

HANNA HYVÖNEN

Harppi, viivain – ja virkkaava robottikäsi?

Helsingissä järjestettiin kesäkuussa Diderot Mathematical Forums -sarjan konferenssi, jossa haettiin matematiikan yhteyksiä arkkitehtuuriin. Arkkitehdit eivät epäroineet osoittaa luovasta työstään matemaattisuuksia. Mutta lieneekö arkkitehtuurista enää matemaattisten oivallusten ruokkijaksi?

Matematiikalla ja arkkitehtuurilla on molemmilla juurensa antiikin geometriassa. Geometrian nimi viittaa tieteenalan alkuperään maan mittauksessa (kreik. *gē* + *metria*), jota tarvittiin esimerkiksi paikan rajaamiseen rakennuksille. Tässä arkisessa mittojen määrityksessä lienee pohjapiirustustenkin lähtökohta. Renessanssissa pohjapiirustus, julkisivu ja leikkaus alettiin ymmärtää geometrinen operaatioiden toisiinsa järjestelmällisesti sitomina kuvauksina, ja ne iskostuivat arkkitehtien ammattikunnan keskeisiksi työvälineiksi. Geometrisia haasteita riitti piirustusten hiomisessa ja rakenteiden toteutuksessa, kun tavoitteena olivat vaikkapa mutkikkaat holvimuodot mittoihin sahattuihin murikoista.¹ Maanmittauksen ja rakentamisen tarpeet suuntasivat projektiivisten menetelmien kehitystä vuosisatojen ajan, vaikka geometriatiede lopulta kasvoikin ulos euklidisista lähtökohdistaan ja kolmesta ulottuvuudesta.

Arkkitehtuurin geometriset mahdollisuudet ja rajoitteet puhuttivat Forum on Mathematics and Architecture -tapahtumassa Metsätalolla. Osa luennoista toteutettiin kuva- ja ääniyhteydessä kahteen muuhun konferenssikaupunkiin Portoon ja Prahaan. Konferenssi jatkoi Euroopan Matemaattisen Yhdistyksen vuonna 1996 aloittamaa sarjaa, joka kartoittaa matematiikan yhteyksiä muuhun kulttuuriin.

Tilakuvitelmia

Arkkitehti Philip Tidwell otti avauspuheenvuorossaan vauhtia imaginaariluvun käsitteestä eritellessään tilan kuvaamisen mahdollisuuksia. Tidwellin mukaan uudenlaisia piirustusmuotoja kehitelleet ja geometrisen hahmotuksen käytäntöjä koetelleet arkkitehdit ovat etsineet ”imaginaarista tilaa”. Hän pyrki näin viittoilemaan johonkin, mikä ei vielä täsmenny käyttökelvoksi lähtökohdiksi suunnittelulle mutta mahdollistaisi silti ennen näkemättömän arkkitehtuurin kajastelun. Irtautuminen vakiintuneiden tilan kuvaamisen tapojen puitteista on kuitenkin tavattoman vaikeaa. Ei ole selvää, tarjoavatko Tidwellin esittelemät arkkitehtuurifantasiat kuten Daniel Libeskindin *Micromegas*-sarjan (1979) piirustukset tilan-

lisen ajattelun uudistuksia vai vain epäsovinnaisia muotoasteita vanhoissa perspektiivisissä puitteissa².

Arkkitehtuurin uudistusliikkeissä on toistuvasti pyritty määrittelemään uudelleen suhde geometriaan ja suunnitelmien esittelyn tekniikoihin. 1900-luvun modernismissä eli vahva epäluulo piirustuksia kohtaan. Arkkitehtuuri oli vasta alettu ymmärtää *tilan* taiteena, ja kuvat näyttäytyivät monelle pakollisena pahana, joka asettui arkkitehdin idean ja koetun tilan väliin uhaten turmella molemmat. Kanonisoitujen modernistien teoksia onkin totuttu ylistämään piirustuksien kuvaamattomiksi. Fenomenologisesti virittyneessä arkkitehtuuritutkimuksessa piirustuksen vaaroja on tulkittu myös teknokraattisina: kun deskriptiivisestä geometriasta juontuvat teknisen piirustuksen menetelmät mahdollistivat suunnitelmien yksiselitteisen ja tehokkaan tulkinnan esimerkiksi elementtitehtaalla tai työmaalla, piirtäminen latistui ja välineellistyi tuotantotekniikaksi.³

3D-geometriasta robotiikkaan

Käsitys piirtämisen merkityksestä jakaa edelleen arkkitehteja, mutta uusissa asetelmissa. Rakennusalalla on hiljattain voimistunut usko rakentamisen kolmiulotteiseen tietokoneavusteiseen hallintaan perinteisten piirustusten syrjäyttäjänä.⁴ Piirustuksista haikailevatkin nykyään eroon ennen muita digitaalisista uutuuksista intoutuneet arkkitehdit, ja teknologiakriitikot päätyvät puolustamaan piirtämistä.

Monissa konferenssin puheenvuoroissa matematiikan ja arkkitehtuurin nyky-yhteyksiä haettiin ohjelmointia hyödyntävästä niin sanotusta parametrisesta suunnittelusta⁵. Sen näyttävimpiä sovelluksia lienevät suuret kumpuilevat kuorirakenteet kuten lasikatot, jotka on toteutettu toistensa kaltaisista mutta muuntuvista ja vaihdellen toisiinsa liittyvistä osista. Vielä muutama vuosikymmen sitten tällaisten rakenteiden lujuustekninen ja geometrinen määrittely olisi käynyt liian vaivalloiseksi, mutta nykyään laskenta onnistuu tietokoneille ulkoistamalla. Vain aniharvat arkkitehdit pystyvät kuitenkin kirjoittamaan rakenteiden laskentaan käytettäviä ohjelmia. Arkkitehtien ei useinkaan tarvitse ymmärtää mitään matemaattisista menetelmistä, joihin perustuen suunnitteluohjelma tuottaa

rakennevaihtoehtoja tai laskee näytölle perspektiivikuvia – suunnittelussa kellutaan muiden luomien algoritmien varassa. Tässä mielessä 2000-luvun lennokas arkkitehtuurigeometria ei merkitse matematiikan ja arkkitehtuurin uutta lähentymistä, pikemmin päinvastoin.

MIT:ssa arkkitehtuuria opettava Axel Kilian esitteli kokeiluja, joissa robotit tuottavat rakennetta ja lopputulokset määräytyvät takaisinkytkennöissä robotin ja ympäristön välillä. Suunnitelma ei enää kiteydy piirustuksessa eikä edes kolmiulotteisessa geometriassa vaan rakentumista ohjaavassa koodissa. Tavoitteena siintää esimerkiksi robottiasumus, jossa ikkunat syntyisivät ja kuroutuisivat umpeen käyttäjien tarpeiden ja valaistusolojen mukaan. Arkkitehtuuriteoreetikkona kansainvälisesti tunnettu Juhani Pallasmaa ounasteli, ettei tällainen asuminen merkitsisi niinkään kumousta ihmisen ja rakennuksen suhteessa, kuten Kilian väitti, vaan ainoastaan laajennusta arkkimodernisti Le Corbusierin metaforaan talosta koneena (*machine à habiter*). Kilian torjui tulkinnan kuitaamalla, etteivät hänen projektinsa tarjoa metaforia, vaan *ovat* robotiikkaa.

Suhteita ja silmukoita

Omassa puheenvuorossaan Pallasmaa etsi paluuta arkkitehtonisen luovuuden historiallisille lähteille. Todellisuus ymmärrettiin hänen mukaansa antiikissa ja renessanssissa yleisten suhdeperiaatteiden läpäisemänä harmonisena kokonaisuutena ja matematiikassa tutkittiin tätä kosmoksen perustavaa rakennetta. Matematiikka merkitsi siten arkkitehtuurin kulta-aikojen arkkitehdeille järjestystä, joka nivoi arkkitehtuurin ja ihmisen sen mukana maailmankaikkeuteen. Arkkitehtuurissa kuten musiikissa avautui, ja piilee edelleen, mahdollisuus kiinnittää ihminen ehyttävästi maailmaansa.⁶ Järkeen, havaintokykyyn tai luomakunnan mielekkyyteen viime vuosisatoina kohdistunut epäily ei tuntunut horjuttavan Pallasmaan uskoa mestariarkkitehtien kykyyn kanavoida universaalia harmoniaa suunnitelmassaan. Pallasmaa totesi käyttävänsä oman opettajansa arkkitehti Aulis Blomstedtin kehittämää suhdejärjestelmää kaikessa suunnittelutyössään.⁷

Konferenssin perusteella arkkitehdit mieltävät kernaasti työtään matemaattiseksi. Mutta voisiko arkkitehtuurilla olla annettavaa nykymatematiikalle? Kysymystä hädin tuskin esitettiin, ja harva matemaatikko oli suostunut esiintymään. Onneksi sentään matemaatikko Kirsi Peltonen, jonka esimerkit geometrian yhteyksistä kouriintuntuvaan muodon luontiin erottuivat digiteemojen lomassa. Peltonen pyrkii työssään avaamaan geometrian käsitteitä eri suunnittelualojen opiskelijoille. Origami on helppo ymmärtää kuuluvan hänen keinovalikoimaansa, ja arkkitehditkin ovat perinteisesti ihailleet japanilaista paperintaittelutaitoa. Yllättävämpää on kotoisamman käsityötekniikan havainnollisuus: Peltosen mukaan *virkkkaus* auttaa käsittämään sellaisia geometrisia mutkikkauksia kuin hyperboliset pinnat⁸. Kuinkahan ketjusilmukat ja kaksoispylväät voisivat kiepautella lyijykynää tai koodia? Suuntautuisiko arkkitehtien ajatuksenjuoksu silmukoissa uudelleen, ja tila sen mukana?

”Virkkkaus auttaa käsittämään sellaisia geometrisia mutkikkauksia kuin hyperboliset pinnat.”

Viitteet & Kirjallisuus

- 1 Arkkitehtuurimuotojen ja geometrinen menetelmien riippuvuuksista ks. Robin Evans, *The Projective Cast. Architecture and Its Three Geometries*. MIT Press, Cambridge (Mass.) 1995.
- 2 Verkossa: libeskind.com/work/micromegas/
- 3 Tulkintaa arkkitehtuuripiirustuksen modernista välineellistymisestä on kehitelty laajimmin arkkitehtuurihistorioitsija Alberto Pérez-Gómez teoksissaan *Architecture and the Crisis of Modern Science*. MIT Press, Cambridge (Mass.) 1983 ja (yhdessä Louise Pelletierin kanssa) *Architectural Representation and the Perspective Hinge*. MIT Press, Cambridge (Mass.) 1997.
- 4 Suunnittelun ja rakentamisen ohjauksen tietokoneavusteiset tekniikat (CAD, BIM) ovat korvanneet paperisia piirustuksia, mutta tämä ei suinkaan vielä merkitse perinteisistä piirustusmuodoista irtautumista: rakenteiden havainnollistamisessa nämä ohjelmistotkin nojaavat renessanssissa vakiintuneisiin esitystekniikoihin, ns. suoriin projektiioihin sekä perspektiiviin.
- 5 Parametrisessa suunnittelussa keskeistä on muotoa määrittävien tekijöiden, parametrien, valitseminen ja niiden välisten riippuvuuksien koodaaminen. Esimerkiksi rakenneteknisessä parametrisoinnissa rakenteen kantama kuorma on tyypillinen parametri, jonka arvon muutokset voidaan kytkeä rakenneosien määrään tai mittoihin. Parametrinen suunnittelu auttaa parhaimmillaan hallitsemaan mutkikkaita suunnittelutehtäviä, jos ne vain ovat pelkistettävissä selkeiden keskinäisriippuvuuksien vyyhdeiksi.
- 6 Näkemyksissään arkkitehtuurin historiasta Pallasmaa nojaa vahvasti Pérez-Gómezin tulkintoihin.
- 7 Blomstedtin Canon 60 -järjestelmää ja sen taustoja selvittää Helena Sarjakoski teoksessaan *Rationalismi ja runollisuus. Aulis Blomstedt ja subteiden taide*. Rakennustieto, Helsinki 2003.
- 8 Aiheesta on kirjoittanut matemaatikko Daina Taimina teoksessaan *Crocheting Adventures with Hyperbolic Planes. Tactile Mathematics, Art and Craft for all to Explore*. 2. p. CRC Press, Boca Raton 2018.