
URHEILUAUTON MUOTOILUKONSEPTI

Yritykselle KMEngineering Oy



Ammattikorkeakoulun opinnäytetyö

Muotoilun koulutusohjelma

Visamäki, kevät 2014

Rasmus Bamberg



VISAMÄKI

Muotoilun koulutusohjelma

Tuotemuotoilun suuntautumisvaihtoehto

Tekijä	Rasmus Bamberg	Vuosi 2014
Työn nimi	Urheiluauton muotoilukonsepti yritykselle KMRengineering Oy	

TIIVISTELMÄ

Tämän toiminnallisen opinnäytetyön aiheena oli muotoilla visuaalinen ilme ekologiselle urheiluautolle. Työn tilaajana oli Klaus Raunela KMRengineering Oy:stä. Opinnäytetyön lähtökohtana toimii hänen suunnittelema ja rakentama ensimmäisen prototyyppi ekologisesta urheiluautosta. Opinnäytetyön tavoitteena oli muotoilla uudelle, seuraavan sukupolven prototyyppiautolle mielenkiintoa herättävä ulkonäkö, jonka korin suunnittelussa huomioidaan monia ensimmäisen prototyypin aerodynaamisia ja rakenteellisia piirteitä.

Suunnittelun lähtökohtiin tarvittavaa taustatietoa hankittiin kvalitatiivisen tutkimusotteen metodein, kuten haastattelemalla toimeksiantajaa sekä havainnoimalla ensimmäistä prototyyppiautoa. Lisätietoa suunnitteluun ja työn toteutukseen haettiin kirjallisuudesta, kuvista ja videomateriaaleista. Näillä menetelmillä saatua aineistoa analysoimalla ja soveltamalla pystyttiin konseptimaan ulkonäkö uudelle prototyyppiautolle.

Työ toteutettiin konseptimuotoilun asteella ja se rajautui pelkästään auton ulkomuotoiluun. Sisämuotoilua ei vielä tässä vaiheessa koettu tarpeelliseksi visualisoida eikä se aikarajan puitteissa olisi ollut mahdollistakaan. Työn päätulos on toimeksiantajalle palautettava 3D-mallinnus lopullisesta ehdotuksesta sekä siitä renderöidyt esityskuvat. Opinnäytetyön myötä opittiin, miten laaja-alainen ja monipuolinen työvaihe konseptimuotoilu on muotoiluprosessissa. Raportissa esitellään tämän opinnäytetyön prosessi tehtävänannosta idean työstämiseen.

Avainsanat Konseptimuotoilu, konsepti, urheiluauto, ekologinen

Sivut 42 s. + liitteet 3 s.

VISAMÄKI
Degree Programme in Design
Product Design

Author	Rasmus Bamberg	Year 2014
Subject of Bachelor's thesis	Design concept of a sports car for KMREngineering Ltd.	

ABSTRACT

The purpose of this functional thesis was to design a visual appearance for an ecological sports car. The project was assigned by Mr Klaus Raunela from KMREngineering Ltd. The basis for this Bachelor's thesis came from the first prototype of an ecological sports car designed and built by him. The aim in this thesis was to design an intriguing exterior for the prototype of the next generation sports car that is influenced by the aerodynamic and structural aspects of the first prototype vehicle.

Background information for the basis of the design plan was gained by the methods of qualitative research, such as interviewing the client and observing the first prototype vehicle. Further information to help the design process was obtained also from literature, pictures and video material. Data from the research was then examined and applied to the design process.

The project was carried out on the concept design level and it handles the exterior design only. Interior design wasn't considered that important to be visualized at this stage of the project and it was in fact impossible to accomplish within the time limit. The main result of the project is a 3D-model and 3D rendered presentation images for the client. This thesis project has taught how comprehensive the concept design stage really is in the context of product design. This report unveils the entire process of this thesis from the first steps of the assignment to executing the final concept idea.

Keywords Concept design, concept, sports car, ecological

Pages 42 p. + appendices 3 p.

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	1
1.1	Aiheen valinta	1
1.2	Tavoitteet ja rajaus	2
1.3	Kysymysten asettelu.....	3
1.4	Viitekehys.....	3
1.5	Tiedonhankinta.....	4
1.6	Käsitteet.....	4
2	TAUSTATIETOA JA LÄHTÖKOHTIA.....	6
2.1	Toimeksiantaja ja toimeksianto.....	6
2.2	Prototyyppi: KMR Oura.....	6
2.3	Uusi prototyyppi.....	10
3	TUTKIMUS	13
3.1	Tutkimusote.....	13
3.1.1	Haastattelu	13
3.1.2	Havainnointi	14
3.2	Konseptimuotoilu teoriassa	15
4	KILPAILEVAT TUOTTEET.....	16
5	SUUNNITTELUPROSESSI	20
5.1	Muotokieli	20
5.1.1	Aerodynamiikka	20
5.1.2	Estetiikka	22
5.1.3	Käytettävyys	24
5.2	Toteutus	25
5.2.1	Luonnokset	25
5.2.2	Pienoismalli	30
5.2.3	3D-mallintaminen.....	31
6	LOPPUTULOS.....	35
7	POHDINTA JA ARVIOINTI.....	38
	LÄHTEET	39

Liite 1 Renderöidyt projektiokuvat



1 JOHDANTO

Opinnäytetyön aiheena on muotoilla visuaalinen ilme hiilikuiturakenteiselle urheiluautolle. Työn toimeksiantajana on KMRengineering Oy:n perustaja Klaus Raunela, joka tutkii ja kehittää edullisen ja innovatiivisen hiilikuitukomposiittirakenteisen urheiluauton korin sarjatuotantomahdollisuuksia.

Yrityksen ensimmäinen prototyyppiauto ”KMR Oura” on kolmipaikkainen, hiilikuiturakenteinen pieni urheiluauto. Siinä kuljettaja istuu edempänä symmetrisesti auton keskilinjalla ja kaksi matkustajaa hieman taaempaan molemmin puolin kuljettajaa. Uusi auto, järjestyksessä toinen konsepti, pohjautuu samoihin ideoihin kuin vanha auto, mutta uudemmalla tekniikalla ja vetovoimaisemmalla muotoilulla varustettuna. Tavoitteena on markkinointivalmis idea muotoilusta, jolla toimeksiantaja voisi esitellä auton koria ja siihen liittyviä innovaatioita tuleville sijoittajille. Päämääränä on uuden prototyypin rakentaminen ja siitä seuraava askel on korin sarjatuotanto.

Muotoilun tulee täyttää toimeksiantajan asettamat vaatimukset estetiikan, aerodynamiikan, teknisen toimivuuden, käyttäjäergonomian ja kustannustehokkuuden osilta.

1.1 Aiheen valinta

Valitsin tämän työn opinnäytetyökseni, koska minulle tarjoutui opintojeni loppuvaiheessa ainutlaatuinen tilaisuus olla mukana hyvin erikoisessa automuotoiluprojektissa. Henkilöauto on mielestäni yksi haasteellisimpia ja mielenkiintoisimpia muotoilun kohteita.

Muotoilulla on tärkeä asema kaikenlaisissa arkipäivän tuotteissa. Sen vaikutus kuluttajien ostopäätöksiin on kiistaton. Useimmiten muotoilussa tärkeää on miellyttävä ulkonäkö ja käytettävyys. Automuotoilussa tärkeä huomioitava asia esteettisyyden ja ergonomian ohella on korin aerodynamiikka. Ilmavastuksen kohdistuminen auton koriin vaikuttaa auton kiihtyvyyteen, huippunopeuteen, polttoainetalouteen ja ajettavuuteen. Urheiluautossa hyvä aerodynaamisuus korostuu entisestään.

Toimeksiantajalla on selkeä visio auton ulkonäöstä. Korin muodoissa on tiettyjä tekniseen toimivuuteen, käyttäjäergonomiaan, virtaviivaisuuteen ja estetiikkaan liittyviä elementtejä, jotka täytyy huomioida uuden korin muotoilussa. Vanha prototyyppi on innovatiivinen koriratkaisunsa suhteen, mutta muotoilu oli hieman jäänyt toissijaiseksi. Seuraavan sukupolven autossa muotoilun täytyy olla houkutteleva. Kuten Ilkka Kettunen sanoo ”Muodon palapeli” kirjassaan (2001, 15-16), tuote on houkutteleva, kun huomion saaminen ja haluttavuus yhdessä vetävät kuluttajaa ja tuotetta yhteen. Tuotteessa pitää olla vetovoimaisia piirteitä, jotka viehättävät mahdollista ostajaa ja houkuttelevat häntä lähempään tutustumiseen.

Kyseessä on toiminnallinen opinnäytetyö, jossa haluttiin ratkaista käytännön ongelma ja minä halusin tarjota suunnitteluosaamistani. Tehtävä vaatii paljon luonnostelua, hahmomallikokeilua ja pitkäjänteistä 3D-mallintamista. Tarkoituksena on tuottaa runsaasti ideoita, karsia niitä ja viedä parhaita eteenpäin, kunnes niistä vähitellen suodattuu toteutuskelpoisin konsepti-idea.

1.2 Tavoitteet ja rajaus

Työn päätavoitteena on muotoilla konseptimuotoilun periaatteita noudattaen visuaalinen ilme ekologiselle, kolmipaikkaiselle urheiluautolle.

Keskityn tässä opinnäytetyössä ulkomuodon konseptointiin. Päämääränä on toimeksiantajaa sekä esteettisesti miellyttävä että teknisesti ja ergonomisesti toimiva muotoilu, jossa olennaisena osatekijänä on myös kustannustehokkuus. Nämä kaikki ominaisuudet linkittyvät minimalistisen muotoilufilosofian alle, joka toimii tämän suunnittelutyön design driverina. Tehtävä vaati muotoilun tärkeiden elementtien, kuten sommittelun ja massoittelun, ymmärtämistä ja sovellustaitoa. Sisämuotoilu jää tämän opinnäytetyön ulkopuolelle, mutta sisätilojen osalta istumajärjestys, mitat ja matkustajien sijoitus täytyy silti tarkkaan huomioida ulkomuotoja suunniteltaessa.

Auton muotoja havainnoin aluksi luonnoksilla, käsin piirretyillä projektiokuvilla ja yksinkertaisella, noin 1:14 kokoluokan pienoismallilla. Ideoinnista siirryn virtuaalisen prototyypin toteutukseen.

Toimeksiantajalle oleellisinta oli toteuttaa muotoilupinnat 3D-mallinnuksena sekä siitä renderöityinä esityskuvina. Aivan äärimmäisiin yksityiskohtiin asti ei ollut tarkoitus mennä vaikka muotoilun tulikin pääosin täyttää tiukat kriteerit. Hyvin olennaista oli löytää visuaalinen ja toiminnallinen yhteys eli auton piti olla sekä esteettisesti harmoninen että teknisesti toimiva. Tasapainon löytäminen mielikuvituksellisen muodon ja tuotantokelpoisuuden välillä osoittautui arvatenkin haastavaksi tehtäväksi.

Hiilikuidulla lujitettu muovirakenne on myös uudessa autossa korin ja rungon materiaalina. Uuden KMR:n voinee edellisen prototyypin tavoin sijoittaa kit car -kategoriaan kuuluvaksi autoksi. Tekniikka on siis tarkoitus ottaa massatuotantoautoista. Teknisiä speksejä esitellään pääpiirteittäin seuraavassa pääluvussa.

1.3 Kysymysten asettelu

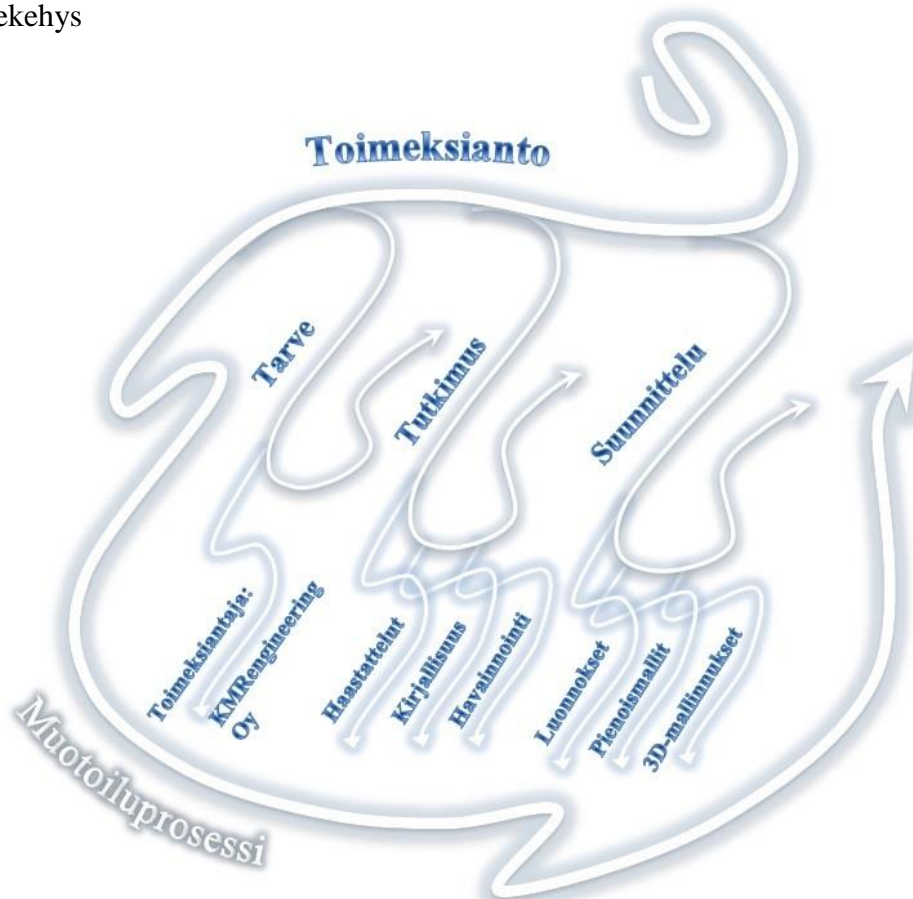
Pääkysymyksiä ovat:

- Millainen on mahdollisimman houkuttelevan näköinen, käytännöllinen ja kustannustehokas koriratkaisu tähän autoon?
 - o Mitkä ulkonäölliset seikat vetoavat toimeksiantajaan ja mitkä ovat teknisen toimivuuden ja ergonomian kannalta olennaisia elementtejä?
- Millä osa-alueilla auto eroaa ja samaistuu nykyiseen KMR Ouraan?
 - o Millaisia elementtejä karsitaan, mitä jätetään ja mitä muutetaan?

Alakysymyksiä ovat:

- Mihin tuote asettuisi markkinoilla?
 - o Millaisiin ajoneuvoihin se samaistuu ja mitä vastaan se mahdollisesti kilpailee?
- Työn toteutuksen kannalta keskeisimmät kysymykset:
 - o Mistä saan tarvitsemaani tietoa?
 - o Mitkä ovat työkaluni projektin toteutuksessa?

1.4 Viitekehys



Kuvio 1. Viitekehys

Viitekehukseen kartoitin tämän opinnäytetyön etenemistä kuvaavat keskeisimmät osa-alueet. Tavoitteena ei todellakaan ollut fyysinen prototyyppi sarjatuotantoautosta vaan viimeistelty konsepti-idea.

Toimeksiannon lähtökohtana on luonnollisesti asiakkaan tarve, jota seuraa tutkimustyö ja tuotteen suunnittelu. Tutkimus käsittää toimeksiantajan toiveiden kartoittamista haastatteluilla ja kirjeenvaihdolla. Tietenkin olemassa olevan prototyypin empiirinen tutkiminen oli myös tärkeässä asemassa, sillä uudessa korissa tulee olemaan monia samoja piirteitä. Empiirisessä tutkimuksessa tutkimustulokset saadaan tekemällä konkreettisia havaintoja tutkimuskohteesta (Empiirinen tutkimus n.d.). Hyvin suoritettu tutkimustyö ennen suunnittelutyöhön etenemistä ja myös sen aikana on systemaattisen projektinhallinnan avaintekijöitä. Muotoiluprosessin sujuva eteneminen ja laadukkaan lopputuloksen saavuttaminen edellyttää reflektointia eli oman toiminnan arvioimista, ymmärtämistä ja opitun tiedon sovellustaitoa (Reflektio n.d.).

1.5 Tiedonhankinta

Tämän suunnittelutyön ensisijaisen tärkeitä tiedonlähteitä ovat sähköinen kirjeenvaihto ja haastattelut toimeksiantajan kanssa sekä hänen prototyyppiautonsa yksityiskohtainen havainnointi. Näiden tueksi etsitään lisätietoa ideointiin muun muassa kirjallisuudesta niin painetussa kuin sähköisessä muodossa. Myös hiljaisen tiedon määrä, jos sitä on paljon johonkin aihealueeseen liittyen, auttaa menestymään projektissa. Sillä tarkoitetaan sellaista tietoa, joka on hankittu kokemuksen kautta sekä aistien avulla tehdyillä havainnoilla että myös varsinaisesti tekemällä erilaisia asioita (Hiljainen tieto n.d.). Automaailman tuntemuksella ja aktiivisella seuraamisella edellä mainituista tiedonlähteistä sekä suurella kiinnostuksella automuotoilua kohtaan on ollut positiivinen vaikutus suunnittelutyön etenemisen kannalta. Aineistoa 3D-mallinnuksen tueksi hankin internetistä kirjallisuuden ja videomateriaalien muodossa.

1.6 Käsitteet

Aerodynamiikka selvittää kiinteiden kappaleiden liikettä ilmassa tai muussa kaasussa (Sparke 2002, 248).

Antropometria on ihmisruumiin rakenteen, mittasuhteiden ja koostumuksen analysoimista erilaisin mittauksin (Antropometria 2013).

Design driver eli suunnitteluajuri on tuotekonseptoinnissa suunnittelua ohjaava tekijä. Suunnitteluajurit ovat tuotteelle asetettuja päävaatimuksia eli keskeisiä uudelta tuotteelta edellytettäviä ominaisuuksia. (Suunnitteluajurit 2008.)

Ekologinen tuote on valmistettu ympäristöystävällisesti ja sen käytön aikainen ympäristökuormitus on minimoitu. Tuotteen pitää hylkäämisen jälkeen olla mahdollisimman hyvin kierrätettävissä.

Ergonomia on ihmisen ja toimintajärjestelmän vuorovaikutuksen tutkimista ja kehittämistä ihmisen hyvinvoinnin ja järjestelmän suorituskyvyn parantamiseksi (Mitä ergonomia on? 2013).

Kamm-perä on aerodynamiikkaa tutkineen saksalaisen tohtori Wunibald Kammin mukana nimetty auton perän muoto. Kamm selvitti, että lyhyt, pystymallinen perä vähensi ilmanvastusta. (Sparke 2002, 248.)

Kit car on rakennus-sarjana myytävä auto eli valmistaja myy auton asiakkaalle osina. Ostaja sitten joko kokoaa auton itse tai antaa sen kolmannelle osapuolelle koottavaksi osittain tai kokonaan. Kit car -autojen valmistajat usein kuitenkin tarjoavat lisähintaisena optiona auton valmiiksi kokoamista asiakkailleensa. (Kit car 2014.)

Konseptiauto on esiteltävä malli, jota ei sellaisenaan ole tarkoitettu tuotantoon. Konseptiautolla viitotetaan tulevia suuntauksia ja testataan yleisön suhtautumista. (Sparke 2002, 248.) Konseptiauto voi olla pelkkä muotoilututkielma tai pidemmälle jalostettu, teknisesti toimiva prototyyppi.

Monokokki on auton kuormaa kantava korirakenne. Puhutaan ns. itsekantavasta korista, johon kiinnitetään kaikki tarvittavat alustan ja voimansiirron osat sekä koripaneelit. Suurin osa nykyisistä henkilöautoista on monokokki-tyyppisiä. (Monokokki n.d.)

Peräpeili on ajoneuvon perästä käytettävä termi.

Pohjalevy on autoissa käytettävien yhteisten rakenneosien kokonaisuus. Se on ns. auton kuoren alla olevaa arkkitehtuuria, joka käsittää useimmiten moottorin, jarrut, jousituksen, ohjauslaitteet, turvallisuuslaitteet ja sähkölaitteet ja jopa monokokin. Saman autovalmistajan eri automalleissa saattaa olla sama pohjalevy. Yleistä on myös eri autokonsernien yhteistyönä kehittämät pohjalevyt, joita hyödynnetään niiden omista automalleista. (Pohjalevy 2012.)

Urheiluauto on karkeasti määriteltynä autotyyppi, joka tarjoaa normaalia henkilöautoa parempaa suorituskykyä ja usein huomiota herättävää ulkonäköä.

2 TAUSTATIETOA JA LÄHTÖKOHTIA

2.1 Toimeksiantaja ja toimeksianto

KMRengineering Oy:n perustajan Klaus Raunelan haaveena oli kehittää ja rakentaa ainutlaatuinen auto, jossa kriteereinä on luja, mutta kevyt rakenne, ekologisuus vähäpäästöisyyden muodossa, ja ennen kaikkea huippuluokan ajettavuus. Hänen vuonna 2006 autotekniikkaan tehty diplomityönsä "Development of Plastic Composite Automobile Body" jalostui joitakin vuosia myöhemmin ihan tieliikennekäyttöön rekisteröidyksi omavalmisteiseksi autoksi. Se sai nimekseen KMR Oura. Prototyyppi on kerännyt huomiota alan mediassa ja tapahtumissa. Kehuja ovat saaneet sekä sen ajettavuus että tekniset ratkaisut. Klaus haluaa seuraavassa autossa käsiteltävyyden olevan vähintäänkin yhtä huippuluokkaa ja muotoilun on herätettävä paljon positiivista mielenkiintoa.

Klaus Raunela pääsi onnistuneen KMR Oura -prototyypin myötä Valmet Automotivelle tuotekehitysinsinööriksi. Siellä hän yhtenä tyotehtävänä jatkoi tutkimus- ja kehitystyötä muovikomposiittimateriaalien saralla. Samalla hän loi uusia yhteyksiä autoteollisuuden kentällä. Nykyisin Klaus on päätoimisesti töissä Salzburgilaisessa Carbo Tech -nimisessä hiilikuitukomposiittiosia valmistavassa yrityksessä, jossa kehitetään ja valmistetaan kyseisiä osia muun muassa moottoriurheilun ja autoteollisuuden tarpeisiin. Tämän yrityksen voimavaroja hän haluaisikin hyödyntää uuden konseptin kehityksessä, koska yrityksellä on käytössä alan parhaimmiston kuuluvat resurssit hiilikuitukomponenttien valmistukseen. Mainittakoon, että tämän muotoilututkielman aerodynaamisena innoittajana toimineen Volkswagen XL1 -hybridiauton (kuva 19, 19) hiilikuitumonokokit ovat kyseisen yrityksen tuotantoa.

Ollessaan vielä Valmetilla töissä tuli Klausin kanssa puheeksi seuraavan sukupolven KMR Ouran kehitystyö, johon hän kaipasi muotoilijaa. Jotta tavoite kehittää kaupallinen jatkumo nykyiselle Ouralle onnistuisi, tarvitaan uudelle prototyypille varmaa markkinointipotentiaalia omaava ulkonäkö tuotekehitykseen ja piensarjatuotantoon tarvittavien resurssien hankkimista varten.

2.2 Prototyyppi: KMR Oura

KMR Oura on käsityönä valmistettu urheiluauto (kuva 1, 2, 3). Auton kori on itsekantava monokokkirakenne, joka muodostuu kokonaan saumattomasta hiilikuitukomposiittiosasta. Tämä tarkoittaa sitä, että myös auton pinta on kantava ja samalla visuaalisen ilmeen antava rakenne. Ratkaisu on hyvin innovatiivinen, koska sillä päästään suurempiin painonsäästöihin ja maksimaaliseen korin jäykkyyteen. Useimmissa tämän päivän urheiluautoissa suurin yhtenäinen hiilikuidusta valmistettu monokokin osa on pelkkä matkustamon moduuli (kuva 5). Mahdolliset muut monokokin osat ja korin paneelit liitetään siihen erikseen.

Urheiluauton muotoilukonsepti yritykselle KMRengineering Oy

Muotoilultaan auto on hyvin minimalistinen ja virtaviivainen. Hiilikuitua hyödyntämällä korista on saatu äärimmäisen kevyt, jäykkä ja korroosiovapaa. Hiilikuitu on laminoitu polystyreeniytimen päälle, joka kestää keveydestään huolimatta isojakin kuormituksia. Koko kori painaa ainoastaan 100 kg ja auton omapaino kaikkine varusteineen on 570 kg. Samanlaisiin painolukemiin pyritään myös seuraavan sukupolven prototyypiautossa.



Kuva 1. KMR Oura. Kori on keulasta perän jättöreunaan asti yhtä osaa.



Kuva 2. KMR Oura

Autoon kulkeminen tapahtuu taaksepäin avautuvan liukukaton kautta, kylkien ilmanpoistokanavat ovat suunniteltu käytettäväksi askelmina (katso käytettävyys s. 24). Katon liukua ohjaavat yhteensä kolme kiskoa, kaksi auton kyljissä ja yksi takaikkunan sivussa (kuva 4).

Urheiluauton muotoilukonsepti yritykselle KMRengineering Oy



Kuva 3. KMR Oura



Kuva 4. KMR Ouran liukukaton kolmannen kiskon sijainti takaikkunan reunassa.

Ovia ei haluttu käyttää, koska ne lisäävät painoa, valmistuskustannuksia ja heikentävät koria. Katon avaaminen ja sulkeminen virkistystarkoituksia silmällä pitäen onnistuu myös suurilla nopeuksilla. Auton kori ja katto ovat suunniteltu niin, ettei aukinainen katto kauho ilmaa matkustamoon ajon aikana.



Kuva 5. Bugatti Veyronin hiilikuitumonokokki (matkustamon moduuli).

Urheiluauton muotoilukonsepti yritykselle KMRengineering Oy

Oura on kolmipaikkainen McLaren F1 -urheiluauton tyyliin (kuva 6) eli kuljettaja istuu keskellä ja kaksi matkustajaa hieman vinosti takaviistossa. Tämä McLarenin aikoinaan kehittämä ja patentoima (Pat. EP 0677002 B1 1992) istuinjärjestely, jossa takaistuimet ovat kiinteää osaa auton korista, takaa pienessäkin matkustamossa kuljettajalle hyvät tilat ja auton painopiste pysyy keskellä. Patenti on nyt jo vanhentunut, joten idea on vapaasti sovellettavissa (Patent Expiry Dates, United Kingdom [UK/EP] n.d.).



Kuva 6. McLaren F1:n istuinjärjestely.

Kanta-autona käytettiin (Mercedes-Benz) Smart Fortwo:ta (kuva 7). Siitä ovat peräisin mekaaniset (mm. jousitus, ohjaus, moottori ja voimansiirto), sähköiset (mm. valot ja mittarit) ja jotkin korin komponentit (mm. tuulilasi, peilit ja takaspoileri). Voimanlähteenä on taka-akselin päällä sijaitseva kolmisylinterinen bensiinimoottori, teholtaan 72 kW (n. 100 hv). Pienistä teholumista huolimatta on KMR Oura keveydestään johtuen hyvin suorituskykyinen ja samalla polttoainetaloudellinen (keskikulutus 4,3 l/100km, kiihtyvyys 0-100 km/h: 6,5)



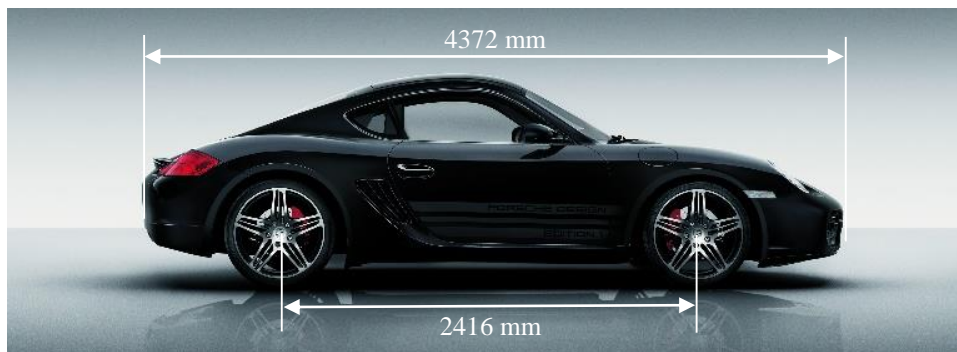
Kuva 7. 2005 Smart Fortwo

2.3 Uusi prototyyppi

Toimeksiantajan esittämiä uuden prototyypin lähtökohtia projektin alkuvaiheessa:

- Kanta-auto: Porsche 987 (Boxster ja Cayman):
 - o Pohjalevy (katso käsitteet)
 - o Kokoluokka
- Valot ja tuulilasin saa ottaa muista sarjatuotantoautoista.
- Ehdottomasti oveton, kolmepaikkainen ja liukukattoinen.
- Muotoilu:
 - o Aerodynamiikka:
 - Loiva takaikkunan kulma
 - Pystymallinen ”katkaistu” perä
 - Ei isoja spoilereita
 - Ei teräviä muotoja
 - Kapeneva peräpeili
 - o Estetiikka:
 - Kurvikas ”kokispullomainen”
 - Orgaaninen
 - Funktionaalinen
 - Isot, yhtenäiset pinnat
 - o Tekninen toimivuus:
 - Keulassa täytyy olla riittävän isot ilmanottoaukot jäähdyttimille
 - Tilaa leveällekin rekisterikilvälle (esim. saksalainen)
 - Ajovalojen korkeus maasta min. 50 cm (Trafi, 2004)
 - o Ergonomia:
 - Antropometriset vaatimukset sisätiloille: autossa täytyy olla tarpeeksi tilaa kolmelle 195 cm/110 kg ihmiselle
 - Pitkät astinlaudat sisäänkäynnin helpottamiseksi

Projektin alussa kanta-autoksi harkittiin kaksipaikkaisen urheiluauton Porsche 987 -mallia (Boxster-cabriolet ja Cayman-coupé), josta oltaisiin otettu suurin osa tekniikasta ja komponenteista. KMR:n uudesta prototyypistä haluttiin myös mitoiltaan olevan vastaava 987:n kanssa.



Kuva 8. 2008 Porsche Caymanin pituus ja akseliväli.



Kuva 9. 2008 Porsche Caymanin leveys ja korkeus.

Suunnittelun aikana huomattiin 987:n akselivälin olevan liian lyhyt KMR:n kolmipaikkaisen istuinjärjestelyn vaatiman tilantarpeen vuoksi, joten uuden korin akseliväliä kasvatettiin 400 millimetrillä. Pidempi akseliväli yleensä vakauttaa autoa kiihdytyksissä ja suuremmilla nopeuksilla. Toisaalta auton kääntösäde kasvaa. Tässä on vain muutama esimerkki miten akselivälin pituudella on vaikutusta auton ajo-ominaisuuksiin.

Toimeksiantaja päätti projektin edetessä vaihtaa tekniikkakonseptin uuden sukupolven Renault Twingoon (kuva 10) Porschen ollessa tarpeeksi ristiriidassa ekologisuuden ja kustannustehokkuuden kanssa. Korin ulkomitoitukseen päätös ei kuitenkaan vaikuttanut eli auto pysyy edelleen aiemmin määritetyissä mitoissa. Siirtyminen vaihtoehtoisen kanta-auton komponenttien soveltamiseen johtui myös halusta ja mahdollisuudesta käyttää vieläkin modernimpaa ja kompaktimpaa teknologiaa, joka sopii hyvin tämän auton käyttötarpeisiin ja ideologiaan. Koska Twingon moottori on myös pieni kolmisylinterinen, jättää se runsaasti tilaa takatavaratilaan (kuva 11). Etutavaratilaa ei tule olemaan uudessakaan prototyypissä.



Kuva 10. 2014 Renault Twingo



Kuva 11. 2014 Renault Twingon moottori- ja tavaratila.

Tulevaisuuden ihmisten arvoja ja mieltymyksiä on vaikea ennustaa. Ekologisuus on kuitenkin yksi arvo, jonka merkitys kasvaa kaiken aikaa. Se ulottuu yhä useammalle elämän osa-alueelle. Ihmiset haluavat ekologisesti valmistettuja tuotteita, joiden käyttäminen on ekologista ja niistä voidaan myöhemmin myös ekologisesti hankkiutua eroon.

Ei siis ole yllättävää, että ihmiset haluavat samaa myös ajoneuvoiltansa. Tästä syystä pienempi ja kevyempi voimanlähde palvelee myös tämän projektin konseptia alussa valittua tekniikkakonseptia paremmin. Kevyt auto kulkee ripeästi vähemmälläkin hevosvoimilla ympäristöä vähemmän kuormittaen.

Olen havainnut, että keveys ja vähäpäästöisyys ovat kohoamassa trendiksi myös urheiluautojen valmistuksessa. Suunnittelussa ja valmistuksessa painotetaan rakenteiden keveyttä ja pienempipäästöisiä voimanlähteitä. Enää ei aina pyritä ensimmäisenä tehon kasvattamiseen suorituskyvyn parantamiseksi vaan korin parempaan suunnitteluun ja kevyiden materiaalien käyttöön painon vähentämisessä.

Ihminen ei varmasti halua tulevaisuudessakaan luopua autoilun hauskuudesta, mutta sitä ei voida tavoitella ympäristön kustannuksella. Vähäpäästöinen urheiluauto on mielestäni houkutteleva idea ja siihen ajatusmaailmaan halutaankin ihmisiä jo totutella. Äärimmäisinä osoituksina ja tolkkottomilla hintalapuilla varustettuna tästä ajatusmaailmasta ovat jotkut juuri markkinoille tuodut hybridisuperautot. Niissä yhdistyvät kevyt monokokkirakenne ja vähäpäästöinen voimanlähde (polttomoottori + sähkömoottori). Nämä ovat uusia suunnannäyttäjiä, jotka tekevät ajatuksen ympäristöystävällisemmästä urheiluautosta houkuttelevaksi ja luovat pohjaa uudelle trendille ja uusille markkinalohkoille. Edullisempia urheiluautoja uusilta valmistajilta tällä keveys-taloudellisuus -konseptilla, jossa haetaan hauskaa ja ympäristöystävällistä ajokokemusta, tullaan varmasti näkemään yhä enemmän tulevaisuuden urheiluautomarkkinoilla.

3 TUTKIMUS

3.1 Tutkimusote

Tässä opinnäytetyössä käytetään tiedon tuottamiseen kvalitatiivista eli laadullista lähestymistapaa. Pyrkimyksenä on löytää muotoiluun liittyviä ongelmakohtia kvalitatiivisen tutkimusotteen metodein, kuten haastatteluilla ja havainnoinnilla.

Työn tietoperusta pohjaa suuresti toimeksiantajan kokemukseen tämäläyppisen auton suunnittelemisesta ja rakentamisesta. Haastattelun, kirjeenvaihdon ja havainnoinnin lisäksi omaa tietopankkia täydennettiin tutkimalla kirjallista aineistoa, kuva- ja videomateriaaleja sekä omia muistiinpanoja.

Laadullisen tutkimuksen lähtökohta on todellisen elämän kuvaaminen, jossa pyritään kohteen kokonaisvaltaiseen tutkimiseen. Tutkimuskohteena ovat abstraktit asiat, joita ei voida mitata määrällisesti. Laadullisessa tutkimuksessa tavoitteena on löytää ja paljastaa tosiasioita ennemmin kuin todentaa jo olemassa olevia totuuksia. (Hirsjärvi, Remes & Sajavaara 2006, 152.)

Pirkko Anttilan mukaan (1998) on laadullisen tutkimuksen suoritukseen ryhdyttäessä tärkeää aloittaa se avoimin, ennakko-oletuksista vapain mielin. Tutkijan tulee olla aiheesta aidosti kiinnostunut ja mielummin sen verran perillä sisällöstä, että hän osaa alusta lähtien havaita olennaiset tutkittavan ilmiön piirteet. Ulkopuolinen, joka ei tunne ilmiön olemusta, saattaa hairahtua virhearviointeihin. Toisaalta liian kiinni aiheessa oleva asiantuntija saattaa puolestaan omata monenlaisia ennakkokäsityksiä, jotka estävät joidenkin asioiden havaitsemisen.

3.1.1 Haastattelu

Haastattelumenetelmänä käytin puolistrukturoitua temahaastattelua, jossa tutkija, verrattuna strukturoituun haastatteluun, ei käytä valmiita vastausvaihtoehtoja antaen haastateltavalle vapauden vastata kysymyksiin omin sanoin. Haastattelulle on mietitty teemat, joiden lisäksi on myös valmisteltu tarkkoja kysymyksiä. (Anttila 1998.)

Anttilan mukaan strukturoiminen tarkoittaa etukäteen tehtävää jäsentelyä, joka noudattaa tutkimuksen kysymyksenasettelua, esitettyjä ongelmia ja muita osa-alueita, joiden tarkoituksena on varmistaa, että haastattelussa käsitellään juuri niitä kysymyksiä, joita etukäteen on ajateltu.

Haastattelun ja kyseisen haastattelumuodon eduksi koin mahdollisuuden nopeasti analysoida saatuja vastauksia ja esittää täsmennyksiä kysymyksiä. Haittapuolena koin sen, että välillä yhdestäkin kysymyksestä saatu vastaus oli niin kattava, että se vastasi jo moneen listassa olevaan kysymykseen. Mikäli en siis kaikkea heti ehtinyt kirjata ylös, jouduin uudelleen kysymään asioista, joihin oli jo mahdollisesti vastattu. Hirsjärvi ja Hurme (2000, 92.)

toteavatkin, että haastattelijan olisi hyvä osata tema-alueet ulkoa, jotta välttyttäisiin turhalta papereiden selailulta. Tällöin haastattelusta tulee mahdollisimman luonteva ja vapaa keskustelu.

Haastattelussa tein avainsanoilla nopeita kirjallisia muistiinpanoja. Haastatteluaineiston analysointi alkoi avainsanojen tulkitsemisella. Muistiinpanojen puhtaaksikirjoittamisen jälkeen ryhdyin organisoimaan materiaalia kokonaisvaltaisesti eritellen relevantin tiedon epäolennaisesta.

3.1.2 Havainnointi

Havainnointi eli observointi on kaiken tieteellisen työskentelyn perusedellytys. Se soveltuu niin kielellisen kuin ei-kielellisen tutkimusmateriaalin kokoamiseen. Havainnot voivat kohdistua tapahtumiin, käyttäytymiseen ja fyysisiin kohteisiin. Havainnointi on olennainen keino tieteellisen tiedon kerääjänä, koska havainnot kertovat, mitä ihmiset tekevät, miltä asiat näyttävät ja tuntuvat ja se eroaa siitä, mitä ihmiset sanovat niiden olevan. Havainnointia on kahta pääalajia, suoraa ja osallistuvaa. Kumpikin voidaan lisäksi jakaa strukturoituun eli ennalta jäsennehtyyn sekä strukturoimattomaan eli ennalta jäsennehtemättömään tapaan koota havainnointiaineistoa.

Anttila huomauttaa samassa luvussa vielä valmistelevien toimenpiteiden tärkeydestä ennen varsinaisen tutkimuksen suorittamisesta. Tutkimuksen tavoitteet täytyy määrittää ja tarkentaa. Havainnoilta vaadittava tarkkuus on olennainen tieto. Tutkimuskohteeseen kannattaa tutustua paikan päällä ennen varsinaista tutkimusta. (Anttila 1998.)

Suoraa havainnointia eli observointia käytetään luovan prosessoinnin kaltaisessa tutkimuskentässä kuten erilaisten fysikaalisten ja teknisten ilmiöiden havainnoimiseen. Silloin observoidaan jonkun toisen tai toisten suorituksia tai tapahtumia joko kentällä aitojen tapahtumien parissa tai sitten se voi olla järjestetty laboratorio-olosuhteisiin. Tutkija käyttää ensisijaisesti kaikkia viittä aistiaan ja sen lisäksi tarpeellisia apuvälineitä havaintojen tekemiseen. (Observointiin perustuvan tutkimuksen suorittaminen n.d.)

Strukturoimatonta havainnointia käytetään silloin, kun halutaan saada selville mahdollisimman paljon erilaista ennakkotietoa jostakin asiasta. Kun tällaista havainnointia ei voida etukäteen luokitella, käytetään apuna tutkittavan ilmiön ennakkotuntemusta (tai turvaututaan olemassa olevaan teoriaan), jotta tiedetään, mitä ilmiössä oletetaan tapahtuvan ja sen mukaan rekisteröidään observoidut seikat. (Observointiin perustuvan tutkimuksen suorittaminen n.d.)

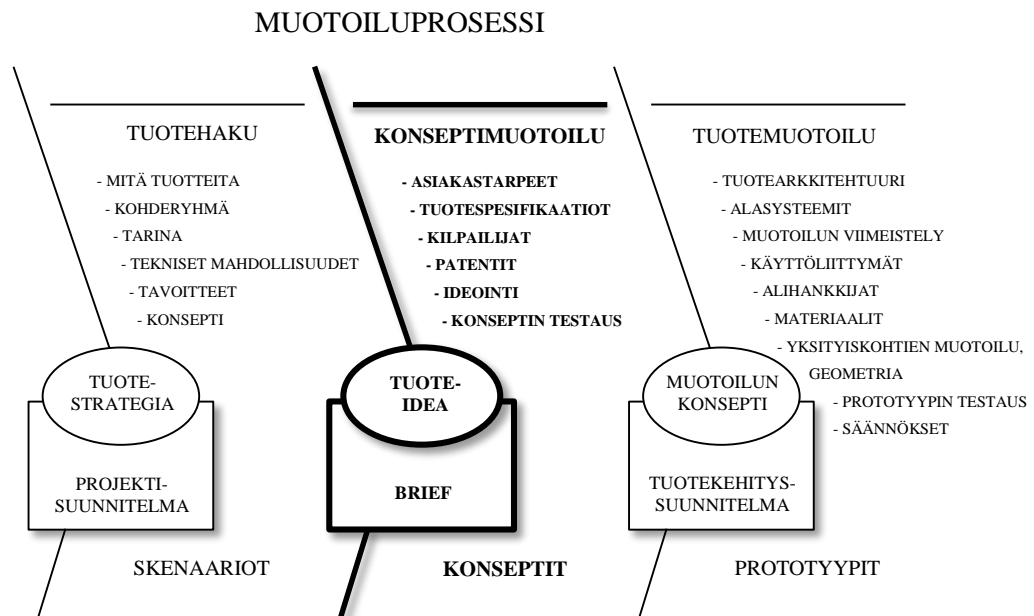
Kävin Klausin luona havainnoimassa KMR Ouraa sekä staattisena että liikkuvana objektina. Käytin havainnoinnin päämenetelmänä strukturoimatonta suoraa havainnointia tutkiessani auton muotoja estetiikan ja ergonomian näkökulmista sekä auton rakenteellisia ja teknisiä ratkaisuja. Havainnot dokumentoin valokuvaamalla. Pääsin esimerkiksi analysoimaan katon aukeamismekanismia, autoon kulkemista, auton muotoja ja

saumattoman korin luomaa estetiikkaa. Havainnoimalla saamani tulokset autoivat merkittävästi uuden korin muotoilussa.

3.2 Konseptimuotoilu teoriassa

”Kun tuotesuunnittelunomaista toimintaa tehdään ilman tavoitetta välittömästä tuotannon ohjeistuksesta ja markkinoille tulosta, on syytä käsitteellisesti erottaa tällainen toiminta tuotesuunnittelusta sen ydinmerkityksessä. Tuotesuunnittelukirjallisuudessa ja vapaassa kielenkäytössä tällaiseen toimintaan on alettu viitata konseptisuunnittelun tai konseptoinnin käsitteellä (engl. concept design).” (Keinonen & Jääskö 2004, 28.)

Kettusen (2001, 57.) laatiman kaavan (kuvio 2) mukaan tuotteen muotoiluprosessin voi jakaa kolmeen vaiheeseen: tuotehaku, konseptimuotoilu ja tuotemuotoilu. Tässä opinnäytetyössä suunnittelutyön teoreettinen tausta pohjaa nimenomaan konseptimuotoilun vaiheeseen.



Kuvio 2. Konseptimuotoilun asema muotoiluprosessissa Kettusen (2001, 57) kaaviota mukailien.

Konseptimuotoilun prosessin voi itsessään vielä jakaa neljään vaiheeseen: tieto, idea, valinta ja testaus.

Tiedonkeruussa selvitetään asiakkaan tarpeet ja päätetään muotoilun tavoitteet. Suunnittelun lähtökohtana voi olla joko asiakkaan suunnittelijalle antama tai suunnittelijan asiakkaalle laatima brief, joka on usein kuvaus tuotteen hyödyistä käyttäjälle ja sen tavoitteista liiketoiminnassa. Brief voi sisältää tietoa esimerkiksi muotoilun tavoitteista, tuotteen materiaaleista, kilpailevista tuotteista, tuotteen valmistukseen käytettävästä tekniikasta ja tuotteen sisältämästä teknologiasta. Brief elää

projektin mukana, joten sen määritelmiä voidaan joutua muuttamaan myöhemmin.

Ideointivaiheessa luonnostellaan mahdollisimman paljon konsepti-ideoita, joista mahdollisimman avoimin mielin valitaan potentiaalisimmat jatkoideointia ja luonnostelua varten. Mitä pidemmälle ideoinnista, luonnostelujen ja hahmomallien jälkeen päästään, sitä kriittisemmin ratkaisuja arvioidaan. Konseptimuotoilussa yksinkertaisesti luodaan paljon konsepteja ja karsitaan niitä niin kauan kunnes päädytään yhteen konseptiin. (Kettunen 2001, 60-62.)

Konseptisuunnittelu muistuttaa toimintatavoiltaan tuotesuunnittelua. Molemmat edellyttää luovuutta, käyttäjäkeskeistä työtapaa, monialaista tarkastelua ja konkretisointia kuvien ja mallien kautta. Erot määrittävät pääasiassa työn tavoitteiden kautta. Konseptoinnissa riittää, että kuvataan tuotteen kannalta oleelliset piirteet. Tavoitteena ei ole kuvata tuotetta täydellisesti. Oleellisia ovat ne ratkaisut, jotka erottavat konseptin olemassa olevista tuotteista tai muista konsepteista. (Keinonen & Jääskö 2004, 36-37, 40, 50.)

Konseptin on välitettävä viestinsä helposti ymmärrettävässä muodossa, koska konseptin tulkitsijoiden ja sen perusteella päätöksiä tekevien ammattitaito saattaa olla hyvin erilainen kuin konseptin luojien (Keinonen & Jääskö 2004, 37).

4 KILPAILEVAT TUOTTEET

Konseptimuotoilun yhtenä osana on tehdä kilpailija-analyysi. Halusin alustavasti kartoittaa, minkälaisia tuotteita vastaan konsepti kilpailee automarkkinoilla tai miten se vertautuu samankaltaisiin tuotteisiin. Toimeksiantaja määrittää alustavasti auton sijoittuvan Porsche Caymanin hintaluokkaan, mutta siihen yhtäläisyydet aika lailla loppuvatkin. Cayman on kaksiovinen, kaksipaikkainen ja huomattavasti tehokkaampi, mutta myös yli kaksi kertaa painavampi, mikäli myös uuden KMR:n paino saadaan pysymään alle 600 kilogrammassa.

Konsepti saattaa olla niin radikaalisti erilainen totutuista käsityksistä, ettei sitä voida lokeroida johonkin olemassa olevaan markkinalohkoon tai ajoneuvokategoriaan. Väittäisin, että KMR Oura -prototyyppi ja uuden prototyypin konsepti kuuluvat segmenttiin, jota ei aikaisemmin ole sellaisenaan ollut olemassa. Autossa yhdistyy niin monta sellaista piirrettä ja ominaisuutta, ettei suoraa kilpailijaa tällaiselle tuotteelle löydy. Auton ultrakevyt kokonaisuudessa yhdistettynä taloudelliseen voimanlähteeseen, liukukatto ja kuljettajakeskeinen istuinjärjestely tekevät siitä hyvin omintakeisen ja ainutlaatuisen.

Tämä ei kuitenkaan tarkoita sitä, etteikö sille löydy yhtäkään vertailukelpoista kohdetta tuotanto- ja konseptitasolla. Ihmisillä on aina taipumus verrata uusia tuotteita olemassa oleviin, joten halusin itsekin verrata tätä konseptia sitä mahdollisimman lähellä oleviin muihin viimeaikaisiin prototyyppeihin ja tuotantoautoihin.

Urheiluauton muotoilukonsepti yritykselle KMRengineering Oy

Otin ensimmäiseksi vertailukohteeksi muutaman ns. track day -autoksi luokitellun ajoneuvon, koska niissä on monia KMR Ourassakin esiintyviä ominaisuuksia. Nämä autot ovat rakenteeltaan hyvin pelkistettyjä, ultrakevyitä ja suhteellisen pienillä moottoreilla varustettuja, tieliikennekäyttöön rekisteröityjä rata-autoja. Ne ovat usein ovettomia, katottomia ja jopa ilman tuulilasia. Track day eli ratapäivä on suosittua viikonloppuviihdettä, jossa ideana on mennä osallistumismaksua vastaan omalla autolla ajamaan moottoriradalle. Tarkoituksena on ajaa niin lujaa kuin haluaa kuitenkin kilpailematta muiden radalla ajavien kanssa. Nämä tapahtumat ovat kasvattaneet suosiotaan niin paljon, että markkinoille on tuotu pelkästään tähän tarkoitukseen kehitettyjä autoja.

- Caterham on perinteikäs kevyiden kit-car tyyppisten autojen valmistaja. Nämä ovat osoittautuneet hyvin suosituiksi rata-autoiksi.



Kuva 12. Caterham 7 Superlight R500.

- Nimensä mukaisesti BAC Mono on yksipaikkainen, kuljettajakeskainen rata-auto. Kori on hiilikuitua ja runko on terästä.



Kuva 13. BAC Mono.

- Tässä KTM:n valmistamassa rata-autossa on täysin hiilikuituinen monokokkirunko KMR Ouran tavoin.



Kuva 14. KTM X-Bow, Montenergyn kattosarjalla.

Urheiluauton muotoilukonsepti yritykselle KMREngineering Oy

Toiseksi vertailunäkökulmaksi valitsin ekologisuuden yhdistettynä urheilullisuuteen. Ekologisuusaspektia tarkastellaan tässä vertailussa lähinnä vähäpäästöisyyden näkökulmasta. Urheilullisuutta voidaan autossa havainnoida niin suorituskyvyn muodossa kuin myös symbolisella tasolla.

Vertailun autojen voimanlähteinä on edustettuna polttomoottorit, sähkömoottorit sekä niiden yhdistelmät eli hybridimoottorit. En rajannut otantaa pelkästään tämänhetkisiin tuotannossa oleviin autoihin. Auto saa tässä yhteydessä olla myös hiljattain tuotannosta poistunut tai vasta prototyyppiasteella (merkitty suluissa nimen perässä).

- Smart Roadster on hyvin kevyt (n. 800 kg) kolmisylinterisellä moottorilla varustettu erittäin urheilullisen ja trendikkään näköinen pieni ekoauto. Autossa on teräksinen monokokkirunko, pintapaneelit ovat muovia.



Kuva 15. 2005 Smart Roadster (valmistus lopetettu 2005).

- Tesla Roadster on maailman ensimmäinen sarjatuotettu täysin sähkökäyttöinen, ekologinen, urheiluauto. Siinä on alumiinista valmistettu runkorakenne ja korin ulkopaneelit ovat hiilikuituisia.



Kuva 16. 2009 Tesla Roadster (valmistus lopetettu 2012).

Urheiluauton muotoilukonsepti yritykselle KMREngineering Oy

- E-RA on palkittu Metropolian ammattikorkeakoulussa suunniteltu ja rakennettu ekologinen sähköurheiluauto, jossa on itsekantava hiilikuitukori ja neljä sähkömoottoria, 1 kpl/pyörä.



Kuva 17. 2010 E-RA (prototyyppi).

- BMW:n i8 on ekologinen urheiluauto, jossa on voimanlähteenä kolmisylinterinen bensiinimoottori yhteistyössä sähkömoottorin kanssa. i8 on pistokehybridi eli se on ladattavissa myös verkkovirralla. Painonsäästöä on tässäkin hyödynnetty hiilikuitukomposiitteja hyvin laajamittaisesti.



Kuva 18. 2014 BMW i8

- Volkswagen XL1 on maailman aerodynaamisin ja taloudellisin tuotantoauto, polttoainekulutus < 1 l/100km.



Kuva 19. 2013 Volkswagen XL1 pistokehybridi.

5 SUUNNITTELUPROSESSI

“Form follows function - that has been misunderstood. Form and function should be one, joined in a spiritual union.” - Frank Lloyd Wright

5.1 Muotokieli

Tuotteen ulkonäkö, visuaalinen hahmo ja käytettävyys ovat ratkaisuja, joista rakentuu tuotteen muotokieli. Se on esineen visuaalinen ohjeisto, joka ohjaa kaikkia muotoilussa käytettyjä ratkaisuja, kuten sommittelua, massoittelua, rytmiä, värejä, tekstuureita ja valittuja perusmuotoja. Muotoilija voi valita tuotteen muotokielen malliksi geometrisen, orgaanisen tai molemmista yhdistetyn muodon. (Kettunen 2001, 25, 81.) Automuotoilu yhdistää molempia.

Työn toimeksiantajan asettamien kriteerien mukaan uuden prototyypin ulkonäön tulee aerodynamiikan, teknisen toimivuuden ja käyttäjä-ergonomian yhteissummuna ilmentää orgaanista ja veistoksellista muotokieltä. Hain muotoilussa puhtaslinjaista yleisilmettä, jossa olisi jokin katseen vangitseva elementti. Koska kulmikkaiden muotojen käyttöä haluttiin välttää, loi se pohjan hyvin orgaanisen ja sulavalinjaisen muotokielen tavoittelulle.

5.1.1 Aerodynamiikka



Kuva 20. 2013 VW XL1 tuulitunnelitestissä. Hyvin loiva etu- ja takaikkunan kulma sekä pystymallinen kamm-perä ovat olennaisia matalan ilmanvastuskertoimen elementtejä.

Merkittävä osa auton liike-energiasta katoaa ilmanvastuksen ja mekaanisen kitkan muodossa. Ajossa kitkaa syntyy auton liikkuvien osien välillä, kuten moottorissa ja voimansiirrossa sekä renkaiden ja tienpinnan kosketuksen välityksellä. Vähentämällä korin ilmanvastuskerrointa ja liikkuvien komponenttien kitkakerrointa päästään muun muassa parempaan polttoainetalouteen, kiihtyvyyteen ja huippunopeuteen. Näihin tavoitteisiin pääsemiseksi tarvitaan autossa, jossa on suhteellisen pienitehoinen moottori

Urheiluauton muotoilukonsepti yritykselle KMRengineering Oy

ja pieni kokonaisuudessa, hyvät aerodynaamiset ominaisuudet täydentämään kevyen rakenteen tuomia etuja ja kompensoimaan moottorin tehoa.

Muotoilijana pystyn luonnollisesti vaikuttamaan liike-energian säilymiseen pienentämällä muotoilun avulla auton korin ilmanvastuskerrointa. Alhainen ilmanvastus olikin työn alkuvaiheessa yksi tinkimättömistä lähtökohdista.

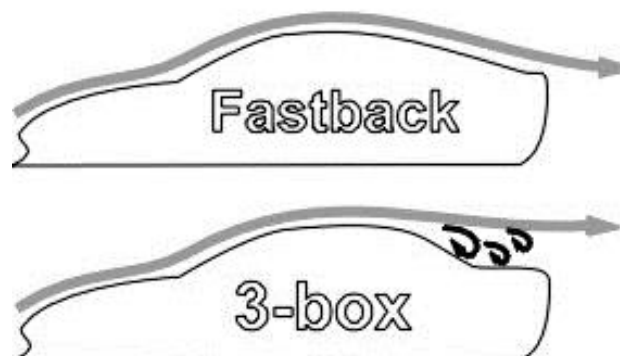
Toimeksiantaja on itse hyvin perehtynyt aerodynamiikkaan ja neuvoi minua luonnostelun aikana huomioon otettavissa asioissa.

- Loiva takaikkuna vähentää ilman pyörteilyä parantaen ilmanvastuskerrointa (kuva 22). Optimaalinen kulma vaakatasoon nähden on noin 14°
- Loiva tuulilasin kulma
- Kamm-perä (katso käsitteet)
- Taaksepäin kapeneva kattolinja
- Kapeneva peräpeili
- Ei takaspoileria, mutta pieni jättöreunan nosto
- Sulavamuotoinen keulasta perän jättöreunaan eli siihen, jossa ilmavirtaus jättää pinnan

Otin KMR Ouran lisäksi aerodynamiikan tarkastelukohteiksi ja esikuviksi uuden Volkswagen XL1 -hybridi-auton ja melkein viisi vuosikymmentä vanhemman Shelby Daytona Coupén.



Kuva 21. 1965 *Tribute* Shelby Cobra Daytona Coupe. Erittäin sulavat ja kauniit korin muodot hyvin tunnistettavalla kamm-perällä.



Kuva 22. Loivan takaikkunan tuoma aerodynaaminen etu verrattuna jyrkästi laskevaan takaikkunaan.

5.1.2 Estetiikka

Muotoilun estetiikka ja semantiikka pohtivat kysymyksiä tuotteen kauneuden olemuksesta ja muotoilun tulkittavista ominaisuuksista. Tuotesemantiikka tutkii muodon viestintää, erityisesti sen tarkoituksenomaisuutta. Tuote täytyy olla muotoiltu siten, että sen ulkomuoto viestii sen käyttötapaa ja käyttöympäristöä. Porschen täytyy näyttää nopealta ja Land Roverin täytyy näyttää siltä, että sillä kelpaa ajaa rankemmassakin maastossa. (Kettunen 2001, 14-16.) Joskin poikkeuksena mielestäni tähän esitettyyn tuotesemantiikan määritelmään sopii nimenomaan ekoauto. Ekoautot ovat perinteisesti näyttäneet ehkä liiankin omaleimaisilta, useimmiten estetiikan kustannuksella. Nykyisin kuitenkin ympäristöystävällistä teknologiaa on alettu kätkeä hyvin houkuttelevannäköisiin tuotanto- ja konseptiautoihin.

Ammensin esteettisiä ja symbolisia vaikutteita sulavalinjaisista urheiluautoista, kuten jo aiemmin esiintyneestä Shelby Daytonasta. Inspiraation lähteenä oli myös Zagato -automuotoilu- ja korinrakentaja-yrityksen luomuksia (kuva 23, 24) sekä rohkeaa ja ajattoman futuristista muotoilua edustava brittiläinen näkemys urheiluautosta (kuva 25), joka innostaa niin sanottuun laatikon ulkopuoliseen ajatteluun.



Kuva 23. 2002-2003 Aston Martin DB7 Zagato



Kuva 24. 2010 Zagato Alfa Romeo TZ3 Corsa



Kuva 25. 2005 TVR Sagaris

Etu- ja takavalot konseptiautoon valittiin Alfa Romeolta ja tuulilasi Nissan Jukesta, sen jälkeen kun Porsche 987:n tuulilasin mitoitus oli ristiriidassa halutun ulkonäön ja aerodynamiikan kanssa. Kriteerinä oli löytää tarpeeksi pitkä ja pyöreäreunainen tuulilasi. Tehtävä osoittautui yllättävän haasteelliseksi, koska pyöreäreunaisia tuulilaseja löytyy nykyautoista todella vähän. Valoja ei tarvinnut pitkään etsiä. Toimeksiantaja ehdotti jo muutaman luonnostelusession jälkeen eteen Alfa Romeo Giuliettan valoja ja taakse ehdotin itse saman valmistajan valoja pienemmästä Mito -mallista.



Kuva 26. Alfa Romeo Giuliettan etuvalo ja Miton takavallo.

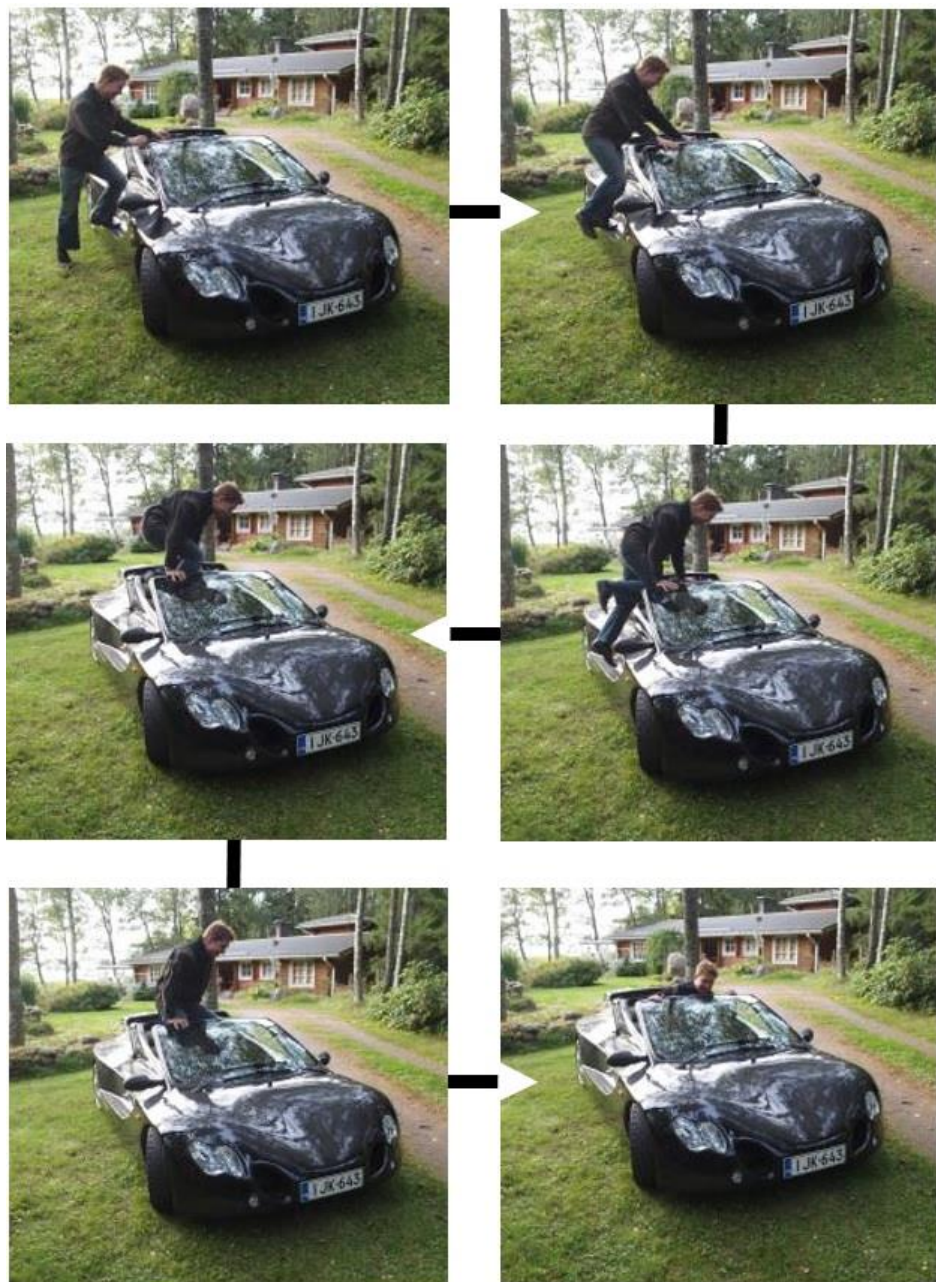


Kuva 27. Nissan Juke'n tuulilasi.

5.1.3 Käytettävyys

Käytettävyyden osalta autoon liittyy varmasti yksi olennainen mielikuvaongelma, matkustamoon pääsemisen. Oheisessa kuvasarjassa työn toimeksiantaja, Klaus Raunela, esittelee omaa tapaansa KMR Ouraan kiipeämisestä. Autoon kulkeminen ei loppujenlopuksi tuntunut sen kummemmalta proseduurilta, kun itsekin pääsin pari kertaa kokeilemaan.

Autoon pääsemistä helpottaa leveät ja syvät kylkien ilmanpoistokanavista sovelletut astinlaudat. Yhtenä ergonomisena ja turvallisuustekijänä autoon pääsemisessä ja sieltä noustessa on auton hieman kapeneva olkalinja matkustamon kohdalla. Autoon mentäessä ei siis ole vaaraa, että kengänkärki tarttuisi ilmanpoistokanavan yläosaan ja autosta noustessa taas astinlauta on jo osittain näkyvillä helpottaen jalan asettamista siihen. Näitä havaintoja sovelsin myös uuden prototyypin muotoilututkielmassa.



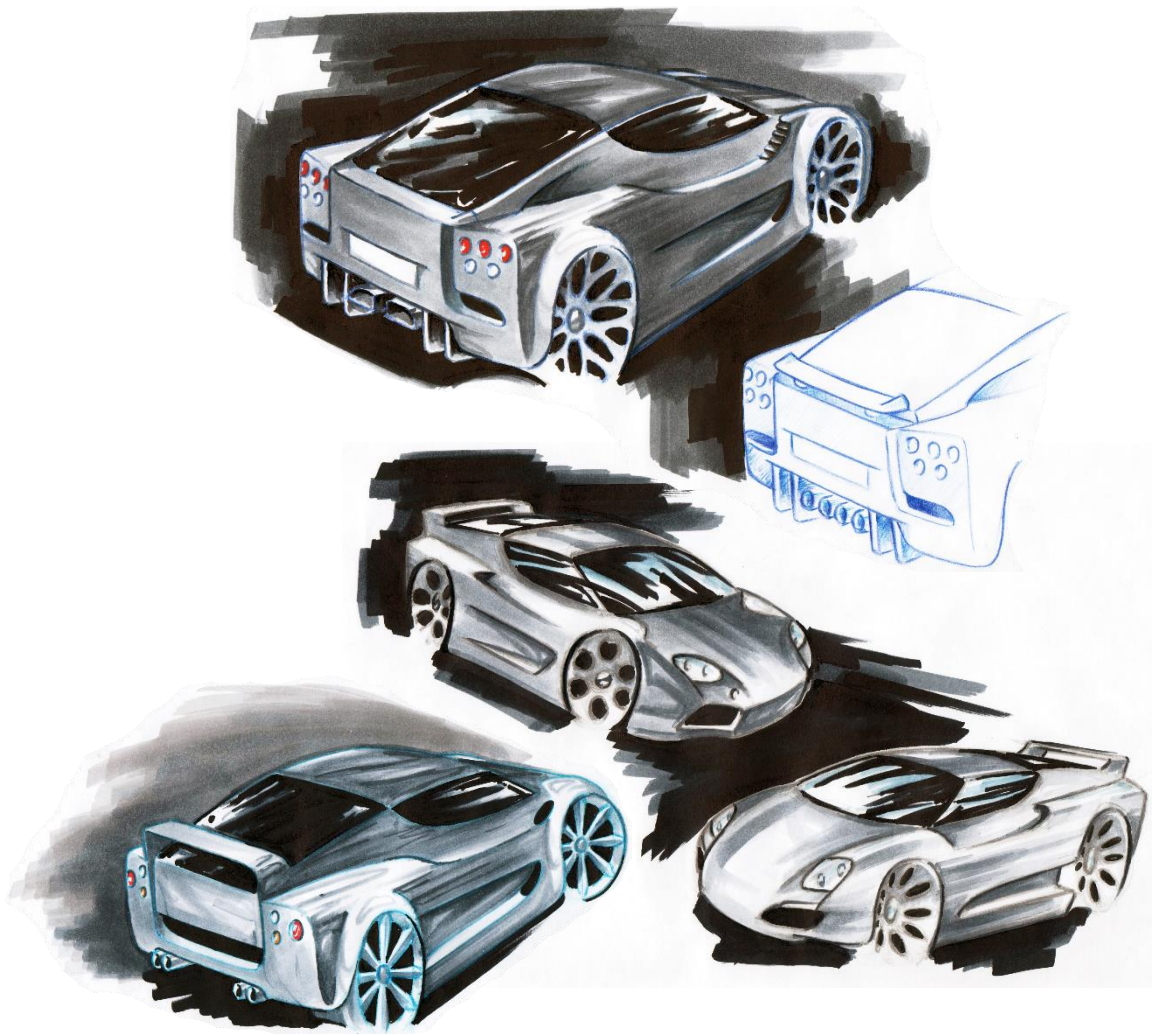
Kuva 28. Demonstraatio autoon pääsemisestä.

5.2 Toteutus

Lähdin ideoinnissa liikkeelle hyvinkin naivistisella luonnostelutyyllillä, jossa tarkoituksena ei ollut esittää autoa todellisissa mittasuhteissa vaan pikemmin fiilistellä erilaisilla muodoilla ja etsiä oikeaa suuntaa. Halusin nopeasti saada selville, minkälaisesta tyylistä toimeksiantaja pitää, esimerkiksi minkälaisista etu- ja takavaloista, ilmanotto- ja poistokanavista ja liukukatun muodosta. Käytin luonnosteluun pääasiassa värikyniä ja Copic -markkereita. Photoshopilla tein lähinnä pieniä viimeistelyjä.

Vähitellen koitin luonnostelussa siirtyä todenmukaisempiin mittasuhteisiin. Siinä tehtävässä auttoi projektiokuvien piirtäminen auton päältä ja sivuprofiilista. Projektiokuviot auttoivat myös toimeksiantajaa parhaiten hahmottamaan auton mittasuhteita ja sommittelua. Varsinkin massoitte- lutyövälineenä projektiokuvat ovat korvaamattomia. Massoitte- ltu on muotoilussa käytettävä työvaihe, jossa tarkastellaan ja määritellään tuotteessa esiintyvien muotojen oikeanlainen keskinäinen sijoitus ja mitoitus. Projektiokuvat ovat välttämättömiä myös 3D-suunnitteluun siirryttäessä.

5.2.1 Luonnokset



Kuva 29. Muutama ensimmäinen luonnos.

Urheiluauton muotoilukonsepti yritykselle KMREngineering Oy

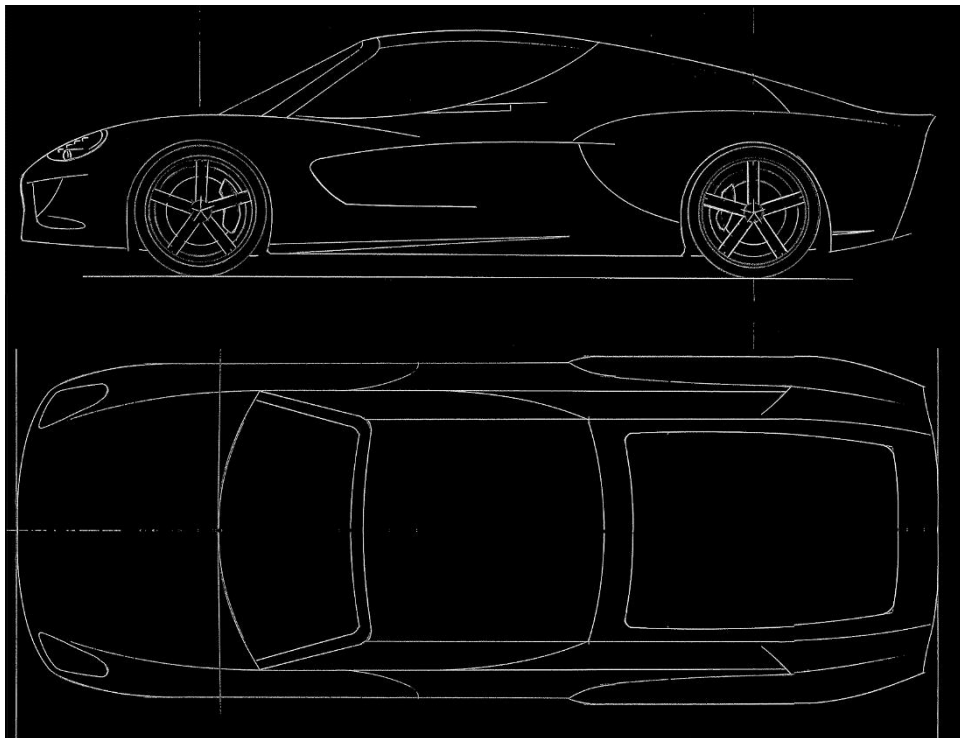
Ensimmäisissä luonnoksissa toimeksiantaja kehotti luopumaan takasiivestä, koska se luo liikaa ilmanvastusta. Takasiipi saisi olla pieni, hyppyrimäinen, kuten Shelby Daytonassa, mutta vieläkin marginaalisempi. Ensimmäisten luonnosten pohjalta päädyttiin myös käyttämään Alfa Romeo Giuliettan etuvaloja. Takavalojen osalta suunnitelmat olivat vielä auki. Halusin seuraavissa luonnoksissa kokeilla erimallisia takavalvoja pyöreiden vaihtoehtona.



Kuva 30. Uusien luonnosteluvaiheiden jälkeistä antia.

Edellisten luonnosten pohjalta päätettiin jatkaa pyöreillä takavaloilla ja takalokasuojan ”pullistuspokkauksella”, jonka läpi kulkee kylkipokkaus vähän matkaa. Takavaloiksi ehdotin valoja Alfa Romeo Mitosta.

Päätin irtaantua luonnostelusta vähäksi aikaa ja keskittyä projektiokuvien piirtämiseen. Ne olivat todella tärkeitä apuvälineitä jatkoluonnostelussa ja 3D-mallinnuksen aikana. Projektiokuvilla pystyy konkreettisimmin hahmottamaan auton mittasuhteita, massoitteita ja detaljien sijoittamista. Niillä pystyi tarkasti visualisoimaan ja arvioimaan melkein kaikkia korissa esiintyviä muotoilun elementtejä, kuten etu- ja takaylityksen mittojen vaikutusta ulkonäköön sekä liukukaton tarvittavaa pituutta ja aukeamisprosessia. Myös ihmisten sovittaminen matkustamoon oli tämän työvaiheen olennainen osa.

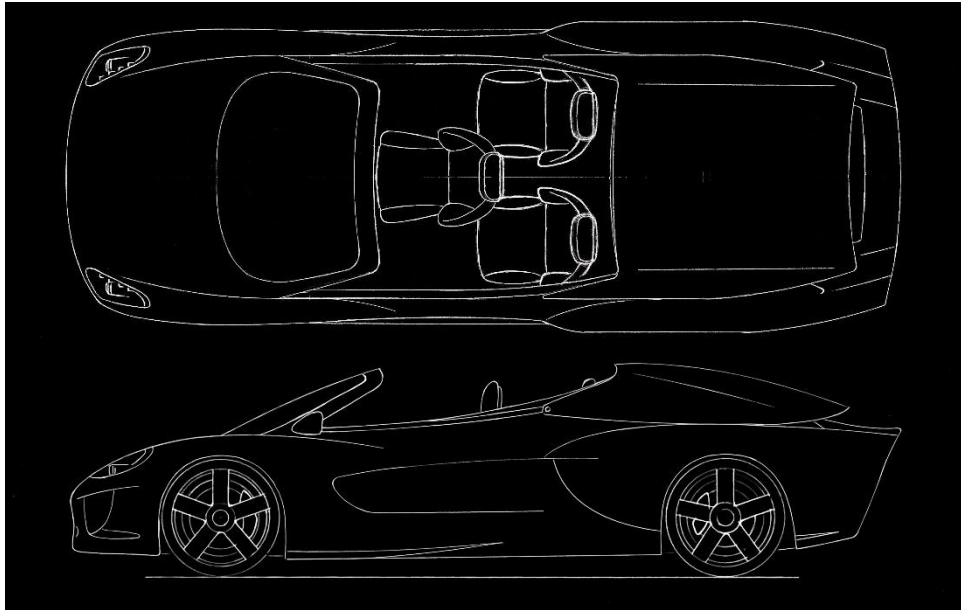


Kuva 31. Varhainen projektiokuva.

Ensimmäisessä projektiokuvassa suurimmaksi ongelmaksi havaittiin liian lyhyt liukukatto. Sen pitäisi olla puolet tuulilasin yläreunan ja peräpeilin välisestä etäisyydestä. Liukukaton sivukiskojen on myös kaarruttava hieman ylöspäin, jotta katon takareuna, katon auki ollessa, menisi mahdollisimman lähelle takaikkunaa (kuva 34). Näiden lisäksi päänvaivaa aiheutti liian lyhyt ja pysty tuulilasi, joka oli tässä vaiheessa vielä Porsche 987:stä lainattu. Liian pysty tuulilasi oli toimeksiantajan näkökulmasta lähinnä aerodynaaminen haitta, mutta minun ja opinnäytetyön ohjaajan mielestä myös merkittävä esteettinen epäkohta. Sen tilalle piti löytää pidempi tuulilasi loivemman kulman aikaansaamiseksi.

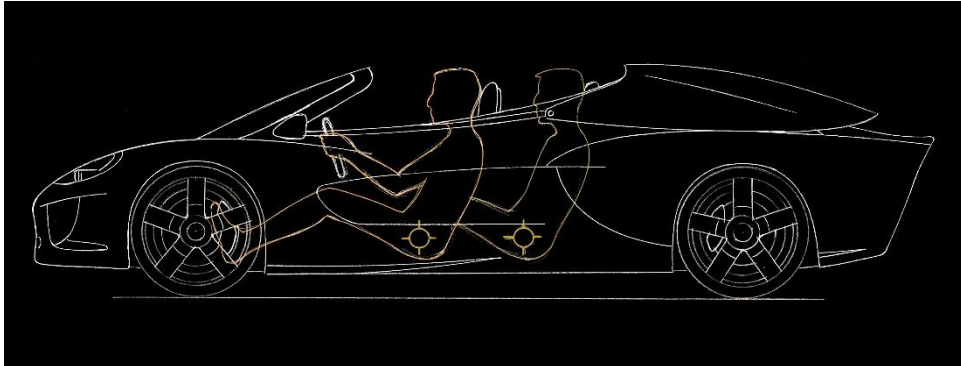
Urheiluauton muotoilukonsepti yritykselle KMREngineering Oy

Viimeisimmässä projektiokuvassa on pidempi tuulilasi ja pidennetty liukukatto, jotka parantavat auton ulkonäköä, ilmanvastuskerrointa ja matkustamon ergonomiaa.

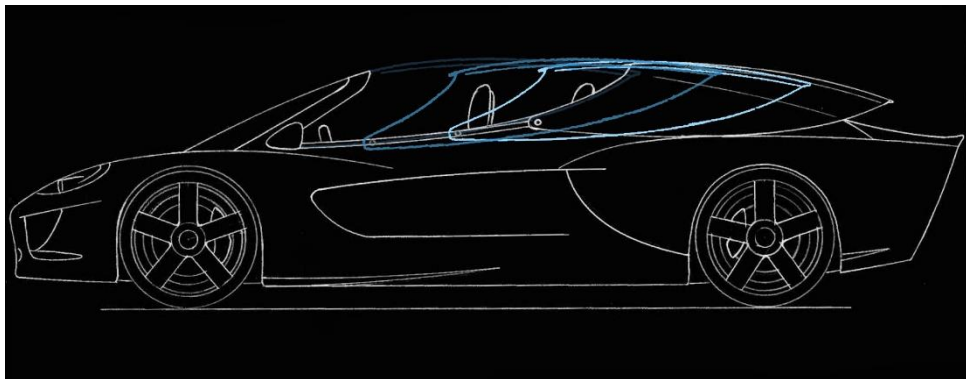


Kuva 32. Viimeisin projektiokuva.

Tärkeää oli myös määrittää kuljettajan ja matkustajien sijoittuminen matkustamossa. H-point (hip point) on ajoneuvomuotoilussa käytettävä ihmisen kiintopiste matkustamoon sovittamisessa.



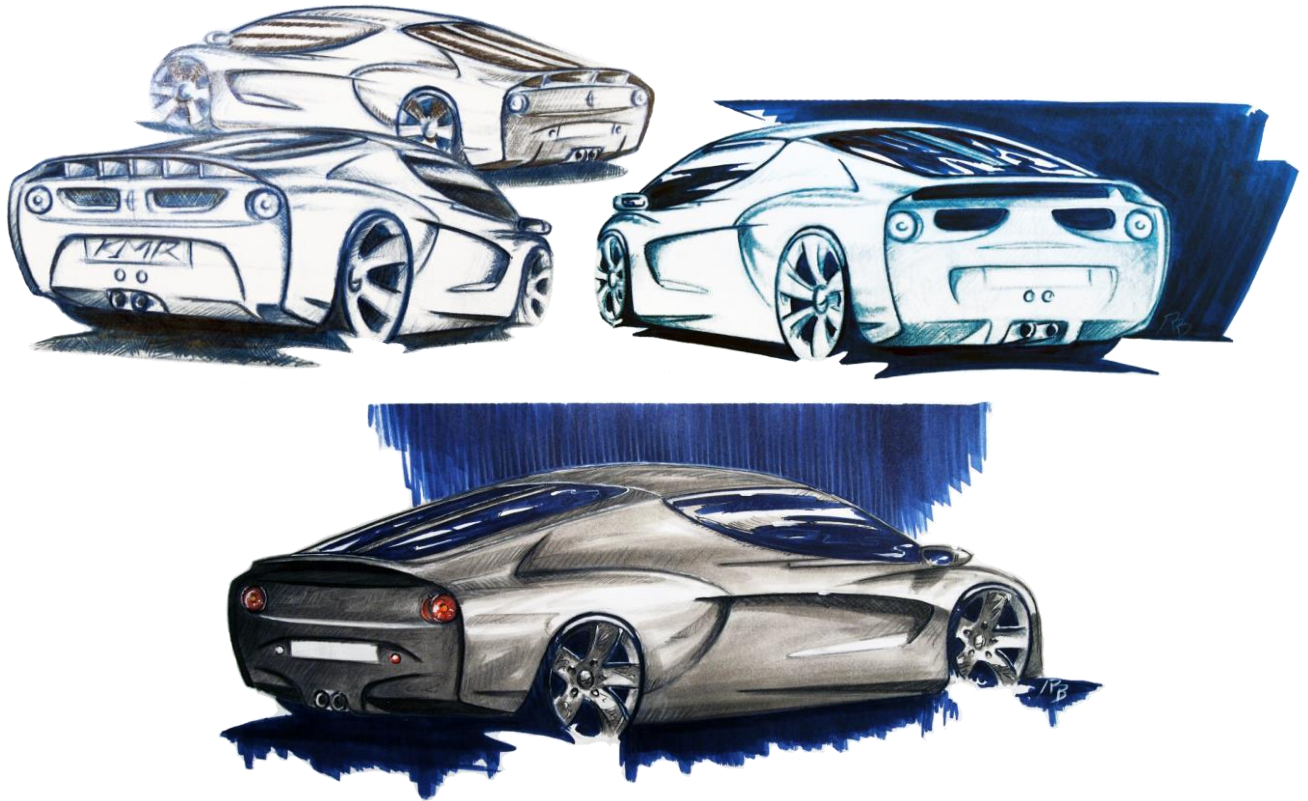
Kuva 33. Kuljettajan ja matkustajien sijoittuminen.



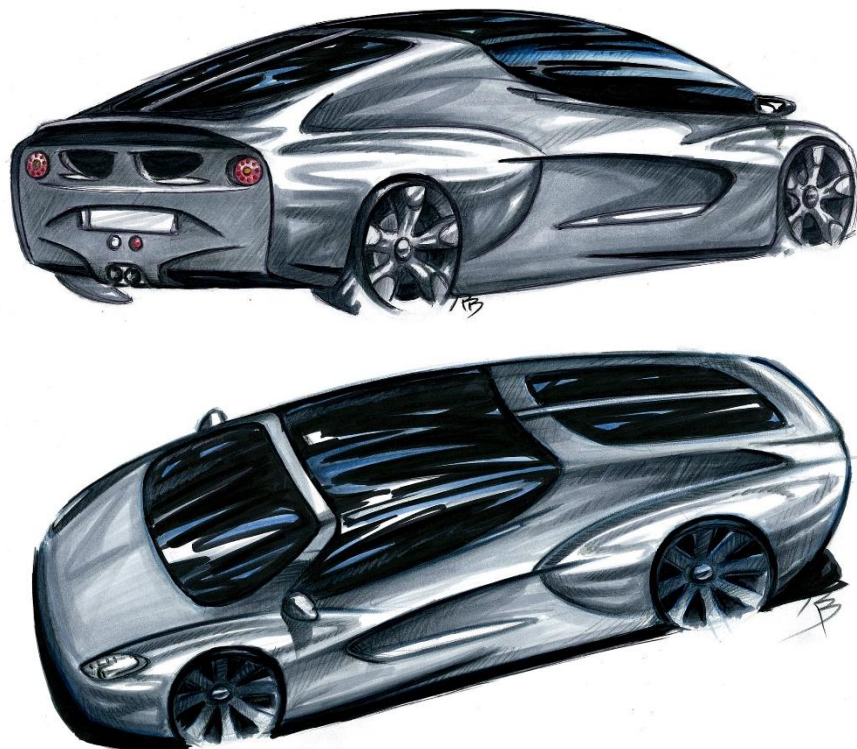
Kuva 34. Liukukaton aukeamista havainnoiva projektiokuva.

Urheiluauton muotoilukonsepti yritykselle KMREngineering Oy

Projektiokuvien jälkeen piirsin viimeiset luonnokset. Tarkoituksena oli lopullisesti päättää 3D-mallinnukseen vietävistä muodoista. Ratkaisematta oli lähinnä enää peräpeilin muotoilu. Luonnoksista huomaa myös sen, että liukukatkon kolmas ohjainkisko kulkee nyt keskellä takaikkunaa toisin kuin nykyisessä prototyypiautossa. Tämä mahdollistaa muun kuin suorakulmion muotoisen takaikkunan käyttämisen.



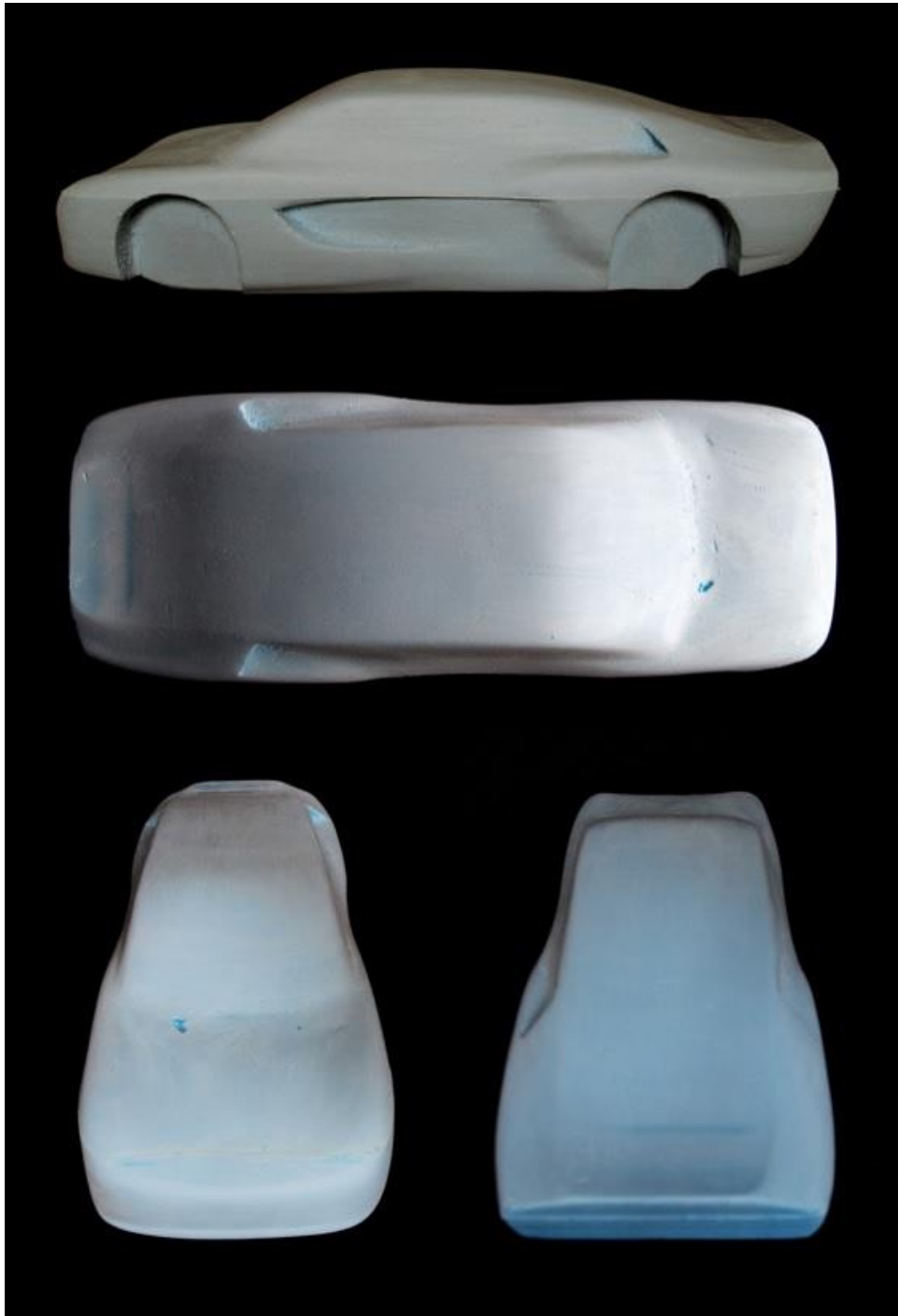
Kuva 35. Ehdotelmia peräpeilin ratkaisuun.



Kuva 36. Valittu perämuotoilu ja viimeinen auton yleisilmettä havainnoiva luonnos.

5.2.2 Pienoismalli

Halusin luonnostelun ja 3D-mallinnuksen tueksi tehdä nopean pienoiskoossa olevan hahmomallin styrofoamista. Malli on skaalaltaan noin 1:14. Kappaleen tarkastelu kolmiulotteisesti antaa paljon enemmän tietoa sen plastisista muodoista, koska sitä pystyy analysoimaan kaikista kulmista. Pienoismalli on tehty varhaisten projektiokuvien pohjalta, siksi tuulilasi on tässä vielä aika lyhyt ja pystymallinen sekä takana olevat ilmanottoaukot ovat vielä hyvin paljon edempänä kuin lopullisessa konseptissa.



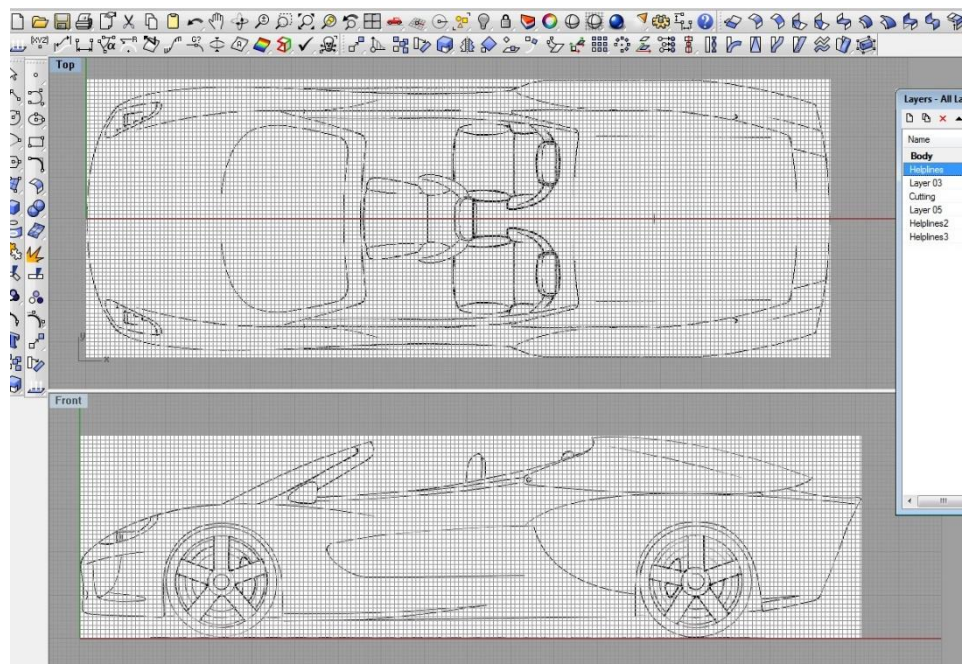
Kuva 37. Pienoismalli eri perspektiiveistä.

5.2.3 3D-mallintaminen

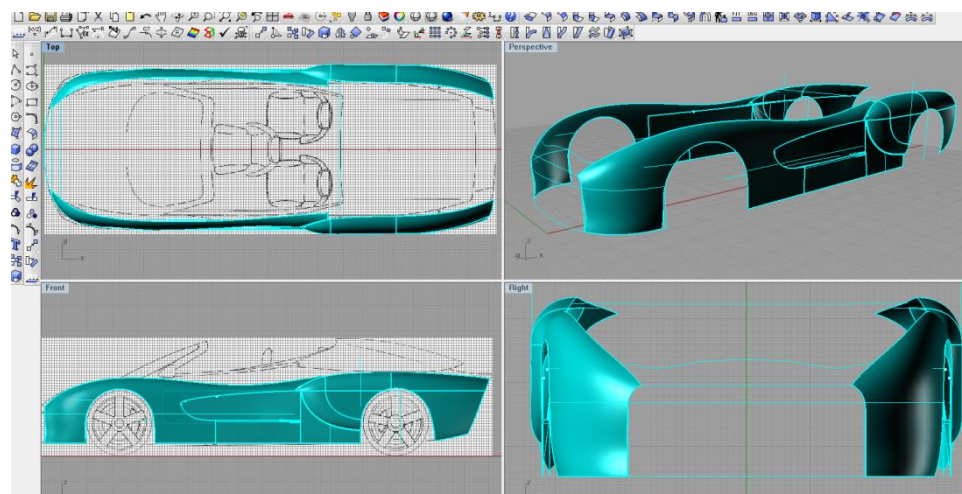
Lähdin toteuttamaan virtuaalimallia Rhinoceros 4.0 mallinnusohjelmalla. En ollut aikaisemmin muotoillut mitään niin monimutkaista tuotetta kyseisellä ohjelmalla, joten haastekynnys tuntui aluksi melko korkealta. Suunnittelun apuna käytinkin joitakin internetistä löytyviä tutoriaaleja. Rhino ei ole paras eikä siitä syystä kovin suosittu auton mallintamiseen käytettävä ohjelma. Sen huomasin tutoriaalien niukasta tarjonnasta moniin muihin mallinnusohjelmiin verrattuna.

Alussa meni melko paljon aikaa uusien menetelmien opetteluun. Kun perustyökalut auton mallintamiseen alkoivat olemaan hallussa, alkoi työntekokin luonnistua, joskin ei aina täysin vaivattomasti.

Mallinnus lähti liikkeelle sijoittamalla projektiokuvat työskentelytilaan.

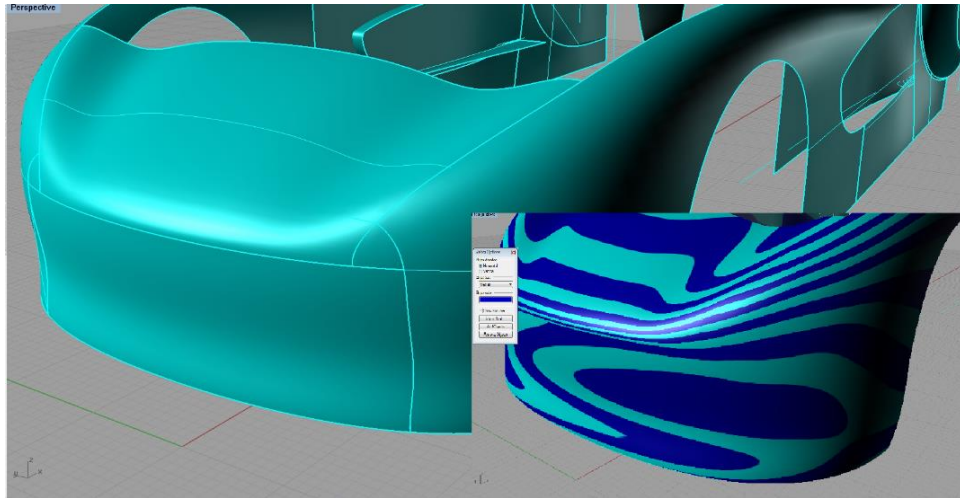


Kuva 38. Projektiokuvien sijoittaminen.



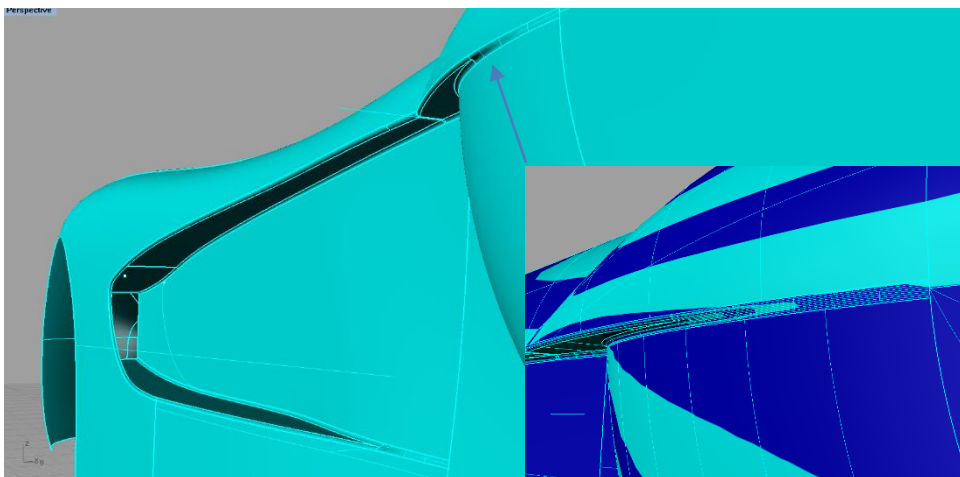
Kuva 39. Ensimmäisenä mallinsin kylkien pystysuorat pinnat.

Suurimpana haasteena koko auton mallinnuksen aikana oli yhdistää monta kaarevaa pintaa siten, että kaikki pinnat ovat täysin tangentiaalisesti toisiinsa nähden. Tarkoituksena oli siis saada monta eri pintaa näyttämään yhtenäiseltä ilman, että saumakohtissa esiintyy minkäänlaisia notkahduksia. Haasteelliseksi asian tekivät useat pyöristykset ja vaakasuorien pintojen yhdistäminen pystysuoriin, esimerkiksi ilmanpoistokanavan yläpökkauksen yhdistyminen mahdollisimman saumattomasti takalokasuojaan (kuva 41). ”Seepra-analyysi” oli kätevä ja täysin välttämätön työkalu pintojen analysoimisessa.



Kuva 40. Auton keulan mallintaminen.

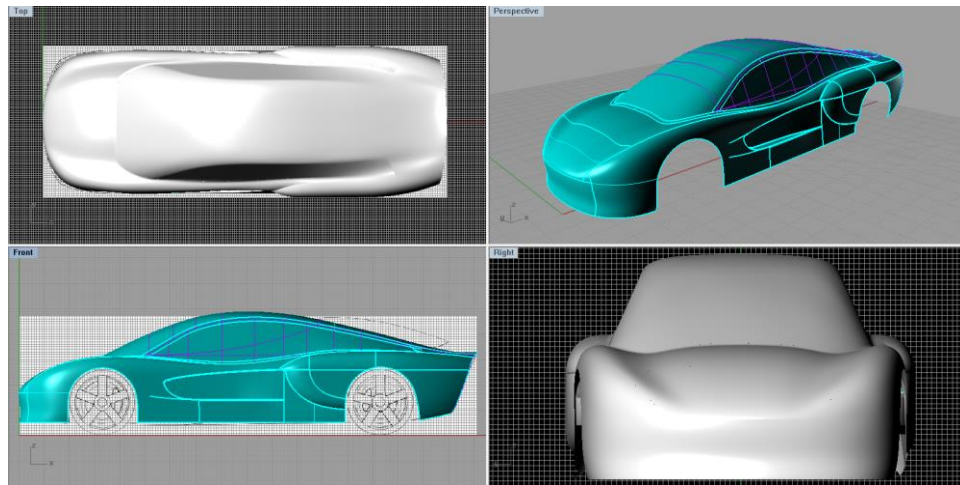
Kun keula oli vihdoin saatu kokoon, pääsin ratkomaan vieläkin monimutkaisempaa ongelmaa, ilmanpoistokanavan vaakasuoria pintoja.



Kuva 41. Ilmanpoistokanava

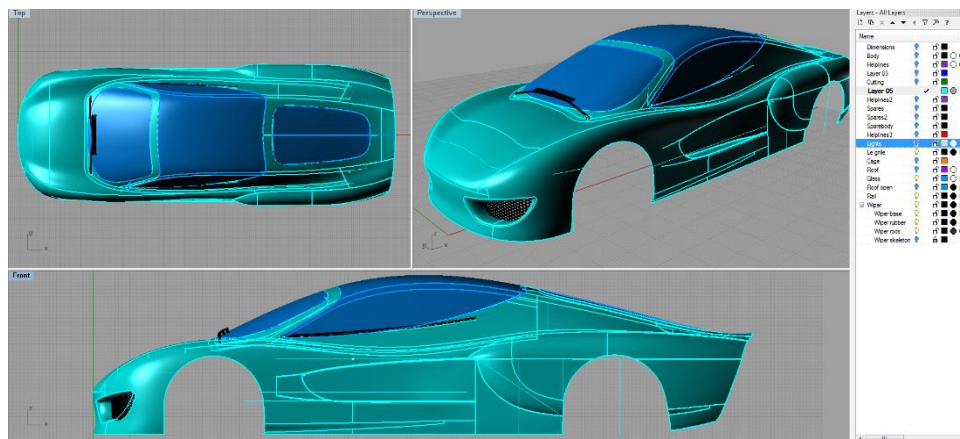
Urheiluauton muotoilukonsepti yritykselle KMREngineering Oy

Katon mallintaminenkaan ei ollut helpoimmasta päästä, mutta sujui huomattavasti nopeammin kuin edellinen työvaihe. Loin yhtenäisen kattopinnan, josta seuraavassa työvaiheessa leikkasin ulos tuulilasin, liukukaton ja takaikkunan.



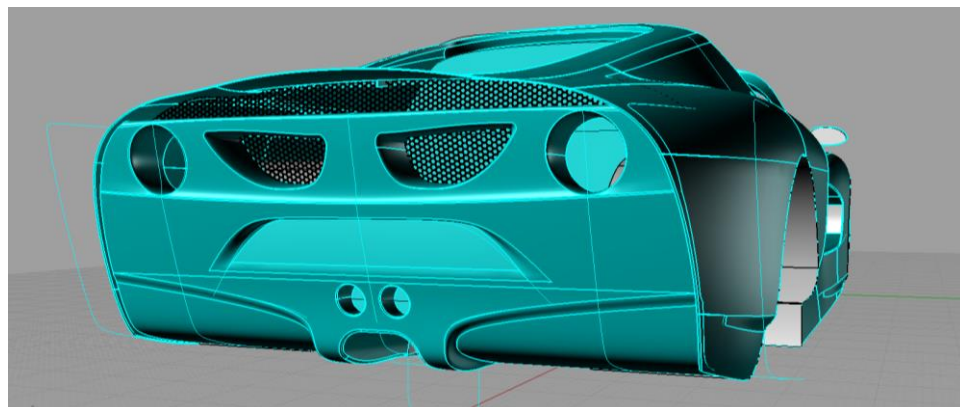
Kuva 42. Katon mallintaminen.

Vaikka auto näyttääkin tässä vielä suhteellisen raakileelta, oli vaikein työ jo takanapäin. Korin osista puuttui enää peräpeili.



Kuva 43. Katosta leikatut ikkunapinnat.

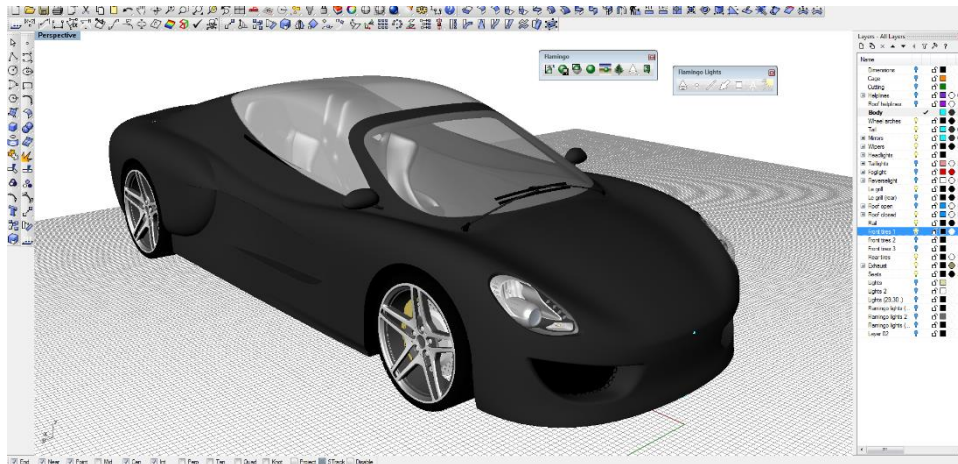
Tässä vaiheessa osasin jo sen verran hyvin hallita erilaisia mallintamisen metodeja, että peräpeilin mallintaminen sujui ilman suurempia vaikeuksia.



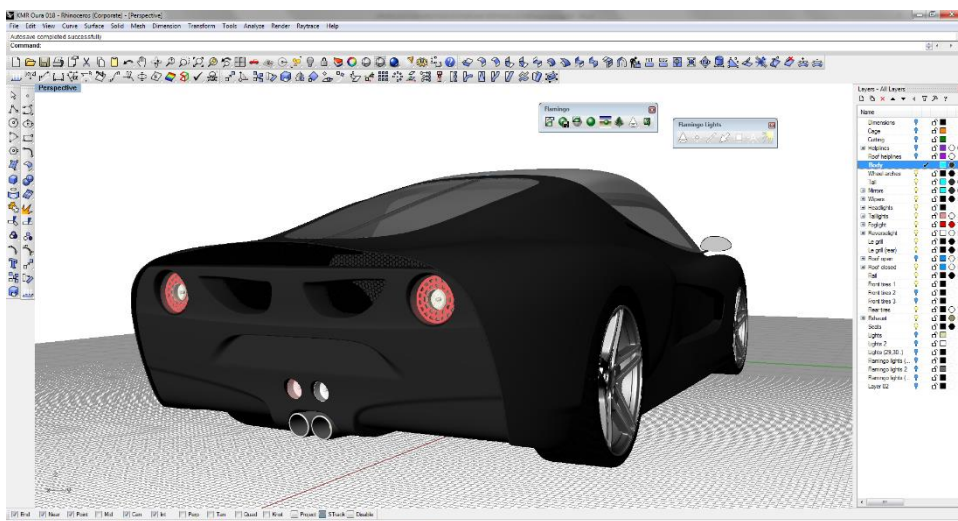
Kuva 44. Peräpeili

Urheiluauton muotoilukonsepti yritykselle KMREngineering Oy

Loppu olikin sitten niin sanottujen yksityiskohtien, kuten etu- ja takavalojen, peilien ja tuulilasinyyhkimien lisäämistä. Niiden mallintaminen oli jo rutiininomaista. Ainoat osat, jotka itse jätin mallintamatta ovat vanteet, jarrut ja kuppipenkit. Ajan säästämiseksi latsasin ne internetistä.



Kuva 45. Valmis 3D-mallinnus.



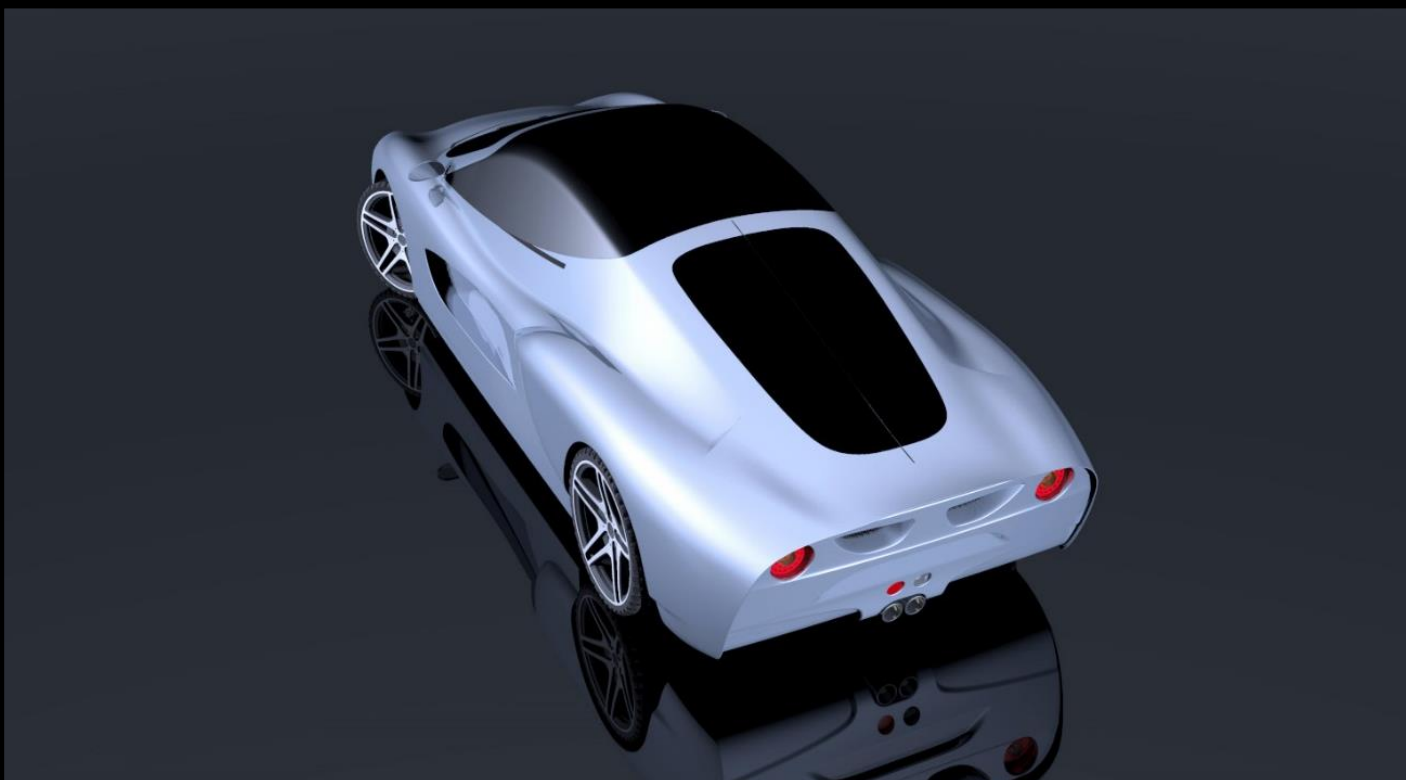
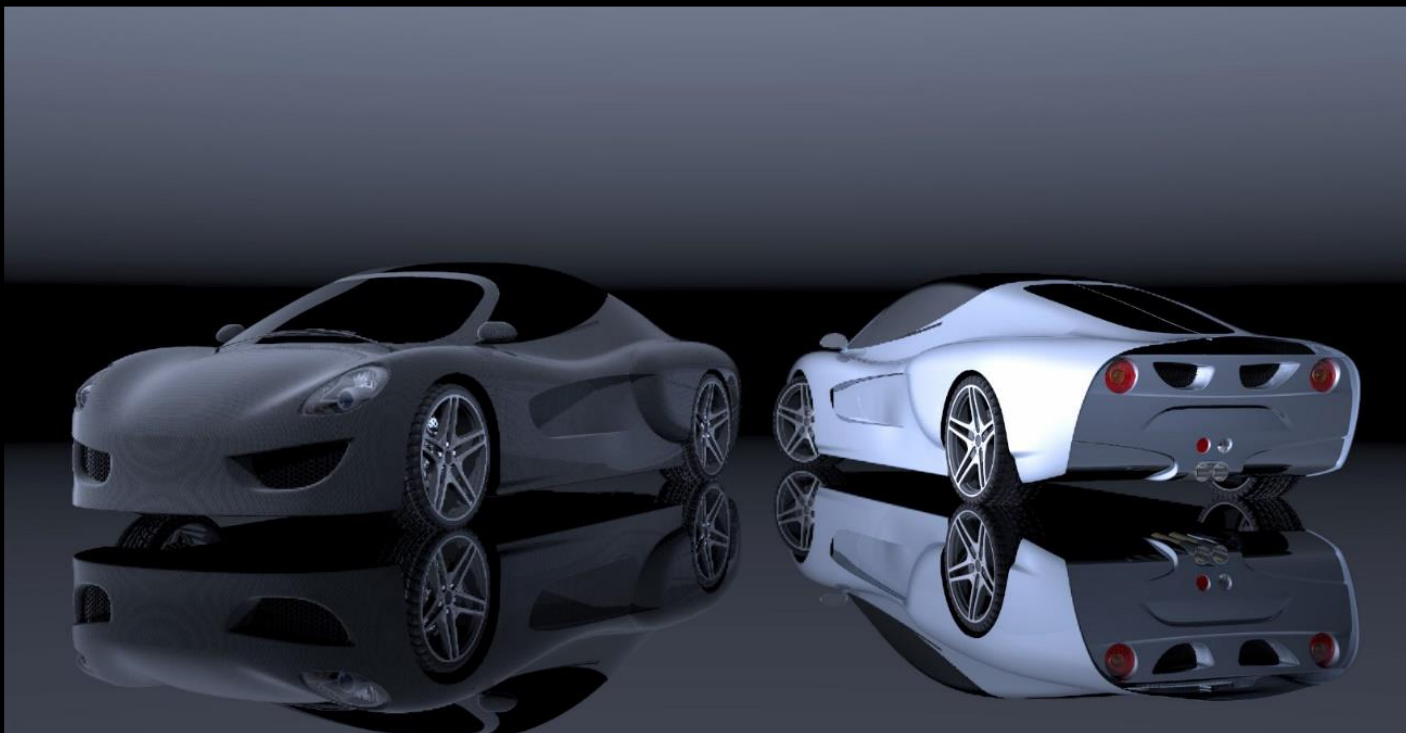
Kuva 46. Peräpeili valmiiksi mallinnettuna.

6 LOPPUTULOS

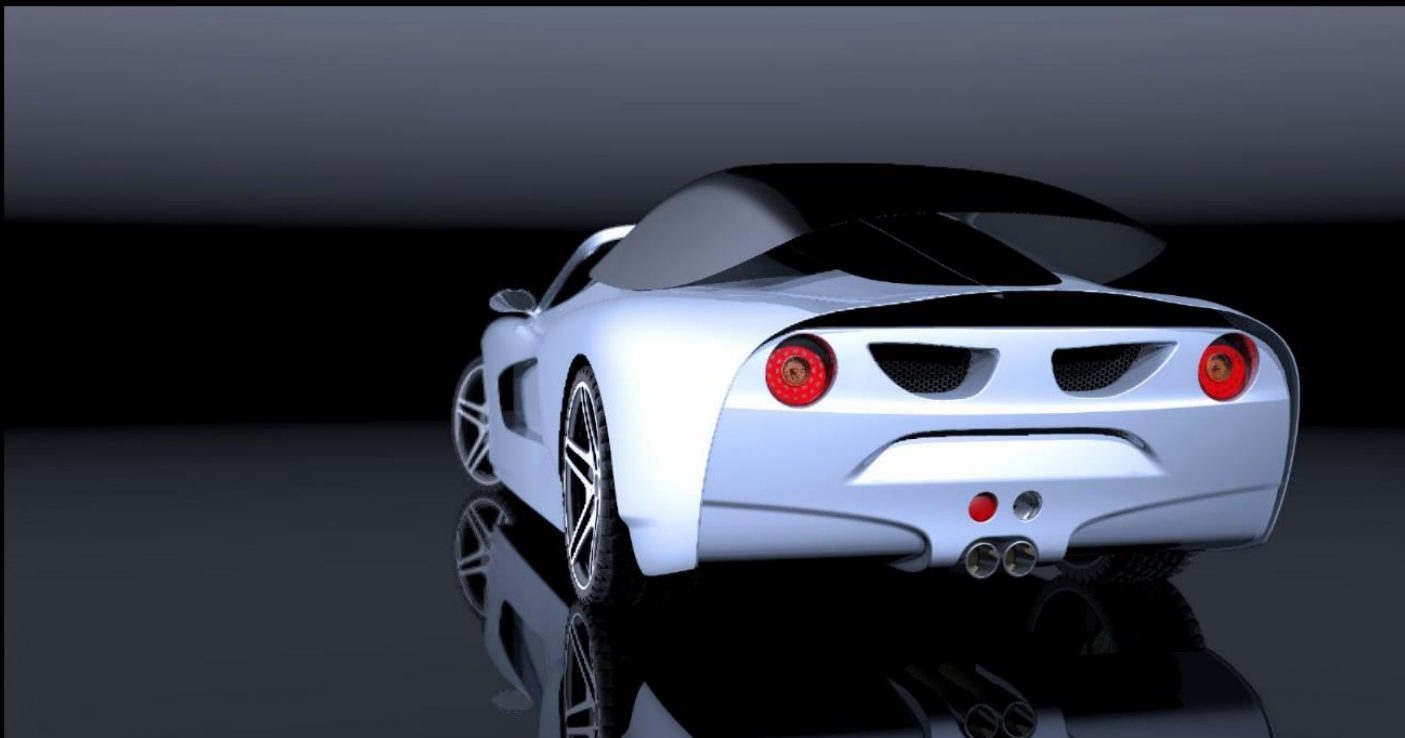
3D-mallista renderöityjä esityskuvia.



Kuva 47.



Kuva 48.



Kuva 49.

7 POHDINTA JA ARVIOINTI

Automuotoilusta tekee haastavaksi sen moniulotteisuus. Muotoilijalla pitää olla silmää niin taiteilijana kuin myös kykyä toimia insinöörinä. Mielestäni näiden molempien osa-alueiden yhdistäminen teki tästä projektista erityisen haastavan ja antoisan.

Automuotoilu on pitkään ollut intohimoni, joten olin innoissani päästessäni autoteollisuuden ammattilaisen toimeksiantamana muotoilemaan ekologista urheiluautoa, jolla on kenties tuotantomahdollisuuksia tulevaisuudessa. Projekti on ollut niin pitkä ja intensiivinen, että oma kehittyminen taiteilijana ja muotoilijana on ollut selvästi havaittavissa. Luonnoksia autoista kerääntyi aika mittava määrä. Selatessani luonnoksia vanhimmasta uusimpaan olen huomannut, miten jopa piirrostyylillä on vaihtunut paljon kypsempään suuntaan tämän opinnäytetyöprojektin aikana.

En ajatellut tehtävää helpoksi, mutta työn määrä yllätti minut siltikin. Työhön alun perin varattu aika ylittyi kaksinkertaisesti. Vaikka aihe rajattiin pelkästään auton ulkomuodon konseptointiin, tuli tunne, ettei aika riitä kaiken tekemiseen. Monta yötä on valvottu luonnostelemisen, veistämisen ja 3D-mallintamisen parissa.

Olen erityisen ylpeä 3D-mallinnuksesta. Olen tyytyväinen mallinnuksen laatuun, vaikka siinä onkin parissa kohdassa vähän käytetty oikopolkuja. Päivätyön ohessa auton valmiiksi mallintaminen noin kolmessa kuukaudessa vakuutti myös Klausin. Hänellä itsellään meni ensimmäisen prototyypin mallintamiseen kaksi kuukautta täysipäiväisesti.

Klaus ehdotti 3D:hen siirtymistä mahdollisimman aikaisessa vaiheessa projektin alettua. Itse halusin kuitenkin käsin piirrettyjen kuvien perusteella määrittää auton lopullisen muodon ennen mallintamiseen siirtymistä. Jälkeenpäin ajateltuna olisi kannattanut noudattaa Klausin neuvoa, koska pidempi tauko jostakin mallinnusohjelmasta saattaa edellyttää pitkäänkin ohjelman toimintojen kertaamista. Harjoittelu kuitenkin teki mestarin ja aika pian asiat alkoivatkin sujua. Muutama internetistä löydetty kelpo tutoriaali auttoi juuri avainongelmien ratkaisemisessa, joten en joutunut kovin pitkiä aikoja jynssäämään jotakin tiettyä osaa autossa. Ihan helpoksi mallintaminen ei varsinaisesti muuttunut missään vaiheessa, ainoastaan vähemmän haastavaksi. Koska olen toivoton nysväjä, sain välillä todella paljon aikaa kulumaan lopputuloksen kannalta ehkä vähemmän tärkeisiin osiin, kuten valoihin ja tuulilasinyhkimisiin.

Vaikka mielipiteeni onkin hyvin subjektiivinen auton ulkonäön osalta, on se mielestäni onnistunut. Muotoilussa on onnistuttu yhdistämään sekä maskuliinisuutta että feminiinisyttä. Feminiinisuuden tuo orgaaniset, aistikkaat linjat kun taas vahva hartialinja antaa voimakasta, maskuliinista olemusta.

Ilman toimeksiantajan ohjeistuksia projektin aikana suunnittelu olisi ollut äärettömän hankalaa. Tahdonkin kiittää Klaus Raunelaa hänen antamastaan tuesta.

LÄHTEET

Kirjalliset lähteet:

Keinonen, T & Jääskö, V. 2004. Tuotekonseptointi. Helsinki: Teknologiateollisuus ry.

Kettunen, I. 2001. Muodon palapeli. Helsinki: WSOY.

Hirsjärvi, S. & Hurme, H. 2000. Tutkimushaastattelu. Helsinki: Yliopistopaino.

Hirsjärvi, S., Remes, P. & Sajavaara, P. 2006. Tutki ja kirjoita. 12. painos. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy.

Sparke, P. 2002. Auto - Sata vuotta muotoilua. Suom. Elsi Saariaho. Helsinki: WSOY.

Sähköiset lähteet:

Antropometria. 2013. Wikipedia. Viitattu 29.4.2014
<http://fi.wikipedia.org/wiki/Antropometria>

Anttila, P. 1998. Tutkimisen taito ja tiedonhankinta. www.metodix.com.
7.3.1 Laadullinen tutkimusote, 9.1.4 Haastatteluaineiston kokoaminen, 9.1.1.6 Havainnointiaineiston kokoaminen. Viitattu 22.4.2014.
http://www.metodix.com/fi/sisallys/01_menetelmat/01_tutkimusprosessi/02_tutkimisen_taito_ja_tiedon_hankinta/?tree:D=167622&tree:selres=167622&hrpDelimChar=%3B&parentCount=1&type=4

Empiirinen tutkimus n.d. Koppa. Jyväskylän yliopisto. Viitattu 15.4.2014.
<https://koppa.jyu.fi/avoimet/hum/menetelmapolkuja/menetelmapolku/tutkimusstrategiat/empiirinen-tutkimus>

Hiljainen tieto n.d. Virtuaali ammattikorkeakoulu. Viitattu 15.4.2014.
<http://www2.amk.fi/digma.fi/www.amk.fi/opintojaksot/0709019/1193463890749/1193464131489/1194289457551/1194290763710.html>

How to Calculate Standard Patent Expiry Dates n.d. United Kingdom (UK/EP). Viitattu 20.4.2014.
https://www.genericsweb.com/How_to_Calculate_Standard_Patent_Expiry_Dates_and_Data_Exclusivity.pdf

Kit car. 2014. Wikipedia. Viitattu 29.4.2014
http://en.wikipedia.org/wiki/Kit_car

Kiviranta, J. 2011. Hiilikuituinen KMR Ooura: Yhden miehen unelma! Viitattu 16.4.2014.
http://www.autobild.fi/artikkeli/uutiset/hiilikuituinen_kmr_oura_yhden_miehen_unelma

Mitä ergonomia on? 2013. Työterveyslaitos. Viitattu 29.4.2014
http://www.ttl.fi/fi/ergonomia/mita_ergonomia_on/sivut/default.aspx

Monokokki n.d. Faktoja. Viitattu 29.4.2014
<http://tosiasiat.fi/monokokki>

Observointiin perustuvan tutkimuksen suorittaminen n.d.
Virtuaaliammattikorkeakoulu. 22.4.2014.
<http://www2.amk.fi/digma.fi/www.amk.fi/opintojaksot/0709019/1193463890749/1193464131489/1194289409557/1194290592851.html>

Pat. EP 0677002 B1. 1992. Vehicle body. McLAREN CARS N.V. Gordon Murray, P. Appl. 92907220.5, Mar. 25, 1992. Publ. Sept. 17, 1997. Viitattu 20.4.2014.
<http://www.google.co.in/patents/EP0677002B1?hl=fi&cl=en>

Pohjalevy. 2012. Wikipedia. Viitattu 29.4.2014
<http://www.autowiki.fi/index.php/Pohjalevy>

Reflektio n.d. Oppimisen työkalupakki. Kajaanin ammattikorkeakoulu. Viitattu 15.4.2014.
<http://www.kamk.fi/oppiminen/Oppimisen-tyokalupakki/Projektityokalut/Oppimisprojektit/Reflektointi>

Strukturoitu ja puolistrukturoitu haastattelu. Yhteiskuntatieteellinen tietoaarkisto. Viitattu 22.4.2014.
http://www.fsd.uta.fi/menetelmaopetus/kvali/L6_3_3.html

Suunnitteluajurit. 2008. Future home institute. Taideteollinen korkeakoulu. Viitattu 29.4.2014
<http://wiki.uiah.fi/futurehome/old/doku.php?id=kokeilu:suunnitteluajureita&rev=1217344667>

Syvänne, O. 2013. Muovikomposiittien hyödyntäminen ajoneuvon runkorakenteessa. Materiaalitekniikan koulutusohjelma. Diplomityö. Tampereen teknillinen yliopisto, pdf-tiedosto. Viitattu 17.4.2014.
<https://dspace.cc.tut.fi/dpub/bitstream/handle/123456789/21942/Syv%C3%A4nne.pdf?sequence=1>

Valomääräyksiä, määräysohje 79/208/2004. Trafi. Viitattu 17.4.2014
<http://www.trafi.fi/filebank/a/1325147177/579fb3aa935279358c96ed7a1a975d15/4771-Valomaarayksia.pdf>

Kuvalähteet:

Kuva 1

http://www.kmrvehicles.com/suomi/oura_suomi.html, 18.4.2014.

Kuva 2

http://www.kmrvehicles.com/suomi/oura_suomi.html, 18.4.2014.

Kuva 3

Oma arkisto

Kuva 4

Oma arkisto

Kuva 5

Oma arkisto: Geneven autonäyttely 2010

Kuva 6

<http://cloudlakes.com/gallery/2437235-mclaren-f1.html>, 18.4.2014.

Kuva 7

http://www.netcarshow.com/smart/2005-fortwo_coupe/1600x1200/wallpaper_01.htm, 18.4.2014

Kuva 8

http://caymanregister.org/faq.php?faq=models#faq_2008de1, 2.4.2014

Kuva 9

http://caymanregister.org/faq.php?faq=models#faq_2008de1, 2.4.2014

Kuva 10

http://www.diseno-art.com/news_content/2014/02/all-new-third-generation-renault-twingo-goes-for-rwd-layout/, 21.0.2014

Kuva 11

<http://cdnlive.cardesignnews.com/geneva2014/index.php/tag/twingo/>, 21.0.2014

Kuva 12

<http://www.dieselstation.com/Caterham/R500/2008-caterham-r500-widescreen-wallpaper-ds02-i846.html>, 25.4.2014

Kuva 13

<http://blog.caranddriver.com/wp-content/uploads/2011/04/BAC-Mono-11.jpg>, 25.4.2014

Kuva 14

http://www.motorauthority.com/news/1065480_italys-montenergy-unveils-ktm-x-bow-roof-kit, 25.4.2014

Kuva 15

<http://1.bp.blogspot.com/-w5P16zjs6Y0/TbchPnXXc8I/AAAAAAAAQXA/POe2ikJLAAo/s1600/2005-Smart-Roadster-01-1600x1200.jpg>, 25.4.2014

Kuva 16

<http://takeinsocialmedia.com/car/tesla-roadster-sport-images-photos-11673>, 25.4.2014

Kuva 17

<http://www.technologicvehicles.com/en/green-transportation-news/1074/video-the-e-ra-of-the-helsinki-university-lap>, 25.4.2014

Kuva 18

http://www.automobilemag.com/features/awards/1401_2014_design_of_the_year_bmw_i8/, 25.4.2014

Kuva 19

[http://www.volkswagen.fi/VV-Auto/vw_news.nsf/B16606C657C57EE9C225783F00383086/\\$file/vw_uutinen_XL1_2_2011_2_iso.jpg](http://www.volkswagen.fi/VV-Auto/vw_news.nsf/B16606C657C57EE9C225783F00383086/$file/vw_uutinen_XL1_2_2011_2_iso.jpg), 25.4.2014

Kuva 20

<http://wot.motortrend.com/ultra-efficient-volkswagen-xl1-ready-for-launch-debuting-at-geneva-331853.html/2014-volkswagen-xl1-in-wind-tunnel-side-view/>, 26.4.2014

Kuva 21

<http://www.carguychronicles.com/2013/10/shelby-cobra-daytona-coupe-alloy-csx9011.html>, 26.4.2014

Kuva 22

<http://www.carguychronicles.com/2013/10/shelby-cobra-daytona-coupe-alloy-csx9011.html>, 28.4.2014

Kuva 23

<http://www.bozhdynsky.com/cars/aston-martin-db7-zagato/>, 28.4.2014

Kuva 24

<http://www.autoblog.com/2010/04/24/alfa-romeo-tz3-corsa-unveiled-at-villa-deste/>, 28.4.2014

Kuva 25

http://www.conceptcarz.com/view/photo/59775,7960/2005-TVRSagaris_photo.aspx, 28.4.2014

Kuva 26

<http://www.alfaromeo.com/com/#/technology/lighting>, 28.4.2014

Kuva 27

<http://www.autoblog.it/galleria/nissan-juke-kuro-limited-edition/8>, 28.4.2014

Renderöidyt projektiokuvat

