



AEB\_30

diplomová práce  
Ondřej Pechal  
ateliér Tvarůžek/Blaha  
Ústav průmyslového designu , FA ČVUT

AEB\_30 je koncept autonomního elektrického autobusu pro třicátá léta 21. století. V dopravní síti budoucnosti vyplňuje mezeru mezi rychlodrážní - případně potrubní osobní dopravou - a flotilami autonomních taxi vozů operujícími v městských celcích. Práce vychází z praktických požadavků, zaměřuje se na využití moderních technologií za účelem zvýšení cestovního komfortu a hledá vhodné formy pro produkt daného měřítko.

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE FAKULTA ARCHITEKTURY	
AUTOR, DIPLOMANT: Ondřej Pechal AR 2020/2021, ZS	
NÁZEV DIPLOMOVÉ PRÁCE: AUTONOMNÍ DÁLKOVÝ AUTOBUS AEB_30 (Č)	
(A) AUTONOMOUS COACH BUS	
JAZYK PRÁCE: ČESKÝ	
Vedoucí práce:	Martin Tvarůžek / Tomáš Blaha Ústav: Ústav designu
Oponent práce:	ing. Matuš Chlpek
Klíčová slova (česká):	Autonomní autobus; autobus; autonomous bus; bus
Anotace (česká):	AEB_30 je koncept autonomního elektrického autobusu pro třicátá léta 21. století. V dopravní síti budoucnosti vyplňuje mezeru mezi rychlodrážní - případně potrubní osobní dopravou - a flotilami autonomních taxi vozů operujícími v městských celcích. Práce vychází z praktických požadavků, zaměřuje se na využití moderních technologií za účelem zvýšení cestovního komfortu a hledá vhodné formy pro produkt daného měřítka.
Anotace (anglická):	AEB_30 is the concept of an autonomous bus designated for the thirties of the 21st century. It completes the future transportation network between the high-speed railways or eventually hyperloops on the one hand and the city fleets of autonomous cabs on the other. The thesis is based on practical requirements but focuses on the use of modern technologies to improve travel comfort. It seeks convenient forms for the product of its size.

#### Prohlášení autora

Prohlašuji, že jsem předloženou diplomovou práci vypracoval samostatně a že jsem uvedl veškeré použité informační zdroje v souladu s „Metodickým pokynem o etické přípravě vysokoškolských závěrečných prací.“

V Praze dne

podpis autora-diplomanta

*Tento dokument je nedílnou a povinnou součástí diplomové práce / portfolia a CD.*

České vysoké učení technické v Praze, Fakulta architektury

#### 2/ ZADÁNÍ diplomové práce

Mgr. program navazující

jméno a příjmení: Ondřej Pechal

datum narození: 8.8.1996

akademický rok / semestr: 2020/2021 / letní semestr

obor: průmyslový design

ústav: ústav průmyslového designu

vedoucí diplomové práce: Martin Tvarůžek

téma diplomové práce:

viz přihláška na DP

zadání diplomové práce:

1/ popis zadání projektu a očekávaného cíle řešení

Koncepční návrh autonomního dálkového autobusu

2/

Pro AU/ součástí zadání bude jasně a konkrétně specifikovaný stavební program

Pro D/ součástí zadání budou jasně a konkrétně specifikované jednotlivé fáze projektu, které jsou nezbytnou součástí řešení

Úvod, analýza, prověřování variant, finální návrh, závěr

3/ popis závěrečného výsledku, výstupy a měřítka zpracování

plakát, portfolio

4/ seznam dalších dohodnutých částí projektu (model)

model v měřítku

Datum a podpis studenta 1.3.2021

Datum a podpis vedoucího DP 2.3.2021

Datum a podpis děkana FA ČVUT

registrováno studijním oddělením dne

*L. S. Koll*

*[Handwritten signature]*

*L. S. Koll*

*[Handwritten signature]*



AEB\_30

AEB\_30

safe and comfortable autonomous ride to your destination.

Děkuji vedoucím této práce, Martinu Tvarůžkovi a Tomáši Blahovi za jejich obětavý přístup a cenné podněty nejen během práce na tomto projektu.

Děkuji i všem dalším profesorům pod jejichž vedením jsem měl možnost pracovat a kteří se mi pokusili předat něco ze svých dovedností.

Děkuji Danovi s Michalem za časté podnětné debaty, spoustu bystrých poznatků, a všechn společně strávený čas během studia.

Děkuji své přítelkyni Tereze za její obrovskou podporu nejen v krušných chvílích během studia.

A ze všeho nejvíc děkuju za podporu rodičům, kterým vděčím za to, že vůbec mohu studovat.

- 1 úvod
- 2 analytická část
- 3 prověřování variant
- 4 dokumentace kreativní složky pracovního postupu
- 5 finální návrh
- 6 závěr
- 7 rozměrový výkres
- 8 zdroje

Během studia na Fakultě Architektury jsem si vyzkoušel různá velice odlišná odvětví designu a pro téma svojí závěrečné práce jsem hledal něco, kde bych dokázal tyto zkušenosti náležitě zúročit. Komplexní téma, které by mi poskytlo prostor tyto dovednosti nejen využít, ale i propojit a rozvíjet dál. Téma, které by vyžadovalo pečlivý konstruktivní přístup, ale zároveň mi dalo prostor pro vyjádření. Chtěl jsem využít poslední možnosti experimentovat pod ochrannými křídly odborného vedení udělat svojí prací pěknou tečku za studiem.

Volbu tématu jsem proto nebral na lehkou váhu a nápadů jsem měl vícero. Když se ale mezi nimi objevil autonomní autobus, byla volba rázem jasná, jelikož splňoval nejlépe moje výše popsaná očekávání a představoval velkou výzvu na následující tři měsíce.





# TECHNOLOGIE AUTONOMNÍHO ŘÍZENÍ

## Co to je autonomní vůz a kdy se ho dočkáme

Autonomní vůz je takový, který nepotřebuje ke svému provozu řidiče. Ke své orientaci v prostoru využívá systém složený z řady technologií jako je gps, radar, lidar a počítačové vidění. [1] Ty by měly zajistit absolutní přehled o okolí i za stížených podmínek, jako je tma, nebo třeba hustý déšť.

V roce 2014 bylo mezinárodní asociací automobilového průmyslu SAE International definováno 5 stupňů automatizace řízení. Úrovně 1 a 2 obsahují pouze systémy, které řidičům pomáhají, ale nenahradí je. Úrovně 3 - 5 zahrnují funkce, které již umožňují určitou míru autonomní jízdy.

**SAE level 0, bez automatizace** - vůz řídí pouze řidič, automatizované systémy jen varují řidiče. Například se jedná o hlídání mrtvého úhlu či upozornění na opuštění pruhu.

**SAE level 1, hands on** - vůz řídí pouze řidič, automatizované systémy ale umí brzdit, nebo zatáčet, nikoliv však obojí naráz. Typickým příkladem je adaptivní tempomat, nebo automatizované udržování vozidla v pruhu (nikoliv však obojí naráz).

**SAE level 2, hands off** - vůz stále řídí pouze řidič, respektive je vyžadována jeho neustálá aktivní přítomnost. Systémy ale již zvládají automaticky zatáčet i konštrolovat rychlost vozu, resp. zrychlovat a brzdit. Může se jednat například o plně automatizované parkování.

**SAE level 3, eyes off** - systémy této úrovně umožňují plně automatizované řízení za omezených podmínek. Řidič v takovém voze musí být připraven kdykoliv řízení převzít. Do této kategorie spadá například systém pro automatické popojíždění v kolonách.

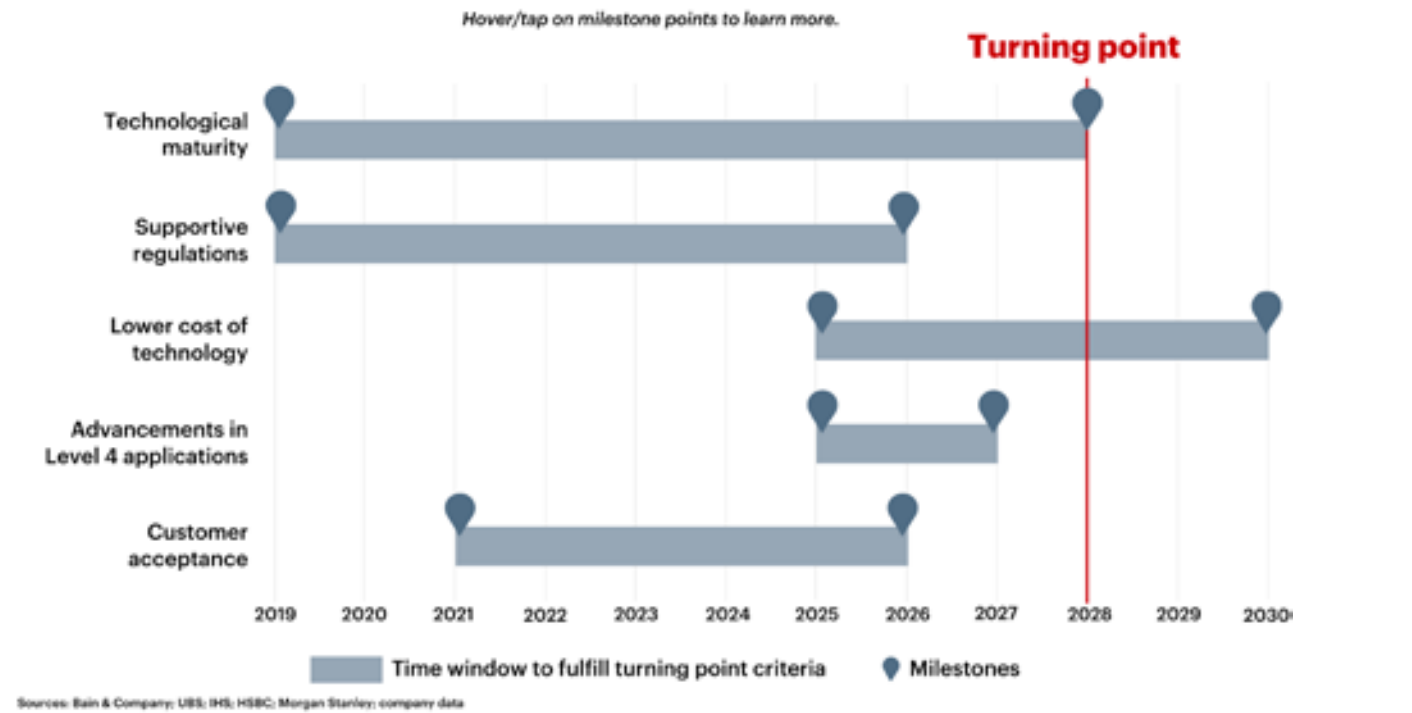
**SAE level 4, mind off** - plně automatizovaný systém, který nevyžaduje přítomnost řidiče, ale existují podmínky, za kterých nemůže řídit. Může se například jednat o autonomní taxi vozy, které budou třeba při silném dešti odstaveny mimo provoz.

**SAE level 5** - plně automatizovaný systém, který se nezalekne ničeho a poradí si s jakýmkoliv podmínkami.

[2]

Prvky druhé kategorie automatizace byly jako příplatková výbava běžně dostupné v autech vyšší střední třídy v podobě automatických parkovacích systémů již před několika lety. Dneska automobily zvládají samostatnou jízdu za vhodných podmínek, ale stále k tomu vyžadují aktivní pozornost řidiče. Tu ověřují například, detekcí ruky na volantu. Jedná se tedy stále o systémy na druhé úrovni automatizace. [3]

Každopádně například automobily společnosti Tesla - která je dneska v oboru elektromobility a autonomního řízení nejprograsivnějším hráčem - jsou již nyní po hardwarové stránce plně připraveny pro autonomní provoz a stačí jim pouze softwarový update pro dosažení vyšších stupňů autonomního řízení. V létě 2020 byla dokonce vydána beta verze Full Self-Driving systému (*v překladu plně autonomní řízení, dále jen jako FSD*) pro vybrané uživatele a její funkcionalita byla podle ohlasů přesvědčivá. Automobily zvládaly samostatně jízdu ve městské zástavbě a to i na ulicích bez vodorovného značení, zvládaly se samostatně bezpečně orientovat v křižovatkách i zatáčet. [4] To vše ovšem samozřejmě za bedlivého dohledu řidičů a pouze v omezených rychlostech.



Dneska CEO společnosti Tesla, Elon Musk, slibuje ostré spuštění systému FSD během roku 2021 [5, 6]. Jeho vyjádření je však potřeba brát se značnou rezervou, jelikož tato funkcionalita je slibována průběžně jako „coming soon“ již od roku 2016 - viz *tweet vpravo nahoře*. [7]

Jako protipól k Muskovu vizionářskému positivismu se ukázal být názor technického ředitele firmy Bosh, která také pracuje na vlastním systému autonomního řízení. Ten se nechal na začátku roku slyšet, že ačkoliv autonomní systémy do třetí úrovně SAE včetně budou podle něj již brzy dostupné, tak úrovně 4 a 5 se ukázaly jako mnohem komplexnější problém a jejich příchod nelze očekávat dříve než v druhé půlce tohoto století - viz *pravo dole*. [8, 9]

Toto vyjádření bylo později korigováno samotnou společností. Údajně došlo k přehnutí a Michael Bolle omylem řekl *century (století)*, namísto slova *decade (desetiletí)*. [8, 9] Tento již korigovaný odhad se zhruba shoduje i s podrobnou analýzou konzultační společnosti Bain & Company. Ta odhaduje, že do roku 2028 by mělo dojít tzv. k vyspění technologie, což by v kombinaci s dalšími zohledňovanými faktory mělo vést téhož roku k naplnění bodu zvratu. Po jeho dosažení by mělo dojít k akceptaci a rozšíření technologie autonomního řízení napříč společností - viz *infografika výše*. [10]

## Potenciální přínosy autonomních vozidel

Od příchodu autonomních mobilů a jejich rostoucího množství na silnicích se očekává zejména výrazné snížení nehodovosti a s tím související ušetření lidských životů a to až o 90%. [11] Dalšími očekávanými logickými přínosy je zvýšení plynulosti provozu a tudíž i jeho rychlosti. Více prostoru v ulicích měst se uvolní ve prospěch chodců a cyklistů, jelikož autonomní vozy jsou přesnější v řízení a nevyžadují takovou šířku vozovky. Vozy vysadí své pasažéry v cílové destinaci (např. před vstupem do budovy) a potom budou schopny samy zaparkovat jinde. To povede ke zmenšování parkovišť, případně ke zvyšování jejich kapacit a ve finále k redukci celkového počtu automobilů v ulicích měst.



# TECHNOLOGIE AUTONOMNÍHO ŘÍZENÍ A ELEKTRICKÉHO POHONU V AUTOBUSOVÉ DOPRAVĚ



S postupným dospíváním a zdokonalováním technologie autonomního řízení a elektrického pohonu se značně rozšiřuje pole jejich využitelnosti a praktických aplikací a autobusová doprava není výjimkou.

## BYD Auto

Čínská společnost BYD Auto vedle osobních automobilů produkuje i elektrické autobusy. Jejich portfolio momentálně tvoří 6 linkových autobusů a 4 dálkové, přičemž všechny jsou poháněny výhradně elektrickou energií z baterií. V současné době se jedná o pravděpodobně nejvýznamnějšího výrobce bateriových elektrobusesů.

### BYD C9

Autobus představený roku 2015 je jedním z prvních bateriových elektrobusesů vůbec. Je 12 metrů dlouhý a nabízí místo pro 40 cestujících. Výrobce udává dojezd 320 km.

Od roku 2018 tento autobus operoval ve službách společnosti FlixBus na lince Frankfurt nad Mohanem - Mannheim. Vzdálenost této trasy je 120 km, ale autobus byl nabíjen v obou konečných stanicích. Po roce byl zkušební provoz elektrobusesu zastaven údajně z důvodu nespolehlivosti použitých LFP (lithium-železo-fosfát) baterií, kvůli jejichž závadám musel být autobus často odstaven mimo provoz. [1]



### BYD C10MS

je pravděpodobně vůbec prvním dvoupatrovým dálkovým autobusem na bateriový elektrický pohon. Představen byl zkráj roku 2020, ale do provozu se má teprve dostat. Výrobce udává dojezd až 300 km. Při délce bezmála 14 metrů zvládne usadit až 77 cestujících. [2, 3]



## Testování autonomního autobusu ve Španělské Malaze

Malaga je prvním evropským městem, kde se testuje provoz autonomního dopravního prostředku v reálném provozu na pravidelné lince. Spuštění projektu proběhlo na začátku tohoto roku, tudíž zatím nejsou k dispozici žádné výstupy či závěry z provozu. Španělská legislativa neumožňuje autonomní řízení, tudíž v autobuse za volantem stále sedí řidič, připravený převzít v případě potíží řízení vozidla.

12 metrů dlouhý elektrobuses zde obsluhuje 8 kilometrů dlouhou linku mezi letištěm a centrem města.

Projekt autonomního autobusu je součástí projektu AutoMost, který je zaštiťovaný španělským ministerstvem ekonomiky a zabývá se vývojem technologií autonomních dopravních prostředků za účelem zvýšení efektivity, bezpečnosti a udržitelnosti. Na jeho vývoji se kromě výrobce autobusu Irizar podílela společnost Avanza a 11 dalších partnerů včetně španělských univerzit Polytechnic University of Madrid, Inisia, CEIT-IK4 a University of Vigo.

[4, 5]



### NTU - LTA - Volvo autonomous bus

Celosvětové prvenství co do reálného zprovoznění autonomního autobusu však drží společnost Volvo. Ta ve spojení s Nanyang Technological University (NTU) a Land Transport Authority (LTA) spustila svůj pilotní projekt již v roce 2019. Autobus se však pohybuje pouze na krátkém uzavřeném okruhu v rámci kampusu NTU.

[6, 7]



### Scania autonomous solutions

Společnost Scania má vyhrazenou celou divizi pro vývoj vlastních autonomních systémů v rámci níž spolupracuje s dalšími partnery i univerzitami. Řešení by mělo nabízet komplexní systém zahrnující manipulační logistiku, informační infrastrukturu se sdílením informací a přiřazováním úkolů jednotlivým prostředkům.

Autonomní autobusová doprava je tedy pouze zlomkem tohoto systému, avšak své autonomní autobusy testuje společnost Scania již od roku 2018 a testování v reálném provozu bylo plánováno na konec roku 2020, pravděpodobně však muselo být odloženo.

[8, 9, 10]

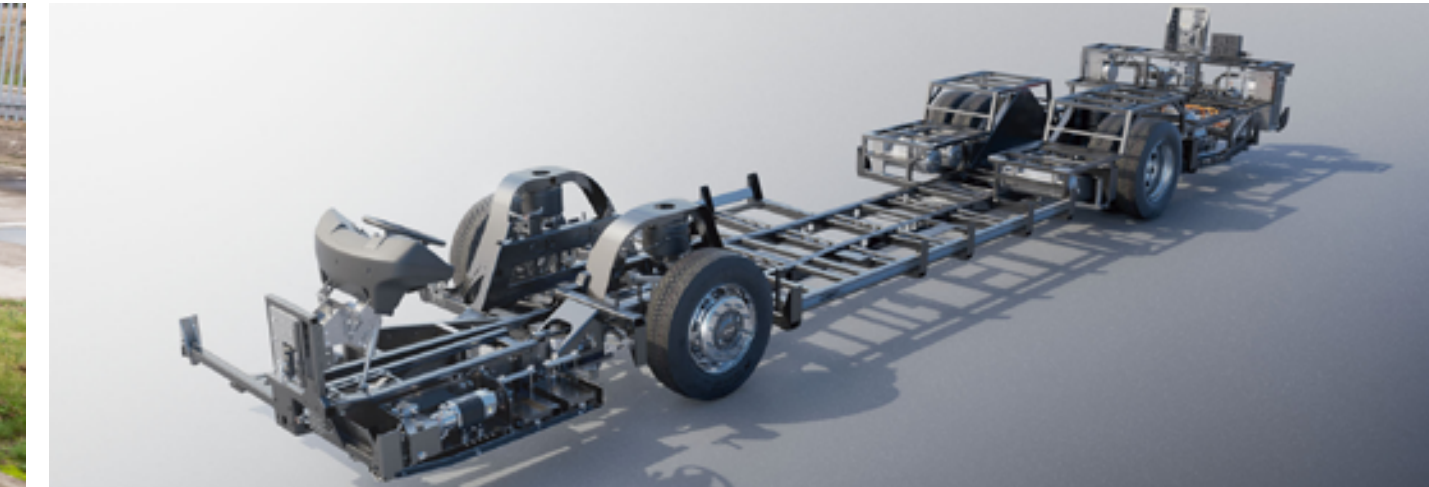


O rozmachu elektromobility v autobusovém odvětví svědčí i nabídka samostatných podvozků jako platform pro stavbu bateriových elektrobusů třetími stranami.

### Equipmake EBus chassis

Britská společnost Equipmake se specializuje na výrobu elektromotorů, převodovek a dalších klíčových dílů pro bateriové elektrobusy. V roce 2019 představila též vlastní kompletní elektrifikovaný podvozek pro bateriové elektrobusy. Ten je nízkopodlažní a vhodný pro stavbu dvoupodlažních autobusů, primárně městských. Motor je zde umístěn za druhou nápravou buďto uprostřed nebo šikmo vlevo, v závislosti na konkrétním provedení.

[11, 12]



### CaetanoBus e.CC 102

Portugalská společnost se širokým portfoliem autobusů nabízí elektrifikované autobusové podvozky v 10,7 m i 12 m dlouhé variantě. Motor je umístěn šikmo za druhou nápravou vlevo, čímž na pravé straně za zadní nápravou vzniká volný prostor vhodný například pro umístění třetích dveří.

[13]

## SOUČASNÁ NABÍDKA KONVENČNÍCH DVOUPATROVÝCH DÁLKOVÝCH AUTOBUSŮ



### Setra TopClass S 531 DT

Vlajková loď společnosti Setra, která je největším hráčem na dnešním evropském trhu s autobusy. Její vozidla různých tříd jezdí pravidelně na linkách společnosti Flixbus včetně dvoupatrových variant.

Ačkoliv se jedná o nejvyšší model společností, tak sedadla jsou vybavena levným jednoosým sklápěcím mechanismem. Dají se však vysouvat směrem do uličky pro získání většího prostoru na sezení.

Za povšimnutí stojí prosklená střeška v uličce horního patra zvaná TopSky (na fotce vpravo dole), která má přispívat k většímu pocitu prostornosti, jelikož světlá výška druhého patra je 1684 mm. Tato hodnota však vyplývá z legislativy a konstrukčních řešení a tudíž je i napříč konkurenčním spektrem srovnatelná. Jedná se o příplatkovou výbavu.

Při své délce celých 14 metrů nabízí tento autobus kapacitu 83 sedadel.



### VTL Futura FDD 2

Dvoupatrový autobus nizozemské společnosti VDL představený v roce 2015 využíval tehdy inovativní konstrukce ze sendvičových materiálů, což umožnilo dosáhnout velkorysé výšky stropu 1855 mm v prvním patře a 1724 mm v patře druhém.

Nabízí se ve dvou velikostech - 13 metrů pro 78, nebo 14,1 metru pro 96 pasažérů a nabízí se ve specifikacích pro zájezdy, pro dálkovou i pro meziměstskou dopravu. Autobus operuje i v Česku, i pod barvami Flixbusu.



### Neoplan Skyliner 2011

Skylinery je špičkou mezi dvoupatrovými dálkovými autobusy. Nabízí se v řadě konfigurací včetně luxusní varianty s konferenční místností (na fotce dole vpravo), nebo varianty určené pro meziměstskou dopravu. V roce 2012 získal cenu Red Dot za design a další modely autobusů ze stáje Neoplanu se pyšní dalšími oceněními Red Dot, iF design a dalšími.

Horní patro nabízí v příplatkové výbavě dlouhé střešní okno nad uličkou a pocit prostoru a výjimečnosti podtrhují částečně až na střechu zabíhající zahnutá velká okna, která jsou typická pro Skylinery již od jejich počátků v šedesátých letech.

Poslední generace Skylineru nabízí při svých 13,9 metrech délky a v závislosti na konfiguraci maximálně 83 míst pro pasažéry. V dolním patře potom disponuje výškou 1810 mm a v patře druhém 1680 mm.



### Volvo 9700 Double Decker

Vlajková loď autobusové odnože automobilky Volvo byla představena teprve na začátku psaní této práce a většina detailních informací je tak momentálně ještě nedostupná.

Autobus se má však nabízet v několika velikostních variantách, přičemž v té největší by měl pojmout až 96 pasažérů. K dispozici má být také celá řada dispozic a různých uspořádání sedaček, přičemž v té nejluxusnější variantě by měla být sedadla vybavena dvoosým sklápěcím mechanismem.

## OHLÉDNUTÍ DO HISTORIE



První verze Skylineru ze šedesátých let.



Skyliner z roku 1985, zde v pouze devíti metrovém provedení pro japonský trh.



Verze Skylineru z roku 1999 v linkovém provedení pro město Tallin v Estonsku.



Neoplan Skyliner 2009



Neoplan Jumbocruiser

V roce 1972 se Skyliner dočkal většího sourozence zvaného Jumbocruiser. Ten vycházel konstrukčně přímo ze Skylineru, ale přidal otočný kloub - tzv. harmoniku a dostal se tak na celkovou délku 18 metrů. Ve specifikaci s nejvíce sedadly dokázal pojmout až 170 cestujících, ale například na lince mezi Belgií a Španělskem jezdila luxusní konfigurace s pouze 80 místy a barem.

Kombinace patrové s kloubové konstrukcí však zákazníci nevěřili a ačkoliv splňoval předpisy, tak byl příliš velký na většinu autobusových terminálů. Nakonec se jich vyrobilo pouze šest.

Po nepříjemné nehodě Jumbocruiseru byla výroba ukončena definitivně, ačkoliv se nakonec ukázalo, že se nejednalo o chybu vozu, ale řidiče. Práva na výrobu byla prodána do Anglie a tam ještě společnost Jumbocruiser LTD pár kusů postavila z havarovaných Skylinerů. Poslední byl postaven v roce 1992.

## Vývoj Neoplanu Skyliner

Skylinery od německého výrobce Neoplan jsou ikonou mezi dvoupodlažními dálkovými autobusy. Byly představeny v roce 1964 jako pravděpodobně první dvoupatrové autobusy určené pro dálkovou přepravu pasažérů a během své éry - nikoliv uplynulé - získaly řadu ocenění i ocenění. Od roku 2001 je firma Neoplan součástí koncernu MAN.

Jejich identifikačními znaky napříč všemi generacemi se stala velkorysá okna ve druhém patře a zkosená linie výrazně oddělující kabinu (resp. první řadu sedadel) od zbytku vozu. Tuto linii pak kopírují i další sloupky.

## DESIGNOVÝ JAZYK ELEKTROMOBILŮ

### Redefinice estetiky automobilu

Samozřejmě, elektromobily vycházejí primárně z automobilů se spalovacími motory v tom smyslu, že mají stále 4 kola, pár dveří a zatím stále i volant a dva padály. V tomto elementárním pojetí automobilu se samozřejmě stále nic nemění a dokud automobily nezačnou létat, tak se asi ani nic měnit nebude. Nicméně prvek, který od začátku automobil definoval, kolem něž se formovaly veškeré hmoty a který udával jak vlastnosti automobilu, tak postupoval do vnějšku automobilu a definoval jeho estetiku je pryč. Spalovací motor a s ním spojená vůně bezniny, špína od sazí a od maziv, skvrny od oleje jsou pryč. Z automobilů se už definitivně stává plně digitální zařízení, které vyžaduje jiný přístup a s trochou nadsázky má v určitém směru blíže ke smartphonu nebo třeba práčce blíže, než k původním autům. Sám uživatel si na svém elektromobilu neopraví zhora nic a softwarovou úpravou lze získat „nové auto“ co do jeho jízdních vlastností.

To samo o sobě nevyžaduje nutně redefinici estetiky automobilu - elektromotor může být vcelku bezproblémově osazen do automobilu určeného primárně po osazení spalovacími motory a taky takové automobilky dneska často nabízí. Ale v případě plně elektrifikovaných vozů to designérům poskytuje minimálně nové příležitosti a nebyvalý manipulační prostor pro jejich tvorbu.

Elektromobily se tak zbavují prvků, které pro svoji funkci nepotřebují. Zejména se jedná o průduchy a ventilační mřížky chlazení, ale obecně se snaží reflektovat změnu povahy automobilu a přenést tohoto „digitálního ducha“ z útrobu i do celkového vyznění vozu. Tato snaha je objektivně těžko popsitelná a hlavně se může značně lišit ve svém pojetí automobilku od automobilky a návrháře od návrháře. Někteří pracují s futuristickými tvary a důmyslně tvarovanými plochami, ale osobně jako výraznější vnímám trend docilení futuristického vzhledu skrze jednoduché a čistě tvarované plochy.

Důležitým prvkem umocňující vyznění elektromobilů je také využití moderních technologií v takových formách, které by možná zákazníci jen těžko přijímali v případě konvenčních automobilů. Například liniové kontinuální led světla.

### Arrival

Britská společnost Arrival byla založena v roce 2015 a od začátku se specializuje na vývoj lehkých užitkových elektromobilů. Později představili též svůj koncept městského elektrobuse. Aktuálně má společnost testovat 4 prototypy a na konci roku 2021 plánuje zahájit výrobu elektrobuse. [1]

Jednotliví designový jazyk společnosti využívá jednoduchých kubických hmot, které ovšem díky citlivému tvarování na hranách a v dalších klíčových místech působí velice čistým a nadčasovým dojmem. Reprezentují tak v mých očích důstojně technologii, kterou jsou osazeny.





### Mercedes-Benz Future Bus a eCitaro

Autobus eCitaro je plně elektrifikovaná verze léty prověřeného městského autobusu Citaro.

Konstrukčně z něj vychází, ale přední partii přejímá z konceptu Future Bus (2016; první dva obrázky).

### Scania NXT

Projekt NXT pod divízi Scania autonomous solutions představuje vizi víceúčelového modulárního autonomního vozidla určeného pro obsluhu měst.

Modul nápravy se připevňuje zvláště na modul účelový. Ten může mít funkci pro dopravu osob, nákladu, nebo třeba popelářskou.

### Tesla Semi

Projekt představuje vizi elektrického bateriového taháče vybaveného semi-autonomním řízením. Designovým jazykem navazuje bezprostředně na řadu osobních automobilů značky, které se vyznačují jemnými organickými liniemi.

### Nuron EV

Společnost Neuron EV se poprvé představila v roce 2019 a má na kontě několik konceptů. Všechny spojuje surový futuristický vzhled, výrazné linie tvaru zaoblených obdélníků a výrazný LED reflektor na masce vozu.

### Tesla Cybertruck

Jeho vzhled si bezprostředně po představení vysloužil řadu kritiky a posměšků, ale za to asi částečně může i minimálně netradiční forma představení tohoto vozu.

Představen byl v roce 2019 a výroba by měla být zahájena na konci roku 2021.

### Volkswagen I.D. series

Shora: I.D. koncept; I.D. space vizzion concept; 2x produkční verze I.D.3

I.D. 3 je první vůz společnosti VW, který se prodává pouze s elektrickým pohonem. Ten u produkční verze naznačují kromě světel hlavně litá kola s minimem větracích otvorů.

### Honda e

V prodeji od roku 2020, svým pojetím odkazuje na Hondu Civic z roku 1973, přesto velice jasně, ale zároveň kultivovaně reflektuje elektrický pohon prostřednictvím jednoduchých obličejů tvarů, které ovšem vychází z jednoduchých kubických hmot a nechávají tak vyniknout proporce automobilu.

### BMW i series

Shora: 2x i3 (plně elektrické); 2x i8 (hybrid)

Narozdíl od obecného simplifikačního trendu BMW křivkami nešetří a využívá komplikované formy. Ty ještě zvýrazňuje kontrastním dvoubarevným lakováním. Ačkoliv byla obě vozidla představena v letech 2013 a 2014, jejich design je natolik futuristický, že ani dneska nevypadají zastarale.

## MOŽNÝ VÝVOJ MEZINÁRODNÍ HROMADNÉ DOPRAVY

Mezinárodní dopravě i v rámci jednoho kontinentu dominuje v současné době letecká doprava, nicméně i v souvislosti se stále intenzivnějšími debatami o klimatické krizi přibývá lidí, kteří hledají pro středně dlouhé cesty ekologicky šetrnější alternativu. V dnešní době tyto alternativní způsoby nezvládají konkurovat letecké dopravě ani zdaleka, nicméně Evropská Unie pracuje dlouhodobě na vytvoření tzv. Trans-European Transport Network, zkráceně označované jako TEN-T. Tato zahrnuje klíčové dopravní koridory včetně například cest vedoucích po vodě a propojuje do komplexního a jeho důležitou součástí je právě i rychlodrážní trať, která by měla navázat na klíčová mezinárodní letiště a další důležité dopravní uzly. Na obrázku vpravo. [1,2]

Vlakové soupravy by na vybraných úsecích těchto tratí měly dosahovat rychlosti až 250 km/h a jádro této sítě by mělo být hotov zhruba v roce 2030 a periferie až do roku 2050. [1,2]

Mnohem zásadnější dopad by však mělo zavedení potrubní osobní dopravy, která se by teoreticky umožnila cestování rychlostí dosahující až 1200 km/h. Propojení měst takovou formou dopravy by zásadně urychlilo globalizaci a umožnilo by například cestovat denně stovky km do práce. Na vývoji takových systému pracuje v současné době pár soukromých společností stejně jako univerzitní vědecké týmy. [3, 4]



## KONKLUZE A STANOVENÍ CÍLŮ

Rešerše v oblasti budoucnosti rychlodrážní dopravy mě postavilo před otázku, zda-li vůbec v nějaké alternativní vizi budoucnosti dává autonomní autobusová doprava na delší vzdálenosti smysl, resp. jestli je takový způsob dopravy perspektivní. Na základě shromážděných jsem ovšem usoudil, že přesně takový dílek mi schází ve většině vizí budoucnosti, jelikož rychlodráhy a síť hyperloop bude pouze velice pomalu postupně propojovat nejdůležitější metropole a autobus nabízí skvělou možnost rozvětvení takové sítě z klíčových uzlů do okolních periferií, kde by předal pomyslný štafetový kolík autonomním vozům taxi služby, které by zajistily poslední úseky cest psazérů.

Ve své práci se proto zaměřuji na prostředek určený pro obsluhu okruhu do zhruba dvou, maximálně tří hodin cesty z přestupních bodů. Ve voze se snažím zajistit zvýšenou míru pohodlí, na kterou jsou cestující zvyklí právě z drážní dopravy, aby vysoká úroveň komfortu nekolísala v průběhu celé cesty.

Věřím, že výhody autobusové dopravy oproti tě drážní tkví ve využití stávající husté infrastruktury a vysoké míře flexibility, což umožňuje obsluhu větších oblastí.

Využití autonomní technologie řízení přibližuje principiálně tento typ dopravy k dopravě drážní, a to zejména v oblasti bezpečnosti, plynulosti jízdy a rychlosti dopravy, v čemž spatřuji značný potenciál pro vývoj.





# ROZBOR FUNKČNÍCH SCHÉMAT KONVENČNÍ AUTOBUSOVÉ DÁLKOVÉ DOPRAVY

## Funkční schéma standardního jednopodlažního dálkového autobusu

### Kapacita

Jednopodlažní dálkové autobusy se nabízí v různých velikostech. Pro srovnání s dvupatrovými autobusy je směrodatná délka 14 metrů a takové autobusy zvládají obvykle usadit bezmála 60 pasažérů.

### Pohyb pasažérů

Dálkové autobusy bývají vybaveny dvěma vstupy a směr pohybu nebývá určen. Nicméně při prvotním nástupu spojeném s kontrolou jízdních dokladů často šoféři umožňují vstup pouze jedněmi dveřmi, čímž snižují rychlost nástupu i komfort pasažérů.

Za dveřmi následuje několik schodů a tyto autobusy tak zpravidla nenabízí bezbariérový nástup, nebo k jeho zajištění potřebují speciální elevační zařízení.

### Cestovní komfort

Autobusy tohoto typu nenabízí možnost volby cestovní třídy a většinou nenabízí ani jednotlivá (dvou)sedadla se specifickými vlastnostmi, například s větším prostorem pro nohy. Není ani zcela neobvyklé, že konkrétní místa nelze rezervovat s koupí jízdenky.

Zadní řada pěti sedadel je tak v podstatě jedinou skupinou sedadel, která nabízí specifické vlastnosti, kterou je usazení větší skupiny přátel (případně i společně s řadou sedadel předcházejících) a vyšší míra soukromí.

### Prostory pro zavazadla

Rozměrnější zavazadla je nutné odložit do oddělených zavazadlových prostor přístupných z vnějšku. To je výhoda pokud člověk cestuje například s kufrem a s menším příručním zavazadlem. Kufr zpravidla pasažér potřebuje až v cílové destinaci a díky odložení zvenku odpadá nepříjemná nutnost tahat těžší zavazadla po schodech vzhůru a manipulovat s nimi v uvnitř většinou stísnějším prostoru.

Nicméně díky tomuto řešení je autobusem možné převážet zavazadla nadměrných rozměrů, jejichž převážení jinými prostředky by bylo příliš drahé (letecká doprava), nebo příliš nepraktické (železniční doprava).

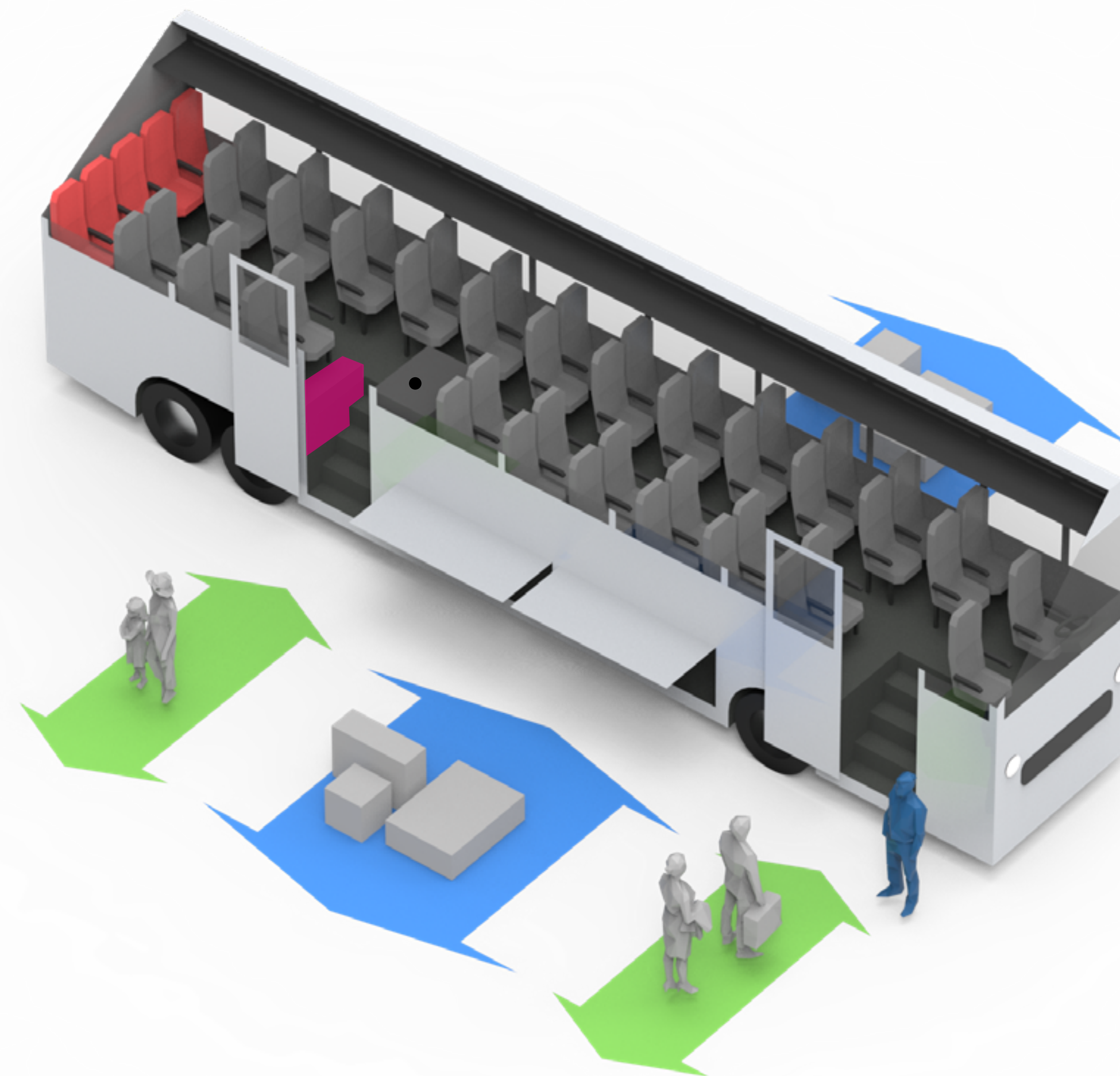
Nepraktickou konsekvencí tohoto řešení naopak je, že pasažéři jsou nuceni odkládat svá větší zavazadla dolů i v případě, že cestují pouze s jedním zavazadlem a potřebovali by k němu přístup i během cesty. Dále nakládka i vykládka zavazadel vyžaduje zpravidla asistenci šoféra a nepříjemné pro mnohé pasažéry může být i omezená možnost kontroly zavazadla na zastávkách, kde dochází k nástupu a výstupu ostatních pasažérů.

### Toaleta

Je zpravidla přístupná ze spodní části schodiště jdoucího od druhých dveří vzhůru, její podlaha se tedy nachází na úrovni plochy zavazadlových prostor. Přístup po schodech a za jízdy může být značně komplikovaný pro pasažéry se sníženou pohyblivostí a prostor toalety je stísněný, jelikož se směrem vzhůru zúžuje a ustupuje přilehlejším sedadlům.

### Kuchyňka

Bývá umístěna naproti toaletě, přístupná tedy též ze schodiště. Nabízí zpravidla akorát varnou konvici, nebo velké termosky s horkou vodou (tzv. papouchy).



## Funkční schéma standardního dvoupodlažního dálkového autobusu

### Kapacita

Dvoupatrové dálkové autobusy se nabízí zpravidla v délce cca 14 metrů a zvládají usadit 85 pasažérů.

### Pohyb pasažérů

Stejně jako v případě jednopodlažních autobusů zde pro nástup a výstup slouží dvoje dveře. Avšak dvoupodlažní autobusy musí využívat nízkopodlažní konstrukce a díky tomu nabízí zpravidla možnost bezbariérového přístupu a také za tímto účelem uszpůsobená místa.

Vertikální pohyb probíhá po dvou schodištích, které bývají umístěny zhruba nad první a druhou nápravou vozidla, což jsou zároveň místa přístupná bezprostředně za dveřmi. Schodiště bývají prudce stoupavá a nabízí tak skvělé využití prostoru nad zakrytými podběhy kol, který je stejně nevyužitelný pro umístění sedadel.

### Cestovní komfort

Zadní řady pěti sedadel je zde přemístěna do druhého patra, čímž se zvyšuje její bezpečnost. Kromě té však dvoupodlažní autobusy nabízí pár dalších specifických míst.

První řada sedadel v druhém patře autobusu patří díky svému výhledu k sedadlům nejžádanějším a bývá obsazena, nebo vykoupena mezi prvními a to i přes to, že často postrádají infotainment nebo výklopby stoleček. Často se jedná o příplatková sedadla.

Dolní patro většinou nabízí dvě skupiny po čtyřech sedadlech, která jsou v párech natočena proti sobě a disponují velkým stolem uprostřed. Obvykle se opět jedná o příplatková místa. Sedadla natočená proti směru jízdy využívají opět efektivně prostor v přímé blízkosti zakrytí podběhů přední nápravy a jejich opačná orientace by nebyla možná z důvodu absence prostoru pro nohy.

### Prostory pro zavazadla

Fungují principiálně stejně jako u jednopodlažních autobusů, jen se kvůli jednopodlažní konstrukci přesouvají nad zadní druhou a třetí nápravu autobusu. U těžších zavazadel tak nepotřebuje nutnost zvedat je výš, nedruhou stranu je manipulace snadnější, jelikož i víko kufru je značně výš a není tak potřeba se pod něj krčit.

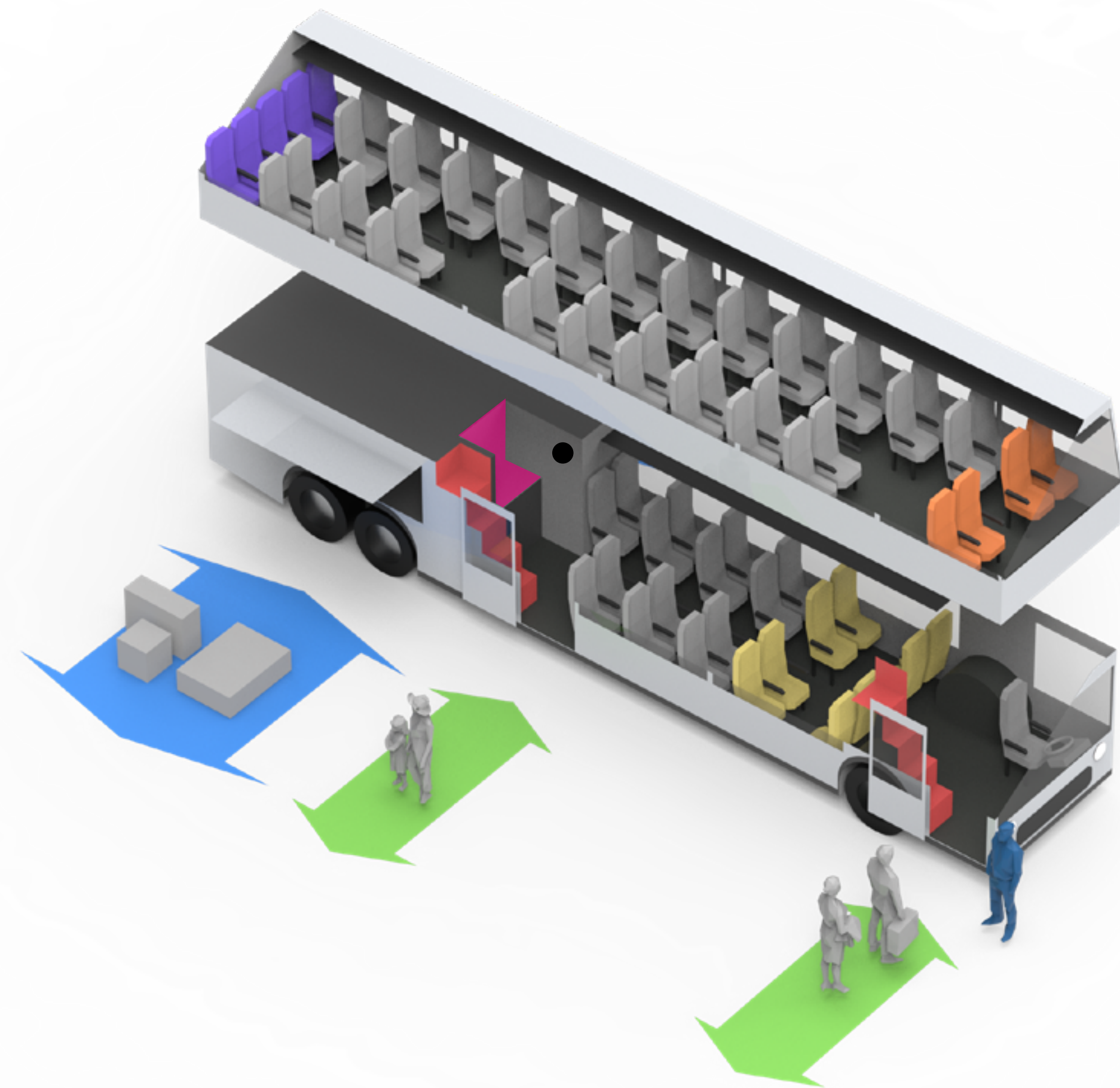
### Toaleta

Bývá umístěna v prvním patře přímo naproti druhým dveřím. Půdorysným prostorem se samozřejmě šetří, ale co do výšky bývá kabinka štedřejší a nezářuje se směrem nahoru, což nabízí značně vyšší míru komfortu.

### Kuchyňka

Odlišná a prostornější koncepce dvoupodlažního autobusu umožňuje umístění pohodnější kuchyňky, ke které se dá normálně postavit a kromě varné konvice či papouchů obsahuje i malý dřez.

Dvoupatrové autobusy využívají legislativou dané maximální možné výšky vozidla, kterou jsou 4 metry.



## Analýza vlastností míst v dvoupatrovém autobusu

Ačkoliv autobusy, narozdíl od dopravy železniční či letecké, nenabízí volbu cestovní třídy, rozptýl vlastností sedadel v dvoupatrovém autobusu není malý a je třeba s ním pracovat.

### 1. patro

Jeho nespornou výhodou je velice snadný a bezbariérový přístup. Zde tedy musí být umístěna případná plošina pro bezpečné zajištění invalidního vozíku.

Kritickými místy prvního patra jsou z bezpečnostního hlediska sedadla zcela vzadu a zcela vpředu. V zadní části prvního patra autobusu mají však konvenční autobusy uloženy motor, za kterým následuje zavazadlový prostor, kuchyňka s toaletou a až třeba v jedné třetině až jedné polovině začíná prostor pro sezení.

Řidiče z přední části autobusu pochopitelně nelze přesunout, avšak sezení pro pasažéry zpravidla začíná až za první nápravou autobusu, tudíž mimo nejnebezpečnější oblast.

**Cílová skupina:** cestující vyžadující pouze pohodlnou dopravu z bodu A do bodu B, prioritou je hladký průběh celé cesty, rychlost a klid, nemají mnoho času na zbytek; pasažéři se stíženými možnostmi pohybu, případně invalidní, prioritou je jednoduchý nástup a dostatek prostoru.

### 2. patro

Přístup je zde stížen zpravidla úzkým, prudce stoupavým a lomeným schodištěm. Tuto skutečnost však kompenzuje výhled z okna, jelikož dvoupatrový autobus dalece převyšuje běžné osobní vozy a druhé patro tak nabízí neokoukané perspektivy.

**Cílová skupina:** pasažéři, kteří ocení zážitek z cesty - tak říkajíc je pro i ně i cesta cílem. Tipicky jsou mladší, mají více času a méně peněz - může se jednat o skupiny studentů, nebo rodiny s dětmi.

### Místa s nejlepším výhledem

Jedny z nejžádanějších sedadel v autobuse. Obvykle příplatková, často nazývána jako Panorama seats.

### Místa s možností vytvoření neprůchozích kupé

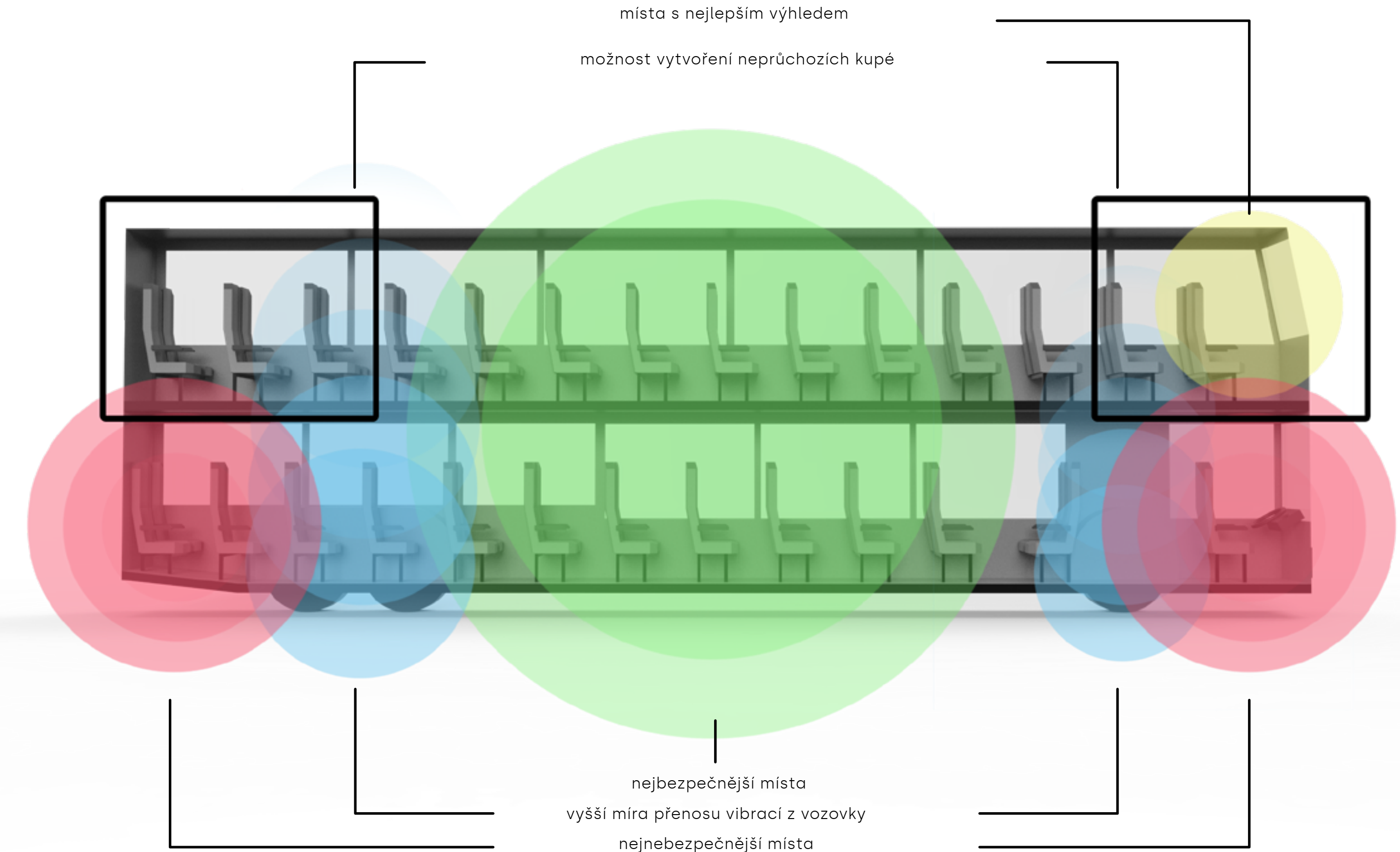
Zajímavý potenciál schledávám ve slepých koncích uliček na druhém poschodí. Ty umožňují snadné vytvoření oddělených kupé, nebo třeba klidového oddílu, nebo jen větší skupiny sedadel uspořádaných kolem stolu.

### Místa s vyšší mírou přenosu vibrací z vozovky

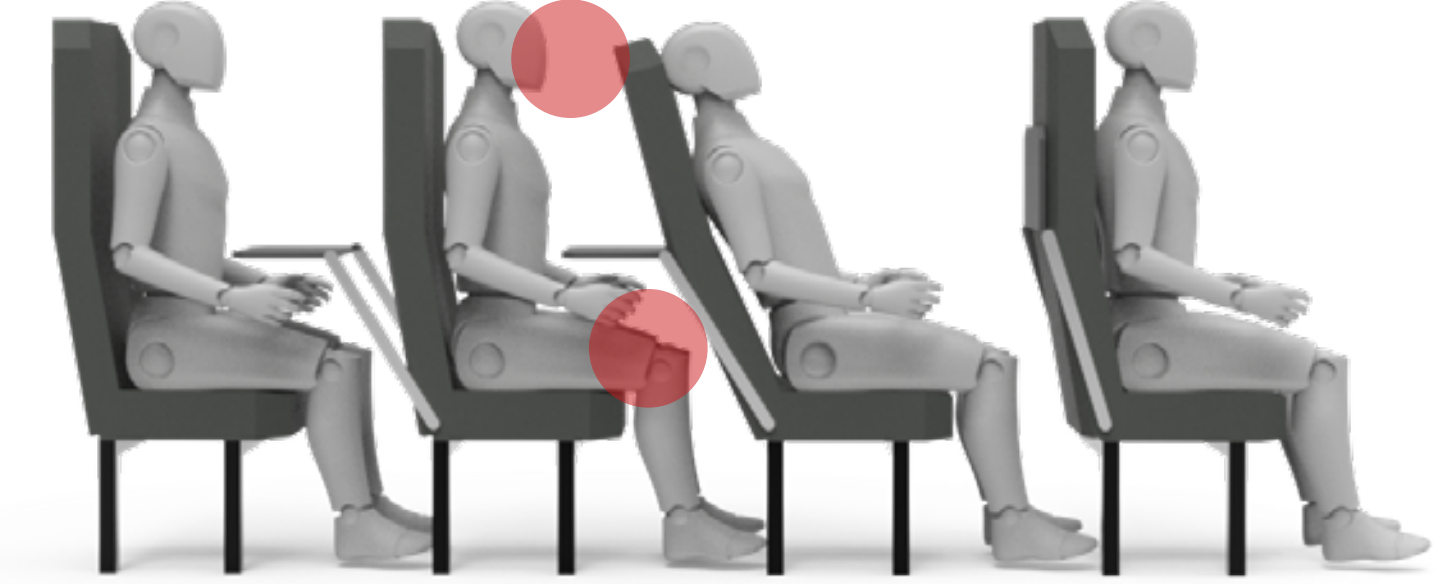
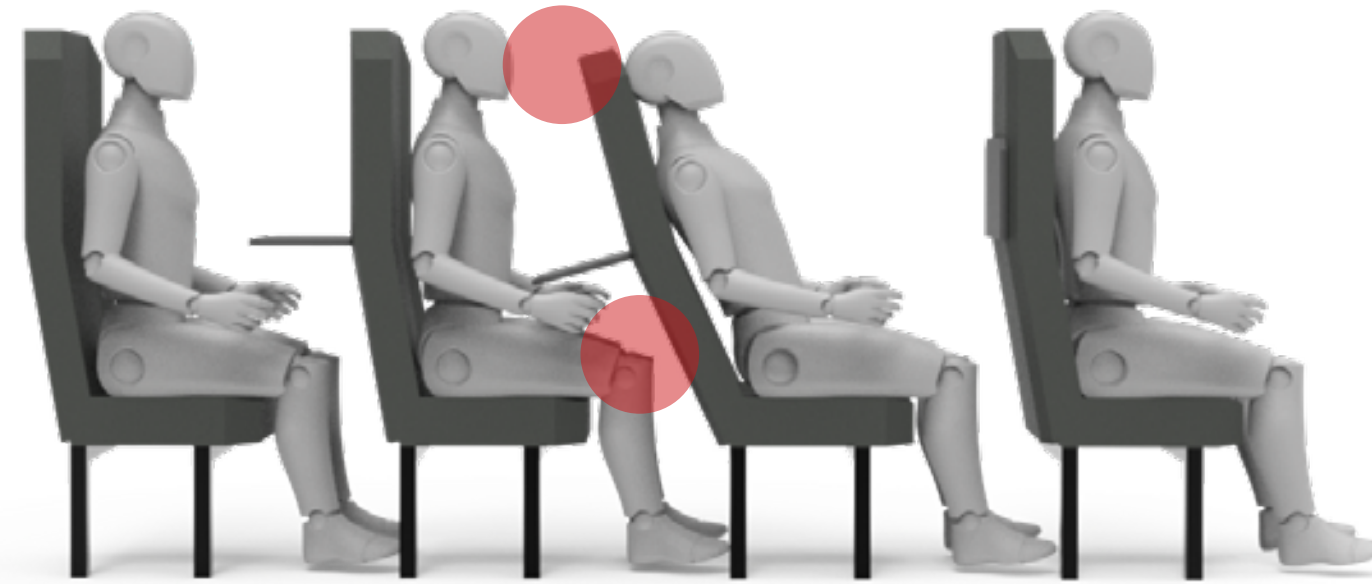
Jejich využití pro umístění sedadel v prvním patře je stížené, jelikož nápravy a podběhy zabírají značné množství místa. I z tohoto důvodu se tedy umístění schodiště na toto místo jeví jako vhodné řešení.

### Nejbezpečnější místa

Tradičně se nachází mezi první a druhou nápravou autobusu, vzdálené od deformačních zón. Ideální je využít tuto oblast v maximální možné míře pro sezení pasažérů.



# ROZBOR FUNKČNÍCH SCHÉMAT KONVENČNÍ AUTOBUSOVÉ DÁLKOVÉ DOPRAVY



## Klasický jednoosý princip

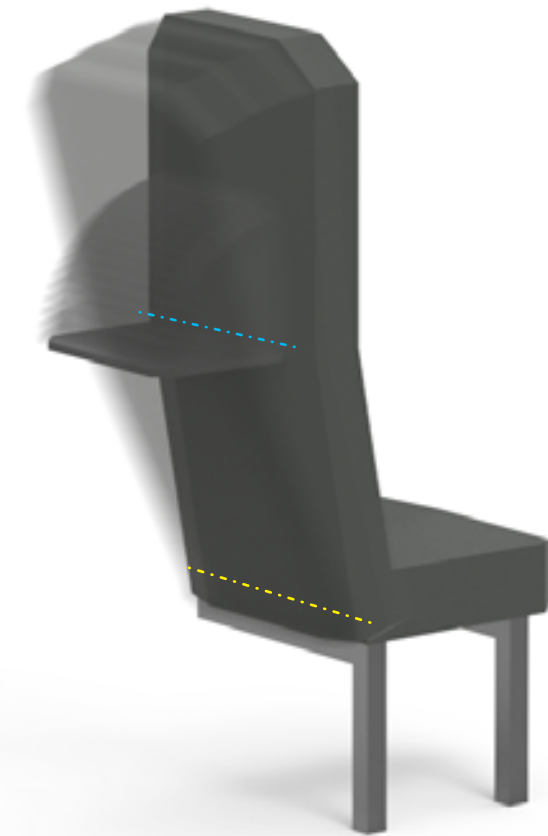
Při sklápění dochází pouze k pohybu opěradla podél žluté vyznačené osy. Stoleček je připevněn přímo na sedačce a sklápí se jednoduše podél osy vyznačené modře.

Při sklopení sedadla dochází k výraznému omezení místa cestujícího sedícího v řadě následující a to zejména místě kolen, ale i v prostoru před obličejem.

Stoleček se pohybuje s pohybem sedadla, tudíž při sklopení sedadla dojde k jeho naklonění. Zpravidla jeho závěsy mají krokový chod, takže stoleček drží polohu nejen v nejnižší možné poloze, ale nelze v těchto polohách očekávat velkou únosnost.

Vzhledem k upevnění na sedadle bývají stolečky malé a poněkud vzdálené od pasažéra. Nenabízí tak dostatečný komfort například pro konzumaci pokrmu příbory, což od nich ale nikdo neočekává. Neumožňují ovšem ani pohodlnou práci na počítači, nebo psaní perem.

Tento mechanismus je typický pro autobusy a jako jediný může být teoreticky využit pro sklopení sedadel do úplné roviny (resp. do té míry, než se sklopené opěradlo zastaví o sedačku v následující řadě). Výrobci však standardně omezují dle vlastního uvážení chod sklopného mechanismu do jakési rozumné míry, aby nedocházelo k omezování komfortu dalších cestujících.



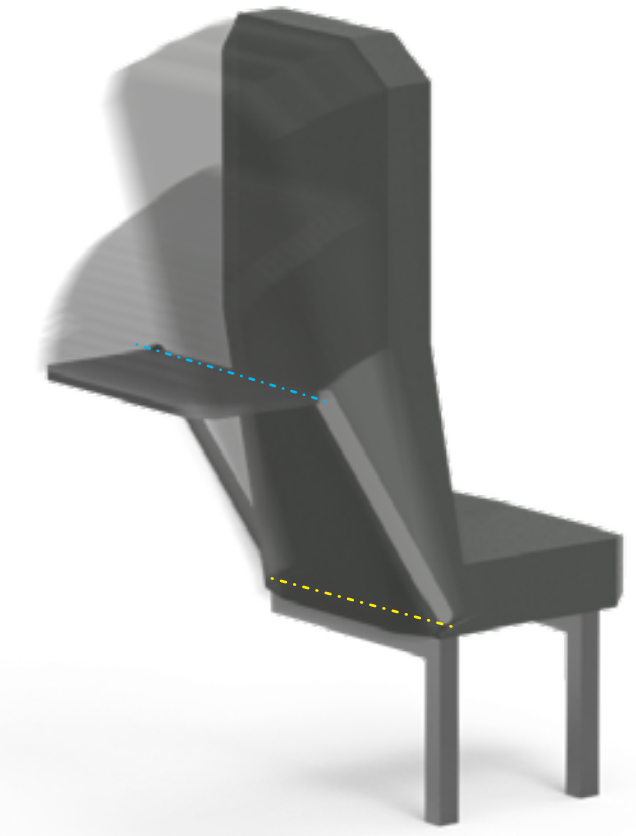
## Klasický jednoosý princip se stolečkem na vzpěrách

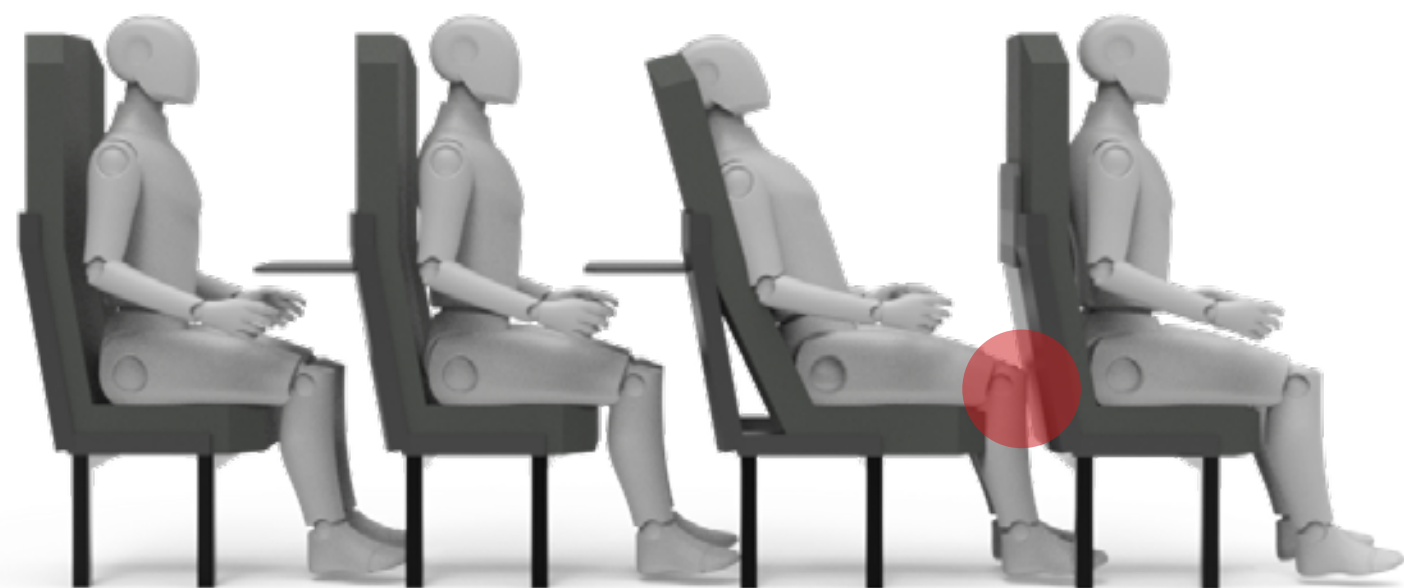
Samostatný sklopný mechanismus sedadla je identický jako v předcházejícím případě, při sklopení sedadla dochází k omezení prostoru cestujícího v řadě následující.

Stoleček je ovšem umístěn na dvou vzpěrách, které jsou ukotveny ve středu otáčení opěradla (žlutě vyznačená osa). Po odjištění stolku se samovolně vyklopí vzpěry i na nich ukotvený stoleček do jediné fixní polohy. Stoleček je díky tomu v ergonomicky vhodnější poloze pro stravování příborem, práci na počítači aj. V některých prostředcích je dokonce samotná deska tvořící stoleček nasunuta na tyčové konstrukci, což umožňuje posun stolečku směrem k pasažérovi a zaručuje tak ještě vyšší míru komfortu.

Mechanismus výklopu stolečku je nezávislý na sklopení sedadla a drží si stále stejný sklon i polohu.

Tento mechanismus se objevuje hojně ve vlacích a v economy třídách letadel.





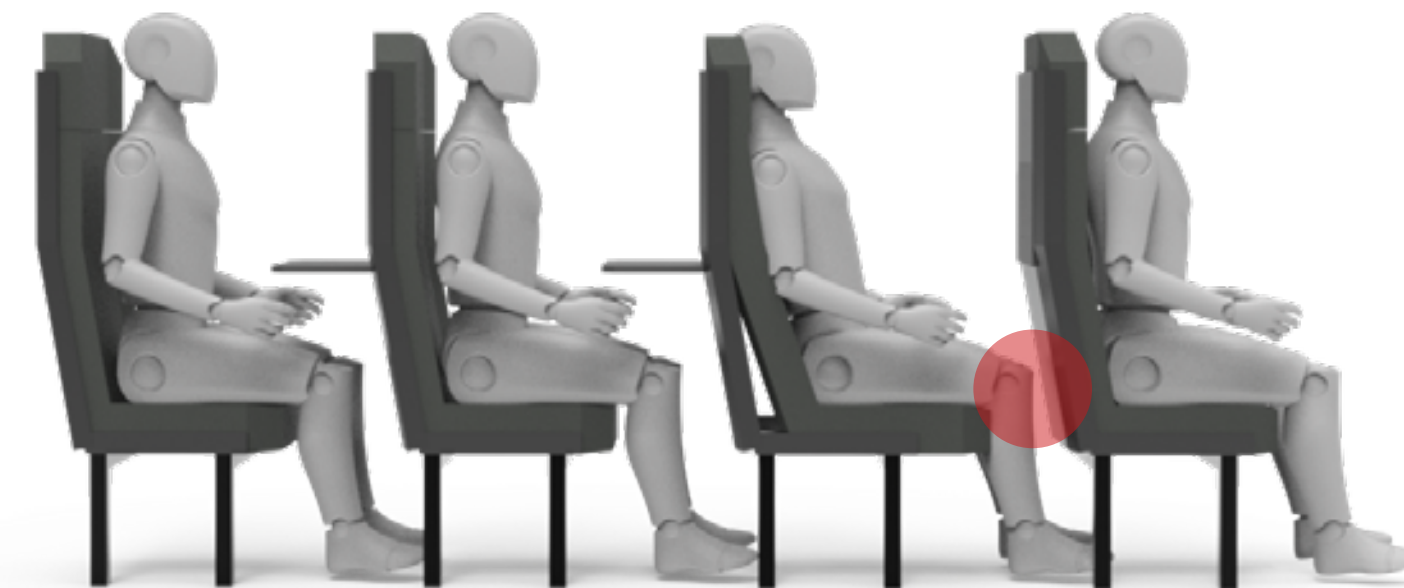
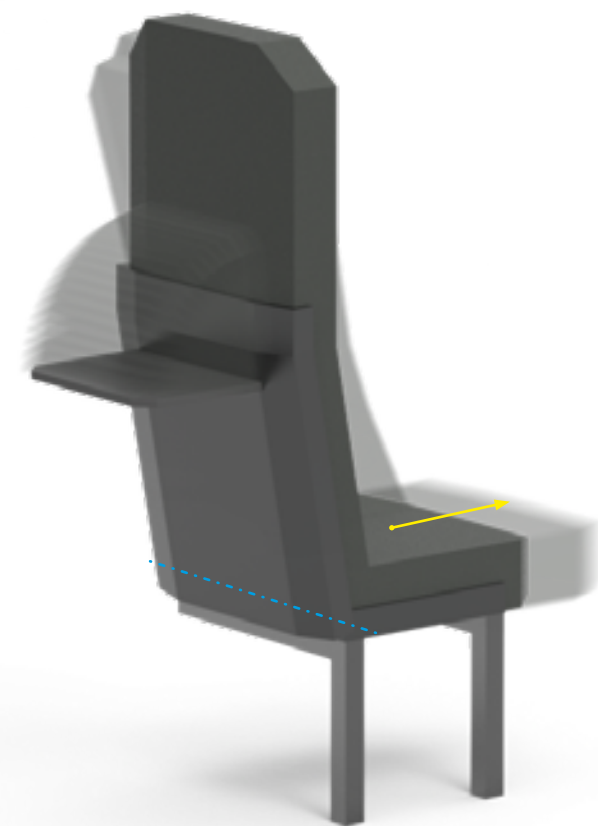
### Posuvný princip s nízkou opěrnou konstrukcí

Pohyb sklopení sedadla vychází primárně z dopředného posuvu sedáku. Opěradlo je k sedáku připevněno prostřednictvím otočného mechanismu a k pevné opěrné konstrukci je připevněno skrz mechanismus umožňující kromě otáčení i drobný posuv (například pivoty pohybující se v drážkách).

Stoleček upevněný na opěrné konstrukci předcházejícího sedadla není ovlivněn mírou sklopení tohoto sedadla. Případně dochází poměrně často k užití kombinace této konstrukce s principem stolečku umístěného na vzpěrách.

Nejsignifikantnější vlastností tohoto sklápěcího principu ovšem je, že sklopením sedadla omezuje každý cestující pouze svůj vlastní prostor pro kolena. Každý si tak rozmyslí nakolik si doopravdy potřebuje sedadlo sklopit a není nucen pro své pohodlí omezovat pohodlí ostatních cestujících.

Tento mechanismus lze vyjimečně nalézt u autobusů vyšších tříd, standardně se však nachází v economy třídách větších leteckých společností a v některých vlacích.



### Posuvný princip s vysokou opěrnou konstrukcí

Stejně jako u principu s nízkou opěrnou konstrukcí i zde definuje míru sklopení posuv sedáku, konstrukce je však vysoká stejně jako samotné opěradlo, případně jen o trochu nižší.

Opěradlo sedadla je rozděleno na dvě části a to na opěradlo zad a na opěradlo hlavy. Hlavní opěrka se pohybuje vůči opěrné konstrukci ve svislé kolejnici. Opěrka zad je potom připevněna prostřednictvím otočného mechanismu nejen k sedáku, ale i k opěrce hlavy, posunem sedáku dopředu tedy dochází ke sklopení opěrky zad a ke snížení hlavové opěrky.

Stolečky zde pak mohou být řešeny klasickým sklopným mechanismem jako na obrázcích, nebo mechanismem se vzpěrami.

Tento mechanismus nabízí na rozdíl od ostatních pouze omezenou možnost sklopení opěradel, ale sklopením sedadla pasažér opravdu nijak neovlivňuje komfort ostatních cestujících. Vzhledem k nižší míře sklopení, ale přesto složitější konstrukci a nákladnější výrobě nalézá tento mechanismus uplatnění zejména u sedadel vyšších tříd ve vozech určených pro kratší trasy.



4 | DOKUMENTACE KREATIVNÍ SLOŽKY  
PRACOVNÍHO POSTUP





Už od prvních skic je patrná má snaha pracovat s výraznou vertikální dvoupodlažního autobusu. Snaha nejít proti ní, ale spíše ji podpořit. Zároveň ji však vyvážit a svým způsobem uzemnit, opticky rozšířit u země a stabilizovat. Dodat jí špetku dynamiky, ale zůstat při zemi a v adekvátních formách a měřítku.

V práci s linií porhávající výraznými A sloupky, obkružujícími celou prosklenou střechu a promítající se do nárazníku mě utvrdil i model z claye. Tam jsem se soustředil na detail rohu čelního okna, jakožto prvek, jehož řešení udává v mém případě celkové finální vyznění volného tvarosloví.







Tvarosloví exteriérového řešení udává z největší části racionální snaha vytvořit co nejvíce místa pro cestující v rámci legislativních limitů pro maximální rozměry motorových vozidel. Základem je tedy objem kvádrového tvaru a pro vyjádření osobnosti vozu využívám zejména přední masku, partii kolem zadních světel a okenní linii na dlouhých stranách vozu.

Velké přední okno rámuje výrazné A sloupky, které plynule přechází v masku vazu a nárazník. Hrany vymezující tyto plochy přechází ze sloupků na horní hranu vozu, kde pokračují v orámování střešní skleněné plochy. Tato průběžná linie sceluje celkové autobus v jeden celek a zároveň podporuje vnímání kubické hmoty autobusu.

Velká maska uzemňuje vysokou hmotu a snaží se přiblížit měřítku lidské postavy. Opticky snižuje těžiště, čímž zbuzuje pocit bezpečnosti. Stejně tak důrazné A sloupky navozují pocit bezpečnosti, jelikož tvoří bariéru při potenciálním střetu překážkou.



Světelný výraz autobusu navazuje na seelující průběžnou linii a reprezentuje jistotu, bezpečnost a rychlost autonomní přepravy, kterou zprostředkovává. Zároveň svým způsobem reflektuje technologie, kterými je osazen.

Nedopovězení spoje linie světél a pouze lehký náznak v podobě vzduchového sání umocňuje výraz autobusu a pocitově ho rozšiřuje.

Spodní matný kryt podvozku vyběhá nahoru s nad svojí hranou schovává sání chlazení baterií umístěných v podvozku vozu. Zároveň zdůrazňuje spodní část vozu, čímž pocitově usazuje celek na vozovku.



Plastový kryt vnějšího přístupu k elektronice a k elektromotoru ubíhá směrem pod vůz, čímž pomyslně navazuje na kryt podvozku pod přední maskou vozu. To reflektuje řešení čelního okna přecházejícího z čela vozu na jeho střechu. Tvarové řešení zadních integrovaných LED světlometů zdůrazňuje tuto linii.

Skleněné plochy autobusu jsou vybaveny technologií transparentních LED displejů, což umožňuje jejich využití pro zobrazení informace o trase linky, čase a konkrétních zastávkách, nebo například o provozovateli dané linky. Tyto plochy zabírají přirozeně velkou část autobusu a to v jeho plné výšce, což je tvoří ideálními pro přidružení dané funkce. Toto řešení si klade za cíl zvýšení přehlednosti na frekventovaných terminálech a usnadnění orientace nejen pospíchajících cestujících v autobusových terminálech, kde jsou dneska takto důležité informace zobrazeny často tristně nepřehledným způsobem.

Po opuštění terminálu autobusem se zobrazované informace vypnou a okna tak umožní cestujícím plnohodnotný výhled ven z vozu. Pouze podélný pruh táhnoucí se mezi horními liniemi spodních oken a spodní linií horních oken může zůstat rozsvícen a zobrazovat tradiční jednoduchou informaci o lince, nebo prezentovat dopravce.



## Prostorová koncepce

Funkční prostorová koncepce vychází ze současných osvědčených principů, které jsou dané legislativními pravidly (například rozměr vozidel) a technickými požadavky (například rozmístění náprav pro ideální jízdní vlastnosti). *Více viz kapitola prověřování variant.*

Ve směru jízdy první dveře jsou umístěny tradičně před první nápravou autobusu. Těmi člověk vstoupí do ústředního „lobby“ prostoru. Ten je atraktivní co do pohledu ven z okna samostatně jedoucího stroje a v autonomním jízdním režimu - když se autobus pohybuje bezpečně a konstantní rychlostí - pak slouží pro setkávání lidí, byť třeba nejsou plánovaná. Tomuto účelu napomáhá i umístění zařízení pro naplnění vlastních lahví vodou, které je umístěno nad pravým kolem přední nápravy. V závislosti na konfiguraci pak může být modul nahrazen například automatem na kávu. Její přípravu by však (mimo jiné) v této konfiguraci zajišťoval stevard. Z tohoto prostoru lze pokračovat po schodech pohodlně dále k sedadlům v prvním patře, nebo po schodech do patra druhého.

Sedadla v prvním patře umístěná za první nápravou využívají nejbezpečnější oblast autobusu a nabízí dvakrát také dvě oblasti po čtyřech sedadlech, které jsou orientované naproti sobě a nabízí velký stoleček uprostřed. Za stěnou z mléčného skla následuje druhý vstupní prostor.

Zde se nachází toaleta umístěná naproti druhým vstupním dveřím. Vedle té se nachází prostor pro nádrže se čistou i odpadní vodou. Zde situované vstupní dveře jsou vybaveny výsuvnou rampou pro nástup vozíčkářů, kterým lze jednoduchým posunem sedadel připravit místo v přilehlém prostoru pro cestující. Schody se v tomto prostoru nachází přímo za dveřmi vlevo tak, aby nedocházelo ke křížení trajektorií nastupujících pasažérů a stevardů.

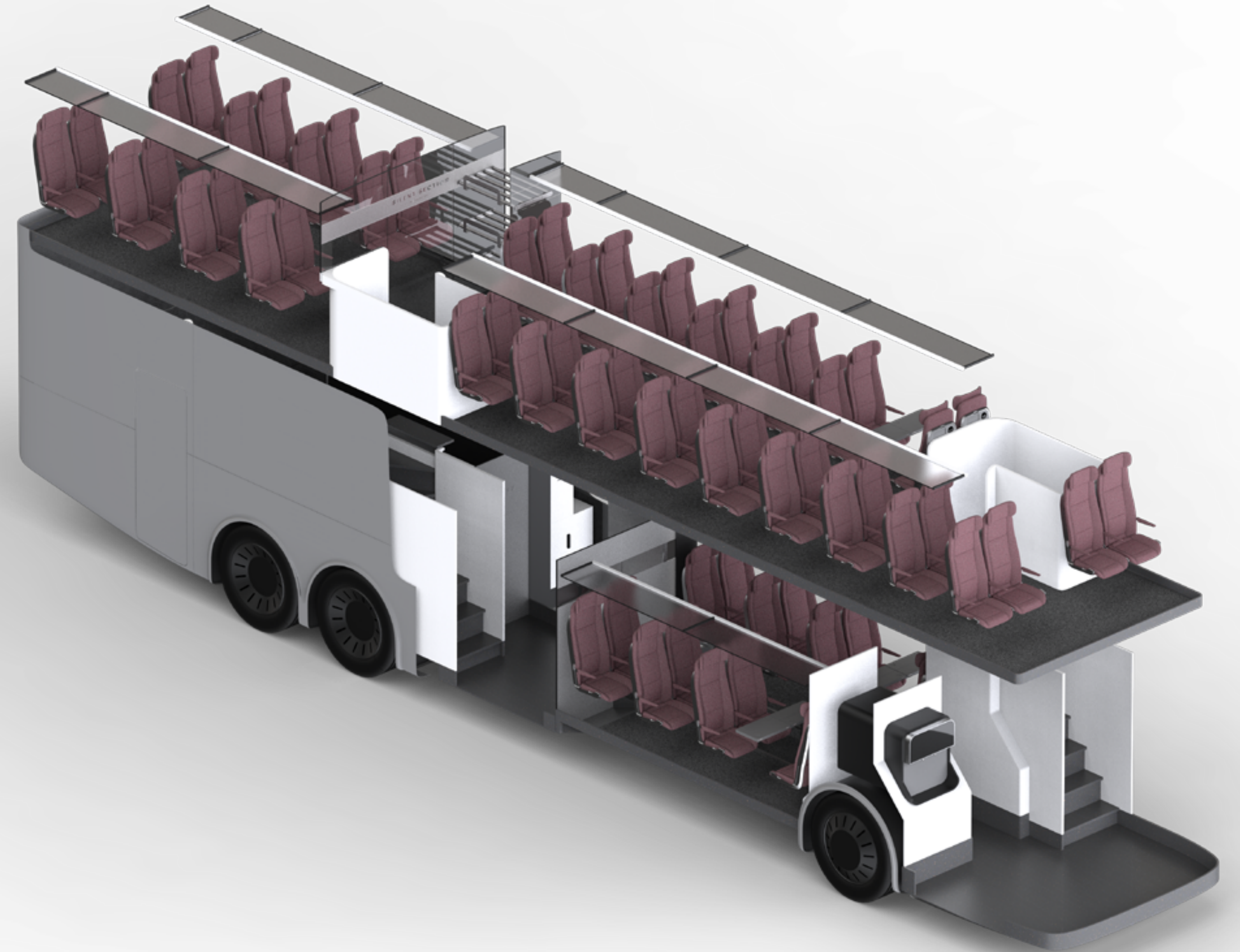
Ti mají vlastní prostor právě v místě nad druhou a třetí nápravou. Nad levými koly

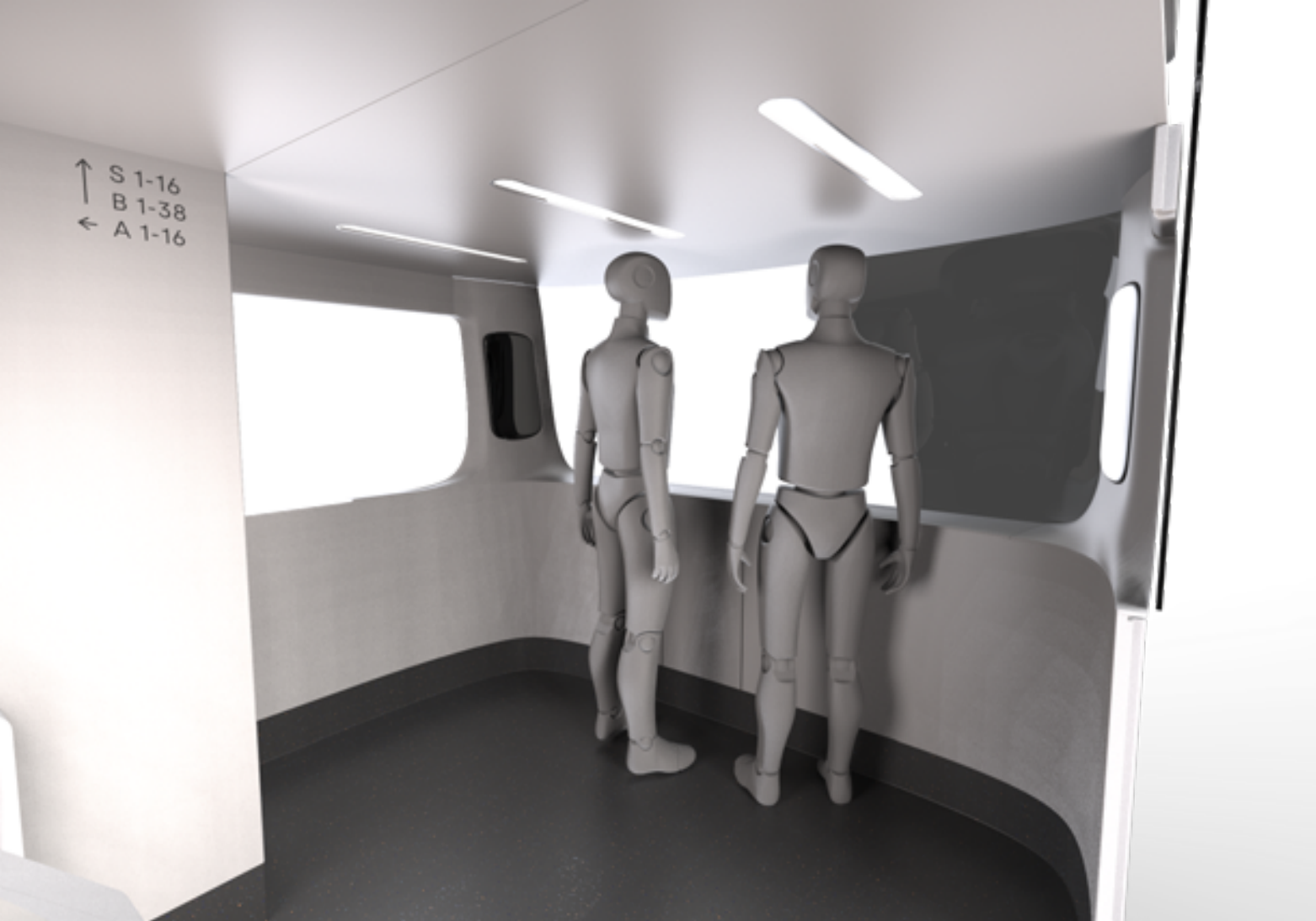
těchto náprav je situována kuchyňka pro přípravu kávy a jednoduchých pokrmů. Tato část tak příhodně přímo sousedí s prostorem s nádržemi na vodu. Nad pravými koly těchto náprav pak stoupá schodiště směrem vzhůru a za ním je situován odkládací prostor nezbytný pro stevardy a lednice. Zároveň je tento prostor vybaven sklápěcími sedadly pro stevardy.

Dále je ulička průchozí do zavazadlového prostoru, který je přístupné též dveřmi zvenku pro pohodlné odbavení cestujících.

Druhé patro nabízí hlavní kapacitu pro usazení cestujících, přičemž je rozděleno na dvě části. Hlavní otevřený oddíl je situovaný v přední části vozu a zadní neprůchozí část je oddělena protihlukovým sklem a tvoří tak tichý oddíl pro cestující vyžadující klid během cesty.

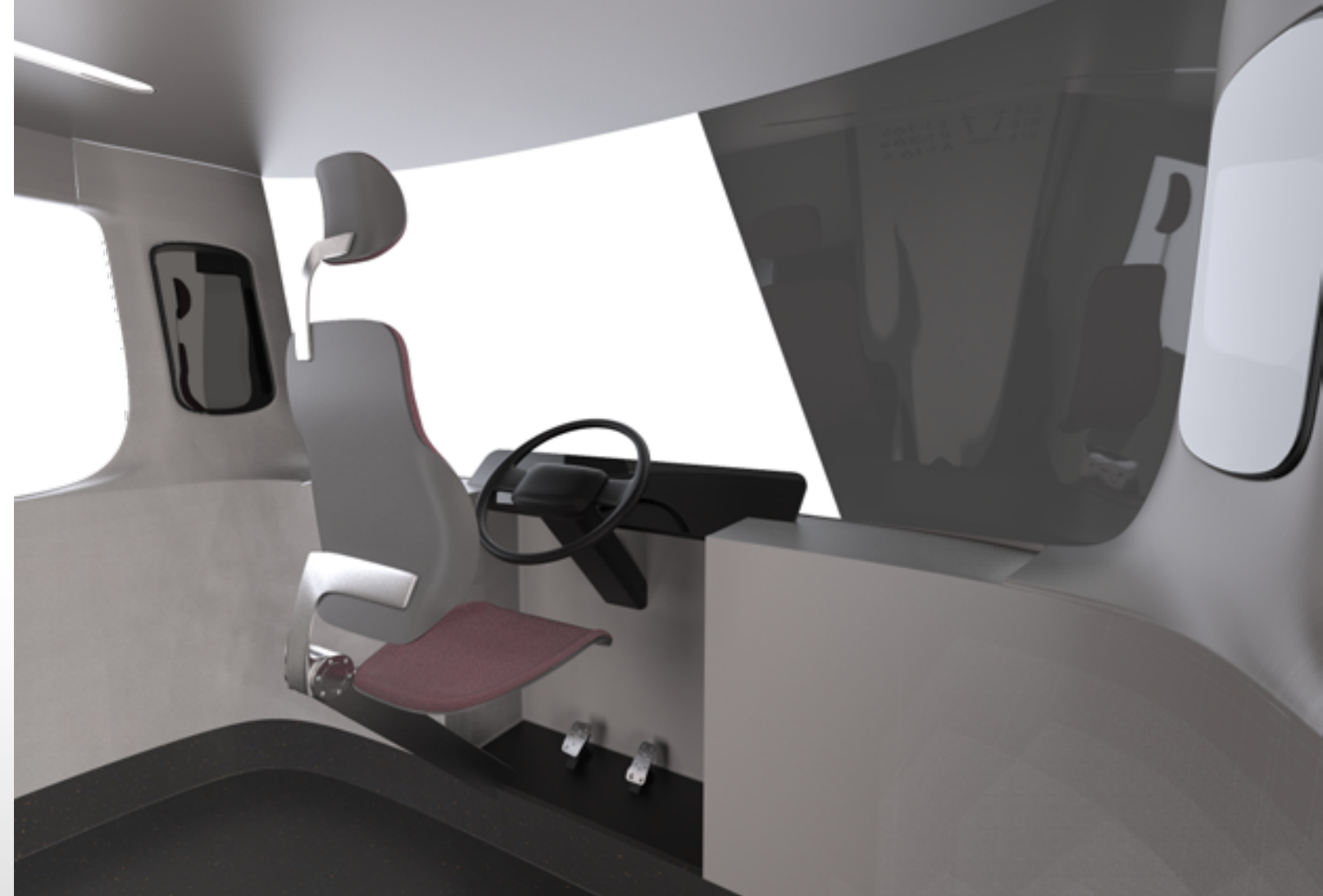
Přímo naproti schodům je umístěn prostor pro bezpečné odložení středně velkých zavazadel, které by nebylo možné umístit do podstropních odkládacích prostor.





Řešení vstupního „lobby“ prostoru v přední části autobusu. Na obrázku vlevo využití během autonomního režimu jízdy. Prostor slouží pro volný pohyb a setkávání pasažérů, displeje vsazené v A sloupcích mohou zobrazovat aktuální informace o cestě, například následujících zastávkách. Za bílou stěnou vlevo se nachází schodiště vedoucí do druhého patra.

Na obrázku vpravo nastínění alternativy se vztyčeným místem pro stevarda - řidiče v případě nouzové situace, která by vyžadovala převzetí manuální kontroly nad vozidlem. Displeje v A sloupcích v tomto případě plní svůj primární účel a to rozšíření zorného pole řidiče.



Druhý zádveňní prostor plní podstatně utilitárnější funkci. Na snímku vidíme pohled směřovaný od vstupních dveří, za schodištěm se nachází zasunovací dveře vedoucí do prostoru pro stevarda, napravo od nich se nachází přístupová dvířka ke správě vodovodního systému, který příhodně sousedí na levé straně s kuchyňkou a na pravé s toaletou. Úplně vpravo na snímku jsou vidět dveře oddělující tento rušnější prostor od oblasti pro cestující.





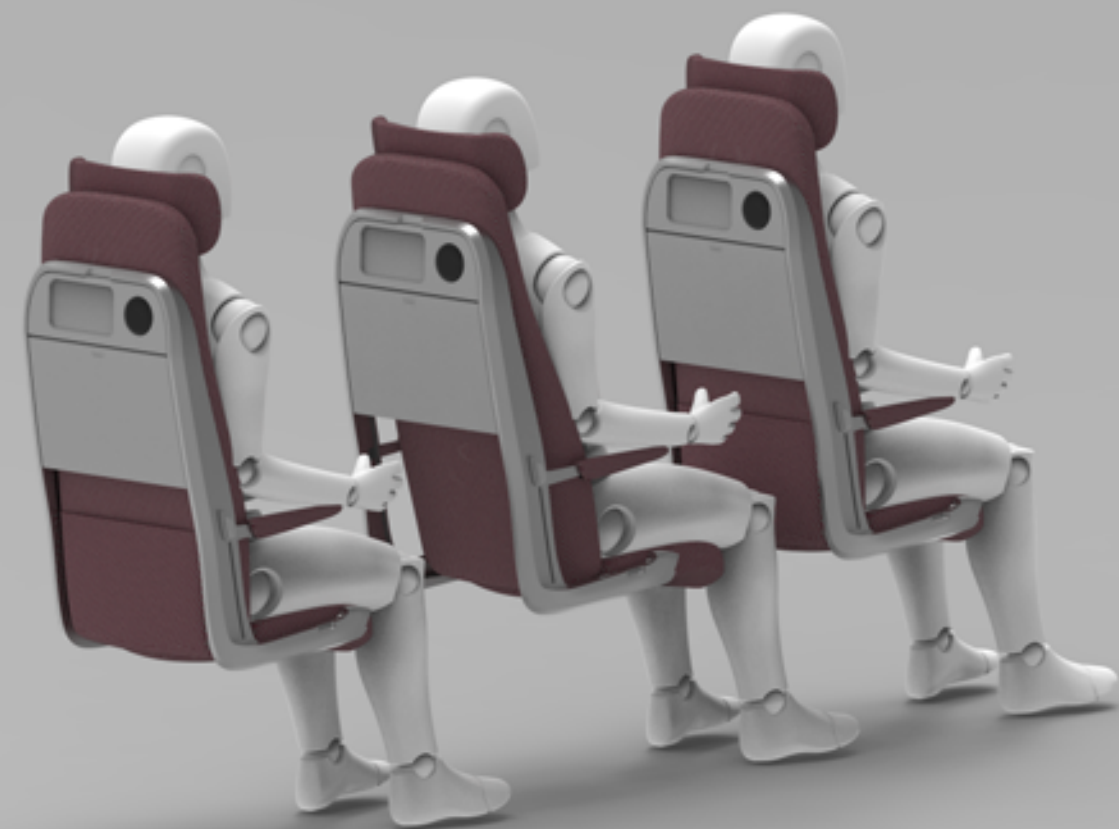
Konstrukce sedadla je založena na principu jednoduchého nosného rámu, který je oporou pro všechny důležité komponenty, jakožto polstrované díly pro sezení, loketní opěrku a také vyklápěcí stolečky ze zadní strany sedadla.

Loketní opěrka se pohybuje ve vertikální drážce nosného rámu a zároveň v předozadním směru. Toto řešení - narušil od konvenčních vyklápěcích opěrek - umožňuje cestujícím nastavit preferovanou ideální polohu. V uklizené poloze opěrka zapadá do výřezu v nosném rámu, kde nikterak narážá a je vždy po ruce.

Hlavová opěrka má možnost se pohybovat po své vertikální ose a její strany jsou mírně vyklápěcí pro pohodlnou oporu hlavy při odpočinku během cestování.

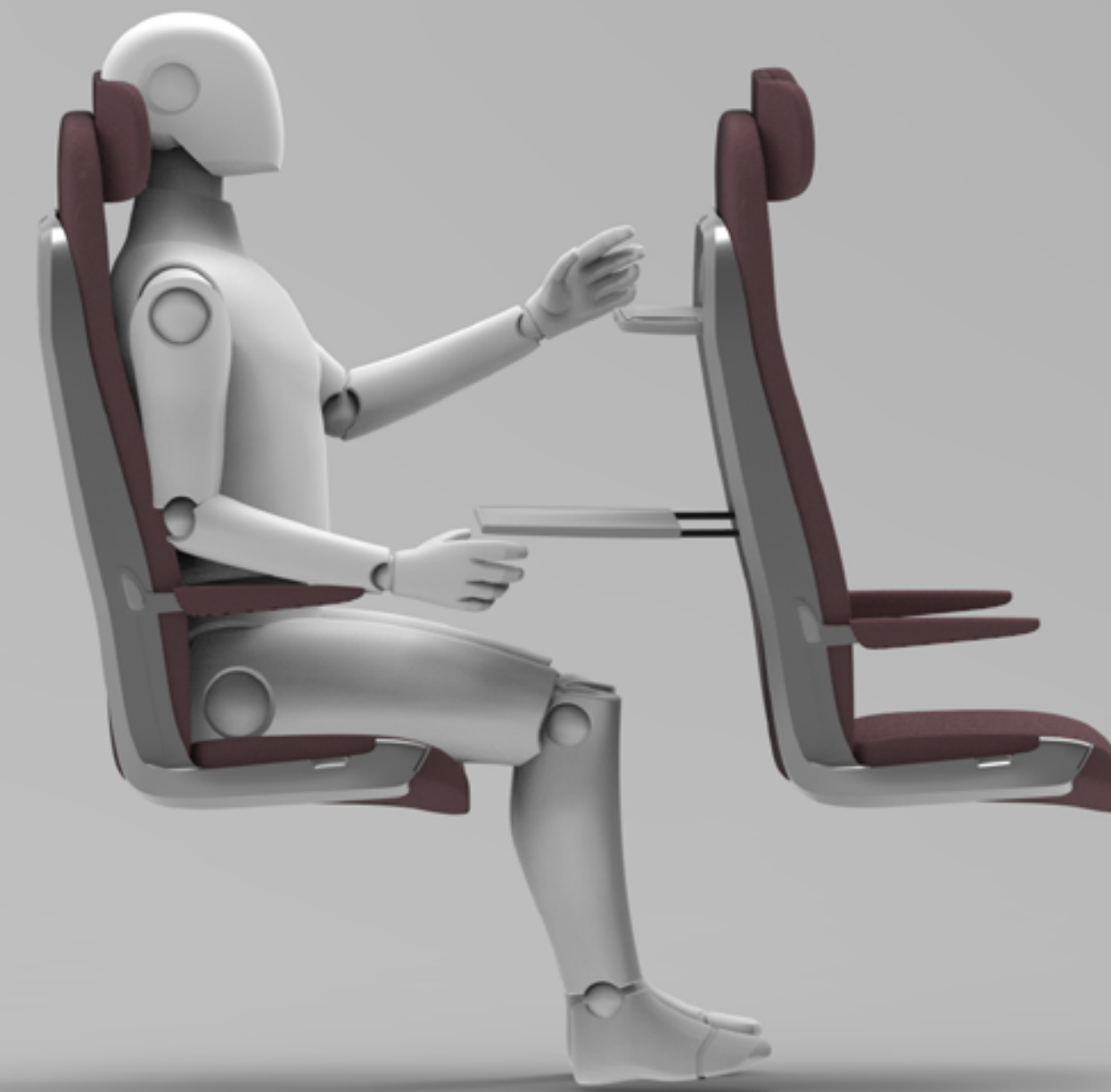
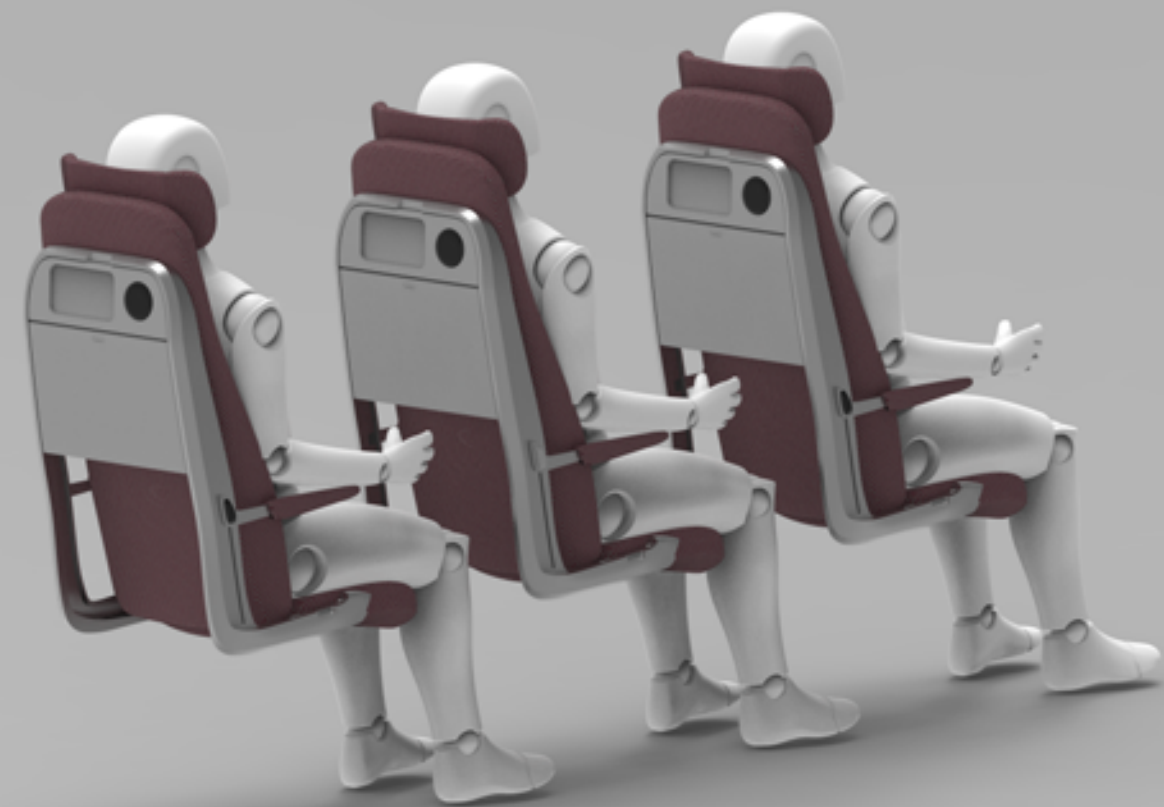
Tlačítko pro odjištění polohy sedadla za účelem změny jeho sklonu je umístěno na čele přední hrany nosného rámu, kde je intuitivně po ruce. Ke sklopení sedadla dochází dopředným pohybem sedáku.





V případě sklopení sedadla pasažérem na prostředním sedadle nedochází k omezení místa pro kolena ostatních cestujících, ale pouze jeho vlastního. Cestujícímu v řadě následujícímu tím naopak přibývá prostor k dobru.

V případě sklopení vícero sedadel v řadě po sobě následujících - například na noční lince - tedy není žádný z pasažérů trnitý na místě pro svá kolena.




Nosné rámy sedadel jsou ze zadní strany osazeny dvěma stolečky a malým displejem infotainment systému.

Spodní stoleček je větší a plní funkci klasického rozkládacího stolečku. Jeho upevnění na nosném rámu však zaručuje vyšší stabilitu a umožňuje tak i zvětšení jeho plochy. Pro jeho pohodlné využití je nasunut na profilech, které umožňují přitažení blíže k tělu.

Odkládací stoleček je umístěn nad velkým a je podstatně drobnější. Slouží jako odkládací prostor na drobnosti, jako je například telefon nebo nápoj. Jeho umístění výše je příhodné, jelikož je snadno dosažitelný a zároveň při vyklopení nezasahuje zásadně do prostoru před sedícím cestujícím a téměř ho tak neomezuje.

Záda sedadla jsou dále vybavena tradiční textilní kapsou, která se snadno přizpůsobí rozměrům uložených předmětů.



V zaklopené poloze odkládacího stolečku využívá displej infotainment systému otvoru pro umístění nápojů a kompenzuje ho do jedné roviny, díky čemuž působí celek celistvým a čistým dojmem.

Odkládací stoleček je ze své čelní strany vybaven magnetickou bezdrátovou nabíječkou, která zároveň umožňuje pohodlné uložení telefonu, který zůstane stále na očích i během nabíjení.

Ve vyklopené poloze je displej umístěn přímo nad držákem nápojů. Propad kelímku do nižší polohy zajišťuje jeho polohu a displej díky tomu zůstává stále snadno viditelný. Plocha odkládacího stolečku je vybavena protiskluzovým povrchem a díky své výšce tak poslouží ideálně pro postavení tabletu například za účelem sledování filmu.

Odkládací stoleček je snadno dostupný i při aktivním využívání stolku velkého. Indukční smyčka zajišťující nabíjení telefonu je umístěna ve zúženém místě hmoty stolu, díky čemuž je schopna zajistit nabíjení i při odložení zařízení přímo na odkládací plochu.

Mr. Baggins,  
welcome on  
board.





Infotainment je přímo navázaný na zákaznický systém společnosti a díky tomuto propojení umí cestujícím doručit personalizované informace, například o jejich konkrétním úseku cesty.

Po ověření identity usazeného cestujícího umožní infotainment zprostředkovat služby skrz na systém navázané aplikace. Například objednání vyzvednutí na čas příjezdu, nebo ovládání přehrávání médií na streamovacích službách.

Rozhraní infotainmentu poslouží například pro objednání občerstvení, nebo přehrávání médií z palubní knihovny. Případně přímé propojení s uživatelským účtem umožní i bezprostřední snadnou platbu stržením částky s přidružené platební karty.

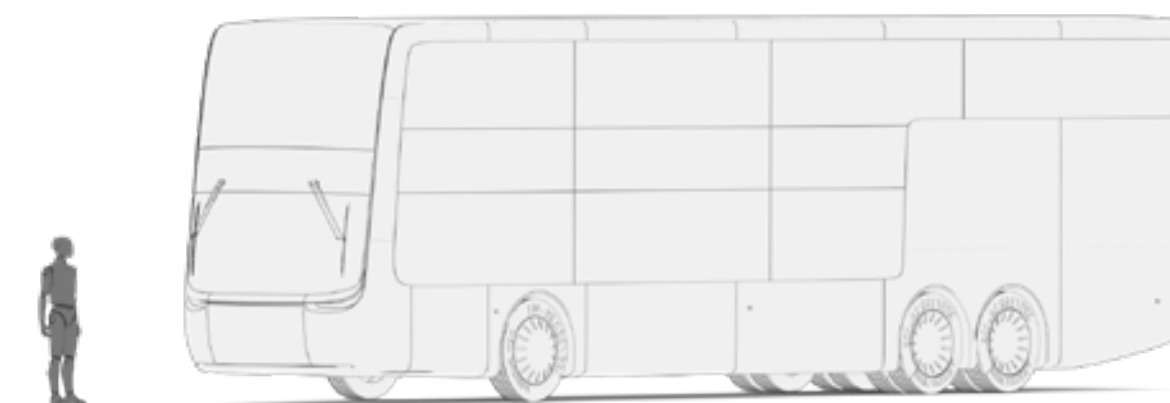
V případě potenciálně nebezpečnější jízdy mimo autonomní režim může posádka jednoduše poprostit cestující o usazení a zapnutí bezpečnostních pásů.

Práce naplnila a v něčem určitě i předčila má očekávání vyřčená v jejím úvodu. Autobus vychází z reálných parametrů, řadu řešení přebírá práce ze současných ověřených forem a ačkoliv se některé věci ukázaly jako poměrně omezené technickými, praktickými, nebo legislativními aspekty, tak se prostor pro inovace naskytl a já věřím, že jsem ho dokázal věcně využít. Řada řešení se do finálního rozpracování nedostala, už jenom proto, že nápady na další rozvoj návrhu stále přichází s novými inspiračními podněty. To je však při takovém rozsahu pochopitelné a jsem přesvědčen, že práce vhodně reprezentuje zamýšlenou koncepci.

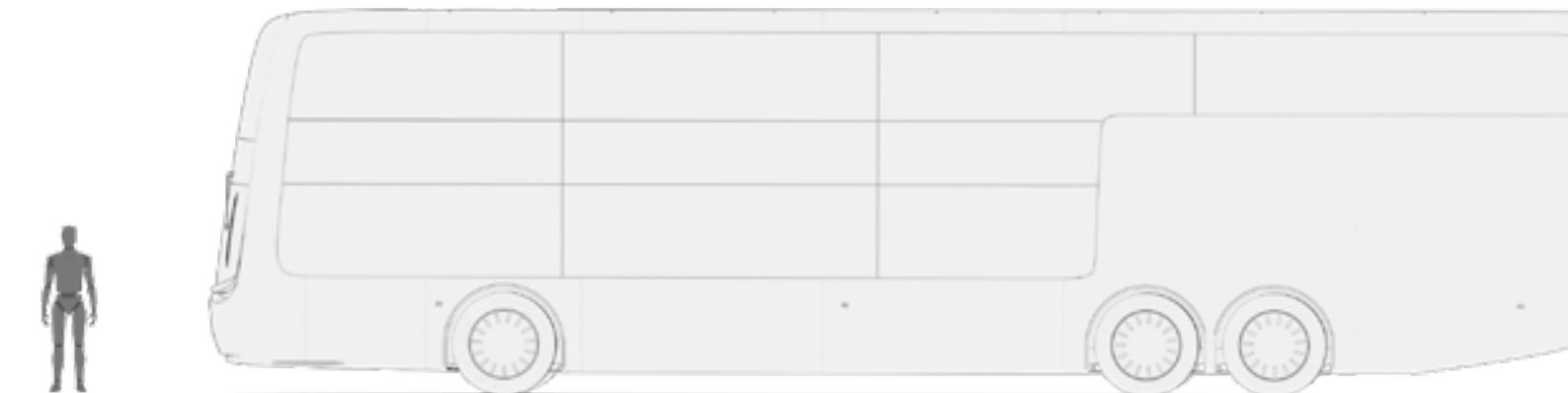
Očekávání vyřčená v úvodu v mnoha ohledech práce nejen naplnila, ale i předčila. Byla pestrá a stala se na tři měsíce mou téměř každodenní činností. Bavilo mě přemýšlet nad praktikáliemi jako je vnitřn prostorové řešení, stejně jako hledat správné linie, proporce a výraz masky.

Hodně jsem se z práce naučil a věřím, že tvoří důstojnou tečku za mým studiem.

Ještě jednou děkuji všem, kteří se na ní jakýmkoliv způsobem podíleli.



2550



4000

14000

## 8 | ZDROJE

## ANALYTICKÁ ČÁST

ANALYTICKÁ ČÁST / TECHNOLOGIE AUTONOMNÍHO ŘÍZENÍ

1 - [online]. [cit.2021-03-19]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Autonomn%C3%AD\_vozidlo

2 - [online]. [cit.2021-03-19]. Dostupné z: https://www.sae.org/news/2019/01/sae-updates-j3016-automated-driving-graphic

3 - [online]. [cit.2021-03-19]. Dostupné z: https://www.pravniprostor.cz/clanky/pravo-it/autonomni-vozidla-legislativa-spousta-otazek-zatim-malo-odpovedi

4 - [online]. [cit.2021-03-19]. Dostupné z: https://www.theverge.com/2020/10/22/21528508/tesla-full-self-driving-beta-first-reaction-video

5 - [online]. [cit.2021-03-25]. Dostupné z: https://www.cnet.com/roadshow/news/elon-musk-full-self-driving-tesla-earnings-call/

6 - [online]. [cit.2021-03-25]. Dostupné z: https://www.reuters.com/article/us-tesla-autonomous/tesla-very-close-to-level-5-autonomous-driving-technology-musk-says-idUSKBN24A0HE

7 - [online]. [cit.2021-03-25]. Dostupné z: https://www.roadandtrack.com/news/a35350331/checking-in-on-all-the-promises-elon-musk-and-tesla-have-made/

8 - [online]. [cit.2021-03-25]. Dostupné z: https://jalopnik.com/boschs-cto-seems-to-understand-the-reality-of-full-auto-1846037269

9 - [online]. [cit.2021-03-25]. Dostupné z: https://www.autoevolution.com/news/bosch-cto-corrects-elon-musk-no-level-5-autonomy-before-2025-154443.html

10 - [online]. [cit.2021-03-25]. Dostupné z: https://www.bain.com/insights/electric-and-autonomous-vehicles-the-future-is-now/

11 - [online]. [cit.2021-03-25]. Dostupné z: https://www.davidgordonlaw.com/blog/could-driverless-cars-really-reduce-traffic-fatalities/

Obrázky

[online]. [cit.2021-03-19]. Dostupné z: https://www.bain.com/insights/electric-and-autonomous-vehicles-the-future-is-now/

[online]. [cit.2021-03-19]. Dostupné z: https://www.roadandtrack.com/news/a35350331/checking-in-on-all-the-promises-elon-musk-and-tesla-have-made/

## ANALYTICKÁ ČÁST

setra DD

1 - Setra [online]. [cit.2021-03-18]. Dostupné z: https://www.setra-bus.com/cs-cz/vozidla/topclass/modely-dt.html?L=1

vdl dff2

1 - auto.cz [online]. [cit.2021-03-18]. Dostupné z: https://www.auto.cz/galerie/74219?foto=10

volvo dd

1 - Volvo buses [online]. [cit.2021-03-18]. Dostupné z: https://www.volvobuses.de/de-de/our-offering/coaches/volvo-9700-dd.html

skyliner

1 - Neoplan.com [online]. [cit.2021-03-18]. Dostupné z: https://www.neoplan.com/global/en/x\_site\_structure\_masters/crawler\_picture\_sitemap.xml

skyliner story

1 - Vercity.ru [online]. [cit.2021-03-18]. Dostupné z: https://auto.vercity.ru/gallery/automobiles/neoplan/1967/neoplan\_skyliner\_nh\_22\_l/

3 - Man truck bus [online]. [cit.2021-03-18]. Dostupné z: https://press.mantruckandbus.com/corporate/50-years-of-neoplan-skyliner-small-coaches-big-in-japan/

4 - Autor: STALKER, pro: busphoto.eu [online]. [cit.2021-03-19]. Dostupné z: http://busphoto.eu/photo/7751/

5 - carbase.com [online]. [cit.2021-03-19]. Dostupné z: https://carsbase.com/photo/neoplan/neoplan-skyliner-pic-63726.html

## jumbocruiser

4 - Autickar.cz [online]. [cit.2021-03-18]. Dostupné z: https://www.autickar.cz/clanek/galerie/2019-05-22-neoplan-jumbocruiser-ten-nejvetsi/

ANALYTICKÁ ČÁST / TECHNOLOGIE AUTONOMNÍHO ŘÍZENÍ A ELEKTRICKÉHO POHONU V AUTOBUSOVÉ DOPRAVĚ

1 - [online]. [cit.2021-03-30]. Dostupné z: https://www.cs-dopravak.cz/2019-12-7-flixbus-zastavil-testovn-elektrobusu-v-nmecku/

2 - [online]. [cit.2021-03-30]. Dostupné z: https://en.byd.com/bus/35-double-decker-electric-bus/

3 - [online]. [cit.2021-03-30]. Dostupné z: https://www.businessinsider.com/byd-fully-electric-45-foot-long-double-decker-motorcoach-2020-2#it-can-seat-up-to-77-people-and-has-two-wheelchair-optimized-spots-2

4 - [online]. [cit.2021-03-30]. Dostupné z: https://www.theguardian.com/world/2021/feb/25/driverless-electric-bus-hits-the-road-in-spanish-city-of-malaga

5 - [online]. [cit.2021-03-30]. Dostupné z: https://www.irizar.com/en/se-presenta-el-primer-autobus-autonomo-del-grupo-irizar-en-malaga/

6 - [online]. [cit.2021-03-30]. Dostupné z: https://www.volvobuses.com/en-en/news/2019/mar/volvo-and-singapore-university-ntu-unveil-world-first-full-size-autonomous-electric-bus.html

7 - [online]. [cit.2021-03-30]. Dostupné z: https://insideevs.com/news/382676/volvo-demonstrates-autonomous-bus-depot/

8 - [online]. [cit.2021-03-30]. Dostupné z: https://www.scania.com/group/en/home/about-scania/innovation/technology/autonomous-solutions.html

9 - [online]. [cit.2021-03-30]. Dostupné z: https://irim3.com/autonews/drones/scania-i-nobina-pervymi-v-evrope-pristupayut-k-opytnoy-ekspluatatsii-avtonomykh-elektrobusov/

10 - [online]. [cit.2021-03-30]. Dostupné z: https://www.auto.cz/scania-a-autonomni-dopravni-reseni-95975

11 - https://equipmake.co.uk/2019/10/16/equipmake-unveils-low-floor-electric-bus-chassis-at-busworld-2019/

12 - https://insideevs.com/news/387033/equipmake-launches-ebus-chassis-plant-uk/

13 - https://caetanobus.pt/en/buses/electric-chassis-2/

Obrázová příloha

https://insideevs.com/news/387033/equipmake-launches-ebus-chassis-plant-uk/

https://equipmake.co.uk/2019/10/16/equipmake-unveils-low-floor-electric-bus-chassis-at-busworld-2019/

https://caetanobus.pt/en/buses/electric-chassis-2/

https://www.cs-dopravak.cz/2019-12-7-flixbus-zastavil-testovn-elektrobusu-v-nmecku/

https://en.byd.com/bus/35-double-decker-electric-bus/

https://www.businessinsider.com/byd-fully-electric-45-foot-long-double-decker-motorcoach-2020-2#it-can-seat-up-to-77-people-and-has-two-wheelchair-optimized-spots-2

https://www.irizar.com/en/se-presenta-el-primer-autobus-autonomo-del-grupo-irizar-en-malaga/

https://www.volvobuses.com/en-en/news/2019/mar/volvo-and-singapore-university-ntu-unveil-world-first-full-size-autonomous-electric-bus.html

https://www.scania.com/group/en/home/about-scania/innovation/technology/autonomous-solutions.html



## ANALYTICKÁ ČÁST / DESIGNOVÝ JAZYK ELEKTROMOBILŮ

1 - [https://arrival-site-cms.s3.eu-west-2.amazonaws.com/82a1f3f2-cfc3-4a42-844c-d3e9142dbb3f\\_201215\\_Arrival\\_Analyst\\_Presentation\\_arrival.pdf](https://arrival-site-cms.s3.eu-west-2.amazonaws.com/82a1f3f2-cfc3-4a42-844c-d3e9142dbb3f_201215_Arrival_Analyst_Presentation_arrival.pdf)

### Obrázky

Arrival - Arrival.com [online]. [cit.2021-03-20]. Dostupné z: <https://arrival.com/?topic=products>

Mercedes - Daimler.com [online]. [cit.2021-03-20]. Dostupné z: <https://www.daimler.com/>

Tesla Roadster - Tesla.com [online]. [cit.2021-03-20]. Dostupné z: [https://www.tesla.com/cs\\_CZ/tesla-gallery](https://www.tesla.com/cs_CZ/tesla-gallery)

Tesla Cybertruck - Tesla.com [online]. [cit.2021-03-20]. Dostupné z: [https://www.tesla.com/cs\\_CZ/tesla-gallery](https://www.tesla.com/cs_CZ/tesla-gallery)

Tesla Semí - Tesla.com [online]. [cit.2021-03-20]. Dostupné z: [https://www.tesla.com/cs\\_CZ/tesla-gallery](https://www.tesla.com/cs_CZ/tesla-gallery)

Scania NXT - Scania.com [online]. [cit.2021-03-20]. Dostupné z: <https://www.scania.com/group/en/home/newsroom/news/2019/taking-urban-transport-to-the-nxt-level-a-new-concept-from-scania.html>

Honda E - autorevue.cz [online]. [cit.2021-03-20]. Dostupné z: [https://www.autorevue.cz/Client.Gallery/show.aspx?id\\_file=750398226&article=44301](https://www.autorevue.cz/Client.Gallery/show.aspx?id_file=750398226&article=44301)

Neuron EV - uncrate.com [online]. [cit.2021-03-20]. Dostupné z: <https://uncrate.com/neuron-ev-modular-trucks/>

carscoops.com [online]. [cit.2021-03-20]. Dostupné z: <https://www.carscoops.com/2019/11/neuron-ev-t-one-electric-pickup-van-actually-exists-as-pre-production-prototype/>

e-drivers.com [online]. [cit.2021-03-20]. Dostupné z: <https://e-drivers.com/neuron-t-one-pickup/>

VW I.D. - volkswagen-newsroom.com [online]. [cit.2021-03-20]. Dostupné z: <https://www.volkswagen-newsroom.com/en/id-concept-car-3904>

designmag.cz [online]. [cit.2021-03-20]. Dostupné z: <https://www.designmag.cz/technika/85789-volkswagen-ukazal-koncept-planovaneho-futuristickeho-kombiku-id-space-vizzion.html>

ev-database.org [online]. [cit.2021-03-20]. Dostupné z: <https://ev-database.org/car/1127/Volkswagen-ID3-Pure-Performance>

BMW i - [online]. [cit.2021-03-20]. Dostupné z: <https://rybakov.photo/advertisement>

[online]. [cit.2021-03-20]. Dostupné z: <https://www.magzter.com/stories/Mens-Magazines/FHM-Magazine-South-Africa/More-Battery-Muscle-For-New-BMW-i3>

[online]. [cit.2021-03-20]. Dostupné z: <https://www.bmw.cz/cs/all-models/bmw-i/i8-roadster/2017/bmw-i8-roadster.html>

[online]. [cit.2021-03-20]. Dostupné z: <https://cz.pinterest.com/pin/756041856166400264/>

## MOŽNÝ VÝVOJ MEZINÁRODNÍ HROMADNÉ DOPRAVY

1 - [online]. [cit.2021-05-26]. Dostupné z: [https://ec.europa.eu/transport/themes/infrastructure/ten-t\\_en](https://ec.europa.eu/transport/themes/infrastructure/ten-t_en)

2 - [online]. [cit.2021-05-26]. Dostupné z: [https://en.wikipedia.org/wiki/Trans-European\\_Transport\\_Network](https://en.wikipedia.org/wiki/Trans-European_Transport_Network)

3 - [online]. [cit.2021-05-26]. Dostupné z: <https://edition.cnn.com/travel/article/how-long-hyperloop/index.html>

4 - [online]. [cit.2021-05-26]. Dostupné z: <https://en.wikipedia.org/wiki/Hyperloop>

## GRAFIK VYUŽITA V RÁMCI PROSTŘEDÍ INFOTAINMENT SYSTÉMU

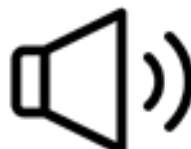
nounproject.com



Created by Miron Florin  
from Noun-Project



Created by Roger Orlov Jordan  
from Noun-Project



Created by Graham  
from Noun-Project



Created by Håkan  
from Noun-Project



Created by LARRY GALE AL ALI@NOUN  
from Noun-Project



Created by Christoph  
from Noun-Project



Created by Jo Berman  
from Noun-Project



Created by Diego  
from Noun-Project



Created by Mikael Gustav  
from Noun-Project



