

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA STROJNÍ

Studijní program: B 2341 Strojírenství
Studijní zaměření: Design průmyslové techniky

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Designová studie vlaku SuperCity

Autor: **Ondřej VLADYKA**
Vedoucí práce: **Doc. Ing. Martin HYNEK, PhD.**

Akademický rok 2013/2014

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Ondřej VLADYKA**
Osobní číslo: **S13B0487P**
Studijní program: **B2341 Strojírenství**
Studijní obor: **Design průmyslové techniky**
Název tématu: **Designová studie vlaku supercity**
Zadávací katedra: **Katedra konstruování strojů**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Základní požadavky:

Bakalářská práce obsahuje vlastní designový návrh vlaku supercity. Hlavním cílem práce je navržení exteriéru a interiéru vlaku se zaměřením na maximální pohodlí pro cestující. Práce dále obsahuje 3D model a konstrukční řešení vybraného uzlu.

Základní technické údaje:

Technické parametry jsou uvedeny v příloze zadání.

Osnova bakalářské práce:

1. Rešerše
2. Návrh exteriéru a interiéru vlaku
3. Sedadla pasažérů
4. Konstrukční řešení vybraného uzlu
5. Fotorealistické snímky

Rozsah grafických prací: **dle potřeby**
Rozsah pracovní zprávy: **30-40 stran A4**
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**
Seznam odborné literatury:

HOSNEDL, S., KRÁTKÝ, J. Příručka strojího inženýra 1. Praha: Computer-Press, 1999

DOSTÁL, J., HELLER, P. Kolejová vozidla I. Plzeň: Západočeská univerzita, 2010

Podkladový materiál, výkresy, katalogy, apod. poskytnuté zadavatelem úkolu.

Vedoucí bakalářské práce: **Doc. Ing. Martin Hynek, Ph.D.**
Katedra konstruování strojů
Konzultant bakalářské práce: **Doc. Ing. Martin Hynek, Ph.D.**
Katedra konstruování strojů

Datum zadání bakalářské práce: **23. září 2013**
Termín odevzdání bakalářské práce: **27. června 2014**


Doc. Ing. Jiří Staněk, CSc.
děkan



Doc. Ing. Václava Lašová, Ph.D.
vedoucí katedry


V Plzni dne 23. září 2013

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 rád poděkoval všem, kteří mi pomohli při zpracování této bakalářské práce a během celého studia. Chci poděkovat především vedoucímu bakalářské práce, Doc. Ing. Martinu Hynkovi, Ph.D., za odborné vedení, cenné rady a připomínky. Poděkování dále patří mé rodině a přátelům, za jejich podporu nejen při studiu.

ANOTAČNÍ LIST BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

AUTOR	Příjmení Vladyka	Jméno Ondřej	
STUDIJNÍ OBOR	2341R001 „Design průmyslové techniky“		
VEDOUCÍ PRÁCE	Příjmení (včetně titulů) Doc. Ing. Hynek, PhD.	Jméno Martin	
PRACOVNÍŠTĚ	ZČU - FST - KKS		
DRUH PRÁCE	DIPLOMOVÁ	BAKALÁŘSKÁ	Nehodící se škrtněte
NÁZEV PRÁCE	Designová studie vlaku SuperCity		

FAKULTA	strojní	KATEDRA	KKS	ROK ODEVZD.	2014
---------	---------	---------	-----	-------------	------

POČET STRAN (A4 a ekvivalentů A4)

CELKEM	65	TEXTOVÁ ČÁST	48	GRAFICKÁ ČÁST	17
--------	----	--------------	----	---------------	----

<p style="text-align: center;">STRUČNÝ POPIS (MAX 10 ŘÁDEK)</p> <p>ZAMĚŘENÍ, TÉMA, CÍL POZNATKY A PŘÍNOSY</p>	<p>Bakalářská práce je zaměřena na vlastní návrh vlakové soupravy typu SuperCity. Práce obsahuje řešerše existujících vlakových souprav SuperCity, vlastní návrhy řešení a finální návrh exteriéru a interiéru vytvořeného pomocí 3D programu CatiaV5R20. Dále je práce zaměřena na ergonomii interiéru a bezpečnost cestujících.</p>
<p style="text-align: center;">KLÍČOVÁ SLOVA</p> <p style="text-align: center;">ZPRAVIDLA JEDNOSLOVNÉ POJMY, KTERÉ VYSTIHUJÍ PODSTATU PRÁCE</p>	<p style="text-align: center;">Vlak, SuperCity, CatiaV5, design, render, CAD, náčrt, interiér, exteriér ergonomie, sedadlo</p>

SUMMARY OF BACHELOR SHEET

AUTHOR	Surname Vladyka	Name Ondřej	
FIELD OF STUDY	2341R001 “Industrial Design“		
SUPERVISOR	Surname (Inclusive of Degrees) Doc. Ing. Hynek, PhD.	Name Martin	
INSTITUTION	ZČU - FST - KKS		
TYPE OF WORK	DIPLOMA	BACHELOR	Delete when not applicable
TITLE OF THE WORK	Design study of train SuperCity		

FACULTY	Mechanical Engineering	DEPARTMENT	Machine Design	SUBMITTED IN	2014
---------	------------------------	------------	----------------	--------------	------

NUMBER OF PAGES (A4 and eq. A4)

TOTALLY	65	TEXT PART	48	GRAPHICAL PART	17
---------	----	-----------	----	----------------	----

BRIEF DESCRIPTION TOPIC, GOAL, RESULTS AND CONTRIBUTIONS	This bachelor work is focused on my own design of train SuperCity. The work contains research of existing trains SuperCity, my own designs and final design of exterior and interior created with software CatiaV5R20. Next, the work is focused on the ergonomics of the interior and passengers safety.
KEY WORDS	Train, SuperCity, CatiaV5, design, render, CAD, sketch, interior, exterior, ergonomics, seat

Obsah

1. Úvod.....	5
2. Historie vlakové dopravy	6
3. Existující řešení designu vlakových souprav	7
3.1. Elektrická jednotka 480 - Leo express	7
3.2. Elektrická jednotka 680 - Pendolino	8
4. Vlastní návrhy	9
4.1 Návrhy exteriéru.....	9
4.1.1 První varianta řešení.....	9
4.1.2. Druhá varianta řešení	9
4.1.3. Třetí varianta řešení.....	10
4.2. Návrhy interiéru	10
4.2.1 Návrh interiérového uspořádání 1	10
4.2.2 Návrh interiérového uspořádání 2	10
4.2.3 Návrh interiérového uspořádání 3	11
4.2.4 Návrh interiérového uspořádání 4	11
5. Finální návrh exteriéru	12
5.1. Základní parametry navržené vlakové soupravy.....	12
5.2. Skříně vagonů.....	13
5.3. Pojezdy.....	13
5.4. Design exteriéru	13
5.5. Vstupní dveře	14
5.6. Nástupní plošina pro osoby na invalidním vozíku	15
5.7 Čelní část vlaku	16
5.7.1 Čelní sklo.....	16
5.7.2. Světla vlaku	16
5.8 Boční část vlaku	16
5.8.1. Boční okna.....	16
5.8.2. Vysouvatelný schod u vstupních dveří vagonů.....	17
5.9. Klimatizace.....	17
5.9.1. Vnější klimatizace	17
5.9.2. Vnitřní klimatizace	18
5.10. Kamerový systém vlaku	18
5.11. Zdroj elektrického proudu	19
6. Finální návrh interiéru	20

6.1 Základní rozdělení interiéru	20
6.2. Toalety klasické + toalety pro osoby na invalidním vozíku.....	20
6.3. Občerstvení a obsluha vlaku	21
6.4. Dveře a schody interiéru.....	22
6.4.1. Dveře interiéru.....	22
6.4.2. Schody interiéru	23
6.5. Interiérové vybavení.....	23
6.5.1 Interiérové vybavení prvního vozu.....	23
6.5.2 Interiérové vybavení druhého vozu	24
6.5.3 Interiérové vybavení třetího vozu.....	24
6.6. Bezpečnostní prvky vlaku	25
6.6.1. Nouzové východy.....	25
6.6.2. Požární bezpečnost.....	25
6.6.3. Bezpečnostní brzda a bezpečnostní pásy.....	25
7. Sedadla pasažérů	26
7.1 Sedadla první třídy	26
7.1.1 Ovládací panel sedadla.....	27
7.1.2 Skládací stolec sedadla.....	27
7.1.3 Dotykové zařízení (tablet).....	28
7.2 Sedadla druhé třídy.....	29
7.2.1 Boční části	29
7.2.2 Sedadlo a opěradlo	29
7.2.3. Ukotvení sedadel	29
7.3 Sedadla třetí třídy	30
7.4 Sedadla třídy kupé.....	30
7.5. Otočný mechanismus sedadel první a třetí třídy	31
7.5.1. Otočný mechanismus pro sedadla třetí třídy	31
7.5.2. Otočný mechanismus pro sedadla první třídy	33
8. Ergonomie	34
8.1. Ergonomie sedadel	34
8.2. Ergonomie zbytku interiéru.....	37
8.2.1 Madla.....	37
8.2.2. Zavazadlový prostor	38
8.2.3. Vymezený prostor pro invalidy na vozíku a rodiny s kočárkem.....	41
9. Závěr.....	42

Literatura	43
Knižní publikace	43
Publikace na internetu	43
Směrnice a normy.....	43
Seznam obrázků	44
Seznam tabulek	45
Seznam příloh.....	45
PŘÍLOHA č. 1	46
PŘÍLOHA č. 2.....	54
PŘÍLOHA č. 3.....	58

Přehled použitých zkratk a symbolů

SC		SuperCity
ČSN		Česká státní norma
EN		Evropská norma
CAD		Computed aided design (Počítačová podpora konstruování)
CAM		Computed aided manufacturing (Počítačová podpora obrábění)
LCD		Liquid Crystal Display (Displej z tekutých krystalů)
ES		Evropské společenství
PUR		Polyuretan
PMMA		Polymethylmethakrylát (Plexisklo)
PC		Polykarbonát
F	[N]	Síla působící na nosnou konstrukci
l	[mm]	Délka nosné části
H	[mm]	Vnější výška obdélníkového profilu
h	[mm]	Vnitřní výška obdélníkového profilu
B	[mm]	Vnější šířka obdélníkového profilu
b	[mm]	Vnitřní šířka obdélníkového profilu
f	[-]	Součinitel smykového tření
ψ	[-]	Součinitel proti odlehnutí
$\sigma_{D\dot{S}}$	[MPa]	Dovolené napětí ve šroubu
Re	[MPa]	Mez kluzu pro ocel
k	[-]	Koeficient bezpečnosti
a	[mm]	Vzdálenost šroubu od vetknutého nosníku
b	[mm]	Vzdálenost šroubu od vetknutého nosníku
c	[mm]	Vzdálenost šroubu od vetknutého nosníku
R _A	[N]	Osová síla prvního šroubu
R _B	[N]	Osová síla druhého šroubu
R _C	[N]	Osová síla třetího šroubu
R _D	[N]	Reakce ve vetknutí od síly F
R _{Mo}	[N]	Součet reakcí od momentu
R _{DF}	[N]	Přítlačná síla příruby se stěnou
M _D	[N.mm]	Ohybový moment od síly F
M _{omax}	[N.mm]	Maximální ohybový moment
W _{ox}	[mm ³]	Modul průřezu v ohybu
J _x	[mm ⁴]	Kvadratický moment k ose x
e	[mm]	Nejvzdálenější vlákno od neutrální osy
F _{1A}	[N]	Maximální síla ve šroubu
S _j	[mm ²]	Průřez jádra šroubu
d _{3A}	[mm]	Nejmenší průměr šroubu A
σ_s	[MPa]	Skutečné napětí
σ_D	[MPa]	Dovolené napětí oceli

1. Úvod

Bakalářská práce pojednává o návrhu vlakové soupravy typu SuperCity. Dle Českých drah je definice vlaku SuperCity (SC) taková: vlaky pro komfortní cestování na dlouhé vzdálenosti v rámci České republiky i do zahraničí zastavující pouze v nejvýznamnějších stanicích s nadstandardními službami, bez příplatku, na vlcích jsou zpravidla nasazeny moderní jednotky pendolino s vozy 1. a 2. třídy a bistro vozem, občerstvení je zajištěno rovněž formou roznáškové služby (cestujícím v 1. třídě je poskytováno vybrané občerstvení zdarma), povinná rezervace místa (nutná místenka SC). [9]

Cílem práce je vytvořit vlastní návrh vlaku SuperCity. Základní zásady pro zpracování jsou takové:

Maximální délka vlaku nesmí překročit 65000 mm s tím, že maximální délka jednotlivých vagonů nesmí být více než 25000 mm. Podlaha musí být z velké části nízkopodlažní, především v částech nástupu a výstupu z vagonů. Souprava by měla poskytovat oboustranný provoz po trati s minimální kapacitou 100 míst k sezení.

Z hlediska bezpečnosti musí vlak poskytovat vybavení jako je nouzová brzda, nouzové otevírání dveří a rozmístění nouzových výstupů pro evakuaci cestujících v případě havárie či poruše vlakové soupravy.

Jednotka bude elektrická s napájením soustavy dle jízdní dráhy vlaku.

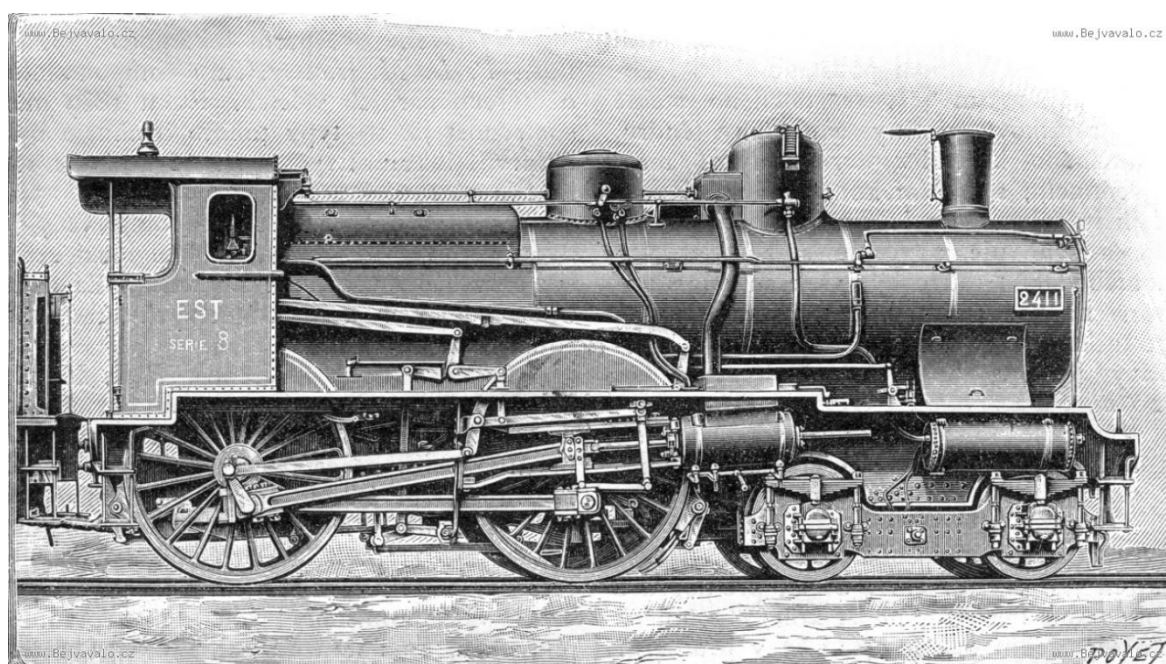
Vlak musí poskytovat také možnost nástupu osob se sníženou pohyblivostí, osob na invalidním vozíku či osob s kočárkem a zároveň pro ně uzpůsobit možnosti interiéru.

Prioritou práce je sestavení interiéru, které by mělo poskytovat co nejvyšší pohodlí pro cestující. Návrh musí obsahovat alespoň tři ekonomicky rozdělené třídy. Těm musí odpovídat kvalita interiéru jako je komfort a ergonomie sedadel pasažérů, stolky, místo pro zavazadla, umístění toalet, kuchyňek s obsluhou a dostatečný světelný komfort.

Výsledkem této práce je vlastní návrh vlakové soupravy, který splňuje nejnovější trendy v oblasti vlakové dopravy a výše zmíněné body. Návrh je zobrazen pomocí 3D modelu CAD/CAM softwaru CatiaV5R20.

2. Historie vlakové dopravy

První koleje vyrobené ze dřeva vznikaly v 16. a 17. století. Sloužily převážně k přepravě uhlí v dolech a z dolů do přístavu, kde se uhlí překládalo na loď. Vlaková doprava vznikla spolu s parním strojem Jamese Watta. První parní lokomotivu vynalezl Richard Treviňick v roce 1804. Vedení kola po kolejích bylo zajištěno hranou na vnější straně kolejnic. První veřejná železnice zahájila provoz v roce 1825 ze Stockholmu do Darlingtону. Nejdříve se vlakem přepravovalo zboží, později sloužil i pro přepravu osob. Železniční doprava se v průběhu 19. století velice rozmohla a vytvořila hustou dopravní síť především v Anglii a severní Americe. Díky tomuto rozmachu začaly vznikat moderní stavby mostů a tunelů. Během válek v 19. století se ukázala velká strategická výhoda dobře vybudované železniční sítě. Zejména v prusko-francouzské válce a první světové válce, kde vlaky převážely vojenské oddíly, zbraně a zásoby. Od roku 1955 se železnice modernizovala především nahrazováním parních lokomotiv elektrickými a motorovými s podstatně vyššími výkony, hospodárností a čistším provozem.



Obrázek 1 - Parní lokomotiva (Francie) [6]

První železniční doprava v České republice se objevila v roce 1828. Zprvu šlo o koněspřežné dráhy (první trasa Linz – České Budějovice). Téměř veškeré dráhy byly vybudovány za monarchie. Po rozpadu monarchie vznikly Československé státní dráhy (ČSD).

Železnice pronikla do historických zemí Koruny české jako civilizační a kulturní fenomén. Vybudování železniční sítě patří k největším počínům v oboru stavitelství, jež dalo impuls k rozvoji měst a uspíšilo průmyslovou revoluci.

3. Existující řešení designu vlakových souprav

Na počátku vlastního navrhování vlakové soupravy je důležité shlédnout aktuální stav a možnosti dnešních železničních vozidel. Najít v nich společné rysy, nevýhody, nad kterými je třeba zauvažovat a zajímavosti, které dále využiji pro svůj návrh. Pro tento účel byly vybrány dvě vlakové soupravy, které se nejvíce blíží zadání práce. Mezi ně patří elektrická jednotka 480 - Leo Express, která je dnes, dle mého mínění, jedna z nejmodernějších v České republice a elektrická jednotka 680-Pendolino, která patří k zakladatelům typu SuperCity.

3.1. Elektrická jednotka 480 - Leo express

Jak jsem již zmínil, Leo express patří k nejmodernější vlakové soupravě typu SuperCity v České republice. Z hlediska designu exteriéru neshledávám Leo Express nijak průlomový, avšak ho řadím k nejzajímavějším v Česku. Vlaku dominují tvary s ostrými přechody z boků na čelní část a střechu. Čelní sklo není příliš velké, ale z hlediska prostoru strojvedoucího dostačující. Zajímavá je kombinace černé a zlaté barvy, která vytváří zajímavý vzhled.



Obrázek 2 - Leo Express [8]

Jedná se o nízkopodlažní vlak s pěti vagóny, z nichž první a poslední je říditelný s hnacími nápravami. Mezi zbylými vagóny jsou upevněny hnané podvozky Jakobs, které šetří energii a snižují hmotnost celé jednotky. Hnací i hnané podvozky jsou ocelové stavby, vybaveny vzduchovým vypružením zajišťující potřebný jízdní komfort až do rychlosti 160 km/h. Skříň je z integrované hliníkové stavby z protlačovaných profilů. Výška nízkopodlažní části je 780 mm nad temenem kolejnice. V prostoru nad podvozky Jakobs je výška podlahy vzhledem k výšce kolejnicím 850 mm a nad hnacími nápravami 1120 mm. Elektrická výzbroj jednotky pro napájecí systém 3 kV DC je na bázi vodou chlazených IGBT trakčních měničů a asynchronních trakčních motorů. Vlakový řídicí systém je SELECTRON se sběrnici s rozhraním CANopen a s příslušným diagnostickým systémem. Základní rozměry soupravy (Délka/šířka/výška) jsou 90178mm/2880mm/4270mm.

Interiér je tvořen několika třídami, z nichž nejluxusnější je třída premium s šesti sedadly pro pasažéry. Nejdůležitějším prvkem jsou kožená ergonomická sedadla s elektrickým ovládním zádového opěradla a opěrky pro nohy. Dále je sedadlo vybaveno výsuvným stolem a zdrojem elektrického proudu pro připojení osobního počítače či mobilního telefonu pasažéra. Rozstup mezi sedadly je 1120 mm. Dále mají pasažéři premium třídy možnost přístupu na intranet a dostávají občerstvení a nápoje zdarma. O stupeň

níže je třída business s 19 místy pro pasažéry. Sedadla jsou též kvalitní, ovšem manuálně ovladatelná a není mezi nimi takový rozestup jako u třídy premium. Sedadla jsou rozmístěna 2+1 v každé řadě. Některá z nich jsou otočená proti sobě s rozkládacím stolčkem mezi nimi. Nad sedadly je po celé délce třídy polička pro uložení zavazadel. Poslední třída je nazvána economy s 212 místy pro pasažéry. Má sedadla v klasickém autobusovém uspořádání 2+2 v každé řadě, převážně otočené jedním směrem. Sedadla jsou nepolohovatelná a poličky pro zavazadla jsou řešeny stejně jako u třídy předešlé. Vlak je plně průchozí a má kapacitu 237 míst + 2 místa pro invalidní vozíky a 5 míst pro kočárky. Pro nástup osob na invalidním vozíku se používá ručně rozkladatelná plošina lehké stavby, kterou obsluha v případě potřeby umístí do vstupních dveří.

3.2. Elektrická jednotka 680 - Pendolino

Elektrická jednotka 680 je jediná jednotka s naklápěcími skříněmi v provozu Českých drah. Soupravy Pendolino jsou hlavní vlaky nasazované jako SuperCity. Ze začátku byly vlaky Pendolino nasazovány na tratě Praha - Břeclav a především Praha - Ostrava. Postupem let byly jízdní dráhy prodlouženy do Vídně a Bratislavy.



Obrázek 3 - Elektrická jednotka 680 - Pendolino [9]

Jednotka 680 je složena ze sedmy vozů dvou tříd s celkovou délkou, branou přes nárazníky, 185300 mm. Délka každého vloženého vozu je 25000 mm a hlavového 17000 mm. Šířka skříně je 2800 mm. Maximální rychlost soupravy činí 230 km/h, ovšem na území ČR je povolena rychlost 160 km/h. Krajní vagóny jsou říditelné a díky tomu se vlaková souprava nemusí na konečné zastávce otáčet, či přepojovat vagóny. Jednotku lze provozovat na třech železničních napájecích soustavách. Pro Českou republiku a Slovensko jsou napájecí soustavy stejnosměrného napětí (3kV) a střídavého jednofázového napětí (25kV a 50Hz). Na území Rakouska pouze střídavého jednofázového napětí (15kV 16 2/3Hz).

Jak již bylo zmíněno, ve vlakové soupravě se nachází dvě různé třídy a jeden vůz slouží jako bufet. Rozdíl mezi první a druhou třídou je pouze v tom, že je poskytován pasažérovi servis v podobě bezplatného občerstvení, denního tisku a jiného vzhledu sedadel. Uspořádání obou tříd je prakticky stejné, s tím, že sedadla jsou uspořádána jak za sebou, tak proti sobě s vloženým rozkládacím stolčkem. Celková kapacita vozu činí 105 míst v první třídě (dva vagóny), a 226 míst v třídě druhé. Celkově 331 míst k sezení + 2 místa pro osoby na invalidním vozíku a kočárky.

4. Vlastní návrhy

V této kapitole jsou popsány prvotní náčrty a myšlenky, důležité pro vytvoření finálního konceptu. Obsahuje návrhy exteriéru a interiéru, obojí ve třech variantách řešení. Všechny tři varianty exteriéru jsou si podobné, v některých prvcích dokonce stejné. Ještě před kreslením je nutné si určit důležité prvky, které by měly být zahrnuty v každé variantě. Jako třeba řešení zpětného pohledu řidiče pomocí kamerového systému, tvar a postavení vstupních dveří, tvar bočních oken, tvar a umístění vnější klimatizace a pantografu. Podobnost návrhů demonstruje to, že i po malé změně některé součásti se změní vzhled celku. Veškeré skici zmíněné v této kapitole jsou vyobrazeny v příloze 1 bakalářské práce.

4.1 Návrhy exteriéru

4.1.1 První varianta řešení

Zobrazuje pohled na první variantu exteriéru vlakové soupravy (obrázek 48). Nejdůležitějšími prvky vlaku jsou přední část, přechody do stran a do horních ploch. Oproti jiným českým vlakům je čelo více zkosené. Tím se získají lepší aerodynamické vlastnosti a to zejména menší odpor vzduchu. Čelu vlaku dominuje velké okno, které je lehce vypouklé, avšak nepřechází do stran ani na střechnu vagonu. Přechod zajišťuje pruh, který obklopuje čelní sklo z obou stran a přechází na střechnu vagonu, kde pokračuje až na konec vlakové soupravy. Je tvarován tak, že plynule propojuje čelní, boční i střešní části vlaku. V něm jsou zabudované čtyři kruhové světlomety, jejichž čelní plocha je tangenti k ploše pruhu. Mezi pruhem a čelním sklem je zabudován kryt, který skrývá mechanismus stěrače. Dalším zajímavým prvkem jsou dlouhá boční okna. U klasických vlaků jsou jednotlivá okna obdélníkového tvaru rozmístěná po celé délce s určitými rozestupy mezi sebou. V náčrtu jsou okna po celé délce vagonu bez mezer, rozdělená pouze několika vertikálními sloupky a vstupními dveřmi. Barevný pruh pod okny je zajímavý designový prvek, kde se vedlejší linky nad místy s nápravami napojují na linku hlavní, která je vedena po celé délce vlakové soupravy. Dává tak dojem propojenosti jednotlivých vagonů v jeden celek. Na střeše každého vagonu je zobrazena klimatizace, která je z velké části zasunuta do vnitřku vlaku, čímž tolik nenaruší plochu střechny a celkový design jednotky.

4.1.2. Druhá varianta řešení

Zobrazuje pohled na variantu exteriéru vlakové soupravy (obrázek 49). Čelní plocha se od spodní části směrem nahoru značně rozšiřuje a přechází plynule na střechnu vagonu. Přední světla jsou opět kruhová. Pod prvním bočním oknem je připevněno zařízení pro kamerový systém, který slouží strojvedoucímu jako zpětná zrcátka. Je to elegantní a moderní řešení pro vlakové soupravy namísto klasických zrcadel. Pod vstupními dveřmi je umístěno zařízení pro vysunutí nástupního schůdku, a tím usnadnění nástupu cestujících do vnitřní části vlaku.

4.1.3. Třetí varianta řešení

Zobrazuje pohled na variantu exteriéru vlakové soupravy (obrázek 50). Jedná se o modifikaci předchozích návrhů. Na první pohled si můžeme všimnout podobností některých elementů s předchozím návrhem. Podobné je například umístění vstupních dveří ve střední části každého vagónu, kde bude podlaha nejnižší, tvar bočních oken, umístění klimatizace a náprav. Podobná je i přední část. Přejechání čela na střechu vagónu je stejně plynulé a se stejným zkosením jako u předchozí varianty, avšak přechod těchto částí do boků vlaku není plynulý, ale je zde vytvořena menší hrana. Světlomety jsou, stejně jako u první varianty, zasunuty v barevně odlišeném pruhu konstrukce vlaku. Jsou zde opět čtyři kruhové světlomety, které jsou obklopeny výřezem ve tvaru oka. U kratších jednotek je lepší využít Jakobsovy podvozky, které jsou umístěné vždy mezi dva vagóny.

4.2. Návrhy interiéru

V zadání práce je požadováno vytvoření několika variant interiéru. S přihlédnutím na konkurenční jednotky jako je Leo Express a Pendolino, které byly popsány v předchozí kapitole, byly získány základní předpoklady pro vlastní návrh interiéru a nápady na vylepšení současného stavu.

4.2.1 Návrh interiérového uspořádání 1

Zobrazuje půdorys vnitřního uspořádání prvního vagónu (obrázek 51). Na začátku vagónu je zobrazeno pracoviště řidiče, které je odděleno tenkou stěnou, za níž je umístěna první třída. První třída by měla být nejluxusnější částí celé vlakové soupravy. Tomu by měla odpovídat velikost a komfort sedadel a dostatečný prostor pro pohyb cestujících. První třída se nachází nad podvozkem vagónu, proto bude v tomto místě zvýšená podlaha. Zavazadlový prostor pro první třídu je umístěn v prostoru mezi první třídou a chodbou u vstupu. Zbylou část vlaku zabírá druhá třída, kde je uspořádání sedadel 2+2. Všechna sedadla v této třídě jsou uspořádána do čtveřic a mezi nimi je rozkládací stůl. Vzhledem k tomu, že se v tomto vagónu nachází nejvyšší třídy, je ve voze umístěn kuchyňský kout s obsluhou. Najdeme ho ve střední části vagónu, aby bylo obsloužení pasažérů co nejrychlejší. Z hlediska dobré dostupnosti je ve střední části vlaku umístěna toaleta.

4.2.2 Návrh interiérového uspořádání 2

Zobrazuje půdorys vnitřního uspořádání druhého vagónu (obrázek 52). Obsahuje druhou a třetí třídu, které jsou od sebe příčně oddělené chodbou u vstupních dveří (jako u prvního vagónu). Ze zadání plyne, že vlaková souprava musí poskytovat zařízení a prostor pro osoby na invalidním vozíku. Z těchto důvodů je vůz vybaven bezbariérovou toaletou a dostatečným prostorem pro invalidní vozíky. Je důležité, aby byl přístup k těmto místům co nejsnazší. Proto je toaleta i vymezené místo umístěno co nejbližší vstupním dveřím a u obsluhy vlaku, která v případě potíží může rychle zasáhnout. Třetí třída má sedadla sestavená pouze za sebou, kde odkládací stolek je připevněn na zadní ploše opěradel. Třetí třída je z velké části nízkopodlažní a podlaha je mírně zvýšená nad nápravou konce vagónu. V první i druhé třídě jsou poličky pro zavazadla umístěny podélně nad samotnými sedadly.

4.2.3 Návrh interiérového uspořádání 3

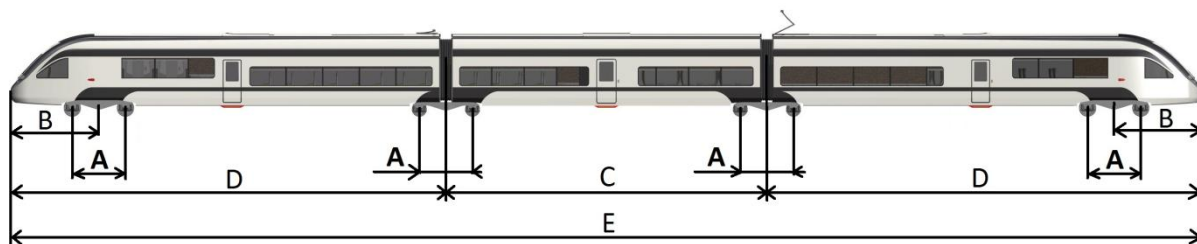
Zobrazuje půdorys vnitřního uspořádání třetího vagónu (obrázek 53). Nalezneme zde zbytek třetí třídy, stejně jako v předchozím vagónu, a třídu kupé. Třídy jsou opět rozděleny chodbou ve střední části vozu. Tento vagón není určen pro osoby na invalidním vozíku, a proto neobsahuje bezbariérovou toaletu. Na rozdíl od prvních dvou vozů není třetí vagón vybaven kuchyňkou s obsluhou. Kupé třída je řešena klasickým způsobem, kde v každém kupé je 6 sedadel (3+3). Poličky pro zavazadla jsou umístěny v příčném směru nad každou řadou sedadel.

4.2.4 Návrh interiérového uspořádání 4

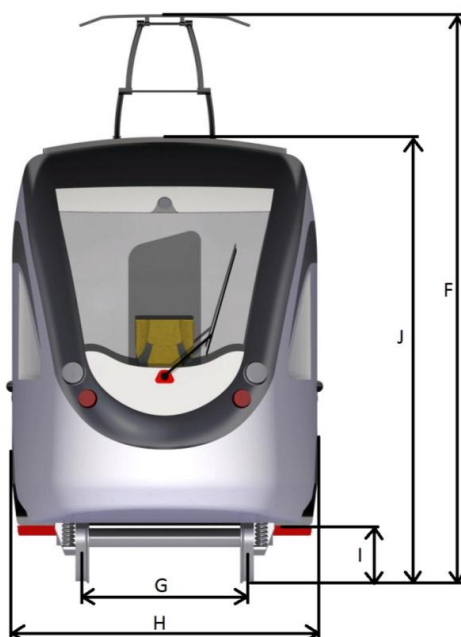
Na obrázku 54 je zobrazeno základní vybavení interiéru. Pro maximální komfort cestujících jsou pouze tři sedadla v jedné řadě namísto čtyř. Odstraněním jednoho sedadla z každé řady se zvětší šířka jednotlivých komponent sedadla, jako je sedák, opěradlo, područky a uličky mezi nimi. Velká okna zajišťují dostatečný výhled z vozidla a dostatek světla pronikajícího do vnitřní části vlaku. Při nočních jízdách je vagón vybaven několika druhy světel. Nad okny je podélná liška, v níž jsou umístěna obdélníková světla, jež osvětlují jednotlivou řadu sedadel. Podlaha v místě sedadel je mírně vyvýšena. K osvětlení uličky slouží dlouhé lišty se světly, které jsou umístěné po stranách vyvýšení, těsně u podlahy vagónu. Největší podíl osvětlení mají kruhová stropní světla. Poličky jsou jednoduché konstrukce z ocelových svařovaných profilů. Na horní plochu spodní části obdélníkového profilu jsou pokládány desky z průsvitného materiálu (sklo, plexisklo). Koncová část vagónu je plně průchozí do další části vlaku.

5. Finální návrh exteriéru

5.1. Základní parametry navržené vlakové soupravy



Obrázek 4 - Boční pohled se základními rozměry



Obrázek 5 - Pohled zepředu se základními rozměry

Přehled základních parametrů vlaku:

A	Rozvor náprav jednoho podvozku	2700	[mm]
B	Vzdálenost podvozku od koncové části vlaku	4690	[mm]
C	Délka středního vagónu	16290	[mm]
D	Délka krajního vagónu	22305	[mm]
E	Celková délka vlaku	60900	[mm]
F	Výška vlaku se zvednutým pantografem	5375	[mm]
G	Rozchod náprav	1435	[mm]
H	Celková šířka vlaku	2980	[mm]
I	Výška spodku skříně do kolejnic	580	[mm]
J	Výška vlaku bez pantografu	4200	[mm]

5.2. Skříňě vagónů

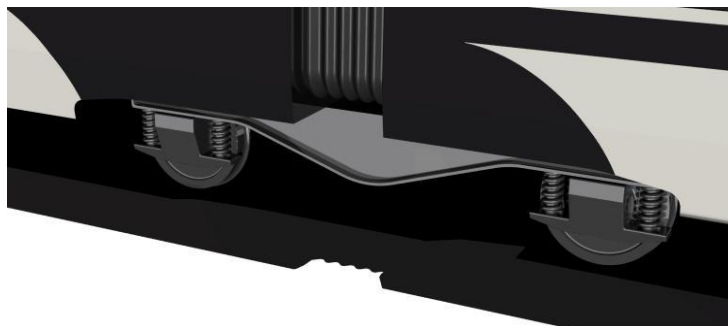
V průběhu vývoje skříňí kolejových vozidel nastala řada změn. V dnešní době se stále více lpí na zlepšení technických parametrů výrobků, na jejich hospodárnosti, na kvalitě a také na ekologičnosti. Hlavním vývojovým trendem skříňí je lehká stavba. Nahrazením materiálů oceli hliníkem se razantně sníží hmotnost skříňe a tím i opotřebení podvozků, sníží se tím i jízdní odpory a spotřeba energie.

Skříň druhého vagónu, která má po celé délce stejný průřez, je vyrobená z hliníkových protlačovaných profilů. Skříň se dělí na spodní část, bočnice a střechu. Každý z těchto komponentů vznikne svařením několika profilů či spojením nýty a šrouby. Spodní část je tvarována a zesílena pro uložení podvozku soupravy. Stavba dále obsahuje prvky pro upevnění zařízení interiéru, jako jsou sedadla, vnitřní obložení stěn, podlahy a poličky pro zavazadla. Po smontování všech částí jsou do sestavy vyříznuty otvory pro okna a dveře. Nakonec je skříň barevně lakována, doplněna interiérovými díly a okny.

Skříň prvního a třetího vagónu má téměř po celé délce stejnou stavbu jako vagón druhý. Avšak u čelní části, kde se profil mění na tvarově složitější prvky, se změní i technologický proces. Hliníkový profil se z hlediska tvaru čela vlaku nehodí. Celá část by musela být z více dílů a proces ohýbání a tvarování hliníku je velmi složitý. Pro složité tvary se používá kompozitní materiál a to zejména skelný laminát. Technologický vývoj je drahý, ale výsledkem je elegantní tvar, který splňuje požadavky designéra na tvarovou dokonalost.

5.3. Pojezdy

Na krajích soupravy jsou umístěné dva dvounápravové hnací podvozky. Vždy mezi dvěma vagóny jsou umístěny dvounápravové běžné podvozky typu Jakobs. Tento pojezd je výhodné použít u kratších souprav, kde jejich využití snižuje energetickou náročnost a hmotnost celé vlakové soupravy.



Obrázek 6 - Podvozek mezi vagóny

Rozteč mezi jednotlivými nápravami je 2700 mm. Velikost hnacího dvojkolí je 870 mm a hnaného 750 mm. Každá hnaná náprava je poháněna vlastním trakčním motorem. Vedení dvojkolí je realizováno pomocí ojníčkového vedení s flexi-coil pružinami, které současně slouží jako primární vypružení. Pro plné pohodlí z jízdy je pojezd vybaven ještě sekundárním vypružením vzduchovými pružinami umístěným mezi rámem podvozku a skříňí vozu.

5.4. Design exteriéru

V dnešní době je také třeba vytvořit moderní vzhled produktu, pro nalákání zákazníka. Největším konkurentem z hlediska designu v odvětví vlakové dopravy je elektrická jednotka 480 obecně známá jako Leo Express. V kapitole 4 byly popsány základní návrhy, ze kterých vychází finální verze vlastní vlakové soupravy.

Vlaková souprava se skládá ze tří vagónů, z nichž krajní jsou říditelné a prostřední vloženy. Prvky jako jsou barevné pruhy, umístění pantografů, vnější klimatizace a vstupní dveře jsou symetrické dle příčné roviny umístěné v polovině délky soupravy. Čelo soupravy je tvořeno mírně vypouklým, velkým čelním oknem. Čelo plynule navazuje na boční a střešní části a tvoří tak nejdůležitější prvek z hlediska celkového vzhledu soupravy. V pruhu, který obklopuje čelní sklo a stěrač, jsou umístěny 4 kruhové světlomety. Další kruhové světlo je umístěno ve středu nad hlavním oknem. Dveře jsou umístěny vždy ve střední části vagónu a pod nimi se nachází nástupní schod. Vnější kamerový systém se nachází pod spodní lištou bočních oken nad nápravami koncových vozů. Na obrázku 10, je vidět výškový rozdíl některých bočních oken. Ten je dán změnou výšky podlahy v interiéru vozu. Každý vagón má vlastní vnější klimatizaci, která je spojena pruhy ve tvaru uzavřené smyčky. Prvky zmíněné v této podkapitole jsou dále rozepsány a podrobněji vysvětleny v následujících podkapitolách.

5.5. Vstupní dveře

Každý vagón je vybaven dvěma jednokřídlými dveřmi vždy po obou stranách vozidla. V zadání práce je uvedeno, že tyto dveře musí být v místě nejnižší podlahy, pro snazší nástup a výstup osob s omezenou pohyblivostí. Nejnižší část podlahy je umístěna ve střední části každého vagónu. Z toho důvodu budou v této oblasti umístěny vstupní dveře. Pro můj návrh použiji dveře předsuvné, které se, díky vlastnostem jako je jednoduchost, dobrá zvuková izolace a tlakotěsnost, používají u řady regionálních a dálkových vlaků. Princip je takový, že křídlo dveří se vysune z roviny bočnice a posouvá se podél ní po vnější straně skříně vlaku. Samotné dveře jsou sestaveny z několika částí. První částí dveří je křídlo, u kterého vnější část tvoří hliníkový plech a sklo o stejné tloušťce 4mm. Plech i sklo jsou dále lepeny na vnitřní svařenec rámu z hliníkových profilů. Po obvodu vnitřní části křídla i v otvoru pro dveře v bočnici je vylepeno pryžové těsnění pro dokonalou těsnost. Další částí je pohonný mechanismus otevírání dveří. V dnešní době se využívají elektrické nebo pneumatické pohony namísto ručního způsobu otevírání. Pro můj návrh byl vybrán elektrický pohon s pohyblivým šroubem a maticí, který je nenáročný na prostor a je schopen přenášet velké síly. Tlačítka pro otevírání dveří jsou umístěna uvnitř i vně vlaku. Dle předpisů musí být umístěna ve výšce 1000mm - 1400mm nad podlahou vlaku (vnitřní) nebo od nástupiště (vnější). Zároveň jsou dveře vybaveny tlačítkem pro případ nouze, které vypne elektromotor pohonu a dveře lze otevřít ručně.



Obrázek 7 - Vstupní dveře

K důležitým rozměrům patří dle normy ČSN EN 14752 výška dveří, která musí být minimálně 1950 mm. Dále je to průchozí šířka, která je minimálně 650 mm u jednokřídlých dveří a 1300 mm u dveří dvoukřídlých. Vozidla určená pro přepravu osob na invalidním vozíku (dveře druhého vagónu) musí mít šířku dveří větší než 850 mm. U předsvuných dveří musí být vysunutí dveří z roviny bočnice v rozmezí 58 až 65 mm. V tabulce č. 1 jsou vypsány rozměry všech dveří vlakové soupravy.

Rozměry dveří vlakové soupravy		
	1. a 3. vagón	2. vagón
Výška [mm]	2200	2200
Šířka [mm]	880	950

Tabulka 1 - Rozměry vnějších dveří

5.6. Nástupní plošina pro osoby na invalidním vozíku

V zadání práce je uvedeno, že vlaková souprava by měla poskytovat možnost nástupu a výstupu osob na invalidním vozíku či kočárků. Dále pro ně musí být vymezen dostatečný prostor v interiéru vozidla s obsluhou a toaletou v co nejbližším dosahu.



Obrázek 8 - Vysuvná plošina pro invalidní vozíky a kočárky

Obvyklá výška nástupiště u zastávek je 550 mm nad spojnicí temen kolejnicových pásů. Jak bylo zmíněno dříve, jde o soupravu nízkopodlažní, kde nejnižší postavená podlaha (ve střední části vlaku mezi nápravami) je 700 mm. Rozdíl mezi nástupní výškou a výškou podlahy je 150 mm. Tento rozdíl je ovšem příliš velký pro nástup či výstup cestujících na vozíku, proto bude součástí soupravy i vysouvateľná rampa pro invalidní vozíky.

Na obrázku č. 8 je zobrazená vysunutá plošina pro osoby na invalidním vozíku či osob s kočárkem. Plošina je uložena pod podlahou druhého vagónu. Podlaha je v tomto místě otevíratelná pro případnou montáž a demontáž zařízení i v případě poruchy. Plošina je vyrobena ze slitiny hliníku a její nosnost je 300 kg. Úhel sklonu plošiny vzhledem k nástupišti je 10° a při výškovém rozdílu nástupiště a podlahy vagónu 150 mm je spočítána délka plošiny na 865 mm. Šířka plošiny činí 980 mm a je vybavena vodíci lištami po stranách, jako ochrana před sklouznutím koleček vozíku z rampy. Horní vrstva rampy je z protiskluzového pryžového materiálu. Mechanismus plošiny je vybaven akustickým signálem při vysouvání a možností automatického zastavení plošiny v případě střetu s překážkou.

5.7 Čelní část vlaku

5.7.1 Čelní sklo

Čelní sklo je mírně vypouklé, ale nezasahuje do stran vlaku. Je vyrobeno z bezpečnostních skel, mezi kterými je vložena jedna nebo několik vrstev PVB bezpečnostních fólií. Ty zabraňují rozsypaní skla při nárazu či jiným poškození čelní plochy skla a chrání před UV zářením. Na vnitřní stranu skla je nanesena vrstva polyuretanu, která zlepšuje vodotěsnost a zvukotěsnost.

5.7.2. Světla vlaku

Dle předpisů pro železniční vozidla, musí být vlaková souprava vybavena několika druhy světel.

Čelní strana vlaku musí být opatřena dvěma bílými světlomety a dvěma návěstními svítilnami umístěnými ve vodorovné rovině ve stejné výšce nad úrovní kolejnice, symetricky ke středové ose a ve vzdálenosti nejméně 1 300 mm od sebe. V případech, kdy z důvodu kuželovité přední části nelze dosáhnout rozestupu 1 300 mm, je přípustné zmenšit tuto vzdálenost na 1 000 mm. Oba druhy světel musí být umístěny od 1500 mm do 2000 mm nad úrovní kolejnice. [16]

Dále musí obsahovat třetí bílou svítilnu, která musí být umístěna ve středu nad dvěma níže položenými světly. Stejně rozložené musí být i koncové návěstní svítilny červené barvy. Jak již bylo zmíněno, vlaková souprava je oboustranně říditelná a první i poslední vagon mají identické exteriéry. Při jízdě jedním směrem jsou na prvním vagónu rozsvícena bílá světla a na posledním koncová červená světla. Při zpětné jízdě se světla prohodí. V návrhu jsou oba druhy bílých světel obsaženy v jednom celku a jsou vzdáleny 1720 mm od sebe ve výšce 1995 mm nad úrovní kolejnice. Třetí bílé světlo je umístěno ve středu nad čelním sklem ve výšce 3600 mm nad úrovní kolejnice. Červená světla jsou umístěna ve vzdálenosti 1460 mm od sebe a ve výšce 1750 mm od temene kolejnic.



Obrázek 9 - Přední část vlaku

5.8 Boční část vlaku

5.8.1. Boční okna

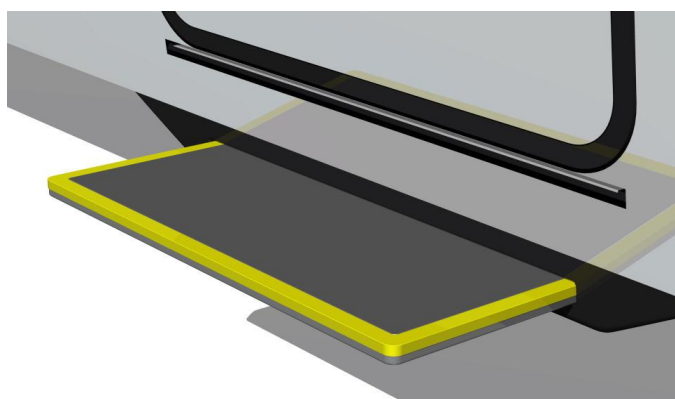
Pro zajištění dostatečného světelného komfortu cestujících je vlak vybaven velkými bočními okny. Jedná se o okna, která jsou lepena do rámu bočnice. Jsou vyrobena z tvrzeného skla, které se při rozbití roztříští na malinkaté kousky a minimalizuje se tak riziko poranění pasažérů v případě nehody. Tmel zajistí pevnou vazbu mezi rámem a sklem, zvýší zvukotěsnost a zajistí dokonalou vodotěsnost. Velikost skleněných celků dává vlaku originální vzhled. Okna jsou vysoká 1050 mm.



Obrázek 10 - Boční část koncového vozu

5.8.2. Vysouvateľný schod u vstupních dveří vagónů

Jak již bylo zmíněno, je výška podlahy u vstupních dveří 700 mm nad temenem kolejnic. Dále výška klasických nástupišť činí 550 mm nad kolejnicemi a prostor mezi hranou nástupiště a vlakem musí být minimálně 350 mm. Z těchto rozměrů plyne, že vzniká značná vůle jak výšková, tak délková mezi nástupištem a podlahou vlaku. Z bezpečnostních důvodů je vlak vybaven vysouvateľným schůdkem, kde jeho horní plocha má stejnou výšku jako je výška nástupiště a dosahuje téměř k jeho hraně. Tím vznikne snadný přechod pro pasažéry do interiéru vlaku a rozdílná výška (150 mm) splňuje nároky schodů pro nástup osob s omezenou pohyblivostí. Schod je elektricky ovládan z pracoviště strojvedoucího. Horní část schodu je vyrobena z protiskluzového pryžového materiálu.



Obrázek 11 - Nástupní schod

5.9. Klimatizace

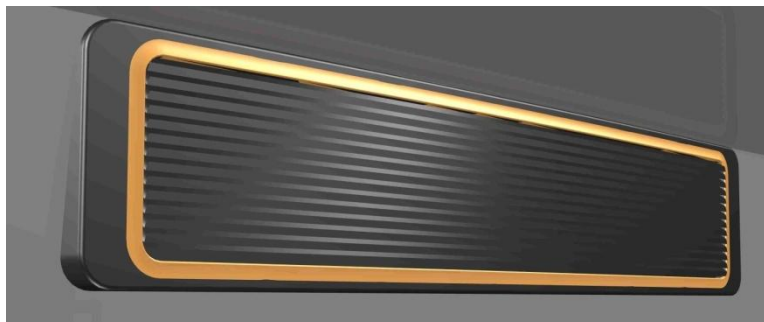
Pro vnitřní klima dnešních vlaků je důležité, aby teplota a vlhkost vzduchu byla na optimální úrovni. Každý vagón bude vybaven klimatickým systémem typu Multi-split, který tvoří zapojení několika vnitřních jednotek na jednu vnější. Hodí se převážně v těch vagónech, kde je několik od sebe oddělených místností s rozdílnými zdroji tepla.

5.9.1. Vnější klimatizace

V celé vlakové soupravě jsou celkem tři venkovní klimatizace (pro každý vagon jedna). Jsou umístěné ve střední části střechy vagónu. Z hlediska designu působí vnější jednotky velmi nenápadně, jelikož jsou z větší části zasunuty pod střechu. Dále jsou barevně sladěny se zbytkem vlakové skříně. Mezi pruhy se nachází ochranná síťka, pod kterou je ventilátor s výměníkem tepla a dalšími agregáty chladícího (topného) oběhu. Zda bude z výměníku tepla teplo odebíráno či dodáváno, záleží na tom, bude-li nastaven režim chlazení nebo vytápění.

5.9.2. Vnitřní klimatizace

Vytváří klima o určité teplotě a vlhkosti. Uvnitř každého vagónu se jich nachází několik a rozmístění je zobrazeno na schématech v příloze 2. Připevněny jsou ke stropu nebo k horní části stěn. Každá z nich má jeden vstup pro nasávání vzduchu a dva výstupy pro vypouštění klimatizovaného vzduchu, který je upraven výměníkem tepla. Klimatizace má dva režimy a to jak pro chlazení, tak vytápění (dle ročního období). V letním období je potřeba chlazení. Proto se horký vzduch odebíraný z vnitřku vozu přes výměník tepla uvnitř klimatizace, kterým proudí chladivo o nízké teplotě, ochladí a proudí zpět do vnitřku vozu. V zimním období je tomu obráceně a chladný vzduch proudí přes vyhřívaný výměník tepla a do vnitřku vozu proudí vzduch teplý.



Obrázek 12 - Nástěnná klimatizace v třídě kupé

5.10. Kamerový systém vlaku

Vlaková souprava je vybavena dvěma kamerovými systémy. První z nich jsou kamery umístěné z obou stran bočnic exteriéru (obrázek 13). Slouží jako náhrada klasických zpětných zrcátek, které z hlediska designu a technologie neodpovídají modernímu konstrukčnímu řešení vozidel. Obraz z kamer je zobrazován na LCD panelu v kabině strojvedoucího.



Obrázek 13 - Kamerový systém - vnější

Další kamery jsou umístěné na středu stropu chodby u výstupů z každého vagónu (obrázek 14). Zde je nejlepším řešením instalace kamery IP s tzv. rybím okem. Rybí oko je typ širokoúhlého objektivu, jehož čočka má velké soudkovité zkreslení a tak dokáže zobrazit najednou úhel až 360° okolo středu kamery. Tím dokáže pochytit velkou plochu interiéru v okolí její montáže, zejména tak oboje postraní vstupní dveře. To dává řidiči vlaku přehled o situaci okolo vstupů.



Obrázek 14 - Kamerový systém - vnitřní

5.11. Zdroj elektrického proudu

Sběr elektrické energie je realizován pomocí pantografického vedení umístěného na střeše vlaku. Zde se z trolejového vedení sbírá pantografem elektrická energie, která je přeměněna a dále zpracovávána v transformátorech, které nejsou, z hlediska vzhladu vlaku, umístěné na střeše (jako u jednotek Pendolino), ale v interiéru vozidla (vyznačeno na obrázcích v příloze 2). Napájecí soustavy jsou v každé zemi jiné. V severních částech České republiky a Slovenska se využívají stejnosměrné napájecí soustavy 3kV, zatímco v jižních částech a na území Rakouska střídavé soustavy 25kV, 50Hz. Transformátory jsou schopny pracovat s oběma druhy napájení. Tato energie slouží pro pohon podvozků soupravy a pro elektrické agregáty uvnitř vozu, jako jsou pohony dveří a elektrické spotřebiče v kuchyňce. Pantografy jsou dva. Jeden pohání podvozek v jednom směru jízdy a druhý ve směru opačném.



Obrázek 15 - Pantografové zařízení

6. Finální návrh interiéru

Ze skic v předešlé kapitole byl vytvořen finální návrh, který byl realizován opět ve 3D CAD/CAM systému CatiaV5 R20. Při navrhování finálního konceptu bylo přihlíženo k řešení interiéru konkurenčních výrobců elektrických jednotek SuperCity jako je Leo Express, Regiojet a Pendolino. Vnitřní uspořádání je zobrazeno na obrázcích v příloze 2.

6.1 Základní rozdělení interiéru

V tabulce 2 jsou vypsány základní informace o sestavení interiéru vlaku. Jak bylo prvotně plánováno, vlaková souprava o třech vagoněch má celkem čtyři různé třídy dle komfortu a kvality. Jednotlivé třídy jsou spíše možné varianty, které lze ve vlakové dopravě použít pro reálné účely. Kupříkladu při modifikaci vagonů si zákazník může určit, že vlaková souprava by neobsahovala třídu kupé, ale místo ní by chtěl více sedadel pro pasažéry třetí třídy.

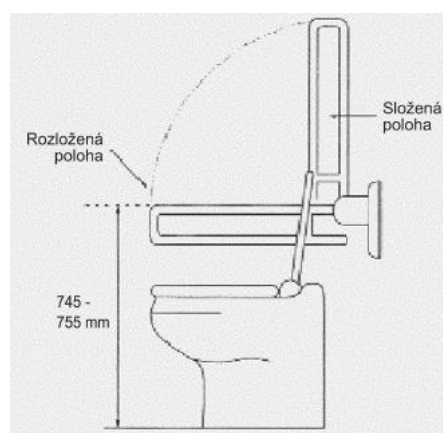
	1. VAGÓN	2. VAGÓN	3. VAGÓN
Třídy(X, Y)	1, 2	2, 3	3, kupé
Počet sedadel dle možných tříd (třída X + třída Y + speciální)	9+26	18+20+1	32+24
Počet sedadel celkem	35	39	56
Kuchyňka	ANO	ANO	
Boxy s občerstvením			ANO
Toaleta	ANO	ANO*	ANO
Prostor pro invalidní vozíky		ANO	
Prostor pro osoby se sníženou pohyblivostí	ANO	ANO	ANO

ANO * - Toaleta i pro osoby na invalidním vozíku

Tabulka 2 - Základní vybavení interiéru

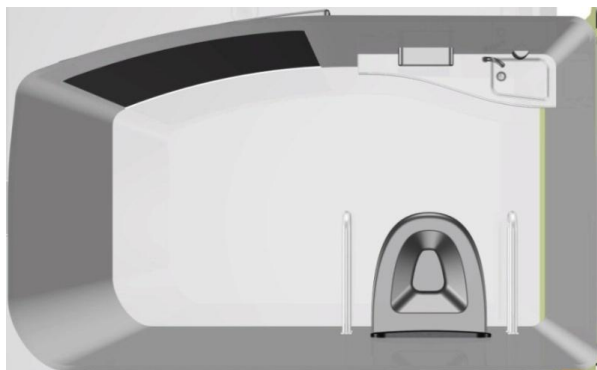
6.2. Toalety klasické + toalety pro osoby na invalidním vozíku

Vzhledem k možnosti přepravy osob na invalidním vozíku, by měl vlak poskytovat kromě standardních toalet i speciální, uzpůsobené toalety. Toaleta byla vytvořena dle požadavků směrnice 2008/164/ES pro osoby se sníženou pohyblivostí a pro osoby na invalidním vozíku. Na rozdíl od toalety standardní musí být minimální šířka dveří 800 mm pro průjezd osoby na vozíku. Tlačítko pro otevírání dveří je umístěno 1100 mm od podlahy z vnitřní i vnější strany toalety. Z hlediska bezpečnosti jsou dveře toalety zasouvateľné do stěny, tím se sníží prostor pro manévrování při otevírání běžných dveří s kruhovou trajektorií.



Obrázek 16 - Bezbariérová toaleta - z boku [13]

Dále je vnitřní prostor uspořádán tak, aby měla osoba na vozíku dostatečný prostor pro otočení a pro dosah na jednotlivé aparáty jako je samotná toaleta, umyvadlo, sušička rukou a bezpečnostní tlačítka. Madla okolo toalety jsou ve výšce 750 mm od podlahy s tím, že madlo blíže dveří je sklopné, aby měl pasažér volný přestup z vozíku na toaletní sedátko, jak je ukázáno na obrázku 16. V případě nouze je toaleta vybavena dvěma bezpečnostními tlačítky. Je důležité správné umístění obou tlačítek, aby k nim měla osoba na vozíku co nejsnazší přístup. Jedno je umístěné 400 mm nad podlahou na pravé straně vstupních dveří. Výška je dána pro případ pádu osoby na invalidním vozíku. Druhé tlačítko je umístěno na pravé stěně vedle toaletní mísy ve výšce 950 mm nad podlahou.



Obrázek 17 - Bezbariérová toaleta

Souprava je dále vybavena dvěma klasickými toaletami, jejichž umístění je zobrazeno na schématech v příloze 2. Místnost toalety je menších rozměrů a neobsahuje bezbariérové prvky jako u toalet pro osoby na invalidním vozíku. V obou případech mají stejné toaletní systémy a umyvadla, kde zásobník s vodou a odpadní jímka je umístěna pod vozem vlaku. Vyprazdňování nádrží se provádí pomocí odsávacího zařízení, které je k nádrži připojeno pomocí hadice s upínací hlavou, nebo v případě nouze se vypuštění uskuteční po ručním uvolnění zátky. Dveře klasických toalet se otevírají ručně po kruhové trajektorii.

6.3. Občerstvení a obsluha vlaku



Obrázek 18 - Kuchyňský kout

Ve vlakové soupravě se nachází celkem dva kuchyňské kouty. Hlavní z nich je zobrazen na obrázku 18 a nachází se v prostoru mezi první a druhou třídou (viz. detailní plánky v příloze 2). U obou kuchyňských koutů je obsluha, která připravuje a roznáší občerstvení pro cestující a strojvedoucího. Kout je vybaven nápojovým automatem, chladničkou, umyvadlem se zásobníkem na vodu a mikrovlnnou troubou. Zásobník s vodou

se doplňuje v konečné zastávce. Druhý kout se nachází ve druhém vagónu mezi druhou a třetí třídou. Dále jsou ve třetím voze umístěné doplňkové boxy s chlazenými nápoji a jídlem.

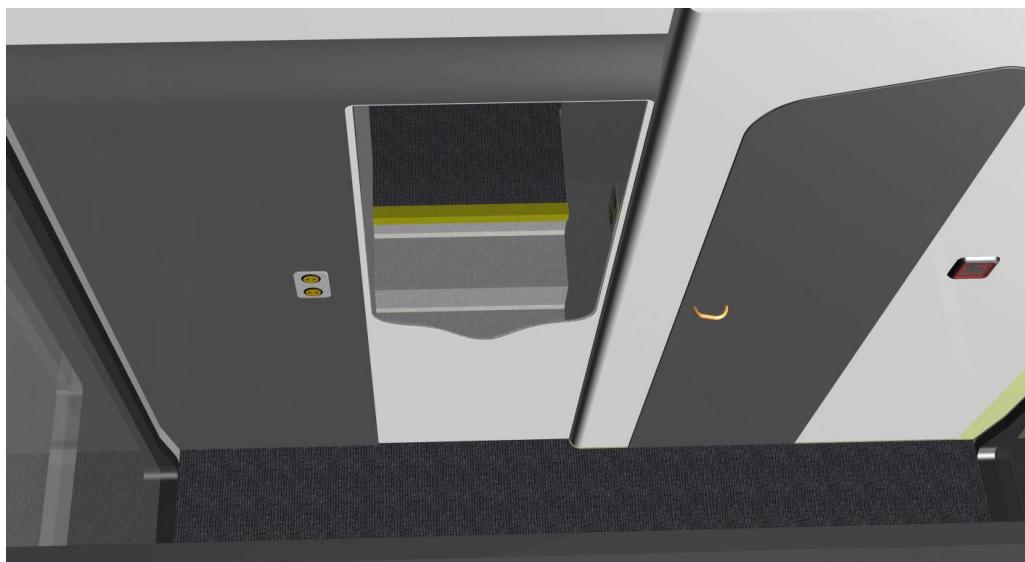
6.4. Dveře a schody interiéru

6.4.1. Dveře interiéru

Na obrázku 19 jsou zobrazeny dveře pro vstup do 1. třídy v prvním voze. Jedná se o variantu posuvných, kapsových, jednokřídlých dveří. Skládají se z hliníkového rámu, který je pokryt plastovými obaly. Do konstrukce je dále vlepeno sklo. Po obvodu mají přilepeny pryžové pruhy pro dokonalé zvukové těsnění. Dveře se ovládají stiskem tlačítek umístěných, jako ostatní tlačítka ve voze, ve výšce 1100 mm nad podlahou z obou stran dveří. Pohon je tvořen pneumatickým válcem a vodícími lištami, které jsou umístěné a spojené s horní plochou dveří. Další lišta je umístěná v podlaze a vede spodní část dveří. Mechanismus zcela zasune dveře do vnitřku příčné stěny. Má bezpečnostní funkci zastavení pohybu dveří při střetu s překážkou. Další variantou jsou dveře dvoukřídlé, které mají podobnou stavbu a komponenty jako dveře jednokřídlé. Jsou opět posuvné, kapsové s pneumatickým mechanismem otevírání. Tato varianta dveří je u vstupu do kabin třídy kupé. Základní rozměry všech vnitřních dveří jsou vypsány v tabulce 3.

ROZMĚR	UMÍSTĚNÍ DVEŘÍ				
	3.vagón/3.třída	3.vagón/kupé	1.vagón/1.třída	1.vagón/2.třída	kabina řidiče, WC
Výška [mm]	2070	2010	2045	2100	2025
Šířka [mm]	650	585	650	750	705

Tabulka 3 - Rozměry vnitřních dveří



Obrázek 19 - Dveře interiéru do prostoru první třídy a dveře toalety

6.4.2. Schody interiéru

Schody uvnitř vlaku jsou zkonstruovány v souladu se směrnicí 2008/164/ES pro osoby se sníženou pohyblivostí. Jsou pouze v těch částech interiéru, kde dochází ke změně výšky podlahy. Dle zmíněné směrnice nesmí být schody vyšší než 200 mm od podlahy a hluboké více než 280 mm. První i poslední schod je z hlediska bezpečnosti označen žlutým pruhem po celé šířce schodu. Z těchto poznatků byla zvolena výška každého schodu uvnitř vlaku 180 mm a hloubka 200 mm. V uličkách druhé a třetí třídy, kde se mění výška podlahy (obrázek 20) je výhodnější použít plynule zvedající se plochu místo schodů. Jak už z hlediska bezpečnosti při průchodu pasažérů, tak při průjezdu vozíčku s občerstvením či jiných aparátů.



Obrázek 20 - Ulička s plynulým přechodem u zvyšující se podlahy

6.5. Interiérové vybavení

6.5.1 Interiérové vybavení prvního vozu

První vůz se v zásadě dělí na čtyři části a to na pracoviště řidiče, místnost s elektrickými zdroji pro pohon vlaku a zásobu pro elektrické spotřebiče, první třídu a druhou třídu. Každá část je rozdělena příčnou stěnou s dveřmi kvůli izolaci hluku. Pracoviště strojvedoucího je vybaveno výškově polohovatelným sedadlem a širokým panelem pro ovládání vlaku. V panelu je dále zabudován vestavěný prostor pro osobní věci řidiče a sadu pro opravu a údržbu vlaku. Za prostorem pro řidiče je malá místnost s energetickými články popsané v kapitole 5.11. Ta rozděluje pracoviště řidiče a první třídu. Řidič nastupuje do vlaku stejným vchodem jako pasažéři a obsluha.

Celá první třída se nachází v prostoru se zvýšenou podlahou nad nápravami. Místnost je menších rozměrů a je v ní umístěno devět sedadel první třídy (kapitola 7.1.) 2+1 v každé řadě otočené vždy ve směru jízdy. Pro nohy cestujících je mezi jednotlivými řadami vytvořen velký rozestup 950 mm a šířka uličky je 550 mm. Úložiště zavazadel se nachází v meziprostoru první třídy a chodby u vstupních dveří. Skládá se ze čtyř nad sebou umístěných poliček o ploše 630 mm x 740 mm s výškovými rozestupy 440 mm od sebe. Nejvýše umístěná polička je ve výšce 1750 mm nad podlahou (více v kapitole 8.2.2.). Tyto rozměry plně stačí na to, aby byl úložný prostor dostačující pro zavazadla všech devíti pasažérů. Místnost je osvětlena několika zdroji. První je pro osvětlení celé třídy a je umístěn na stropu nad uličkou. Je tvořen dvěma lištami, které zabírají celou délku první třídy. Nad rámy oken jsou umístěna další světla, která osvětlují přímo sedadla pasažérů. Dále je první třída vybavena stropní klimatizací a clonami oken proti slunečnímu záření.

Druhá třída se nachází v druhé půlce prvního vagónu. Hlavní prvky jako je stavba sedadla, jejich ukotvení, zavazadlový prostor a průchod do dalšího vagónu jsou vytvořeny s přihlédnutím ke konkurenčním vlakovým soupravám (Leo Express, Pendolino). V náčrtech (v kapitole 4) jsou v interiéru druhé třídy zobrazena čtyři sedadla v každé řadě. Vzhledem k dostatečné pohodlnosti pasažérů budou v interiéru tři kvalitní sedadla v každé řadě (2+1). Každé dvě řady tvoří dvojici (čtveřici u dvousedadel) s vloženým rozkládacím stolem. Poličky jsou umístěny podélně na každé straně nad sedadly pasažérů. Místnost je opět vybavena stropní klimatizací, stejnými druhy interiérových světel a clonami oken. Ve střední části vagónu, blízko vstupu, je umístěna kuchyňka s obsluhou, která roznáší občerstvení pro pasažéry první a druhé třídy. Na konci vagónu je vytvořen široký průchod do druhého vozu, kde druhá třída pokračuje. Na obou koncích této třídy jsou umístěny LCD displeje, které zobrazují informace o jízdě. V chodbě u vstupních dveří se nachází toaleta přístupná pro obě třídy.

6.5.2 Interiérové vybavení druhého vozu

Druhý vagón obsahuje druhou a třetí třídu. Vybavení a sestavení komponent druhé třídy je téměř stejné jako u prvního vozu. Celá druhá třída je umístěna ve vysokopodlažní části, která je spojena schodem se zbylou, nízkopodlažní částí vlaku. Poblíž chodby u vstupu, která opět rozděluje příčně prostory obou tříd, je umístěna bezbariérová toaleta, prostor pro invalidy na vozíku a kuchyňka. Vagón z důvodů bezbariérového řešení neobsahuje vnitřní dveře proto, aby se usnadnil přístup postiženého od vstupu na vyhrazené místo. To je umístěno v části třetí třídy, která obsahuje čtyři sedadla v jedné řadě (2+2) s uličkou uprostřed. Zavazadlový prostor je řešen stejně jako u druhé třídy. U kuchyňky je opět obsluha, která obstarává občerstvení nejen pro druhý, ale i pro třetí vagón. Pro obsluhu může být vůz vybaven pojízdným přepravním vozíkem. Ten díky plynulému přechodu mezi rozdílnými výškami podlahy může bez problému projet do třetího vozu. Obsluha tak rychleji obslouží pasažéry obou vagónů.

6.5.3 Interiérové vybavení třetího vozu

Obsahuje interiérové vybavení třetí třídy a kupé. Třetí třída je řešena stejně jako v předchozí kapitole s tím rozdílem, že vůz má větší rozměry a není vybaven prostory pro invalidy na vozíku a kuchyňkou. Tudíž se do prostoru vejde více sedadel než do předchozího vagónu. Třetí třída je oddělena od vlaku příčnou přepážkou s prosklenými dveřmi. V chodbičce se ještě nachází výše zmíněné boxy s chlazenými nápoji a občerstvením. V druhé části vlaku jsou po jedné straně schůdky, které vedou kolem třídy kupé, k prostoru pro strojvedoucího a k toaletě. Třída kupé je rozdělena na tři za sebou jdoucí prostory, kde každý z nich obsahuje 8 sedadel (4+4). Každý prostor má vlastní klimatizaci a stropní osvětlení. Stanoviště strojvedoucího je identické s prvním vagónem.

6.6. Bezpečnostní prvky vlaku

6.6.1. Nouzové východy

Dle předpisů musí být každý nouzový východ vzdálen od sedadel maximálně 16 m. Vagón, jehož kapacita nepřesahuje 40 míst, musí mít dva nouzové východy. U více než 40 míst musí vagón obsahovat alespoň tři nouzové východy. Všechny nouzové východy nesmí být umístěné pouze na jedné straně vlaku.

V kapitole 6.1. je uvedeno, že první vagón obsahuje 36 míst, druhý 39 míst a poslední 56 míst. Z toho důvodu budou mít první dva vagóny dva nouzové výstupy a třetí vagón čtyři. Jako první dva nouzové východy poslouží vstupní dveře, které mají zvenku i zevnitř páku k uvolnění a snadnému otevření dveří v případě nehody. U posledního vagónu budou jako zbylé dva nouzové východy sloužit nouzová okna vyznačená na obrázku 57 v příloze 2. Poblíž těchto oken je umístěno bezpečnostní kladívko pro rozbití skla. Minimální rozměr pro otvor nouzového východu je 700 x 550 mm. Obě okna mají rozměr 1600 x 1050 mm.

6.6.2. Požární bezpečnost

V současné době jsou vozidla hromadné dopravy vybavena materiály, které zabraňují či snižují riziko šíření požáru. Jedná se především o plastové a kovové materiály, které jsou případně chemicky upraveny, aby minimalizovali možnost vzplanutí a dalšího šíření ohně. Z kovových materiálů (ocel, hliník) jsou vyrobeny především rámy sedadel a nosné konstrukce soupravy. Vnitřek vagónů je převážně z plastových materiálů (polykarbonát - PC, plexisklo - PMMA). Plasty jsou využity na veškeré vnitřní obložení a kryty rámu sedadel. Dle zákona musí být uvnitř vlaku vytvořeny příčné přepážky z nehořlavých materiálů, aby se zabránilo případnému šíření ohně z jedné oblasti vlaku do další. Ve vlakové soupravě je několik hasicích přístrojů. Jejich umístění je vyznačeno na obrázcích v příloze 2. Každá místnost, která je oddělena přepážkou či jinou stěnou obsahuje vlastní detektor kouře.

6.6.3. Bezpečnostní brzda a bezpečnostní pásy

Záchranné brzdy jsou umístěné v chodbičce u vstupních dveří v každém vagónu. Pro zkrácení vzdálenosti z některých míst ve vlaku byly nouzové brzdy ještě umístěny do průchodových měchů mezi vagóny. Dále je každé sedadlo vybaveno bezpečnostním pásem. První a druhá třída má tříbodový bezpečnostní pás, třetí a kupé třída dvoubodový.

7. Sedadla pasažérů

Sedadla jsou jednou z nejdůležitějších součástí vlakové dopravy. Pasažér se vždy nejvíce zajímá o pohodlí, zvláště při delší jízdě. Proto je důležité se zaměřit na tvary, ergonomii, materiály a především na interiérové uspořádání sedadel s dostatečným prostorem kolem nich. Zejména pak na dostatečný prostor pro nohy a ruce pasažéra, který většina dnešních souprav postrádá.

7.1 Sedadla první třídy

Již z názvu podkapitoly vyplývá, že první třída bude patřit k nejluxusnější části celé vlakové soupravy. Proto i její sedadla musí odpovídat požadavkům kladených na tuto třídu. To jak z hlediska pohodlnosti a ergonomie, tak z hlediska designu a funkčních možností sedadla. Při návrhu sedadel první třídy bylo přihlíženo ke konkurenčním sedadlům vlaku Leo Express.



Obrázek 21 - Sedadlo 1. třídy

Na obrázku 21 je zobrazeno sedadlo 1. třídy. Sedadlo lze rozdělit na pět základních dílů - zádová opěrka, sedací část, podpěra pro nohy, boční části s područkami a vysouvatelný stolek. Vnitřek područek, podpěry pro nohy, sedací a opěrné části jsou z měkkého polyuretanového materiálu (PUR). Tento materiál se používá jako výplň autosedaček a zajišťuje vysoký komfort. Dále je PUR potažen barevnými látkami z koženého materiálu. Nosnou konstrukcí sedadla je hliníkový svařovaný rám, který je připevněn pomocí šroubových spojů přímo k podlaze vagonu a propojuje všechny části sedadla. Boční konstrukce jsou pokryty plastovými kryty, ve kterých se nachází prostor pro úložiště věcí pasažéra. Úložiště je skryto pod odklápěcími područkami.

7.1.1 Ovládací panel sedadla

Ovládací panel sedadla se nachází na pravé područce (obrázek 22). Skládá se z šesti funkcí, které se ovládají jednotlivými tlačítky. Pod každým tlačítkem je symbol, který znázorňuje jednotlivé funkce. První tlačítko je pro ovládání sklonu zádové opěrky. Při stisku a držení tlačítka „DOLŮ“ se opěradlo plynulým pohybem sklopí až do polohy, která má maximální úhel 35° (kapitola 8.1). Naopak při stisku a držení tlačítka „NAHORU“ se sedadlo pomalu dostává do původní, minimální polohy, kde se zataví a dále už se nepohybuje ani při stálém držení tlačítka. Při puštění tlačítka, ať už směrem dolů či nahoru, může cestující nastavit ideální úhel mezi minimem a maximem. Otáčení je realizováno pomocí otočného mechanismu, kde hřídel opěradla je spojena s elektromotorem ozubenými koly.

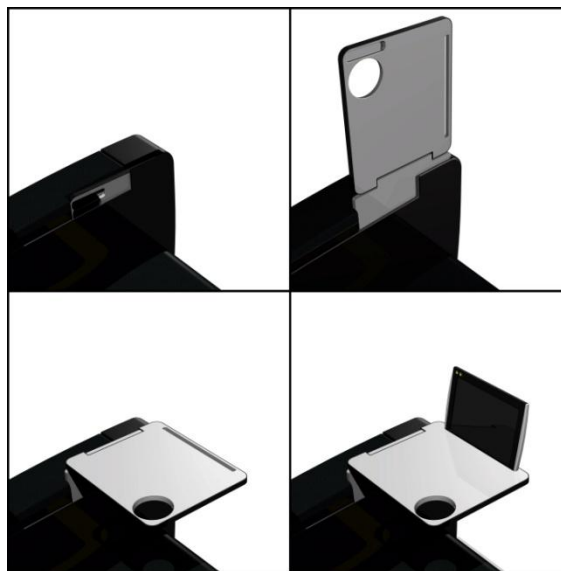


Obrázek 22 - Ovládací panel sedadla 1. třídy

Druhé tlačítko je pro ovládání podpěry pro nohy. Jak funkce tlačítka, tak i mechanismus pracují na stejném principu jako u zádového opěradla. Třetí tlačítko je pro ovládání světla, které se nachází na liště nad rámem okna. Čtvrtým tlačítkem přivoláme obsluhu vlaku. Další tlačítko se symbolem elektrické zásuvky je pro zapnutí/vypnutí zdroje elektrického proudu a napětí, který se nachází na přední straně pravé ruční opěrky. Zde si cestující může připojit svůj notebook či mobilní telefon k nabíjení baterie. Poslední tlačítko je pro zapnutí/vypnutí celého ovládacího panelu, aby nedošlo během jeho nepoužívání k nechtěnému přenastavení funkcí.

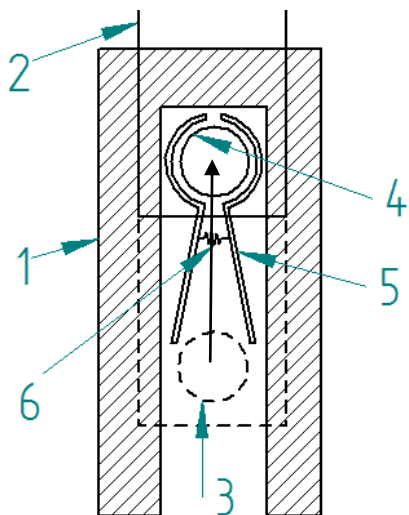
7.1.2 Skládací stolek sedadla

Pro úplné pohodlí je v každém sedadle první třídy zabudován jednoduchý stolek. Princip je jednoduchý. Stolek se skládá ze dvou vzájemně otočných součástí spojených pomocí čepu. Je to deska stolu a její podpěra zajištěná v boku sedadla. Zprvu je celý stolek zasunut do plastové konstrukce boku sedadla. První část stolu sloužící jako podpěra má po obou stranách vyčnívající čepy, které se pohybují v drážkách uvnitř plastového obložení. Tato část stolku se pohybuje pouze v jednom směru a to po vertikální dráze.



Obrázek 23 - Schéma skládání stolku

Na druhé části obrázku je podpěra stolku plně vysunuta a zajištěna tak, že její čepy jsou v horní poloze zaklapnuty mezi svorky, které jsou pevně připojeny k vnitřku plastového obložení. Mezi svorkami je pružina, která brání jejich samovolnému rozepnutí. Pro odjištění a opětovnou manipulaci se stolkem je sedadlo vybaveno tlačítkem, které svorky mechanicky odtáhne od sebe a čepy se uvolní ze sevření. Druhá část stolku, která slouží jako deska, se může za použití minimální síly otočit do horizontální polohy, kde tak zůstane, dokud pasažér nebude chtít vrátit stolek zpět do vnitřku konstrukce sedadla.



Obrázek 24 - vnitřní schéma stolku (1) - drážka, (2) - podpěra stolku, (3) - čep, (4) - čep v horní v horní poloze, (5) - svorky, (6) - pružina svorek

7.1.3 Dotykové zařízení (tablet)

Tablety jsou k dispozici pouze pro pasažéry první třídy. Nachází se uvnitř sedadla v úložném prostoru pod levou područkou. Pasažér jej může bez problému vyjmout z pouzdra a začít s ním používat. Aby cestující nemusel tablet neustále držet, je na horní ploše, již zmíněného, skládacího stolku, drážka, která drží dotykové zařízení ve stálé poloze.

Všechny tablety jsou připojeny k multimediálnímu serveru uvnitř vlaku, ze kterého si cestující může vybrat z několika desítek filmů, seriálů a hudby. Dále má možnost sledovat online vysílání televizních programů, poslouchat rádio nebo si zahrát některé elektronické hry, jak individuálně tak interaktivně s ostatními cestujícími. Vlak je také vybaven GPS navigačním systémem, díky kterému lze přes tablet sledovat aktuální polohu, počet ujetých kilometrů a zbývající vzdálenost do destinace.



Obrázek 25 - Dotykové zařízení

7.2 Sedadla druhé třídy



Obrázek 26 - Sedadla druhé třídy

7.2.1 Boční části

Jsou designově velmi podobné sedadlům 1. třídy. Nejprve si můžeme všimnout podobnosti bočních dílů. Obě varianty sedadel používají stejné barevné provedení plastových komponent a mají podobný tvar zapuštěné plochy na vnější straně boků. Podobně je řešen i jejich vnitřní prostor s výklopnými područkami. Boční části sedadel první třídy slouží jako vedení konstrukce rámu, která se upevní k podlaze pomocí šroubů. Sedadla druhé třídy jsou připevněna ke stěně vagónu, a proto plastové obložení boků nemusí sahát až k zemi.

7.2.2 Sedadlo a opěradlo

Sedadlo i opěradlo má stejné materiály a stejné barevné provedení jako sedadla první třídy. Výplň je z PUR materiálu, který je ergonomicky vytvarován pro nejvyšší pohodlí sedacích partií a zad. Jsou potaženy barevnou látkou z koženého materiálu. Zadní část opěradla a spodní část sedadla jsou pokryty vyliisovaným plastem, který slouží jako kryt hliníkové konstrukce. Základní rozměry jsou uvedeny v tabulce 5 v kapitole 8.1. Z hlediska bezpečnosti jsou sedadla vybavena třibodovým bezpečnostním pásem, tak jako u sedadel první třídy.

7.2.3. Ukotvení sedadel

Na obrázku 27 jsou zobrazeny varianty ukotvení sedadel k interiéru vagónu. Konstrukce nalevo se vztahuje k variantě dvousedadel a pravá k variantě s jedním sedadlem. Konstrukce obou řešení je vyrobená z ocelového svařence, kde dva horní obdélníkové profily slouží k upevnění samotných sedadel šroubovými spoji. Celý svařenec je připojen ke stěně vlaku. Varianta pro dvousedadlo má kvůli délce profilů ještě podpěru, která se připevní k podlaze. Připevnění ke stěně má tu výhodu, že údržba podlahy vagónu je tak jednodušší.



Obrázek 27 - Ukotvení se sedadly

7.3 Sedadla třetí třídy

Nacházejí se v části druhého a třetího vagónu. Jedná se o variantu otočných dvousedadel s pevnými, nepolohovatelnými částmi. Spodní konstrukce z hliníku je napevno přimontovaná k podlaze několika šroubovými spoji. Uvnitř je skryt mechanismus otáčení, který je propojen s horní částí konstrukce. Ta obsahuje další hliníkový kryt a samotné sedadlo. Konstrukce sedacích a opěrných částí je svařena z hliníkových profilů a podobně jako sedadla první a druhé třídy, jsou vyplněna PUR materiálem a potažena kůží různé barvy. Z druhé strany, tj. zadní a spodní část sedadla, je svařenec obalen vylisovaným plastem. Dále je sedadlo vybaveno vyklápěcím stolčkem, který je přichycen za spodní hranu a spojen se zadní částí plastového obložení otočnými čepy. Hliníkový rám sedadla je vedený i vnitřkem područek, který je následně pokryt plastovým obložením a horní plocha opěrky je ze stejných materiálů jako sedací a opěrná část. Mechanismus otáčení sedadel třetí třídy je popsán v kapitole 7.5.1.



Obrázek 28 - Sedadlo 3. třídy

7.4 Sedadla třídy kupé

Nacházejí se ve třetím vagónu. Designově jsou velmi podobná sedadlům třetí třídy, avšak mají téměř dvojnásobnou délku a čtyři místa k sezení. V původním návrhu těchto sedadel byly k dispozici tři místa pro pasažéry, jak je znázorněno na obrázku 29. Lavice je dlouhá 2000 mm a šířka každého sedadla je 590 mm. Šířka sedadla je v tomto případě nadstandardní velikosti a nehodí se pro tento typ třídy. Z toho důvodu byly upraveny rozměry šířky sedadel na 450 mm, což je nejnižší, avšak dostačující možná hranice sedadel pro pasažéry, které mohou převážet i osoby s omezenou pohyblivostí. V důsledku změny šířky sedadel se zvýšila kapacita lavice ze tří na čtyři osoby a v důsledku zachování podobné délky lavice, vzhledem k omezenému prostoru kupé, se snížila i šířka područek (obrázek 30). Další rozměrové úpravy, nejen sedadel třídy kupé, jsou popsány v kapitole o ergonomii sedadel 8.1.



Obrázek 29 - Sedadla kupé před úpravou

Jak již bylo zmíněno na začátku podkapitoly, jsou sedadla kupé podobná sedadlům třetí třídy. S tím rozdílem, že hlavní nosnou konstrukcí není hliníkový rám, ale dubové dřevo, na kterém jsou přilepeny měkké sedací a opěrací materiály z PUR. Područky jsou řešeny stejně jako u sedadel třetí třídy, kde hliníkový profil je přivrtán k dřevěné konstrukci a na něj nasazeny plastové kryty s měkkou opěrací částí. Celý komplet je přivrtán ke stěně kupé, kde její příčky a podélníky jsou z ocelových profilů.



Obrázek 30 - Sedadla kupé po úpravě

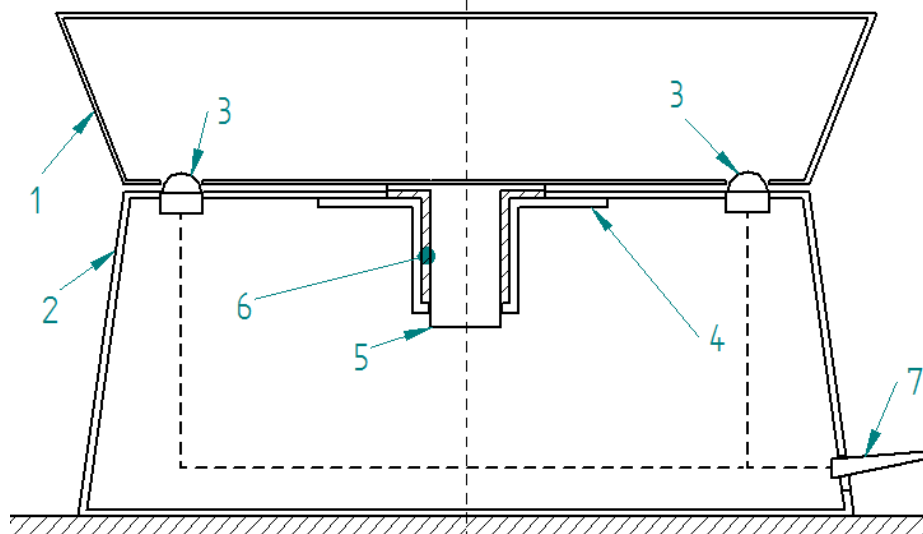
7.5. Otočný mechanismus sedadel první a třetí třídy

Jak již bylo řečeno, vlaková souprava se na cílové destinaci nemusí otáčet či přepojovat říditelný vagón z jednoho konce na druhý pro zpětnou jízdu. K tomu by měla být uzpůsobena i sedadla pasažérů, která se pouze na koncové zastávce otočí o 180°, aby cestující seděl vždy ve směru jízdy. Sedadla druhé třídy a kupé otočná nejsou, jelikož jsou napevno orientovaná jak po tak proti směru jízdy.

7.5.1. Otočný mechanismus pro sedadla třetí třídy

Otočný mechanismus se skládá celkem ze dvou vzájemně otočných částí. První částí (2) je spodní konstrukce, která je napevno přidělána šrouby k podlaze vagónu. Druhá část konstrukce (1) je připevněna přímo k sedacím a opěrným částem sedadla a je otočná. Mechanismus se skládá z hřídele (5), který je napevno přidělán k otočné části sedadla. Dále se mechanismus skládá z kluzného pouzdra s přírubou (6), které je schopno přenášet axiální i radiální zatížení. Na obrázku 31 je zobrazeno schéma uspořádání vnitřních částí mechanismu.

Forma (4) je připevněna k nepohyblivé části sedadla, do níž je uloženo ložisko, které zajistí klidný chod otáčení mezi pohyblivými částmi.



Obrázek 31 - Průřez mechanismem otáčení sedadel 3. třídy

Otočení do polohy ve směru jízdy provede obsluha vlaku na konečné zastávce tak, že sešlápne páku (7) a kulové elementy (3), které jsou s pákou spojené, se zasunou do spodní části sedadla. Tím je horní konstrukce (1) uvolněna a sedadlem lze manipulovat. Při dotáčení sedadla do konečné polohy nemusí být páka sešlápnuta, protože kulové elementy jsou vybaveny pružinou, která svou silou tlačí elementy zpět do drážek v horní konstrukci sedadla.

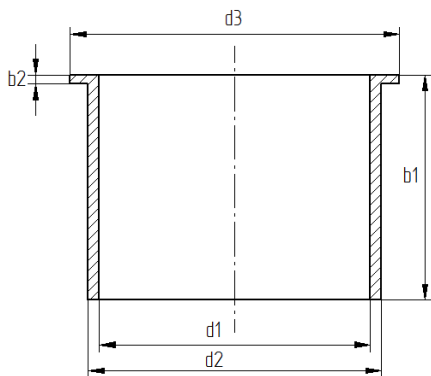
Návrh kluzného pouzdra - Ložisko bylo vybráno z katalogu společnosti Hennlich. Pro návrh pouzdra byly vzaty v úvahu tyto podmínky:

- pouzdro vyžaduje malé statické a dynamické zatížení a nízké tlaky
- vyšší odolnost proti nečistotám
- pouzdro musí zachycovat jak radiální, tak axiální zatížení
- práce v teplotním rozsahu $-20 - +50^{\circ}\text{C}$

Dle katalogu a výše vypsanych údajů bylo vybráno ložisko Iglidur P - PFM-6065-50 s následujícími parametry:

Průměr dířku	d_1	60	mm
Šířka ložiska	b_1	50	mm
Tloušťka příruby	b_2	2	mm
Vnější průměr	d_2	65	mm
Průměr příruby	d_3	73	mm
Tolerance	d_1 min.	0,060	mm
	d_1 max.	-0,180	mm
	b_1	h13	
	b_2	-0,14	mm
	d_3	d13	
Teplotní rozsah	Min.	- 40	$^{\circ}\text{C}$
	Max.	+ 130	$^{\circ}\text{C}$
Max. statický tlak	p_{max}	50	Mpa

Tabulka 4 - Základní parametry kluzného pouzdra



Pro kontrolu se provede výpočet statického tlaku, kterým působí prázdné sedadlo na plochu kluzného pouzdra. Síla byla určena při zátěži sedadla 100kg.

$$p = \frac{F}{\frac{\pi \cdot (d_3^2 - d_1^2)}{4}} = \frac{980}{\frac{\pi \cdot (73^2 - 60^2)}{4}} = 7,38 \text{ MPa}$$

Z výpočtu plyne, že tlak je nižší, než maximální dovolený statický tlak p_{\max} (tabulka 4), tudíž je ložisko vyhovující.

Obrázek 32 - Základní parametry kluzných pouzder s přírubou

Dle přání zákazníka může být mechanismus ještě vybaven elektrickým pohonem umístěným na spodní části hřídele. Obsluha vlaku by tak nemusela otáčet manuálně všemi sedadly zvlášť, ale pouze stisknout tlačítko, které by pohon uvedlo do chodu a automaticky by se otočila sedadla o 180° na zpáteční jízdu. Z ekonomického hlediska byla vybrána první varianta bez elektrického pohonu.

7.5.2. Otočný mechanismus pro sedadla první třídy

Z hlediska konstrukce sedadel první třídy musí být otočný mechanismus vestavěn v podlaze vagonu. Pro tento účel poslouží otočná konzole, která se skládá ze dvou obdélníkových desek, mezi nimiž je připevněno kluzné axiální ložisko, které zajišťuje vzájemný pohyb desek. Spodní část desky je připevněna k podlaze pomocí několika šroubů a vrchní pohyblivá část přímo k sedadlu. Aretace sedadla je zajištěna podobně jako u sedadel třetí třídy. To jest, při sešlápnutí páky po straně sedadla se čepy zasunou do spodní desky a odjistí tak horní pohyblivou část, se kterou lze manipulovat. Na obrázku 33 je zobrazen interiér první třídy s otočnými sedadly. Rozměry rozstupů mezi jednotlivými sedadly a stěnami vagonu jsou volené tak, aby při otáčení nedošlo k jejich kolizi.



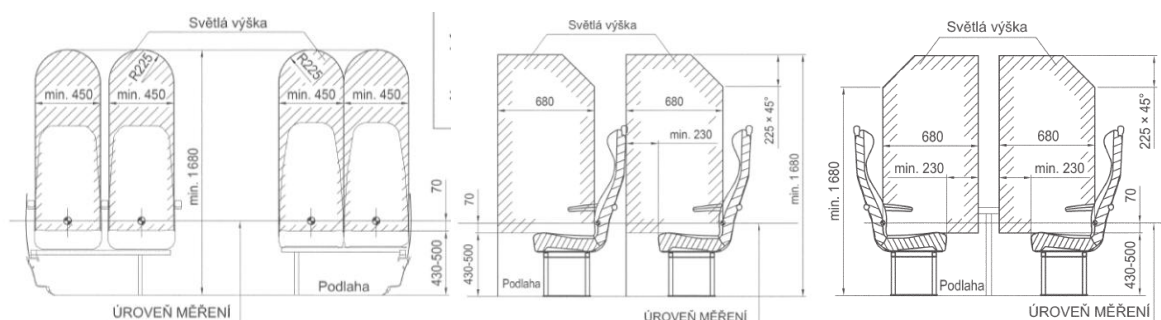
Obrázek 33 - Otočné konzole se sedadly první třídy

8. Ergonomie

Zadání vyžaduje, aby bylo dbáno na ergonomické požadavky sedadel pasažérů a dalších součástí interiéru. Zejména na umístění poliček pro zavazadla a madel pro držení či průchod vlakem během jízdy.

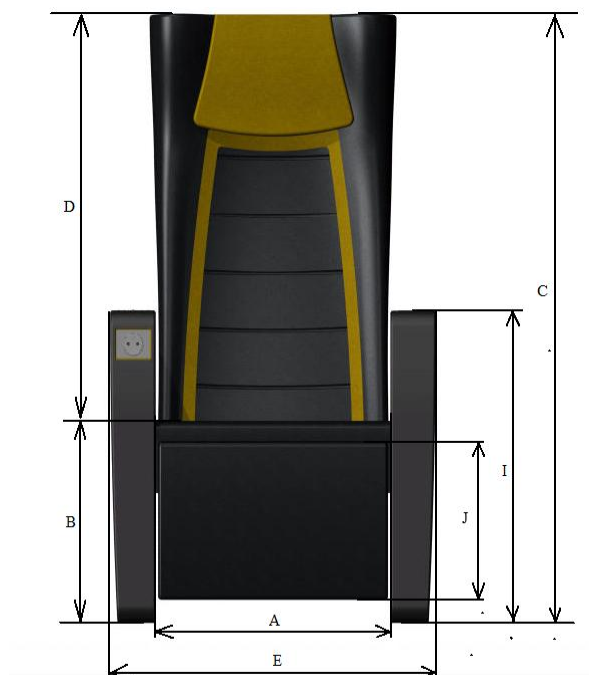
8.1. Ergonomie sedadel

Na obrázku č. 35 a 36 je zobrazeno sedadlo první třídy a jeho základní parametry, které se vztahují i na ostatní rozměry sedadel ve vozech soupravy. Předpoklady pro sedadla z hlediska ergonomie jsou taková, že mohou v bezpečí přepravovat i osoby se sníženou pohyblivostí. Proto jsou na obrázku 34 zobrazeny základní rozměry a rozmístění sedadel vůči sobě, dle směrnice 2008/164/ES, která se vztahuje k železniční přepravě osob se sníženou pohyblivostí.



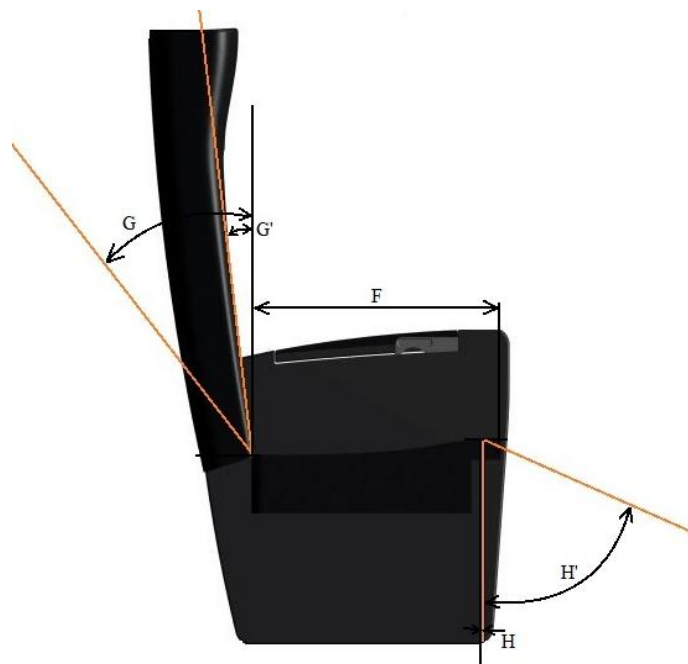
Obrázek 34 - Minimální rozměry sedadel a jejich rozestupy

Při navrhování parametrů sedadel bylo dbáno na tyto základní rozměry. Na konci navrhování byl vytvořen model sedadel, do kterých bylo umístěno několik osob různých proporcí v modulu ergonomie. Jelikož se vlaková souprava bude pohybovat po území České republiky, byly vzaty hodnoty průměrné výšky mužů a žen na tomto území. V dnešní době



Obrázek 35 - Základní rozměry sedadel - 1

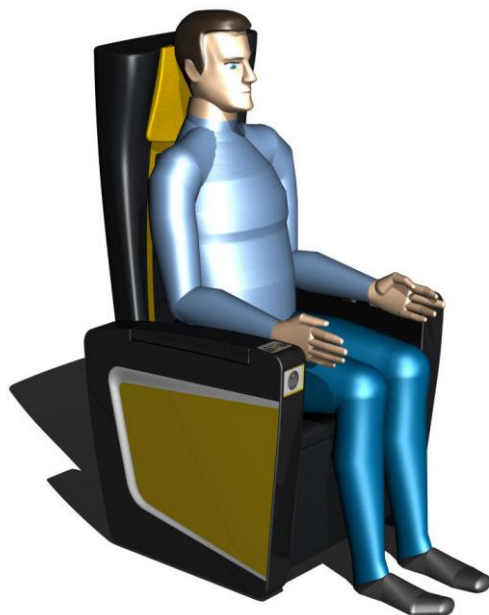
činí průměrná výška ženy 1670 mm a průměrná výška muže 1800 mm. Byla vytvořena i třetí figura s výškou 2020 mm. Na obrázku č. 37 a 38 je zobrazeno sedadlo první třídy s původně navrženými rozměry a sedadlo po úpravě, do které byly postupně figuríny umístěny. Pro postavy průměrné výšky byly dosavadní proporce sedadel všech tříd dostačující. Zejména pak výška a šířka sedáku, výška a šířka zádového opěradla a rozměry područek. Ergonomické proporce sedadla u poslední osoby s nadprůměrnou výškou nebyly optimální. Jak je vidět na obrázku 37 výška zádového opěradla není dostatečně vysoká, stejně tak i výška područek vzhledem k výšce sedáku. Z toho důvodu byly rozměry sedadel upraveny, a to tak, aby nové rozměry vyhovovaly všem třem postavám. V tabulce 5 jsou vypsány všechny důležité rozměry sedadel všech tříd na začátku návrhu a po jejich úpravě vzhledem k umístěným figurínám.



Obrázek 36 - Základní rozměry sedadel - 2



Obrázek 37 - Sedadlo s postavou před optimalizací rozměrů



Obrázek 38 - Sedadlo s postavou po optimalizaci rozměrů

Rozměry G, G', H, H' jsou minimální a maximální úhly natočení polohovatelných komponentů sedadla. Tuto možnost má pouze sedadlo první třídy, kde si pasažér sám vybere optimální polohu. Sedadla zbylých tříd mají všechny části nepohyblivé a jejich rozměry jsou voleny tak, aby bylo sezení co nejpohodlnější.

TYP	Sedadla 1. Třídy		Sedadla 2. Třídy		Sedadla 3. Třídy		Sedadla kupé	
	Před úpravou	Po úpravě	Před úpravou	Po úpravě	Před úpravou	Po úpravě	Před úpravou	Po úpravě
Rozměr A [mm]	440	490	485	485	450	450	590	450
Rozměr B [mm]	430	465	440	455	440	460	650	490
Rozměr C [mm]	1109	1260	1185	1335	1120	1300	1250	1250
Rozměr D [mm]	689	840	730	890	705	845	760	760
Rozměr E [mm]	680	680	630	650	950*	1000*	2000*	2020*
Rozměr F [mm]	505	505	470	470	440	450	455	455
Rozměr G [°]	5	10	5	10,5	5	10	5	5
Rozměr G' [°]	35	35	X	X	X	X	X	X
Rozměr H [°]	0	0	X	X	X	X	X	X
Rozměr H' [°]	60	65	X	X	X	X	X	X
Rozměr I [mm]	600	648	665	665	650	670	550	600
Rozměr j [mm]	300	330	X	X	X	X	X	X

(*) Celá šířka sedací plochy

Rozměry G', H, H', J jsou použitelná pouze pro polohovatelná sedadla první třídy

Tabulka 5 - Rozměry sedadel před a po optimalizaci

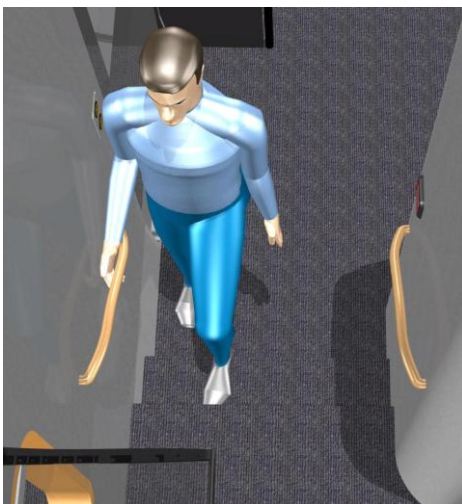
8.2. Ergonomie zbytku interiéru

Důležitá je z hlediska pohodlí i rozmístění komponent interiéru, jako jsou madla, tlačítka na ovládání dveří, výška a dostupnost zavazadlového prostoru a prostor pro osoby na invalidním vozíku a kočárky.

8.2.1 Madla

Dle směrnice 2008/164/ES musí mít všechna madla instalovaná ve vozidle kruhový průřez o průměru 30 mm až 40 mm a jejich vzdálenost od jakékoliv sousedící plochy nejméně 45 mm. Jsou-li madla zakřivená, musí být poloměr vnitřní strany zakřivení nejméně 50 mm.

Z hlediska bezpečnosti a typu vlaku (SC s dlouhými intervaly mezi jednotlivými zastávkami) je interiér vybaven pouze pro převoz sedících osob. Z toho důvodů jsou madla umístěna pouze v uličkách a chodbách pro průchod vlakovou soupravou. Z bezpečnostních důvodů byly přidány madla vedle všech interiérových dveří, aby se mohl pasažér přidržet po dobu jejich otevírání (obrázek 40). Taktéž bylo učiněno i u průchodových měchů propojující jednotlivé vozy.



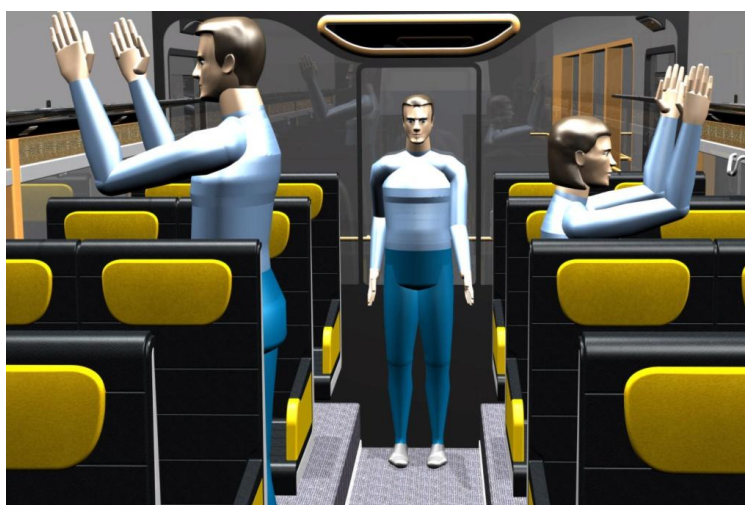
Obrázek 39 - Postava držící se madel u schodů



Obrázek 40 - Postava držící se madla u dveří

8.2.2. Zavazadlový prostor

Skládá se z několika spojovaných součástí. Pro co nejjednodušší montáž a demontáž je konstrukce rozdělena na několik skládatelných částí. Jsou to nosné konzole, spojovací tyče kruhového průřezu a plexiskla, která slouží jako samotná odkládací deska (obrázek 42). Svařovaná konzole se skládá z obdélníkového profilu a příruby, která se připevní třemi šrouby ke stěně vlaku. Rozestup konzol je vždy 600 mm a mezi ně je přimontována odkládací deska z plexiskla šroubovými spoji. Na koncových částech konzol je ještě přivařeno oko pro provlečení a přišroubování kruhových tyčí. Tyče jsou dlouhé 560 mm a vsouvají se vždy mezi dvě konzole. Takto sestavené poličky jsou ve všech třídách stejné a liší se pouze v délce. V první třídě jsou 4 krátké poličky umístěné nad sebou ve vymezeném prostoru, v druhé a třetí třídě jsou umístěny podélně nad sedadly pasažérů a v kupé příčně nad sedadly pasažérů.



Obrázek 41 - Postavy u zavazadlového prostoru a v uličce

Postava na obrázku 41 nalevo má výšku 2020 mm, postava uprostřed 1850 mm a ženská postava napravo 1670 mm. Před simulací byla výška poliček od podlahy (vyvýšené části) ve výšce 1950 mm. Po umístění ženské postavy byl rozměr upraven na optimálních 1750 mm. Takto zvolená výška je ideální jak pro umístění zavazadel osob jakékoliv výšky, tak pro přístup k sedadlům u oken.

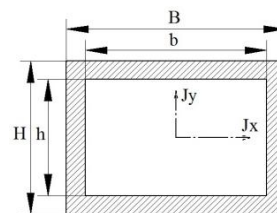


Obrázek 42 - Část zavazadlového prostoru

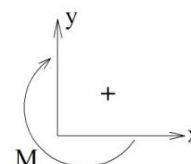
Po návrhu tvaru, uchycení a dostupnosti poliček zavazadlového prostoru bylo přistoupeno k jejich kontrole z hlediska pevnosti. Výpočet byl prováděn na jedné konzole se spojitým zatížením 50kg po celé délce nosné části. Z hlediska vyšší bezpečnosti bylo zatížení nahrazeno samostatnou silou, která působí na koncové části konzoly, kde je nejvyšší ohybový moment k místu vetknutí. Nejprve je počítáno, zda navržený obdélníkový profil vyhoví

takovéto zátěži a dle toho budou navrženy dostatečné průměry šroubů v zachycení příruby se stěnou.

- Dáno:
- | | |
|---------------------------------------|------------------------|
| $F = 500 \text{ N}$ | $H = 25 \text{ mm}$ |
| $l = 430 \text{ mm}$ | $h = 19 \text{ mm}$ |
| $f = 0,61$ | $B = 35 \text{ mm}$ |
| $\psi = 0,2$ | $b = 29 \text{ mm}$ |
| $\sigma_{D\dot{s}} = 120 \text{ MPa}$ | $Re = 220 \text{ MPa}$ |
| $k = 2$ | |
| $a = 115 \text{ mm}$ | |
| $b = 77,5 \text{ mm}$ | |
| $c = 40 \text{ mm}$ | |



Obrázek 43 - Průřez nejuzším profilem



Obrázek 44 - Určení kladných směrů

1) Výpočet ověření pevnosti nosné části

Silová podmínka v ose y:

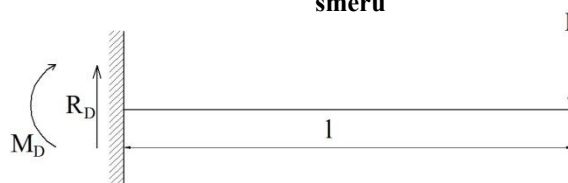
$$\sum F_y = 0 : R_D - F = 0 \rightarrow$$

$$\rightarrow R_D = F = 500 \text{ N}$$

Momentová podmínka k vetknutí:

$$\sum M_v = 0 : F \cdot l = M_D \rightarrow$$

$$\rightarrow M_D = 500 \cdot 430 = 215000 \text{ N}\cdot\text{mm} = M_{\text{omax}}$$



Obrázek 45 - Řešení reakcí ve vetknutí při ohybu

Dovoleného napětí:

$$\sigma_D = \frac{R_e}{k} = \frac{220}{2} = 110 \text{ MPa}$$

Modul průřezu v ohybu:

$$W_{\text{ox}} = \frac{J_x}{e} = \frac{\frac{1}{12} \cdot (B \cdot H^3 - b \cdot h^3)}{\frac{H}{2}} = \frac{1}{6} \cdot (B \cdot H^2 - b \cdot \frac{h^3}{H}) = \frac{1}{6} \cdot (35 \cdot 25^2 - 29 \cdot \frac{19^3}{25})$$

$$W_{\text{ox}} = 2319,8 \text{ mm}^3$$

Skutečné napětí při ohybu:

$$\sigma_s = \frac{M_{\text{omax}}}{W_{\text{ox}}} = \frac{215000}{2319,8} = 92,7 \text{ MPa}$$

$\sigma_s < \sigma_D \rightarrow$ Profil nosné části vyhovuje zatížení

2) Výpočet šroubových spojů

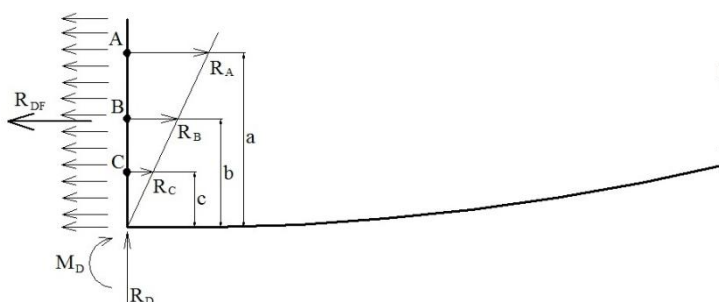
Tahové síly od momentu:

$$M_D = R_A \cdot a + R_B \cdot b + R_C \cdot c$$

Vyjádření reakcí:

$$\frac{R_A}{a} = \frac{R_B}{b} \rightarrow R_B = \frac{R_A \cdot b}{a}$$

$$\frac{R_A}{a} = \frac{R_C}{c} \rightarrow R_C = \frac{R_A \cdot c}{a}$$



Obrázek 46 - Reakce ve šroubech

Dosazení reakcí do momentové rovnice:

$$M_D = R_A \cdot a + \frac{R_A \cdot b}{a} \cdot b + \frac{R_A \cdot c}{a} \cdot c \rightarrow$$
$$\rightarrow R_A = \frac{M_D}{a + \frac{b^2}{a} + \frac{c^2}{a}}$$

Osové reakce v jednotlivých šroubech:

$$R_A = \frac{215000}{115 + \frac{77,5^2}{115} + \frac{40^2}{115}} = \mathbf{1186,9 \text{ N}}$$

$$R_B = \frac{R_A \cdot b}{a} = \frac{1186,9 \cdot 77,5}{115} = \mathbf{800 \text{ N}}$$

$$R_C = \frac{R_A \cdot c}{a} = \frac{1186,9 \cdot 40}{115} = \mathbf{412,8 \text{ N}}$$

$$R_{M_0} = R_A + R_B + R_C = 1186,9 + 800 + 412,8 = 2400 \text{ N}$$

Síla nutná k přitlačení příruby ke stěně vlaku

$$R_{DF} = \frac{R_D}{f} = \frac{500}{0,61} = 819,7 \text{ N}$$

$R_{DF} < R_{M_0} \rightarrow$ Síla působící v místech šroubů je vyšší než síla nutná k přitlačení příruby ke stěně

Maximální síla ve šroubu:

$$F_{A1} = R_A \cdot (1 + \psi)$$

$$F_{A1} = 1186,9 \cdot (1 + 0,2)$$

$$F_{A1} = \mathbf{1424,3 \text{ N}}$$

Vnitřní průměr šroubu

$$\sigma_{D\check{s}} = \frac{F_{A1}}{S_j} = \frac{F_{A1}}{\frac{\pi \cdot d_{3A}^2}{4}} \rightarrow$$

$$\rightarrow d_{3A} = \sqrt{\frac{4 \cdot F_{A1}}{\pi \cdot \sigma_{D\check{s}}}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 1424,3}{\pi \cdot 120}}$$

$$d_{3A} = \mathbf{3,89 \text{ mm}}$$

V tabulkách pro metrické závity byl vyhledán nejbližší vyšší průměr šroubu a to M5. Z důvodu vyšší bezpečnosti byl zvolen průměr šroubu M6 a využit u všech třech spojů. Z hlediska estetiky byl vybrán šroub se zápusťnou hlavou a křížovou drážkou ČSN EN ISO 7050 M6x35.

8.2.3. Vymezený prostor pro invalidy na vozíku a rodiny s kočárkem

Tento prostor je umístěn v interiéru druhého vozu. Místo bylo vybráno z důvodu blízkosti vstupních dveří a obsluhy vlaku. Dle směrnice 2008/164/ES musí mít místo pro vozík minimální délku 1600 mm. Dále je zde umístěno madlo ve výšce 1000 mm od podlahy a nouzové tlačítko akustické výstrahy, které v případě nebezpečí informuje obsluhu vlaku. Z hlediska bezpečnosti zde bylo umístěno ještě tlačítko nouzové brzdy vlaku a bezpečnostní pás pro osobu na vozíku. Sedadlo, které je nejbližší tomuto prostoru, slouží jako místo pro případný doprovod osoby na vozíku či rodiny s kočárkem.



Obrázek 47 - Prostor pro osoby na invalidním vozíku

9. Závěr

Cílem této bakalářské práce byl vlastní návrh vlakové soupravy typu SuperCity dle zadání a doplňujících požadavků vypsanych v úvodu práce.

Prvním krokem k vytvoření vlastního konceptu bylo přihlídnutí k historii a ke konstrukci jiných vlakových souprav SC (zejména k elektrickým jednotkám 480 a 680). U konkurenčních jednotek byla zjištěna řešení základních konstrukčních a estetických prvků. Z těch byly vzaty v úvahu klady a zápory, které velmi pomohly při tvorbě vlastního konceptu.

Po sjednocení údajů ze zadání a ze zjištěných technických parametrů existujících jednotek bylo přistoupeno k vlastnímu návrhu elektrické jednotky SC. Cílem bylo vytvořit zajímavý vzhled exteriéru, který české vlaky postrádají, a zabývat se řešením interiéru, kde, dle zadání, byly vytvořeny čtyři kvalitativně rozdělené třídy.

Z japonských drah Shinkansen byl převzat nápad na vytvoření otočného mechanismu pro mnou navržená sedadla. Po zjištění základních konstrukčních řešení otočného mechanismu byl zpracován vlastní návrh a použit pro sedadla první a třetí třídy. Další oblastí práce byla ergonomická řešení interiéru. Po dosazení několika výškově rozdílných postav do 3D modelu byly zjištěny nedostatky z hlediska rozměrů a umístění jednotlivých komponent. Jelikož je nejdůležitější pohodlí a bezpečnost cestujících, byly tyto rozměry upraveny na optimální úroveň.

Práce je prezentovaná pomocí 3D modelu v programu CatiaV5R20. Z programu byly vygenerovány fotorealistické snímky zobrazené v příloze 3 bakalářské práce.

Literatura

Knižní publikace

- [1] HOSNEDL, S., KRÁTKÝ, J. *Příručka strojního inženýra I*. Praha: Computer-Press, 1999
- [2] VLK, F. *Stavba motorových vozidel*. Brno: Nakl. Vlk, 2003
- [3] DOSTÁL, J. *Kolejová vozidla I*. Plzeň: Západočeská univerzita. Katedra konstruování strojů, 2010
- [4] HELLER, P. *Kolejová vozidla II*. Plzeň: Západočeská univerzita. Katedra konstruování strojů, 2009
- [5] HELLER, P. *Kolejová vozidla III*. Plzeň: Západočeská univerzita. Katedra konstruování strojů, 2011

Publikace na internetu

- [6] <http://www.bejvavalo.cz/>
- [7] <http://www.vagony.cz>
- [8] <http://www.le.cz>
- [9] <http://spz.logout.cz/>
- [10] <http://www.cd.cz/vnitrostatni-cestovani/nase-vlak/-3528/>
- [11] <http://www.hennlich.cz/produkty/kluzna-pouzdra-a-vedeni-kluzna-pouzdra-43.html>
- [12] <http://www.bejvavalo.cz/>

Směrnice a normy

- [13] 2008/164/ES. *o technické specifikaci pro interoperabilitu týkající se „osob s omezenou schopností pohybu a orientace“ v transevropském konvenčním a vysokorychlostním železničním systému.*
- [14] ČSN EN ISO 7050. Šrouby do plechu se zápustnou hlavou s křížovou drážkou.
- [15] ČSN EN 14752. Železniční aplikace - Boční vstupní systémy.
- [16] 2008/232/ES. *o technické specifikaci pro interoperabilitu subsystému „Kolejová vozidla“ transevropského vysokorychlostního železničního systému*

Seznam obrázků

Obrázek 1 - Parní lokomotiva (Francie) [6]	6
Obrázek 2 - Leo Express [8]	7
Obrázek 3 - Elektrická jednotka 680 - Pendolino [9].....	8
Obrázek 4 - Boční pohled se základními rozměry	12
Obrázek 5 - Pohled zepředu se základními rozměry	12
Obrázek 6 - Podvozek mezi vagóny.....	13
Obrázek 7 - Vstupní dveře.....	14
Obrázek 8 - Výsuvná plošina pro invalidní vozíky a kočárky	15
Obrázek 9 - Přední část vlaku	16
Obrázek 10 - Boční část koncového vozu	17
Obrázek 11 - Nástupní schod	17
Obrázek 12 - Nástěnná klimatizace v třídě kupé.....	18
Obrázek 13 - Kamerový systém - vnější	18
Obrázek 14 - Kamerový systém - vnitřní	19
Obrázek 15 - Pantografové zařízení	19
Obrázek 16 - Bezbariérová toaleta - z boku [13]	20
Obrázek 17 - Bezbariérová toaleta	21
Obrázek 18 - Kuchyňský kout.....	21
Obrázek 19 - Dveře interiéru do prostoru první třídy a dveře toalety.....	22
Obrázek 20 - Ulička s plynulým přechodem u zvyšující se podlahy	23
Obrázek 21 - Sedadlo 1. třídy.....	26
Obrázek 22 - Ovládací panel sedadla 1. třídy	27
Obrázek 23 - Schéma skládání stolku	27
Obrázek 24 - vnitřní schéma stolku (1) - drážka, (2) - podpěra stolku, (3) - čep, (4) - čep v horní v horní poloze, (5) - svorky, (6) - pružina svorek.....	28
Obrázek 25 - Dotykové zařízení.....	28
Obrázek 26 - Sedadla druhé třídy.....	29
Obrázek 27 - Ukotvení se sedadly.....	30
Obrázek 28 - Sedadlo 3. třídy.....	30
Obrázek 29 - Sedadla kupé před úpravou	31
Obrázek 30 - Sedadla kupé po úpravě.....	31
Obrázek 31 - Průřez mechanismem otáčení sedadel 3. třídy	32
Obrázek 32 - Základní parametry kluzných pouzder s přírubou.....	33
Obrázek 33 - Otočné konzole se sedadly první třídy	33

Obrázek 34 - Minimální rozměry sedadel a jejich rozestupy.....	34
Obrázek 35 - Základní rozměry sedadel - 1	34
Obrázek 36 - Základní rozměry sedadel - 2	35
Obrázek 37 - Sedadlo s postavou před optimalizací rozměrů	35
Obrázek 38 - Sedadlo s postavou po optimalizaci rozměrů	36
Obrázek 39 - Postava držící se madel u schodů	37
Obrázek 40 - Postava držící se madla u dveří	37
Obrázek 41 - Postavy u zavazadlového prostoru a v uličce	38
Obrázek 42 - Část zavazadlového prostoru	38
Obrázek 43 - Průřez nejužším profilem	39
Obrázek 44 - Určení kladných směrů	39
Obrázek 45 - Řešení reakcí ve vetknutí při ohybu	39
Obrázek 46 - Reakce ve šroubech	39
Obrázek 47 - Prostor pro osoby na invalidním vozíku	41
Obrázek 48 - Exteriér 1	47
Obrázek 49 - Exteriér 2	48
Obrázek 50 - Exteriér 3	49
Obrázek 51 - Interiér 1. vozu.....	50
Obrázek 52 - Interiér 2. vozu.....	51
Obrázek 53 - Interiér 3. vozu.....	52
Obrázek 54 - Interiér 4	53
Obrázek 55 - Schéma 1. vagónu.....	55
Obrázek 56 - Schéma 2. vagónu.....	56
Obrázek 57 - Schéma 3. vagónu.....	57

Seznam tabulek

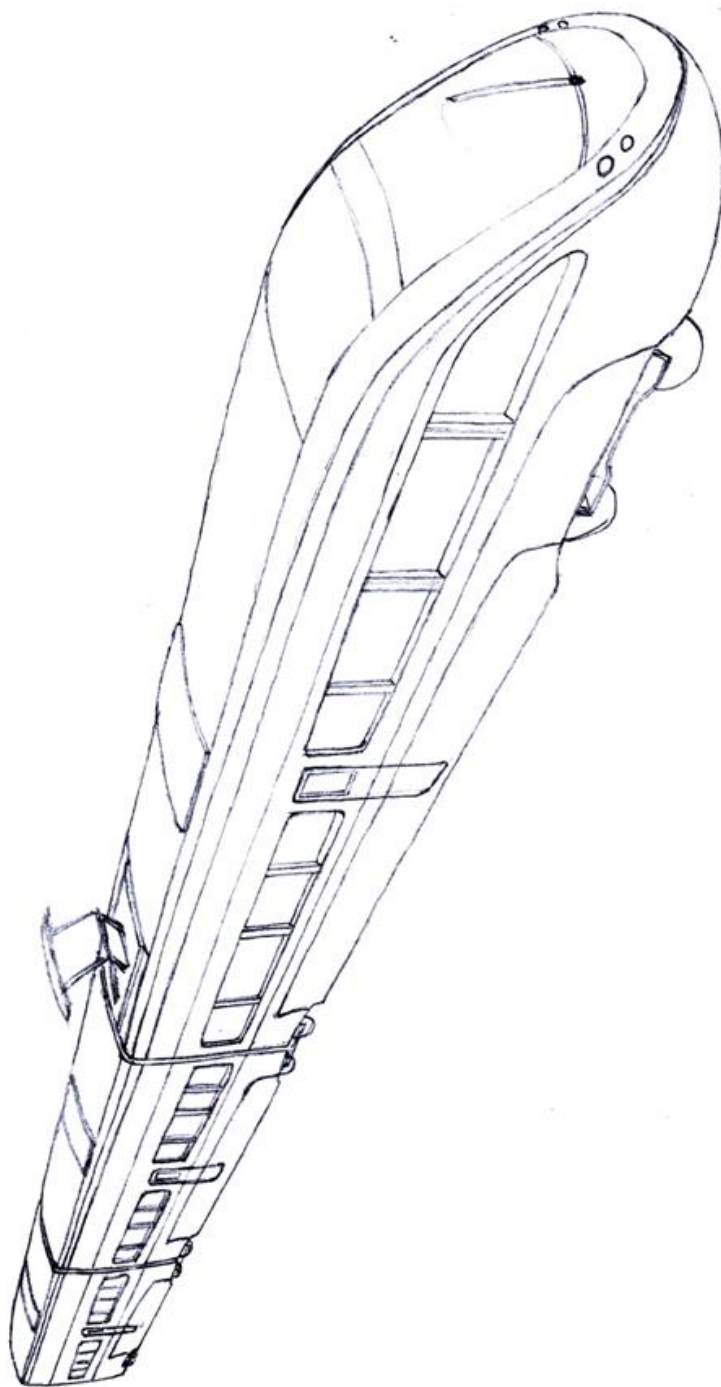
Tabulka 1 - Rozměry vnějších dveří	15
Tabulka 2 - Základní vybavení interiéru	20
Tabulka 3 - Rozměry vnitřních dveří	22
Tabulka 4 - Základní parametry kluzného pouzdra.....	32
Tabulka 5 - Rozměry sedadel před a po optimalizaci	36

Seznam příloh

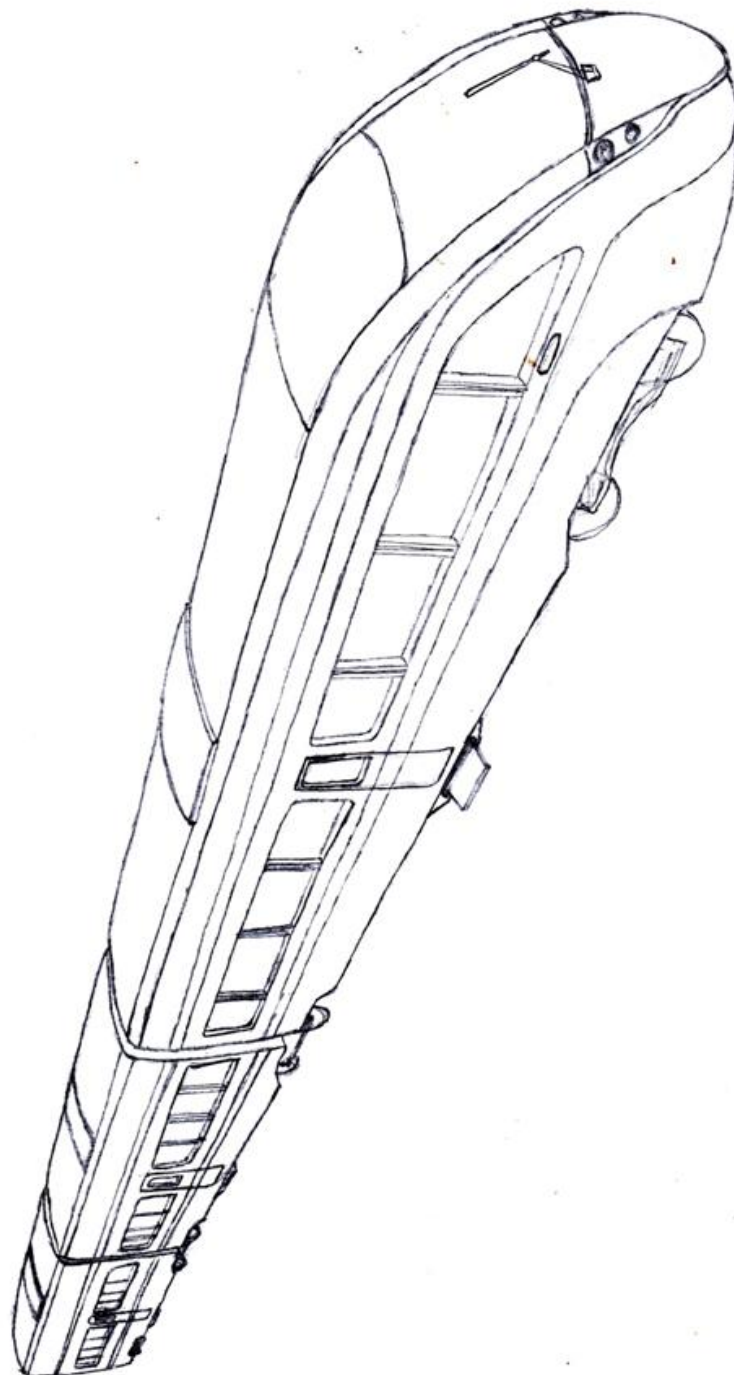
Příloha č. 1 - Náčrty
Příloha č. 2 - Schéma vnitřního uspořádání
Příloha č. 3 - Fotorealistické snímky

PŘÍLOHA č. 1

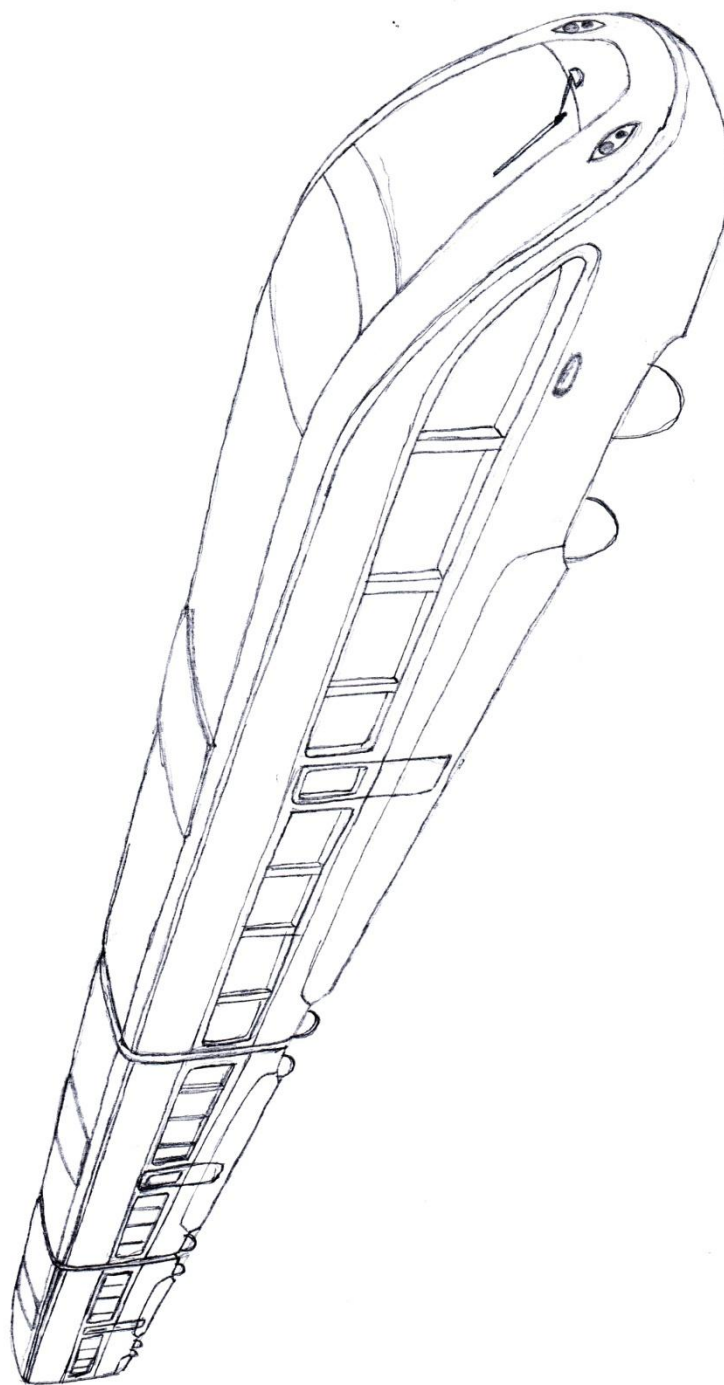
Náčrty



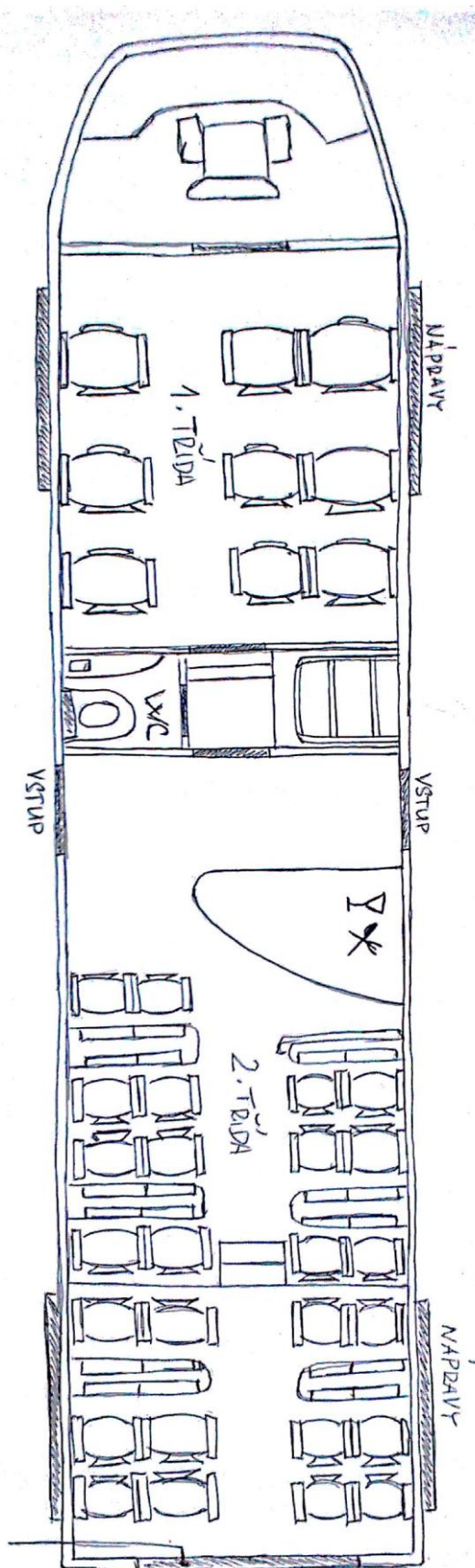
Obrázek 48 - Exteriér 1



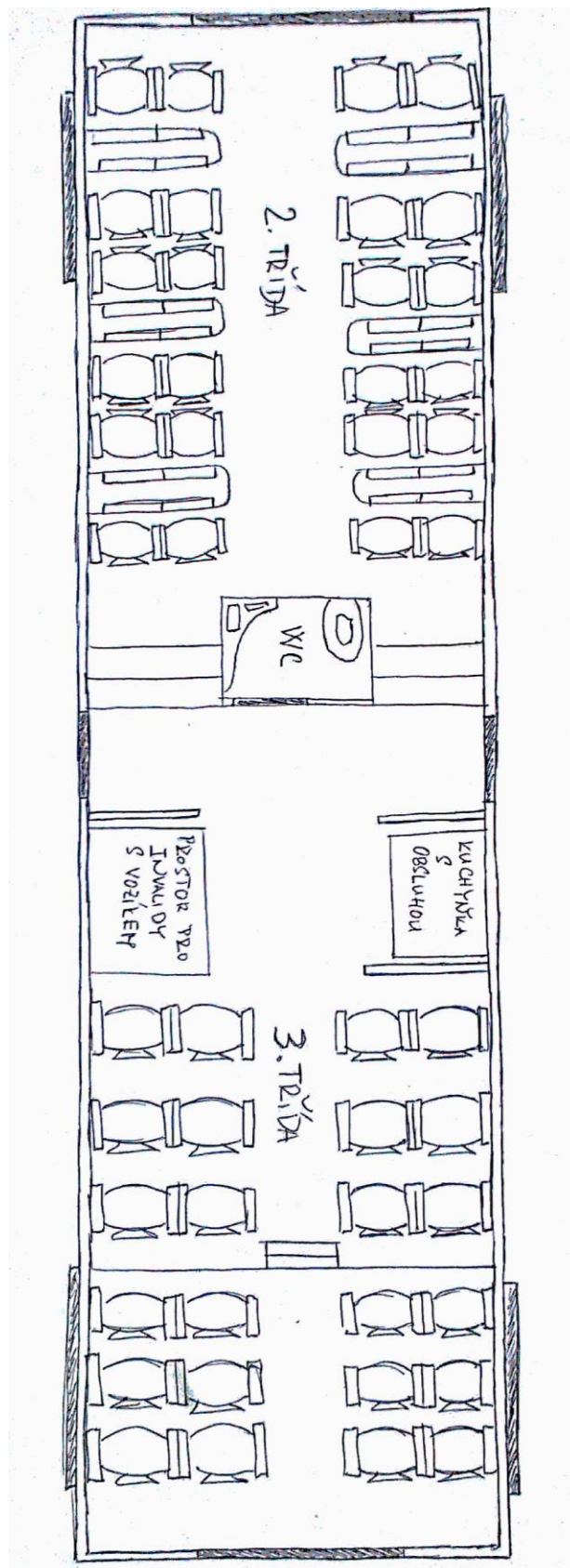
Obrázek 49 - Exteriér 2



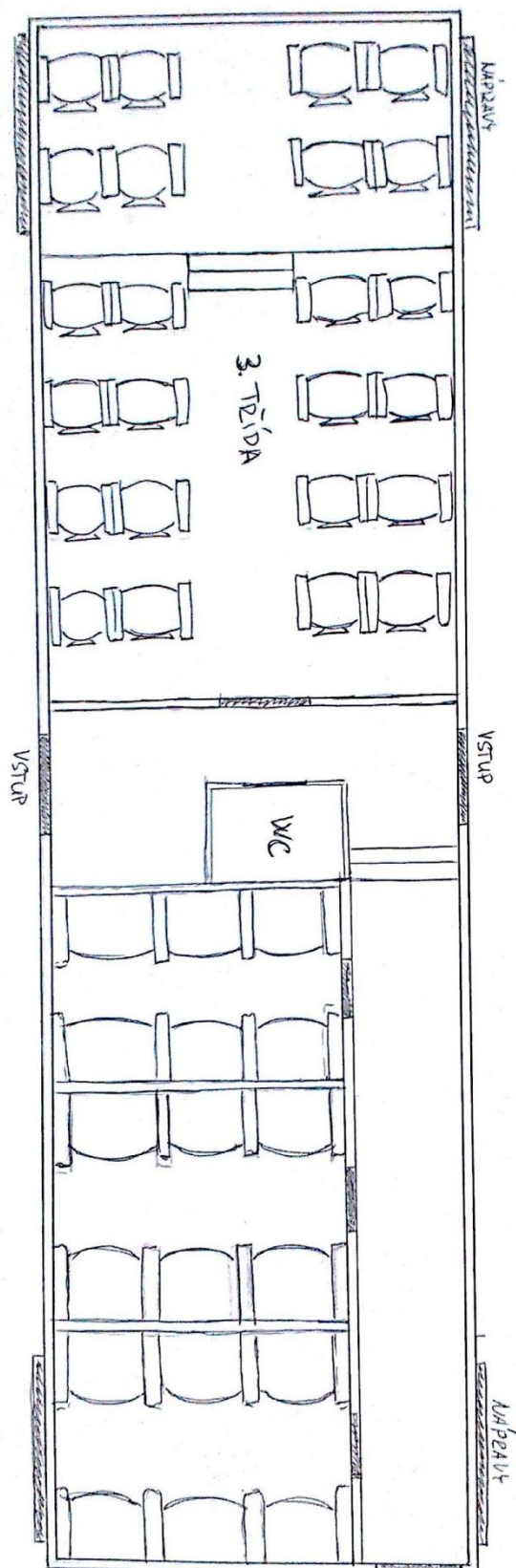
Obrázek 50 - Exteriér 3



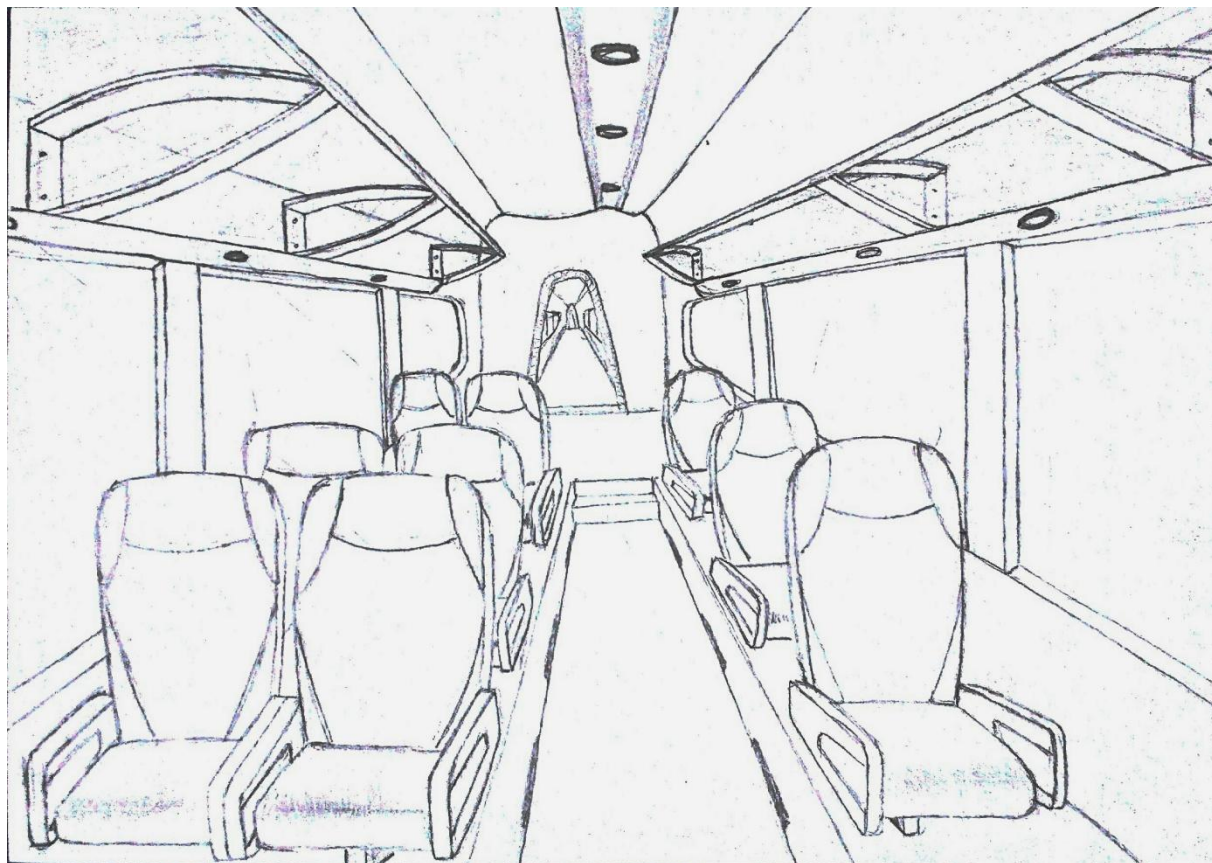
Obrázek 51 - Interiér 1. vozu



Obrázek 52 - Interiér 2. vozu



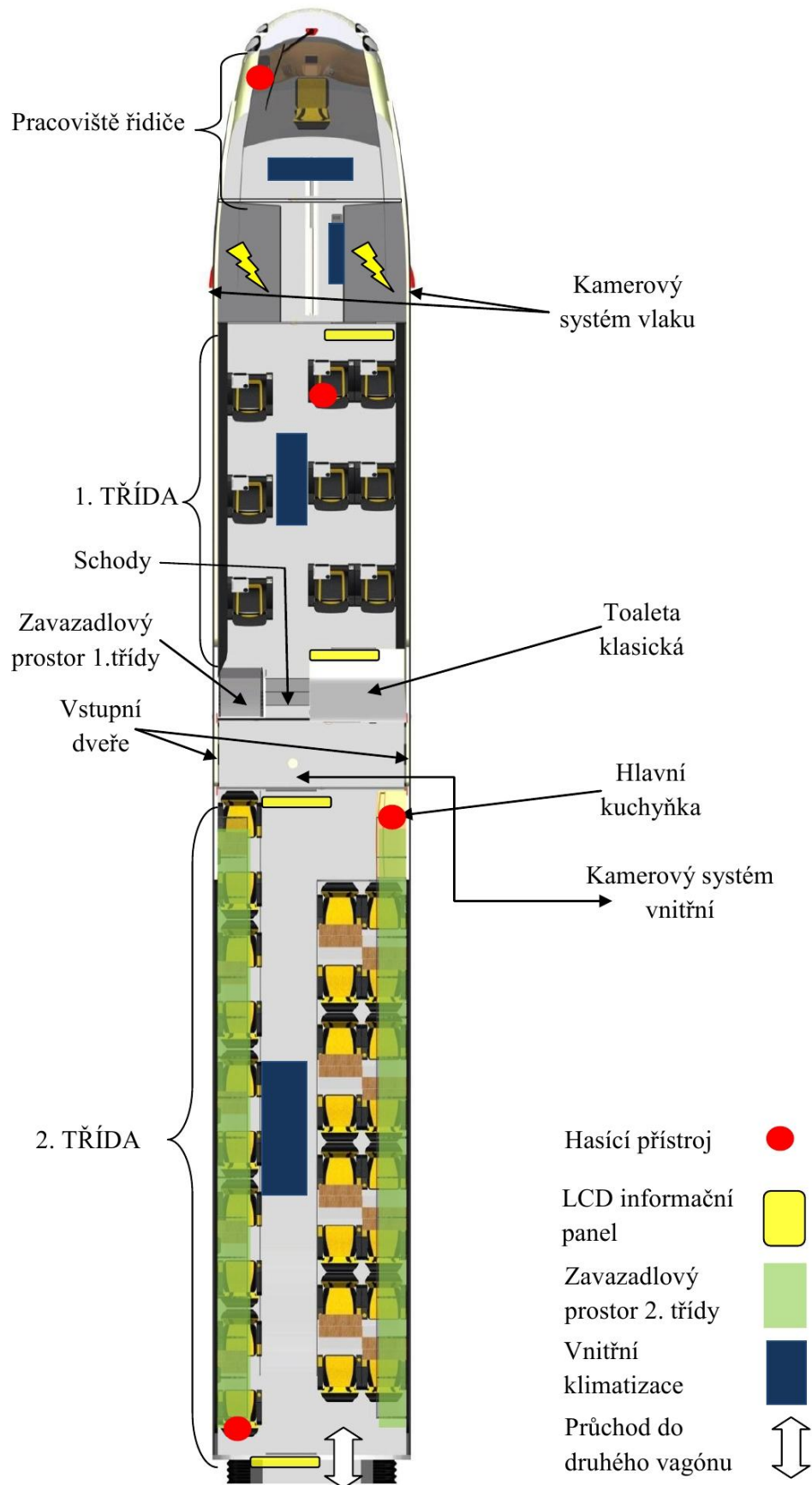
Obrázek 53 - Interiér 3. vozu



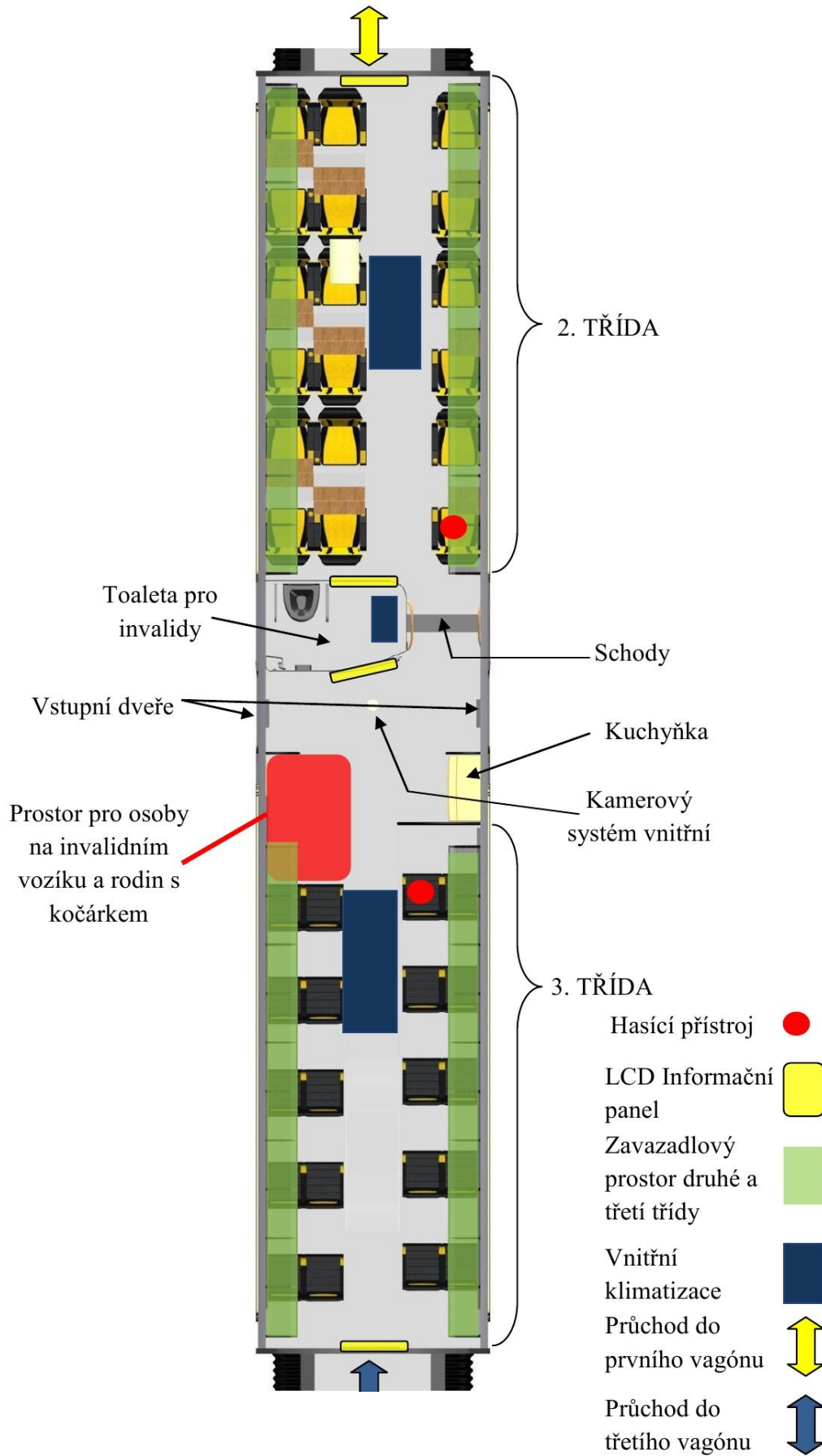
Obrázek 54 - Interiér 4

PŘÍLOHA č. 2

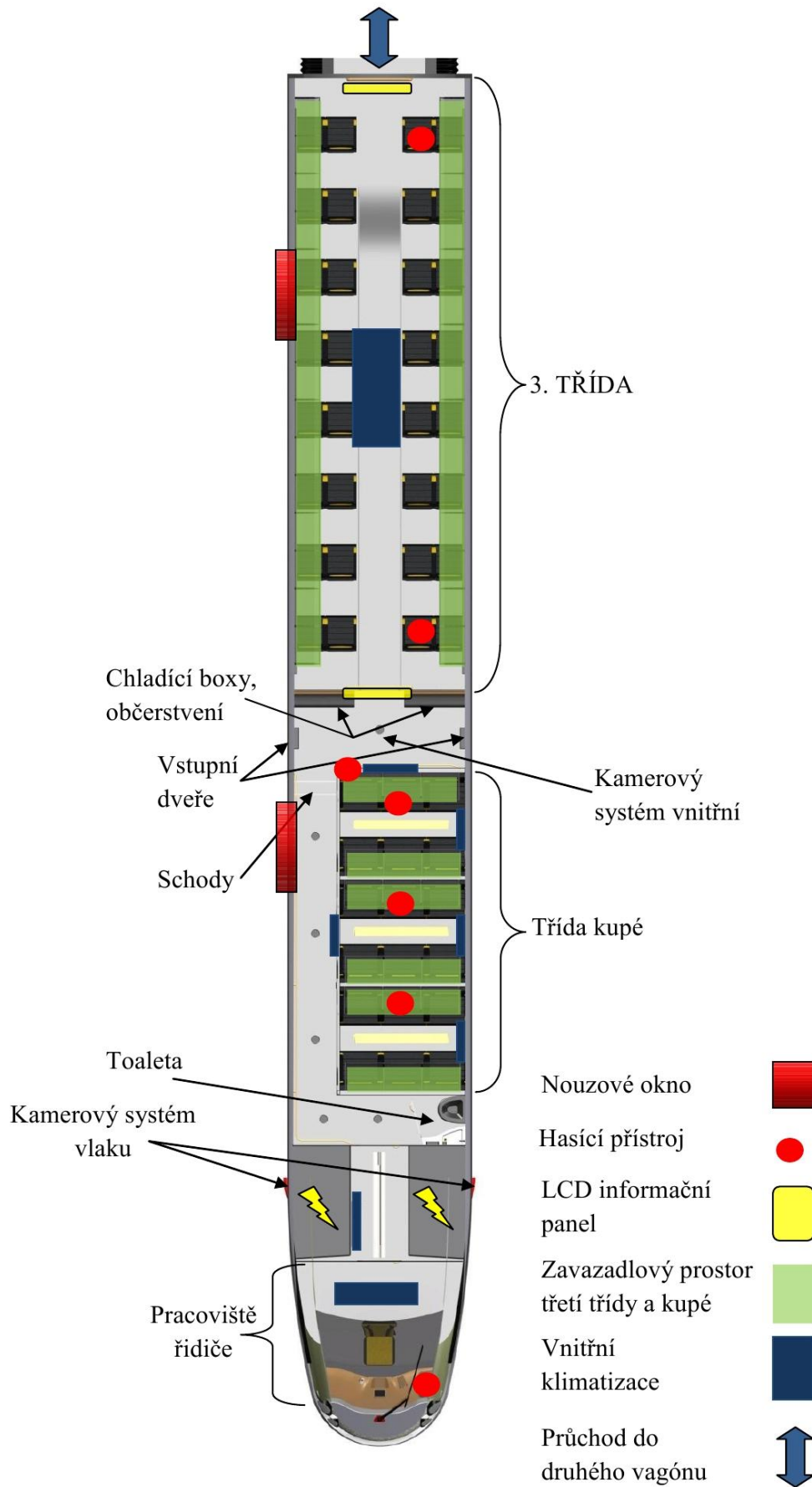
Schéma vnitřního uspořádání



Obrázek 55 - Schéma 1. vagónu



Obrázek 56 - Schéma 2. vagónu



Obrázek 57 - Schéma 3. vagónu

PŘÍLOHA č. 3

Fotorealistické snímky



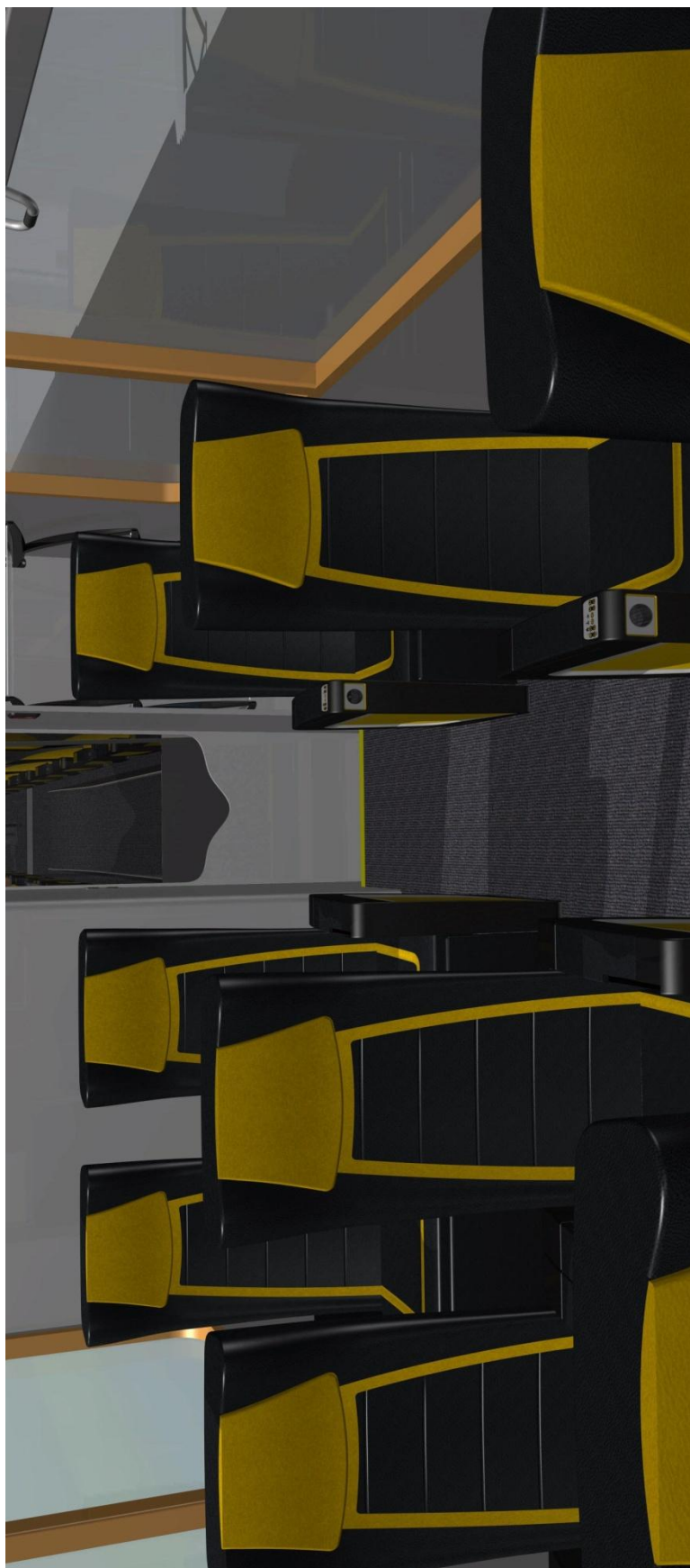
Barevné provedení exteriéru - 1



Barevné provedení exteriéru - 2



Barevné provedení exteriéru - 3



Interiér 1. třídy



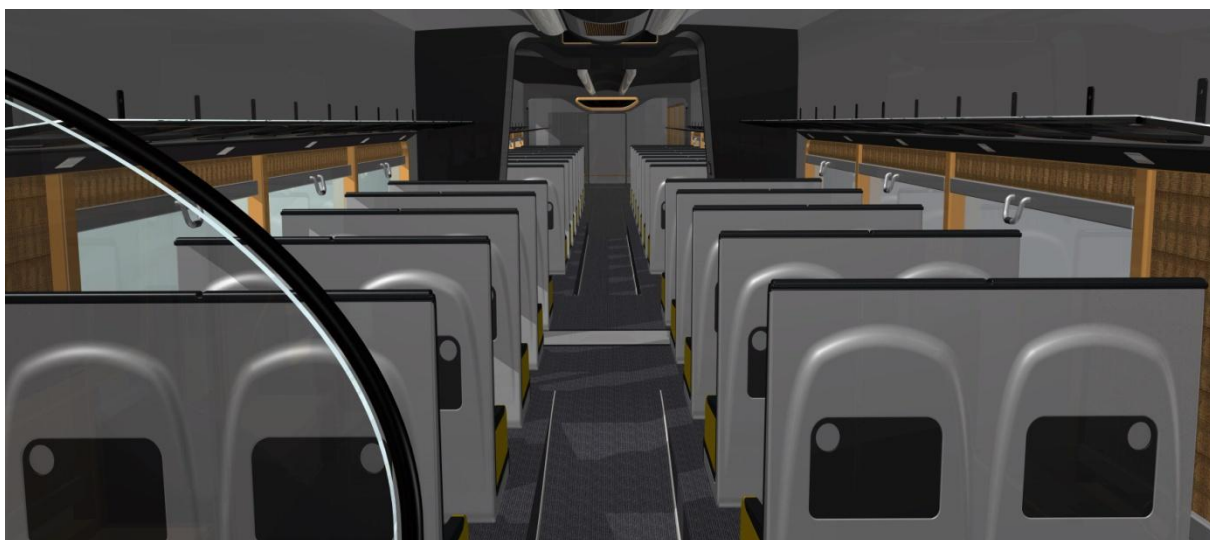
Interiér 2. třídy - 1 vagón



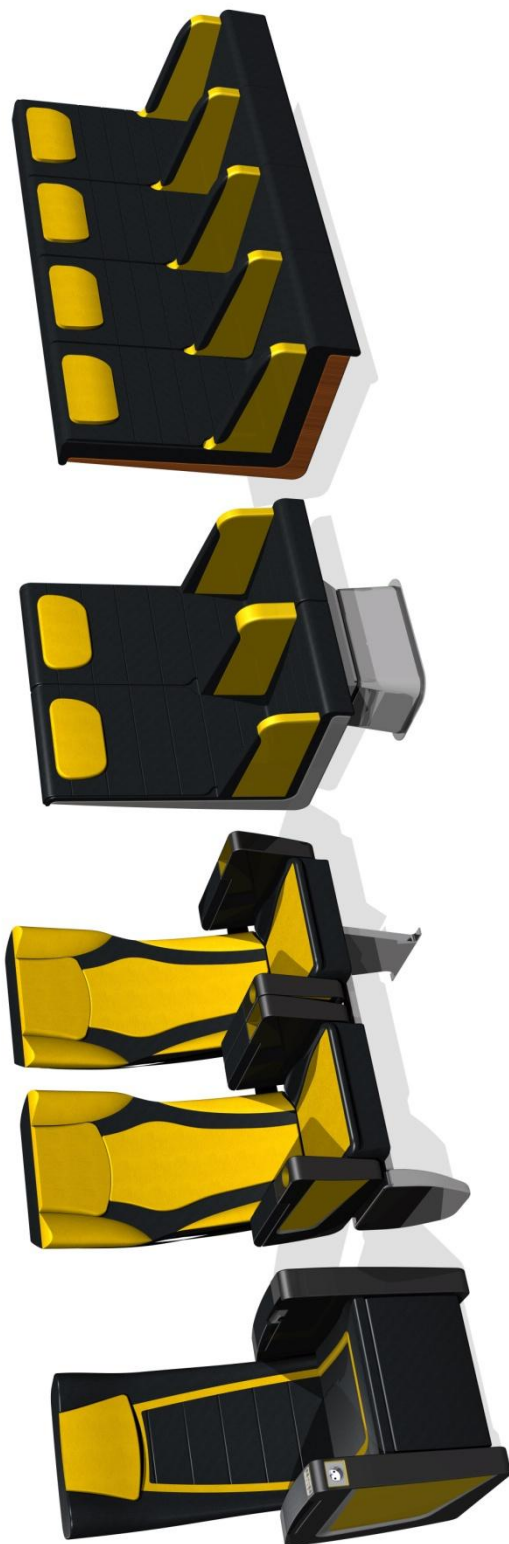
Interiér 2. třídy - 2. vagón



Interiér 3. Třídy - Sedadla ve směru jízdy



Interiér 3. Třídy - Sedadla proti směru jízdy



Všechna sedadla pasažérů