

2030 RALLYCAR PROJECT

TRANSPORTATION DESIGN THESIS 2016

HENRI HOKKANEN

LAHTI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

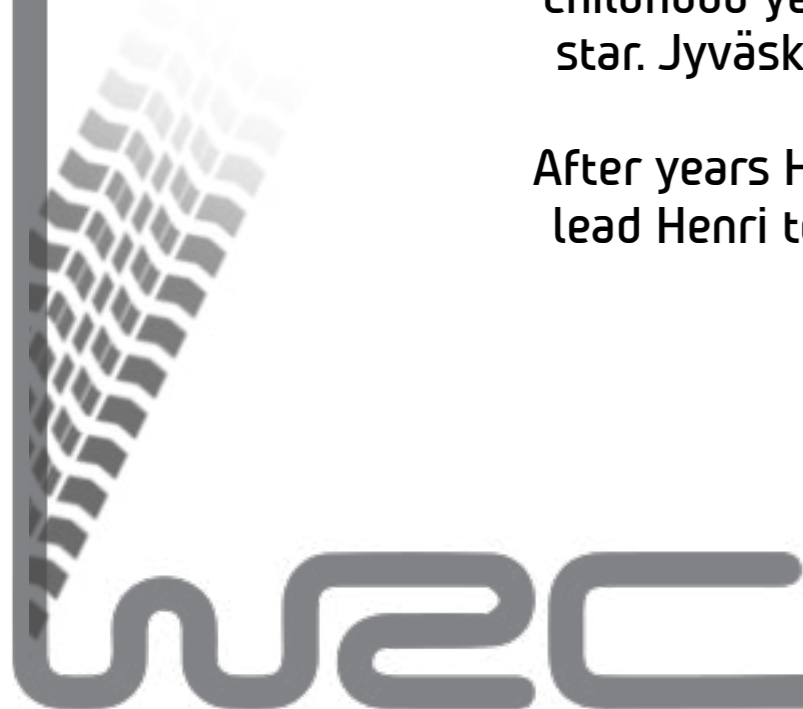


Abstrakti

Vuonna 1986 suomen kirkkain rallilupaus Henri Toivonen menehtyi onnettomuudessa Korsikan rallissa. Siitä kaksi vuotta eteenpäin keski-suomessa tuoreet vanhemmat päätyivät nimeämään esikoisensa tämän rallilupauksen mukaan. Autot kiinnosti Henriä aina, vaikkei rallin ammattilaista hänestä tullutkaan. VHS-nauhureissa pyöri lastenohjelmien sijaan lähinnä Juha Kankkusesta tehtyjä rallivideoita. Tommi Mäkinen oli Henrille ensimmäinen rallin supertähti. Jyväskylän suurajot oli niin iso tapahtuma pienelle pojalle, että ei sitä voinut ollenkaan käsittää, että miten voi nähdä samat autot luonnossa, mitkä aiemmin näki vain televisiossa. Myöhemmällä iällä Henristä tuli kuitenkin ajamisen ammattilainen, vaikkei työkaluna ralliauto ollutkaan. Ajamisen lisäksi myös piirtäminen kävi helposti ja vilkas mielikuvitus vei monenlaisiin seikkailuihin. Nyt seikkailut ovat vieneet Henrin Lahteen opiskelemaan ajoneuvomuotoilua. Jos ei tiedä tämän opinnäytetyön aihetta vielä, niin nyt siitä alkaa varmaan olemaan jo pieni aavistus.

Abstract

In 1986 Finnish professional rallycar driver Henri Toivonen died in a crash in Corsica rally. After two years recently became parents in middle-Finland named their first child after him. Henri was always interested about cars, but still he didn't become professional rallycar driver. During his childhood years, he used to watch rallyvideos about Juha Kankkunen instead of any other kids shows. Tommi Mäkinen was his first rally superstar. Jyväskylän suurajot (Finnish rally before Neste Rally Finland) was so big event for a little child like Henri, that he couldn't understand that how it is possible to see those cars in real life, what he has seen before only in television. After years Henri made his career as a driver, even though rallycar wasn't his worktool. Painting was also Henri's strengths and wild imagination lead Henri to a many adventures. Now his adventures took him in to Lahti university to study automotive design. If you don't know the topic of this thesis, now you might have a little clue about it.



Dispositio

1 Johdanto

- 1.1 Aihe ja taustat
- 1.2 Tutkimusasetelma

2 Ralli

- 2.1 Urheilumuoto ja viihde
- 2.2 Ralliautot ja tiimit
- 2.3 Rallikuskit

3 World Rally Championships

- 3.1 Luokat
- 3.2 Tiimit ja valmistajat
- 3.3 Säännöt

4 Toyota

- 4.1 Toyotan muut tallit
- 4.2 WRC comeback 2017

5 2030 projekti

- 5.1 Projektin sisältö
- 5.2 Tommi Mäkinen Racing

6 Tommi Mäkinen Racing 2030

- 6.1 Uusi WRC-luokka
- 6.2 Tekniset innovaatiot
- 6.3 Päätelmät

7 Tavoitteet ja raja

- 7.1 Toimeksianto
- 7.2 Tekniset tavoitteet
 - Turvallisuus
 - Nopeus
 - Aerodynamiikka
- 7.3 Käyttäjänäkökulma
- 7.4 Viihdearvo
- 7.5 Moodboard
- 7.6 Muut tavoitteet
- 7.7 Raja

8 Suunnitteluprosessi

- 8.1 Materiaalit
- 8.2 Korin rakenne ja detaljiikka
- 8.3 Mitoitus
- 8.4 Renkaat
- 8.5 Tekniset ratkaisut

9 Mallin rakennus

- 9.1 Pohjatyöt
- 9.2 Muodonanto
- 9.3 Hienosäätely

10 Lopputuote

- 10.1 Esityskuvat
- 10.2 Tuote käyttöympäristössään
- 10.3 Jatkokehitys

11 Arviointi

- 11.1 Lopputulos
- 11.2 Prosessi





© Jarkko Ruotsalainen 2015

1 Johdanto

1.1 Aihe ja taustat

Kautta aikain ihminen on hakenut elämäänsä jännitystä sekä viihdettä. Vain harvat ja valitut omaavat kauniin taidon käskyttää ihmisen luomaa kuljetusvälinettä ennennäkemättömällä vauhdilla. Ratin takana aivan kaikki muu unohtuu ja näkökenttä kapenee vauhdin hurmion kasvaessa. Moottori huutaa ääri rajoilla kauneinta lauluaan sydämen lyöntien yhtyessä samaan rytmiin. Koko maailma on kontrollissa, jonka voi menettää yhdestä virheestä. Uusi viihteen muoto: moottoriurheilu on syntynyt.

Tämä opinnäytetyö on tulevaisuuden tutkimus rallin maailmanmestaruussarjasta vuonna 2030.

Opinnäytetyössäni pureudun pohtimaan tulevaisuuden ralliautojen energiatehokkuutta, materiaaleja, turvallisuutta sekä viihdearvoa. Mielenkiintoisena aspektina tulee ralliauton design DNA:n luominen. Puhtaasti esteettisyyden takia vedetyt linjat täytyy unohtaa autosta, joka on tehty ainoastaan olemaan muita nopeampi.

Lopputuloksena on kolme 1:4 mallia ralliauton ulkoosasta. Mallit on valmistettu hiilikuidusta sekä pienemmät osat 3D-tulostamalla. Kaikki autot ovat teipattu valmiiksi rallivärejä ja sponsoreita myöten. Kaikki autot ovat teemaltaan erilaisia ja ovat numeroitu omiksi kappaleiksen.

"If in doubt, flat out"

-Colin McRae



1.2 Tutkimusasetelma

Mercedes-Benz lupasi tuoda ensimmäiset itseajavat autot markkinoille vuonna 2017. Siitä hetkestä ei tarvitse enää mennä kauas, kun muut valmistajat seuraavat perässä ja ajettavien autojen aikakausi alkaa olla ohi. Mutta ralli perustuu äärimmilleen viritettyjen autojen lisäksi myös kuljettajan ja kartanlukijan saumattomaan yhteistyöhön tuoda auto maaliin muita nopeammin.

Keskeisimmäksi kysymykseksi muodostuukin: voiko tulevaisuuden itseajavaa autoa käyttää ralliauton aihiona, vai täytyykö ralliautot luoda kokonaan tyhjästä. Tulevaisuuden itseajavista autoista kun puuttuvat hallintalaitteet sekä onko niiden kolariturvallisuus riittävällä tasolla, että niillä voitaisiin ajaa puiden välissä puikkelehtien 150km/h.



World Rally Championship-logo



Fédération Internationale de l'Automobile-logo

- <http://www.freelogovectors.net/world-rally-championship-wrc-logo-eps-file/>
- https://en.wikipedia.org/wiki/File:FIA_logo.svg

2 Ralli

2.1 Urheilumuoto ja viihde

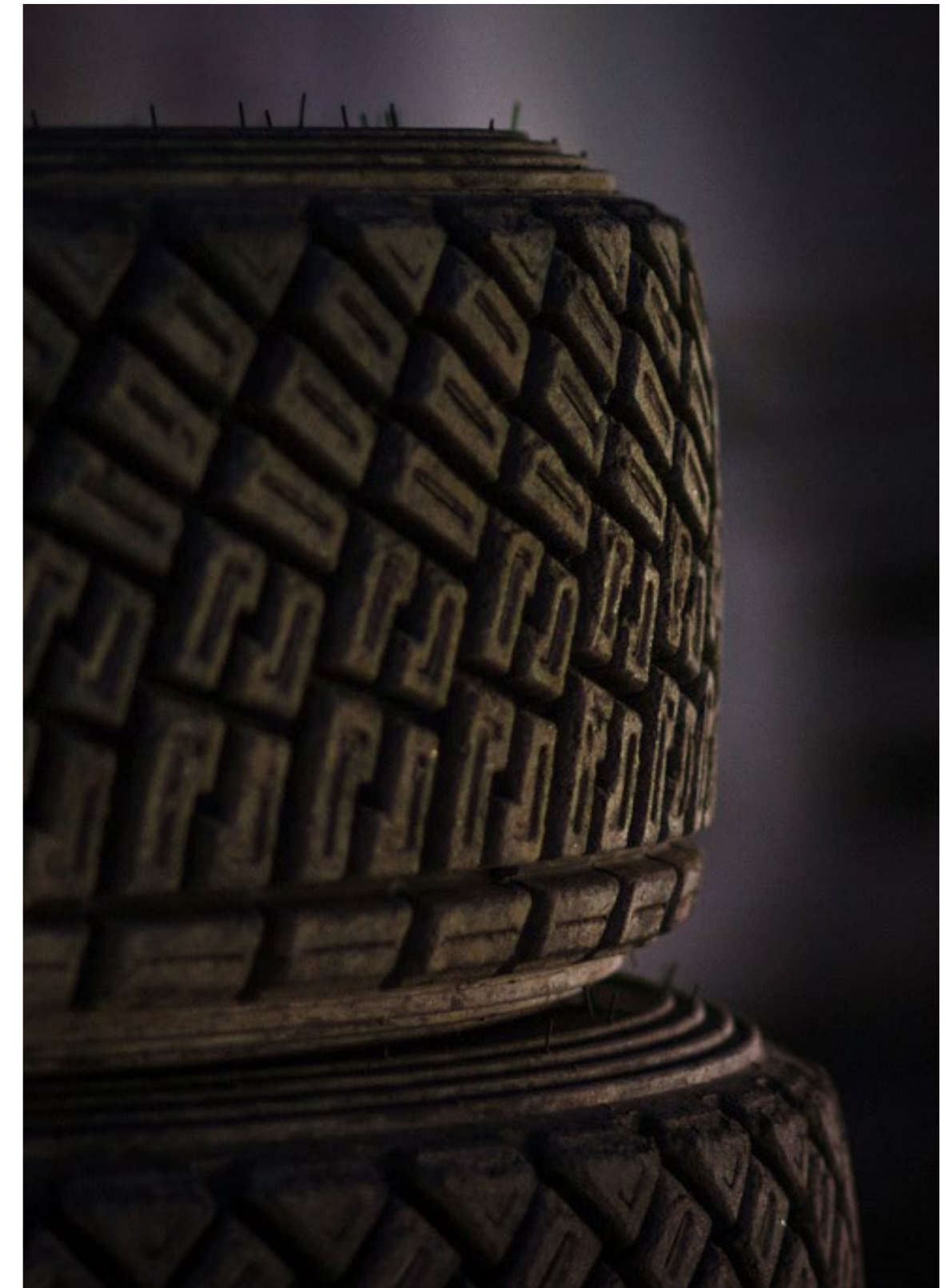
Siitä lähtien kun ihminen keksi auton, on sitä käytetty myös kilpailamiseen. Autojen monipuolistuminen toi mukanaan myös erilaiset kilpailumuodot. Autoilla kilpaillaan niille tarkoitetuilla päällystetyillä moottoriradoilla, aavikolla tai maastossa (Daniel Simon 2013).

Ralli eroaa muista autokilpailuista sillä, että siinä ei ajeta tiettyä rataa ympäri muiden kanssakilpailijoiden kanssa, vaan ajetaan erikoiskokeita toisten kuljettajien aikoja vastaan. Poikkeuksena on tietyt supererikoiskokeet, jossa kaava on muuten sama, mutta siinä lähdetään pareittain liikkeelle eri kohdista rataa. Erikoiskokeet ovat pituudeltaan 10 - 50km ja niitä on ajettavana 15-30 ja ne jaetaan muutamalle päivälle. Erikoiskokeiden välissä on siirtymätaipaleet, jotka ajetaan normaalin liikenteen seassa paikallisia liikennesääntöjä noudattaen. Huollot ja erikoiskokeilla tapahtuvien rikkoontumisien korjaukset tapahtuvat erikoiskokeiden välissä (wikipedia.org 2015).

Rallia ajetaan kaikissa olosuhteissa mm. soralla, asfaltilla, lumella, jäällä ja joskus jopa mudassa. Ralliautojen on toimittava niin pakkasessa, kaatosateessa kuin myös paahtavassa helteessä. Samaa odotetaan myös kuljettajilta sekä kartanlukijoilta. Mukavuusaspektista on jouduttu karsimaan paljon vauhdin sekä turvallisuuden takia.

Kansainvälisesti suosittua rallia ajetaan jokaisella mantereella ja siihen panostetaan suuria summia rahaa. Ralliosakilpailu kestää noin kolme päivää, sijoittuu yleensä viikonloppuun ja se on suuri spektaakkelinomainen näytös. Ralliosakilpailun järjestäminen on kaupungille suuri kunnia. Ralli tuo mukanaan medianäkyvyyttä, turismia sekä rahaa. Suuret mediat seuraavat jokaista kisaa ja lähettävät videota suorana jokaisen ihmisen ulottuville televisioon, tietokoneelle sekä puhelimiin. Ihmiset myös haluavat kokea rallitunnelman konkreettisesti ja matkustavat rallisirkuksen perässä kannustamassa omia suosikkejaan voittoon.

Ralliin kuuluu isona osana myös sponsorit, jotka rahoittavat tallien ralliautojen kehitystä tai auttavat muuten taloudellisissa asioissa. Vastapalveluksena sponsorit saavat näkyvyyttä tiimien autoissa, rekoissa sekä erilaisissa oheistuotteissa.



© Jarkko Ruotsalainen 2015



2.2 Ralliautot ja tiimit

Ralliautot ovat kehittyneet aikojen saatossa uuden teknologian myötä turvallisemmiksi ja nopeammiksi. Varsinaiseksi rallin kulta-ajaksi mielletään 1980-luvun B-ryhmä. Useat valmistajat suunnittelivat autot pelkästään ralliin, mutta sitten valmistivat niistä normaaliin liikenteeseen laillisia versioita pienen erän, jotta malli hyväksyttäisiin myös rallikäyttöön. B-ryhmän suosioon vaikutti säännöt, jotka sallivat vaarallisen tehokkaat ja nopeat kilpa-autot. B-ryhmä lopetettiin vuonna 1986 Henri Toivosen, sekä hänen kartanlukijansa, Sergio Creston kuolemaan johtaneen kolarin jälkeen (youtube.com 2012). Vaikka B-ryhmän ralliautot olivatkin tehokkaita, ei niillä enää pärjää nykypäivän ralliautoa vastaan. "Uusien ralliautojen alustat mahdollistavat jopa 30% nopeammat kaarreajot" kertoi entisen suomalaisen rallikuski Mikko Hirvosen kartanlukija Jarmo Lehtinen haastattelussaan Tommi Mäkinen Racingillä 20.10.2015.

Ralliauto on tehtaan valmistamasta autosta uudelleenrakennettu versio, joka sisältää pakolliset turvavarusteet, joita ei yleensä katuautoissa nähdä. Turvavarusteisiin kuuluu mm. teräksiset turvakaaret, FIA:n hyväksymä istuin sekä kisakäyttöön suunniteltu polttoainetankki. Turvallisuuden jälkeen autoon asennetaan sääntöjen puitteissa rakennetut ilmanohjaimet ja koria levitetään paremman ohjattavuuden saamiseksi. Säännöissä on annettu tarkat mitat, kuinka paljon auton rakenteita saa muuttaa. Ammattilaiset käyttävät näistä mitoista termiä: bounding box. Eli ralliauton on mahdollista tämän kuvitteellisen laatikon sisään. Moottoria viritetään alkuperäisestä sääntöjen sallimilla viritysosilla ja koko autoa pyritään keventämään sääntöjen sallimaan minipainoon. Myös painopiste pyritään tuomaan mahdollisimman keskelle alas (wikipedia.org 2016)

Tiimi koostuu suuresta ryhmästä eri alojen osaajia. Kisoja ei voiteta pelkästään kuljettajan ja kartanlukijan voimalla, vaan tiimi tarvitsee voittaakseen myös mekaniikkoja, jotka korjaavat sekä huoltavat ralliautoja kuljettajan mieltymysten mukaan. Tiimi tarvitsee myös osaaavan tiimipäällikön tallin johtamiseksi aina voittoon saakka. Pelkkä ajaminen ja huolto eivät vielä kata koko henkilökuntaa, vaan tarvitaan myös markkinoinnin ja oheistoiminnan puolelle paljon henkilökuntaa. Kuljettajan ja kartanlukijan on oltava myös fyysisesti hyvässä kunnossa, joten suurimilla tiimeillä on myös personal trainereita kuljettajille. Koko tiimi on pakattu rekkoihin, jotka kulkevat ympäri maailmaa koko vuoden.

Ralliauton kehitystiimiin kuuluu joukko aerodynaamikka-alan insinöörejä, metallialan osaajia, kuitumateriaalien valmistajia, tekniikoita, 3D-ohjelmien osaajia sekä auton viritämiseen erikoistuneita henkilöitä. Yksi tiimi koostuu kokonaisuudessaan noin 200 eri toimihenkilöstä. Osa osa-aikaisena, osa täysipäiväisenä.



© Jarkko Ruotsalainen 2015



2.3 Rallikuskit

Tommi Mäkinen

Mäkinen syntyi vuonna 1965 Jyväskylän Puuppolassa. Mäkinen voitti urallaan 4 maailmanmestaruutta Mitsubishiin Lancerilla. Ralliuransa jälkeen Mäkinen perusti kotipaikkakunnalleen Puuppolaan ralliautopajan, joka tunnetaan nimellä Tommi Mäkinen Racing OY (wikipedia.org 2016).



Sebastian Loeb

Loeb (1974 Haugenau, Ranska) on rallin yhdeksänkertainen maailmanmestari. Loeb on rallin yksi menestyneimmistä kuljettajista ja hänen valtakausi alkoi vuonna 2004 ja kesti aina vuoteen 2012 asti, jolloin hän voitti joka ainoan rallin maailmanmestaruuden. Nykyisin Loeb ajaa mm. Porsche Cupia ja Pikes Peak -sarjaa (wikipedia.org 2016).



Esapekka Lappi

Lappi (1991, Pieksämäki) on Suomen tuleva rallilupaus. Tällä hetkellä Lappi ajaa Skodan WRC2 -luokassa, mutta Lapin on spekuloitu siirtyvän Toyotan WRC -talliin vuodesta 2017 eteenpäin. (wikipedia.org 2016, motorsport.com 2016).



3 World Rally Championship

3.1 Classes

WRC (World Rally Championship) on FIA:n (Federation Internationale de l'Automobile) ylin ja suosituin ralliluokka. WRC luokka perustettiin vuonna 1997 korvaamaan A-ryhmä. WRC:n ominaispiirteisiin kuuluu rallikäyttöön muokattu tuotantoauto, joka on varustettu 2 litraisella turbomoottorilla. Vuonna 2011 2 litrasen moottorit korvattiin 1.6 litraisilla moottoreilla. WRC:n alemmat tuotantoautoluokat ovat WRC2, joka on tarkoitettu nelivetoisille autoille ja WRC3, joka on puolestaan kaksivetoisille autoille. Junioreille on oma JWRC-luokka (wikipedia.org 2016)

DMack World Rally Team

Ford Fiesta RS WRC
Kuljettaja: Ott Tänak
Kartanlukija: Raigo Molder

3.2 Teams and manufacturers

Vuonna 2016 WRC:ssä kilpailee 10 eri tallia neljän eri valmistajan autolla (poislukien WRC2, WRC3 ja JWRC luokat)

Abu Dhabi Total World Rally Team

Citroën DS3 WRC
Kuljettajat: Khalid Al Qassimi / Craig Breen /
Stephane Lefebvre / Kris Meeke
Kartanlukijat: Chris Patterson / Scott Martin /
Gabin Moreau / Paul Nagle



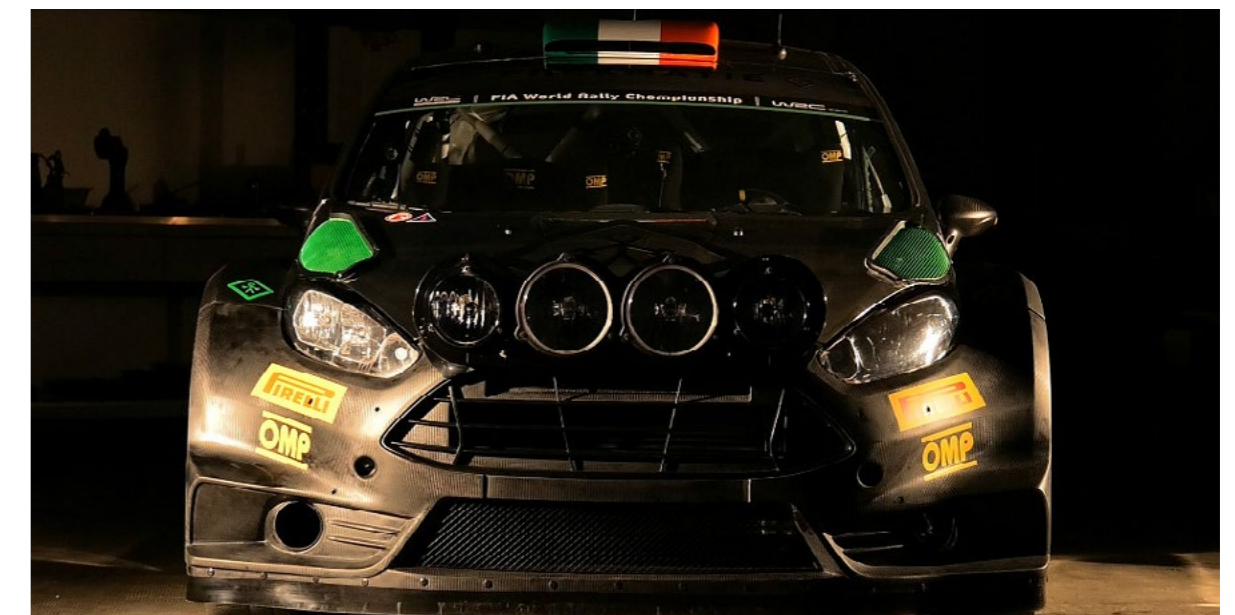
<http://www.wrc.com/en/wrc/teams/team/abu-dhabi-total-world-rally-team/page/873-94-873--.html?h=2016/teams/140>



<http://www.wrc.com/en/wrc/teams/team/dmack-world-rally-team/page/873-94-873--.html?h=2016/teams/160>

F.W.R.T

Ford Fiesta RS WRC
Kuljettaja: Lorenzo Bertelli
Kartanlukija: Simone Scattolin



<http://www.wrc.com/en/wrc/teams/team/f.w.r.t./page/873-94-873--.html?h=2016/teams/43>



Hyundai Motorsport

Hyundai i20 WRC

Kuljettajat: Thierry Neuville / Dani Sordo /
Hayden Paddon

Kartanlukijat: Nicolas Gilsoul / Marc Martí / John
Kennard
(wrc.com 2016)



<http://www.wrc.com/en/wrc/teams/team/hyundai-motorsport/page/873-94-873--.html?h=2016/teams/10>

Hyundai Motorsport N

Hyundai i20 WRC

Kuljettajat: Kevin Abbring / Hayden Paddon
Kartanlukijat: Sebastian Marshall / John Kennard
(wrc.com 2016)



<http://www.wrc.com/en/wrc/teams/team/hyundai-motorsport-n/page/873-94-873--.html?h=2016/teams/59>

Jipocar Czech National Team

Ford Fiesta RS WRC

Kuljettaja: Martin Prokop
Kartanlukija: Jan Tomanek
(wrc.com 2016)



<http://www.wrc.com/en/wrc/teams/team/jipocar-czech-national-team/page/873-94-873--.html?h=2016/teams/5>

M-Sport World Rally Team

Ford Fiesta RS WRC

Kuljettajat: Mads Østberg / Eric Camilli

Kartanlukijat: Ola Fløene / Nicolas Klinger
(wrc.com 2016)



<http://www.wrc.com/en/wrc/teams/team/m-sport-world-rally-team/page/873-94-873--.html?h=2016/teams/4>

Volkswagen Motorsport

Volkswagen Polo R WRC

Kuljettajat: Sebastian Ogier / Jari-Matti Latvala

Kartanlukijat: Julien Ingrassia / Miikka Anttila
(wrc.com 2016)



<http://www.wrc.com/en/wrc/teams/team/volkswagen-motorsport/page/873-94-873--.html?h=2016/teams/1>

Volkswagen Motorsport II

Volkswagen Polo R WRC

Kuljettaja: Andreas Mikkelsen

Kartanlukija: Anders Jaeger
(wrc.com 2016)



<http://www.wrc.com/en/wrc/teams/team/volkswagen-motorsport-ii/page/873-94-873--.html?h=2016/teams/9>

Yazeed Racing

Ford Fiesta RS WRC

Kuljettaja: Yazeed Al-Rajhi

Kartanlukija: Michael Orr
(wrc.com 2016)



3.3 Säännöt

Auto:

WRC tason ralliauton rakentamiselle on tarkat säädökset mahdollisimman tasavertaisen lopputuloksen saamiseksi. Autoa ei saa virittää, keventää tai muuttaa korin mittoja rajattomasti. Auton mallin on oltava tunnistettavissa. Myös materiaaleja saattaa joutua vaihtamaan. WRC:n sääntöjen hyväksymiä osia ei saa enää itse muuttaa. Ralliauton saa rakentaa vähintään nelipaikkaisesta tuotantoautosta, jota on valmistettu yli 5000 kappaletta.

WRC auton minimipaino on 1200kg. Tähän painoon ei lasketa kuljettajaa tai kartanlukijaa, eikä heidän ajovarusteita. Moottori saa olla enintään 1600 kuutiainen turboahdettu polttomoottori, joka on rajoitettu 8500 kierrokseen minuutissa. Kilpailunumeron täytyy olla riittävän suuri ja selkeällä fontilla kirjoitettu. Alkoholit ja tupakkatuotteiden mainostaminen on kielletty, eikä autossa saa muutenkaan lukea mitään sopimatonta (fia.com 2016).



Kilpailu:

Kilpailussa on tarkoituksena ajaa nopeiten maaliin. Kaikkia erikoiskokeita ei tarvitse voittaa, vain kokonaisaika ratkaisee. Kilpailussa lähdetään erikoiskokeelle 5 minuutin välein. Tämä antaa kaikille mahdollisuuden ajaa maaliin omaan tahtiin ilman, että edelläajava jarruttaisi tai takana tuleva painostaisi ajovirheeseen. Ensimmäiselle erikoiskokeelle lähdetään edellisen kilpailun maaliin saapumisjärjestyksessä. Seuraaville erikoiskokeille lähdetään nopeusjärjestyksessä, nopein lähtee ensin, hitain viimeisenä.

Kilpailuista jaetaan pisteitä tiimeille ja kuljettajille. Kuljettavat kilpailevat keskenään mestaruudesta ja samalla tuovat samoja pisteitä tiimeilleen. Mestaruus ratkeaa sen hyväksi, jolla on eniten pisteitä. Kaikkia ralleja ei tarvitse voittaa. On myös mahdollista voittaa maailmanmestaruus voittamatta yhtään rallia, mutta se on erittäin epätodennäköistä.



- <http://www.blackmorevale.co.uk/WRC-Rally-Portugal-2015-stage-times-Friday-22nd/story-26548699-detail/story.html>
- <http://www.volkswagen-motorsport.com/index.php?id=823&L=1>



4 Toyota

4.1 Toyotan muut tallit

Toyota Motorsports GmbH (TMG) on Saksassa sijaitseva nimensä mukainen Toyotan kilpatalli. TMG työllistää tällä hetkellä noin 200 henkilöä. TMG:llä oli pyöritettävänä Toyotan Formula1 talli vuosina 2001-2009. Formulaa lisäksi TMG on mukana muissa rata-autosarjoissa, kuten Le-Mansin kestävyysajoissa.

TMG:llä on käytössään suuret tilat kilpa-autojen kehitykseen niin materiaalien, sähköajoneuvojen kuin myös aerodynamiikan saralla. TMG tarjoaa asiakkailleen erittäin korkeatasoisia, yksilöllisesti räätälöityjä osia ja palveluita (toyota-motorsport.com 2016)

4.2 WRC comeback 2017

Toyota jätti rallin vuonna 1999, mutta on taas lähdössä mukaan uudella Yarikseen pohjautuvalla WRC-autolla. Autoa alettiin kehittämään jo vuonna 2015 Jyväskylässä Tommi Mäkinen racingilla ja ensimmäiset testit aloitettiin maaliskuussa 2016. Toyotan WRC tallin sijoittuminen Jyväskylän Puuppolaan toi paljon työpaikkoja sekä nosti Jyväskylän statusta Suomen rallipääkaupunkina. Toyotan rallitallin päällikkönä toimii TMR:n perustaja, entinen rallikuski Tommi Mäkinen (ksml.fi 2015).



Toyota Le Mans hybrid



Toyota Yaris WRC ensitesteissä

- <http://www.electric-vehiclenews.com/2012/01/toyota-racing-unveils-2012-ts030-hybrid.html>
- <http://www.wrc.com/en/wrc/news/july/makinen-yaris/page/2579--12-12-.html>



Tervetuloa 2030-luvulle



5 2030 Projekti

5.1 Projektin sisältö

Vuonna 2030 ajaminen katoava taito. Itseajavat autot siirsivät autokoulun, liikennevalvonnan sekä yksityisautoilun historiaan. Ajamisen osaa enää ne, kenellä on epäilyksen kalvaessa kanttia antaa hanaa. Nämä kuljettajat eivät aja taksia, rekkaa tai aamulla töihin. Nämä ajavat joka mutkaan niin lujaa, ettei itseajavalla autolla ole mitään mahdollisuutta selvittää siitä rikkomatta fysiikan lakeja.

Itseajavien autojen yleistyessä joka valmistajien mallistoon, ralliautot muuttuivat dramaattisesti. Itseajavista autoista katosi ensin hallintalaitteet ja pian sen jälkeen kolariturvallisuutta alennettiin, kun ei kolareita enää sattunut. Autoilussa panostettiin enemmän joukkoliikenteeseen ja mukavuuteen. Rallissa autot ovat edelleen täysin kuljettajan hallinnassa ja suurten massojen kuljettamisen sijaan pyritään kuljettamaan vain se auto mahdollisimman nopeasti pisteestä A pisteeseen B. Mukavuudesta tingitään joka paikasta, jotta autosta tulisi ainoastaan nopein. Tästä syystä ralliautot erotettiin normaalien autojen kehitysprosessista kokonaan omaksi prosessiksi.



Lontoo 2030

• http://www.yankodesign.com/images/design_news/2012/04/27/london11.jpg

2030 WRC sarjassa fossiilisten polttoaineiden käyttäminen autoissa on kokonaan kielletty. Autojen akkuja saa ladata ajon aikana induktiolatauksella, aurinkoenergialla tai ottamalla autosta syntyvää hukkaenergiaa talteen. Huolloissa auton lataaminen on täysin vapaa. Maksimaalisen vauhdin takaamiseksi hukkaenergian talteenottomenetelmiin panostetaan erittäin paljon ja sitä rahoittavat myös eri tutkimuskeskukset, jotta kaikki innovaatiot saataisiin myös normaaliin elämään ekologista energiatehokkuutta tuomaan.

Ralliauton ulkonäkö muuttui dramaattisesti, kun sukulaismuotoja tuotantoautoon ei enää vaadittu. Säännöt ovat kuitenkin kieltäneet täysin vapaan rakentelun tuoden kaikille tiimeille tasavertaiset lähtökohdat voittoon. Säännöissä on edelleen mainittu nk. boundind box (katso 2.2), joka antaa autolle tietyt maksimimitat. Sen ulkopuolelle ei saa sijoittaa mitään auton osaa tai varustetta. Ulkonäkö alkoi heti muistuttamaan enemmän vanhan B-ryhmän ralliautoja. Esteettinen painopiste siirtyi keskemälle, koska moottori sijoitettiin kuljettajien taakse akselien väliin. Muita autojen ulkonäköön liittyviä sääntöjä on, että kuljettajien tilan täytyy olla suljettu, kaikki neljä pyörää täytyy olla suojattu pyöränkaarilla, sekä valaistus ulospäin on oltava riittävä. Pakollisia valaisimia ovat ajovalot, takavalot, jarruvalot, peruutusvalot ja hätävilkut.

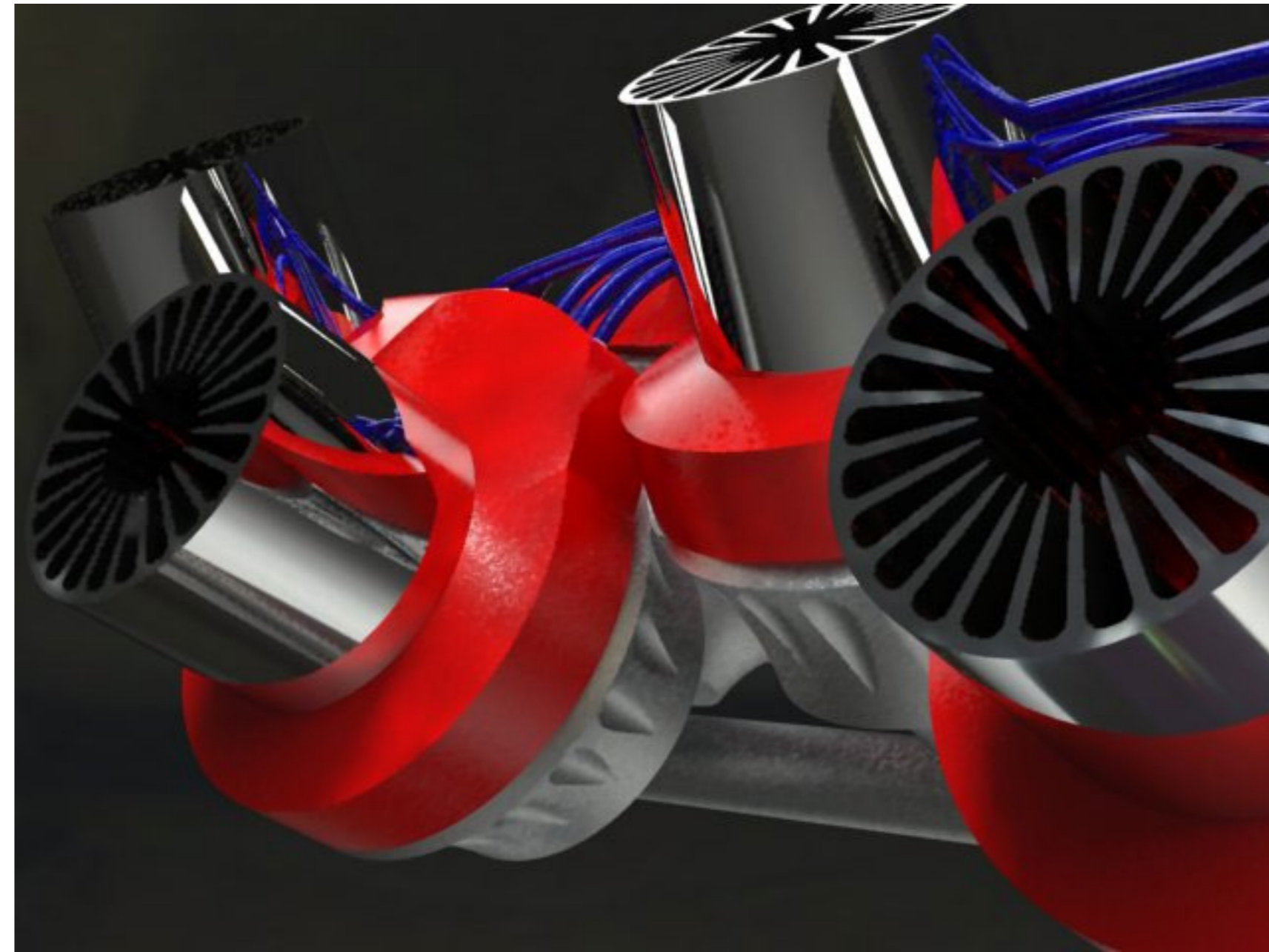


Tulevaisuuden itseajava auto: Mercedes-Benz F015

- <http://cdn.bmwblog.com/wp-content/uploads/mercedes-benz-f-015-luxury-in-motion-concept-front-three-quarter-in-motion-4.jpg>

Auton maksimiteho ja -vääntö on määrätty 400 hevosvoimaan ja 800 newtonmetriin. ERS-järjestelmä on tämän säännön ulkopuolella, eli hetkellisen lisävoiman käyttäminen on sallittua. Auton minimipaino on 1000kg ilman kuljettajaa, kartanlukijaa tai ajovarusteita. 1000 kiloon kuuluu ajovalmis auto, täysin varatut akut, vara-pyörä, työkalut, sammutusjärjestelmä sekä ensiapu-välineet. Minimipainoon ei lasketa eri ralleihin määrättyjä lisävarusteita, jotka ovat lumilapiot, happipullot ja -naamarit sekä lämpöpeite.

Siirtymätaipaleiden välisen ajon suorittaa kaikkiin autoihin asennettu itseajo. Näinollen autosta tulee normaalissa liikenteessä tavallinen muiden autojen kanssa kommunikoiva itseajava auto. Sairaskohtauksen sattuessa rallin aikana, auton voi myös kytkeä ajamaan itsensä turvallisesti pois rallireitiltä odottamaan ensiapua tai jopa ajamaan ensiapua vastaan. Tiimillä on myös mahdollisuus etäkytkeä itseajomahdollisuus tai jopa pysäyttää koko auto.



Toyota EV8 -moottorin prototyyppi (© Henri Hokkanen 2016)



5.2 Tommi Mäkinen Racing

Tommi Mäkinen Racing antoi minulle luvan käyttää heidän nimeään minun projektini brändinä. Auton merkiksi valikoitui Toyota, koska TMR oli juuri solminut Toyotan kanssa sopimuksen uusien Yaris WRC-autojen valmistuksesta. TMR:ltä olen saanut apua ralliin liittyvissä kysymyksissä heidän rekrytointipäälliköltä Jarmo Lehtiseltä sekä heidän ralliautoasentajaltaan Sami Palomäeltä.



TMR:n rakentama uniikki Toyota GT86 ralliauto.



6 Tommi Mäkinen Racing 2030

6.1 Uusi WRC-luokka

WRC nimi haluttiin säilyttää, vaikka rallimaailma olikin suurimman muutoksensa edessä silloin kun ralliautot erotettiin lopullisesti katuautoista. Alemmista luokista ainoastaan WRC3 luokasta luovuttiin, koska kaksivetoisille autoille ei löytynyt enää riittävän suurta kannattajamäärää. Lisäksi kaikki WRC autot oltiin alunperin suunniteltu nelivetoisiksi, joten niiden muuttaminen kaksivetoisiksi olisi ollut turha kuluerä varsinkin, kun kaksivetoinen auto ei tarjoa enää riittävästi viihdettä yleisölle. WRC2 ja JWRC luokan autot ovat muuten samanlaisia kuninkuusluokan kanssa, mutta tehoa on rajoitettu kokemattomampien kuskkien turvaksi.



Virallinen WRC 2030 logo (© Henri Hokkanen 2016)

**"Good drivers have dead flies on
the side windows"**

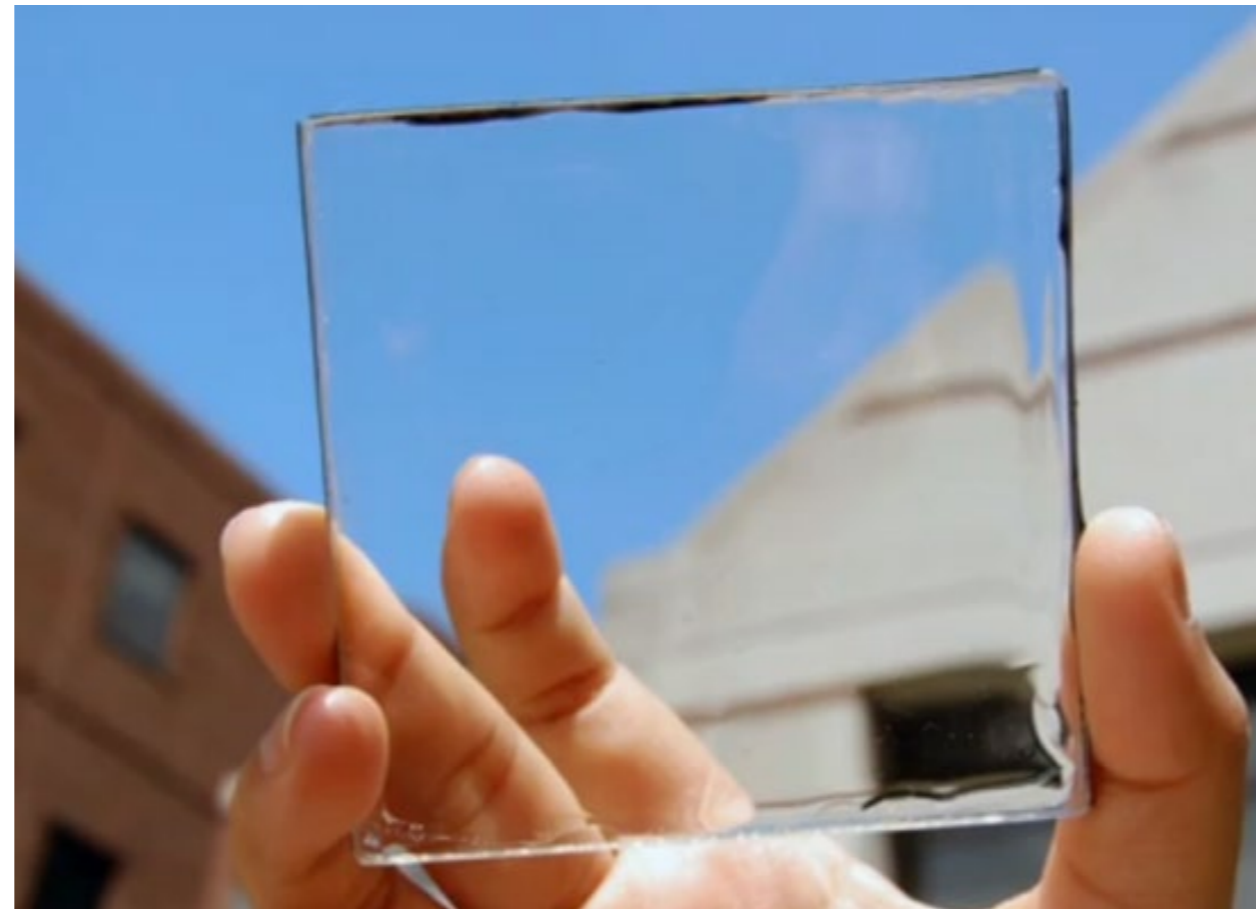
-Walter Röhrl



6.2 Tekniset innovaatiot

Vuonna 2030 ralliauton hienostunein komponentti on ehdottomasti eri valmistajien kehittämät moottorit. TM-R:llä on käytössään Toyotan kehittämä keskelle sijoitettu kahdeksan sähkömoottorin yhdistelmä, jotka antavat täysikaasulla kaikkensa, kun taas hitaammissa kohdissa osa moottoreista tuottaa sähköä vapaasti pyöriessään. Moottorien asetelma muistuttaa erehdyttävän paljon vanhaa V8 moottoria.

Täysin varatut akut antavat autolle noin 100:n kilometrin toimintasäteen rallikäytössä. Kuitenkin aurinkoenergian ja autosta syntyvän hukkaenergian talteenotto mahdollistaa pidempien matkojen ajamisen. Lisäksi joillain erikoiskokeilla tai siirtymätaipaleilla olevat tiehen sijoitetut induktiolaturit lataavat akkuja ajon aikana.



Läpinäkyvä aurinkopaneeli

Hukkaenergian talteenottojärjestelmiä ralliautossa ovat muunmuassa ERS (energy recovery system) eli kiineettisen jarruenergian talteenottojärjestelmä sekä osa sähkömoottoreista vapaasti pyöriessään tuo energiaa akuille. Ilmavirtauksesta syntyvää energiaa ei oteta talteen, koska ilmavirtausta hyödyntävät turbiinit toisivat liikaa ilmanvastusta autolle. Auton ulkopintoja käytetään mahdollisimman paljon aurinkoenergian talteenottoon. Ainoastaan kuljettajia ympäröivän monokokkirungon pintaa ei käytetä aurinkopaneelina turvallisuuden takia. Kuitenkin auton ikkunat on valjastettu aurinkoenergian talteenottoa varten (formula1.com 2015, digitaltrends.com 2015).

Myös tiimissä on lähdetty viemään koko rallikonseptiä ekologisempaan suuntaan. Rallien mukana kulkeva varaosavarasto kulkee kätevästi pilvipalveluissa digitaalisessa muodossa. Ajon aikana rikkoontuneita osia ei tarvitse kantaa mukanaan, vaan ne voidaan 3D-tulostaa paikan päällä. Kuljetukset pyritään suorittamaan mahdollisimman ekologisesti. Ainoastaan ralliautojen vauhdista ei tingitä, vaan pyritään menemään kokoajan täysillä.

"What kind of tires you had?"

"Black round Pirelli"

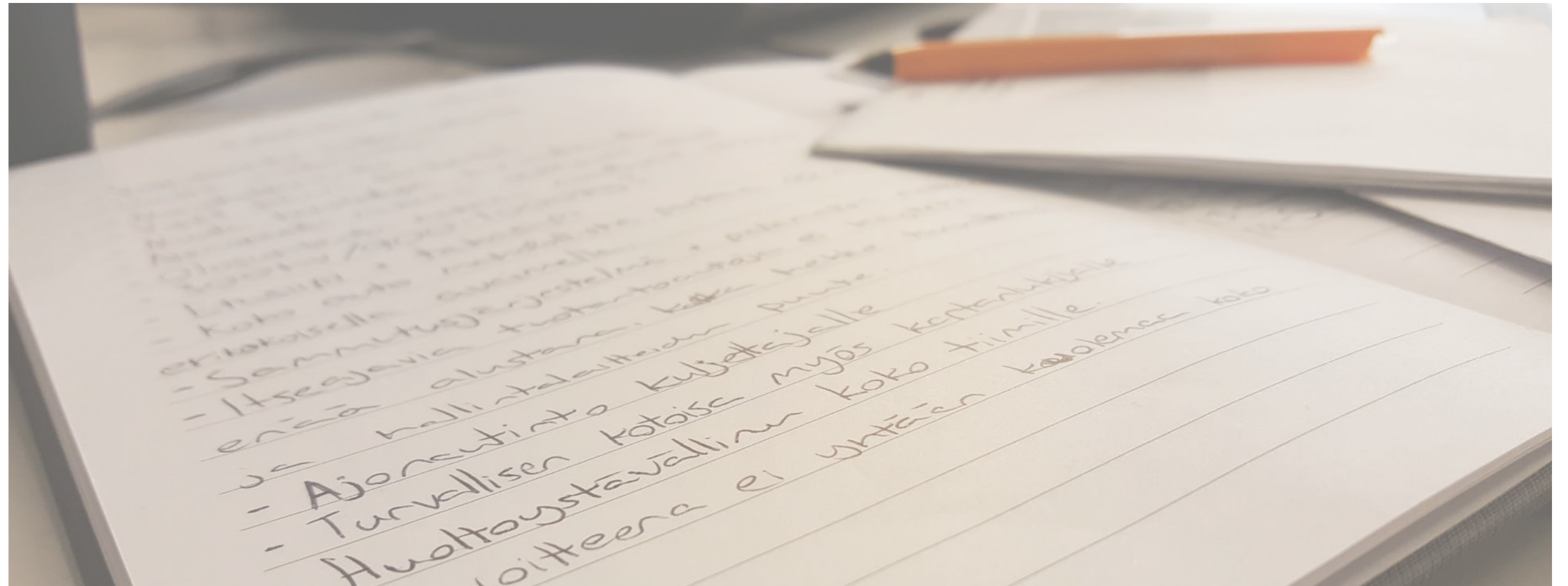
-Juha Kankkunen



6.3 Päätelmät

Vuonna 2030 ralliautot valmistetaan siellä, missä raaka-aineet ovat lähettyvillä. Nanokristalliselluloosan pääraaka-aine on puu, eli keski-suomessa sijaitseva Tommi Mäkinen Racing on edelleen erittäin todennäköinen vaihtoehto ralliautojen valmistukselle. Suomalaiset ovat aina olleet rallikansaa, joten täältä löytyy myös motivoitumista oppia kehittämään tulevaisuuden ralliautoja.

Suomessa riittää myös paljon korpimaata ja neljä vuodenaikaa mahdollistavat myös testaamisen lähettyvillä. Ajotaito tuskin tulee katoamaan Suomesta ikinä. On suomalaiset sen verran rattimiehiä ja -naisia.



© Henri Hokkanen 2016

**"Something came through Timo's seat,
Up in the ass of Timo!"**

-Marcus Grönholm

7 Tavoitteet ja rajaus

7.1 Toimeksianto

Maailman energiapolitiikan ollessa murroksessa ralli tarjoaa loistavat puitteet uusien energiatehokkaiden innovaatioiden testaamiseen ja kehittämiseen. Ralli on puolestaan menettänyt viihdearvoaan energiataloudellisten haittojen takia. Lukuisat säännöt veivät myös "ralliromantiikan" rallin mm-sarjasta. Toimeksiantona on tehdä tulevisuuden tutkielma siitä, että miten rallin mm-sarjan voisi nostaa takaisin entiseen loistoonsa ja samalla nostaa energiatehokkuuden ekologiselle tasolle. Toimeksiantoon kuuluu tutkielman kirjallinen osuus, tulevaisuuden ralliauton hahmottelu, viimeistely sekä 1:4 mallin rakennus.

7.2 Tekniset tavoitteet

• Turvallisuus

Niin kauan, kun autossa on ihminen tai muu eläin, turvallisuuteen on panostettava. Normaalin henkilöauton rakenteet kestävät nykypäivänä kohtalaisesti normaalissa liikenteessä sattuvat onnettomuudet. Rallissa kuitenkin vauhti ja vaaratilanteet ovat sen verran läsnä, ettei tavallisella autolla ole mitään asiaa rallipoluille. WRC 2030 projektissa pyrin viemään ralliauton aktiivisen ja passiivisen turvatekniikan vielä nykyistäkin pidemmälle. Aktiivisella turvavarustuksella tarkoitetaan eri turvavarusteita, jotka alentavat onnettomuusriskiä. Näitä turvavarusteita ovat nykyautoissa mm. lukkiutumattomat jarrut, kaistavahti sekä ajonvakautushallintajärjestelmä. Passiiviset turvavarusteet vuorostaan alentavat loukkaantumiseriskiä onnettomuustilanteissa. Passiivisiin turvavarusteisiin lukeutuu mm. turvavyöt, turvatyyny sekä kolariturvallisesti suunniteltu kori.

Ralliautosta karsitaan yleensä joitain turvallisuuselementtejä pois joko painon tai sen takia, koska turvallisuutta on kehitetty toisella osa-alueella niin paljon, ettei toiselle turvavarusteelle ole tarvetta. Myös esimerkiksi ajonvakautushallintajärjestelmä poistetaan, koska rallin henki kärsii, jos auton tekniikka alkaa näyttämään liian suurta osaa voitosta ajettaessa (volkswagen.com 2015)

WRC 2030 projektissa olen korvannut nykyisten ralliautojen teräskorit vahvistetulla hiilikuidulla. Teräksinen putkirakenne suojaa kuljettajaa ja kartanlukijaa vielä, mutta se on valettu täyshiilikuituisen monokokkirungon sisään. Penkit on myös integroitu monokokkirunkoon ja turvavyöt tulevat kiinni samaan yhteen kappaleeseen. Turvavöiden, penkkien sekä monokokkirungon yhdistämisessä hyvänä puolena toimii se, että mikäli autolla mennään lujaa tieltä ulos, niin penkit ja vyöt pysyvät koriin nähden omilla paikoillaan. Vuoden 2016 ralliautossa penkit on pultattu ralliauton koriin ja turvavyöt ovat kiinni turvakaarissa. Näin ulosajon sattuessa penkit ja vyöt saattavat siirtyä eri kulmaan ja vyöt saattavat löystyä törmäyksessä. Tai pahimmassa tapauksessa vyöt saattavat kiristyä entisestään ja rutistaa autossa olijan.



- Nopeus

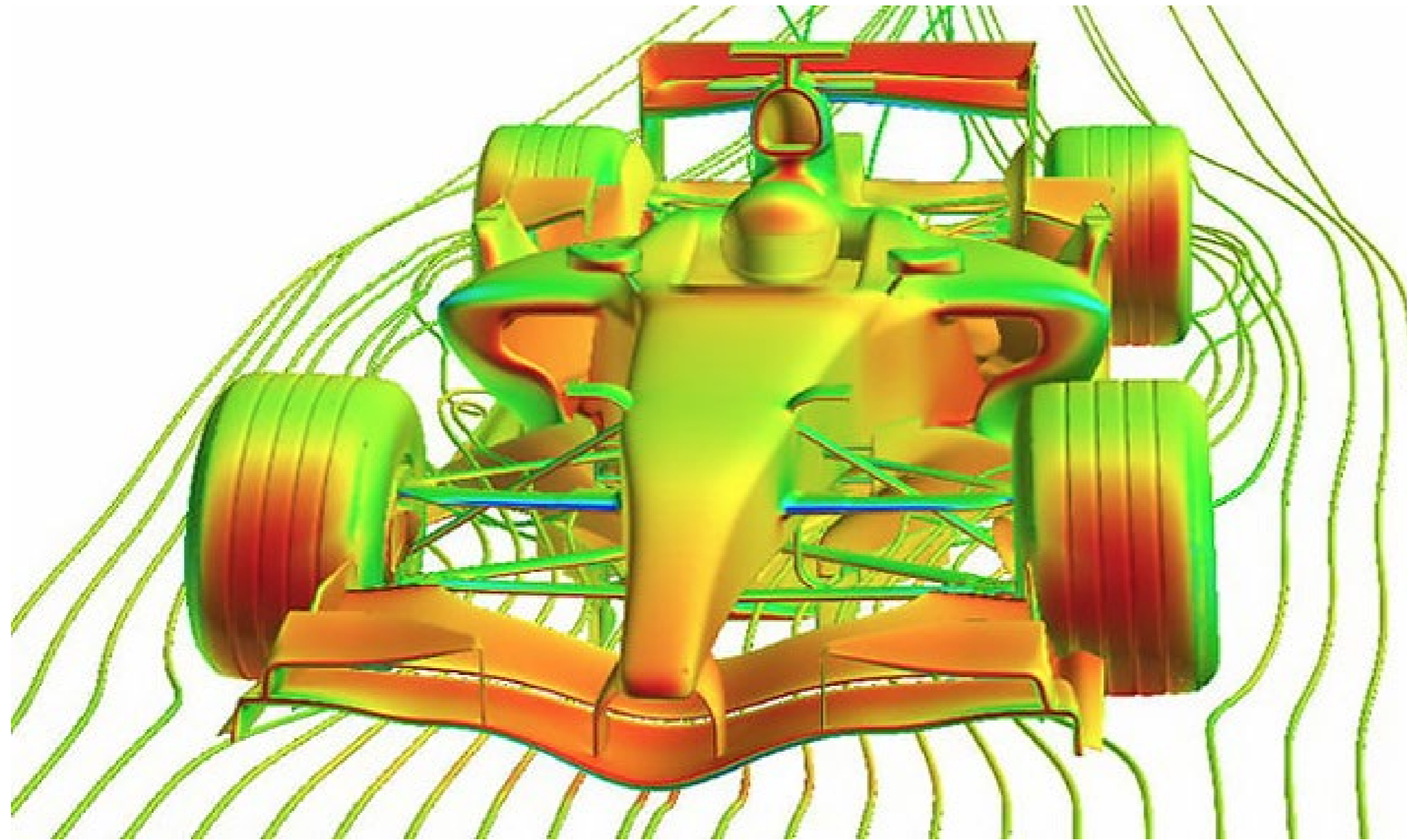
Nopeudesta huolehtii 400 hevosvoimaan rajoitettu sähkömoottorioktetti. Vedon tiehen välittää suora kytkentä kardaanilta kaikille neljälle pyörälle. Lisävauhtia tuo jarruenergian talteenottojärjestelmä (ERS). Uskomattoman suuren vääntömomentin sekä erittäin laajan kierrosalueen ansiosta vaihdelaatikkoa ei tarvita ollenkaan. Autolla ei voi kuitenkaan ajaa niin lujaa, kuin moottorit antaa myöten, vaan nopeus on rajoitettu maltilliseen 250 kilometriin tunnissa.

Kaarrenopeuksiin vaikuttaa auton alustan jousitusgeometria, aerodynamiikka, auton painopiste, renkaiden pito sekä ennenkaikkea kuljettajan ajotaidot. Edellämainituista kaikki muut, paitsi kuljettajan ajotaidot kulkevat jollain tapaa käsi kädessä. Hyvien kaarreajo-ominaisuuksien saavuttamiseksi on erittäin tärkeää saada nämä aspektit täydelliseen balanssiin.

**"Straight roads are for fast cars,
turns are for fast drivers"**

-Colin McRae





Havainnekuva Formula1 auton aerodynaamisesti raskaista paikoista

- Aerodynamiikka

Auton liikkussa siihen kohdistuu paljon vauhtia hidastavia tekijöitä. Yksi hidastava tekijä on ilmanvastus. Aerodynaaminen auto tarkoittaa sitä, että ilmanvastus on saatu auton muotoilulla mahdollisimman pieneksi. Perinteisessä henkilöautojen muotoilussa aerodynamiikka ei kuitenkaan ole kaikkein suurimmassa roolissa, vaan muotoiluun vaikuttaa myös auton segmentti sekä ulkonäkö. Varsinkin hitaisiin nopeuksiin suunniteltujen kulkuneuvojen aerodynamiikkaan ei juurikaan kiinnitetä huomiota. Kilpa-autoilussa taas segmentit ja ulkonäöt voidaan jättää taka-alalle ja keskittyä ainoastaan aerodynamiikan paranteluun.

Aerodynamiikka on tunnettu käsitteenä jo auton varhaisista ajoista lähtien. Lentokoneiden tullessa mukaan kuvioihin, aerodynamiikka alkoi kehittymään huimaa vauhtia. Mutta lentokoneiden ja autojen aerodynamiikka pyritäänkin saamaan päinvastaisiksi. Lentokone tarvitsee nostetta siipensä alle kun taas auto on tarkoitus painaa tietä vasten maksimaalisen pidon takaamiseksi.

Nopeuden kasvaessa myös ilmanvastus kasvaa. Nopeuden ollessa kaksinkertainen, ilmanvastus muuttuu nelinkertaiseksi, joten kovissa vauhdeissa on erittäin tärkeää saada ilma virtaamaan auton ohi mahdollisimman vaivattomasti. Ilmanvastuskertoimelle on olemassa myös matemaattinen laskukaava: $F = \frac{1}{2} \rho v^2 A C_v$, (ρ on ilman tiheys, v on ilmavirran nopeus, A on kappaleen poikkileikkauksen pinta-ala ja C_v on ilmanvastuskerroin). Nopeiden autojen muotoilussa pitää muistaa myös, ettei aerodynamiikka kehitä liikaa nostetta auton alle, koska pahimmassa tapauksessa auto saattaa nousta irti tiestä ja jälki tulee olemaan rumaa (motiva.fi 2015).

• <https://blog.kaspersky.com/files/2013/08/aerodynamic.jpg>

1. Takaspoileri

Kilpa-autoissa käytetään aerodynamiikan luomiseksi erilaisia ilmanohjaimia, spoilereita, diffuusoreita sekä pyörteitä aiheuttavia pieniä eviä. Kaikista ikonisin aerodynaaminen elementti kaikessa autoilussa on takaspoileri. Suurimmas-
sa osassa autoja takaspoilerilla ei haeta maksimaalista aerodynamiikkaa, vaan se on enemmän ulkonäkökysymys. Takaspoilerin tarkoitus on kuitenkin ohjata ilmaa ylöspäin auton takaosassa. Ilmanvastus painaa näinollen auton perää tietä vasten, tuoden lisää pitoa takarenkaille.



Pikes Peak ralliautot tunnetaan hillittömistä takaspoilereistaan



Eikä etuspoilereiden koko ainakaan häviä edellämainituille

2. Etuspoileri

Auton nokka on ensimmäinen osa, mihin ilma osuu auton liikkeessä eteenpäin. Osa ilmasta karkaa aina auton alle, koska täysin maavaraton auto ei ole olemassakaan. Auton yli pakeneva ilma voidaan kuitenkin valjastaa hyötykäyttöön etuspoilerilla, joka tekee juuri samat asiat, kuin takaspoilerikin. Etuspoileri vaikuttaa kuitenkin auton etupäähän, eli pito paranee vuorostaan etupyörillä.

- [http://3.bp.blogspot.com/-CuWJpMaVTiQ/UXbcEBmXPQI/AAAAAAAAARJs/3Ukhd53vDFM/s320/Peugeot-208-T16-Pikes-Peak-13\[3\].jpg](http://3.bp.blogspot.com/-CuWJpMaVTiQ/UXbcEBmXPQI/AAAAAAAAARJs/3Ukhd53vDFM/s320/Peugeot-208-T16-Pikes-Peak-13[3].jpg)
- http://acuraconnected.com/wp-content/uploads/2012/01/nsx_615_2012_07_24_01.jpg

3. Ilmanohjaimet

Ilmanohjaimet eivät välttämättä paranna aerodynamiikkaa ja pahimmassa tapauksessa heikentävät sitä rajusti, mutta ne ovat auton toimivuuden kannalta elintärkeitä elementtejä. Rallissa auton jarrut kuumenevat välillä lähelle jarruosien syttymispistettä. Tämä ehkäistään tuomalla viileä ajoviima ilmanohjaimia pitkin jarruille. Myös moottori ja erityisesti sähkömoottorilla varustettujen autojen akut lämpenevät ajon aikana. Myös näiden elementtien jäähdytys hoidetaan ilmanohjaimilla. Mikäli ajoviima ei riitä jäähdyttämään moottoria riittävästi, apuun on kehitetty tuulettimet, eli flektit.

Ilmanohjaimet eivät pelkästään tuo ilmaa auton jäähdytystä kaipaaviin paikkoihin, vaan lämmennyt ilma on saatava mahdollisimman nopeasti ulos auton sisältä. Poistoilma ohjataan auton sivuille, taakse tai päälle erilaisin poistoilma-aukoin.



Valtonen Motorsportin Mazdan takadiffuusori on yksi villeimmistä ikinä

- <http://motor-stars.com/wp-content/uploads/2014/02/Race-Retro-2014-Classic-Motorsport-1988-Lancia-037-Rally-car-engine-vents-side-480x320.jpg>
- http://www.hcgraphics.fi/wp-content/uploads/2007/10/IMG_4664.jpg



Lancia 037 "hengittää" muunmuassa tämän ilmanohjaimen avulla

4. Diffuusori

Auton kiitäessä tietä pitkin, osa ilmasta karkaa auton alle ja luo nostetta. Noste on myrkkä auton hallittavuudelle. Ihminen on kuitenkin niin viisas, että tämäkin alle pakeneva ilma voidaan käyttää hyödyksi. Apuvälineenä toimii hieman haravaa muistuttava takadiffuusori. Diffuusorin ideana on, että auton maavara nousee lopussa tietyllä kaarella kehittäen auton alle takaosaan tyhjiön, joka imee auton perää alaspäin. Diffuusori toimii ainoastaan takana, koska ilman pitää päästä karkaamaan pois auton alta välittömästi, että tyhjiö syntyy. Diffuusorin toiminnan voi kaikki testata kotiloissa yksinkertaisella testillä. Tarvitset vain, lusikan, leikkuulaudan ja juoksevaa vettä. Testissä leikkuulauta toimii maanpintana, juokseva vesi ilmavirtana ja lusikka autona. Aseta leikkuulauta juoksevan veden kanssa linjaan ja laske lusikan kupera puoli toisesta suunnasta veteen. Lusikan kaareva muoto aiheuttaa reaktion, ja vesi imaisee lusikan leikkuulautaa vasten.

7.3 Käyttäjänäkökulma

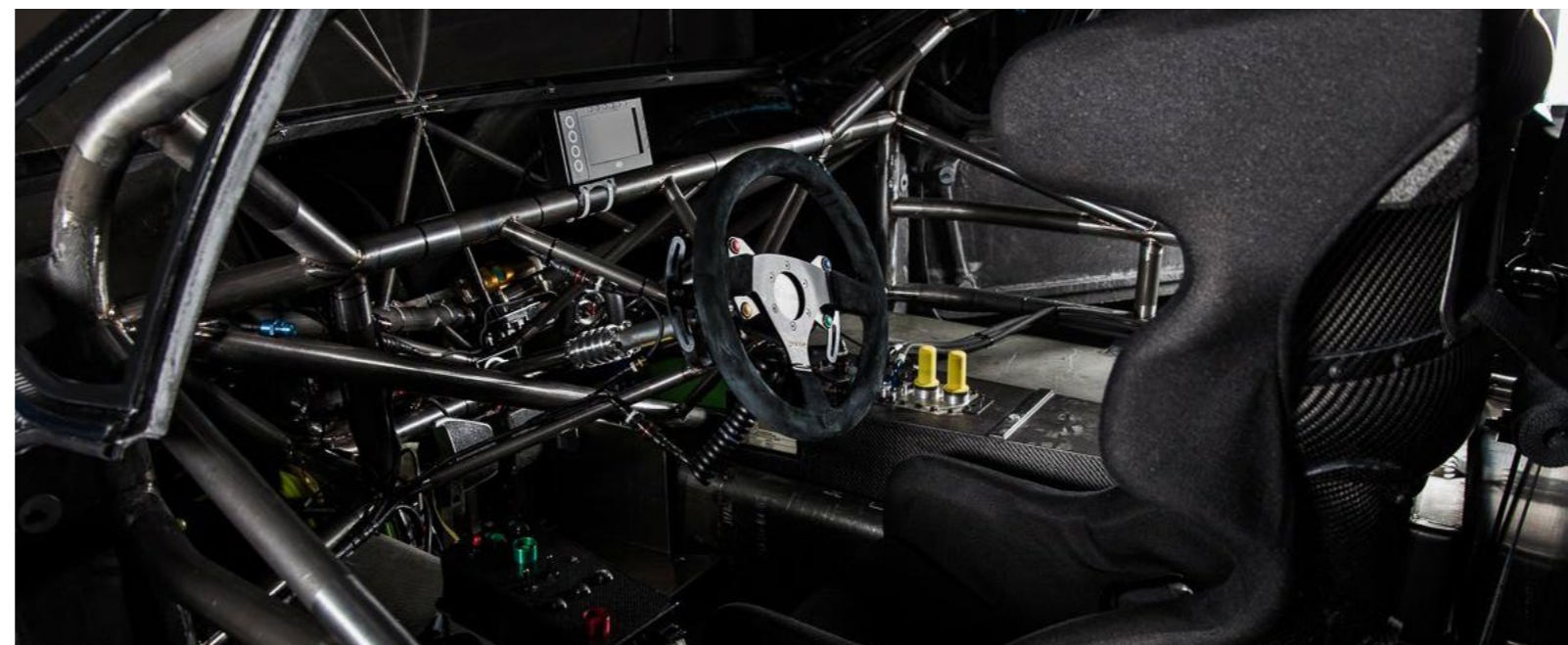
Ralliautoa ei suunnitella ainoastaan kuljettajalle ja kartanlukijalle, vaan sen täytyy olla myös nopeasti huollettavissa sekä näyttävä niille, jotka kiertävät rallisirkuksen mukana eri maailmankolkkiin katsomaan suosikkikuljettajiaan. Ralliauto on myös suuren osan ajastaan kuvauksen kohteena, eli se toimii sponsoreille hyvänä mainostilana. Kuljettaja on kuitenkin se, jota eniten kuunnellaan auton kehitystyössä. Auton tulee olla kuljettajalleen loistava ajettava, mikäli mestaruudesta on tarkoitus taistella. Hyvällä ajettavuudella ei kuitenkaan tarkoiteta mukavaa pehmoista istuinta ja automaatti-ilmastointia, vaan lujaa penkissä pysymistä ja ylimääräisten häiritsevien valonlähteiden eliminointia auton sisätiloissa.

7.4 Viihdearvo

Panem et circenses. Lause on latinaa ja tarkoittaa: Leipää ja sirkushuveja. Rallisirkus tarjoaa yleisölle monenlaista viihdettä, mutta keskeisimmässä asemassa toimii näyttävästi erikoiskokeita läpi ajava ralliauto. Yleisö haluaa nähdä suuria hyppyjä, pitkiä sivuluisuja sekä kuulla ääri rajoilla huutavien moottoreiden sävelien kaiun. Ralliauton viihdearvoa kasvattaa aggressiivinen ulkonäkö ja dramaattiset ralliteippaukset. Kuljettajien elämäntyylit tulevat esiin heidän omassa ajotyylissään, joka on vähintäänkin yhtä dramaattinen kuin heidän ralliautonsa. Entisaikojen kilparatojen tähdet, kuten James Hunt, Kimi Räikkönen sekä Colin McRae olivat niin suuria tähtiä, että heidän elämänsä seurattiin myös kilparatojen ulkopuolella. Sama meno jatkuu edelleen myös vuonna 2030. Kaikkien elämäntyylit huokui samanlaista täysillä elämistä kuin mitä oli totuttu näkemään heidän käytöksessään myös ratin takana.



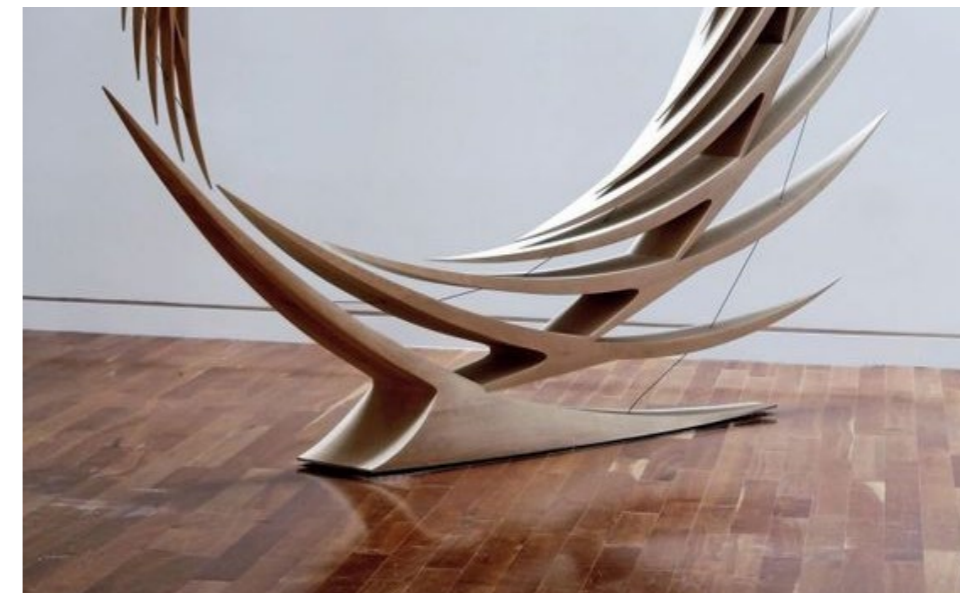
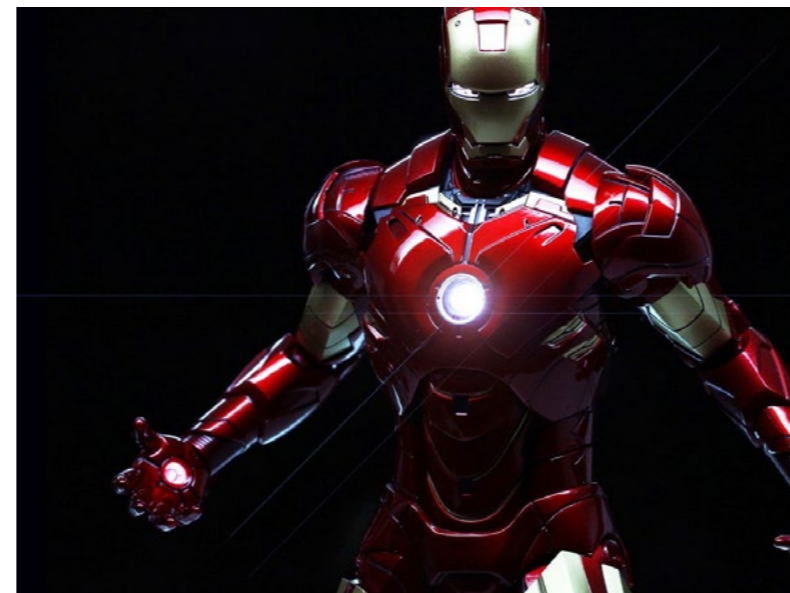
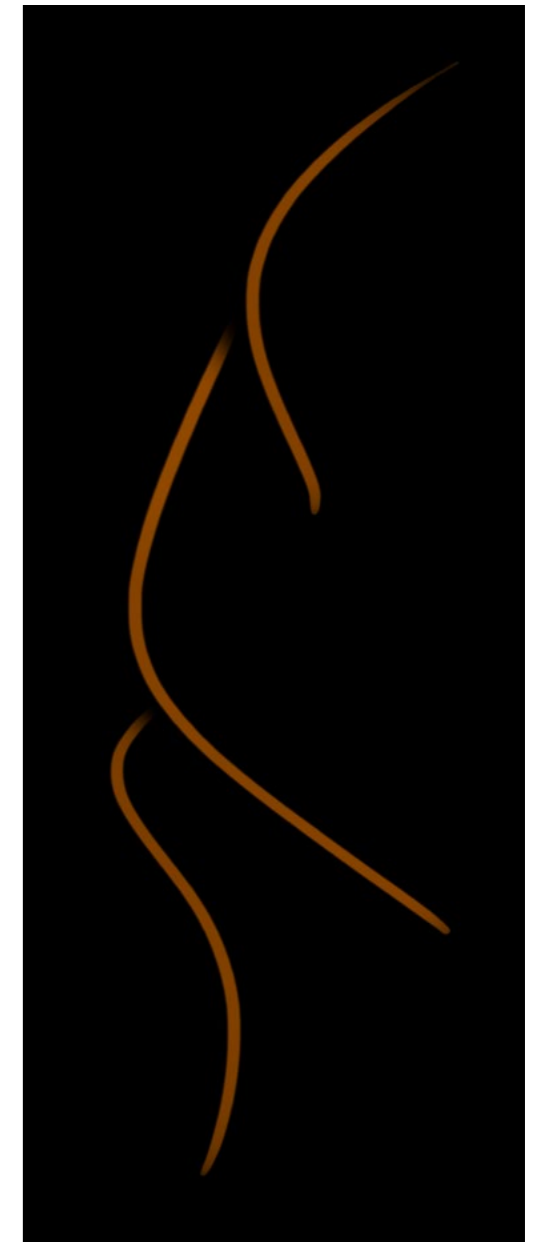
© Jarkko Ruotsalainen 2015



Ajomukavuus? Riippuu, kuka käskyttää

• <http://performancedrive.com.au/peugeot-208-t16-pikes-peak-rally-car-previewed-1323/peugeot-208-t16-pikes-peak-rally-car-interior/>

7.5 Moodboard



AGGRESSIVE
AERODYNAMIC
SHOWMAN
ENTERTAINMENT
HARNESS



7.6 Muut tavoitteet

Loput tavoitteet opinnäytetyössäni on lähinnä henkilökohtaiset. Haluan oppia aina lisää ja enemmän ajoneuvomuotoilusta ja kehittyä paremmaksi varsinkin tietokoneavusteisessa piirtämisessä sekä ihan oikeiden mallien rakentelussa. Opintojen lähestyessä loppuaan, pitäisi vielä viimeisen kerran räjäyttää koko potti aivan uskomattomalla "grande finalella". Opinnäytetyöni on myös tarkoitus toimia osana portfoliotani työnhaussa.

Tulevaisuuden ekologisella ralliautolla haluan myös tuoda ajatukseni ilmoille, että ehkä meidän ihmisten kannattaisi alkaa miettimään enemmän, minkälaista hiilijalanjälkeä jätämme jälkeemme. Missään nimessä en tahdo autokilpailujen katoavan, vaan tahdon viedä sen tasolle, missä sitä voi harrastaa luontoa mahdollisimman vähän kuormittaen. Mieluiten ei ollenkaan.

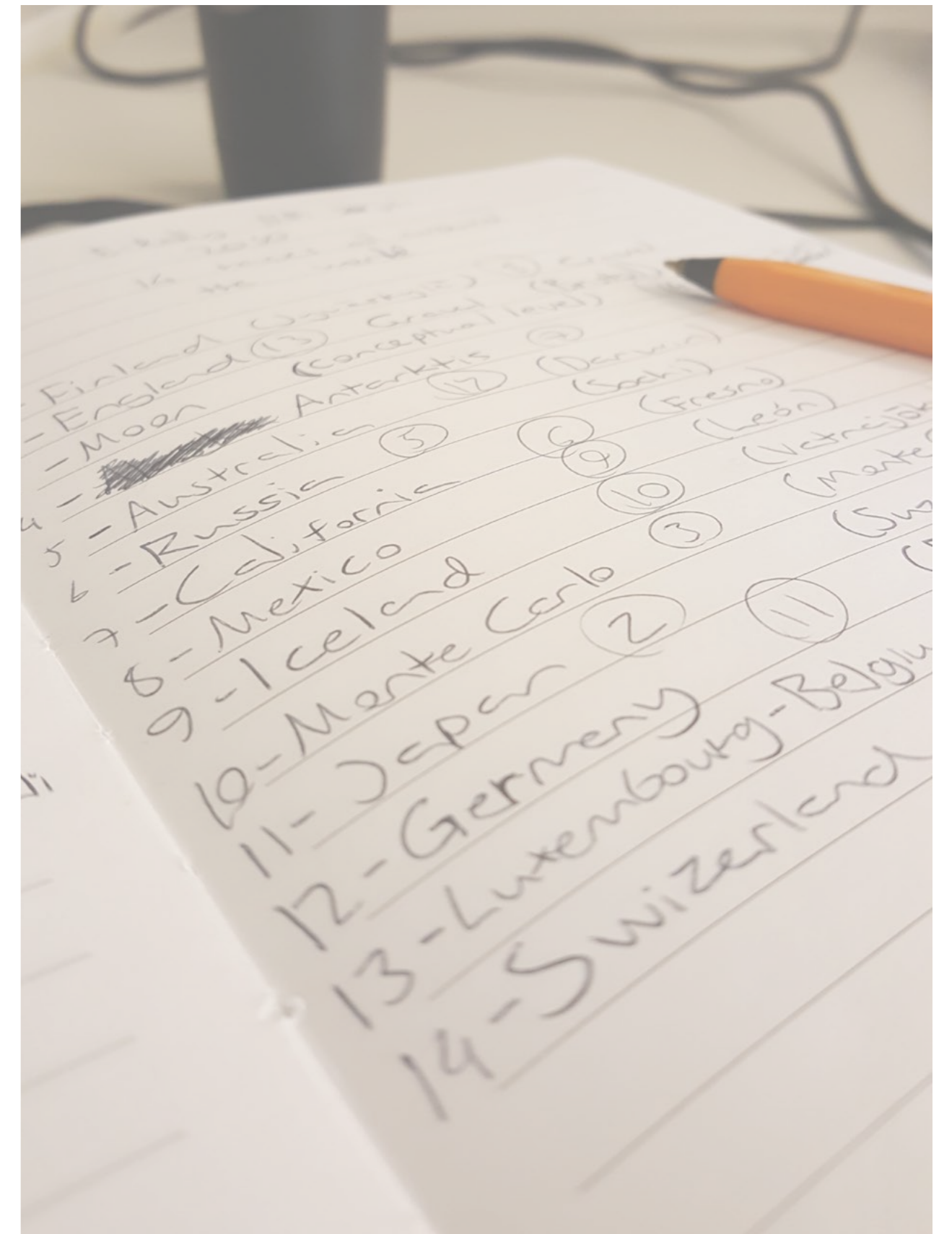
7.7 Rajaus

Niinkuin melkein kaikissa projekteissa, niitä voi hioa loputtomiin, mutta johonkin on vedettävä raja. Opinnäytetyössäni olen keskittynyt ainoastaan auton ulkokuoreen ja olen jättänyt sisustan kokonaan tekemättä rajallisen ajan takia. Uudenlainen moottori on kuitenkin liian kiinnostava elementti kokonaan sivuutettavaksi. Aerodynamiikan ollessa yhtenä aiheena tutkimuksessani, opinnäytetyöni designiä piti viedä jopa auton alle.

Sähkön käyttäminen auton polttoaineena ei välttämättä tarkoita sitä, että se olisi ekologista. Mutta polttomoottorin käyttäminen ei sitä varmasti ole. Sähkön ekologisuuteen en voi alkaa puuttumaan opinnäytetyössäni, koska pian huomaisin suunnittelevani koko maailmaa yhden ralliauton ympärille.

Alussa olinkin hahmotellut koko tulevaa rallikautta aikatauluja ja kilpailijoita myöten, mutta ajan rajallisuuden takia jätin ne kokonaan pois. Esityskuviin loin kuitenkin kaksi kuvitteellista tilannetta sekä suunnittelin WRC 2030 virallisen kisalogon.

Työni lopputuloksen olen rajannut photoshop renderauksiin sekä kuidusta valmistettuun 1:4 hahmomalliin. 3D-mallinnusta käytin ainoastaan moottorin ja vanteiden valmistukseen sekä projektin puolivaiheessa alkukantaisiin hahmotelmiin ralliautosta.



© Henri Hokkanen 2016

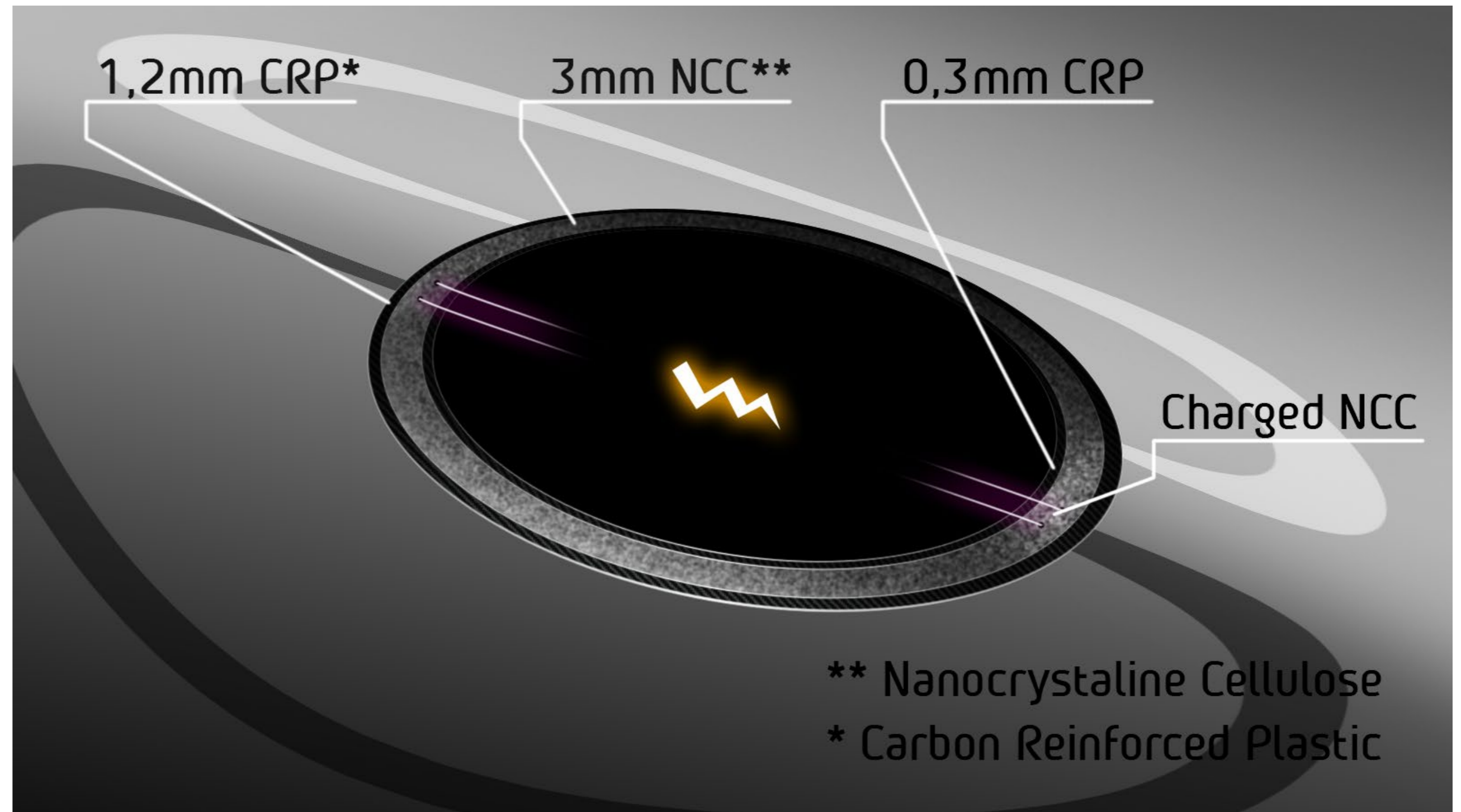


8 Suunnitteluprosessi

8.1 Materiaalit

2030-luvulla alumiini alkaa pikkuhiljaa väistymään autojen korin materiaalina. Uudet biohajoavat ja samalla kestävämmät materiaalit valtaavat paikkansa joka ainoassa auton osassa. Erityisesti hieman lyhyemmän elämänkaaren omaava ralliauto ei tarvitse enää teräskoria ympärilleen. Teräskorin haittoja ovat mm. paino, ruoste sekä väentynyt kori ei palaudu enää normaaliin muotoonsa. Lisäksi elinkaarensa jälkeen teräskorin hävittäminen on prosessina pitkä, mikäli sen aikoo tehdä mahdollisimman ekologisesti.

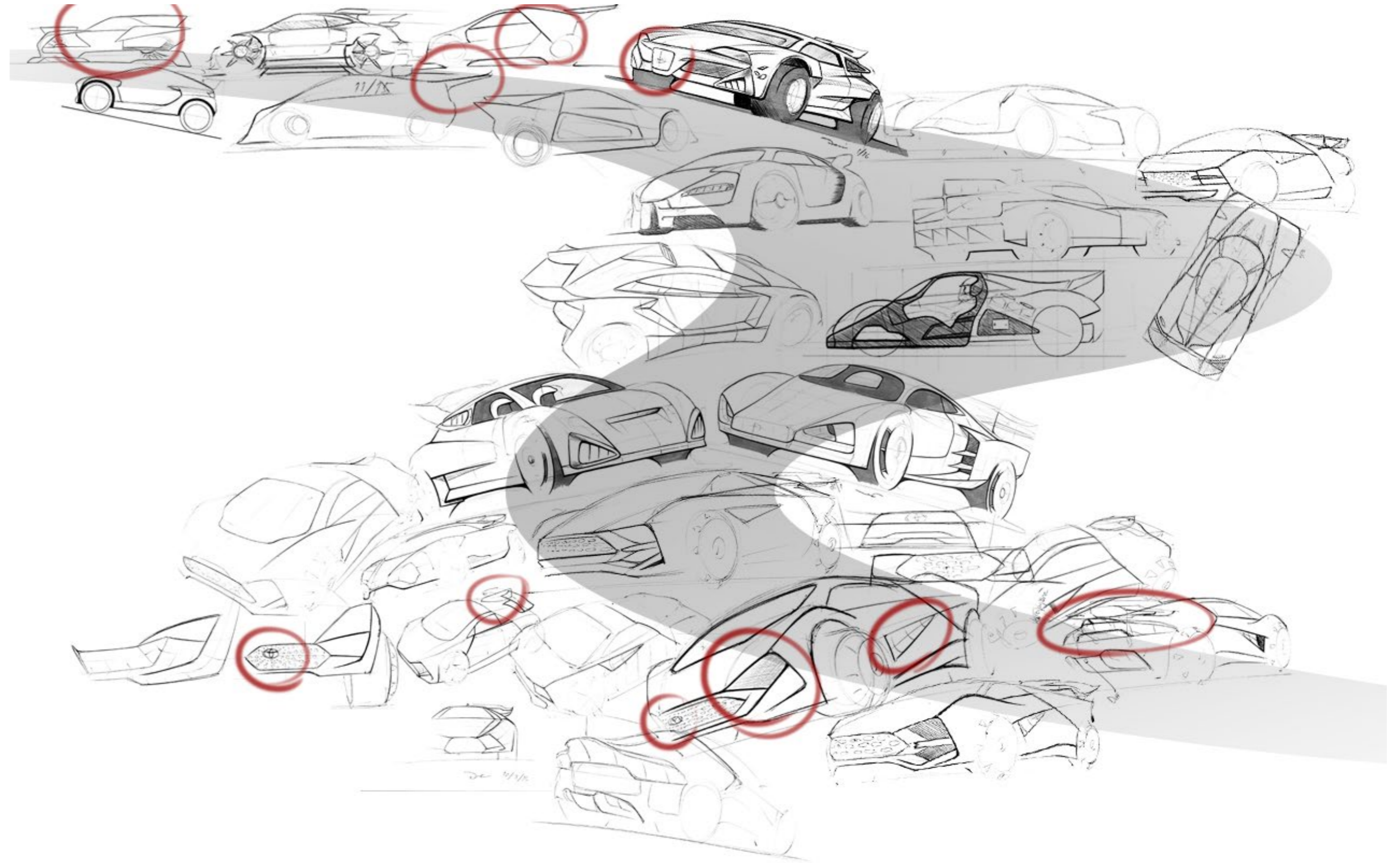
- Nanokristalli selluloosa: Uusiutuvista raaka-aineista, kuten puusta valmistettu nanokristalli selluloosa on erittäin luja ja jäykkä materiaali, joka sopii melkein kaikkien käyttöön läpinäkyvyytensä ja sähkönjohtavuutensa ansiosta. Maantieteellisesti Suomi on erittäin hyvällä paikalla käyttää tätä materiaalia. Ralliautossa paino yritetään saada minimiin, niin sähköjohdot korvataan nanokristallisilloilla, jotka menevät auton ulkopinnoissa. Ikkunat on myös rakennettu samasta materiaalista, kuten myös auton siivekkeet, joissa ei tarvita niin suurta paloturvallisuutta (ncbi.nlm 2015).



** Nanocrystalline Cellulose
* Carbon Reinforced Plastic

Läpileikkaus auton ulkopintojen sandwich-rakenteesta (© Henri Hokkanen 2016)

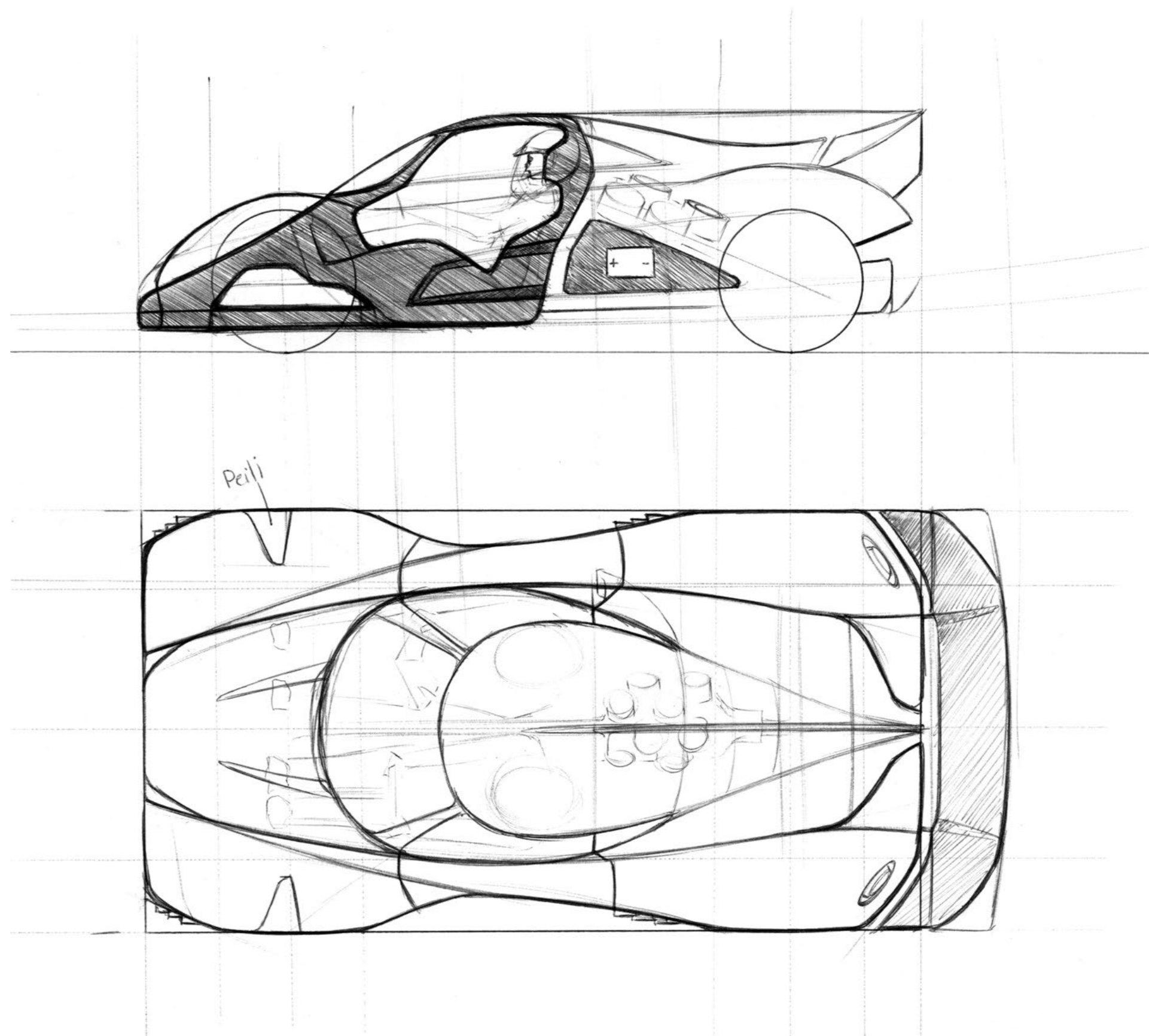
- Hiilikuitu: Ei kaikista ekologisin vaihtoehto korin rakenteissa, mutta silti erittäin kevyt, kestävä sekä voi käyttää paikoissa, joissa ei saa olla sähköjohtavuutta. Lisäksi ihmishenkien turvallisuudesta kun on kyse, niin materiaalin ekologisuudella ei aleta hakemaan statusta, vaan turvarakenteet rakennetaan parhaimmista elementeistä (acs.org 2015)
- Teräs: Auton monokokkirungon sisässä menee edelleen teräksinen turvakaarikehikko, joka jäykistää kuljettajien ympärillä olevaa hiilikuituista kabiinia. Kehikko on valmistettu hitsaamalla ja sen päälle on laminoitu useita kerroksia hiilikuitua.
- Alumiini: Alumiinia käytetään moottorien ja akkujen lämmön johtamiseen auton ulkopuolelle. Rallikäytössä myös sähkömoottorit ja akut kuumenevat niin paljon, että jotkut lähelle sijoitetut osat saattaisivat leimahtaa tuleen (ims.tut.fi 2005).



Skissit: © Henri Hokkanen 2016

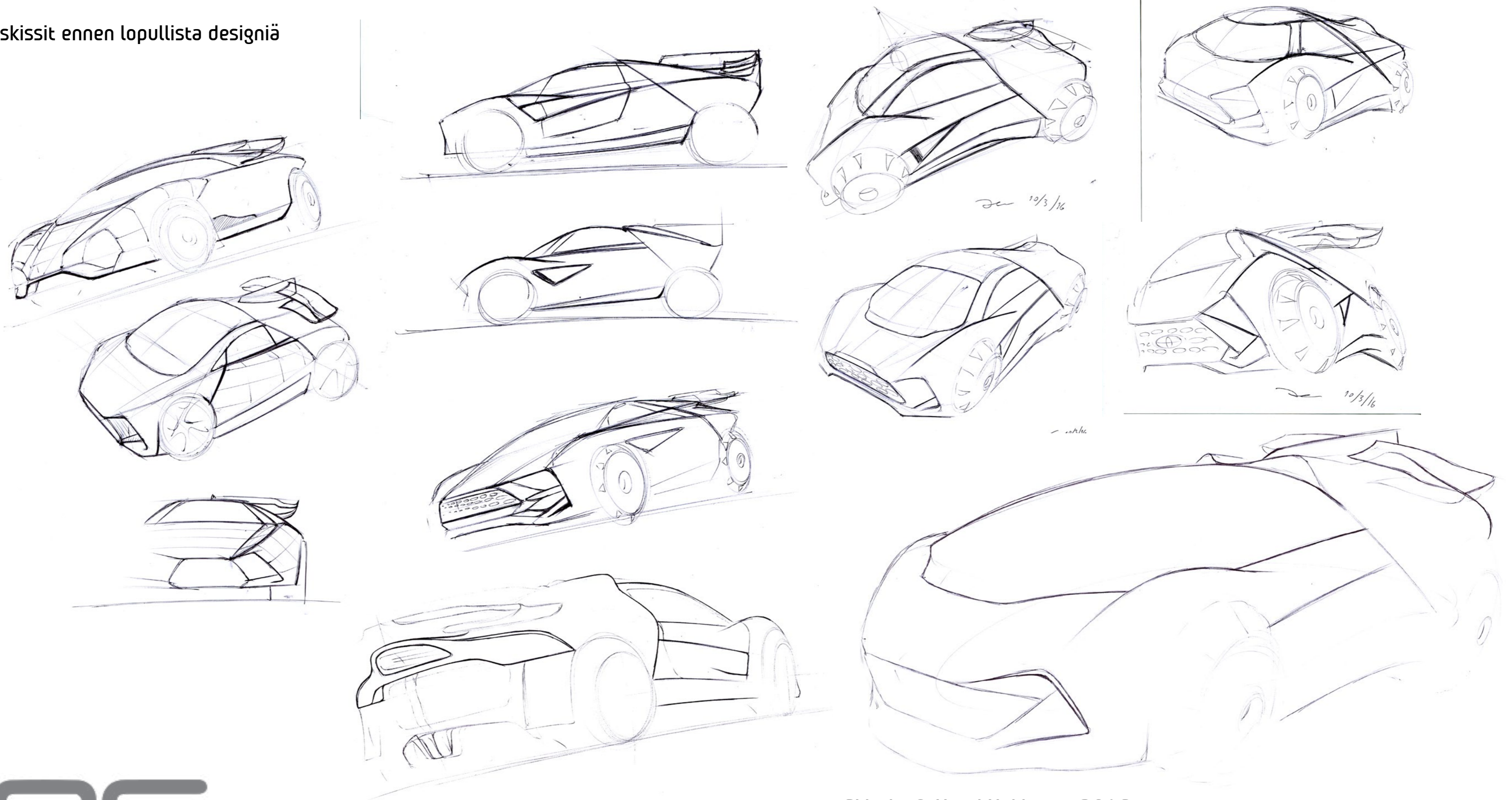
8.2 Korin rakenne ja detajliikka

Teräskorin hylkäämisen jälkeen siirryttiin käyttämään paljon pienempiä monokokkirunkoja. Monokokkirungolla tarkoitetaan itsekantavaa auton koria. Monokokkirunko suojaa kuljettajia kolaritilanteissa, mutta loput autosta on suojaamaton painon vähentämiseksi. Rungon ulkopuolelle jää kaikki pyörät, pyörän tuennat, moottorit sekä akut. Tekniikka ei kuitenkaan ole kaikkien nähtävillä, vaan kaikki peitetään lokasuojien, konepeittojen ja puskureiden alle. Pintapellit suojaa tekniikkaa pienemmiltä iskuilta, vedeltä ja pölyltä. Pinnan muodoilla saadaan myös ralliauton ilme aggressiivisemmäksi, mutta suurin syy ulkokuorelle on aerodynamiikan parantaminen.



Skissit: © Henri Hokkanen 2016

Viimeiset skissit ennen lopullista designiä



Skissit: © Henri Hokkanen 2016



Vyötiäinen

Ralliauton moottoreita suojaava kuomu on pysynyt ensimmäisistä skisseistä asti mukana. Kuomu sai heti työnimeksi: vyötiäinen. Kuomu muistuttaa vyötiäisen selässä olevaa kovaa suojakuorta. Kuomulla on sama tarkoitus ralliautossa: suojata etenemisen kannalta tärkeitä elementtejä kolhuilta. Ralliautossa kuomu on muotoiltu myös niin, että se kerää ilmavirtaa moottorin jäähdyttämistä varten. Kuomusta tuli niin suuri elementti auton ulkokuoressa, joten päätin jättää sen paljaalle hiilikuidulle kontrastin luomiseksi.

Ankan pyrstö

Kuomu kapenee perää kohden ja tekee lopussa pienen nousun. Varsinkin tässä ralliautossa ankan pyrstön muotokieli on vahvasti läsnä kapeutensa takia. "Ducktail" spoileria on käytetty jo kauan kilpa-autoilussa autoa jarruttavan imuvoiman vähentämiseksi. Niissä on kuitenkin ollut se ero, että spoilerit ovat olleet koko auton levyisiä.

Tiikerin leuka

Peräpään pehmeistä muodoista siirryttäessä auton keulaan päin, muodot alkavat muuttumaan särmemmiksi ja aggressiivisemmiksi. Etupuskurissa päätin jatkaa samaa koko auton kattavaa eläinteemaa ja valitsin mielestäni yhden aggressiivisimman näköisistä pedoista antamaan muotokieltään: Tiikerin. Tutkin raivoavan tiikerin eleitä ja löysin alaleuasta näyttävän aggressiivisen muodon, jonka pohjalta suunnittelin ralliauton keulan aggressiivisen ilmeen.

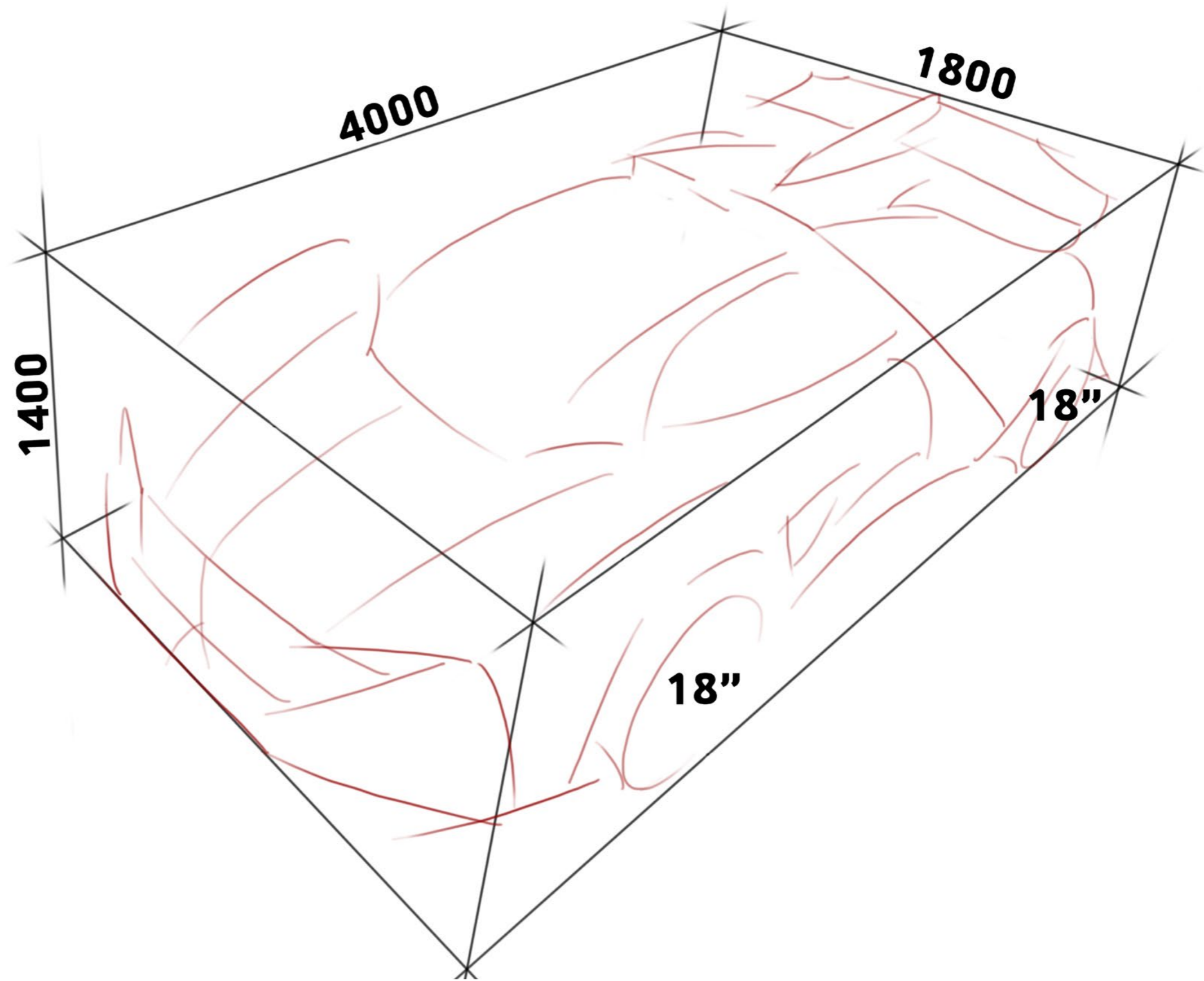


© Henri Hokkanen 2016

8.3 Mitoitus

WRC 2030 säännöissä on mainittu tarkat mitat auton minimi- ja maksimipituudelle, leveydelle, korkeudelle sekä akselivälille. Myös rengaskoko on ennalta määritelty, mutta renkaiden koko vaihtelee ajettavan alustan mukaan. Asfaltilla on luonnollisesti matalaprofiilisemmat renkaat kuin esimerkiksi lumella. Autojen mitat mitataan täysin rallivä- rustettuna ilman kuljettajia.

Pituus:	3880-4140mm
Leveys:	1700-1800mm
Korkeus:	1350-1450mm
Akseliväli	2850mm
Vanteet:	16-18"
Renkaat:	165/65-275/35



8.4 Renkaat

Yhden kauden aikana ralliautot ehtivät käymään monta erilaista maastoa läpi, jotka asettavat tiettyjä vaatimuksia renkailla. Eri rengastyyppejä ovat piikkirenkaat lumelle, slicksit kuivalle asfaltille, sadekelin renkaat märälle asfaltille sekä karkeakuvioinen rengas hiekalle.

Renkaat täytetään ilman sijaan tyrellä. Rengaspaineet pysyvät lämpötilanvaihteluista huolimatta tyrellä vakiona, kun taas ilmalla täytetyn renkaan paine kasvaa renkaan lämmitessä. Lisäksi ilmalla täytetyn renkaan sisään muodostuu kondensiovettä, kun taas tyrellä ei ole tätä ongelmaa (tiede.fi 2012).

Vanteiden muodolla ei haeta pelkkää näyttävyyttä vaan niiden muoto ohjaa ilmavirtaa jarruille. 80-luvulla rakennettiin etuvanteisiin samantyylliset pölykapselit, mutta ne kiellettiin nopeasti, koska niiden pelättiin aiheuttavan irrotessaan vammoja katsojille. Nyt tämä ilmankeräin lautanen on kuitenkin valettu vanteeseen, joten sitä saa taas käyttää. Vanteiden materiaali on vaihdettu magnesiumista alumiinilla vahvistettuihin hiilikuituvanteisiin.

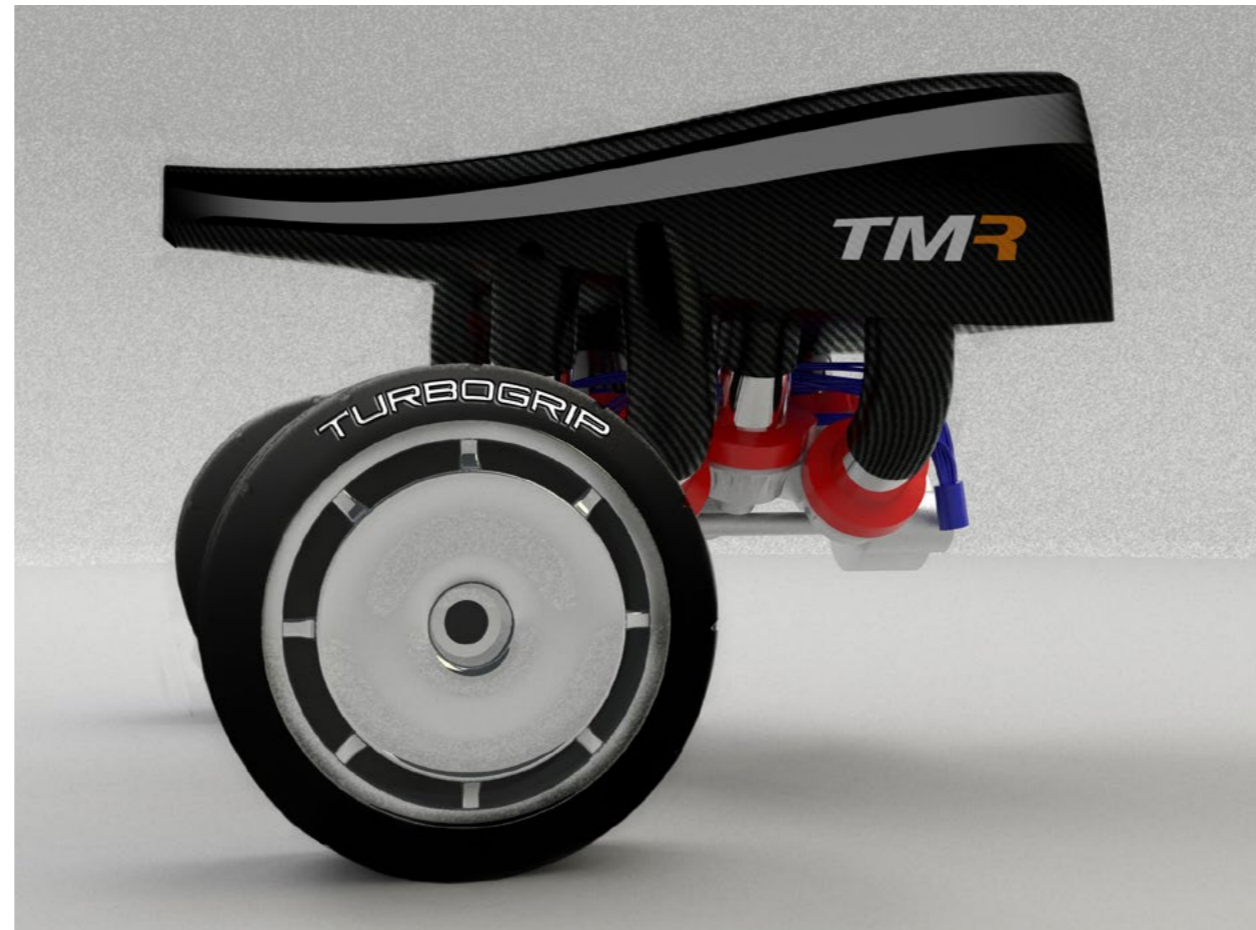


TURBOGRIP 275/35/18 Asfalttirenkaat (© Henri Hokkanen 2016)

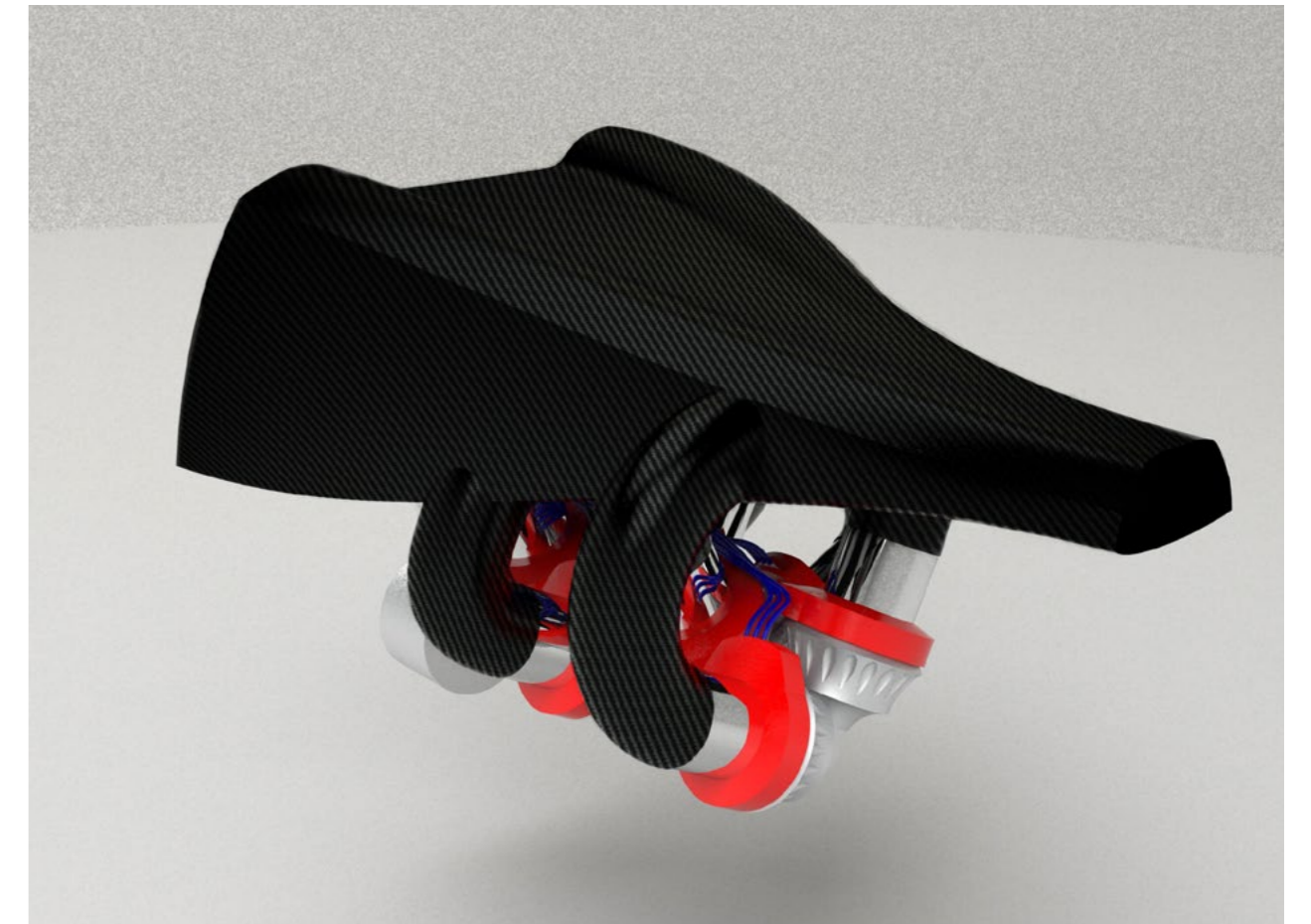


8.5 Tekniset ratkaisut

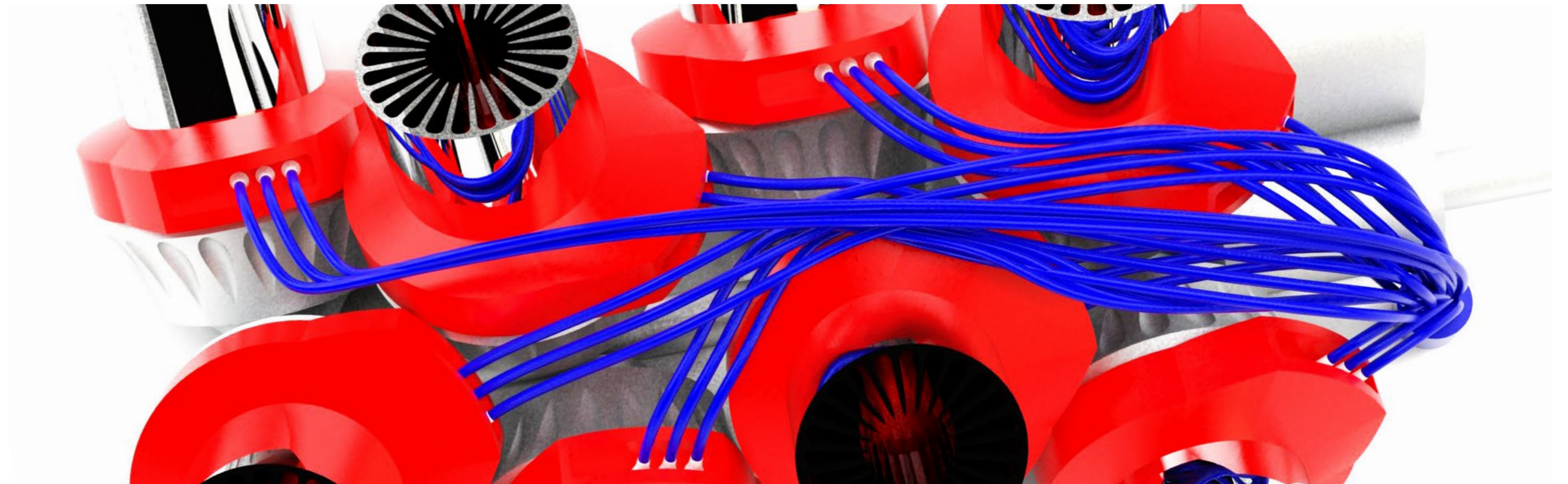
Ralliauton sydämenä toimii kahdeksan sähkömoottorin yhdistelmä sijoitettuna akseleiden väliin kuljettajan taakse. Yksi moottori tuottaa 50 hevosvoimaa ja 100 newtonmetrin väännön. Eli koko kahdeksikko tuottaa voimaa kardaanille 400 hevosvoiman ja 800 newtonmetrin verran. Kaikki moottorit tuo voiman kardaanille kulumavaihteella. Moottorin ja kardaanin välissä on kuitenkin kytkin, joka vapauttaa moottorin tehon kardaanilta mikäli moottoria ei käytetä tai se hajoaa. Tietokoneohjattu moottorinohjaus lukitsee tai vapauttaa kytkimiä aina ajonopeuden, kaasun- tai jarrupolkimen asennon mukaan. Täysikaasulla kaikki moottorit kytkeytyvät kardaanin ja antavat kaiken mahdollisen tehon. Puolikaasulla ajettaessa osa moottoreista vapautetaan ja osa voidaan jättää pyörimään vapaasti ja suuressa nopeudessa jarruttaessa kaikki moottorit voidaan kytkeä kardaanin jarruttamaan. Tämä mahdollistaa moottorien käyttämisen generaattoreina akuille.



[© Henri Hokkanen 2016]



[© Henri Hokkanen 2016]



Moottorit on sijoitettu mahdollisimman pieneen tilaan [© Henri Hokkanen 2016]



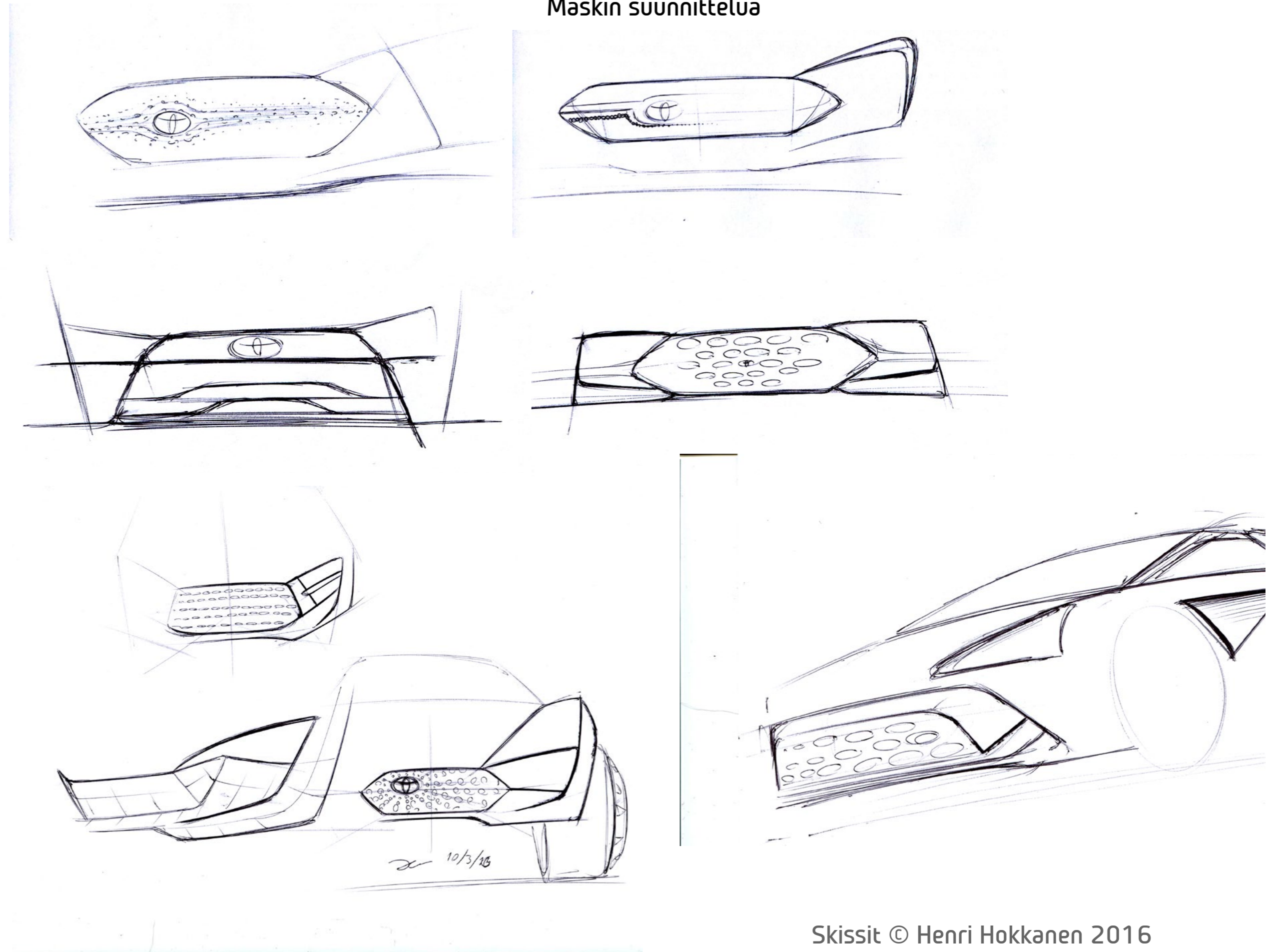
Akkujen varaus mahdollistaa noin 100 kilometrin ajon rallikäytössä. Älykkään moottorinohjauksen ansiosta matkaa voidaan kuitenkin kasvattaa. Generaattoreiden lisäksi ralliautoissa on sallittu käyttää aurinkoenergian talteenottoa.

2014 kehitettiin täysin läpinäkyvä aurinkopaneeli, joten luonnollisesti kaikki auton ikkunat otettiin hyötykäyttöön.

Normaalissa liikenteessä suurimpaan osaan tieverkosta on asennettu induktiolatureita, jotka lataavat tietä pitkin kulkevia autoja automaattisesti. Tätä samaa energian keräysmenetelmää saa käyttää ralliautoissa. Erittäin suotuisissa olosuhteissa toimintasäde voi kasvaa jopa 50:n kilometrin verran (youtube.com 2012).

Jarruenergian talteenottojärjestelmä on kokonaan oma järjestelmänsä autossa. Kuljettajalla on käytössään pieni tehonlisäys hetkeksi ainoastaan yhden napin takana. Uudelleenlataus vaatii lisää jarruenergian talteenottoa, eikä sitä voi ladata millään muulla menetelmällä.

Maskin suunnittelua



Skissit © Henri Hokkanen 2016

9 Mallin rakennus

9.1 Pohjatyöt



© Henri Hokkanen 2016



© Henri Hokkanen 2016



© Henri Hokkanen 2016



© Henri Hokkanen 2016



9.2 Muodonanto



© Henri Hokkanen 2016



© Henri Hokkanen 2016



© Henri Hokkanen 2016



© Henri Hokkanen 2016



9.3 Hienosäätely



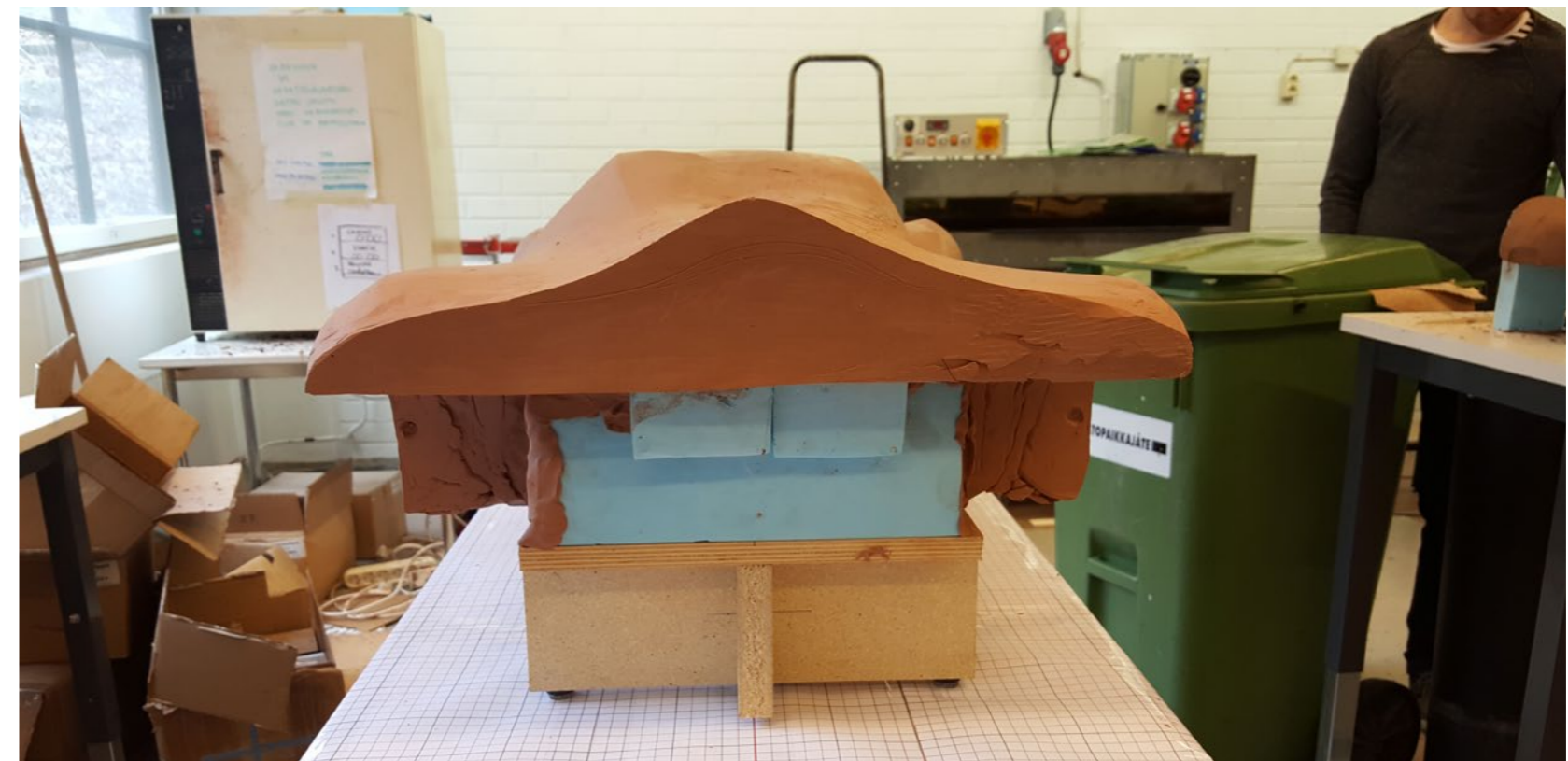
© Henri Hokkanen 2016



© Henri Hokkanen 2016



© Henri Hokkanen 2016



© Henri Hokkanen 2016



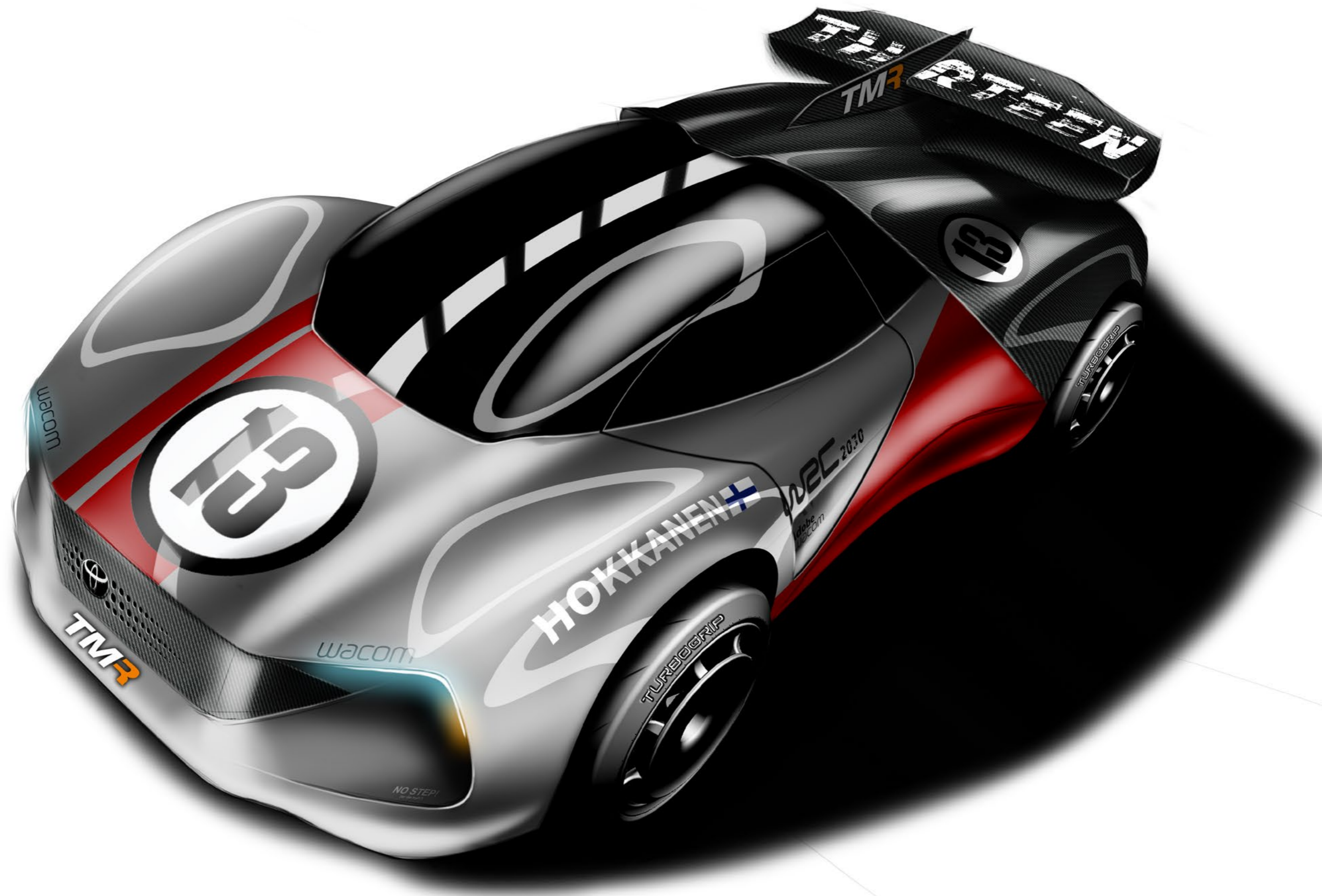
10 Lopputuote

10.1 Esityskuvat



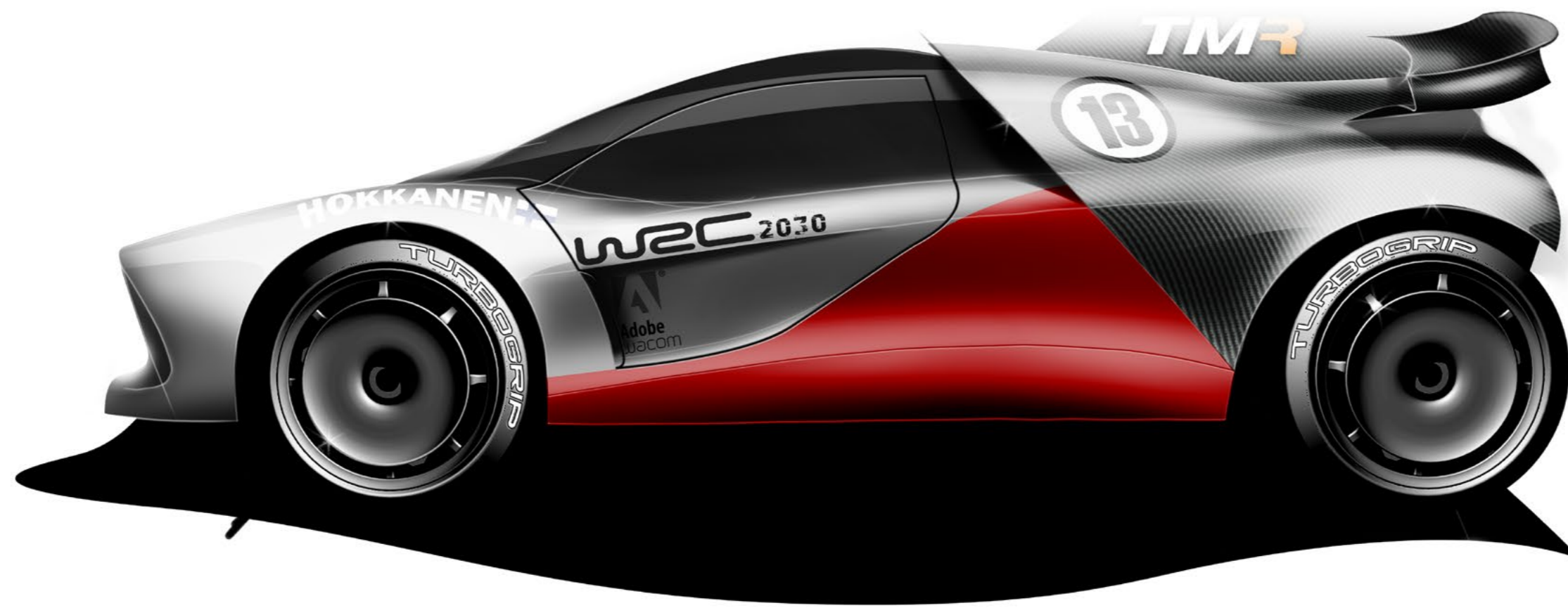
© Henri Hokkanen 2016

wrc



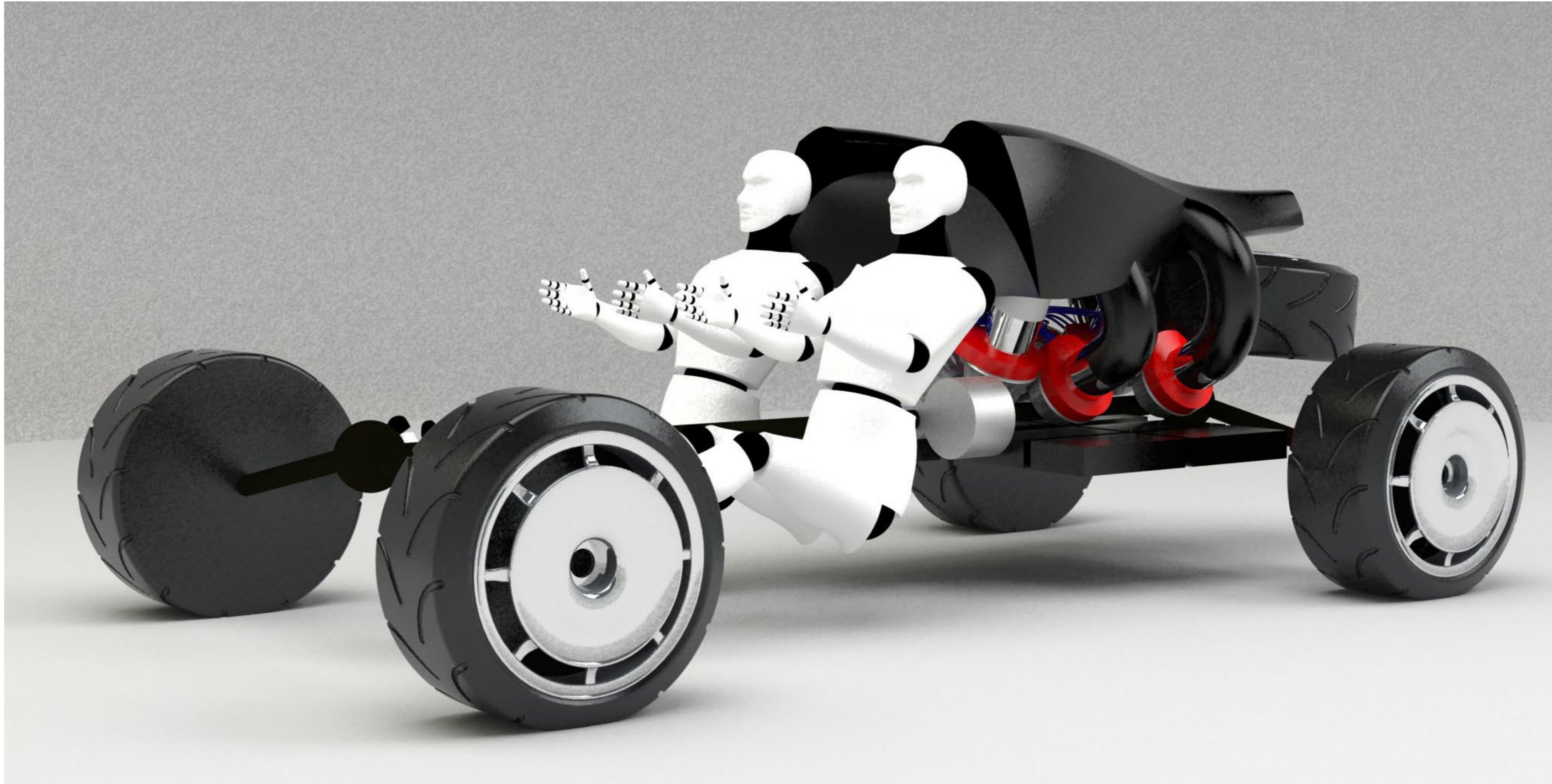
© Henri Hokkanen 2016

© Henri Hokkanen 2016



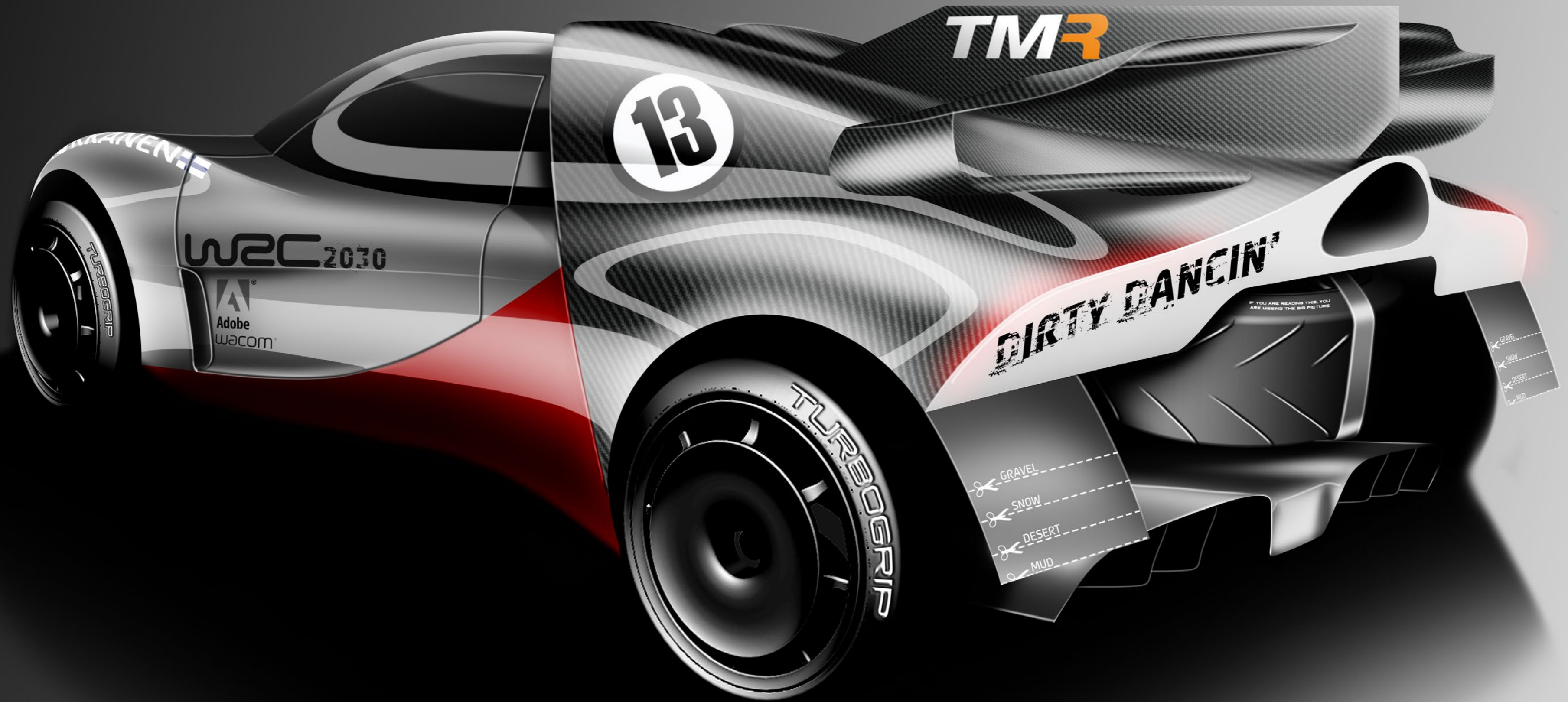
© Henri Hokkanen 2016

Package



© Henri Hokkanen 2016





10.2 Tuote käyttöympäristössään

- Toyota-TMR EV8 WRC
- Steele Concrete World Rally Team
- Bristol rally 2030
- Erikoiskoe 8
- Kello 19.30
- Kevyttä sadetta



© Henri Hokkanen 2016

WRC

10.2 Tuote käyttöympäristössään

- Toyota-TMR EV8 WRC
- Six Shooter Racing Team
- Cape Canaveral
- Lähtövalmiina maailman ensimmäiseen Rallye De Luna -kuuralliin
- 12 tuntia ennen laukaisua



© Henri Hokkanen 2016

WRC

10.3 Jatkokehitys

Tältä pohjalta on hyvä lähteä kehittämään konseptitasolla tulevaisuuden WRC-sarjan sääntöjä ja sen myötä kehittää autoa. Myös sisusta toisi mukavan lisän ja uskottavuutta tälle konseptille. Tämä ralliautokonsepti toisi myös mahdollisuudet kehittää lisää autoja tulevaisuuden ralliin.

Tulevaisuuden ralli olisi myös loistava peli-idea. Pelimaailma on täynnä erittäin tarkkoja nykypäivään sijoitettuja ja simulaatioita ja fantasia-ajopelejä, joissa kaikki fysiikan lait on heitetty romukoppaan. Mutta tulevaisuuteen sijoitettavalle rallipelille, jossa on oikeasti tehty tulevaisuuden tutkimusta ja pidetty ajofysiikka uskottavalla tasolla, olisi varmasti paikka pelimaailmassa.

Tämän pohjalta lähdän tekemään seuraavaksi scene art -tyyppisiä tulevaisuuteen sijoittuvia kuvia autosta käyttöympäristössään. Lisäksi saatan vahamallin loppuun ja otan niistä kolme hiilikuitukopiota vuoden 2016 degree-showhun.



11 Arviointi

11.1 Lopputulos

Alkupään vaikeuksien jälkeen sanon, että rallimeininki löytyi. Autosta huokuu Formulamainen nopeus. Keulan särmikäs aggressiivinen muoto pehmenee perää kohti. Photoshop rendaukset onnistuivat ja detaljilla leikittely tuo elävyyttä malliin. Oman kädenjäljen tuo pilke silmäkulmassa ripoteltu huumori pitkin prosessia. Sen viljeleminen onkin ollut kokoajan vahvasti läsnä. Skissit olivat pitkään Le Mans autojen kaltaisia maantieohjuksia, mutta oikea suunta löytyi kun vähän haki ohjausta oikeista paikoista ja potki itse itseen lisää vauhtia.

Vaikka lopputulos on onnistunut, tiedostan silti, että jotkut muodot tai eivät sopisi täydellisesti rallikäyttöön. Teknisten ratkaisujen osalta tässä vaiheessa pystyn vain toteamaan, että innolla odotan vuotta 2030, että pääsee näkemään, miten oikeassa tai väärässä olin silloin nuorempana.

11.2 Prosessi

Prosessi oli yhtä helppo kuin auton moottorin sisuskalujen vaihtaminen. Paitsi että moottori on kokoajan käynnissä.

Ehkä avaus oli hieman kärjistetty versio prosessista, mutta missään nimessä sen haasteellisuutta ei voi mennä vähättelemään. Nykymaailmassa ralliauton suunnittelussa ei panosteta esteettisyyteen, koska jos muoto tekee työnsä, eli on aerodynaaminen tai kestää rasituksen, niin sitä ei sen jälkeen enää kaunistella. Tähän insinööriyöhön halusin aivan välttämättä sekaantua ja näyttää, että muotoilua ei saa unohtaa, koska ralliauto ei ole pelkästään kuljettajan työkalu, vaan tunteita herättävä abstrakti käsite, aivan kuin ooppera.

Prosessin aikana opin rallista paljon käytännön asioita sekä sen, että miten iso työ on ralliauton suunnittelussa. Muutaman kuukauden aikana opittu on kuitenkin vain pintaraapaisu rallin kulissien taakse. Motivoituneena pystyy vastaanottamaan aivan uskomattoman paljon uutta tietoa ja oppimaan muutenkin muotoilijalle tärkeitä taitoja vielä. Motivaation piileskellessä jossain, varsinkin kirjallisen osuuden tekeminen meinasi osoittautua ylityöksi.

Henri Hokkanen
9.4.2016
Lahti, Finalnd



Lähteet:

- 2.1: https://en.wikipedia.org/wiki/Special:stage_%28rallying%29
- 2.2: https://fi.wikipedia.org/wiki/World_Rally_Car
<https://www.youtube.com/watch?v=roy8n3MCORU>
- 2.3: https://fi.wikipedia.org/wiki/Tommi_M%C3%A4kinen
https://fi.wikipedia.org/wiki/S%C3%A9bastien_Loeb
https://fi.wikipedia.org/wiki/Esapekka_Lappi
<http://www.motorsport.com/wrc/news/toyota-interested-in-signing-lappi-for-2017-670916/>
- 3.1 https://fi.wikipedia.org/wiki/Rallin_maailmanmestaruussarja
- 3.2 <http://www.wrc.com/en/wrc/teams/page/18-94---.html>
- 3.3 <http://www.fia.com/regulations/regulation/fia-world-rally-championship-119>
- 4.1 <http://www.toyota-motorsport.com/en/>
<http://www.ksml.fi/kotimaa/Tommi-M%C3%A4kinen-ei-perusta-ep%C3%A4ilyist%C3%A4-%E2%80%93-rakentaa-maailmanluokan-ralliautoa-Puuppolassa/383517>
- 6.2 https://www.formula1.com/content/fom-website/en/championship/inside-f1/understanding-f1-racing/Energy_Recovery_Systems.html
<http://www.digitaltrends.com/cool-tech/first-fully-transparent-solar-power-cell/>
- 7.2 http://en.volkswagen.com/en/innovation-and-technology/technical-glossary/aktive_sicherheit.html
http://en.volkswagen.com/en/innovation-and-technology/technical-glossary/passive_sicherheit.html
http://www.motiva.fi/liikenne/henkiloautoilu/valitse_auto_viisaasti/ajoneuvotekniikka/aerodynamiikka_ja_ajovastukset
- 8.1 <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4639556/>
<http://www.acs.org/content/acs/en/education/whatischemistry/landmarks/carbonfibers.html>
http://www.ims.tut.fi/vmv/2005/vmv_4_2_1.php
- 8.4 http://www.tiede.fi/artikkeli/kysy/miksi_aukonrenkaat_taytetaan_yha_useammin_typella
- 8.5 <https://www.youtube.com/watch?v=5TRU2v79wFc>

Kirjalliset lähteet:

Cosmic Motors 2007 - Daniel Simon - ISBN: 978-1-933492-27-8
Timeless racer 2013 - Daniel Simon - ISBN: 978-193349257-5



Erityiskiitokset!

Jarmo Lehtinen (Tommi Mäkinen racing)

Jarno Lehtinen (Carvd)

Sami Palomäki (Tommi Mäkinen Racing)

Timo Hokkanen (Crystone)

Jarkko Ruotsalainen (jargon.kuvat.fi)

Lee Walton (LAMK)

