

# Transforming **bike** concept



Mika Karjalainen  
opinnäytetyö/graduation project.

Lahden Muotoiluinstituutti Ajoneuvomuotoilu.  
Lahti Institute of design Transportation design.

## **Tiivistelmä**

Tässä projektissa esitän ratkaisuja kyykkypyörien ergonomisiin ongelmiin hyödyntämällä kokeellista teknologiaa. Tavoitteena on luoda tuote jonka valmistettavuus on kannattavan edullista lähitulevaisuudessa.

## **Abstract**

In this project I present solutions to ergonomical problems of streetbikes by using experimental technologies. My goal is to create a product that is profitable to manufacture in near future.

# Sisällysluettelo

## 1. Johdanto

- 1.1. Aihe ja tausta
- 1.2. Tutkimusasetelma

## 2. Moottoripyörät ja niiden ergonomia

- 2.1. Nykypyörät
- 2.1. Ajatus paremmasta
- 2.2. Nykypyörien säädettävyys
- 2.3. Kehitystarpeet
- 2.4. Mahdollisuudet ja haasteet
- 2.5. Ergonomia tutkimus

## 3. Keinotekoinen lihas

- 3.1. Keinotekoinen lihas ja sen soveltaminen epäorgaanisissa rakenteissa
- 3.2. Lihaksen ja luuston toiminnasta

- 3.3. Soveltamismahdollisuuksista moottoripyörissä

## 4. Nailonlihas ratkaisuna

- 4.1. Nailonlihaksen rakenne ja toiminta
- 4.2. Nailonlihaksen hyödyntäminen moottoripyörässä

## 5. Tavoitteet ja rajaus

- 5.1. Rakenteelliset ja ergonomiset tavoitteet
- 5.2. Muut toiminnalliset tavoitteet
- 5.3. Esteettisvisuaaliset tavoitteet
- 5.4. Muut tavoitteet

## **6. Suunnitteluprosessi**

- 6.1. Rakenne ja mekanismit
- 6.2. Materiaalit ja tekniikat
- 6.3. Dimensiot
- 6.4. Konseptin valinta

## **7. Arviointi ja päätelmät**

- 7.1. Lopputuote
- 7.2. Prosessi
- 7.3. Jatkokehitys



# Johdanto

## **Aihe ja tausta**

Aiheenani on muuntautuva moottoripyörä, joka hyödyntää kokeellista teknologiaa tuoden uutta tälle teollisuuden alalle. Tämä konsepti ratkaisee kyykkypyörille ominaisia ergonomisia ongelmia ja hyödyntää siihen käytettyä teknologiaa parantamaan suorituskykyä superautojen tapaan.

## **Tutkimusasetelma**

Keskityn kyykkypyörien ergonomisiin ongelmiin ja haen niihin ratkaisuja kokeellisesta teknologiasta. Ratkaisuilla haen pyörälle lisäarvoa sekä visuaalista ilmettä. Tietoa haen internetistä painottaen millä ratkaisuilla saan futuristisesta pyörästä mahdollisen ja kannattavan valmistaa lähitulevaisuudessa.

# Moottoripyörät ja niiden ergonomia

## Nykypyörät

Eri pyörätyypit erottuvat toisistaan monilla tavoin eri käyttötarkoitusten mukaan ja täten jokaisella tyypillä on oma käyttäjäryhmänsä. Kaikilla mallityypeillä on omat hyvät ja huonot puolensa, joista visuaaliset seikat jätän arvottamatta.

**Matkapyörät** ovat nimensä mukaisesti tehty pitkiä matkoja varten ja ovat kokonsa ja lisävarustelultaan sen mukaiset. Huonoina puolina on niiden kömpelyys urbaanissa ympäristössä. **Custom-pyörät** ovat pitkäkeulaisia ja matalia pyöriä joiden hallittavuus ja tehokkuus on ryhmistä heikoin. Lisäksi kovissa nopeuksissa ilmanvastus käy monesti liian suureksi. **Enduropyörät** ovat maastoon suunniteltuja pyöriä joiden painopiste on keskellä pyörää ja ajoasento on pysty. Juuri tästä syystä niidenkin heikkous on ilmanvastus kovissa nopeuksista. Tästä ryhmästä on eriytynyt **supermotot** joiden ainut ero on katuajoon tehdyt renkaat ja sirommat lokasuojat. **Kyykkypyörät** ovat aerodynamiikaltaan huippuluokkaa ja ne on suunniteltu koviin nopeuksiin ja tiukkoihin käännöksiin. Tämän ryhmän heikkous on kyykyn ajoasennon epämukavuus etenkin urbaanissa ympäristössä.

## Ajatus paremmasta

Kyykkypyörä harrastajana kaupunkiajon aiheuttamat selkävaivat ovat tuttu juttu ja siksi minua kiehtoo ajatus pyörästä jonka ajoasentoa voisi vaihtaa pelkällä napin painalluksella. Tällaiseen muutokseen riittäisi ohjaustangon etäisyyden säädettävyys, mutta muuntautumista voisi soveltaa monella muullakin tapaa joka avaa mahdollisuuden luoda kokonaan uudenlainen moottoripyörä.

## Nykypyörien säädettävyys

Polkupyörien satulan sekä ohjaustangon säädettävyys on meille itsestäänselvyys, silti moottoripyörissä vastaavia ominaisuuksia ei juuri ole. Tällä hetkellä markkinoilla olevissa pyörissä voi takaiskaria kiristämällä saada korkeudesta muutaman sentin pois tai vaihtoehtoisesti ostamalla välipalan jolla perää saa taas nostettua. Kuitenkin tällaiset muutokset vaikuttavat pyörän ajo-ominaisuuksiin, lisäksi muuttamalla vain joidenkin pisteiden sijaintia ei ajoasennon säätö ole riittävää.

Muutamia muuntautuvia konsepteja on olemassa kuten Kawasaki J, joka esiteltiin vuoden 2013 Tokyo Motor Show tapahtumassa. Tässä pyörässä kyykkyasennon ongelmat on ratkaistu mekaanisesti taittuvalla swingillä sekä teleskooppi kahvoilla, jotka mahdollistavat asennon muutoksen kyykky- ja pystyasennon välillä.



<http://icdn5.digitaltrends.com/image/kawasaki-111-640x427-c.jpg>



<http://www.tuvie.com/wp-content/uploads/kawasaki-j-concept-bike2.jpg>

## Kehitystarpeet

Moottoripyörien säädettävyyden niukkuus on pakottanut tietyn mittaisia kuskeja ostamaan tiettyjä pyörämalleja ja esimerkiksi lyhyille kuskeille on vaikea löytää suurikuutioista pyörää. Lisäämällä moottoripyöriin ohjaustangon etäisyyden ja satulan korkeus-säädettävyyden saadaan pyörille huomattavasti laajempi käyttäjäryhmä.

## Mahdollisuudet ja haasteet

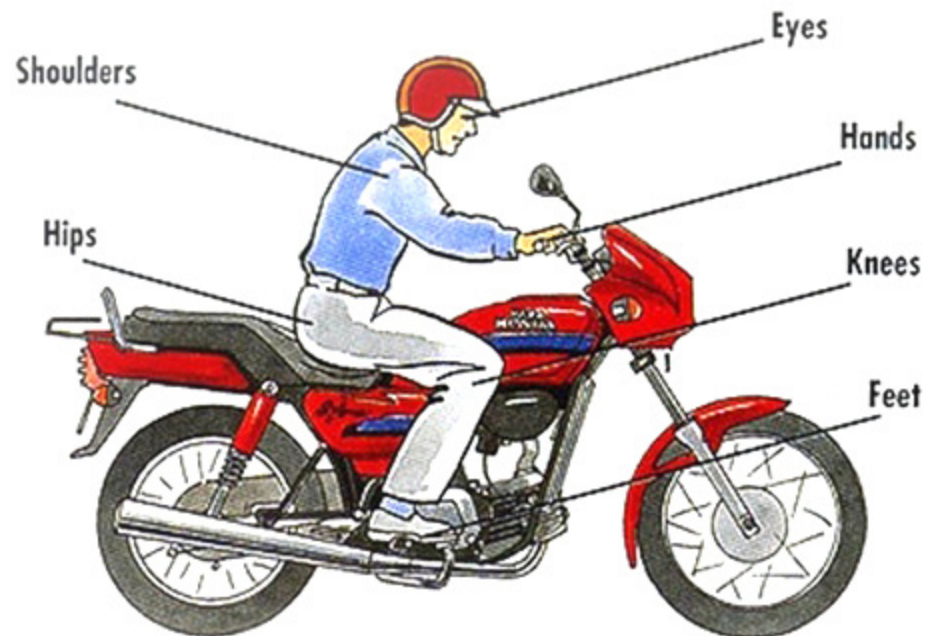
Ajoasennon säätäminen sähköisesti antaa mahdollisuuden asennon vaihtamiseen liikkeessä. Tällöin asennon voi vaihtaa tilanteen mukaan, kuten kaupungista siirtyessä moottoritielle ja päinvastoin. Ajoasennon riittävä säätäminen vaatii paljon liikkuvia osia, jolloin pyörän massa ja valmistuskustannukset vaativat erityistä huomiota. Eniten haastetta tuo säätämistä tarvitsevien instrumenttien liikuttaminen sähköisesti. Tähän vaaditaan todella kevyitä ratkaisuja, joiden yleisimpiä varjopuolia ovat korkeat valmistuskustannukset.

## Ergonomia tutkimus

Ajoasennon ergonomia riippuu paljolti ajotilanteesta, kuten nopeudesta, pinnan tasaisuudesta ja ajoradan mutkittelevuudesta. Koska kohderyhmäni on kyykkypyöräilijät on aerodynaaminen kyykky asento

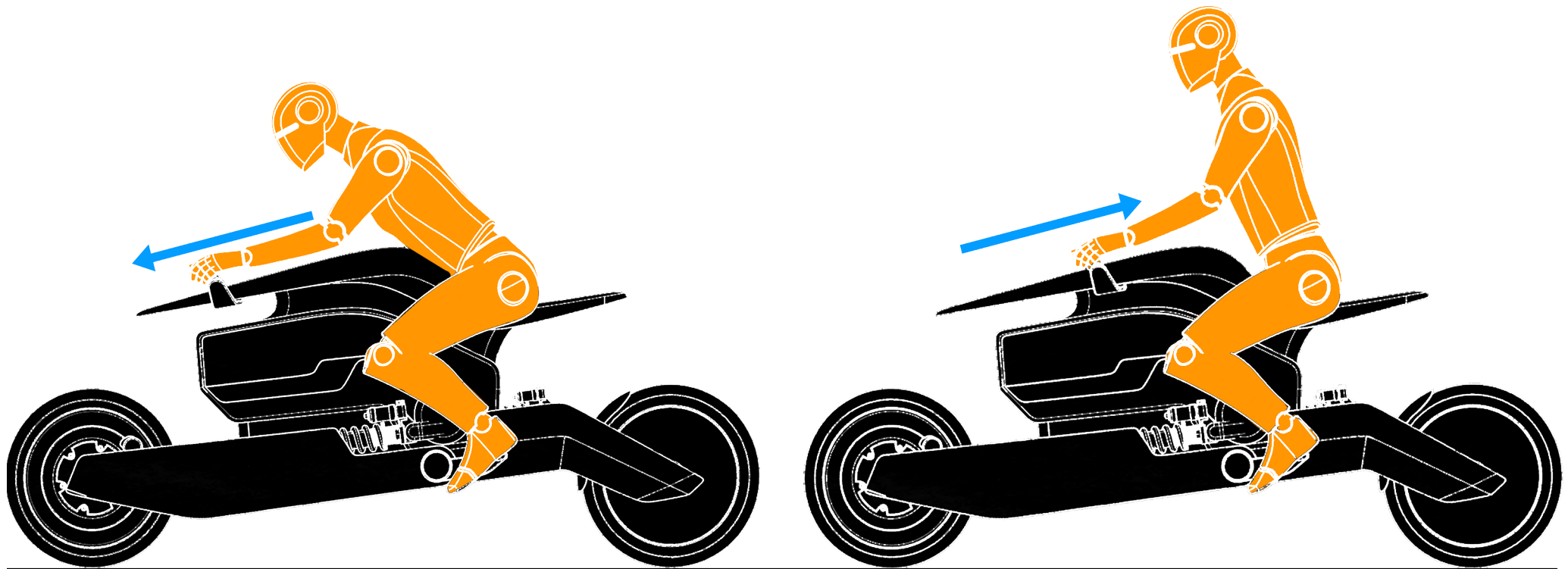
ehdottoman tärkeä. Kuitenkin kaupunkialueella aerodynamiikka menettää merkityksensä ja sen luoman nosteen puuttuminen tekee kyykystä ajoasennosta todella tuskallisen pidemmällä aikavälillä. Tästä syystä olen päättänyt lisätä kaupunkiajoon optimaalisen pystyn ajoasennon lisäominaisuutena konseptiini.

Alhaalla on kuva ergonomisesta pystystä ajoasennosta. Kuvassa kuljettajan katse on eteen, hartiat rennot, kyynärpäät rentona pienessä kulmassa, polvet tankissa kiinni saavuttaen hyvän pidon ja tasapainon. (www.quora.com)

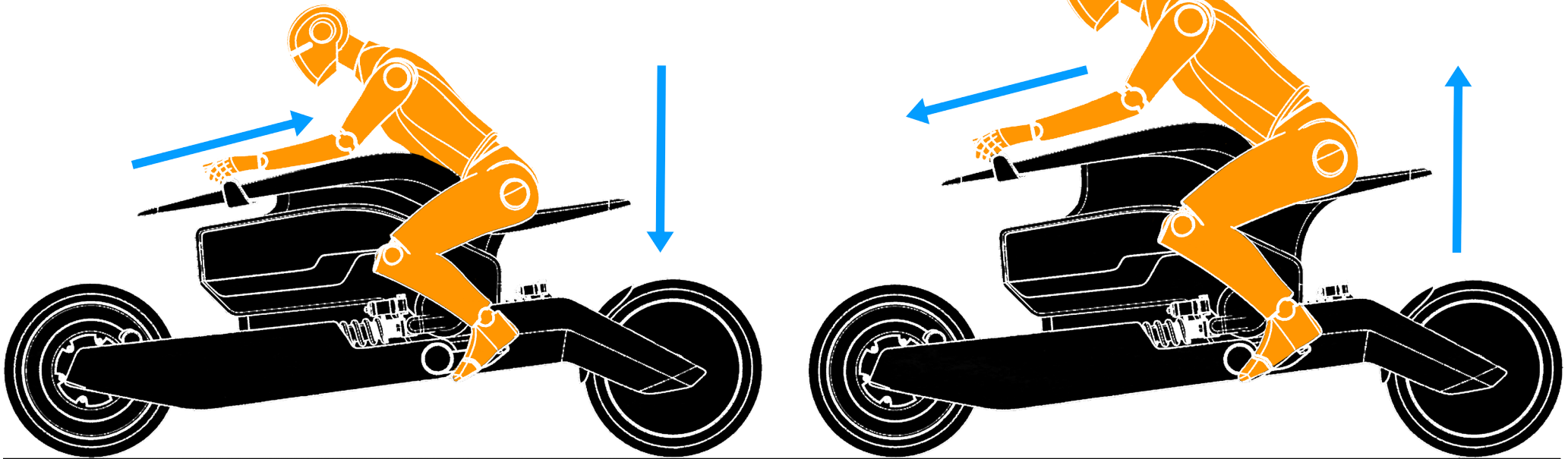


<https://www.quora.com/What-is-the-correct-riding-posture-for-a-motorcycle-rider>

Perinteisestä kyykystä ajoasennosta muuntautuminen pystyyn ei vaadi rakenteellisesti kuin ohjaustangon siirtymistä lähemmäksi kuljettajaa. Polven kulma vaihtelee eri pyörämalleissa, mutta samaa kulmaa voi käyttää molemmissa ajoasennoissa. (www.cycle-ergo.com) Alareunassa olevat kaksi kuvaa havainnollistavat miltä ajoasentojen ergonomia näyttää konseptissani.



Toinen tärkeä ergonominen tekijä on instrumenttien suhteellinen etäisyys toisistaan eli mikä on kuljettajan optimi pituus. Tämä ongelma on yhteinen kaikille ajoasentoille ja sen säätäminen riippuu ajoasento tyypistä. Kuten aiemmin totesin tässä projektissa on oleellista keskittyä vain kyykky ja pystyasentoihin. Koska molemmissa asennoissa kuljettajan lantio on samassa kohtaa jalkaterien yläpuolella voidaan asentoa säätää tankkia ja satulaa nostamalla/ laskemalla sekä siirtämällä ohjaustankkoa samalla akselilla kuten kyykky-/pystyasennon vaihtamisessa. Alareunan kuvaparista näkyy miten konseptissani ajoasento pysyy samana kuljettajan pituuden vaihdellessa jopa 160 sentistä 190 senttimetriin.



# Keinotekoinen lihas



# Keinotekoinen lihas ja sen soveltaminen epäorgaanisissa rakenteissa

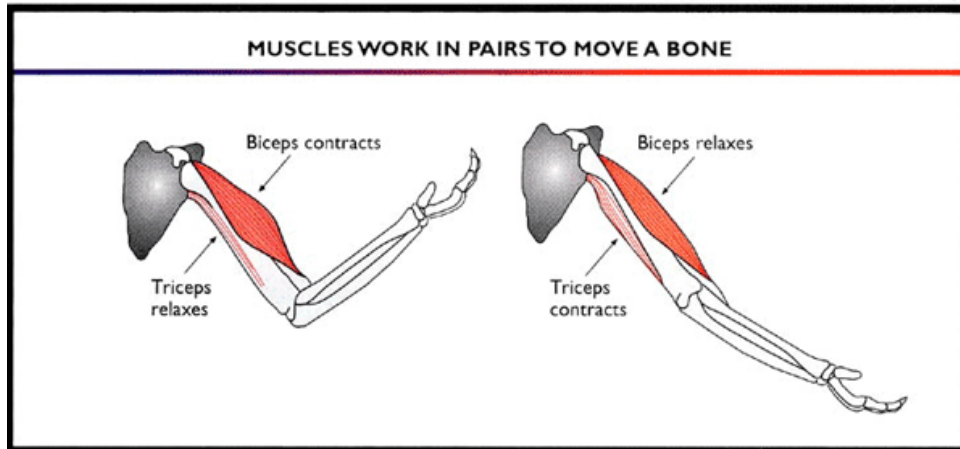
Keinotekoisella lihaksella tarkoitetaan yhdestä materiaalista koostuvaa objektia joka voi joko supistua, pidentyä tai kiertyä ärsykkeestä, joka voi olla lämpö, sähkövirta tai paine. (www.ubc.ca) Keinotekoinen lihas teollisuudessa on vielä hyvin nuori käsite, mutta sen soveltaminen tulee yleistymään runsaasti lähitulevaisuudessa. Tällä hetkellä suurin osa keinotekoisista lihaksista on moneen mahdolliseen tarkoitukseen liian kalliita ja siksi niitä on sovellettu lähinnä prototyypeissä. Kuitenkin niiden massa-voima-suhde on ylivoimainen muihin korvaaviin ratkaisuihin verrattuna ja niiden erityyppiset toimintaperiaatteet avaavat uusia hyödyntämismahdollisuuksia. Näistä syistä joissain tapauksissa kallis ratkaisu on kannattavampi. Keinotekoisilla lihaksilla voidaan valmistaa ns. pehmeää robotiikkaa joka on ihmisystävällisempi ratkaisu kun tuote on suorassa kontaktissa ihmiseen. (www.sri.com)



## Lihaksen ja luuston toiminnasta

Ihmiskehon ulkoiset lihakset voidaan jakaa kahteen ryhmään; vetävät- ja työntävät lihakset. Raajojen lihaksissa itsessään ei ole keskenään eroa sillä kaikki lihakset supistuvat aktivoituessaan, mutta lihaksen sijoittelu suhteessa luuston niveliin määrittää sen, kumpi lihas koukistaa ja kumpi kurottaa raajaa.

Suurin osa teollisista lihaksista on motoriikaltaan ihmislihasten kaltaisia ja siksi ne vaatii luustontyypin rakenteen saavuttaakseen monipuolisen liikeradan.



<https://sites.google.com/site/iilyear4/muscles-work-in-pairs>

## Soveltamismahdollisuuksista moottoripyörissä

Keinotekoisista lihasta voi käytännössä soveltaa missä tahansa pyörän moottoroidussa liikkuvassa osassa ja sen keveys tekee siitä erityisen houkuttelevan vaihtoehdon. Kuitenkaan nykyipyörissä ei tällaisia juuri ole joten esimerkiksi voisinkin mainita ajoasennon sähköisen säädettävyyden. Lihaksen hyödyntämiseen vaadittavat rakenteet riippuvat lihaksen tyypistä, sillä jotkin lihakset toimivat itsessään kantavaa rakenteena, kun taas toiset lihakset vaativat nivelöidyn varren. lisäksi tarvitaan voimanlähde joka voi kaikissa tapauksissa olla sähköakku. (www.ubc.ca)

Muuntautuvaa pyörää ajatellen kevyellä ratkaisulla voidaan säästää useita kiloja ylimääräistä massaa mikä puolestaan parantaa pyörän suorituskykyä ja energiataloudellisuutta.

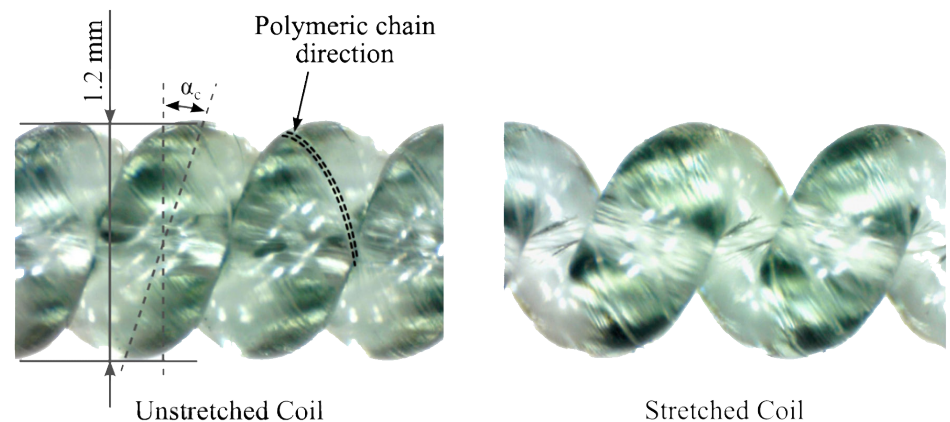
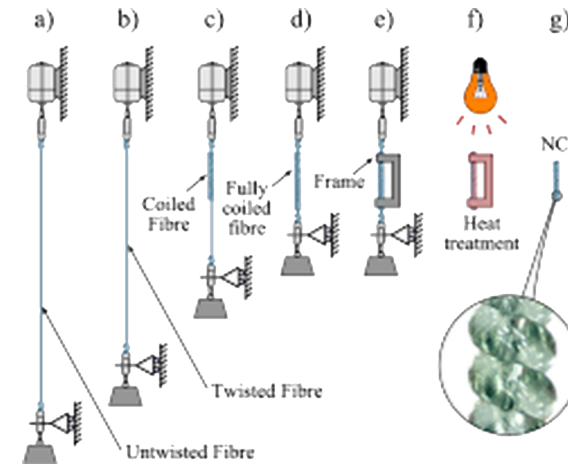
# Nailonlihas ratkaisuna

# Nailonlihas rakenne ja toiminta

Nailonlihas koostuu nailon langoista jotka ovat kiertymällä jännitetty ja jäähdytetty paikoilleen lämpökäsittelyllä. (www.iris.sssup.it) Nailonlihas reagoi lämpötilavaihteluihin jännittymällä sitä kuumentaessa ja rentoutumalla lämpötilan laskiessa. Nailonin kilohinta on vaivaiset 5 dollaria kun esimerkiksi hiilinanoputkea vastaava määrä kustantaa 1000 dollaria

Nailonlihas on motoriikaltaan hyvin raajojen lihasten kaltaisia ja siksi siihen voidaan soveltaa esimerkiksi käden luuston rakennetta, jolloin liikkeestä saadaan myös työntävä. Tarkoilla lämpötilamuutoksilla ollaan pystytty kontrolloimaan lihasta hyvinkin tarkasti, mikä mahdollistaa tämän tekniikan soveltamisen lähes missä tahansa. Laskostamalla lihas-säikeiden rinnalle hopealankaa pystytään suoralla sähkövirralla lämmittämään lihasta erittäin nopeasti. Jotta lihaksen rentouttaminen olisi yhtä nopeaa on valittava tehokas jäähdytysjärjestelmä, kuten nestejäähdytys (<http://io9.gizmodo.com>). Mikäli nopeutta ei tarvita on suositeltavaa käyttää energiataloudellisimpia ratkaisuja kuten ilmajäähdytystä. Tämä perustuu siihen että ilma on nestettä nopeampi lämmittää.

Kuvasarjassa on havainnollistettu lihaksen valmistaminen vaiheittain. Alemmassa kuvaparissa näkyy miten lihas täytyy venyttää jotta sen lämmittäminen saisi aikaan supistumisen.



# Nailonlihaksen hyödyntäminen moottoripyörässä

Pyörää ajatellen nailonlihaksen taloudellinen valjastaminen vaatii hyvän lämmöneristämisen jotta stabiilien muutosten kuten ajoasennon säätäminen ei vaatisi jatkuvaa lämmitystä. Näissä alueissa olisi myös hyvä käyttää ilmajähdytystä, joka on tässä tapauksessa nestejäähdytykseen verrattuna energiataloudellisempi eikä näillä alueilla vaadita nestejäähdytyksen nopeaa liikettä. Etuhaarukan lihaksissa on otettava huomioon haarukan normaalitila, siten että lihaksissa nivelen molemmin puolin on yhtä suuri jännite niiden ollessa rentoina. Täten haarukka hakeutuu aina normaaliin muotoon ilman lämmitystä. Jotta haarukan kylmä asento olisi kyllin luja täytyy etuhaarukassa olla tarpeeksi suuret lihakset.

# Tavoitteet ja rajaus

## **Rakenteelliset ja ergonomiset tavoitteet**

Pyörän ergonomisena tavoitteena on olla optimaalinen eri pituisille kuljettajille, sekä mahdollistaa ajoasennon vaihtamisen tilanteeseen sopivaksi. Rakenteeltaan pyörä vaatii lujuuutta ja keveyttä sillä runko tulee koostumaan monista liikkuvista elementeistä.

## **Muut toiminnalliset tavoitteet**

Superautojen tapaan tahdon tuoda pyörämaailmaan “aktiiviset spoilerit.” Toisin sanoen tahdon lisätä pyörään näyttävää hifiä mikä parantaa suorituskykyä.

## **Esteettisvisuaaliset tavoitteet**

Visuaalisena tavoitteena on luoda futuristinen sähköpyörä joka ei peittele olemustaan. Lisäksi pyrin teknisten osien sommittelulla luomaan mielenkiintoa sinne missä bensamoottorillisissa pyörissä on moottori. Muotoilulla haen tasapainoista kontrastia terävien metalliosien ja orgaanisten lihasten välille.

## **Rajaus**

Tutkin ja haen ratkaisuja kyykkypyörien ergonomiaongelmiin säädettävyyden avulla. Selvitän hyödyntämäni tekniikan vaatimukset ja kustannukset. Toteutukseen käytän 3D mallia.

## **Muut tavoitteet**

Pyrin luomaan futuristinen uutta tekniikkaa omaavan pyörän, jonka valmistettavuus tulisi olla mahdollista lähitulevaisuudessa.

# Suunnittelu prosessi

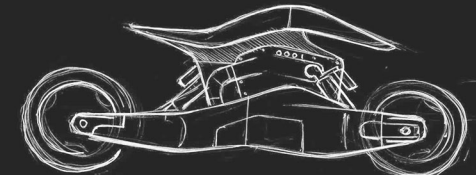
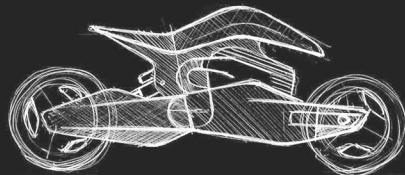
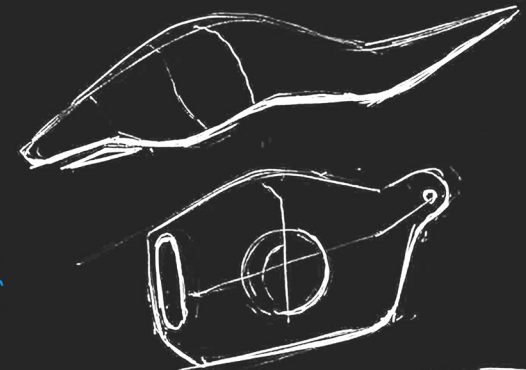
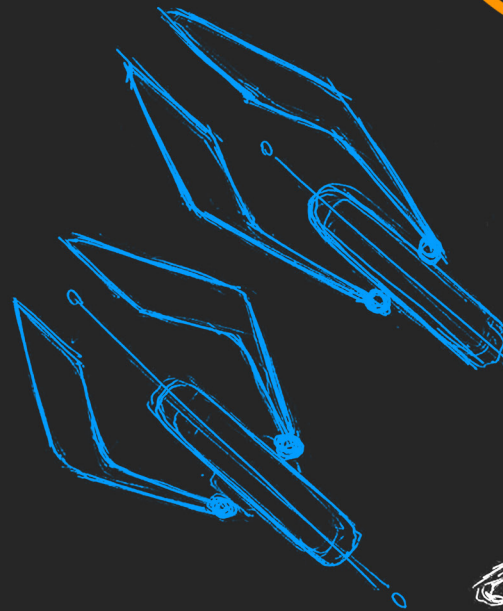
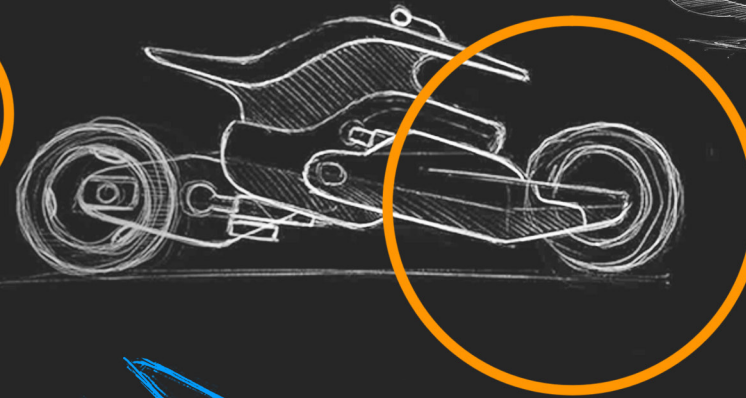
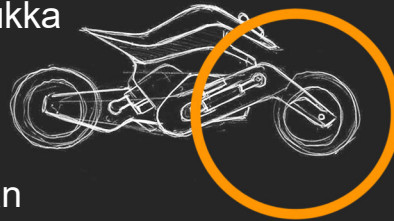
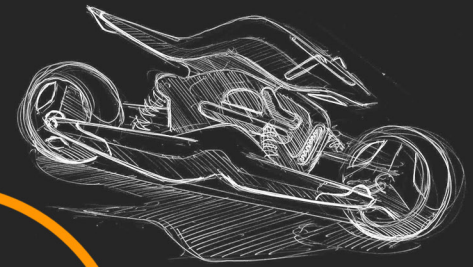
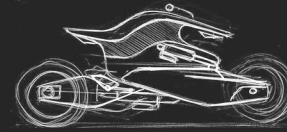
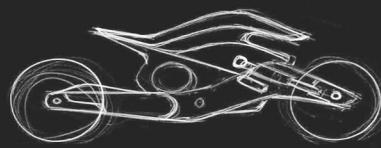




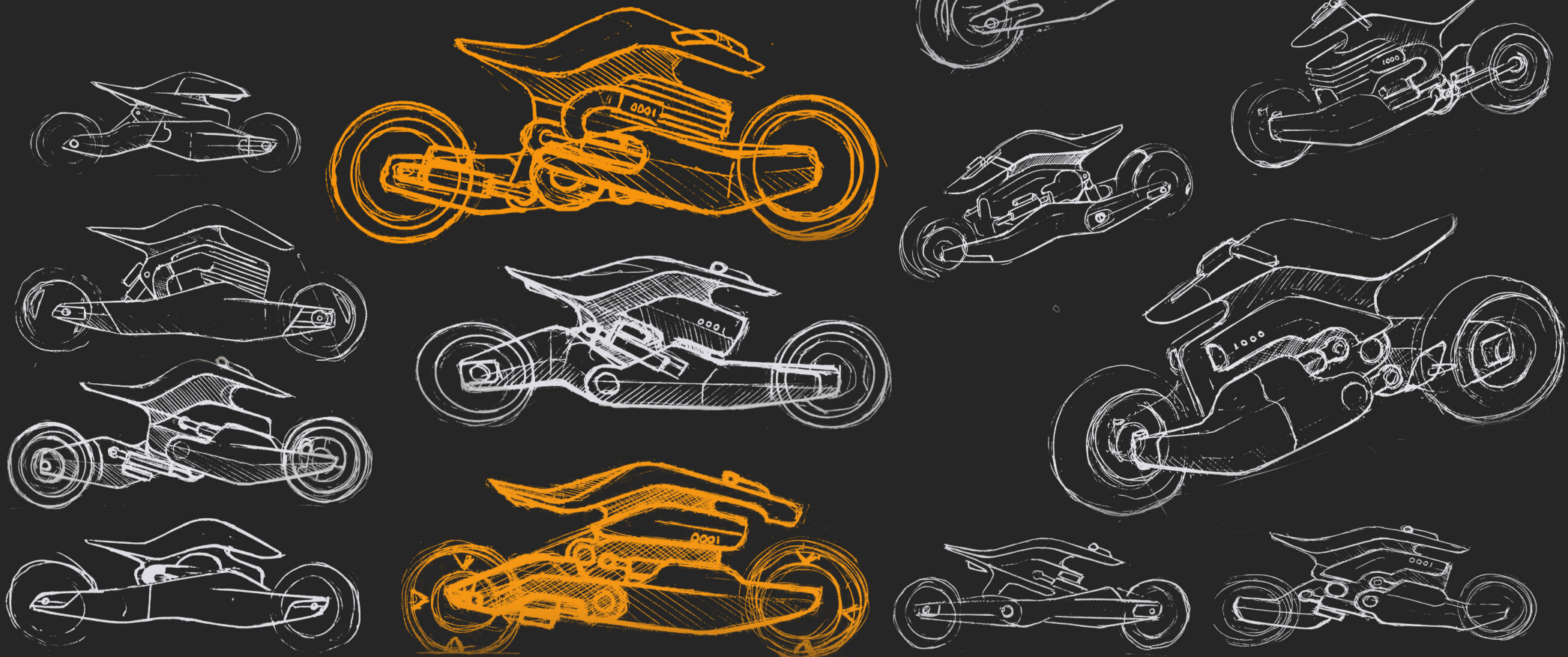
# Rakenne ja mekanismit

Alkuun etuhaarukan lisäksi takahaarukka sekä tankki muuttivat muotoaan ajoasennon mukaan, mutta totesin sen lähes hyödyttömäksi sekä se lisäisi pyörän kustannuksia ja energian kulutusta radikaalisti. Etuhaarukan muuntautumisen päätin säästää sen parantavasta vaikutuksesta pyörän vakauteen. Haarukassa kokeilin ylös taittuvaa rakennetta jossa käänttö akseli olisi haarukan keskellä. Päädyin kuitenkin ratkaisuun jossa haarukka on yläperspektiivistä hiotun timantin muotoinen mahdollistaen hyvän kääntyvyyden hub-center ojaukselle. Lisäksi sama muoto voidaan muuntaa pidemmäksi ja kapeammaksi parantaen pyörän vakautta ja aerodynamiikkaa, koska tämä muoto luo kovemman ilmanvastuksen leveässä asennossa.

Satulan ja tankin olen yhdistänyt yhdeksi muodoksi aluksi sen muodon muuntautumisen vuoksi. Päätin silti pitää muodon koska se on myös todella funktionaalinen satulan korkeutta sääteässä.



Pyörän Keskirunkoon sommittelin enimmäkseen jäähdytysjärjestelmän elementtejä sekä iskunvaimentimia. Horisontaalinen etuhaarukka mahdollistaa mielenkiintoisia vaihtoehtoja iskunvaimentimien sijoittelussa, joista esimerkkejä näkyy kuvissa. Jäähdytys järjestelmään kokeilin katettuja ja riisuttuja vaihtoehtoja. Lopulta Päätin luoda kolme konseptia joissa kokeilen potentiaalisia kokonaisuuksia.





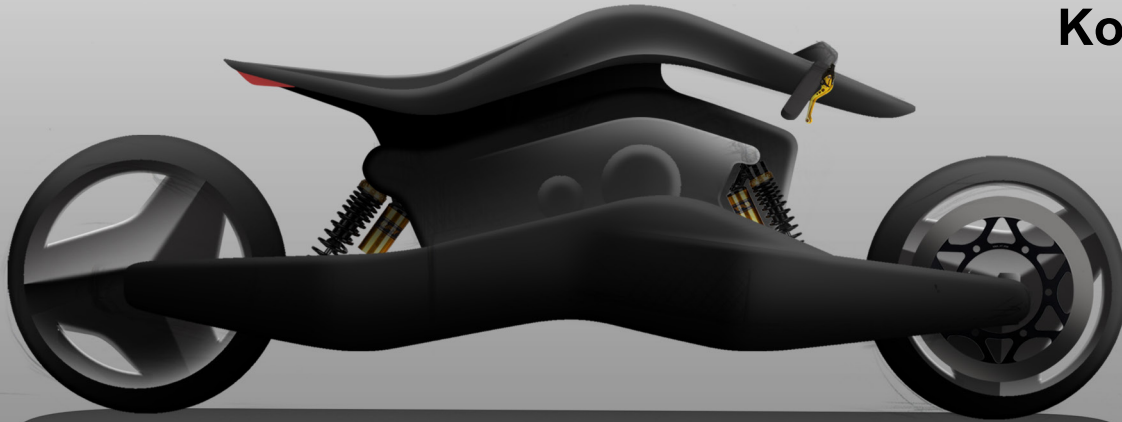
## Materiaalit ja tekniikat

Materiaaleina olen tutkinut edullisia ja lujia ratkaisuja. Runko ja sen osat tulisi olla pääosin ligniinistä valmistettua hiilikuitua, joka on täysin biohajoavaa. (<https://vimeo.com/141634352>) Sen keveys ja lujuus kompensoi rungon liikkuvien osien aiheuttamaa lisämassaa. Alumiinia käytän näkyvissä osissa sen luoman kontrastin vuoksi. Koska nailon lihas vaatii hyvän lämmöneristyksen käytän liikkuvien osien pintoina elastisia materiaaleja kuten silikonista ja ginaa jotta saumoja ei muodostu.

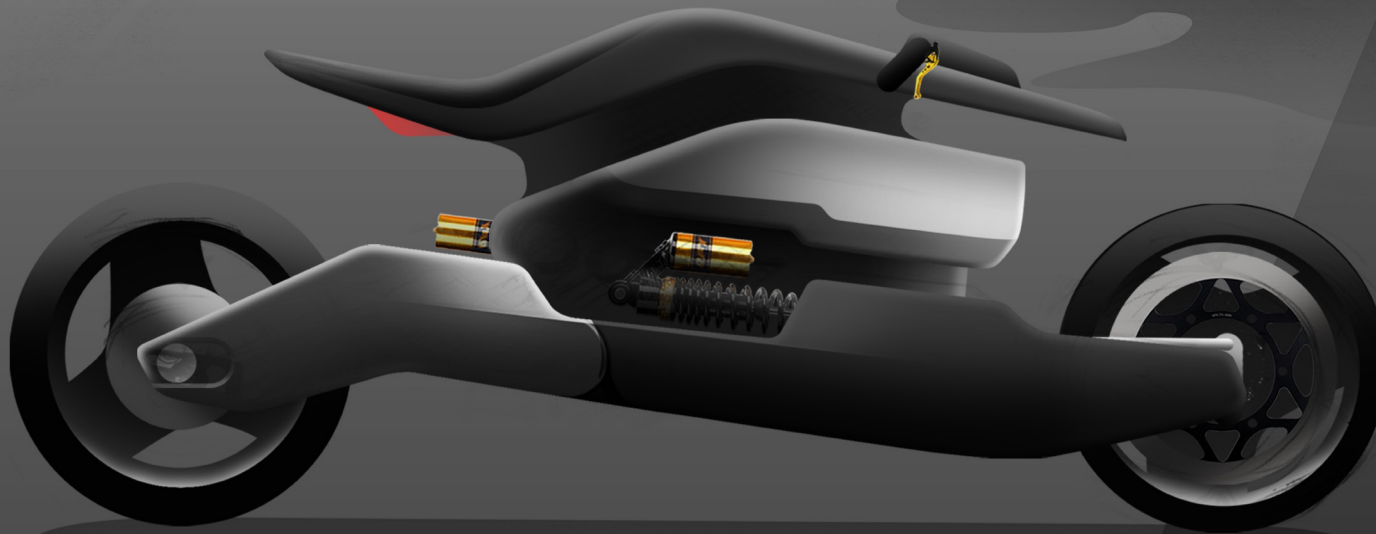
Nailonlihasen innoittamana hain inspiraatiota crysis pelisarjan nanopuvusta jossa terävät titaani- osat kontraavat upeasti tummia orgaanisia lihaksia. Samaa vaikutusta pyrin luomaan rinnastamalla alumiinia ja mustaa silikonista.

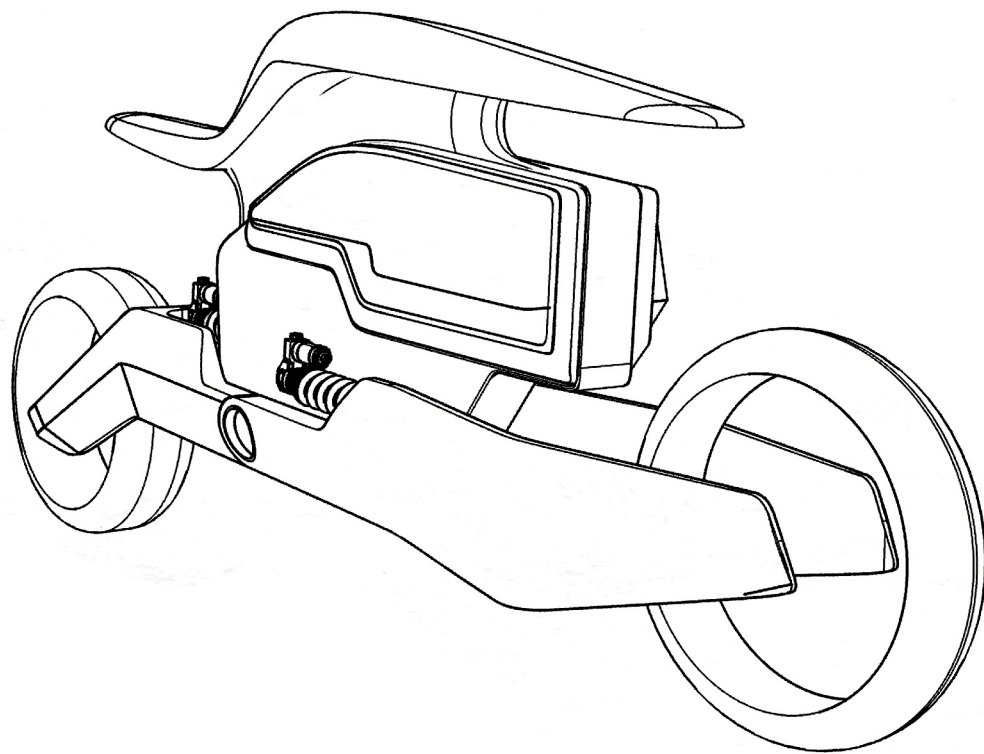
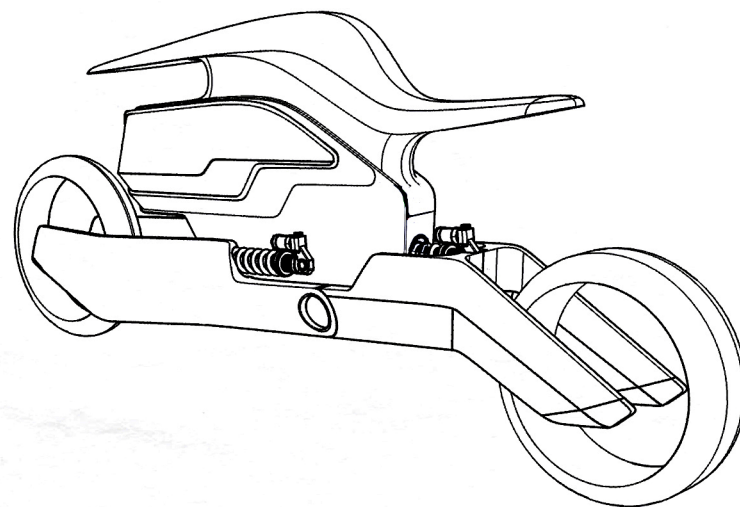
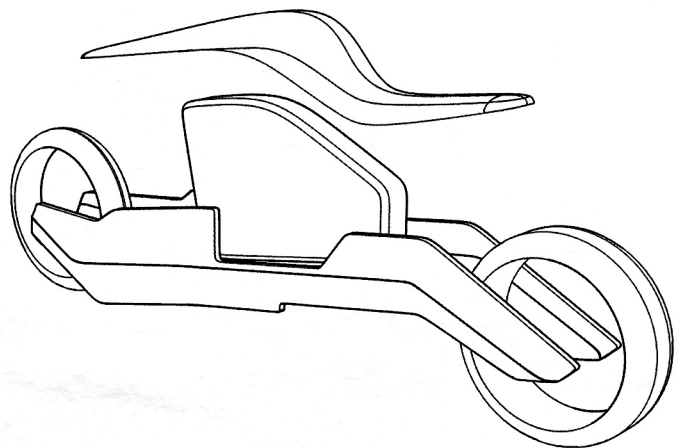
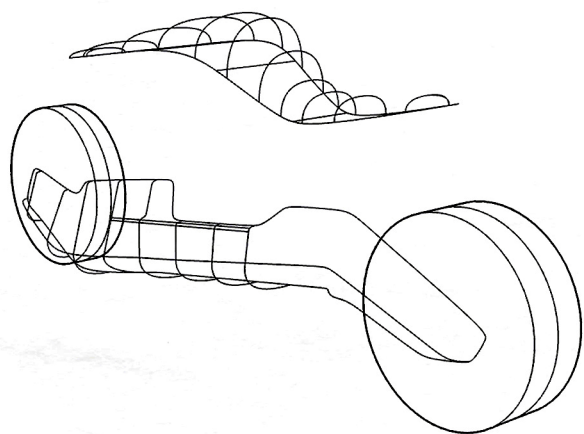


## Konseptin valinta

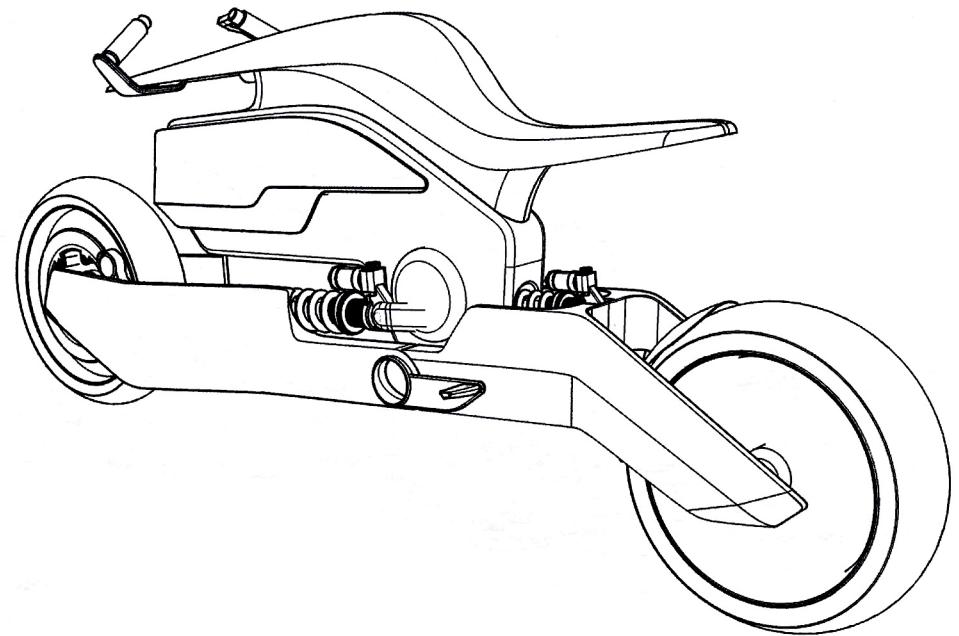
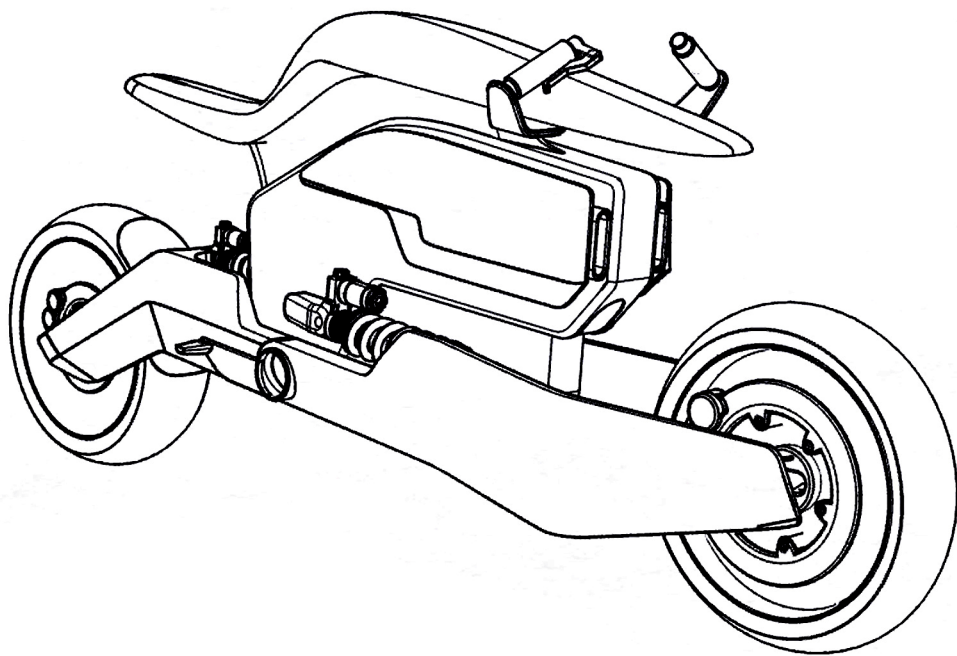


Viimeistelin Photoshopilla kolme kuvaa potentiaalisimpien piirrosten pohjalta joista Heikki Naulapää antoi palautetta. Alimainen kuva sai kannatusta 3D mallin pohjaksi sen yhtenäisen ja tasapainoisen designin johdosta. Jatkokehittelynä ehdotettiin vastaavanlaisia yksityiskohtia kuin keskimmäisessä kuvassa.

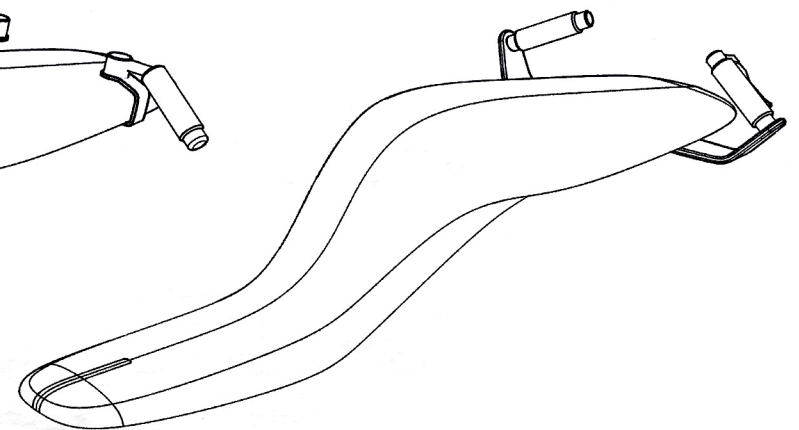
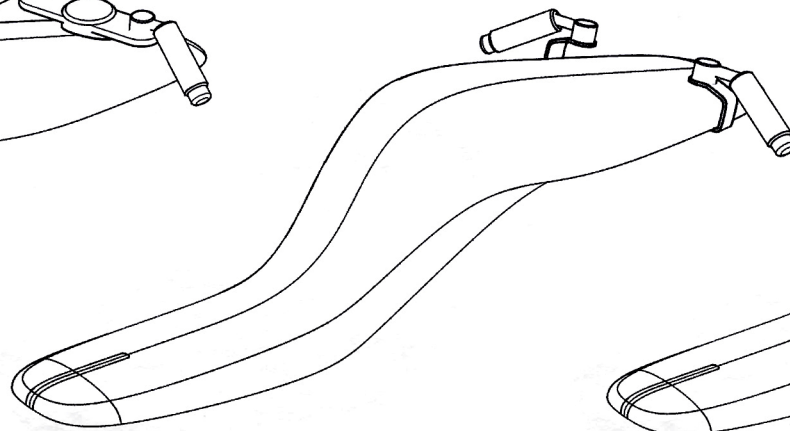
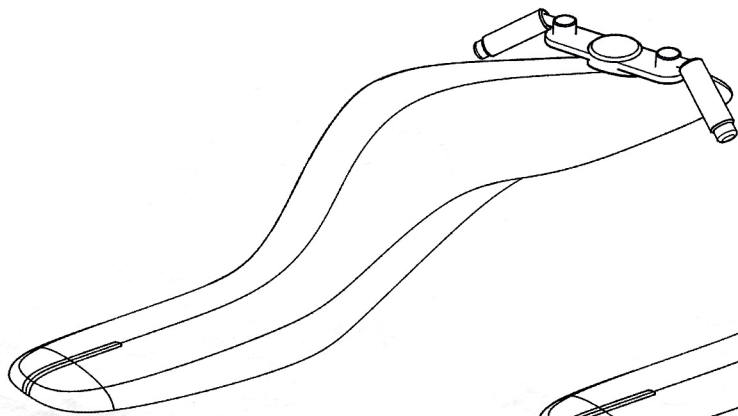


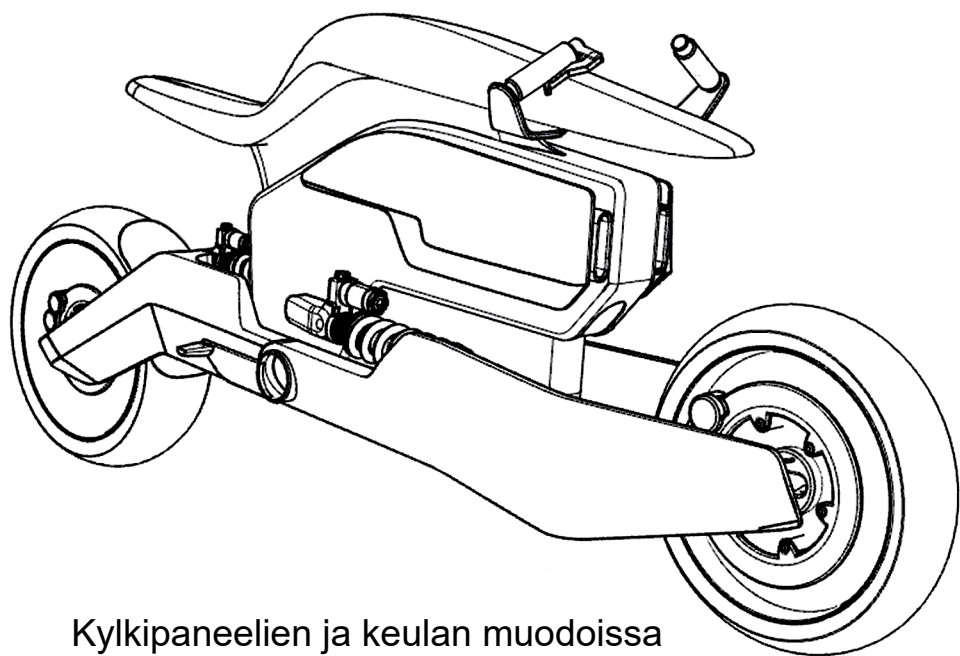


Mallinnuksessa alkuvaiheen ongelmat oli satulan ja haarukoiden muodon hakeminen. Satulan suhteen päädyin jyrkkään kurviin "tankin" kohdalla ja sisennyksiin kyljissä jotta kuljettaja saa siitä hyvän otteen vartalollaan. Haarukoissa tahdoin etu ja takahaarukalle vastakkaiset muotokielet. Kylkipaneeleista tein swingille muotoparin.

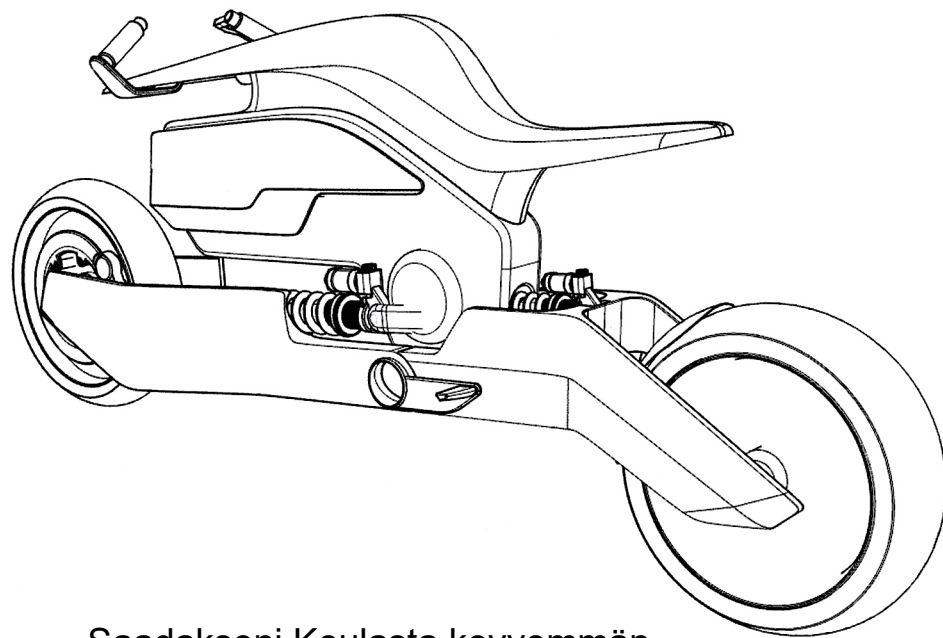


Kokeilin erilaisia ohjaustankoja  
joista valitsin oikean puoleisen sen  
futuristisen ilmeen vuoksi, mikä  
tukee pyörän muuta muotokieltä

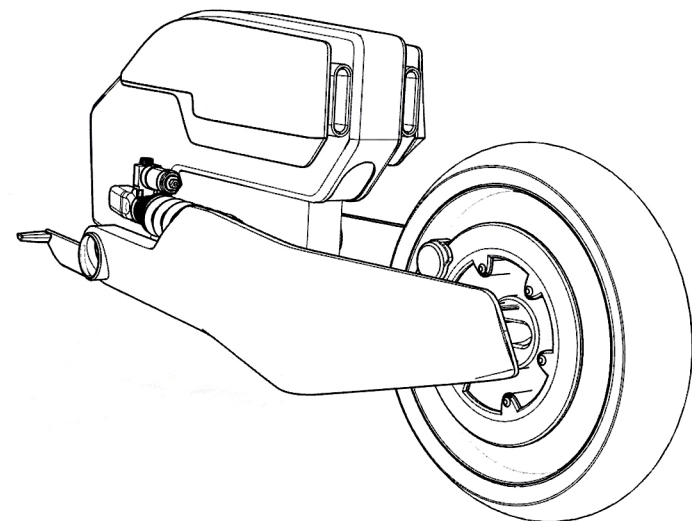
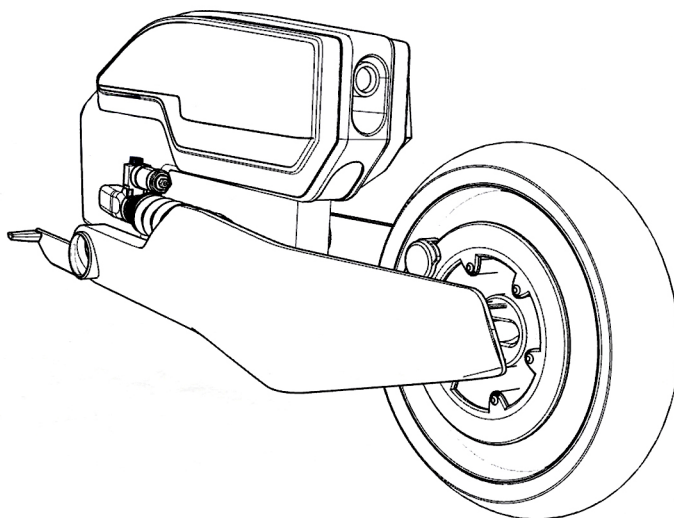
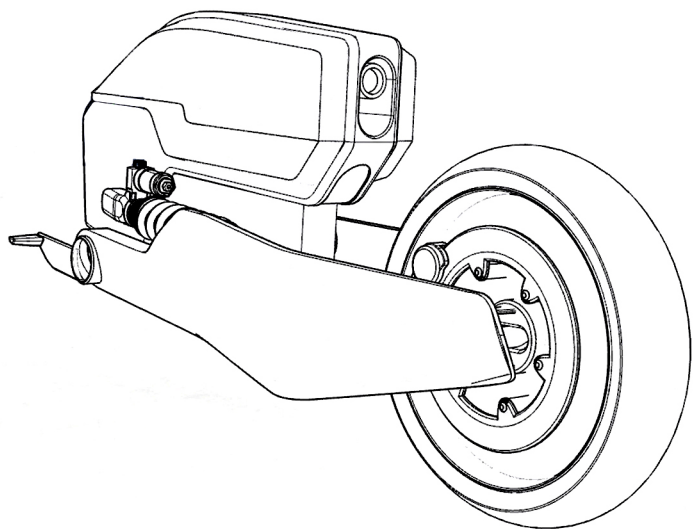




Kylkipaneelien ja keulan muodoissa kokeilin alkuun hyvin solideja ratkaisuja missä etuvalo on ilmanottoaukon sisällä keskellä keulaa.



Saadakseni Keulasta kevyemmän näköisen tein paneeleista kelluvat elementit joiden välissä kulkevien ilmanottoputkien sisäreunaan sijoitin ajovalot.







## Dimensiot

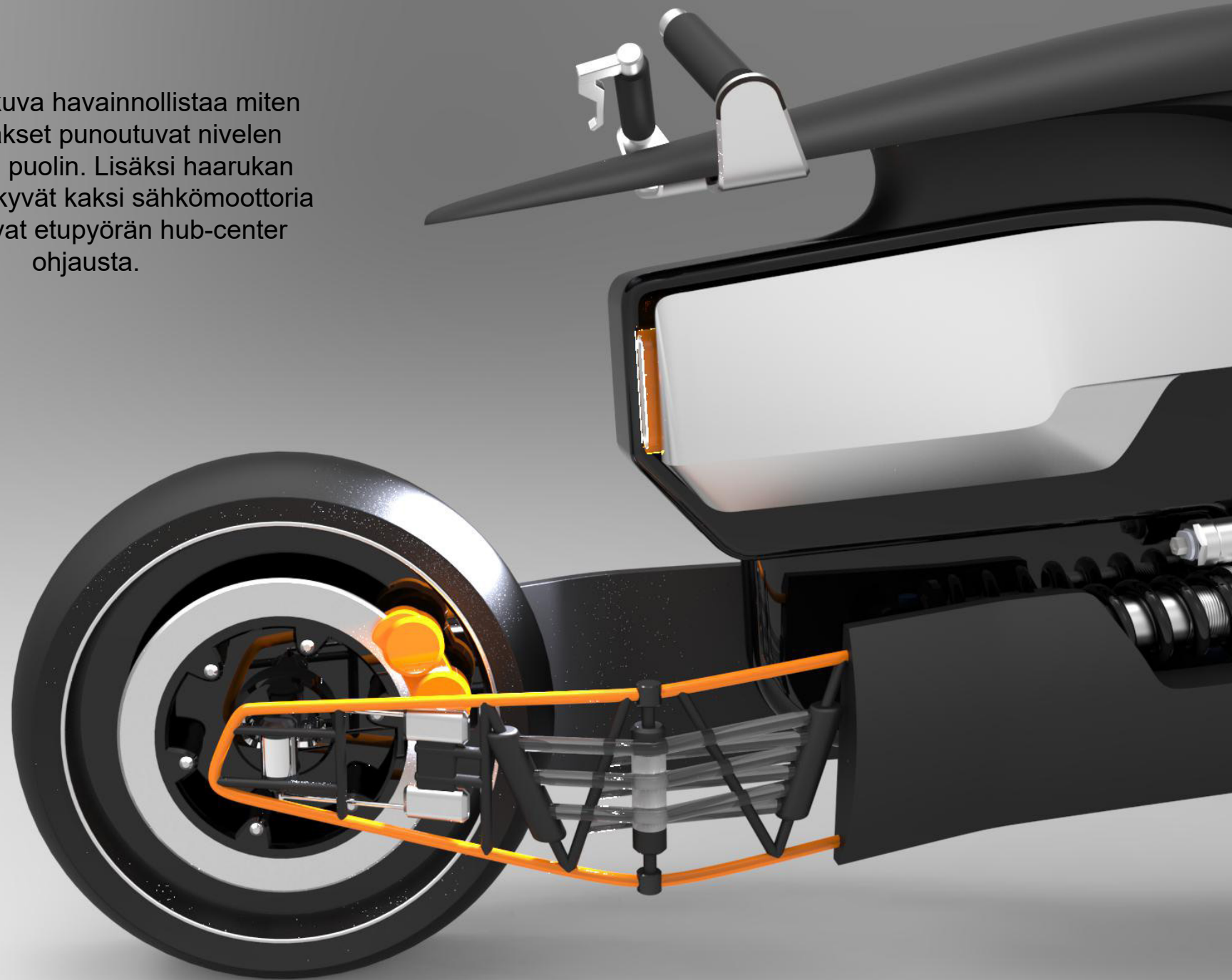
Pituus: 2240 mm  
Korkeus: 872 - 995 mm  
Leveys: 515 mm



Hiotun timantin muotoinen etuhaarukka mahdollistaa hyvän kääntösäteen esimerkiksi parkkialueella. Kääntösäteen tarve kuitenkin pienenee nopeuden kasvaessa, koska pyörää ohjataan kallistamalla nopeuden oltaessa riittävä. Tästä syystä etuhaarukka pitenee ja kapenee nopeuden kasvaessa yli 60 km/h jolloin pyörän aerodynamiikka, ajovakaus, sekä kallistuskulma paranee.



Halkaistu kuva havainnollistaa miten  
nailonlihakset punoutuvat nivelen  
molemmin puolin. Lisäksi haarukan  
kärjessä näkyvät kaksi sähkömoottoria  
kontrolloivat etupyörän hub-center  
ohjausta.





Sammutetussa tilassa pyörän satula laskeutuu alas sillä sitä säätävät lihakset rentoutuvat ilman lämmitystä. Pyörän voi aktivoida etäältä jolloin satula nousee säädettyyn korkeuteen ja valot syttyvät parkille. Käynnistäminen tapahtuu kahvan käynnistä-painikkeesta.









# Arviointi ja päätelmät

## Lopputuote

Visuaalinen ilme on yhdenmukainen konseptin teknisen puolen kanssa. Konseptin tarpeellisuus on perusteltu ja se ratkaisee ergonomiaan liittyviä ongelmia tuoden uudenlaisia ratkaisuja moottoripyöräteollisuuteen.

## Prosessi

Eniten aikaa käytin konseptin toimivuuteen ja visuaaliseen ilmeeseen, mikä oli mielestäni oikea ratkaisu tässä projektissa. Tietoa hain lähinnä internetistä joissa suurin paino oli tekniikalla. Käytin myös paljon omaan kokemukseen ja tietämykseen perustuvaa tietoa moottoripyörästä ja moottoripyöräilystä.

## Jatkokehitys

Tulevaan esitykseen pyrkimykseni on luoda animaatioita pyörän toiminnasta ja käyttötilanteista. Lopulliseen tapahtumaan aikomukseni on vielä valmistaa 3D tulosteesta hyvälaatuinen pienoismalli.

# Lähteet

<https://open.library.ubc.ca/cIRcle/collections/ubctheses/24/items/1.0071973>

[https://www.iris.sssup.it/retrieve/handle/11382/502660/10165/2015\\_AIP\\_Advances.pdf](https://www.iris.sssup.it/retrieve/handle/11382/502660/10165/2015_AIP_Advances.pdf)

<http://io9.gizmodo.com/scientists-just-created-some-of-the-most-powerful-muscl-1526957560>

<https://www.quora.com/What-is-the-correct-riding-posture-for-a-motorcycle-rider>

<https://www.sri.com/blog/soft-robots-are-reshaping-future-robotics>

<https://vimeo.com/141634352>

<http://cycle-ergo.com/>