Prohlášení autora o původnosti práce

Prohlašuji, že předložená práce je mým původním dílem, které jsem vypracoval samostatně. Veškerá literatura a zdroje, z nichž jsem během vypracovávání diplomové práce čerpal, uvádím v seznamu použité literatury a zdrojů.

V Brně dne 28.5. 2009 Bc. David Pokorný

Poděkování

Moje poděkování patří především mému vedoucímu diplomové práce
Doc. akad. soch. Miroslavu Zvonkovi, Ph.D. a kolektivu učitelů za jejich cenné rady v celém průběhu zpracovávání diplomové práce, zejména v oblasti ergonomie a konstrukce. Rovněž děkuji i celému kolektivu spolužáků za přínosné připomínky v rámci ateliérové diskuse. Poděkování samozdřejmě patří mé rodině, za vytvoření optimálních podmínek pro tvůrčí práci a nejvíce pak děkuji svým kamarádům za přínosné rady a za trpělivost.

ANOTACE

Diplomová práce je zaměřena na komplexní návrh kolejového vozidla městské hromadné dopravy pro blízkou budoucnost. Koncepce se zaměřuje na základní předpoklady kolejového vozidla. Pohodlí ergonomii, kvalitní pohon a dokonalý výhled.

ANNOTTATION

Graduation theses is about complex design of tram vehicle for city mass transport for near future. Conception is specialized on main work of tram vehicle: Ergonomics, Comfort, Perfect view and good traction.

KLÍČOVÁ SLOVA

kolejové vozidlo městské hromadné dopravy, tramvaj, 100% nízkopodlažnost, vertikálně umístěný pohon, ergonomický výhled, ergonomický interiér

KEY WORDS

tram vehicle for city mass transport, tramway, 100% ultra low floor, vertical placed traction, ergonomical view, ergonomical interior

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE PRÁCE

D. POKORNÝ, Design kolejového vozidla městské hromadné dopravy, 2009, 60 s., Vysoké učení technickév Brně, Fakulta strojního inženýrství, Vedoucí práce: Doc. akad. soch. Miroslavu Zvonkovi, Ph.D.

Obsah

Prohlášení
Poděkování
Anotace
Obsah

1. Úvod **13**
2. Vývojová / technická / designérská analýza tématu **15**
2.1 Vývoj tramvajové dopravy 15
2.2 Technické aspekty 15
2.2.1 Elektrický pohon 15
2.2.2 Elektromotor 16
2.2.3 Trakční motor 16
2.2.4 Regulace výkonu 16
2.2.5 Rekuperace 17
2.2.6 Podvozek 17
2.2.7 Sběrač 19
2.2.8 Bezpečnost u tramvají 19
2.3 Designérská analýza 20
2.3.1 Současný model - Le Tram 20
2.3.2 Budoucnost 21

3. Cíle **23**
3.1 Technické 23
3.2 Ergonomické 23
3.3 Designérské 24

4. Variantní studie designu **25**
4.1 Stanovení cílů 25
4.2 Požadavky 25
4.3 Hledání nových konceptů 25
4.4 Prvotní vize 26
4.5 Varianty 26
4.6 Hledání výrazu 27

5. Ergonomické řešení **29**
5.1 Nastupování, vystupování 29
5.2 Dveře 29
5.3 Stanoviště řidiče 29
5.4 Ergonomie výhledu 30
5.5 Interiér 30
5.6 Sedadla cestujících 30
5.7 Informační panely 31

6. Tvarové (kompoziční) řešení **33**
6.1 Exteriér 33
6.2 Interiér 34
6.3 Detaily 35

7. Barevné a grafické řešení **37**

8. Provozně-technologické řešení **39**
8.1 Konstrukce 39
8.2 Bezpečnost 39
8.3 Uspořádání 39
8.4 Základní rozměry 40

9. Rozbor návrhu **41**
9.1 Technický 41
9.2 Ergonomický 41
9.3 Psychologický 41
9.4 Estetický 42
9.5 Ekonomické 42
9.6 Sociální 42

10. Závěr **43**

11. Použitá literatura a zdroje **45**
11.1 Použitá literatura 45
11.1.1 Osobní konzultace 45
11.1.2 Knihy 45
11.1.3 Internet 45
11.3 Zdroje přesných citací v textu 46
11.2 Zdroje obrázků 46

12. Seznam příloh **47**
12.1 Sumarizační poster 47
12.2 Designérský poster 48
12.3 Ergonomický poster 49
12.4 Technický poster 50
Model v měřítku 1: 20

1. Úvod

Tato diplomová práce vychází z předdiplomového projektu, který obsahuje rešeršní studii problému kolejové dopravy v městských aglomeracích. Tato práce mi poskytla nezbytně nutné informace pro následující tvůrčí část diplomové práce, tedy komplexní návrh inovativního řešení kolejového vozidla městské hromadné dopravy respektující všechny ergonomické, estetické, a v neposlední řadě technické požadavky na něj kladené.

Nutnost přepravy osob provází lidstvo od prvopočátku. Důležité je vymezit a definovat, co znamená v současné době pojem kolejové vozidlo městské hromadné dopravy (tramvaj). Tramvaje jsou důležitou součástí hromadné přepravy osob v městských a příměstských aglomeracích. V řadě případů mají nezastupitelnou roli. Přepravují větší počty osob než autobusy nebo trolejbusy a jsou přitom ekologičtější a většinou i rychlejší. Díky menšímu valivému odporu a vyšším přepravním možnostem mají nižší spotřebu energie na jednu přepravovanou osobu. Tento poměr kapacity versus energie je velice důležitým pořizovacím faktorem.

Další výstupem z předdiplomového projektu byl jasně naznačený směr , kterým se bude návrh nového řešení ubírat.Návrh je založen na konceptu nejníže umístěném podvozku na světě a možnost vnímat městskou a příměstskou krajinu intenzivněji než kdy dřív, a to díky co možná největší prosklené ploše.

Samotná diplomová práce představí podstatná fakta získané rešeršní studií. Převážně se bude zabývat vlastním procesem navrhování, popisem variantních studií designu a především popisem a rozborem finálního řešení.

Obr. 1 Koňespřežná tramvaj v New Yorku

Obr. 2 Parní tramvaj (v čele s lokomotivou Caroline) v centru města

Obr. 3 V Košířích provozoval soukromou dráhu starosta Matěj Hlaváček v roce 1897.

Obr. 4 První čtyřnápravový podvozkový velkoprostorový vůz řady T, tyto vozy byly postupně vyřazovány v

2. Vývojová / technická / designérská analýza tématu

2.1 Vývoj tramvajové dopravy

První linka koňské tramvaje byla zřízena v roce 1832 v New Yorku. Počínaje rokem 1845 se začaly budovat tramvajové linky také v Evropě. Nejprve na nich jezdily tramvaje na koňský pohon, později se objevily parní tramvaje.

První elektrická tramvajová linka byla postavena v Berlíně v roce 1881.

Zlatá éra tramvají byla ve 20. až 30. letech 20. století, kdy byly autobusy teprve experimentální formou dopravy a tramvaje tak neměly žádnou konkurenci, navíc města rychle rostla.

Po druhé světové válce byly tramvajové linky v řadě měst Evropy i USA rušeny. Byly vnímány jako nemoderní způsob dopravy a to díky kvůli rychlému rozvoji autobusů, způsobenému zdokonalením technologie spalovacího motoru.

Po poválečném úpadku tramvajové dopravy, hlavně v USA a v 70. letech také v ČSSR, zahájila Ropná krize v roce 1973 éru renesance tramvají, která trvá dodnes v Západní Evropě a proniká i do Ameriky. V řadě měst v tramvajové dopravě spatřují jednu z cest k řešení problémů vyvolaných individuální automobilovou dopravou.

2.2 Technické aspekty

2.2.1 Elektrický pohon

je označení pro soubor všech technických prostředků zajišťujících pohon nějakého strojního mechanismu za pomocí elektrické energie, zpravidla za pomocí nějakého elektromotoru. Ten pak obvykle tvoří základní část elektrického pohonu.

Dalšími prvky elektrického pohonu jsou pak napájecí, regulační, ovládací, řídící, signalizační zařízení a další prvky, jenž prakticky zajišťují požadované parametry přeměny elektrické energie dodávané z vnějšího prostředí (například z napájecí elektrorozvodné sítě, z baterie apod.) na mechanickou energii požadovaných parametrů. Součástí pohonu tedy bývá i celá řada

dalších elektrických strojů, přístrojů či jiných specializovaných zařízení (např. řízený usměrňovač elektrického proudu, měřící přístroje, signalizační prvky, vypínače proudu, motorové jističe, různé regulační mechanismy včetně ovládacího počítače atd.).

S běžnými elektrickými pohony se velmi často setkáváme např. u kolejových železničních vozidel, tramvají, trolejbusů a mnoha dalších strojních mechanismů. Elektrický pohon pak zpravidla tvoří podstatnou část elektrické výbavení příslušného stroje. [I]

Obr. 5 Trakční motor Škoda - pro tramvaj ForCity

2.2.2 Elektromotor

je elektrický, obvykle točivý stroj, měnící elektrickou energii na mechanickou práci. Opačnou přeměnu, tedy změnu mechanické práce na elektrickou energii, provádí generátor např. dynamo, či alternátor. Často bývají tato zařízení velmi podobná či zcela identická. [II]

Obr. 6 Trakční asynchronní motor TAM 1051 C6 - Pragoimex

2.2.3 Trakční motor (druh elektromotoru)

Elektrická lokomotiva ke svému pohonu využívá elektromotor. Ten bývá buď stejnosměrný (obvykle sériový, u lokomotiv s pulsní regulací cize buzený), nebo střídavý - synchronní nebo asynchronní.
Typ motoru nemusí odpovídat napájecí soustavě, neboť elektrická energie může být do požadované formy upravena. Dalším důležitým parametrem je způsob regulace otáček. U stejnosměrných soustav je nejstarším způsobem odporová regulace výkonu.

Obr. 7 Trakční asynchronní motor TAM 1051 C6 - Pragoimex

2.2.4 Regulace výkonu

Odporová regulace výkonu

Proud motoru je regulován postupným vyřazováním rozjezdových odporů zapojených do série s motorem tak, aby nedošlo k přetížení motoru, popřípadě k překročení meze adheze a proklouznutí dvojkolí, a to obvykle až do úplného vyřazení odporů. Výhodou je jednoduchost konstrukce, nevýhodou jsou vysoké energetické ztráty při jízdě na odporových stupních, neboť se přebytečná energie v odporové kaskádě mění v odpadní teplo.

Obr. 8 Trakční stejnosměrný motor TDM 5005

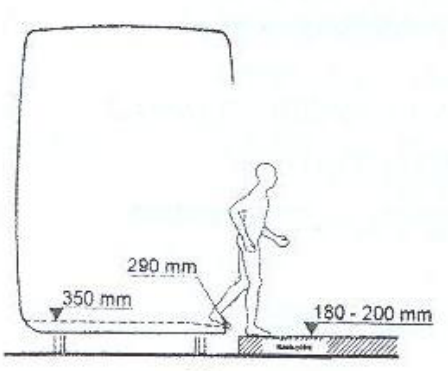
Tyristorová regulace výkonu

S rozvojem výkonových polovodičových součástek

Obr. 9 Trakční asynchronní motor TAM 1004 C/R - Pragoimex

Obr. 10 Převodová skříň H80 kW

Obr. 11 Nabíječ baterií NB2-41 - Škoda Holding



Obr. 12 Nastupní ostrůvek / nízkopodlažní tramvaj

se začala používat zejména tyristorová regulace, která je narozdíl od odporové regulace výkonu obvykle efektivnější a ekonomicky výhodnější. Ztráty výkonu v polovodičových součástkách jsou totiž nízké, avšak na rozdíl od odporové regulace trvalé. Nevýhodou je složitější konstrukce a nutnost filtrování parazitních vyšších harmonických kmitočtů, které mohou způsobovat nežádoucí rušení sdělovacích a zabezpečovacích zařízení instalovaných podél železniční tratě.

Moderní elektrické lokomotivy používají motory založené na točivém magnetickém poli, jejichž regulace je realizována pomocí polovodičových frekvenčních měničů (za použití výkonových tyristorů či tranzistorů). Měniče, resp. jejich vstupní filtry mohou být připojené na stejnosměrném systému přímo na trolejové napětí, nebo přes primární měnič na obvod se sníženým napětím. Na střídavém systému jsou napájeny přes transformátor a řízený usměrňovač umožňující i rekuperaci. Tento způsob regulace je nejekonomičtější a asynchronní motory jsou velmi spolehlivé a levné v provozu, protože neobsahují komutátor a kartáče (výrazně jednouší je pravidelná provozní údržba). [III]

2.2.5 Rekuperace

je proces přeměny kinetické energie dopravního prostředku zpět na využitelnou elektrickou energii při elektrodynamickém brzdění. Tato energie se buď ukládá do akumulátorů přímo v dopravním prostředku, nebo se vrací do napájecí soustavy (na rozdíl od elektrodynamického brzdění bez rekuperace, kdy se získaná energie maří v odpornících).
Rekuperace se využívá zejména u kolejových vozidel s elektrickou trakcí (tramvaje, elektrické jednotky a elektrické lokomotivy), ale je možné se s ním setkat i u vozidel silničních nebo s hybridní trakcí (např. hybridní lokomotivy, nebo elektromobily či hybridní automobily). [IV]

2.2.6 Podvozek

Tramvajové vozidlo je při jízdě neseno a vedeno tramvajovou tratí, která je definována směrovými a sklonovými poměry. Charakterizují ji základní konstrukční parametry (např. rozchod kolejí,typ kolejnic, minimální poměr oblouku, průjezdný průřez trati, maximální nápravové zatížení). Vývoj nízkopodlažních tramvají

začal ve světě v polovině 80. let 20. století. Jeho snahou je umožnit pohodlný a bezpečný nástup a výstup z vozidla osobám se sníženou schopností pohybu (zdravotně handicapovaní cestující, starší lidi, matky s dětmi aj.), tj. vytvořit ve vozidle v prostoru pro cestující nízkou podlahu ve výšce nástupního ostrůvku, tj. cca 350 mm nad rovinou temene koleje.

Řešení nízkopodlažnosti si vyžádalo:
- vyvinout zcela nové konstrukční uspořádání vozové skříně – článková vozidla
- řešit zcela nové konstrukce tramvajových podvozků a nové způsoby pohonu tramvajových kol asynchronními nebo synchronními trakčními motory, neboť muselo dojít k uvolnění prostoru pro vytvoření nízkopodlažní průchozí uličky nad podvozky.

Základní typy nízkopodlažních tramvají

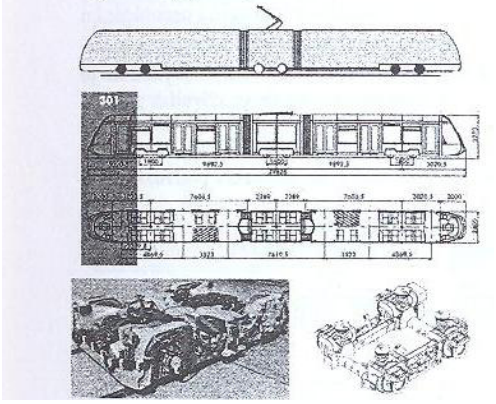
Moderní nízkopodlažní tramvaje jsou řešeny pouze jako průchozí článková vozidla. Obecně lze konstatovat, že nízkopodlažní tramvaje jsou s přihlédnutím na cenu vozidla a na požadavky zákazníka rozvíjeny ve dvou základních trendech:

částečně nízkopodlažní tramvaje
(výška podlahy 600/350 mm)

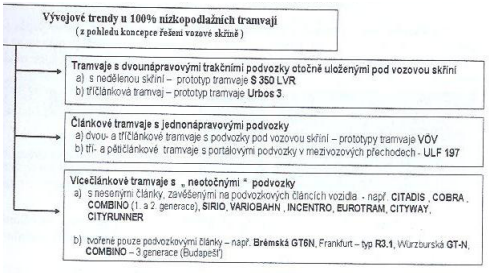
„100 %“ nízkopodlažní tramvaje
(výška podlahy 350 mm a nižší)

V mé práci se zabývám „100%“ nízkopodlažností, proto zde uvedu základní 3 typy „100%“ nízkopodlažních tramvají. Na počátku 90. let minulého století byly ve vývoji tohoto typu tramvají s výškou podlahy 3500 mm nad rovinou temenem koleje rozvíjeny tři vývojové tendence, které s označením jednotlivých typů tramvají dokumentuje obrázek XX.

Z čánkových tramvají s jednonápravovými podvozky se podařilo uspět pouze tramvaji ULF 197 (Ultra Low Floor) viz obr. XX, která je s nejnižší podlahou na světě 207 mm ve tři- a pětičlánkovém provedení provozována ve Vídni a patří mezi nejdražší tramvaje světa. (Tento typ podvozku použiji v diplomové práci)



Obr. 13 Používané podvozky

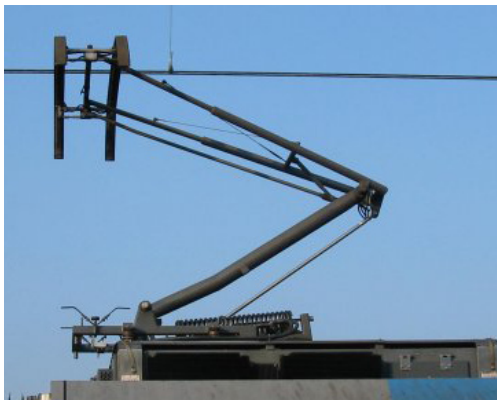


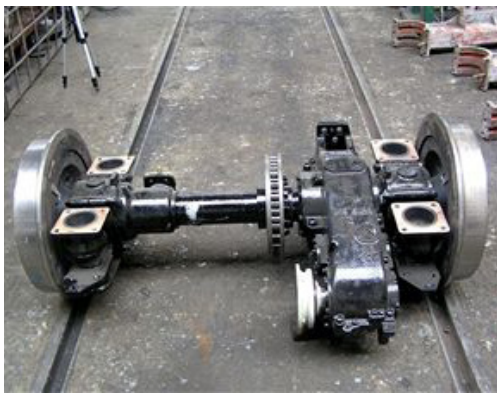
Obr. 14 Vývojové trendy

Obr. 15 Tramvaj ULF

Obr. 16 Tyčový sběrač s kladkou

Obr 17 Tramvajový pantograf


Obr. 18 Polopantograf


Obr. 19 Pozice brzdového kotouče na nápravě - Inekon Trams

Obr. 20 Brydový kotouč - Inekon Trams

2.2.7 Sběrač

Sběrač slouží k napájení vozidel elektrickým proudem. Z hlediska způsobu napájení vozidel můžeme sběrače rozdělit na:

- sběrače pro trolejové vedení
- sběrače pro přívodní kolejnici

Sběrače pro trolejové vedení tvoří tři základní typy:

- tyčový sběrač
- lyra
- pantograf (polopantograf)
v dnešní době nejvíce používaný

Polopantograf

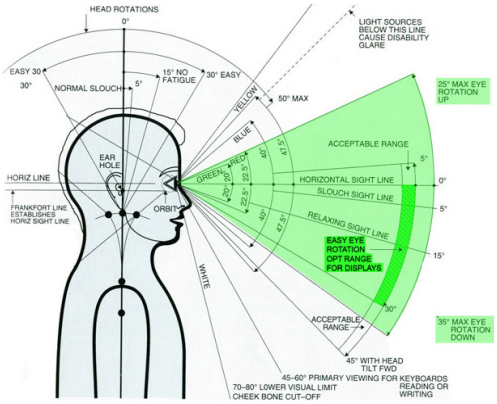
Snaha o odlehčení konstrukce sběrače vedla ke konstrukci polopantografu. Pantografový princip zůstal zachován. Konstrukce se skládá ze spodního a horního ramene, spodní rameno mívá nejčastěji podobu trubky, horní bývá z trubek nebo pásů, a to buď v podobě tyče nebo písmene V rozevřeného na straně smykadla. Tato nosná konstrukce je doplněna táhly, takže celek tvoří pantografový mechanismus. Výhodou polopantografu je nižší hmotnost i moment setrvačnosti, takže lépe udržuje kontakt s trolejí. Pro vysoké rychlosti bývají sběrače osazeny i různými aerodynamickými ploškami vyvažujícími aerodynamické síly působící na sběrač. Neméně důležité je i sekundární vypružení smykadla (ližiny), které vyrovnává drobné, ale rychlé změny polohy vozidla vůči troleji a zabraňuje tak jiskření. Smykadla se používají stejná jako u klasického pantografu. [V]

2.2.8 Bezpečnost u tramvají

Hlavním bezpečnostním prvkem u tramvají jsou brzdy. Většinu brzdného výkonu vykonává elektrodynamická brzda. V případě výpadku elektrodynamické brzdy přebírá automaticky celou brzdnou práci systém hydraulické brzdy až do úplného zastavení vozidla. Třecí kotoučová brzda vozidla je hydraulicky ovládaná elektrickým tlakovým agregátem. Parkovací brzda je zajištěna mechanickou třecí kotoučovou brzdou.

Výhled z vozidla

Pro zajištění bezpečnosti tramvaje je důležité zajistit řidiči dostatečný výhled z vozidla. Řidič musí být schopen bezpečného rozhodování za jízdy (přehled o dění na komunikaci a v okolí vozidla) i ve stanici (Nástup a výstup cestujících). Svým zorným polem je schopen přehlédnout oblast vedle (velice důležité místo je na levé straně těsně za řidičem) a před vozidlem. Výhled je však omezen předními sloupky (A) karoserie. Výhled za vozidlo řidiči umožňují zařízení pro nepřímý výhled. Těmito zařízeními mohou být konvenční zpětná zrcátka nebo moderní systémy kamera/monitor. Tato zařízení pro nepřímý výhled řadíme do bezpečnostní výbavy vozidel.



Obr. 20 Rozsah zorného pole

Záchytné tyče

Slouží pro zajištění bezpečnosti cestujících během jízdy. Prostor pro cestující by měl být, a většinou je vhodně vybaven dostatečným počtem záchytných tyčí a madel. Na stropě všech dílů vozu jsou upevněny vodorovné záchytné tyče, které procházejí téměř celým vozem. Tyto tyče bývají ve výšce 1950 až 2100 mm nad podlahou. Zahnuté konce těchto tyčí jsou přivařené do přírub, a ty jsou pak přišroubovány do stropu. Součástí vodorovných tyčí jsou svislé záchytné tyče. Pro usnadnění vstupu a výstupu cestujících jsou u všech dveří připevněna madla.

Obr. 22 Interiér tramvaje Škoda ForCity - Záchytná madla

2.3 Designérská analýza současných modelů

2.3.1 Současný model - Le Tram

Ukázkou francouzské designérské školy je tramvaj Le Tram z Marseille.

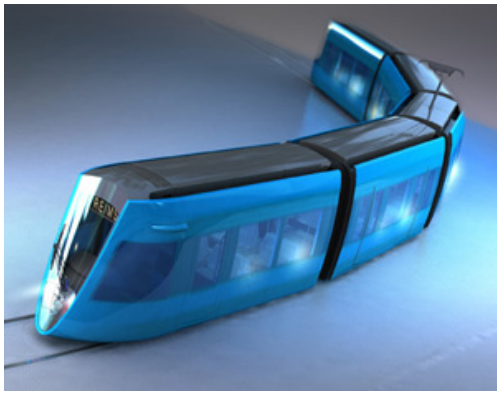
Jako jednu z nejvíce působivých částí celkově povedeného netradičního designu tramvaje bych volil přední čelo tramvaje. Je tvořeno několika zajímavými liniemi, které mu dodávají svérázný výraz.

Záporně laděné linie vymezují oblast čelního sférického skla. Rám skla je tvořen horní a spodním čelní maskou. Do horní masky je začleněn velký kruhový reflektor (dálkového světla). Ve spodní masky jsou umístěny kruhové potkávací a směrové reflektory, které dotváří celkový dojem.

Boční línie jsou v souladu s jednoduchým tvarováním. Převažujícím prvkem je dominantní boční tónované sklo. Boční sloupky jsou zapuštěny pod tónované sklo.

Obr. 23 Tramvaj La Tram

Obr. 24 Interiér tramvaje - Le Tram



Obr. 25 Koncept tramvaje Alstom

Obr. 26 Maglev

Obr. 27 Maglev SMT

Šestero dveří pro cestující, každé o šíři 1,30 m, otevírají v zastávkách dostatečný objem boční plochy celého vozu, což umožní rychlý výstup a nástup cestujících. Velice vkusným doplňkem je vrchní žebrování vyvedené v plastu.

2.3.2 Budoucnost

Budoucnosti z pohledu designu souvisí s rozvojem či objevem nových technologií.

Možným krokem kupředu je už existující systém magnetické levitace (maglev). Tato technologie užívá tzv. magnetický polštář který vozidlo nadnáší. Dopředný pohyb je zajišťován pohybujícím se magnetickým polem. Tato technologie je velice zajímavá ale do městského provozu se příliš nehodí, a to díky tomu, že musí mít speciální dráhu (kolejiště).

Zajímavou technologií zítřka jsou nanotechnologie. Dle odborníků z výzkumu a vývoje se všechny vozidla budoucnosti (i těch kolejových) nebudou ani tak moc lišit v rychlosti, ale spíše svou konstrukcí a materiály, které budou při výrobě používány. Konstrukcí a vývojem nových moderních kolejových vozidel a vozidel všeobecně se může předpokládat stejný či podobný vývoj jako u automobilů či letadel. Výsledkem by mohla být vozidla, pro který byl na nedávném EuroNanoForu použit termín „Nanotech-car", nebo v našem případě Nanotech-rail vehicle či Nanotech-tram. Jde ale ještě o hudbu budoucnosti. Různí odborníci se shodli, že jsme schopni vyrábět laky odolné proti poškrabání a proti zežloutnutí, resp. stárnutí. Tuto odolnost získá dosud běžně používaný lak díky tomu, že se do něho přidá nano prášek z oxidu křemíku, jehož zrníčka budou mít průměr cca 10 nanometrů, tj. 10 miliardtin metru. Dalším příkladem využití nanotechnologie by mohlo být samo čistící sklo v oknech vozidel, které budou mít na svém povrchu mikroskopicky malé výčnělky, po níž bude stékat voda zároveň s nečistotou - tzv. princip lotosového květu, který je známý z přírody. Další m příkladem je jíl, který je složen z deskových vrstev poskládaných na sebe. Jestliže tyto vrstvičky od sebe oddělíme a kombinujeme vrstvičku s plastem, získáme nový plast, který je vysoce odolný proti ohni.

3. Cíle

Cílem diplomové práce je komplexně navrhnout inovativní kolejové vozidlo městské hromadné dopravy. Bude se jednat o specializované kolejové vozidlo - tramvaj. V současné době je tramvaj poměrně rozšířená a přímo volá o inovaci, která souvisí s celkovým přechodem na jiný způsob konstrukce, zvětšení a zlepšení přepravní kapacity. Nedílnou součástí diplomové práce je i nastínění technického řešení. Již ve fázi prvních skic je jasné, že pokud řešíme jinou koncepci tramvaje, vyplyne řada technických problémů. Z hlediska technického bude třeba například zvolit odpovídající vnější rozměry s ohledem na funkci . Dále pak volba koncepce konstrukce v souvislosti s volbou pohonu apod. Diplomová práce by tedy měla řešit kolejové vozidlo městské hromadné dopravy v širších souvislostech, inovativně, ergonomicky, technicky. Veškeré použité technologie či konstrukční celky by měly být podloženy fakty, a nebo alespoň mít reálný základ.

Na kolejové vozidlo městské hromadné dopravy je možné nahlížet z různých úhlů pohledu, a to technického, ergonomického a designérského. Podle tohoto rozčlenění se vymezí cíle a bude se popisovat i následné řešení diplomové práce.

3.1 Technické

K zásadním technickým požadavků se musí řadit dlouhá životnost, vysoká spolehlivost a co možná nejjednoduší údržba. Zajímavá je i netradiční konstrukce, umístění pohonných a podpůrných systémů. V průběhu dlouhé životnosti se zcela určitě počítá s modernizací technických prvků a také prvků v interiéru.

3.2 Ergonomické

Cílem v ergonomické oblasti je zajistit maximální možné pohodlí a vysokou míru bezpečnosti pro všechny skupiny přepravovaných osob, včetně řidiče. Velmi důležité jsou výhledy z vozidla jak pro řidiče, tak i pro cestující. Proto je mým cílem navrhnout vyšší prosvětlenost interiéru a umožnit pasažérům snazší a kvalitnější rozhled (vytvořit lepší propojení s městskou či příměstskou krajinou)

3.3 Designérské

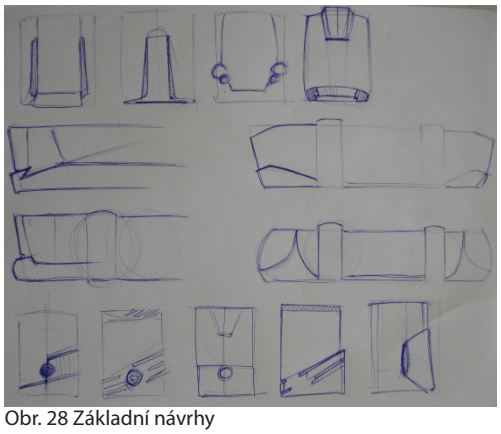
Cílem designu je najít řešení, které bude nadčasové a nebude podléhat aktuálním módním trendům. Postup mé práce bude směrem z interiéru do exteriéru. Díky této vizi bych měl být schopen zajistit ergonomický interiér a vizuálně zajímavý a funkční exteriér.

4. Variantní studie designu

Tvorbě variantních studií předcházela rešeršní práce, díky které se objevila řada nedostatků současných kolejových vozidel. Hlavním problémem, s nímž se většina současných modelů potýká, je skloubení vyspělé technologie s ergonomický a tvarově vyspělým designem. Tato technicky velmi složitá zařízení si žádají nejen profesionální výraz ,ale je nutné utvrdit obsluhu či pasažéra o jejich funkčnosti a praktičnosti v běžném provozu. Příkladem může být tramvaj Škoda 13T Porche , která je po vizuální stránce zajímavě zpracovaná, ovšem její ergonomie a následná údržba zásadním způsobem ovlivňují celkový dojem.

4.1 Stanovení cílů

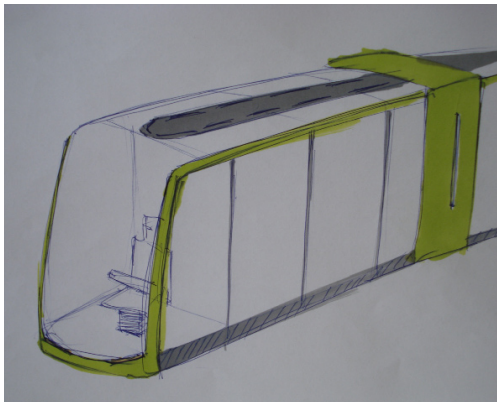
Mým cílem je snížení podvozku kolejového vozidla, a tím dosáhnout bezbariérového vstupu i výstupu z vozidla srovnatelné s Tramvají ULF 197 (viz. Designérská analýza) Dalším cílem je umožnit obsluze (řidiči) a cestujícím komfortní výhled z vozu. Spojit příjemné s užitečným tím, že řidiči dopřeji dostatečný rozhled z kabiny vozu a pasažérům poskytnu netradiční vnímaní městské a příměstské krajiny intenzivněji, než kdy dřív, a to díky co možná největší prosklené ploše.



Obr. 28 Základní návrhy

4.2 Požadavky

Při navrhování je dobré postupovat systematicky, proto je dobré si ujasnit jednotlivé požadavky a základní ideologii. První a základní ideou tohoto konceptu je systematický postup práce, a to z interiéru k exteriéru. K volbě této složitější možnosti mě vedla zkušenost se soudobými kolejovými vozi městské hromadné dopravy, které mají tvarově velice zajímavý exteriér, ale interiér velice pokulhává.



Obr. 29 Skici 1

4.3 Hledání nových konceptů

Hledání nových konceptů byl věnován samostatný semestr předdiplomového projektu, kde byly zhodnoceny argumenty pro a proti danému koncepčnímu řešení. Nejdříve byla energie zaměřena na hledání vhodné konstrukce a pohonu soupravy. Další fází bylo hledání tvarování kabiny a přepravních prostorů s důrazem na výhled z vozidla. Prvotní koncept byl velice futuristický, ovšem diplomová práce řeší kolejové vozidlo v širších souvislostech. Tato práce se snaží vyřešit zadané téma inovativně, ergonomicky a detailně, včetně nastínění technického řešení. Proto veškeré zmiňované technol-

ogie a konstrukční celky musí být postaveny na reálném základu a být podloženy fakty. Více se variantním studiím věnují následující kapitoly.

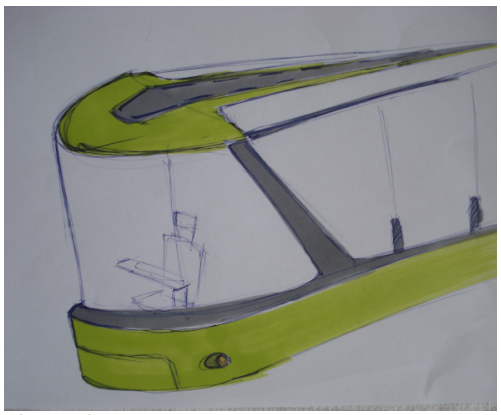
4.4 Prvotní vize

Prvotní vize vychází z výše uvedených cílů. Jeden z mých cílů bylo vytvořit kolejové vozidlo, ve kterém bude mít posádka (řidič a cestující) možnost vnímat venkovní krajinu netradičním způsobem. Proto bylo mou inspirující vizí kolejové vozidlo vytvořené jen ze skleněných tabulí. Dalším postupem bylo přiblížit se postupně k reálným možnostem této doby. Rozdělil jsem vozidlo do několika segmentů. Pokud si jednoduše popíšeme základní schéma, tak zjistíme, že prvky jsou rozděleny na přepravní a motorové sekce. Z tohoto konceptu vyplývá množství technických a dalších otazníků, proto se jimi v diplomové práci dále již zabývat v diplomové práci.

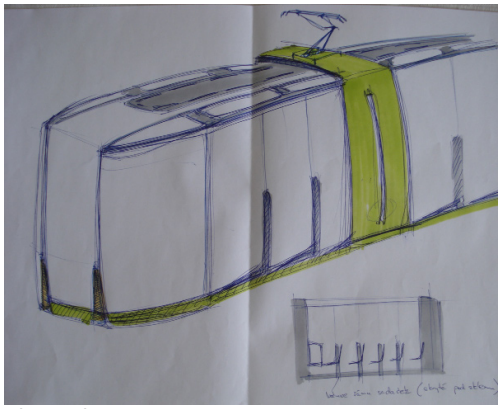
4.5 Varianty

Další postupný krok spočívá v upřesňování tvarového řešení a vytvoření několika
variant, na které navazuje finální řešení. Pro přesnější ujasnění tvarů a ergonomických byly vytvořeny jednoduché 3D modely. Důležitým aspektem první varianty bylo použití klasického dvounápravového podvozku tvaru písmene H. Díky zvolenému postupu jsem nejdříve přikládal důraz na kapacitu a umístění důležitých bodů jako jsou místa pro vozíčkáře,kočárky a rozmístění sedadel. Co se týká vnějšího tvarování jsou k dispozici skici.

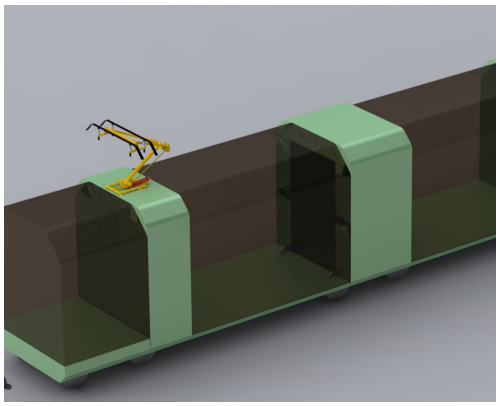
Druhá varianta je již zpracována na podvozkové platformě vozů ULF. Důležité odlišnosti oproti finální variantě jsou ve sklonu a tvarování přední a zadní masky a v profilování motorových segmentů. Díky zvoleným cílům (umožnit posádce lepší výhled) je tvarování přední masky negativně skloněno a tím umožňuje lepší a pohodlnější rozhled a zabraňuje nepříjemným odleskům. Nevýhody tohoto řešení je nedokonalá aerodynamika při vyšších rychlostech a velké nebezpečí při možných autonehodách. Zadní část kopíruje základní rozměry a ideu přední části. Hlavní změna je v konstrukci rámu a deformačních zónách. Snaha o nalezení nejlepší a nejsnazší možné varianty byli vytvořeny návrhy dvou krytu motorového prostoru. První je charakteristický tím že je v jedné línii s bočnicí a je řešen velice střídmě. Druhy je řešen v opačném duchu. Segmenty vystupují oproti bočnici.



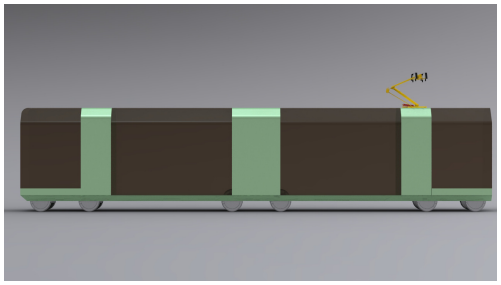
Obr. 30 Skici 2



Obr. 31 Skici 3



Obr. 32



Obr. 33

Obr. 34 Stávající řešení

Díky tomuto vystoupení mohou mít více tvarované perforované průduchy.

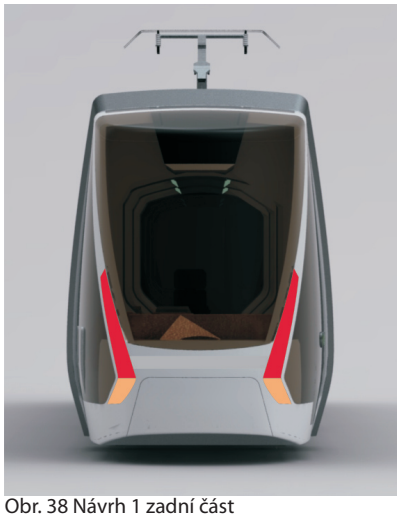
4.6 Hledání výrazu

V této fázi je zřejmé, že další práce bude probíhat na základě druhé varianty. Je potřeba vtisknout kolejovému vozidlu tvář, která nejvíce ovlivní tvarování (předních a zadních svítilen, přední a zadní masky) a dojem, kterým bude tramvaj působit na okolní prostředí . Na obr. 35 - 40 vidíme několik variant možného tvarování přední a zadní masky v návaznosti na tvar světlometů a celkový dojem.

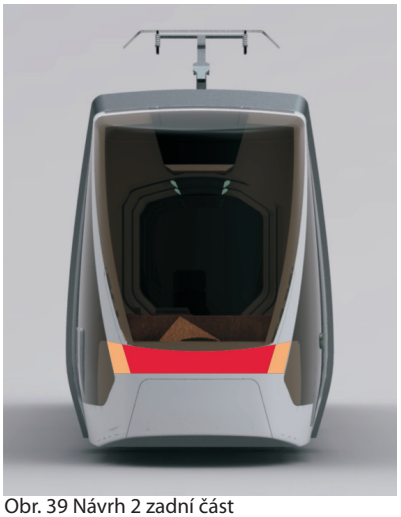
Obr. 35 Návrh 1 čelo (Mrož)

Obr. 36 Návrh 2 čelo (Kobilka)

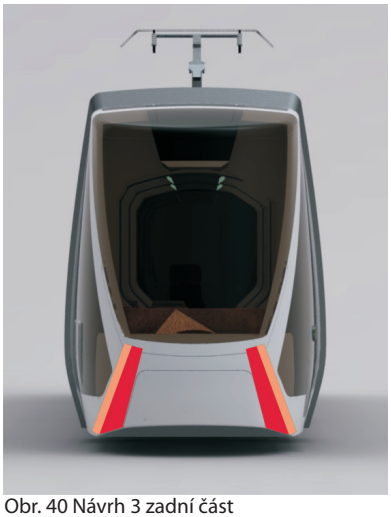
Obr. 37 Návrh 3 čelo



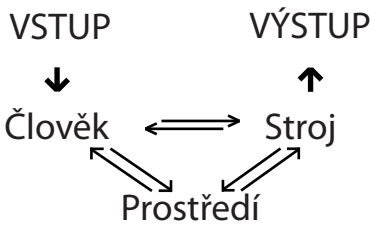
Obr. 38 Návrh 1 zadní část



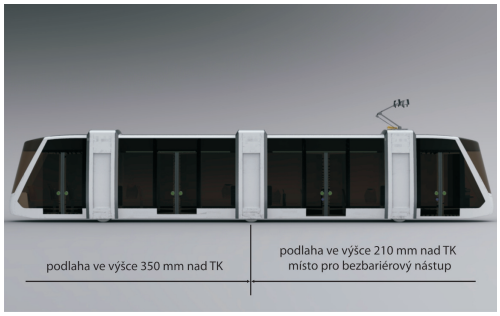
Obr. 39 Návrh 2 zadní část



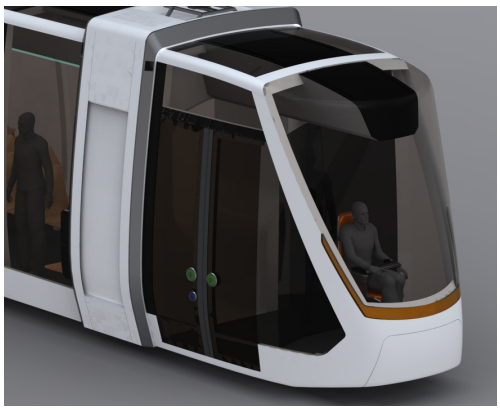
Obr. 40 Návrh 3 zadní část



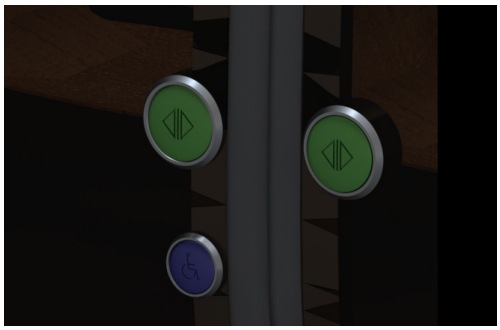
Obr. 41 Základní systém



Obr. 42 Rozdílná výška podlahy



Obr. 43 První dveře, stanoviště řidiče



Obr. 44 Dveře - tlačítko OTEVŘENÍ / tlačítko pro VZÍČKÁŘE

5. Ergonomické řešení

"Základem ergonomie je řešení systému člověk-stroj-prostředí, jehož nejpodstatnějším prvkem je člověk. Tento systém pak na něj zpětně působí. Na ergonomii je, aby toto působení bylo možno považovat za kladné. Jedině v takovém případě totiž může být výstup ze systému, tzn. vykonávaná činnost, efektivní." [VI]

5.1 Nastupování, vystupování

Nástupní hrana dveří umístěných na pravé straně tramvaje je u klasických nízkopodlažních tramvají ve výšce kolem 350 - 450 mm (dříve 900 mm) nad temenem kolejnic, což se blíží úrovni nástupních ostrůvků zastávek. Problém nastává tehdy, když nástupní ostrůvek chybí. Z tohoto důvodu je použitý kombinovaný systém konstrukce, který tento problém řeší. Podlaha tramvaje s touto konstrukcí je ve výšce 210 mm a 350 mm nad temenem kolejnic. Nižší nástupní hrana umožňuje snazší nástup a výstup cestujících do, či z vozidla.Tímto řešením je zaručena celková bezbariérovost v jakémkoli místě trati.

5.2 Dveře

Vozidlo je na pravé straně ve směru jízdy vybaveno čtyřmi vně předsuvnými dvoukřídlými dveřmi (jedny na každém článku), které otevírají 40% boční plochy celého vozu, což umožní rychlý výstup a nástup cestujících. Každé dveře o velkosti 1500 mm jsou vybaveny vlastní řídicí jednotkou, která se stará o vlastní chod dveří a komunikaci s centrální řídicí jednotkou vozidla. V prostoru prvních dvou dvoukřídlých dveří je prostor pro přepravu vozíků osob se sníženou pohyblivostí a kočárků. Tlačítka nástupu a výstupu jsou umístěna ve výšce 1100 mm od temene kolejnic což je ergonomicky výhodné i pro menší osoby či děti. Tlačítko pro vozíčkáře je umístěno 900 mm nad temenem kolejiště.

5.3 Stanoviště řidiče

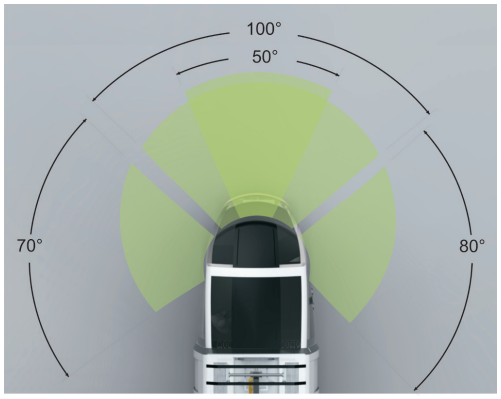
Prostoru cestujících je oddělen od stanoviště řidiče, které plně vyhovuje moderním požadavkům na ovládání vozidla. Ergonomicky uspořádaný řídicí panel spojený se sedadlem řidiče poskytuje maximální přehled o funkci vozidla i pohodlný přístup ke všem ovládacím prvkům. Pohodlné, vzduchem odpružené sedadlo umožňuje dokonalé přizpůsobení. Elektricky vyhřívané čelní polosvérické okno umožňuje řidiči

bezpečný výhled za všech podmínek. O tepelnou pohodu řidiče se stará nezávislé náporové topení a klimatizace.

5.4 Ergonomie výhledu

Jednomístná kabina řidiče je navržena s ohledem na optimální výhled. Jediným možným problémem jsou A sloupky karosérie. I přesto je důraz kladen nejen na půdorysné výhledové poměry, ale i na prostorové úhly, zejména pak výhled těsně před vozidlo a výhled na levou stranu těsně za řidiče (zkušenosti z praxe). Z následujících obrázků jsou patrné konkrétní úhlové hodnoty výhledu člověka z vozidla. Z obrázků níže vyplývá, že zorné pole je v plné šíři celého funkčního úhlového rozsahu 120°.

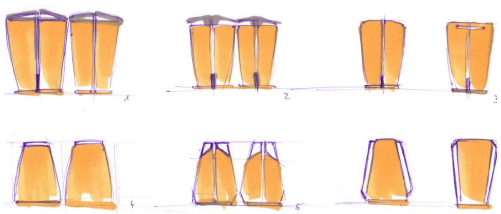
Obr. 45 Vertikální úhel výhledu

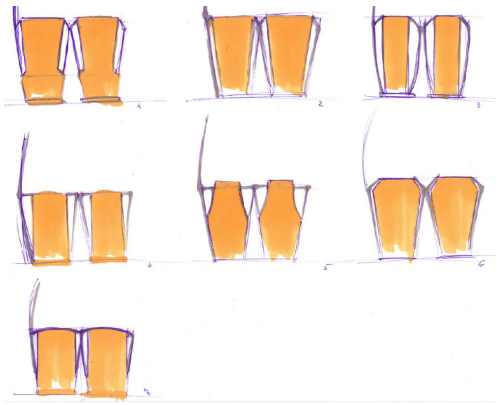


Obr. 46 Horizontální úhly výhledu

5.5 Interiér

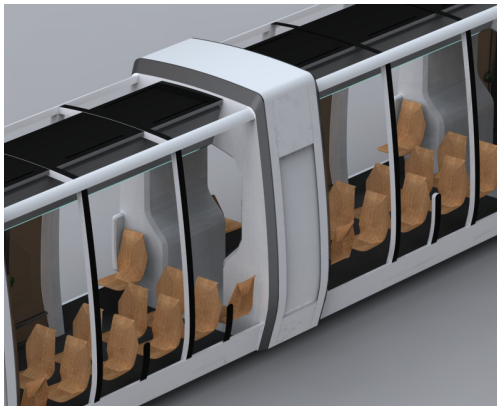
Interiér je řešen tak, aby vyšel vstříc potřebám širokého spektra cestujících. Velký rozdíl rozmístění sedadel je mezi středními a krajními články. První dva články jsou řešeny nízkopodlažně s výškou podlahy 210 mm nad temenem kolejiště, protože jsou převážně využívány staršími spoluobčany, vozíčkáři a osobami s dětmi a kočárky. Tento prostor je uzpůsoben pro pohyb vozíčkářů, a díky tomu je zde méně sedadel.
Zadní články jsou řešeny jako zóna určená pro cestující, kteří cestují na delší vzdálenosti. Je zde méně prostoru pro stání. Sedadla jsou rozmístěna podobně jako v ostatních tramvajích. Po levé straně jsou ve dvou řadách, pravé straně a pak v jedné řadě. Celý interiér je prosvětlen denním světlem, díky částečnému prosklení střechy a v nočních hodinách jsou přes celý strop všech dílů soupravy umístěny dvě řady zářivek. Nad každými dveřmi jsou umístěna diodová světla. Ovládací tlačítka jsou barevně a světelně zvýrazněna. O tepelnou pohodu se ve vozidle stará výkonné podsedadlové topení a střešní ventilace s možností ohřevu čerstvého vzduchu. Snadnější orientaci cestujících napomáhá přehledný informační systém.


Obr. 47 Návhy tvaru sedáku


Obr. 48 Návhy tvaru sedáku spojené se záchytnou tyčí

5.6 Sedadla cestujících

Rozmístění sedadel je ukázáno na obr. 49. Kapacita tramvaje je 31 sedících a 128 stojících (8 os/m^2) = 159 cestujících a při hustotě osob (5 os/m^2) je kapacita 31 sedících a 80 stojících je celkový počet 111 cestujících. Sedadla jsou upevněna pomocí rámu se šikmou vzpěrou k bočnici tramvaje. Podlaha pod sedáky tak zůstává volná a její čistění je snazší. Základní sedák a



Obr. 49 Sedadla - pozice a romístění

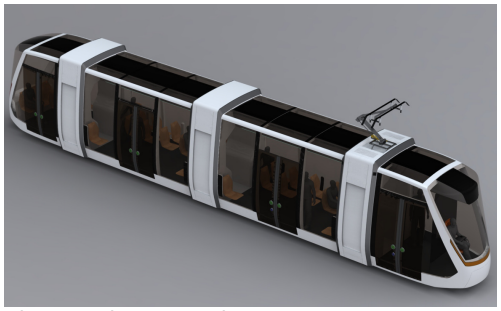
opěradlo sedadla jsou zhotoveny z tvarované překližky. Všechny sedadla jsou opatřena madly, která jsou přichycena v plastovém pouzdru. To je pak upevněno šrouby k opěrce.

5.7 Informační panely

Elektronický informační systém vozidla je vybaven prvky pro informování cestujících ve vozidle i na nástupišti. Informační systém je v provedení vhodném pro osoby se sníženou pohyblivostí, osoby neslyšící a nevidomé. V kabině řidiče jsou umístěny videomonitory, které umožňují sledovat veškeré dění vně i vevnitř vozidla a mít tak dostatečný přehled o celkové situaci

Obr. 50 Finální řešení - obr. 1

Obr. 51 Finální řešení - obr. 2



Obr. 52 Finální řešení - obr. 3

Obr. 53 Finální řešení - obr. 4

6. Tvarové řešení

6.1 Exteriér

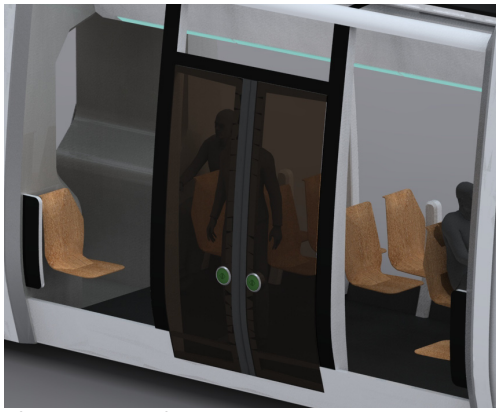
Na obr. 50 - 53 vidíme finální řešení exteriéru vozidla s jasně definovaným tvarem. Celkový tvar tramvaje je kompaktní, což souvisí s jeho funkcí a dlohodobím užíváním. Přední části vozidla dominuje centrálně umístěná kabina řidiče. Čelo tramvaje je charakterizováno několika liniemi, které mu dodávají čistý moderní výraz. Kladně klenutá linie vymezuje oblast předního sférického skla. Vzniklý obrys je nadále zdůrazněn světlomety. Linie svítilen a směrových ukazatelů je netradičně spojena v jedno centrální světlo, které je dále děleno na nezbytně nutné prvky, a to diodové obrysové a potkávací světlomety, dálkovými světlomety a diodové ukazatele směru, které jsou začleněny do A sloupků karosérie. Negativně lomená linie dále vymezuje oblast výklopného laminátového panelu. Pod tímto panelem jsou uložena zalamovací spřahadlo. Tyto dvě linie nám zdůrazňují důležité oblasti kolejového vozidla. Kladně klenutá křivka zdůrazňuje oblast přepravního prostoru, záporně lomená křivka zdůrazňuje konstrukční prvky (rám). Stejným členěním je tvořena i zadní část tramvaje.

Boční linie jsou v souladu s jednoduchým tvarováním. Základním prvkem bočního pohledu je vertikální a horizontální členění. Důvod vertikálního členění je jednoduchý. Je to snaha o zdůraznění pohonného a konstrukčního řešení a rozdělení tramvaje do přepravních sekcí pro méně pohyblivé občany (přední část) a pro běžně pohybující se osoby (zadní část). Důvodem horizontálního dělení je snaha o vizuální usazení tramvaje. Horizontální pás v dolní části je veden kolem celého obvodu tramvaje a ta díky této úpravě působí stabilně a bezpečně. Dalším prvkem, který vizuálně naznačuje bezpečnostní zónu je zkosené boční sklo v přední a zadní části. Převažujícím dominantním prvkem je tónované sklo. Linie sklánění narušena bočními sloupky, které jsou zapuštěny pod tónované sklo.

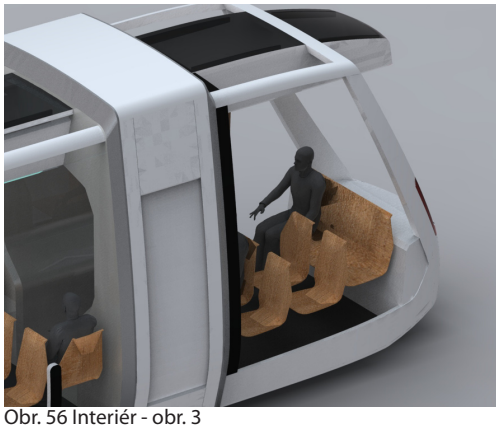
6.2 Interiér

Jedná se o zcela nízkopodlažní tramvaj s kombinovanou výškou podlahy. Podlaha vozu je uložena ve dvou výškách, a to 350 mm a 210 mm nad temenem kolejnic. Pohodlný nástup, výstup, ale i příjemná přeprava je výrazným plusem, jak pro cestující, tak pro obsluhu. Prostorný a velice prosvětlený interiér který počítá s dostatkem místa pro osoby se sníženou pohyblivostí i pro osoby s kočárky. Díky nízko uložené nástupní hraně dveří je zajištěna celková bezbariérovost vozu. Interiér po vzhledové stránce je velice čistý a stylově jednotný. Dominantním prvkem interiéru jsou sedadla a stropní panel. V řešení těchto základních prvků je vidět základní myšlenka konceptu, a to jednoduchost a praktičnost. Jednoduché tvarování s kombinací zajímavých materiálů a barev působí osobitým a luxusním dojmem Kombinace použitých materiálů je velice pestrá. Je zde použit kov na záchytné tyče a na rámy sedadel, dále plast na chyty a opěrné body. V interiéru je použito dřevo, a to jako hlavní materiál u sedadel. Barvy v interiéru jsou zajímavě volené a kombinované. Pracoviště řidiče se nachází v oddělené klimatizované přední části vozidla. Tato část je oddělena tónovaným sklem. Podobně jako u současných modelů je tu zajímavě a inovativně propracovaný ovládací pult začleněný do sedadla řidiče s intuitivním ovládáním a také je tu spojena funkce topení a větrání. Řízení vozu usnadňují počítačové systémy. Vozidlo je standardně vybaveno kamerovým systémem, který snímá prostor exteriér vozu, a to zejména nástupní a výstupní prostor a interiér tramvaje. Řidič vše sleduje na dvou monitorech.

Obr. 54 Interiér - obr. 1

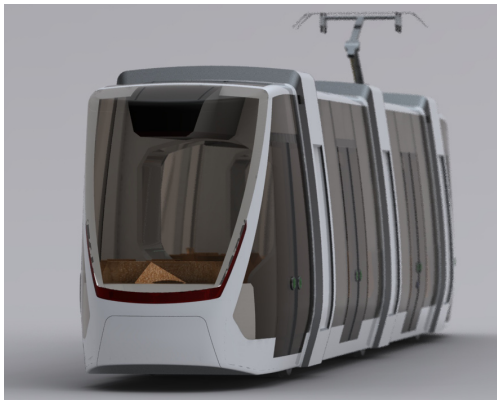


Obr. 55 Interiér - obr. 2

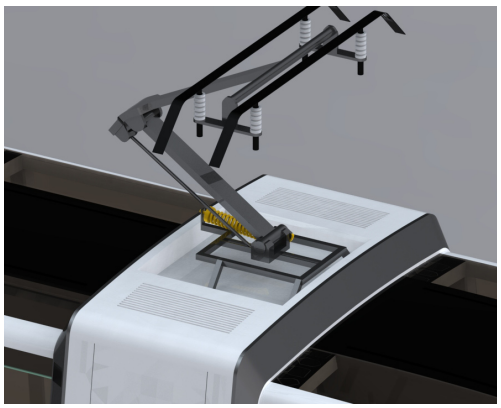


Obr. 56 Interiér - obr. 3

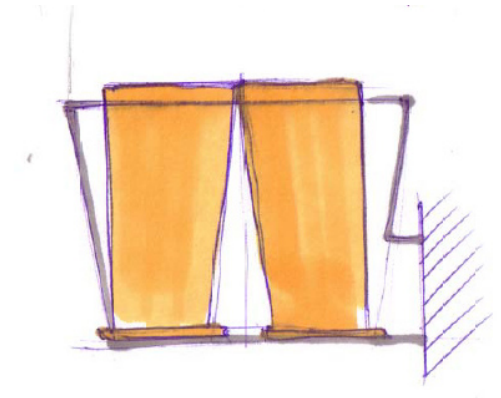
Obr. 57 Přední maska - světlomety



Obr. 58 Zadní maska - světlomety



Obr. 59 Chlazení napájených prvků



Obr. 60 Základní konstrukce sedadla - Modrá = rám, Okrová = sedák, Šrafy = bočnice

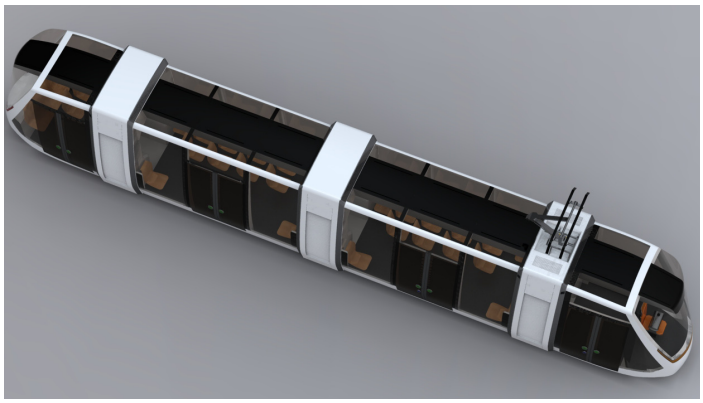
6.3 Detaily

Přední i zadní světlomety jsou vybaveny LED technologií. Tato technologie umožňuje nejen velmi elegantní tvarování světlometů, ale má i velmi malou spotřebu elektrické energie a optimální světelné vlastnosti. Navíc tato technologie umožňuje zvětšit svítící plochu, a tím zvýšit bezpečnost provozu.

K prosvětlení kabiny řidiče a cestujících je střecha vozidla opatřena střešními okny, které lze otevírat. Tyto skleněné pásy se táhnou přes celou délku střechy a zabezpečují optimální světelnou pohodu nejen v interiéru kabiny, ale i v prostoru pro cestující.

Konstrukce uchycení sedadel má modifikované uchycení rámu je zakotveno do bočnice podobně jako u předchozího uchycení. Ale v tomto případě je nosný rám průběžný a prochází celkovou konstrukcí sedačky. Slouží také jako madlo za které se můžou cestující držet.

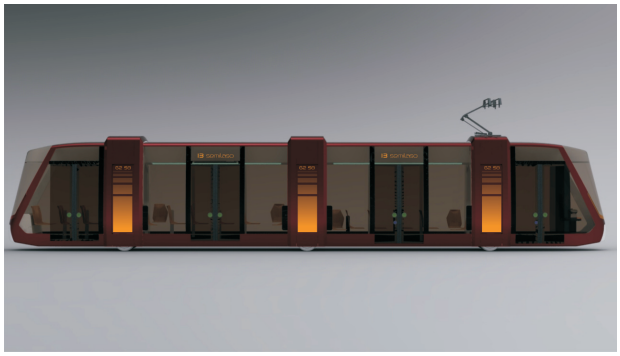
Chlazení
Tramvaj je vybavena účinným chlazením základních prvků jako je pohonná jednotka, transformátor, odporníky a měniče. Chlazení pohonné části zajišťují průduchy na bočních stranách pohonných segmentů. Zbylé prvky jsou chlazeny bočními průduchy.



Obr. 61 Zobrazení částečně prosklené kabiny

7. Barevné a grafické řešení

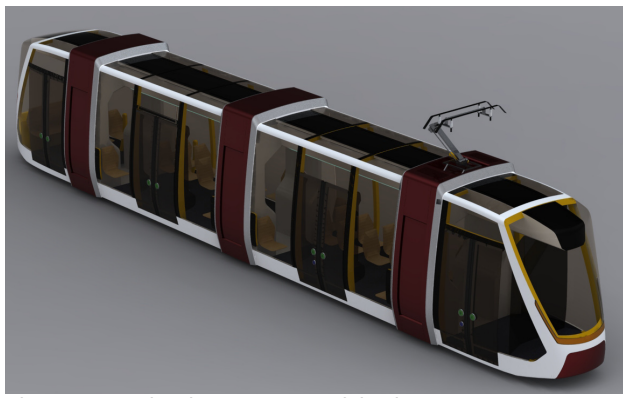
Nedílnou součástí navrhovaného konceptu musí být nejen kvalitní průmyslový, ale taky grafický design.Jeho aplikací může být dosaženo atraktivnějšího výsledku. Grafické řešení zahrnuje barevnost navrhovaného vozidla jak v interiéru, tak v exteriéru, jenž je důležitým egonomickým faktorem ovlivňujícím výsledný dojem z vozidla a zásadně ovlivňuje potenciálního kupujíce. Barevnost musí korespondovat s funkcí navrženého stroje a měla by ji ještě více zdůraznit. Na obr. 62 - 67 je několik příkladů barevného řešení. Barevnost tramvajového vozidla souvisí především s podnikovou barvou a celkovým vizuálním stylem přepravní firmy či města.



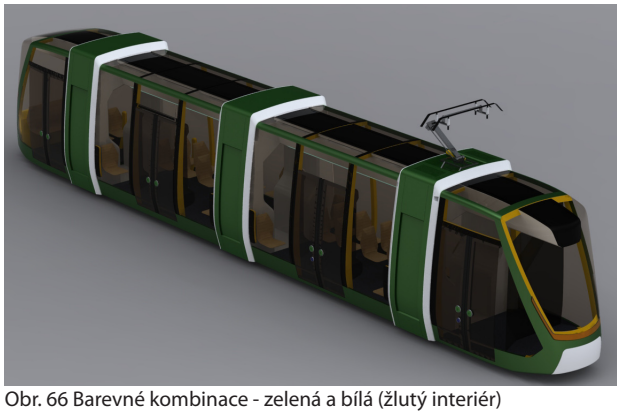
Obr. 62 Návrh grafického stylu 1

Obr. 63 Návrh grafického stylu 1

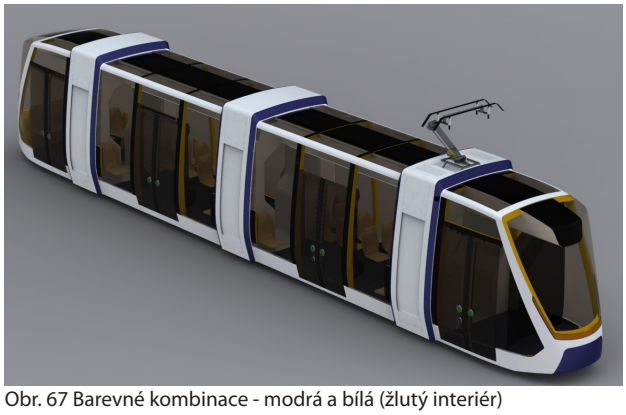
Obr. 64 Barevné kombinace - žlutá a modrá



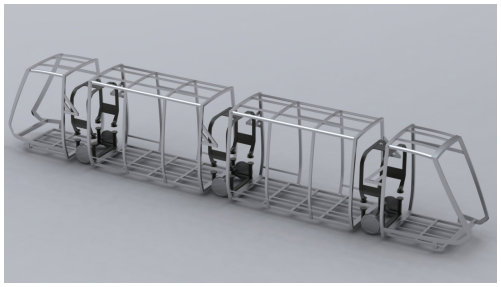
Obr. 65 Barevné kombinace - vínová a bílá (žlutý interiér)



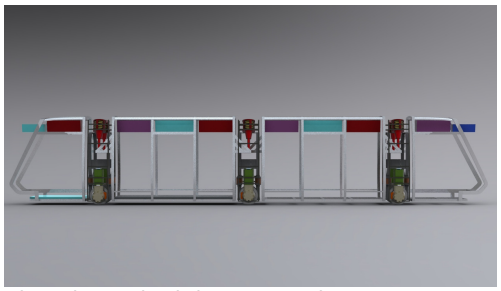
Obr. 66 Barevné kombinace - zelená a bílá (žlutý interiér)



Obr. 67 Barevné kombinace - modrá a bílá (žlutý interiér)



Obr. 68 Konstrkuce kabiny (návrh - nutno ověřit)



Obr. 69 konstrukce kabiny - uspořádání

Obr. 70 Uspořádání

- Chlazení
- Odporník
- Měnič napětí
- Topení, Ele. systémy
- Klimatizace (nápor. topení)
- Tlumič, Klec tlumiče
- Pružina
- Primární tlumení
- Brzdy
- Převodovka
- Motor
- Brzdové kotouče

8. Provozně - technologické řešení

8.1 Konstrukce

Kostra skříně vozidla je dynamicky odolná svařovaná konstrukce z kvalitní oceli se zvýšenou korozivzdorností. Čelní partie sestává z několika snadno vyměnitelných laminátových tvarových dílů sendvičové konstrukce, které jsou uchyceny díky důmyslnému zachycení pomocí suchých zipů (stejný způsob jako u tramvají ve Strasburgu). Boční obložení je tvořeno lepenými velkoplošnými laminátovými díly.

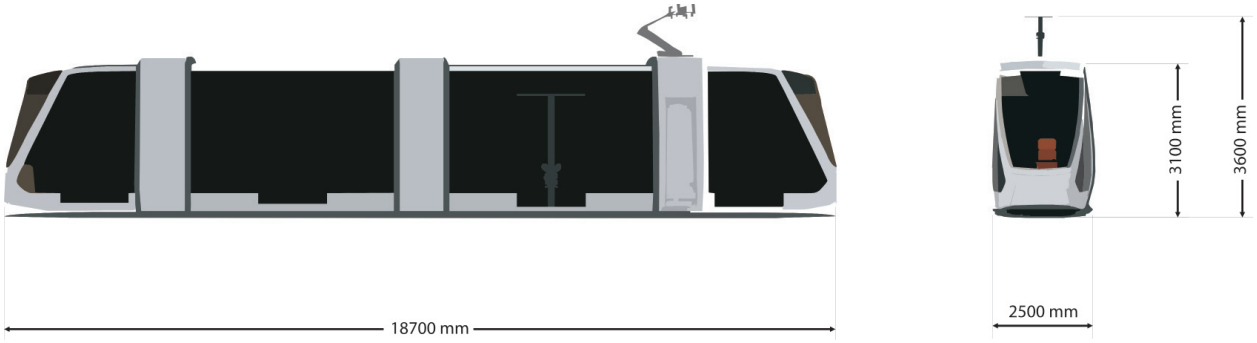
8.2 Bezpečnost

Tramvaj je navržena pro výrobu i použití v blízké budoucnosti. Dá se předpokládat, že tramvaje budou více vybaveny aktivními bezpečnostními prvky. Ale už teď jsou tramvaje vybaveny pasivními bezpečnostními prvky, například přední deformační zónou, nebo polohou řidiče, která je výš než u klasického vozidla. Tyto prvky eliminují možné následky eventuální nehody.

8.3 Základní uspořádání

Uspořádání jednotlivých základních funkčních částí je vidět na obr. 70. Z těchto obrázků je patrné zbytkové využití všech volných míst a základní prostorové dělení.

8.4 Základní rozměry



Obr. 71 Základní rozměry

9. Rozbor finálního designérského návrhu

Tato kapitola se bude zabývat rozborem technické, ergonomické, psychologické, estetické, ekonomické a sociální funkce finálního designu kolejového vozidla městské hromadné dopravy.

9.1 Technický

Konstrukční řešení kolejového vozidla bylo konzultováno s odborníky a je podloženo dostupnými materiály a ctí veškeré požadavky na něj kladené. Diplomový projekt se snaží respektovat moderní trendy a řešení, které jsou s výhledem do blízké budoucnosti uskutečnitelné. Tvarování jednotlivých konstrukčních celků respektuje soudobé výrobní technologie a na první pohled je prezentuje. Krytování tramvaje využívá velmi jednoduché laminátové konstrukce. Plastové komponenty v interiéru jsou vyráběny pomocí tlakového vstřikování plastu.

9.2 Ergonomický

Tramvaj je každodenním potřebou mnoha cestujících ve městech. Proto byla ergonomii věnována velká pozornost. Prvním důležitým kritériem byl výhled z vozu v souladu s ergonomií, a to výhled z kabiny řidiče a z prostoru pro cestující. Polopanoramatické okno v kabině řidiče umožňuje volný výhled v převážné části výhledového spektra. Výhled přepravovaných pasažérů se rozšířil o částečně prosklenou střechu a také o zvětšení prosklení v oblasti bočnic. Ergonomie sezení a ovládání by mohlo být předmětem další diplomové práce. Rovněž přístup do tramvaje byl řešen přísně ergonomicky (např. volbou konstrukce).

9.3 Psychologický

Z hlediska psychologie můžeme koncept rozdělit do dvou základních částí. První část je vnímání návrhu z hlediska prostředí, ve kterém se tramvaj pohybuje. Pokud si představíme tramvaj v ulicích měst, působí velmi kompaktním dojmem. Pohled na tramvaj bezesporu navozuje myšlenky ekologičnosti, čistoty a použití nejmodernější technologie. To je dáno zejména celkovým tvarováním karoserie.
Druhá část je působení na uživatele tramvaje, a to řidiče potažmo na cestující. Proto je navržen tak, aby plnil funkční požadavky ergonomie.

9.4 - 9.5 Estetický, Ekonomický

Estetické – kolejové vozidlo (Tramvaj) je kompaktní, tvarově čisté, moderní, a tím schopné provozu. Ekonomický aspekt - je potřeba předem předeslat, že se jedná o mezikoncept pro skutečný model tramvaje pro blízkou budoucnost. To je dáno zejména volbou konstrukce, pohonu a použitými technologiemi. Realizace této tramvaje by byla dnes už možná, ale některé komponenty by byly velice drahé (apod.). Kdybychom chtěli tento model vyrábět již dnes, cena tohoto konceptu by byla ve stejné výši s tramvají od společnosti Siemenc, jejíž cena se pohybuje za 30m tramvaj 2,5 mil. € a za 40 m 3,5 mil. €.

9.6 Sociální

Díky kolejovému vozidlu městské hromadné dopravy odpadá každodenní starost dojíždějících o obtížnou a mnohdy zdlouhavou dopravu do centra metropole. Zpříjemnění a zjednodušení cesty do zaměstnání či do školy zajišťují pravidelné tramvajové spoje do centra i v centru. Protože kolejová doprava využívá k pohybu kolejiště nehrozí zde nebezpečí zácpy. Změna povětrnostních podmínek zde také nehraje důležitou roli.

10. Závěr

Tvorba designu tramvají které v budoucích letech nahradí stávající vozový park je těžký úkol jelikož v řadách dosluhujících kolejových vozů jsou velice úspěšné tramvaje např. T3. Skloubit tradici a moderní design nebývá vždy nejjednodušší, navíc ve městech kde se tramvaj provozují již několik desítek let. Proto předložený návrh je jednou z možností jak posunout tramvajovou dopravu ve městech dopředu. Doufejme že na moderní tramvaje bude nahlíženo nejen jako na nutný dopravní prostředek ale jako na nedílný klenot toho určitého města.

11. Použitá literatura a zdroje

11.1 Použitá literatura

11.1.1 Osobní konzultace

Dopravní podnik města Brna – Ing. Vít Zeman
Ing. Radek Žídek
Ing. Jarolín

11.1.2 Knihy

(1) Ludvík Losos a kol.: Atlas tramvají, Nakladatelství dopravy a spojů, Praha 1984
(2) Ludvík losos a Jiří Bouda: Dějiny městské dopravy, Albatros, Praha 1983
(3) Šalina - Měsíčník pro příjemné cestování městskou dopravou
Distribuce – zdarma k dispozici v tramvajích a na prodejních místech DPMB
(4) Pavel Fojtík, Stanislav Linert, František Prošek: Historie městské hromadné dopravy v Praze, Dopravní podnik hl. m. Prahy, 2. vydání, 2000. ISBN 80-238-5702-9
(5) Ing. Josef Kolář : Vývojové trendy v řešení nízkopodlažních tramvají = Trends of development in conception of sectioned low-floor tramways, České učení technické v Praze, 2007, ISBN 978-80-01-03937-3
(6) Ing. Dana Rubínová, Ph.D., Ergonomie,Vysoké učení technické v Brně, prosinec 2006, první vydní, ISBN 80-214-3313-2
(7) Hašlar Václav, Česká zemědělská univerzita v Praze, ergonomie sezení, 2007/2008, PDF
(8) Ing.Smítal Petr, Ing.Souček Václav, Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Nepřímí výhled z vozidla (DEVICES FOR INDIRECT VISION OF MOTOR VEHICLES), PDF

11.1.3 Internet

[1] URL: http://tramvaj.wz.cz (18.10.2008)
[2] URL: http://cs.wikipedia.org (20.9.2008)
[3] URL: http://www.pragoimex.cz (7.11..2008)
[4] URL: http://www.cts-servis.cz (15.10.2008)
[5] URL: http://www.skoda.cz (10.9.2008)
[6] URL: http://www.prazsketramvaje.cz (5.10.2008)
[7] URL: http://www.dpmb.cz/vozidla.asp (5.10.2008)
[8] URL: http://www.novinky.cz (8.10.2008)
[9] URL: http://tramvaj.wz.cz/w_mhd_tramvaje.php (23.10.2008)
[10] URL: http://www.asmat.cz/odkazy/doprava-hromadna-doprava.php (23.10.2008)
[11] URL: http://www.czechtrams.wz.cz/towns.php (23.10.2008)
[12] URL: http://www.spvd.cz (11.10.2008)
[13] URL: http://www.tramvajklub.info (5.10.2008)
[14] URL: http://www.le-tram.fr/index.asp (15.10.2008)
[15] URL: http://en.wikipedia.org/wiki/Tram_controls (20.9.2008)
[16] URL: http://traminfo.blogspot.com/2007/11/profile.html (18.5.2008)
[17] URL: http://www.alstom.com/home (18.10.2008)

[18] URL: http://www.parsnova.cz/index.php?im=62 (18.10.2008)
[19] URL: http://www.bmhd.cz/evidence-dpmb/prehled.php?tramvaje30 (5.10.2008)
[20] URL: http://webak.upce.cz/~lata/ZDT_e-learning/ZDT_kap_4.htm (7.11.2008)
[21] URL: http://www.atlaslokomotiv.cz/konstrukce/tm.html (18.10.2008)
[22] URL: http://www.mestskadoprava.eu/evropa.html (16.5.2009)
[23] URL: http://www.wieninternational.at (18.2.2009)
[24] URL: http://www.cee.siemens.com (18.2.2009)
[25] URL: http:// www.transportation.siemens.com (18.2.2009)
[26] URL: http:// www.strasbourg-tramway.fr (18.2.2009)

11.2 Zdroje přesných citací v textu

[I] http://cs.wikipedia.org/wiki/Elektrick%C3%BD_pohon
[II] http://cs.wikipedia.org/wiki/Elektromotor
[III] http://cs.wikipedia.org/wiki/Tyristorov%C3%A1_regulace_v%C3%BDkonu
[IV] http://cs.wikipedia.org/wiki/Rekuperace
[V] http://cs.wikipedia.org/wiki/Sb%C4%9Bra%C4%8D_proudu
[VI] Ing. Dana Rubínová, Ph.D., Ergonomie,Vysoké učení technické v Brně, prosinec 2006, první vydní, ISBN 80-214-3313-2

11.3 Zdroje obrázků

[1] URL:< http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/d3/Pferdebahn_NewYork_um_1895.jpeg >
[2] URL:< http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/c/ca/Brno%2C_Moravsk%C3%A9_n%C3%A1m%C4%9Bst%C3%AD%2C_parn%C3%AD_tramvaj_II.jp >
[3-4]URL:< http://www.novinky.cz/clanek/137288-obrazem-historie-tramvaji-od-konskeho-pohonu-k-designu-porsche.html
[5] URL:< http:// http://www.skoda.cz/images/1598.jpg >
[6 - 10] URL:< http:// http://www.pragoimex.cz/>
[11] URL:< http:// http://www.skoda.cz/images/1191.jpg >
[12 - 14] sken z Ing. Josef Kolář : Vývojové trendy v řešení nízkopodlažních tramvají = Trends of development in conception of sectioned low-floor tramways, České učení technické v Praze, 2007, ISBN 978-80-01-03937-3
[15] URL:< http:// www.mestskadoprava.eu/evropa.html >
[16] URL:< http:// http://cs.wikipedia.org/wiki/Soubor:Duluth_streetcar_265.jpg >
[17] URL:< http:// http://cs.wikipedia.org/wiki/Soubor:Stromabnehmer_einer_Strassenbahn.jpg >
[18] URL:< http:// http://cs.wikipedia.org/wiki/Soubor:Pantograaf_lichtrail.jpg >
[19 - 20 URL:< http:// http://technet.idnes.cz/jak-vznika-obuti-pro-nejrychlejsi-lokomotivu-sveta-fotoreportaz-1ck-/tec_reportaze.asp?c=A080622_221359_tec_reportaze_rja >
[21] URL:< http:// www.google.cz>
[22] URL:< http:// http://www.prazsketramvaje.cz/view.php?cisloclanku=2008091601 >
[23 - 24] URL:< http:// http://www.le-tram.fr/presentation/index.asp?rub_code=77 >
[24] URL:< http:// >
[25] URL:< http:// http://www.webmag.transport.alstom.com/eMag/externe/international/sca/com/05_07/3/745.asp , http://www.google.cz >
[26] URL:< http:// http://www.kcose.org/.../mate_01/VegasMonorail_BR_2.jpg >
[27] URL:< http:// http://www.jimjagger.com/JBlog/China_Maglev.jpg >
[28 - 71] VLASTNÍ TVORBA

12. Seznam příloh

12.1 Sumarizační poster

12.2 Designérský poster

TRAM WAY BRNO

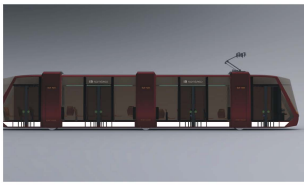
Designérský poster
Idea
Interiér
Exteriér
Detaily
Reklama
Barevnost

IDEA
Při navrhování je dobré postupovat systematicky, proto je dobré si ujasnit jednotlivé požadavky a základní ideologii. První a základní ideou tohoto konceptu je systematický postup práce, a to z interiéru k exteriéru. K volbě této složitější možnosti mě vedla zkušenost se soudobými kolejovými vozi městské hromadné dopravy, které mají tvarově velice zajímavý exteriér, ale interiér velice pokulhává.

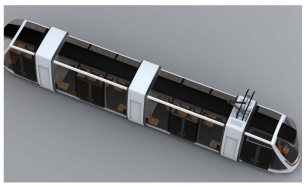
DETAILY
Přední i zadní světlomety jsou vybaveny LED technologií. Tato technologie umožňuje nejen velmi elegantní tvarování světlometů, ale má i velmi malou spotřebu elektrické energie a optimální světelné vlastnosti..

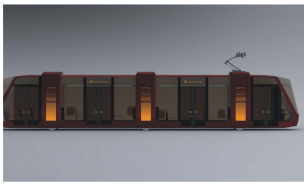
K prosvětlení kabiny řidiče a cestujících je střecha vozidla opatřena střešními okny, které lze otevírat. Tyto skleněné pásy se táhnou přes celou délku střechy a zabezpečují optimální světelnou pohodu nejen v interiéru kabiny, ale i v prostoru pro cestující.

BAREVNOST
Nedílnou součástí navrhovaného konceptu musí být nejen kvalitní průmyslový, ale taky grafický design.Jeho aplikací může být dosaženo atraktivnějšího výsledku. Grafické řešení zahrnuje barevnost navrhovaného vozidla jak v interiéru, tak v exteriéru, jenž je důležitým egonomickým faktorem ovlivňujícím výsledný dojem z vozidla

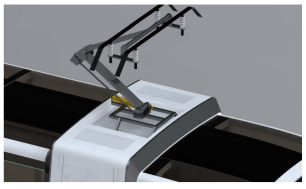


INTERIÉR
Interiér je řešen tak, aby vyšel vstříc potřebám širokého spektra cestujících. Velký rozdíl rozmístění sedadel je mezi středními a krajními články. První dva články jsou řešeny nízkopodlažně s výškou podlahy 210 mm nad temenem kolejiště, protože jsou převážně využívány staršími spoluobčany, vozíčkáři a osobami s dětmi a kočárky. Tento prostor je uzpůsoben pro pohyb vozíčkářů, a díky tomu je zde méně sedadel.

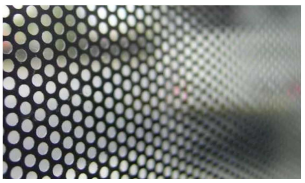




EXTERIÉR
Celkový tvar tramvaje je kompaktní, což souvisí s jeho funkcí a dlohodobím užíváním. Přední části vozidla dominuje centrálně umístěná kabina řidiče. Čelo tramvaje je charakterizováno několika liniemi, které mu dodávají čistý moderní výraz.



REKLAMA
Reklamní plochy ve vozidle jsou umístěny na stropním panelu (bočnice panelu). Na bočnici stropního panelu jsou umístěny klasickým způsobem v rámu.
Jiný způsob umístění reklamy na vozidlo je celoplošná reklama na vnější straně vozidla. Na obrázku níže můžeme vidět strukturu reklamní sítě.



Autor:
BC. DAVID POKORNÝ

Vedoucí práce:
Doc. akad. soch. Miroslav Zvonek, Ph.D.

Název práce:
Design kolejového vozidla městské hromadné dopravy
(Design of a rail vehicle for a city transport system)

Vysoké učení technické v Brně
Fakulta strojního inženýrství
Ústav konstruování
Obor průmyslový design ve strojírenství

Institute of Machine and Industrial Design

12.3 Ergonomický poster

TRAM WAY BRNO

Ergonomický poster
Nástup / Výstup
Uspořádání interiéru
Sedadla
Výhled
Obsluha
Krytování

NÁSTUP / VÝSTUP

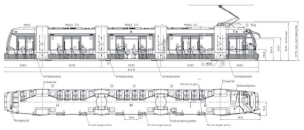
Nástupní hrana dveří umístěných na pravé straně tramvaje je u klasických nízkopodlažních tramvají ve výšce kolem 350 - 450 mm (dříve 900 mm) nad temenem kolejnic, což se blíží úrovni nástupních ostrůvků zastávek. Problém nastává tehdy, když nástupní ostrůvek chybí. Z tohoto důvodu je použitý kombinovaný systém konstrukce, který tento problém řeší. Podlaha tramvaje s touto konstrukcí je ve výšce 210 mm a 350 mm nad temenem kolejnic.

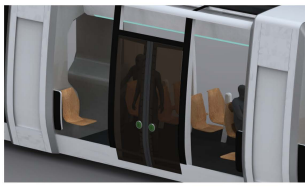
VÝHLED

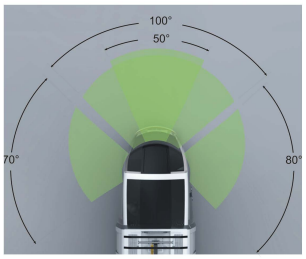
Jednomístná kabina řidiče je navržena s ohledem na optimální výhled. Jediným možným problémem jsou A sloupky karosérie. I přesto je důraz kladen nejen na půdorysné výhledové poměry, ale i na prostorové úhly, zejména pak výhled těsně před vozidlo a výhled na levou stranu těsně za řidiče (zkušenosti z praxe). Z následujících obrázků jsou patrné konkrétní úhlové hodnoty výhledu člověka z vozidla.

USPOŘÁDÁNÍ INTERIÉRU

Uspořádání interiéru je je velice podobné tramvaji ULF která jezdí ve Vídni. Rozmístění sedaček ve střední části je následující. Deset sedaček je umístěno ve směru jízdy na levé straně. Dvě sedačky z tohoto výčtu jsou umístěny kolmo na směr jízdy. Na nástupní straně vozu jsou umístěny dvě sedačky. Jedna je napravo ve směru vstupu do vozidla a druhá nalevo. Sedačka napravo má sklopný sedák (možnost umístění kočárku).





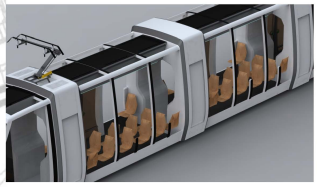


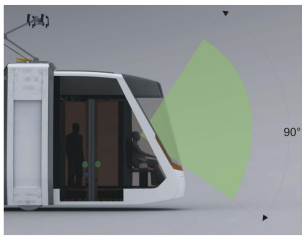
SEDADLA

Sedadla jsou upevněna pomocí rámu se šikmou vzpěrou k bočnici tramvaje. Podlaha pod sedáky tak zůstává volná a její čistění je snazší. Základní sedák a opěradlo sedadla jsou zhotoveny z tvarované překližky. Všechny sedadla jsou opatřena madly, která jsou přichycena v plastovém pouzdru. To je pak upevněno šrouby k opěrce.

OBSLUHA

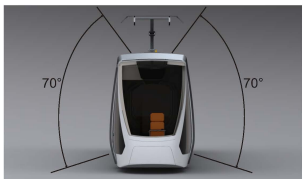
Vstup do kabiny řidiče je z prostoru cestujících, díky posuvným dveřím. Obslužný pult řidiče je koncipován s vizionářským přístupem. Ovládací pult je zabudován do pneumaticky odpruženého sedadla řidiče.





KRYTOVÁNÍ

Většina partií se sestává ze snadno vyměnitelných laminátových tvarových dílů sendvičové konstrukce, které jsou uchyceny díky důmyslnému zachycení pomocí suchých zipů (stejný způsob jako u tramvají ve Strasburgu). Boční obložení je tvořeno lepenými velkoplošnými laminátovými díly.



Autor:
BC. DAVID POKORNÝ

Vedoucí práce:
Doc. akad. soch. Miroslav Zvonek, Ph.D.

Název práce:
Design kolejového vozidla městské hromadné dopravy
(Design of a rail vehicle for a city transport system)

Vysoké učení technické v Brně
Fakulta strojního inženýrství
Ústav konstruování
Obor průmyslový design ve strojírenství

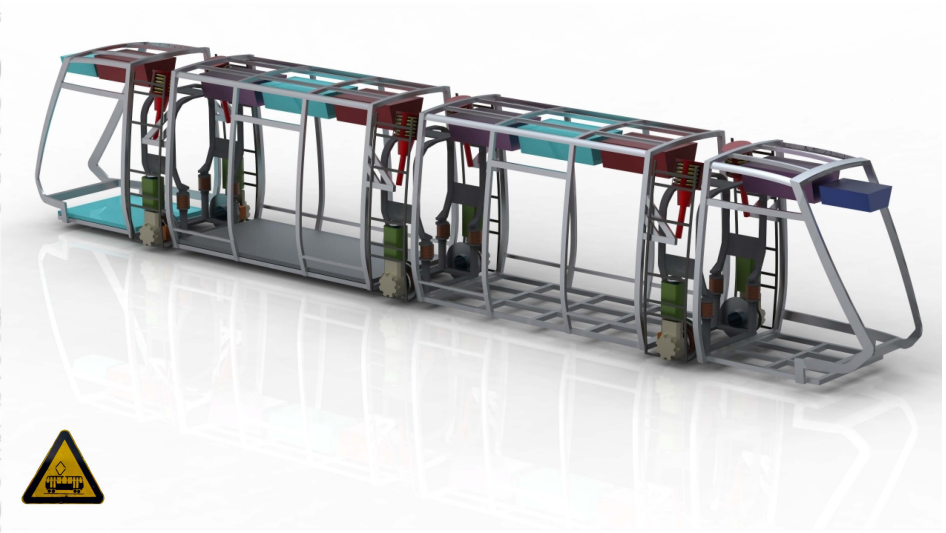
Institute of Machine and Industrial Design

12.4 Technický poster

TRAM WAY BRNO

Technický poster
Pohon
Rozměry
Uspořádání
Konstrukce
Kapacita

TECHNICKÝ POSTER



POHON

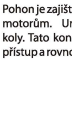
Pohon je zajištěn díky šesti trakčním, vzduchem chlazeným motorům. Umístění těchto agregátů je vertikálně nad koly. Tato koncepce je velice výhodná pro bezbariérový přístup a rovnoměrné rozdělení hmotnosti.

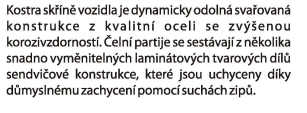
USPOŘÁDÁNÍ

- Chlazení
- Odpornik
- Měnič napětí
- Topení, Ele. systémy
- Klimatizace (nápor. topení)
- Tlumič, Klec tlumiče
- Pružina
- Primární tlumení
- Brzdy
- Převodovka
- Motor
- Brzdové kotouče

KONSTRUKCE

Kostra skříně vozidla je dynamicky odolná svařovaná konstrukce z kvalitní oceli se zvýšenou korozivzdorností. Čelní partije se sestávají z několika snadno vyměnitelných laminátových tvarových dílů sendvičové konstrukce, které jsou uchyceny díky důmyslnému zachycení pomocí suchách zipů.





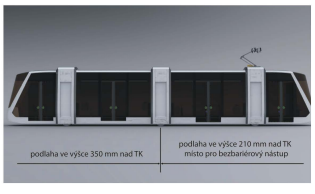
KAPACITA

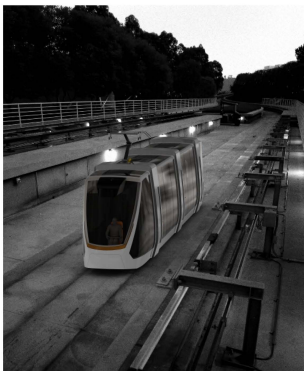
Kapacita tramvaje je 31 sedících a 128 stojících (8 os/m^2) = 159 cestujících a při hustotě osob (5 os/m^2) je kapacita 31 sedících a 80 stojících je celkový počet 111 cestujících.

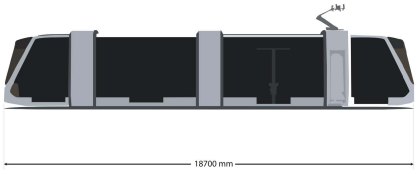
ROZMĚRY

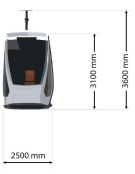
Rozměry kolejového vozidla jsou:

DÉLKA - 18 700 mm
ŠÍŘKA - 2500 mm
VÝŠKA (bez pantografu) - 3100 mm
VÝŠKA (S PANTOGRAFEM) - 3600 mm









Autor:
BC. DAVID POKORNÝ

Vedoucí práce:
Doc. akad. soch. Miroslav Zvonek, Ph.D.

Název práce:
Design kolejového vozidla městské hromadné dopravy
(Design of a rail vehicle for a city transport system)

Vysoké učení technické v Brně
Fakulta strojního inženýrství
Ústav konstruování
Obor průmyslový design ve strojírenství

Institute of Machine and Industrial Design