

Opinnäytetyö (AMK)

Muotoilu

Tuotemuotoilu ja -valmistus

2014

Mikko Leppänen

# DIGITAALISUUS JA LUONTO

– Bioinspiraation ja digitaalisen valmistuksen oppaan suunnittelu



TURUN AMMATTIKORKEAKOULU  
TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

OPINNÄYTETYÖ (AMK) | TIIVISTELMÄ

TURUN AMMATTIKORKEAKOULU

Muotoilu | Tuotemuotoilu ja valmistus

2014 | 61

Tarmo Karhu

Mikko Leppänen

## DIGITAALISUUS JA LUONTO - BIOINSPIRAATION JA DIGITAALISEN VALMISTUKSEN OPPAAN SUUNNITTELU

Opinnäytetyössä käsitellään digitaaliseen valmistukseen liittyviä käsitteitä ja metodeja. Keskeisenä inspiraationlähteenä on luonnosta saatava tieto, joka ilmenee erilaisten toistuvien ja samankaltaisten rakenteiden kautta. Tämän tiedon avaamiseen voidaan käyttää imitointia, opinnäytetyön tapauksessa biomimiikkaa, jolloin tavoitteena on ollut käsitteellistää luonnossa havaittavia ilmiöitä visuaalisesti.

Tutkimuskohteena biomimiikan suhteen keskitytään huomioimaan luonnossa olevia rakenteita, systeemeitä ja funktioita, jolloin niitä voidaan muuntaa tuotteiksi tai toimintamalleiksi. Systeemiteoria kuuluu kiinteänä osana tähän käsitteellistämistyön tasolla.

Tutkimustyön tuloksista saadun tiedon kautta on tuotettu opas, jossa esitellään luonnossa olevia rakenteita geometrian ja kaavioiden avulla. Toinen osa opasta käsittelee digitaalista valmistusta ja konseptimalleja, jotka on johdettu tutkimustyön tuloksista

### ASIASANAT:

Digitaalinen valmistus, kognitio, imitaatio, meemi, metodit, biomimiikka, systeemiteoria, kybernetiikka, joukkoistaminen, ekosysteemit.

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Degree programme in Design | Crafts and Design

Completion year of the thesis 2014 | 61

Tarmo Karhu

Mikko Leppänen

# DIGITAL MIND AND NATURE – DESIGN PROCESS OF BIOINSPIRED AND DIGITAL FABRICATION BASED GUIDEBOOK

In my final study, I deal with digitalization of information and production related concepts and methods. Essential source of inspiration is information that can be received from the nature, which appears in various forms of structures by similarities. To open this information you can use imitation, and in the the case of my final study its biomimicry. By applying principles of biomimicry, my aim is to conceptualize phenomenon that exist in nature.

What comes to studying nature through classes of biomimicry, I have focused into structures, systems and functions, which are convertible into products or models behaviour in level of groups or production. System Theory is solid part of conceptualizing functions in ecosystem.

From results given by the study, I have designed guide, which represents structures of nature in level of geometry and presentation graphics. Second part of the guide deals with digital fabrication and concept models that are lead from the results of the research job.

## KEYWORDS:

Digital fabrication, cognition, imitation, meme, methods, biomimicry, system theory, cybernetics, crowd sourcing, ecosystems.

# SISÄLTÖ

<b>1 JOHDANTO</b>	<b>6</b>
<b>2 TUTKIMUSTYÖN TAVOITTEET</b>	<b>7</b>
2.1 Tutkimusmenetelmät	7
2.2 Tutkimusmenetelmät opinnäytetyön kontekstissa	12
<b>3 TUTKIMUSPROSESSIN KULKU</b>	<b>15</b>
3.1 Aineiston kerääminen	16
3.2 Kirjalliset lähteet suunnittelutyön alustuksen lähteenä	16
3.2.1 Kirjallisen lähteen käsitteellistämisen prosessi	17
3.2.2 Kuvamateriaalilähteet	18
3.2.3 Monitieteellisten työkalujen periaatteet	18
3.4 Käsitteellistetyt mallit	21
3.5 Teorian muodostus käsitteellistämällä	22
3.5.1 Menetelmät	22
3.5.2 Ilmiöiden luokittelu	26
<b>4 OPPAAN SUUNNITTELUPROSESSI</b>	<b>29</b>
4.1 Opinnäytetyön raportin ja oppaan eroista	30
4.2 Oppaan tuottamiseen liittyvät tekijät	30
4.3 Oppaan graafinen suunnittelu	31
4.4 Oppaan kappaleiden sisällöstä	32
<b>5 LOPPUPÄÄTELMÄT</b>	<b>43</b>
<b>LÄHTEET</b>	<b>45</b>

## **LIITTEET**

- Liite 1. Tutkimuskysymykset ja niiden avaamat mahdollisuudet
- Liite 2. Artefaktien analyysin ja tekemällä tutkimisen yhteensovittaminen
- Liite 3. Kvalitatiivisen tutkimuksen kulku
- Liite 4. Tulevaisuuden tutkimuksen kulku
- Liite 5. Tulevaisuuden tutkimuksen sanasto
- Liite 6. Esimerkkimalli lähdeaineistosta johdetun tiedon käsitteellistämisestä
- Liite 7. Geometriset rakenteet mikroeliöissä
- Liite 8. Geometrisia ja orgaanisia rakenteita
- Liite 9. Biomimiikkaan liittyvän kognition muodostuminen
- Liite 10. Systemiteorian rakenteellinen malli
- Liite 11. Luonnosta saadun tiedon käsitteellistäminen ja metodien kautta
- Liite 12. Otoksia oppaan sisällöstä

## **KUVAT**

Kuva 1. Tulevaisuuden tutkimus ja signaalit	12
Kuva 2. Tutkimuksellinen viitekehys	14
Kuva 3. Tutkimusprosessin kulku	15
Kuva 4. 3-jakoinen metodologinen lähestymistapa	23
Kuva 5. Oppaan symbolijärjestelmä	30
Kuva 6. Voronoi -kuviosarja	34
Kuva 7. Hexagon -tulostusmallit	37
Kuva 8. Kolmio polygonin muunnelmät	38
Kuva 9. Lautasen 3D-mallinnuksen vaiheet	39
Kuva 10. 3D-mallinnettu lautanen	39

# 1 JOHDANTO

Opinnäytetyön kehittymistä on johdattanut kiinnostukseni digitaalista valmistusta, luovuutta, ekologiaa ja luonnossa olevaa informaatiota kohtaan. Keskeisessä osassa tutkimustyötä on avata luonnossa olevia rakenteita, funktioita ja ratkaisumalleja, joiden periaatteita voidaan käyttää ratkaisemaan ihmiskeskeisiä ongelmia.

Myös kiinnostukseni erilaisiin verkostoihin yhteisöjen, markkinoinnin ja konseptimallien tasolla kuuluvat tutkimustyöhön. Näitä malleja käyn lävitse esitysteknisellä ja kokemukseen liittyvällä tasolla, mitä tulee aloittelevan yrittäjän pientuotemyyntiin liittyvään prototyyppien testimyyntiin ja asiakasryhmien kartoittamiseen.

Opinnäytetyössä käsittelen tiedonhakuja ja tutkimusprosessia tuloksien kera, joista olen johtanut metodologisen oppaan erilliseksi kirjaksi, joka sisältää erilaisia luonnossa olevien rakenteiden hahmottamiseen liittyviä periaatteita ja case -esimerkkejä digitaalisen valmistuksen mahdollisuuksista.

## 2 TUTKIMUSTYÖN TAVOITTEET

Tavoitteenani on tutkia digitaaliseen valmistukseen liittyviä tekijöitä seuraavien osa-alueiden kautta:

- innovoinnin lisääminen metodien ja pedagogiikan avulla
- systemaattisuus luovuuden ja ongelmanratkaisutaitojen kehittäjänä
- tuotantotekniikkaan liittyvä innovointi ohjelmistoilla ja tuotantolaitteistolla
- tuotteiden funktionaalisuus ja estetiikka.

Keskeisenä tutkimuskysymyksiä johdattavana viitekehyksenä on luonto ja siellä olevan informaation avaaminen imitoimalla rakenteita, estetiikkaa ja ilmiöitä (liite 1).

### 2.1 Tutkimusmenetelmät

Tutkimusmenetelmien avulla pyrin avaamaan tutkittavan kohteen havaitsemalla pääasiallisesti funktionaalisesti ja esteettisesti luokiteltavia ominaisuuksia seuraavien tutkimusmetodien avulla: *Artefaktien analyysi* ja *kvalitatiivinen tutkimus* rakenteiden luokittelussa, luokittelun avulla havaittujen ominaisuuksien soveltaminen suunnittelutyössä *tekemällä tutkimisen* avulla ja *tulevaisuuden tutkimus*, jota voidaan soveltaa erilaisten signaalien ja ilmiöiden havaitsemiseen monialaisesti.

#### **Artefaktien analysointi**

Artefakti voidaan nähdä kulttuurin kielen ominaisuutena, jolloin kohteen kiinnostavuus ei kohdistu sen valmistajaan tai rakenteellisiin ratkaisuihin, vaan havainnon vastaanottajaan ja vastaanotossa tapahtuviin mahdollisiin tulkintoihin. Vastaanottaja on aina oman tulkintansa tuottava aktiivinen toimija. (Anttila 2005, 211.)

Muotoilija ja muotoilijan tutkija Viktor Papanek(2005) on määritellyt esineellisten artefaktien ominaisuuksien jakautuvan tuotteen käytön, menetelmän, esteettisyyden, assosiaatioiden ja telesiksen funktiona. Telesis voidaan määritellä aikaan liittymiseen, seuraamuksiin tai vastuullisuuteen, jolloin Papanek korostaa ihmisen toiminnan vaikutusta luontoon ja luonnonvarojen käyttöön. (Anttila 2005, 212.)

Pelkistetysti artefakti voidaan määritellä fyysisenä tai immateriaalisena havainnon kohteena, jonka ominaisuuksia ja mahdollisuuksia voidaan muovata suhteessa suunnittelutyön haasteisiin. Näin artefakti sisältää erilaisia tiedon osia, jotka voidaan hakea sovellettavaksi erilaisista tietokannoista (liite 2).

Fyysinen artefakti voi olla tuote, teknologia tai ominaisuus havainnon kohteessa. Immateriaalinen artefakti voidaan määritellä toiminnan mallina, jolla parannetaan toimivuutta, esim. palvelu, pedagogiikkaan liittyvä metodi tai tieteellinen teoria.

Aikaisempien tietojeni ja kokemusteni mukaan artefaktin käsite ilmenee usein myös myyteissä ja fiktiossa, tarinoista kirjoihin ja elokuvaan. Niissä artefaktit mahdollistavat nykyisten hallitsevien rakenteiden haastamisen tai maailman hallitsemisen. Fiktio kontekstissa artefaktiin liitetään näin maagisia ominaisuuksia, joilla voidaan joko tuhota, luoda tai parantaa. Artefakti voi myös ilmetä esteettisesti ajattomana objektina, jossa saattaa yhtyä energia, esineen kyky muuntautua tai lisätä sen kantajan voimia.

Oman tulkintani mukaan artefakti voidaan käsittää metafysisenä konstruktiona, jonka ominaisuudet ovat sen käyttäjän muunneltavissa. Artefakti on näin ollen ajaton ja universaali muuntuva ilmiö, joka kumpuaa fysiikan ja ympäristön ominaisuuksien pohjalta. Tosin artefaktin rakenteiden mahdollisuuksia voidaan aina venyttää ja muunnella vastaamaan aikakauden haasteita.

Artefakteihin liittyvät periaatteet ovat kaikkien löydettävissä, koska artefaktin ominaisuudet kumpuavat todellisuudesta tehdyistä havainnoista. Tieteen kontekstissa tulkittuna kultainen leikkaus tai Fibonaccion lukusarjan



ilmeneminen kaikkialla voidaan tulkita artefakteina joilla, on laajat sovellusmahdollisuudet teknologian tasolla.

Liittyen opinnäytetyöni kontekstiin ja sitä ohjaavaan bioinspiraatioon suunnittelutyötä ohjaa fokus liittyen seuraaviin tekijöihin, jotka ilmenevät artefakteissa:

- esteettiset rakenteet ja niiden kaupallistettavuus
- funktionaaliset ja muuntuvat rakenteet ja niiden mahdollisuudet
- systeemit, joita muuntamalla voidaan optimoida tuotantoon ja jakeluun liittyviä prosesseja.

Kokonaisuudessaan tavoitteena on luonnossa olevien ja havaittujen ominaisuuksien yhtenäistäminen ja käsitteellistäminen digitaalista valmistusta käsittelevään oppaaseen.

### **Tekemällä tutkiminen**

Muotoilualalla työskennellyt Jane Webb kertoo, että siirtyminen akateemisesta maailmasta tekemisen maailmaan irrotti hänet teoreetikon hypnoottisesta maailmasta, kun hänen tutkimansa asiat tulivat näkyviksi tekemiseen liittyvän prosessin tuloksena (Anttila 2005, 423).

Oman tulkintani mukaan näin teoreettisille käsitteille voidaan saada vahvistus siitä, ovatko ne sovellettavia ja saadaanko niistä positiivisia tai negatiivisia tuloksia. Käsitteellisen tason ajattelun ongelma on se, että ajatuksien tasolla monet asiat näyttäytyvät helposti saavutettavilta, mutta vastaan saattaa tulla monia toteutukseen liittyviä ongelmia joko teknisesti tai sosiaalis-kulttuuristen tekijöiden tasolla.

Osana tekemällä tutkimista on ollut pyrkiä tutkimaan innovatiivisia, teknisiä ratkaisuja ja löytää mahdollisuuksia, joilla ratkaista ongelmia.

Seuraavat tekijät ovat nousseet pintaan tekemällä tutkimisen kautta:

- valmistusteknisten ratkaisujen tutkiminen tuotantotehokkuuden tasolla, mm. laserleikkauksen optimointi erilaisten leikkuuratojen rytmyyksillä
- esteettisten tekijöiden havainnointi, suunnittelu ja niiden testaaminen moderneilla tulostustekniikoilla.

Osana tekemällä tutkimista on kuvamateriaalien ja artefaktien analyysin pohjalta saatu tieto, jota käsittelen myös liitteessä 2.

### **Kvalitatiivinen tutkimus**

Laadullinen tutkimusote etenee pisimmälle vietyä empiriasta teoriaan, eli havaitut ilmiöt voidaan käsitteellistää. Laadulliselle tutkimukselle tyypillistä on luoda selitysmalli tutkittavalle ilmiölle, jolloin selitys voidaan luoda *käsitteellisen kehikon* kautta, jonka avulla havaittavaa kohdetta tarkastellaan (Anttilla 2005, 276). Käsitteellistä kehikkoa käytetään tutkimuskysymysten ja kohteen rajaukseen, esim. millaisten teoreettisten tekijöiden kautta havainnon kohdetta tarkastellaan.

Opinnäytetyöni suhteen keskityn seuraavien laadullisten tekijöiden havaitsemiseen, luokitteluun ja soveltamiseen: esteettisten ja funktionaalisten ominaisuuksien laadulliseen määrittelyyn, ilmiöiden kuvaamiseen sanallisesti ja kuvallisesti sekä asioiden väliseen yhdistelyyn laadullisten ominaisuuksien pohjalta. Kvalitatiivisen tutkimusprosessin kulun esitän liitteessä 3.

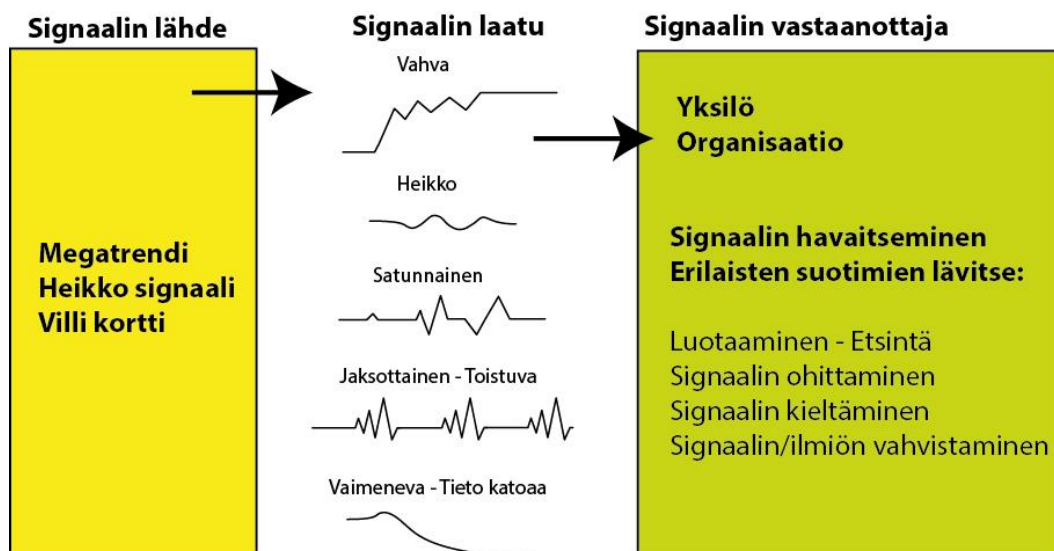
### **Tulevaisuuden tutkimus**

Tulevaisuuden tutkimus liittyy opinnäytetyöhön inspiraation, hypoteesien ja konseptimallien tasolla. Tulevaisuustutkimuksen käsitteistöä olen avannut syvemmin liitteessä 4 kaavion avulla ja liitteessä 5 sanaston kautta.

Tulevaisuuden tutkimukseen liittyvien käsitteiden ja periaatteiden pohjalta voidaan luoda mahdollistavaa tutkimustyötä innovaatioiden kartoittamisen tasolla. Mahdollistamisella tarkoitan tässä tapauksessa avomielisyyttä, joka

käsittää uteliaisuuden, halun oppia tai kannustaa toisia syventämään tietoutta jostain osa-alueesta.

Tulevaisuuden tutkimuksen keskeiset tavoitteet ovat ympäristön tuottamien signaalien, kuten megatrendien, heikkojen signaalien ja villien korttien havaitsemisen kautta tehtävät luotaukset, joilla voidaan ennakoida positiivisia tai negatiivisia tulevaisuuden kehityskulkuja esim. kysyntään ja markkinoihin liittyvien tekijöiden osalta. Signaalit voidaan käsittää ilmiön vahvuutena, jolla voi olla erilaisia ominaisuuksia toistuvuuden, kasvun tai heikkenemisen muodossa (liite 5 & kuva 1).



Kuva 1. Tulevaisuuden tutkimus ja signaalit.

Tulevaisuuden kehityskulkujen ennakointia voidaan tehdä skenaarioiden avulla, jolloin tiedettyjen ja toistuvien historiallisten mallien tai nykyhetkessä tapahtuvien ilmiöiden kautta voidaan simuloida uhkia ja mahdollisuuksia tai mahdollistaa myönteisen kehityksen tapahtumista.

Käytännössä skenaarioita ja niiden alle kuuluvia megatrendien ja heikkojen signaalien tuottamia ilmiöitä voidaan soveltaa yrityksen toimintamallien monipuolistamiseen, riskienhallintaan tai tuottamaan jokin yrityksen taloutta muuntava ilmiö. Keskeisenä edellä mainittujen tekijöiden hallintaan on

ymmärtää systeemien toimintaan liittyvää tietoa, jota voidaan avata systeemiteorian ja -analyysin avulla.

Tulevaisuuden tutkimuksen olen valinnut yhdeksi tutkimusapuvälineeksi konseptitason ideointiin, koska sen tarjoamat teoreettiset työkalut ovat käytännöllisiä, mikä mahdollistaa monia asioita aina markkina-analyysistä nousevien trendien ennakointiin tai skenaarioiden avulla tehtäviin simulointeihin, joilla voidaan ennakoida riskejä ja mahdollisuuksia.

## 2.2 Tutkimusmetodit opinnäytetyön kontekstissa

Keskeisessä tutkimuksellisessa asemassa on artefaktien analysointi, jolla voidaan purkaa tutkittava kohde elementteihin sen fyysisten ja funktionaalisten ominaisuuksien pohjalta (Anttila 2005, 212). Sen kautta voidaan myös tiedostaa, millaisia toimintamalleihin ja prosessien kulkuun liittyviä ominaisuuksia artefaktilla on laajemmassa mittakaavassa, esim. miten ekosysteemit rakentuvat ja kuinka ne voidaan jakaa eri komponentteihin.

Ymmärtämällä kokonaisuuksien toimintaa eriteltyjen elementtien pohjalta voidaan testata minkä tahansa systeemin mahdollisuuksia ja niiden kehittämistä systeemiteoreettisen ajattelun pohjalta skenaarioiden tai simulaatioiden avulla, jolloin apuna voidaan käyttää kokemustietoa tai roolipelejä (liite 5). Esimerkiksi mitkä ovat design-tuotteen mahdollisuudet suhteessa sen kysyntään tai käyttäjäkuntaan, kun imitoidaan jotain toista samankaltaista ilmiötä?

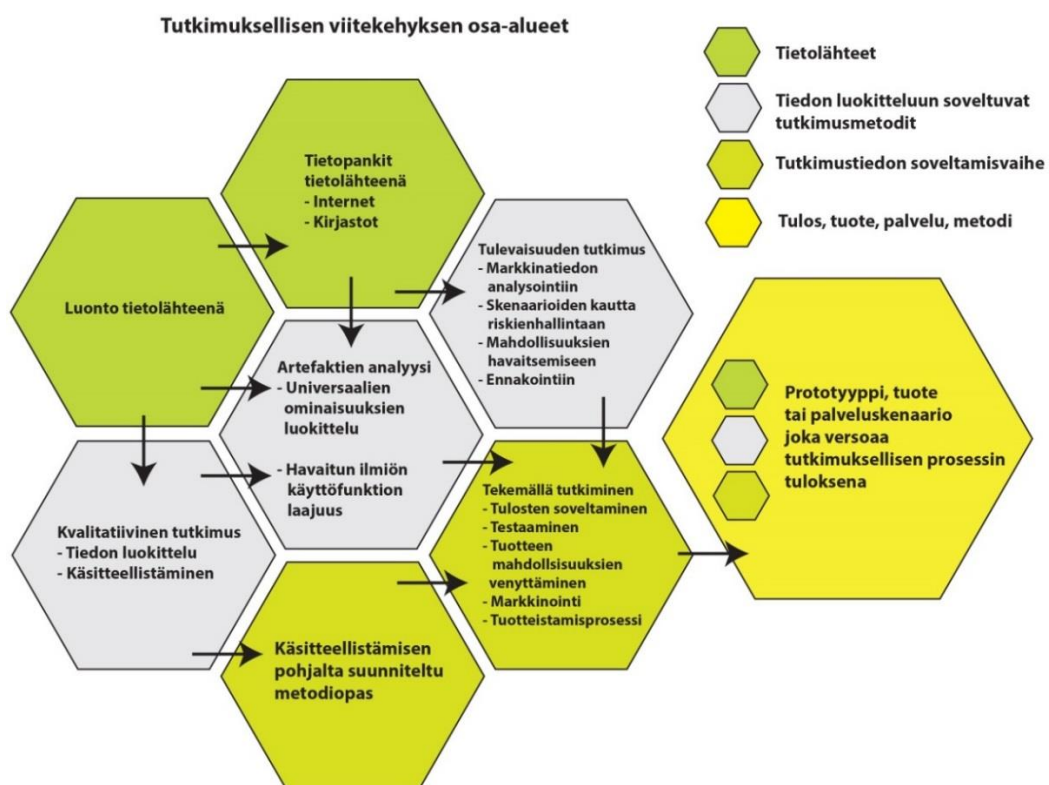
Luomalla erilaisia skenaarioita voidaan hypoteettisesti simuloida niitä tekijöitä, jotka vetoavat tuotteen potentiaaliseen kohderyhmään.

- Millaisten tekijöiden pohjalta ostaja tekee ostopäätöksen?
- Miten varmistaa yrityksen tuotteiden kysyntä pidemmällä aikavälillä?
- Palveleeko tuote ostajan biologisia, sosiaalisia tai itseilmaisuuksiin liittyviä tarpeita?

Liittyen osaamisalueisiin suunniteltavat tuotteet tulevat keskittymään ainakin sosiaalisten ja itseilmaisuuksiin liittyvien tarpeiden tyydyttämiseen, jolloin estetiikka, tuotteen muunneltavuus ja tunnistettavuus kohderyhmän saavuttamiseksi ovat tärkeitä. Näin pyritään luokittelemaan laadullisia tekijöitä, jotka kytkeytyvät ja liittyvät menestystuotteiden valmistukseen.

Tutkimustyön kautta saatua tietoa ei ole tarkoitus tulkita jäykästi, vaan tavoitteena on tarjota erilaisia teoreettisia työkaluja, joilla voidaan vapauttaa suunnittelijan luovuus ja kyky muuntaa luonnosta saatua tietoa erilaisten ongelmien ratkaisuun.

Jäsentämällä tutkimuksellinen viitekehys kolmeen osaan *tietolähteisiin*, *tutkimusmetodeihin* ja *tutkimustiedon soveltamisvaiheeseen*, voidaan hahmottaa sovellettavan tiedonkulku ja tiedonprosessoinnin vaihe ennen tuotteeksi suunnittelua (kuva 2).

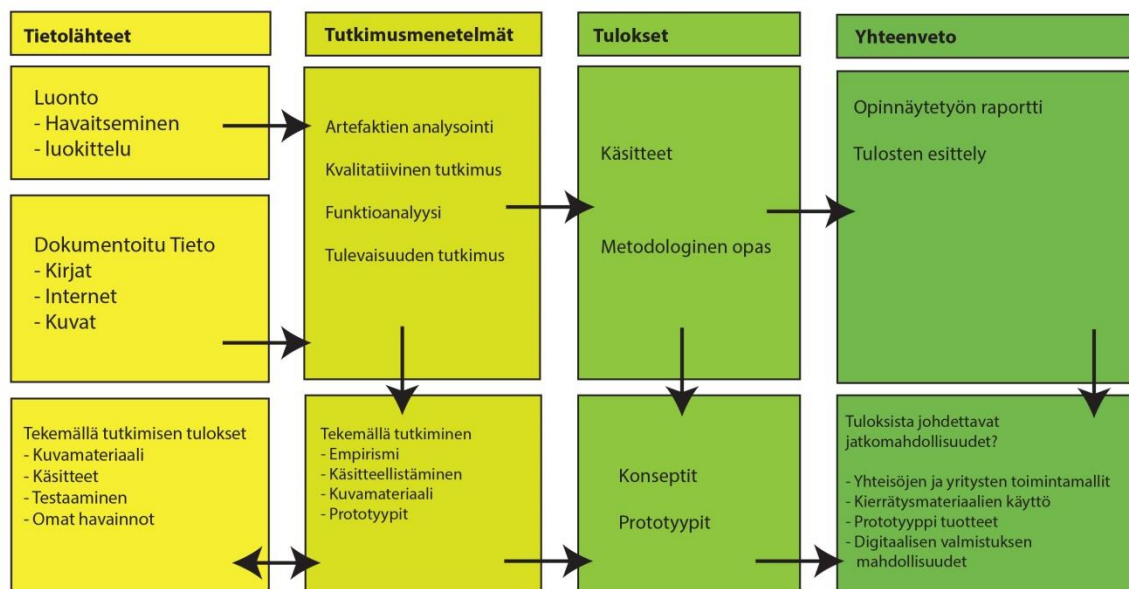


Kuva 2. Tutkimuksellinen viitekehys.

Kuvan 2 mukaisella graafisella jaksotuksella voidaan näin selkeyttää niitä tekijöitä, jotka kytkeytyvät toisiinsa aihe-alueittain tiedonsiirrossa tutkimustyön ja suunnittelun vaiheesta toiseen.

### 3 TUTKIMUSPROSESSIN KULKU

Osana opinnäytetyön tutkimusprosessia on ollut aineistonkeruun pohjalta tehty ideointi, luonnostelu ja mallinnus- ja valmistustyö, joiden pohjalta suunnittelen ja taitan metodioppaan (kuva 3).



Kuva 3. Tutkimusprosessin kulku.

Aineiston keruuseen ja analysointiin on sisältynyt kirjallisten lähteiden keräämistä, jotka käsittelevät luontoa, imitointia, estetiikkaa ja erilaisia systeemejä tietoteoreettisella tasolla. Myös kuvamateriaalin ominaisuuksien analysointi ja luokittelu on kuulunut tutkimusprosessiin laadullisten tekijöiden osalta.

Näin kirjallisten lähteiden ja tekemällä tutkimisen pohjalta tehdyt johtopäätökset ja käsitteellistetyt mallit ovat vaatineet käsitteellistämisen prosessin erilaisten käsitekarttojen muodossa. Käsitekarttojen mallien pohjalta on tarkoitus laatia digitaalista valmistusta käsittelevä opas, joka käsittelee erilaisia suunnittelutyöhön liittyviä metodeja, ratkaisumalleja ja valmistustekniikoita.

Osana oppaan graafista suunnittelua on tuottaa johdonmukainen, lukijaa inspiroiva ja luovuutta lisäävä kokonaisuus, jolloin tavoitteena on inspiroida ja

avata uudenlaisia näkemyksiä suunnittelutyöhön ja nykypäivän haasteisiin luonnosta saadun tiedon pohjalta.

### 3.1 Aineiston kerääminen

Anttilan mukaan englannin kielessä ilmenee käsitejako sanojen *data*, *informaatio* ja *knowledge* välillä. Yhden henkilön hallussa oleva tieto (knowledge) voi olla toiselle henkilölle dataa. Informaatio taas ilmenee englannin kielessä ”viestien virtana” lähettäjän ja vastaanottajan välillä. (Anttila 2005, 173.)

Näin osana aineiston keruutani on luokitella keräämäni dataa ja henkilökohtaista tietoa (knowledge), jolloin uudenlaista dataa muodostuu käsitteellistämisen muodossa. Tämän tuloksena datan on mahdollista virrata informaatioksi, jota pyrin välittämään tuottamani metodioppaan muodossa.

Mitä tulee kirjallisten ja kuvallisten lähteiden tutkimiseen, olen keskittynyt erilaisten sovellettavien periaatteiden kartoittamiseen. Osana tätä on mielenkiintoisen kuvamateriaalin kerääminen, jota voidaan pääasiassa käyttää muotokieleltään ajattomissa ja futuristisissa tuotteissa.

Aineistossa olevan datan olen luokitellut kuvamateriaaliin, josta tehdä visuaalisia luokituksia, ja teoreettisiin lähteisiin, joista johdetaan sanallista tai systeemiteoreettista tietoa.

### 3.2 Kirjalliset lähteet suunnittelutyön alustuksen lähteenä

Kirjallisten lähteiden tulkinnessa olen pyrkinyt havaitsemaan käytännöllistä ja sovellettavaa tietoa, joka voidaan käsitteellistä helposti muutaman periaatteen alle. Olen myös pyrkinyt havaitsemaan samankaltaisuuksia erilaisten tietolähteiden tekijöiden suhteen, jotka saattavat olla hyödyllisiä suunnittelijalle estetiikan, rakenteiden ja funktioiden tasolla.



### 3.2.1 Kirjallisen lähteen käsitteellistämisen prosessi

Keskeisenä tietolähteenä liittyen luonnossa ilmeneviin rakenteisiin on Universal Principles of Design -kirja (2003), jossa olevat periaatteet olen pyrkinyt yhtenäistämään, Esim. käsite *arkkityypit* voidaan käsittää universaalien muotojen ja ilmiöiden kautta, jolloin samankaltaiset rakenteet toistuvat eri ilmiöistä ja eliöistä huolimatta. Näin arkkityyppien kautta voidaan saavuttaa samanlaista tietoa huolimatta havaitsijan kulttuurisista sekä kognitioon ja kieleen liittyvistä tekijöistä. Tosin havaitsijan kognitioon liittyvät taustatekijät vaikuttavat siihen, mikä on arkkityyppien kautta havaitun tiedon syvyys tai sovellettavuus. (Lidwell 2003, 24).

Osana käsitteellistämistä on värikoodijärjestelmän hyödyntäminen luokittelussa ja asiayhteyksien korostamisella nuolilla, jolloin tavoitteena on edistää lukijan ajatteluprosessien johdonmukaisuutta.

Osana käsitteellistämisen kulkua on Universal Principles of Design -kirjan (2003) pohjalta käsitekartan rakentaminen, jonka tulos on nähtävissä liitteessä 6.

Käsitekartan alle olen jaotellut lähdekirjassa ilmenevät ominaisuudet seuraaviin luokituksiin:

- eliöiden universaalit ominaisuudet fyysisesti
- liikkeeseen liittyvät ominaisuudet
- käyttäytymiseen ja sensoreihin liittyvät ominaisuudet.

Käsitekartassa luokitellut ominaisuudet voivat olla yksi tapa jaotella tai käsitteellistää lähdemateriaalista saatua tietoa. Mitä tiiviimpi tai yksinkertaisempi teoreettinen viitekehys on, sen helpommin sen periaatteet voidaan omaksua ennen syvällisemmän tiedon omaksumista tai alakäsitteiden lisäämistä perusteoreettiseen runkoon.

### 3.2.2 Kuvamateriaalilähteet

Kuvamateriaalilähteistä olen pyrkinyt eristämään geometrisia rakenteita, jotka voidaan toteuttaa erilaisilla 2D- tai 3D-grafiikan tekemiseen tarkoitetuilla ohjelmistoilla. Keskeisenä kuvalähteenä on ollut Ernst Haeckelin (1998) mikroskooppikuvista johdetut piirustukset niiden selkeyden ja aikakauteen sidotun tyylikkyyden takia (liite 7).

Kirjan kuvamateriaalissa toistuu seuraavia geometrisia rakenteita mikroeliöistä leviin ja siitepölyyn: kehät ja ympyrät, polygonit eli monikulmiot ja symmetrisyys yleisenä tekijänä mikro-organismien tasolla.

Geometriset rakenteet ilmenevät myös monissa kulttuureissa uskontojen tai mystiikan tasolla, joiden alku on ollut aina sidottua shamanistiseen kulttuuriin tai empirismiin. Samankaltaisia rakenteita ilmenee myös taiteessa ja arkkitehtuurissa. Näin luonnosta saadut havainnot ovat johdattaneet meitä kulttuurievoluution myötä luomaan erilaisia esteettisiä ja teknisiä ratkaisuja, joita on sovellettu kunkin aikakauden ajattelutason ja teknologian rajoissa (liite 8).

Geometria on kiinnostava havainnon kohde sen takia, että se on sekä esteettistä mutta sisältää myös funktionaalisia ominaisuuksia, joita voidaan hyödyntää rakenteiden kestävyuden tasolla, mitä tulee joustavuuteen tai painokuorman jakamiseen. Myös erilaisia energioptimaaliin valmistukseen liittyviä ratkaisuja voidaan löytää rakenteiden tasolla, esim. valmistusvaiheisiin liittyvät tekijät. Geometria sivuaa myös ergonomiaa, kun rakenteissa sovelletaan orgaanisempia muotoja.

### 3.2.3 Monitieteellisten työkalujen periaatteet

Jos halutaan avata ymmärrys luonnossa havaittavien periaatteiden soveltamiselle, voidaan siellä olevia ominaisuuksia ja ilmiöitä havaita ja luokitella seuraavien teoreettisten työkalujen ja metodien avulla: *biomimiikka*,

joka käytännössä tarkoittaa luonnossa ilmenevien tekijöiden imitoimista, ja *systemiteoria* eli järjestelmien rakenteita tutkiva tieteenala.

## **Biomimiikka**

Yksinkertaisesti biomimiikka on luonnossa ilmenevien systeemien ja rakenteiden imitointia siten, että niiden periaatteet voidaan siirtää teknologiaksi. Toisin sanoen voidaan puhua bioinspiraatiosta, jolloin havaittavan kohteen ominaisuuksia konvertoidaan teknologiseen muotoon funktioiden tai rakenteiden tasolla.

Yleisesti ottaen biomimiikkaa käytetään teknisten ongelmien ratkaisuun liittyen usein bioteknologiaan, arkkitehtuuriin, robotiikkaan, energiantuotantoon ja muuhun teknologiseen. Näin luonnossa olevien ominaisuuksien ja ilmiöiden imitointi toimii tutkimusmetodina, jonka avulla voidaan konvertoida luonnossa olevaa tietoa ratkaisemaan vaikka energiaoptimaaliin, rakenteisiin ja logistiikkaan liittyviä haasteita.

Opinnäytetyöni tuotoksessa eli digitaalista valmistusta käsittelevässä oppaassa esittelemäni alueet sivuavat biomimiikkaa konseptien, materiaalinhallinnan, systeemien ja estetiikan tasolla. Esitän myös hypoteeseja omaksumani tiedon ja omien näkemysteni pohjalta konseptimallien tasolla, jolloin imitoidaan symbiooseja ja verkostoja tai miten erilaisia geometrisia rakenteita voidaan hyödyntää.

Näin suunnittelutyö on keskittynyt bioinspiraatioon, luonnossa havaittujen kohteiden, ilmiöiden ja kiinnostusten pohjalta tehtyihin ratkaisuihin osana suunnittelutyötä. Suunnittelutyön tavoite on visualisoida luonnossa olevia ilmiöitä (liite 9).

## Systemiteoria

Tampereen teknillisen yliopiston materiaalivirtatutkimusryhmän selonteon mukaan järjestelmiksi tai systeemeiksi voidaan käsittää mm. solu, keho, kaupunki, auto tai mikä tahansa teknologia. Näin ollen järjestelmä voi olla "mikä tahansa olemassa oleva joukko komponentteja" (Peltoniemi 2004, 7).

Yleisen systemiteorian ideana on tunnistaa kaikille järjestelmille yhteiset ominaisuudet ja rakenteelliset yhtäläisyydet huolimatta tieteellisen näkemyksen osa-alueesta jonka kautta havaittavaa kohdetta arvioidaan. Tämän ajatuksena on, että yleinen systemiteoria vähentäisi turhaa, moninkertaisesti eri aloilla tehtävää tutkimustyötä, joiden välillä saattaa olla yhteneväisyyksiä.

Oman tulkintani mukaan näin pyritään löytämään yhteinen metodologinen lähestymistapa eri tieteen alojen välille yhteisen tulkkaus- ja tutkimusjärjestelmän avulla, jolla voidaan havainnoida asioiden välisiä yhteneväisyyksiä triviaalitietoon keskittymisen sijasta. Näin havaittavan ilmiön toiminnallisuus ja merkitys avautuvat käsitteellistämällä se objekteihin ja niiden väliseen vuorovaikutukseen, jolloin muodostuu systeemi, joka voidaan esittää erilaisten käsitekarttojen tai muiden esiteknisten mallien muodossa.

Keräämäni ja luokittelemani tiedon pohjalta olen tiivistänyt systemiteoreettiset tekijät seuraavien periaatteiden pohjalle (liite 10):

1. *Komponentit*, elementit (systeemin rajat, kuori, sisältö, solut ja niiden sisältämät komponentit biomimiiikan tasolta katsottuna)
2. Komponenttien välinen interaktio ja niiden muodostamat *verkostot*, jotka muodostavat systeemin
3. Yhden tai useamman systeemin muodostamat *emergenssit ilmiöt*, esim. ilmakehä muodostuu gravitaation, nesteiden, kaasujen ja lämpötilan vaihteluiden tuloksena, joista jokainen voidaan ajatella omana systeeminään.

Omien kokemusteni mukaan systeemiteoria on käytännöllinen työväline erilaisten pelien tai kulttuurin sisäisten toimintamallien havaitsemiseen, jolloin toimijan käyttäytymismallit voidaan tiedostaa ja niitä voidaan muokata tehokkaampaan suuntaan. Systeemiteoreettisen tiedon sovelluskohteina voivat olla erilaiset ryhmät, yhteisöt, tietokannat tai yhteiskunnan infrastruktuuriin toimintaan liittyvät tekijät.

### 3.4 Käsitteellistetyt mallit

Käsitteellistetyt mallit edustavat havaitun kohteen luokiteltuja ominaisuuksia. Keräämäni lähdetiedon perusteella luonnossa ilmenevät ominaisuudet voidaan jaotella funktioihin tai fyysisiin ominaisuuksiin universaalisti.

Esimerkiksi, eliön toimintaan liittyvien osasten *funktionaalinen jaottelu* liittyen sen toimintaan ja selvitymiseen:

- energian saanti ja varastointi
- suojautuminen ja puolustusmekanismit
- sensorit eli aistijärjestelmät
- lisääntyminen
- itsensä toteuttaminen.

*Fyysiset ominaisuudet* käsittelevät havainnon kohteen ominaisuuksia seuraavien tekijöiden pohjalta:

- rakenteellisuus, muotokieli ulkoisesti ja sisäisesti
- pintatekstuuri, värit, kuviot
- estetiikka, joka muodostuu funktionaalisten ominaisuuksien pohjalta.

Osaksi käsitteellistämistä ja käsitteiden tulkintaa tarvitaan tulkkausjärjestelmä, jonka olen nimennyt tässä tapauksessa "konversioksi", jota käsittelen luvussa 3.5.1.

### 3.5 Teorian muodostus käsitteellistämällä

Käsitteellistettävät mallit olen jaotellut metodeihin ja ilmiöihin. Metodeja tässä tapauksessa ilmentävät biomimiikka, konversio ja systeemiteoreettinen lähestymistapa havaitsemiseen ja innovointiin (liite 11). *Ilmiöt* ovat havaittavia tai mitattavia ominaisuuksia, jotka ilmenevät fysiikan ja biologian tasoilla.

Digitaalista valmistusta käsittelevässä oppaassa metodit jäsentyvät bioinspiraatiota ja case-tapauksia käsitteleviin kappaleisiin, joissa eri tuotteiden suunnitteluun ja valmistukseen on sovellettu eri metodologisia lähtökohtia.

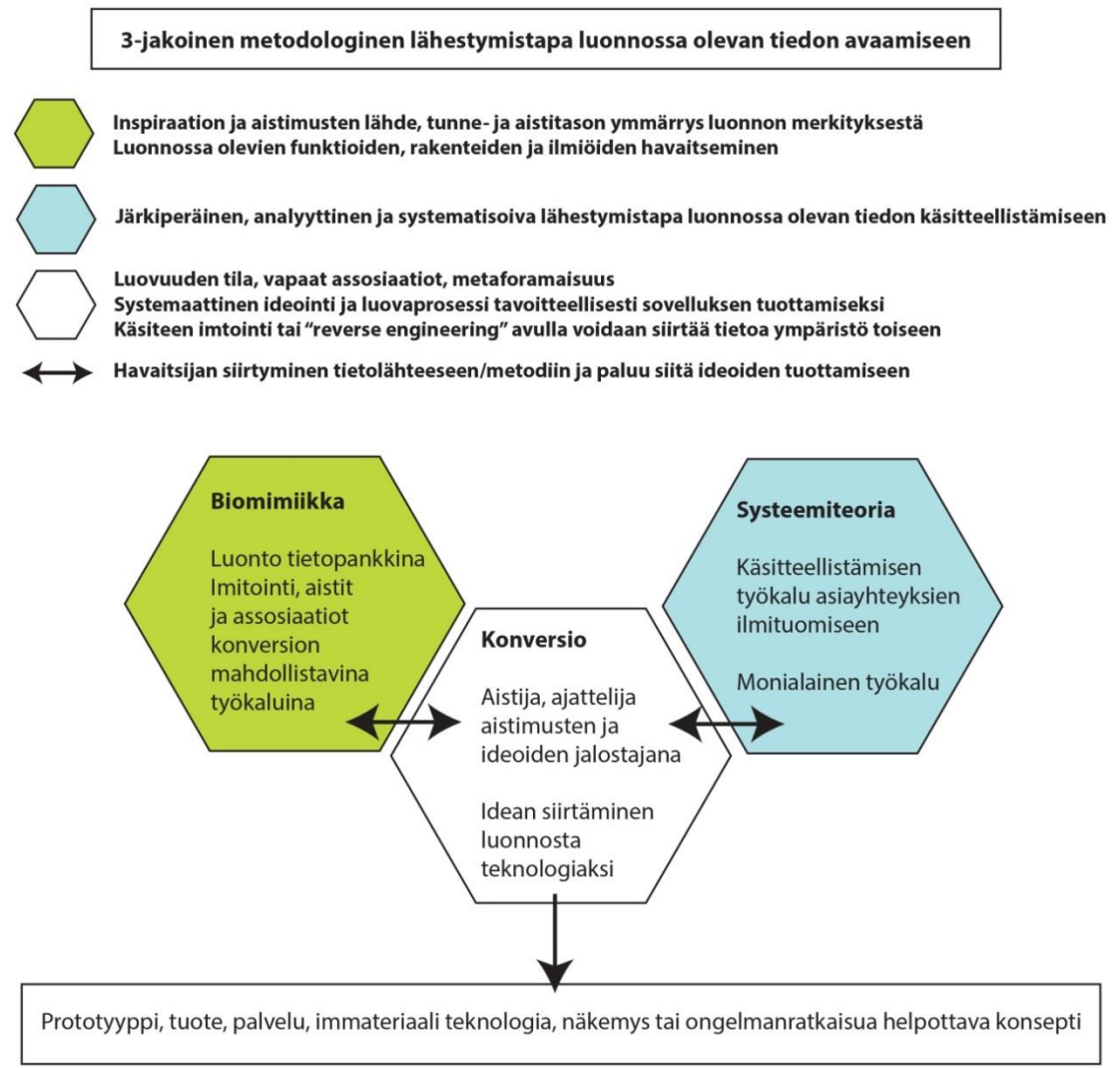
Metodeja ja luokiteltuja ilmiöitä tulee käyttää vain inspiraation lähteinä, sillä metodioppaassa en esitä matemaattisesti tarkkoja tai staattisia yhden alan faktoja. Kyse on siitä, mitä voimme nähdä ja havaita luonnossa aistien välityksellä, aivan kuten aikoinaan empiirikot havaitsivat luonnossa toistuvia ilmiöitä, joita he pyrkivät luokittelemaan. Kunnes vuosisatojen kuluessa empiirisen tutkimustyön tuloksena luokittelut ovat johtaneet tieteenalojen eriytymiseen ja erikoistumiseen irrottaen havaitsijan aisti-informaation merkityksestä tiedettä tai yhteiskuntaa kehittävänä ominaisuutena.

Näin aisteilla ja oivalluksella on suuri merkitys tieteen tai teknologian kehittymisen suhteen, kun on irrottauduttava kulttuuris-kognitiivisesta havaintoja yhtenäistävästä ohjenuorasta, kasvatuksen ja kulttuurin asettamista asenteista, kognitiota alitajuisesti ohjaavista meemeistä.

#### 3.5.1 Metodit

Seuraavat metodit olen sisällyttänyt kuvamateriaalin kera oppaaseen. Tavoitteena ei ole luoda sitä käsitystä, että metodit tai termit olisivat yksiselitteisiä tai että niitä pitäisi noudattaa tiukan ohjenuoran mukaan, vaan niitä voidaan soveltaa joustavasti suhteessa lukijan aikaisempaan yleissivistykseen, ammattialaan tai ongelman tasoon kuvan 4 periaatteiden pohjalta. Digitaalista valmistuksessa käsittelevässä oppaassa biomimiikan

käsite vastaa bioinspiraatiota ja konversio imitointia, ja systeemiteoria ilmenee solujen, verkostojen ja attraktiivoiminen käsitteellistettynä mallina.



kuva 4. 3-jakoinen metodologinen lähestymistapa.

## Biomimiikka

Biomimiikka on inspiraation ottamista luonnosta ihmiskeskeisten ongelmien ratkaisemiseksi (Curedale 2013, 274). Voidaan puhua myös biologisten rakenteiden imitoinnista. Syitä tämän metodin käyttämiseksi voidaan hakea seuraavien huomioiden pohjalta:

- miljardien vuosien evoluutioprosessin tuloksena syntyneet eliöt, rakenteet, systeemit ja materiaalit
- inspiraatiota luonnosta on haettu aina ihmiskunnan kehityksen aikana
- ratkaisut joita haetaan luonnosta ovat useimmiten parempia kuin itse keksityt ratkaisut.

Haasteiden tasolla biomimiikka ilmenee tuntemattomille osa-alueille päätyminenä, mitä tulee tutkimustuloksiin luonnosta havaitun tiedon tasolla. Tuntematon voidaan ymmärtää tässä mielessä kulttuurista ja egosta riippumatonta ilmiötä, jolloin ratkaisuja ei haeta palvelemaan kulttuurin tai talouden nykymuodon jatkumista, sillä luonto pyrkii muuntumaan ympäristönpaineen alaisena eikä ylläpitämään nykyistä muotoaan. Tässä mielessä nykyinen talousjärjestelmä tuotantoon ja kulutukseen liittyvien mekanismien tasolla on kehittymätön, koska sitä ohjaavat enemmänkin osien erillisuus toisistaan, kuin kokonaisuuden.

Liittyen tutkimustyöhöni, itse olen soveltanut luonnosta saatavaa tietoa pääasiallisesti systeemien ymmärtämiseen, rakentamiseen ja soveltamiseen pelien tasolla tai esteettisten rakenteiden tuottamiseen vektorigrafiikka ohjelmistoilla (Grasshopper 3D).

Osana luonnon ymmärtämistä on ollut ymmärtää minuuden tai käyttäytymisen dynaamisuus uusin tavoin liittyen materiaalinhallintaan, esim. kierrätysmateriaalin hyödyntäminen hajottajien tai mikro-organismien imitoinnin tasolla. Tämän havainnon tuloksena ei ole jätteen käsitettä vaan kaikki materia mineraaleista biomassaan ovat jatkuvassa liikkeen tilassa, mutta eri nopeuksilla eliöstä tai ekosysteemistä toiseen. Näin olen soveltanut hajottajien käsitettä dyykkaamalla roskalavoilta tai muotoilun puupajalta käyttökelpoista ja tasalaatuista materiaalia, josta voidaan muokata materiaalia pienesinetuotantoon.

Ylijäämä materiaalia löytyy paljon ja kaikkialta, mutta käsityksemme materiasta perustuu omistajuuteen, jolloin myös materiaali saattaa varastoitua passiivitilaan, eli se ei ole kierrossa tai sitomassa hiiltä ilmakehästä



biomassaksi. Hiilen kierto biosfäärin ja ekosysteemin sisällä voidaan nähdä biologisen elämän toimintaa mahdollistavana ja uhkaavana tekijänä, joka on muodostunut vuosi miljardien prosessien tuloksena elämää ylläpitäväksi järjestelmäksi. Näin luonnossa olevien rakenteiden käsitteellistäminen systeemiteoreettisen tiedon pohjalta on olennainen osa imitointia.

Imitaation taso luonnon suhteen perustuu paljolti monitieteellisyyteen ja aistiperäisiin kokemuksiin ekosysteemin toiminnasta, jolloin mielikuvilla tai visualisoinnilla on suurempi merkitys ekosysteemien kokonaisuuden ja osien ymmärtämisen suhteen kuin maailman selittämällä yhden tieteenalan tai teorian kautta sanojen tai tilastojen avulla. Näin osana tutkimustyötäni on käsitteellistää luonnossa olevia ilmiöitä terminologian ja symbolien avulla, jotta biomimiikkaan liittyvä metodologia olisi helppoa omaksua ja soveltaa ongelmanratkaisua vaativissa tehtävissä.

## **Konversio**

Osana biomimiikkaan liittyvää tulkkauustyötä ja muunnosta teknologiaksi on konversion käsite, jonka olen lainannut tietotekniikan termistöstä, jolloin eri tiedostomuotoja voidaan muuntaa eli konvertoida toisenlaisiksi tiedostoksi, esim. äänitiedostomuoto wav voidaan muuntaa mp3-tiedostoksi.

Osana konversiota on havaitun kohteen luokittelu ja ominaisuuksien muuntaminen teoreettisella tasolla.

Biomimiikkaan liittyvässä konvertoinnissa haetaan lähinnä luonnossa ilmenevän ominaisuuden muuntamista ihmisläheiseksi tuotannollisesti ja esteettisesti, jolloin pelkistetään ja järkevöitetään muotoa vastaamaan tuotannollisesti ja funktionaalisesti optimoitua rakennetta. Yksinkertaisesti tämä tarkoittaa tietyn havaitun ilmiön imitointia ja imitaation pohjalta tehtyjä muunnoksia, jolloin voidaan puhua luovasta prosessista.

Näin ollen luonnossa oleva ilmiö tai ominaisuus voidaan käsitteellistää sanoin ja kuvin ennen ilmiön imitointia fyysisesti. Toisaalta imitaatiota voi tapahtua ennen

käsitteellistämistä. Käsitteellistäminen ja konversio toimivat pääasiallisesti työkaluina, joiden avulla havaitsijan kognitiota ja assosiointikykyä avataan innovatiiviseen suuntaan nopeammin kuin mitä sattumanvaraisten oivallusten muodossa tapahtuu. Näin luovuutta voidaan siis opettaa ilman, että se olisi sidoksissa geeneihin ja kunkin yksilön kasvuympäristöön deterministisellä tasolla.

## **Systemiteoria**

Systemiteoriaa voidaan käyttää osana konversiota, käsitteellistämällä käsittekarttamaisesti luonnossa olevien komponenttien ja systeemin toimintaprosesseja, virtauksia ja symbiooseja, joista voidaan johtaa toimintamalleihin tai teknologiaan liittyviä ratkaisuja.

Systemiteorian avulla voidaan myös pyrkiä ymmärtämään luonnossa olevia ilmiöitä, jotka syntyvät useiden eri tekijöiden pohjalta. Esimerkiksi monimutkaisempien elämänmuotojen kehittyminen on vain mahdollista syntyä painovoiman, lämpötilaerojen, veden, hiilidioksidin ja kasvien tuottaman hapen yhteisvaikutuksesta, emergenssin tuloksena.

### **3.5.2 Ilmiöiden luokittelu**

Käsitteellistämisen tuloksena olen kiteyttänyt havaittavat ilmiöt soluihin, verkostoihin ja attraktiopisteeseen.

## **Solut**

Solujen ja solukoiden suhteen olen huomionnut niiden geometriset muotoon liittyvät rakenteet ja funktiot. Solun muistia voisi kuvata DNA:n eli perimän muodossa. Solujen välillä on myös viestintään liittyviä tekijöitä, joihin en pureudu sen syvemmin tietomäärän laajuuden vuoksi.

Liittyen biomimikkaan, solut konvertoin seuraavien ehtojen alle:

- solun kuori ja rakenne esteettisinä ilmiöinä
- solukot modulaarisena ilmiönä, josta voidaan muodostaa tukirakenteita.

Näin hyödyntämällä konversioon tai imitointiin liittyviä miellelyhtymiä, voidaan muodostaa imitaation kohteesta mielikuva josta johtaa luonnoskuva tai prototyypiversio.

## **Verkostot**

Verkostot muodostuvat solujen tai komponenttien yhteenliittymisen ja läheisyyden yhteisvaikutuksen tuloksena, eikä verkostoja ole ilman materiaa.

Verkostoihin assosioitavat biomimiikkaan liittyvät tekijät keskittyvät:

- energian ja materian kuljettamiseen yksiköstä toiseen
- kestävyteen liittyviin rakenteisiin
- reitin löytämiseen eli nopeimman ja energiatehokkaimman polun hahmottamiseen.

## **Attraktiopiste**

Attraktiopistettä voi kuvata solujen tai komponenttien hakeutumispisteenä, esim. tähden painovoimakenttä on tuottanut planeettojen muodostumisen pyörimisliikkeen tuloksena, jolloin tähteä kiertäneet elementit ovat tiivistyneet planeetoiksi. Myös kasvien tai puiden hakeutuminen valoa kohti voi olla yksi attraktiopistettä ilmentävä ominaisuus, jolloin kasvit kurottautuvat ja kiertyvät kohti aurinkoa suhteessa maan pyörimisliikkeeseen.

Sosiaalipsykologisella tasolla attraktiopiste voi ilmetä seksuaalisena haluttavuutena tai karismaattisena johtajana, jonka ympärille mahdollisuudet tiedostavat yksilöt ajautuvat. Myös tuotteilla voi olla attraktiopiste esteettisesti tai laumasieluisen hakeutumisen osalta.

### 3.6 Yhteenveto käsitteellistetyistä malleista

Luvun 3.5 alla lueteltujen käsitteellistettyjen mallien pohjalta suunnittelen ja taitan Indesign-ohjelmistolla bioinspiraatiota ja digitaalista valmistusta käsittelevän oppaan, jossa kuvamateriaalin ja käsitekarttojen kera selostetaan todellisuuden visuaaliseen hahmottamiseen liittyviä tekijöitä, joihin yhdistyy digitaalinen mallinnus ja valmistus.

## 4 OPPAAN SUUNNITTELUPROSESSI

Tutkimusmetodeista ja käsitteellistämisen tuloksista olen johtanut digitaalista valmistusta ja bioinspiraatiota käsittelevän oppaan. Opinnäytetyön raporttiosion käsitteellistämisen prosessin tulokset terminologian ja kaavioiden osalta ovat alustavia malleja sen suhteen, mitä voidaan esittää oppaassa kerronnallisuuden ja käsitteellistämisen tasolla. Oppaan olen nimennyt seuraavasti ”Digital mind and nature – digitizing and converting phenomenas of nature”. Sisällöllisesti opas ei ole jäykän kliininen, ja kerronnallinen lähestymistapa kuvaa omaa prosessiani luovuuden ja digitaalisen kulttuurin parissa. Oppaaseen liittyviä otoksia on nähtävissä liitteessä 12.

Oppaan suunnitteluprosessi on jakautunut seuraaviin osioihin:

- tekstimateriaalin ja käsitteiden tuottaminen tutkimustuloksista
- oppaan rakenteen määrittely kappaleiden aihealueiden pohjalta
- kuvamateriaalin tuottaminen oppaaseen valokuvien ja grafiikan muodossa
- digitaalista valmistusta käsittelevien tuotteiden valmistuksen kuvaus
- oppaan graafisen ilmeen viimeistely.

Kokonaisuudessaan oppaan suunnitteluprosessi kuvastaa niitä tekijöitä, joita olen kohdannut pientuotteiden suunnittelijana ja myyjänä. Lisäksi aloittelevan yrittäjän työhöni kytkeytyy vahvasti tutkimuksellinen puoli erilaisten graafisten mahdollisuuksien tutkimisessa ja mallintamisessa. Tässä tapauksessa tyyliäni on määritellyt geometria, kybersukupolven estetiikka ja pyrkimys ajattomaan tyyliin.

Näin opinnäytetyön työstämisen tavoite on ollut selkeyttä itselleni niitä mahdollisuuksia, jotka ovat hyödyllisiä tutkijalle ja yrittäjälle bioinspiraation ja digitaalisen valmistuksen rajoissa, sillä näihin osa-alueisiin liittyvät megatrendit ja ilmiöt ovat nähtävissä vahvasti internetin välityksellä globaalisti designista

arkkitehtuuriin ja erilaisten älykkäiden toimintamallien ja teknologioiden tasolla, Esim. joukkoistaminen.

#### 4.1 Opinnäytetyön raportin ja oppaan eroista

Tuotettavan oppaan tekstimateriaalin tuottamisen suhteen olen keskittynyt tiivistämään biomimiikkaan, systeemiteoriaan ja konversioon liittyvät käsitteet kerronnallisesti mielenkiintoiseen ja loogiseen muotoon. Tosin oppaan suunnitteluprosessi on ollut erilainen verrattuna opinnäytetyön raporttiin verrattuna, keskityn oppaassa pääasiallisesti esittämään tietoa omien näkemysteni, kokemusten ja tiedon soveltamisen tasoilla.

Biomimiikkaa käsittelevät havainnot ovat oppaassa imitaatiota ja bioinspiraatiota käsittelevässä muodossa. Näin luonnosta saatava tieto voi olla inspiraationlähde joko vapaamuotoisesti sovelluttuna tai raakana konversiona eli luonnossa ilmenevän ominaisuuden muuntamisena teknologiaksi konvertoinnin avulla.

Näin opinnäytetyön raportti on toiminut pääasiallisesti alustavan tutkimustyön viitekehyksenä, jonka tuloksista olen johtanut vapaamuotoisemman tutkimustyön tuloksia selittävän oppaan.

#### 4.2 Oppaan tuottamiseen liittyvät tekijät

Tuotettavan oppaan kieleksi olen valinnut englannin, koska se on kielenä vapaamuotoisempaa ja joustavampaa terminologisen ja monialaisuuteen liittyvän ilmaisun vuoksi.

Itse henkilökohtaisesti koen englannin kielenkäytön myös enemmän mahdollisuuksia markkinoivammaksi luettuani useita erilaisia oppaita joko kirjojen tai internetissä olevien artikkeleiden muodossa. Myös tieteellinen terminologia, jota käytetään suomen kielessä käsitteellisesti, on usein myös johdettu englannin kielestä. Tosin englanninkielinen terminologia tietystä

ilmiöstä käsitteen tasolla saattaa olla monimerkityksellisempää verrattuna suomenkieliseen versioon jostain käsitteestä.

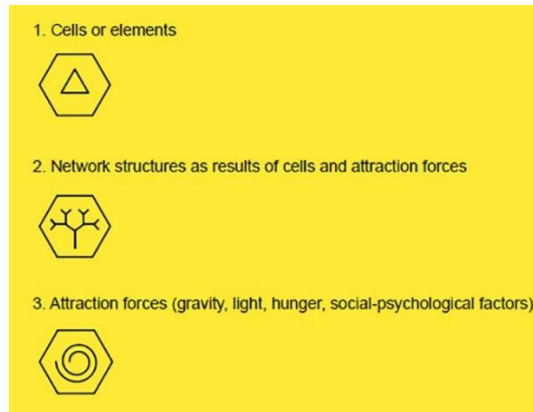
#### 4.3 Oppaan graafinen suunnittelu

Osia oppaan graafisesta ilmeestä on esillä liitteessä 12. Oppaan sivujen kooksi valitsin A3:n, koska se mahdollistaa kerronnallisesti enemmän kuin A4-koon arkit. Opas on suunniteltu pääasiallisesti luettavaksi laajakulmanäytöillä, jotka ovat yleisiä suunnittelutyötä tekevien keskuudessa. Näin A3-sivuista muodostuvat aukeamat mahdollistavat visuaalisemman kokemuksen luettavuuden suhteen näytöillä, jolloin on myös mahdollista tarkentaa näkymää kohti kuvamateriaalia ja keskittyä aukeaman yhden graafisen sektorin tutkimiseen.

Oppaan sivujen jaottelussa on pyrkinyt korostamaan otsikointia ja tekstinjaottelua, jotta lukija voisi syventyä yhteen käsitteeseen graafisesti ja kirjaimellisesti avainsanojen kautta tehtävien hakukoneiden avulla joko internetissä tai kirjastoissa.

Mitä tulee oppaan graafisiin ominaisuuksiin, tavoitteenani on ollut tuottaa modernia ja futuristista jälkeä graafisesti. Keltaisen taustaväriä valitsin oppaaseen, koska se sointuu hyvin yhteen mustalla tehdyn vektorigrafiikan ja luonnonväreissä olevien valokuvien kanssa.

Osana lukukokemukseen liittyvää assosiointia olen lisännyt oppaaseen ilmiöitä kuvaavaa vektorigrafiikkaa ja symboleita, jotka voidaan kytkeä luonnossa oleviin ilmiöihin. Symboleina tässä tapauksessa ovat solut, verkostot ja attraktiovoimiin liittyvät symbolit, jotka voidaan kytkeä oppaassa käsiteltyihin muihin ilmiöihin tai case-esimerkkien alla olevaan tuotesuunnitteluun. (Kuva 5.)



Kuva 5. Oppaan symbolijärjestelmä

Kuvan 5 symbolit kytkeytyvät oppaassa oleviin inspiraationlähteisiin ja tuotteiden suunnitteluprosessiin liittyviin tekijöihin.

#### 4.4 Oppaan kappaleiden sisällöstä

Tässä luvussa esittelen digitaalista valmistusta käsittelevän oppaan sisältöön liittyviä tekijöitä ja näkemyksiä joidenkin kappaleiden osalta.

### Introduction

Oppaan johdannossa pyrin ilmentämään luovuuden, digitaalisen suunnittelun ja valmistuksen mahdollisuuksia, joiden avulla voidaan avata havainnon kohdetta visuaalisten periaatteiden kautta, jotka liittyvät toistuviin kuvioihin tai ilmiöihin eli patterneihin ja aaltoiluun. Kyseiset ilmiöt voidaan havaita luonnosta toistuvien rakenteiden muodossa, joita voivat olla yleisesti ilmenevä kultainen leikkaus kasvimaailmassa tai aaltoiluun ja virtauksiin liittyvät ilmiöt luonnonvoimien tasolla.

Patterneihin ja aaltoiluun liittyviä ilmiöitä voidaan todentaa digitaalisten periaatteiden kautta, mm. 2D- tai 3D-ohjelmistojen avulla. Näin osana suunnittelutyötä tietyn tyyllisiä esteettisiä rakenteita voidaan tulostaa erilaisilla laitteistoilla CNC:stä laserleikkuriin ja 3D-tulostimeen. Esteettisten rakenteiden



mahdollisuudet avautuvat näin bioinspiraation ja geometrinen rakenteiden kautta, jotka voivat olla joko teoreettisia rakenteita tai johdettuja luonnosta.

### **My paths to creativity**

Tässä osuudessa esittelen niitä kokemuksia ja valintoja, joiden kautta olen päätenyt opiskelemaan muotoilua ja tuottamaan opinnäytetyötäni. Keskeisenä tekijänä on ollut syntyminen osaksi digitaalista kulttuuria, joka ilmeni 80-luvulla videopelien ja tietokoneiden tulona kuluttajamarkkinoille. Digitaaliseen kulttuuriin kytkeytyy useita eri osatekijöitä taiteista kilpailuhenkiseen peli- ja hakkerikulttuurin kehittymiseen, kun on pyritty laajentamaan luovuuden, kokemusmaailman ja innovoinnin mahdollisuuksia.

Samalla kun digitaalinen kulttuuri on kehittynyt nopeasti pääasiallisesti pelien ja tiedonvaihtoon liittyvien tekijöiden osalta, myös erilaiset meemit eli kulttuurigeenit ovat levinneet globaalisti nopeasti erilaisten ideologioiden, myyttien ja tieteellisten näkemysten muodossa. Kun ideoiden määrä on lisääntynyt yleisessä tietoisuudessa, myös niistä johdettujen tarinoiden tai sovellusten määrä on lisääntynyt erilaisten hybridien muodossa. Näin erilaiset myytit, tarinat ja niiden alle kuuluvat taiteenmuodot ovat levinneet globaalisti digitaalisen kulttuurin sovellettavaksi, esim. japanilaisen kulttuurin vaikutus taiteen, budolajien ja esoteeristen filosofioiden muodossa.

Omaa luovuuttani käsittelevä osio on keskittynyt pääasiallisesti siihen, mitä on olla luova ja millaisia mahdollisuuksia ja uhkia liittyy taiteen tekemiseen tai visuaalisesti suuntautuneena henkilönä olemiseen, kun on elänyt digitaalisen kulttuurin keskellä.

### **Imitation as (r)evolutionary agent**

Tämä osio käsittelee muistin siirtämisen ja imitaation merkitystä osana selviytymistämme kiviakauden alkuaajoilta yhteiskuntien muodostumiseen. Näin muistin siirtämisellä on suuri merkitys sen suhteen, millaisia meemejä saamme

lahjaksi vanhemmilta ja yhteisöltämme. Kun yhteisöjen jakamat käsitykset maailmasta jaetaan, ne myös määrittelevät sitä, miten ajattelemme ja mitä havaitsemme maailmasta suhteessa valtakulttuurin asettamiin ehtoihin.

Osana aikakauttamme korostuu vahvasti omistajuus ja varallisuus, tekijät joihin kytkeytyy vahvasti materialistiset käsitykset tiedonomistajuudesta mm. tekijänoikeuksien tai tuotemallisuojein muodoissa. Tämä systeemi saattaa olla hyödyllinen, mutta se on myös tuottanut kyseenalaisia ilmiöitä liittyen monopolisointiin ja opportunistiin, joiden kautta vaikka geometriaan kytkeytyviä tekijöitä pyritään omistamaan, huolimatta geometrian universaalisuudesta.

Mitä tulee digitaaliseen kulttuuriin ja geometrinen ominaisuuksien universaalisuuteen, ne ovat suuri mahdollisuus tuottaa esteettisesti mieltä ylentäviä ilmiöitä globaalisti. Suunnittelutyöhön liittyen geometria ja bioinspiraation pohjalta suunnitellut tuotteet kuvastavat vain niitä mahdollisuuksia joihin meidän aivoillamme on kapasiteetti. Näin ollen pidetäänkö neroutta perintötekijöiden tai ympäristöntuloksena, vaiko meidän jokaisen aivojen kapasiteettina mitä tulee visuaalis-kinestisen maailman imitoimiseen ja ymmärtämiseen? Persoonallistammeko nerouden vai imitoimmeko neroutta tuottavia ilmiöitä kaupallisen kulttuurin tuottamien hedonismia ja turhamaisuutta korostavien ilmiöiden sijasta?

## **Bioinspiration**

Mitä tulee luonnossa olevien rakenteiden ja ilmiöiden imitoimiseen, olen pyrkinyt tiivistämään imitoinnin periaatteet seuraavien tekijöiden alle soveltamalla systeemiteoriaa:

1. solut – elementit
2. verkostorakenteet jotka muodostuvat soluista tai elementeistä
3. attraktiivoimat joihin solut hakeutuvat tai muodostuvat näiden tuloksena

Tunnistamalla tiettyjä ilmiöitä, jotka olen jaotellut kyseisen mallin mukaisesti mahdollistavat metodologisen lähestymistavan ongelmanratkaisuun ja suunnittelutyöhön. Näitä periaatteita olen soveltanut case studies -kappaleessa.

### **About ageless patterns and growth**

Tässä osiossa keskityn pohtimaan elämänmuodostumista erilaisten attraktiovoimien paineessa, jolloin syntyy samankaltaisia rakenteita huolimatta siitä, mitä biologista lajia havaitaan. Luvussa on esitelty fossiilien ja kasvien kuvia, joissa kultainen leikkaus ilmenee.

### **Ecosystems and seasons – To die is to fertilize growth**

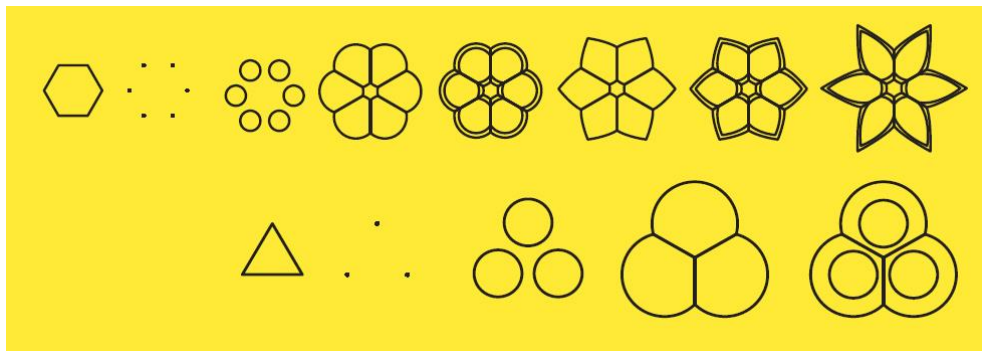
Ekosysteemien toiminta perustuu vaihteluun, joka voi olla joko elämän ja kuoleman tapahtumaketjua tai vuodenaikoihin perustuvaa. Tällä tavoin kaikki on kiertokulun tilassa, tuottaen harmonian tasolla uusia lajeja, kun jatkuva liikkeen tila tuottaa erilaisia ilmiöitä, joiden paineessa perintötekijämme muuntautuvat. Osana kiertokulkua ovat erilaiset symbioosit mikro- ja makromaailmojen eliöiden välillä. Tutkimalla mikro- ja makromaailmaa voidaan ymmärtää se, että suuret kokonaisuudet muodostuvat pienistä osista ja kuinka kriittistä on ymmärtää ekosysteemissä olevien eri tekijöiden välisiä yhteyksiä.

### **Cells as memory storages**

Solujen käsitteellistäminen muistivarastoina voidaan ymmärtää teoreettisella tasolla seuraavasti:

1. Solu tai yksikkö, joka sisältää tietyn ominaisuuden, esim. muoto tai funktio.
2. Muistirakenteiden eli solujen yhdistely tuottaa laajempia muotoja tai ilmiöitä.
3. Solujen muistin tuottaa systeemissä uudenlaisia kokonaisuuksia.

Solujen ominaisuuksia voidaan ilmentää yhdistelemällä polygoneja eli monikulmioita yhteen, esim. yhdistämällä kuusi kolmiota saadaan aikaiseksi 6-kulmio. Myös tietyn tason solujen kasvua ilmaiseva ilmiö, joka on nimetty *voronoi-kaavioksi*, on tullut ilmi tutkimuksen aikana. Tätä ilmiötä kuvaan oppaassa eristämällä polygonien kärjet pisteiksi ja kasvattamalla näiden pisteiden ympärille kehiä, jotka yhtyessään tuottavat solumaisia ja kukkamaisia rakenteita. Kyseiset graafiset kuviot ovat tuotettu Grasshopper 3D:lla (kuva 6).



Kuva 6. Voronoi-kuviosarja

Lisäksi olen tuottanut valokuvamateriaalia tähän lukuun erilaisten nesteiden, väriaineiden ja öljyjen sekoituksilla, joiden tuloksena syntyi solukkomaisia rakenteita.

### Networks structures as fusions of cells

Tässä osiossa olen pyrkinyt kuvaamaan verkostoja puiden oksistoilla. Valokuvia olen ottanut eri kuvakulmista ja muuntelemalla valotusaikaa osassa kuvista. Verkostomaisia rakenteita voidaan kuvata fraktaaleilla tai muilla rakenteilla, joita olen tehnyt 2D-grafiikan muodossa oppaaseen.

Toinen osa verkostojen kuvaamisessa on verkostojen sisäisen rakenteen ilmentäminen erilaisten mallien kautta, jotka liittyvät lineaarisiin verkostoihin, hierarkioihin eli perinteiseen pyramidimalliin, syklisiin ja dynaamisiin verkostoihin, joilla voidaan kuvata vaikka älykkään verkoston tai ekosysteemin toimintaa.

Mitä tulee muotoilijan tai suunnittelijan työhön, itse koen verkostojen mahdollisuuksien ymmärtämisen tärkeänä, koska ne kytkeytyvät vahvasti tuotantoprosessien mahdollisuuksiin, tutkimustyöhön, markkinointiin ja verkottumiseen muiden osaajien kanssa. Lisäksi ymmärtämällä erilaiset kulttuurit verkostoina voidaan niiden sisäisen organisaatorakenteen kautta hahmottaa monia sosiaalipsykologisia tekijöitä, mikäli halutaan vaikuttaa kehitykseen positiivisesti.

### **Attraction forces**

Attraktiivoimien käsitteen kautta pyrin ilmentämään energiaa, elementtejä ja virtauksia, jotka joko yhtyvät tai etäännyvät toisistaan. Nämä ilmiöt voivat olla seurausta erilaisten solujen tai systeemien yhteistoiminnan tuloksesta, joita esim. tietoisuutemme, ilmakehä tai teknologia edustavat.

Ilmiöitä voi kuvastaa myös niiden vaikutus solujen ja eliöiden toimintaan, esim. kasvit ja puut hakeutuvat valoa kohti ja maan pyöriminen akselin ympäri aiheuttaa sen, että auringon asento suhteessa kasviin muuttuu ajan kuluessa, jolloin se kurottautuu valoa kohti, mutta myös kiertyy rakenteellisesti maan pyörimisen tuloksena. Tätä elementtien, solujen ja energianlähteen välistä ilmiötä tai prosessia voidaan kuvastaa *attraktiopisteellä*, käsitteellä jonka olen ottanut Grasshopper 3D:n point attractor funktion pohjalta ja muokannut palvelemaan opastani.

Estetiikka voi olla näin myös attraktion lähde, jolla ohjataan asiakkaan huomio myytävien tuotteiden äärelle. Tämän ilmiön havaitsin vuoden 2013 aikana myydessäni myyjäistuotteitani. Ihmiset keskimäärin hakeutuvat mielenkiintoisen näköisten tuotteiden äärelle, jolloin ihmisten laumautuminen myyntipisteen eteen vetää puolensa eli attraktoi lisää asiakkaita myyntipisteen äärelle. Näin laumautuminen tuottaa indikaattorin lauman ulkopuolisille siitä, että jokin mielenkiintoinen ilmiö tai mahdollisuus on kyseessä.

Ilmiöiden ymmärtämiseen liittyy myös vahvasti se, että ne lähettävät signaaleja, jotka ovat havaittavissa aistien tasolla, esim. signaali voi olla mahdollisuus tai

uhka, tai tulevaisuuden tutkimuksen yhteydessä mainittu heikko signaali voi indikoida tulevaa myyntihittiä tai teknologista läpimurtoa huolimatta siihen kohdistuneesta vähättelystä tai skeptisyydestä. Tässä mielessä keskittyminen aistien välittämiin mahdollisuuksiin voi avata innovointityötä uusin tasoin, kun ennakoasenteiden sijasta ollaan uteliaita signaalien välittämää tietoa kohtaan.

## **Case studies**

Tässä osiossa käsittelen digitaalisin metodein suunniteltuja ja valmistettuja tuotteitani. Tuotteiden esteettinen puoli on bioinspiraatiota, geometriaa ja kybersukupolven graafista tyyliä sivuavaa.

Seuraamalla tiettyjä metodologisia polkuja liittyen geometrian hallintaan, voidaan tuottaa useita eri variaatioita tuotteiden tai niiden valmistuksen suhteen.

## **The Artefact metaphysical construct**

Keskeisenä suunnittelutyötä ohjaavana tekijänä on ymmärtää artefaktin tai polygonin käsitteen joustava hallinta. Tässä tapauksessa se tarkoittaa polygonien eli monikulmioiden editointia 2D- ja 3D-ohjelmistoilla. Case studies -luvussa 2D- ja 3D-objektit ovat luotuja Rhinoceros 3D:lla ja sen plugin ohjelmisto Grasshopper 3D:lla, jonka avulla voidaan luoda objekteja visuaalisilla ohjelmointikaavioilla. Tämä taas mahdollistaa kappaleen koon ja muodon muuntamisen reaaliaikaisesti ilman, että kappaletta pitää rakentaa alusta loppuun, vaan kokoon ja rakenteeseen liittyviä ominaisuuksia voidaan tarvittaessa säätää numeraalisesti.

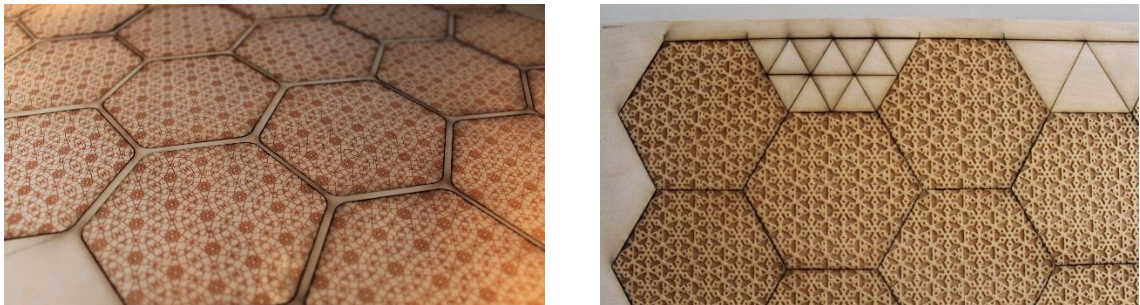
## **Hexagon**

Hexagonia eli 6-kulmion muotoa voidaan käyttää erilaisten grafiikoiden ja esineiden tuottamiseen, kuten esimerkiksi lautapelit, juoma-aluset, graafiset laatat (kaakelit, puutarhalaatat) ja korut (muoto, pintatekstuuri).

Laserleikattuja juoma-alusia olen käyttänyt hexagonien mahdollisuuksien mallina. Juoma-alusia olen myynyt vuonna 2013 myyjäisissä ja liikelahjatilausten muodossa, ja ne ovat saaneet myönteistä palautetta kuvioinnin mielenkiintoisuuden puolesta.

Tuotteesta on useita eri malleja, ja se on saanut estetiikkansa suhteen paljon huomiota ja erilaisia muunnelmaehdotuksia asiakkailta. Henkilökohtaisesti en usko juoma-alusiin tarpeellisina tuotteina ja pidän niitä osittain myös turhina tuotteina niiden rajoittuneen käyttöfunktion puolesta. Tosin tuotteen kysynnän vuoksi olen miettinyt erilaisia mahdollisuuksia hyödyntää juoma-alusissa olevaa grafiikkaa erilaisissa pientuotteissa tai voidaanko kyseisestä muodosta johtaa jokin toinen tuote, skaalaamalla hexagonia pienemmäksi tai suuremmaksi. Juoma-aluset ovat olleet myös hyvä harjoitustuote kysynnän kartoittamiseen myyjäisten aikana, mitä tulee geometrista grafiikkaa sisältävien tuotteiden kysyntään (kuva 7) .

Case-esimerkissä olen esitellyt kaksi erilaista juoma-alusten tuottamistapaa laserleikkurilla, joiden periaatteisiin pureudun tuottamassani oppaassa käsitteellisesti ja esitysteknisesti (kuva 7).



Kuva 7. Hexagon-tulostusmallit

Hexagonin mahdollisuuksia käsittelevässä osuudessa on tarkoitus herätellä kysymyksiä siitä,

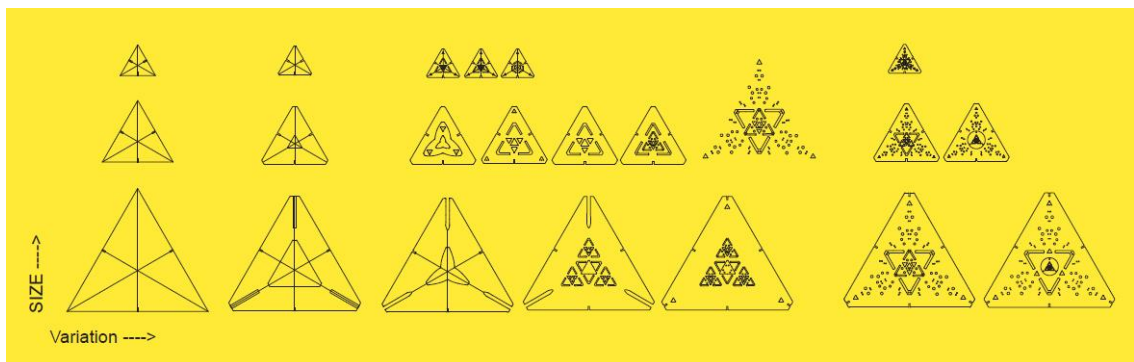
- kuinka optimaalasti käytämme materiaalia?
- millaisia tuotekehitysmahdollisuuksia on erilaisilla geometrioilla, kun niitä yhdistellään ja skaalataan eri mittaluokkiin ohjelmallisesti

- miten hyödyntää sarjatuotannosta yli jäävää materiaalia?

Näin olen pyrkinyt esittämään hexagonin muodon yleisenä esimerkkinä pientuotteisiin liittyvässä suunnittelutyössä, mikäli halutaan optimoida tuotteen suunnitteluprosessia, lisätä tuotantotehokkuutta tai tuotteen katetta osana valmistusprosessia.

### Triangle polygon – Variations and transformations

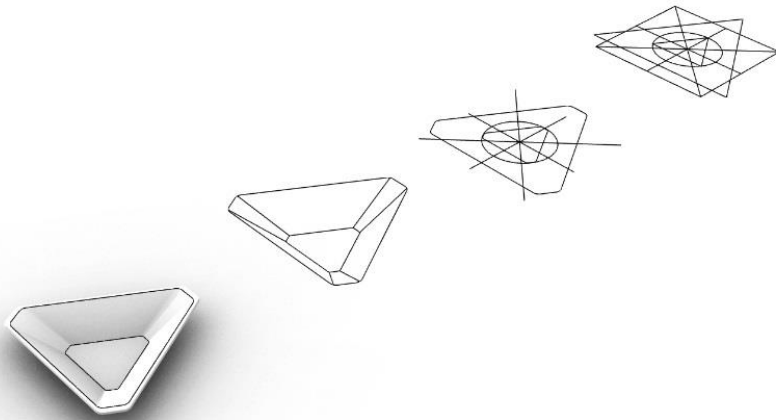
Kolmionmuotoisen polygonin muunteluun liittyen, esitän kuvasarjan, jossa muuntamalla kokoa ja varioimalla polygonin graafista rakennetta erilaisin jakolinjoin voidaan tuottaa nopeasti erilaisia graafisia malleja mahdollisen tuotteen muotokieleeseen (kuva 8).



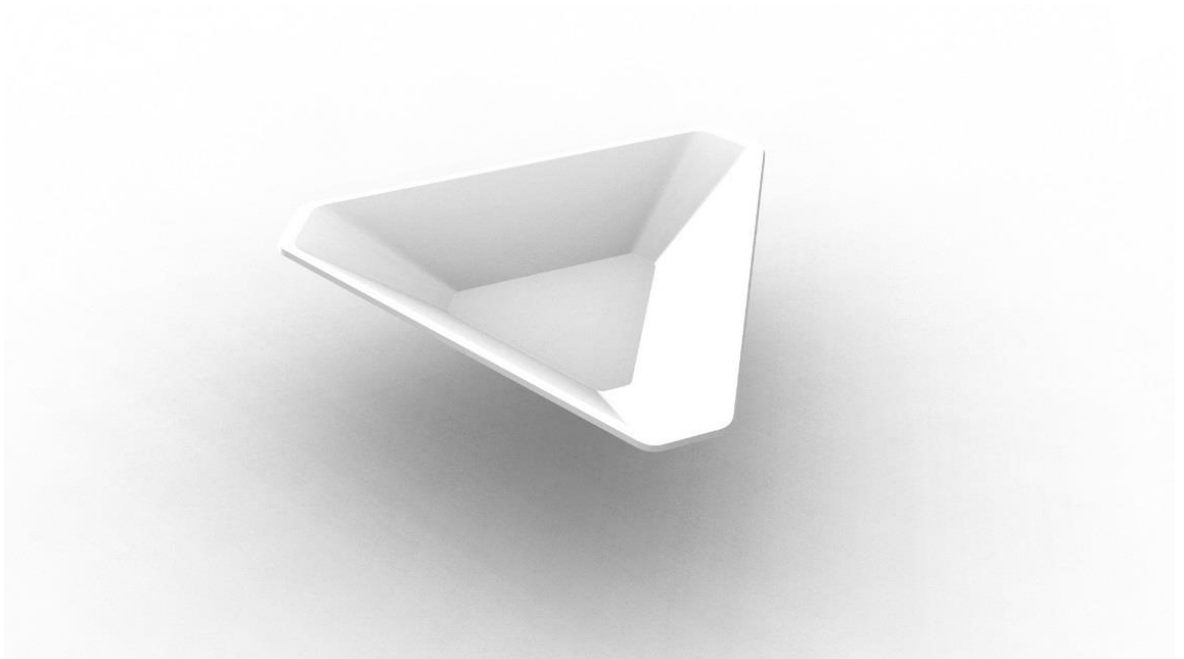
Kuva 8. Kolmio polygonin muunnelmät

Osana kolmion muodon pohjalta tehtävää suunnittelutyötä olen 3D-mallintanut lautasen, joka on 3D-tulostettu kipsijauhetulostimella. Tähän oppaan osioon olen lisännyt kuvasarjoja mallinnusvaiheiden suhteen (kuvat 9 & 10).





Kuva 9. Lautasen 3D-mallinnuksen vaiheet.



Kuva 10. 3D-mallinnettu lautanen.

## **End words Definitions and possibilities of digital design?**

Oppaan loppusanojen tarkoitus on täsmentää todellisuuden graafisuutta vektorien tai polygonien tasolla sen suhteen, että kaupungistunut todellisuutemme rakennuksien, tuotteiden ja palveluiden suhteen voisi olla graafisella tasolla mielenkiintoisempi kuin mitä suunnittelutyön nykytila on massojen tasolla tällä hetkellä.

Se, että todellisuus voidaan hahmottaa visuaalisten toisiinsa limittyvien rakenteiden tasolla, mahdollistaa sen, että voimme ymmärtää maailmaa ja luovuuden mahdollisuuksia uusin tavoin. Tosin yhteistyö on välttämätöntä suunnittelutyön suhteen, sillä suurempia päämääriä on vaikeaa tai mahdotonta toteuttaa yksin resurssien rajallisuuden puitteissa yksilötasolla. Tosin yksilö voi fokusoida ja syventää tietämystään, ylittää aikakauden rajat visioiden tasolla luomalla etappeja ja tavoitteita, mutta matkalla päämääriin tavoitteet saattavat muuttua ympäristönhaasteiden tuloksena?

## 5 LOPPUPÄÄTELMÄT

Kokonaisuudessaan opinnäytetyön tulokseen eli oppaaseen liittyvä tutkimus- ja käsitteellistämisen prosessi on ollut varsin työläs siihen liittyvän aineistomäärän ja tiedon luokitteluun liittyvien tekijöiden suhteen. Osana oppaan rakentamista syntyneet käsitekartat ja muu kuva-aineisto ovat olleet myös oma lukunsa tuottamiseen kuluneen ajan vuoksi. Lisäksi periaatteet, jotka olen käsitteellistänyt oppaaseen tuotteiden muodossa, ovat olleet oma prosessinsa ja tavallaan monia ideoita jäi toteuttamatta opintoaikaan liittyvien rajausten vuoksi.

Mitä tulee oppaassa oleviin malleihin solujen, verkostojen ja attraktiivoiminen suhteen, aion visualisoida lisää konseptimalleja hyödyntämällä näitä periaatteita, jolloin Rhinoceros 3D:n lisäohjelmisto Grasshopper 3D:n opiskelu tulee olemaan yksi syventymisen alue 2D- ja 3D-grafiikan ja valmistettävien tuotteiden osalta.

Keskeisenä suunnitteluprosessia ohjaavana tekijänä tulee olemaan tuotteiden mallintaminen polygonien pohjalta. Polygoneja pidän omaa suunnittelutyötä ohjaavina artefakteina, sillä geometriaan ja kappaleen symmetriseen jaotteluun liittyvät periaatteet mahdollistavat suunnittelutyön tehostamisen ajan ja ideoiden määrän suhteen.

Mahdollisuuksina bioinspiraation pohjalta suunniteltujen tuotteiden osalta ovat valtavirralla piilossa olevat kohderyhmät, jotka suosivat ajatonta ja futuristista estetiikkaa pakenemalla arkiseksi rakennettua todellisuutta fantasiaan tai luonnon todellisuuteen kaupallisen hälyn keskeltä.

Ongelmakohdat tuotteiden suunnitteluun liittyvien seikkojen osalta kytkeytyvät pääasiallisesti tuotantolaitteiston ja toimitilojen liittyviin tekijöihin, mutta olen kartoittanut vuosina 2012–2014 työpajatoimintaan liittyviä avoimia tiloja pääasiallisesti Turun ja Tampereen alueilta. Toinen ongelma-alue on yhteistyökumppanien saanti, mikäli suunniteltuja tuotteita halutaan kehittää ja markkinoida laajemmalla skaalalla, mutta tämäkin onnistuu todennäköisesti verkottumalla rohkeasti ja päämäärätietoisesti eri osa-alueiden yrittäjiin ja tutkijoihin. Lisäksi myyntiin liittyvät mahdollisuudet pientuotteiden osalta ovat

varsin laajat kierrätysmateriaalin, kohdennetun markkinoinnin ja nettimyyniin liittyvän joustavuuden osalta.

Oppaaseen liittyviä periaatteita tulen varmasti syventämään erilaisten visuaalisten mallien ja uusien case-esimerkkien muodossa. Yksi tavoite on myös luetuttaa opasta eri toimialojen ihmisten välillä sen suhteen saavatko he inspiraatiota innovointiin oppaan avulla. Bioinspiraatioon ja digitaaliseen valmistukseen liittyvät periaatteet saattavat tosin avautua vasta tekemisen tuloksena, sillä teoreettisen tiedon arviointi vailla sovelluspohjaa ei välttämättä avaudu ensikatselulla.

Myös se, ettei opinnäytteelläni ole ollut toimeksiantajaa ja sen pääasiallinen tavoite tutkia, käsitteellistää ja esitellä luonnossa olevia ilmiöitä suunnittelutyötä tekevien apuvälineeksi, tuottaa sen ongelman, miten arvioida opinnäytetyöhön liittyvää kokonaisuutta. Joko teoreettisten työkalujen vaiko myymieni tuotteiden määrän kautta?. Mikäli joku toinen suunnittelija soveltaa periaatteita toisella tavalla, mitä hän saa niistä irti innovaatioiden tai myynnin tason suhteen? Kaikesta tästä huolimatta, digitaalinen valmistus ja bioinspiraatioon liittyvä estetiikka ovat nousevia megatrendejä globaalilla tasolla.

## LÄHTEET

Anttila, P. 2005. Ilmaisuu, teos, tekeminen ja tutkiva toiminta. Hamina: Akatiimi Oy.

Dickson, G. & Murphy, K. 1998. Ecosystems. New York: Routledge.

Curedale, R. 2013 Design Methods 1 – 200 ways to apply design thinking. Topanga CA: Design Community College Inc.

Haeckel, E. 1998 Art forms in nature. Munich, New York: Prestel-Verlag.

Hiltunen, E. 2012. Matkaopas tulevaisuuteen. Helsinki: Talentum.

Lidwell, E.; Holden, K. & Butler, J. 2003. Universal principles of Design. Massachusetts: Rockport Publishers Inc.

MacNab, M. 2012. Design by Nature: Using Universal forms and principle in nature. Berkley, CA: New Riders.

Kamppinen, M.; Kuusi, O. & Söderlund, S. 2003. Tulevaisuudentutkimus – Perusteet ja sovellukset. Tampere: Tammer-Paino Oy.

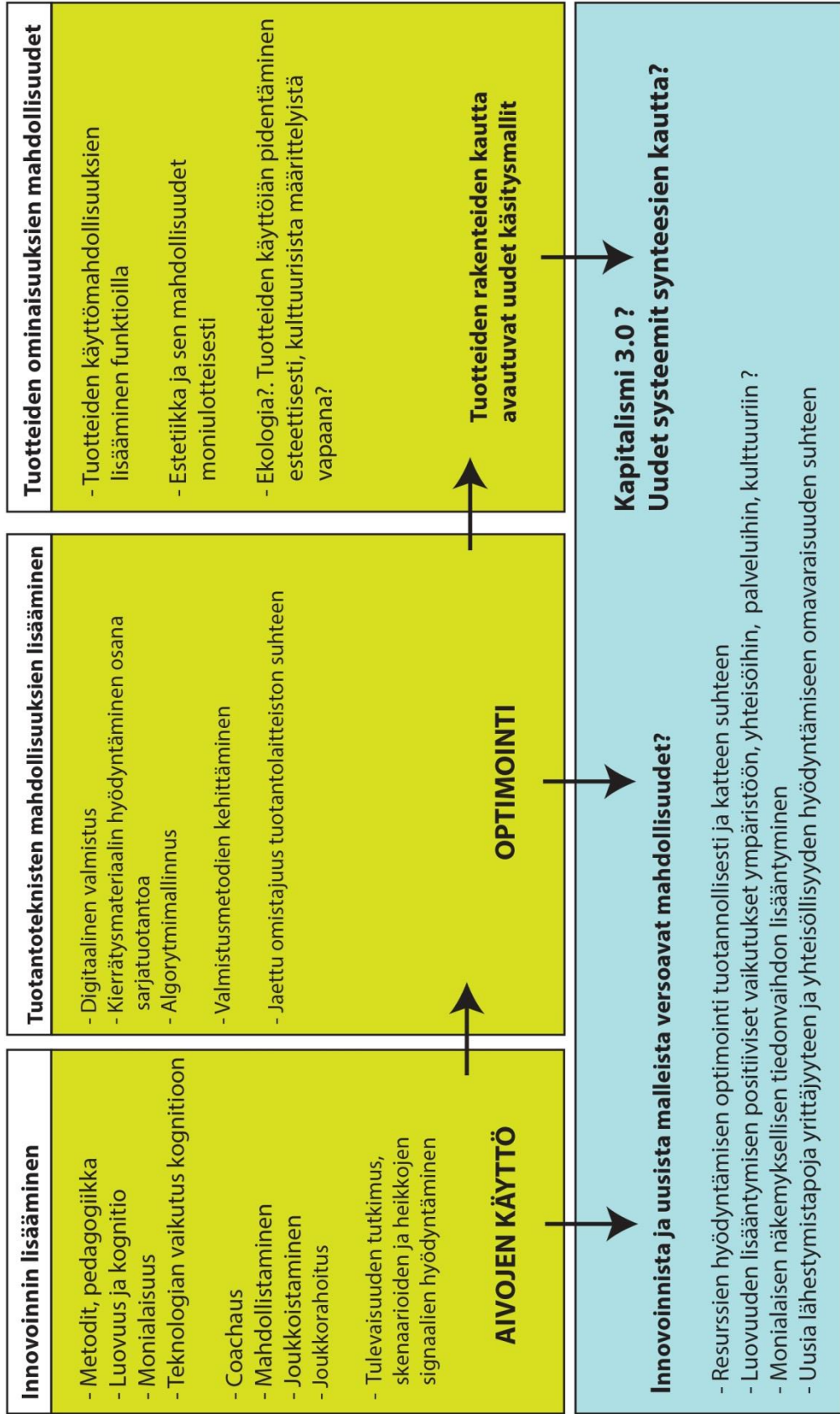
The Japan Architect 2010 Spring 07.

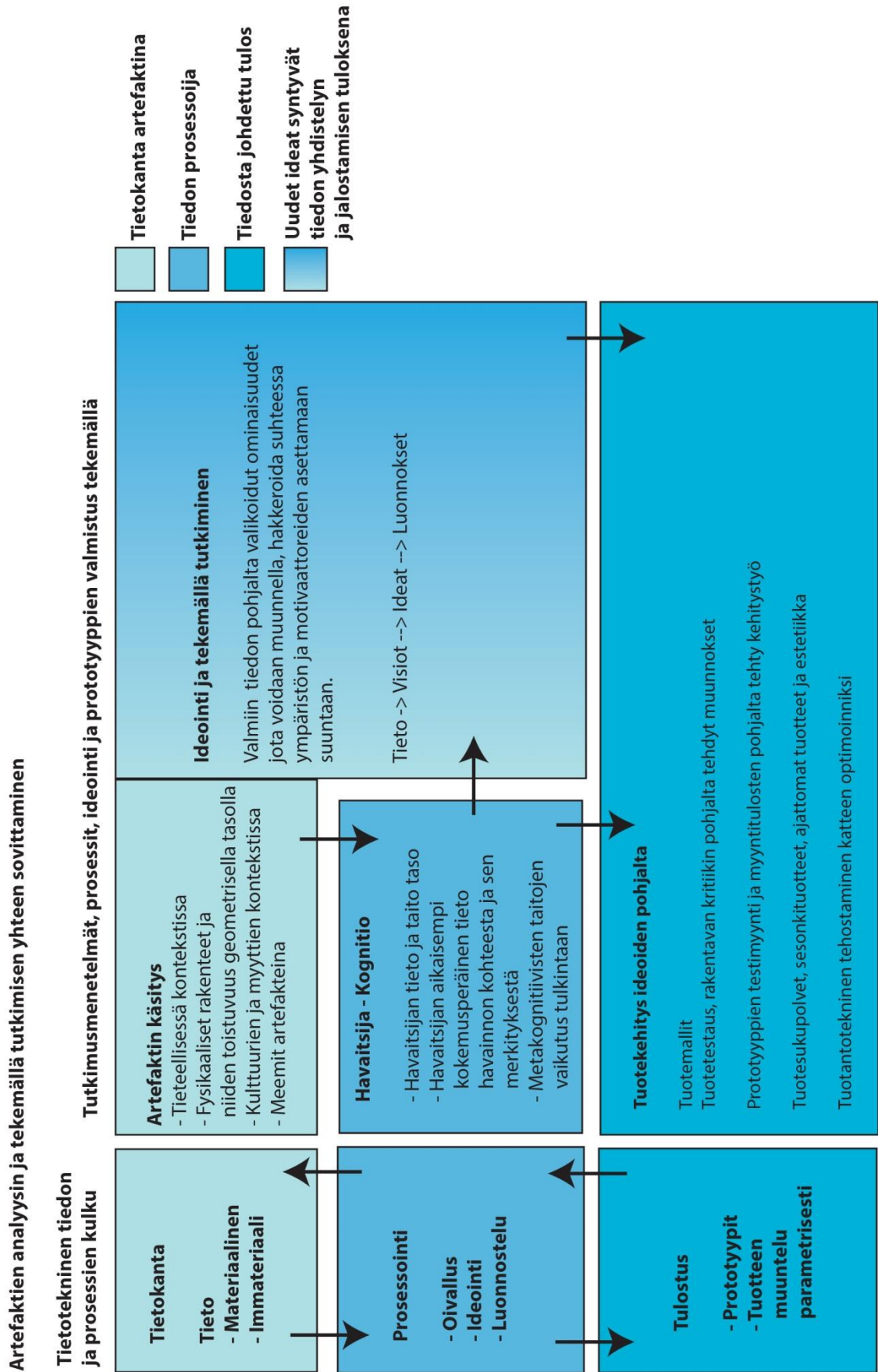
Architectural Design Magazine november/december 2010.

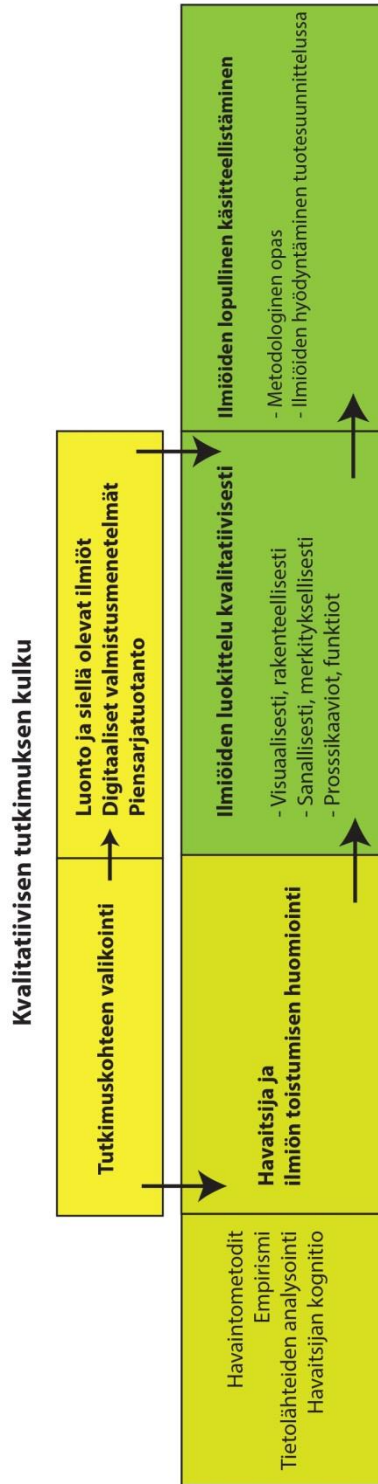
Exuberance and digital virtuosity. Architectural Design Magazine march/april 2010.

Peltoniemi M., Isoaho S., Hämäläinen T., Nurmi P. & Nummela E. 2004. Katsaus systeemiteorioihin – Järjestelmäajattelu. Materiaalivirtatutkimusryhmä Bio- ja ympäristötekniikan laitos, Tampereen teknillinen yliopisto. Viitattu 10.04.2014

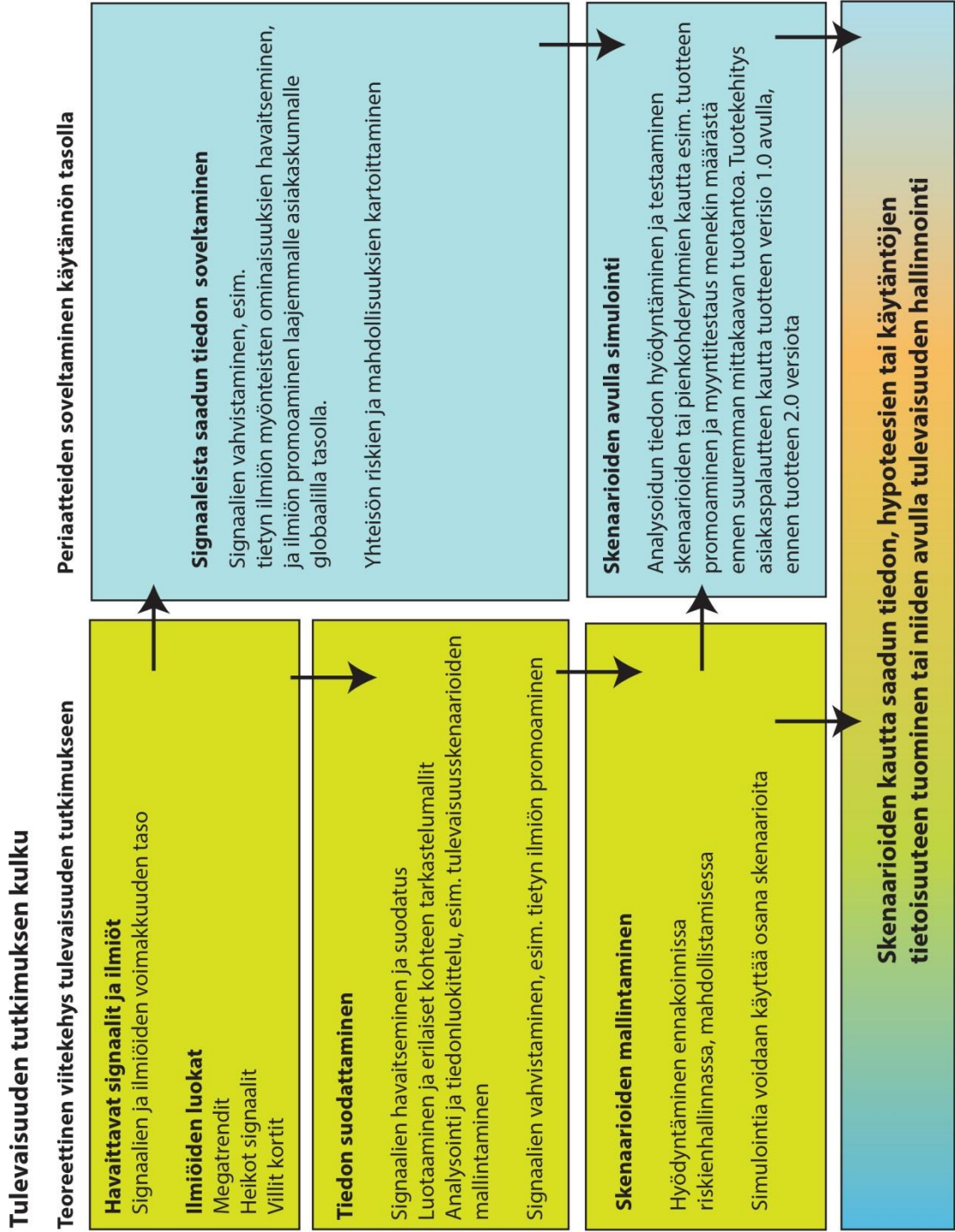
**Tutkimuskysymykset ja niiden avaamat mahdollisuudet?**











### **Avoin systeemi**

On vuorovaikutuksessa ympäristönsä kanssa vaihtaen ainetta, energiaa ja tietoa. Avoin systeemi on luonteeltaan oppimiskykyinen (olio), ja sen vuoksi ennustamaton (Kamppinen 2003. 888)

### **Edelläkävijä- analyysi:**

”Asiantuntija menetelmä, jonka avulla tarkastellaan tietyn ilmiön ominaisuuksia, esim. Ensimmäisenä esiin tuoneen henkilön tai yhteisön esille tuomia toimintamalleja ja -ideoita.” (Kamppinen 2003. 890)

### **Heikot signaalit**

”Yksittäinen ilmiö tai tapahtuma tai toisiinsa liittyvien erilaisten ilmiöiden tai tapahtumien joukko, joka ei välttämättä vaikuta tärkeältä, mutta jolla on tulevaisuuden muodostumisen kannalta tärkeä tai jopa ratkaiseva merkitys. Heikkojen signaalien jäljittäminen ja ymmärtäminen edellyttää useiden erilaisten ilmiöiden tuntemusta ja tarkastelua.” (Kamppinen 2003. 892)

### **Itseorganisoituva järjestelmä**

Ympäristöönsä mukautuva järjestelmä, joka voi muokata kuluttamaansa tai varastoitua energiaa, siitä saatavaa tietoa ja materiaa, sekä muuntaa niiden avulla itseään (Kamppinen 2003. 893)

### **Megatrendit**

”Joka voidaan käsittää kehityksen suurena aaltona tai linjauksena, makrotason ilmiönä jolla on selkeä ja tunnistettava suunta. Megatrendi voi pitää allaan myös useita mikrotason ilmiöitä ja tapahtumaketjuja. Esim. Internet ja sen alle limittyvät ilmiöt mobiililaitteista virtuaaliympäristöihin ja tietokantoihin.” (Kamppinen 2003. 895)

### **Skenaariot**

Mahdollisten tulevaisuuskuvien pohjalta esitetty kertomus, simulaatio, jolla voidaan tulla tietoiseksi haasteista ja mahdollisuuksista, jolloin voidaan luoda strateginen päämäärä tai opportunistinen tavoite liittyen tulevaisuuden ennakkointiin tai sen rakentamiseen (Kamppinen 2003. 899)

- Skenaariot osana tulevaisuuden ennakkointia, simulointi osana skenaarioita
- Fiktio skenaarioiden lähteenä
- Heikkojen signaalien käsitteen avaaminen
- Skenaarioiden pohjalta tehdyt johtopäätelmät, ennakkoinnit, myyntiskenaariot
- Tulevaisuuden teknologiset ja tuotannolliset ratkaisut konseptitasolla

### **Systemiteoria**

Erilaisten järjestelmien eli systeemien elementtien välisten, rakenteen ja toiminnan välisiä suhteita selvittävä tutkimusalue (Kamppinen 2003. 901)

### **Villit Kortit**

Yllättävästi ilmaantuva muutostekijä, joka muuntaa tapahtumien kehityskulun epävarmaksi. Villin kortin todennäköisyys on matala, mutta sen vaikutukset tulevaan kehitykseen ovat huomattavat. Esim. Massiivinen luonnonkatastrofi jota ei voida ennakoida (Kamppinen 2003. 905)

### **Ympäristön luotaus**

Jotta heikkosignaaleja, megatrendejä ja villejä kortteja voitaisiin havaita, täytyy taustalle rakentaa systeemi jonka avulla ympäristössä olevaa informaatiota voidaan kerätä ja analysoida (Hiltunen 2012. 177).

Tätä kutsutaan ympäristön luotaamiseksi, jolloin havaintoon liittyvien mekanismien skaalaa laajennetaan oman toimialan ulkopuolelle, koska pidättäytyminen totutuissa toimintamalleissa voi olla kohtalokasta.

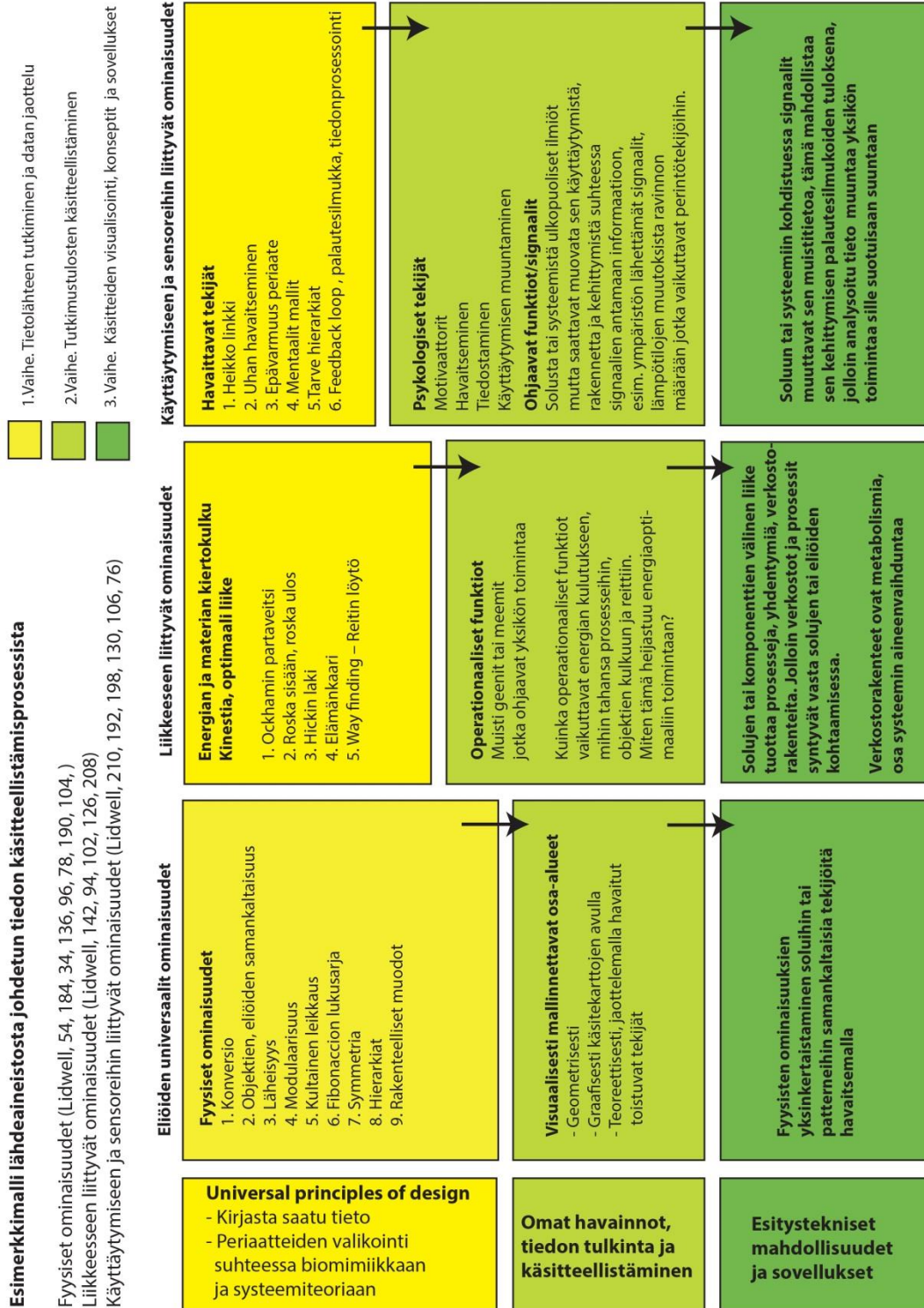
Muutossokeus voikin vaivata erilaisia yhteisöjä, kun ne ovat keskittyneet oman järjestelmänsä sääntöjen mukaiseen jäykkään toimintaan, joka voi ilmetä haluttomuutena tai kykenemättömyytenä katsoa omien kokemusten tai olemassa olevien asenteiden ulkopuolelle. Näin ollen ympäristön luotaus, silmien ja korvien pitäminen avoimena on tärkeää mitä tulee kilpailukykyä ja kehitystä uhkaavien positiivisten tai negatiivisten tekijöiden huomioimiseen.

Ympäristön luotaamisen malleja on Choon mukaan neljää eri tyyppiä:

1. Kohdentamaton tarkastelu
2. Kohdennettu tarkastelu
3. Etsiminen
4. Toiminta

Nämä mallit keskittyvät aktiivisen ja passiivisen luotauksen välimaastoon, joita voi ohjata organisaation tai yksilön analysointitaidot tai tekijät jotka eivät ole analysoitavissa (Hiltunen 2012. 178)



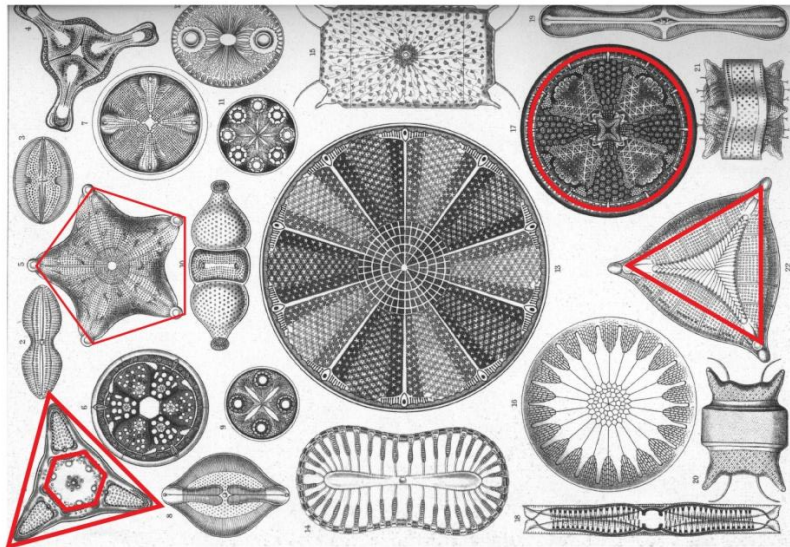






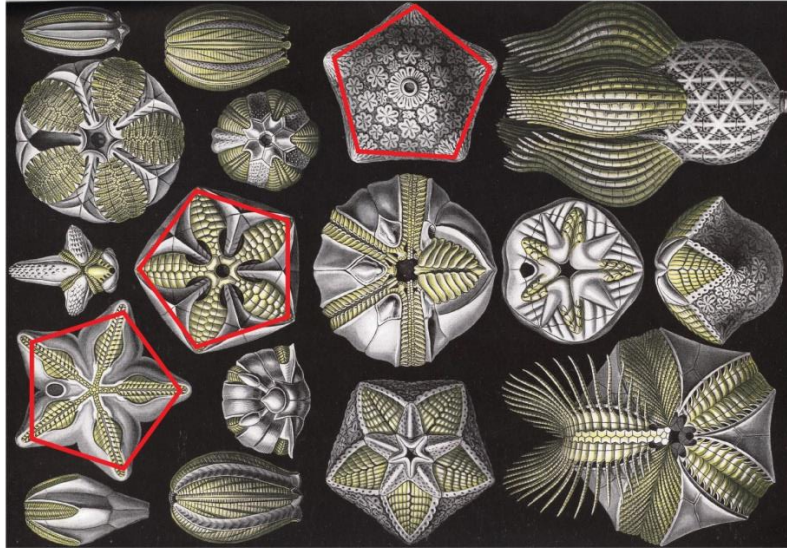
Geometriset rakenteet mikroeliöissä (Haeckel 1998, taulukot 4, 34, 80)

Monikulmio eli polygoni, ilmenee usein solukkomaisissa rakenteissa luonnossa. Yksinkertaistamalla biologisia rakenteita, mm. suoristamalla pyörityneitä reunoja saadaan aikaiseksi erilaisia vektorigraafisia ominaisuuksia, jotka voidaan tuottaa ohjelmallisesti, mm. Rhinoceros ja sen lisäohjelma Grasshopper 3D:lla

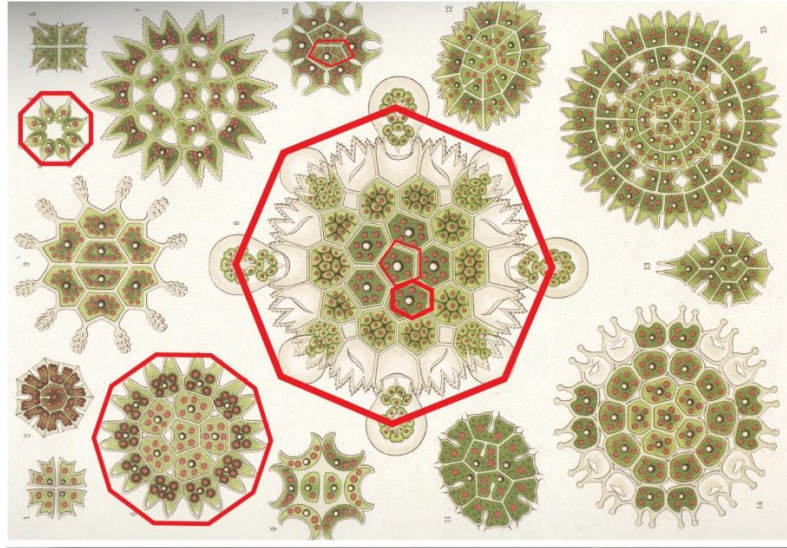


**Erlaisia ulokkeellisia rakenteita levissä**

Monikulmaiset ja kehämäiset rakenteet joiden sisällä on sektoreita tai muita geometrisia rakenteita



**5-kulmainen rakenne**

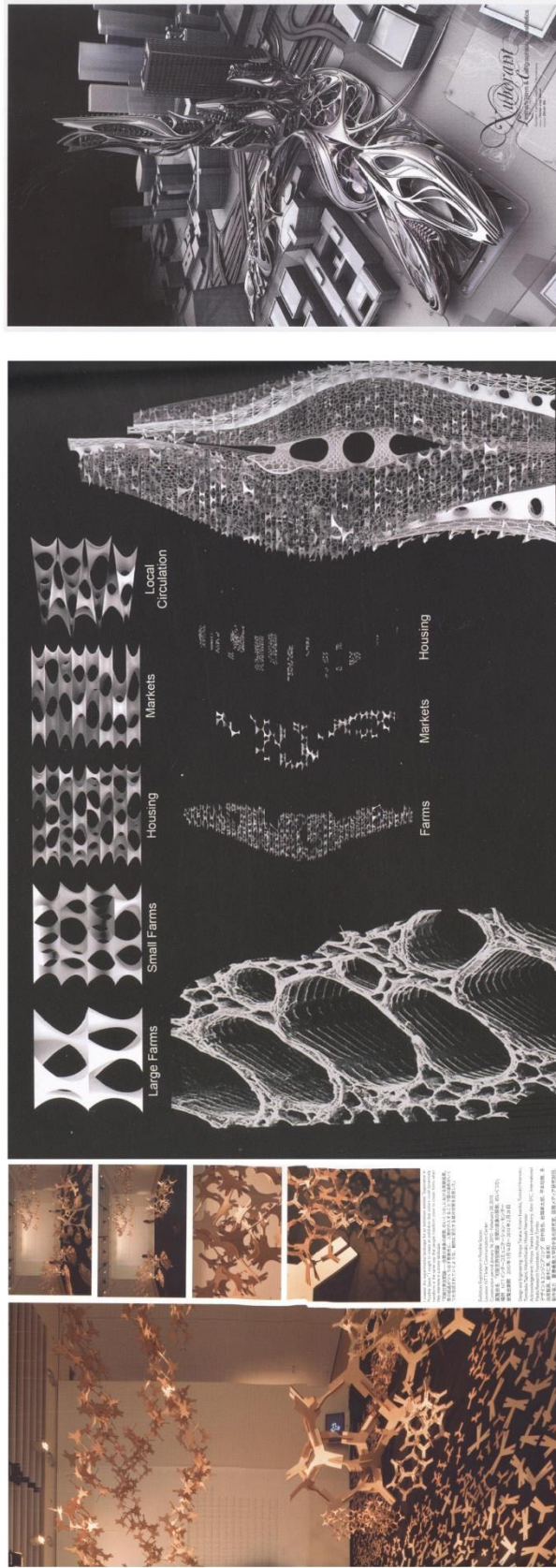


**Leviä ja niiden soluissa tai solukon muodostamia 5-, 6-, 8- tai 10-kulmaisia rakenteita**



### Geometrisia ja orgaanisia rakenteita

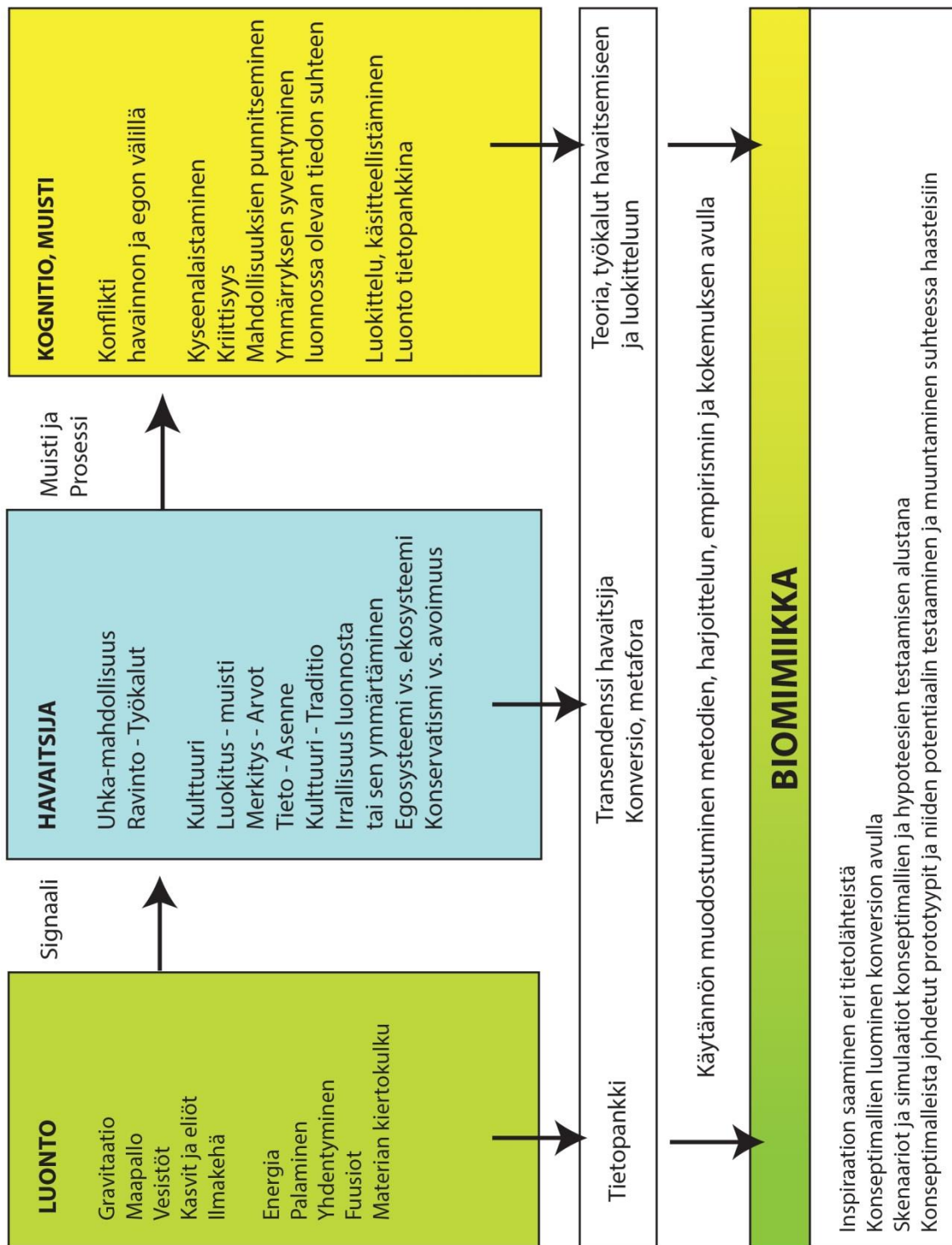
The Japan Architect 2010 Spring, s.81 , Design and Engineering Tanaka, Iwaoka, Hiramato, Tajimi, Karaki, Nemoto  
Architectural Design Magazine november/december 2010, s.100 Eric Vergne  
Architectural Design Magazine march/april 2010, s. 15 Steven Ma



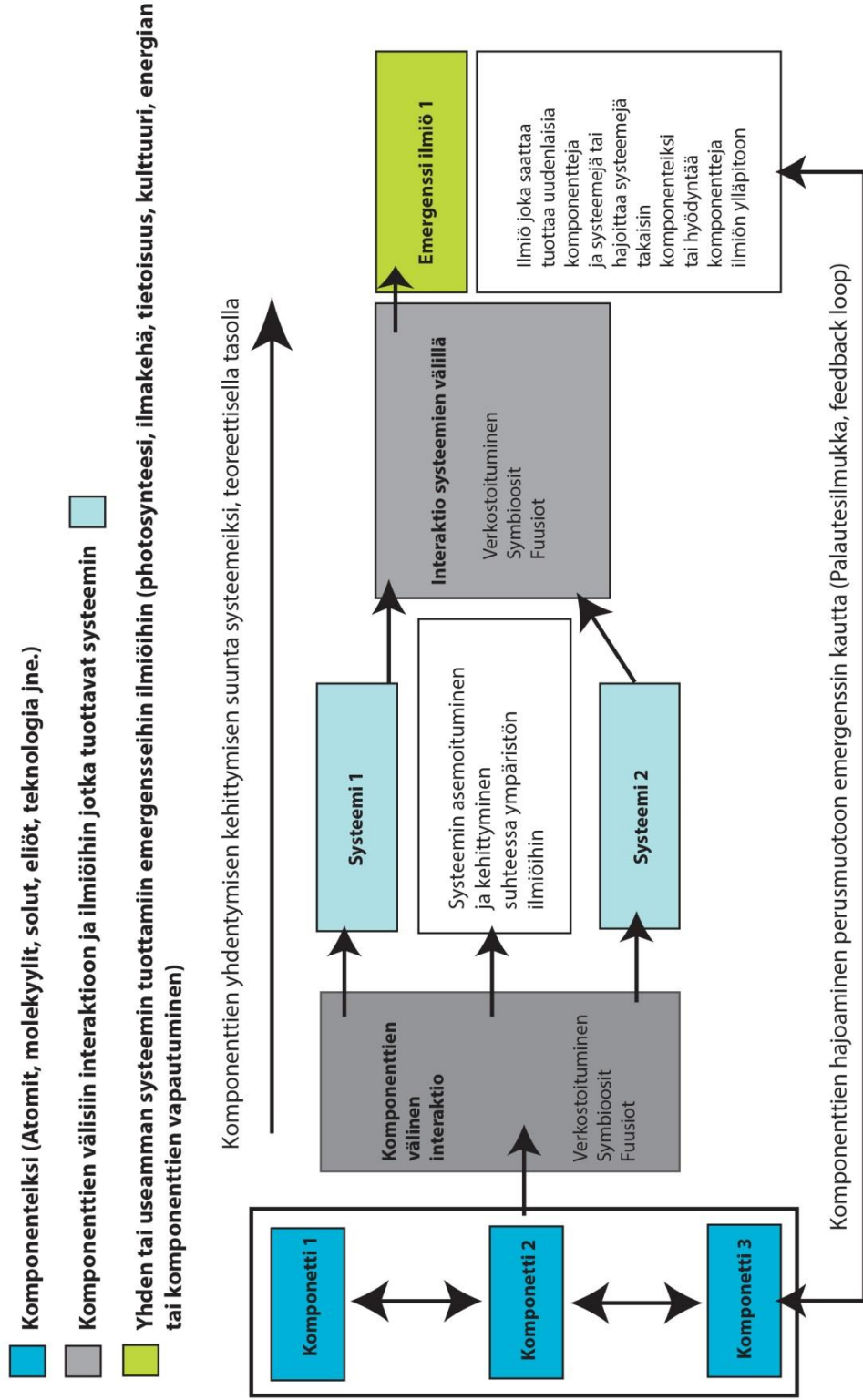
Kuvissa olen kiinnittänyt huomiota niiden futuristisiin, ajattomiin rakenteisiin geometrisesti ja orgaanisesti.

Solukkojen tasolla moduleista voidaan koota tai muunnella erilaisia rakennelmia, esim. huonekaluja tai rakennusten runkoja.





**Systeemitieteen periaatteiden pohjalta, mikä tahansa ilmiö biologisesta eliöstä teknologiseen konstruktion voidaan jaotella:**



Emergenssin ilmiön tuottama attraktio voi myös imeä komponentteja eri systeemien välityksellä, ilmiön ylläpitoon (Palautesilmukka, feedback loop)

Luonnosta saadun tiedon käsitteellistäminen ja metodien kautta saadun tiedonkulku

