

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI  
**FAKULTA STROJNÍ**

Studijní program: **B0715A270013 – Strojní inženýrství**  
Studijní zaměření: **Konstruování strojů a technických zařízení**

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

Návrh kolejového nemotorového manipulačního vozíku s nosností 10t

Autor: **Lukáš KLIMEČEK**

Vedoucí práce: **Ing. Jiří Kořínek**

Akademický rok 2020/2021

# ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

Fakulta strojní

Akademický rok: 2020/2021

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení:	<b>Lukáš KLIMEČEK</b>
Osobní číslo:	<b>S19B0715P</b>
Studijní program:	<b>B0715A270013 Strojní inženýrství</b>
Studijní obor:	<b>Konstruování strojů a technických zařízení</b>
Téma práce:	<b>Návrh kolejového nemotorového manipulčního vozíku s nosností 10t</b>
Zadávací katedra:	<b>Katedra konstruování strojů</b>

### Zásady pro vypracování

#### Základní požadavky:

Navrhnete kolejový vozík pro manipulaci s břemeny ve výrobním závodě. Pohon je ruční nebo pomocí vysokozdvizného vozíku. Rozchod kolejí 1435mm, maximální výška plošiny 600mm. Půdorysný rozměr je 2500x6000mm. Vůz by měl být opatřen jednoduchou vřetenovou brzdou působící na jedno dvojkolí, případně kolo. Na manipulační ploše vozíku bude umístěna výdřeva. Vypracování by mělo obsahovat konstrukční návrh s vhodným výběrem nakupovaných, případně vyráběných komponent, sestavný výkres, výkres vybraného detailu, MKP výpočet pro ověření dostatečné dimenze výrobku a hrubý cenový odhad.

#### Základní technické údaje:

Technické parametry jsou uvedeny v příloze zadání.

#### Osnova bakalářské práce:

- 1. Rešerše soudobé používané techniky*
- 2. Specifikace požadavků, návrh minimálně dvou variant řešení*
- 3. Návrh vybraného konstrukčního řešení, výběr nakupovaných komponent*
- 4. Vypracování základní konstrukční dokumentace s ověřením vhodnosti návrhu klíčového prouku pomocí MKP analýzy*
- 5. Zhodnocení práce, závěr*

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

#### Seznam doporučené literatury:

- [1] HOSNEDL, S., KRÁTKÝ, J. *Příručka strojního inženýra 1*. Brno: Computer Press, 1999.  
[2] DOSTÁL, J., HELLER, P. *Kolejová vozidla 1*, Plzeň: nakl. Západočeská univerzita v Plzni, 2010.  
[3] DOSTÁL, J., HELLER, P. *Kolejová vozidla 2*, Plzeň: nakl. Západočeská univerzita v Plzni, 2009.  
Podkladový materiál, výkresy, prospekty, katalogy apod. poskytnuté zadavatelem úkolu.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Jiří Kořínek**  
Katedra konstruování strojů

Konzultant bakalářské práce: **Ing. Ladislav Tříška, Ph.D.**  
Strkan s.r.o.

Datum zadání bakalářské práce: **16. října 2020**  
Termín odevzdání bakalářské práce: **28. května 2021**

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

# ANOTAČNÍ LIST BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

<b>AUTOR</b>	<b>Příjmení</b> Klimeček	<b>Jméno</b> Lukáš	
<b>STUDIJNÍ OBOR</b>	B0715A270013 Strojní inženýrství		
<b>VEDOUCÍ PRÁCE</b>	<b>Příjmení (včetně titulů)</b> Ing. Kořínek	<b>Jméno</b> Jiří	
<b>PRACOVISŤE</b>	ZČU - FST - KKS		
<b>DRUH PRÁCE</b>	<b>DIPLOMOVÁ</b>	<b>BAKALÁŘSKÁ</b>	<b>Nehodící se škrtněte</b>
<b>NÁZEV PRÁCE</b>	Návrh kolejového nemotorového manipulačního vozíku s nosností 10t		

<b>FAKULTA</b>	strojní	<b>KATEDRA</b>	KKS	<b>ROK ODEVZD.</b>	2021
----------------	---------	----------------	-----	--------------------	------

## POČET STRAN (A4 a ekvivalentů A4)

<b>CELKEM</b>	68	<b>TEXTOVÁ ČÁST</b>	46	<b>GRAFICKÁ ČÁST</b>	22
---------------	----	---------------------	----	----------------------	----

<p><b>STRUČNÝ POPIS (MAX 10 ŘÁDEK)</b></p> <p><b>ZAMĚŘENÍ, TÉMA, CÍL POZNATKY A PŘÍNOSY</b></p>	<p>Obsahem bakalářské práce je návrh kolejového bezmotorového manipulačního vozíku s nosností 10 t včetně detailní specifikace požadavků, návrhů variant, hrubé a definitivní stavební struktury. Cílem je zkontrolovat vhodnost klíčového prvku pomocí MKP analýzy. Veškeré technické řešení, 3D model, výkres a výpočty, jsou byly provedeny v programu NX od společnosti Siemens.</p>
<p><b>KLÍČOVÁ SLOVA</b></p> <p><b>ZPRAVIDLA JEDNOSLOVNÉ POJMY, KTERÉ VYSTIHUJÍ PODSTATU PRÁCE</b></p>	<p>Kolejový vozík, specifikace požadavků, MKP</p>

## SUMMARY OF BACHELOR SHEET

<b>AUTHOR</b>	Surname Klimeček	Name Lukáš	
<b>FIELD OF STUDY</b>	B0715A270013 Mechanical Engineering		
<b>SUPERVISOR</b>	Surname (Inclusive of Degrees) Ing. Kořínek	Name Jiří	
<b>INSTITUTION</b>	ZČU - FST - KKS		
<b>TYPE OF WORK</b>	<del>DIPLOMA</del>	<b>BACHELOR</b>	Delete when not applicable
<b>TITLE OF THE WORK</b>	Design of a rail non-motorized handling trolley with a load capacity of 10t		

<b>FACULTY</b>	Mechanical Engineering	<b>DEPARTMENT</b>	Machine Design	<b>SUBMITTED IN</b>	2021
----------------	------------------------	-------------------	----------------	---------------------	------

### NUMBER OF PAGES (A4 and eq. A4)

<b>TOTALLY</b>	68	<b>TEXT PART</b>	46	<b>GRAPHICAL PART</b>	22
----------------	----	------------------	----	-----------------------	----

<b>BRIEF DESCRIPTION TOPIC, GOAL, RESULTS AND CONTRIBUTIONS</b>	The content of the bachelor's thesis is the design of a rail motorless handling trolley with a load capacity of 10 t including a detailed specification of requirements, proposals for variants, rough and definitive building structure. The aim is to check the suitability of the key element using FEM analysis. All technical solutions, 3D model, drawing and calculations, were performed in the NX program from Siemens.
<b>KEY WORDS</b>	rail trolley, requirements specification, FEM

# **Poděkování**

Tímto textem bych rád poděkoval mému vedoucímu práce panu Ing. Jiřímu Kořínkovi za příjemné vedení práce, skvělé připomínky, obohacující informace a znalosti.

# Obsah

1	Úvod.....	1
1.1	Uvedení do problematiky .....	1
1.2	Cíl .....	1
1.3	Podniková doprava .....	2
1.3.1	Mimopodniková doprava .....	2
1.3.2	Vnitropodniková doprava.....	5
2	Rešerše soudobé používané techniky .....	5
2.1	Motorové kolejové vozíky .....	5
2.2	Nemotorové kolejové vozíky.....	6
2.3	Jednoduché plošinové kolejové vozíky .....	6
2.4	Plošinové vozíky s postranním ohraničením .....	7
2.5	Vozíky pro přepravu sypkého materiálu .....	8
3	Specifikace požadavků.....	9
3.1	Vyjasnění a upřesnění zadání .....	9
3.2	Navržení specifikace požadavků na technický systém.....	9
3.3	Shrnutí rešerše a požadavků .....	11
4	ALTERNATIVY řešení .....	12
4.1	Alternativa A .....	12
4.2	Alternativa B.....	13
4.3	Hodnocení navržených variant .....	14
4.3.1	SWOT hodnocení vlastností.....	14
4.3.2	Rizikové a SWOT (R&SWOT) hodnocení alternativ .....	16
5	Konstrukční návrh .....	17
5.1	Návrh hrubé stavební struktury .....	17
5.1.1	SWOT hodnocení hrubé stavební struktury .....	20
5.2	Návrh definitivní stavební struktury .....	21
5.2.1	Rám .....	21
5.2.2	Tažné oko .....	23
5.2.3	Nárazník .....	23
5.2.4	Dvojkolí.....	24
5.2.5	Vřetenová brzda .....	26
5.2.6	Kolejový vozík .....	28
5.2.7	SWOT hodnocení definitivní stavební struktury .....	31



5.3	Souhrnné SWOT hodnocení hrubého a definitivního návrhu z hlediska konkurenceschopnosti .....	32
6	Výběr nakupovaných komponent.....	33
7	Výkresová dokumentace .....	35
8	Vhodnost klíčového prvku pomocí MKP analýzy .....	36
8.1	Úvod .....	36
8.2	Výpočet.....	36
9	Závěr.....	41
10	Seznam obrázků .....	42
11	Seznam tabulek .....	43
12	Citovaná literatura .....	44
13	Použitý software.....	46
14	Přílohy .....	46

## **POUŽITÉ ZKRATKY A SYMBOLY**

<b>Zkratka/symbol</b>	<b>Název</b>
t	Tuna
mm	Milimetr
kg	Kilogram
SWOT	Strenghts, Weaknesses, Opportunities, Threats
°C	Stupeň Celsia
m/s	Metr za sekundu
N	Newton
TS	Technický systém
ČSN	Česká státní norma
EN	Evropská norma
Kč	Koruna česká
SW	Software
Obr.	Obrázek
RS	Requirements specification
EA	Evaluation & analyses
EAOS	Evaluation of Alternatives of TS Organ Structure
MPa	Megapascal

*Tabulka 1-Použité zkratky a symboly*

# **1 ÚVOD**

## **1.1 Uvedení do problematiky**

Přeprava materiálu v rámci vnitropodnikové dopravy je nedílnou součástí celkového toku materiálu. Způsob přepravy materiálu může být různorodý. Od použití ručních kolečkových vozíků, vysokozdvížných vozíků, logistických vláčků apod. Poměrně známý způsob vnitropodnikové dopravy je využití kolejového systému. Ten umožňuje využití tažných prostředků, které se pohybují po předem stanovených kolejích. Tažné prostředky mohou být například různé druhy malých lokomotiv, nebo v častějších případech různé druhy manipulačních vozíků, které jsou buďto motorové, nebo nemotorové.

## **1.2 Cíl**

Cílem je navrhnout nemotorový manipulační vozík se stanovenou nosností a rozměry, zaopatřený vřetenovou brzdou, který by splňoval zadané požadavky a vyhovoval cenově. Dále provést kontrolu vhodnosti klíčového prvku pomocí MKP analýzy a vypracovat výkres sestavy a detailní výkres vybraného dílu.

### **1.3 Podniková doprava**

Doprava materiálu a s ní spojená manipulace, či logistika, je neodmyslitelná a nesmírně důležitá součást každého výrobního procesu. Jedná se o soubor několika manipulačních operací, které vyžadují detailní plánování a následnou kontrolu, a dohromady se podílejí na celkovém toku materiálu, zásobování, expedici, distribuci a taktéž na samotné výrobě. Manipulace s materiálem nezahrnuje pouze dopravu samotného zboží, ale taktéž i skladování, vážení, třídění, balení a dávkování. Cílem je uvést požadovaný materiál potřebné kvality do vzájemného souladu v předem určený čas na předem stanovené a domluvené místo. (1) (2) (3)

#### **1.3.1 Mimopodniková doprava**

Mimopodniková doprava v sobě zahrnuje dopravu materiálu mezi jednotlivými výrobními podniky, firmami a společnostmi, které nejsou součástí jednoho územního celku a z toho důvodu je vyžadována doprava mimo hranice podniku. V závislosti na státní, mimo státní a světové dopravě, se mimopodniková doprava většinou skládá z několika druhů dopravy, které se navzájem doplňují a umožňují rychlý, na sebe navazující a komplexní přesun materiálu na požadované místo.



*Obrázek 1-Mimopodniková doprava (4)*

##### *1.1.1.1 Automobilová doprava*

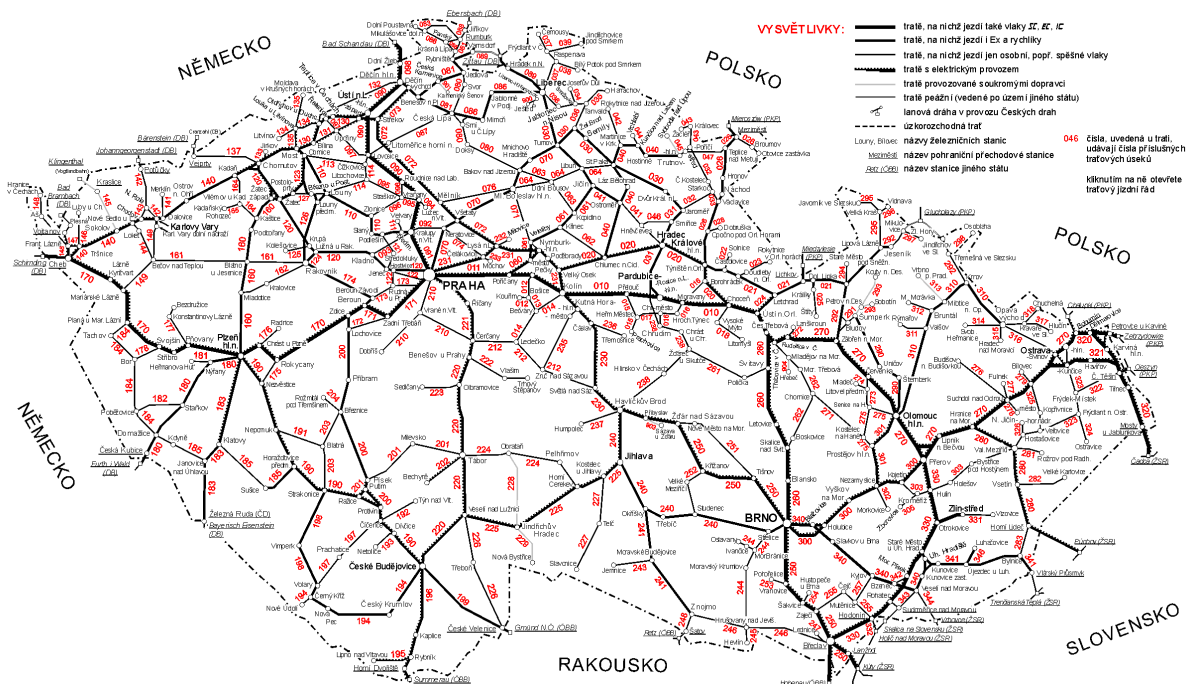
Nejjednodušším způsobem mimopodnikové dopravy je jednoznačně automobilová doprava, kterou lze nejlépe charakterizovat její flexibilitou, poměrnou rychlostí, pohotovostí a nízkou cenou, přičemž jako druh dopravy je stále nejlépe dostupný. Silniční síť je ve většině státech velmi bohatá a rozšířená. Dostat se předem na stanovené místo není v oblasti dostupnosti cest žádný problém, jelikož v dnešní době neexistuje ve vnitrostátní oblasti firma, která by neměla k sobě vybudovanou infrastrukturu. Zvyšující se počet dopravních prostředků, nárůst frekvence a hustoty dopravy, má poměrně velký a negativní vliv na tento druh dopravy, který se projevuje značným nárůstem doby trvání a způsobuje nepříjemné komplikace, ale i přesto se automobilová doprava stále řadí mezi velmi efektivní způsoby dopravy.

### 2.1.1.1 Železniční doprava

Velmi univerzální a specifický styl dopravy. Výhoda železniční dopravy především spočívá v tom, že je zcela oddělena od ostatních způsobů povrchové dopravy a není jimi napřímo ovlivněna, pouze v případě neočekávaných a velmi specifikovaných událostí, jinak lze velmi obtížně narušit její průběh. Jedná se o poměrně ekologický způsob dopravy s velmi vysokou životností, cenovou příznivostí, rychlostí a bezpečností. Naopak nevýhodou je nízká flexibilita, která je spojená s tím, že celá doprava je závislá na železničních tratích, které dohromady tvoří železniční síť. V dnešní době, a především v České republice, těží železniční doprava z rozsáhlé infrastruktury (Obrázek 3), která jí dává poměrnou výhodu, ačkoliv některá technika je z dnešního pohledu zastaralá, neefektivní, což souvisí se stále probíhající obměnou a inovací, která v západních zemích ve většině případech již proběhla. (2) (5)



Obrázek 2-Železniční doprava (6)



Obrázek 3-Železniční síť (7)

### 3.1.1.1 Lodní doprava

Lodní doprava využívá trvalé vodní plochy, mezi které patří například řeky, jezera, moře, oceány, plavební kanály a průplavy. Z větší části je tento druh dopravy ovlivněn přírodními zdroji, na které se musí člověk společně s technikou adaptovat, přičemž je stále nutné brát ohled na ochranu přírody, což značně brání jakémukoliv přizpůsobení. Výjimkou jsou uměle vytvořené průplavy, které se budují z důvodu snížení doby přepravy materiálu, mezi nejznámější patří Suezský a Panamský průplav. Výhodou je přeprava nadměrného a těžkého zboží, vysoká kapacita prostoru a vskutku rozsáhlá síť dopravních cest. Naopak nízká rychlost, závislost na meteorologických a hydrologických vlivech, vazba na další způsoby dopravy, zapříčiňuje časové a finanční komplikace. (8)



Obrázek 4-Lodní doprava (9)

### 4.1.1.1 Letecká doprava

Z hlediska vývoje technologie, patří letecká doprava mezi nejmladší způsob dopravy, který je velice rychle se rozvíjející, moderní a inovativní. Velmi velká rychlost, ze všech druhů dopravy největší, a vysoká bezpečnost, jsou typické charakteristické rysy letecké dopravy, která v dnešní době neodmyslitelně patří mezi nejzásadnější zástupce světové dopravy. Používá se k rychlé přepravě na velmi dlouhé vzdálenosti, kde velmi konkuruje lodní dopravě, avšak stálou nevýhodou je vysoká cena.

### 1.3.2 Vnitropodniková doprava

Vnitropodniková doprava, jak samotný název napovídá, se skládá z přepravy materiálu v rámci jednoho podniku. Jedná se například o tok materiálu mezi jednotlivými výrobními stroji, výrobními halami, sklady, kontrolními zařízeními, montážními pracovišti apod. Cílem je, aby tok materiálu byl co nejefektivnější a nevznikaly zbytečné časové prodlevy, které by způsobovaly nejen časové, ale i finanční ztráty. Proto je při výstavbě výrobních podniků kladen velký důraz na vnitropodnikovou dopravu.



Obrázek 5-Vnitropodniková doprava (10)

#### 5.1.1.1 Kolejová vnitropodniková doprava

Vnitropodniková kolejová doprava se vyznačuje tím, že transportovaný materiál se v rámci podniku přepravuje pomocí dopravních prostředků, které se pohybují po předem stanovených a vybudovaných kolejích. Tato doprava se využívá především z důvodu, že lze převážet materiál o vysoké hmotnosti, přičemž potřebná práce k vykonání přesunu nákladu je malá z důvodu nízkého valivého odporu mezi kolem a kolejnicí. Tažné prostředky používající se na přemísťování nákladů mohou být například lokomotivy, které mohou být elektrické, či motorové. K lokomotivám mohou být dále připojeny manipulační vozíky. Existují taktéž i manipulační vozíky, které mají vlastní nezávislý pohon. (11)



Obrázek 6-Kolejová vnitropodniková doprava 1 (12)



Obrázek 7-Kolejová vnitropodniková doprava 2 (13)

## **2 REŠERŠE SOUDOBÉ POUŽÍVANÉ TECHNIKY**

Manipulační kolejové vozíky existují různorodého druhu, přičemž se dělí dle několika hledisek, jako je např. pohon, nákladová plocha, nosnost, rychlost a ostatní klíčové faktory. Zákazník si volí neoptimálnější variantu, která vyhovuje jeho požadavkům a finančním možnostem. Přičemž je velice důležité brát ohled na možnosti a veškeré souvazečnosti, které souvisejí s nasazením dané techniky do provozu a zajistit vše potřebné.

### **2.1 Motorové kolejové vozíky**

Vozíky motorového typu jsou charakteristické tím, že pohon samotného vozíku je zajištěn pomocí externího přidaného pohonu, který může mít různé podoby. Přidaný pohon umožňuje přesun těžších nákladů. Tento druh vozíku je ovládán pomocí jednoduchého ovládání. Manipulace je tímto způsobem snadná a dochází ke zrychlení přesunu materiálu.

Existují různé varianty motorových vozíků:

- Akumulátorové
- Trolejové
- Pneumatické

V případě akumulátorových vozíků, jsou samotné akumulátory uloženy ve vnitřní konstrukci vozíku, resp. v útrobach rámu. Vozík je ovládán obsluhou buďto pomocí kabelového, nebo bezdrátového ovladače, kterým lze volit směr a rychlost pohybu. Akumulátorové vozíky mohou být vybaveny automatickým doplňováním destilované vody. Dále mohou taktéž obsahovat varovná světla a celkový stav baterií. Na vozíku se nachází zásuvka pro připojení baterií pro nabíjení. (13)

Příklad akumulátorového vozíku firmy DESPA OK s.r.o.



Obrázek 8-Akumulátorový vozík (13)



Trolejové vozíky se nejčastěji využívají ve tří směnném provozu, jelikož by samotné dobíjení baterií, či jejich výměna, zbytečně způsobovala časové ztráty. Vozíky jsou napájeny skrz napájecí kolejnice umístěné v zemi. V případě vybudování tratí je potřeba myslet na dostupnost elektrické sítě, bezpečnost a problematiku, která je spojená s výstavbou tratí a křižovatkami. (14)

## **2.2 Nemotorové kolejové vozíky**

Nemotorové kolejové vozíky jsou především závislé na lidském faktoru a obsluze. Většina lehkých nemotorových kolejových vozíků jsou opatřeny táhly, madly a úchyty pro snadnější manipulaci při tlačení, popřípadě brždění. Využívá se zde nízký valivý odpor, který umožňuje poměrně snadnou manipulaci. V případě mohutnějších manipulačních vozíků, které mají zároveň i vyšší nosnost, je potřeba k manipulaci použít vnější zdroj síly. K tomu se používá například vysokozdvizný vozík, jehož vidlice a pohon vozíku velmi efektivně nahradí nedostatek lidské síly. Výhodou je skutečně snadná a okamžitá manipulace, a velmi snadné začlenění do provozu.

## **2.3 Jednoduché plošinové kolejové vozíky**

Manipulační kolejový vozík s plošinou patří mezi nejjednodušší variantu. Kolejový vozík se skládá z rámu, většinou se jedná o svařovanou konstrukci buďto z nakupovaných profilů, nebo z vlastně navržených ohraňovaných profilů. Rám tvoří základní nosný prvek, který může být zároveň i plošinou. Plošina může být například bez pokrytí, tj. využívá se celé konstrukce rámu, ale obrovskou nevýhodou je značně obtížné ustavení nákladu, jelikož hrozí propadnutí a zároveň zde existují limity co se týče velikosti. Dále může být plošina vyplněna například plechem o určité tloušťce, nebo může být použita výdřeva, jejíž povrch je vůči převáženému nákladu velmi shovívavý, jelikož ho žádným způsobem nepoškodí, a v případě poškození lze výdřevu velmi snadno vyměnit. Ve všech případech je ale nutné převážený náklad zajistit.

Příklad plošinového kolejového vozíku firmy Hopax



Obrázek 9-Plošinový kolejový vozík 1 (15)



Obrázek 10-Plošinový kolejový vozík 2 (15)

## 2.4 Plošinové vozíky s postranním ohraničením

Tato varianta je oproti plošinové značně komplexnější. Klíčový prvek, který je odlišný, jsou tzv. postranice, resp. bočnice. Tento přidaný prvek zamezuje pohybu převáženého nákladu po plošině. Bočnice mohou být buďto celistvé, které se nacházejí jak na postranních částech, tak i na čelech, nebo existují bočnice typu hrazení, či zábradlí, které může zároveň sloužit jako prvek pro ruční manipulaci s vozíkem. Bočnice mohou být odnímatelné, tím se umožňují snadnější manipulace s převáženými břemeny v příkladě nakládky, nebo vykládky.

Příklad manipulačního vozíku s madly pro přepravu požárního příslušenství a věcných prostředků požární techniky na místo zásahu firmy THT Polička, s.r.o.



Obrázek 11-Vozík pro přepravu požárního příslušenství (16)

## **2.5 Vozíky pro přepravu sypkého materiálu**

Velmi specifický typ vozíků, který se nejčastěji používá v důlním, nebo hutním průmyslu. Charakteristický prvek je otevřená vana, která slouží k přepravě sypkých materiálů, jako je například písek, štěrk, kamení, nebo například uhlí. Při přesunu tohoto typu materiálu je zabráněno k jeho úniku a ztrátě. Mnoho druhů tohoto typu vozíků má otočnou nákladovou vanu, která poskytuje rychlé a pohodové vyložení.



*Obrázek 12-Důlní vozík pro přepravu sypkého materiálu (17)*

## **3 SPECIFIKACE POŽADAVKŮ**

### **3.1 Vyjasnění a upřesnění zadání**

Dle zadání je nutné navrhnout kolejový manipulační vozík pro manipulaci s břemeny ve výrobním závodě. Velikost a tvar převáženého materiálu není definován, ale lze předpokládat, že se bude jednat materiál celistvého a pevného tvaru. Požadovaná nosnost je 10 t. Pohon je buďto ruční, nebo pomocí vysokozdvížného vozíku. Rozchod kolejí je stanoven na 1435 mm. Půdorysný rozměr nákladového prostoru vozíku je 2500x6000 mm. Maximální výška plošiny je stanovena na 600 mm. Vozík má být opatřen jednoduchou vřetenovou brzdou působící na jedno kolo, popřípadě dvojkolí. Manipulační plocha uvnitř rámu má být vyplněna výdřevou. Při konstrukci a návrhu je nutné brát ohled na požadavky, které jsou nutné pro funkčnost technického produktu, ergonomičnost, cenu, případně snadnou výměnu, či opravu částí a nejlépe nákup normalizovaných dílů.

Dále bylo zjištěno, že se bude jednat o dopravu čistě po hale, při malých rychlost a bez traťových oblouků. Vozík bude snášet poměrně hrubé zacházení, a proto je nutné ke konstrukci přistupovat takovým způsobem, aby byla zajištěna delší životnost jednotlivých komponent, jednoduchost a odolnost. Vozík bude neustále zatížen, a proto lze uvažovat statické zatížení bez nutnosti uvažovat dynamické namáhání.

Obecný název technického produktu je:

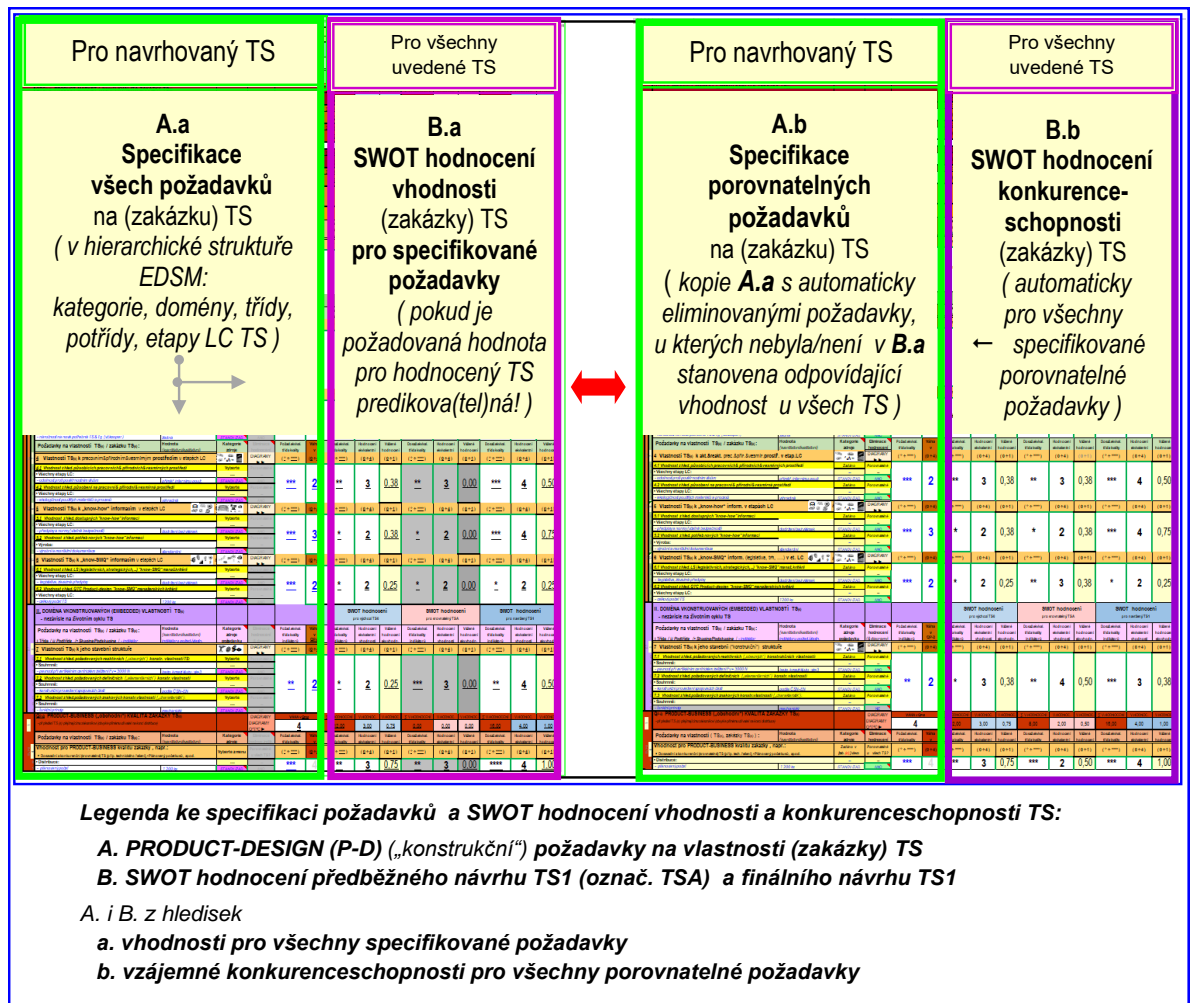
**Kolejové vnitropodnikové zařízení pro přesun materiálu**

### **3.2 Navržení specifikace požadavků na technický systém**

Úkolem je navrhnout kolejový nemotorový manipulační vozík. Vymezení řešeného transformačního systému a jeho následných klíčových prvků je v tomto ohledu srozumitelně dané.

<b>Operand:</b>	přepravovaný náklad
<b>Transformační proces:</b>	přesun nákladu po kolejích
<b>Operátor:</b>	kolejový nemotorový manipulační vozík

Specifikace požadavků byla strukturovaná v souladu s taxonomií vlastností technického systému podle EDSM (Obrázek 13). Tato specifikace byla vypracována s využitím SW RS&EA (18) a je uvedena v Příloze 1.



Obrázek 13-Princip a specifikace požadavků a SWOT hodnocení technického systému (18)

Implementováno v SW RS&EA (19), viz Příloha 1

Veškeré specifikace jednotlivých vlastností technického systému byly především směřovány a detailně ohodnoceny z hlediska konstruktérské oblasti. V případě specifikace manažerských a distribučních kritérií, doby a termínu dodání, popřípadě celkové náklady a cena, bylo postupováno dle kvalifikačního odhadu a vzájemné konzultaci s vedoucím práce. Tyto stanovené hodnoty jsou pouze a čistě orientační, a jejich význam v celkovém hodnocení má minimální vliv. Slouží pouze a jen jako doplnění specifikace, která je tímto způsobem kompletní. Celkové ohodnocení jednotlivých specifikací bylo provedeno bez odůvodňování a dokumentování.

### **3.3 Shrnutí rešerše a požadavků**

Na základě provedené rešerše (Rešerše soudobé používané techniky) a specifikaci požadavků (Příloha 1) jsem se rozhodl o návrh manipulačního kolejového vozíku typu jednoduchý plošinový, který nejvíce vyhovuje celkovému zadání a splňuje získané specifikace. Ostatní druhy kolejových vozíků, které byly uvedeny v rešerši, nesplňují samotné zadání konstrukční úlohy v oblasti pohonu, ceny, manipulaci s nákladem a začlenění do provozu.

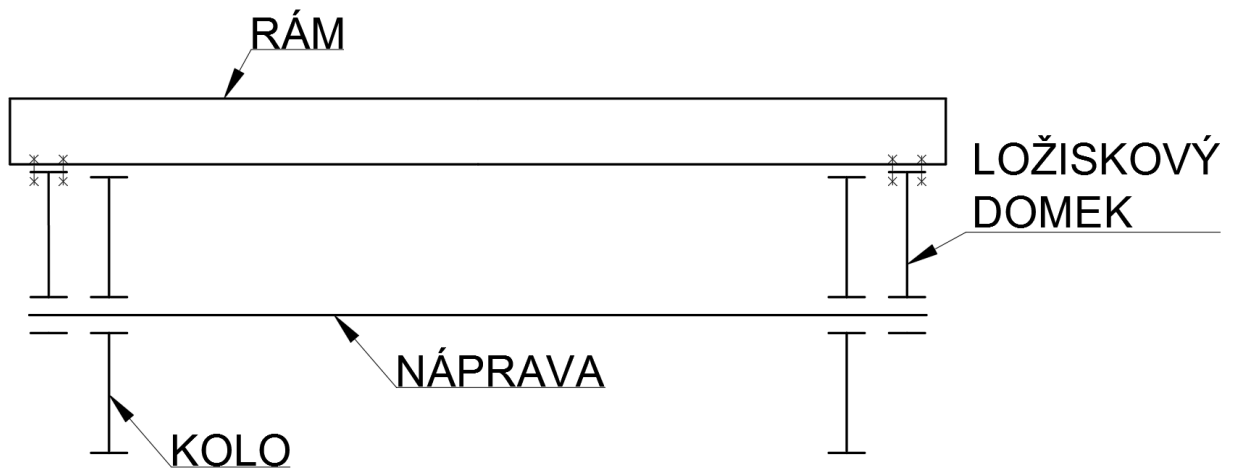
Důležité je brát ohled na jednoduchou výrobu, montáž a nízkou cenu, která se minimalizuje nákupem normalizovaných a standardizovaných dílů, snížením výrobních nákladů na co největší minimum pomocí jednoduchých výrobních operací. Případně některé komponenty rovnou nakoupit, než je vyrábět, nebo použít nepoužívané, či odložené díly, které by mohly ještě efektivně posloužit.

## 4 ALTERNATIVY ŘEŠENÍ

Požadavkem je navrhnout minimálně dvě alternativy řešení, tj. navrhnout alternativy orgánových struktur. Jedná se o abstraktní návrh alternativ, jelikož tímto způsobem je umožněno ponechat větší tvůrčí prostor pro následující konstrukční návrh stavebních struktur. (18)

### 4.1 Alternativa A

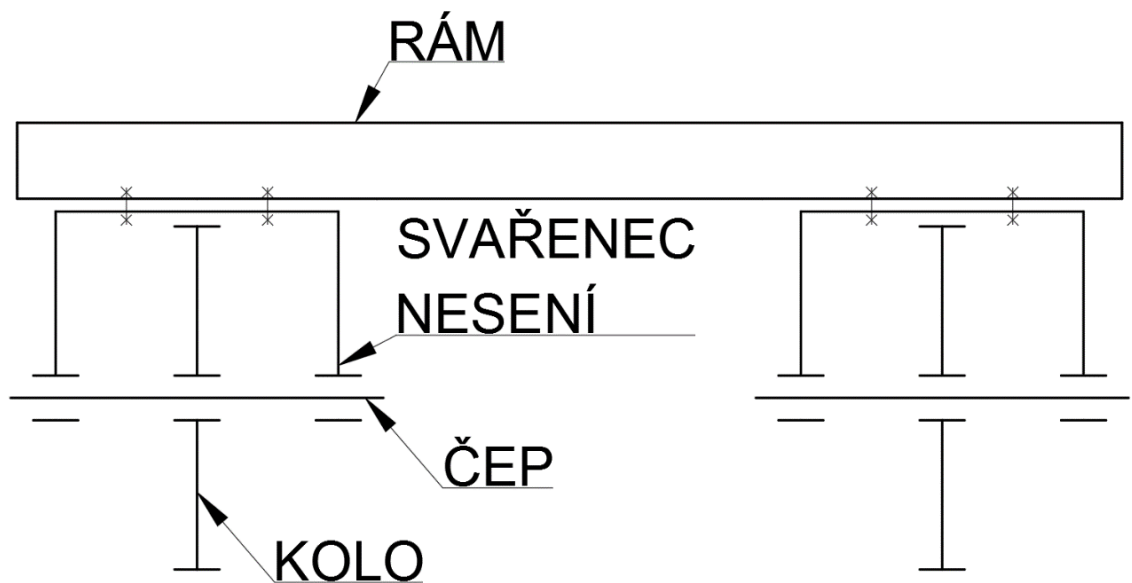
Alternativa A se skládá ze svařované konstrukce rámu za použití profilů. Plošina je tímto rámem tvořena a následně je vyplněná nspecifikovaným druhem výdřevy. Celý rám je připevněn k podvozku, zde konkrétně ke dvojkolí, pomocí vzájemné vazby mezi ložiskovým domkem a rámem. Ložiskový domek plní funkci nejen spojovacího prvku, ale taktéž plní funkci uložení celé nápravy. Rovněž lze využít uložení nápravy jako nehybného celku, tj. samotné ložisko je místo v ložiskovém domku, přímo uchyceno v kole. Kolo je z jedné strany opřeno o nápravu a z druhé strany je opřeno o ložiskový domek, popřípadě mezi tyto dvě komponenty lze vložit distanční kroužky. Ložiskový domek je k rámu připevněn pomocí šroubového spojení, v případě spojení s nápravou se jedná o sevření taktéž pomocí šroubového spojení.



Obrázek 14-Schéma Alternativy A

## 4.2 Alternativa B

Alternativa B je v rámci svařované konstrukce rámu totožná. Odlišnost se nachází především v samotném podvozku. Nevyužívá se zde principu dvojkolí s nápravou, ale pouze samostatně uchycených. Jednotlivá kola se nachází na čepích, které zajišťují axiální polohu kol. Kola jsou opatřena nákolkem, tj. ložisko se přímo uchyceno v kole a čep je zajištěn proti pootočení. Na čepích je následně nasazen svařenec nesení, který je tvořen z rozsochy, žebra a platle, a jako celek je připevněn k rámu pomocí šroubového spojení.



Obrázek 15-Schéma Alternativy B



## 4.3 Hodnocení navržených variant

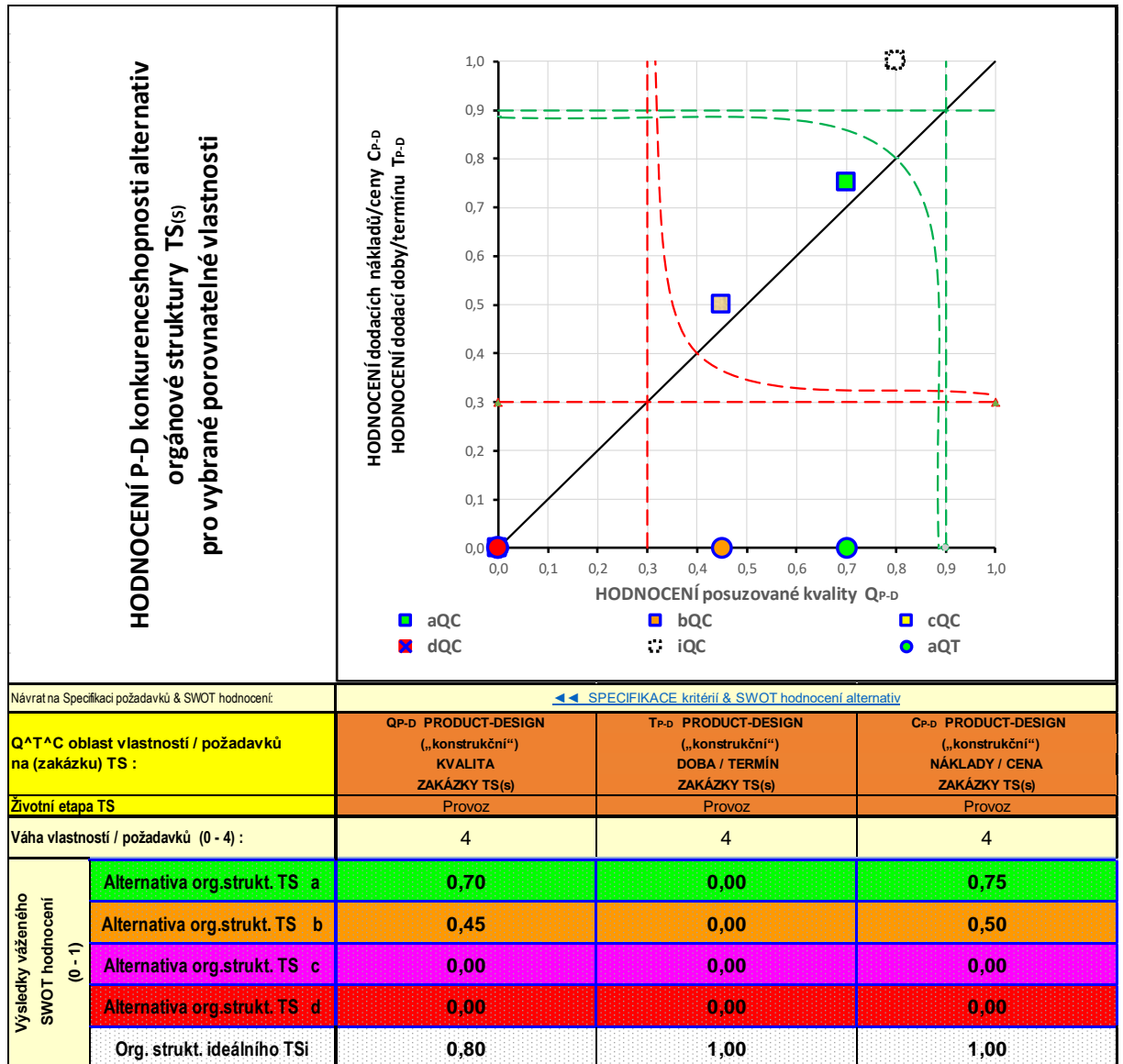
### 4.3.1 SWOT hodnocení vlastností

Účelem je ohodnotit jednotlivé navržené alternativy řešení orgánových struktur a na základě výsledků vybrat nejvhodnější řešení, u kterého bude následně vypracován konstrukční návrh. Cílem je ohodnotit jednotlivé alternativy pomocí předem zvolených kritérií. Jednotlivé kritéria je nutné objektivně a správně ohodnotit, přičemž je důležité, aby byly hodnoty kritérií zjistitelné. K ohodnocení byla vybrána čtyřbodová stupnice. Čím vyšší bodové hodnocení, tím je alternativa optimálnější. (18)

SPECIFIKACE kritérií pro hodnocení				SWOT hodnocení alternativ				
TS(s) :	Kolejový nemotorový manipulační vozík			Volitelné:	dolní mez	0,3	horní mez	0,9
Stupnice hodnocení [VDI-2225 1977]	DIAGR. ►►	Požadavek / kritérium	Váha	Varianty orgánové struktury TS(s)				
	Oblast Q <sup>A</sup> T <sup>A</sup> C	Porovnatelná konkurenční vlastnost	(0 ÷ 4)	A	B	C	D	Ideal
	Posuzovaná kvalita <b>Q</b>	Zajištění rozchodu kol	4	4	2	-	-	4
		Souosost kol	4	4	2	-	-	4
		Počet dílů	4	3	2			4
		Složitost konstrukce	4	3	3	-	-	4
		Montáž	4	3	2	-	-	4
		∑ hodnocení vhodnosti Q		2,8	1,8	-	-	3,2
		∑ normované hodnocení Q (0 ÷ 1)		0,70	0,45	0,00	0,00	0,80
	Dodací doba/termín <b>T</b>	Celková dodací doba - shodná	4	-	-	-	-	4
		---		-	-	-	-	-
		---		-	-	-	-	-
		∑ hodnocení vhodnosti T		-	-	-	-	4,0
	∑ normované hodnocení T (0 ÷ 1)		0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	
	Dodací náklady/cena <b>C</b>	Celkové dodací náklady	4	3	2	-	-	4
		∑ hodnocení vhodnosti C		3,0	2,0	-	-	4,0
		∑ normované hodnocení C (0 ÷ 1)		0,75	0,50	0,00	0,00	1,00

Obrázek 16-SWOT hodnocení navržených variant

Vypracováno s využitím SW EAOS (20), viz Příloha 2



Obrázek 17-Výsledek SWOT analýzy, grafické znázornění

Vypracováno s využitím SW EAOS (20), viz Příloha 2

Po hodnocení navržených variant a následném přezkoumání výsledků hodnocení, byla vybrána jako nejlépe hodnocená **Alternativa A** (Obrázek 14). Při rozhodování a hodnocení jsem se řídil na základě posuzované kvality jednotlivých alternativ, a ne podle ceny a dodací doby, jelikož bych tyto parametry nebyl schopen objektivně určit. Hlavní kritérium při výběru optimální varianty hrála sousost kol a dodržení požadovaného rozchodu jednotlivých kol. Na druhém místě se umístila **Alternativa B** (Obrázek 15).

#### 4.3.2 Rizikové a SWOT (R&SWOT) hodnocení alternativ

Účelem je předpovídat rizikové, silné a slabé stránky alternativ, a tímto způsobem buďto potvrdit výsledek předchozího kroku (SWOT hodnocení vlastností), nebo ho naopak vyvrátit a minimalizovat nebezpečí vzniku zbytečného konstrukčního návrhu alternativy. Jednotlivé stránky je opět nutné objektivně a správně určit, přičemž je nutné opět brát ohled na to, aby byly vlastnosti zjistitelné. (18)

Alternativa	A	B		
<b>R</b> <i>Rizika</i> -rizikové stránky	Možnost házivosti a vzniku vibrací způsobené nepřesností výroby nápravy	Možnost nesouososti kol		
		Možnost nedodržení rozchodu kol		
<b>S</b> <i>Výhody</i> -silné stránky	Souosost kol díky společné ose nápravy	Snadnější výroba jednotlivých dílů		
	Snadnější dodržení rozchodu kol			
<b>W</b> <i>Nevýhody</i> -slabé stránky	Složitější obrábění nápravy způsobené velkou délkou	Složitější montáž		
	Větší hmotnost	Větší počet dílů		
		Větší počet svařovacích operací		

Obrázek 18-Rizika, výhody a nevýhody variant

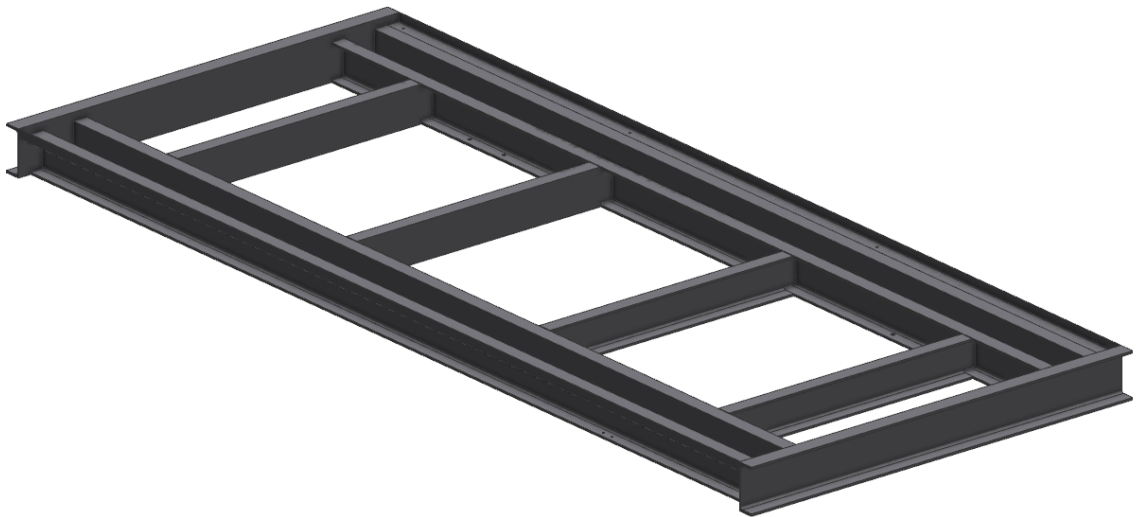
Po hodnocení rizik, výhod a nevýhod jednotlivých alternativ, byla vybrána jako nejlépe vyhovující i nadále **Alternativa A** (Obrázek 14).

## **5 KONSTRUKČNÍ NÁVRH**

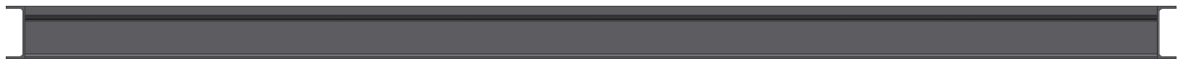
### **5.1 Návrh hrubé stavební struktury**

Návrh hrubé stavební struktury neobsahuje veškeré detailní informace. Jedná se o pouhou prezentaci základních a klíčových prvků, přičemž stále existuje prostor pro vylepšení určitých zón technického systému. (18)

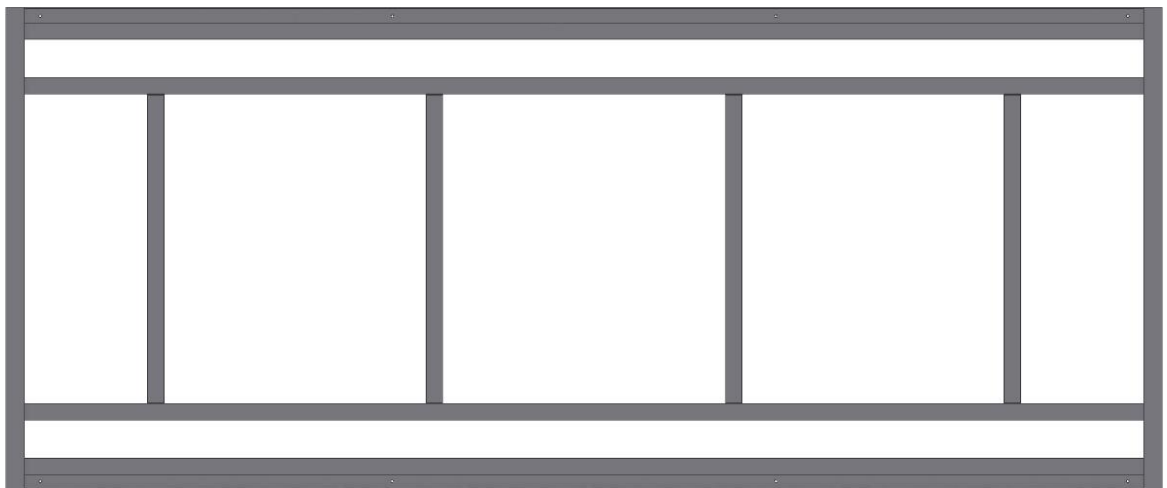
Samotný návrh hrubé stavební struktury se skládá z rámu, výdřevy, dvojkolí a brzdy. Rám je svařovaná konstrukce tvořena z hutního materiálu, konkrétně z profilů. Konstrukce rámu je navržena tak, aby splňovala požadovaný rozměr nákladové plochy. Vnitřek rámu je následně vyplněn výdřevou, která je tvořena pomocí dřevěné celistvé desky, která zapadá do konstrukce rámu a je k ní připevněna pomocí šroubů pro zajištění stabilní a stálé polohy. Dvojkolí kolejového manipulačního vozíku se skládá z nápravy, nalisovaných kol s nákolkem, distančními kroužky, spodním a horním ložiskovým domkem. K ložiskovému domku je připevněna vřetenová brzda, která působí na kolo.



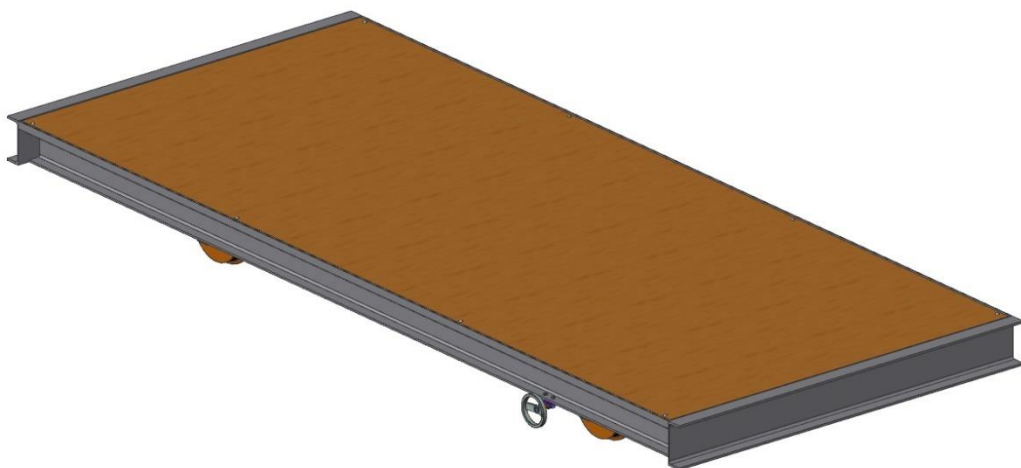
*Obrázek 19-Hrubá stavební struktura-Rám-3D model (vlastní zdroj)*



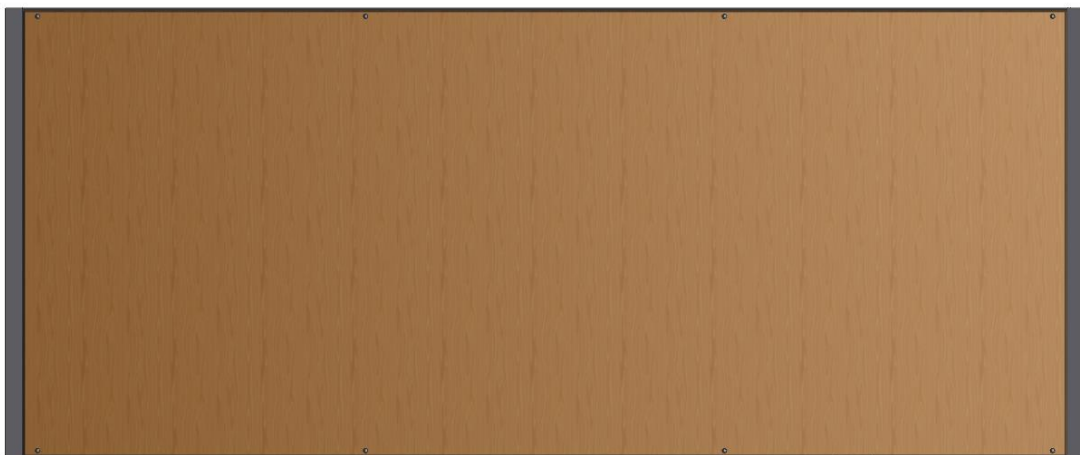
*Obrázek 20-Hrubá stavební struktura-Rám-boční pohled (vlastní zdroj)*



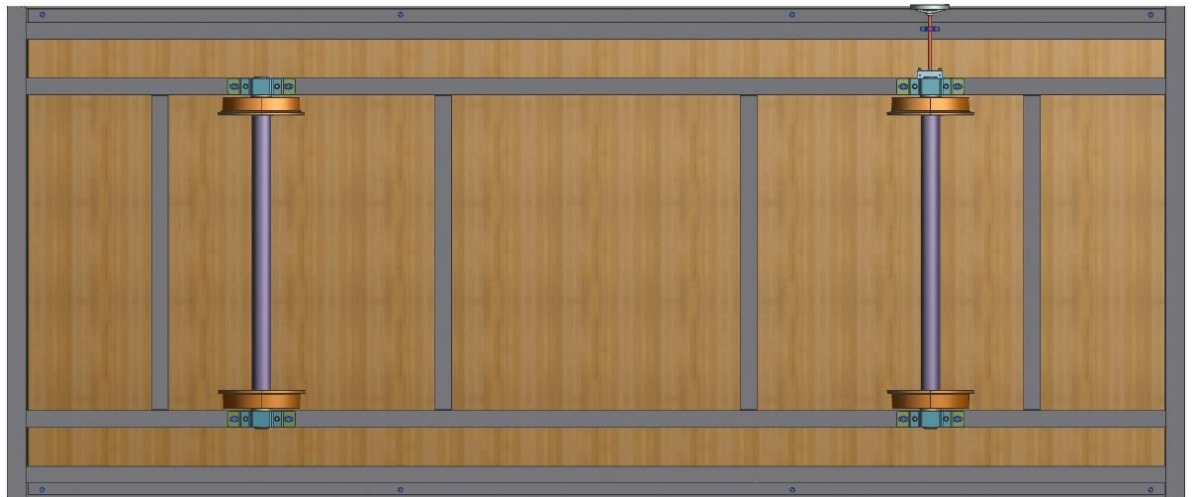
*Obrázek 21-Hrubá stavební struktura-Rám-horní pohled (vlastní zdroj)*



*Obrázek 22-Hrubá stavební struktura-Kolejový vozík-3D model*



*Obrázek 23-Hrubá stavební struktura-Kolejový vozík-Horní pohled*



Obrázek 24-Hrubá stavební struktura-Kolejový vozík-Spodní pohled



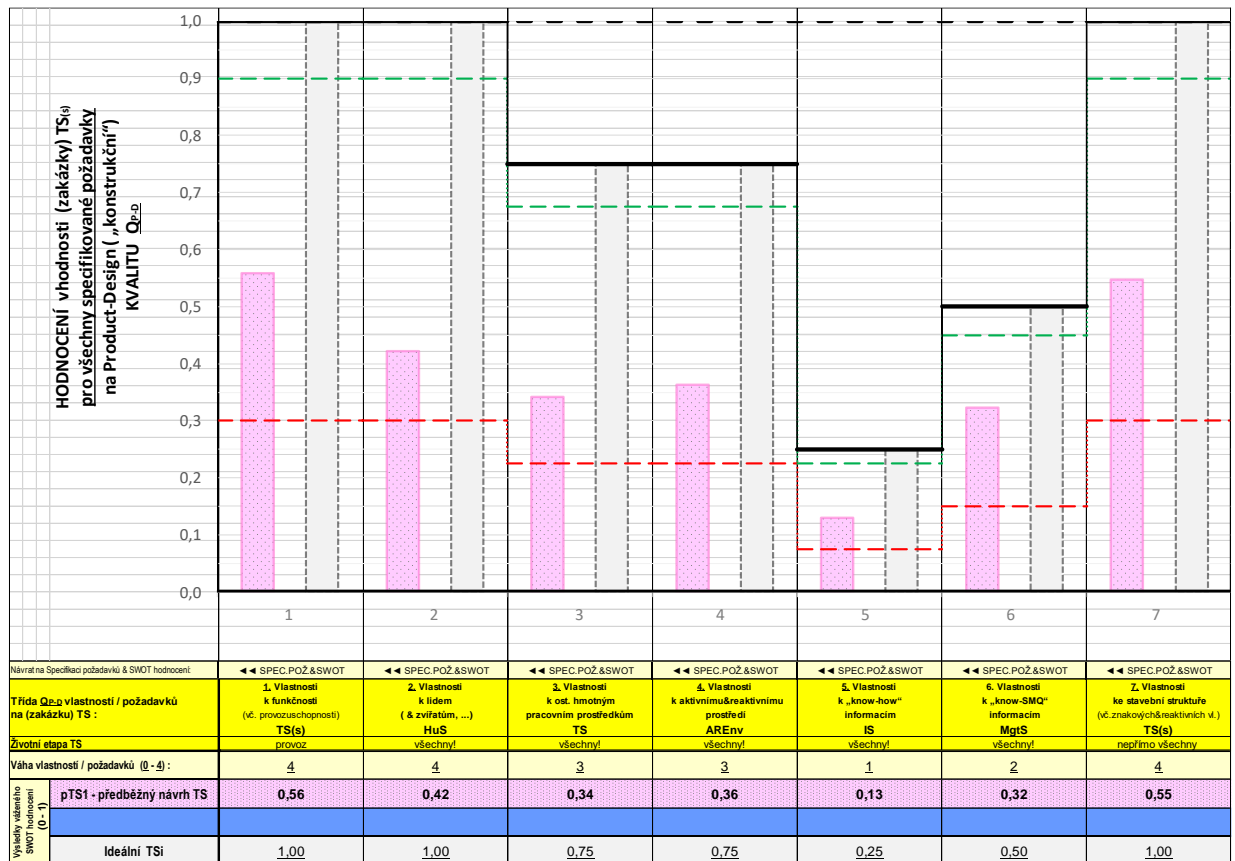
Obrázek 25-Hrubá stavební struktura-Kolejový vozík-Čelní pohled



Obrázek 26-Hrubá stavební struktura-Kolejový vozík-Boční pohled

### 5.1.1 SWOT hodnocení hrubé stavební struktury

SWOT hodnocení hrubé stavební struktury bylo provedeno s využitím SW podpory RS&EA (19) viz Příloha 1 – Obr. 1 (část 1 ze 3). Výsledky jsou znázorněny na Obrázku 26.



Obrázek 27-Výsledky SWOT hodnocení hrubé stavební struktury (19)

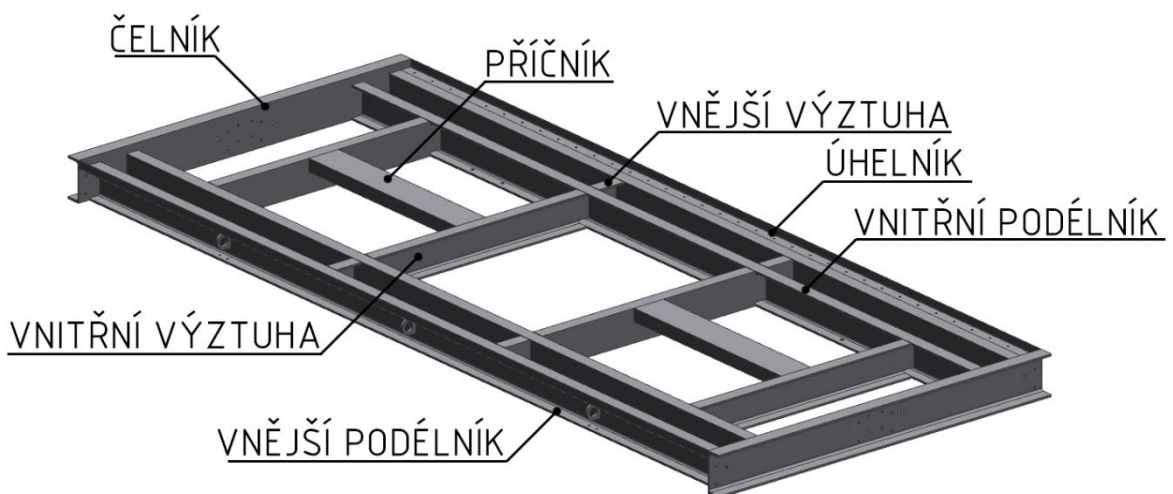
*Pozn. Veškeré cenové ohodnocení specifikací požadavků bylo provedeno pouze kvalifikovaným odhadem bez odůvodňování a dokumentování.*

## 5.2 Návrh definitivní stavební struktury

Definitivní stavební struktura již obsahuje veškeré detailní informace, které popisují jednotlivý konstrukční návrh každé komponenty, včetně popisků, informací a vysvětlivek. Prezentované obrázky již odpovídají finálnímu návrhu. Dále je definitivní stavební struktura v několika oblastech vylepšena, což zdatelně vylepšuje koncepci návrhu technického systému a přispívá ke konkurenceschopnosti na trhu. (18)

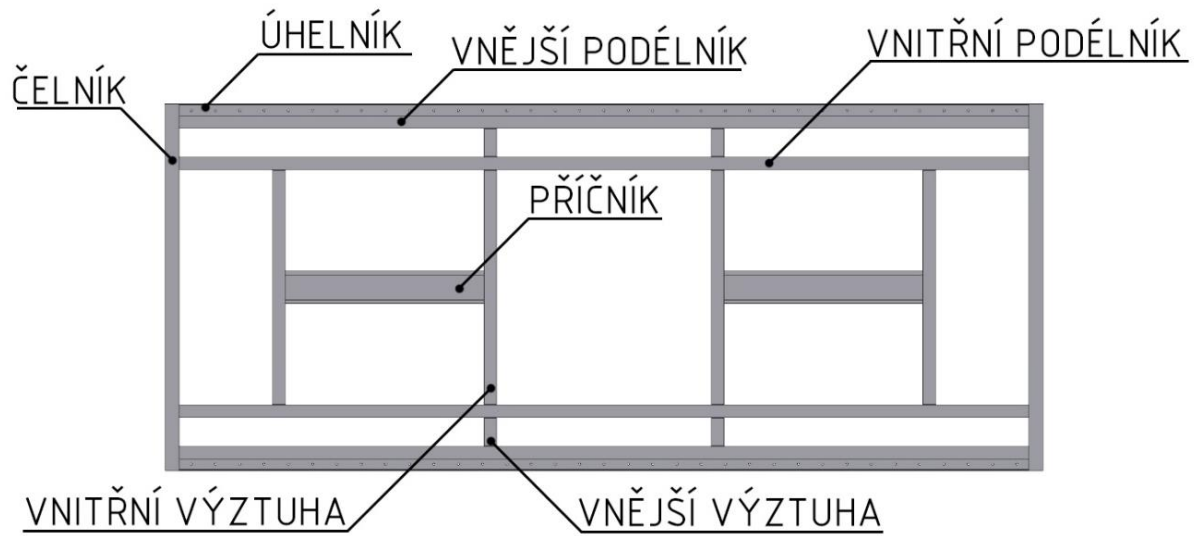
### 5.2.1 Rám

Rám se oproti hrubému návrhu liší v celkové konstrukci. Ten je po přidání příčníků, vnějších a vnitřních výztuh, zdatelně pevnější a celková tuhost rámu byla zvýšena. Přidáním těchto komponent se zajistilo lepší a snadnější rozložení hmotnosti převáženého nákladu. Veškeré použité profily jsou typu UPE (Obrázek 31), jejichž profil umožňuje snadnější montáž a uchycení šroubových spojení. Celá konstrukce rámu se skládá z čelníků, vnitřních a vnějších podélníků, vnějších a vnitřních výztuh, příčníků a úhelníků. Na vnějších podélnících byly přidány montážní oka, které jsou k profilu přivařeny. Montážní oka umožňují upevnit převážený náklad např. pomocí lan, upínacích kurtů, popřípadě popruhů. Díky tomu se zajistí stabilní poloha nákladu a nehrozí riziko, že by se náklad uvolnil z vozíku a došlo tak k poškození, nebo k úrazu. Vnitřní podélník tvoří vazbu mezi rámem a dvojkolím, tj. nachází se zde šroubové otvory pro následné spojení. Celkový rozměr rámu je 2500x6000 mm, tj. požadavek nákladové plochy.

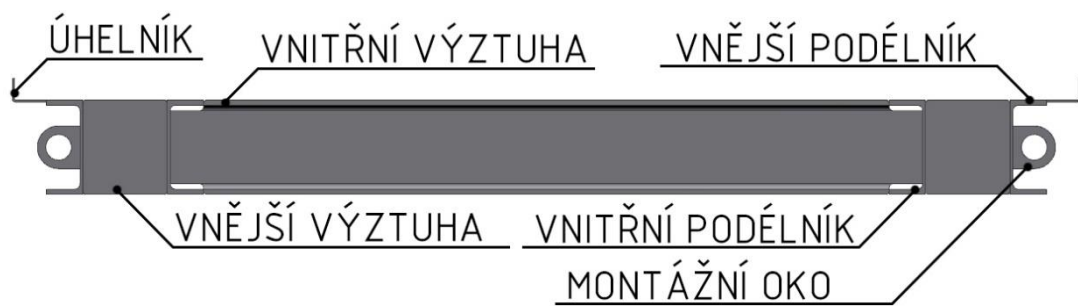


Obrázek 28-Definitivní stavební struktura-Rám-3D model

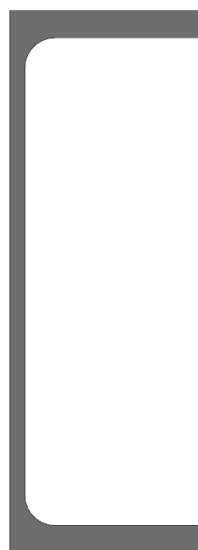




Obrázek 29-Definitivní stavební struktura-Rám-horní pohled



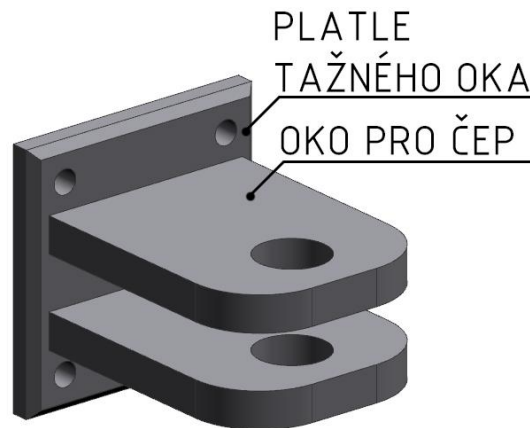
Obrázek 30-Definitivní stavební struktura-Rám-řez



Obrázek 31-Definitivní stavební struktura-UPE profil

### 5.2.2 Tažné oko

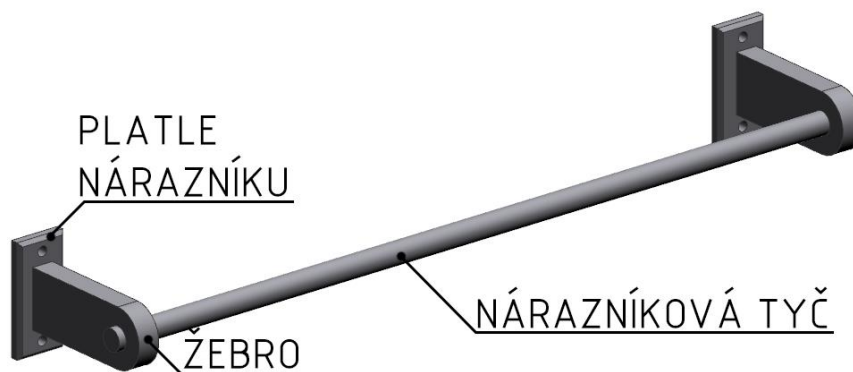
Doprostřed čelníků bylo přidáno tažné oko. Tato svařovaná komponenta se skládá ze základové platle, ke které jsou navařeny dvě oka s otvorem pro čep. Mezi tyto dvě oka lze připojit táhlo, které mezi ně zapadne a následně se otvorem prostrčí čep, který zaručí vzájemně společnou vazbu mezi manipulačním vozíkem a případným vozíkem s motorovým pohonem. Tímto způsobem lze velmi snadno a efektivně převážet jednotlivé vozíky z jednoho místa do druhého. Navíc lze tímto způsobem spojit vícero vozíků a zefektivnit tak proces manipulace s převáženým nákladem. Připevnění k rámu je uskutečněno pomocí šroubů s vnitřním šestihranem M12.



Obrázek 32-Definitivní stavební struktura-Tažné oko-3D model

### 5.2.3 Nárazník

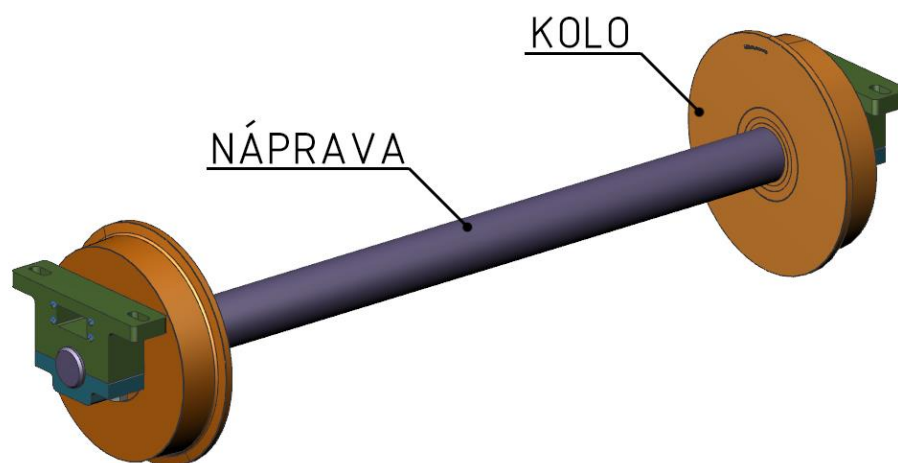
Taktéž na čelo vozíku byly implementovány jednoduché nárazníky. Tímto prvkem se pojistí situace, kdyby se v provozu vyskytoval větší počet manipulačních vozíků a docházelo by ke vzájemným nárazům, které by rovnou přecházely do rámu. Tento svařenec se opět skládá ze základové platle, k ní je přivařeno žebro s otvorem pro nárazníkovou tyč, která je mezi tyto žebra na každé straně vložena a následně přivařena pro zajištění polohy. Spojení je opět uskutečněno šroubem s vnitřním šestihranem M12. Na každém čele vozíku se vždy nachází dva nárazníky.



Obrázek 33-Definitivní stavební struktura-Nárazník-3D model

#### 5.2.4 Dvojkolí

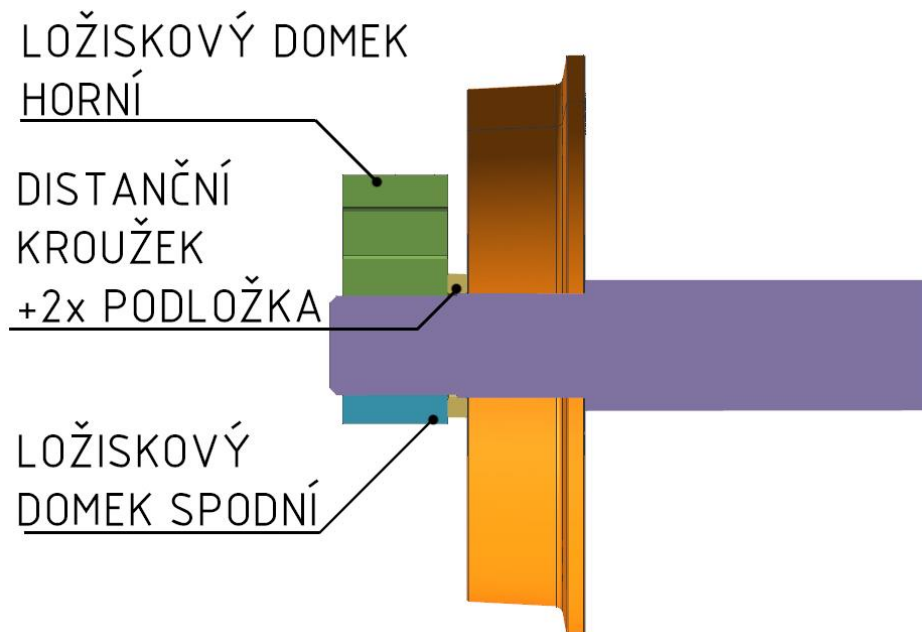
Konstrukce dvojkolí se skládá z nápravy, ložiskových domků a distančních kroužků. Náprava je odstupňovaná hřídel, na kterou je z každé strany nalisováno kolo ve vzdálenosti tak, aby byl splněn rozchod kolejí 1435 mm. Kolo je z jedné strany vždy opřeno o osazení. Při výběru kol byl především brán ohled na a nízký valivý odpor, vysokou otěruvzdornost, vysokou a dynamickou odolnost. Tímto výběrem se zajistily lepší jízdní vlastnosti. Kolo je opatřeno nákolkem, to znamená, že kuličkové ložisko je přímo uchyceno v samotném kole. Povrch okolku kola je lehce naolejován pro lepší jízdní vlastnosti. Ložiskový domek plní pouze nosnou funkci a tvoří vazbu mezi dvojkolím a rámem. Náprava je tímto způsobem uložena nehybně. Ložiskový domek se skládá z horní a dolní části, přičemž v dolní části je díra pro šroub a v horní části je díra se závitem M20. Tímto způsobem jsou obě části sešroubovány pevně k sobě. Mezi ložiskovým domkem a kolem je vložen distanční kroužek a dvě položky po 1 mm z důvodu přesné vymezení vůle. V dotykové oblasti mezi horním ložiskovým domkem a vnitřním podélníkem se nachází dvě oválné drážky, které zaprvé slouží jako otvor pro šrouby a za druhé tyto drážky umožňují případné usměrnění celkové nesouososti nápravy vůči rámu. Horní ložiskový domek dále obsahuje čtyři závitové díry M12 pro uchycení brzdy a taktéž otvor, kterým bude procházet brzdové obložení vřetenové brzdy, které bude následně působit na čelo kola. Závitové díry a otvor pro brzdu se nachází na každém ložiskovém domku, tudíž si zákazník může sám zvolit, kam brzdu umístí a její polohu může velmi snadno a efektivně měnit i v provozu dle aktuální situace.



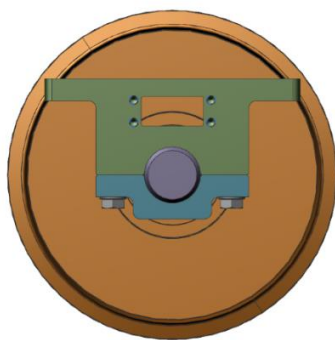
Obrázek 34-Definitivní stavební struktura-Dvojkolí-3D model



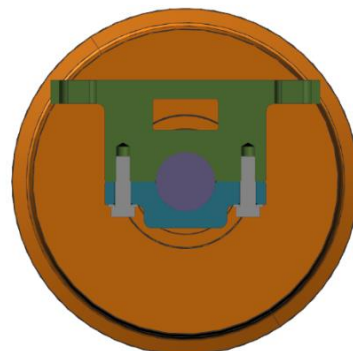
Obrázek 35-Definitivní stavební struktura-Dvojkolí-Čelní pohled



Obrázek 36-Definitivní stavební struktura-Dvojkolí-Řez



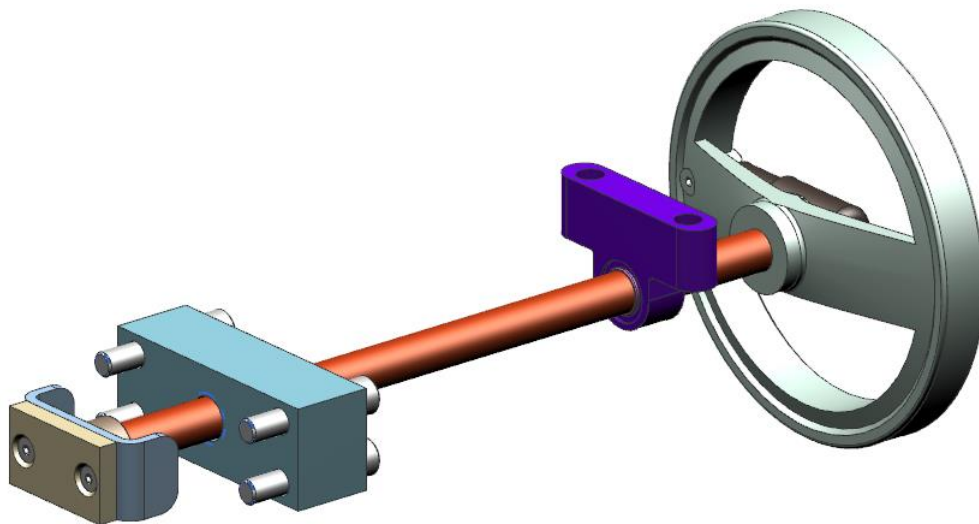
Obrázek 37-Definitivní stavební struktura-Ložiskový domek



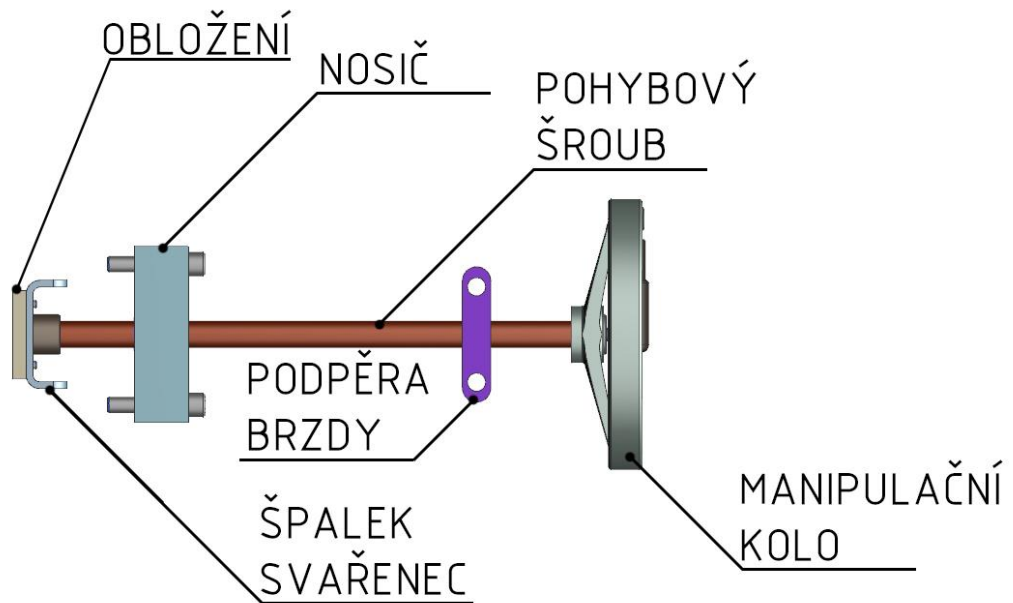
Obrázek 38-Definitivní stavební struktura-Ložiskový domek-Řez

### 5.2.5 Vřetenová brzda

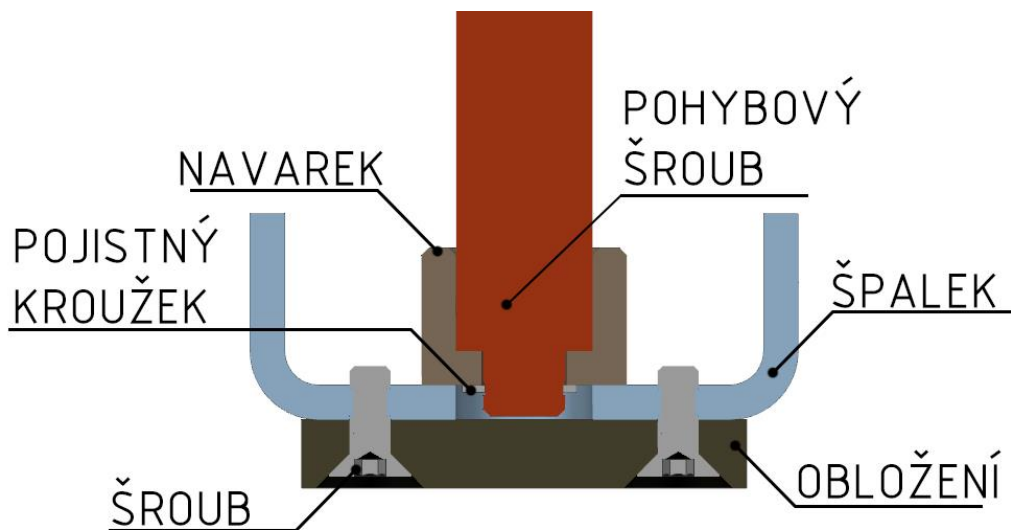
Koncepce vřetenové brzdy byla taktéž v určitých oblastech vylepšena. Obyčejné klasické ruční ocelové manipulační kolo bylo nahrazeno hliníkovým manipulačním kolem (Obrázek 42) se sklopnou rukojetí, které umožňuje snadnější obsluhu a sklopná rukojeť nebude zbytečně překážet ve svém okolí v případě manipulaci s nákladem. Ovládací okolo je připevněno k pohybovému (trapézovému) šroubu za použití šroubu s vnitřním šestihranem M6 a podložkou. Pohybový šroub má lichoběžníkový závit dle normy ČSN 01 4050 (21). Podpěra brzdy, která je přišroubovaná k vnějšímu podélníku, nyní nově obsahuje kluzné plastové ložisko pro získání lepších kluzných vlastností. Šroub se otáčí a zároveň posouvá, matice (nosič) je připevněn k pevné části, zde konkrétně k hornímu ložiskovému domku. Nosič je připevněn pomocí čtyř šroubů s vnitřním šestihranem M12. Na konci šroubu se nachází svařenec (špalek) (Obrázek 41), který je nasazen na šroub a zajištěn v axiálním směru pojistným kroužkem. K tomuto svařenci je přišroubováno gumové obložení. Dva šrouby s vnitřním šestihranem M6 jsou zapuštěny v kuželovém zahloubení.



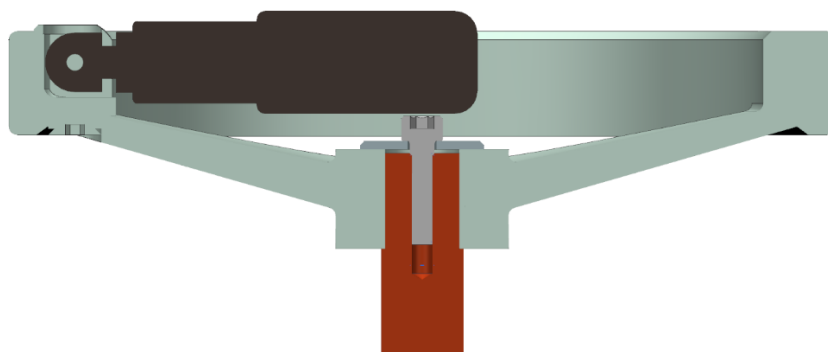
Obrázek 39-Definitivní stavební struktura-Vřetenová brzda-3D model



Obrázek 40-Definitivní stavební struktura-Vřetenová brzda-Horní pohled



Obrázek 41-Definitivní stavební struktura-Vřetenová brzda-Řez konce pohybového šroubu



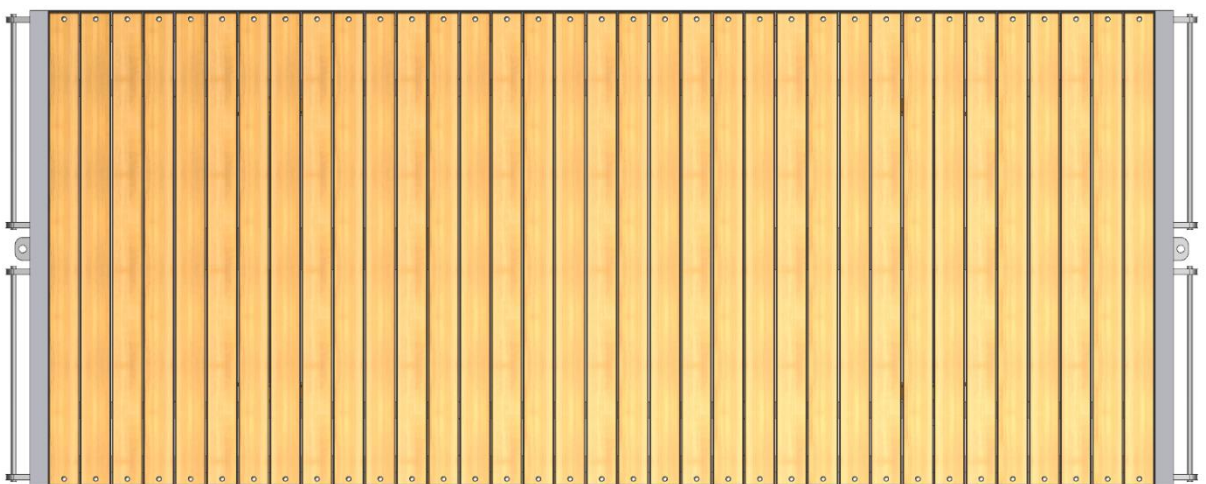
Obrázek 42-Definitivní stavební struktura-Vřetenová brzda-Manipulační kolo

### 5.2.6 Kolejový vozík

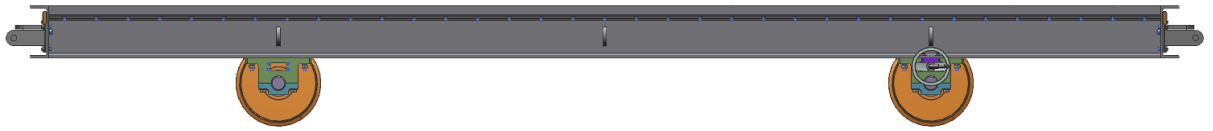
Celková koncepce výdřevy byla taktéž změněna. Místo celistvé mohutné dřevěné desky byla zvolena výdřeva pomocí dřevěných dubových desek. Tato změna proběhla z důvodu, že v případě poničení, lze vyměnit pouze poničené části a není tudíž potřeba měnit celou výdřevu jako v případě návrhu hrubé stavební struktury. Na každé straně výdřevy se nachází otvor pro šroub se zahloubením, do kterého je vložen vratový šroub M12. Koncept výdřevy byl taktéž aplikován na čelo samotného vozíku, jelikož v případě pohonu vysokozdvizným vozíkem by vidlice poničily povrch čelníku. Výdřeva na čele tedy slouží jako ochranný prvek. Přidáním nárazníku se zvětšil půdorys vozíku, ale specifikace požadovaného rozměru je určen pro nákladovou plochu. Horní část nákladové plochy se nachází ve výšce 600 mm od temene kolejnice.



Obrázek 43-Definitivní stavební struktura-Kolejový vozík-3D model



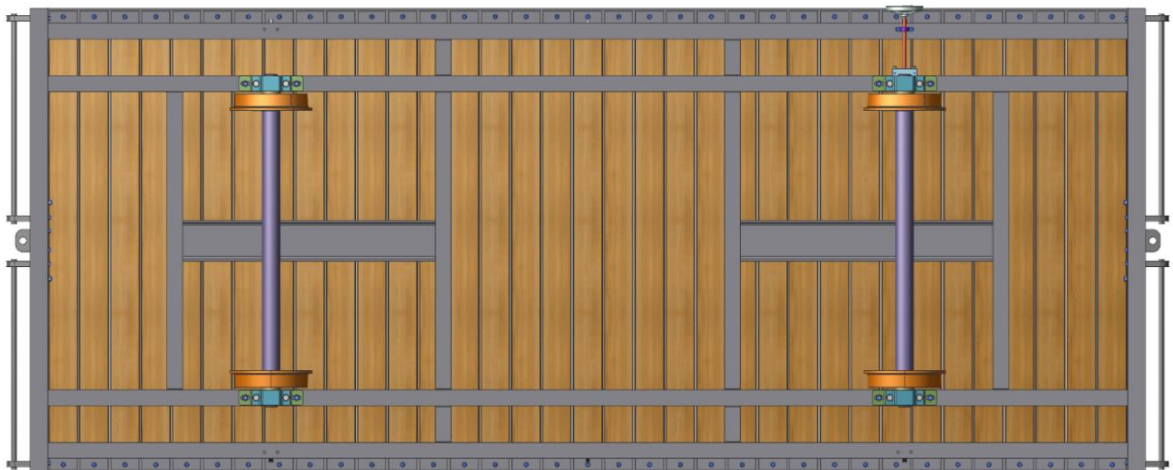
Obrázek 44-Definitivní stavební struktura-Kolejový vozík-Horní pohled



Obrázek 45-Definitivní stavební struktura-Kolejový vozík-Boční pohled

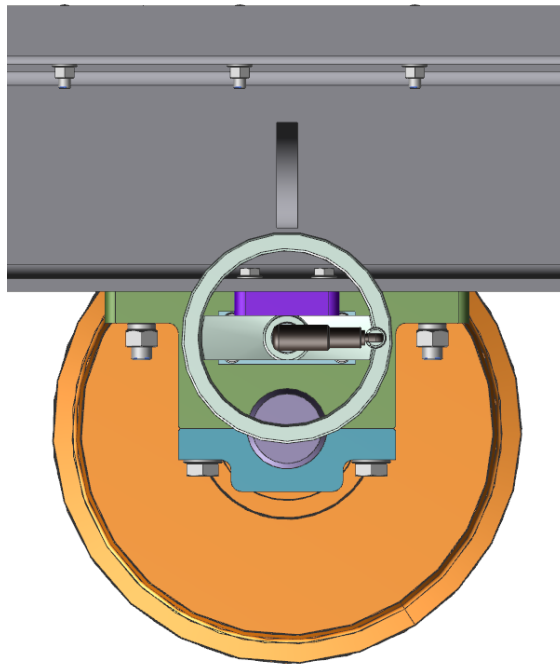


Obrázek 46-Definitivní stavební struktura-Kolejový vozík-Čelní pohled

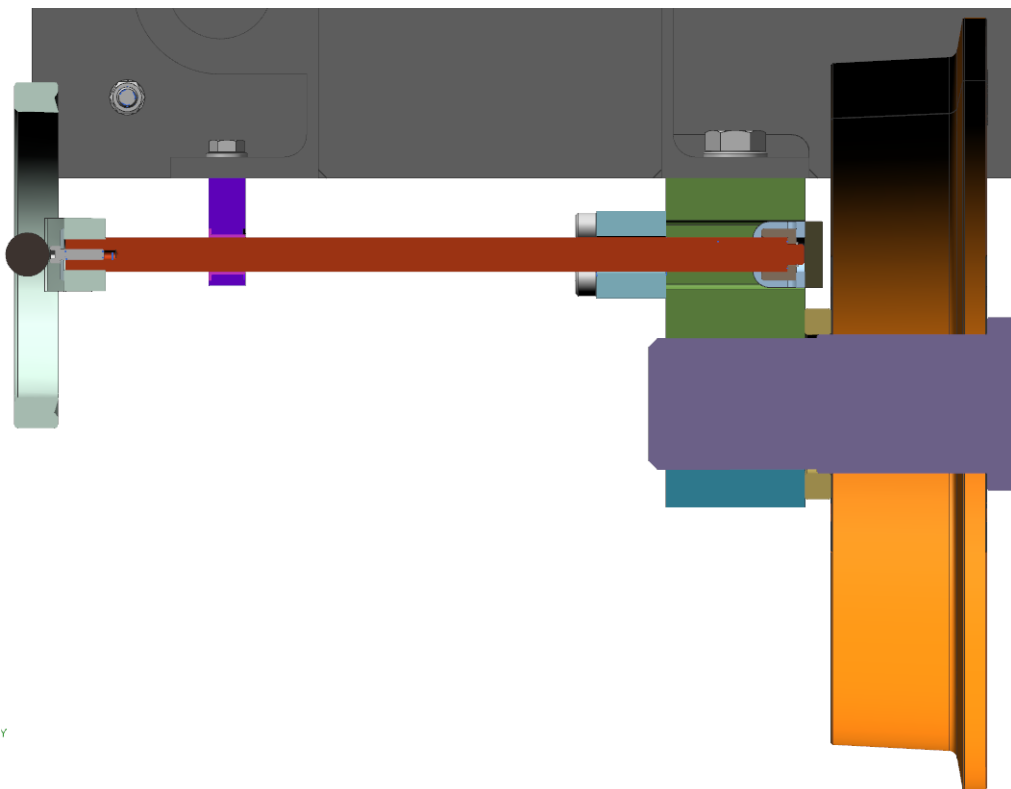


Obrázek 47-Definitivní stavební struktura-Kolejový vozík-Spodní pohled





Obrázek 48-Definitivní stavební struktura-Kolejový vozík-Detailní boční pohled



Obrázek 49-Definitivní stavební struktura-Kolejový vozík-Řez uchycení brzdy

### 5.2.7 SWOT hodnocení definitivní stavební struktury

SWOT hodnocení definitivní stavební struktury bylo provedeno s využitím SW podpory RS&EA (19) viz Příloha 1 – Obr. 3 (část 1 ze 3) Výsledky jsou znázorněny na Obrázku 48.

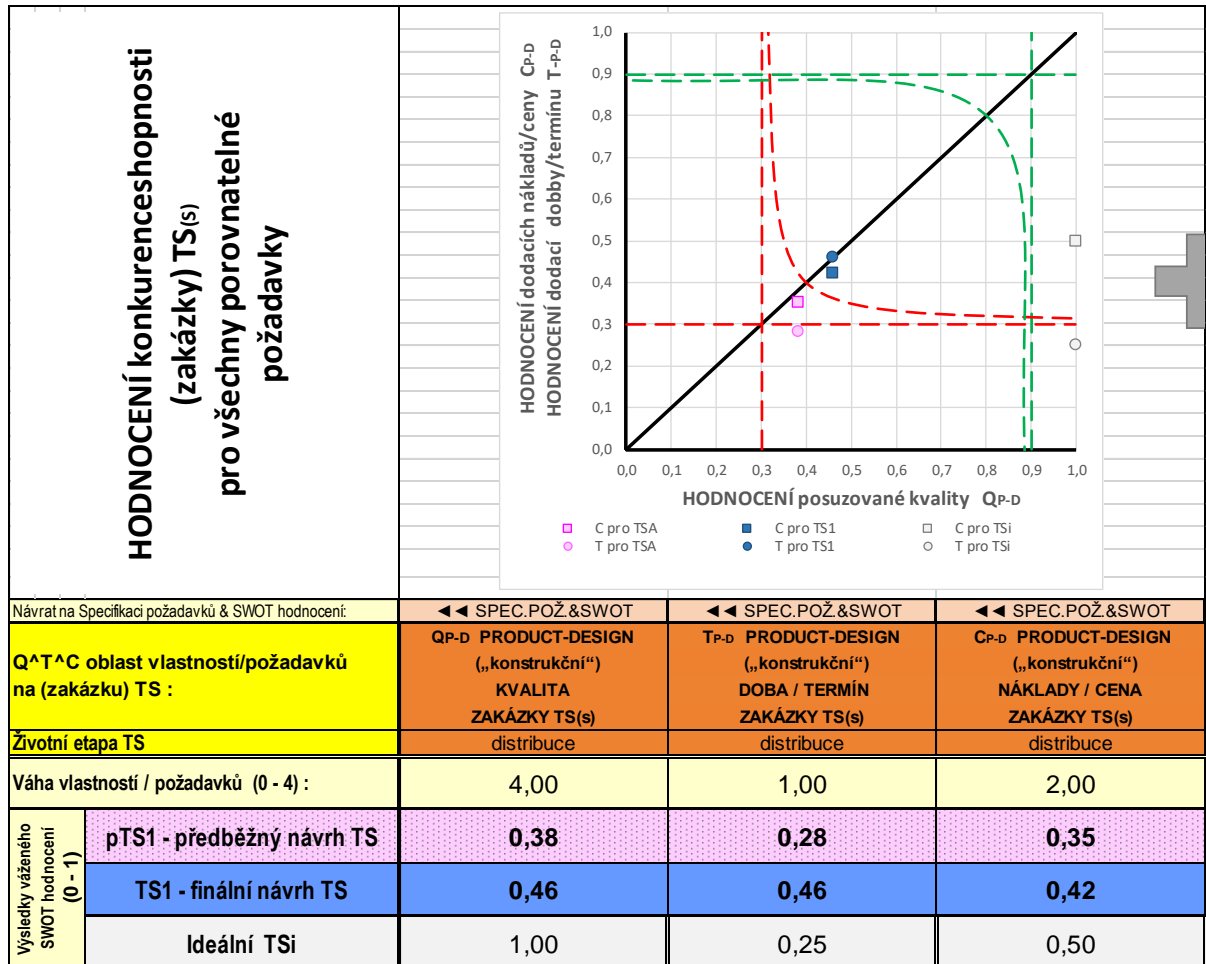


Obrázek 50-Výsledky SWOT hodnocení definitivní stavební struktury (19)

Pozn. Veškeré cenové ohodnocení specifikací požadavků bylo provedeno pouze kvalifikovaným odhadem bez odůvodňování a dokumentování.

### 5.3 Souhrnné SWOT hodnocení hrubého a definitivního návrhu z hlediska konkurenceschopnosti

Souhrnné hodnocení obou návrhů bylo provedeno s využitím SW podpory RS&EA (19) viz Příloha 1 – Obr. 4 (část 3 ze 3). Výsledky jsou znázorněny na Obrázku 49.



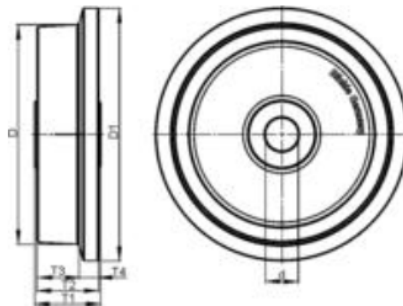
Obrázek 51-Souhrnné SWOT hodnocení (19)

## 6 VÝBĚR NAKUPOVANÝCH KOMPONENT

V rámci nakupovaných komponent nemotorového manipulačního kolejového vozíku uvádím nakupovaná kola a manipulační ovládací kolo vřetenové brzdy. Ostatní nakupované komponenty a jednotlivé části sestavy technického produktu jsou vyráběny z hutních polotovarů, jejichž parametry pro objednání jsou vždy uvedeny v razítku výrobního výkresu a kusovníku příslušné sestavy, do které komponenta patří. To samé platí i pro normalizované díly, jako jsou např. šrouby, matice, podložky a ostatní. Veškeré komponenty byly vždy navrženy tak, aby bylo možné snadno objednat příslušný polotovar a danou součást co nejnaději vyrobit.

Kolo s nákolkem z lité polyamidu SPKVS 400K od firmy Blickle a.s.

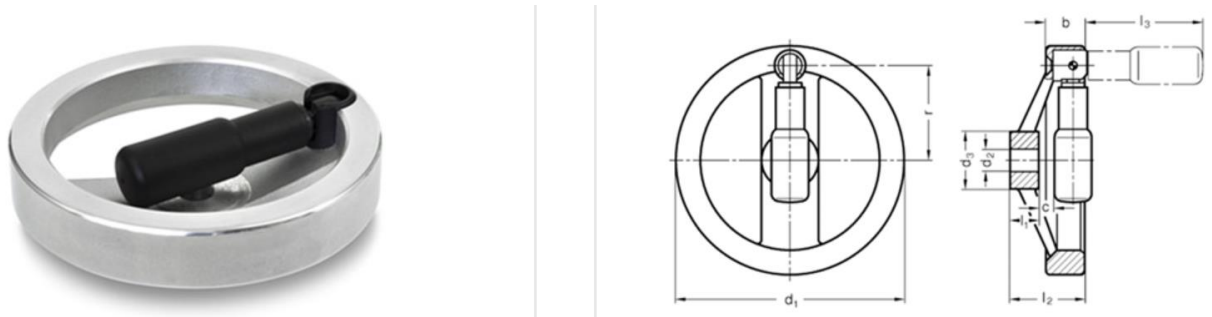
Ø kola bez nákolku		400 mm (D)
Ø kola vč. nákolku		445 mm (D1)
šířka kola		90 mm (T2)
šířka běhounu		72 mm (T3)
nosnost		9000 kg
Ø otvoru pro osu		80 mm (d)
délka náboje		90 mm (T1)
Hmotnost		82,9 kg
Teplotní odolnost		-25 ° C
Teplotní odolnost až do		120 ° C
tvrdost běhounu		190 - 230 HB
Druh ložiska		Kuličkové ložisko



Obrázek 52-Nakupované komponenty-Kolo SPKVS 400K (22)

Hlavní kritérium při výběru kola bylo průměr otvoru pro osu, tj. průměr nápravy, který se odvíjí od výsledného zatížení způsobené nákladem a hmotností rámu, které vytváří ohybový moment.

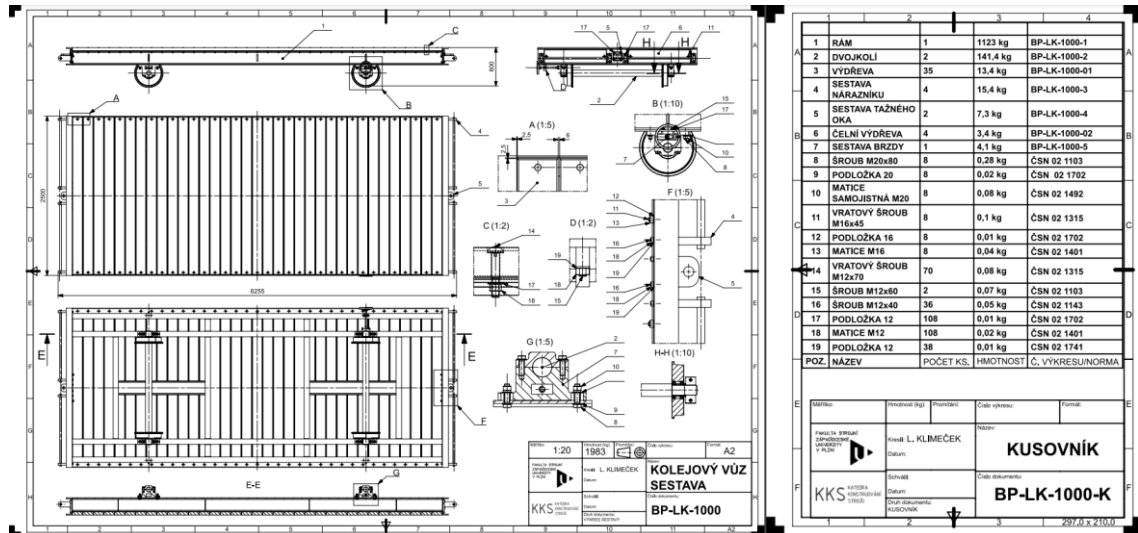
Manipulační ruční kolo se sklopnou rukojetí GN 322.7 od firmy ELESA+GANTER CZ s.r.o.:



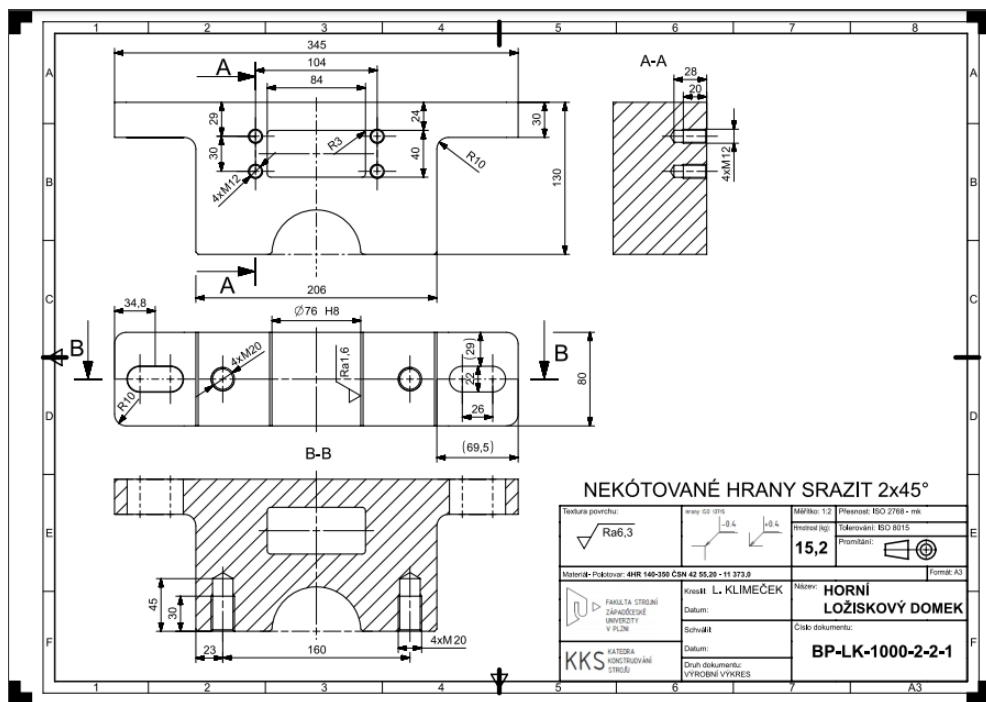
Obrázek 53-Nakupované komponenty-Manipulační kolo GN 322.7 (23)

## 7 VÝKRESOVÁ DOKUMENTACE

Výkresová dokumentace obsahuje výkres opozicované sestavy včetně kusovníku (Příloha 3) a dále výrobní výkres horního ložiskového domku (Příloha 4).



Obrázek 54-Výkres sestavy včetně kusovníku (Příloha 3)



Obrázek 55-Výrobní výkres horního ložiskového domku (Příloha 4)

## **8 VHODNOST KLÍČOVÉHO PRVKU POMOCÍ MKP ANALÝZY**

### **8.1 Úvod**

MKP neboli Metoda konečných prvků, je příklad numerické metody, která se používá pro řešení inženýrských problémů v oblasti pružnosti, dynamiky, proudění kapalin a plynů, vedení tepla a mnoha dalších fyzikálních jevů. Základem celé této metody je prvek, který má oproti teorii pružnosti konečný rozměr. Celá kontrolovaná součást je rozdělena na několik oblastí-prvků. Prvky mohou mít různorodý tvar a pomocí uzlů jsou dále vázány na další prvky. Dohromady tvoří síť prvků, resp. uzlů, které jsou hlavním nositelem neznámých a hledaných parametrů. Mezi základní veličiny patří posuv, přetvoření a napětí. V prostoru tedy hovoříme o 15 rovnicích pro 15 neznámých, kde existuje pouze jedno řešení. Po zavedení okrajových podmínek vede MKP na řešení soustav algebraických rovnic. Struktura sítě má vliv na přesnost výpočtu. V případě zvolení hustší sítě, získáme přesnější finální hodnoty na úkor delší doby výpočtu. Skutečným omezením je tedy výkon hardwaru a čas. (24)

I přesto zůstává znalost analytického řešení základní znalostí každého inženýra, jelikož tato znalost je základním stavebním prvkem, který slouží jako rozumné posouzení získaných výsledků a všeobecnou znalost o tom, jak sestavit matematický model, odpovídající skutečnosti. (24)

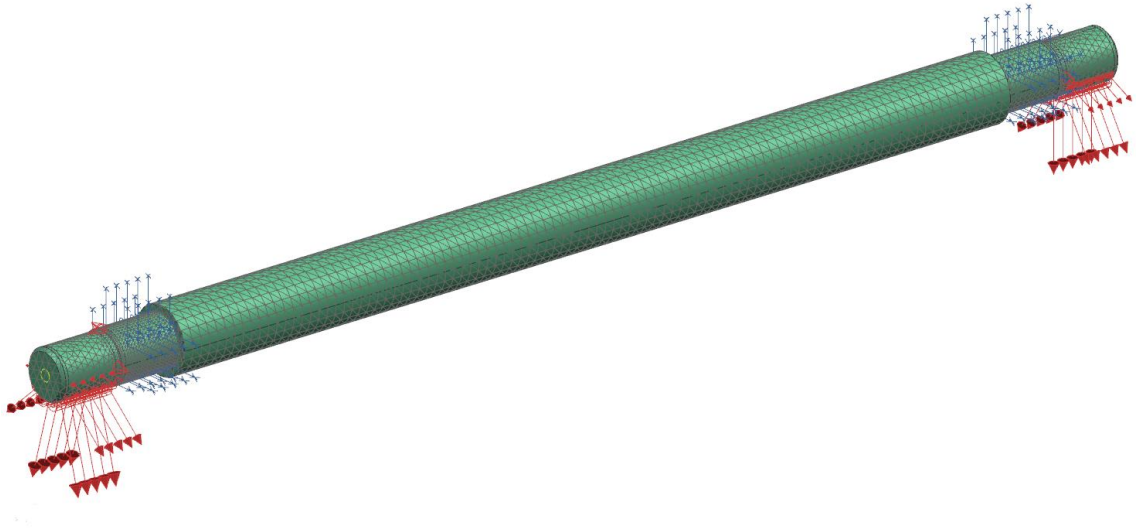
### **8.2 Výpočet**

Jako klíčový prvek byla vybrána náprava, která je součástí dvojkolí. Náprava byla zasíťovaná pomocí prvku typu CTETRA (10), jehož velikost je 15 mm. V oblasti, kde je předpokládán výskyt větších hodnot napětí, proběhlo jemnější zasíťování, pro získání přesnějších hodnot. Materiál nápravy byla zvolena ocel.

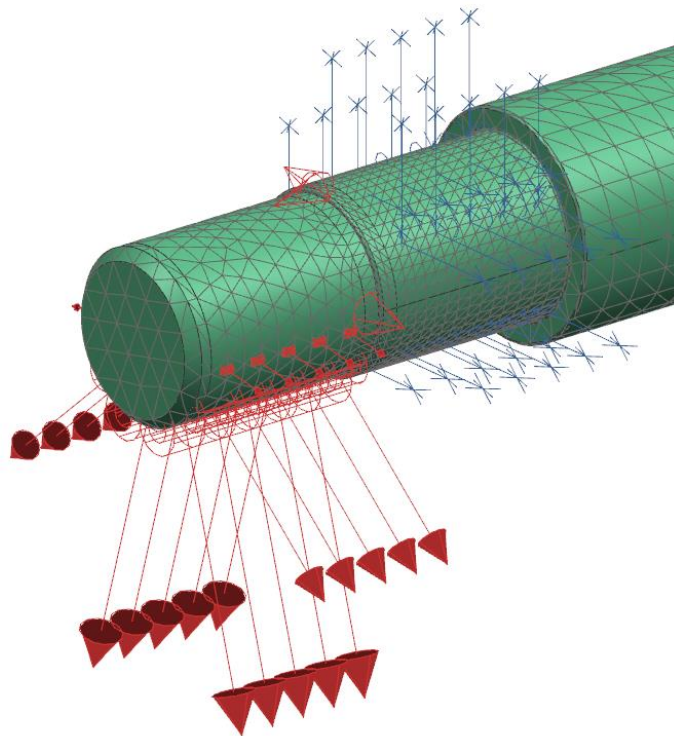
Dále je v simulaci nutné určit vazby a působící zatížení. V místě kol se nachází pevné podpory po celé šířce kol. Na obrázcích reprezentováno modrou barvou (Obrázek 56, Obrázek 57). Působící zatížení má svislý směr od celkové tíhy komponent, které se nachází nad vodorovnou osou nápravy. Mezi tyto komponenty patří sestava rámu, výdřeva, čelní výdřeva, tažná oka, nárazníky, horní ložiskový domek, sestava vřetenové brzdy a veškeré montážní příslušenství, jako jsou šrouby, podložky a matice. Celková hmotnost těchto komponent je 1761 kg, což při uvažování rovnoměrného rozložení váhy, vychází polovina na každou nápravu, resp. čtvrtina na každou stranu v místě ložiskového domku. Při uvažování gravitačního zrychlení  $g = 9,81 \text{ m/s}^2$  se jedná o sílu 4319 N na každou stranu nápravy. K tomu je dále nutné přidat celkovou požadovanou nosnost kolejového vozíku, které je dle zadání 10 t. Při opakovaném uvažování rovnoměrného rozložení váhy, to vychází 5000 kg na nápravu, resp. 2500 kg na každý ložiskový domek. Jedná se tedy o sílu 24 525 N. Při součtu těchto sil získáváme sílu na každý ložiskový domek o hodnotě 28 844 N.

Při výpočtu je silové působení uvažováno jako druh „ložisko“, to znamená, že síla působí na horním povrchu nápravy, tj.  $180^\circ$ , v celé šíři horního ložiskového domku. Na obrázcích reprezentováno červenou barvou a šipkami, reprezentující směr zatížení (Obrázek 56, Obrázek 57).

Jelikož se jedná o symetrickou součást, která je taktéž symetricky stejně namáhána, získané výsledné hodnoty posunutí a napětí budou na každé straně identické.



Obrázek 56-MKP analýza-3D model

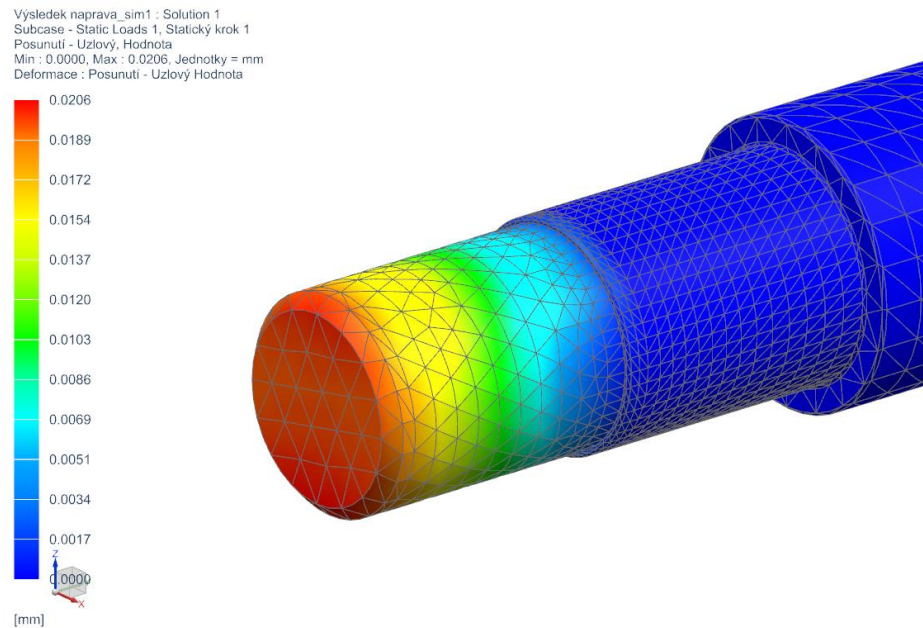


Obrázek 57-MKP analýza-3D model-detail



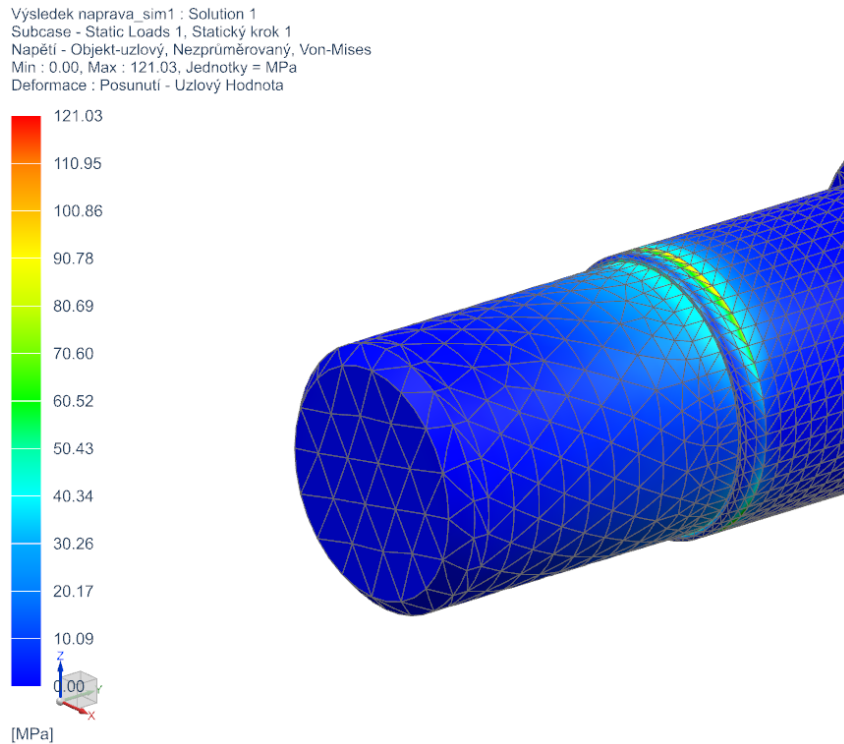
Při výpočtu jsou hlavními sledovanými parametry posunutí (deformace) a napětí. Matematický model nápravy si lze představit jako nosník na dvou podporách s převislými konci.

Výsledné maximální posunutí (deformace) se nachází na úplném konci nápravy a dosahuje hodnoty 0,0206 mm.

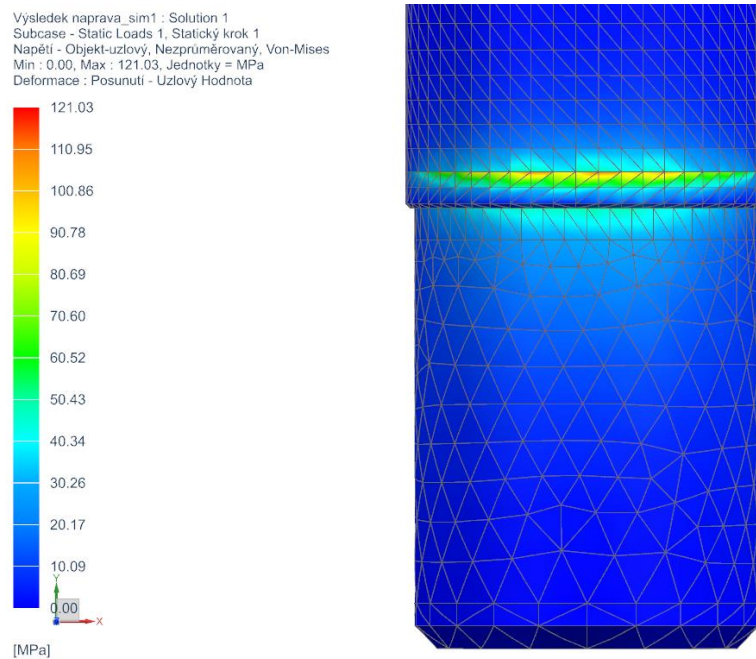


Obrázek 58-MKP analýza-Posunutí (deformace)

Maximální napětí se nachází těsně před pevnou podporou nápravy (kola). Toto napětí je typu uzlového. Maximální napětí dosahuje hodnoty 121,03 MPa.



Obrázek 59-MKP analýza-Napětí-3D model



Obrázek 60-MKP analýza-Napětí-Horní pohled

Materiál nápravy byla zvolena ocel S235JR (11 375), kde je mez kluzu dle materiálového katalogu jmenovité tloušťky intervalu  $>63 \leq 80$  mm 215 MPa. Dle specifikaci požadavků (Příloha 1) se jedná o statické zatížení a požadovaná bezpečnost je 1,5 až 2.

$$k = \frac{R_{eH}}{\sigma} = \frac{215}{121,03} = 1,78$$

Konkrétní hodnota bezpečnosti tedy vychází 1,78. Náprava z hlediska bezpečnosti vyhovuje, jelikož se výsledné napětí nachází pod mezí kluzu a v požadovaném intervalu bezpečnosti.

Přehled vlastností oceli S235JR								1.0038
Druh oceli	Nelegovaná jakostní konstrukční ocel							
TDP	ČSN EN 10025-2: 2005							
Dřívější označení	S235JRG2 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 <sup>1)</sup>	1,40	-	0,035	0,035	0,012
Složení hotového výrobku	0,19	0,19	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 <sup>5)</sup> :							
	> 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 : <sup>4), 5)</sup>							
≤150				>150≤250				
27 <sup>4)</sup>				27 <sup>4)</sup>				
Maximální hodnota CEV <sup>3)</sup>	Pro výrobky jmenovité tloušťky v mm:							
	≤ 30		> 30 ≤ 40		> 40 ≤ 150		> 150 ≤ 250	
0,35		0,35		0,38		0,40		
<b>Technologické vlastnosti</b>								
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 dodávané výrobky dále tvářeny za tepla, splňují uvedené mechanické vlastnosti pouze po následném normalizačním žhání.							
Tvařitelnost za studena	Ocel určená pro tváření za studena musí být označena písmenem C ( S235JRC ). To se týká i tažení za studena.							
<sup>1)</sup> pro profily o jmenovité tloušťce nad 100 mm se obsah C stanoví po dohodě. <sup>2)</sup> pro profily o jmenovité tloušťce nad 100 mm je hodnoty nutno dohodnout <sup>3)</sup> 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. <sup>4)</sup> 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 zkušebního 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. <sup>5)</sup> pro podélný směr zkoušení.								

Obrázek 61-MKP analýza-Vlastnosti oceli S235JR (25)

## **9 ZÁVĚR**

Hlavním úkolem bakalářské práce byl konstrukční návrh kolejového nemotorového manipulačního vozíku s nosností 10 t s ohledem na zadané požadavky, včetně kontroly vhodnosti klíčového prvku pomocí MKP analýzy. V úvodu bakalářské práce jsou zmíněny jednotlivé druhy dopravy a jejich vzájemné porovnání. Dále byla provedena rešerše soudobé používané techniky. Následně byla vypracovaná detailní specifikace požadavků, vyjasnění a upřesnění celého zadání. Byly zjištěny veškeré podstatné a důležité informace, potřebné k návrhu jednotlivých alternativ. Poté byly navrženy dvě alternativy řešení, přičemž bylo u nich provedeno ohodnocení a následný výběr optimální alternativy, u které byl vypracován konstrukční návrh.

Návrh hrubé stavební struktury technického systému byl postupně včetně konzultace s vedoucím práce vylepšen v několika klíčových oblastech a následně byl vytvořen návrh definitivní stavební struktury, který odpovídá skutečnému vypracovanému modelu, resp. výkresu, splňující veškeré zadané specifikace požadavků.

Jako klíčový prvek pro kontrolu vhodnosti byla vybrána náprava, u níž byla na základě zatížení zjištěna deformace (posunutí), velikost výsledného napětí a byla provedena pevnostní kontrola, jejíž výsledek je vyhovující.

Z konstrukčního hlediska bylo úsilí finálního návrhu soustředěno především na jednoduchost, nízkou cenu, vyhovující pevnost, nákup normalizovaných a vyráběných součástí, ergonomii a odolnost.

## **10 SEZNAM OBRÁZKŮ**

Obrázek 1-Mimopodniková doprava (4) .....	2
Obrázek 2-Železniční doprava (6) .....	3
Obrázek 3-Železniční síť (7).....	3
Obrázek 4-Lodní doprava (9) .....	4
Obrázek 5-Vnitropodniková doprava (10).....	5
Obrázek 6-Kolejová vnitropodniková doprava 1 (12).....	5
Obrázek 7-Kolejová vnitropodniková doprava 2 (13).....	5
Obrázek 8-Akumulátorový vozík (13).....	5
Obrázek 9-Plošinový kolejový vozík 1 (15).....	6
Obrázek 10-Plošinový kolejový vozík 2 (15).....	7
Obrázek 11-Vozík pro přepravu požárního příslušenství (16) .....	7
Obrázek 12-Důlní vozík pro přepravu sypkého materiálu (17).....	8
Obrázek 13-Princip a specifikace požadavků a SWOT hodnocení technického systému (18).....	10
Obrázek 14-Schéma Alternativy A.....	12
Obrázek 15-Schéma Alternativy B .....	13
Obrázek 16-SWOT hodnocení navržených variant .....	14
Obrázek 17-Výsledek SWOT analýzy, grafické znázornění .....	15
Obrázek 18-Rizika, výhody a nevýhody variant .....	16
Obrázek 19-Hrubá stavební struktura-Rám-3D model (vlastní zdroj) .....	17
Obrázek 20-Hrubá stavební struktura-Rám-boční pohled (vlastní zdroj) .....	17
Obrázek 21-Hrubá stavební struktura-Rám-horní pohled (vlastní zdroj).....	18
Obrázek 22-Hrubá stavební struktura-Kolejový vozík-3D model.....	18
Obrázek 23-Hrubá stavební struktura-Kolejový vozík-Horní pohled .....	18
Obrázek 24-Hrubá stavební struktura-Kolejový vozík-Spodní pohled .....	19
Obrázek 25-Hrubá stavební struktura-Kolejový vozík-Čelní pohled .....	19
Obrázek 26-Hrubá stavební struktura-Kolejový vozík-Boční pohled .....	19
Obrázek 27-Výsledky SWOT hodnocení hrubé stavební struktury (19).....	20
Obrázek 28-Definitivní stavební struktura-Rám-3D model .....	21
Obrázek 29-Definitivní stavební struktura-Rám-horní pohled.....	22
Obrázek 30-Definitivní stavební struktura-Rám-řez .....	22
Obrázek 31-Definitivní stavební struktura-UPE profil.....	22
Obrázek 32-Definitivní stavební struktura-Tažné oko-3D model .....	23
Obrázek 33-Definitivní stavební struktura-Nárazník-3D model .....	23
Obrázek 34-Definitivní stavební struktura-Dvojkolí-3D model.....	24
Obrázek 35-Definitivní stavební struktura-Dvojkolí-Čelní pohled .....	25
Obrázek 36-Definitivní stavební struktura-Dvojkolí-Řez .....	25
Obrázek 37-Definitivní stavební struktura-Ložiskový domek .....	25
Obrázek 38-Definitivní stavební struktura-Ložiskový domek-Řez.....	25
Obrázek 39-Definitivní stavební struktura-Vřetenová brzda-3D model .....	26
Obrázek 40-Definitivní stavební struktura-Vřetenová brzda-Horní pohled.....	27
Obrázek 41-Definitivní stavební struktura-Vřetenová brzda-Řez konce pohybového šroubu.....	27
Obrázek 42-Definitivní stavební struktura-Vřetenová brzda-Manipulační kolo .....	27

Obrázek 43-Definitivní stavební struktura-Kolejový vozík-3D model .....	28
Obrázek 44-Definitivní stavební struktura-Kolejový vozík-Horní pohled .....	28
Obrázek 45-Definitivní stavební struktura-Kolejový vozík-Boční pohled.....	29
Obrázek 46-Definitivní stavební struktura-Kolejový vozík-Čelní pohled .....	29
Obrázek 47-Definitivní stavební struktura-Kolejový vozík-Spodní pohled.....	29
Obrázek 48-Definitivní stavební struktura-Kolejový vozík-Detailní boční pohled .....	30
Obrázek 49-Definitivní stavební struktura-Kolejový vozík-Řez uchycení brzdy .....	30
Obrázek 50-Výsledky SWOT hodnocení definitivní stavební struktury (19) .....	31
Obrázek 51-Souhrnné SWOT hodnocení (19).....	32
Obrázek 52-Nakupované komponenty-Kolo SPKVS 400K (22) .....	33
Obrázek 53-Nakupované komponenty-Manipulační kolo GN 322.7 (23) .....	34
Obrázek 54-Výkres sestavy včetně kusovníku (Příloha 3).....	35
Obrázek 55-Výrobní výkres horního ložiskového domku (Příloha 4) .....	35
Obrázek 56-MKP analýza-3D model .....	37
Obrázek 57-MKP analýza-3D model-detail .....	37
Obrázek 58-MKP analýza-Posunutí (deformace).....	38
Obrázek 59-MKP analýza-Napětí-3D model .....	39
Obrázek 60-MKP analýza-Napětí-Horní pohled .....	39
Obrázek 61-MKP analýza-Vlastnosti oceli S235JR (25) .....	40

## **11 SEZNAM TABULEK**

Tabulka 1-Použité zkratky a symboly .....	3
-------------------------------------------	---

## **12 CITOVANÁ LITERATURA**

1. Podniková logistika. *TIMOCON*. [Online] [Citace: 5. říjen 2020.] <https://www.timocom.cz/lexikon/dopravn%C3%AD-lexikon/podnikov%C3%A1-logistika>.
2. Blažek, Ladislav. *Dopravní systémy při přepravě zrnin*. [Diplomová práce] Brno : Mendelova univerzita v Brně, 2013.
3. Klečka, Marek. *Podniková logistika ve výrobním podniku*. [Diplomová práce] Pardubice : Univerzita Pardubice, 2017.
4. Technologie dopravy a přepravy. *Vyšoká škola technická a ekonomická v Českých Budějovicích*. [Online] [Citace: 10. říjen 2020.] <http://www.vstecb.cz/technologie-dopravy-a-prepravy-792-htm/>.
5. DOPRAVNÍ SOUSTAVA MĚSTSKÝCH AGLOMERACÍ: ŽELEZNICE A ŽELEZNIČNÍ DOPRAVA. *OLBRON INVENT s.r.o.* [Online] [Citace: 6. říjen 2020.] <http://www.olbron.cz/Zeleznice.pdf>.
6. Železniční doprava. *Bříza Logistics*. [Online] [Citace: 9. říjen 2020.] <http://www.brizalogistics.cz/zeleznicni-doprava>.
7. Železniční mapa České republiky. *Mapa Rychnovský*. [Online] 27. říjen 2015. [Citace: 12. říjen 2020.] <http://mapa.rychnovsky.cz/>.
8. Fiala, Petr. *Analýza možností zvýšení konkurenceschopnosti železniční dopravy ve*. [Diplomová práce] Pardubice : Univerzita Pardubice, 2011.
9. Nákladní lodní doprava v ČR chřadne, řekám chybí voda i infrastruktura. *Logistika*. [Online] 28. srpen 2018. [Citace: 10. říjen 2020.] <https://logistika.ihned.cz/c1-66227800-nakladni-lodni-doprava-v-cr-chradne-rekam-chybi-voda-i-infrastruktura>.
10. Autonomní vozíky. *Jungheinrich*. [Online] [Citace: 11. říjen 2020.] <https://www.jungheinrich.cz/systemy/autonomni-voziky>.
11. Vinterová, Vladimíra. II – Stroje a zařízení pro přepravu materiálů. *SlidePlayer*. [Online] [Citace: 4. říjen 2020.] <https://slideplayer.cz/slide/2873107/>.
12. Řídicí systém akumulátorového kolejového vozu s vysokou nosností (TEBECO, ZČU). *Rex Controls*. [Online] [Citace: 13. říjen 2020.] <https://www.rexcontrols.cz/akumulatorovy-kolejovy-vuz>.
13. DESPA OK. Akumulátorové kolejové vozíky. *DESPA OK*. [Online] [Citace: 5. říjen 2020.] <http://www.despaok.cz/kolejove>.
14. EV - trolejový kolejový vůz. *Hopax*. [Online] [Citace: 6. říjen 2020.] <http://www.hopax.cz/cz/manipulacni-technika/kolejove-vozy/trolejove.html>.

15. VV - vlečný kolejový vůz „zavážecí vozy“. *Hopax*. [Online] [Citace: 12. říjen 2020.] <http://www.hopax.cz/cz/manipulacni-technika/kolejove-vozy/vlecne.html>.
16. RUČNÍ KOLEJOVÝ VOZÍK 500 KG. *THT*. [Online] [Citace: 12. říjen 2020.] <https://www.tht.cz/cs/ostatni-technika/rucni-kolejovy-vozik-500-kg>.
17. mining railway coal ore mine cart from China coal ISO . *Alibaba*. [Online] [Citace: 13. říjen 2020.] [https://www.alibaba.com/product-detail/mining-railway-coal-ore-mine-cart\\_1703908603.html](https://www.alibaba.com/product-detail/mining-railway-coal-ore-mine-cart_1703908603.html).
18. Hosnedl, Stanislav. Systémové konstrukční navrhování technických produktů. *Podklady k přenášce KKS/ZKM (1. vyd. 1992)*. [Online] <https://portal.zcu.cz/portal/studium/courseware/kks/zkm>.
19. Hosnedl, Stanislav, Skřivánek, Petr a Kalina, Tomáš. *SW podpora specifikace požadavků s komplexním SWOT hodnocením a analýzami v EDT*. [Software] Plzeň : KKS, FST, ZČU, 2020.
20. Hosnedl, Stanislav, Skřivánek, Petr. *SW podpora hodnocení konkurenceschopnosti alternativ organových struktur TS*. [Software] Plzeň : ZČU, 2020.
21. ČSN 01 4050 - Základní pravidla zaměnitelnosti. Lichoběžníkový závit rovnoramenný jednochodý. Profily, průměry a rozteče, základní rozměry a tolerance. *technickenormy.cz*. [Online] [Citace: 2. Duben 2021.] <https://www.technickenormy.cz/csn-01-4050-zakladni-pravidla-zamenitelnosti-lichobeznikovy-zavit-rovnoramenny-jednochody-profily-prumery-a-roztece-zakladni-rozmary-a-tolerance-1/>.
22. Kolo s nákolkem SPKVS 400K. *Blickle a.s.* [Online] [Citace: 30. Březen 2021.] <https://www.blickle.cz/v%C3%BDrobek/SPKVS-400K-294173>.
23. Ruční kola se sklopnou rukojetí GN 322.7. *ELESA+GANTER CZ s.r.o.* [Online] [Citace: 30. Březen 2021.] <https://www.lesa-ganter.cz/cs/cze/produkty/ovladaci-prvky--1002/Ovladaci-prvky--Rucni-kola-se-sklopnou-rukojeti--GN3227#sortby=0&facetvalue=12530>.
24. Vrbka, Martin a Vaverka, Michal. Metoda konečných prvků. [Online] [Citace: 1. Duben 2021.] [http://www.shigley.cz/images/texts/file/prednaska1\\_mkp.pdf](http://www.shigley.cz/images/texts/file/prednaska1_mkp.pdf).
25. Přehled vlastností oceli S235J2G3. *bbolzano.cz*. [Online] Bohdan Bolzano, s.r.o. [Citace: 1. Duben 2021.] <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>.
26. Vnitropodniková doprava O. Kánský. [Online] 2016. [Citace: 2. Duben 2021.] <https://docplayer.cz/45773420-Vnitropodnikova-doprava-o-kansky.html>.
27. HOSNEDEL, S. a KRÁTKÝ, J. *Příručka strojího inženýra 1*. Brno : Computer Press, 1999.



**28. DOSTÁL, J. a HELLER, P. *Kolejová vozidla 1*. Plzeň : Západočeská univerzita v Plzni, 2010.**

**29. DOSTÁL, J. a HELLER, P. *Kolejová vozidla 2*. Plzeň : Západočeská univerzita v Plzni, 2009.**

## **13 POUŽITÝ SOFTWARE**

MS Word  
MS Excel  
Siemens NX

## **14 PŘÍLOHY**

**Příloha 1:** Specifikace požadavků s komplexním SWOT hodnocením a analýzami RS&EA

**Příloha 2:** Hodnocení PRODUCT-DESIGN "konstrukční" konkurenceschopnosti alternativ orgánové struktury

*Pozn. Příloha 1 a Příloha 2 jsou zkompletovány do jednoho sešitu z důvodu snadnějšího provedení.*

**Příloha 3:** Výkres sestavy kolejového nemotorového manipulačního vozíku včetně kusovníku

**Příloha 4:** Výrobní výkres

**Specifikace požadavků  
s komplexním SWOT hodnocením a analýzami  
RS&EA**  
(Requirements Specification for TS with complex SWOT Evaluation&Analyses)  
**pro navrhovaný technický produkt / systém (TS):**  
**Kolejový nemotorový manipulační vozík**

**Autor/autoři:** Lukáš Klimeček

**SW podpora specifikace požadavků s komplexním SWOT hodnocením a analýzami  
v. EDT  
Stanislav Hosnedl, Petr Skřivánek a Tomáš Kalina  
Katedra konstruování strojů (KKS), Fakulta strojní (FST), Západočeská univerzita v Plzni (ZČU)  
2020, 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 uplatnění vložte odkazy.*

Tato publikace neprošla redakční ani jazykovou úpravou

© S. Hosnedl

(a) SPECIFIKACE & HODNOCENÍ :		SPECIFIKACE POŽADAVKŮ na vlastnosti / zakázku TS(s)				SWOT HODNOCENÍ VHODNOSTI TS(s) pro SPECIFIKOVANÉ POŽADAVKY							
		SPECIFIKACE POŽADAVKŮ na TS a SWOT HODNOCENÍ TS0, TS1 A TS2 SE PROVÁDÍ POUZE V TÉTO TABULCE !				Dolní mez vhodnosti :		0,3	(0,0 ÷ 1,0)	Horní mez vhodnosti :		0,9	(0,0 ÷ 1,0)
TS(s) :		Kolejový nemotorový manipulační vozík				pTS1 - předběžný návrh TS			TS1 - finální návrh TS				
						Hrubá stavební struktura			Definitivní stavební struktura				
FAZE NAVRHU :		I. ROZPRACOVÁNÍ PROBLEMU				III. KONSTRUKČNÍ NAVRĚ			III. KONSTRUKČNÍ NAVRĚ				
Dílčí fáze EDSM :		1.a Vypracování specifikace požadavků na TS (Dílčí část fáze: 1.Vyprac.specifikace požadavků na TS a plánu řešení projektu)				4.Návrh hrubé stavební strukt.TS			5. Návrh definitivní stavební strukt. TS				
Krok (pořadí):		i. Specifikace požadavků na TS (1)				ii.b SWOT navrž.TS1 pro specifikované požadavky (4.a)			ii.b SWOT navrž.TS1 pro specifikované požadavky (4.a)				
Omezení hodnocení ?:		Lze predikovat hodnoty všech specifikovaných indikátorů vlastností / požadavků u posuzovaného TS ? ODPOVĚDI NEZADÁVEJTE, JSOU VÝSLEDKEM ZADANÝCH HODNOT !):				ANO		=> Lze hodnotit	ANO		=> Lze hodnotit		
QP-D PRODUCT-DESIGN („konstrukční“) KVALITA (ZAKÁZKY) TS(s)				DIAGRAMY vhodnosti ▶		Váha v QP-M	Σ V.HODNOCENÍ	V.HODNOC.	V.HODNOC.	Σ V.HODNOCENÍ	V.HODNOC.	V.HODNOC.	
- při předání TS (s) přejímajícímu zákazníkovi (obv.přímému uživateli na konci distribuce)				DIAGRAMY Q^A^C ▶		4	n x (0 ÷ 4)	(0 ÷ 4)	(0 ÷ 1)	n x (0 ÷ 4)	(0 ÷ 4)	(0 ÷ 1)	
							42,98	1,53	0,38	51,59	1,84	0,46	
I. DOMÉNA REFLEKTOVANÝCH (REFLECTED) VLASTNOSTÍ TS(s)													
- ve vazbách ke konkrétním částem životního cyklu TS													
I.a Reflektované vlast. TS(s) k provoznímu Transform. procesu vč. jeho Operandu													
- k PROVOZNÍ ETAPĚ životního cyklu (LC) TS													
Požadavky na vlastnosti TS(s) / zakázku TS(s):		Hodnota indikátoru pož.vlastn. (kvantitativní/kvalitativní)		Váha ve tř.vlastn.	Kategorie zdroje požadavku	Eliminace hodnocení	Váha v QP-D	Predikovaná / skutečná dosažená hodnota	Hodnocení vhodnosti	Vázh.hodnoc. vhodnosti	Predikovaná / skutečná dosažená hodnota	Hodnocení vhodnosti	Vázh.hodnoc. vhodnosti
i Třída / i,j Podtřída / • Skupina/ Podskupina / - indikátor													
1 Vlastnosti TS(s) k funkčnosti (v provoz. etapě LC)		✘		(0 ÷ 4)	[ISO-9000 2016]	DIAGRAMY ▶▶	(0 ÷ 4)	( kvantitativní / kvalitativní )	(0 ÷ 4)	(0 ÷ 1)	( kvantitativní / kvalitativní )	(0 ÷ 4)	(0 ÷ 1)
1.1 Vhodnost pro požadované výstupní funkce a účinky :		Váha v 1. z menu		Kategorie z menu	Pozitivní hodnota v tabulce TS1			Hodnota podle typu indikátoru, příp.přímé hodnoc.vh.kvalifik.odh.:	Hodnocení z menu		Hodnota podle typu indikátoru, příp.přímé hodnoc.vh.kvalifik.odh.:	Hodnocení z menu	
k OPERÁTORU TS:		Kolejový nemotorový manipulační vozík		---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
• Vlastnosti vozíku				---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
- rozchod kolejí		1435 mm		4	STANOV./ZAD.	ANO		přímý kvalifik. odhad.:	4		přímý kvalifik. odhad.:	4	
- průmět nákladového prostoru		2500 x 6000 mm		4	STANOV./ZAD.	---		přímý kvalifik. odhad.:	4		přímý kvalifik. odhad.:	4	
- způsob zabrzdění		vřetenová brzda		4	STANOV./ZAD.	ANO		přímý kvalifik. odhad.:	3		přímý kvalifik. odhad.:	4	
- nosnost jednoho kola		2500 kg + 1/4 hmotnosti částí nad osou nápravy		4	STANOV./ZAD.	ANO		přímý kvalifik. odhad.:	3		přímý kvalifik. odhad.:	3	
- způsob zajištění kol		axiální		4	OBV.PŘEDP.	ANO		přímý kvalifik. odhad.:	4		přímý kvalifik. odhad.:	4	
- zajištění polohy nákladu		volné, popřípadě pomocí montážních oka		2	VLASTNÍ	ANO		přímý kvalifik. odhad.:	1		přímý kvalifik. odhad.:	3	
- tuhost rámu		vysoká		4	OBV.PŘEDP.	ANO		přímý kvalifik. odhad.:	2		přímý kvalifik. odhad.:	4	
- manipulace		ruční, vysokozdv. vozík, popř. táhlo		4	STANOV./ZAD.	ANO		přímý kvalifik. odhad.:	2		přímý kvalifik. odhad.:	4	
• Vozík s pevnou rovinou plochou spojít				---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
- princip		valení kol po kolejkách		4	STANOV./ZAD.	ANO		přímý kvalifik. odhad.:	3		přímý kvalifik. odhad.:	3	
k OPERANDU & As.vst:		Náklad a asistující M, E, I		---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
• Vlastnosti přepravovaného nákladu				---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
- tvary		různorodé		1	OBV.PŘEDP.	ANO		přímý kvalifik. odhad.:	2		přímý kvalifik. odhad.:	2	
- max. průmět		2500 x 6000 mm		4	STANOV./ZAD.	---		přímý kvalifik. odhad.:	3		přímý kvalifik. odhad.:	3	
- max. délka		6000 mm		4	STANOV./ZAD.	ANO		přímý kvalifik. odhad.:	3		přímý kvalifik. odhad.:	3	
- max. šířka		2500 mm		4	STANOV./ZAD.	---		přímý kvalifik. odhad.:	3		přímý kvalifik. odhad.:	3	
- max. hmotnost nákladu		10 000 kg		4	STANOV./ZAD.	ANO		přímý kvalifik. odhad.:	2		přímý kvalifik. odhad.:	2	
- stav přepravovaného nákladu		hrubý, pevný		2	OBV.PŘEDP.	ANO		přímý kvalifik. odhad.:	3		přímý kvalifik. odhad.:	3	

- povrch přepravovaného nákladu	drsny, lehce opracovaný	3	OBV.PŘEDP.	ANO	4	přímý kvalifik. odhad.:	2	0,56	přímý kvalifik. odhad.:	2	0,66	
		---	---	---		---	---		---	---		---
		---	---	---		N	---		---	N		---
		---	---	---		---	---		---	---		---
		---	---	---		---	---		---	---		---
		---	---	---		---	---		---	---		---
		---	---	---		---	---		---	---		---
		---	---	---		---	---		---	---		---
		---	---	---		---	---		---	---		---
		---	---	---		---	---		---	---		---
<b>k PROCESU:</b>	Přesun nákladu/materiálu	---	---	---								
<b>• Technologie</b>												
- max. zachování klidného chodu	vyšoké	3	OBV.PŘEDP.	ANO		přímý kvalifik. odhad.:	3		přímý kvalifik. odhad.:	4		
- průjezd obloukem	bezproblémový, minimální	1	VLASTNÍ	ANO		přímý kvalifik. odhad.:	1		přímý kvalifik. odhad.:	1		
- otěruvzdornost	vyšoká	3	OBV.PŘEDP.	ANO		přímý kvalifik. odhad.:	2		přímý kvalifik. odhad.:	3		
- odolnost	vyšoká	3	OBV.PŘEDP.	ANO		přímý kvalifik. odhad.:	2		přímý kvalifik. odhad.:	4		
- valivý odpor	nizký	3	OBV.PŘEDP.	ANO		přímý kvalifik. odhad.:	2		přímý kvalifik. odhad.:	4		
<b>1.2 Vhodnost k požadované provozuschopnosti (z hledisek místa, času, servisu, ...):</b>												
• Základ/nosný TS, • M.E.I. připojení k základ./nosnému TS, • Pořeba místa, • Prac.prostředí, ap.		Váha v 1 z menu	Kategorie z menu	Provozuschopnost a věk TS?		Hodnota podle typu indikátoru, příp.přímé hodnoc.vh.kvalifik.odh.:	Hodnocení z menu		Hodnota podle typu indikátoru, příp.přímé hodnoc.vh.kvalifik.odh.:	Hodnocení z menu		
• Životnost, • Četnost použití, • Spolehlivost, apod.		---	---	---		---	---		---	---		
• Zaškolení obsluhy, • Údržba, • Opravy, apod.		---	---	---		---	---		---	---		
<b>• Místo a prostředí</b>												
- základ	kolejové vedení	4	STANOV./ZAD.	ANO		přímý kvalifik. odhad.:	3		přímý kvalifik. odhad.:	3		
- max. zástavbové rozměry	2700 x 6200 mm	4	STANOV./ZAD.	ANO		přímý kvalifik. odhad.:	3		přímý kvalifik. odhad.:	3		
- celková max. hmotnost vozíku	2000 kg	3	STANOV./ZAD.	ANO		přímý kvalifik. odhad.:	3		přímý kvalifik. odhad.:	3		
- max. výška plošiny	600 mm	4	STANOV./ZAD.	ANO		přímý kvalifik. odhad.:	3		přímý kvalifik. odhad.:	3		
- provozní prostředí	špinavé, prašné	4	OBV.PŘEDP.	ANO		přímý kvalifik. odhad.:	2		přímý kvalifik. odhad.:	2		
- odolnost pracovních ploch TS proti opotřebení	extrémně vysoká	3	ZÁVAZNĚ	ANO		přímý kvalifik. odhad.:	2		přímý kvalifik. odhad.:	3		
- tepelná odolnost, zejm. pracovních ploch TS	do 80 °C	2	OBV.PŘEDP.	ANO		přímý kvalifik. odhad.:	2		přímý kvalifik. odhad.:	2		
<b>• Časové rozmezí</b>												
- doba provozování	min. 10 let	3	VLASTNÍ	ANO		přímý kvalifik. odhad.:	4		přímý kvalifik. odhad.:	4		
- intenzita používání	velká	4	OBV.PŘEDP.	ANO		přímý kvalifik. odhad.:	3		přímý kvalifik. odhad.:	3		
- stupeň spolehlivosti	velký	4	ZÁVAZNĚ	ANO		přímý kvalifik. odhad.:	3		přímý kvalifik. odhad.:	3		
<b>• Asistenční procesy (servis, ...)</b>												
- náročnost na údržbu, apod.	minimální	3	OBV.PŘEDP.	ANO		přímý kvalifik. odhad.:	2		přímý kvalifik. odhad.:	3		
- náročnost na opravy, apod.	velmi malá	3	OBV.PŘEDP.	ANO		přímý kvalifik. odhad.:	2		přímý kvalifik. odhad.:	4		
				ANO								

I.b Reflekt. vlastn. TS(s) ke komplex. zobecněným operátorům Transf. Systémů (TrfS) - v JEDNOTLIVÝCH ETAPÁCH (I) životního cyklu (LC) TS													
Požadavky na vlastnosti TS(s) / zakázku TS(s): i Třída / i,j Podtřída / Skupina/Podskupina / - indikátor		Hodnota indikátoru pož./vlastn. (kvantitativní/kvalitativní)	Váha ve tř.vlastn.	Kategorie zdroje požadavku	Eliminace hodnocení	Váha v Qp-D	Predikovaná / skutečná dosažená hodnota	Hodnocení vhodnosti	Váž.hodnoc. vhodnosti	Predikovaná / skutečná dosažená hodnota	Hodnocení vhodnosti	Váž.hodnoc. vhodnosti	
2 Vlastnosti TS(s) k lidem (& zvířatům, ...) v etapách LC			(0 + 4)	[ISO-9000 2016]	DIAGRAMY	(0 + 4)	(kvantitativní / kvalitativní)	(0 + 4)	(0 ± 1)	(kvantitativní / kvalitativní)	(0 + 4)	(0 ± 1)	
<b>2.1 Vhodnost z hled. hodnot lidí (&amp; zvířat, ...)</b>		Váha v 2 z menu		Kategorie z menu	Porovnávání z menu	Hodnota podle typu indikátoru, příj.přímé hodnoc.vh.kvalifik.odh.:		Hodnocení z menu	Hodnota podle typu indikátoru, příj.přímé hodnoc.vh.kvalifik.odh.:		Hodnocení z menu		
• Životní, sociální, apod. hodnoty (v názorech, zvyklostech, ...)		---		---	---	---		---	---		---	---	
• Provoz		---		---	---	---		---	---		---	---	
- kultura přepravy nákladu		nizká	2	VLASTNÍ	ANO	přímý kvalifik. odhad.:		2	přímý kvalifik. odhad.:		2		
• Všechny etapy LC:		---		---	---	---		---	---		---	---	
- zapoj.zdrav.postiž.osob do vývoje., výroby, distrib., užití, ...		žádné	1	VLASTNÍ	ANO	přímý kvalifik. odhad.:		1	přímý kvalifik. odhad.:		1		
<b>2.2 Vhodnost z hled. bezpečnosti a zdraví lidí (&amp; zvířat, ...)</b>		Váha v 2 z menu		Kategorie z menu	Porovnávání z menu	Hodnota podle typu indikátoru, příj.přímé hodnoc.vh.kvalifik.odh.:		Hodnocení z menu	Hodnota podle typu indikátoru, příj.přímé hodnoc.vh.kvalifik.odh.:		Hodnocení z menu		
• Bezpečnost (pro všechny živé bytosti), • Hygieničnost, • Ergonomičnost, apod.		---		---	---	---		---	---		---	---	
• Předvýrobní etapy, výroba		---		---	---	---		---	---		---	---	
- zdravotní nezávadnost materiálů TS		nizká	2	OBV.PŘEDP.	ANO	přímý kvalifik. odhad.:		2	přímý kvalifik. odhad.:		3		
• Provoz:		---		---	---	---		---	---		---	---	
- bezpečnost a ergonomie provozování		vyšoká	4	STANOV.ZAD.	ANO	přímý kvalifik. odhad.:		2	přímý kvalifik. odhad.:		3		
- spolehlivost jistění nákladu		střední	3	OBV.PŘEDP.	ANO	přímý kvalifik. odhad.:		1	přímý kvalifik. odhad.:		3		
- ergonomie zabrzdění		vyšoká	3	OBV.PŘEDP.	ANO	přímý kvalifik. odhad.:		2	přímý kvalifik. odhad.:		3		
- ergonomie zajištění nákladu		nizká	3	OBV.PŘEDP.	ANO	přímý kvalifik. odhad.:		1	přímý kvalifik. odhad.:		2		
- povrch ovládacích prvků TS		hladký	3	OBV.PŘEDP.	ANO	přímý kvalifik. odhad.:		2	přímý kvalifik. odhad.:		4		
- max. rychlosti		1 m/s	4	OBV.PŘEDP.	ANO	přímý kvalifik. odhad.:		2	přímý kvalifik. odhad.:		2		
• Všechny etapy LC:		---		---	---	---		---	---		---	---	
- zdravotní nezávadnost asistujících materiálů		nizká	2	OBV.PŘEDP.	ANO	přímý kvalifik. odhad.:		3	přímý kvalifik. odhad.:		4		
- bezpečnost proti poranění (ostré hrany, úzké otvory, ap.)		velmi vysoká	4	ZÁVAZNÉ	ANO	přímý kvalifik. odhad.:		2	přímý kvalifik. odhad.:		4		
- ergonomie tvarů ručně dotýkaných ploch		vyšoká	4	ZÁVAZNÉ	ANO	přímý kvalifik. odhad.:		3	přímý kvalifik. odhad.:		4		
- hmotnost ručně manipulovaných polotovarů/dílů		daná normou	4	STANOV.ZAD.	ANO	přímý kvalifik. odhad.:		4	přímý kvalifik. odhad.:		4		
- max. ovládací síly zabrzdění kola brzdou (norma)		200 N	4	STANOV.ZAD.	ANO	přímý kvalifik. odhad.:		4	přímý kvalifik. odhad.:		4		
- stabilita TS		vyšoká	2	STANOV.ZAD.	ANO	přímý kvalifik. odhad.:		3	přímý kvalifik. odhad.:		3		
- Σ M,E,I negativních účinků TS na zdraví člověka		nizká	3	ZÁVAZNÉ	ANO	přímý kvalifik. odhad.:		4	přímý kvalifik. odhad.:		4		
<b>2.3 Vhodnost z hled. příjemnosti pro lidi (&amp; zvířata, ...)</b>		Váha v 2 z menu		Kategorie z menu	Porovnávání z menu	Hodnota podle typu indikátoru, příj.přímé hodnoc.vh.kvalifik.odh.:		Hodnocení z menu	Hodnota podle typu indikátoru, příj.přímé hodnoc.vh.kvalifik.odh.:		Hodnocení z menu		
• Vzhled, • Hlučnost, • Pach, • Hmat, • Chuť, (pro zrak, sluch, hmat, čich, chuť, pocity, ...), apod.		---		---	---	---		---	---		---	---	
• Provoz, ost. etapy LC přiměřeně		---		---	---	---		---	---		---	---	
- tvarový a barevný design		nizky	1	OBV.PŘEDP.	ANO	přímý kvalifik. odhad.:		2	přímý kvalifik. odhad.:		3		
- hlučnost		nizká	2	OBV.PŘEDP.	ANO	přímý kvalifik. odhad.:		2	přímý kvalifik. odhad.:		2		
- doteky, vůně		neutrální	1	OBV.PŘEDP.	ANO	přímý kvalifik. odhad.:		2	přímý kvalifik. odhad.:		2		
- vzhled		neutrální	4	OBV.PŘEDP.	ANO	přímý kvalifik. odhad.:		2	přímý kvalifik. odhad.:		2		
3 Vlastnosti TS(s) k ost. hmot.prac.prostř. v etapách LC			(0 + 4)	[ISO-9000 2016]	DIAGRAMY	(0 + 4)	(kvantitativní / kvalitativní)	(0 + 4)	(0 ± 1)	(kvantitativní / kvalitativní)	(0 + 4)	(0 ± 1)	
<b>3.1 Vhodnost z hled. dostupných hmotných pracovních prostředků</b>		Váha v 3 z menu		Kategorie z menu	Porovnávání z menu	Hodnota podle typu indikátoru, příj.přímé hodnoc.vh.kvalifik.odh.:		Hodnocení z menu	Hodnota podle typu indikátoru, příj.přímé hodnoc.vh.kvalifik.odh.:		Hodnocení z menu		
• Kompatibilita s dostup. a spolupracujícími hmot.prac.prostředky (tj. "technologičnost"), apod.		---		---	---	---		---	---		---	---	
• Předvýrobní etapy LC:		---		---	---	---		---	---		---	---	
- náročnost na dostupné TS & Tg		standardní	3	STANOV.ZAD.	ANO	přímý kvalifik. odhad.:		3	přímý kvalifik. odhad.:		3		
• Výroba:		---		---	---	---		---	---		---	---	
- náročnost na výrobu a montáž		snadná	4	STANOV.ZAD.	ANO	přímý kvalifik. odhad.:		2	přímý kvalifik. odhad.:		3		
- náročnost na kontrolu kvality výroby a testování		standardní	3	OBV.PŘEDP.	ANO	přímý kvalifik. odhad.:		2	přímý kvalifik. odhad.:		3		
- druh výroby		kusová	4	STANOV.ZAD.	ANO	přímý kvalifik. odhad.:		2	přímý kvalifik. odhad.:		2		

4

0,42

0,54



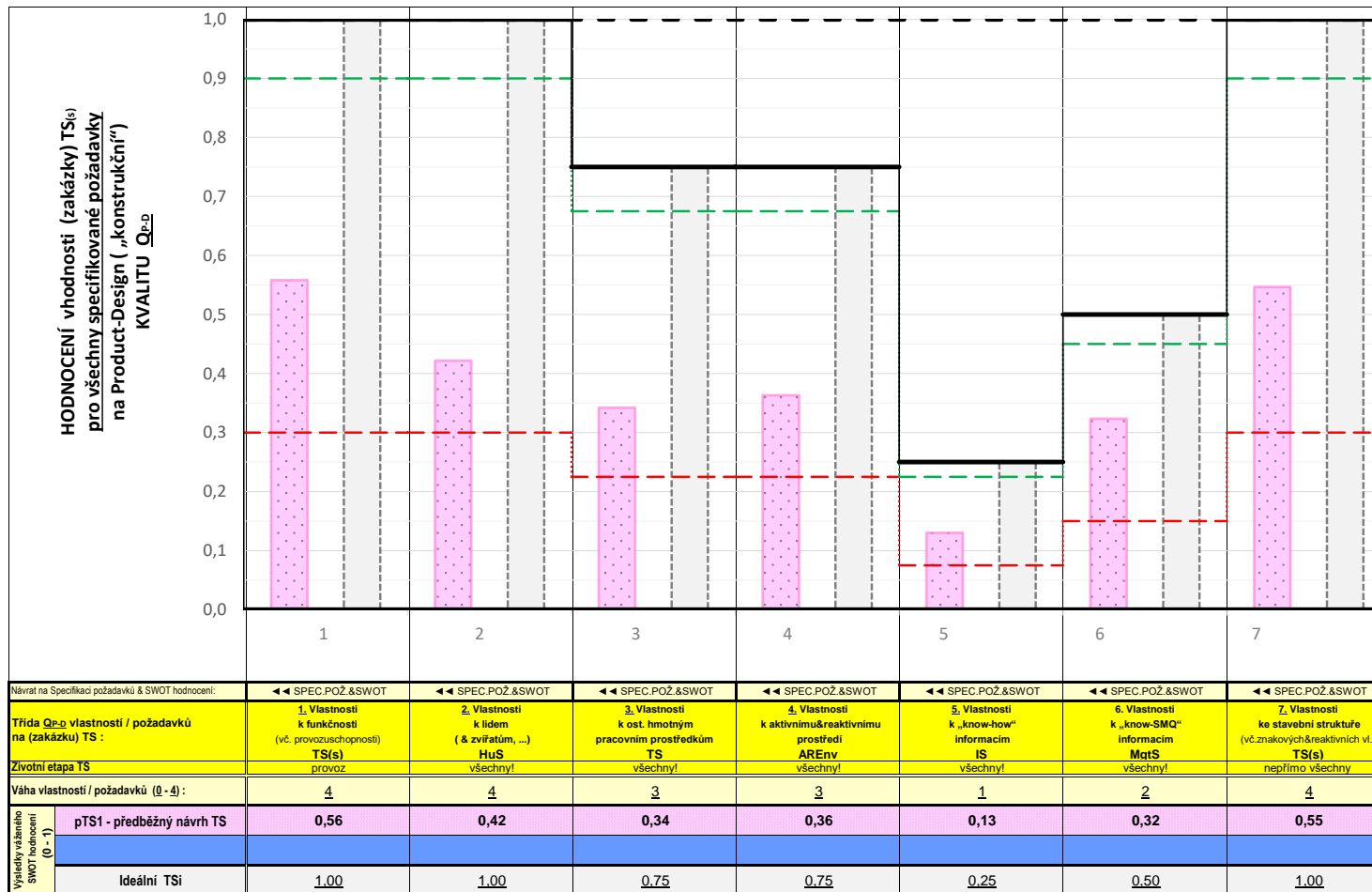
6 Vlastnosti TS(s) k „know-SMQ“ informacím v etapách LC		(0 + 4)	[ISO-9000 2016]	DIAGRAMY	(0 + 4)	( kvantitativní / kvalitativní )	(0 + 4)	( 0 ± 1 )	( kvantitativní / kvalitativní )	(0 + 4)	( 0 ± 1 )		
<b>6.1 Vhodnost z hled. LS (legislativních, strategických, ...) "know-SMQ" manaž.kritérií</b>		Váha v 6 z menu	Kategorie z menu	Porovnávání z menu	<b>2</b>	Hodnota podle typu indikátoru, příp.přímé hodnoc.vh.kvalifik.odh.:	Hodnocení z menu	<b>0,65</b>	Hodnota podle typu indikátoru, příp.přímé hodnoc.vh.kvalifik.odh.:	Hodnocení z menu	<b>0,67</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zákony, směrnice, patenty, licence, závaz.normy, ... (L), • Strategie org.(produktová, tržní, ...) (S), apod.</li> </ul>		---	---	---		---	---		---	---		---	
<b>• Všechny etapy LC:</b>		---	---	---		---	---		---	---		---	---
- legislativa, závazné předpisy	dodržení bez výjimek	4	STANOV./ZAD.	ANO		přímý kvalifik. odhad.:	4		přímý kvalifik. odhad.:	4		přímý kvalifik. odhad.:	4
- patentová a licenční práva	dodržení bez výjimek	4	STANOV./ZAD.	ANO		přímý kvalifik. odhad.:	4		přímý kvalifik. odhad.:	4		přímý kvalifik. odhad.:	4
- ČSN EN 60601 Bezpečnost produktů	dodržení bez výjimek	4	STANOV./ZAD.	ANO		přímý kvalifik. odhad.:	4		přímý kvalifik. odhad.:	4		přímý kvalifik. odhad.:	4
<b>6.2 Vhodnost z hled. QTC Product-design "know-SMQ" manažerských kritérií</b>		Váha v 6 z menu	Kategorie z menu	Porovnávání z menu		---	---		---	---		---	---
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Produktová kritéria (Q), • Terminová kritéria (T), • Nákladová kritéria (C), apod.</li> </ul>		---	---	---		---	---		---	---		---	---
<b>• Všechny etapy LC:</b>		---	---	---		---	---		---	---		---	---
- celkový počet TS	kusová výroba	2	STANOV./ZAD.	ANO		přímý kvalifik. odhad.:	4		přímý kvalifik. odhad.:	4		přímý kvalifik. odhad.:	4
<b>• Předvýrobní etapy LC:</b>		---	---	---		---	---		---	---		---	---
- doba ( => termín ) na předvýr. etapy prototypu/prvého TS	10 dní	2	VLASTNÍ	ANO		přímý kvalifik. odhad.:	2		přímý kvalifik. odhad.:	3		přímý kvalifik. odhad.:	3
- celk.náklady na předvýr. etapy prototypu / prvního TS	cca 16 000 Kč	2	VLASTNÍ	ANO		přímý kvalifik. odhad.:	2		přímý kvalifik. odhad.:	3		přímý kvalifik. odhad.:	3
- celk. rozpočt. náklady na předvýr. etapy dalšího TS	cca 4000 Kč	2	VLASTNÍ	ANO		přímý kvalifik. odhad.:	2		přímý kvalifik. odhad.:	3		přímý kvalifik. odhad.:	3
<b>• Výroba:</b>		---	---	---		---	---		---	---		---	---
- doba ( => termín ) na výrobu prototypu / prvního TS	30 dní	2	OBV.PŘEDP.	ANO		přímý kvalifik. odhad.:	4		přímý kvalifik. odhad.:	4		přímý kvalifik. odhad.:	4
- celk.náklady na výrobu prototypu / prvního TS	cca 70 000 Kč	2	VLASTNÍ	ANO		přímý kvalifik. odhad.:	4		přímý kvalifik. odhad.:	4		přímý kvalifik. odhad.:	4
- celk. rozpočtené nákl. na výrobu 1 ks TS	cca 15 000 Kč	2	VLASTNÍ	ANO		přímý kvalifik. odhad.:	4		přímý kvalifik. odhad.:	4		přímý kvalifik. odhad.:	4
<b>• Distribuce:</b>		---	---	---		---	---		---	---		---	---
- doba ( => termín ) na dodání prototypu/prvého TS	1,5 měsíce	3	OBV.PŘEDP.	ANO		přímý kvalifik. odhad.:	4		přímý kvalifik. odhad.:	4		přímý kvalifik. odhad.:	4
- doba ( => termín ) na dodání dalšího 1 ks TS	20 dní	3	VLASTNÍ	ANO	přímý kvalifik. odhad.:	4	přímý kvalifik. odhad.:	4	přímý kvalifik. odhad.:	4			
- prodejní cena	cca 150 000 Kč	3	VLASTNÍ	ANO	přímý kvalifik. odhad.:	4	přímý kvalifik. odhad.:	4	přímý kvalifik. odhad.:	4			
<b>• Provoz:</b>		---	---	---	---	---	---	---	---	---			
- náklady na provoz TS	velmi malé	3	OBV.PŘEDP.	ANO	přímý kvalifik. odhad.:	4	přímý kvalifik. odhad.:	4	přímý kvalifik. odhad.:	4			
- náklady na údržbu a opravy TS	velmi malé	3	OBV.PŘEDP.	ANO	přímý kvalifik. odhad.:	4	přímý kvalifik. odhad.:	4	přímý kvalifik. odhad.:	4			
<b>• Likvidace:</b>		---	---	---	---	---	---	---	---	---			
- doba na likvidaci 1 TS	3 hodiny	3	VLASTNÍ	ANO	přímý kvalifik. odhad.:	4	přímý kvalifik. odhad.:	4	přímý kvalifik. odhad.:	4			
- náklady na likvidaci 1 ks TS	0 Kč	3	VLASTNÍ	ANO	přímý kvalifik. odhad.:	4	přímý kvalifik. odhad.:	4	přímý kvalifik. odhad.:	4			
<b>II. DOMÉNA VKONSTRUOVANÝCH (EMBEDDED) VLASTNOSTÍ TS(s)</b>													
- ke všem částem životního cyklu TS													
Požadavky na vlastnosti TS(s) / zakázku TS(s): i Třída / i,j Podtřída / • Skupina/Podskupina / - indikátor		Hodnota indikátoru pož./vlastn. (kvantitativní/kvalitativní)	Kategorie zdroje požadavku	Eliminace hodnocení	Váha v Qp-D	Predikovaná / skutečná dosažená hodnota	Hodnocení vhodnosti	Váž.hodnoc. vhodnosti	Predikovaná / skutečná dosažená hodnota	Hodnocení vhodnosti	Váž.hodnoc. vhodnosti		
<b>7 Vlastnosti TS(s) k jeho stavební struktuře</b>		(0 + 4)	[ISO-9000 2016]	DIAGRAMY	(0 + 4)	( kvantitativní / kvalitativní )	(0 + 4)	( 0 ± 1 )	( kvantitativní / kvalitativní )	(0 + 4)	( 0 ± 1 )		
<b>7.1 Vhodnost z hled. požadovaných reaktivních („obecných“) konstr. vlastností TS:</b>		Váha v 7 z menu	Kategorie z menu	Porovnávání z menu		Hodnota podle typu indikátoru, příp.přímé hodnoc.vh.kvalifik.odh.:	Hodnocení z menu	<b>0,65</b>	Hodnota podle typu indikátoru, příp.přímé hodnoc.vh.kvalifik.odh.:	Hodnocení z menu	<b>0,67</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mechanical I.: - Makro/mikropovrchové, - Makro/mikroobjemové, apod.</li> <li>• Mechanical II. - Pevnostní, - Deformační, - Dynamické, - Tribologické, apod.</li> <li>• Tepelné, • Chemické, • Akustické, • Optické, • Elektrické,</li> <li>• Nukleární, • Chemicko-mechanické, • Technologické,</li> <li>• "Botanické", • "Biologické", • "Zoologické", apod.</li> </ul>		---	---	---		---	---		---	---		---	
<b>• Souhrnně:</b>		---	---	---		---	---		---	---		---	---
- bezpečnost při vertikálním centrickém zatížení	bezp.k mezi kluzu: 1,5 až 2	4	ZÁVAZNÉ	ANO		přímý kvalifik. odhad.:	2		přímý kvalifik. odhad.:	3		přímý kvalifik. odhad.:	3
- způsob namáhání	statické	3	OBV.PŘEDP.	ANO		přímý kvalifik. odhad.:	2		přímý kvalifik. odhad.:	3		přímý kvalifik. odhad.:	3
- odolnost všech ploch při teplotách T = - 40 až + 250 °C	bez mechan. poškození	2	VLASTNÍ	ANO		přímý kvalifik. odhad.:	2		přímý kvalifik. odhad.:	3		přímý kvalifik. odhad.:	3
				ANO									

7.2 Vhodnost z hled. požadovaných definičních („elementárních“) konstr. vlastností					4		0,55		0,66		
Stavební struktura TS (ve všech předpokl. konstrukčních stavech !):					Váha v Z z menu	Kategorie z menu	Porovnávání u všech TS?	Hodnota podle typu indikátoru, příp. přímé hodnoc.vh.kvalifik.odh.:	Hodnocení z menu	Hodnota podle typu indikátoru, příp. přímé hodnoc.vh.kvalifik.odh.:	Hodnocení z menu
<ul style="list-style-type: none"> <li>Prvky stavební struktury,</li> <li>Uspořádání prvků</li> </ul>											
Každý prvek stavební struktury TS (ve stavu volném i zamontovaném !):											
<ul style="list-style-type: none"> <li>Tvary,</li> <li>Rozměry,</li> <li>Materiály,</li> <li>Způsob výroby,</li> <li>Stavy povrchu,</li> <li>Odchytky od jm. hodnot</li> </ul>											
<b>• Souhrnně:</b>					---	---	---	---	---	---	---
- konstrukční provedení spojovacích částí					4	STANOV./ZAD.	ANO	přímý kvalifik. odhad.:	4	přímý kvalifik. odhad.:	4
- povrchová úprava funkčních ploch					4	STANOV./ZAD.	ANO	přímý kvalifik. odhad.:	4	přímý kvalifik. odhad.:	4
- povrchová úprava nefunkčních ploch					2	STANOV./ZAD.	ANO	přímý kvalifik. odhad.:	4	přímý kvalifik. odhad.:	4
							ANO				
<b>7.3 Vhodnost z hled. požadovaných znakových konstr. vlastností („charakteristik“):</b>					Váha v Z z menu	Kategorie z menu	Porovnávání u všech TS?	Hodnota podle typu indikátoru, příp. přímé hodnoc.vh.kvalifik.odh.:	Hodnocení z menu	Hodnota podle typu indikátoru, příp. přímé hodnoc.vh.kvalifik.odh.:	Hodnocení z menu
<b>Konstrukční (strukturní) znaky TS (principy a způsoby provedení):</b>											
<ul style="list-style-type: none"> <li>Konstr.princ. a způsob provedení struktur TS: - Stavební, - Organové, - Funkční, apod.</li> </ul>											
<b>Pracovní (funkční) znaky TS:</b>											
<ul style="list-style-type: none"> <li>Pracovní princip,</li> <li>Pracovní způsob, apod.</li> </ul>											
<b>Technologické (transformační) znaky TS:</b>											
<ul style="list-style-type: none"> <li>Tg princip &amp; způsob,</li> <li>Princip &amp; způsob provozního technického transform.procesu, apod.</li> </ul>											
<b>Obecné konstrukční (mech., tepelné, chemické, ...) znaky TS:</b>											
<ul style="list-style-type: none"> <li>Povrch,</li> <li>Objem,</li> <li>Hmotnost,</li> <li>Poloha těžiště, apod.</li> </ul>											
<b>• Souhrnně:</b>					---	---	---	---	---	---	---
- funkční princip					3	STANOV./ZAD.	ANO	přímý kvalifik. odhad.:	2	přímý kvalifik. odhad.:	3
- zdroj energie pro ovládání a pohon/přestavování					3	STANOV./ZAD.	ANO	přímý kvalifik. odhad.:	2	přímý kvalifik. odhad.:	3
							ANO				
							ANO				

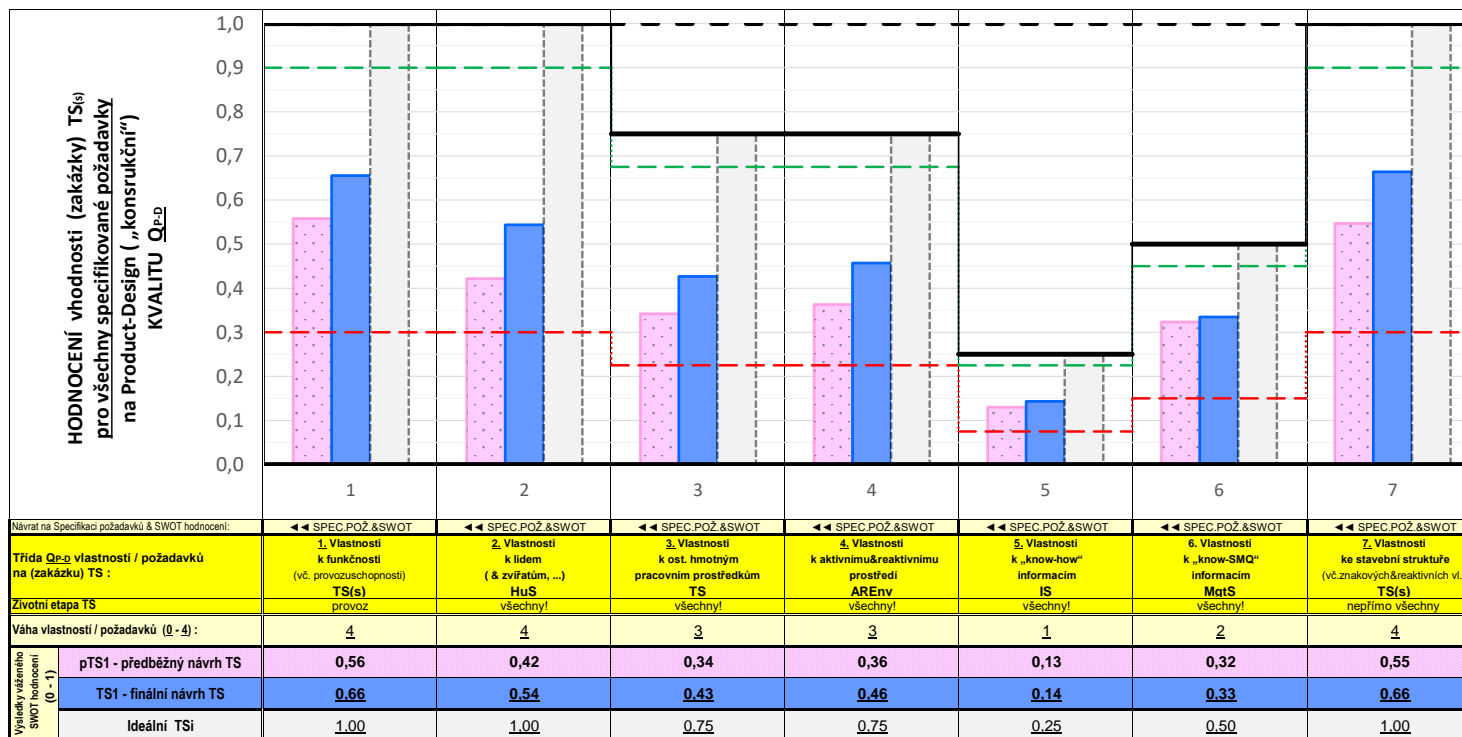


		TP-D PRODUCT-DESIGN („konstrukční“) DOBA/TERMÍN (ZAKÁZKY) TS(s) - při předání TS (s) převijmájcimú zákazníkovi (obvykle přímému uživateli na konci distribuce)			DIAGRAMY vhodnosti ▶	Váha v TP-D	Σ V.HODNOCENÍ n x (0 + 4)	V.HODNOC. (0 + 4)	V.HODNOC. (0 + 1)	Σ V.HODNOCENÍ n x (0 + 4)	V.HODNOC. (0 + 4)	V.HODNOC. (0 + 1)			
		Požadavky na vlastnosti TS(s) / zakázku TS(s) : i Třída / i Podtřída / • Skupina/Podskupina / - indikátor			Hodnota indikátoru pož./vlastn. (kvantitativní/kvalitativní)	Váha ve požad.	Kategorie zdroje požadavku	Eliminace hodnocení	Váha v TP-D	Predikovaná / skutečná dosažená hodnota	Hodnocení vhodnosti	Vázh.hodnoc. vhodnosti	Predikovaná / skutečná dosažená hodnota	Hodnocení vhodnosti	Vázh.hodnoc. vhodnosti
		Vhodnost pro PRODUCT-DESIGN doby/termíny zakázky , např.: • Klíčové dílčí a celkové dodací termíny (doby, příp. datumy), • Rezervy na nepředvídatelná zdržení, ap:			(0 + 4)	[ISO-9000 2016]	Porovnání s vzhled TS?	(0 + 4)	( kvantitativní / kvalitativní )	(0 + 4)	(0 + 1)	( kvantitativní / kvalitativní )	(0 + 4)	(0 + 1)	
		• Distribuce:			---	---	---	3	Hodnota podle typu indikátoru, příp.přímé hodnoc.vh.kvalifik.odh.:	Hodnocení z menu	0,38	Hodnota podle typu indikátoru, příp.přímé hodnoc.vh.kvalifik.odh.:	Hodnocení z menu	0,56	
		- max. dodací doba (=>termin) na protot./ první ks (T1 P-D)			14 dní	3	VLASTNÍ	ANO	přímý kvalifik. odhad.:	2		přímý kvalifik. odhad.:	3		
		- max. dodací doba (=>termin) na další ks (T P-D)			4 dní	3	VLASTNÍ	ANO	přímý kvalifik. odhad.:	2		přímý kvalifik. odhad.:	3		
								ANO							
								ANO							
		CP-D PRODUCT-DESIGN („konstr.“) NÁKLADY/CENA (ZAKÁZKY) TS(s) - při předání TS (s) převijmájcimú zákazníkovi (obvykle přímému uživateli na konci distribuce)			DIAGRAMY vhodnosti ▶	Váha v CP-D	Σ V.HODNOCENÍ n x (0 + 4)	V.HODNOC. (0 + 4)	V.HODNOC. (0 + 1)	Σ V.HODNOCENÍ n x (0 + 4)	V.HODNOC. (0 + 4)	V.HODNOC. (0 + 1)			
		Požadavky na vlastnosti TS(s) / zakázku TS(s) : i Třída / i Podtřída / • Skupina/Podskupina / - indikátor			Hodnota indikátoru pož./vlastn. (kvantitativní/kvalitativní)	Váha ve požad.	Kategorie zdroje požadavku	Eliminace hodnocení	Váha v CP-D	Predikovaná / skutečná dosažená hodnota	Hodnocení vhodnosti	Vázh.hodnoc. vhodnosti	Predikovaná / skutečná dosažená hodnota	Hodnocení vhodnosti	Vázh.hodnoc. vhodnosti
		Vhodnost pro PRODUCT-DESIGN náklady/cenu zakázky , např.: • Klíčové dílčí a celkové dodací náklady (ceny), • Rezervy na nepředvídatelné náklady, apod.:			(0 + 4)	[ISO-9000 2016]	Porovnání s vzhled TS?	(0 + 4)	( kvantitativní / kvalitativní )	(0 + 4)	(0 + 1)	( kvantitativní / kvalitativní )	(0 + 4)	(0 + 1)	
		• Distribuce:			---	---	---	3	Hodnota podle typu indikátoru, příp.přímé hodnoc.vh.kvalifik.odh.:	Hodnocení z menu	0,47	Hodnota podle typu indikátoru, příp.přímé hodnoc.vh.kvalifik.odh.:	Hodnocení z menu	0,56	
		- dodací náklady na prototyp/ první ks (C1 P-D)			cca 25 000 Kč	3	VLASTNÍ	ANO	přímý kvalifik. odhad.:	3		přímý kvalifik. odhad.:	3		
		- dodací náklady na další ks (C P-D)			cca 20 000 Kč	3	VLASTNÍ	ANO	přímý kvalifik. odhad.:	2		přímý kvalifik. odhad.:	3		
								ANO							
								ANO							

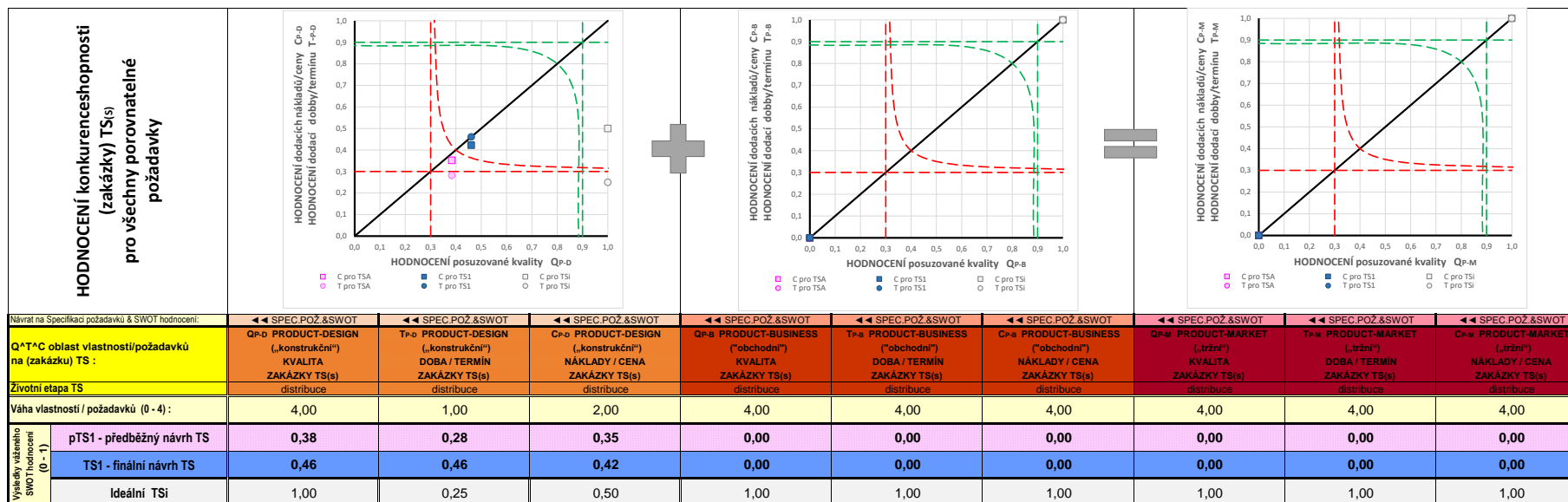




**Příloha 1 - Obr. 1 (část 1 ze 3) ( Case Example, Obr. 1a-2 )** Výsledky SWOT hodnocení vhodnosti uvedených TS pro všechny specifikované Qp-D požadavky na navrhovaný TS  
*( lze jen pro ty TS, u kterých lze predikovat /a tedy hodnotit a porovnat/ dosažené hodnoty ke všem požadavkům ):*



**Příloha 1 - Obr. 3 (část 1 ze 3) (Case Example, Obr. 5-2) Výsledky SWOT hodnocení vhodnosti (zakázek) uvedených TS pro všechny specifikované QP-D požadavky na navrhovaný TS**  
*( lze jen pro ty TS, u kterých lze predikovat /a tedy hodnotit a porovnat/ dosažené hodnoty ke všem požadavkům ):*



**Příloha 1 - Obr. 4 (část 3 ze 3) (Case Example, Obr. 5-3) Výsledek SWOT hodnocení Q<sup>A</sup>T<sup>C</sup> P-D/P-B/P-M konkureschopnosti (zakázek) uvedených TS pro všechny porovnatelné specifikované požadavky, (tj. pro ty požadavky, u kterých lze predikovat /a tedy hodnotit a porovnat/ dosažené hodnoty „průřezově“ u všech porovnávaných TS )**

**Hodnocení PRODUCT-DESIGN "konstrukční"  
konkurenceschopnosti alternativ orgánové struktury**

Evaluation of Alternatives of TS Organ Structure

EAOS

**pro navrhovaný technický produkt / systém (TS):**

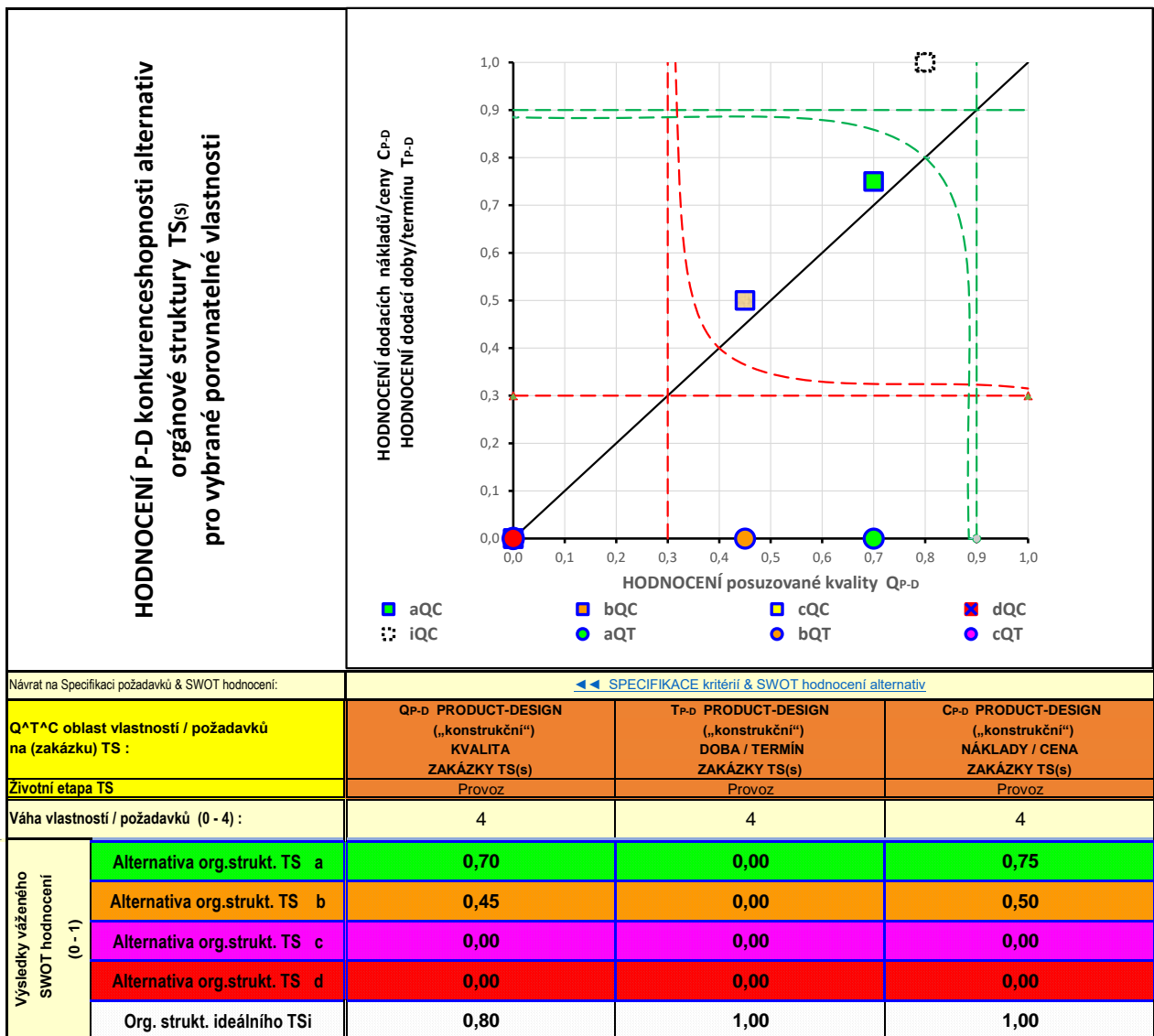
**Kolejový nemotorový manipulační vozík**

**Autor / autoři:**

Lukáš KLIMECEK

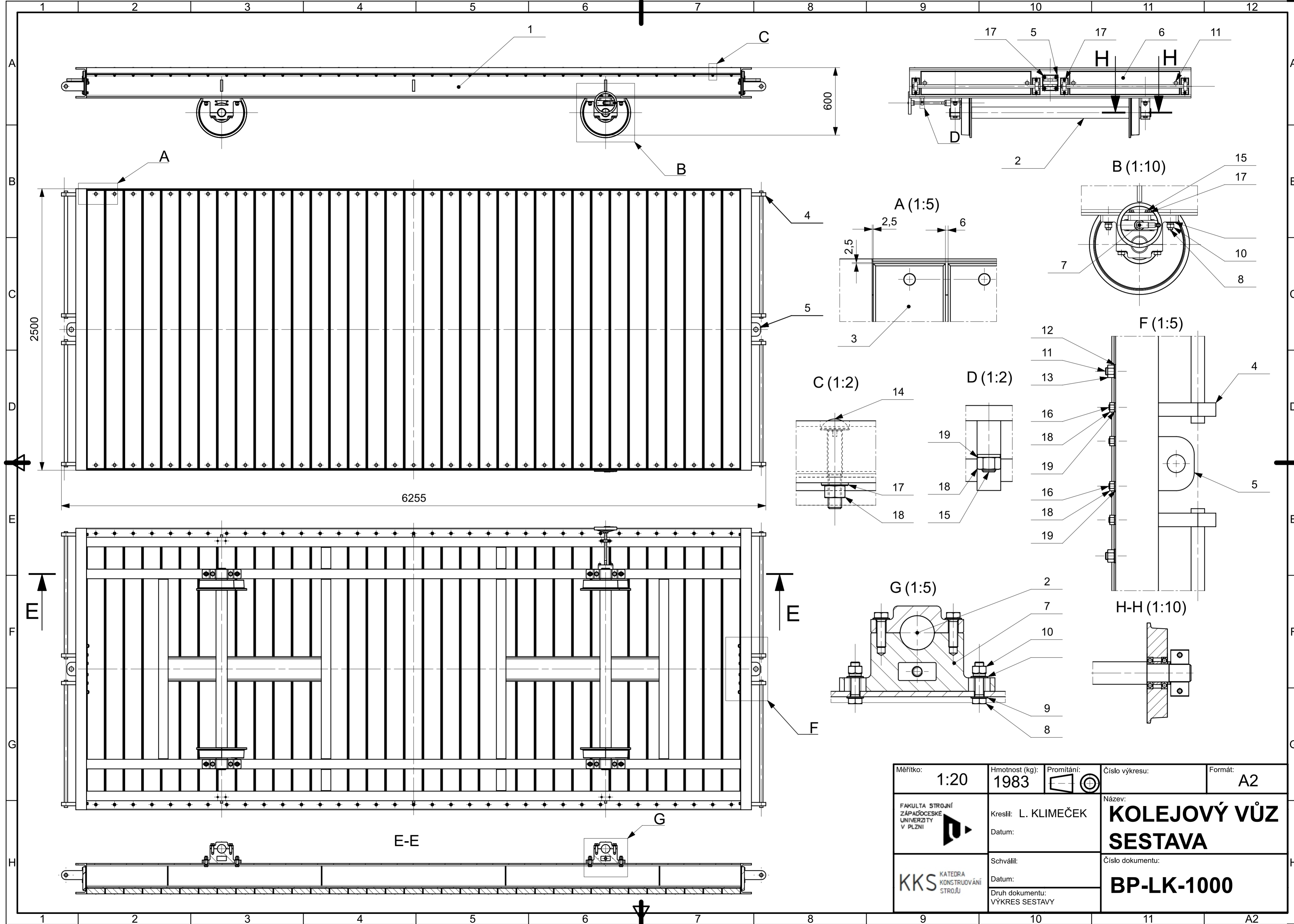
SPECIFIKACE kritérií pro hodnocení				SWOT hodnocení alternativ				
TS(s) :	Kolejový nemotorový manipulační vozík			Volitelné:	dolní mez	0,3	horní mez	0,9
Stupnice hodnocení [VDI- 2225 1977]	DIAGR. ►►	Požadavek / kritérium	Váha	Varianty orgánové struktury TS(s)				
	Oblast Q^A^C	Porovnatelná konkurenční vlastnost	(0 ÷ 4)	A	B	C	D	Ideal
	Posuzovaná kvalita <b>Q</b>	Zajištění rozchodu kol	4	4	2	-	-	4
		Souosost kol	4	4	2	-	-	4
		Počet dílů	4	3	2	-	-	4
		Složitost konstrukce	4	3	3	-	-	4
		Montáž	4	3	2	-	-	4
		Σ hodnocení vhodnosti Q		2,8	1,8	-	-	3,2
		Σ normované hodnocení Q (0 ÷ 1)		0,70	0,45	0,00	0,00	0,80
	Dodací doba/termín <b>T</b>	Celková dodací doba - shodná	4	-	-	-	-	4
		---		-	-	-	-	-
		---		-	-	-	-	-
		Σ hodnocení vhodnosti T		-	-	-	-	4,0
	Σ normované hodnocení T (0 ÷ 1)		0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	
	Dodací náklady/cena <b>C</b>	Celkové dodací náklady	4	3	2	-	-	4
		Σ hodnocení vhodnosti C		3,0	2,0	-	-	4,0
		Σ normované hodnocení C (0 ÷ 1)		0,75	0,50	0,00	0,00	1,00

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



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





Měřítko: <b>1:20</b>	Hmotnost (kg): <b>1983</b>	Promítání: 	Číslo výkresu:	Formát: <b>A2</b>
FAKULTA STROJNÍ ZÁPADOČESKÉ UNIVERZITY V PLZNI 	Kreslil: <b>L. KLIMEČEK</b>	Název: <b>KOLEJOVÝ VŮZ SESTAVA</b>	Číslo dokumentu: <b>BP-LK-1000</b>	
KKS KATEDRA KONSTRUOVÁNÍ STROJŮ	Schválil: Datum: Druh dokumentu: VÝKRES SESTAVY			

	1	2	3	4	
A	1	RÁM	1	1123 kg	BP-LK-1000-1
	2	DVOJKOLÍ	2	141,4 kg	BP-LK-1000-2
	3	VÝDŘEVA	35	13,4 kg	BP-LK-1000-01
	4	SESTAVA NÁRAZNÍKU	4	15,4 kg	BP-LK-1000-3
B	5	SESTAVA TAŽNÉHO OKA	2	7,3 kg	BP-LK-1000-4
	6	ČELNÍ VÝDŘEVA	4	3,4 kg	BP-LK-1000-02
	7	SESTAVA BRZDY	1	4,1 kg	BP-LK-1000-5
	8	ŠROUB M20x80	8	0,28 kg	ČSN 02 1103
	9	PODLOŽKA 20	8	0,02 kg	ČSN 02 1702
C	10	MATICE SAMOJISTNÁ M20	8	0,08 kg	ČSN 02 1492
	11	VRATOVÝ ŠROUB M16x45	8	0,1 kg	ČSN 02 1315
	12	PODLOŽKA 16	8	0,01 kg	ČSN 02 1702
	13	MATICE M16	8	0,04 kg	ČSN 02 1401
	14	VRATOVÝ ŠROUB M12x70	70	0,08 kg	ČSN 02 1315
	15	ŠROUB M12x60	2	0,07 kg	ČSN 02 1103
D	16	ŠROUB M12x40	36	0,05 kg	ČSN 02 1143
	17	PODLOŽKA 12	108	0,01 kg	ČSN 02 1702
	18	MATICE M12	108	0,02 kg	ČSN 02 1401
	19	PODLOŽKA 12	38	0,01 kg	CSN 02 1741
	POZ.	NÁZEV	POČET KS.	HMOTNOST	Č. VÝKRESU/NORMA

E	Měřítka:	Hmotnost (kg):	Promítání:	Číslo výkresu: <b>BP-LK-1000</b>	Formát: <b>A4</b>
	FAKULTA STROJNÍ ZÁPADOČESKÉ UNIVERZITY V PLZNI 	Kreslil: L. KLIMEČEK	Název: <b>KUSOVNÍK</b>		
F	<b>KKS</b> KATEDRA KONSTRUOVÁNÍ STROJŮ	Schválil:	Číslo dokumentu: <b>BP-LK-1000-K</b>		
		Datum:			
		Druh dokumentu: KUSOVNÍK			
	1	2	3	297.0 x 210.0	

