

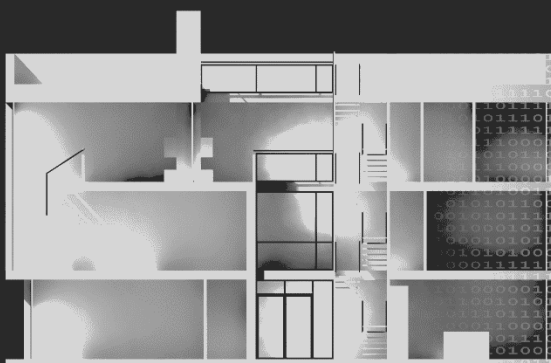
# CAD-informaation kulku ja sen haasteet rakennussuunnittelussa

Jaakko Aumala

Diplomityö

TTY, arkkitehtuurin laboratorio

Tampere 2018



## Tiivistelmä

**Jaakko Aumala:** CAD-informaation kulku ja sen haasteet rakennussuunnittelussa

Tampereen teknillinen yliopisto

Diplomityö, 51 sivua, 23 liitesivua

Huhtikuu 2018

Arkkitehtuurin tutkinto-ohjelma

Pääaine: rakennussuunnittelu

Tarkastajat: Professori Markku Karjalainen ja yliopisto-opettaja Martti Lamppu

Avainsanat: CAD, yhteistoiminnallisuus, yhteensovittaminen, BIM

Rakennussuunnittelua tehdään monella eri tavalla. Samanaikaisesti, kun BIM-työskentely valtaa alaa, osa työskentelee CAD-järjestelmäänsä kaksiulotteisesti hyödyntäen ja muutamat piirtävät suunnitelmiaan edelleen jopa käsin. Pitkään jatkuneesta standardointityöstä huolimatta eri BIM-järjestelmien välillä on edelleen yhteensopivuusongelmia. Jopa samassa työyhteisössä toimivilla suunnittelijoilla on usein omanlaisensa hie-man yksilöllinen käsialansa ohjelmien käytössä, mikä tuo haastetta työhön. Suunnittelun eri osapuolilla on tapana painottaa suunnittelutyössään eri asioita ja he edustavat erilaisia toimintakulttuureita.

Kun useat teknologiaratkaisut ja työskentelykulttuurit kohtaavat yhteisprojekteissa, syntyy väkisinkin haastavia tilanteita. Toisinaan syntyy jopa tilanteita, joissa vastaanotettavassa materiaalissa on niin paljon ongelmia, ettäärkevin tapa päästä etenemään on toiselta osapuolelta saadun CAD-materiaalin täydellinen uudelleenpiirtäminen / mallintaminen.

On tehty tutkimuksia ja julkaisuja, joissa otetaan kantaa siihen, miten digitalisoitu rakennussuunnittelutyö tulisi organisoida ja suorittaa mahdollisimman rationaalisella tavalla. Omassa tutkimuksellisessa näkökulmasani keskityn kuitenkin siihen, millaiset rakennussuunnittelukäytännöt ovat tällä hetkellä Suomessa. Minua kiinnostaa, miten asiat tulisi organisoida ja millaisiin kompromisseihin tulisi olla valmiita joustavaan yhteistyöhön pääsemiseksi. Olen taustaltani ammattikorkeakoulun opettaja ja siksi minua kiinnostaa erityisesti vielä sekin, miten koulutusta tulee kehittää, jotta se vastaa parhaalla tavalla tarvetta. Mielelläni tarjoaisin vielä yleistä apua ja ratkaisumalleja arkkitehdin tai muun suunnittelijan käytännöllisiin CAD-ohjelmien yhteensopivuushaasteisiin.

Käytin digitaalisen toimintaympäristön kartoitukseen web-kyselylomaketta. Tutkimusta täydensin vielä muutamalla haastattelulla saavuttaakseni syvällisemmän ja kattavamman näkemyksen aiheeseen. Kovin tarkkoihin tilastollisiin johtopäätöksiin en rajallisen aineiston vuoksi päätenyt, mutta yleiskuva aiheesta valottui hyvin.

## Abstract

**Jaakko Aumala:** CAD-information exchange and it's challenges

Tampere University of Technology

Master of Science Thesis, 51 pages, 23 appendix pages

May 2018

Master's Degree Program in Architecture

Major: Building Design

Examiners: Associate Professor Markku Karjalainen and University Lecturer Martti Lamppu

Keywords: CAD, BIM, interoperability, collaboration

Building design projects are done in varying ways. While Building Information Modelling (BIM) is gradually taking over, still quite many designers draw using 2D-CAD-systems or some even manually with paper and pen. Despite of standards different BIM software are still having interoperability issues. Even designers working in the same office and with the same software might have slightly different working methods causing sometimes problems. Different disciplines in the design process have different cultures and they emphasise different factors and qualities in their work.

There are quite challenging situations when varying technologies and cultures collide leading occasionally to reproduction of the whole CAD drawing/model because the digital material provided by one party has some serious issues and cannot be used efficiently by another party.

There has been a lot of research and publications about how building design should be done by means of interoperability and rationalism. However, the focus in my study is to provide an overview of the current practices of building design processes in Finland. My aim is to find out how things should be organised and what compromises should be accepted. As UAS teacher I am also motivated to find out what kind of development could be done for education to respond the needs of this quite challenging theme. I would also like to provide some practical solutions to help architects and other designers struggling with interoperability issues.

The initial method to gather information about building design in the CAD/BIM working environment was a web survey. The information was refined with interviews to give deeper and more comprehensive understanding of the topic as the survey information was somewhat insufficient to make detailed conclusions although it gives some indications of the situation.

## Alkusanat

Kaikki pysähtymättä etenevä saavuttaa ajallaan sille asetetun määränpään. Tätä mottoa noudattaen tämä tutkimuksellinen diplomityöni eteni verkalleen omaan elämäntilanteeseeni sovitettua vauhtia.

Oli mielenkiintoista ja opettavaista tehdä tutkimuksellinen työ. Tämän tyypisestä työstä minulla ei ollut aikaisempaa kokemusta. Uskoakseni opin enemmän uusia asioita, kuin olisin oppinut tekemällä arkkitehdin opinnoissa perinteisemmän suunnitelmapohjaisen työn.

Kiitos hyvästä yhteistyöstä TTY:n koko henkilökunnalle, erityisesti diplomityötäni työtä ohjanneille Martti Lampulle, Markku Karjalaiselle ja Anssi Joutsiniemelle.

Eriyiskiitos Arto Kiviniemelle avusta työn viimeistelyvaiheessa!

Kiitos tuesta ja kärsivällisyydestä ja kaikesta tuesta perheelleni ja vanhemmilleni.

Tampereella 7.5.2018

# Sisällys

1	Johdanto .....	1
1.1	Tausta .....	1
1.1.1	Rahoitus .....	1
1.2	Tutkimusongelma ja tavoitteet .....	2
1.3	Työn rajaus ja näkökulma .....	3
1.4	Tutkimusmenetelmät .....	3
1.5	Tutkimuksen rakenne .....	3
1.5.1	Tutkimuksen jaottelua .....	3
1.5.2	Kartoittava esitutkimus .....	4
1.5.3	Kysymystyyppien valinta .....	4
1.5.4	Kyselymenetelmän valinta .....	4
1.5.5	Kyselykaavakkeen pilotointi .....	5
1.5.6	Kutsut .....	6
1.6	Tutkimuksen aikataulu .....	7
1.6.1	Suunnitteluvaihe .....	7
1.6.2	Toteutusvaihe .....	8
1.6.3	Analyysivaihe .....	8
1.7	Liitemateriaali .....	8
2	Historia .....	9
2.1	Käsin piirtäminen .....	9
2.2	CAD-ohjelmien historiaa .....	9
2.3	Kolmiulotteisuus .....	10
2.4	BIM .....	11
2.5	Algoritminen suunnittelu .....	12
3	Suunnittelijan toimintaympäristö .....	14
3.1	Tietotekninen toimintaympäristö .....	14
3.1.1	Laitteisto .....	14
3.1.2	Järjestelmäohjelmisto .....	15
3.1.3	Sovellusohjelmisto .....	15
3.2	Toimintakulttuurit ja eri asioiden painotukset niissä .....	16
4	Suunnittelutiedon siirtyminen .....	17
4.1	Ongelmia suunnittelutiedon siirtymisessä .....	17
4.2	Laitteiston tuomat ongelmat .....	17
4.2.1	Tiedonsiirto .....	17

4.2.2	Tiedonsiirtoväline .....	17
4.2.3	Laitteiston suorituskyky.....	17
4.2.4	Laitteistoon saatavat käyttöjärjestelmät.....	18
4.3	Järjestelmäohjelmiston vaikutukset.....	18
4.3.1	Sovellusohjelmistoon liittyvät ongelmat .....	18
4.3.2	Standardin mukainen tallettaminen.....	20
4.3.3	Käyttäjien osaamiseen liittyvät ongelmat .....	21
4.3.4	BIM mallien tietosisältöjen koneluettavuus .....	21
5	Kyselytutkimus.....	23
5.1	Kyselytutkimuksen tavoitteet.....	23
5.1.1	Kyselytutkimuksen testaus .....	23
5.1.2	Kyselytutkimuksen kutsut.....	23
5.2	Kyselykaavakkeen sisältö.....	25
5.2.1	Otsikko .....	25
5.2.2	Perustiedot vastaajasta .....	26
5.2.3	Tietosuojan huomioiminen.....	26
5.2.4	Tarkemman suunnittelu- tai toiminta-alan huomioiminen.....	27
5.2.5	Laittekantaan liittyvät kysymykset .....	28
5.2.6	Ohjelmakohtaiset kysymykset.....	29
5.3	Kyselytutkimuksen tuloksia .....	30
5.3.1	Näyte .....	30
5.3.2	Toimialat .....	30
5.3.3	Yrityksen ohjelmalisenssimäärät .....	32
5.3.4	Laitteisto .....	32
5.3.5	Käyttöjärjestelmä .....	35
5.3.6	Toimintakulttuuri.....	35
5.3.7	Ohjelmistojakauma.....	37
6	Haastattelut.....	43
6.1	Taustaa .....	43
6.1.1	Juho Malmin haastattelu .....	43
6.1.2	Harri Humpin haastattelu .....	44
6.1.3	Harri Mäkelän haastattelu.....	44
6.1.4	Jaakko Uusitalon haastattelu.....	45
7	Pohdinta ja johtopäätöksiä.....	46
7.1	Pohdinta .....	46

7.2	Johtopäätökset ja suosituksia.....	46
7.2.1	Yleistys tiedonsiirron ongelmista.....	47
7.2.2	ArchiCAD muunnos dwg-formaattiin .....	48
7.2.3	Revit-muunnos dwg-muotoon .....	48
7.2.4	Ongelmia tietomallien kanssa .....	48
7.3	Tutkimuksen arviointi .....	49
7.3.1	Otanta.....	49
7.3.2	Sponsorointi.....	49
7.4	Ehdotuksia jatkotutkimukselle .....	49
8	Lähdeluettelo.....	51

## Liitteet

Liite A	Kutsu kyselyä varten
Liite B	Kyselykaavakkeen jälkikäteen numeroitu malli

## Kuvaluettelo

Kuva 1.1: Tutkimustoiminnan luokittelu, Heikkilä s.13 .....	3
Kuva 1.2: Kutsu kyselytutkimuksen pilottivaiheeseen .....	6
Kuva 1.3: kutsujen levittäminen sähköpostia ja keskustelualueita hyödyntäen.....	7
Kuva 2.1: Workflow-kuvauksia, ( <a href="https://wowad.in/top-3-computational-bim-workflows-for-architects/">https://wowad.in/top-3-computational-bim-workflows-for-architects/</a> ) ..	13
Kuva 3.1: Suunnittelijan digitaalinen toimintaympäristö koostuu toisistaan riippuvaisista osista.....	14
Kuva 4.1:Informaation siirto kahden eri CAD-ohjelman välillä vaatii muunnoksen.....	19
Kuva 5.1: Sähköpostikutsuissa käytettiin GroupMail 6-ohjelmaa .....	24
Kuva 5.2: Lopullinen kyselykutsu Facebookin kautta .....	25
Kuva 5.3 Hyppylogiikan toiminta ohjelmakohtaisissa kysymysryhmissä. ....	29
Kuva 5.4: Otantatutkimus. Heikkilä s.33 .....	30
Kuva 5.5: Vastanneitten toimialat .....	31
Kuva 5.6: Lisenssimäärät .....	32
Kuva 5.7: Työmuistin määrä työpaikan parhaan teholuokan laitteistoissa .....	33
Kuva 5.8: Näytönohjaimet .....	34
Kuva 5.9: Näytön tai näyttöjen resoluutio (miljoonaa pikseliä) .....	34
Kuva 5.10: ArchiCAD-lisenssien jakauma käyttöjärjestelmittäin.....	35
Kuva 5.11: Onko CAD-yhteistoiminnallisuudesta sovittu etukäteen .....	36
Kuva 5.12: Ulkopuolisen asiantuntija-avun hyödyntäminen.....	37
Kuva 5.13: Jakauma eri CAD-ohjelmia käyttävien yritysten määrästä koko otannasta .....	38
Kuva 5.14: Jakauma eri CAD-ohjelmia käyttävien arkkitehtuurin alan työpaikkojen määrästä .....	38
Kuva 5.15: Muuta, kuin arkkitehtisuunnittelua tekevien yritysten määrä, joissa ohjelma käytössä.....	39
Kuva 5.16: Jakauma eri CAD-ohjelmien lisenssimäärien suhde koko otannassa .....	40
Kuva 5.17: Eri CAD-ohjelmien lisenssimäärien suhde joukossa, jossa arkkitehtuuri oli toimialana .....	40
Kuva 5.18: Ohjelmien kokonaiskäyttöajan jakauma, jossa on koko otanta mukana. ....	41
Kuva 5.19: Ohjelmien käyttöajan jakauma otannan osasta, jossa toimiala on arkkitehtuuri.....	41
Kuva 7.1: Yleistys tiedonsiirron ongelmista.....	47

Kuvat ja kaaviot ovat tekijän omia, jos otsikossa ei ole toisin mainittu.



## Lyhenteet ja merkinnät

- 3D Three dimensional, kolmiulotteinen
- BIM Building Information Model, Rakennuksen tietomalli
- CAD Computer Aided Design, Tietokoneavusteinen suunnittelu
- DXF Drawing exchange format, piirustustiedonvaihto formaatti
- IAI International Alliance for Interoperability, kansainvälinen yhteistoiminnan kehittämisallianssi
- IFC Industry Foundation Classes, rakennuselementtien ja objektien luokittelujärjestelmä
- XML Extensible Markup Language, tiedon rakennetta kuvaava standardoitu merkintäkieli
- GDL Geometric Description Language, geometrinen kuvauskieli (ArchiCAD)
- GIS Geographic Information System, paikkatietojärjestelmä

# 1 Johdanto

## 1.1 Tausta

Diplomityöni käsittelee digitaalisen CAD-tiedon kulkua rakennussuunnittelua tekevien suunnittelijoiden välillä. Arkkitehdin näkökulma on korostettuna tässä tarkastelussa. Arkkitehti hyvin usein vastaanottaa alue-suunnitteluun liittyviä CAD-tietoja kaupungin tai kunnan viranomaisilta. Toisaalta arkkitehti luovuttaa oman suunnitelmansa tuloksia suunnittelutiimin muille osapuolille, kuten vaikkapa rakennesuunnittelijalle, LVI-suunnittelijalle ja sähkösuunnittelijalle. Ainakin pääsuunnittelijan roolissa toimiva arkkitehti myös vastaanottaa eri osapuolten ja eri alojen suunnitelmia ja huolehtii siitä, että suunnitelmat eivät ole ristiriitaisia keskenään. Suunnittelutieto toisin sanoen kulkee osapuolten, erilaisten ohjelmistojen ja erilaisten toimintakulttuureitten välillä vaihtelevalla menestyksellä.

Parhaassa tapauksessa tieto kulkee ongelmitta. Usein ongelmia kuitenkin syntyy. Olen kuullut jopa tapauksia, joissa koko suunnitteludokumentaatio on katsottu parhaaksi piirtää uudelleen, jotta työ pääsee jatkumaan.

Laajasti on tutkittu ja kirjoitettu siitä, miten ideaalitapauksessa digitaalinen suunnitteluyhteistyö toimii tai sen tulisi toimia. Minua kiinnostaa kuitenkin vielä enemmän se, mitä todellisuudessa juuri tällä hetkellä suomalaisessa rakennusalan toimintakulttuurissa tapahtuu. Millaisia esteitä kohdataan? Millaisia pragmaattisia ja helposti toteutettavia ratkaisuja ehkä voitaisiin löytää mullistamatta koko suunnitteluprosessia ja sen koulutusta täydellisesti? Toimintakulttuureissa on merkittäviä eroja. Edelleen on olemassa jopa käsin piirtäviä pitkän linjan ammattilaisia. Heidän ydinosaamisensa on aivan muissa osa-alueissa ja heidän aikansa ja mielenkiintonsa eivät välttämättä suuntaudu digitalisaatioon sen enempää, kuin on pakko.

Aihe kiinnostaa minua, koska olen tekemisissä tulevien suunnittelijoitten koulutuksen kanssa. Työskentelen Tampereen ammattikorkeakoulussa ja työkseni järjestän mm. CAD-koulutuksia tuleville rakennusarkkitehteille, rakennusinsinööreille, rakennusmestareille ja ympäristöinsinööreille.

### 1.1.1 Rahoitus

Tällä tutkimuksellisella työllä ei ole varsinaisesti tilaajaa eikä rahoitusta. Oletan, että saadut tulokset ovat yhteishyödyllisiä palvelen erityisesti pieniä arkkitehtitoimistoja ja arkkitehtikoulutusta.

Selvitin myös mahdollisuuksia saada tutkimukselle rahoitusta. Rahoitusmahdollisuudet, joita löysin, olisivat käytännössä edellyttäneet huomattavasti isomman tutkimushankkeen käynnistämistä. Pelkkä rahoituksen hakeminen olisi johtanut niin monimutkaiseen prosessiin, että suuri osa työhön varatusta ajastaa olisi mennyt siinä. Tästä johtuen päädyin tekemään tutkimuksellisen diplomityöni ilman ulkopuolista rahoitusta. Tämä

toisaalta mahdollisesti täydellisen vapauden päättää itse aihepiiristä ja rajauksesta sekä sovittaa aikataulu muiden velvoitteiden aiheuttamiin kiireisiin.

## 1.2 Tutkimusongelma ja tavoitteet

Tutkimusongelma on selvittää CAD-tiedon kulkuun liittyviä seikkoja haasteineen. Tavoitteena on löytää käytännöllisiä ratkaisumalleja työskentelyn laadun ja tehokkuuden kehittämiseksi. Työskentelen Tampereen ammattikorkeakoulussa päätoimisena tuntiopettajana. Tällä työllä haluan myös laajentaa näkökulmaa siihen, millainen CAD-opetus olisi sopivinta rakennusarkkitehtien ja rakennusinsinöörien koulutusta ajatellen. Koulutuksen tulisi kulkea varsinkin nopeasti kehittyvien asioiden osalta aina askeleen verran edellä vallitsevaan arkikäytäntöön nähden, mutta vastavalmistuneella suunnittelun ammattilaisella tulisi olla valmiudet toimia heti myös sen hetkessä toimintaympäristössä ja toimintakulttuurissa. Vastavalmistuneen toki odotetaan tuovan tullessaan varsinkin tuoretta osaamista.

Ongelmaton tiedon siirtäminen edellyttää hallittuja toimintamalleja. Kaikilla osapuolilla tulisi olla käsitys siitä, miten tiedon ongelmaton kulku varmistetaan. Valmiiksi tutussa tilanteessa tuttujen toimijoiden kesken voi olla, että minkäänlaisia erillisiä sopimuksia ja neuvotteluita ei tarvita asian varmistamiseksi. Uusissa tilanteissa olisi kuitenkin hyvä sopia tiedon liikkumiseen ja yhteensovittamiseen liittyvistä käytännöistä aina etukäteen. Tavoitteena on löytää suuntaviivoja myös asioiden sopimiselle.

Tutkimuksen alkuvaiheessa haastattelin muutamien arkkitehtitoimistojen edustajia ja muita alan toimijoita selvittääkseni millaisia asioita tutkimukseen tulisi sisällyttää ja muodostaakseni kokonaiskäsitystä tilanteesta ja erilaisista ongelmista.

Alustavassa kartoituksessa kävi ilmi, että objektiivista markkinaosuustietoa eri CAD-työvälineitten suhteen ei ollut saatavilla. Kaupan käynnin edistämiseksi ohjelmistojen valmistajat luonnollisesti tulkitsevat saatavilla olevaa tietoa itselleen mahdollisimman hyödyllisellä tavalla.

Luotettavimmaksi tavaksi saada määrällistä objektiivista tietoa eri ohjelmien markkinaosuuksista sekä tietojen kulkuun tai niiden yhteensovittamisen ongelmiin liittyvistä seikoista valikoitui kyselytutkimus. En ole koskaan aikaisemmin tehnyt kyselytutkimusta, joten halusin myös oppia sen tekemiseen liittyviä uusia asioita.

Tietoverkon kautta tehtävä kysely olisi monella tavalla luontevin ja siksi päädyin siihen. Vastaukset tallentuvat digitaaliseen ja helposti käsiteltävään muotoon. Toisaalta mahdollisten vastaajien lähestyminen on tietoverkossa melko persoonatonta, vaikka kattavuutta voidaan saada helposti laajalle vastaanottajakunnalle. Sosiaalinen media tarjoaa nopean, mutta epävarman ja persoonattoman lähestymistavan suurelle vastaanottajakunnalle.

### 1.3 Työn rajaaminen ja näkökulma

Rajaan työssäni käsiteltävää aihealuetta maantieteellisesti Suomen alueelle. Keskityn nimenomaan rakennussuunnitteluun painottaen arkkitehdin näkökulmaa tässä. Aluesuunnittelussa on varmasti myös omat vastaavat haasteensa, mutta työstä tulisi tarpeettoman laaja, mikäli laajempaa rajausta haluttaisiin käyttää.

### 1.4 Tutkimusmenetelmät

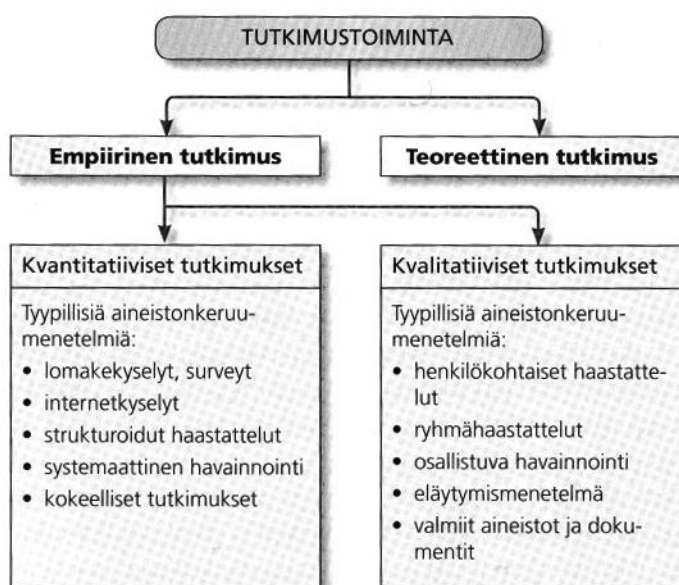
Tutkimusmenetelmänä käytän kyselytutkimusta täydennettynä haastatteluilla. Kyselytutkimus toteutetaan tietoverkkoa hyödyntäen käytännössä Google-forms-työkaluilla. Valmiiden lomakkeiden, strukturoitujen vastausvaihtoehtojen käyttö ja lomaketutkimus yleisestikin liitetään määrälliseen tutkimukseen, avoimet ja teemahaastattelut taas laadulliseen tutkimukseen. (Ronkainen, 2008, s. 17)

### 1.5 Tutkimuksen rakenne

#### 1.5.1 Tutkimuksen jaottelua

Tutkimustoiminta luokitellaan perinteisesti empiiriseen, eli havainnoivaan, sekä teoreettiseen tutkimukseen. Tässä prosessissa pääpaino on ehdottomasti empiirisessä tutkimuksessa, vaikka joitain teoreettisen tutkimuksen piirteitäkin siinä voi olla.

Saadakseni käsiteltyä aihetta monipuolisesti, olen soveltanut sekä määrällistä eli kvantitatiivista että laadullista, eli kvalitatiivista tutkimusmetodiikkaa yhdisteltynä.



Kuva 1.1: Tutkimustoiminnan luokittelu, Heikkilä s.13

### 1.5.2 Kartoittava esitutkimus

Aineisto voi olla tutkimusta varten kerättyä, eli primaarista tai alun perin johonkin muuhun tarkoitukseen kerättyä, eli sekundaarista. (Heikkilä, 2014, s. 13). Esitutkimusvaiheessa selvitin, että vastaavaa tutkimusta ei oltu jo tehty. Sekundaarista aineistoa tutkimuksessa käytettäväksi en myöskään onnistunut löytämään. Kartoittava tutkimus on vapaamuotoinen tutkimus, jolla lähinnä valaistaan ongelmaa ilman systemaattista tietojen keruuta tai analyysiä. Sitä käytetään usein esitutkimuksena, jonka avulla pyritään löytämään tutkittavaa ilmiötä selittäviä tekijöitä tai sopivia vastausvaihtoehtoja ja luokituksia tutkimuslomakkeen kysymyksiin (Heikkilä, 2014, s. 13). Saadakseni rakennettua oikeanlaisen kyselytutkimuksen, pyrin ennen sitä haastattelemaan muutamia eri tyyppisiä toimijoita. Haastattelin Tampereen kaupungin edustajaa ja kolmea pienen suunnittelutoimiston edustajaa. Esitutkimuksen tulosten perusteella koostin alustavan kyselykaavakkeen.

### 1.5.3 Kysymystyyppien valinta

Yleisesti kyselylomakkeessa kysymystyyppejä on kolme: avoimet kysymykset, valmiisiin vaihtoehtoihin perustuvat valintakysymykset, jotka voivat sallia useamman vastausvaihtoehdon valitsemisen (monivalintakysymys), tai poissulkevat kysymykset, jotka sallivat vain yhden vastausvaihtoehdon. (Ronkainen, 2008, s. 33) Tyypillisesti avokysymyksiä, joihin vastataan kuvauksella tai tarinalla, käytetään silloin, kun aiheesta on paljon ristiriitaisia mielipiteitä tai jos itse ilmiö on moniselitteinen. Jos asia on puolestaan tunnettu ja siihen liittyvät peruskategoriat ovat kaikkien tietämät, ei avokysymyksiä kannata käyttää (Ronkainen, 2008, s. 34)

Valitsin molempia kysymystyyppejä. Analysoinnin yhtenäistämiseksi ja vertailujen mahdollistamiseksi pyrin siihen, että eri ohjelmiin liittyvä kysymyspatteri oli aina yhtenäinen.

Pyrin kaikissa kysymyksissä siihen, että vastaaja voi siirtyä nopeasti ja luontevasti eteenpäin, myös tilanteessa, jossa hän ei osaa vastata kysymykseen.

### 1.5.4 Kyselymenetelmän valinta

Halusin paljon vastauksia, jotta tilastollista päättelyä pystyttäisiin tekemään. Päädyin siihen, että kerään aineiston web-lomakkeen kautta.

Koska kyselyiden määrä on suuri, kyselyyn valmistautumiseen, markkinointiin ja sitouttamiseen on kiinnitettävä entistä enemmän huomiota. Sitouttamisen ajatellaan usein tapahtuvan tehokkaimmin saavutettavaa hyötyä korostamalla. Vastausprosentti on korkeampi, kun vastaajat kokevat vaikuttavansa asioihin osallistamalla kyselyyn tai saavat tätä kautta myös henkilökohtaista tai ryhmäkohtaista hyötyä. (Ronkainen, 2008, s. 40)

Oli tiedostettua, että erilaisten kyselyiden runsaus on saanut vastaajat varautuneiksi ja osallistumiskynnys on korkealla. Tästä johtuen päätin, että kyselyä tehtäessä käytössä tulisi olla sellainen väline, joka sallii hypyt

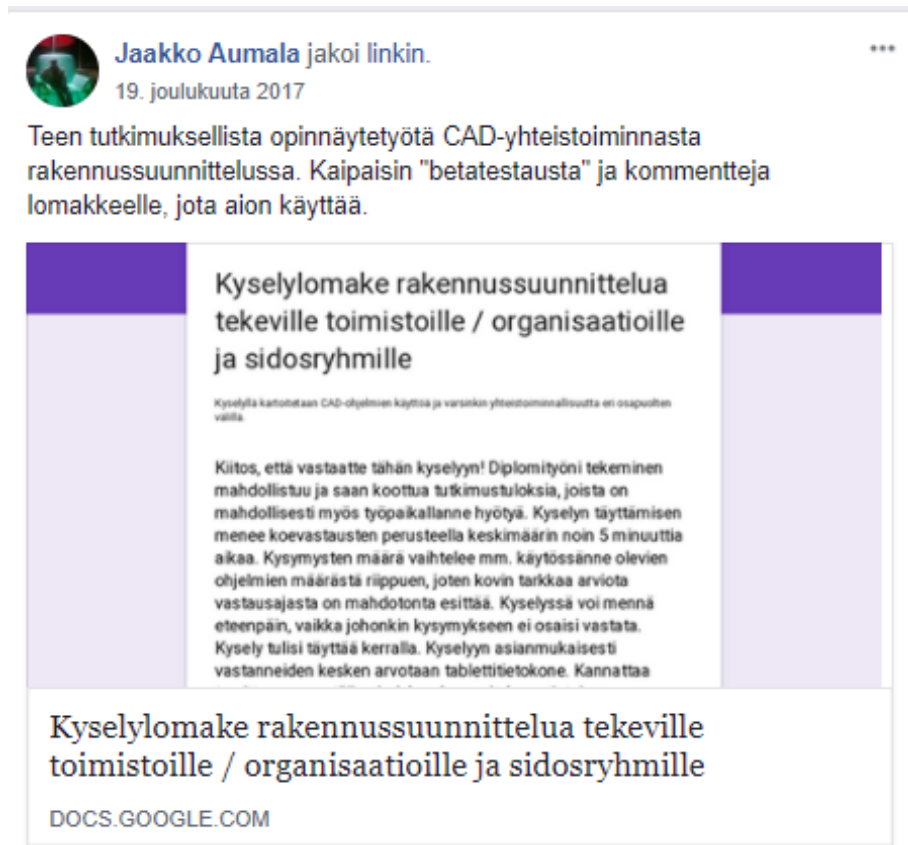
turhien kysymysten ohi perustuen aikaisemmin jo syötettyihin vastauksiin. Jokaiselle vastaajalle tulisi esittää vain ne kysymykset, jotka ovat juuri hänelle relevantteja tai vaihtoehtoisesti antaa hänelle mahdollisuus ohittaa kysymys. (Zef, 2018, s. 4) Vastaaja kuluttaa aivan turhaan aikaansa, mikäli hän joutuu itse siirtymään turhia kysymyksiä sisältävien sivujen yli ja etsimään oikean paikan, josta taas jatkaa vastaamistaan.

Alkuun oletin, että jo aikaisemmin joissain pienimuotoisissa tilanteissa käyttämäni google-forms ei sisältäisi tätä hyppylogiikaksi kutsuttua ominaisuutta.

Tutustuin webropol-järjestelmään. Järjestelmä on maksullinen ja TTY:llä on jonkinlainen lisenssijärjestely, jonka turvin opiskelija saa anottuaan oikeutta ja perusteltuaan tarpeensa määräaikaisesti käyttää tätä järjestelmää. Järjestelmä osoittautui hyvin monipuoliseksi, mutta heikkoutena oli erittäin hankala ja epäintuitiivinen käyttöliittymä. Aloin opiskella tuota järjestelmää ja tehdä kyselyä siihen pohjautuen. Olin jo päässyt melko pitkälle, kun unohdin uusia määräaikaisen käyttöluvani ja menetin oikeuteni käyttää tätä järjestelmää. Tässä vaiheessa olin myös sattumalta löytänyt google-forms lomake-editorista tarvittavat ominaisuudet hyppylogiikan toteuttamiseksi ja näin päätin siirtää kyselyn verkkopohjaisen alustan sinne.

#### 1.5.5 Kyselykaavakkeen pilotointi

Halusin testata kyselykaavaketta joukolla vapaaehtoisia vastaajia. Testauksen tavoitteena oli selvittää, ovatko kysymykset vastaajan näkökulmasta selkeitä ja kauanko olisi tyypillinen vastausaika. Pilotointia varten julkaisin asiaani esittelevän viestin linkkeineen (kuva 1.2) Facebook-keskusteluryhmässä *Arkkitehdin apu*.

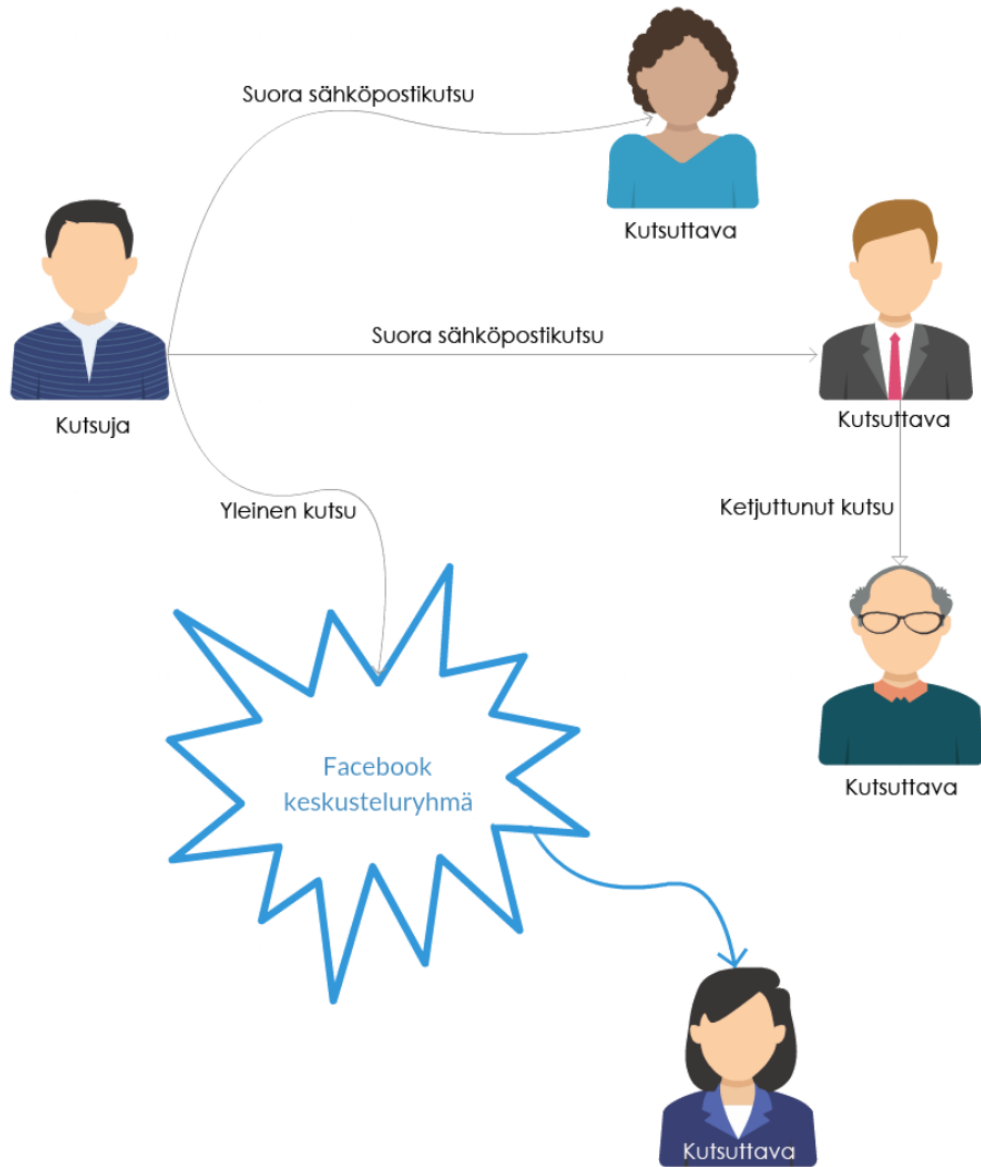


Kuva 1.2: Kutsu kyselytutkimuksen pilottivaiheeseen

### 1.5.6 Kutsut

Päätin käyttää kyselykutsussa useampaa menetelmää. Sosiaalisen median keskustelualueet olivat kätevästi käytössä, mutta niiden lisäksi halusin kutsua kyselyyn osallistujia myös sähköpostilla. Toivoin myös, että kutsuttajat jakaisivat kaavakkeen linkkiä toisilleen. Kuva 1.3 esittää kaaviomaisesti kutsujen siirtymisen kutsujan ja kutsuttavien välillä.

En voi varmasti sanoa, millä tavoin kutsu oli kullekin vastanneelle tullut, joten näiden kutsutapojen tehokkuuden analyysi jää nyt tekemättä.



Kuva 1.3: kutsujen levittäminen sähköpostia ja keskustelualueita hyödyntäen

## 1.6 Tutkimuksen aikataulu

### 1.6.1 Suunnitteluvaihe

Tutkimuksen suunnittelu ja esihaastattelut alkoivat keväällä 2016 ja jatkuivat aina joulukuulle 2017. Webropol-järjestelmän opettelu ja kyselykaavakkeen rakentelu sinne ajoittuivat syksyille 2016. Siirryin toteuttamaan kyselyä google-forms-alustan puolelle keväällä 2017. Samalla itse sisältö jalostui kohti päämäärää, joka minulla oli asetettuna. Julkaisin kyselykaavakkeen pilottiversion 19. joulukuuta 2017.



### 1.6.2 Toteutusvaihe

Lopullisen version julkaisin heti nopean pilotointiversion jälkeen, kun olin tehnyt muutamia tarpeellisia korjauksia kysymyksiin ja poistanut lomakkeen täyttöaikaa koskevan kysymyksen. Lomakkeen keskimääräistä täyttöaikaa käytin kyselykutsussa. Mielestäni oli tärkeää pystyä antamaan vastaajalle arvio kyselyyn kuluva ajasta, varsinkin, kun käyttämäni menetelmä ei mahdollistanut kyselyn tallentamista välillä ja jatkamista toisella kerralla.

### 1.6.3 Analyysivaihe

Tein määrällisiä analyysejä pääasiassa helmikuussa 2018. Tulokset pyrin muotoilemaan graafisiksi kuvaajiksi, joiden tulkinta olisi mahdollisimman havainnollista ja vaivatonta.

Analysoinnissa käytin Excel-tilukkolaskentaohjelmaa. Google-forms-ympäristöstä on vaivatonta siirtää tieto Exceliin. Ainoa ongelma, jonka kohtasin, oli se, että tietojen järjestys oli sekoittunut suhteessa alkupeiräisten kysymysten järjestykseen. Tästä oli suurta haittaa, koska monet kysymykset olivat tekstiasultaan identtiset ja vain oikea järjestys paljastaisi asiayhteyden, eli mihin ohjelmaan kysymys on kytkeytynyt.

Tämän ongelman korjaamiseksi jouduin google-forms puolella numeroimaan kysymykset jälkikäteen, jonka jälkeen tietosisältö oli järjestettävissä Excel-puolella oikeaan järjestykseen tuon numeron perusteella.

## 1.7 Liitemateriaali

Liitteenä raportissa on kerätty kyselytutkimusmateriaali, josta on suodatettu pois vastaajaan yksilöivät tiedot. Näin käsitelty, eli anonymisoitu materiaali ei muodosta tietosuojan kannalta ongelmaa, eikä sitä käsitetä henkilörekisterinä. Kyselytutkimusmateriaalia on muokattu järjestettävyyden parantamiseksi lisäämällä kysymysten eteen jälkikäteen numerotunnisteet.

## 2 Historia

### 2.1 Käsin piirtäminen

Rakennussuunnittelun dokumentointi on muuttunut kuluneen kolmenkymmenen vuoden aikana todella paljon. Kuvallisen informaation osalta perinteinen käsin piirtäminen oli vallitseva dokumentointitapa ennen tietotekniikan astumista mukaan toimintakulttuuriin. Pieni osa suunnittelijoista työskentelee edelleen käsin piirtäen. Käsin piirtämisen kulttuuri on ehtinyt pitkän aikavälin kuluessa hioutua varsin selkeäksi ja toimivaksi. Informaation kulun selkiyttämiseksi on sovittu mahdollisimman vakioituja kuvaustapoja, mittakaavoineen ja piirustusmerkintöineen. Dokumentit siirretään osapuolelta toiselle fyysisinä piirrettyinä tai kopiotekniikalla valmistettuina kuvina. Usein työpaikoilla oli puhtaaksi piirtäjien ammattikuntaa, joiden tehtävä oli tussata lyijykynällä luonnostellut dokumentit valmiiksi kuviksi toimitettavaksi eteenpäin. Varhaiset piirustusten kopiointikoneet kehittyivät jo yli 100 vuotta sitten. Näin suunnitelmien kaksoiskappaleita ei ole enää aikapäiviin tarvinnut piirtää uudelleen.

Käsin piirtämisellä on toimintatapana heikkoutensa. Työskentely on verrattain hidasta. Tiedon siirto on hidasta, koska lähetti, posti tai vastaava kuljetuspalvelu siirtää fyysisen piirustuksen osapuolelta toiselle. Eri suunnitelman osien yhteensovittaminen vaatii valtavaa tarkkuutta, koska tieto paperilla on kaksiulotteista.

Nykyisin käsin piirretty dokumentti usein skannataan digitaaliseen muotoon, jolloin muutamista ongelmista päästään eroon. Kuitenkin suunnitelmien muokkaaminen on edelleen hankalaa ja suunnitelman tietosisältö on varsin rajoittunutta.

### 2.2 CAD-ohjelmien historiaa

Ensimmäiset CAD-ohjelmat pyrkivät toimintatavaltaan hieman jäljittelemään käsin piirtämistä. Graafiset elementit, joita ohjelmat tuottivat, olivat jollain tapaa yhtäläisiä käsin piirtämällä tuotettujen graafisten elementtien kanssa. Näin työskentelytapa ei lopulta erityisen paljon muuttunut. CAD-työskentelyyn siirtyneillä suunnittelijoilla riitti silti opittavaa, koska ohjelmien käyttöliittymät eivät olleet juurikaan intuitiivisia. Oli myös totuttauduttava katsomaan suunnitelmaa kuvaputkelta, jossa esitystarkkuus oli kyseenalainen käsin piirrettyyn kuvaan tai tulosteeseen verrattuna. Kuvaa piti zoomata, jotta yksityiskohdista saisi selvää. Zoomaamisen tarve edellytti myös sen, että piti poisoppia siitä, että kuva on koko työskentelyn ajan nähtävissä ja hahmotettavissa samassa vakioidussa mittakaavassa. Uutena asiana oli myös totuttautua piirtämään erittäin tarkkoilla koordinaateilla. Eri asteisten luonnosten ja valmiin teknisen dokumentin ero oli aikaisemmin

käynyt ilmi erilaisesta esitystavasta, mutta CAD ohjelma piirsi kaiken aina täsmällisesti. Tämäkin aiheutti oman sopeutumistarpeensa.

CAD-järjestelmät kehittyivät yhtäaikaaisesti tietotekniikan muutenkin kehittyessä. Alkuun CAD-järjestelmät toimivat lähinnä erittäin kalliissa laiteympäristöissä ja olivat korkean investointitarpeen vuoksi vain suurien yritysten intresseissä. Tietotekniikka eteni henkilökohtaisten työasemien suuntaan ja lopulta CAD-järjestelmistäkin saatiin henkilökohtaisella koneella toimivia ja riittävän edullisia versioita, jotta kiinnostus myös keskikokoisissa ja pienissä suunnittelutoimistoissa heräsi.

IBM julkaisi henkilökohtaisen tietokoneen PC:n 1981. (IBM, 2018) Seuraavana vuonna 1982 AutoDesk Inc. julkaisi AutoCAD-ohjelman ensimmäisen version. (Home, 2010). Ohjelma mahdollisti yleisesti monialaisen teknisen piirtämisen tietokoneavusteisesti, mutta siinä ei ollut mitään rakennusalan toimintoja helpottavia piirteitä. AutoCAD ei levinnyt erityisen laajasti, ennen kuin markkinoille ilmaantui siihen toimialakohtaisia lisäsovelluksia. Näiden lisäsovellusten tuottaminen mahdollistui kunnolla vasta AutoLisp-ohjelmointikielen ilmaannuttua 1980-luvun puolivälin aikoihin versioon 2.1 (AutoDesk, 2018)

Laajat, alakohtaiset ja paikalliset lisäsovellukset mahdollistivat varsin tehokkaan toiminnan ja näin AutoCAD-pohjaiset lisäohjelmat valtasivat nopeasti markkinoita. Suomessa oli muutamia laajasti levinneitä arkkitehti-toimistoissa käytettyjä paikallisten yritysten toteuttamia AutoCAD-lisäsovelluksia, kuten ARK, Kivi- ja Pom-ARK-sovellukset. Muutamissa toimistoissa tehtiin myös omaa "räätälöintiä" eli pienimuotoista sovelluskehitystä omia tarpeita vastaavasti.

Paitsi, että AutoCADin päälle tehtiin lisäsovelluksia, muutamat kotimaiset yritykset alkoivat valmistaa täysin itsenäisiä henkilökohtaisille tietokoneille suunnattuja CAD-ohjelmiaan. Kotimaisista mainittakoon J-Idea Oy J-CAD ja Kyndata Oy CADs. Alkuaan suriin tietokoneisiin tuotteitaan suunnannut Vertex systems Oy:n siirtyi myös tarjoamaan ohjelmiaan henkilökohtaisissa tietokoneissa ja heiltä ilmestyi myös rakennussuunnitteluun tarkoitettu versio Vertex BD.

## 2.3 Kolmiulotteisuus

Käsin piirtämisen ja kaksiulotteisen CAD-työskentelyn suurimpia heikkouksia on se, että samasta kohteesta joudutaan usein piirtämään useita kuvia. Rakennus tai rakenne projisoidaan useasta eri suunnasta ja esitetään erilaisten leikkaustasojen leikkaamana. Vaikka tällaista kuvista osa pystytäänkin tuottamaan melko nopeasti kopioimalla toinen saman tapainen kuva pohjaksi ja muokkaamalla siitä, on työmenetelmä silti virhealtis ja melko työläs.

Käsin piirretty perspektiivikuva on erityisen työläs toteutettava ja jokainen eri kuvakulma vaatii aina koko kuvan piirtämisen alusta lähtien. Jos perspektiivikuvia ennen CAD-ohjelmien käyttöönottoa tarvittiin paljon,

saattoi tehokkain ratkaisu olla pienoismallin valmistaminen ja sen valokuvaaminen. Jos valokuva ei sellaiseenaan soveltunut, saattoi sen päälle läpi piirtämällä konstruoida viivapiirustuksia.

CAD-ohjelmistoihin tuli pian kolmas ulottuvuus mukaan, eli 3D-ominaisuuksia. Jos ohjelma oli alun perin kaksiulotteiseksi suunniteltu, ei näiden 3D-ominaisuuksien lisääminen aina ollut kovinkaan luontevasti toteutettavissa.

3D-mallien edut kävivät kuitenkin välittömästi selviksi. Samasta kappaleesta saatiin suhteellisen vaivattomasti ristiriidattomia eri suunnista otettuja ja eri leikkaustasoilla leikattuja projektioita. Perspektiivikuvien tekeminen tuli huomattavan helpoksi aiempaan verrattuna. Kun 1990 esiteltiin Yost Groupin toimesta ensimmäinen versio 3D Studio-ohjelmasta, tuli myös varjoin ja materiaalein varustetut render-kuvat ja animaatiot mahdollisiksi toteuttaa kohtuuhintaisella PC-ohjelmistolla. Havainnemateriaalien tuottaminen mullistui täysin. Vaikka konekapasiteettia ja laskenta-aikaa piti varata näille render-kuville, laskivat kustannukset verrattuna pienoismallien tekemiseen ja niiden avulla toimimiseen merkittävästi. Render-kuvilla oli myös uu-tuudenviehätyksestä johtuva oma lisäarvonsa. AutoDesk osti Yost Groupin, ja 3D Stdion oikeudet siirtyivät ensin AutoDeskin omistamalle Kinetix-yritykselle. Ohjelman nimi muutettiin 3D Studio MAX, kun DOS-käyt-töjärjestelmän pohjalla ollut ohjelma uusittiin Windows NT-järjestelmään. Nykyään sama tuote tunnetaan 3DS MAX-nimellä.

## 2.4 BIM

Suuri osa ohjelmista tallensi objekteina graafisia elementtejä, kuten viivoja, ympyröitä, pintoja, mittajanoja, tekstejä, laatikoita, palloja, sylintereitä jne. Kuitenkin tällaisten ohjelmien oheen alkoi syntyä *virtuaaliraken-nus*-perusajatukseen pohjautuvia ohjelmia. Näissä tallennetaan objekteina rakennusosia, kuten seiniä, ovia, ikkunoita, laattoja, kattoja tai vaikka portaita. Tämä johti rakennusten tietomallien (BIM) kehitykseen. Tieto-mallissa rakennusosien tiedot säilytetään tietokannassa ja kulloinkin tarvittava grafiikka generoidaan tältä pohjalta. ArchiCAD-ohjelmisto julkaistiin 1980-luvun lopulla Graphisoftin toimesta ja se perustui jo alkujaan tähän ajatukseen. Markkinoilla oli muitakin vastaavalla periaatteella toimivia ohjelmia, mutta ne vaativat jä-reämpiä tietokoneita toimiakseen. ArchiCAD oli alkuvaiheissaan saatavilla ainoastaan Applen Macintosh-lait-teisiin. Tällainen järjestelmä oli investointina kohtuuhintainen. Varhaiset ohjelmat olivat toiminnoiltaan ny-kyversioita huomattavasti kömpelömpiä. Arkkitehtikunnassa pelättiin, että rajoittava ohjelma alistaa suun-nittelijan vapautta. Puhuttiin, että ohjelma vie suunnittelijaa eikä päinvastoin. Myös tietokoneen teho oli usein rajoittava tekijä varsinkin suuremmissa kohteissa. Ohjelmat ja laitteet ovat sittemmin kehittyneet hui-masti ja erilaiset rajoitukset tätä kautta huomattavasti vähentyneet. Ei liene liioiteltua väittää, että tällä het-kellä CAD-ohjelmat mahdollistavat sellaisiakin suunnitteluratkaisuita, joita perinteisillä työskentelytavoilla ei olisi järkevää lähteä edes tavoittelemaan.

AutoDesk alkoi myös itse toteuttaa toimialakohtaisia laajennuksia AutoCAD-ohjelmaansa. Se laajensi toimintaansa voimakkaasti hankkimalla omistukseensa useita lupaavia pieniä aloittelevia ohjelmistoalan yrityksiä tuotteineen. Näin se hankki omistukseensa Revit-ohjelman, jolla pyrittiin tarjoamaan hyvä BIM-vaihtoehto kilpailevan yrityksen ArchiCAD-ohjelmalle.

Tällä hetkellä BIM-ohjelmien kirjo on todella kattava. Arkkitehtuuriin keskittyviä ohjelmia on BuildingSMART-organisaation mukaan sertifioitu kolmatta kymmenettä (BuildingSMART, 2018). Sen lisäksi on erilaisia simulaatioita ja energia-analyysejä mahdollistavia sovelluksia, rakenneohjelmia, tietomallidatapalvelimia, kiinteistönpitosovelluksia, katseluohjelmia, GIS-ohjelmia jne. Kaikkia yleisesti käytössä olevia ohjelmia ei välttämättä ole sertifioitu.

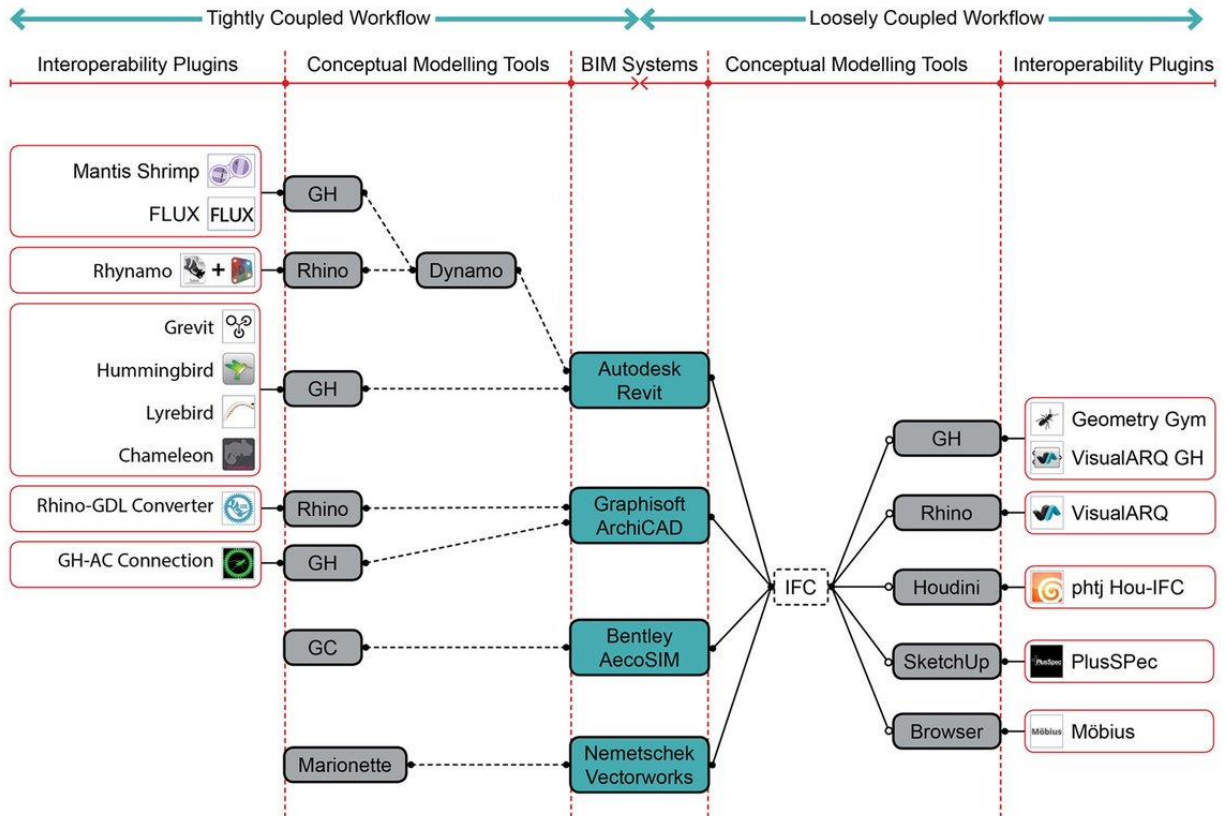
IAI, sittemmin BuildingSmart perustettiin 1994 ja tämä organisaatio kehittää avointa ja standardoitua IFC-luokkakirjastojärjestelmää. Tämä standardi on oliopohjaisen tiedon siirtämiseksi tietokonejärjestelmästä toiseen. Erityisesti IFC on käytössä tietomalleihin perustuvassa rakennussuunnittelussa, mutta ei rajoittunut pelkästään siihen.

## 2.5 Algoritminen suunnittelu

Erilaisten itse tehtyjen tai ostettujen lisäsovellusten avulla pystytään luomaan muotoja, joiden mallintaminen tavanomaisin työkaluin olisi ainakin erittäin hankalaa, jos ei jopa mahdotonta. Yksi viime aikoina voimakkaimmin kehittyneistä ja yleistyneistä CAD-ohjelmien toimintatavoista on algoritminen suunnittelu. Luodaan ikään kuin algoritmi, pieni ohjelma, jonka tuloksena muoto syntyy.

Algoritminen suunnittelu on ollut alun perin vain ohjelmointitaitoisten työmenetelmä. Kehitys on mennyt siihen suutaan, että tekstipohjaisten ohjelmien tai scriptien sijaan algoritmejä voidaan luoda helpotetuin työvälinein ja visuaalisilla selkeillä työkaluilla.

Grasshopper 3D-niminen lisäohjelma julkaistiin alun perin nimellä *Explicit history* 2007 ja se tarjoaa helppokäyttöisen visuaalisen ohjelmointirajapinnan Rhinoceros-ohjelmaan. Ensimmäinen stabiili versio tuli markkinoille 2014. Rhinocerosin ensimmäinen itsenäinen ilman AutoCADiä toimiva versio julkaistiin 1998 <https://wiki.mcneel.com/rhino/rhinohistory>. Tällä hetkellä uusimmassa versiossa 6 siinä on valmiiksi mukana grasshopper-laajenus. (<https://www.rhino3d.com/>) Grasshopper lienee tunnetuin algoritmiseen suunnitteluun suunnattu ohjelmisto. Yhteistoiminnan parantamiseksi Rhinoceros/Grasshopper kykenee tuottamaan suoraan esim. ArchiCAD GDL-objektin. (hyperlinkki) Grasshopper on erilaisten järjestelyitten kautta integroitavissa ainakin Revit, ArchiCAD, Bentley ja Nemetcheck BIM-ohjelmistoihin. Tietomallielementtinä tällainen vain geometriasta koostuva data ei kuitenkaan vastaa varsinaisten tietomalliobjektien tietosisällön laajuutta.



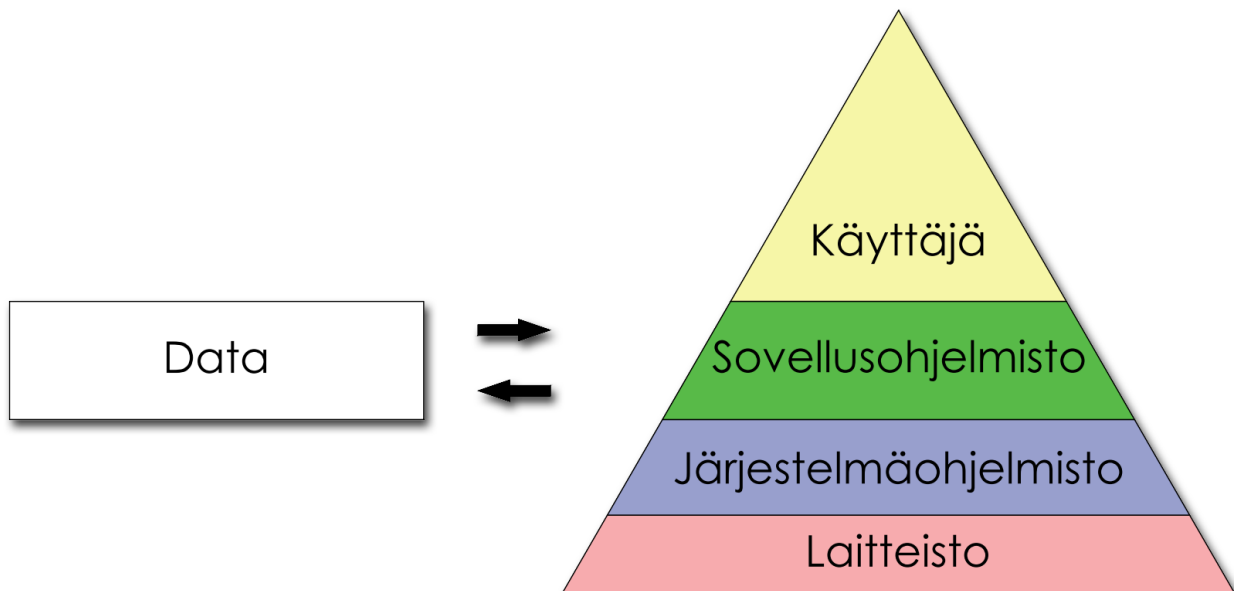
Kuva 2.1: Workflow-kuvauksia, (<https://wowad.in/top-3-computational-bim-workflows-for-architects/>)

Möbius modeller on hiljattain ilmaantunut avoimen lähdekoodin projekti. Siinä lähtökohtana on web-pohjainen käyttöliittymä, jossa voidaan toteuttaa algoritmien luominen. Tämä työkalu on varsin uusi ja en ole saanut siitä vielä käyttökokemuksia keneltäkään.

## 3 Suunnittelijan toimintaympäristö

### 3.1 Tietotekninen toimintaympäristö

Tässä moninaisten toimintatapojen kirjavoittamassa toimintaympäristössä yhteistoiminta rakennussuunnittelun osapuolten kesken voi muodostaa haasteita. Ajatus asian selvittämiseksi syntyi, kun erään rakennussuunnittelua tekevän insinööritoimiston edustaja kertoi heidän piirtävän pääsääntöisesti kaikki suunnitelmat aina uudelleen alusta saakka itse, jotta dokumentit vastaisivat heidän omaa laatu näkemystään ja toimintakulttuuriaan. Tämän katsottiin olevan helpompi tapa, kuin korjata jo olemassa olevia dokumentteja.



Kuva 3.1: Suunnittelijan digitaalinen toimintaympäristö koostuu toisistaan riippuvaisista osista

#### 3.1.1 Laitteisto

Laitteisto vaikuttaa siihen, millaisia järjestelmiä ja sovellusohjelmia voidaan käyttää. Laitteisto vaikuttaa myös järjestelmän suorituskykyyn asettaen näin omat rajoituksensa käsiteltävälle datalle ja työskentelyn tehokkuudelle.

Laitteisto koostuu keskusyksiköstä, syöttölaitteista, tulostuslaitteista, massamuistilaitteista, tietoliikennelaitteista ja mahdollisista muista laitteista.

Keskusyksikkö koostuu emolevystä, suorittimesta, keskusmuistista ja näytönohjaimesta. CAD-toimintaympäristössä keskusyksikön tulee olla varsin suorituskykyinen, koska ohjelmistot ovat usein hyvin kuormittavia ja käsiteltävät datamäärät saattavat välillä olla hyvinkin suuria.

Tyypillinen suunnittelutoimiston Windows-ympäristöön ja CAD-käyttöön suunnattu PC-laitteisto sisältää nykyaikaisen ja nopean moniydinsuorittimen, 8GB tai enemmän keskusmuistia ja erillisen omalla muistilla varustetun tehokkaan näytönohjainkortin.

### 3.1.2 Järjestelmäohjelmisto

PC-koneissa yleisin käyttöjärjestelmä on Windows ja tämän uusin versio on tällä hetkellä 10. Myös vanhempia Windows-versioita on edelleen käytössä. Linux-järjestelmä olisi myös vaihtoehto, mutta sen suosio jää Windowsin jalkoihin johtuen siitä, että kaupallisia CAD-ohjelmistoja on siihen hyvin niukasti saatavilla.

Mac-koneissa tyypillisesti käytetään OS X-käyttöjärjestelmää. OS X on Applen kehittämä käyttöjärjestelmä, jota käytetään vain Applen itse valmistamissa Macintosh- eli Mac-tietokoneissa. (Hautala, 2014, s. 5) Apple sallii OS X käytettävän vain omissa Mac-tietokoneissaan. OS X perustuu UNIX-käyttöjärjestelmään. (Hautala, 2014, s. 5) Kun Apple siirtyi Intelin prosessoreihin, Applen laitteista tuli yhteensopivia Windowsin kanssa. Enää puuttui vain tapa saada molemmat käyttöjärjestelmät samalle kiintolevylle. Niinpä Apple kehitti Boot Campin, jonka avulla Windows voidaan asentaa Applen koneille (Hautala, 2014, s. 6)

OS X-yhteyteen on mahdollista asentaa Windows-emulaattori. Tämä mahdollistaa useimpien Windows-ohjelmien suorittamisen Mac-laiteympäristössä.

Järjestelmäohjelmistoon kuuluvat myös käyttöjärjestelmän laiteohjaimet.

Järjestelmäohjelmisto toimii rajapintana laitteiston ja sovellusohjelmiston välillä. Järjestelmäohjelmisto tarjoaa myös rajapinnan käyttäjälle laitteiston perustoimintojen hallitsemista varten. Tiedostot ovat lähes poikkeuksetta siirrettävissä eri laitteistojen ja järjestelmäohjelmistojen välillä.

### 3.1.3 Sovellusohjelmisto

Käyttäjä on tekemisissä erityisesti sovellusohjelmiston kanssa. Sovellusohjelmisto edellyttää, että järjestelmäohjelmisto on sen kanssa yhteensopiva. Sovellusohjelmiston yhteensopivuusominaisuuksista riippuu, onko toisesta ohjelmistosta tai ympäristöstä tuleva data vastaanotettavissa ja hyödynnettävissä kokonaan, osittain tai ei lainkaan.

Samana sovellusohjelman ja saman version käyttäjät eivät kovin pahasti törmää yhteensopivuusongelmiin, paitsi jos dataa toimittavan osapuolen sovellusohjelmassa on asennettuna jotain kirjastoja tai laajennuksia, jotka vastaanottavalta osapuolelta puuttuu. Jos dataa toimittavalla osapuolella on käytössä sama sovellusohjelma, mutta vanhempi versio, ei ongelmia yleensä esiinny. Ohjelman tekijän tavoitteena on aina tehdä



ohjelmasta sellainen, että saman ohjelman vanhemman version data on luettavissa. Tämä on oikeastaan ehto sille, että käyttäjät suostuvat päivittämään ohjelmiaan.

Kun lähettävän osapuolen ohjelmisto on versioltaan uudempi, kuin vastaanottajan, voidaan ongelmiin törmätä jo enemmänkin. Uudemmassa ohjelmassa on uusia ominaisuuksia. Näiden ominaisuuksien vuoksi tallennusformaattia on toisinaan välttämätöntä muuttaa ja näin yhteensopivuus vanhaan versioon menetetään. Ohjelman tekijät tosin tiedostavat tämän ongelman ja usein konversio vanhempaan versioon voidaan toteuttaa jo sovellusohjelman sisällä *save as...* tai *tallenna nimellä...* toiminnolla valitsemalla vanhempi tallennusmuoto. Tämä valinta saattaa hävittää tai muuntaa alkeellisempaan muotoon jotain tietoa.

Windows-järjestelmä on käyttöjärjestelmien markkinajohtaja noin 89% markkinaosuudellaan (netmarketshare.com, 2018). Eipä siis ihme, että käytännössä kaikista merkittävistä kaupallisista CAD-sovelluksista on olemassa myös Windows-versio. Kauan sitten ArchiCAD-ohjelmasta oli olemassa vain Mac-versioita.

Mac Os saatavilla olevia CAD-ohjelmia ovat mm. ArchiCAD, AutoCAD for Mac, ARES Commander, FreeCAD ja SketchUp Pro (Capterra, 2018).

Linux-järjestelmään on saatavilla muutamia ilmaisia tai hyvin edullisia CAD-ohjelmia, kuten Brics CAD tai FreeCAD. (Techdrivein.com, 2018)

### 3.2 Toimintakulttuurit ja eri asioiden painotukset niissä

Käyttäjä ja hänen osaamisensa vaikuttavat keskeisesti siihen, mitä laitteistosta, ohjelmistosta ja datasta saadaan hyödynnettyä ja miten yhteistoiminnallisuus eri osapuolien välillä sujuu.

Suurissa ja keskisuurissa toimistoissa on usein eri tasoisia käyttäjiä. Suunnittelijan keskeistä osaamisaluetta on suunnittelutehtävän sisällöllinen hallinta ja häneltä usein edellytetään vain sujuvaa sovellusohjelman peruskäyttötaitoa sekä käyttöjärjestelmän keskeisimpien toimintojen hallintaa. Työyhteisössä voi olla erillinen tukihenkilö tai pääkäyttäjä, joka kutsutaan apuun, kun ongelmatilanne edellyttää laajempaa tietoteknistä asiantuntemusta. Joissain suurissa organisaatioissa on useita eri tavoin profiloituneita tukihenkilöitä. Joku voi vaikkapa olla erikoistunut laitteistoon ja toinen vaikkapa verkkoympäristön ylläpitoon.

Monet rakennussuunnittelua tekevät toimistot ovat kuitenkin pieniä yhden tai muutaman henkilön toimistoja. Tällöin joko tietoteknisen osaamisen taso on oltava melko korkealla, tai sitten voidaan turvautua asiantuntijapalveluiden ulkoistamiseen.

## 4 Suunnittelutiedon siirtyminen

### 4.1 Ongelmia suunnitelutiedon siirtymisessä

Varmasti helpoimmin suunnittelutieto siirtyy saman työyhteisön sisällä samassa toimintakulttuurissa ja vielä kun siirto tapahtuu identtisten laitteistojen ja ohjelmistoversioitten välillä.

### 4.2 Laitteiston tuomat ongelmat

#### 4.2.1 Tiedonsiirto

Tiedosto on nykyisin lähes poikkeuksetta helppoa siirtää kahden eri laitteen välillä. Tarvitaan vain tiedonsiirtoväline ja riittävä massamuistityyppinen tallennustila, johon vastaanottaja tallettaa siirretyn datan.

#### 4.2.2 Tiedonsiirtoväline

Tiedonsiirtoväline on usein nopea internet-yhteys. Esimerkiksi valokuituun pohjautuva internet on saatavilla kaupunkikeskuksissa ja tällainen voi ylittää huomattavan suuriin tiedonsiirtonopeuksiin, joilla kaikki suunniteluaineisto on siirrettävissä ilman merkittäviä viiveitä osapuolelta toiselle. Tietoverkon nopeus määräytyy aina heikoimman lenkin mukaan, eli lähettäjän suurin lähetysnopeus, runkoverkon välitysnopeus ja vastaanottajan suurin vastaanottonopeus kaikki voivat asettaa rajoituksen tiedonsiirron nopeudelle.

Langattomat mobiilidatayhteydet toimivat nekin 4G-verkossa varsin tyydyttävillä siirtonopeuksilla. Harmilista tietenkin on se, että on olemassa harvaan asuttuja seutuja, joissa ei oikein mikään nopea internet-yhteys ole saatavilla. Tällöin tiedonsiirto on joko hankalaa ja hidasta tai fyysiseen tallennusmediaan perustuvaa.

Tiedonsiirtoväline voi olla fyysinen tallennusmedia, kuten USB-muistitikku, BlueRay-, DVD- tai CD-levy. Magneettisen median, kuten levykkeitten käyttö oli ennen yleistä, mutta katoamassa nopeasti. Fyysistä tallennusmediaa käytetään ehkäpä enemmän varmuuskopioiden tekemisessä, kuin varsinaisessa tiedon siirtämisessä, koska media pitäisi fyysisesti kuljettaa paikasta toiseen. Tämä on hidasta ja resursseja vaativaa. Fyysiseen mediaan tallennettu data on aina myös alttiina vaurioitumaan ja uuden kopion hankkiminen voi olla erityisen turhauttavaa ja aikaa vievää.

#### 4.2.3 Laitteiston suorituskyky

Vastaanottava osapuoli ei aina saa tiedostoa auki, jos hänen laitteistonsa suorituskyky ei ole riittävällä tasolla. Ongelmia voi syntyä, vaikka toimittaisiin samalla sovellusohjelmaversiolla. Aineisto, joka toimii hyvin lähettäjän tehokoneessa ei aina aukeakaan kunnolla tai aiheuttaa auettuaan kohtuuttomia viiveitä vastaanottajan

hieman vanhentuneessa, tai vaikka muistiltaan riittämättömässä laitteessa. Tällöin vastaanottajan tulisi joko päivittää laitteistoaan lisäämällä suoritustehoa tai muistikapasiteettia tai sitten hän voi pyytää lähettäjää optimoimaan siirrettävää aineistoa. Optimointia voidaan tehdä poistamalla jotain epäoleellista dataa. Suunniteltavaa kokonaisuutta voidaan myös jakaa pienemmiksi erillisissä tiedostoissa oleviksi osakokonaisuuksiksi.

Tällaiset rajat olisi toki hyvä tunnistaa jo prosessin alkuvaiheessa ja tarpeen mukaan jakaa suunnitelma sopivan kokosiin osiin, joita käsiteltäessä kunkin osapuolen laitteiston teho on riittävä.

#### 4.2.4 Laitteistoon saatavat käyttöjärjestelmät

Laitteisto asettaa omat rajansa sille, mitä käyttöjärjestelmiä sen yhteyteen on mahdollista asentaa ja saada tehokkaasti toimimaan. PC-laitteille asennetaan yleensä Windows tai Linux-järjestelmien eri versioita. Linux on PC-ympäristöön sovitettu versio UNIX-järjestelmästä. Macintosh-laitteille on saatavilla omat Mac OS -versionsa. Tässäkin on nykyään pohjana UNIX. Henkilökohtaisissa työasemissa käytetään nykyään valtaosin Intel®-yhteensopivia prosessoreita, joten laitteitten eroavaisuudet ovat vähentyneet ja yhteensopivien ohjelmistojen tekeminen helpottunut aikaisempaan kirjavampaan tilanteeseen verrattuna.

Tutkimus on rajattu vain henkilökohtaisiin työasemiin. Kyselytutkimukseen vastanneilla oli käytössä ainoastaan Windows ja Mac Os järjestelmiä. LINUX-järjestelmä kehitettiin avoimen lähdekoodin periaatteella. Myös suurin osa saatavilla olevista LINUX-sovelluksista on samalla tavalla avoimeen lähdekoodiin perustuvaa. Tätä historiaa vasten on ymmärrettävää, että kaupallisesti toimivat ohjelmatalot eivät ole tehneet kaikista ohjelmistaan LINUX-versioita. Varsinaisia suunnittelutoimiston CAD-sovelluksia ei ole Linux-versioina, vaikkakin joitain BIM-katseluohjelmia ja BIM-datapalvelimia voidaan asentaa Linux-järjestelmään.

### 4.3 Järjestelmäohjelmiston vaikutukset

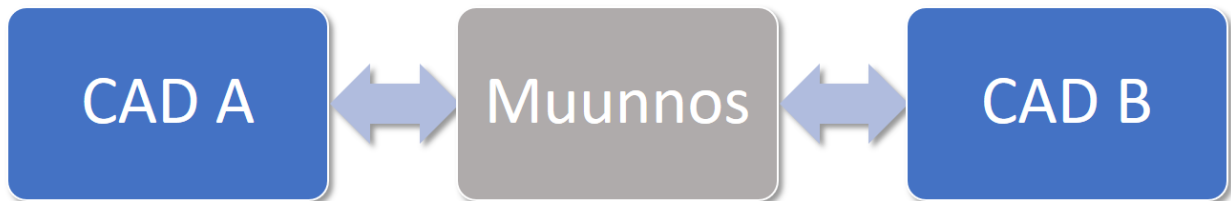
Järjestelmä, olipa se mikä tahansa, ottaa useimmiten vastaan aineistoa tietoverkon kautta ja kykenee tallettamaan aineiston. Tässä suhteessa yhteensopivuusongelmia ei ole. Järjestelmä voi kuitenkin asettaa rajoituksia sille, mitä ohjelmia voidaan asentaa ja suorittaa. Tämän lisäksi järjestelmän käyttöliittymä voi olla käyttäjälle uudenlainen ja aiheuttaa opiskelun tarvetta.

Suosituimpia järjestelmä kyselytutkimuksen mukaan oli Microsoft Windows-järjestelmän eri versiot. Lähes kaikista arkkitehtitoimistoissa käytetyistä ohjelmista on saatavilla Windows-yhteensopivat versiot. Aikoinaan ArchiCAD-ohjelma oli saatavilla ainoastaan Macintosh-järjestelmään.

#### 4.3.1 Sovellusohjelmistoon liittyvät ongelmat

Eri CAD-ohjelmat toimivat eri tavoin. Ne kirjoittavat ja lukevat suoraan omia tallennustiedostojaan, mutta eivät niin hyvin toisten ohjelmien tallennustiedostoja. Toisen ohjelman tallennustiedoston lukeminen vaatii

oman ohjelmaosionsa, joka kykenee lukemaan toisen CAD-ohjelman formaattia ja muuntamaan sen toisen ohjelman ymmärtämään muotoon. Muunnos ei aina suinkaan ole yksinkertainen, koska ohjelmien tiedostojen ja tietokantojen rakenteet voivat olla täysin erilaiset. Muunnoksessa yleensä häviää tai menetetään jotain tietoa. Myös tiedon rakenne tai eheys saattaa kärsiä useilla eri tavoilla. Kuva 4.1 kuvaa muunnosprosessia. Muunnos voi tapahtua jommankumman ohjelman sisällä tai täysin erillisen ohjelman avulla.



Kuva 4.1: Informaation siirto kahden eri CAD-ohjelman välillä vaatii muunnoksen.

Jopa saman CAD-ohjelman eri versiot ovat osittain toisistaan poikkeavia. Tästä syystä ohjelman kehittäjällä voi olla tarve uudistaa ja muuttaa tallennusformaattia eli luoda siitä uusia revisioita, jotta se vastaa uusimpiakin toimintoja. Tiedostorevisio ei välttämättä aina muutu ohjelman vähäisen päivityksen yhteydessä. Ohjelman kehittäjä joutuu huolehtimaan siitä, että vanhasta ohjelmaversiosta uudempaan siirtyminen sujuisi mahdollisimman ongelmattomasti. Näin uudempi CAD-sovelluksen versio yleensä kohtuullisen hyvin lukee vanhemman saman ohjelman vanhemman tiedostorevision mukaisia tiedostoja. Yleensä tiedon perusrakenne on pysynyt ennallaan, joten se ei aiheuta ongelmia. Silti voi olla, että tällaisessakin tilanteessa ongelmia syntyy. Vaikkapa ulkoiset kirjastot ym. voivat olla epäyhteensopivat.

Uudemmassa ohjelmaversiosta vanhempaan muuntaminen ei aina ole mahdollista. Myöskin tällaisen toiminnon pois jättäminen voi edistää päivityksen menekkiä. Käyttäjien vaatimuksesta sovellusten kehittäjät ovat luoneet tähänkin suuntaan muunnosratkaisuita yhteistoiminnan helpottamiseksi. Tällöin uudempi sovellus joutuu muuntamaan uusia ominaisuuksia sisältäviä tietoja rakenteeltaan karsittuun muotoon, koska vanha formaatti ei kykene uutta ominaisuutta sellaisenaan tallentamaan. Yleensä tällainenkin muutos tapahtuu kuitenkin kohtuullisen mutkattomasti.

Kahden eri sovellusohjelman välinen mutkikas muunnos eli konversio voidaan tehdä tietoa lähettävän ohjelman osana (*export*-toiminto), erillisenä muunnoksen (*conversion*) tekemänä ohjelmalla tai vastaanottavaan ohjelmaan sisällytettynä osana (*import*-toiminto). Yleensä oletuksena tässäkin on joku tallennusmuodon revisio. Yleensä vanhempi revisio siirtyy luotettavammin eteenpäin, koska yhteensopivuus on aina parempi vanhemmasta uudempaan suuntautuen.

AutoDesk AutoCAD-ohjelman dwg-muoto on saavuttanut niin merkittävän aseman, että hyvin monet sovel-  
luskehittäjät haluavat tuketa tuota tallennusmuotoa yhteistoiminnan takaamiseksi. Eriaisia laajojakin piirus-  
tusarkistoja on toteutettu dwg-standardiin perustuen. Dwg-muoto ei ole kuitenkaan avoin. AutoDesk myy  
tuon formaatin tukeen ohjelmakirjaston lisenssejä muille yrityksille.

Joissain ohjelmissa dwg-tiedoston lukeminen ja konversio on tehty ilman lisensoitua ohjelmiston osaa oma-  
toimisesti. Yhteensopivuus voi olla saavutettu vaihtelevalla menestyksellä. Esimerkiksi eräässä Huawei-eri-  
koissovelluksessa, jolla suunniteltiin WLAN-tukiasemien sijoittelua, kaikki AutoCAD-blokit katosivat siirrossa.  
Onnistunut siirto tällöin edellytti kaikkien blokkien räjäytystä etukäteen ja lisäksi tallennusta riittävän van-  
hassa revisiomuodossa.

#### 4.3.2 Standardin mukainen tallettaminen

Jotta kaksi eri ohjelmaa voisi toimia hyvin yhteen, on pyritty luomaan erityisiä tiedonsiirtoon tarkoitettuja  
erillisiä formaatteja. AutoDesk kehitti *dxf*-tiedostot helpottaakseen CAD-datan siirtämistä eri ohjelmien kes-  
ken. Dxf-formaatti sai merkittävää jalansijaa. Dxf-formaatin sisäinen rakenne on kuitenkin käytännössä täysin  
AutoCAD-ohjelman rakennetta vastaava ja näin se ei ole kovin hyvä tilanteissa, joissa ohjelma ei perustu vas-  
taaviin graafisiin objekteihin, kuin AutoCAD. Dxf-formaatti voi olla käytännössä tekstitiedosto, joten siinä  
mielessä ohjelmistorajapinnan tekeminen siihen on mutkatonta. Dxf-formaatissa on useita eri revisioita ai-  
van, kuten dwg-formaatissakin.

IFC-tietomalli on IAI:n lanseeraama luokkakirjasto. Nykyään IAI jatkaa toimintaansa nimikkeen buil-  
dingSMART alla. Ajatuksena on ollut luoda vakioitu tapa siirtää luokiteltua rakennusosien tietoa eri tietomal-  
liohjelmien välillä. IFC luokkakirjasto on kehittynyt ja siitä on myös eri revisioita.

IFC4 Add2 (2016)

IFC4 Add1 (2015)

IFC4 (2013)

ifcXML2x3 (2007)

IFC2x3 (2006)

ifcXML2 for IFC2x2 add1 (RC2)

IFC2x2 Addendum 1 (2004)

ifcXML2 for IFC2x2 (RC1)

IFC 2x2

IFC 2x Addendum 1

ifcXML1 for IFC2x and IFC2x Addendum 1

IFC 2x

IFC 2.0

IFC 1.5.1

IFC 1.5

(<http://www.buildingsmart-tech.org/specifications/ifc-releases> viitattu 10.4.2018)

IFC kuvaa tiedon rakennetta. Varsinainen tiedostoformaatti voi olla vaikkapa STEP tai XML-tiedosto. Molemmat ovat tekstitiedostoja. XML on koodeja eli *tägejä* sisältävä tekstitiedosto. Koodeilla tiedolle annetaan rakenne. XML-tiedostot yleisesti ottaen soveltuvat mitä moninaisempien tietojen siirtämiseen. ZIP-pakkaaminen voidaan myös sisällyttää talletusformaattiin. IFC-malli voidaan tallentaa ja siirtää myös vaikkapa SQLite-relaatiotietokantana.

#### 4.3.3 Käyttäjien osaamiseen liittyvät ongelmat

Usein ongelmia syntyy käyttäjälähtöisesti. Suunnittelija ei vaikkapa tiedosta, millaisin asetuksin hänen tulisi tehdä konversio toista CAD-järjestelmää käyttävälle toiselle suunnittelijalle. Tällöin pienikin määrä teknistä tukea voi helpottaa ongelman ratkaisussa.

Vaatii huomattavaa teknistä asiantuntemusta, jotta osaa arvioida, millainen tiedonsiirto palvelee vastaanottajan tarpeita parhaiten. Kaikki formaatit tai niiden revisiot eivät välttämättä ole luettavissa vastaanottajan ohjelmistossa. Jos tiedoston luku onnistuu, voi sisältö olla tarpeettoman raskasta ja pudottaa vastaanottavan järjestelmän suorituskyvyn niin alhaiselle tasolle, että toiminta käytännössä estyy.

Vielä suurempia ongelmia syntyy, jos suunnittelukulttuurissa on isoja eroja. Esimerkiksi asioita paperille piirrettyjen piirustuksien kautta ajatteleva saattaa unohtaa täsmällisen mitoituksen tärkeyden ja piirtää kuvia epätasällisella tavalla. Jos näin pääsee käymään, voi olla liian työlästä, jopa miltei mahdotonta muuttaa epätasällistä täsmälliseksi jälkikäteen. Vaikka näin yritettäisiin muokkaamalla tehdä, voi olla, että epätasällisyyttä silti jää lopputulokseen. Kenties tällaisessa tilanteessa on selkeintä piirtää puhtaaksi koko työ uudelleen, vaikka siitä aiheutuu merkittävää ajanhukkaa.

#### 4.3.4 BIM mallien tietosisältöjen koneluettavuus

IFC-standardi mahdollistaa metatietosisällön sisällyttämisen tietomalliin varsin vapaasti strukturoituna. Tämä voi johtaa monenkirjavuuteen. Tomi Henttistä haastateltiin KIRA-Digi hankkeeseen liittyen.

*Tähän mennessä oikeastaan kaikki luokittelut ovat perustuneet ihmisen tulkintaan. Jotta koneluettavuus oikeasti toimisi, tarvitaan vakioituja nimikkeitä ja luokitteluja koneen ymmärtämässä muodossa.*

(BuildingSMART Finland, 2017)

*Osalla suunnitteluloista, esimerkiksi talotekniikassa, ollaan jo lähellä koneluettavuutta. Vakiointityö johtaa siihen, että suunnittelijoilta aletaan vaatia vakioitujen nimikkeistöjen ja tietosisältöjen käyttöä. Tilaajat ja*

*kiinteistöjen omistajat tulevat toivottavasti olemaan entistä kiinnostuneempia vakiomuotoisen tiedon tuottamisesta. Ei tule riittämään, että suunnittelija tuottaa vain omiin tarpeisiin perustuvaa dokumentaatiota. Luovutettavan materiaalin on palveltava kiinteistön elinkaarta. Tietomalli mahdollistaa tehokkaan tiedon hakemisen ainoastaan silloin, kun tieto on hyvin strukturoitua ja vakioitua. (BuildingSMART Finland, 2017)*

## 5 Kyselytutkimus

### 5.1 Kyselytutkimuksen tavoitteet

Kyselytutkimuksesta suunniteltaessa suurimpana pelkonani oli, että en saisi kerättyä riittävän kattavaa aineistoa. Tästä syystä halusin pitää kyselyn täyttämiseen kuluvan ajan lyhyenä ja vastaamisen mahdollisimman helppona. Halusin, että vastaaminen voi tapahtua ulkomuistista ja viidessä minuutissa. Näin oletin, että kyselyn jo aloittanut ei lopettaisi vastaamistaan kesken. Halusin myös tarjota kyselyyn vastanneelle vastalahjan. Tarkoitukseni oli, että joku yritys sponsoroi hankettani tarjoamalla vaikkapa tabletti-tietokoneen arvottavaksi vastanneitten kesken. Käytin turhaa aikaani tällaisen mahdollisuuden selvittelyyn. Yritysten edustajilla ei ollut halukkuutta olla mukana. Lopulta päätin rahoittaa palkinnon itse

Tiedostin kyselytutkimuksen hankaluuden. (Sähköä kyselyyn viite) Keskeisiä haasteita sähköisessä kyselyssä on oikeastaan kaksi. Ensimmäinen on saada vastaanottaja kiinnostumaan kyselyn täyttamisestä ja aloittamaan siihen vastaaminen, vaikka hän tietää siihen uhrattuvan arvokasta aikaa ja vaivaa. Toinen on se, että tärkeimmät tiedot saadaan kerättyä riittävän nopeasti, jotta kyselyn vapaaehtoisesti täyttävä henkilö ei väsy ja keskeytä vastaamistaan.

#### 5.1.1 Kyselytutkimuksen testaus

Tein testausta suunnittelemalleni kyselylle pienellä testiryhmällä, johon onneksi sain vapaaehtoisia kyselyn täyttäjiä Facebook-ryhmästä *Arkkitehdin apu*. Tavanomaisen kyselyn lisäksi kyselin, kuinka kauan kyselyyn vastaamiseen kului aikaa. Kävi ilmi, että keskimääräinen vastausaika oli vain noin 5 minuuttia ja kysely koettiin muutenkin helpoksi vastata. Pilottitestauksen palautteen pohjalta tein vielä vähäisiä muutoksia epäselviin tai virheellisesti kirjattuihin kohtiin. Päätin tuoda arvioidun vastausajan esille lopullisessa kyselykutsussa.

#### 5.1.2 Kyselytutkimuksen kutsut

Kutsuin kyselyyn osallistujia kahdella tavalla. Asetin kyselyn näkyville muutamiin vilkkaisiin sosiaalisen median kohteisiin.

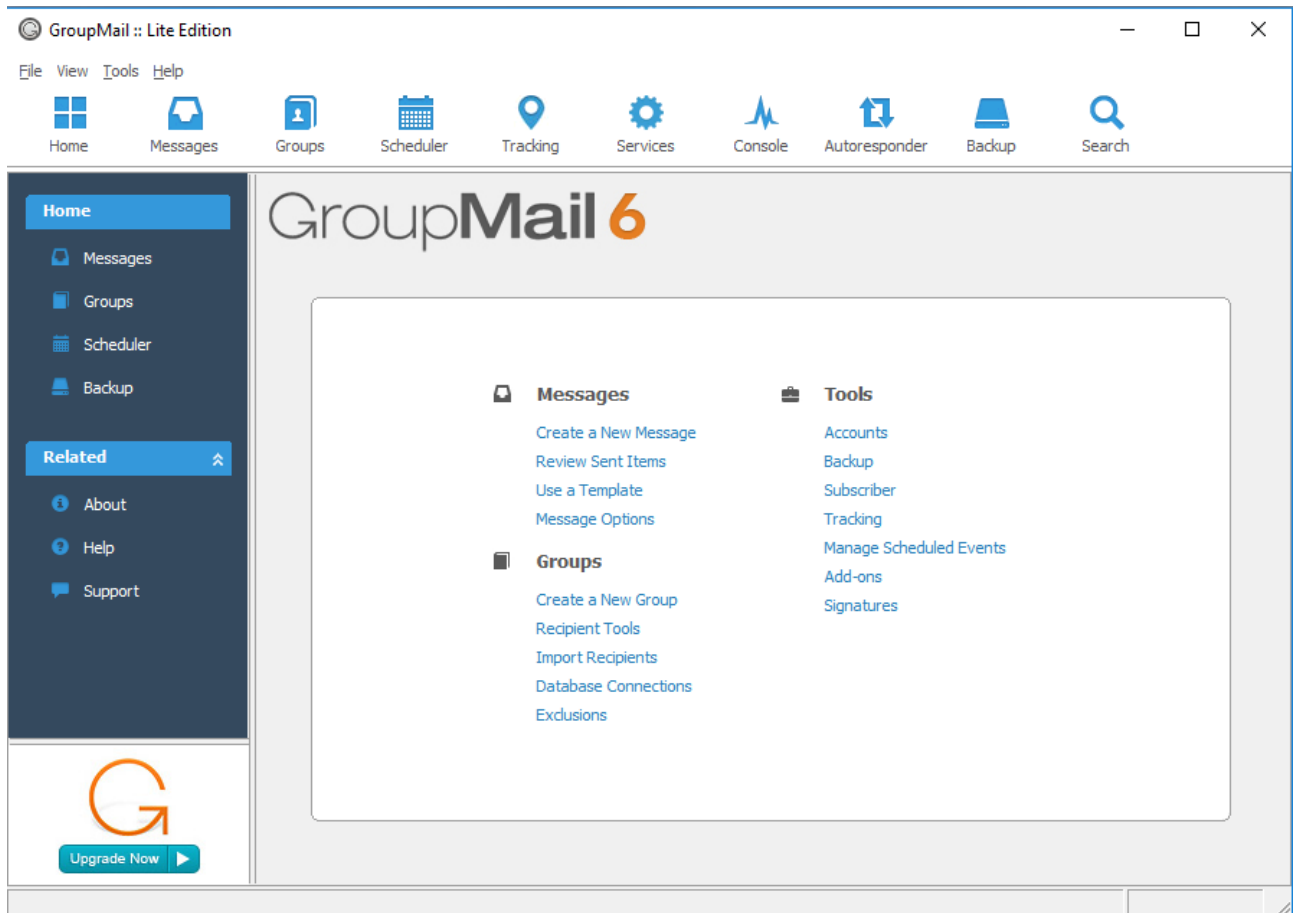
Kutsuin kyselytutkimukseen vastaajia Facebookin kautta, muutamia keskusteluryhmiä hyödyntäen.

*Arkkitehdin apu* tavoitti kutsuhetkellä teoriassa yli 1400 vastaanottajaa. *Arkkitehdit SAFA* puolestaan yli 430 ja *Raksarinki* suurimpana ryhmänä jopa yli 6900 vastaanottajaa.

Lisäksi lähetin kutsuja sähköpostitse suoraan noin 250 arkkitehti- ja insinööritoimistoon, joiden osoitteet olin etsinyt www-sivuilta hakukoneella. Sähköpostikutsun toistin kahden viikon jälkeen niiden osalta, jotka eivät olleet vastanneet kyselyyn.



Massapostitusta varten käytin Group Mail 6 ohjelmaa. Sen ilmaisessa Lite edition-versiossa on rajoitettu vastaajamäärää sataan vastaanottajaan kutakin ryhmää kohden, mutta koska ryhmiä voi luoda useita, ei tästä aiheutunut merkittävää haittaa.




Kuva 5.1: Sähköpostikutsuissa käytettiin GroupMail 6-ohjelmaa

Itse kyselyssä oli vielä lopussa pyyntö toimittaa kyselylinkkiä eteenpäin omille yhteistyötahoille. Oletan, että tämäkin kutsun leviämistapa tuotti muutamia vastauksia, mutta kynnyksellä tällaista linkkiä eteenpäin on saattanut olla korkea.

Vain noin puoli prosenttia kutsutuista, 45 vastaajaa, reagoi toivomallani tavalla ja täytti kyselykaavakkeen. Tämä osoittaa valitun menetelmän hankaluuden. Vaikka kysely on nopea ja helppo täyttää ja voi voittaa palkinnon, ei vastaushalukkuus silti ole kovin suuri.

Onneksi varsin suuri osa vastanneista ilmoitti olevansa käytettävissä, mikäli haluan kysellä jatkossa lisäkysymyksiä.

 **Jaakko Aumala** jakoi linkin.  
21. joulukuuta 2017

Teen diplomityötäni. Toivoisin, että mahdollisimman moni arkkitehtitoimisto / muu rakennussuunnittelua tekevä työpaikka osallistuisi CAD-aiheiseen kyselytutkimukseen. Lisäksi toivoisin, että linkkiä voisi välittää myös yhteistyötahoillenne, kuten insinööritoimistoille laajemman kuvan saamiseksi. Keskimääräinen vastausaika on alustavien tietojen valossa noin 5 min. Osallistujien kesken arvotaan ainakin tabletti, ehkä myös mahdollisia muita palkintoja. Kiitos jo ennakkokyselyyn osallistuneille! Saadun palautteen avulla korjasin muutamia kohtia kaavakkeessa. Tässä vielä linkki:

**Kyselylomake rakennussuunnittelua tekeville toimistoille / organisaatioille ja sidosryhmille**



Kyselyllä katotaan CAD-ohjelmien käyttöä ja varsinkin yhteistömmällisyyttä eri osapuolten välillä.


Kiitos, että vastaatte tähän kyselyyn! Diplomityöni tekeminen mahdollistuu ja saan koottua tutkimustuloksia, joista on mahdollisesti myös työpaikallanne hyötyä. Kyselyn täyttämisen menee koevastausten perusteella keskimäärin noin 5 minuuttia aikaa. Kysymysten määrä vaihtelee mm. käytössänne olevien ohjelmien määrästä riippuen, joten kovin tarkkaa arviota vastausajasta on mahdotonta esittää. Kyselyssä voi mennä eteenpäin, vaikka johonkin kysymykseen ei osaisi vastata. Kysely tulisi täyttää kerralla. Kyselyyn asianmukaisesti vastanneiden kesken arvotaan tablettitietokone. Kannattaa

**Kyselylomake rakennussuunnittelua tekeville toimistoille / organisaatioille ja sidosryhmille**

DOCS.GOOGLE.COM

Tykkää      Kommentoi

  **Jaakko Aumala** Taustaa kyselylle:  
[http://home.tamk.fi/~aumjaa/taustaa\\_kyselylle.pdf](http://home.tamk.fi/~aumjaa/taustaa_kyselylle.pdf)  
Tykkää · Vastaa · 12 vk

 **Jaakko Aumala** Kiitos kaikille jo vastanneille! Toivoisin saavani sen verran vielä lisää vastauksia, että saisin tehtyä tilastollisia johtopäätöksiä aineistosta.  
Tykkää · Vastaa · 12 vk

Kuva 5.2: Lopullinen kyselykutsu Facebookin kautta

## 5.2 Kyselykaavakkeen sisältö

### 5.2.1 Otsikko

Otsikkona kyselykaavakkeessa oli *Kyselylomake rakennussuunnittelua tekeville*

*toimistoille / organisaatioille ja sidosryhmille.* Tarkoituksena oli viestittää, että vastaaja voi edustaa useamman tyyppistä työyhteisöä. Usein vastaaja edusti yritystä, mutta koska vastaajiksi toivottiin yritysten ohella esimerkiksi julkishallinnon yksiköitä tai muita vastaavia työyhteisöjä, tuli otsikon antaa selvä signaali siitä, että sellainenkin vastaus sopii.

### 5.2.2 Perustiedot vastaajasta

Halusin kerätä vastaajasta perustiedot, kuten nimi, toimiston nimi jne. Syynä oli osittain vastaajien kesken arvottavaksi luvattu palkinto ja osittain alun perin kunnianhimoinen tavoite ketjuttaa tietoa. Ketjutuksella olisin pyrkinyt seuraamaan saman tiedon kulkua niin lähettäjän, kuin vastaanottajankin näkökulmasta tarkasteltuna. Otannan jäätyä melko suppeaksi, tästä tavoitteesta oli syytä luopua.

Yksi vastaajista ei halunnut nimetä työpaikkaansa, vaan kirjoitti toimiston nimeksi ”Suunnittelutoimisto”. Tästä voidaan päätellä, että vastaajilla olisi saattanut olla halukkuutta täyttää kysely anonyyminä. Kenties osa potentiaalisista vastaajista on jättänyt jopa kyselyn kesken peläten vahingossa luovuttavansa epäluotettavaan käsiin yrityksen liiketoiminnan kannalta arkaluontoista tietoa. Valitettavasti käyttämäni menetelmä ei kerro mitään tietoja kyselyn avanneista, mutta keskeyttäneistä.

Kun vastaaja tiedostaa edustavansa itseään ja työyhteisöään on riskinä se, että tunnettuja puutteita omassa toiminnassa saatetaan vähätellä ja vastauksia vääristellä positiivisempaan suuntaan. Tämä riski voi toteutua siitä huolimatta, että vastaustiedot irrotetaan heti vastaajaan henkilöityvistä tiedoista.

Toisaalta kun vastaus jätetään omalla nimellä, ei varmaankaan huolimattomasti jätettyjä ja sitä kautta väärää informaatiota antavia vastauksia varmaankaan niin kerry.

### 5.2.3 Tietosuojaan huomioiminen

Koska vastaajaa yksilöivien tietojen jättäminen voidaan kokea tietosuojaan suhteen haitallisena asiana, pidin sopivana liittää kaavakkeeseen informaatiota siitä, miten tietoa tullaan käsittelemään. Tätä edellyttää myös tietosuoja-asetus.

*”Tiedot käsitellään täysin luottamuksellisesti. Yritysten ja henkilöiden nimet ja tiedot säilytetään heti tutkimuksen tiedonkeruun jälkeen erillään muista vastaustiedoista, joihin analysointi kohdistetaan. Korvaavana tietona tilalle tulee vain yhdistettävissä oleva avainkoodi, jolla tarvittaessa tieto voidaan yhdistää jälkikäteen yritykseen tai henkilöön jonkin tutkimuksen kannalta oleellisen ongelman selvittämiseksi. Henkilöiden tai yritysten identiteettiin liittyvää ei esiinny missään julkaistavissa tuloksissa. Identifioivia tietoja ei myöskään luovuteta millekään taholle eteenpäin. Tutkimuksen päätyttyä kaikki yrityksiin ja henkilöihin liittyvä tieto hävitetään.”*

Menetelmää, jossa tiedot irrotetaan erilleen aineistosta, kutsutaan *pseudonymisoinniksi*. Kun avainkoodit tutkimuksellisen tarpeen poistumisen jälkeen hävitetään, tulee säilytettävästä tietoa-aineistosta lopullisesti *anonymisoitua*. Näin mitään pysyvää henkilörekisteriä ei muodostu ja jatkokäsittelylle tai julkaisulle ei ole esteitä. Määritelmän mukaan 'pseudonymisoinnilla' tarkoitetaan henkilötietojen käsittelemistä siten, että henkilötietoja ei voida enää yhdistää tiettyyn rekisteröityyn käyttämättä lisätietoja, edellyttäen että tällaiset lisätiedot säilytetään erillään ja niihin sovelletaan teknisiä ja organisatorisia toimenpiteitä, joilla varmistetaan, ettei henkilötietojen yhdistämistä tunnistettuun tai tunnistettavissa olevaan luonnolliseen henkilöön tapahdu (Tarhonen, 2017).

Tällaisella alaotsikolla vastaajalta kysyttiin työyhteisöä yksilöivää tietoa. *"Toimiston nimi? Tämä voi olla myös toimintayksikkö, muu organisaatio tai vaikka yhden henkilön pienyritys, jota vastaus koskee. Myöhemmin kaavakkeissa viitataan tähän nimikkeellä työpaikka. Jos edustatte useampaa työpaikkaa, voitte täyttää tämän kyselyn kertaalleen kutakin työpaikkaa kohden."* Halusin varmistaa, että vastaamisen esteeksi ei muodostu ahdas käsitys työyhteisöstä. Vastaaminen tuli olla helppoa ja nopeaa. Vastaajan tulisi antaa vastauksiinsa vain tuttuun työyhteisöönsä liittyviin tunnettuihin tietoihin perustuen. Ei voi edellyttää, että vastaaja alkaisi suurella vaivalla selvittämään vaikkapa saman yrityksen eri osaston toimintatapoja. Jos tällaista edellytettäisiin, jättäisi vastaaja luultavasti kaavakkeen täyttämisen kesken.

Vastaajan nimi, sähköposti ja puhelinnumero kysyttiin kahdesta syystä. Toinen syy oli arvonta ja toinen lisätietojen mahdollinen kyseleminen jälkikäteen, mikäli vastaaja on antanut tähän suostumuksensa. Tätä kysyttiin kaavakkeella *"Saako vastauksen antaja olla yhteydessä jälkikäteen, mikäli täsmentävää lisätietoa tarvitaan tutkimusongelman selvittämiseksi?"* vastausvaihtoehtoina Kyllä / Ei. Lisäksi kysyttiin *"Osallistutteko tablettitietokoneen arvontaan?"* Vaihtoehdot Kyllä/Ei. Vain yksi vastaajista ei ollut kiinnostunut arvonnasta. Arvonnalla pyrittiin palkitsemaan vastaaja edes jollain tavalla.

#### 5.2.4 Tarkemman suunnittelu- tai toiminta-alan huomioiminen

Tutkimuksen kannalta oli keskeistä erotella toisistaan esimerkiksi arkkitehtitoimistojen, rakennesuunnittelijoiden, LVIS-suunnittelutoimistojen jne. vastaukset toisistaan. Tunnetusti näillä rakennussuunnittelun osa-alueilla eri ohjelmistot painottuvat käytössä hyvin eri tavalla. Myös toimintakulttuurit voivat olla hyvinkin toisistaan poikkeavat.

Kysymys oli otsikoitu *"Toiminnan painopisteet työpaikallanne"*. Vastausmahdollisuuksina oli monivalintatyypisistä

- Rakennusten arkkitehtisuunnitelmia
- Maankäyttö- tai kaavoitus suunnitelmia
- Esittelymateriaaleja, kuten animaatioita tai visualisointeja

- Rakennesuunnitelmia
- LVI-suunnitelmia
- Sähkösuunnitelmia
- Automaatioon ja informaatiotekniikkaan liittyviä suunnitelmia
- Sisustussuunnitelmia
- Piha- ja puutarhasuunnitelmia
- Geo- tai infrasuunnitelmia
- Kiinteistönpitoon liittyvää

Näistä vastaaja pystyi valitsemaan haluamansa vaihtoehdot. Lisäksi oli mahdollista täydentää vastausta vapaasanakenttään otsikolla ”Jos sopivia vaihtoehtoa ei edellisistä löydy, tähän voi lisätä täydentäviä tietoja”. Vapaasanakentällekin osoitettiin käyttöä, kun joku rakennuttajaorganisaation edustaja osallistui kyselyyn.

#### 5.2.5 Laitekantaan liittyvät kysymykset

Suorituskykyinen laitteisto parantaa mahdollisuuksia hyödyntää ulkopuolelta tulevia suuria määriä dataa sisältäviä tiedostoja. Toisaalta tehokkaalla koneella työskentelevä tulee ehkä itse tuottaneeksi aineistoa, jota voi olla vaikeaa hyödyntää oleellisesti heikompitehoisessa laiteympäristössä. Laitteistojen tehot vaikuttavat tätä kautta yhteistoimintaan ja sen sujumiseen.

Laitteiston suorituskyvystä poimittiin kolme oleellista seikkaa kyselytutkimuksen osaksi. Työmuistin määrä, näytön koko ja resoluutio sekä käytetty näytönohjain. Koska useimmilla työpaikoilla näissä on variaatioita, valitsin sanamuodoksi ”Kuvailkaa työpaikkanne parhaan teholuokan CAD-työasemaa”.

Kysymykseen ”Työmuistin (RAM) määrä oli vastausvaihtoehtoina

- 4GB tai alle
- 8GB tai alle (kuitenkin yli 4GB)
- 16GB tai alle (kuitenkin yli 8GB)
- yli 16GB
- en tiedä

Koska kysymys oli luokiteltu pakolliseksi, oli siinä oltava vaihtoehtona en tiedä, jotta kyselyn tekijällä olisi keino vastata ja edetä silloinkin, kun hänellä menisi liian kauan aikaa selvittää asiaa, jota hän ei etukäteen tiedä.

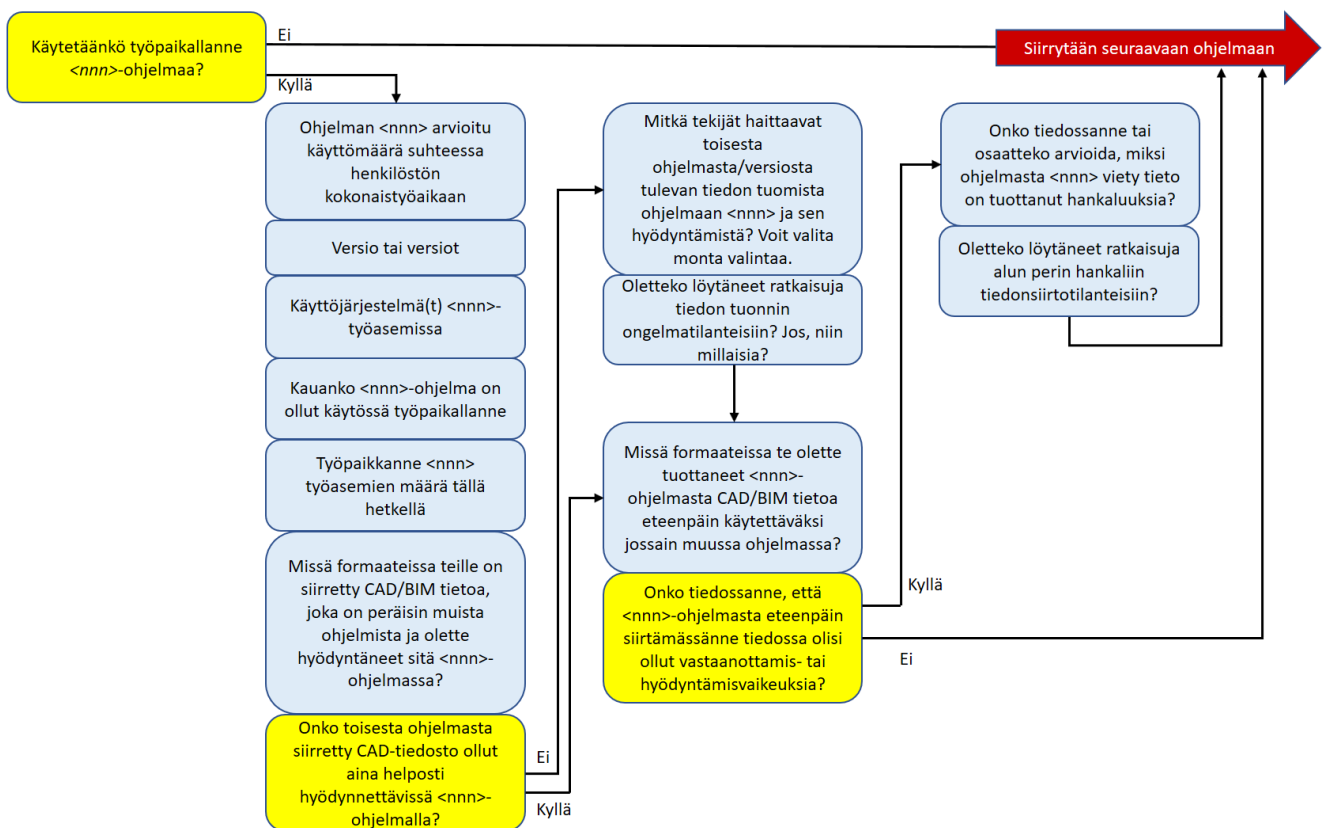
Näytön kokoa ja resoluutiota kysyttiin vapaasanakentässä.

Näytönohjaintietoa kyseltiin vapaasanakentässä.

Vapaasanakenttien käyttöön liittyi se riski, että jos vastauksia olisi tullut valtava määrä, olisi vastausten käsittelyyn mennyt huomattava määrä aikaa.

### 5.2.6 Ohjelmakohtaiset kysymykset

Kullekin seitsemälle ohjelmalle oli ensin kysymys, joka esitettiin systemaattisesti samassa muodossa ”Käytetäänkö työpaikallanne ArchiCAD-ohjelmaa?” ArchiCAD tilalle sijoitettiin kukin kysyttävä ohjelma. Vastausvaihtoehdot olivat vain *kyllä* ja *ei*. Jos vastaaja vastasi tähän ei, toteutettiin kyselyssä hyppy seuraavaan ohjelmaan. Näin vastaajan kärsivällisyyttä ei koeteltu aiheettomilla kysymyksillä. Kuva 5.3 esittää hyppylogiikan toimintatapaa. Ohjelman vaihtuva nimi on korvattu merkinnällä <nnn>.



Kuva 5.3 Hyppylogiikan toiminta ohjelmakohtaisissa kysymysryhmissä.

Ohjelmat, jotka kyselyssä oli sisällytettyinä

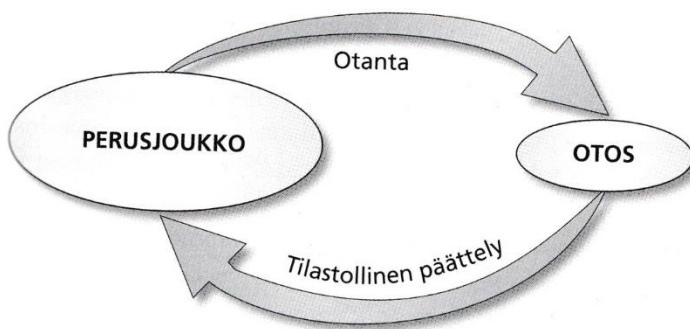
- ArchiCAD
- Revit
- AutoCAD
- CADS
- Vertex
- 3DS MAX
- Rhinoceros

Lisäksi oli vapaakenttä, johon sai syöttää mahdollisia muita CAD/BIM-ohjelmia versiotietoineen.

## 5.3 Kyselytutkimuksen tuloksia

### 5.3.1 Näyte

Normaalisti tutkittavasta perusjoukosta pyritään ottamaan satunnaisesti ja tasapuolisesti valittu edustava otos. Tutkimuksen perusjoukko käsittää rakennussuunnittelun parissa Suomessa työskentelevät työyhteisöt. On sanomattakin selvää, että koko perusjoukkoa on aika hankalaa hahmottaa tai rajata. Soveltuvaa rekisteriä ei ole. Satunnaistettua menetelmää, jolla tasapuolisesti poimittaisiin perusjoukosta mahdollisimman edustava otanta ei ole. Aina ei ole käytettävissä perusjoukkoa kuvaavia rekistereitä tai muita tiedostoja, joista poiminta voitaisiin tehdä. Tällöin joudutaan turvautumaan enemmän tai vähemmän harkinnanvaraisesti suoritettavaan tutkittavien valintaan. Jos tutkittavat valitaan jollain muulla tavalla, kuin todennäköisyysotantaa käyttäen, on valittua joukkoa syytä kutua näytteeksi. (Heikkilä s.38-39).

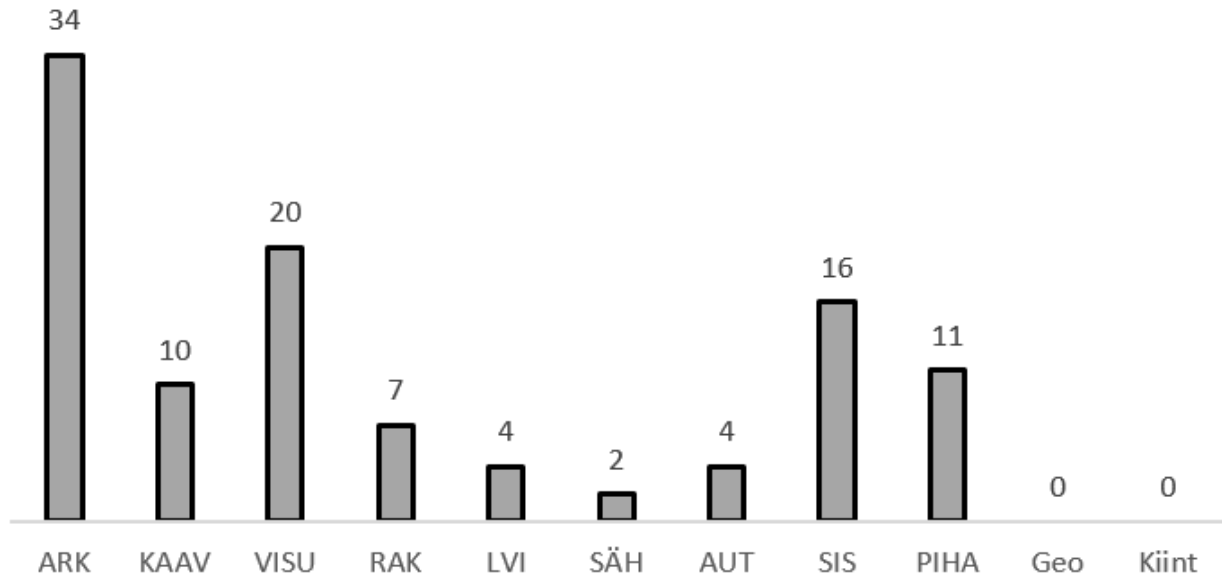


Kuva 5.4: Otantatutkimus. Heikkilä s.33

Katsoin kuitenkin, että tavalla tai toisella saatu näyte voisi tuottaa tilastollista päättelyä mahdollistavaa tietoa, mikäli tiedolta ei edes odoteta kovin suurta tarkkuutta. Lopulta näyte kattoi 45 vastaajaa edustaen näin 45 työpaikkaa tai yritystä. Kutsujen lähettäminen ei jakautunut tasaisesti eri toimialojen kesken. Ilmeisesti myös arkkitehtitoimistot ovat olleet halukkaampia vastaamaan kyselyyn, jota tekee juuri arkkitehtiopiskelija. Jälkikäteen voi pohtia, olisiko kyselyyn tullut enemmän vastauksia, jos sen olisi voinut tehdä halutessaan anonymisti.

### 5.3.2 Toimialat

Kyselyssä pyydettiin vastauksena toimialaa kysymyksellä ”Minkä tyyppistä aineistoa tuotate?”. Kuva 5.5 ilmaisee jakauman ilmoitettujen toimialojen suhteen tämän kysymyksen vastausten perusteella.



Kuva 5.5: Vastanneitten toimialat

Kaaviossa selitteet ovat lyhenteitä

ARK - Rakennusten arkkitehtisuunnitelmia

KAAV - Maankäyttö- tai kaavoitussuunnitelmia

VISU - Esittelymateriaalia, kuten animaatioita tai visualisointeja

RAK - Rakennesuunnitelmia

LVI - LVI-suunnitelmia

SÄH – Sähkösuunnitelmia

AUT - Automaatioon ja informaatiotekniikkaan liittyviä suunnitelmia

SIS – Sisustussuunnitelmia

PIHA - Piha- ja puutarhasuunnitelmia

Geo - Geo- tai infrasuunnitelmia

Kiint - Kiinteistönpitoon liittyvää

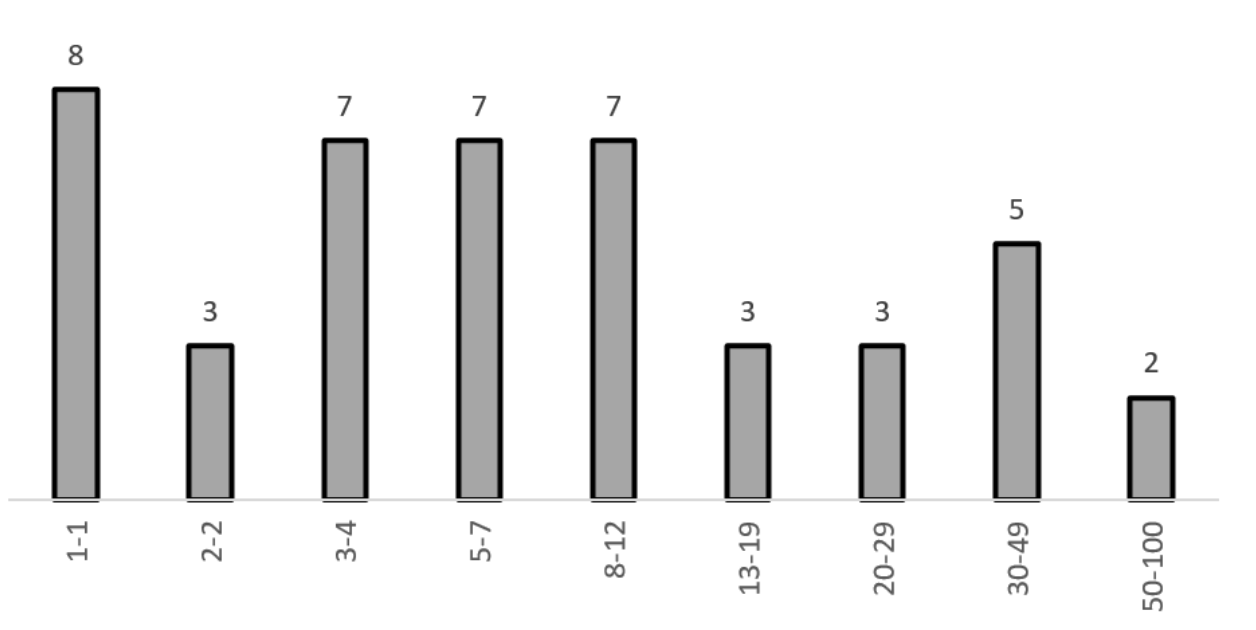
Kahteen viimeiseen vaihtoehtoon, geo- tai infrasuunnittelu sekä kiinteistönpito, ei tässä otannassa saatu lainkaan edustajia. Vastaaja ilmoitti keskimäärin 2,4 suunnittelualaa, joten tästä johtuen ilmoitettujen toimialojen kokonaissumma ylittää otannan laajuuden. Johtuen kutsumenettelystä ja kyselyn markkinointikanavien valinnasta, on arkkitehtikunta selvästi parhaiten edustettuna. Varmasti on ollut tulkinnanvaraista, milloin suunnittelualue ilmoitetaan ja milloin ei. Oletettavasti esimerkiksi jokainen arkkitehtitoimisto tekee jossain määrin myös pihasuunnittelua, mutta vastaaja on voinut tulkita asiaa niin, että jos ei tehdä pelkkiä irrallaan muusta suunnittelusta olevia pihasuunnitelmia, vastausvaihtoehtoa ei valita.



Insinööripuolen suunnittelua (rakenne, LVIS ja automaatio) edustavia vastaajia ei osallistunut kovinkaan montaa. Vastausten vähäisyyden vuoksi juuri minkäänlaisiin tilastollisiin johtopäätöksiin ei pidä näiden vastausten perusteella ryhtyä.

### 5.3.3 Yrityksen ohjelmalisenssimäärät

Yrityksen kokoa ei kysytty kyselyssä ollenkaan. Kyselyn piti olla mahdollisimman lyhyt. Jotain päätelmiä kuitenkin voidaan tehdä summaamalla kaikkien kyselyssä mukana olleitten ohjelmalisenssien määrä yhteen. Tämä on esitetty kaaviona kuvassa 5.6.



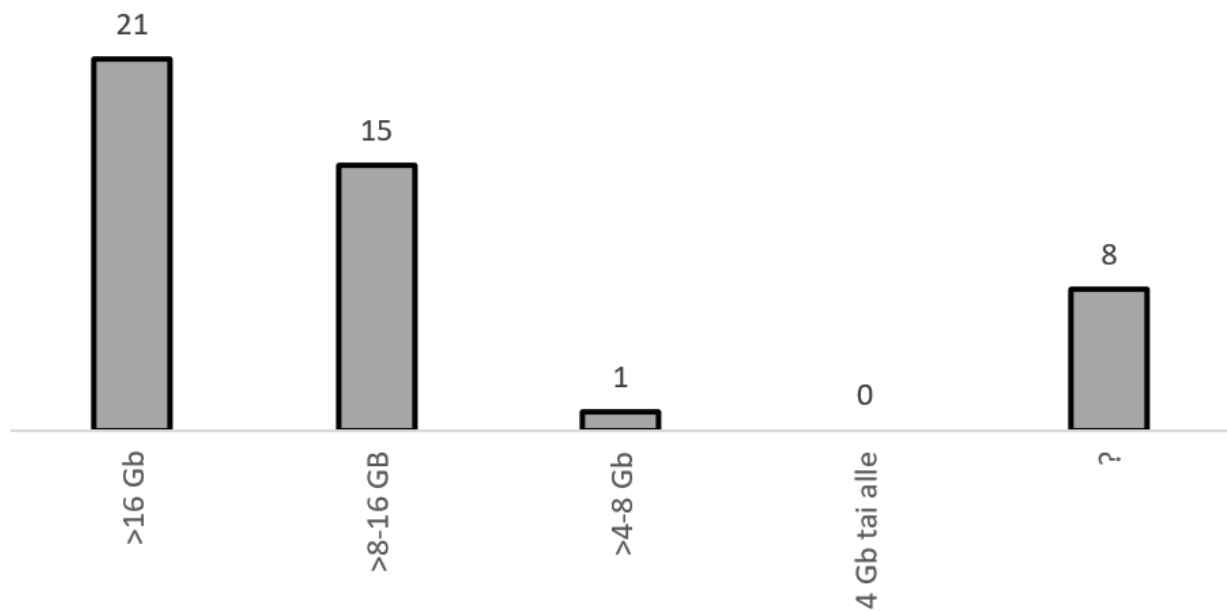
Kuva 5.6: Lisenssimäärät

Kuva x, Kysyttyjen ohjelmien ohjelmalisenssien kokonaismäärä yrityksessä tai työyhteisössä

Kaiken kokoisia toimistoja oli suhteellisen tasaisesti edustettuna. Kahdessa vastauksessa kokonaislisenssimäärä nousi jopa yli 50 kappaleen. On kuitenkin muistettava, että tutkimuksella mitattu lisenssimäärä ei ole läheskään aina yhtä suuri kuin työntekijämäärä. Työntekijällä voi olla käytössään useampia eri ohjelmalisenssejä ja toisaalta voi olla työntekijäitä, joilla ei ole lainkaan ohjelmalisenssejä.

### 5.3.4 Laitteisto

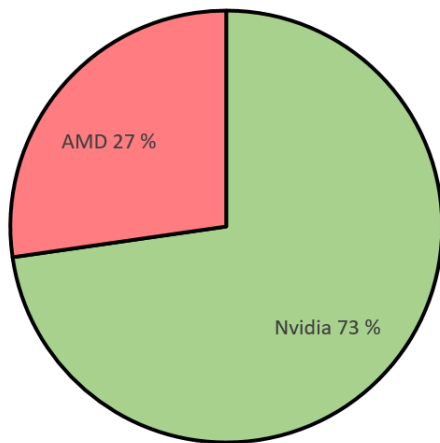
Osa kyselyyn osallistuneista ei vastannut kysymykseen parhaan teholuokan koneen työmuistin määrästä. Vastaukset on esitelty kuvassa 5.7. Saattaa olla, että kysymys on ollut sen verran tekninen, että vastaaja ei ole tiennyt oikeaa vastausta.



Kuva 5.7: Työmuistin määrä työpaikan parhaan teholuokan laitteistoissa

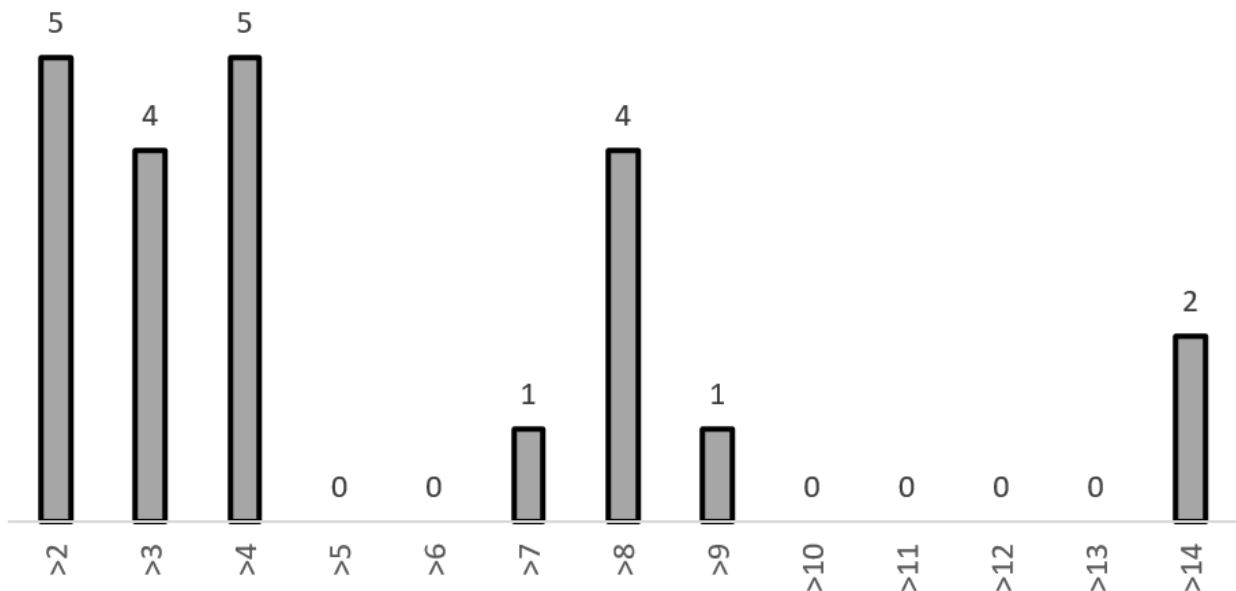
Tuloksen perusteella voidaan havaita, että huomattavan suuri osa suunnittelijoista työskentelee laitteistolla, jossa on yli 16Gb työmuistia. Oletettavasti aika monella tämä tarkoittaa 32Gb työmuistin määrää. Tämä ja edistyneet grafiikkakortit viittaavat siihen, että edellytykset käsitellä suuriakin tietomääriä ovat monissa toimistoissa hyvät. Olisikin varmasti huono ajatus säästää laitekustannuksissa, kun ne yleensä kokonaisuus huomioiden ovat suhteellisen pieniä ja vaikutus työntekijän tuottavuuteen voi olla kuitenkin huomattava. Työntekijän palkka sivukuluineen on menoeränä aivan toista luokkaa, kuin verovähennyskelpoiset laite- ja ohjelmistokustannukset.

Näytönohjainkortin tiedot olivat vastaajille melko epäselviä ja heistä noin puolet ilmoitti, mihin suorittimeen heidän käyttämänsä näytönohjain perustuu. Vastaukset on esitetty kuvassa 5.8. Vastaukset jakautuivat kahden vaihtoehdon kesken. Nvidia oli mainittu 16 vastauksessa ja AMD 5 vastauksessa. Nvidian näytönohjaimista Quadro-sarjan 2-8Gb omalla muistilla varustetut mallit olivat suosittuja.



Kuva 5.8: Näytönohjaimet

Näytön koko oli vaihteluvälissä 24" – 32", mutta vastauksissa oli paljon puutteita tämän tiedon osalta. Kahta rinnakkaista näyttöä ilmoitti käyttävänsä 15% vastaajista. Erittäin suuriresoluutioisia näyttöjä oli aina 5K saakka. Kysymyksen näytöistä ja resoluutioista oli vain noin puolet vastaajista vastannut. Ilmeisesti toinen puoli vastaajista ei ole perehtynyt näin teknisiin tietoihin. Resoluutio vaihteli HD (1920x1080) ja 5K (5120x2880) välillä. Jotta tiedot olisivat vertailukelpoisia, ne on muutettu yhtenäiseen yksikköön, miljooniksi pikseleiksi. (Kuva 5.9)

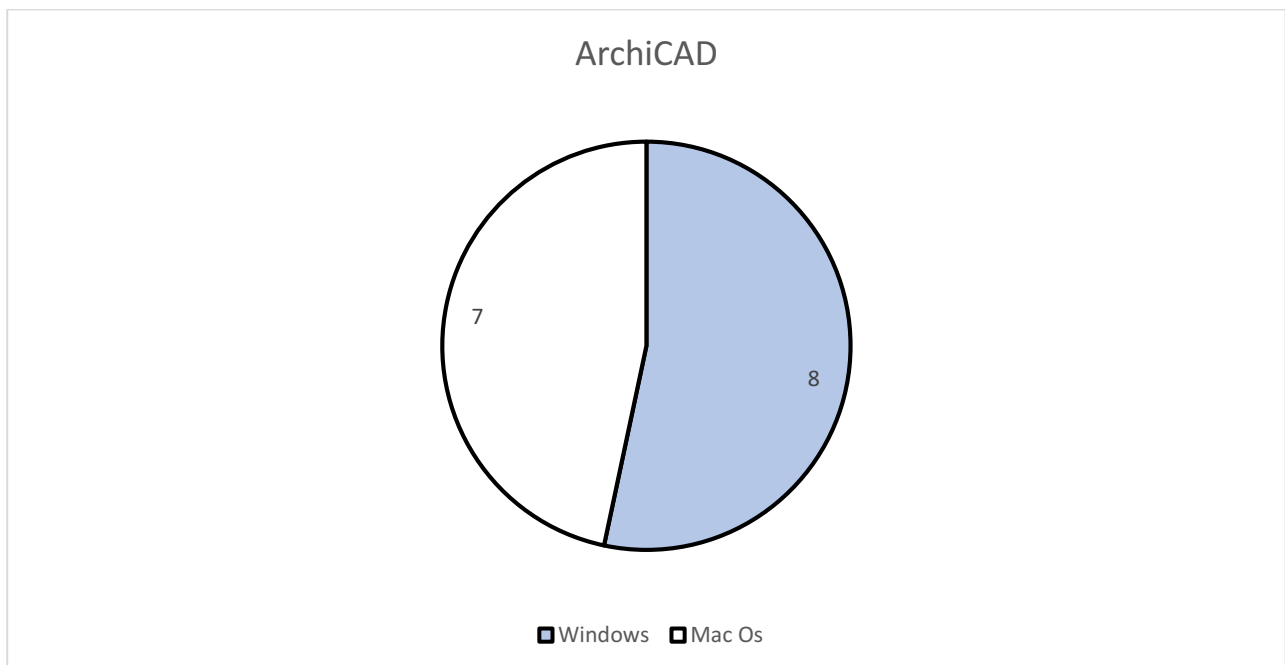


Kuva 5.9: Näytön tai näyttöjen resoluutio (miljoonaa pikseliä)

### 5.3.5 Käyttöjärjestelmä

Henkilökohtaisissa tietokoneissa tavallisimmat käyttöjärjestelmät ovat Windows, Mac Os ja Linux. Käyttöjärjestelmien osalta kyselyvastauksissa esiintyi vain kahta vaihtoehtoa, jos ei lasketa eri päivitysversioita erillisiksi käyttöjärjestelmiksi. Windows oli ylivoimainen suosikki. Toinen käytössä oleva oli Mac Os. Ainoastaan ArchiCAD-lisenssejä mainittiin asennetuksi Mac Os-järjestelmään ja näistäkin täpärä enemmistö toimi Windows-järjestelmässä. Yksi vastanneista käytti CADS-ohjelmaa Mac Os-järjestelmän windows emulaattorilla. Kaikki muut CAD-ohjelmat ilmoitettiin toimivan yksinomaan Windows-ympäristössä. Rhinoceros-ohjelmasta olisi olemassa myös Mac Os-versio, mutta vastaajilla sellaista ei ainakaan vielä ollut käytössään.

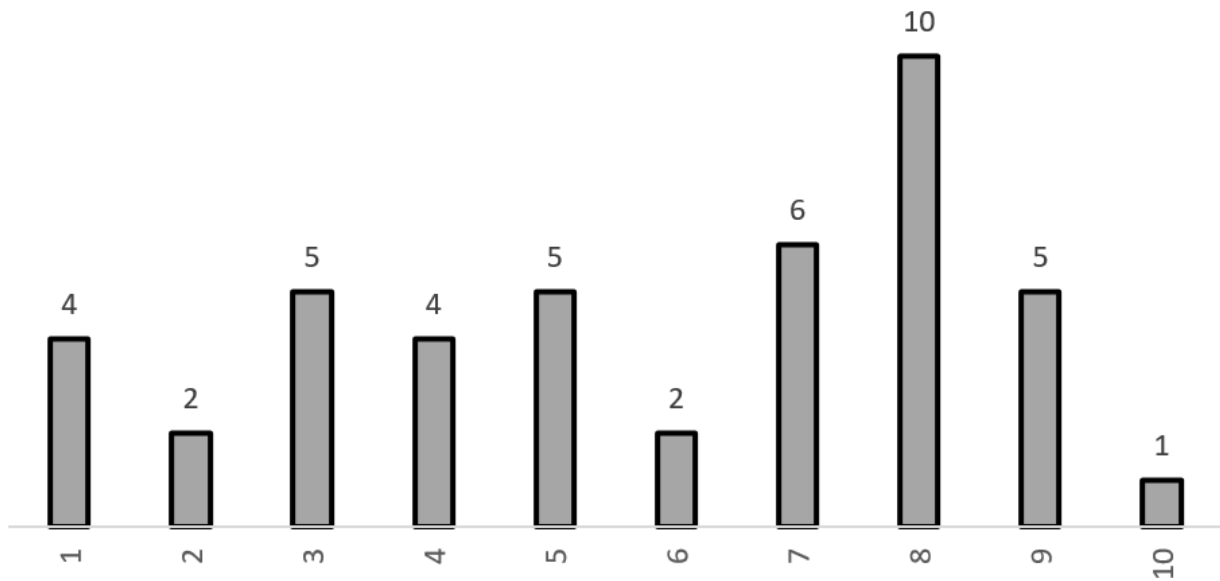
ArchiCAD on ollut alun perin saatavissa vain Mac-koneille. Nykyisin sen käyttäjäkunta melko tasan jakautunut Mac Os ja Windows –järjestelmien kesken (Kuva 5.10).



Kuva 5.10: ArchiCAD-lisenssien jakauma käyttöjärjestelmittäin

### 5.3.6 Toimintakulttuuri

Kyselyssä oli mukana projektin alkuun liittyvä kysymys. *Pitääkö tämä väite paikkaansa? Jokaisen uuden projektin alussa kaikki osapuolet tietävät etukäteen tai sopivat yksityiskohtaisesti siitä, miten yhteistoiminnallisuus CAD-työskentelyn suhteen tullaan järjestämään.* Vastauksena 1 tarkoitti EI ja 10 KYLLÄ. Vastauksen keskiarvo oli 5,75. Tulostajakauma on esitetty kaaviona kuvassa 5.11.

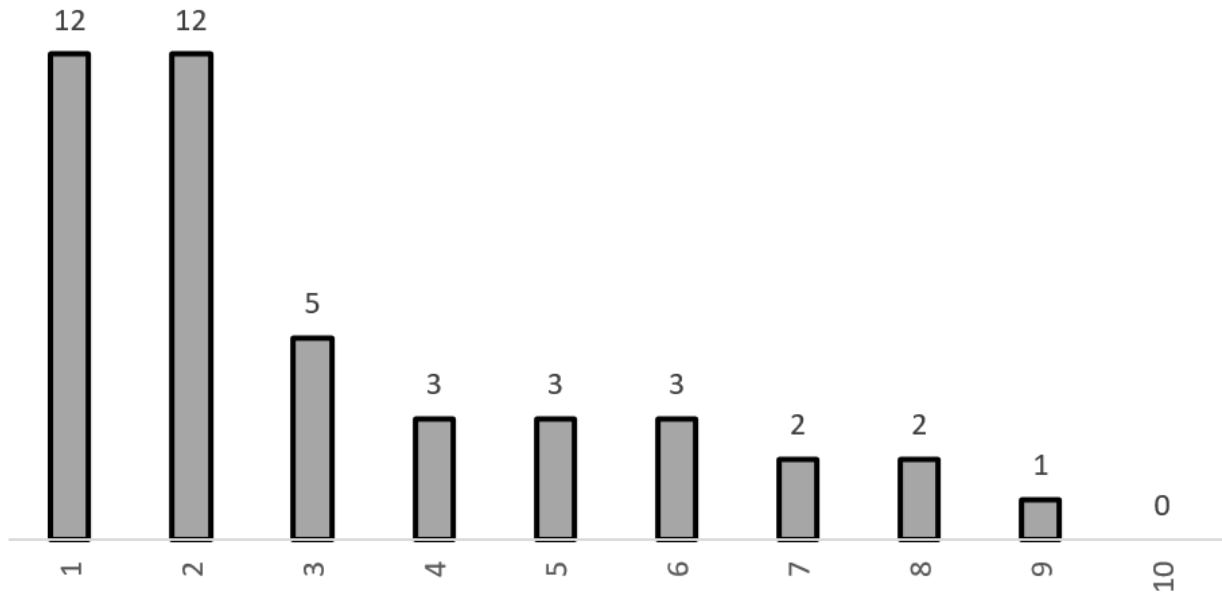


Kuva 5.11: Onko CAD-yhteistoiminnallisuudesta sovittu etukäteen

Jopa neljä vastaajaa vastasi 1, eli projektien alussa ei tiedetä, miten yhteistoiminnallisuus tullaan järjestämään. Ongelmia nähtävästi ratkotaan sitten vasta projektin edetessä ja tilannekohtaisesti. Vain yksi vastaaja oli sitä mieltä, että asiat ovat jokaisessa projektissa aina etukäteen sovittuja ja selvillä. Selvästi tässä asiassa olisi mahdollista kehittää toimintakulttuuria selkiyttävämpään suuntaan. Jakauman huippukohta on kylläkin arvossa 8.

Kyselyssä kartoitettiin ulkopuolisen asiantuntija-avun käyttöä. Kaikissa toimistoissa ei ole resursseja palkata erikseen henkilöä, jonka vastuualue sisältäisi laajamittaisen IT-tuen. Monesti tämä on ulkoistettavissa. Ulkoistetun tuen etuna on se, että voidaan valita palvelun tuottaja täsmällisesti tarpeen perusteella. Esimerkiksi laitteisiin liittyvissä asioissa saatetaan käännyä sen yrityksen puoleen, josta laite on hankittu. Ohjelmistojen ongelmatilanteissa ehkä käännyään kyseisen ohjelman maahantuojan tai valmistajan tavalla tai toisella tarjoamaan tukeen. On myös konsulttitoimistoja, jotka ottavat hoitaakseen hankalia kokonaisuuksia koordinoitua vaikkapa BIM-mallien yhteensovittamistilanteita tai tarjoten algoritmiseen suunnitteluun liittyvää erityisosaamista.

Kyselyssä kysymyksen tarkka sanamuoto oli: ”Käytättekö työpaikkanne ulkopuolista asiantuntija-apua CAD/BIM-yhteistoiminnan varmistamiseksi ja helpottamiseksi?” Vastausjakauma kuvassa 5.12 esitettynä asteikolla 1=EI KOSKAAN, 10=AINA

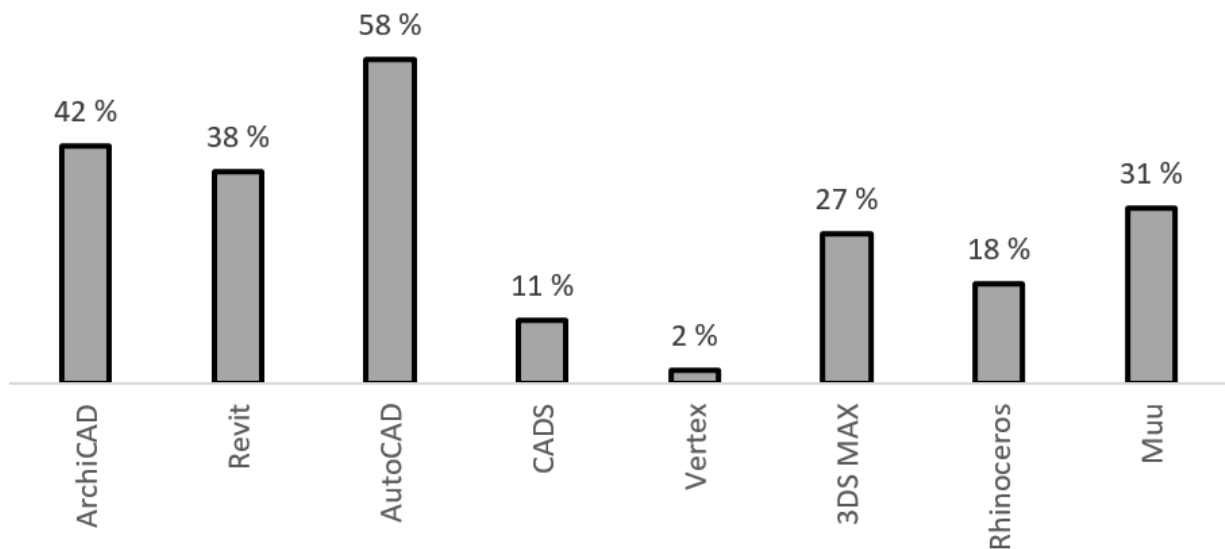


Kuva 5.12: UlkoPuolisen asiantuntija-avun hyödyntäminen

On luultavaa, että isossa työyhteisössä apu tulee useammin työyhteisön sisältä ja pienemmässä vastaavasti useammin ulkopuolelta. Kuitenkin lisenssimäärien jakaumaan rinnastettuna voisi ehkä tehdä sellaisen päätelmän, että keskiuurissa ja pienissäkin arkkitehtitoimistoissa ei kovin helposti hyödynnettäisi asiantuntija-apua yhteistoiminnan ongelmien ratkaisussa, vaan pyritään melko paljon toimimaan itsenäisesti. Sekin on epäselvää, tiedostavatko ongelmien kanssa kamppailevat sitä, millaista ja minkä hintaista tukipalvelua olisi saatavilla ja miltä taholta sellaista voi kysellä.

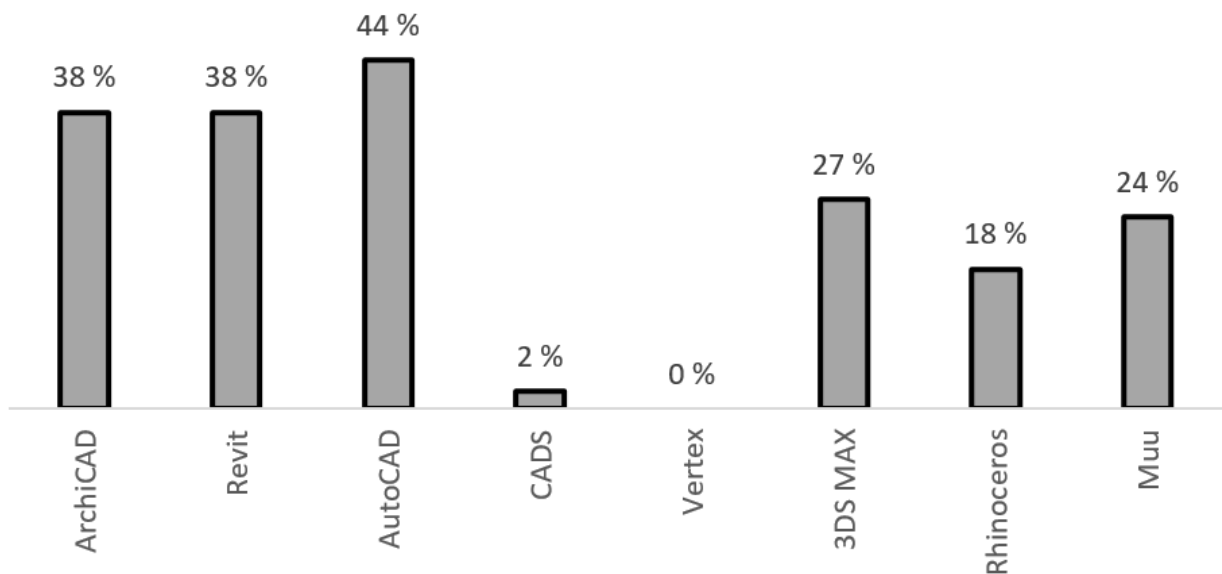
### 5.3.7 Ohjelmistojakauma

Ohjelmistojen käyttöä ja lisenssimääriä kyseltiin käyttäjiltä kaavakemuotoisessa kyselyssä, jossa pääpaino oli seitsemällä etukäteishaastattelujen perusteella valitulla ohjelmalla. Tarkoitus oli lisätä ohjelmien joukkoon myös SketchUp, jonka käyttö luonnostelussa on yleistynyt. SketchUp on intuitiivinen ja varsinkin luonnosteluun suuntautunut CAD-ohjelma. Valitettavasti SketchUp jäi pois lopulliselta kaavakkeelta epähuomiossa. Kohdassa "Muu" se voitiin ilmoittaa, mutta kerätty tieto ei ollut saman systematiikan alaista, kuin muiden ohjelmien osalta. Mukana olisi varmastikin ollut syytä olla myös insinöörien laajasti käyttämä Tekla Structures. Kuvassa 5.13 on esitetty kyselyn perusteella saatu jakauma kyseistä ohjelmistoa käyttävien työpaikkojen määrien perusteella jaoteltuna.



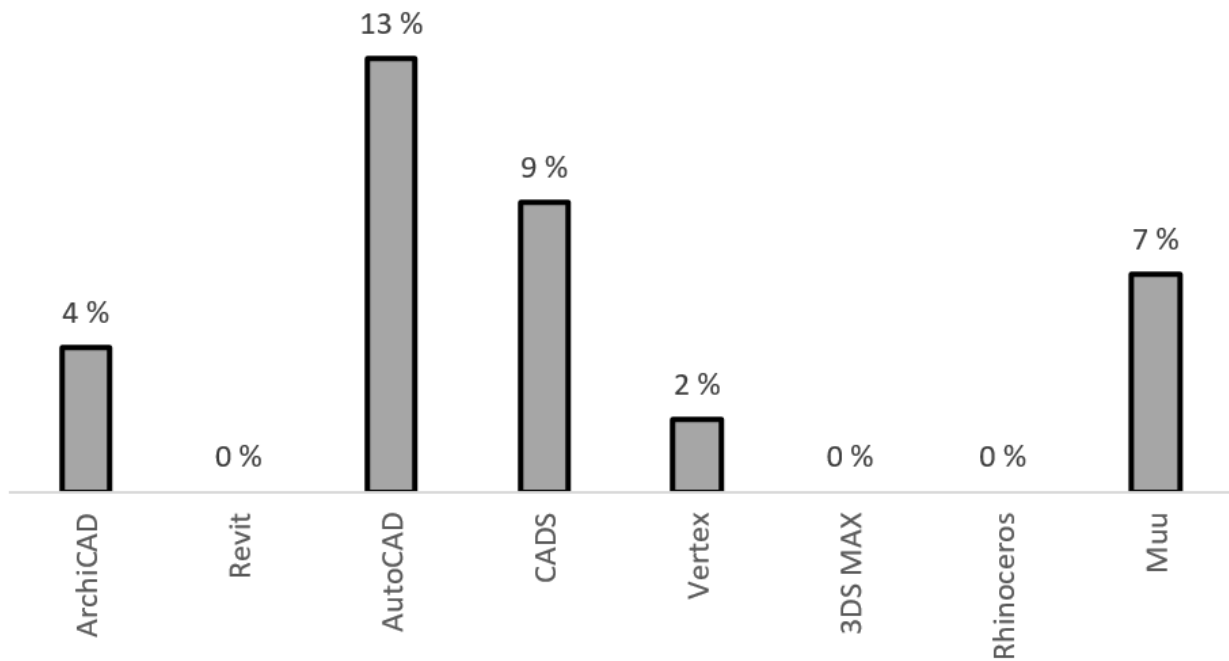
Kuva 5.13: Jakauma eri CAD-ohjelmia käyttävien yritysten määrästä koko otannasta

AutoCAD on edelleen tämänkin tutkimuksen perusteella hyvin laajasti käytössä oleva ohjelma. Kuitenkin vain seitsemässä toimistossa (16% vastanneista) toiminta tukeutui kokonaan AutoCAD-ohjelmaan ilman, että käytettäisiin toiminnassa myös jotain BIM-ohjelmaa. Selvästi suurin osa varsinkin arkkitehtitoimistoista on siirtynyt käyttämään BIM-ohjelmia ainakin osassa toimintaansa. On oletettavaa, että joissain toimistoissa vanha AutoCAD-lisenssi pidetään olemassa yhteensovittamistarpeita ja vähäisiä piirtämistarpeita varten, vaikka sen käyttö ei olisi pääasiallista. Myös olemassa olevan vanhan dwg-muotoisen piirustuksen muokkaamistarvetta varmaankin toisinaan esiintyy.



Kuva 5.14: Jakauma eri CAD-ohjelmia käyttävien arkkitehtuurin alan työpaikkojen määrästä

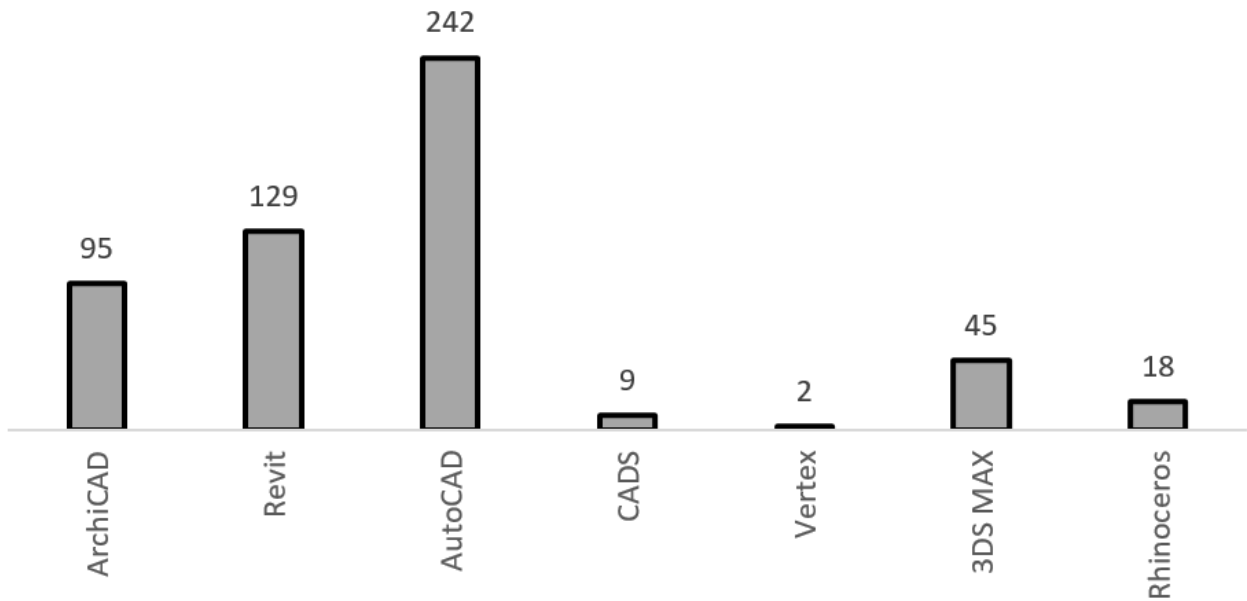
Suodatuksessa kaaviossa 5.14 arkkitehtuuri tulkittiin toimialaksi, mikäli vastaaja oli vastannut joko *Rakennusten arkkitehtisuunnitelmia* tai *Maankäyttö- tai kaavoitussuunnitelmia* kyselyn siihen kohtaan, jossa kysyttiin ”Minkä tyyppistä aineistoa tuotate?” Arkkitehtitoimistot lienevät edelläkävijöitä BIM-ohjelmien käytössä ja insinööritoimistojen pois suodattaminen näytteestä vähensi perinteisten 2D-ohjelmien jakaumaosuuksia. Saman tapaiset ohjelmat Revit ja ArchiCAD ovat tässä näytteessä ja tällä suodatuksella täsmälleen yhtä monessa yrityksessä käytössä.



Kuva 5.15: Muuta, kuin arkkitehtisuunnittelua tekevien yritysten määrä, joissa ohjelma käytössä

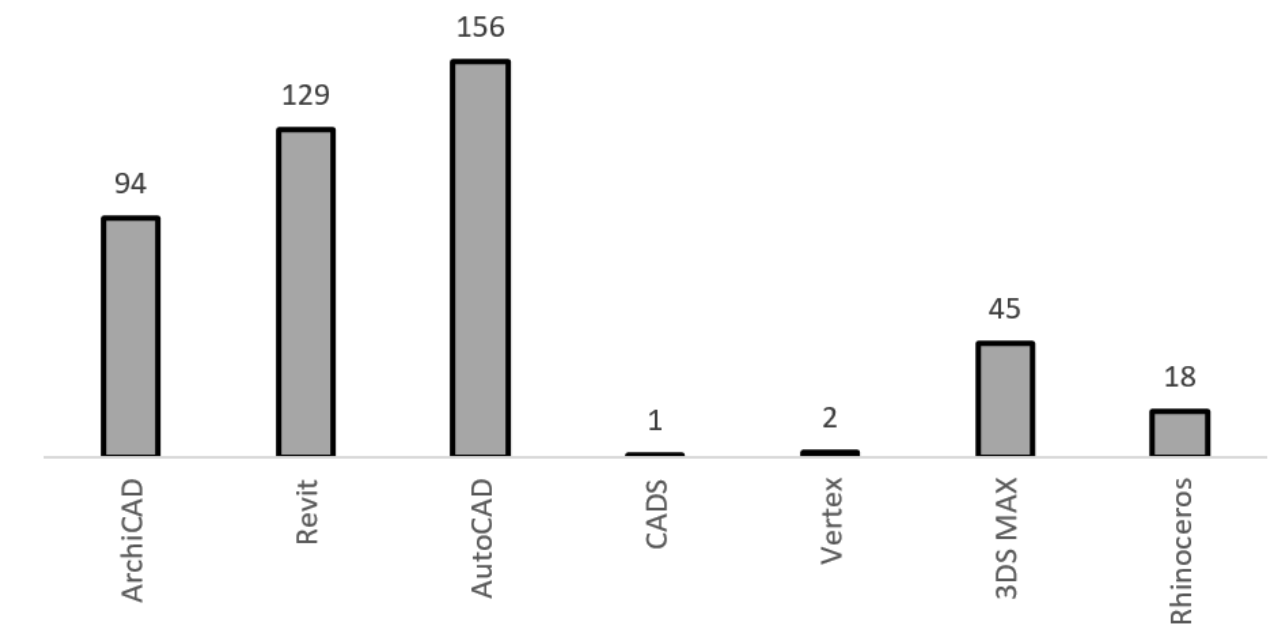
Vastaavasti, kun arkkitehtuuriin suuntautuvat vastaukset on suodatettu pois näytteestä, perinteisten 2D-ohjelmien osuudet kasvavat. Jakauma on esitetty kaaviossa 5.15. Yllätyksen tuotti se, että tässä todella pienessä näytteessä vaikuttaisi ArchiCAD on insinööritoimistossa suosituampi, kuin Revit. Koska erityisesti insinööritoimistoihin osuva näytteen osuus on hyvin pieni, voi olla mahdotonta päätellä mitään tilastollisesti perusteltua tästä asiasta.





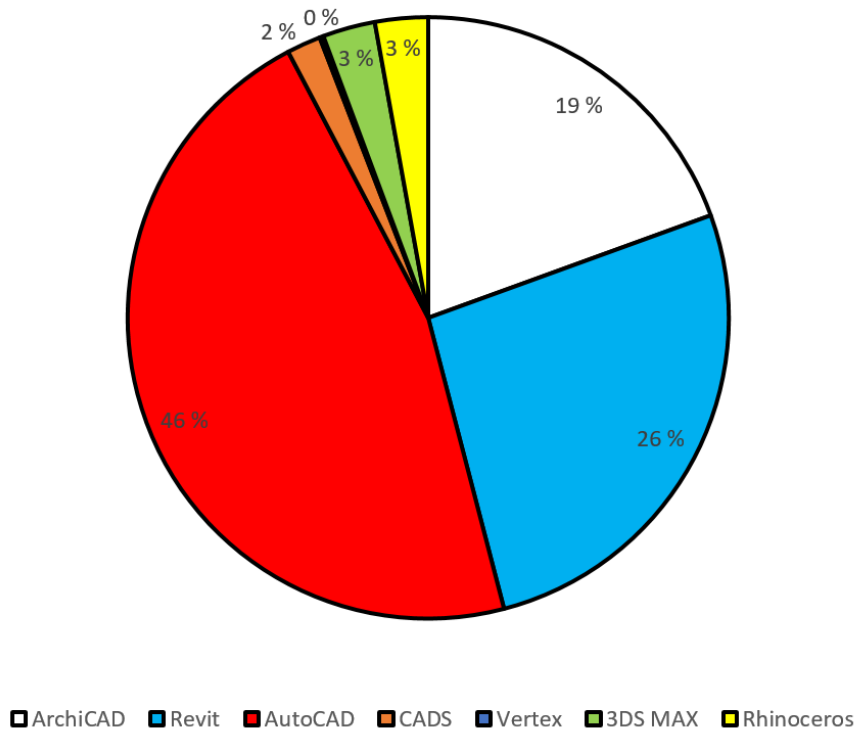
Kuva 5.16: Jakauma eri CAD-ohjelmien lisenssimäärien suhde koko otannassa

Kuvassa 5.16 on vielä esitetty jakauma eri CAD-ohjelmien lisenssimäärien suhteesta koko otannassa. AutoCAD-lisenssien kokonaismäärä on huomattavan suuri. Osittain tämä selittyy vanhoilla varalla olevilla lisensseillä, osittain käytöllä. Huomionarvoista on myös se, että Revit kokonaislisenssimäärä on tässä näytteessä toiseksi suurin osuudeltaan. Ilmeisesti suurilla työpaikoilla Revit-ohjelman osuus kasvaa.

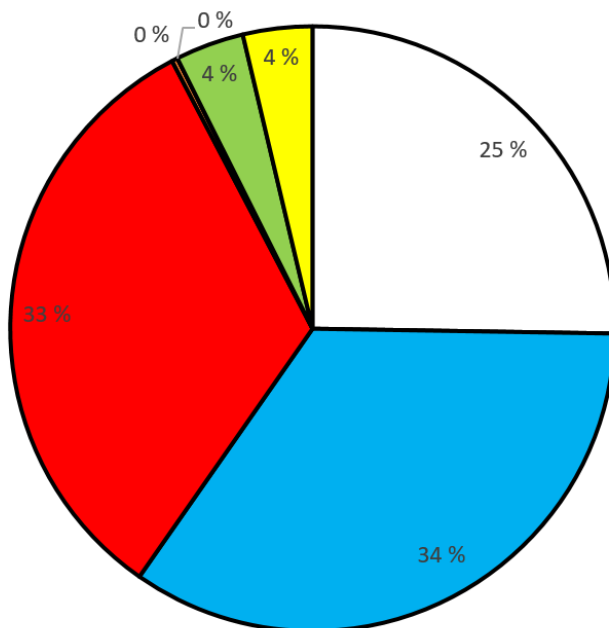


Kuva 5.17: Eri CAD-ohjelmien lisenssimäärien suhde joukossa, jossa arkkitehti oli toimialana

Kaaviossa 5.17 on esitetty jakauma eri CAD-ohjelmien lisenssimäärien osalta joukossa, jossa arkkitehtuuri oli toimialana. Arkkitehtuurin jaottelun määritelmä on toistettu tässä samankaltaisena, kuin aikaisemmassa vastaavasti jaotellussa kaaviossa, eli työpaikka on vastannut tuottavansa joko arkkitehtisuunnitelmia tai kaavoitus/aluesuunnitelmia.



Kuva 5.18: Ohjelmien kokonaiskäyttäjän jakauma, jossa on koko otanta mukana.



Kuva 5.19: Ohjelmien käyttäjän jakauma otannan osasta, jossa toimiala on arkkitehtuuri.

Kaavioissa 5.18 ja 5.19 on huomioitu vielä kyselyssä vastattu osuus suhteellisesta työajasta osana jakaumaa. Kaavioitten erona on se, että 5.18 on koko otannasta ja 5.19 arkkitehtuuria edustavasta otannan osasta. Jaotteluperiaate arkkitehtuurin ja muun suhteen on tässäkin sama, kuin aiemmin mainittu.

Tässä yllätyksenä varmaankin tulee se, että AutoCAD-työskentelyä tapahtuu edelleen todella paljon, vaikka nykyaikaisemmat ohjelmat valtaavatkin pikkuhiljaa alaa. Arkkitehtitoimistoissa AutoCAD ja Revit edustavat molemmat noin kolmasosia kaikesta ajankäytöstä, ArchiCAD noin neljännestä ja loppu jakautuu muille vähemmällä käytöllä oleville ohjelmille.

Tämän jaottelun painoarvo on merkittävä, koska jakaumassa nimenomaan ohjelman käytön aktiivisuus korostuu.

## 6 Haastattelut

### 6.1 Taustaa

Halusin täydentää työtäni myös haastatteluilla. Haastattelujen kautta halusin tuoda mukaan monimuotoisemman ja syvällisemmän lähestymistavan tutkimuksen peruskysymyksiin. Haastateltavat valikoituivat osaksi samasta joukosta, kuin kyselyn vastanneetkin, mutta sain suosituksia sopivista haastateltavista myös työni ohjaajilta.

En nauhoittanut käytyjä haastatteluja. Tallensin muistiinpanojeni perusteella vain tiivistelmät oleellisimmista asioista. Mikäli haastateltava esiintyy omalla nimellään, pyysin heitä vielä tarkastamaan sisällön oikeellisuuden ennen julkaisua.

#### 6.1.1 Juho Malmin haastattelu

Juho Malmi on työssä Senaatti-kiinteistössä tietomalliasiantuntijana. Hän sopi haasteltavaksi erityisen hyvin, kahdestakin syystä. Hän toimii Senaatti-kiinteistössä rakennuttamisen puolella ja näin edustaa näin osa-aluetta, joka kyselytutkimuksessa oli jäämässä hyvin vähälle huomiolle. Lisäksi hän on työskennellyt opetuksen parissa. Näin hän saattoi tuoda oman näkökulmansa opetuksen sisältöön ja kehittämistarpeisiin.

Haastattelu tehtiin puhelimitse 17.4.2018

Juho Malmin mukaan tietomallit pyritään säilyttämään kiinteistönpitotarkoituksessa mahdollisimman paljon alkuperäisessä muodossaan, eli sen ohjelman tiedostona, jolla malli on alun perin luotu. Syynä tähän on se, että eri ohjelmissa on vaihtelevia tapoja sijoittaa malliin jonkin tyyppistä tietosisältöä, kuten tilan numeroita ja vastaavia. IFC-määrytykset tarjoavat suuren vapausasteen tällaisissa asioissa. Tietosisällön luokittelulogikassa on jopa saman suunnittelutoimiston sisällä toisinaan erilaisia käsialoja havaittavissa. Työskentelytavan systematiikkaan liittyviä sääntöjä ei ole kuitenkaan toistaiseksi kohtuullista vaatia aivan eksaktisti noudatettaviksi.

On tilanteita, joissa niin 2D- kuin BIM-mallejakin luodaan uudelleen yhtenäisyystavoitteen aikaansaamiseksi. Tietyn rakennuksen dokumentaatio pyritään aina pitämään ylläpidettävyyden helpottamiseksi yhtenäisessä muodossa, olipa se muoto sitten 2D-dwg tai joku BIM-mallinnuksen talletustapa. 2D AutoCAD-kuva on edelleen käytetyin dokumentaation muoto.

Suunnittelupuolen ohjelmina Senaattikiinteistöissä on pääasiassa AutoCAD-, ArchiCAD ja Revit käytössä. Tietomallien tarkastelussa on Solibri Model Checker ja Simple-BIM. Varsinkin Solibrin käyttö on yleistynyt viime aikoina.

Rakentajalla ja ylläpitäjällä on eri näkökulma tietomalliin. Rakentaja pitää mallia onnistuneena, mikäli rakennus pystytään sen perusteella laadukkaasti rakentamaan. Kiinteistönpidon näkökulmasta malli pitäisi puolestaan vastata mahdollisimman hyvin toteutumaa.

Koulutuksessa tulisi kiinnittää huomiota enenevässä määrin mallien yhdistämiseen. Tietomallien koordinaatio, joka on usein pääsuunnittelijan vastuulla, on haastavaa. Koulutuksessa voisi olla korostettuna myös tietosisältöjen luokittelu ja siihen liittyvät järjestelmät. Esimerkiksi talo2000 on edelleen paljon käytössä. Käytännössä tietosisällön luokittelussa esiintyy aika paljon puutteellisuutta.

### 6.1.2 Harri Humpin haastattelu

Harri Humpi työskenteli yrityksessä Geometria Architecture Ltd, jonka toimialana on arkkitehtisuunnittelu ja konsultointi. Harri Humpi sopi haastateltavaksi hyvin, koska hänen osaamisalaansa on algoritmi-avusteisen suunnittelu.

Haastattelu tehtiin puhelimitse 25.4.2018

Algoritmi-avusteista suunnittelua tehdään tällä hetkellä yleisesti Rhinoceros 3d-mallinnusohjelmalla ja sen yhteydessä toimivalla Grasshopper-ohjelmalla. Grasshopper perustuu visuaaliseen skriptaamiseen ja se mahdollistaa tietomallien määrittämisen algoritmien kautta. Tämä tietomalli voi sisältää 3D-geometriaa ja siihen linkitettyä tarvittavaa lisätietoa osien valmistusta, yksilöintiä ja paikoilleen asennusta varten.

Algoritmi-avusteisen mallintamisen avulla kaikista rakennusosista voidaan tehdä tarvittaessa yksilöllisiä. Siksi niiden valmistukseen, luettelointiin ja asennukseen tarvittava tieto on hyvin oleellista sisällyttää suunnitteluprosessiin, jotta mahdollisesti monimutkaisinkin lopputuotteen valmistus saadaan onnistumaan.

TTY:llä on ollut muutamia algoritmi-avusteiseen suunnitteluun liittyviä kursseja ja workshopeja. Siinä mielessä koulutustarjontaa on tällaiseenkin osaamiseen ollut tarjolla, mutta Harrin mielestä tarjontaa voisi edelleen kasvattaa.

Harrin mukaan tietokoneiden laitetehot ovat olleet yhteistyöosapuolilla riittävät, joten teho-ongelmiin ei oikeastaan nykyään kovin usein törmätä.

Kun keskustelimme suunnittelusopimuksista ja niissä olevista laatumääritteistä, tuli esille, että melko usein mainitaan *yleiset tietomallivaatimukset* (BuildingSMART), mutta ei oikeastaan erikseen muuta.

### 6.1.3 Harri Mäkelän haastattelu

Harri Mäkelä työskentelee yrittäjänä LVI-insinööritoimisto CF Sanex Oy:ssä. Haastattelu tehtiin puhelimitse 6.5.2018 Harri sopi hyvin haastateltavaksi, koska hän hyödyntää arkkitehtitoimistoista saatavia piirustuksia omassa työssään.

Harri käyttää työssään Kyndata Oy:n CADs-ohjelmistoa. Hän vastaanottaa arkkitehtikuvia aina dwg-formaatissa. Hän kertoi, että vastaanotetut kuvat eivät ole sisällöllisesti kovinkaan usein yhtenäisessä muodossa. Jopa samasta toimistosta ja samalta tekijältä voi tulla eri kerroilla hyvin eri tavoin tehtyjä kuvatiedostoja. Systematiikan hapuilu on viite osaamisen puutteista ja toisaalta näkökulmaerosta arkkitehdin ja erikoissuunnittelijan välillä.

Eniten haasteita Harrille aiheuttaa epäloogisuus kuvatasojen jaottelussa. Ongelmia tässä asiassa esiintyy riippumatta siitä, saadaanko piirustus suoraan 2D-CAD-kuvasta vai muunnoksena BIM-mallista. Kun usein vielä tuotu kuva koostuu blokeista, joutuu kuvaa räjäyttelemään pienemmiksi objekteiksi ja sen jälkeen korjaamaan asioita oikeille kuvatasoilleen.

Harri joutuu siivoamaan kuvista toisinaan pois muun kuvan päälle meneviä epämääräisiä rasteriobjekteja. Objektit saattavat olla sellaisia, että on mahdotonta päätellä, mihin tarkoitukseen ne olisivat alun perin luotuja. Ne saattavat osua muitten kuvassa olevien objektien päälle haitallisesti ja peittää näkyviltä suunnitelman oleellisia kohtia.

Välillä arkkitehti on käyttänyt metrejä perusyksikköinä ja koordinaatteina ja CADSiin siirrettäessä kuva pitää skaalaamalla tuhatkertaistaa. Ilmeisesti joku dwg-muunnokseen liittyvä asetus mahdollistaa myös sen, että vaikka piirtäisi metriyksikköisesti, dwg muuttuisi millimetriyksikköihin.

Harrilla on valmius tuottaa CADs-järjestelmästä myös IFC-dataa, mutta toistaiseksi ei ole ollut varsinaista tarvetta sellaiselle.

#### 6.1.4 Jaakko Uusitalon haastattelu

Haastattelin Jaakko Uusitaloa 4.9. 2016. Hän edustaa Tampereen kaupunkia toimien kehittämispäällikkönä.

Hän oli hyvin kiinnostunut kuulemaan, millaista dataa arkkitehtitoimistot ottaisivat mieluiten vastaan. Kaupungin intresseissä on pitää yllä maastomallia ja rakennusten ulkovaippon ulkopinnat käsittävää geometriamallia. Rakennusten sisätilat eivät tähän malliin sisälly. Menetelminä kaupunki hyödyntää 3D-skannausta maasta tai ilmasta käsin sekä kartoituksessa muutenkin käytettäviä perinteisempiä menetelmiä.

Tietoa vastaanotettaessa kaupunki hyötyisi siitä, jos asemapiirustus ja rakennusten kulmapisteet olisivat yleisesti käytetyssä karttakoordinaatistossa. Suunnittelutiimi usein asettaa projektin origon lähelle tonttia. Tämä teettää mittauksen suhteen lisätöitä.

## 7 Pohdinta ja johtopäätöksiä

### 7.1 Pohdinta

Vaikka tietoteknisiä edistysaskeleita tapahtuu varsin ripeään tahtiin, eivät kaikki nämä siirry käytännössä arkityöskentelyyn suinkaan välittömästi, vaan aikamoisella viiveellä. Joissain tapauksissa varmaankin tarvitaan suunnittelijakunnassa sukupolven vaihdos, ennen kuin suunnittelukulttuuri merkittävästi muuttuu. Koulutus on avainasemassa. Kovinkaan moni ei ole halukas omaksumaan uutta toimintakulttuuria ihan vain itseksensä opettelemalla ja virheitte kautta oppimalla.

Toisaalta vasta valmistuneella ja hyvän koulutuksen saaneella suunnittelijalla voi päivitetyn tietotaitonsa perusteella avautua hyviä työmahdollisuuksia, vaikka hän ei työkokemuksen määrässä vielä kilpailekaan samassa sarjassa vanhempien suunnittelijoitten kanssa. Kaiken koulutuksen rooli korostuu. Olisikin erittäin tärkeää saada pidettyä koulutustaso korkealla ja ajanmukaisena. Koulutuksen tulisi kulkea askeleen edellä työelämän vaatimuksia. Toivottavasti yhteiskunta ymmärtää varata riittävästi resursseja koulutuksen ja kouluttajien oman osaamisen jatkuvaan kehittämiseen.

Mielestäni yhteiskunnan tulisi tarjota yliopistojen ja ammattikorkeakoulujen avoimessa tarjonnassa ajanmukaista koulutusta myös jo työelämässä oleville suunnittelun ammattilaisille. Ohjelmia myyvät tahot kyllä myyvät myös koulutuspaketteja mielellään. Jos näille koulutuspaketeille ei ole saatavissa mitään yhteiskunnallista tukea, muodostuu niiden hinta usein aika korkeaksi. Ehkä olisi aika miettiä sitäkin, voisiko yksityisen toimijan toteuttamaa koulutusta edes jotenkin tukea, vaikka se ei tutkintotavoitteista olisikaan.

### 7.2 Johtopäätökset ja suosituksia

Rakennussuunnittelijoilla näyttäisi olevan korkeahko kynnys käyttää asiantuntijapalveluista ongelmatilanteissa apuna. Myöskään ei näytä olevan itsestäänselvyys, että CAD-tiedon yhteensovittamisesta vallitsisi yhteinen käsitys projektin alkaessa.

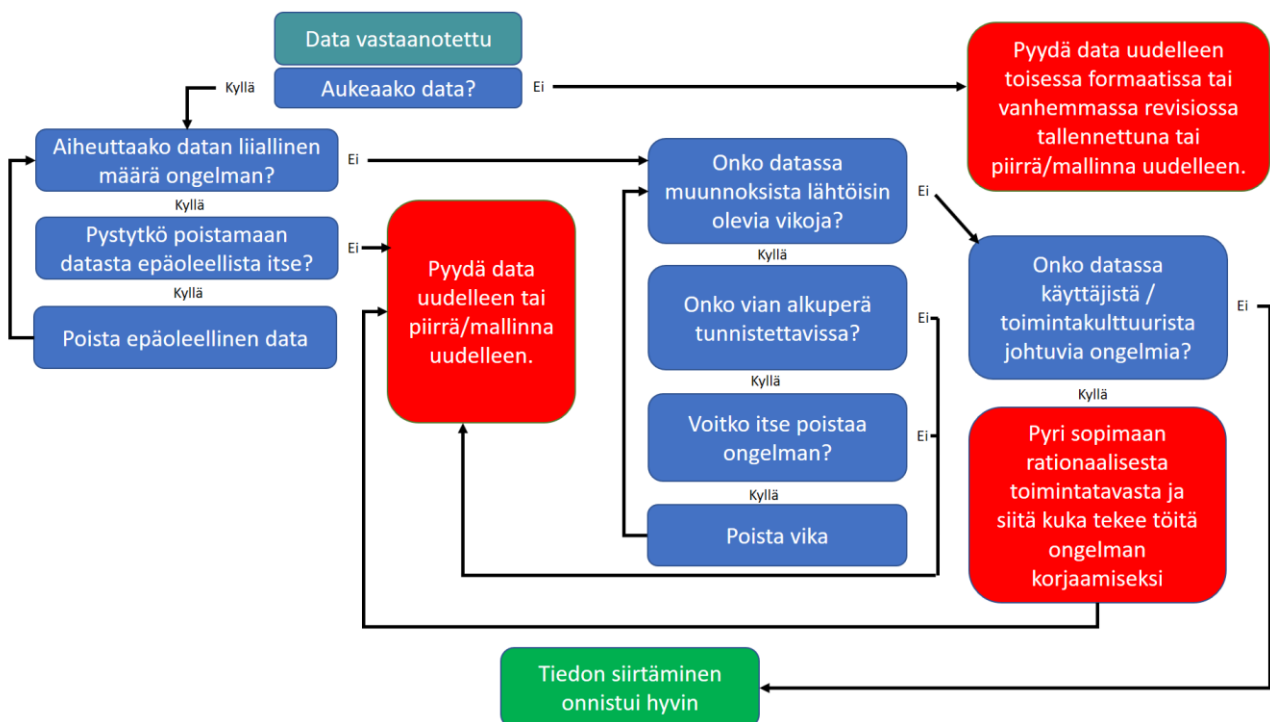
Varmasti olisi hyvä asia, jos jo suunnittelusopimuksessa olisi täsmennettynä yhteistyötavat ja laatuvaatimukset kunkin osapuolen CAD-toiminnan suhteen.

Vaikka BIM on yleistymässä, on perinteisemmällä CAD-suunnittelulla edelleen melko vankka asemansa. Olettavasti painopiste siirtyy kuitenkin koko ajan BIM-järjestelmien suuntaan. AutoCAD-ohjelmalla on alkuolettamaani suurempi osuus, niin lisenssien määrää, kuin niillä tehtävän työsuorittekin määrää vertailtaessa. Kun AutoCAD-ohjelma tallettaa tiedoston, voi se käyttää eri revisioitten formaatteja: 2018, 2013, 2010, 2007, 2004 ja 2000. (Omura, Benton s.900) Vielä vanhempiakin revisioita on olemassa, mutta tarve

kirjoittaa tiedostoja niihin on olematonta. AutoCAD dwg-formaattia käyttää moni muukin ohjelma muunnoksen kautta hyväkseen. Ongelmia voi tulla, mikäli import-tyyppinen muunnos on rakennettu vanhemman revision pohjalta toimivaksi, kuin tiedoston toimittajan käyttämä revisio. Tällöin kuva ei aukea.

### 7.2.1 Yleistys tiedonsiirron ongelmista

Kuvassa 7.1 on kaaviomaisesti yleistetysti esitettyä, mitä CAD-dataa siirrettäessä voi tapahtua ja mitä seurauksia se voi aiheuttaa. Ensimmäinen havaittava asia on se, saadaanko data auki vastaanottavassa ohjelmassa ollenkaan. Jos tämä ei onnistu, voidaan yrittää saada data auki toisessa ohjelmassa ja muuntaa se sitä kautta vastaanottavaan ohjelmaan. Jos data ei aukea missään ohjelmassa tai muuntaminen siihen ohjelmaan, jossa työskentelyn pitäisi tapahtua ei onnistu, voisi pyytää datan toimittajaa lähettämään data uudelleen toisessa muodossa. Se on joissain tapauksissa hyvin helppoa. Esimerkiksi, jos vastaanottajan ohjelmisto tarvitsee vanhemmassa revisiossa olevan datan, pystyy lähettäjä useimmiten tuottamaan tällaisen varsin helposti. Uudemman datan muokkaaminen vanhempaan revisioon voidaan joissain tapauksissa tehdä myös itse ilmaisen apuohjelman avulla. Tällaisen apuohjelman saatavuus kannattaa selvittää, mikäli ongelma toistuu usein.



Kuva 7.1: Yleistys tiedonsiirron ongelmista

Jos dataa on liian runsaasti, voi käydä niin, että laitteiston resurssit eivät riitä sen käsittelyyn. Joskus dataa voidaan keventää itse poistamalla jotain epäoleellista, mutta paljon resursseja kuluttavaa. Tällaisia on joissain 2D-tapauksissa esimerkiksi täytekuviot. Joissain tapauksissa muunnosvaihe ei osaa tuottaa optimoidussa muodossa siirtyvää dataa. Tällöin voi olla aiheellista pyytää datan lähettäjä tekemään uusi muunnos korjatuin asetuksin. Tämä voi olla hankalaa, kun datan vastaanottaja ei välttämättä tiedä, millaisia muunnosmahdollisuuksia datan lähettäjällä on käytettävissään.



Jos mikään muu ei auta, voidaan tieto tuottaa uudelleen, eli tehdä koko mallinnus tai piirtäminen uudelleen. Tämä on työläs tapa, mutta toisaalta silloin saadaan juuri sellaiseen muotoon tehty dokumentti, kuin halutaan.

Datan muunnos joko dataa lähettävässä tai vastaanottavassa ohjelmassa voi myös olla jollain tavalla ongelmallinen. Muunnoksessa voi olla suoranaisia ohjelmointivirheitä. Tämä voi johtaa siihen, että osa datasta saa väärän muodon. Pahimmassa tapauksessa geometriaa voi puuttua. Esimerkiksi eräässä tapauksessa AutoCAD-ohjelmasta WLAN-tukiasemien sijoittelun suunnitteluohjelmaan siirrettäessä kaikki AutoCAD *blokit* jäivät kuvasta pois. Kun vika havaittiin, voitiin AutoCAD ohjelman puolella jo tehdä sellainen ylimääräinen muokkaus, että kaikki blokit *räjätettiin* (explode) ennen siirtoa muiksi objekteiksi.

### 7.2.2 ArchiCAD muunnos dwg-formaattiin

ArchiCAD-ohjelmasta on usein tarvetta tuottaa dwg-tiedostoja. Tämä tarve tulee vastaan, jos vaikkapa sähkösuunnittelija käyttää kaksiolotteisesti CADs-ohjelmaa tai tekee AutoCADilla. CADs on yhteensopiva dwg-formaatin kanssa.

ArchiCAD-dwg-muunnos voidaan tehdä usealla eri tavalla. Vakioasetuksin, planssista tai ns. dummy-muunnoksen kautta. Muunnostyökaluissa on todella paljon asetuksia, joiden kanssa kokematon käyttäjä voi mennä sekaisin.

Vakioasetuksilla ArchiCAD tekee blokkeja kaikista rakennuksen osista. Muunnos toimii muuten varsin luotettavasti, mutta tiedoston vastaanottaja ei pääse vaivattomasti heti muokkaamaan kaikkea. Onko arkkitehdin suunnitelman muokkaamiselle toisaalta kovin suurta tarvettakaan.

Planssin kautta voidaan tehdä dwg-muunnos, jossa nimiöt ym. siirtyvät mukana. Tällaiseen ei varmaankaan usein ole kuitenkaan mitään tarvetta. Koko piirustus muuttuu yhdeksi blokiksi. Projektin origo ei säily oikeassa paikassa.

### 7.2.3 Revit-muunnos dwg-muotoon

Haastattelujen perusteella Revit tekee luotettavasti ja melko ongelmattomasti dwg-tiedostoja. Niin Revit, kuin alkuperäinen AutoCAD ovat saman ohjelmistotalon tuotteita.

### 7.2.4 Ongelmia tietomallien kanssa

Tietomallien siirrossa käytetty IFC-luokittelu sallii suuren vapauden sijoittaa tietosisältöjä (atributteja). Tästä johtuen eri ohjelmat eivät välttämättä tarjoa mahdollisuutta sijoittaa tiettyä tietosisältöä yhdenmukaisesti. Näin IFC-malli voi olla siihen upotettujen lisätietojensa osalta epäyhteensopiva.

IFC-luokittelusta on olemassa myös useampia versioita. Näiden välillä on eroja, jotka saattavat haitata yhteensopivuutta.

### 7.3 Tutkimuksen arviointi

Koska otanta oli suhteellisen suppea, jää kaikkeen tilastolliseen tulkintaan varsin suuri virhemarginaali. Kuitenkin tämä tutkimustulos antaa arvokkaita suuntaviivoja siitä, missä tilanteessa nyt ollaan. Tämän perusteella voidaan tehdä johtopäätöksiä esimerkiksi siitä, millaista koulutusta alan opiskelijat tarvitsevat. Toki koulutustarvetta on olemassa myös työtä jo tekevällä ammattikunnallakin. Toivottavasti yliopistot ja korkeakoulut pystyvät kohdentamaan palveluaan myös tähän ryhmään.

#### 7.3.1 Otanta

Otanta olisi voinut kasvaa, mikäli yksilöiviä tietoja ei olisi kysytty ainakaan pakollisina. Yritykset saattavat pitää arveluttavana tietojensa jakamisen taholle, johon eivät täysin luota. Otantaa saisi kasvatettua paremmin puhelinsoitoin mahdollisille vastaajille. Vaikka sama kyselykaavake olisi käytössä, saattaisi vastaaja arvostaa kyselyn tekijän vaivaa ja luovuttaa arvokasta aikaansa enemmän, jos häntä haastateltaisiin.

Kaikki kyselyt tulee muodostaa niin, että vastaajalla on mahdollisimman luottavainen olo vastata kyselyyn täysin avoimesti ja suoraan. Kaikki vastaajat eivät välttämättä vastaa kyselyyn totuudenmukaisesti, mikäli yksilön vastaukset voidaan identifioida kyselyn tuloksista. Toisaalta, jos kyselyn toteutus mahdollistaa yksittäisen vastaajan vastausten erottelun muista vastauksista, yksittäisiltä vastaajilta voidaan myös pyytää lisätietoa annettuihin vastauksiin liittyen. (Zef-kyselyopas, <https://insights.zef.fi/lataa-ilmainen-kyselyopas-uusi>, viitattu 28.3.2018, s.7)

#### 7.3.2 Sponsorointi

En onnistunut saamaan sponsoria arpajaispalkinnolle. Oletettavasti yritys, joka ei ole itse tilannut tutkimusta, ei katso myöskään hyötyvänsä tutkimuksen tuloksista kovin paljoa. Luvatun arpajaispalkinnon kustannukset jäivät kyselyn tekijälle. Ehkä olisi ollut syytä keskustella sponsoroinnista jo ennen tutkimusaiheen valintaa ja antaa mahdolliselle sponsorille mahdollisuus vaikuttaa ainakin jossain määrin tutkimukseen.

### 7.4 Ehdotuksia jatkotutkimukselle

Koulutuksen kehittämisen näkökulmasta olisi varmasti tarvetta laajemmalle ja yksityiskohtaisemmalle kartoitukselle työelämän osaamistarpeista. Tällä perusteella voitaisiin suunnitella mahdollisimman hyvin tarvetta vastaavaa täydennyskoulutusta, jolle aivan varmasti olisi kysyntää.

Suunnittelusopimusten tutkiminen ja kehittäminen olisi varmasti yksi jatkokehityksen aihe. Nykyisissä suunnittelusopimuksissa on melko epätasälliset vaatimukset CAD-työskentelyn toimintatavan suhteen. Laatuvaatimuksia sopimuksissa kenties esitetään, mutta vaikuttaisi siltä, että niiden noudattamista ei todellisuudessa kovin ponnekkaasti vaadita.

## 8 Lähdeluettelo

- AutoDesk. (17. 3 2018). *Developers Guide*. Noudettu osoitteesta [http://docs.autodesk.com/ACDMAC/2013/ENU/PDFs/acdmac\\_2013\\_autolisp\\_developers\\_guide.pdf](http://docs.autodesk.com/ACDMAC/2013/ENU/PDFs/acdmac_2013_autolisp_developers_guide.pdf)
- BuildingSMART. (17. 3 2018). Noudettu osoitteesta [www.buildingsmart-tech.org](http://www.buildingsmart-tech.org)
- BuildingSMART Finland. (21. 6 2017). *Tomi Henttinen: Vakiointi on rakennusalan digitalisaation edellytys*. Noudettu osoitteesta <https://buildingsmart.fi/tomi-henttinen-vakiointi-on-rakennusalan-digitalisaation-edellytys/>
- Capterra. (11. 3 2018). *Capterra blog*. Noudettu osoitteesta <https://blog.capterra.com/8-of-the-best-cad-software-for-mac/>
- Hautala, T. (2014). *Mac OS X pikaopas*. Jyväskylä: Docendo Oy.
- Heikkilä, T. (2014). *Tilasstollinen tutkimus* (9. p.). Porvoo: Bookwell Oy.
- Home, L. (2010). *AutoCAD 2011 perusteet*. FutureCAD Oy.
- IBM. (12. 4 2018). *Chronological history of IBM*. Noudettu osoitteesta [https://www-03.ibm.com/ibm/history/history/decade\\_1980.html](https://www-03.ibm.com/ibm/history/history/decade_1980.html)
- netmarketshare.com. (12. 2 2018). *netmarketshare.com*. Noudettu osoitteesta [netmarketshare.com](http://netmarketshare.com)
- Ronkainen, S. (2008). *Sähköä kyselyyn! Web-kysely tutkimuksessa ja tiedonkeruussa*. (A. Karjalainen, Toim.) Rovaniemi: Lapin yliopistopaino.
- Tarhonen, L. (7. 3 2017). *Henkilötietojen pseudonymisointi – ai siis mikä?* Noudettu osoitteesta <https://www.iab.fi/iablogi/henkilotietojen-pseudonymisointi-ai-siis-mika.html>
- Techdrivein.com. (11. 3 2018). *8 Best CAD Apps For Linux*. Noudettu osoitteesta <http://www.techdrivein.com/2011/08/8-best-cad-apps-for-linux.html>
- Zef. (28. 3 2018). *Zef-kyselyopas*. Noudettu osoitteesta <https://insights.zef.fi/lataa-ilmainen-kyselyopas-uusi>

Liite A, Kutsu kyselyä varten

Hei ja hyvää alkanutta vuotta!

Olen Jaakko Aumala, rakennusarkkitehti ja olen ollut töissä pitkäaikaisesti tuntiopettajana Tampereen ammattikorkeakoulussa. Toivoisin saavani apua teiltä diplomityöni tekemiseen.

Tarkoitukseni on kartoittaa CAD-työskentelyyn ja erityisesti yhteistoimintaan liittyviä ongelmia, kartoittaa joihinkin ongelmiin ratkaisumalleja ja saada sitä kautta myös apua toimintakulttuurien ja myös opetustoiminnan kehittämiseen. Toivottavasti ainakin osa vastaajista voisi myös hyötyä tästä tutkimuksesta ihan konkreettisesti.

Vastauksia toivotaan tavanomaisilta rakennussuunnittelua tekeviltä toimistoilta tai yhteistoiminnassa olevilta sidosryhmiltä. Kysymykset ovat käytännöllisiä, eivät siis mitenkään vaikeita vastata ja pilotoinnin perusteella pienehkön toimiston edustajan vastaukseen kuluu keskimäärin ainoastaan 5 minuuttia. Kysely tulisi täyttää kerralla.

Kyselyyn vastanneitten kesken arvotaan tabletti-tietokone.

Tiedot käsitellään ehdottoman luottamuksellisesti. Toimiston tai henkilön yksilöivä tieto irrotetaan muusta aineistosta heti tiedon keruun jälkeen. Tiedon analysointivaiheessa tai raportoinnissa ei tule ilmi näitä yksilöiviä tietoja, mikäli asiasta ei ole erikseen sovittu. Tarkempi tiedote tutkimuksesta ja tästä kyselystä löytyy täältä: [http://home.tamk.fi/~aumjaa/taustaa\\_kyselylle.pdf](http://home.tamk.fi/~aumjaa/taustaa_kyselylle.pdf)

Linkki varsinaiseen kyselyyn on tässä: <https://urly.fi/StV>

Tämän viestin vastaanottajien osoitteet on kerätty toimistojen omilta www-sivuilta. Ottakaa yhteyttä, mikäli kaipaatte tarkennusta tai lisätietoja joihinkin asioihin.

Terveisin,

Jaakko Aumala

## Liite B, Kyselykaavakkeen jälkikäteen numeroitu malli

Osio 1/43



## Kyselylomake rakennussuunnittelua tekeville toimistoille / organisaatioille ja sidosryhmille

Kyselyllä kartoitetaan CAD-ohjelmien käyttöä ja varsinkin yhteistoiminnallisuutta eri osapuolten välillä.

Kiitos, että vastaatte tähän kyselyyn! Diplomityöni tekeminen mahdollistuu ja saan koottua tutkimustuloksia, joista on mahdollisesti myös työpaikallanne hyötyä. Kyselyn täyttämisen menee koevastausten perusteella keskimäärin noin 5 minuuttia aikaa. Kysymysten määrä vaihtelee mm. käytössänne olevien ohjelmien määrästä riippuen, joten kovin tarkkaa arviota vastausajasta on mahdotonta esittää. Kyselyssä voi mennä eteenpäin, vaikka johonkin kysymykseen ei osaisi vastata. Kysely tulisi täyttää kerralla. Kyselyyn asianmukaisesti vastanneiden kesken arvotaan tablettitietokone. Kannattaa tarvittaessa pyytää esimiehen lupa yrityksen tietojen luovutukseen. Tutkimuksen kannalta olisi eduksi, jos tätä linkkiä jaetaan myös yhteistyötahoille, kuten insinööritoimistoihin.



### 0 Perustiedot vastaajasta

Tiedot käsitellään täysin luottamuksellisesti. Yritysten ja henkilöiden nimet ja tiedot säilytetään heti tutkimuksen tiedonkeruun jälkeen erillään muista vastaustiedoista, joihin analysointi kohdistetaan. Korvaavana tietona tilille tulee vain yhdistettävissä oleva avainkoodi, jolla tarvittaessa tieto voidaan yhdistää jälkikäteen yritykseen tai henkilöön jonkin tutkimuksen kannalta oleellisen ongelman selvittämiseksi. Henkilöiden tai yritysten identiteettiä ei esiinny missään julkaistavissa tuloksissa. Identifioivia tietoja ei myöskään luovuteta millekään taholle eteenpäin. Tutkimuksen päätyttyä kaikki yrityksiin ja henkilöihin liittyvä tieto hävitetään.

0.01 Toimiston nimi? Tämä voi olla myös toimintayksikkö, muu organisaatio \*  
tai vaikka yhden henkilön pienyritys, jota vastaus koskee. Myöhemmin kaavakkeissa viitataan tähän nimikkeellä työpaikka. Jos edustatte useampaa työpaikkaa, voitte täyttää tämän kyselyn kertaalleen kutakin työpaikkaa kohden.

Pitkä vastausteksti

0.02 Vastaajan nimi \*

Pitkä vastausteksti

0.03 Vastaajan sähköpostiosoite \*

Lyhyt vastausteksti

0.04 Vastaajan puhelinnumero

Lyhyt vastausteksti

0.05 Saako vastauksen antajaan olla yhteydessä jälkikäteen, mikäli täsmentävää lisätietoa tarvitaan tutkimusongelman selvittämiseksi? \*

- Kyllä
- Ei

0.06 Osallistuttko tablettitietokoneen arvontaan? \*

- Kyllä
- Ei

0.07 Haluatteko, että teille toimitetaan sähköpostiin linkki pdf-kappaleeseen lopullisesta diplomityöstä?

- Kyllä
- Ei kiitos

Osio 3/43



## 0.1 Toiminnan painopisteet työpaikallanne

Kuvaus (valinnainen)

0.10 Minkä tyyppistä aineistoa tuotate?

- Rakennusten arkkitehtisuunnitelmia
- Maankäyttö- tai kaavoitus suunnitelmia
- Esittelymateriaalia, kuten animaatioita tai visuaalisointeja
- Rakennesuunnitelmia
- LVI-suunnitelmia
- Sähkösuunnitelmia
- Automaatioon ja informaatiotekniikkaan liittyviä suunnitelmia
- Sisustus suunnitelmia
- Piha- ja puutarhasuunnitelmia
- Geo- tai infrasuunnitelmia
- Kiinteistönpitoon liittyvää

0.11 Jos sopivia vaihtoehtoa ei edellisistä löydy, tähän voi lisätä täydentäviä tietoja

Pitkä vastausteksti

---

## 0.2 Laitekanta

Kuvaillkaa työpaikkanne parhaan teholuokan CAD-työasemaa

### 0.20 Työmuistin (RAM) määrä

- 4 GB tai alle
- 8 GB tai alle (kuitenkin yli 4GB)
- 16 GB tai alle (kuitenkin yli 8GB)
- yli 16 GB
- En tiedä

### 0.21 Näytön tai (näyttöjen) koko ja resoluutio? Jättäkää vastaus tyhjäksi jos ette tiedä.

Pitkä vastaukseksi

### 0.22 Näytönohjain? Erillismuisti siinä? Jättäkää vastaus tyhjäksi, jos ette tiedä.

Pitkä vastaukseksi

## 0.3 Yhteistoimintaan valmistautuminen

Kuvaus (valinnainen)

0.30 Pitääkö tämä väite paikkaansa? Jokaisen uuden projektin alussa kaikki osapuolet tietävät etukäteen tai sopivat yksityiskohtaisesti siitä, miten yhteistoiminnallisuus CAD-työskentelyn suhteen tullaan järjestämään.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Ei	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Kyllä

0.31 Käytättekö työpaikkanne ulkopuolista asiantutija-apua CAD/BIM-yhteistoiminnan varmistamiseksi ja helpottamiseksi?

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
E koskaan	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Kyllä aina

### 0.32 Mahdollisia lisäkommentteja tähän liittyen

Pitkä vastaukseksi



Osio 6/43



## 1. ArchiCAD

Kuvaus (valinnainen)

1.00 Käytetäänkö työpaikallanne ArchiCAD-ohjelmaa? \*

 Kyllä Ei

Osio 7/43



### 1.1 ArchiCAD lisätiedot

Kuvaus (valinnainen)

1.10 ArchiCADin arvioitu käyttömäärä suhteessa henkilöstön kokonaistyöaikaan

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Hyvin vähäinen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Lähes yksinomainen

1.11 Versio tai versiot

Pitkä vastausteksti

1.12 Käyttäjärjestelmä(t) ArchiCAD-työasemissa

Pitkä vastausteksti

1.13 Kauanko ArchiCAD on ollut käytössä työpaikallanne

Pitkä vastausteksti

1.14 Työpaikkanne ArchiCAD työasemien määrä tällä hetkellä

Lyhyt vastausteksti

1.15 Missä formaateissa teille on siirretty CAD/BIM tietoa, joka on peräisin muista ohjelmista ja olette hyödyntäneet sitä ArchiCAD-ohjelmassa?

Pitkä vastausteksti

1.16 Onko toisesta ohjelmasta siirretty CAD-tiedosto ollut aina helposti hyödynnettävissä ArchiCADilla? \*

 Kyllä Ei En tiedä

Osio 8/43



## 1.2 Tiedon tuonnin ongelmia ArchiCAD-ohjelmaan

Kuvaus (valinnainen)

1.20 Mitkä tekijät haittaavat toisesta ohjelmasta/versiosta tulevan tiedon tuomista ArchiCADIin ja sen hyödyntämistä? Voit valita monta valintaa. \*

- Ohjelmiston tai versioiden / kirjastojen tms. epäyhteensopivuus
- Inhimilliset tekijät, kuten toimintakulttuureissa olevat erot tai osaamisen puute
- Käytössä olevan laitekannan riittämätön teho avaamaan ja käsittelemään raskasta materiaalia
- En tiedä

1.21 Oletteko löytäneet ratkaisuja tiedon tuonnin ongelmatilanteisiin? Jos, niin millaisia?

Pitkä vastausteksti

Osio 9/43



## 1.3 Tiedon vienti ArchiCAD-ohjelmasta eteenpäin

Kuvaus (valinnainen)

1.30 Missä formaateissa te olette tuottaneet ArchiCAD-ohjelmasta CAD/BIM tietoa eteenpäin käytettäväksi jossain muussa ohjelmassa?

Pitkä vastausteksti

1.31 Onko tiedossanne, että ArchiCADistä eteenpäin siirtämässänne tiedossa olisi ollut vastaanottamis- tai hyödyntämisvaikeuksia? \*

- Kyllä
- Ei

## 1.4 Tiedon viennin ongelmia ArchiCAD-ohjelmasta

Kuvaus (valinnainen)

1.40 Onko tiedossanne tai osaatteko arvioida, miksi ArchiCADistä viety tieto on tuottanut hankaluuksia?

- Ohjelmiston tai versioitten / kirjastojen epäyhteensopivuus
- Toimintakulttuureissa olevat erot tai osaamisen puute
- Käytössä olevan laitekannan riittämätön teho avaamaan ja käsittelemään raskasta materiaalia
- En tiedä

1.41 Oletteko löytäneet ratkaisuja alunperin hankaliin tiedonsiirtotilanteisiin?

Pitkä vastausteksti

---

## 2. Revit

Kuvaus (valinnainen)

2.00 Käytetäänkö työpaikallanne Revit-ohjelmaa tai Revit LT? \*

- Kyllä
  - Ei
-

## 2.1 Revit tai Revit LT lisätiedot

Kuvaus (valinnainen)

2.10 Revit tai Revit LT arvioitu käyttömäärä suhteessa henkilöstön kokonaistyöaikaan \*

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Hyvin vähäinen            Lähes yksinomainen

2.11 Versio tai versiot?

Pitkä vastauksetki

---

2.12 Käyttöjärjestelmä(t) Revit tai Revit LT-työasemissa

Pitkä vastauksetki

---

2.13 Kauanko Revit tai Revit LT on ollut käytössä työpaikallanne

Pitkä vastauksetki

---

2.14 Revit tai Revit LT työasemien määrä tällä hetkellä

Pitkä vastauksetki

---

2.15 Missä formaateissa teille on siirretty CAD/BIM tietoa, joka on peräisin muista ohjelmista ja olette hyödyntäneet sitä Revit-ohjelmassa?

Pitkä vastauksetki

---

2.16 Onko toisesta ohjelmasta siirretty CAD- tiedosto ollut aina helposti hyödynnettävissä Revit tai Revit LT ympäristössä? \*

- Kyllä
- Ei
- En tiedä

## 2.2 Tiedon tuonnin ongelmia Revit tai Revit LT-ohjelmaan

Kuvaus (valinnainen)

2.20 Mitkä tekijät haittaavat toisesta ohjelmasta/versiosta tulevan tiedon tuomista Revit tai Revit LT ohjelmaan ja sen hyödyntämistä? Voit valita monta valintaa. \*

- Ohjelmiston tai versioiden / kirjastojen tms. epäyhteensopivuus
- Inhimilliset tekijät, kuten toimintakulttuureissa olevat erot tai osaamisen puute
- Käytössä olevan laitekannan riittämätön teho avaamaan ja käsittelemään raskasta materiaalia
- En tiedä

2.01 Oletteko löytäneet ratkaisuja tiedon tuonnin ongelmatilanteisiin? Jos, niin millaisia?

Pitkä vastausteksti

## 2.3 Tiedon vienti Revit tai Revit LT:stä eteenpäin

Kuvaus (valinnainen)

2.30 Missä formaateissa te olette tuottaneet Revit-ohjelmasta CAD/BIM tietoa eteenpäin käytettäväksi jossain muussa ohjelmassa?

Pitkä vastausteksti

2.31 Onko tiedossanne, että Revit tai Revit LTstä eteenpäin siirtämässänne tiedossa olisi ollut vastaanottamis- tai hyödyntämisvaikeuksia? \*

- Kyllä
- Ei

Osio 15/43



## 2.4 Tiedon viennin ongelmia Revit tai Revit LT:stä

Kuvaus (valinnainen)

2.40 Onko tiedossanne tai osaatteko arvioida, miksi Revit tai Revit LT:stä viety tieto on tuottanut hankaluuksia? \*

- Ohjelmiston tai versioitten / kirjastojen epäyhteensopivuus
- Toimintakulttuureissa olevat erot tai osaamisen puute
- Käytössä olevan laitekannan riittämätön teho avaamaan ja käsittelemään raskasta materiaalia
- En tiedä

2.41 Oletteko löytäneet ratkaisuja alunperin hankaliin tiedonsiirtotilanteisiin?

Pitkä vastauksetki

Osio 16/43



## 3 AutoCAD

Kuvaus (valinnainen)

3.00 Käytetäänkö työpaikallanne AutoCAD-ohjelmaa? \*

- Kyllä
- Ei

## 3.1 AutoCAD tai AutoCAD LT lisätiedot

Kuvaus (valinnainen)

### 3.10 AutoCAD tai AutoCAD LT arvioitu käyttömäärä suhteessa henkilöstön kokonaistyöaikaan \*

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Hyvin vähäinen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Lähes yksinomainen

### 3.11 Versio tai versiot?

Pitkä vastauksetki

---

### 3.12 Mahdolliset lisäsovellukset AutoCAD (tai LT) -ohjelman päällä?

Pitkä vastauksetki

---

### 3.13 Käyttöjärjestelmä(t) AutoCAD tai AutoCAD LT-työasemissa

Pitkä vastauksetki

---

### 3.15 AutoCAD tai AutoCAD LT työasemien määrä tällä hetkellä

Pitkä vastauksetki

---

### 3.16 Missä formaateissa teille on siirretty CAD-tietoa, joka on peräisin muista ohjelmista ja olette hyödyntäneet sitä AutoCAD-ohjelmassa?

Pitkä vastauksetki

---

### 3.17 Onko toisesta ohjelmasta siirretty CAD-tiedosto ollut aina helposti hyödynnettävissä AutoCAD tai AutoCAD LT ympäristössä? \*

- Kyllä
- Ei
- En tiedä

## 3.2 Tiedon tuonnin ongelmia AutoCAD tai AutoCAD LT-ohjelmaan

Kuvaus (valinnainen)

3.20 Mitkä tekijät haittaavat toisesta ohjelmasta/versiosta tulevan tiedon tuomista AutoCAD tai AutoCAD LT ohjelmaan ja sen hyödyntämistä? Voit valita monta valintaa. \*

- Ohjelmiston tai versioiden / kirjastojen tms. epäyhteensopivuus
- Inhimilliset tekijät, kuten toimintakulttuureissa olevat erot tai osaamisen puute
- Käytössä olevan laitekannan riittämätön teho avaamaan ja käsittelemään raskasta materiaalia
- En tiedä

3.21 Oletteko löytäneet ratkaisuja tiedon tuonnin ongelmatilanteisiin? Jos, niin millaisia?

Pitkä vastausteksti

## 3.3 Tiedon vienti AutoCAD tai AutoCAD LT:stä eteenpäin

Kuvaus (valinnainen)

3.30 Missä formaateissa te olette tuottaneet AutoCAD-ohjelmasta CAD tietoa eteenpäin käytettäväksi jossain muussa ohjelmassa?

Pitkä vastausteksti

3.31 Onko tiedossanne, että AutoCAD tai AutoCAD LT:stä eteenpäin siirtämässänne tiedossa olisi ollut vastaanottamis- tai hyödyntämisvaikeuksia? \*

- Kyllä
- Ei



Osio 20/43



## 3.4 Tiedon viennin ongelmia AutoCAD tai AutoCAD LTstä

Kuvaus (valinnainen)

3.40 Onko tiedossanne tai osaatteko arvioida, miksi AutoCAD tai AutoCAD LT:stä viety tieto on tuottanut hankaluuksia? \*

- Ohjelmiston tai versioitten / kirjastojen epäyhteensopivuus
- Toimintakulttuureissa olevat erot tai osaamisen puute
- Käytössä olevan laitekannan riittämätön teho avaamaan ja käsittelemään raskasta materiaalia
- En tiedä

3.41 Oletteko löytäneet ratkaisuja alunperin hankaliin tiedonsiirtotilanteisiin?

Pitkä vastausteksti

Osio 21/43



## 4. CADS

Kuvaus (valinnainen)

4.00 Käytetäänkö työpaikallanne CADS-ohjelmaa? \*

- Kyllä
- Ei

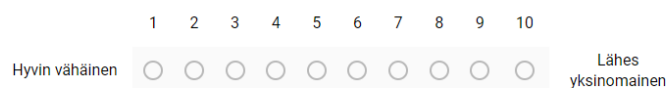
Osio 22/43



## 4.1 CADS lisätiedot

Kuvaus (valinnainen)

4.10 CADSin arvioitu käyttömäärä suhteessa henkilöstön kokonaistyöaikaan \*



4.11 Versio tai versiot?

Pitkä vastausteksti

4.12 Käyttöjärjestelmä(t) CADS-työasemissa

Pitkä vastausteksti

4.13 Kauanko CADS on ollut käytössä työpaikallanne

Pitkä vastausteksti

## 4.14 CADS-työasemien määrä tällä hetkellä

Pitkä vastaukseteksti

4.15 Missä formaateissa teille on siirretty CAD/BIM tietoa, joka on peräisin muista ohjelmista ja olette hyödyntäneet sitä CADS-ohjelmassa?

Pitkä vastaukseteksti

5.16 Onko toisesta ohjelmasta siirretty CAD-tiedosto ollut aina helposti hyödynnettävissä CADS-ympäristössä? \*

- Kyllä
- Ei
- En tiedä

Osio 23/43



## 4.2 Tiedon tuonnin ongelmia CADS-ohjelmaan

Kuvaus (valinnainen)

4.20 Mitkä tekijät haittaavat toisesta ohjelmasta/versiosta tulevan tiedon tuomista CADS ohjelmaan ja sen hyödyntämistä? Voit valita monta kohtaa. \*

- Ohjelmiston tai versioiden / kirjastojen tms. epäyhteensopivuus
- Inhimilliset tekijät, kuten toimintakulttuureissa olevat erot tai osaamisen puute
- Käytössä olevan laitekannan riittämätön teho avaamaan ja käsittelemään raskasta materiaalia
- En tiedä

4.21 Oletteko löytäneet ratkaisuja tiedon tuonnin ongelmatilanteisiin? Jos, niin millaisia?

Pitkä vastaukseteksti

Osio 24/43



## 4.3 Tiedon vienti CADS-ohjelmasta eteenpäin

Kuvaus (valinnainen)

4.30 Missä formaateissa te olette tuottaneet CADS-ohjelmasta CAD/BIM tietoa eteenpäin käytettäväksi jossain muussa ohjelmassa?

Pitkä vastaukseteksti

4.31 Onko tiedossanne, että CADS ohjelmaasta eteenpäin siirtämässänne tiedossa olisi ollut vastaanottamis- tai hyödyntämisvaikeuksia? \*

- Kyllä
- Ei

Osio 25/43



## 4.4 Tiedon viennin ongelmia CADS ohjelmasta

Kuvaus (valinnainen)

4.40 Onko tiedossanne tai osaatteko arvioida, miksi CADS ohjelmasta viety tieto on tuottanut hankaluuksia? \*

- Ohjelmiston tai versioitten / kirjastojen epäyhteensopivuus
- Toimintakulttuureissa olevat erot tai osaamisen puute
- Käytössä olevan laitekannan riittämätön teho avaamaan ja käsittelemään raskasta materiaalia
- En tiedä

4.41 Oletteko löytäneet ratkaisuja alunperin hankaliin tiedonsiirtolanteisiin?

Pitkä vastausteksti

Osio 26/43



## 5. Vertex

Kuvaus (valinnainen)

5.00 Käytetäänkö työpaikallanne Vertexiä? \*

- Kyllä
- Ei

Osio 27/43



## 5.1 Vertex lisätiedot

Kuvaus (valinnainen)

5.10 Vertexin arvioitu käyttömäärä suhteessa henkilöstön kokonaistyöaikaan? \*

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Hyvin vähäinen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Lähes yksinomainen

5.11 Versio tai versiot?

Pitkä vastausteksti

5.12 Käyttöjärjestelmä(t) Vertex-työasemissa

Pitkä vastausteksti

5.13 Kauanko Vertex on ollut käytössä työpaikallanne

Pitkä vastausteksti

...

## 5.14 Vertex-työasemien määrä tällä hetkellä

Pitkä vastausteksti

5.15 Missä formaateissa teille on siirretty CAD/BIM tietoa, joka on peräisin muista ohjelmista ja olette hyödyntäneet sitä Vertex-ohjelmassa?

Pitkä vastausteksti

5.16 Onko toisesta ohjelmasta siirretty CAD-tiedosto ollut aina helposti hyödynnettävissä Vertex-ympäristössä? \*

- Kyllä
- Ei
- En tiedä

Osio 28/43



## 5.2 Tiedon tuonnin ongelmia Vertex-ohjelmaan

Kuvaus (valinnainen)

5.20 Mitkä tekijät haittaavat toisesta ohjelmasta/versiosta tulevan tiedon tuomista Vertex ohjelmaan ja sen hyödyntämistä? Voit valita monta kohtaa. \*

- Ohjelmiston tai versioiden / kirjastojen tms. epäyhteensopivuus
- Inhimilliset tekijät, kuten toimintakulttuureissa olevat erot tai osaamisen puute
- Käytössä olevan laitekannan riittämätön teho avaamaan ja käsittelemään raskasta materiaalia
- En tiedä

5.21 Oletteko löytäneet ratkaisuja tiedon tuonnin ongelmatilanteisiin? Jos, niin millaisia?

Pitkä vastausteksti

Osio 29/43



## 5.3 Tiedon vienti Vertex-ohjelmasta eteenpäin

Kuvaus (valinnainen)

5.30 Missä formaateissa te olette tuottaneet Vertex-ohjelmasta CAD/BIM tietoa eteenpäin käytettäväksi jossain muussa ohjelmassa?

Pitkä vastausteksti

5.31 Onko tiedossanne, että Vertexistä eteenpäin siirtämässänne tiedossa olisi ollut vastaanottamis- tai hyödyntämisvaikeuksia? \*

- Kyllä
- Ei

Osio 30/43



## 5.4 Tiedon viennin ongelmia Vertex-ohjelmasta

Kuvaus (valinnainen)

5.40 Onko tiedossanne tai osaatteko arvioida, miksi Vertex-ohjelmasta viety tieto on tuottanut hankaluksia? \*

- Ohjelmiston tai versioitten / kirjastojen epäyhäteensopivuus
- Toimintakulttuureissa olevat erot tai osaamisen puute
- Käytössä olevan laitekannan riittämätön teho avaamaan ja käsittelemään raskasta materiaalia
- En tiedä

5.41 Oletteko löytäneet ratkaisuja alunperin hankaliin tiedonsiirtolanteisiin?

Pitkä vastaukseksi

Osio 31/43



## 6 3DS MAX

Kuvaus (valinnainen)

6.00 Käytetäänkö työpaikallanne 3DS MAX-ohjelmaa? \*

- Kyllä
- Ei

Osio 32/43



## 6.1 3DS MAX ohjelman lisätiedot

Kuvaus (valinnainen)

6.10 3DS MAX ohjelman arvioitu käyttömäärä suhteessa henkilöstön kokonaistyöaikaan \*

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Hyvin vähäinen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Lähes yksinomainen

6.11 Versio tai versiot?

Pitkä vastaukseksi

6.12 Käyttöjärjestelmä(t) 3DS MAX-työasemissa

Pitkä vastaukseksi

6.13 Kauanko 3DS MAX-ohjelma on ollut käytössä työpaikallanne

Pitkä vastaukseksi

6.14 3DS MAX-työasemien määrä tällä hetkellä

Pitkä vastausteksti

6.15 Missä formaateissa teille on siirretty CAD-tietoa, joka on peräisin muista ohjelmista ja olette hyödyntäneet sitä 3DS MAX-ohjelmassa?

Pitkä vastausteksti

6.16 Onko toisesta ohjelmasta siirretty CAD-tiedosto ollut aina helposti hyödynnettävissä 3DS MAX-ympäristössä? \*

- Kyllä
- Ei
- En tiedä

Osio 33/43



## 6.2 Tiedon tuonnin ongelmia 3DS MAX-ohjelmaan

Kuvaus (valinnainen)

6.20 Mitkä tekijät haittaavat toisesta ohjelmasta/versiosta tulevan tiedon tuomista 3DS MAX-ohjelmaan ja sen hyödyntämistä? Voit valita monta kohtaa. \*

- Ohjelmiston tai versioiden / kirjastojen tms. epäyhteensopivuus
- Inhimilliset tekijät, kuten toimintakulttuureissa olevat erot tai osaamisen puute
- Käytössä olevan laitekannan riittämätön teho avaamaan ja käsittelemään raskasta materiaalia
- En tiedä

6.21 Oletteko löytäneet ratkaisuja tiedon tuonnin ongelmatilanteisiin? Jos, niin millaisia?

Pitkä vastausteksti

Osio 34/43



## 6.3 Tiedon vienti 3DS Max-ohjelmasta eteenpäin

Kuvaus (valinnainen)

6.30 Missä formaateissa te olette tuottaneet 3DS MAX-ohjelmasta CAD-tietoa eteenpäin käytettäväksi jossain muussa ohjelmassa?

Pitkä vastausteksti

6.31 Onko tiedossanne, että 3DS Max-ohjelmasta eteenpäin siirtämässänne tiedossa olisi ollut vastaanottamis- tai hyödyntämisvaikeuksia? \*

 Kyllä Ei

Osio 35/43



## 6.4 Tiedon viennin ongelmia 3DS MAX-ohjelmasta

Kuvaus (valinnainen)

6.40 Onko tiedossanne tai osaatteko arvioida, miksi 3DS MAX-ohjelmasta viety tieto on tuottanut hankaluuksia? \*

 Ohjelmiston tai versioitten / kirjastojen epäyhteensopivuus Toimintakulttuureissa olevat erot tai osaamisen puute Käytössä olevan laitekannan riittämätön teho avaamaan ja käsittelemään raskasta materiaalia En tiedä

6.41 Oletteko löytäneet ratkaisuja alunperin hankaliin tiedonsiirtotilanteisiin?

Pitkä vastausteksti

Osio 36/43



## 7 Rhinoceros

Kuvaus (valinnainen)

7.00 Käytetäänkö työpaikallanne Rhinoceros-ohjelmaa? \*

 Kyllä Ei

## 7.1 Rhinoceros-ohjelman lisätiedot

Kuvaus (valinnainen)

7.11 Rhinoceros-ohjelman arvioitu käyttömäärä suhteessa henkilöstön kokonaistyöaikaan \*

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Hyvin vähäinen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Lähes yksinomainen

7.12 Versio tai versiot?

Pitkä vastauksetki

7.13 Käyttäjärjestelmä(t) Rhinoceros-työasemissa

Pitkä vastauksetki

7.14 Kauanko Rhinoceros-ohjelma on ollut käytössä työpaikallanne

Pitkä vastauksetki

7.15 Rhinoceros-työasemien määrä tällä hetkellä

Pitkä vastauksetki

7.16 Missä formaateissa teille on siirretty CAD tietoa, joka on peräisin muista ohjelmista ja olette hyödyntäneet sitä Rhinoceros-ohjelmassa?

Pitkä vastauksetki

7.17 Onko toisesta ohjelmasta siirretty CAD-tiedosto ollut aina helposti hyödynnettävissä Rhinoceros-ympäristössä? \*

- Kyllä
- Ei
- En tiedä



Osio 38/43



## 7.2 Tiedon tuonnin ongelmia Rhinoceros-ohjelmaan

Kuvaus (valinnainen)

7.20 Mitkä tekijät haittaavat toisesta ohjelmasta/versiosta tulevan tiedon tuomista Rhinoceros-ohjelmaan ja sen hyödyntämistä? Voit valita monta kohtaa. \*

- Ohjelmiston tai versioiden / kirjastojen tms. epäyhteensopivuus
- Inhimilliset tekijät, kuten toimintakulttuureissa olevat erot tai osaamisen puute
- Käytössä olevan laitekannan riittämätön teho avaamaan ja käsittelemään raskasta materiaalia
- En tiedä

7.21 Oletteko löytäneet ratkaisuja tiedon tuonnin ongelmatilanteisiin? Jos, niin millaisia?

Pitkä vastausteksti

Osio 39/43



## 7.3 Tiedon vienti Rhinoceros-ohjelmasta eteenpäin

Kuvaus (valinnainen)

7.30 Missä formaateissa te olette tuottaneet Rhinoceros-ohjelmasta CAD-tietoa eteenpäin käytettäväksi jossain muussa ohjelmassa?

Pitkä vastausteksti

7.31 Onko tiedossanne, että Rhinoceros-ohjelmasta eteenpäin siirtämässänne tiedossa olisi ollut vastaanottamis- tai hyödyntämisvaikeuksia? \*

- Kyllä
- Ei

Osio 40/43



## 7.4 Tiedon viennin ongelmia Rhinoceros-ohjelmasta

Kuvaus (valinnainen)

7.40 Onko tiedossanne tai osaatteko arvioida, miksi Rhinoceros-ohjelmasta viety tieto on tuottanut hankaluuksia? \*

- Ohjelmiston tai versioitten / kirjastojen epäyhteensopivuus
- Toimintakulttuureissa olevat erot tai osaamisen puute
- Käytössä olevan laitekannan riittämätön teho avaamaan ja käsittelemään raskasta materiaalia
- En tiedä

7.41 Oletteko löytäneet ratkaisuja alunperin hankaliin tiedonsiirtotilanteisiin?

Pitkä vastausteksti

Osio 41/43



## 8. Mahdolliset muut ohjelmat

Kuvaus (valinnainen)

8.00 Käytetäänkö työpaikallanne kyselyjen lisäksi merkittävässä määrin muita CAD/BIM/3D-ohjelmia?

- Kyllä
  - Ei
-



## 8.1 Muut ohjelmat

Kuvaus (valinnainen)

### 8.10 Muiden CAD/BIM/3D-ohjelmien nimiä ja versiotietoja \*

Pitkä vastausteksti

---

### 8.11 Kauanko muita ohjelmia on ollut käytössä työpaikallanne?

Pitkä vastausteksti

---

### 8.12 Missä formaateissa teille on siirretty työpaikanne sisältä tai ulkopuolelta CAD/BIM tietoa, joka on peräisin eri ohjelmista ja olette hyödyntäneet sitä em. muussa ohjelmassa (ohjelmissa)?

Pitkä vastausteksti

---

### 8.13 Onko näihin liittyen ilmennyt tiedonsiirtoon liittyviä hankaluuksia? Jos on, voitteko kuvailla niitä? \*

Pitkä vastausteksti

---

### 8.14 Onko edellisiin löytynyt ratkaisuja? Jos on, voitteko kuvailla niitä? \*

Pitkä vastausteksti

---



## Kiitos antamastanne arvokkaasta panoksesta tälle tutkimukselle!

Tulen tekemään lisää haastatteluja tämän kyselyn perusteella valikoituneille yrityksille. Jos haluatte välittää kyselyä yhteistyötahoillenne, kuten muille suunnittelutoimistoille tai vaikkapa viranomaisille, voitte toimittaa linkin <https://goo.gl/forms/ZdixLG0SVpqj3KE2> eteenpäin tavalla tai toisella.

### 9.00 Palautetta kyselyyn liittyen

Pitkä vastausteksti

---