

KARELIA-AMMATTIKORKEAKOULU  
Rakennustekniikan koulutusohjelma

Jenna Hyvärinen

KANTAVAT RAKENTEET ARKKITEHTONISENA ELEMENTTINÄ JA  
CASE GREEN PARK

Opinnäytetyö  
Toukokuu 2018



**OPINNÄYTETYÖ**  
**Toukokuu 2018**  
**Rakennustekniikan koulutusohjelma**

Tikkarinne 9  
80220 JOENSUU  
+358 13 260 600

Tekijä  
Jenna Hyvärinen

Nimeke  
Kantavat rakenteet arkkitehtonisena elementtinä ja case Green Park

**Tiivistelmä**

Tässä opinnäytetyössä tutkittiin erilaisia arkkitehtonisia kantavia rakenteita ja sitä, kuinka ne korostavat rakennuksen visuaalisuutta. Aiheen kautta perehdyttiin arkkitehtonisesti merkittävien kantavien rakenteiden historiallisesti vaikuttaviin käännekohtiin, yleisimpiin rakennusmateriaaleihin ja niiden ominaisuuksiin erilaisissa käyttökohteissa sekä niiden luomaan visuaaliseen vaikutelmaan. Samalla tutustuttiin arkkitehtuurin tulkitsemiseen eli niin sanottuun arkkitehtuurin kieleen ja ilmaisukeinoihin kantavien elementtien näkökulmasta. Opinnäytetyön tarkoitus oli tutkia monipuolisesti erilaisia vaihtoehtoja vaikuttavan arkkitehtuurin luomiseen kantavien rakenteiden avulla sekä auttaa rakennusalan vaikuttajia ja aiheesta kiinnostuneita ymmärtämään niiden visuaalista tarkoitusta.

Tieto opinnäytetyössä perustuu sähköisiin ja kirjallisiin lähteisiin sekä alan ammattilaisten kautta saatuihin näkökulmiin. Soveltavana osana opinnäytetyössä suunniteltiin vaihtoehtoinen visuaalinen kantava puurakenteinen elementti tulevaan Joensuun Green Park -Centeriin. Toteutuksesta laadittiin käsivaraisia luonnoksia ja lopullinen 3D-malli Autodesk Revit -ohjelmalla.

Kantavat rakenteet ovat arkkitehtien ja insinöörien yhteistyön tulos. Opinnäytetyössä selvitettiin insinöörien ja arkkitehtien välisen kommunikoinnin sujuvuutta visuaalisuuden kannalta työelämässä. Yhteensä viisi (5) insinööriä ja seitsemän (7) arkkitehtiä vastasivat aiheesta laadittuun lyhyeen sähköpostikyselyyn. Saadut vastaukset koottiin, analysoitiin ja niiden pohjalta pohdittiin keinoja yhteistyön edistämiseksi.

Kieli  
suomi

Sivuja 98  
Liitteet 1  
Liitesivumäärä 1

Asiasanat  
kantava rakenne, arkkitehtuuri, visuaalisuus, Green Park



**THESIS**  
**May 2018**  
**Degree Programme in Civil Engineering**

Tikkarinne 9  
80220 JOENSUU  
FINLAND  
+358 13 260 600

Author  
Jenna Hyvärinen

Title  
Load-Bearing Structures as Architectural Elements: Case Green Park

Abstract

The aim of this thesis was to study different kinds of architectural load-bearing structures and how they highlight the visual appearance of the building. Through this topic the study concentrated on examining historically important turning points of architecturally significant load-bearing structures, the most common building materials and their properties in different applications, and the visual impression. In addition, the goal of this study was to get acquainted with the interpretation of architecture, so-called architectural language and the means of expression from the point of view of load-bearing elements. Thus, the aim was to explore various of alternatives to create impressive architecture with load-bearing structures and help construction industry and people, who are interested in the topic to understand the visual purpose of load-bearing structures.

The data of this thesis is based on the electronic and literary sources and the perspectives the author got from the professionals in the construction field. As a practical part of the thesis, an alternative visual wooden load-bearing element was designed for the future Joensuu Green Park Center. Hand-drawn sketches and the final 3D-model with the Revit-program were based on the author's plan.

The load-bearing structures are the result of collaboration between architects and engineers. In this thesis, the fluency of communication between engineers and architects in visual terms in working life was investigated. Altogether five (5) engineers and seven (7) architects were interviewed about the topic via short email inquiry. The received responses were collected, analyzed and, based on them, ways to promote the co-operation were discovered.

Language  
Finnish

Pages 98  
Appendices 1  
Pages of Appendices 1

Keywords

load-bearing structure, architecture, visuality, Green Park

## Sisältö

1	Johdanto.....	5
1.1	Johdatus aiheeseen, työn sisältö ja tarkoitus.....	5
1.2	Keskeisiä käsitteitä .....	7
2	Arkkitehtuuri ja kantavat rakenteet.....	8
3	Kantavien rakenteiden arkkitehtoninen kieli ja keinot .....	12
4	Visuaalisten kantavien rakenteiden historiaa .....	18
4.1	Antiikin Kreikan ja Rooman arkkitehtuuri kivirakenteiden aatelia .....	19
4.2	Teollinen aikakausi ja teräs- ja rautarakenteet .....	23
4.3	Hirveän hieno betonibrutalismusi.....	27
4.4	Konstruktivismi ja dekonstruktivismi .....	30
5	Teräsrakenteet arkkitehtonisena elementtinä.....	34
6	Betonirakenteet arkkitehtonisena elementtinä .....	47
7	Puurakenteet arkkitehtonisena elementtinä .....	57
8	Green Park .....	72
8.1	Mikä Green Park?.....	72
8.2	Visuaalisen elementin suunnittelun lähtökohdat ja rajoitukset .....	74
8.3	Valmis elementti.....	78
9	Visuaalinen yhteistyö arkkitehdin ja insinöörin välillä .....	81
9.1	Tutkimusmenetelmät ja hypoteesi.....	81
9.2	Insinöörien näkökulma .....	83
9.3	Arkkitehtien näkökulma.....	84
9.4	Vastausten analysointi ja kehittämisideat.....	85
10	Pohdinta.....	87
11	Lähteet.....	89

## Liitteet

Liite 1            Kyselylomake

# 1 Johdanto

## 1.1 Johdatus aiheeseen, työn sisältö ja tarkoitus

Suunniteltu käyttöikä, kustannuskysymykset, asennustekniikka, turvallisuus, terveellisyys, alueelliset erot ja lain vaatimukset, esteettisyys sekä rakennuksen käyttökohde käyttäjiineen ohjaavat kantavan rakenteen suunnittelua. Aiheeseen päästään tutustumaan niin rakennusteknisestä kuin arkkitehtonisestakin näkökulmasta. Tässä opinnäytetyössä lähestytään kantavia rakenteita niiden arkkitehtonisesti merkittävien historiallisten aikakausien, yleisimpien materiaalien; teräksen, puun ja betonin, vaikuttavien käyttökohteiden, soveltavan Green Park -esimerkin sekä rakennusalan ammattilaisille laaditun kyselyn vastausten kautta. Tietoperusta opinnäytetyöhön kerättiin alan kirjallisuudesta ja internetistä luotettavista kotimaisista ja ulkomaalaisista lähteistä. Tarjolla on myös paljon havainnollistavaa kuvamateriaalia jännittävästä kohteista. Toin esille omia näkemyksiäni aiheeseen liittyen, sillä taide on minulle luonnollinen ilmaisukeino ja osaan tulkita sitä myös arkkitehtuurissa. Oman ympäristön havainnointi ja analysointi jollain tasolla on ominaista kaikille ihmisille, tai ainakin pitäisi olla. Jokapäiväisessä elämässä esiintyvän arkkitehtuurin vaikutusta käyttäjiensä henkisiin ja fyysisiin ominaisuuksiin tutkittiin itse konstruktivistien ominaisuuksien lisäksi. Aiheen kautta opitaan tulkitsemaan niin sanottuja arkkitehtuurin kielellisiä ilmaisukeinoja kantavissa rakenteissa ja saadaan hyviä näkökulmia rakennetun ympäristön ja tilojen merkitykseen.

Green Park -esimerkin kautta pääsin Green Parkin suunnittelijoiden antamien luonnosten pohjalta soveltamaan opittua tietoa käytäntöön suunnittelemalla Info-Centerin sisääntuloaulan ravintolaan näyttävän kantavan rakenteen. Pääsin syventämään osaamista myös piirustusteknisesti käsivaraisten perspektiivien luonnostelussa ja hahmottamisessa sekä tietokoneavusteisessa 3D-mallintamisessa.

Kantavien rakenteiden suunnittelu vaatii yhteistyötä taiteellisen arkkitehdin ja teknisen insinöörin välillä. Lyhyt sähköpostikysely (liite 1) lähetettiin

sattumanvaraisesti arkkitehdeille ja insinööreille eri puolille Suomea. Kyselyssä tiedusteltiin rakennusalan ammattilaisten mielipiteitä kommunikaation sujuvuudesta taiteen ja tekniikan yhdistämisen kannalta työelämässä. Yhteensä viisi (5) insinööriä ja seitsemän (7) arkkitehtiä vastasi kyselyyn. Saadut vastaukset analysoitiin ja koottiin anonymisti opinnäytetyöhön sekä niiden pohjalta pohdittiin yhteistyön edistämisen keinoja. Kyselyn kautta sain vinkkejä opinnäytetyön tietoperustan kokoamiseksi kattavaksi, käytännönläheiseksi ja ammattimaiseksi.

Opinnäytetyö voi antaa uusia ideoita kantavien elementtien suunnittelutyöhön, tuoda uutta perspektiiviä rakennetun ympäristön havainnoimiseen ja sen lähettämien viestien tulkitsemiseen. Opinnäytetyökokonaisuus antaa visuaalisuudesta ymmärtämättömille tai jopa piittaamattomille insinööreille helpon ja mielenkiintoisen keinon tutustua rakennustaiteeseen kantavien rakenteiden kautta. Opinnäytetyö tarjoaa työkalut rakennesuunnittelijoille ymmärtää taiteellisten arkkitehtikollegojensa ideoita tulevaisuudessa yhteistyön ja kommunikaation sujuvuuden edistämiseksi työelämässä.

Arkkitehtuurista kiinnostuneena rakennusinsinööriopiskelijana Karelia-ammattikorkeakoulun tarjoama opinnäytetyöaihe "kantavat rakenteet arkkitehtonisena elementtinä" inspiroi minua ja halusin tutustua sen kautta erilaisiin visuaalisiin kantaviin rakenteisiin. Visuaalisena ihmisenä ja oppijana olen kokenut tarvetta saada opiskella tekniikan vastapainoksi visuaalisuutta rakennustekniikassa, jotta voisin tulevaisuudessa olla mahdollisimman monipuolinen ja tietoinen arkkitehtuurin suunnittelusta. Insinöörیتieteet eivät mielestäni painota tarpeeksi visuaalisuutta tai sen keinoja ja haluan tuoda esiin sen tärkeän aseman insinöörienkin osaamisessa. Aiheeseen perehtyminen osoittaa aidon kiinnostukseni arkkitehtuuriin ja rakennustekniikkaan mahdollisia jatko-opintoja ajatellen arkkitehtuurin parissa. Uskon tästä opinnäytetyöstä olevan hyötyä itseni lisäksi muille rakennusalan vaikuttajille ja aiheesta kiinnostuneille.

## 1.2 Keskeisiä käsitteitä

Abstrakti	Epähavainnollinen. Arkkitehtuurissa jotain muotoa mu- kaileva, mutta ei konkreettisesti esittävä. Usein ajatuksia ja tulkintoja herättävää. [1]
Arkkitehtoninen	Rakennustaiteelle ominainen. [1]
Estetiikka	Kauniina tai taiteellisena ilmenevää ja kauneusarvoihin perustuvaa.
Futurismi	Tyyli ihannoi modernia teknologiaa ja uusia materiaaleja sekä vastustaa historiallista arkkitehtuuria. [2]
Kapiteeli	Koristeltu pylväänpää, jonka päällä palkki lepää. [1]
Konstruktio	Rakenne, rakennelma.
Massoittelu	Rakenteen tai rakennuksen muotoilua.
Minimalismi	Arkkitehtuurin suuntaus, joka korostaa olennaista ja kar- sii turhan pois.
Monumentaalinen	Suurikokoinen tai suurieleinen. [1]
Palkki	Vaakarakenne, joka kannattelee ylempiä rakenteita. [1]
Pilari	Poikkileikkaukseltaan pyöreä tai nelikulmainen raken- nuksen pystytuki. [1]
Pylväs, kolonni	Poikkileikkaukseltaan pyöreä pystytuki, joka toimii myös koristeellisena elementtinä arkkitehtuurissa. Se koostuu baasista, varresta ja kapiteelista. [1]

Sakraaliarkkitehtuuri      Uskonnollinen rakennustaide.

Tekstuuri                      Pinnan rakenne, pinnan tuntu.

## 2 Arkkitehtuuri ja kantavat rakenteet

Arkkitehtuurissa yhdistyvät rakennustekniikka ja taide. Esteettisiin arvoihin perustuvalla arkkitehtuurilla on usein suurempi vaikutus ihmisiin kuin osaamme kuvitellaan, joten sen ymmärtäminen kuuluisi jo kansalaisen perustaitoihin rakennusalan ammattilaisista puhumattakaan. Rakennusten ja rakenteiden visuaalisuudella on suuri vaikutus käyttäjiensä käyttäytymiseen, hyvinvointiin ja heidän kokemaansa viihtyvyyteen ympärillään. Ihmisen aisteista tärkein on näköaisti, jolla havainnoimme ympäristöämme ja se ohjaa alitajuisesti käyttäytymistämme. Visuaalisuus koetaan hyvin eri lailla yksilöstä riippuen. Samalla, kun joku ihastelee rakenteen muotokielen, värimaailman ja muiden elementtien luoman tunnelman aistillista kokonaisuutta, toinen ääripää ei pidä visuaalisuutta tärkeänä. Hyvin toteutunut arkkitehtuuri kuitenkin yleensä koskettaa kaikkia edes jollain tavalla, josta emme välttämättä itsekään ole aivan varmoja. Juuri kantavat rakenteet voivat luoda koko rakennuksen identiteetin. [3]

Koska arkkitehtuurin ajatellaan antavan lähes poikkeuksetta henkisen ja osin fyysisenkin kokemuksen käyttäjilleen, on sen vaikutus ihmiseen alitajuisesti merkittävä. Arkkitehtuuri tarjoaa käyttäjälleen elämyksen, mutta hyvän arkkitehtuurin ei aina tarvitse olla ennennäkemätöntä. Arkkitehtuurissa, kuten muissakin taiteissa, yksilön mielipide esteettisyydestä ja kokemuksen tunteesta on henkilökohtainen. Käyttäjän koulutus, ikä, elämäkokemus, luonne ja mielenkiinnon kohteet vaikuttavat siihen, kuinka rakenteita osataan ja halutaan havainnoida tietoisesti. Itse arkkitehtuurista kiinnostuneena, rakennustekniikkaa opiskelevana ja rauhallisena ihmisenä näen ja koen arkkitehtuurin voimakkaasti ja havainnoin sitä tarkemmin kuin esimerkiksi aiheeseen perehtymätön henkilö. Jokainen kuitenkin osaa muodostaa jollain asteella mielipiteensä esimerkiksi massiivisen kantavan rakenteen näyttävyyteen ja käytännöllisyyteen tilassa.



Tilan viihtyvyyttä edelleen arvioidaan aiemman kokemuksen ja omien mieltymysten kautta. Koska arkkitehtuurilla on niin suuri rooli ja vaikutus ihmisten käyttäytymiseen sekä mielialaan, huonolla arkkitehtuurilla ei luonnollisesti ole hyviä seurauksia. Esimerkiksi massiivinen pilari on epäkäytännöllinen tai epäesteettinen, eikä täten edistä viihtyvyyttä tilassa. [3]

Rakennesuunnittelija suunnittelee arkkitehdin suunnitelmien perusteella toteutuskelpoisen ja turvallisen ratkaisun mitoittamalla kantavat rakenteet. Rakentaminen edellyttää kommunikaatiota ja arkkitehtuuri ehkä ainoana taiteen lajinaan vaatii ympärilleen monia muita yhteistyötahoja toteutuakseen. Käytettävän kantavan rakenteen materiaali tulee valita harkiten sen ominaisuuksien perusteella verraten käyttökohteen vaatimuksia ja rajoitteita. Materiaalit luovat arkkitehtuuria ja niiden valinnalla tulisi olla sopivien rakennusteknisten ominaisuuksiensa lisäksi rakennuksen visuaalisuutta parantava vaikutus.

Arkkitehtuurissa toiminnan merkitys on tärkeää ja arkkitehtuuri onkin vahvasti käyttötaidetta, jota rakennustekniikan avulla toteutetaan. Rakenteilla oletetaan olevan jokin toiminnallinen merkitys ja kantavilla rakenteilla tämä ehto täyttyy sillä, että ne toimivat rakennuksen välttämättöminä kantavina elementteinä. Rakennuksen sortumisen estäviä kantavan rungon rakenteita voivat olla pilari-palkki-, pilari-laatta- ja kantavat seinät-laattarakenne sekä liittorakenteet. [4] Kantavan rakenteen tehtävä on siirtää yläpuolisia kuormia perustuksille ja edelleen kantavaan maapohjaan ja pitää rakennus vakaana. Sen on kestettävä palotilanteessa riittävän aikaa, jotta käyttäjät ehtivät poistua rakennuksesta. Sen on oltava riittävän luja ja kestettävä onnettomuuskuormia, kuten törmäysten tai luonnonilmiöiden aiheuttamaa värähtelyä. Mitoitettaessa kantavia rakenteita alueelliset erot ja onnettomuuden mahdollisuus on otettava huomioon (kuva 1). Kantavan rakenteen on oltava esteetön toimiakseen käyttäjästävällisesti. Kantavilla rakenteilla on paljon vaatimuksia, joten niiden suunnittelu on tarkkaa ja ammattitaitoa vaativaa työtä. Suomessa rakenteiden vaatimukset täyttyvät, kun ne mitoitetetaan ja toteutetaan eurokoodien mukaan [5.]



Kuva 1. Romahtaneet teräsbetonirakenteet. Kuvaaja Steve Hopson. [6]

Rakenteiden ja käytettävissä olevien rakennusmateriaalien turvallisuutta ja terveellisuutta tutkitaan paljon. Aikaisemmin hyvinä pidettyjä rakennusmateriaaleja tai -ratkaisuja on osoittautunut myöhemmin jopa hengenvaarallisiksi käyttäjilleen ja konstruktivisten suunnitteluvirheiden vuoksi ihmishenkiä vaativia onnettomuuksia tapahtuu silloin tällöin. Harkitsemattomasti suunniteltu kantava rakenne tai sen materiaalivalinta käyttökohteessa voi johtaa aiemmin mainittuun huonoon arkkitehtuuriin, jolloin sillä voi olla negatiivisia vaikutuksia käyttäjiensä henkiseen hyvinvointiin ja käyttäytymiseen.

Käyttökohde määrittää kantavien rakenteiden olemuksen vahvasti, eikä niitä kustannussyistä ja avoimen tilan ihannoinnin vuoksi yleensä suunnitella enempää kuin on tarpeen. Teollisuushallin kantava teräsrunko tai pysäköintihallin harmaat, kulmaviistetyt betonipilarit eivät välttämättä suunnittelun näkökulmasta edusta aikamme hienointa arkkitehtuuria. Käytännöllisyys ja turvallisuus ovat joissain tapauksissa arkkitehtuuria tärkeämpää, mutta näistä ei välttämättä tarvitsisi luopua vaikuttavaa arkkitehtuuria tavoitellessa. Käyttöarkkitehtuuriakin voidaan suunnitella esteettisesti.

Arkkitehtonisesti suunniteltuna kantavilla rakenteilla on paljon enemmän ulottuvuuksia kuin vain käytännön välttämättömyys. Ennen perehtymistäni rakennustekniikkaan tarkastelin niitä niiden ulkonäön kannalta, jos senkään. Kantavan rakenteen voi suunnitella näyttäväksi tarkoituksella, jolloin se kiinnittää huomiota ihmisiin, usein jakautuvin mielipitein. Kantava rakenne voi toisaalta olla niin tavallinen tai piilotettu rakenteiden sisään, ettei se kiinnitä huomiota. Rakenne voidaan suunnitella niinkin huonosti, että sen olemassaoloa ei voi olla noteeraamatta. Mutta mitkä tekijät erityisesti kantavassa rakenteessa vaikuttavat sen visuaalisuuteen ja arkkitehtonisiin ominaisuuksiin? Kantavan rakenteen tai siitä muodostuvan järjestelmän elementtien massoittelulla ja sijoittelulla voidaan esimerkiksi vaikuttaa tilan rytmiin, ryhtiin, akustiikkaan ja tyyliisuuntaan. Materiaalit, värimaailma, valöörit, eli värin tummuusasteet, pinnan tekstuuri, eli esimerkiksi työstetyt pinnat, pintakuviointi ja koristelu ovat tärkeässä asemassa halutun tyyllillisen tavoitteen saavuttamiseksi. Valaistus ja muut sisustukselliset elementit voivat ulkopuolisina ja myöhemmin muokattavina tekijöinä täydentää kantavan rakenteen näyttävyyttä entisestään ja luoda siihen eloa ja särmää.

Olen kokenut joidenkin kantavien rakenteiden olevan häiritseviäkin. Hyvää suunnittelua edustaa valmiin tilan hahmottaminen valittuine, standardien mukaan toteutettuine rakenteineen ja rakenteen osallistuminen rakennuksen tukemiseen käytännön toimien kannalta. Ruokalan ahtaassa tilassa ikkunapaikalta poistuminen kantavan pilarin ja ruokailevan opiskelijan tuolin välistä on hankalaa. Suuria jännevälejä on toki vaikea toteuttaa ilman kantavia pilareita tilan keskiosissa, joten kompromisseihin on varauduttava, jolloin tilan käytön suunnittelun ja irtokalusteiden sijoittelun tärkeys korostuu. Suuria jännevälejä saadaan kuitenkin nyky menetelmillä toteutettua tarvittaessa yhä paremmin ja turvallisesti ilman häiritseviä kantavia rakenteita tilan keskiosissa. Kantavat rakenteet tulisi suunnitella aina rakennuksen käyttökohteen ja sen käyttäjien mukaan mahdollisimman toimiviksi, koska myöhemmässä vaiheessa niihin puuttuminen on hankalampaa.

Uusia tuotteita ja tekniikoita kehitetään jatkuvasti alati haastavampien kohteiden vaatimuksien täyttämiseksi ja entistä paremman ja näyttävämmän arkkitehtuurin

mahdollistamiseksi, joten myös uudet innovaatiot lisääntyvät kantavien rakenteiden osalta.

### **3 Kantavien rakenteiden arkkitehtoninen kieli ja keinot**

Rakennusten ja rakenneosien estetiikka ja ympäristöönsä integroituminen ovat usein mielipidekysymys. Ne kuitenkin lähettävät viestejä toisilleen, ympäristölleen ja käyttäjilleen. Vaikka ne ovatkin yksittäisiä ja irrallisia, ne muodostavat ympäristön, jolta ei voida välttyä arkipäiväisessä elämässä. Rakennusten ja sen osien kommunikointia kutsutaan arkkitehtuurin kieleksi ja sen syvämpi ymmärtäminen vaatii visuaalisuuden keinoihin ja arkkitehtuuriin perehtymistä sekä entistä tarkempaa ympäristön havainnointia. Koska rakennukset ja sen kantavat osat itsessään ovat mykkiä kappaleita, käyttäjien on määriteltävä itse niiden lähettämiä viestejä, joita itse alkuperäiset suunnittelijat usein selittävät ja perustelevat, jotta ne avautuvat kaikille. Oikein toteutuessaan kieli on kansainvälisesti ymmärrettävää, sillä esimerkiksi kantavien rakenteiden olemassaolon ja niiden perimmäisen käyttötarkoituksen voi jokainen ymmärtää. Ilman niitä rakennus sortuisi. Koska rakennusten ja rakenteiden tulkitseminen perustuu mielipiteisiin, ei suunnittelijan alkuperäinen tavoite kuitenkaan välttämättä aina toteudu kaikkien muiden mielestä. [3; 7]

Kantavat rakenteet voidaan tuoda tilaan hallitsevina elementteinä, ne voidaan piilottaa tai suunnitella minimalistisiksi ja huomaamattomiksi, mikäli niiden rakennusta pystyssä pitävää, välttämätöntä olemassaoloa ei haluta korostaa liiaksi. Ne voivat siten piiloutua, sulautua ympäristöönsä tai vastaavasti luoda rakennuksen imagoa tuoden pysyvää ryhtiä ja rytmiä. Rytmillä tarkoitetaan rakenteiden tietoista sijoittelua tilassa, tietyin välimatkoin. Rakennuksen tai tilan suoraviivaisuus, selkeys, symmetria tai rytmi voidaan päinvastoin rikkoa tietoisesti kantavan rakenteen avulla mielenkiinnon luomisen tehokeinona. Vastakohtien korostaminen on eräs tehokas keino, jota kantavalla rakenteella voidaan toteuttaa muuhun tilaan verrattuna helposti ja esteettisesti. Vastakohtien hyödyntäminen onnistuu myös esimerkiksi materiaalien yhdistelyillä.

Arkkitehtuuria suunnitellessa kantavien rakenteiden osalta on tärkeää ymmärtää materiaalien teknisten ominaisuuksien lisäksi niiden henkimää tuntua tilaan. Tuoko materiaali esimerkiksi tilaan kylmää vai lämmintä olemusta tai onko materiaali luonnollinen vai teollinen? Millaista tuntua haetaan? Viihtyvyyden luominen on ensisijaisen tärkeää. Arkkitehtuuri toki voi olla luontainen vaurauden tai sosiaalisen statuksen ilmaisukeino muille ihmisille, mutta suurin tavoite, viihtyvyys ja sen tärkeys on unohdettu jossain määrin. Materiaalien lisäksi pinnan tekstuurit ja värit voivat vaikuttaa viihtyvyyteen tilassa. Päiväkodeissa, kouluissa ja muissa julkisissa rakennuksissa on alettu hyödyntää yhä enemmän erilaisia värejä ja pintakuviointeja. Puu on noussut terveellisen sisäilman vuoksi trendikkääksi materiaaliksi, sillä se vaikuttaa tilojen viihtyvyyteen, joka taas edesauttaa positiivisesti käyttäjiensä hyvinvointia ja työskentelytehokkuutta. [7]

Julkiset rakennukset, kuten museot ja kauppakeskukset, on suunniteltu edustaviksi kantavia rakenteitaan myöten. Arkkitehtuuri voi olla yksi tapamme kommunikoida ja lähettää viestejä, joita odotamme myös kanssaihminen ymmärtävän. Aina tämä ei toteudu ja tulemme väärinymmärretyiksi, sillä puhumme ja tulkitsemme kieltä joskus väärin. On olemassa selkeitä arkkitehtonisia kielellisiä keinoja, esimerkiksi varakkuuden ja edustavuuden ilmaisuun, joita lähes kaikki ymmärtävät. Valtiot hyödyntävät vaikuttavaa arkkitehtuuria viestiäkseen omia poliittisia valtasuhteitaan ja edustavuuttaan kansainvälisesti. Silti arkkitehtuuri sisältää paljon asioita, joissa on tulkinnan varaa ja mielipide-eroja.

Julkiset rakennukset ja monumentaaliarkkitehtuuri luovat kaupungin imagoa ja niissä yhdistyy tyylikkaiden, kantavien rakenteiden suunnittelu ja arvokkaat rakennusaineet. Helsingin eduskuntatalon (kuva 2) korkeat pilarit luovat rakennukseen rytmiä ja voimaa. Ne suojaavat julkisivua ja sen kauniita holvi-ikkunoita sateelta, tuulelta ja ihmisten katseilta. Ne luovat ikään kuin oman erillisen julkisivunsa. Yksityiskohtiin on kiinnitetty huomiota pilarien päiden eli kapiteelien koristuksilla ja pilarien runkoja symmetrisesti urittamalla (kuva 3). Eduskuntatalon suunnittelija J. S. Sirén hyödynsi kreikkalais-roomalaisia arkkitehtuurin muotoja luomaan rakennukselle vahvaa valtiota, demokratiaa ja

kansanyhteyttä symboloivaa estetiikkaa. Jykevän rakennuksen julkisivu koostuu 14 upeista korinttilaistyyllisestä punagraniittipylväästä, joiden kapiteeleissa toistuu lehtikuviokoristelu. Pylväät muodostavat pylväsportiikin, eli niin sanotun ulkoilmakäytävän julkisivun edustalle [1]. Symmetria hallitsee rakenteita sisä- ja ulkopuolella. [8]



Kuva 2. Helsingin eduskuntatalo, J. S. Sirén. Kuvaaja Janne Hellsten. [9]



Kuva 3. Kapiteelit eduskuntatalon neljännen kerroksen korkeudella. Kuvaaja Guillaume Baviere. [10]

Poliittisesti arvokkaiden rakennusten rakennekieli on maailmanlaajuisesti yhtenevää ja kantavat rakenteet nousevat niissä esiin hallitsevina elementteinä. Esimerkiksi Berliinin parlamenttitalossa (kuva 4) ja USA:n Valkoisessa talossa (kuva 5) on paljon samaa kuin Helsingin eduskuntatalossa tyyllisesti. Niiden muotokielestä ja arvokkaista kivirakenteista voi ymmärtää poliittisen käyttötarkoituksen ja arkkitehtonisen arvokkuuden. USA:n valkoisen talon valkoinen väri tekee rakennuksesta arvokkaan ja uuden näköisen kantavine, rytmikkäine pylväineen, mutta samalla peittää kivirakenteen ominaisen luonteen ja sen kertomat tarinat. Myös symmetria ja järjestys hallitsevat selvästi ja tunnusomaisesti poliittisesti merkittäviä rakennuksia, jotka antavat valtiosta voimakkaan ja päättäväisen kuvan. Materiaalin arkkitehtoninen, iän kartuttama arvokkuus korostuu erityisesti rehellisissä ja kauniisti kuluviissa kivirakenteissa.



Kuva 4. Berliinin parlamenttitalo, Saksa, Norman Foster ja Paul Wallot. Kuvaaja Jorge Láscar. [11]



Kuva 5. Valkoinen talo, Washington D.C, USA, James Hoban. Kuvaaja Alex Proimos. [12]



Arkkitehtuurin tavoite on luoda käyttäjilleen elämänvoimaa ja henkiä terveyttä. Tutuksi ja turvalliseksi mielletyt harmaan eri sävyt edustavat omaa tyyliänsä, mutta eivät välttämättä herätä sielunvoimiamme henkiin. Arkkitehtuurin tulisi saada aikaan enemmän iloa ja elävyyttä, mihin voisi löytyä ratkaisu esimerkiksi värein. Ympäristön ilottomuuden koetaan olevan yhteydessä uupumukseen, voimattomuuteen ja jopa masennukseen. Koetaan myös, että suorakulmaiset muodot kahlitsevat ihmisten sisäisiä voimia. [13]

Väreillä voidaan yksilöllisesti vaikuttaa käyttäjien mielialaan ja vireyteen sekä viihtyvyyden kokemiseen. Lämpimiä värejä kuvaillaan aktiivisiksi, aggressiivisiksi ja läheisiksi. Kylmät värit taas mielletään passiivisiksi ja rauhoittaviksi, mutta etäisiksi. Esimerkiksi musta on kunnioitusta herättävä, muodollinen, hienostunut, vahva ja hieman mystinen. Se auttaa pysähtymään ja pohtimaan. Valkoinen henkii puhtautta, rehellisyyttä, viattomuutta ja toisaalta myös surua. Se on neutraali, siisti, raikas ja futuristinen. Se huokuu energiaa, valoa ja vapautta. [14]

Kantava rakenne voi massiivisuudellaan luoda vakaan ja turvallisen tunnetilan. Pienimuotoinen tai rakenteen sisään suunniteltu, näkymätön kantava rakenneratkaisu taas voi antaa käyttäjilleen jännittävän tunteen, esimerkiksi katsottaessa alas merelle kallion jyrkänteen yli ulottuvan, alhaalta tukemattoman, ulokkeen päässä olevasta ikkunasta. Massoittelu on tärkeä osa kantavan rakenteen suunnittelua ja se voi ottaa vaikutteita historiasta tai inspiroitua erilaisista muodoista tai aiheista, kuten luonnosta. Materiaalin ominaisuudet ja mahdollisuudet sekä tekniikka rajaavat kehyksen suunnittelulle ja muodoille.

Kantavilla rakenteilla voidaan luoda rakennukseen uusia ulottuvuuksia. Arkkitehtuurissa on otettava huomioon valon ja varjon käyttäytyminen osana rakenteen toimintaa. Valot ja varjot muuttavat muotoaan vuorokauden eri aikoina ja vaikka rakenne itsessään on kiinteä, valot ja varjot elävät omaa elämäänsä rakenteen ympärillä. Valot ja varjot voivat esimerkiksi muodostaa mielenkiintoisia kuvioita. Rakenteen massoittelu vaikuttaa vahvasti valojen ja varjojen luonteeseen ja vuorovaikutukseen (kuva 6).



Kuva 6. Valojen ja varjojen elämää kiinteän rakenteen ympärillä. Kuvaaja Jwlt Freiburg. [15]

Hyvin suunniteltu, esteettinen ja käytännöllinen arkkitehtuuri palvelee käyttäjiään ja on ilo kaikkien silmälle koko rakennuksen elinkaaren ajan. Materiaalit luonnollisimmillaan edustavat parasta kokemaani arkkitehtuuria, joten opinnäytetyössä on keskitytty yleisimpien rakennemateriaalien arkkitehtuuriin.

#### **4 Visuaalisten kantavien rakenteiden historiaa**

Arkkitehtuurin ja kantavien rakenteiden historia ulottuu kauas Egyptiin. Pilari-palkkijärjestelmä on tuttu jo kaukaa historiasta ja sitä käytetään yhä suurimmaksi osaksi kantavana rakennejärjestelmänä. Suomessa arkkitehtuurin kehitys on laahannut Euroopan maiden perässä ja niihin verrattuna on ollut verrattain vaatimatonta. Yhteistä arkkitehtuurin kehityksessä on kantavien rakenteiden avulla luotu ilme monumentaaliarkkitehtuurissa. Kantavilla rakenteilla voitiin viestiä varakkuutta ja valtaa. Kalleimmat, upeimmat ja kestävimät kivilajit on

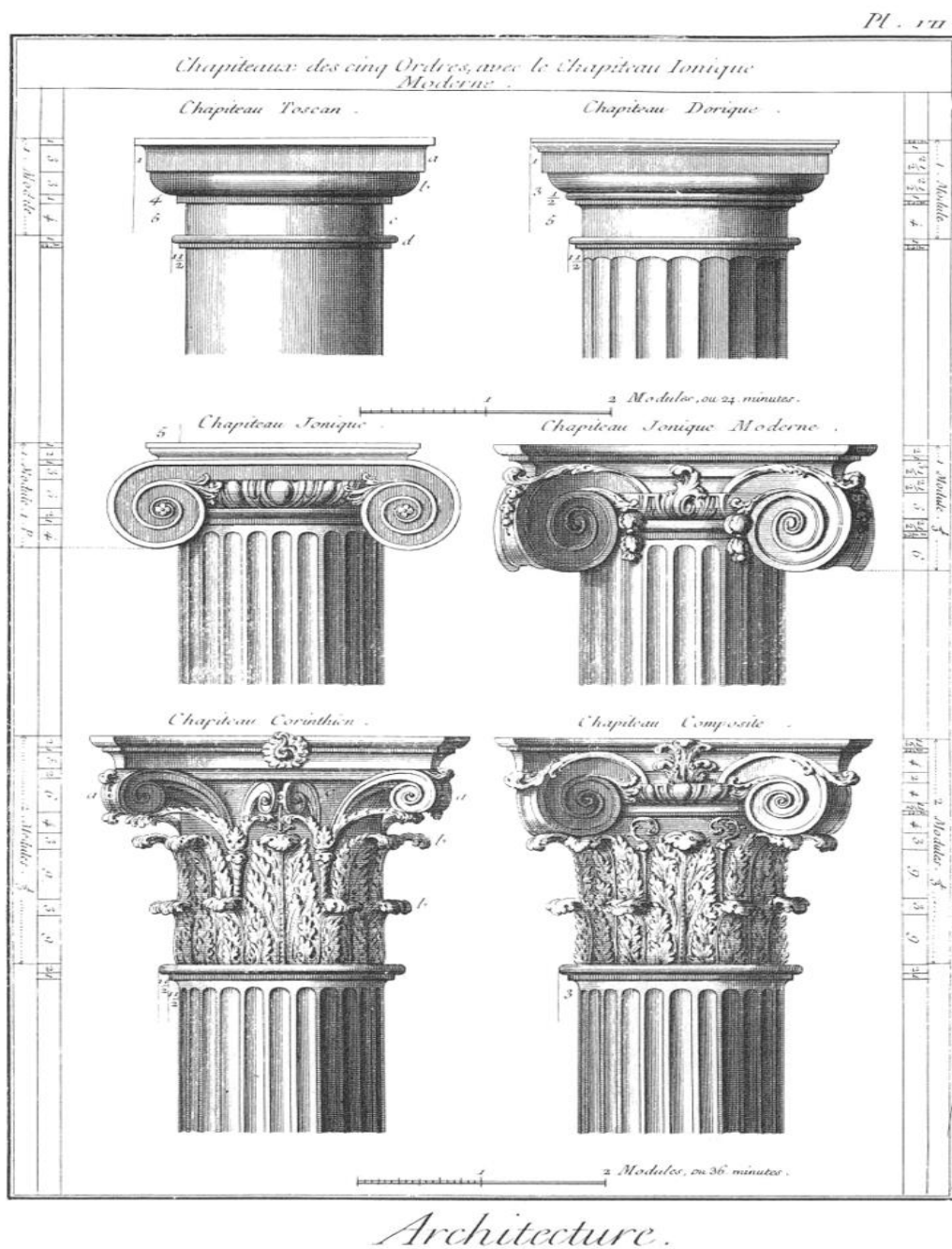
hyödynnetty esimerkiksi sakraaliarkkitehtuurissa ja poliittisesti tai kulttuurisesti merkittävien kohteiden rakenteissa. Poliittisesti tai kulttuurisesti merkittävään arkkitehtuuriin on haluttu panostaa rakennusten pitkäikäisyyden ja näyttävyyden saavuttamiseksi ja juuri kantavat rakenteet ovat selkein osa luomassa vahvaa ja arvokasta ilmettä näille rakennuksille. [16]

#### **4.1 Antiikin Kreikan ja Rooman arkkitehtuuri kivirakenteiden aatelia**

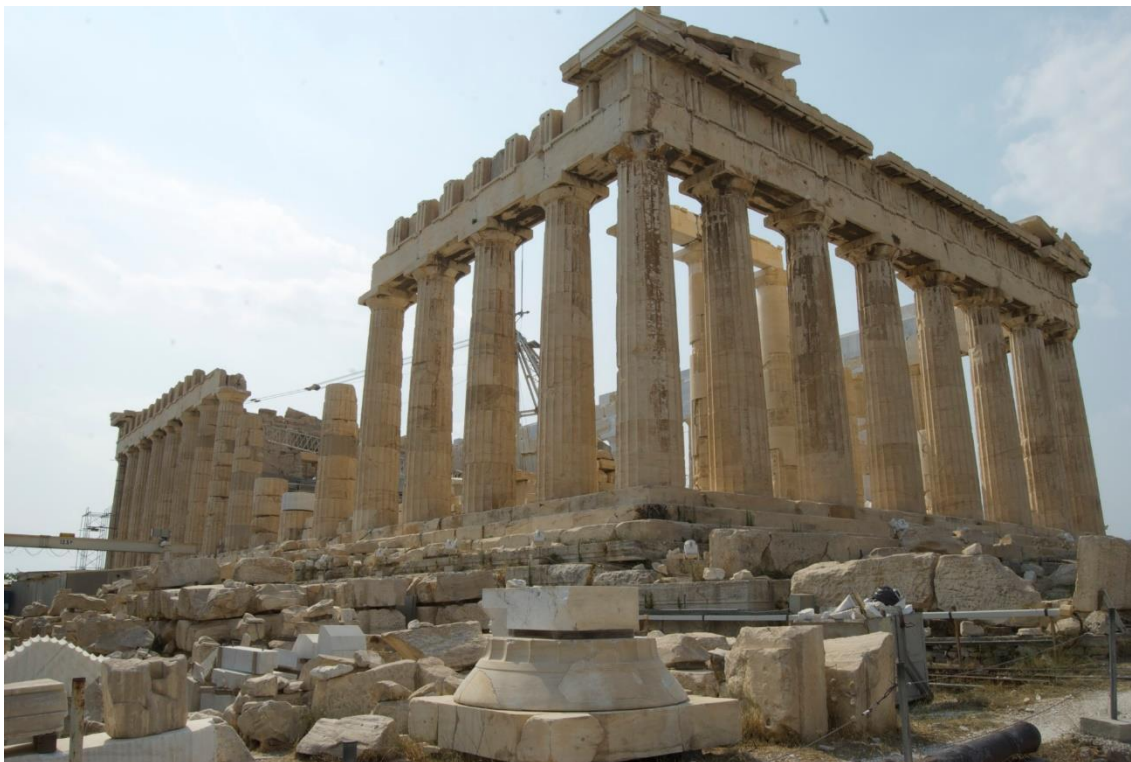
Antiikin Kreikan aikakausi 480 - 330 eaa. on arkkitehtuurissa merkittävä kantavien rakenteiden osalta. Pylväät eli kolonnit olivat pilarin tavoin kantavia pystyrakenteita ja koristeellisia elementtejä arkkitehtuurissa. Ne kannattelivat palkkeja ja koostuivat baasista eli jalustasta, varresta sekä kapiteelista, eli pylvään päältä. Klassisissa pylväissä jalustan ja etenkin kapiteelin muotomaailman lisäksi varsiosassa oli työstetyt kanneluurit eli pystyuritukset, korostamaan elementin pystysuuntaista linjaa. Liitinpalkkina toimiva arkkitraavi (kuva 8) lepäsi pilariston päällä ja kannatteli kattorakenteita. [1; 17]

Antiikin Kreikassa syntyneitä klassisia pylväsjärjestelmiä oli kaikkiaan kolme (kuva 7). Doorilaiset pylväät olivat tyyliään minimalistisimpia ja joonialaisten pylväiden kapiteeleissa ominaista oli voluutta, eli spiraalimainen koriste. Korinttilaiset pylväät olivat usein koristeellisimpia ja niiden kapiteelien muotoilut olivat saaneet inspiraationsa akantin lehdistä. Roomalaiset kehittivät lisäksi tyyliään pelkistetyimmän toscanalaisen pylvään sekä komposiittapylvään, joka oli kaikessa koreudessaan joonialaisen ja korinttilaisen yhdistelmä. Antiikin aikaisissa pylväissä ja pilareissa saattoi toistua ihmishahmoja esittävää muotokieltä. [1; 17; 18] Naishahmoiset pylväät ovat nimeltään karyatidipylväitä (kuva 9) ja mieshahmoiset atlanttitylväitä [19.]

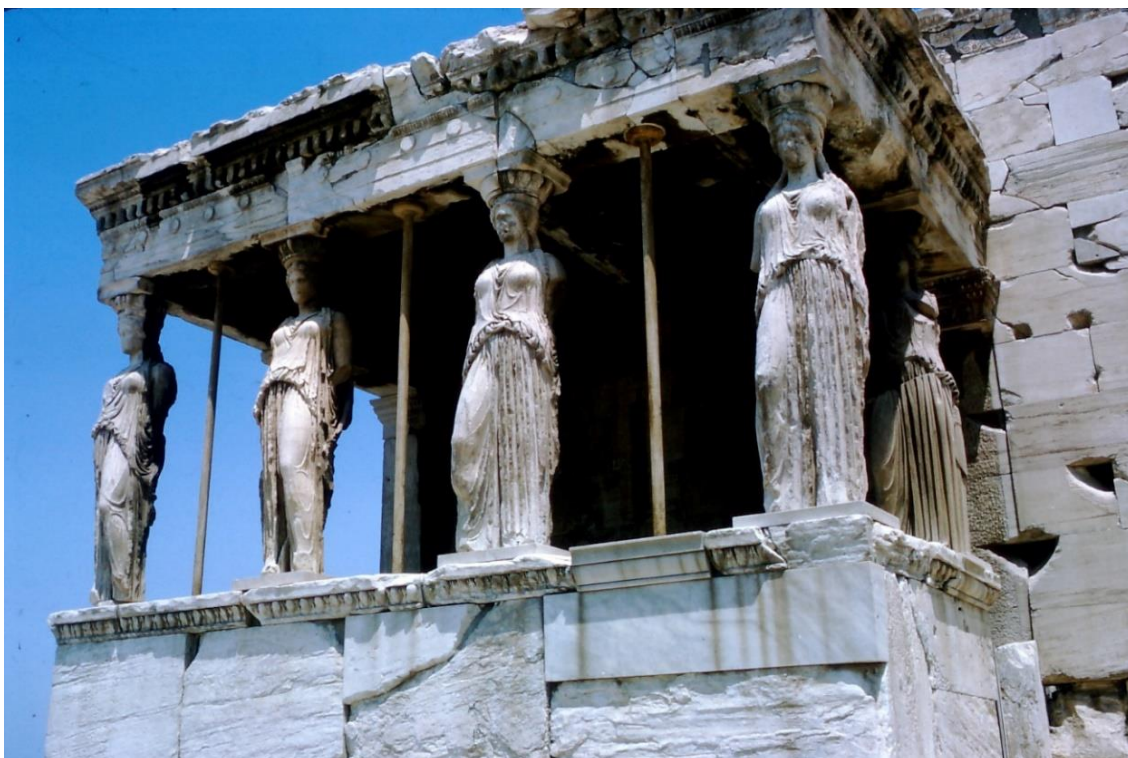
Pilaria tai pylvästä ei pidä sekoittaa nimeltään samankaltaiseen pilasteriin (kuva 10). Pilasteri on yleensä rakennuksessa kiinni oleva suorakaiteen muotoinen, koristeellinen, litteä pilari, joka ei pääsääntöisesti ole osa rakennuksen kantavaa rakennetta. Pilasterilla on usein jalusta ja kapiteeli ja se on esteettinen elementti arkkitehtuurissa. Myös pilasterit kuuluivat antiikin ajan arkkitehtuuriin. [1]



Kuva 7. Klassiset kapiteelit: toscanalainen, doorilainen, kaksi joonialaista, korinttilainen ja komposiitta. Viidessä jälkimmäisessä on myös varren kanneluurit. [20]



Kuva 8. Arkkitraavi kanneluurein koristeltujen pylväiden päällä. Kuvaaja Claire Rowland. [21]



Kuva 9. Naishahmoiset karyatidipylväät. Kuvaaja Janice Waltzer. [22]



Kuva 10. Pariisin Gare du Nordin joonialaiset pilasterit, Jacques Ignace Hittorff. Kuvaaja Hugh Llewelyn. [23]

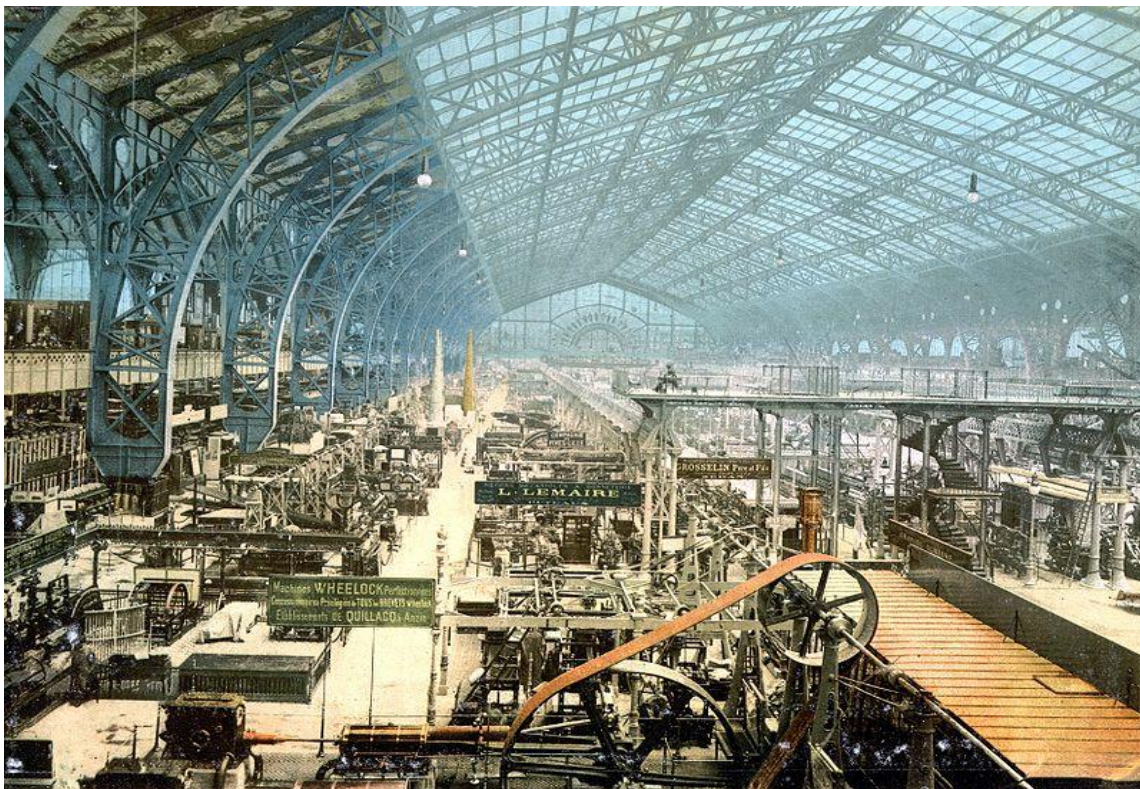
Antiikin roomalainen arkkitehtuuri inspiroitui ja poimi parhaat osat antiikin kreikkalaisesta arkkitehtuurista. Roomalaisen antiikin kantavien rakenteiden muotokieli oli hyvin samankaltaista ja merkityksellistä arkkitehtuurissa kuten antiikin Kreikan arkkitehtuurissakin. Ominaisia antiikin arkkitehtuurille olivat kestävät ja arvokkaat rakennusmateriaalit. [18] Esimerkiksi Ranskan Palace of Justicen mahtipontiset rakenteet on toteutettu antiikin muotokielen mukaan (kuva 11).



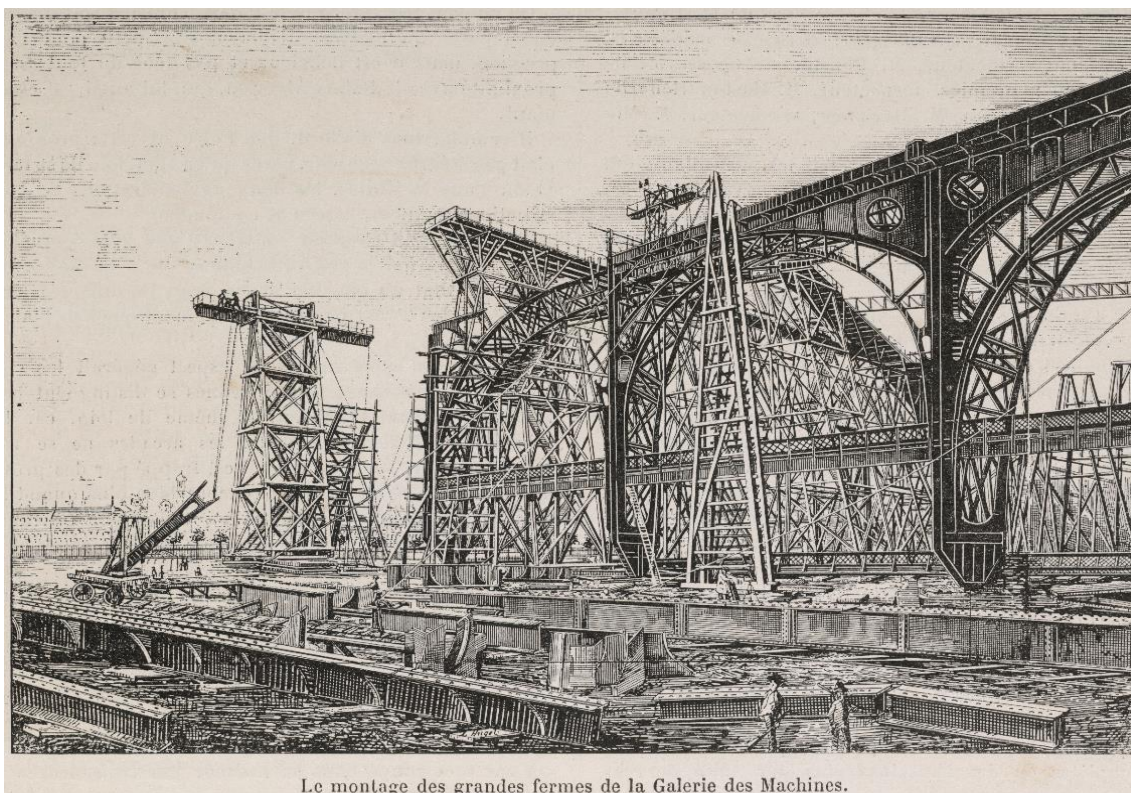
Kuva 11. Palace of Justice, Pariisi, Ranska, Joseph-Louis Duc. Kuvaaja Francisco Anzola. [24]

#### 4.2 Teollinen aikakausi ja teräs- ja rautarakenteet

Antiikin ajan jälkeen kantavien rakenteiden kannalta merkittävä aikakausi arkkitehtuurissa ja insinööritieteissä tapahtui 1800-luvulla raudan ja siitä valmistettavan teräksen käyttöönoton johdosta teollisen vallankumouksen ansiosta. Aiemmin rautaa käytettiin sen kalleuden vuoksi vain välttämättömään rakenteiden vahvistamiseen ja koossa pitämiseen. Ensimmäiset rautarakenteet olivat siltoja ja teollisuusrakennuksia (kuva 12; kuva 13), mutta materiaalina rauta mahdollisti aivan uudenlaiset muodot rakentamisen kannalta. Uudet rakennukset voitiin toteuttaa suuriksi ja ilmaviksi, mutta historiallisten esikuvien hallitsemaan arkkitehtuuriin teräs ja rauta eivät sopineet. 1830-luvulla raudan estetiikka nousi arvostetuksi ja sitä alettiin käyttää itsenäisenä pystyrakenteena. 1800-luvun lopulla teräsbetonin käyttöönoton vuoksi sen käyttö laantui, mutta palasi jälleen 1970-luvulla teollisuuden tuotantorakennusten näkyväksi arkkitehtuuriksi. Lasi-teräsrakenteet yleistyivät 1900-luvun lopulla julkisessa rakentamisessa. [25]



Kuva 12. Galerie des Machines, Pariisi, Ferdinand Dutert. [26]



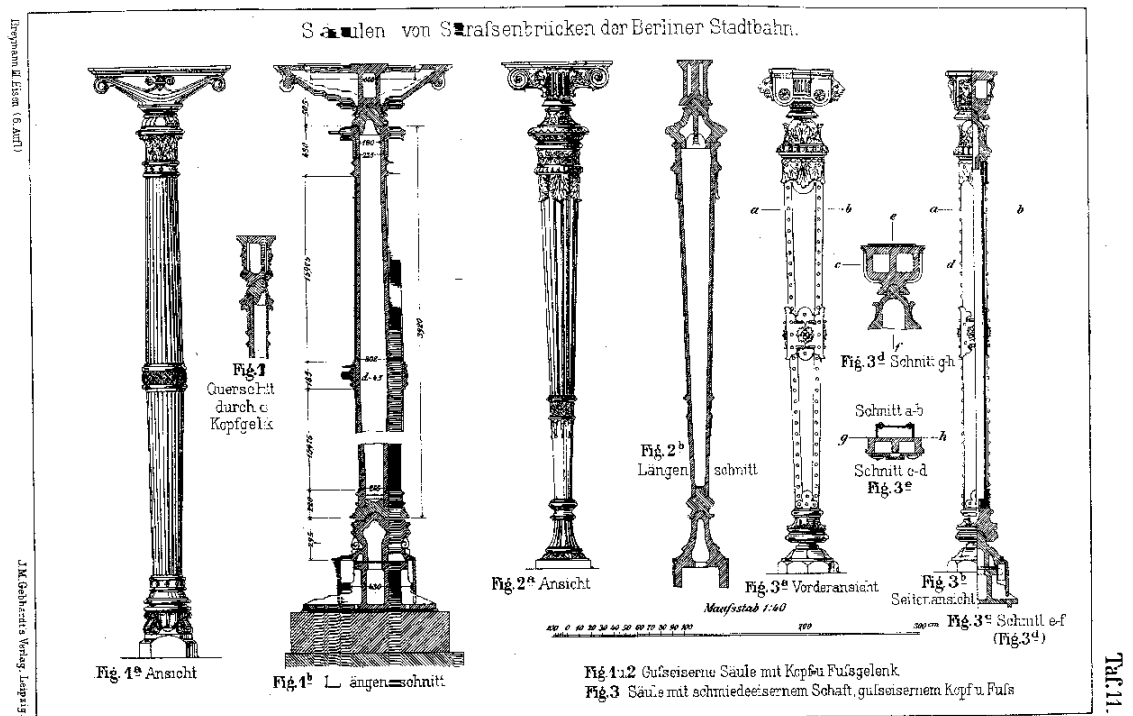
Kuva 13. Teollisen vallankumouksen rautarakenteet. Galerie des Machines. [27]



Arkkitehtuurin todellisuus saavutetaan silloin, kun rakenne tai muoto ei jäljittele toista materiaalia. Arkkitehdit olivat tätä mieltä jo teollisuuden vallankumouksen aikaan. Rakenteet ja niiden koristeet haluttiin näyttää avoimesti tuoden esille niiden kantavat voimat. Muodon esteettisyys oli ehdotonta arkkitehtuurille. 1800-luvulla arkkitehdit suosivat valuraudan sijaan aidompana materiaalina takorautaa, jota oli taiteellisesti haastavampaa työstää. Koska insinöörit eivät usein olleet esteetikkoja, oli arkkitehtien sovellettava insinöörien tekemiä rautaisia rakennemuotoja uuden arkkitehtonisen tyylin luomisessa. [28]

1800-luvulla raudasta kehitettiin takorautaisia palkkeja. Kuitenkaan ne eivät vielä vakuuttaneet raudan soveltuvuutta monumentaaliarkkitehtuurin rakennusmateriaaliksi. Raudan luonne ei ollut monumentaalinen, koska se ei henkinyt aineellista lujuutta, vakautta ja tasapainoa kiven tavoin. Paloturvallisuus ja jatkuva huollon tarve ruostumista vastaan olivat huonoja ominaisuuksia, joita ei ollut esimerkiksi kivirakenteilla. [28]

Koska insinööritieteet ja arkkitehtuuri olivat eriytyneet toisistaan, vaikeutti se myös rautakonstruktioiden taiteellisen näkökulman ratkaistavuutta. Vain insinöörien laskennallisilla menetelmillä ei voitu luoda arkkitehtuuria, joten arkkitehdit kehittivät visuaalisia valurautaisia pylväitä (kuva 14). [28]



Kuva 14. Arkkitehtonisia rautapylväitä. [29]

Halli- ja sillarakentamisessa, eli niin sanotussa hyötyarkkitehtuurissa, takoraudan esteettisyys muodostui ongelmallisemmaksi. Insinöörit puolsivat tarkoituksenmukaisuutta, lujuutta, kestävyyttä ja taloudellisuutta. Heidän mielestään muotoa ei määrää estetiikka, vaan itse konstruktio. Teräsrakenteet olivat insinöörien mielestä luonnollisesti kauniita. Rautarakentamiseen liittyvät tieteelliset keksinnöt osoittivat edistystä enemmän kuin sen taiteelliset saavutukset. Esimerkiksi insinöörien suunnittelema, aikakautensa luonteenomainen Forth-terässilta (valmistunut vuonna 1889) (kuva 15) ei esteettisten arkkitehtien mielestä edustanut arkkitehtuuria, vaan yksinomaan hyötyä. Raudan vallankumouksellinen arkkitehtuuri perustui pitkälti insinööriyöhön. [28]



Kuva 15. Rautarakenteinen Forth-silta, Edinburg, Skotlanti, John Fowler ja Benjamin Baker. Kuvaaja Chris Combe. [30]

### 4.3 Hirveän hieno betonibrutalismusi

1800-luvun lopulla keksitty teräsbetoni mullisti betoniarkkitehtuuria uudella tavalla ja syrjäytti kalliin teräksen ja raudan käytön runkomateriaalina hetkellisesti. Hillitty, modernistinen (kuva 16) ja mielipiteitä jakava arkkitehtuurin suuntaus, betonibrutalismusi, kukoisti 1950-1970-luvuilla. Se suosi karulla tavalla konstruktivista selkeyttä ja viimeistelemättömyyttä, joten tyypillisiä piirteitä sille ovat puhtaslinjainen muotokieli sekä viimeistelemätön betonipinta ja pelkistetyt rakenteet. Raskaat rakenteet olivat vastakohta keveille rakenteille. Kantavat rakenteet olivat rehellisesti esillä ja aidon betonin annettiin ilmaista itseään voimakkaasti (kuva 17). [31]



Kuva 16. Modernistinen IBM La Gaude, Nizza, Ranska, Marcel Breuer. Kuvaaja Phillip Pessar. [32]



Kuva 17. Brutalistinen Johnson-taidemuseo, New York, USA, I.M. Pei. Kuvaaja Adam Kuban. [33]

Suomessa 1970-luvulla suurten rakennettujen koulujen yleisin rakennusjärjestelmä oli paikallavalettu betonipilari-palkkirunko [34.] Roihuvuoren kansakoulu on hyvin säilynyt, mutta kunnostusta vaille oleva betonibrutalistisen aikakauden aarre, joka luo voimakkaan kontrastin ympäröivään luontoon verrattuna. Abstraktista rakennuksesta eroon haluavia on paljon, joten Roihuvuoren koulua (kuva 18) kutsutaankin "hirveän hienoksi". [35]



Kuva 18. Rauhavuoren kansakoulu vuonna 1967. Digitoitu alkuperäisestä negatiivista. Kuvaaja Matti Saanio. Suomen valokuvataiteen museo. [36]

#### 4.4 Konstruktivismi ja dekonstruktivismi

Ranskalaisen arkkitehti Auguste Perret'n sanonta "Joka peittää kantavan pylvään, tekee virheen, joka tekee valepylvään, tekee rikoksen", kuvaa ytimekkäästi 1910- ja 1920-luvun konstruktivistista ajattelua. Rakenteellinen taide nousi merkittäväksi Chicagon koulun teräsarkkitehtuurin myötä 1800-luvun lopulla ja jatkui 1900-luvun alussa Auguste Perret'n arkkitehtuuriteoriassa Euroopassa. Sen tavoitteena oli geometrisista elementeistä sommiteltu, abstrakti kokonaisuus. 1920-luvulla esiintyi kahdenlaista konstruktivistista aatesuuntaa; neuvosto-venäläinen ja eurooppalainen, eli kansainvälinen, konstruktivismi, jossa esiintyi esittävää taidetta ja ekspressionismia vastustavia taidesuuntia. [37] Arkkitehtuurin kannalta konstruktivismi ihanoi näkyvää rakennetta, joten Suomessa konstruktivismi asettui Alvar Aallon rakenteita piilottavan arkkitehtonisen tyylin vastustajaksi. [38]

1900-luvun lopulla syntyneen dekonstruktivistisen arkkitehtuurin tarkoitus on soveltaa konstruktivismia nykyarkkitehtuuriin. Rohkean dekonstruktivismiin päämäärä on hyödyntää vastakohtia, epäjatkuvuutta ja ristiriitaisuuksia. Varsinaista yhdistävää muotokieltä ei ole, vaan se pyrkii hyödyntämään muotoja ja rakenteiden muunnoksia arkkitehtuurissaan (kuva 22). Geometria, pysyvyys ja kiinteys ovat historiaa ja se hajottaa tilan, ajan ja paikan yhtenäisyyden illuusion. Syntyy katkonaisia muotoja ja sekasorron tunne, kun rakennuksen ulkomuoto on hyvinkin ristiriidassa ympäristöönsä (kuva 23). Se uhmaa utopistisuudellaan harmoniaa ja painovoimaa. Arkkitehtuuri esiintyy särmikkäänä, dramaattisena ja jopa aggressiivisena. Erityisesti futuristinen arkkitehtuuri on saanut vaikutteita dekonstruktivismista. Zaha Hadid on suosittu dekonstruktivistisen arkkitehtuurin harjoittaja (kuva 19; kuva 20; kuva 21). [39]



Kuva 19. Bergiselschanze-mäkihyppytori, Innsbruck, Itävalta, Zaha Hadid. Kuvaaja Guillaume Baviere. [40]



Kuva 20. Zaha Hadid-rakennus, Wien, Itävalta, Zaha Hadid. Kuvaaja Roland Skof-Peschetz. [41]





Kuva 21. Heydar Aliyev, Azerbaijan, Zaha Hadid. Kuvaaja Aleksandr Zykov. [42]



Kuva 22. Heydar Aliyevin levyillä pinnoitettu teräsrunko. Kuvaaja Aleksandr Zykov. [43]



Kuva 23. Rakennusmassasta erottuva Heydar Aliyev. Kuvaaja Aleksandr Zykov. [44]

## 5 Teräsrakenteet arkkitehtonisena elementtinä

Terästä valmistetaan poistamalla raudasta hiili ja sekoittamalla siihen muita metalleja. Teräs on hyvä runkorakenne ominaisuuksiensa ansiosta. Siitä on yksinkertaista rakentaa kantavia runkoja ja hitsattavana materiaalina liitokset ja kiinnitykset ovat yksinkertaisia toteuttaa. Myöhemmin tehtävät muutokset runkoon on helposti toteutettavissa ja palkki on mahdollista hitsata jopa pilarin kylkeen. Teräksellä on hyvä lujuus-painosuhte, eli se on kevyt, mutta luja materiaali. Se on homogeeninen eli tasakoosteinen materiaali ja sitä voidaan valmistaa erilaisilla halutuilla ja siltä vaadittavilla mekaanisilla ominaisuuksilla. Kosteuden vaihteluilla ei ole teräksen kannalta merkitystä ja sillä on hyvä kulutuskestävyys, pitkä käyttöikä ja yleensä hidas korroosioetenemä. Lukuisia

kertoja kierrätettynäkään teräs ei menetä hyviä ominaisuuksiaan, joista tärkein lienee vetolujuus. Huonoja ominaisuuksia teräksellä on korroosio alttiissa olosuhteissa, hieman kallis valmistettavuus sekä sen tehokas kuumentuminen palotilanteessa, jolloin se menettää nopeasti lujuuttaan. [45]

Terästä käytetään erilaisissa halleissa ja silloissa pientalojen ja julkisten rakennusten lisäksi runkomateriaalina (kuva 24). Teräksen runkojärjestelmiä ovat pilarit-palkki-laatta-, pilari-laatta- ja liittorunko sekä kehärakenteet ja kantavat teräsrakenteiset seinät. [46] Ristikkorakenteet on helppo toteuttaa teräksestä yhdistelemällä palkkeja toisiinsa niin sanotun avaruusrakenteen luomiseksi, mikä estää teräksen taipumaa [47.]



Kuva 24. Teräsrakenteinen Ruhr-museo, Saksa, HG Merz- arkkitehdit. Kuvaaja August Brill. [48]

Lontoon Peckham-kirjaston (kuva 25) julkisivun edustalla kattorakenteita kannattelee vino ja hoikka teräsputkijärjestelmä. Kannatuksen vinous ja epäsymmetrisyys rikkoo suoralinjaisen ja massiivisen rakennuksen selkeyttä

mielenkiintoisesti. Hoikat teräsputket näyttävät jopa vaarallisen ohuilta ja kykenemättömiltä kannattelemaan jykeviä yläpuolisia rakenteita.



Kuva 25. Peckham-kirjasto, Lontoo, Alsop & Störmer. Kuvaaja Ellen Forsyth. [49]

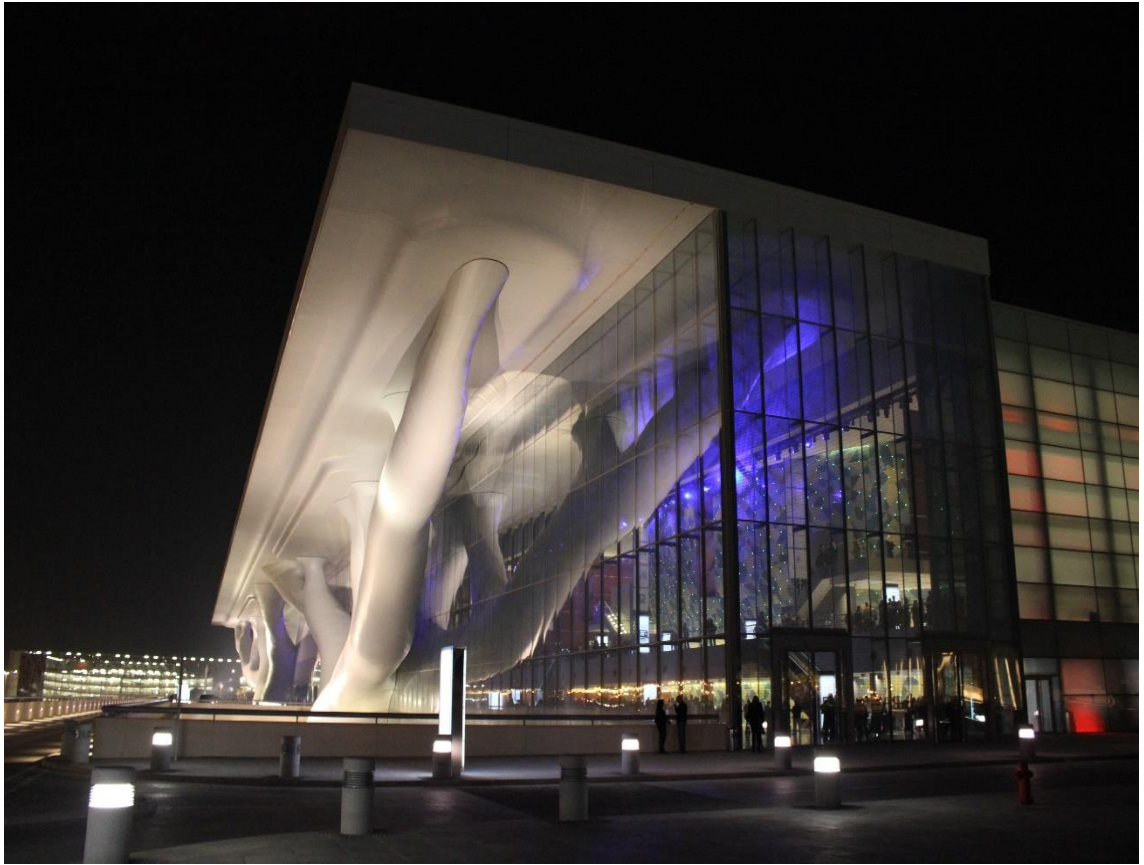
Rakenteiden massoittelussa inspiraation aiheet voivat johtaa esittäviin rakenteisiin ja muotoihin, jotka jäljittelevät luontoa ja sen osia. Stuttgartin lentoaseman (kuva 26) valkoiset teräspilarit ovat puun muotoon muotoiltuja kantavia elementtejä. Tyyliiltään pilarit haaroineen ovat teollisen tuntuiset, hyvin suoraviivaiset ja samanlaiset keskenään, eivätkä varsinaisesti esitä puulle luonnollista epäsymmetriaa.



Kuva 26. Stuttgartin lentoasema, Stuttgart, Saksa, GMP-arkkitehdit. Kuvaaja Stefan Klocek. [50]

Suomen ja Euroopan ulkopuolella arkkitehtuuri voi olla kovin erilaista ja jopa rohkeaa. Kulttuuri ja valtion varakkuus ohjaavat arkkitehtuuria vahvasti. Luonnosta inspiroitunutta, luonnollisempaa muotoilua tarjoaa Qatarin kansallisen kokouskeskuksen (National Convention Centre, QNCC) (kuva 27) todellinen katseenvangitsija, julkisivun massiivinen, kattorakenteita kantava, epäsymmetrinen pilari. Rakenteen muotokielen ja pehmeän luonnollisen värin ansiosta se on aidosti esittävä elementti. Kantavilla rakenteilla voi olla vahvaa symboliikkaa, joka määrittää rakennuksen imagoa, käyttäjiä tai käyttötarkoitusta. Jopa 250 metrin korkuinen, metallirakenteinen tukipilari jäljittelee tyyliteltyä Sidrapuuta, joka on Qatarin ikoni ja Qatar-säätiön symboli. Mahtipontista elementtiä rauhoittaa taustan hillitty, suoraviivainen lasipinta ja taitava valaistus tuovat rakenteen muotokielen esiin toivotulla tavalla. Valon avulla korostetusta rakenteesta huolimatta kokonaisuus ei ole sekava, vaikka lasipinta heijastaakin rakenteita. Arabiemiraatit ovat tunnettuja mahtipontisesta ja kunnianhimoisesta arkkitehtuuristaan. Maa luo öljyntuotantonsa rikastuttamalla varoilla yhä upeampaa, erilaisempaa ja rohkeampaa arkkitehtuuria, jota vain muualla

maailmassa voidaan kadehtia. Maa on taitavan arkkitehtuurinsa ansiosta vierailemisen arvoinen. [51]



Kuva 27. Qatarin kansallinen kokouskeskus QNCC, Doha, Qatar, Arata Isozaki, RHWL-arkkitehdit. Kuvaaja Isabell Schulz. [52]

Intian Mumbaissa sijaitsevassa The Tote -ravintolassa (kuva 28) kantavilla rakenteilla on taustallaan päämäärä jäljitellä puun muotoa sirolla tavalla. Puun oksat haarautuvat kauniisti ja yhdistyvät epätasaisilla kattopinnoilla, josta tuleva valo korostaa oksistoa kauniisti. Teräksestä huolimatta vaikutelma ei ole liian teollisen tuntuinen. Tilan vaaleus ja lasin runsas rooli julkisivuissa tekee kokonaisuudesta puhtaan ja ilmavan tuntuisen. Rakenteiden epäsymmetriasta tulee vaikutelma metsästä. Kantavien rakenteiden pitkälle muotoileminen määrittelee vahvasti rakennusta, joten niiden suunnittelun taustalla on jo ollut tiedossa rakennuksen käyttötarkoitus. Tilaa voi olla vaikea muotoilla jälkikäteen uuteen käyttötarkoitukseensa.



Kuva 28. The Tote -ravintola, Mumbai, Intia, Kapil Gupta, Serie Architects. [53]

Lissabonin Oriente-rautatieasema (kuva 29) on hieman goottilaisen arkkitehtuurin tyyliä mukaileva valkoiseksi maalattuine, teräksisine sateenvarjorakenteineen (kuva 30). Kantavat rakenteet ovat terästä ja betonia ja molemmissa yhdistyy samankaltainen kaareva muoto. Jykevät ja karheat betonirakenteet (kuva 31) tasapainottavat illuusiota painottomasta teräsrakenteesta, joka on luotu kevein muodoin ja värein. Rakenne on vuorattu valoa lävitseen päästävällä lasilla.



Kuva 29. Oriente, Lissabon, Portugali, Santiago Calatrava. Kuvaaja Patrick Müller. [54]





Kuva 30. Oriente-rautatiaseman sateenvarjorakenne. Kuvaaja Daniel Wüschert. [55]



Kuva 31. Betoni tasapainottamassa ilmavaa teräksen ja lasin liittoa. Kuvaaja Frederico Duarte. [56]

Ristikot ovat lujia, mutta kevyitä rakennelmia ja yhdistämällä palkkeja saadaan estettyä teräksen taipuminen. Ristikot ovat itsessään avaruudellisia elementtejä ja luovat tyylikästä arkkitehtuuria, kuten Lontoon King Cross -aseman (kuva 32; kuva 33) sateenvarjomaisesta, ristikkorakenteisesta kattorakenteesta huomataan. Futuristinen muoto ja rakenne luovat vahvan kontrastin ympäristöön. Uudet ja innovatiiviset kantavat rakenteet voivat olla jopa kiinnostava ja puoleensavetävä turistinähtävyys.



Kuva 32. King Cross –asema, Lontoo, Englanti, John McAslan. Kuvaaja John Mason. [57]

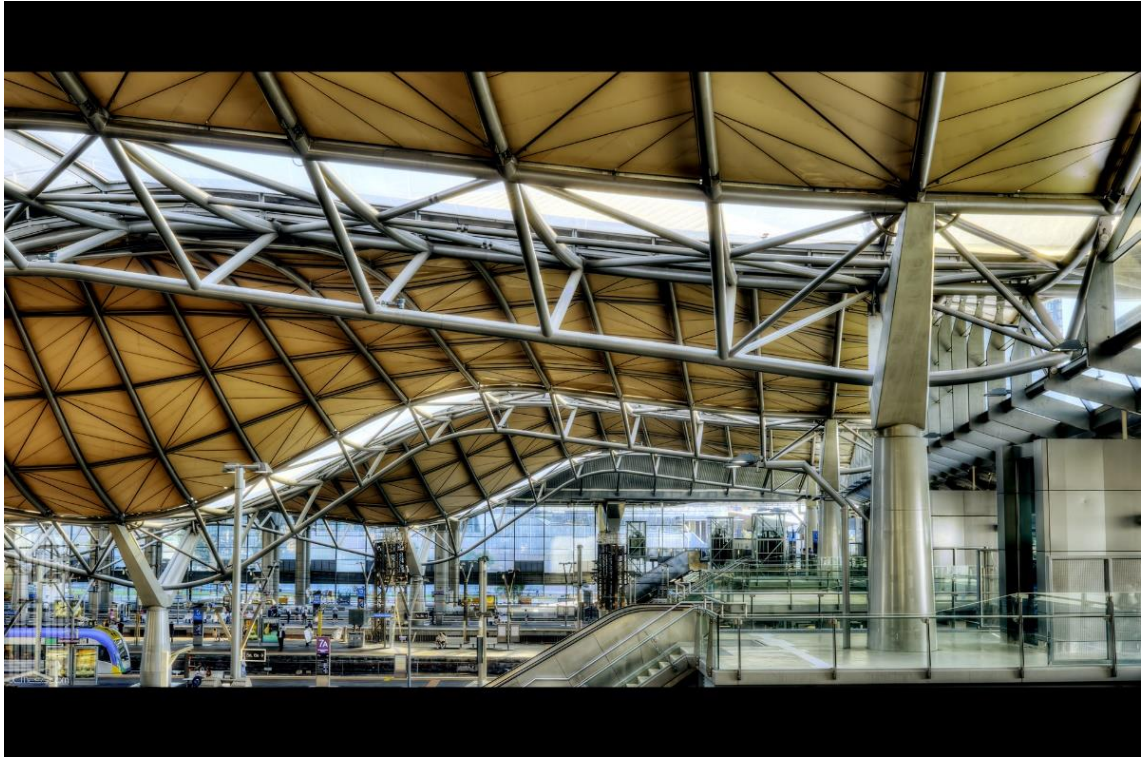


Kuva 33. Kaariteräspalkit Lontoon King Cross -asemalla. Kuvaaja Hugh Llewelyn. [58]

Melbournen Cross -aseman (kuva 34) ristikkokattorakenne on tynen aaltoileva (kuva 35). Kantavat teräsrakenteet ja niitä kannattelevat paksut, harmaat pilarit ovat selkeästi esillä. Ilmavuutta rakennukseen antavat lasilla päällystetyt kaistaleet, jotka päästävät luonnonvaloa tilaan.



Kuva 34. Southern Cross Station, Melbourne, Australia, Grimshaw-arkkitehdit. Kuvaaja Hugh Llewelyn. [59]



Kuva 35. Aaltoilevan katon rakenteet rehellisesti esillä. Kuvaaja Jay Miller. [60]

Futuristisen arkkitehtuurin kehittämisen kannalta teräsrakenteet ovat johtavassa asemassa lähes rajattomien muotoilumahdollisuuksiensa ansiosta. Tyylilleen uskollisen Zaha Hadidin suunnitteleman The Serpentine Sackler -gallerian (kuva 36) laajennusosa mukailee dekonstruktivismia. Rouheiseen, vanhaan 1900-luvun tiilirakennukseen suunniteltu uusi, teräksen ja lasikuidun muodostama laajennusosa muodostaa futuristisen kokonaisuuden. Tuntuu, kuin se olisi väliaikainen rakennelma. Uusi ja pysyvä rakenne kuitenkin elävöittää rauhallista ja vankkaa rakennusta. Muodoilla, materiaaleilla ja väreillä on pyritty muodostamaan mahdollisimman poikkeava laajennusosa, joka on silti yhtenäinen osa koko rakennusta. Laajennusosaan (kuva 37) on suunniteltu viisi kantavaa, avointa pilaria, jotka luovat esteettisen kokemuksen käyttäjilleen. [61]



Kuva 36. The Serpentine Sackler -galleria, Lontoo, Zaha Hadid. Kuvaaja Mike Bloomberg. [62]



Kuva 37. Serpentine Sackler -gallerian laajennusosan pilarit. Kuvaaja Travels, G. [63]

## 6 Betonirakenteet arkkitehtonisena elementtinä

Betoniarkkitehtuuri on täynnä dramatiikkaa. Niin sanottu betonibrutalismi on suosiossa internetissä ja maailmalla ihannoidaan 1960- ja 1970-lukujen betoniarkkitehtuuria. Suomessa kuitenkin puurakentamisen trendi on syrjäyttämässä betonirakentamista ja monet jopa vihaavat betonia näkyvänä rakennemateriaalina. [64]

Betoni on luonteeltaan moni-ilmeinen materiaali; se on sileä ja karhea, mutta herkkä. Sitä voidaan korostaa valoin ja varjoin [65]. Se on linjakas ja edustaa vahvuutta. Usein betoni kaipaa lämmikettä tasapainottamaan sen kylmyyttä ja vähäeleisyyttä. Betonin muovailtavuus on omaa luokkaansa, sillä se taipuu materiaalina mihin muotoon tahansa. Sen pintaa voidaan työstää luovalla tavalla. Betoni on turvallinen valinta kantavaksi rakenteeksi, sillä se on luja materiaali. Betoni ei kuitenkaan kestä vetorasitusta. Oikein käytettynä betoni on lähes mahdoton homehtumaan, eikä se pala. Betoni on pitkäikäinen, edullinen ja vähän huollettava. Se on myös kierrätettävä ja sen valmistaminen on yksinkertaista. [66] Teräsbetonia esijännittämällä saadaan kantavasta rakenteesta vieläkin kestävämpi, sillä siitä saadaan halkeilematon, vesitiivis ja sitkeä. Se toimii joustorakenteena törmäysalttiissa kohteissa ja sillä saavutetaan pienemmät ja hyvin palautuvat muodonmuutokset kustannustehokkaasti. [67]

Työstetyistä tuotteista esimerkkinä on kiiltäväpintainen betoni-elementtipilari, joka toteutetaan ruiskubetonitekniikalla ja sitä käytetään kannatuspilareina parvekkeissa, erkkereissä ja luhtikäytävissä. Kiiltävä ja arvokkaan näköinen pinta pilariin saadaan vaativalla hiontatekniikalla, joka jäljittelee arvokkaiden kivimateriaalien luonnetta edullisemmin. Muita pinnan käsittelyvaihtoehtoja ovat hierto, hiekkapuhallus ja väribetoni. [68] Betonin ominainen luonne tulee muiden materiaalienkin tavoin parhaiten esiin sen ollessa brutaalisti luonnollisimmillaan (kuva 38).



Kuva 38. Betonipilarit ja palkit rakennuksen kannattajana. Kuvaaja Kyle J. Schultz. [69]

Viimeistelemättömillä betonielementeillä saadaan suoraviivaisia linjoja ja kylmää, pelkistettyä ilmettä. Lämpimässä ja kirkkaassa ympäristössä ne tasapainottavat ympäristöä. Esimerkiksi kylmä ja raikas lasipinta sekä lämmin ympäristö keventävät massiivista ja brutaalia betonikonaisuutta. Likaisessa ja muuten betonisessa ympäristössä betonin viimeistelemättömyys ja harmaa väri aiheuttaisivat synkän ja raskaan tunnelman. Viimeistelemätön betonipinta voi myös esiintyä halpana karuissa ympäristöissä. Aiemmin pohdittiin, ettei teollisuus- ja pysäköintihallien viimeistelemättömät betonipinnat välttämättä esitä aikamme upeinta arkkitehtuuria. Mielenkiintoista on se, että jäljittelemällä tätä karheaa tyyliä asuintilaan saadaan moderni ja upea lopputulos, mutta lähimarketin pysäköintihalli ei rehellisine, viimeistelemättömine betonirakenteineen herätä mitään tunteita. Toisaalta, kuten pohdittiin aiemmin, myös tilan tai rakennuksen käyttökohde ja sen sisustukselliset elementit vaikuttavat viihtyvyyteen ja esteettisyyteen (kuva 40). Pysäköintihalli (kuva 39) ei ole tarkoitettu oleiluun, joten sitä ei myöskään sisustuksellisilla keinoilla muuteta viihtyisäksi.





Kuva 39. Pysäköintihallin pilari-palkkijärjestelmä. Kuvaaja Phil Roeder. [70]



Kuva 40. Rakenteiden avulla tyylitelty pysäköintihalli. Kuvaaja Seth Tisue. [71]

Betoni materiaalina taipuu monenlaisiin muotoihin ja ulottuvuuksiin. Betonista saa muotoiltua esimerkiksi kaaripalkkeja (kuva 41) suoraviivaisten muotojen lisäksi, joten arkkitehdilla on vapaat kädet massoittelussa. Päinvastoin kuin teräs, betoni on raskas ja massiivinen materiaali, joka on otettava suunnittelussakin huomioon. Saksan Leipzigissä sijaitseva Zaha Hadidin suunnittelema BMW Central -rakennuksen (kuva 42) betonirakenteet ovat jyrkät, vahvat ja suoraviivaiset (kuva 43), mutta muun rakennuksen lasipinnan keveys tasapainottaa kokonaisuutta. Rakennuksessa on hyödynnetty vastakohtien voimaa ja futuristista tyyliä.



Kuva 41. Betonikaaripalkit. Kuvaaja Michael Coghlan. [72]



Kuva 42. BMW Central -rakennus, Leipzig, Saksa, Zaha Hadid. Kuvaaja Felix Meyer. [73]



Kuva 43. BMW Central -rakennuksen betonirakenteet. Kuvaaja Felix Meyer. [74]

1970-luvulla rakennetun Kalifornian San Diegon yliopiston Geisel-kirjaston (kuva 44) ulkomuoto on kuin suoraan scifi-elokuvasta. Se on mielenkiintoinen ja symmetrinen yhdistelmä brutalismia ja futurismia. Yläkatteet näyttävät kuin asetelluilta betonijalustalleen ja kuin ne olisi mahdollista poistaa milloin tahansa. Jalustan rakennejärjestelmä on yksinkertainen, mutta nerokas, joka koostuu kuudestatoista massiivisesta betonilaiturista (kuva 45). Betonilaiturit haarautuvat 45 asteen kulmassa yhdistyen kolmen päällekkäisen kerroksen laattoihin ja kannatellen yläpuolisia kerroksia. [75]



Kuva 44. Geisel-kirjasto, San Diego, USA, William Pereira. Kuvaaja Maciek Lulko. [76]



Kuva 45. Geisel-kirjaston betonijalustat. Kuvaaja Omar Bárcena. [77]

Turkki on sekoitus perinteistä bysanttilaista ja modernia arkkitehtuuria ja sakraaliarkkitehtuuri on siellä hyvin voimakkaasti esillä. Klassisen moskeijan muotokieli on kaareva ja luonnolliset, vaaleat ja pehmeät kivirakenteiden värit ovat niille tyyppisiä. 2015 valmistunut Istanbulin Üsküdarissa sijaitseva teologian tiedekunnan moskeija Marmara (kuva 46) rikkoo klassisen moskeijan kaavaa kulmikkuudellaan ja puhtailla, kirkailla väreillään. Se asettuu modernilla olemuksellaan ja uusilla rakennusmateriaaleillaan klassista tyyliä vastaan ja näyttää rohkeasti suuntaa tulevaisuuden sakraaliarkkitehtuurille. Rakenteiden muotokieli mukailee ottomaanien aikaisten moskeijoiden muotokieltä, josta rakennuksen käyttötarkoituksen voi helposti ymmärtää. Se puhuttaa ihmisiä kuitenkin omalla, innovatiivisella tavallaan. [78] Uskon, että sakraaliarkkitehtuurin modernisoituminen vaatii ihmisiltä aikaa sopeutua. Vanhat ja arvokkaat sakraalirakennukset ovat usein arvokkaita ja perinteitä halutaan niiden osalta kunnioittaa.



Kuva 46. The Altunizade-moskeija, Istanbul, Turkki, Hassa-arkkitehdit. Kuvaaja Atay Tayşi. [79]

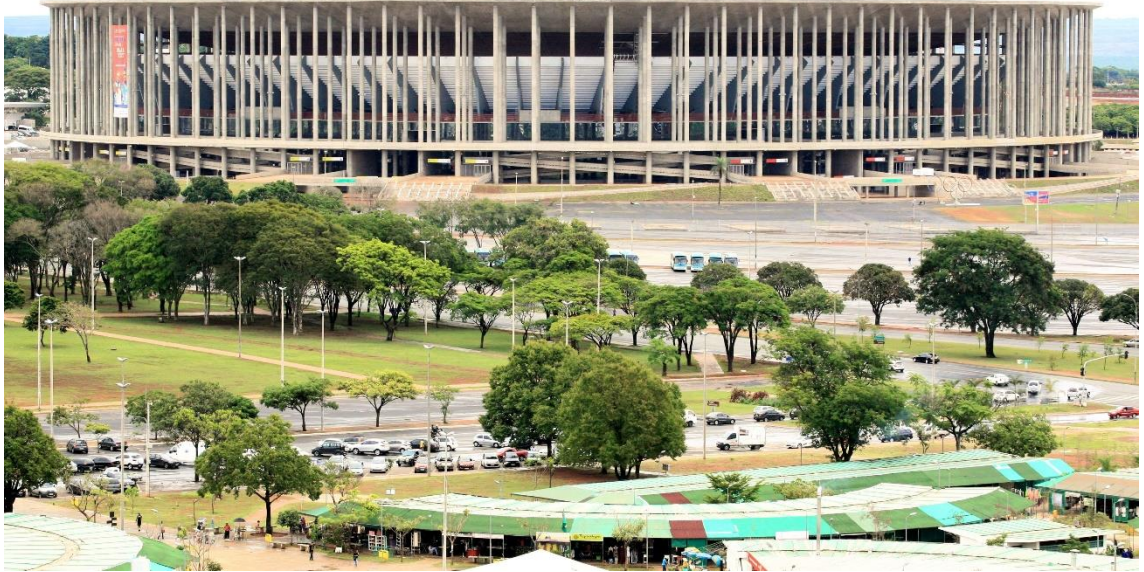
Hengellinen arkkitehtuuri on kulttuurisidonnaista. Ihmisten kuolevaisuuteen arkkitehtuuri ei voi vaikuttaa, mutta se voi tarjota tilaa hiljentymiselle. Baumschulenwegin krematorium (kuva 47) tunnelma on surullisen raskas, joka on luotu tilan harmaalla kivrakenteella ja jyhkeillä pilareilla. Pilareiden yläpäähän valaistus luo illuusiota jatkuvuudesta, kuolleiden ruumiiden sielujen taivaaseen astumisesta ja elämän jatkumisesta. Elementit antavat lohtua ja toivoa surun keskelle. [80]



Kuva 47. Baumschulenweg-krematorio, Berliini, Saksa, Axel Schultes. Kuvaaja Dario-Jacopo Laganà. [81]

Erilaisissa stadioneissa teräs on materiaalina yleinen, kuten Brasilian kansallisen stadionin (kuva 48) kattorakenteissa. Soikiota stadionin ulkokehää kiertävät korkeat ja jykevät betonipilarit kolmessa rivissä luoden stadionin julkisivun samanlaiseksi joka puolelta rakennusta. Rakenteiden sijoittelu muodostaa ikään kuin metsämäisen tunnelman julkisivuun korkeine pilareineen.





Kuva 48. National Stadium, Brasilia, GMP Arkkitehdit. Kuvaaja Liam Lysaght.  
[82]

## 7 Puurakenteet arkkitehtonisena elementtinä

Suomi on puurakentamisen edelläkävijä ja puurakenteet ovat trendikkäitä arkkitehtuurissa kansainvälisestikin [83, s.16]. Puun käyttö rakennusmateriaalina on suotavaa sen ympäristöetujen ja pienen hiilijalanjäljen vuoksi. Se on ihmisen käyttämistä rakennusmateriaaleista vanhin. Koska rakentaminen lisääntyy tulevaisuudessa, on tärkeää luottaa ekologisiin, uusiutuviin ja kierrätettäviin luonnonvaroihin. Suomessa puuta on saatavilla paljon, joten sen kuljetuskustannukset pysyvät matalina. Puuta on helppo työstää ja sen käyttö antaa suunnittelijoille paljon mahdollisuuksia hyödyntää erilaisia muotoja (kuva 49). Puuta voidaan kiinnittää liimaamalla tai erilaisin metallisin liitoskappalein, mutta palkkia ei pystytä kiinnittämään pilarin kylkeen, kuten teräs- tai betonirakenteissa. [83, s.25] Puu voi toimia lujana, mutta keveänä, kantavana sekä lämpöä eristävänä rakenteena. Se on joustava materiaali, jonka ansiosta se on luotettava valinta myös maanjäristysalueilla. Puu on terveellinen materiaali,

sillä se sitoo hiilidioksidia ja tasaa sisäilman kosteutta. Sillä on rauhoittava ja stressiä alentava vaikutus luonnollisena ja lämpimänä materiaalina. Hyvät akustiset ominaisuudet edistävät viihtyvyyttä ja sanotaankin, että onnellisimmat ihmiset elävät puutaloissa. Puuta on alettu käyttää yhä enemmän suuremmissa julkisissa rakennuksissa, kuten kouluissa, päiväkodeissa ja toimistorakennuksissa sen hyvien ominaisuuksiensa ja psykologisten vaikutustensa vuoksi. [84] Puu on suojattava hyvin säärasitukselta pidemmän käyttöiän takaamiseksi, sillä se on herkkä kosteusvaihteluille. Kuivuessaan puu halkeilee ja kosteana turpoaa, mikä on otettava huomioon tuotantoprosessissa, suunnittelussa ja asennuksessa. Puu lahoaa sille epäsuotuisissa olosuhteissa ja herkästi syttyvänä materiaalina puurakenteet on palomitoitettava.



Kuva 49. Luonnollinen puupinta vaikuttavana sisustuselementtinä. Kuvaaja Carolien Coenen. [85]

Arvokkaasti vanhenevalla puulla voidaan toteuttaa kauniita valmiita pintoja. Kantavissa rakenteissa puun luonnollisuuden on haluttu näkyvän yhä enemmän, joten puun luonteen “tappavat” pinnoitteet, kuten maalit, ovat jääneet vähemmälle käytölle. Maalipinta kadottaa puun luontaisia, vaikuttavia arkkitehtonisia ominaisuuksia ja tekee siitä ikään kuin aineettoman elementin. Puuta voidaan työstää pitkällekin, mutta luonnollisimmillaan olevan puun

arkkitehtuuri on kieltämättä omaa luokkaansa ja elävänä materiaalina sen tarinaa voi seurata ajan tuomien ominaisuuksien myötä. Liimapuu ja erilaiset mekaaniset käsittelyt ovat merkittävä keksintö, jotka ovat vähentäneet puulle ominaista halkeilua ja vääntymistä. Kuitenkin arkkitehtuurin kannalta puu menettää yksiaineisuutensa ja yleisesti huonoina ominaisuuksina pidettyjen muodonmuutosten kertoman tarinan. [83, s.18] Puu on siis kuin ihminen, se vanhenee, mutta hyvä huolenpito auttaa sitä vanhenemaan arvokkaasti. Siinä näkyvät elämän jättämät jäljet, kuten ihmisissäkin.

Ranskan Pompidou-Metzin (kuva 50) kattorakenne on aaltoileva puuristikko, tai pikemminkin verkko (kuva 51). Valo korostaa läpikuultavalla materiaalilla peitettyä verkkorakennetta hienosti. Puiset moniulotteiset pilarit ovat jatkumoa verkkorakenteelle ja tukeutuvat kantavaan maahan. Ranskalaisille verkkorakenteen muodostamat kuusikulmiot symboloivat heidän kotimaansa Ranskan maantieteellistä muotoa. [86]



Kuva 50. Pompidou-Metz, Ranska, Shigeru Ban Architects. Kuvaaja Alexandre Prévot. [87]

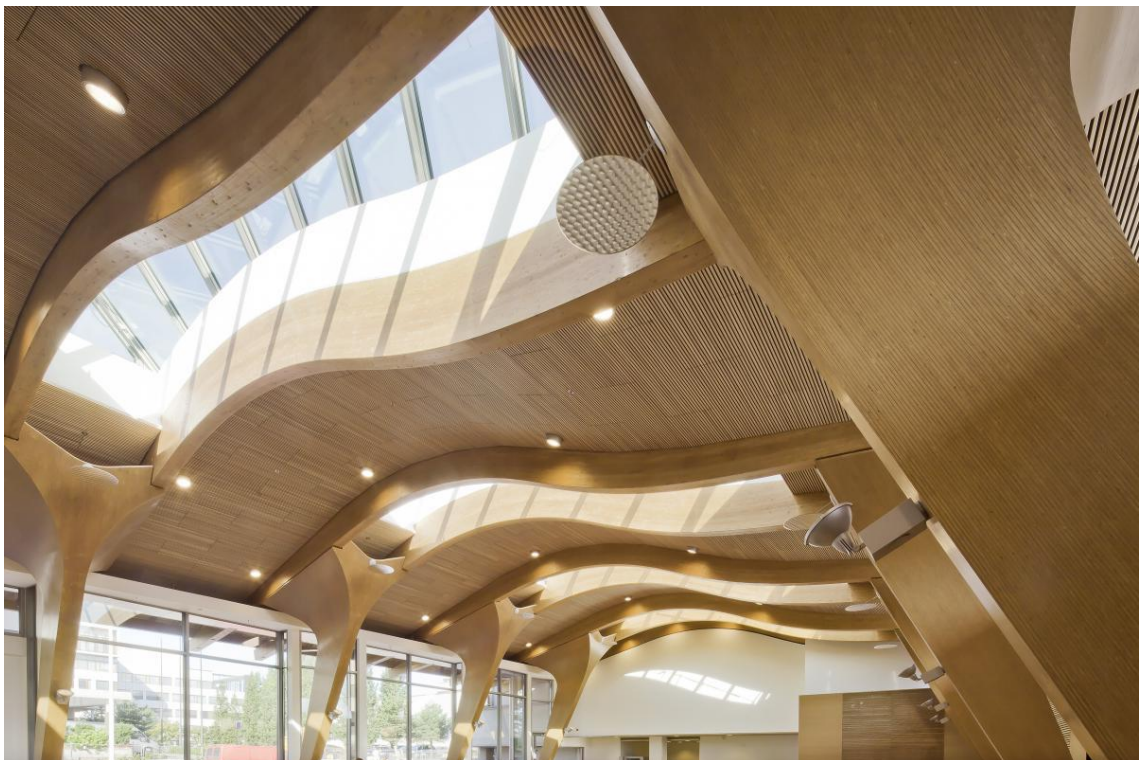


Kuva 51. Pompidou-Metzin kantavat teräs ja puu rakenteet. Kuvaaja Martin Gautron. [88]

Metsätapiolan (kuva 52) arkkitehtuuri mukailee Tapiolan perinteitä, joten pääosaan nousi suunnitteluvaiheessa arkkitehtuurin ja luonnon keskinäisen kommunikaation korostaminen. Kantavien rakenteiden abstraktinen muoto kuvaa koivumetsää vertauskuvallisesti. Luonnonvalon runsas hyödyntäminen myös kantavien rakenteiden sijoittelun kannalta tuo tilaan raikkautta ja energiaa. Työpäivän lounastauolla voi rauhoittua luonnonomaiseen maisemaan ja nauttia auringon säteiden tuomasta energiasta. Uuden ja vanhan toimistorakennuksen yhdistävästä ravintolatilasta haluttiin tehdä mahdollisimman joustavakäyttöinen, joten päädyttiin pilarittomaan ratkaisuun. Pukkimaiset pääkannattajat luovat avoimen tilan (kuva 53). Kannattajat ovat kertopuiset ja kaksoispalkit liimapuiset, joiden väleissä on luonnonvaloa sisään päästäviä kattoikkunoita. Rakenteen toteutuminen on vaatinut arkkitehdin ja puuosavalmistajan rakennesuunnittelijan tiivistä ja mutkatonta yhteistyötä. [89, s.34]



Kuva 52. Kiinteistö Oy Metsätapiola, Espoo, Helin & Co –arkkitehtitoimisto. Metsä Group ja Maatalousyrittäjien eläkelaitos (MELA). [90]



Kuva 53. Pukkirakenne Metsätapiolan ravintolan tiloissa. Metsä Group ja Maatalousyrittäjien eläkelaitos MELA. [90]

Lahden Sibeliustalon Metsähalliksi (kuva 54) nimetty aula mukailee mäntymetsän ilmavuutta. Näköala avautuu länteen järvimaisemaan ja vierailijat saavat nauttia

ilta-auringon hohteesta kongressi- ja konserttikeskuksen ytimessä. Kantavana rakenteena ja mäntymetsämäisen tunnelman luojana on yhdeksän liimapuupilarin varaan tuettu puinen avarusrakenne. Rakenne mukailee oksiston muotoa ja rakenne kannattelee katon puuelementtejä. Tilassa on myös liimapuupalkein kannatettu ilmava siltarakenteinen parvi. Puurakenteet ovat takaamassa Sibeliustalossa hyvän akustiikan. Konserttisalin kantavana rakenteena ovat liimapuukehät, joiden välissä on suhteutetulla kuivatulla hiekalla täytetyt kertopuiset elementit, jotka ovat massiivisuudeltaan betonin kaltaiset. [83, s.34]



Kuva 54. Lahden Sibeliustalon Metsähalli, Arkkitehtityöhuone Artto Palo Rossi Tikka Oy. Kuvaaja Maria Sillan. [91]

Matkailukeskus Niemenharjun huoltoasemarakennus (kuva 55) ei ole Suomessa tavanomaisen taukopaikan kaltainen. Huomion kiinnittävät 24 valtavaa puita ja metsää symboloivaa liimapuupylvästä, jotka kannattelevat massiivista katosta kutsuen läheisen valtatie käyttäjiä puoleensa. Niemenharju on valittu innovatiivisen puurakentamisen ja rauhallisen tunnelman ansiosta englantilaisen Design Curial -arkkitehtuurisivuston listauksen perusteella maailman hienoimmaksi huoltoasemaksi [92].



Kuva 55. Niemenharjun huoltoasema, Pihtiputaa, Studio Puisto Arkkitehdit Oy. [93]

Puunkäyttö on alkanut näkyä koulurakentamisessa, kun vanhoja kouluja on jouduttu purkamaan rakennusvirheiden vuoksi. Oulun yliopiston arkkitehtuurin osaston lisärakennuksen (kuva 56) arkkitehtuuri kantavine verstasmaisen karheine liimapuurakenteineen on pelkistettyä ja aitoa. Neutraali ympäristö antaa tilaa luovalle opiskelulle ja paljaat puurakenteet luovat rauhallisen ja terveellisen oppimisympäristön (kuva 57). [83, s.38] Rakennus on kaksikerroksinen. Alakerta muodostuu neljästä betonilaatikosta, joiden päällä yläkerrassa on paljaat, kuultokäsittelyt ja jäykiksi mitoitettut liimapuukehät liitoksineen. Kattomuodoissa toistuu sama ristinmuoto kuin sisäkadulla, joka jakaa rakennuksen neljään osaan.

Oulun yliopiston arkkitehtuurin laitoksen sisätiloja määrittää suoraviivaisuus ja hillityt materiaalit ja värit.



Kuva 56. Oulun yliopiston arkkitehtuurin osaston lisärakennus, Auer & Sandås Arkkitechdit Oy. Kuvaaja Jussi Tiainen. [94]





Kuva 57. Oulun yliopiston arkkitehtuurin laitoksen lisärakennus, Auer & Sandås Arkkitehdit Oy. Kuvaaja Jussi Tiainen. [94]

Hirttä käytetään lähinnä kantavina seinärakenteina, eikä se arkkitehtonisesti ole yksiselitteisesti vain moderni tai vanhanaikainen rakennusmateriaali [83, s.20]. Vuonna 2005 valmistuneen Pudasjärven Hirsikampuksen (kuva 58) arkkitehtuuri on varmaotteista ja rakennus on terveellinen, turvallinen, viihtyisä, monikäyttöinen ja opiskelijoiden oppimista tukeva (kuva 59). Kantavana

rakenteena on käytetty yksinkertaista pilari-palkkijärjestelmää, sekä haarautuvia hirsipilareita (kuva 60). Se sai Puupalkinnon vuonna 2016. [95]



Kuva 58. Hirsikampus, Pudasjärvi, Arkkitehtitoimisto Lukkaroinen Oy. Kuvaaja RA-Studio Raimo Ahonen. [96]



Kuva 59. Hirsikampuksen haarautuvat hirsipilarit. Arkkitehtitoimisto Lukkaroinen Oy. Kuvaaja RA-Studio Raimo Ahonen. [96]



Kuva 60. Hirsikampuksen hirsipilarit. Arkkitehtitoimisto Lukkaroinen Oy. Kuvaaja RA-Studio Raimo Ahonen. [96]

Turun Pyhän Henrikin ekumeenisen taidekappelin (kuva 61) käännetyn veneen tai kalanruodon mukaileva kantava rakenne muodostuu mäntyisistä, suippenevista liimapuukaarista, jotka on asennettu kahden metrin välein ruoteiksi. Kukkulamainen rakenne on luonnonmukainen ja puu luo vanhan puukirkon akustiikan sisäpuolelle. Mänty punertuu luonnonvalon ansiosta käytön myötä. [83, s.54] Arkkitehtuuriltaan taidekappelia kuvaillaan taideteokseksi yksityiskohtineen. Se on vaikuttava matka hämärästä kohti valoa. [97]



Kuva 61. Pyhän Henrikin ekumeeninen taidekappeli, Turku, Matti Saaksenaho.  
Kuvaaja Avidday. [98]

Metla (kuva 62) eli metsäntutkimuslaitos sijaitsee Joensuussa ja se oli suurin Suomen puurunkoisista toimistotaloista valmistuttuaan vuonna 2004. Kantavana rakenteena on pilari-palkki-laattajärjestelmä. [83, s.70] Pilarit ovat kauniita ja massiivisia liimapuukimppupilareita (kuva 63; kuva 64), jotka hallitsevina elementteinä ja kiinteänä taideteoksena tekevät Metlasta niin ainutlaatuisen ja kiinnostavan. Pääsin vierailemaan tiloissa ja sisällä pystyi haistamaan huumaaavan puun tuoksun. Kimppupilarit olivat luonnossa vielä kuviakin upeammat ja voimaannuttavat. Sisäilma ja akustiikka olivat miellyttävät sisätiloissa. Työympäristönä Metla-talon kaltaiset runsaspuiset rakennukset ovat parasta laatuaan. Vierailtuani tiloissa, en epäile puun tuomia psyykkisiä ja fyysisiä terveyshyötyjä käyttäjilleen hetkeäkään.



Kuva 62. Metla-talo, Joensuu, Antti-Matti Siikala, SARC Oy. Tekijän kuva.



Kuva 63. Kimppupilari Metla-talossa. Tekijän kuva.



Kuva 64. Kimppupilari ylhäältä päin kuvattuna. Tekijän kuva.

## 8 Green Park

Soveltavana esimerkkinä aiheeseen liittyen tutkin Green Park -Centeriä, joka on Joensuuhun valmistumassa olevan älykkään yrityskeskittymän yksi luonnosvaiheessa oleva toimistorakennus. Tavoitteena oli suunnitella uuteen Info-Centeriin mahdollinen visuaalinen kantava rakenne ja mallintaa se sekä analysoida suunnittelun vaiheita ja valmista toteutusta materiaaleineen.

### 8.1 Mikä Green Park?

Tulevaisuuden älykäs Green Park on Suomen nykyaikaisin, tehokkain ja kilpailukykyisin yrityskeskittymä, jota toteutetaan Joensuun Penttilään. Green Parkin yrityksille tavoitellaan kilpailuetua muihin muualla toimiviin yrityksiin nähden muun muassa harkiten suunnitellulla kokonaislogistiikalla, energiatehokkuudella, yritysverkoston synergiahyödyillä eli yritysten keskinäisen yhteistyön hyödyntämisellä sekä hyvällä sijainnilla maantieverkoston sekä sataman läheisyydessä. Jotta Green Park voi olla nykyaikainen myös tulevaisuudessa, tulee teknisten ja toiminnallisten ratkaisujen mukautua ajan myötä. Green Park 2 -rakennuksen toimitilat on toteutettu muunneltaviksi helposti ja edullisesti. Näin Green Park palvelee joustavasti asiakasyrityksiä läpi sen käyttöään. [99] Paikkakuntalaisena vierailin minulle entuudestaan tuntemattomalla Green Park -alueella (kuva 65; kuva 66) ennen suunnittelun aloittamista ja tutustuin alueeseen tarkemmin. Alue sijaitsee Joensuussa osoitteessa Kuhasalontie 18.





Kuva 65. Green Park -alue. Tekijän kuva.

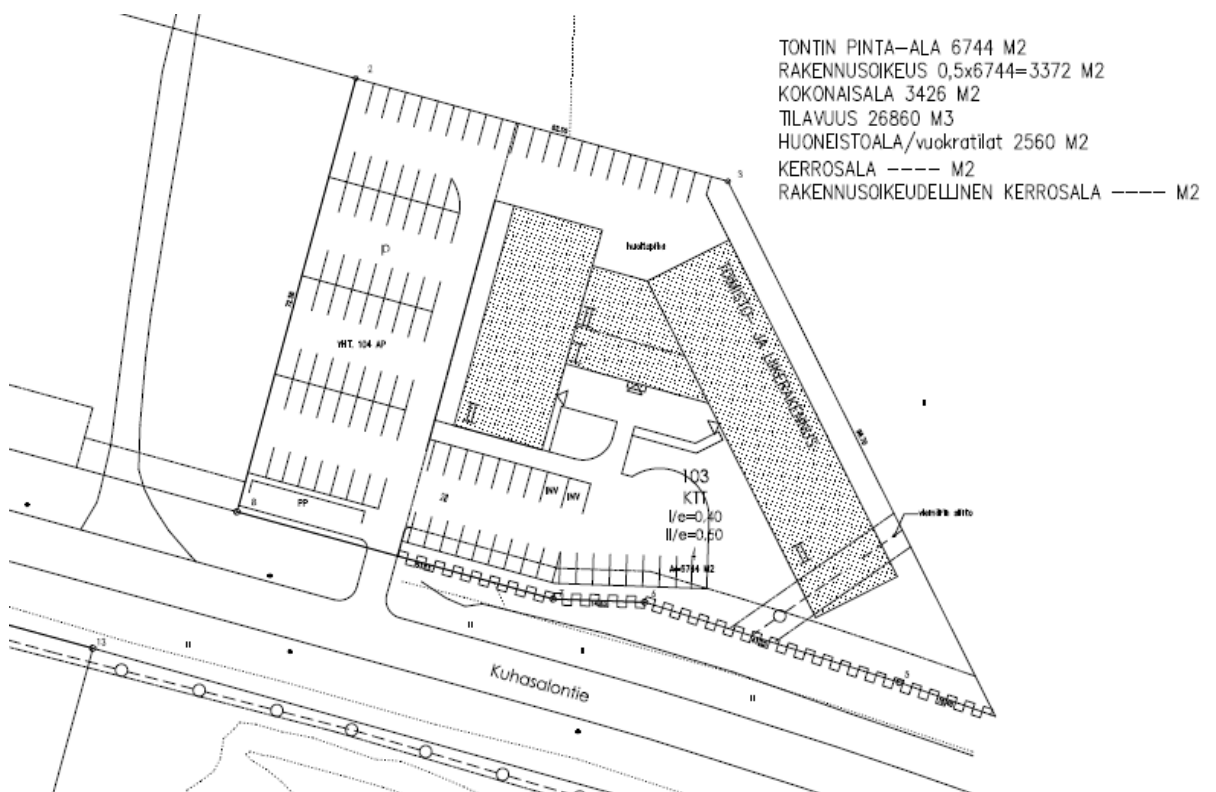


Kuva 66. Kätevät rautatieyhteydet alkavat teollisuushalleista. Tekijän kuva.

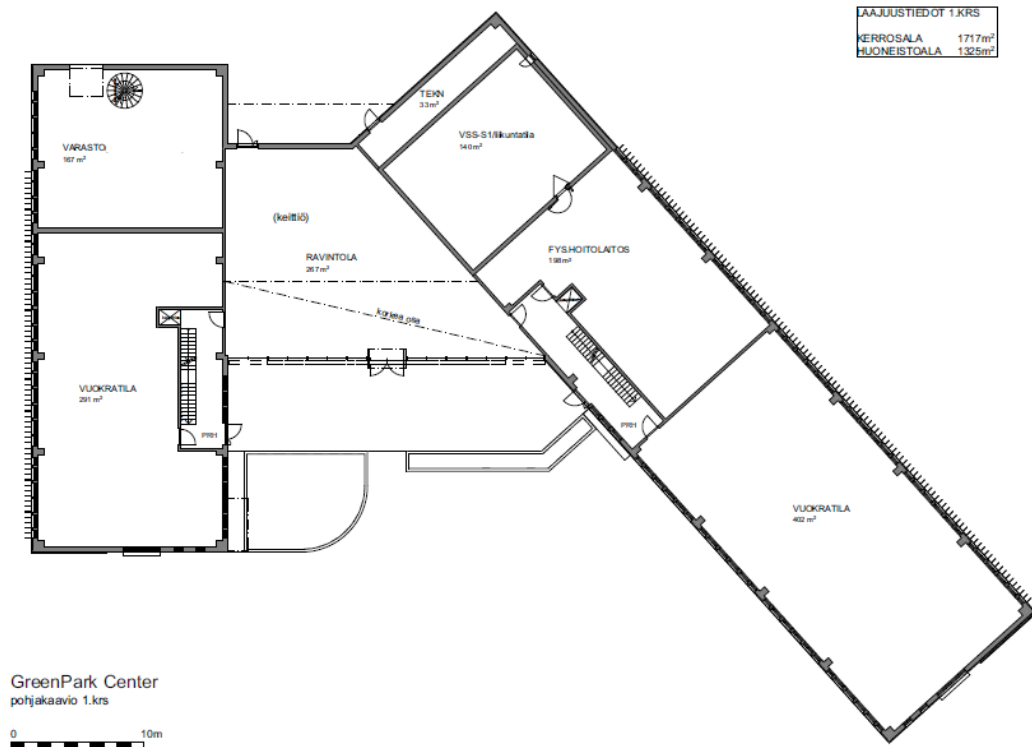
Green Park alueena on teollinen ja karu etenkin alku keväällä, jolloin kuvat on otettu. Teollisuushalleissa uudelle arkkitehtuurille ei usein ole sijaa, joten alue nivoutuu Green Park Info-Centerin ympärille tulevaisuudessa. Uusi Info-Center on pääosassa luomassa yrityskeskittymän yhä houkuttelevampaa ja edustavampaa imagoa valmistuttuaan.

## 8.2 Visuaalisen elementin suunnittelun lähtökohdat ja rajoitukset

Green Park -Centeriä laajennetaan edelleen ja suunnitteilla on uusi Green Park -keskittymä. Laajennusosa Info-Center tarjoaa tuleville asiakasyrityksilleen toimistotiloja ja palveluita. Sille on hyväksytty asemakaava ja ensimmäiset luonnokset (kuva 67; kuva 68; kuva 69; kuva 70; kuva 71) on laadittu vuonna 2018. [100]

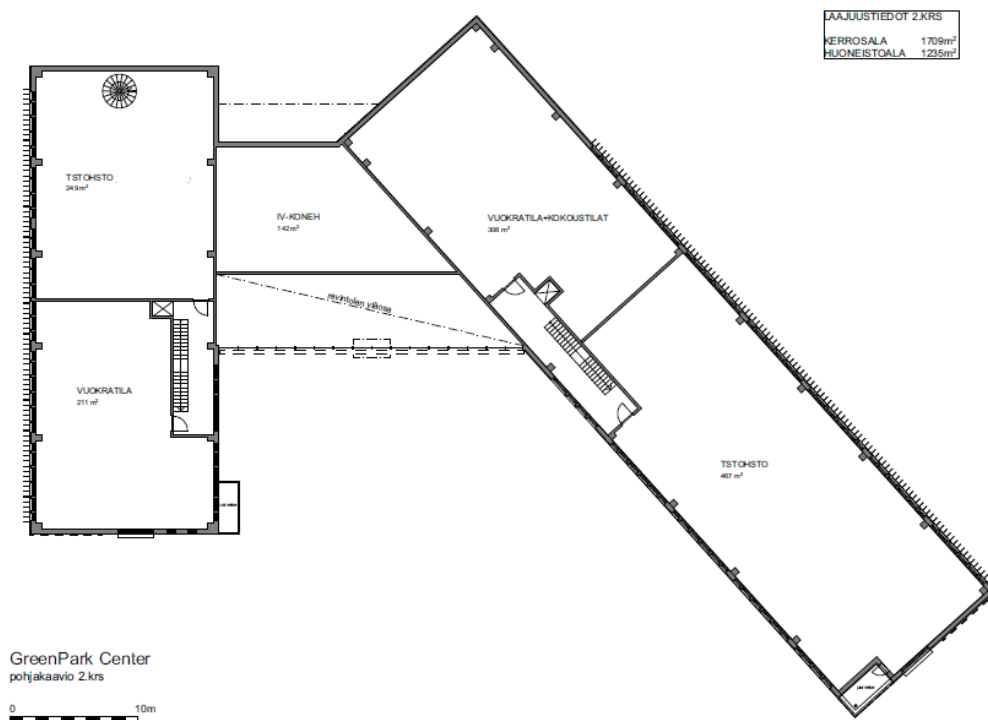


Kuva 67. Asemakaava ja rakennuspaikan tiedot, luonnos. Suunnittelutoimisto Pauli Nuutinen Ky. [101]



Kuva 68. Pohjapiirros 1 krs., luonnos. Suunnittelutoimisto Pauli Nuutinen Ky.

[101]



Kuva 69. Pohjapiirros 2 krs., luonnos. Suunnittelutoimisto Pauli Nuutinen Ky.

[101]



Kuva 70. Havainnekuva, luonnos. Suunnittelutoimisto Pauli Nuutinen Ky. [101]



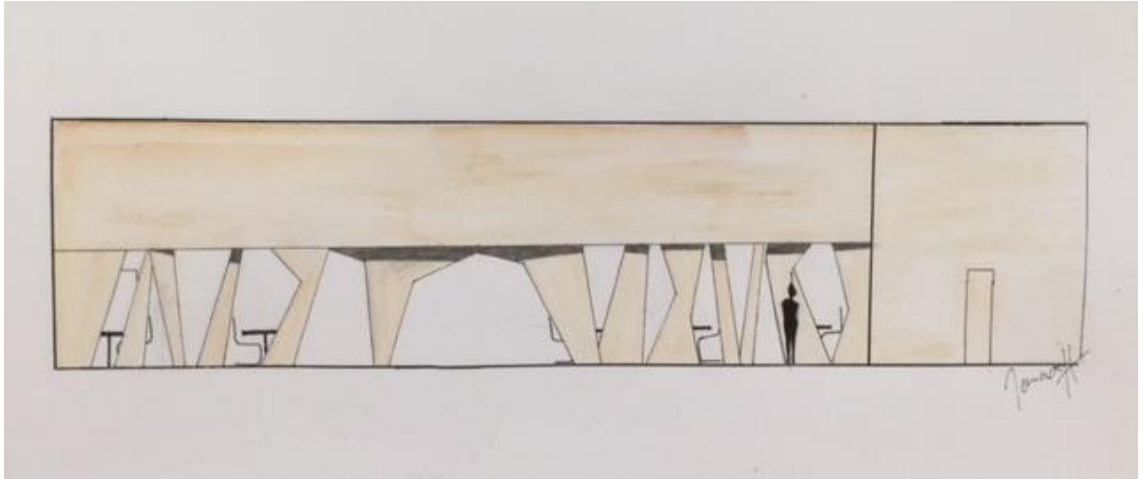
Kuva 71. Havainnekuva, luonnos. Suunnittelutoimisto Pauli Nuutinen Ky. [101]

Vierailtuani alueella ja saatuni Green Park Info-Centerin luonnoskuvat suunnittelutoimisto Pauli Nuutiselta, aloin hahmotella vapaalla kädellä lyijykynällä ja tussilla paperille luonnoksia sisätilasta ja mahdollisista rakennusratkaisuista mittakaavassa saadakseni konkreettisen käsityksen tilasta. Koska tarkempia mittapiirustuksia kohteesta ei ollut laadittu, arvioin pohjapinta-alan ja alakulman mittaviivan mukaan suuntaa antavat sivumitat rakennuksen keskiosasta. Myöskään alustavassa suunnitelmassa ei kerrottu tulevia rakennemateriaaleja.

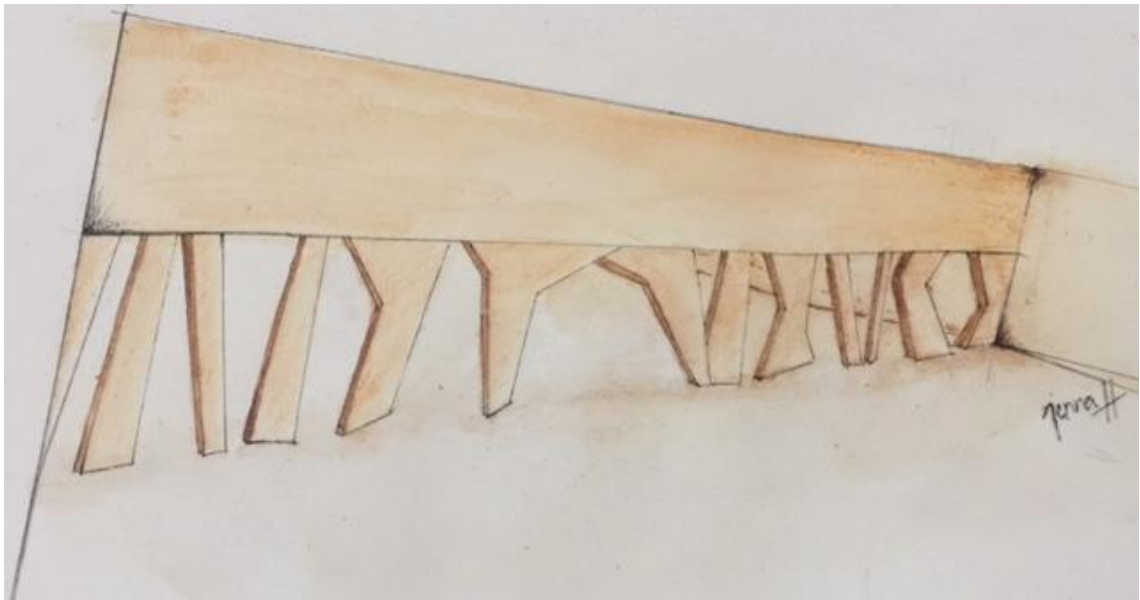
Puujulkisivu oli vielä harkinnan alla, joten projekti oli vielä alussa kokonaisuudessaan.

Ensivaikutelma on tärkein ja luo asiakkaalle heti tietyn lähtemättömän mielikuvan rakennuksesta ja siinä toimivista yrityksistä. Päädyin suunnittelemaan kantavan arkkitehtonisen rakenteen heti sisääntuloaulaan katseen vangitsijaksi ja kannattelemaan 2. kerroksen laattaa sekä vastaanottamaan sen yläpuolisia kuormia. Suunnittelussa pyrin huomioimaan tilan olemuksen ja tulevan elementin saumattoman integroitumisen tilaan etenkin esteettömästi ja visuaalisesti. Koska rakennus toimii koko alueen imagona, sen tuli olla näyttävä rakenteineen. Toimistorakennukseen ja etenkin sen keskeiseen sosiaaliseen kohtaamispaikkaan eli ravintolaan halusin luoda viihtyisyyttä ja mielenkiintoa. Arkkitehtuurin suunnitteluprosessi lähtee usein inspiraatiosta tai halukkuudesta toteuttaa jokin tietty päämäärä. Tästä syystä inspiraationi Green Parkin kohdalla lähti juuri innovatiivisesta ajattelusta; tarvitaan uusia ideoita arkkitehtuuriin. Koska Green Park on myös innovatiivinen yrityskeskittymä ja sana "green" tuo mielikuvan ekologisuudesta, materiaalivalintani tilaan oli ehdottomasti trendikäs puu.

Toimistorakennuksessa tavoitteeksi ajateltiin tilojen helppoa ja edullista muokattavuutta. Suunnittelussa oli otettava huomioon myös aulan rajoittava huonekorkeus. Julkisivuun suunniteltu loiva kaarimuoto ei olisi toiminut toistuvana kaaripalkkirakenteena sisätiloissa, koska matalan huonekorkeuden vuoksi se olisi muodostunut esteeksi käytössä. Ravintolan yläpuolella oleva IV-konehuoneen käytöstä johtuva resonanssivärähtely, eli rakenteisiin kohdistuva tärinä, olisi otettava mitoituksessa tarkasti huomioon etenkin puurakenteisissa välipohjissa tärinää ja ääntä eristävällä kaistalla. Suunnitelmaani ei ole kuitenkaan tässä vaiheessa mitoitettu laskennallisesti. Suunnitelmista laadin luonnoskuvat (kuva 72; kuva 73), jotka on hahmoteltu lyijykynällä ja tussilla ja lopulta kevyesti vesivärjätty vaalean puun väriseksi.



Kuva 72. Käsivarainen naamakuva, vesivärjätty luonnos. Tekijän kuva.



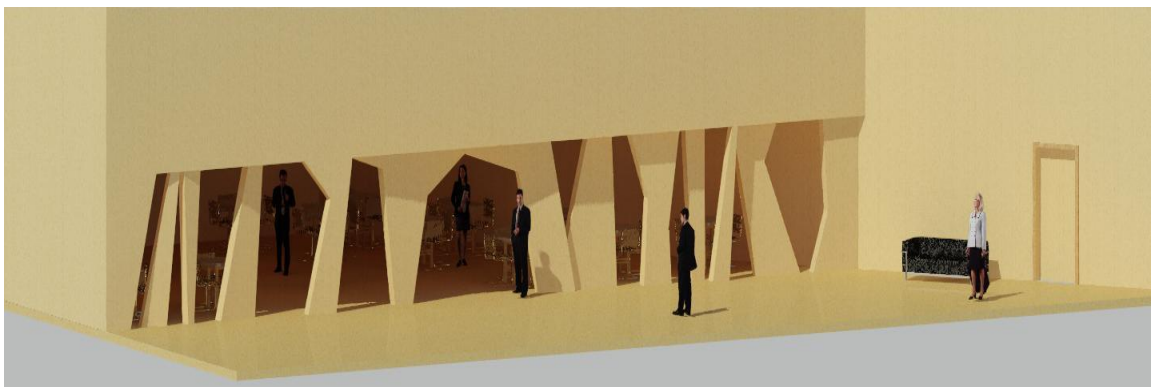
Kuva 73. Käsivarainen perspektiivikuva rakenteesta, vesivärjätty luonnos. Tekijän kuva.

### 8.3 Valmis elementti

Suunnitelmasta toteutettiin suunnittelutoimistolta saamieni sähköisten ja itse piirtämieni luonnosten pohjalta lopulliset 3D-mallit Autodesk Revitillä havainnollistamaan kantavaa elementtiä. Suunnittelin tilaan mielestäni sopivimmat rakennusmateriaalit ja muodot, sillä niitä ei oltu määritelty

ennakkoon. Toteutuksen tarkoitus oli osoittaa yhden tilaan soveltuvan kantavan rakenteen visuaaliset ja tekniset ominaisuudet, mutta lopputulosta ei välttämättä toteuteta lopulliseen Green Park -rakennukseen.

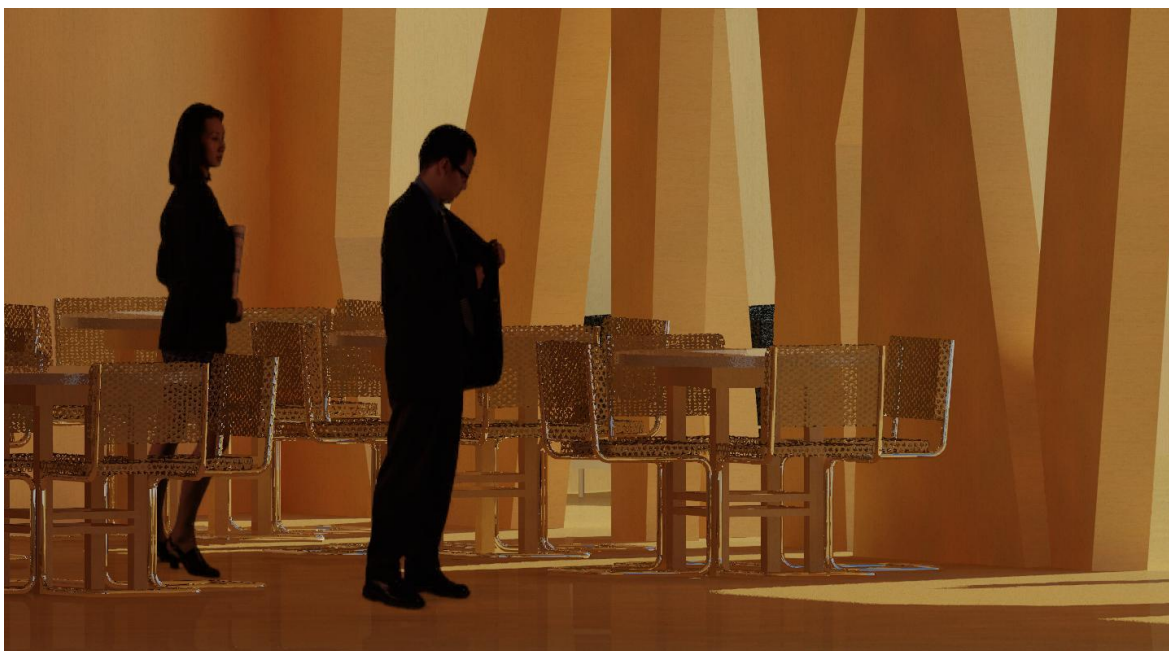
Suunnittelun kohteena ollut Green Parkin rakenne sisältää symboliikkaa. Koska Green Park ajatellaan tulevaisuuden yrityspuistoksi, sai kantava rakenne muotoinspiraationsa futurismista (kuva 74). Konstruktiivisesti rakenteet ovat selkeästi esillä ja muodostavat abstraktin kokonaisuuden (kuva 75). Rakenteiden epäsymmetrisen kulmikkuuden lisäksi rakenteiden sijoittelulla haluttiin edelleen rikkoa muuta tilassa toistuvaa suoraviivaisuutta. Kantavat rakenteet aseteltiin limittäin. Suuresta julkisivuikkunasta tuleva valo osuu niihin muodostaen eläviä ja vuorokauden mukaan muuttuvia varjoja. Rakenteen aukotukset ovat epäsymmetriset ja mielenkiintoiset, joista on mahdollista astua aulasta sisälle ravintolaan. Selkeänä suurimpana aukkona ravintolaan toimii keskiosan laajin aukko, jonka käyttäjä kohtaa heti ulkoa aulaan sisään astuessaan. Moniulotteinen rakenne jakaa ravintolatilaa vilkkaasta kulkuaulasta ja takaa rauhallisen ruokailuhetken siellä asioiville (kuva 76; kuva 77). Runsaat aukotukset kuitenkin päästävät päivänvaloa peremmälle ravintolaan. Puu sopii ”green”-teemaan materiaalivalintana ja sen vaalea väri raikastaa tilaa. Rakenteiden tekstuuri on luonnollinen, joka tekee tilasta viihtyisän. Julkisen toimistorakennuksen työntekijöiden terveelliset työskentelyolot ja vierailijoiden ja asiakkaiden viihtyvyys olivat suunnittelutyön perimmäinen tavoite.



Kuva 74. Aulatila ja ravintolatilaa kantavat rakenteet 3D-mallinnettuna. Tekijän kuva.



Kuva 75. Mielenkiintoinen abstraktinen puurakenne. Tekijän kuva.



Kuva 76. 3D-malli ruokailutilan puolelta. Tekijän kuva.





Kuva 77. Ravintola käytössä ilta-aikaan. Tekijän kuva.

## 9 Visuaalinen yhteistyö arkkitehdin ja insinöörin välillä

### 9.1 Tutkimusmenetelmät ja hypoteesi

Kantavat rakenteet ovat tärkeässä roolissa rakennuksen koossa pysyvyyden kannalta ja ne voivat olla vahva osa rakennuksen arkkitehtonista imagoa. Niiden suunnittelu vaatii yhteistyötä kahdelta rakennusalan ammattilaiselta; tekniseltä insinööriltä ja visuaaliselta arkkitehdiltä. Opinnäytetyön prosessin aikana pohdin arkkitehtien ja insinöörien välistä yhteistyötä visuaalisuuden näkökulmasta ja halusin tutkia asiaa hieman tarkemmin. Halusin kuulla oikeita mielipiteitä suomalaisilta alan asiantuntijoilta eri puolilta Suomea, joten laadin ja lähetin sähköpostitse sattumanvaraisesti valitsemilleni rakennusalan ammattilaisille kyselylomakkeen [liite 1]. Yhteensä viisi (5) insinööriä ja seitsemän (7) arkkitehtiä osallistuivat kyselyyn. Pyrin kokoamaan kyselylomakkeen kysymykset tarkoin mahdollisimman kattavan kuvan vastaajien tulkinnoista saadakseni. Lisäksi sain hyviä vinkkejä opinnäytetyön tietosisältöön kyselyn avulla. Sain paljon hyvin mietittyjä ja selvennettyjä vastauksia, jotka kokosin lopuksi yhteen tarkempaa analysointia varten.

Historiassa arkkitehti ja insinööri ovat olleet yksi ja sama ammatti ja näiltä rakennusalan toimijoilta vaadittiin paljon ammattitaitoa. Arkkitehdit ja insinöörit kuitenkin erkanivat omiksi ammattikunnikseen ja heidän välilleen alkoi muodostua yhä tiukempi ammatillinen raja, joka määrittä heidän työtehtävänsä. On ymmärrettävää, että nämä kaksi tarkastelemaani ammattikuntaa eroavat toisistaan, sillä arkkitehtuuri ja rakentaminen ovat yhdistelmä tekniikkaa ja taidetta; insinööri on tekninen osaaja ja arkkitehti taiteellinen visualisti. Insinöörin vastuulla on arkkitehdin taiteen todelliseksi saattaminen turvallisesti, terveellisesti ja kustannustehokkaasti. Koin kuitenkin, että molemmilla pitäisi olla hieman käsitystä toistensa osaamisalueista, mutta usein mietin, kuinka paljon osataan yleisesti puolin ja toisin. Tarkastelun kohteena lähinnä kiinnostavaa oli visuaalisuuden rooli insinöörien osaamisessa, koska itse olisin kaivannut insinööriopintoihin visuaalisia vivahteita. Taide kuuluu rakennustekniikan opiskelun lisäksi vahvaksi osaksi elämääni, mutta millainen on taiteesta ymmärtämättömän tai jopa piittaamattoman insinöörin rooli työelämässä toisen osapuolen tai heidän itsensä silmin.

Olen aiemmin käsittänyt, että insinöörit tukeutuvat perusratkaisuihin suunnittelussa niiden yksinkertaisuuden tai etenkin riskittömyyden kannalta. Kokeneempi insinööri uskaltautuu riskimpiin ratkaisuihin nuorta suunnittelijaa helpommin, mutta suomalaiset insinöörit eivät mielellään ota vastuulleen arkkitehtien uusia innovaatioita. Ymmärrän kyllä varsinkin vastavalmistuvana ja kokemattomana insinöörinä, mistä tämä johtuu, sillä riskien ottaminen ei tule kysymykseen ja on ihanteellisinta ja kustannustehokasta käyttää varmaksi todettuja laskennallisia menetelmiä tuttuihin ja turvallisiin rakenneratkaisuihin. Ei tarvitse siis tehdä asiasta liian vaikeaa, jos sen voi hoitaa vaivattomammin ja nopeammin. Tällä logiikalla uuden arkkitehtuurin syntyminen ei ole välttämättä mahdollista tai se on hankalaa. Arkkitehtien osalta hypoteesini, eli ennakkokäsitykseni oli, että uusien muotojen ja tyylien suunnittelu ja toteutus olisivat mielekkäimpiä ja kiinnostavimpia. Epäilin kuitenkin kustannustehokkuutta arvostavassa Suomessa arkkitehtien mahdollisuutta toteuttaa itseään laajasti.

Visuaalisuus ja arkkitehtuuri ovat väistämätön osa jokaisen ihmisen elämää ja siihen jokaisen kokema rakennettu ympäristö perustuu. Rakennustekniikan

insinööritieteissä visuaalinen osaaminen ja sen ymmärtäminen olisi mielestäni tärkeää, jotta yhteistyö ja kommunikointi alan muiden vaikuttajien ja suunnittelijoiden kanssa olisi sujuvaa ja vaivatonta koko rakennusprojektin ajan. Insinööritieteet eivät opeta visuaalisia keinoja, joten haluan korostaa sen asemaa insinöörien osaamisessa. Onko tekniikan ja taiteen ammattilaisten välillä jonkinlainen kommunikaatiota vaikeuttava kuilu, jota olisi hyödyllistä kaventaa? Tätä asiaa halusin tutkia osana tätä opinnäytetyötä ja saada ehdotuksia insinöörien visuaalisen osaamisen kehittämiseksi ja arkkitehtien ja insinöörien yhteistyön edistämiseksi. Täytyy muistaa, että julkaisemani vastaukset ovat yksilöiden omia mielipiteitä, eivätkä ne yleisesti edusta kaikkien alan ammattihenkilöiden mielipiteitä. Kaikki kyselyyn osallistuneet pysyvät nimettöminä. Kokosin yleisimmät vastaukset yhteen analysoidakseni niitä ja saadakseni käsityksen osapuolten kannalta tutkimaani aiheeseen.

## **9.2 Insinöörien näkökulma**

Insinöörit olivat usein skeptisiä arkkitehtien taiteelle, mutta kommunikaatio koettiin tärkeänä osana yhteistyötä. Koettiin, ettei ymmärrystä arkkitehtien taiteelle välttämättä insinööritä tarvita, mikäli yhteisymmärrystä löytyy muilta osin. Rakennesuunnittelijan ja rakennuttajan on oltava tietoisia siitä, että arkkitehdin ratkaisut voivat vaatia poikkeavia ja lisäkuluja aiheuttavia rakenneratkaisuja.

Insinöörit eivät yleisesti kokeneet visuaalisuutta tärkeänä osana omaa työnkuvaansa vaan antavat mielellään arkkitehdeille vastuun rakenteiden visualisoinnista. Tietomallintaminen on yksi insinöörien työkalu, jossa täytyy hahmottaa jonkin verran erilaisia perspektiivejä. Käsivarainen piirustustaito koettiin vaikeaksi oppia, mikäli sitä ei luonnostaan ole. Yksi vastaajista koki, että jotkin ARK-opinnot olisivat hyödyllisiä myös insinööreille.

Nuorten ja kokemattomien rakennesuunnittelijoiden todettiin liikkuvan turvallisissa rajoissa suunnittelun kannalta, joka voi johtaa rakenteiden ylimitoittamiseen. Laskennalliset faktat menevät työmaakokemuksen kautta

saatavan käytännön osaamisen yläpuolelle, jotta voidaan pystyä hyvin perustelemaan käytetyt menetelmät. Muuten iän, koulutuksen tason tai jonkin muun tekijän ei koettu vaikuttavan yhteistyön mielekkyyteen, mutta sujuvuus kehittyi kaikenlaisen kokemuksen tuoman ammattitaidon kautta.

Insinöörien ehdotukset rakenteiden kustannustehokkuudesta ja helppoudesta johtuvat myös rakennuttajan roolista. Kustannustekijät ohjaavat rakennesuunnittelua ja haastavien rakenteiden suunnitteluun kuluu luonnollisesti myös enemmän aikaa ja rahaa. Suunnittelua ohjaa rakennuttajan toiveet ja määräykset, joihin insinöörit ja arkkitehdit vastaavat omalla ammattitaidollaan. Mikäli rakennesuunnittelija toimii vain omalla mukavuusalueellaan, kehoitettiin harkitsemaan rakennesuunnittelijan vaihtoa pätevämpään. Rakennesuunnittelijoiden vastuullisen työn vuoksi, ehdotetaan arkkitehdeille vakiintuneita ja turvallisia ratkaisuja. Rakenteita suunnitellaan oman kokemuksen rajoissa, jotta pysytään turvallisella alueella.

### **9.3 Arkkitehtien näkökulma**

Yhteistyö arkkitehdin ja rakennesuunnittelijan kanssa muotoutuu useiden yhteisten projektien ja tilaajatahojen kautta. Taloudellinen linja pitää suunnittelun turvallisissa muodoissa ja harvoin päästään toteuttamaan mieltä sykähdyttäviä suunnitelmia. Arkkitehtien mielestä kommunikaatio oli ehdottoman tärkeää arkkitehtonisten rakenteiden suunnittelussa. Rakennesuunnittelijoilta ei koettu usein löytyvän ymmärrystä arkkitehdin taiteellisille ideoille. Taloteollisuudessa työskentelevät vastaajat mielsivät, että insinöörin on hyvä kertoa arkkitehdille, jos jokin asia ei käytännössä toimi ja sille olisi olemassa järkevämpi ratkaisu. Monen mielestä olisi myös hyvä käydä läpi yhdessä useita erilaisia ratkaisuja ennen lopulliseen ratkaisuun päättymistä.

Rakennesuunnittelijoilta kaivattiin kokemusta rakennesuunnittelusta, mutta myös mielikuvitusta rakenteiden vaikutuksesta rakennuksen ja ympäristön ulkonäköön, jota opinnoissa voisi korostaa. Opintojen osalta pohdittiin tarpeelliseksi opettaa insinööreille käsivaraista luonnostelua sekä mittakaavan ja perspektiivien

hahmotuskykyä paremman yhteisymmärryksen saavuttamiseksi. Myös rakennustaiteen historia koettiin hyödylliseksi aiheeksi insinööreille jossain määrin.

Ymmärrettävästi useiden mielestä rakennesuunnittelijan ikä, kokemus ja koulutustausta vaikuttivat myönteisesti paremman yhteistyön onnistumiseen ja parempaan suunnittelutulokseen päätymiseen. Rakennesuunnittelijan ammattitaidon puutteellisuuden todettiin heijastuneen vaikeiden ratkaisujen hylkäämiseen ja uuden suunnittelu koettiin jollain tasolla insinöörin oman turvallisuusalueen ylittämisenä. Myös vakiintuneet käytännöt ja käytettävissä oleva tekniikka olivat vastaajien mielestä uusien ratkaisujen jarruna, jotta pysytään turvallisissa rajoissa suunnittelun kannalta. Taloteollisuudessa koettiin vanhempien rakennusinsinöörien esittävän rutiininomaisia vakioratkaisuja. Turvallisuuden lisäksi oli perusteltua valita kustannustehokas ja vakiintunut käytäntö, jotta projektin kokonaiskustannukset pysyvät kohtuullisina, joten hätkähdyttävää arkkitehtuuria Suomessa päästään harvemmin toteuttamaan näistä syistä.

Arkkitehdeille ei opiskeluaikana oltu opetettu vaikeampia rakenneratkaisuja ja niiden toteuttamista vaan oli keskitytty pikemminkin rakennetekniikan perusteisiin. Rakenteiden vaikutusta rakennuksen arkkitehtuuriin, kuten muotokieleen, painotettiin opinnoissa. Arkkitehdin opintokokonaisuus on niin laaja, että esimerkiksi historiaa, asuntosuunnittelua, julkisten rakennusten suunnittelua, kaupunkisuunnittelua, rakennusten teknisiä järjestelmiä, yhdyskuntatekniikkaa ja kaavoitusta opeteltiin vain pintapuolisesti ja keskityttiin eniten rakennustaiteelliseen suunnitteluun. Rakennustekniikan hallitseminen nähtiin siis pääasiassa olevan insinöörien vastuulla.

#### **9.4 Vastausten analysointi ja kehittämisideat**

Hypoteesini vastasi suurimmaksi osaksi haastatteluista saatuja vastauksia. Arkkitehtien vastauksista löytyi selkeä yhteneväisyys, mikä on mielenkiintoista. Arkkitehtien suhtautuminen visuaalisuuden tärkeyteen oli selvästi havaittavissa.

He osasivat vastata tarkemmin millaisesta visuaalisesta opetuksesta insinööreille voisi olla hyötyä peilaten omiin opintoihinsa ja yhteistyökokemukseen rakennesuunnittelijoiden kanssa. On hyvä huomata, että tarve insinöörien visuaalisten taitojen kehittämiseen olisi oikeasti useimpien mielestä suotavaa. Täten rakennustekniikan opiskelijat ja jo valmistuneet voisivat pyrkiä kehittämään taitojaan. Työelämän vaatimukset vaikuttavat koulutussisältöihin ja niiden kehitykseen, joten ei välttämättä ole mahdotonta, että visuaalisia ominaisuuksia pyrittäisiin kehittämään myös insinöörien osaamisessa tulevaisuudessa. Moniosaaminen on trendikästä, koska se on hyödyllistä ja tehokasta. Ammattikorkeakoulun rakennusarkkitehtikoulutus on osittain vastaus rakennustekniikan osaajien visuaalisten taitojen tarpeellisuuteen, mutta en silti vähätelisi niiden asemaa rakennusinsinöörien kohdalla.

Insinöörien hieman vastustelevaa asennetta visuaalisiin taitoihin uskon ymmärtäväni. Insinöörien näkemys visuaalisuuden tärkeydestä oli vähättelevämpi kuin arkkitehtien. Monet vetivät tiukan ammatillisen rajan taiteellisen arkkitehdin ja teknisen insinöörin välille. Taiteesta piittaamattomuus voinee johtua koulutuksen teknisestä pääpainosta ja tietämättömydestä siitä, mitä visuaalisuus käytännössä tarkoittaa ja kuinka sitä voisi kehittää. Insinöörit ehkä kokevat teknisen osaamisen heille tärkeäksi ja riittävän vaativaksi työksi. Ennakkoluulot arkkitehtuuria ja visuaalisia taitoja kohtaan voivat olla yksi tekijä, miksi taidetta ei edes haluta oppia. Jos lähtökohtaisesti esimerkiksi oletetaan, että luonnostelu tai piirtäminen vapaalla kädellä ei suju, ei sitä myöskään uskota mahdolliseksi oppia. Vastauksissa tuli ilmi ammatillinen mukavuusalue, jolta insinöörien voisi olla aika poistua.

Arkkitehtuurin historian tuntemus tuli ilmi hyvänä seikkana arkkitehtien vastauksista, joka ei esimerkiksi itselleni tullut mieleen. Arkkitehtuurin historiaa olisi helppo oppia itsenäisesti internetistä ja kirjallisuudesta. Itse rakennuspiirtäjän tutkinnon kautta olen hieman oppinut arkkitehtuurin historiaa, mutta insinööriopinnoissa tätä opetusta ei ole ollut saatavilla. Omatoimisessa oppimisessa motivoinee insinöörejä oikea asenne ja tarve kehittää itseään, jonka olen kokenut henkilökohtaisestikin. Tulevana insinöörinä arkkitehtien vastaukset olivat hyvä suuntaohje itsensä kehittämiseen, sillä haluan vastata työelämän

tarpeisiin tulevaisuudessa ja edesauttaa toimivaa kommunikaatiota parhaani mukaan. Ehkä insinöörit voivat kehittää vapaa-ajallaan arkkitehtien haastatteluissa esiin tulleita visuaalisia taitoja erilaisin keinoin, mikäli se ei ole ollut opintojen puitteissa mahdollista. Esimerkiksi vapaaopistoissa on mahdollista käydä muotoilun ja arkkitehtuurin kursseja omakustanteisesti. Myös YouTubessa on paljon opetusvideoita ja internet on täynnä ilmaisia ohjeita visuaalisuuden oppimiseen. Motivaatio ja oikea henkilökohtainen oppimistapa jokaisen on löydettävä itse.

## 10 Pohdinta

Vastaavia opinnäytetöitä en ole aiheesta löytänyt etsinnöistäni huolimatta, joten aiheen tutkiminen oli avartava kokemus ja tuloksena syntyi hyvä ja kattava tietopaketti aiheesta kiinnostuneille ja visuaalisuudesta piittaamattomillekin. Insinööritieteistä oppimaani rakennetekniikkaa pääsin soveltamaan uuteen ja mielenkiintoiseen aiheeseen saaden kosketusta enemmän arkkitehtonisten rakenteiden historiaan ja arkkitehtuurin keinoihin. Opinnäytetyöaiheena "kantavat rakenteet arkkitehtonisena elementtinä" oli opettavainen ja Green Park -esimerkin ansiosta soveltava. Opinnäytetyökokonaisuus on monipuolinen ja se perehdyttää aiheeseen. Metla-talossa vierailu oli upea kokemus ja löysin paljon mielenkiintoisia arkkitehtonisia mestariteoksia, joissa haluan vierailla. Huomaan kiinnittäväni enemmän huomiota ympäristööni kuin aiemmin. Koin etenkin Zaha Hadidin arkkitehtonisen tyylin kiinnostavaksi ja inspiroivaksi. Olen aina pitänyt itseäni visuaalisena ihmisenä, joten pääsin tämän opinnäytetyön aiheen kautta toteuttamaan visuaalista puoltani etenkin Green Park -esimerkin kautta. Opinnäytetyön soveltavaa osuutta voisi jatkaa mitoittamalla suunnittelemani kantavan elementin laskennallisesti.

Konsultoidessani rakennusalan ammattilaisia ja täydennettyä tietoperustaani, sain kontakteja arkkitehti- ja insinööritoimistoihin. Lisäksi sain kokemusta ja näkemystä urahaaveideni kannalta tärkeisiin asioihin. Itselleni oli tärkeää kuulla alan toimijoiden näkemyksiä aiheesta, vertailla vastauksia keskenään ja niitä

edelleen omiin ennakkokäsityksiini. Halusin jakaa saamani tutkimustulokset ja niiden pohjalta pohditut keinot paremman työelämälähtöisen kommunikaation edistämiseksi rakennusosalalla. Insinöörien ja arkkitehtien välistä yhteistyötä voisi tutkia lisää.

Opinnäytetyön aiheesta kiinnostuneiden kannattaa jatkossa kiinnittää huomiota ympäristöönsä ja oppia yhä taitavammin analysoimaan sen lähettämiä viestejä. Koska tämä opinnäytetyö on vain pieni osa arkkitehtuurin tulkitsemisesta ja kantavista rakenteista, löytyy aiheesta kiinnostuneille paljon tietoa kirjallisuudesta, internetistä ja tässä opinnäytetyössä käyttämästäni runsaasta lähteistöstä.

Olen kiitollinen Karelia-ammattikorkeakoululle henkilökohtaisesti minua kiinnostavan arkkitehtuuria ja tekniikkaa yhdistelevän opinnäytetyön aiheen antamisesta. Kiitos myös ohjaajalleni Timo Pakariselle, joka mahdollisti Green Park -Centerin saamisen soveltavaksi kohteeksi osana opinnäytetyötäni ja kannustavasti ohjasi läpi opinnäytetyön prosessin. Isot kiitokset kuuluvat myös minua konsultoineille rakennusalan ammattilaisille sekä lähipiirilleni kärsivällisyydestä. On hienoa valmistua puurakentamiseen painottuvasta Karelia-ammattikorkeakoulusta, sillä Suomi on ehdottomasti innovatiivinen puurakentamisen edelläkävijä maailmassa.



## Lähteet

- [1] Valkeapää, L & Salmela, U. Taidehistorian sanasto. Jyväskylän yliopisto. 2003.  
<https://www.jyu.fi/hytk/fi/laitokset/mutku/opiskelu/materiaalit/taidehistorian-sanasto>. 12.5.2018.
- [2] Vallius, A. Futurismi. Jyväskylän yliopisto. 2010.  
<https://koppa.jyu.fi/avoimet/taiku/taidehistorian-aikajana/modernismi/1900-luvun-modernismi/futurismi>
- [3] Heikura, P. & Kumpula, K. Arkkitehtuurin kieli on dialogia. Yle. Helsinki. 2016.  
<https://yle.fi/aihe/artikkeli/2016/06/02/arkkitehtuurin-kieli-dialogia>. 3.4.2018.
- [4] Vänntilä, J. Luento 1: Rakennuksen runko, rungon rakenneosat ja runkojärjestelmät pdf-tiedosto. Oulun yliopisto. 2016.  
[https://noppa oulu.fi/noppa/kurssi/453531p/materiaali/453531P\\_luento\\_1.pdf](https://noppa oulu.fi/noppa/kurssi/453531p/materiaali/453531P_luento_1.pdf). 3.4.2018.
- [5] Oulun rakennusvalvonta. Kantavat rakenteet. Oulun kaupunki. 2018.  
<https://www.ouka.fi/oulu/rakennusvalvonta/b2-kantavat-rakenteet>. 3.4.2018.
- [6] Hopson, S. Intel Shell Collapses. Flickr. 2007.  
<https://www.flickr.com/photos/stevehopson/403037117/>. 17.5.2018. CC BY 2.0.
- [7] Nymann, K. Arkkitehtuurin kadotettu kieli. Vaajakoski. Multikustannus Oy. 2008.
- [8] Eduskunta. Eduskunnan talot ja taide. 2018.  
[https://www.eduskunta.fi/FI/tietoaeduskunnasta/eduskunnan\\_talot\\_ja\\_taide/Sivut/default.aspx](https://www.eduskunta.fi/FI/tietoaeduskunnasta/eduskunnan_talot_ja_taide/Sivut/default.aspx). 13.5.2018.
- [9] Hellsten, J. Eduskuntatalo. Flickr. 2009.  
<https://www.flickr.com/photos/nurpax/3853790862/in/photolist-6SxFL3-cWzs6w-HpsaE-5dfBeG-62V2dR-VYDm5m-9PxxWs-993YfV-JFb7Lu-eaH6AD-62ZgKA-23yeQQm-mSSHn-upBsn-eaNHAA-onTxjC-mSSD4-993Ym2-8WkKfH-p4q81G-aNQDwZ-4DBgzV-cRznkW-7RqTuc-wocTq-22bq3ZY-23PWRWN-kFi2t-24QYagj-6w3dNB-3pCKFU-6VctS8-e3oHx-jWcTrk-9976YE-3W27vf-6y14aU-kKGTh-8761wR-mSSLr-5mEn5-8Zs9Fo-aNQC2B-4TPaZH-5EUqQq-hR7fE-eaNHRY-9TnBUC-6JSxqL-6mb7re>. 16.5.2018. CC BY 2.0.
- [10] Baviere, G. 2010-01-09. Helsinki / Helsingfors. The Parliament. Flickr. 2010. <https://www.flickr.com/photos/84554176@N00/4495632759/>. 16.5.2018. CC BY 2.0.
- [11] Láscar, J. The Reichstag building. Flickr. 2009.  
<https://www.flickr.com/photos/jlascar/4472186614/in/photolist-7Pc8gL-4Xxr2s-9eGCJj-3jfAHc-adsFcz-PXNCZ-6GvWRo-86aXXU-bk6XRM-5grE1x-6zqyNd-9rZCUp-4ktBsT-Xw5hiX-bQ2N9k-6rY64a-7nDMmM-867MR6-zJohX-PXe89-86aXQq-5TmFJr-6E9xvQ-5grE6g-pnAsED-9eDxtF-DmUSc-duQHLz-tMi5q-8xe2p-mpzBp-dhzKHV-6h92K9-bX6A3F-qoH9LY-q9xJdp-pZD7gJ-q9xKMB-qqVXW9->

- ea1f3m-q9yQWa-qqNWic-qhKrBT-T3Wpm4-q9qnTQ-puefFZ-q2NoRG-6E5qzc-qoH2gs-q9rww9. 16.5.2018. CC BY 2.0.
- [12] Proimos, A. Front of The White House. Flickr. 2012.  
<https://www.flickr.com/photos/proimos/7505676818/in/photolist-crbye1-qgTuUL-dHnrBg-a9jEJY-23zZH3V-qJfw3A-gn3zfU-hxrHf6-Gs5Gmu-o32YUY-cSQvaA-bihZdH-bLtmnc-4fk8fV-4W445a-mv4YSa-cDzdRq-6Mjcf1-a5wM3k-f2XgLg-dWEFZk-WmS1CY-5w1USJ-5spb9-cDzcLh-dsxP1J-dMYGD-qPD2TT-4JsXJm-cmAPPj-9fDDGk-MKC8U-e3rbvf-nEjyqd-cDAbbN-aaoHN1-22qczT3-r3Va88-fBMRz-4duDnE-23kbbTj-92NxmW-7uyc6T-bcFW3P-pmW6Ek-cDzc4C-UrcV6-2U9cr-5p1t8T-87XdCQ>. 16.5.2018. CC BY-NC 2.0.
- [13] Kuusela, M. 2011. Arkkitehtuurin ilo ja hengen valo. Matin blogi. 18.2.2011.  
<https://www.enkelimaa.fi/blogi/2011/02/18/42>. 3.4.2018.
- [14] Koivisto, S. Värillä on väliä. Teho-opisto. 2011. <http://teho-opisto.fi/varilla-on-valia/>. 27.4.2018.
- [15] Freiburg, J. Light and shadow. Flickr. 2013.  
<https://www.flickr.com/photos/jwltr/10908096184/>. 16.5.2018. CC BY-SA 2.0.
- [16] Vallius, A. Varhaiset korkeakulttuurit. Jyväskylän yliopisto. 2010.  
<https://koppa.jyu.fi/avoimet/taiku/taidehistorian-aikajana/varhaiset-korkeakulttuurit/egyptin-alueen-taide/egyptin%20varhaisdynastinen%20aika>. 13.5.2018.
- [17] Vallius, A. Kreikan klassinen kausi. Jyväskylän yliopisto. 2010.  
<https://koppa.jyu.fi/avoimet/taiku/taidehistorian-aikajana/antiikki/antiikin-kreikka/kreikan%20klassinen%20kausi>. 12.5.2018.
- [18] Vallius, A. Antiikin Rooma. Jyväskylän yliopisto. 2010.  
<https://koppa.jyu.fi/avoimet/taiku/taidehistorian-aikajana/antiikki/antiikin-kreikka/kreikan%20klassinen%20kausi>. 12.5.2018.
- [19] Rossi, J. Caryatids, and Atlantes. Speel me. 2014.  
[www.speel.me.uk/gp/caryatids.htm](http://www.speel.me.uk/gp/caryatids.htm). 13.5.2018.
- [20] Classical orders from the Encyclopedie.png. Wikimedia. 1767.  
[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Classical\\_orders\\_from\\_the\\_Encyclopedie.png](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Classical_orders_from_the_Encyclopedie.png). 16.5.2018. CC PD Old.
- [21] Rowland, C. Parthenon. Flickr. 2010.  
<https://www.flickr.com/photos/clurr/5185822902/in/photolist-8UfGtG-8oJeMJ-cGAW1-daRDU-7pQVg8-yxxka-6LXtFk-q3QtBn-fC8ebv-daRwH-2TX6pp-4Rc7Kr-4ZTdp-jsuMZ-7qTw1r-7qXpzA-7qTvek-874PNh-pPLZyV-7qXnAj-4RcnjM-4RgkjN-VfEU7Y-216ti9M-iFXhEQ-KhWjz-mX3DNM-j23NW-XbDoZU-dMB5Ne-5KzXBF-hTBRY-spHWFb-5YywAv-a7DLbd-8tQ6UR-tWVvP-cdkfk1-f2yJi-2TV8gP-7SGx6V-4iwmJs-o9heWW-p8Rnma-9MXiko-f2yLy-6568Cz-rtgsF-m7p6GV-YTUYk1>. 16.5.2018. CC BY 2.0.
- [22] Waltzer, J. Caryatids. Flickr. 2009.  
<https://www.flickr.com/photos/pixelpackr/3860742547/in/photolist-dYtUFq-pduvab-3Lje5-3Lj9s-5LSdQL-25y4KH-25yeQ4-dDLqUb-3VvBJ-4aCnzp-giF8KK-9HN4J-giEAus-6TajfF-b5WD7Z-giEEaq-giEDY2-i2M5M-M6Jity-GYSWsd-MuM3NF-JdPZE-dCvhl-6KT39H-N8srqs-NsEsoX-NsErqp-NjZe2c-NsErVc-GFpnaF-H3AXRY-GFpBJN-95n4n5>. 16.5.2018. CC BY 2.0.

- [23] Llewelyn, H. Gare du Nord. Flickr. 2009.  
<https://www.flickr.com/photos/camperdown/5699064320/in/photolist-9FBcgE-iE9AB1-68qYhe-fjwwbz-eUPHkX-faqneg-DMkH3s-tmWta-cvgrTW-7GB7Dx-ERaZ3h-aoouTd-aqTPpd-9FBcMd-f5oAjj-7qhJjx-eb7zgi-dypTxX-97UYgh-66Qbu1-nidPig-ngb5td-DgJbB5-aom9zT-9J1F1c-dbb3BU-FbaPEE-97x9a9-eUtsus-ePjidH-E4maEu-RmMaU1-EZWcQr-eUh5X4-dCk999-eUPFCz-dRpRra-BDnS55-PT8DQd-eUPFYg-6W9VsZ-4CiRFo-bmLmbM-MRWup-4JYhoo-hweKqu-66aRnc-56Y5L-auJ8wL-bmLmaa>. 17.5.2018. CC BY-SA 2.0.
- [24] Anzola, F. Palace of Justice. Flickr. 2013.  
<https://www.flickr.com/photos/fran001/9379073326/>. 16.5.2018. CC BY 2.0.
- [25] Archi-e. Teollinen vallankumous raudan käytön mullistajana. Archi-e. 2018.  
<https://www.archi-e.fi/terasrakentamisen-historiaa/#/artikkeli/teollinen-vallankumous-raudan-kayton-mullistajana>. 10.4.2018.
- [26] Library of Congress/original author unknown. Interior view of the Gallery of Machines, Exposition universelle internationale de 1889, Paris, France. Wikimedia. 1889.  
[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Interior\\_of\\_exhibition\\_building,\\_Exposition\\_Universal,\\_Paris,\\_France.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Interior_of_exhibition_building,_Exposition_Universal,_Paris,_France.jpg). 17.5.2018. CC PD-Art. PD old.
- [27] Hugel, L. Le montage des fermes de la Galerie des machines. Wikimedia. 1889.  
[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/28/Le\\_montage\\_des\\_fermes\\_de\\_la\\_Galerie\\_des\\_machines.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/28/Le_montage_des_fermes_de_la_Galerie_des_machines.jpg). 16.5.2018. CC PD.
- [28] Jokinen, T. Rauta, rautarakenteet ja arkkitehtoninen muoto. Gustaf Nyströmin näkemys aikansa uudesta rakennusmateriaalista. Gren, R (toim.). Tahiti 01/100. 2014. <http://tahiti.fi/01-2014/tieteelliset-artikkelit/rauta-rautarakenteet-ja-arkkitehtoninen-muoto-gustaf-nystromin-nakemys-aikansa-uudesta-rakennusmateriaalista/>. 2.5.2018.
- [29] Königer, O. Preymann, Allgemeine Baukonstruktionslehre in 4 Bänden, Band III. Otto Königer, Die Konstruktion in Eisen., 6. Auflage Leipzig, 1902. Wikimedia. 1902.  
[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/98/Preymann\\_III.\\_Eisen\\_%286.\\_Aufl.%29\\_Taf.\\_11.png](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/98/Preymann_III._Eisen_%286._Aufl.%29_Taf._11.png). 18.5.2018. CC PD Old.
- [30] Combe, C. Forth Bridge Misty Mono. Flickr. 2014.  
<https://www.flickr.com/photos/cosmicherb70/15137389978/>. 16.5.2018. CC BY 2.0.
- [31] Arkkitehtuurimuseo. 1960-luku. Brutalismi. MFA. 2018.  
<http://mfa.fi/lisatietoa-1960>. 12.4.2018.
- [32] Pessar, P. Mid-Century Brutalist IBM Building Boca Raton 1970 Marcel Breuer. Flickr. 2017.  
<https://www.flickr.com/photos/southbeachcars/26268097989/in/photolist-G2dSnc-ZWWoCQ-ZXRhSe-ZT8mFQ-YTcGpL-CRM2gd-YTcG2G-CRM1Ed-HTib7r-hguswg-Ni3nbU>. 16.5.2018. CC BY 2.0.
- [33] Kuban, A. The Johnson Museum. Flickr. 2007.  
<https://www.flickr.com/photos/slice/396567384/in/photolist-B3vEG-TaxFKu-eB98sS-3JBtAr-B3vw2-TkKX2S-HD4btP-B3uxU-TkKuNQ-B3uPK-B3uZJ-SPmUNU-TauZAL-TkM8Yj-S3yxkd-S6aX4T-SaqLVc-Tgr5v1-TkM8Uw-TkKWWG-4gVCpA-SPmULu-SavKcT-SaqM7V->

- SaxCaH-TkKuDb-S7SgiJ-Sapy9c-S6afFt-Sapy7Z-SawGK6-TkM949-TkM98h-T6eDUL-SaqLXg-SK6U7Y-SapyaV-TcWhYi-SaxC7X-TcSkjt-S7RJFb-TaxFLb-TarfdU-T6eDNU-Sapy4x-T6eDM1-SPnPHb-S3yxhs-Tgqre7-TpkFHD. 16.5.2018. CC BY-NC-ND 2.0.
- [34] Standertskjöld, E. 1970-luku - avotilat ja monikäyttöisyys tavoitteina peruskoulun rakennuksissa. 2018. <http://www.koulurakennus.fi/1970-luvun-koulu/arkkitehtuuri>. 21.4.2018.
- [35] Wallenius, A. Hirveän hieno koulu. Valokuvataiteen museo. 2018. <https://www.valokuvataiteenmuseo.fi/fi/kokoelmat/hirvean-hienokoulu>. 21.4.2018.
- [36] Saanio, M. Roihuvuoren kansakoulu 1967. Digitoitu alkuperäisestä negatiivista. Valokuvataiteen museo. 2018. <https://www.valokuvataiteenmuseo.fi/fi/kokoelmat/hirvean-hienokoulu>. 17.5.2018. Lupa kuvan käyttöön saatu 17.5.2018 Valokuvataiteen museolta puhelimitse.
- [37] Kääriäinen, M. Konstruktivismi. Internetix. 1998. <http://materiaalit.internetix.fi/fi/opintojaksot/taiteilijatverkossa/pelvo/konstruktivismi>. 21.4.2018.
- [38] Jyväskylän yliopisto. Konstruktivismi. Jyväskylän yliopisto. 2010. <https://koppa.jyu.fi/avoimet/taiku/taidehistorian-aikajana/modernismi/1900-luvun-modernismi/konstruktivismi>. 21.4.2018.
- [39] Helsingin kaupunginkirjasto. Miten määritellään dekonstruktivismi? Mitkä ovat tämän suuntauksen tyypilliset piirteet?. Helsingin kaupunginkirjasto. 2013. <http://www.kysy.fi/kysymys/miten-maaritellaan-dekonstruktivismi-mitka-ovat-taman-suuntauksen-tyypilliset-piirteet>. 13.5.2018.
- [40] Baviere, G. Innsbruck. La tour du tremplin olympique de saut à ski. Flickr. 2016. <https://www.flickr.com/photos/84554176@N00/28843497106/in/photolist-pJ5zLx-rqtQin-rsmjLk-rsmkvX-qN1Ns4-rJHnqn-rJNrYK-SRBzTP-go9NPr-qmJC8n-afM8Fc-KwueME-KQTzSX-KQTzun-KwueKf-KQTzHt-KWNsNf-KWNsCq-KRA9bs-K3eUqc-KWNtjL-KQTA9Z-KwueRh-KVNTZU-rseXrQ>. 16.5.2018. CC BY-SA 2.0.
- [41] Skof-Peschetz, R. Zaha-Hadid (1). Flickr. 2007. <https://www.flickr.com/photos/rpeschetz/442511365/>. 16.5.2018. CC BY-NC 2.0.
- [42] Zykov, A. Heydar Aliyev Center. Flickr. 2017. <https://www.flickr.com/photos/infanticida/39507890782/in/photolist-23cbguJ-22aaSKh-F77wru-pHXeRu-23ePSpg-21SCoEt-fJg74m-JicpfX-Jicp4z-isGrF3-F77zzd-fJgBnS-fJgE9u-JicnSX-DA1bbZ-fHYUPv-DA19EH-22ab1VL-22aaXn3-21SCp9e-23cbhkG-21SCoPr-ZQCaCd-23ePSBF-F77toL-23CaQZd-F77zMY-F3Prjg-JicodM-JicoTz-23CaRJu-YtDprF-22ab1F7-F77xTN-23ePXHx-XcSUjN-ssxLDe-24DaJcj-23eQ3Xk-sp6M5Q-JicpMZ-JicpGi-fHZ6CM-8SnDPH-Jicomx-fHZ3r4-8SqKv7-F77zjo-F77uh9-fHZ38e>. 16.5.2018. CC BY-SA 2.0.
- [43] Zykov, A. Heydar Aliyev Center. Flickr. 2017. <https://www.flickr.com/photos/infanticida/39537876121/in/photolist-23ePX6k-23cbdYS-23cbguJ-22aaSKh-F77wru-pHXeRu-23ePSpg-21SCoEt-fJg74m-JicpfX-Jicp4z-isGrF3-F77zzd-fJgBnS-fJgE9u->

- JicnSX-DA1bbZ-fHYUPv-DA19EH-22ab1VL-22aaXn3-21SCp9e-23cbhkG-21SCoPr-ZQCaCd-23ePSBF-F77toL-23CaQZd-F77zMY-F3Prjg-JicodM-JicoTz-23CaRJu-YtDprF-22ab1F7-F77xTN-23ePXHx-XcSUjN-ssxLDe-24DaJcj-23eQ3Xk-sp6M5Q-JicpMZ-JicpGi-fHZ6CM-8SnDPH-Jicomx-fHZ3r4-8SqKv7-F77zjo. 16.5.2018. CC BY-SA 2.0.
- [44] Zykov, A. Heydar Aliyev Centre. Flickr. 2017.  
<https://www.flickr.com/photos/infanticida/25667091678/in/photolist-F77y8q-23CaQZd-21SCp9e-21SCoPr-F3Prjg-XcSUjN-ssxLDe-sp6M5Q-fHZ6CM-23ePSBF-ZQCaCd-F77toL-F77zMY-JicodM-JicoTz-23CaRJu-22ab1F7-23ePXHx-F77xTN-24DaJcj-23eQ3Xk-JicpMZ-JicpGi-8SnDPH-Jicomx-8SqKv7-fHZ3r4-fJgAK3-F77uh9-rwGZ3a-fygJdA-YtDprF-s8UYLb-saXgrs-rttXgu-rwDcK3-sq66AJ-sqtuHF-sbR3SA-fJgBnS-saP9nJ-srnmvN-safRne-ruqzWA-23ePVRg-21WVFc-F3Psia-XcSPif-F77zjo-fHZ38e>. 16.5.2018. CC BY-SA 2.0.
- [45] Teräsrakenneyhdistys. Teräs materiaalina. Teräsrakenneyhdistys. 2018.  
<http://www.terasrakenneyhdistys.fi/fin/terasrakenneteollisuus/teras-materiaalina/>. 6.4.2018.
- [46] Väisänen, P. Teräs-perustietoa arkkitehtipiskelijoille. Vammala. Vammalan kirjapaino Oy. 2007.  
[http://www.terasrakenneyhdistys.fi/document/1/40/66e53a5/Teras\\_web.pdf](http://www.terasrakenneyhdistys.fi/document/1/40/66e53a5/Teras_web.pdf). 3.4.2018.
- [47] Ohtonen, J. Suurten rakenteiden rakennusmateriaalit. 2018.  
[http://ohtonen.weebly.com/uploads/2/5/4/2/25424534/kest%C3%A4vien\\_rakenteiden\\_rakennusmateriaalit.pdf](http://ohtonen.weebly.com/uploads/2/5/4/2/25424534/kest%C3%A4vien_rakenteiden_rakennusmateriaalit.pdf). 4.4.2018.
- [48] Brill, A. Zollverein XV. Flickr. 2018.  
<https://www.flickr.com/photos/augustbrill/25407333847/in/photostream/>. 17.5.2018. CC BY 2.0.
- [49] Forsyth, E. Exterior. Flickr. 2009.  
<https://www.flickr.com/photos/ellf/3897314223/in/photolist-eDXNAY-2AcsL4-eDRFqX-cEvTay-eDXNAs-eDXN1C-6WsHcs-eDRFwt-eDXNmN-6WoKJP-eDREQk-5ktV5z-6LVdpH-6WsAio-5CfjUq-5c5VZW-M3zEH-6UqZjz-B1gY-MXXooZ-8EqJdA-6WscjY-6WraqU-6WsaVu-reqKcv-8EnyPv-2AeKM3-2AbUxK-djF7cu-8rT1za-2A9U7e-U8P8UR-2AcYXa-M3tsU-8Enxyn-8EqGi1-MtmxSC-MtPANX-z54rhQ-znwN7R-8Nz4Sh-8Enz2i-8EqHZo-8EnxLz-8Enx74-8EnwEt-7Lxb8d-6XuAy2-M3roU-B4gA2>. 16.5.2018. CC BY-SA 2.0.
- [50] Klocek, S. Struts - Stuttgart Airport. Flickr. 2010.  
<https://www.flickr.com/photos/deliciousblur/4687574506/in/photolist-89e3A7-4uKVHd-5Re4N1-4uFTqp-4uFRvp-4uKVn9-4uKUqQ-4uFUbt-4uFV8z-4uKVXo-aCPpo3-25XhiQT-T31Qbz-VfTicG-6VJJpP-rwSFce-cqJwqG-tR6v1E-62jca-aCPpgQ-aCPoQN-7rTjs6-aCLFYH-a15Eo2-7zxK1L-pMB8zb-HPrauu-4hs5Jd-8snCCg-8sqG6E-8sqGb9-8yhub-8sqGid-FMeawK-cRvQGb-HjJeAP-FpKzAy-cRvSYQ-FMCUc8-FAqFht-ywWyRJ-cRvMcq-61QshE-HkwzWJ-cRvUxG-cRvN1y-7Ed9xg-fySPWv-6q8Xhf-245p2a2>. 16.5.2018. CC BY-NC 2.0.
- [51] The Plan. Qatar national convention centre. The Plan. 2018.  
<https://www.theplan.it/eng/webzine/report/qatar-national-convention-centre>. <https://www.visitqatar.qa/businesses/planning-an-event/venues/qatar-national-convention-centre#>. 10.4.2018.

- [52] Schulz, I. Richard III at QNCC. Flickr. 2011.  
<https://www.flickr.com/photos/isapisa/6524340319/in/photostream/>.  
 16.5.2018. CC BY-SA 2.0.
- [53] Gupta, K. Serie Architects. Tote on the Turf. 2014.  
<http://www.thetote.in/space.html>. 17.5.2018. Lupa kuvan käyttöön  
 saatu 17.5.2018 Samit Khannalta (samit.khanna@degustibus.com)  
 sähköpostitse.
- [54] Müller, P. Lisbon Oriente. Flickr. 2016.  
<https://www.flickr.com/photos/patrickmuller/30679242691/>.  
 16.5.2018. CC BY-NC-ND 2.0.
- [55] Wütschert, D. Railwaystation Oriente1.jpg. Flickr. 2010.  
[https://www.flickr.com/photos/daniel\\_wuetschert/14798033584/](https://www.flickr.com/photos/daniel_wuetschert/14798033584/).  
 16.5.2018. CC BY-SA 2.0.
- [56] Duarte, F. Oriente. Flickr. 2009.  
<https://www.flickr.com/photos/freduarte/4228045050/in/photostream/>.  
 16.5.2018. CC BY-NC 2.0.
- [57] Mason, J. King's Cross. Flickr. 2014.  
<https://www.flickr.com/photos/91451979@N00/15636071217/in/photo>  
 list-pPGXdM-pDhD93-scy3ac-25S71W3-98wFJF-ejQYvx-25PGZL7-  
 dD3zw1-sv72kX-4bSBoG-SrLYcA-25Do8RV-6ThPhV-otzxEi-  
 7QoVEz-R3CwKB-5pTpG8-96ud9g-dhyKk9-SX6RbM-SUD2Ab-  
 271UKUt-e1zM5J-24sArjq-SVH9ce-cNjfqS-oPK4LJ-dCwpmE-  
 qFdStV-a8HVHa-nh6CvS-9cPGB8-eaXLjn-HgfE96-q1pogX-qU8urB-  
 SUD2Fm-dHtWNR-pEN1Sz-2799pKw-oWjtXk-kNmJCx-nzf8hy-  
 yDQxEz-ekDx3A-T1fyRr-DVLBap-cg2Ukf-nVGgKf-fj9Gr2. 16.5.2018.  
 CC BY 2.0.
- [58] Llewelyn, H. King's Cross Station. Flickr. 2014.  
<https://www.flickr.com/photos/camperdown/14360503633/in/photolist>-  
 nSZkqe-j6uDUT-eV6xLb-cqxEYY-25S71W3-nzf8hy-ps7jSG-GkqujU-  
 bvpuzY-CqCW1m-bvpuGs-dmTLEC-25465c5-Wxq7hi-diwwVu-  
 4RWbXo-cqxF3u-mPTSTx-iqy4LM-aVN2p6-kN2C7z-Lo7pcS-  
 LgGoZY-iUnq5g-nddpAm-d2fnt5-kMTaSf-dLnGSh-dV5jwS-kxZhgt-  
 chdtMC-diWBgD-pPGXdM-GBhv65-egaKLX-FDmD6j-eaXLjn-  
 aRY2KD-fk6r3L-61H3KU-nKmsnV-9pqwxz-brr8yY-9iibwD-9cPGB8-  
 jMovzi-ezLhJv-aiNUf1-9rcXqQ-nbvP85. 16.5.2018. CC BY-SA 2.0.
- [59] Llewelyn, H. Melbourne (Southern Cross). Flickr. 2016.  
<https://www.flickr.com/photos/camperdown/27745037063/in/photolist>-  
 JgJyTZ-dXvufd-j5xVcB-deQfzg-afjSkQ-82xEyC-xi5Ls-854AR-  
 5WksmR-82W8px-9vv4xw-5Hok2i-jAdYNR-GEEx7tp-4Tg9XB-  
 zHRYHo-bRPHHR-4uHqMu-9bWyn2-74AH9x-dCX9oN-79E1xM-  
 bZR37-dFA8nb-jFce9-82ycS3-a5FgM6-9ixeqA-deQfMc-6JPKbX-  
 8eGD3W-KoWRy-25tLidn-7QCP4g-yPnUT-dLGYw8-4P6cL1-  
 chA9Td-82uSyH-7TsZYC-7fGXem-bd6FFH-K8yqN-anUj5F-  
 oM6VMM-DrJGmW-rCLX5-eGFcw-iiJP1q-GKP6yF. 16.5.2018. CC  
 BY-SA 2.0.
- [60] Miller, J. SouthernCrossCanopy. Flickr. 2011.  
<https://www.flickr.com/photos/jaycmiller/6393547449/in/photolist>-  
 aJYAUH-2ia5WZ-c3Qigj-fuaVKn-4uHqMu-9bWyn2-74AH9x-  
 dCX9oN-79E1xM-bZR37-jFce9-82ycS3-9ixeqA-6JPKbX-8eGD3W-  
 7QCP4g-yPnUT-dLGYw8-4P6cL1-chA9Td-82uSyH-7TsZYC-  
 7fGXem-bd6FFH-K8yqN-anUj5F-oM6VMM-DrJGmW-rCLX5-eGFcw-

- GKP6yF-ucDsZ-6pAzpY-7fGWSw-4uCouZ-82uu3T-dCXaaW-rCLUy-6E8VHe-4uDp5R-jBT6kh-9ZNYpg-2VUgpC-82uUUD-7y2ST-5oBbY8-9nDD2p-8bu6S2-dLWYtM-4P1YPZ. 16.5.2018. CC BY-NC-ND 2.0.
- [61] Arcstreet. Zaha Hadid Architects / The Serpentine Sackler Gallery / London UK. Arcstreet. 2013. <http://www.arcstreet.com/article-zaha-hadid-architects-the-serpentine-sackler-gallery-london-uk-121414378.html>. 4.5.2018.
- [62] Bloomberg, M. Mike Bloomberg attends a board meeting as the new chairman of the Serpentine Galleries in London, United Kingdom. Flickr. 2014.  
<https://www.flickr.com/photos/mikebloomberg/13360465174/in/photolist-DzoAfz-yzgJyt-ywXcaf-Db9GZ7-yhKLq4-E6xKfh-Dbu3ti-xCovtv-yA1nqM-xCovDV-yzgFNZ-yhKGuP-yzgF9x-DFL7RN-DzoA3a-Dbu2ZH-E8SJ9Z-Db9FdG-vb9KG3-DXrHmo-E6xHtb-yhEWnC-DZCGfa-Dbu2cR-DzoAnP-Db9GVu-DzowgH-E6xFKb-E6xFiQ-Dzovn8-DZCBHe-DXrGxQ-Dzoyzv-Db9FU1-DzozoK-E8SHNP-DFKZTu-DbtZ3v-FLkyGm-EZfAyg-xftzDo-xCoxfF-yzgH8H-PDaXin-yhEVyd-yA1kJk-vbY928-tnfuhn-s27rTE-mmBSPQ>. 16.5.2018. CC BY-NC-ND 2.0.
- [63] Travels, G. Serpentine Sackler Gallery, London. Flickr. 2013.  
[https://www.flickr.com/photos/g\\_travels/9980565115/in/photolist-gcX1hT-hwfZGw-gcXuuH-gcX8ph-mmzU9P-hwfoRm-mmBRZo-j3DTva-j3KbQu-hwg8Yk-hweCwZ-hwgxnz-j3Kesq-nR5kWa-j3Hx5n-j3EE1n-hweVBa-hwfa8D-j3FuSa-gMoLA2-dhzPcG-j3Mmwj-hup1kF-mmzUKi-EXAemv-mmAGX6-mmAHnz-mmBRNm-RxioBe-G9goat-eVMhMT-mmzUQD-mmAHgc-mmzUK8-QSNicp-yyjdFE-JNapFm-vwpNjt-UBcZci-PPm4NA-FoHWkP-EzcXfQ-PYXfFy-E8SQwD-E6xM4C-DFL66o-Dbua8k-E8SMrR-DXrL85-E8SP5k/](https://www.flickr.com/photos/g_travels/9980565115/in/photolist-gcX1hT-hwfZGw-gcXuuH-gcX8ph-mmzU9P-hwfoRm-mmBRZo-j3DTva-j3KbQu-hwg8Yk-hweCwZ-hwgxnz-j3Kesq-nR5kWa-j3Hx5n-j3EE1n-hweVBa-hwfa8D-j3FuSa-gMoLA2-dhzPcG-j3Mmwj-hup1kF-mmzUKi-EXAemv-mmAGX6-mmAHnz-mmBRNm-RxioBe-G9goat-eVMhMT-mmzUQD-mmAHgc-mmzUK8-QSNicp-yyjdFE-JNapFm-vwpNjt-UBcZci-PPm4NA-FoHWkP-EzcXfQ-PYXfFy-E8SQwD-E6xM4C-DFL66o-Dbua8k-E8SMrR-DXrL85-E8SP5k/). 16.5.2018. CC BY-NC 2.0.
- [64] Frilander, A. Kotilainen, H. 1981. Betoniarkkitehtuurista voi löytää draamaa, proosaa ja runoutta – monien vihaama betonibrutalismusi on hitti erityisesti internetissä. Helsingin sanomat. 2016.  
<https://www.hs.fi/kulttuuri/art-2000004891590.html>. 5.4.2018.
- [65] Rakennustieto. Uusinta suomalaista betoniarkkitehtuuria. Rakennustieto. 2018.  
[http://www.rakennustieto.fi/index/ajankohtaista/tiedotteet/tiedotteet1/artikkelit/P\\_84.html.stx](http://www.rakennustieto.fi/index/ajankohtaista/tiedotteet/tiedotteet1/artikkelit/P_84.html.stx). 10.4.2018.
- [66] Betoni. Perustietopaketti. Betoni. 2018. <https://betoni.com/tietoa-betonista/perustietopaketti/>. 3.4.2018.
- [67] Betoni. Betonin ominaisuudet ja käyttö. 2018. <https://betoni.com/tietoa-betonista/perustietopaketti/betoni-rakennusmateriaalina/betonin-ominaisuudet-ja-kaytto/>. 13.5.2018.
- [68] Betoniteollisuus Ry. Betonilehti 4/2014. Maritta Koivisto (toim.). Issuu. 2014.  
[https://issuu.com/kivirakentaminen/docs/betoni\\_4\\_2014\\_koko\\_lehti\\_web/38](https://issuu.com/kivirakentaminen/docs/betoni_4_2014_koko_lehti_web/38). 8.4.2018.
- [69] Schultz, K. J. IMG\_8033. Flickr. 2012.  
<https://www.flickr.com/photos/theboombagnome/6968287973/>. CC BY-NC-ND 2.0.
- [70] Roeder, P. A Concrete Example. Flickr. 2014.  
<https://www.flickr.com/photos/tabor-roeder/16000911555/in/photolist->

- qnWRxr-vaF7zE-4yf2aY-6mAxMB-JHCn-6smzWA-5Vd1Zx-22cR2Ce-4jyCUC-aL91oT-gxdGMh-UXBYxo-6s27M-aYQrh4-gQA3F1-4ykGGX-GqfN-gQzTv5-4EM1U2-xPyuG-53RGjg-cy6Ta-4fhLJ9-8G5XNT-21C3xFU-4juGhg-4jyK83-4XHZQL-7xz35D-6m4RiK-pqyQTq-bRxAov-7xCRej-8LdmAz-7xCDM3-7xCR33-ie1wKE-7xCBGM-7ZSFBK-7xyVL8-7xz4h6-q2wcTZ-4C1D4P-FnJaM-8W8gQZ-2i9DCn-hdyq6-7xCMWA-7xyX2B-bbXoea. 17.5.2018. CC-BY 2.0.
- [71] Tissue, S. The most beautiful parking garage in the world. Flickr. 2008. <https://www.flickr.com/photos/tissue/2416368488/>. 20.5.2018. CC BY-SA 2.0.
- [72] Coghlan, M. Concrete Arches. Flickr. 2018. <https://www.flickr.com/photos/mikecogh/39876210500/>. 20.5.2018. CC BY-SA 2.0.
- [73] Meyer, F. BMW Werk Leipzig 4. Flickr. 2012. <https://www.flickr.com/photos/meyerfelix/7031641793/>. 17.5.2018. CC BY-NC-ND 2.0.
- [74] Meyer, F. BMW Werk Leipzig 1. Flickr. 2012. <https://www.flickr.com/photos/meyerfelix/6885544672/>. 17.5.2018. CC BY-NC-ND 2.0.
- [75] Langdon, D. AD Classics: Geisel Library / William L. Pereira & Associates. Archdaily. 2014. [https://www.archdaily.com/566563/ad-classics-geisel-library-william-l-pereira-and-associates?ad\\_medium=gallery](https://www.archdaily.com/566563/ad-classics-geisel-library-william-l-pereira-and-associates?ad_medium=gallery). 19.4.2018.
- [76] Lulko, M. Geisel Library. Flickr. 2016. <https://www.flickr.com/photos/lulek/29232508400/>. 16.5.2018. CC BY-NC 2.0.
- [77] Bárcena, O. Bibliothèque 3. Flickr. 2005. <https://www.flickr.com/photos/omaromar/19031282/>. 17.5.2018. CC BY 2.0.
- [78] Archdaily. Marmara University Faculty of Theology Mosque / Hassa Architecture Engineering Co. Archdaily. 2018. [https://www.archdaily.com/887479/marmara-university-faculty-of-theology-mosque-hassa-architecture-engineering-co?ad\\_medium=gallery](https://www.archdaily.com/887479/marmara-university-faculty-of-theology-mosque-hassa-architecture-engineering-co?ad_medium=gallery). 19.4.2018.
- [79] Atay Tayşi. Altunizade Istanbul. Instagram @atay\_si. 2015. [https://www.instagram.com/p/8yeGqLOZzy/?taken-by=atay\\_si](https://www.instagram.com/p/8yeGqLOZzy/?taken-by=atay_si). 17.5.2018. Lupa kuvan käyttöön saatu 18.5.2018 kuvaajalta Instagramissa.
- [80] Huthmacher, W. Crematorium Baumschulenweg. Archello. 2018. <https://archello.com/project/crematorium-baumschulenweg>. 17.4.2018.
- [81] Laganá, D. Krematorium Baumschulenweg (Treptow). Elephantinberlin. 2015. <http://www.elephantinberlin.com/2013/06/krematorium-baumschulenweg-treptow.html>. 17.5.2018. CC BY-NC-ND 2.0.
- [82] Lysaght, L. Estádio Mané Garrincha, Brasilia. Flickr. 2016. <https://www.flickr.com/photos/30802095@N04/30483966224/>. 17.5.2018. CC BY 2.0.



- [83] Kasvio, M, Mättäri, R. Arkkitehtuuria puusta. Suomen rakennustaiteen museo. Salpausselkä. Salpausselän kirjapaino Oy. 2005.
- [84] Crosslam. Puurakentaminen hyödyntää uusiutuvaa luonnonvaraa. Crosslam. 2018.  
<http://www.crosslam.fi/ammattirakentajat/puurakentamisen-edut.html>. 3.4.2018.
- [85] Coenen, C. Opening Mariapoort na restauratie. Flickr. 2011.  
<https://www.flickr.com/photos/carolienc/5565425704/in/photostream/>. 17.5.2018. CC BY-NC-ND 2.0.
- [86] Archdaily. Centre Pompidou-Metz / Shigeru Ban Architects. 2014.  
[https://www.archdaily.com/490141/centre-pompidou-metz-shigeru-ban-architects?ad\\_medium=gallery](https://www.archdaily.com/490141/centre-pompidou-metz-shigeru-ban-architects?ad_medium=gallery). 16.4.2018.
- [87] Prévot, A. Centre Pompidou Metz. Flickr. 2011.  
<https://www.flickr.com/photos/alexprevot/6545593499/>. 17.5.2018. CC BY-SA 2.0.
- [88] Gautron, M. Metz. Flickr. 2011.  
<https://www.flickr.com/photos/martingautron/5956405138/>. 17.5.2018. CC BY-NC 2.0.
- [89] Helin, P. Puulehti 1/13. Heikkinen, P (toim.). Puuinfo Oy. 2013.  
<https://www.puuinfo.fi/sites/default/files/content/puulehti/puu-lehti-12013/puu113web.pdf>. 15.4.2018. 12.4.2018.
- [90] Metsä Group & Maatalousyrittäjien eläkelaitos (MELA). Kiinteistö Oy Metsätapiola, Espoo, Helin & Co –arkkitehtitoimisto. 2018.  
<http://www.metsatapiola.fi/fi/>. 18.5.2018. Lupa kuvien käyttöön saatu 18.5.2018 kiinteistön omistajilta sähköpostitse.
- [91] Sillan, M. Sibeliustalo. Instagram @sillanmaria. 2018.  
<https://www.instagram.com/p/Bdigh5gH8C-/?taken-by=sillanmaria>. 17.5.2018. Lupa kuvan käyttöön saatu 17.5.2018 kuvaajalta Instagramissa.
- [92] Studiopuisto. Niemenharju – maailman paras huoltoasema!. Studiopuisto. 2018. <https://studiopuisto.fi/fi/2017/05/niemenharju-the-worlds-best-filling-station/>. 13.4.2018.
- [93] Loma Seutu. Matkailukeskus Niemenharju, Studio Puisto Arkkitehdit Oy. Loma Seutu. 2018. [www.lomaseutu.fi/fi/majoitus/matkailukeskus-niemenharju/](http://www.lomaseutu.fi/fi/majoitus/matkailukeskus-niemenharju/). 17.5.2018. Lupa kuvan käyttöön saatu 17.5.2018 Loma Seudusta puhelimitse.
- [94] Arkkitehtitoimistojen liitto ATL Ry. Oulun yliopiston arkkitehtuurin osaston lisärakennus, Auer & Sandås Arkkitehdit Oy. Valokuvaaja Jussi Tiainen. Arkkitehtitoimistojen liitto ATL Ry. 2018.  
<http://atl.fi/index.php?id=119&tsto=106>. 16.4.2018. Lupa kuvien käyttöön saatu 17.5.2018 Claudia Auerilta (Auer & Sandås Arkkitehdit Oy) sähköpostitse.
- [95] Oinas-Paunuma, M. Pudasjärven Hirsikampus voitti vuoden 2016 Puupalkinnon ja yleisöäänestyksen. Iijokiseutu. 2016.  
<https://www.ijokiseutu.fi/uutiset/pudasjarven-hirsikampus-voitti-vuoden-2016-puupalkinnon-ja-yleisöäänestyksen-6.858.173594.1f7b2b3cfa>. 13.4.2018.
- [96] Arkkitehtitoimisto Lukkaroinen Oy. Pudasjärven Hirsikampus. Kuvaaja RA-Studio Raimo Ahonen. Dropbox. Linkki dropbox-kansioon ja lupa kuvien käyttöön saatu 18.5.2018 Mikko Lukkaroiselta sähköpostitse.

- [97] Taidekappeli. Pyhän Henrikin Ekumeeninen Taidekappeli. Taidekappeli. 2018. <http://www.taidekappeli.fi/>. 20.4.2018.
- [98] Avidday. Taidekappeli. Flickr. 2007. <https://www.flickr.com/photos/avidday/591995851/in/photolist-2414jRC-mMVb3d-Uj8K2-gTzg6y-b6fJRp-mMTsLX-UT6M9-6pBBby-8v3TfZ-oHseMs-UTEGi-Bm15Bj/>. 16.5.2018. CC BY-NC-ND 2.0.
- [99] Joensuun yritysikiinteistöt. Green Park. Joensuun yritysikiinteistöt. 2018. <http://www.joensuunyritysikiinteistot.fi/greenpark/>. 1.3.2018.
- [100] Sweco. Green Park. Sweco. 2018. <http://www.sweco.fi/hae/?search=green+park>. 1.3.2018.
- [101] Nuutinen, P. Luonnos pdf. 2018. Yksityinen sähköpostiliite 6.4.2018. Joensuu.

## Liitteet

### Kantavat rakenteet arkkitehtonisena elementtinä- kysely

Toteutuakseen arkkitehtuuri vaatii saumatonta yhteistyötä *visuaalisten kantavien rakenteiden* suunnittelun kannalta arkkitehteiltä ja rakennesuunnittelijalta. Millainen suhde työelämässä rakennesuunnittelijoilla (RI/DI) ja arkkitehteillä on keskenään lähinnä visuaalisen yhteistyön toiminnan ja keskinäisen arkkitehtonisen yhteisymmärryksen kannalta?

1. Olen arkkitehti / Olen insinööri
  
2. Millaisena koet arkkitehtonisten rakenteiden suunnittelun kannalta kommunikaation ja yhteistyön toisen osapuolen (arkkitehti vs. rakennesuunnittelija) kanssa?
  - a) Löytyykö rakennesuunnittelijoilta ymmärrystä arkkitehtien mitä taiteellisimmillekin ideoille? Tarvitseeko heiltä edes löytyä?
  
  - b) Olisiko hyödyllistä opettaa insinööreille visuaalisia taitoja osana korkeakouluopintoja? Jos kyllä, millaisia?
  
  - c) Vaikuttaako esimerkiksi rakennesuunnittelijan/arkkitehdin ikä, koulutuksen taso tai jokin muu yhteistyön sujuvuuteen?
  
  - d) Puoltavatko insinöörit lähes poikkeuksetta sitä helpompaa/edullisinta ratkaisua? Onko insinööri (tai jotkin muut tahot) arkkitehdin taiteen luomisen jarruna? Onko tullut vastaan tilannetta, jossa insinööri ei ole suostunut toteuttamaan jotakin arkkitehdin suunnitelmaa esimerkiksi sen vaativuuden vuoksi?
  
  - e) Arkkitehti: Opetetaanko arkkitehteille yliopisto-opintojen kautta sitä, mitkä/miten rakenneratkaisut on oikeasti toteutettavissa?
  
3. Tuleeko sinulla mieleen näyttäviä kantavia rakenteita Suomessa tai ulkomailla? Millaisia ne ovat olleet? Millaiset ratkaisut itseäsi miellyttävät eniten?

Kiitos mielenkiinnostanne ja kallisarvoisesta ajastanne kyselyn parissa!