

Pohjolan Monikäyttöajoneuvo

Northern Multifunction Vehicle



Opinnäytetyö

Iiro Laine

Lahden ammattikorkeakoulu

Ajoneuvomuotoilu

Antti Paakkari

Muotoiluinstituutti

Kevät 2019



LAMK

STANCE

Tiivistelmä

Opinnäytetyö
Laine Iiro
Paakkari Antti

Pohjolan Monikäyttöajoneuvo
Lahden ammattikorkeakoulu
Muotoiluinstituutti
Ajoneuvomuotoilu
Kevät 2019
Sivumäärä: 70

Opinnäytetyön aiheena oli suunnitella monikäyttöinen ajoneuvo-konsepti Pohjolan olosuhteisiin. Työssä pohditaan Pohjolan olosuhteita ja sen tuomia erityisiä tarpeita ajoneuville. Pää tavoitteena oli yhdistää erilaisia ajoneuvoja yhteen ratkaisuun, jolloin ajoneuvo voisi toimia kokemuspohjaisena ja funktionaalisenä toimijana sen jokaisessa käyttömuodossa. Opinnäytetyön lopputuloksena saavutettiin konseptointi-idea suomalaiselle sähköajoneuville. Opinnäytetyö toteutettiin parityönä.

Asiasanat: ajoneuvo, muotoilu, sähköajoneuvo, ajoneuvomuotoilu

Abstract

Graduation project
Laine Iiro
Paakkari Antti

Northern Multifunction Vehicle
Lahti University of Applied Sciences
Institute of Design
Faculty of Design, Department of Vehicle Design
Spring 2019
Pages: 70

The subject of this graduation project was to design a vehicle to demanding weather conditions of Northern areas. In this project we studied Northern conditions and special needs for a vehicle. Main focus was on combining different car types into a single car. This way the car could be modified from experience vehicle into functional. In this project we managed to receive an idea for a concept vehicle. This graduation project was executed as pair work.

Keywords: design, vehicle, electric vehicle, vehicle design

Sisällysluettelo

1 LÄHTÖKOHTA	
1.1 Johdanto	1
1.2 Tavoitteet	2
1.3 Tutkimusasetelma	3
2 TAUSTATUTKIMUS	
2.1 Asiakaskunta	5
2.2 PESTE-analyysi	6
2.3 Pohjoismaiset kilpailijat	7
2.4 Materiaalit	9
2.5 Sähkö käyttövoimana	10
2.6 SWOT-analyysi	12
3 TEOLLISUUS SUOMESSA	
3.1 Suomalaisen veneteollisuuden historia	14
3.2 Suomalaisten sähköautojen historia	17
3.3 Yritysvierailu- Valmet Automotive	20
3.4 Teollisuuden paluumuutto	21
4 TAVOITTEET JA RAJAUS	
4.1 Tyyllilliset tavoitteet	23
4.2 Teknilliset ratkaisut	
5 SUUNNITTELUPROSESSI	
5.1 Ideointi	26
5.2 Luonnostelu	29
5.3 3D-skannaus	40
5.4 3D-mallinnus	42
6 LOPPUTULOS	
6.1 Ajoneuvon kuvaus	45
6.1.1 Ajoneuvon ominaisuudet	46
6.1.2 Ajoneuvon tekniset tiedot	48
6.2 Käyttäjä ja käyttötilanne	52
7 PROSESSIN ARVIOINTI	
7.1 Prosessi	54
7.1.1 Antin mielipide prosessista	55
7.1.2 Iiro mielipide prosessista	58
7.2 Arviointi	60
7.3 Jatkokehitysmahdollisuudet	61
8 LÄHTEET	62

Lyhenteet

Ampeeritunti	Ah
Desibeli	dB
Grammaa kuutiosenttimetrissä	g/cm ³
Kilowatti	kW
Kilowattitunti	kWh
Megapascal	MPa
Megawatti	MW
Newtonmetri	Nm
Voltti	V
Wattituntia kilogrammaa kohden	Wh/kg

1

LÄHTÖKOHTA

- 1.1 Johdanto
- 1.2 Tavoitteet
- 1.3 Tutkimusasetelma

1.1 Johdanto

Opinnäytetyössä suunnittelimme ajoneuvon Pohjolan alueelle. Pohjolalla tarkoitetaan Pohjoismaiden eli Suomen, Ruotsin, Norjan, Tanskan ja Islannin lisäksi myös muita maapallon pohjoisia alueita (Närhi 1988). Työssämme on tarkoituksena tarkastella Pohjolan ympäristötekijöitä ja Suomen kykyä tuottaa sähköajoneuvo. Työssämme on myös tarkoituksena löytää mahdollisesti uusia markkinarakoja, joita nykyiset ajoneuvovalmistajat eivät tarjoa. Työn aikana tutustumme suomalaiseen tapaan valmistaa ajoneuvo, suomalaisten ostokäyttäytymiseen ja paikallisiin materiaaleihin. Työssä tul-laan luomaan useampi konsepti, joiden avulla rajataan lopullinen tuote. Inspiraationa käytämme muun muassa paikallista luontoa ja perinteisiä valmistusmenetelmiä.

Kuva 1. Perinteinen suomalainen mökkimaisema (johanleijon 2010)



1.2 Tavoitteet

Tavoitteenamme oli luoda ajoneuvo muuttuviin sääolosuhteisiin Pohjolaan. Ajoneuvon tarkoitus on muuttua vuodenaikojen mukaan ja mukailla vallitsevia sääolosuhteita. Työssä pyritään hyödyntämään suomalaista muotoilua sekä suomalaisia materiaaleja ja teknologiaa. Ajoneuvon tulisi myös olla esteettinen, käytännöllinen ja nerokas, sekä samalla ottaa huomioon kestävän kehityksen ideologia.

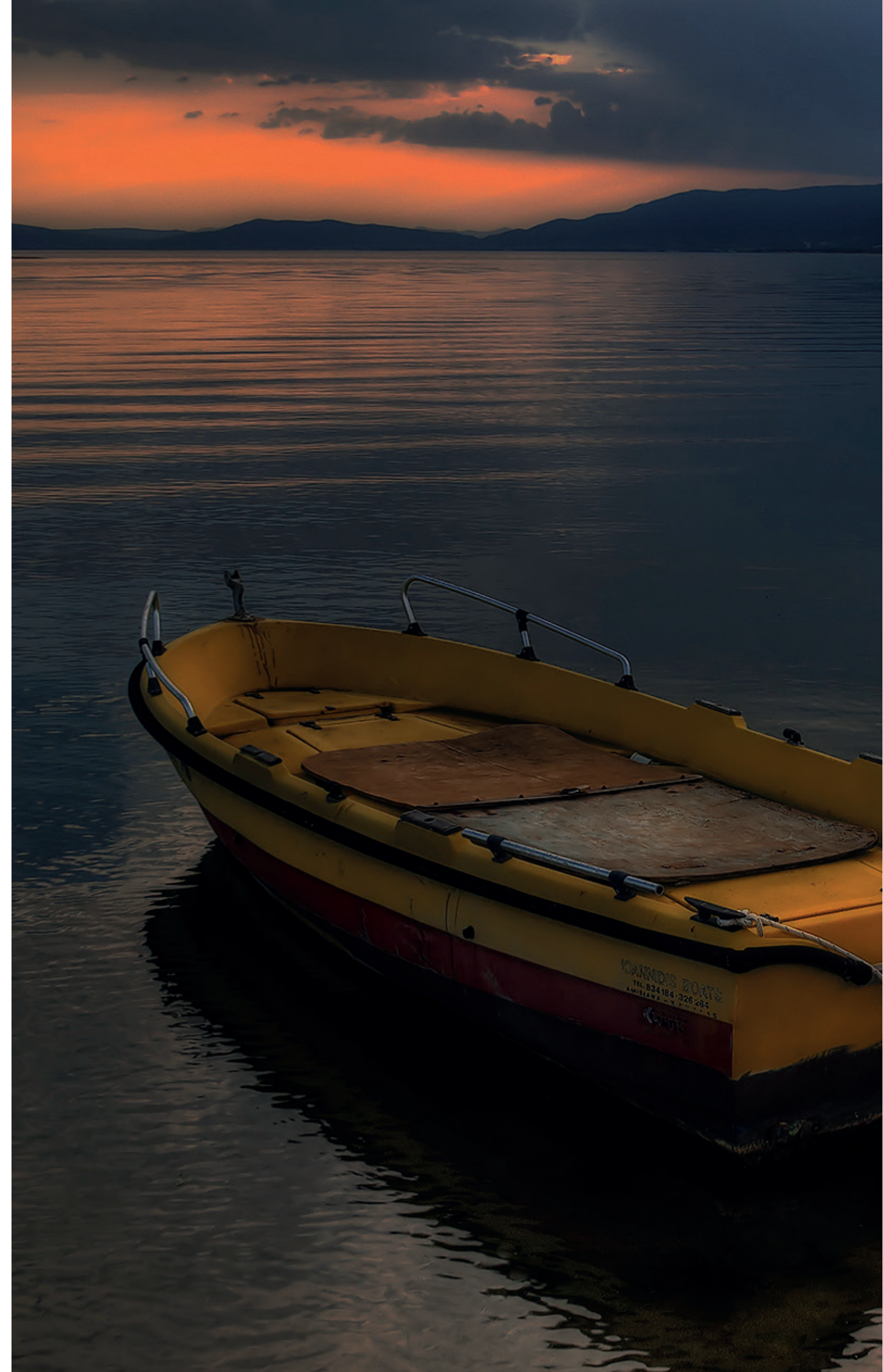
Kuva 2. Suomessa arvostetaan puhtaita vesistöjä (Nissinen 2006)



1.3 Tutkimusasetelma

Työssämme keskitymme Suomen sähköajoneuvoteollisuuden jatku-
moon ja mahdollisuuteen olla mukana tässä jatkumossa. Johtokysy-
myksenä opinnäytetyössämme on millainen voisi olla suomalainen
ajoneuvo, jolla saisi mahdollisimman paljon irti Pohjolan omasta
monimuotoisuudesta.

Kuva 3. Pohjolassa arvostetaan puhtaan luonnon lisäksi käsityötai-
toa (Athanasiou 2014)



2

TAUSTATUTKIMUS

- 2.1 Asiakaskunta
- 2.2 PESTE-analyysi
- 2.3 Pohjoismaiset kilpailijat
- 2.4 Materiaalit
- 2.5 Sähkö käyttövoimana
- 2.6 SWOT-analyysi

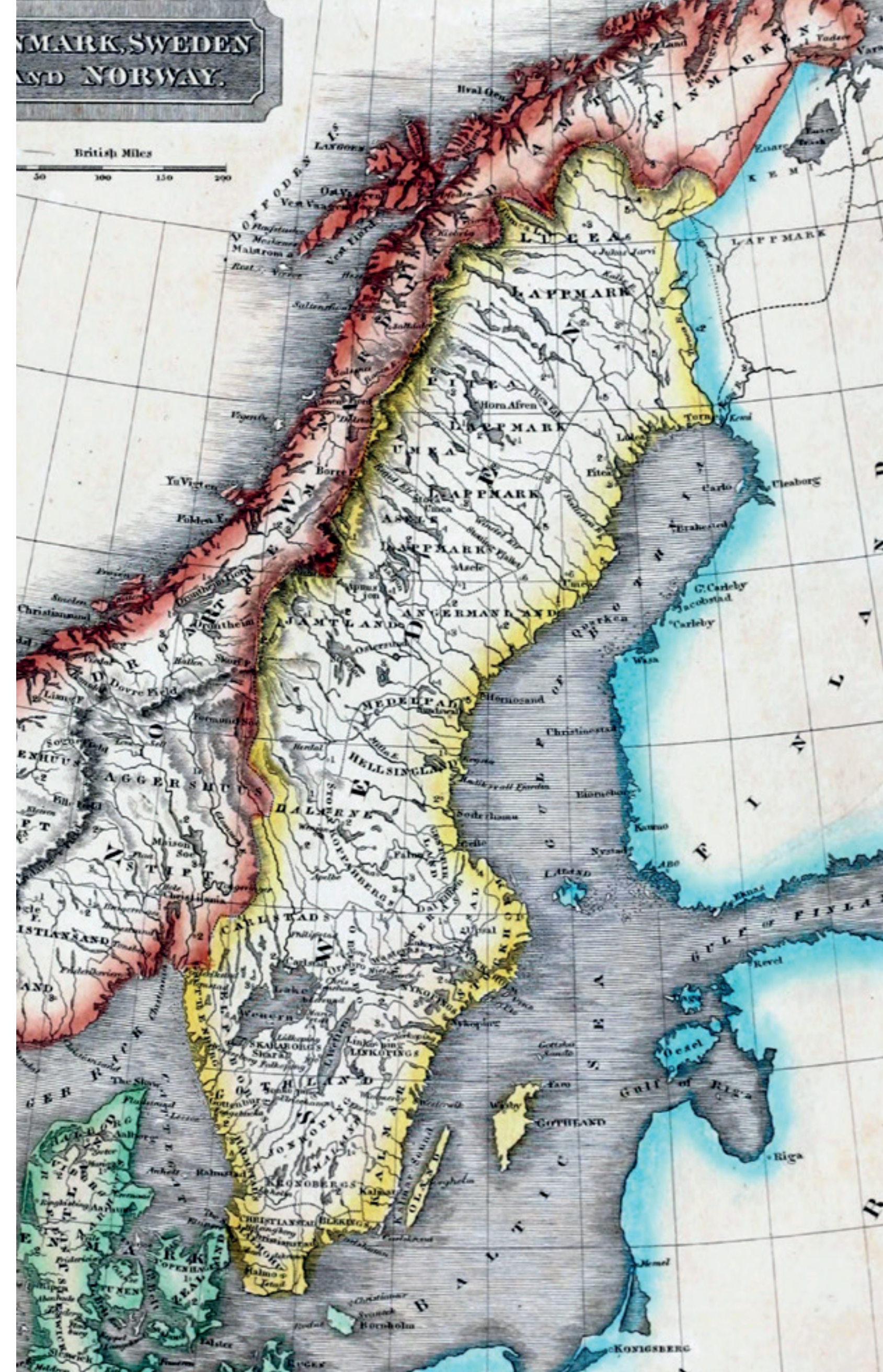
2.1 Asiakaskunta

Pohjoismaissa asuu yhteensä yli 27 miljoonaa ihmistä. Pohjoismaat ovat kuitenkin harvaan asuttua aluetta tuntureineen, metsineen, vesistöineen ja niittyineen, joten ajoneuvo, jolla pääsee paikasta toiseen, on tärkeä. (Hoydal 2017.) Kuten mainitsimme johdannossa, Pohjolaan kuuluu myös muita alueita kuin Pohjoismaat, esimerkiksi Kanada. Vuonna 2015 Kanadassa oli 35 miljoonaa asukasta. Myös Kanada on harvaan asuttu maa, kun siirrytään 200 kilometrin päähän Yhdysvaltain rajasta. (Globalis 2015.) Ajoneuvon merkitys myös Kanadassa on siis suuri, ja ajoneuvo voi mahdollistaa ympäristön kokemisen uudella tavalla.

Tässä opinnäytetyössä keskitymme kuitenkin Pohjoismaiden alueeseen. Vuoden 2017 lopussa Suomessa oli 3 422 792 henkilöautoa rekisteröitynä (SVT 2018). Vuonna 2018 uusia autoja Suomessa rekisteröitiin 118 934 (Tilastokeskus 2019). Ruotsissa vastaava luku on 354 177 (Bilsweden 2019). Suomessa suurin ostajaryhmä on noin 50-vuotiaat henkilöt; uuden auton ostaa useimmiten 52-vuotias mies tai 51-vuotias nainen (Talouselämä 2015).

Kävimme Auto 2018 -messuilla 9.11.2018 tarkastelemassa uusien autojen muotokieliä. Messuilla meille selvisi, että Suomen myydyin auto on Nissan Qashqai, johtuen istuinten sijoittelusta ja korkeudesta sekä hyvästä näkyvyydestä. Messuilla tuli usealla osastolla ilmi, että suomalaiset suosivat auton ostossa käytännöllisyyttä ja hinta-laatusuhdetta.

Kuva 4. Skandinavian alue (saamiblog 2013)



2.2 PESTE-analyysi

PESTE-analyysin avulla pyritään selvittämään erilaisia näkökulmia, joita uuden ajoneuvon ostajat ottavat huomioon ostaessaan uutta sähköajoneuvoa. Tällaisia näkökulmia PESTE-analyysin mukaan ovat poliittiset, ekologiset, ekonomiset, sosiaaliset ja teknologiset.

Poliittinen:

Ajoneuvon ostoa ohjataan esimerkiksi verotuksen avulla. Valtiovarainministeriön (2019) mukaan uuden ajoneuvon vero koostuu ajoneuvon vähittäismyyntihinnasta ja ominaishiilidioksidipäästöistä. Jos ajoneuvon ominaishiilidioksidipäästöjä ei tiedetä, käytetään veroprosentin määrittämiseen ajoneuvon kokonaismassaa ja käyttövoimaa. Ajoneuvoveron suuruus on 2,7–48,9 prosenttia ajoneuvon keskiarvoisesta kaikki verot sisältävästä vähittäismyyntihinnasta Suomessa.

Ekonominen:

Traficom (2017) kysyi kansalaiskyselyssään myös, että mitkä tekijät lisäävät kyselyyn osallistuneiden kiinnostusta sähköajoneuvoja kohtaan. 78 prosenttia vastanneista kertoi suurimman tekijän olevan hinta ja sen tippuminen. 40 prosentin mukaan kiinnostusta lisäisi sähköajoneuvolla ajamisen edullisuus.

Teknologinen:

Tiedottaminen, asiakaspalvelu, molemminpuolinen kommunikointi ja vaikuttamaan pääseminen ovat nykyihmiselle tärkeitä asioita. Tärkeää on myös se, että asiakas tietää edustamansa yrityksen arvomaailmasta. Esimerkiksi ympäristöystävällisyys oli Traficomien kyselyyn vastanneista 84 prosentin mukaan tärkeä asia.

Sosiaalinen:

Suomessa puhutaan suurista ikäluokista, joilla tarkoitetaan yleensä 1940-luvun lopulla syntyneitä henkilöitä (Ruotsalainen 2016). Nuorempien ikäpolvien maksettavaksi tulee suurempien ikäluokkien kuluja. Sosiaalisesti merkittävänä koetaan myös esimerkin näyttäminen. Traficomien (2017) tekemän kansalaiskyselyn mukaan seitsemän prosenttia piti tärkeänä tekijänä sähköauton ostamisen kannalta sitä, että saisi toimia esimerkkinä muille. 59 prosentille edelläkävijyys olikin yksi tärkeimmistä tekijöistä ajoneuvon ominaisuuksissa. Neljä prosenttia puolestaan haluaisi ostaa sähköauton, koska lähipiirillä on hyviä kokemuksia kyseisistä autoista.

Ekologinen:

Traficom teetti vuoden 2017 lopulla kansalaiskyselyn, jossa se kysyi, kuinka tärkeänä ihmiset pitävät vaihtoehtoisia käyttövoimia bensiinille ja dieselille. 74 prosenttia vastaajista oli sitä mieltä, että vaihtoehtoiset käyttövoimat ovat vähintään jonkin verran tärkeitä. 16 prosenttia vastaajista kertoi siirtyvänsä käyttämään vaihtoehtoisia käyttövoimia seuraavien viiden vuoden aikana. Jarkko Vesa kertoo Kuusakosken (2018) artikkelissa, että sähköajoneuvon akun kierrätys vaatii ammattilaisen, sillä akku on räjähdysherkkä väärissä käsissä. Salosen (2019) mukaan sähköautojen akkujen kierrätys on alkanut enemmässä määrin Suomessa tämän vuoden alusta. Suomen Autokierrätys Oy on rakentanut alan toimijoiden kanssa järjestelmän, jolla loppuun käytetyistä akuista saadaan otettua materiaalit talteen. Asiakkaan tarvitsee vain mennä ajoneuvonsa kanssa merkkikorjaamolle, ja jos akkua ei voida enää korjata, huoltoliike ja maahantuoja yhdessä hoitavat akun maksutta kierrätyslaitokseen. Kierrätyslaitoksessa Riihimäellä akku puretaan ja siitä otetaan talteen esimerkiksi teräs- ja kupariosat, mutta esimerkiksi litium, nikkeli, koboltti ja alumiini menevät yhdessä poltettaviksi. Näin tapahtuu siksi, että tekniikka ei vielä ole tarpeeksi kehittynyttä näiden erottamiseen.

P E S T E

2.3 Pohjoismaiset kilpailijat

Uniti

Uniti on ruotsalainen yritys, joka valmistaa täysin sähköllä toimivia kaksipaikkaisia kaupunkiautoja. Auton huippunopeus on 130 kilometriä tunnissa ja kantama 240 kilometriä. Akusta löytyy 26 kWh tehoa ja moottorin teho on 120 kW. Unitin mukaan ajoneuvon materiaalit ovat ympäristöystävällisiä valmistusmenetelmän kanssa. (Uniti 2019.)

Kuva 5. Kaksipaikkainen Unitin kaupunkiauto (Uniti 2018)

NEVS

Ruotsista tulevan NEVSin pyrkimyksenä on tarjota konseptiajoneuvo, jossa sisätilat voidaan mukauttaa erilaisiin tarpeisiin. Tarve voi olla niin yksilöllinen kuin yhteisöllinenkin; perheauto, ambulanssi tai ruuanjakeluauto. NEVSin InMotion-ajoneuvo on tarkoitettu kulkemaan täysin autonomisesti. NEVSin ajoneuvot koostuvat niin sanotuista soluista, joita voisi olla ajoneuvossa kaksi, kolme tai neljä. Solut mahdollistaisivat erilaisia käyttötarkoituksia. NEVS julkaisi aikomuksensa heinäkuussa 2018. Vaikka NEVS onkin suhteellisen tuore tekijä ajoneuvoteollisuuden alalla, on heidän juurensa vahvasti vuodessa 1947 ja Saab-autoissa, jotka aikoinaan mullistivat alaa. Ruotsalainen kulttuuri ja perintö on myös NEVSin pohjana kaikkeen tekemiseen, aivan kuten Saabillakin. (NEVS 2019.)

Kuva 6. Saabiin pohjautuva NEVS 9-3 EV (NEVS 2019)



Polestar

Polestar on Ruotsalaisen Volvon tytäryhtiö. Polestar valmistaa 100 prosenttisesti sähköllä toimivia nelivetoautoja, joissa on 78 kW akku sekä EFAD- ja ERAD-moottorit, jotka tarjoavat 150 kW, 330 Nm vääntömomenttia. Ajoneuvolla voi ajaa jopa 500 kilometriä yhdellä latauksella. Akusta lähtee vain 3,7 dB ääntä, joten ajoneuvo on todella hiljainen. (Polestar 2019.)

Kuva 7. Polestar-auton keula (Polestar 2019)



2.4 Materiaalit

Pääasialliset materiaalit työssämme ovat puukomposiitti ja alumiini. Komposiitilla tarkoitetaan lujia ja kevyitä materiaaleja, jotka koostuvat matriisista ja lujitteesta. Komposiitit kestävät hyvin ympäristön ja sään aiheuttamaa rasitusta ollen näin pitkäikäisiä. (Vuorinen ym. 2019.) MexyTech (2019) kertoo sivuillaan puukomposiitin koostuvan 60 prosenttisesti puusta, 35 prosenttisesti muovista ja 5 prosenttia on usein muita aineita. Puukomposiitin vetolujuus on 21.08 MPa, taivutuslujuus on 38 MPa ja taivutuskestävyys 3070 MPa. Puukomposiitin tiheys on 1.285 g/cm^3 . (MexyTech 2019.) Alumiinin tiheys puolestaan on 2.70 g/cm^3 . Raudan tiheys puolestaan on 7.87 g/cm^3 . (Peda.net 2019.) Alumiini on siis noin kolme kertaa kevyempää kuin esimerkiksi rauta, mutta alumiinin kestävyys on silti loistavaa.

Kuva 8. Rypistettyä alumiinia (Hruzek 2010)



2.5 Sähkö käyttövoimana

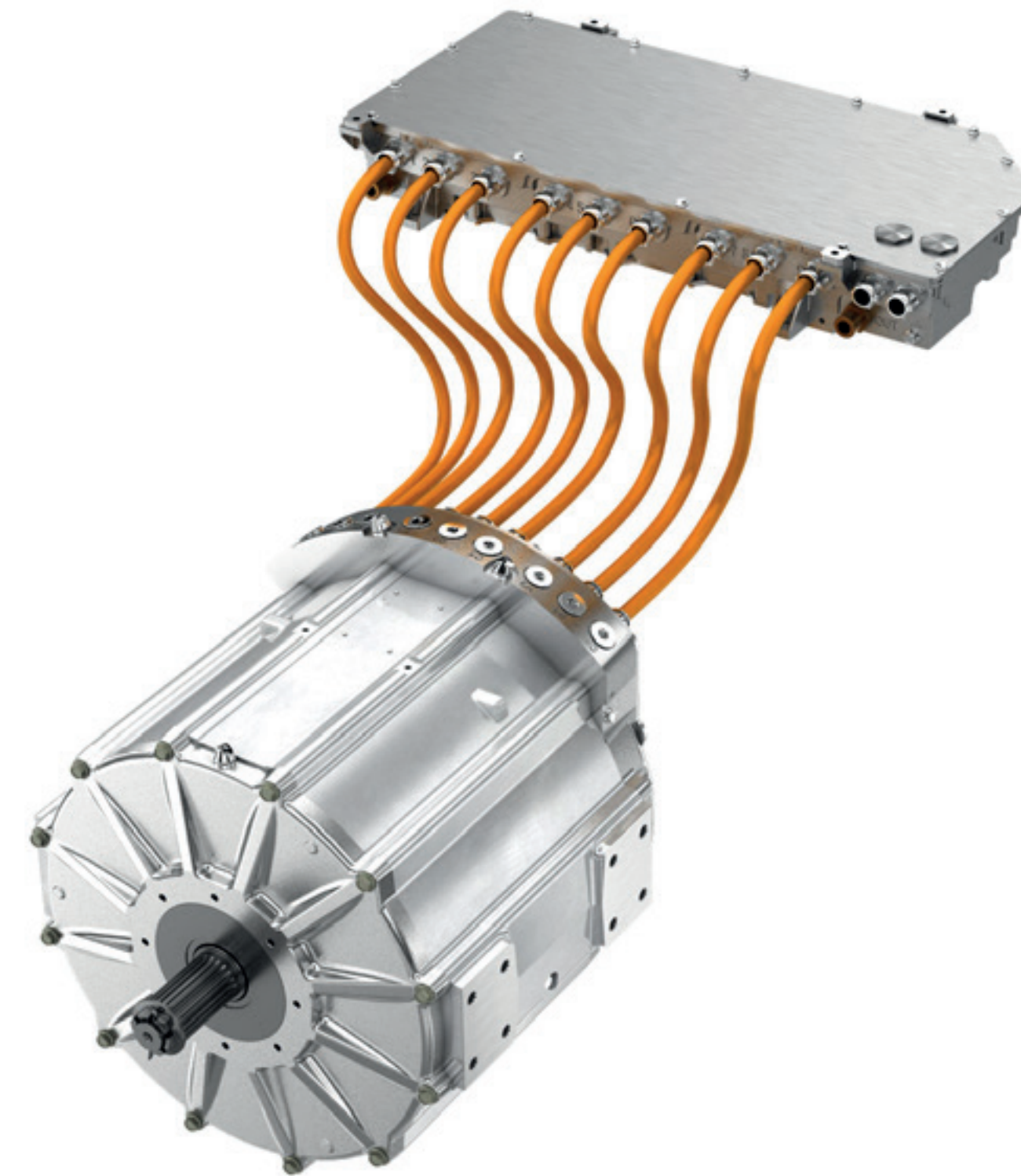
Kestomagneettimoottori

Kestomagneettitekniikalla toimivien moottoreiden etuna ovat sen tarkempi säädettävyys jo pienilläkin pyörintänopeuksilla sekä hyvä hyötysuhde. Ominaisuuksiltaan kestopagneettimoottorit ovat hiljaisia ja tärisevät vähän. Kestomagneettimoottoreiden huonona puolelana on hinta. Kyseisten moottoreiden valmistuksessa käytetään harvinaisia maametalleja kuten esimerkiksi neodymiumia. (Virolainen 2005.)

Rakenteeltaan kestopagneettimoottorissa runko, laakerointi ja staattorikäänitys ovat vastaavat kuin oikosulkumoottorissa. Eroavaisuus tulee moottoreiden käämityksessä. Kestomagneettimoottorissa staattori- tai roottorikäänitys on korvattu kestopagneeteilla. Näin kestopagneetoituun staattoriin tai roottoriin ei tarvitse johtaa sähkövirtaa. (Sahlstén 2012.)

Invertteri

Akusta saatava jännite on tasajännitettä. Invertteri on vaihtosuuntaaja, jonka perustoiminta-ajatus on hyvin yksinkertainen. Invertterissä tietokone ohjaa elektronisia kytkimiä, jotka kytkevät akkujännitteen kulloinkin oikeisiin moottorin käämeihin. Ajoneuvokäytössä vaihtosähkömoottorit ovat huomattavasti tehokkaampia kuin tasasähkömoottori, joten invertteriä tarvitaan muuttamaan akusta saatava tasasähkö moottorille syötettäväksi vaihtosähköksi. (Tieteen termipankki 2019.)



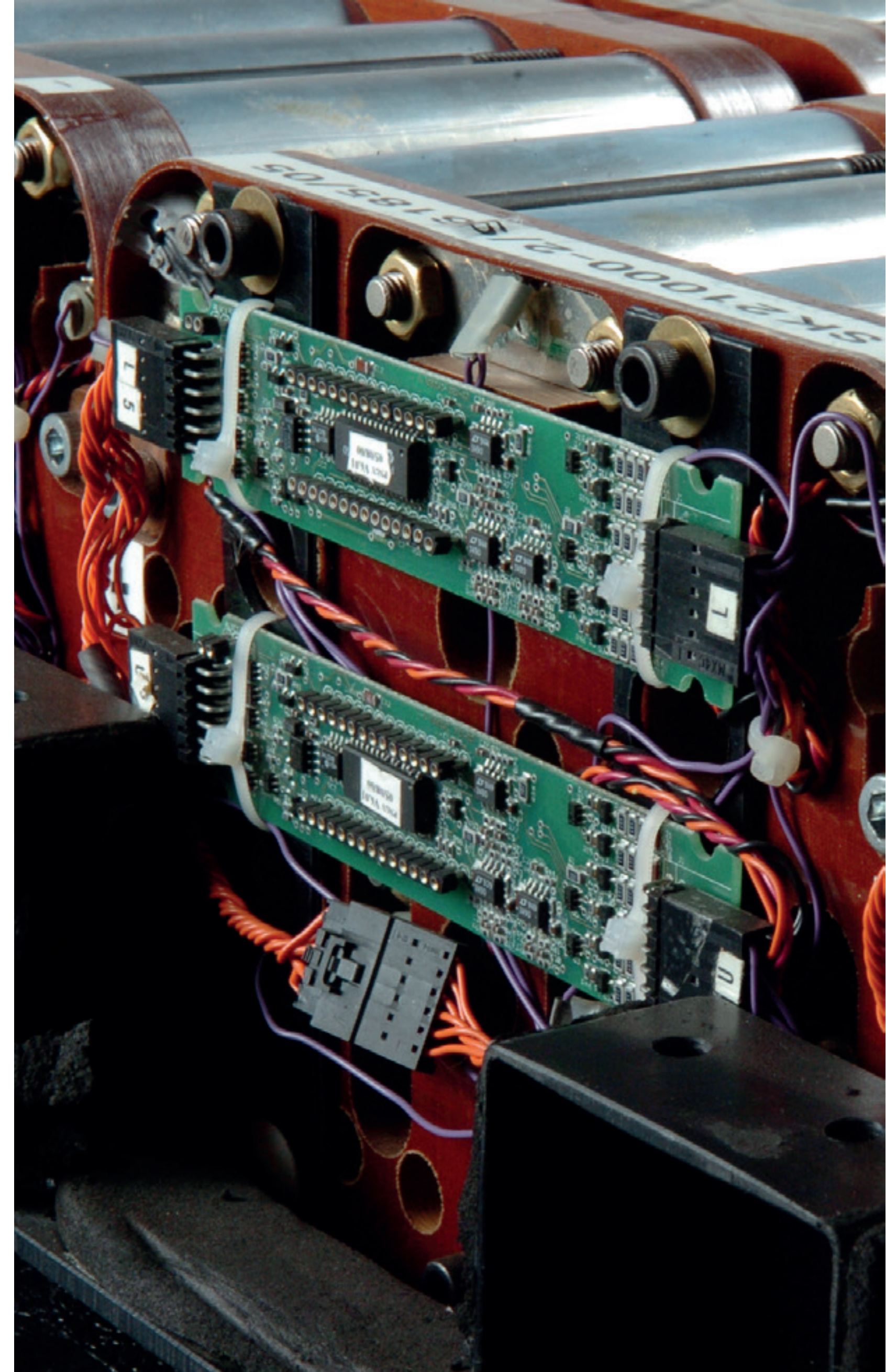
Kuva 9. Sähkömoottori ja invertteri (TM4 Motors 2019)

Litium-rikki

Tawaki kirjoittaa huhtikuussa 2018 litium-rikki-akuista (Li-S). Litium-rikki-yhdistelmä on uudehko yhdistelmä akkumarkkinoilla. Tuotantokustannusten puolesta litium-rikki-akuilla on etunsa, sillä rikki on halpa ja suhteellisen runsas materiaali, jota syntyy öljyteollisuuden sivutuotteena. Tällä hetkellä litium-rikki-akut voivat parhaimmillaan tarjota 500 Wh/kg energiaa, kun litium-ioniakut voivat tarjota vain 150- 200 Wh/kg.

Litium-rikki-akut eivät kuitenkaan ole täysin ongelmattomia. Li-S-akut voivat kärsiä nopeasta kapasiteetin heikkenemisestä. Rikin välituotteet saattavat myös vuotaa akun toiminnan aikana ja nämä lyhentävät akun käyttöikä. Kyseinen akkutyypin aiheuttaa myös suunnitteluun omat haasteensa, sillä kenno saattaa laajentua jopa 80 prosenttia akun latauksen ja purkauksen aikana. Litium-rikki-akkuja on käytetty kuitenkin jo kokeellisissa projekteissa kuten vuonna 2008 lentokoneissa, jotka toimivat aurinkoenergialla. Sony on tuomassa haasteista huolimatta vuonna 2020 markkinoille litium-rikki-paristoja.

Kuva 10. Sähköauton voimanlähde (Argonne National Laboratory 2006)



2.6 SWOT-analyysi

Vahvuudet:

Sisäinen ympäristö +

Suomalaiseen laatuun luotetaan niin Suomessa kuin maailmallakin. Kuluttajat uskovat, että suomalaiset osaavat tehdä kulutusta kestäviä tuotteita. Materiaalivalintojen luotetaan olevan ekologisia, jos tuote voidaan valmistaa kotimaassa.

Mahdollisuudet:

Ulkoinen ympäristö +

Suomi voi tuoda markkinoille oman sähköajoneuvon. Tämä mahdollistaa pohjoisiin olosuhteisiin suunnitellun tuotteen tekemisen. Sen lisäksi, että ajoneuvosta voisi tehdä monikäyttöisen ja mahdollisesti autonomisen, voisi se ottaa huomioon pohjoisen palonpuoliskon muita ominaisuuksia kuten vuodenajat. Suomi voisi ajoneuvoteollisuuden kehittyessä saada myös lisää työpaikkoja ja kehittyntä teknologiaa kuten uutta robotiikkaa.

Heikkoudet:

Sisäinen ympäristö -

Kotimaassa tuotteiden valmistaminen on kalliimpaa kuin monissa muissa maissa johtuen esimerkiksi palkoista ja kalliimmista raaka-aineista. Kalliimpien tuotantokustannusten vuoksi myös tuotteen loppuhinta nousee.

Uhat:

Ulkoinen ympäristö -

Markkinat ovat epävakaat, mikä vaikeuttaa kaiken niin sanotusti uuden aloittamista. Suomi on myös kaukana monista suuremmista valtioista viennin kannalta ja vientikustannukset nousevat helposti suuriksi. Kaupan tekeminen naapurimaita kauemmas on siis haastavampaa Pohjolasta kuin esimerkiksi Keski-Euroopasta.

3

TEOLLISUUS SUOMESSA

- 3.1 Suomalaisen veneteollisuuden historia
- 3.2 Suomalaisten sähköautojen historia
- 3.3 Yritysvierailu- Valmet Automotive
- 3.4 Teollisuuden paluumuutto

3.1 Suomalaisen veneteollisuuden historia

Suomalaiset veneet ovat olleet kautta historian menestyvä tuote. Vuosia sitten veneitä osattiin tehdä omaan käyttöön, nykyään suomalaiset veneet ovat laadun merkki maailmalla. Tämän vuoksi otimme Suomalaisista veneistä inspiraatiota ajoneuvoomme.

Suomalaisista 5 000 vuotta vanhoista kalliomaalauksista on löytynyt kahden eri esineen kuvia: jousia ja veneitä. Suomesta onkin löydetty muutamia kivikautisia meloja ja ruuhia. Varsinaiset venelöydöt ovat alle tuhat vuotta vanhoja; Hartolasta on löydetty vuosiin 1025-1064 ennen ajanlaskumme alkua sijoittuva vene. Suomessa veneiden muoto ja malli vaihtelivat käyttötarkoituksen ja sijainnin mukaan. Veneen rungon syvyyttä, pituutta ja leveyttä muutettiin esimerkiksi lautaparien lukumäärällä ja leveydellä. Veneiden perät ovat vaihdelleet leveihköistä ja suorista täysin suippoihin periin. Yleinen kaava on kuitenkin ollut, että merelle on tehty leveämpi vene kuin sisävesille. (Elävä perintö 2018.)

Kuva 11. Suomalaisen Finnmasterin Husky R5 alumiinivene (Finnmaster 2019)



Veneenveistotaito oli Suomessa ennen yleinen taito. Vielä 1900-luvun alussa lähes jokaisessa saariston talossa osattiin valmistaa veneitä. Limisaumatekniikka oli yleisin tapa valmistaa veneitä Suomessa ja sitä pidettiin maailmalla pohjoiseurooppalaisena tapana veneiden valmistukseen. (Elävä perintö 2018.)

Limisaumaveneen valmistuksessa käytetään tarkkaa tekniikkaa. Limisaumaveneessä ylemmän laudan sisäpuolen alareuna tulee jonkin verran alemman laudan yläosan päälle. Jotta sauman tiiviys voidaan taata, höylätään alemman laudan yläreunan ulkopintaan muuttuvakulmainen viiste siten, että seuraava yläpuolinen lauta asettuu tiiviisti saumaa vasten. Lautojen päihin tulee myös höylätä pienet viisteet, jotta ne asettuvat päistään koko leveydeltään samalle tasolle keula- ja perävantaaseen työstettyyn lautauraan. Venenauloja käytetään kiinnittämään lautoja toisiinsa. Jos sauma on sovitettu hyvin, ei sitä välttämättä tarvitse tiivistää mitenkään. Veneeseen laitetaan myös painokaaret veneen laudoituksen sisäpuolelle. Painokaaret ovat eräänlainen muotti, jonka ympärille vene rakennetaan. Painokaari ei kuitenkaan ole välttämätön, vene on voitu rakentaa myös vapaasti ilman muottia. (Elävä perintö 2018.)

Kuva 12. Limisaumaveneen valmistus vaatii taitoa (Fotobloger_Aleksei 2017)



Veneenrakennus on siis perinteistä suomalaista käsityötä. Veneet on valmistettu mahdollisimman helposti saatavilla olevista materiaaleista ja yksinkertaisesti, mutta tekniikka, jolla veneet on rakennettu on vaatinut paljon taitoa. Jotta jokainen lauta on viistetty oikein ja siten, että tiivisteitä tarvitaan mahdollisimman vähän tai ei ollenkaan, on tietotaitoa täytynyt olla paljon. Veneissä on pyritty mahdollisimman yhtenäisiin pintoihin ja saumojen siisteyteen. Tämä kaikki on ollut meillä yhtenä inspiraationa suunnittelussa.

Veneteollisuus elää ja voi hyvin yhä Suomessa, kirjoittaa Sirén (2016) Kauppapolitiikassa. Suomalaisia veneitä arvostetaan maailmalla, suurin asiakasryhmä löytyy Pohjoismaista ja Euroopasta, mutta onpa joskus vene myyty Uuteen-Seelantiinkin. Suurimpia haasteita Suomalaisessa veneteollisuudessa on kaksi: veneet ovat luksustuote, joka ostetaan viimeiseksi ja siitä luovutaan ensimmäiseksi, ja suomalaiset veneet ovat niin laadukasta käsityötä, että ne kestävät vuosikymmeniä. Miten siis saada asiakas ostamaan uusi tuote, kun vanha kestää moitteettomassa kunnossa vuodesta toiseen?

Kuva 13. Suomalainen vene koetaan maailmalla luksustuotteeksi (Finnmaster 2019)



3.2 Suomalaisten sähköautojen historia

1987 FinnVan

FinnVan tunnetaan kotimaisten sähköautojen pioneerina. FinnVanin takana olivat Neste, Imatran Voima ja Lokari-yhtiö, jotka halusivat kehittää kevyen jakeluauton kaupunkikäyttöön. (Klassikot 2016.) Ajoneuvon kori pohjautui Fiat 127 tekniikkaan ja oli lasikuitua. Ajoneuvoja valmistettiin kaksi kappaletta ja ne ehtivät olla yli vuoden koekäytössä postilla, mutta ajan kuluessa komposiittirungossa havaittiin väsymistä ja ajoneuvot jouduttiin poistamaan tieliikennekäytöstä. (Venetjoki 2019.)

Kuva 14. FinnVan Postilla testiautona (Zache 2017)

1990 Elcat

Elcat on jatkoa Finnvanin aloittamalla polulla (Klassikot 2016). Elcat-sähköautoja valmistettiin kaikkiaan noin 250 kappaletta, suurin osa näistä meni postin käyttöön. Ajoneuvo painoi akkujen kanssa noin 1 400 kilogrammaa, huippunopeus oli 80 kilometriä tunnissa. Ajotavasta riippuen yhdellä latauksella ajoneuvolla pääsi 70-100 kilometriä. Ajoneuvosta löytyi 12 kappaletta 12 V 45 Ah lyijyakkua, käyttöjännite oli 72 V ja akusto painoi noin 450 kilogrammaa. Ajoneuvo hyödynsi jarrutuksesta saatavaa energiaa lataamalla akustoa jarrutuksessa. (Tirkkonen 2013.)

Kuva 15. Suomessa valmistettu Elcat Cityvan 200 (Jewell 2016)



1997 Hybridi-Ibana

Airaksinen (2014) kirjoittaa artikkelissaan Metropolian autotehdas entisestä Helsingin teknillisestä oppilaitoksesta, josta hän on valmistunut vuonna 1988. Metropolia on vuosien ajan insinööritöinä rakennettu erilaisia ajoneuvoja. Vuonna 1994 rakennettiin Ibana, jota jatkokehitettiin vuonna 1997 tehden siitä hybridiversio.

Kuva 16. Hybridi-Ibana koeajolla (Nissin 2019)



2007 Electric RaceAbout

Electric RaceAbout on Metropolia ammattikorkeakoulun oppilastöitä, aivan kuten Ibanakin. E-RA on sähköurheiluauto, jonka tarkoituksena oli tutkia suomalaisen sähköajoneuvoteollisuuden mahdollisuuksia Suomessa. Autosta tehtiin neliveto, vaikka ensisijainen tavoite projektissa olikin tehdä ympäristöystävällinen urheiluauto. Projekti onnistui loistavasti; Ajoneuvo tuli toiseksi X-Prize kilpailussa ja nelimoottorisen sähköauton ajonhallintajärjestelmän ohjelmistolisenssit myytiin Yhdysvaltoihin kesällä 2015. Samaa ohjausjärjestelmää käytetään myös esimerkiksi suomalaisen Linkker Oy:n sähköbuseissa. (Tervola 2016.)

Kuva 17. Electric RaceAbout Ivalossa talvitesteissä (Laine 2012)



2012 Valmet Automotive Dawn Electric Concept

Dawn Electric-ajoneuvossa istutaan hyvin matalalla, hieman kuten Le Mans –kilpailijat. Sähkökomponentit näkyvät auton takaosassa ja kirkkaan oranssit kaapelit kulkevat kuljettajan ajopaikan vieressä ajoneuvon etuosassa. Ajoneuvo on ollut esillä Geneven vuoden 2012 autonäyttelyssä. Ajoneuvo on toiminut Automotivelle esittelyajoneuvona, jolla he ovat havainnollistaneet sähköajoneuvo-osuustaan. (Ingram 2012.)

Kuva 18. Futuristinen kilpa-autokonsepti (Valmet Automotive 2019)



2015 Toroidion

Toroidion on pyrkinyt tuomaan markkinoille persoonallista supersähköautoa, mutta auton sarjatuotanto ei ole toistaiseksi onnistunut. Poikkeuksellisen ajoneuvosta tekee matalajännitteinen akusto, josta ajetaan kuitenkin isoja tehoja ulos. Voimansiirtoalusta toimii keskimääräisesti 40-90 V jännitteellä, mutta heillä on jopa 1 MW superauto. (Toroidion 2019.)

Kuva 19. Toroidionin sähköurheiluauto (Toroidion 2019)



3.3 Yritysvierailu - Valmet Automotive

Vierailimme Uudessakaupungissa 13. joulukuuta 2018 Valmet Automotiven tehtaalla. Vierailun aikana haastattelimme tuotantoin-sinööri Jari Mattilaa ja tuotantoin-sinööri Mika Kinnusta. Tärkeim-mät haastattelussa esille nousseet asiat liittyivät tuotantorobottien hyödyntämiseen haastavien kappaleiden valmistuksessa. Tuotan-toroboteista on suurta hyötyä myös silloin kun pitäisi käyttää niin raskaita työkaluja, ettei ihminen niitä pystyisi operoimaan. Tuo-tantoprosessi on suunniteltu niin hienoksi, että jokainen linjalta ulos tuleva ajoneuvo voisi olla uniikki kappale. (Mattila & Kinnunen 2018.)

Kuva 20. Valmet Automotive valmistaa Uudessakaupungissa muun muassa Mercedes-Benz henkilöautoja (Pixabay 2018)



3.4 Teollisuuden paluumuutto

Koskinen kirjoittaa ammattiliitto Pron (2017) sivuilla teollisuuden paluumuutosta, joka vaikuttaa vahvasti niin Turun telakoihin kuin Uudenkaupungin autotehtaisiin. Näillä tehtailla tuotanto käy vilkkaampana kuin vuosiin. Lamavuosien aikana Suomessa totuttiin uutisiin, joissa kuultiin teollisuuden ja yritysten siirtymisestä ulkomaille, erityisesti Kiinaan. Tätä ilmiötä alettiin kutsuaan Kiina-ilmiöksi. Nyt on kuitenkin alkanut tapahtua vastakkainen reaktio ja yritykset ja tuotanto muuttavat takaisin kotimaahan. Tähän on vaikuttanut muun muassa se, että tuotteiden ostovoima Euroopassa on kasvanut, palkat Kiinassa ovat nousseet ja yritykset ovat huomanneet, että markkinoihin reagoiminen on nopeampaa kotimaasta käsin. Teknologia ja automaation kehitys ovat tuoneet oman lisänsä teollisuuden paluumuuton mahdollistumiseen, sillä esimerkiksi 3D-tulostus ja teollisuusrobotiikka mahdollistavat tilauksen valmistamisen suoraan tilauksesta ja lähettämisen asiakkaalle.

Kuva 21. Suomalaisen Finnmasterin Husky-alumiiniveneitä (Finnmaster 2019)



4

TAVOITTEET JA RAJAUS

- 4.1 Tyyllilliset tavoitteet
- 4.2 Teknilliset ratkaisut

4.1 Tyylliset tavoitteet

Lähtökohtanamme on ollut tehdä pohjoismainen ajoneuvo. Pohjoismaat ja erityisesti Suomi ovat tunnettuja ajattomuudesta ja yksinkertaisuudesta. Skandinaavinen ja Pohjoismainen sisustus ovat käsite, josta usein kuuluu puhuttavan muualla maailmassa. Esimerkkejä suomalaisista tunnetuista tuotteista ovat Aalto-maljakko ja Marimekon Unikko-kuosi, jotka ovat pysyneet samanlaisina vuosikymmeniä säilyttäen silti mielenkiintonsa. Maailmalla tunnettu on myös Fiskars, joka on aloittanut 1967 oranssien saksien menestyksikkään tekemisen ja joilla onkin patentti kyseisiin saksiin Suomen lisäksi Yhdysvalloissa ja Kanadassa (Fiskars 2019).

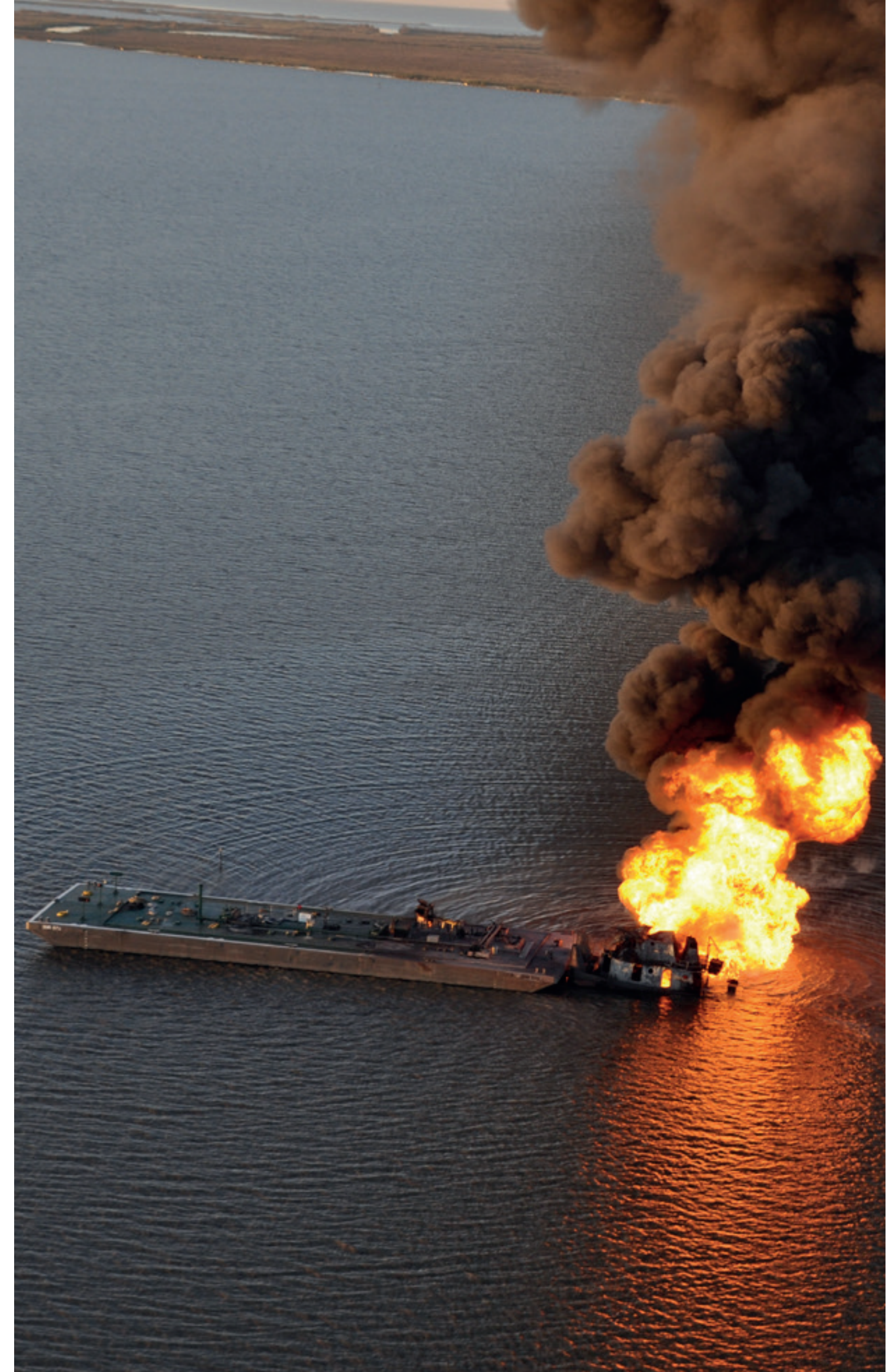
Kuva 22. Suomalaista designia yhdistettynä autoteollisuuteen (Yoshihito 2008.)



4.2 Teknilliset ratkaisut

Teknisten ratkaisujen suhteen pyrimme siihen, että ajoneuvon tulee soveltua aikakauteen, jolle se on suunniteltu. Meillä ei kuitenkaan ollut tarkkaa aikajanaa sille, mille ajankohdalle haluaisimme ajoneuvomme sijoittuvan. Nyt ja tulevaisuudessa selkeä trendi ajoneuvojen teknologiassa on sähkö ja muut ei-fossiiliset polttoaineet, joten selkeää oli, että myös me valitsisimme ajoneuvomme käyttövoimaksi jotain muuta kuin fossiilista polttoainetta. Halusimme ajoneuvostamme myös kompaktin paketin, joka ottaisi huomioon ympäristön, niin ekologisesta näkökulmasta kuin myös kokemuksellisesta näkökulmasta. Halusimme tuoda myös uusia ja innovatiivisia näkökulmia kuljettamiseen.

Kuva 23. Öljyonnettomuus Yhdysvaltojen rannikolla (Dvidshub 2013)



5

SUUNNITTELUPROSESSI

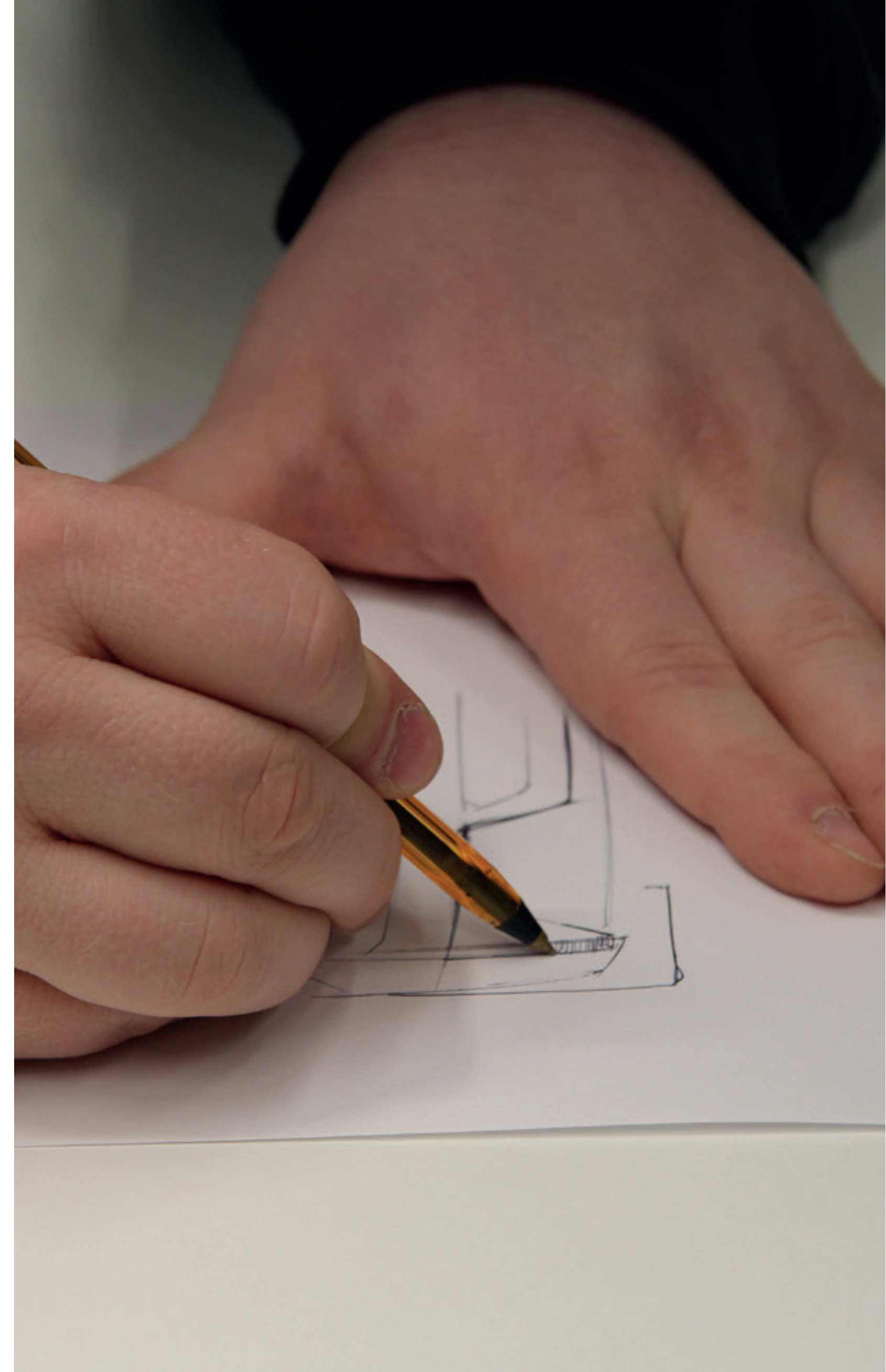
- 5.1 Ideointi
- 5.2 Luonnostelu
- 5.3 3D-skannaus
- 5.4 3D-mallinnus

5.1 Ideointi

Ideoinnin alkuvaiheessa mietimme paljon, mitä tulisimme tekemään. Ekologisuus on pyörinyt puheissamme paljon myös ennen opinnäytetyötä, joten se tuntui luonnolliselta osalta työtämme. Iirron vahvuksia ovat 3D-mallinnus ja tekninen osaaminen aikaisempien koulutusten ansiosta, Antti puolestaan koki olevansa vahvimmillaan, kun saa konkreettisesti työstää käsin ja silmin materiaalia, esimerkiksi vahaa. Aluksi teimmekin tältä pohjalta kolme konseptia, joiden suurimmat erot olivat suunnitteluvuosi ja autonomian taso.

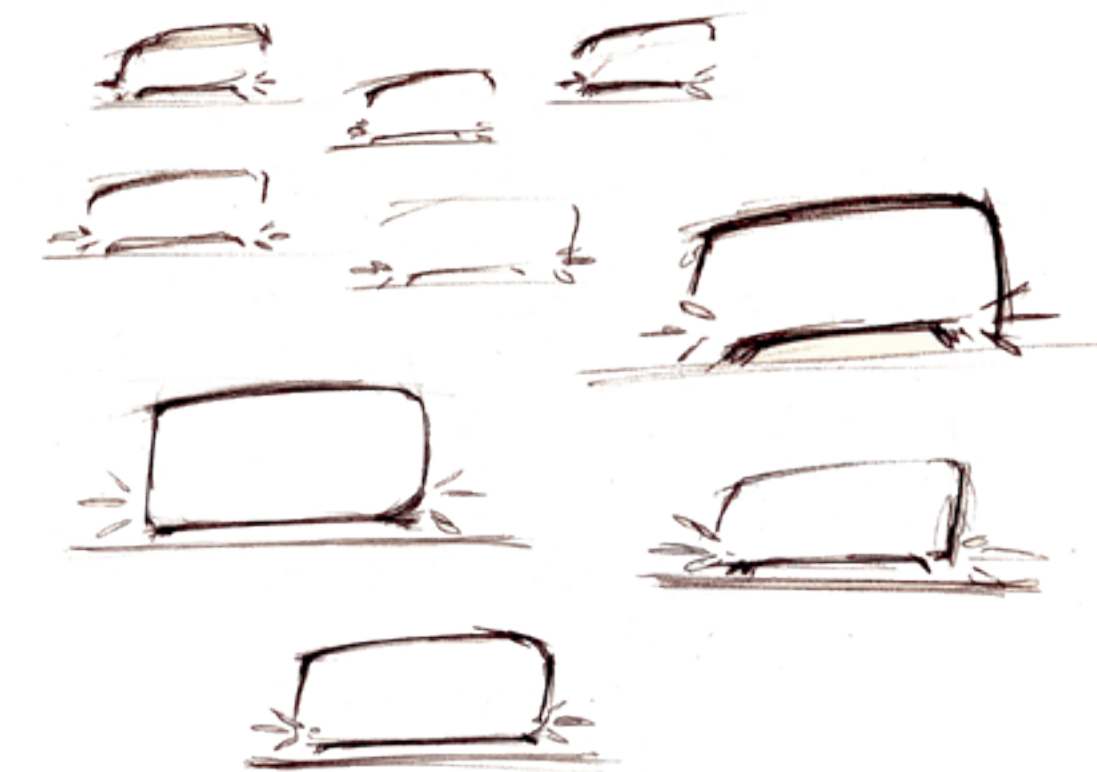
Ensimmäinen konsepti keskittyi vuoteen 2025 ja ajoneuvoa oli ajettava itse. Toinen konsepti puolestaan sijoittui kymmenen vuotta tästä eteen päin, vuoteen 2035 ja ajoneuvoa oli mahdollisuus ajaa itse, mutta ajoneuvosta sai tarvittaessa myös autonomisen. Kolmas konseptimme meni vuoteen 2050 ja ajoneuvo toimi täysin autonomisesti.

Kuva 24. Luonnostelua paperille (Laine 2019)



Konsepti #1 - PALA

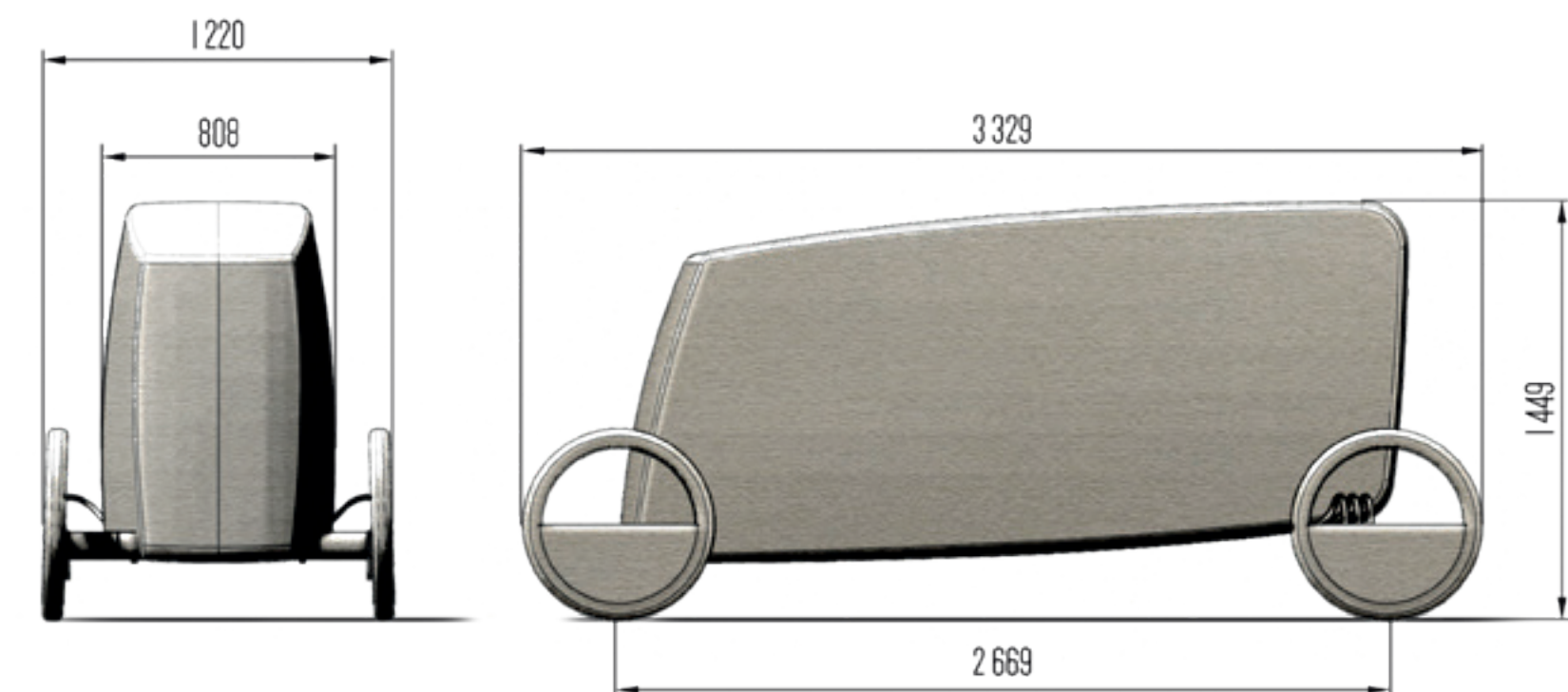
PALA eli Palveluajoneuvo sijoittui noin kymmenen vuotta suunnitteluhetkestä tulevaisuuteen. Ideana oli kääntää nykyinen mentaliteetti palveluista; Ihmisen ei tarvitsisi mennä palveluiden luo vaan asia tapahtuisi toisin päin. PALA-konseptissa palvelut tuotiin siis ihmisten luo, esimerkiksi postin ja kaupan lähetykset saapuivat kotiovelle. Ajoneuvoa olisi voitu käyttää myös ambulanssin syöttöautona esimerkiksi pienillä paikkakunnilla, joista on pitkä matka sairaalaan. Ajoneuvolla olisi käytännössä lähes rajattomat mahdollisuudet kehittyä niin henkilöiden kuin tavaroiden kuljettamiseen.



Kuva 26. Pikaisia luonnostelukuvia (Laine & Paakkari 2019)



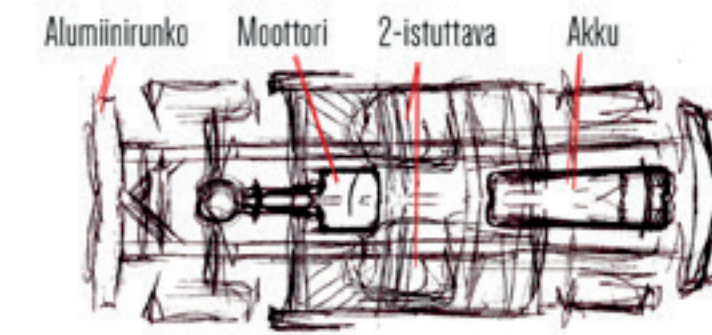
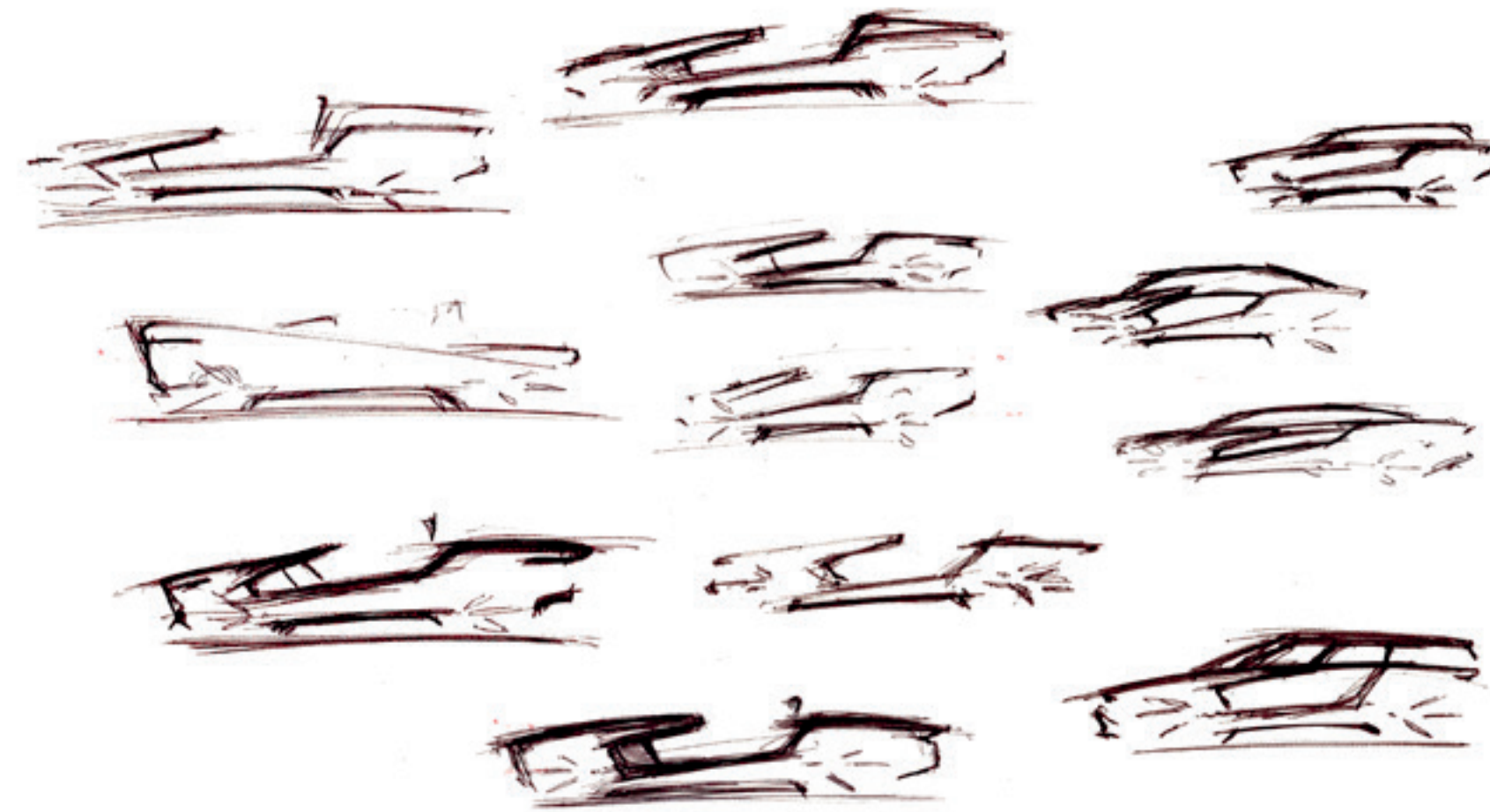
Kuva 25. Hahmoittelukuva ajoneuvosta liikenteessä (Laine & Paakkari 2019)



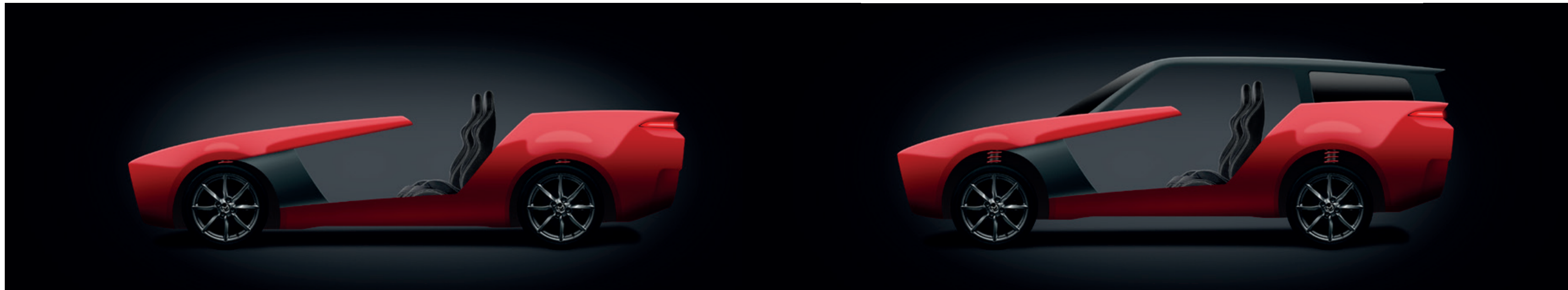
Kuva 27. Ajoneuvon päämitat (Laine & Paakkari 2019)

Konsepti #2 - 4S

4S-konsepti on lyhenne sanoista Four Seasons. Konseptin ideana oli luoda ajoneuvo, joka muuntuu ympäröivien vuodenaikojen ja tarpeiden mukaan. Kesällä ajoneuvo olisi matala ja urheilullinen avoauto, talvella korkea SUV. 4S:n yksi pääperiaatteista oli ottaa huomioon Pohjolan muuttuvat sääolosuhteet ja erilaiset maastot. Ajoneuvon oli sovellettava niin kaupunkiajoon kuin ajoon hieman huonommilla teillä.



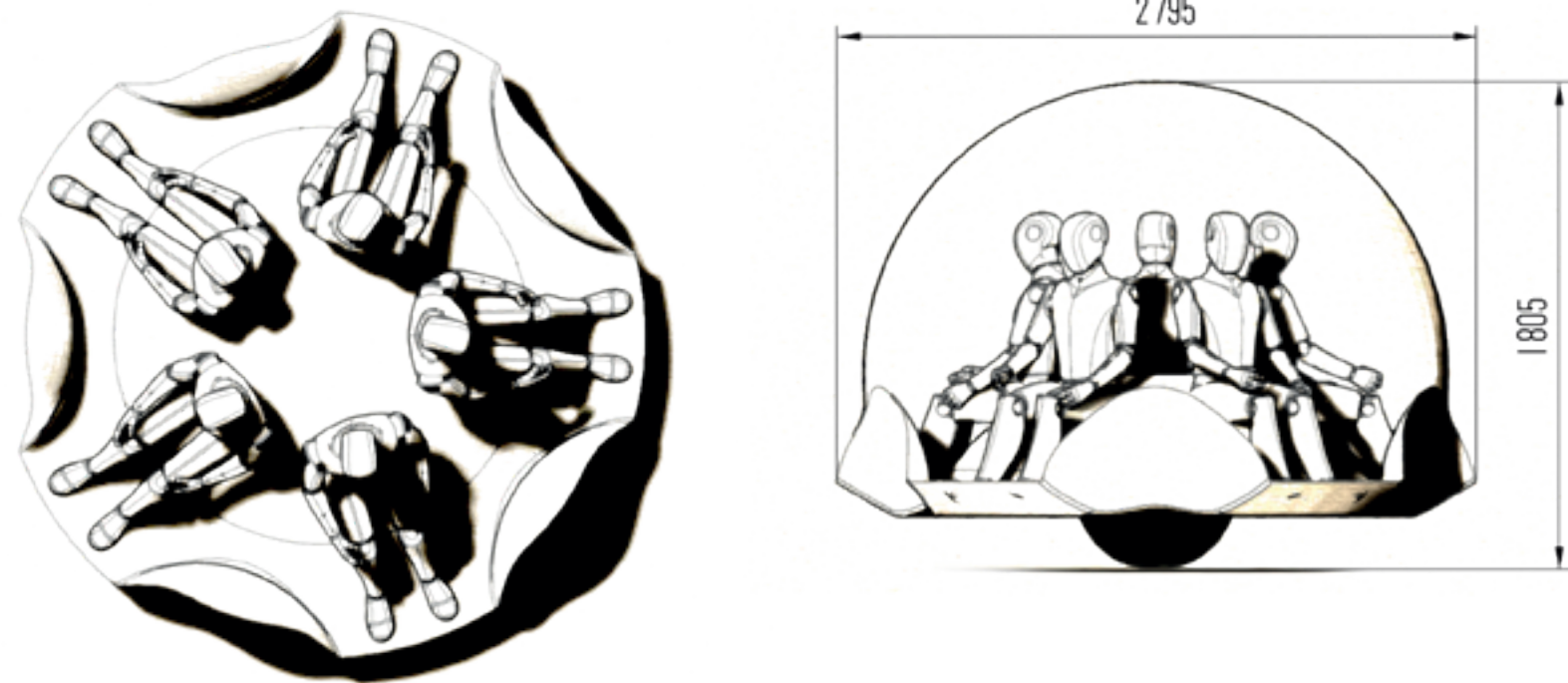
Kuva 29. Luonnostelukuvia sivusta ja tekniikan sijoittelusta (Laine & Paakkari 2019)



Kuva 28. Ajoneuvon hahmotelmakuva sivusuunnasta (Laine & Paakkari 2019)

Konsepti #3 - MÄTÄS

MÄTÄS oli tulevaisuuden autonominen ajoneuvo, jolla voitiin liikuttaa viittä henkilöä samanaikaisesti. Inspiraationa toimi Suomalainen suo ympäristö. MÄTÄS-ajoneuvossa istutaan keskellä olevalle mätälälle, jonka alla on ajoneuvon ainoa ”rengas” joka on pallon muotoinen. Ajoneuvon ulkomuoto oli saanut inspiraationsa suokukasta. MÄTÄS oli autonominen ajoneuvo, joka voi kuljettaa viittä henkilöä. Ajoneuvossa istutaan kasvot poispäin muista, joka on suomalaisille psykologisesti mukavin tilanne. Selät vastakkain istuminen mahdollisti oman rauhan kun muiden matkustajien kanssa ei tarvitse olla kontaktissa.



Kuva 30. Ajoneuvon päämitat (Laine & Paakkari 2019)



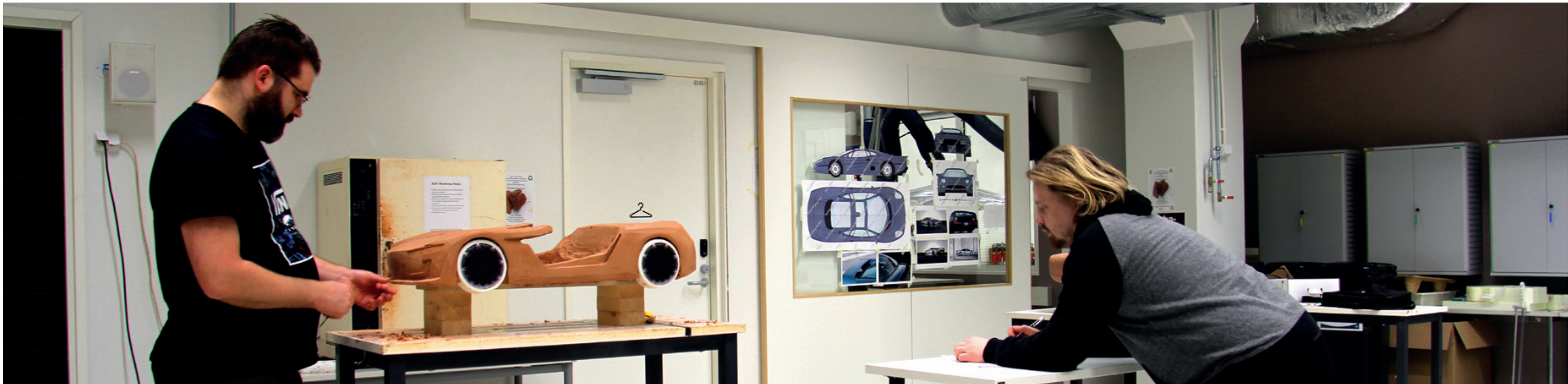
Kuva 31. Ajoneuvon hahmotelmakuva (Laine & Paakkari 2019)

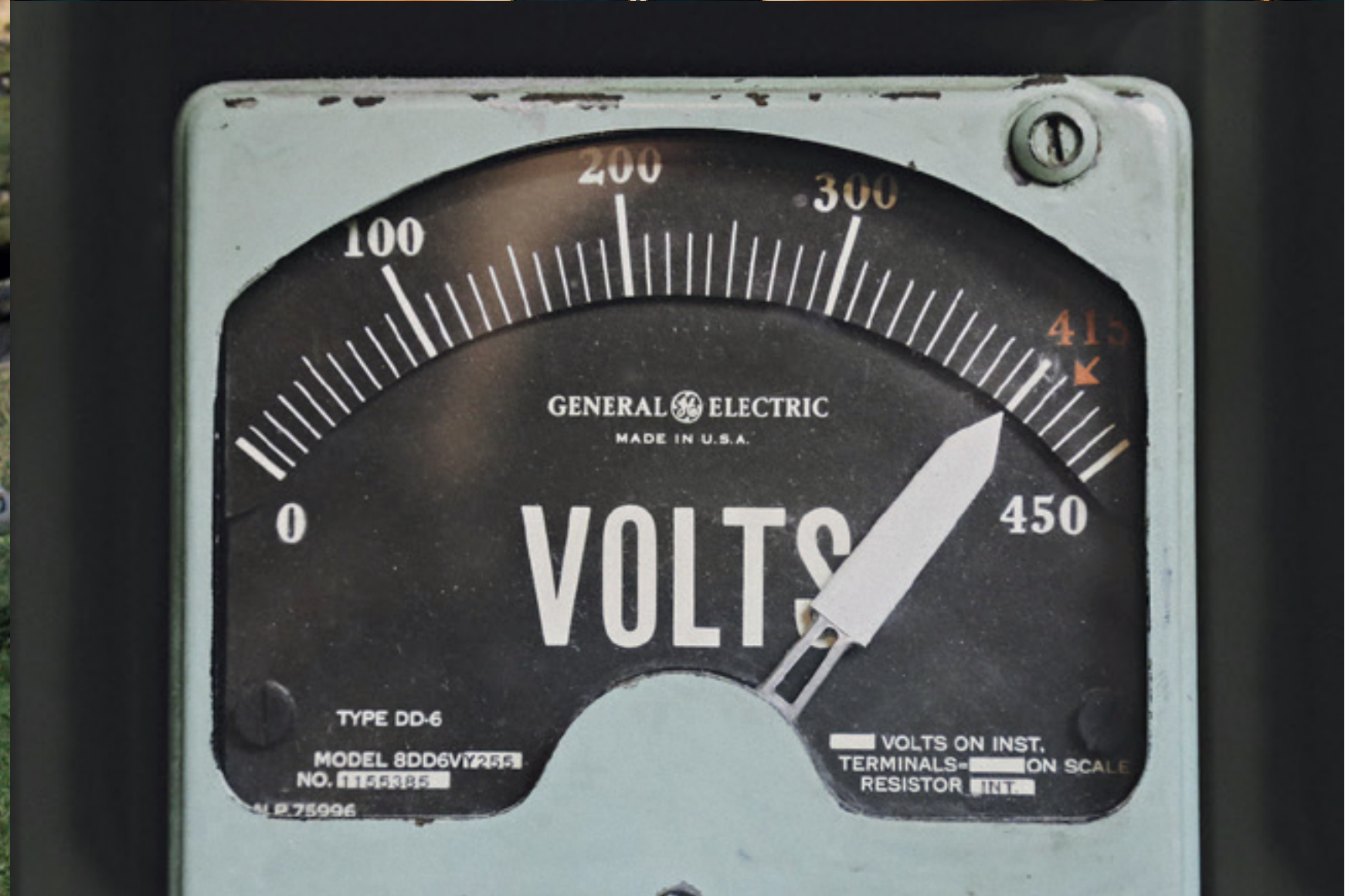
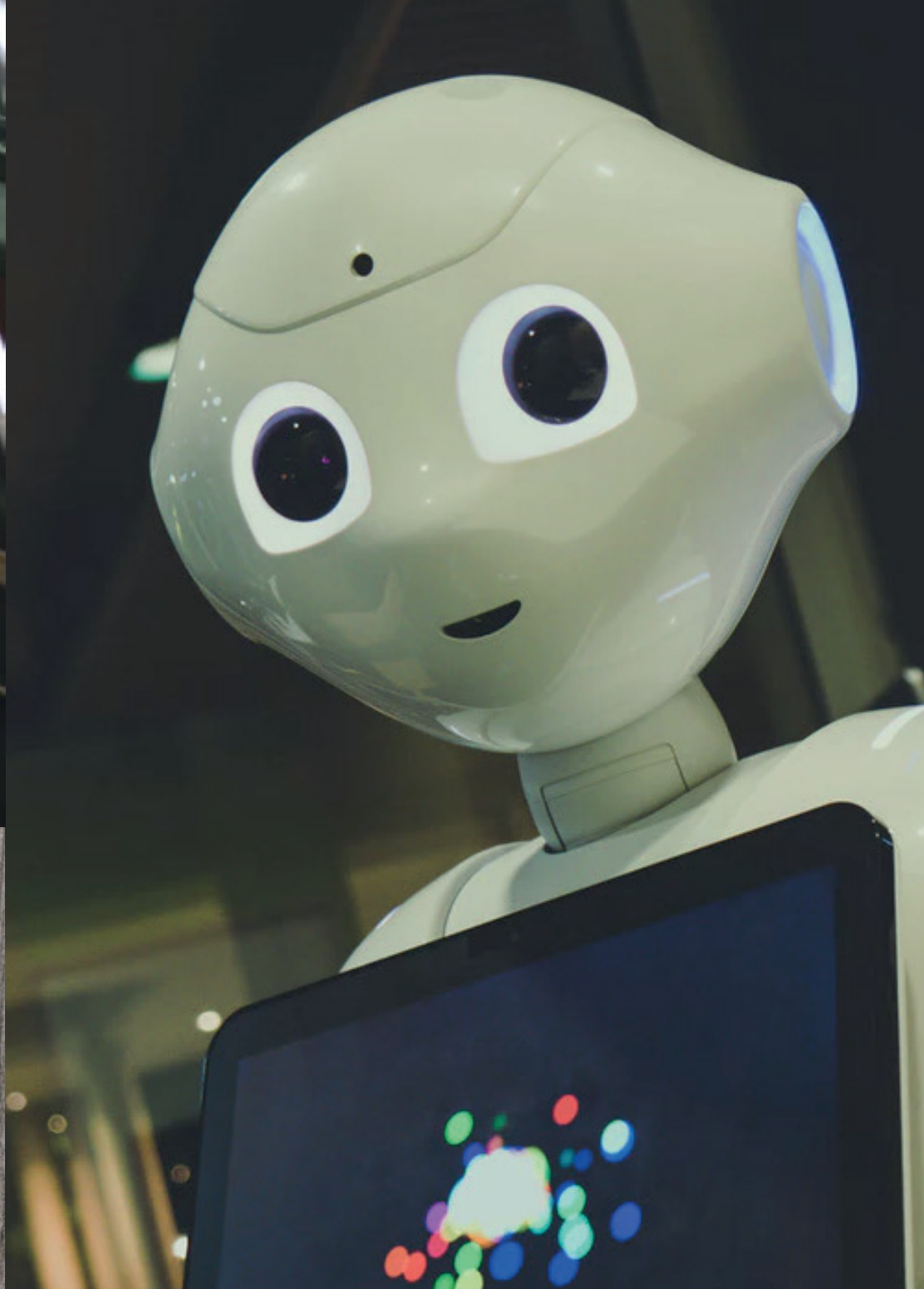
5.2 Luonnostelu

Kolmesta konseptista päätimme jatkojalostaa 4S-konseptia. Koimme tämän konseptin muotoilullisesti haastavaksi ja tämän lisäksi mahdollisuuden toteuttaa itseämme eri tavalla kuin aikaisemmin opintojen aikana. Antin töissä on painotettu muotoilua, lirolla puolestaan tekniikkaa. Päätimme aloittaa vahamallin työstämisen erittäin aikaisessa vaiheessa, sillä se on Antille helpompi tapa suunnitella kuin paperille piirtämällä. Tämän menetelmän avulla lopputuloksen näkee kolmiulotteisena jo luonnosteluvaiheessa.

Vahamallin suuntaa antavat mitat otimme BMW:n i8:n hybridiautosta, koska se tarjosi meille sopivan platformin.

Kuva 32. Antti työstää vahamallia samalla kun liro suunnittelee ajoneuvoa paperille (Laine 2019)





Kuva 33. Mood board (Unsplash 2019)

Vahamallin työstäminen alkoi vahan kasaamisella alustalle ja massojen hakemisella. Alussa laitoimme "liikaa" massaa ajoneuvon etu- ja takaosaan, koska sitä oli helppo ottaa pois. Karkeaa muotoa haimme veneteollisuudesta, missä käytetään isoja, massiivisia pintoja.

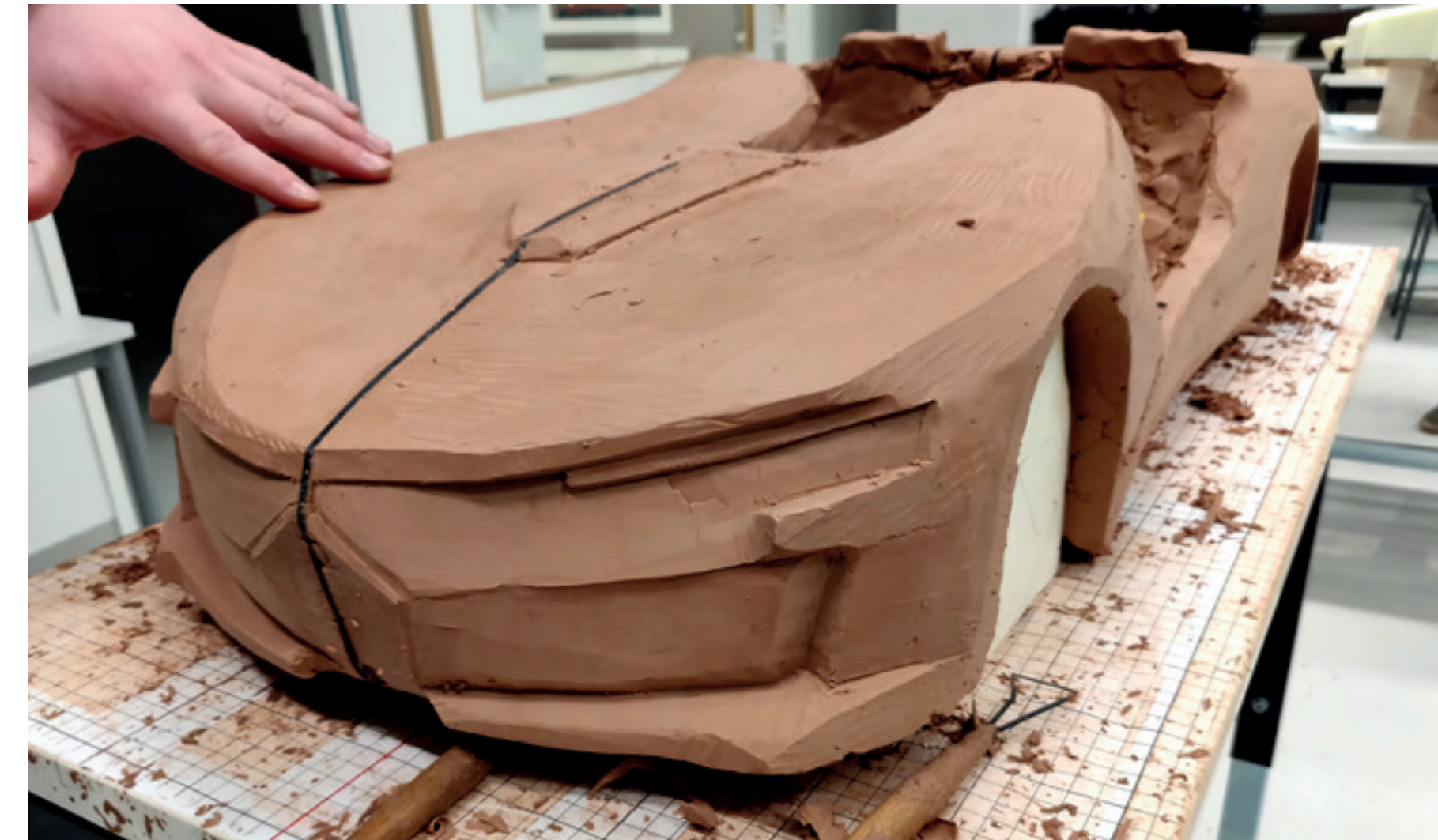


Kuva 34. Karkeaa massoittelua vahalla (Laine & Paakkari 2019)

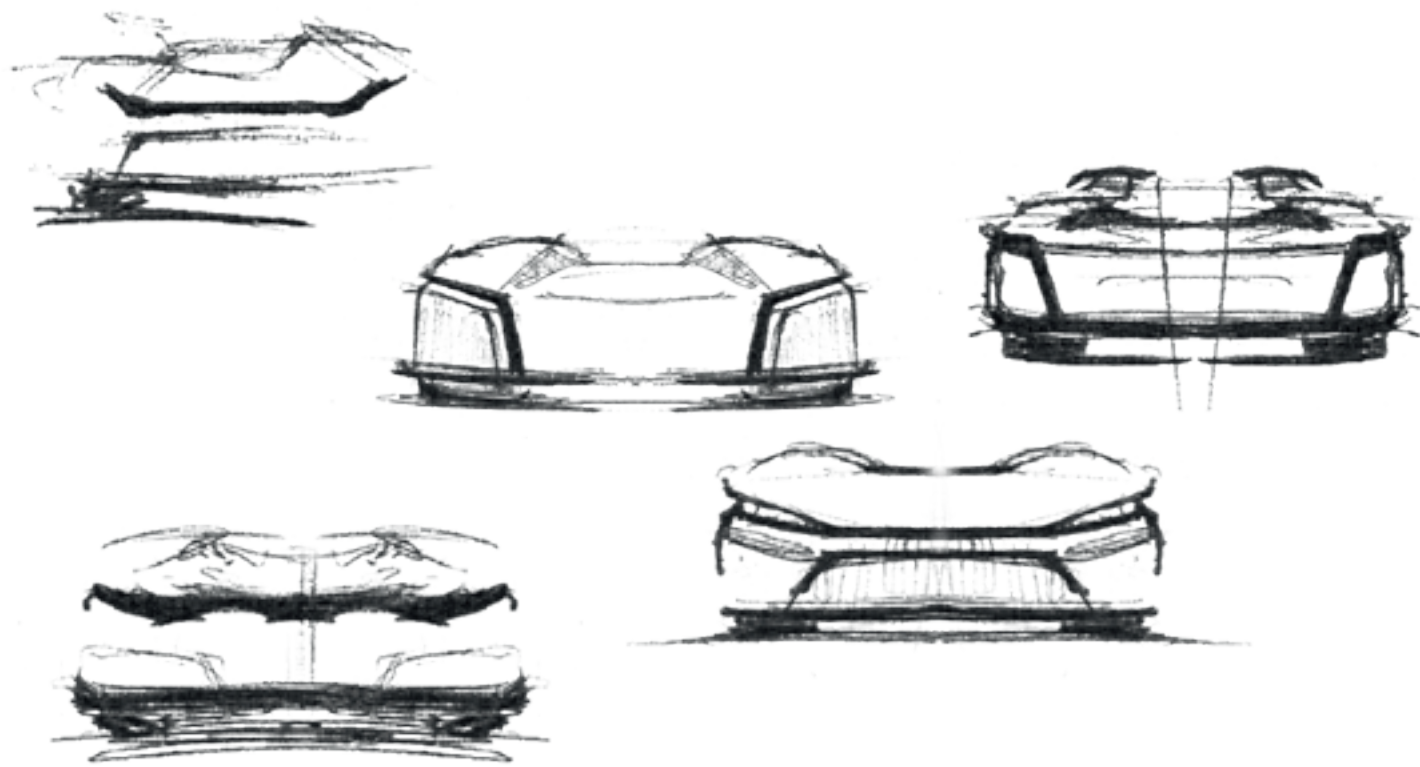


Kuva 35. Keulaan massoittelimme venemäistä muotoa (Laine & Paakkari 2019)

Vahamassan veistelyn ja luonnostelun aloitimme ajoneuvon keulasta. Alussa kokeilimme yksinkertaisia, suuria pintoja, mutta ne tuntuivat liian massiivisilta ja tylsiltä. Päätimmekin tuoda keulaan hieman pinnan korkeuden vaihtelua ja limisaumaveneen inspiroimaa muotoa. Lopulta päätimme häivyttää ylikorostuneita linjoja, mutta päätimme kuitenkin jättää keulaan kokalta näyttävän merkin muistuttamaan meitä veneiden tuomasta inspiraatiosta.



Kuva 38. Keulan ensimmäisiä hahmotelmia (Laine & Paakkari 2019)



Kuva 36. Luonnostelukuvia keulasta (Laine & Paakkari 2019)



Kuva 37. Totesimme keulan pinnan muotokielen olevan liian tylsä (Laine & Paakkari 2019)



Kuva 39. Keulan massoittelua (Laine & Paakkari 2019)



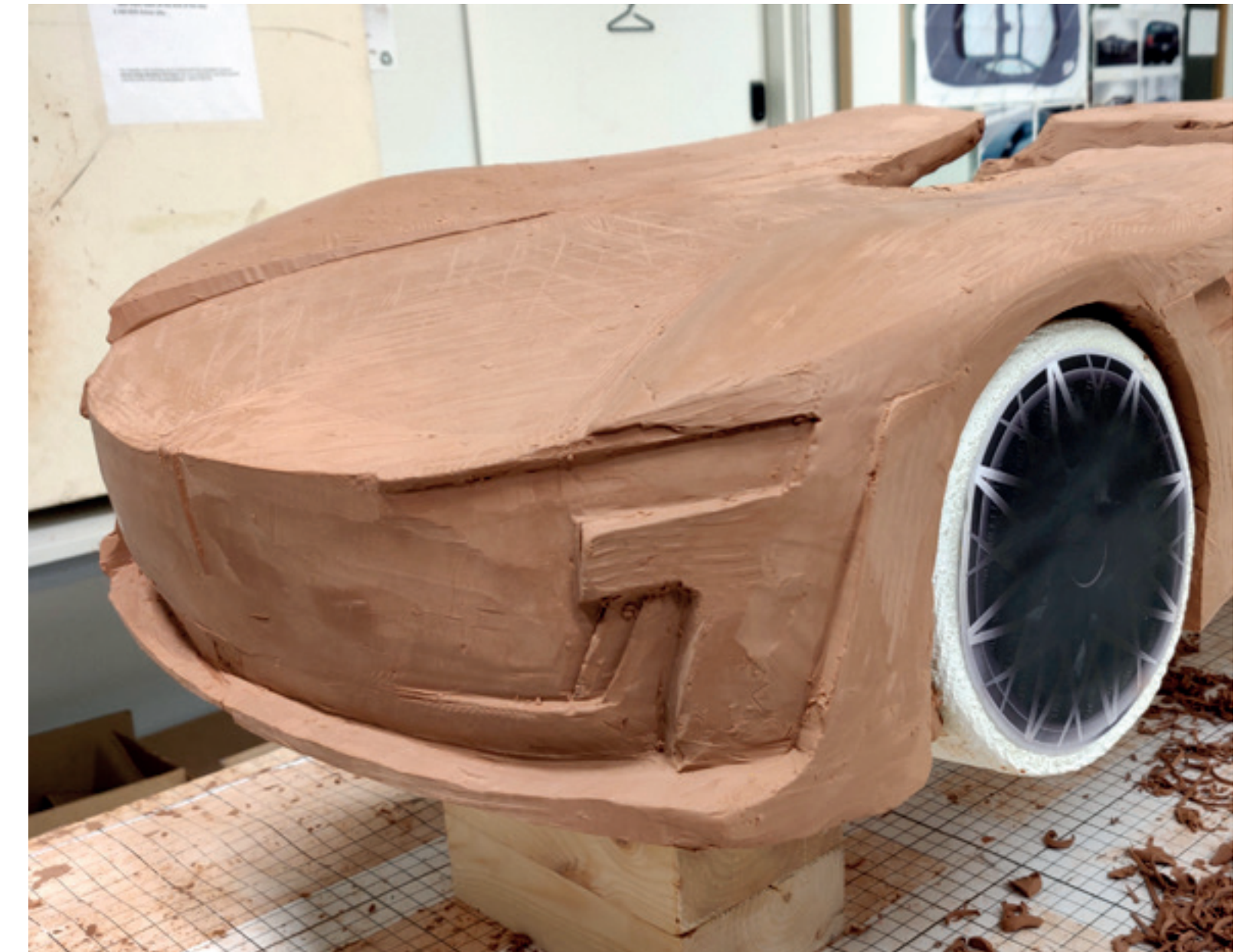
Keulaan päätimme jättää ison lasipinnan, josta avautuisi näkymä tielle eteen päin. Tällä pyrimme lisäämään avoimuuden tunnetta. Lisäksi lasiin voitaisiin asentaa pieniä ledejä, joita voitaisiin käyttää ainakin huomio- ja suuntavaloina.



Kuvat 40- 41. Limisaumaveneen inspiroima keula (Laine & Paakkari 2019)



Kuva 42. Limisaumavenemäisyyden häivytystä (Laine & Paakkari 2019)



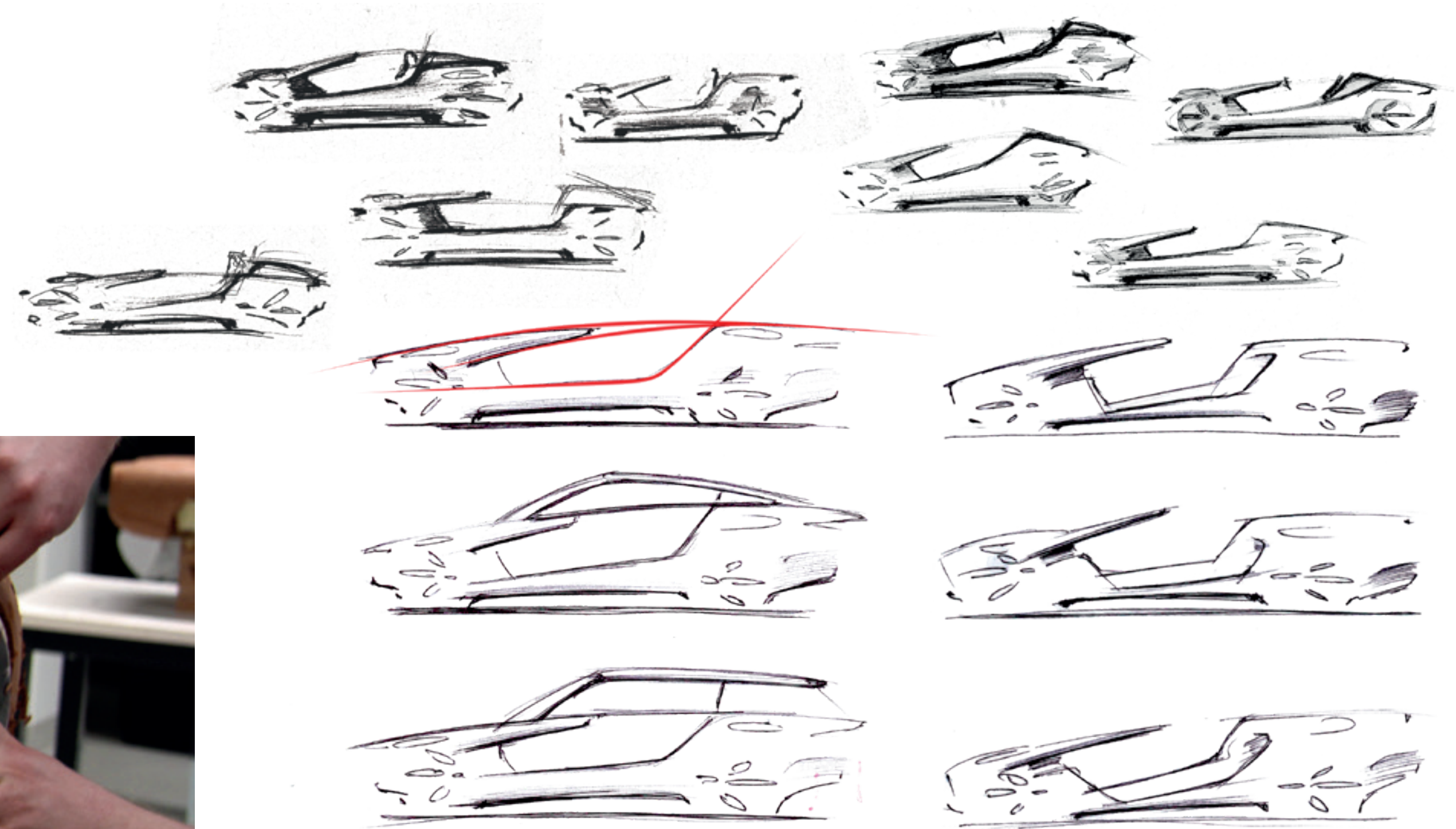
Kuva 43. Aggressiivisuuden lisäystä (Laine & Paakkari 2019)

Kylkilinjaan meillä oli jo ideointivaiheessa vahva idea josta syntyikin kantava muotokieli; Iso oviaukko, johon voidaan tarvittaessa laittaa ovi.

Ajoneuvosta oli tarkoitus tehdä tilavan ja ilmavan tuntuinen. Tätä tavoiteltiin lasisella etuosalla, tuulilasittomuudella, isolla oviaukolla sekä ilmanohjaimilla kuljettajan ja apukuljettajan välissä.



Kuva 44. Ilmanottoaukon luonnostelua teipin avulla vahamallin kylkeen (Laine 2019)



Kuva 45. Sivuprofiilin luonnostelukuvia (Laine & Paakkari 2019)

Kylkilinjaan kokeiltiin myös ilmanottoaukkoja jäähdytystä varten, mutta ilmanottoaukoista luovuttiin niiden ulkonäön ja teknisten ratkaisujen vuoksi.



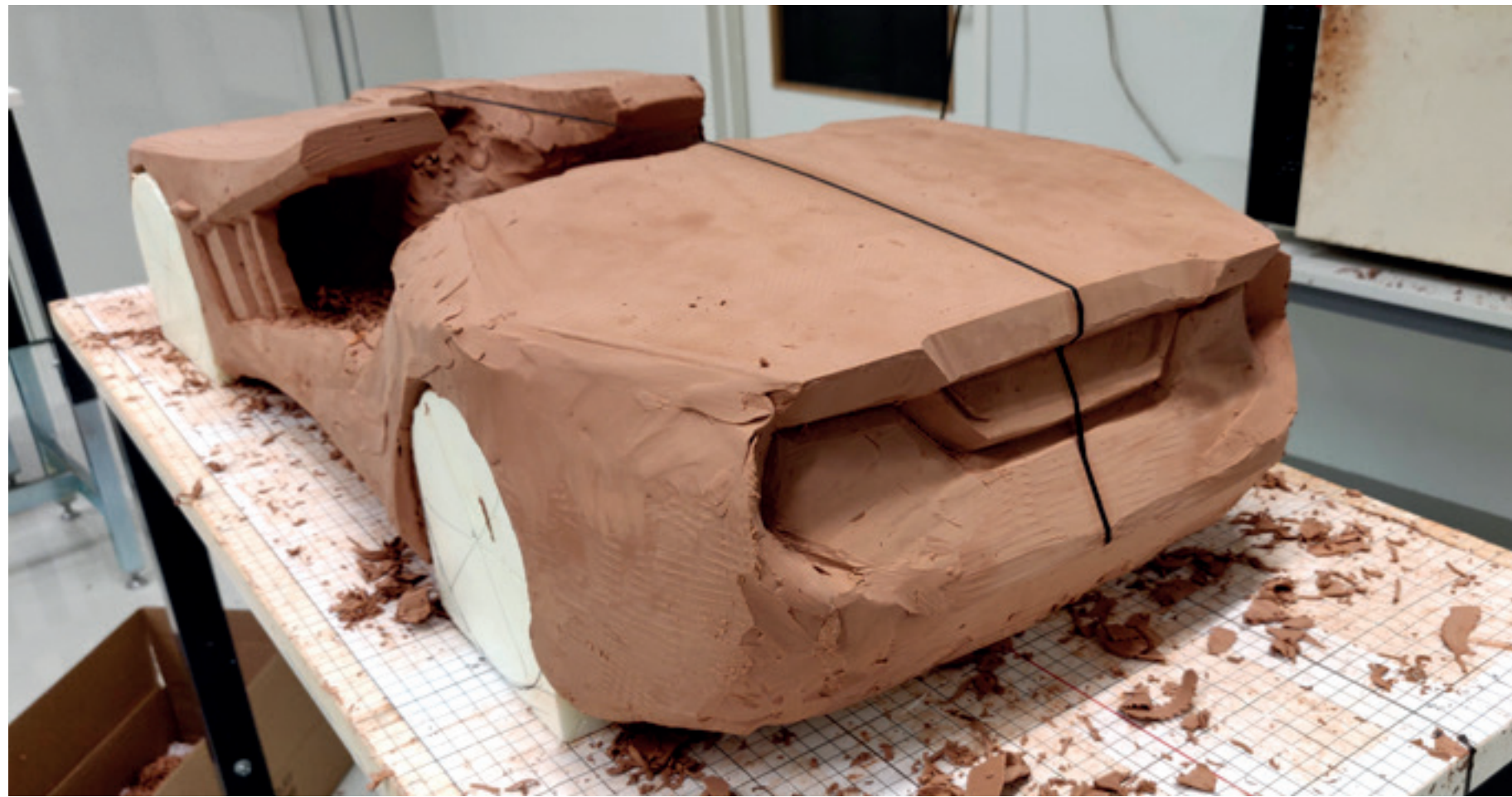
Kuva 46. Sisään taittuvan oven hahmottelua (Laine & Paakkari 2019)



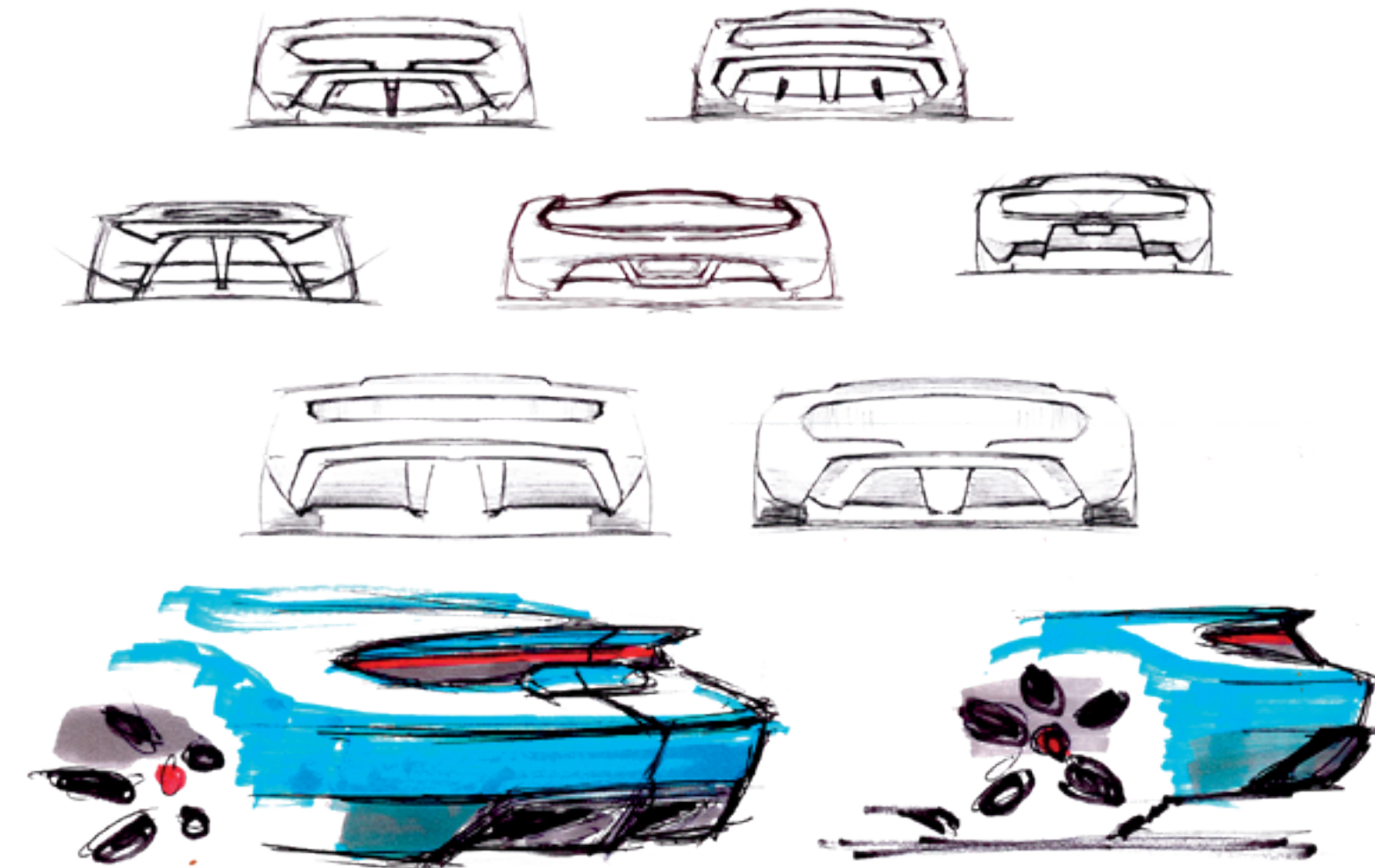
Kuva 47. Kylkilinjan muodonhakua (Laine & Paakkari 2019)



Kuva 48. Voimakas upotus etukaaren ja oviaukon välissä, joka jäi lopulta kantavaksi teemaksi lopulliseen malliin pienin muutoksin (Laine & Paakkari 2019)



Kuva 49. Perän karkeaa hahmottelua vahalla (Laine & Paakkari 2019)



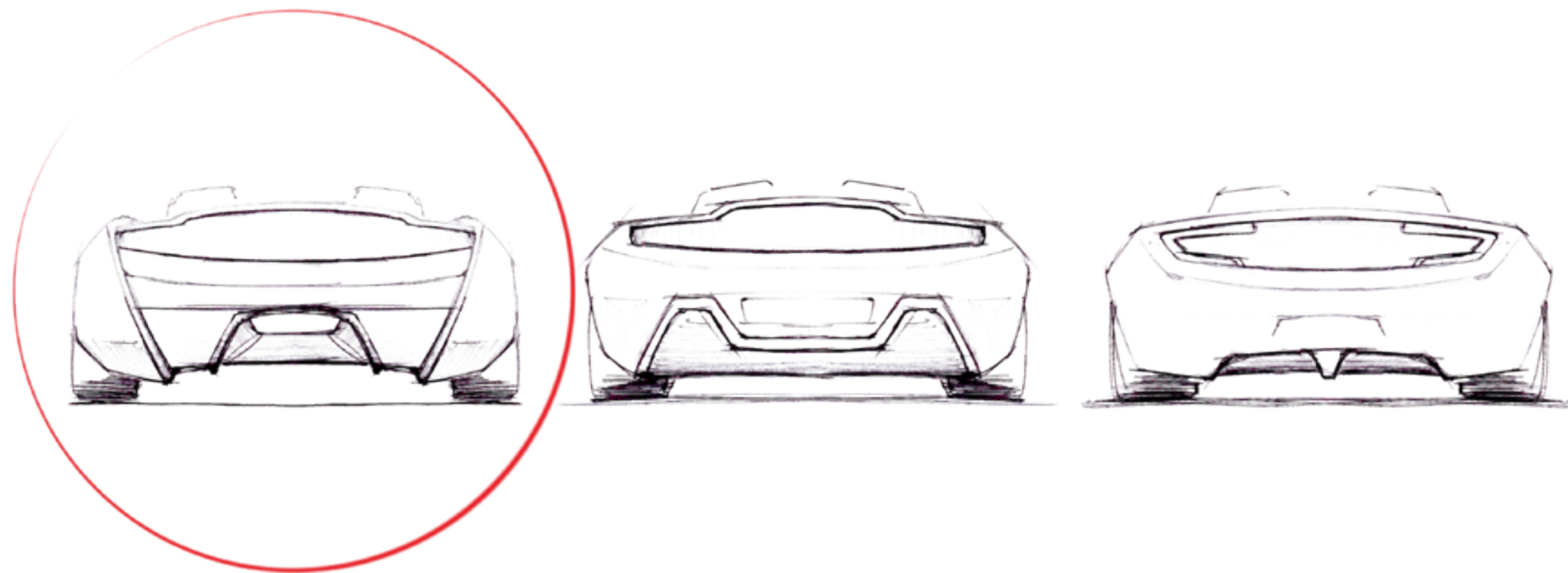
Kuva 50 Luonnostelukuvia perästä (Laine & Paakkari 2019)

Perän muotoilu osoittautui kaikkein haasteellisemmaksi. Yritimme tuoda samoja elementtejä perään, kuin mitä olimme keulassa käyttäneet. Alussa kantanutta veneteemaa yritimme jatkaa tekemällä takaosaan ison aurinkokannen ja takapuskurille pitkän lipan, missä pitää jalkoja.



Kuva 51. Vahalla hahmottelua perästä pitkällä lipalla (Laine & Paakkari 2019)

Pitkällisen pohdinnan päätteeksi päätimme häivyttää takapuskurin päällä olevan lipan, koska emme saaneet siitä riittävän hyvän näköistä. Päätimme tuoda takaosaan aggressiivisen diffuusorin ja yksinkertaistaa valokehystä.



Kuva 52. Perän "key sketch" (Laine & Paakkari 2019)



Kuva 53. Vahamalla työstettiin luonnosten avulla (Laine 2019)



Kuva 54. Vahamallin viimeistelyä (Laine 2019)



Kuva 55- 57. Niin sanotun design freezeen jälkeen vahamalli näytti tältä. Tässä kohtaa vahamallin pinnat ovat viimeistelemättömiä, sillä sen käyttötarkoitus oli puhtaasti muodonhakua varten. (Laine & Paakkari 2019)



5.3 3D-skannaus

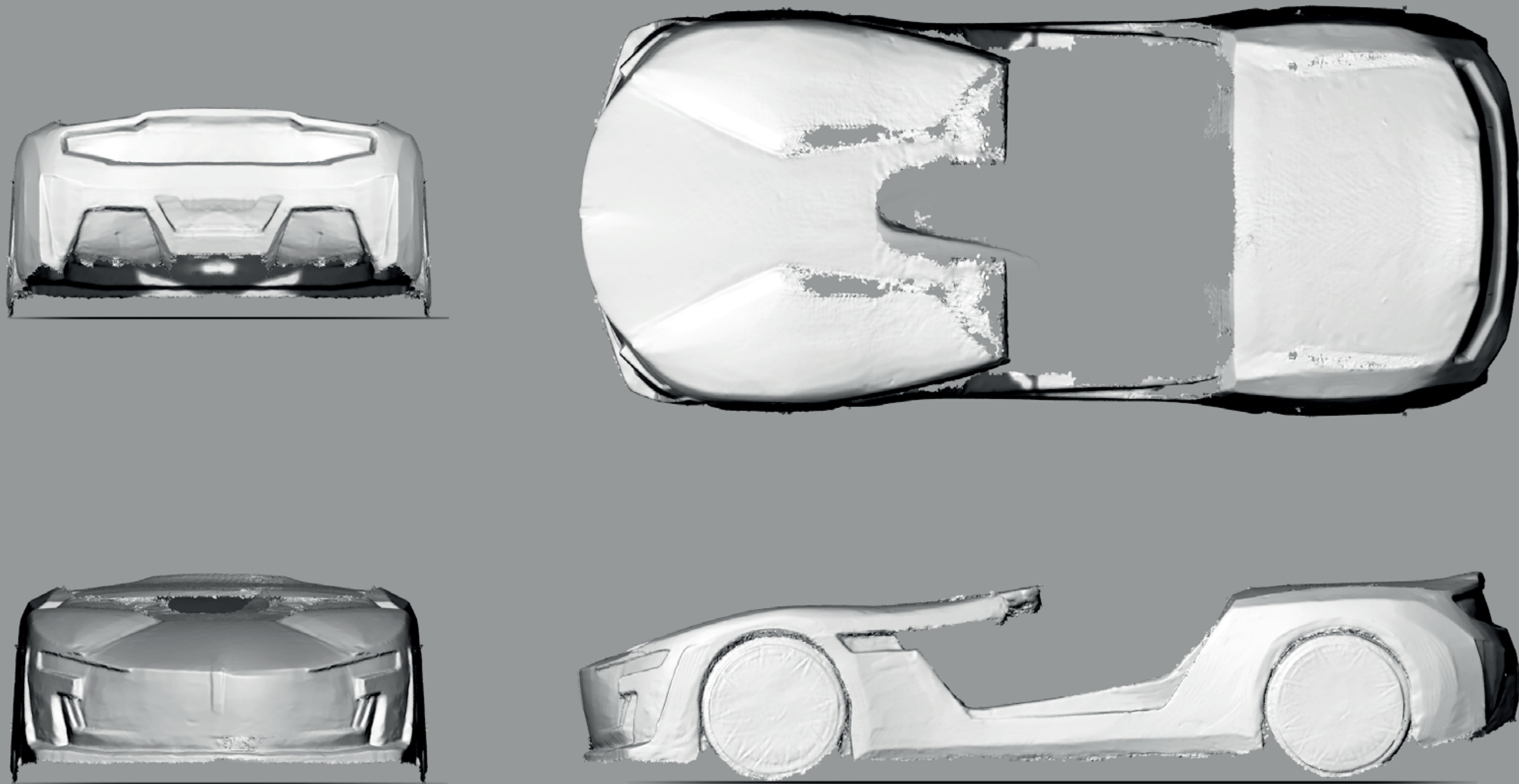
3D-skannasimme ajoneuvoamme useamman kerran työstön aikana ja sen valmistuessa. Ensimmäiset skannaamiset teimme tilan tarkastelun vuoksi. Skannaamalla saimme varmistettua, että esimerkiksi kaikki ajoneuvon vaatima tekniikka tulisi mahtumaan niille varattuun tilaan.

Vahamallin valmistuessa skannasimme ajoneuvomme 3D-mallinusta varten. Lopullisen skannauksen jouduimme kuitenkin tekemään useampaan kertaan, sillä päädyimme hiomaan pieniä yksityiskohtia vielä senkin jälkeen, kun olimme ajatelleet, että vahamalli on valmis.

Suoritimme skannaukset Artec Eva 3D-skannerilla ja Artec Studio 12 Professional-ohjelmistolla. Skannaamiseen tarvittiin kahta henkilöä. Toisen tehtävänä oli keskittyä itse skannaamiseen ja toinen liikutti tietokonetta, johon skanneri oli kytketty. Molemmat teimme sekä skannaamista, että tietokoneen liikuttelua. Skannaamista olisi helpottanut huomattavan paljon, jos ajoneuvon olisi voinut asettaa esimerkiksi pyörivälle pöydälle. Näin skannerin johtojen lyhyt pituus ei olisi tuonut niin paljon haasteita skannaamiseen.

Kuva 58. 3D-skannaamista vahamallista. (Laine 2019)





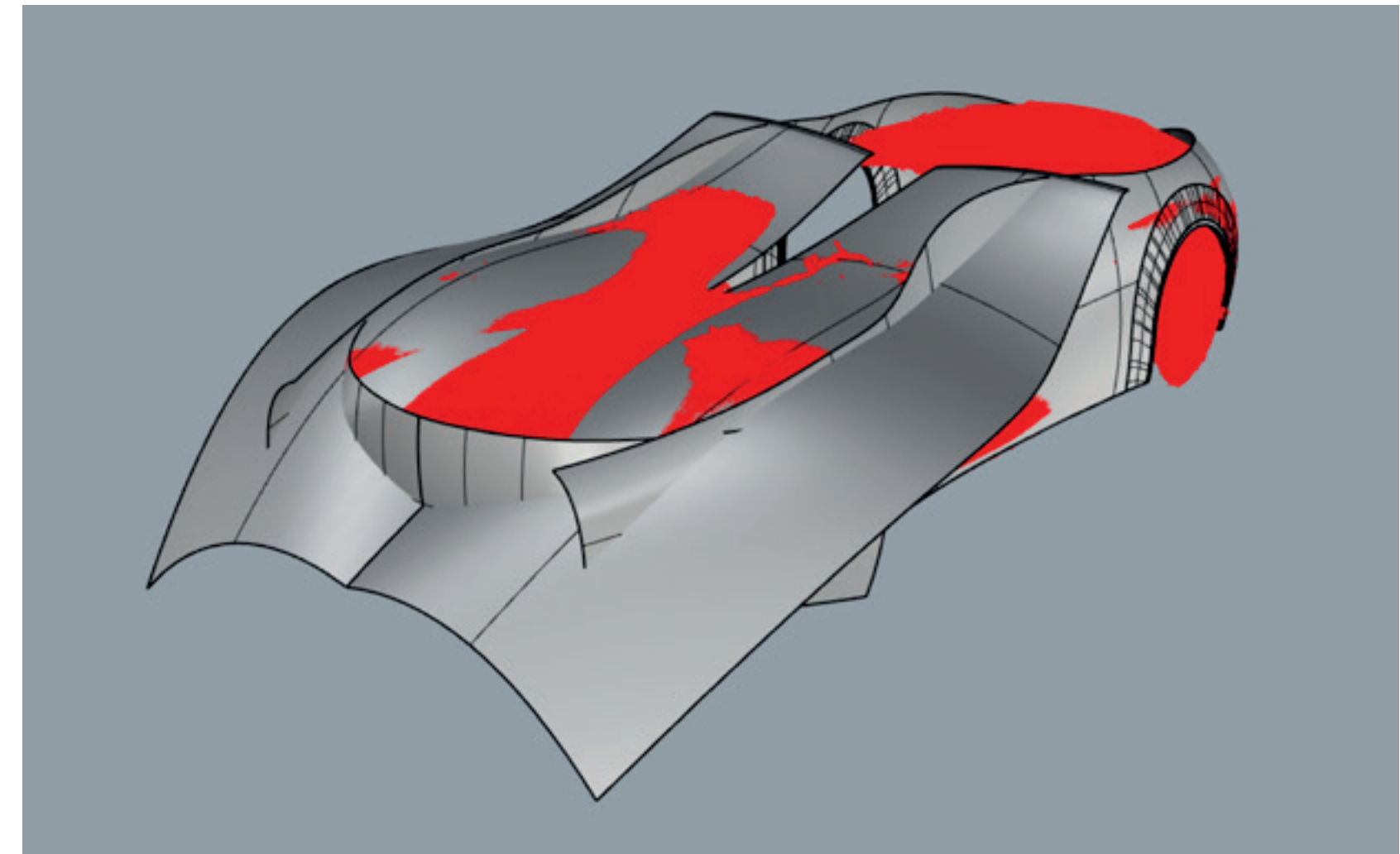
Kuva 59. Vahamallista skannattu 3D-malli (Laine & Paakkari 2019)

5.4 3D-mallinnus

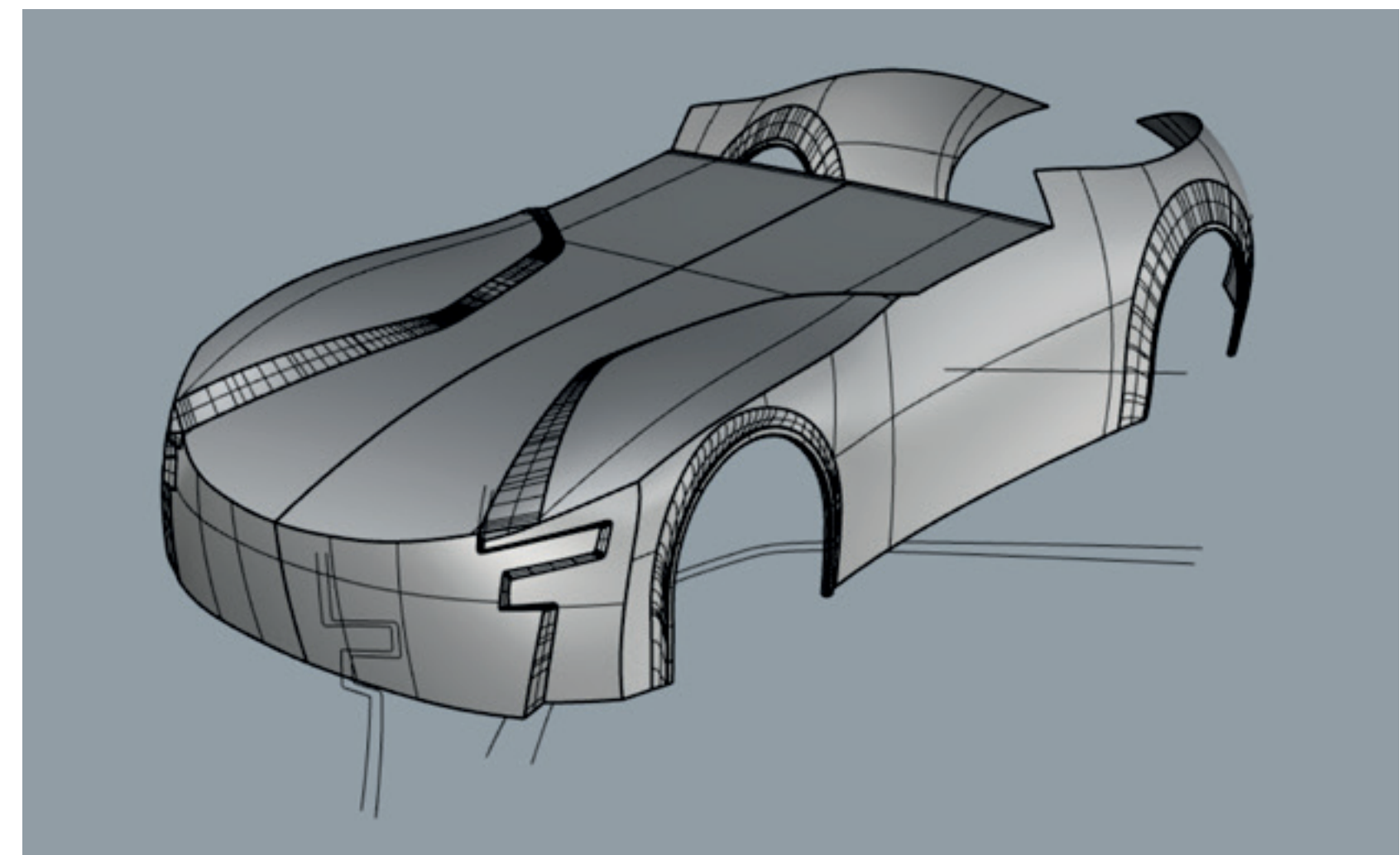
Päästyämme piirtämisen ja vahamallinnuksen kautta 3D-skannaukseen jatkoimme projektiamme 3D-mallinnuksella. 3D-mallinnuksella tarkoituksenamme oli tehdä kolmiulotteisia kuvia renderöintiä varten. Tämä mallinnustyö tehtiin käyttäen Rhinoceros 5-ohjelmistoa.

Rhinoceros 5-ohjelmisto ei suoraan tukenut skannatun kuvan tiedostomuotoa, joten jouduimme muuttamaan tiedostomuotoa ennen kuin ohjelma avasi 3D-skannatun kuvamme. Aloitimme pintojen luomisella ja ajoneuvomallimme sijoittelulla suora akselistoihin nähden. Tämän jälkeen pääsimme aloittamaan mallintamisen ensin pääpinnoista ja sitten yksityiskohdista.

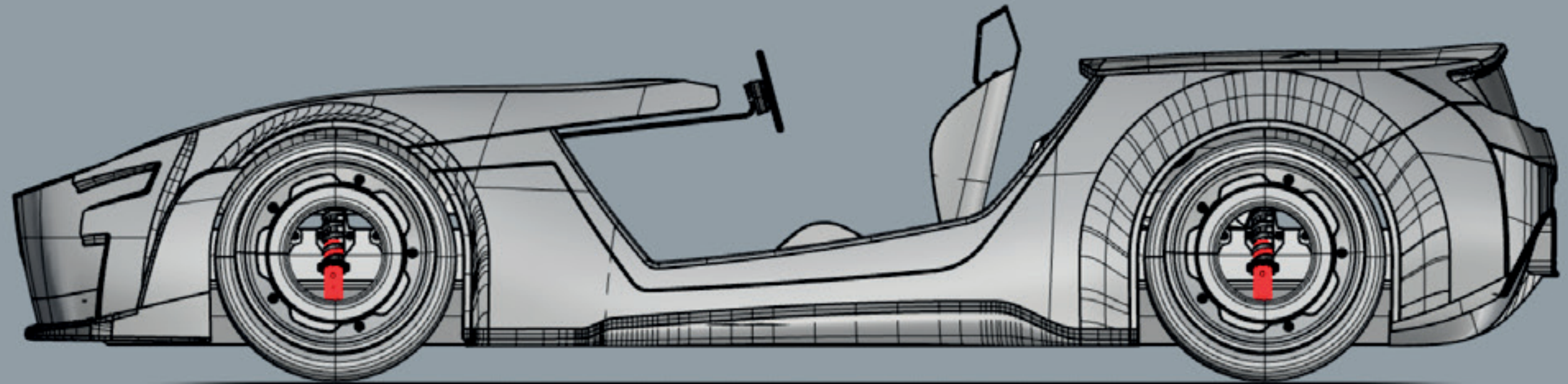
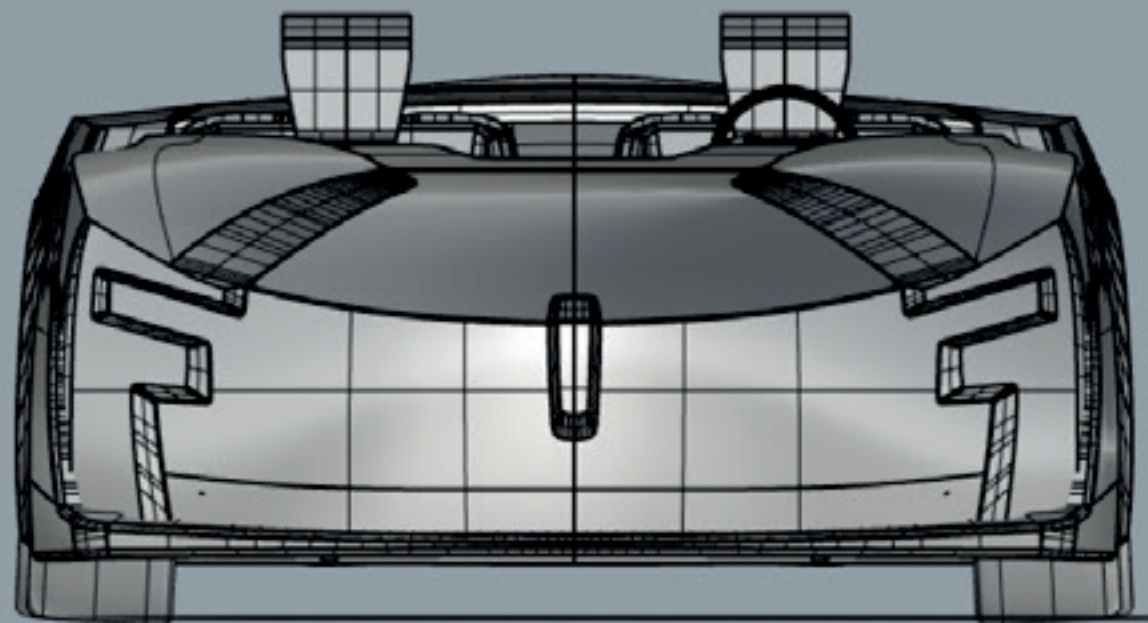
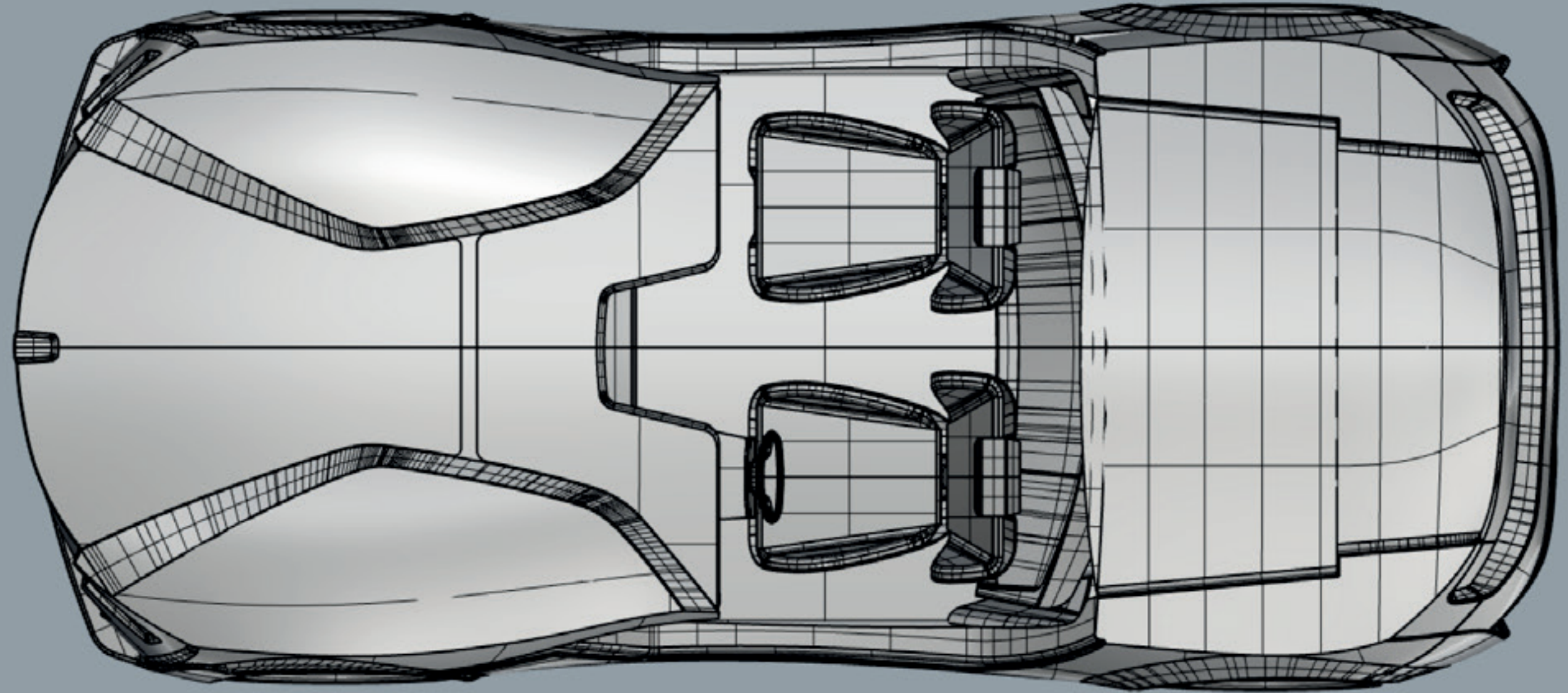
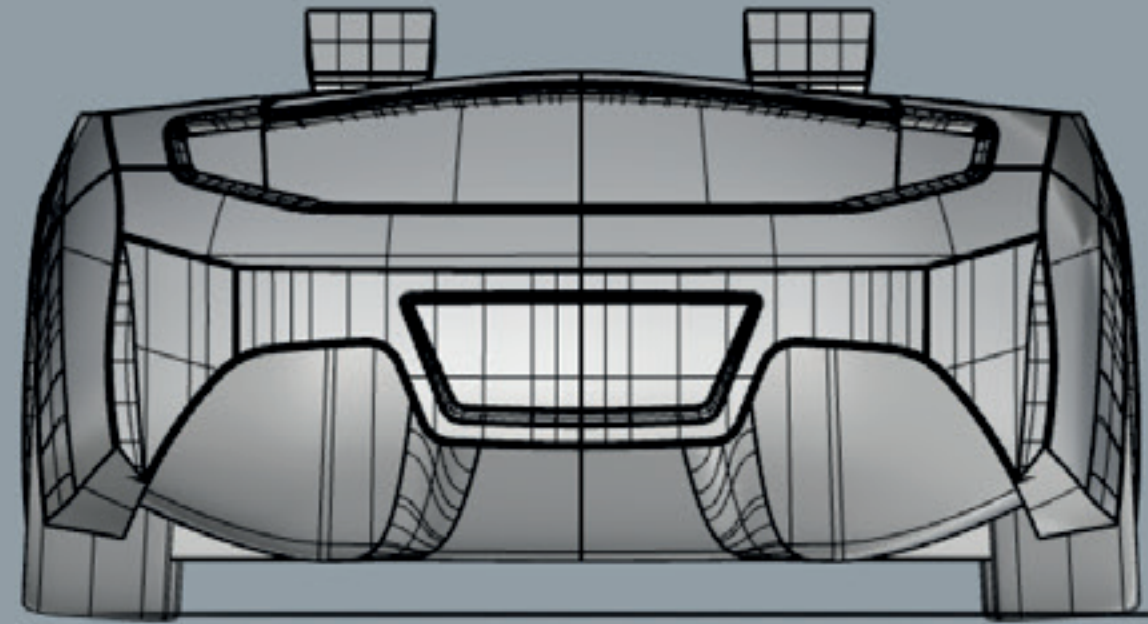
Pääpintojen mallinnuksen yhteydessä kokeilimme välillä miten pinnat toimisivat keskenään ja teimme erilaisia testimalleja. Näiden testimallien avulla pystyimme korjaamaan pintavirheitä ja varmistamaan oikean näköiset linjat.



Kuva 60. Pääpintojen mallinnusta. Punaisella 3D-skannaus (Laine & Paakkari 2019)



Kuva 61. Pintojen leikkaamista (Laine & Paakkari 2019)



Kuva 59. 3D-malli esittelykuvia varten (Laine & Paakkari 2019)

6

LOPPUTULOS

6.1 Ajoneuvon kuvaus

6.1.1 Ajoneuvon ominaisuudet

6.1.2 Ajoneuvon tekniset tiedot

6.2 Kuvia ajoneuvosta

6.3 Käyttäjä ja käyttötilanne



6.1 Ajoneuvon kuvaus

Ajoneuvomme on siis muunneltavissa hyvin monenlaiseksi niin tarpeen kuin halunkin mukaan. Lämpimän sään aikana ajoneuvosta saa avoauton, ovilla tai ilman ovia, ajoneuvosta saa myös urheilullisen ovilla ja katolla. Toisaalta jos säät, tarve tai halu iskee, saa autosta SUV-tyylisen nostamalla maavaraa ja pitämällä katon ja ovet paikoillaan. Kuka myöskään estää nostamasta maavaraa, pitämään ovia paikoillaan ja irrottamaan kattoa. Ajoneuvosta saa siis sellaisen kun juuri sillä hetkellä haluaa tai tarvitsee.

Kuva 60. Ajoneuvo edestä (Laine & Paakkari 2019)



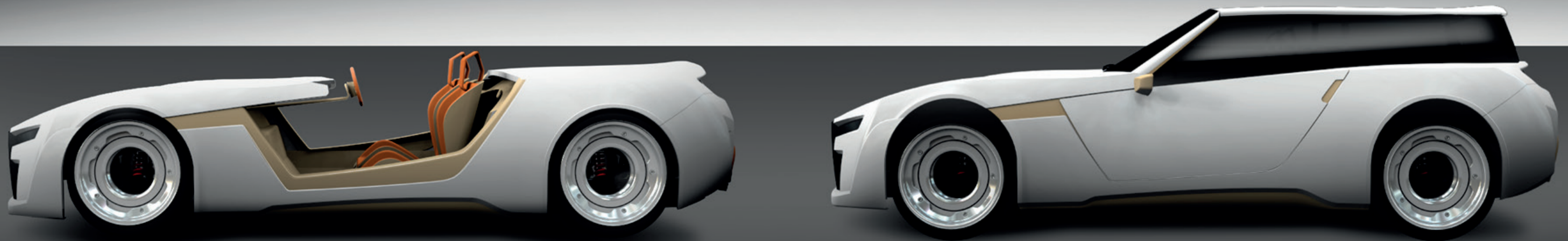
6.1.1 Ajoneuvon ominaisuudet

Kuten on edeltä käynyt ilmi, yhtenä lähtökohtana projektissamme oli muunneltavuus. Ajoneuvomme muuttuu avomallisesta umpikatoiseksi ja luonnollisesti penkkejä pystyy liikuttamaan tarpeen mukaan sekä muuttamaan penkkien ergonomiaa ajoneuvon käyttäjän mieltymysten mukaan.

Urheilullisimmillaan ajoneuvosta saa katon pois ja ajoneuvosta saa kahden istuttavan. Kun ajoneuvoa lähdetään hieman muuttamaan suljetumpaan suuntaan, voidaan katto pitää yhä alhaalla, mutta auton takaosaan ottaa esille lisäpenkit esimerkiksi lapsille. Tästä mal-

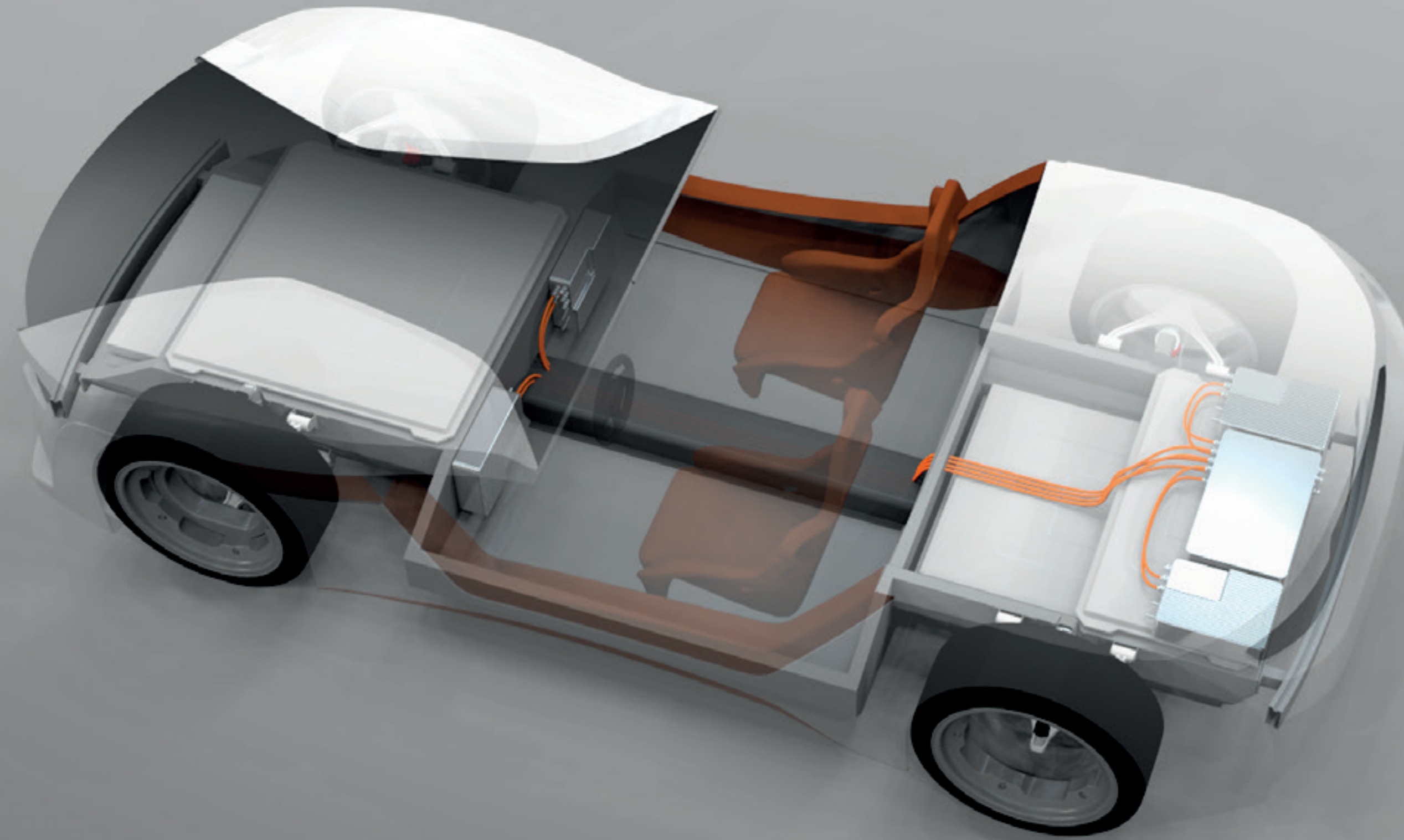
lista on mahdollisuus mennä jälleen hieman suljetumpaa kokonaisuutta kohti, siirtää penkkejä ylöspäin eteenpäin ja ottaa takapenkki käyttöön. Näin autosta on mahdollista saada myös nelipaikkainen. Jos nelipaikkaiselle ajoneuvolle ei ole tarvetta, voi takapenkit pitää taitettuna, ja taakse jää suurempi tavaratila. Tästä voidaan ajoneuvoa vielä muuttaa nostamalla ajokorkeutta jos tarvetta on.

Kuva 61. Ajoneuvo takaa (Laine & Paakkari 2019)



Ajoneuvossa vanne on kehämäinen, josta seuraa se, että pyörä on kevyempi kuin niin sanotussa perinteisessä autossa. Rengas on siis paitsi kevyempi vaihtaa myös esimerkiksi sen säilyminen vuodenaikojen vaihtuessa on mahdollista tehdä eri tavoin, kuin perinteisen renkaan. Renkaat voidaan pinota säilytykseen ja niiden sisäpuolelle jää runsaasti säilytystilaa, mutta toisaalta renkaat voi nostaa esimerkiksi kattoon roikkumaan kuten ruisleivät kuivamaan konsanaan ja näin säästää arvokasta lattiatilaa.

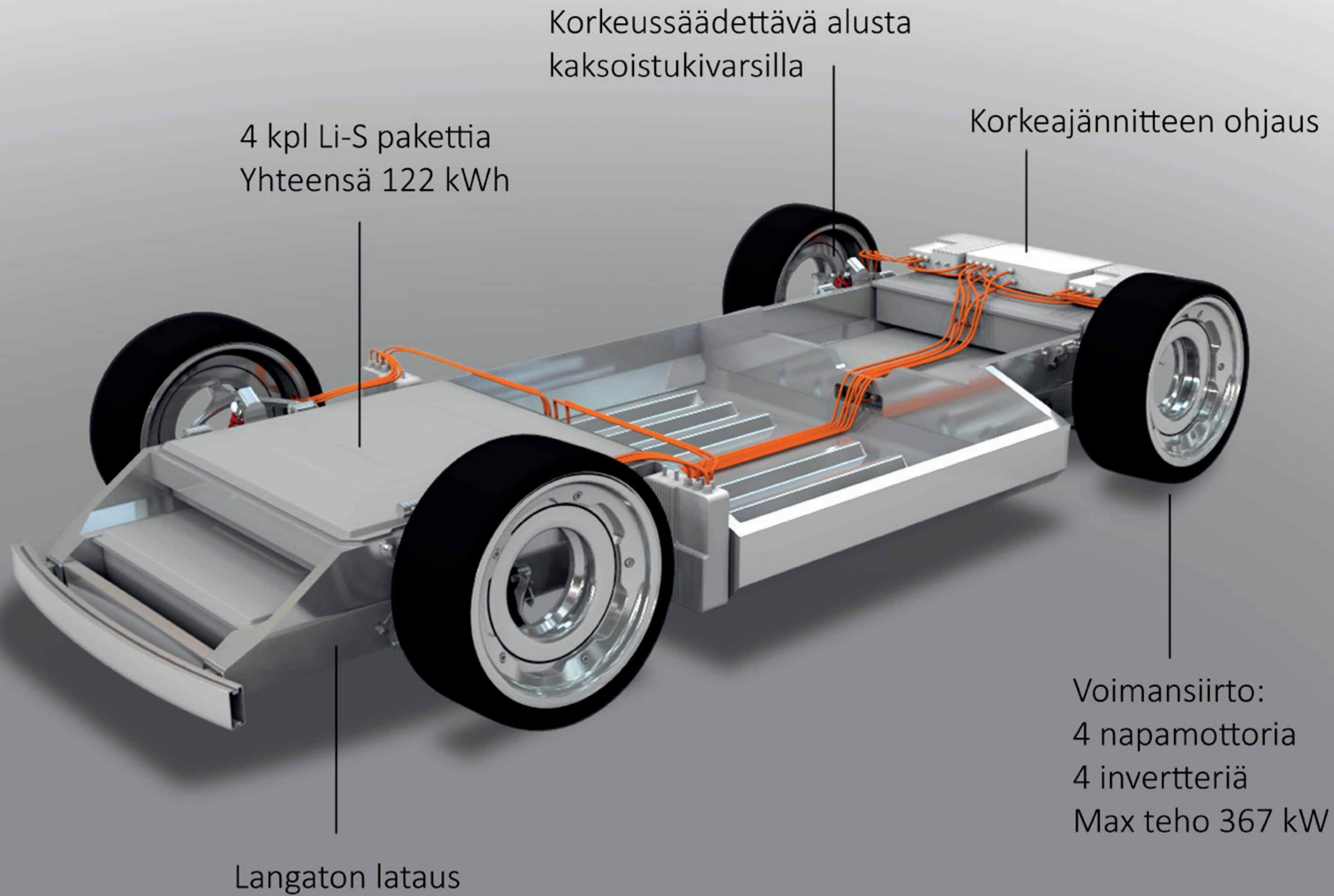
Kuva 62. Ajoneuvo sivusta (Laine & Paakkari 2019)

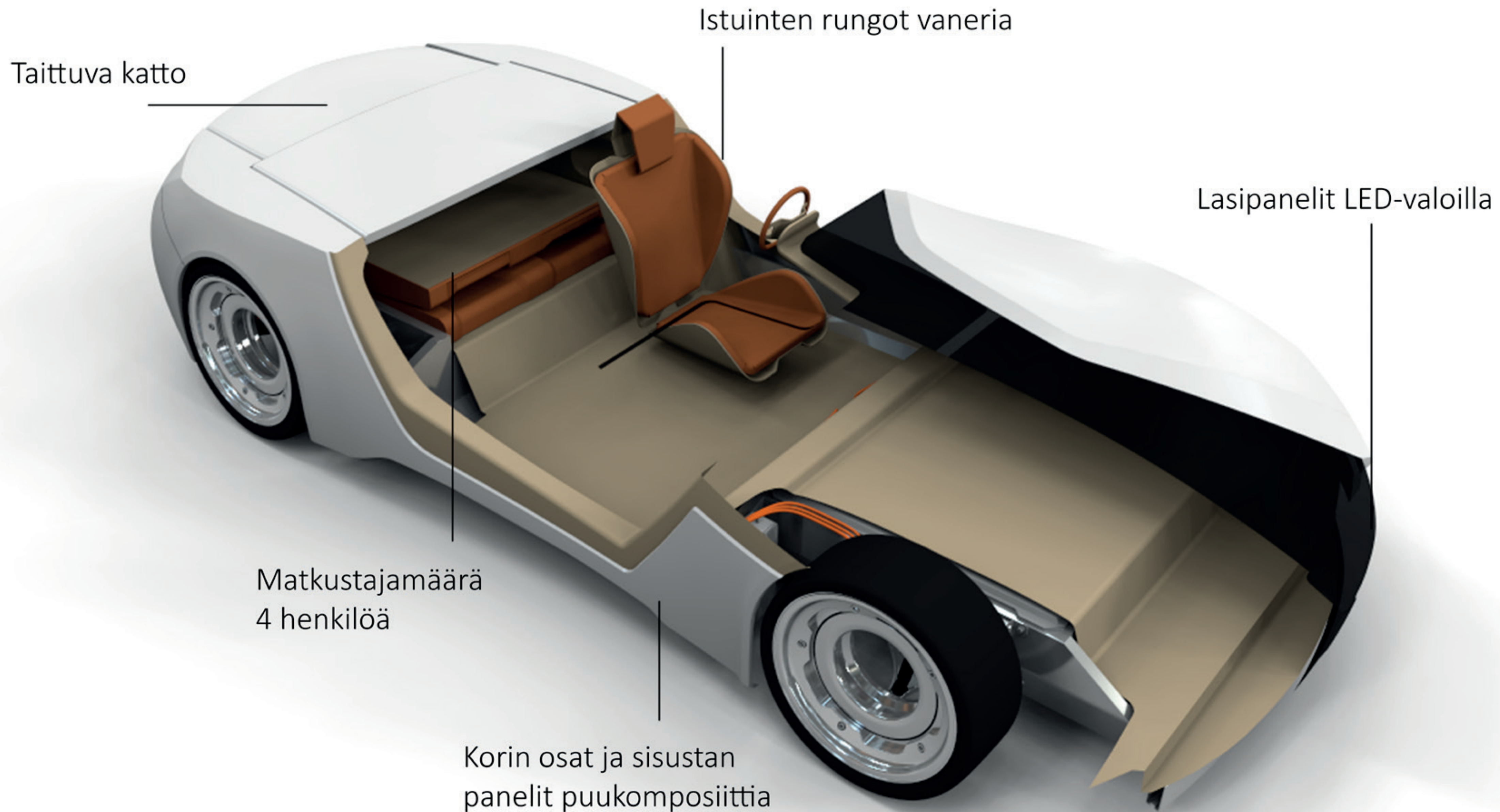


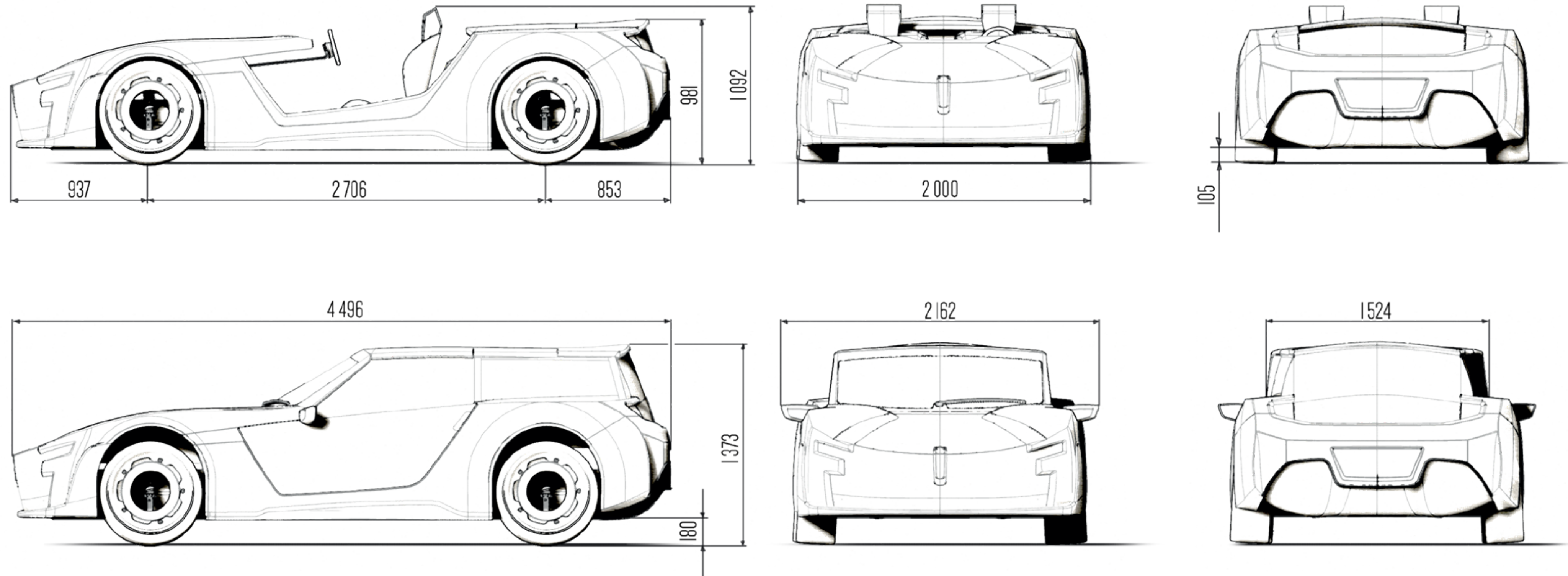
6.1.2. Ajoneuvon tekniset tiedot

Ajoneuvossamme moottorit on sijoitettu vanteisiin ja sekä etu- että taka-akselilta löytyy akkupaketit. Tämä säästää tilaa auton keulalta ja antaa enemmän tilaa paketoitiratkaisuihin. Vanteissa olevat moottorit mahdollistavat paremmin myös lasisen keulan. Mikäli ajoneuvon etuosaan ei laiteta matkatavaroita, niin ajoneuvosta näkee paremmin ulos etupuskurin läpi ja runko tulee upeasti esiin.

Kuva 63. Ajoneuvon rakenne (Laine & Paakkari 2019)

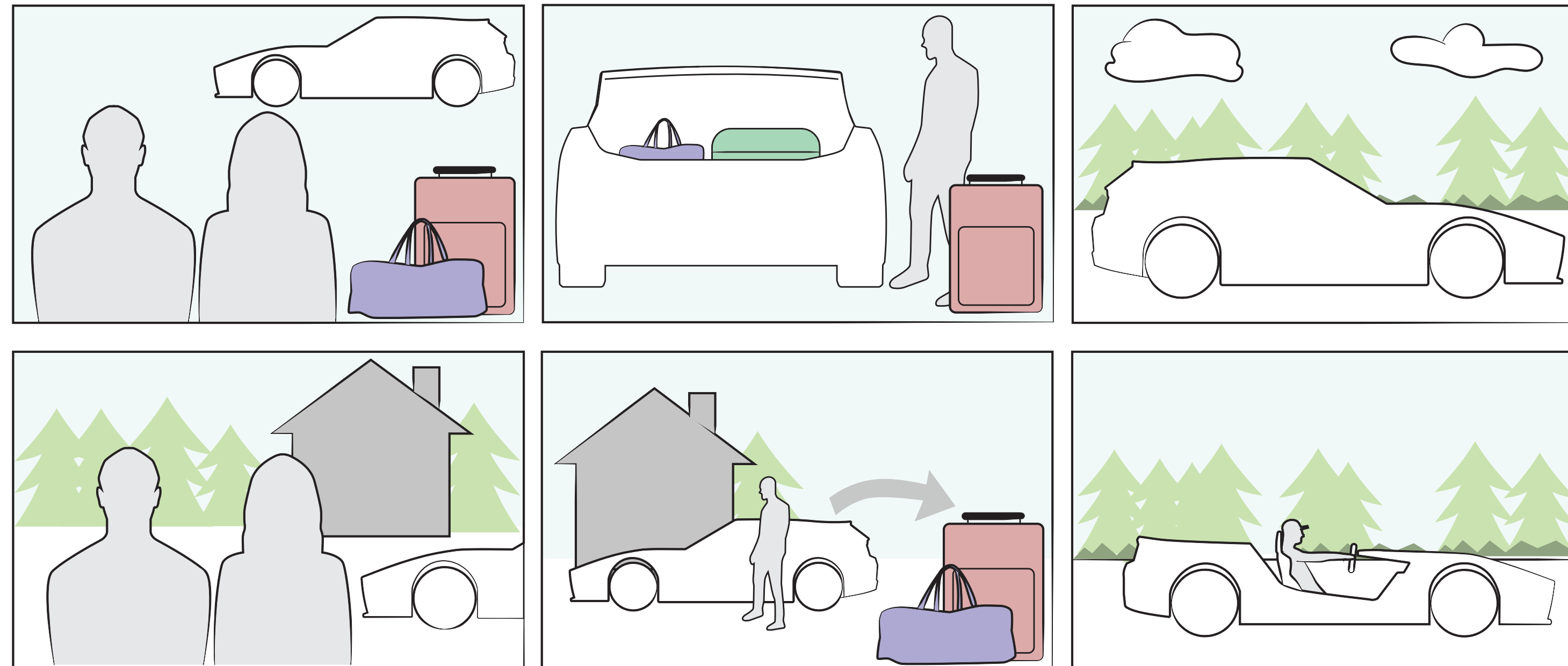






Kuva 66. Ajoenuvon mitat sen kahdessa ääripäässä (Laine & Paakkari 2019)

6.2 Käyttäjä ja käyttötilanne



Kuva 67. Esimerkki ajoneuvon käyttötilanteesta (Laine 2019)

Käyttötilanteita ja käyttäjäskenaarioita on ajoneuvomme kohdalla useita. Ohessa on esitelty skenaario, jossa pariskunta valmistelee ajoneuvonsa pidemmälle matkalle. Ajoneuvossa on tuulilasi, ovet ja katto paikallaan, he pakkaavat ajoneuvoon tarvitsemansa tavarat ja lähtevät matkaan. Majoitukseen päästyään, he purkavat autosta paitsi tavaransa, myös laskevat katon ja irrottavat tuulilasin ja ovet.

Ajoneuvon ollessa avomallisena, he voivat nauttia eri tavalla ajokokemuksesta sekä ympäristöstä.

Tarvittaessa ajoneuvoon voidaan nostaa takapenkit pystyyn tai kiinnittää esimerkiksi vain tuulilasi, näin voidaan lisätä käyttömahdollisuuksia.

7

PROSESSIN ARVIOINTI

7.1 Prosessi

7.1.1 Antin mielipide prosessista

7.1.2 Iiron mielipide prosessista

7.2 Arviointi

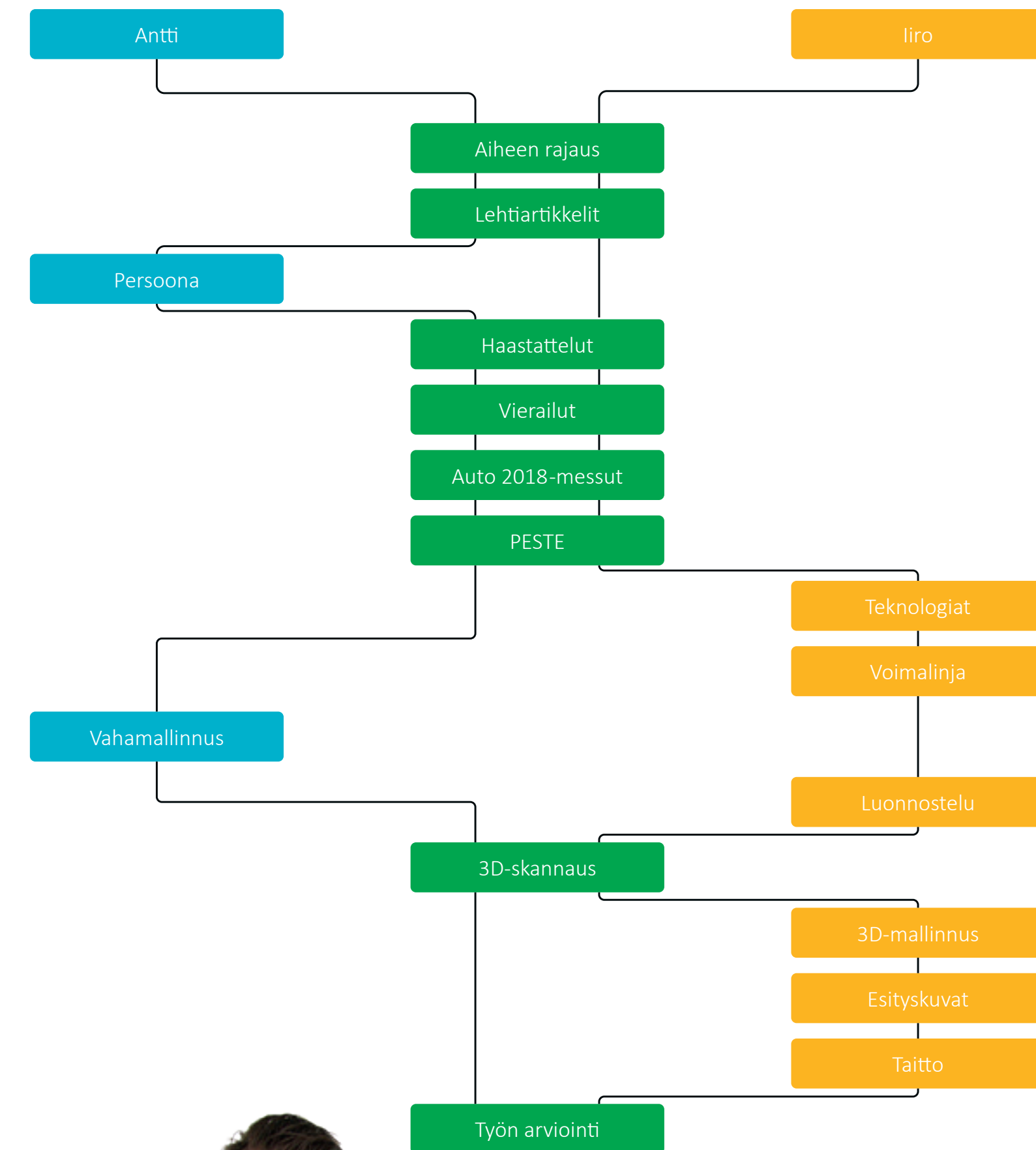
7.3 Jatkokehitysmahdollisuudet

7.1 Prosessi

Opinnäytetyöhön liittyvän kurssin aluksi meille annettiin tehtäväksi tehdä sisällysluettelo opinnäytetyölle. Tällä hahmottelimme sitä, mitä asioita meidän tulisi käsitellä opinnäytetyössä ja mistä asioista meidän pitäisi lähteä ottamaan selvää. Kurssilla kävimme läpi myös oikeat tavat viitata erilaisiin tekstilajeihin ja kuviin.

Itse opinnäytetyön tekeminen lähti käyntiin erilaisten suunnitelmien tekemisellä. Iiro suunnitteli kolme konseptia: pala, mätäs ja 4S. Konseptien valmistuttua keskustelimme niistä ja mietimme mitkä ovat niiden hyvät ja huonot puolet ja mitä konsepteista voisimme lähteä työstämään eteen päin. Valittuamme 4S:n Iiro jatkoi skissailua ja Antti siirtyi siis massoitteluun. Samaan aikaan teimme taustatutkimusta, luimme artikkeleita, kävimme yritysvierailulla, luennolla ja tutustuimme autojen historiaan Suomessa. Koko ajan jatkoimme vahan ja piirtämisen parissa. Ajoneuvon välivaiheita 3D-skanssimme pariin otteeseen, tämän avulla hahmottelimme ajoneuvon paketointia. Kun olimme tyytyväisiä tuotteeseemme, 3D-skanssimme sen viimeisen kerran ja Iiro pääsi 3D-mallintamaan ajoneuvoamme. 3D-mallintamisessa Iiro teki ajoneuvoon ulkopinnat ja sisustuksen sekä tekniset ratkaisut ja suunnitteli ajoneuvon paketoinnin. Tämän jälkeen ajoneuvosta tehtiin esityskuvia. 3D-mallintamisen kanssa samaan aikaan työstettiin kirjallista tuotosta.

Kuva 68. Prosessin työnjakauma.



7.1.1 Antin mielipide prosessista

Opinnäytetyöprosessin alkaessa meillä kummallakaan ei ollut sel-laista vahvaa ideaa opinnäytetyölle, jolla olisi pystynyt vakuutta-maan toisen. Työn yhdessä tekemisestäkään ei sovittu suullisesti tietääkseni koskaan. Olimme kuitenkin koululla samassa seurassa kaiken aikaa eikä kumpikaan sanonut haluavansa tehdä työn yksin, joten asia jäi sopimatta.

Olimme miettineet täyssähköauton mahdollisuuksista reilusti ennen opinnäytetyön alkua, sekä sitä, millaisella tekniikalla auton voisi toteuttaa. liron aiempi koulutus tarjosi tähän oivan etulyöntiaseman ja hän tekikin jo laskelmia millaiset moottorit, akkupaketit ja muut tarvikkeet auto vaatisi. Minä puolestani toivoin, että saisin olla rakentamassa mallia, jolla voisin esitellä omaa osaamistani ja ideoitani. Koin olevani vahvimmillani seuraavan sukupolven ajoneuvojen suunnittelussa. Kauaskantoiset konseptimallit eivät niinkään ole minun alaani. Tiesin, että liro olisi kykenevä valmistamaan mallin tekniikan, mikäli hän innostuisi asiasta.

Lähes vuosi sitten meillä oli ajatuksena tehdä 1:1-projekti. 1:1-projektin pitäisi olla sellainen, mikä kiinnostaisi ihmisiä ja olisi toteutettavissa. liro löysi Tesla Model S:n täydellisen voimalinjan ja akut, jolloin minun vastuulleni ei jäisi muuta kuin korin rakenne ja muotoilu. Valmiilla komponenteilla päästäisiin hyvin pitkälle. Koska alussa tavoitteena oli toteuttaa työ itse, niin tuulilasi ja saumat jätettäisiin pois. Niin sanotut pakolliset saumalinjat olisi siis piilotettu pois näkyvistä. Tässä vaiheessa ajatuksena oli vielä tehdä erittäin tehokas hypersähköauto.

Kun opinnäytetyökurssi alkoi, olimme molemmat ilmeisesti hieman epävarmoja siitä mitä tekisimme. Tiesin liron taidot, mutta myös sen, etten saisi hänen päättään käännettyä väkisin, jos hän haluaisi tehdä jotain muuta kuin täyssähköauton. En tiennyt mitä liro haluaisi tehdä ja niin työ jäi aihetta vaille. Ajauduin umpikujaan työn aiheen suhteen ja aloin pelätä liron sanovan joku päivä, ettei hän jatka enää yhteistä projektia. Näin tapahtuessa joutuisin kiireesti tekemään jotain yksin, ja pelkäsin, että taitoni eivät siihen riittäisi. Yritin siis pysytellä miellyttävällä linjalla ja annoin lirolle aikaa pohtia ja harkita mitä hän haluaisi tehdä. liro kehittikin kolme konseptia; Mätäs, Pala ja 4Seasons.

Minä ajattelin, että työn tulisi olla mahdollisimman käytännöllinen perustuen sähkötekniikkaan, ja siihen, miten komponentit sijoitetaan auton alustalle. Tekniikka edellä oli siis tarkoitus mallintaa ajoneuvo, jonka voisimme periaatteessa rakentaa itse tai myydä layoutin muualle.

Välillä liro oli lähempänä ajattelemaani konseptia kuin minä, välillä taas olimme niin kaukana toisistamme, ettei enää ollut yhteyttä ideoillamme. Tämän vuoksi myös prosessiin alku venyi, koska emme tienneet mitä tehdä ja miten tehdä. Meillä oli erilaiset esitykset joka kerta, koska ideamme ei ollut kehittynyt vielä täyteyteensä.

Aiheseminaarissa aihe muuttui kysymyksen “minkälainen voisi suomalainen auto olla?” Lähdimme pohtimaan muita vaihtoehtoja ja paikalliset olosuhteet huomioon ottavaa autoa. Mätäs ja Pala olivat tässä vaiheessa vähän aikaan esillä vaihtoehtoina.

Muistaakseni Iiro sanoi jotain sen suuntaista aihetta valitessamme, että ei enää itsekään tiennyt mitä pitäisi tehdä opinnäytetyöksi. Käytin tilaisuuden hyväkseni ja sanoin mielipiteeni seuraavasti:

1) Meidän tulisi valita malli, jonka skississä auton kylkilinja oli jo kuvattuna.

2) Meidän ei tulisi ottaa Mätäs-konseptia, sillä se oli jo valmis ja sen olisi voinut viedä suoraan esiteltäväksi. Siitä puuttui vain teksti. Se oli myös mallinnettu pitkälle, mallin ollessa yksinkertainen, eikä savimallinnusta olisi tarvittu lasikuvussa. Henkilökohtaisesti olisin ollut ilman työtä tässä tehtävässä.

3) Pala-konsepti oli puolestaan minun silmissäni kaikkein yksinkertaisin. Jos tämän tarkoituksena oli olla palveluauto, joka voisi toimia monessa tehtävässä, niin sen tulee olla melko yksinkertainen, muuntuvuuden ollessa helppoa.

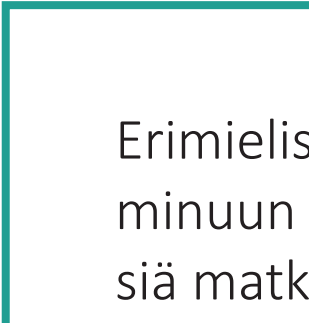
Tästä lähti prosessi työstää 4Seasons-projektia. Samalta istumalta taisimme lähteä rakentamaan pohjaa savimallille. Luonnostelua jatkettiin siis savimallinnuksen tukena siitä syystä, että se on minulle luontevampi tapa kuin käsin piirtäminen. Alkuvaiheen skissit olivat melko samantapaisia kuin mihin lopulta päädyimme. Iiron skissaillessa vieressä, veistin savesta milloin omaa, milloin yhteistä, milloin Iiron valitsemaa muotoa.

Konseptin valinnan jälkeen BMW i8 tarjosi meille mitat raidelevyydelle, akselien etäisyyksille ja ulkomitoille. BMW i8 valikoitui siksi, että se on hybridi, jossa on polttomoottori kuljettajan takana. Meille kyseinen tila tulisi tarpeeseen myöhemmässä vaiheessa lisäpenkkirivien käyttöönotossa. 1:5 vahamallinnus alkoi näiden mittojen perusteella.

3D-mallinnuksen puolella minun täytyi luottaa siihen, että Iiro tekee työnsä hyvin. Iiro tietää minun mielipiteeni asioista ja osaa luovia niiden ja omien mielipiteidensä viidakossa. 3D-mallinnuksesta ei tule mitään, jos kaksi miestä puhelee vain mielipiteistä mallin ympärillä eikä itse mallinnusta tapahdu. Sama oli saven kanssa; Jos toinen lisää ja toinen poistaa savea niin ei saada mitään aikaan, mutta kun toinen auttaa hahmottamalla paperille ajatuksiaan ja jopa näyttämällä niitä savimallissa, niin voidaan saada yhtenäinen ja siistitty tulos.

Näin jälkempäin katsottuna on ollut haasteellista saada toista luopumaan konsepteistaan. Riippui se mistä tahansa, niin tuntuu siltä kuin idean olisi pitänyt tulla mieheltä itseltään ennen kuin se menee läpi ja idean voi hyväksyä.

Yhtäläisyyksiä: Tiettyjen skissien kohdalla on ollut helppoa sanoa Iirolle, että tuo on hyvä idea tai tuossa on jotain ideaa. Mitä pidemmälle menimme, niin sitä yhtenevämmältä työ ehkä tuntui; Varsinkin kun katsotaan asiaa designin näkökulmasta.



Erimielisyyksiäkin on ollut: Ei niin että kaikki liron skissit uppoaisivat minuun tai kaikki minun muotoilut uppoaisivat liroon. Erimielisyyksiä matkan varrella on tarjonnut muun muassa penkkien sijoittelu. Minä pelkäsin, ettei se tue designia ja liro haluaisi tarjota jotain uutta. Akuston koko on myös aiheuttanut keskustelua, liro on pienemmän ja kevyemmän paketin kannalla ja minä pidemmän kantaman paketin kannalla.

liron kanssa oli mukava työskennellä. Ajoittain olemme olleet samaa mieltä, ajoittain emme. Riidaksi asti emme ole tapelleet ja oikeasti lirolla on ollut hyviä ajatuksia ja ehdotuksia asioiden ratkaisemiseksi.

7.1.2 Iiron mielipide prosessista

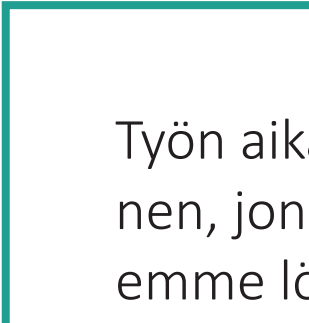
Antin kanssa päädyin tekemään työtä lähinnä siitä syystä, että viettän hänen kanssaan luokkalaisista eniten aikaa niin koulussa kuin koulun ulkopuolella. Antin kanssa olen tuntunut mielipiteiden jakaminen sekä kriittisenkin palautteen ilmaiseminen helpoksi. Puhumme asioista yleensä suoraan. Lisäksi Antin kiinnostus vahamallintamiseen oli parityölle selkeä vahvistus, sillä oma osaamiseni kyseisen työstömenetelmän kanssa vaatii vielä harjoittelua.

Suurimpana haasteena on ollut ajatusten yhteensovittaminen ja niiden muuttaminen. Aivan alussa meillä oli mielessä että lähdetäisiin toteuttamaan 1:1-malli, missä minun vastuullani olisi ollut paketointi ja mitoitus, kun taas Antin vastuulla olisi ollut ulkomuotojen veistäminen. Aiheseminaarin jälkeen omat ajatukseni kuitenkin lähtivät enemmän käyttäjälähtoisempää projektia tavoittelevaksi, kuin pelkän prototyypiajoneuvon valmistamiseksi. Antti kuitenkin jäi 1:1 ajatukseen ehkä jumiin ja se valittiinkin tavallaan lopulta työn aiheeksi isoin muutoksin. Alkuperäinen idea on osittain havaittavissa, kuitenkin ainoastaan muotoilun osalta.

Yhdessä työskentelyssä on ollut hyvää erityisesti ideoiden vaihtaminen ja niistä väittelemine. Yksin helposti sokeutuu omalle idealleen, eikä välttämättä osaa ottaa muita näkökulmia huomioon. Luonnosteluvaiheessa oli myös mukava, kun pystyi keskustelemaan toisen kanssa mikä toimii ja mikä ei.

Oma taustani ajoneuvosinöörinä varmasti vaikutti projektiin omalla tavalla. Uskon, että Antille tekniikan hahmottaminen on tuonut omat haasteensa ja vienyt hänet epämieltyvyysalueelle. Minulle taas asioiden hahmottaminen tekniikan kautta on luonnollista.

Parityössä olisi tärkeä määritellä kummallekin selkeästi omat vastualueet ja valita niin sanotusti vanhempi suunnittelija, joka lopulta tekee pattiilanteessa lopullisen ratkaisun ja kantaa vastuun projektin etenemisestä. Sopiminen ja asioista yhdessä päättäminen oli välillä hankalaa, kuten meillä kävi Antin kanssa: toinen haluaa kovasti pitää omasta mielipiteestään kiinni ja tilanteen ratkaisua vältellään viimeiseen asti, ettei toisen tunteita loukattaisi.



Työn aikana minun vastuulleni jäi visuaalisen materiaalin tuottaminen, jonka tekemistä viivästytti se, että välillä yrityksistä huolimatta emme löytäneet ajoneuvolle sen viimeistä muotoa, jota hahmotelimme vahalla. Aikataulu tuotti oman haasteensa tekemiseen. Vahamallinnuksen aikana minä hahmotelin paperille ajoneuvon linjoja ja Antti toteutti niitä ja omia ideoitaan suoraa vahaan, koska se on hänelle luonnollisempi tapa kuin käsin piirtäminen. Tämän kaltainen työstömenetelmä on antoisaa, mutta myös erittäin hidas tapa työstää muotoilua eteen päin.

Tästä projektista oli toivottavasti Antille hyötyä suunnitteluammattia silmällä pitäen, jossa pitää pystyä tulemaan erilaisten henkilöiden kanssa toimeen. Minulle ryhmätyöskentely on tuttua jo aikaisemmista opiskelu- ja työpaikoista, joissa olen toiminut niin osana asentaja- kuin suunnittelutiimiäkin.

7.2 Arviointi

Lähdimme prosessin kimppuun osittain niin sanotusti nurin niskoin. Vahan työstäminen ja samanaikainen skissailu toimivat meillä suhteellisen hyvin työstömenetelminä, mutta eivät olleet täysin ongelmattomia. Alussa olisi ollut hyvä myös puhua prosessista enemmän, näin olisimme ehkä välttyneet monilta kommunikaatio-ongelmilta. Emme aluksi määritelleet tarkasti, että millaista ajoneuvoa tulemme tekemään, ja tämä heijastuu myös lopputulokseen. Myös mittojen tarkka määrittely jäi tekemättä meiltä yhdessä ja nyt ajoneuvon mitat eivät olekaan mitenkään täydelliset. Ajoneuvo on hieman liian matala ja pitkä sekä keulan ja perän ylistykset ovat turhan isot.

Suunnitteluprosessi onnistui meillä parhaiten. Saimme yhteistyön sujumaan ja saimme tehtyä sitä samaan aikaan yhdessä. Suunnitteluprosessin aikana tuli myös mieleen monia asioita, mitä voisi toteuttaa toisin tai jos olisi rajaton määrä resursseja ja mahdollisuuksia. Muuten prosessi ei ehkä ole kaikin puolin malliesimerkki, vaikkakin se on loistava oppimisprosessi.

Molemmilla oli omat vahvuudet työssä. Tämä aiheutti sen, että oli paitsi erimielisyyksiä, mutta myös vahvaa osaamista tietyillä osa-alueilla. Kun tietää, että toinen osaa oman tehtävänsä, voi häneen luottaa täysin. Toisella kuitenkin saattaa olla enemmän vahvuuksia kuin toisella, ja työn määrä ei mene tasan. Näin kävi meillä.

Erilaiset vahvuudet aiheutti ongelmia myös siinä, että emme pystyneet tekemään työtä aina samaan aikaan ja jos toiselle tapahtui viivettä, viivytti se toisenkin työtä. Iiro joutuikin odottelemaan hieman liian pitkää, että pääsi rakentamaan autoa 3D-skannauksen jälkeen, josta seurasi se, että Iiro joutui tekemään töitä myös öisin. Antti puolestaan toivoi, että ajoneuvon mitoista olisi puhuttu selkeämmin heti aluksi, se olisi helpottanut hänen työskentelyään vahan kanssa. Aikataulun ollessa tiukka, ei yksityiskohtien hiomiseen jäänyt niin paljon aikaa, kun kumpikin olisi toivonut. Konseptuaalisesti koko platformin voisi tehdä uusiksi, jos aikataulu vain sallisi ja yritämmekin läpi työn pohtia epäkäytännöllisen ajoneuvon muuttamista hyödyllisempään suuntaan.

Loppujen lopuksi työmme onnistui suhteellisen hyvin ja konseptiin olemme tyytyväisiä. Monissa asioissa molemmat tekivät kompromisseja ja jos kumpikin olisi tehneet opinnäytetyön yksin, olisi tulos luultavasti täysin erilainen. Projekti oli kuitenkin mielenkiintoinen ja opetti paljon.

7.3 Jatkokehitysmahdollisuudet

Opinnäytetyöprojektimme on enemmän konseptuaalinen kuin sellaisenaan valmis tuotantoon. Käyttämiämme ratkaisuja ei välttämättä ole ennen käytetty sellaisenaan, puhutaan sitten materiaaleista tai teknisistä ratkaisuista. Jos ajoneuvoamme lähtisi viemään tuotantoon, pitäisi pohtia materiaalien käyttöä ja ottaa huomioon direktiivi- ja turvallisuusasiat, esimerkiksi ovien suhteen.

Käytännössä meidän pitäisi etsiä yhteistyökumppanit, jos aikoisimme tehdä ajoneuvosta prototyyppin tai lähteä viemään ajoneuvoa maailmalle. Esimerkiksi Exel on suomalainen toimija maailmanlaajuisesti, ja he toimittavat muun muassa OEM-osia ajoneuvovalmistajille. Olimme Exeliin yhteydessä ja keskustelimme esimerkiksi mahdollisen prototyyppin tekemisestä.

8

LÄHTEET

Kirjalliset lähteet
Kualähteet

Kirjalliset lähteet

Airaksinen, Jouni. 2014. Metropolian autotehdas. Brittisportti. Näyttelynumero 2/2014. Saatavilla verkossa: http://www.mgcc.fi/uploads/4/6/2/8/46281697/2014_2.pdf (Luettu 1.4.2019)

Bilsweden. 2019. Nyregistreringar. Saatavilla verkossa <http://www.bilsweden.se/statistik/nyregistreringar> (Luettu 31.3.2019)

Elävä perintö. 2018. Limisaumaisen puuveneen veisto. Saatavilla verkossa: https://wiki.aineetonkulttuuriperinto.fi/wiki/Limisaumaisen_puuveneen_veisto (Luettu 2.4.2019)

Fiskars. 2019. Fiskars 370 vuotta. Saatavilla verkossa <https://www.fiskarsgroup.com/fi/yhtio/fiskarsin-historia> (Luettu 1.4.2019)

Globalis. 2015. Kanada. Saatavilla verkossa: <https://www.globalis.fi/Maat/Kanada> (Luettu 31.3.2019)

Hoydal, Marita. 2017. Väestö. Pohjoismainen yhteistyö. Saatavilla verkossa: <https://www.norden.org/fi/information/vaesto> (Luettu 31.3.2019)

Ingmar, Anthony. 2012. Crazy Electric Car-konsepti Fisker Karma-Builders Valmet. Saatavilla verkossa: https://www.greencarreports.com/news/1073804_crazy-electric-car-concept-from-fisker-karma-builders-valmet (Luettu 1.4.2019)

Klassikot. 2016. Kotimaisten sähköautojen pioneeri Finnvan. 07/2016, 46. Viipalemediat Oy.

Kuusakoski. 2018. Keinoja sähköakkujen kierrätykseen on, volyymien kasvu odotuttaa. Saatavilla verkossa: <https://www.kuusakoski.com/fi/finland/yritys/yritys/uutiset/2018/keinoja-sahkoakkujen-kierratykseen-on-volyymien-kasvu-odotuttaa/> (Luettu 1.4.2019)

Koskinen, Matti. 2017. Teollisuuden paluumuutto nojaa huipputeknologiaan. Ammattiliitto Pro. 14.7.2017. Saatavilla verkossa: <https://www.proliitto.fi/prostoori/tyo-ja-talous/teollisuuden-paluumuutto-nojaa-huipputeknologiaan> (Luettu 3.4.2019)

Mattila, Jari. Kinnunen Mika. 2018. Haastattelu. Valmet Automotive. 14.12.2018. Uusikaupunki.

MexyTech. 2019. Komposiittiseos. Saatavilla verkossa: <https://komposiittilauta.fi/tekniset-tiedot/komposiittiseos/> (Luettu 1.4.2019)

MexyTech. 2019. Tekniset ominaisuudet. Saatavilla verkossa: <https://komposiittilauta.fi/tekniset-tiedot/tekniset-ominaisuudet/> (Luettu 1.4.2019)

NEVS. 2019. Our heritage. Saatavilla verkossa: <https://www.nevs.com/en/> (Luettu 2.4.2019)

NEVS. 2018. Introduction. Saatavilla verkossa: https://www.nevs.com/en/innovation/flexible_vehicle/ (Luettu 1.4.2019)

Närhi, Eeva Maria. 1988. Mikä Pohjola, mikä Skandinavia? Kielikello, kielenhuollon tiedotuslehti 2/1988. Saatavilla verkossa: <https://www.kielikello.fi/-/mika-pohjola-mika-skandinavia-> (Luettu 31.3.2019)

Peda.net. 2019. Fysiikka: eFysiikka 8. Taulukot. Saatavissa verkossa: <https://peda.net/oppimateriaalit/e-oppi/verkkokauppa/ylakoulu/poistuneet-tuotteet/efysiikka-82/taulukot> (Luettu 2.4.2019)

Polestar. 2018. Polestar 2. Saatavilla verkossa: <https://www.polestar.com/cars/polestar-2> (Luettu 1.4.2019)

Ruotsalainen, Kaija. 2016. Mitä kuuluu suurille ikäluokille?. Tilastokeskus. Saatavilla verkossa: <http://www.tilastokeskus.fi/tietotrendit/artikkelit/2016/mita-kuuluu-suurille-ikaluokille/> (Luettu 1.4.2019)

Sahlsten, Toivo. 2012. EC- ja PM-Moottorit taloteknisissä järjestelmissä. Sähköinfo Severi 21.33.

Salonen, Ilpo. 2019. Sähköautojen litiumakkujen kierrätys alkaa Suomessa- Autoilijalle kierrätys ei maksa mitään. Tekniikan maailma. 16.1.2019. Saatavilla verkossa: <https://tekniikanmaailma.fi/sahkoautojen-litiumakkuja-voi-alkaa-kierrattaa-suomessa-autoilijalle-kierratys-ei-maksa-mitaan/> (Luettu 3.4.2019)

Sirén, Ines. 2016. Suomen veneteollisuus elää viennistä. Kauppapolitiikka, Kansainvälisen kaupan aikakauslehti. 8.6.2016. Saatavilla verkossa: <https://kauppapolitiikka.fi/yritykset/2717/> (Luettu 3.4.2019)

Suomen virallinen tilasto SVT. 2018. Moottoriajoneuvokanta. Saatavilla verkossa https://www.stat.fi/til/mkan/2017/mkan_2017_2018-03-22_tie_001_fi.html (Luettu 31.3.2019)

Talouselämä. 2015. Autojen ensirekisteröinnit nousivat niukasti- Uuden auton ostaja on tyypillisesti 52-vuotias mies. <https://www.talouselama.fi/uutiset/autojen-ensirekisteroinnit-nousivat-niukasti-uuden-auton-ostaja-on-tyypillisesti-52-vuotias-mies/0ad6bca3-ec53-3fe2-bbf5-ba4b6886553f> (Luettu 31.3.2019)

Tawaki. 2018. Can Li-S Batteries Replace Li-Ion Batteries in electric vehicles? Saatavilla verkossa: <http://www.tawaki-battery.com/li-s-batteries/> (Luettu 2.4.2019)

Tieteen termipankki. 2019. Sähkötekniikka: Invertteri, vaihtosuuntaaja. Saatavissa verkossa: <http://tieteentermipankki.fi/wiki/Sähkötekniikka:invertteri> (Luettu 3.4.2019)

Tilastokeskus. 2019. Henkilöautojen ensirekisteröinnit merkeittäin. Autoalan tiedotuskeskus. Saatavilla verkossa http://www.aut.fi/tilastot/ensirekisteroinnit/henkiloautojen_vuosittaiset_merkki-ja_mallitilastot/2018/henkiloautojen_ensirekisteroinnit_merkeittain_vuonna_2018 (Luettu 31.3.2019)

Tirkkonen, Veli. 2013. Sähköauto. Retro Auto Moto. 91/2013, 25-30.

Tervola, Janne. 2015. Metropolian suomalainen superauto Electric Raceabout- tällainen se on. Metallitekniikka 7-8/2015. Saatavilla verkossa <https://www.tekniikkatalous.fi/tekniikka/metalli/metropolian-suomalainen-superauto-electric-raceabout-tallainen-se-on-6604412> (Luettu 1.4.2019)

Toroidion. 2019. Concept car. Saatavilla verkossa: <https://www.toroidion.com/#concept> (Luettu 1.4.2019)

Traficom. 2017. Liikenne- ja turvallisuusvirasto. Enemmistö kansalaisista pitää tärkeänä fossiilisten käyttövoimien korvaamista vaihtoehtoisilla käyttövoimilla liikenteessä. Saatavilla verkossa: https://arkisto.trafi.fi/uutisarkisto/6361/enemmisto_kansalaisista_pitaa_tarkeana_fossiilisten_kayttovoimien_korvaamista_vaihtoehtoisilla_kayttovoimilla_liikenteessa (Luettu 1.4.2019)

Uniti. 2019. Cars. Saatavilla verkossa: <https://www.uniti.earth/product/> (Luettu 1.4.2019)

Valtiovarainministeriö. 2019. Autovero. Saatavilla verkossa <https://vm.fi/autovero> (Luettu 1.4.2019)

Venetjoki, Petteri. 2019. Haastattelu. 19.2.2019.

Virolainen, Pekka. 2005. Kestomagneettimoottori tulee teollisuuteen. Tekniikka & Talous. 27.1.2005. Saatavilla verkossa: <https://www.tekniikkatalous.fi/tekniikka/energia/2005-01-27/Kestomagneettimoottori-tulee-suurteollisuuteen-3269382.html> (Luettu 3.4.2019)

Vuorinen, Jyrki., Mustakangas, Mika., Annala, Minna. 2019. Komposiitit, loputtomasti mahdollisuuksia. Patria. Saatavilla verkossa: https://www.patria.fi/sites/default/files/attachments/komposiitit_-_loputtomasti_mahdollisuuksia_-_mobile.pdf (Luettu 1.4.2019)

Kuvalähteet

Kuva 1. johanleijon. Sauna. 2010. Viitattu 4.4.2019. Saatavissa:

<https://www.flickr.com/photos/30981697@N03/4771084259/in/photolist-8gB48r-AgPRx-dFqXW3-923FJx-8FsmvV-brMdpP-JQjkUT-4vUh1n-VY9YJ6-VY9Yhp-6jrALB-qBpY6J-iR4kXU-iXCvLP-6LYSR-iR3L4R-iKNMsx-VURimw-iKQDsE-qfX4HD-jZnExt-nBARS4-BpH1eF-nYie1u-fc47iW-qGH1dn-rcEpyJ-cGuVij-nYinBh-rcE8z9-mG6RWt-6G8Bg7-Fh9RnU-qGGWsM-JA1XD-pKSwkG-iKQEi7-6irYTe-iXyiLr-jZqh81-6xnUjg-8Xkq6E-iR6mpU-iKQ7AD-i4mnaf-zf2sn-qE6iFs-8yYN5V-9hmejE-myQ-QWd>

Kuva 2. Nissinen, Antti. Midsummer Day '06. 2006. Viitattu 4.4.2019. Saatavissa:

<https://www.flickr.com/photos/veisto/317966796/in/photolist-u6Es9-cjSjNj-21MKGz8-9Xsh91-4XnHtm-4Xv7hv-8ecyD7-VZTtum-8cp7WB-nM5qAp-cjHqm9-f6dFFg-91J9gj-W3dBV-J7uURJ-tTsAD-6ykZLp-h5JvLH-ckuB23-o4wM6T-8c8Hk6-8c8GXR-9XpoAD-cjU35q-6yq8LG-8cc1cw-ckoYPW-cjQ4qo-eFzF4u-6zdcsB-cjSeg5-9YsjBB-f58KoQ-eTaBjJ-8dWWx3-eSYfT6-8c8Ht8-8dTFmp-eFAjnS-8c8EU4-eFtE4k-4XnHt3-cjRPZj-eSXBzr-eFzhHj-VPnbot-4XnGwP-4XRKd6-eFA8Y3-eFAPSh>

Kuva 3. Athanasiou, Emil. Earthly and Heavenly Sunset colours. 2014. Viitattu 4.4.2019. Saatavissa:

https://www.flickr.com/photos/emil9497photography__art/14477433692/in/photolist-o4jCDJ-7Hjtnk-285YtVW-33df6a-5CR67P-VBJKJA-TKzCdG-2d6JvcN-Wn-BkUT-nbfoNd-69iEdR-4BJjvv-353DXJ-pM8zxh-8oeQ1W-pJAge2-6ffFHu-byqdQ6-5i3Dnt-9KWV78-5ernaH-6nS8ey-2crsome-qMMWwD-JFM5ff-6dCMjd-EZp3M3-fcrrK5-aEgz1e-Uteq9h-9cnbF-ibMdpt-FomWBX-zmZEzs-6dwUdf-JqJi4F-mDkyX-6b4hay-28MJCYQ-HJcgMV-GFeX2z-G9wacE-JyPab-EdG5PX-VzQZ53-JyX24w-HWUM7s-4EnGoR-VS1TAy-amSPty

Kuva 4. saamiblog. Dansk lappmark (Laponie Danoise), Tornea Lappmark (Lap de Tornea), Iemterland (Jämtland)- 1762 Janvier Map of Scandinavia Norway, Sweden, Denmark, Finland- Geographicus. 2013. Viitattu 4.4.2019. Saatavissa:
<https://www.flickr.com/photos/28772513@N07/8683937236/in/photolist-eeNRZN-oVqBVe-jDdcAE-oaaYEO-i8Vm6U-8sEsbK-oac2rT-6uDaBT-i8KVmw-i5k2Mf-bHDU6T-dxxt62-nStdX-hZ56nQ-osH1pu-osLFq9-i474Ym-hLeK5x-hS6Px3-ot5GX1-odtKqc-dEksiZ-qZuN1s-abzJmJ-rgTyxp-i8J7uA-i8x7dq-hQFpZH-i9kGss-4FWW4i-a34Uw1-i8MXKp-i94zTK-hVu6Am-hQKVu6-rgXjYd-i15vmf-hVeUrY-hWudu6-hQxmsk-hShbEm-i7YwiA-i6uvGP-bpum1y-qk24p1-hLjPXw-hLaoPy-i8eC18-i7AuNY-hWHt86>

Kuva 5. Uniti. 2018. Viitattu 4.4.2019. Saatavissa:
<https://uniti2018q2.wordpress.com/wp-content/uploads/2018/04/uniti-product-full-width.png>

Kuva 6. Nevs. 2019. Viitattu 4.4.2019. Saatavissa:
https://www.nevs.com/media/filer_public_thumbnails/filer_public/fd/79/fd79d09a-40bf-4bcd-b83f-4707b4600529/img_5348.jpg__1440x0_q85_subsampling-2.jpg

Kuva 7. Polestar. 2019. Viitattu 4.4.2019. Saatavissa:
https://www.polestar.com/images/media/press-release/Polestar_Geneva_2019_06.jpg?w=780&h=520&fit=crop&auto=format,compress

Kuva 8. Hruzek, Robert. Wrinkled Aluminum Foil. 2010. Viitattu 4.4.2019. Saatavissa:
<https://www.flickr.com/photos/rhruzek/4404989750/in/photolist-7HfHZ9-5t9Z3-bbLmLH-6A9J8s-gifAP5-3Zz2uk-cQuN97-uMzvq-fDGUvk-coF8ob-4os1Nw-7Aga6V-8RKPpk-9oTVPz-4CNjvM-bvCpDr-hqzCx-dCPWCM-dfZe1j-rLWZJ-dgb3Q5-HtdM7-nTFmTc-aFSG4g-h6B3BQ-qBfK8-7DZh31-ScT8hy-fm1So-6GYeQK-75kcKg-34Lht-yHY8-7wMY-4CuqcW-8HLSqH-5nF1KA-32CK9D-8N9FPY-73TWFd-goN82p-hfni2B-bf7n2a-goNrBS-3Tt6N1-gjUpKE-aFSG26-4BRJc-di3SFj-4WnXuk>

Kuva 9. TM4 Motors. 2019. Viitattu 4.4.2019. Saatavissa:
https://www.tm4.com/wp-content/uploads/2013/12/SUMO-HD-Motor-Inverter_1934737_square.jpg

Kuva 10. Argonne National Laboratory. Advanced Li-Ion Battery. 2006. Viitattu 4.4.2019. Saatavissa:
<https://www.flickr.com/photos/argonne/3447648861>

Kuva 11. Finnmaster. 2019. Viitattu 4.4.2019. Saatavissa:
<https://finnmaster.fi/m/OS1C1915b.jpg>

Kuva 12. Fotobloger_Aleksei. 2017. Viitattu 8.4.2019. Saatavissa:
https://pixabay.com/fi/photos/vene-puuvene-kehys-2516901/#_=_

Kuva 13. Finnmaster. 2019. Viitattu 4.4.2019. Saatavissa:
https://finnmaster.fi/m/Finnmaster-T7_DJI_0056.jpg

Kuva 14. Zache. Sähköauto Tekniikan maa-näyttelyssä Tekniikan museossa. 2017. Viitattu 8.4.2019. Saatavissa:
https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/7a/S%C3%A4hk%C3%B6auto_Tekniikan_maa_-_n%C3%A4yttelyss%C3%A4_Tekniikan_museossa.jpg

Kuva 15. Jewell, Alden. 1995 Elcat Cityvan 200 Electric Van (Finland). 2016. Viitattu 7.4.2019 Saatavissa:
<https://www.flickr.com/photos/autohistorian/27950404295>

Kuva 16. Nissin, Oscar. 1997. 2007. Viitattu 7.4.2019. Oscar Nissin henkilökohtainen kuva-arkisto.

Kuva 17. Laine, Iiro. 2011. Viitattu 7.4.2019. Iiro Laine henkilökohtainen kuva-arkisto.

Kuva 18. Valmet Automotive. 2019. Viitattu 8.4.2019. Valmet Automotive kuva-arkisto.

Kuva 19. Toroidion. 2019. Viitattu 7.4.2019. Saatavissa:
<https://d15xily2xy6xvq.cloudfront.net/accounts/14224/files/116.jpg?t=nxjzlv>

Kuva 20. Pixabay. Mercedes Benz Parked in a Row. 2018. Viitattu 4.4.2019 Saatavissa:
<https://images.pexels.com/photos/164634/pexels-photo-164634.jpeg?auto=compress&cs=tinysrgb&dpr=3&h=750&w=1260>

Kuva 21. Finnmaster. 2019. Viitattu 4.4.2019. Saatavissa:
https://finnmaster.fi/m/DJI_0228-1.jpg

Kuva 22. Yoshihito, Miki. MICRA flower color version.(marimekko design). 2008. Viitattu 4.4.2019. Saatavissa:
<https://www.flickr.com/photos/mujitra/2501807326/in/photolist-4P5qa5-89JbCJ-68gVLb-9SM7Rd-jGtJuK-GKwtYQ-8WmQq8-6bTb6X-4x7Xhj-62A975-62A7M9-6bXkLS-62BRqu-dqGprz-8nYH6M-8jzBRt-jN9Ac-7bdBzv-jN9kY-jZnHo-f89fzB-dCUp3M-dCUp34-8nYFDF-8nYMYH-8nYDKR-6bXmJY-fvtdXF-dqGii9-8nYHVK-fkQE2-8nYHNe-6ba67j-6bXm2u-62A8ow-dqG9qZ-2MFze-8nYDy6-gr1tG-8o2SRE-dqGtNE-6b38qm-jiMYPi-znQWQ-8nYHgn-8o2Sy7-8nYFvX-dqG3pa-8nYQ22-4eLdxV>

Kuva 23. Dvidshub. Coast Guard continues response to allision, oil spill south of New Orleans. 2013. Viitattu 4.4.2019. Saatavissa:
<https://www.flickr.com/photos/dvids/8554330825/in/photolist-e2Vbwv-2cy68zM-eennqr-kjEYoF-4EjNgb-8cipqS-g4P8w-9NuVwv-DRm4dk-86xbJR-acykju-8cthm-69e4bS-9rXdhp-8oMxB5-RMnyhq-87BfwS-2JcetA-RuWxaW-ojA917-4ZYn3P-747JDU-jveTAz-k6ARF6-8bhoJb-8SJvzB-86xcsk-9cjhy4-PMVukH-fFaTnw-8cpX1B-28spVxS-8ccTJV-8ajEZM-rSB9EW-86AoBA-9NuuyF-6kApoF-nLt6AM-86AjiS-6kzKii-DZXErq-8o1WvS-9NFjzr-8cthfs-7ega5f-5LnSbr-9NFmxc-8bf3Vq-61m8nF>

Kuva 33. Unsplash. 2019. Viitattu 14.1.2019. Kuvat saatavissa:
<https://unsplash.com/>

Kuva 24. Laine, Ira. Viitattu 7.4.2019. Ira Laineen henkilökohtainen kuva-arkisto

Kuvat 25-31. Laine, Iiro. Paakkari Antti. Viitattu 7.4.2019. Opinnäytetyön kuvaus.

Kuva 32. Laine, Ira. Viitattu 7.4.2019. Ira Laineen henkilökohtainen kuva-arkisto.

Kuvat 33-43. Laine, Iiro. Paakkari Antti. Viitattu 7.4.2019. Opinnäytetyön kuvaus.

Kuva 44. Laine, Ira. Viitattu 7.4.2019. Ira Laineen henkilökohtainen kuva-arkisto.

Kuvat 45-52. Laine, Iiro. Paakkari Antti. Viitattu 7.4.2019. Opinnäytetyön kuvaus.

Kuva 53. Laine, Ira. Viitattu 7.4.2019. Ira Laineen henkilökohtainen kuva-arkisto.

Kuvat 54-66. Laine, Iiro. Paakkari Antti. Viitattu 7.4.2019. Opinnäytetyön kuvaus.

Kuva 67. Laine, Ira. Käyttäjäskenaario. Viitattu 7.4.2019. Ira Laineen henkilökohtainen kuva-arkisto.

Kuva 68. Laine, Iiro. Paakkari Antti. Viitattu 7.4.2019. Opinnäytetyön kuvaus.