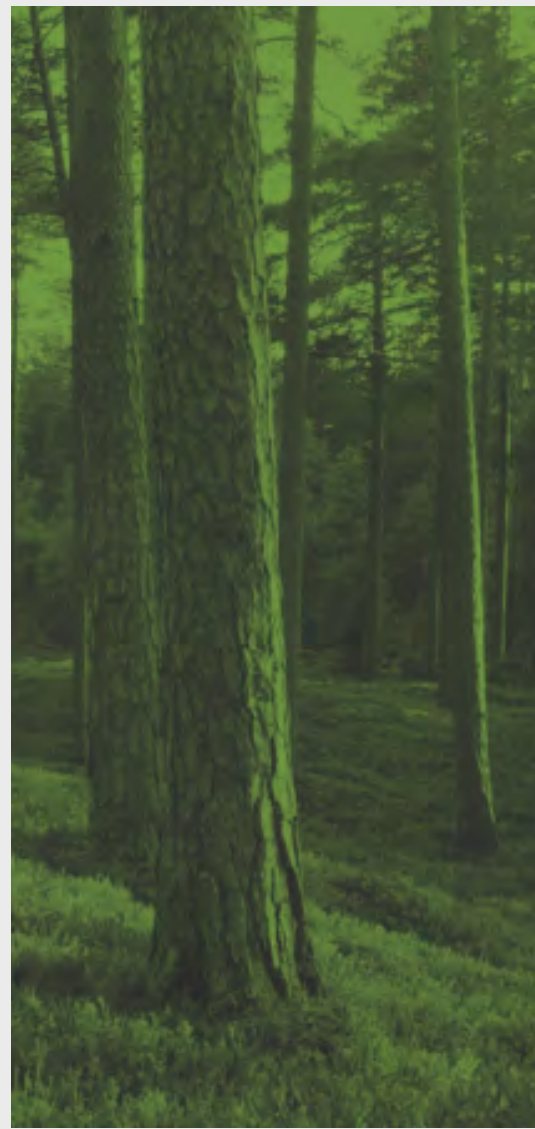


Virkistysmökit kaupunkimetsiin – demokraattiseen kaupunkisuunnitteluun perustuen ja 3D-tulostusta sekä kierrätysmateriaaleja käyttäen



Jussi Ryynänen Chavarría
Opinnäytetyö kevät 2019
Muotoilun tutkinto-ohjelma
Teollinen muotoilu
Metropolia Ammattikorkeakoulu

Tiivistelmä

Tekijä: Jussi Ryynänen Chavarría
Otsikko: Virkistysmökkit kaupunkimetsiin –
demokraattiseen kaupunkisuunnitteluun perustuen
ja 3D-tulostusta sekä kierrätysmateriaaleja käyttäen
Sivumäärä: 79
Päivämäärä: 10.5.2019
Oppilaitos: METROPOLIA AMMATTIKORKEAKOULU
Tutkinto: Muotoilija AMK
Koulutusohjelma: Muotoilun tutkinto ohjelma
Suuntautumisvaihtoehto: Teollinen Muotoilu
Ohjaajat: Mika Ihanus

Author: Jussi Ryynänen Chavarría
Title: Recreation cottages for city forests based on
urban democratic planning and 3D printing using
recycled materials
Pages: 79
Date: 10.5.2019
University: METROPOLIA AMMATTIKORKEAKOULU
Degree: Muotoilija AMK
Degree programme: Muotoilun tutkinto ohjelma
Specialisation option: Teollinen Muotoilu
Instructor: Mika Ihanus

Opinnäytetyöni lähtökohta ja innoittaja on Urban Infra Revolution –hanke (UIR). UIR:n tavoitteena on kehittää uudenlainen tuotantomenetelmä, jonka avulla kaupunkirakentamisessa voitaisiin hyödyntää toimivasti ja kannattavasti kierrätysmateriaaleja ja korvata perinteistä saastuttavaa betonirakentamista ympäristöystävällisemmällä vaihtoehdolla. UIR pyrkii myös kartoittamaan kiertotalouden tarjoamia liiketoimintamahdollisuuksia ja edistämään niitä eri tavoin.

Opinnäytetyö on jaettu kolmeen eri aihealueeseen, jotka yhdistyvät loppukonseptissa. Kaikki aihealueet liittyvät tavalla tai toisella kaupunkisuunnitteluun, mistä syystä ne on sisällytetty opinnäytetyöhön.

Opinnäytetyössä käsitellään kaupunkirakentamisen mahdollisuuksia 3D-tulostusta hyödyntäen ja kierrätysmateriaaleja käyttäen sekä tarkastellaan kyseisen teknologian soveltamista kaupunkirakentamisessa. Samalla pohditaan ja esitetään keinoja, joiden avulla kansalaisyhteiskunta voisi osallistua nykyistä paremmin kaupunkisuunnitteluun.

Esimerkkeinä on suunniteltu suomalaisen kaupunkiympäristön kohteita, joiden rakentamisessa voitaisiin käyttää innovatiivista 3D-teknologiaa. Sen avulla olisi mahdollista synnyttää uudenlaista liiketoimintaa ja samalla edistää kaupunkilaisten hyvinvointia.

Lopputyössä ei ole käytetty toimeksiantajaa. Tekijä on voinut valita vapaasti omien näkemystensä mukaisesti opinnäytetyön aiheen ja kontekstin. Tämä myös tarkoittaa, että opinnäytetyötä ei ole ohjattu ja lähestytty kaupallisten intressien, vaan puhtaasti hyvinvoinnin, kestävän kehityksen, innovoinnin sekä mahdollisten uusien liiketoimintamallien luomisen näkökulmasta.

Abstract

The starting point and inspiration of my thesis is based on the Urban Infra Revolution (UIR) project. UIR's goal is to develop a new production method that can make efficient and profitable use of recycled materials in urban construction and replace traditional polluting concrete construction with a more environmentally friendly alternative. UIR also seeks to identify and promote the business opportunities offered by the circular economy in different ways.

The thesis is divided into three different themes, which are combined in the final concept. All topics are related to urban planning and construction in one way or another, which is why they are included in the thesis.

The thesis discusses the potential of urban construction using 3D printing and recycled materials, and examines the application of this technology in urban construction. Ways and means about involving civil society in urban planning taking advantage of digitalisation are also argued and presented.

The final concept of the thesis uses Finnish natural environments in urban areas as a target where to use the innovative ecological materials using 3D technology. The concept would aloud to create new kind of businesses in an eco-friendly way and at the same time promote the well-being of the citizens.

A contractor has not been used in the final work. The author has been free to choose the subject and context of the thesis in accordance with his own views. This also means that the thesis has not been guided and approached from the point of view of commercial interests, but purely in terms of well-being, sustainable development, innovation and the creation of new business models.

3D-tulostusteknologia tulee muuttamaan kaupunkirakentamista radikaalisti, kun laitteet ja materiaalit sekä teknologinen osaaminen kehittyvät edelleen. Olemme nähneet tähän saakka vain ohuita häivähdyksiä tulevasta mullistuksesta, joka koskettaa keskeisellä tavalla myös teollista muotoilua tuoden alalle kokonaan uusia näköaloja ja mahdollisuuksia.

Uudet kierrätettävät materiaalit ja entistä tehokkaammat ja suuremmat 3D-tulostimet mahdollistavat aikaisempaa ympäristöystävällisemmän ja kiertotalouteen kietoutuvan kaupunkirakentamisen.

Kierrätysmateriaaleja käytetään hyväksi rakentamisessa ja hävikkiä ei 3D-tulostuksessa synny ollenkaan. Kaupunkirakentamisesta tulee aikaisempaa ekologisempaa, kun sen hiilijalanjälki pienenee oleellisesti.

Tämä opinnäytetyö sai alkunsa Urban Infra Revolution -hankkeesta (UIR), jossa kehitetään täysin uutta geopolymeeristä materiaalia käytettäväksi kaupunkirakentamisen 3D-tulostuksessa. Sen lisäksi Suomessa on muitakin hankkeita, joissa kehitetään vaihtoehtoja perinteisille rakennusmateriaaleille, joista opinnäytetyössä ovat esimerkkeinä rikastushiekka ja UPM-formi-biokomposiitti.

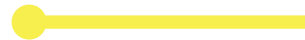
Kaiken kaikkiaan kaupunkisuunnittelun ja -rakentamisen uudet tuulet ovat muotoilun kannalta mielenkiintoisia muun muassa siksi, että ”uuden materiaalin 3D-tulostuksen myötä voidaan ehkä vapautua rakentamisen kaavamaisesta muotokielestä ja tehdä enemmän kaarevia ja myös funktionaalisia muotoja”, kuten UIR-hankkeen vetäjät maalailevat tulevaisuutta.

Kaupunkiympäristöä rakennettaessa ei monesti kuunnella asukkaiden mielipiteitä ennen toteutusta. Opinnäytetyössä on omistettu oma lukunsa demokraattiselle kaupunkisuunnittelulle sekä luonto-ympäristön terveysvaikutuksille samoin kuin biologisten menetelmien ja luonnossa esiintyvien järjestelmien soveltamiselle rakentamistekniikoissa.

Tässä opinnäytetyössä on käytetty pääasiallisesti internet-sivustoja, koska 3D-tulostuksesta on toistaiseksi hyvin vähän muuten julkaistua kirjallisuutta. Lisäksi monet julkaistut tekstit ovat vanhentuneita, koska teknologia kehittyy koko ajan hyvin nopeaa vauhtia.

Suorat lainaukset on merkitty lainausmerkeillä ja niiden lähde löytyy sivukohtaisesti lähdeluettelosta. Jos kokonaista artikkelia on käytetty, sivuun on merkitty artikkelin kirjoittajan nimi ja julkaisuaikakohta.

TEKNOLOGIA



IHMINEN



KOHDE



6	3D-tuloksesta
9	Betonia ja muovia korvaavia kierrätysmateriaalia
10	Betonista ja muovista
12	Urban Infra Revolution
15	Liiketoimintamahdollisuudet
18	3D-tulostuksen plussat kaupunkirakentamisessa
20	Kierrätysmateriaalit
23	Lisää 3D-tulostuksen valoja, mutta myös varjoja
26	Esimerkkitapaus
31	Demokraattinen kaupunkisuunnittelu
33	Heuristiikka
35	Benchmarking
41	Luonto
42	Bioniikka
43	Luonto ja bioniikka
44	Luonto ja ihminen
46	Luonto, kaupunki ja ihminen
47	Transformatiivinen innovaatio



49	Loppukonseptin idea
52	Design drivers
54	Loppukonseptin osa 1
69	Loppukonseptin osa 2
70	Benchmarking
73 & 75	Fyysinen elementti
74	3D-tulostettu pienoismalli

Teknologia

3D TULOSTUS

On olemassa muutamia määritelmiä, jotka kertovat, mitä 3D-tulostus tarkoittaa:

"3D-tulostus on tekniikka, joka tallentaa materiaalikerroksen **kerroksittain** käyttämällä samantyyppistä tulostuspäätä kuin on mustesuihkutulostimessa.

Tulostimen pää liikkuu pitkin X- ja Y-akseleita ja painettava kohde liikkuu ylös- ja alaspäin Z-akselilla. Se on prosessi, jossa virtaa digitaalisen tiedoston tietoja kuvaten virtuaalisesti objektia sen muodon mukaan (kuten STL- tai CAD-tiedosto). Sitä käytetään tavallisesti objektin **nopeaan** tekemiseen yhdellä koneella ja tavallisesti rajoitetuilla tuotantoajoilla" (Shapeways, 2008). (1)

"Lisäaineiden valmistus tai 3D-tulostus on prosessi, jossa tehdään kolmiulotteisia kiinteitä esineitä digitaalisen mallin mukaan. 3D-tulostus tapahtuu käyttämällä lisäprosesseja, joissa kohdetta synnytetään asettamalla peräkkäisiä materiaalikerroksia. 3D-tulostusta pidetään erillään perinteisistä työstötekniikoista (vähennysprosessit), jotka **perustuvat enimmäkseen materiaalin poistamiseen**" (Campbell, 2011). (1)



Lisäaineiden valmistuksessa käytetään **materiaalitieteen, arkkitehtuurin ja suunnittelun, laskennan ja robotiikan** yhdistelmää. Silti tuo ei ole yhtä futuristista kuin miltä se saattaa kuulostaa.

Kyse on kerrosrakentamisen yksinkertaisesta lähestymistavasta, jossa **rakennusmateriaalit on kerrostettu päällekkäin** julkisivun luomiseksi. Kyseistä toimintatapaa on jo pitkään käytetty rakennusteollisuudessa, **esimerkiksi tavanno- maisissa tiilikerrostekniikoissa.**

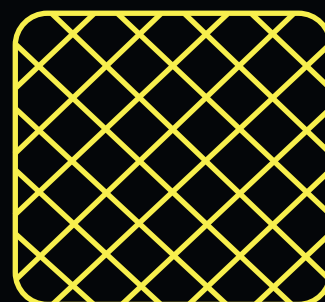
Lisäaineiden valmistuksen todellinen uutuus on **kyky yhdistää uusia, erittäin tehokkaita ja kestäviä materiaaleja arkkitehtonisen suunnittelun ohjelmistoihin ja robottitekнологiaan; automatisoida ja parantaa prosesseja, jotka ovat olleet aikaisemmin manuaalisessa käytössä.** Tässä mielessä rakennuslalla lisäaineiden valmistuksessa on monia mahdollisia **uraaauurtavia etuja.**

Toinen komponentti on tulostin, jolla on oltava tehokas, se on vastattava rakennusteollisuuden tuotantovaatimuksia. Tulostimen paine ja virtausnopeus on testattava erityyppisillä raaka-aineilla. Tulostimen nopeus ja koko ovat teknologian oleellisemmat ominaisuudet hyvän tulostuslaadun saavuttamiseksi: **sileä pinta, neliön reunat ja tasainen leveys ja korkeus kullekin kerrokselle** ovat tulostamisprosessin ensisijaiset tavoitteet.

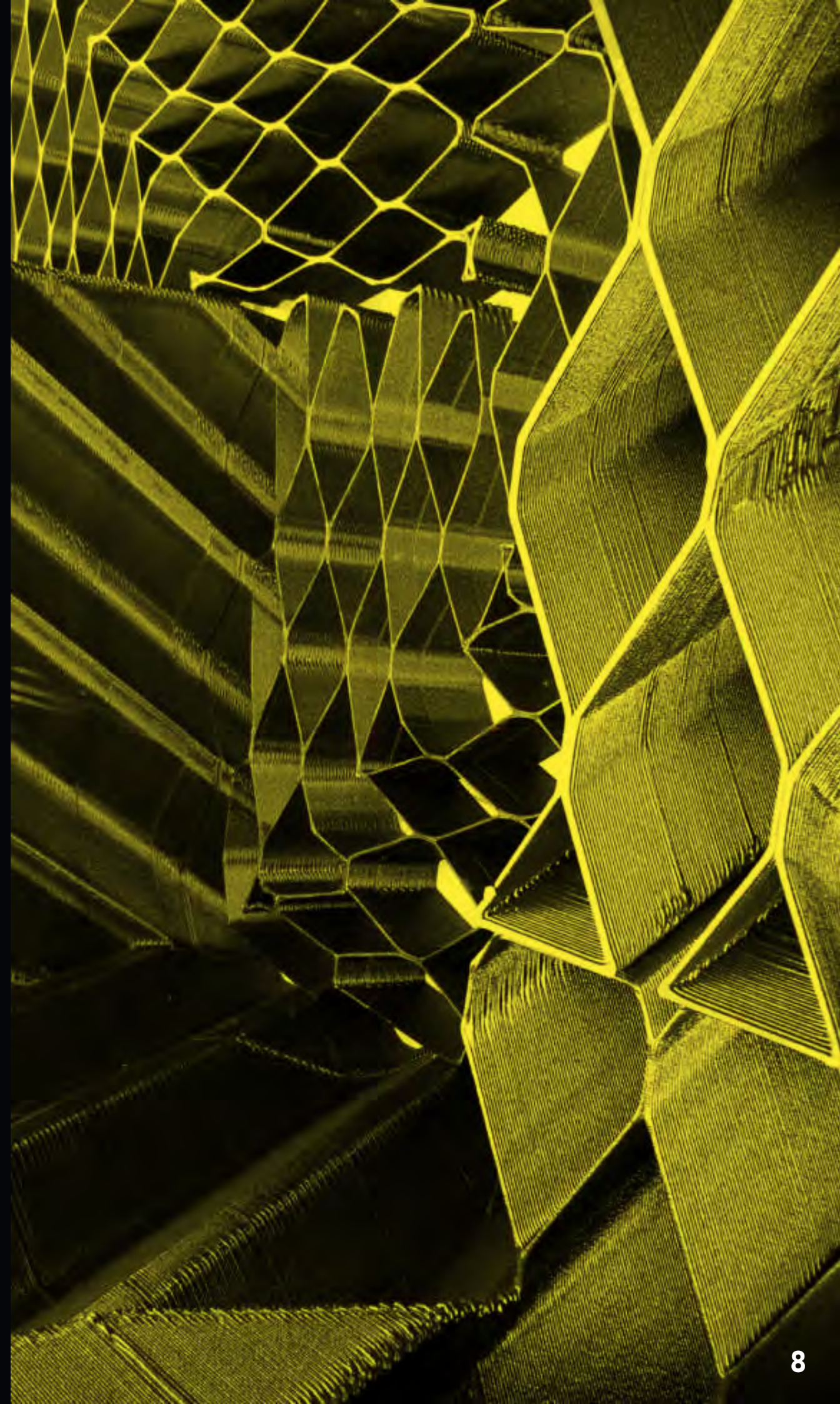


Se, kuinka nopeasti tai hitaasti raaka-aineet varastoidaan - tyypillisesti senttimetreinä tunnissa - voi nopeuttaa tai hidastaa rakentamista. Raaka-aineen asettumisajan lyhentäminen merkitsee sitä, että tulostin voi toimia nopeammin – mutta se asettaa myös raaka-aineen kovettumisen vaaraksi tulostinjärjestelmässä.

Tulostusjärjestelmä on optimoitava syöttämään raaka-aineet jatkuvasti vakionopeudella niin, että kerrokset voivat sulautua tasaisesti.



Tuotettujen rakenteiden geometria on palapelin viimeinen kappale, kun kyseessä on 3D-tulostuksen käyttö rakentamisessa. Kun tulostin ja raaka-aine on asennettu oikein, teknologia pystyy tuottamaan täysikokoisia rakennuspalikoita, joilla on älykäs geometria, johon muun muassa on sisällytetty kannatuslaskelmat. Näissä lohkoissa olevien ristikkorakenteiden filamenttien muodon stabiilisuus on olennainen osa painatusta, joka tuottaa lujuutta ja jäykkyyttä painetuille elementeille.



Betonia ja muovia korvaavien kierrätysmateriaalien käyttö kaupunkirakentamisen 3D-tulostuksessa

Rikastushiekka

Korvaa betonin.

Geopolymeerinen materiaali.

Maapohjainen.

Betonimainen aine, joka syntyy esimerkiksi teräs- ja kaivannaisteollisuuden pii- ja alumiinipitoisesta jäteaineesta tietyissä alkalisissa eli korkean pH:n olosuhteissa.

Aineen koostumusta voidaan säätää olosuhteita muuttamalla.

Esimerkki: UIR:n Rikastushiekka

Lisää sivuissa 12, 17, 20, 21

Kierrätysmuovi

Korvaa muovin.

Kestävä
bio-muovimateriaali.

Synteettinen.

Se koostuu muovijätteistä.

Raaka-aineena kierrätysmuovi on paitsi laadukasta, myös neitseellistä raaka-ainetta edullisempaa ja ympäristöystävällisempää.

Esimerkki: UPM Formi

Lisää sivuissa 20, 21

Betoni

Betoni on ihmisen valmistama keinotekoinen kivi. Se tehdään sementistä, runkoaineesta sekä seosaineista, ja lisäksi sen ominaisuuksia säädel­lään lisäaineilla.” (3)

“Betonin perusainesosa sementti tehdään pääosin kalkkikivistä. Runkoaineena käytettiin ennen luonnonainetta, soraa tai kalliomursketta.”(4)

“Nykyään betoniin lisätään seosaineiksi teollisuuden sivuvirtoja, esimerkiksi raudan ja teräksen tuotannossa syntyvää masuunikuonaa ja kivihiilen poltosta jäävää lentotuhkaa. Seosaineiden osuus betonista on kymmeniä prosentteja.” Betoni on veden jälkeen maailman käytetyin materiaali.

“Professori Vesa Penttala Aalto-yliopiston rakennustekniikan laitoksesta on laskenut, että maailman betonituotannolla voitaisiin rakentaa kolme metriä leveä ja kolme metriä korkea silta maasta kuuhun joka vuosi.”(4)

“Betonin lisäaineiden koostumukset ovat tuotesalaisuuksia, eivätkä ne ole edes viranomaisten tiedossa. Modernin kiven koko koostumuksesta, sen kosteusteknisestä käyttäytymisestä ja seosaineiden terveysvaikutuksista on hankala saada tietoa.”(4)

Rakentamisen päästöhaitoista melkoinen osa syntyy sementtiä valmistaettaessa. Ja mikäli rakenteissa käytetään paljon raudoitusta, kokonaispäästöjen määrä lisääntyy entisestään. Tätä käsitellään jäljempänä.

Betonirakentamisen tuottamiin hiilidioksidipäästö­määriin vaikuttavat käy­etyn sementin määrä ja koostumus.

”Nyrkkisääntönä voidaan pitää sitä, että tavanomaisen rakennebetonin hiilidioksidipäästö on noin 150 kg/m³ eli noin 60 kg/tn.” (2)

“Betonin hiilidioksidipäästöön voidaan vaikuttaa valitsemalla käyttöön ns. vihreä betoni, joka sisältää normaalia seosainepitoisempaa sementtiä sekä ylipäättään käyttämällä alhaisemman lujuusluokan betoneita. Näillä keinoin betonin hiilidioksidipäästöjä voidaan alentaa tapauksesta riippuen noin 25–50 % edellä mainitusta ns. perustasosta.”(2)

Mutta miten voisimme sitä vielä alentaa?

Muovi

Muovissa on suunnittelu-
virhe. Se on suunniteltu
kestämään ikuisesti, mutta usein
käytämme sitä vain kerran ja
sitten se heitetään pois", The
New Raw:n perustaja Panos
Sakkas on todennut.

“Muovi on korvaamaton mate-
riaali lukuisiin käyttökohteisiin ja
ratkaisevassa asemassa
siirryttäessä kohti
energiatehokkaampaa ja
luonnonystävällisempää
tulevaisuutta.” (6)

“Muovit ovat nykyään kaikkialla.
Tähän on syynsä. Muovit mah-
dollistavat fossiilisten
polttoaineiden kulutuksen
vähentämisen, uusiutuvan
energian maksimaalisen
hyödyntämisen, puhtaan veden
kuljettamisen, elintarvikkeiden
hygieenisyyden ja modernit
lääketieteelliset innovaatiot.”(6)

“Muovi on kevyt, energiatehokas
ja helppo muotoilla lähes mihin
tahansa käyttötarkoitukseen.”

“Muoveilla tarkoitetaan yhden tai
useamman tyyppisten mon-
omeeriyksikköjen muodostamaa
polymeeriä.” (7)

“Yleensä muovilla viitataan
fossiilisista raaka-aineista val-
mistettuihin muoveihin. Maail-
man öljyntuotannosta noin 6
prosenttia käytetään muovin
valmistukseen.”(7)

Nykyteknologialla muovit voidaan
kierrättää entistä tehokkaammin
ja useaan kertaan.

“Vaikka usein muovit ovat
pääosin öljyn- ja maakaasun
tuotannon sivutuotteita, eikä niitä
varten tarvitse kaataa sademetsää
tai kaivaa kaivoksia, ei myöskään
niiden käyttö tai hylkääminen
– kuten ei mikään materiaalin –
ole täysin ongelmaton. Muovien
polttaminen lisää hiilidioksidi
päästöjä, koska muovit
valmistetaan öljypohjaisista raaka-
aineista.” (5)

Viime aikoina on alettu kehittää
biomassapohjaisia muovimaisia
materiaaleja, joiden hiilijalanjälki
on jopa olematon.

“Muovien kierrätyksen haasteita
ovat muovityyppien suuri määrä
ja kuluttajaperäisten muovien
likaisuus. Lisäksi muovia
sisältävissä tuotteissa on usein
myös haitallisia ja/tai vaarallisia
aineita, joita ei pystytä riittävästi
jäljittämään tai erottamaan.
Muoveihin voi myös sitoutua
ympäristöstä erilaisia aineita.
Kaikki tämä hankaloittaa
kierrätystä, tekee siitä kalliimpaa
ja vaikuttaa kierrätetyn muovin
laatuun ja arvoon.” (7)

“Muovien kierrätyksen tuntuvaan
vauhdittamiseen tarvitaan
aiempaa parempia
kierrätysratkaisuja mekaanisesta
kierrätyksestä aina kemialliseen
kierrätykseen. Tavoitteena tulee
olla korkealaatuisen kierrätyksen
saavuttaminen huomioiden
materiaalien laatu, turvallisuus ja
mahdollinen myöhempi
kierrätettävyys. Muovijätteelle ja
kierrätysmuoville tarvitaan myös
nykyistä toimivammat markkinat
ja uusia käyttökohteita.” (7)

Urban Infra Revolution -hanke

Opinnäytetyön lähtökohtana toimii URBAN INFRA REVOLUTION -hanke.

UIR-hankkeen avulla pyritään kehittämään uudenlainen tuotantomenetelmä, jonka avulla voidaan hyödyntää toimivasti ja kannattavasti kierrätystalouden materiaaleja kaupunkirakentamisen tuotteiden valmistuksessa.

Ilmastonmuutoksen aiheuttamien riskien lieventämiseksi UIR pyrkii osaltaan vähentämään merkittävästi hiilidioksidipäästöjä. Suomessa on asetettu tavoitteeksi vähentää 80 prosentilla hiilidioksidipäästöjä vuoteen 2030 mennessä verrattuna vuoden 2007 tasoon. Lisäksi täysi jätevapautta tavoitellaan vuoteen 2050 tultaessa.

UIR saa kuluihin Euroopan aluekehitysrahaston Urban Innovation Action -rahoitusta.

EU-tukea siihen saadaan 80 prosenttia eli rahassa 3,4 miljoonaa euroa. Hankkeeseen osallistuvat tahot rahoittavat loput 20 prosenttia. Hankkeen kokonaiskustannukset ovat yli neljä miljoonaa euroa. Kyseessä on siten suhteellisen merkittävä kiertotalouteen liittyvä hanke Suomessa.

”UIR-hanke käynnistyi marraskuun alussa 2017 ja se kestää 31.10.2020 asti. Lappeenrannan kaupunki on hankkeen vetäjä. Lappeenrannan yrityspalvelu Wirma on koonnut vahvan osaamisen projektikonsortion yrityslähtöiselle idealle. Lappeenrannan kaupungin lisäksi hankkeessa ovat mukana LUT-korkeakoulu, Saimaan ammattikorkeakoulu, Imatran seudun kehitysyritys, Metsä Group, Apila Group, Outotec, Nordkalk, FIMAtec, UPM, Stora Enso, Totaldesign ja Design Reform.” (8)

UIR testaa uusia ratkaisuja hiilidioksidipäästöjen vähentämiseksi kaupunkiraken-

tamisen lähtökohdista. Teollisuuden sivuvirrat (tuhkat, kaatopaikkajätteet, rakennusjätteet, jne) pyritään hyödyntämään kaupunkien infrastruktuurin rakentamisessa yhdistämällä niitä muihin tarvittaviin ja mahdollisimman luonnonmukaisiin materiaaleihin tavoitteena perinteisen betonin korvaaminen infrarakentamisessa tulevaisuudessa.

Niinpä UIR:ssa kehitetään täysin uutta geopolymeerista materiaalia. Se koostuu edellä mainituista teollisuuden sivuvirtatuotteista sekä tarpeellisista sideaineista.

Kyseisten innovatiivisten biokuituvahvisteisten geokomposiittien kehittämisen tavoitteena on rakennusteollisuudelle asetettujen korkeiden laatuvaatimusten saavuttaminen, jotta niiden teollinen käyttöönotto olisi mahdollista tulevaisuudessa.

Projektissa testataan kaupunkiympäristön erilaisissa infrastruktuurirakenteissa automati-

soitua, nopeaa ja monipuolista valmistusjärjestelmää, missä fyysisiä muotteja ei tarvitsisi käyttää jatkossa ollenkaan. Sekä suunniteltu materiaali että teknologia ovat monikäyttöisiä ja toteutuessaan mahdollistavat vallankumouksellisten infrarakenteiden muotoilun ja tuotannon kustannustehokkaasti alhaisilla hiilidioksidipäästöillä.

Hankkeen tuloksia ja hyötyjä tutkittaessa arvioidaan, voitaisiinko saada aikaan elinkelpoisia liiketoimintaekosysteemejä. Samalla arvioidaan, millaisia ympäristö- ja sosioekonomisia vaikutuksia niillä mahdollisesti olisi.

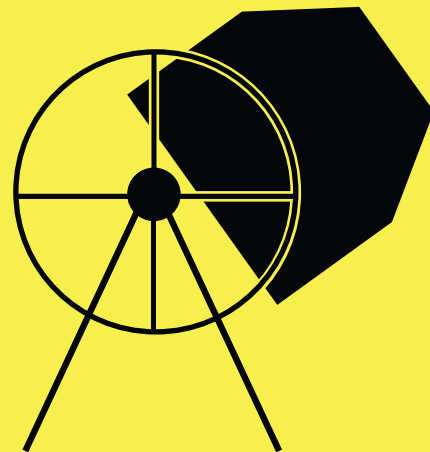
”Hankesuunnitelman mukaan Lappeenrannan-Lahden teknillinen yliopisto (LUT)

tutkii sekä materiaali- ja valmistustekniikoiden kehitystä että liiketoimintamalleja ja tekee lisäksi kestävyystarkasteluja. Apila Group ja Outotec tekevät materiaalikehitystä yhdessä LUT:n ja FIMAtecin kanssa, metsäteollisuuden yritykset toimittavat materiaalia, kuten myös Nordkalk, josta tulee rikastushiekkaa materiaalin työstöön.”(8)

”Saimaan ammattikorkeakoulu toteuttaa rakennetun ympäristön moniulotteista informaatiota sisältäviä tietomalleja. Mallinnusta hyödyntämällä tuodaan hankkeen tuloksia yleisesti esille ja hankkeessa mukana olevien designyritysten muotoilu- ja kaupunkisuunnitteluosaaminen ovat jatkossa suunnittelijoiden ja kaupunkilaisten käytössä.”(8)



Nykyinen kaupunkien infrastruktuuri koostuu pääasiassa:



Nykyinen kaupunkien infrastruktuuri koostuu **pääasiassa teräsbetonipohjaisista** ratkaisuista. Kyseisten materiaalien tuottaminen **vaatii runsaasti energiaa** ja aiheuttaa **runsaasti CO₂-päästöjä**. Lisäksi niiden valmistamiseen tarvitaan paljon **luonnonraaka-aineita**.

Nykyiset tuotantomenetelmät ovat myös melko **hitaita** ja **työvoimavaltaisia**, eivätkä ne yleensä **salli innovatiivisia muotoja** tai lisätoimintoja tuotteille.

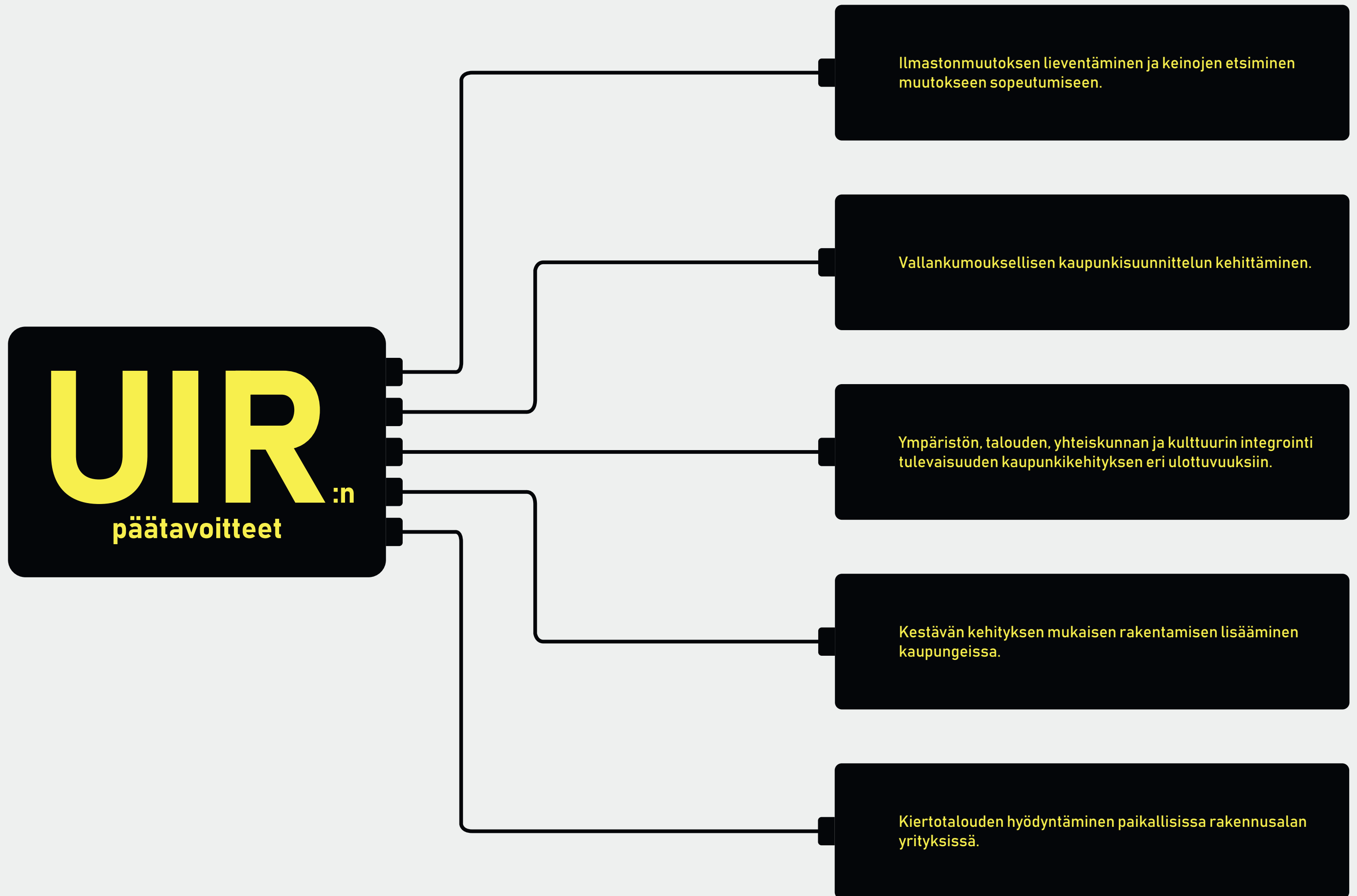


Betonin kierrätettävyys on myös **rajoitettu**: Teräsbetonielementtien hyödyntäminen kierrättämällä on **monimutkainen** ja **kallis prosessi**. Nämä vaikeudet johtavat yleensä tilanteisiin, joissa **rakennusjätteet jäävät kaatopaikoille** ja aiheuttavat **ei-toivottuja kustannuksia** ja **ympäristöseurauksia**.

Liian vähän **huomiota** on myös kiinnitetty uudenlaisiin **komposiittimateriaalien kierrätettävyyteen**. Purkujätteiden lisäksi erityisesti teollisuuskaupungeissa on myös paljon muita materiaaleja, jotka viedään tarpeettomasti kaatopaikoille. Niitä syntyy sivuvirtoina esimerkiksi kaivostoiminnassa, metsäteollisuudessa ja energiatuotannossa.



UIR-hanke pyrkii luomaan paikallisesti **kestäviä**, täysin **kierrätettäviä** ratkaisuja kyseisille sivuvirroille, jotka ovat **suuria**; niissä on paljon **potentiaalia**, mutta ne ovat myös haastavia uudelleenkäytön suhteen.



Liiketoimintamalli

Yrityskohtaiset liiketoimintamallit täytyisi muokata niin, että paikallisten yritysten toimintaedellytykset ovat kunnossa. Tuoreet vallankumoukselliset ratkaisut tarjoavat uusia mahdollisuuksia monille teollisuusaloille (jäteraa-ka-aineiden tööstö, muotoilu, kaupunkisuunnittelu, teknologian kehittäminen ja valmistus, rakennusteollisuus, jne). Pelkästään Suomessa vuotuiset rakennusmarkkinoiden koko on rahassa mitattuna 22 miljardia euroa. Tuotteiden patentointi ja sertifiointi tai muu tarvittava virallinen tekninen hyväksyntä ovat välttämättömiä lisäresurssien hankkimista ja käyttämistä sekä kansainvälistä laajennusta varten. Paikallisen sektorin toimijoiden on oltava yhteydessä toimialansa potentiaaliin yhteistyökumppaneihin, jotta ne voivat päästä etsimään sopivia ja halukkaita toimijoita aloittamaan täysimittaista tuotantoa. Tarvittaessa tätä kluusteria voidaan täydentää muilla kansallisilla alan yrityksillä toiminnan laajentamiseksi, jos tarvetta on.

Vastuulliset toimijat, jotka lopulta sitoutuvat tämänkaltaisiin kestäviin projekteihin, ovat velvollisia investoimaan teknologiaan ja lisensseihin tuotekehitystyön hyödyntämiseksi. Hallinnollinen tuki on oleellinen osa liiketoimintaa.

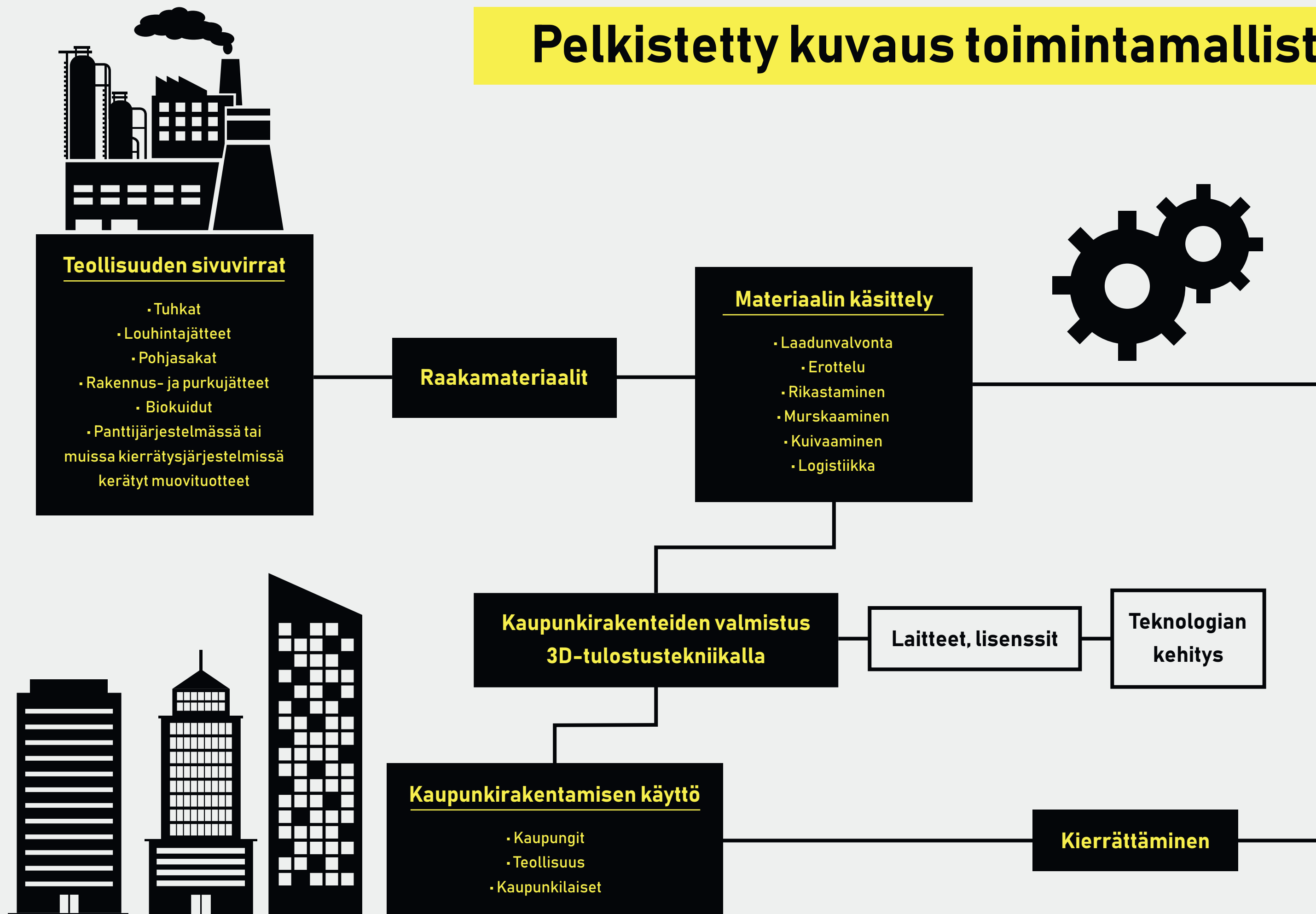
Erityisen suositeltavaa on hankkia hankekumppaneita, jotka ovat valmiita viemään projekteja kansainväliselle tasolle – eli niitä yrityksiä, jotka voivat luoda perustaa ja laajentaa hanketta kansainvälisille markkinoille, sillä kiertotalous on globaali haaste monella tavalla; esimerkiksi hyvinvoinnin, ympäristön, kaupunkisuunnittelun, muotoilun ja monipuolisen yritystoiminnan ja samalla yhteiskuntarakenteen kannalta.

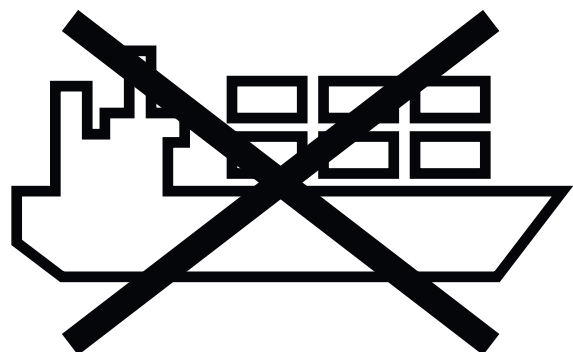


The Power Of Shaking Hands - Unknown artist

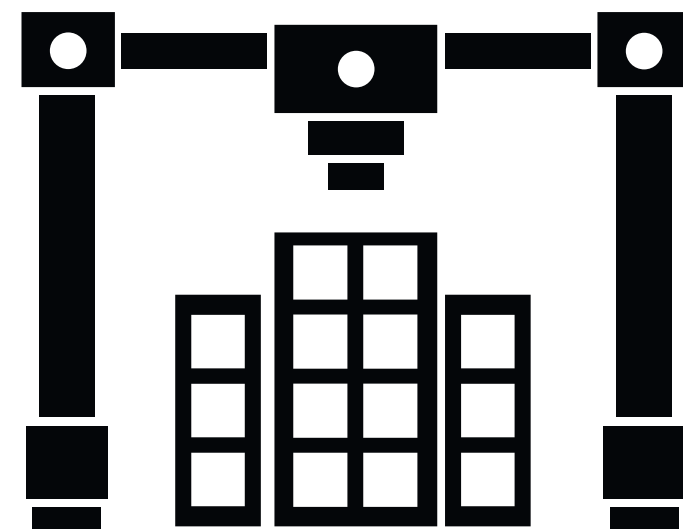


Pelkistetty kuvaus toimintamallista





Tavarankuljetus korvataan
3D-mallien tiedostoilla.
Tämä on erityisen ekologinen tapa
tehdä rakenteita digitalisaatiota
hyödyntäen



3D-tulostus

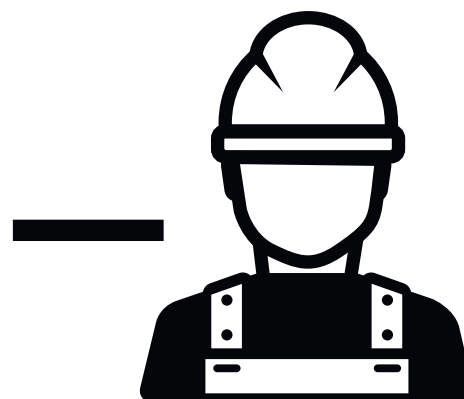
kaupunkirakentamisessa



3D-tulostustekniikalla on
mahdollista toteuttaa uniikkeja,
muotoilultaan yksilöllisiä ja
ainutlaatuisia rakennuskohteita



Huomattava säästö
rakennusajassa



Paljon vähemmän
henkilöresursseja



Materiaalikustannuksia säästetään ainakin
kahdella tavalla, kun muotteja ei tarvita ja
hukkamateriaalia ei synny

Skaalautuvuus

Skaalautuvuus ja viisi muuta myönteistä puolta, kun 3D-tulostusta käytetään kaupunkisuunnittelussa ja -toteutuksessa:

Skaalautuvuus, eli **mitattavuus** tai **laajennettavuus**, on toinen lisäominaisuus, jota on mahdollista hyödyntää myös kaupunkisuunnittelussa, sillä suurikokoinen 3D-rakentamistulostin käyttää samanlaista teknologiaa kuin pienemmätkin 3D-tulostimet. Tämä avaa mahdollisuuksia nopeaan tuotantoon esimerkiksi pienoismalleista, prototyypeistä tai saman mallin tulostamisesta erilaisissa mittakaavoissa.

1. Mittakaavan luomiseen kuluu vähemmän aikaa

Vuosisatojen ajan arkkitehtuurin yksi haastavimmista työvaiheista on ollut mittakaavan luominen. Arkkitehdit ovat joutuneet piirtämään sinikopioita, tekemään monimutkaisia laskelmia ja askartelemaan käsityönä kaikki tarvittavat kappaleet, jotta heillä olisi täydellinen malli sopivassa mittakaavassa. Nykyaikaisen 3D-tulostustekniikan avulla suunnittelija tai arkkitehti voi käyttää sopivaa ohjelmistoa täydellisen mittakaavan mallin luomiseen jopa muutamassa tunnissa ja paljon vähemmällä vaivalla entiseen verrattuna.

2. Mallien laatu on korkeatasoinen

Koska 3D-tulostuksessa käytetty tekniikka jatkuvasti paranee, niin kohenevat lopputuloksetkin ja jo nyt päästään heti alkuvaiheessa lähelle lopullista mallia. Samalla materiaalivalikoima on laaja.

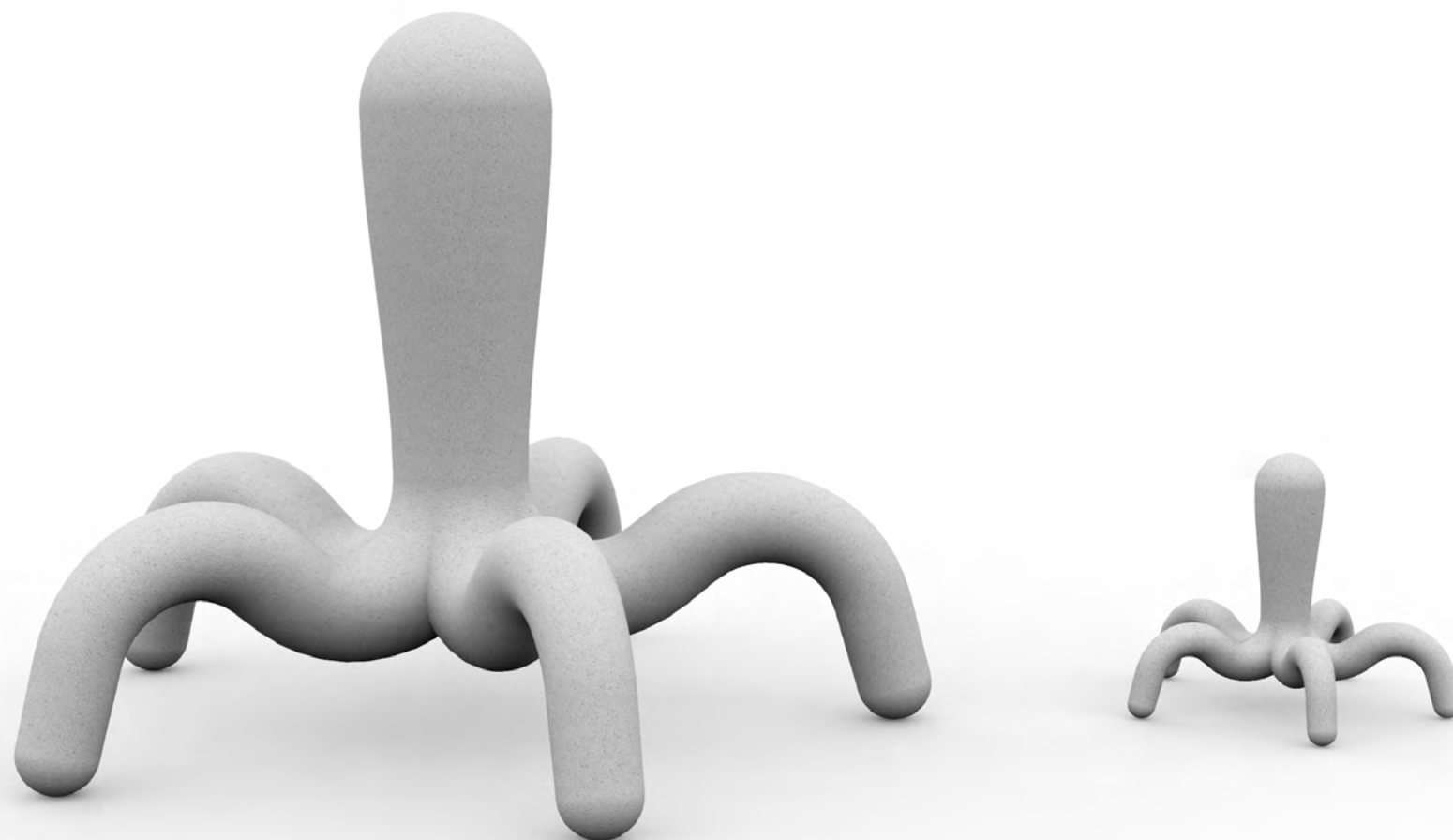
3. Mallin muokkaaminen on helpompaa kuin koskaan 3D-ohjelmien ansiosta.

4. Mallit voidaan tallentaa digitaalisesti

Koska 3D-tulostuksella luotuja mittakaavamalleja kehitetään digitaalisesti, mallit myös voidaan tallentaa digitaalisesti. Tiedostoja voi kehittää ja lähettää eteenpäin verkossa. Suunnittelijat voivat käyttää hyväkseen mitä tahansa aikaisempaa mallia tai tulostaa lisää samanlaisia malleja milloin tahansa tulevaisuudessa.

5. Parempi visualisointi asiakkaiden nähtäväksi

Yksi pienoismallin luomisen tärkeimpiä tavoitteita on suunnitellun työn menestyksellinen esittäminen asiakkaalle. 3D-tulostetun mallin avulla suunnittelijat voivat tarjota potentiaalisille asiakkaille täsmällisen ja täydellisesti skaalatun mallin kohteen rakenteesta, mukaan lukien maisemointi ja värimaailma. Tarjouskilpailuihin osallistuminen helpottuu ratkaisevasti



Jatkuva kierrätys

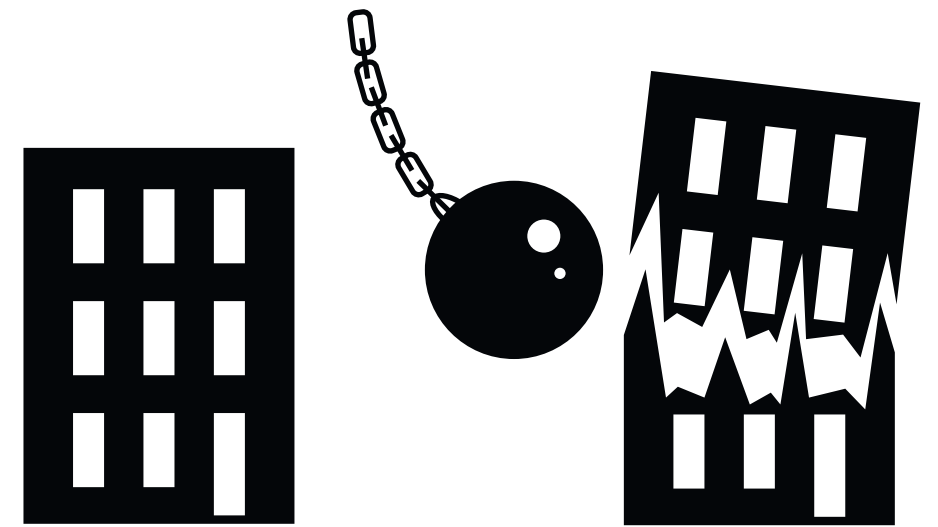
Olennaisin innovatiivinen elementti on tässä tapauksessa materiaali, sillä 3D-tulostamista on käytetty jo muutamia vuosia kaupunkirakentamisessa.

Nykyisin yleisimmän perusrakennusmateriaalin eli Portland-sementin sekä käytetyin synteettinen materiaali eli muovin tuotanto, vaativat erittäin korkean lämpötilan ja ne kuluttavat valtavasti energiaa. Niiden valmistuksen aikana ilmakehään pääsee merkittäviä määriä hiilidioksidia ja erittäin myrkyllisiä typen oksideja.

Edellisen lisäksi prosessissa on paljon muita haittoja, kuten energia- ja uusiutumattomien luonnonvarojen korkea osuus sekä materiaalin kyseenalainen kestävyys. Kestävän kehityksen -määritelmän kanssa sementin ja muovin tuotanto ovat siten syvässä ristiriidassa.

On selvää, että rakennusosalalla ja teollisuusosalalla tarvitaan uusia ratkaisuja myös betonimaisen ja muovimaisen perusmateriaalien tuotannossa. Lupaavimman vaihtoehdon on tähän mennessä tarjonnut epäorgaaninen polymeeri- tai geopolymeeri-teknologia sekä kierrätysmuovi.

Geopolymeereista: Näillä materiaaleilla on erittäin korkeat mekaaniset ominaisuudet ja erinomainen kestävyys kemiallisissa ympäristöissä. Ne kestävät hyvin erilaisten happojen ja suolojen vaikutuksille. Ne kehitettiin aluksi palonkestäväksi vaihtoehdoksi orgaanisille polymeereille (kestävät jopa 1000°C), eikä myrkyllisiä höyryjä synny kuumennettaessa.



Uudelleenkäytettävyys

Valmistetut rakenteet voidaan purettaessa murskata ja koko materiaali **käyttää uudelleen**, kun kyseessä on kierrätysmuovi ja geopolymeerinen rikastushiekka.

Näiden komposiittien pitäisi:

- Sulkea rakennusmateriaalin kierron
- Olla sovellettavissa äärimmäisiin (tässä tapauksessa arktisiin) sääolosuhteisiin
- Olla lujitettavissa biokuiduilla
- Hyödyntää paikallisen teollisuuden jätteitä ja sivuvirtoja

Komposiittien vahvistamiseen tarkoitetut biokuitukankaat:

Mekaanisten ominaisuuksien parantaminen vahvistavilla biokuiduilla on ympäristön kannalta kestävä valinta. Synteettisten kuitujen korvaaminen vastaavilla luonnollisilla kuiduilla vähentää merkittävästi ympäristövaikutuksia. Luonnonkuiduilla on myös muita ominaisuuksia: mm. matalat tuotantokustannukset, alhainen tiheys, ne uusiutuvat lyhyessä ajassa ja ovat myrkyttömiä sekä helposti käsiteltäviä. Nämä ovat muutamia tärkeitä innovatiivisista näkökohtia materiaalin valmistamisen ja käyttöönoton kannalta.

UPM FORMI 3D

"UPM Formi 3D yhdistää selluloosan ja PLA muovin parhaat puolet. Luonnollinen puunkaltainen tuntu, tarkat yksityiskohdat, hyvä sulalujuus, matta pinta ja helppo jälkikäsiteltävyys ovat UPM Formi 3D keskeisiä ominaisuuksia. Puhtaan ligniini-vapaan selluloosan ansiosta materiaali voidaan myös maalata hyvin." (10)

Erityisesti 3D-tulostukseen kehitetty materiaali

- Erityisesti 3D-tulostukseen kehitetty biokomposiitti, jossa yhdistyvät sellukuitu- ja biopolymeeriteknologiat.
- Nopea jäähtyminen
- Vakaa tulostus
- Alhainen kutistuminen ja korkea muodon pitävyys myös suuressa mittakaavassa
- Selluloosapohjaisuus estää sisäisten rasiutusten syntymisen
- Puunkaltainen jälkikäsitely (maalaus, työstettävyys). Lopulliset tulosteet voidaan käsitellä esimerkiksi ulkokäyttöön. Voidaan liimata käyttämällä PVAC-liimaa.
- Koska materiaalilla on myös itsekantavia ominaisuuksia, sillä voi tulostaa myös pyöreitä ja monimutkaisia tulosteita minimaalisella tukirakenteiden käytöllä.
- Granulaattipohjainen tulostus on keskimäärin 37 kertaa nopeampi kuin filamenttipohjaiset menetelmät, jolloin suuret rakenteet voidaan tulostaa tehokkaasti.
- Hyvä veden ja sään kesto. Testattu 2000t sääkammiossa (vastaa kolmea vuotta ulkoilmassa), jossa ei havaittu kappaleen heikentymistä.
- UPM Formi 3D -granulaatit ovat sataprosenttisesti kierrätettäviä ja niistä on saatavana myös FSC- ja PEFC-sertifioituja laatuja. (10)



Käsittely

UPM Formin 3D-rakeet on helppo käsitellä suulakepuristuksessa hyvän sulamislajuuden ja mittapysyvyyden vuoksi. UPM Formi 3D voidaan sekoittaa alkuperäiseen PLA-muoviin.

Luonnollinen kosketus ja vaaleat värit

Puhtaiden ligniinitön selluloosakuitujen ansiosta on mahdollista monenlaisia väri vaihtoehtoja, joissa on matta pintarakenne ja vaaleat värit.

Hehkulangan suulakepuristuksessa suositeltu määrä lisättyä PLA-pohjaista värisarjaa on 0,75% tai pienempi.

Oheisessa kuvassa näkyy, miltä UPM Formin 3D-materiaali näyttää kuudella eri värillä.





Dark Satine chair

- 3D PRINTED FROM UPM BIOCOMPOSITE
- DESIGNED BY XUBERANCE

The “DARK SATINE” 3D printing chairs design is inspired by the appearance of silk fabric. It is printed with UPM Formi 3D composite using large-scale 3D printing technology.

The chair is a perfect combination of advanced materials and printing technology, not only retaining the layered characteristics of the printed product, but also having a distinctive texture from the large-scale robot-based 3D printing.



Customised and 3D-printed kayak from biocomposite

– CONCEPT DEMONSTRATED BY A SWEDISH MANUFACTURER

UPM Formi 3D material has been used for creating a kayak which can be customized based on users’ needs. The concept is developed by a Swedish manufacturer Melker.

The manufacturer has three main approaches to kayak production process:

- 1) Complete kayaks by 3D printing
- 2) Critical parts for customization of the mould replaced with 3D-printed mould-parts
- 3) Hybrid kayaks: hull made with traditional method, deck 3D-printed



**Lisää 3D-tulostuksen valoja,
mutta myös varjoja**

Valoja

Kauppalehdessä 14.1.2019 julkaistussa artikkelissa haastateltiin Pekka Ketolaa, joka johtaa 3D-tulostustehdasta. Ylöjärvellä sijaitseva laitos on Pohjoismaiden suurimpia 3D-tulostustehtaita.

Mahdollisuuksien kirjo – pienestä isoon

Ensimmäistä kertaa on mahdollista teollisesti valmistaa kustannustehokkaasti ainoastaan yksi ja ainoa osa. Tuotanto voi alkaa heti. Ei tarvita investointeja tai tehdasta. Tuotetta voi valmistaa vaikka viisi kappaletta ja katsoa, meneekö kaupaksi. Nopea aloitus ja pienet investoinnit”, toimitusjohtaja Ketola kertoo.”

”Perinteinen valmistus on taloudellisesti järkevää vain suurissa sarjoissa. Se vaatii investointeja, organisaatioita ja laitteita. Tuotantolinjalla jokainen kone ja työntekijä toistaa tarkalleen määriteltyä tehtävää. Riskit ovat valtavia ja muutokset sekä räätälöinnit kalliita.”

”Artesaanituotanto taas perustuu yksilöllisiin tuotteisiin, kuten ruukkuihin, koruihin tai soittimiin, joista jokainen on hieman erilainen. 3D-tulostus sijaitsee massa-valmistuksen ja

artesaanituotannon välimaastossa. Sen tulevaisuus on sekä isoa että pientä kuvaa. 3D-tulostus antaa muotoilijalle vapauden tehdä, mitä haluaa, eikä sitä, mihin tietty laite tai tuotantolinja kykenee.”

”Voidaan tuottaa erikokoisia ja -muotoisia esineitä monenlaisista materiaaleista. Aiemmin tehtaot joutuivat erikoistumaan. Nyt sama tehdas voi palvella sekä yksilöitä että yrityksiä.”

”Ketolan mukaan 3D-tulostaminen on innovaatiotoimintaa eikä perinteistä alihankintaa.”

”Olemme innovaation mahdollistaja. Idean voi muuttaa esineeksi jopa vuorokaudessa. Mikäli haluaa tehdä muutoksia, seuraava versio on nopeasti valmis. Tuotteistus ja myynti voivat alkaa heti.”

”Innovaatioiden määrä kasvaa samalla, kun riskin ja kustannusten määrä pienenee. Digitaalisessa tuotannossa idean voi saada vaikka sosiaalisesta mediasta. Se jalostuu edelleen tuotteeksi erikoistuneiden alustatalouden

toimijoiden avulla, joita löytyy jokaiseen vaiheeseen, haluaapa idean kehittelijä sitten prototyyppin, tuotteistamista, patentin, sarjavalmistuksen, markkinointia, jakelua tai rahoitusta. Lähivalmistus on järkevää sekä tilaajalle että ympäristölle.”

”Tuotteet valmistetaan siellä, missä niitä tarvitaan, ilman pitkiä kuljetusketjuja.

”Emme tee vanhaa paremmin, vaan pikemminkin sellaista, joka ei olisi ollut ennen mahdollista.”

”Ketolan mielestä maailma on samassa tilanteessa kuin internetin kanssa vuonna 1993.

”Silloin ei ollut aavistustakaan, mihin kaikkeen se tulee vaikuttamaan. Mittakaava tulee olemaan sama.”

”Vuonna 2018 hän selvitti, millä alalla 3D-tulostusta ei ole vielä hyödynnetty.”

”En löytänyt ainuttakaan. Jopa buddha-patsaiden replikoita tulostetaan Japanissa varkauksien vuoksi. Alkuperäinen laitetaan kassakaappiin ja 3D-tulostettu esille.”

Perinteisen valmistamisen moni

työvaihe poistaa materiaalia, kun taas 3D-tulostus on materiaalia lisäävää valmistusta.

”Lähdemme tyhjästä ja lisäämme, mitä tarvitaan. Leivot kakun, eikä jää mitään ylimääräistä. Hävikkiä ei ole.” Perinteisessä metallinvalmistusprosessissa muoto jyrsitään ulos aihioista, jolloin hävikki voi olla 95 prosenttia, marmorista kaivetaan patsas esille taltalla, tai mikäli tuote kootaan komponenteista, työvaiheita on lukuisia.

Auton alumiinivanne on Ketolan mukaan hyvä esimerkki.

”Suuresta metalliaihioista koneistetaan pois kaikki paitsi vanne. Samoin tapahtuu, kun valmistetaan jyrsimällä tai poraamalla metalli- tai muoviosia. ”3DStepin valmistama ensimmäinen metallinen kuluttajatuote oli käyttäjälle optimoitu ergonominen puukko.

”Tuotteen kehittäjä artesaani Antti Korpi oivalsi, mitä ainutlaatuista annettavaa valmistustavalla on yksilöllisiin

kuluttajatuotteisiin.”

Tulevaisuuden varaosa tulostetaan, eikä tuotantolaitosten tarvitse ylläpitää varaosien hyllykilometrejä.

”Varaosatarpeita on monenlaisia. Joskus riittää seisonta-aikaa minimoiva nopeasti 3D-tulostettu laastariratkaisu, jolla saadaan kallis kone tai prosessi toimimaan sillä välin, kun varsinaista osaa odotetaan.”

Rikkoutunutta osaa tutkimalla voi jäljittää vian syyn. Ongelma korjataan 3D-malliin ja asennetaan parempi osa paikalle.

”Ennen oli varaosia, nyt parempia osia. Jokaisen vaihdon myötä koneesta tulee parempi.”

”Kaikki autotehtaot hyödyntävät 3D-tulostusta tuotekehityksessä, kokoonpanossa ja tuotannossa. BMW, Volkswagen, Audi, Porsche ja Tesla. Ehkä sinunkin autossasi on 3D-tulostettuja osia”, Ketola kysyy haastattelussa. (11)

Varjoja

3D-tulostus on Suomessa vielä lapsen kengissä

3D-tulostuksen hyödyntäminen on Ketolan mukaan Suomessa vielä alkutekijöissään.

”Belgiassa jauhaa 150 konetta rivissä ympäri vuorokauden. Pohjoismaissa on vain kourallinen kaupallisessa käytössä olevia metallitulos-
timia. Suomessa pitää akti-
voitua, jotta pysymme mukana kilpailussa ja teknologia saadaan osaksi normaalia liiketoimintaa. Nyt se on vielä kummajainen.”

Asiakas suunnittelee yleensä tuotteen, ja 3D-tulostusin-
sinööri varmistaa taustalla. Osaajista on pulaa maailman-
laajuisesti.

”Mallintaminen tehdään lähes aina yhteistyönä, sillä yritykset ja suunnittelijat eivät vielä hallitse teknologian mah-
dollisuuksia ja rajoitteita.”
Koulutuksen puutteen Ketola nimeää pahaksi ongelmaksi.
”Globaalisti vasta muutamassa

yliopistossa löytyy 3D-tulos-
tusinsinöörin tutkinto. Pohjoismaissa on tarjolla yksittäisiä kursseja. Kilpai-
lukykyisiä tutkintoja pitää pikaisesti saada Suomeen.”

Toistaiseksi alan koulutuksen johdossa on Sastamalan koulu-
tuskuntayhtymä, jonka ope-
tuslinjalta valmistuu 3D-tulostuksen artesaaneja. Lappeenrannassa (LUT) on myös hyvä vauhti päällä.

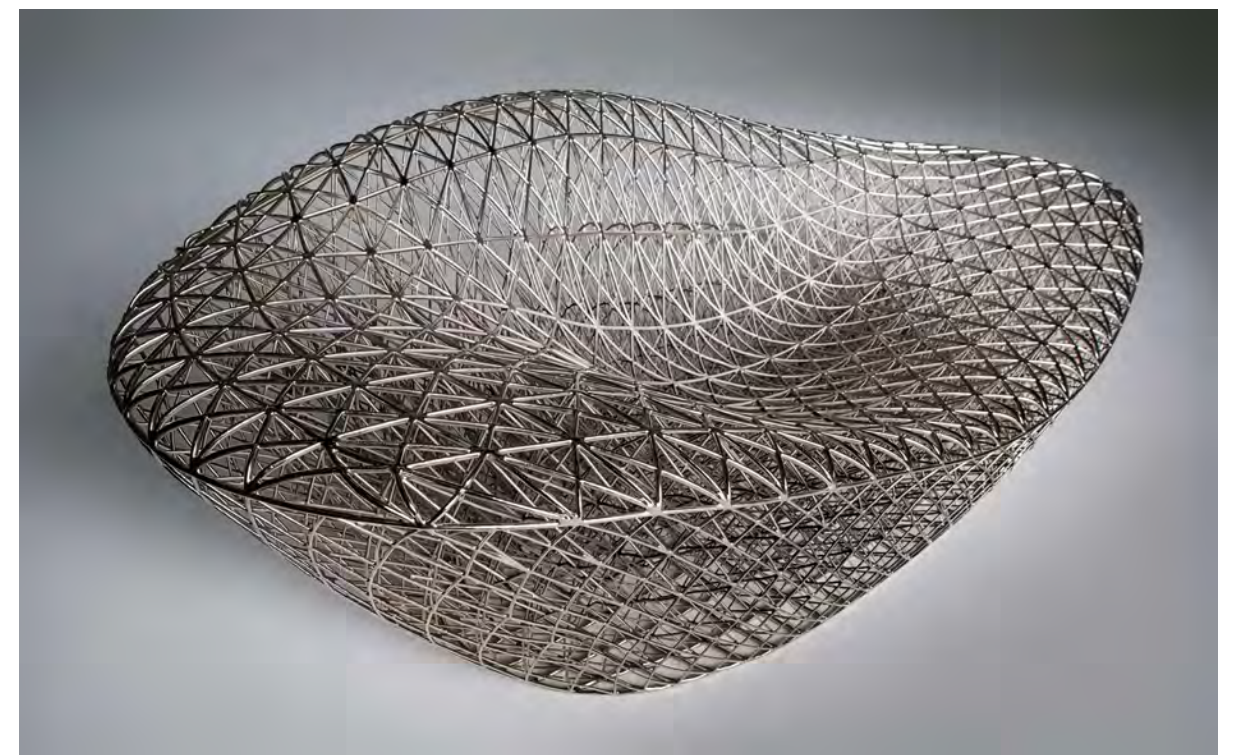
Alan suurin pullonkaula on silti Ketolan mukaan investointien puute.

”Teknologia on olemassa ja asiakkaita löytyisi, mutta teolli-
set 3D-tulostimet vaativat uskallusta, riskinottoa ja miljoonaluokan investointeja. Pioneeriala tekee asioita ensimmäistä kertaa. Sijoittajan on helppo panostaa tuttua teknologiaa hyödyntävään konepajaan, jonka liikevaihto on kunnossa.”

”Teknologian käyttöönottoon

ja koulutukseen pitäisi Ketolan mielestä suunnata Suomessa lähivuosina 100–200 miljoonaa euroa”, Kauppalehden artikkelissa todetaan.

Toistaiseksi investointisumma näyttää jäävän pelkäksi toiveeksi. Tulevaisuus näyttää, toteutuuko Ketolan tavoite vai ei. (11)



Muotoilijan Janne Kanttisen suunnittelema 3D-printattu Sofa So Good -sohva

Esimerkkitapaus

Esimerkkitapaus

Monumental Changes Oy:n Varkauden Skeittiparkki -projekti

Esimerkkitapauksena on Monumental Changes Oy:n skeittiparkin rakentamisprojekti: Varkauden Skeittiparkki, Satakunnan katu 3, 78300 Varkaus.

Monumental Changes suunnittelee ja valmistaa siis betoniparkkeja. Esimerkkitapauksen tarkoitus on verrata perinteisiä rakennusmenetelmiä 3D-tulostustekniikan kanssa. Sitä varten otin yhteyttä MC:n toimitusjohtajaan sähköpostitse ja esitin ohella olevia yksitoista kysymystä. Kun sain vastaukset kysymyksiin, kävin 3.4.2019 Aalto Yliopistossa, Dipolissa järjestetyssä NORDIC3D-expossa (3-4.4.2019).

Siellä kävin tutustumassa UPM:n näyttelyyn, sekä esittämässä UPM Formin sovelluspäällikölle Eve Saarikoskille samankaltaisia kysymyksiä, mitä olin Monumental Changes'in toimitusjohtajalta kysellyt. Seuraavilla sivuilla pystymme havainnoimaan ja analysoimaan yleisluontoisesti molempien valmistusmenetelmien erot.



Naturally perfect prints
UPM Formi 3D

Esimerkitapaus

Esittämäni kysymykset ja Monumental Changes Oy:n vastaukset

1. Kuinka monta henkilöä osallistuu skeittiparkin rakentamiseen?

**Projekti: Varkauden Skeittiparkki,
Satakunnan katu 3, 78300 Varkaus. Projektiin osallistuu kolme artesaania
ja yksi artesaanioppilas.**

2. Mikä on arvioitu käytettävän betonin määrä työkohteessa? Millaisia betonilaatuja käytetään, mitä muita rakenteita tarvitaan?

Betonin määrä 70m³. Märkäruiskutettu valmisbetoni (450kg sementtiä, 8mm kivellä, rapid-kiihdytetty, polymeerikuitu, notkeus S1-S2). Vaneriset sivumuotit (18mm koivuvaneri 45m²), raudoitus (T10K300 raudoitustanko 4000m/2466kg), muotilumurske (kaliomurske 0-31mm 300tn) ja muotoilutuhka (kivituhka 0-5mm 80tn.)

3. Osaatko arvioida kuinka paljon materiaalihävikkiä tämän kaltaisessa projektissa syntyy?

betonihävikki 1m³ / päivä = 7m³ / 17500kg koko projektin aikana.

4. Kuinka paljon materiaaleja (arvio esim. tonneissa) käytetään ja mitä muita materiaaleja käytetään betonin lisäksi ja mikä on niiden %-osuus kokonaismäärästä?

kts. vastaus 2. Materiaalien kokonaiskustannus projektin kokonaisarvosta on 40%. Valmisbetonin lisäksi tarvittavat materiaalit ovat määrältään vähäisiä. Vrt. rautaa 2500kg suhteessa valmisbetoniin 175 000kg = 1:70. Vanerin suhde betoniin 1:317,7.

5. Miten suuresta alueesta on kyse (m²)?

400m² valmiit betonipinnat, 1000m² koko alue maisemointineen

6. Käytetäänkö työstämisessä muotteja?

Kyllä, ohjainmuotteja pintarakenteissa sekä pintaan asennettavilla kalusteilla laatikkomaisia vetomuotteja.

7. Millainen on tällaisen skeittipuiston rakentamisen arvioitu aikataulu?

45 tuotantopäivää.

8. Kuinka suuri on sen kustannusarvio?

€135 000.

9. Jos skeittiparkkien perusmateriaaliksi olisi kaksi ominaisuuksiltaan samankaltaista vaihtoehtoa: perinteinen betoni ja pääosin kierrätysmateriaaleista tehty 'biobetoni', olisiko jompi kumpi niistä toista kiinnostavampi vaihtoehto, (jos kokonaiskustannukset olisivat suurin piirtein samat)?

Pintaan asennettavat laatikkomaiset kalusteet voitaisiin mahdollisesti korvata 'biobetonilla'.

10. Osaisitko sanoa kuinka paljon enemmän 'biobetoni' voisi maksaa?

Projektien hallittavuuden ja kannattavuuden kannalta 'biobetonin' käytön tulisi yksinkertaistaa prosessia (aika=€).

11. Kuinka paljon materiaalien kierrätettävyyden ja vähäinen hävikki merkitsisivät päätöksenteossa markkinoitaessa projekteja hankintaosapuolille (esimerkiksi kaupungit)? (asteikolla 1-10).

Käytettävyyden on ykkös asia. sikäli kun materiaali voisi käytettävyydeltään korvata nykyisen massan, niin ehdottomasti 10.

UPM Formin sovelluspäällikkö Eve Saarikosken arvionnit

- UPM Formin sovelluspäällikkö Eve Saarikoski puolestaan arvioi, että 3D-tulostustekniikalla pystytään saamaan **n. 35% kevyemmät muotit** kuin perinteisessä valmistuksessa. Ne **eivät ole solideja**, eikä jyrsinnän aikana synny **hävikkiä**.
- 3D-tuotannossa tarvitaan **tuotantohenkilökuntaa selvästi vähemmän**, sen sijaan suunnittelijoita hieman enemmän.
- Nykyisellään yksi robottikäsi tuottaa **8,5 kg verran** tuotetta, mutta 3D-tulostimet kehittyvät ja tehostuvat jatkuvasti ja nopeasti.
- Vaikka pitäisi käyttää tukirakenteita, 3D-tuotannossa **kierrätysmateriaaleja** käyttäen **ei synny hävikkiä**, toisin kuin betonirakentamisessa.
- Materiaalikustannus on tällä hetkellä **maksimissaan 4 euroa/kg**.
- Kun design ja riittävä 3D-tuotantokapasiteetti ovat valmiina ja käytössä, niin valmistuminen on Saarikosken mukaan jopa **huomattavasti nopeampaa** kuin perinteisessä rakentamisessa. Työaika lyhenee **suhteessa robottikäsien määrään**.

DESIGN IS PEOPLE - JANE JACOBS

Nykyaikaisen kaupunkisuunnittelun kaikkein vaikutusvaltaisin kirja alkaa: "Tämä kirja on hyökkäys nykyistä kaupunkisuunnittelua ja -rakentamista vastaan..."

Tämä rohkea alkulause on kirjasta Suurten Amerikkalaisten Kaupunkien Kuoleman Ja Elämän alku, joka on Jane Jacobsin vuoden 1961 teos kaupunkielämästä ja sen tilasta ylipäättään. Ja vaikka Kuolema ja elämä -kirjan paikka on jo vuosikymmeniä ollut kaupunkisuunnittelukirjallisuuden ylimmällä hyllyllä, se on kirja, jonka välillä taistelevia ja usein viihdyttäviä lausuntoja olisi hyvä arvostaa edelleenkin yleisesti kaupunkilaisten osallistumismaailmassa. Tämän opinnäytetyön yhteydessä on hyvä katsella myös menneeseen ja käsitellä Kuolema ja elämä -teoksen antia ja sen olennaisia

opetuksia demokratialle. Jacobs ei selvästikään ollut puolueeton hahmo – esimerkiksi hänen Vietnamin sodan vastaisuutensa sai hänet muuttamaan Kanadaan 1968 – mutta hän ei myöskään ollut mikään kovaääninen barrikadikaaderi. Hänen aikalaisvastustajiaan olivat kaikki eliitit, ja monet hänen ajatuksistaan ovat osoittautuneet niin ratkaisevan kiistattomiksi vuosien varrella, että niistä on tullut osa kansallista konsensusta. Jacobsin henkilökohtaisista poliittisista kannanotoista riippumatta hänen ensisijainen viestinsä on selkeästi demokraattinen, yleismaailmallinen ja liberaali: Antakaa ihmisten selvittää, mikä on heille parasta.

Vaikka Kuolema ja Elämä sisältää runsaasti kaupunkiasiantuntijatietoa, kirjoitukset menevät paljon rakennetun ympäristön

kritiikkiä pidemmälle; Jacobsin yleinen argumentti oli demokratia. Hän näki kaupungit sotkuisina, haukkamaisina ympäristöinä, orgaanisina ruumiina, joiden hermojärjestelmät todellisuudessa eivät olleet valtiomaiset kadut vaan nimenomaan ihmiset. Hän näki kaupunkien olevan luonnostaan demokraattisia itseorganisointia kokonaisuuksia. Hän piti huonoina kaikkia pyrkimyksiä ja kehityskulkuja, jotka olisivat voineet merkitä demokratian heikentymistä.

Viimeisen puolen vuosisadan aikana ei luultavasti ole montakaan ammattialaa, joka olisi kokenut niin kattavia ja merkittäviä muutoksia kuin kaupunkisuunnittelu. Tämä kehityskulku on siten hyvin linjassa Jacobsin varoitushuudon kanssa: meidän pitäisi vaihtaa persoonaton ja autoritaarinen henkilökohtai-

seen ja demokraattiseen. Jacobs uskoi että kaupunkisuunnittelun olisi synnyttävä pyrkimyksestä korkealaatuiseen julkiseen sitoutumiseen – sekä kadulla että suunnittelutoimistoissa. Hänen näkemyksensä mukaan **kaupunkisuunnittelu on enemmän demokraattinen taidemuoto kuin tekninen tiede.** (12)



Jane Jacobs kantaa julisteen kaulansa ympärillä jossa lukee "Omatunto on ylivoimaisin ase" julkisen koulun varrella New Yorkissa, Helmikuu 3, 1964

Demokraattinen kaupunkisuunnittelu

PlaceMatters.net:in johtaja Ken Snyder väittää, että kaupunkisuunnittelun parantaminen voi tapahtua vain lisäämällä demokratiaa ja sitä edistäviä teknologisia ratkaisuja päätöksentekoprosesseja varten. Snyderin mukaan maailmassa on muutamia kaupunkeja, jotka ovat menestyksekkäästi käyttäneet näitä keinoja ja on aika, että muut kaupunkisuunnittelijat seuraavat tätä ilmiötä.

”Jotta demokratia kukoistaisi kaupunkisuunnittelussa, kansalaisten on oltava entistä aktiivisempia, voimakkaampia ja itsevarmempia, ja hallintoviranomaisten on oltava entistä yhteistyökykyisempiä, avoimempia ja reagoivia.” (Rockefeller Brothers Fund -sivusto).

Kuinka usein näemme samassa

lauseessa sanat demokratia ja suunnittelu? On totta, että kaupunkilaisten osallistuminen on lisääntynyt jonkin verran valtavirtamaisissa aloitteissa, mutta ihmisten (jopa satojen erilaisten ihmisten) kerääntymisen kokouksiin ja niistä koottujen kirjallisten raporttien kirjoittaminen ei välttämättä paranna suunnitteluprosessia ja -tuloksia.

Suunnittelupäätösten ja niiden laadun todelliseksi parantamiseksi suunnitteluviranomaisten ja -laitosten on:

- a)** sitouduttava näkemykseen, että kaupunkisuunnittelua kannattaa parantaa, ja
- b)** hyödynnettävä aikaisempaa paremmin viestintä-, visualisointi-, kartoitus- ja vaikutusanalyysityökaluja.

Kaupunkisuunnittelussa olisi varmistettava, että yleisö osallistuu säännöllisiin ja iteratiivisiin interaktioihin suunnittelijoiden ja yhteisön virkamiesten kanssa aktiivisesti kasvun ja kehityksen edistämiseksi yhteisössä. Suunnittelu ja siihen liittyvät maankäyttöasiat paikallistasolla ovat keskiössä, kun puhutaan osallistuvan demokratian

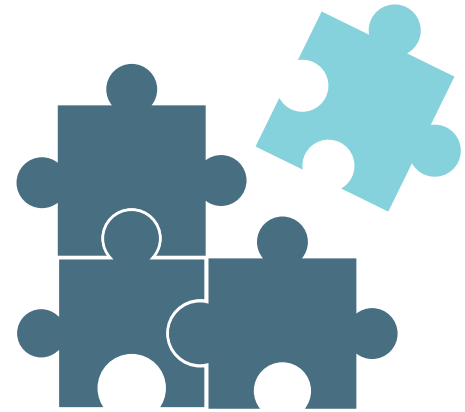


kehittämisestä. Siihen päästäisiin luomalla alusta, joka tekisi kansalaisen osallistumisesta säännöllistä ja reaktiivista suunnittelun kannalta.

Kaupunkilaisten ääni tulisi olla osa prosessia, joka kehittää ehdotuksia ja käynnistää keskusteluja siitä, ovatko ehdotetut hankkeet hyväksyttäviä ja mioten niitä voitaisiin kehittää edelleen. Silloin yleisön osallistumisen tasoa voidaan mitata sekä osallistuvien ihmisten lukumäärän ja moninaisuuden että tehtyjen ehdotusten ja päätösten laadun perusteella.

Suunnittelussa demokratian lisäämisen edellytys on, että tiedotus ja julkinen sitoutuminen liittyvät erottamattomasti yhteen päätöksentekoprosessissa. (13)

Heuristiikka



Heuristiikkaa nykyajan kaupunkisuunnittelussa

Kansalaisten osallistumista kaupunkisuunnitteluun on tutkittu ja myös sovellettu jo vuosia. Luovan kaupunkisuunnittelun käytäntöihin keskittyminen näyttää kuitenkin saaneen enemmän huomiota viime vuosikymmenen aikana, joten jatkossa olisi syytä nostaa esiin uusia kaupunkisuunnittelukäytäntöjä, jotka mahdollistaisivat kokeiluja ja mielikuvituksen käyttöönottoa sekä kaupunkien nykyisten verkostojen kehittämistä tulevaisuuden suunnittelussa (uusia visioita, strategioita, sääntöjä ja käytäntöjä).

Jatkuvan murroksen ja muutoksen aikana olisi syytä tutkia, miten kokonaiset suunnitteluohjelmat voidaan muovata kaupunkisuunnittelijoiden käytäntöihin. Olisi tärkeää, että ”demokraattisten suunnittelukokeiden” käsite vastaisi mahdollisimman hyvin jatkuvasti monimutkaistuvan kaupunkisuunnittelualan vaatimuksia ja pyrittäisiin selvittämään, miten tällaista suunnitteluohjelmaa voitaisiin soveltaa käytännössä.



Raporttien korvaaminen muotoilua ja digitalisaatiota hyödyntäen

Lähin muoto demokraattisesta päätöksenteosta kaupunkisuunnittelussa on tähän asti ollut raportointi (ylhäältä alas), harvinaisia työpajoja ja erityisimmissä projekteissa jonkinlainen lopullinen äänestys (jolla on yleensä vain tietty arvo lopullisessa päätöksenteossa). Äänestyksiin yleensä osallistuu vain pieni osa koko kaupungin asukkaista.

Kaupunkidemokratian kehittämiseksi on selvää, että tätä osa-aluetta pitäisi kehittää huomattavasti, jotta mahdollisimman moni pääsisi osallistumaan ja vaikuttamaan päätöksentekojärjestelmässä. Näin kaupunkisuunnittelu voisi jatkua demokraattisemmin ja enemmän kansalaismielipiteen mukaisesti erilaisissa kaupunkiprojekteissa.

Eikä päätöksentekoprosessia ole syytä muuttaa pelkästään muodollisesti vaan myös käytännössä. Kaupunkilaisten olisi saatava äänensä kuuluviin mahdollisimman laajasti ennen projektien alkamista ja sitten yhteisen demokraattisen päätöksenteon pohjalta olisi lähdettävä rakentamaan lopullista kokonaisuutta.

On oleellista, että kuvallinen viestintä on kasvamassa koko ajan nykyaikassamme, joten olisi hyvä, että esitykset erilaisista ehdotuksista ja toteutetuista ratkaisuista olisivat mahdollisimman visuaalisia, helppokäyttöisiä ja stimuloivia sillä tavalla, että niitä olisi helppoa ymmärtää ja myös muistaa.

Tärkeitä olisi myös, että kansalaisten **arvot, esteettiset mieltymykset, paikalliset kriteerit ja kestävä kehitys** liittyvät teemat nousisivat esiin ja että niitä myös käytettäisiin jatkuvasti kaupunkisuunnittelun **lähtökohtina**.

Benchmarking

Perinteisesti suunnittelijat ja asiantuntijat ovat pantanneet itsellään tietoja ja työkaluja työnsä loppuunsaattamiseksi, mutta on yleishyödyllisempää, että tieto on **kaikkien ulottuvilla**. Yhteisösuunnittelun ja -pääöksenteon työkalut (joita kutsutaan päätöksenteon tukivälineiksi) voivat auttaa meitä kaikkia **luokittelemaan** ja **visualisoimaan** ongelmakohtia, ymmärtämään eri strategioiden todennäköisiä vaikutuksia ja löytämään mahdollisia ratkaisuja. Yhteisöt, jotka ovat edelläkävijöitä, ovatkin jo alkaneet hyödyntää tämäntyyppistä dataa kerääviä teknologioita suunnitteluprosesseissaan.

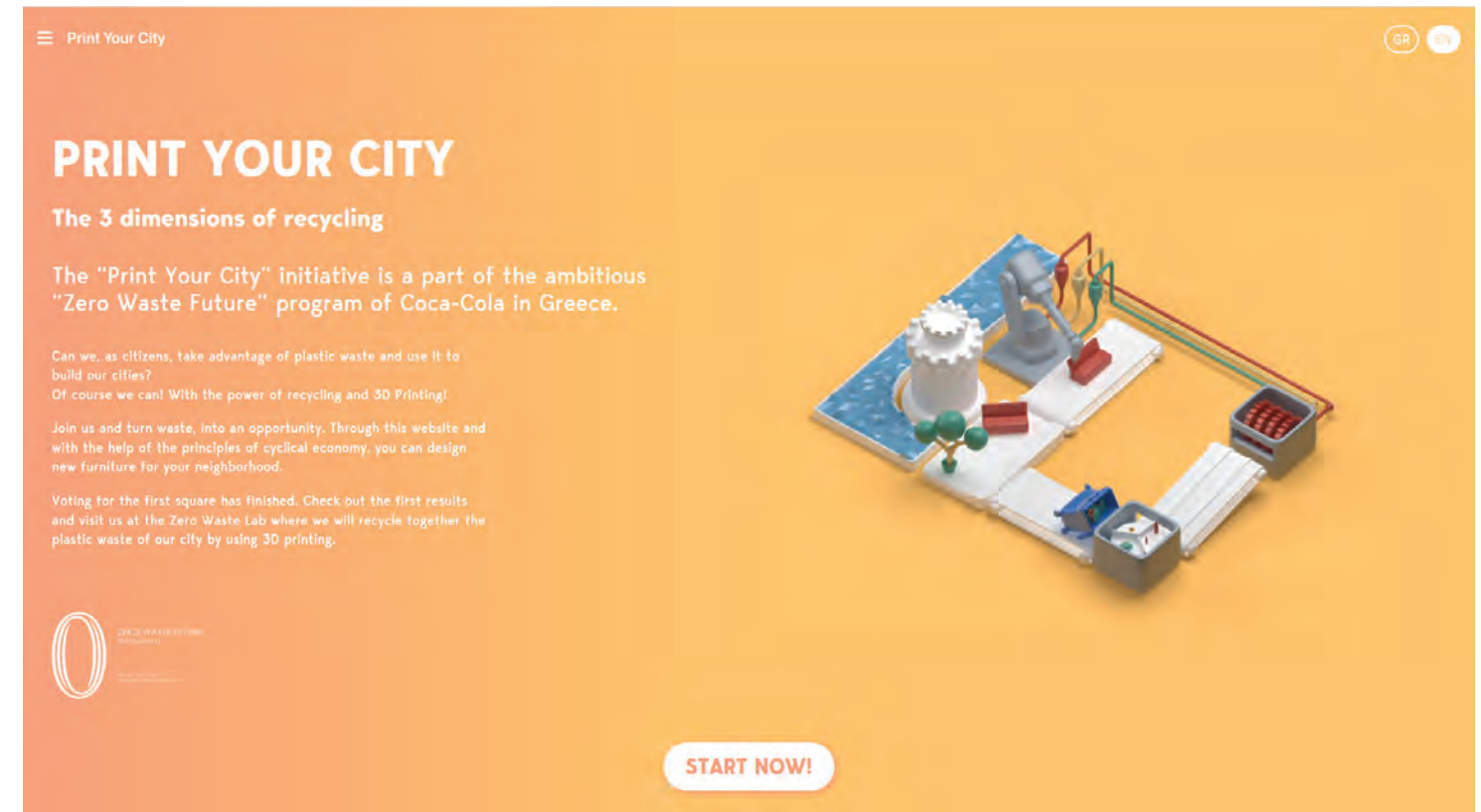
Viranomaiset ja asiantuntijat voivat **työskennellä rinnakkain** aktiivisten kansalaisten tai kansalaisryhmien kanssa hyödyntämällä runsaasti päätöksenteon tukivälineitä, joilla luodaan ja institutionalisoidaan pitkäaikaisia osallistavia prosesseja, jotka helpottavat kansalaisten sitoutumista, ratkaisevat erityyppisiä ongelmia ja ottavat huomioon yhteiskunnan monimutkaiset ja **nopeat muutokset**.

Näin on todennäköisesti ajateltu muun muassa **Coca Cola Greecessä** luotaessa **Zero Waste Future** -ohjelmaa.

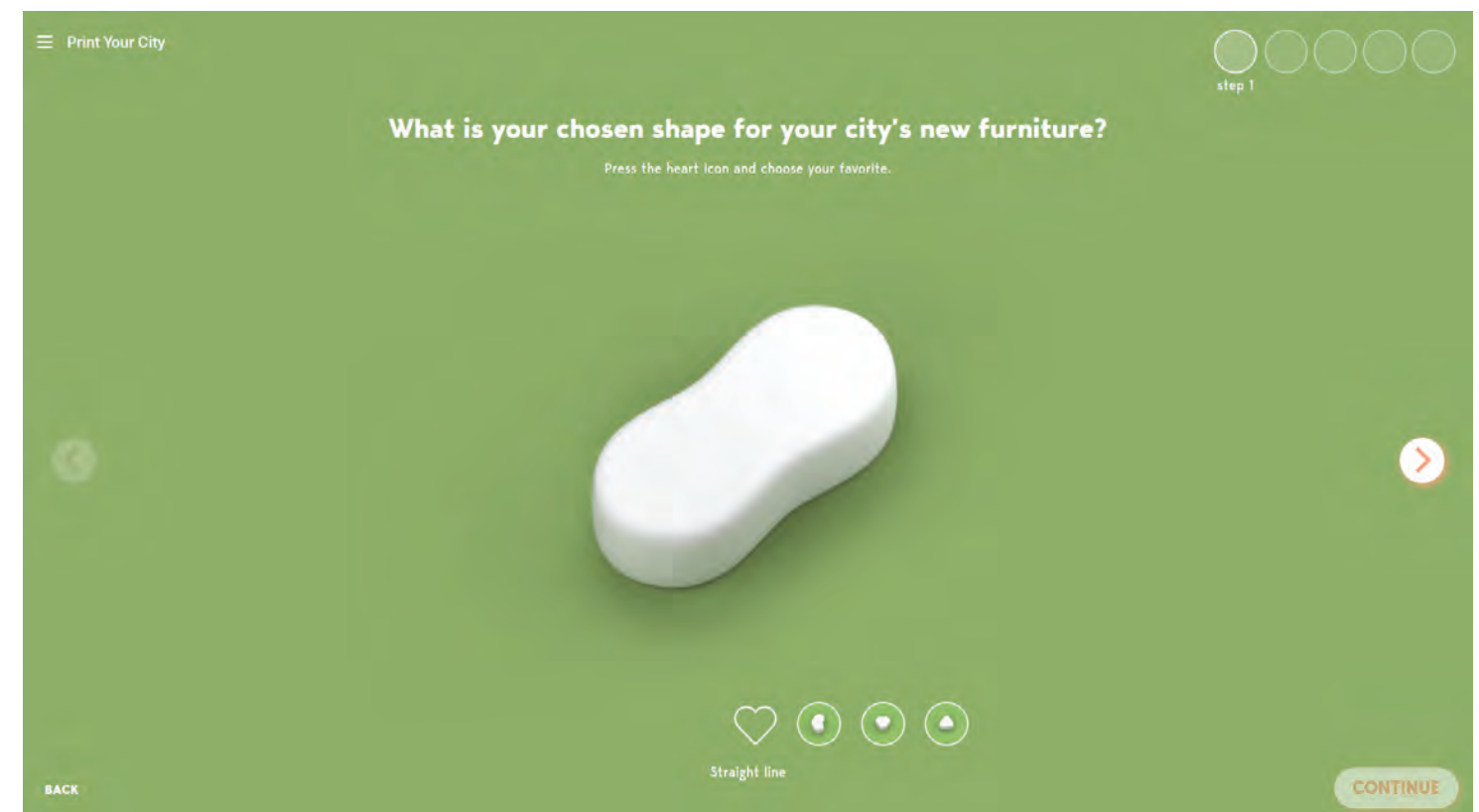


ZERO WASTE FUTURE

AN INITIATIVE BY
COCA-COLA IN GREECE



Ohjelman avulla kaupunkilaisia kannustetaan suunnittelemaan aiheeltaan omien arvojen ja mieltymysten mukaisia **3D-tulostettuja** elementtejä **kierrätysmateriaaleja** käyttäen ja **digitaalista alustaa** (nettisivusto) hyödyntäen. Mielestäni tämä muotoilun ja it-osaamisen keinoin tuotettu pelkistetty kokonaisuus on erinomainen esimerkki nykyaikaisesta demokraattisesta suunnittelusta. Toisaalta, mielestäni tämän kaltainen keino olisi **hyödynnettävissä isommassakin skaalassa** sekä **monipuolisemmassa konteksteissa**.



This is your design!

We will need to recycle **101kg** of plastic in order to print this bench.

SHARE NOW

Share your design with your friends!

Visit our Zero Waste Lab and participate in the recycling process of plastics with robotic 3D printing!



MAKE A NEW DESIGN

MOST POPULAR DESIGNS

Benchmarking

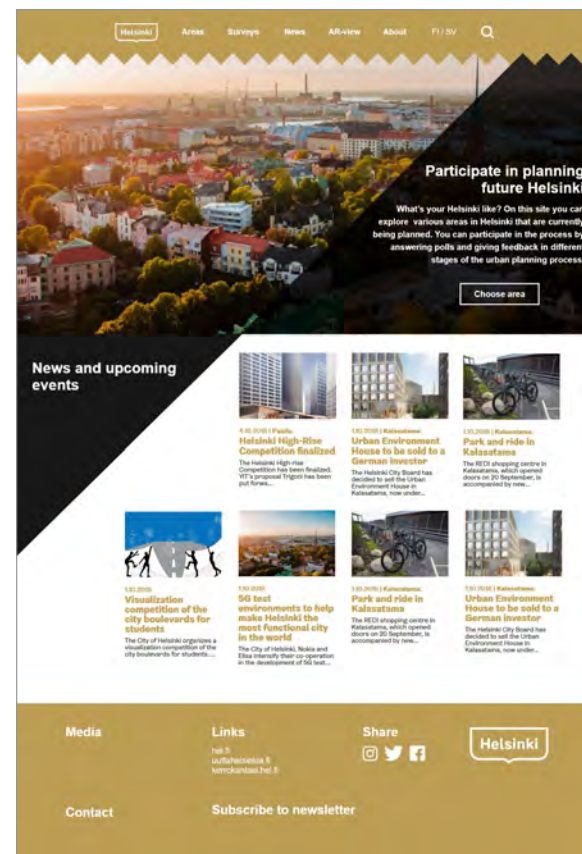
Isot kansainväliset yritykset eivät ole ainoita, jotka ovat miettineet vastaavia kysymyksiä. **Metropolia Ammattikorkeakoulun** kolmannen vuoden teollisen muotoilun ja sisustusarkkitehtuurin **opiskelijat** ovat pohtineet samankaltaisia teemoja innovaatioprojektikurssin aikana.

Augmented Urbans -innovaatioprojekti

Chris Hämäläinen, Pinja Nousiainen, Maiju Tuovila

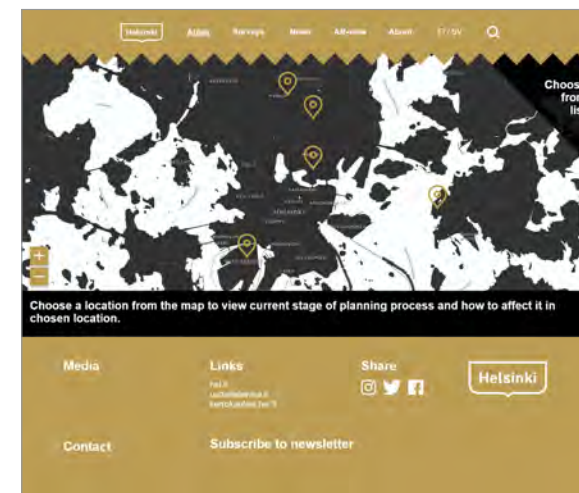
Etusivu

- Helsingimuuttuu.fi -sivustolla voi tarkastella kaikkia ympäri Helsinkiä sijaitsevia kaupunkisuunnittelukohteita
- Sivulla voi osallistua kyselyihin, joilla kartoitetaan kaupunkilaisten mielipiteitä kehityskohteista
- Sivusto on koko palvelukokonaisuuden ydin, johon myös kaksi fyysistä elementtiä pohjautuvat
- Etusivulta on helppo navigoida sivuston muihin osioihin
- Tärkeimmät uutiset ovat esillä heti etusivulla



Alueenvalintasivut

- Alueenvalintasivulla käyttäjät voivat valita tarkasteltavan kohteen kartalta tai listalta



Lähtökohta

Helsingin kaupunki haluaa osallistaa asukkaitaan kaupunkisuunnitteluun ja informoida siihen liittyvistä päätöksistä ja tapahtumista tehokkaammin.

Useita informaatiokanavia on jo olemassa, mutta tieto ei tavoita kaikkia.

Kaupunkisuunnitteluun liittyvä informaatio on hajautettu useaan eri paikkaan.

Suuri osa asukkaista ei ole tietoisia suunnitteluprosessista ja huomaavat tapahtuvat muutokset vasta rakennustöiden alkaessa.

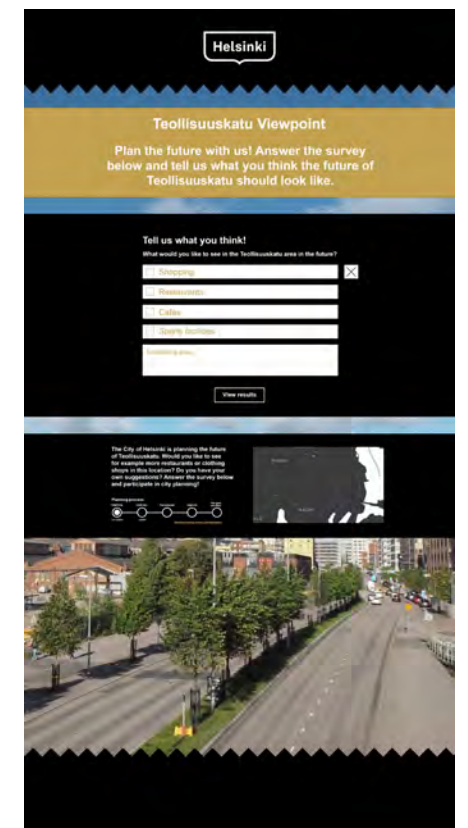
Harvat ovat tietoisia mahdollisuudesta osallistua kaupunkisuunnitteluun.

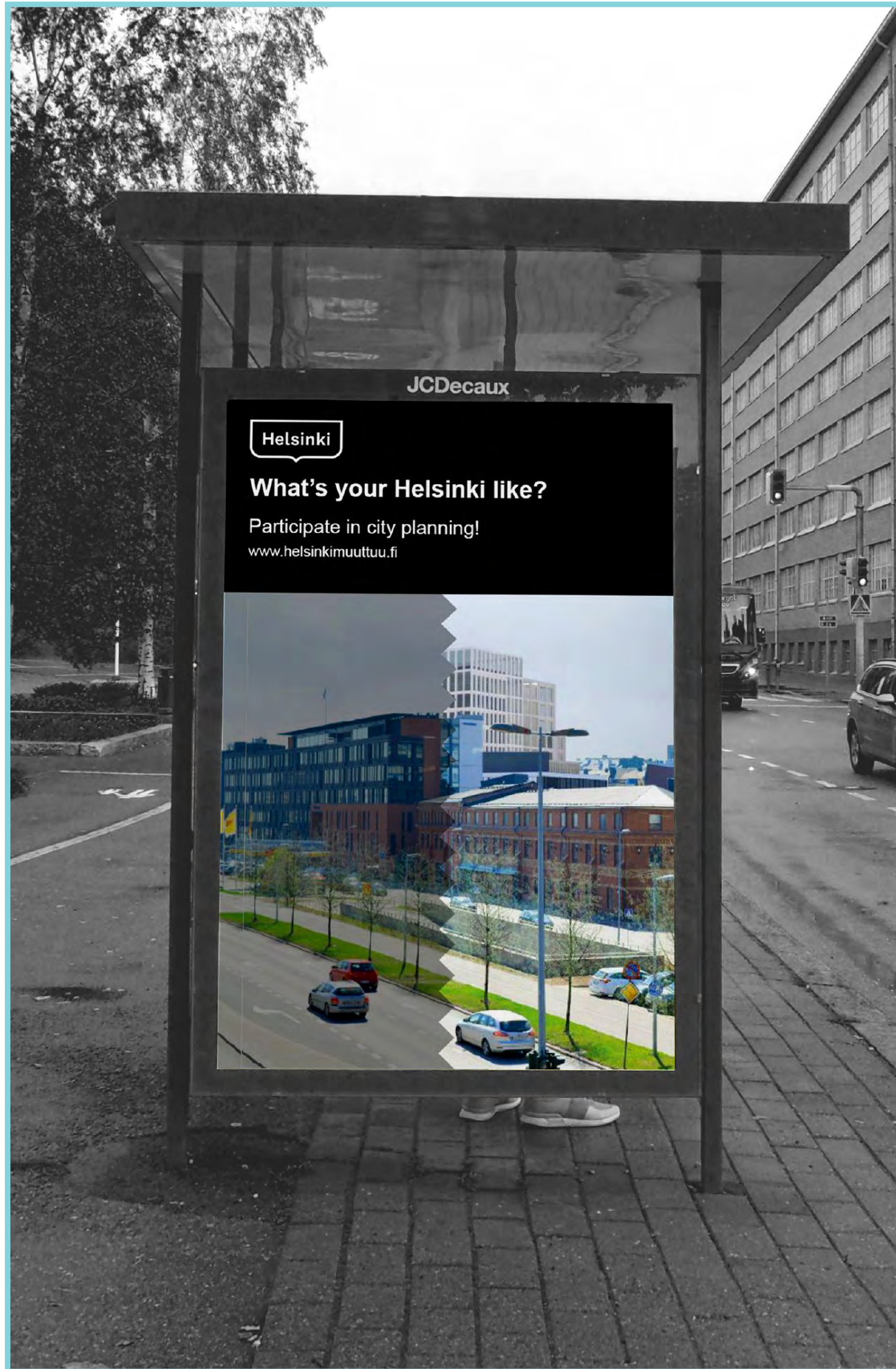
Kohdesivut

- Kohdesivulla voi tarkastella, millaisia suunnitelmia Helsingin kaupungilla on kussakin suunnittelukohteessa
- Sivu päivittyy kaavoitusprosessin myötä
- Sivulla on esillä kaavoitusprosessin aikajana, josta on nähtävissä, missä vaiheessa suunnitteluprosessi kyseisessä kohteessa on meneillään
- Kohdesivun sisältö päivittyy suunnitteluprosessin edetessä ja sivulla voidaan esittää esimerkiksi 3D-mallinnuksia tulevista rakennuksista
- Kohdesivulta pääsee kohdetta koskevaan mielipidekyselyyn



- Matalalla näytöllä esitetään suunnitteluun liittyvää informaatiota
- Suunnitteluprosessin aikajana on esillä näytöllä, jotta käyttäjät tietävät, mikä prosessin vaihe on käynnissä
- Kaupunkilaiset voivat esimerkiksi vastata kyselyihin, joilla kerätään mielipiteitä sunnitteilla olevan alueen nykyisestä tilasta ja siitä, mitä he haluaisivat nähdä alueella tulevaisuudessa
- Suunnitteluprosessin edetessä seuraaviin vaiheisiin näytön sisältöä voidaan muuttaa kunkin vaiheen tarkoituksiin sopiviksi
- Näytöllä voidaan myös mainostaa helsinkimuuttuu.fi -sivustoa ja muita aiheeseen liittyviä linkkejä ja tapahtumia.





Kohde

Luonto

Suurin osa ihmiskunnasta on menettänyt elintärkeän yhteyden luonnolliseen maailmaan eli kytköksemme luontoon lajimme synnystä tähän päivään asti on heikentynyt ja monin osin jopa katkennut.

Tieteelliset ja teolliset vallankumoukset johdattivat ihmiskunnan suorastaan ihmeelliseen teknologiseen kehitykseen sekä monien ongelmien ratkaisemiseen, mutta ne ovat myös levittäneet ajattelutavan, jossa edistys tarkoittaa kaiken vanhan korvaamista uudella.

Lopulta alettiin ajattelemaan, että ihminen, kaupunki ja kulttuuri ovat jotenkin erillään luonnosta tai jopa siitä riippumattomia.

Kehitys on pitkään ymmärretty siten, että suositaan laajalti sovellettavia yleisiä teknologisia ratkaisuja paikallisen biokulttuurisen viisauden sijaan ja tavoitellaan nopeaa hyötyä lyhyessä ajassa, eikä kestävän kehityksen ratkaisuja pitkällä aikavälillä.



Bioniikka

Meidän on tehtävä enemmän kuin vain oppia luonnosta; **meidän on suunniteltava niin kuin luonto.**

Pelkkä kestävä suunnittelu ei riitä: meidän on suunniteltava uudistamista ja mahdollistettava uudistuminen. Ihmiskunta on jo tehnyt liikaa vahinkoa tavoittelemalla pelkästään taloudellista kasvua. Todellisuudessa osittaisen kierrätyksen ja tuotteiden paremman kestävyysden tavoittelukaan ei riitä, se on muotoilijan William McDonoughin mukaan vain "vähemmän huono vaihtoehto". Meidän on kumottava vuosisatojen – tai joissakin tapauksissa jopa vuosituhansien – aikana tehdyt virheet ja korjattava niiden aiheuttamat vahingot. Meidän on uudistettava ekosysteemejä terveiksi kaikkialla. Jotta voisimme tehdä tämän kunnolla, täytyy pyrkiä

suunnittelemaan niin kuin luonto itse. Meidän olisi paitsi valmistettava tuotteita, jotka ovat hyödyllisiä käyttötarkoituksessaan, myös etsiä keinoja suunnitella tuotteet siten, että niitä voidaan käyttää yhä uudestaan – sekä mahdollistaa ja toteuttaa suljettu biotalouskierto koko ekosysteemissämme.

Äskettäin McDonoughilta ilmestyi yhdessä Michael Braungartin kanssa kirjoitettu kirja *The Upcycle: Beyond Sustainability – Designing for Abundance*. Teoksessa viedään Cradle to Cradle -kirjan taustalla oleva teoria astetta pidemmälle: sen sijaan, että materiaaleja käytettäisiin jatkuvasti uudestaan ensimmäisen teoksen kuvaamassa suljetun kierron järjestelmässä, *The Upcycle* -teoksessa McDonough ja Braungart esittävät, että ihmisten toiminnalla voi olla myönteinen nettovaikutus.

Kirjoittajien mukaan tulisi paitsi valmistaa tuotteita, jotka ovat hyödyllisiä käyttötarkoituksessaan, myös etsiä keinoja suunnitella tuotteet siten, että niitä voidaan käyttää yhä uudestaan. McDonough ja Braungart eliminoivat siis täysin käsitteen 'jäte' sanavarastostamme. (14)

3D-tulostuksen tekniikka kierrätysmateriaaleja käyttäen on samanlainen kuin perhostoukilla, kun ne työstävät kotelokoppiaan. Perhostoukat rakentavat kotelokopat kerroksittain ja mahdollisimman optimaalisesti, jotta ylimääräistä materiaalia eli kudosta ei syntyisi.



Luonto ja bioniikka

Monet biomimeettisetkin ratkaisut säilyttävät edelleen epäsuorasti ihmisen toiminnan aiheuttaman ihmiskunnan ja luonnon välisen eron, sillä niissä on yleensä toteutuksia, jotka eivät ole korrelaatiossa luonnonmukaisuuden kanssa.

Luonnon innoitus muotoilussa ja teknologian nousussa on pääosin edelleen integroimatta oppimiseen perustuvaan ajattelutapaan. On aika tunnistaa, että olemme osa luontoa. Elämäntapamme on sovitettava elinympäristömme ekosysteemitomintoihin.

Inhimillisen kulttuurin ei tarvitse olla eriytynyt luonnosta tai kilpailla sen kanssa. Ihmisen toiminnan vaikutusten maapallolla ei tarvitse olla degeneratiivista. On mahdollista luoda erilaisia regeneratiivisia kulttuureja yhdessä; ne voisivat edistää kaupunkilaisten **elämänlaatua**, **mielenterveyttä** sekä luoda uusia **innovatiivisia kulttuuri-** ja **liiketoimintamalleja** sekä **-käytäntöjä**.

Biomimeetit tai biomimikit ovat luonnon mallien, järjestelmien ja elementtien jäljitelmä ihmisten ongelmien ratkaisemiseksi.



Sillan 3D-tulostus Amsterdamissa.

Luonto ja ihminen

“Luonto hoivaa mieltä ja kehoa”, kertovat Ann Ojala ja Liisa Tyrväinen Mielenterveys-lehdessä 3/2015 (15)

Terveyskyötyjen saamiseksi tarvitaan monipuolisia luontoalueita rauhoittumista ja ulkoilua varten. Kaupungeissa asuvien terveyteen vaikuttaa asuinalueiden vihreys ja viheralueiden läheisyys. Lähiluonto onkin monelle tärkeä henkireikä, mutta myös vapaa-ajan maaseutuasuminen.” (15)

“Luontoalueiden tarjonnan vaikutuksia väestön sairastavuuteen ja kuolleisuuteen on kartoitettu laajoissa kansainvälisissä väestötutkimuksissa. Terveysvaikutuksia on tutkittu erityisesti koetun terveyden ja mielialan muutosten valossa. Kertynyt tieto luonnon terveys- ja hyvinvointivaikutuksista kannustaa uudistamaan terveyden edistämisen käytäntöjä.

Tutkimuksissa on havaittu, että

luonnon hyvinvointihyödyt ovat monen osatekijän summa. Kokemukseen vaikuttavat ympäristön esteettisyys, turvallisuus ja kiinnostavuus, samoin valon määrä, ilmanlaatu, lämpötila ja äänimaisema.” (15)

“Metsäkylvyssä voi käyttää kaikkia aistejaan”

“Se, millainen luonto toimii parhaiten virkistysympäristönä, riippuu kävijän taustoista ja toiveista ja on jossain määrin kulttuurisidonnaista. Suomalaiset kokevat metsän toivottuna ja joissakin suhteissa ylivertaisena virkistysympäristönä. Riittävän laaja viherkokoisuus tuo metsän tuntua, luontoelämyksiä sekä hiljaisuuden ja rauhan kokemuksia.

“Kaupunkilaiset kokevat luonnonmukaiset metsäalueet, liikuntaan ja harrastuksiin liittyvät viheralueet sekä rannat

voimakkaimmin elvyttäviksi eli parhaiten rauhoittaviksi ja arjen huolista irrottaviksi mieli- paikoikseen. Myönteiset tuntemukset ovat keskimäärin sitä voimakkaampia, mitä enemmän aikaa näissä paikoissa vietetään.” (15)

“Japanissa metsässä ulkoilusta käytetään ilmausta shinrin-yoku, joka on suomennettavissa metsäkylvyksi. Tämä tarkoittaa terapeutista kävelyä metsässä, jossa ihminen intuitiivisesti tuntee olonsa hyväksi ja voi käyttää kaikkia aistejaan. Esimerkiksi puista haihtuvien ainesten tuoksu, veden ääni ja kauniit maisemat aktivoivat ihmisessä mielihyvää ja yhteenkuuluvuuden tunnetta luonnon kanssa.

Japanissa on tutkittu 2000-luvulla metsän vaikutusta ihmisen fysiologiaan, esimerkiksi keskus-

hermoston toimintaan ja stressiin liittyviin merkkiaineisiin veressä ja syljessä. Tutkimus-kohteina käytettyjä metsiä on sertifioitu terveystaloksi. Niiden käytön edistämiseksi on koulutettu metsäterapeutteja ja luotu erityisiä metsäkylpyohjelmia, joissa kansalaisia ohjataan metsäkäynneille.” (15)

“Luonto hoitaa ahdistusta ja levottomuutta”

“Luonnossa liikkuminen ja oleskelu voi ylläpitää etenkin hyvälaatuisia unta ja mielialaa. Stressin, ahdistuneisuuden ja masennuksen oireet voivat helpottua, samoin painonhallintaa.

Luonto vaikuttaa ihmiseen paitsi eri aistien välityksellä, myös ihmisen sisäisen kellon toimintaan silmiin tulevan valon määrän, eli ei-visuaalisten vaikutusten kautta.

Siten myös unettomuudesta ja kaamosmasennuksesta kärsivät ihmiset voivat hyötyä luontokäynneistä tai -lomista.

Mielenterveyskuntoutuksessa viherympäristöä onkin käytetty ahdistuksen, levottomuuden ja masennuksen lievittämisessä sekä tunteiden tunnistamisessa ja sanoittamisessa.

Luonnossa oleskelu voi lievittää paitsi fyysisiä oireita myös vähentää häiritsevää tietoisuutta niistä. Kipu voi lieventyä tai unohtua, kun huomio kiinnittyy oman itsen ulkopuolelle. Kokemisen ohella luonto tarjoaa mahdollisuuksia toiminnalle, lisäten aktiivisuutta ja sosiaalista vuorovaikutusta.” “Ikääntyneillä viherympäristön aistimusten ja muutosten havainnointi voi vahvistaa olemassaolon kokemusta, samaten luonnon herättämät muistot ja menneisyyden mielikuvat.” (15)

Luonto ja ihminen

I“kääntyneillä viherympäristön aistimusten ja muutosten havainnointi voi vahvistaa olemassaolon kokemusta, samaten luonnon herättämät muistot ja menneisyyden mielikuvat. Elämän tarkoituksellisuuden tunnetta voivat lisätä luonnon jatkuvuus ja kiertokulku vuodenaikoinen ja kasvukausineen. Keskittymisvaikeuksista ja motivaation puutteesta kärsivillä lapsilla ja nuorilla vihreä leikki- ja oppimisympäristö rakentaa itseluottamusta ja pitkäjänteisyyttä sekä tukee näiden kognitiivisten ja sosiaalisten taitojen kehitystä.” (15)



Luonto, kaupunki ja ihminen

Useimpia alkuperäisväestöjä
jakaavat yhteisen maailmankuvan:
Luonto on olemuksen perusta

Väitetään, että pitkäaikainen kaupungissa asuminen altistaa stressille ja mielenterveyshäiriöille. Kaupungissa asuminen lisää alttiutta mielenterveyshäiriöihin, kuten masennukseen ja skitsofreniaan, kertoo Nature-lehdessä julkaistu tutkimus.

Andreas Meyer-Lindenberg Heidelbergin yliopistosta tutki kollegoineen, miten kaupunkiympäristössä eläminen vaikuttaa aivoihin.

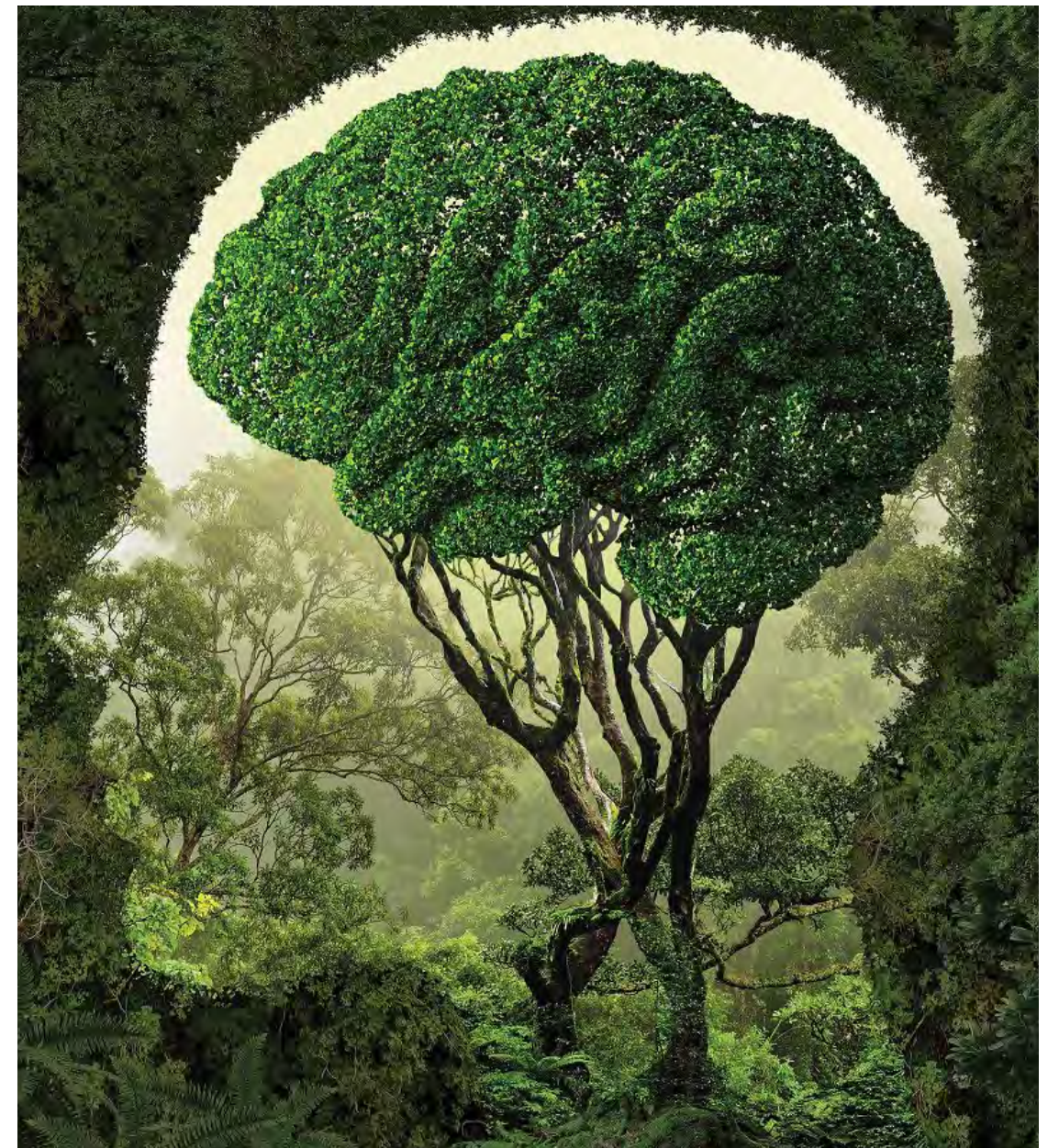
Tutkimus osoitti, että kaupungeissa asuvien aivojen mantelitumake, joka käsittelee tunne- ja stressiärsykeitä, vilkastui stressaavissa sosiaalisissa tilanteissa. Ehkä yllättävää on se, että maalla asuvien mutta kaupungissa varttuneiden ihmisten aivot toimivat samalla lailla hyperaktiivisesti. Aikaisempi tutkimus on

osoittanut, että esimerkiksi skitsofrenia on kaksi kertaa yleisempää ihmisillä, jotka ovat syntyneet tai kasvaneet kaupungeissa kuin ihmisillä, jotka ovat syntyneet rauhallisemmassa ympäristössä. Myös ahdistuksen ja masennuksen riski on kaupunkilaisilla huomattavasti suurempi.

Tutkijat eivät kuitenkaan kehota kaupunkilaisia muuttamaan joukolla maalle, sillä kaupunkiympäristössä on myös paljon hyviä puolia, kuten kulttuuritapahtumia ja helpompi pääsy terveydenhoitoon. Kysymys kuuluu, voiko kaupunki tarjota kaikille kaupunkilaisille mahdollisuuksia olla luonnon kanssa vuorovaikutuksessa, majoittua sen ääressä tai harjoittaa vapaa-ajan toimintaa aivan uusissa luonnonmukaisissa ympäristöissä, joita pääkaupunkiseudulta sekä

yleensä kaikkien kaupunkien liepeiltä löytyy? Uskoisin, että vastaus on kyllä, sillä jos jotain Suomessa on riittämiin niin metsää, myös pääkaupunkiseudun lähiöissä. Monet eivät pysty kuitenkaan luonnon läheisyyttä helposti hyödyntämään, sillä siitä nauttimiseen tarvitaan muun muassa majoituspaikkoja, jotka eivät ole kaikkien saavutettavissa **kulkuneuvojen ja/tai ajan puutteen, korkeiden hintojen tai yksipuolisen tarjonnan takia. (16)**

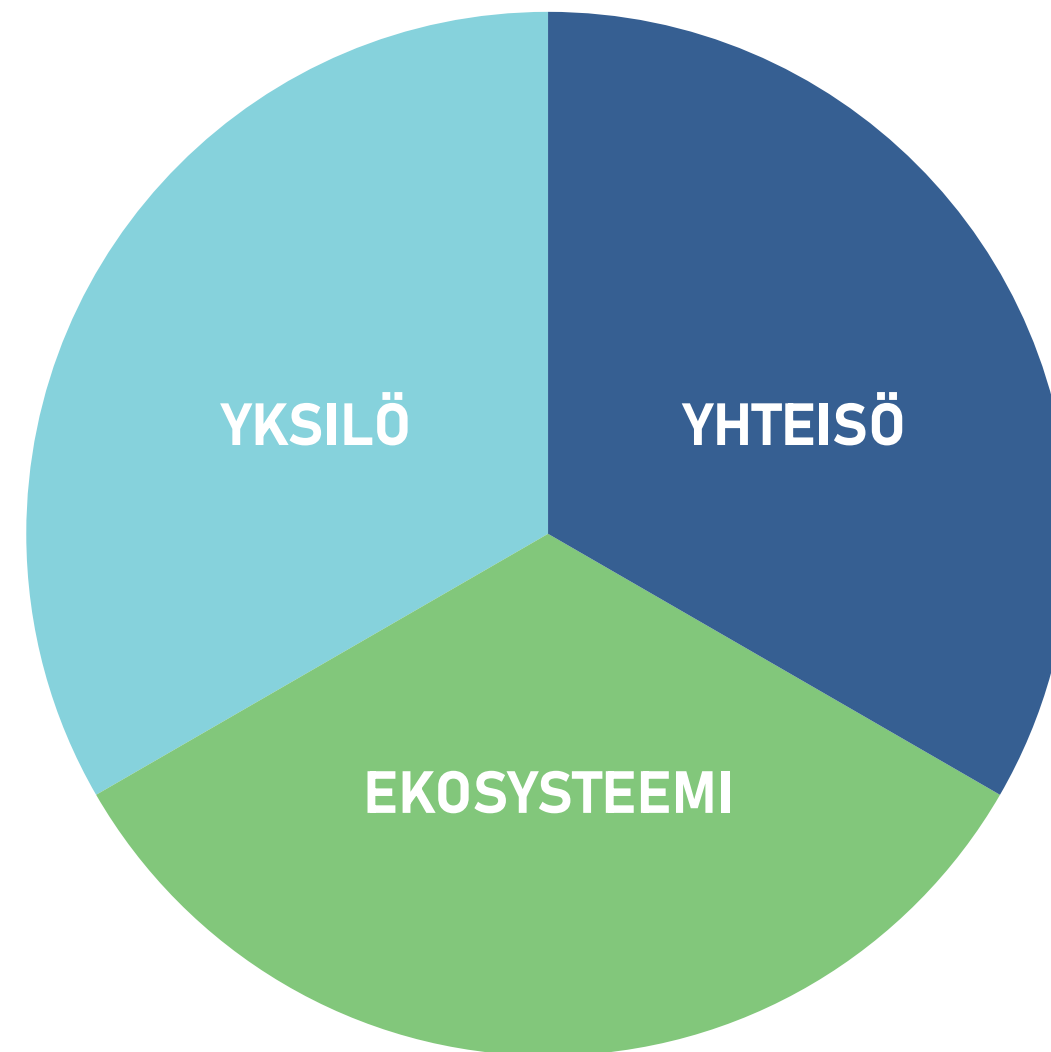
*The
Human–Nature
Relationship
and Its Impact
on Health: A
Critical Review
– Unknown
artist*



Transformatiivinen innovaatio edellyttää kokonaisvaltaista integroivaa ajattelua. Voimme luoda win-win-win-ratkaisuja ja suunnitella systeemistä **synergiaa**.

Synergialla tarkoitetaan kahden tai useamman vaikuttavan tekijän kumuloivaa yhteisvaikutusta. Sana pohjautuu kreikan sanoihin sunergiā, yhteistyö ja sunergos, yhdessä työskentely.

Tätä varten meidän on ymmärrettävä lähentyvien kriisien toisiinsa liittyvä **luonne** ja vastattava näihin monimutkaisuuksiin. Jos kiinnitämme huomiota sopivaan mittakaavaan, voimme luoda ratkaisuja joissa hyötyvät:





Ekovuokramökkejä kaupunkilaismetsiin

Kierrätysmateriaaleista 3D-tulostettuja design-vuokramökkejä
kaupunkimetsiin digitaalisen ja demokraattisen kaupunkisuunnittelun avulla



Loppukonseptissa suunnitellaan kaupunkilaisten käyttöön kokonaisuus, jonka puitteissa kaupunkilaiset voivat edulliseen hintaan viettää aikaa luonnossa vuokraamalla kaupungiseutujen metsäisillä ja ennestään asumattomilla seuduilla olevia ekologisesti 3D-printattuja mökkejä ympäri vuoden.

3D-tulostusta ja kierrätysmateriaaleja hyödyntäen olisi mahdollista valmistaa muotoilullisesti monimutkaisia kiehtovia sekä tarinallisia muotoja ja mökkien ulkorakenne olisi purettavissa milloin tahansa, sillä kierrätysmateriaali olisi käytettävissä uudelleen. Tämä olisi erinomainen mahdollisuus yhdistää perinteistä suomalaista kulttuuria innovatiivisen osaamisen ja teknologian kanssa, ja lisäksi kestäväällä tavalla.

Loppukonsepti ei keskity pelkästään objektiiviseen suunnitteluun (vaikka pidemmän päälle koko loppukonsepti on syntynyt puhtaasta subjektista), vaan tarkoitus on myös käyttää käyttäjälähtöistä suunnittelua mahdollistamalla kokemusperäisiä ja sisällöllisiä ratkaisuja.

LOPPUKONSEPTI



Digitaalinen alusta



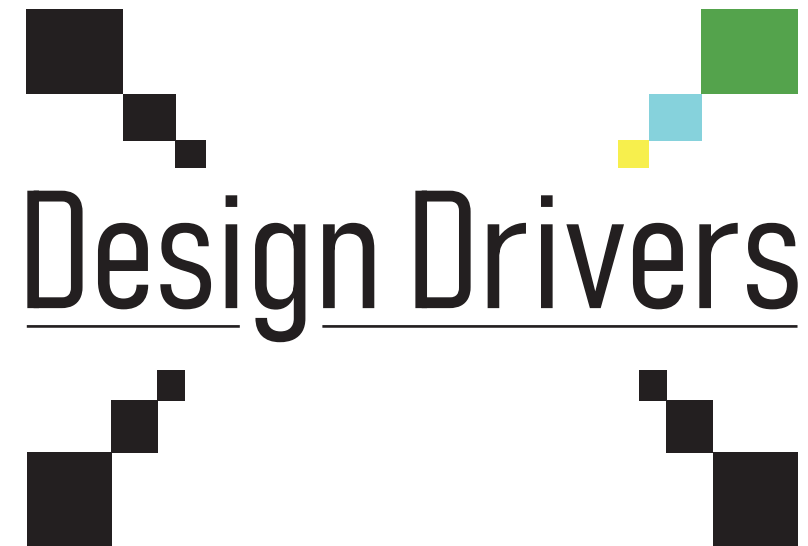
Fyysinen elementti
kaupungin
metsäseudulla

Kaupunkilaisten yleinen ajan puute lähteä kauas mökkeilemään.

Uuden ja vanhan yhdistäminen

Kulkuyhteydet. Moni kaupunkilainen ei pääse moniin luontokohteisiin kulkuneuvon puutteen takia (auto yleensä tarvittaisiin).

Sijainti on useimmiten kaukana kaupungista. Siirtyminen voi viedä paljon aikaa.



Design Drivers

Innovatiivinen esimerkki kestävästä liiketoiminnasta

Demokraattinen kaupunkisuunnittelu

Kaupunkilaisten hyvinvointi

Korkeat vuokrahinnat perinteisissä mökeissä, puhumattakaan nykyaikaiset vaatimukset täyttävästä tarjonnasta. Lomamökkien hinnat ovat yleensä korkeita.

Digitaalinen alusta

Tässä tapauksessa digitaalista alustaa käytetään sellaisen projektin yhteydessä, jossa suunnitellaan vuokrattavia ekologisia 3D-tulostettuja mökkejä kaupunkiseudun metsäalueille.

Digitaalisen alustan rooli olisi loppukonseptin kannalta kerätä digitaalista dataa, jota olisi mahdollista muokata ja käyttää loppusuunnittelun lähtökohtana tai jopa itseisarvona.

Nettisivu tarjoaisi havainnollisia interaktiivisia ratkaisuja vaiheittain, joissa kyselyt, visuaaliset vaihtoehdot sekä säädeltävät mitta-asteikot olisivat käytössä.

On tärkeää, että tiedonkeruun menetrit ovat hyvin selkeitä ja visuaalisesti stimuloivia, jotta kaupunkilaisen mielenkiinto säilyisi alusta loppuun saakka.

Tervetuloa osallistumaan ekovuokramökkien suunnitteluun



Mitkä ihmeen ekovuokramökit?

Kaupungin metsiin tulevat 3D-tulostetut vuokrattavat mökit on kaupunkiprojekti, jossa on tarkoitus ottaa käyttöön vallankumouksellinen 3D-tulostustekniikka **kierrätysmateriaaleja** käyttäen. Yksi projektin tarkoituksista on näyttää kuinka voidaan hyödyntää mullistavaa valmistustekniikkaa kestäväällä tavalla ja luoda uutta liiketoimintaa, joka edustaa kansallista kulttuuria yhdistettynä innovatiivisiin menetelmiin.

Kierrätysmateriaalien käyttämisen pyrkimys on osaltaan lisätä kierrätystä ja vähentää hiilidioksidipäästöjä. Samalla myös osoitetaan, että perinteisten, päästöjen kannalta ongelmallisten materiaalien korvaaminen ekologisilla materiaaleilla on mahdollista myös kaupunkirakentamisessa.

Uraauurtuvan, ympäristön kannalta kestävän ja liiketaloudellisesti kannattavan hankkeen, jossa kansallisella identiteetillä on selkeä rooli, tavoitteena on saada myös kansainvälistä näkyvyyttä.

Äänesi ja mahdolliset muut mielipiteesi otetaan huomioon mökkien suunnitteluprosessien aikana. Kerätyt äänet lasketaan ja ne ovat päätöksenteon perusteena. Pääset myös antamaan palautetta sekä kommentoimaan "Palaute"-kohdassa.

Voit osallistua suunnitteluun:



Mökkien ulkoasu



Mökkien sisältö



Tervetuloa osallistumaan ekovuokramökkien suunnitteluun



Mitkä ihmeen ekovuokramökit?

Pyrkimyksemme on antaa asukkaille mahdollisuus nauttia suomalaisesta mökkeilystä kaupunkiseudullaan. Monilla ei ole aikaa, kulkuneuvoja tai taloudellisia mahdollisuuksia, jotta he voisivat päästä kauempana sijaitseviin kohteisiin nauttimaan luontoympäristöstä. Samalla paikasta toiseen siirtymisen hiilijalanjälki on paljon pienempi kuin kauemmaksi matkustettaessa.

Tavoitteena on myös vähentää urbaanien kaupunkilaisten altistumista stressille ja mielenterveyshäiriöille. On olemassa tutkimustuloksia, joiden mukaan kaupungissa asuminen lisää alttiutta mielenterveyshäiriöihin, kuten masennukseen, ahdistukseen ja jopa skitsofreniaan. Monen yhteys luontoon on nykyään olematon eli kytköksemme luontoon lajimme synnystä tähän päivään on heikentynyt ja monin osin jopa katkennut: siksi on hyvä antaa ihmisille helppo mahdollisuus löytää luontoyhteys uudelleen luonnon helmassa lähiseudulla.

Voit osallistua suunnitteluun:



Mökkien ulkoasu



Mökkien sisältö





Jotta loppukonseptin idea pysyisi selkeänä, päätin ottaa esimerkkeinä tässä vaiheessa vain kolme perusgeometrista muotoa (teräväkulmainen, pyöristetty ja orgaaninen) mökkien ulkoasun suunnittelun lähtökohdaksi. Kaupunkilainen voi äänestää haluamansa muototyyppiä omien mieltymyksiensä mukaan. Näytölle esitetään 3D-mallinnuksia erilaisista vaihtoehdoista vaiheittain kaupunkilaisen valintojen mukaan. Käyttäjä voi palata taaksepäin ja tehdä uusia valintoja, jos näytöllä esille tullut ulkomuoto ei miellytä. Lopullinen tuotos näytetään tehtyjen valintojen perusteella realistisen 3D-mallin muodossa.

Mökkien ulkoasu

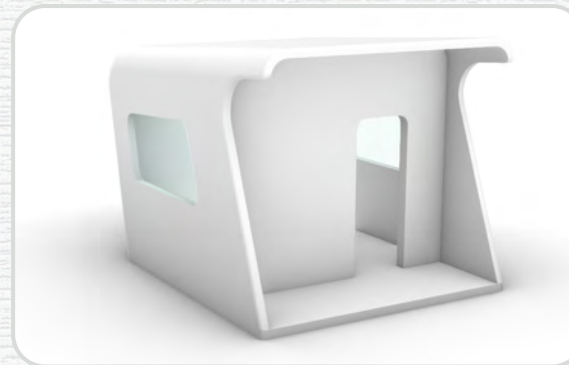


TIESITKÖ ETTÄ...

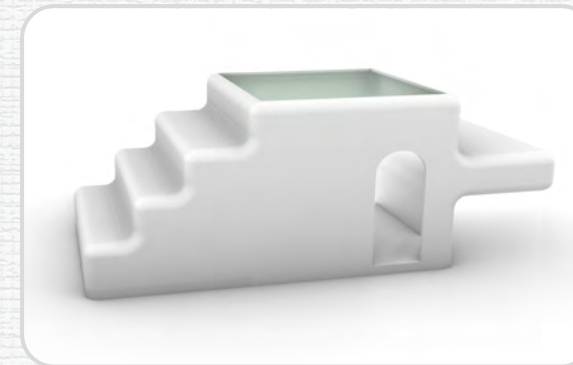
Vaihe 2



Perinteinen



Moderni



Futuristinen



Tässä tapauksessa jatketaan esimerkiksi pyöristetyillä muodoilla. Toisessa vaiheessa osallistuja saa valita joko perinteisen, modernin tai futuristisen vaihtoehdon.

Mökkien ulkoasu



TIESITKÖ ETTÄ...



“Kausiasuminen eli vuodenaikojen mukaan vaihtuva asuminen on lähes yhtä vanha ilmiö kuin ihmiskuntakin. Varsinaisesti suomalaisen mökkikulttuurin juuret ovat kuitenkin 1800-luvun lopulla alkaneessa huvilakulttuurissa, jolloin kaupunkiporvaristo rakensi näyttäviä huviloita erityisesti höyrylaivareittien varrelle. 1900-luvun alkupuoliskolla kesäasuntojen rakentaminen alkoi levitä myös muihin kansankerrokseen. Kesäasumuksista tuli vakituista asuntoa vaatimattomampia, mutta edelleen ne olivat omakotitalomaisia. Sotien jälkeen mökkeilystä tuli massailmiö, kun työn perässä kaupunkiin muuttaneet suomalaiset halusivat palata maalle lomaviihtoon. Vaikka mökkeilyn historia on lyhyt, suomalaisten suhde mökkeihin ja mökkeilyyn on saanut lähes myyttisen sävyn. Mielikuvat mökkeilystä myös pysyvät samoina vuosikymmenistä toiseen, vaikka todellisuudessa mökkeily on ollut monien muutosten kohteena.” (17)

Eri vaiheissa on hyvä olla esillä taustoittavia tekstejä, jotka liittyvät mm. mökkeilyyn ja sen historiaan, jotta ihmiset voivat perehtyä syvemmin teemaan, oppia uutta sekä analysoida mökkeilyä ja sen muutoksia historiallisessa kontekstissa.

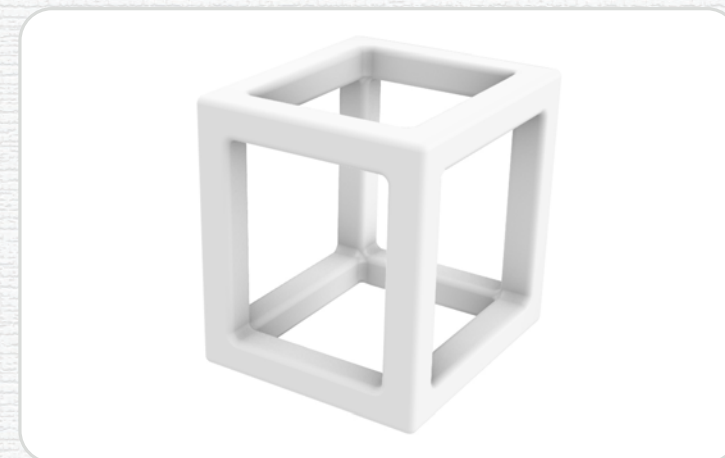
Mökkien ulkoasu



Vaihe 3



Konstruktivinen



Minimalisti



Esimerkkitapauksen kolmannessa vaiheessa jatketaan modernilla vaihtoehdolla. Eli tähän mennessä kuvitteellinen osallistuja on ottanut kantaa pyöristetyn muodon ja modernin tyylin puolesta. Seuraavaksi hänen täytyy valita minimalismin ja konstruktivisen väliltä.



Mökkien ulkonäköä koskevien vaihtoehtojen jälkeen osallistujille esitetään muutamia lyhyitä lisäkysymyksiä. Kaikkien vaiheiden vastaukset vaikuttavat kokonaisuuden algoritmeihin, jotka sitten luovat vastauksiin perustuvan lopullisen realistisen 3D-mallin, niin kun olikin jo mainittu ensimmäisen vaiheen kohdalla.



Viidennessä vaiheessa näyttöön tulee pelkistetty kartta esikaupungista. Kartta näyttää, missä mökkien luontokohteet sijaitsevat ja mitä kaikkea niiden ympäriltä löytyy, kuten esimerkiksi bussipysäkit, bensa- tai sähkölatausasemat, pyörä- ja moottoriliikennetiet, kantakaupunki, työn alla olevat tulostukset, yms.



Lopussa osallistuja voi pyöritellä 3D-mallia hiiren tai kosketusnäytön avulla sekä hyväksyä tarjotun vaihtoehdon tai palata edellisiin vaiheisiin.

Tämä oli siis vain lyhyt ja yksinkertainen esimerkkitapaus siitä, kuinka on mahdollista muotoilua ja tietotekniikkaa hyödyntäen soveltaa demokraattista kaupunkisuunnittelua digitaalisella alustalla, joka on kaikkien saatavilla.

Mökkien sisältö



Vaihe 1

Mitä mahdollisuuksia ja merkityksiä mökkeily sinulle voisi antaa?

- a) rentoutumista luonnon äärellä ☐
- b) olisi inspiraation lähde ☐
- c) toisi vastapainoa kaupunkiasumiselle ja -elämälle ☐
- d) kuulumista kulttuuriperinteeseen ☐
- e) yhteistiloja ja -tekemistä (esim. työpaja, grillausta, tms.) muiden mökkiläisten kanssa ☐
- f) kaikki edellä mainitut vaihtoehdot ☐
- g) jotain muuta, mitä? kirjoita tähän



Kysymysten sanallisesta muotoilusta riippuen voidaan saada joko objektiivisia tai subjektiivisia vastauksia. Mökkien ulkomuodon suunnittelu -osiossa voimme nähdä, että kysymykset ovat yleisesti objektiivisia. Mökkien sisällön suunnittelun kannalta kannattaa kuitenkin esittää kysymyksiä siten, että ne voivat johtaa sekä objektiivisiin että subjektiivisiin vastauksiin.

Mökkien sisältö



Vaihe 2

Mitä mökin sopukoissa olisi hyvä olla tarjolla?

a) hyllyssä erilaisia mielenkiintoisia kirjoja ☐

b) digitaalinen jukebox musiikin kuuntelemiseen ☐

c) lautapeli-paratiisi ☐

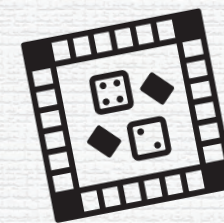
d) tee se itse -askartelumahdollisuuksia ohjeineen.
Tuotoksia olisi mahdollista ottaa mukaan muistoksi ☐

e) tunnelmallinen ja meditaatio-ystävällinen tilaratkaisu ☐

f) perinteinen suomalainen vanhanaikainen
sisustusvaihtoehto räsymattoineen ☐

g) erillinen vuokrattava sauna ☐

h) jotain muuta, mitä? (kirjoita tähän)



Mökkien sisältö



Vaihe 3

Kaipaisitko mökkeilykokemukseen muita mökkinaapureita
vai sopeudutko paremmin erakkona?



YKSIN



NAAPUREITA, KIITOS



Kolmannessa vaiheessa osallistuja voi valita, majoittuisiko hän mieluummin mökissä naapureiden kanssa vai ilman. Molemmat vaihtoehdot olisivat mahdollisia, kun tarjolla olisi erilaisia alueita, samoin kuin mökkejä ja niiden sisustuksia. Kyselyt ovat siis vain priorisointia varten.

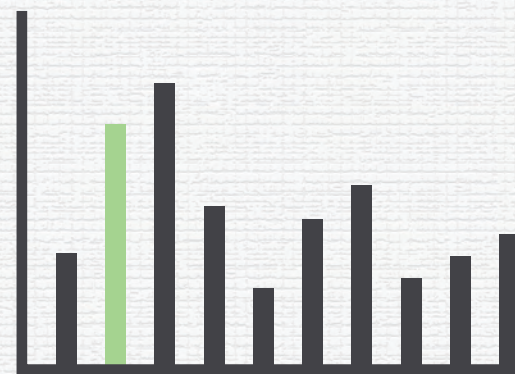
Mökkien ulkoasu



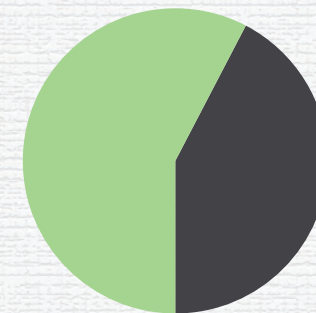
Kiitos osallistumisesta!

Mielipiteesi

Muiden mielipide



MÖKKIEN ULKONÄKÖ



MÖKKIEN SISÄLTÖ

OK

Loppuvertailussa osallistuja voi nähdä prosenttilukuina, kuinka monta ihmistä on äänestänyt samojen vaihtoehtojen puolesta kuin hän itse. On tärkeää, että vertailu voidaan nähdä vasta vaiheiden vahvistamisen jälkeen, jotta muiden mielipide ei vaikuttaisi osallistujan päätöksentekoon.

BENCHMARKING

Austin company is building 3D printed houses for less than \$4,000

By Daniela Sternitzky-Di Napoli Updated 7:14 am CDT, Friday, March 16, 2018



How a Chinese Company 3D-Printed Ten Houses In a Single Day

Kelsey Campbell-Dollaghan
4/03/14 2:00pm • Filed to: 3D PRINTING



Urban cabin's 3D printed tiles are made with recycled materials

Kimberley Mok
March 27, 2018





Photograph by Ossip

DUS Architects builds 3D-printed micro home in Amsterdam

Amy Frearson | 30 August 2016 | 10 comments

Dutch studio [DUS Architects](#) has [3D printed](#) an eight-square-metre cabin and accompanying bathtub in Amsterdam, and is now inviting guests to stay overnight



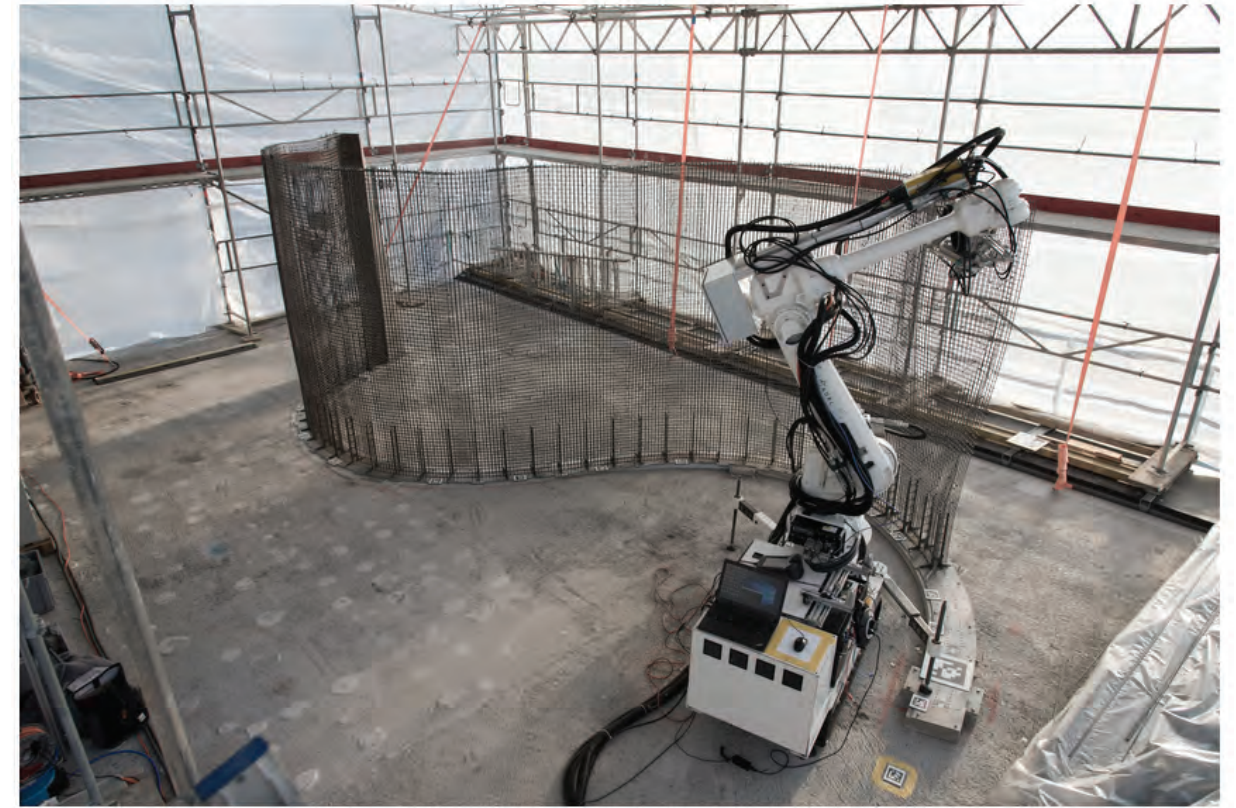
Photograph by Sophia van den Hoek

"3D printing techniques can be used particularly well for small temporary dwellings or in disaster areas," they said.

"After use, the bio print material can be shredded entirely and re-printed into new designs."



The Gaia house was 3D-printed using natural materials such as soil and waste from rice production



The team is using a two-metre-high construction robot mounted on caterpillar tracks to fabricate steel-wire mesh sections that function both as a formwork and reinforcement for concrete walls.

The in-situ fabricator is capable of producing double-curved shapes from a dense mesh which is then filled with a special concrete mix that remains inside the formwork without leaking out through the gaps.



The house was built with the company's Crane Wasp printer, a modular 3D-printer made to print homes

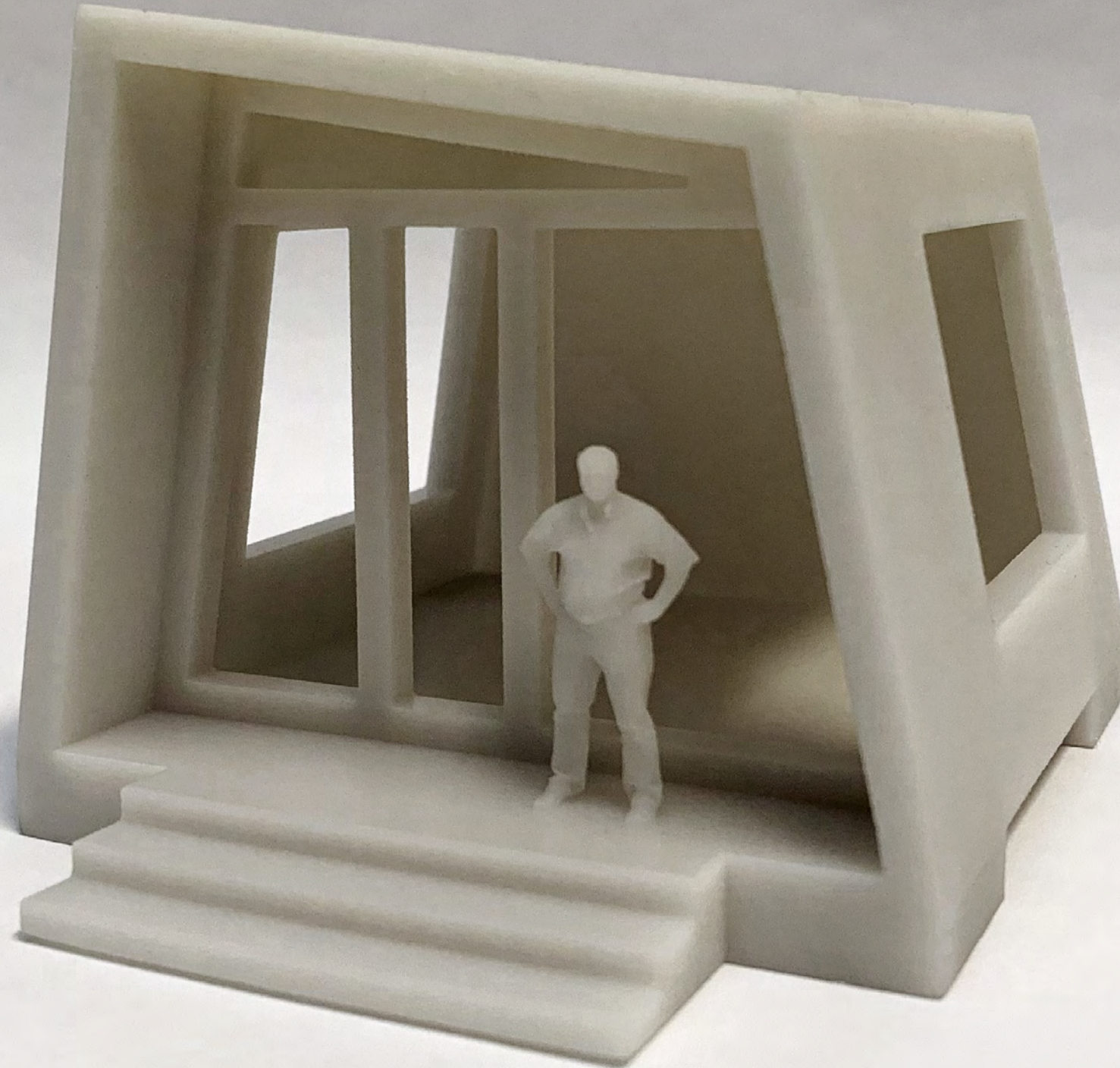


UPM-FORMI

LASI

RIKASTUSHIEKKA

3D-tulostettu pienoismalli



Uudet materiaalit ja joustavat prosessit mahdollistavat erilaisten muotojen toteuttamismahdollisuudet lähes loputtomiin. Suuren skaalan 3d-tulostuksella voimme luoda muotoja ja rakenteita, joita emme koskaan voineet tehdä ennen.

Tämä ei pelkästään anna suunnittelijoille ja insinööreille lisää valtaa ja kontrollia; se rikkoo kaikki rakennusteollisuuden raja-aidat tehokkaammin kuin koskaan ennen.



Lähteet

Teknologia

- (1) Sivut 7-9 **The Evolution of 3D Printing in AEC: From Experimental to Consolidated Techniques** [verkkosivu] <<https://www.intechopen.com/books/3d-printing/the-evolution-of-3d-printing-in-aec-from-experimental-to-consolidated-techniques>> (6.2.2019)
- (2) Sivu 10 **Betoni ja ympäristö** [verkkosivu] <<https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK150303.pdf>> (7.2.2019)
- (3) Sivu 10 **Betoni vaihtuu Suomessa vihreäksi – voi muuttaa koko rakentavan maailman** [verkkosivu] <<https://yle.fi/uutiset/3-8991704>> (7.2.2019)
- (4) Sivu 10 **Betonin pimeä puoli** [verkkosivu] <http://www.kemia-lehti.fi/wp-content/uploads/2013/11/Betonin_pimea_puoli_Kemia-lehti_11_11_2013.pdf> (7.2.2019)
- (5) Sivu 11 **Muovien haitat** [verkkosivu] <<https://muovienkierratys.wordpress.com/muovien-haitat/>> (9.2.2019)
- (6) Sivu 11 **Muovi ja ympäristö** [verkkosivu] <https://www.plastics.fi/fin/muovitieto/muovit_ja_ymparisto/> (9.2.2019)
- (7) Sivu 11 **Kysymyksiä ja vastauksia muoveista** [verkkosivu] <https://www.ym.fi/fi-FI/Ymparisto/Muovit/Kysymyksiä_ja_vastauksia_muoveista> (9.2.2019)
- (8) Sivut 12-17 & 20 **Urban Infra Revolution (UIR) -hanke** [verkkosivu] <<https://www.greenreality.fi/urban-infra-revolution-uir-hanke>> (15.2.2019)
- Sivut 12-17 & 20 **The Urban infra revolution project** [verkkosivu] <https://www.uia-initiative.eu/sites/default/files/2019-02/Lappeenranta_Journal.pdf> (15.2.2019)
- (9) Sivut 21-22 **The best characteristics of fibres and plastic** [verkkosivu] <<https://www.upm-formi.com/3D-printing/Pages/3D-printing-products.aspx>> (18.2.2019)
- (10) Sivut 21-22 **UPM Formi 3D Granulaatti** [verkkosivu] <https://www.3d-tulostus.fi/epages/3dtulostus.sf/fi_FI/?ObjectPath=/Shops/20131018-11092-264846-1/Products/upm-granule> (18.2.2019)
- (11) Sivut 24-25 **Seuraavaksi tulostetaan ihmisen osia – 3D-tulostuksen hyödyntäminen on Suomessa vielä alussa** [verkkosivu] <<https://www.kauppalehti.fi/uutiset/seuraavaksi-tulostetaan-ihmisen-osia-3d-tulostuksen-hyodyntaminen-on-suomessa-viela-alussa/268ac1c7-f50e-4a57-87e8-d72cc51ba866>> (18.2.2019)

Ihminen

- (12) Sivu 31 **Jane Jacobs and Urban Planning's Lesson for Democracy** [verkkosivu] <<https://healthydemocracy.org/blog/2017/06/08/jane-jacobs-and-urban-plannings-lesson-for-democracy/>> (7.3.2019)
- Sivu 31 Jane Jacobs (1961), **The Death and Life of Great American Cities**, Random house
- (13) Sivut 32, 33 **The Need For Improved Democracy In Planning** [verkkosivu] <<https://www.planetizen.com/node/17469>> (16.3.2019)
- Sivut 35, 36 **PRINTYOUR CITY** [verkkosivu] <<https://www.printyourcitycoca-cola.gr/>> (18.3.2019)
- Sivut 37-39 Chris Hämäläinen, Pinja Nousiainen, Maiju Tuovila (2018), **Augmented Urbans – innovaatioprojekti**

Kohde

- (14) Sivu 42 **Why we must design as if we're part of nature** [verkkosivu] <<https://www.greenbiz.com/article/why-we-must-design-if-were-part-nature>> (22.3.2019)
- (15) Sivut 44, 45 **Luonto hoivaa mieltä ja kehoa** [verkkosivu] <<https://www.mielenterveysseura.fi/fi/mielenterveys/hyvinvointi/ymparisto-ja-luonto/luonto-hoivaa-mieltä-ja-kehoa>> (23.3.2019)
- (16) Sivu 46 **Kaupungissa asuminen altistaa stressille ja mielenterveyshäiriöille** [verkkosivu] <<https://www.tekniikkatalous.fi/tiede/2011-06-23/Kaupungissa-asuminen-altistaa-stressille-ja-mielenterveyshäiriöille-3302989.html>> (23.3.2019)
- Sivu 47 **Transformative innovation and design** [verkkosivu] <<https://theecologist.org/2016/apr/25/creating-sustainability-join-re-generation>> (29.3.2019)



- (17) Sivu 60 **Mökkeily on aina ollut sidoksissa tulotasoon** [verkkosivu] <<https://www.savonsanomat.fi/savo/M%C3%B6kkeily-on-aina-ollut-sidoksissa-tulotasoon/494350>> (4.4.2019)

Kuvat

Jussi Ryynänen Chavarría on tehnyt kaikki kuvat, joita ei ole muuten merkitty.

Kansikuva	< https://www.junnikkala.com/fi/yritys/uutiset-ja-tapahtumat/tutkimus-metsan-maisema-arvoa-voidaan-lisata-metsankasittelylla >
Kansikuva	< https://www.3dnatives.com/es/impresion-3d-de-casas-310120182/cover3/ >
Kansikuva	< https://www.ionos.com/digitalguide/online-marketing/web-analytics/what-is-machine-learning-how-machines-learn-to-think/ >
Sivu 6	< https://www.modulek.co.uk/dont-build-it-just-print-it/ >
Sivu 7	< https://worldarchitecture.org/articles/cvzhp/3d_concrete_printing_expands_to_world_construction.html >
Sivu 8	< http://bouwkunst.archidev.info/tag/dus-architecten-amsterdam/ >
Sivu 9	< http://www.chantiersdefrance.fr/marches/materiaux-deversoir-beton-imprime-3d/ >
Sivu 13	< https://www.is.fi/kotimaa/art-2000005426440.html >
Sivu 15	< https://stewartperry.com/leadership/the-power-of-shaking-hands/ >
Sivu 21	< https://www.upmformi.com/3D-printing/Pages/3D-printing-products.aspx >
Sivu 22	< https://www.upmformi.com/3D-printing/Documents/UPM-Formi-3D-flyer-dark-satine-chair-EN.pdf >
Sivu 22	< https://www.upmformi.com/3D-printing/Documents/UPM-Formi-3D-flyer-kayak-EN.pdf >
Sivu 25	< https://www.6sqft.com/sofa-so-good-is-finnish-janne-kyttanens-latest-3d-printed-piece/ >
Sivu 32	< http://www.bristolivw.org.uk/about-us/industrial-unionism-and-one-big-unionism-part-1-two-concepts-for-iww-organizing-general-strike/ >
Sivu 34	< https://turunkauppakamari.fi/event/teema2019/artificial-intelligence-3382507_1920/ >
Sivu 35	< https://www.printyourcitycoca-cola.gr/ >
Sivu 36	< https://www.printyourcitycoca-cola.gr/ >
Sivu 37-39	Chris Hämäläinen, Pinja Nousiainen, Maiju Tuovila (2018), Augmented Urbans - innovaatioprojekti
Sivu 42	< https://www.amusingplanet.com/2014/08/cocoon-of-urodidae-moth.html >
Sivu 43	< https://mx3d.com/mx3d-to-3d-print-steel-bridge/ >
Sivu 45	< https://www.positive.news/environment/biotime-when-deep-nature-connection-becomes-activism/ >
Sivu 46	< https://katab.asia/2016/11/22/bicameral_edem/eko-571625283ce61__880-1/ >
Sivu 56, 57	< https://archello.com/project/3d-printed-urban-cabin >
Sivut 56-68	< https://www.pngkey.com/detail/u2q8a9q8t4o0u2t4_blank-computer-screen-png-mac-book-empty-screen/ >
Sivu 60	< https://www.finna.fi/Record/musketti.M012:HK19451228:52.24 >
Sivu 71	< https://www.treehugger.com/sustainable-product-design/3d-printed-seed-stitch-tile-emerging-objects.html >
Sivu 71	< https://www.chron.com/business/article/3D-printed-house-Austin-Texas-12749008.php >
Sivu 71	< https://gizmodo.com/how-a-chinese-company-3d-printed-ten-houses-in-a-single-1557613229 >
Sivu 73	< https://www.dezeen.com/2019/02/27/gaia-wasp-3d-printed-house-biodegradable-video/ >
Sivu 73	< https://www.dezeen.com/2017/06/29/eth-zurich-research-digital-technologies-3d-printed-dfab-house-robots-switzerland/ >
Sivu 72	< https://www.dezeen.com/2016/08/30/dus-architects-3d-printed-micro-home-amsterdam-cabin-bathtub/ >
Sivu 73	< https://www.dezeen.com/2019/02/27/gaia-wasp-3d-printed-house-biodegradable-video/ >
Sivu 73	< https://www.dezeen.com/2017/06/29/eth-zurich-research-digital-technologies-3d-printed-dfab-house-robots-switzerland/ >
Sivu 74	< https://retkipaikka.fi/jylhat-siirtolohkareet-keskella-lakeuksia-pesakivet-kokkola/ >
Sivu 76	< https://peda.net/oppimateriaalit/e-oppi/peruskoulut/muut-k%C3%A4ytt%C3%A4j%C3%A4t/demo/e8n/e8nd/2skek/luvun-sis%C3%A4llys/manty_sv_-jpg >
Sivu 79	< https://blogs.uakron.edu/biomimicry/research-on-spider-glue-resolves-sticky-problem/orb-spider-making-web-1200/ >

Kyselyt

Sivu 28

Monumental Changesin toimitusjohtaja Robert Bonsdorff, 20.3.2019

Haastattelut

Sivu 29

UPM Biocomposites -yksikön sovelluspäällikkö Eve Saarikoski, 3.4.2019

