

E-HGV

Niko Pekkarinen
LAB-ammattikorkeakoulu
Opinnäytetyö kevät 2022

E-HGV

Konsepti kuorma-auto vuodelle 2030

Niko Pekkarinen

LAB-ammattikorkeakoulu

Muotoilija (AMK)

Opinnäytetyö

48 sivua

Kevät 2022

E-HGV

Concept semi truck for the year 2030

Niko Pekkarinen

LAB University Of Applied Sciences

Bachelor of Design

Graduation project

48 pages

Spring 2022

Tiivistelmä

Opinnäytetyön aiheena oli suunnitella vaihtoehtoista voimanlähdettä hyödyntävä kuorma-autokonsepti vuodelle 2030. Työssä vertailtiin kahta lupaavinta korvaajaa fossiilisille polttoaineille ja pyrittiin löytämään ratkaisuja valikoituneen voimanlähteen ongelmakohtiin. Muotoiluprosessin lopputuloksena luotiin 3D-malli kuorma-autosta.

Avainsanat:

Kuorma-auto, Ajoneuvomuotoilu, Sähköajoneuvo

Abstract

The goal of this graduation project was to design a concept of a semi-truck, for the year 2030, that utilises an alternative source of power. This project compared two of the most promising substitutes of fossil fuels and also sought to find solutions in the selected power sources problem areas. As a result of the design process, a 3D-model of a semi-truck was created.

Keywords:

Truck, Vehicle Design, Electric Vehicle

Sisällysluettelo

1. Johdanto		4. Konseptin rajaus		6. Arviointi	
1.1 Aihe	1	4.1 Tyyllilliset tavoitteet	21	6.1 Prosessi	49
1.2 Tavoitteet	1	4.2 Teknilliset tavoitteet	21	6.2 Lopputulos	49
2. Kuorma-auto		5. Suunnitteluprosessi		Lähteet	
2.1 Yleinen määritelmä	3	5.1 Vapaa ideointi	23		
2.2 Kuorma-auton rakenne ja yhdistelmätyypit	4	5.2 Blender pikamallit	25		
3. Tutkimus		5.3 Moodboard	28		
3.1 Voimanlähde	6	5.4 Jatkokehitys	29		
3.2 Kuorma-autojen aerodynamiikka	12	5.5 Lopullinen 3D-malli	37		
3.3 Kuorma-autot ja autonomia	17	5.6 Visualisointi ja valmis konsepti	41		

1. Johdanto

1.1 Aihe

Ajoneuvojen vaihtoehtoisten voimanlähteiden kasvu dieselin ja bensiinin tilalle on kasvussa viimeisimpien vuosien aikana. Hyötyajoneuvojen puolella muutos ei kuitenkaan ole ollut yhtä nopeaa ja varsinkin logistiikan alalla kuorma-autot ovat edelleen valtaosin varustettu uusiutumatonta energiaa käyttävillä voimanlähteillä. Opinnäytetyössäni luodaan konseptitason kuorma-auto vuodelle 2030, jonka keskiössä on mahdollinen tulevaisuuden voimanlähde.

1.2 Tavoitteet

Opinnäytetyön tavoitteena on tuottaa kuorma-autokonsepti, jonka ei tarvitse olla todennukainen tai oikeasti toteuttamiskelpoinen. Tarkoituksena on luoda innovatiivinen kokonaisuus, joka vastaa vaihtoehtoisen voimanlähteen haasteisiin erilaisilla ratkaisuilla.

2. Kuorma-auto



2.1 Yleinen Määritelmä

Tavarankuljetuksessa kuorma-autoksi luokitellaan ajoneuvot, joiden kokonaismassa kuorman kanssa ylittää 3,5 tonnin rajan. Tätä kevyemmät ajoneuvot luokitellaan pakettiautoihin. Tämän lisäksi kuorma-autot voidaan jaotella tarkemmin kahteen eri painoluokkaan, jotka ovat N2 (enintään 12 tonnia) ja N3 (yli 12 tonnia). (Logistiikan maailma.) Opinnäytetyössä keskitytään N3 luokan kuorma-autoihin.



2.2 Kuorma-auton rakenne ja yhdistelmätyypit

Kuorma-auton hytti

Visuaalisesti kuorma-autossa suurin eroavaisuus tulee hytistä, jonka koko ja muoto vaihtelevat markkina-alueen, käyttötarkoituksen ja tarpeiden mukaan. Sivusta katsottuna hytin pituus vaihtelee, jos esimerkiksi kuorma-autoon halutaan kuljettajalle lepopaikka pitkien matkojen takia. Uusissa sähkökuorma-autoissa hytin pituus on kasvanut, jotta hyttiä voidaan kallistaa ja täten tehdä kuorma-autosta virtaviivaisempi.

Hytin korkeus on tasapainottelua mukavuuden ja käytännöllisyyden kanssa. Korkeampi hytti on yleinen pitkien matkojen kuljetuksilla, sillä korkeus tuo tilaa, säilytyspaikkoja ja parantaa näkyvyyttä hytistä. Lyhyillä ja paljon pysähdyksiä sisältävillä matkoilla kuten kaupunkijakelussa hytit ovat matalia, jotta kuljettajan ei tarvitse kiivetä korkealle ja liikkuminen olisi vaivattomampaa.



Kuva 3. Kuorma-autot parkissa (Włodzimierz)

Kuorma-auton akseleiden lukumäärä

Kuorma-auton akseleiden lukumäärä on enimmäkseen lain sanelemaa, sillä se vaikuttaa siihen kuinka paljon kuorma-auton kokonaismassa saa olla kuorman kanssa. Uuden kuorma-auton ostajat voivat kuitenkin tilausvaiheessa päättää montako akselia ajoneuvosta on vetäviä, eli moottorin voimalla pyöriviä.

Yleiset yhdistelmätyypit

Kuorma-autot voi jakaa karkeasti kahteen eri yhdistelmätyyppiin, jos erikoisyhdistelmät ja harvinaisemmat yhdistelmät jätetään pois selkeyden vuoksi. Puoliperävaunuyhdistelmässä kuorma-autossa itsessään ei ole kuormatilaa, vaan taka-akseleiden päälle on sijoitettu vetopöytä, johon puoliperävaunu kiinnittyy.

Täysperävaunuyhdistelmässä kuormat ovat lähtökohtaisesti suurempia verrattuna puoliperävaunuyhdistelmiin, sillä perävaunun kuorman lisäksi kuorma-autossa itsessään on myös kuormatila.



Kuva 4. Täysperäyhdistelmä ohittamassa puoliperäyhdistelmää (am)

3. Tutkimus

3.1 Voimanlähde



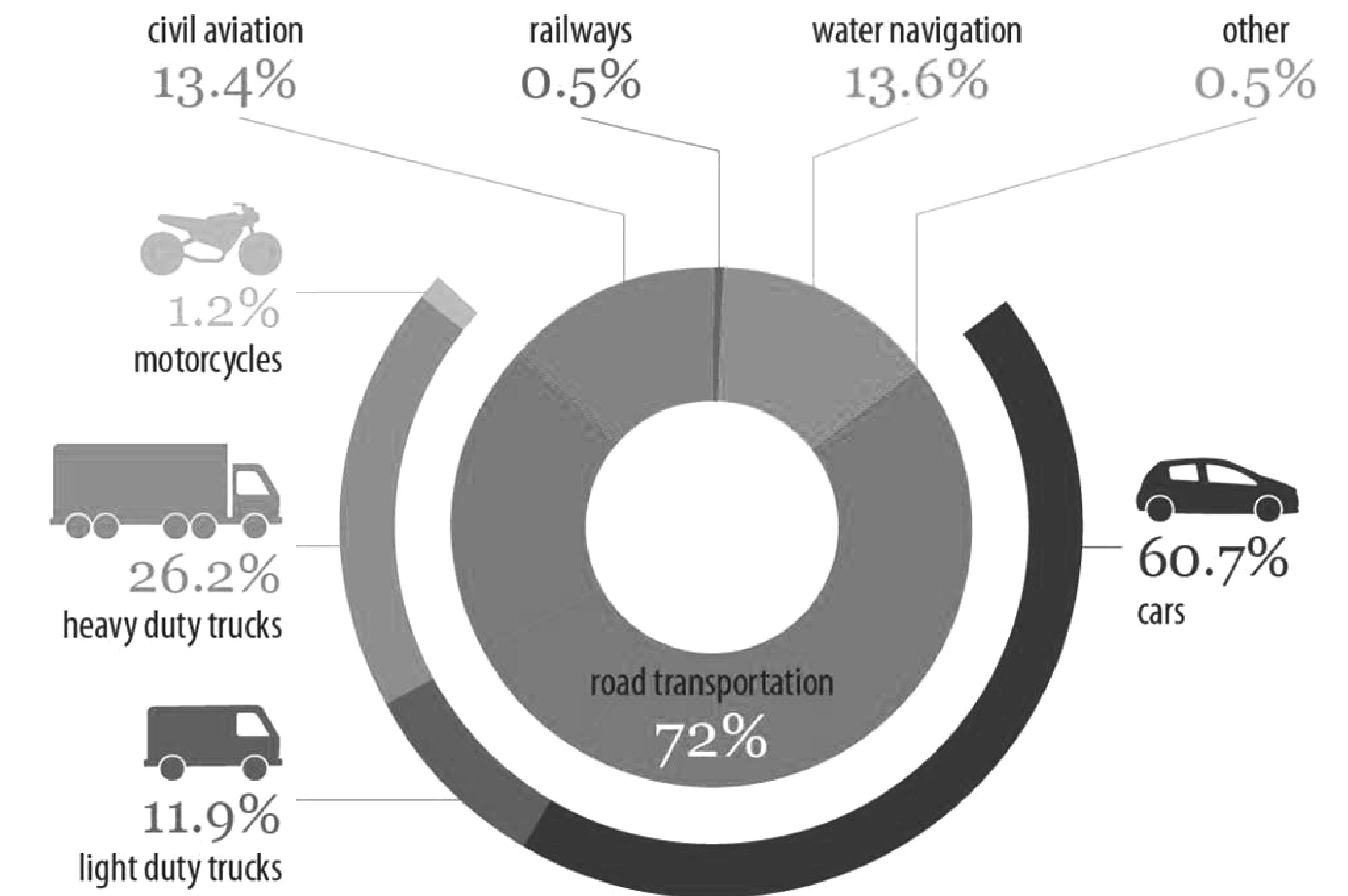
Voimanlähteet nyt ja tulevaisuudessa

Tulevaisuuden voimanlähde ajoneuvoihin on ollut merkittävä puheenaihe jo pitkään, sillä ajoneuvosektori on suurin hiilidioksidipäästöjä aiheuttava sektori Euroopassa. Logistiikan osuus siitä vuonna 2016 oli 38,1 %, jos mukaan lasketaan myös pakettiautot. Raskaiden kuorma-autojen osuus on silti merkittävä ilman pakettiautojakin, eli noin 26 % (Kuva 6).

Vuonna 2020 96,5 % uusista rekisteröidyistä kuorma-autoista oli vielä dieselkäyttöisiä (ACEA 2021). Euroopan unionin tavoitteena on kuitenkin vähentää kasvihuonekaasujen määrää vuoteen 2030 mennessä 55 % ja olla ilmastoneutraali vuoteen 2050 mennessä (European Commission). Tämä vaikuttaa myös logistiikassa kuorma-autojen voimanlähteen muutokseen, mutta onneksi ongelmaan on jo kehitteillä parempia ratkaisuja. Suosituimpina vaihtoehtoina kuorma-auton uudeksi voimanlähteeksi on vety polttokenno ja akkuteknologia.

TRANSPORT CO2 EMISSIONS IN THE EU

Emissions breakdown by transport mode (2016)



Kuva 6. Päästö kaavio (European environment agency 2016)

Source: European Environment Agency

Vetypolttokenno

Vetypolttokennoa on pidetty vahvana vaihtoehtona korvaamaan fossiilisilla polttoaineilla kulkevat ajoneuvot. Monet kuorma-autovalmistajat tarjoavat jo polttokennoilla toimivia kuorma-autoja, tästä esimerkkinä Hyundai ja Mercedes-Benz.

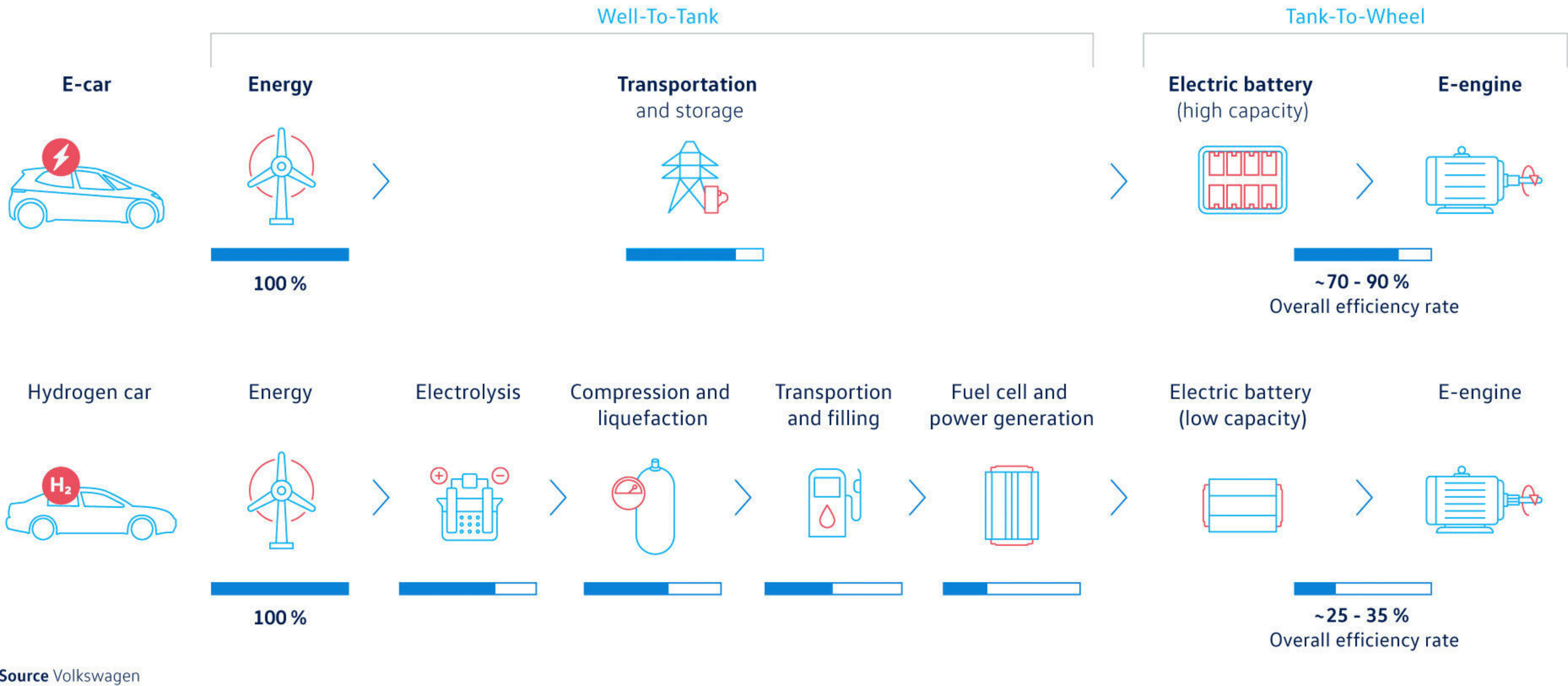
Vetypolttokennossa nimensä mukaisesti vety toimii polttoaineena, josta reaktion avulla tuotetaan sähköä kuorma-auton akuille ja moottorille. Aineellisena lopputuotteena reaktiosta syntyy ainoastaan vettä kasvihuonekaasujen sijaan, joten siksi sitä pidetään hyvänä vaihtoehtona fossiilisille polttoaineille.

Vaikkakin kyseinen teknologia vaikuttaa lupaavalta vaihtoehdolta, on syytä tarkistella esimerkiksi sitä, miten vetyä tuotetaan ja saadaan asemille tankattavaksi ajoneuvoihin. Vartiaisen (2020) mukaan yli 99 % tällä hetkellä tuotetusta vedystä on peräisin fossiilisista polttoaineista. Vetyä on myös mahdollista tuottaa päästöttömästi elektrolyysillä. Elektrolyysissä vedestä tuotetaan happea ja vetyä sähkön avulla. Päästöttömyys tässä tapauksessa riippuu siitä, onko sähkön tuottamisessa käytetty uusiutuvan energian lähteitä.

On myös huomioitava, että vedyn jakelussakin kulutetaan energiaa. Yleensä vety siirtyy tehtaalta putkia pitkin lähimmälle tankkausasemalle tai kuorma-autolla kauemmaksi. Periaatteessa vedyn valmistus, kuljetus ja säilytys voidaan laskea vedyn hyötysuhteeseen, jolloin kokonaishyötysuhde on Volkswagenin kaavion (kuva 7) mukaan 25–35 %. Kaavion vertailun mukaan kokonaisuutta katsoen sähköinen ajoneuvo olisi parempi vaihtoehto, mutta lopulta logistiikassa voimanlähteen valinta ei perustu kokonaishyötysuhteeseen, vaan siihen mikä on soveliaain ja kannattavin vaihtoehto.

Hydrogen and electric drive

Efficiency rates in comparison using eco-friendly energy

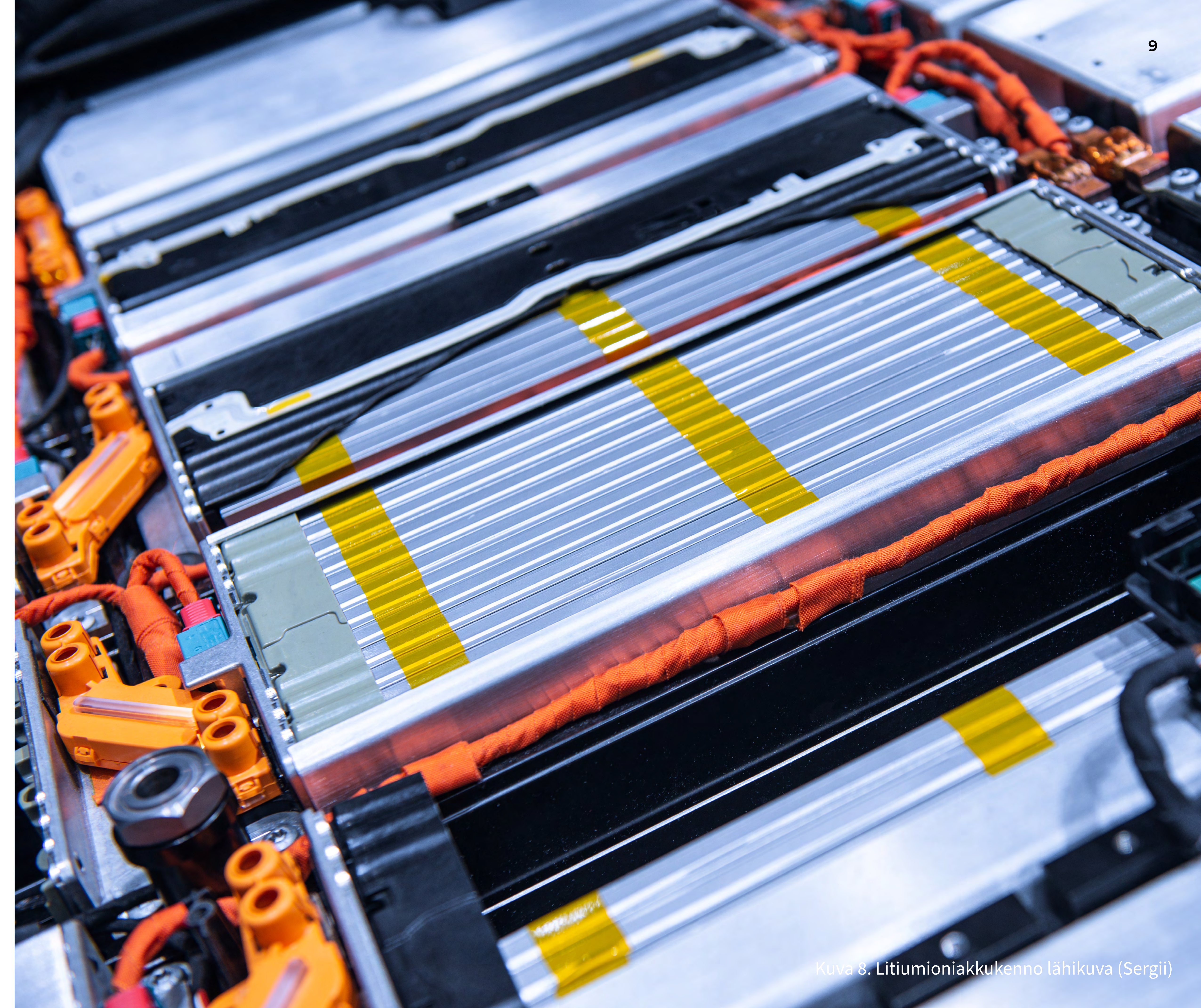


Kuva 7. Sähkön ja vetypolttokennon hyötysuhteen vertailu (Volkswagen AG 2020)

Akkuteknologia

Ajoneuvojen akkuteknologia on kehittynyt viimeisen 10 vuoden aikana nopeasti ja osa ajoneuvovalmistajista tuottaa vain akkukäyttöisiä ajoneuvoja, niistä tunnetuimpana Tesla. Nykyiset Litiumioniakut ovat suhteellisen raskaita käytettäväksi kuorma-autoissa, sillä esimerkiksi kuorma-auto valmistaja Futuricum ilmoittaa 450 kWh litiumioniakulle painoksi 2720 kg ja kantamaksi noin 250 km. Litiumioniakkujen tuoma paino on aina pois mahdollisen kuorman määrästä, sillä kuorma-auton kuljetuskapasiteetti on riippuvainen koko kuorma-auton/yhdistelmän painosta.

Potentiaalisia korvaajia litiumioniakuille on kehitteillä, sillä Kurzweil (2015) mukaan kiinteäelektrolyyttisen akun on arvioitu olevan jopa 3-4 kertaa tehokkaampi ja litiumilma-akun jopa 5 kertaa tehokkaampi kuin nykyinen litiumioniakku (Scrosati ym. 2015, 127). Kuitenkin kyseiset akkuteknologiat ovat vielä kehitysvaiheessa, mutta esimerkiksi Mercedes-Benz käyttää jo markkinoilla kiinteäelektrolyyttisiä akkuja eCitaro G bussissa. Kanen (2021) mukaan eCitaron akusto painaa noin 3150 kg ja varastoi sähköä 441 kWh edestä, mikä ei vielä yllä litiumioniakkujen tasolle energiatiheydessä (Wh/kg). Kuitenkin voidaan olettaa, että kiinteäelektrolyyttiset akut tulevat kehittymään tulevaisuudessa, sillä litiumioniakkujenkin kehitys on kestänyt kymmeniä vuosia.



Kuva 8. Litiumioniakkukkenno lähikuva (Sergii)

Polttokenno vai akkuteknologia?

Raskaan liikenteen parissa tulevaisuuden voimanlähde on ollut kiistelty aihe jo pitkään. Tilannetta voisi verrata diesel ja bensiini vertailuun, jossa voimanlähteeksi valikoituu paremmin toistaan soveltuva vaihtoehto riippuen tilanteesta.

Akkukäyttöisten kuorma-autojen käyttö pidemmän matkan rahdissa riippuu hyvin pitkälle siitä, miten akkuteknologia kehittyy tulevina vuosina. Esimerkiksi ajoneuvovalmistaja Teslan Semi kuorma-auton odotukset ovat korkealla, sillä kantamaksi Tesla tarjoaa kahta mallia 300 (483km) tai 500 (804km) mailin kantamalla. Euroopassa noin 61.9% kuorma-autojen matkoista on 500km sisällä (Transport & Environment 2020). Tällöin Teslaa vastaavat akkukäyttöiset kuorma-autot voisivat toimia Euroopassa ongelmitta.

On hyvin todennäköistä kuitenkin, että polttokenno käyttöiset kuorma-autot yleistyvät nopeammin joustavuutensa takia. Polttokennollisten hyvä puoli on lyhyet tankkausajat ja vedyn hyvä energiatiheys, jolloin pidempienkin matkojen ajaminen onnistuu.

Opinnäytetyön konseptiin valitsin kuitenkin akkukäyttöisen voimanlähteen, sillä sen soveltuvuus on hyvä kantaman puolesta Eurooppaan kuljetuksiin. Toinen syy valinnalle oli erottuvuus muista, sillä kuorma-auto valmistajien konseptit (mm. Mercedes-Benz Gen H2 ja Hyundai Trailer Drone) ovat keskittyneet viime vuosina enemmän polttokennolla toimiviin kuorma-autoihin.



Kuva 9. Shimazaki 2020

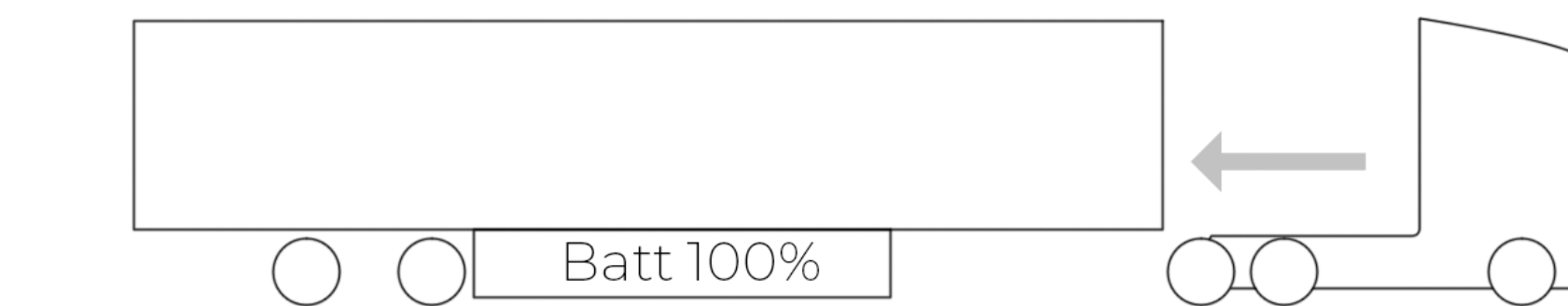
Akkuteknologian mahdollistajia

Akkuteknologian käytön mahdollistamisessa tai käytön parantamisessa ei pelkästään ole kyse akkujen kehittämisestä, sillä akutkin ovat osa suurempaa kokonaisuutta. Muita osa-alueita muuttamalla voidaan minimoida yksittäisen elementin haittapuolia ja saavuttaa toimiva kokonaisuus.

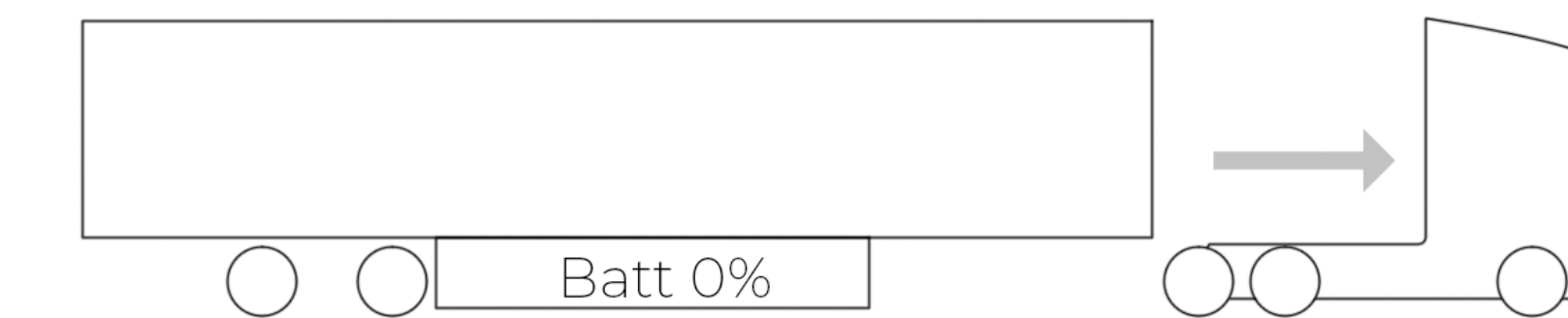
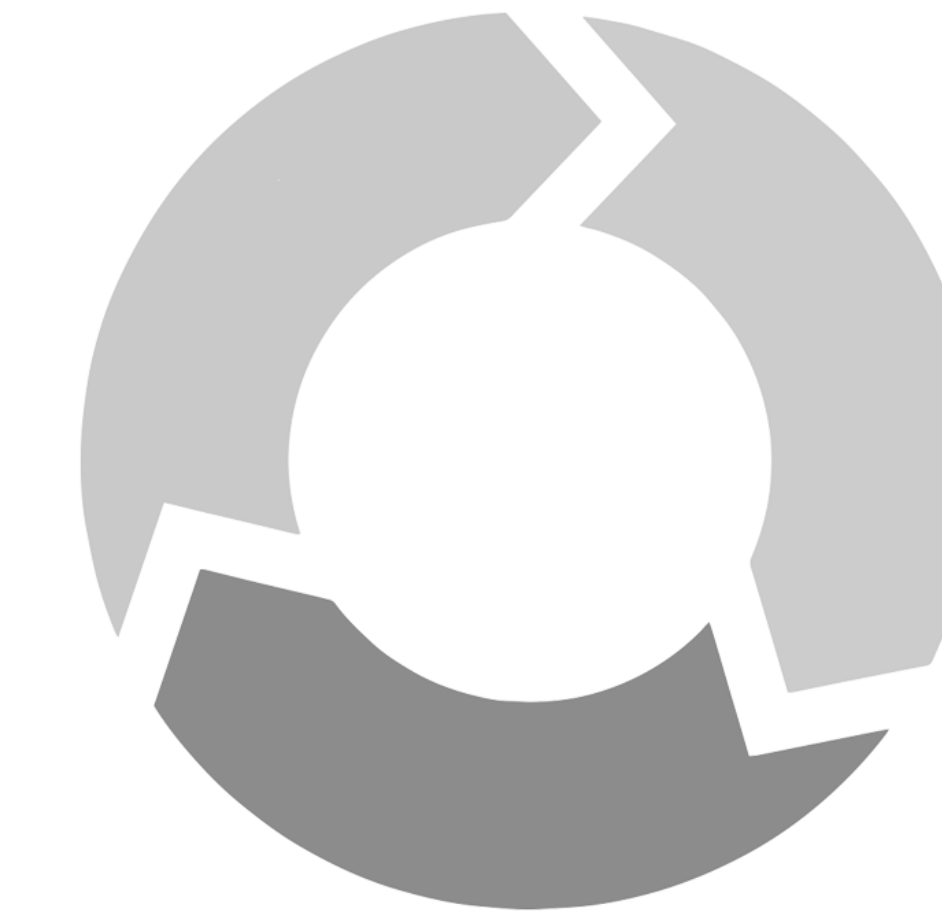
Kiristyneiden päästövaatimusten takia ajoneuvovalmistajat ovat esimerkiksi joutuneet keskittymään myös aerodynaamisten ominaisuuksien parantamiseen. Kuorma-autojen aerodynamiikan kehittäminen voisi mahdollistaa pidemmän kantaman saavuttamisen tai vaihtoehtoisesti tietyille matkoille akkukapasiteetti voisi olla normaalia pienempi. Aerodynaamisiin parannuksiin keskitytään myöhemmissä luvuissa enemmän.

Toinen potentiaalinen muutos energian kulutuksen vähentämiseen voi löytyä autonomian parista, sillä tällöin voidaan vähentää inhimillisiä virheitä ja optimoida kulutus mahdollisimman pieneksi. Autonomian mahdollisuuksiin palataan syvemmin myöhemmissä luvuissa.

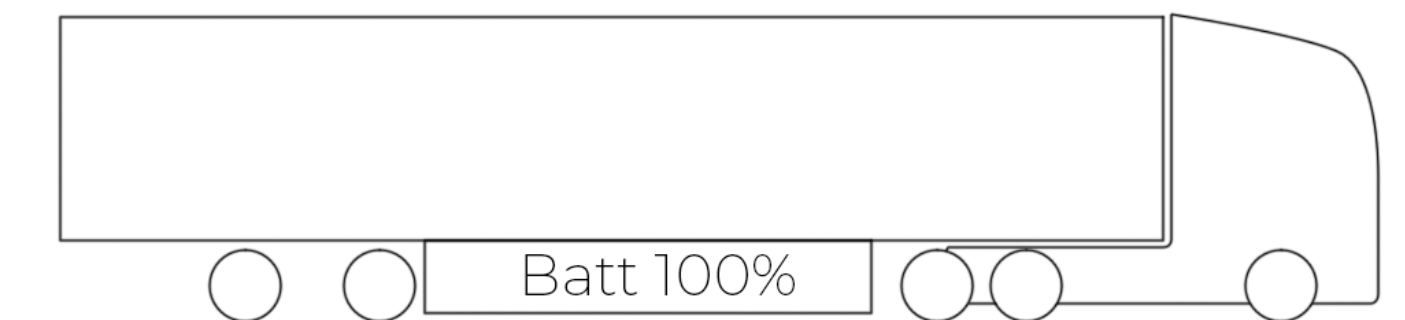
Akuston sijoituksella pystyttäisiin myös ratkaisemaan esimerkiksi lataukseen liittyviä ongelmia. Logistiikassa puoliperävaunuyhdistelmälliset kuorma-autot kuljettavat perävaunuja yleensä kohteesta a kohteeseen b, jossa vaihtavat perävaunua ja toimittavat kohteesta b uuden perävaunu kohteeseen a takaisin. Tässä tapauksessa esimerkiksi jos osa akustosta olisi sijoitettu kuorma-auton sijasta perävaunun pohjaan, niin kuljetuksia olisi mahdollista toteuttaa huolehtimatta latausajoista, sillä perävaunut ehtivät latautumaan terminaaleissa ennen kuljetukseen lähtöä.



-Kuorma-auto kytkee uuden perävaunun kuljetusta varten, johon on ladattu akusto täyteen.



-Kuorma-auto käyttää kuljetuksen aikana päävirtalähteenä perävaunuun sijoitettua akustoa, mutta myös kuorma-autosta löytyy "vara-akusto".



-Terminaaliin tullessa kuorma-auto jättää tyhjentyneen perävaunun purkuun/lataukseen.

3.2 Kuorma-autojen aerodynamiikka

Kuorma-auton keulan muoto

Kuorma-autojen aerodynaaminen kehittäminen on ollut suhteellisen hidasta verrattuna muiden ajoneuvojen kehitykseen. Kehitystä on osittain hidastanut oletus siitä, että kuorma-autot, bus-sit ja pakettiautot olisivat vain pyörillä kulkevia laatikoita, joista olisi vaikeaa tehdä virtaviivaisia (Barnard 2010, 101). Myöhemmin kuitenkin huomattiin, että pelkästään pyöristämällä keulan etureunat voidaan vähentää ilmanvastusta huomattavasti (Barnard 2010, 101).

Nykyään jokaisen kuorma-auton hytin kulmat on pyöristetty, mutta mitään radikaalimpaa ratkaisua ei ole vielä nähty sarjatuotanto kuorma-autoissa. Osaan kuorma-autoista on lisätty myös ilmaohjaimet keulan kulmiin, joiden avulla pyritään pitämään ilmavirta paremmin jatkuvana kyljessä. Shellin valmistama konsepti kuorma-auto Starship 2.0 on yksittäiskappale, jossa keula on pyöristetty maksimaalisen aerodynaamisen edun saavuttamiseksi. Suuremman pyöristyksen myötä ilmanvastus pienenee, mutta tietyn rajan jälkeen hyöty on hyvin minimaalinen (Barnard 2010, 105).

Normaalista kuorma-autosta poiketen Shellin konseptin keula on myös kallistettu taaksepäin. Samantyylinen ratkaisu on nähtävissä esimerkiksi Teslan Semi kuorma-autossa, josta pitäisi lähivuosina alkaa toimitukset asiakkaille. Barnardin (2010, 107) mukaan keulan vähäinen kallistaminen ei vähennä huomattavasti ilmanvastusta, ellei keulaa kallisteta kunnolla taaksepäin.



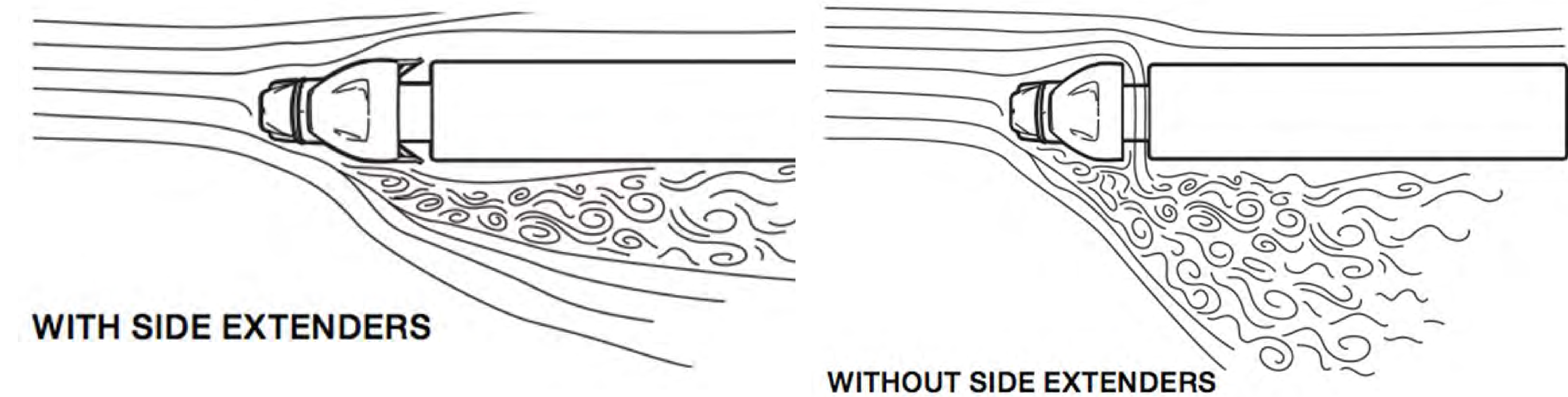
Kuva 11. Shell Starship 2.0 (Shell Lubricant)

Kuorma-auton ja perävaunun välinen dynamiikka

Pelkän kuorma-auton keulan aerodynamiikkaan keskittyminen ei takaa perävaunun kanssa matalaa ilmanvastusta, vaan myös perävaunun ja kuorma-auton yhteisiä tekijöitä pitää miettiä. Kuorma-auton ja perävaunun dynamiikassa pitää ottaa huomioon kaksi päätekijää, jotka ovat perävaunun ja kuorma-auton väli sivusta katsottuna, sekä kuorma-auton katon ja kuorman korkeuden ero.

Kuorma-auton ja peräkärryn välin aiheuttama ilmanvastus on suhteellisen suuri. Barnardin (2010, 116) mukaan välin kasvaessa liian suureksi, yhdistelmä käyttäytyy enemmän kahtena irrallisena osana kuin yhtenä kokonaisuutena. Välistä aiheutuva ilmanvastus on myös suurempi oikean maailman ympäristössä, sillä tuulen suunta on vaihtelevaa ja ihanteellista tilannetta harvoin syntyy aerodynamiikan kannalta. Kuorma-auton hytin jatkeeksi liitettyjen paneelien avulla ajoneuvon ja perävaunun väli saadaan mahdollisimman pieneksi. Tällöin ilmavirta saadaan pidettyä paremmin lähellä ajoneuvon pintaa, eikä sivusta tuleva ilmavirta pääse kuorma-auton ja perävaunun väliin (Kuva 12).

Kuorma-auton hytin ja peräkärryn katon korkeuden ero voi myös aiheuttaa ilmavirran irtoamisen ajoneuvon pinnasta, jolloin pintaan syntyy alipainetta, joka vastustaa ajoneuvon liikettä. Kuorma-autoissa nykyään käytetään tuulenohjainta hytin päällä, jotta ilmavirtaus saataisiin virtaamaan paremmin myös ajoeneuvon päällä. Kuitenkin perävaunun muuttuvien korkeuksien takia kuorma-autojen tuulenohjain ei aina toimi kunnolla, sillä niissä ei yleensä ole helppoa tapaa säätää korkeutta.



<https://www.internationaltrucks.com/blog/fuel-economy-aerodynamics>

Kuorma-auton ja perävaunun aerodynamiikkaa parantavat muutokset

Shellin Starship 2.0 kuorma-auto on hyvä esimerkki siitä, kuinka pienen vastuskertoimen voi saada, kun hyödynnetään modernia teknologiaa ja tietämystä. Starship 2.0 on konsepti, jossa on huomioitu suunnittelussa koko yhdistelmä, eikä ole keskitytty pelkästään kuorma-autoon tai perävaunuun.

Moderni teknologia on mahdollistanut esimerkiksi Starship 2.0 tai Tesla Semissä sen, että kuorma-auton sivupeilit on voitu korvata kameroilla. Tavallisessa henkilöautossa sivupeilien luoma ilmanvastus on noin 2–5 % auton koko vastuksesta (AirShaper 2019) ja CMVSS (Canadian Motor Vehicle Safety Standards) mukaan kuorma-autoissa perinteisen sivupeilin aiheuttama ilmanvastus on noin 2 % (Patten ym. 2012, 6). Tutkimuksessa todetaan, että yhdistelmäajoneuvon keskikulutukseen pohjautuen, sivupeilien poistaminen säästäisi noin 938 litraa polttoainetta vuodessa (Patten ym. 2012, 6). On täten hyvin ymmärrettävää, miksi suurikokoisten sivupeilien tilalle on vaihdettu huomattavasti pienemmät kamerat.

Shellin Starship 2.0 perävaunuun ja kuorma-autoon on myös lisätty renkaat peittävät sivuhelmat (Kuva 14). Hertfordshiren Yliopiston teettämässä tutkimuksessa käytettiin 1/15 mittakaavassa olevaa puoliperävaunuyhdistelmällistä kuorma-autoa, jolle testissä lähtötilanteessa mitattiin vastuskertoimeksi 0.71 (Barnard 2010, 124). Tutkimuksessa testattiin kuinka kuorma-autoon lisätyt sivuhelmat ja paneelit vaikuttavat prosentuaalisesti vastuskertoimeen. Testin paras prosentuaalinen (7 %) tulos saatiin, kun kuorma-autoon ja perävaunuun oli lisätty täysmittaiset sivuhelmat ja rengassuojat takarenkaille. Barnard (2010,125) huomauttaa kuitenkin, että johtuen mallin pienestä koosta testin tulokset eivät välttämättä päde täydessä mittakaavassa.



Kuva 14. Shell Starship 2.0 (Shell Lubricant)

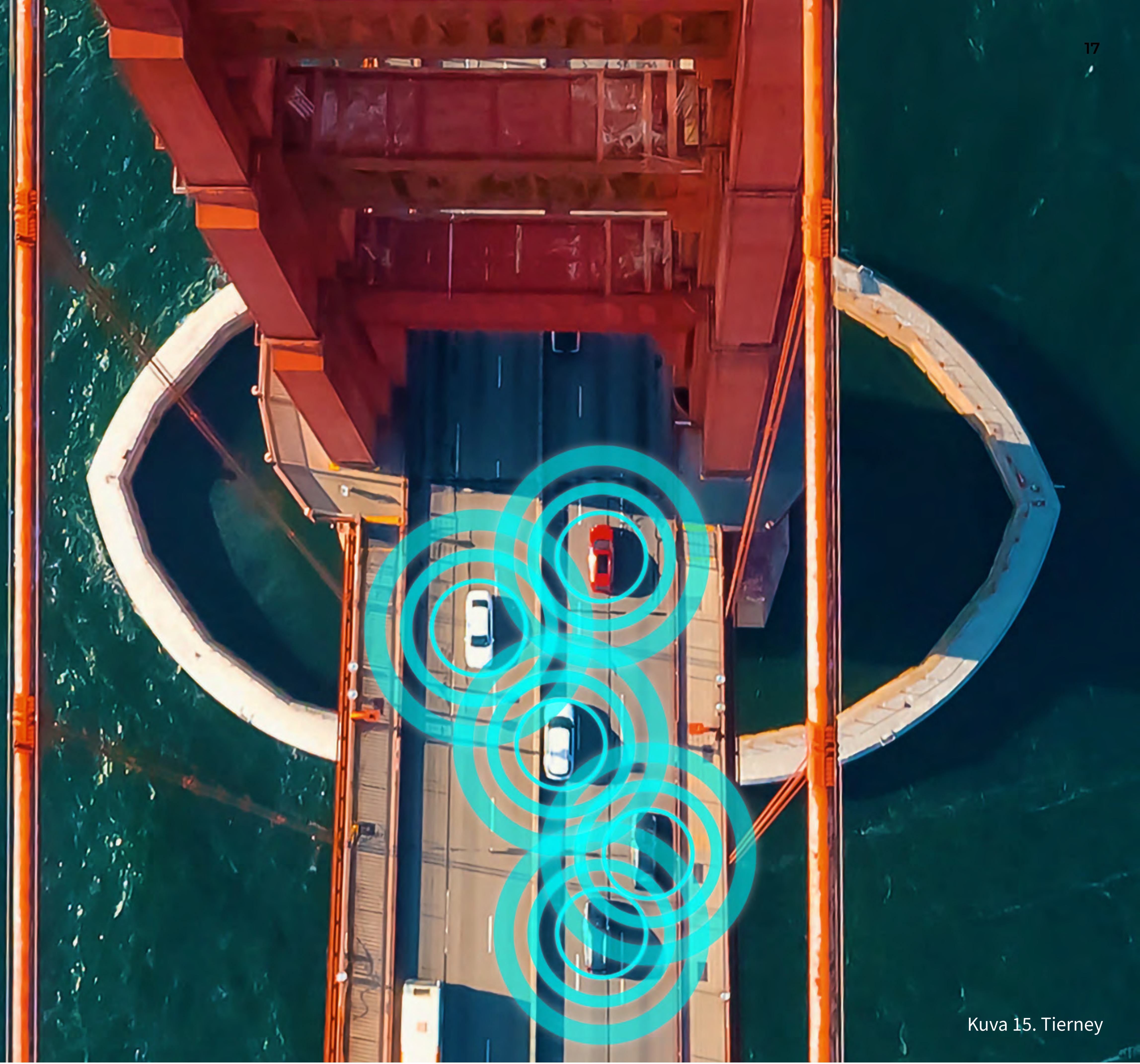
Perävaunun ilmanvastuksen pienentämiseen on kokeiltu myös erinäisiä ratkaisuja, sillä perävaunu jättää jälkeensä jättöpyörteitä, joita kutsutaan yleisesti peräpainevastukseksi. Perävaunuissa on kokeiltu samaa ratkaisua, kun keulassa ilmanohjaimilla, mutta tulokset ovat olleet hyvin vaihtelevia (Barnard 2010, 125). Muitakin vaihtoehtoja on, sillä esimerkiksi Starship 2.0 perävaunussa käytetään saman tyyliä paneeleita kuten perävaunun ja kuorma-auton välissä. Samaan teknologiaan pohjautuvaa tekniikkaa kauppaava yhtiö Betterflow toteaa, että heidän tuotteellansa (Kuva 14) ilmanvastuskerroin alenee noin yhdeksällä prosentilla.

Kuorma-auton ja perävaunun pohjan ilmanvastuksen osuutta yhdistelmän kokonaisilmanvastuksesta on vaikeaa sanoa, sillä löydettyissä lähteissä ei ilmoitettu tarkentavia lukuja. Pohjan vaikutusta ilmanvastukseen ei kuitenkaan pidä väheksyä, sillä epätasainen pohja aiheuttaa aina jonkin verran vastusta. Esimerkiksi 80-luvulla henkilöautojen aerodynamiikkaa tutkinut Carr (1983) toteaa, että pohjan epätasaisuudesta johtuva ilmanvastuskerroin voi olla jopa 0.07 eli noin 20 % auton kokonaisilmanvastuskertoimesta (Barnard, R. 2010, 42.) Tutkimuksen tulosta ei voi käyttää tässä työssä johtopäätöksiin pohjan vaikutuksesta kuorma-autojen aerodynamiikkaan, mutta tulos silti auttaa ymmärtämään pohjan rakenteen tärkeyden.



Kuva 15. Perävaunun ilmanohjaimet (Betterflow)

3.3 Kuorma-autot ja autonomia



Autonomia kuorma-autoissa

Autonomisuuden kehittäminen on ollut pitkään monen ajoneuvovalmistajan listoilla, eikä kuorma-autovalmistajat ole siinä poikkeus. Kuljetusalalla tähdätään tehokkuuden parantamiseen ja autonomialla tulee olemaan tulevaisuudessa iso merkitys sen kannalta.

Tällä hetkellä kuljettajat vastaavat kuorma-autojen hallinnasta, eikä tuotannossa ole nähty vielä itsestään ajavia kuorma-autoja. Nykyään kuorma-autojen autonomiset ominaisuudet ovat kuljettajaa tukevia ajoavustimia, kuten esimerkiksi kaistavahti tai adaptiivinen vakionopeuden säädin. Avustimien avulla on onnistuttu lisäämään turvallisuutta ja vähenettyä kulutusta, jotka ovat hyviä esimerkkejä autonomian hyödyistä.

Täydellisen autonomian saavuttamiseen on vielä matkaa, sillä tällöin ajoneuvon pitäisi pystyä toimimaan täysin ilman kuljettajaa ja ihan missä tahansa olosuhteissa ja tilanteissa. Autonomisten kuorma-autojen kehitys on kuitenkin lupaavaa, sillä kuorma-autojen autonomiaa kehittävä Yhdysvaltalainen yritys TuSimple yhteistyössä kuorma-autovalmistaja Scanian kanssa saivat vuonna 2021 luvan testata lähes autonomista kuorma-autoa Ruotsin moottoritiellä Södertäljestä Jönköpingiin (Scania 2021).



Kuva 16. Kuorma-auton LiDAR-anturi (hodim)

Autonomia kuorma-autoissa vuonna 2030

Kuten edeltävän luvun lopussa mainittiin täydellisen autonomian olevan vielä jonkin ajan päässä. Uskon kuitenkin, että riippuen maasta ja lainsäädännöstä tietyissä olosuhteissa kuorma-autot voisivat toimia itsenäisesti kuljettajan valvoessa tilannetta.

Energian säästämisen kannalta kuorma-autojen kuvan mukainen ryhmittyminen jonoon lähemmäksi vähentäisi takana ajavien ilmanvastusta ja kuorma-autot toimisivat tällöin aerodynamiikan näkökulmasta ikään kuin yhtenä objektina. Kyseinen järjestely vaatisi autonomista järjestelmää, jossa kuorma-autot välittävät keskenään tietoa esimerkiksi jarrutuksista. Tällöin takana ajava kuorma-auto ei ole riippuvainen ihmisen reaktiokyvystä, vaan pystyisi ennakoimaan reaaliajassa edellä ajavan kuorma-auton toimintaa.

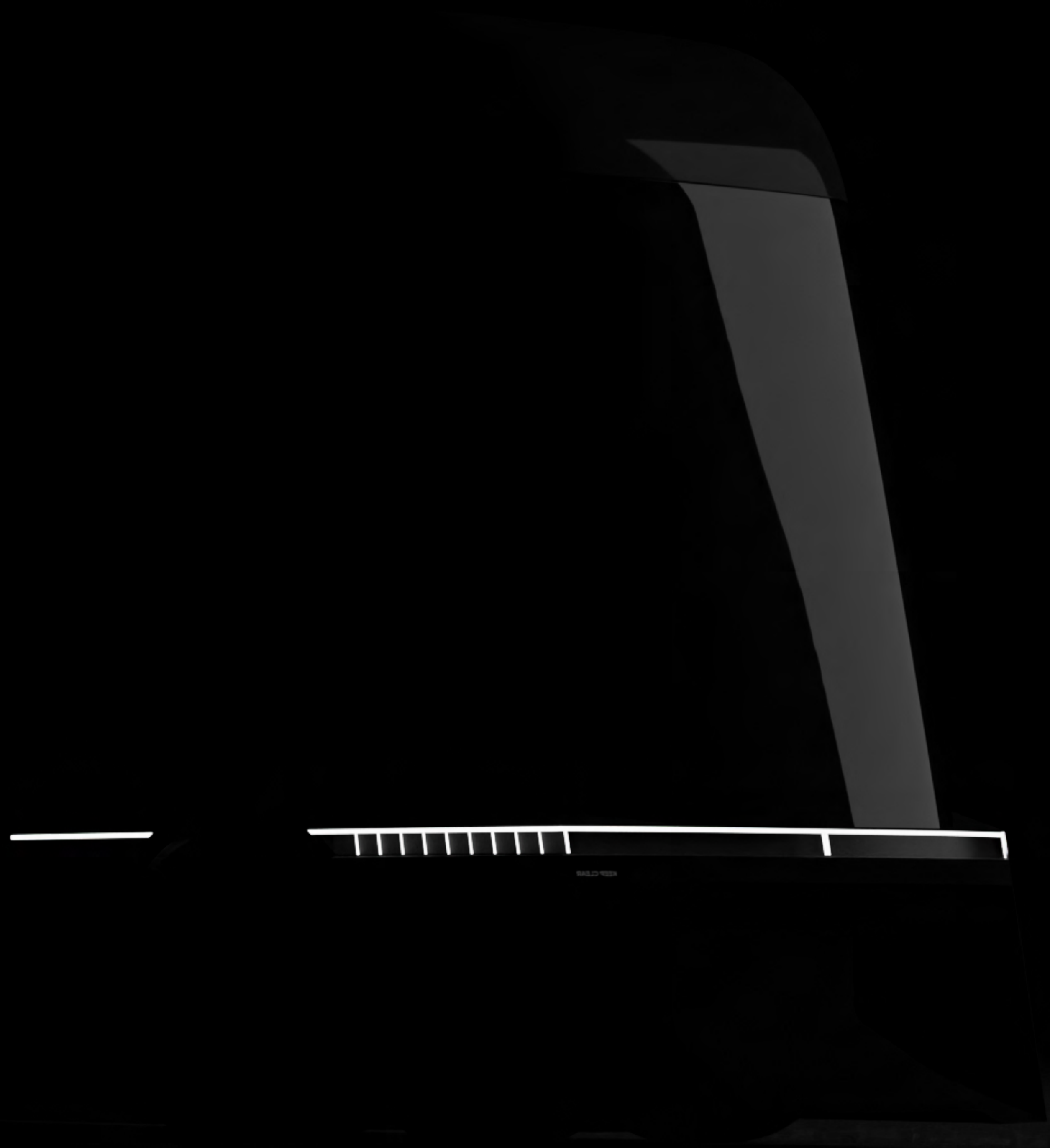
Autonomiset ominaisuudet voisivat myös antaa kuljettajalle aikaa hengähtää tai hoitaa asioita liikkeessä, kuten soittaa puheluita jos kuorma-auto vastaisi ajamisesta esimerkiksi moottoriteillä. Lainsäätämiä kuljettajan lepotaukoja tuskin voidaan poistaa autonomian avulla, sillä kuljettajalla kuitenkin on edelleen vastuu kuorma-auton valvonnasta.

Muita hyötyjä autonomiasta on parantunut yleinen turvallisuus, koska lisääntyneet havainnointijärjestelmät luovat paremman kuvan kuorma-auton ympäristöstä. Tällöin kuljettajan inhimillisiä virheitä ja puutteita voidaan välttää.



Kuva 17. Kuorma-auto letka (Ivan)

4. Konseptin rajaus



4.1 Tyylilliset tavoitteet

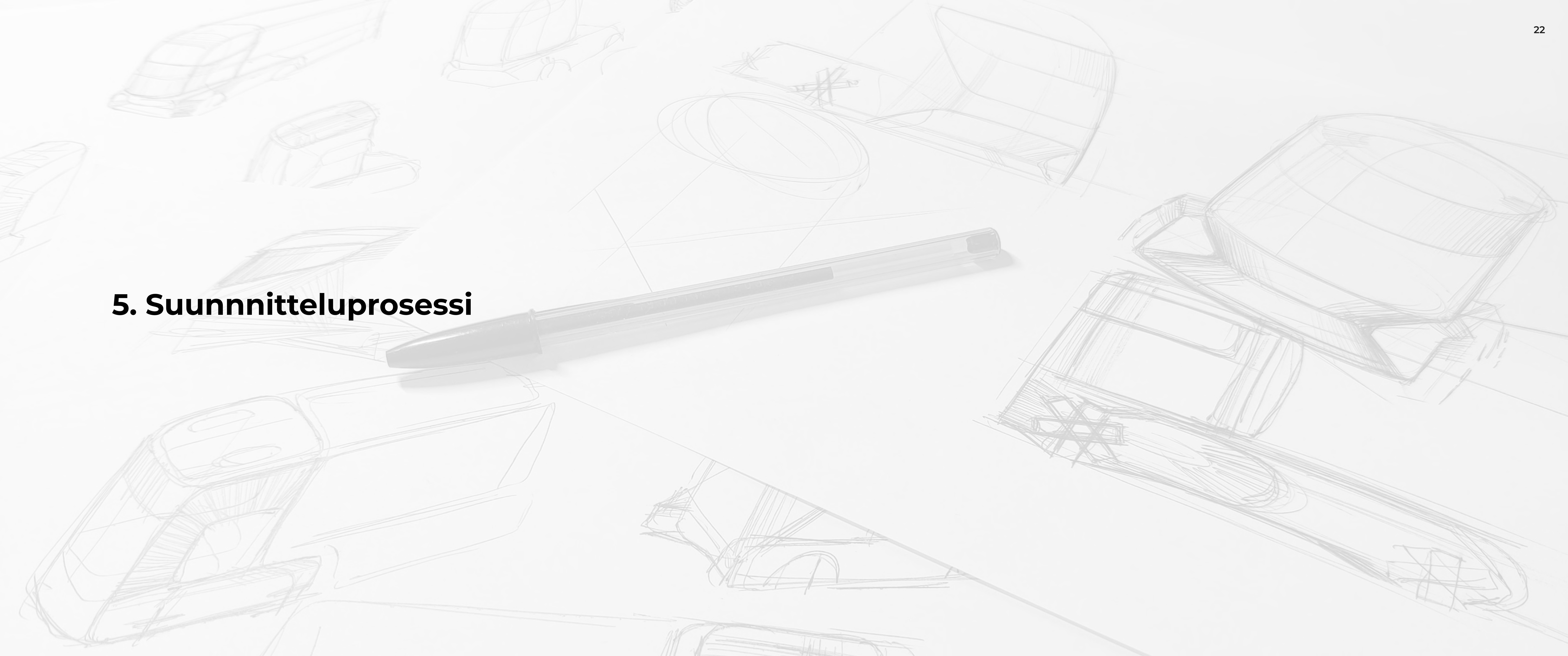
Pyrin luomaan tulevaisuuteen tähtäävän konseptin, joka puhuu suorituskyvyn ja aerodynamiikan mukaista muotokieltä. Kuitenkaan tarkoituksena ei ole tyylillisesti tehdä ajoneuvoa, joka muistuttaisi enemmän kilpa-autoa kuin kuorma-autoa. Joihinkin kuorma-auton osa-alueisiin kuitenkin haluan tuoda kilpa-automaailmasta mahdollisia elementtejä, joilla on myös toiminnallinen vaikutus. Konaisuuden kuitenkin tulee olla puhdas ja selkeä, jotta vältän liiallisen tyylittelyn.

4.2 Teknilliset tavoitteet

Konseptin mittasuhteet kuten korkeus ja leveys pyritään pitämään hyvin lähellä tuotannossa olevien kuorma-autojen mittoja. Lisäksi pyrin huomioimaan työssäni ihmisen mittasuhteet, jotta ajoneuvon ”käytettävyys” olisi kuitenkin periaatteessa mahdollista.

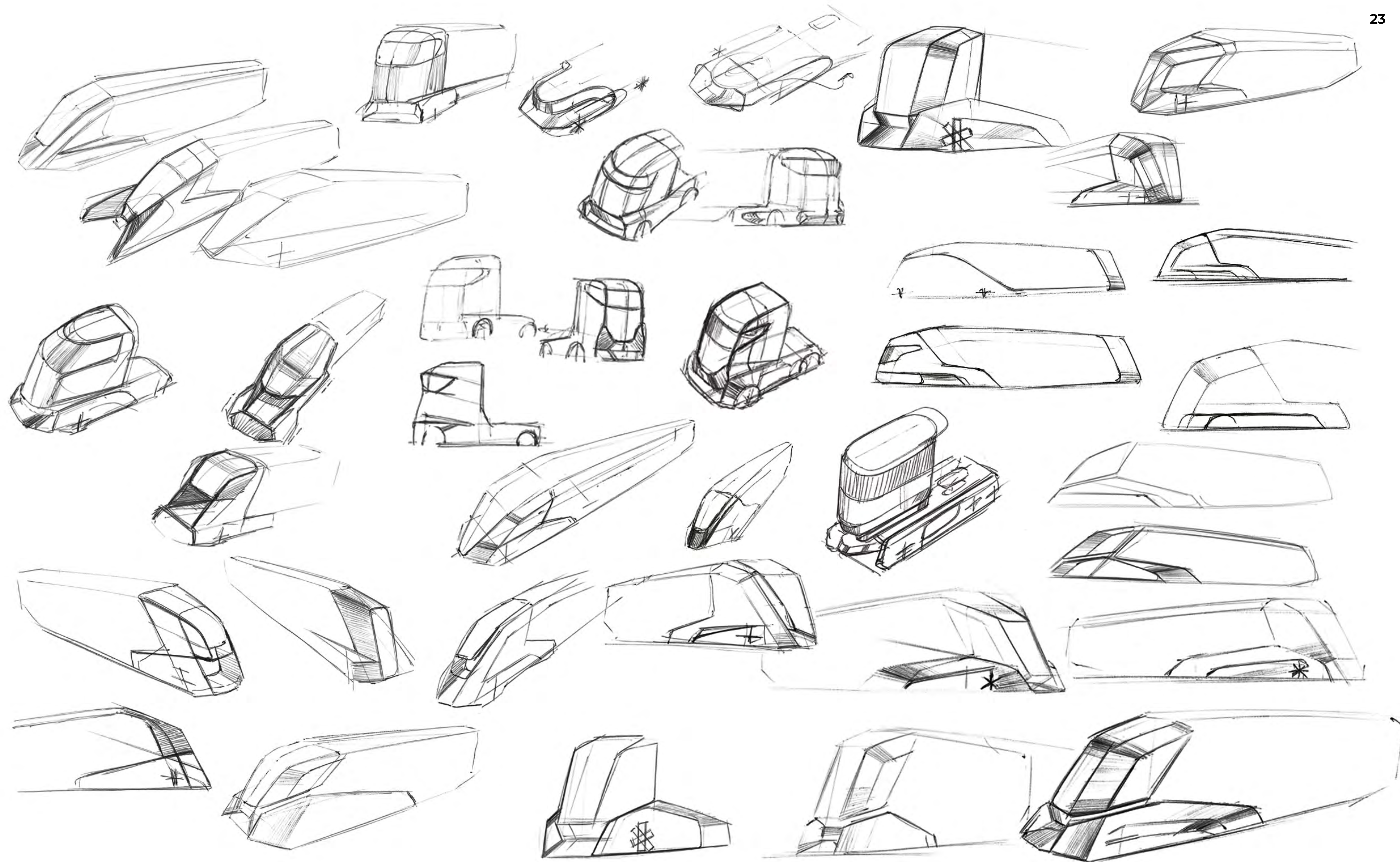
Työssä tullaan hyödyntämään aerodynamiikan perusideoita, jotta kuorma-autosta tulisi ”aerodynaamisempi”. Muotoiluprosessin lopputuloksella en ota kantaa lopulta siihen, että paransinko kuorma-auton aerodynaamisia ominaisuuksia oikeasti, sillä itselläni ei ole resursseja tehdä oikeita kokeita siihen liittyen.

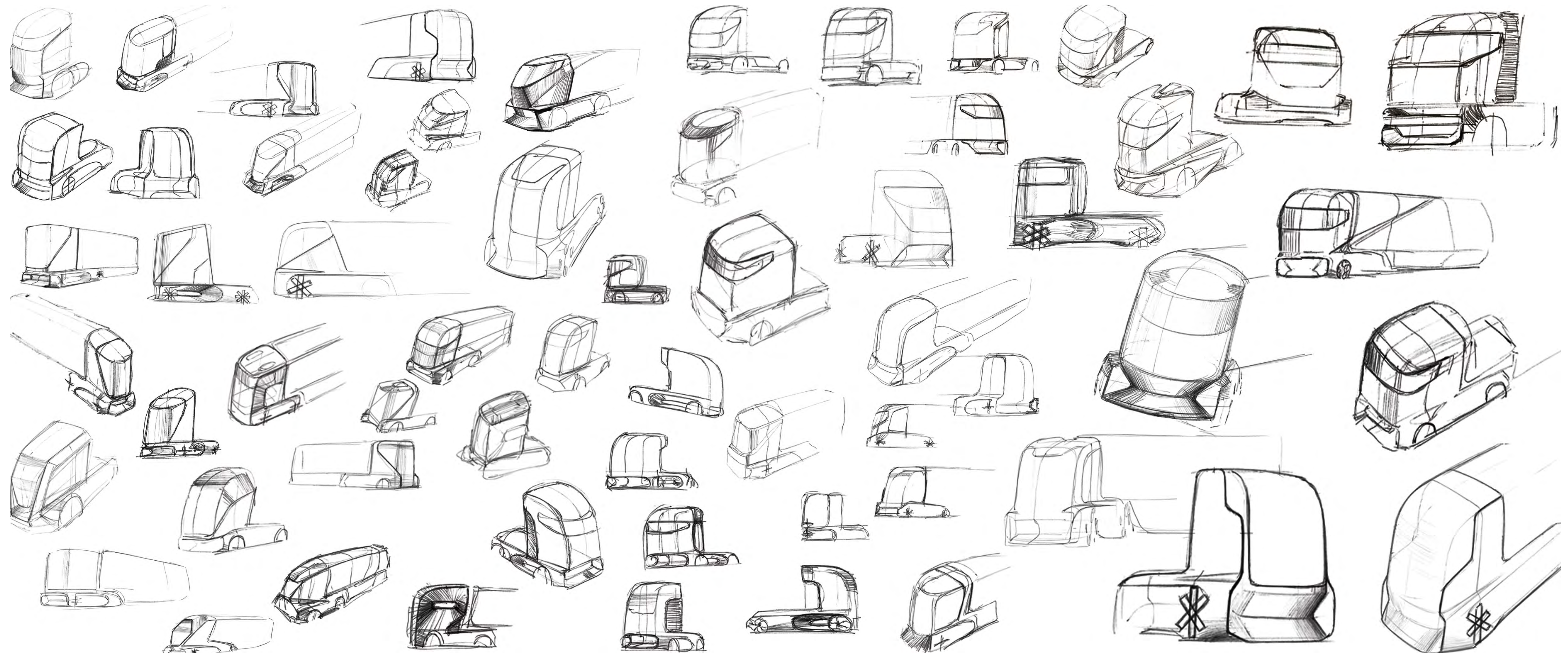
5. Suunnitteluprosessi



5.1 Vapaa ideointi

Suunnitteluprosessin alussa en rajoittanut itseäni tiettyyn teemaan tai inspiraation lähteeseen. Käytin suunnitteluvaiheessa melkein kokonaisen kuukauden pelkästään luonnostellen noin muistilapun kokoisia rentoja luonnoksia. Niiden avulla yritin löytää työlleni kiinnostavan suunnan, jota lähteä jatkokehittämään.

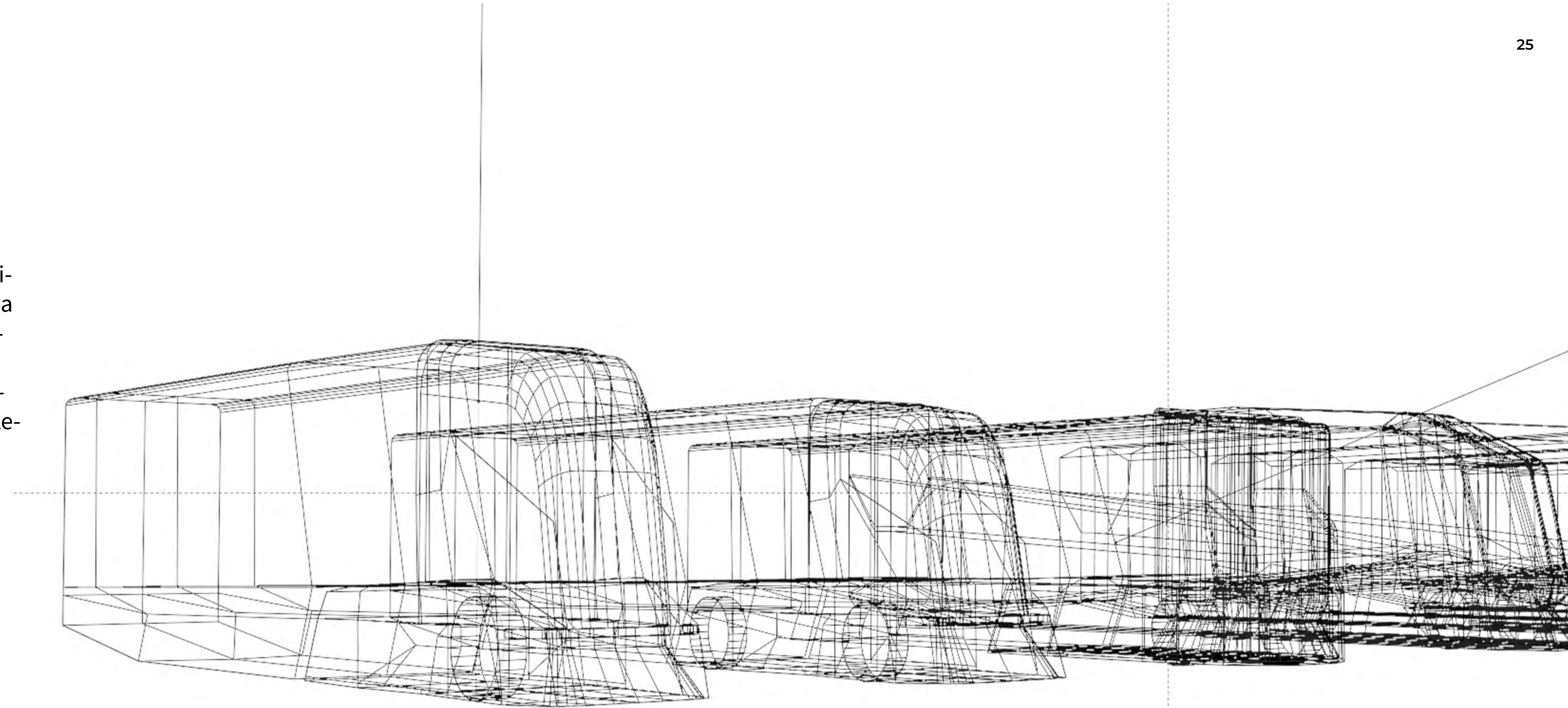


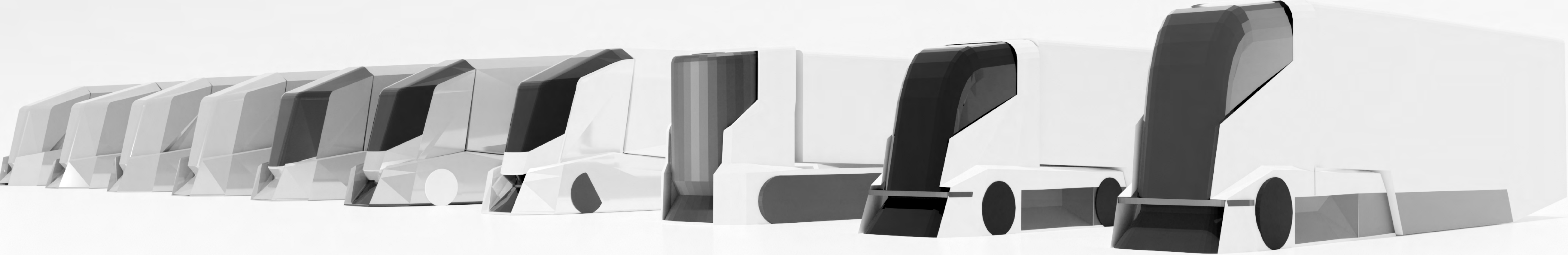


5.2 Blender pikamallit

Alun luonnostelun jälkeen valitsin muutamia piirroksia, joista tein Blender mallinnusohjelmassa nopeita 3D-malleja. Pikamallien tarkoituksena oli auttaa hahmottamaan konseptien voluumeja ja varmistaa niiden toimivuus oikeassa mittakaavassa, ennen kuin jatkoin seuraavaan kehitysvaiheeseen.

Kokeilin jo tässä vaiheessa myös graafisten elementtien kokoa ja sijoittelua, sillä niiden avulla ajoneuvosta voidaan saada visuaalisesi kevyempi tai raskaampi.







5.3 Moodboard

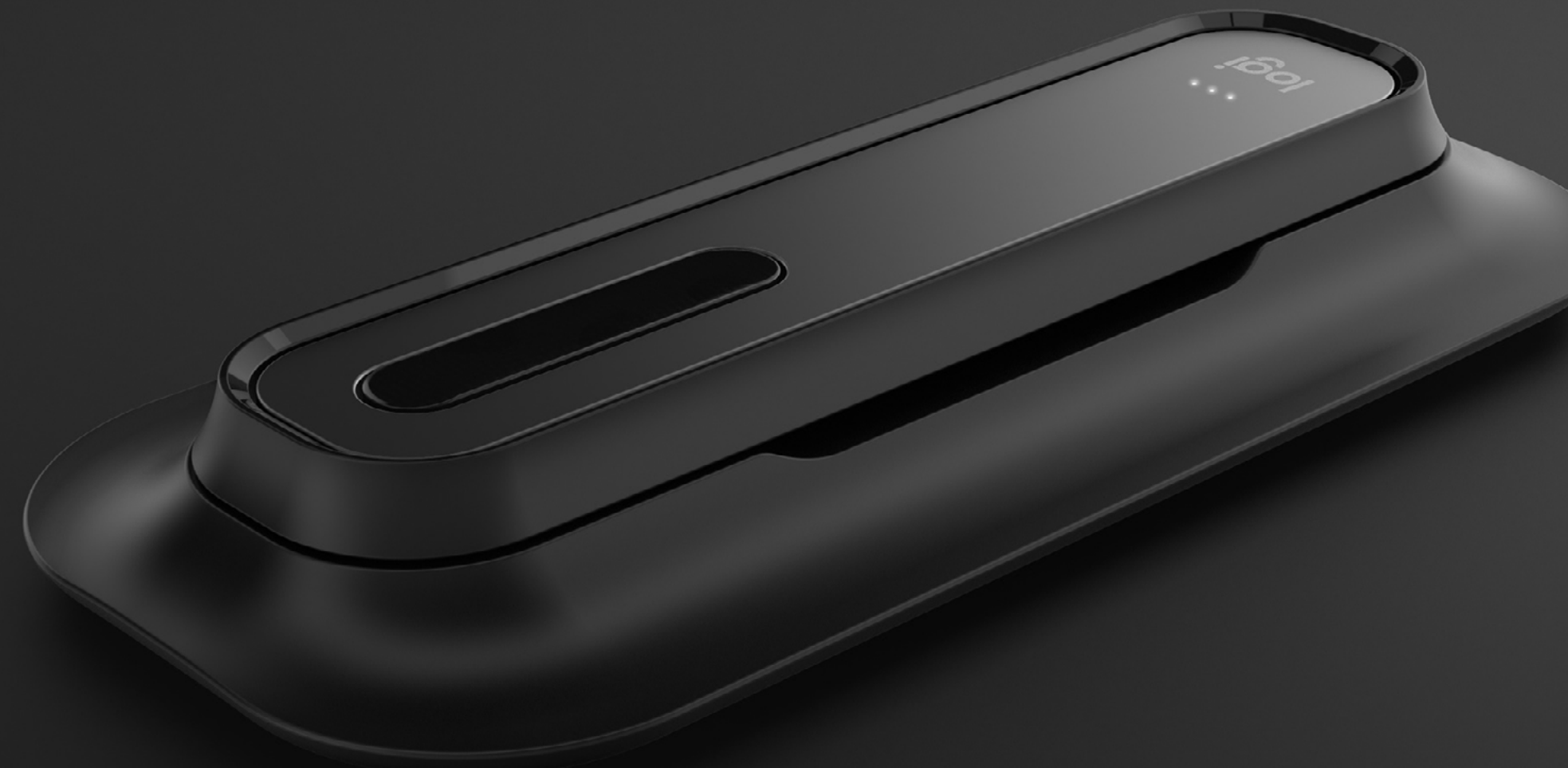
Vapaan luonnostelun ja pikamallien jälkeen työn lopullinen teema alkoi hahmottumaan. Tämän jälkeen aloin kasaamaan lopullista moodboardia, johon valitsin teeman mukaisia kuvia.

Tauluun valikoitui hyvin yksinkertaisia ja puhtaita muotoja, sillä pyrin työssäni hyvin selkeään ja osittain jopa minimalistiseen tyyliin. Kuorma-auto on kuitenkin lopulta hyvin teollinen tuote, joka on valmistettu palvelemaan tiettyä tarkoitusta, eikä liiallinen tyyliittely tuo sen toimintaan mitään parannuksia.

Kuva 19. (Britl)

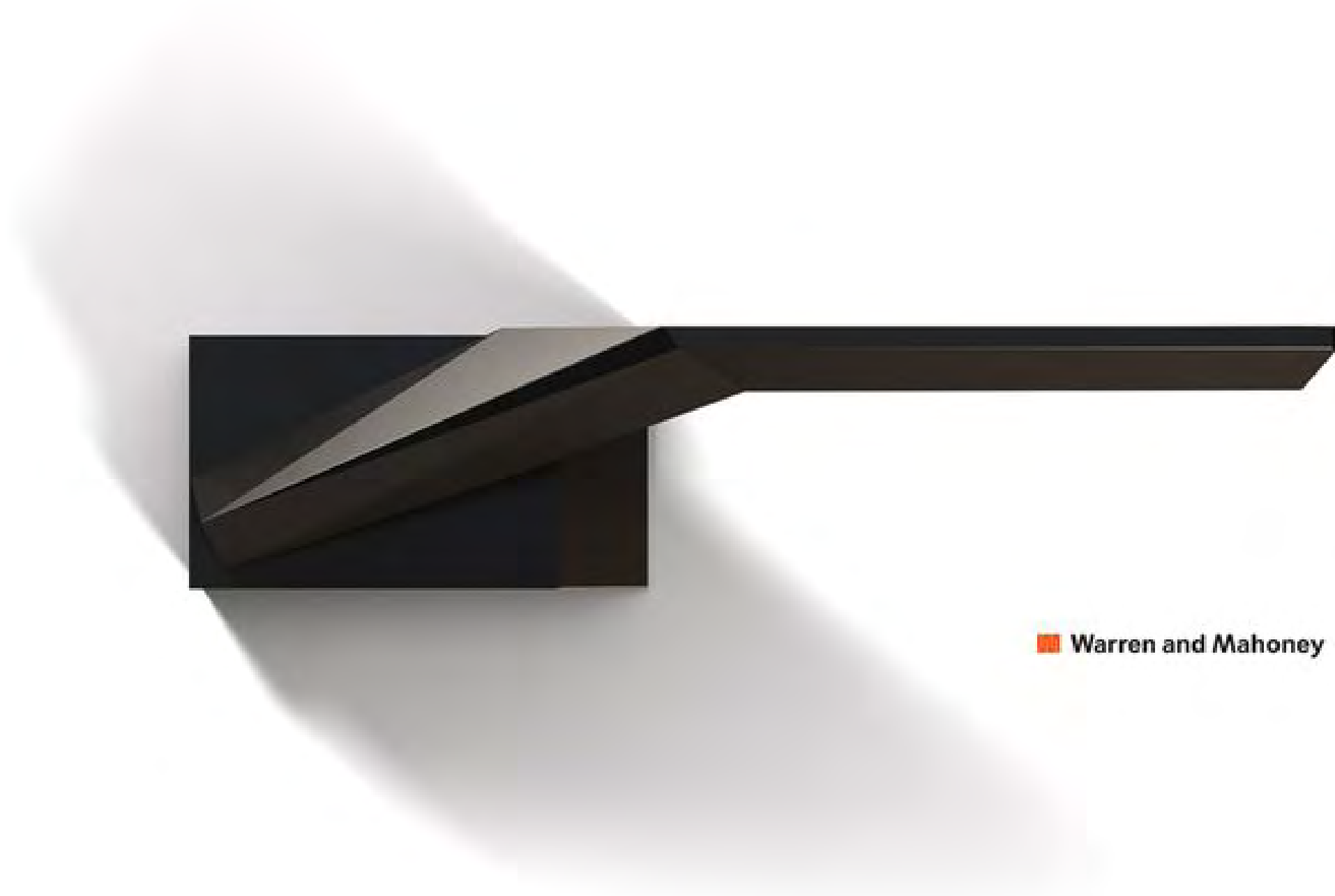


Kuva 20. (Wills 2017)



Warren and Mahoney

Kuva 22. (Warren and Mahoney)



Kuva 21. (Ipy)

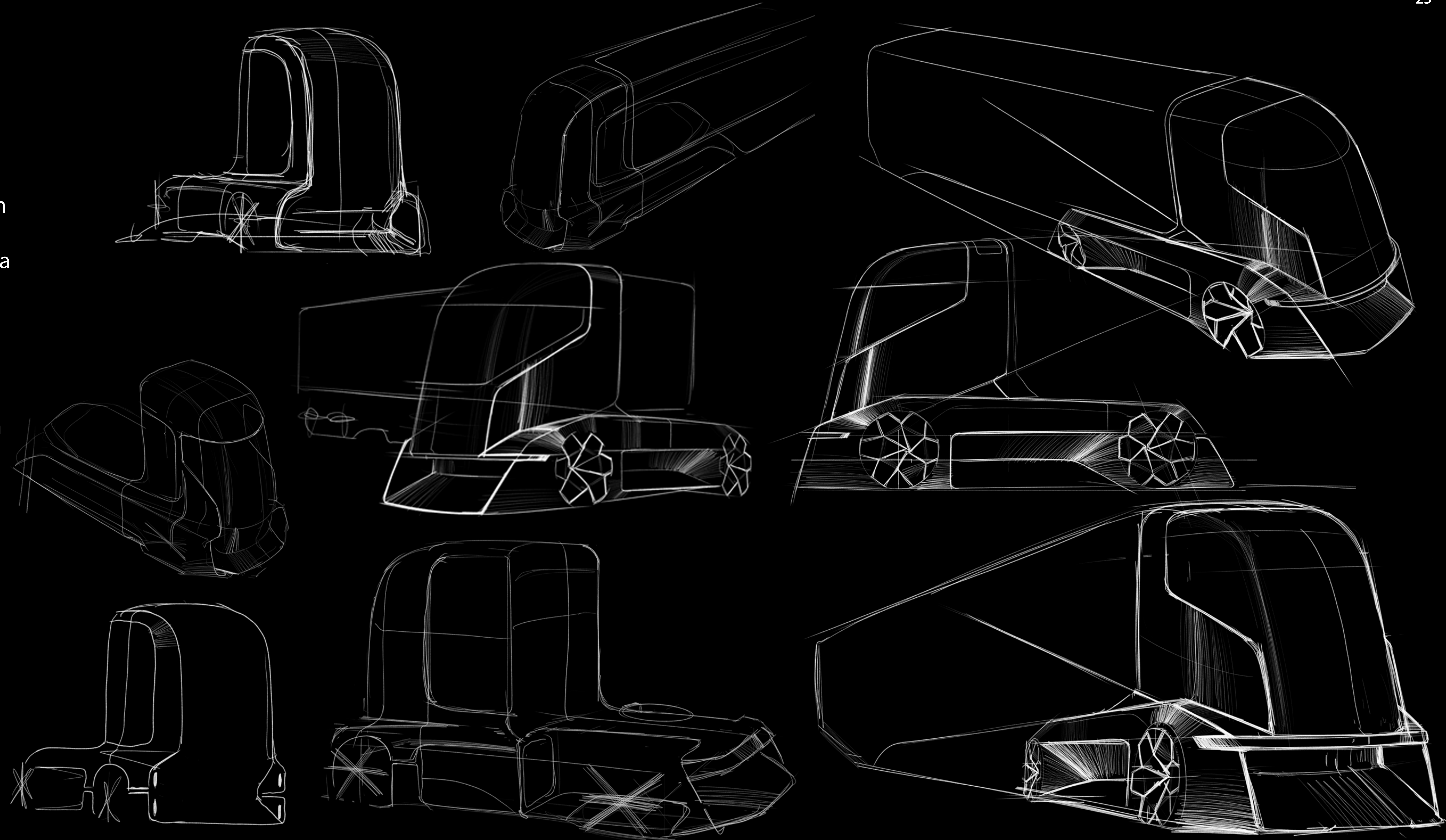


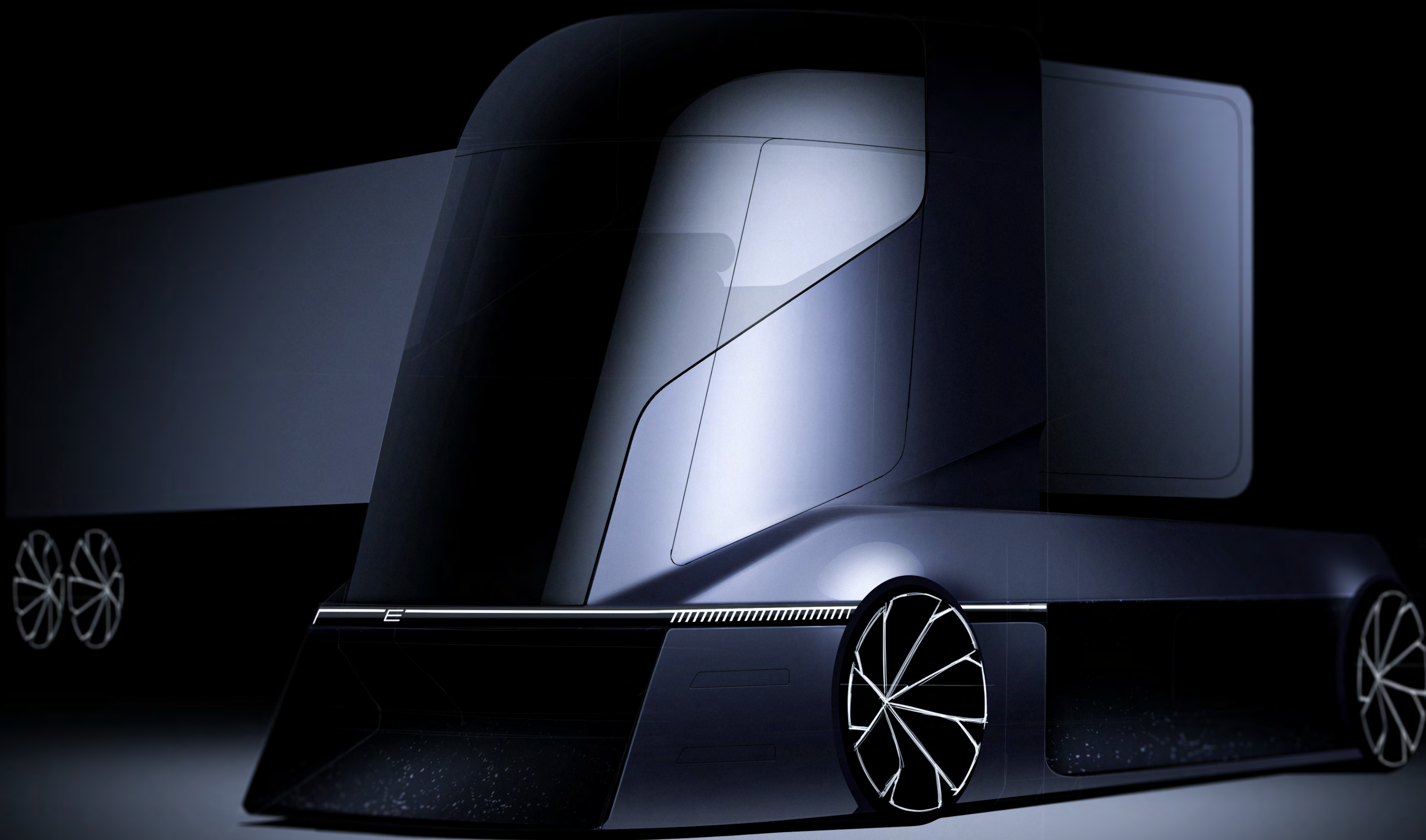
5.4 Jatkokehitys

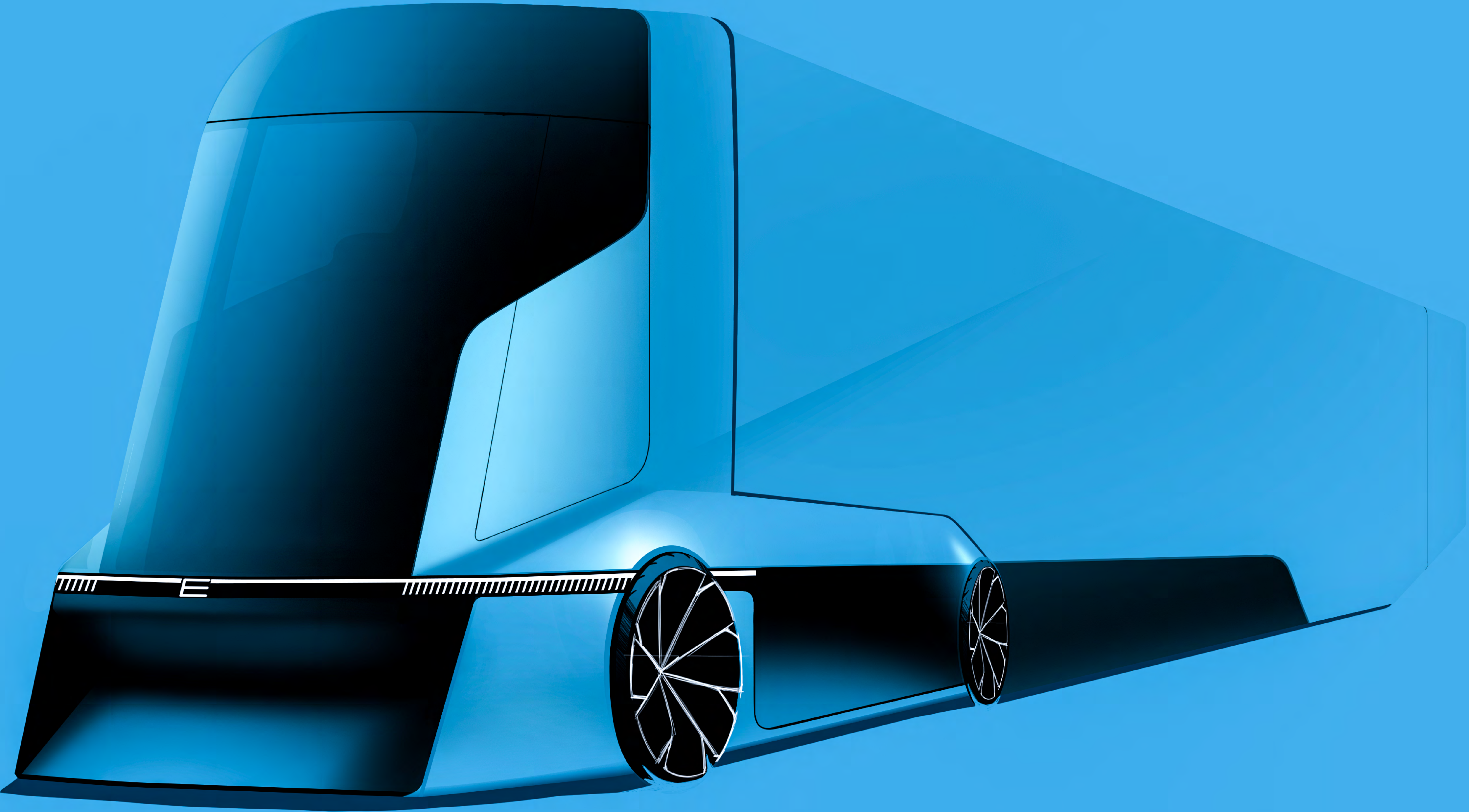
Toisessa vaiheessa kehitystä yhdistelin pikamallien ja luonnosten elementtejä, sekä ohjasin suuntaa enemmän tunnelmataulua vastaavaan tyyliin.

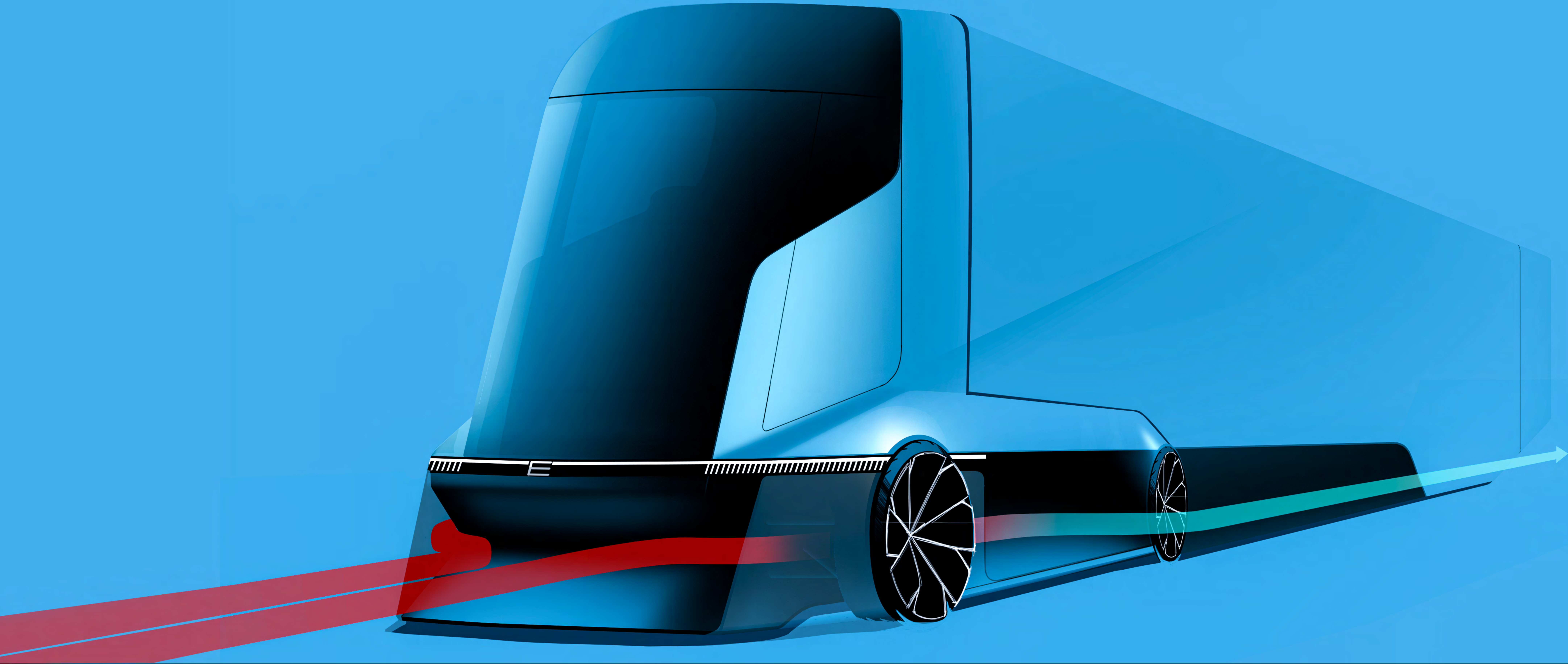
Luonnoksia tehdessäni ajattelin myös aerodynaamisia elementtejä ja miten niiden funktioita voitaisiin hyödyntää kuorma-auton muotoilussa. Esimerkiksi perinteisen polttomoottorin puuttuminen mahdollisti keulan radikaalin uudelleen muotoilun, joten hyödynsin kilpa-automaista ilmanottoa keulassa.

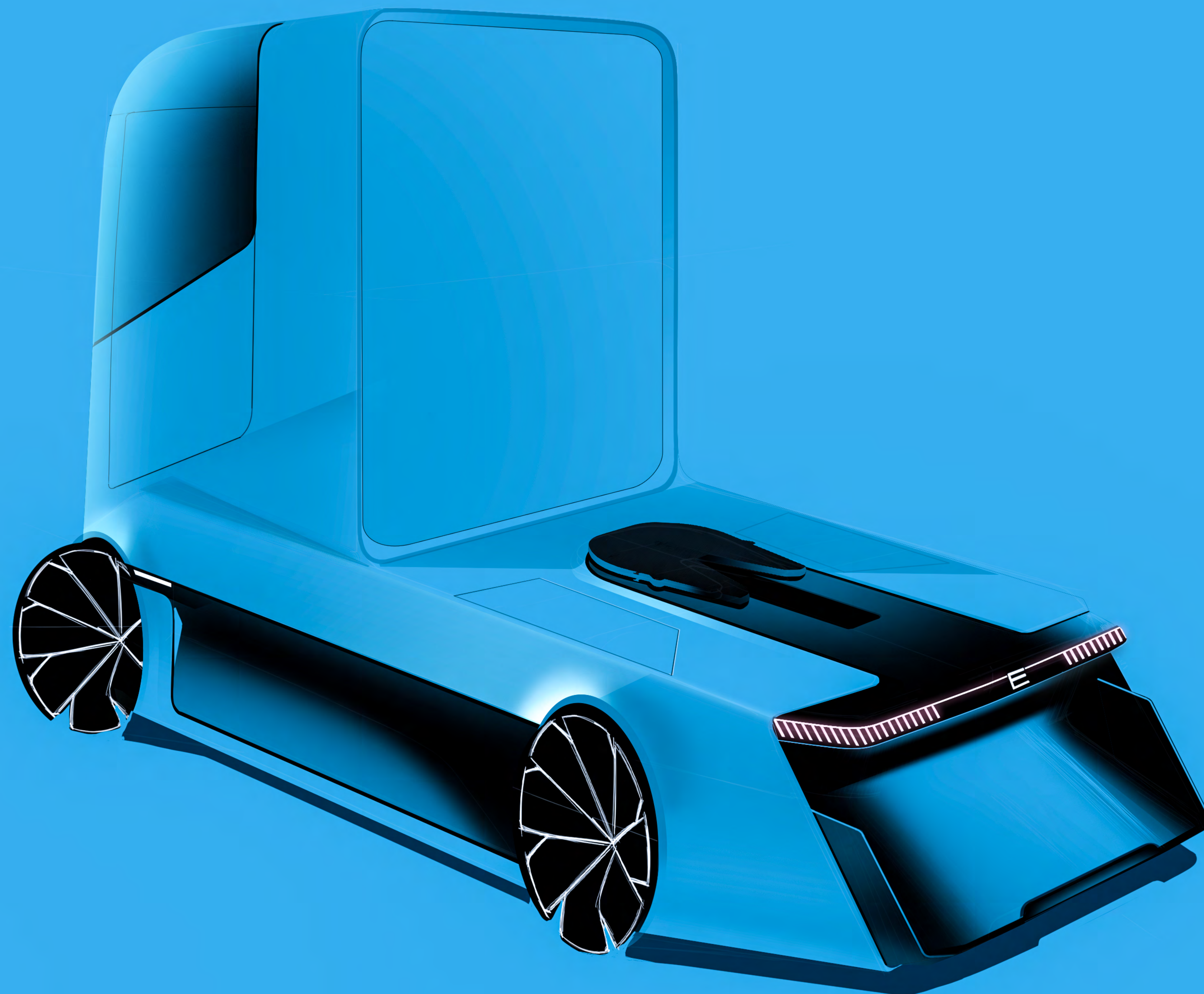
Luonnosseminaaria varten tein muutamia esityskuvia, joista pystyy hahmottamaan ajoneuvon muotokieltä paremmin. Lisäksi muutaman kuvan avulla esittelin ajoneuvon toiminnallisia elementtejä, jotta muotoilussa tehtyjä valintoja on helpompi ymmärtää.

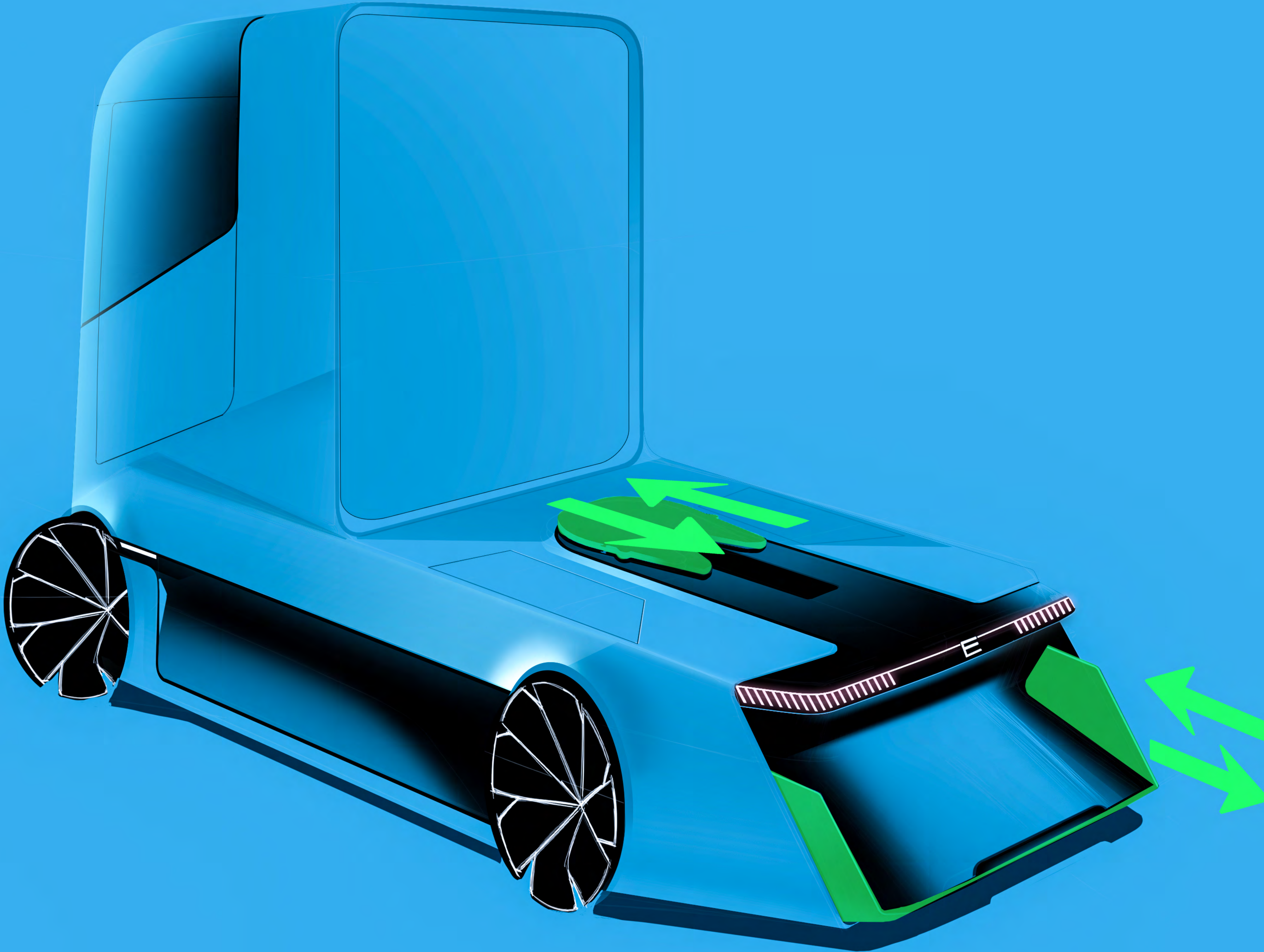


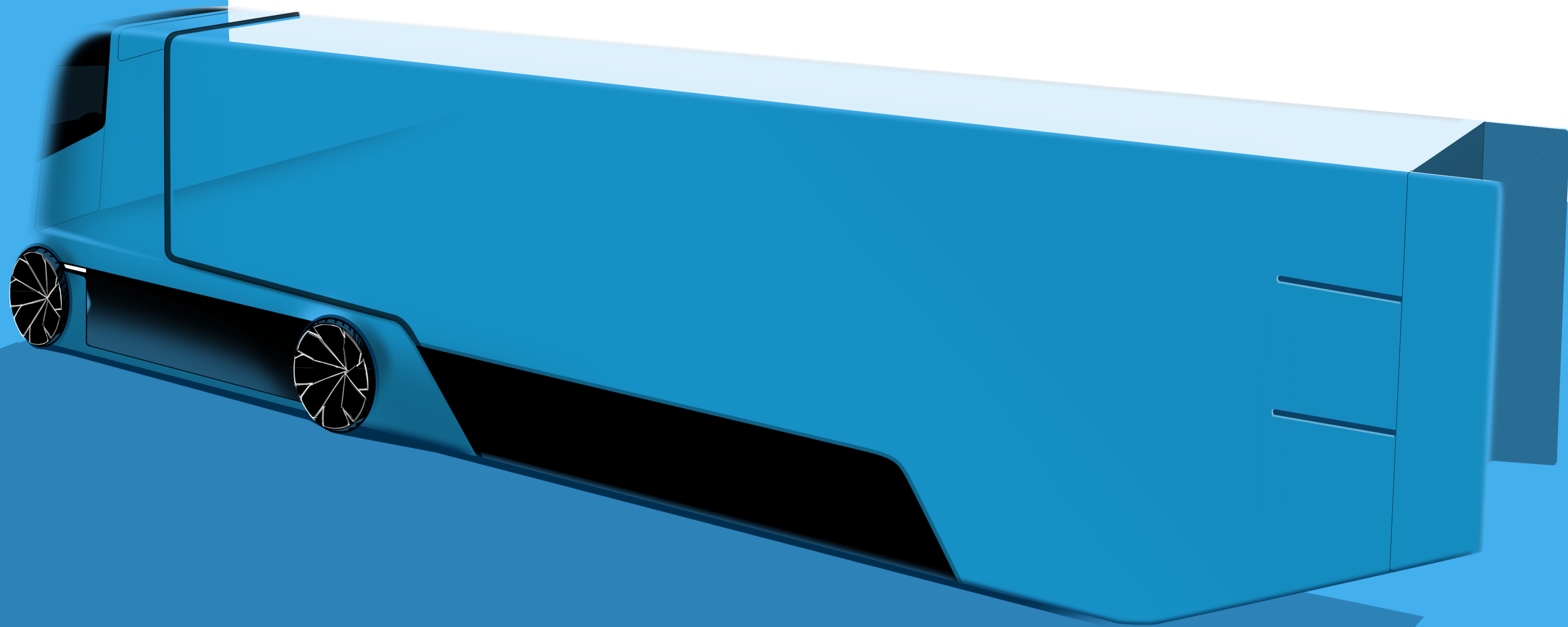








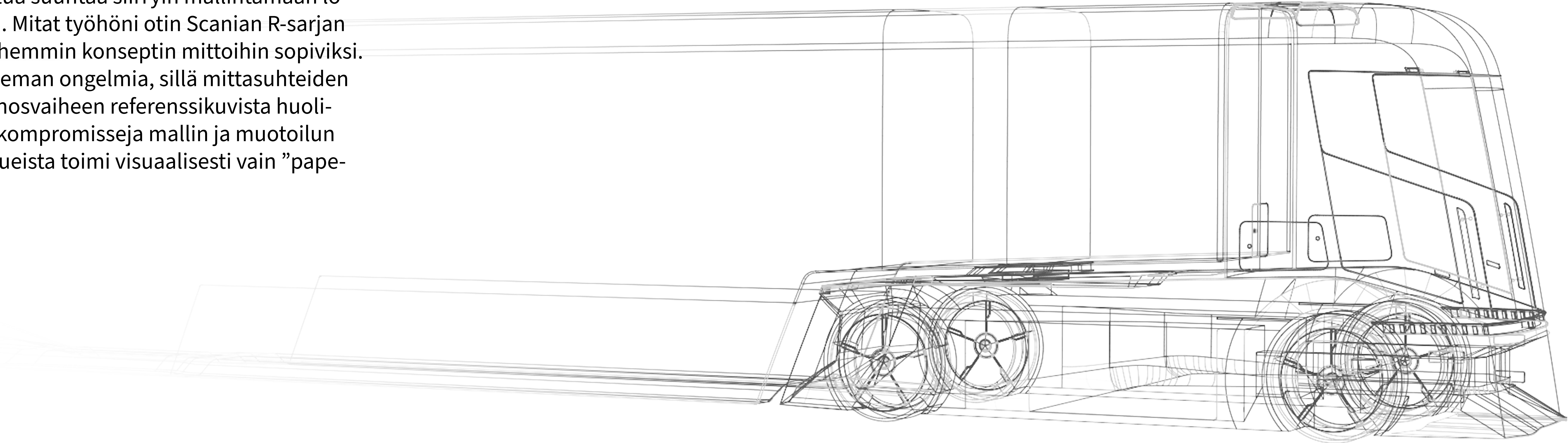




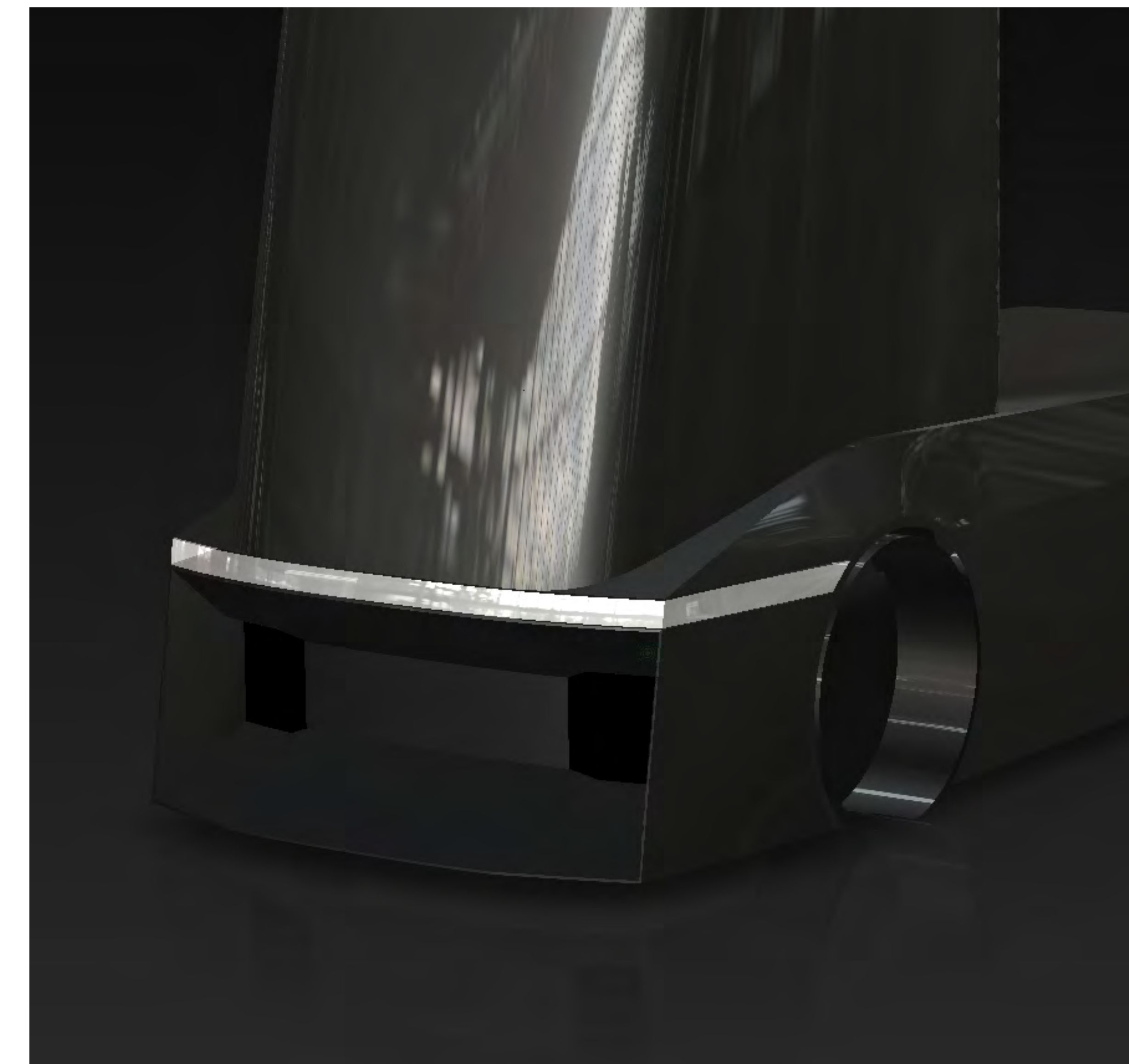
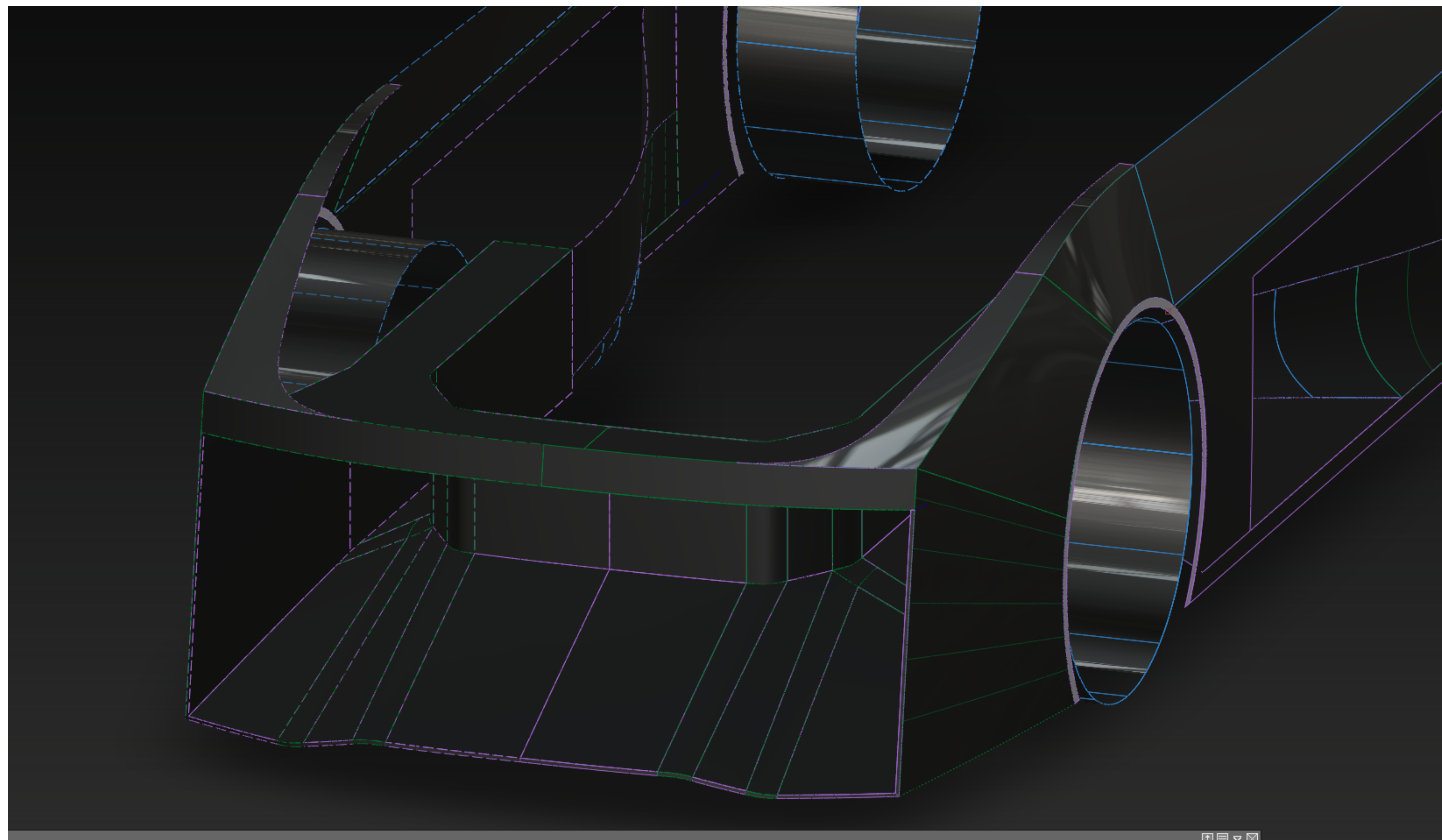
5.5 Lopullinen 3D-malli

Konseptin lopullisen muodon otettua suuntaa siirryin mallintamaan lopullisen työn Autodeskin Aliaksella. Mitat työhöni otin Scanian R-sarjan kuorma-autosta, joita muutin myöhemmin konseptin mittoihin sopiviksi.

Mallinnusprosessi tuotti alussa hieman ongelmia, sillä mittasuhteiden saaminen oikein oli hankalaa luonnosvaiheen referenssikuvista huolimatta. Lopulta päädyin tekemään kompromisseja mallin ja muotoilun suhteen, sillä osa kuorma-auton alueista toimi visuaalisesti vain ”paperilla”.



Eniten vaikeuksia tuotti keulan alaosan mallintaminen, sillä alkuperäinen idea ei ollut ”fyysisesti” mahdollinen toteuttaa. Lopulta keulasta tuli tehtyä 5-6 erilaista variaatiota, mutta siitä huolimatta se jäi omasta mielestäni työni huonoiten toteutetuksi alueeksi. Uskon että keulan mallintamisessa omat taitoni mallinnus sovelluksen kanssa tulivat vastaan, sillä huomasin osittain varovani yrittämästä ratkaisuja, joiden kanssa minulla tulisi vaikeuksia myöhemmin, esimerkiksi kulmien pyöristämisen kanssa.

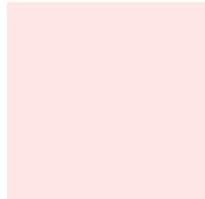


Keulan alaosan lisäksi kuorma-auton hytin muoto muuttui mallinnuksen aikana huomattavasti, sillä mallissa ei toiminut enään hytin kaltevuus ja pyöreys. Muutokset lopulta johtivat hytin lasialueen uudelleen suunnitteluun, josta tein variaatioita kuvakaappauksen päälle. Hyödynsin oikean variaation valitsemisessa luokkatovereiden mielipiteitä asiasta ja päädyin valitsemaan suosiksi nousseen variaation (oikea alakuva), jota myös itse pidin parhaana vaihtoehtona.

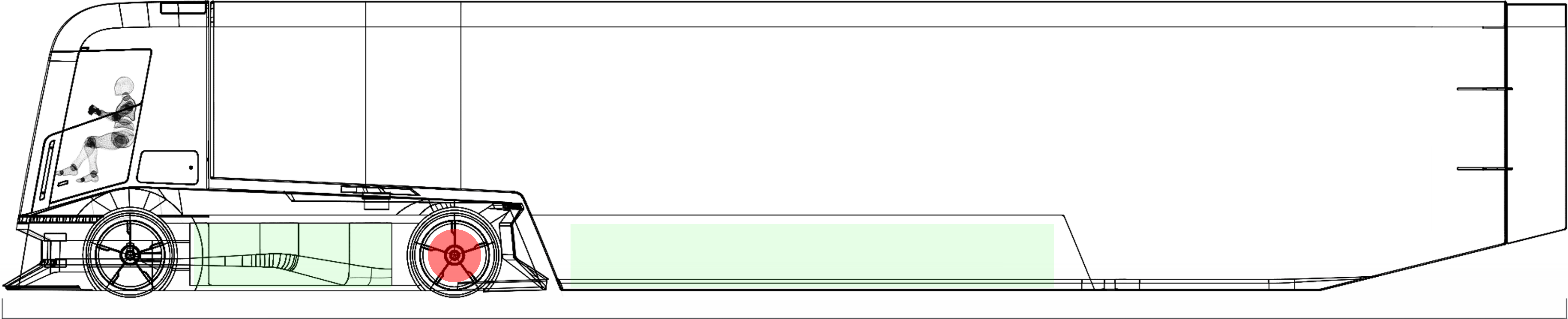




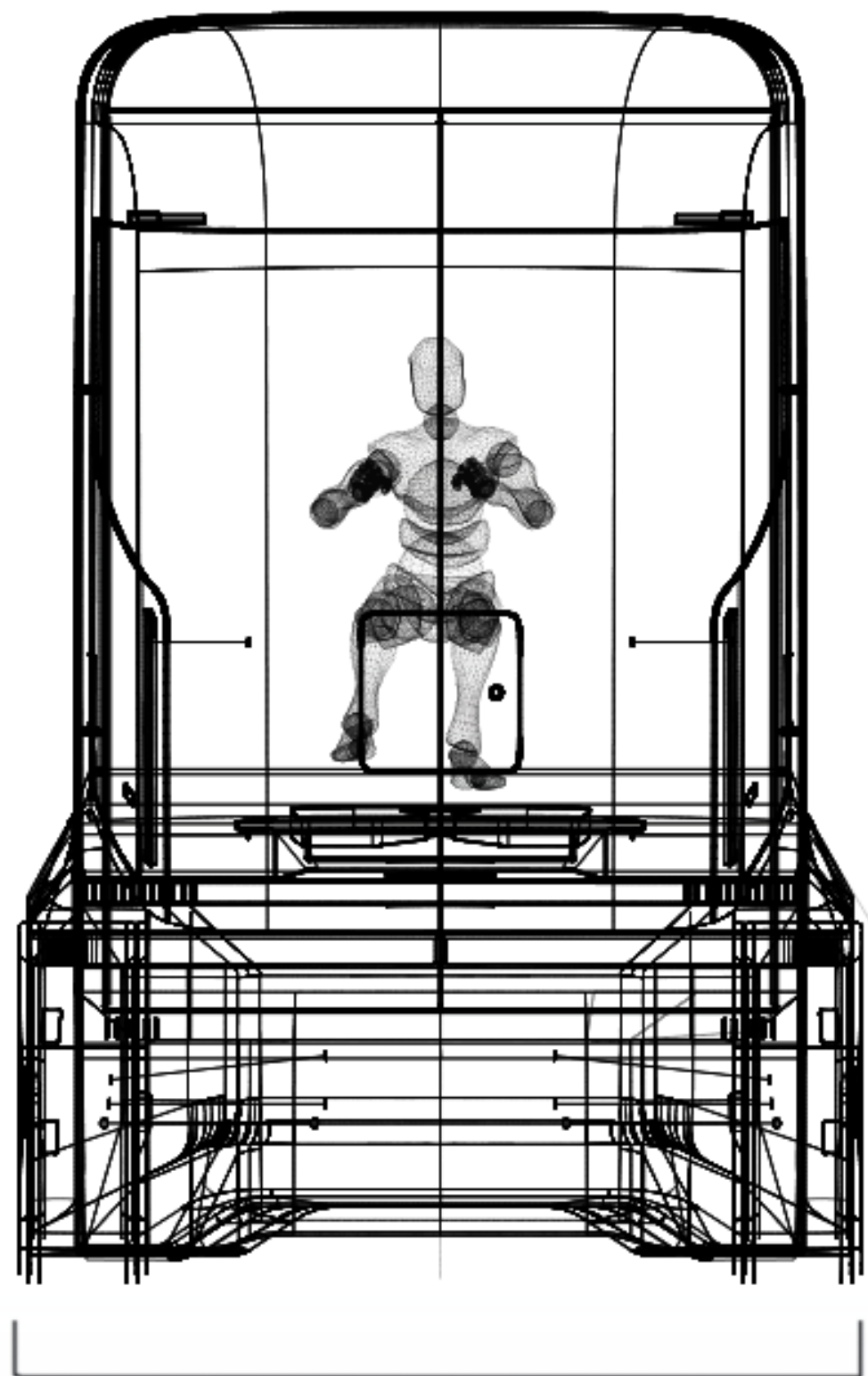
Akusto



Sähkömoottori

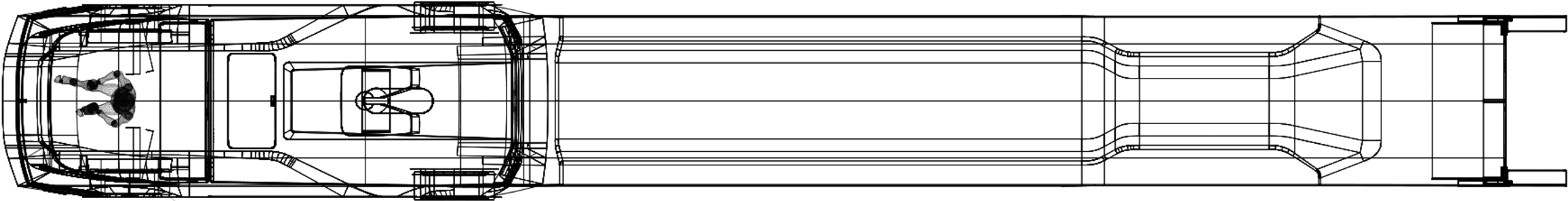


21000 mm



4000 mm

2600 mm



5.6 Visualisointi & valmis konsepti

Mallin yksityiskohtien ja siistimisen jälkeen siirryin Aliaksesta Blenderiin, jossa tein konseptin visualisoinnit. Hyödynsin visualisoinnissa Blenderin monipuolisuutta, sillä halusin luoda todellisuutta vastaavia kuvia. Blenderissä voi tehdä nopeasti yksinkertaisia kappaleita esimerkiksi ruohikkoa tai kaiteita, joita voi nähdä teiden varsilla.

Visualisoinnissa käytettiin taustana Sergej Majboroda luomaa kuvaa, jotta kuviin saadaan realistinen valoitus ja maisema. Taustakuvaa käyttämällä säästin myös aikaa turhalta mallintamiselta.



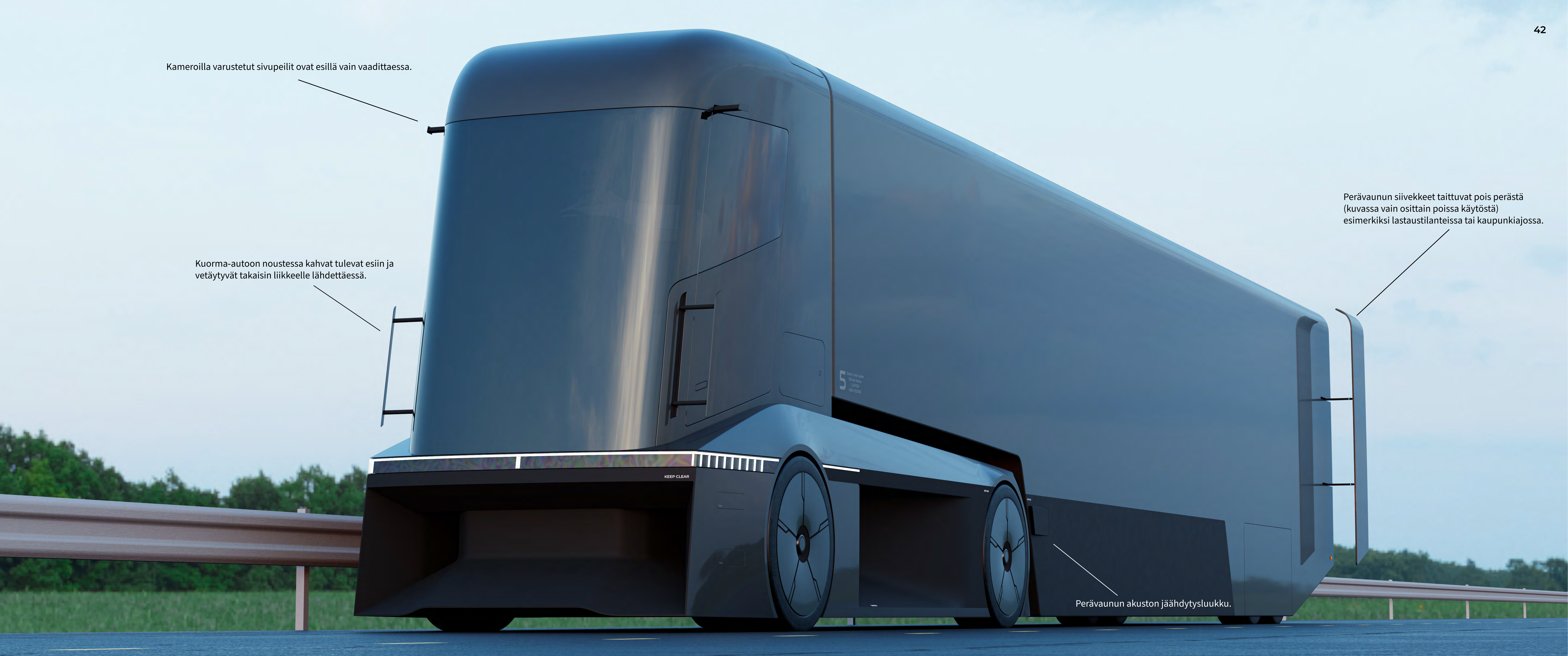


Kameroilla varustetut sivupeilit ovat esillä vain vaadittaessa.

Kuorma-autoon noustessa kahvat tulevat esiin ja vetäytyvät takaisin liikkeelle lähdeettäessä.

Perävaunun siivekkeet taittuvat pois perästä
(kuvassa vain osittain poissa käytöstä)
esimerkiksi lastaustilanteissa tai kaupunkiajossa.

Perävaunun akuston jäähdytysluukku.

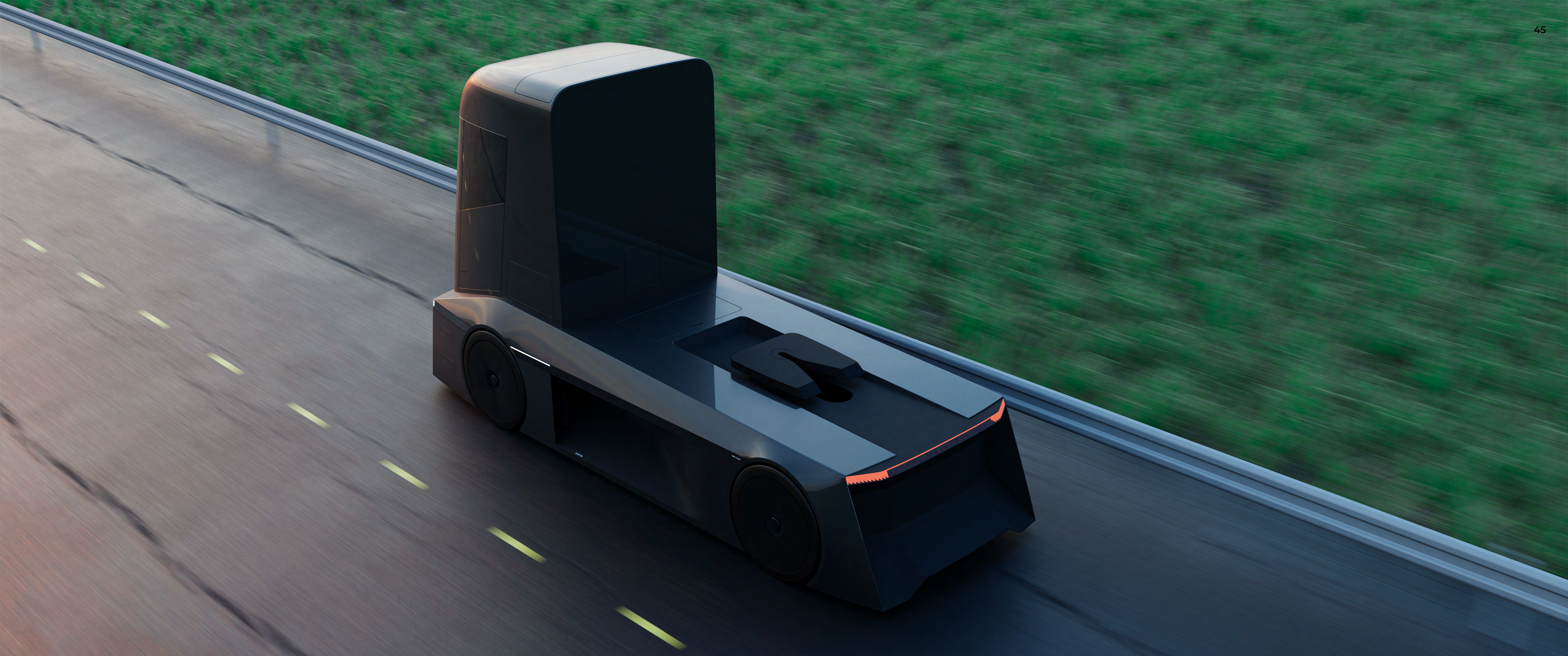




Kaarteeseen tultaessa vetopöytä liikkuu kuorma-autossa taaksepäin, jolloin kuorma-auton ja perävaunun väliin saadaan tilaa kääntymiselle.

Kuorma-auton ohjaamon päällä oleva tuulenohjain voidaan aktivoida, jos perävaunun korkeus poikkeaa hytin korkeudesta.







NO_BRAND

5
Electric power system
with high voltage
CAUTION
HIGH VOLTAGE



6. Arviointi

6.1 Prosessi

Projektin kulku oli ylä-ja alamäkeä, enkä oikein ikinä saanut rentoa otetta työhön. Aiheeseen liittynyt tutkimus oli mielestäni kuitenkin onnistunut ja kattava rajaukseen verrattuna, enkä koe että jotain oleellista olisi jäänyt pois.

Itse suunnitteluprosessi oli haastava, ehkä osittain siksi, että olin asettanut itselleni kovat tavoitteet onnistumiselle. Luonnosteluvaiheen vapaa ideointi oli kohtalaisen hauska osa projektia, mutta vei paljon aikaa projektin lopusta. Lopullisen suunnan löydyttyä olin kohtalaisen tyytyväinen konseptini muodonantoon, mutta toisaalta koen että olisin voinut haastaa itseäni vielä enemmän.

Oletin mallinnusvaiheen olevan helppo, sillä konseptini oli kuitenkin lopulta pintojen puolesta aika yksinkertainen. Mallin alun vaikeuksien takia vietin lopulta eniten aikaa projektista mallintamisessa.

6.2 Lopputulos

Saavutin oman henkilökohtaisen tavoitteeni työn kannalta, joka oli tuottaa 3D-malli lopullisesta konseptista. Työn laatu on omasta mielestäni hyvä ja kompromisseista huoltimatta olen kuitenkin tyytyväinen lopputulokseen.

Lähteet:

ACEA. 2021. New truck in the EU by fuel type. Viitattu 22.2.2022. Saatavissa <https://www.acea.auto/figure/trucks-eu-fuel-type/>

Barnard, R. 2010. Road vehicle aerodynamic design : an introduction. Hertfordshire: MechAero

Betterflow. Safe fuel and reduce co2 emissions. Viitattu 15.3.2022. Saatavissa <https://www.betterflow.com/en/rear-wing-system/>

Earl, T. 2020. Unlocking electric trucking in the EU: Methodology. Transport & Environment. Viitattu 23.2.2022. Saatavissa https://www.transportenvironment.org/wpcontent/uploads/2021/07/2020_07_Unlocking_electric_trucking_in_EU_Methodology_FINAL_0.pdf

European Comission. Climate strategies & targets. Viitattu 20.2.2022. Saatavissa https://ec.europa.eu/clima/eu-action/climate-strategies-targets_en

Futuricum. Electric FM. Viitattu 22.2.2021. Saatavissa <https://www.futuricum.com/en/electric-fm-truck/>

Kane, M. 2021. Bjørn Nyland Checks Out Solid-State Battery-Powered Mercedes eCitaro. Insideeves. Viitattu 22.2.2022. Saatavissa <https://insideevs.com/news/537511/solid-state-battery-mercedes-ecitaro/>

Maantiekuljetuksen kalusto. Logistiikan maailma. Viitattu 20.2.2022. Saatavissa <https://www.logistiikanmaailma.fi/kuljetus/maantiekuljetus/kalusto/>

Patten, J., McAuliffe, B., Mayda, W. & Tanquay, B. 2012. Review of Aerodynamic Drag Reduction Devices for Heavy Trucks and Buses. Centre for Surface Transportation Technology. Viitattu 16.3.2022. Saatavissa https://tc.canada.ca/sites/default/files/migrated/aerodynamics_report_may_2012.pdf

Remmerie, W. 2019. Truck aerodynamics - Tesla Semi Explained. AirShaper. Youtube-video. Viitattu 17.3.2022. Saatavissa https://www.youtube.com/watch?v=Km1NHe0ZsVo&ab_channel=AirShaper

Scania. 2021. Scania tests self-driving trucks in motorway traffic. Viitattu 15.3.2022. Saatavissa <https://www.scania.com/group/en/home/newsroom/press-releases/press-release-detail-page.html/3880923-scania-tests-self-driving-trucks-in-motorway-traffic>

Scrosati, B. , Garche, J . & Tillmetz, W. 2015. Advances in Battery Technologies for Electric Vehicles. Cambridge: Elsevier Science & Technology

Vartiainen, E. 2020. Vetytalous tulee - ennemmin tai myöhemmin. Fortum. Viitattu 22.2.2022. Saatavissa <https://www.fortum.fi/tietoa-meista/blogi/forthedoers-blogi/vetytalous-tulee-ennemmin-tai-myohemmin>

Kuva lähteet:

Kuva 1. Pixabay. 2010. Viitattu 8.3.2022. Saatavissa <https://www.pexels.com/fi-fi/kuva/ajoneuvo-asema-ihmiset-katto-221047/>

Kuva 2. Pixabay. 2010. Viitattu 8.3.2022. Saatavissa <https://www.pexels.com/fi-fi/kuva/aula-katto-kevyt-kirkas-209251/>

Kuva 3. Wlodzimierz. Various types and colors of cabins. Trucks parked in a row. Truck stop. Break in a trip. Viitattu 9.3.2022. Saatavissa https://stock.adobe.com/fi/search?filters%5Bcontent_type%3Aphoto%5D=1&filters%5Bcontent_type%3Aillustration%5D=0&filters%5Bcontent_type%3Azip_vector%5D=0&filters%5Bcontent_type%3Avideo%5D=0&filters%5Bcontent_type%3Atemplate%5D=0&filters%5Bcontent_type%3A3d%5D=0&filters%5Bcontent_type%3Aaudio%5D=0&filters%5Binclude_stock_enterprise%5D=0&filters%5Bis_editorial%5D=0&filters%5Bfree_collection%5D=0&filters%5Bcontent_type%3Aimage%5D=1&k=t-ruck+stop+&order=relevance&safe_search=1&limit=100&search_page=1&search_type=filter-select&acp=&aco=truck+stop+&get_facets=1&asset_id=385799890

Kuva 4. am. Blue truck overtaking white truck on an asphalt highway between forests under radiant sun. View from above. Viitattu 17.3.2022. Saatavissa https://stock.adobe.com/fi/search?filters%5Bcontent_type%3Aphoto%5D=1&filters%5Bcontent_type%3Aimage%5D=1&k=truck+&order=relevance&safe_search=1&limit=100&search_page=1&search_type=usertyped&load_type=page&acp=&aco=truck+&get_facets=1&asset_id=309035368

Kuva 5. Chernov, S. Chassis of the electric car with powertrain and power connections closeup. Blue toned. EV car drivetrain at maintenance. Viitattu 7.3.2022. Saatavissa https://stock.adobe.com/fi/contributor/201471587/sergii-chernov?load_type=author&prev_url=detail&asset_id=408271215

Kuva 6. European environment agency. Transport CO2 emissions in Eu. Viitattu 8.3.2022. Saatavissa <https://www.europarl.europa.eu/news/en/headlines/society/20190313STO31218/co2-emissions-from-cars-facts-and-figures-infographics>

Kuva 7. Volkswagen AG. 2020. Hydrogen and electric drive . Viitattu 8.3.2022. Saatavissa <https://www.volkswagen-newsroom.com/en/stories/battery-or-fuel-cell-that-is-the-question-5868>

Kuva 8. Sergii. EV car battery pack. Electric car lithium battery pack. Blue toned. Car maintenance. Viitattu 8.3.2022. Saatavissa https://stock.adobe.com/fi/Library/urn:aaid:sc:EU:456fd6b7-6e89-4b99-aad8-8465376e6f13?asset_id=246051242

Kuva 9. Shimazaki, S. 22.10.2020. Viitattu 7.3.2022. Saatavissa <https://www.pexels.com/fi-fi/kuva/viitta-tyopoyta-toimisto-poyta-5669602/>

Kuva 10. Craig. Farnborough Wind Tunnel. Viitattu 8.3.2022. Saatavissa https://stock.adobe.com/fi/Search?filters%5Bcontent_type%3Aphoto%5D=1&filters%5Bcontent_type%3Aillustration%5D=1&filters%5Bcontent_type%3Azip_vector%5D=1&filters%5Bcontent_type%3Avideo%5D=1&filters%5Bcontent_type%3Atemplate%5D=1&filters%5Bcontent_type%3A3d%5D=1&filters%5Bcontent_type%3Aimage%5D=1&order=relevance&safe_search=1&limit=100&search_page=1&k=windtunnel&search_type=pagination&load_type=page&get_facets=0&asset_id=195835074

Kuva 11. Shell Lubricants. Viitattu 25.3.2022. Saatavissa <https://www.oemoffhighway.com/trends/emissions/press-release/21648300/shell-lubricants-shell-starship-20-truck-reduces-carbon-emissions-by-using-advanced-technologies>

Kuva 12 & 13. internationaltrucks. Viitattu 7.3.2022. Saatavissa <https://www.internationaltrucks.com/blog/fuel-economy-aerodynamics>

Kuva 14. Shell International. Viitattu 25.3.2022. Saatavissa <https://www.ttnews.com/articles/experimental-starship-initiative-truck-completes-cross-country-test>

Kuva 15. Betterflow. 14.11.2019. Viitattu 7.3.2022. Saatavissa <https://www.betterflow.com/download/better-flow-lean-and-green-pilotphase-pressefotos/>

Kuva 16. Tierney. Autonomous vehicles driving over the Golden Gate bridge in San Francisco. Viitattu 7.3.2022. Saatavissa https://stock.adobe.com/fi/search?filters%5Bcontent_type%3Aphoto%5D=1&filters%5Bcontent_type%3Aillustration%5D=1&filters%5Bcontent_type%3Azip_vector%5D=1&filters%5Bcontent_type%3Avideo%5D=1&filters%5Bcontent_type%3Atemplate%5D=1&filters%5Bcontent_type%3A3d%5D=1&filters%5Bcontent_type%3Aimage%5D=1&order=relevance&safe_search=1&limit=100&search_page=1&search_type=see-more&load_type=page&acp=&aco=autonomys&serie_id=289964405&get_facets=0&asset_id=289964389

Kuva 17. hodim. 2D LiDAR sensor on the front bumper of an unmanned vehicle, close-up. An part of the self-driving system of the truck. Viitattu 18.3.2022. Saatavissa https://stock.adobe.com/fi/search/images?filters%5Bcontent_type%3Aphoto%5D=1&filters%5Bcontent_type%3Aillustration%5D=1&filters%5Bcontent_type%3Azip_vector%5D=1&filters%5Bcontent_type%3Aimage%5D=1&k=autonomys+truck&order=relevance&price%5B%24%5D=1&safe_search=1&limit=100&search_page=1&search_type=pagination&acp=&aco=autonomys+truck&get_facets=0&asset_id=456107328

Kuva 18. Ivan. Caravan or convoy of trucks in line on a country highway. Viitattu 18.3.2022. Saatavissa https://stock.adobe.com/fi/search/images?filters%5Bcontent_type%3Aphoto%5D=1&filters%5Bcontent_type%3Aillustration%5D=1&filters%5Bcontent_type%3Azip_vector%5D=1&filters%5Bcontent_type%3Aimage%5D=1&k=truck+platoonig&order=relevance&price%5B%24%5D=1&safe_search=1&limit=100&search_page=1&search_type=usertyped&acp=&aco=truck+platoonig&get_facets=0&asset_id=200549352

Kuva 19. Bril, T. Viitattu 6.3.2022. Saatavissaa <https://tom-bril.tumblr.com/post/137632388168>

Kuva 20. Wills, T. 3.2.2017. Shapes and Forms Viitattu. 6.3.2022. Saatavissa <https://www.behance.net/gallery/48332275/Shapes-and-Forms>

Kuva 21. Ipy, S. Smart series. Viitattu 6.3.2022. Saatavissa <https://fi.pinterest.com/pin/419045940335870359/>

Kuva 22. Warren and Mahoney. Viitattu 6.3.2022. Saatavissa <https://www.hardwarebox.com.au/diy-projects/hardware-door-handle-inspiration/>

Visualisointien kuva. Majboroda, S. 2022. Industrial Sunset 02. Viitattu 29.3.2022. Saatavissa https://polyhaven.com/a/industrial_sunset_02