodací doba označena jako shodná a je díky tomu vyřazena z rozhodování o nevhodnější koncepční variantě. SWOT analýza pomůže určit koncepční variantu poměrově tak, že zváží nejlepší poměr mezi celkovou kvalitou návrhu a s tím spojené předpokládané náklady na provedení – tyto dvě oblasti zaručí optimální poměr ceny/kvality výsledného produktu.

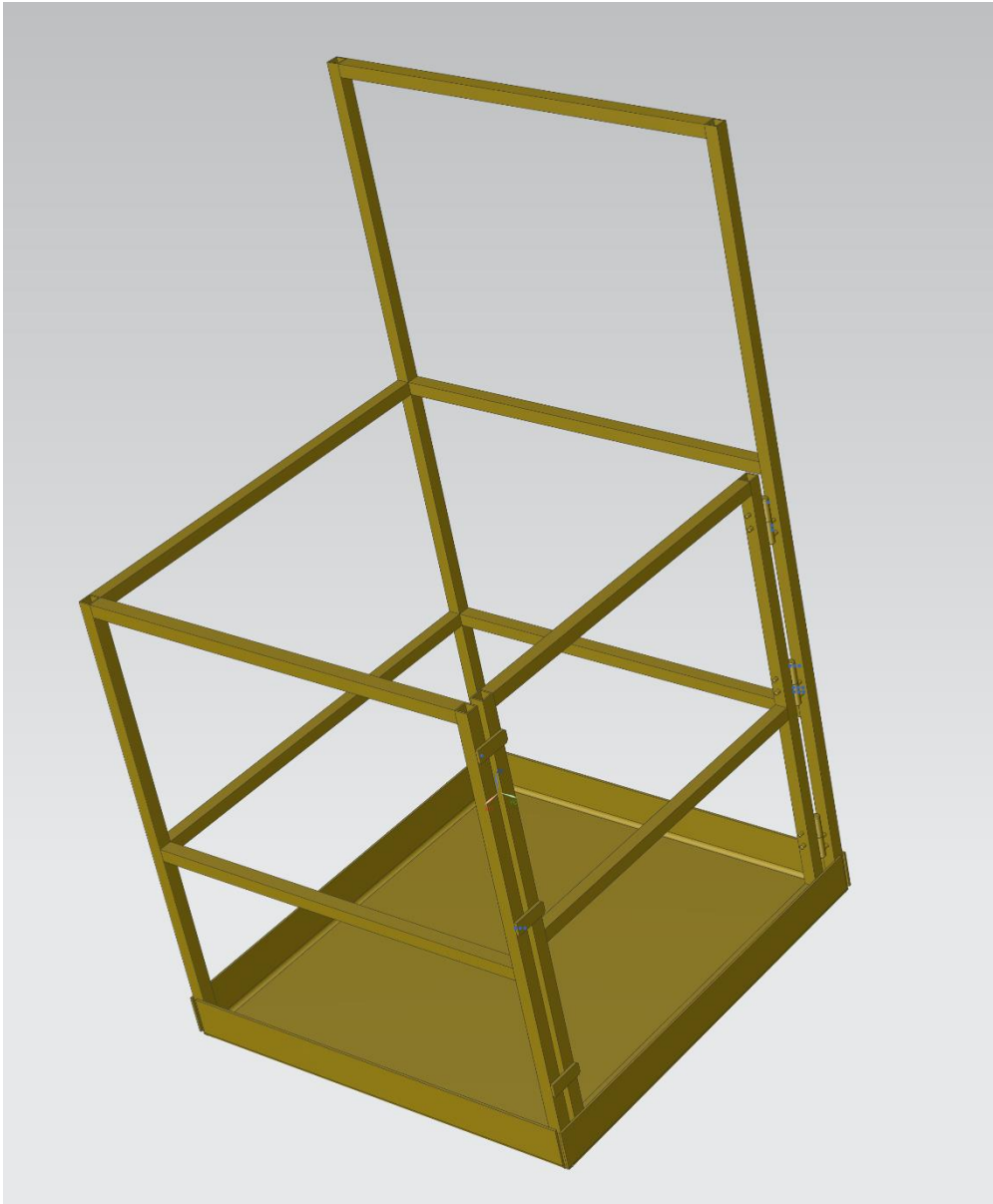


Obrázek 21: Graf SWOT analýzy [24]

Čára pod úhlem 45° určuje ideální poměr mezi kvalitou a cenou, tedy nejvhodnější koncepční variantou je ta, která se nejvíce přiblíží k pomyslnému ideálnímu řešení. V tomto případě se jeví jako ideální řešení koncepční varianta A, jež disponuje čtvercovým průřezem jako základním profilem a ochranou zadní části proti pádu obsluhy.

5 Hrubý konstrukční návrh

Plošina (viz obrázek 22) je zhotovena z trubkových čtvercových profilů a slízkového protiskluzového plechu. Dále disponuje dorazy, které zajistí otevírání dveří pouze jednostranně, taktéž obsahuje síť, která není z důvodu přehlednosti vyobrazena na obrázku 22. Hrubý konstrukční návrh splňuje parametry a myšlenku koncepční varianty a dále splňuje požadavky příslušných norem. 3D model byl vytvořen pomocí softwaru Solid Works 2021.



Obrázek 22: Hrubý konstrukční návrh

5.1 Bezpečnostní analýza (FMEA)

Bezpečnostní analýza FMEA byla navržena tak, aby pomohla identifikovat možné bezpečnostní nedostatky. U jednotlivých rizikových případů se hodnotí četnost výskytu, závažnost vady a zjištělnost vady. Rozsah hodnocení je od 1 do 10, kdy se čísla následně mezi sebou vynásobí a platí, že čím vyšší číslo, tím se jedná o rizikovější případ. Pro nejvíce rizikové se navrhne opatření, jež se následně taktéž ohodnotí a sleduje se, zda je riziko sníženo na dostatečné minimum.

Rizikový případ 1

Rizikový případ 1 stanovuje minimální koeficient bezpečnosti pro výpočtové hodnocení plošiny. Stanovuje koeficient 2,5 vůči mezi kluzu materiálu, k tomu je navíc dle normy ČSN EN ISO 14122-3 nutné zvýšit požadovanou nosnost o násobek 1,75. Nejslabší místo na plošině je v místě dveří, proto je dále vhodné s konstrukcí pokračovat i na straně dveří a dveře zmenšit.

Rizikový případ 2

Hrubý konstrukční návrh nedisponuje žádnou ochranou vůči pádu plošiny z vysokozdvizného vozíku vlivem natočení vidlí. Vzhledem ke skutečnosti, že čepy na původních vidlích jsou již obsazené kvůli používání prodloužených vidlí, je nutné využít možnosti s jisticím řetězem. Plošina bude opatřena dvěma oky, přičemž jedno bude funkční za provozu a druhé bude sloužit k zachycení řetězu a tím jeho uskladnění v případě nevyužívání plošiny.

Rizikový případ 3

Pro rizikový případ 3 je nutné zajistit dostatečný protiskluzový povrch.

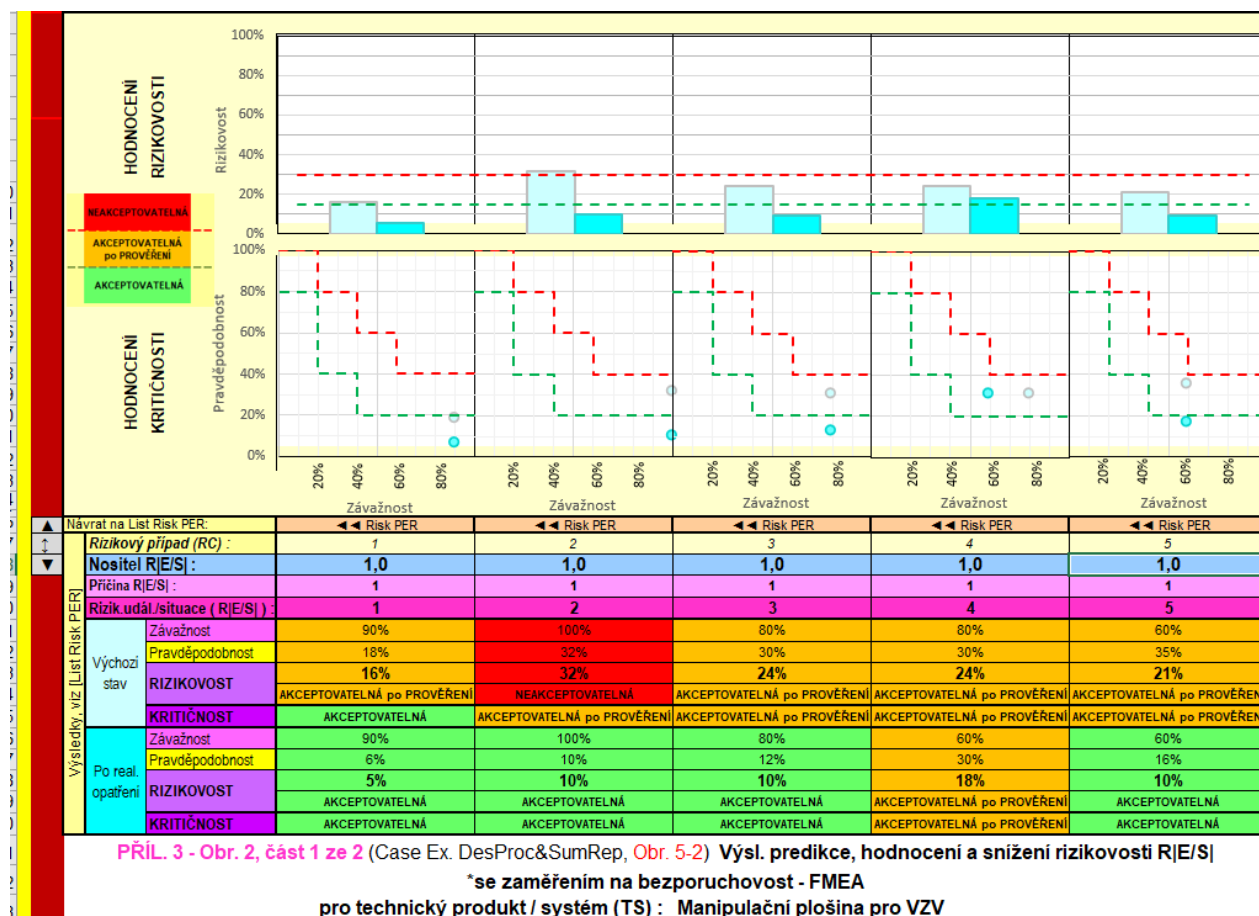
Rizikový případ 4

V případě, že protiskluzová plocha z neočekávaného důvodu nebude dostatečná, je potřeba alespoň minimalizovat možné způsobené škody. Z těchto důvodů patří mezi povinnou výbavu pro práci na plošině bezpečnostní helma.

Rizikový případ 5

Dorazy pro plošinu v hrubém konstrukčním návrhu mohou být nedostatečné kvůli ostrým hranám a celkově malým rozměrům, což může mít za následek zachycení volných částí oděvů obsluhy a s tím spojené poškození oděvů. Z těchto důvodů je vhodné místo více dorazů využít jeden, který nebude disponovat ostrými hranami a taktéž bude svou velikostí znemožňovat zachycení oděvu obsluhy.

Vyhodnocení opatření 1-5 viz obrázek 23.



Obrázek 23: Rizikové případy 1-5 [25]

Rizikový případ 6

V hrubém konstrukčním návrhu není dostatečné zajištění dveří vůči samovolnému otevření. Tento mechanismus by měl být velmi jednoduchý na používání, například se využije pouze ohnutý plech, který zajistí polohu dveří vůči zbytku konstrukce.

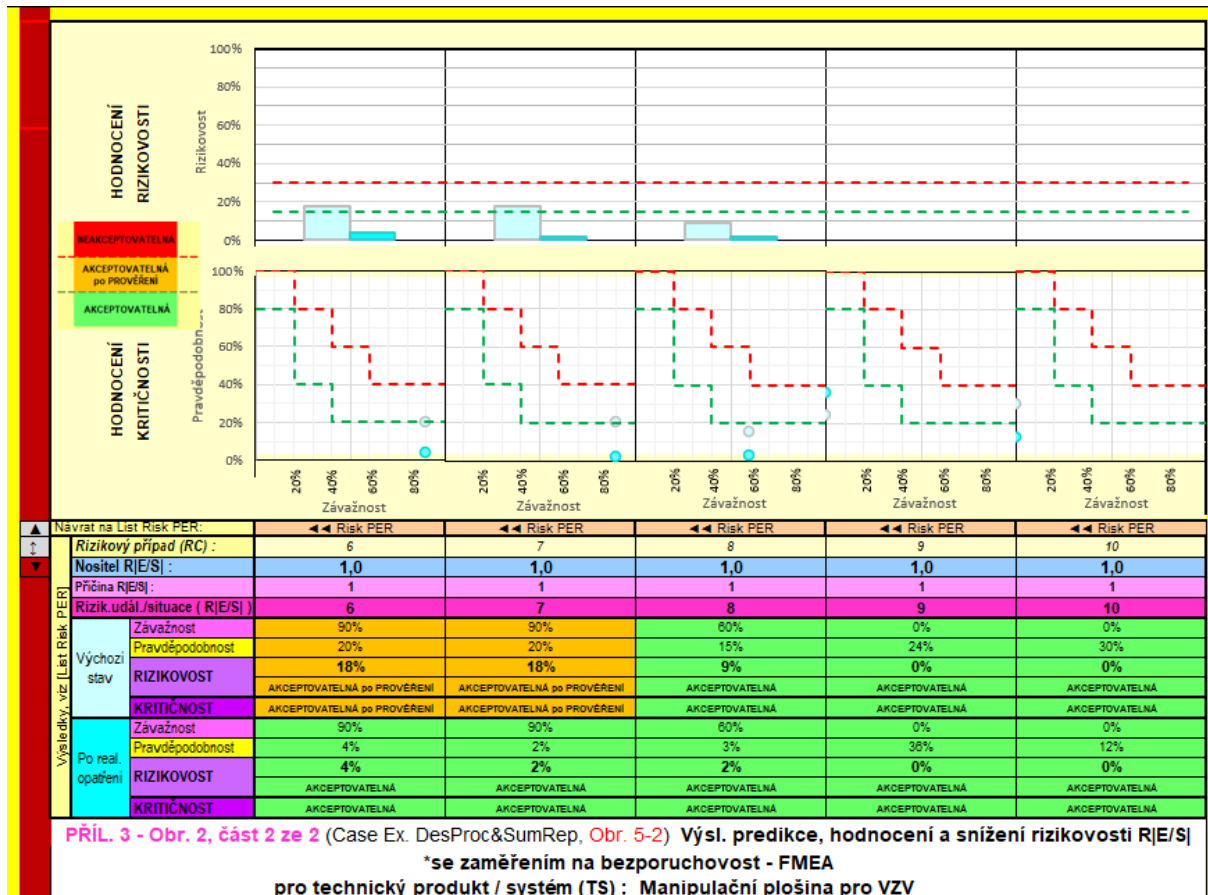
Rizikový případ 7

V případě zapomenutí zavření dveří pomocí ohnutého plechu je nutné zajistit, že při boční zátěži na dveře se dveře neuvolní a nedojde k vypadnutí obsluhy. Z tohoto důvodu je důležité, aby se dveře zachytávaly i za okopový plech.

Rizikový případ 8

U dveří je nutné zajistit dále to, aby je nebylo možné nechtěně vysadit. Po přezkoumání se ukázalo, že tento rizikový případ je příliš nepravděpodobný, proto nebude nutné činit opatření.

Vyhodnocení opatření 6-8 viz obrázek 24.



Obrázek 24: Rizika 6-8 [25]

6 Návrh rozměrů a materiálu

6.1 Volba materiálu

Mezi předpoklady pro výběr materiálu se řadí především povaha celkové konstrukce manipulační plošiny, která bude dle specifikace firmy svařovaná. Z tohoto pohledu je nutné přistupovat k výběru pouze do kategorie materiálů se zaručenou svařitelností. Dále je vhodné vybrat materiály typické, často užívané, dostupné a ekonomické. K ekonomické skutečnosti je nutno brát v potaz, že se jedná pouze o výrobu jednoho kusu plošiny. Z těchto důvodů se mezi vhodné materiály řadí materiály uvedené níže.

6.1.1 S235JR

Jedná se o nelegovanou jakostní konstrukční ocel, která je hojně využívána pro různé svařované konstrukce. Je typická, díky čemuž je dostupná a ekonomická. Z hlediska mechanických vlastností se neřadí mezi vysoce jakostní oceli. Dle ČSN značení ocelí se jedná o ocel třídy 11.

Přehled vlastností oceli S235JR								1.0038	
Druh oceli	Nelegovaná jakostní konstrukční ocel								
TDP	CSN EN 10025-2: 2005								
Dřívější označení	S235JR2 podle EN 10025: 1990 + A1: 1993; RSt 37-2 podle DIN 17100; 11 375 podle ČSN								
Chemické složení v % hmot. (rozbor tavby)	C max. pro tloušťku v mm			Mn max.	Si max.	P max.	S max.	N max.	
	≤16	>16≤40	>40 ¹⁾	0,20	1,40	-	0,035	0,012	
Složení hotového výrobku	0,17	0,17	0,23	1,50	-	0,045	0,045	0,014	
Mechanické vlastnosti pro zkoušky v podélném směru	Minimální mez kluzu R_{eH} MPa pro výrobky jmenovité tloušťky v mm :								
	≤16	>16≤40	>40≤63	>63≤80	>80≤100	>100≤150	>150≤200	>200≤250	
	235	225	215	215	215	195	185	175	
	Pevnost v tahu R_m MPa pro výrobky jmenovité tloušťky v mm :								
	≥ 3 ≤ 100				> 100 ≤ 150		> 150 ≤ 250		
	360-510		350-500		340-490				
	Minimální tažnost v % ($L_0 = 5.65\sqrt{S_0}$) pro výrobky jmenovité tloušťky v mm ²⁾ :								
	> 3 ≤ 40		> 40 ≤ 63		> 63 ≤ 100		> 100 ≤ 150		> 150 ≤ 250
	26		25		24		22		21
	Minimální nárazová práce KV (J) při 20° C pro výrobky jmenovité tloušťky v mm : ^{4), 5)}								
≤150				>150≤250					
27 ⁴⁾				27 ⁴⁾					
Maximální hodnota CEV ³⁾	Pro výrobky jmenovité tloušťky v mm:								
	≤ 30		> 30 ≤ 40		> 40 ≤ 150		> 150 ≤ 250		
0,35		0,35		0,38		0,40			
Technologické vlastnosti									
Svařitelnost	Vhodná ke svařování všemi obvykle používanými způsoby svařování. S rostoucí tloušťkou výrobku a rostoucí hodnotou uhlíkového ekvivalentu se zvyšuje riziko výskytu trhlin za studena v oblasti sváru. Je účelné dbát doporučení stanovující podmínky pro svařování, jak je ku příkladu uvádí ECSC IC 2 (EN 1011).								
Tváření za tepla	Jsou-li dodávány výrobky dále tvářeny za tepla, splňují uvedené mechanické vlastnosti pouze po následném normalizačním žitání.								
Tvařitelnost za studena	Ocel určená pro tváření za studena musí být označena písmenem C (S235JRC). To se týká i tažení za studena.								
¹⁾ pro profily o jmenovité tloušťce nad 100 mm se obsah C stanoví po dohodě. ²⁾ pro profily o jmenovité tloušťce nad 100 mm je hodnoty nutno dohodnout ³⁾ hodnota uhlíkového ekvivalentu CEV se vypočte z rozboru tavby podle vzorce : $CEV = C + Mn : 6 + (Cr+Mo+V) : 5 + (Ni+Cu) : 15$ CEV je volitelný požadavek. ⁴⁾ průměrná hodnota vypočtená z výsledků tří stanovení musí splňovat předepsané požadavky. Jedna hodnota může být nižší, než předepsaná minimální průměrná hodnota za předpokladu, že nebude nižší než 70% této hodnoty. V opačném případě se odebírají ze zkušební vzorku další 3 zkušební tělesa. Průměrná hodnota ze 6 zkoušek pak nesmí být nižší než předepsaná minimální hodnota, přičemž 2 výsledky mohou být nižší, ale pouze jeden s hodnotou nižší, než 70% předepsané minimální hodnoty. ⁵⁾ pro podélný směr zkoušení.									

Obrázek 25: Přehled vlastností oceli S235JR [26]

6.1.2 Ocel S355J0

Jedná se o druhý nejpoužívanější typ materiálu z hlediska svařitelnosti po S235JR. Ocel disponuje vyšší pevností i lepšími mechanickými vlastnostmi.

Přehled vlastností oceli S355J0								1.0553	
Druh oceli	Nelegovaná jakostní konstrukční ocel								
TDP	CSN EN 10025-2: 2005								
Dřívější označení	S355J0 podle EN 10025: 1990 + A1: 1993; St 52-3 U podle DIN 17100; 11 523 podle CSN								
Chemické složení v % hmot. (rozbor tavby)	C max. pro tloušťku v mm			Mn	Si	P	S	N	
	≤16	>16≤40	>40 ¹⁾	max.	max.	max.	max.	max.	
Složení hotového výrobku	0,20 ²⁾	0,20 ²⁾	0,22	1,60	0,55	0,030	0,030	0,012	
	0,23 ⁵⁾	0,23 ⁴⁾	0,24	1,70	0,60	0,050	0,050	0,011	
Mechanické vlastnosti pro zkoušky v podélném směru	Minimální mez kluzu R _{eH} MPA pro výrobky jmenovité tloušťky v mm :								
	≤16	>16≤40	>40≤63	>63≤80	>80≤100	>100≤150	>150≤200	>200≤250	
	355	345	335	325	315	295	285	275	
	Pevnost v tahu R _m MPA pro výrobky jmenovité tloušťky v mm :								
	≥ 3 ≤ 100		> 100 ≤ 150			> 150 ≤ 250			
	470-630		450-600			450-600			
	Minimální tažnost v % (L ₀ = 5.65√S ₀) pro výrobky jmenovité tloušťky v mm ⁶⁾ :								
	≥ 3 ≤ 40		> 40 ≤ 63		> 63 ≤ 100		> 100 ≤ 150		> 150 ≤ 250
	22		21		20		18		17
	Minimální nárazová práce KV (J) při 0°C pro výrobky jmenovité tloušťky v mm : ^{4), 6)}								
≤ 150				> 150 ≤ 250					
27 ⁸⁾				27 ⁸⁾					
Maximální hodnota CEV ⁴⁾	Pro výrobky jmenovité tloušťky v mm :								
	≥ 30		> 30 ≤ 150			> 150 ≤ 250			
	0,45		0,47			0,49 ⁷⁾			
Technologické vlastnosti									
Svařitelnost	Vhodná ke svařování všemi obvykle používanými způsoby svařování. S rostoucí tloušťkou výrobku a rostoucí hodnotou uhlíkového ekvivalentu se zvyšuje riziko výskytu trhlin za studena v oblasti sváru. Je účelné dbát doporučení stanovující podmínky pro svařování, jak je ku příkladu uvádí ECSC IC 2 (EN 1011).								
Tváření za tepla	Jsou-li dodané výrobky dále tvářeny za tepla, splňují uvedené mechanické hodnoty pouze po následném normalizačním žihání.								
Tvařitelnost za studena	Ocel určená pro tváření za studena musí být označena písmenem C (S355J0C). To se týká i tažení za studena.								
¹⁾ pro profily o jmenovité tloušťce nad 100 mm se obsah C stanoví po dohodě. ²⁾ pro profily o jmenovité tloušťce nad 100 mm je hodnoty nutno dohodnout ³⁾ hodnota uhlíkového ekvivalentu CEV stanovena z rozboru tavby se vypočte podle vzorce : CEV = C + Mn : 6 + (Cr+Mo+V) : 5 + (Ni+Cu) : 15 CEV je volitelný požadavek. ⁴⁾ pro jmenovitou tloušťku nad 30 mm a pro tváření za studena je obsah C max. 0,22% resp. 0,24% pro hotový výrobek ⁵⁾ je-li ocel určena k válcování za studena je obsah C max. 0,22% resp. 0,24% pro hotový výrobek. ⁶⁾ průměrná hodnota vypočtená z výsledků tří stanovení musí splňovat předepsané požadavky. Jedna hodnota může být nižší, než předepsaná minimální hodnota za předpokladu, že nebude nižší, než 70% této hodnoty. V opačném případě se odeberají ze zkušební vzorku další 3 zkušební tělesa. Průměrná hodnota ze 6 zkoušek pak nesmí být nižší než předepsaná minimální hodnota, přičemž 2 výsledky mohou být nižší, ale pouze jeden s hodnotou nižší, než 70% předepsané minimální hodnoty. ⁷⁾ u dlouhých výrobků je maximální hodnota CEV 0,54. ⁸⁾ pro podélný směr zkoušení									

Obrázek 26: Přehled vlastností S355J0 [27]

6.1.3 Optimální výběr

Optimální výběr probíhá z pohledu ekonomického, mechanického a z hlediska dostupnosti. Není bráno v úvahu výpočtové ohodnocení. Výpočtové ohodnocení optimum vyvrátí, či potvrdí, protože nepřiměřená hmotnost by mohla být pro manipulaci s plošinou obtížná.

Tabulka 13: Srovnání materiálů – výběr optima

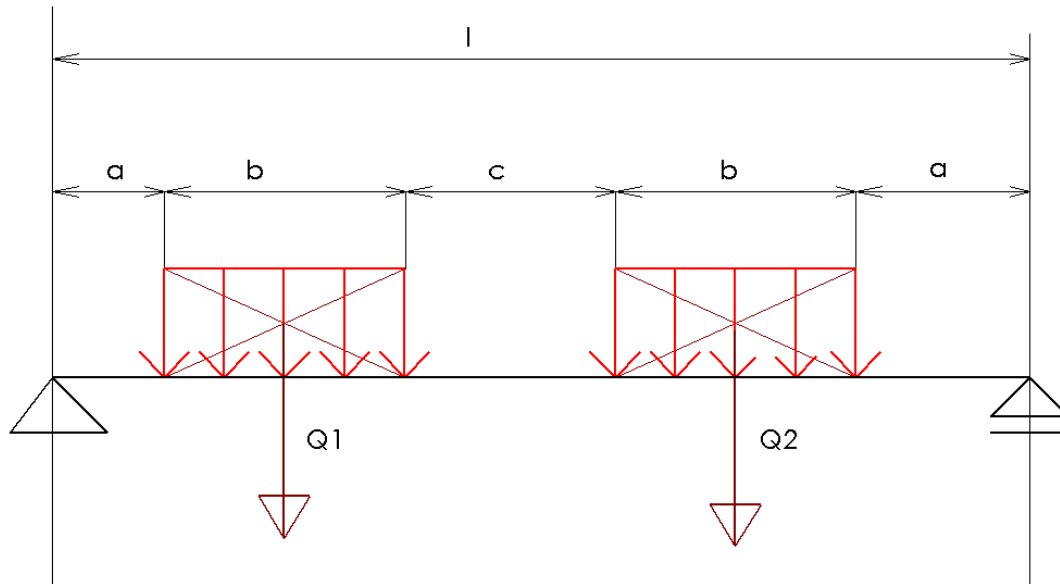
Materiál	Rozsah hodnocení	Cena (váha 4)	Pevnost (váha 2)	Svařitelnost (váha 4)	Dostupnost (váha 3)	Součet
S235JR	1-10	9	6	10	10	118
S355J0	1-10	7	10	10	6	106

Optimální materiál je tedy S235JR – výpočtové hodnocení tvrzení potvrdí, nebo vyvrátí.

6.2 Namáhání konstrukce

6.2.1 Zábradlí – posouvací síly a moment [28]

Zábradlí namáhané ohybem dvěma spojitými zatíženími je uvedeno na obrázku 27.



Obrázek 27: Namáhání zábradlí [28]

Vstupní parametry:

Z maximální nosnosti plošiny lze uvažovat jen část pro zatížení zábradlí. Pro obsluhu je vyhrazeno 300 kg. Zatěžující síla se musí navýšit dle normy ČSN EN ISO 14122-3 o násobný koeficient $\gamma = 1,75 [-]$. Výsledná zatěžující síla 5150,25 [N] – spojitě zatížení je tedy 3433,5 [N/m].

Spojitě zatížení $q = Q_1 = Q_2 = 3433,5 \text{ N/m}$

Rozměrové hodnoty:

Rozměrová hodnota b vychází z průměrné délky od prstů k loktu člověka, tato hodnota činí průměrně 30 cm, ostatní hodnoty byly voleny vzhledem k velikosti b pro rovnoměrné rozložení spojitěho zatížení.

$$a = 0,3 \text{ [m]}$$

$$b = 0,3 \text{ [m]}$$

$$c = 0,3 \text{ [m]}$$

- **Podmínky rovnováhy**

$$\sum F_{ix} = 0$$

$$\sum F_{iy} = 0 = -q \cdot b - q \cdot b + R_A + R_B$$

$$\sum M_{iA} = 0 = +q \cdot b \cdot \left(a + \frac{b}{2}\right) + q \cdot b \cdot \left(a + b + c + \frac{b}{2}\right) - R_B \cdot l$$

$$R_B = \frac{+q \cdot b \cdot \left(a + \frac{b}{2}\right) + q \cdot b \cdot \left(a + b + c + \frac{b}{2}\right)}{1}$$

$$R_B = \frac{+3433,5 \cdot 0,3 \cdot \left(0,3 + \frac{0,3}{2}\right) + 3433,5 \cdot 0,3 \cdot \left(0,3 + 0,3 + 0,3 + \frac{0,3}{2}\right)}{1,5}$$

$$R_B = 1030,05 \text{ [N]}$$

$$R_A = +q \cdot b + q \cdot b - R_B$$

$$R_A = +3433,5 \cdot 0,3 + 3433,5 \cdot 0,3 - 1030,05$$

$$R_A = 1030,05 \text{ [N]}$$

Výsledné reakce:

- $R_A = 1030,05 \text{ [N]}$

- $R_B = 1030,05 \text{ [N]}$

Výpočet průběhu posouvací síly a momentu

Pole I $x \in < 0, a >$

$$T(x) = R_A$$

$$T(0) = R_A$$

$$T(a) = R_A$$

$$T(a) = T(0) = R_A = 1030,05 \text{ [N]}$$

$$M(x) = R_A \cdot x$$

$$M(0) = R_A \cdot 0 = 0 \text{ [Nm]}$$

$$M(a) = R_A \cdot a$$

$$M(0,3) = 1030,05 \cdot 0,3 = 309,015 \text{ [Nm]}$$

Pole II $x \in < a, a + b >$

$$T(x) = R_A - q \cdot (x - a)$$

$$T(a) = R_A - q \cdot (a - a) = R_A - 0 = 1030,05 \text{ [N]}$$

$$T(a + b) = R_A - q \cdot ((a + b) - a)$$

$$T(a + b) = 1030,05 - 3433,5 \cdot ((0,3 + 0,3) - 0,3)$$

$$\mathbf{T(a + b) = 0 [N]}$$

$$M(x) = R_A \cdot x - q \cdot \frac{(x - a)^2}{2}$$

$$M(a) = R_A \cdot a - q \cdot \frac{(a - a)^2}{2}$$

$$M(0,3) = 1030,05 \cdot 0,3 - 3433,5 \cdot \frac{(0,3 - 0,3)^2}{2}$$

$$M(0,3) = 1030,05 \cdot 0,3 - 0$$

$$\mathbf{M(0,3) = 309,015 [Nm]}$$

$$M(a + b) = R_A \cdot (a + b) - q \cdot \frac{((a + b) - a)^2}{2}$$

$$M(0,3 + 0,3) = 1030,05 \cdot (0,3 + 0,3) - 3433,5 \cdot \frac{((0,3 + 0,3) - 0,3)^2}{2}$$

$$\mathbf{M(a + b) = 463,522 [Nm]}$$

Vzhledem k symetrii nosníku bude průběh posouvací síly a ohybového momentu stejný ze směru R_B .

Na obr. 17 lze vidět průběh posouvací síly $T(x)$ a průběh momentu $M(x)$

Maximální ohybový moment je roven:

$$\mathbf{M(a + b) = 463,522 [Nm]}$$

6.2.1.1 Zábradlí – dimenzování

Vstupní hodnoty:

Koeficient bezpečnosti $s = 2,5$

Maximální ohybový moment $M_{\text{omax}} = 463,522 \text{ [Nm]} = 463\,522 \text{ [Nmm]}$

Jakost materiálu \rightarrow S235JR $\rightarrow R_e = 235 \text{ MPa}$

Dovolené namáhání v ohybu $\sigma_D = \frac{R_e}{s} = \frac{235}{2,5} = 94 \text{ MPa}$

Minimální W_0 :

$$\sigma_o = \frac{M_{\text{omax}}}{W_o} \leq \sigma_D$$

$$W_{\text{omin}} = \frac{M_{\text{omax}}}{\sigma_D}$$

$$W_{\text{omin}} = \frac{463\,522}{94} = 4931,1 \text{ mm}^3$$

Vhodný průřez z technologického hlediska je trubka čtvercového průřezu, protože kruhový průřez není příliš vhodný pro napojování průřezu k plášti polotovaru. Obdélníkový průřez není vhodný z důvodu možné nedostatečnosti svarových housenek vůči požadovaným zatížením.

K hodnotě se blíží trubka čtvercového průřezu s rozměry 40x40x3 → přičemž hodnota $W_o = 098 \text{ mm}^3$

Kontrola:

$$\sigma_o = \frac{M_{o\max}}{W_o} \leq \sigma_D$$

$$\sigma_o = \frac{463\,522}{5098} \leq \sigma_D$$

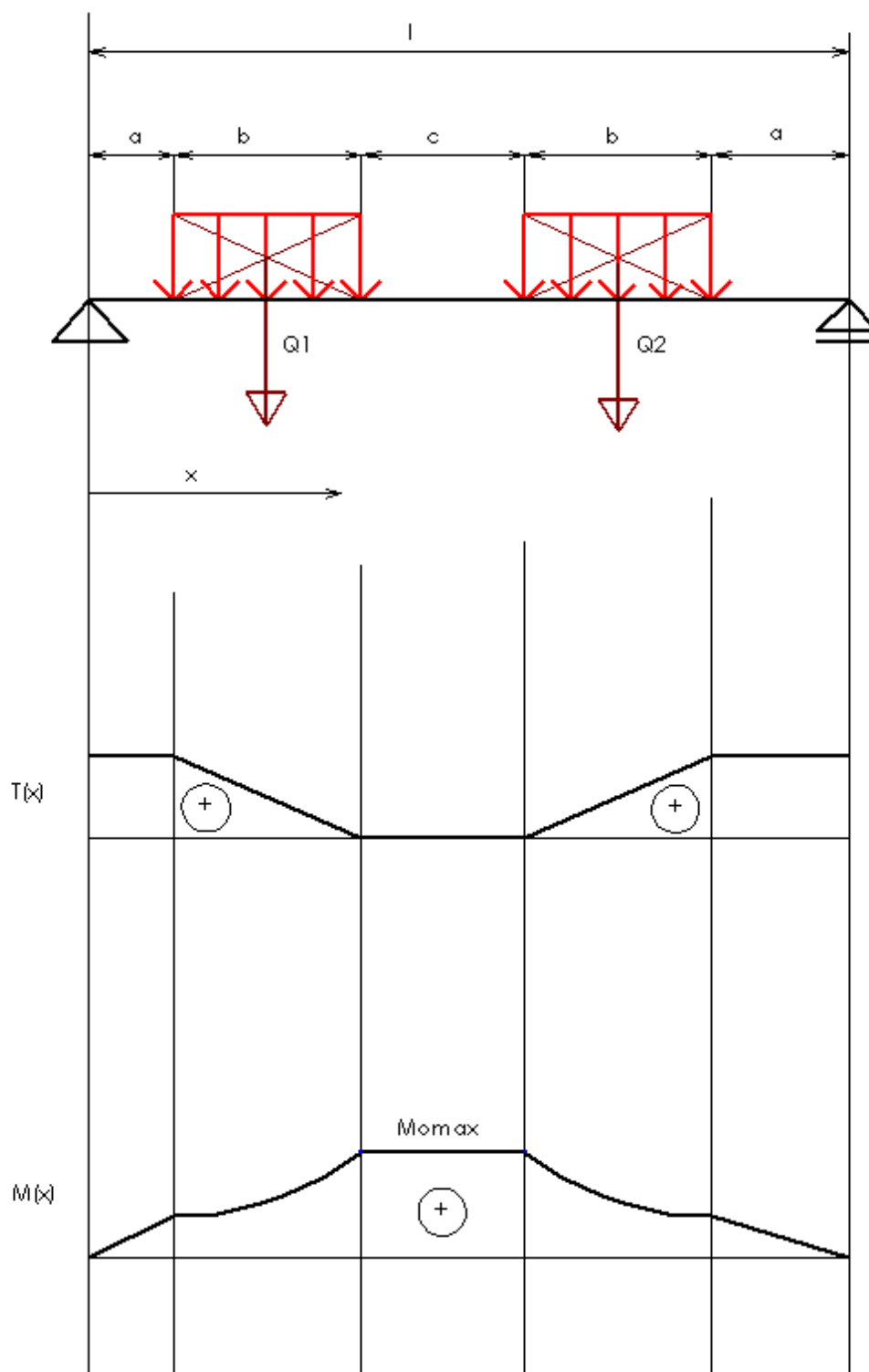
$$\sigma_o = 90,9 \text{ MPa}$$

- Výsledný koeficient bezpečnosti

$$s = \frac{R_e}{\sigma_o} = \frac{235}{90,9}$$

$$s = 2,585 [-]$$

Vypočtený koeficient bezpečnosti plně vyhovuje stanoveným požadavkům. Zvolený materiál S235JR je dle výpočtového hodnocení optimální řešení pro konstrukci.

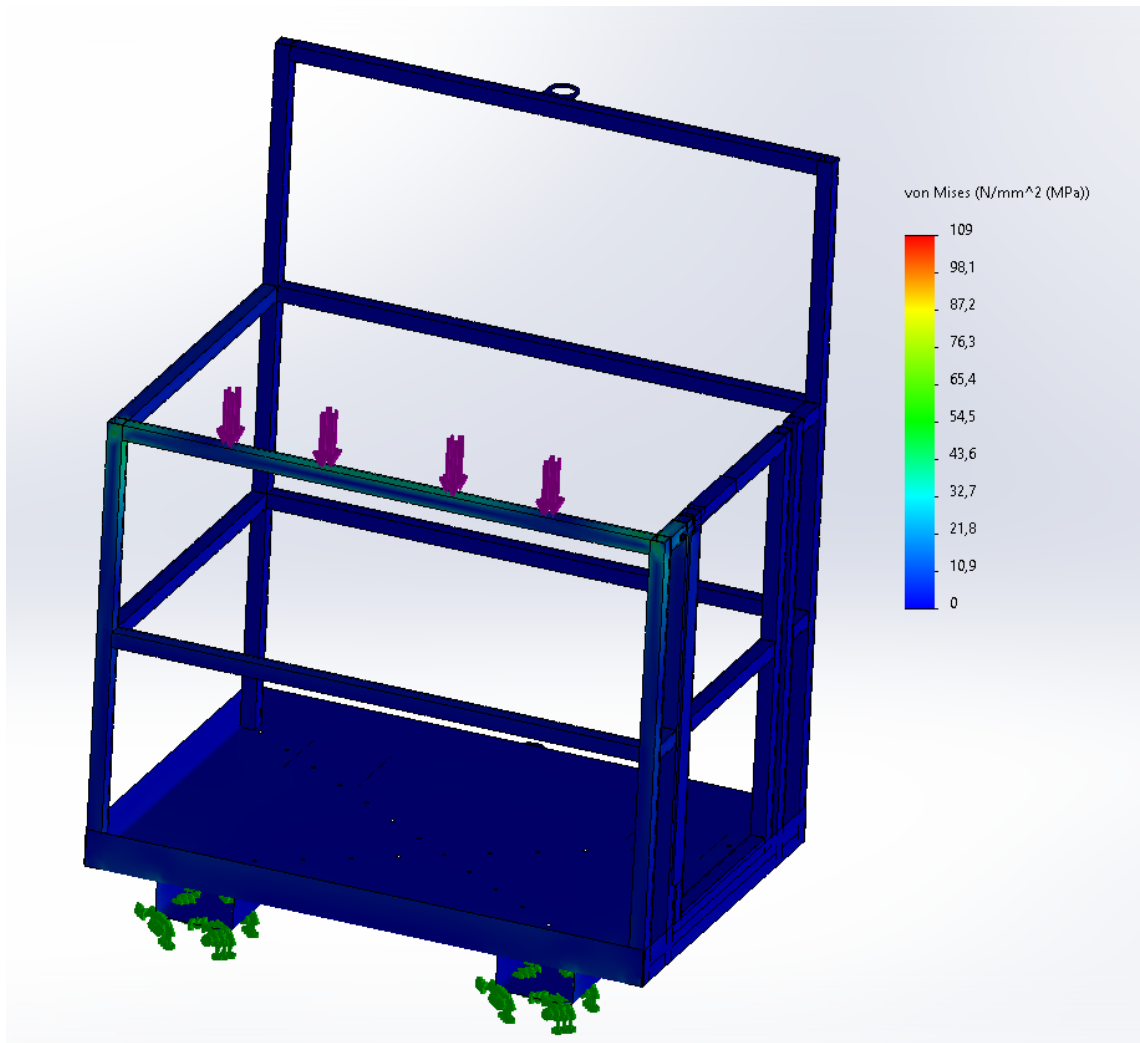


Obrázek 28: Průběh $T(x)$ a $M(x)$

Kontrola přes MKP:

Při kontrole přes MKP se vychází ze spojitého zatížení, přičemž přepočtem se určí zatěžující síla [29]. Simulace provedená v software Solid Works 2021 s nadstavbou simulation ve verzi premium, jejíž výsledek je na obrázku 29.

$$\text{Zatěžující síla } F = q \cdot b \cdot 2 = 3433,5 \cdot 0,3 \cdot 2 = 2060,1 \text{ [N]}$$



Obrázek 29: MKP – zábradlí – napětí

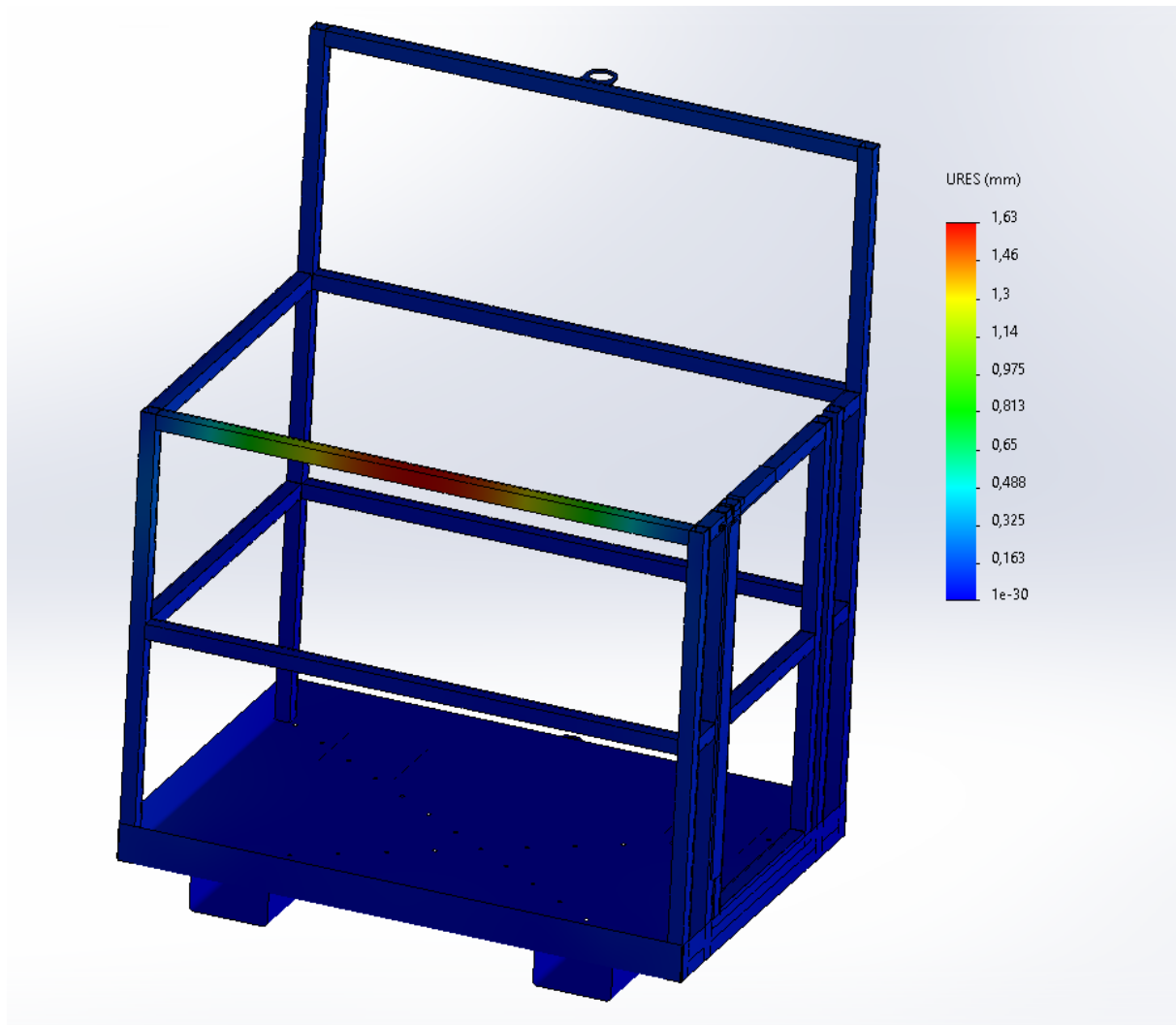
- Výsledný koeficient bezpečnosti

$$\sigma_o = 109 \text{ MPa}$$

$$s = \frac{R_e}{\sigma_o} = \frac{235}{109}$$

$$s = 2,156 \text{ [-]}$$

Koeficient bezpečnosti vychází pesimističtěji oproti ručnímu dimenzování, avšak stále se pohybuje v únosné hodnotě.



Obrázek 30: MKP – zábradlí – posunutí

Dle MKP bude výsledné posunutí 1,63 [mm].

6.2.2 Zábradlí – návrh standardní velikosti svarů [30]

Vstupní parametry:

Maximální ohybový moment $M_{omax} = 463\,522$ [Nmm]

Délka svaru $h = 40$ [mm]

Délka svarů kompletně $h = 40 \cdot 4 = 160$ [mm]

Jakost základního materiálu \rightarrow S235JR $\rightarrow R_e = 235$ [MPa]

Koeficient bezpečnosti $s = 2,5$ [-]

Dovolené napětí $\tau_D = 94$ [MPa]

Zatěžující síla $\rightarrow R_A = R_B = 1030,05$ [N]

Předpokládané namáhání je kombinované – ohyb a smyk

Maximální velikost svaru $a = 3$ [mm] – z důvodu možného propalu je zvolena velikost $a = 2$ [mm] [30]

- Návrh velikosti svarů vychází pouze z ohybu:

$$\tau_o = \frac{M_{o\max}}{W_o} \leq \tau_D$$

$$\tau_o = \frac{M_{o\max}}{\frac{1}{6} \cdot a \cdot h^2}$$

$$h = \sqrt{\frac{6 \cdot M_{o\max}}{a \cdot \tau_D}} = \sqrt{\frac{6 \cdot 463\,522}{3 \cdot 94}}$$

$$h = 99,3 \text{ [mm]}$$

- Maximální délka svaru = 160 [mm] → vypočtený svar vyhovuje

$$\tau_v = \sqrt{\tau_o^2 + \tau_s^2} \leq \tau_D$$

$$\tau_v = \sqrt{\left(\frac{M_o}{W_o}\right)^2 + \left(\frac{F}{S}\right)^2}$$

$$\tau_v = \sqrt{\left(\frac{M_{o\max}}{\frac{1}{6} \cdot a \cdot h^2}\right)^2 + \left(\frac{R_A}{a \cdot h}\right)^2}$$

$$\tau_v = \sqrt{\left(\frac{463\,522}{\frac{1}{6} \cdot 2 \cdot 160^2}\right)^2 + \left(\frac{1030,05}{2 \cdot 160}\right)^2}$$

$$\tau_v = 54,41 \text{ [MPa]}$$

- Výsledný koeficient bezpečnosti

$$s = \frac{R_e}{\tau_v} = \frac{235}{54,41}$$

$$s = 4,32 \text{ [-]}$$

6.2.3 Namáhání slzičkového plechu

Vzhledem k předpokládanému rozložení sil je vhodná kontrola pouze pomocí MKP.[29]

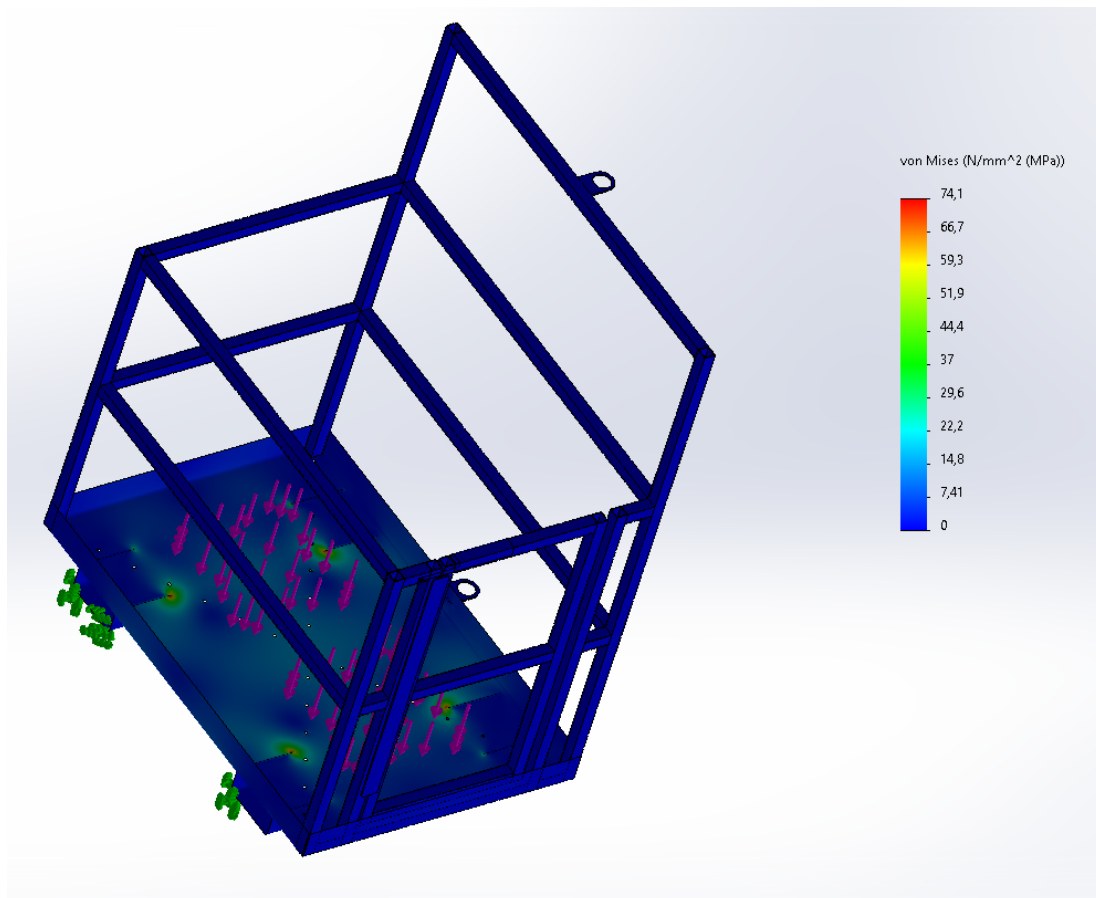
Vstupní hodnoty:

Nosnost 450 kg \rightarrow zatěžující celková síla $F = 450 \cdot 9,81 = 4414,5$ [N]

Plocha pro jednu obsluhu 450x450 [mm]

Požadovaná bezpečnost $s = 2,5$ [–]

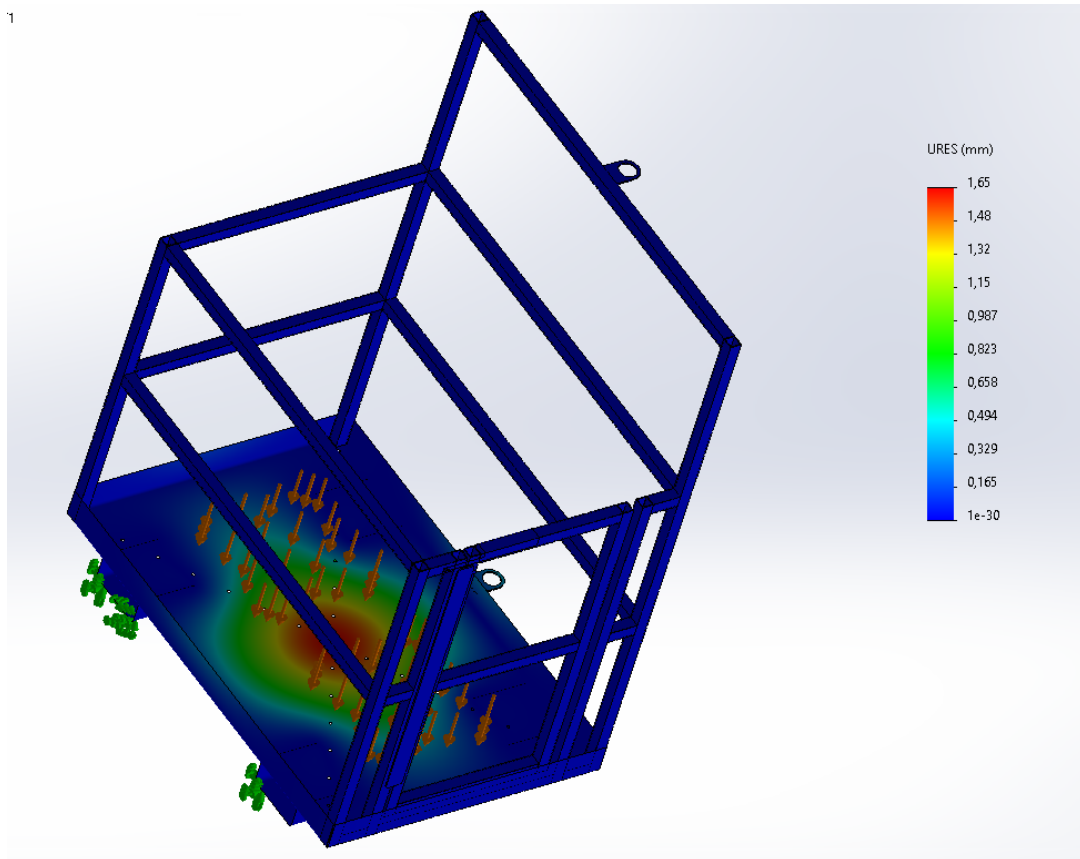
Jakost slzičkového plechu: S235JR $\rightarrow R_e = 235$ MPa



Obrázek 31: Namáhání plechu slza – napětí

Výsledná hodnota činí $\sigma = 74,1$ [MPa]

- \rightarrow Výsledný koeficient bezpečnosti $s = \frac{R_e}{\sigma} = \frac{235}{74,1} = 3,12$ [–]
- \rightarrow Koeficient bezpečnosti vyhovuje stanoveným požadavkům



Obrázek 32: Namáhání plechu slza – průhyb

6.2.4 Namáhání jištění proti pádu plošiny z vysokozdvizného vozíku

Maximální zatížení → maximální nosnost + vlastní váha plošiny

Nosnost: 450 kg

Vlastní váha: 180 kg

Maximální zatížení = 450 · 180 = 630 · 9,81 = 6180,3 [N]

Požadovaná bezpečnost je vyšší z důvodu charakteru součásti $s = 5$ [–]

Jakost S235JR → $R_e = 235$ [MPa]

→ Tahové namáhání

$$\sigma_t = \frac{F}{S} \leq \sigma_D$$

$$S = \frac{F \cdot s}{R_e}$$

$$S = \frac{6180,3 \cdot 5}{235}$$

$$S_{min} = 131,495 [mm^2]$$

Při tloušťce plechu 5 [mm] je minimální požadovaná délka

$$a = \frac{S}{t} = \frac{131,495}{5} = 26,3 \text{ [mm]}$$

→ Výpočet svarů [30]

Svary jsou namáhány pouze na střiž. Jedná se o dva koutové svary, přičemž hodnota a z technologických důvodů činí 1,5 [mm]

$$\tau_s = \frac{F}{S} \leq \tau_D$$

$$S = a \cdot h$$

$$h = \frac{F \cdot 5}{R_e \cdot a}$$

$$h = \frac{6180,3 \cdot 5}{235 \cdot 1,5}$$

$$h = 87,664 \text{ [mm]}$$

Zvolená délka činí 80 [mm] → jedná se o oboustranný svar, výsledná délka svaru tedy $h = 160$ [mm]

→ Výsledná bezpečnost

Pro tah:

$$\sigma_t = \frac{F}{S} = \frac{6180,3}{80 \cdot 5} = 15,45 \text{ [MPa]}$$

$$s = \frac{R_e}{\sigma_t} = 15,21 \text{ [-]}$$

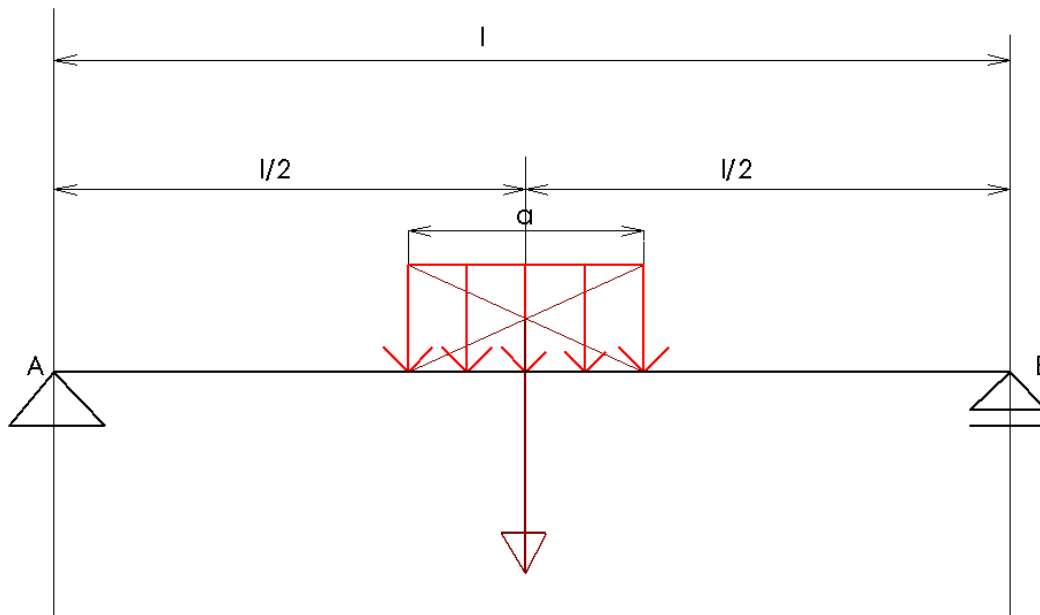
Pro svar:

$$\tau_s = \frac{F}{S} = \frac{6180,3}{1,5 \cdot 160} = 25,75 \text{ [MPa]}$$

$$s = \frac{R_e}{\tau_s} = 9,13 \text{ [-]}$$

→ Navržená velikost a svar vyhovuje požadavkům pro bezpečnost, vzhledem k povaze součásti se nebude zmenšovat, protože je to poslední záchranný bod sestavy pro zabránění nehody.

6.2.5 Namáhání dveří – řešení nosníku [29]



Obrázek 33: Zatížení dveří

Vstupní hodnoty:

Zatížení \rightarrow 1 osoba \rightarrow 150 kg \rightarrow navýšení dle ČSN EN ISO 14122-3 (pro zábradlí) \rightarrow =
 $150 \cdot 1,75 = 262,5$ kg

Vzdálenost podpor $l = 650$ [mm] = 0,65 [m]

Rozměr $a = 300$ [mm] = 0,3 [m]

Spojité zatížení $q = 3961,73$ [$\frac{\text{N}}{\text{m}}$]

$W_o = 5098$ mm³

\rightarrow Podmínky rovnováhy:

$$\sum F_{ix} = 0$$

$$\sum F_{iy} = 0 = -q \cdot a + R_A + R_B$$

$$\sum M_{iA} = 0 = -q \cdot a \cdot \frac{l}{2} + R_B \cdot l$$

$$R_B = \frac{q \cdot a \cdot \frac{l}{2}}{l}$$

$$R_B = \frac{3961,73 \cdot 0,3 \cdot \frac{l}{2}}{0,65} = 594,26$$
 [N]

$$R_A = q \cdot a - R_B$$

$$R_A = 3961,73 \cdot 0,3 - 594,26$$

$$R_A = 594,259 \text{ [N]}$$

→ výsledné reakce:

$$\mathbf{R_A = 594,26 \text{ [N]} \rightarrow \text{reakce pro výpočet dorazu}}$$

$$\mathbf{R_B = 594,26 \text{ [N]} \rightarrow \text{reakce pro výpočet pantů}}$$

→ vnitřní účinky:

$$\text{Pole I } x \in \left\langle 0, \frac{1}{2} - \frac{a}{2} \right\rangle$$

$$T(x) = R_A$$

$$T(0) = R_A$$

$$T(a) = R_A$$

$$\mathbf{T(a) = T(0) = R_A = 594,26 \text{ [N]}}$$

$$M(x) = R_A \cdot x$$

$$\mathbf{M(0) = R_A \cdot 0 = 0 \text{ [Nm]}}$$

$$M\left(\frac{1}{2} - \frac{a}{2}\right) = R_A \cdot \left(\frac{1}{2} - \frac{a}{2}\right)$$

$$\mathbf{M\left(\frac{1}{2} - \frac{a}{2}\right) = 594,26 \cdot \left(\frac{0,65}{2} - \frac{0,3}{2}\right) = 104 \text{ [Nm]}}$$

$$\text{Pole II } x \in \left\langle \frac{1}{2} - \frac{a}{2}, \frac{1}{2} + \frac{a}{2} \right\rangle$$

$$T(x) = R_A - q \cdot \left(x - \left(\frac{1}{2} - \frac{a}{2}\right)\right)$$

$$T\left(\frac{1}{2} - \frac{a}{2}\right) = R_A - q \cdot \left(\left(\frac{1}{2} - \frac{a}{2}\right) - \left(\frac{1}{2} - \frac{a}{2}\right)\right) = R_A - 0 = \mathbf{594,26 \text{ [N]}}$$

$$T\left(\frac{1}{2} + \frac{a}{2}\right) = R_A - q \cdot \left(\left(\frac{1}{2} + \frac{a}{2}\right) - \left(\frac{1}{2} - \frac{a}{2}\right)\right)$$

$$T\left(\frac{1}{2} + \frac{a}{2}\right) = 594,26 - 3961,73 \cdot \left(\left(\frac{0,65}{2} + \frac{0,3}{2}\right) - \left(\frac{0,65}{2} - \frac{0,3}{2}\right)\right)$$

$$\mathbf{T\left(\frac{1}{2} + \frac{a}{2}\right) = -594,26 \text{ [N]}}$$

$$M(x) = R_A \cdot x - q \cdot \frac{(x - a)^2}{2}$$

$$M\left(\frac{1}{2} - \frac{a}{2}\right) = R_A \cdot \left(\frac{1}{2} - \frac{a}{2}\right) - q \cdot \frac{\left(\left(\frac{1}{2} - \frac{a}{2}\right) - \left(\frac{1}{2} - \frac{a}{2}\right)\right)^2}{2}$$

$$M\left(\frac{l}{2} - \frac{a}{2}\right) = 594,26 \cdot \left(\frac{0,65}{2} - \frac{0,3}{2}\right) - 3961,73 \cdot \frac{\left(\left(\frac{0,65}{2} - \frac{0,3}{2}\right) - \left(\frac{0,65}{2} - \frac{0,3}{2}\right)\right)^2}{2}$$
$$M\left(\frac{l}{2} - \frac{a}{2}\right) = 594,26 \cdot \left(\frac{0,65}{2} - \frac{0,3}{2}\right) - 0$$
$$\mathbf{M\left(\frac{l}{2} - \frac{a}{2}\right) = 104 \text{ [Nm]}}$$

$$M\left(\frac{l}{2} + \frac{a}{2}\right) = R_A \cdot \left(\frac{l}{2} + \frac{a}{2}\right) - q \cdot \frac{\left(\left(\frac{l}{2} + \frac{a}{2}\right) - \left(\frac{l}{2} - \frac{a}{2}\right)\right)^2}{2}$$
$$M\left(\frac{l}{2} + \frac{a}{2}\right) = 594,26 \cdot \left(\frac{0,65}{2} + \frac{0,3}{2}\right) - 3961,73 \cdot \frac{\left(\left(\frac{0,65}{2} + \frac{0,3}{2}\right) - \left(\frac{0,65}{2} - \frac{0,3}{2}\right)\right)^2}{2}$$
$$\mathbf{M\left(\frac{l}{2} + \frac{a}{2}\right) = 104 \text{ [Nm]}}$$

→ Maximální ohybový moment

$$M\left(\frac{l}{2}\right) = 594,26 \cdot \left(\frac{0,65}{2}\right) - 3961,73 \cdot \frac{\left(\left(\frac{0,65}{2}\right) - \left(\frac{0,65}{2} - \frac{0,3}{2}\right)\right)^2}{2}$$
$$\mathbf{M\left(\frac{l}{2}\right) = 148,565 \text{ [Nm]} = 148\,565 \text{ [Nmm]}}$$

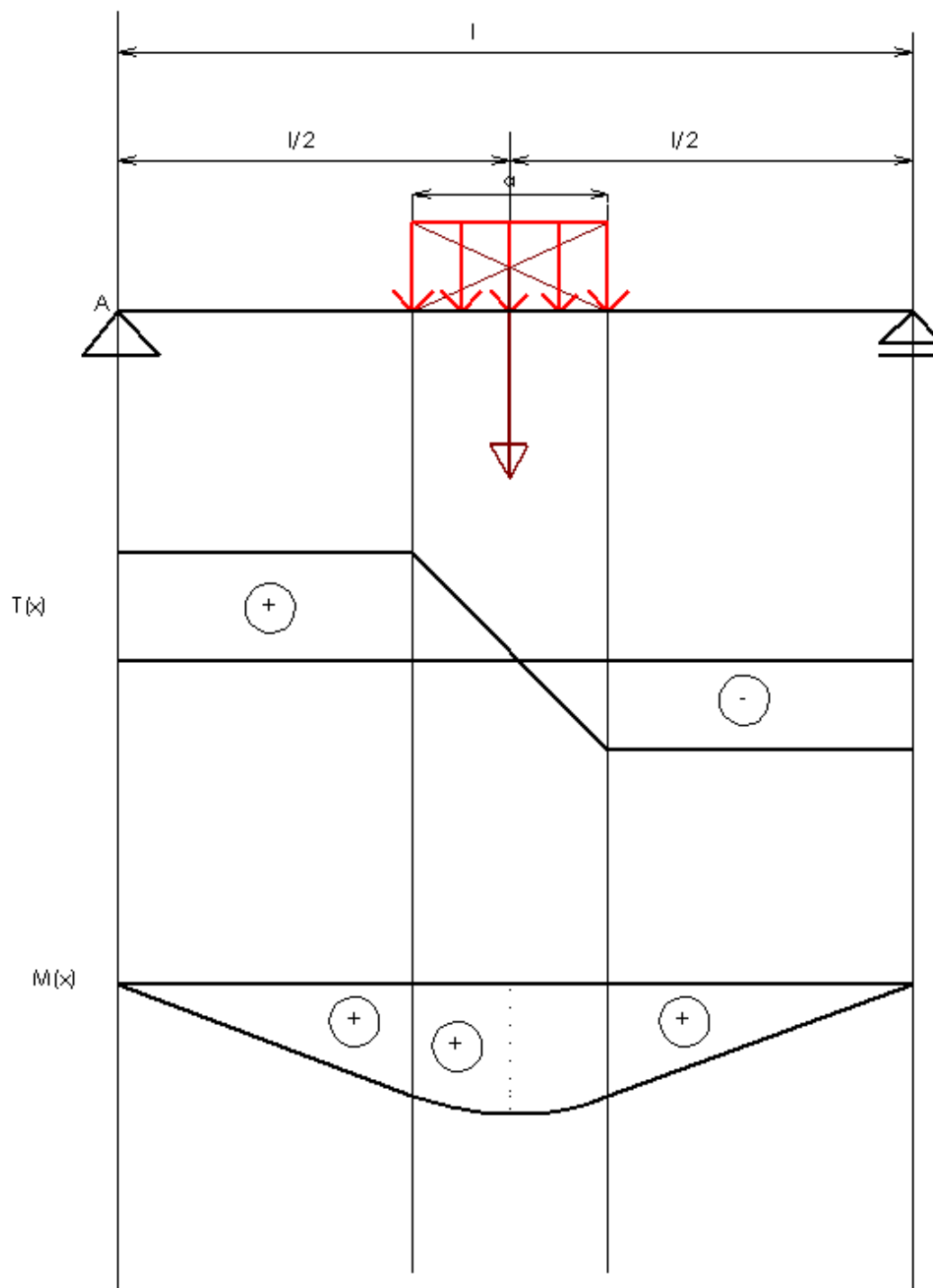
→ dimenzování

$$\sigma_o = \frac{M_{o\max}}{W_o} \leq \sigma_D$$
$$\sigma_o = \frac{148\,565}{5098} \leq \sigma_D$$
$$\sigma_o = 20,14 \text{ MPa}$$

- Výsledný koeficient bezpečnosti

$$s = \frac{R_e}{\sigma_o} = \frac{235}{20,14}$$
$$\mathbf{s = 11,67 [-]}$$

Vypočtený koeficient bezpečnosti plně vyhovuje stanoveným požadavkům. Vzhledem k vysokému koeficientu bezpečnosti není nutné počítat i svarové housenky.



Obrázek 34: Průběh $T(x)$ a $M(x)$

6.2.6 Namáhání pantů a dorazu – dimenzování

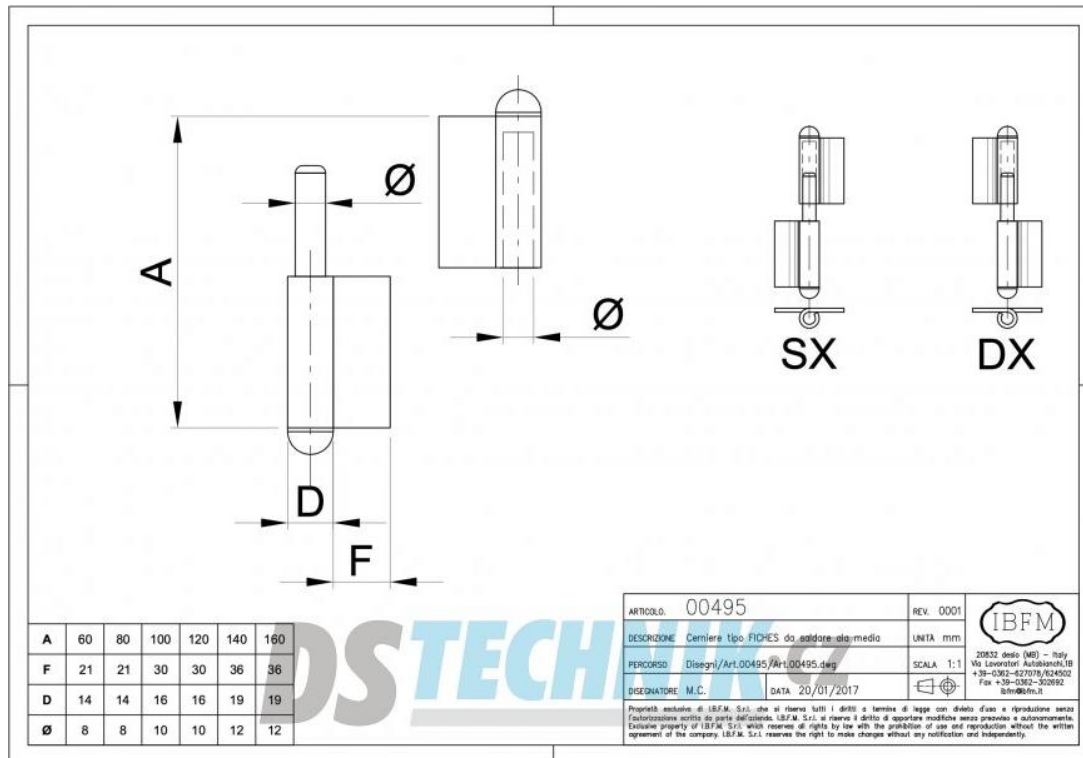
6.2.6.1 Panty

Vstupní hodnoty:

Střihové namáhání od síly $R_B = 594,26$ [N]

Jakost S235JR $\rightarrow R_e = 235$ [MPa] $\rightarrow \tau_D = 0,6 \cdot R_e = 141$ [MPa]

Koeficient bezpečnosti $s = 5$ [-]



Obrázek 35: Pant od DSTechnik

→ Výpočet napětí

$$\tau_s = \frac{F}{S} \leq \tau_D$$

$$\tau_s = \frac{R_B \cdot 4}{\pi \cdot d^2} \leq \tau_D$$

→ Hledaný průměr osičky

$$d = \sqrt{\frac{R_B \cdot 4 \cdot s}{\pi \cdot \tau_D}}$$

$$d = \sqrt{\frac{594,26 \cdot 4 \cdot 5}{\pi \cdot 141}}$$

$$d_{\min} = 5,18 \text{ [mm]}$$

Dle výsledku z obr. 20 byla vybrána možnost ve třetím sloupci.

$$A = 80$$

$$F = 21$$

$$D = 14$$

$$\emptyset = 8$$

→ Výsledný koeficient bezpečnosti

$$\begin{aligned}\tau_s &= \frac{F}{S} \leq \tau_D \\ \tau_s &= \frac{R_B \cdot 4}{\pi \cdot d^2} \leq \tau_D \\ \tau_s &= \frac{594,26 \cdot 4}{\pi \cdot 8^2} = 11,82 \text{ [MPa]} \\ s &= \frac{\tau_D}{\tau_s} = \frac{141}{11,82} = 11,93 [-]\end{aligned}$$

Výsledek bezpečnosti je pro jeden pant, z důvodu stability je nutné použít dva panty.

Výpočet svarů: [30]

Vstupní parametry:

Jakost materiálu S235JR → $R_e = 235$ [MPa]

Koeficient bezpečnosti $s = 5$ [-]

Stříhové namáhání od síly $R_B = 594,26$ [N]

Ohybové namáhání od momentu $M_{\text{omax}} = 148\,565$ [Nmm]

Svar koutový → $a_1 = 2,5$ [mm]; $h_1 = 160$ [mm]; $a_2 = 2,5$ [mm]; $h_2 = 60$ [mm]

→ Kombinované namáhání

$$\begin{aligned}\tau_v &= \sqrt{\tau_o^2 + \tau_s^2} = \sqrt{\left(\frac{M_{\text{omax}}}{\left(\frac{1}{6} \cdot a_1 \cdot h_1^2\right) + \left(\frac{1}{6} \cdot h_2 \cdot a_2^2\right)}\right)^2 + \left(\frac{R_B}{a_1 \cdot h_1 + a_2 \cdot h_2}\right)^2} \\ \tau_v &= \sqrt{\left(\frac{148\,565}{\left(\frac{1}{6} \cdot 2 \cdot 160^2\right) + \left(\frac{1}{6} \cdot 40 \cdot 2^2\right)}\right)^2 + \left(\frac{594,26}{2 \cdot 160 + 40 \cdot 2}\right)^2} \\ \tau_v &= 17,42 \text{ [MPa]}\end{aligned}$$

→ Výsledná bezpečnost

$$s = \frac{R_e}{\tau_v} = \frac{235}{17,42} = 13,49 [-]$$

Výsledná bezpečnost vyhovuje požadavkům.

6.2.6.2 Doraz

Vstupní hodnoty:

Střihové namáhání od síly $R_A = 594,26$ [N]

Jakost S235JR $\rightarrow R_e = 235$ [MPa] $\rightarrow \tau_D = 0,6 \cdot R_e = 141$ [MPa]

Koeficient bezpečnosti $s = 5$ [-]

Doraz $\rightarrow a = 5$ [mm]; $b = 950$ [mm]; $c = 60$ [mm]

Ohybové namáhání od momentu $M_{\text{omax}} = 148\,565$ [Nmm]

→ Výpočet napětí – smyk

$$\tau_s = \frac{F}{S} \leq \tau_D$$
$$\tau_s = \frac{R_A}{a \cdot b} \leq \tau_D$$
$$\tau_s = \frac{594,26}{5 \cdot 950} = 0,125 \text{ [MPa]}$$

$$s = \frac{\tau_D}{\tau_s} = \frac{141}{0,125} = 1128 \text{ [-]}$$

→ Výpočet namáhání – ohyb

$$\sigma_o = \frac{M_{\text{omax}}}{W_o} \leq \sigma_D$$
$$\sigma_o = \frac{M_{\text{omax}} \cdot 6}{a^2 \cdot b} \leq \sigma_D$$
$$\sigma_o = \frac{148\,565 \cdot 6}{5^2 \cdot 950} = 37,53 \text{ [MPa]}$$

$$s = \frac{R_e}{\sigma_o} = \frac{235}{37,53} = 6,26 \text{ [-]}$$

Výsledný koeficient bezpečnosti plně vyhovuje stanoveným požadavkům.

Výpočet svarů:

Vstupní parametry:

Jakost materiálu S235JR $\rightarrow R_e = 235$ [MPa]

Koeficient bezpečnosti $s = 5$ [-]

Střihové namáhání od síly $R_B = 594,26$ [N]

Ohybové namáhání od momentu $M_{\text{omax}} = 148\,565$ [Nmm]

Svar koutový $\rightarrow a = 2$ [mm]; $h = ?$ [mm]

→ Výpočet nutné velikosti h z ohybu

$$\tau_o = \frac{M_{omax}}{W_o} = \frac{M_{omax}}{\frac{1}{6} \cdot h^2 \cdot a}$$

$$h = \frac{6 \cdot M_{omax} \cdot s}{a \cdot R_e}$$

$$h = \sqrt{\frac{6 \cdot 148\,565 \cdot 5}{2 \cdot 235}} = 97,4 \text{ [mm]} \rightarrow 100 \text{ [mm]}$$

Celková délka svaru činí 100 [mm], přičemž se jedná o přerušovaný svar.

→ Kontrola – kombinované namáhání

$$\tau_v = \sqrt{\tau_o^2 + \tau_s^2} = \sqrt{\left(\frac{M_{omax}}{\left(\frac{1}{6} \cdot a \cdot h^2\right)}\right)^2 + \left(\frac{R_A}{a \cdot h}\right)^2}$$

$$\tau_v = \sqrt{\left(\frac{148\,565}{\left(\frac{1}{6} \cdot 2 \cdot 100^2\right)}\right)^2 + \left(\frac{594,26}{2 \cdot 100}\right)^2}$$
$$\tau_v = 44,67 \text{ [MPa]}$$

→ Výsledná bezpečnost

$$s = \frac{R_e}{\tau_v} = \frac{235}{44,67} = 5,261 \text{ [-]}$$

Výsledná bezpečnost je vyhovující požadavkům.

6.2.7 Namáhání lůžek pro vidle

Vstupní parametry:

Jakost materiálu S235JR → $R_e = 235$ [MPa]

Koeficient bezpečnosti $s = 5$ [-]

Zatížení → maximální nosnost 450 kg + vlastní váha plošiny 180 kg → 450 + 180 = 630 kg
→ zatěžující síla → 630 · 9,81 = **6180,3 N**

Rozměry lůžek → $a = 8$ [mm]; $b = 200$ [mm]

→ Tahové namáhání

$$\sigma_t = \frac{F}{S} \leq \sigma_D$$

$$\sigma_t = \frac{F}{2 \cdot a \cdot b} \leq \sigma_D$$
$$\sigma_t = \frac{6180,3}{2 \cdot 8 \cdot 200}$$
$$\sigma_t = 1,93 [-]$$

→ Výsledná bezpečnost

$$s = \frac{R_e}{\sigma_t} = \frac{235}{1,93} = 121,76 [-]$$

6.2.7.1 Výpočet svarů [30]

Jakost materiálu S235JR → $R_e = 235$ [MPa]

Koeficient bezpečnosti $s = 5$ [-]

Zatížení → maximální nosnost 450 kg + vlastní váha plošiny 180 kg → $450 + 180 = 630$ kg
→ zatěžující síla → $630 \cdot 9,81 = \mathbf{6180,3\ N}$

Rozměry lůžek → $a = 2$ [mm]; $h = ?$

→ Svary namáhané pouze stříhem

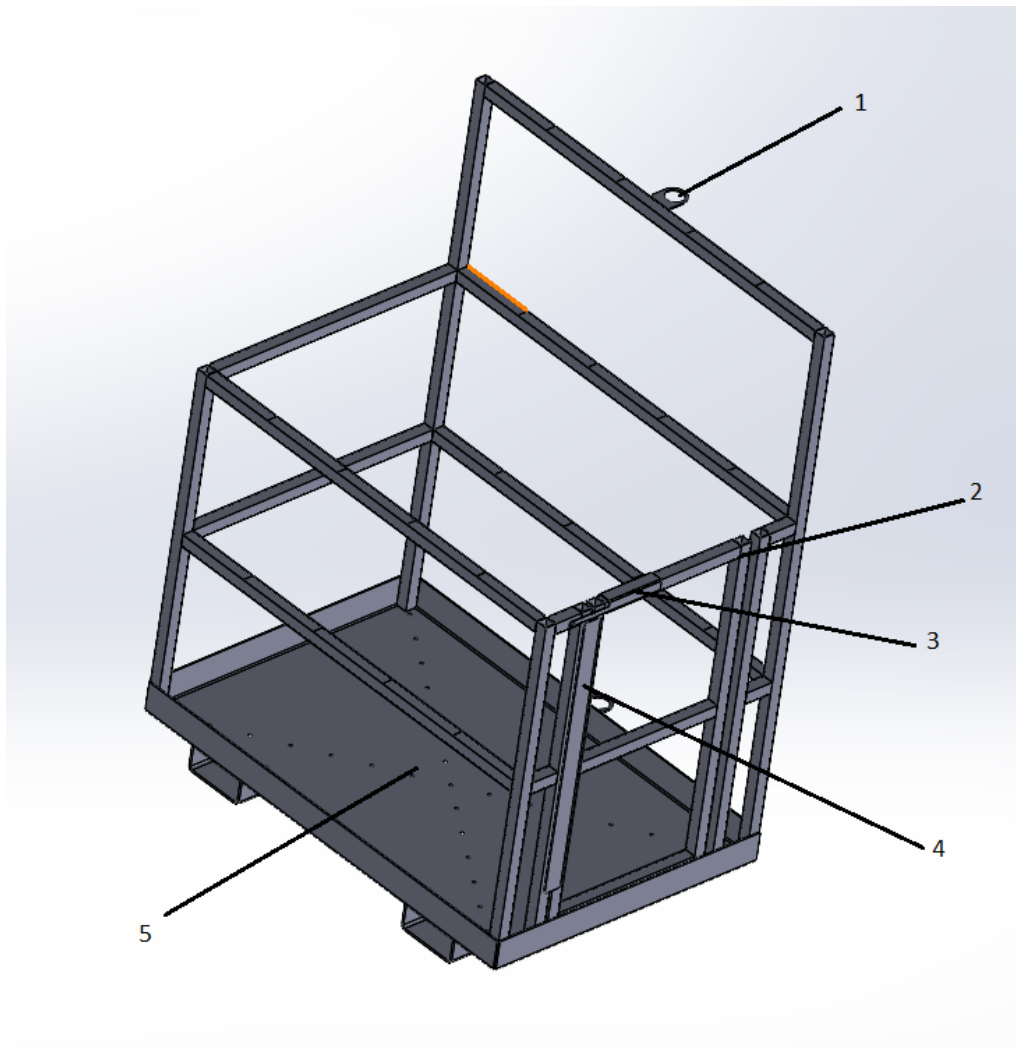
$$\tau_s = \frac{F}{S} \leq \tau_D$$
$$\tau_s = \frac{F}{a \cdot h} \leq \tau_D$$
$$h = \frac{F \cdot s}{a \cdot R_e}$$
$$h = \frac{6180,3 \cdot 5}{2 \cdot 235} = 65,75 \text{ [mm]}$$

Na dvě lůžka platí minimální délka svaru, která činí 65,75 [mm] → jedná se o přerušovaný svar s celkovou délkou 100 [mm], výsledná bezpečnost poté vychází takto:

$$\tau_s = \frac{F}{a \cdot h} = \frac{6180,3}{2 \cdot 100} = 30,9 \text{ [MPa]}$$
$$s = \frac{R_e}{\tau_s} = \frac{235}{30,9} = 7,61 [-]$$

Výsledná bezpečnost plně vyhovuje požadovaným hodnotám.

7 Finální konstrukční návrh



Obrázek 36: Finální konstrukční návrh

Změny oproti hrubému konstrukčnímu návrhu:

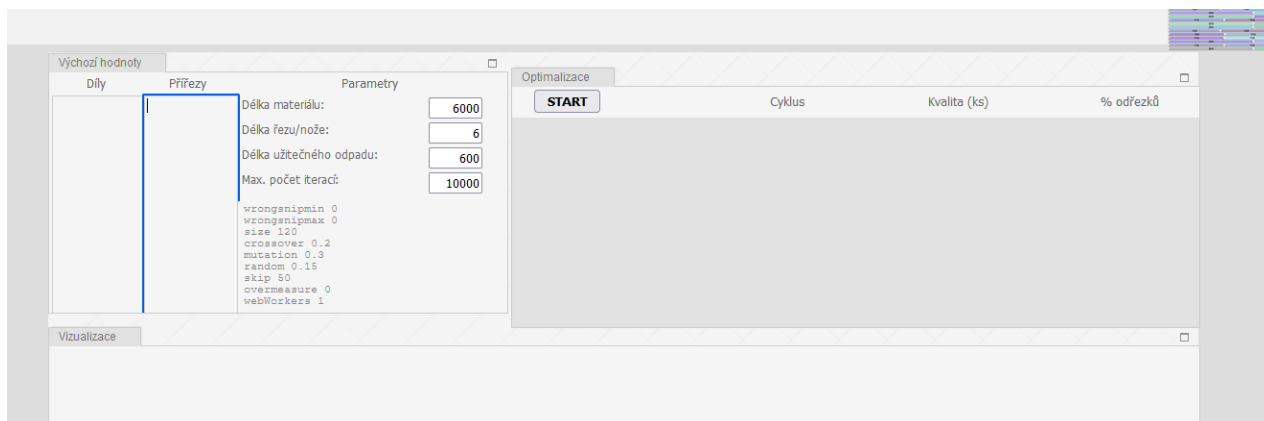
1. Úchyty na řetěz sloužící k připevnění k vysokozdvížnému vozíku, při skladování se řetěz zahákne za obě oka, čímž dojde k jeho bezpečnému skladování.
2. Menší šířka dveří, která primárně slouží ke zvýšení tuhosti celé plošiny a taktéž k možnosti použití jednoduchého mechanismu zajišťování dveří proti nechtěnému otevření (viz číslo 3).
3. Mechanismus proti nechtěnému otevření dveří, který se skládá z ohnutého tvarového plechu, který rotuje okolo čepu tvořeného závitovou tyčí a dvěma matkami, tedy jednoduché a spolehlivé řešení proti nechtěnému otevření dveří.
4. Dorazy na dveře byly vyměněny za jeden podlouhlý doraz se zaoblenými rohy, který zabraňuje zachytávání oblečení obsluhy za doraz.
5. Díry v slzičkovém plechu zajišťují odvod vody, díky čemuž se plošina po dešti dříve stane použitelnou, v případě vysoké těsnosti slzičkového plechu by nedocházelo k odvodu vody, čímž by se zvyšovalo riziko koroze a protiskluzová podlaha by klouzala do doby, než by zcela vyschla.
6. V lůžkách pro vidle je navařená matka M16 pro plné zajištění posuvu vůči vozíku.

8 Zbýlé fáze výroby

8.1 Výrobní fáze

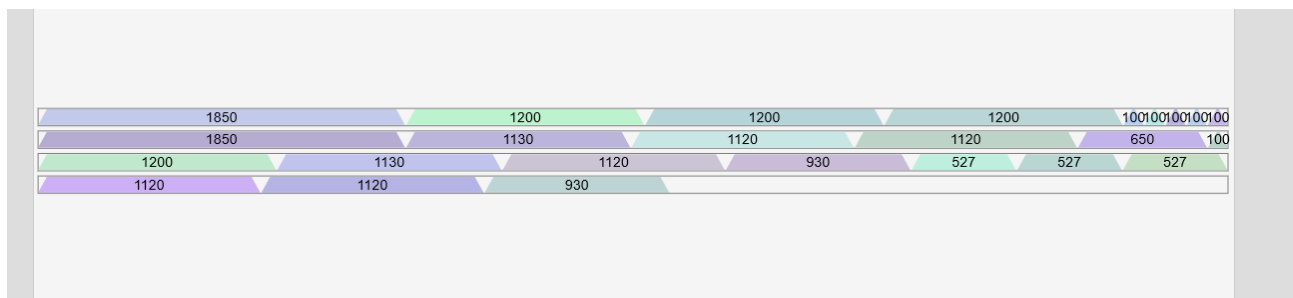
8.1.1 Nářezový plán

Nářezový plán pro výpočet požadovaného množství polotovaru, tj. počet šestimetrových trubek čtvercového průřezu. Na skladě firmy se žádné přířezy nenachází, takže se předpokládá, že bude potřeba použít pouze šestimetrové kusy. K tomuto účelu byl využit online program 1D optimalizace řezání lineárního materiálu [31].



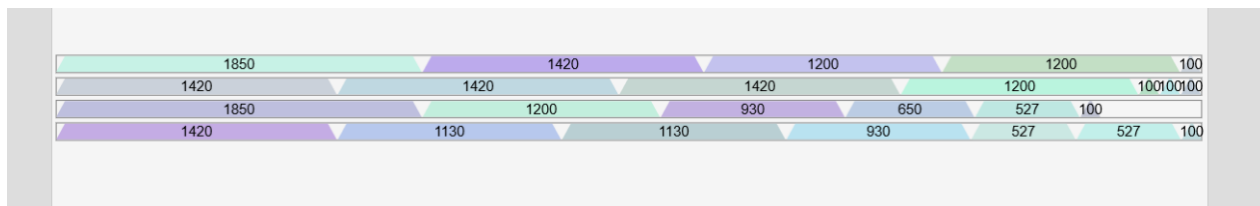
Obrázek 37: Okno pro vyplnění 1D řezání [31]

Díly je nutné vypsát jednotlivě z kusovníku, nelze násobit počtem kusů. Přířezy na skladě nejsou dostupné, čímž toto okno zůstane prázdné. Délku základního materiálu lze zkrátit, např. na 5800 mm s předpokladem, že mohou být konce základního materiálu deformované a tím nevyužitelné.



Obrázek 38: Nářezový plán pro 6m [31]

Při předpokladu nezdeformovaných konců polotovarů činí potřebný počet 4.



Obrázek 39: Nářezový plán při 5,8 [31]

Při předpokladu zdeformovaných konců trubek je stále počet trubek roven 4. Je tedy jisté, že čtyři trubky budou na výrobu plošiny dostatečné.

8.1.2 Povrchová úprava

Vhodné řešení povrchové úpravy se nabízí pozinkování, avšak z důvodu povahy konstrukce je nutné plošinu natřít výraznou barvou. Nejdříve je nutné plošinu pískovat, následně natřít základem a poté použít výraznou barvu. Vhodná barva pro konstrukci je signálně žlutá – RAL 1003, viz obrázek 40.



Obrázek 40: RAL 1003

8.1.3 Svařovací metoda

Trubky čtvercového profilu jsou z materiálu S235JR, který je dle specifikací zaručeně svařitelný. Plošina bude svařena technologií MAG.

8.2 Provozní fáze

Pro obsluhu je důležité se před zahájením provozu seznámit s návodem k obsluze. Návod k obsluze obsahuje technické parametry produktu, technický popis, bezpečnostní zásady a opatření, způsob a dovozené možnosti použití a taktéž informace o údržbě, která se musí provádět pravidelně ve stanovených intervalech a zaznamenat do provozního deníku.

Výňatky z návodu k obsluze:

Na obrázku 41 je uveden přehled zbytkových rizik plošiny z manuálu.

Popis rizika	Popis řešení – potřebná opatření
Možný pád (převrácení) plošiny při nevhodném odložení – může způsobit poranění dolních končetin obsluhovateli nebo osobou, nacházející se v blízkosti.	Upozornění na nutnost bezpečného zajištění plošiny proti překlopení při jejím odložení na tuhou vodorovnou podlahu
Nebezpečí zranění elektrických proudem	Vydán zákaz práce v ochranném pásmu vysokého napětí a v blízkosti nízkého napětí
Nebezpečí uvolnění a pádu plošiny nasazené na nevhodné vidlice vysokozdvížného vozíku nebo pokud není lůžko na vidlici zajištěno	Upozornění na nutnost nasazovat plošinu výhradně na nepoškozené vidlice vysokozdvížného vozíku o odpovídající nosnosti a nutnosti zajištění proti vysunutí plošiny z vidlic
Nebezpečí poranění prstů horních končetin obsluhovatele o stěnu obsluhovaného objektu v případě přidržování se za prvky konstrukce plošiny při jejím pohybu	Upozornění na nutnost přidržovat se za tomu určená madla zábradlí plošiny a při poloze plošiny nad 3 m se musí jistit za kotevní místa
Nebezpečí pádu pracovního prostředku nebo jiného předmětu nevhodně uloženého na plošinu – při prudším pohybu plošiny nebo při odrazu od stěny objektu, příp. při nárazu na místní výstupek okolních konstrukcí	Upozornění na nutnost plynulého pohybu plošiny bez rázů.

Obrázek 41: Přehled zbytkových rizik – návod k obsluze

Na obrázku 42 jsou uvedeny zakázané činnosti s plošinou při jejím užití z manuálu k obsluze.

3.2 Zakázané činnosti



- Nesmí se překročit maximální počet lidí a maximální dovolená nosnost manipulační plošiny
- Nesmí se zvedat plošina v případě, že není dostatečně zajištěná k vozíku
- Nesmí s obsluhovatelem řidič vysokozdvížného vozíku pojezdět mezi pracovními stanovišti
- Nesmí se vystrkovat končetiny či jiné části těla mimo vnější obrys plošiny
- Při pohybu plošiny je nutné, aby se obsluha držela madel zábradlí
- Nesmí se s plošinou hýbat rázovým způsobem
- Při užívání plošiny je zakázáno nahýbat vidlicemi vysokozdvížného vozíku
- Nesmí se pracovat v oblastech vysokého a nízkého napětí bez předešlého vypnutí
- Dokud není správně zajištěna poloha pojistným řetězem, obsluha ani jiná osoba nesmí vstupovat na manipulační plošinu
- Je přísně zakázáno, aby obsluhvatel či řidič vysokozdvížného vozíku byli pod vlivem alkoholických či jiných látek ovlivňujícího charakteru

Obrázek 42: Zakázané činnosti – návod k obsluze

8.3 Likvidační fáze

Po skončení provozní fáze výrobku přichází likvidace, která zajistí opětovnou využitelnost použitých materiálů. Plošina je z 99 % recyklovatelná. 1 % nerecyklovatelnosti je vztaženo k nátěrům a použitým mazivům v pantech dveří manipulační plošiny.

9 Závěr

Plošina splňuje stanovené požadavky dle příslušných norem, splňuje i bezpečnostní požadavky pevnostního rázu. Řešení plošiny je pojato univerzálně, nejedná se o jednoúčelový produkt. S plošinou se nesmí na vozíku pojíždět, je-li na ní přítomna obsluha. Konstrukce plošiny zachovala požadovanou konstrukční a výrobní jednoduchost, přičemž náklady na výrobu a polotovary nejsou vysoké. Návrh plošiny a celého řešení splnil účel a zamezil dalšímu zpoždění výroby firmy z důvodu nedostupnosti jeřábu při jeho zaseknutí. Je důležité, aby firma postupovala dle přiloženého manuálu a také pravidelně ve stanovených intervalech prováděla předepsané zkoušky.

10 Seznam použitých zdrojů

- [1] VALA, M. *Teorie a konstrukce silničních vozidel I*. Univerzita Pardubice, Pardubice, 2003
- [2] VLK, F. *Stavba motorových vozidel*. Brno: Vlk, 2005
- [3] ŘAŠA, J., ŠVERCL, J.: *Strojnické tabulky*. Scientia, Praha, 2004
- [4] SHIGLLEY, J., E., MISCHKE, C., R., BUDYNAS, R., G. *Konstruování strojních součástí*. VUT v Brně, Brno, 2010
- [5] SH Weld s.r.o. » Výroba svařovaných konstrukcí a strojů . *SH Weld s.r.o. » Výroba svařovaných konstrukcí a strojů* [online]. Copyright © 2014 SH Weld s.r.o. [cit. 14.04.2022]. Dostupné z: <http://www.shweld.cz/>
- [6] *Prodej použitých strojů – strojní a průmyslové vybavení – Exapro* [online]. Copyright ©2004 [cit. 14.04.2022]. Dostupné z: <https://www.exapro.cz/ermak-cnc-hap-4100-x-400-p90616002/>
- [7] PEGAS 100 PLASMA + hořák + zemnicí kabel. *Svářečky-obchod.cz – prodej svářeček, strojů a vybavení* [online]. Copyright © 2008 [cit. 14.04.2022]. Dostupné z: https://www.svarecky-obchod.cz/plazmove-rezacky/5126-pegas-100-plasma-horak-zemnici-kabel.htm?gclid=Cj0KCQiAmfmABhCHARIsACwPRAD7gKB_hllJ8LghggmE91tOH7zbuZQlygrPWY4OtC5N8usx8Kx9uc0aAhMWEALw_wcB
- [8] *Svářečky-obchod.cz – prodej svářeček, strojů a vybavení* [online]. Copyright © [cit. 14.04.2022]. Dostupné z: <https://www.svarecky-obchod.cz/dokumenty/PEGAS-200-AC-DC-Pulse-Smart-navod-CZ.pdf>
- [9] VRTAČKA RADIÁLNÍ VR4 | Repoz. *Prodej použitých obráběcích strojů i výkup | Repoz* [online]. Dostupné z: <https://repoz.cz/vrtacka-radialni-vr4>
- [10] Bomar ProfiCut 275.230 DG | FIPAS pily na kov . *Pilové pásy a pásové pily na kov PILOUS, BOMAR / FIPAS* [online]. Copyright © 2022, FIPAS [cit. 14.04.2022]. Dostupné z: <https://www.fipas.cz/bomar-proficut-275230-dg>
- [11] ESAB Origo Mig C420w PRO + hořák PSF 410w. *PLETIVA, NÁŘADÍ, PLOTY PLZEŇ, MOTOROVÉ PILY* [online]. Copyright © [cit. 14.04.2022]. Dostupné z: <https://www.iploty.cz/svarecky-mig--mag/origo-mig-c420w-pro--horak-psf-410w/>
- [12] ESAB Origo Mig C420w PRO od 100 529 Kč – Heureka.cz. *Svářečky – Heureka.cz* [online]. Copyright © 2007 [cit. 14.04.2022]. Dostupné z: <https://svarecky.heureka.cz/esab-origo-mig-c420w-pro/#prehled/>
- [13] PEGAS 200 AC/DC Pulse Smart SET | Svářečky-obchod.cz. *Svářečky-obchod.cz – prodej svářeček, strojů a vybavení* [online]. Copyright © 2008 [cit. 14.04.2022]. Dostupné z: <https://www.svarecky-obchod.cz/inventory/inventory-mma-tig-ac-dc/9304-pegas-200-ac-dc-pulse-smart-set.htm>

- [14] Sládková, Z. 2021: *Návrh nového výrobního systému ve společnosti SH Weld s.r.o.* Plzeň: ZČU fakulta strojní. Publikovaná diplomová práce [online]. [cit. 14.04.2022]. Dostupné z: <https://www.arup.cas.cz/wp-content/uploads/2010/10/AR-citace.pdf>
- [15] DEMAG EVKE. *Object moved* [online]. Copyright © 2022 Copyright [cit. 14.04.2022]. Dostupné z: <https://microstep.com/de/Zubehoer/Hebetechnik/DEMAG-EVKE/Technische-Daten>
- [16] Hyster H4.0FT6 : MANIMAT. *Servis a prodej manipulační a skladové techniky Brno : MANIMAT* [online]. Copyright ©2021 Manimat Moravia. All right reserved. [cit. 14.04.2022]. Dostupné z: <https://www.manimat.cz/hyster-h4-0ft6~p26>
- [17] Hyster H4.0FT 6 2011 – 2021 specifikace, technické údaje | LECTURA Specs. [online]. Copyright © 1984 [cit. 14.04.2022]. Dostupné z: <https://www.lectura-specs.cz/cz/model/vysokozdvizne-voziky/celni-vysokozdvizne-lpg-voziky-hyster/h4-0ft-6-1143423>
- [18] Montážní plošina W-2 1000 x 1000 mm – doprava ZDARMA. *Stavební zařízení, příslušenství pro jeřáby, badie na beton, paletové vidle – StaveZa* [online]. Copyright © 2015 ProfiTech CZ, s.r.o. [cit. 13.10.2021]. Dostupné z: <https://www.staveza.cz/pracovni-klece-a-kose/335-montazni-plosina-w-2-1000-x-1000-mm.html>
- [19] Montážní plošina přídatné zařízení VZV – dvaptaci.cz – prodej a servis manipulační techniky. *dvaptaci.cz – dvaptaci.cz – prodej a servis manipulační techniky* [online]. Copyright © 2005 [cit. 13.10.2021]. Dostupné z: <https://www.dvaptaci.cz/pridavna-zarizeni-vysokozdvizne-voziky/montazni-plosina-kos-vzv/p7226>
- [20] Závěsná pracovní klec RAK-KR1. *STAVO-SHOP | Prodej stavební techniky, BOSCARO* [online]. Copyright © 2021, STAVO [cit. 13.10.2021]. Dostupné z: <https://www.stavo-shop.cz/zavesna-pracovni-klec-rak-kr>
- [21] zakonyprolidi_cs_2001_378_v20030101. *Zákony pro lidi – Sběrka zákonů ČR v aktuálním konsolidovaném znění* [online]. Copyright © [cit. 02.11.2021]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/print/cs/2001-378/zneni-20030101.htm?sil=1>
- [22] ČSN 26 9030. *Manipulační jednotky – Zásady pro tvorbu, bezpečnou manipulaci a skladování*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2016. Třídící znak 269030. [cit. 02.11.2021]
- [23] ČSN EN ISO 14122-3. *Bezpečnost strojních zařízení – Trvalé prostředky přístupu ke strojním zařízením – Část 3: Schodiště, žebříková schodiště a ochranná zábradlí*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2017. Třídící znak 833280. [cit. 02.11.2021]
- [24] Hosnedl, S. 2019: *Hodnocení PRODUCT-DESIGN “konstrukční“ konkurenceschopnosti alternativ orgánové struktury*. Plzeň: ZČU fakulta strojní. Nepublikováno. [cit. 15.11.2021].
- [25] Hosnedl, S. 2020: *Predikce, hodnocení a snížení rizikivosti se zaměřením na bezporuchovost – FMEA v celém životním cyklu*. Plzeň: ZČU fakulta strojní. Nepublikováno. [cit. 15.11.2021].

- [26] Bolzano | Přehled vlastností oceli S235JR(dříve S235JRG2). *Bolzano | Úvod* [online]. Copyright © 2020 Bohdan Bolzano, s.r.o. [cit. 28.11.2021]. Dostupné z: <https://bbolzano.cz/cz/technicka-podpora/technicka-prirucka/tycove-oceli-uhlikove-konstrukcni-a-legovane/nelegovane-konstrukcni-oceli-podle-en-10025/prehled-vlastnosti-oceli-s235jrdrive-s235jrg2>
- [27] Bolzano | Přehled vlastností oceli S355JO. *Bolzano | Úvod* [online]. Copyright © 2020 Bohdan Bolzano, s.r.o. [cit. 28.11.2021]. Dostupné z: <https://bbolzano.cz/cz/technicka-podpora/technicka-prirucka/tycove-oceli-uhlikove-konstrukcni-a-legovane/nelegovane-konstrukcni-oceli-podle-en-10025/prehled-vlastnosti-oceli-s355jo>
- [28] *Katedra mechaniky – Fakulta aplikovaných věd (CTPVV) – Západočeská univerzita* [online]. Copyright © [cit. 03.01.2022]. Dostupné z: <https://www.kme.zcu.cz/kmet/pp/ohyb-a-napjatost/resene-priklady.pdf>
- [29] Lašová, V. 2011: *Inženýrské výpočty s využitím MKP pro bakaláře*. Plzeň: ZČU fakulta strojní. Nепublikováno.
- [30] Krátký, J. Krónerová, E.: *Spoje svary*. Plzeň: ZČU fakulta strojní. Nепublikováno.
- [31] Arkance Systems CZ/SK s.r.o. *ID-Nesting – optimalizace řezání lineárního materiálu*. [online]. Copyright © [cit. 15.02.2022]. Dostupné z: <https://www.cadforum.cz/cz/1dnest.asp>
- [32] Černoch, S. 1959: *Strojně technická příručka*. SNTL.

Seznam příloh

(přiloženo v deskách)

Analýzy

Hodnocení PRODUCT-DESIGN „konstrukční“ konkurenceschopnosti alternativ organové struktury pro navrhovaných technický produkt/systém Manipulační plošina pro vysokozdvizný vozík

Predikce, hodnocení a snížení rizikovosti se zaměřením na bezporuchovost – FMEA v celém životním cyklu pro technický produkt/systém Manipulační plošina pro vysokozdvizný vozík

Výkresová dokumentace

Plošina – SH 22086

P3 350x110 – SH 22087

P5 100x80 – SH 22088

P5 950x60 – SH 22089

P5 1700x1215 SLZA – SH 22090

P8 386x200 – SH 22091

TR 4HR 40x40x3-100 – SH 22092

Predikce, hodnocení a snížení rizikivosti

(rizikových událostí / situací - min. podle kritérií [ČSN EN 60812 2007])

***se zaměřením na bezporuchovost - FMEA
v celém životním cyklu**

Risk [Events/Situations] Riskeness Prediction, Evaluation and Reduction
for a Technical System (ie. a subjectivised general Technical System)

RiskPER-TS(s)

pro technický produkt / systém (TS):

Manipulační plošina pro VZV

Autor/autoři: Sládek Ladislav

**SW podpora a dokumentace predikce, hodnocení a snížení rizikivosti technického produktu (TS)
se zaměřením na bezporuchovost v celém život.cyklu (LC)**

(min. podle kritérií [ČSN EN 60812 2007] - v.HFF)

S. Hosnedl, T. Kalina, a J. Dvořák

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

2020, verze 1.2

Volně lze využívat pouze pro výukové účely a školní práce na ZČU v Plzni,

v ostatních případech kontaktujte, prosím, autora. © Hosnedl

Při využití uveďte v seznamu bibliografických citací inf.zdrojů ve své práci a v místech použití vložte odkazy.

Tato publikace neprošla redakční ani jazykovou úpravou

Stav řešení ke dni

22.03.2022

Predikce, hodnocení a snížení rizikovosti (PER) rizikových událostí / situací (R|E|S|)

***se zaměřením na bezporuchovost - FMEA**

Citací označení informačních zdrojů

Zaměření:	Objektový systém (ObjS) TS(s) *	- Bezporuchovost* hmotného technického systému *Pozor: nepřekládat "reliability" jako "spolehlivost" ve významu "pohotovost k funkci" a tedy jen v provozní etapě** LC TS(s)** ale jako** = Analysis techniques for system reliability (***) podrobně: failure safety (!!) - Procedure for Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)	
TS(s):	Manipulační plošina pro VZV	CSN EN 60812 - Technický analýza bezporuchovosti systému - Postup analýzy způsob, a dílů, poruch (**FMEA), Praha: +Česk7 normalizační institut, 2007 Hosned S. Systemové navrhování technických produktů KKS/ZKM, KKS, FST, ZČU, 2018+	[CSN-EN-ISO-12100 2011] [Hosned 2018]
Fáze řešení:	PREDIKCE R E S a jejich příčin a důsledků ve všech etapách** životního cyklu (LC) TS(s) !	HODNOCENÍ a SNÍŽENÍ RIZIKOVOSTI R E S	...

ARC strom analyzovaných nositelů (E)TS příčin CCs a rizikových událostí/situací R E S	Pro celý list	Meze a váhy :	Míry rizika (Ri) pro HODNOCENÍ stupně rizika / rizikovosti :	Urovňovací rizika / rizikovosti :	0% < AKCEPTOVATELNÉ	< AKCEPTOVATELNÉ po PROVĚŘENÍ	< NEAKCEPTOVATELNÉ >	Odkazy na inf. zdroje
			Váhy závažnosti (Sv) a pravděpodobnosti (Pr) R E S pro HODNOCENÍ kritičnosti rizika:	Stavované meze : [0% + 100%] (viz inf.zdroje vpravo)	0% + 100% 15% 15% 15% [0 + 18] 3 17% [0 + 10] 2 20% [0 + 100%] 15% 15%	[0% + 100%] 30% 30% [0 + 18] 5 28% [0 + 10] 3 30% [0% + 100%] 30% 30%	[0% + 100%] 100% 100% [0 + 18] 18 100% [0 + 10] 10 100% [0% + 100%] 100% 100%	[Hosned 2018] [CSN-EN-ISO-12100 2011] [CSN-EN-60812 2007] [Hosned 2018]

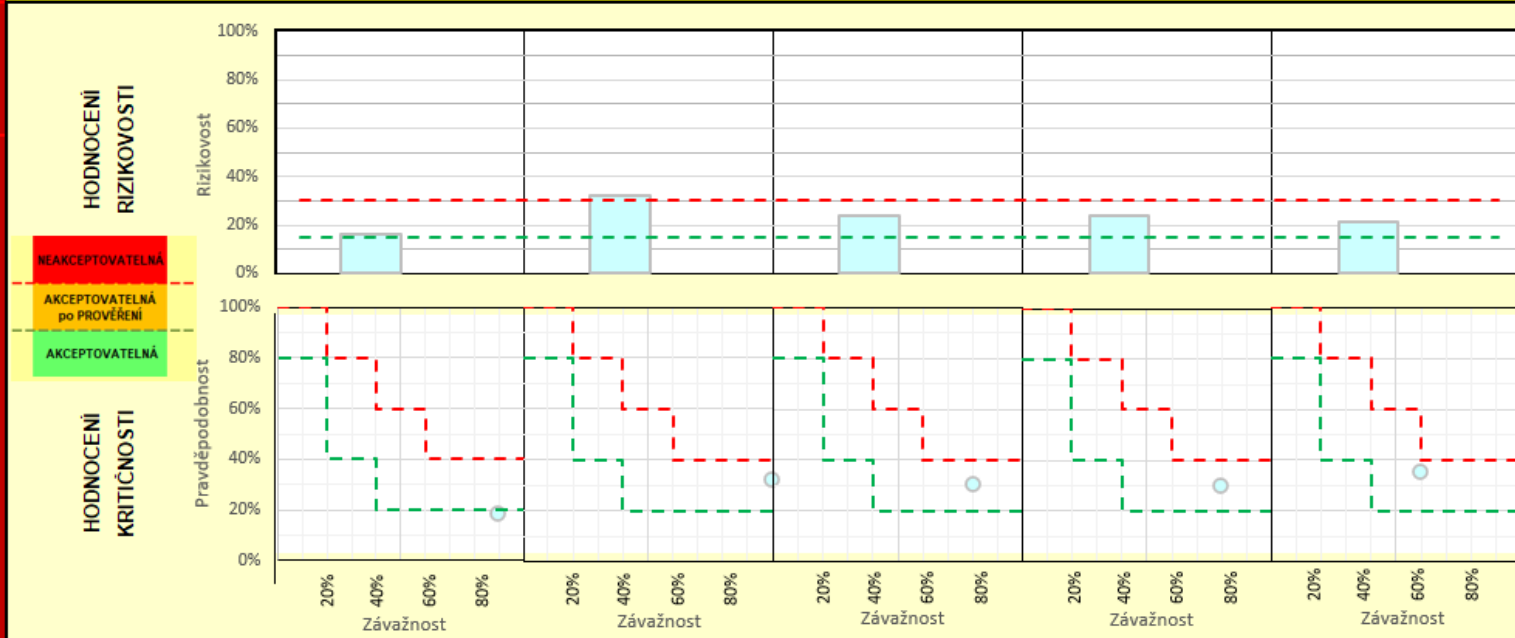
Prořadová čísla	Nositel R E S	Scénář R E S	Důsledky R E S	Opatření ke snížení R E S	Závažnost R E S Sv	Míra Sv	Pravděpodobnost R E S Pr	Míra Pr	Riziková R E S Ri	Míra Ri
1	Posuzovaný objektový systém / jeho subsystém TS / sTS (E)TS	Polenc. příčina(y) => R E S PCs	Místní důsledky R E S => R E S LCsq	Dopravenění a proved. logiz. zajištění opatření R E S RedM	Závažnost místních důsledků R E S Lsv	Závažnost konečných důsledků R E S Fsv	Čelnost výskytu R E S Oc	Čelnost výskytu R E S Pr	Délka výskytu R E S Dt	Míra rizika R E S Ri
2	Ve všech etapách LC TS(s)	Průběh et.LC = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100	V zónách** R E S Csq	HODNOCENÍ na příj. proved. =>	Míra místních důsledků (Míra celkového působení)	(Míra celkového působení)	(Pravděpodobnost nebezpečí E)S	(Míra nebezpečí) R E S Pr	(Míra nebezpečí) R E S Pr	(Míra rizika) R E S Ri
3	03	04	02	07	08	09	10	11	12	13

Zmínování znaku: S C R Typ RC
Pracovní pole sestavené z typových rizikových případů (RC) podle struktury řešené úlohy - výsledky řešení pro 1 až 10 RC ve vymezené pracovní ploše se zobrazují na Listu DIAGRAMY
- RC se SESTAVUJÍ ZKOPÍROVÁNÍM (řádek z "menu nebo z "převzaté, příp. již sest.části prac.pole) pod ***POSLEDNÍ VHDNÝ RC; - příp. NEPOTŘEBNÉ RC (pod****) NEMAŽTE, ale (kdykoliv v průběhu sestavování, vždy však na závěr!) PŘEKOPÍRUJTE řádkami PRAZDŇNÉHO RC (z * nebo pod ****)!
Menu typových rizikových případů (RC) : - jejich "menu výsledky" se v diagramech nezobrazují; - řádky s typovými rizikovými případy (mezi horní ▲ a spodní ▼ řádkou) mohou být po úsporu místa skryté

S - (sub)systém TS(s), nositel R|E|S|; C - predikovaná příčina predikované R|E|S|; R - predikovaná R|E|S| na uvažovaném nositeli S; SCR - zvl. RC pro predikovanou R|E|S|; SCR - RC s další predikovanou R|E|S| na S; SCR - RC s další příčinou C akt. predik. R|E|S|; SCCR - RC s příč. C a R|E|S| vylonými předch. R|E|S|

1.0	ObjS (nositel R E S) (1 ->)	1	CCs (pro R E S) (1 ->)	1	R E S (pro R E S) (1 ->)	1	CSq (pro R E S) (1 ->)	HODNOCENÍ RIZIKOVOSTI R E S R PRO VYCHOZÍ STAV	90%	R E S Pr:	18%	R E S Ri	16%	Poznámky
1	Prošná jako celek	1	Učel a konkr. abstrakce (s)TS	1	Konkr. příčina (s)TS	1	Konkr. důsledek (s)TS	Popis RedM	R E S Sv:	R E S Pr:	R E S Dt:	R E S Ri	R E S Ri	
1	1.0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	ObjS (nositel R E S) (1 ->)	2	CCs (pro R E S) (1 ->)	2	R E S (pro R E S) (1 ->)	2	CSq (pro R E S) (1 ->)	HODNOCENÍ RIZIKOVOSTI R E S R PRO VYCHOZÍ STAV	100%	R E S Pr:	32%	R E S Ri	32%	Poznámky
2	Učel a konkr. abstrakce (s)TS	2	Učel a konkr. abstrakce (s)TS	2	Konkr. příčina (s)TS	2	Konkr. důsledek (s)TS	Popis RedM	R E S Sv:	R E S Pr:	R E S Dt:	R E S Ri	R E S Ri	
2	2.0	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
3	ObjS (nositel R E S) (1 ->)	3	CCs (pro R E S) (1 ->)	3	R E S (pro R E S) (1 ->)	3	CSq (pro R E S) (1 ->)	HODNOCENÍ RIZIKOVOSTI R E S R PRO VYCHOZÍ STAV	80%	R E S Pr:	30%	R E S Ri	24%	Poznámky
3	Učel a konkr. abstrakce (s)TS	3	Učel a konkr. abstrakce (s)TS	3	Konkr. příčina (s)TS	3	Konkr. důsledek (s)TS	Popis RedM	R E S Sv:	R E S Pr:	R E S Dt:	R E S Ri	R E S Ri	
3	3.0	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
4	ObjS (nositel R E S) (1 ->)	4	CCs (pro R E S) (1 ->)	4	R E S (pro R E S) (1 ->)	4	CSq (pro R E S) (1 ->)	HODNOCENÍ RIZIKOVOSTI R E S R PRO VYCHOZÍ STAV	60%	R E S Pr:	30%	R E S Ri	18%	Poznámky
4	Učel a konkr. abstrakce (s)TS	4	Učel a konkr. abstrakce (s)TS	4	Konkr. příčina (s)TS	4	Konkr. důsledek (s)TS	Popis RedM	R E S Sv:	R E S Pr:	R E S Dt:	R E S Ri	R E S Ri	
4	4.0	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4

U	IC	R	SCR	U	IC	R	SCR	U	IC	R	SCR	U	IC	R	SCR						
Tech. (sub)Syst. (S)TS	1	5	5	1,0	U	C	SCR	1	5	R/E/S/I	→ Csq (pro R/E/S/I)	HODNOCENÍ RIZIKOVOSTI R/E/S/I R PRO VÝCHOZÍ STAV									
												Popis RedM	R/E/S/I Sv:	Sv(N)	60%	R/E/S/I Pr:	Sv(N)	35%	R/E/S/I Ri	21%	Poznámky
Konkrétní příčina CCs				U	C	R	SCR	1	5	R/E/S/I	→ Csq (pro R/E/S/I)	HODNOCENÍ RIZIKOVOSTI R/E/S/I R PO REALIZACI OPATŘENÍ									
Riz. události/oblaste RES				U	C	R	SCR	1	5	R/E/S/I	→ Csq (pro R/E/S/I)	Popis RedM	R/E/S/I Sv:	Sv(N)	60%	R/E/S/I Pr:	Sv(N)	16%	R/E/S/I Ri	10%	Poznámky
Tech. (sub)Syst. (S)TS	1	6	6	1,0	U	C	SCR	1	6	R/E/S/I	→ Csq (pro R/E/S/I)	HODNOCENÍ RIZIKOVOSTI R/E/S/I R PRO VÝCHOZÍ STAV									
												Popis RedM	R/E/S/I Sv:	Sv(N)	90%	R/E/S/I Pr:	Sv(N)	20%	R/E/S/I Ri	18%	Poznámky
Konkrétní příčina CCs				U	C	R	SCR	1	6	R/E/S/I	→ Csq (pro R/E/S/I)	HODNOCENÍ RIZIKOVOSTI R/E/S/I R PO REALIZACI OPATŘENÍ									
Riz. události/oblaste RES				U	C	R	SCR	1	6	R/E/S/I	→ Csq (pro R/E/S/I)	Popis RedM	R/E/S/I Sv:	Sv(N)	90%	R/E/S/I Pr:	Sv(N)	4%	R/E/S/I Ri	4%	Poznámky
Tech. (sub)Syst. (S)TS	1	7	7	1,0	U	C	SCR	1	7	R/E/S/I	→ Csq (pro R/E/S/I)	HODNOCENÍ RIZIKOVOSTI R/E/S/I R PRO VÝCHOZÍ STAV									
												Popis RedM	R/E/S/I Sv:	Sv(N)	90%	R/E/S/I Pr:	Sv(N)	20%	R/E/S/I Ri	18%	Poznámky
Konkrétní příčina CCs				U	C	R	SCR	1	7	R/E/S/I	→ Csq (pro R/E/S/I)	HODNOCENÍ RIZIKOVOSTI R/E/S/I R PO REALIZACI OPATŘENÍ									
Riz. události/oblaste RES				U	C	R	SCR	1	7	R/E/S/I	→ Csq (pro R/E/S/I)	Popis RedM	R/E/S/I Sv:	Sv(N)	90%	R/E/S/I Pr:	Sv(N)	2%	R/E/S/I Ri	2%	Poznámky
Tech. (sub)Syst. (S)TS	1	8	8	1,0	U	C	SCR	1	8	R/E/S/I	→ Csq (pro R/E/S/I)	HODNOCENÍ RIZIKOVOSTI R/E/S/I R PRO VÝCHOZÍ STAV									
												Popis RedM	R/E/S/I Sv:	Sv(N)	60%	R/E/S/I Pr:	Sv(N)	15%	R/E/S/I Ri	9%	Poznámky
Konkrétní příčina CCs				U	C	R	SCR	1	8	R/E/S/I	→ Csq (pro R/E/S/I)	HODNOCENÍ RIZIKOVOSTI R/E/S/I R PO REALIZACI OPATŘENÍ									
Riz. události/oblaste RES				U	C	R	SCR	1	8	R/E/S/I	→ Csq (pro R/E/S/I)	Popis RedM	R/E/S/I Sv:	Sv(N)	60%	R/E/S/I Pr:	Sv(N)	3%	R/E/S/I Ri	2%	Poznámky



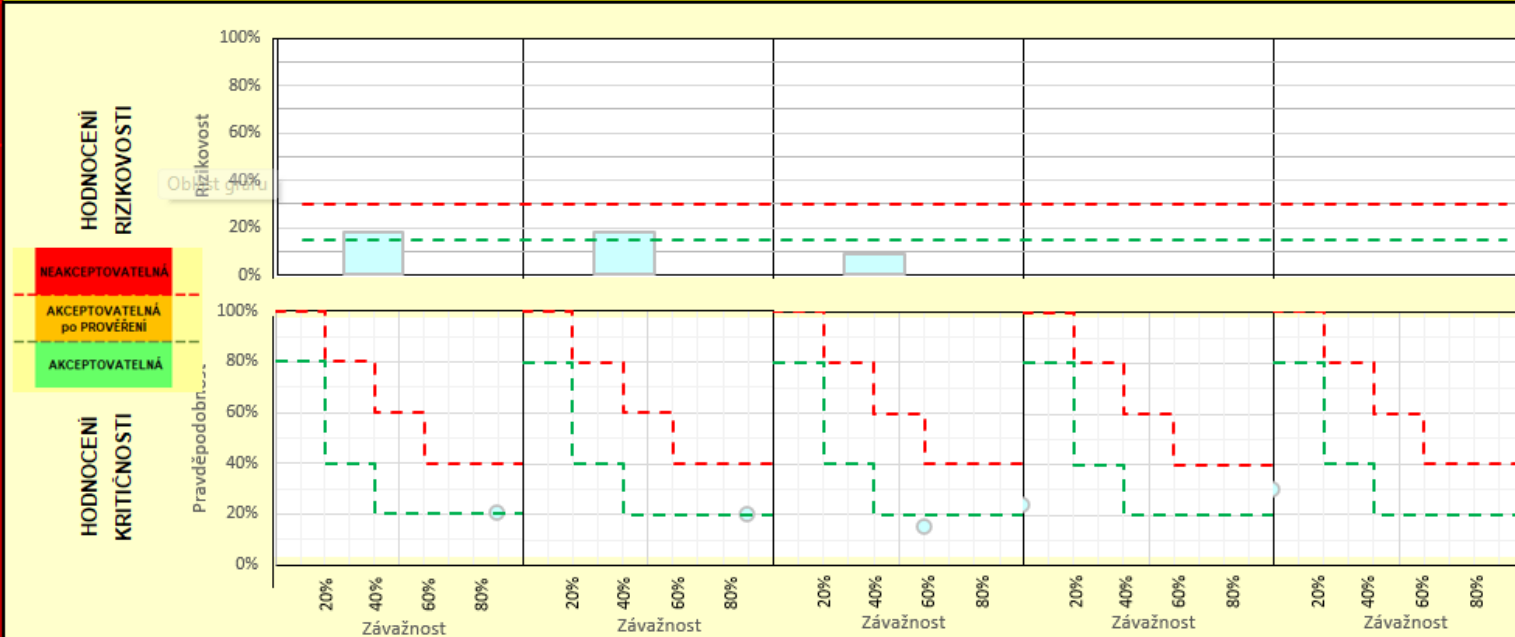
Návrat na List Risk PER:		◀◀ Risk PER	◀◀ Risk PER	◀◀ Risk PER	◀◀ Risk PER	◀◀ Risk PER
Rizikový případ (RC) :		1	2	3	4	5
Nositel R E S :		1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Příčina R E S :		1	1	1	1	1
Rizik udál./situace (R E S) :		1	2	3	4	5
Výchozí stav	Závažnost	90%	100%	80%	80%	60%
	Pravděpodobnost	18%	32%	30%	30%	35%
	RIZIKOVOST	16%	32%	24%	24%	21%
	KRITICHNOST	AKCEPTOVATELNÁ po PROVĚŘENÍ	NEAKCEPTOVATELNÁ	AKCEPTOVATELNÁ po PROVĚŘENÍ	AKCEPTOVATELNÁ po PROVĚŘENÍ	AKCEPTOVATELNÁ po PROVĚŘENÍ
Po real. opatření	Závažnost					
	Pravděpodobnost					
	RIZIKOVOST					
	KRITICHNOST					

PŘÍL. 3 - Obr.1, část 1 ze 2 (Case Ex.DesProc&SumRep, Obr. 4-2) Výsl. predikce, hodnocení a snížení rizikovosti R|E|S|

***se zaměřením na bezporuchovost - FMEA**

pro technický produkt / systém (TS) : Manipulační plošina pro VZV

(Celé řešení PER R|E|S použijte jako přílohu zprávy a do zprávy vložte pouze tento obrázek s komentářem a odkazy)

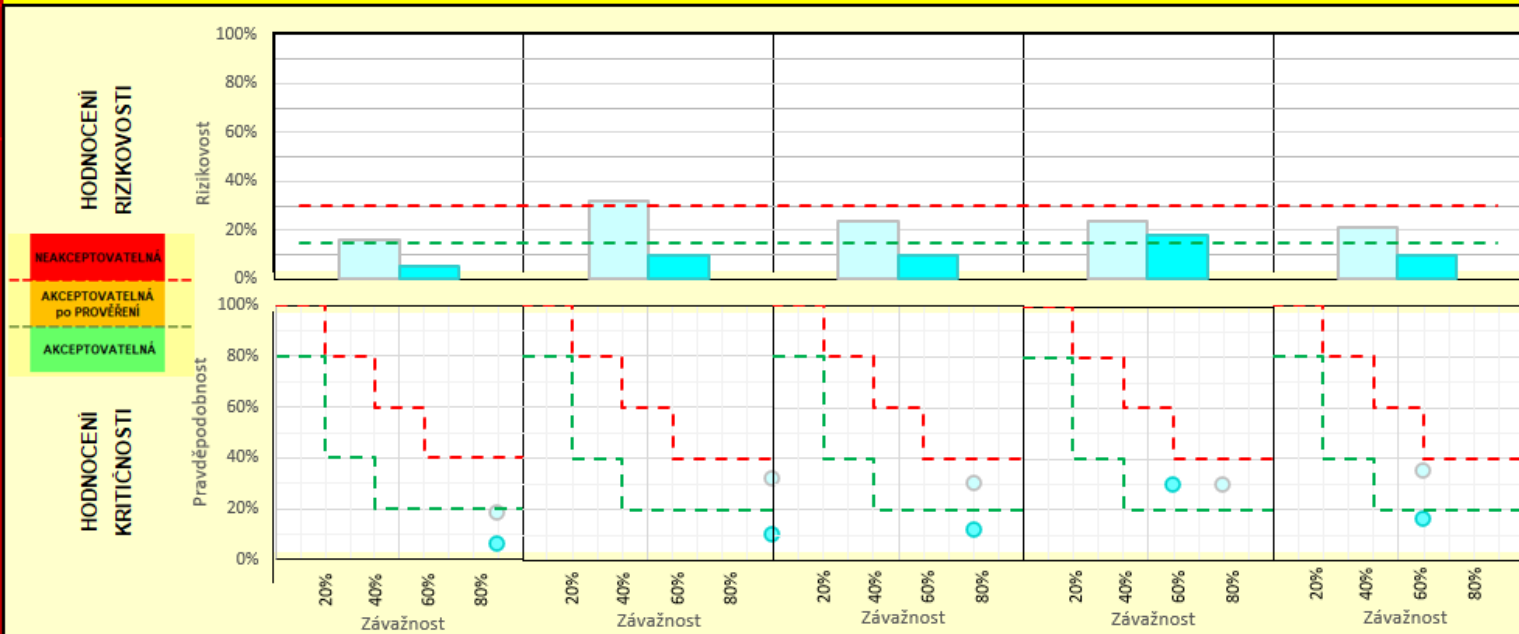


▲		◀◀ Risk PER	◀◀ Risk PER	◀◀ Risk PER	◀◀ Risk PER	◀◀ Risk PER
▲		6	7	8	9	10
↕		Rizikový případ (RC) :				
▼		Nositel R E S :	1,0	1,0	1,0	1,0
		Příčina R E S :	1	1	1	1
		Rizik.udál./situace (R E S) :	6	7	8	9
Výchozí stav	Závažnost	90%	90%	60%	0%	0%
	Pravděpodobnost	20%	20%	15%	24%	30%
	RIZIKOVOST	AKCEPTOVATELNÁ po PROVĚŘENÍ	AKCEPTOVATELNÁ po PROVĚŘENÍ	AKCEPTOVATELNÁ	AKCEPTOVATELNÁ	AKCEPTOVATELNÁ
	KRITIČNOST	AKCEPTOVATELNÁ po PROVĚŘENÍ	AKCEPTOVATELNÁ po PROVĚŘENÍ	AKCEPTOVATELNÁ	AKCEPTOVATELNÁ	AKCEPTOVATELNÁ
Po real. opatření	Závažnost					
	Pravděpodobnost					
	RIZIKOVOST					
	KRITIČNOST					

PŘIL. 3 - Obr.1, část 2 ze 2 (Case Ex.DesProc&SumRep, Obr. 4-2) Výsl. predikce, hodnocení a snížení rizikovitosti R|E|S|

***se zaměřením na bezporuchovost - FMEA
pro technický produkt / systém (TS) : Manipulační plošina pro VZV**

(Celé řešení PER R|E|S| použijte jako přílohu zprávy a do zprávy vložte pouze tento obrázek s komentářem a odkazy)

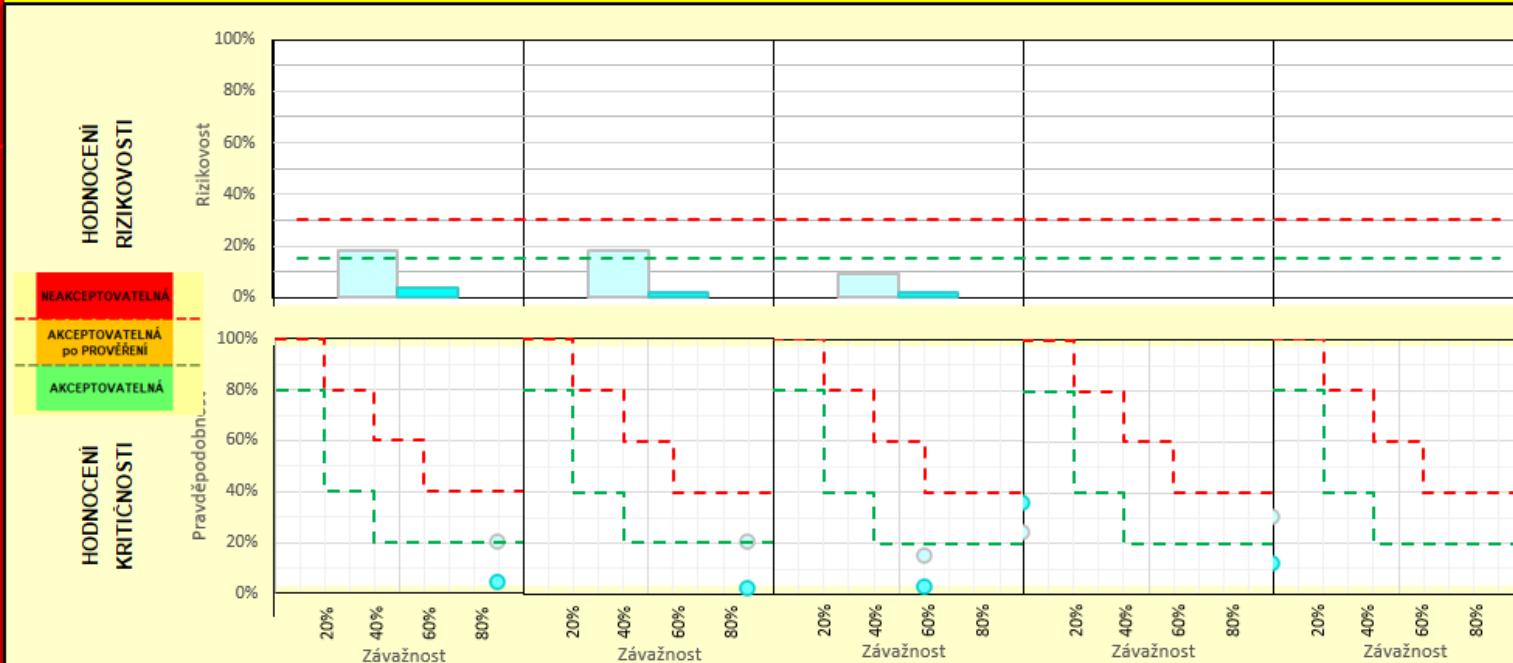


▲		◀◀ Risk PER		◀◀ Risk PER		◀◀ Risk PER		◀◀ Risk PER		◀◀ Risk PER	
▼		◀◀ Risk PER		◀◀ Risk PER		◀◀ Risk PER		◀◀ Risk PER		◀◀ Risk PER	
Návrat na List Risk PER:		1		2		3		4		5	
Rizikový případ (RC) :		1		2		3		4		5	
Nositel R[E/S] :		1,0		1,0		1,0		1,0		1,0	
Příčina R[E/S] :		1		1		1		1		1	
Rizik.udál./situace (R[E/S]) :		1		2		3		4		5	
Výchozí stav	Závažnost	90%	100%	80%	80%	60%					
	Pravděpodobnost	18%	32%	30%	30%	35%					
	RIZIKOVOST	16%	32%	24%	24%	21%					
	KRITICHNOST	AKCEPTOVATELNÁ	AKCEPTOVATELNÁ po PROVĚŘENÍ	AKCEPTOVATELNÁ po PROVĚŘENÍ	AKCEPTOVATELNÁ po PROVĚŘENÍ	AKCEPTOVATELNÁ po PROVĚŘENÍ					
Po real. opatření	Závažnost	90%	100%	80%	60%	60%					
	Pravděpodobnost	6%	10%	12%	30%	16%					
	RIZIKOVOST	5%	10%	10%	18%	10%					
	KRITICHNOST	AKCEPTOVATELNÁ	AKCEPTOVATELNÁ	AKCEPTOVATELNÁ	AKCEPTOVATELNÁ po PROVĚŘENÍ	AKCEPTOVATELNÁ					

PŘÍL. 3 - Obr. 2, část 1 ze 2 (Case Ex. DesProc&SumRep, Obr. 5-2) Výsl. predikce, hodnocení a snížení rizikovosti R[E/S]

***se zaměřením na bezporuchovost - FMEA
pro technický produkt / systém (TS) : Manipulační plošina pro VZV**

(Celé řešení PER R[E/S] použijte jako přílohu zprávy a do zprávy vložte pouze tento obrázek s komentářem a odkazy)



▲ Návrat na List Risk PER:		◀◀ Risk PER		◀◀ Risk PER		◀◀ Risk PER		◀◀ Risk PER		◀◀ Risk PER		
Výsledky viz. (List Risk PER)	Rizikový případ (RC) :	6	7	8	9	10						
	Nositel R E S :	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0						
	Příčina R E S :	1	1	1	1	1						
	Rizik udál./situace (R E S) :	6	7	8	9	10						
	Výchozí stav	Závažnost	90%	90%	60%	0%	0%					
		Pravděpodobnost	20%	20%	15%	24%	30%					
		RIZIKOVOST	18%	18%	9%	0%	0%					
	KRITICÍŇOST	AKCEPTOVATELNÁ po PROVĚŘENÍ	AKCEPTOVATELNÁ po PROVĚŘENÍ	AKCEPTOVATELNÁ	AKCEPTOVATELNÁ	AKCEPTOVATELNÁ						
	Po real. opatření	Závažnost	90%	90%	60%	0%	0%					
		Pravděpodobnost	4%	2%	3%	36%	12%					
RIZIKOVOST		4%	2%	2%	0%	0%						
KRITICÍŇOST	AKCEPTOVATELNÁ	AKCEPTOVATELNÁ	AKCEPTOVATELNÁ	AKCEPTOVATELNÁ	AKCEPTOVATELNÁ							

PŘIL. 3 - Obr. 2, část 2 ze 2 (Case Ex. DesProc&SumRep, Obr. 5-2) Výsl. predikce, hodnocení a snížení rizikovosti R|E|S|

***se zaměřením na bezporuchovost - FMEA**

pro technický produkt / systém (TS) : Manipulační plošina pro VZV

(Celé řešení PER R|E|S| použijte jako přílohu zprávy a do zprávy vložte pouze tento obrázek s komentářem a odkazy)

**Hodnocení PRODUCT-DESIGN "konstrukční"
konkurenceschopnosti alternativ orgánové struktury
EAOS
(Evaluation of Alternatives of TS Organ Structure)
pro navrhovaný technický produkt / systém (TS):**

Manipulační plošina pro VZV

Autor/autoři:

Sládek Ladislav

SW podpora hodnocení konkurenceschopnosti alternativ orgánových struktur TS

Stanislav Hosnedl, Petr Skřivánek a Tomáš Kalina

Obsah: S. Hosnedl; SW: P. Skrivanek, T. Kalina a S. Hosnedl

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

2019, verze 1.0

***SW lze volně využívat pouze pro výukové účely a školní práce na ZČU v Plzni,
v ostatních případech kontaktujte, prosím, hlavního autora.***

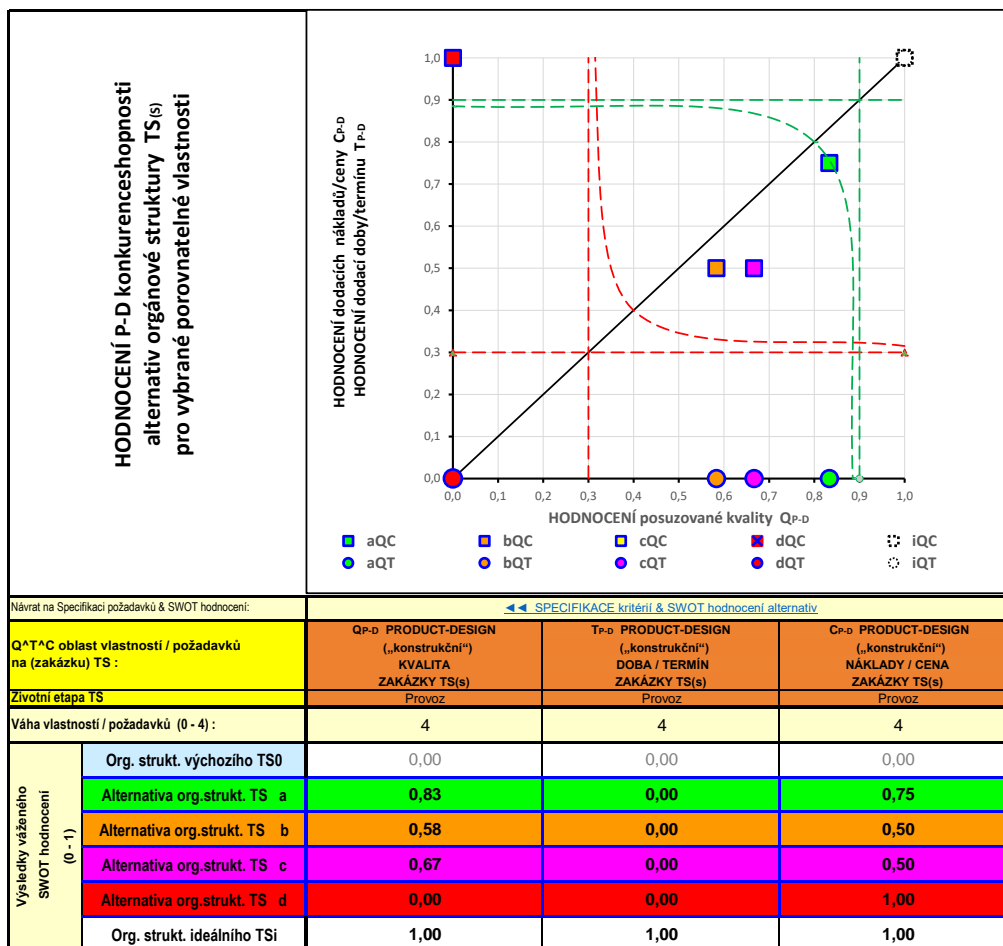
Při využití uveďte ve své práci v seznamu bibliografických citací a v místech použití vložte odkazy.

Tato publikace neprošla redakční ani jazykovou úpravou

© S. Hosnedl

SPECIFIKACE kritérií pro hodnocení			SWOT hodnocení alternativ					
TS(s) :	Manipulační plošina pro VZV		Volitelné meze:	dolní:	0,3	horní:	0,9	
Stupnice hodnocení [VDI-2225 1977]	DIAGR. ►►	Požadavek / kritérium	Alternativa orgánové struktury TS(s)					
	Oblast Q^T^C	Porovnatelná konkurenční vlastnost	TS0	a	b	c	d	Ideal
Hodnocení vhodnosti (min. 0 ÷ max. 4)	Posuzovaná kvalita Q	Bezpečnost proti přepadnutí	-	4	1	3	-	4
		Předpokládaná tuhost soustavy	-	3	3	2	-	4
		Nutnost kooperace	-	3	3	3	-	4
		---	-	-	-	-	-	-
		---	-	-	-	-	-	-
		Σ hodnocení vhodnosti Q	-	10	7	8	-	12
	Σ normované hodnocení Q (0 ÷ 1)	-	0,83	0,58	0,67	0,00	1,00	
	Dodací doba/termín T	Celková dodací doba - shodná	-	-	-	-	-	4
		---	-	-	-	-	-	-
		---	-	-	-	-	-	-
		Σ hodnocení vhodnosti T	-	-	-	-	-	4
	Σ normované hodnocení T (0 ÷ 1)	-	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	
	Dodací náklady/cena C	Celkové dodací náklady	-	3	2	2	4	4
		---	-	-	-	-	-	-
		---	-	-	-	-	-	-
Σ hodnocení vhodnosti C		-	3	2	2	4	4	
Σ normované hodnocení C (0 ÷ 1)		-	0,75	0,50	0,50	1,00	1,00	

Příloha 2 - Obr. 1 (Case Example, Obr.3-4) Specifikace požadavků / kritérií na vybrané klíčové P-D vlastnosti orgánové struktury TS a SWOT hodnocení navržených alternativ



Příloha 2 - Obr. 2 (Case Example, Obr. 3-5) Výsledky SWOT hodnocení P-D vlastností navržených alternativ orgánových struktur TS pro porovnání jejich P-D konkurenceschopnosti