
Havainnot ja biomimetikka

Jussi-Pekka Hämäläinen

Opinnäytetyö

Ammattikorkeakoulututkinto



SAVONIA-AMMATTIKORKEAKOULUOPINNÄYTETYÖ

Tiivistelmä

Koulutusala		
Tuotemuotoilu		
Koulutusohjelma		
Teollisenmuotoilun koulutusohjelma		
Työn tekijä(t)		
Jussi-Pekka Hämäläinen		
Opinnäytteen aihe		
Havainnot biomimetiikasta		
Päiväys 5.5.2011		Sivumäärä/Liitteet 32
Ohjaaja(t)		
Hannu Oksanen, Juha Miettinen		
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t)		
Savonia AMK, Kuopion Muotoiluakatemia		
Tiivistelmä		
<p>Työssä kerrotaan biomimetiikasta yleensä ja kuinka sitä voidaan hyödyntää esimerkiksi muotoilutyössä. Työn tavoite on dokumentoida muotoilijalle biomimetiikkaa tällä hetkellä, sekä oletuksista sen tulevaisuudesta. Työssä tarkastellaan biomimetiikan eri suuntauksia ja mahdollisuuksia. Taustatutkimuksen kautta työssä saadaan monia näkökulmia joiden pohjalta voidaan tehdä oletuksia huomisen muotoilukentästä biomimetiikan parissa.</p> <p>Esimerkein sekä tekijän omien esimerkkien kautta selvitetään mistä biomimetiikassa on kyse. Lisäksi työssä käsitellään ekologisuutta ja muita positiivisia ominaisuuksia joita tavoitetaan kehittämällä biomimeettisiä prosesseja. Työssä tuodaan ilmi kuinka muotoilijalle biomimetiikka antaa uusia mahdollisuuksia ja ideoita.</p> <p>Sekä luonnon- tai biomimeettisten materiaalien ja niiden soveltuvuudesta, pyritään herättämään mielenkiintoa ja sitä kautta tutkimaan biomimetiikkaa mielenkiintoisena lähestymiskeinona suunnitella uusia tuotteita.</p>		
Avainsanat		
biomimetiikka, bionikka, bioinspiraatio, luonnonidea		

SAVONIA UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES THESIS**Abstract**

Field of Study

Product design

Degree Programme

Industrial design

Author(s)

Jussi-Pekka Hämäläinen

Title of Thesis

Observations of biomimicry

Date 5.5.2011

Pages/Appendices 32

Supervisor(s)

Hannu Oksanen, Juha Miettinen

Project/Partners

Kuopio academy of design, Savonia university of applied sciences

Abstract

The thesis describes biomimicry in general and how it can be used, for example in design. Goal of this thesis is to document the biomimicry at the moment, as well as assumptions made on its future. Thesis examines the various trends and opportunities. Background investigation in the thesis gives many perspectives to make assumptions on the tomorrow's design field .

Examples, and author's own examples explains what the biomimicry is all about. The study also deals with ecological and other positive attributes which are targets when developing biomimetic processes. The thesis will show how the biomimicry provides new opportunities to designer and how to generate new ideas.

Also with natural or biomimetic materials and their suitability, intended to arouse interest, and to investigate the biomimicry as a interesting tool to design new products.

Keywords

biomimetic, bionic, biognosis, biomimesis, bioinspiration.

SISÄLTÖ

1 Johdanto	5
2 Terminologia	6
3 Biomimetiikkaa yleisesti	7
4 Biomimetiikan mahdollisuudet muotoilijalle	13
5 Biomimetiikan tulevaisuus ja hyödyt	28
7 Pohdinta	31

1. Johdanto

”Tänä päivänä 10%:ssa teknologioita hyödynnetään biologian mekanismeja”

(Biomimetiikan Prof. Julian Vincent, Bathin Yliopisto).

Muotoilussa biomimeettisiä vaikutteita on ollut jo pitkään eri tasoisina ilmentyminä. Turhan usein muotoilullisesti jäädään esteettisformaaliselle tasolle, jolloin tuote muistuttaa vain muotokielellään luonnonesikuvaansa. Opinnäytetyössäni käyn läpi biomimetiikkaa yleisesti tutkimuksen ja tieteen ilmiönä, painottaen muotoilulle ominaisia mahdollisuuksia ja esimerkkejä. Tavoitteena opinnäytetyölläni on havainnoida biomimetiikan tämänhetkisiä trendejä ja taustatutkimuksen perusteella tehtyjä olettamuksia tulevaisuudesta, painottaen muotoilullista näkökulmaa. Megatrendinä nykypäivänä on matalaenergiset ja vähäpäästöiset teknologiat ja sovellukset. Uskon että biomimeettisistä prosesseista on paljon apua suunniteltaessa kyseisenlaisia sovelluksia. Pitkällisen henkilökohtaisen kiinnostukseni pohjalta valitsinkin opinnäytteeni aiheeksi biomimetiikan ja näkemykseni on että siihen kannattaa tutustua ja tulevaisuudessa se on yhä vahvempi näkökulma kaikenlaisessa suunnittelussa ja tuotannossa.

Opiskelija kollegoiden kanssa kurssitehtäviä tehtäessä päädyimme usein biomimetiisiin ratkaisuihin, esimerkiksi kun suunnittelimme telttoja ja tulevaisuuden koteja. Omasta teollisen muotoilun taustasta johtuen olen kiinnostunut vaihtoehtoisista materiaaleista ja valmistusmenetelmistä, sekä suunnittelusta jossa toteutuisi ekologiset päämäärät.

Työssäni käyn läpi minua kiinnostaneita havaintoja ja esimerkkejä joilla koen olevan huomioarvoa . Esimerkit ovat kaikki eri tasoisia biomimetiikan ilmentymiä. Lisäksi pohdin tulevaisuuden teknologioita tästä näkökulmasta.

2. Terminologia

Yleisesti tieteessä puhutaan **bioniikasta** tai **biomimetiikasta**, kun taas amerikkalaiset **biognosiksesta (engl. biognosis)**. Termit eivät ole aivan vakiintuneita, usein käytetään samoista asioista useampaa näistä termeistä. Biomimeetikalla käsitetään kaikkea luonnosta saatua informaatiota alkaen esteettisformaalisista muodoista aina materiaalirakenteisiin ja nanomateriaalien valmistamiseen. Voidaan uskaltaa kuitenkin sanoa että kaikki edellä mainitut termit tarkoittavat samaa asiaa. Usein unohdetaan että rakenteiden ja toimintojen lisäksi luonnossa on hajuja, ääniä ja lämpötiloja, joilla on tärkeä osa myös muotoilussa. Näistä immateriaalisista seikoista muotoilussa puhuttaessa käytetään termiä **ambienssi (engl. Ambience)**. Ambienssilla käsitetään lähinnä äänimaisemaa, mutta miksei myös väri-, lämpö-, ja tuoksumaisemaa sekä pintojen tuntu ja jopa maut. Ambienssi on siis aistittavissa muttei välttämättä tiedostettavissa. Sähköajoneuvojen äänettämyys on samanaikaisesti ongelma että hyvä ominaisuus, käyttövästään luomiseksi on niille kuitenkin usein muotoiltu käyttöäänä.

Bioinspiraatio (luonnonidea) tarkoittaa ajattelu- ja tutkimusmallia, jossa luonnonilmiötä tutkiessa löydetään aivan uusia innovaatioita ja saavutetaan uusia yllättäviäkin tuloksia.

"Bioinspired thinking leads to new unexpected innovations" "Bioinspiroitunut ajattelu johtaa uusiin odottamattomiin innovaatioihin" (NatureTech 2006,BBC)

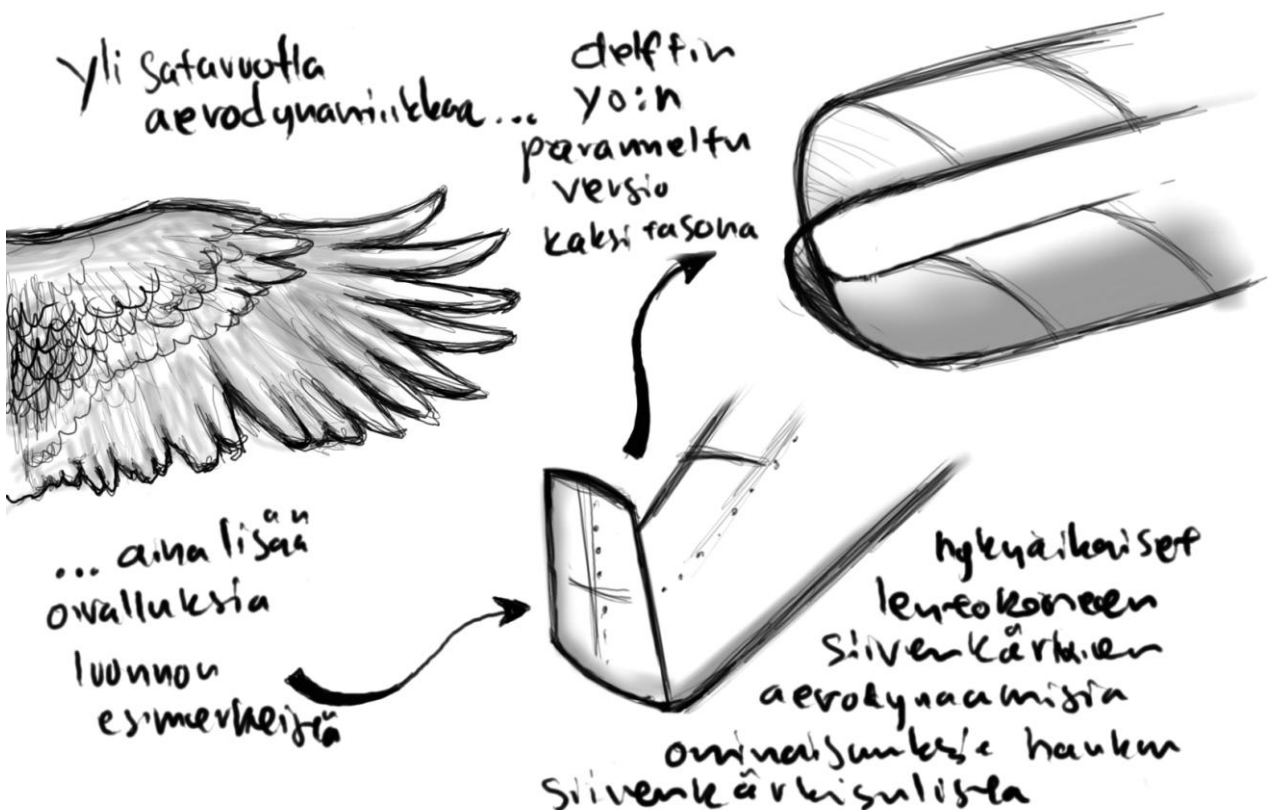
Haettaessa ratkaisua johonkin pulmaan, kuten ajoneuvon selviytymiseen Marsin kaltaisissa ympäristöissä, ei perinteinen pyörillä kulkeva ajoneuvo ole välttämättä tehokkain ratkaisu. Tutkittaessa hyönteisten tapaa liikkua ja hallita useampaa raajaa samanaikaisesti on Stanfordin yliopistossa kehitetty muun muassa Wegsit eli renkaat (engl. wheels) plus jalat (engl. legs). Jollain tavoin kyse voisikin olla bioparastamisesta (oma huomio)

Bioteknologialla eli biotekniikalla tarkoitetaan eliöiden elintoimintojen, solujen, solujen osien tai solussa esiintyvien molekyylien toimintojen hyödyntämiseen perustuvaa tekniikkaa. Tässä yhteydessä puhutaan saavutuksista, **Bioinnovaatioina**

Imitaatio taas tarkoittaa matkimista, esimerkiksi siten että imitoija tai imitaatio tuote muuttuu lähes täysin esikuvakseen. Koriste omena esimerkiksi voi olla täydellinen imitaatio esikuvastaan, hajultaan, väritään ja pintakäsittelyltään, mutta silti täysin keinotekoinen. Tai imitaatio voi olla vain jonkin tasoisen toiste esikuvastaan, pyrkien samankaltaisuuteen. (wikipedia, biomimetiikka)

3. Biomimetikkaa yleisesti.

Tämä aika on tavallaan suoraa jatkoa kiven, pronssin, raudan ja teräksen aikakausille. Tästä seuraa, että teknologiat etenevät käyttämällä ja parantamalla kaikenlaisia materiaaleja. Tällä hetkellä tutkimuksissa investoidaan ei-metallisten materiaalien, kuten muovin, keramiikan, lasi- ja hiilikuidun, ja näiden yhdistelmiin (komposiitit). Nämä materiaalit muistuttavat luonteeltaan luonnonmateriaaleja joista kasvit ja eläimet ovat rakentuneet, joten mitä luonnollisinta olisi kuin katsoa näistä materiaaleista inspiraatiota ja malleja. Tuskin olisimme koskaan alkaneet lentää, jos emme olisi tutkineet lintuja tai valmistaneet tekokuituja, kuten nylon, ilman hämähäkkien ja silkkitoukkien esimerkkiä. Puu on yleisin ja eniten käytetty rakennusmateriaali tänäkin päivänä kuin muovit yms. yhteensä.



Kuva1 Lentokoneiden aredynaamisia ominaisuuksia kehitellään jatkuvasti ja vieläkin riittää tutkittavaa lintujen sulissa ja siivissä. Kuvassa Delftin yliopiston havainto lentokoneiden siivenkärkiin, ehkä yllättävä takama havainnossa on se, että kaksitasosiipi onkin joiltain ominaisuuksiltaan parempi kun yleisimmät nykyiset siivet. Tai ainakin kyseistä siipeä voidaan käyttää kun valmistetaan ultrakevyitä lennokkeja.

Käytämme kasvikuituja paperien ja kankaiden valmistukseen. Luonnonmateriaaleissa on omat heikkoutensa ja haittansa. Luonnonmateriaalien lyhyemmällä käyttöiällä perustellaan usein keinomateriaalien paremmuutta. Ylivoimaisesti keinotekoisia vastineitaan parempi on esimerkiksi villa jonka veroista materiaalia on yritetty valmistaa jo kauan. Joissain tapauksissa villakin on korvattu halvemmalla materiaalilla ja villaisten materiaalien valmistus on vähentynyt ja siitä seurauksena materiaalina kallistunut.

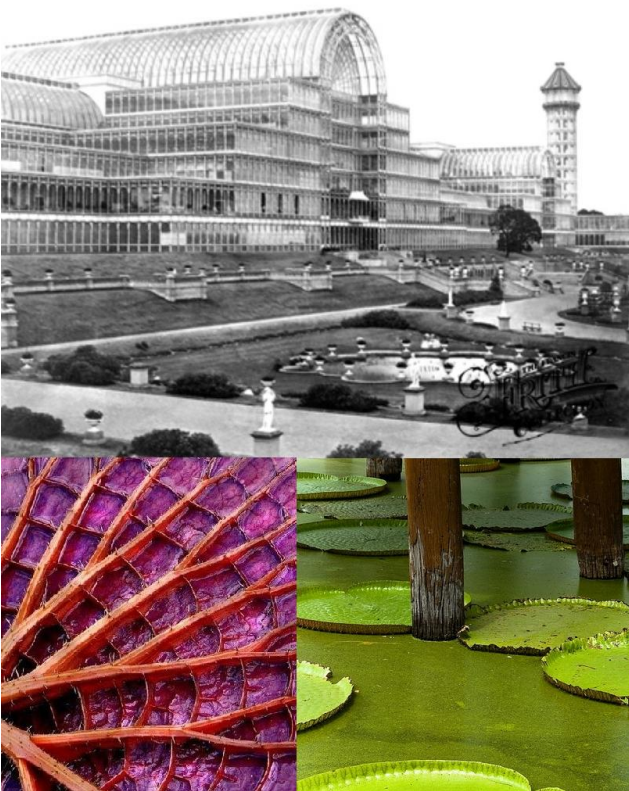
Useissa tapauksissa keinomateriaali sisältää karhun palveluksen, kun se poistuu käytöstä muuttuu se liian usein ongelmaksi jätteeksi, tässäkin suhteessa luonnollisilla materiaaleilla on perusteltu tarpeensa biohajoavina tuotteina. Hyvin hoidettuina luonnonmateriaalit kestävät verraten kauan, sillä puisetkin rakenteet kestävät parhaimmillaan yli tuhat vuotta ja nahkaakin käytetään tiivisteinä autojen akseleissa, koska parempaa korvaavaa materiaalia ei vielä ole tai se on liian kallista. Keinomateriaalien eduksi voidaan lukea se että ne voidaan valmistaa siihen muotoon kuin halutaan tai tarvitaan. Luonnonmateriaalit sen sijaan muodostuvat omasta tahdostaan ja tarpeestaan riippuen.

Ihmisen käyttöön muokattaessa usein materiaalihukka on melko suuri, puusta 10% katoaa puruna ilmaan työstettäessä. Heinäkasveihin lukeutuva bambu on saanut jalansijaa länsimaissa vasta hiljattain. Sillä on erittäin hyvä kulutuskestävyys ja vetolujuus päihittää jopa teräksen! Sen keveys ja lujuus ovat ylivertaisia ominaisuuksia rakennusmateriaalina. Oivana esimerkkinä siitä on muutamien polkupyörävalmistajien bambun käyttö runkona.

Kiinassa käytetään bambuisia rakennustelineitä rakennettaessa huippumoderneja kerrostaloja. Suomessa moinen ei liene suorilta käsin turvallisuussyistä mahdollista, ennen kuin bambun ominaisuudet ovat tarkkaan tutkittu. Heinäkasvina se kasvaa puolajreja nopeammin. Kaukoidässä bambu on hyvin arkinen materiaalina, ja ollut sitä jo vuosisatoja, kuitenkin sen jatkojalosteita ei olla hyödynnetty yleisesti. Vasta aivan lähiaikoina on sitä aloitettu käyttämään esimerkiksi parkettina tai jopa laitteiden koteloinneissa. Bambusta saadaan kuituja joista on mahdollista valmistaa kankaita joilla on pidempi käyttöikä kuin perinteisillä kankailla.

Kateutta ihmisessä herättää muiden eliöiden kyky valmistaa keraamisia materiaaleja kuten luuta ja kuorirakenteita niitä ympäröivissä alhaisissa lämpötiloissa, kuten merivedessä. Tällä hetkellä nämä keraamiset materiaalit ovat usein kovempia ja monilta ominaisuuksiltaan ylivertaisia ihmisten vastaaviin nähden. Puhumattakaan silkistä joka on kiehtonut ihmistä vuosisatoja, silti sellaista ei vielä täysin osata valmistaa.

Hämähäkki valmistaa silkkiä matalassa lämpötilassa vesiliukoisista ainesosista. Ihmisten tähänastiset vastaavat materiaalit kuten Aramidi joudutaan valmistamaan korkeassa lämpötilassa ja tuotanto ei ole saasteetonta, puhumattakaan valmistukseen kuluva energiämäärästä. Sekä luonnossa että teknologioissa rajoittavana tekijänä on energiakustannukset ja materiaalin määrä. Tästä johtuen biomimetiikka voi tuoda etuja kyseisiin seikkoihin. Kennorakenteet ovat luonnon vahvimpia suhteessa materiaalin määrään. Samaa rakennetta löytyy kasvien varsista, linnun sulkien varsista, sienistä, luonnonkorkista, kasvien lehdistä. Tehokas materiaalien käyttö on johtanut sovellukseen kuten I-palkki, jossa materiaalia on saatu pois keskiosasta. Samalla tavalla kennomainen kuvio joka syntyy puunlehden suonistosta on samalla harjanteinen kennorakenne joka jäykistää lehden. Lehdessä yhden pinnan alla kennorakenne mahdollistaa lehden tarpeellisen jäykkyyden. Tästä ääriesimerkkinä on jättiläislumpeen lehti joka on vahvistunut yksipintaisen alaspäin avoimen, syvällä ja harjanteisella kennorakenteella niin jäykäksi että se kannattelee pientä lasta veden pinnalla.



Kuva2 Vuonna 1851 Lontoon maailman näyttelyyn rakennettu jättiläismäinen kasvihuone Crystal palace. Joseph Paxtonin Crystal Palace oli mestariteos arkkitehti toteutti teräsrakenteissa luonnosta tekemiään havaintoja. Jättiläislumpe oli yksi hänen kiinnostuksenkohteistaan. Hän jopa testasi sen kantavuutta omalla sylilapsellaan.

Kasvienvarsissa on taas suljettu kennorakenne jossa pinta peittää kennorakenteen putkena, jolloin kennorakenne levittää varteen kohdistuvia voimia isommalle alalle. Tällaisesta esimerkkinä alumiini putki joka täytetään kovalla vaahtomuovilla ja toinen putki kennorakenteella. Vaahtotäytteiseen putkeen kohdistetaan rasitusta sen keskelle jolloin se alkaa taipua pitkältä matkalta siitä mihin rasitusta on suunnattu. Vastaavasti kennorakennetäytteinen putki alkaa murtua laajemmalla alueella ja kestää rasitusta huomattavasti paremmin taipumatta. Vaahtorakenne sallii siis taipumisen ja estää siten katkeamisen. Kennorakenne taas jakaa rasituksen laajemmalle alueelle ja vähentää taipumista.

Tämä samankaltainen ilmiö on puun rakenteissa. Puu ei katkea helpolla vaan on lujaa ja usein sitkeää materiaalia, koska sen solurakenne on nerokkaasti spiraalimainen ja jakaa rasitusta siten että kohdistuva rasittava voima jakaantuu laajalle alueelle, ja alkanut repeytyminen kulkeutuu solurakenteissa eteenpäin menettäen voimaansa. Uudet nanomateriaalit haluttaisiinkin jäljittelemään tätä tehokasta rakennetta. Erittäin lujiin rakenteisiin ja materiaaleihin ollaan päästy hiilen atomitason muokkauksessa. Materiaalien pienenpienkin yksityiskohtien hallittu muokkaaminen ja luonnonesimerkkien tutkimus mahdollistaa tulevaisuudessa mitä mielenkiintoisimpia materiaaleja. Hiilen atomitason innovaatiot mahdollistavat nanoputkien onnistumisen tulevaisuudessa, ehkä sitten saavutamme yhtä tehokkaasti vettä kuljettavan rakenteen kuin puissa. Puisse pillimäiset solurakenteet kuljettavat vettä latvaan asti, joka saattaa parhaimmillaan olla lähes sadassa metrissä. Tätä vettä nostavaa ilmiötä kutsutaan kapillaari-ilmiöksi, jossa pääperiaatteena on, mitä kapeampi putki sitä ylemmäs vesi nousee.

Kasvit ovat "koneita" joiden mahdollisuuksia olemme liian usein jättäneet hyväksikäyttämättä modulaariset muodot ja kevyet rakenteet joissa energian ja materiaalin niukka käyttö on optimoitu. Tämä taloudellisuus onkin innoittanut arkkitehteja suunnittelemaan rakennuksia jotka muistuttavat muotokieleltään kuin ne olisivat kasvaneet kuin kasvit. Ja kun kasveissa lujuutta ja jäykkyyttä suhteessa materiaaleihin on käytetty niin nerokkaasti, niin kannattaa varmasti niitä opiskella ja soveltaa arkkitehtuurissakin. Vielä laajemmin kuin vain rakenteellisten ratkaisujen tutkimuksessa päästään älytalojen rakennuksessa joissa tavoitellaan elävän organismin kaltaista päämäärää.

Rakennus aistisi ja reagoisi ulkopuolensa ympäristöön, jolloin sisätilat pysyisivät aina halutunlaisina. Luonto tarjoaa monenlaisia rakenteellisia ratkaisuja ja materiaaleja mutta myös toiminnallisia esimerkkejä. Ei pelkästään passiivisia, vaan älykkäitä toimintamalleja joista saadaan älymateriaaleja ja robotiikkaan ohjelmointiin autonomisia toimintoja.

Luonnossa kalat liikkuvat suurina parvina, jossa kaikki toimivat kollektiivisesti yhtenä massana tätä käyttäytymistä kutsutaan parviälyksi jota ohjelmoidaan robotteihin ja miksei tulevaisuuden autoihinkin. Eliöiden tapaa liikkua ja toimia tutkitaan tällä hetkellä paljon ja sitä sovelletaan yleensä robotiikkaan, kuten myös eliöiden kuten hyönteisten ruumiinrakennetta josta tutkimalla ollaan saavutettu uusia tapoja liikkua erittäin vaikeissa olosuhteissa. Gekko-liskon jalkapohjia tutkimalla on mahdollistettu kehittää robotin kiipeämistä pystysuoraa seinää pitkin ilman imukuppeja. Gekolla on erinomaisten jalkapohjien avulla mahdollista kävellä jopa lasia tai kattoa pitkin. (BBC, NaturTech)



Kuva3 Losserokalasta (boxfish) miltei suoraan omaksuttu muoto. Mercedes Benzin tuotekehittelyosasto huomasi että samalla kun saadaan vähällä materiaalilla tilava ja turvallinen runko, on se myös muotoonsa verraten erittäin aerodynaaminen.



Kuva4 Morphoperhosen siipien sininen väri syntyy ilman pigmenttiä, siten että vain valon sininen aallonpituus heijastuu niistä takaisin. Japanilainen valmistaja Teijin Fibres on onnistunut valmistamaan samalla periaatteella siniseltä näyttävää kangasta, jossa ei siis ole lainkaan väriä.

4. Biomimetiikan mahdollisuudet muotoilijalle

Monet ideat ja materiaalit ovat olleet olemassa ja saatavilla jo vuosia mutta vasta lähivuosina olemme heränneet kehittelemään ja tutkimaan niiden käytännönarvoa uudelleen. Todennäköisesti helpoin tapa on kopioida materiaalin rakennetta käyttämällä nykyisiä kemian ja tuotannon prosesseja. Ensiksikin on tunnistettava mielenkiintoiset ominaisuudet johon tarvitaan biologin ja insinöörin tietotaito. Muotoilijalle suuremmin käyttökelpoisia rakenteita ja ominaisuuksia löytyy arkipäiväisemmillä metodeilla.

Luonnonidean löytämiseen ei välttämättä tarvita huippukoulutusta. Uusien biomimeettisten materiaalien tie muotoilijan tarpeisiin kuitenkin useimmiten kulkee laboratorioiden ja erilaisten teknologioiden kautta.

Lujia ja kestäviä materiaaleja etsitään erilaisiin tarpeisiin. Kuten niin monesti aiemminkin sotateollisuuteen keksitään tai keksinnöt valjastetaan sen tarkoituksiin. Puukuiduista ja sen spiraalirakenteista etsitään uusia sovelluksia räjähteitä ja luoteja kestäviin vaatteisiin. Nykyisten luodinkestävien materiaalien haittana on niiden painavuus. Puun solurakennetta sovellettaessa mahdollistuisi luja mutta kevyt materiaali. Biomimeettisten mielenkiinnon kohteiden salaisuus piilee usein solutasolla. Kun materiaali päätyy tiedemiehiltä insinööreille ja seuraavaksi tuotantoon, on muotoilijalle taas uutta materiaalia sovellettavaksi.

Muotoilijalle luonto on täynnä puolivalmiita ideoita sovellettaviksi tuotteisiin. Rakenteiden ja toiminteiden lisäksi muotoilijan tulisi ottaa huomioon tuotteen ominaisuuksissa esimerkiksi luonnon tapa kierrättää materiaalia. Luonnossa mikään ei menee hukkaan vaan kasvit ja eläimet palaavat luonnon kiertoon kun ne ovat täyttäneet tehtävänsä. Tuotteiden ei välttämättä tarvitse tulla tulevaisuudessa pitkäikäisimmiksi ja kestävimiksi mutta niiden poistuessa käytössä niiden olemassa olo tulisi ratkaista ekologisemmaksi.

Materiaalivalinnoilla voimme tulevaisuudessa vähentää ratkaisevasti jätteen määrään ja laatuun. Laitteiden käyttöikä on keinotekoisesti lyhennetty taloudellisen tuottavuuden tarkoituksiin, joten miksei niihin käytettyä materiaalia voitaisi vaihtaa yhtä kestäväksi ekologiseksi vaihtoehdoksi. Biohajoavat muovit ja luonnonmateriaalit ovat yhtä hyviä kuin hajoamattomat keinotekoiset materiaalit, niitä vain ei jostain syystä haluta ottaa tuotantoon.



Kuva5 Grown Chair, tässä esimerkissä muotokieli on orgaaninen ja esikuvana vanhat amerikkalaiset huonekalut kasvatettiin tuoleiksi ja pöydiksi. Siltikin materiaali on edelleen muovia, mutta sillä erotuksella ,että sitä voidaan valmistaa kierrätetyistä ja kierrätettävästä muovista.

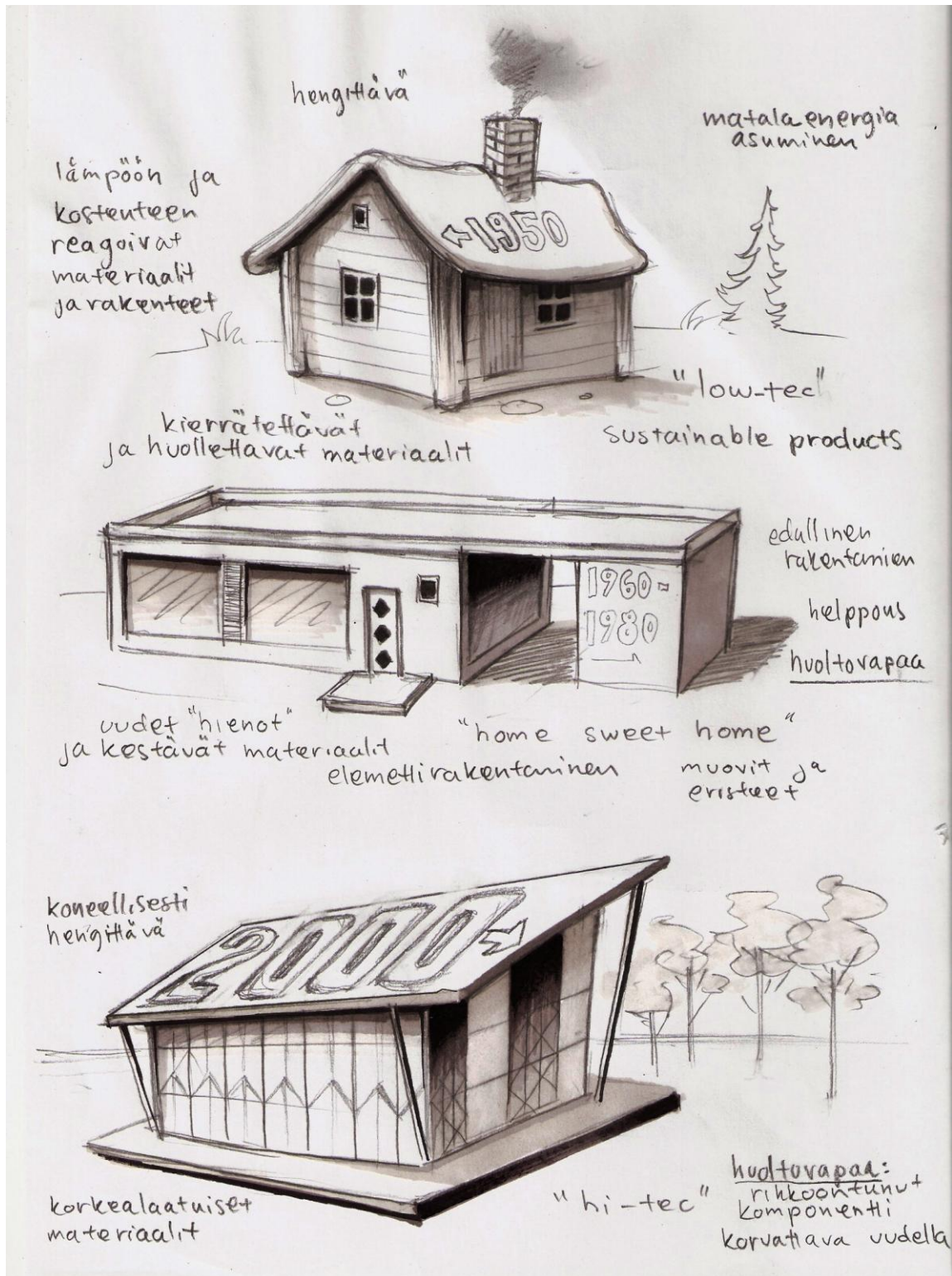
Muotoilija on usein tuotannon alkupäässä joten heillä on suuri vastuu. Ekologisemman muotoilun esteenä ei ole muu kuin raha. Tuotantoyhtiöt eivät halua panostaa uusien materiaalien käyttöön, vaikka on jo olemassa mielin määrin vaihtoehtoisia materiaaleja. Nykypäivän trendeihin lukeutuu vihreys, joilla markkinoidaan tuotteita jotka ovat kaikkea muuta kuin vihreitä. Applen iphone ja ipod tuotteet kokivat jonkinmoisen kolhun imagoonsa kun selvisi että kyseisten laitteiden akun ikää on tarkoituksella rajoitettu, eikä sitä voinut uusia vaan kehoitettiin hankkimaan uusi laite.

Muotoilijoilla pitäisikin olla perusolettamuksena laitteiden ja muiden tuotteiden suunnittelussa niiden todellinen koko elinkaari ja se mitä sen jälkeen tapahtuu. Mielikuvat ovat osa markkinointia ja etuliitteet Bio ja Vihreä ovat saamassa yhä ontomman kaiun. Maailmassa on megatrendinä kestävä kehitys ja tulevaisuuteen tähtäävä suunnittelu. Aina kun keksimme uuden alunperin luontoa vähemmän kuormittavan tuotteen, kuten ajoneuvon sille täytyy rakentaa uudet tuotantolinjat ja se syrjäyttää edeltäjänsä, joka taas jälleen päätyy jätteeksi.

Kehiteltäessä uusia vihreitä rakennuksia ja niiden toiminteita on enenevässä määrin ruvettu käyttämään biomimeettisiä innovaatioita kuten termiittien arkkitehtuurista lainattu ilmanvaihto joka ei käytä ulkopuolista energiaa. Tässäkin suuntauksessa on vaarana se, että teemme rakennuksia joita ei tarvitse huoltaa, muttei myöskään korjata. Aina jonkin komponentin rikkoutuessa joudumme korvaamaan sen uudella ja entinen komponentti on jätettä. Tuotteet joiden käyttöikä on verrattaen lyhyt ja niihin voidaan soveltaa biomimeettisiä ratkaisuja, voitaisiin myös valmistaa siten ettei niistä koidu haittaa tulevaisuudessa. Jos tuote on sen kaltainen ettei sitä ole tarkoitettukaan käytettäväksi kuin jonkun tietyn ajan olisi siihen sovellettava saman ajan kestävä materiaalia. Ideaali tilanne olisikin jos tuote poistuessaan käytöstä kelpaisi käytettäväksi uudelleen uuden tuotteen valmistuksessa. (Hämäläinen.J,2011)



Kuva6 Ehdotus laitteiden kierrätettävyydestä. Laitteen käyttöiän ei tarvitsisi pidentyä, mutta sen materiaalit palaisivat tuotannon alkupäähän.



Kuva7 Rakennustekniikassa toteutetaan materiaalien ja teknologioiden evoluutiota. Harha-askeleet eli huonot mutaatiot geeneineen karsiutuvat pois, ja rakennukset joissa on hyviä geenejä kauempaa historiasta kehittyvät eteenpäin. Geeniperimään voidaan lisätä materiaaleina ja toimintena biomimeettisiä osasia. J. Pallasmaan vahva oletus rakentamisesta tulevaisuudessa perustuukin biomimeettiseen suunnitteluun.

Muotoiluprosesseissa voidaan puhua evoluutiosta metaforisella tasolla erilaisten metodien ja iteratiivisten prosessien tavoin evoluutio joko suosii tai karsii luomiaan tuotoksia. Kun asetamme tuotteet tällä tavoin prosessien armoille voisimme säätää yhdeksi arvottavaksi tekijäksi tuotteen kuoleman jälkeisen elämän ja paluun materiaalikiertoon. (Pawlyn,2011)



Kuva8 Omaa kuvitusta muistiinpanoista opinnäyte prosessin alussa

Arkkitehtuurissa estetiikalla on vahva rooli. Siinä biomimeettisistä esikuvista voidaan saada sekä esteettinen sisältö sekä materiaalikustannuksien minimointi. Biomimeettistä arkkitehtuuria on harjoitettu jo vuosisatoja ja uusien rakennusmateriaalien ja tekniikoiden mahdollistaessa, voidaan luontoa imitoida entistäkin helpommin. Useilla mestareilla arkkitehtuurissa on joku oma näkökulmansa luonnonesikuviiin. Santiago Calatravan töissä ei juuri peitellä lähtökohtia, estetiikkaa on haettu eläinten luurangoista ja luiden rakenteista.

Rakenteissa on tutkittu hyvin tarkkaan luiden ekonomista muodostumista ja samalla saavutettu hienostunut esteettinen muotokieli. Vaikkakaan ei kaikki Calatravan rakennukset ole vain luonnon esimerkkien orjallista toisintamista, vaan enemmänkin luonnoninnoittamaa rakennustaidetta, jossa toteutuu esikuvien esteettinen puoli ja sisäiset mittasuhteet. Lähtökohtina käytettyjen luurankojen ja luiden mittasuhteet on paisutettu suuriksi rakennuksiksi tai niiden osiksi.

Luonnossa vallitsevaa mittasuhdetta kutsutaan kultaiseksi leikkaukseksi tai kultaiseksi suhteeksi joka toistuu kaikkialla. Kaukaa sen toteutumista ei tarvitse etsiä, katsomalla käsiämme löytyy niistäkin tämä mittasuhte. Sormen ensimmäinen nivel suhteessa seuraavan on sama kun sen suhde sitä seuraavan. Numeroina se esitetään suhteena 1:1,618. tai kaavana $AE : AB$. Toistamalla suhdetta saadaan niin kutsuttu Fibonacchin lukujono ensimmäiset jäsenet ovat: 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, 89. Ennen pitkää kukin lukujonon jäsen on 61,8 % lukujonon seuraavasta jäsenestä. Suhde/prosenttiosuus lähenee suhteen tarkkaa arvoa $FII: 0,618$.

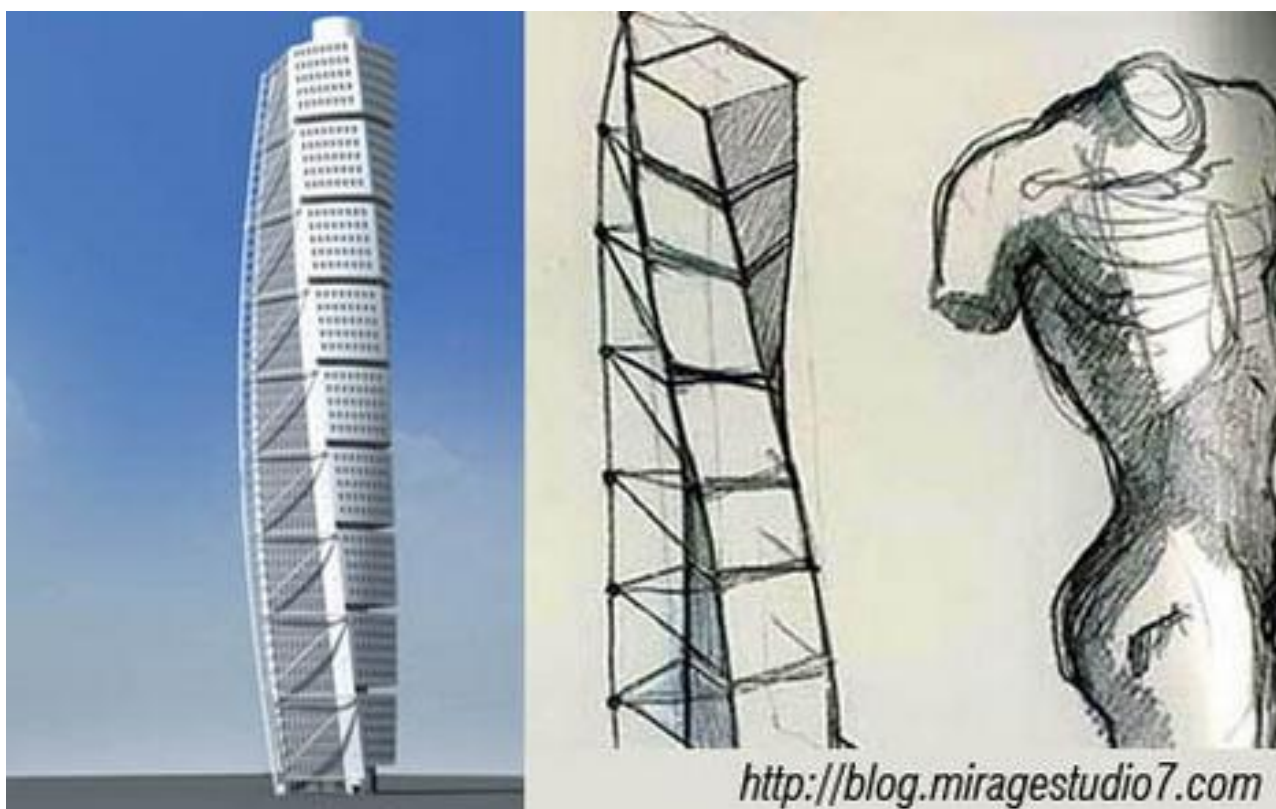
Moni taiteilija aja arkkitehti on perehtynyt tähän suhdelukuun ja soveltanut sitä työssään. Suomalaissukuinen arkkitehti Eero Saarinen on käyttänyt hyväkseen tätä mittasuhteoppia töissään varsin paljon. Esimerkkinä Gateway arch joka on pelkistettyneenä rakennustaiteena upea esimerkki suhdeluvun esteettisyydestä. Se kuinka rakennukseen saatiin täydellinen kaari on nerokas, joskin simppli keino. Rakennuksen kaari piirrettiin roikuttamalla ketjua päistään kiinnitettynä ja kopioimalla sen muoto piirustukseen jolloin se oli siis ylösalaisin, tällä tavoin saatiin täydellinen ja kaunis kaari.



Kuva9 Eero Saarisen ehkä tunnetuin työ Gateway arch, jossa toteutuu kaunis ja pelkistetty kultainen mittasuhte.



Kuva10 Calatravan tyypillistä arkkitehtuuria.



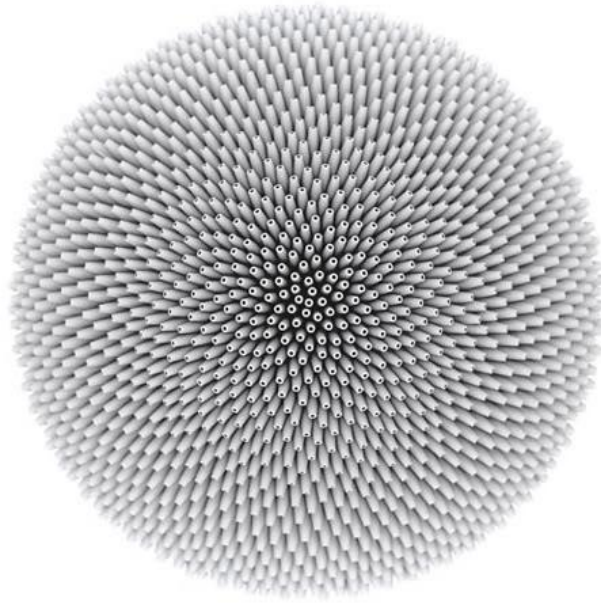
Kuva11Calatravan arkkitehtuurissa toteutuu myös ihmiskehon estetiikka ja mittasuhteet

Luonnon muotoja esteettisessä mielessä ovat käyttäneet muutkin mestarit muilta aloilta. Muun muassa muotoilija kuvanveistäjä Tapio Wirkkala, jonka lasiesineissä on luonnonestetiikkaa ja varmasti tiedostaen ja tiedostamatta käytetty kultaista suhdetta. Kasvien ja luonnon ilmiöiden, kuten kehien eteneminen veden pinnassa kiven tai pisaran pudotessa siihen, lienee innoittanut monia muitakin muotoilijoita esteettisiä sisältöjä muotoillessaan.

Nykypäivän muotoilijoista Janne Kytönen on tutkinut ja toteuttanut töissään luonnonesikuvien muotokieltä. Kytönen käyttää verrattaen uutta valmistusmenetelmää, sintrausta, jossa nailonjauhetta (polyamidi) sintrataan laserilla.

Tämä 3D-tulostusmenetelmä mahdollistaa muuten vaikeasti valmistettävien muotojen ja rakenteiden toteuttamisen vaivattomasti. Kytöstä tituleerataan nerokkaaksi nuoreksi muotoilijaksi, jota hän varmasti onkin. Hänen töissään on matemaattisia ja biomimeettisiä tuotteita. Esikuvina on ollut kasvit ja niiden fraktaalimaiset muodot. Yleensä sintraamista ei käytetä sarjatuotanto menetelmänä sen suhteellisen kalleuden vuoksi. Kytösen tuotteiden valmistaminen muutoin voisi olla vaikeaa tai mahdotonta.

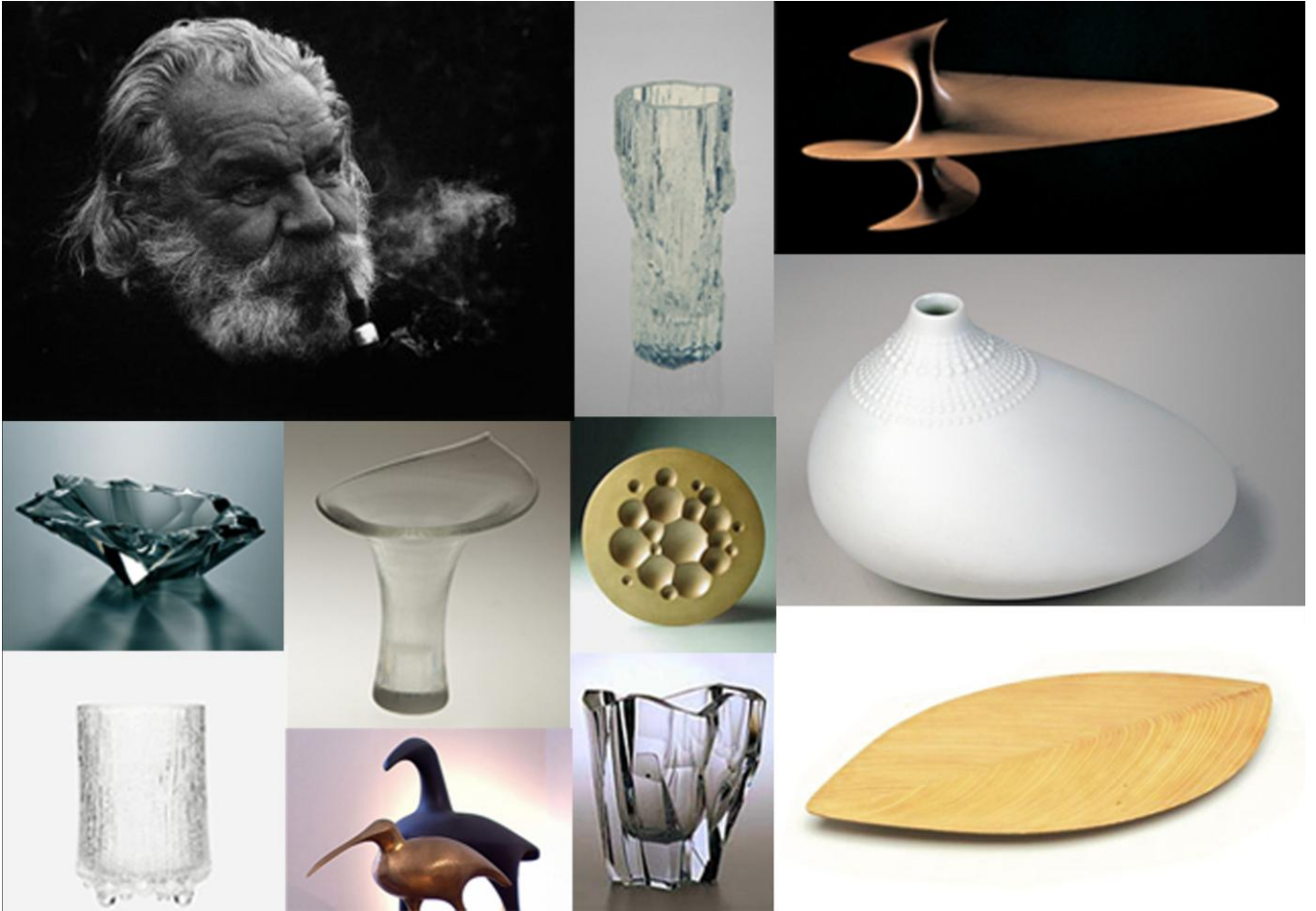
Kyttänen tunnetaan sintraatuista valaisimista joissa on minimalistinen muotokieli mutta varsin monimutkainen luonnonesikuva.



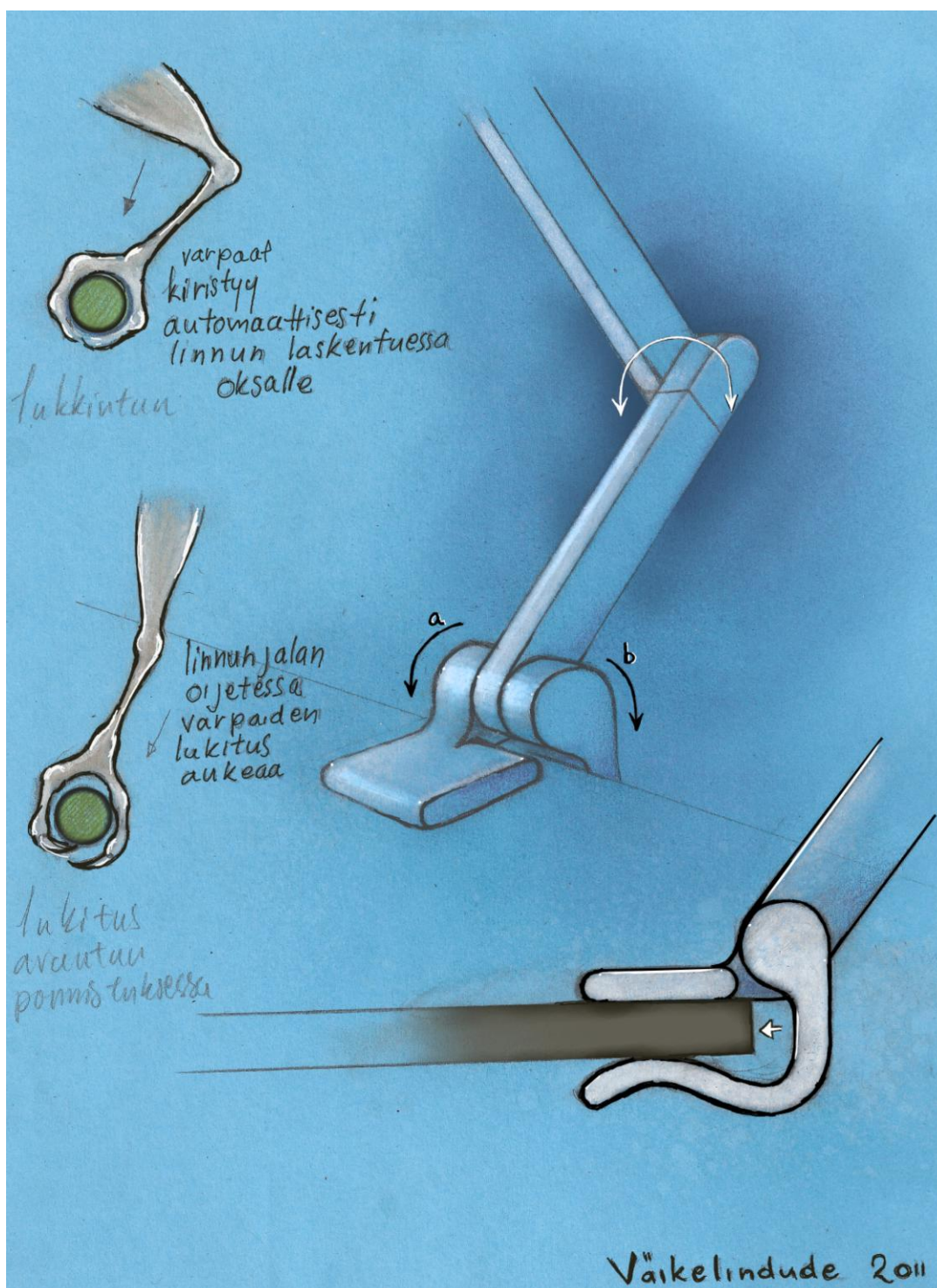
Kuva12 Janne Kyttäsen sintraamala valmistettu Dahlia valaisin, jossa ilmeisenä esikuvana on kukka



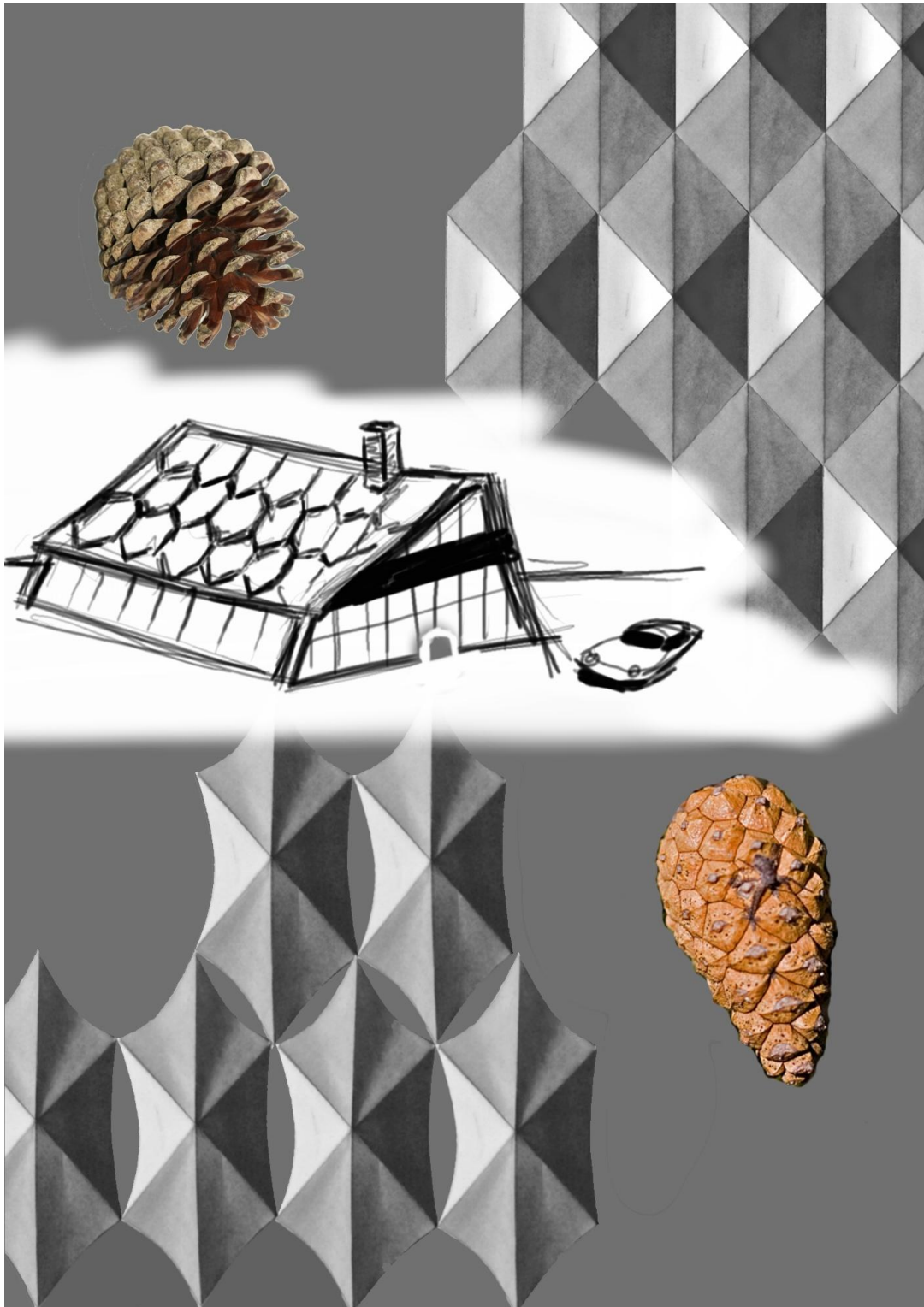
Kuva13 Janne Kyttäsen sintraus Trabecula- penkki jossa on kasvien kasvun muotokieltä sekä luunhohkarakennetta



Kuva 14 Wirkkalalle ominaista muotokieltä, jossa luonnonilmiöt ja estetiikka toteutuvat kauniina ja yksinkertaisina.



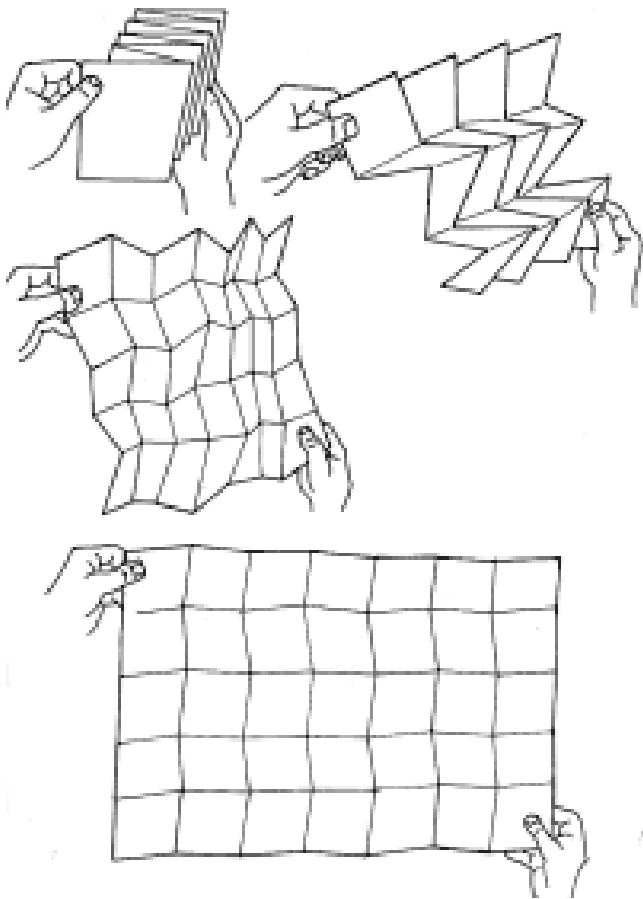
Kuva15 Oma esimerkkini mekaanisesta toiminteesta, jonka lähtökohtana on linnunjalan autonominen lukkiutuminen oksaan. Kun lintu laskeutuu oksalle jalka koukistuu ja varpaat lukittuvat oksaan, näin mahdollistuu se ettei lintu tipahda oksalta nukkuessaan. Kun lintu ponnahtaa lentoon ja jalka oikenee, aukeaa varpaiden lukitus automaattisesti.



Kuva16 Oma esimerkki materiaalista jonka esikuvana käpy. Tämä kosteuteen tai lämpöön reagoiva rakenne koostuu kahdesta tai useammasta materiaalista, jotka reagoivat eri tavoin ilmankosteuteen aiheuttaen muutoksen rakenteen muodossa. Kävyssä on siemenen peittävä rakenne joka aukeaa kun olosuhteet ovat ihanteelliset siemenelle. Tämä esimerkki voisi toimia osana rakennuksen ilmanvaihtoa. Rakennetta voisikin kutsua 2000-luvun pärekatoksi.

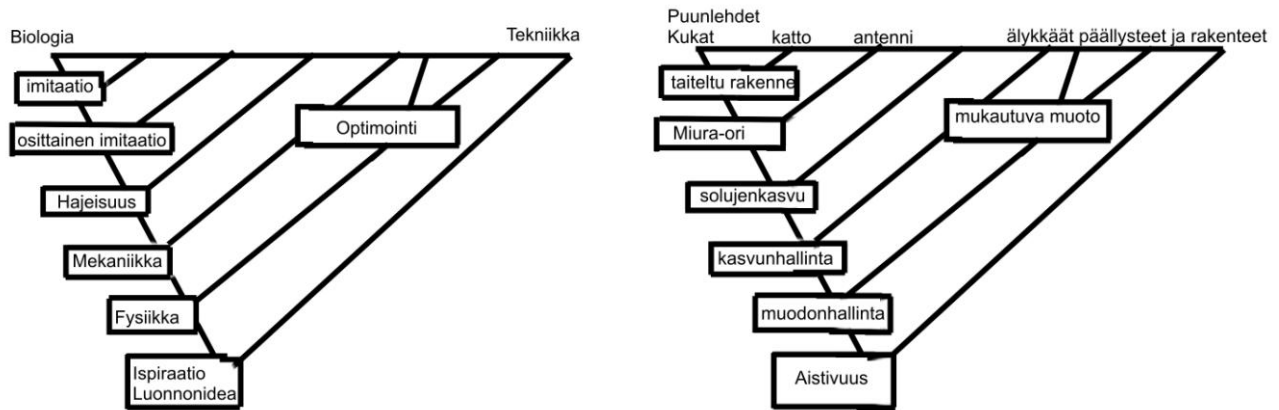


Kuva17 Oma esimerkkini esteettisformaalisesta muodosta. Tässä kuitenkin on luonnosta omittu toiminne. Puunlehden tippakärki mahdollistaa helpon kaatamisen ja se että tippa tippuu hallitusti juomalasiin. Puunlehdissä veden poistuminen on tärkeää yhteyttämisen optimoimiseksi. Lehdellä tässä yhteydessä voidaan viestiä tuotteen luonnonmukaisuudesta ja puhtaudesta. Lisäksi puunlehti on melko valmis muoto kaatonokaksi.



Kuva 18 ja 19 Miura-ori eli tapa, jolla pyökin tai muidenkin puiden lehdet ovat pakkautuneena silmuissa. Taittelutapaa on sittemmin käytetty aurinkopaneelien pakkaamisessa sateliitteihin ja suurten karttapaperien taittelussa.

Kuva20 (Prof. Julian Vincent, 1988(?),4-6) Mukaillen Hämäläinen,2011 STEALING IDEAS FROM NATURE. Biomimeettista ideointi voidaan kuvata muotoilukartalla jossa kuvataan tasoja joita ideasta voidaan käyttää ja millaisiasovelluksia niistä voidaan aikaansaada.



5. Tulevaisuus ja hyödyt

Tulevaisuuden materiaalit ja valmistusmenetelmät suovat varmasti rajoittamattomia mahdollisuuksia muotoilijalle. Sintraamisen kehittyessä entistä halvemmaksi ja helpommaksi, vain mielikuvitus on rajana. Materiaalien kehittyessä samalla toivotaan että saavutetaan monilla tavoin kestäviä tuotteita joissa toteutuu kaukokatseinen suunnittelu. Valmistustekniikoissa ja teollisuudessa pyritään jatkuvasti materiaali säästöihin ja saasteettomuuteen.

Biomimiikassa on paljon tutkittavaa näiden päämäärien tavoittamiseksi. Kun tuotanto ja teknologiat pyrkivät biomimeettisiksi, kuten luonto käyttää resurssejaan, ollaan varmasti menossa kohti parempaa huomista. Muotoilijan osana tuotantoa on pyrittävä pysymään kehityksessä, ja mikä parempaa ehkä ajattelemaan jo vähän edellä. Valveutuneen muotoilijan kuuluminen tuotteiden elinkaaren suunnitteluun, voidaan puhua kehityksestä jolla on toivoa. Se, että nykyinen malli pyrkii vain kehittymään ja lisäämään tuotantoa välittämättä resurssien hupenemisesta, ei voi olla kestävä kehityskulku. Utopioissa tuotteet olisivatkin siinä mielessä ikuisia ettei kuluttajat hylkäisi niitä. Tämä ei tietenkään sovi kapitalistiseen maailmaan, jossa ostaminen on kantava voima. Täytyykin pyrkiä suunnittelemaan tuotteita joita ihmiset haluavat ostaa samoista syistä kuin nykyisinkin, mutta hylättyään tuotteen sen voisi hyvällä omalla tunnolla laittaa roskiin tai kierrätykseen tietäen, ettei se päädy ongelmajätteeksi, vaan se käytetään tavalla tai toisella hyödyksi.

Tällaisten materiaalien salakuljettaminen tuotteisiin ei ulkoisesti muuttaisi esimerkiksi matkapuhelinten tai sylimikrojen ulkonäköä, joissa muoveilla on lähinnä kosmeettinen rooli. Biohajoavat muovit saadaan muokattua samankaltaisiksi koteloinniksi

“Jatkuva kasvuun pyrkivä kehitys ei voi jatkua tulevaisuudessa, on välttämättömyys ottaa mallia luonnosta”

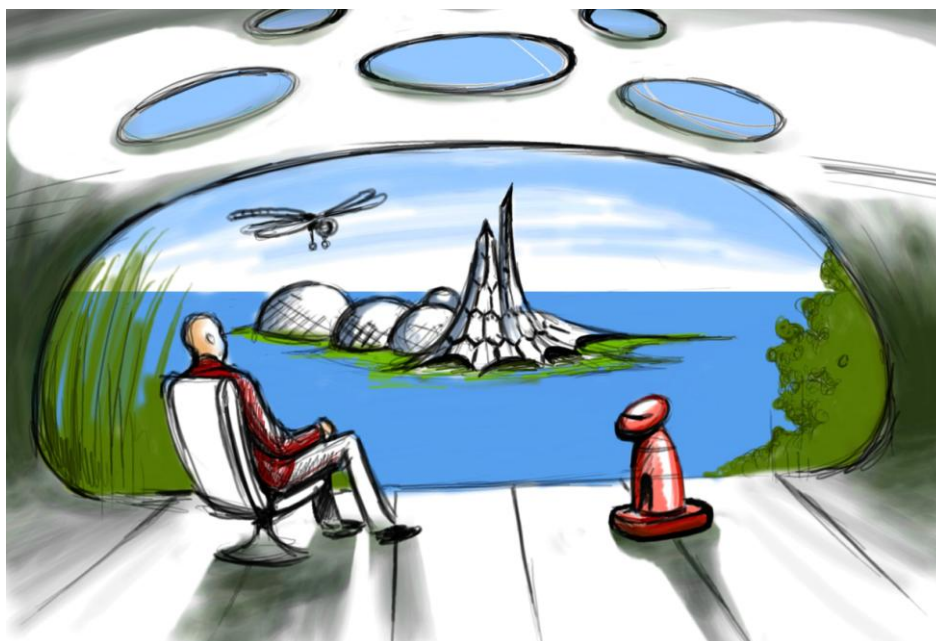
”Olen hyvin vakuuttunut että biologinen malli on hyvin keskeinen tulevaisuudessa”

-Arkkitehti, Juhani Pallasmaa

Sintraamisen tulevaisuudessa voitaneen kuvitella kehittyvän yleistyväksi tuotanto menetelmäksi. Sintraamiseen voidaan valjastaa nanobotteja jotka kykenisivät valmistamaan halutunlaisia tuotteita esimerkiksi keraamisista aineista, joita luonto kykenee tuottamaan kylmissä olosuhteissa.

Tutkimuksissa ollaan myös kyetty valmistamaan DNA:ta tietokoneella ohjelmoimalla. DNA on sitten istutettu bakteeriin joka on kyennyt lisääntymään. Tavallaan siis bakteerin äiti on tietokone, ollaan hyvin lähellä synteettistä elämää. Tällä tavoin saadaan mikrobikokoluokan apulaisia, ehkäpä jopa muotoilijan työkaluksi tulevaisuuden teknologioissa. Tiedemies Craig Venter työryhmineen kasvatti kyseisenlaisia mikrobeja hiivassa ja onnistui saamaan bakteerit lisääntymään. Näin voidaan mahdollistaa yhä tarkempia lääkkeitä. Craig Venterin luento aiheesta löytyi ideoiden jakamiseen tarkoitetulla nettisivulla www.TED.com jossa monien eri alojen asiantuntijat jakavat tietouttaan. Sivustolla on useita luentoja biomimetiikasta ja niistä päätellen on useilla teollisuuden kuten monella muullakin alalla herätty tutkimaan kuinka valmistaa ja rakentaa aidosti ekologisemmin luonnonesimerkkejä seuraamalla.

Elävien organismien kasvattaminen ihmisten apuvälineiksi lienee vielä lapsenkengissä, mutta todennäköistä on että tämä tieteenala kasvaa vielä jatkuvasti. Kasvien hermostoja ja kasvuntutkimusta kehittäessä saavutetaan ehkä joskus hamassa tulevaisuudessa itsestään kasvavat tuotteet.



Kuva21 Kuvitus. Tulevaisuuden asumukset voivat olla biomimeettisiä sekä sisältää bioprosesseja eli elävä luonto on kiinteänä osana rakennuksia ja kaupunkeja

Kaupungit ja asuinalueet saattavat tulevaisuudessa muuttua konemaisesta tehokkuuden tavoittelusta mukailemaan luonnonkiertokulkua, eräänlaisiksi biotoopeiksi, ja minimoida näin ollen omat jätteensä ja energian kulutuksensa. Pallasmaa on maininnutkin että nykypäivän sekä menneen ajan rakentamisessa ja erilaisten tuotteiden metaforana onkin ollut kone ja tulevaisuudessa hyvinkin todennäköisesti luonto ja organismit. Pallasmaan jo lapsena syntynyt kiinnostus hyönteisiin ja muihin eliöihin, on saanut hänet tarkastelemaan niiden arkkitehtuuria ja tuottamia materiaaleja. Hän kiteyttääkin sanomalla että, jos esimerkiksi hämähäkki on ollut miljoonia vuosia kauemmin olemassa kuin ihminen, on sillä ollut aikaa kehittää silkin tuotantoaan huippuunsa. Tämän ajatuksen pohjalta ei liene tyhjänpäiväistä väittää että biomimetiikka on tulevaisuudessa huipputiedettä. Luonnon eliöt ovat siis tehneet tuotekehittelyä miljoonia vuosia ja ihmisen ei tarvitse kuin ottaa mallia ja soveltaa niistä itselleen käyttökelpoisia. Takiaisesta tarranauhaksi on tunnetuinpia biomimeettisiä tuotetarinoita, mutta ehkä tulevaisuudessa silkin kutominen verisuonen sisällä ilman leikkauksia onnistuu nanobottien ja silkin salaisuuden selvittyä.

(Pallasmaa.J,2011)

6.Pohdinta

Opinnäytteessäni koin paljon vaikeuksia taustatiedon hankkimisessa, ei niin etteikö sitä löytynyt vaan siksi että se oli hyvin hajanaista ja laadultaan hyvin heterogeenistä.

Biomimettiikka aiheena on henkilökohtaisen kiinnostukseni kohde ollut jo vuosia ennen opiskelua Muotoilu akatemiassa. Työskentely prosessin hallinta oli hyvin hankalaa ja en aina tiennyt kuinka toteuttaisin opinnäytteeni ja millaisiin sisältöihin painottaisin. Se että tekisin sen tarkkailevan muotoilijan näkökulmasta oli tietysti itsestään selvyys.

Olisin halunnut tehdä monet asiat pedantimmin ja toteuttaa jonkin konkreettisen esimerkin tai hahmomallin. Olisin myöskin halunnut kehittää sovelluksia läpi käymästäni aineistosta.

Työssäni opin kuinka paljon enemmän täytyy sitoutua työhön ja kuinka vaikeaa on soveltaa hankittua tietoa mielekkääseen muotoon. Aion jatkossa palata aihealueen tutkimiseen ja täydentää tietouttani siitä.

(Hämäläinen.J.2011)

www.ted.com, internetluennot.

BBC:n NatureTech dokumentti sarja

Yle-dokumentti hehkulamppuhuijaus, Lightbulb conspiracy, Arte France, Media 3.14 Article Z

Pallasmaa, J. 2002, Eläinten arkkitehtuuri, Helsinki, Suomen rakennustaiteen museo.

SÄHKÖISETLÄHTEET

http://www.bioteknologia.info/etusivu/esittely/fi_FI/mitabioon/ [viitattu 14.3.2011]

LÄHTEET:

Julian F. V. Vincent, Deployable Structures , Centre for Biomimetics, The University of Reading, U.K. [viitattu 14.3.2011].

BBC NatureTech [viitattu 18.3.2011]

Pallasmaa, J. 2002, Eläinten arkkitehtuuri, Helsinki, Suomen rakennustaiteen museo. [viitattu 29.4.2011]

KUVALUOTTELO

kuva1 Jussi-Pekka Hämäläinen

kuva2 Kollaasi, Jussi-Pekka Hämäläinen

kuva3 Mercedes-Benz

kuva4 http://www.asknature.org/images/uploads/product/4c0e62f66bcccabf55a1f189da30acb3/popup_morpho_morphotex.jpg

kuva5 Grown chair www.vitra.com/vegetal-growing-a-chair

kuva6 Jussi-Pekka Hämäläinen

kuva7 Jussi-Pekka Hämäläinen

kuva8 Jussi-Pekka Hämäläinen

kuva9 Gateway arch, Bev Sykes, Davis, CA, USA

kuva10 http://www.calatrava.info/images/path_01.jpg

kuva11 http://blog.miragestudio7.com/wp-content/uploads/2007/07/santiago_calatrava_turning_torso.jpg

kuva12 http://1.bp.blogspot.com/_IGpklKnjESw/Sqf70yp07wI/AAAAAAAAAzs/D0FDmB3L3-g/s400/A_Dahlia-Anja_50.jpg

kuva13 http://www.erikaalmeida.com/wp-content/uploads/2010/06/TRABECULA-Laser-Sintered-Bench-by-JANNE-KYTT%C3%84NEN_post1.jpg

kuva14 <http://biodsign.files.wordpress.com/2010/09/tapiow1.jpg>

kuva15 Jussi-Pekka Hämäläinen

kuva16 Jussi-Pekka Hämäläinen

kuva17 Jussi-Pekka Hämäläinen

kuva18 <http://www.britishorigami.info/academic/images/miura2.gif>

kuva19 Vanha saksalainen koulutaulu, ei käyttörajoituksia

kuva20 Prof. Julian Vincent, mukailen Hämäläinen

kuva21 Jussi-Pekka Hämäläinen