

**ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI**  
**FAKULTA STROJNÍ**

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

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

**ComplexTrans / železniční vůz: zajištění nákladu při přepravě**

**Autor:** Filip SMOLEK  
**Vedoucí práce:** Ing. Jiří Hofman

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: **Filip SMOLEK**  
Osobní číslo: **S19B0805P**  
Studijní program: **B0715A270013 Strojní inženýrství**  
Studijní obor: **Konstruování strojů a technických zařízení**  
Téma práce: **ComplexTrans / železniční vůz: zajištění nákladu při přepravě**  
Zadávající katedra: **Katedra konstruování strojů**

### Zásady pro vypracování

#### Základní požadavky

Na základě rešerše stanovte následující parametry osobně-nákladních dvoupatrových železničních vozů systému ComplexTrans.

#### *HMOTNOST A PEVNOST VOZU COMPLEXTRANS*

- *maximální nápravové zatížení*
- *předběžný hmotnostní plán na bázi rešerše existujících řešení*
- *požadavek na pevnostní a crashové parametry*

Dále navrhnete způsob zajištění nákladu během přepravy bezkontaktním či kontaktním způsobem. Budou-li zapotřebí pohyblivé části, omezte je jen na železniční nebo jen na silniční vozidla.

Využijte i pro další funkce - např. pro energetické propojení.

Nákladem mohou být:

při samonakládce: nákladní či osobní přepravní moduly, uzpůsobené osobní automobily (tzv. kupémobily) a další

při zprostředkované nakládce: běžné automobily do délky cca 4,5 m na přepravních paletách

#### Základní technické údaje:

Technické parametry jsou uvedeny v příloze zadání.

#### Osnova bakalářské práce

1. *stanovení (a zdůvodnění) požadovaných parametrů železničního vozu ComplexTrans*
2. *přehled převážených vozidel a jejich rozhodujících rozměrů*
3. *návrh zařízení pro zajištění nákladu při přepravě ve spodním patře železničního vozu*
4. *energetické propojení přepravovaných silničních vozidel s energetickou sítí železničního vozu a ulaku*

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

#### Seznam doporučené literatury:

- [1] HOFMAN, J. *ComplexTrans* [online] [Cit. 10.4.2020] Dostupné z: <http://www.complextrans.eu/>  
[2] HOFMAN, J. *Presentation of a new mobility idea.* [online] [Cit. 10.4.2020] Dostupné z: <https://shift2rail.org/wp-content/uploads/2019/12/PDF-ComplexTrans-INFO-DAY.pdf>  
[3] HOFMAN, J., ČERMÁK, R.: *ComplexTrans – global land transportation system: the best way ahead for railway and roads is the coherent cooperation, not the competition* [online]  
Dostupné z: <https://dspace5.zcu.cz/handle/11025/36516>  
Česká verze článku dostupná u vedoucího práce.  
*Podkladové materiály, výkresy, prospekty, katalogy apod. poskytnuté zadavatelem úkolu.*

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

Konzultant bakalářské práce: **Ing. Jiří Hofman**  
Katedra konstruování strojů

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

## **Poděkování**

Tímto bych chtěl poděkovat všem zúčastněným, kteří pomohli v tvorbě této práce ať již přímo prostřednictvím konzultací k relevantním tématům, tak nepřímo. Zejména děkuji vedoucímu této bakalářské práce Ing. Jiřímu Hofmanovi za vstřícný a profesionální přístup.

Dále děkuji doc. Ing. Petru Hellerovi CSc. za perfektně zpracované knihy zabývající se kolejovými vozidly a poskytnuté konzultace. Děkuji také Ing. Jiřímu Šaškovi Ph.D. a Ing. Jiřímu Lehečkovi ze společnosti Siemens Mobility s.r.o. za poskytnuté informace týkající se konstrukce kolejových vozidel. Poděkování si zaslouží Ing. Tomáš Bláha, doc. Ing. Ladislav Němec CSc. a prof. Ing. Stanislav Hosnedl CSc. za konzultace a informace týkající se instruktivní metodiky Engineering Design Thinking.

Závěrem děkuji své rodině za veškerou podporu během studia.

# ANOTAČNÍ LIST BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

<b>AUTOR</b>	Příjmení Smolek	Jméno Filip		
<b>STUDIJNÍ PROGRAM</b>	B0715A270013 Strojní inženýrství			
<b>VEDOUcí PRÁCE</b>	Příjmení (včetně titulů) Ing. Hofman	Jméno Jiří		
<b>PRACOVÍŠTĚ</b>	ZČU - FST – KKS			
<b>DRUH PRÁCE</b>	<b>DIPLOMOVÁ</b>	<b>BAKALÁŘSKÁ</b>		<b>Nehodící se škrtněte</b>
<b>NÁZEV PRÁCE</b>	ComplexTrans / železniční vůz: zajištění nákladu při přepravě			

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

## POČET STRAN (A4 a ekvivalentů A4)

<b>CELKEM</b>	91	<b>TEXTOVÁ ČÁST</b>	73	<b>GRAFICKÁ ČÁST</b>	18
---------------	----	---------------------	----	----------------------	----

<b>STRUČNÝ POPIS (MAX 10 ŘÁDEK)</b>  <b>ZAMĚŘENÍ, TÉMA, CÍL POZNATKY A PŘÍNOSY</b>	<p>Bakalářská práce obsahuje rešerši a stanovení požadavků na maximální nápravové zatížení, kolizní odolnost, pevnostních parametrů a hmotnostního rozboru vloženého železničního vozu ComplexTrans. Dále je proveden konstrukční návrh zařízení pro zajištění nákladu ve spodním patře železničního vozu s využitím instruktivní metodiky Engineering Design Science and Methodology.</p>
<b>KLÍČOVÁ SLOVA</b>  <b>ZPRAVIDLA JEDNOSLOVNÉ POJMY, KTERÉ VYSTIHUJÍ PODSTATU PRÁCE</b>	<p>maximální nápravové zatížení, kolizní odolnost, pevnostní parametry, hmotnostní rozbor, ComplexTrans, EDSM, EDT, zajištění nákladu, železniční vůz</p>

## SUMMARY OF BACHELOR SHEET

<b>AUTHOR</b>	Surname Smolek	Name Filip	
<b>STUDY PROGRAMME</b>	B0715A270013 Mechanical Engineering		
<b>SUPERVISOR</b>	Surname (Inclusive of Degrees) Ing. Hofman	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>	ComplexTrans / railcar: securing the load during transport		

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

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

<b>TOTALLY</b>	98	<b>TEXT PART</b>	73	<b>GRAPHICAL PART</b>	17
----------------	----	------------------	----	-----------------------	----

<b>BRIEF DESCRIPTION TOPIC, GOAL, RESULTS AND CONTRIBUTIONS</b>	This bachelor's thesis aims to research and specify requirements for axle load, crashworthiness, structural requirements and mass analysis of a ComplexTrans intermediate railway wagon. Then a system for securing cargo on the bottom deck of the railwagon is designed in accordance with the methodology provided by Engineering Design Science and Methodology.
<b>KEY WORDS</b>	axle load, crashworthiness, structural requirements, mass analysis, ComplexTrans, EDSM, EDT, cargo securing, railway wagon

# Obsah

<b>PODĚKOVÁNÍ .....</b>	<b>5</b>
<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>3</b>
<b>SEZNAM DŮLEŽITÝCH TABULEK .....</b>	<b>6</b>
<b>SEZNAM DŮLEŽITÝCH ZNAČEK VELIČIN S ROZMĚRY JEJICH JEDNOTEK .....</b>	<b>7</b>
<b>SEZNAM DŮLEŽITÝCH ZKRATEK A AKRONYMŮ .....</b>	<b>8</b>
<b>1 UVEDENÍ DO PROBLEMATIKY .....</b>	<b>10</b>
1.1 CÍLE PRÁCE .....	12
1.2 SPECIFIKACE ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE .....	12
<b>2 HMOTNOST A PEVNOST ŽELEZNIČNÍHO VOZU COMPLEXTRANS .....</b>	<b>14</b>
2.1 MAXIMÁLNÍ NÁPRAVOVÉ ZATÍŽENÍ .....	14
2.1.1 TSI INFRASTRUKTURA .....	14
2.1.2 REŠERŠE EXISTUJÍCÍCH VOZŮ .....	14
2.1.3 REŠERŠE PARAMETRŮ EXISTUJÍCÍCH PODVOZKŮ .....	15
2.1.4 STANOVENÍ MAXIMÁLNÍHO NÁPRAVOVÉHO ZATÍŽENÍ .....	16
2.2 HMOTNOSTNÍ ROZBOR .....	16
2.2.1 ZÁKLADNÍ HMOTNOSTNÍ PARAMETRY SOUDOBÝCH DVOUPATROVÝCH VOZŮ .....	17
2.2.2 KONSTRUKČNÍ HMOTNOST JEDNOHO PODVOZKU .....	19
2.2.3 NORMÁLNÍ KONSTRUKČNÍ UŽITEČNÉ ZATÍŽENÍ .....	19
2.2.4 VÝJIMEČNÉ UŽITEČNÉ ZATÍŽENÍ .....	20
2.2.5 KONSTRUKČNÍ HMOTNOST SKŘÍNĚ VOZIDLA V PROVOZNÍM STAVU .....	20
2.3 PEVNOSTNÍ PARAMETRY .....	21
2.3.1 PODÉLNÁ STATICKÁ ZATÍŽENÍ SKŘÍNĚ VOZIDLA .....	21
2.3.2 SVISLÁ STATICKÁ ZATÍŽENÍ SKŘÍNĚ VOZIDLA .....	21
2.3.3 KOMBINACE DRUHŮ STATICKÝCH ZATÍŽENÍ SKŘÍNĚ VOZIDLA .....	22
2.3.4 MEZNÍ STATICKÁ ZATÍŽENÍ VAZEB .....	23
2.3.5 SHRNUTÍ POŽADAVKŮ NA PEVNOSTNÍ PARAMETRY .....	24
2.4 POŽADAVKY NA KOLIZNÍ ODOLNOST .....	24
2.4.1 KONSTRUKČNÍ KOLIZNÍ SCÉNÁŘE .....	24
2.4.2 ŠPLHÁNÍ .....	24
2.4.3 PROSTOR PRO PŘEŽITÍ, PŘEDMĚTY ZARAŽENÉ A ÚNIKOVÁ CESTA .....	25
2.4.4 MEZNÍ HODNOTA ZPOMALENÍ .....	26
2.4.5 SMETADLO .....	26
2.4.6 ZÁBRANY .....	27
2.4.7 OVĚŘOVÁNÍ KOLIZNÍ ODOLNOSTI .....	27
2.4.8 SHRNUTÍ POŽADAVKŮ NA KOLIZNÍ ODOLNOST .....	27
<b>3 PŘEVÁŽENÝ NÁKLAD .....</b>	<b>28</b>
3.1 STANDARDNÍ OSOBNÍ AUTOMOBILY .....	28
3.2 KUPÉMOBIL .....	29
3.3 POJÍZDNÝ PŘEPRAVNÍ MODUL VELKÝ .....	32
3.4 POJÍZDNÝ PŘEPRAVNÍ MODUL MALÝ .....	33
<b>4 ZAŘÍZENÍ PRO ZAJIŠTĚNÍ NÁKLADU .....</b>	<b>34</b>
4.1 CÍLE .....	34
4.2 ZÁKLADNÍ POŽADAVKY A ÚDAJE .....	34
<b>5 ROZPRACOVÁNÍ PROBLÉMU .....</b>	<b>35</b>
5.1 SPECIFIKACE POŽADAVKŮ NA PROJEKT .....	35
5.1.1 VYJASNĚNÍ A UPŘESNĚNÍ ZADÁNÍ .....	35
5.1.2 VYJASNĚNÍ PROBLÉMU .....	35
5.1.3 PRŮZKUM STAVU TECHNIKY (STATE OF THE ART) .....	35
5.2 SPECIFIKACE POŽADAVKŮ NA TS .....	37
5.2.1 NAVRŽENÍ SPECIFIKACE POŽADAVKŮ NA TS .....	37



5.2.2	HODNOCENÍ VÝCHOZÍHO A KONKURENČNÍCH TECHNICKÝCH SYSTÉMŮ .....	37
5.3	SPECIFIKACE POŽADAVKŮ NA ŘEŠENÍ PROJEKTU .....	37
5.3.1	STUDIE PROVEDITELNOSTI .....	37
5.3.2	STRATEGIE ŘEŠENÍ .....	37
<b>6</b>	<b>KONCEPČNÍ NÁVRH .....</b>	<b>38</b>
6.1	TECHNICKÝ TRANSFORMAČNÍ PROCES (TTRFP) PROVOZU TECHNICKÉHO SYSTÉMU .....	38
6.1.1	ČERNÁ SKŘÍŇKA TECHNICKÉHO TRANSFORMAČNÍHO PROCESU (TTRFP) PROVOZU TECHNICKÉHO SYSTÉMU [29].....	38
6.1.2	TECHNOLOGICKÝ PRINCIP TECHNICKÉHO TRANSFORMAČNÍHO PROCESU PROVOZU TS.....	38
6.2	NÁVRH ORGÁNOVÉ STRUKTURY TECHNICKÉHO SYSTÉMU .....	39
6.2.1	NAVRŽENÍ ALTERNATIV ORGÁNOVÉ STRUKTURY TECHNICKÉHO SYSTÉMU .....	39
6.2.2	HODNOCENÍ NAVRŽENÝCH ALTERNATIV ORGÁNOVÉ STRUKTURY TECHNICKÉHO SYSTÉMU.....	48
<b>7</b>	<b>KONSTRUKČNÍ NÁVRH.....</b>	<b>52</b>
7.1	NÁVRH HRUBÉ STAVEBNÍ STRUKTURY TECHNICKÉHO SYSTÉMU.....	52
7.1.1	NAVRŽENÍ HRUBÉ STAVEBNÍ STRUKTURY TECHNICKÉHO SYSTÉMU .....	52
7.1.2	HODNOCENÍ NAVRŽENÉ HRUBÉ STAVEBNÍ STRUKTURY TECHNICKÉHO SYSTÉMU .....	58
7.2	NÁVRH DEFINITIVNÍ STAVEBNÍ STRUKTURY TECHNICKÉHO SYSTÉMU .....	60
7.2.1	NAVRŽENÍ DEFINITIVNÍ STAVEBNÍ STRUKTURY TECHNICKÉHO SYSTÉMU .....	60
7.2.2	HODNOCENÍ NAVRŽENÉ DEFINITIVNÍ STAVEBNÍ STRUKTURY TECHNICKÉHO SYSTÉMU A SOUHRNNÉ HODNOCENÍ PŘEDBĚŽNÉHO A FINÁLNÍHO NÁVRHU TECHNICKÉHO SYSTÉMU.....	66
<b>8</b>	<b>SHRnutí A DALŠÍ VÝHLED.....</b>	<b>69</b>
	<b>SEZNAM BIBLIOGRAFICKÝCH CITACÍ INFORMAČNÍCH ZDROJŮ.....</b>	<b>70</b>
	<b>PŘÍLOHA 1.....</b>	<b>I</b>
	<b>PŘÍLOHA 2.....</b>	<b>I</b>
	<b>PŘÍLOHA 3.....</b>	<b>I</b>

## Seznam obrázků

Obr. 1: Vozidla systému ComplexTrans [3] .....	10
Obr. 2: Osobně-nákladní vozy ComplexTrans [4] .....	10
Obr. 3: Schéma vlaku ComplexTrans [4].....	11
Obr. 4: Terminál ComplexTrans [5] .....	11
Obr. 5: Vložený vůz ComplexTrans horní patro.....	19
Obr. 6: Vložený vůz ComplexTrans spodní patro.....	20
Obr. 7: Souřadnicový systém železničního vozidla [15].....	23
Obr. 8: Prostor pro přežití v místech pro dočasný pobyt [15].....	25
Obr. 9: Zatěžování smetadla [15].....	27
Obr. 10: Kupémobil – zasunuté nápravy [4] .....	29
Obr. 11: Kupémobil – vysunuté nápravy [4].....	29
Obr. 12 Kupémobil - zasunuté nápravy půdorys [28].....	29
Obr. 13: Kupémobil - vysunuté nápravy půdorys [28] .....	29
Obr. 14: Kupémobil - podélný řez – parkování [28].....	30
Obr. 15: Kupémobil - podélný řez – jízda [28] .....	30
Obr. 16: Kupémobil dveře [3].....	31
Obr. 17: Kupémobil v železničním voze [28] .....	31
Obr. 18: Kupémobil zachycovací body [28] .....	31
Obr. 19: Parkování nad chodníkem [1] .....	31
Obr. 20: Převrtní modul velký [1] .....	32
Obr. 21: Převrtní modul velký osobní – najíždění do vlaku [1].....	32
Obr. 22: Převrtní modul velký - otočení kol [1] .....	32
Obr. 23: Velký převrtní modul vs malý [4] .....	33
Obr. 24: Půdorys spodního patra železničního vozu (zeleně zajištěné kupémobily) [30] .....	34
Obr. 25: Zajištění na RORO lodích ⇒ TS0 [31].....	36
Obr. 26: Zajišťovací pásy RORO [32] .....	36
Obr. 27: Zajištění autovlak 1 ⇒ TSA [33] .....	36
Obr. 28: Zajištění autovlak 2 ⇒ TSA [34] .....	36
Obr. 29: R-RAK ⇒ TSB [35].....	36
Obr. 30: Automobil zajištěný pomocí R-RAK ⇒ TSB [36] .....	36
Obr. 31: Černá skříňka technického transformačního procesu provozu navrhovaného technického systému: Zařízení pro zajištění nákladu [29].....	38
Obr. 32: Technologický princip technického transformačního procesu provozu navrhovaného technického systému: Zařízení pro zajištění nákladu [29].....	38

Obr. 33: Pryžový pás [38] .....	39
Obr. 34: Děrovaný plech [39] .....	39
Obr. 35: Orgánová struktura - zajištění standardní automobil .....	40
Obr. 36: Orgánová struktura - alternativa b .....	41
Obr. 37: Nabíjecí stanice pro elektromobil [41] .....	42
Obr. 38: Dvoubodový pás [42].....	42
Obr. 39: Orgánová struktura - alternativa a.....	43
Obr. 40: TV ovládač.....	44
Obr. 41: AA baterie.....	44
Obr. 42: Orgánová struktura - alternativa c.....	45
Obr. 43: Orgánová struktura - alternativa d .....	46
Obr. 44: Specifikace požadavků na klíčové konstrukční vlastnosti orgánové struktury technického systému a SWOT hodnocení navržených alternativ pro zařízení pro zajištění nákladu .....	48
Obr. 45: Výsledky SWOT hodnocení konstrukčních vlastností navržených alternativ orgánové struktury technického systému pro posouzení jejich konkurenceschopnosti pro zařízení pro zajištění nákladu.....	49
Obr. 46: Rizikové, silné a slabé stránky předpokládaných hrubých stavebních struktur pro alternativy orgánových struktur navrhovaného technického systému zařízení pro zajištění nákladu .....	51
Obr. 47: Hrubá stavební struktura - spodní patro s vozidly .....	53
Obr. 48: Hrubá stavební struktura - spodní patro s vozidly - bez stropu .....	53
Obr. 49: Hrubá stavební struktura - spodní patro bez vozidel .....	53
Obr. 50: Hrubá stavební struktura - rozložení zahloubení pro kola .....	54
Obr. 51: Hrubá stavební struktura - detail zahloubení pro kola .....	54
Obr. 52: Hrubá stavební struktura - rozložení elektrických kontaktů ve stropě .....	54
Obr. 53: Hrubá stavební struktura - detail kontaktů ve stropě .....	55
Obr. 54: Hrubá stavební struktura – kupémobily - základní rozměry, podélná ulička .....	55
Obr. 55: Hrubá stavební struktura - zajištěný kupémobil .....	55
Obr. 56: Hrubá stavební struktura – zajištěný kupémobil bokorys.....	56
Obr. 57: Hrubá stavební struktura - detail boku zahloubení .....	56
Obr. 58: Hrubá stavební struktura - detail energetického propojení .....	56
Obr. 59: Hrubá stavební struktura - malé přepravní moduly .....	57
Obr. 60: Hrubá stavební struktura - malé přepravní moduly nárys.....	57
Obr. 61: Hrubá stavební struktura - velký přepravní modul .....	57
Obr. 62: Výsledky predikce, hodnocení a snížení rizikovosti hrubé stavební struktury se zaměřením na bezporuchovost v celém životním cyklu navrhovaného technického systému 58	

Obr. 63: Výsledky SWOT hodnocení vhodnosti hrubé stavební struktury technického systému pro všechny specifikované požadavky .....	59
Obr. 64: Definitivní stavební struktura - spodní patro s vozidly .....	61
Obr. 65: Definitivní stavební struktura - spodní patro s vozidly - bez stropu .....	61
Obr. 66: Definitivní stavební struktura - spodní patro bez vozidel .....	61
Obr. 67: Definitivní stavební struktura - rozložení zahloubení pro kola .....	62
Obr. 68: Definitivní stavební struktura - detail zahloubení pro kola .....	62
Obr. 69: Definitivní stavební struktura - rozložení elektrických kontaktů ve stropě .....	62
Obr. 70: Definitivní stavební struktura - detail kontaktů ve stropě .....	62
Obr. 71: Definitivní stavební struktura - kupémobily - základní rozměry, podélná ulička .....	63
Obr. 72: Definitivní stavební struktura - zajištěný kupémobil .....	63
Obr. 73: Definitivní stavební struktura - zajištěný kupémobil - energetické propojení .....	63
Obr. 74: Definitivní stavební struktura - zajištěný kupémobil bokorys .....	64
Obr. 75: Definitivní stavební struktura - detail boku zahloubení .....	64
Obr. 76: Definitivní stavební struktura - detail energetického propojení .....	64
Obr. 77: Definitivní stavební struktura - malé přepravní moduly .....	65
Obr. 78: Definitivní stavební struktura - malé přepravní moduly nárys .....	65
Obr. 79: Definitivní stavební struktura - velký přepravní modul .....	65
Obr. 80: Výsledky predikce, hodnocení a snížení rizikovosti definitivní stavební struktury se zaměřením na bezporuchovost v celém životním cyklu navrhovaného technického systému	66
Obr. 81: Výsledky SWOT hodnocení vhodnosti uvedených stavebních struktur pro všechny specifikované požadavky .....	67
Obr. 82: Výsledky SWOT hodnocení konkurenceschopnosti uvedených stavebních struktur (návrhů) pro všechny porovnatelné specifikované požadavky na zařízení pro zajištění nákladu .....	68

## Seznam důležitých tabulek

Tab. 1: Výkonnostní parametry pro osobní dopravu [6] .....	14
Tab. 2: Porovnání základních parametrů vybraných soudobých vozů.....	15
Tab. 3: Základní parametry vybraných soudobých podvozků .....	16
Tab. 4: Základní parametry TGV Duplex [8, 16, 18] .....	17
Tab. 5: Základní parametry vybraných dvoupodlažních vozů .....	18
Tab. 6: Podélná statická zatížení skříně vozu .....	21
Tab. 7: Dovolena střední zpomalení [27].....	26
Tab. 8: Požadavky na smetadlo [27] .....	26
Tab. 9: Základní parametry převážených vozidel .....	28
Tab. 10: Orgánová struktura - zajištění standardní automobil - funkce.....	40
Tab. 11: Orgánová struktura - alternativa b - funkce .....	41
Tab. 12: Orgánová struktura - alternativa a - funkce .....	43
Tab. 13: Orgánová struktura - alternativa c - funkce .....	45
Tab. 14: Orgánová struktura - alternativa d - funkce .....	46
Tab. 15: Hrubá stavební struktura - výčet barev .....	52
Tab. 16: Hrubá stavební struktura - výčet barev .....	60

## Seznam důležitých značek veličin s rozměry jejich jednotek

Značka	Význam	Jednotka
$a_x, a_y, a_z$	Zrychlení ve směru souřadnicových os	$m \cdot s^{-2}$
$c_g$	Konstanta přitížení podle polohy zařízení v železničním voze	1
$c_s$	Počet míst k sezení	1
$c_{st}$	Prostory pro stání	$m^2$
$c_{ZP}$	Počet míst pro osoby se zdravotním postižením	1
$F_{Mpz}$	Maximální provozní zatížení	N
$F_{tasus}$	Tahová síla na uchycení spráhla	N
$F_{tlč}$	Tlaková síla v oblasti čelníku 150 mm nad úrovní podlahy	N
$F_{tlo}$	Tlaková síla ve výšce spodního rámu okna	N
$F_{tIsus}$	Tlaková síla v místech uchycení spráhel	N
$F_{tlv}$	Tlaková síla v úrovni vaznice	N
$g$	Tíhové zrychlení na povrchu Země	$m \cdot s^{-2}$
$l_{nejbližší}$	Vzdálenost nejbližšího zajištěného vozidla od konce vozu	mm
$l_s$	Délka skříně železničního vozu	m
$l_{sCT}$	Délka skříně vloženého železničního vozu ComplexTrans	mm
$m_{2TGV}$	Konstrukční hmotnost jednoho podvozku TGV	kg
$m_{nmaxTGV}$	Maximální nápravové zatížení vozu TGV	kg
$m_{nmax}$	Maximální nápravové zatížení	kg
$m_1$	Konstrukční hmotnost skříně vozidla v provozním stavu	kg
$m_2$	Konstrukční hmotnost jednoho podvozku	kg
$m_3$	Normální konstrukční užitečné zatížení	kg
$m_4$	Výjimečné užitečné zatížení	kg
$m_5$	Užitečné zatížení při vyprošťování	kg
$m_{cest}$	Hmotnost jednoho cestujícího včetně zavazadel	kg
$m_{kv}$	Konstrukční hmotnost vozidla v provozním stavu	kg
$m_{mp}$	Měrná provozní hmotnost skříně železničního vozidla	$kg \cdot m^{-1}$
$m_{nz}$	Hmotnost vozidla při normálním užitečném zatížení	kg
$m_{stan}$	Zatížení od stojících cestujících – normální užitečné zatížení	$kg \cdot m^{-2}$

Značka	Význam	Jednotka
$m_{sta_v}$	Zatížení od stojících cestujících – výjimečné užitečné zatížení	$\text{kg} \cdot \text{m}^{-2}$
$m_{sta}$	Zatížení od stojících cestujících	$\text{kg} \cdot \text{m}^{-2}$
$m_{vm}$	Maximální hmotnost převážených vozidel	kg
$n_{s_{TGV}}$	Počet sedadel v jednom vloženém voze TGV	1
$n_{náp_1_{TGV}}$	Počet náprav na jeden vložený vůz TGV	1
$n_{náp_1}$	Počet náprav připadajících na jeden vložený vůz	1
$v_{LC}$	Rychlost vozidla na úrovnovém přejezdu	$\text{km} \cdot \text{h}^{-1}$

## Seznam důležitých zkratk a akronymů

Zkratka	Význam
AREnv	Aktivní a reaktivní prostředí
ČD	České dráhy
ČSN	Česká technická norma
CT	ComplexTrans
EDSM	Engineering design science and methodology
EDT	Engineering design thinking
EN	Evropská norma
ETR	“Eletro Treno Rapido” série italských vysokorychlostních vlaků
EU	Evropská unie
FST	Fakulta strojní
HuS	Lidé a ostatní živé bytosti – živé systémy
ICE	“Intercity Express” série německých vysokorychlostních vlaků
IS	Informační systémy
ISO	International Organization for Standardization
KID	Znalostně integrované konstruování (Knowing-In-Design)
KKS	Katedra konstruování strojů
MgtS	Manažerské systémy
RORO	Roll-on/roll-off
SWOT	“Strength, Weakness, Opportunity, and Threat” analýza silných, slabých stránek, příležitostí a hrozeb
TGV	“Train à Grande Vitesse” série francouzských vysokorychlostních vlaků
TS	Technický systém

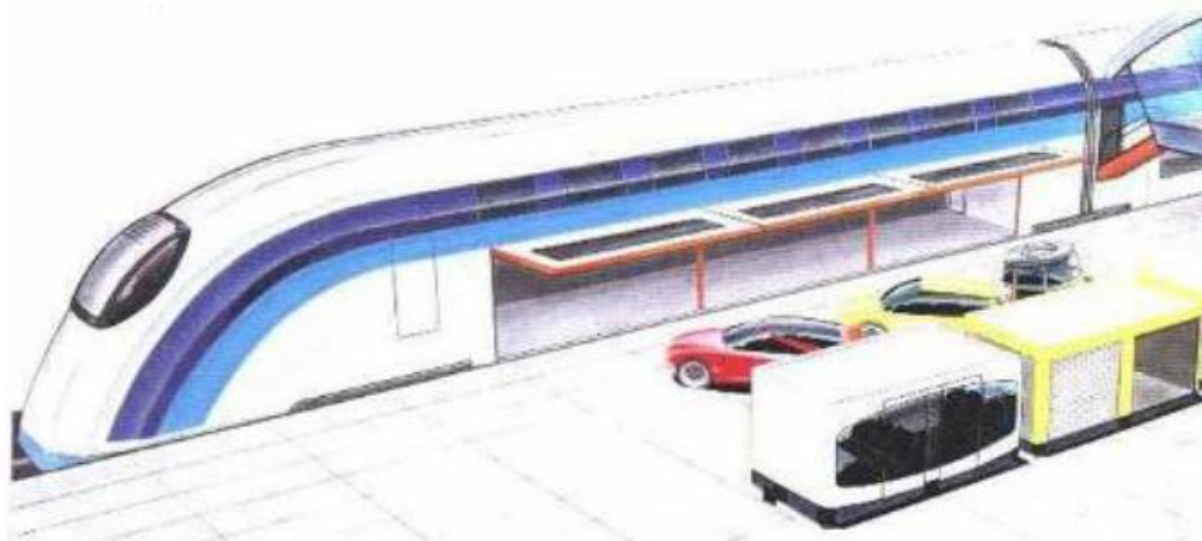
---

Zkratka	Význam
TSI	Technical Specifications for Interoperability
TTrfP	Technický transformační proces
TTrfS	Technický transformační systém
VV	Vložený vůz
ZČU	Západočeská univerzita v Plzni



## 1 Uvedení do problematiky

ComplexTrans je dopravní systém založený na vzájemném uzpůsobení železničních a silničních vozidel. Páteřími částí jsou vlaky složené z dvoupatrových osobně-nákladních vozů. Základní myšlenkou těchto vozů je přeprava osob v horním patře a přeprava vozidel v patře spodním. Na obrázku (Obr. 1) je vyobrazen hlavový vůz vlaku ComplexTrans s otevřenou bočnicí, umožňující vjezd převážených vozidel (= převážený náklad) do spodního patra vlaku. Vozidla vhodná pro převážení jsou umístěna v pravém dolním rohu obrázku. Dále jsou patrná okna horního patra, které slouží k přepravě cestujících. [1, 2]



Obr. 1: Vozidla systému ComplexTrans [3]

Obrázek (Obr. 2) představuje schéma hlavového vozu a připojeného osobně-nákladního vozu. Horní část obrázku je řez podélnou rovinou. Je zde patrné stanoviště strojvedoucího, umístění kupé v horním patře a zaparkovaná převážená vozidla ve spodním patře (zeleně a žlutě). Mezi vozy jsou umístěny třínápravové Jakobsovy podvozky, čímž dochází k vytvoření nedělitelné jednotky. V prostřední části obrázku je půdorysný řez horním patrem vozu, kde jsou patrná jednotlivá kupé. Dále jsou zde viditelné schody spojující horní patro se spodním. Ve spodní části obrázku je půdorysný řez spodním patrem. Opět jsou zde patrné schody do horního patra, dále jsou zde vyznačena WC určená pro spodní patro a je zde naznačeno rozmístění zaparkovaných vozidel.



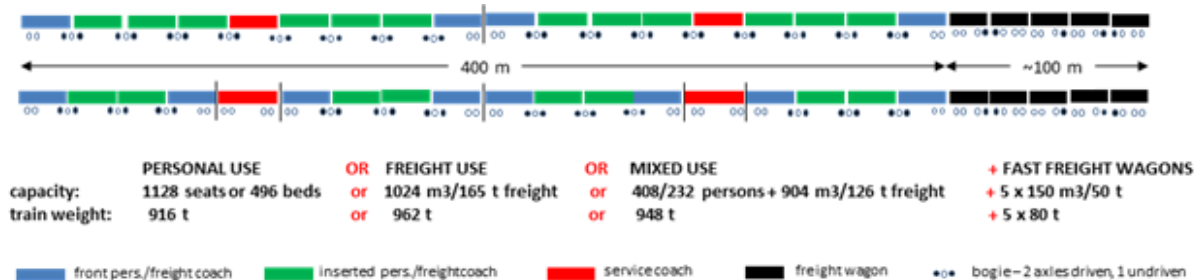
Obr. 2: Osobně-nákladní vozy ComplexTrans [4]

Z obrázku (Obr. 2) lze také poznat, že vždy dva železniční vozy ComplexTrans budou k sobě stát “zády.” Nejlépe je tato situace vidět na půdorysu spodního patra (Obr. 2 spodní), kde v hlavovém voze (napravo) je podélná ulička za vozidly na pravé straně po směru jízdy (jízda směrem doprava), v následujícím voze je ulička na levé straně. Ve třetím voze by byla opět napravo. Toto uspořádání umožňuje současný nástup i výstup z obou stran vlaku mimo terminály ComplexTrans.

Na obrázcích (Obr. 2 a Obr. 3) je znázorněno uspořádání pojezdu. Podvozek u čelní strany hlavového vozu je běžný dvouúpravový, mezi vozy jsou tříúpravové Jakobsovy podvozky. Všechny krajní nápravy Jakobsových podvozků jsou hnací, vlak má tedy distribuovanou elektrickou výzbroj podobně jako například elektrické jednotky ČD řada 680 (Pendolino) nebo TGV Duplex. Maximální rychlost vlaku ComplexTrans činí  $230 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ .

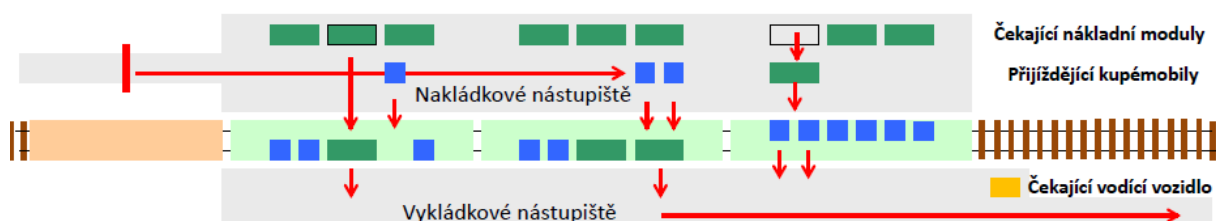
Železniční vozy ComplexTrans jsou vybaveny systémem pro pasivní naklápění skříně při průjezdu obloukem, tím se primárně zvýší jízdní komfort cestujících a je umožněno projíždění zejména oblouků o nižším poloměru vyšší rychlostí.

Na dalším obrázku (Obr. 3) jsou znázorněny dvě varianty vlaku ComplexTrans. Modrá barva vyznačuje hlavové vozy, zelená osobně-nákladní, červená servisní a černá čistě nákladní vozy. Dále je zde patrné uspořádání pojezdu, kde černě jsou znázorněny hnací dvojkolí a bíle běžná. První znázorněnou variantou vlaku je spřažení dvou jednotek o 9 vozech, každá jednotka obsahuje vlastní servisní vůz. Druhou variantou je spojení čtyř čtyřvozových jednotek se samostatnými servisními vozy. V obou případech bude celková délka vlaku 400 m. Na konec vlaku je možné připojit několik nákladních vozů uzpůsobených pro vyšší rychlosti. Jednotlivé jednotky jsou spojovány pomocí samočinného spřáhla.



Obr. 3: Schéma vlaku ComplexTrans [4]

Obrázek (Obr. 4) popisuje provedení terminálu ComplexTrans. Pro zkrácení doby nakládání a vykládání vozidel slouží jedno nástupiště pouze pro nakládání a druhé pouze pro vykládání. Vzdálenost terminálů ComplexTrans se předpokládá ve většině případů minimálně 50 km. Vzhledem ke skutečnosti, že jednotlivé vozy jsou řazeny “zády” k sobě, budou vždy převážena vozidla parkovat střídavě u bližší a vzdálenější bočnice. Vozidla v prvním vagonu nalevo parkují u vzdálenější bočnice, vozidla ve třetím u bližší. V obrázku nejsou vozy řazeny střídavě, jak bylo popsáno, protože se jedná o obrázek ze staršího dokumentu a účel obrázku je pouze popsat provedení nástupišť. Modrou barvou jsou znázorněny kupémobily (kapitola 3.2) a tmavě zelenou velké přepravní moduly (kapitola 3.3).



Obr. 4: Terminál ComplexTrans [5]

## 1.1 Cíle práce

Cíle této práce jsou shrnuty v následujících bodech

- 1) stanovení maximálního nápravového zatížení železničního vozu ComplexTrans na základě rešerše platných norem a existujících řešení;
- 2) návrh předběžného hmotnostního plánu železničního vozu ComplexTrans na základě rešerše platných norem a existujících řešení;
- 3) stanovení požadavků na pevnostní a crashové parametry železničního vozu ComplexTrans na základě rešerše platných norem;
- 4) návrh zařízení pro zajištění nákladu přepravovaného železničními vozy ComplexTrans včetně zajištění energetického propojení přepravovaného vozidla s vlakem.

## 1.2 Specifikace zadání bakalářské práce

Zadání bakalářské práce je blíže upřesněno následujícími dokumenty, které zároveň slouží jako doporučená literatura k této práci.

HOFMAN, Jiří. *ComplexTrans – globální pozemní dopravní systém* [online]. [vid. 2020-09-14]. Dostupné z: [http://www.complextrans.eu/pics/ComplexTrans\\_popis.pdf](http://www.complextrans.eu/pics/ComplexTrans_popis.pdf)

HOFMAN, Jiří a Roman ČERMÁK. *ComplexTrans – global land transportation system: the best way ahead for railways and roads is coherent cooperation, not the competition*. In: *TRA 2020 Transport Research Arena* [online]. Helsinky: Travision, 2020, s. 1 [vid. 2020-09-14]. ISBN 978-952-311-484-5. Dostupné z: [https://dspace5.zcu.cz/bitstream/11025/36516/1/TRA2020\\_30052019\\_Hofman%20-%20final%20version.pdf](https://dspace5.zcu.cz/bitstream/11025/36516/1/TRA2020_30052019_Hofman%20-%20final%20version.pdf)

HOFMAN, Jiří. *ComplexTrans Global Land Transport System - presentation* [online]. [vid. 2020-09-14]. Dostupné z: [http://www.complextrans.eu/pics/ComplexTrans\\_fig.pdf](http://www.complextrans.eu/pics/ComplexTrans_fig.pdf)

HOFMAN, Jiří. *Presentation of a New Mobility Idea* [online]. [vid. 2020-09-14]. Dostupné z: <https://shift2rail.org/wp-content/uploads/2019/12/PDF-ComplexTrans-INFO-DAY.pdf>

HOFMAN, Jiří a Roman ČERMÁK. *ComplexTrans: spolupráce železnice a silnice je prospěšnější než jejich konkurence*. In: *45. mezinárodní vědecká konference kateder dopravních, manipulačních, stavebních a zemědělských strojů* [online]. Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni, 2019, s. 41–59 [vid. 2021-04-28]. ISBN 978-80-261-0884-9. Dostupné z: <https://dspace5.zcu.cz/handle/11025/34959>

HOFMAN, Jiří. *ComplexTrans – globální pozemní dopravní systém - prezentace*. [Nepublikovaný dokument], 2020.

HOFMAN, Jiří. *ComplexTrans vůz vložený a koncový*. [Nepublikovaný dokument], 2020.

HOFMAN, Jiří. *Podklady k řešení bakalářských prací ComplexTrans*. [Nepublikovaný dokument], 2020.

HOFMAN, Jiří. *Jedou evropské železnice po správné koleji?* [Nepublikovaný dokument], 2021.

HOFMAN, Jiří. *BB++ PLATNÁ VERZE*. [Nepublikovaný dokument], 2020.

HOFMAN, Jiří. *Návrhy k bakalářským pracem*. [Nepublikovaný dokument], 2021.

HOFMAN, Jiří. *Naznačení čáry horního statické obrysu GA a GB*. [Nepublikovaný dokument], 2021.

STRUNZ, David. *Řešení interiérů železničních kolejových vozidel* [online]. Praha, 2017. diplomová práce. České vysoké učení technické v Praze, fakulta dopravní. Dostupné z: <https://dspace.cvut.cz/handle/10467/74072?show=full>

NOVÝ, Pavel. *Typový výkres vloženého vozu ComplexTrans*. [Nepublikovaný dokument], 2021.

HOFMAN, Jiří. *Záznam ze schůzky k bakalářským pracím na téma ComplexTrans, konané dne 24.9.2020 na Západočeské univerzitě (K113)*. [Nepublikovaný dokument], 2020.

HOFMAN, Jiří a Filip SMOLEK. *Záznam ze schůzky k bakalářským pracím na téma ComplexTrans, konané dne 29.10.2020 v době 10-11 h přes aplikaci Google Meet*. [Nepublikovaný dokument], 2020.

HOFMAN, Jiří a Filip SMOLEK. *Záznam ze schůzky k bakalářským pracím na téma ComplexTrans, konané dne 19.11.2020 v době 17:30-18:45 přes aplikaci Google Meet*. [Nepublikovaný dokument], 2020.

HOFMAN, Jiří a Filip SMOLEK. *Záznam ze schůzky k bakalářským pracím na téma ComplexTrans, konané dne 24.11.2020 v době 09:30-10:45 přes aplikaci Google Meet*. [Nepublikovaný dokument], 2020.

HOFMAN, Jiří a Filip SMOLEK. *Záznam ze schůzky k bakalářským pracím na téma ComplexTrans, konané dne 10.12.2020 v době 08:00-10:15 přes aplikaci Google Meet*. [Nepublikovaný dokument], 2020.

HOFMAN, Jiří a Filip SMOLEK. *Záznam ze schůzky k bakalářským pracím na téma ComplexTrans, konané dne 11.02.2021 v době 08:00-09:20 přes aplikaci Google Meet*. [Nepublikovaný dokument], 2021.

Emailová komunikace mezi vedoucím bakalářské práce Jiřím Hofmanem ([jihofman@kks.zcu.cz](mailto:jihofman@kks.zcu.cz)) a studenty Pavel Nový ([novy2711@students.zcu.cz](mailto:novy2711@students.zcu.cz)) a Filip Smolek ([smolfi@students.zcu.cz](mailto:smolfi@students.zcu.cz)).

## 2 Hmotnost a pevnost železničního vozu ComplexTrans

Cílem této kapitoly je stanovení maximálního nápravového zatížení, pevnostních a crashových parametrů a provedení hmotnostního rozboru železničního vozu ComplexTrans na základě rešerše platných norem a již provozovaných železničních vozidel.

### 2.1 Maximální nápravové zatížení

Maximální nápravové zatížení železničního vozu ComplexTrans je stanoveno na základě rešerše technických specifikací pro interoperabilitu subsystému infrastruktura železničního systému v Evropské unii (TSI Infrastruktura) a aktuálně nebo dříve provozovaných vozidel a podvozků s obdobnou maximální rychlostí tj.  $250 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ .

#### 2.1.1 TSI Infrastruktura

Vozy ComplexTrans jsou konstruovány na maximální rychlost  $230 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ , jak již bylo uvedeno (kapitola 1). Touto rychlostí ( $200 - 250 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ ) jsou podle TSI Infrastruktura [6] provozovány vlaky na tratích s dopravním kódem P2.

Tab. 1: Výkonnostní parametry pro osobní dopravu [6]

Dopravní kód	Vztažný obrys vozidla	Hmotnost na nápravu [t]	Trat'ová rychlost [ $\text{km} \cdot \text{h}^{-1}$ ]	Využitelná délka nástupiště [m]
P1	GC	17	250 – 350	400
P2	GB	20	200 – 250	200 – 400
P3	DE3	22,5	120 – 200	200 – 400
P4	GB	22,5	120 – 200	200 – 400
P5	GA	20	80 – 120	50 – 200
P6	G1	12	nepoužije se	nepoužije se
P1520	S	22,5	80 – 160	35 – 400
P1600	IRL1	22,5	80 – 160	75 – 240

Vztažný obrys vozidla a hmotnost na nápravu uvedená v tabulce (Tab. 1) jsou parametry, které musí splnit každý vlak, který by měl být na těchto tratích provozován. Sloupce trat'ové rychlosti a využitelné délky nástupiště uvádějí obvyklé hodnoty těchto parametrů na uvedených tratích. [6]

#### 2.1.2 Rešerše existujících vozů

Pro stanovení maximálního nápravového zatížení jsou v (Tab. 2) porovnány soudobé elektrické jednotky. Výběr byl proveden podle maximální rychlosti, která by měla být co nejbližší maximální rychlosti vozu ComplexTrans ( $230 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ ) a zároveň by neměla přesahovat  $250 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ , protože od této hmotnosti platí podle (Tab. 1) přísnější požadavek na hmotnost na nápravu. Výjimkou je vůz TGV Duplex, který je součástí porovnání, protože je svou koncepcí (dvoupatrový, Jakobsovy podvozky) blízký vozům ComplexTrans.

V (kapitola 1) bylo uvedeno, že skříň vozu ComplexTrans bude schopná naklápění při jízdě v oblouku, proto byly vybrány 3 vozy (Bombardier ICE T, Alstom ETR 600 a Alstom ČD 680), které jsou vybaveny systémem pro nucené naklápění při jízdě v oblouku. Jedná se o rodinu vozů „Pendolino.“ Oproti uvedeným vozům s naklápěním skříně není však u systému ComplexTrans cíle dosáhnout vyšší rychlosti v oblouku a tím zvýšení průměrné rychlosti, ale „pouze“ zvýšení přepravního komfortu cestujících.

Tab. 2: Porovnání základních parametrů vybraných soudobých vozů

	Siemens ICE 4 [7]	Siemens Velaro R [7]	Alstom TGV Duplex [8, 9]	Bombardier ICE T [10]	Alstom ETR 600 [11]	Alstom ČD 680 [12]
Maximální rychlost [km · h <sup>-1</sup> ]	250	250	320	230	250	230
Nápravové zatížení [t]	18	18	17	15	16,5	13,75
Rozchod [mm]	1 435	1 520	1 435	1 435	1 435	1 435
Naklápění skříně	Ne	Ne	Ne	Ano (8°)	Ano (8°)	Ano (8°)

### 2.1.3 Rešerše parametrů existujících podvozků

Kromě rešerše soudobých vozů jsou porovnány také soudobé podvozky, kde je možné se konkrétněji zaměřit na koncepci samotného podvozku (běžný / trakční, konvenční / Jakobs...).

Jak již bylo zmíněno (kapitola 1), železniční vozy ComplexTrans mají společné Jakobsovy třínápravové podvozky a okrajové podvozky jsou konvenční dvounápravové, oba druhy podvozků disponují vnitřním rámem. Primárním cílem bylo nalézt soudobý třínápravový Jakobsův podvozek pro elektrické jednotky, což se kromě konceptů nepodařilo. Proto jsou uvedeny **pouze dvounápravové podvozky**, které jsou aktuálně v provozu. Byly vybírány podvozky, s **maximální rychlostí nižší než 250 km · h<sup>-1</sup>** a s **rozchodem 1 435 mm**. Výjimkou je podvozek CL 511, který využíván na elektrických jednotkách TGV Duplex. Vzhledem k dostupnosti informací jsou uvedeny hlavně podvozky regionálních vozů (s maximální rychlostí 160 km · h<sup>-1</sup>).

Tab. 3: Základní parametry vybraných soudobých podvozků

	Siemens SF 100 [13]	Siemens SF 7500 [14]	Bombardier FLEXX Compact [15]	Bombardier FLEXX Eco [15]	Škoda 7Ev [15]	Alstom CL 511 [16]
Běžný / trakční	Běžný	Trakční	Běžný	Trakční	Trakční	Běžný
Konvenční / Jakobs	Konvenční	Jakobs	Jakobs	Konvenční	Konvenční	Jakobs
Rám vnitřní / vnější	Vnější	Vnitřní	Vnější	Vnitřní	Vnější	Vnější
Maximální rychlost [km · h <sup>-1</sup> ]	249	160	160	160 – 200	160	320
Maximální nápravové zatížení $m_{n_{max}}$ [t]	19	20	19,1	13,6 – 15,5	18	17
Hmotnost podvozku [t]	6,3 – 8,5	8,8	5,3	4 – 4,6	10,4	7,2
Rozvor [mm]	2 500	2 600	2 800	2 200 – 2 500	2 400	3 000

#### 2.1.4 Stanovení maximálního nápravového zatížení

S ohledem na všechny provedené rešerše (kapitola 2.1.1, 2.1.2 a 2.1.3) by mělo být **maximální nápravové zatížení** přibližně  $m_{n_{maxCT}} = 17 \text{ t}$ . Jedná se o vyšší zatížení než u vozů s naklápěním skříně, protože účel naklápění je přednostně zvýšení pohodlí cestujících a ne dosažení vyšší rychlosti při průjezdu obloukem. Nápravové zatížení 17 t je nutnou podmínkou pro případnou průchodnost vozu ComplexTrans na tratích kategorie P1. Vzhledem ke skutečnosti, že by vlaky ComplexTrans měly být provozovány zejména na tratích kategorie P2 s maximálním nápravovým zatížením 20 t, lze stanovenou hodnotu nápravového zatížení v případě nutnosti posouvat k vyšším hodnotám. Výhoda nižšího nápravového zatížení je však menší opotřebení jak kol vozu, tak kolejnic. K výsledkům rešerše podvozků bylo přihlíženo méně, protože většina uvedených podvozků je pro maximální rychlost 160 km · h<sup>-1</sup>.

## 2.2 Hmotnostní rozbor

Cílem této podkapitoly je stanovení konstrukční hmotnosti skříně vloženého vozu (vůz se dvěma Jakobsovými podvozky) v provozním stavu  $m_1$ , konstrukční hmotnosti jednoho podvozku (třinápravového Jakobs)  $m_2$ , normálního konstrukčního užitečného zatížení  $m_3$  a výjimečného užitečného zatížení  $m_4$ . Tyto hmotnosti jsou dále užity při stanovení pevnostních parametrů vozu.

## 2.2.1 Základní hmotnostní parametry soudobých dvoupatrových vozů

Konstrukční hmotnost skříně vloženého vozu v provozním stavu je stanovena na základě rešerše aktuálně nebo v minulosti provozovaných dvoupatrových železničních vozů. Všechny uvedené vozy se liší svou koncepcí oproti vozu ComplexTrans například tím, že nevyužívají Jakobsovy podvozky (s výjimkou TGV Duplex) a jejich spodní patro je určeno výhradně pro přepravu cestujících. Všechny vybrané vozy mají rozchod 1 435 mm.

V (Tab. 5) jsou uvedeny parametry několika vybraných dvoupatrových vozů. Jedním z parametrů je konstrukční hmotnost vozidla v provozním stavu  $m_{kv}$ , která je definována normou ČSN EN 15663+A1:2019 [17] jako součet vlastní hmotnosti vozidla a maxima spotřebního materiálu včetně posádky. Vlastní hmotnost vozidla je hmotnost kompletního neopotřebovaného vozidla (včetně podvozků) bez spotřebního materiálu a posádky. Hmotnost při normálním užitečném zatížení je definována jako součet konstrukční hmotnosti v provozním stavu a normálního konstrukčního užitečného zatížení (kapitola 2.2.3). Dále se v tabulce vyskytuje konstrukční hmotnost podvozku  $m_2$ , jedná se o hmotnost neopotřebovaného podvozku včetně spotřebního materiálu. Pro výpočet měrné provozní hmotnosti skříně  $m_{mp}$  je užit následující vztah, kde jsou dosazeny parametry vozu Siemens Viaggio Twin

$$m_{mp} = \frac{m_{kv} - 2 \cdot m_2}{l_s \cdot 10^{-3}} = \frac{49\,000 - 2 \cdot 7\,400}{26\,400} \cong 1,3 \text{ kg} \cdot \text{mm}^{-1} = 1,3 \text{ t} \cdot \text{m}^{-1}, \quad (2.1)$$

kde  $l_s$  je délka skříně vozidla.

V porovnání je uveden vložený vůz (VV) elektrické jednotky TGV Duplex. Podařilo se získat pouze údaje pro celou jednotku (konstrukční hmotnost vozidla v provozním stavu a hmotnost při normálním užitečném zatížení), takže jsou potřebné údaje vloženého vozu dopočítány. V tabulce (Tab. 4) jsou uvedeny základní parametry vozů TGV Duplex. Uvedený počet sedadel a náprav na jeden vůz platí pro vozy 6 a 7. Oba tyto vozy jsou uloženy na dvounápravových Jakobsových podvozcích, na každý tedy připadá pouze polovina každého z podvozků (polovina náprav a polovina hmotnosti).

**Tab. 4: Základní parametry TGV Duplex [8, 16, 18]**

Maximální nápravové zatížení $m_{n_{\max_{TGV}}}$ [t]	17
Konstrukční hmotnost podvozku $m_{2_{TGV}}$ [t]	7,2
Počet sedadel v 1 vozu $n_{s_{TGV}}$ [1]	80
Počet náprav na 1 vůz $n_{náp_{1_{TGV}}}$ [1]	2

Pro hmotnost při normálním užitečném zatížení je předpokládáno, že uvedené vozy maximálně využívají maximální nápravové zatížení. Pak platí

$$m_{nz} = m_{n_{\max_{TGV}}} \cdot n_{náp_{1_{TGV}}} = 17\,000 \cdot 2 = 34\,000 \text{ kg} = 34 \text{ t}. \quad (2.2)$$

Konstrukční hmotnost vozidla v provozním stavu je definována jako hmotnost při normálním užitečném zatížení minus normální užitečné zatížení (kapitola 2.2.3), kde je zároveň definována hmotnost jednoho cestujícího  $m_{cest} = 80 \text{ kg}$ . Platí tedy

$$m_{kv} = m_{nz_{TGV}} - m_{cest} \cdot n_{s_{TGV}} = 34\,000 - 80 \cdot 80 = 27\,600 \text{ kg} \cong 28 \text{ t}. \quad (2.3)$$



Protože TGV Duplex využívá Jakobsových podvozků, je nutno upravit vztah (2.1) následovně

$$m_{mp} = \frac{m_{kv} - 2 \cdot \frac{1}{2} m_2}{l_s} = \frac{28\,000 - 2 \cdot \frac{1}{2} \cdot 7\,200}{18\,700} \cong 1,11 \text{ kg} \cdot \text{mm}^{-1} \quad (2.4)$$

$$m_{mp} \cong 1,1 \text{ t} \cdot \text{m}^{-1}.$$

Tab. 5: Základní parametry vybraných dvoupatrových vozů

	Siemens Viaggio Twin [13, 19]	Siemens Bmpz-dl [13, 20, 21]	Siemens CityNightLine [21, 22]	AW Wittenberge DBpbzia 765.6 [23]	Alstom TGV Duplex VV [9, 16]
Délka skříně $l_s$ [mm]	26 400	26 400	26 600	26 600	18 700
Šířka [mm]	2 780	2 774	2 800	2 784	2 904
Vzdálenost otočných čepů [mm]	20 000	20 000	19 900	20 000	18 700
Konstrukční hmotnost vozidla v provozním stavu $m_{kv}$ [t]	49	47	57,6	53	28 <sup>2</sup>
Hmotnost při normálním užitečném zatížení $m_{nz}$ [t]	69	57	63	-	34 <sup>2</sup>
Podvozek	SF 100	SF 400	-	Görlitz VIII	CL 511
Konstrukční hmotnost podvozku $m_2$ [t]	7,4 <sup>1</sup>	7,1	-	6,5 [24]	7,2
Měrná provozní hmotnost skříně $m_{mp}$ [t · m <sup>-1</sup> ]	1,3 <sup>2</sup>	1,2 <sup>2</sup>	-	1,5 <sup>2</sup>	1,1 <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Jedná se o střední hodnotu uvedeného rozsahu hmotností podvozku.

<sup>2</sup> Jedná se o přibližně doložené hodnoty.

Z (Tab. 5) je patrné, že u současných dvoupatrových vozů je minimální měrná provozní hmotnost skříně přibližně  $1,1 \text{ t} \cdot \text{m}^{-1}$ , ta se vyskytuje u vloženého vozu TGV Duplex.

## 2.2.2 Konstrukční hmotnost jednoho podvozku

Cílem této kapitoly je stanovení přibližné konstrukční hmotnosti  $m_2$  třínápravového Jakobsova podvozku, který je společný pro vložené vozy ComplexTrans.

Konstrukční hmotnost jednoho podvozku je definována normou ČSN EN 12663-1+A1:2015 [25] jako hmotnost všech prvků pod sekundárním vypružením včetně tohoto vypružení. Hmotnost spojovacích prvků skříňe s podvozkem se rozdělí rovnoměrně mezi skříň a podvozek.

Protože se nepodařilo získat relevantní informace k žádnému aktuálně nebo dříve provozovanému třínápravovému podvozku pro osobní vozy, je hledaná **hmotnost odhadnuta** na základě (Tab. 3) a zde neuvedené řešerše dvou a třínápravových podvozků pro elektrické lokomotivy na  $m_2 = 10$  t.

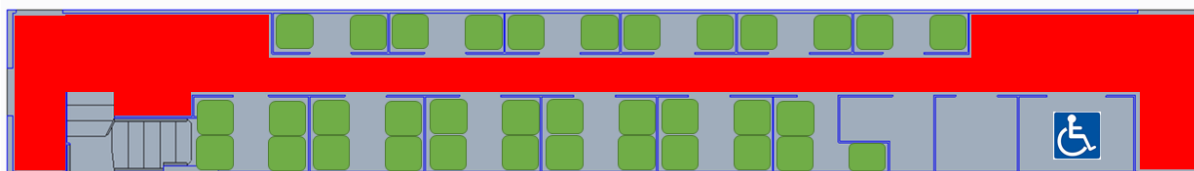
## 2.2.3 Normální konstrukční užitečné zatížení

V této kapitole je stanoveno normální konstrukční užitečné zatížení vloženého železničního vozu ComplexTrans.

Normální konstrukční užitečné zatížení je definováno normou ČSN EN 15663+A1:2019 [17]. Pro účel jeho stanovení je nutné nejdříve zařadit vložené vozy ComplexTrans do kategorie vozidel dle zmíněné normy. Vlaky ComplexTrans budou používány jako dálkové, patří tedy do kategorie M-I.

Pro normální užitečné zatížení stanovuje ČSN EN 15663+A1:2019 [17] hmotnost cestujícího na  $m_{cest} = 80$  kg, což je hmotnost včetně zavazadel. Dále se předpokládají všechna sedadla obsazená a  $m_{stan} = 0$  kg · m<sup>-2</sup> v prostorech pro stání v prostorech pro cestující. U sklopných sedadel se nepředpokládá, že jsou obsazena. Standardní vložené vozy ComplexTrans neobsahují prostory pro stravování ani zavazadlové oddíly.

Na (Obr. 5) je pohled na horní patro vloženého vozu ComplexTrans. Zeleně jsou znázorněna sedadla a červeně prostory pro stání. Ve spodním patře nejsou žádné prostory pro sezení ani pro stání (kromě sezení ve vlastním kupémobilu – kapitola 3.2).



Obr. 5: Vložený vůz ComplexTrans horní patro

V železničním voze je celkem  $c_s = 35$  míst k sezení a  $c_{zP} = 2$  místa pro osoby se zdravotním postižením. Prostory pro stání byly určeny podle typového výkresu [26] na  $c_{st} = 23$  m<sup>2</sup>. Na dalším (Obr. 6) je znázorněno spodní patro vloženého vozu ComplexTrans. Protože může být ve voze zaparkováno několik druhů silničních vozidel (kapitola 3), je nutné určit konfiguraci o nejvyšší hmotnosti. Jedná se o případ, kdy je zajištěno 5 malých přepravních modulů (na Obr. 6 oranžově), v tomto případě je celková hmotnost převážených vozidel  $m_{vm} = 17,5$  t. Celková hmotnost převážených vozidel bude ale systémem omezena na  $m_{vm} = 14$  t. Důvodem je dosažení stanoveného nápravového zatížení  $m_{n_{maxCT}} = 17$  t. (kapitola 2.1.4)

V horním patře železničního vozu ComplexTrans lze místo dvou cestujících ( $2m_{cest} = 2 \cdot 80 = 160$  kg) převážet 3 zásilkové boxy (sedadla v kupé lze sklopit) každý o maximální hmotnosti 53 kg. Protože je hmotnost 3 zásilkových boxů nižší než 2 cestujících, je v dalších výpočtech použita varianta s cestujícími.



Obr. 6: Vložený vůz ComplexTrans spodní patro

Pro normální konstrukční užitečné zatížení vzhledem k uvedeným údajům platí (za  $m_{sta}$  dosazeno  $m_{sta_n}$ )

$$m_3 = (c_s + c_{ZP})m_{cest} + c_{st} \cdot m_{sta} + m_{vm}, \quad (2.5)$$

$$m_3 = (35 + 2) \cdot 80 + 23 \cdot 0 + 14\,000 = 16\,960 \text{ kg} \cong 17 \text{ t.}$$

### 2.2.4 Výjimečné užitečné zatížení

V této kapitole je stanoveno výjimečné užitečné zatížení vloženého železničního vozu ComplexTrans.

V případě řešeného vloženého vozu je rozdíl oproti normálnímu konstrukčnímu užitečnému zatížení pouze v hodnotě  $m_{sta_v} = 320 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$ , to znamená, že se předpokládá stání až 4 cestujících na jeden  $\text{m}^2$ . Dosazení do rovnice (2.5) za  $m_{sta} = m_{sta_v}$

$$m_4 = (35 + 2) \cdot 80 + 23 \cdot 320 + 14\,000 = 24\,320 \text{ kg} \cong 24,3 \text{ t.} \quad (2.6)$$

### 2.2.5 Konstrukční hmotnost skříně vozidla v provozním stavu

Pro stanovení konstrukční hmotnosti skříně vozidla v provozním stavu bude vycházeno ze stanoveného maximálního nápravového zatížení (kapitola 2.1.4), konstrukční hmotnosti jednoho podvozku (kapitola 2.2.2) a normálního konstrukčního užitečného zatížení (kapitola 2.2.3). Přijatým zjednodušujícím předpokladem je, že všechny nápravy podvozku přenášejí stejně velké reakční síly na kolej, které odpovídají maximálnímu nápravovému zatížení. Jednotlivé vozy jsou spojeny třínápravovými Jakobsovými podvozky, na jeden vůz tak připadají  $n_{náp_1} = 3$  nápravy.

Pro konstrukční hmotnost skříně vozidla v provozním stavu pak platí

$$m_1 = m_{n_{max_{CT}}} \cdot n_{náp_1} - m_2 - m_3 = 17\,000 \cdot 3 - 10\,000 - 17\,000 \quad (2.7)$$

$$m_1 = 24\,000 \text{ kg} = 24 \text{ t.}$$

To odpovídá měrné konstrukční hmotnosti skříně vozidla v provozním stavu

$$m_{mp} = \frac{m_1}{l_{s_{CT}}} = \frac{24\,000}{20\,400} \cong 1,18 \text{ kg} \cdot \text{mm}^{-1} = 1,18 \text{ t} \cdot \text{m}^{-1}, \quad (2.8)$$

kde  $l_{s_{CT}}$  je délka skříně vloženého vozu ComplexTrans dopočítaná z (Obr. 24).

Měrná konstrukční hmotnost skříně vozidla ComplexTrans v provozním stavu vypočítaná v rovnici (2.8) odpovídá minimálním hodnotám měrné provozní hmotnosti skříně uvedených v (Tab. 5), konkrétně se jedná o vozy Bmpz-dl a TGV Duplex. V případě, že by se v průběhu zpřesňování návrhu výrazně zvýšilo normální konstrukční užitečné zatížení  $m_3$  nebo konstrukční hmotnost podvozku  $m_2$ , je možné přistoupit ke zvýšení maximálního nápravového zatížení  $m_{n_{max_{CT}}}$  až k hodnotě 20 t (kapitola 2.1.4).

## 2.3 Pevnostní parametry

Cílem této podkapitoly je stanovení pevnostních parametrů vloženého vozu ComplexTrans na základně normy ČSN EN 12663-1+A1:2015 [25] a [15]. Tabulky ani obrázky nejsou kopírovány do vlastní práce kvůli jejich velkému objemu.

Vlak ComplexTrans se skládá minimálně ze dvou ucelených elektrických jednotek. Dle [25] patří tedy vozy ComplexTrans do kategorie P-II (ucelené vlakové jednotky a osobní vozy).

### 2.3.1 Podélná statická zatížení skříně vozidla

V (Tab. 6) jsou uvedena podélná statická zatížení, kterým musí konstrukce železničního vozu ComplexTrans odolat. Tato zatížení působí vždy v kombinaci s vlastní tíhou skříně  $m_1g$ . [25]

Tlaková síla v oblasti čelníku, ve výšce spodního rámu okna a v úrovni vaznice musí být zachycena na úrovni spřáhla na opačném konci skříně vozidla. [25]

Tab. 6: Podélná statická zatížení skříně vozu

Tlaková síla v místech uchycení spřáhel	$F_{tlsus} = 1\,500\text{ kN}$
Tlaková síla pod úrovní spřáhel	–
Tlaková síla působící na uchycení nárazníků úhlopříčně	Na žádném z konců vozidla nejsou umístěny nárazníky
Tahová síla na uchycení spřáhla	$F_{tasus} = 1\,000\text{ kN}$
Tlaková síla v oblasti čelníku 150 mm nad úrovní podlahy	$F_{tlč} = 400\text{ kN}$
Tlaková síla ve výšce spodního rámu okna	$F_{tlo} = 300\text{ kN}$
Tlaková síla v úrovni vaznice	$F_{tlv} = 300\text{ kN}$

### 2.3.2 Svislá statická zatížení skříně vozidla

Požadavky z hlediska svislých statických zatížení skříně vozidla jsou stanoveny podle [25].

### 2.3.2.1 Maximální provozní zatížení

Zde definované zatížení odpovídá výjimečnému užitečnému zatížení vozidla. [25] Pro maximální provozní zatížení platí

$$F_{Mpz} = 1,3g(m_1 + m_4) = 1,3 \cdot 9,81 \cdot (24\,000 + 24\,300), \quad (2.9)$$

$$F_{Mpz} = 617\,245 \text{ N} \cong \mathbf{620 \text{ kN}},$$

kde  $g = 9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$  je tíhové zrychlení na povrchu Země.

### 2.3.2.2 Zdvihání a zvedání

Zvedaná hmotnost je v případě osobních vozů pouze hmotnost prázdného vozu. Skládá se z hmotnosti skříně a podvozků. [25] Pro zvedání je předpokládán nejhorší možný scénář a to, že je zvedán jeden vůz včetně obou společných podvozků. Takže je zvedána jedna skříň se dvěma podvozky.

Pro zatížení při zdvihání a zvedání ve stanovených místech na jednom konci vozidla platí

$$F_{z1} = 1,1g(m_1 + m_2) = 1,1 \cdot 9,81 \cdot (24\,000 + 10\,000) = 366\,894 \text{ N}, \quad (2.10)$$

$$F_{z1} \cong \mathbf{370 \text{ kN}}.$$

Pro zatížení při zdvihání celého vozidla ve stanovených místech platí

$$F_{z2} = 1,1g(m_1 + 2m_2) = 1,1 \cdot 9,81 \cdot (24\,000 + 2 \cdot 10\,000) = 474\,804 \text{ N}, \quad (2.11)$$

$$F_{z2} \cong \mathbf{480 \text{ kN}}.$$

### 2.3.2.3 Nakolejování a vyprošťování

Skříň vozidla a zdvihací místa musí svou pevností odpovídat nakolejovacím a vyprošťovacím scénářům definovaným v ČSN EN 16404:2016. [25] Pro vozidlo ComplexTrans bude dostatečná pevnost zajištěna postupem a) z bodu 6.3.4 normy ČSN EN 12663-1+A1:2015 [25].

Vozidlo ComplexTrans je vybaveno vzduchovým vypružením, je tedy nutno brát v úvahu zatížení při zdvihání a zvedání ve stanovených místech na jednom konci vozidla (rovnice (2.10)), kdy se jeden ze zdvihacích bodů posune vůči druhému svisle o 10 mm. [25]

Dále jsou v bodě 6.3.4 normy ČSN EN 12663-1+A1:2015 [25] postupy týkající se bezpečnostních součinitelů zdvihacích bodů a postupu k prokázání schopnosti konstrukce odolat zatížením při nakolejování a vyprošťování.

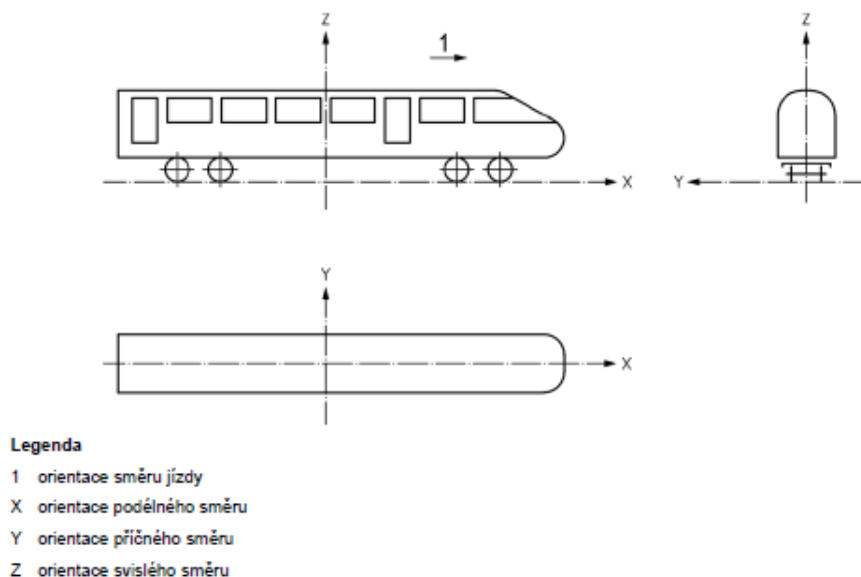
### 2.3.3 Kombinace druhů statických zatížení skříně vozidla

Dále uvedené kombinace druhů statických zatížení slouží k prokázání dostatečné pevnosti skříně vozidla. První kombinací je tlaková síla v místech uchycení spřáhel  $F_{tlsus}$  a  $g(m_1 + m_4)$ . Druhou uvažovanou kombinací je tahová síla na uchycení spřáhla  $F_{tasus}$  a  $g(m_1 + m_4)$ . [25]

## 2.3.4 Mezní statická zatížení vazeb

### 2.3.4.1 Druhy mezních zatížení v místech uchycení vybavení

Na (Obr. 7) je definován souřadnicový systém železničního vozidla, ke kterému se budou vztahovat následně definované veličiny.



**Obr. 7: Souřadnicový systém železničního vozidla [15]**

Norma ČSN EN 12663-1+A1:2015 požaduje při výpočtu sil v místech uchycení vybavení za provozu vozidla vynásobení hmotnosti vybavení dále uvedenými hodnotami zrychlení. Každé zatížení způsobené definovanými zrychleními se musí posuzovat v kombinaci s maximálním zatížením od vlastního vybavení. Pro kombinace se zatížením vyvolaným vlastní tíhou vybavení (způsobené tíhovým zrychlením  $g$ ) se bere v úvahu zatížení ve směru  $x$  a  $y$ . Obě z uvedených kombinací se posuzují samostatně. [25] Norma stanovuje pro vozidla kategorie P-II zrychlení ve směru souřadnicových os následně

$$\begin{aligned} a_x &= \pm 3g, \\ a_y &= \pm 1g, \\ a_z &= (1 \pm c_g)g, \end{aligned} \tag{2.12}$$

kde  $a_x, a_y, a_z$  jsou zrychlení ve směru souřadnicových os (Obr. 7) a  $c_g$  je součinitel vyjadřující umístění zajišťovaného vybavení vzhledem ke konci vozidla ( $c_g = 2$  na konci vozidla, ve středu vozidla  $c_g = 0,5$ ; závislost je lineární). [25]

### 2.3.4.2 Druhy mezních zatížení spojení skříně s podvozkem

Podle normy musí spojení skříně s podvozkem odolat maximálnímu provoznímu zatížení  $F_{Mpz}$  (kapitola 2.3.2.1) a zatížení při zdvihání a zvedání (kapitola 2.3.2.2). Každý spoj musí vydržet kombinaci zatížení způsobeného maximálním zrychlením podvozku  $a_x$  (rovnice (2.12)) a zatížení  $m_1g$ . Druhou posuzovanou kombinací je zatížení  $m_1g$  a příčná síla na podvozku, která odpovídá výjimečně příčné síle podle ČSN EN 13749:2011. Pokud je větší zatížení  $m_2g$ , tak je použito místo příčné síly na podvozku. [25]

### 2.3.4.3 Druhy mezních zatížení otočných uložení článkových jednotek

Pro otočná uložení platí nutnost odolání maximálnímu zatížení mezi skříněmi vozidel podle požadavků na podélné, příčné a svislé zatížení a požadavků na zvedání. [25]

### 2.3.5 Shrnutí požadavků na pevnostní parametry

V této kapitole byly stanoveny pevnostní požadavky na konstrukci skříně železničního vozu ComplexTrans z hlediska statických zatížení. Při stanovování požadavků bylo postupováno dle normy ČSN EN 12663-1+A1:2015 [25] doplněné o poznámky a obrázky z [15]. Byly stanoveny požadavky na odolnost skříně vůči podélným a svislým statickým zatížením a mezní statická zatížení vazeb.

## 2.4 Požadavky na kolizní odolnost

Cílem této podkapitoly je stanovení požadavků na kolizní odolnost vloženého vozu ComplexTrans podle normy ČSN EN 15227:2021 [27] s doplněním z [15].

Podle definice v uvedené normě patří vozy ComplexTrans do kategorie C-I (vozidla určená k provozu v mezinárodních, národních a regionálních sítích). Protože je vlak ComplexTrans koncipován ve formě alespoň 2 spojených vlakových jednotek, bude posuzován metodou celé vlakové soupravy.

### 2.4.1 Konstrukční kolizní scénáře

Zmiňované kolizní scénáře a referenční překážky jsou definovány normou ČSN EN 15227:2021 [27]. Jsou uvedeny pouze kolizní scénáře vztahující se k vozu ComplexTrans (kategorii C-I).

Prvním kolizním scénářem je čelní kolize se shodným vlakem při kolizní rychlosti  $20 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ . Kolizní rychlost je rozdíl rychlosti vlaků na začátku kolize. Je uvedena rychlost  $20 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ , protože hlavové vozy ComplexTrans jsou vybaveny centrálním spřáhlem. [27]

Druhým scénářem je kolize s 80 t nákladním vozem s centrálním spřáhlem a kolizní rychlostí  $20 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ . [27]

Dalším scénářem kolize čelního konce s 15 t překážkou na úrovňovém přejezdu. Kde kolizní rychlost je nižší z hodnot

$$110 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1} \quad \vee \quad v_{LC} - 50 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}, \quad (2.13)$$

kde  $v_{LC}$  je rychlost vozidla na úrovňovém přejezdu. [27]

Posledním kolizním scénářem je kolize s nízkou překážkou. Podle které se posuzuje splnění požadavků na smetadla a zábrany uvedené v (kapitola 2.4.5 a 2.4.6). [27]

### 2.4.2 Šplhání

Ke šplhání může při kolizi dojít přímo mezi kolidujícími vozidly nebo mezi vozidly v zasažených vlacích. Odolnost proti šplhání se stanovuje z prvního kolizního scénáře, tedy kolize 2 shodných vlaků. Jeden z vlaků stojí a je vertikálně přesazen o 40 mm dolů vůči jedoucímu vlaku. Přesazení slouží k zohlednění opotřebení kol, houpání, rozdílů ve svislém zatížení a dalších parametrů. [27]

Odolnost proti šplhání se posuzuje ze svislého posuvu jednotlivých dvojkolí. Vozidlo vyhovuje z hlediska šplhání, pokud je během simulace kolize svislý posuv alespoň jednoho dvojkolí na obou podvozcích nižší nebo roven 75% jmenovité výšky okolku. [27]

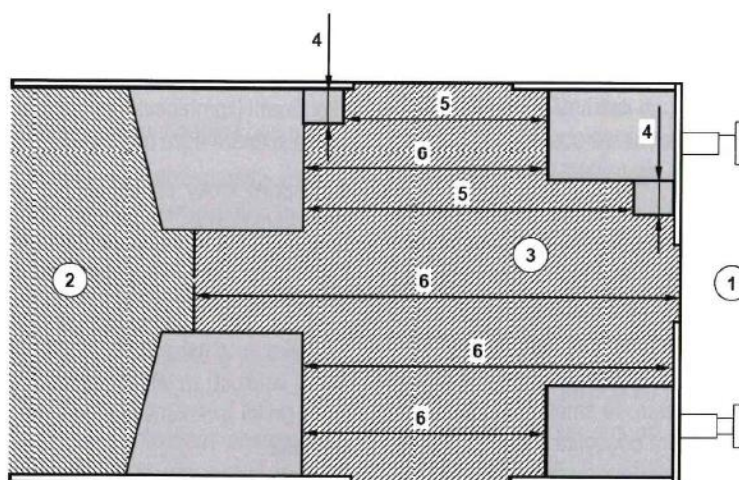
### 2.4.3 Prostor pro přežití, předměty zaražené a úniková cesta

Každý stanovený prostor pro přežití musí mít určenou alespoň jednu únikovou cestu, která nebude zablokována deformací konstrukce podle stanovených kolizních scénářů. [27]

#### 2.4.3.1 Prostor pro přežití v prostorech pro cestující

Uvedené požadavky se vztahují na všechny kolizní scénáře. [27]

Délka prostorů pro cestující se smí zkrátit maximálně o 50 mm v každém úseku dlouhém 5 m. Na koncích konstrukce vozidla je ale přípustné zkrácení až 100 mm na posledních 5 m. Přechody mezi vozidly nespádají do požadavků na prostor pro přežití. Prostory pro dočasný pobyt (nástupní prostory) využité jako deformační zóny, u kterých je příčný rozměr větší než 250 mm, se smí v podélném směru zkrátit maximálně o 30%. Znázornění požadavku na nástupní prostory je na (Obr. 8). Je zde patrné, že v místech, kde je příčný rozměr (kóta 4) menší než 250 mm, neplatí zmíněný požadavek zkrácení maximálně o 30%. [27]



Obr. 7.5 – Příklad požadavku volného prostoru u deformačních zón v oblasti dočasné obsazenosti (nástupní prostor);  
Legenda: 1 – konec vozidla, 2 – prostor sedících cestujících (prostor pro přežití), 3 – oblast dočasné obsazenosti (např. nástupní prostor), 4 – maximální příčný rozměr 250 mm, 5 – podélný volný prostor se nevyžaduje, 6 – podélný volný prostor se vyžaduje

Obr. 8: Prostor pro přežití v místech pro dočasný pobyt [15]

#### 2.4.3.2 Prostor pro přežití v kabině řidiče

Pro splnění požadavků na prostor pro přežití v kabině řidiče musí být splněna alespoň jedna ze dvou podmínek uvedených v následujících odstavcích. [27]

S ohledem na velikost řidiče a polohu jeho sedadla musí být zachovány obálky prostoru pro přežití definované v ČSN EN 15227:2021 [27].

V kabině poblíž místa sezení řidiče zůstane obálka o šířce a délce 0,75 m a výšce minimálně 80% původní výšky mezi podlahou a stropem. Pro kabinu stačí ve všech případech pouze jeden takový prostor. [27]



#### 2.4.4 Mezní hodnota zpomalení

Střední hodnota zpomalení je počítána jako klouzavý průměr a vyčísluje se od začátku do konce kolize. Mezní hodnota zpomalení se uplatňuje pouze pro kolizní scénáře s dalším kolejovým vozidlem (první a druhý scénář kapitola 2.4.1). Konec kolize je okamžik, kdy všechna vozidla mají stejnou rychlost a je pohlceno 95% kolizní energie. Během kolize nesmí v žádném libovolně zvoleném intervalu o délce uvedené v (Tab. 7) být maximální hodnota střední zpomalení vyšší než popisuje totožná tabulka. [27]

Tab. 7: Dovolená střední zpomalení [27]

Délka intervalu průměrování [ms]	Dovolené střední zpomalení
30	10g
120	5g

Mez pevnosti upevnění vybavení musí odpovídat maximální střední hodnotě zpomalení, které bylo dosaženo na intervalu 120 ms při kolizi s dalším vlakem podle kolizních scénářů uvedených v (kapitola 2.4.1). Upevnění vybavení navrhovaná podle ČSN EN 12663-1+A1:2015 [25] pro podélná zrychlení  $a_x \geq 3g$  (rovnice (2.12)) pravděpodobně splňují požadavky na pevnost pro zde uvedená dovolená střední zpomalení. [27]

#### 2.4.5 Smetadlo

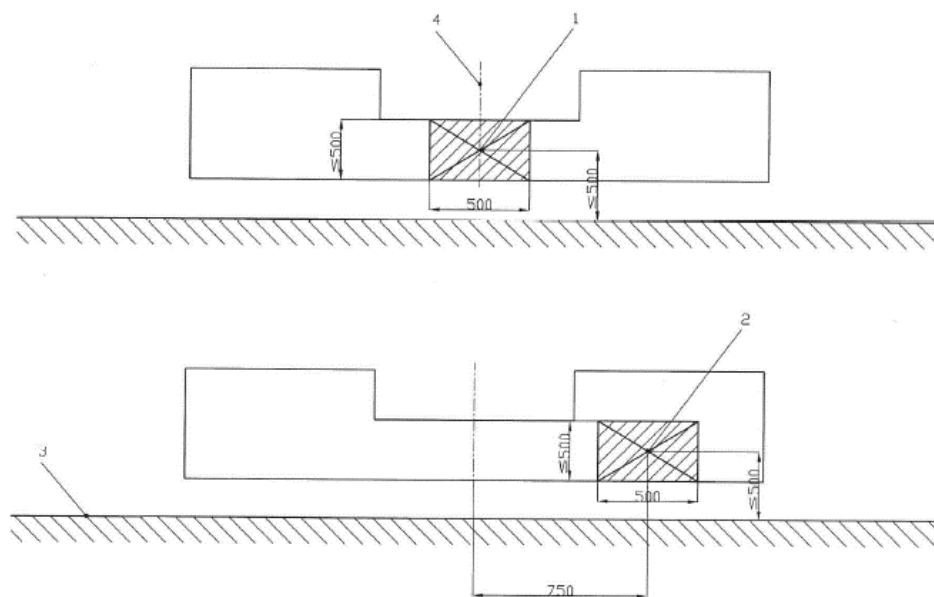
Pokud konce vozidla splňují požadavky na smetadlo, není samostatné smetadlo vyžadováno. Cílem smetadla je odstranit překážky mimo cestu podvozků. Půdorysný tvar smetadla by měl být ve tvaru „V.“ Smetadlo může fungovat i jako sněhový pluh. [27]

Spodní okraj smetadla musí být co nejbližší trati. Přípustná je vzdálenost 30 mm od dolního okraje smetadla po čáru obrysu. V případě, že aerodynamický kryt prochází pod smetadlem, je možné zvýšit vzdálenost spodku smetadla od čáry obrysu o dalších 10 mm. [27]

Maximální rychlost vlaku ComplexTrans je  $230 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ , požadavky na statické zatížení smetadla jsou uvedeny v (Tab. 8). Na (Obr. 9) je popis zatěžování smetadla. Zatěžující síla musí být vždy vodorovná a musí působit na plochu o šířce 500 mm a výšce maximálně 500 od spodního okraje smetadla. Zatěžující síla může působit až do výšky 500 mm nad temeno kolejnice a působí vždy ve středu zatížené plochy. Obě uvedená zatížení působí pouze samostatně. [27]

Tab. 8: Požadavky na smetadlo [27]

Podélné statické zatížení uprostřed	300 kN
Podélné statické zatížení v příčné vzdálenosti 750 mm od středu	250 kN



Obr. 7.7 – Zatěžování smetadla překážek;  
Legenda: šrafovaná zatěžovaná oblast  $\leq 0,25 \text{ m}^2$ , 1 – výsledná poloha středového zatížení, 2 – výsledná poloha bočního zatížení (obě strany), 3 – temeno kolejnice, 4 – volný prostor spřáhla

#### Obr. 9: Zatěžování smetadla [15]

Při zatížení smetadla nesmí dojít k velké plastické deformaci smetadla ani jeho upevnění. V případě přetížení smetadla nesmí dojít k jeho oddělení a nesmí začít představovat nebezpečí. [27]

#### 2.4.6 Zábrany

V případě, že spodní okraj smetadla je za všech podmínek níže než 130 mm nad temenem kolejnice, nejsou zábrany vyžadovány. Pokud jsou zábrany instalovány, musí být umístěny před každým kolem předního dvojkolí na čelním konci. Svislá vzdálenost dolního konce zábrany nad temenem kolejnice musí být na přímé vodorovné koleji minimálně 30 mm a maximálně 130 mm. Zábrana a její připevnění musí odolat bez plastických deformací minimální podélné statické síle 20 kN. Při přetížení se zábrana nesmí deformovat tak, že narazí do koleje či podvozku.

#### 2.4.7 Ověřování kolizní odolnosti

Postupy pro ověření kolizní odolnosti jsou stanoveny normou ČSN EN 15227:2021 [27].

#### 2.4.8 Shrnutí požadavků na kolizní odolnost

Při stanovení požadavků na kolizní odolnost bylo postupováno podle ČSN EN 15227:2021 [27], která byla vhodně doplňována [15]. Byly uvedeny kolizní scénáře, které se týkají vozů ComplexTrans, dále byla zmíněna odolnost proti šplhání a prostory pro přežití. Nakonec byly stanoveny požadavky na mezní hodnoty zpomalení a požadavky na smetadlo a zábrany.

### 3 Převážený náklad

V systému ComplexTrans jsou za náklad převážený ve spodním patře dvoupatrových železničních vozů považována silniční vozidla. Každému druhu převážených vozidel se věnuje samostatná kapitola.

Vozidla systému ComplexTrans (jedná se o nestandardně přizpůsobené osobní a dodávkové automobily) jsou vybavena elektrickým pohonem. Dále využívají systému odpružení (např. hydropneumatický), který umožňuje změnu světlé výšky vozidla. [1] Vlaky ve stanici zastavují na 3 – 5 minut [1–3, 28], proto je nutné, aby pro nakládku vozidel nebyly třeba žádné manipulační prostředky. Parkování vozidel v železničním voze je usnadněno laserovým nebo elektronickým naváděním, které umožní dosažení dostatečně přesné polohy vozidla.

Protože silniční vozidla mohou převážet jak neživý náklad, tak cestující, je nutné umožnit případný pobyt cestujících ve spodním patře vozu.

Systém ComplexTrans je schopný převážet také menší vozidla jako motocykly, segway, jízdní kola a další, pro ně jsou vyhrazena místa v části některého vozu nebo v servisním voze. Zajištění těchto malých vozidel není předmětem předložené bakalářské práce.

V následující tabulce (Tab. 9) jsou základní parametry převážených vozidel. Detailnější popis jednotlivých vozidel je vždy ve vlastní podkapitole.

Tab. 9: Základní parametry převážených vozidel

Základní parametry převážených vozidel				
Vozidlo	Standardní osobní automobil	Kupémobil	Přepravní modul velký	Přepravní modul malý
Délka [mm]	5 200 <sup>1)</sup>	2 200	5 200	min. 2 650
Šířka [mm]	2 550 <sup>1)</sup>	cca 2 000	2 550	2 550
Výška [mm]	1 750 <sup>1)</sup>	1 870 – 1 900	1 870 – 1 900	1 870 – 1 900
Světlá výška [mm]	Běžná	30 – 150	30 – 150	30 – 150
Rozvor [mm]	Běžný	1 500	1 900 <sup>2)</sup>	1 950
Kola	Běžná	155/70 R12 (průměr 522 mm)		
Maximální hmotnost [t]	3,5	2,5	3,5	
Pohon [-]	Běžný	Elektrický		

<sup>1)</sup> Jedná se o maximální rozměry.

<sup>2)</sup> Vzdálenost mezi středy kol vytočených o 90° (Obr. 22 pravý).

#### 3.1 Standardní osobní automobily

Maximální rozměry převážených osobních automobilů jsou uvedeny v (Tab. 9). Standardní osobní automobily budou před naložením do železničního vozu naloženy na přepravní paletu (obdoba EURO palet) s rozměry odpovídajícími těmto automobilům. Paleta společně s automobilem bude pomocí manipulačního zařízení (vysokozdvíhací vozík) naložena do železničního vozu a dojde k jejich zajištění. Další možností je, že vysokozdvíhací vozík bude mít upravené nosné vidlice, které umožní přímo naložení automobilu bez nutnosti přepravní palety. Standardní osobní automobily budou převáženy hlavně během zavádění systému ComplexTrans. V pozdější fázi se předpokládá, že dnes standardní osobní automobily budou převáženy pouze výjimečně.

## 3.2 Kupémobil

Jedná se uzpůsobený osobní automobil, který je kratší ale širší a vyšší než standardní osobní automobily. Základní rozměry jsou uvedeny v (Tab. 9). Cílem kupémobilů je umožnění dopravy až 5 cestujících s využitím elektrického pohonu zadní nápravy. Vozidlo je vybavenou výsuvnými nápravami, které umožňují zasunutí náprav pro parkování (Obr. 10), tím se zmenší prostor zabíraný kupémobilem. [2, 3] Vysunutí nápravy (Obr. 11) jsou vhodné kvůli zvýšení jízdního komfortu a bezpečnosti. [3]

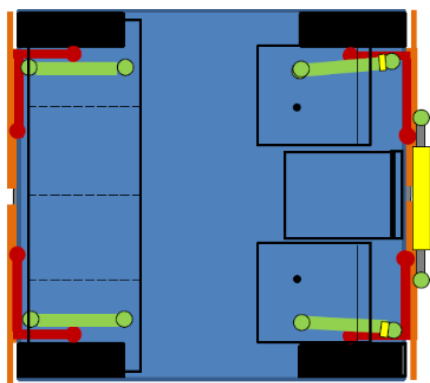


Obr. 10: Kupémobil – zasunuté nápravy [4]

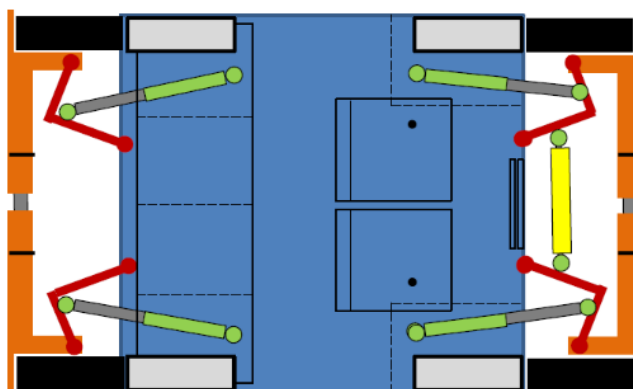


Obr. 11: Kupémobil – vysunutí nápravy [4]

Kupémobily jsou vybaveny odpružením, které umožňuje měnit světlou výšku vozidla dle potřeby (např. hydropneumatické). Dále je kupémobil vybaven spřáhly pro umožnění jízdy v soupravě. [2] Na (Obr. 12) je kupémobil se zasunutými nápravami, oranžové části symbolizují výsuvné nápravy, schopné spřažení s jinými vozidly. Uvnitř jsou znázorněna dvě přední sedadla, která jsou otočena čelem k zadním sedadlům a mezi předními sedadly je znázorněno další pomocné sklopné sedadlo. V bočních dveřích jsou integrovány dva sklopné stolky, které mohou být vyklopeny. Takové uspořádání umožňuje cestujícím zůstat ve svém kupémobilu během přepravy po železnici. Uspořádání s vysunutými nápravami (Obr. 13) je využito při jízdě kupémobilem. Přední sedadla jsou otočena směrem dopředu a stolky jsou složeny. Vysunutí nápravy se spřahovacím ústrojím slouží jako deformační prvky. [2, 3]



Obr. 12 Kupémobil - zasunutí nápravy  
půdorys [28]

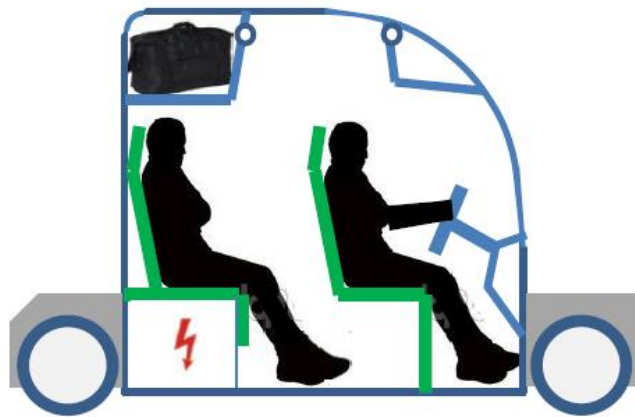


Obr. 13: Kupémobil - vysunutí nápravy půdorys [28]

Jak již bylo zmíněno, tak cestující mohou trávit cestu po železnici uvnitř svého kupémobilu, který je schopný převzít funkci železničního kupé. [1] Kupémobil umožňuje svým vnitřním uspořádáním práci, zábavu i spánek. [4] Za příplatek je však možné využít i standardního kupé v horním patře železničního vozu. Pro umožnění pobytu uvnitř kupémobilu během přepravy v železničním voze a pro lepší využití tohoto času, je možné kupémobil nabíjet během přepravy po železnici. Na (Obr. 14 a Obr. 15) je řez podélnou rovinou kupémobilu. Levý obrázek (Obr. 14) zobrazuje uspořádání náprav a interiéru vozidla v případě, že je kupémobil zaparkován (např. při přepravě po železnici). Uprostřed mezi cestujícími je patrný sklopný hnědý stůl, který lze využít pro práci, ale i další činnosti. Na (Obr. 15) je uspořádání při jízdě.



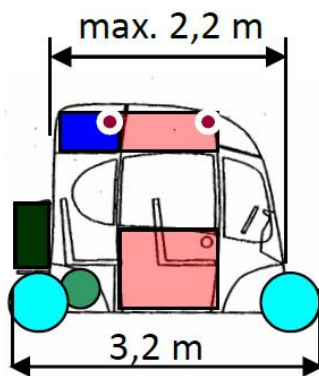
Obr. 14: Kupémobil - podélný řez – parkování [28]



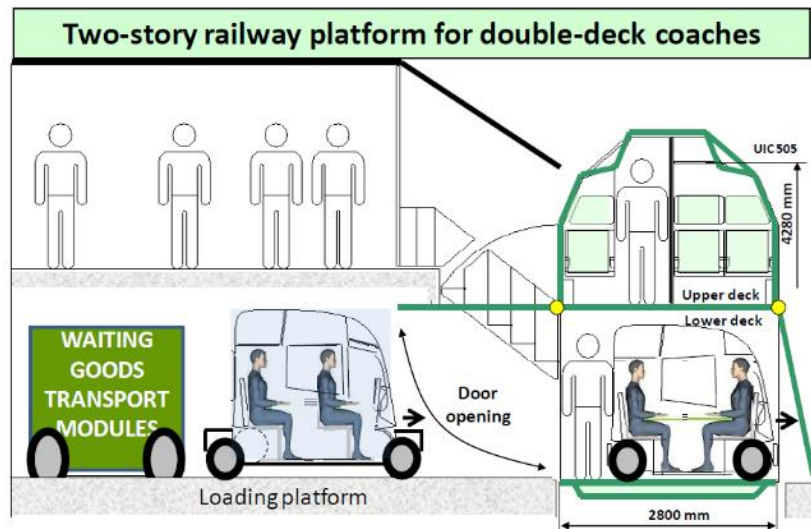
Obr. 15: Kupémobil - podélný řez – jízda [28]

Na (Obr. 17) je příčný řez železničním vozem a nástupištěm původního provedení (v aktuálním provedení je nastupování do horního patra železničního vozu zajištěno úrovnově). Je zde vidět zaparkovaný kupémobil v spodním patře. Kupémobil má zasunuté nápravy. K jejich zasunutí dochází před vjezdem do železničního vozu. Za kupémobilem musí být dostatečný prostor pro podélnou uličku, která umožní pohyb cestujících spodním patrem železničního vozu. Podélná ulička je také patrná na (Obr. 2) v půdorysném pohledu, kde zelené boxy představují kupémobily a je zde zjevná podélná ulička spodním patrem. Dále je z (Obr. 17) stejně jako z (Obr. 1) patrné, že vozidla do železničního vozu najíždějí otevřenou bočnicí.

Následující obrázek (Obr. 16) popisuje umístění dveří (červený obdélník) kupémobilů. Kupémobil bude disponovat dvěma dveřmi a to na pravém a levém boku. [2]

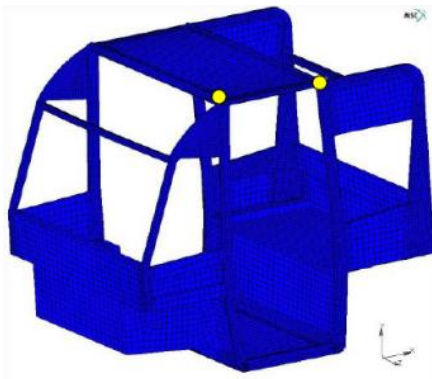


Obr. 16: Kupémobil dveře [3]



Obr. 17: Kupémobil v železničním voze [28]

Kupémobily jsou také vybaveny úchyty body ve střeše (Obr. 18), označeny žlutě, které umožňují zvednutí a přemísťování kupémobilu pomocí manipulačních zařízení. To usnadňuje vytvoření vertikálních parkovacích sil ve městech nebo použití systému pro parkování nad chodníkem (Obr. 19). [1]



Obr. 18: Kupémobil zachycovací body [28]



Obr. 19: Parkování nad chodníkem [1]

### 3.3 Pojízdny přepravní modul velký

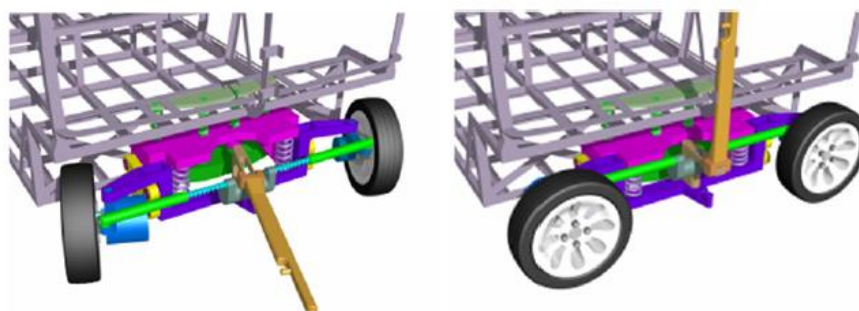
Tyto přepravní moduly jsou primárně navrhovány pro přepravu nákladu uloženého na europaletách. Existuje však i varianta pro přepravu cestujících (Obr. 21), která by byla využívána hlavně při zavádění systému ComplexTrans a později ke speciálním účelům. Na (Obr. 20) je návrh velkého přepravního modulu pro náklad. Europalety jsou do modulu nakládány otevřenou bočnicí, případně střechou. [1] Vzhledem k velké délce modulu (Tab. 9) není možné najíždět do železničního vozu stejně jako s kupémobilem (Obr. 17). Velké přepravní moduly budou proto vybaveny stejnými výsuvnými nápravami jako kupémobil (vysouvání ve směru podélné osy modulu) s tím rozdílem, že kola budou schopna otočení o 90° (Obr. 22), což umožní příčné najíždění do vlaku. [1] Na obrázku (Obr. 22) je původní provedení s ojí místo výsuvných náprav, obrázek slouží pouze k demonstraci otočení kol o 90°.



Obr. 20: Přepravní modul velký [1]



Obr. 21: Přepravní modul velký osobní – najíždění do vlaku [1]



Obr. 22: Přepravní modul velký - otočení kol [1]

Jak je patrné z (Obr. 20 a Obr. 21), přepravní moduly nejsou vybaveny stanovištěm pro řidiče. K manipulaci bude proto využito dálkové ovládání. A pro přepravu na delší vzdálenosti budou moduly přepravovány v soupravě za vodícím vozidlem s řidičem. Protože velké přepravní moduly využívají stejné výsuvné nápravy jako kupémobily, budou kupémobily sloužit jako vodící vozidla. [1]

Oproti kupémobilům, nemají velké přepravní moduly úchyty body pro zvedání a přemísťování.

### 3.4 Pojízdny přepravní modul malý

Malý přepravní modul je modifikací velkého přepravního modulu v tom, že také slouží primárně pro přepravu nákladu, neobsahuje stanoviště řidiče, takže je opět ovládán dálkovým ovládáním a přepravován v soupravách s vodícím vozidlem.

Od velkého přepravního modulu se však liší stylem parkování v železničním voze, kde parkuje stejně jako kupémobil (Obr. 17). To znamená, že nejsou třeba kola vytočitelná o 90°. Malé přepravní moduly jsou také vybaveny spřahovacím zařízením pro spojení do soupravy. [1]

Na (Obr. 23) je porovnání velikosti velkého a malého přepravního modulu, ze kterého je patrné, že malý přepravní modul je pouze zkrácenou verzí velkého (Tab. 9). Délka malého přepravního modulu se odvíjí od vnitřní šířky železničního vozu.



Obr. 23: Velký přepravní modul vs malý [4]



## 4 Zařízení pro zajištění nákladu

Cílem této kapitoly je stanovení cílů pro návrh zařízení pro zajištění nákladu a uvedení základních požadavků a údajů.

Při navrhování zařízení pro zajištění nákladu (kapitoly 4 až 8 včetně) bylo postupováno podle [29].

Návrh zadaného technického zařízení byl proveden s využitím instruktivní metodiky Engineering Design Thinking (EDT) Znalostně integrovaného konstruování (KID) podle Engineering design science and methodology (EDSM). [29]

### 4.1 Cíle

Cílem je vytvořit systém pro zajištění přepravovaných vozidel v železničním voze ComplexTrans. Systém musí umožnit snadné a rychlé naložení a vyložení vozidel včetně jejich zajištění během přepravy při dosažení maximálního pohodlí a bezpečnosti cestujících.

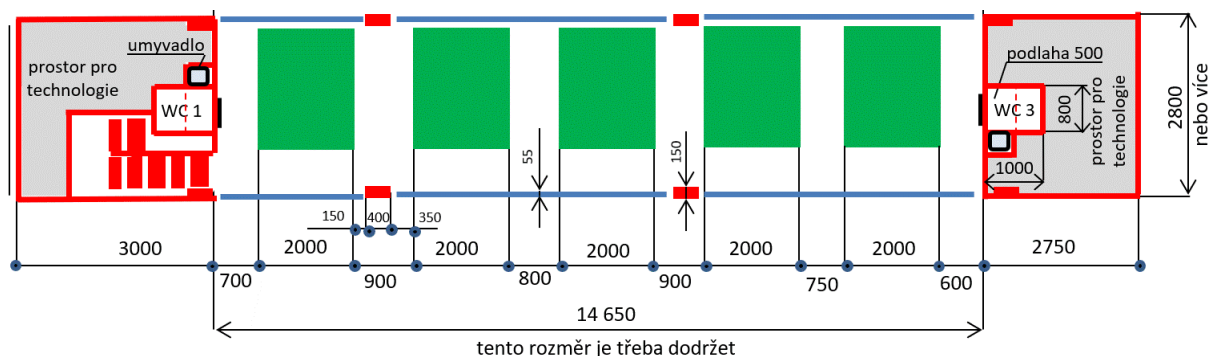
Dále je třeba umožnit propojení s elektrickou sítí železničního vozu pro dobíjení baterií převážených vozidel, tak k pokrytí vlastní spotřeby (topení, chlazení, větrání, osvětlení...) během přepravy.

### 4.2 Základní požadavky a údaje

Úkolem je navrhnout zařízení pro zajištění několika druhů vozidel v železničním voze. Je požadováno univerzální zařízení umožňující přizpůsobení pro různé rozměry vozidel a jejich rychlé naložení a vyložení.

Další požadavky a údaje:

- rozměry a hmotnosti převážených vozidel uvedené v (Tab. 9);
- energetické propojení přepravovaných vozidel s energetickou sítí železničního vozu a vlaku;
- základní rozměry spodního patra železničního vozu (Obr. 24);



Obr. 24: Půdorys spodního patra železničního vozu (zeleně zajištěné kupémobily) [30]

- variantně umožnit naklání vozidel vůči železničnímu vozu;
- vozidla jsou při naložení do železničního vozu naváděna;
- vozidla disponují systémy pro změnu světlosti výšky;
- doba pro vyložení vozidla a naložení dalšího (délka staničení): min. 3 minuty;
- druh výroby: u výrobce s potřebnou výrobní základnou.

## 5 Rozpracování problému

Cílem této kapitoly je upřesnění zadání konstrukční úlohy a průzkum stavu techniky.

### 5.1 Specifikace požadavků na projekt

#### 5.1.1 Vyjasnění a upřesnění zadání

“Kritické posouzení zadání z hledisek úplnosti, jasnosti, jednoznačnosti, apod. bylo provedeno v rámci převzetí zadání.” [29] Je nutno doplnit údaje o zatíženích vyvolaných pohybem železničního vozu působících na zařízení pro zajištění nákladu.

Účelem zadaného technického produktu je **zajištění nákladu**. Jeho **obecný název** je tedy

### **Zařízení pro zajištění nákladu. [29]**

#### 5.1.1.1 Mezní statická zatížení vazeb v místech uchycení nákladu

Mezní statická zatížení vazeb v místech uchycení nákladu zohledňují zatížení vzniklá na základě dynamických účinků jízdy železničního vozu. Jedná se například o zrychlení vlivem rozjezdu nebo brzdění vlaku či příčná zrychlení vznikající při průjezdu obloukem nebo při přejíždění přes výhybku. Mezní statická zatížení vazeb v místech uchycení nákladu jsou stanovena na základě (kapitola 2.3.4.1) vztah (2.12). V tomto vztahu je nutné stanovit koeficient  $c_g$ , pro který platí, že lineárně roste se vzdáleností od středu vozidla (od 0,5 do 2). Nejvyšší hodnoty dosáhne tedy v části zařízení pro zajištění nákladu, která je nejdále od středu vozu. Podle (Obr. 24) se jedná o část zařízení pro zajištění kupémobilu na pravé straně vozu, ten je vzdálený od okraje železničního vozu  $l_{nejbližší} = 2\,750 + 600 = 3\,350$  mm. Délka skříně železničního vozu ComplexTrans je  $l_{s_{CT}} = 3\,000 + 14\,650 + 2\,750 = 20\,400$  mm (Obr. 24). Použitím lineární interpolace je z uvedených hodnot dopočteno  $c_g = 1,5$ . Všechny části zařízení pro zajištění nákladu budou dimenzovány na tuto maximální hodnotu. Tím se dosáhne snadné vyměnitelnosti a usnadní se výroba. Přepsání vztahu (2.12) s dopočítanou hodnotou  $c_g$

$$\begin{aligned}a_x &= \pm 3g, \\a_y &= \pm 1g, \\a_z &= (1 \pm 1,5)g.\end{aligned}\tag{5.1}$$

Rovnice (5.1) popisuje zrychlení ve směrech souřadnicových os, která působí na převážený náklad a tudíž také na zařízení pro jeho zajištění.

#### 5.1.2 Vyjasnění problému

Pro řešení problému byly poskytnuty konkrétní informace zadavatelem, konzultanty z firmy Siemens Mobility s. r. o. a konzultanty z fakulty strojní Západočeské univerzity v Plzni. Obecné informace byly získány pomocí internetu a z českých technických norem (ČSN).

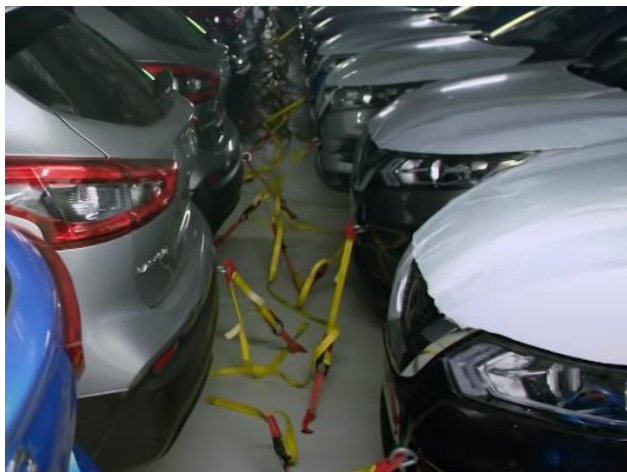
#### 5.1.3 Průzkum stavu techniky (State of the Art)

Byl proveden průzkum technických produktů, které slouží ke stejnému účelu jako navrhované zařízení [29]. Všechny zkoumané technické produkty se však liší od navrhovaného produktu tím, že podélná rovina převáženého vozidla je rovnoběžná s rovinou  $\hat{x}\hat{z}$ . U navrhovaného produktu je podélná rovina vozidla rovnoběžná s rovinou  $\hat{y}\hat{z}$ . Dále neumožňuje žádný ze zkoumaných produktů rychlé naložení a vyložení vozidel.

Na (Obr. 25) je fotografie ukazující zajištění vozidel v RORO lodích pro přepravu po moři. Pro zajištění jsou využita tažná oka na čele i v zadní části vozidla, za která jsou přichyceny zajišťovací pásy (Obr. 26), které jsou následně upevněny k díře v podlaze. Tento systém je stanoven jako výchozí TS0.

Jako konkurenční systém bylo stanoveno zajištění pomocí zarážek využívané v autovlacích (Obr. 27 a Obr. 28), které využívá pouze zarážky před předními a za zadními koly.

Druhým konkurenčním systémem je zvoleno zajištění pomocí R-RAK (Obr. 29 a Obr. 30) od firmy Trans-RAK International. Tento systém využívá částečně tvarového zajištění kol vozidla a hlavně zajištění pomocí popruhů kolem všech kol.



Obr. 25: Zajištění na RORO lodích ⇒ TS0 [31]



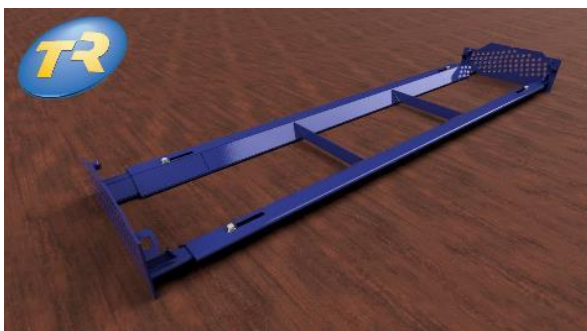
Obr. 26: Zajišťovací pásy RORO [32]



Obr. 27: Zajištění autovlak 1 ⇒ TSA [33]



Obr. 28: Zajištění autovlak 2 ⇒ TSA [34]



Obr. 29: R-RAK ⇒ TSB [35]



Obr. 30: Automobil zajištěný pomocí R-RAK ⇒ TSB [36]

## 5.2 Specifikace požadavků na TS

### 5.2.1 Navržení specifikace požadavků na TS

Úkolem je navržení zařízení pro zajištění nákladu, proto:

<b>Operand:</b>	zajišťovaná vozidla
<b>Transformační proces:</b>	zajištění vozidla během přepravy
<b>Operátor TS:</b>	zařízení pro zajištění vozidel během přepravy

Požadavky na technický systém byly specifikovány v souladu s taxonometrií vlastností podle EDMS. Specifikace byla vytvořena s využitím software RS&EV [37] a je uvedena v PŘÍLOHA 1.

Cílem je specifikovat veškeré požadavky na navrhované zařízení a každému přiřadit odpovídající váhu. Podle toho seznamu bude následně provedeno hodnocení konstruovaného zařízení.

### 5.2.2 Hodnocení výchozího a konkurenčních technických systémů

Technické systémy uvedené v (kapitola 5.1.3) nebyly mezi sebou dále porovnávány. Důvodem je jejich odlišný účel od požadovaného finálního účelu.

## 5.3 Specifikace požadavků na řešení projektu

### 5.3.1 Studie proveditelnosti

„Pro zadaný projekt je nutné předpokládat, že jeho zadání vychází z analýz trhu a že studie prokázaly, že jeho vývoj a produkce budou proveditelné (realizovatelné) pro daného výrobce z hlediska technického (fyzického), ekonomického (nákladově rentabilního, ziskového) a finančního (volný kapitál, hotovostní tok).“ [29]

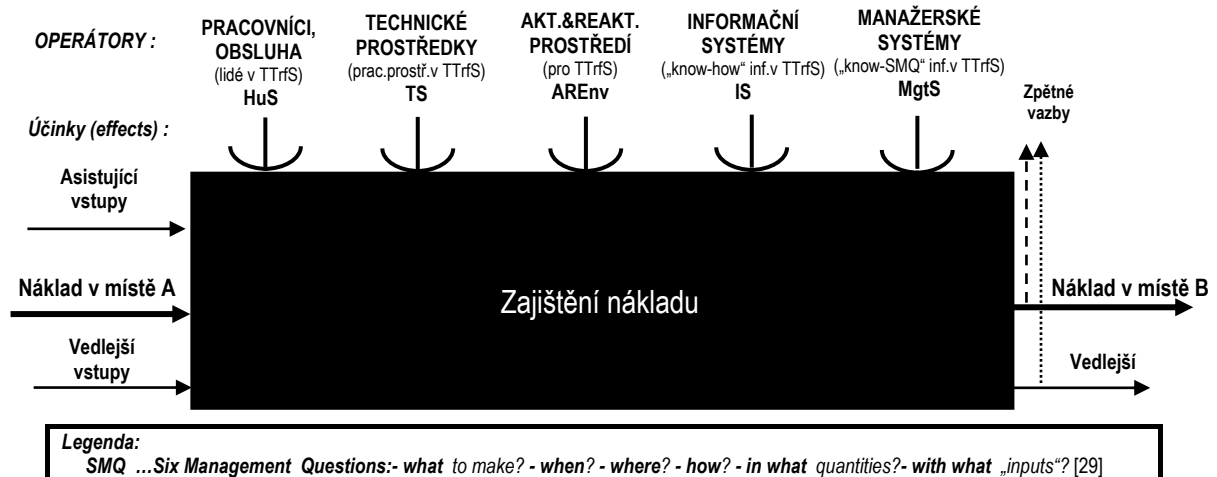
### 5.3.2 Strategie řešení

Pro návrh zařízení pro zajištění nákladu byla použita strategie zjednodušené instruktivní metodiky Engineering design thinking (EDT), vycházející z Engineering design science methodology (EDSM). Zařízení pro zajištění nákladu v průběhu návrhu považováno za technický systém. [29]

## 6 Koncepční návrh

### 6.1 Technický transformační proces (TTrfP) provozu technického systému

#### 6.1.1 Černá skříňka technického transformačního procesu (TTrfP) provozu technického systému [29]

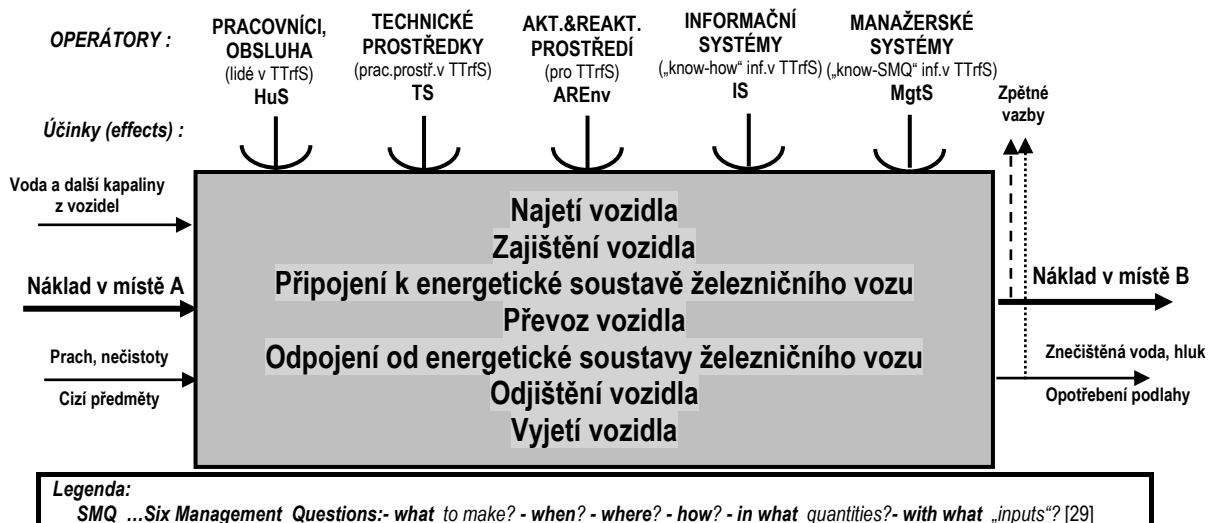


Obr. 31: Černá skříňka technického transformačního procesu provozu navrhovaného technického systému: Zařízení pro zajištění nákladu [29]

#### 6.1.2 Technologický princip technického transformačního procesu provozu TS

Převážená vozidla pro zajištění využijí částečně tření mezi pneumatikami a zařízením pro jejich zajištění, případně ještě třením vůči podlaze. Zároveň bude použit dalšího zajišťovacího prvku například ve formě popruhů či tvarových výstupků na vozidle či železničním voze.

U běžných osobních automobilů se technologický princip TTrfP provozu TS může lišit tím, že nebude obsahovat připojení a odpojení od energetické soustavy železničního vozu.



Obr. 32: Technologický princip technického transformačního procesu provozu navrhovaného technického systému: Zařízení pro zajištění nákladu [29]

## 6.2 Návrh orgánové struktury technického systému

### 6.2.1 Navržení alternativ orgánové struktury technického systému

Při navrhování alternativ orgánových struktur bylo nutné vzít v potaz, že vagony jsou řazeny “zády” k sobě (kapitola 1), dále požadovanou krátkou dobu staničení a nutnost zajištění energetického propojení převáženého vozidla s železničním vozem. V žádné alternativě nebylo využito spřáhovacího zařízení, protože některé kupémobily jím nemusí nutně disponovat a protože jsou při zaparkování spřáhla umístěna jinak u velkých přepravních modulů vs malé moduly a kupémobily.

Cílem bylo navržení takové orgánové struktury technického systému, která by bezpečně zajistila vozidla podle požadavků z (kapitola 5.1.1.1), umožnila snadnou a rychlou překládku vozidel a neohrozila bezpečnost cestujících pohybujících se po spodním patře vagonu.

Všechny alternativy více či méně využívají proměnnou světlou výšku zajišťovaných vozidel, proto je nutné všechna vozidla vybavit senzory pro monitorování světlé výšky. Pro tento úkol je možné využít ultrazvukové snímače. Vzdálenost mezi střešou vozidla a stropem železničního vozu bude dopočítávána.

Při nakládání vozidel je využito navádění, což umožňuje dosažení přesné polohy zaparkovaného vozidla. Protože některé alternativy využívají změny světlé výšky vozidla pro jeho zajištění, je vhodné tato vozidla vybavit softwarem, který provede zajištění a následné odjištění vozidla samostatně bez nutnosti zásahu cestujících. Tímto způsobem dojde k eliminaci rizika nezajištění vozidla nebo kolize vozidla s některou z částí vagonu.

Některé alternativy také využívají k energetickému propojení kontakty, ke kterým je možný přístup, pokud není žádné vozidlo zaparkováno ve stání. V těchto případech je nutno zajistit odpojení kontaktů od zdroje elektrické energie v případě, že ve stání není příslušné vozidlo. Tím se zamezí riziku zásahu cestujících elektrickým proudem.

Všechny alternativy využívají pro částečné zajištění vozidel tření mezi pneumatikami a podlahou vagonu. Pro zvýšení součinitele tření a tím zvýšení zrychlení zachycených třením je možné upravit podlahu v místě stání vozidel například potažením pryžovým pásem (Obr. 33) nebo přidáním děrovaného plechu (Obr. 34).



Obr. 33: Pryžový pás [38]



Obr. 34: Děrovaný plech [39]

Cílem pro nabíjecí systém vozidel je využití elektrické energie získané rekuperací při brzdění vlaku k nabíjení vozidel. To znamená využití velkých okamžitých výkonů (kolem 100 kW), aktuálně se pro takové výkony využívají pouze stejnosměrné kontaktní nabíječky. Nejvyšší dobíjecí výkon technologie pro bezkontaktní nabíjení elektromobilů byl nalezen pro Qualcomm Halo, který činí 22 kW [40].

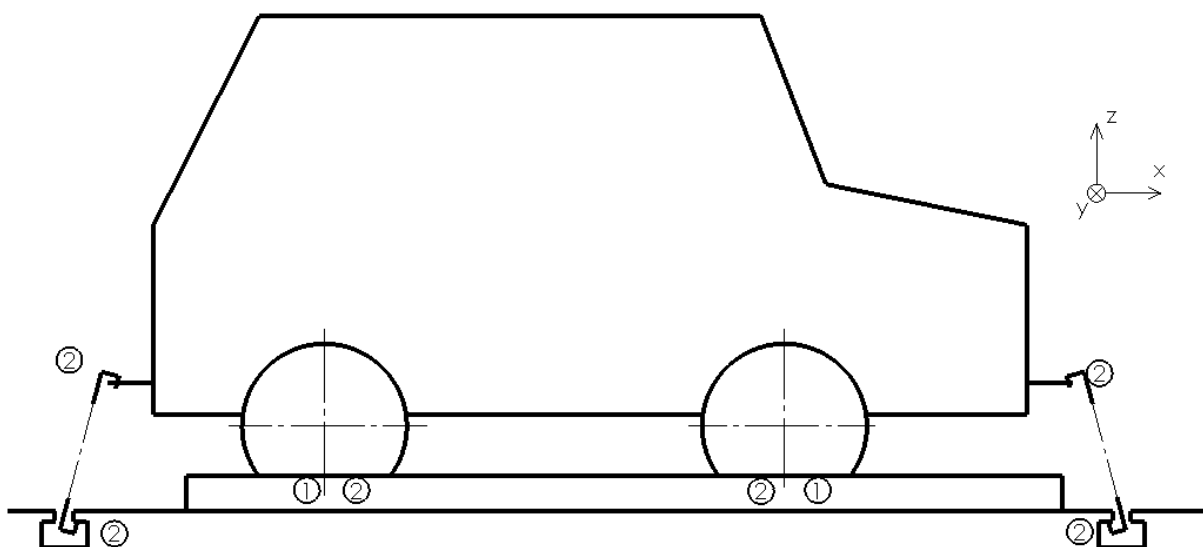
Pro všechny alternativy platí souřadnicový systém zavedený v (Obr. 7). Orientace zajišťovaných vozidel vůči zavedenému souřadnicovému systému je patrná z (Obr. 2 a Obr. 24).

Pro zvýšení komfortu cestujících v přepravovaných vozidlech byla snaha navrhnout takové orgánové struktury, které umožní naklápění zajištěného vozidla. Naklápění je realizováno změnou světlé výšky na jednotlivých stranách vozidla pomocí uzpůsobeného systému vypružení vozidla. Naklápění by mělo snižovat primárně účinky zrychlení působících v ose x (rozjezd a brzdění vlaku).

Převážení standardních automobilů v systému ComplexTrans se předpokládá pouze výjimečně, z toho důvodu také nebyl prioritou návrh jejich zajištění a proto je uvedena pouze jediná alternativa (Obr. 35), jejíž funkce jsou shrnuty v (Tab. 10).

Tab. 10: Orgánová struktura - zajištění standardní automobil - funkce

Funkce TS	
1	Navedení vozidla
2	Zajištění vozidla



Obr. 35: Orgánová struktura - zajištění standardní automobil

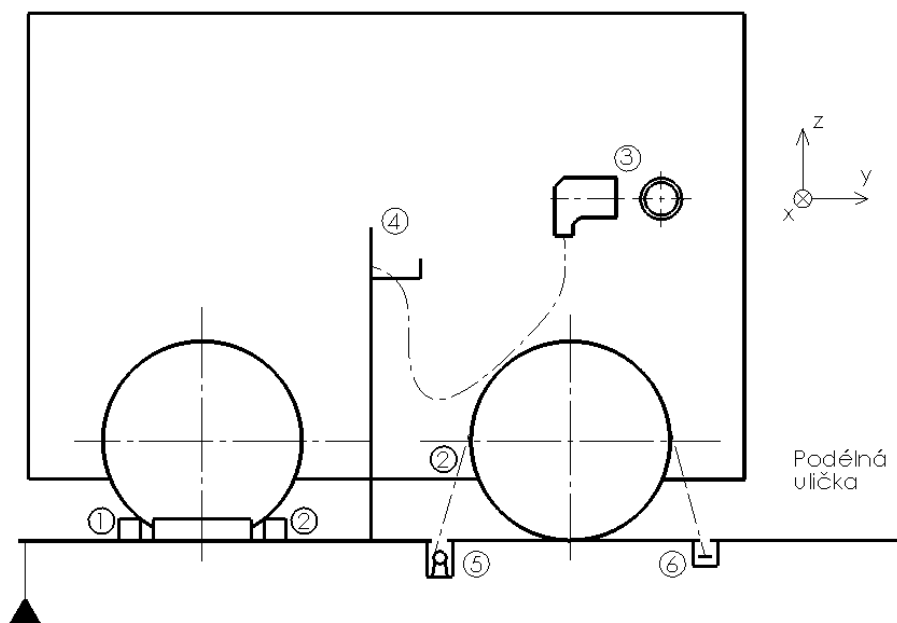
Standardní automobily jsou nejdříve naloženy na přepravní paletu (kapitola 3.1), na které jsou přepraveny do vagonu a na které zůstávají po celou dobu přepravy. Ve vlaku je poloha vozidla dále zajištěna pomocí popruhů totožně s (Obr. 25), tím je zajištěno splnění požadavků dle (kapitola 5.1.1.1).

### 6.2.1.1 Alternativa a

Alternativa a je zobrazena na (Obr. 36), její funkce jsou shrnuty v (Tab. 11).

Tab. 11: Orgánová struktura - alternativa b - funkce

Funkce TS	
1	Navedení vozidla
2	Zajištění vozidla
3	Propojení s energetickou soustavou
4	Držení propojovacího prvku
5	Navíjení zajišťovacího prvku
6	Zajištění propojovacího prvku



Obr. 36: Orgánová struktura - alternativa b

Poloha vozidel je zajištěna pomocí výstupků z podlahy vagonu, které jsou umístěny pouze u kol odlehlých od podélné uličky tj. nalevo podle (Obr. 36). Přejíždění přes výstupky vyžaduje plynulou regulaci světlé výšky vozidla a vyžaduje snížení jeho celkové výšky. Výstupky zároveň slouží k zajištění polohy vozidla. Dále je pro zajištění polohy použit popruh okolo kol přilehlých k podélné uličce. Pro připojení k energetické soustavě je využita obdoba nabíječek z dnešních nabíjecích stanic pro elektromobily (Obr. 37). V tomto případě není zablokováno vlastní odpružení vozidla a je možné ho naklápět pro zvýšení jízdního komfortu např. při rozjíždění nebo brzdění vlaku.





Obr. 37: Nabíjecí stanice pro elektromobil [41]



Obr. 38: Dvoubodový pás [42]

Připojování k energetické soustavě a zajištění a odjištění vozidla je prováděno manuálně, je tedy pravděpodobné, že některá vozidla nebudou během přepravy zajištěna, pokud zajišťování nebude vykonávat odpovědný personál. Zároveň hrozí neodpojení od energetické soustavy při vyjíždění z parkovacího místa. Manuální zajišťování a zapojení k energetické soustavě prodlužuje dobu nutnou pro naložení a vyložení vozidel, pro rychlé nakládání je tedy potřeba velkého množství personálu.

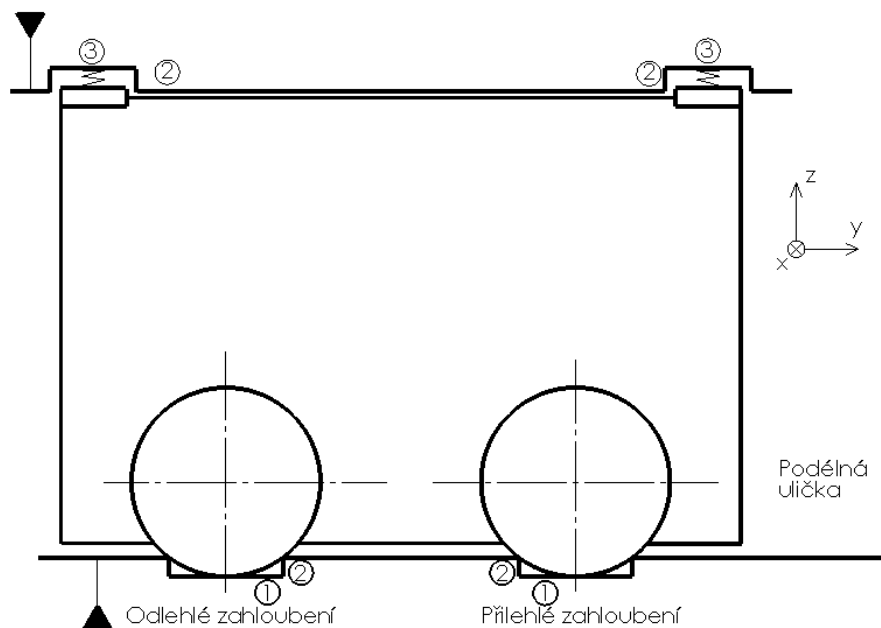
Vozidlo je ve směru x a y zajištěno třením mezi pneumatikami a podlahou, ve směru x je dále zajištěno výstupky na odlehle straně vozidla, o které se případně opře bok pneumatiky. Ve směru y je vozidlo částečně zajištěno výstupky na odlehle straně a primárně popruhy kolem přilehlých kol. Popruhy jsou řešeny obdobně jako dvoubodový pás (Obr. 38), který je častý u starších automobilů na zadním prostředním sedadle.

### 6.2.1.2 Alternativa b

Alternativa b je zobrazena na (Obr. 39), její funkce jsou shrnuty v (Tab. 12).

Tab. 12: Orgánová struktura - alternativa a - funkce

Funkce TS	
1	Navedení vozidla
2	Zajištění vozidla
3	Propojení s energetickou soustavou



Obr. 39: Orgánová struktura - alternativa a

Zajišťovaná vozidla najedou do zahloubení v podlaze, tím je zajištěna jejich přesná poloha v železničním voze. Zahloubení zároveň slouží k zajištění vozidla. Vozidla jsou vybavena vodivými kontakty umístěnými na střeše. Ve chvíli, kdy nejsou kontakty propojeny, musí být odpojeny od zdroje elektrické energie jak na straně železničního vozu, tak převáženého vozidla. Je nutné také zajistit správnou polaritu kontaktů pro obě polohy vozidla (Obr. 4). Po najetí do zahloubení zvýší vozidla svou světlovou výšku (tato možnost byla uvedena v kapitole 3), tím dojde k dotyku mezi kontakty na střeše vozidla a pružnými kontakty ve stropě železničního vozu. Důsledkem je pružné spojení vozidla s železničním vozem, které umožňuje pohyb odpružení vozidla a zároveň i jeho naklápění změnou světlové výšky na jednotlivých kolech či nápravách. Nakonec je zatažena ruční brzda.

Jsou zvolena zahloubení se svislou stěnou, z toho důvodu musí být jejich hloubka menší než světlová výška vozidla při najíždění do vozu. Svislé stěny na druhou stranu umožňují zachycení větších zrychlení ve směru y, to ale také znesnadňuje vyjíždění ze zahloubení. Protože bude zajišťováno více druhů vozidel (kapitola 3), které mají různé rozvory (Tab. 9), dojde k tomu, že přilehlé zahloubení (blíže k podélné uličce) pro velký přepravní modul bude zasahovat do podélné uličky. Což v případě, kdy ve stání bude zaparkován kupémobil, bude rizikem pro cestující pohybující se po spodním patře vagonu. Z toho důvodu je vhodné řešit přilehlé zahloubení jako jedno dlouhé zahloubení po celé délce spodního patra vozu, tím se sníží počet míst, kde by mohlo dojít k zakopnutí.

Vozidlo je ve směru x a y zajištěno třením mezi pneumatikami a dnem zahloubení v podlaze, v případě větších zrychlení (záchranná brzda, srážka) dále polohu jistí opření vodivých kontaktů o zahloubení ve stropě.

Zde použitý princip s vodivými kontakty je obdoba kontaktů; např. v ovládači TV s bateriemi (Obr. 40 a Obr. 41). Červeně vyznačený kontakt na (Obr. 40) odpovídá kontaktu ve stropě vagonu a vystouplý kontakt na baterii (Obr. 41) odpovídá kontaktům na vozidle. Kontakty na střeše vozidla jsou umístěny na krajích vozidla. Vozidlo se naklápí tak, že na jedné straně se zvyšuje světlá výška a na druhé snižuje, tím je zajištěno, že podélná osa vozidla zůstává ve stejné výšce. Díky přítlačné síle pružin nedojde ke ztrátě vodivého kontaktu ani při naklápění.



Obr. 40: TV ovládač

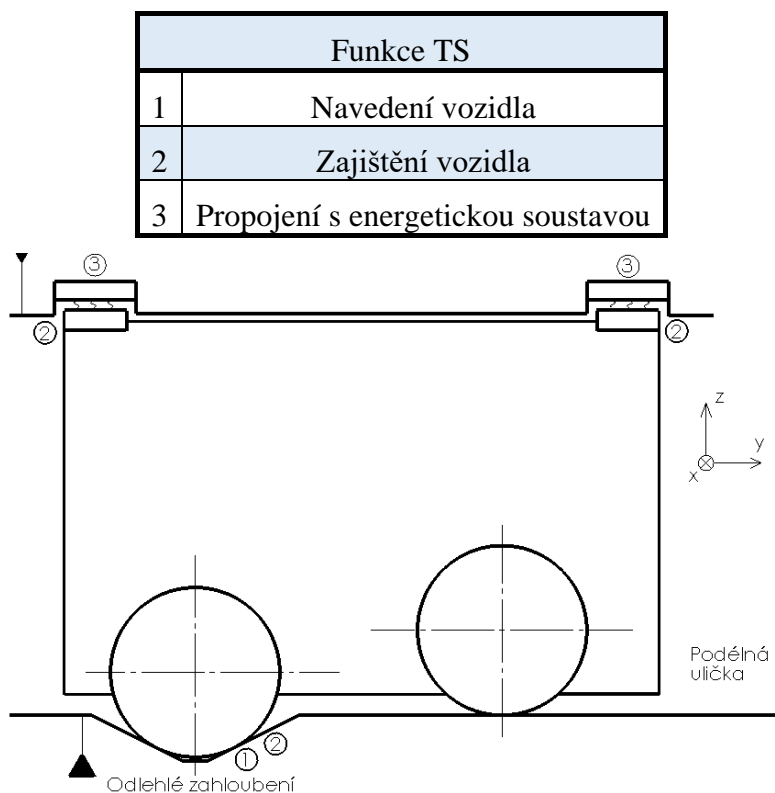


Obr. 41: AA baterie

### 6.2.1.3 Alternativa C

Alternativa **c** je zobrazena na (Obr. 42), její funkce jsou shrnuty v (Tab. 13).

Tab. 13: Orgánová struktura - alternativa c - funkce



Obr. 42: Orgánová struktura - alternativa c

Pro navedení vozidel do správné polohy zde slouží zhloubení pro odlehlá kola (od podélné uličky), tato zhloubení zároveň jistí vozidla proti pohybu ve spolupráci s ruční brzdou. Vozidlo již během ustavování do zhloubení upravuje svou světlu výšku a po ustavení ji dále zvýší, čímž se dostanou do blízkosti kontakty na střeše vozidla a ve stropě vagonu. K přenosu elektrického náboje dochází indukčně, což vyžaduje montáž usměrňovače pro velké výkony na zajišťované vozidlo. Vozidlo není pevně spojeno s železničním vozem a může tudíž být využito odpružení a naklápění vozidla pro zvýšení komfortu cestujících uvnitř vozidla. Naklápěním se ale zvyšuje vzdálenost kontaktů a tím se snižuje účinnost přenosu elektrické energie. V případě nutnosti lze dále zvýšit světlu výšku vozidla a tím vytvořit tuhé spojení s vagonem a zablokovat odpružení vozidla.

Zhloubení jsou navržena šikmá, to umožní dosažení hloubky větší než je světla výška vozidla díky její plynulé regulaci.

Vozidlo je ve směru x a y zajištěno třením mezi pneumatikami a podlahou / dnem zhloubení v podlaze. V případě větších setrvačných zrychlení je poloha jistěna opřením elektrických kontaktů o zhloubení ve stropě vozu.

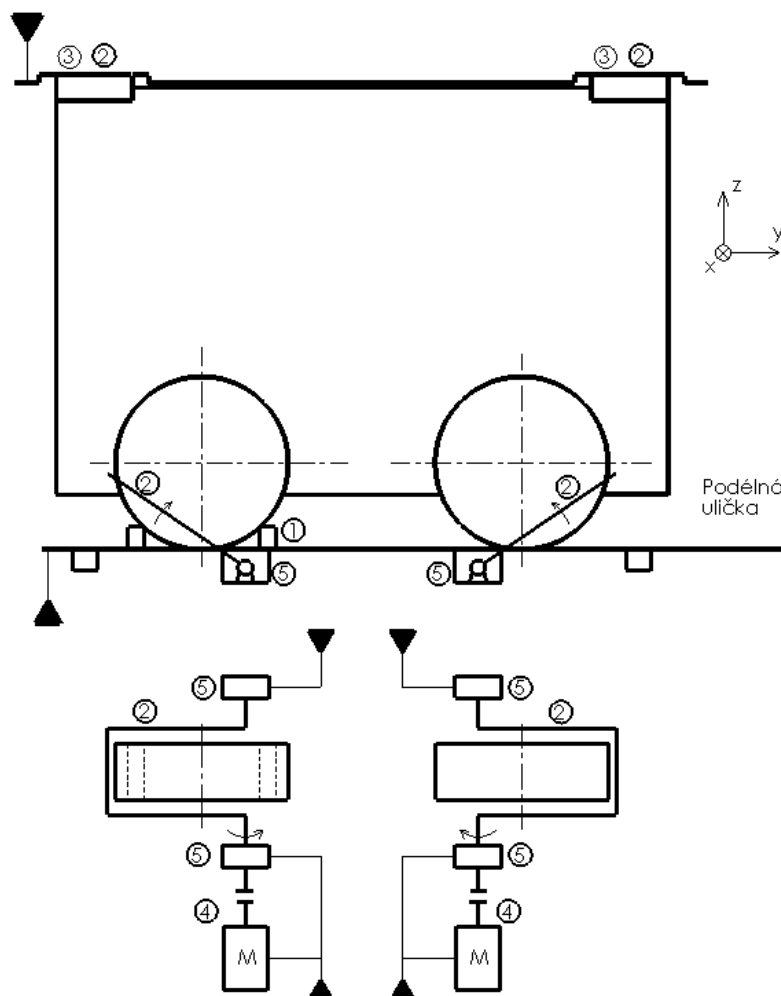
Dobíjení je zde provedeno indukčně mezi kontakty na střeše vozidla a stropě vagonu. Dnes existující technologie indukčního nabíjení kolejových vozidel jsou např. IPT charge a PRIMOVE. Nevýhoda tohoto způsobu nabíjení je nižší účinnost oproti kontaktnímu nabíjení.

### 6.2.1.4 Alternativa d

Alternativa d je zobrazena na (Obr. 43), její funkce jsou shrnuty v (Tab. 14).

Tab. 14: Orgánová struktura - alternativa d - funkce

Funkce TS	
1	Navedení vozidla
2	Zajištění vozidla
3	Propojení s energetickou soustavou
4	Pohon zajišťovacího prvku
5	Rotační uložení zajišťovacího prvku vůči podlaze



Obr. 43: Orgánová struktura - alternativa d

U této alternativy je poloha vozidla ustavena pomocí výstupků z podlahy obdobně jako u alternativy **a**. S tím rozdílem, že výstupky nejsou na boky pneumatik. Vozidlo je zajištěno pomocí rotačně uložené tyče zvedané elektromotorem. K zajištění je také využita ruční brzda vozidla. Po ustavení zvýší vozidlo svou světlou výšku, tím dojde ke spojení pevných kontaktů ve stropě vozu s kontakty na střeše vozidla. Vzniká tak tuhé spojení vozidla s železničním vozem, čímž se zablokuje odpružení vozidla. Je však stále možné ho naklápět pro zvýšení pohodlí cestujících. Naklápěním dojde v tomto případě ke ztrátě dotyku mezi kontakty na straně vozidla, která je snižována.

Pro zajištění nežádoucího pohybu vozidla při větších setrvačných zrychleních je použita kruhová tyč zalomená do tvaru "U." Tyč si lze také představit jako obdobu klikové hřídele pro jednoválcový motor. Tyč je uložena rotačně vůči podlaze a po naložení vozidla je zvednuta do pracovní polohy motorem. V pracovní poloze je tyč pojištěna zdrží nebo obdobným zařízením pro zajištění polohy hřídele bez působení hnací síly motoru.

Ve směru  $x$  a  $y$  je vozidlo shodně zajištěno třením pneumatik, při vyšších setrvačných zrychleních dojde k opření kol o zajišťovací tyče.

## 6.2.2 Hodnocení navržených alternativ orgánové struktury technického systému

### 6.2.2.1 Predikce vlastností alternativ orgánové struktury technického systému

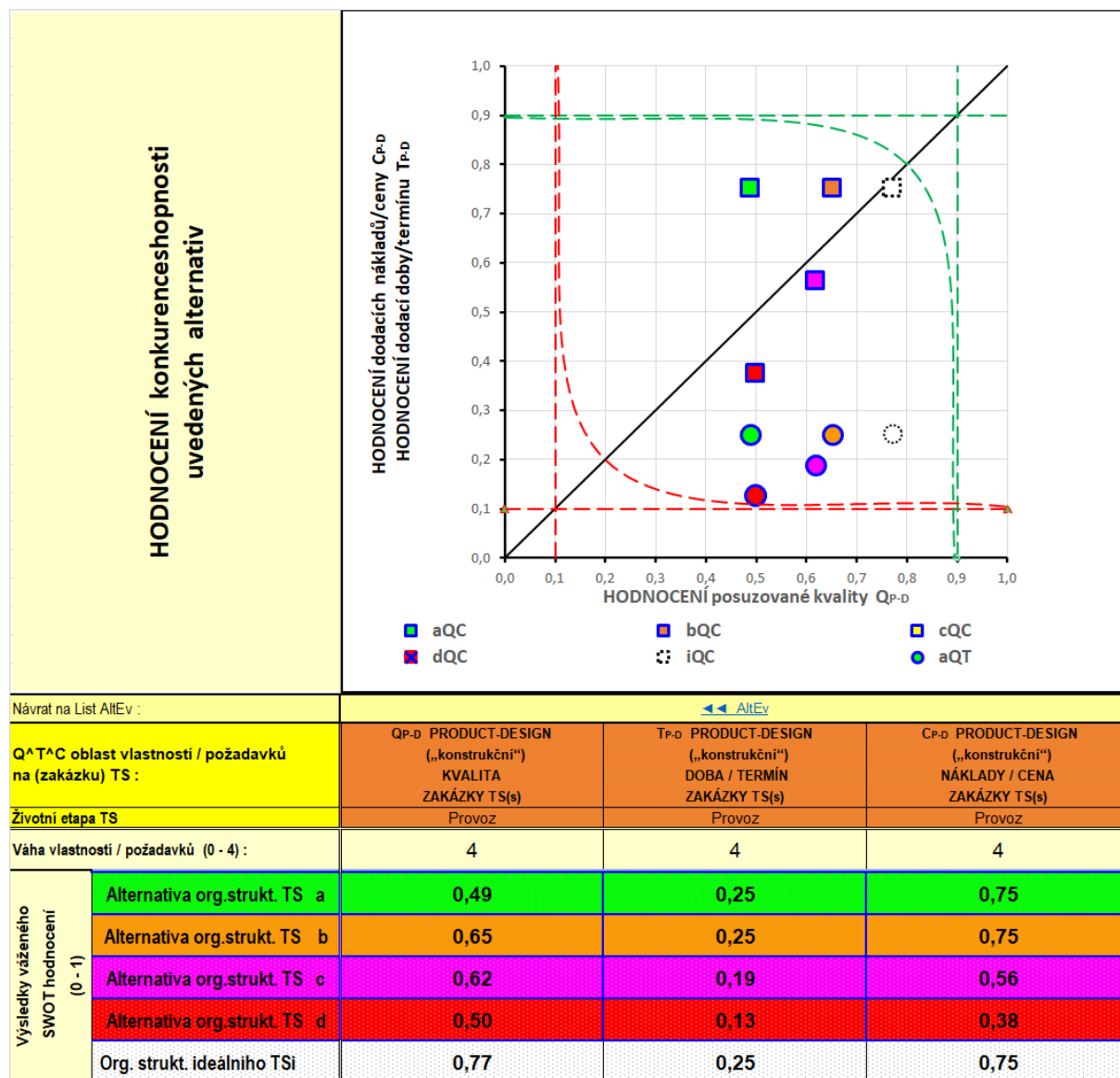
Pro predikci hodnot vlastností byl použit pouze kvalifikovaný odhad bez odůvodňování a dokumentování. [29]

### 6.2.2.2 SWOT hodnocení vlastností a konkurenceschopnosti alternativ orgánové struktury technického systému

Vypracováno s využitím software AltEv [43]. Kompletní zpracování v PŘÍLOHA 2. Na obrázku (Obr. 44) je provedeno vzájemné porovnání alternativ navržených orgánových struktur. Posuzovaná kritéria jsou rozdělena do 3 skupin (posuzovaná kvalita, dodací doba a dodací náklady). Každému kritériu je přidělena váha podle jeho důležitosti (vyšší váha = důležitější). Jednotlivým alternativám jsou následně přiděleny body na škále 0 až 4 (4 nejlepší), které vyjadřují, jak daná alternativa splňuje daný požadavek.

Hodnocení vzájemné konkurenceschopnosti		Nastavení mezi vhodnosti hodnocení:							
alternativ:	orgánové struktury	dolní mez	0,1	horní mez	0,9	(0 ÷ 1)			
Fáze řešení :	SPECIFIKACE kritérií pro hodnocení	SWOT HODNOCENÍ konkurenceschopnosti							
FÁZE NÁVRHU TS :	// KONCEPČNÍ NÁVRH - návrh *Orgánové struktury TS (nejčastěji, jinak omezení jen vhodností pro menší počet kritérií)								
- zápis a editace textů jsou možné jen u bílých buněk									
- řádku pro spec. a hodnoc. kritéria lze vložit kopírováním, překopírovat a/nebo odstranit kdekoli v rozmezí řádek s bílými buňkami									
DIAGR. ►►	Požadavek / kritérium	Váha	Alternativa						
	Porovnatelná konkurenční vlastnost	(0 ÷ 4)	a	b	c	d	Ideal		
Hodnocení vhodnosti (min. 0 ÷ max. 4)	Posuzovaná kvalita <b>Q</b>	Jednoduchost zaparkování vozidla	4	3	4	3	3	4	
		Náročnost na obsluhu TS	4	-	4	4	4	4	4
		Bezpečnost při výpadku elektrické energie železničního vozu	3	4	4	4	4	4	4
		Bezpečnost při vybití baterie vozidla	3	4	2	1	4	4	4
		Bezpečnost při vykolejení nebo prudkém brzdění	3	2	3	2	4	4	4
		Náročnost na údržbu (výměna opotřeбенých prvků)	4	-	3	4	1	4	4
		Neblokování odpružení zajišťovaného vozidla	2	4	4	4	-	4	4
		Možnost naklápění vozidla	4	4	4	2	3	4	4
		Možnost variantního uvolnění a zablokování odpružení vozidla	1	4	4	4	-	4	4
		Náročnost na připojení k dalším TS žel. vozu (elektrický, pneumatický systém)	2	4	4	4	-	4	4
		Neomezení bezpečnosti cestujících	4	2	2	4	2	4	4
		Σvážené hodnocení vhodnosti Q		2,0	2,6	2,5	2,0	3,1	
		Σnorm.váž.hodnoc.vhodn. Q (0 ÷ 1)		0,49	0,65	0,62	0,50	0,77	
	Dodací doba/termín <b>T</b>	Celková dodací doba	1	4	4	3	2	4	
		...		-	-	-	-	-	
...			-	-	-	-	-		
Σvážené hodnocení vhodnosti T			1,0	1,0	0,8	0,5	1,0		
Σnorm.váž.hodnoc.vhodn. T (0 ÷ 1)		0,25	0,25	0,19	0,13	0,25			
Dodací náklady/cena <b>C</b>	Celkové dodací náklady	3	4	4	3	2	4		
	...		-	-	-	-	-		
	...		-	-	-	-	-		
	Σvážené hodnocení vhodnosti C		3,0	3,0	2,3	1,5	3,0		
Σnorm.váž.hodnoc.vhodn. C (0 ÷ 1)		0,75	0,75	0,56	0,38	0,75			

Obr. 44: Specifikace požadavků na klíčové konstrukční vlastnosti orgánové struktury technického systému a SWOT hodnocení navržených alternativ pro zařízení pro zajištění nákladu



Obr. 45: Výsledky SWOT hodnocení konstrukčních vlastností navržených alternativ orgánové struktury technického systému pro posouzení jejich konkurenceschopnosti pro zařízení pro zajištění nákladu

Na obrázku (Obr. 45) jsou znázorněny výsledky z obrázku (Obr. 44). Na vodorovnou osu je vyneseno hodnocení posuzované kvality a na svislou osu jsou vynášena zároveň 2 hodnocení (dodací doba znázorněná kolečkem a dodací náklady znázorněné čtvercem). Nejvhodnější alternativa je vybírána na základě jejího hodnocení v porovnání s ideální alternativou.

Po posouzení hodnocení (Obr. 44 a Obr. 45) i dalších nezahrnutých a nezahrnutelných kritérií byla vybrána na **1. místě** alternativa orgánové struktury **b**. Na 2. pozici se umístila alternativa **c**, na 3. alternativa **a** a na 4. alternativa **d**. [29]



### 6.2.2.3 Prediktivní rizikové a SWOT hodnocení a inovační potenciál alternativ orgánových struktur technického systému

Alternativa orgánové struktury TS:	a	b	c	d
Pořadí podle systematického hodnocení (6.2.2.2):	3	1	2	4
<b>R</b> <b>Rizika</b> – rizikové stránky / vlastnosti:	Možnost zanechání zapojené zástrčky pro nabíjení vozidla	Možnost zásahu elektrickým proudem od kontaktů	Možnost zásahu elektrickým proudem od kontaktů	Možnost zásahu elektrickým proudem od kontaktů
	Možnost poškození boku pneumatiky o výstupky	Možnost poškození boku pneumatiky o boky zahloubení	Možnost poškození boku pneumatiky o boky zahloubení	Možnost skřípnutí končetin mezi zajišťovací tyčí a podlahou
	Možnost zakopnutí o výstupky	Možnost zakopnutí o zahloubení	Možnost zakopnutí o zahloubení	Možnost zakopnutí o výstupky
	Možnost nezajištění vozidla	Možnost nezajištění vozidla	Možnost nezajištění vozidla	Možnost přetížení elektromotoru při njetí vozidlem na naklápací tyč
	Možnost poškození vozidla při nakládání kvůli poruše regulace světlé výšky	Možnost poškození stropu vozu při nesnížení světlé výšky při vykládání	Možnost poškození stropu vozu při nesnížení světlé výšky při vykládání	Možnost spálení elektromotoru vlivem vlhkosti
	Možnost zaseknutí přezky	Možnost úderu do hlavy o kontakty čnicí ze stropu	Možnost poškození vozidla při nakládání kvůli poruše regulace světlé výšky	
<b>S</b> <b>Výhody</b> – silné stránky / vlastnosti	Vysoká účinnost přenosu elektrické energie	Vysoká účinnost přenosu elektrické energie	Bez opotřebení prvků pro přenos elektrické energie	Vysoká účinnost přenosu elektrické energie
	Nezávislost zajištění na přívodu energie	Bez nutnosti manipulace lidskou obsluhou	Bez nutnosti manipulace lidskou obsluhou	Bez nutnosti manipulace lidskou obsluhou
	Bez nutnosti přesného ustavení vozidla	Snadné ustavení vozidla	Bez prvků zasahujících do podélné uličky	
	Možnost variantního uvolnění a zablokování odpružení	Možnost variantního uvolnění a zablokování odpružení	Možnost variantního uvolnění a zablokování odpružení	
	Přenos elektrické energie nezávislý na naklopení vozidla	Přenos elektrické energie nezávislý na naklopení vozidla		

Alternativa orgánové struktury TS:	a	b	c	d
Pořadí podle systematického hodnocení (6.2.2.2):	3	1	2	4
<b>W</b> <b>Nevýhody</b> – slabé stránky / vlastnosti	Nutná pravidelná výměna popruhu a prvku k propojení s energetickou sítí	Opotřebením elektrických kontaktů	Nižší účinnost přenosu elektrické energie	Opotřebením elektrických kontaktů
	Manuální zajištění a propojení s energetickou sítí	Nutnost nabití baterie vozidla	Nutnost nabití baterie vozidla	Náročnější na přesné ustavení vozidla
	Omezení maximální výšky vozidel	Nutnost funkčního regulovatelného odpružení vozidel	Nutnost funkčního regulovatelného odpružení vozidel	Náročnější na údržbu (ložiska)
		Náročné vyjždění ze zahloubení	Náročnější na přesné ustavení vozidla	Nutnost přívodu elektriny elektromotorům
		Ráz při najíždění do zahloubení	Omezený nabíjecí výkon	Zablokování vlastního odpružení vozidel
			Nutnost přidání usměrňovače pro větší výkony na vozidla	
			Snížení účinnosti přenosu elektrické energie naklápěním vozidla	

**Obr. 46: Rizikové, silné a slabé stránky předpokládaných hrubých stavebních struktur pro alternativy orgánových struktur navrhovaného technického systému zařízení pro zajištění nákladu**

Na základě systematického hodnocení vlastností alternativ orgánových struktur (Obr. 44 a Obr. 45) a s úvahou prediktivního hodnocení rizikových, silných a slabých stránek jejich předpokládaných hrubých stavebních struktur (Obr. 46) byla pro další vývoj řešeného technického systému **vybrána** jako nejlepší z posuzovaných **alternativa orgánové struktury b.** (Obr. 42). Během návrhu stavební struktury založené na vybrané alternativě byly vhodné implementovány poznatky získané z hodnocení všech navržených alternativ. [29]

## 7 Konstrukční návrh

Cílem této kapitoly je návrh zařízení pro zajištění nákladu a jeho zástavba do železničního vozu ComplexTrans na základě vybrané alternativy orgánové struktury (kapitola 6.2.2.3).







### 7.1 Návrh hrubé stavební struktury technického systému

V této kapitole bude proveden předběžný návrh zařízení pro zajištění nákladu, jeho SWOT zhodnocení a predikce a hodnocení rizik se zaměřením na bezporuchovost.

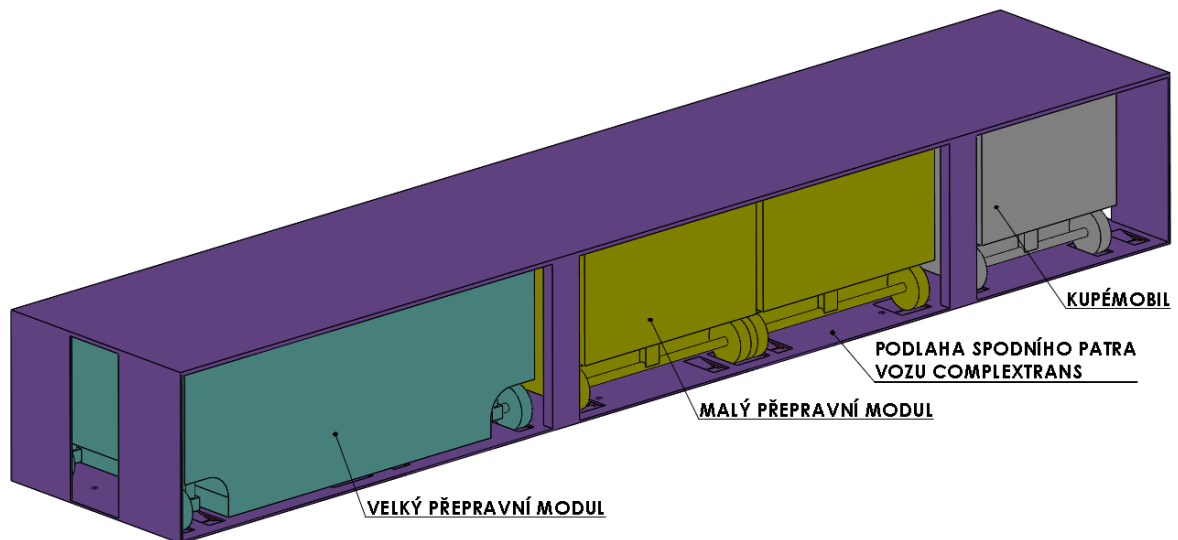
#### 7.1.1 Navržení hrubé stavební struktury technického systému

Na následujících stránkách jsou vloženy obrázky předběžného konstrukčního návrhu zařízení pro zajištění nákladu. Na obrázcích je ukázáno spodní patro železničního vozu ComplexTrans a to v případě, kdy jsou uvnitř převážena vozidla, a v případě, kdy je vůz prázdný. V následující tabulce (Tab. 15) je výčet použitých barev.

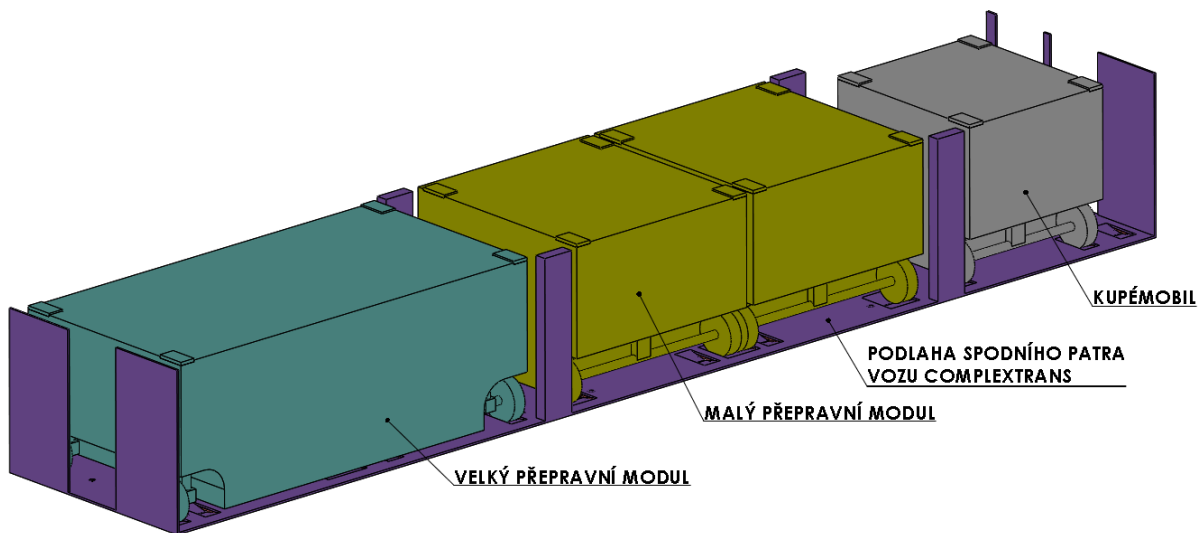
Tab. 15: Hrubá stavební struktura - výčet barev

	Skříň železničního vozu
	Kupémobil
	Malý přepravní modul
	Velký přepravní modul
	Boční plechy zahloubení v podlaze
	Pružné kontakty

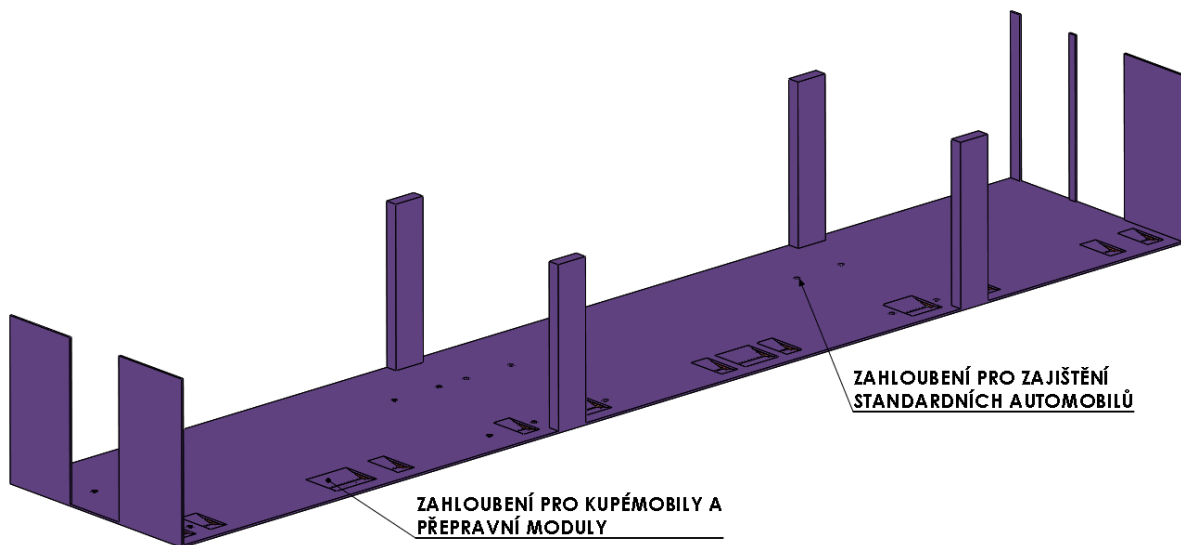
Na obrázcích (Obr. 47 až Obr. 54) je zobrazeno základní rozložení spodního patra železničního vozu ComplexTrans včetně zařízení pro zajištění nákladu. Jsou zde také zobrazena vozidla, která je možno převážet ve spodním patře. Z obrázků (Obr. 49 a Obr. 51) je patrné, že bylo zvoleno řešení se šikmými zahloubeními na straně odlehlé od podélné uličky. Zahloubení jsou ke zbytku podlahy přivařena. V některých místech jsou zahloubení (v podlaze i ve stropě) sloučena do jednoho většího kvůli jejich vzájemné blízkosti (zahloubení pro kupémobily a pro malé nákladní moduly blízko sebe), tím dojde k usnadnění jejich výroby a montáže. Z obrázků (Obr. 52, Obr. 53 a Obr. 58) je vidět, že pro energetické spojení jsou použity pružné kontakty. Jejich provedení je obdoba elektrických kontaktů v ovládací TV (Obr. 40). Z obrázku (Obr. 56) je patrné, že u nápravy, která je v zahloubení, je vyšší světlá výška. Tu je nutno zajistit odpružením vozidla umožňujícím regulaci světlé výšky. Obrázek (Obr. 57) ukazuje provedení bočních krytů zahloubení pro kola vozidel včetně otvoru pro odvod vody a jejich zajištění pomocí šroubů se šestihrannou hlavou. Dále je zde patrné zahloubení sloužící k zajištění standardních automobilů. Na obrázcích (Obr. 59, Obr. 60, Obr. 61) je naznačeno zajištění přepravních modulů systému ComplexTrans. Standardní automobily jsou zajištěny způsobem popsaným v (kapitola 6.2.1).



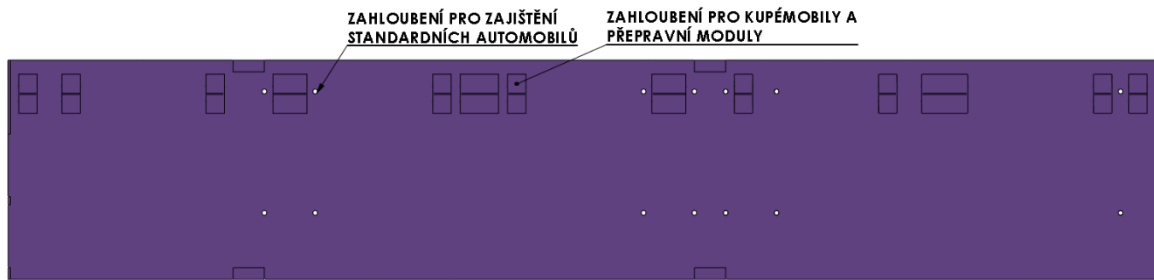
Obr. 47: Hrubá stavební struktura - spodní patro s vozidly



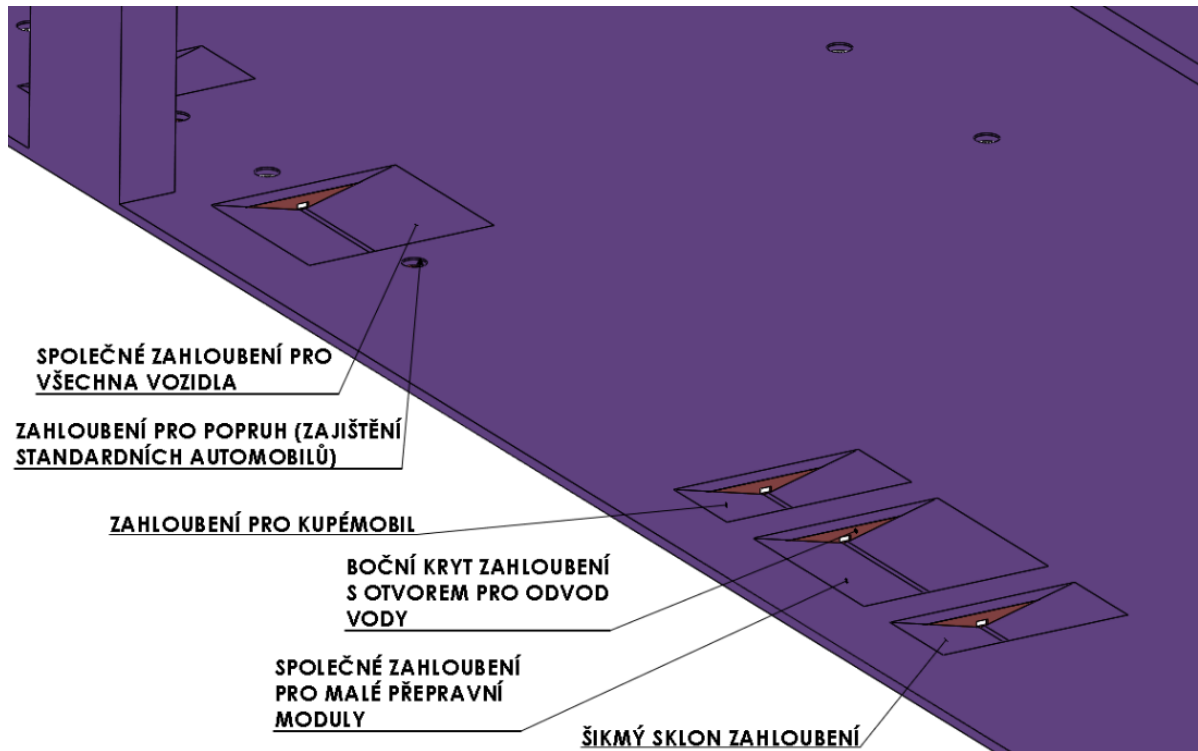
Obr. 48: Hrubá stavební struktura - spodní patro s vozidly - bez stropu



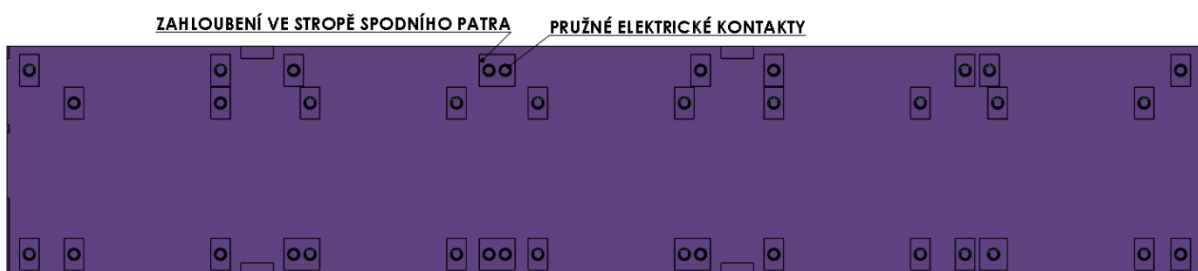
Obr. 49: Hrubá stavební struktura - spodní patro bez vozidel



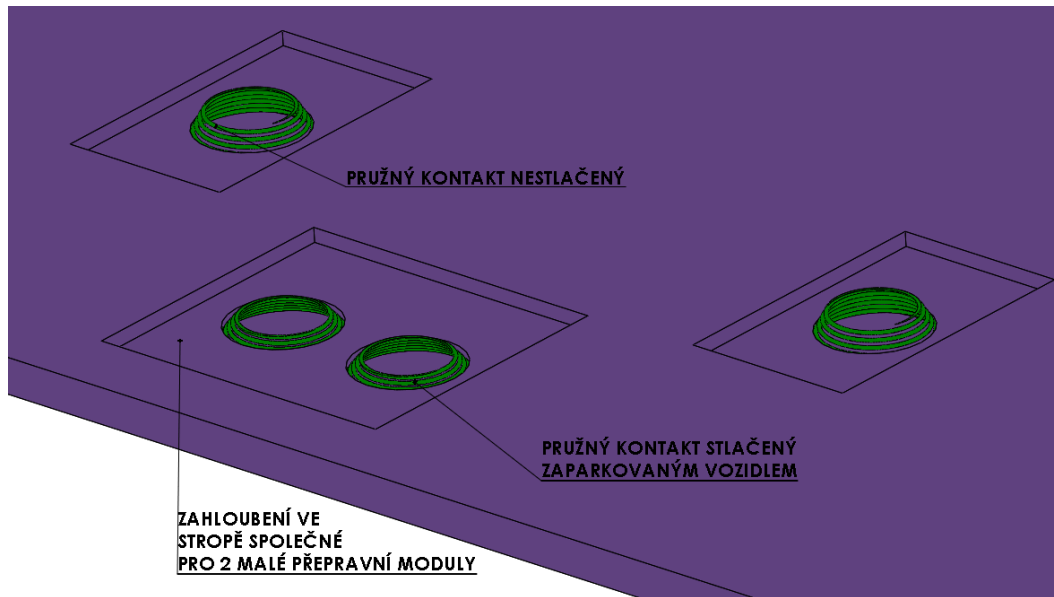
Obr. 50: Hrubá stavební struktura - rozložení zahloubení pro kola



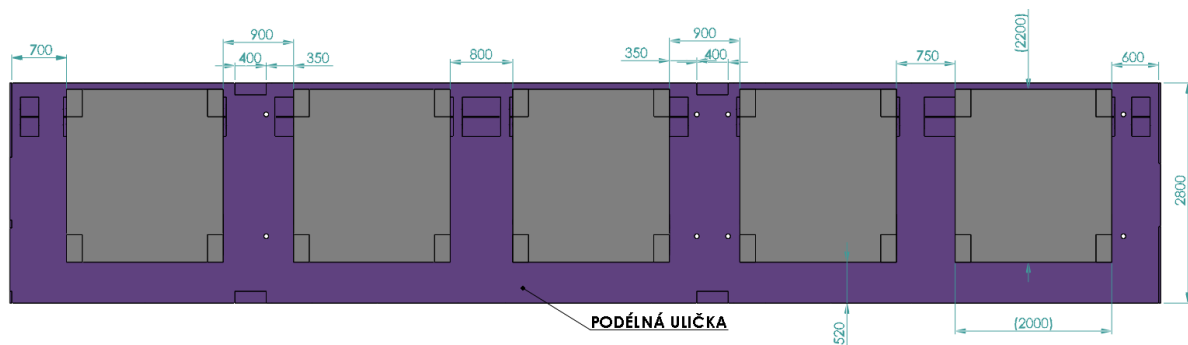
Obr. 51: Hrubá stavební struktura - detail zahloubení pro kola



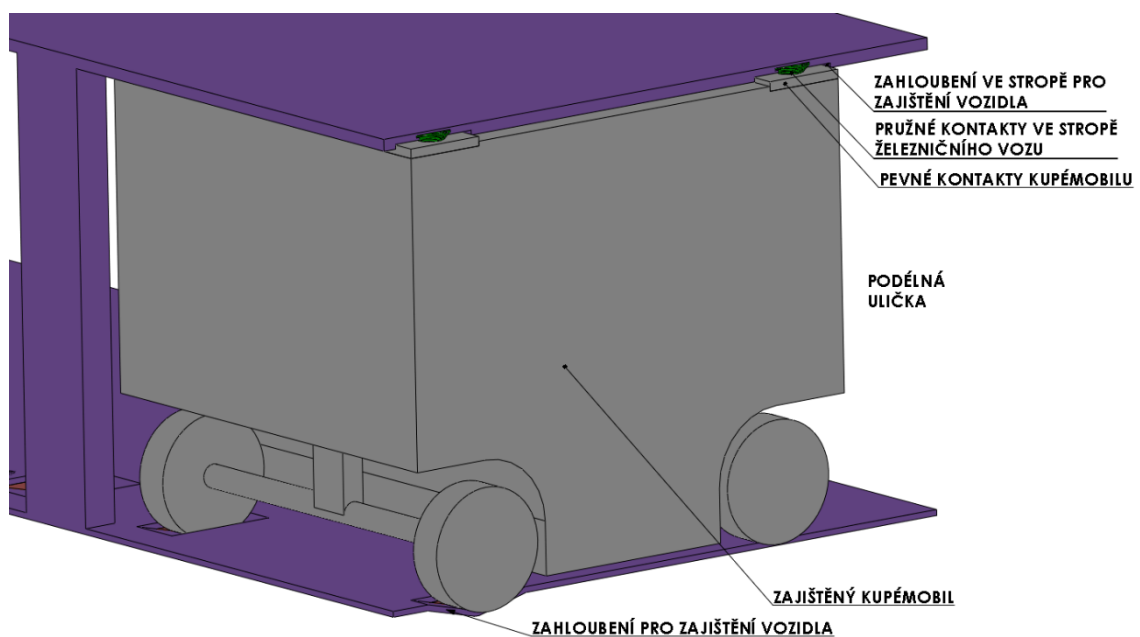
Obr. 52: Hrubá stavební struktura - rozložení elektrických kontaktů ve stropě



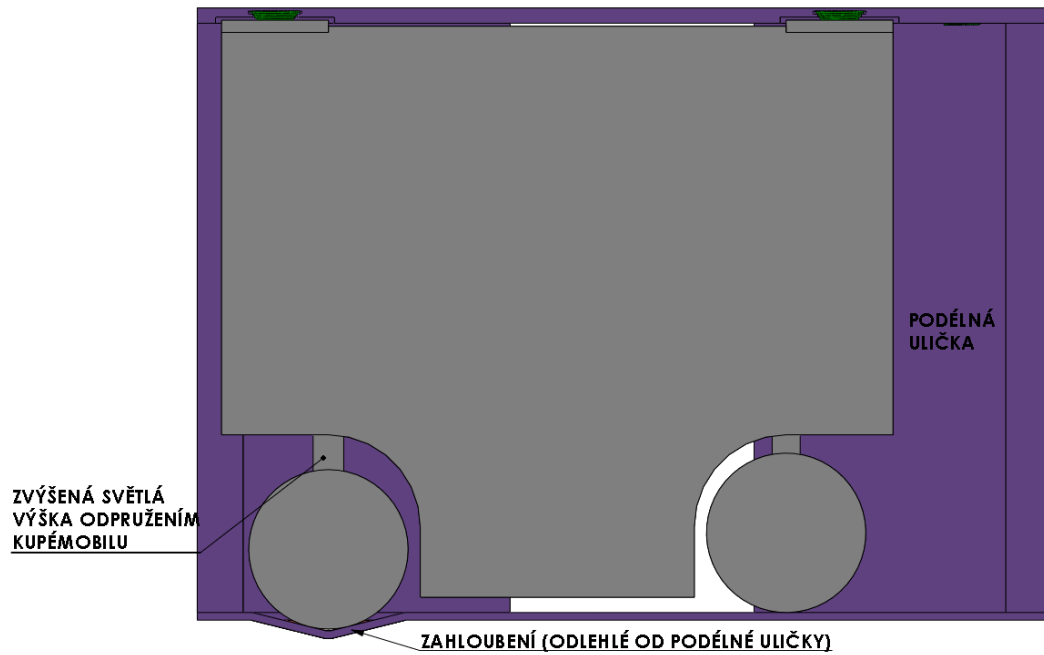
Obr. 53: Hrubá stavební struktura - detail kontaktů ve stropě



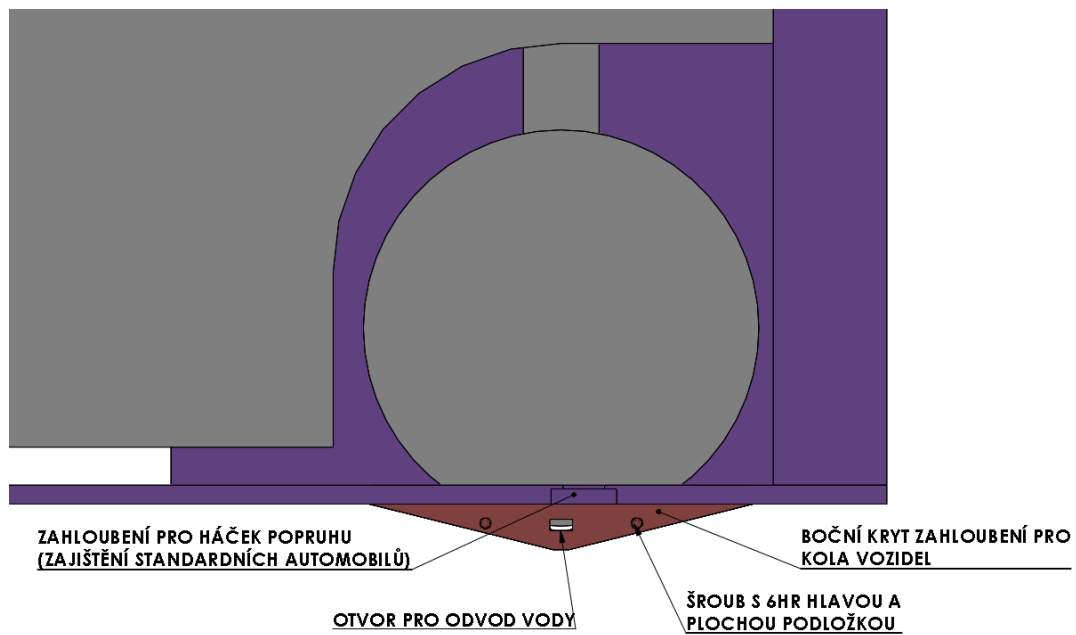
Obr. 54: Hrubá stavební struktura – kupémobily - základní rozměry, podélná ulička



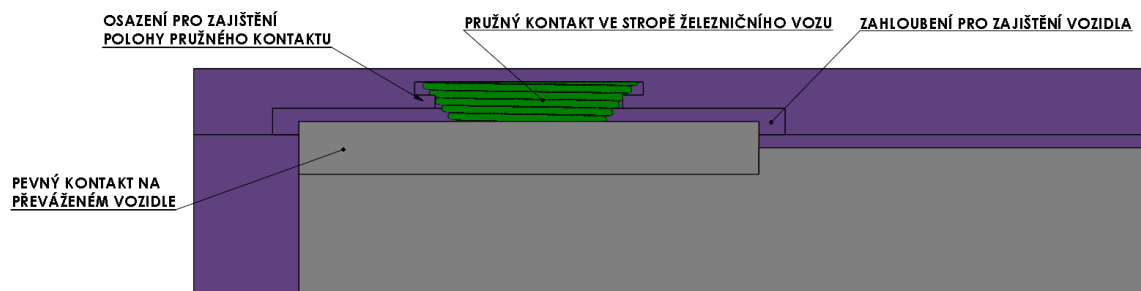
Obr. 55: Hrubá stavební struktura - zajištěný kupémobil



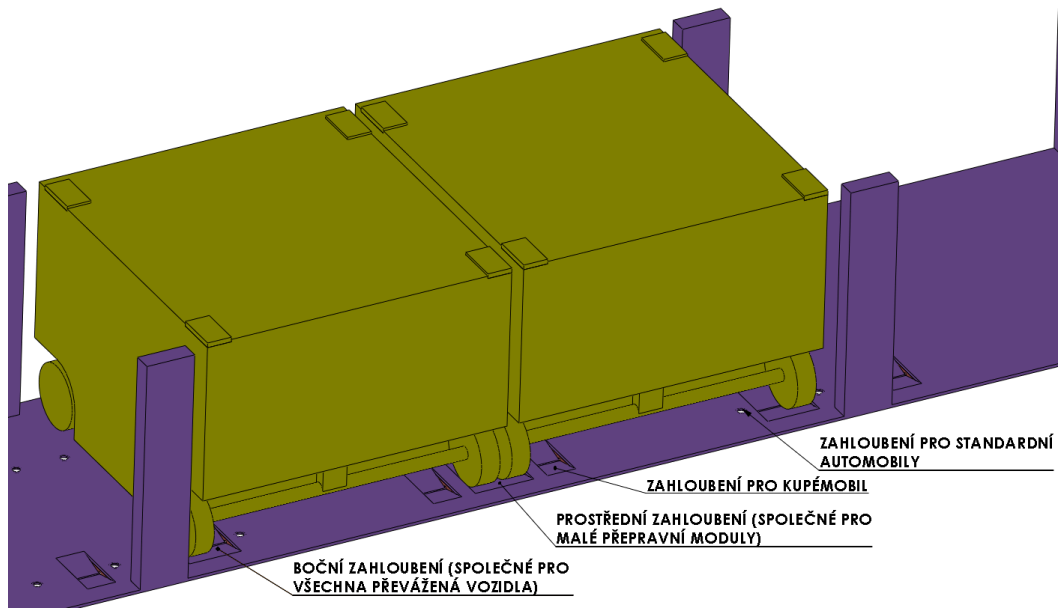
Obr. 56: Hrubá stavební struktura – zajištěný kupémobil bokorys



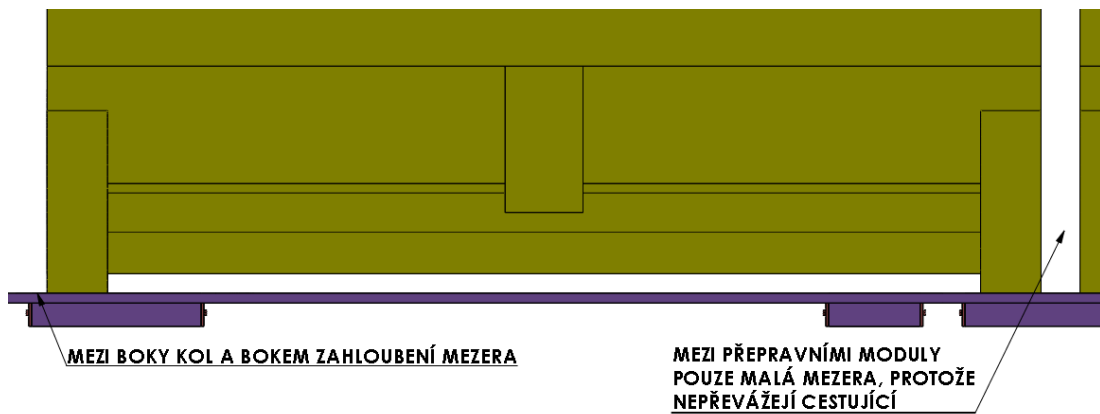
Obr. 57: Hrubá stavební struktura - detail boku zabloubení



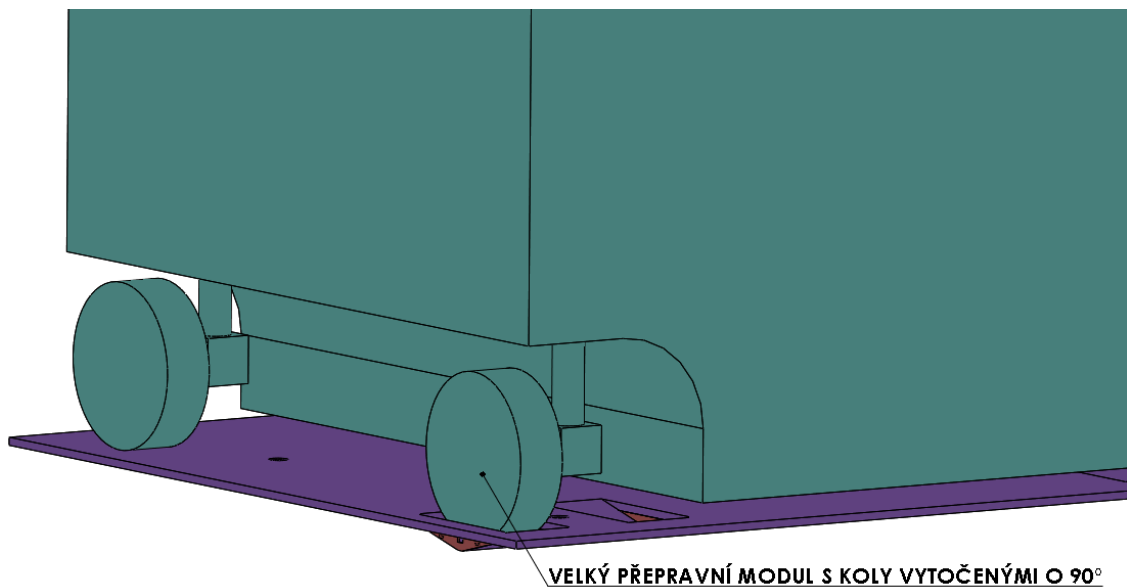
Obr. 58: Hrubá stavební struktura - detail energetického propojení



Obr. 59: Hrubá stavební struktura - malé přepravní moduly



Obr. 60: Hrubá stavební struktura - malé přepravní moduly nárys



Obr. 61: Hrubá stavební struktura - velký přepravní modul



## 7.1.2 Hodnocení navržené hrubé stavební struktury technického systému

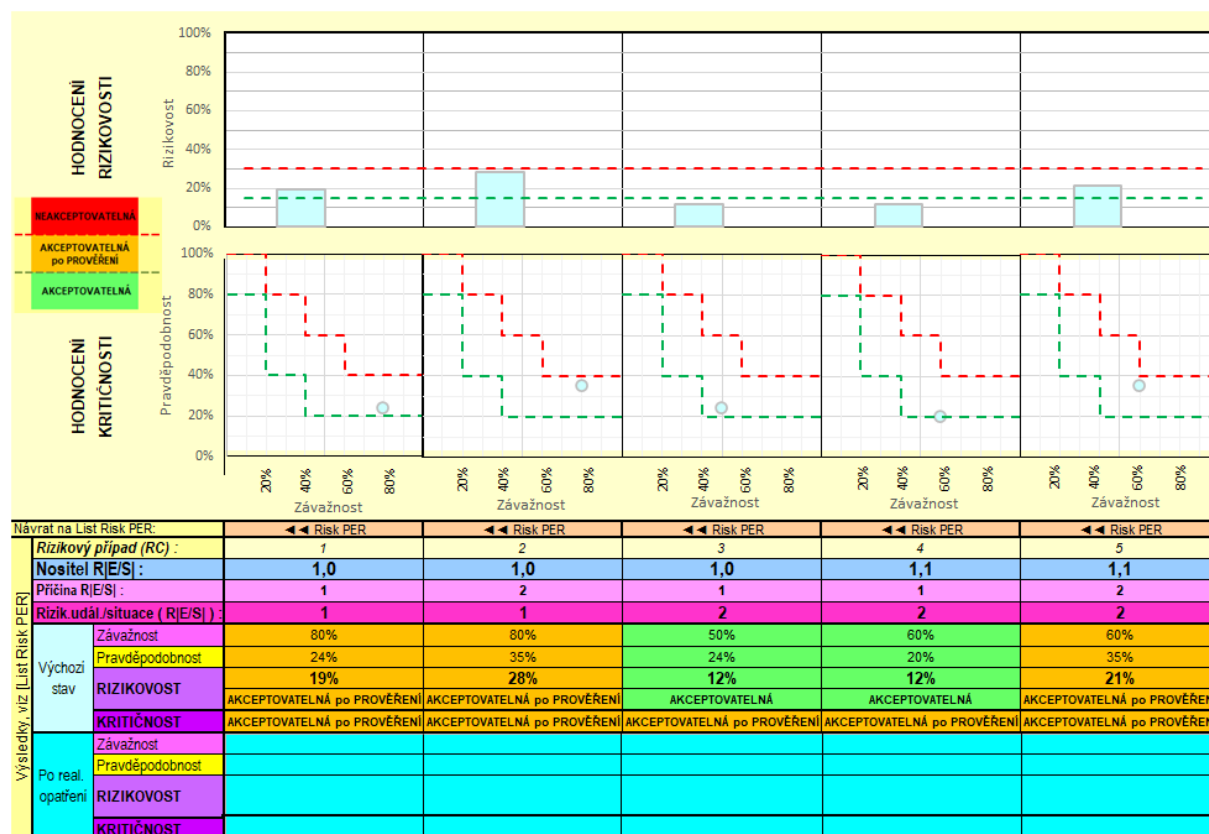
### 7.1.2.1 Predikce a hodnocení rizik hrubé stavební struktury technického systému

Cílem této kapitoly je predikce a hodnocení rizik navržené hrubé stavební struktury se zaměřením na bezporuchovost v celém životním cyklu. Predikce a hodnocení rizik bylo zpracováno pomocí software RiskPER-TS(s) [44], výsledek je uveden na obrázku (Obr. 62). Kompletní zpracování je součástí PŘÍLOHA 3.

Při identifikaci rizik byla primárně zjišťována rizika týkající se zařízení pro zajištění nákladu jako celku, následně se analýza blíže zaměřuje na zařízení pro energetické propojení připravovaného vozidla s železničním vozem.

Hlavním rizikem navrženého systému je upevnění dna zahloubení v podlaze pomocí svarů. U prvků k propojení s energetickým systémem byla identifikována rizika spojená s cyklickým namáháním pružného kontaktu a osazení pro upevnění kontaktu ve stropě vozu.

Žádný ze specifikovaných rizikových případů není shledán za neakceptovatelný, lze tedy přistoupit pouze k malým úpravám stávajícího provedení.

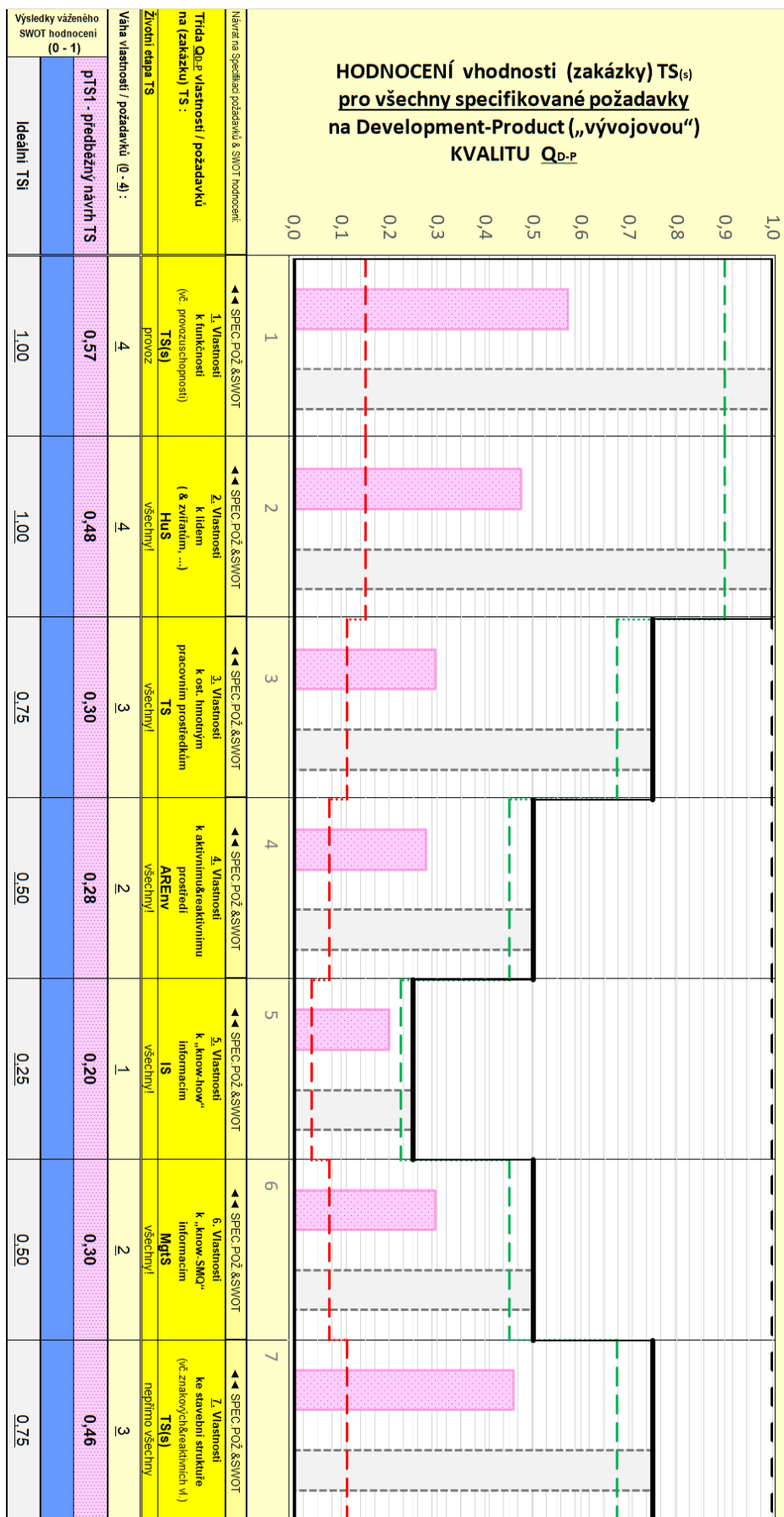


Obr. 62: Výsledky predikce, hodnocení a snížení rizikivosti hrubé stavební struktury se zaměřením na bezporuchovost v celém životním cyklu navrhovaného technického systému

### 7.1.2.2 Predikce vlastností a SWOT hodnocení hrubé stavební struktury technického systému

Pro predikci hodnot vlastností byl použit pouze kvalifikovaný odhad bez odůvodňování a dokumentování. [29]

SWOT hodnocení hrubé stavební struktury pro všechny specifikované požadavky bylo vypracováno pomocí software RS&Ev [37]. Výsledky jsou znázorněny na obrázku (Obr. 63), podrobné zpracování lze nalézt v PŘÍLOHA 1 (obrázek horizontálně orientovaný).



Obr. 63: Výsledky SWOT hodnocení vhodnosti hrubé stavební struktury technického systému pro všechny specifikované požadavky

## 7.2 Návrh definitivní stavební struktury technického systému

Cílem této kapitoly je navržení definitivní stavební struktury zařízení pro zajištění nákladu. Jedná se tedy o zdokonalený návrh s ohledem na výsledky rizikové analýzy (kapitola 7.1.2.1) a SWOT hodnocení (kapitola 7.1.2.2).

### 7.2.1 Navržení definitivní stavební struktury technického systému

Definitivní stavební struktura se oproti hrubé liší v několika ohledech:

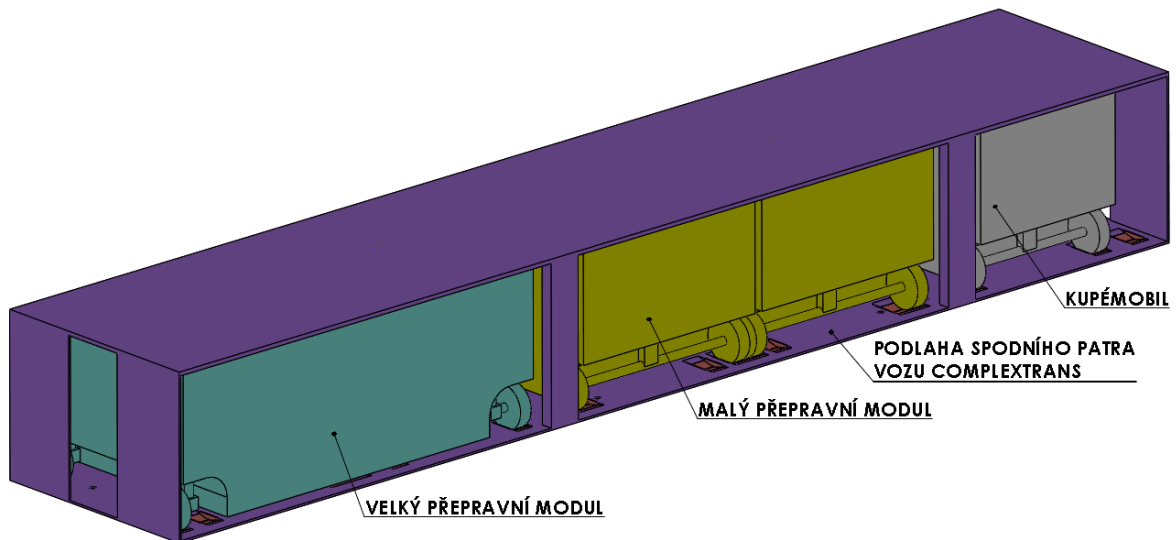
- 1) Zahloubení v podlaze jsou přivařena k podlaze zesponu, tím se zvětší průřez svaru a zmenší se riziko utržení dna (Obr. 75).
- 2) Boční plechy zahloubení nejsou šroubovány, ale jsou zásuvné (Obr. 68 a Obr. 75).
- 3) Kupémobil má kontakty ve své podélné ose místo na okrajích (Obr. 65, Obr. 71 a Obr. 73), tím je umožněno větší naklápění vozidla. U nákladních modulů zůstaly kontakty na okrajích (Obr. 65), protože se předpokládá, že budou primárně převážet náklad a ne cestující. Tudiž není jejich naklápění vyžadováno. Přesunutím kontaktů do středu kupémobilu se redukoval celkový počet pružných kontaktů ve stropě spodního patra železničního vozu.
- 4) Pružné kontakty jsou podepírány pomocí desky zajištěné šrouby (Obr. 70 a Obr. 76), to umožňuje snadnou výměnu jak desky při opotřebením, tak kontaktů.

Na následujících stránkách jsou uvedeny obrázky definitivní stavební struktury. Pořadí obrázků je totožné jako u hrubé stavební struktury pro snadné porovnání.

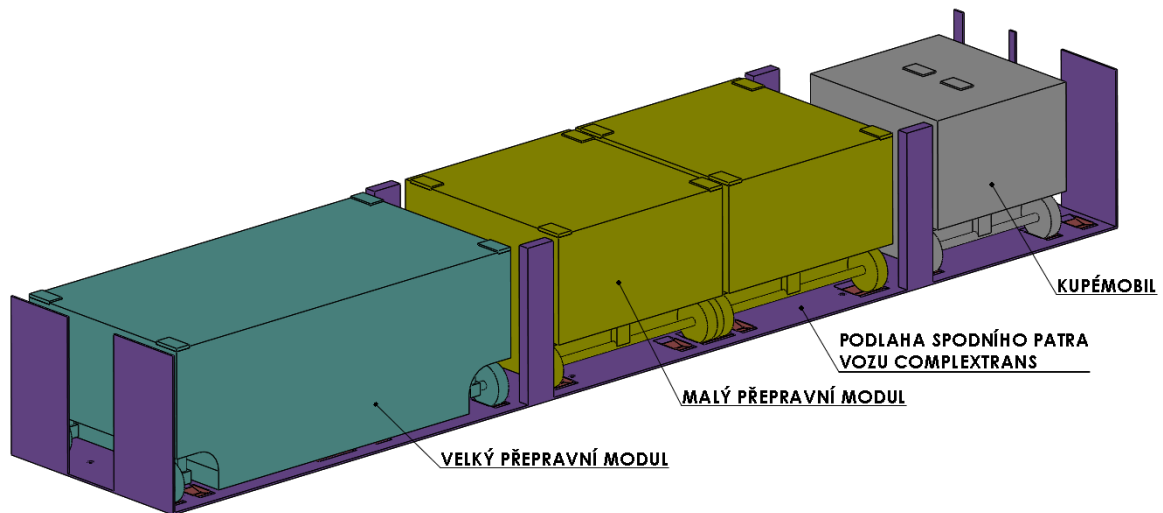
Tab. 16: Hrubá stavební struktura - výčet barev

	Skříň železničního vozu
	Kupémobil
	Malý přepravní modul
	Velký přepravní modul
	Zahloubení v podlaze + boční plechy
	Zajištění pružných kontaktů
	Pružné kontakty

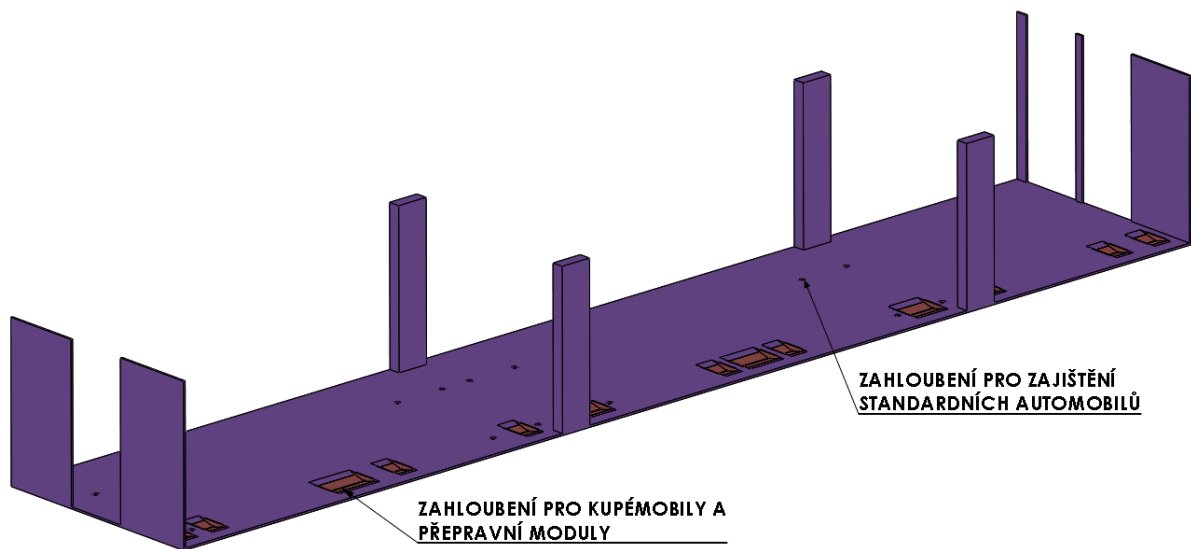
Na obrázcích (Obr. 64 až Obr. 71) je naznačena celková dispozice spodního patra vloženého vozu ComplexTrans se zařízením pro zajištění nákladu a převáženými vozidly. Na obrázku (Obr. 70) jsou patrné podložné desky sloužící k zajištění pružných kontaktů na stropě železničního vozu. Obrázek (Obr. 76) ukazuje toto řešení detailněji. Je zde patrné, že deska je ke stropu spodního patra připevněna šrouby se šestihrannou hlavou. Na obrázku (Obr. 75) jsou viditelné změny zahloubení pro kola oproti hrubé stavební struktuře. Celé zahloubení je tvořeno plechem ohýbaným do tvaru „V“, který je následně přivařen ke spodní straně podlahy spodního patra vozu. Dále jsou vidět upravené boční plechy, které nejsou připevněny pomocí šroubů, ale pouze tvarově.



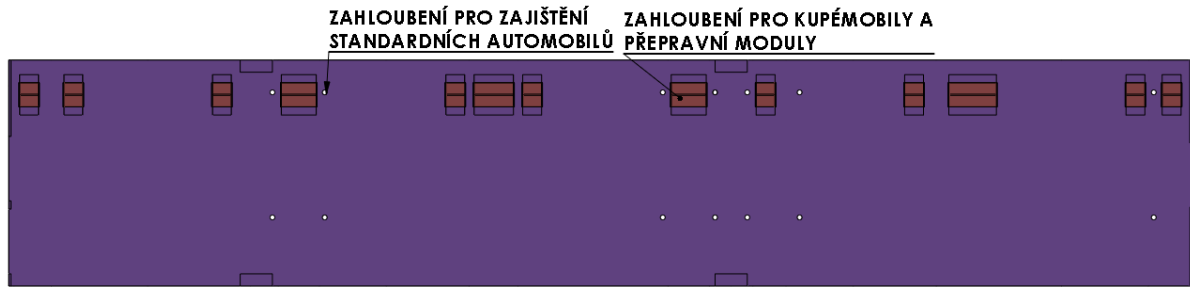
Obr. 64: Definitivní stavební struktura - spodní patro s vozidly



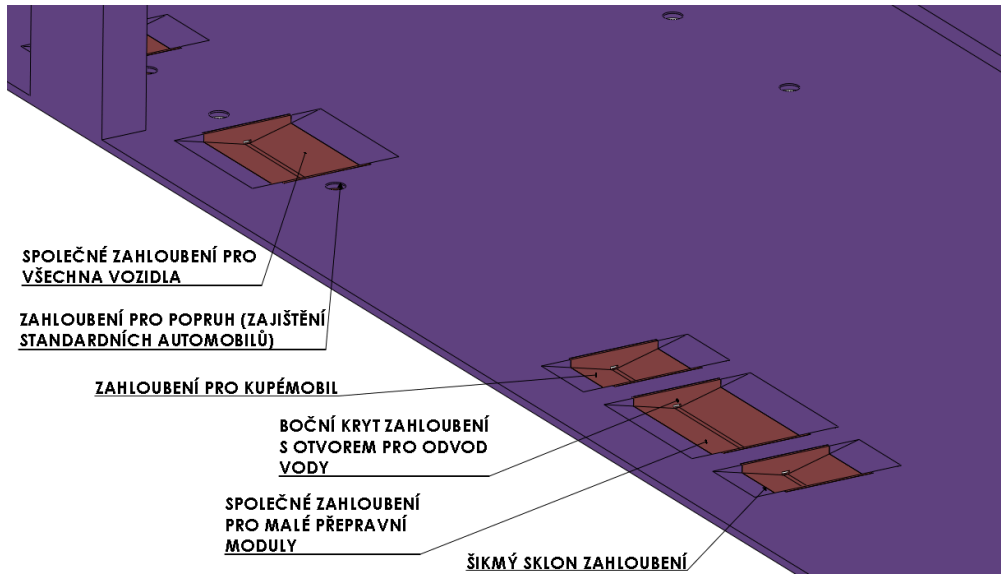
Obr. 65: Definitivní stavební struktura - spodní patro s vozidly - bez stropu



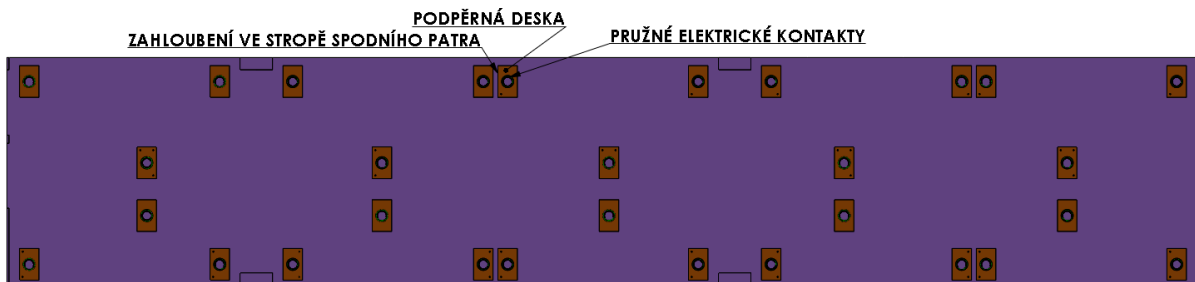
Obr. 66: Definitivní stavební struktura - spodní patro bez vozidel



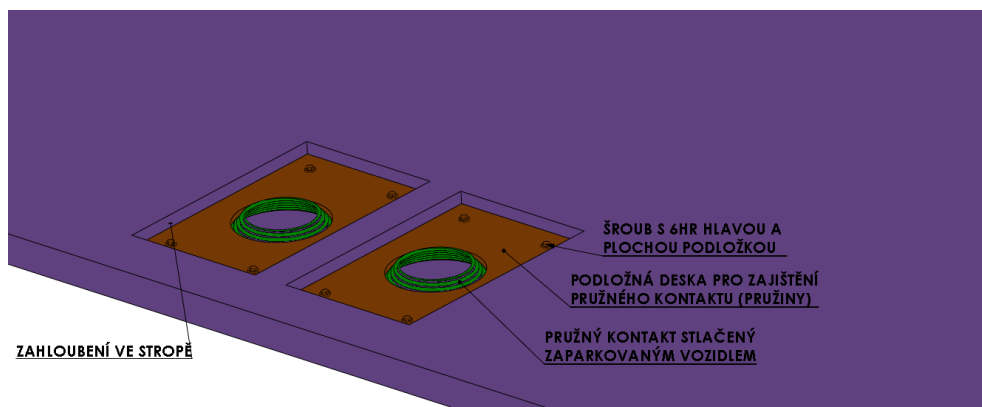
Obr. 67: Definitivní stavební struktura - rozložení zahloubení pro kola



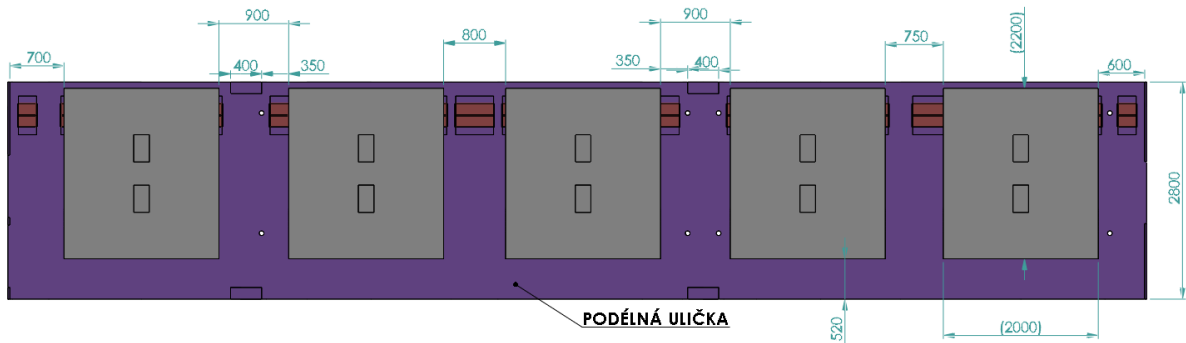
Obr. 68: Definitivní stavební struktura - detail zahloubení pro kola



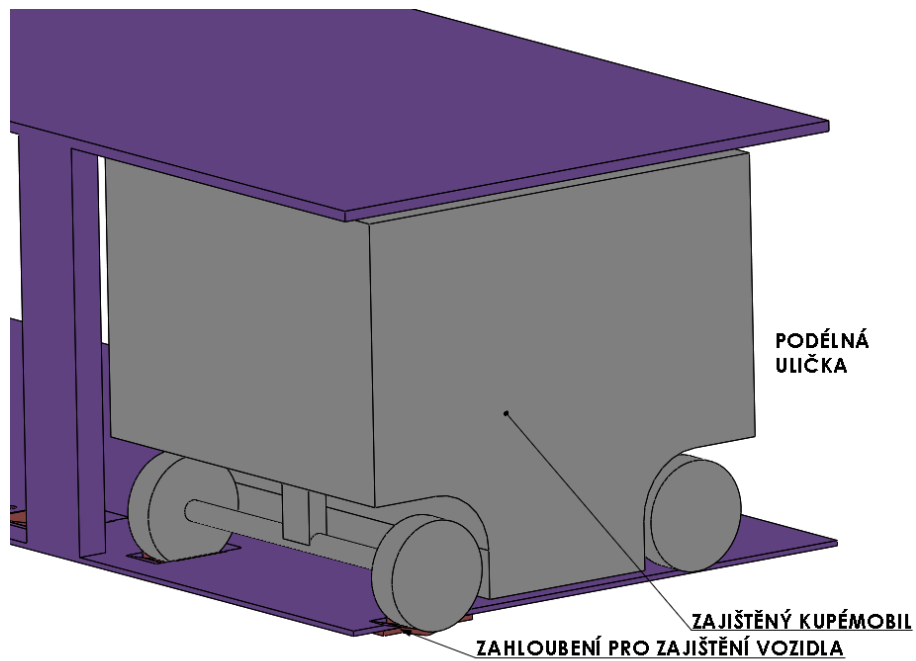
Obr. 69: Definitivní stavební struktura - rozložení elektrických kontaktů ve stropě



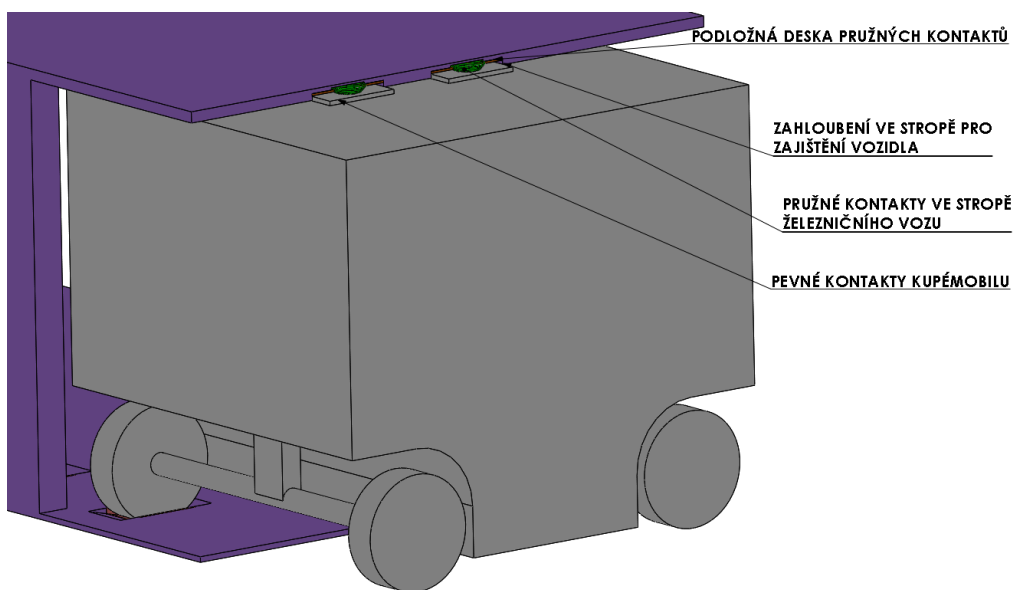
Obr. 70: Definitivní stavební struktura - detail kontaktů ve stropě



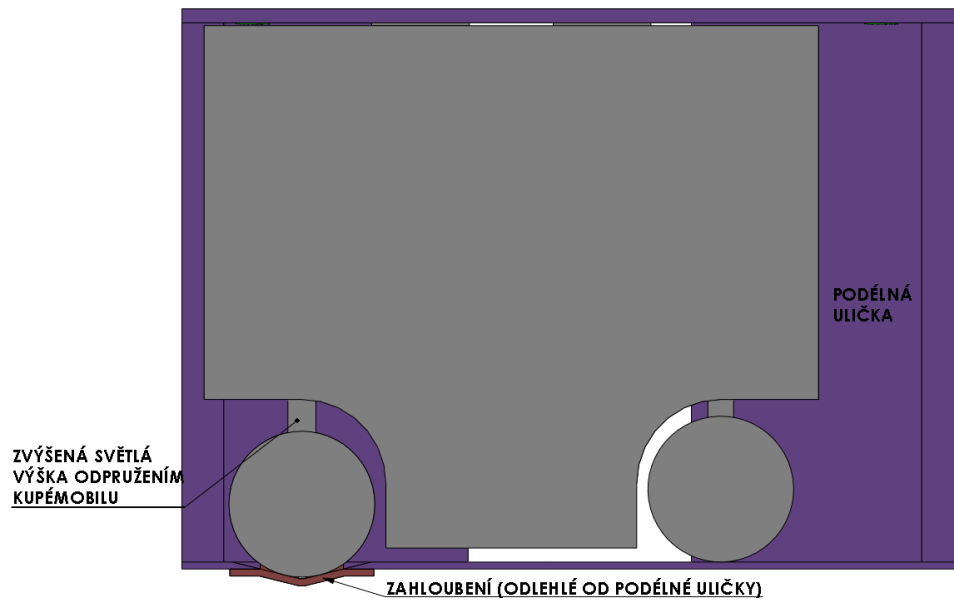
Obr. 71: Definitivní stavební struktura - kupémobily - základní rozměry, podélná ulička



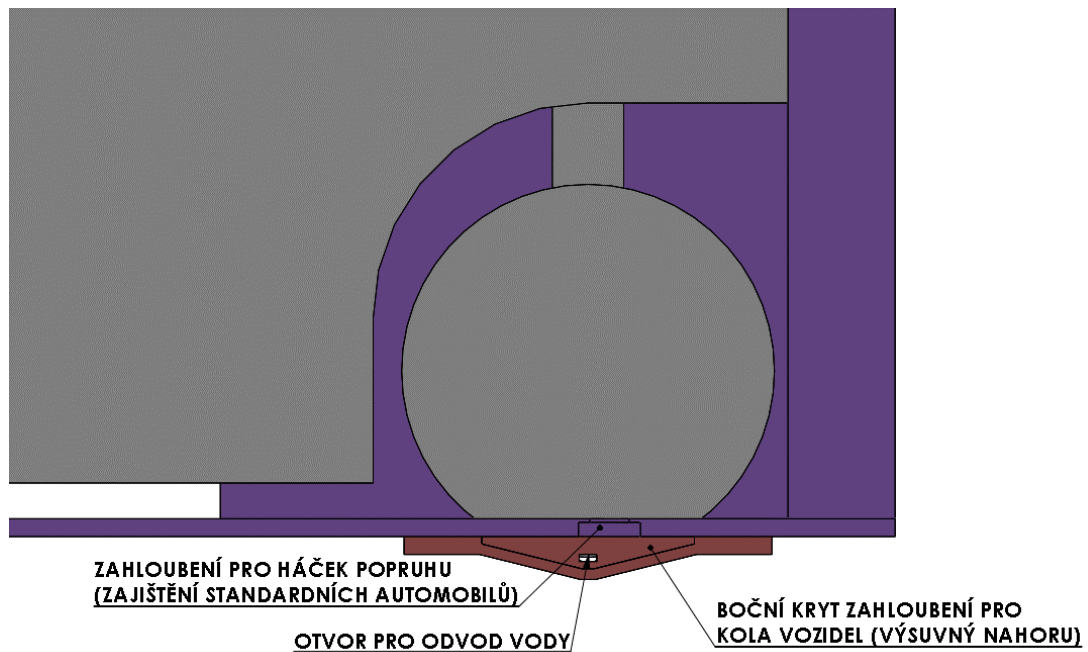
Obr. 72: Definitivní stavební struktura - zajištěný kupémobil



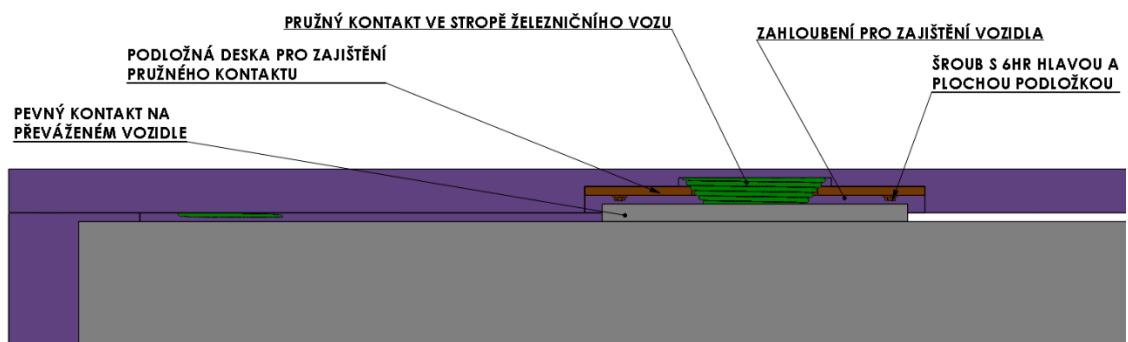
Obr. 73: Definitivní stavební struktura - zajištěný kupémobil - energetické propojení



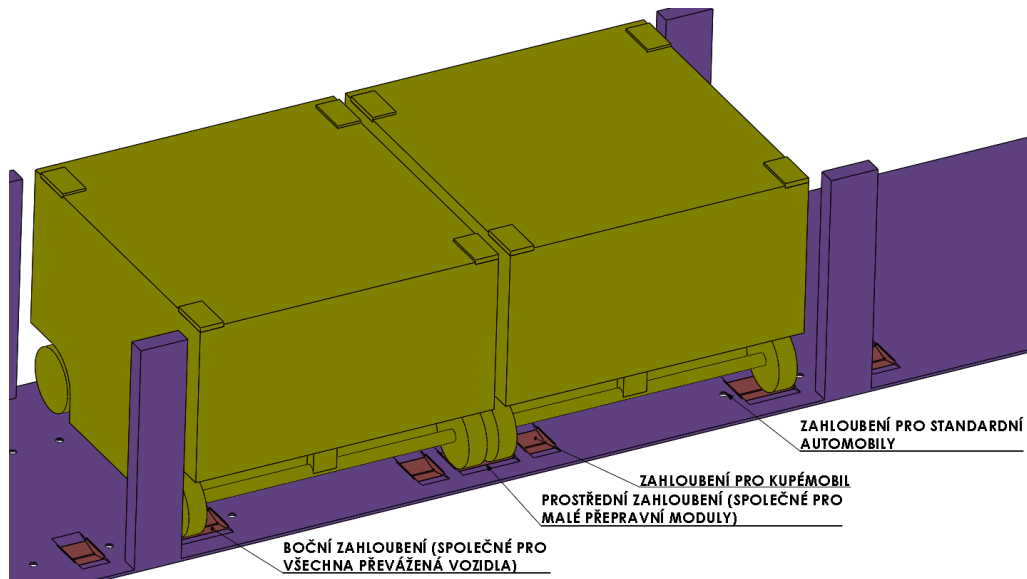
Obr. 74: Definitivní stavební struktura - zajištěný kupémobil bokorys



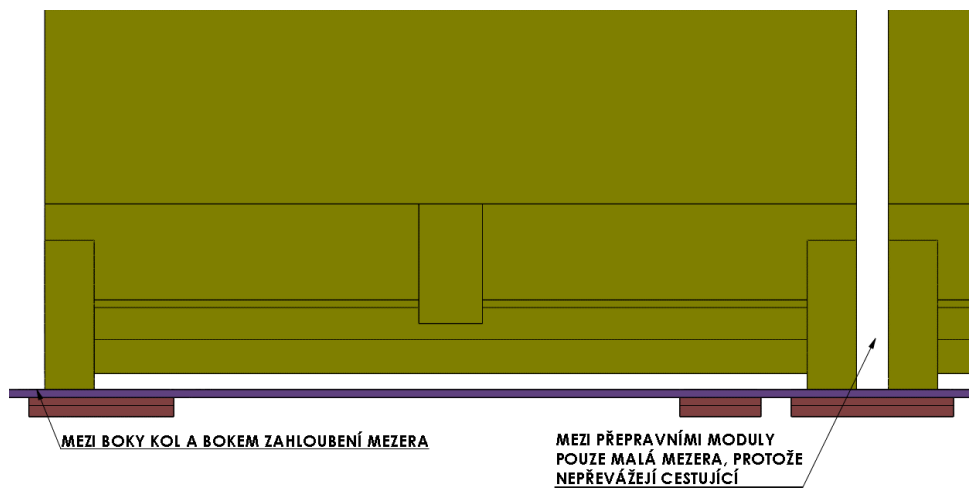
Obr. 75: Definitivní stavební struktura - detail boku zhloubení



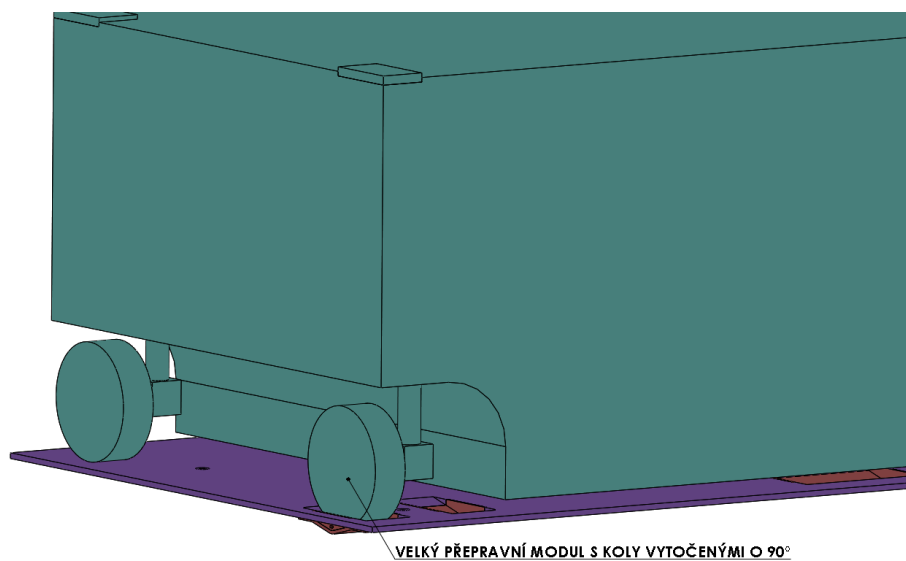
Obr. 76: Definitivní stavební struktura - detail energetického propojení



Obr. 77: Definitivní stavební struktura - malé přepravní moduly



Obr. 78: Definitivní stavební struktura - malé přepravní moduly nárys



Obr. 79: Definitivní stavební struktura - velký přepravní modul

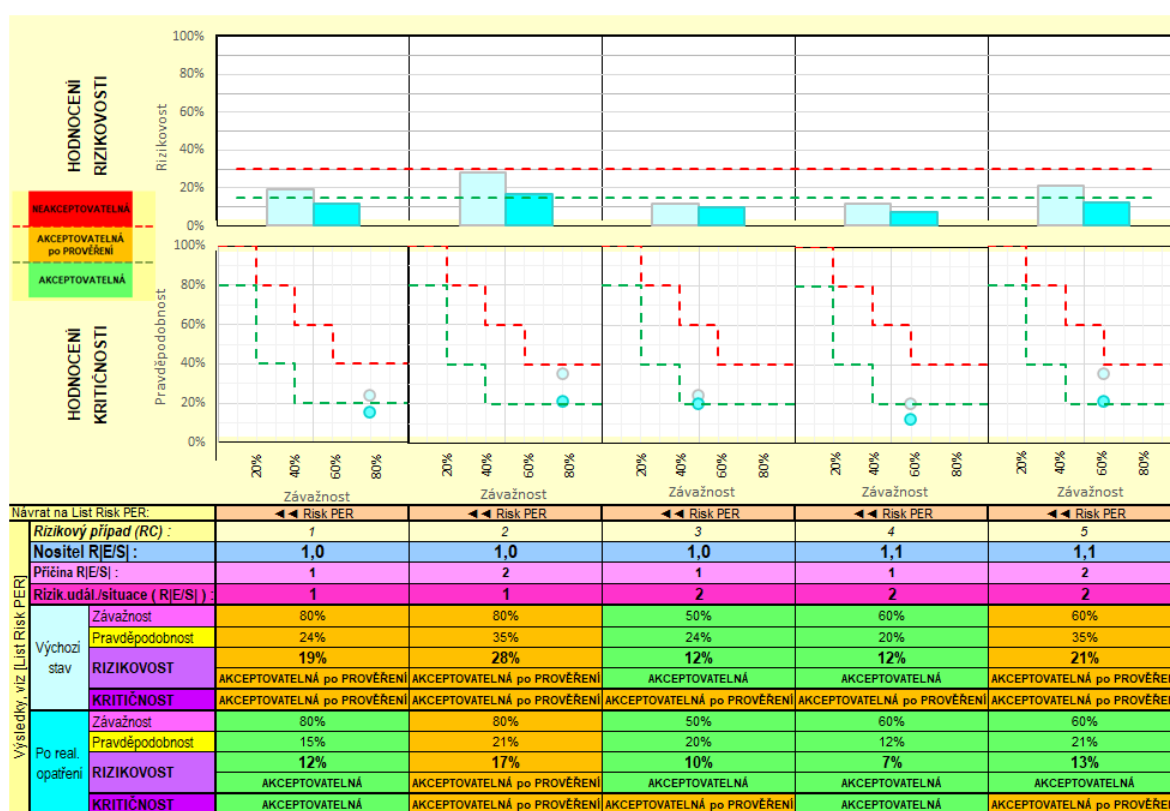


## 7.2.2 Hodnocení navržené definitivní stavební struktury technického systému a souhrnné hodnocení předběžného a finálního návrhu technického systému

### 7.2.2.1 Predikce a hodnocení rizik definitivní stavební struktury technického systému

Cílem této kapitoly je predikce, hodnocení a zhodnocení snížení rizikivosti definitivní stavební struktury navrhovaného zařízení pro zajištění nákladu se zaměřením na bezporuchovost v celém životním cyklu. Predikce a hodnocení rizik bylo zpracováno pomocí software RiskPER-TS(s) [44] a výsledek je na obrázku (Obr. 80). Kompletní zpracování je součástí PŘÍLOHA 3.

Oproti hrubé stavební struktuře byla snížena rizikovitost rizikových událostí plynoucích z prasknutí svarů a to tím způsobem, že byl upraven tvar zahloubení pro kola, což umožňuje vytvoření svaru o větším průřezu. Tím byla snížena rizikovitost u případů RC1 a RC2. Žádné z identifikovaných rizik není považováno za neakceptovatelné, není tedy nutné podnikat další kroky ke snížení rizikovitosti.

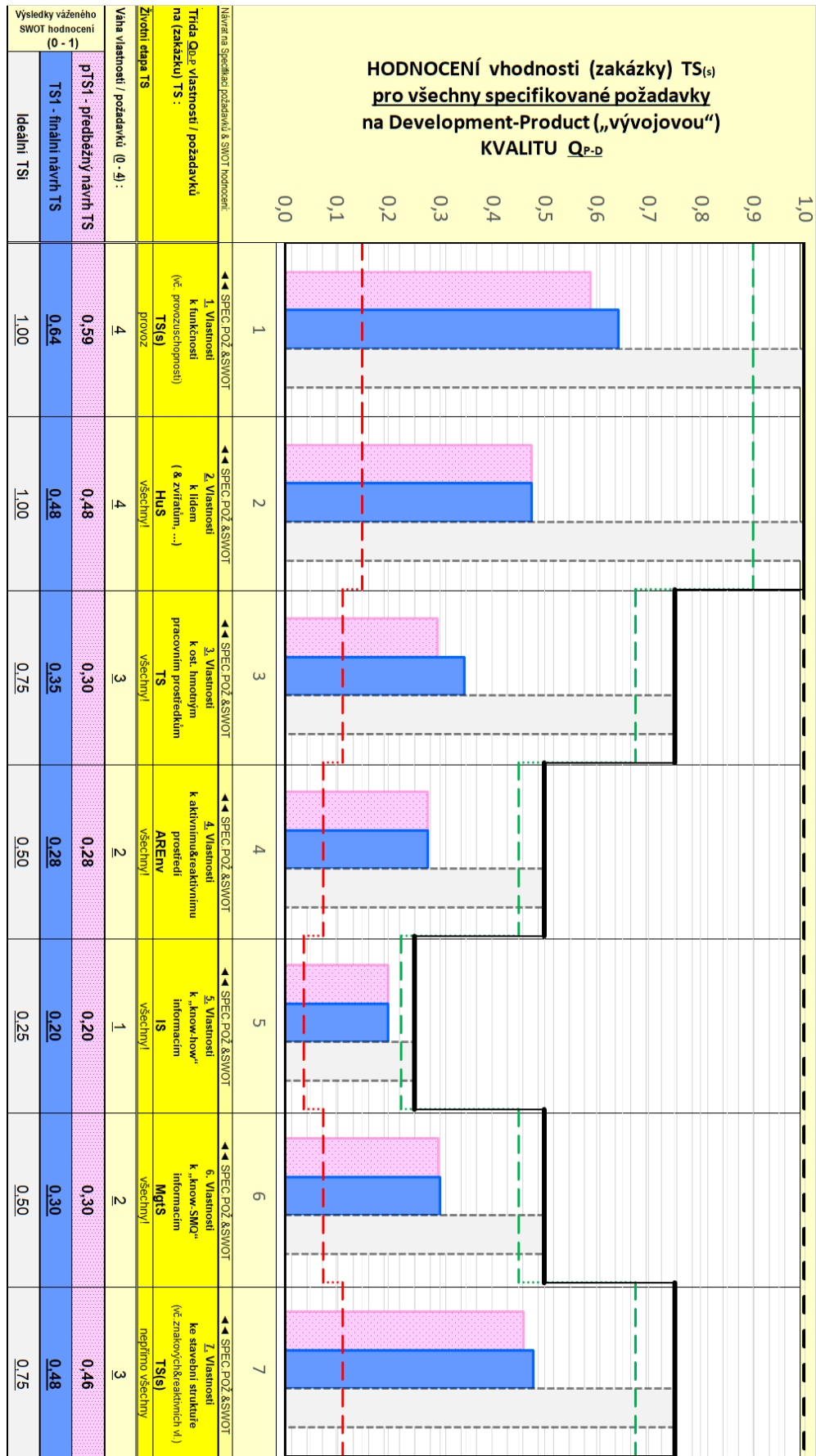


Obr. 80: Výsledky predikce, hodnocení a snížení rizikovitosti definitivní stavební struktury se zaměřením na bezporuchovost v celém životním cyklu navrhovaného technického systému

### 7.2.2.2 Predikce vlastností definitivní stavební struktury technického systému a souhrnné SWOT hodnocení předběžného a finálního návrhu technického systému

Pro predikci hodnot vlastností byl použit pouze kvalifikovaný odhad bez odůvodňování a dokumentování. [29]

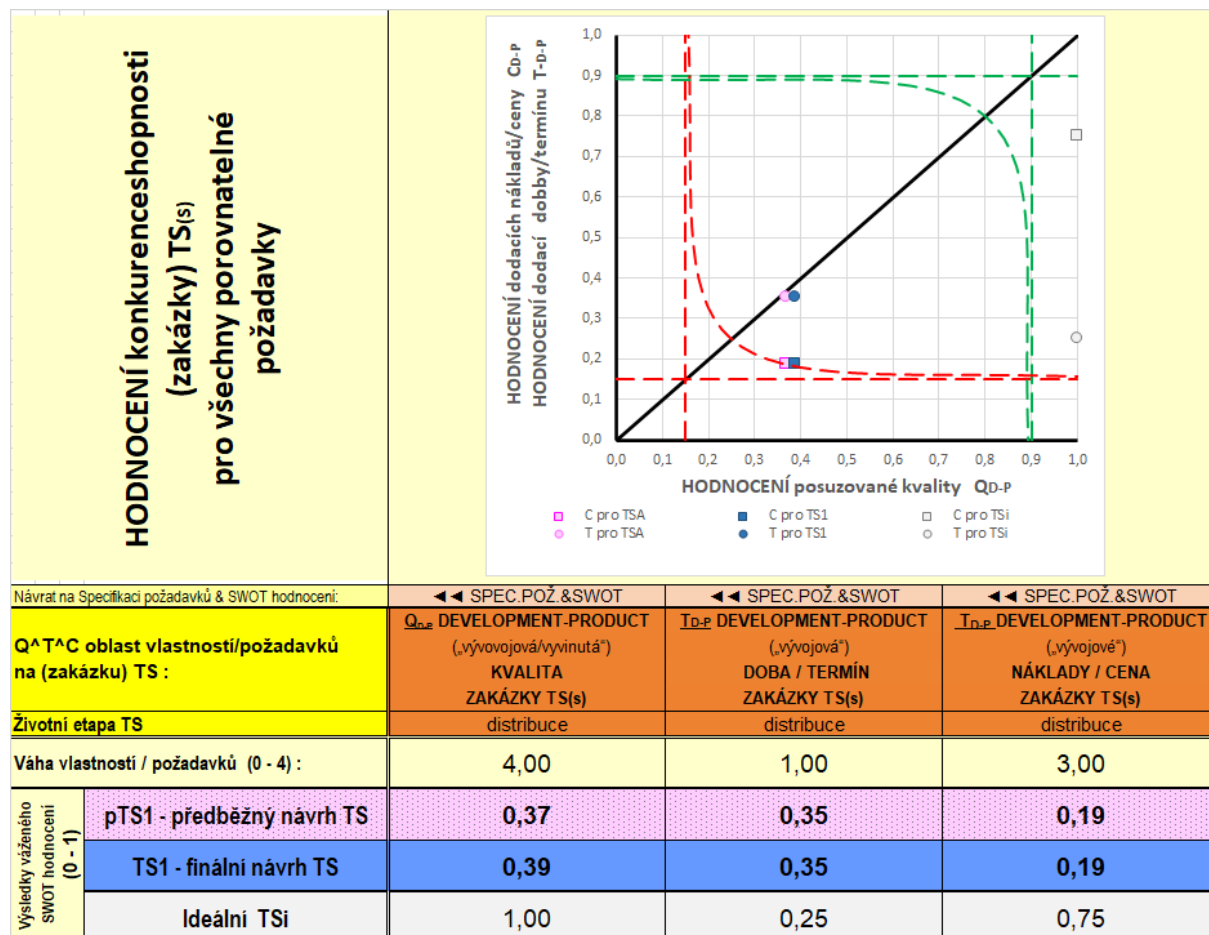
Souhrnné SWOT hodnocení hrubé (=předběžný návrh) a definitivní (=finální návrh) stavební struktury pro všechny specifikované požadavky bylo vypracováno pomocí software RS&Ev [37]. Výsledky jsou znázorněny na obrázku (Obr. 81), podrobné zpracování je umístěno v PŘÍLOHA 1 (horizontálně otočený obrázek).



Obr. 81: Výsledky SWOT hodnocení vhodnosti uvedených stavebních struktur pro všechny specifikované požadavky

SWOT hodnocení vzájemné konkurenceschopnosti hrubé a definitivní stavební struktury bylo vypracováno pomocí software RS&Ev [37]. Výsledky jsou znázorněny na obrázku (Obr. 82), podrobné zpracování lze nalézt v PŘÍLOHA 1.

Z grafu je patrné, že finálním návrhem došlo ke zlepšení některých hodnot uvedených ve specifikaci požadavků. Nejedná se však o velké zlepšení. Bylo by proto vhodné se dále zamyslet nad možnými cestami ke zlepšení definitivní stavební struktury.



Obr. 82: Výsledky SWOT hodnocení konkurenceschopnosti uvedených stavebních struktur (návrhů) pro všechny porovnatelné specifikované požadavky na zařízení pro zajištění nákladu

## 8 Shrnutí a další výhled

Mezi cíle bakalářské práce patřila rešerše a stanovení maximálního nápravového zatížení železničního vozu ComplexTrans, stanovení pevnostních požadavků a požadavků na kolizní odolnost a zpracování hmotnostního rozboru. Posledním cílem byl konstrukční návrh zařízení pro zajištění nákladu při přepravě železničními vozy ComplexTrans.

Maximální nápravové zatížení bylo stanoveno na základě rešerše soudobých železničních vozů a to jak vozů využívajících naklápení skříně při průjezdu obloukem či nikoliv, využity byly také poznatky získané průzkumem aktuálně provozovaných podvozků a rešerší aktuálně platných nařízení a norem.

Hmotnostní rozbor byl založen na rešerši aktuálně či dříve provozovaných dvoupatrových železničních vozů. Dále bylo postupováno v souladu s normou ČSN EN 15663+A1:2019 [17]. Byla stanovena konstrukční hmotnost jednoho podvozku, normální konstrukční užitečné zatížení a v neposlední řadě maximální možná hmotnost skříně vozu ComplexTrans v provozním stavu.

Při stanovení pevnostních parametrů a požadavků na kolizní odolnost bylo postupováno podle relevantních norem, které byly uvedeny v příslušných kapitolách.

Před vlastním konstrukčním návrhem zařízení pro zajištění nákladu byla popsána vozidla určená k převážení systémem ComplexTrans.

Návrh zařízení pro zajištění nákladu byl proveden s využitím instruktivní metodiky Engineering Design Thinking. V první řadě byla provedena rešerše soudobé techniky a následovala specifikace požadavků na navrhované zařízení. V rámci koncepčního návrhu byly uvedeny 4 možné alternativy orgánové struktury konstruovaného zařízení, které byly vyhodnoceny podle jejich vhodnosti z hlediska požadavků na zařízení a výstupem tohoto vyhodnocení byla volba jediné alternativy, která byla dále rozpracována.

V rámci konstrukčního návrhu byla nejdříve na základě vybrané alternativy orgánové struktury navržena hrubá stavební struktura (předběžný návrh), u které byla predikována rizika a provedeno jejich hodnocení se zaměřením na bezporuchovost v celém životním cyklu. Na základně vyhodnocení byla vypracována definitivní stavební struktura zařízení pro zajištění nákladu (finální návrh), u kterého byla opět provedena predikce, hodnocení a vyhodnocení snížení rizikovosti se zaměřením na bezporuchovost. Oba návrhy byly poté vzájemně porovnány.

Mezi kroky, které by měly navázat na zde provedenou práci patří zejména zpracování pevnostní analýzy navrženého zařízení v případech mezních zatížení pomocí metody konečných prvků. Dále je třeba provést návrh energetického propojení mezi vlakem a převáženy vozidly po stránce elektrotechnické. Lze také uvést potřebu návrhu systému odpružení převážených vozidel, který umožní plynulou změnu světlé výšky podle aktuální potřeby. V rámci této práce nebylo řešeno ani zajištění malých vozidel typu motocykl a jízdní kolo.

Co se týče parametrů železničního vozu ComplexTrans, je třeba provést návrh třínápravového Jakobsova podvozku. V této práci nebyl proveden hmotnostní rozbor pro hlavové vozy ComplexTrans ani servisní vozy.

## Seznam bibliografických citací informačních zdrojů

- [1] HOFMAN, Jiří a Roman ČERMÁK. ComplexTrans: spolupráce železnice a silnice je prospěšnější než jejich konkurence. In: *45. mezinárodní vědecká konference kateder dopravních, manipulačních, stavebních a zemědělských strojů* [online]. Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni, 2019, s. 41–59 [vid. 2021-04-28]. ISBN 978-80-261-0884-9. Dostupné z: <https://dspace5.zcu.cz/handle/11025/34959>
- [2] HOFMAN, Jiří. *ComplexTrans – globální pozemní dopravní systém* [online]. [vid. 2020-09-14]. Dostupné z: [http://www.complextrans.eu/pics/ComplexTrans\\_popis.pdf](http://www.complextrans.eu/pics/ComplexTrans_popis.pdf)
- [3] HOFMAN, Jiří. *ComplexTrans Global Land Transport System - presentation* [online]. [vid. 2020-09-14]. Dostupné z: [http://www.complextrans.eu/pics/ComplexTrans\\_fig.pdf](http://www.complextrans.eu/pics/ComplexTrans_fig.pdf)
- [4] HOFMAN, Jiří. *Jedou evropské železnice po správné koleji?* [Nepublikovaný dokument], 2021.
- [5] HOFMAN, Jiří. *ComplexTrans – globální pozemní dopravní systém - prezentace*. [Nepublikovaný dokument], 2020.
- [6] *Nařízení komise (EU) č. 1299/2014 ze dne 18. listopadu 2014 o technických specifikacích pro interoperabilitu subsystému infrastruktura železničního systému v Evropské unii*. OJ L 356/1. 2014.
- [7] SIEMENS MOBILITY. High-speed and intercity trains. *Siemens Mobility Global Website* [online]. [vid. 2021-05-16]. Dostupné z: <https://www.mobility.siemens.com/global/en/portfolio/rail/rolling-stock/high-speed-and-intercity-trains.html>
- [8] UIC - INTERNATIONAL UNION OF RAILWAYS. World High Speed Rolling Stock. *UIC* [online]. 2020 [vid. 2021-05-22]. Dostupné z: [https://uic.org/IMG/pdf/20200127\\_high\\_speed\\_rolling\\_stock.pdf](https://uic.org/IMG/pdf/20200127_high_speed_rolling_stock.pdf)
- [9] BRISOU, F. TGV Duplex. *Rail21* [online]. [vid. 2021-05-24]. Dostupné z: <http://fbrisou.free.fr/RAIL21/FicheTGV-D.pdf>
- [10] KÖHLER, Tobias. ICT - tilting InterCity EMU (Class 411/415). *railfaneurope* [online]. 2001 [vid. 2021-05-16]. Dostupné z: <http://www.railfaneurope.net/ice/ict.html>
- [11] New Pendolino. *WikiMili* [online]. 2021 [vid. 2021-05-16]. Dostupné z: [https://wikimili.com/en/New\\_Pendolino](https://wikimili.com/en/New_Pendolino)
- [12] GOTTMANN, Ferdinand a Josef NOVOTNÝ. *Stručný popis elektrické třísovostavové sedmivozové jednotky s naklápěcími skříněmi řady 680* [online]. [vid. 2021-05-21]. Dostupné z: [https://vts.cd.cz/documents/168518/195408/1305\\_v%C4%8D.sestavy.pdf/e0c47d98-cdee-4875-9078-8e8e4b41bb1c](https://vts.cd.cz/documents/168518/195408/1305_v%C4%8D.sestavy.pdf/e0c47d98-cdee-4875-9078-8e8e4b41bb1c)

- [13] SIEMENS MOBILITY. MoComp Bogies. *Siemens Mobility Global Website* [online]. [vid. 2021-05-16]. Dostupné z: <https://www.mobility.siemens.com/global/en/portfolio/rail/rolling-stock/components-and-systems/bogie-technology.html>
- [14] SIEMENS MOBILITY. MoComp Drehgestelle. *Siemens Mobility globale Website* [online]. [vid. 2021-05-16]. Dostupné z: <https://www.mobility.siemens.com/global/de/portfolio/schiene/fahrzeuge/komponenten-und-systeme/fahrwerkstechnik.html>
- [15] HELLER, Petr. *Kolejová vozidla II*. První vydání. Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni, 2019. ISBN 978-80-261-0773-6.
- [16] MIHULEC, Michal. *Studie primárního a sekundárního vypružení podvozku vysokorychlostní jednotky* [online]. Praha, 2019. diplomová práce. České vysoké učení technické v Praze, fakulta strojní. Dostupné z: <https://dspace.cvut.cz/bitstream/handle/10467/80606/F2-DP-2019-Mihulec-Michal-DP.pdf?sequence=-1&isAllowed=y>
- [17] ČSN EN 15663+A1:2019. *Železniční aplikace - Referenční hmotnosti vozidel*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví. 2019.
- [18] *Train seating plans / Seat numbering & layout in European trains* [online]. [vid. 2021-05-24]. Dostupné z: <https://www.seat61.com/european-train-seating-plans.htm#France>
- [19] SIEMENS MOBILITY. Viaggio – Passenger Coaches from Siemens. *Siemens Mobility Global Website* [online]. [vid. 2021-05-21]. Dostupné z: <https://www.mobility.siemens.com/global/en/portfolio/rail/rolling-stock/passenger-coaches.html>
- [20] OBERMAYR, Gerhard. Doppelstockwagen Bmpz dl und Bmz ds- „City Shuttle“. *Die Eisenbahnen in Österreich: Vollbahnen - Lokalbahnen - Strassenbahnen - Feldbahnen* [online]. [vid. 2021-05-21]. Dostupné z: <https://eisenbahn.gerhard-obermayr.com/oebb/die-oebb-fahrzeuge/reisezugwagen/city-shuttle-zweistoeckig/>
- [21] SIEMENS TRANSPORTATION SYSTEMS. *Reference List Coach Cars*. Vienna, Austria: Siemens Transportation Systems. 2006.
- [22] OBERMAYR, Gerhard. Hotelzugwagen „CityNightLine“. *Die Eisenbahnen in Österreich: Vollbahnen - Lokalbahnen - Strassenbahnen - Feldbahnen* [online]. [vid. 2021-05-21]. Dostupné z: <https://www.eisenbahn.gerhard-obermayr.com/oebb/die-oebb-fahrzeuge/reisezugwagen/citynightline/>
- [23] 765 DBpbzfa. *deutsche-reisezugwagen* [online]. 2017 [vid. 2021-05-21]. Dostupné z: <https://www.deutsche-reisezugwagen.de/wagendaten/765-dbpbzfa/>
- [24] BOMBARDIER TRANSPORTATION. Bogie Görlitz VIII. *TransTec F&E Vetschau GmbH* [online]. [vid. 2021-05-21]. Dostupné z: <https://www.transtec-vetschau.de/en/2013-02-22-16-34-54/rail-cars/bogie-goerlitz-viii>

- [25] ČSN EN 12663-1+A1:2015. *Železniční aplikace - Pevnostní požadavky na konstrukce skříňové kolejové vozidel - Část 1: lokomotivy a vozidla osobní dopravy (a alternativní metoda pro nákladní vozy)*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví. 2015.
- [26] NOVÝ, Pavel. *Typový výkres vloženého vozu ComplexTrans*. [Nepublikovaný dokument], 2021.
- [27] ČSN EN 15227:2021. *Železniční aplikace - Požadavky na kolizní odolnost kolejových vozidel*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví. 2021.
- [28] HOFMAN, Jiří. *Presentation of a New Mobility Idea* [online]. [vid. 2020-09-14]. Dostupné z: <https://shift2rail.org/wp-content/uploads/2019/12/PDF-ComplexTrans-INFO-DAY.pdf>
- [29] HOSNEDL, Stanislav. *Konstrukční návrh odštvňovače ovoce a zeleniny Case Example - EDT* [online]. duben 2020 [vid. 2020-10-12]. Dostupné z: [http://home.zcu.cz/~hosnedl/g\\_DFX/E.0-DFX-SAMOST.PRACE-Prac.cast.DFX/a-Zad.&Podkl.sem.prace.DFX/A-X\\_DFX-Prez&Komb\\_iSP\\_Postup&Dokumentace\\_Pokyny&Podklady/B1+\\_SaP\\_CASE.EX-EDT+\\_Odstavnovac\\_Podklady\\_CJ\\_2021-04-19.zip](http://home.zcu.cz/~hosnedl/g_DFX/E.0-DFX-SAMOST.PRACE-Prac.cast.DFX/a-Zad.&Podkl.sem.prace.DFX/A-X_DFX-Prez&Komb_iSP_Postup&Dokumentace_Pokyny&Podklady/B1+_SaP_CASE.EX-EDT+_Odstavnovac_Podklady_CJ_2021-04-19.zip)
- [30] HOFMAN, Jiří. *ComplexTrans - vůz vložený a koncový*. [Nepublikovaný dokument], 2020.
- [31] FREE DOCUMENTARY. *Gigantic Overseas Autoliner / Mega Transports / Free Documentary* [online]. Youtube. 11. říjen 2019 [vid. 2020-11-13]. Dostupné z: [https://www.youtube.com/watch?v=ahdhk1rZZrU&ab\\_channel=FreeDocumentary](https://www.youtube.com/watch?v=ahdhk1rZZrU&ab_channel=FreeDocumentary)
- [32] MARKETING | JIMEX. *How Cars Are Loaded In A RoRo Vessel (Yokohama Port)* [online]. Youtube. 25. červenec 2019 [vid. 2020-11-13]. Dostupné z: [https://www.youtube.com/watch?v=g4LbTfCngHQ&ab\\_channel=Marketing%7CJIMEX](https://www.youtube.com/watch?v=g4LbTfCngHQ&ab_channel=Marketing%7CJIMEX)
- [33] BUSportal - *Coach Progress na cestách - Slovensko*. [online]. [vid. 2020-11-21]. Dostupné z: <https://www.busportal.cz/modules.php?name=article&sid=1927>
- [34] ZNE. *Auta sbalená na cestu – z Prahy na Slovensko autovlakem | Praha Tip. PrahaTip* [online]. [vid. 2021-05-06]. Dostupné z: <https://www.praha-tip.cz/clanek/tipy/doprava/auta-sbalena-na-cestu-z-prahy-na-slovensko-autovlakem.html>
- [35] TRANS-RAK INTERNATIONAL. *R-RAK. ytimg* [online]. 2016 [vid. 2021-05-06]. Dostupné z: <https://i.ytimg.com/vi/kFwszkRgmLk/maxresdefault.jpg>
- [36] PAYNE, Wesley. *Steel Car Racking Systems – The Alternative To Disposable Wooden Racking* [online]. [vid. 2020-11-19]. Dostupné z: <https://blog.trans-rak.com/steel-car-racking-systems-the-alternative-to-disposable-wooden-racking>
- [37] HOSNEDL, Stanislav a Tomáš KALINA. *RS&Ev*. Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni, 2020.

- [38] REMA TIP TOP INCO-SK, S.R.O. Pryžový pás. *INCO* [online]. [vid. 2021-05-12]. Dostupné z: [https://www.priemyselnepogumovanie.sk/PRYZOVY-HLADKY-c25\\_0\\_1.htm?sort=0&display\\_as=tab](https://www.priemyselnepogumovanie.sk/PRYZOVY-HLADKY-c25_0_1.htm?sort=0&display_as=tab)
- [39] MALL.PL. Nájezdová rampa. *MALL.PL* [online]. [vid. 2021-05-12]. Dostupné z: <https://www.mall.pl/wyposazenie-garazowe/carpoint-rampa-podjazdowa-2szt->
- [40] CHARLTON, Alistair. Wireless electric vehicle charging explained. *TechRadar* [online]. [vid. 2021-05-26]. Dostupné z: <https://www.techradar.com/news/wireless-electric-vehicle-charging>
- [41] AUCOCK, Richard. Tesla UK Superchargers reach 50-location landmark. *Motoring Research* [online]. 10. červenec 2018 [vid. 2021-05-12]. Dostupné z: <https://www.motoringresearch.com/car-news/uk-tesla-superchargers-50-locations/>
- [42] NINGBO FAR EUROPE AUTO PARTS MANUFACTURING CO., LTD. Dvoubodový pás. *autocarseatbelt* [online]. [vid. 2021-05-12]. Dostupné z: <https://www.autocarseatbelt.com/product/Universal-Retractable-2-Point-ALR-Seat-Belt.html>
- [43] SKŘIVÁNEK, Petr, Tomáš KALINA a Stanislav HOSNEDL. *AltEv*. Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni, 2020.
- [44] HOSNEDL, Stanislav, Tomáš KALINA a Josef DVORÁK. *RiskPER-TS(s)*. Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni, 2020.



**Specifikace požadavků a SWOT hodnocení  
v celém životním cyklu**

Complex Life Cycle (LC) Requirements Specification and SWOT Evaluation for designed tech. product (TS)

RS&Ev

**pro navrhovaný technický produkt / systém (TS):  
Zařízení pro zajištění nákladu**

**Autor / autoři: Filip Smolek**

**SW podpora a dokumentace komplexní specifikace požadavků a SWOT hodnocení  
navrhovaného technického produktu (TS) pro celý životní cyklus (LC)**

**T. Kalina a S. Hosnedl**

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

2020, verze 1.2

***Využívat v MS Excel k řešení a přenosu výsledků lze pouze interně pro školní práce na ZČU v  
Plzni,***

***v ostatních případech kontaktujte, prosím:***

**© Stanislav Hosnedl, KKS, FST, ZČU v Plzni**

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

Tato publikace neprošla redakční ani jazykovou úpravou

Stav řešení ke dni

**26.05.2021**

Fáze řešení:	SPECIFIKACE POŽADAVKŮ na vlastnosti / zakázku navrhovaného TS	SWOT HODNOCENÍ VHDNOSTI TS <sub>(s)</sub> pro SPECIFIKOVANÉ POŽADAVKY							
	SPECIFIKACE POŽADAVKŮ na NAVRHOVANÝ TS a SWOT HODNOCENÍ TS <sub>(s)</sub> SE PROVÁDÍ POUZE V TÉTO TABULCE!	Dolní mez vhodnosti:	0,2	(0-1)	Horní mez vhodnosti:	0,9	(0-1)		
TS <sub>(s)</sub> :	Zařízení pro zajištění nákladu v železničním voze	pTS1 - předběžný návrh TS		TS1 - finální návrh TS					
		Hrubá stavební struktura		Definitivní stavební struktura					
FÁZE NÁVRHU TS:	I. ROZPRACOVÁNÍ PROBLEMU	II. KONSTRUKČNÍ NÁVRH		III. KONSTRUKČNÍ NÁVRH					
Dílčí fáze EDSM:	1. a Vypracování specifikace požadavků na TS (Dílčí část fáze: 1. Vyprac specifikace požadavků na TS a plánu řešení projektu) I. Specifikace požadavků na TS (1)	4. Návrh hrubé stavební strukt. TS I. b SWOT návrh TS1 pro specifikované požadavky (4.a)		5. Návrh definitivní stavební strukt. TS I. b SWOT návrh TS1 pro specifikované požadavky (4.a)					
Omezení hodnocení ?	Lze předkovat hodnoty všech specifikovaných indikátorů vlastnosti / požadavků u posuzovaného TS ? (ODPOVĚDI NEZADÁVEJTE, JSOU VÝSLEDKEM KONTROLY ÚPLNOSTI ZADANÝCH HODNOT !!!):	ANO	=> Lze hodnotit	ANO	=> Lze hodnotit				
Nast. v EDSM	P-8 & P-9	0							
Pracovní pole strukturované podle EDSM třídění vlastnosti TS - výsledky řešení se zobrazují na Listu DIAGRAMY									
- zápis a editace textů jsou možné jen u bílých a/nebo podbarvených buněk s nabídkou rozbalovacího menu;									
▲ Legenda ke struktuře specifikace požadavků a hodnocení PRODUCT-DESIGN vlastnosti TS <sub>(s)</sub> (struktura PRODUCT-BUSINESS pož. je analogická); - řádky legendy mezi horní ▲ a spodní ▼ řádkou mohou ▲									
▼ vlastnosti !									
QdP	DEVELOPMENT-PRODUCT („vývojová/vývinutá“) KVALITA (ZAKÁZKY) TS <sub>(s)</sub>	DIAGRAMY vlnosti ▶	Hodn. z menu	Σ V.HODNOCENÍ n x (Q+4)	V.HODNO (Q+4)	V.HODNO (Q+1)	Σ V.HODNOCENÍ n x (Q+4)	V.HODNO (Q+4)	V.HODNO (Q+1)
	- při předání TS <sub>(s)</sub> příjemci zakázavatel (obv. přímo nebo ústředí na konci distribuce)	DIAGRAMY QdP ▶	4	41,47	1,48	0,37	43,50	1,55	0,39
I. DOMÉNA REFLEKTOVANÝCH (REFLECTED) VLASTNOSTÍ TS <sub>(s)</sub>									
- ve vazbách ke konkrétním časům životního cyklu TS									
I.a Reflektované vlastn. TS <sub>(s)</sub> k provoznímu Transform. procesu vč. jeho Operandu									
- k PROVOZNÍ ETAPĚ životního cyklu (LC) TS									
Požadavky na vlastnosti TS <sub>(s)</sub> / zakázku TS <sub>(s)</sub> :									
I Třída / Ij Podtřída / Skupina/ Podskupina / - Indikátor									
Hodnota indikátoru pož. vlast. (kvantitativní/kvalitativní)									
Váhy ve tř. vlast. (0+4)									
Kategorie zdroje požadavků									
Eliminace hodnocení									
Váha v QdP									
Předikovaná / skutečná dosažená hodnota									
Hodnocení vlnosti (0+4)									
Váž. hodnoc. (0+1)									
Předikovaná / skutečná dosažená hodnota									
Hodnocení vlnosti (0+4)									
Váž. hodnoc. (0+1)									
I.1 Vlastnosti TS <sub>(s)</sub> k funkčnosti (v provoz. etapě LC)									
I.1.1 Vhodnost pro požadované výstupní funkce a účinky:									
(nekonkrétnější k operátoru, obecnější k operandu/asist. vstupům, nejobecnější k procesu):									
k OPERATORU TS: Zařízení pro zajištění nákladu v železničním voze									
Náklad zajišť									
- umožnit zajištění vozidla									
- umožnit zajištění a odjízdní vozidla									
- umožnit zajištění vozidla									
- umožnit energetické spojení s železničním vozem									
- umožnit kontrolu zajišť. modulu									
- umožnit vlastní odpružení modulu									
- umožnit naklápění modulu									
k OPERANDU & As.vst. Zajišťovaný náklad M, E, I									
Vlastnosti zajišťovaných vozidel									
- tvary (půdorysné)									
- maximální půdorysné rozměry (d x š)									
- minimální půdorysné rozměry (d x š)									
- maximální výška									
- světlá výška									
- světlá výška									
- rozměry kol									
- maximální hmotnost									
- pohon									
k PROCESU: Zajištění nákladu									
Technologie									
- zajištění polohy vozidel									
- umožnění pohybu osob po vlaku									
- umožnění pohybu osob po vlaku									
I.2 Vhodnost k požadované provozuschopnosti (z hledisk. místa, času, servisu, ...):									
- Základnosný TS, M.E.I. připojení k základ. nosnému TS, Pořeba místa, Prac. prostředí, ap.									
- Životnost, Četnost použití, Spolehlivost, apod.									
- Zaškolení obsluhy, Údržba, Opravy, apod.									
MÍSTO a PROSTR. Provoz									
- základ									
- výška spodního patra žel. vozu									
- ulička za kupémobilem									
- max. zastavbové rozměry									
- max. hmotnost									
- způsob připevnění									
- provozní prostředí									
- tepelná odolnost, zejm. pracovních ploch TS									
ČASOVÉ ROZMEZÍ Provoz									
- doba provozování									
- intenzita používání									
- stupeň spolehlivosti									
ASIST.PROC. (servis) Provoz									
- přístupnost udržovaných částí									
- náročnost na údržbu, apod.									
- náročnost na opravy, apod.									

I.b Reflekt. vlast. TS <sub>10</sub> ke komplex. zobecněným operátorům Transf. Systémů (TrfS) - v JEDNOTLIVÝCH ETAPÁCH (II) životního cyklu (LC) TS											
Požadavky na vlastnosti TS(s) / zakázku TS(s): 1 Třída / 1 Podtřída / Skupina/ Podskupina / Indikátor	Hodnota indikátoru poř.vlastn. (kvantitativní/kvalitativní)	Váhy ve tř.vlastn. (0-4)	Kategorie zdroje požadavku (ISO 9000 2016)	Eliminace hodnocení DIAGRAMY	Váha v Q <sub>2</sub> (0-4)	Předikovaná / skutečná dosažená hodnota (kvantitativní / kvalitativní)	Hodnocení vzhlednosti (0-4)	Vážená hodnoc. vzhlednosti (Q <sub>2</sub> +1)	Předikovaná / skutečná dosažená hodnota (kvantitativní / kvalitativní)	Hodnocení vzhlednosti (0-4)	Vážená hodnoc. vzhlednosti (Q <sub>2</sub> +1)
<b>2.1 Vlastnosti TS<sub>10</sub> k lidem (ž zvířatům, ...) v etapách LC</b>											
<b>2.1 Vhodnost z hled. hodnot lidí (ž zvířat, ...)</b> - Životní, sociální, apod. hodnoty (v názorech, zvyklostech, ...)											
<b>Provoz</b>											
- Kulturnost zajišťování vozidla	velmi dobrá	3	STANOV/VZAO	ANO	4	přímý kvalifik. odhad	4	4	přímý kvalifik. odhad	4	4
<b>Všechny etapy LC:</b>											
- zapoj. zdrav. postiž. osob do vývoje, výroby, distrib. užití, ...	přiměřené k postižení	1	OBV/PŘEDP	ANO	1	přímý kvalifik. odhad	1	1	přímý kvalifik. odhad	1	1
<b>2.2 Vhodnost z hled. bezpečnosti a zdraví lidí (ž zvířat, ...)</b> - Bezpečnost (pro všechny žvč bytosti), - Hygieničnost, - Ergonomičnost, apod.											
<b>Předvýrobní etapy, výroba</b>											
- zdravotní nezávadnost materiálů TS	standardní	2	ZÁVAZNÉ	ANO	3	přímý kvalifik. odhad	3	3	přímý kvalifik. odhad	3	3
<b>Provoz:</b>											
- bezpečnost a ergonomie provozování	velmi vysoká	4	ZÁVAZNÉ	ANO	4	přímý kvalifik. odhad	4	4	přímý kvalifik. odhad	4	4
- spolehlivost jízdy nežádoucího pohybu nákladu	velmi vysoká	4	ZÁVAZNÉ	ANO	4	přímý kvalifik. odhad	4	4	přímý kvalifik. odhad	4	4
- poruch ovládacích prvků TS	bez ostrých hran	4	STANOV/VZAO	ANO	4	přímý kvalifik. odhad	4	4	přímý kvalifik. odhad	4	4
- poruch ovládacích prvků TS	protiskluzový	3	STANOV/VZAO	ANO	4	přímý kvalifik. odhad	4	4	přímý kvalifik. odhad	4	4
- max. ovládací síly	100 N	3	OBV/PŘEDP	ANO	4	přímý kvalifik. odhad	4	4	přímý kvalifik. odhad	4	4
<b>Všechny etapy LC:</b>											
- bezpečnost proti poranění (ostré hrany, úzké otvory, ap.)	velmi vysoká	4	ZÁVAZNÉ	ANO	4	přímý kvalifik. odhad	4	4	přímý kvalifik. odhad	4	4
- ergonomie tvarů ručně dotýkaných ploch	vysoká	2	OBV/PŘEDP	ANO	2	přímý kvalifik. odhad	2	2	přímý kvalifik. odhad	2	2
- hmotnost ručně manipulovaných polotovárů/dílů	max. hodn. daná normou	3	ZÁVAZNÉ	ANO	4	přímý kvalifik. odhad	4	4	přímý kvalifik. odhad	4	4
- S M E / negativních účinků TS na zdraví člověka	velmi malá	2	STANOV/VZAO	ANO	3	přímý kvalifik. odhad	3	3	přímý kvalifik. odhad	3	3
<b>2.3 Vhodnost z hled. přijemnosti pro lidi (ž zvířata, ...)</b> - Vzhled, -Hlučnost, -Pach, -Hmat, -Chuf, (pro zrak, sluch, hmat, čich, chuf, pochy, ...) apod.											
<b>Provoz, ost. etapy LC přiměřené</b>											
- tvarový a barevný design	uspokojivý	1	VLASTNÍ	ANO	2	přímý kvalifik. odhad	2	2	přímý kvalifik. odhad	2	2
- hlučnost	minimální	2	OBV/PŘEDP	ANO	3	přímý kvalifik. odhad	3	3	přímý kvalifik. odhad	3	3
- doteky, vůně	neutrální	1	VLASTNÍ	ANO	2	přímý kvalifik. odhad	2	2	přímý kvalifik. odhad	2	2
<b>3 Vlastnosti TS<sub>10</sub> k ost. hmot.prac.prostř. v etapách LC</b>											
<b>3.1 Vhodnost z hled. dostupných hmotných pracovních prostředků</b> - Kompatibilita s dostup. a spolupracujícími hmot.prac.prostředky (s "technologičnost", apod.)											
<b>Předvýrobní etapy LC:</b>											
- náročnost na dostupné TS & Tg	standardní	3	OBV/PŘEDP	ANO	2	přímý kvalifik. odhad	2	2	přímý kvalifik. odhad	2	2
<b>Výroba:</b>											
- náročnost na výrobu a montáž	standardní	3	STANOV/VZAO	ANO	2	přímý kvalifik. odhad	2	2	přímý kvalifik. odhad	2	2
- náročnost na kontrolu kvality výroby a testování	standardní	3	STANOV/VZAO	ANO	3	přímý kvalifik. odhad	3	3	přímý kvalifik. odhad	3	3
- druh výroby	sériová	3	STANOV/VZAO	ANO	2	přímý kvalifik. odhad	2	2	přímý kvalifik. odhad	2	2
<b>Distribuce:</b>											
- skladovací prostor	minimální	2	VLASTNÍ	ANO	2	přímý kvalifik. odhad	2	2	přímý kvalifik. odhad	2	2
- manipulace při dopravě a instalaci	jednoduché TS	2	VLASTNÍ	ANO	2	přímý kvalifik. odhad	2	2	přímý kvalifik. odhad	2	2
<b>Likvidace:</b>											
- demontovatelnost	jednoduchá	2	OBV/PŘEDP	ANO	2	přímý kvalifik. odhad	2	2	přímý kvalifik. odhad	2	2
- separovatelnost materiálů	jednoduchá	3	OBV/PŘEDP	ANO	2	přímý kvalifik. odhad	2	2	přímý kvalifik. odhad	2	2
- recyklovatelnost materiálů	vysoká	3	ZÁVAZNÉ	ANO	3	přímý kvalifik. odhad	3	3	přímý kvalifik. odhad	3	3
<b>3.2 Vhodnost z hled. potřeb nových hmotných pracovních prostředků</b> - Optimální náročnost na nové hmot. prac. prostředky (dostupnost, nenákladnost, ...) apod.											
<b>Všechny etapy LC:</b>											
- náročnost na nové TS & Tg (vč. kooper.)	minimální	3	OBV/PŘEDP	ANO	3	přímý kvalifik. odhad	3	3	přímý kvalifik. odhad	3	3
<b>4 Vlastnosti TS<sub>10</sub> k pracovním a přírodním/žvesním prostředí v et. LC</b>											
<b>4.1 Vhodnost z hled. působících pracovních a přírodních/žvesním prostředí</b> - Odolnost k materiálově/energetickým účinkům prostředí, apod.											
<b>Všechny etapy LC:</b>											
- odolnost proti vlivům pracovního prostředí	velmi vysoká	4	STANOV/VZAO	ANO	3	přímý kvalifik. odhad	3	3	přímý kvalifik. odhad	3	3
- odolnost proti korozi	vysoká	4	STANOV/VZAO	ANO	3	přímý kvalifik. odhad	3	3	přímý kvalifik. odhad	3	3
<b>4.2 Vhodnost z hled. působení na pracovní a přírodní/žvesním prostředí</b> - Ekologičnost mater. energetických vstupů, - Ekologičnost mater. energet. výstupů, apod.											
<b>Všechny etapy LC:</b>											
- ekologičnost použitých materiálů a procesů	výhradně	3	STANOV/VZAO	ANO	3	přímý kvalifik. odhad	3	3	přímý kvalifik. odhad	3	3
- ekologičnost použitých asistujících materiálů a procesů	velmi vysoká	3	STANOV/VZAO	ANO	3	přímý kvalifik. odhad	3	3	přímý kvalifik. odhad	3	3
- potřeba materiálů a energií	minimální	3	STANOV/VZAO	ANO	2	přímý kvalifik. odhad	2	2	přímý kvalifik. odhad	2	2
- ekologičnost výstupních materiálů a energií	výhradně	3	STANOV/VZAO	ANO	2	přímý kvalifik. odhad	2	2	přímý kvalifik. odhad	2	2
- množství odpadových materiálů a energií	minimální	4	STANOV/VZAO	ANO	2	přímý kvalifik. odhad	2	2	přímý kvalifik. odhad	2	2
<b>5 Vlastnosti TS<sub>10</sub> k „know-how“ informacím v etapách LC</b>											
<b>5.1 Vhodnost z hled. dostupných „know-how“ informací</b> - Kompatibilita s dostupnými „know-how“ informacemi, znalostmi, zruč. („inf. technologičnost“, apod.)											
<b>Všechny etapy LC:</b>											
- předpisy a normy (včetně bezpečnosti)	docíření bez výjimek	4	ZÁVAZNÉ	ANO	3	přímý kvalifik. odhad	3	3	přímý kvalifik. odhad	3	3
<b>5.2 Vhodnost z hled. potřeb nových „know-how“ informací</b> - Optim. náročnost na nové „know-how“ informacemi, znalostmi, zruč. (dostupnost, nenáklad., ...) apod.											
<b>Výroba:</b>											
- výrobní a montážní dokumentace	standardní	1	OBV/PŘEDP	ANO	3	přímý kvalifik. odhad	3	3	přímý kvalifik. odhad	3	3
<b>Provoz:</b>											
- návody k obsluze, údržbě a opravám	standardní	4	OBV/PŘEDP	ANO	3	přímý kvalifik. odhad	3	3	přímý kvalifik. odhad	3	3
- potřeba (za)školení apod.	vyloučeno	4	STANOV/VZAO	ANO	4	přímý kvalifik. odhad	4	4	přímý kvalifik. odhad	4	4
<b>Ostatní etapy LC:</b>											
- dokumentace apod.	minimální	1	OBV/PŘEDP	ANO	4	přímý kvalifik. odhad	4	4	přímý kvalifik. odhad	4	4
- potřeba (za)školení apod.	nejvýše servisní	4	OBV/PŘEDP	ANO	4	přímý kvalifik. odhad	4	4	přímý kvalifik. odhad	4	4

Požadavky na vlastnosti TS(s) / zakázky TS(s) : 1 Třída / 1 Podtřída / Skupina/ Podskupina / Indikátor	Hodnota indikátoru pož.vlastn. (kvantitativní/kvalitativní)	Váhy ve tř.vlastn. (0-4)	Kategorie zdroje požadavku (ISO 9000 2016)	Eliminace hodnocení	Váha v Q=2	Předpokládaná / skutečná dosažená hodnota (kvantitativní / kvalitativní)	Hodnocení vhodnosti (0-4)	Vážená hodnoc. vhodnosti (Q=1)	Předpokládaná / skutečná dosažená hodnota (kvantitativní / kvalitativní)	Hodnocení vhodnosti (0-4)	Vážená hodnoc. vhodnosti (Q=1)
<b>6 Vlastnosti TS(s) k „know-SMQ“ informacím v etapách LC</b>											
<b>6.1 Vhodnost z hled. LS (legislativních, strategických, ...) „know-SMQ“ manažerských kritérií</b>											
• Zákon, směrnice, patent, licence, závaz. normy, ... (L), • Strategie org. (produktová, tržní, ...) (S), apod.											
<b>• Všechny etapy LC:</b>											
- legislativa, závazné předpisy	dodržení bez výjimek	4	ZÁVAZNÉ	ANO	2	přímý kvalifik. odhad: 4	4	0.59	přímý kvalifik. odhad: 4	4	0.60
- patentová a licenční práva	dodržení bez výjimek	4	ZÁVAZNÉ	ANO	2	přímý kvalifik. odhad: 4	4		přímý kvalifik. odhad: 4	4	
- ČSN EN 60601 Bezpečnost produktů	dodržení bez výjimek	4	ZÁVAZNÉ	ANO	2	přímý kvalifik. odhad: 4	4		přímý kvalifik. odhad: 4	4	
<b>6.2 Vhodnost z hled. QTC Product-design „know-SMQ“ manažerských kritérií</b>											
• Produktová kritéria (Q), • Terminová kritéria (T), • Nákladová kritéria (C), apod.											
<b>• Všechny etapy LC:</b>											
- celkový počet TS	1000 ks	3	VLASTNÍ	ANO	2	přímý kvalifik. odhad: 4	4		přímý kvalifik. odhad: 4	4	
<b>• Předvýrobní etapy LC:</b>											
- doba (=> termin) na předvýr. etapy prototypu/prvého TS	2 týdny	2	VLASTNÍ	ANO	2	přímý kvalifik. odhad: 2	2		přímý kvalifik. odhad: 2	2	
- celk. náklady na předvýr. etapy prototypu /prvého TS	80000	2	VLASTNÍ	ANO	2	přímý kvalifik. odhad: 2	2		přímý kvalifik. odhad: 2	2	
- celk. rozpočt. náklady na předvýr. etapy dalšího TS	60000	2	VLASTNÍ	ANO	2	přímý kvalifik. odhad: 3	3		přímý kvalifik. odhad: 3	3	
<b>• Výroba:</b>											
- doba (=> termin) na výrobu prototypu /prvého TS	4 dny	2	VLASTNÍ	ANO	2	přímý kvalifik. odhad: 2	2		přímý kvalifik. odhad: 2	2	
- celk. náklady na výrobu prototypu /prvého TS	150000	2	VLASTNÍ	ANO	2	přímý kvalifik. odhad: 2	2		přímý kvalifik. odhad: 2	2	
- celk. rozpočtené nákl. na výrobu 1 ks TS	110000	4	VLASTNÍ	ANO	2	přímý kvalifik. odhad: 2	2		přímý kvalifik. odhad: 2	2	
<b>• Distribuce:</b>											
- doba (=> termin) na dodání prototypu/prvého TS	5 dní	1	VLASTNÍ	ANO	2	přímý kvalifik. odhad: 3	3		přímý kvalifik. odhad: 3	3	
- doba (=> termin) na dodání dalšího 1 ks TS	2 dny	4	VLASTNÍ	ANO	2	přímý kvalifik. odhad: 3	3		přímý kvalifik. odhad: 3	3	
- prodejní cena	200000	4	STANOV/ZAD	ANO	2	přímý kvalifik. odhad: 4	4		přímý kvalifik. odhad: 4	4	
<b>• Provoz:</b>											
- náklady na provoz TS	velmi malé	4	OBV.PŘEDP.	ANO	2	přímý kvalifik. odhad: 4	4		přímý kvalifik. odhad: 4	4	
- náklady na údržbu a opravy TS	velmi malé	4	OBV.PŘEDP.	ANO	2	přímý kvalifik. odhad: 3	3		přímý kvalifik. odhad: 3	3	
<b>• Likvidace:</b>											
- doba na likvidaci 1 TS	3 dny	2	VLASTNÍ	ANO	2	přímý kvalifik. odhad: 3	3		přímý kvalifik. odhad: 3	3	
- náklady na likvidaci 1 ks TS	60000	2	VLASTNÍ	ANO	2	přímý kvalifik. odhad: 3	3		přímý kvalifik. odhad: 3	3	
<b>II. DOMÉNA VKONSTRUOVANÝCH (EMBEDDED) VLASTNOSTÍ TS(s)</b>											
<b>- ke všem částem životního cyklu TS</b>											
<b>7 Vlastnosti TS(s) k jeho stavební struktuře</b>											
<b>7.1 Vhodnost z hled. požadovaných reaktivních („oběžných“) konstr. vlastností TS</b>											
• Mechanical I. - Mikro/mikro-povrchové, -Makro/mikroobjemové, apod. • Mechanické II. - Pevnostní, - Deformační, - Dynamické, - Tribologické, apod. • Tepelné, - Chemické, - Akustické, - Optické, - Elektrické, • Nukleární, • Chemicko-mechanické, • Technologické, • Botanické, • Biologické, • Zoologické, apod.											
<b>• Souhrnné:</b>											
- pevnost při vertikálním centrickém zatížení Fv = 90 kN	bezp.k mezi kluzu sk=2	4	ZÁVAZNÉ	ANO	2	přímý kvalifik. odhad: 3	3		přímý kvalifik. odhad: 4	4	
- tuhost prvků TS opírajících se o vozidlo	vyšoká	3	VLASTNÍ	ANO	2	přímý kvalifik. odhad: 3	3		přímý kvalifik. odhad: 3	3	
- odolnost všech ploch při teplotách T = - 40 až + 250 °C	bez mechan. poškození	3	VLASTNÍ	ANO	2	přímý kvalifik. odhad: 2	2		přímý kvalifik. odhad: 2	2	
- odolnost vůči cyklickému namáhání	vyšoká	4	ZÁVAZNÉ	ANO	2	přímý kvalifik. odhad: 3	3		přímý kvalifik. odhad: 3	3	
<b>7.2 Vhodnost z hled. požadovaných definičních („elementárních“) konstr. vlastností</b>											
<b>• Stavební struktura TS (ve všech předpokl. konstrukčních stavech I):</b>											
• Prvky stavební struktury, • Uspořádání prvků											
<b>• Každý prvek stavební struktury TS (ve stavu volném i zamontovaném I):</b>											
• Tvary, • Rozměry, • Materiály, • Způsob výroby, • Stav povrchu, • Odchylky od jm. hodnot											
<b>• Souhrnné:</b>											
- konstrukční provedení spojovacích částí	podle ČSN-EN	4	STANOV/ZAD	ANO	2	přímý kvalifik. odhad: 4	4	0.61	přímý kvalifik. odhad: 4	4	0.64
- povrchová úprava funkčních ploch	velmi kvalitní	3	VLASTNÍ	ANO	2	přímý kvalifik. odhad: 3	3		přímý kvalifik. odhad: 3	3	
- povrchová úprava nefunkčních ploch	standardní	1	VLASTNÍ	ANO	2	přímý kvalifik. odhad: 4	4		přímý kvalifik. odhad: 4	4	
<b>7.3 Vhodnost z hled. požadovaných znakových konstr.vlastností („charakteristických“)</b>											
<b>Konstrukční (strukturní) znaky TS (principy a způsoby provedení):</b>											
• Konstr.přinc. a způsob provedení struktur TS, - Stavební, - Organové, - Funkční, apod.											
<b>Pracovní (funkční) znaky TS:</b>											
• Pracovní princip, • Pracovní způsob, apod.											
<b>Technologické (transformační) znaky TS:</b>											
• Tř princip & způsob, • Princip & způsob provozního technického transform.procesu, apod.											
<b>Obecné konstrukční (mech., tepelné, chemické, ...) znaky TS:</b>											
• Povrch, • Objem, • Hmotnost, • Pohyb řešení, apod.											
<b>• Souhrnné:</b>											
- funkční princip	mechanický	3	STANOV/ZAD	ANO	2	přímý kvalifik. odhad: 3	3		přímý kvalifik. odhad: 3	3	
- hmotnost TS	nízká	3	OBV.PŘEDP.	ANO	2	přímý kvalifik. odhad: 3	3		přímý kvalifik. odhad: 3	3	
- zdroj energie pro ovládání a pohon/přestavování	člověk/elektrina	3	STANOV/ZAD	ANO	2	přímý kvalifik. odhad: 4	4		přímý kvalifik. odhad: 4	4	

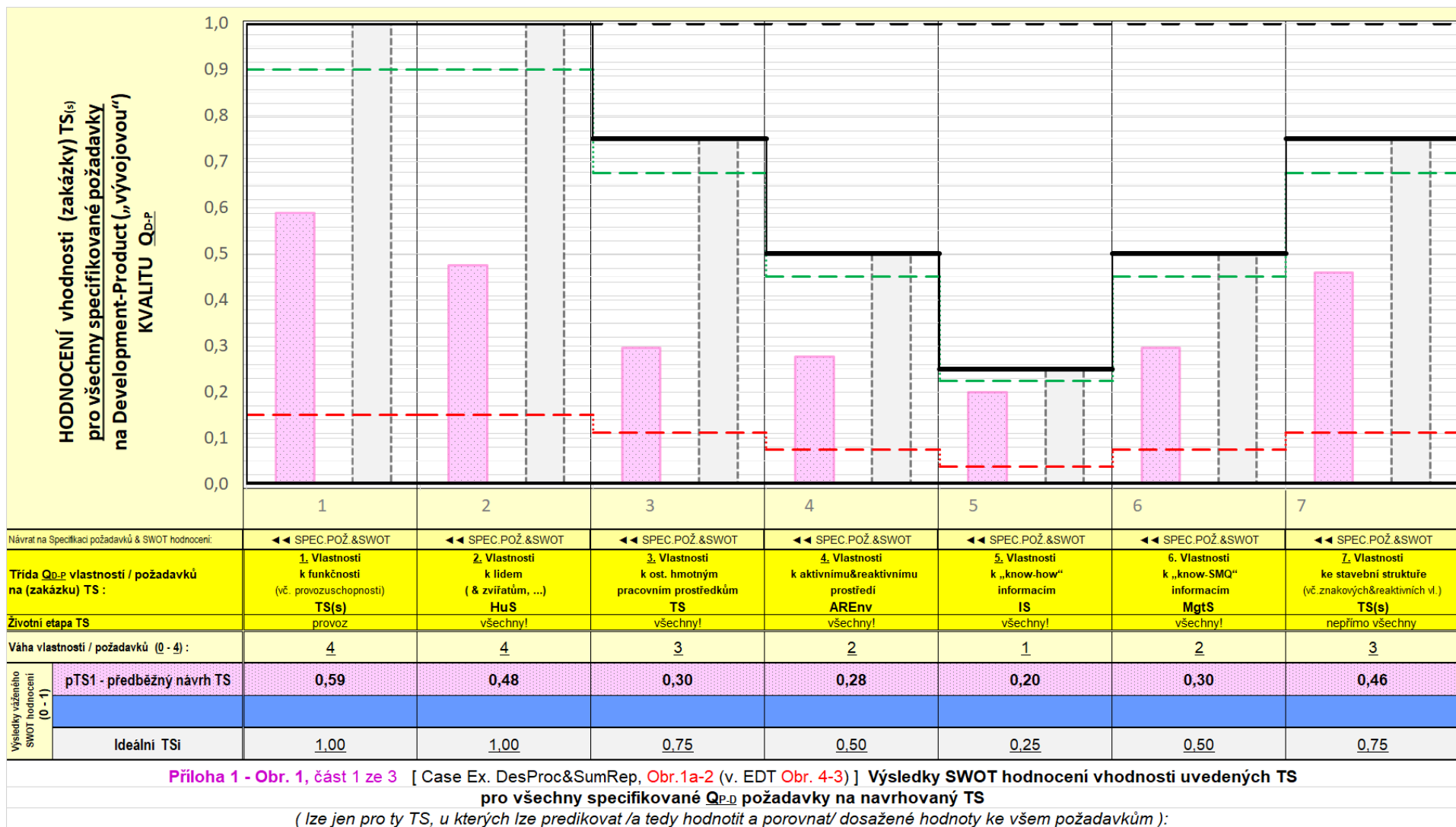
TDP DEVELOPMENT-PRODUCT („vyvojeová“ DOBA/TERMIN (ZAKÁZKY) TS(s))				DIAGRAMY vlnosti	Váha v TS(s)	Σ V.HODNOCENÍ	V.HODNO	V.HODNOC	Σ V.HODNOCENÍ	V.HODNO	V.HODNOC
- při předání TS (s) příjemci zákazníkovi (obvykle průměrně užívatel na konci distribuce)				DIAGRAMY Q/TTC	1	$n \times (0-4)$	(0-4)	(0-1)	$n \times (0-4)$	(0-4)	(0-1)
Požadavky na vlastnosti TS(s) / zakázku TS(s): 1 Třída / 1 Podskupina / 1 Skupina/ Podskupina / - indikátor	Hodnota indikátoru poř.vlastn. (kvantitativní/kvalitativní)	Váhy ve požad.	Kategorie zdroje požadavku	Eliminace hodnocení	Váha v TS(s)	Předikovaná / skutečná dosažená hodnota	Hodnocení vhodnosti	Váha hodnoc. vhodnosti	Předikovaná / skutečná dosažená hodnota	Hodnocení vhodnosti	Váha hodnoc. vhodnosti
Whodnost pro PRODUCT-DESIGN doby/termíny zakázky, např.: - Klíčové díly a celkové dodací termíny (doby, příp. datumy). - Rezervy na nepředvídatelná zdržení, apod.	(0-4)	[ISO 9000 2016]	Podskupina	ANO	(0-4)	Hodnota podle typu indikátoru, příp. přímé hodnoc. vti kvalifik. odh.: z menu	Hodnocení vhodnosti	(0-4)	Hodnota podle typu indikátoru, příp. přímé hodnoc. vti kvalifik. odh.: z menu	Hodnocení vhodnosti	(0-4)
• Distribuce: - max. dodací doba (=termín) na prototyp/první ks (T1 P-D) 14 dni - max. dodací doba (=termín) na další ks (T P-D) 4 dni					3	přímý kvalifik. odhad: 3 přímý kvalifik. odhad: 3	0,47		přímý kvalifik. odhad: 3 přímý kvalifik. odhad: 3	0,47	
CDP DEVELOPMENT-PRODUCT („vyvojeová“ NÁKLADY/CENA (ZAKÁZKY) TS(s))				DIAGRAMY vlnosti	Váha v TS(s)	Σ V.HODNOCENÍ	V.HODNO	V.HODNOC	Σ V.HODNOCENÍ	V.HODNO	V.HODNOC
- při předání TS (s) příjemci zákazníkovi (obvykle průměrně užívatel na konci distribuce)				DIAGRAMY Q/TTC	3	$n \times (0-4)$	(0-4)	(0-1)	$n \times (0-4)$	(0-4)	(0-1)
Požadavky na vlastnosti TS(s) / zakázku TS(s): 1 Třída / 1 Podskupina / 1 Skupina/ Podskupina / - indikátor	Hodnota indikátoru poř.vlastn. (kvantitativní/kvalitativní)	Váhy ve požad.	Kategorie zdroje požadavku	Eliminace hodnocení	Váha v TS(s)	Předikovaná / skutečná dosažená hodnota	Hodnocení vhodnosti	Váha hodnoc. vhodnosti	Předikovaná / skutečná dosažená hodnota	Hodnocení vhodnosti	Váha hodnoc. vhodnosti
Whodnost pro PRODUCT-DESIGN náklad/cenu zakázky, např.: - Klíčové díly a celkové dodací náklady (ceny). - Rezervy na nepředvídatelné náklady, apod.	(0-4)	[ISO 9000 2016]	Podskupina	ANO	(0-4)	Hodnota podle typu indikátoru, příp. přímé hodnoc. vti kvalifik. odh.: z menu	Hodnocení vhodnosti	(0-4)	Hodnota podle typu indikátoru, příp. přímé hodnoc. vti kvalifik. odh.: z menu	Hodnocení vhodnosti	(0-4)
• Distribuce: - dodací náklady na prototyp/první ks (C1 P-D) 30000 - dodací náklady na další ks (C P-D) 25000					3	přímý kvalifik. odhad: 4 přímý kvalifik. odhad: 4	0,25		přímý kvalifik. odhad: 4 přímý kvalifik. odhad: 4	0,25	

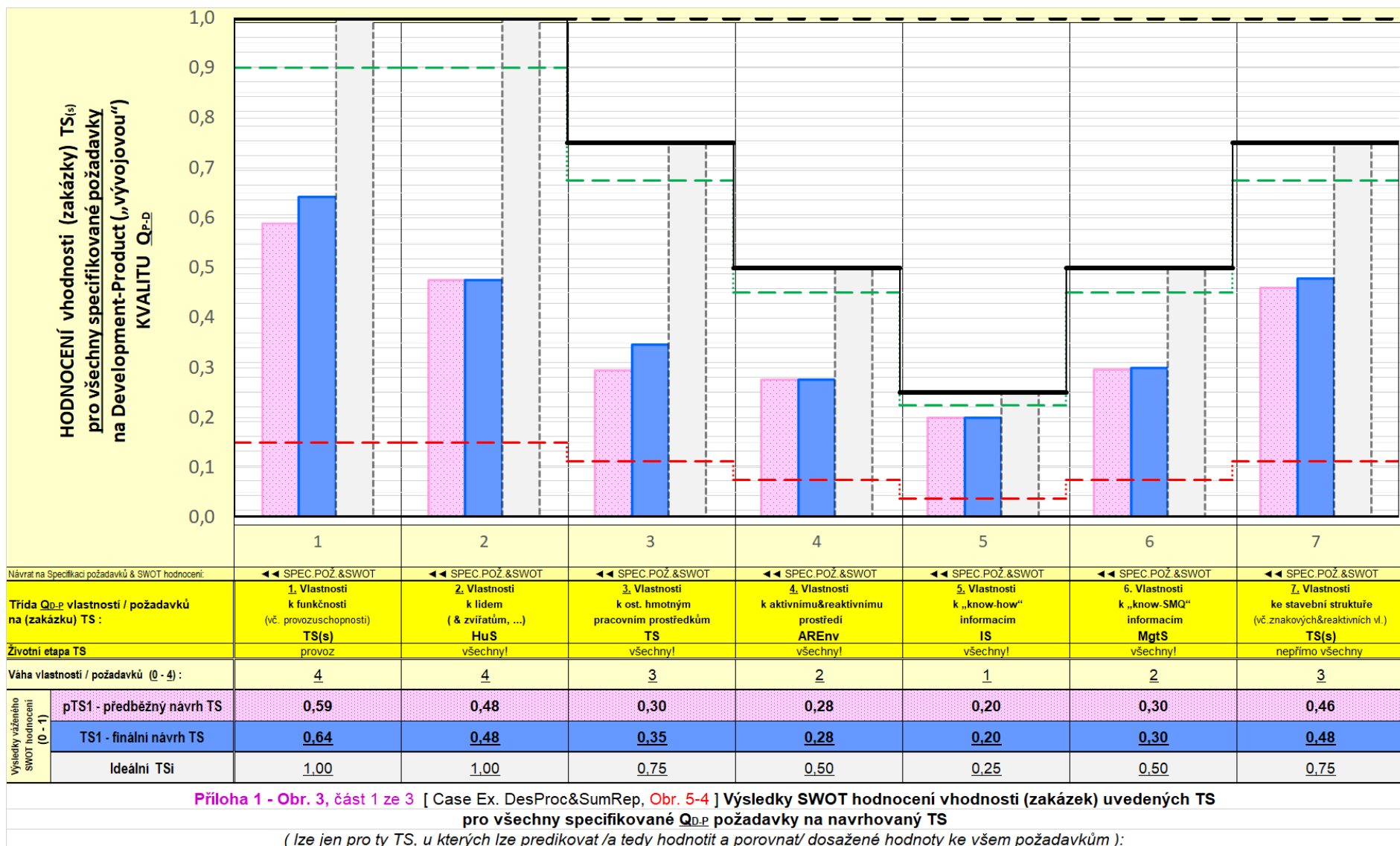
**Legenda**

Více viz např. Hroneš S.: *Systémové navrhování technických systémů. Podklady k přednáškám KKS/ZKM. Přehled, ZČU, FST, KKS, 2019. <http://portal.zcu.cz/portal/studium/courseware/kkzkm> [Hroneš 2019]*

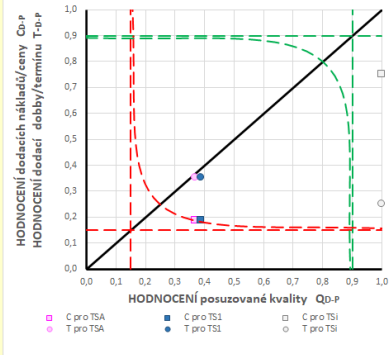
**Výbrané základní zkratky a pojmy**

TS	Technický produkt chápaný jako technický systém	
TS <sub>st</sub>	"Subjektivisticky" technický systém (TS), který je předmětem uvažované úlohy (zde specifikace požadavků a hodnocení vhodnosti a konkurenceschopnosti) pro odlišení od všech ostatních TS	
Konkurenční TS <sub>st</sub>	Další srovnatelný, alternativní, apod. TS <sub>st</sub> (příp. srovnatelné "technické řešení", pokud není konkurenční TS (s), známy nebo ani neexistuje)	
P-DESIGN, P-D	PRODUCT-DESIGN: označení pro "konstrukční" kritéria hodnocení (zakázky) TS (s) závisící pouze na inherentních, "neoddělitelných" (inherent) vlastnostech TS (s) (při předpokl. "konstrukčních situacích" vč. mezních!!!) bez uvažování "obchodních" - např. "konstrukční" požadavky, vlastnosti, vhodnost, kvalita, konkurenceschopnost, apod.	
P-BUSINESS, P-B	PRODUCT-BUSINESS: označení pro "obchodní" kritéria hodnocení (zakázky) TS (s) závisící i na dalších přiřazených (assigned) faktorech / "vlastnostech" TS (s) - např. "obchodní" požadavky, vlastnosti, vhodnost, kvalita, konkurenceschopnost, apod.	
P-MARKET, P-M	PRODUCT-MARKET: označení pro "tržní" kritéria hodnocení (zakázky) TS (s) závisící na ΣPRODUCT-DESIGN (inherentních) a PRODUCT-BUSINESS (přiřazených) faktorech - např. "tržní" požadavky, vlastnosti, vhodnost, kvalita, konkurenceschopnost, apod.	
SMQ	Six Management Questions (šest manažerských otázek): what to make (co dělat)?, when (kdy)?, where (kde)?, how (jak)?, in what quantities (kolik)?, with what inputs (s čím)? V přeneseném významu "vysvětlivá hodnota", "množina položek", apod., ne tedy v matematickém významu "součet" (číslicových hodnot, apod.) !!!	
Z	Označení kategorií zdrojů kritéria - požadavku [ISO 9000 2016] (na vlastnost, indikátor vlastnosti apod.) a automatické barevné zvýraznění podle pro úst. nejvýznamnější kategorie požadavků	
STAVOVĚNO	Základní, oddělené	(Stable) - zvýraznění velké závažnosti, lze odlišit/odtáhnout změnit (důležitou, apod.)
ZÁVAZNĚ	Posuvně předepsané	(Obligatory) - zvýraznění bezpodmínečné závažnosti, nebo změnit
OBV. PŘEDP.	Obvyklé předpokládane	(Generally implied) - zvýraznění menší závažnosti, lze ověřit (např. marketingově, apod.)
VLASTNÍ	Vlastní	(Own) - zvýraznění menší závažnosti, lze změnit
Doporučení stupnice bodového hodnocení váhy (0) jeho významnosti v rámci dané skupiny kritérií, příp. hodnocení vhodnosti (0) relace hodnot předikovanho/skutečného a požadovaného stavu (podtržení, příp. nepodtržení má analogický význam jako u vyjádření "třídy kvality" kritéria)		
4	Maximální	důležitost, vhodnost
3	Sřídlní	důležitost, vhodnost
2	Mala	důležitost, vhodnost
1	Minimální	důležitost, vhodnost
0	Zanedbatelná	důležitost, vhodnost
X	Neznámá	důležitost, vhodnost
Signální označení polí s výsledky analýz (pro hodnocení vhodnosti lze nastavit poměrně mezi hodnoty v buňkách LD a X3 na tomto Listu)		
hodnota	Mimo mezní hodnoty v "bezpečném" pásmu	
hodnota	Mezi min. a max. mezní hodnotou, tj. v "bezpečném" pásmu	
hodnota	Mimo mezní hodnoty v "příliš bezpečném" pásmu	





**HODNOCENÍ konkureschopnosti  
(zakázky) TS<sub>is</sub>  
pro všechny porovnatelné  
požadavky**



Návrat na Specifika požadavků & SWOT hodnocení				
		◀◀ SPEC.POŽ.&SWOT	◀◀ SPEC.POŽ.&SWOT	◀◀ SPEC.POŽ.&SWOT
<b>Q<sup>A</sup>T<sup>A</sup>C oblast vlastnosti/požadavků na (zakázku) TS :</b>		<b>Q<sub>o,P</sub> DEVELOPMENT-PRODUCT</b> („vývojová/vývinutá“) <b>KVALITA ZAKÁZKY TS(s)</b>	<b>I<sub>o,P</sub> DEVELOPMENT-PRODUCT</b> („vývojová“) <b>DOBA / TERMÍN ZAKÁZKY TS(s)</b>	<b>I<sub>o,P</sub> DEVELOPMENT-PRODUCT</b> („vývojové“) <b>NÁKLADY / CENA ZAKÁZKY TS(s)</b>
<b>Životní etapa TS</b>		distribuce	distribuce	distribuce
<b>Váha vlastnosti / požadavků (0 - 4) :</b>		4,00	1,00	3,00
<b>Výsledky vzájemného SWOT hodnocení (0 - 1)</b>	<b>pTS1 - předběžný návrh TS</b>	0,37	0,35	0,19
	<b>TS1 - finální návrh TS</b>	0,39	0,35	0,19
	<b>Ideální TS<sub>i</sub></b>	1,00	0,25	0,75

**Příloha 1 - Obr. 4, část 3 ze 3 [ Case Ex. DesProc&SumRep, Obr. 5-5 (v. EDT, EDR, EDD jen levý Dg) ] Výsledky SWOT hodnocení Q<sup>A</sup>T<sup>A</sup>C D/P/B/P/M/P 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 vzájemné konkurenceschopnosti alternativ  
orgánové struktury**

Alternatives Evaluation of the mutual Competitiveness of designed TS structures

AltEv

**pro navrhovaný technický produkt / systém (TS) :  
Zařízení pro zajištění nákladu**

**Autor / autoři: Filip Smolek**

**SW podpora a dokumentace hodnocení vzájemné konkurenceschopnosti  
alternativ struktur technického produktu (TS)**

**P.Skřivánek, T. Kalina a S.Hosnedl**

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

2020, verze 1.2

***Využívat v MS Excel k řešení a přenosu výsledků lze pouze interně pro školní práce na ZČU v  
Plzni,***

***v ostatních případech kontaktujte, prosím:***

**© Stanislav Hosnedl, KKS, FST, ZČU v Plzni**

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

Tato publikace neprošla redakční ani jazykovou úpravou

Stav řešení ke dni

**28.05.2021**

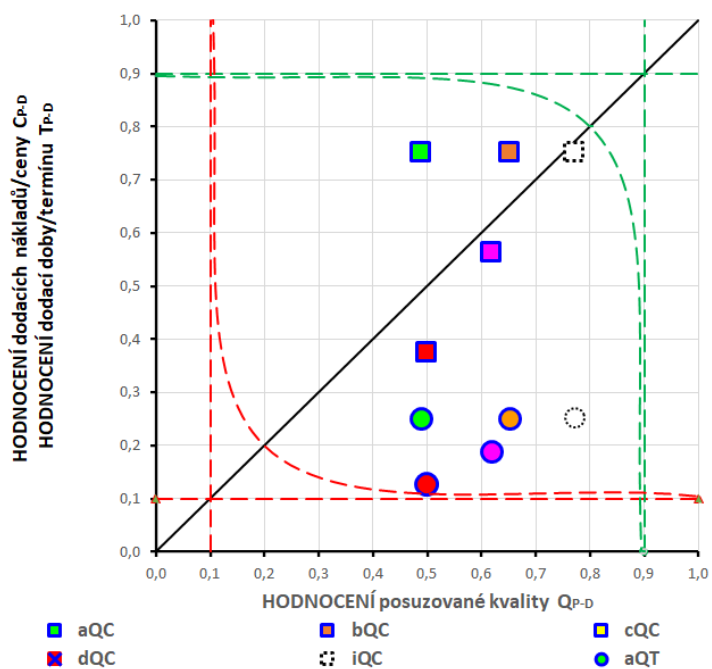
Hodnocení vzájemné konkurenceschopnosti		Nastavení mezí vhodnosti hodnocení:							
alternativ:	orgánové stuktury	dolní mez	0,1	horní mez	0,9	(0 ÷ 1)			
Fáze řešení :	SPECIFIKACE kritérií pro hodnocení	SWOT HODNOCENÍ konkurenceschopnosti							
FÁZE NÁVRHU TS :	//. KONCEPČNÍ NÁVRH - návrh *Orgánové struktury TS (nejčastěji, jinak omezení jen vhodností pro menší počet kritérií)								
- zápis a editace textů jsou možné jen u bílých buněk									
- řádku pro spec. a hodnoc. kritéria lze vložit kopírováním, překopírovat a/nebo odstranit kdekoliv v rozmezí řádek s bílými buňkami									
DIAGR. ►►	Požadavek / kritérium	Váha	Alternativa						
	Porovnatelná konkurenční vlastnost	(0 ÷ 4)	a	b	c	d	Ideal		
Hodnocení vhodnosti ( min. 0 ÷ max. 4 )	Posuzovaná kvalita <b>Q</b>	Jednoduchost zaparkování vozidla	4	3	4	3	3	4	
		Náročnost na obsluhu TS	4	-	4	4	4	4	4
		Bezpečnost při výpadku elektrické energie železničního vozu	3	4	4	4	4	4	4
		Bezpečnost při vybití baterie vozidla	3	4	2	1	4	4	4
		Bezpečnost při vykolejení nebo prudkém brzdění	3	2	3	2	4	4	4
		Náročnost na údržbu (výměna opotřebovaných prvků)	4	-	3	4	1	4	4
		Neblokování odpružení zajišťovaného vozidla	2	4	4	4	-	4	4
		Možnost naklápění vozidla	4	4	4	2	3	4	4
		Možnost variantního uvolnění a zablokování odpružení vozidla	1	4	4	4	-	4	4
		Náročnost na připojení k dalším TS žel. vozu (elektrický, pneumatický systém)	2	4	4	4	-	4	4
		Neomezení bezpečnosti cestujících	4	2	2	4	2	4	4
		Σvážené hodnocení vhodnosti Q			2,0	2,6	2,5	2,0	3,1
		Σnorm.váž.hodnoc.vhodn. Q (0 ÷ 1)			0,49	0,65	0,62	0,50	0,77
	Dodací doba/termín <b>T</b>	Celková dodací doba	1	4	4	3	2	4	
		---		-	-	-	-	-	
---			-	-	-	-	-		
Σvážené hodnocení vhodnosti T			1,0	1,0	0,8	0,5	1,0		
Σnorm.váž.hodnoc.vhodn. T (0 ÷ 1)			0,25	0,25	0,19	0,13	0,25		
Dodací náklady/cena <b>C</b>	Celkové dodací náklady	3	4	4	3	2	4		
	---		-	-	-	-	-		
	---		-	-	-	-	-		
	Σvážené hodnocení vhodnosti C		3,0	3,0	2,3	1,5	3,0		
Σnorm.váž.hodnoc.vhodn. C (0 ÷ 1)			0,75	0,75	0,56	0,38	0,75		

**PŘÍLOHA 2 - Obr. 1 [Case Ex. DesProc&SumRep, Obr.3-4]**

**SWOT hodnocení vzájemné konkurenceschopnosti navržených alternativ orgánové struktury TS pro vybrané klíčové PRODUCT-DESING (P-D) vlastnosti pro technický produkt / systém (TS) : Zařízení pro zajištění nákladu**

(Celé řešení použijte jako přílohu zprávy a do zprávy vložte pouze tento obrázek s komentářem a odkazy)

## HODNOCENÍ konkurenceschopnosti uvedených alternativ



Návrat na List AltEv :

AltEv

Q <sup>A</sup> T <sup>A</sup> C oblast vlastností / požadavků na (zakázku) TS :	Qp-D PRODUCT-DESIGN („konstrukční“) KVALITA ZAKÁZKY TS(s)	Tp-D PRODUCT-DESIGN („konstrukční“) DOBA / TERMÍN ZAKÁZKY TS(s)	Cp-D PRODUCT-DESIGN („konstrukční“) NÁKLADY / CENA ZAKÁZKY TS(s)	
Životní etapa TS	Provoz	Provoz	Provoz	
Váha vlastností / požadavků (0 - 4) :	4	4	4	
Výsledky váženého SWOT hodnocení (0 - 1)	Alternativa org.strukt. TS a	0,49	0,25	0,75
	Alternativa org.strukt. TS b	0,65	0,25	0,75
	Alternativa org.strukt. TS c	0,62	0,19	0,56
	Alternativa org.strukt. TS d	0,50	0,13	0,38
	Org. strukt. ideálního TS <sub>i</sub>	0,77	0,25	0,75

**PŘÍL. 2 - Obr. 2** [Case Ex. DesProc&SumRep, Obr. 3-5] Výsl. SWOT hodnocení vzájemné konkurenceschopnosti navržených alternativ orgánové struktury TS pro vybrané klíčové PRODUCT-DESING (P-D) vlastnosti pro technický produkt / systém (TS) : Zařízení pro zajištění nákladu

(Celé řešení použijte jako přílohu zprávy a do zprávy vložte pouze tento obrázek s komentářem a odkazy)

**Predikce, hodnocení a snížení rizikivosti**

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

**\*se zaměřením na bezporuchovost - FMEA**

**v celém životním cyklu**

**Risk** |Events/Situations| Riskness Prediction, Evaluation, and Reduction  
for a Technical System (ie. a subjectivised general Technical System)

RiskPER-TS(s)

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

**Zařízení pro zajištění nákladu**

**Autor / autoři: Filip Smolek**

**SW podpora a dokumentace predikce, hodnocení a snížení rizikivosti tech. produktu (TS)**

**se zaměřením na bezporuchovost v celém životním cyklu (LC)**

*( min. podle kritérií [ČSN EN 60812 2007] )*

**S. Hosnedl, T. Kalina, J. Dvořák**

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

2020, verze 1.2

***Využívat v MS Excel k řešení a přenosu výsledků lze pouze interně pro školní práce na ZČU v Plzni,***

***v ostatních případech kontaktujte, prosím:***

**© Stanislav Hosnedl, KKS, FST, ZČU v Plzni**

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

Tato publikace neprošla redakční ani jazykovou úpravou

Stav řešení ke dni

**28.05.2021**

**Predikce, hodnocení a snížení rizikivosti (PER) rizikových událostí / situací ( R|E|S| ) \*se zaměřením na bezporuchovost - FMEA**

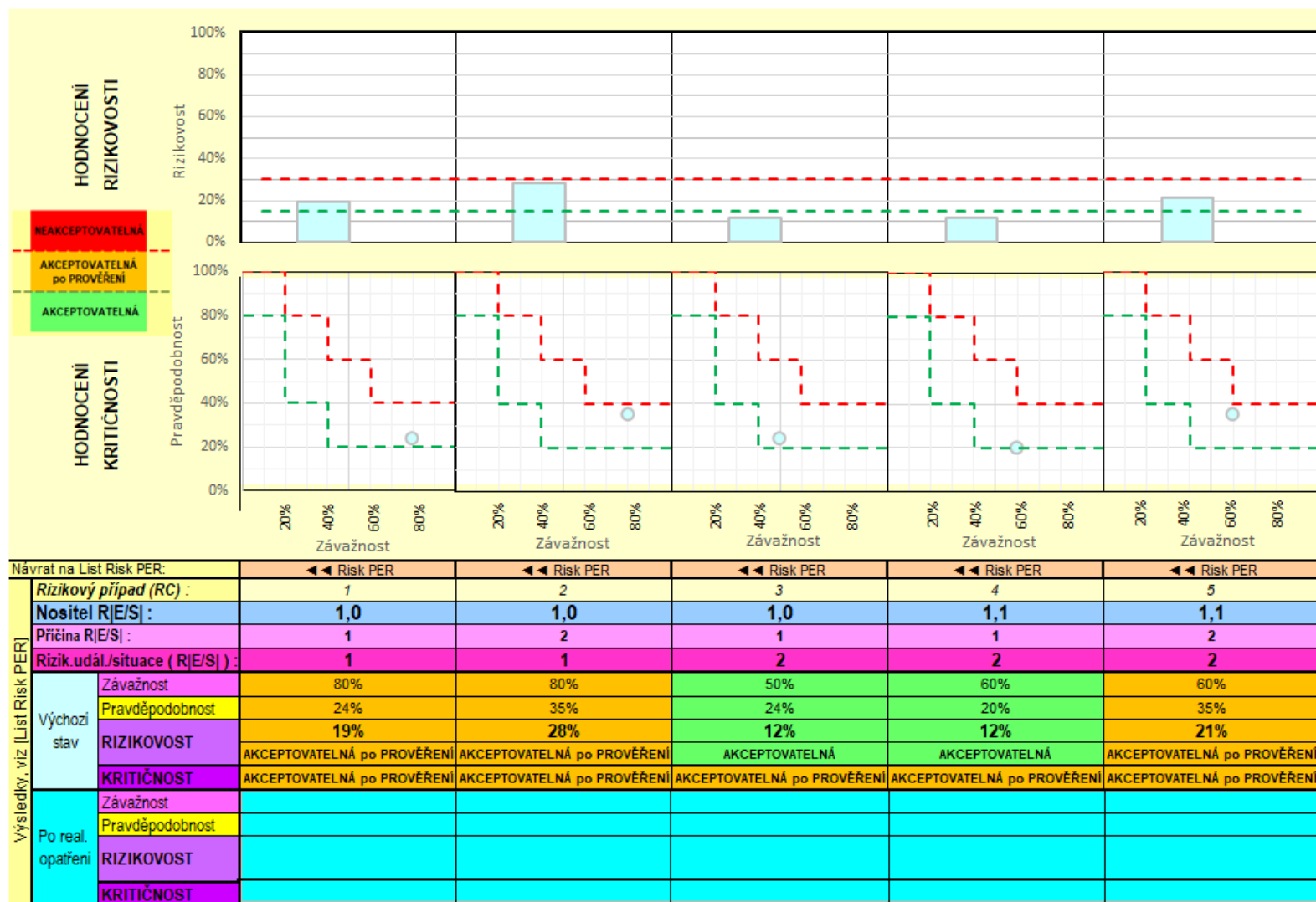
<b>Zaměření:</b>	Objektový systém (ObjS) TS(s)	Bezporuchovost hmotného technického systému	Analýza techniky pro spolehlivost systému (*** jednorázová - failure safety !!!)
<b>TS(s):</b>	Zařízení pro zajištění nákladu	CSN EN 60812, Techniky analýzy bezporuchovosti systémů - Postup analýzy způsobů a důsledků poruch (**FMEA) Praha: +Česk7 normalizační institut, 2007 Hornedl S. Systémové navrhování technických produktů KKS/ZKM. KKS, FST, ZČU, 2018+	Procedure for Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)
<b>Fáze řešení:</b>	PREDIKCE R E S  a jejich příčin a důsledků ve všech etapách** životního cyklu (LC) TS(s) !	HODNOCENÍ a SNÍŽENÍ RIZIKOVOSTI R E S	

ARC strom analyzovaných nositelů (e)TS příčin CCs a rizikových událostí (e)TS R E S	Meze a váhy :	Miry rizika (RI) pro HODNOCENÍ stupně rizika / rizikivosti :	Úrovně rizika / rizikivosti	0% (< AKCEPTOVATELNÉ)	< AKCEPTOVATELNÉ: po PROVĚŘENÍ	> NEAKCEPTOVATELNÉ	Odkazy na inf. zdroje
		Váhy závažnosti (Sv) a pravděpodobnosti (Pr) R E S  pro HODNOCENÍ kritičnosti rizika:	Stanovené meze : [ 0% = 100% ] [ 0 + 18 ] [ 0 + 10 ] Zadáno: [ 0% = 100% ]	0% [ 0 + 100% ] 15% [ 0 + 18 ] 15% [ 0 + 10 ] 20% [ 0 + 10 ] 15% [ 0 + 10 ]	30% [ 0% = 100% ] 28% [ 0 + 18 ] 30% [ 0 + 10 ] 30% [ 0% = 100% ]	100% [ 0% = 100% ] 18 [ 0 + 18 ] 10 [ 0 + 10 ] 100% [ 0% = 100% ]	[Hornedl 2018] [CSN-EN-ISO-12100 2011] [CSN-EN-60812 2007] [Hornedl 2018]

Zmínková značka: S C R	Typ RC	Pracovní pole sestavené z typových rizikových případů (RC) podle struktury řešené úlohy - výsledky řešení pro 1 až 10 RC ve vymezené pracovní ploše se zobrazují na Listu DIAGRAMY													
→ pořadí kroků	pořadí	- RC se SESTAVUJÍ ZKOPIROVÁNÍM (řádek z "menu nebo z "převzaté, příp. jst. šest částí prac. pole) pod ***POSLEDNÍ VHDNÝ RC; - příp. NEPOTŘEBNÉ RC (pod****) NEMAŽTE, ale (kdykoli v průběhu sestavování, vždy však na závěr!) PŘEKOPIRUJTE řádkami PRAZDNEHO RC (z " nebo pod****)													
▲	▼	Menu typových rizikových případů (RC) : - jejich "menu výsledky" se v diagramech nezobrazují, - řádky s typovými rizikovými případy (mezi horní ▲ a spodní ▼ řádkou) mohou být pro úsporu místa skryté													
▲	▼	S - (sub)systém TS(s), nositel R E S ; C - predikovaná příčina predikované R E S ; R - predikovaná R E S  na uzavřeném nositeli S. SCR - zakl. RC pro predikovanou R E S ; SCR - RC a další predikovanou R E S  na S; SCR - RC a další příčinnou C akt. predik. R E S ; SCCR - RC a příč. C a R E S  vyvolanými předch. R E S													

Objekt (ObjS)	CCs	R E S	→ Čaq (pro R E S )	HODNOCENÍ RIZIKOVOSTI R E S  R PRO VÝCHOZÍ STAV
Název	Typ PCs z menu CSN	Alokace a popis CCs	Alokace a popis R E S	Popis LCeq; Popis FCeq;
1,0	1	1	1	80% R E S  Pr: 24% R E S  Ri: 19%
Objekt (ObjS) (nositel R E S ) →	CCs (pro R E S ) →	R E S  → Čaq (pro R E S )	HODNOCENÍ RIZIKOVOSTI R E S  R PRO VÝCHOZÍ STAV	
Užití a konkr. abstrakce (e)TS	Typ PCs z menu CSN	Alokace a popis CCs	Alokace a popis R E S	Popis LCeq; Popis FCeq;
Konkr. příčina CCs	Etapa LC TS z menu (1)	LCst Vyroba TS(s) vč. mont., test., kom. kval. výr. apod.	LCst Etapa LC TS z menu (1)	LCst Provazování TS(s) vč. jízdy, oprav., ap.
Riziková událost (e)TS	Prasknutí svařů	Nekvalitní provedení svařové spojení dna zahlušení s podlahou železničního vozu	Utržení dna zahlušení	Zmnožnění výlet s vozidlem a poškození podvozků vozidla
Zařízení pro zajištění nákladu jako celek	Prasknutí svařů	Nekvalitní provedení svařové spojení dna zahlušení s podlahou železničního vozu	Utržení dna zahlušení	Zmnožnění výlet s vozidlem a poškození podvozků vozidla
1,0	2	1	1	80% R E S  Pr: 35% R E S  Ri: 28%
Objekt (ObjS) (nositel R E S ) →	CCs (pro R E S ) →	R E S  → Čaq (pro R E S )	HODNOCENÍ RIZIKOVOSTI R E S  R PRO VÝCHOZÍ STAV	
Užití a konkr. abstrakce (e)TS	Typ PCs z menu CSN	Alokace a popis CCs	Alokace a popis R E S	Popis LCeq; Popis FCeq;
Konkr. příčina CCs	Etapa LC TS z menu (1)	LCst Vyroba TS(s) vč. mont., test., kom. kval. výr. apod.	LCst Etapa LC TS z menu (1)	LCst Provazování TS(s) vč. jízdy, oprav., ap.
Riziková událost (e)TS	Prasknutí svařů	Přetíženi svařů kvůli naložení nadměrně hmotného vozidla	Utržení okraje	Háček popruhu nebo zaplet
Zařízení pro zajištění nákladu jako celek	Prasknutí svařů	Přetíženi svařů kvůli naložení nadměrně hmotného vozidla	Utržení okraje	Háček popruhu nebo zaplet
1,0	1	2	1	60% R E S  Pr: 24% R E S  Ri: 12%
Objekt (ObjS) (nositel R E S ) →	CCs (pro R E S ) →	R E S  → Čaq (pro R E S )	HODNOCENÍ RIZIKOVOSTI R E S  R PRO VÝCHOZÍ STAV	
Užití a konkr. abstrakce (e)TS	Typ PCs z menu CSN	Alokace a popis CCs	Alokace a popis R E S	Popis LCeq; Popis FCeq;
Konkr. příčina CCs	Etapa LC TS z menu (1)	LCst Vyroba TS(s) vč. mont., test., kom. kval. výr. apod.	LCst Etapa LC TS z menu (1)	LCst Provazování TS(s) vč. jízdy, oprav., apod.
Riziková událost (e)TS	Utržení okraje	Utržení okraje kvůli malé navržené tloušťce	Utržení okraje	Háček popruhu nebo zaplet
Zařízení pro zajištění nákladu jako celek	Utržení okraje	Utržení okraje kvůli malé navržené tloušťce	Utržení okraje	Háček popruhu nebo zaplet
1,1	1	2	4	60% R E S  Pr: 20% R E S  Ri: 7%
Objekt (ObjS) (nositel R E S ) →	CCs (pro R E S ) →	R E S  → Čaq (pro R E S )	HODNOCENÍ RIZIKOVOSTI R E S  R PRO VÝCHOZÍ STAV	
Užití a konkr. abstrakce (e)TS	Typ PCs z menu CSN	Alokace a popis CCs	Alokace a popis R E S	Popis LCeq; Popis FCeq;
Konkr. příčina CCs	Etapa LC TS z menu (1)	LCst Vyroba TS(s) vč. mont., test., kom. kval. výr. apod.	LCst Etapa LC TS z menu (1)	LCst Provazování TS(s) vč. jízdy, oprav., apod.
Riziková událost (e)TS	Prasknutí pružného kontaktu (pružný)	Únavový lom vlivem vrubů na povrchu pružiny	Pružný kontakt vypadne ze stropu	Vozidlo se nenabíjí
Zařízení pro zajištění nákladu jako celek	Prasknutí pružného kontaktu (pružný)	Únavový lom vlivem vrubů na povrchu pružiny	Pružný kontakt vypadne ze stropu	Vozidlo se nenabíjí

S	C	SCR	1,1		2		2			HODNOCENÍ RIZIKOVOSTI RIE/SI/R PRO VÝCHOZÍ STAV																																													
↑	2	5	Odhadnuté riziko RIE/SI (→ →)		CCs (pro RIE/SI) (→)		RIE/SI (→ Opat. / pro RIE/SI)																																																
			Název: Úkol a hlavní abstrakce (a)TB		Typ PCs z menu CSN		Název a popis RIE/SI		Popis T. Opat.		Popis F. Opat.		Popis ŘadM																																										
			↑		Abstrakce a popis CCs: Eseje LG, TS z menu (L) LOaB Povozovom T. Opat. vč. údržby, spravy, ap.		↑		↑		↑		<table border="1"> <thead> <tr> <th>RIE/SI Sv.</th> <th>SI (%)</th> <th>60%</th> <th>RIE/SI Pr.</th> <th>SI (%)</th> <th>60%</th> <th>RIE/SI Dt z menu:</th> <th>SI (%)</th> <th>35%</th> <th>RIE/SI RI</th> <th>21%</th> <th>Poznámky</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>↑</td> <td>80%</td> <td>60%</td> <td>RIE/SI F Sv z menu 6 Sřezání</td> <td>80%</td> <td>60%</td> <td>RIE/SI Oc z menu 5 Sřezání: oklazená ponuchy - střední rozsah</td> <td>80%</td> <td>70%</td> <td>AKCEPTOVATELNÁ po PROVĚŘENÍ</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>RIE/SI Dt z menu: 7 Velmi nízká</td> <td>80%</td> <td>70%</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>										RIE/SI Sv.	SI (%)	60%	RIE/SI Pr.	SI (%)	60%	RIE/SI Dt z menu:	SI (%)	35%	RIE/SI RI	21%	Poznámky	↑	80%	60%	RIE/SI F Sv z menu 6 Sřezání	80%	60%	RIE/SI Oc z menu 5 Sřezání: oklazená ponuchy - střední rozsah	80%	70%	AKCEPTOVATELNÁ po PROVĚŘENÍ									RIE/SI Dt z menu: 7 Velmi nízká	80%	70%
RIE/SI Sv.	SI (%)	60%	RIE/SI Pr.	SI (%)	60%	RIE/SI Dt z menu:	SI (%)	35%	RIE/SI RI	21%	Poznámky																																												
↑	80%	60%	RIE/SI F Sv z menu 6 Sřezání	80%	60%	RIE/SI Oc z menu 5 Sřezání: oklazená ponuchy - střední rozsah	80%	70%	AKCEPTOVATELNÁ po PROVĚŘENÍ																																														
						RIE/SI Dt z menu: 7 Velmi nízká	80%	70%																																															
HODNOCENÍ RIZIKOVOSTI RIE/SI/R PO REALIZACI OPATŘENÍ																																																							
Popis ŘadM										<table border="1"> <thead> <tr> <th>RIE/SI Sv.</th> <th>SI (%)</th> <th>60%</th> <th>RIE/SI Pr.</th> <th>SI (%)</th> <th>21%</th> <th>RIE/SI RI</th> <th>13%</th> <th>Poznámky</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>↑</td> <td>80%</td> <td>60%</td> <td>RIE/SI F Sv z menu 3 Nízká: poměrně málo poruch - homi</td> <td>80%</td> <td>70%</td> <td>AKCEPTOVATELNÁ</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>RIE/SI Dt z menu: 7 Velmi nízká</td> <td>80%</td> <td>70%</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>										RIE/SI Sv.	SI (%)	60%	RIE/SI Pr.	SI (%)	21%	RIE/SI RI	13%	Poznámky	↑	80%	60%	RIE/SI F Sv z menu 3 Nízká: poměrně málo poruch - homi	80%	70%	AKCEPTOVATELNÁ									RIE/SI Dt z menu: 7 Velmi nízká	80%	70%									
RIE/SI Sv.	SI (%)	60%	RIE/SI Pr.	SI (%)	21%	RIE/SI RI	13%	Poznámky																																															
↑	80%	60%	RIE/SI F Sv z menu 3 Nízká: poměrně málo poruch - homi	80%	70%	AKCEPTOVATELNÁ																																																	
						RIE/SI Dt z menu: 7 Velmi nízká	80%	70%																																															

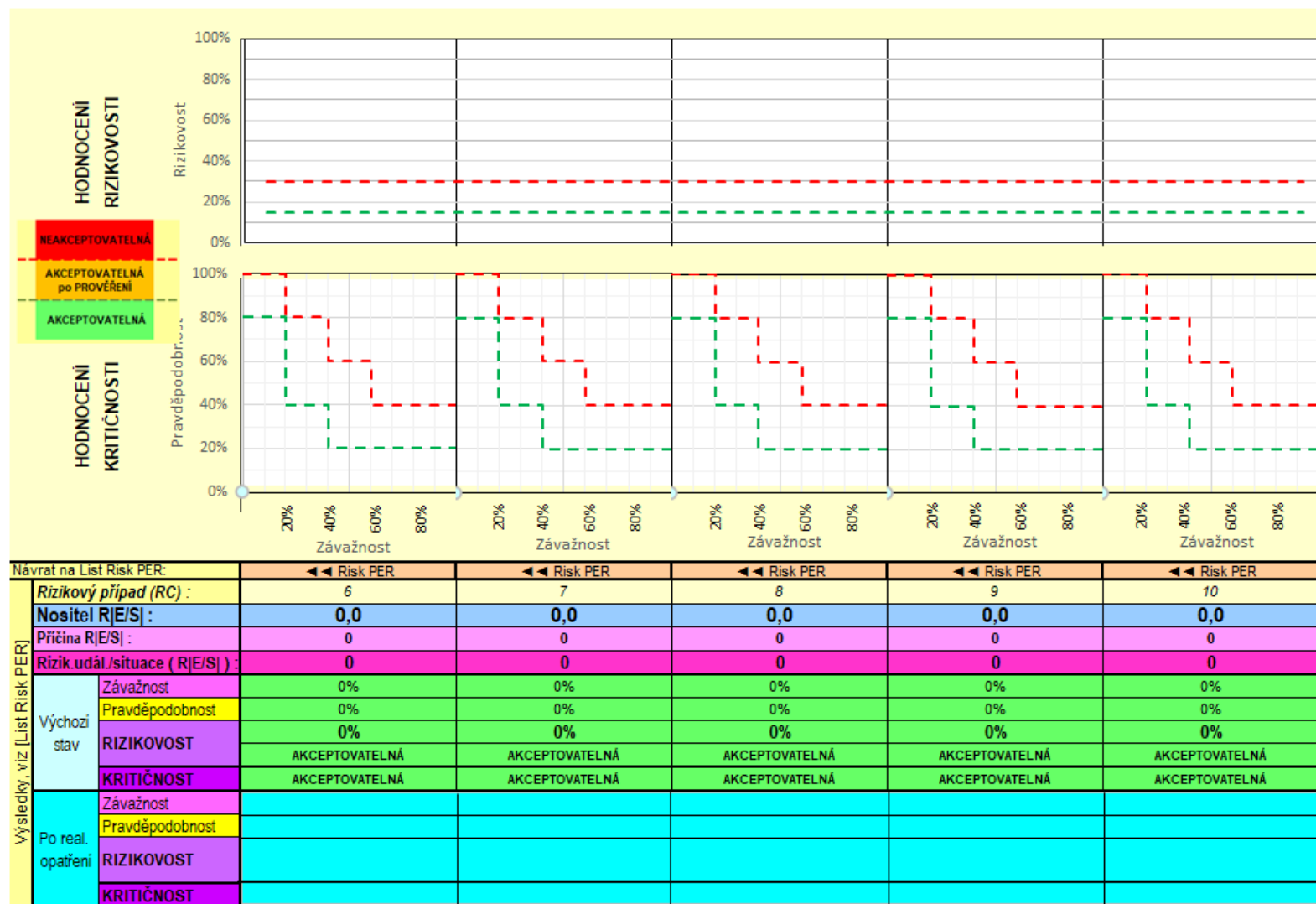


**PŘÍL. 3 - Obr.1, část 1 ze 2** (Case Ex.DesProc&SumRep, Obr. 4-2) **Výsl. predikce, hodnocení a snížení rizikivosti R|E|S|**

**\*se zaměřením na bezporuchovost - FMEA**

**pro technický produkt / systém (TS) : Zařízení pro zajištění nákladu**

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



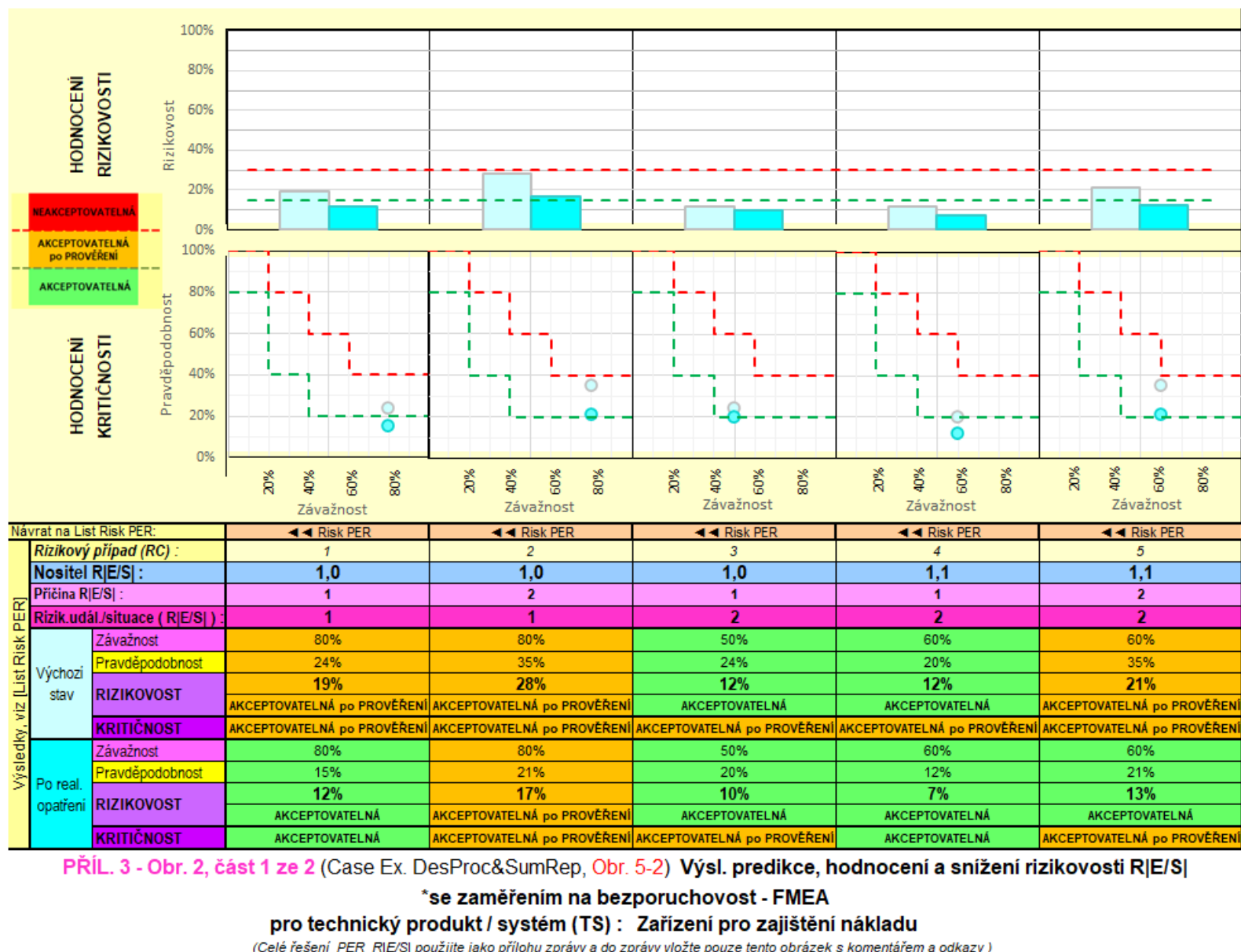
**PŘÍL. 3 - Obr.1, část 2 ze 2** (Case Ex.DesProc&SumRep, Obr. 4-2) **Výsl. predikce, hodnocení a snížení rizikovitosti R|E|S|**

**\*se zaměřením na bezporuchovost - FMEA**

**pro technický produkt / systém (TS) : Zařízení pro zajištění nákladu**

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







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

**\*se zaměřením na bezporuchovost - FMEA**

**pro technický produkt / systém (TS) : Zařízení pro zajištění nákladu**

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