



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

## FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

## ÚSTAV KONSTRUOVÁNÍ

INSTITUTE OF MACHINE AND INDUSTRIAL DESIGN

## DESIGN LEHKÉHO DODÁVKOVÉHO ELEKTROMOBILU

DESIGN OF ELECTRIC LIGHT VAN

### DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

### AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Antonín Paš

### VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. akad. soch. Ladislav Křenek, ArtD.

BRNO 2021



# Zadání diplomové práce

Ústav:	Ústav konstruování
Student:	<b>Bc. Antonín Paš</b>
Studijní program:	Aplikované vědy v inženýrství
Studijní obor:	Průmyslový design ve strojírenství
Vedoucí práce:	<b>doc. akad. soch. Ladislav Křenek, ArtD.</b>
Akademický rok:	2020/21

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma diplomové práce:

## Design lehkého dodávkového elektromobilu

### Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Kategorii lehkých dodávkových automobilů není věnována v současně se prudce rozvíjející elektromobilitě přiměřená pozornost, ačkoli právě v oblasti přepravy nákladu mohou elektromobily najít širokou řadu uplatnění. Analýza dané problematiky a vytvoření inovativní designérské vize tohoto typu užitkového vozidla může přinést nové inspirační myšlenky a podněty pro výrobní sféru.

Typ práce: vývojová – designérská

Výstup práce: aplikovaný výsledek (Fužit, Fprum, Gprot, Gfunk, R)

Projekt: specifický vysokoškolský výzkum

### Cíle diplomové práce:

Navrhnout lehký dodávkový elektromobil s hmotností do 3,5 t (kategorie N1) určeného pro přepravu nákladu v městských a příměstských oblastech. Konceptce bude navržena pro realizaci v horizontu max. 5 let.

Dílčí cíle diplomové práce:

- identifikovat hlavní designérské trendy a charakteristické prvky současných elektromobilů,
- navrhnou originální design a technicky progresivní koncepci,
- realizovat fyzický model ve zmenšeném měřítku.

Požadované výstupy: průvodní zpráva, sumarizační poster, technický poster, ergonomický poster, designérský poster, fotografie modelu, fyzický model.

Rozsah práce: cca 72 000 znaků (40 – 50 stran textu bez obrázků).

Časový plán, struktura práce a šablona průvodní zprávy jsou závazné:

<http://ustavkonstruovani.cz/texty/magisterske–studium–ukonceni/>

#### **Seznam doporučené literatury:**

DREYFUSS, Henry. Designing for people. New York: Allworth Press, 2003. ISBN 1581153120.

FIELL, Charlotte a Peter FIELL (eds.). Designing the 21st century: design des 21. Jahrhunderts Le design du 21 siècle. Köln: Taschen, c2001. ISBN 3-8228-5883-8.

LIDWELL, William. a Gerry. MANACSA. Deconstructing product design: exploring the form, function, usability, sustainability, and commercial success of 100 amazing products. Beverly, Mass.: Rockport Publishers, c2009. ISBN 1592533450.

NORMAN, Donald A. Emotional design: why we love (or hate) everyday things. New York: Basic Books, 2005. ISBN 0-465-05136-7.

PELCL, Jiří. Design: od myšlenky k realizaci = from idea to realization. V Praze: Vysoká škola uměleckoprůmyslová v Praze, c2012. ISBN 978-80-86863-45-0.

THOMPSON, Rob. a Young Yun. KIM. Product and furniture design. New York: Thames & Hudson, 2011. Manufacturing guides. ISBN 0500289190.

KULA, Daniel, Elodie TERNAUX a Quentin HIRSINGER. c2012. Materiology: průvodce světem materiálů a technologií pro architektky a designéry. Praha: Happy Materials. ISBN 978-80-260-0538-4.

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2020/21

V Brně, dne

L. S.

---

prof. Ing. Martin Hartl, Ph.D.  
ředitel ústavu

---

doc. Ing. Jaroslav Katolický, Ph.D.  
děkan fakulty



## ABSTRAKT

Tato práce řeší design lehkého užitkového vozu kategorie N1. Kromě návrhu vizuálu je cílem najít smysluplné využití tohoto typu elektrického vozu, a přizpůsobit design potřebám uživatele či možnostem nových technologií.

Bylo navrženo použití lehkého dodávkového elektromobilu jako vozidla pro koncové doručování (last mile delivery) a následný návrhový proces bere tento záměr v potaz. Aspekty vedoucí k určujícím rozhodnutím jsou v práci taktéž popsány.

Finální návrh vyniká originálním tvarováním, přičemž možnosti barevného a grafického řešení jej činí lehce rozlišitelným mezi ostatními vozy. Výsledkem je taktéž návrh několika změn v ergonomii vozidla, které jsou zaměřeny na komfort řidiče a celkové přizpůsobení vozu zvolenému účelu.

## KLÍČOVÁ SLOVA

Dodávkový vůz, lehké užitkové vozidlo, koncové doručování, elektromobil, design

## ABSTRACT

This thesis deals with light utility vehicle design (class N1). Apart from designing vehicle's appearance, other goals such as finding suitable usage of this electric vehicle type or adapting design to user's needs and new technologies available were set.

Usage of light e-van as a last mile delivery vehicle is proposed and following design process takes this purpose into account. Reasoning behind determining decisions is also given in this thesis.

Final design stands out with original shaping, while possibilities of colour and graphics make it easily distinguishable among other vehicles. Design also suggests multiple changes in ergonomics of the vehicle, focused mainly on driver's comfort and overall adaptation to selected vehicle's use.

## KEYWORDS

Van, light utility vehicle, last mile delivery, electric vehicle, design



## BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

PAŠ, Antonín. *Design lehkého dodávkového elektromobilu*. Brno, 2021. Dostupné také z: <https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/132481>. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Ústav konstruování. Vedoucí práce Ladislav Křenek.



## PODĚKOVÁNÍ

Na tomto místě bych rád poděkoval všem lidem, kteří mi jakkoli pomohli k dokončení této diplomové práce. Konkrétně jsem vděčný:

Doc. Ladislavu Křenkovi za podnětné připomínky

Ing. Janu Novotnému za rady při tvorbě digitálního modelu v prostředí Alias AutoStudio  
kolektivu firmy Evektor s r.o. v Brně za možnost ověření proporcí vozu ve VR

Martinu Bigasovi za možnost absolvovat směnu s kurýrem

Jiřímu Markovi za informace o České Poště

Patricii Turkové za zprostředkování mých dotazů na DPD Group

Doc. Martinu Vrbkovi a Ing. Evě Fridrichové Ph.D. za připomínky k textové části práce.

V neposlední řadě pak patří největší vděk mé rodině.

## PROHLÁŠENÍ AUTORA O PŮVODNOSTI PRÁCE

Prohlašuji, že diplomovou práci jsem vypracoval samostatně, pod odborným vedením doc. akad. soch. Ladislava Křenka, ArtD. Současně prohlašuji, že všechny zdroje obrazových a textových informací, ze kterých jsem čerpal, jsou řádně citovány v seznamu použitých zdrojů.

.....

Podpis autora



# OBSAH

<b>1</b>	<b>ÚVOD</b>	<b>15</b>
<b>2</b>	<b>PŘEHLED SOUČASNÉHO STAVU POZNÁNÍ</b>	<b>16</b>
2.1	Designérská analýza	16
2.1.1	Historický vývoj	16
2.1.2	Současní zástupci	17
2.1.3	Koncepty	24
2.2	Technická analýza	29
2.2.1	Typy elektromobilů	29
2.2.2	Klíčové komponenty elektromobilu	29
2.2.3	Typy pohonného ústrojí	31
2.2.4	Trakční elektromotory	33
2.2.5	Výkonová elektronika	36
2.2.6	Zdroje elektrické energie	38
2.2.7	Dobíjení	44
2.2.8	Karoserie, podvozek	45
2.2.9	Srovnání rozměrů	47
<b>3</b>	<b>ANALÝZA PROBLÉMU A CÍL PRÁCE</b>	<b>49</b>
3.1	Analýza problému	49
3.2	Analýza, interpretace a zhodnocení poznatků z rešerše	50
3.3	Cíle práce	57
3.4	Cílová skupina	60
3.4.1	Obecné charakteristiky	60
3.4.2	Uživatelská cesta – analýza procesu doručování	61
3.5	Základní parametry a legislativní omezení	65
3.5.1	Legislativní omezení	65
3.5.2	Základní parametry	66
3.6	Použité výrobní technologie, potenciální trh a cena	68
3.6.1	Výrobní technologie	68
3.6.2	Potenciální trh, objem výroby a cena	69
<b>4</b>	<b>VARIANTNÍ STUDIE DESIGNU</b>	<b>72</b>
4.1	Úvodní studie a skici	72
4.1.1	Hrubé skici	72
4.2	Varianty úložného prostoru	73

4.2.1	Inspirace – výměnný modul s automatickým výdejem	73
4.2.2	Výsuvné policové organizéry	74
4.2.3	Posuvné police s přepážkami	76
4.2.4	Posuvná podlaha s přepážkou	77
4.2.5	Zhodnocení	78
<b>4.3</b>	<b>Varianty designu</b>	<b>79</b>
4.3.1	Varianta 1	80
4.3.2	Varianta 2	81
4.3.3	Varianta 3	82
<b>4.4</b>	<b>Výběr finální varianty</b>	<b>83</b>
<b>5</b>	<b>TVAROVÉ ŘEŠENÍ</b>	<b>84</b>
<b>5.1</b>	<b>Kompozice</b>	<b>84</b>
5.1.1	Postupný vývoj	84
5.1.2	Určující prvky	85
5.1.3	Čelní pohled	86
5.1.4	Boční pohled	88
5.1.5	Zadní pohled	89
<b>5.2</b>	<b>Detaily</b>	<b>91</b>
5.2.1	Světlomety	91
5.2.2	Grafické prvky	93
<b>5.3</b>	<b>Velikostní varianty</b>	<b>96</b>
<b>5.4</b>	<b>Specifika modelování pro automotive</b>	<b>97</b>
<b>6</b>	<b>KONSTRUKČNĚ TECHNOLOGICKÉ ŘEŠENÍ</b>	<b>101</b>
<b>6.1</b>	<b>Rozměrové řešení</b>	<b>101</b>
6.1.1	Hmotnost	101
6.1.2	Rozměry vozidla	102
<b>6.2</b>	<b>Vnitřní mechanismy a komponenty</b>	<b>103</b>
6.2.1	Motor a jeho umístění	105
6.2.2	Baterie a dobíjení	106
6.2.3	Užitečná hmotnost	108
6.2.4	Podvozek a zavěšení	108
6.2.5	Externí kamery	108
6.2.6	Nákladový prostor	109
<b>6.3</b>	<b>Materiálové řešení</b>	<b>113</b>
6.3.1	Karoserie	114



6.4	Technologie	115
6.5	Ergonomie	116
6.5.1	Pozice řidiče	116
6.5.2	Nástup/výstup	118
6.5.3	Interiér	121
6.5.4	Výhled	128
6.5.5	Nákladový prostor	131
6.5.6	Dobíjení	135
6.6	Bezpečnost a hygiena	136
6.6.1	Pasivní bezpečnost	136
6.6.2	Aktivní bezpečnost	137
6.6.3	Hygiena	138
6.7	Udržitelnost	138
6.7.1	Životní cyklus vozidla	138
6.7.2	Recyklace	138
6.7.3	Produkce emisí	139
<b>7</b>	<b>BAREVNÉ A GRAFICKÉ ŘEŠENÍ</b>	<b>141</b>
7.1	Barevné řešení	141
7.2	Grafické řešení	141
7.2.1	Aplikace vizuálního stylu	141
7.2.2	Název	146
7.2.3	Logo a logotyp	146
<b>8</b>	<b>DISKUZE</b>	<b>150</b>
8.1	Psychologická funkce	150
8.2	Sociální funkce	151
8.3	Ekonomická funkce a cenová hladina	152
8.3.1	Provozní náklady	152
8.3.2	Cenová hladina	156
8.4	Marketingová analýza	157
8.5	Cílová skupina	157
<b>9</b>	<b>ZÁVĚR</b>	<b>159</b>
<b>10</b>	<b>SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ</b>	<b>160</b>
<b>11</b>	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ A GRAFŮ</b>	<b>176</b>

<b>12</b>	<b>SEZNAM TABULEK</b>	<b>182</b>
<b>13</b>	<b>SEZNAM PŘÍLOH</b>	<b>183</b>
13.1	Samostatné přílohy	183
<b>14</b>	<b>PŘÍLOHY</b>	<b>184</b>

# 1 ÚVOD

Elektromobilita míří vstříc svému druhému období rozmachu. Je tlačena do popředí mimo jiné i restrikcemi Evropské Unie, které výrobcům automobilů nařizují tak přísné limity flotilových emisí, že jedinou cestou k jejich splnění je minimálně částečná elektrifikace portfolia. Je třeba nalézt oblast, kde využití elektrických pohonů při současném stavu technologií dává smysl. Tou se zdají být vozidla určená pro městský a příměstský provoz, mezi která částečně patří i segment lehkých dodávkových vozů.

Spolu se stálým růstem e-commerce v ČR i napříč Evropou stoupá poptávka po přepravě zásilek a koncovém rozvozu rozličných komodit. S příchodem krize způsobené pandemií nemoci Covid-19 se ukázalo, že tato forma přepravy umožňuje provádět nákupy s minimalizací osobní interakce a další růst poptávky se dá tedy v budoucnu očekávat i z oblasti nákupu zboží denní potřeby, především pak potravin.

Východiskem výše zmíněných aspektů je mimo jiné elektrifikace rozvážkových vozů pro koncovou přepravu (tzv. last mile delivery). Nešlo by jen o krok směrem k ekologičtějšímu provozu, toto konkrétní použití elektromobilů navíc eliminuje několik negativ, která jsou s provozem plně elektrifikovaných vozidel spjata. Navíc se v tomto odvětví otevírá prostor pro designéra, neboť segmentu elektrických užitkových vozidel nebyla i přes prudký rozvoj elektromobility věnována dostatečná pozornost. Někteří výrobci stále tápou, jak design dodávkových elektromobilů pojmout. Ačkoli bylo představeno několik konceptů s potenciálem udat směr vývoje, je nejběžnějším přístupem současnosti úprava spalovacích modelů, kde není použitý pohon nijak reflektován v designu vozu.

Tato práce analyzuje existující dodávkové elektromobily ze strany designu a uvádí stručný přehled aktuálně dostupných technologií souvisejících s tématem. Následně na základě analýzy řešerše hledá vhodnou oblast použití dodávkového elektromobilu a jeho cílovou skupinu. Dle zjištěných informací jsou vytyčeny cíle práce a následný návrhový proces se snaží tyto v maximální možné míře naplnit. Výsledkem je vize, jak by v krátkém časovém horizontu mohlo vypadat vizuální pojetí tohoto typu vozu a návrh několika dílčích řešení, která by mohla přispět ke zlepšení užité hodnoty vozu. Práce také zdůvodňuje volbu konkrétních technických parametrů a diskutuje nad obecnými aspekty vytvořeného návrhu.

## 2 PŘEHLED SOUČASNÉHO STAVU POZNÁNÍ

### 2.1 Designérská analýza

#### 2.1.1 Historický vývoj

První sériově vyráběný elektromobil byl představen roku 1899 firmou Baker Electric. Začátek 20. století pak obecně platí za zlatý věk elektromobilů, neboť vozy se spalovacím motorem ještě nebyly technologicky pokročilé, uživatelsky přívětivé a netěšily se proto velké oblibě. Příčinou byla především nutnost manuálního startování a řazení, spojená s nepříjemným zápachem zplodin. [1]

Roku 1908 započala masová výroba vozu Ford T [2] a spalovací vozy rázem získaly výhodu v podobě výrazně nižší ceny [1]. Automobilka Ford stojí i za prvním sériově vyráběným užitkovým vozem, kterým se roku 1917 stal Ford TT, což byla upravená nákladní verze slavného modelu T [3].

S rozvojem silniční sítě a technologickým pokrokem v oblasti spalovacích motorů začaly elektromobily po roce 1920 postupně mizet, až se na několik desetiletí téměř vytratily [4]. Pozvolný návrat k elektromobilitě začíná až ve 2. polovině 20. století. Větší pozornosti se jí dostává v období ropných krizí díky prudkému růstu cen fosilních paliv. Vozy představené do 90. let 20. století však nedosahují větších úspěchů či výraznějšího rozšíření. [5]

Významným milníkem pro dnešní elektromobily byl rok 1990, kdy došlo k představení Lithium-iontových baterií [6]. Od té doby jejich vývoj stále pokračuje, a i v současnosti jsou v oblasti baterií nejlepším dostupným kompromisem mezi kapacitou, hmotností a cenou. Jejich rozšíření odstartovalo vývoj elektromobility do podoby, jakou známe dnes.



**Obr. 2.1** Elektrifikované dodávky východoněmecké pošty (1953) [7]

## 2.1.2 Současní zástupci

### Navistar E-Star

Vozidlo E-Star bylo vyráběno americkou firmou Navistar od roku 2010 [8] a je tak jedním z prvních čistě elektrických novodobých dodávkových vozů vůbec. Vůz byl navržen výhradně pro převoz zásilek a výsledná koncepce i vzhled jsou tomu plně podřízeny.

Za hlavní aspekt designu i negativum můžeme označit tvarovou nesourodost kabiny a zbytku vozu. Kabina pak svým tvarováním připomíná spíše nákladní automobil, ačkoli velikostí se jedná o větší dodávkový vůz (maximální přípustná hmotnost 5,4t) [9]. Celek potom působí tak, že na kabině bylo snahou vytvořit nějaké tvarové řešení, zatímco nákladovému prostoru nebyla věnována žádná pozornost, a zůstává tak pouhým kvádrem s dveřmi a podběhy pro kola. Zajímavým prvkem je odlišná koncepce vnitřního prostoru, kdy je za přední nápravou napříč vozem umístěn vstupní prostor, ze kterého je pak přístupná kabina i prostor nákladový. Řidič tak na své cestě z vozu nejprve vyzvedne zásilku a až poté opustí vůz samotný. Nákladový prostor je přístupný i zezadu po otevření rolety. Ze zadního pohledu pak vynikne poměr šířky a výšky vozu, který oblá přední část skrývá – vůz je mnohem užší, než se může z boku a čelního poloprofilu zdát. Stran barevného řešení působí nehezky plastový pruh kolem světlometů, který tříští přední plochu na segmenty. Jednoduchý tvar nákladového prostoru umožňuje efektivní aplikaci polepů přepravních společností.

Specifikace: 70 kW motor, 80 kWh baterie, dobíjení 8 h, dojezd max. 160 km, užitečná hmotnost 2,3 t [9]



Obr. 2.2 Navistar E-Star ve službách FedEx [10]

## Streetscooter Work

Streetscooter Work byl vyvinut jako levný a efektivní způsob přepravy pro Deutsche Post. Bylo vyrobeno více než 12 000 vozů, k roku 2020 však byla výroba ukončena pro dlouhodobou ztrátovost [11].

Hlavním prvkem je použití jednoduché skříňové nástavby. Z pohledu převozu zboží je praktickým řešením, z hlediska vzhledu ale vůz dělí na dvě poloviny, korespondující snad jen barevně. Přední polovina vozu působí robustně, s těžištěm blíže k zemi, zatímco zadní skříň ležící na odhaleném žebřinovém rámu opticky působí velmi lehce, a s přední polovinou výrazně kontrastuje, čemuž nenapomáhají ani zadní kola plující v prostoru pod zadní skříní. Kromě této hlavní disproporce si pak můžeme povšimnout několika dílčích negativ. Snímatelné plastové nárazníky jsou praktickým řešením, použití téhož plastu pro tělo světlometů však vytváří laciný dojem. Výrazným prvkem přídě je hrana kapoty, která však tvoří nadbytečnou téměř vertikální plochu nad světlomety, která celou příd' opticky zvyšuje. Kapota je pak naproti tomu téměř vodorovná, čímž vzniká ostrý negativní přechod mezi ní a čelním sklem, se kterým opět kontrastuje pozvolný přechod do střechy. Ta je poté razantně useknuta a střídá ji skříň nákladového prostoru. Absence výraznějších sacích otvorů dodává přídí lehký výraz elektromobility. Skříňová nástavba umožňuje snadnou aplikaci firemního stylu. Barevné členění karoserie plech/plast umocňuje dojem nejednotnosti.

Specifikace: Motor 68 kW, baterie 43,4 kW, dojezd max. 205 km (NEDC<sup>1</sup>), užitečná hmotnost 720 kg [12]



**Obr. 2.3** Streetscooter Work ve službách Deutsche Post [13]

---

<sup>1</sup> New European Driving Cycle – jízdní cyklus pro měření spotřeby a emisí v laboratoři



## Nissan E-NV200

Model E-NV200 podobně jako e-Vito původně vznikl jako spalovací dodávka s názvem NV200. Postupem času byl modernizován a roku 2012 byla představena elektrifikovaná verze E-NV200 [14].

Velká část vozu vychází z původní spalovací verze, výrazněji přepracována byla pouze čelní část. Ta z některých pohledů působí originálně, hladce a moderně. Jako celek však design vzbuzuje řadu otázek, ať už se jedná o velmi výrazný čelní převis (patrný z bočního pohledu), příliš nízko umístěné zadní světlomety (jejich tvarování navíc nereflektuje zbytek vozidla), odlišnou orientaci bočních klik nebo celkovou vizuální nejednotnost prostoru pro posádku a pro náklad. Nissanu nemohu upřít originalitu a moderní výraz, který působí adekvátně i pro elektricky poháněný vůz. Vlivem výše popsaných nedostatků však vzniká proporčně nevyvážený design. Velmi kladně hodnotím přístup, kdy automobilka Nissan používá k decentnímu odlišení svých elektromobilů modré detaily (značka, elementy v celku světlometů), které jsou nenápadné, avšak jasně vypovídající. Jako vhodně zvolené řešení se také jeví umístění konektorů nabíjení pod odklopným krytem na čele vozu, které koresponduje se stejným prvkem soudobé generace modelu Leaf, a je tak dalším jednotícím prvkem elektromobilů značky Nissan. Barevné řešení se drží zavedeného standardu, kdy nižší stupně výbavy disponují plastovými díly karoserie a u vyšších je celá karoserie v barvě.

Specifikace: Motor 80 kW, 40 kWh baterie, dobíjení 60 min z vysokorychlostní nabíječky, 7,5 h z wallboxu, 21,5 h ze zásuvky, dojezd max 200 km [15]



Obr. 2.4 Nissan e-NV200 [16]

## MOIA

Moia je nejnovější značka koncernu VW, jejímž hlavním zaměřením jsou služby v oblasti městské mobility. V současné době MOIA v Hamburku a Hannoveru funguje jako ridesharingová platforma a s více než 100 vozy zajišťuje dopravu po širším centru měst, kterou je možné přivolat pomocí mobilní aplikace. [17] Jediným modelem značky je elektrický vůz vycházející z VW Crafter, který byl modifikován pro pohodlnější cestování.

Ačkoli vozidlo je určeno pro přepravu cestujících a svým zaměřením se zcela neshoduje s cílem této práce, design je příkladem toho, jak pomocí mírných modifikací změnit vzhled běžného dodávkového vozu (zde tedy VW Crafter) a dodat mu modernější ráz. Toho je dosaženo užitím vícebarevné karoserie, velkoplošného prosklení, a tvarově zajímavého generativního vzoru pro perforace předního nárazníku. Za možnou inspiraci zde považují využití barevného členění karoserie a perforací ke změně výrazu vozu. Je tak dosaženo progresivního vzhledu při zachování standardní prostorové koncepce dnešních dodávkových vozů. Barevné členění karoserie přídě je v souladu s hranicemi jednotlivých dílů. Tmavá plocha je adekvátně velká ve vztahu ke zbytku přídě, zadní část a střecha vozu jsou však barevně odlišeny celé, což vzbuzuje otázky. Na rozdíl od skříňových dodávek se zde nepočítá s aplikací žádných vizuálních stylů, boční i zadní plochy karoserie jsou tak bohatě proskleny.

Specifikace: dojezd max. 300 km (WLTP<sup>2</sup>), dobití baterie na 80 % za 30 min [18]



Obr. 2.5 MOIA [19]

---

<sup>2</sup> Worldwide Harmonized Light-Duty Vehicles Test Procedure – aktuálnější laboratorní testovací cyklus, který v posledních letech nahrazuje původní NEDC



## Workhorse N-GEN

Workhorse je americká firma, zabývající se výrobou dodávkových elektromobilů především pro americký trh.

Hlavním neduhem designu vozidla N-GEN je nevyváženost proporcí. Ať už jde o nepoměr délek čelního a zadního převisu, nepoměr v rámci členění ploch přídě vozu, bezdůvodně široká zpětná zrcátka, tvar zasklení bočních dveří či orientaci klik, většina prvků vozu působí dojmem, že by měla být přemístěna, posunuta či zcela změněna. V důsledku se pak design jeví jako poměrně neumělý a hrubý. Vozu nelze upřít odlišný výraz, navádějící na elektrický pohon, kterého je dosaženo zejména redukcí sacích otvorů na přídi. Kromě relativně jednoduchých ploch ve středu nárazníku je čelní část vozu nesmyslně rozdělena plastovým segmentem, který navazuje na zdánlivě náhodně tvarované i umístěné průduchy v karoserii, celkově nevalný dojem je umocněn neurčitým tvarem světlometů a použitím lacině působících plastů. Především podběhy působí až příliš masivně, jejich neurčitý tvar odchylovající se od kruhovosti kola pak vytváří dojem, že jsou až zbytečně velké. Nákladový prostor je vzadu přístupný přes roletu, která způsobem své integrace do karoserie také vzbuzuje otázky. Jednotná barevnost karoserie je narušena pouze zmiňovanými plastovými prvky, jejichž středně šedá barva vytváří dojem plastu vybledlého sluncem.

Specifikace: pohon všech kol, zadní náprava poháněna centrálním motorem, vpředu motory v nábojích (celkem 3 motory), dojezd max. 160 km [20]



**Obr. 2.6** Workhorse N-GEN je estetikou zcela nedotčen [21]

## Mercedes-Benz eVito

Model eVito se stal prvním elektrickým dodávkovým vozem automobilky Mercedes-Benz a záhy jej následoval i o třídu větší model eSprinter. Oba vozy jsou díky svému krátkému dojezdu předurčeny výhradně k městskému provozu.

Dodávka eVito je příkladem jednoho z možných přístupů k elektromobilitě, se kterým se můžeme v současné době nejčastěji setkat – elektrický pohon je zde nabízen jako jedna z modifikací běžného spalovacího modelu, kdy se na první pohled nijak neliší od své předlohy. Stran designu není Vito příliš co vytknout, drží se zavedeného designéřského jazyka automobilky, který adaptuje pro potřeby užitkového vozu. Celkové proporce působí vyváženě a postrádá jakékoli výstrelky strhávající pozornost. Karoserie je poměrně nízká, což dodává vozu dynamický výraz, pro převoz větších nákladů to však může znamenat komplikace. Za jediný výraznější problém považuji, že použitá motorizace by měla být přiznána alespoň v náznacích. Dynamika linií se místy může zdát až příliš razantní ve vztahu k užitkovému zaměření vozu. Barevné řešení není ničím výjimečné, čelní a zadní nárazníky jsou pro užitkové verze standardně vyvedeny v plastu.

Specifikace: Motor 70 kW, krátkodobě až 85 kW, 41 kWh baterie, dobíjení 6 h, dojezd max. 150 km (WLTP), užitečná hmotnost 1015 kg. Tři jízdní režimy, čtyři úrovně rekuperace, rychlost továrně omezena na 80 km/h (zvýšení limitu na požádání) [22]



Obr. 2.7 Mercedes-Benz eVito [23]

## Maxus eDeliver 3

Prodej čínského modelu Maxus eDeliver 3 byl spuštěn v červnu roku 2020.

Design vozu vykazuje jisté odlišnosti od konvenčních spalovacích dodávek. Toho bylo dosaženo redukcí čelní masky mezi světlomety, kterou nahradil výrazně modrý rámeček, přetátý výstupkem nesoucím logo značky. Jelikož se pod zmíněnými prvky nachází navíc ještě generativní vzor jemných perforací, působí toto místo v centru pozornosti možná až příliš zhuštěně. Decentní sání ve spodní části přídě bylo zachováno, oplastování nárazníků je v souladu s užitkovým zaměřením vozu a působí robustně, nepokládám jej však za nezbytné. Celkové proporce se jeví jako vyvážené, snad kromě poměrně masivní hmoty předního převisu, který je vzhledem k možnostem elektrického pohonu až zbytečně objemný. To vyžaduje horizontálnější sklon kapoty a s ním související ostřejší zlom mezi kapotou a čelním sklem. Jednoduše řešený bok vozu bez zbytečných tvarových prvků hodnotím pozitivně, jediný přítomný prolis však svým tvarem příliš nekoresponduje se zbytkem vozidla. Detail v podobě odlišného tvaru klik je k zamyšlení.

Specifikace: systémový výkon 90 kW, baterie 52,5 kWh, dojezd max. 220 km, užitečná hmotnost 1020 kg [24]



Obr. 2.8 Maxus eDeliver 3 [25]

### 2.1.3 Koncepty

#### VW eT!

VW eT! je koncept poštovního vozu představený už roku 2011. Přesto nabízí několik inovativních řešení, která mohou být aktuální i dnes.

Vozidlo nepůsobí příliš moderně, což je však z velké části dáno stářím konceptu. Přesto je patrné, že bylo k hmotě vozu přistupováno jako jednotnému celku a všechny partie zachovávají identický designérský jazyk. Přední část vozu s výrazným zlomem kapoty působí možná až příliš hranatě, u bočních a zadních partií už je hranatý výraz adekvátní. Moderní i v dnešní době zůstává řešení zadních světlometů využívajících tenkých LED elementů. Zajímavým prvkem je prodloužené boční okno a použití jedněch bočních dvoudílných posuvných dveří na straně blíže okraji vozovky. Ty se otevírají ve dvou stupních a je tak možné přistupovat i do nákladového prostoru, spojeného s prostorem posádky. První stupeň se navíc zasouvá do druhého, takže je možné popojíždět s otevřeným prvním stupněm dveří. Nejzajímavější však na voze není vzhled, nýbrž použitá poloautonomní technologie FollowMe, po jejíž aktivaci automobil udržuje konstantní vzdálenost od řidiče, přesněji ovládacího zařízení, které má při sobě. Barevné řešení je osvěženo odlišnou barvou střechy.

Specifikace: Dva motory, systémový výkon 70 kW, krátkodobě až 96 kW, 32 kWh baterie, dobíjení 4 h [26]



Obr. 2.9 VW eT! [27]



## Arrival E-Van

Arrival je britský startup, jemuž se podařilo upoutat pozornost významných firem, což vyústilo ve velké investice, kdy americký doručovací gigant UPS objednal dodávku 10 000 užitkových vozů. [28]

Za kladný aspekt celého designu považují čistotu a vizuální jednotnost. Je navíc zachován kompaktní a celistvý dojem, k čemuž bohužel přispívá i přílišné zjednodušení tvaru do formy úhledně zaoblené krabice. Nad hlavou sedícího řidiče vzniká při tomto pojetí nevyužitý prostor. Čelní partie vozu je z velké části prosklena, čímž je dosaženo lepšího výhledu z vozu, tomu naopak nepomáhají velmi robustní sloupky A. Koncepce s řidičem usazeným před přední nápravou vzbuzuje otázky z hlediska bezpečnosti posádky při nárazu, především pak absencí deformační zóny. V konečném důsledku výše zmíněných aspektů pozorovatel získává dojem, že se jedná spíše o malý autobus než o dodávkové vozidlo. To považují za hlavní problém vizuálu vozu – naprosto se neshoduje s tím, co je očekáváno od vzhledu lehké dodávky. Barevné řešení působí stejně čistě jako celkový tvar vozu, rozměrná boční stěna umožňuje snadnou aplikaci vizuálu firmy.

Specifikace vozu nebyly dosud zveřejněny, spekuluje se o dojezdu přes 400 km.



Obr. 2.10 Arrival v barvách Britské Royal Mail [29]

## Rivian Prime

Firma Amazon objednala výrobu 100 000 dodávkových vozů u amerického startupu Rivian [30], který vzbudil zájem veřejnosti svými koncepty R1S (SUV) a R1T (Pick-up). Následně do něj investovalo několik globálně významných firem včetně zmiňovaného Amazonu.

Velmi výrazným prvkem celého designu je disproporce přední části vozu, kdy relativně malá maska se světlomety ostře kontrastuje s rozměrným čelním sklem. Efekt je navíc umocněn negativním přechodem mezi miniaturní kapotou a rovinou skla. Kromě tohoto výrazného záporu působí zbytek vozu poměrně decentně a hladce. Kulaté světlomety mají výraz hravosti malého vozu, je však otázkou, nakolik je to adekvátní užitkovému vozu této velikosti. Jako negativum z hlediska vizuálu vidím zapuštění bočních posuvných dveří, které je naopak kladem z pohledu ergonomie a zřejmě i praktičnosti. Přístup do nákladového prostoru je řešen roletou, která je však začleněna daleko elegantněji a s větší tvarovou uměřeností, než můžeme pozorovat např. u podobně koncipovaného vozu Workhorse N-GEN. Podobně i zde je pro podběhy kol a nárazníky využít plast, díky decentnějšímu tvarování tyto plastové prvky logicky doplňují zbytek karoserie.

Specifikace vozu dosud nebyly upřesněny.



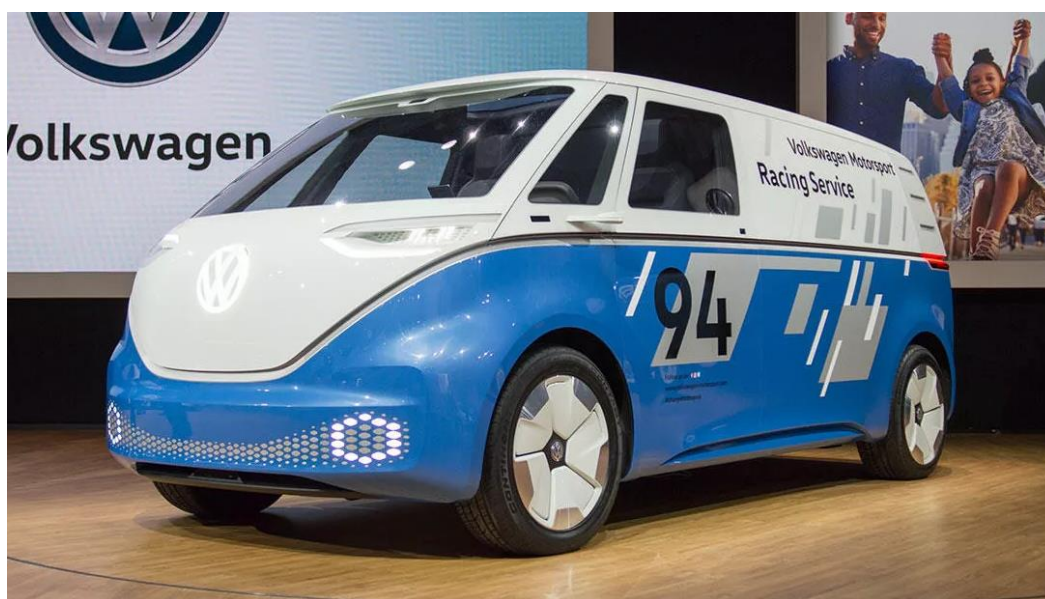
Obr. 2.11 Rivian Prime [31]

## VW I.D. Buzz

Koncept VW Buzz byl představen v rámci modelové řady VW I.D. Na rozdíl od ostatních vozů v řadě I.D. nese silný odkaz na minulost značky, a to konkrétně na legendární model T1, zvaný též „Bulli“.

Hmota vozu je určena jednoduchými hladkými plochami, ze kterých na přídě a zádi vozu vystupují hrany, dodávající jistou tvarovou určitost a výraz. Hranice dvou barev karoserie obepíná celý vůz a chytře maskuje kolejnici bočních posuvných dveří. Signifikantním znakem je pozitivní přechod mezi čelním sklem a kapotou, který umocňuje kompaktnost a oblast celkové hmoty. Vedlejším efektem výše zmíněného je pak dvojitý A sloupek a velký prostor před řidičem. Kladně hodnotím světlometry kopírující tvar karoserie, jejich umístění v rámci celkové hmoty, a střídme použití moderních prvků, jako je perforace čelního nárazníku či matrixové LED osvětlení. Veliké podsvícené logo značky je dle mého názoru nadbytečný prvek, a může působit až neadekvátně. Jelikož VW nabízí Buzz také ve verzi pro přepravu osob, lze vyčíst jistou snahu o univerzální charakter. Vůz se na první pohled jeví spíše jako hravé městské a volnočasové vozidlo než jako užitkový vůz. Nelze mu upřít moderní vzhled, vyvážené proporce, decentně naznačený použitý pohon („výraz elektromobility“) a nápaditost designu bez výrazně diskutabilních prvků. Barevné řešení vozu využívá dvoubarevnou kombinaci v duchu VW T1, tento motiv však transformuje do dynamičtější formy.

Specifikace: platforma VW MEB, dva motory o systémovém výkonu 275 kW, 111 kWh baterie, dojezd 600 km (NEDC). Battery pack je konstruován pro nabíjecí výkon až 150 kW (možnost 0-80 % nabití za méně než hodinu) [32]



Obr. 2.12 VW ID Buzz Cargo ve výstavní specifikaci (pro výrobu se bude v detailech lišit) [33]

## Mercedes-Benz Vision Van

Koncept Vision Van byl představen v roce 2016 jako náhled do budoucnosti vozů určených pro koncovou přepravu. Nosnou myšlenkou je plně automatizovaný třídící a úložný systém pro balíky, kdy je v depu do vozu naložena robotizovaná kazeta s již předem rozmístěnými zásilkami, které jsou během jízdy na základě systémových dat připravovány k výdeji. K urychlení rozvozu menších zásilek mají sloužit i dva autonomní drony s nosností 2 kg a dosahem 10 km, kterým jsou balíky podávány automaticky na střechu vozidla. [34]

Kromě použitého úložného systému vůz vyniká i progresivním designem. Absence bočních dveří umožnila ponechat boky karoserie zcela hladké. Tyto pak plynule navazují do přední části vozu, charakteristické podobně oblými plochami a několika určujícími hranami, které obepínají výraznou masku. Hlavním prvkem masky je možná až nadbytečné LED osvětlení ve formě složité adaptivní matice. Ve srovnání s maskou působí podsvícení prahů a předního nárazníku adekvátněji a poměrně decentně. I přes užití téměř výhradně oblých přechodů karoserie má vůz agresivní výraz, na čemž se výrazně podílí velmi úzké a ostře tvarované světlomety. Masivní podběhy kol pak vytváří dojem stability celé hmoty. Grafické řešení v podobě kombinace velkých čistých ploch doplněných o lineární prvky světlometů a podsvícení hodnotím pozitivně.

Specifikace: systémový výkon 75 kW, dojez max. 270 km, jednomístné vozidlo [34]



Obr. 2.13 Mercedes-Benz Vision Van [35]



## 2.2 Technická analýza

V technické analýze je shrnuta praktická stránka problematiky, počínaje obecným rozdělením elektromobilů, možnými způsoby jejich pohonu, či dílčími součástmi jednotlivých pohonných ústrojí. Poté jsou analyzovány dodávkové vozy používané v současnosti z hlediska rozměrů a vnitřního prostoru.

Funkční celky, na které je třeba brát zřetel, jsou především trakční elektromotory, zásobníky elektrické energie, s nimi spojená výkonová elektronika, a samonosná karoserie, která bude plnit funkci základního stavebního prvku vozu, spojujícího zbylé komponenty v jeden celek.

Výsledkem technické analýzy by měl být obecný přehled o dostupných technologiích, ze kterých bude následně možné při analýze rešerše vybrat ty, které jsou vhodné pro následný návrh užitkového elektromobilu.

### 2.2.1 Typy elektromobilů

V současnosti existují čtyři typy plné či částečné elektrifikace vozidel.

- HEV (Hybrid Electric Vehicle)
- PHEV (Plug-in Hybrid Electric Vehicle)
- BEV (Battery Electric Vehicle)
- FCEV (Fuel Cell Electric Vehicles)

Částečně elektrifikované vozy označujeme jako hybridy. Disponují jak spalovacím motorem, tak i trakčním elektromotorem s baterií. Dále se dělí na klasické hybridy (HEV), které generují elektrickou energii za jízdy pomocí rekuperace, a plug-in hybridy (PHEV), které je možné dobít z elektrické sítě.

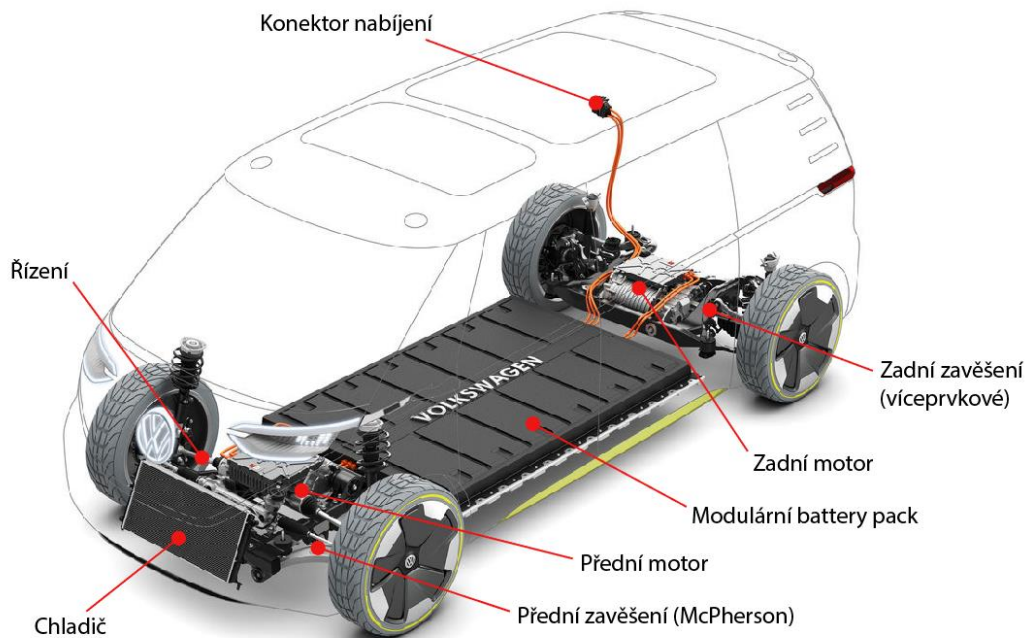
Plně elektrifikované vozy (AEV – All Electric Vehicles) pak rozdělují dva přístupy k uchování energie. Jsou jimi vozidla poháněná energií z baterie (BEV) a vozidla získávající energii rozkladem vodíku v palivových článcích (FCEV).

Vzhledem k zaměření této práce na plně elektrický vůz (tedy AEV) se hybridům nebudu dále věnovat. Zajímavým podnětem k řešení však bude přímé srovnání BEV a FCEV z pohledu použitelnosti pro dodávkové vozy.

### 2.2.2 Klíčové komponenty elektromobilu

Hlavními prvky elektromobilu jsou elektromotor (spojený s převodovkou, diferenciálem a výkonovou elektronikou), zásobník energie (ať už jde o modulární baterii nebo systém s palivovými články), chladicí systém a další stejně významné, rozměrově méně náročné komponenty, jako jsou nádržky provozních kapalin, řízení, dobíjení atp.

Rozměrové nároky elektromotorů a baterií nejsou ve srovnání se spalovacím pohonem příliš omezující. Největší problém zpravidla představuje umístění baterie u BEV či alternativně nádrží na vodík u FCEV, přičemž pro dodávkové vozy s vyšší stavbou je i tento problém takřka potlačen. Příkladem vhodného uspořádání komponent je platforma MEB (z německého Modularer E-Antriebs-Baukasten [36]), vyvinutá koncernem VW pro novou modelovou řadu I.D. Skladba funkčních prvků v rámci vozidla je popsána na obrázcích níže.



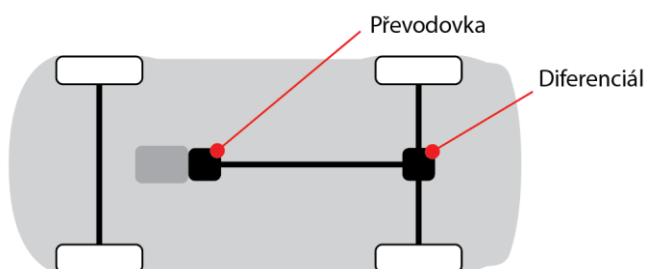
**Obr. 2.14** Rozložení pohonného ústrojí VW I.D. 7 (známého též jako I.D. Buzz) [37] (upraveno)



**Obr. 2.15** Využití prostoru pod přední kapotou VW I.D. 3 (na platformě MEB) [38]

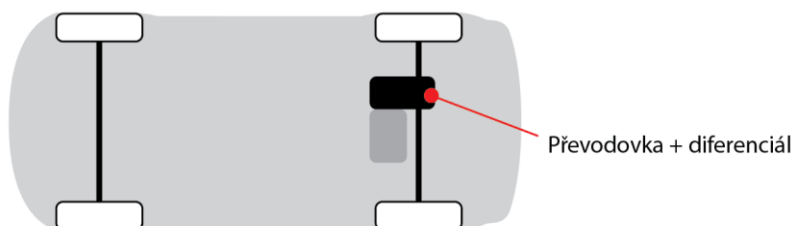
### 2.2.3 Typy pohonného ústrojí

U spalovacích dodávkových vozů je v podstatě jediná možnost umístění motoru – v čelním převisu vozu nad přední nápravou. Variace pohonného ústrojí se pak odlišují volbou hnaných náprav (přední, zadní, 4x4). Pro elektricky poháněné vozy se díky výrazně kompaktnějším motorům skýtá více možností jejich situování v rámci vozidla. Elektromotor může být uložen na místě spalovacího motoru v přední části vozu. Toto umístění však plně nevyužívá nabízený potenciál. Klíčovými vlastnostmi pro zástavbu jsou především výrazně menší velikost a velký otáčkový rozsah, který eliminuje nutnost použití vícestupňové převodovky. Díky tomu je možné přesunout motory a tvořit odlišné konfigurace.



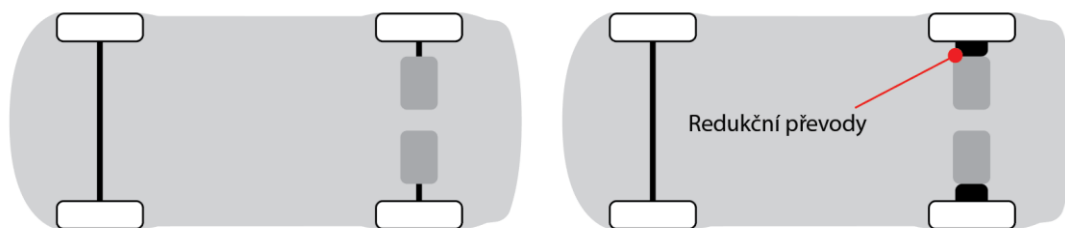
Obr. 2.16 Elektromotor na místě spalovacího motoru

V současnosti nejpoužívanější konfigurací je náprava hnaná jedním motorem (případně pohon obou náprav, každé vlastním motorem). Motor samotný je součástí kompaktní pohonné jednotky, která zahrnuje také redukční převod, diferenciál a výkonovou elektroniku.



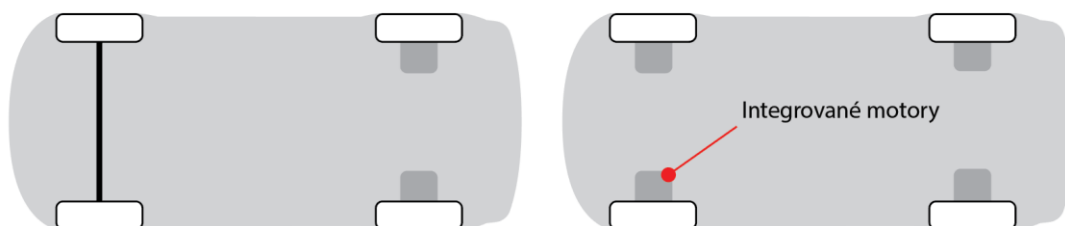
Obr. 2.17 Běžná konfigurace

Méně používaný je typ kaskádový, který namísto diferenciálu řeší problém svornosti hnané nápravy použitím dvou motorů, napojených buď přímo nebo přes redukční převod. [39]



**Obr. 2.18** Kaskádový typ

Trakční elektromotory mohou integrovány přímo do kol, ať už na jedné hnané nápravě nebo na obou. Absence přenosových členů v podobě jednostupňové převodovky či diferenciálu znamená menší přenosové ztráty, motor pro každé kolo navíc otvírá možnosti systému drive-by-wire. Použití integrovaných motorů však s sebou nese i řadu významných negativ, jako výrazný nárůst neodpružené hmoty, celkovou větší komplikovanost systému nebo s ní spojenou vyšší cenu. [40]



**Obr. 2.19** Integrované motory

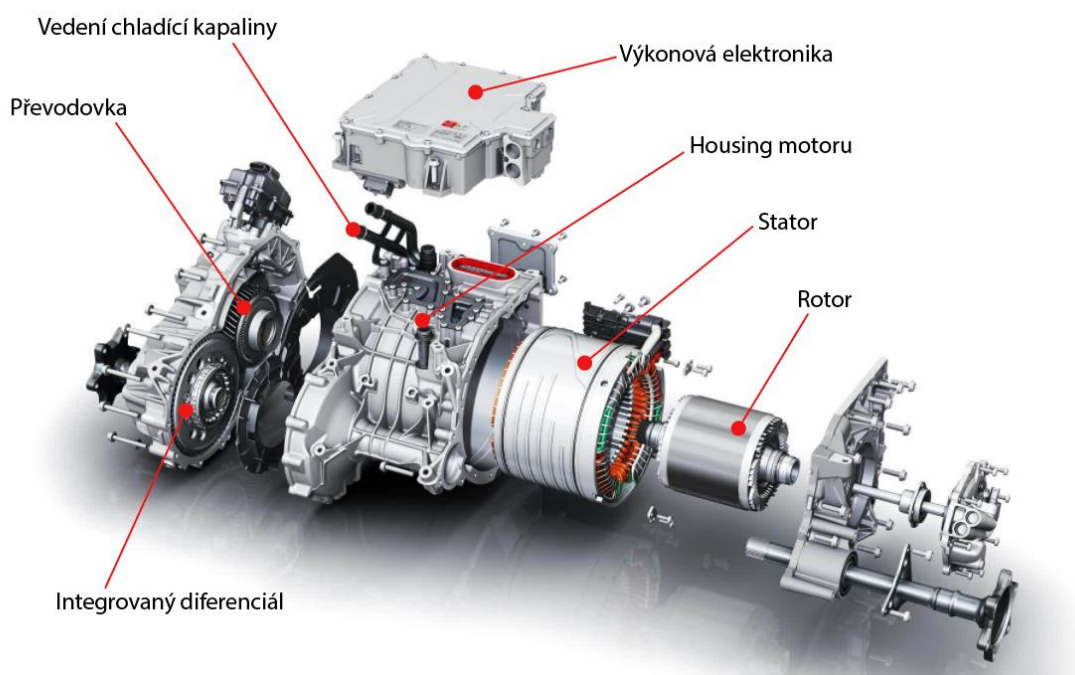
## 2.2.4 Trakční elektromotory

Elektrické motory ve srovnání s konvenčními spalovacími agregáty charakterizuje řada rozdílů. Stavba elektromotoru je oproti motoru spalovacímu výrazně jednodušší, obsahuje menší počet pohyblivých částí a slibuje tak menší nároky na mazání a údržbu celkově, což je spojeno i s vyšší spolehlivostí. Dalším rozdílem jsou výrazně menší zástavbové rozměry samotných motorů, které otevírají nové možnosti v oblasti organizace vnitřního prostoru. Nevýhodou je nutnost integrovat do vozu zásobník energie, ať už jde o těžký a rozměrný battery pack BEV nebo nádrže na vodík a palivové články s doplňkovou baterií FCEV.

Jednoznačným kladem elektromotorů je jejich vysoká účinnost (okolo 90 %) [5], což se projevuje produkcí menšího množství odpadního tepla.

Zatímco spalovací motory je nutné používat v poměrně úzkém pásmu otáček, elektromotor poskytuje značný krouticí moment napříč svým výrazně širším otáčkovým rozsahem. Díky tomu se většina elektromobilů obejde bez vícestupňové převodovky a vystačí si s pevným redukčním převodem.

Nejobecněji můžeme elektromotory rozdělit podle typu proudu, se kterým pracují, tedy na motory na střídavý (AC) či stejnosměrný (DC) proud. Stejnosměrné motory dále dělíme na kartáčové (které se jako trakční motor nepoužívají) a bezkartáčové, střídavé motory pak dělíme na synchronní a asynchronní.



Obr. 2.20 Stavba elektromotoru (Audi e-Tron) [41] (upraveno)

Pro pohon silničních vozidel v současnosti připadají v úvahu čtyři typy motorů, které jsou jmenovány a blíže popsány níže.

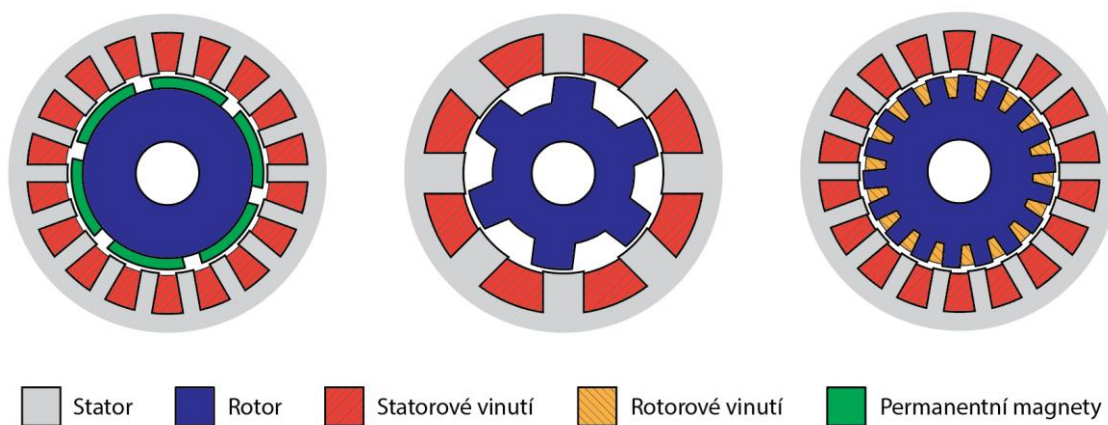
## STEJNOSMĚRNÉ MOTORY

- Bezkartáčový stejnosměrný motor (BLDC)

## STŘÍDAVÉ MOTORY

- Synchronní motor s permanentními magnety (PMSM)
- Indukční (asynchronní) motor (IM)
- Spínaný reluktanční motor (SRM)

Střídavé motory označujeme jako synchronní nebo asynchronní podle toho, zda se rotor otáčí se stejnými otáčkami jako magnetické pole statoru. Obecnou nevýhodou střídavých motorů je nutnost opětovného převodu stejnosměrného proudu z baterií na střídavý.



Obr. 2.21 Zjednodušené schéma motorů, zleva BLDC + PMSM, SRM, IM

### Bezkartáčový stejnosměrný motor

Základním typem stejnosměrného motoru je motor kartáčový s mechanickým komutátorem. U bezkartáčových motorů (označovaných též BLDC – Brushless Direct Current) je mechanický komutátor nahrazen elektronickým, což se oproti kartáčovým motorům projevuje vyšší účinností a spolehlivostí, neboť nedochází ke kontaktu pohyblivých částí a s ním spojeným třecím ztrátám. Stator BLDC je osazen pevným vinutím ve formě cívek a rotor zpravidla permanentními magnety. Elektronický komutátor zajišťuje cyklické spínání cívek statoru a střídač cyklickou změnu směru proudu v těchto cívkách v závislosti na snímané pozici rotoru. Tím vzniká točivé magnetické pole, které rotor synchronně následuje.

Mezi pozitiva BLDC patří tichý chod, dobrý poměr výkonu k velikosti motoru a velmi dobrá účinnost, především ve srovnání s indukčními motory. [42]

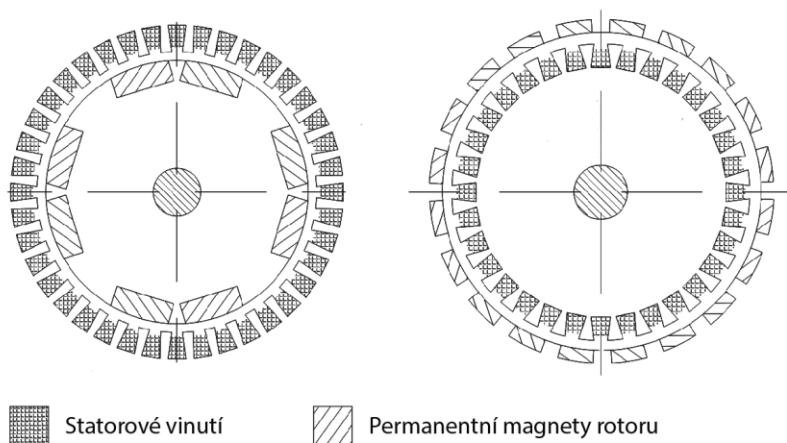


## Synchronní střídavý motor

Synchronní motor s permanentními magnety (PMSM – Permanent Magnet Synchronous Motor) je svou stavbou téměř totožný s BLDC. Válec statoru je zevnitř drážkovaný, v drážkách je pak vedeno vinutí. Rotor je složen z plechů a permanentních magnetů. Cyklické spínání fází vytváří rotační magnetické pole, podle kterého se s jistým zpožděním synchronně otáčí i rotor.

Oproti srovnatelným asynchronním motorům vykazuje PMSM lepší poměr výkonu k velikosti, nižší moment setrvačnosti a dokáže generovat točivý moment od nulové rychlosti. Díky složitějšímu řízení, nezbytné elektronice, a především drahým magnetům ze vzácných kovů (Samarium, Kobalt) je však PMSM oproti indukčnímu motoru dražší.

Běžnou konfigurací je motor s vnějším statorem a vnitřním rotorem, je však možná i obrácená konstrukce, tedy rotor vně statoru (např. pro motory umístěné v nábojích kol, kde se uplatní i zmiňovaný nižší moment setrvačnosti).



Obr. 2.22 Možné konfigurace PMSM – vnitřní (vlevo) a vnější umístění rotoru s magnety [43] (upraveno)

## Indukční střídavý motor

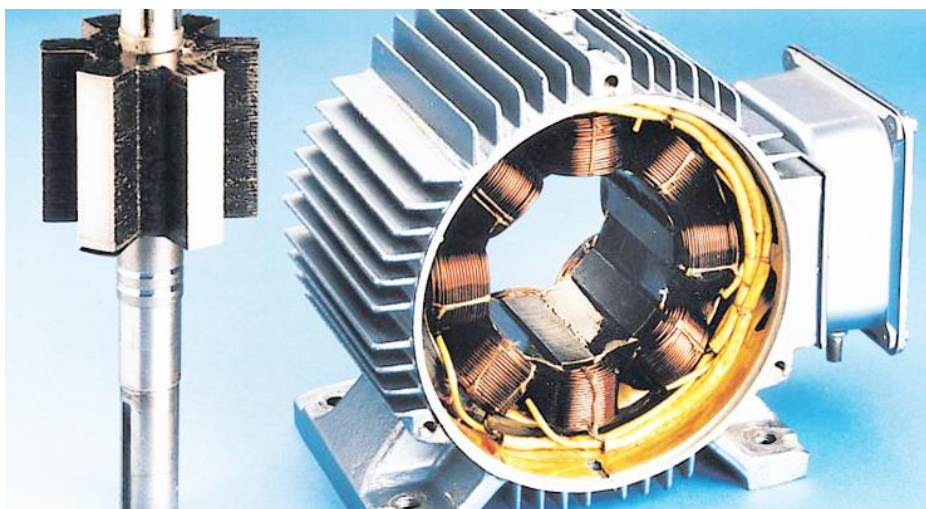
Asynchronní motor, zvaný též indukční (IM – Induction Motor), využívá ke své činnosti princip magnetické indukce. Stator je podobně jako u PMSM na vnitřní straně osazen třífázovým vinutím. Spínáním jednotlivých fází vznikne točivé magnetické pole, které indukuje napětí na rotoru, a ten se pod napětím v magnetickém poli roztáčí. Jelikož k indukci napětí na rotoru je třeba proměnlivé magnetické pole, musí mít rotor vůči statoru rozdílné (nižší) otáčky, tzv. skluz.

Největší výhodou asynchronního motoru je jeho jednoduchost a s ní spojená spolehlivost. Jednoduchá konstrukce se odráží i v nízké výrobní ceně. [44]

## Spínaný reluktanční motor

Reluktanční motor využívá principu magnetického odporu (reluktance). Stavba statoru je velmi podobná BLDC motoru. Stator se tak skládá z cívkových vinutí, rotor pak z magneticky měkkého materiálu s vyniklými póly a od rotorů výše zmíněných motorů se tak tvarově odlišuje. Rotor má typicky méně pólů než stator. [45] Je-li cívka statoru pod proudem (pól je zmagnetován), otáčí se rotor s jistým zpožděním synchronně ve směru, který snižuje reluktanci. Spínání jednotlivých pólů statoru je opět řízeno v závislosti na pozici rotoru.

Mezi klady reluktančního motoru patří jednoduchá konstrukce, s ní spojené nízké výrobní náklady, mechanická odolnost, vysoká účinnost i dobrý poměr výkonu k hmotnosti. Záporem je vyšší hlučnost, což však nemusí být nutně vnímáno jako negativum. [42]



**Obr. 2.23** Reluktanční motor. Vlevo dobře patrný odlišný tvar rotoru [46]

Všechny výše zmíněné motory je možné s výhodou využít k rekuperaci energie, která by jinak byla bez užitku ztracena třením při brzdění. Např. vozy Tesla S osazené indukčními motory podle majitelů dovedou pomocí rekuperace opětovně zachytit přibližně 15 % z celkové spotřebované energie [47]. U jiných vozů by tento údaj samozřejmě závisel na typu motoru, jízdním stylu řidiče i konkrétních trasách, po kterých vůz jezdí. Proto tento údaj uvádím spíše informativně. Je na místě si uvědomit, že rekuperace může zvětšit akční rádius vozu, nejedná se však o výraznou změnu a není možné se „probrzdit“ k výrazně delšímu dojezdu.

### 2.2.5 Výkonová elektronika

Vzhledem k tomu, že různé komponenty vozu potřebují odlišné druhy proudu o různém napětí, musí být vůz vybaven výkonovou elektronikou, která převádí stejnosměrný proud na střídavý (a opačně), či mění napětí dle potřeby.



## Střídač/Usměrňovač (Inverter/Rectifier)

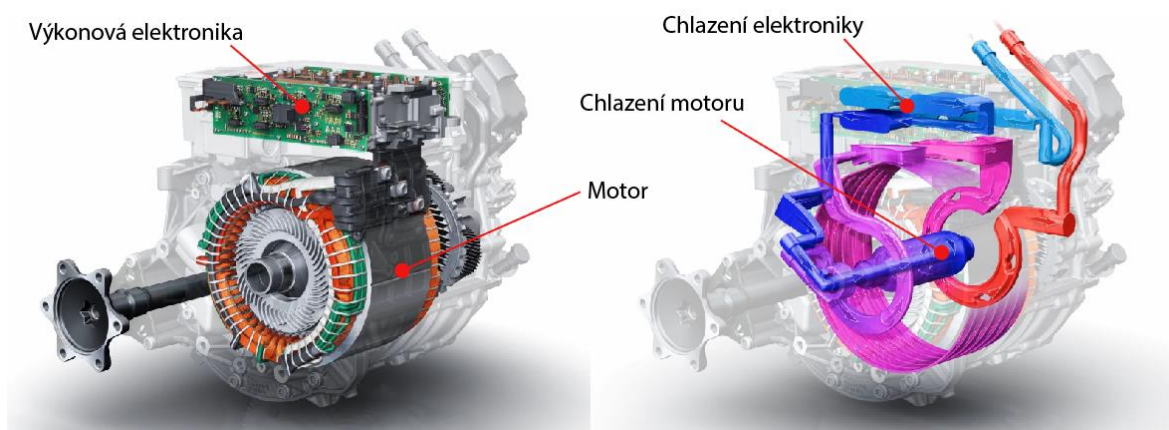
Funkcí střídače je převod stejnosměrného proudu na střídavý (DC na AC). Toho je dosaženo užitím transformátoru, kde je směr proudu procházejícího primárním vinutím periodicky měněn pomocí polovodičových tranzistorů. To produkuje střídavý proud na sekundárním vinutí transformátoru. U EV se používá k převodu stejnosměrného proudu z baterií na střídavý proud, kterým jsou napájeny motory. Funkce usměrňovače je opačná k funkci střídače, tedy mění střídavý proud na stejnosměrný. Používá se k převodu střídavého proudu z elektrické sítě či vysokorychlostních nabíječek na stejnosměrný proud, sloužící k nabíjení baterií.

## Měnič napětí (Converter)

Jak název napovídá, měnič napětí slouží ke změně napětí AC nebo DC proudu výše (step-up converter) nebo níže (step-down converter). Toho se využívá např. ke zvyšování napětí z baterií pro motory, nebo naopak k jeho snižování pro palubní systémy, které stále povětšinou fungují na 12 V.

BEV používají baterie o různých napětích, a zpravidla není napětí baterie shodné s požadovaným napětím pro motory. Ty používají typicky napětí vyšší, neboť s vyšším napětím klesají tepelné ztráty v měděných vinutích. Pak tedy ke slovu přichází měniče. Podobně je třeba korigovat i proud při dobíjení baterie ze zásuvky, wallboxu či vysokorychlostní nabíječky. Nutnost napájet palubní systémy byla již zmíněna výše. Z toho důvodu v řadě současných elektromobilů stále zůstává kromě hlavní modulární baterie ještě klasická 12 V baterie. Běžnou praxí je integrovat výše zmíněné prvky do jedné kompaktní jednotky.

Vzhledem ke ztrátám energie se výkonová elektronika značně zahřívá. Proto je nezbytné zajistit odpovídající chlazení. [48] Na obrázku níže si můžeme povšimnout, že elektronika je dokonce chlazena primárně před samotným motorem.



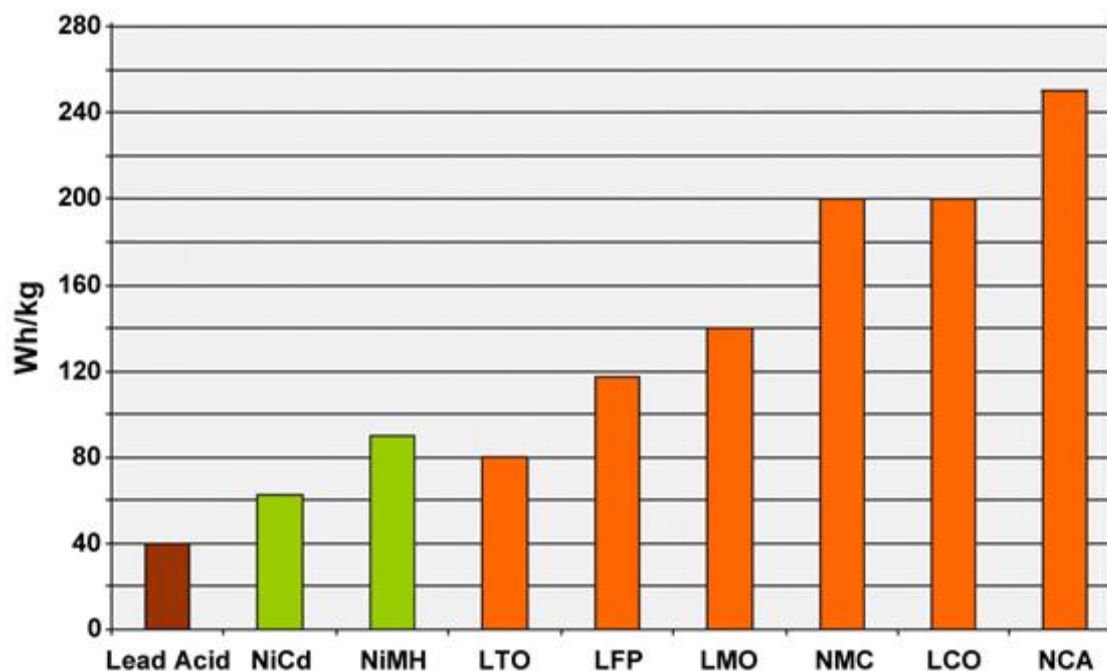
Obr. 2.24 Schéma chlazení motoru včetně výkonové elektroniky (Audi e-Tron) [41] (upraveno)

## 2.2.6 Zdroje elektrické energie

### Baterie

Elektrické vozy poháněné elektrickou energií ze sekundárních baterií jsou nejběžnějším řešením elektromobility dneška. Tyto čistě elektrické vozy s bateriemi označujeme jako BEV.

V současné době se pro baterie elektromobilů používají výhradně lithiové baterie. Právě jejich rozšíření v 90. letech umožnilo rozmach druhé vlny elektromobility. Existuje několik typů lithiových baterií, které se liší v chemické stavbě lithiových iontů a tím pádem i ve vlastnostech. V tabulce níže můžeme vidět, že v závislosti na chemickém složení lithiových iontů se mimo jiné výrazně mění i měrná kapacita

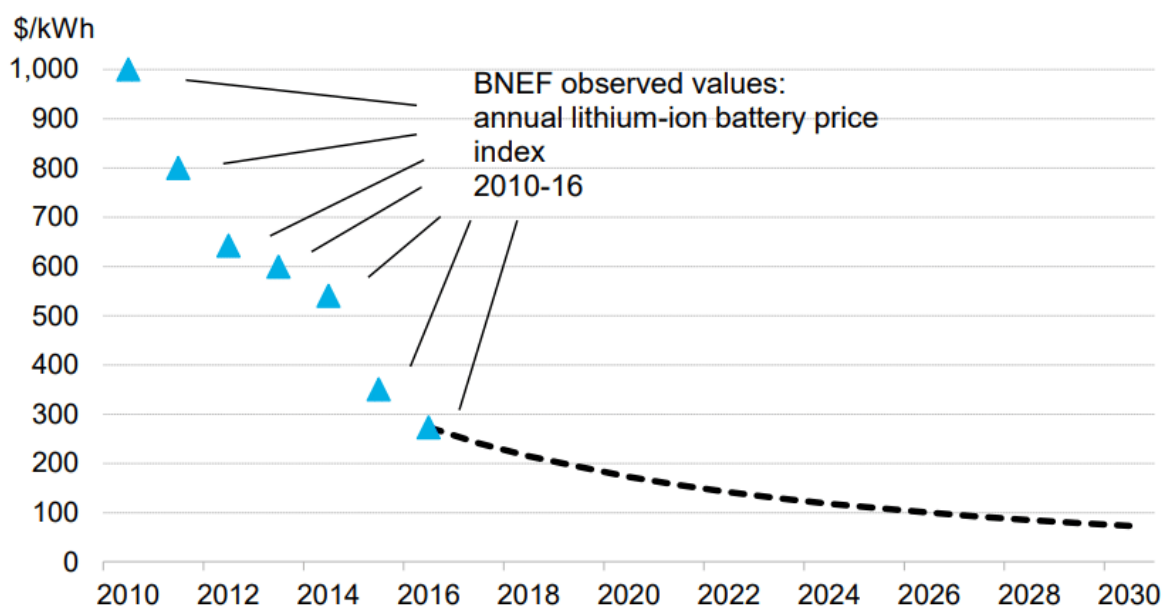


Obr. 2.25 Rozdíl v měrné kapacitě baterií v závislosti na složení [49]

Vysvětlivky k tabulce: LCO – Lithium Cobalt Oxide ( $\text{LiCoO}_2$ ), LMO – Lithium Manganese Oxide ( $\text{LiMn}_2\text{O}_4$ ), NMC – Lithium Nickel Manganese Cobalt Oxide ( $\text{LiNiMnCoO}_2$ ), LFP – Lithium Iron Phosphate ( $\text{LiFePO}_4$ ), NCA – Lithium Nickel Cobalt Aluminum Oxide ( $\text{LiNiCoAlO}_2$ ), LTO – Lithium Titanate ( $\text{Li}_2\text{TiO}_3$ )

Měrná kapacita současných baterií mimo jiné určuje i to, že baterie je nejtěžší a nejrozměrnější prvek pohonného ústrojí BEV. Pokud při měrné kapacitě např. 200 Wh/kg chceme sestavit battery pack o kapacitě 100 kWh, bude vážit nezanedbatelných 500 kg. Pokud by měrná kapacita baterií byla 300 Wh/kg, čehož údajně dosáhnou nejnovější baterie firmy Tesla [50], bude hmotnost stále přesahovat 300 kg. Navíc je nutné uvažovat, že surová hmotnost baterií je dále navýšena o strukturální prvky a další elektroniku, které umožní seskupit stovky článků ve výsledný funkční battery pack. Rozměrové nároky baterií jsou také důležitým aspektem při vývoji BEV. Při současné maximální energetické hustotě 0,684 kWh/l [51] bude objem článků 100 kWh baterie cca 145 l, který je nutné opět navýšit o jejich packaging. Do roku 2030 je očekáváno zvýšení energetické hustoty na 1 kWh/l, stále však jde o značný objem i hmotnost.

V budoucnu by mohla dále stoupat i měrná kapacita baterií ruku v ruce s poklesem ceny. Za posledních 10 let se cena 1 kWh baterie snížila o 80 %, přičemž do roku 2030 se pak očekává pokles ceny baterií až na 75 \$/kWh [52]. Také měrná kapacita s postupným vývojem technologií průběžně roste. Jako příklad lze uvést baterie s li-metal anodami (namísto grafitových používaných nyní), umožňující měrnou kapacitu přes 500 Wh/kg, avšak zatím při velmi nízkém počtu nabíjecích cyklů. [53]



Obr. 2.26 Projekce předpokládaného vývoje cen baterií [54]

Nevýhodou lithiových baterií je kromě samovybíjení v řádu jednotek procent především postupná degradace a s ní spojený pokles celkové kapacity. Baterie degraduje zvětšováním vrstvy tzv. pevného elektrolytu na rozhraní elektrody a tekutého elektrolytu. Proces degradace je ovlivněn několika dalšími faktory. Jsou jimi rozsah stavů nabití, v jakých je baterie používána (a jemu úměrný rozsah napětí), teplota prostředí a rychlost nabíjení a vybíjení. Li-ion baterie obecně špatně snáší přehřívání a úplné vybití, tomu však při použití ve voze zamezí řídicí elektronika. Nejde však jen o extrémní hodnoty. Pokud bude baterie používána v rozsahu nabití 100 % až 25 %, měla by před poklesem celkové kapacity na 85 % vydržet cca 2 000 cyklů. Pokud však bude užívána v rozsahu 85 % až 25 %, počet cyklů vedoucích ke stejné míře degradace se zdvojnásobí. [55] Se zmenšováním rozsahu a jeho přiblížením se středním hodnotám se zvyšuje životnost, ale zároveň klesá reálně využitelná kapacita baterie. Totéž analogicky platí pro napětí na baterii, jehož maximální hodnota je 4,2 V. [5]

Významným problémem li-ion baterií je jejich nízká odolnost vůči teplotním extrémům. Nízké teploty přímo neurychlují proces degradace, naopak. Snižují chemickou aktivitu baterie, což degradaci zpomaluje, avšak je tím zároveň redukována i schopnost baterie uchovat energii. Proto se kapacita baterií během chladných období snižuje. Vysoké teploty degradaci výrazně urychlují, ať už je při nich baterie vozidla v provozu nebo ne. Z toho důvodu je baterie vybavena samostatným systémem regulace teploty, který však využívá část její energie a opět zmenšuje využitelnou kapacitu. [56]



**Obr. 2.27** Battery pack modulární platformy VW MEB [57]



## Palivové články

Palivový článek je alternativou k sekundárním bateriím, využívající ke generování elektrické energie zkapalněný vodík. Vozy poháněné energií z palivových článků jsou označovány jako FCEV.

Vodík jako palivo má celou řadu výhod. Tou hlavní je jeho energetická hustota. Navíc při přeměně vodíku v palivových článcích vzniká jako odpadní produkt voda, což činí FCEV v ohledu přímých emisí stejně ekologické jako BEV. Ve srovnání se současnými BEV pak FCEV mohou nabídnout vyšší dojezd a rychlejší doplnění paliva (které probíhá velmi podobně jako u vozidel na fosilní paliva či CNG). Ve prospěch FCEV můžeme poukázat také na absenci těžké modulární baterie, která je zastoupena menší a lehčí baterií, sloužící pouze jako mezičlánek přenosu energie mezi palivovými články a motorem.

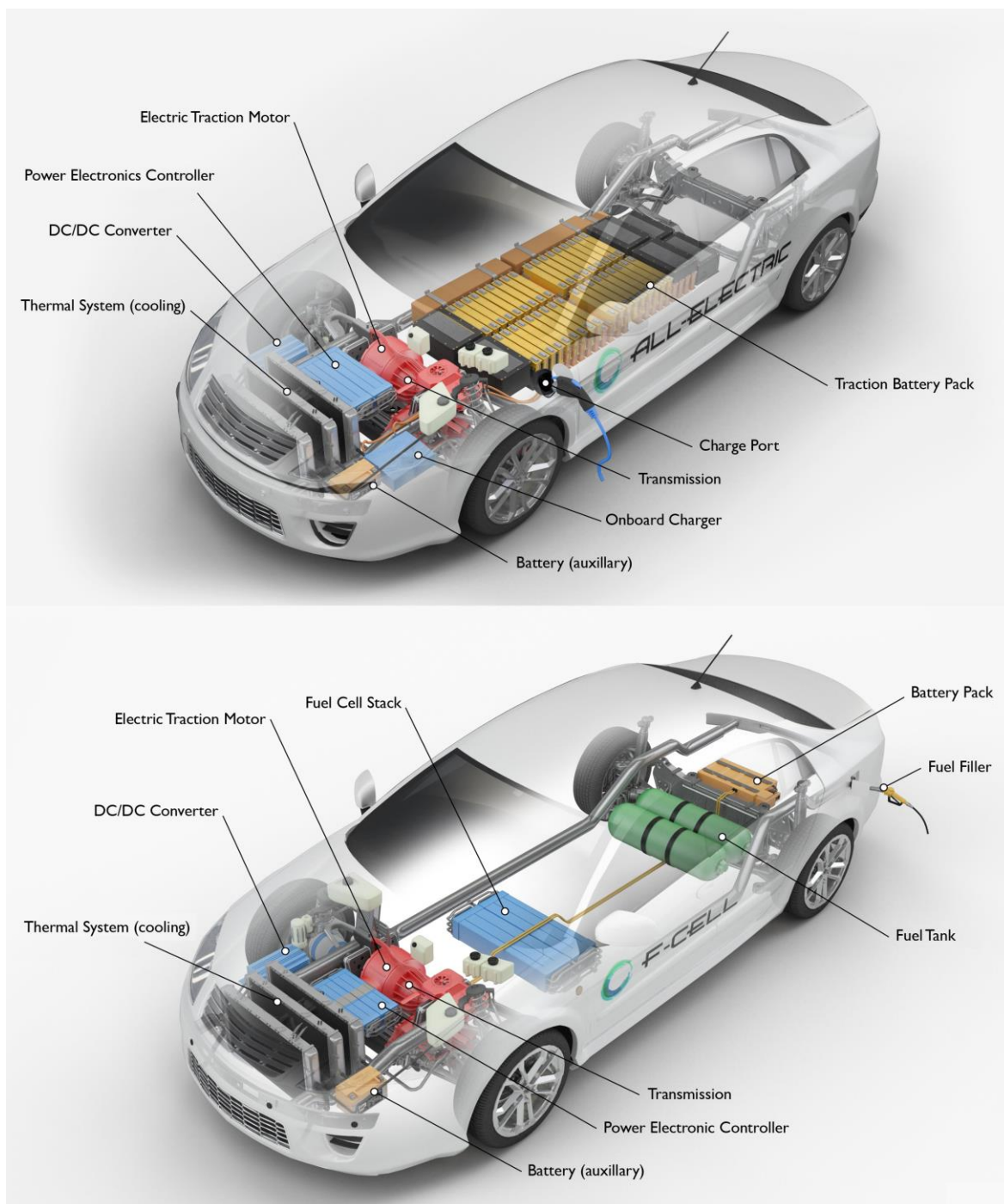
Překážek bránících rozšíření vodíku v automobilovém průmyslu není mnoho, jsou však významné. Obecně můžeme říct, že dvě hlavní překážky jsou vysoká cena produkce vodíku a nedostatečná, v některých oblastech zcela chybějící distribuční síť.

Vodík má sice energetickou hustotu 40 000 Wh/kg ve srovnání přibližně 300 Wh/kg nejnovějších li-ion baterií, čistý vodík je však třeba nejprve vyrobit, což není efektivní a v současném stavu věci ani ekologické. Přes 90 % světové produkce vodíku je vyráběno procesy, které využívají fosilní paliva, a proto je nemůžeme uvažovat jako dlouhodobě udržitelné [58]. Vodík je možné vyrábět i elektrolýzou vody, kde je možné použít energii z obnovitelných zdrojů. I elektrolýza je však vysoce energeticky náročná a z dostupných způsobů výroby nejnákladnější [59]. Nezanedbatelné ztráty znamená též transport a skladování vodíku, neboť je nutné jej kryogenicky zkapalnit či extrémně stlačit.



Obr. 2.28 Palivový článek a vysokotlaká nádrž Toyoty Mirai [60]

V neposlední řadě pak dochází ke ztrátám v samotných palivových článcích. Pro nejpoužívanější PEM články je elektrická účinnost při použití čistého vodíku 60 %. [61] Konečně je třeba uvažovat i účinnost elektromotorů a ztráty vzniklé převody proudu ze střídavého na stejnosměrný (či opačně). V konečném důsledku jsou energetické ztráty při použití vodíku a palivových článků výrazně vyšší než u sekundárních baterií.



**Obr. 2.29** Srovnání vnitřních komponent osobního BEV [62] a FCEV [63] (upraveno)

Vodík má velký potenciál právě ve sféře přepravy nákladu. Zatímco se zvyšováním dojezdu BEV roste výrazně hmotnost baterie a s ní spojená mrtvá váha vozu (která navíc s jejím vybitím neklesá), tento efekt je pro FCEV minimalizován, neboť vodíkový drivetrain je lehčí, a díky enormní energetické hustotě vodíku je možné na několik málo kg paliva urazit vzdálenosti v řádu stovek km (spotřeba typicky méně než 1 kg H<sub>2</sub>/100 km) [64].

## Superkapacity

Vysokokapacitní kondenzátor (též superkondenzátor či superkapacitor) se svou charakteristikou od sekundárních baterií výrazně odlišuje. Energie je uchována v elektrostatickém poli, zatímco baterie fungují na principu elektrochemické reakce [5].

Superkapacity je možné velmi rychle vybit i dobít vysokými výkony (mají výrazně vyšší měrný výkon a ve srovnání s lithiovými bateriemi vykazuje extrémní životnost (až 1 000 000 cyklů). Velkou nevýhodou ve srovnání s lithiovými bateriemi však je násobně menší měrná kapacita, která znemožňuje jejich použití na místě hlavního zásobníku energie. Nejlepší superkapacity firmy Maxwell disponují měrnou kapacitou 7,4 Wh/kg [65], zatímco současné li-ion baterie dosahují maximálně 300 Wh/kg, jak již bylo zmíněno výše (typicky však okolo 200 Wh/kg). [66]

Vzhledem k jejich vlastnostem není hlavním účelem superkapacitorů nahradit baterie, nýbrž pracovat v kombinaci s nimi. Díky své schopnosti rychle se nabít i vybit poskytují v případě potřeby zvýšený přísun elektrické energie pro motory, jelikož pro li-ion baterie je žádoucí udržovat stabilní rychlost vybíjení. Při brzdění jsou superkapacity schopné za použití systému rekuperace energii opětovně akumulovat a pokrýt další výkyvy. V tabulce níže můžeme vidět srovnání superkapacitorů a běžných li-ion baterií v několika kritériích.

Function	Supercapacitor	Lithium-ion (general)
Charge time	1–10 seconds	10–60 minutes
Cycle life	1 million or 30,000h	500 and higher
Cell voltage	2.3 to 2.75V	3.6V nominal
Specific energy (Wh/kg)	5 (typical)	120–240
Specific power (W/kg)	Up to 10,000	1,000–3,000
Cost per kWh	\$10,000 (typical)	\$250–\$1,000 (large system)
Service life (industrial)	10-15 years	5 to 10 years
Charge temperature	–40 to 65°C (–40 to 149°F)	0 to 45°C (32°to 113°F)
Discharge temperature	–40 to 65°C (–40 to 149°F)	–20 to 60°C (–4 to 140°F)

Tab. 2.1 Srovnání klíčových vlastností superkapacitorů a li-ion baterií [67]

## 2.2.7 Dobíjení

Dle mezinárodního standardu IEC 61851 jsou rozlišovány čtyři způsoby nabíjení elektromobilů (V ČR zakotveny v normě ČSN EN 61851-1, která je v souladu s mezinárodním standardem).

Při nabíjení prvního typu nedochází k žádné regulaci ani řízení spojení mezi baterií a elektrickou sítí. Jelikož první typ využívá k nabíjení běžných zásuvek, je nabíjecí výkon limitován napětím 230 V a proudem 16 A, což znamená maximální hodnotu cca 3,7 kW. Druhý typ nabíjení je taktéž realizován domácími zásuvkami (i s možností použití třífázových s napětím 400 V) a střídavým proudem, o regulaci nabíjení se stará řídicí box umístěný na nabíjecím kabelu. U obou zmíněných se samotná nabíječka nachází přímo ve vozidle a její výkon je taktéž limitujícím faktorem. Třetí typ se odlišuje dalším zvýšením výkonu. Zatímco pro první typ je maximální výkon 3,7 kW, pro druhý 22 kW a pro třetí až 43 kW.

Čtvrtým typem jsou tzv. vysokorychlostní nabíječky na stejnosměrný proud, typicky poskytující výkon v rozmezí 50 až 150 kW. V současnosti je technicky možné dosahovat nabíjecích výkonů až 350 kW, kterými disponují dobíjecí stanice IONITY, soudobé elektromobily však tohoto výkonu nedovedou využít, především z důvodu omezení vyplývajících z charakteristik lithiových baterií. [68]

Navíc neplatí, že by výkonnější nabíječka znamenala přímo úměrné zkrácení dobíjecího času. S větším nabíjecím výkonem rostou tepelné ztráty při dobíjení, přičemž při výkonech okolo zmiňovaných 350 kW by se ztráty měly téměř rovnat reálně uložené energii. To vytváří cyklický řetězec ztrát, kdy je třeba rychle se zahřívající baterii aktivně chladit, k čemuž je opět využita energie z dobíjecí sítě a vše samozřejmě zaplatí vlastník vozu. Vysokorychlostní nabíječky jsou navíc účinné jen do zhruba 80 % nabití baterií, kdy začíná výrazně stoupat odpor a s ním spojené ztráty. Z tohoto hlediska je tedy šetrnější dobíjet s menším výkonem delší dobu, což je samozřejmě nevhodné z časových důvodů. Rychlejším dobíjením je tak možné elektromobil ztraktivnit a umožnit/zkrátit dobíjení „za provozu“ (rozumějme mimo domov, na veřejné dobíjecí stanici), uživatel za to však doslova zaplatí, a čas strávený dobíjením nemůže ani tak konkurovat prostému doplnění nádrže u elektromobilu na vodík či spalovacího vozu. [69]



**Obr. 2.30** Konektory pro vysokorychlostní nabíječky. Zleva CHAdeMO, CCS a Type 2 [70] (upraveno)



## 2.2.8 Karoserie, podvozek

Jádrem osobních vozidel do 3,5 t je dnes téměř výhradně samonosná karoserie, ke které jsou přímo uchyceny všechny zbývající konstrukční prvky od pohonného ústrojí až po krycí plechy. Pro větší dodávkové vozy se zpravidla používá rámová samonosná karoserie, která tvoří celek s vestavěným rámem [71], u dodávek nad 3,5 t se můžeme setkat s klasickým obdélníkovým (nebo též žebřinovým) rámem, často ještě doplněným o dvoumontáž zadní nápravy.



**Obr. 2.31** Ukázka variability klasického rámu. Vlevo dvojitá kabina a dvoumontáž hnané zadní nápravy, vpravo vlečená zadní náprava s jednoduchou kabinou (Mercedes Sprinter) [72] (upraveno)

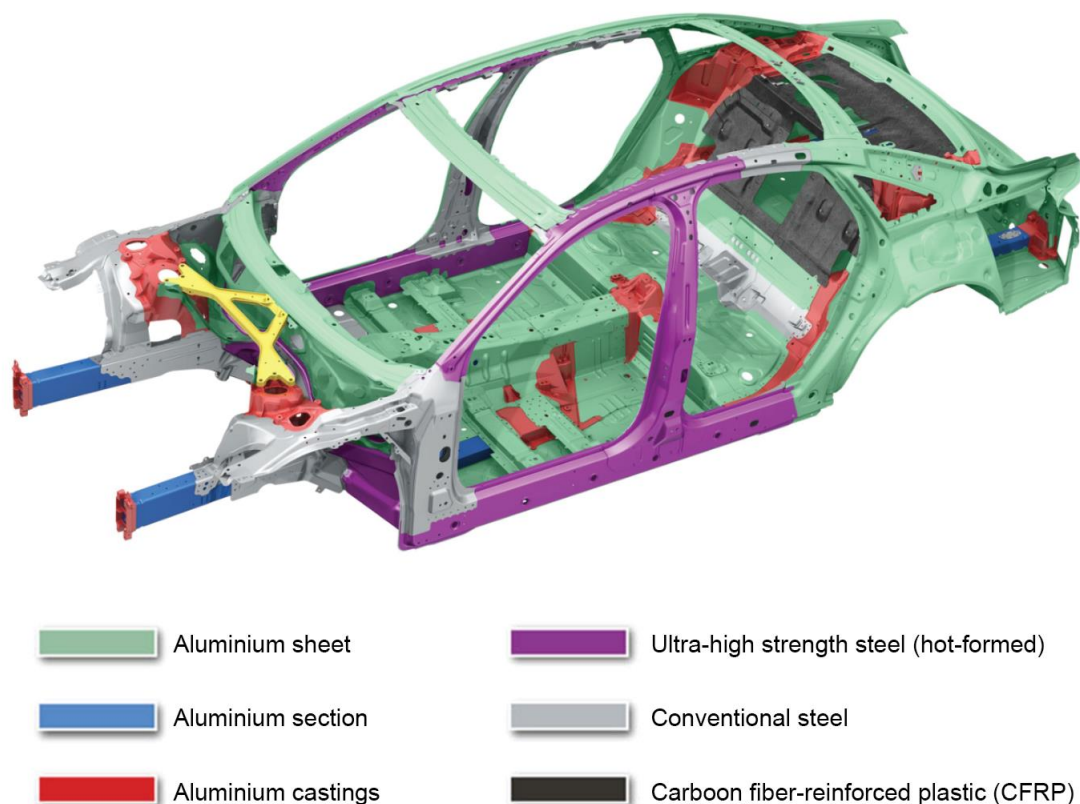
Takovýto kombinovaný rám je možné osadit různými typy zadní nástavby, přičemž je možné výrazně modifikovat i prvky podvozku v závislosti na plánované provozní zátěži vozidla. Pro těžší vozidla je běžný pohon zadní nápravy kardanovou hřídelí a její zavěšení na listové pružiny s tlumiči. Lehčí dodávky si vystačí s pohonem předních kol a vlečenou zadní nápravou, kombinovanou s listovými pružinami či vzduchovými vaky, které umožňují regulovat jízdní výšku po naložení vozidla. Oba způsoby odpružení se samozřejmě také neobejdou bez tlumičů, zpravidla hydraulických.



**Obr. 2.32** Odpružení vzduchovými vaky vozu Ford Transit/Tourneo Custom [73]

K výrobě samonosné karoserie se používá řada materiálů i výrobních procesů. Pro nosné prvky jako jsou sloupky A, B se používá vysokopevnostní ocel tvářená za tepla, pro méně náročné aplikace jako nosníky motoru konvenční oceli. Trendem současnosti je použití hliníkových prvků, zejména kvůli nižší hmotnosti. Masivní použití hliníku a s ním spojený pokles hmotnosti vozů a redukce spotřeby je však doprovázen nárůstem ceny, neboť výroba hliníku je energeticky i ekologicky násobně náročnější než proces výroby oceli. [74] Zejména z důvodu nižších nákladů bude pro dodávkové vozy preferována spíše ocel. Kromě kovů a jejich slitin se otevírá prostor i pro nové materiály, jako jsou kompozity a plasty. Plasty nachází uplatnění jako exponované části karoserie (prahy, nárazníky) a především pak v interiéru, kompozity mohou plnit i strukturální funkci nebo mohou nahradit krycí plechy karoserie.

Jednotlivé segmenty karoserie jsou trvale spojovány svarovými či lepenými spoji, v případě rozebíratelných spojů či spojů různých kovových i nekovových materiálů je zapotřebí užití spojovacích materiálů.



**Obr. 2.33** Materiálová kompozice samonosné karoserie moderního vozu (Audi A8) [75]






## 2.2.9 Srovnání rozměrů

Dodávkové vozy se na trhu vyskytují několik desítek let. Vlastnosti současné produkce, zejména pak hlavní proporce, jsou východiskem dlouholetého vývoje.







Charakteristickou vlastností dodávek je možnost individualizace jejich velikosti. Tentýž model je tak nabízen s různými rozvory, délkami karoserie či výškou. Tyto varianty bývají dle konvence označovány přízvisky LxHx, kde L označuje variantu délky a H variantu výšky. Základní variantě náleží označení L1H1.

Pokud pomineme malé dodávkové vozy, vycházející svou konstrukcí z osobních automobilů, můžeme na trhu rozlišit dvě skupiny užitkových vozidel do 3,5 t. Hlavním a nejvíce patrným rozdílem mezi těmito skupinami je velikost a vnitřní prostor, z nichž potom přímo vychází další odlišnosti v použitých pohonech a konstrukci vozu obecně. V podstatě jde o rozdělení na středně velké a velké dodávkové vozy, přičemž velké dodávky jsou konstruovány i pro potenciální použití v legislativní třídě nad 3,5 t (N2).

Pro potřeby této práce byly analyzovány základní rozměrové charakteristiky typických zástupců obou zmíněných skupin, prodávaných na evropském trhu. Výtah základních rozměrů ze srovnání je uveden níže, kompletní srovnání včetně základních údajů o vnitřním prostoru je pak zahrnuto v přílohách práce.






		Dimensions										
		Length			Height			Width		Wheelbase		
		L1	L2	L3	H1	H2	H3	W(+M)	W(M-)	L1	L2	L3
	<b>Ford Transit Custom</b> (2012 - present)	4973	5340	x	2020	2389	x	2272	2080	2933	3300	x
	<b>Mercedes-Benz Vito</b> (2014 - present)	5140	5370	x	1910	x	x	2244	x	3200	3430	x
	<b>Renault Traffic</b> (2014 - present)	4999	5399	x	1971	2495	x	2283	x	3098	3498	x
	<b>VW Transporter T6</b> (2016 - present)	4904	5304	x	1990	2477	x	2297	x	3000	3400	x
	<b>Peugeot Expert</b> (2016 - present)	4959	5309	x	1935	x	x	2204	x	3275	3275	x
	<b>Average Value:</b>	<b>4995</b>	<b>5344</b>	<b>x</b>	<b>1965</b>	<b>2454</b>	<b>x</b>	<b>2260</b>	<b>x</b>	<b>3101</b>	<b>3381</b>	<b>x</b>

Tab. 2.2 Srovnání hrubých rozměrů středně velkých dodávek

		Dimensions										
		Length			Height			Width		Wheelbase		
		L1	L2	L3	H1	H2	H3	W(+M)	W(M-)	L1	L2	L3
	<b>Ford Transit</b> (2013 - present)	5531	5981	6704	x	2550	2790	2474	2097	3300	3750	3750
	<b>Mercedes-Benz Sprinter</b> (2019 - present)	5267	5932	6967	2356	2638	x	2345	2020	3259	3924	x
	<b>Renault Master</b> (2019 - present)	5075	5575	6225	2307	2499	x	2470	2070	3182	3682	4332
	<b>VW Crafter</b> (2017 - present)	x	5986	6836	2355	2590	2798	2427	2040	x	3640	4490
	<b>Peugeot Boxer</b> (2014 - present)	4963	5413	5998	2254	2522	2760	x	2050	3000	3450	4035
	<b>Iveco Daily</b> (2014 - present)	5038	5558	5963	2280	2660	2860	x	2010	3000	3520	4100
<b>Average Value:</b>		<b>5175</b>	<b>5741</b>	<b>6449</b>	<b>2310</b>	<b>2577</b>	<b>2802</b>	<b>2429</b>	<b>2048</b>	<b>3148</b>	<b>3661</b>	<b>4141</b>

Tab. 2.3 Srovnání hrubých rozměrů velkých dodávek

Z uvedených údajů je dobře čitelný rozdíl mezi středními a velkými dodávkovými vozy, přičemž lze na základě rozměrů aktuální produkce stanovit případné mantinely pro následný návrh. Důležitým zjištěním je výrazný nárůst hmotnosti elektrifikovaných verzí oproti standardním spalovacím vozům. To se u dodávek větší kategorie projevuje jako reálné omezení přepravní kapacity vlivem legislativního omezení do 3,5 t. Výrazný pokles užité hmotnosti elektromobilů ilustruje tabulka níže.

		Weight	Max. load
		LXHX (similar sizes)	For max. vehicle size
	<b>Ford Transit</b> (2013 - present)	2374	1530 (L2H2)
	<b>Mercedes-Benz Sprinter</b> (2019 - present)	2090 eSprinter 2609	1410 (L2H2) eSprinter 891 (L2H2)
	<b>Renault Master</b> (2019 - present)	2066 Master Z.E. 2494	1427 (L3H3) Master Z.E. 925 (L3H2)
	<b>VW Crafter</b> (2017 - present)	2187 e-Crafter 2525	1456 (L2H3) e-Crafter 975
	<b>Peugeot Boxer</b> (2014 - present)	2005	1295 (L3H3)
	<b>Iveco Daily</b> (2014 - present)	x	x
<b>Average Value:</b>		<b>2144</b>	<b>1424</b>

Tab. 2.4 Vliv elektrického pohonu na užitou hmotnost velkých dodávek

## 3 ANALÝZA PROBLÉMU A CÍL PRÁCE

### 3.1 Analýza problému

Primární problematikou práce je design lehkého užitkového vozu na elektrický pohon. Prvním krokem bylo provést analýzu na trhu užitkových vozů se zaměřením zejména na vozy s elektrickým pohonem, identifikovat současné trendy v jejich designu, nalézt řešení hodná inspirace nebo naopak vymezení. Nebylo by však vhodné se již v úvodu omezit pouze na vizuální aspekt designu, naopak je nutné podívat se na problematiku dodávkových elektromobilů v širších souvislostech.

Je třeba určit, k čemu konkrétně má takový užitkový vůz sloužit. Oblast přepravy nákladu je určena velmi obecně, a to je nutné zkonkretizovat. Charakter elektrického pohonu totiž může být pro některé způsoby přepravy nevhodný, naopak pro dopravu na krátké a střední vzdálenosti může být dobře použitelný. Je proto na místě vytipovat vhodnou oblast použití v rámci přepravního řetězce a nesnažit se tvrdošijně prosazovat elektrický pohon tam, kde nemá budoucnost. Vhodně zvolené využití by mohlo navíc přispět k řešení problémů globálnějšího významu. Mezi ně patří mimo jiné obecný nezáměr veřejnosti o elektromobily, jejich špatný odbyt, s ním spojené problémy automobilek, a především pak udržitelný rozvoj městské mobility.

Upřesnění zamýšlené oblasti použití mimo jiné naznačí, kde hledat cílovou skupinu pro daný návrh. Podaří-li se nalézt konkrétní cílovou skupinu zájemců o daný typ vozu, otvírá se možnost uzpůsobit dílčí aspekty návrhu jejím potřebám, pokud bude možné tyto potřeby nějakým způsobem definovat.

Je navíc zřejmé, že tato problematika je aktuální již nyní, prostor na trhu je otevřen a není proto nezbytné pojímat návrh dodávkového elektromobilu příliš futuristicky. Vhodným přístupem by proto mohl být „production ready“ design s důrazem na realizovatelnost návrhu v krátkém časovém horizontu. To však bude vyžadovat důkladné zhodnocení nabízených technologií i konzervativnější přístup ke tvarovému řešení.

## 3.2 Analýza, interpretace a zhodnocení poznatků z rešerše

### Účel vozu, zaměření

V širším kontextu je zvýšený zájem automobilek o vývoj a prodej elektromobilů motivován nejen vlastní iniciativou a chvályhodnou snahou o ekologičtější dopravu, ale také finančně. Evropští zákonodárci stanovili limit pro tzv. flotilové emise automobilek – průměrnou hodnotu v gramech CO<sub>2</sub> na km, kterou vyprodukují všechny prodané vozy daného výrobce. Za překročení stanovených hodnot budou automobilky pokutovány, což může pro některé znamenat ztrátu v řádech miliard EUR [76]. Limitní hodnoty jsou nastaveny velmi přísně, a to jak pro osobní [77], tak i dodávkové vozy [78]. Oproti limitu 120 g/km z roku 2018 se limit pro rok 2021 snížil o 21 % na 95 g/km, přičemž průměrné flotilové emise od roku 2014 stagnují na hodnotách okolo zmiňovaných 120 g/km a v posledních dvou letech se dokonce zvyšují [79]. Jediným způsobem, jak mohou automobilky limity splnit je v současném stavu technologií částečná elektrifikace portfolia. Problém tkví i v tom, že automobilky sice mohou připravit dostatek EV, ale také je musí někdo koupit, což se zatím z více důvodů neděje [80].

Dlouhodobý cíl EU je navíc emise do roku 2030 dále snížit o více než 30 % [81] oproti reálné hodnotě z roku 2021 [82]. Je proto potřeba najít oblast, kde se mohou elektrická vozidla nejen ve větším měřítku uplatnit, ale navíc by toto uplatnění mělo být dostatečně výhodné, aby veřejnost motivovalo k jejich koupi a užívání. Na základě zhodnocení získaných poznatků je logické, že takovou oblastí je přeprava nákladu na krátké a střední vzdálenosti, zejména pak ve městech a jejich okolí. Toto obecné určení se dá dále zkonkretizovat na doručovací služby (last mile delivery), kde je možné nastavit pro užívání elektrifikované flotily ideální podmínky. Konkrétní důvody jsou rozvedeny v dalších kapitolách. Zároveň se nabízí možnost zachování jistého obecného charakteru vozidla, aby bylo využitelné i např. jako pracovní vůz pro řemeslníky nebo jiné firmy.

Dodávkový elektromobil je výhodné zacílit primárně na přepravní společnosti z několika důvodů. Hlavním důvodem je, že s rostoucím trhem e-commerce rostou i přepravci a mají dostatek prostředků na investice do ekologičtějšího provozu, které u většiny velkých firem již probíhají. Rešerše též ukázala, že větší firmy si plně uvědomují svou emisní stopu a mají značný zájem o její snižování. Velké přepravní společnosti napříč Evropou začínají rozšiřovat své flotily o elektrická vozidla, nebo je podrobují testům v provozu [83]. Některé společnosti, jako například DPD Group, už s elektrickými vozy do budoucna počítají a stanovují dlouhodobé cíle ve formě procentního podílu elektromobilů ve vozovém parku [84]. Elektrické vozy jsou testovány i v ČR [85] a dá se očekávat, že jejich podíl ve flotilách dopravců bude nadále růst.



Nemůžeme opomenout ani finanční aspekt provozu elektromobilů, kterému se podrobněji věnuji v kapitole Diskuze. Zde stojí za zmínku především fakt, že přepravním službám se počáteční vyšší investice do elektromobilů mohou za reálně dosažitelnou dobu provozu vozidla vrátit. Pokud uvažujeme nějakou formu dotační politiky ze strany jednotlivých států, je nákup elektromobilů finančně výhodný. Právě počáteční vyšší investice je hlavním limitujícím faktorem pro zákazníky ze soukromé sféry.

## Design

Analýzou portfolia elektromobilů aktuálně používaných přepravními službami jsem došel k závěru, že žádný z vozů není vyvinutý primárně jako elektromobil. Jak jsem už dříve zmínil, jde o běžnou praxi elektrifikace původně spalovacích modelů bez snahy o vizuální odlišení. Nejdále je v tomto směru Nissan E-NV200, který se ve své současné generaci nabízí pouze s elektrickým pohonem, ale jak je uvedeno v kapitole Designérská analýza, jde ve skutečnosti o modernizaci jeho předchůdce NV200 se spalovacím motorem, od kterého se navíc výrazněji odlišuje pouze pojetím přední části vozu.

Právě aspekt vizuální identifikace elektromobilu v kontextu běžných spalovacích vozů shledávám na současném trhu s elektrickými LUV jako problematický. Jsem zastáncem toho, že elektromobil by se měl od těchto svým vizuálem odlišovat, vykazovat tedy do jisté míry již zmiňovaný „výraz elektromobility“. Koncepty VW ID Buzz a Mercedes-Benz Vision Van v tomto ohledu ukazují směr, jakým by se design elektrických dodávek mohl ubírat a záleží na dalších výrobcích, zda tento styl přijmout nebo přehodnotit.

Z obou konceptů je patrné, že se snaží vystavět charakteristický design elektromobilu na redukci tvarových prvků a použití světelných elementů nejen funkčně, ale jako nedílnou součást designu samotného, k jeho dotvoření a k vizuálnímu odlišení. Tento přístup obecně pokládám za dobrý a očekávám, že se ujme, osobně však mám výhrady k mnohdy až nadužívání doplňkových světelných prvků.



**Obr. 3.1** Doplňkové světelné prvky na vozech Vision Van [86] a ID Buzz [87]



Užitkový vůz by měl vykazovat robustní charakter, jeho výraz by vzhledem k plánovanému použití neměl být příliš dynamický ani ostře řezaný. Z tohoto pohledu kvitují styl tvarování zmíněných konceptů, prvky uvedené na obrázku výše (podsvícené logo, dynamický LED matrix) však dle mého názoru nejsou v souladu se střídavým výrazem užitkového elektromobilu.

## Ergonomie

Silnou stránkou dodávkových vozů je jejich univerzální charakter. V konečném důsledku může tato univerzálnost být vnímána i negativně, a to jako nedostatečné přizpůsobení vozu účelu, kterému má sloužit.

Pro dodávkové vozy je specifický volný nákladový prostor. U něj můžeme ze strany ergonomie užívání vytipovat některé nedostatky. Náklad se v takto volném prostoru při jeho částečném zaplnění může během jízdy působením setrvačných sil různě pohybovat, což v krajním případě může způsobit jeho poškození. Aretace nákladu je obtížná a časově náročná, protože k ní může být použito typicky jen několik kotvicích ok. Pro vozy, které neumožňují v nákladovém prostoru komfortní stání (typicky se světlou výškou menší než 2500 mm) jsou problematické situace, kdy musí řidič vstupovat do vozidla a něco z něj vynášet.

Pokud uvažujeme konkrétně použití dodávek u přepravců zásilek, dalším problémem je organizace nákladu v rámci nákladového prostoru. V současnosti je zboží nakládáno řidičem, který je sám řadí. Během rozvážky probíhá souběžně i svoz zásilek od různých odesílatelů. Ty se v nástavbě vozu mohou míchat se zásilkami určenými k rozvozu.

Dalším obecným problémem je, že řidič musí vystupovat do vozovky. Tento problém je společný pro všechny existující vozidla, u dodávek je však umocněn tím, že řidič díky charakteru užívání vystupuje častěji než u jiných typů vozidel.

U dodávkového vozu se skříňovou zástavbou je velkým problémem výhled z vozu, zejména pak výhled vzad a s ním spojené horší manévrování ve všech směrech. Vozy bývají vybaveny parkovacími senzory s akustickou odezvou, není však nijak nahrazeno středové zpětné zrcátko.

## Specifika doručovacích vozů

Bylo třeba analyzovat, zda existují nějaké rozdíly mezi vozy používanými k doručování a běžnými produkčními dodávkami, případně zda mají doručovací vozy nějaká specifika, která by měly vykazovat pro úspěšné plnění svého účelu.

Vy pozoroval jsem dva odlišné přístupy k pojetí doručovacího vozu, které pro účely své práce podle jejich dominantního výskytu pojmenuji jako vozy amerického a evropského typu (což však nevyklučuje použití dodávek amerického typu v Evropě a naopak). Zcela zásadním specifikem vozidel amerického typu je možnost vcházet do nákladového prostoru skrze zadní stěnu kabiny. To je umožněno obecně větší velikostí používaných vozů a rozměrnými nástavbami, které mnohdy ustrnuly na tvaru pravidelného kvádrů. V nástavbách mohou být umístěny police pro uložení nákladu. Doručovací vozy evropského typu jsou pak v podstatě běžné dodávkové vozy se skříňovou nástavbou, přičemž stejně jako k doručování by bylo možné je použít k jinému účelu typickému pro tento typ vozu obecně. Disponují tak klasickým nákladovým prostorem bez speciální zástavby, dostupným zezadu a z boku.

Specifickým prvkem pro doručovací vůz amerického typu je právě speciální skříňová nástavba. Dodávkový vůz je v takových případech v konfiguraci chassis-cab (kabina na žebřinovém rámu), která je následně doplněna skříňovou nástavbou pro ukládání balíků. Už samotná zmínka žebřinového rámu vede ke zjištění, že tato přestavba bývá realizována pro dodávky vyšší velikostní kategorie (viz kapitola Srovnání rozměrů). Příklad speciální skříňové nástavby představuje Streetscooter Work XL, který vznikl na platformě Fordu Transit poslední generace, a byl navíc vybaven elektrickým pohonem. Na evropském trhu však tyto přestavby vozů nejsou běžné, a většina doručovacích vozů jsou zmiňované dodávky s klasickou skříňovou karoserií. Pro účely doručování bývají zpravidla vybaveny dodatečným obložením nákladového prostoru (pokud není pro daný vůz standardem).



Obr. 3.2 Nákladový prostor s krycím obložením stěn [88]



**Obr. 3.3** Streetscooter Work XL (nástavba na podvozku Ford Transit) [89]

Dále bylo důležité určit, jaké prvky přispívají k jednoznačnému vizuálnímu určení doručovacího dodávkového vozu. Hlavním rozlišovacím prvkem je kromě samotného tvaru karoserie (u dodávek amerického typu) grafické řešení. To bývá realizováno výhradně formou polepu, přičemž jsou aplikovány prvky vizuálního stylu vlastníka. Někdy je pak v kombinaci s polepem celé vozidlo vyvedeno charakteristickou barvou, taktéž v souladu s vizuálním stylem provozovatele.



**Obr. 3.4** Různá barevná řešení téhož vozu ČP – firemní barva + polep [90] (upraveno)

Z hlediska motorizací jsou vozy pro doručování nezměněné produkční dodávky ve standardních specifikacích, ať už jde o vozy se spalovacím motorem nebo jejich elektrifikované varianty.

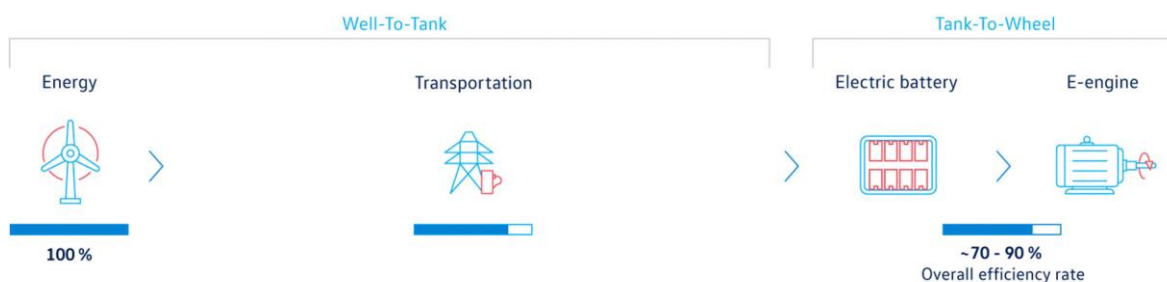
Souhrnně je možné říct, že hlavním vizuálním rozlišovacím prvkem evropského doručovacího vozu je jeho grafické řešení. Funkčně se od jiných dodávek může lišit dodatečným obložím nákladového prostoru. Nejsou však určeny žádné konkrétní technické parametry, které by měl vůz splňovat, aby mohl být označen jako doručovací.

Důvodem nízké míry specializace evropské produkce může být způsob, jakým některé společnosti fungují. Firmy jako např. DPD či PPL doručovací vozy nevlastní, nýbrž najímají externí přepravce. V jejich zájmu pak je, aby byl vůz použitelný i pro jiné účely, zejména po ukončení povolené životnosti (stanovené ze strany přepravní společnosti) nebo při prodeji vozu jako ojetiny. Situace nastavená na evropském trhu tak úzké specializaci dodávkových vozů příliš nenahrává.

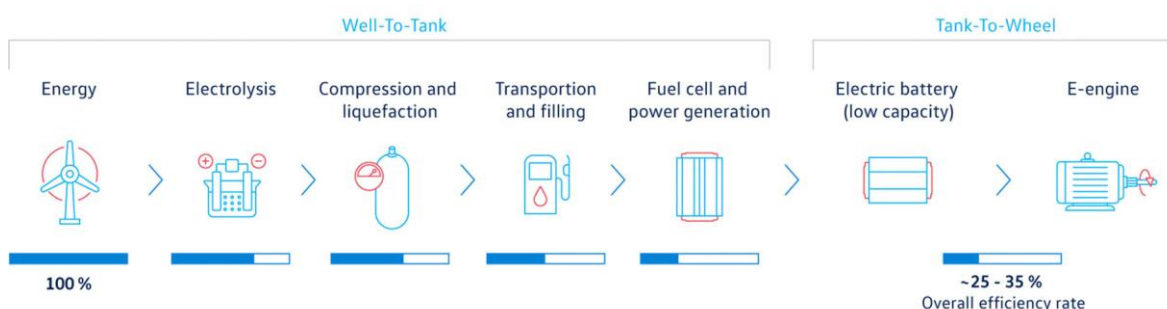
### Pohonné ústrojí

V této fázi je pro další postup v práci třeba především určit, zda navrhované vozidlo bude poháněno energií z baterií (BEV) nebo pújde o elektromobil na vodík (FCEV)

Obecně a velmi zjednodušeně můžeme říct, že FCEV stejně jako BEV neprodukuje přímé emise, drivetrain je výrazně lehčí díky absenci těžkých baterií, umožňuje stejný či větší dojezd, rychlejší doplnění paliva. Celkově je ale systém s palivovými články vysoce neefektivní, ať už z pohledu provozních nákladů, výroby a transportu paliva či energetické účinnosti celého procesu [91]. Pokud ze sítě odebereme určité množství elektrické energie a chceme jej použít pro pohon elektromobilu, finální bilance je následující – zatímco BEV dokáže při dvojitým převodu a nabití baterie k motoru dostat 85 % původní energie, FCEV při výrobě a skladování vodíku ztratí výrazně více, a tak se po přeměně energie v palivových článcích a převodu dostává k motoru pouhých 35% původní energie. [92]



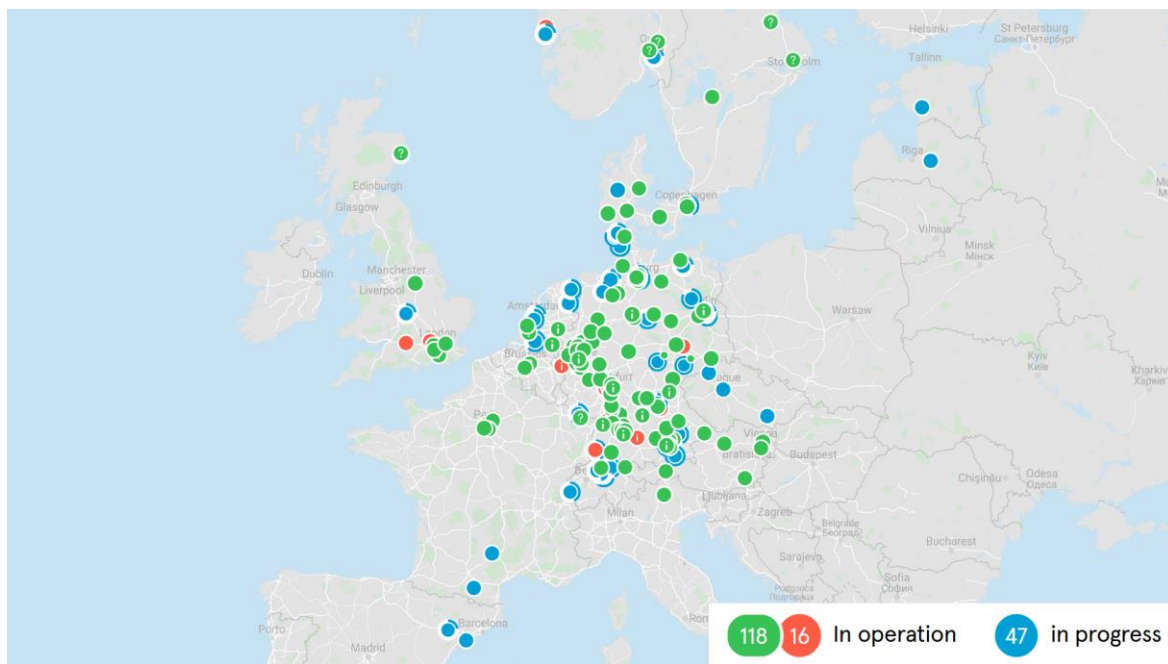
**Obr. 3.5** Efficiency rate vozidla s baterií [93] (upraveno)



**Obr. 3.6** Efficiency rate vozidla s palivovými články [93] (upraveno)



Dalším významným aspektem ke zvážení je otázka infrastruktury. Ta je velkým problémem BEV vozidel, vozy na vodíkový pohon jsou však její absencí ve většině evropských zemí zcela deklasovány. Zatímco dobíjecích stanic pro elektromobily je v době vzniku tohoto textu v ČR evidováno okolo čtyř set [94], čerpací stanice na vodík není veřejně přístupná ani jedna, ve výstavbě tři [95]. Z evropských zemí si primát drží Německo, kde v současnosti funguje 86 stanic [96]. Německo je zároveň asi jedinou zemí Evropy, kde je možné díky hustotě stanic vodíkové automobily používat i mimo výlučně městské oblasti.



**Obr. 3.7** Mapa všech evropských čerpacích stanic na vodík ke 13.10.2020 [96] (upraveno)

Pokud pak trváme na tom, aby byl vůz navrhován v souladu s udržitelným rozvojem dopravy a předpokládáme využití obnovitelných zdrojů energie pro jeho pohon, získává energetická bilance obou procesů velkou váhu. Z tohoto srovnání pak BEV vychází jako jednoznačný vítěz. Můžeme polemizovat o negativních dopadech na životní prostředí vinou těžby a zpracování vzácných kovů (Lithium, Kobalt), bez nich se však v menší míře neobejde ani FCEV, které je taktéž vybaveno menší baterií.

Na tomto místě bych rád zdůraznil, že vodík jako palivo není hoden zavržení. Pouze není ve srovnání s bateriemi výhodný při použití ve stanovených podmínkách. Naopak velký potenciál vodíku vidím v řešení udržitelné dálkové přepravy, kde vozy s bateriemi postrádají smysl.

### 3.3 Cíle práce

Na základě výše zmíněných východisek bylo možné přistoupit k definici cílů práce. Kromě konkrétních či „měřitelných“ cílů bylo třeba vytyčit i cíle týkající se dodatečných rešeršních prací, zejména v oblasti cílové skupiny a jejích potřeb, které budou následně reflektovány.

Primárním cílem práce je návrh lehkého dodávkového elektromobilu s hmotností do 3,5 t (kategorie N1) určeného pro přepravu nákladu v městských a příměstských oblastech.

K dalšímu zpřesnění původních cílů práce bylo třeba upřesnit určení vozidla a cílovou skupinu. Na základě analýzy provedené rešerše byla jako určení vozidla konkretizována koncová přeprava. Ta je doménou specializovaných přepravních služeb. V menší míře je pak realizována dalšími firemními subjekty (závozy zboží do obchodů, přesuny zboží mezi pobočkami).

Na základě analýzy a zhodnocení rešerše je možné stanovit si několik dalších dílčích cílů, kterými by bylo vhodné rozšířit cíle stanovené zadáním práce, a při jejichž splnění by mohl vzniknout hodnotný návrh. Vztahují se k různým aspektům návrhu, a jsou to:

Design:

- Vytvořit design adekvátní užitkovému vozu, reflektující použitý pohon
- Vytvořit jedinečné grafické řešení a tvarově jej začlenit do designu
- Vyvarovat se nadužívání světelných prvků, disproporcí či jiných objektivních nedostatků, definovaných na základě designérské analýzy

Technické parametry:

- Koncipovat návrh jako BEV
- Určit odpovídající základní proporce a parametry pohonného ústrojí
- Umožnit velikostní variabilitu vozu (L1H1, L2H2 atp.)
- Použít existující či aktuální technologie pro určený časový horizont koncepce návrhu

Ergonomie:

- Zefektivnit proces rozvozu pro koncového uživatele
- Zajistit dostatečný výhled z vozu
- Zvednout užitný potenciál nákladového prostoru

Cílová skupina a zaměření:

- Důkladněji analyzovat proces koncového doručování
- Definovat potřeby cílové skupiny a respektovat je

Komentář k jednotlivým cílům práce následuje níže.

Prvním a nejvíce evidentním faktem, který vyplynul z designérské analýzy, je prostor pro řešení vnějšího designu dodávkového elektromobilu. V současnosti nabízené vozy tohoto typu mají jisté rezervy. Dle mého názoru není vhodné koncipovat elektromobily pouze jako přestavby existujících spalovacích vozů. Design elektromobilu by se měl od spalovacích vozů nějakým způsobem odlišovat (nikoli jen barevně a v detailech). Celkové pojetí přestavby spalovacího vozu na elektromobil je logickým východiskem finančních aspektů vývoje vozidel a s ním spojené snahy o univerzální použití dílů či podvozkových platform. Pokud by však vůz byl vyvíjen primárně jako elektromobil, umožnilo by to vzdát se jistých kompromisů a plně využít možností, které elektrický pohon nabízí.

Na základě analýzy vidím jako možnou cestu k originálnímu designu integraci barevného a tvarového řešení namísto zpracování obojího samostatně. Barevné řešení je na evropském trhu hlavním prvkem, který odlišuje doručovací vozy od ostatních dodávek. Z toho důvodu by si zasloužilo větší pozornost, než mu bývá v současnosti věnována formou pouhé aplikace barevného polepu.

Z několika důvodů bylo zvoleno napájení z modulární baterie. Pro návrh bude potřebné zajistit, aby bylo možné osadit pohonné ústrojí odpovídajícího výkonu pro daný účel. Analýza nabízených technologií sice ukázala, že vliv použitých komponent nebude určující, je však třeba mít na paměti některá rozměrová omezení. Na základě provedené analýzy by bylo vhodné určit základní parametry, které mohou okrajově ovlivnit výsledný design (plánovaný dojezd, užitná hmotnost, velikost, kapacita baterie). Pro daný typ vozu je též standardem možnost výběru velikostní varianty karoserie dle potřeb zákazníka. Tuto možnost je nutné zachovat. Vzhledem k aktuálnosti problému a časovém horizontu, stanoveném zadáním, bude vhodné nepředjímat vývoj budoucích technologií ale použít již existující řešení.

Důležitou kapitolou je ergonomie návrhu. Existují některé objektivní nedostatky dodávkových vozů, jako např. špatný výhled vzad, které by bylo vhodné eliminovat. Velký potenciál se však skrývá v jakémkoli zefektivnění procesu koncového doručování ze strany uživatele – řidiče/kurýra. Vzhledem k zacílení vozu na koncovou přepravu vyvstala otázka, zda by nebylo možné řešit ukládání zboží progresivněji. Pro návrh úložného systému však mnou doposud získané informace nestačí. V první řadě je tak nutné hlouběji analyzovat proces doručování a pokusit se definovat jednoznačné potřeby cílové skupiny, ze kterých by bylo možné vycházet při další práci.



## Souhrn

Plánovaná inovativnost řešení by měla spočívat především v originálním designu vizuálu vozu, který bude odpovídat robustnímu charakteru užitkové dodávky a bude disponovat jednoznačným výrazem elektromobility. Jedinečným prvkem designu by proti existujícím návrhům mělo být barevné řešení přímo korespondující s tvarem. Pokud se tím podaří docílit nezaměnitelného a přiměřeně nápadného vzhledu, pozitivně to přispěje vizuální komunikaci s okolím. Důležitým aspektem bude též realizovatelnost designu. Ten je třeba vytvářet s přihlédnutím k současnému stavu technologií a plánovanému časovému horizontu pro realizaci návrhu.

Dalším prostorem k pokroku je zefektivnění procesu doručování. Proto bude nejprve nutné hlouběji analyzovat proces doručování, což by mohlo přinést inspiraci či podněty k řešení. Jakékoli zvýšení užitné hodnoty vozu, zejména pokud pomůže uživateli ušetřit čas či zpříjemnit práci, by bylo vítaným přínosem.

## 3.4 Cílová skupina

Jako vhodná cílová skupina se jeví doručovací služby, specializující se na balíkovou přepravu, a ve druhé řadě též libovolné firmy, které v rámci svého fungování zajišťují distribuci zboží v městských oblastech a jejich okolí. Může jít např. o pravidelné závozy zboží do lékáren či specializovaných obchodů.

### 3.4.1 Obecné charakteristiky

Potřeby přepravníků i menších firem jsou vesměs velmi obecné. Hlavní potřebou je každodenní koncový rozvoz nákladu z expedičního depa či skladu k adresátům. Pro ten je třeba zajistit dostatečný akční rádius vozu, což by pro relativně nízké denní nájezdy v rozmezí 50 až 150 km [97] neměl být problém. S rozvozem přímo souvisí otázka, jak má být takový vůz velký. V současné době se ve flotilách přepravních společností vyskytují zejména větší dodávky typu Renault Master, Peugeot Boxer či Fiat Ducato. Není to však obecně platným pravidlem a mimo čistě balíkové přepravce se můžeme setkat i s menšími vozy. Obecně platí, že čím je vůz větší, tím více nákladu dokáže pojmout, ale zároveň stoupá hmotnost, spotřeba a klesá ovladatelnost. Vzhledem k městskému zaměření bych volil spíše menší velikost vozu s možností velikostních variant, např. s delším rozvozem nebo zvýšenou střechou. Rozměrová variabilita by byla kladem i pokud uvažujeme potenciální prodej vozu nefiremním subjektům.

Z pohledu přepravních služeb by mohla být výhodou možnost snadné aplikace firemního stylu, realizovaná v současnosti většinou formou lepených fólií. Další možností je vhodné členění segmentů karoserie, které by umožnilo jejich barevné odlišení za použití barev typických pro danou společnost. To by pozitivně přispělo ve vizuální komunikaci s koncovým zákazníkem, neboť vozidlo přepravce bude jednoduše a jednoznačně rozeznatelné.

Přínosem by mohl být libovolný způsob zefektivnění samotného procesu doručování. V úvahu připadá například úložný systém v nákladovém prostoru. Zde však narážíme na problém různorodosti přepravovaného zboží, kdy se velikost balíků může velmi lišit. Tento aspekt je třeba blíže prozkoumat a pokusit se najít možná řešení. Dalším prostorem k inovaci by mohly být integrované poloautonomní systémy jako např. technologie „FollowMe“, použitá u konceptu VW eT!, která umožňuje řidiči popojíždění s vozem bez nutnosti nasedat. Podobně by mohlo používání ulehčit automatické otevírání dveří, nebo propojení vozu s informačním systémem přepravce.

### 3.4.2 Uživatelská cesta – analýza procesu doručování

Za účelem potřebné hlubší analýzy uživatelské cesty produktu, definované mezi dílčími cíli práce, jsem kontaktoval kurýry Jiřího Marka z České Pošty a Martina Bigase z DPD, který mi umožnil absolvovat s ním jeho kompletní směnu. Pan Bigas pracuje pro soukromého dopravce Auto Češnovice, který je smluvním partnerem DPD Group a zajišťuje obsluhu části jihočeského kraje. Moje exkurze proběhla na konci listopadu 2020, tedy v období maximálního vytížení přepravních kapacit.

#### DPD

Směna kurýra začíná před 6 h ráno příjezdem na depo. V době většího vytížení (typicky před vánoci, během tzv. koronakrize stále) již od 5:00 skladníci provádí předvykládku zboží z kamionů, přijíždějících z hlavního třídícího depa. Vyložené balíky jsou postupně skenovány a vykládány na válečkový pás. Příchozí kurýři zahajují ranní proces vykládky, kdy z válečkového pásu rozebírají dle identifikačních čísel balíky pro přidělenou oblast, a podle znalosti této oblasti je zhruba řadí do své „klece“. Přitom každý balík pomocí čárového kódu naskenují přiděleným skenovacím terminálem. Kurýr zpravidla obsluhuje jen jednu oblast, protože znalost terénu je klíčová pro efektivitu jeho práce.



**Obr. 3.8** Proces ranní vykládky – válečkový pás se zásilkami, klece

Je zcela běžné, že je kurýrovi pro danou oblast přiděleno více zásilek, než dokáže jeho vozidlo pojmout. V takovém případě mu mohou vypomoci kolegové z jiných oblastí, nebo má možnost doručení zásilky odložit na další den (max. však dva dny).

Ranní proces vykládky trvá v závislosti na počtu zásilek 2 až 3 h. Během letních měsíců bývá z depa v ČB rozváženo cca 4 000 zásilek denně, nyní je to kolem 8 000. Po rozebrání a naskenování všech zásilek je kurýr po řadě naskládá do vozu a podle tohoto pořadí optimalizuje svou trasu v terminálu, nebo zvolí opačný postup, kdy nechá terminál nejprve vygenerovat trasu, tu následně optimalizuje a pak provede nakládku. Pro optimalizaci trasy je opět klíčová znalost dané oblasti. Terminál neuvažuje dopravní situaci ani jiné vnější faktory jako počasí. Optimalizace kurýrovi trvá dle schopností přibližně 20 až 30 minut.



Obr. 3.9 Nákladový prostor po dvou hodinách rozvážky

Po potvrzení optimalizace trasy kurýrem terminál automaticky rozešle adresátům tzv. predikt – hodinové časové okno, ve kterém musí být balík doručen. Před odjezdem si kurýr ještě musí vytisknout štítky na svážené balíky, což trvá cca 5 min.

Typicky po 9. hodině řidiči vyráží na své okruhy. Okruhy jsou podle svého charakteru rozčleněny do 3 skupin – městský, příměstský a dálkový a pro každý jsou stanoveny jiné normy, které musí kurýr splnit. Pan Bigas obsluhuje příměstskou oblast, kde denně absolvuje 120 až 150 tzv. stopů a najede 150 až 200 km. Normou pro příměstskou oblast je 65 doručených zásilek za den, ale v současné situaci kurýři naplňují své normy zhruba dvojnásobně. Značné části adres je doručováno více než jeden balík. Některé ze stopů jsou navíc svozové.

Během jízdy řidič ve vlastním zájmu telefonuje následujícím adresátům a žádá je, aby ho očekávali. Sice nemá tu povinnost, ale výrazně tím urychlí proces předání zásilky. Ze 110 měřených stopů měl pan Bigas průměrný čas od vystoupení po opětovné nastoupení do vozu 78 s, přičemž předání trvalo od 20 s až po 5 minut. Předání v řádu více minut je pro řidiče velmi frustrující, neboť přímo ovlivňuje délku jeho pracovní doby a zvyšuje riziko, že doručení následujících zásilek padne mimo hodinový predikt, za což mohou řidiči dostávat sankce. Při předání řidič vybírá peníze za dobírky, ať už hotově či kartou přes platební terminál. Na konci směny tak má při sobě nižší stovky tisíc v hotovosti.

Směna končí po obslužení všech stopů, a řidič může ovlivnit jen některé faktory, určující její délku. Pokud např. vinou nepřipravených adresátů ztratí při každém stopu pouhých 20 s, prodlouží se jeho směna při 120 stopech o 40 minut. Při počtu 120 stopů trvá rozvážka přibližně 8 hodin. Podle pana Bigase se za stejnou dobu dá stihnout i 140 stopů, ale vše závisí na více okolnostech, a především schopnostech kurýra.

Na depo se řidiči i se svezеныmi zásilkami vrací mezi pátou a šestou hodinou. Dříve se při menším vytížení vraceli i ve dvě hodiny odpoledne, ale od začátku „koronavirové hysterie“ prý kurýři tak krátkou směnu nepamatují. Při návratu se většinou čeká ve frontě na vykládku, protože míst určených k vykládání je nepoměrně méně než expedičních klecí. Po vykládce řidič zaeviduje a uloží vybranou hotovost, odevzdá svůj skenovací terminál a směna je ukončena.

Shrnutí:

- 5:30 - 6:00 Příjezd na depo
- 6:00 - 9:00 Proces ranní vykládky
- 9:00 - 9:30 Příprava trasy
- 9:30 - 17:30 Doručování a svozy
- 17:30 - 18:30 Proces vykládky, odjezd

Celkově trvá denní směna kurýra 10 až 13 hodin. V letních měsících, které typicky znamenají menší vytížení, se pak tato doba zkracuje až o několik hodin.



## Česká Pošta

Jiří Marek a obecně kurýři České pošty mohou v závislosti na personální situaci v dané oblasti kromě rozvážky balíků absolvovat výrazně více úkonů. Pan Marek po příchodu do práce musí na počítači vytisknout identifikační papíry k jednotlivým balíkům či dopisům – tzv. „výzvy“, a podle uvedených adres musí sám naplánovat svou trasu. Po ranním vyřízení všech formalit následuje naložení balíků, přivezených z centrálního depa. Balíky jsou již rozříděné do klecí podle jednotlivých oblastí, řidiči tedy zbývá jen zkontrolovat přítomnost a stav všech balíků podle vytištěných výzev a naložit je do vozu. Většinou jde přibližně o 100 balíků, v nynější nestandardní situaci výrazně více. Kromě balíků však doručovatelé pošty mohou doručovat i dopisy, se kterými provádí tytéž kontrolní úkony. Někdy také kurýři vyplácí důchody. V tom případě ráno převzou peníze, které musí rozpočítat každému adresátovi zvlášť a doručit. Každý den též mohou rozvážet na menší pošty trezory.

Celkově trvá ranní proces 2 až 3 hodiny a následuje odjezd na trasu. Současně s rozvozem probíhá také svoz, a na závěr směny kurýr ještě sváží balíky a trezory s hotovostí z příslušných menších pošt. Po návratu na depo následuje přepočítání peněz obdržených z dobírek, vyložení svezonych zásilek, vyřízení formalit a směna je ukončena.

I zde platí, že délka směny závisí na schopnostech řidiče, protože vždy musí doručit všechny balíky, které mu pro daný den a oblast byly přiděleny. Má však tu výhodu, že při nezastižení adresáta může do schránky vhodit výzvu a zanechat balík na nejbližší poště v rámci své oblasti. Řidiči se někdy střídají na více oblastech. Znalost terénu a schopnost plánovat je tak velmi důležitá. Množství přepravovaných balíků může být oproti ryze balíkovým přeprávcům srovnatelné nebo menší, díky dalším úkonům, které doručovatel provádí, však absolvuje výrazně více zastávek (tzv. stopů).



**Obr. 3.10** Vozy Peugeot Boxer Furgon L2H2 České Pošty [98]



## Východiska

Možná překvapivým zjištěním bylo, že řidiči se k úložným systémům pro zásilky staví výrazně negativně. Vystačí si s krabicí na malé zásilky, pokud ji vůbec používají. Jako největší problémy svých vozů považují absenci automatické převodovky či řešení odkládacích prostor interiéru. Úložný systém je podle kurýrů nežádoucí ze dvou hlavních důvodů. Jednak by zredukoval využitelný vnitřní prostor a v druhé řadě je pro ně samotná manipulace s ním časově nevýhodná. Hlavním problémem zde není manuální organizace nákladu ani absence jeho aretace, nýbrž čas. Kurýři jsou schopni zásilky při nakládce seřadit, naskládat a následně v nich hledat tak obratně, že aretace nákladu při každé zastávce je pro ně ztrátou času. Ohledně způsobu organizace nákladu proto kurýři neuváděli žádné výrazné problémy. Pokud jde o pohyby nákladu při jízdě, vše je závislé na jízdním stylu řidiče a způsobu, jak balíky uloží. Obecně ale platí, že ve srovnání s tím, jak je se zásilkami zacházeno v rozvozovém depu, je koncová přeprava tou méně rizikovou částí procesu.

Dle vyjádření vedení přepravní společnosti DPD probíhaly a probíhají experimenty s různými systémy na organizaci nákladu, přesto je v současnosti z pohledu přepravce stále nejefektivnější holý nákladový prostor bez zástaveb. To je z určitého pohledu pochopitelné, neboť libovolný systém organizace nákladu ubírá místo, a navíc se nedokáže plně přizpůsobit různorodosti přepravovaných zásilek.

Dalším zjištěním je rozmanitá skladba doručovacích vozů mezi jednotlivými přepravními společnostmi. Při směně u DPD byly k vidění výhradně dodávky větší kategorie (Iveco Daily, VW Crafter, Mercedes Sprinter, Ford Transit) ve větších rozměrových specifikacích. To je dáno především konceptem nastaveným u této konkrétní firmy. DPD Group nevlastní žádná vozidla, pouze přiděluje oblasti smluvním partnerům. Jejich povinností pak je zajistit vozy, řidiče a úspěšný koncový rozvoz všech balíků.

Ostatní firmy buďto diverzifikují své vozy na doručování menších či větších zásilek, nebo mají jinak nastaveny počty vozidel pro jednotlivé oblasti, což umožňuje použití dodávek menší kategorie, které můžeme vídat např. ve službách PPL, DHL, UPS či České Pošty. Ve službách PPL či České Pošty můžeme narazit i na malé užitkové vozy (např. Peugeot Partner), ty však nejsou primárně určeny k balíkové přepravě.

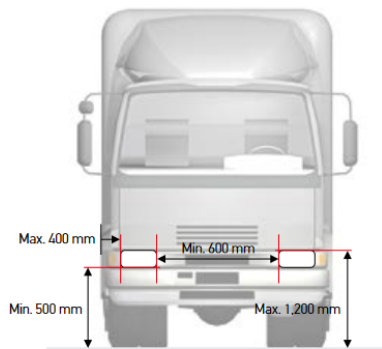
## 3.5 Základní parametry a legislativní omezení

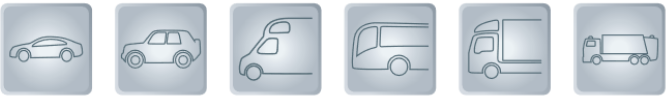
### 3.5.1 Legislativní omezení

Formální stránkou označení dané kategorie vozu se zabývá směrnice evropské unie EU: 2007/46/EC, která stanovuje pro nákladní vozidlo s maximální hmotností do 3,5 t označení N1.

Maximální přípustné rozměry a hmotnost pro silniční vozidla v rámci EU pak stanovuje směrnice 96/53/ES a její aktualizace 2002/7/ES.

Předepsané světelné prvky vozidla a jejich umístění je zakotveno v předpisu č. 48 EHK/OSN<sup>3</sup> (ECE-R48). Určená omezení byla přehledně zpracována výrobcem světelných prvků HELLA, viz ukázka níže.





**Headlamps for low beam**  
ECE-R48 section 6.2, ECE-R98 und ECE-R112 (ECE-R123 contains further special conditions)

<b>Presence</b> <small>ECE-R48 § 6.2.1</small>	Mandatory for all passenger car classes.
<b>Number</b> <small>ECE-R48 § 6.2.2</small>	2 units
<b>Color</b> <small>ECE-R48 § 5.15</small>	White
<b>Position in width</b> <small>ECE-R48 § 6.2.4.1</small>	Max. 400 mm from the extreme outer edge of the vehicle. Min. 600 mm between the two low beam headlamps. Min. 400 mm, if the total vehicle width is < 1,300 mm (not applicable to M <sub>1</sub> - and N <sub>1</sub> vehicles.).
<b>Position in height</b> <small>ECE-R48 § 6.2.4.2</small>	Min. 500 mm, max. 1,200 mm, max. 1,500 mm on N <sub>2</sub> G vehicles.
<b>Visibility</b> <small>ECE-R48 § 6.2.5</small>	Horizontal 10° inwards and 45° outwards. Vertical 15° upwards and 10° downwards.
<b>Electrical connections</b> <small>ECE-R48 § 6.2.7</small>	The low beam may remain on when the high beam is switched on.
<b>Tell-tale</b> <small>ECE-R48 § 6.2.8</small>	Optional
<b>Other regulations</b> <small>ECE-R48 § 6.2.9</small>	Automatic leveling must be installed with LED headlamps. If the headlamps are equipped with light sources > 2,000 lumen (usually xenon), automatic leveling and a headlamp cleaning system need to be installed, 2 additional cornering lamps are optional.

Obr. 3.11 Ukázka z grafického zpracování předpisu ECE-R48 [99]

Omezení pro tažné zařízení (resp. požadavky pro jeho umístění na vozidlo) jsou zakotvena ve směrnici EHK/OSN č. 55 (ECE-R55). Pro tento konkrétní návrh ale pravděpodobně nebude použito.

Způsoby nabíjení elektromobilů jsou zakotveny v mezinárodním předpisu IEC 61851 (u nás ČSN EN 61851-1), pro design však nejsou nijak omezující.

### 3.5.2 Základní parametry

Jelikož legislativa omezuje rozměrové parametry vozidel velmi rámcově, nemají stanovy pro danou kategorii vozu žádný určující charakter. Volba základních proporcí tedy závisí především na souvislostech plánovaného použití vozu, pohonného ústrojí a charakteru cílového trhu v tom smyslu, jaké proporce, rozměry či parametry jsou pokládány za adekvátní.

<sup>3</sup> Evropské hospodářské komise Organizace spojených národů

## Rozměry

Dodávkový vůz směřuje především do městského a příměstského provozu, je proto vhodné stanovit maximální délku v rozmezí 4,5–6 m. Větší velikost má za následek výraznou ztrátu hbitosti v městském provozu, přestanou například stačit parkovací místa běžných rozměrů apod. Určil bych proto výchozí délku jako 5 m, což reflektuje i rozměry konkurenčních spalovacích vozů stejné kategorie. Šířka karoserie bez zrcátek se pohybuje okolo 2 m, totéž platí i o výšce. Rozměry ostatních vozů na trhu budou též vodítkem pro stanovení rozměrů velikostních variant, jejichž návrh je jedním z cílů práce.

## Výkonové parametry

Za zvážení stálo použití pohonu všech kol. Ten by byl realizován dvěma elektromotory o systémovém výkonu cca 100–200 kW (pro každou nápravu jeden motor). Nakonec se k němu nepřikláním z důvodu vyšších výrobních nákladů a hmotnosti, ačkoli jinak by s sebou další výrazná negativa nepřinesl. Pro pohon je nakonec zvolen jediný motor, jehož výkon by se mohl pohybovat v rozmezí 100–150 kW. Použitá baterie bude lithium-iontová, s kapacitou cca 80–100 kWh. Takováto baterie zajistí jízdní dosah, který je pro denní nájezd doručovacích vozů do 200 km [97] dostatečný. Je třeba dbát i na provoz s nákladem, který sníží dojezd, či na provoz v zimních měsících, kdy kapacita baterie klesá kvůli nižší chemické aktivitě za snížených teplot. Dimenzování baterie je v podstatě snahou najít vhodný kompromis mezi dojezdem vozu a mrtvou vahou baterií.

Na základě získaných poznatků a jejich zhodnocení byly zvoleny následující technické parametry. Podrobné zdůvodnění jejich volby je uvedeno dále v kapitole Konstrukčně technologické řešení.

## Souhrn

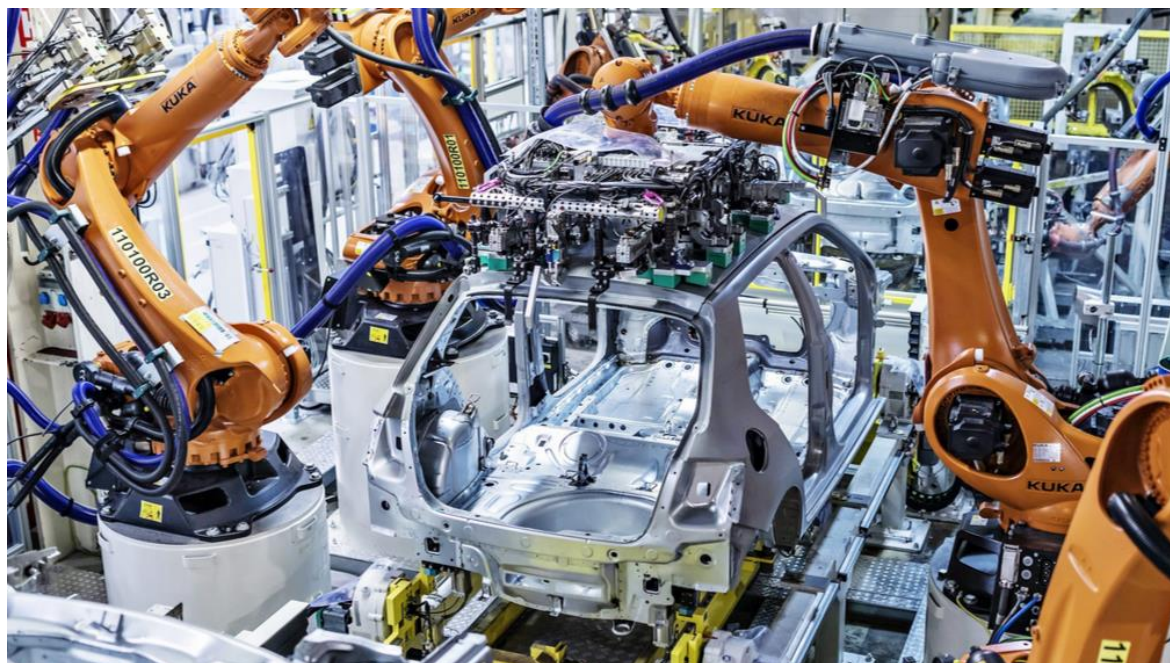
- BEV (Battery electric vehicle)
- Délka základní verze cca 5 m, výška a šířka cca 2 m (+ velikostní varianty)
- Užitečná hmotnost minimálně 1 t (až do limitu 3,5t)
- Jednomístné (v případě potřeby dvoumístné)
- 1 elektromotor + pohon předních či zadních kol
- Výkon 100-150 kW
- Li-ion battery pack o kapacitě 80-100 kWh

## 3.6 Použité výrobní technologie, potenciální trh a cena

### 3.6.1 Výrobní technologie

Je předpokládána sériová výroba, tak jako u ostatních současných vozů, které jsou až na několik výjimek v podobě malosériových automobilek vyráběny a kompletovány na výrobních linkách, ať už s využitím lidské síly nebo robotizované výroby. Dodávkový elektromobil v tomto ohledu není nijak specifický.

Předpokládané technologie výroby zahrnuje některé aspekty již zmíněné v technické analýze. Půjde především o lisování ocelových plechů za studena či za tepla, případné použití hliníku či plastových materiálů. S různorodou materiálovou kompozicí vzniká požadavek na různé způsoby spojování součástí, ať už jde o svařování, nýtování, lepení nebo rozebíratelné spoje za použití různých typů spojovacího materiálu.



Obr. 3.12 Výrobní linka ŠKODA Auto (na obrázku vůz Fabia III) [100]

### 3.6.2 Potenciální trh, objem výroby a cena

#### Potenciální trh

Plánovaným odbytištěm LUV tohoto typu bude především Evropský trh. Mohlo by se zdát, že městský dodávkový elektromobil by mohl najít zájemce i v USA, tyto dva trhy se však výrazně liší v tom, jak si kupci dodávkový vůz představují. V tomto ohledu i bezesbýtku platí, že USA je zemí velkých věcí, neboť evropské LUV délky okolo 5 m se svými rozměry rovnají větším americkým SUV. Pro tamní trh by dodávka této velikosti byla zkrátka zbytečně malá. Z designových trendů tamních dodávkových vozů je čitelný také odlišný přístup (popsaný též v kapitole Specifika doručovacích vozů), kdy na vizuální kvality není kladen příliš velký důraz a hledání výrazu elektromobility výrobci nepovažují za důležité.



Obr. 3.13 Současný design amerických dodávkových BEV – Workhorse C-650 a C-1000 [101]

U amerických dodávkových vozů můžeme vypočítat jisté společné znaky (dobře patrné v kapitole Designérská analýza). Jedná se především o výrazně hranaté nástavby, boční přední posuvné dveře zapuštěné do karoserie, absenci druhých bočních dveří, zavazadlový prostor přístupný zezadu posuvnou roletou, často pochybné členění prosklených ploch či nepřilíš vyvážené proporce. Vesměs se jedná o pojetí designu, vůči kterému se chci vymezit.

Z výše zmíněných důvodů nepovažuji americký trh za potenciální odbytiště mnou navrženého užitkového vozu. Proto budu tvořit evropský design pro evropskou populaci, zachovávající zde zavedenou koncepci dodávkového vozu.

## Objem výroby

Pro odhad předpokládaného objemu výroby je třeba nahlédnout na prodejnost LUV jako takových.

Podle statistik SDA<sup>4</sup> bylo v ČR během roku 2019 registrováno celkem 20 436 LUV [102], z toho 15 287 skříňových vozů. Z uvedených dat je možné vyčíst, že nejúspěšnější značky VW (2520 skříňových vozů) a Peugeot (2467) drží tržní podíl přibližně 14 % [103]. Zmíněné značky pak v dané třídě nabízejí každá alespoň 3 modely. Zvážíme-li výše uvedené údaje, je možné vytvořit hrubý odhad, že prodej relativně úspěšného LUV na trhu velikosti ČR se pohybuje kolem 1000 vozů ročně, což je tržní podíl zhruba 5 %. Vzhledem k současnému vývoji prodeje BEV a problematice ceny (viz další podkapitola) se dá očekávat, že prodejnost elektrických dodávek se ještě několik let bude jen pozvolna přibližovat spalovacím modelům. Odhadoval bych tedy maximálně 3 % podíl na trhu s lehkými užitkovými vozy.

Podle údajů ACEA<sup>5</sup> bylo v zemích EU za rok 2019 zaregistrováno celkem 2 113 374 LUV [104]. Předpokládáme-li odhadovaný tržní podíl maximálně do 3 % (63 400 vozů), mohl by se adekvátní objem výroby pohybovat okolo 50 000 vozů ročně.

Na tomto místě bych rád zdůraznil, že se jedná pouze o hrubý odhad, ač podložený reálnými daty. Skutečný vývoj prodeje lehkého dodávkového BEV závisí na více faktorech a není možné jej přesně predikovat.

## Cena

Je zřejmé, že pořizovací cena elektrického dodávkového vozu bude ve srovnání s ekvivalentním spalovacím vozem výrazně vyšší. Aby byl odhad co nejpřesnější, budu vycházet z cen dodávkových vozů, které disponují jak klasickou, tak elektrickou motorizací.

Mercedes Benz eVito se v ČR zatím neprodává, na německém trhu je jeho cena stanovena ve výši 44 990 až 45 720 EUR bez daně, zatímco srovnatelná spalovací alternativa lze pořídit v cenové relaci od 28 410 do 35 910 EUR [105], v závislosti na volbě motorizace, karoserie a výbavy (základní stupně výbavy bez příplatků).

O třídu větší Mercedes eSprinter se shodným pohonným ústrojím se prodává za 53 900 EUR, spalovací verze je k dostání v rozmezí od 28 630 do 42 750 EUR [105] bez daně.

Podobně velký Renault Master Z.E. je na britském trhu k dostání za 54 900 až 57 300 GBP (v závislosti na variantě karoserie), vládní grant však sníží jeho cenu o 8 000 GBP. Spalovací verze startuje na 26 550 GBP a podle zvolené motorizace, výbavy a karoserie se může dostat až na 37 220 GBP [106] bez daně.

---

<sup>4</sup> Svaz Dovozců Automobilů

<sup>5</sup> European Automobile Manufacturers Association

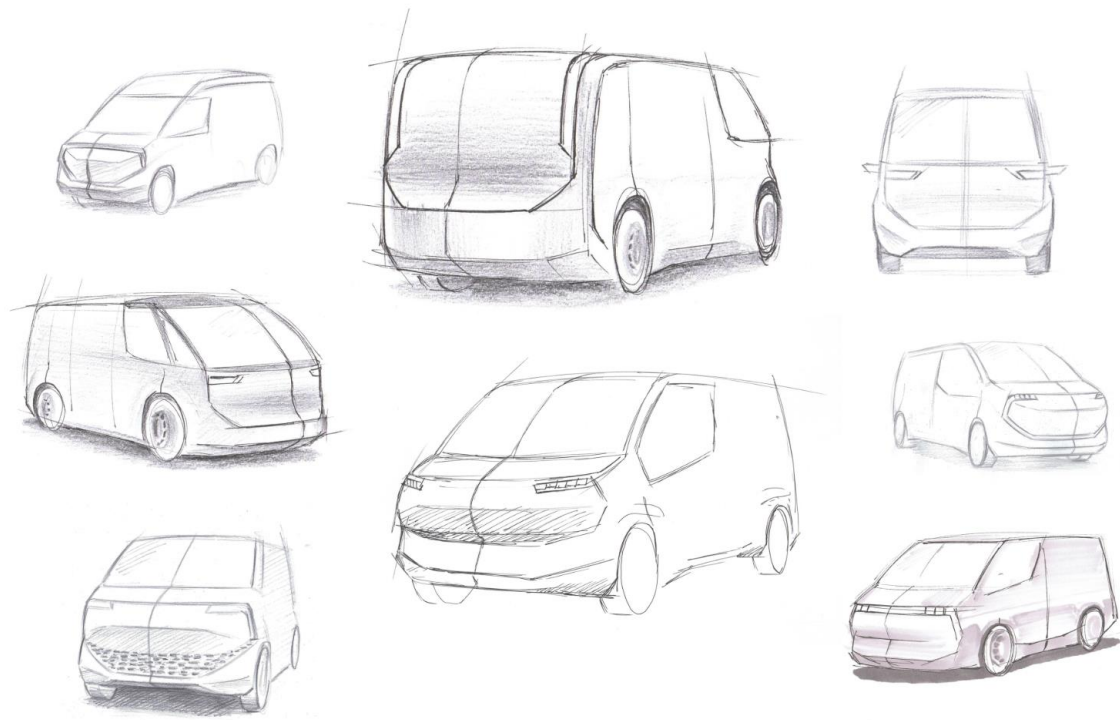


Ačkoli jak Sprinter, tak Master spadají do kategorie o stupeň větších vozů, než jakými se chci ve svém návrhu zabývat, k ilustraci cenového rozdílu mezi BEV a CV je bez obav můžeme použít. Přímé srovnání cen CV a BEV je složitější v tom, že elektrické verze vozů se zdaleka nenabízejí v tak širokém spektru výbav a konfigurací, jako je tomu u vozů spalovacích, a je proto těžké určit elektrické verzi zcela ekvivalentní spalovací protějšek k porovnání. Na základě uvedených cen je však možné vytvořit odhad, že cena elektrického LUV stanovených parametrů by mohla být přibližně 40 000 až 50 000 EUR.

## 4 VARIANTNÍ STUDIE DESIGNU

### 4.1 Úvodní studie a skici





#### 4.1.1 Hrubé skici



## 4.2 Varianty úložného prostoru

Jednou z oblastí ke zlepšení je bezpochyby řešení nákladového prostoru. Stanovisko tázaného přepravce k systémům pro organizaci nákladu je však spíše odmítavé. Firma podle svého vyjádření provádí zkoušky různých úložných systémů, avšak za nejpraktičtější a nejefektivnější stále považuje nákladový prostor bez zástaveb. Tento postoj je patrný i u dalších firem, protože žádná z nich zatím úložný systém nepoužívá.

Naprosto klíčovým faktorem, komplikujícím návrh efektivního systému organizace, je rozměrová variabilita přepravovaných balíků, která zahrnuje rozměry v řádu několika dm<sup>3</sup> až po relativně velké a těžké zásilky, jejichž maximální velikost je omezena velmi rámcově (viz tabulka níže).

	 <b>dpd</b>	 <b>GLS</b>	 <b>PPL</b> ®	
	<b>DPD Group</b>	<b>GLS Group</b>	<b>PPL CZ</b>	<b>Česká pošta</b>
<b>Délka [cm]</b>	175	200	200	240
<b>Šířka [cm]</b>	x	80	60	x
<b>Výška [cm]</b>	x	60	60	x
<b>2.Š+2.V+D [cm]</b>	300	300	360	300
<b>Hmotnost [kg]</b>	31.5	40	31.5	10

Tab. 4.1 Maximální rozměry běžných balíků u největších přepravců

### 4.2.1 Inspirace – výměnný modul s automatickým výdejem

Výměnný modul je futuristickým pojetím nákladového prostoru, které zbaví řidiče nutnosti manuálně nakládat a řadit zásilky. Systém byl představen roku 2016 jako součást konceptu Mercedes VisionVan (viz kapitola Designérská analýza). Princip je takový, že je v depu do vozu vložena již naplněná konstrukce s balíky, přičemž automatizovaný podávací systém během jízdy v součinnosti s plánovacím systémem připraví zásilku k výdeji. Řidič po zastavení zásilku pouze vezme a předá.

Tento způsob ukládání zásilek však předpokládá integrovaný plánovací systém, který monitoruje pozice balíků v modulu, na jakou adresu má být doručen jeden každý balík a v neposlední řadě řídí automatizovanou nakládku v depu. Navíc zde nejsou řešeny typické problémy úložných systémů, jako nevyzpytatelná skladba nákladu (hmotnost, velikost, počet zásilek), souběžný svoz či balíky extrémních proporcí (zejména dlouhé zásilky).

Výhodou koncepce je výrazné snížení nároků na řidiče, který nemusí absolvovat ranní proces nakládky a při každé zastávce ušetří čas, který by jinak musel věnovat hledání balíku mezi ostatními.

Hlavním záporem je velký úbytek využitelného vnitřního prostoru, který je zabrán robotickým podávacím systémem. Ten znamená i hmotnost navíc. Použití tohoto systému ke svozu je téměř nemožné, musely by proto být vyčleněny samostatné vozy s odlišnou zástavbou nebo bez zástavby.

Za nosnou inspirační myšlenku se dá obecně považovat užití jisté konstrukce, která může být do auta vložena. Ta může nabývat různých podob v závislosti na potřebách dopravce, nebo ve voze nemusí vůbec být, bude-li to vhodné. Toto pojetí nákladového prostoru umožní používat vůz aktuálně preferovaným způsobem (tj. bez zástavby), ale zároveň v budoucnu umožní případné modifikace, či přizpůsobení k požadovanému účelu.



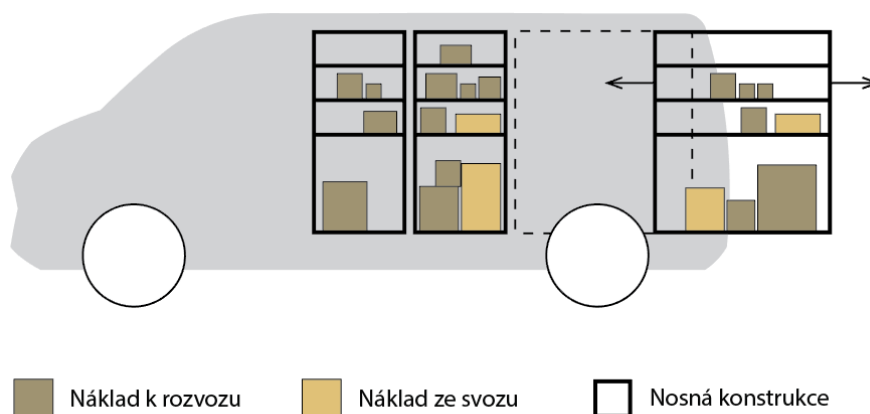
**Obr. 4.1** Výměnná kazeta s automatickým výdejem konceptu Mercedes Vision Van [107]

#### 4.2.2 Výsuvné policové organizéry

Nákladový prostor by v tomto případě byl rozčleněn do čtyř či více uzavřených oddílů. Po zastavení a otevření příslušných dveří by bylo možné policový oddíl vysunout ven z vozu, vyjmout či uložit balík a opět zasunout. To by umožnilo poměrně přehlednou organizaci, avšak stále bude záležet hlavně na řidiči, jak zásilky uspořádá.

Hlavní a nejspíše jedinou výhodou tohoto systému je možnost přistupovat k balíkům nezávisle na pořadí jejich naložení či plánovaného vyložení.

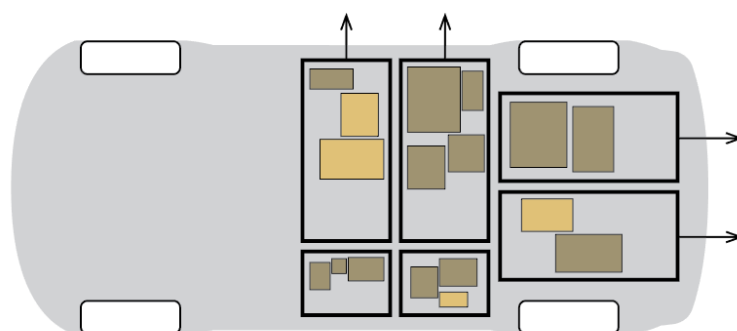
Velkou nevýhodou je nutnost vysouvání organizéru, která je časově náročnější než otevřít dveře a jednoduše vzít balík. Můžeme polemizovat o tom, že hledání balíku ve voze bez organizace bude trvat déle, ale i pro výsuvný systém je nutné, aby řidič minimálně věděl, ve kterém oddíle má hledat. Dalším aspektem jsou značné prostorové nároky na vysunutí organizéru. Z tohoto důvodu nepřipadá v úvahu boční výsuv směrem do vozovky, téměř celou šíři nákladového prostoru by tak bylo nutné vysunout do boku, potažmo pak v podobné délce zadními dveřmi.



Obr. 4.2 Výsuvný policový systém – boční pohled

Pokud by byl oddíl vysouván v celku, mohl by nastat problém s jeho hmotností, která by mohla dosahovat i stovek kg. Další rozčlenění výsuvných oddílů na menší části by však znamenalo poměrně dlouhé a úzké „zásuvky“, jejich nižší strukturální integritu a riziko poškození (např. ohnutí).

Obecnou nevýhodou je dodatečná hmotnost a redukce využitelného prostoru, společná pro všechny vložené úložné systémy.



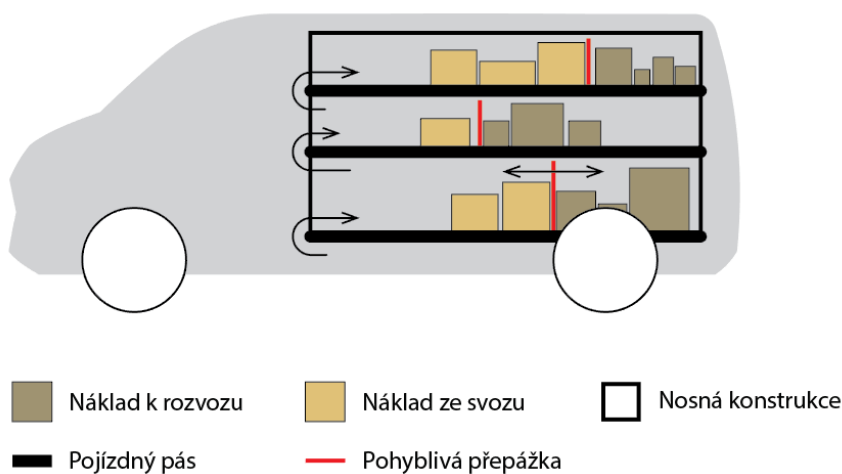
Obr. 4.3 Orientace výsuvných modulů

### 4.2.3 Posuvné police s přepážkami

Tento systém disponuje policemi s posuvnými pásy. Variabilní prostory mají rozdílnou výšku, což umožní rozřídění balíků podle velikosti. Hlavní funkcí je možnost posouvat nákladem směrem k zadním dveřím. Již při nakládání si řidič balíky seřadí dle optimalizované trasy, jak tomu bývá nyní. Při postupném vyprazdňování si může posouvat pás s balíky. Pohybu zásilek v nákladovém prostoru zabrání přepážky. Do uvolněného prostoru na druhé straně přepážek je pak možné bočními dveřmi ukládat svážené či nedoručené balíky a zamezit tak jejich mísení s balíky k rozvozu.

Výhodou je jistá volnost a možnost pro seberealizaci řidiče, který si může organizovat náklad podle svého, a systém mu poslouží primárně jako časová úspora. Tento způsob organizace navíc řidiče zbaví potřeby vstupovat do vozu, což je výhodou zejména pro menší dodávky, které neumožňují pohodlně se v nákladovém prostoru postavit.

Nevýhodou tohoto systému je závislost využitelnosti vnitřního prostoru na skladbě nákladu. Pokud např. nebudou dlouhé či malé zásilky, jim určené police nemohou být efektivně využity. Technicky obtížné může být též zajištění dostatečné pevnosti uchycení přepážek při zachování jejich variability.



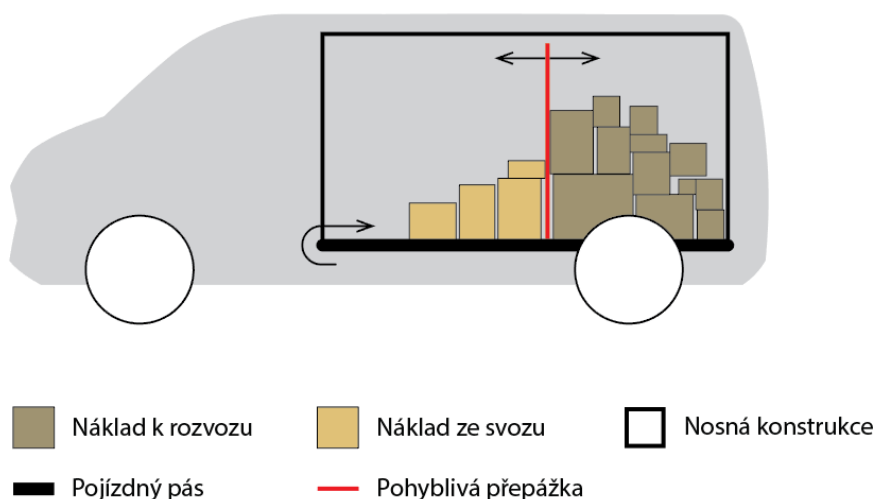
Obr. 4.4 Tři posuvné police



#### 4.2.4 Posuvná podlaha s přepážkou

Tato varianta se snaží o kompromis mezi volným prostorem, na který jsou řidiči zvyklí nyní, a úložným systémem. Ten je realizován pouze přepážkou v kombinaci s posuvnou podlahou. Je možné zastavět přepážku přímo do vozu, nebo použít vloženou konstrukci s přepážkou i posuvným dnem. Tento přístup by opět vedl k jistému zmenšení vnitřního prostoru, skýtá se však možnost konstrukci v případě potřeby z vozu vyjmout.

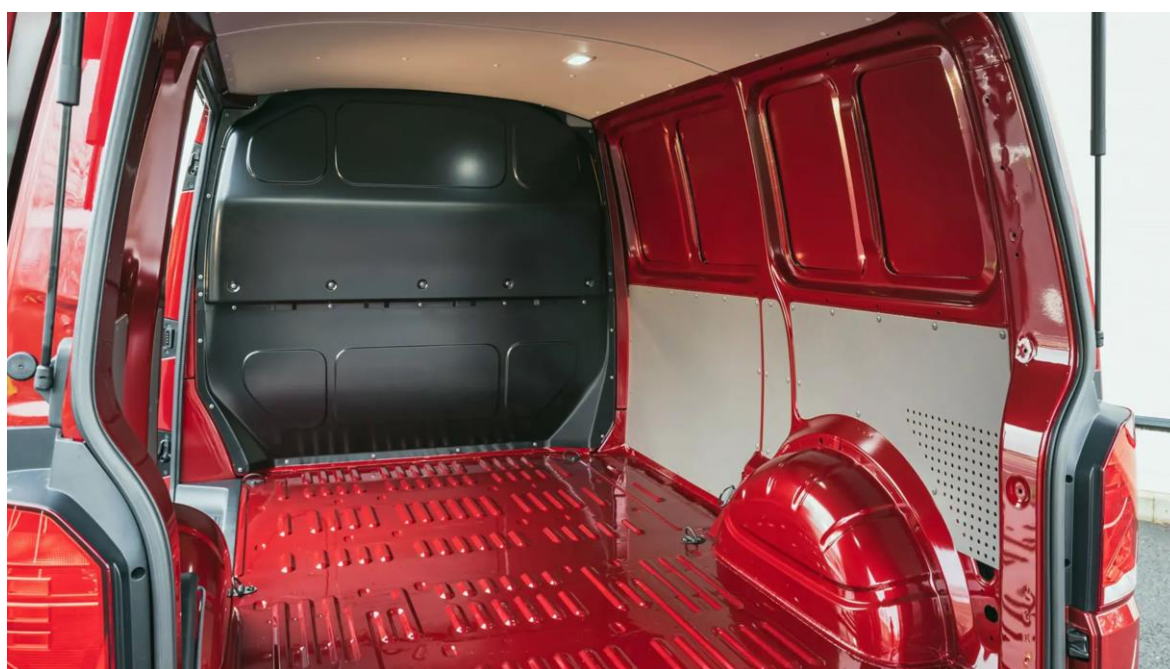
Ve srovnání s předchozími návrhy je prostor zabraný zástavbou menší. Výhodou je jistá univerzálnost řešení, kdy jediným omezujícím faktorem ze strany nákladu mohou být limitně dlouhé zásilky. Na rozdíl od přechozích návrhů je nákladový prostor možné plně využít při jakékoli rozměrové skladbě nákladu. Systém umožňuje oddělit balíky na rozvoz i svoz. Zároveň je usnadněna nakládka i vykládka zásilek a řidič v ideálním případě opět nemusí vstupovat do nákladového prostoru.



Obr. 4.5 Posuvná podlaha s přepážkou

## 4.2.5 Zhodnocení

Jako hlavní potenciál systému s výměnnými moduly lze vnímat to, že by kurýr díky technologickému pokroku v oblasti řídicích systémů a automatizace třídění zásilek v budoucnu byl zbaven povinnosti manuálního nakládání. Proces doručování by probíhal tak, že by po příjezdu na depo byly vozy pouze plněny již předem naloženými moduly, a řidič by při rozvozu pouze vykládal balíky, seřazené v souladu s optimalizovanou trasou. Tato jednoduše znějící myšlenka však v praxi naráží na řadu překážek, takže se zavedení tohoto procesu v příštích několika letech nedá očekávat. Předně by byla potřebná změna celkového pojetí řetězce koncového doručování a vůz navržený s takovým úložným systémem by představoval pouze jednu ze změn, které je nutné učinit, aby byl řidič v konečném důsledku zbaven části svých povinností a mohl se věnovat pouze doručování.



**Obr. 4.6** Nákladový prostor středně velké dodávky (VW Transporter T6) [108]

Všechny výše uvedené systémy mají určité společné nevýhody. Je jasné, že libovolná forma vnitřní zástavby zmenšuje reálně využitelný prostor. V tomto ohledu nemůže nic konkurovat balíkům skládaným přímo na sebe. Výrazným problémem jsou zásilky limitních rozměrů. Pouhá možnost jejich přítomnosti značně komplikuje použití policových systémů s pevně danými rozměry dílčích úložných prostorů. Dělení nákladového prostoru do oddílů podle velikosti balíků naráží na problém v situaci, kdy je určitých balíků více, než pojme příslušný oddíl. Umístění menších balíků do většího oddílu není problematické, opačně to však není možné.

Je nemožné predikovat, jaké zástavby budou v budoucnu pro přepravce nejvhodnější, pokud vůbec dojde k přehodnocení jejich současného postoje. Pokud bychom uvažovali např. jistou míru diverzifikace dodávek např. podle velikosti zásilek, případně vyčlenění vozů výlučně pro rozvoz/svoz, mohly by úložné systémy dávat větší smysl.

Z prezentovaných návrhů je možné jako nejvhodnější považovat řešení s posuvnou podlahou a přepážkou, zejména proto, že jde o jistý kompromis mezi současným a futuristickým pojetím nákladového prostoru. Ve srovnání s uvedenými alternativami navíc nabízí nejmenší úbytek využitelného prostoru. Z konstrukčního hlediska pak také jde o nejméně komplikované řešení.

Jediným smysluplným východiskem by mohlo být přizpůsobení vnitřního nákladového prostoru vozu tak, aby byl pro daný účel použitelný bez zástavby, ale zároveň umožňoval dodatečné vložení úložného modulu. To v praxi znamená pravidelně tvarovaný prostor, který ze své podstaty nahrává modifikacím. Vůz s takovým pojetím by mohl najít klientelu i mimo určenou cílovou skupinu.

### 4.3 Varianty designu

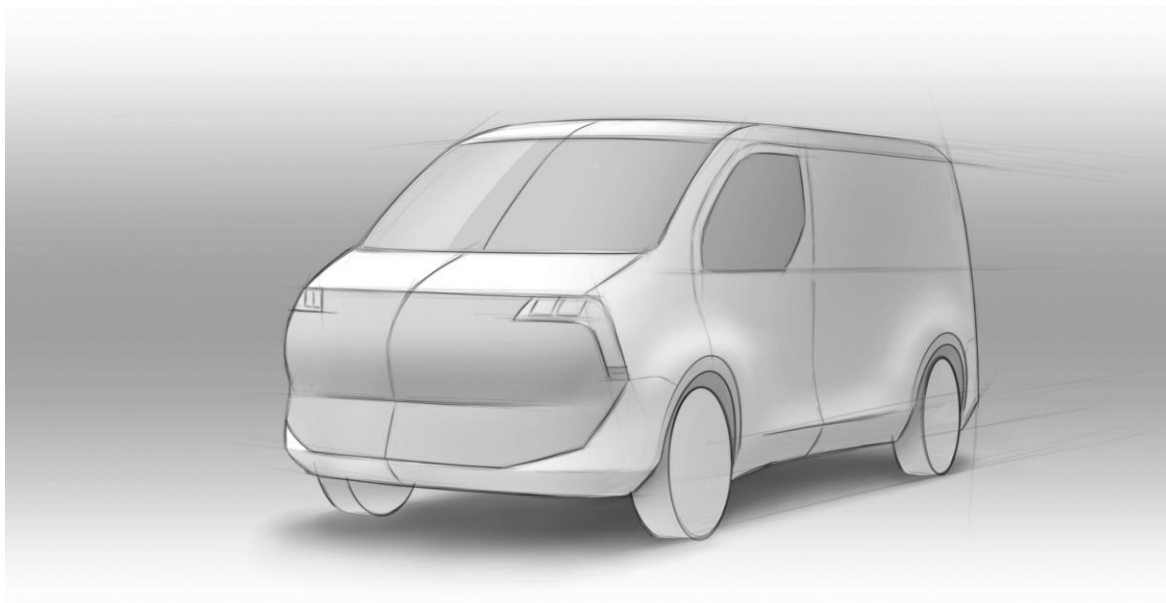
Nezávisle na pojetí nákladového prostoru je řešena vizuální stránka vozu. Následující tři varianty spíše než tři konkrétní řešení designu představují tři možná pojetí jeho ztvárnění. Účelem této kapitoly pak je zvolit konkrétní směr k dalšímu vývoji.

Varianty vykazují společné rysy, neboť jsou výsledkem téhož stanoveného přístupu, kterým je snaha o dosažení moderního a originálního vzhledu cestou redukce tvarových prvků. Dalším plánovaným aspektem návrhu je integrace barevného řešení do tvarování vozu, což bylo při návrhu variant zohledněno. Společným znakem variant je též minimální pozornost, věnovaná tvarování boku vozu. Očekává se, že výrazným prvkem na bocích karoserie bude polep, který od tvarového řešení odvádí pozornost. Z tohoto důvodu je záměrem koncentrovat určující tvarové prvky na před a zad vozu, přičemž v této fázi není tvarové řešení boku tak důležité.

Všechny varianty představují vůz stanovených základních rozměrů, popsaných dříve v kapitole Základní parametry (tj. délka cca 5 m, šířka a výška cca 2 m).

### 4.3.1 Varianta 1

První varianta stran vzhledu zachovává proporční vztahy existujících vozů. Odlišujícím faktorem je především jiné pojetí skladby ploch. Namísto relativně složité stavby čelní části vozu je tato složena z několika hladkých lomených povrchů. Jejich zlomy v kombinaci se spárami mezi jednotlivými segmenty karoserie ohraničují vložený díl, který je možné materiálově či barevně odlišit. Podobný přístup je aplikován i pro skladbu ploch v zadní části vozidla. Boční stěny nástavby vozu jsou účelně zanechány v co nejhladší formě.

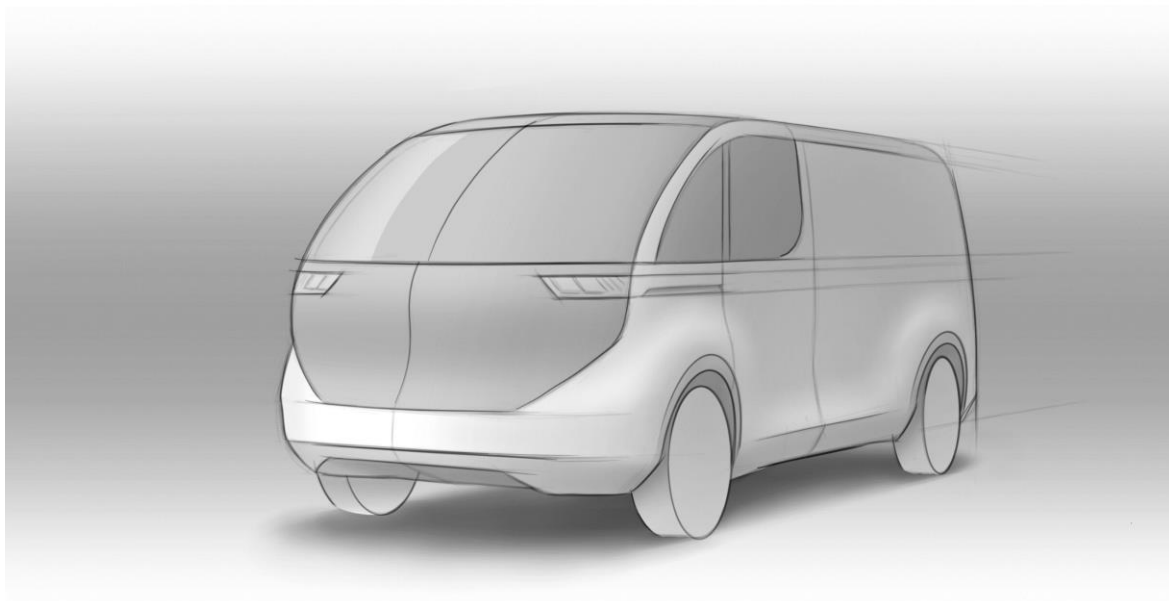


Obr. 4.7 Varianta 1

Silnou stránkou tohoto pojetí je jasná tvarová spojitost s existující produkcí, přitom je výrazné zjednodušení tvaru jednoznačně odlišné a dává tušit, že nejde o běžný spalovací model. Z druhé strany však tato skutečnost znamená, že není plně využit potenciál použitého pohonu, který zejména pro čelní partie vozu není tak limitující.

### 4.3.2 Varianta 2

Druhá varianta se tvarově odlišuje od zavedených standardů absencí negativního zlomu mezi kapotou a čelním sklem, což bylo umožněno právě odlišnými prostorovými nároky elektrického pohonu. Tím je dosaženo celistvějšího tvaru a rovnoměrnějšího rozložení hmoty. To však může být z hlediska vizuálu považováno za problém, protože vůz se tímto základním rysem zároveň odklání od vzhledu, který je od tohoto typu vozidel obecně očekáván. Větší hmota v čelní části otevírá možnost pro posuvné otevírání předních dveří směrem dopředu.

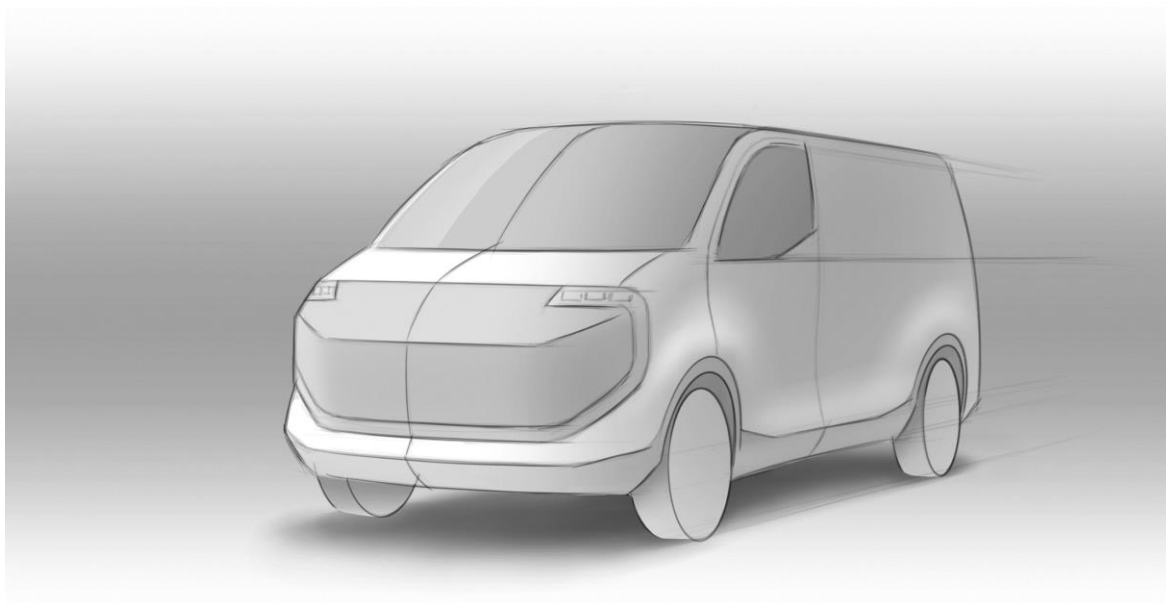


Obr. 4.8 Varianta 2

Jako nevýhoda by mohla být vnímána nápadná podobnost s vozidlem VW I.D. Buzz (I.D. 7). Nejde však o prvoplánovou inspiraci tímto vozem. Odlišné tvarování je této podobě především východiskem použitých technologií. Jak jsem již zmínil výše, elektrický pohon umožňuje jisté změny – mimo jiné např. redukci čelního převisu na minimum, což je zde dotazeno až do extrému a zvýrazněno tvarově navazující plochou čelního skla.

### 4.3.3 Varianta 3

Třetí varianta také zachovává proporční vztahy existujících vozidel. Ve srovnání s první variantou však vynikne o poznání agresivnější výraz, kterého je dosaženo ostřejší skladbou ploch. Dominantními prvky designu jsou výrazné zlomy v čelní i zadní části. Dalším výrazným prvkem je pás osvětlení, který obepíná dominantní tvarované plochy a tvoří tak jistou konturu přídě i zádě.



**Obr. 4.9** Varianta 3

Je otázkou, zda toto tvarování není vzhledem k charakteru vozidla až příliš razantní. Robustní vzezření lámaných ploch je sice v souladu s požadavkem na odolný výraz užitkového vozu, svou agresivitou však na první pohled může být zavádějící, neboť do jisté míry evokuje spíše terénní vůz. Stejně jako pro variantu 1 zde platí poznámka, že klasická koncepce plně nevyužívá potenciál elektropohonu.



## 4.4 Výběr finální varianty

Vzhled současných dodávek a jejich základní proporce vychází z empirického vývoje. Změna použitého pohonu umožňuje tento zavedený standard změnit. Základní proporce variant 1 a 3 působí poměrně klasicky a příliš se neliší od současné produkce, což vnímám jako pozitivum. Naopak varianta 2 se odlišuje, což sice může vzbuzovat otázky, ale odlišný vzhled dodává vozu modernější ráz a umožňuje nové řešení kabiny vozu.

Z pohledu detailnějšího řešení skladby ploch se jednotlivé varianty podobají, neboť jsou výsledkem téhož přístupu, zvoleného již v úvodu. Snahou je především redukce tvarů při zachování jistého výrazu elektromobility. K němu mají přispívat plochy s hladkými přechody, místy ostré akcenty výrazných hran, vizuálně protažené světelné prvky a případné barevné členění segmentů karoserie, které jsem se snažil pro všechny varianty umožnit.

Pro variantu 1 a 3 je barevné členění karoserie realizováno vloženým dílem v přední i zadní části. Totéž v podstatě platí i pro variantu 2, kde však hraniční linie ubíhá přes střechu dále až na zadní vozu, a oba barevné segmenty jsou tak spojeny v jeden. Tato plocha pak obepíná vůz a vytváří nezaměnitelné barevné řešení.

K volbě druhé varianty tak nahrává především její vizuální odlišnost. Při zpracování variant 1 či 3 by sice plánované pojetí přineslo výrazné odlišení vůči stávající produkci, i přes to by se však dalo polemizovat o tom, zda nejde o „pouhý redesign“. Z tohoto pohledu je kompaktní pojetí karoserie varianty 2 bez debaty něčím neobvyklým. Navíc nejde o prvoplánový výstřelek, nýbrž změnu umožněnou použitými technologiemi.

Varianta 1 pak svým vzhledem může působit až příliš usedle a obyčejně. Naopak varianta 3 ostrými rysy v čelních partiích připomíná spíše terénní vozidlo.

Ke konečnému zpracování byla zvolena varianta 2. K její volbě vede především výše zmíněná originalita a možnost odlišného pojetí čelní části vozu. To také otevírá další prostor k možnému řešení interiéru.

## 5 TVAROVÉ ŘEŠENÍ



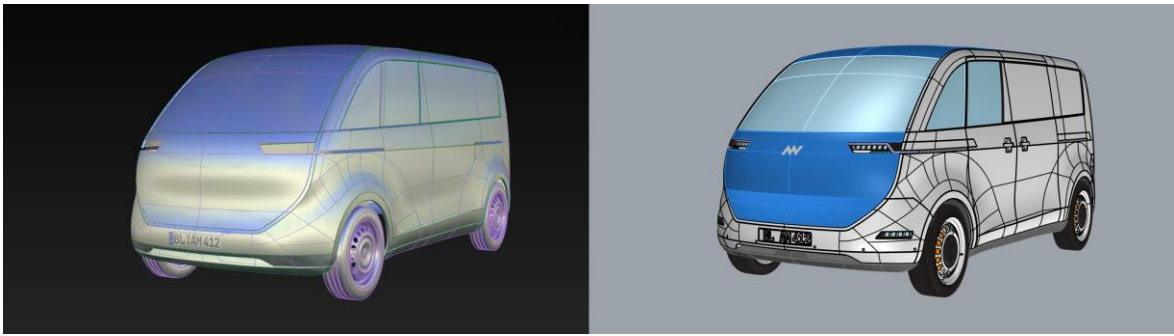
Obr. 5.1 Finální tvarové řešení

### 5.1 Kompozice

#### 5.1.1 Postupný vývoj

Tvarování vozu bylo dále rozpracováno v souladu s přístupem, zvoleným v předchozí kapitole. Při tvorbě prostorového modelu se ukázalo, že některé proporční vztahy naznačené skicami bude třeba přehodnotit, hlavní myšlenku designu se však podařilo zachovat.

Nejprve byly stanoveny základní rozměry vozu. Podle nich jsem vytyčil skelet, obsahující rozvor, výšku, šířku a hrubé objemy vnitřních komponent. Následně byl na tomto skeletu navržen a vytvořen hrubý model ploch karoserie v prostředí A-class modeláře Autodesk Alias AutoStudio. Detaily a koncepční návrh vnitřního uspořádání vozu byly následně dopracovány v univerzálnějším programu Rhinoceros 3D.

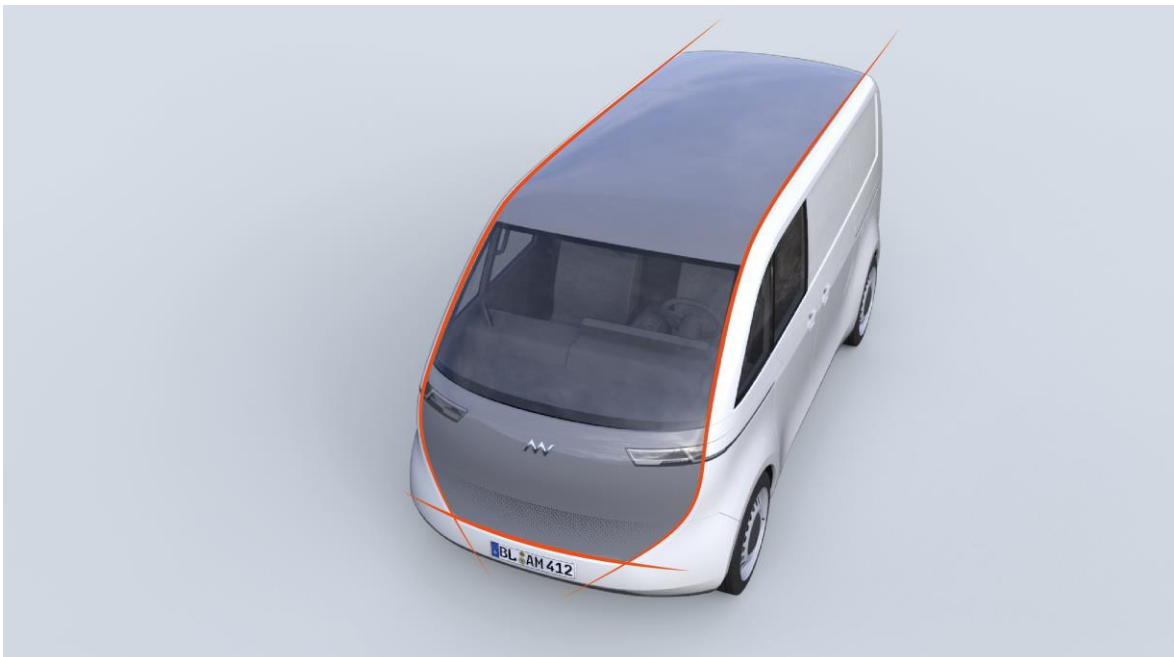


**Obr. 5.2** Rozpracování modelu v programech Autodesk Alias a Rhinoceros

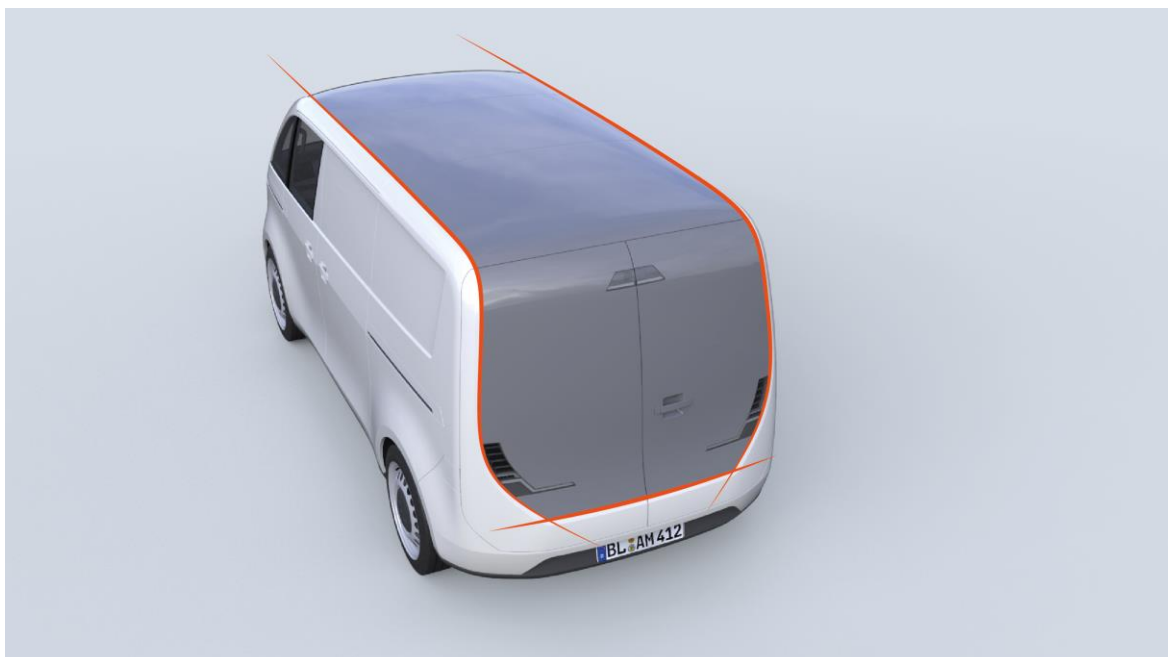
Celková kompozice hmoty je východiskem použitého pohonu. Charakteristickým znakem je originální řešení přídě vozu. Díky použití elektromotoru mohl být čelní převis zkrácen a kapota byla zredukována. Plochy karoserie navazují téměř plynule na rovinu čelního skla. Konkrétní tvarové prvky a signifikantní znaky vozidla jsou popsány níže.

### 5.1.2 Určující prvky

Klíčovým prvkem tvarového i grafického řešení (také viz kapitola Grafické řešení) je barevně odlišená plocha obepínající hmotu vozu. Tvoří značnou část přídě, odkud ubíhá směrem vzad přes čelní sklo a střechu. Poté se přes horní hranu zadní části karoserie láme zpět dolů a zaujímá opět výraznou část plochy zádě.



**Obr. 5.3** Určující tvarová linie – přední pohled



**Obr. 5.4** Určující tvarová linie – zadní pohled

V souladu s prvotním záměrem je design pojat střídavě a reflektuje snahu vyhnout se přetvarování. Výraz je možné obecně charakterizovat jako vzájemné kontrasty jednotlivých prvků – barevná plocha obepínající vůz a některé linie působí dynamicky, použití horizontál pak vůz stabilizuje. Skladba obalových ploch karoserie se vyznačuje oblým tvarováním, se kterým naopak kontrastují výrazné hrany a ostře tvarované detaily, jako např. světlomety či lomené spáry mezi díly.

### 5.1.3 Čelní pohled

Hlavní plocha přední části vozu je vytvářena takovým způsobem, že vytváří oválnou směrovost odlesků. S malým odsazením od určující obvodové tvarové linie je spárou oddělen barevně odlišený vložený díl, který v této části vozu plní účel kapoty. Jeho jednoduitost je narušena v první řadě výřezy pro světlomety, v druhé řadě pak perforací (popsané dále v kapitole Detaily). Na tvarování přídě můžeme demonstrovat kontrast dynamických linií, ubíhajících vzhůru po sloupcích A, které jsou stabilizovány horizontálami nárazníku.



Obr. 5.5 Čelní pohled

Pod vloženým dílem a jej obepínajícím zlomem se nachází téměř kolmá plocha pro umístění registrační značky. Pod ní se tvar opět láme směrem pod hmotu vozu vodorovnou hranou, která se vynořuje u podběhu předního kola a protíná celou čelní část. Horizontální linie dodávají jinak relativně dynamickým linkám určitou stabilitu.



Obr. 5.6 Definující linie čelního pohledu

#### 5.1.4 Boční pohled

Tvarové řešení boku vozu se taktéž nese v duchu kontrastu horizontál a křivek. Snahou bylo pojmout jej tak, aby svou případnou komplexností nekonkurovalo dominantnímu řešení předních a zadních partií. Hlavním prvkem boku je horizontála, která vpředu navazuje na čelní světlomet a prochází přes boční plochy dále dozadu, kde se vytrácí. Na její tvarový zlom dále navazují pozice kolejnic bočních posuvných dveří i kliky. Dalším výrazným prvkem je vyztužovací prolis, který zároveň určuje hranu spodního okna. Přizvednutá spodní linie prolisu opět dodává jinak statickým horizontálám jistou dynamičnost. Totéž platí i pro linie ve spodní části mezi podběhy.

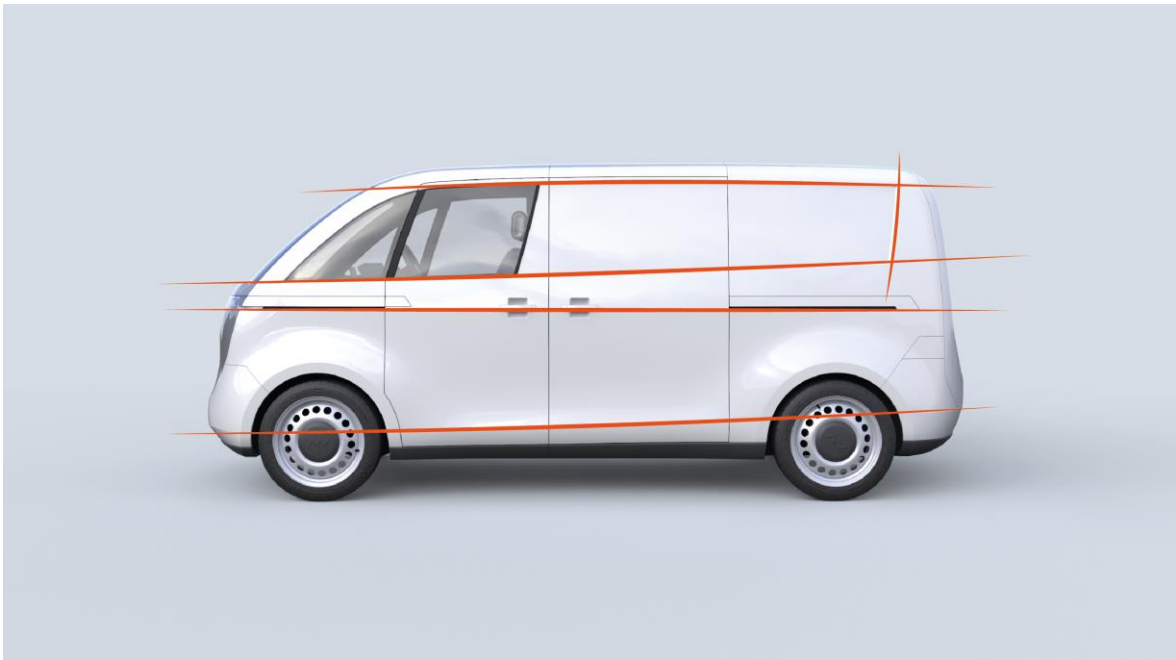
Krycí plechy kolejnic, výklopná sestava kamery „zpětného zrcátka“, víko dobíjecího konektoru i spáry nárazníků jsou ostře ohraničeny, což tvarově sekunduje jinak měkkým křivkám podběhů.



Obr. 5.7 Boční pohled

Z profilu je dobře patrné esovitě zakřivení hlavní čelní plochy, i klíčová linie ubíhající přes A sloupek na hranu střechy. Mezi čelní plochou a sklem se nachází mírný odskok, který umožní instalaci stěračů předního skla.





**Obr. 5.8** Klíčové linie profilu

Zadní část boku byla záměrně řešena co nejjednodušeji (pouze kolejnice, prolis a spáry) aby byla umožněna snadná aplikace vizuálního stylu uživatele formou polepu.

### 5.1.5 Zadní pohled

Zadní část je tvarována o poznání méně dynamicky než část přední. To je určeno především požadavkem na co nejpraktičtější tvar nákladového prostoru, tj. tvar, který se co nejvíce blíží kvádru. Snahou bylo opakovat charakteristický esovitě prohnutý tvar hlavních ploch přídě, což bylo možné realizovat, ale pro tvar blízky kvádru není možná tak velká míra zakřivení. Charakteristickou oválnou směrovost odlesků se podařilo zachovat.



**Obr. 5.9** Zadní pohled

Tvar zádě je tedy opět určen barevně odlišenou esovitě prohnutou plochou, kterou obepínají díly v základní barvě. Jednolitost hlavní plochy je narušena světlomety, klikou zadních křídlových dveří, a v horní části pak sestavou horního brzdového světla, které sdílí umístění se zpětnou kamerou, jejíž obrazový výstup nahrazuje středové zpětné zrcátko. Prvek horizontál je zde přítomen ve formě hran nárazníku, kde je umístěno výrazné zahloubení pro registrační značku. Na plastové části nárazníku se opakuje charakteristický prvek perforací z čelní části, tentokrát však neprůchozích.



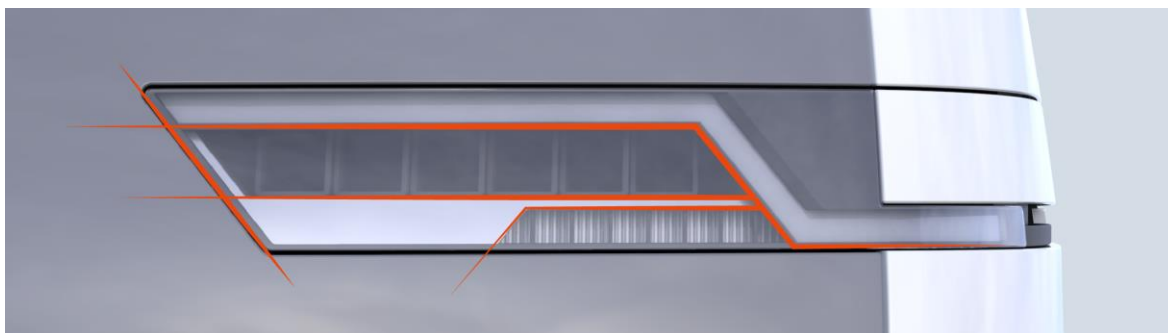
Obr. 5.10 Definiující linie zadního pohledu

## 5.2 Detaily

### 5.2.1 Světlomety

Čelní světlomety se skládají z několika částí. Nejvýkonnějším prvkem je 6 LED matic pro potkávací a dálkové svícení. Tyto moduly pak obepíná LED segment denního svícení, který má charakteristický tvar, odkazující na elektřinu skrze symboliku „výboje“. LED světlo navíc obtéká tvar vozu přes hlavní dělicí hranu a zasahuje tak i na boční plochu. Jelikož denní svícení je možné sdružit se směrovkou (při její aktivaci denní svícení zhasne a světelný prvek oranžově bliká), plní tentýž světelný pás i roli boční směrovky. Pokud bude použit dynamický způsob blikání, kdy se jednotlivé segmenty LED pruhu postupně rychle rozsvěcují od středu vozu ke kraji, bude symbolika elektrického výboje ještě více akcentována. Posledním prvkem je menší obrysové světlo. Na jeho místo by nejspíše bylo technicky možné instalovat i světlo pro přísvit do zatáček. Tomu nahrává i zakřivení karoserie v daném místě.

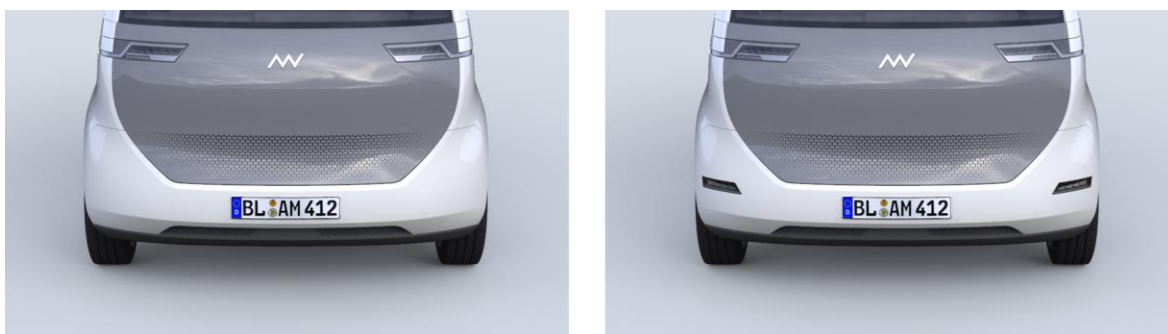
Tvarování samotného světloometu i jeho vnitřních součástí je velmi ostré. Účelem je vytvoření kontrastu s jinak převážně měkkými tvary vozu. Zároveň je tak celkový výraz čela vozu doplněn jistým prvkem agresivity, a nepůsobí tak příliš neutrálně. Tento efekt dále dotváří podobně hranaté logo popsané níže.



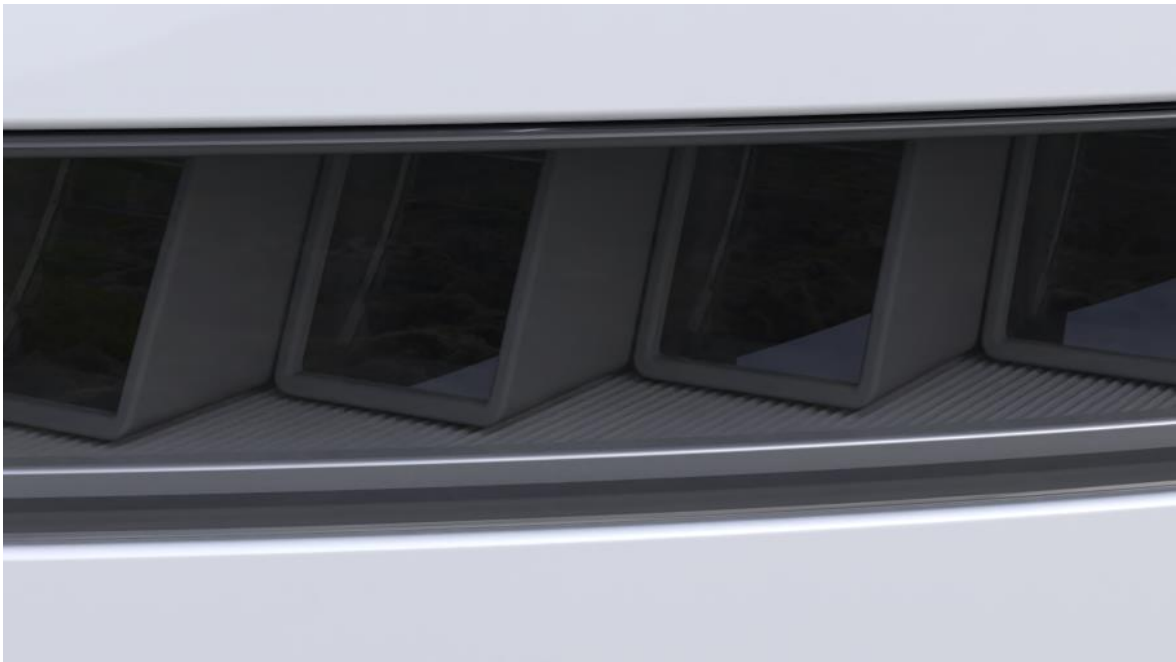
**Obr. 5.11** Čelní světlomet – definující linky

Zadní světlometry jsou členěny podobným způsobem jako ty čelní. Jako brzdové světlo slouží 5 LED segmentů (zde nikoli matic, není potřeba takový světelný výkon ani směřování kužele konkrétním směrem). V případě sešlápnutí brzdového pedálu se rozsvítí. Zajímavým námětem by bylo postupné rozsvěcování jednotlivých segmentů v závislosti na míře brzdění (v závislosti na pozici pedálu či tlaku v systému). Typický prvek výboje zde slouží podobně jako vpředu, tedy jako světlo/směrovka. Doplnkové světlo je zde použito jako obrysově či couvací. V případě aktivace zadní mlhovky tuto roli převezme jeden ze segmentů brzdového světla.

Čelní nárazník nabízí možnost osazení mlhových světlometů. Ty jsou sice nepovinné, ale velmi užitečné. Svým tvarem korespondují s hlavními čelními světly a používají tytéž LED matice, pouze o menším počtu.



**Obr. 5.12** Nárazník ve variantě bez mlhových světel a s nimi



**Obr. 5.13** Detail segmentů mlhovky

## 5.2.2 Grafické prvky

### Logo

Výrazným grafickým prvkem je aplikace loga (logo podrobněji popsáno v kapitole 7.2). To je umístěno na kapotě mezi světlomety, a doplňuje tak skupinu ostře tvarovaných prvků v této části vozu. Dále je logo aplikováno na krytech ocelových disků kol.

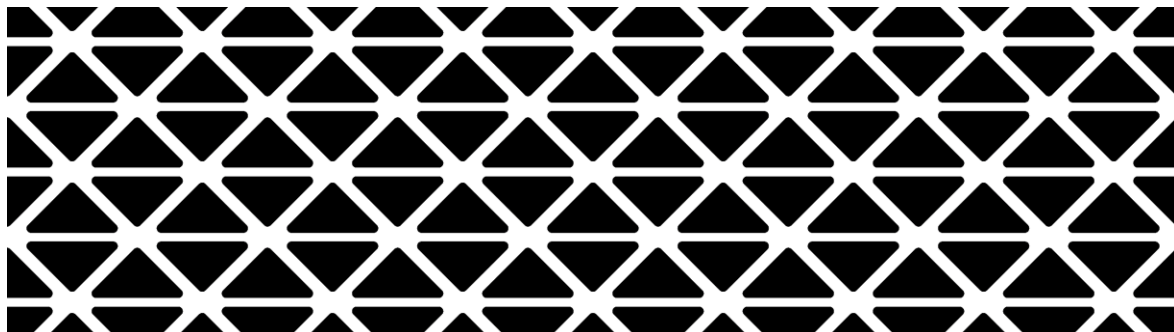


**Obr. 5.14** Umístění loga mezi světlomety

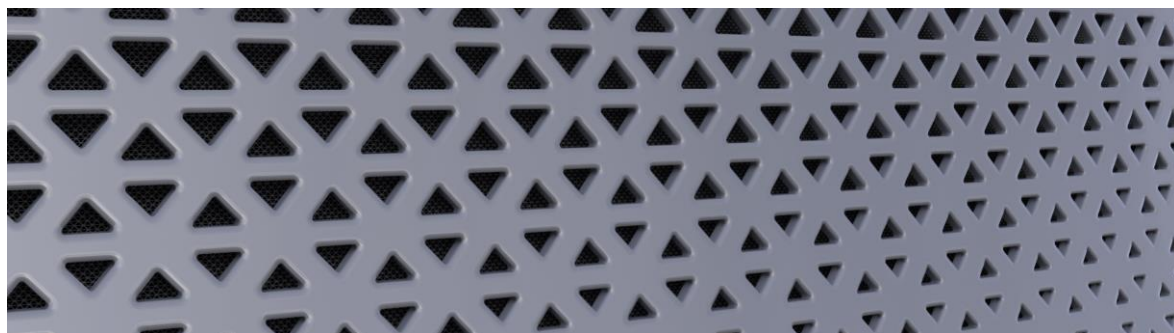
### Generativní vzor

Jedním z často používaných prvků moderních vozidel je aplikace nějaké formy generativního designu, zpravidla v podobě polí různých perforací, proměnné geometrie dílčích součástí sacích mřížek, čelních masek apod. Generovaný vzor je v méně okázalé formě aplikován i na mém návrhu.

Práce se vzorem proběhly v prostředí doplňku Grasshopper pro Rhinoceros. Zvolil jsem motiv sítě trojúhelníků s proměnnou velikostí, která byla upravována řídicí křivkou. Perforace jsou v exteriéru aplikovány na kapotě, hlavní mřížce sání vzduchu pro chladič a zadním nárazníku.



Obr. 5.15 Základní trojúhelníková síť před úpravami



Obr. 5.16 Detail na vzor perforací

Jednotlivou čelní plochu jimi bylo možné rozbít, současně má však tento prvek funkční opodstatnění. Kromě vizuálního narušení celistvosti čelní plochy je funkcí perforací také přívod vzduchu ke chladiči, který je za tímto dílem karoserie umístěn. Jako hlavní přívod vzduchu však slouží zmíněná mřížka sání v čelním nárazníku (očekává se, že mřížka bude mít větší průchodnost).





Obr. 5.17 Perforovaná kapota a dolní mřížka sání



Obr. 5.18 Motiv perforací v zadní části

Pole trojúhelníkových perforací se opakuje i na zadním nárazníku, zde však vzor netvoří průchozí díry ale pouze mírná zahloubení. Částečně je překryto registrační značkou.

## 5.3 Velikostní varianty

Jedním z cílů práce bylo vytvořit velikostní varianty karoserie. Kvůli umožnění extrapolace bočních ploch do větší výšky se nahoře tvar vozu nemůže tak razantně uzavírat. Daleko větším problémem ale byla prodloužená varianta, kde nastal problém s návaznostmi hlavních ploch napříč celým bokem. Plynulé prodloužení bylo nakonec umožněno zvětšením bočních dveří nákladového prostoru. V konečném důsledku tak pro prodlouženou variantu vznikají všechny díly boku od předních dveří až dozadu nové, a tak bylo možné je přetvarovat. Při zachování stejného dílu užších bočních dveří by zadní díly karoserie musely být prohnuty do negativu, což by mělo za následek deformovaný běh odlesků. V praxi se sice nejedná o zásadní problém a některé automobilky tak postupovaly<sup>6</sup>, nicméně řešení se zvětšenými dveřmi bylo vyhodnoceno jako elegantnější i z toho důvodu, že rozšíření dveří s sebou přinese zlepšení přístupu do nákladového prostoru.



**Obr. 5.19** Porovnání velikosti H1L1 a H2L2

Konkrétní rozměry velikostních variant jsou popsány později v kapitole Konstrukčně technologické řešení.

---

<sup>6</sup> Např. Ford u svého vozu Transit Custom

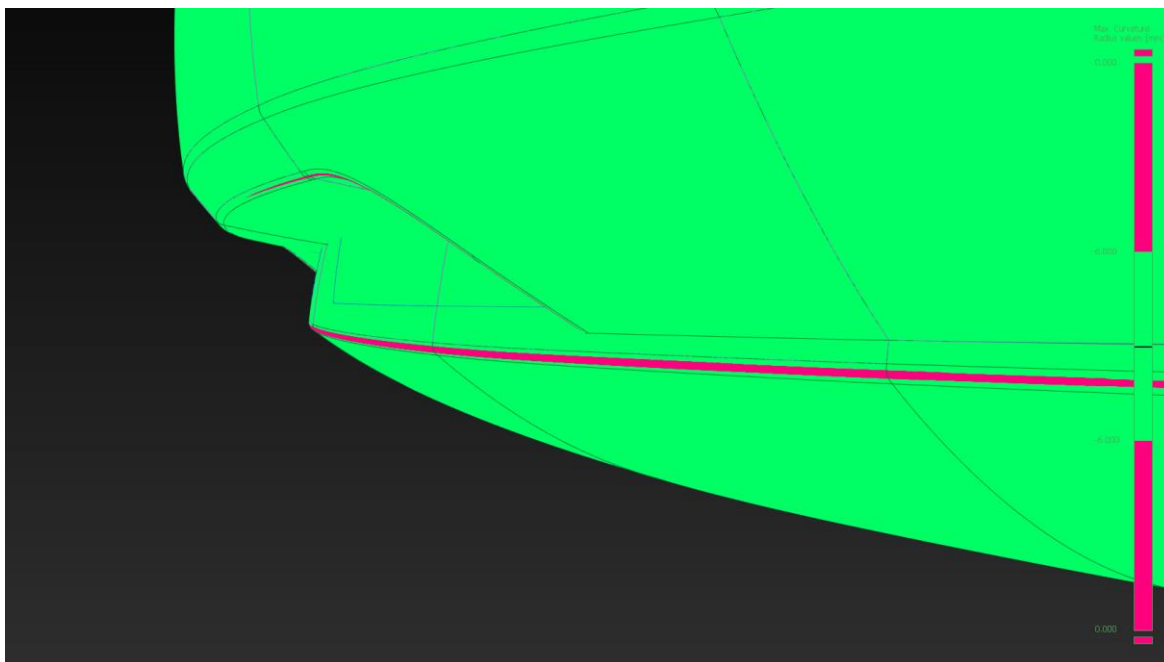
## 5.4 Specifika modelování pro automotive

Při modelování automobilů je třeba brát zřetel na některá omezení či specifika, plynoucí z používaných výrobních technologií či procesů. Ačkoli aspekt vyrobitelnosti není stěžejním kritériem pro tuto práci, alespoň některé skutečnosti jsem se pokusil reflektovat. K tomu vede i ambice práce vytvořit aktuální design, realizovatelný v blízké budoucnosti.

Při samotné tvorbě modelu byly použity principy A-class modelování, i když této kvality výstup pochopitelně nedosahuje. Principy A-class zde rozumějme celkový postup stavby modelu, která začíná vytyčením tzv. teorie, kdy jsou do prostoru zdefinovány základní plochy bez vzájemných návazností, které se stýkají v místech teoretických hran. V dalším kroku jsou mezi nimi vytvořeny přechodové plochy, čímž je celý povrch provázán. Zpravidla proces dále pokračuje detailnějším propracováním modelu. Já jsem však v modeláři Alias ukončil činnost změkčením tvarových hran a definicí důležitých spár karoserie, kdy jsem posléze přešel do softwaru Rhinoceros 3D. Ten neumožňuje takovou kontrolu nad obalovými plochami karoserie, ale naopak je vhodnější pro hrubší práci s objemy, kterou jsem potřeboval pro koncepční návrh vnitřku vozu a kompletní rozčlenění segmentů karoserie. Samotné tvorbě obalových ploch v AutoStudiosi ostatně předcházelo vytvoření kostry vozu, které opět proběhlo v rozhraní Rhina.

### Minimální radius

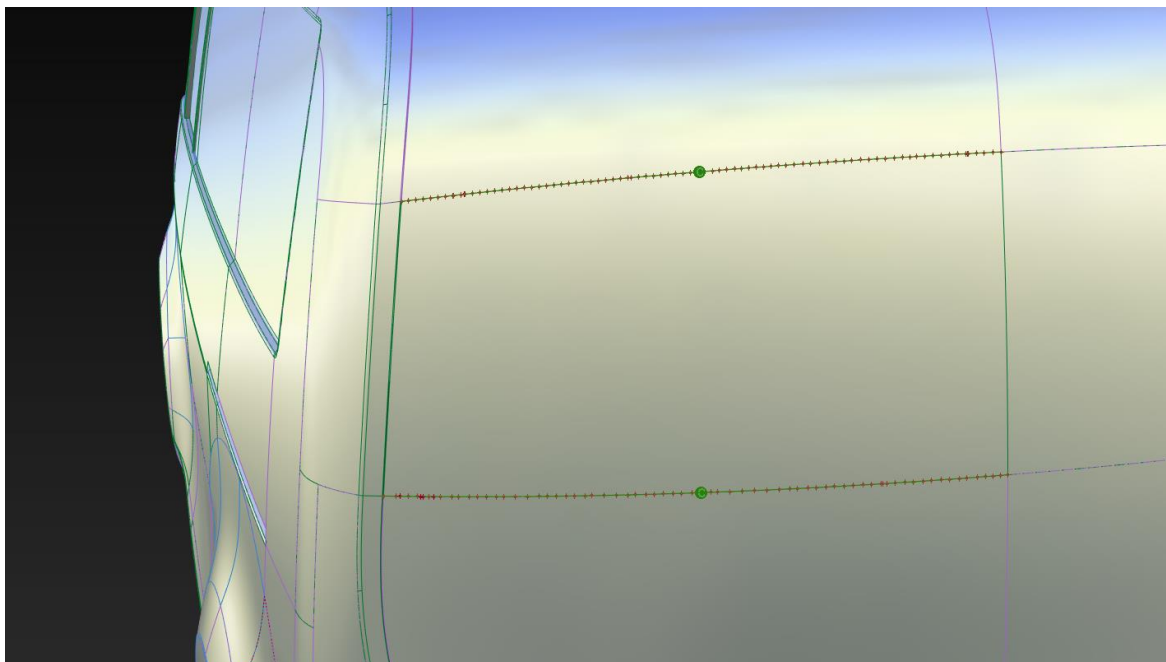
U ostrých tvarových hran (mimo hranice jednotlivých dílů karoserie) byl dodržen požadavek na minimální radius 2 mm. Ověření jsem provedl přímo v softwaru Alias AutoStudio pomocí funkce „curev1“ (křivostní analýza) se zadaným odpovídajícím parametrem.



**Obr. 5.20** Ukázka zvýraznění problematických míst při kontrolní analýze (přední nárazník)

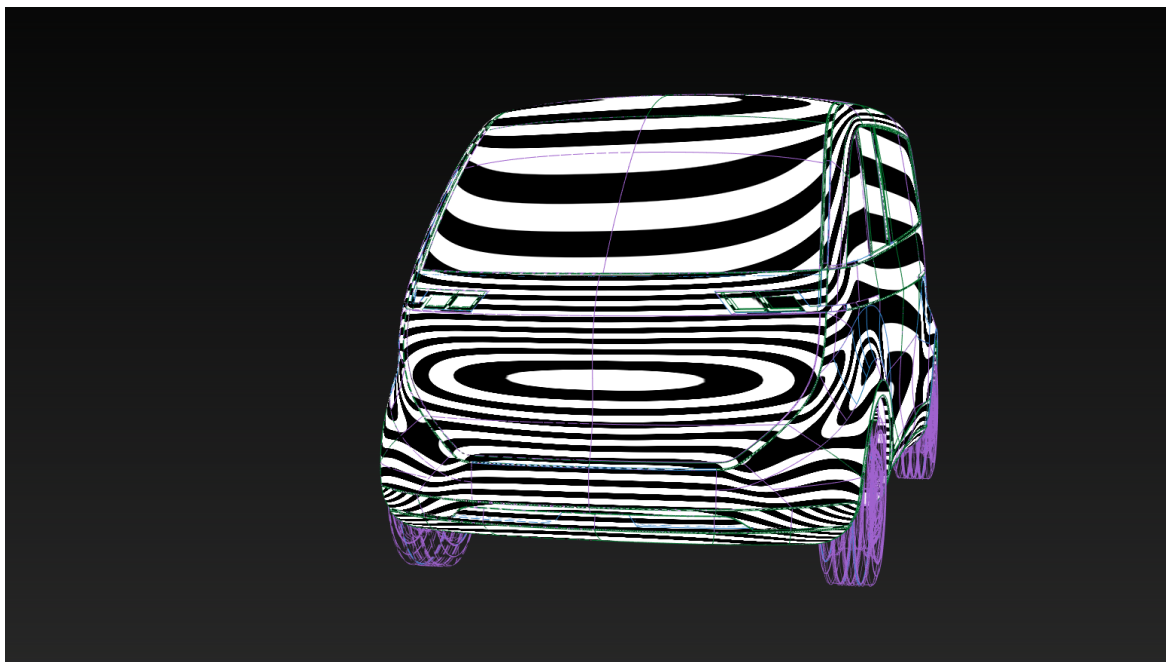
## Návaznosti ploch

Dalším důležitým aspektem modelu jsou návaznosti jednotlivých ploch. Je snaha dodržet pro všechny přechodové plochy křivostní návaznost, v krajním případě či vhodné situaci pak tangenti. Pro kontrolu návazností slouží v AutoStudiosu tzv. lokátory.



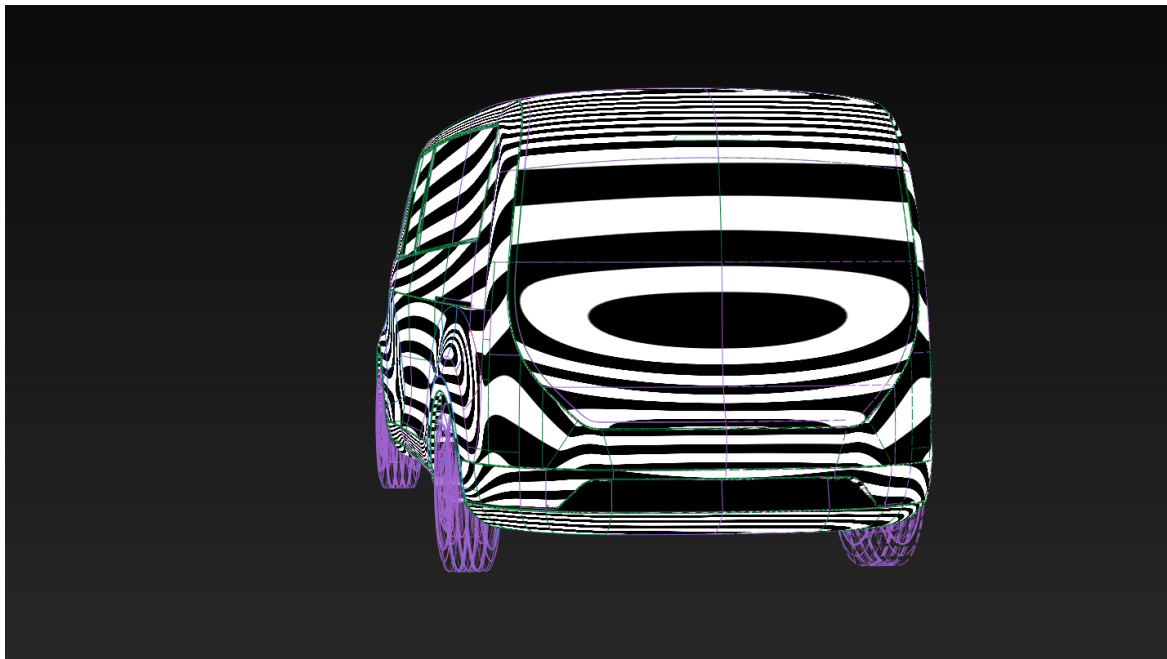
**Obr. 5.21** Zelená barva lokátoru s písmenem C (curvature) potvrzuje křivostní návaznost (zadní dveře)

Pro koncepční návrh, jako je tento, jsou však lokátory nastavené pro A-class tolerance zbytečně přísné. Lepším způsobem pro ověření návazností je tak tzv. zebra.



**Obr. 5.22** Zebra a směrovost odlesků v přední části

Zebra je promítnuta na plochy karoserie, přičemž špatné návaznosti se projeví jako viditelná nespojitost jejich v pružích. Mimo to také dobře ilustruje, jakou směrovost budou vykazovat reálné odlesky na plochách karoserie. Zde tedy můžeme verifikovat oválnou směrovost odrazů v přední a zadní části vozu, kterou jsem zmínil výše v kapitole Kompozice.



Obr. 5.23 Zebra a směrovost odlesků v zadní části

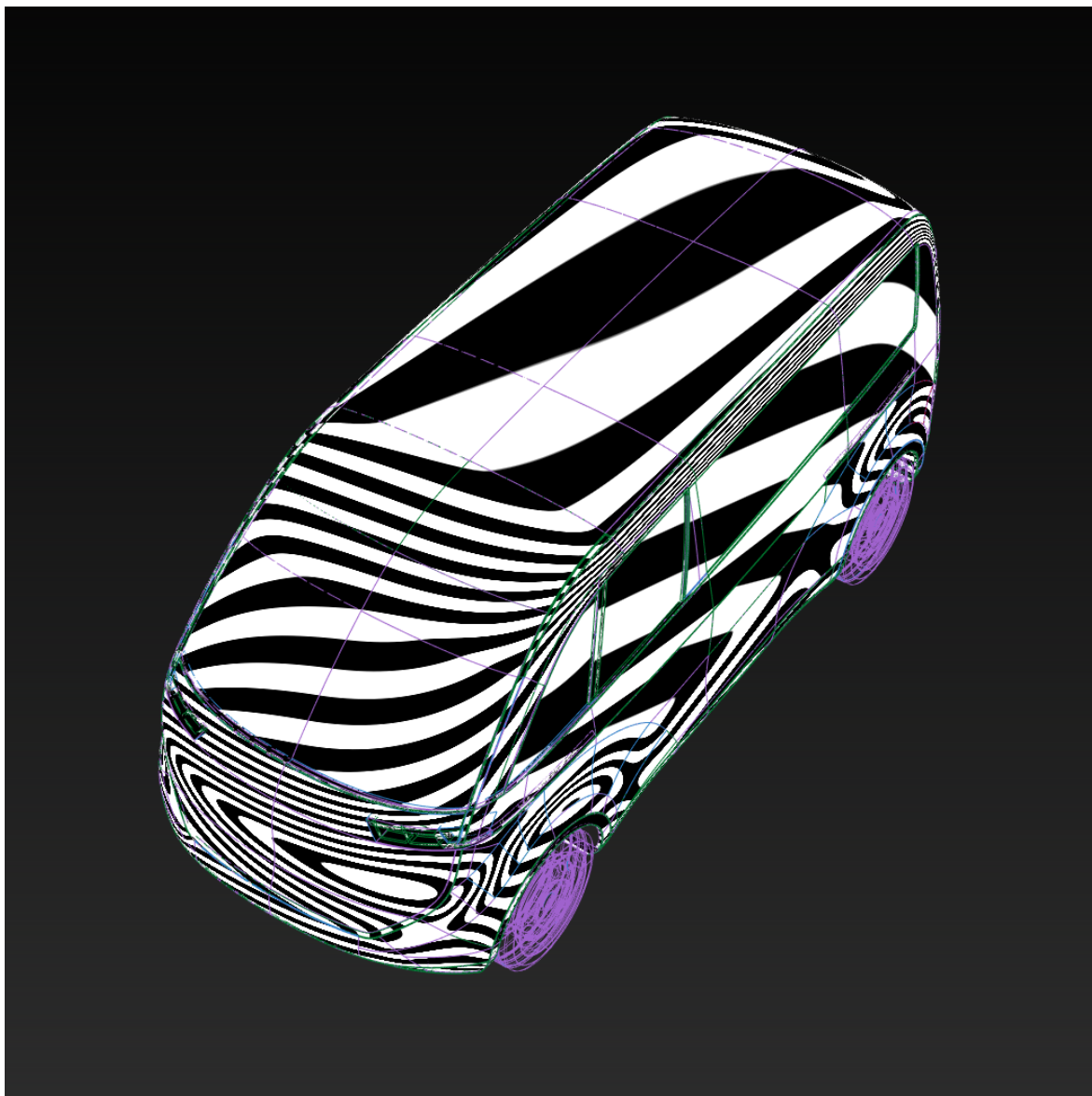
### Další aspekty

Dalším specifickým je velikost spár mezi díly karoserie. Pro pohyblivé díly jako jsou kapota či dveře je velikost spáry cca 3-4 mm, pro montážní spáry nepohyblivých dílů pak 1-2 mm. Tyto hodnoty byly dodrženy.

Důležitým požadavkem je rotační profil bočního okna. Aby bylo možné okno stahovat, musí se jednat o plochu, která vznikne rotací křivky kolem prostorové osy, jejíž směr je typicky blízký podélné ose vozidla. Tento požadavek je splněn. Nebyly však již řešeny konstrukční aspekty jako je těsnění okna, nebo případné kolize skla s vnitřními komponenty dveří.

Samozřejmě existuje celá řada dalších omezení, která řešena nebyla. Jde např. o vyrobitelnost jednotlivých dílů karoserie lisováním, tvarování dveří tak, aby je bylo možné dokola utěsnit, umístění jejich nosných prvků (panty zadních dveří), tvar kolejnic posuvných dveří, jejich přesná trajektorie atp. Snažil jsem se však brát zřetel alespoň na boční okna, spáry a návaznosti, neboť ty mají bezprostřední vliv na výsledný vzhled vozidla.

Zcela samostatnou kapitolou je pak design světelných prvků, kde je třeba řešit požadované směrování světla, nežádoucí odrazy, mlžení a další skutečnosti, které velmi markantně ovlivňují výsledný vizuál světlometu. Jelikož žádné konkrétní požadavky nebyly reflektovány, je třeba brát mnou navrženou grafiku světel spíše jako ideový koncept. V tomto ohledu byla realizovatelnosti návrhu nadřazena snaha začlenit do světelných prvků nějaký charakteristický znak, zde konkrétně výše popsany „výboj“.



Obr. 5.24 Zebra z horního pohledu



## 6 KONSTRUKČNĚ TECHNOLOGICKÉ ŘEŠENÍ

Kapitola se zabývá konstrukčním řešením návrhu. Přesněji specifikuje, jaká řešení byla zvolena a dále rozvádí konkrétní důvody, které ovlivnily jejich volbu. Postupně jsou popsány vnější rozměry, rozložení vnitřních komponentů a následně jejich konkrétní vlastnosti. Následuje zhodnocení použitých materiálů, ergonomie a dílčích aspektů návrhu jako jsou bezpečnost užívání a udržitelnost.

### 6.1 Rozměrové řešení

Určení rozměrů je jeden z hlavních problémů návrhu. Je obtížné v tom, že každý přepravce má na své vozy odlišné nároky. Jak jsem již zmínil při zhodnocení poznatků z praxe, někteří dopravci používají dodávkové vozy střední kategorie (např. rozvážkové vozy menších firem), zatímco někteří kladou tak vysoké nároky na objem přepravovaného nákladu, že dokážou plně využít velké dodávky v maximálních rozměrových specifikacích (typicky balíkové přepravní služby). Aspekty vedoucí k volbě konečných rozměrů jsou popsány níže.

#### 6.1.1 Hmotnost

Pro elektrický vůz není možné řídit se požadavkem na co největší nákladový prostor. To je způsobeno především přítomností baterie a legislativním omezením vozu do 3,5 t. Pro větší dodávkový vůz, který pojme více nákladu, je třeba větší karoserie. Dosažení odpovídajícího dojezdu pak vyžaduje větší baterii. Větší baterie má opět větší hmotnost a sníží tak užitnou hmotnost vozidla. Existuje hranice, kdy je vozidlo při určité velikosti a daném dojezdu už tak těžké, že jeho pohotovostní hmotnost ve vztahu k legislativě znatelně omezuje jeho užitný potenciál.

Pro ilustraci tohoto problému se můžeme podívat na existující dodávkové elektromobily větší kategorie. Elektrifikovaný Mercedes eSprinter vykazuje pohotovostní hmotnost 2609 kg (uvažuje se 75 kg řidič) [109]. Pak pro náklad zbývá jen zhruba 900 kg užité hmotnosti při objemu nákladového prostoru 11 m<sup>3</sup>. Navíc baterie tohoto vozu poskytuje využitelnou kapacitu „pouze“ 47 kWh, což v provozu poskytuje udávaný dojezd max. 168 km. Tato predikce však pravděpodobně neuvažuje plné naložení vozu a reálný dojezd s nákladem tak bude nižší.

Elektrifikovaný Renault Master nabízí baterii jen 33 kWh a 10.8 m<sup>3</sup> vnitřního prostoru, přičemž disponuje užitnou hmotností 1006 kg [110]. Při plném naložení a průměrné rychlosti 50 km/h pak nabízí jízdní dosah 140 km. Podle reálných testů prováděných společnostmi DPD v čistě městském provozu dosahoval dojezd průměrně 110 km.

Příklady výše vykazují zmiňované hraniční parametry, pro které je užitná hmotnost vozu ještě přiměřená jeho vnitřnímu prostoru. Dimenzování baterie však stačí pouze na obsluhu čistě městských oblastí. Pokud bychom plánovali obsluhovat i vzdálenější okolí městských aglomerací, musel by se vůz zmenšit na úkor rozměrnější baterie.

V současném stavu technologií trakčních baterií není možné zajistit pro velkou dodávku dostatečnou užitnou hmotnost a zároveň dojezd umožňující použití mimo výhradně městské oblasti. Dává tedy smysl použít elektrický pohon pro dodávky menší velikosti. Umožňují dosáhnout kompromisu mezi hmotností, užitnou kapacitou a dojezdem. Zejména větší dojezd umožní jejich univerzálnější použití i v příměstských oblastech.

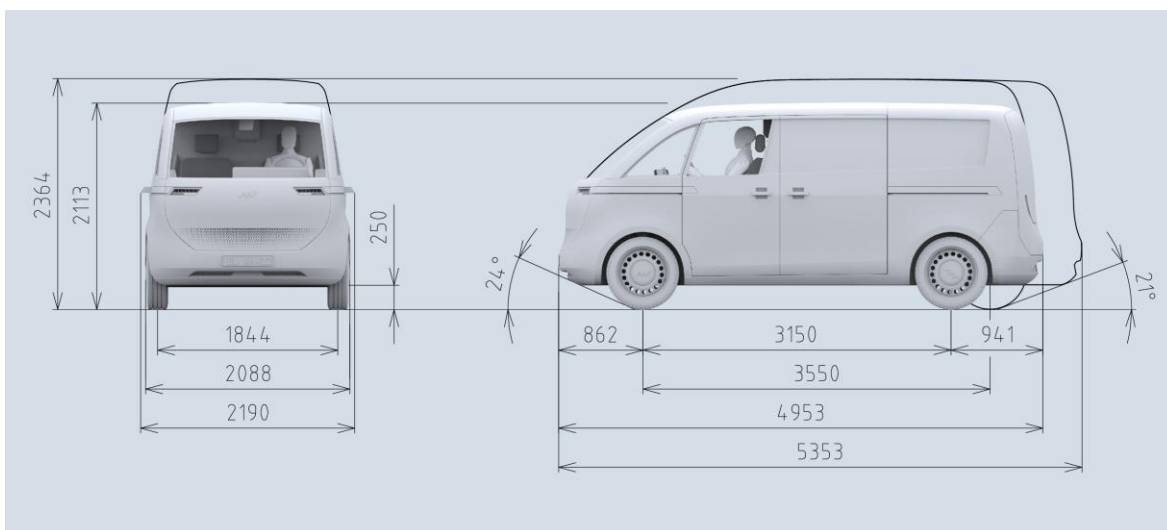
### 6.1.2 Rozměry vozidla

Rámcové rozměry vozu byly určeny na základě analýzy podobných zástupců na trhu. Podle zavedeného přístupu je vhodné nabízet užitkový vůz tohoto typu ve více rozměrových variantách, které umožní potenciálním kupcům vybrat nejvhodnější vůz pro jejich potřeby.







Délka vozu je přímo ovlivněna pouze požadavkem na vnitřní prostor a souvisejícím nárůstem hmotnosti delšího vozu. Zvětšení rozvoru je spojeno se zhoršením ovladatelnosti. Tento parametr však pro vozidlo daného charakteru nemá rozhodující význam.

Do volby celkové výšky vozu vstupuje klíčový aspekt využitelné výšky nákladového prostoru. Zvažoval jsem, zda by nebylo vhodné, aby se v největší variantě vozu mohl uživatel postavit. Dostatečně vysoký prostor pro stojícího uživatele však vyžaduje při zachování dostatečné světlé výšky celkovou výšku vozu cca 2500 mm, což působilo velmi disproporčně. Proto jsem od této myšlenky upustil.

Návrh celkově počítá se třemi velikostními variantami, jejichž rozměry jsou uvedeny níže. Jde o karoserie s konvenčním označením L1H1, L1H2 a L2H2. Nízká karoserie s prodlouženým rozvorem (L2H1) byla též realizována, ale nebyla do konečného řešení zahrnuta, neboť díky tvarování přídě vozu působí jako nepoměrně dlouhá. Existující dodávky s klasickým tvarování přídě a hranou střechy posunutou více vzad tento problém nemají.



Obr. 6.1 Základní rozměry vozu

		Dimensions										
		Length			Height			Width		Wheelbase		
		L1	L2	L3	H1	H2	H3	W(+M)	W(M-)	L1	L2	L3
	<b>Ford Transit Custom</b> (2012 - present)	4973	5340	x	2020	2389	x	2272	2080	2933	3300	x
	<b>Mercedes-Benz Vito</b> (2014 - present)	5140	5370	x	1910	x	x	2244	x	3200	3430	x
	<b>Renault Traffic</b> (2014 - present)	4999	5399	x	1971	2495	x	2283	x	3098	3498	x
	<b>VW Transporter T6</b> (2016 - present)	4904	5304	x	1990	2477	x	2297	x	3000	3400	x
	<b>Peugeot Expert</b> (2016 - present)	4959	5309	x	1935	x	x	2204	x	3275	3275	x
	<b>Vue e-van</b> (2021 concept)	4953	5353	x	2113	2364	x	2190	2088	3150	3550	x

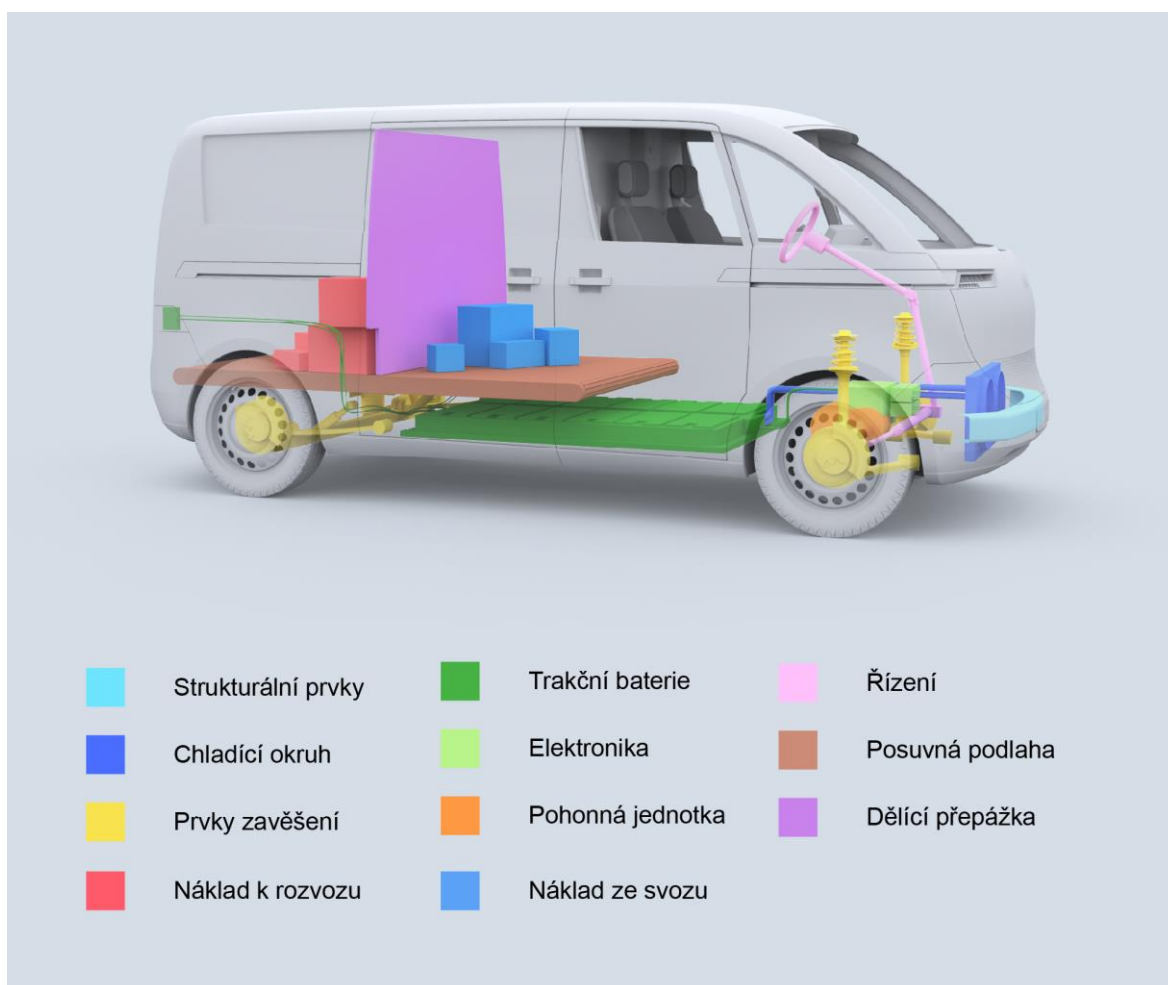
Tab. 6.1 Srovnání rozměrů s existujícími vozy (rozměry v mm)

## 6.2 Vnitřní mechanismy a komponenty

Funkční komponenty jako motor (či motory), baterie nebo chladič je třeba logickým způsobem umístit v rámci vozu takovým způsobem, aby nedošlo k výraznému snížení využitelnosti vnitřního prostoru nebo jiným nežádoucím jevům, jako je např. vysoko položené těžiště vozu.

Především ve vztahu k těžišti se intuitivně podbízí jedině smysluplné umístění hlavní baterie – podélně mezi nápravami pod podlahou. Přitom platí, že čím blíže k zemi bude umístěna, tím lépe. Při tomto uložení by se mohla naskytnout i možnost případné výměny celé modulární baterie demontáží ze spodní strany vozu. Motor je možné uložit příčně, rovnoběžně s osami náprav.

Mimo klíčových článků pohonného ústrojí je třeba dbát i na další, méně rozměrné, avšak nezbytné komponenty – ať už jde o dodatečnou baterii pro napájení 12V sítě, chladič nebo nádobu pro kapalinu oštrikovačů skel. Jelikož se ve svém návrhu plánují držet klasické koncepce vozu s přední deformační zónou, bude pro umístění těchto součástí využít prostor před kabinou.



**Obr. 6.2** Průhledové schéma vnitřních komponent

## 6.2.1 Motor a jeho umístění

Vybrat konkrétní typ motoru čistě na základě výkonových charakteristik by vyžadovalo hlubší analýzu, neboť všechny typy popsané v technické analýze se ve svých obecných vlastnostech dosti podobají. Je však možné zhodnotit motory i v jiných aspektech.

Motor pro dodávkový vůz by měl být co nejrobustnější, bezúdržbový, vyhovující i z ekologického hlediska a v neposlední řadě co nejlevnější.

Ekologický ani finanční aspekt nenahrávají použití BLDC a PMSM, které pro svou funkci potřebují permanentní magnety, k jejichž výrobě se používají vzácné kovy (Kobalt, Samarium), jejichž cena je relativně vysoká. Ne však proto, že by vzácných kovů v zemské kůře bylo fakticky malé množství, ale spíše proto, že jejich těžba je neefektivní, nákladná a extrakce těchto kovů z rudy je velkou ekologickou zátěží.

K dalšímu výběru pak zbývá indukční a reluktanční motor. Oba se údajně vyznačují relativně jednoduchou, robustní a bezúdržbovou konstrukcí, vyžadují však složitější systém řízení.

Characteristics	Motor type			
	DC	IM	PM	SRM
Power density	Low	Medium	Very high	Medium
Efficiency	Low	Medium	Very high	Medium
Controllability	Very high	Very high	High	Medium
Reliability	Medium	Very high	High	Very high
Technological maturity	Very high	Very high	High	High
Cost	Low	Very low	High	Low

Tab. 6.2 Srovnání obecných charakteristik jednotlivých motorů [111]

Vzhledem k nejnižší ceně, výše zmíněným vlastnostem a výrazně většímu rozšíření bych při současném stavu věci volil indukční motor. Reluktanční motor ještě jako trakční pohon elektromobilů není příliš etablován, ačkoli má i proti indukčnímu motoru výhody např. v podobě absence ztrát na rotorovém vinutí (které nemá), nižšímu momentu setrvačnosti rotoru či jednodušší stavbě. Postupným vývojem by se mohl indukčnímu motoru vyrovnat v aspektu výrobní ceny a v budoucnu jej v oblasti automobilového průmyslu pravděpodobně čeká větší rozšíření.

## 6.2.2 Baterie a dobíjení

Z rešerše je zřejmé, že dimenzovat baterii na dobíjení obden není vhodným řešením. Baterie je kromě samotné karoserie nejtěžším prvkem vozu a každé její zvětšení s sebou přináší výrazný nárůst hmotnosti, která pro dodávku do 3,5 t v konečném důsledku omezuje maximální užitečnou hmotnost vozidla. Z tohoto pohledu se jako vhodný kompromis nabízí dimenzovat baterii na každodenní nabíjení, avšak za předpokládaného používání v rozsahu cca 25-85 % nabití. To by mělo zajistit výrazně delší životnost při menší hmotnosti baterie než při dvoudenním nabíjecím cyklu.

Je nutné rámcově určit spotřebu elektrické energie. Srovnatelný Mercedes eVito se svými 70 kW a 2300 kg udává maximální spotřebu 25 kWh/100 km, o třídu větší eSprinter se stejným motorem pak 32 kWh/100 km (s nákladem) [105]. Renault master při reálném čistě městském provozu vykazuje spotřebu cca 30 kWh/100 km.

Po zvážení uvedené spotřeby existujících vozů, předpokládané hmotnosti navrhovaného vozu a očekávané hmotnosti přepravovaného nákladu předpokládám pro naložené vozidlo cílové velikosti v kombinovaném provozu (město a okolí) spotřebu maximálně 35 kWh/100 km. Při plánovaném dojezdu 200 km bude největší spotřeba 70 kWh. Můžeme předpokládat, že při provozu ve městě a okolí je možné pomocí rekuperace energie opětovně využít cca. 15 % odebrané energie, celkově tedy potřebujeme reálně využitelnou kapacitu alespoň 60 kWh. Pokud chceme umožnit provoz ve výše zmíněném rozsahu nabití 25-85 %, tvoří tato využitelná kapacita 60 % celkové kapacity, která pro dané hodnoty bude 100 kWh. V zimních měsících využitelná kapacita klesá vlivem nízkých teplot, navíc se baterie může i dohřívat, neboť její nejnižší pracovní teplota je  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  [112], ideálně více. Dojezd vozu za mrazivých podmínek tím opět klesá. Při reálném nájezdu 200 km/den by plánovaný interval stavů nabití nebyl dodržen, dá se však očekávat, že denní nájezd bude celoročně menší, a tak by pro účel doručovacího vozu měla takto dimenzovaná baterie postačit. Také platí, že spotřeba vozu bude během cesty klesat (vlivem snižování hmotnosti nákladu). Ve výjimečných případech je navíc možné odebrat z baterie energie více, přičemž řídicí elektronika vždy zamezí jejímu vybití pod kritickou mez.

Kapacita 100 kWh znamená přibližně 400 kg článků. Je však nutné ještě uvažovat strukturální prvky modulární baterie, jako je nosný rám či vedení chladicí kapaliny a další elektronické součásti. Např. pro existující vůz Audi eTron s podobně dimenzovanou baterií o kapacitě 95 kWh je udávána celková hmotnost baterie 700 kg [113]. Můžeme usuzovat, že hmotnost baterie pro navrhovaný vůz bude přibližně shodná. To je však hmotnost, která by mohla reálně omezit využitelnost vozidla. Kvůli úspoře hmotnosti bude zřejmě nutné vzdát se původního požadavku 40% rezervní kapacity baterie a tuto rezervu snížit. Např. snížení kapacity ze 100 na 80 kWh by mohlo snížit hmotnost baterie o 100 až 150 kg.



Vzhledem k tomu, že baterie se skládá z modulů, je možné přizpůsobit její kapacitu potřebám zákazníka. To plánuje např. VW u své platformy MEB. Teoreticky nic nebrání tomu, aby mnou navrhovaný vůz stál právě na této platformě, neboť automobilka VW nabídla prodej své technologie ostatním automobilkám. Know-how již zakoupila např. firma Ford. [114] Jako základní kapacitu baterie pro můj návrh volím 80 kWh, což pokládám za univerzální kompromis mezi hmotností a dojezdem. Případně by bylo možné upravit počet modulů a tuto kapacitu v závislosti na velikostní variantě a potřebách uživatele zvýšit nebo snížit.

Co se dobíjení týče, v Evropě se používají dva typy konektorů. Jsou to Mennekes (též Type 2) a CCS2. Ty je navíc možné spojit do jednoho, což se projeví minimalizací prostorových nároků připojení na voze. Pro jiné trhy se používané dobíjecí konektory liší.



Obr. 6.3 Sjednocení dobíjecích konektorů CCS a Type 2 do jednoho [70] (upraveno)

	N. America	Japan	EU	China
AC	 J1772 (Type 1)	 J1772 (Type 1)	 Mennekes (Type 2)	 GB/T
DC	 CCS1	 CHAdeMO	 CCS2	 GB/T

Obr. 6.4 Typy dobíjecích konektorů dle použití v jednotlivých oblastech [115]

### 6.2.3 Užitečná hmotnost

U současných spalovacích dodávek téže kategorie je standardem užitečná hmotnost 800 kg a více, horní limit je pak již omezen maximální přípustnou hmotností vozidla 3,5 t. Pro dodávku typu BEV je toto omezení významnější, zejména kvůli hmotnosti vyšší typicky o několik set kg. Vzhledem ke hmotnostem existujících spalovacích vozidel a předpokládané hmotnosti baterie do max. 700 kg můžeme předpokládat pohotovostní hmotnost vozu 2300 až 2500 kg, přičemž pro náklad pak zbývá 1000 až 1200 kg.

### 6.2.4 Podvozek a zavěšení

Jak je zmíněno již v kapitole 3, možnost pohonu všech kol byla z několika důvodů zavrhnuta. Jeho nevýhodou je především vyšší komplikovanost celého systému, výrobní náklady a hmotnost.

Kromě klasického pohonu přední nápravy se pak nabízí i zadní hnaná náprava, která by byla vhodná zejména pro rozměrnější velikostní varianty, kde se předpokládá vyšší objem a hmotnost nákladu. Nevýhodou zadního pohonu je především to, že zvýší dno nákladového prostoru typicky o 50 až 100 mm. Hlavním důvodem je nutnost změny zavěšení. Současné dodávky s hnanými zadními koly používají listové pružiny s tuhou nápravou. Tento způsob zavěšení je relativně prostorově úsporný, ale při umístění elektromotoru vzadu by nejspíš musel být nahrazen systémem multi-link.

Pro většinu městských dodávek by však měl stačit pohon předních kol. Navrhovaná základní varianta bude vybavena pohonem právě přední nápravy, náhon na zadní kola by byl pro jiné velikostní varianty případně volitelný.

### 6.2.5 Externí kamery

V následujících odstavcích přichází řada na techniku, související s uživatelskou stránkou produktu. Předně bylo potřeba zajistit dostatečný výhled z vozu, zejména směrem vzad, kde mají dodávkové vozy rezervy.

Boční kamery, nahrazující zpětná zrcátka, jsou osazeny na výklopné „ploutvičce“. Důvodem tohoto způsobu uchycení, či vůbec použití kamery namísto klasického zrcátka, je snaha o minimalizaci prostorových nároků otevřených dveří. Kamera se vyklopí vždy, když je vozidlo v režimu „jízda“ a má zavřené dveře. Při otevírání dveří se po odjištění klikou kamera ihned skryje. Ač to na první problém nebylo zřejmé, umístění elektroniky na posuvné dveře je co do složitosti vůči křídlovým dveřím výzvou. To je způsobeno zejména nemožností připojit cokoli napevno kabelem. Připojení do posuvných dveří se řeší např. holým kontaktem, který je sepnut pouze když jsou dveře zavřené. Instaluje se proto, aby bylo posuvné dveře možné vůbec zamknout.

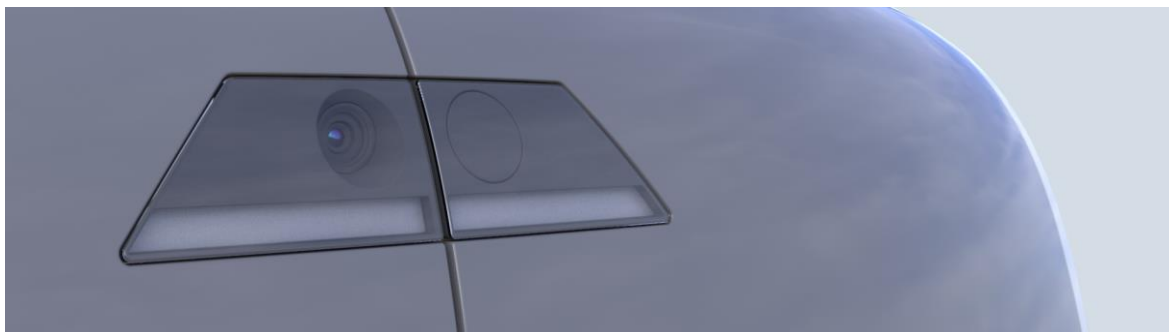
Při osazení kamery se situace komplikuje, neboť je třeba zprostředkovat i tok snímaných dat. Buďto by spínaný kontakt musel mít výrazně více pinů, což by znamenalo větší složitost, riziko špatného kontaktu vlivem nečistot atp., nebo bude přiváděna pouze elektřina a data z kamery budou odesílána vzduchem. Pokud by se počítalo s fungováním kamery i při otevřených dveřích, znamenalo by to nutnost osadit do dveří vyrovnávací baterii pro pokrytí doby bez proudu.

Podobný problém pak nastává i s elektrickým otevíráním bočního okna, kde však nemožnost manipulace při otevřených dveřích nijak nevádí.



**Obr. 6.5** Výklopná boční kamera

Situace se zadní kamerou je o poznání jednodušší. Ta je umístěna do společného „bloku“ se středovým brzdovým světlem, a její připojení díky použití křídlových dveří vzadu není nijak problematické.



**Obr. 6.6** Umístění zadní kamery

## 6.2.6 Nákladový prostor

V následující kapitole jsou popsány skutečnosti související spíše s technickou stránkou nákladového prostoru. Jeho fungování a interakce s uživatelem jsou dále rozvedeny v kapitole Ergonomie.

V nákladovém prostoru je tedy podle plánu možné instalovat posuvný systém, což vyžadovalo několik úprav. Vnitřní stěny karoserie musely být kvůli umožnění posunu zakrytovány tak, aby byl profil v podélném směru konstantní.

Podlážka bude pro umožnění posunu pravděpodobně řešena jako posuvný pás, ať už hladký nebo lamelový. K němu je ukotvena přepážka, která zamezuje pohybu nákladu a rozděluje prostor na dvě části. Jelikož hmotnost nákladu spočívá na posuvné podlaze, přepážka musí odolávat pouze setrvačným silám působícím na náklad za jízdy. Ve stropě nákladového prostoru je ukotvena do tří kolejnic. V těchto kotvících bodech je potřeba zajistit synchronizovaný posun s podlahou, který by mohl být realizován např. dostatečně pevnými ozubenými řemeny a krokovými motory. Pravděpodobně by bylo třeba doplnit i nějaký systém aretace pro situaci, kdy je vůz v pohybu, aby setrvačné síly působící na náklad nemusely být drženy přímo motory.



**Obr. 6.7** Nákladový prostor s vestavbou

Vedlejším záměrem (kromě samotného principu posuvného systému) byla co největší univerzálnost nákladového prostoru v tom smyslu, aby byl použitelný i bez vestavby. Pokud by se podařilo zkonstruovat posuvnou podlahu jako kompaktní jednotku, která se do vozu instaluje a připojí k proudu, znamenalo by to možnost posuvný systém z vozu vyjmout, nebo jej při koupi dle přání zákazníka vůbec neinstalovat. Potenciální vlastník tak získá klasickou skříňovou dodávku, navíc s pravidelně krytovaným nákladovým prostorem, který dále nahrává individuálním modifikacím (např. regály na nářadí či specifické zboží).



**Obr. 6.8** Nákladový prostor bez vestavby

Dalším důvodem pro možnost vyjmutí podlahové konstrukce je aspekt hygieny, neboť pod pohyblivý pás se budou velmi pravděpodobně zanášet nečistoty a bude třeba jej v určitých intervalech udržovat.

Na obrázcích níže je znázorněna výchozí poloha přepážky vpředu, ze které s ní bude možné posouvat (společně s podlahou) směrem vzad. Při posunu se otevírá prostor z druhé strany přepážky, který je možné dále využít.



**Obr. 6.9** Dělicí přepážka v počáteční krajní poloze



Obr. 6.10 Pohyb dělicí přepážky směrem vzad

Jak bylo již zmíněno v předchozích kapitolách, posuvný systém zmenšuje využitelný vnitřní prostor. V následující tabulce je naměřený objem pro jednotlivé velikostní varianty porovnán s konkurenčními vozy.

		Cargo space				
		Volume				
		L1H1	L2H1	L1H2	L2H2	
	<b>Ford Transit Custom</b> (2012 - present)	6	6,8	7,2	8,3	
	<b>Mercedes-Benz Vito</b> (2014 - present)	6	6,6	x	x	
	<b>Renault Traffic</b> (2014 - present)	5,2	6	7,2	8,6	
	<b>VW Transporter T6</b> (2016 - present)	5,8	6,7	x	9,3	
	<b>Peugeot Expert</b> (2016 - present)	5,3	6,1	x	x	
	<b>Vue e-van</b> (2021 concept)	empty space	5,8	x	6,7	7,7
	with storage system	5,4	x	6,3	7,3	

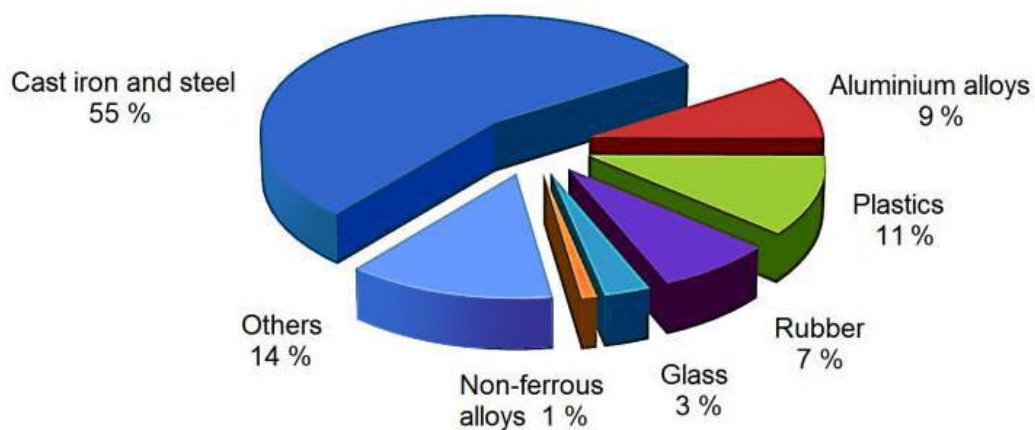
Tab. 6.3 Srovnání objemu nákladového prostoru s existujícími vozy

Dle očekávání je vnitřní prostor s vestavbou znatelně redukován. Za úspěch by se dal označit objem základní varianty L1H1 srovnatelný s konkurencí, a to i přes použití vnitřního krytování. To je dáno tím, že vůz vykazuje oproti zástupcům uvedeným v tabulce větší celkovou výšku (cca o 100 mm). Rozdíly u větších velikostí karoserie jsou pak dány tím, že relativní zvýšení vozu pro vyšší verzi (H2) není tak velké, jako u ostatních vozů. Také není do měření započten objem prostoru nad kabinou, který se zpravidla na náklad stejně nepoužívá. Ztráta způsobená krytovaním zde také hraje svou roli.



## 6.3 Materiálové řešení

Automobily jsou specifické svou různorodou materiálovou skladbou. V interiéru můžeme najít širokou škálu plastů a pěn různých tvrdostí, skla a elektronických komponent z různých kovů. Největší podíl na stavbě vozu má typicky ocel rozdílných složení a pevností, která se používá k výrobě samonosné karoserie, prvků pohonného ústrojí i jako spojovací materiál. V nákladovém prostoru dodávek se můžeme setkat se dřevem či těsnícími prvky z gumy.

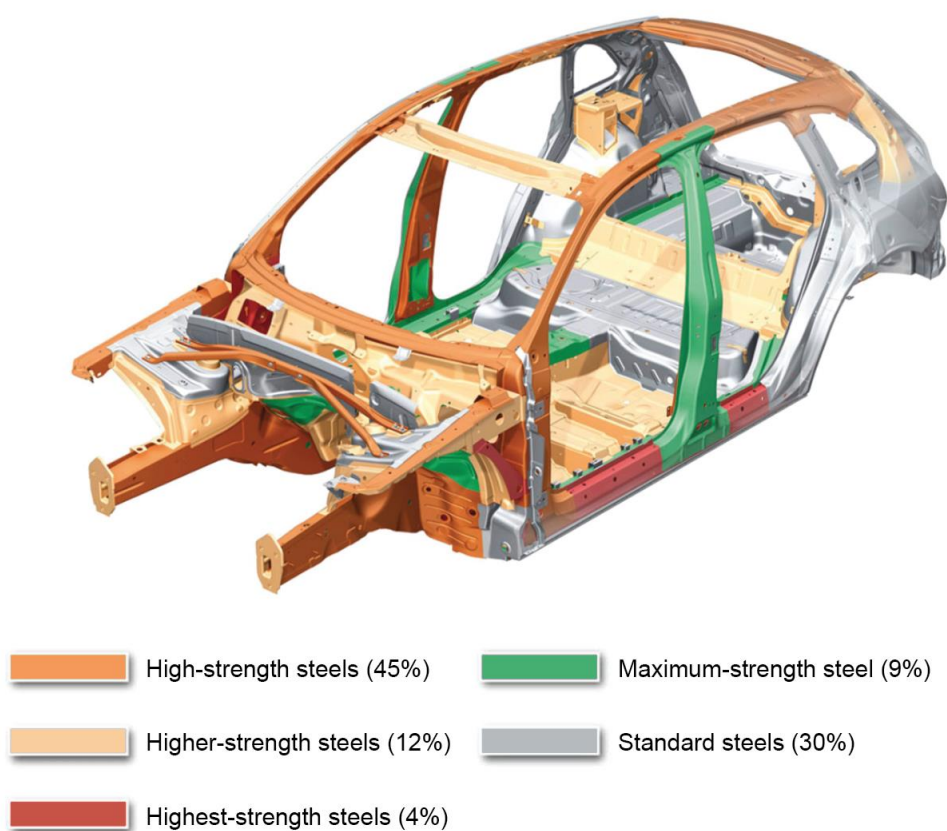


Obr. 6.11 Skladba materiálů používaných pro automobily (upraveno) [116]

### 6.3.1 Karoserie

Materiálová kompozice samonosné karoserie se neshoduje se schématem vozu uvedeným v kapitole Technická analýza, který ve velkém množství využíval hliníku, což není pro daný typ vozidla vhodným řešením. Ve prospěch hliníku hovoří nižší hmotnost, která by pro vůz zatížený těžkou baterií byla jasnou výhodou. Významným záporem je však jeho cena, která je u hliníkových strukturálních prvků o 60 až 80 % vyšší [117] než při použití ocele.

Krycí plášť karoserie pak nejspíše nebude složen výhradně z kovových výlisků. Zejména pro perforované díly bude nutné použít kvůli členitosti vzoru materiál jiný, pravděpodobně plast.



**Obr. 6.12** Kompozice ocelové karoserie dle pevnostní třídy materiálu [118] (upraveno)

## 6.4 Technologie

Výroba většiny dílů i montáž probíhá ve výrobním závodě automobilky. Do něj vstupují suroviny pro výrobu či hotové díly od subdodavatelů a brány továrny opouští pojízdný vůz.

Jednotlivé díly karoserie jsou vyráběny z plechů různých tloušťek. Ty se do továrny přiváží v rolích. Z rolí jsou odvinuty a vyřezány tvary polotovarů k lisování, které probíhá buď za studena nebo za tepla, v závislosti na materiálových vlastnostech a požadavcích na daný díl. Následně jsou segmenty karoserie spojovány robotickým svařováním či jinými spojovacími technologiemi. Po kompletaci karoserii čeká nanášení protikorozi ochrany, laku, výstupní kontrola a další dokončovací operace. Hotová karoserie je umístěna na montážní linku, kde je celý vůz sestaven do konečné podoby.



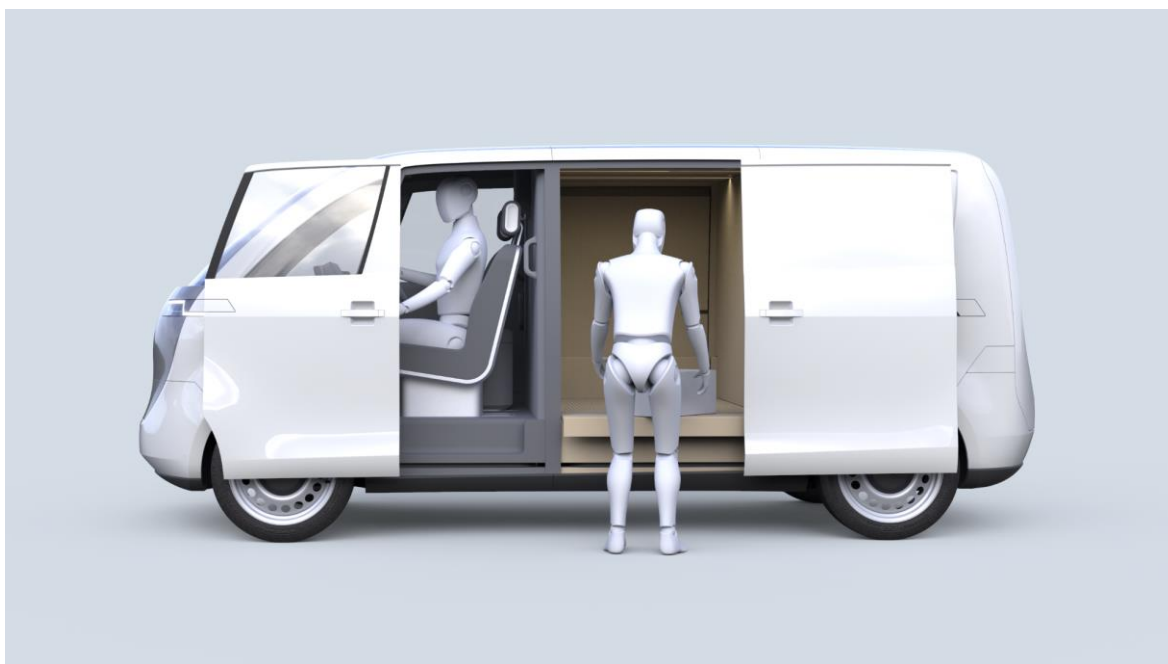
Obr. 6.13 Karoserie po montáži a lakování [119]

## 6.5 Ergonomie

Následující kapitola se zabývá popisem ergonomických charakteristik návrhu. Pro ilustrační obrázky byl použit ergon reprezentující 95% muže, což je pro evropskou populaci přibližně 185 cm [120].

Klíčovými prvky ergonomického řešení jsou posuvné boční dveře a dílčí změny v interiéru a nákladovém prostoru, které sledují stanovené cíle práce a jsou podrobněji popsány níže.

Pro větší názornost jsou na mnoha vizualizacích v této kapitole některé části vozu skryty (dveře, střecha atp.). Taktéž byly zjednodušeny barvy a materiály.

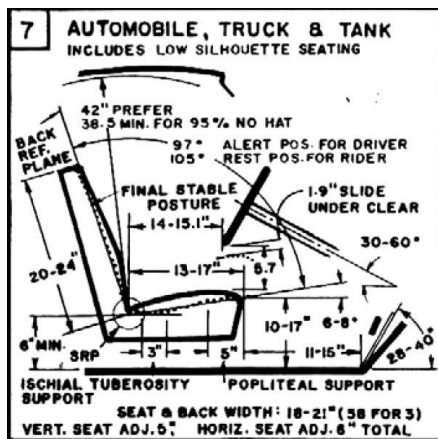


Obr. 6.14 Posuvné boční dveře

### 6.5.1 Pozice řidiče

Hlavním omezením při volbě pozice řidiče je velikost vozu. Vzhledem k tomu, že celkové proporce vychází ze současné produkce, reflektují aktuální standardy i tomto ohledu. Existuje však několik dílčích podnětů k vylepšení.

Při určování pozice jsem vycházel ze vztahů popsaných H. Dreyfusem v jeho publikaci „The measure of man“.



Obr. 6.15 Referenční požadavky na místo řidiče dle H. Dreyfuse

Volbu pozice řidiče ovlivňovalo několik aspektů. Prvním z nich byl požadavek na maximalizaci nákladového prostoru, který vede na umístění řidiče co nejvíce dopředu. Z druhé strany podélnou pozici omezuje podběh kola a hranice bočních dveří, protože je třeba zajistit pohodlný nástup a výstup. V neposlední řadě je žádoucí také vhodná pozice řidiče pro zavření dveří manuálně. Podélný rozměr prostoru pro řidiče je pak určen tak, aby se mohl pohodlně usadit 95% muž a ještě v tomto směru zbývala vůle pro manipulaci sedadlem. Vertikální pozice je kompromisem mezi výhledem (vyšší pozice – lepší výhled) a komfortním nastupováním či jiným pohybem v interiéru (nižší pozice – vůle nad hlavou). Určující H-bod sedícího řidiče je ve výšce cca 1010 mm nad zemí.

V příčném směru je pozice řidiče i spolujezdce vůči třímístným dodávkám více centralizována. Důvodů vedoucích ke změně je několik. Primárním důvodem je celková nepotřebnost třetího místa vzhledem k hlavní cílové skupině návrhu. Dalším faktorem je požadavek na umístění displeje zpětné kamery na palubní desku vlevo od místa řidiče, což vyžaduje více prostoru. Závěrem je pozice blíže středu vozu lepší pro manipulaci s úložnými boxy na malé zásilky, které jsou popsány dále v textu.



**Obr. 6.16** Pozice řidiče za volantem



**Obr. 6.17** Manuální zavírání posuvných dveří pomocí madla

## 6.5.2 Nástup/výstup

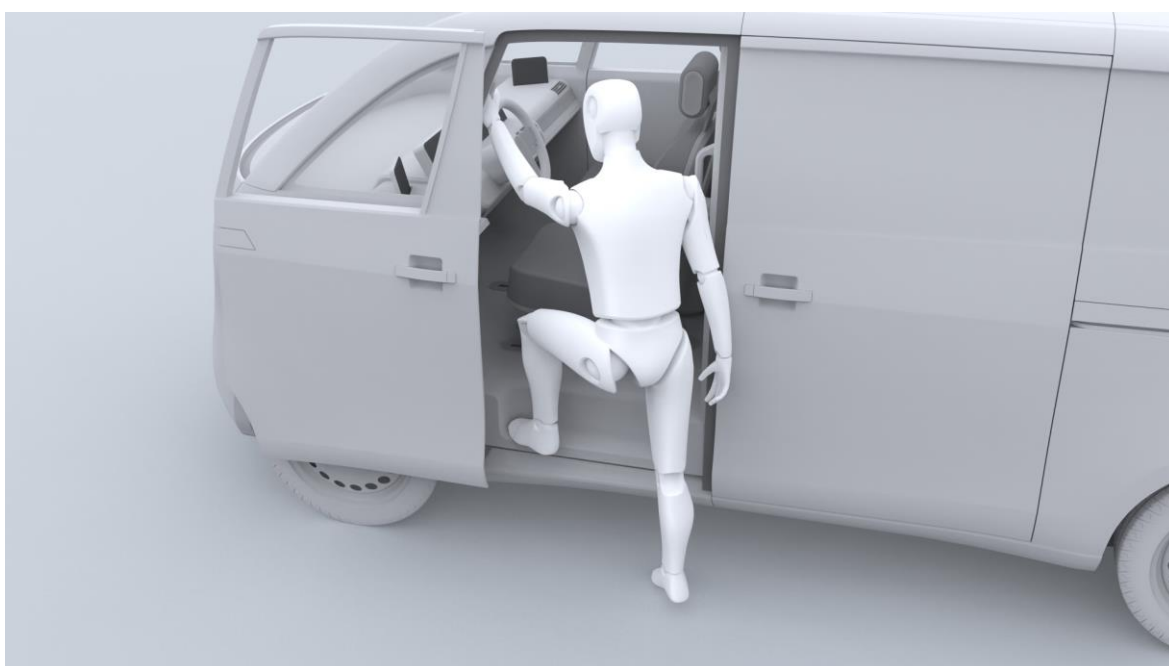
Problémem všech osobních vozidel je, že řidič musí vystupovat do vozovky. To ale pro daný typ vozidla není výhodné řešit jednomístným interiérem a výstupem k chodníku, neboť toto řešení s sebou nese řadu technických obtíží. Především je však navrhovaný vůz pro takové uspořádání příliš nízký.



Jako hlavní zápor výstupu do vozovky bych neoznačil bezpečnost, neboť málokterý řidič by bez rozmyslu otevíral dveře a vrhal se do cesty kolem jedoucího vozu. Problémem spíše je, že v místech s hustším provozem musí kurýr čekat s výstupem z vozidla, než provoz pomine, přičemž problémem jsou právě prostorové nároky otevřených křídlových dveří. Řidič sám by se kolem vozu mohl případně prosmýknout, protože vozy projíždějící kolem udržují jistou vzdálenost (pochopitelně vše závisí na konkrétním místě zastavení).

Právě za účelem snížení prostorových nároků na otevření dveří nejsou boční dveře řidiče křídlové, nýbrž posuvné. Specifikem posuvných dveří je, že existuje možnost aplikovat systém elektronického otevírání/zavírání. V současném stavu technologií automatické otevření takovýchto posuvných dveří zabere cca 3 s<sup>7</sup>, přičemž pro účely užitkového vozu není tato rychlost otevírání nijak omezující.

Spíše hypotetickou výhodou posuvných dveří pak je to, že je možné poměrně bezpečně popojíždět s otevřenými dveřmi. Toho by mohli využít zejména zaměstnanci pošty, kde je mnohdy vzdálenost mezi některými zastávkami v sousedství minimální. U tohoto konkrétního vozidla však vzniká problém s přenosem obrazu zpětné kamery, který by při takovém manévru byl nezbytný.



**Obr. 6.18** Nástup do vozu

---

<sup>7</sup> Měřeno na voze VW Multivan T6

V konečném důsledku by použití bočních posuvných dveří mělo vést ke kýžené časové úspoře, což je v souladu s cíli práce. Také by se mohl celkově zlepšit uživatelský komfort, zejména při zavedení elektrického otevírání/zavírání. Reálný přínos či vůbec funkčnost tohoto řešení by však musela být ověřena v praxi.

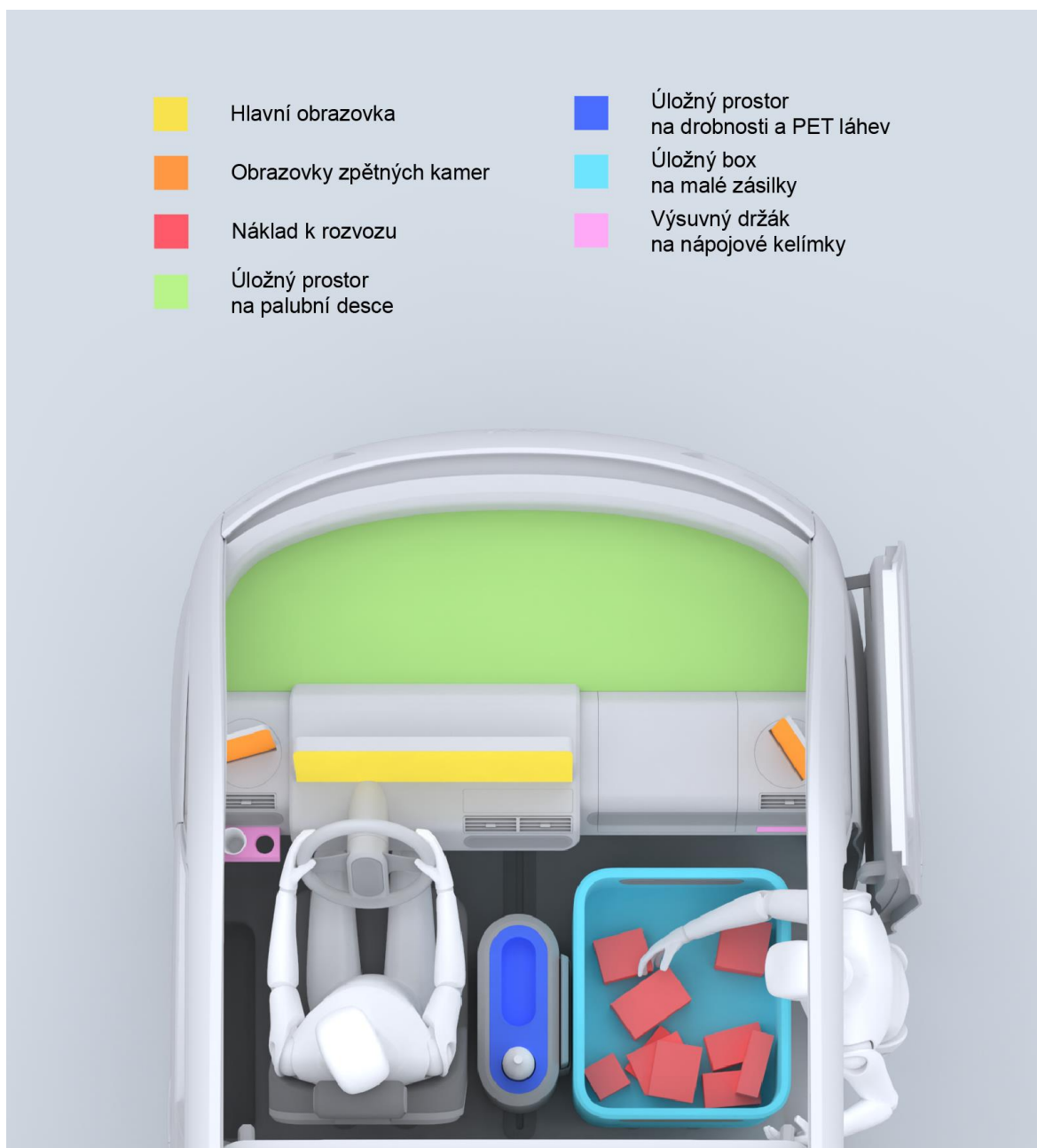


**Obr. 6.19** Výstup z vozu

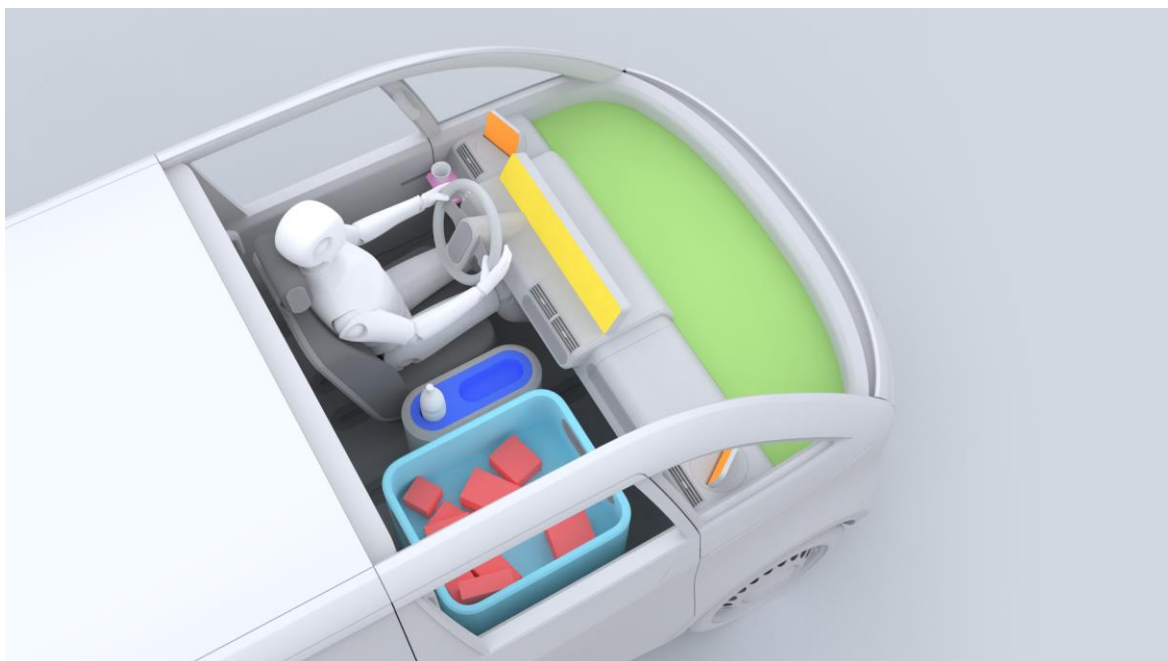
Nevýhodou plynoucí z použití posuvných dveří je relativně vysoko umístěný nástupní schod, který se kvůli pozici kolejnice dveří nachází až ve výšce 445 mm od země. Tento nedostatek by bylo možné zmírnit, kdyby dveře zasahovaly níže až do plastových prahů karoserie, a kolejnici se schodem by tak bylo možné posunout směrem dolů o několik cm.

### 6.5.3 Interiér

Vzhledem k tomu, že ve voze bude cestovat téměř výhradně řidič, je členění interiéru navrženo primárně dle jeho potřeb. Odlišné pojetí přídě vozu a s ním spojená vzdušnější kabina doslova otevírá prostor změnám. Interiér je vzhledem ke své komplexnosti řešen pouze schematicky – formou hrubého rozčlenění, rozmístění klíčových prvků a následným zhodnocením navrženého řešení.



Obr. 6.20 Rozložení interiéru



**Obr. 6.21** Rozložení interiéru – jiný pohled



**Obr. 6.22** Pohled do interiéru bez zvýraznění jednotlivých prvků

### Úložný box

Nabízí se možnost nahradit často nevyužívané místo spolujezdce boxem na malé zásilky. Těch bývá relativně velké množství, přitom se v nákladovém prostoru mezi rozměrnými položkami (často i o více balících) ztrácejí. Pokud by tyto byly umístěny přímo v interiéru, řidič by si mohl ušetřit až desítky cest kolem vozu, a uspořit tak několik minut.

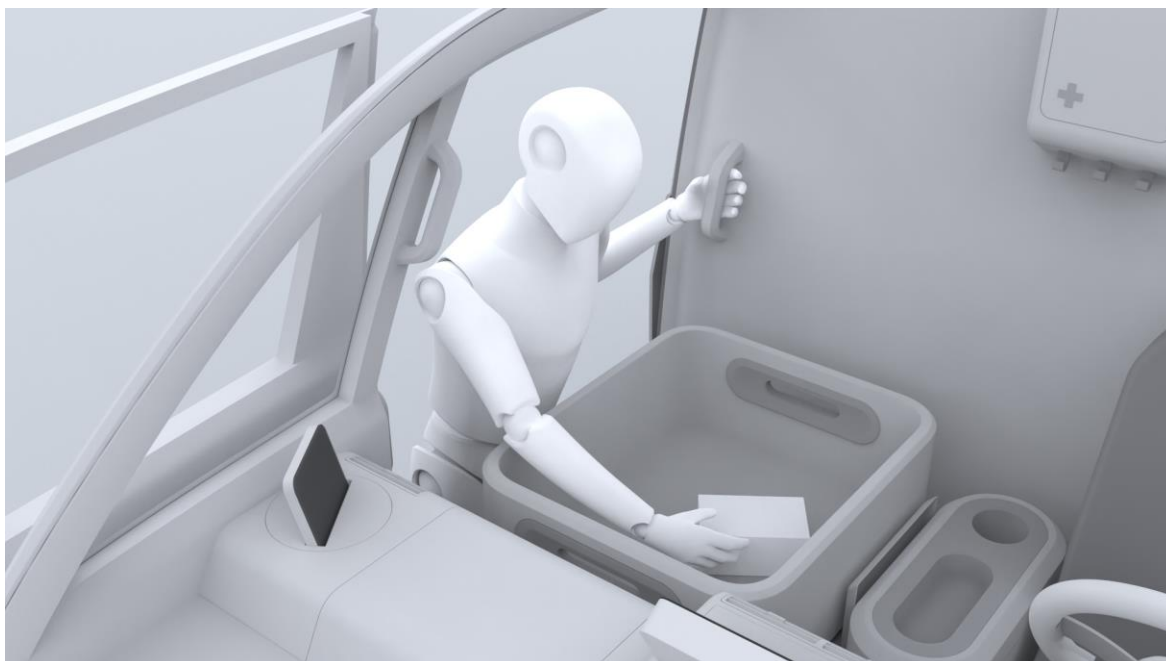
Při nakládce je možné boxy naplnit a vložit pravými předními dveřmi, přičemž během rozvozu je svrchní box v dosahu přímo z místa řidiče. Po jeho vyprázdnění pak stačí tyto zaměnit, a dále vyprazdňovat druhý box.



**Obr. 6.23** Klasická konfigurace se sedadlem spolujezdce



**Obr. 6.24** Přístup k boxu z místa řidiče



**Obr. 6.25** Přístup k boxu zvenčí

### Odkládací prostory

Jako jeden z nedostatků stávající produkce označují kurýři odkládací prostory, ať už se jedná o ukládání osobních věcí nebo např. zakoupené svačiny (během směny zpravidla nemají čas na plnohodnotný oběd). Předměty tak vrší buď na lavici pro spolujezdce nebo na palubní desce, kde mohou bránit ve výhledu.

Posunem čelního skla kupředu vznikl před palubní deskou relativně rozměrný úložný prostor přes celou šíři vozu. Výhodou je jeho velikost a fakt, že uložené předměty (přiměřené velikosti) nijak nebrání ve výhledu. Za nevýhodu tohoto řešení by se dala považovat horší dosažitelnost dále od místa řidiče, případně vystavení uložených věcí přímému slunečnímu žáru v letních měsících.

Kromě otevřeného úložného prostoru je v interiéru umístěna tradiční uzavíratelná schránka naproti místu spolujezdce.





**Obr. 6.26** Dosažitelnost úložného prostoru z místa řidiče



**Obr. 6.27** Schránka v palubní desce

## Foodbox

Na výše uvedený nedostatek úložného prostoru či nevhodnost pro uchovávání potravin reaguje idea schránky určené na jídlo, kterou jsem pracovně pojmenoval „foodbox“. Jedná se o tepelně izolovaný box, který se nachází po pravici řidiče. Dovnitř si kurýr bude moci uschovat jídlo, které tak nebude vystaveno vysokým teplotám na palubní desce, případně v něm bude možné uchovat chladný nápoj. Box je podobně jako sedadlo usazen na kolejnici, a je možné jím pohybovat v podélném směru. Součástí boxu je i podnos, protože kurýr zpravidla jí přímo ve voze. Na víku boxu je pak umístěno zahloubení pro velkou PET láhev a pro odložení drobností, např. telefonu či skenovacího terminálu, které tak budou stále po ruce. Existuje i možnost, že by box aktivně chladil svůj obsah např. za použití Peltierových termočlánků, jako je tomu třeba u autochladniček. K tomu by však bylo potřeba vyřešit jeho připojení k elektrině.



**Obr. 6.28** Pohled na pozici řidiče s foodboxem

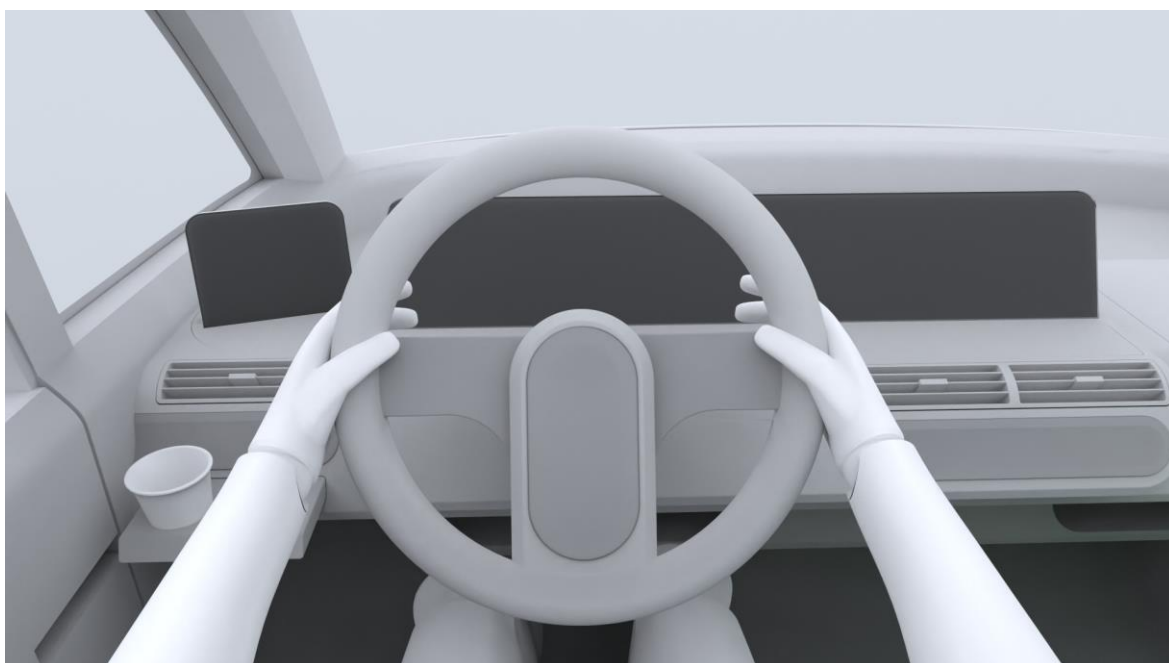


**Obr. 6.29** Rozsah pohybu foodboxu

## Palubní deska

Rozložení palubní desky koncentruje všechny klíčové prvky ovládání vozu na co nejmenší ploše. Cílem zde bylo umístit prvky primární („přístroje“), sekundární (klimatizace, rádio) i terciární (navigace, nastavení jízdních režimů) interakce do dosahu řidiče.

Jako hlavní změnu je možné vnímat elektronický přístrojový štít (e-dashboard) a jeho spojení s navigací a dalšími funkcemi, tedy jisté sjednocení prvků primární a terciární interakce na jednu zobrazovací plochu. To je dáno i tím, že navigace má v doručovacím voze výrazně větší význam. Hlavní displej a jeho grafické rozložení bude možné modifikovat dle potřeby. Může tak plnit čistě informační funkci, nebo např. zobrazovat na většině své plochy okno navigace, doplněné např. informacemi o cílových adresách, kontakty na adresáty a jen základními údaji o rychlosti vozidla či stavu baterie.



**Obr. 6.30** Pohled na e-dashboard z pozice řidiče

Po stranách palubní desky jsou umístěny displeje kamer zpětných zrcátek. Displej zadní kamery (nahrazující středové zpětné zrcátko) se nachází na tradičním místě nahoře uprostřed. Tyto displeje kamer jsou otočné a je možné je v určitém rozsahu naklápět.

Rozměrné čelní sklo pak skýtá možnost použití head-up projekce. Tato technologie je dalším krokem k tomu, aby řidič méně odvracel zrak od okolního provozu.

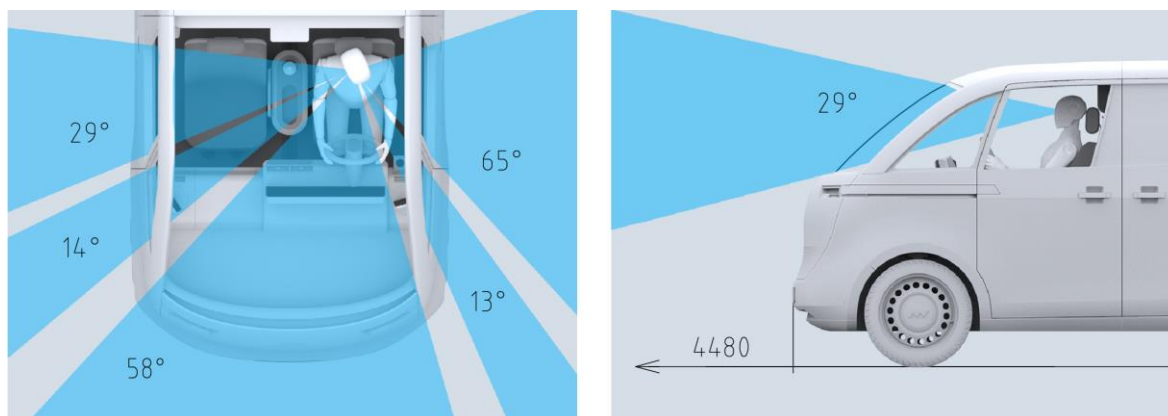
Uprostřed palubní desky je prostor k umístění ovládacích prvků. Dotykové ovládání veškerých funkcí vozu v jednotném rozhraní se v praxi neukázalo jako příliš praktické. Hlavním úskalím je zde absence hmatové odezvy a s ní spojená nutnost odvracet pozornost od řízení pro provedení libovolného úkonu. Pro určité operace je dotykový displej přínosem (např. vybrat kontakt ze seznamu a zavolat), pro některé už nikoli (např. změna nastavení klimatizace). Jako vhodné řešení se tak jeví jistý kompromis. Dotykový centrální displej s vhodně umístěným trackpadem či otočným multifunkčním ovladačem v kombinaci s klasickým tlačítkovým ovládním některých funkcí by mohl přinést kýženou rovnováhu mezi výhodami a nevýhodami obou přístupů.

Ovládání navigace je realizovatelné hlasově. Při mé exkurzi do světa kurýra jsem byl svědkem toho, že kurýr zahlásí hledanou adresu do navigace. Pokud by se povedlo spárovat aplikaci doručovací firmy s palubní elektronikou, mohl by kurýr i telefonovat adresátům bez nutnosti manipulace se skenovacím univerzálním „terminálem“. Tomu navíc nahrává i tichý chod elektrického pohonu.

#### 6.5.4 Výhled

Jedním z hlavních ergonomických aspektů je výhled z vozidla. Ten je charakterizován výhledovými úhly řidiče z bočního a horního pohledu. Pro jejich analýzu byl použit 50% figurant. Výhledový úhel směrem vpřed mimo jiné určuje, do jaké vzdálenosti před vozidlo řidič dohlédne. Naměřená hodnota ilustrovaná obrázkem níže platí pro pohled řidiče přímo vpřed. Při otočení hlavy se tento úhel bude měnit v závislosti na geometrii průhledů, tj. skel.

Obtížněji měřitelné jsou pak výhledové úhly z horního pohledu, které popisují zejména mrtvý prostor, zacloněný A sloupky (v tomto případě sduženými ze dvou částí). V každé výšce se totiž tyto úhly liší. Pro měření jsem tak zvolil rovinu ve výšce 1500 mm od země, která dobře charakterizuje oblast skla, kterou se řidič bude dívat do blízkého okolí vozu. Naměřené hodnoty popisují obrázky níže.



Obr. 6.31 Výhledové úhly 50% řidiče z horního a bočního pohledu

Jako velkou nevýhodu a překážku ve výhledu můžeme vnímat masivní A sloupky a hranu čelního skla dále před řidičem. To by mohlo znamenat horší výhled před vůz a větší mrtvé úhly, do kterých přes sloupky není vidět. Mrtvé úhly nemohu srovnat s žádným konkurenčním vozem, u výhledu před vůz jsem se o srovnání pokusil. Jelikož srovnání podle běžně dostupných fotek by nebylo přesné, použil jsem jako referenci VW Transporter T6, u kterého se mi podařilo získat přesný výkres z bočního pohledu i s pozicí sedadel. Po usazení shodného ergona činí naměřený rozdíl ve viditelnosti cca 300 mm v neprospěch mého návrhu, což je zanedbatelný rozdíl vzhledem k celkové hodnotě, která je přibližně 4,5 m. Je však třeba brát tento údaj s rezervou. Horší výhled přímo před vozidlo by mohl být vyvážen tím, že na rozdíl od klasické kapotové karoserie má zde řidič daleko lepší pojem o tom, kde vůz končí.

### Výhled vzad

Použití zpětných kamer namísto zrcátek je opodstatněno prostorovými nároky. Středové zpětné zrcátko u skříňového vozu jinak nahradit nelze. U zrcátek bočních pak k volbě kamer vedou prostorové nároky běžných zrcátek. Ta musí být kvůli posuvným bočním dveřím umístěna na nich, čímž jdou zcela proti snaze o zmenšení prostorových nároků těchto otevřených dveří. Z toho důvodu byly použity výklopné kamery, které jsou méně prostorově náročné, a navíc se při otevření dveří zcela zaklopí.

Nahrazení zrcátek kamerami a displeji však s sebou přináší i některé otázky. Můžeme např. uvažovat o tom, že obraz v běžném zpětném zrcátku je více „bezprostřední“ a příjemný než jeho reprodukce na displeji, který navíc svítí. Otázka tzv. modrého světla a jeho vlivů na biorytmus člověka je aktuálním tématem, které při konečném rozhodování o použití kamer s displeji může hrát svou roli.

Dalším negativem displeje zpětné kamery je potřeba přeastřování pohledu na menší vzdálenost, což u zpětného zrcátka není takový problém, jelikož zobrazovaný objekt se reálně nachází dále od vozu. Stejně tak se u kamer může zhoršit odhad vzdálenosti zobrazovaných objektů, k čemuž je klasické zrcátko také vhodnější.

Výhodou kamer naopak může být větší úhel záběru, který pomůže k eliminaci bočního mrtvého úhlu. Čím větší však úhel záběru kamery je, tím je obraz hůře čitelný pro uživatele. Není však překážkou umožnit nastavitelnost kamery tak, aby si řidič úhel záběru mohl přizpůsobit.



**Obr. 6.32** Displej pravé zpětné kamery



**Obr. 6.33** Příklad provedení displeje středové zpětné kamery (Renault Master) [121]



## 6.5.5 Nákladový prostor

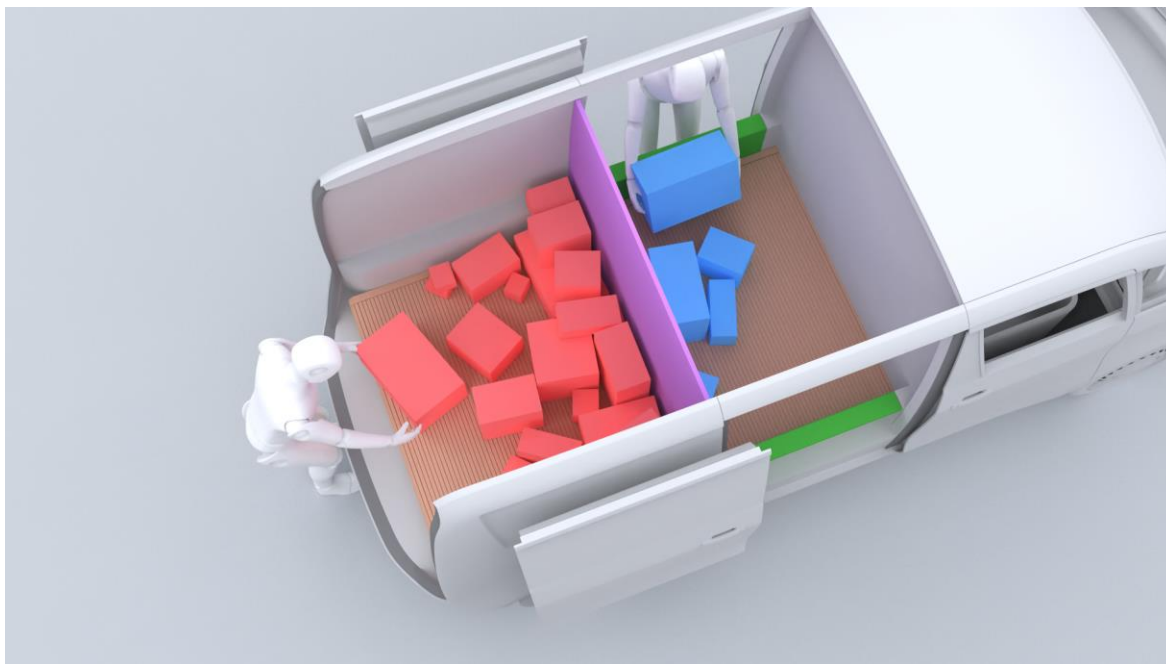


Obr. 6.34 Rozložení nákladového prostoru

## Výška podlahy

Vzhledem k charakteristikám pohonného ústrojí je pro výšku podlahy nákladového prostoru hlavním limitem zadní zavěšení. Při použití vlečené nápravy je dosažitelná výška nákladové hrany cca 550 mm, což koresponduje s hodnotami u aktuálně vyráběných vozidel (viz tabulka 14.2 v kapitole Přílohy), která vesměs používají identicky vlečnou zadní nápravu. Pokud by zadní náprava byla poháněna, pravděpodobně dojde i ke zvýšení nakládací hrany. Současné vozy vedou výkon k zadní nápravě skrze podélný hřídel a diferenciál, přičemž nárůst výšky je typicky 50 mm a více. Pro elektrický pohon však není možné rozměrové nároky predikovat, neboť vzadu bude umístěna kompletní motorová jednotka s rozdílným zavěšením (pravděpodobně multi-link).

Výsledná výška holé podlahy je 560 mm nad zemí. Vnitřní nákladová hrana jako taková však leží ještě o 100 mm výše vlivem konstrukce s posuvnou podlahou. Přichází v úvahu posuvný systém do podlahy zapustit, což by hranu snížilo a prostor zvětšilo, znamenalo by to však jistou ztrátu variability, problémy s čištěním, a především konflikt s uchycením zadní nápravy, konkrétně s tlumiči.



**Obr. 6.35** Rozložení nákladového prostoru – jiný pohled

## Práce s nákladem

V rámci nákladového prostoru je snaha reagovat na nedostatky současných vozů zavedením systému organizace nákladu, popsaného v kapitole 4. V současnosti zásilky řadí i nakládá řidič. Během doručování zásilek v nákladovém prostoru ubývá a ty tak mohou za jízdy volně cestovat všemi směry. S rozvozem probíhá souběžně i svoz zásilek od různých odesílatelů. Ty se v nástavbě vozu mohou míchat se zásilkami určenými k doručení.

Byl navržen systém s posuvnou podlahou a přepážkou. Vnitřek nákladového prostoru má tvar extrudovaného profilu, ve kterém je příčně umístěna zmíněná přepážka, připevněná k posuvné podlaze a stropu. Účelem je při rozvážce posunovat nákladem směrem vzad a postupně tak zmenšovat nákladový prostor, což jednak zamezí nechtěnému cestování nákladu a kurýr navíc nemusí lézt pro balíky dovnitř vozu. Posouvající se přepážka dělí nákladový prostor na dvě části, přičemž do otevírající se druhé části je možné bočními dveřmi naložit náklad ze svozu či nedoručené balíky a zamezit tak jejich mísení mezi rozvoz. Nakládka v depu probíhá reverzně – kurýr postupně plní nákladový prostor zadními dveřmi a posouvá nákladem směrem vpřed až kam je třeba.

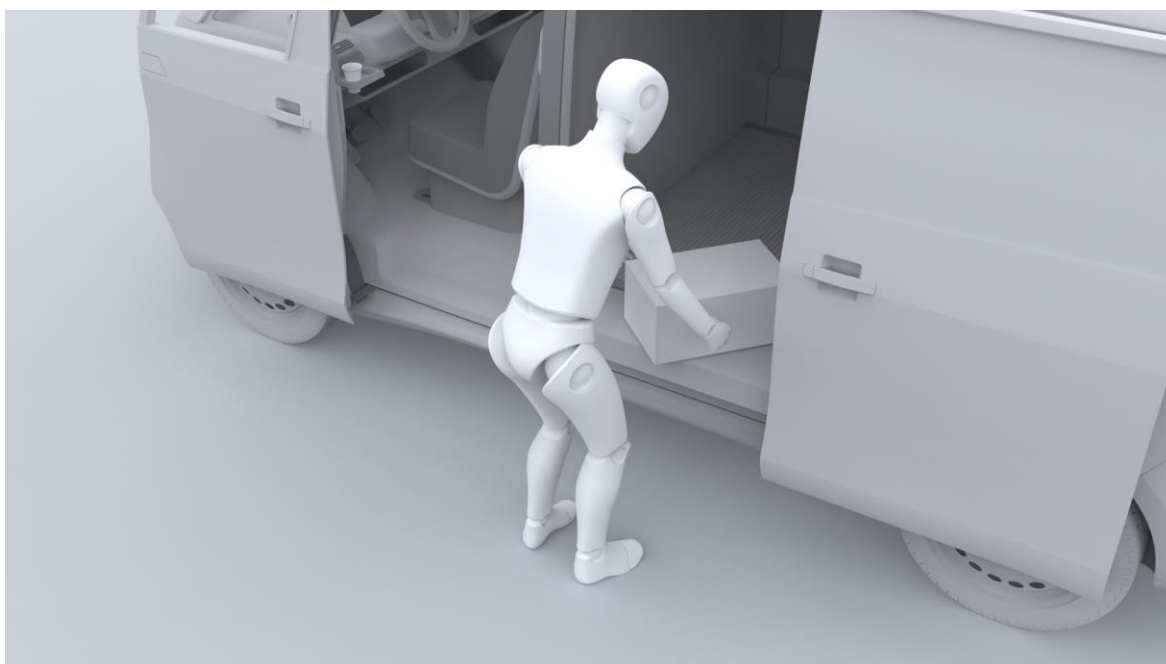
Technická komplikace nastává v místě bočních dveří, kde je nutné zachovat konstantní profil nákladového prostoru. Dveře proto musí být ze zadní strany obloženy podobně jako nákladový prostor a na tvar podběhu zadního kola navazuje sklopná bočnice.



**Obr. 6.36** Vykládka zadními dveřmi



**Obr. 6.37** Manipulace přes zajištěnou bočnici



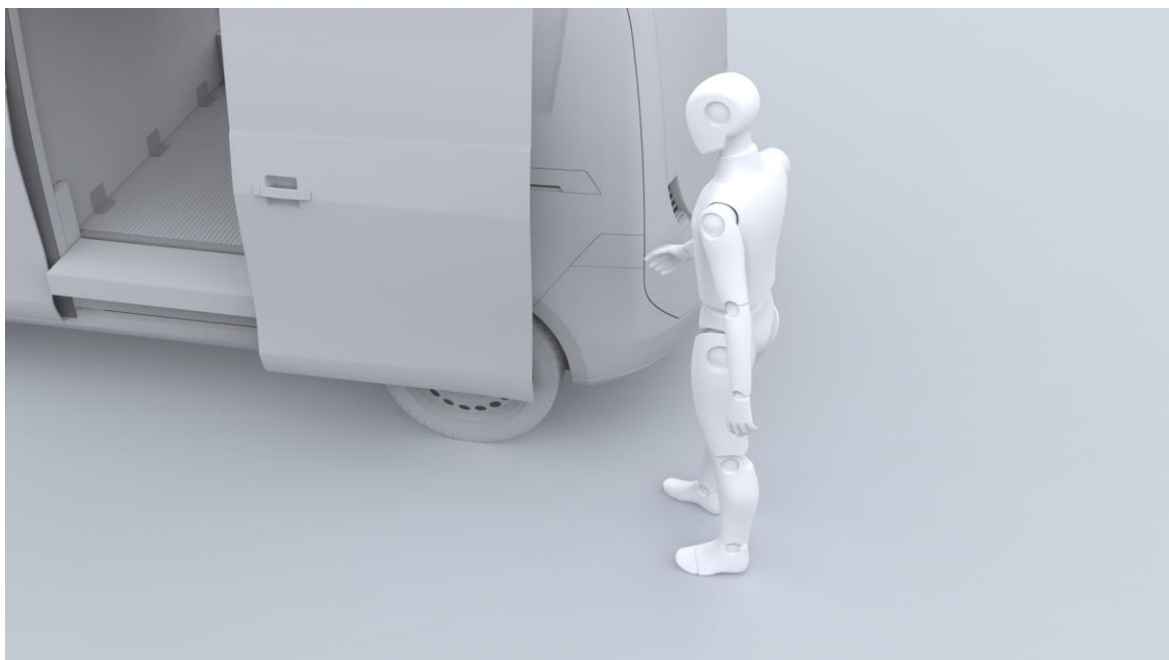
**Obr. 6.38** Vyklopená bočnice při vykládce svozu

K diskusi se hodí připomenout mé poznatky z komunikace s kurýry. Jejich hlavním problémem nebyla manuální organizace nákladu ani absence jeho aretace, nýbrž čas. Kurýři jsou schopni zásilky při nakládce seřadit, naskládat a následně v nich hledat tak obratně, že jejich aretace nebo případná manipulace se složitým úložným systémem při každé zastávce není časově výhodná. Pokud by manipulace na každé zastávce trvala 20 s, ztratí tak kurýr při 120 zastávkách 40 minut.

Právě z těchto důvodů by navržený úložný systém mohl být přínosem. Veškerá manipulace s ním spočívá v nutnosti ovládat posun podlahy nákladového prostoru vpřed či vzad. Přitom je zachován v podstatě volný prostor, kde se kurýr může realizovat a zásilky sám seřadit, jak je zvyklý. Jelikož je zbaven povinnosti na většině zastávek vstupovat do nákladového prostoru, díky kumulativní úspoře by mohl ušetřit výše zmíněné desítky minut. I v případě relativně malé měřitelné úspory by toto řešení bylo přinejmenším výrazně pohodlnější.

### 6.5.6 Dobíjení

Použití bočních posuvných dveří znemožňuje umístění dobíjecího konektoru téměř po celé délce boku. Vzhledem ke směru parkování doručovacích vozů zády k depu je vhodnější umístit konektor právě do zadních partií vozidla. Konečná pozice se nachází v blízkosti zadních dveří, přičemž linie víka konektoru navazuje na spáru, oddělující celek zadního nárazníku. Umístění je shodné na obou stranách vozu.



**Obr. 6.39** Pozice dobíjecí zásuvky na voze

## 6.6 Bezpečnost a hygiena

Bezpečnostní prvky vozu dělíme na aktivní a pasivní. Hlavním úkolem aktivních prvků je předcházet situacím, kdy by mohla být jakkoli ohrožena bezpečnost řidiče či pasažérů. Pasivní prvky pak mají za úkol pasažéry chránit, když už ke kritické situaci dojde.

### 6.6.1 Pasivní bezpečnost

Pasivní bezpečnost je definována především konstrukcí vozu. Důležitým aspektem pasivní bezpečnosti je pozice kabiny. Pro osobní a dodávkové vozy je běžné použití kapotové karoserie, známé též jako CBE (cab behind engine), tedy kabiny „za motorem“, v dnešní době spíše za přední nápravou. Toto řešení je jednoznačně bezpečnější než alternativní „trambusová“ karoserie COE (cab over engine) neboli kabina „nad motorem“, používaná např. u autobusů, nákladních vozidel či některých konceptů (např. Arrival E-Van). To je dáno především tím, že při konfiguraci CBE je před kabinou umístěn čelní převis vozu o určité délce, který může efektivně absorbovat část energie nárazu a tvořit tak tzv. deformační zónu.

Dodávkové vozy lze pokládat za pasivně bezpečné díky vyšší pozici řidiče a celkově robustní stavbě. Konstrukce karoserie a deformační zóna jsou doplněny čelními a bočními airbagy, které fungují v součinnosti se zádržným systémem bezpečnostních pásů. Často opomíjeným prvkem pasivní bezpečnosti je hlavová opěrka, pro kterou je důležité její správné nastavení.

Diskutovaným tématem je vzplanutí baterií elektromobilu při nehodě. Nevýhodou lithiových baterií je především to, že když už vzplanou, je velmi obtížné je uhasit. Poškozená baterie může navíc opětovně vzplanout i několik dnů po uhašení, protože chemické reakce v ní mohou dále probíhat. [122] To však již bezprostředně neovlivňuje bezpečnost řidiče. Pro tu je klíčové, že odolnost moderních modulárních baterií vůči vzplanutí je vysoká. Jelikož aktivní hmota baterií je umístěna ve strukturálně pevném obalu a při nehodě se akumulátor automaticky odpojuje, je riziko zkratu a vznícení velmi malé. Crashtesty provedené společností DEKRA na Nissanu Leaf ukázaly, že ani při totální destrukci vozu a silném poškození akumulátoru nedošlo k jeho vznícení. Při čelním nárazu v 84 km/h ani bočním nárazu v rychlosti 75 km/h vůz nevykazoval známky požáru.





Obr. 6.40 Nissan Leaf při crashtestu [123]

Kromě konstrukčních prvků se k pasivní bezpečnosti zařazuje i systém eCall, tedy automatické přivolání pomoci při nehodě. Když systém vyhodnotí, že došlo ke střetu, ihned volá nouzovou linku 112 a zasílá údaje o poloze vozu.

## 6.6.2 Aktivní bezpečnost

Aktivní bezpečnost zlepšují všechny prvky, které přispívají k bezpečné jízdě a snižují riziko nehody. To zahrnuje vše od účinných brzd a dobrého výhledu až po pokročilé asistenční systémy.

Standardní výbavou soudobých automobilů je protiblokační brzdový systém ABS (Anti-lock Braking System), regulace prokluzu kol ASR (Anti-slip Regulation), a systém kontroly stability ESC/ESP (Electronic Stability Control/Program).

Pro dodávkový vůz je zejména z důvodu špatného výhledu vzad výhodou použít i další elektronické systémy, informující řidiče o situaci v okolí vozidla. Vzhledem k nemožnosti montáže středového zpětného zrcátka se nabízí instalovat místo něj zpětnou kameru nebo parkovací kameru. Také je možné použít asistent pro kontrolu bočního mrtvého úhlu.

Právě plánované použití zpětných kamer místo zrcátek by mohlo přispět ke snížení vlivu mrtvého úhlu a také ke zmenšení vnějšího příčného rozměru vozidla.

### 6.6.3 Hygiena

Standardní interiér dodávkových vozů splňuje nároky na jistou míru omyvatelnosti. K tomu přispívají i lacinější tvrdé plasty, které se zpravidla pro užitkové vozy používají.

U dodávkových vozů mohou nastat problémy s ulpíváním nečistot v nákladovém prostoru. Tento problém umocňuje zejména jeho tvarová členitost. Vhodně zakrytovaný prostor znamená v tomto ohledu vítané zlepšení. Z pohledu čistoty by bylo vhodné, aby řidič nemusel do nákladového prostoru vstupovat. To nahrává použití posuvného systému pro náklad, pokud to konkrétní využití vozu umožňuje. Samotný úložný systém s pohyblivým pásem však může pod sebe zanášet nečistoty, a tak bude zřejmě třeba jej i přes celkově menší míru znečištění v určitých intervalech demontovat a čistit.

V zimních měsících či obecně za špatného počasí dochází ke znečištění karoserie. Nečistoty mohou zanášet zpětné kamery, které bude třeba stírat. Pro snadnější čištění jsou usazeny pod krycím sklem. Z tohoto pohledu je alespoň malým zlepšením možnost zaklopení boční kamery, kterou tak nebudou špinit projíždějící auta, pokud je vůz odstaven na ulici. Kliky dveří se nachází v dostatečné výšce, takže by neměly být příliš znečištěny. Nejvíce jemných nečistot zvržených za jízdy se zpravidla zachytává na zadních křídlových dveřích, se kterými obsluha dodávky nejčastěji manipuluje. Tento problém však není v rámci designu řešitelný.

## 6.7 Udržitelnost

### 6.7.1 Životní cyklus vozidla

Životní cyklus dodávky pro koncové doručování je omezen pouze formálně. Například u společnosti DPD je to 5 let pro dieselové a 7 let pro elektricky poháněné vozy. Po uplynutí této doby musí smluvní partner vůz vyměnit. Soukromí dopravci tak dodávku buďto využijí jinde, nebo přistoupí k jejímu prodeji. Vzhledem k tomu, že nájezd doručovacích vozů po 5 letech bývá nižší než 200 000 km, není s prodejem takovýchto ojetin problém, pokud jej umožňuje jejich celkový stav. Tato podoba životního cyklu vozu má však za následek obtížné přizpůsobování vozu pro účel rozvážky, na což jsem již poukázal dříve v textu. Jakékoli nevratné změny by zhoršily jeho následnou prodejnost.

### 6.7.2 Recyklace

Recyklace tak materiálově rozmanitých, složitých a masově užívaných strojů jako jsou automobily je velmi důležitá. V EU je dokonce požadavek na důkladnou recyklaci vozidel na konci jejich životnosti a její kontrolu legislativně zakotven ve směrnici evropského parlamentu (2000/530/ES, 2005/293/ES) [124].

Celkem 80 % materiálu z vyřazených automobilů je v současnosti přímo recyklováno. Zbýlých dvacet procent jsou buďto díly, které po odmontování mohou být dále používány, nebo zbytky po drcení vraků, které se recyklovat nedají. Tato rezidua tvoří nerozlišitelné kusy kovu, plasty, sklo, tkaniny z interiéru apod. [125] [126] Podle dat Evropské Unie je opětovně využito téměř 95 % materiálu či dílů z vyřazených vozů.

Zvláštní kapitolou specifickou pro elektromobily je pak recyklace baterií. Konec životnosti baterie v elektrickém voze není přesně definován. Jde v podstatě o okamžik, kdy pokles kapacity baterie učiní vozidlo nevhodným k jeho určenému účelu. To však neznamená, že tato baterie musí být nutně recyklována. Ekologicky nejvhodnějším využitím je opětovné použití baterie k jinému účelu. Jelikož soudobé baterie jsou složeny z velkého množství menších modulů, je možné měnit pouze vnitřní moduly a strukturální součásti baterie zůstanou zachovány. Původní moduly se sníženou kapacitou pak mohou sloužit k různým účelům, např. jako záložní energetický zdroj pro domácnosti, kde není velikost ani váha klíčovým faktorem. Vyřazené baterie tak mohou sloužit ještě řadu let, než jsou zcela degradovány a je třeba přistoupit k jejich recyklaci. [127]

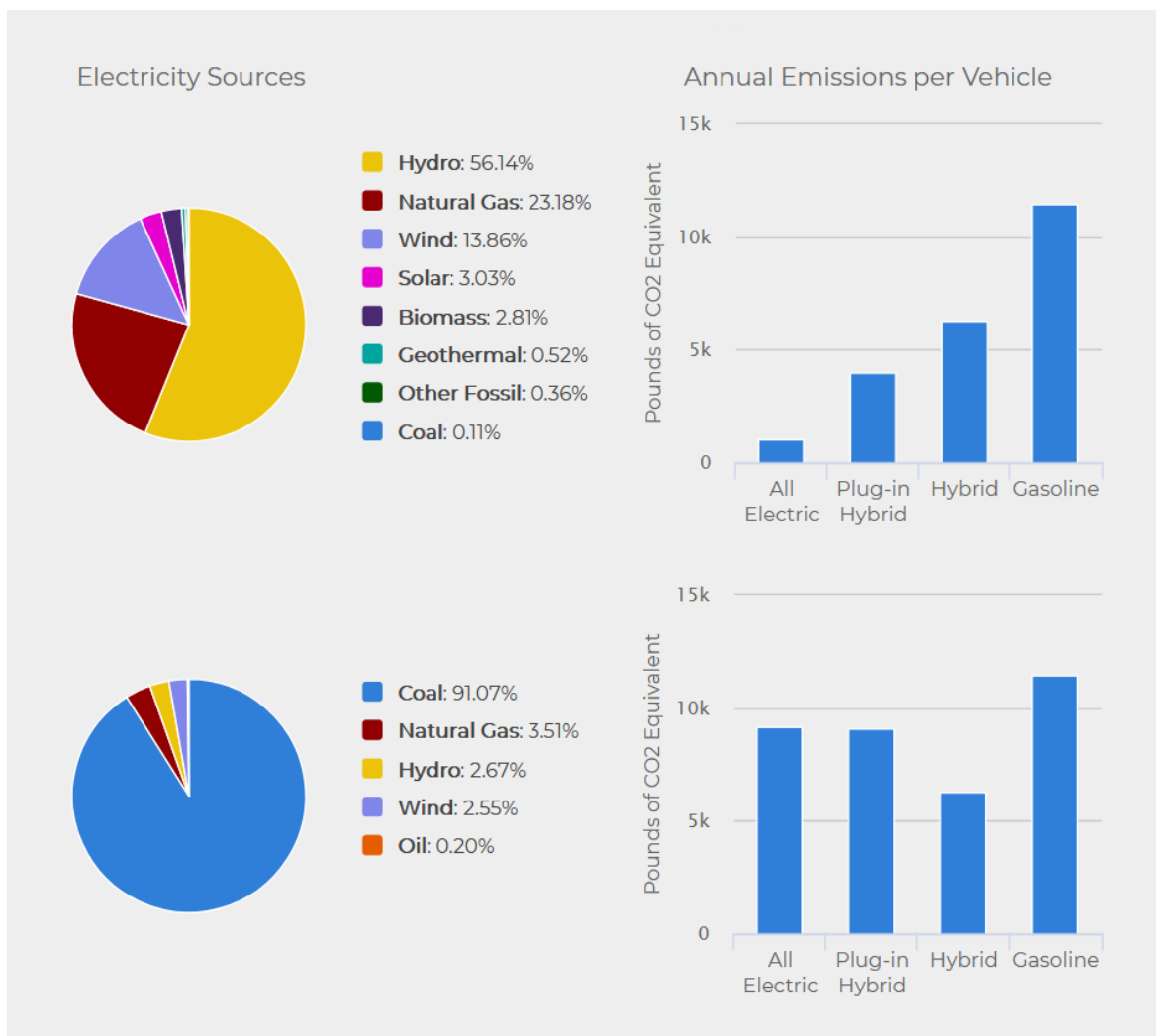
Ačkoli recyklace baterií je možná, v současnosti se k ní přistupuje zřídka, zejména kvůli její nákladnosti. V budoucnu se při větším rozšíření elektromobilů s rostoucím počtem vyřazených baterií očekává zvýšení objemu recyklace spojeného s poklesem nákladů.

### 6.7.3 Produkce emisí

Často skloňovaný „bezemisní“ provoz elektromobilů v současnosti ještě není realitou. Je třeba rozlišit, že elektromobil sice neprodukuje přímé emise v podobě výfukových plynů, ale tyto vznikají při výrobě elektrické energie. Provoz elektromobilu je právě tak ekologický, jako způsob výroby energie pro jeho provoz.

Obecně platí, že emise při výrobě vozů jsou pro elektromobil vyšší. Tento rozdíl je způsoben především výrobou baterie, a s rostoucí velikostí baterie se prohlubuje. Naopak provoz z pohledu emisí vykazuje jednoznačně menší environmentální dopad. Skladba zdrojů energetického mixu, který slouží k pohonu elektrického vozidla, pak pouze určuje, v jakém časovém horizontu elektromobil vyrovná původně horší bilanci z výroby. Většinou jde o horizont několika let provozu, s jejichž dosažením by elektromobily při plánované životnosti neměly mít problémy.

Pokud bude nadále stoupat podíl obnovitelné či jaderné energie, bude se tím zvyšovat i ekologičnost provozu EV. V některých oblastech mohou být v současnosti ekologičtější plug-in hybridy či hybridy díky menším bateriím, ale pro energetický mix s vysokým podílem ekologicky šetrných zdrojů budou vždy nejšetrnější plnohodnotné elektromobily. [128]



Obr. 6.41 Příklad vlivu skladby energetického mixu na emisích CO<sub>2</sub> na kilometr [129] (upraveno)

Dalším diskutovaným aspektem je těžba lithia. Toho se při výrobě baterií užívá velké množství, ale typicky je použito daleko více Kobaltu nebo Niklu, ačkoli se takovéto baterie označují jako Lithiové. Zjednodušeně můžeme říct, že není objektivní těžbu lithia označovat za výrazný zápor provozu elektromobilů, pokud zvážíme jako její protipól např. frakování (při těžbě ropy či zemního plynu), nebo těžbu jiných vzácných kovů. Hlavním problémem těžby lithia je velká spotřeba vody. [130]

## 7 BAREVNÉ A GRAFICKÉ ŘEŠENÍ

### 7.1 Barevné řešení

Vzhledem k charakteru doručovacího vozu nebylo navrženo více autorských variant barevného řešení, jelikož dle koncepce návrhu budou použité barvy určeny vizuální identitou provozovatele vozu, případně firmy, pro kterou provozovatel pracuje.

Barvy použité v kapitole Tvarové řešení jsou RAL 9003 (signální bílá, signal white) jako primární a RAL 7004 (signální šedá, signal grey) jako sekundární barva.



Obr. 7.1 Vzorek použitých neutrálních barev

Předpokládá se, že jako primární barva bude ve většině případů použita právě bílá, přičemž sekundární barva bude signifikantní. Opačný přístup je však možný.

Následující kapitola Grafické řešení pak mimo jiné prezentuje příklady, jak by mohly vypadat vozy vybraných přepravních společností. Nejde tak o původní řešení, nýbrž o aplikaci vizuálních stylů v souladu se záměrem designu.

### 7.2 Grafické řešení

#### 7.2.1 Aplikace vizuálního stylu

Příklad konkrétní aplikace

Pro ilustraci aplikace vizuálního stylu na vůz jsem zvolil firmu WE||DO (WEIDO), především proto, že má veřejně přístupný a přehledně zpracovaný manuál vizuálního stylu, kterého jsem se držel. Prvním krokem je určení barevnosti celků karoserie. Většina firem má k dispozici jednu hlavní a jednu doplňkovou barvu (mimo černou a bílou). Charakteristické barvy firmy WE||DO můžeme vidět níže.



**Obr. 7.2** Hlavní a doplňková barva firmy WE||DO

Na oddělené segmenty karoserie byla aplikována hlavní zelená barva, zbytek dílů byl ponechán v základní barvě RAL 9003. Následovala aplikace polepů, kdy bylo na hlavní pozici na boku umístěno logo firmy a kolem rozmístěny doplňkové grafické prvky. Doplňková fialová barva byla použita k barevnému oživení na číslo vozu.



**Obr. 7.3** Aplikace vizuálu WE||DO na voze – L1H1, boční pohled



Obr. 7.4 Aplikace vizuálu WE||DO na voze – L2H2, boční pohled



Obr. 7.5 Aplikace vizuálu WE||DO na voze – L1H1, čelní pohled

Jako vodítko pro aplikaci doplňkových grafických prvků posloužil propagační materiál, vytvořený přímo přepravcem. Příklady aplikace, kterými jsem se inspiroval, popisuje obrázek níže.





Obr. 7.6 Prvky vizuálního stylu prezentovány firmou WE||DO [131]

### Další příklady

Jako další příklady jsem zvolil Českou poštu a DPD, neboť tyto dva podniky jsou největšími koncovými přepravci balíků v ČR. S jejich vozy se tak můžeme setkat nejčastěji. Pro českou poštu je typická barevná kombinace sytě žluté a modré. V poslední zakázce na poštovní vozy byly tyto vyvedeny v bílé barvě se žlutým logem, což jsem respektoval.

Pro DPD jsou typické čistě bílé vozy, na které je aplikován pouze logotyp značky. Jelikož manuál JVS není volně dostupný, dovolil jsem si experimentovat a použít pouze velkoplošné logo bez doplňkového textu „DPD“. Dalším znakem je použití speciální grafiky, označující elektrické vozy firmy, kterou jsem taktéž aplikoval.



Obr. 7.7 Česká pošta



Obr. 7.8 DPD

## 7.2.2 Název

V rámci ucelenosti řešení je vhodné prezentovat výsledný návrh s konkrétním názvem a vlastní logem (a logotypem) produktu.

Jelikož námět na dobře zapamatovatelný, znělý či originální název nepřišel spontánně, bylo třeba přistoupit k této problematice metodicky. Jako jediný požadavek bylo určeno, aby název jasně odkazoval na podstatu vozu. Oblast elektrických doručovacích vozů je z tohoto hlediska poměrně vyčerpána. Kombinace jako deliver-e, e-van či obecněji e-cokoli se již objevily. Rozhodl jsem se proto opřít o fakt, že mnou navržený vůz nemusí být nutně použit k doručování a jedná se univerzální užitkový vůz.

Prvním nápadem tak bylo použití zkratky EUV, tedy „elektrický užitkový vůz“, či v angličtině „electric utility vehicle“. Bohužel tato zkratka je absolutně neznělá a bylo by nutné ji hláskovat ve stylu e-u-v.

Skutečnost, že tato tři písmena mohou reprezentovat totéž ve více jazycích, vedla na myšlenku pojmenovat vůz tak, aby slovo či zkratka vyjadřovaly daný význam v co nejvíce evropských jazycích.

V dalším kroku jsem prozkoumal překlady sousloví „electric utility vehicle“ do hlavních evropských jazyků. V románské jazykové skupině jsou pro tento význam charakteristická shodná počáteční písmena, jen v obráceném pořadí, např. „véhicule utilitaire électrique“ (FR), „vehículo utilitario eléctrico“ (ESP) či „veicolo utilitario elettrico“ (ITA).

Tato vedou k názvu „VUE“ (výsl. dle IPA<sup>8</sup>: /vy/). Tento název už umožňuje snadnou čitelnost, v současném<sup>9</sup> portfoliu automobilů je zcela originální, a navíc nese jistou symboliku, kterou popisují níže.

Významem slova „vue“ v původním jazyce (tedy francouzštině) je „pohled“. Tato práce je pak mým pohledem na danou problematiku. Písmena VUE pak také zastupují tři termíny, které návrh vozu charakterizují – Van, Utility a Electricity (dodávkový vůz, užitek/užitečnost a elektřina).

## 7.2.3 Logo a logotyp

Při tvorbě loga připadaly v úvahu dva přístupy – buďto se inspirovat nějakým originálním tvarovým prvkem řešení, nebo vytvořit logo, které tvarové řešení nijak nereflektuje a bude jej nějakým způsobem doplňovat.

---

<sup>8</sup> International pronunciation alphabet – mezinárodní fonetická abeceda

<sup>9</sup> Vůz jménem Saturn Vue se do roku 2010 prodával v USA

Specifikem a výhodou je, že logo vzniká od nuly a je tak možné vtisknout mu požadovaný charakter. To v automotive není běžné, protože loga zavedených značek sice prochází postupným vývojem, jejich symbolika je však již určena a proto např. nijak nemohou reagovat na elektromobilitu. Výrobci pak používají podsvícení či modré podbarvení existujících symbolů.

## Logo

Pro tvorbu loga byly stanoveny dva požadavky – co největší jednoduchost a jasná symbolika elektromobility.

První přístup je zastoupen variantou, která čerpá z motivu výboje ve světlometech. Tvar však nepůsobí příliš vyváženě a jeho protažený charakter není ideální ani pro případnou kombinaci s textem. Hlavní zápor však vyšel najevo až po aplikaci na zamýšlené místo na voze. Logo mezi čelními světlometry bylo opakováním stejného motivu, obsaženém právě v jejich grafice, a došlo tak k rozmělnění efektu a vytvoření jistého dojmu nadbytečnosti. Z tohoto důvodu byla tato varianta zavržena.



Obr. 7.9 Varianta loga 1

Druhým přístupem je pak existující tvary vozu nijak přímo nereflektovat. Myšlenka motivu evokujícího elektrický proud se jevila jako sympatická. Podbízí se typický prvek sinusoidy, který se však k ostrému charakteru detailů vozu nehodí, nicméně ideu jisté periodické změny bylo možné vyjádřit i ostřejšími tvary, jako na návrhu níže.



Obr. 7.10 Varianta loga 2

Primární symbolikou loga je elektrický proud. Logo svým tvarem není příliš objevené ani v globálním kontextu jedinečné, v rámci automobilového průmyslu je však originální a jasně rozlišitelné. To je způsobeno zejména linearitou loga, poněvadž většina značek v automotive se drží obecně kompaktních forem, popř. eliptických/kruhových orámování grafických prvků.

Ostrost jeho rysů pak do jisté míry koresponduje s ostrými detaily a tvarovými prvky, které jsou aplikovány přímo na vozidle.

## Barva

Základní motiv loga pak bylo třeba doplnit vhodnou barvou. Jako hlavní barvu jsem zvolil jasně modrou. Jelikož logo bude na voze aplikováno v chromu nebo jako reliéf, není třeba zajistit shodu s barvami dle standardu RAL. Požadavek na realizaci barvy pomocí RGB a CMYK je splněn.

Co se významu barvy týče, modrá symbolizuje sílu, úspěch či důvěru [132]. Především se však stala jakousi „barvou elektromobility“, což můžeme pozorovat napříč spektrem nabízených vozů či představených konceptů, kde je ve značné míře zastoupena ve formě různých barevných doplňků či světelných prvků.



Obr. 7.11 Vzorek barvy loga



Obr. 7.12 Logo ve zvolené barvě

## Logotyp a slogan

V základní konfiguraci je logo doplněno názvem „Vue“. Ten je vyveden bezpatkovým písmem Mont v řezu extra light, což vytváří zajímavý kontrast v mocnosti čáry liter a samotného tvaru loga. Tenké bezpatkové písmo působí svěže, lehce a moderně.



Obr. 7.13 Vertikální verze logotypu



Obr. 7.14 Horizontální verze logotypu

Díky lingvistické univerzálnosti zkratky „VUE“ může rozšířený logotyp nabývat mnoha podob, protože je možné jej adaptovat pro lokální trhy. Základní a nejuniverzálnější variantou však bude angličtina.



Obr. 7.15 Rozšířený logotyp a jeho jazykové varianty (anglická, francouzská a italská)

Sloganem produktu/vozu budou tři charakteristická slova, které jsem zmínil výše při popisu geneze názvu, a to „van“, „utility“ a „electricity“

van. utility. electricity.

Obr. 7.16 Slogan produktu

## 8 DISKUZE

### 8.1 Psychologická funkce

Jako každý jiný produkt by i dodávkový elektromobil měl do jisté míry reflektovat svým vzhledem svůj účel či funkci. Očekává se tak, že stavba vozu bude působit robustně a odolně, v souladu s užitkovým charakterem vozu.

Specifikem doručovacího vozu je vizuální komunikace s okolím či adresátem. Navržené řešení nespolehá pouze na aplikaci firemního vizuálního stylu formou polepu, ale umožňuje i použití jedinečného barevného řešení karoserie. Díky tomu je vozidlo jednoznačně rozlišitelné od ostatních dodávek, a to i z čelního a zadního pohledu, kde boční polep není viditelný. To se v konečném důsledku může projevit zrychleným doručením některých stopů, kde adresáti nejsou úplně připraveni, ale zpozorují blížící se vozidlo. Originální barevné řešení začleněné do tvaru pak může pozitivně působit na veřejnost a dotvářet dobrý image firmy, která tyto dodávky provozuje.

Neopomenutelná je také psychologická funkce z pohledu primárního uživatele – řidiče/kurýra. Ten tráví ve voze několik hodin denně a je ve značném časovém stresu, proto je třeba vyjít mu jakkoli vstříc. Snahou je nevystavovat uživatele negativním aspektům pramenícím z designu (stísněný interiér, nevhodná či nepraktická řešení), které by jej mohly rozptylovat. Silniční provoz může být sám o sobě dosti stresující a je tak třeba, aby se kurýr mohl plně věnovat řízení.

Větší kabina s dostatkem úložných prostor je opakem stísněného prostoru, který je ve voze nežádoucí. To by mělo na řidiče působit pozitivně a poskytnout mu dostatek pohodlí. Dílčí prvky jako integrace navigace do dashboardu, možnost uložit malé zásilky přímo v kabině, řešení nákladového prostoru a další přizpůsobení zefektivní „workflow“ kurýra a povedou k úspoře času. Tyto modifikace právem navozují dojem, že je vůz přizpůsoben svému účelu, což pozitivně působí i na uživatele, který není vystaven jistému pocitu práce v provizoriu.



## 8.2 Sociální funkce

Koncové doručování a e-commerce jsou přímo provázány a v dnešní společnosti mají nezastupitelnou funkci. Možnost nákupu z pohodlí domova s dovozem až „ke dveřím“ je vrcholným pohodlím, zároveň dostupným téměř každému. Navíc zákazník může uspořit čas, který by jinak věnoval cestě na nákupy. Není proto divu, že popularita online nakupování stále stoupá a rozšiřuje se i nabízený sortiment.

Česká e-commerce rostla v roce 2019 o 15 % [133]. Tento trend platí napříč celou Evropou, přičemž od roku 2013 se každoroční růst obrátu pohybuje nad 10 % [134]. Téměř každý z nákupů provedených online je třeba doručit. Růst online obchodů a zvětšující se objem nákupů se pak promítá i do větší poptávky po přepravních službách. Na vzestupu je navíc online trh s potravinami. Ještě před vypuknutím krize související s šířením nemoci Covid-19 byl pro toto odvětví předpovídán růst 66 % do roku 2023 [135].

Zmíněná situace způsobená epidemií navíc ukázala obrovský potenciál doručovacích služeb, protože většina nákupních aktivit se na několik měsíců přesunula téměř výhradně do virtuálního prostoru. Ve stínu uzavřených nákupních center, osobních karantén a strachu z nákazy koncové doručování nabylo na významu. Vzhledem k tomu, že epidemická situace měla dlouhé měsíce daleko ke zlepšení, zůstaly online nákupy jedinou cestou, jak opatřit určité komodity.

Růst trhu vede k většímu počtu dodávkových vozů. Elektrifikace flotily rozvážkových vozů je jedním ze způsobů, jak zredukovat přímou produkci emisí. K této redukci navíc dojde v oblasti měst a jejich okolí, kde je tento problém velice diskutovaný a každý krok vedoucí k čistšímu ovzduší je více než žádoucí. To je navíc v souladu s filozofií mnohých přepravních společností, které se snaží zredukovat svou ekologickou stopu nebo přinejmenším zavádět „čisté“ způsoby dopravy ve městech.

Dalším aspektem souvisejícím s ekologií jsou také tzv. Zelené zóny, hojně zaváděné v centrech větších evropských měst. Do těchto oblastí je zapovězen vjezd vozidlům nesplňujícím emisní limity, některé autority však brojí explicitně proti spalovacím motorům bez ohledu na emise. Jelikož restrikce tohoto typu mají tendence spíše sílit a dodávky přepravních služeb používají až na výjimky spalovací motory, je pro přepravce řešením větší míra elektrifikace vozového parku, protože postupem času by do některých oblastí nebylo možné doručovat.

V konečném důsledku je koncept, kdy dodávkové vozy přepravců na doručovacích okruzích distribuují lidem zboží zakoupené online, z ekologického i dopravního hlediska efektivnější, než kdyby se všichni tito lidé individuálně přepravovali do kamenných prodejen a nakupovali/vyzvedávali zboží v nich.

V širším pohledu pak není koncová přeprava pouze záležitostí specializovaných firem. Z použití dodávkových elektromobilů mohou profitovat jakékoli jiné firmy, které zajišťují nějakou formu distribuce v městských oblastech a okolí. Může jít například o závozy lékáren z velkoskladů, zásobování restaurací či o přesuny zboží mezi kamennými prodejny.

## 8.3 Ekonomická funkce a cenová hladina

Jelikož kromě snahy o ekologičtější doručování je pro provozovatele dodávek/přepravce důležitým aspektem také finanční stránka, považoval jsem za důležité zjistit, jak si elektrická dodávka stojí ve srovnání s běžnou spalovací dodávkou. Kdyby totiž byla finančně nevýhodná, nedal by se očekávat větší odbyt, než jen malé množství vozů pro obsluhu bezemisních zón. Pro tyto účely jsem provedl zjednodušený výpočet provozních nákladů, který je popsán dále v textu.

### 8.3.1 Provozní náklady

Zajímavým tématem v souvislosti s elektrickými vozy je v současné době finanční zvýhodnění jejich kupců ze strany lokálních autorit. Současná politika většiny evropských států směřuje k finančním pobídkám ve prospěch nákupu elektromobilů. Ze 28 členských zemí EU (před Brexitem) celých 24 nabízí nějakou formu daňových úlev pro vlastníky elektrických vozidel, přičemž ve 12 z nich obdrží kupci dokonce finanční pobídku [136]. Ačkoli se výše pobídek výrazně liší a v některých státech jsou zanedbatelné, je možné, že by politika podpory elektromobility mohla spíše sílit.



Obr. 8.1 Země nabízející finanční pobídky kupcům EV [137]

Elektromobily mají v otázce ceny ještě jednu silnou stránku – provozní náklady. Velmi obecně lze říct, že od určitého kilometrového proběhu se počáteční vyšší investice do nákupu elektromobilu vyplatí. Příčinou je především výrazně nižší cena za ujetý kilometr. Výrobci sice hovoří i o nižších servisních nákladech, ale ty se mohou mezi jednotlivými vozy výrazně lišit. Vlastníkům elektromobilů pak vychází vstříc i poskytovatelé energií, kdy mohou např. v ČR občané i firmy využívat k dobíjení vozů elektřinu za sníženou sazbu v rámci tarifu D27d (pro soukromníky), resp. C27d (pro firmy).

Pro ilustraci rentability elektrické dodávky jsem zvolil elektrifikovaný Mercedes eVito, který se rozměrově nejvíce blíží vozu, jaký chci navrhnout. Elektrické variantě jsem vybral v rámci možností rovnocenný diesellový protějšek Vito 110 CDI. Následně jsem zhruba vypočetl, při jakém kilometrovém proběhu se koupě elektrické dodávky finančně srovná. Pro výpočet zanedbávám servisní náklady, investiční pobídky pro nákup elektromobilů a není nijak řešena otázka amortizace. Je zvolena nejnižší výbava spalovacího protějšku, pro oba vozy maximální hodnota udávané spotřeby (s přihlédnutím na zatížení vozu).

	<b>Vito 110 CDI L2</b>	<b>eVito L2</b>
Výkon (kW)	75	70 <sup>10</sup>
Pořizovací cena (EUR)	28 410	44 990
Cena paliva (Kč/l, resp. Kč/kWh)	31,8	1,46
Spotřeba (l/100 km, resp. kWh/100 km)	8	25
Cena Kč/km	2,55	0,365
Modelový provoz:		
Kilometrový proběh (km)	200 000	
Denní nájezd (km)	100	
Dnů provozu (d/rok)	250	
Výsledky:		
Celkové náklady (Kč)	1 277 070	1 281 730
Let provozu do vyrovnání nákladů	8	

**Tab. 8.1** Srovnání provozních nákladů elektrického a spalovacího vozu

Zdroje: parametry a ceny vozů [105], cena elektřiny [138] a cena nafty [139] (obojí k 1.1.2020), kurz Eura [140], denní nájezd vozu [97]

Z výpočtu plyne, že náklady za provoz vyrovnají vyšší pořizovací cenu přibližně při proběhu 200 000 km, což při provozu během 250 pracovních dnů ročně znamená 8 let. Dá se předpokládat, že životnost elektromobilu bude větší, hlavní roli zde bude hrát degradace baterií.

<sup>10</sup> Trvale dostupný výkon 70 kW, krátkodobě až 85 kW

Jelikož jsem použil pro elektromobil ten nejméně přívětivý scénář (co nejlevnější protějšek, zanedbání servisních nákladů, zanedbání investičních pobídek), znamená to, že v praxi může být použití elektromobilu daleko výhodnější. V Německu je pro koupi elektromobilů s cenou do 40 000 EUR poskytována finanční pobídka ve výši 6 000 EUR [141]. Na tu sice eVito kvůli své ceně nedosáhne, ale politika vůči dodávkovým vozům se může změnit, tak jako je tomu ve Velké Británii, kde je konkrétně pro nákup elektrických užitkových vozů možné obdržet grant až ve výši 8 000 GBP [142].



**Obr. 8.2** Mercedes-Benz eVito, použitý pro srovnání [143]

Pokud bychom tedy uvažovali, že bude nákupní cena vozu eVito snížena o grant ve výši 6 000 EUR a proti němu namísto základní verze Vito 110 CDI BASE bude stát například shodná motorizace se středním stupněm výbavy PRO (cena 31 720 EUR [105]), rázem se celkové náklady vyrovnávají při proběhu 90 000 km, ekvivalentnímu 3,6 roků provozu. Tento proběh je pro elektrický vůz zcela reálný a jeho koupě se pro firmy rázem jeví jako výhodná investice.

Je třeba podotknout, že přenos energie ze sítě skrz baterie až k pohonu se neobejde beze ztrát. Účinnost přenosu je uváděna jako 76 % [112], pokud tedy tento údaj výrobci nezahrnují do udávané hodnoty spotřeby vozu, bude reálný odběr cca 1,32krát větší. V kontextu ceny elektrické energie však nejde o nijak výrazné zvýšení provozních nákladů.

Jak jsem naznačil, proběh bude omezen životností baterie, jejíž potenciální výměna bude velmi nákladná. Jak zmiňuji v technické analýze, Li-ion baterie by měla za vhodných podmínek vydržet cca 2 000 nabíjecích cyklů před poklesem kapacity na 85 %. Při režimu dobíjení denně by tak její životnost měla být alespoň 8 let. Je také možné s výhodou využít jevu popsaného v technické analýze, kdy se při užívání baterie v menším rozsahu stavu nabití (např. 25 až 85 %, tj. nebude docházet k plnému vybití ani nabití) odhadovaný počet cyklů do kritického opotřebení dále zvyšuje.

Ačkoli se tedy počáteční vyšší investice do elektromobilu může zdát nelogická, konkrétně v případě elektrických dodávek rozhodně stojí za zvážení, protože se po určitém reálně dosažitelném proběhu mohou ve srovnání s dieselovými vozy přinejmenším rovnat, ne-li dokonce vyplatit. Vše ale závisí na faktorech odlišných v rámci jednotlivých států. Nesnažím se proto tvrdit, že elektrické dodávky budou vždy výhodné, spíše poukázat na to, že pokud budou pro jejich prodej a provoz nastaveny vhodné podmínky, jejich používání s náhledem v širších souvislostech dává smysl.

### 8.3.2 Cenová hladina

Jak je uvedeno již ve třetí kapitole práce (podkapitola Cena), dá se výsledná cena navrženého vozu pouze hrubě odhadovat. Rozhodně by však přesahovala 1 000 000 Kč, což je ve srovnání se spalovacími vozy stejné kategorie výrazně více. Obecně můžeme říci, že nákup elektromobilu je nákladnější, zato provozní náklady jsou výrazně nižší.

V současné době je původně vyšší investice do dodávkového elektromobilu návratná v řádu pěti a více let pravidelného provozu. Za těchto podmínek tak investice do elektromobilu není bez umělých investičních pobídek reálně návratná pro každého. Pro přepravní společnosti však tyto vozy mají velký potenciál.

Můžeme však očekávat, že s vývojem technologií a větší komercializací elektromobilů dále relativně poklesne i jejich pořizovací cena. To by mohlo vytvořit zdravou konkurenceschopnost, kdy bude nákup elektrické dodávky opodstatněnou alternativou spalovacích vozů i bez umělé podpory trhu finančními zvýhodněními. Stejně tak může přijít doba, kdy bude koupě elektrické dodávky rentabilní i pro soukromé osoby, nejen pro firmy, využívající své vozy 200 a více dnů ročně.

## 8.4 Marketingová analýza

V kapitole Potenciální trh již byl vytvořen odhad, jaký by mohl být přiměřený objem výroby. Tento odhad vycházel ze statistik SDA<sup>11</sup> a ACEA<sup>12</sup> a byl založen zejména na prodejnosti dané kategorie vozidel napříč Evropou.

Podle údajů ACEA bylo v zemích EU za rok 2019 zaregistrováno celkem 2 113 374 LUV [104]. Při předpokládaném tržním podílu cca 3 % by se mohlo prodat zhruba 60 000 vozů ročně. Odhad je však založen na starších datech a v souvislosti s dalším růstem odvětví last mile delivery je více než zřejmé, že odbyt dodávkových vozů bude v následujících letech vykazovat rostoucí tendenci.

Je otázkou, jaký podíl budou představovat elektrické dodávkové vozy. Je ale patrný aktuální vzestup dané kategorie. V době prvních rešerší k této práci byly dodávkové elektromobily relativně ojedinělým úkazem. Během uplynulého roku se portfolio nabízených užitkových elektromobilů značně rozrostlo. Toto rozšíření nabídky mimo jiné ukazuje, že i výrobci vidí v dodávkových elektromobilech potenciál a řešení tohoto typu vozu, byť s relativním zpožděním, začíná být jedním z pilířů probíhajícího zavedení elektrických vozů na trhu.

## 8.5 Cílová skupina

Návrh se snaží jít své cílové skupině naproti cestou většího množství méně významných modifikací. Zároveň však navržená řešení nejsou příliš určující vzhledem ke konstrukci vozu a je tak umožněno i použití dodávky pro jiné účely, než je výhradně koncové doručování zásilek. Pokud v nákladovém prostoru není osazen posuvný systém a sedadlo spolujezdce není nahrazeno úložným boxem, stává se dodávka zcela univerzálním dvoumístným užitkovým elektromobilem. To otvírá potenciál pro použití mimo primární cílovou skupinu, což se může pozitivně promítnout na prodejích vozu.

Dalším tématem k diskusi jsou důvody, proč použít elektrický pohon konkrétně pro vozy přepravních služeb. Hlavním důvodem je režim, v jakém budou provozovány. Pravidelné směny umožní eliminaci některých známých negativ elektrického pohonu. Jelikož budou vozy provozovány na přibližně stejně dlouhých trasách každý den a kapacita baterií bude postačující, odpadají problémy s dojezdem, do kterých se mohou dostat osobní elektromobily, pokud se uživatel rozhodne k delším cestám bez možnosti dobití.

---

<sup>11</sup> Svaz dovozců automobilů

<sup>12</sup> European Automobile Manufacturers Association



Diskutovaným negativem elektromobilů je čas potřebný k dobití. V ČR bylo závěrem roku 2019 evidováno 400 dobíjecích stanic [94]. To je ve srovnání s celkovým počtem 4000 veřejných čerpacích stanic [143] ve vztahu k počtu elektromobilů v zemi nepoměrně mnoho (i s přihlédnutím k faktu, že dobíjecí stanice mají často menší kapacitu). Hlavní problém zde tedy netvoří nedostatek dobíjecích míst, nýbrž právě doba nabíjení. Ta se i na rychlonabíječkách pohybuje v řádu desítek minut. [144] Dobíjení tak zůstává i za použití nejmodernějších technologií současnosti velkým problémem. Rychlé dobíjení navíc nesvědčí samotným bateriím a je provázeno ztrátami energie.

Pro řídiče přepravní služby je takový úkon během pracovní doby nemyslitelný (nebo přinejmenším krajně nevíтанý). Problém dobíjení je však řešitelný tím, že expandující přepravci při stavbě nových dep vybudují i dobíjecí infrastrukturu pro flotilu vlastních vozů a dobíjet se tedy bude přímo v depu. To znamená, že bude vždy dostatek času na dobití. Dalším pozitivem je možnost dobíjet v pravidelném režimu, vyhýbat se tak limitním hodnotám nabití baterie a zvýšit tak její celkovou životnost (tj. zpomalit nevyhnutelnou degradaci).

## 9 ZÁVĚR

Je možné říci, že stanovené cíle práce se podařilo naplnit.

Záměr originálního tvarového i grafického řešení je splněn při zachování robustního dojmu a střídání pojetí tvarosloví. Výsledný design umožňuje barevnou individualizaci i aplikaci vizuálních stylů provozovatele tradičním způsobem. Finální návrh také předpokládá velikostní variabilitu karoserie a respektuje současné technické možnosti.

Na základě detailního vhledu do procesu koncového doručování byly vytipovány problémy, na které výsledný návrh reaguje. Reálné zvýšení užité hodnoty vozu je pravděpodobné, existují však aspekty navržených řešení, které by vyžadovaly ověření v praxi. Jde například o použití kamer a displejů namísto zpětných zrcátek, či posuvných dveří i vpředu. Totéž platí i použitím o úložném systému.

Za přínos práce můžeme považovat také analýzu problematiky koncového doručování a související manipulace s nákladem, a s ní spojené pojmenování překážek, které momentálně stojí v cestě progresivnějším řešením.

V souvislosti s poznatky, uvedenými v této práci, má řešení elektrifikované dodávky pro doručování smysl, neboť se nadále předpokládá růst daného odvětví. Podle Světové obchodní organizace (WTO) v příští dekádě posílí kurýrní přeprava o 78 % a počet doručovacích vozů naroste o 36 %. Právě tato expanze by mohla jít ruku v ruce s ekologičtější dopravou a snižováním emisí.

Závěrem bych shrnul, že tato práce nestaví na výrazné nosné myšlence, která by zásadně změnila poměry v oblasti koncového doručování. Spíše prezentuje řadu menších kroků, kterými by bylo možné v krátkém časovém horizontu posunout koncept doručovacího vozu dále vstříc větší míře uživatelské přívětivosti, originalitě a ekologičnosti provozu. To by mohlo pomoci překlenout dobu, která uplyne do velkých strukturálních změn v procesu koncového doručování.

Z pohledu aktuálního i předpokládaného vývoje trhu, společenských poměrů i legislativy je řešení daného typu vozu potřebné, ne-li přímo nezbytné.

## 10 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] MORIMOTO, Masayuki. Which is the First Electric Vehicle?. *Electrical Engineering in Japan* [online]. , 31-37 [cit. 2020-04-20]. Dostupné z: <https://onlinelibrary-wiley-com.ezproxy.lib.vutbr.cz/doi/full/10.1002/ej.22550>
- [2] *Electric Car History (In Depth)* [online]. [cit. 2020-04-28]. Dostupné z: <https://cleantechnica.com/2015/04/26/electric-car-history/>
- [3] *1924 Ford Model T Truck - TTM (Texas Transportation Museum)* [online]. [cit. 2020-04-28]. Dostupné z: <https://www.txtransportationmuseum.org/collection-1924-ford-model-t.php>
- [4] GUARNIERI, Massimo. Looking back to electric cars. *2012 Third IEEE HISToRY of ELectro-technology CONference (HISTELCON)* [online]. IEEE, 2012, , 1-6 [cit. 2020-04-28]. ISBN 978-1-4673-3078-7. Dostupné z: doi:10.1109/HISTELCON.2012.6487583
- [5] FORMAN, Tomáš. *Elektrické autobusy* [online]. Brno, 2019, 69 s. [cit. 2020-04-28]. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Ústav automobilního a dopravního inženýrství. Vedoucí práce Prof. Ing. Josef Štětina, Ph.D.
- [6] *Historie / Li - akumulátory | Abeceda baterií a akumulátorů* [online]. [cit. 2020-04-29]. Dostupné z: <http://www.battex.info/hermeticke-akumulatory/li-akumulatory/historie>
- [7] FUNCK, Hans. Neue Fahrzeuge der Deutschen Post. In: *Wikipedia* [online]. [cit. 2020-10-15]. Dostupné z: [https://de.wikipedia.org/wiki/Datei:Bundesarchiv\\_Bild\\_183-21519-0005,\\_Neue\\_Fahrzeuge\\_der\\_Deutschen\\_Post.jpg](https://de.wikipedia.org/wiki/Datei:Bundesarchiv_Bild_183-21519-0005,_Neue_Fahrzeuge_der_Deutschen_Post.jpg)
- [8] *First Navistar Electric Trucks Are Deployed, With 400 More Coming This Year* [online]. [cit. 2020-04-22]. Dostupné z: <https://www.pluginCars.com/first-navistar-electric-trucks-are-deployed-400-more-coming-year-44016.html>
- [9] *EStar Electric Vehicle* [online]. 2012 [cit. 2020-03-22]. Dostupné z: <https://web.archive.org/web/20121002023723/http://www.estar-ev.com/specs>

- [10] *Navistar E-Star* [online]. In: . [cit. 2020-03-14]. Dostupné z: [https://live.staticflickr.com/4657/39586209964\\_3a8ce81b58\\_b.jpg](https://live.staticflickr.com/4657/39586209964_3a8ce81b58_b.jpg)
- [11] *StreetScooter jde do Číny a USA, zachrání se?* | *Hybrid.cz* [online]. [cit. 2020-04-22]. Dostupné z: <http://www.hybrid.cz/streetscooter-jde-do-ciny-usa-zachrani-se>
- [12] *WORK | Streetscooter GmbH Elektro Nutzfahrzeuge | Streetscooter GmbH Elektro Nutzfahrzeuge* [online]. 2020 [cit. 2020-03-22]. Dostupné z: <https://www.streetscooter.com/de/modelle/work/>
- [13] *Streetscooter Work* [online]. In: . [cit. 2020-03-14]. Dostupné z: [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/f/f7/2016-12-10-Post\\_Streetscooter-9409.jpg/1920px-2016-12-10-Post\\_Streetscooter-9409.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/f/f7/2016-12-10-Post_Streetscooter-9409.jpg/1920px-2016-12-10-Post_Streetscooter-9409.jpg)
- [14] *Nissan e-NV200 Concept debuts, previewing multi-usage zero emissions small van - Green Car Congress* [online]. [cit. 2020-04-28]. Dostupné z: <https://www.greencarcongress.com/2012/01/nv200-20120110.html>
- [15] *Dodávka Nissan E-NV200 - elektrická dodávka - elektromobil/Nissan* [online]. 2020 [cit. 2020-03-22]. Dostupné z: <https://www.nissan.cz/vozidla/nova-vozidla/e-nv200.html>
- [16] *Nissan e-NV200* [online]. In: . [cit. 2020-03-14]. Dostupné z: <https://www.businessvans.co.uk/wp-content/uploads/2015/10/Nissan-e-NV200.jpg>
- [17] *What is ridesharing and how does it work | MOIA* [online]. [cit. 2020-04-20]. Dostupné z: <https://www.moia.io/en/how-it-works>
- [18] *VW Subsidiary Moia Unveils Six-Seater EV Ride-Sharing Concept* [online]. [cit. 2020-04-20]. Dostupné z: <https://www.motor1.com/news/223380/vw-subsidiary-moia-electric-vehicle/>
- [19] *MOIA* [online]. In: . [cit. 2020-03-14]. Dostupné z: [https://media1.autohaus.de/sixcms/media.php/5172/thumbnails/moia\\_Opt.jpg.26083564.jpg](https://media1.autohaus.de/sixcms/media.php/5172/thumbnails/moia_Opt.jpg.26083564.jpg)
- [20] *Workhorse NGEN-1000 Electric Van Enters Production* [online]. [cit. 2020-04-20]. Dostupné z: <https://insideevs.com/news/340330/workhorse-ngen-1000-electric-van-enters-production/>

- [21] *Workhorse N-GEN* [online]. In: . [cit. 2020-03-14]. Dostupné z: [https://electrek.co/wp-content/uploads/sites/3/2018/03/53curtismyers180328\\_hres-e1522344837441.jpg?quality=82&strip=all&w=1600](https://electrek.co/wp-content/uploads/sites/3/2018/03/53curtismyers180328_hres-e1522344837441.jpg?quality=82&strip=all&w=1600)
- [22] *EVito | The electric Vito from Mercedes-Benz* [online]. 2020 [cit. 2020-03-22]. Dostupné z: <https://www.mercedes-benz.ie/vans/en/vito/e-vito-panel-van>
- [23] *Mercedes-Benz e-Vito* [online]. In: . [cit. 2020-03-14]. Dostupné z: [https://parkers-images.bauersecure.com/gallery-image/pagefiles/269424/1752x1168/mercedes\\_evito\\_006.jpg](https://parkers-images.bauersecure.com/gallery-image/pagefiles/269424/1752x1168/mercedes_evito_006.jpg)
- [24] WILKINSON, Luke. New 2020 Maxus e Deliver 3 all-electric panel van launched. *Auto Express* [online]. [cit. 2020-10-08]. Dostupné z: <https://www.autoexpress.co.uk/ldv/352306/new-2020-maxus-e-deliver-3-all-electric-panel-van-launched>
- [25] Maxus eDeliver 3. In: *AutoExpress* [online]. [cit. 2020-10-08]. Dostupné z: [https://vanguide.co.uk/wp-content/uploads/2020/05/DSC\\_0497-1024x681.jpg](https://vanguide.co.uk/wp-content/uploads/2020/05/DSC_0497-1024x681.jpg)
- [26] *Nejlepší auto pro pošťáky: jezdí v patách a přivoláte jej tabletem Zdroj: https://www.idnes.cz/technet/technika/volkswagen-postovni-auto-budoucnosti-et.A140311\_133603\_tec\_technika\_nyv* [online]. [cit. 2020-04-29]. Dostupné z: [https://www.idnes.cz/technet/technika/volkswagen-postovni-auto-budoucnosti-et.A140311\\_133603\\_tec\\_technika\\_nyv](https://www.idnes.cz/technet/technika/volkswagen-postovni-auto-budoucnosti-et.A140311_133603_tec_technika_nyv)
- [27] *VW ET!* [online]. In: . [cit. 2020-04-29]. Dostupné z: <https://assets.newatlas.com/dims4/default/c6ce5d2/2147483647/strip/true/crop/1605x903+0+0/resize/2880x1620!/format/webp/quality/90/?url=http%3A%2F%2Fnewatlas-brightspot.s3.amazonaws.com%2Farchive%2Fvolkswagen-et-5.jpg>
- [28] *UK electric van maker Arrival secures £340m order from UPS | Business | The Guardian* [online]. [cit. 2020-04-20]. Dostupné z: <https://www.theguardian.com/business/2020/jan/29/uk-electric-van-maker-arrival-secures-340m-order-from-ups>
- [29] *Arrival E-Van* [online]. In: . [cit. 2020-03-14]. Dostupné z: <https://i.pinimg.com/originals/ed/2b/9c/ed2b9c3dd6c71979c09a1243bc84d268.jpg>

- [30] *Closer look at Rivian's electric delivery van for Amazon - Electrek* [online]. [cit. 2020-04-20]. Dostupné z: <https://electrek.co/2020/02/06/rivian-amazon-electric-delivery-van-closer-look/>
- [31] *Rivian Prime* [online]. In: . [cit. 2020-03-14]. Dostupné z: <https://icdn2.digitaltrends.com/image/digitaltrends/amazon-rivian-van-1.jpg>
- [32] *Life With The Volkswagen I.D. Buzz: Video* [online]. 2019 [cit. 2020-03-22]. Dostupné z: <https://insideevs.com/news/348906/video-life-vw-id-buzz/>
- [33] *VW ID Buzz Cargo* [online]. In: . [cit. 2020-03-14]. Dostupné z: <https://cnet2.cbsistatic.com/img/vzo9EU2WJEmWnNyfhe-Dzi7pViQ=/2018/11/29/982cd44d-bc4c-40ec-b9e0-8b6a935b1197/vw-buzz-cargo-ogi.jpg>
- [34] *Van for a highly efficient logistics concept | Daimler > Innovation > Digitalisation > Connectivity* [online]. [cit. 2020-04-20]. Dostupné z: <https://www.daimler.com/innovation/specials/vision-van/en/>
- [35] *Mercedes-Benz Vision Van* [online]. In: . [cit. 2020-03-14]. Dostupné z: <https://cdn.motor1.com/images/mgl/GX838/s1/mercedes-benz-vision-van-concept-live.jpg>
- [36] *Six advantages of the MEB | Volkswagen Newsroom* [online]. [cit. 2020-04-20]. Dostupné z: <https://www.volkswagen-newsroom.com/en/stories/six-advantages-of-the-meb-4979>
- [37] *Modular electric drive kit (MEB) with two electric motors; lithium-ion battery integrated in the floor* [online]. In: . [cit. 2020-04-20]. Dostupné z: [https://uploads.volkswagen-newsroom.com/system/production/media/23906/images/9f3e3efa9dbb0ef354309f6309ecaf3657dee522/DB2016AU01104\\_overfull.jpg?1580960360](https://uploads.volkswagen-newsroom.com/system/production/media/23906/images/9f3e3efa9dbb0ef354309f6309ecaf3657dee522/DB2016AU01104_overfull.jpg?1580960360)
- [38] *VW MEB* [online]. In: . [cit. 2020-04-22]. Dostupné z: [https://www.autolexicon.net/obr\\_clanky/cs\\_meb\\_010.jpg](https://www.autolexicon.net/obr_clanky/cs_meb_010.jpg)

- [39] CHENG, K.W.E, X.D. XUE a N.C. CHEUNG. *Selection of electric motor drives for electric vehicles* [online]. Hong Kong, China, 2009 [cit. 2020-10-01]. Dostupné z:  
[https://www.researchgate.net/publication/224400819\\_Selection\\_of\\_eLECTRIC\\_mOTOR\\_DRIVES\\_for\\_electric\\_vehicles](https://www.researchgate.net/publication/224400819_Selection_of_eLECTRIC_mOTOR_DRIVES_for_electric_vehicles). Department of Electrical Engineering, Hong Kong Polytechnic University.
- [40] WALIA, Oshit. Why don't electric cars have an electric motor inside each wheel?. *Quora* [online]. 2018 [cit. 2020-10-01]. Dostupné z: <https://www.quora.com/Why-dont-electric-cars-have-an-electric-motor-inside-each-wheel>
- [41] YouTube: Audi eTron components. *YouTube* [online]. [cit. 2020-09-11]. Dostupné z: <https://www.youtube.com/watch?v=bKgEkrFzYF0>
- [42] ZARMA, Tahir Aja, Ahmadu Adamu GALADIMA a Maruf A. AMINU. Review of Motors for Electrical Vehicles. *Journal of Scientific Research and Reports* [online]. 2019, , 1-6 [cit. 2020-09-10]. ISSN 2320-0227. Dostupné z: [doi:10.9734/jsrr/2019/v24i630170](https://doi.org/10.9734/jsrr/2019/v24i630170)
- [43] ČERNÝ, Ondřej, Radovan DOLEČEK a Jaroslav NOVÁK. *Synchronní motory s permanentními magnety pro trakční pohony kolejových vozidel* [online]. Pardubice, 2010 [cit. 2020-10-24]. Dostupné z: <https://vts.cd.cz/documents/168518/195384/2908.pdf/0cfb0eda-cd8d-42f1-941e-b4e3ed2dfd2a>
- [44] ZERAOULIA, Mounir, Mohamed El Hachemi BENBOUZID a Demba DIALLO. Electric Motor Drive Selection Issues for HEV Propulsion Systems: A Comparative Study. In: *IEEE Transactions on Vehicular Technology* [online]. 2006, , s. 1756-1764 [cit. 2020-10-13]. ISSN 0018-9545. Dostupné z: [doi:10.1109/TVT.2006.878719](https://doi.org/10.1109/TVT.2006.878719)
- [45] KOPECKÝ, Ladislav. *Reluktanční motor a elektromobil* [online]. [cit. 2020-10-13]. Dostupné z: <https://docplayer.cz/3642944-Reluktancni-motor-a-elektromobil.html>
- [46] KHAN, Zak. *Switched reluctance motor* [online]. In: . [cit. 2020-10-13]. Dostupné z: <https://www.motioncontroltips.com/faq-switched-reluctance-motors-srms-difficult-control/>



- [47] Contribution of regenerative braking?. *Tesla Motors Club* [online]. [cit. 2020-10-13]. Dostupné z: <https://teslamotorsclub.com/tmc/threads/contribution-of-regenerative-braking.53812/#post-1302900>
- [48] GABLE, Christine a Scott GABLE. Inverters and Converters in Hybrids and EV (Electric Vehicles). *ThoughtCo*. [online]. [cit. 2020-09-08]. Dostupné z: <https://www.thoughtco.com/how-inverters-and-converters-work-85612>
- [49] Types of Lithium-ion Batteries. *Battery University* [online]. [cit. 2020-09-08]. Dostupné z: [https://batteryuniversity.com/learn/article/types\\_of\\_lithium\\_ion](https://batteryuniversity.com/learn/article/types_of_lithium_ion)
- [50] SCHMIDT, Bridie. New Tesla battery a combination of dry cell and supercapacitor. *TheDriven* [online]. [cit. 2020-09-08]. Dostupné z: <https://thedriven.io/2020/02/26/new-tesla-battery-a-combination-of-dry-cell-and-supercapacitor/>
- [51] QUINN, Jason B., Thomas WALDMANN, Karsten RICHTER, Michael KASPER a Margret WOHLFAHRT-MEHRENS. Energy Density of Cylindrical Li-Ion Cells: A Comparison of Commercial 18650 to the 21700 Cells. *Journal of The Electrochemical Society* [online]. 2018, **165**(14), 3284-3291 [cit. 2020-09-08]. ISSN 0013-4651. Dostupné z: doi:10.1149/2.0281814jes
- [52] DAVISON, Matthew, Jesse CRANNEY, Terry SUMMERS a Christopher D. TOWNSEND. Decentralised Energy Market for Implementation into the Intergrid Concept - Part 2: Integrated System. *2018 7th International Conference on Renewable Energy Research and Applications (ICRERA)* [online]. IEEE, 2018, , 287-293 [cit. 2020-09-08]. ISBN 978-1-5386-5982-3. Dostupné z: doi:10.1109/ICRERA.2018.8566719
- [53] Battery500 project has achieved 350 Wh/kg and more than 350 cycles. *Green Car Congress* [online]. [cit. 2020-09-08]. Dostupné z: <https://www.greencarcongress.com/2020/05/20200528-battery500.html>
- [54] Lithium-Ion Battery Cost Projections to 2030. In: *ResearchGate* [online]. [cit. 2020-09-08]. Dostupné z: [https://www.researchgate.net/figure/Lithium-Ion-Battery-Cost-Projections-to-2030-22\\_fig1\\_329623306](https://www.researchgate.net/figure/Lithium-Ion-Battery-Cost-Projections-to-2030-22_fig1_329623306)
- [55] *The Secret Life Of An EV Battery* [online]. [cit. 2020-04-23]. Dostupné z: <https://cleantechnica.com/2018/08/26/the-secret-life-of-an-ev-battery/>

- [56] REAL ENGINEERING. YouTube: Tesla's Quest for Better Batteries. *YouTube* [online]. [cit. 2020-09-08]. Dostupné z: [https://www.youtube.com/watch?v=DE\\_PZQ13YTY&t](https://www.youtube.com/watch?v=DE_PZQ13YTY&t)
- [57] VW MEB Battery Pack. In: *Electrive* [online]. [cit. 2020-09-11]. Dostupné z: <https://www.electrive.com/wp-content/uploads/2019/11/volkswagen-id-meb-batterie-battery-braunschweig-2019-02-min.png>
- [58] RAPIER, Robert. Life Cycle Emissions of Hydrogen. *4th Generation* [online]. [cit. 2020-10-24]. Dostupné z: <https://4thgeneration.energy/life-cycles-emissions-of-hydrogen/>
- [59] SHIVA KUMAR, S. a V. HIMABINDU. Hydrogen production by PEM water electrolysis – A review. *Materials Science for Energy Technologies* [online]. 2019, 2(3), 442-454 [cit. 2020-09-10]. ISSN 25892991. Dostupné z: [doi:10.1016/j.mset.2019.03.002](https://doi.org/10.1016/j.mset.2019.03.002)
- [60] *Toyota Mirai fuel cell stack and hydrogen tank SAO 2016* [online]. In: . [cit. 2020-12-10]. Dostupné z: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Toyota\\_Mirai\\_fuel\\_cell\\_stack\\_and\\_hydrogen\\_tank\\_SAO\\_2016\\_9038.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Toyota_Mirai_fuel_cell_stack_and_hydrogen_tank_SAO_2016_9038.jpg)
- [61] REAL ENGINEERING. YouTube: The Truth About Hydrogen. *YouTube* [online]. [cit. 2020-09-10]. Dostupné z: <https://www.youtube.com/watch?v=f7MzFfuNOtY>
- [62] All-Electric Vehicle. In: *U.S. Department of Energy* [online]. [cit. 2020-09-08]. Dostupné z: <https://afdc.energy.gov/vehicles/how-do-all-electric-cars-work>
- [63] Fuel Cell Electric Vehicle. *U.S. Department of Energy* [online]. [cit. 2020-09-08]. Dostupné z: <https://afdc.energy.gov/vehicles/how-do-fuel-cell-electric-cars-work>
- [64] Toyota MIRAI. *H2:LIVE* [online]. [cit. 2020-10-29]. Dostupné z: <https://h2.live/en/wasserstoffautos/toyota-mirai>
- [65] *Ultracapacitors Overview Flyer* [online]. [cit. 2020-09-10]. Dostupné z: [https://www.maxwell.com/images/documents/Ultracapacitors\\_Overview\\_Flyer\\_3000615-2EN.pdf](https://www.maxwell.com/images/documents/Ultracapacitors_Overview_Flyer_3000615-2EN.pdf)

- [66] HOLLAND, Maximilian. The Ultracapacitors, Electrodes, & Battery Manufacturing Tech Tesla Gets With Maxwell Technologies. *Clean Technica* [online]. [cit. 2020-09-10]. Dostupné z: <https://cleantechnica.com/2019/02/04/the-ultracapacitors-electrodes-battery-manufacturing-tech-tesla-gets-with-maxwell-technologies/>
- [67] Supercapacitor Information. *Battery University* [online]. [cit. 2020-09-10]. Dostupné z: [https://batteryuniversity.com/index.php/learn/article/whats\\_the\\_role\\_of\\_the\\_super\\_capacitor](https://batteryuniversity.com/index.php/learn/article/whats_the_role_of_the_super_capacitor)
- [68] MIČKA, Jan. V Česku již brzy spustí nabíječku, díky které začnou elektromobily dávat smysl. *Autorevue.cz* [online]. [cit. 2020-10-12]. Dostupné z: <https://www.autorevue.cz/nabijeci-stanice-ionity-v-cr-mapa-cena-nabijeni-platba-vykon>
- [69] ZAJÍC, Václav. Střídavě stejnosměrné názory na elektromobilitu, 5. díl: Typy nabíjení a jejich specifika. *MM Spektrum* [online]. [cit. 2020-10-12]. Dostupné z: <https://www.mmspektrum.com/clanek/stridave-stejnoserne-nazory-na-elektromobilitu-5-dil-typy-nabijeni-a-jejich-specifika.html>
- [70] EV connector types. In: *ZapMap* [online]. [cit. 2020-10-12]. Dostupné z: <https://www.zap-map.com/charge-points/connectors-speeds/>
- [71] *Karoserie a rámy motorových vozidel* [online]. Liberec [cit. 2020-04-23]. Dostupné z: <http://old.kvm.tul.cz/katedra/ped/KDS2/KDS%20II%20-%201.pdf>. Učební text. TU v Liberci – Fakulta strojní – Katedra vozidel a motorů.
- [72] *Mercedes Van Configurator* [online]. [cit. 2020-10-13]. Dostupné z: [https://voc.i.daimler.com/voc/gb\\_en](https://voc.i.daimler.com/voc/gb_en)
- [73] FORD BELGIUM. YouTube: New Ford Transit Custom Rear Air Suspension | Ford Belgium. *YouTube* [online]. [cit. 2020-10-13]. Dostupné z: <https://www.youtube.com/watch?v=367UfO5cIKA>
- [74] *Aluminium im Autobau: Alles nur eine grüne Illusion?* [online]. [cit. 2020-04-23]. Dostupné z: [https://www.focus.de/auto/experten/duennes/leichtbau-im-automobilbau-aluminium-im-autobau-alles-nur-eine-gruene-illusion\\_id\\_4803380.html](https://www.focus.de/auto/experten/duennes/leichtbau-im-automobilbau-aluminium-im-autobau-alles-nur-eine-gruene-illusion_id_4803380.html)

- [75] *New Audi A8 Space Frame Materials - Car Body Design* [online]. In: . [cit. 2020-04-20]. Dostupné z: <https://www.carbodydesign.com/gallery/2017/04/audi-reveals-details-on-the-new-a8-space-frame/7/>
- [76] MUNOZ, Felipe. 2021 CO2 targets would generate €34 billion euros in penalty payments within Europe. *Jato.com* [online]. [cit. 2020-04-29]. Dostupné z: <https://www.jato.com/2021-co2-targets-would-generate-e34-billion-euros-in-penalty-payments-within-europe/>
- [77] *Reducing CO2 emissions from passenger cars - before 2020 | Climate Action* [online]. [cit. 2020-04-29]. Dostupné z: [https://ec.europa.eu/clima/policies/transport/vehicles/cars\\_en](https://ec.europa.eu/clima/policies/transport/vehicles/cars_en)
- [78] *Reducing CO2 emissions from vans – before 2020 | Climate Action* [online]. [cit. 2020-04-29]. Dostupné z: [https://ec.europa.eu/clima/policies/transport/vehicles/vans\\_en](https://ec.europa.eu/clima/policies/transport/vehicles/vans_en)
- [79] *New car CO2 emissions hit the highest average in Europe since 2014 - JATO* [online]. [cit. 2020-04-29]. Dostupné z: <https://www.jato.com/co2-emissions-rise-to-highest-average-since-2014-as-the-shift-from-diesel-to-gasoline-continues/>
- [80] DITTRICH, Lukáš. Nová zpráva ukázala na největší problém elektroaut. Zákazníci je nechtějí. *Autobible.cz* [online]. [cit. 2020-04-29]. Dostupné z: <https://autobible.euro.cz/nova-zprava-ukazala-na-nejvetsi-problem-elektroaut-zakaznici-je-nechteji/>
- [81] *Normy emisí CO2 pro osobní automobily a dodávky: Rada potvrdila dohodu o přísnějších limitech* [online]. [cit. 2020-04-20]. Dostupné z: <https://www.consilium.europa.eu/cs/press/press-releases/2019/01/16/co2-emission-standards-for-cars-and-vans-council-confirms-agreement-on-strict-limits/>
- [82] VAVERKA, Lukáš. Pokuty EU za nadlimitní emise CO2 nepřejí levným autům. Trh se kvůli nim výrazně promění. *Autobible.cz* [online]. [cit. 2020-04-29]. Dostupné z: <https://autobible.euro.cz/pokuty-eu-za-nadlimitni-emise-co2-nepreji-levnym-autum-trh-se-kvuli-nim-vyrazne-promeni/>
- [83] *GLS testet nachhaltige eVan-Zustellung in Lille* [online]. [cit. 2020-04-28]. Dostupné z: <https://www.gls-newsroom.de/de/news/all/gls-testet-nachhaltige-evan-zustellung-in-lille/s/dc5b361d-903d-448e-a543-e5068e451dc9>

- [84] *DPD UK takes delivery of 300 Nissan e-NV200 vans to create UK's largest electric vehicles parcel delivery fleet* [online]. [cit. 2020-04-28]. Dostupné z: <https://www.dpd.com/group/en/2020/01/30/dpd-uk-takes-delivery-of-300-nissan-e-nv200-vans-to-create-uks-largest-electric-vehicles-parcel-delivery-fleet/>
- [85] *Elektrický Renault Master Z.E. míří do služeb DPD. Zatím kolem Prahy* [online]. [cit. 2020-04-28]. Dostupné z: <https://www.auto.cz/elektricky-renault-master-z-e-miri-do-sluzeb-dpd-zatim-kolem-prahy-133729>
- [86] *2016 Mercedes-Benz Vision Van Concept - Front / HD Wallpaper #16* [online]. In: . [cit. 2020-04-29]. Dostupné z: [https://www.caricos.com/cars/m/mercedes-benz/2016\\_mercedes-benz\\_vision\\_van/images/16.html](https://www.caricos.com/cars/m/mercedes-benz/2016_mercedes-benz_vision_van/images/16.html)
- [87] *ID Buzz Cargo Front Detail* [online]. In: . [cit. 2020-04-29]. Dostupné z: [http://newsroom.vw.com/app/uploads/2018/11/I.D.\\_BUZZ\\_CARGO-9101-2.jpg](http://newsroom.vw.com/app/uploads/2018/11/I.D._BUZZ_CARGO-9101-2.jpg)
- [88] Podlahy a obložení užitkových vozidel. In: *TITAN - multiplast s.r.o.* [online]. [cit. 2021-01-20]. Dostupné z: <https://www.titan-multiplast.cz/produkty/podlahy-a-steny-uzitkovych-automobilu-162/podlahy-a-steny-dodavek-258>
- [89] Ford kicks-off StreetScooter Work XL production. In: *Electrive* [online]. [cit. 2021-01-20]. Dostupné z: <https://www.electrive.com/2018/09/24/ford-kicks-off-streetscooter-work-xl-production/>
- [90] NOVOTNÝ, Radek. Gefco upravilo další poštovní vozy. In: *Logistika.Ihned* [online]. [cit. 2021-01-20]. Dostupné z: <https://logistika.ihned.cz/c1-63580380-gefco-upravilo-dalsi-postovni-vozy>
- [91] What's more efficient? Hydrogen or battery powered?. *Volkswagen AG* [online]. [cit. 2020-09-10]. Dostupné z: <https://www.volkswagenag.com/en/news/stories/2019/08/hydrogen-or-battery--that-is-the-question.html>
- [92] REAL ENGINEERING. YouTube: The Truth About Nikola. *YouTube* [online]. [cit. 2020-09-10]. Dostupné z: <https://www.youtube.com/watch?v=7ynupYBLlyA>
- [93] Battery Electric Vs Hydrogen Fuel Cell: Efficiency Comparison. In: *InsideEVs* [online]. [cit. 2020-09-10]. Dostupné z: <https://insideevs.com/news/406676/battery-electric-hydrogen-fuel-cell-efficiency-comparison/>

- [94] *Dobíjecí stanice v Česku: Ultrarychlá stanice vyjde i na desetinásobek* [online]. [cit. 2020-04-23]. Dostupné z: <https://www.elektrina.cz/dobijeci-stanice-v-cesku>
- [95] V Česku vyrostou první tři veřejné vodíkové čerpací stanice. *Hybrid.cz* [online]. [cit. 2020-10-13]. Dostupné z: <http://www.hybrid.cz/v-cesku-vyrostou-prvni-tri-verejne-vodikove-cerpaci-stanice>
- [96] H2.LIVE: Hydrogen Stations in Germany & Europe. *H2:LIVE* [online]. [cit. 2020-10-13]. Dostupné z: <https://h2.live/en>
- [97] SLABÝ, Roman. *Doručování zásilek v rámci city logistiky* [online]. Pardubice, 2019 [cit. 2020-04-23]. Dostupné z: [https://dk.upce.cz/bitstream/handle/10195/73553/SlabyR\\_DoručovaniZasilek\\_DS\\_2019.pdf?sequence=1](https://dk.upce.cz/bitstream/handle/10195/73553/SlabyR_DoručovaniZasilek_DS_2019.pdf?sequence=1). Bakalářská práce. Univerzita Pardubice - Dopravní fakulta Jana Pernera. Vedoucí práce Ing. Daniel Salava, Ph.D.
- [98] *Česká pošta vsadila na vozy Peugeot. Největší zakázka francouzské automobilky v ČR v její historii* [online]. In: . [cit. 2020-12-19]. Dostupné z: <https://www.vecerni-praha.cz/ceska-posta-vsadila-na-vozy-peugeot-nejvetsi-zakazka-francouske-automobilky-v-cr-v-jeji-historii/>
- [99] *Legal Requirements Brochure HELLA*. In: . Dostupné také z: [https://www.hella.com/truck/assets/media\\_global/673\\_Legal%20Requirements\\_Brochure\\_HELLA\\_EN.pdf](https://www.hella.com/truck/assets/media_global/673_Legal%20Requirements_Brochure_HELLA_EN.pdf)
- [100] *Svařovna automobilky ŠKODA Auto* [online]. In: . [cit. 2020-04-23]. Dostupné z: <https://cdn.skoda-storyboard.com/2019/08/190814-svarovna.JPG-1920x1461.jpg>
- [101] *Workhorse C-650, C-1000 electric vans* [online]. In: . [cit. 2020-04-27]. Dostupné z: <https://cdn.motor1.com/images/mgl/4Mzbz/s1/workhorse-c650-c1000-side-by-side.jpg>
- [102] *Registrace nových LUV v ČR 12/2019* [online]. [cit. 2020-04-26]. Dostupné z: <http://portal.sda-cia.cz/stat.php?n#rok=2019&mesic=12&kat=LUV&vyb=cel&upr=&obd=m&jine=false&lang=CZ&str=nova>

- [103] *Registrace nových LUV v ČR za rok dle provedení 1-12/2019* [online]. [cit. 2020-04-26]. Dostupné z: <http://portal.sdac.cz/stat.php?n#rok=2019&mesic=12&kat=LUV&vyb=pro&upr=&obd=r&jine=false&lang=CZ&str=nova>
- [104] *Commercial vehicle registrations: +2.5% full-year 2019; +5.7% in December* [online]. [cit. 2020-04-26]. Dostupné z: <https://www.acea.be/press-releases/article/commercial-vehicle-registrations-2.5-full-year-2019-5.7-in-december>
- [105] *Preislisten & Broschüren | Mercedes-Benz Transporter* [online]. [cit. 2020-04-27]. Dostupné z: <https://www.mercedes-benz.de/vans/de/price-lists-brochures>
- [106] *Renault Brochures - select* [online]. [cit. 2020-04-27]. Dostupné z: <https://brochures.renault.co.uk/select>
- [107] YouTube: Mercedes-Benz Vision Van Concept Reveal. *YouTube* [online]. [cit. 2020-12-09]. Dostupné z: <https://www.youtube.com/watch?v=nS-NVQ0XauI>
- [108] *Volkswagen Transporter dimensions (2015-on)* [online]. In: . [cit. 2020-12-09]. Dostupné z: <https://www.parkers.co.uk/vans-pickups/volkswagen/transporter/2015-dimensions/>
- [109] *Technické údaje, rozměry a hmotnost skříňové dodávky eSprinter* [online]. [cit. 2020-12-09]. Dostupné z: <https://www.mercedes-benz.cz/vans/cs/sprinter/e-sprinter-panel-van/technical-data>
- [110] *New MASTER Z.E. - Dimensions & Specifications - Renault UK* [online]. [cit. 2020-12-09]. Dostupné z: <https://www.renault.co.uk/electric-vehicles/master-ze/specifications.html>
- [111] OSMANBASIC, Edis. The Many Types of EV Motors. *NEW Engineering* [online]. [cit. 2020-10-13]. Dostupné z: <https://new.engineering.com/story/the-many-types-of-ev-motors>
- [112] SYCHRA, Šimon. *Systémová analýza elektrobusu pro MHD*. Praha, 2016, 87 s. Diplomová práce. České vysoké učení technické v Praze, Fakulta elektrotechnická. Vedoucí práce Doc. Ing. Pavel Mindl, CSc.



- [113] *Audi e-tron – Battery and Safety* [online]. [cit. 2020-10-14]. Dostupné z: [https://www.audi-technology-portal.de/en/mobility-for-the-future/audi-future-lab-tron-experience\\_en/audi-e-tron-battery-and-safety](https://www.audi-technology-portal.de/en/mobility-for-the-future/audi-future-lab-tron-experience_en/audi-e-tron-battery-and-safety)
- [114] SHALE-HESTER, Tristan. Ford to build electric cars on VW's MEB platform in 2023. *AutoExpress* [online]. [cit. 2020-12-16]. Dostupné z: <https://www.autoexpress.co.uk/ford/105692/ford-to-build-electric-cars-on-vw-s-meb-platform-in-2023>
- [115] The Different EV Charging Connector Types. *Enel X* [online]. [cit. 2021-01-08]. Dostupné z: <https://evcharging.enelx.com/eu/about/news/blog/552-ev-charging-connector-types>
- [116] HOVORUN, T. P., K. V. BERLADIR, V. I. PERERVA, S. G. RUDENKO a A. I. MARTYNOV. Modern materials for automotive industry. *Journal of Engineering Sciences* [online]. 2017, **4**(2), 8-18 [cit. 2020-12-09]. ISSN 23122498. Dostupné z: doi:10.21272/jes.2017.4(2).f8
- [117] Cost - WorldAutoSteel. *WorldAutoSteel* [online]. [cit. 2020-11-12]. Dostupné z: <https://www.worldautosteel.org/why-steel/cost/>
- [118] Audi Q5 body structure materials. In: *Car Body Design* [online]. [cit. 2020-11-11]. Dostupné z: <https://www.carbodydesign.com/archive/2008/07/08-audi-q5/Audi-Q5-Body-Structure-Materials-lg.jpg>
- [119] *Car Production* [online]. In: . [cit. 2020-12-09]. Dostupné z: <http://www.eastern-elsharkawy.com/car-production.htm>
- [120] MACUZIC, S a J LUKIĆ. Application of digital human models in determination of the pedal force while driving. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* [online]. 2019, **659** [cit. 2020-12-09]. ISSN 1757-899X. Dostupné z: doi:10.1088/1757-899X/659/1/012058
- [121] Displej zpětné kamery. In: *Renault.cz* [online]. [cit. 2021-02-04]. Dostupné z: <https://business.renault.cz/uzitkove-vozy/master.html>
- [122] BABORSKÝ, Jiří a Petr SLOVÁČEK. Požáry elektromobilů: Opravdu jsou tak nebezpečné? A co na to hasiči?. *Auto.cz* [online]. [cit. 2020-12-09]. Dostupné z: <https://www.auto.cz/pozary-elektromobilu-opravdu-jsou-tak-nebezpecne-a-co-na-to-hasici-132775>

- [123] High Safety Level of Series-Produced Electric Cars Confirmed in DEKRA Crash Tests. *Dekra* [online]. [cit. 2020-12-09]. Dostupné z: <https://www.dekra.com/en/high-safety-level-of-series-produced-electric-cars-confirmed-in-dekra-crash-tests/>
- [124] *End-of-life vehicle statistics* [online]. [cit. 2020-11-12]. Dostupné z: [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/End-of-life\\_vehicle\\_statistics](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/End-of-life_vehicle_statistics)
- [125] LEBLANC, Rick. *20 Auto Recycling Facts and Figures* [online]. [cit. 2020-11-12]. Dostupné z: <https://www.thebalancesmb.com/auto-recycling-facts-and-figures-2877933>
- [126] HARBID, Tom. *Automobile Recycling Stats: What Percentage of Old Cars are Junked?* [online]. [cit. 2020-11-12]. Dostupné z: <https://www.cashcarsbuyer.com/automobile-recycling-stats-what-percentage-of-old-cars-are-junked/>
- [127] ENGINEERING EXPLAINED. YouTube: What Really Happens To Old Electric Car Batteries?. *YouTube* [online]. [cit. 2020-11-12]. Dostupné z: <https://www.youtube.com/watch?v=1mXSMwZUiCU>
- [128] ENGINEERING EXPLAINED. YouTube: Are Electric Cars Worse For The Environment? Myth Busted. *YouTube* [online]. [cit. 2020-11-12]. Dostupné z: <https://www.youtube.com/watch?v=6RhtiPefVzM>
- [129] Emissions from Hybrid and Plug-In Electric Vehicles. *U.S. Department of Energy* [online]. [cit. 2020-11-12]. Dostupné z: [https://afdc.energy.gov/vehicles/electric\\_emissions.html](https://afdc.energy.gov/vehicles/electric_emissions.html)
- [130] KROSOFSKY, Andrew. Fracking vs. Lithium Mining: Which Is More Dangerous to the Environment?. *GreenMatters* [online]. [cit. 2020-11-12]. Dostupné z: <https://www.greenmatters.com/p/fracking-vs-lithium-mining>
- [131] Na trh vstupuje nová značka doručovací služby WeDo. *Mediaguru* [online]. [cit. 2021-05-07]. Dostupné z: <https://www.mediaguru.cz/clanky/2020/11/na-trh-vstupuje-nova-znacka-dorucovaci-sluzby-wedo/>
- [132] *Grafický design pro každého*. Praha: Euromedia Group, 2020. Universum (Euromedia Group). ISBN 978-80-242-6903-0.

- [133] *Stav e-commerce v ČR v roce 2020* [online]. [cit. 2020-04-20]. Dostupné z: <https://www.ceska-ecommerce.cz/>
- [134] *Ecommerce in Europe: €621 billion in 2019* [online]. [cit. 2020-04-27]. Dostupné z: <https://ecommercenews.eu/ecommerce-in-europe-e621-billion-in-2019/>
- [135] *UK leads Europe in embracing online grocery shopping* [online]. [cit. 2020-04-27]. Dostupné z: <https://ecommercenews.eu/uk-leads-europe-in-embracing-online-grocery-shopping/>
- [136] *Overview – Electric vehicles: tax benefits and incentives in the EU* [online]. [cit. 2020-04-26]. Dostupné z: <https://www.acea.be/publications/article/overview-of-incentives-for-buying-electric-vehicles>
- [137] *Interactive map: Electric vehicle purchase incentives per country in Europe (2019 update)* [online]. In: . [cit. 2020-04-26]. Dostupné z: <https://www.acea.be/statistics/article/interactive-map-electric-vehicle-incentives-per-country-in-europe-2018>
- [138] *Vývoj cen silové elektřiny pro firmy : Kalkulátor cen energií TZB-info* [online]. [cit. 2020-04-27]. Dostupné z: <https://kalkulator.tzb-info.cz/cz/vyvoj-cen-silove-elektřiny-pro-firmy?sazba=C27d>
- [139] *Aktuální cena benzínu, cena nafty* | *Kurzy.cz* [online]. [cit. 2020-04-28]. Dostupné z: [https://www.kurzy.cz/komodity/benzin-nafta-cena/?dat\\_field=01.01.2020&dat\\_field2=27.04.2020](https://www.kurzy.cz/komodity/benzin-nafta-cena/?dat_field=01.01.2020&dat_field2=27.04.2020)
- [140] *Kurz Eura, Euro EUR, aktuální kurzy koruny a měn* | *Kurzy.cz* [online]. [cit. 2020-04-28]. Dostupné z: <https://www.kurzy.cz/kurzy-men/nejlepsi-kurzy/EUR-euro/>
- [141] *Germany increases EV incentives to stimulate demand* [online]. [cit. 2020-04-28]. Dostupné z: <https://europe.autonews.com/automakers/germany-increases-ev-incentives-stimulate-demand>
- [142] *Government electric car grant: the complete guide* | *BuyaCar* [online]. [cit. 2020-04-28]. Dostupné z: <https://www.buyacar.co.uk/cars/economical-cars/low-emission-cars/536/government-electric-car-grant-the-complete-guide>
- [143] *Kolik je v ČR čerpacích stanic?* | *Finance.cz* [online]. [cit. 2020-04-23]. Dostupné z: <https://www.finance.cz/520976-cerpaci-stance-v-cr/>

- [144] *Praktický test odhalil, jak moc dlouho se nabijí elektromobily z běžných zásuvek | Autoforum.cz* [online]. [cit. 2020-04-23]. Dostupné z: <https://www.autoforum.cz/zivot-ridice/prakticky-test-odhalil-jak-moc-dlouho-se-nabiji-elektromobily-z-beznych-zasuvek/>

## 11 SEZNAM OBRÁZKŮ A GRAFŮ

<b>Obr. 2.1</b>	Elektrifikované dodávky východoněmecké pošty (1953) [7] .....	16
<b>Obr. 2.2</b>	Navistar E-Star ve službách FedEx [10] .....	17
<b>Obr. 2.3</b>	Streetscooter Work ve službách Deutsche Post [13] .....	18
<b>Obr. 2.4</b>	Nissan e-NV200 [16] .....	19
<b>Obr. 2.5</b>	MOIA [19] .....	20
<b>Obr. 2.6</b>	Workhorse N-GEN je estetikou zcela nedotčen [21].....	21
<b>Obr. 2.7</b>	Mercedes-Benz eVito [23].....	22
<b>Obr. 2.8</b>	Maxus eDeliver 3 [25] .....	23
<b>Obr. 2.9</b>	VW eT! [27] .....	24
<b>Obr. 2.10</b>	Arrival v barvách Britské Royal Mail [29] .....	25
<b>Obr. 2.11</b>	Rivian Prime [31] .....	26
<b>Obr. 2.12</b>	VW ID Buzz Cargo ve výstavní specifikaci (pro výrobu se bude v detailech lišit) [33]	27
<b>Obr. 2.13</b>	Mercedes-Benz Vision Van [35] .....	28
<b>Obr. 2.14</b>	Rozložení pohonného ústrojí VW I.D. 7 (známého též jako I.D. Buzz) [37] (upraveno)	30
<b>Obr. 2.15</b>	Využití prostoru pod přední kapotou VW I.D. 3 (na platformě MEB) [38].	30
<b>Obr. 2.16</b>	Elektromotor na místě spalovacího motoru.....	31
<b>Obr. 2.17</b>	Běžná konfigurace .....	31
<b>Obr. 2.18</b>	Kaskádový typ .....	32
<b>Obr. 2.19</b>	Integrované motory.....	32
<b>Obr. 2.20</b>	Stavba elektromotoru (Audi e-Tron) [41] (upraveno).....	33
<b>Obr. 2.21</b>	Zjednodušené schéma motorů, zleva BLDC + PMSM, SRM, IM.....	34
<b>Obr. 2.22</b>	Možné konfigurace PMSM – vnitřní (vlevo) a vnější umístění rotoru s magnety [43] (upraveno) .....	35
<b>Obr. 2.23</b>	Reluktanční motor. Vlevo dobře patrný odlišný tvar rotoru [46] .....	36
<b>Obr. 2.24</b>	Schéma chlazení motoru včetně výkonové elektroniky (Audi e-Tron) [41] (upraveno)	37
<b>Obr. 2.25</b>	Rozdíl v měrné kapacitě baterií v závislosti na složení [49].....	38

<b>Obr. 2.26</b>	Projekce předpokládaného vývoje cen baterií [54] .....	39
<b>Obr. 2.27</b>	Battery pack modulární platformy VW MEB [57].....	40
<b>Obr. 2.28</b>	Palivový článek a vysokotlaká nádrž Toyoty Mirai [60] .....	41
<b>Obr. 2.29</b>	Srovnání vnitřních komponent osobního BEV [62] a FCEV [63] (upraveno) 42	
<b>Obr. 2.30</b>	Konektory pro vysokorychlostní nabíječky. Zleva CHAdeMO, CCS a Type 2 [70] (upraveno).....	44
<b>Obr. 2.31</b>	Ukázka variability klasického rámu. Vlevo dvojitá kabina a dvoumontáž hnané zadní nápravy, vpravo vlečená zadní náprava s jednoduchou kabinou (Mercedes Sprinter) [72] (upraveno).....	45
<b>Obr. 2.32</b>	Odpružení vzduchovými vaky vozu Ford Transit/Tourneo Custom [73]....	45
<b>Obr. 2.33</b>	Materiálová kompozice samonosné karoserie moderního vozu (Audi A8) [75] 46	
<b>Obr. 3.1</b>	Doplňkové světelné prvky na vozech Vision Van [86] a ID Buzz [87] .....	51
<b>Obr. 3.2</b>	Nákladový prostor s krycím obložím stěn [88] .....	53
<b>Obr. 3.3</b>	Streetscooter Work XL (nástavba na podvozku Ford Transit) [89].....	54
<b>Obr. 3.4</b>	Různá barevná řešení téhož vozu ČP – firemní barva + polep [90] (upraveno) 54	
<b>Obr. 3.5</b>	Efficiency rate vozidla s baterií [93] (upraveno) .....	55
<b>Obr. 3.6</b>	Efficiency rate vozidla s palivovými články [93] (upraveno).....	55
<b>Obr. 3.7</b>	Mapa všech evropských čerpacích stanic na vodík ke 13.10.2020 [96] (upraveno) 56	
<b>Obr. 3.8</b>	Proces ranní vykládky – válečkový pás se zásilkami, klece .....	61
<b>Obr. 3.9</b>	Nákladový prostor po dvou hodinách rozvážky .....	62
<b>Obr. 3.10</b>	Vozy Peugeot Boxer Furgon L2H2 České Pošty [98] .....	64
<b>Obr. 3.11</b>	Ukázka z grafického zpracování předpisu ECE-R48 [99].....	66
<b>Obr. 3.12</b>	Výrobní linka ŠKODA Auto (na obrázku vůz Fabia III) [100] .....	68
<b>Obr. 3.13</b>	Současný design amerických dodávkových BEV – Workhorse C-650 a C-1000 [101] 69	
<b>Obr. 4.1</b>	Výměnná kazeta s automatickým výdejem konceptu Mercedes Vision Van [107] 74	
<b>Obr. 4.2</b>	Výsuvný policový systém – boční pohled .....	75

<b>Obr. 4.3</b>	Orientace výsuvných modulů.....	75
<b>Obr. 4.4</b>	Tři posuvné police .....	76
<b>Obr. 4.5</b>	Posuvná podlaha s přepážkou .....	77
<b>Obr. 4.6</b>	Nákladový prostor středně velké dodávky (VW Transporter T6) [108].....	78
<b>Obr. 4.7</b>	Varianta 1 .....	80
<b>Obr. 4.8</b>	Varianta 2.....	81
<b>Obr. 4.9</b>	Varianta 3.....	82
<b>Obr. 5.1</b>	Finální tvarové řešení.....	84
<b>Obr. 5.2</b>	Rozpracování modelu v programech Autodesk Alias a Rhinoceros .....	85
<b>Obr. 5.3</b>	Určující tvarová linie – přední pohled .....	85
<b>Obr. 5.4</b>	Určující tvarová linie – zadní pohled .....	86
<b>Obr. 5.5</b>	Čelní pohled .....	87
<b>Obr. 5.6</b>	Definující linie čelního pohledu .....	87
<b>Obr. 5.7</b>	Boční pohled.....	88
<b>Obr. 5.8</b>	Klíčové linie profilu.....	89
<b>Obr. 5.9</b>	Zadní pohled .....	90
<b>Obr. 5.10</b>	Definující linie zadního pohledu .....	91
<b>Obr. 5.11</b>	Čelní světlomet – definující linky.....	92
<b>Obr. 5.12</b>	Nárazník ve variantě bez mlhových světel a s nimi.....	92
<b>Obr. 5.13</b>	Detail segmentů mlhovky.....	93
<b>Obr. 5.14</b>	Umístění loga mezi světlometry .....	93
<b>Obr. 5.15</b>	Základní trojúhelníková síť před úpravami .....	94
<b>Obr. 5.16</b>	Detail na vzor perforací.....	94
<b>Obr. 5.17</b>	Perforovaná kapota a dolní mřížka sání.....	95
<b>Obr. 5.18</b>	Motiv perforací v zadní části.....	95
<b>Obr. 5.19</b>	Porovnání velikosti H1L1 a H2L2 .....	96
<b>Obr. 5.20</b>	Ukázka zvýraznění problematických míst při kontrolní analýze (přední nárazník)	97
<b>Obr. 5.21</b>	Zelená barva lokátoru s písmenem C (curvature) potvrzuje křivostní návaznost (zadní dveře) .....	98



<b>Obr. 5.22</b>	Zebra a směrovost odlesků v přední části .....	98
<b>Obr. 5.23</b>	Zebra a směrovost odlesků v zadní části .....	99
<b>Obr. 5.24</b>	Zebra z horního pohledu .....	100
<b>Obr. 6.1</b>	Základní rozměry vozu .....	103
<b>Obr. 6.2</b>	Průhledové schéma vnitřních komponent .....	104
<b>Obr. 6.3</b>	Sjednocení dobíjecích konektorů CCS a Type 2 do jednoho [70] (upraveno) 107	
<b>Obr. 6.4</b>	Typy dobíjecích konektorů dle použití v jednotlivých oblastech [115] ...	107
<b>Obr. 6.5</b>	Výklopná boční kamera .....	109
<b>Obr. 6.6</b>	Umístění zadní kamery .....	109
<b>Obr. 6.7</b>	Nákladový prostor s vestavbou .....	110
<b>Obr. 6.8</b>	Nákladový prostor bez vestavby .....	111
<b>Obr. 6.9</b>	Dělicí přepážka v počáteční krajní poloze .....	111
<b>Obr. 6.10</b>	Pohyb dělicí přepážky směrem vzad .....	112
<b>Obr. 6.11</b>	Skladba materiálů používaných pro automobily (upraveno) [116].....	113
<b>Obr. 6.12</b>	Kompozice ocelové karoserie dle pevnostní třídy materiálu [118] (upraveno) 114	
<b>Obr. 6.13</b>	Karoserie po montáži a lakování [119].....	115
<b>Obr. 6.14</b>	Posuvné boční dveře .....	116
<b>Obr. 6.15</b>	Referenční požadavky na místo řidiče dle H. Dreyfuse .....	117
<b>Obr. 6.16</b>	Pozice řidiče za volantem .....	118
<b>Obr. 6.17</b>	Manuální zavírání posuvných dveří pomocí madla .....	118
<b>Obr. 6.18</b>	Nástup do vozu .....	119
<b>Obr. 6.19</b>	Výstup z vozu .....	120
<b>Obr. 6.20</b>	Rozložení interiéru .....	121
<b>Obr. 6.21</b>	Rozložení interiéru – jiný pohled .....	122
<b>Obr. 6.22</b>	Pohled do interiéru bez zvýraznění jednotlivých prvků .....	122
<b>Obr. 6.23</b>	Klasická konfigurace se sedadlem spolujezdce .....	123
<b>Obr. 6.24</b>	Přístup k boxu z místa řidiče .....	123
<b>Obr. 6.25</b>	Přístup k boxu zvenčí .....	124

<b>Obr. 6.26</b>	Dosažitelnost úložného prostoru z místa řidiče .....	125
<b>Obr. 6.27</b>	Schránka v palubní desce .....	125
<b>Obr. 6.28</b>	Pohled na pozici řidiče s foodboxem .....	126
<b>Obr. 6.29</b>	Rozsah pohybu foodboxu .....	126
<b>Obr. 6.30</b>	Pohled na e-dashboard z pozice řidiče.....	127
<b>Obr. 6.31</b>	Výhledové úhly 50% řidiče z horního a bočního pohledu.....	128
<b>Obr. 6.32</b>	Displej pravé zpětné kamery .....	130
<b>Obr. 6.33</b>	Příklad provedení displeje středové zpětné kamery (Renault Master) [121] 130	
<b>Obr. 6.34</b>	Rozložení nákladového prostoru .....	131
<b>Obr. 6.35</b>	Rozložení nákladového prostoru – jiný pohled.....	132
<b>Obr. 6.36</b>	Vykládka zadními dveřmi .....	133
<b>Obr. 6.37</b>	Manipulace přes zajištěnou bočnici .....	134
<b>Obr. 6.38</b>	Vyklopená bočnice při vykládce svozu .....	134
<b>Obr. 6.39</b>	Pozice dobíjecí zásuvky na voze .....	135
<b>Obr. 6.40</b>	Nissan Leaf při crashtestu [123].....	137
<b>Obr. 6.41</b>	Příklad vlivu skladby energetického mixu na emisích CO <sub>2</sub> na kilometr [129] (upraveno) 140	
<b>Obr. 7.1</b>	Vzorek použitých neutrálních barev.....	141
<b>Obr. 7.2</b>	Hlavní a doplňková barva firmy WE  DO .....	142
<b>Obr. 7.3</b>	Aplikace vizuálu WE  DO na voze – L1H1, boční pohled .....	142
<b>Obr. 7.4</b>	Aplikace vizuálu WE  DO na voze – L2H2, boční pohled .....	143
<b>Obr. 7.5</b>	Aplikace vizuálu WE  DO na voze – L1H1, čelní pohled .....	143
<b>Obr. 7.6</b>	Prvky vizuálního stylu prezentovány firmou WE  DO [131].....	144
<b>Obr. 7.7</b>	Česká pošta.....	145
<b>Obr. 7.8</b>	DPD.....	145
<b>Obr. 7.9</b>	Varianta loga 1 .....	147
<b>Obr. 7.10</b>	Varianta loga 2.....	147
<b>Obr. 7.11</b>	Vzorek barvy loga .....	148
<b>Obr. 7.12</b>	Logo ve zvolené barvě .....	148

<b>Obr. 7.13</b>	Vertikální verze logotypu .....	149
<b>Obr. 7.14</b>	Horizontální verze logotypu .....	149
<b>Obr. 7.15</b>	Rozšířený logotyp a jeho jazykové varianty (anglická, francouzská a italská) 149	
<b>Obr. 7.16</b>	Slogan produktu .....	149
<b>Obr. 8.1</b>	Země nabízející finanční pobídky kupcům EV [137] .....	153
<b>Obr. 8.2</b>	Mercedes-Benz eVito, použitý pro srovnání [143] .....	155

## 12 SEZNAM TABULEK

<b>Tab. 2.1</b>	Srovnání klíčových vlastností superkapacitorů a li-ion baterií [67].....	43
<b>Tab. 2.2</b>	Srovnání hrubých rozměrů středně velkých dodávek .....	47
<b>Tab. 2.3</b>	Srovnání hrubých rozměrů velkých dodávek .....	48
<b>Tab. 2.4</b>	Vliv elektrického pohonu na užitnou hmotnost velkých dodávek .....	48
<b>Tab. 4.1</b>	Maximální rozměry běžných balíků u největších přepravních prostředků .....	73
<b>Tab. 6.1</b>	Srovnání rozměrů s existujícími vozy (rozměry v mm).....	103
<b>Tab. 6.2</b>	Srovnání obecných charakteristik jednotlivých motorů [111] .....	105
<b>Tab. 6.3</b>	Srovnání objemu nákladového prostoru s existujícími vozy .....	112
<b>Tab. 8.1</b>	Srovnání provozních nákladů elektrického a spalovacího vozu.....	154
<b>Tab. 14.1</b>	Srovnání základních rozměrových a hmotnostních charakteristik existujících dodávek (rozměry v mm, hmotnosti v kg) .....	188
<b>Tab. 14.2</b>	Srovnání nákladových prostorů existujících dodávek (objem v m <sup>3</sup> , rozměry v mm)	189

## 13 SEZNAM PŘÍLOH

Zmenšený sumarizační poster (A4)

Zmenšený designérský poster (A4)

Zmenšený technický poster (A4)

Zmenšený Ergonomický poster (A4)

Tabulka srovnání rozměrů dodávkových vozů

Tabulka srovnání přepravních kapacit dodávkových vozů

Fotografie výroby modelu

### 13.1 Samostatné přílohy

Sumarizační poster (A1)

Designérský poster (A1)

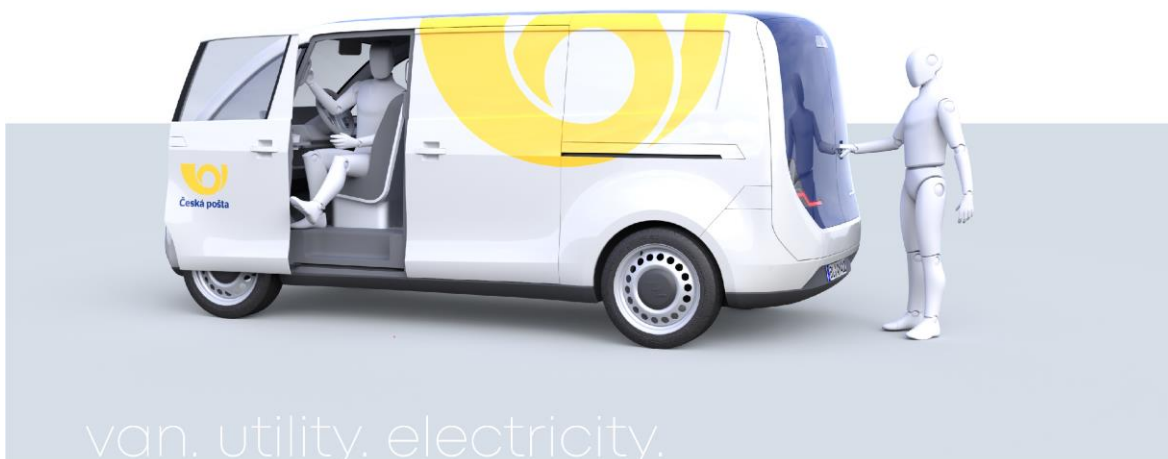
Technický poster (A1)

Ergonomický poster (A1)

Fyzický model (1:10)

# 14 PŘÍLOHY

**W VUE**  
SUMARIZAČNÍ POSTER



**W** Předností vozu Vue je nezapomínaný vizuál, reflektující použitý pohon i zaměření vozidla. Tvarové a barevné řešení jsou vzájemně provázány. Právě barva a grafika je tím, co doručovací vůz odlišuje od ostatních.

Dalším aspektem řešení jsou navrhované změny v pojetí nákladového prostoru a interiéru, zejména pak použití posuvného systému pro organizaci zásilek. Cílem bylo zvýšení uživatelského komfortu, vedoucí k celkovému zefektivnění procesu doručování.

**W** Posuvný systém



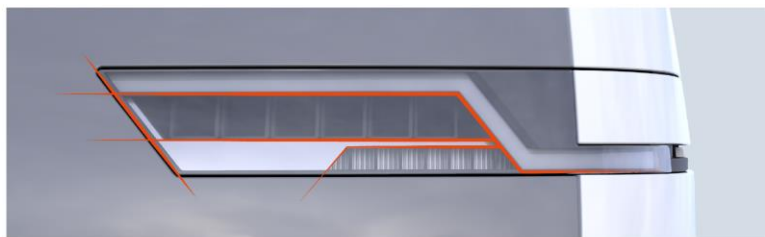
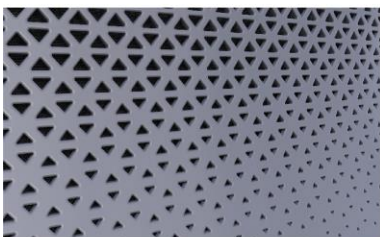
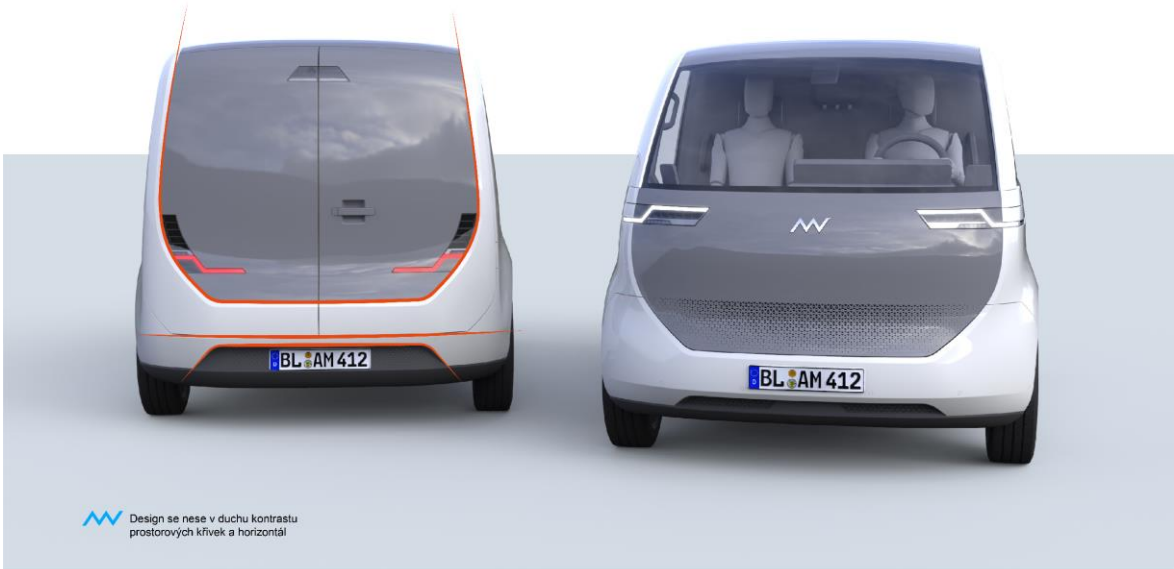
DESIGN LEHKÉHO DODÁVKOVÉHO ELEKTROMOBILU / DIPLOMOVÁ PRÁCE / Autor: Bc. Antonín Paš / Vedoucí práce: doc. akad. soch. Ladislav Křenek, ArtD. / VUT v Brně / FSI / ÚK / OPD / 2020/21

**T** VYSOKÉ UČENÍ FAKULTA STROJNÍHO  
TECHNICKÉ INŽENÝRSTVÍ  
V BRNĚ

ÚSTAV  
KONSTRUOVÁNÍ

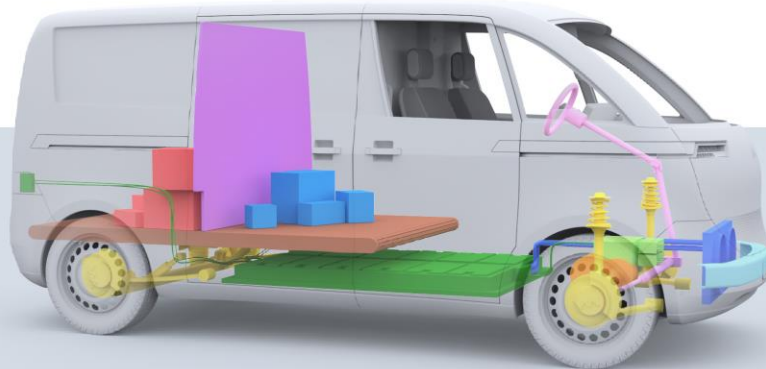
odbor  
průmyslového  
designu

**AD**



DESIGN LEHKÉHO DODÁVKOVÉHO ELEKTROMOBILU / DIPLOMOVÁ PRÁCE / Autor: Bc. Antonín Paš / Vedoucí práce: doc. akad. soch. Ladislav Křenek, ArtD. / VUT v Brně / FSI / UK / OPD / 2020/21



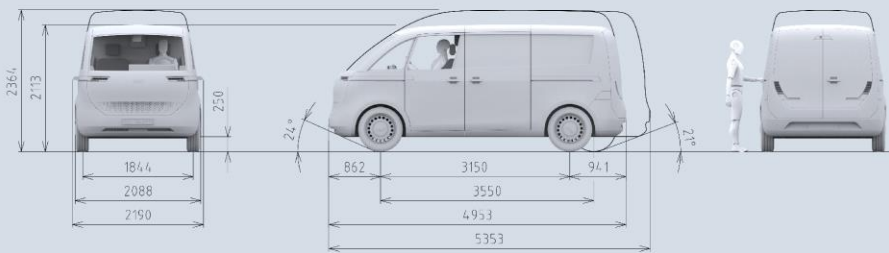


- |                    |                  |                 |                  |
|--------------------|------------------|-----------------|------------------|
| Strukturální prvky | Trakční baterie  | Řízení          | Náklad k rozvozu |
| Chladicí okruh     | Elektronika      | Posuvná podlaha | Náklad ze svozu  |
| Prvky zavěšení     | Pohonná jednotka | Dělicí přepážka |                  |

**W** Stejně jako u běžných dodávkových vozů je umožněna velikostní variabilita karoserie. Konkrétně jde o tři verze s přepravními kapacitami od 5,4 m<sup>3</sup> verze L1H1 až po 7,3 m<sup>3</sup>, kterými disponuje verze L2H2.

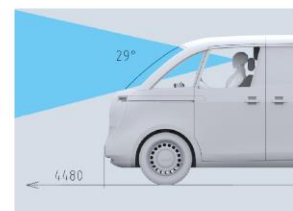
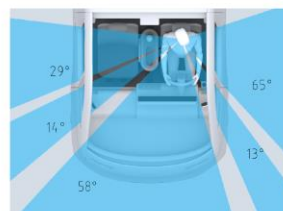
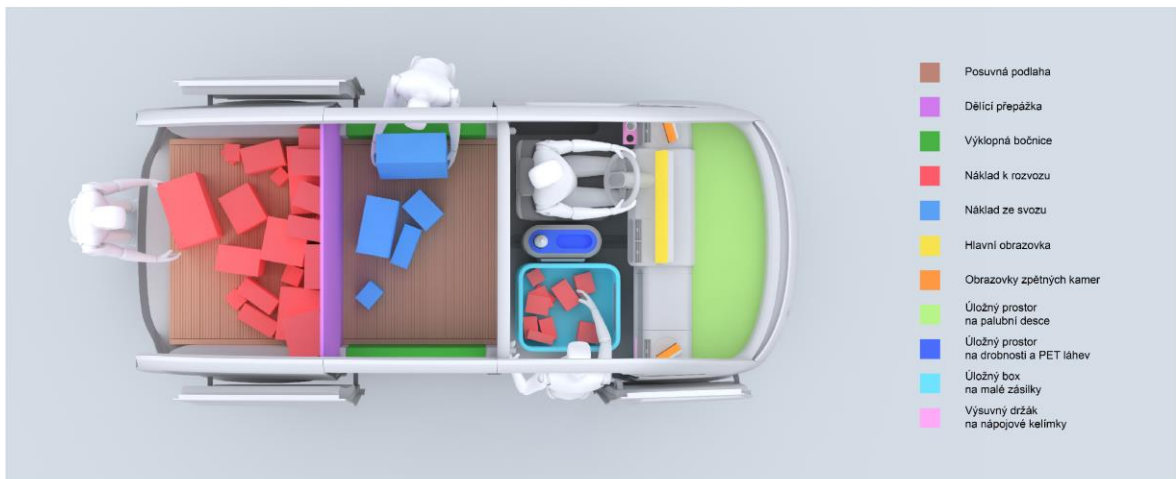


van. utility. electricity.














DESIGN LEHKÉHO DODÁVKOVÉHO ELEKTROMOBILU / DIPLOMOVÁ PRÁCE / Autor: Bc. Antonín Paš / Vedoucí práce: doc. akad. soch. Ladislav Křenek, ArtD. / VUT v Brně / FSI / ÚK / OPD / 2020/21
















DESIGN LEHKÉHO DODÁVKOVÉHO ELEKTROMOBILU / DIPLOMOVÁ PRÁCE / Autor: Bc. Antonín Paš / Vedoucí práce: doc. akad. soch. Ladislav Křenek, ArtD. / VUT v Brně / FSI / ÚK / OPD / 2020/21

		Dimensions													Max. load
		Length			Height			Width	Wheelbase			Weight	Max. load		
		L1	L2	L3	H1	H2	H3		W(+M)	W(M-)	L1			L2	
	<b>Ford Transit Custom</b> (2012 - present)	4973	5340	x	2020	2389	x	2272	2080	2933	3300	x	2029	1181	
	<b>Mercedes-Benz Vito</b> (2014 - present)	5140	5370	x	1910	x	2244	x	3200	3430	x	2009	970		
	<b>Renault Traffic</b> (2014 - present)	4999	5399	x	1971	2495	x	2283	x	3098	3498	x	eVito 2277	1240	
	<b>VW Transporter T6</b> (2016 - present)	4904	5304	x	1990	2477	x	2297	x	3000	3400	x	1887	1179	
	<b>Peugeot Expert</b> (2016 - present)	4959	5309	x	1935	x	2204	x	3275	3275	x	1789	1004		
	<b>Average Value:</b>	4995	5344	x	1965	2454	x	2260	x	3101	3381	x	1937	1115	
	<b>Ford Transit</b> (2013 - present)	5531	5981	6704	x	2550	2790	2474	2097	3300	3750	3750	2374	1530 (L2H2)	
	<b>Mercedes-Benz Sprinter</b> (2019 - present)	5267	5932	6967	2356	2638	x	2345	2020	3259	3924	x	2090	1410 (L2H2)	
	<b>Renault Master</b> (2019 - present)	5075	5575	6225	2307	2499	x	2470	2070	3182	3682	4332	2066	1427 (L3H3)	
	<b>VW Crafter</b> (2017 - present)	x	5986	6836	2355	2590	2798	2427	2040	x	3640	4490	2187	1456 (L2H3)	
	<b>Peugeot Boxer</b> (2014 - present)	4963	5413	5998	2254	2522	2760	x	2050	3000	3450	4035	2005	e-Crafter 975	
	<b>Iveco Daily</b> (2014 - present)	5038	5558	5963	2280	2660	2860	x	2010	3000	3520	4100	x	1295 (L3H3)	
	<b>Average Value:</b>	5175	5741	6449	2310	2577	2802	2429	2048	3148	3661	4141	2144	1424	

Tab. 14.1 Srovnání základních rozměrových a hmotnostních charakteristik existujících dodávek (rozměry v mm, hmotnosti v kg)

	Cargo space											Floor height Min	Side door Width (min/standard)
	Volume						Inner height		Inner width		Btw. arcs		
	L1H1	L2H1	L1H2	L2H2	H1	H2	Max.						
 <b>Ford Transit Custom</b> (2012 - present)	6	6,8	7,2	8,3	1382	1754	1775	1351			511	1030	
 <b>Mercedes-Benz Vito</b> (2014 - present)	6	6,6	x	x	1391	x	1685	1270			558	961	
 <b>Renault Traffic</b> (2014 - present)	5,2	6	7,2	8,6	1387	1898	1662	1268			552	1030	
 <b>VW Transporter T6</b> (2016 - present)	5,8	6,7	x	9,3	x	x	1700	1244			566	1017	
 <b>Peugeot Expert</b> (2016 - present)	5,3	6,1	x	x	1397	x	1628	1258			544	935	
											RWD 668		
 <b>Ford Transit</b> (2013 - present)	10	11,2	11,5	13	1886	2125	1784	1392			511	1300	
 <b>Mercedes-Benz Sprinter</b> (2019 - present)	7,8	9,5	x	11	1719	x	1787	1350			RWD 668	1260	
 <b>Renault Master</b> (2019 - present)	8	x	9	10,8	1700	1894	1765	1380			RWD 628	1050/1270	
 <b>VW Crafter</b> (2017 - present)	9,9	x	11,3	14,4	1726	1861	1832	1380			RWD 642	1311	
 <b>Peugeot Boxer</b> (2014 - present)	8	10	x	11,5	1662	1932	1870	1422			RWD 670	1050/1250	
 <b>Iveco Daily</b> (2014 - present)	7,3	9	x	10,8	1545	1900	1740	1317			RWD 602	1100/1260	
											x		

Tab. 14.2 Srovnání nákladových prostorů existujících dodávek (objem v m<sup>3</sup>, rozměry v mm)



V době dokončení a odevzdání tohoto textu je výroba fyzického modelu v plném proudu.

