



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU  
SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Miikka Irri

---

## Tietomallin hyödyntäminen pientalokohteessa

Opinnäytetyö

Kevät 2023

Insinööri (ylempi AMK), Rakentaminen



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

## Opinnäytetyön tiivistelmä

Tutkinto-ohjelma: Insinööri (ylempi AMK), Rakentaminen

Suuntautumisvaihtoehto: Rakennesuunnittelu

Tekijä: Miikka Irri

Työn nimi: Tietomallin hyödyntäminen pientalokohteessa

Ohjaaja: Marita Viljanmaa

Vuosi: 2023

Sivumäärä: 61

Liitteiden lukumäärä: 1

---

Opinnäytetyö käsittelee tietomallien hyödyntämistä pientalokohteissa. Tutkimuksessa selvitetään, miten Inspe Oy hyödyntää tietomalleja ja hyödynnetäänkö niitä riittävästi. Yritys on käyttänyt tietomalleja apunaan pientalojen suunnittelussa useita vuosia, mutta koskaan ei ole tarkemmin tutkittu, miten tietomalleja hyödynnetään.

Opinnäytetyössä kuvataan yrityksen nykytilaa ja sitä, miten tietomalleja tällä hetkellä hyödynnetään rakennus- ja rakennesuunnittelussa. Työssä tutkitaan myös tulevaisuuden vaatimuksia esimerkiksi uuden rakentamislain kannalta.

Tutkimuksessa toteutettiin sähköpostikysely yrityksen yhteistyökumppaneille ja asiakkaille. Kyselyn avulla pyrittiin selvittämään, miten tietomalleja tällä hetkellä hyödynnetään ja mitä hyviä tai huonoja asioita mallien käyttäjät niistä löysivät.

Tutkimuksen johtopäätöksenä huomataan, että tietomalli on hyvin vastaanotettu käyttäjien keskuudessa ja tervetullut lisä suunnitteluun, mutta yritys ei ole sitä aina hyödyntänyt. Lisäksi yrityksellä on mallin käyttöön liittyviä haasteita.

<sup>1</sup> Asiasanat: Tietomalli, BIM, MRL, arkkitehtimalli, rakennemalli

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

## **Thesis abstract**

Degree programme: Master's Degree Programme in Construction

Author: Miikka Irri

Title of thesis: The use of building information model in smaller residential building projects

Supervisor: Marita Viljanmaa

Year: 2023

Number of pages: 61

Number of appendices: 1

---

The focus of the thesis was to study the use of Building Information Models (BIM) in smaller residential building projects. The aim was to find how BIM was used in Inspe Oy's projects and if there could be more benefits from BIM. Inspe Oy is a small three-person design office based in Pirkanmaa. The company's main business is in structural design. The company has used BIM in its work for years but there has never been any actual research done about it.

The thesis shows how the company uses BIM at the moment but there are also the future requirements that need to be considered, for example the new building law that is being drafted at the moment including BIM-aspects.

An e-mail survey was made during the thesis for the contractors and the clients of Inspe Oy. The aim was to know how these users benefited from BIM and if there were any complaints of the models.

In conclusion, BIM is greatly welcomed and a nice addition to the regular 2D-plans, but the company needs to improve its ways to benefit from the BIM.

<sup>1</sup> Keywords: Building information model, BIM, MRL, architectural model, structural model

## SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä .....	2
Thesis abstract .....	3
SISÄLTÖ .....	4
Kuva-, kuvio- ja taulukkoluetelo .....	5
Käytetyt termit ja lyhenteet.....	7
1 Johdanto .....	8
1.1 Tutkimuksen tausta ja tavoite .....	8
1.2 Tutkimusmenetelmä .....	8
1.3 Yritysesittely .....	9
2 Tietomalli.....	12
2.1 Tietomallintamisen ohjeistus Suomessa .....	15
2.2 Arkkitehtimalli .....	16
2.3 Rakennemalli.....	18
2.4 Talotekniikkamallit .....	19
2.5 Tietomalli viranomaistoiminnassa.....	20
2.6 Perinteisen ja tietomallipohjaisen hankkeen eroja.....	22
3 Tietomallin hyödyntäminen pientalohankkeessa.....	24
3.1 Arkkitehtimalli .....	25
3.2 Rakennemalli.....	28
3.3 Rakenneanalyysimalli ja FEM-ohjelmat.....	32
3.4 Cetopo.....	34
3.5 BimX Viewer.....	36
4 Tutkimus ja tulokset.....	40
4.1 Tutkimuksen toteuttaminen .....	40
4.2 Kyselyn tulokset ja analysointi.....	41
4.3 Jatkotoimenpiteet .....	54
5 Yhteenveto ja pohdinta.....	56
LÄHTEET .....	58
LIITTEET .....	61

## Kuva-, kuvio- ja taulukkoluetelo

Kuvio 1. Inspe Oy:n tuotteiden osuus liikevaihdosta vuonna 2021. ....	10
Kuvio 2. Inspe Oy:n tilausten alueellinen jakautuminen vuonna 2022. ....	10
Kuvio 3. Erilaiset tietomallit projektissa. ....	14
Kuvio 4. Esimerkki arkkitehtimallista pientalokohteessa. ....	17
Kuvio 5. Esimerkki rakennemallista puurunkoisessa pientalokohteessa. ....	19
Kuvio 6. Esimerkki rakenne- ja talotekniikkamallin yhdistämisestä. ....	20
Kuvio 7. Esimerkki Archicadin valmiista rakennetyypeistä. ....	25
Kuvio 8. Rakennusaineet Archicadissa. ....	26
Kuvio 9. Ikkunaluettelo Archicadissa. ....	27
Kuvio 10. Renderöity kuva Archicad-mallista. ....	28
Kuvio 11. Esimerkki automaattitekstistä. ....	29
Kuvio 12. Esimerkki harkkotalon rakennemallista. ....	30
Kuvio 13. Kairausten päättymistaso ja paalut rakennemallissa. ....	31
Kuvio 14. Esimerkki automaattisesti päivittyvästä paalutustaulukosta. ....	31
Kuvio 15. Yksinkertainen mallinnus rakenneanalyysiä varten. ....	32
Kuvio 16. Esimerkki rakenneanalyysimallista Archicadissa. ....	33
Kuvio 17. SAF-mallista luotu mitoitus FEM-ohjelmassa. ....	34
Kuvio 18. Suunnittelija voi ladata haluamansa alueen Cetoposta. ....	35
Kuvio 19. Maastomalli tuotuna Archicadiin. ....	36
Kuvio 20. Näkymä BIMx-rakennemallista. ....	37

Kuvio 21. Elementin tiedot BIMx-rakennemallissa.....	38
Kuvio 22. Hypermalli BIMx Viewerissä.....	39
Taulukko 1. Perinteisen ja tietomallinnettavan hankkeen eroja .....	23

## Käytetyt termit ja lyhenteet

<b>2D-suunnitelma</b>	Suunnitelma, joka ei sisällä kolmiulotteista dimensiota
<b>3D-suunnitelma</b>	Suunnitelma, joka sisältää myös kolmiulotteisen dimension
<b>ARK</b>	Arkkitehtisuunnittelu
<b>BIM</b>	Building Information Model, rakennuksen tietomalli
<b>BIMx-malli</b>	Archicad-ohjelmistosta tallennettavan 3D-mallin tiedostomuoto
<b>CAD</b>	Tietokoneavusteinen suunnittelu
<b>DWG</b>	Tiedostotyyppi, jonka avulla siirretään 2D-elementtejä piirustusohjelmien välillä
<b>IFC</b>	Industry Foundation Classes, tietomallinnusohjelmistojen yhteinen tiedonsiirtomuoto
<b>LVI</b>	Lämpö, vesi, ilmastointi
<b>N2000</b>	Rakentamisessa käytettävä korkeusjärjestelmä
<b>Natiivimalli</b>	Sovellusohjelmistolla tallennettu tietomallimuoto, joka on luotettavasti avattavissa vain alkuperäisellä ohjelmistolla
<b>RAK</b>	Rakennesuunnittelu
<b>RT-kortisto</b>	Rakennusalan monipuolinen laatukortisto
<b>SAF</b>	Mallinnusohjelmasta tallennettava tiedostomuoto, joka tukee rakennanalyysiohjelmia
<b>YTV</b>	Yleiset tietomallivaatimukset, vallitseva tietomallintamisen ohjeistus Suomessa

# 1 Johdanto

## 1.1 Tutkimuksen tausta ja tavoite

Ajatus tutkimukselle muodostui vahvasta mielenkiinnosta tietomallintamista kohtaan. Rutiininomainen työskentely tietomallien parissa herätti kuitenkin kysymyksen: käyttääkö yritys tietomallia parhaalla mahdollisella tavalla? Osataanko yrityksen markkinoinnissa esitellä tietomallin hyödyt asiakkaalle ja urakoitsijalle riittävän hyvin? Osataanko tietomallia hyödyntää parhaalla mahdollisella tavalla ja osataanko tietomallin hyödyt jakaa edelleen tilaajalle? Miten yritys voisi kehittyä ja tarjota parempaa palvelua? Näihin kysymyksiin tutkimuksella pyritään etsimään vastausta. Tutkimuksen tarkoituksena on käsitellä Inspe Oy:n toimintaa ja Archicad-suunnitteluohjelmiston hyödyntämistä pientalojen kokonaisvaltaisessa suunnittelussa. Tutkimus käsittelee pientalojen rakennus- ja rakennesuunnittelua.

Tutkimuksen osana toteutettiin sähköpostikysely Inspe Oy:n asiakkaille ja yhteistyökumppaneille. Kyselyyn vastanneet olivat urakoitsijoita ja rakennushankkeeseen ryhtyviä. Kyselyn tarkoituksena oli selvittää, käyttävätkö tilaajat tietomallia hankkeen aikana ja tietävätkö osapuolet, miten tietomallia voisi hyödyntää. Samalla selvitettiin tarpeet ohjeistuksen laadintaan tietomallin käytöstä, sekä mahdolliset muutostarpeet yrityksen toimintaan.

Tietomallintamisesta on puhuttu jo pitkään rakennusalalla. Isommissa yrityksissä ja isoissa kohteissa mallintaminen onkin jo nykypäivää, mutta pienemmissä kohteissa välttämättä ei. Kokemuksemme mukaan pienemmissä kohteissa arkkitehtimalli tehdään usein 3D-mallintamalla, mutta siitä eteenpäin erityissuunnitelmat (LVI-, sähkö- ja rakennesuunnitelmat) tehdään yhä pelkästään 2D:nä. Nykypäivän pientalot ovat usein monimuotoisia ja arkkitehtonisesti näyttäviä, jolloin 3D-malleista olisi projektin onnistumisen kannalta suuri hyöty.

## 1.2 Tutkimusmenetelmä

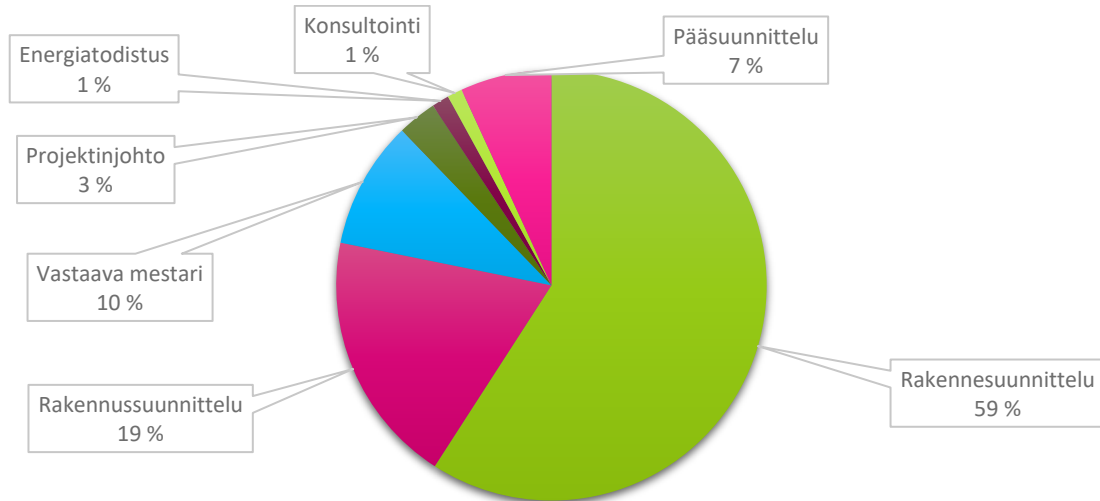
Työn osana toteutettu haastattelututkimus oli laadultaan empiirinen survey-tutkimus (Holopainen & Pulkkinen, 2013, s. 20). Empiirinen tutkimus on soveltavaa ja omaperäisempää tutkimusta verrattuna teoreettiseen tutkimukseen. Teoreettisen tutkimuksen tehtävänä on tuottaa uutta tieteellistä tietoa, kun empiirinen tutkimus on tarkoitettu käytännön tiedon hankintaan.

Tutkimuksen kysymykset olivat osaltaan sekä kvalitatiivisia että kvantitatiivisia (Holopainen & Pulkkinen, 2013, s. 21). Kvalitatiivisessa tutkimuksessa käytetään laadullisia muuttujia ja pyritään saamaan vastauksia kysymyksiin ”miksi?” tai ”miten?”. Kvantitatiivinen tutkimus taas selvittää vastausta kysymyksiin, kuten ”kuinka usein?” tai ”kuinka paljon?”. Kvantitatiivisen tutkimuksen vastaukset ovatkin siis numeerisesti määritettävissä.

Holopaisen ja Pulkkinen (2013, s.42) mukaan kyselylomakkeilla pyritään minimoimaan vastaajan ponnistelut, ja tähän auttavat esimerkiksi valmiiksi annetut vastausvaihtoehdot. Tärkeää kyselylomakkeessa on heidän mukaansa pystyä luomaan kysymykset sellaisiksi, että vastaaja on kykenevä ja halukas vastaamaan niihin. Valmiilla vastausvaihtoehdoilla voidaan myös nopeuttaa tulosten analysointia ja vähentää kysyjän tulkintavirheitä. Opinnäytetyön osana toteutetussa kyselyssä oli sekä vastausvaihtoehdollisia kysymyksiä että vapaasti vastattavia kysymyksiä.

### **1.3 Yritysesittely**

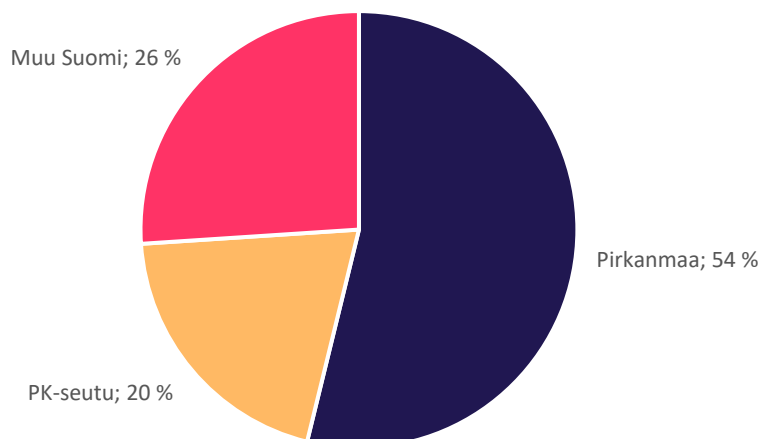
Inspe Oy on pirkanmaalainen vuonna 2011 perustettu kokonaisvaltainen insinööritoimisto (Inspe, 2023). Yrityksen molemmilla yrittäjillä on useamman vuoden kokemus pienkohteiden suunnittelusta ja valvonnasta. Kohteet ovat pääasiassa pienkohteita, mutta mukana on myös suurempia hankkeita, kuten rivitaloja ja aluerakentamista. Valtaosa kohteista on harkkora-kenteisiä tai puurankarunkoisia. Yrityksen liikevaihdosta suurin osa muodostuu rakennesuunnittelusta, mutta myös rakennussuunnittelu ja työnohjohtotehtävät ovat tärkeässä asemassa (kuvio 1).



Kuvio 1. Inspe Oy:n tuotteiden osuus liikevaihdosta vuonna 2021 (Inspe, 2022).

Yrityksen pääasiallinen toimialue on Pirkanmaa, mutta varsinkin rakennesuunnittelua tehdään ympäri Suomen. Kuviossa 2 esitetään vuonna 2022 yritykselle tulleiden tilausten jakaantuminen Pirkanmaan, pääkaupunkiseudun (Helsinki, Vantaa, Espoo ja Kauniainen) ja muun Suomen kesken.

#### Hankkeiden alueellinen jakautuminen vuonna 2022



Kuvio 2. Inspe Oy:n tilausten alueellinen jakautuminen vuonna 2022 (Inspe, 2022).

Yrityksellä on pitkä kokemus mallinnuspohjaisesta suunnittelusta. Yrityksen molemmat omistajat ovat aloittaneet suunnittelu-uransa Archicad-mallinnusohjelmalla, ja kyseinen ohjelma

on edelleen päivittäisessä käytössä. Archicadia käytetään lupapiirustusten tekemiseen ja rakennesuunnitteluun. Lähtökohtaisesti jokainen kohde mallinnetaan.

Inspe Oy työllistää tällä hetkellä kaksi yrittäjää ja yhden työntekijän. Yrityksen tavoite on olla nuorekas, ammattimainen ja helposti lähestyttävä insinööritoimisto.

## 2 Tietomalli

Rakennuksista on tehty pienoismalleja jo ennen tietokoneiden keksimistä (Jäväjä & Lehtoviita, 2016, s. 12). Pienoismallin tarkoituksena on havainnollistaa rakennuksen muotoa ja kokoa. Tietokoneella käsiteltävän tietomallin tarkoitus on osin sama, mutta myös paljon laajempi. Tietomalli sisältää objektien ja elementtien geometria- ja ominaisuustiedon sekä tietoa erilaisten osien välisistä liitoksista.

Tietomalleja voidaan hyödyntää rakennushankkeen eri vaiheissa, ja tietomallilla voidaan parantaa hankkeen laatua ja tuottavuutta huomattavasti (Jäväjä & Lehtoviita, 2016, s. 8). Tietomallia voidaan hyödyntää esimerkiksi kohteeseen perehdyttämisessä, määrälaskennassa, aikataulujen koordinoinnissa, eri suunnittelualojen suunnitelmien yhteensovittamisessa, rakenteiden sijaintitietojen käyttämisessä mittalaitteissa ja työturvallisuuden suunnittelussa.

Tietomallien päätavoitteita ovat (COBIM-kehittämishanke, 2012a):

- hankkeen päätöksenteon tukeminen
- osapuolten hankkeeseen sitouttaminen
- suunnitteluratkaisujen havainnollistaminen
- suunnittelualojen yhteensovittamisen helpottaminen
- lopputuotteen laadun parantaminen
- rakentamisaikaisen prosessien tehostaminen
- rakennusaikaisen turvallisuuden parantaminen
- hankkeen kustannus- ja elinkaarianalyysien tukeminen
- hankkeen tietojen siirtäminen käytönaikaiseen tiedonhallintaan.

Tietomallia hyödynnetään siis koko hankkeen elinkaaren ajan, lähtien suunnittelusta ja jatkuen aina kohteen ylläpitoon saakka.

Rakennushanke koostuu monista eri tietomalleista (kuvio 3). Hankkeen aikana tarvittavat tietomallit voidaan jakaa ryhmiin (Jäväjä & Lehtoviita, 2016, s. 18):

- lähtötieto- ja vaatimusmallit
- suunnittelumallit
- tuotantomallit

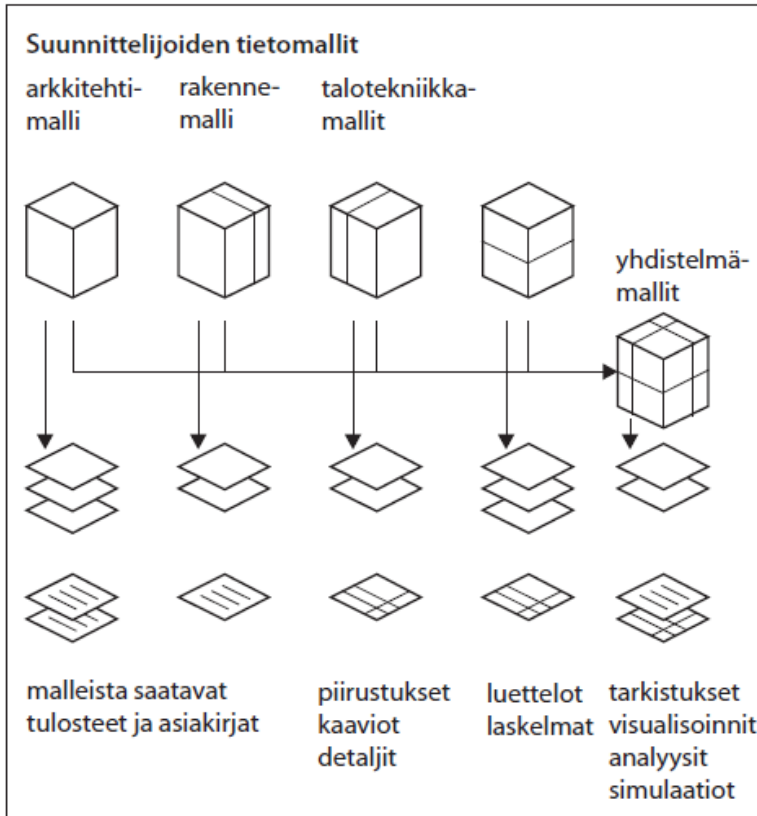
- ylläpitomallit.

*Lähtötieto- ja vaatimusmallissa* määritetään hankkeelle asetetut vaatimukset tilaajan näkökulmasta (COBIM-kehittämishanke, 2012a, s. 12). Se voi minimissään olla esimerkiksi listaus vaadituista tiloista ja niiden pinta-aloista. Vaatimusmallissa voidaan myös esimerkiksi asettaa hankkeelle energiankulutustarve tai vaikkapa vaatimus ääneneristyksistä eri tiloissa.

*Suunnittelumallit* ovat hankkeen keskeisessä osassa (Jäväjä & Lehtoviita, 2016, s. 20). Ne koostuvat eri alojen suunnittelijoiden tietomalleista. Arkkitehti tuottaa arkkitehtimallin, joka sisältää tilat ja rakennusosat. Rakennesuunnittelija tuottaa rakennemallin, joka sisältää kohteen kantavat rakenteet ja muut keskeiset erikseen sovitut ei-kantavat rakennusosat, kuten palokatkot ja eristeet. Talotekninen suunnittelija tuottaa talotekniikkamallin, joka sisältää talotekniset osat.

*Tuotantomallilla* tarkoitetaan työmaavaiheen tietomallia, johon on koottu eri suunnittelualojen tietomallit, kuten myös aluemalli ja muut käytettävissä olevat mallit (Jäväjä & Lehtoviita, 2016, s. 20). Tuotantomallia voidaan hyödyntää esimerkiksi työmaan putoamissuunnitteluun.

*Ylläpitomallia* voidaan hyödyntää esimerkiksi tukemaan rakennuksen kiinteistönpitoa (COBIM-kehittämishanke, 2012e, s. 5). Ylläpitomallilla voidaan ylläpitää kiinteistön huoltokirjaa ja helpottaa esimerkiksi jätehuollon suunnittelua. Jo nyt on olemassa kiinteistönpidon ohjelmistoja, jotka osaavat lukea tietomalleja automaattisesti ja näin helpottavat kiinteistönpitoa.



Kuvio 3. Erilaiset tietomallit projektissa (Rakennustieto, 2010, s. 5)

Jotta tietomallien käyttö hankkeessa olisi mahdollisimman kattavaa, tulee suunnittelijoiden mallintaa suunnitelmansa käyttäen niin sanottua avoimen tietomallintamisen periaatetta (Järvä & Lehtoviita, 2016, s. 20). Tämä yleisesti sovittu toimintatyyli mahdollistaa mallin hyödyntämisen monella eri suunnittelijalla riippumatta suunnittelijan käyttämästä suunnitteluohjelmasta. Talonrakennusalalla avoimen tiedonsiirron lähtökohtana käytetään IFC-standardia (Industry Foundation Classes). Eri IFC-malleista voidaan lopuksi koota kohteen yhdistelmämalli.

Hankekortti HT18 (Rakennustieto, 2017, s. 5) kuvaa rakennuskohteen ja suunnittelutehtävän lähtötietoja suunnittelutarjouksen laatimista varten. Kortissa on jaoteltu suunnittelun eri vaatimustasot:

1. Suunnittelu tehdään CAD-ohjelmistolla 2D-pohjaisesti. Suunnittelussa ei käytetä 3D-ominaisuuksia ollenkaan.
2. Suunnittelu tehdään CAD-ohjelmistolla 3D-pohjaisesti. Suunnittelussa käytetään 3D-ominaisuuksia, jotka täydennetään piirustusmerkinnöillä. 3D-mallia hyödynnetään lähinnä havainnollistamaan suunnitelmia.

3. Suunnittelu tehdään CAD-ohjelmistolla tietomallipohjaisesti. 3D-malli sisältää muutakin tietoa kuin visuaalisen tiedon. Mallia voidaan käyttää toiminnallisten ominaisuuksien arviointiin. Näitä ovat esimerkiksi energia, valaistus, ilmanvaihto tai akustiikka. Malli on laadittu siten, että sitä voidaan jakaa eteenpäin muille suunnittelijoille IFC-muodossa.

Tietomallihankkeessa suunnittelutyötä tehdään suunnittelijoiden taholla itsenäisesti ja omien aikataulujen mukaan (Rakennustieto, 2010, s. 5). Hankkeen aikana päätöksenteon kriittisissä pisteissä eri suunnittelijoiden laatimat suunnittelumallit yhdistetään yhdistelmämalliksi. Yhdistelmämallilla voidaan tehdä suunnitelmien päällekkäisyys-, törmäys- ja ristiintarkastamiset. Tarkastuksissa havaitut puutteet tehdään aina suunnittelijan omaan tietomalliin, jonka jälkeen muodostetaan uusi yhdistelmämalli.

Yleisenä ohjeena hankkeen eri tietomalleissa on, että jaettaessa suunnittelukohtaisia tietomalleja, ne eivät saa sisältää muiden suunnitteluosien malleja, vaikka niitä olisi käytetty referenssimalleina (COBIM-kehittämishanke, 2012a, s. 6). Kyseisen suunnittelualan tietomalli saa siis sisältää vain sen alan suunnittelijan tuottamia mallinnusosia.

## 2.1 Tietomallintamisen ohjeistus Suomessa

Suomessa vallitsevana ohjeistuksena tietomallintamiselle on *Yleiset tietomallivaatimukset 2012* (jatkossa YTV 2012) (buildingSMART Finland, 2022). Ohjeistusta ylläpitää buildingSMART Finland, joka on useiden alan eri osapuolien muodostama yhteistyöfoorumi.

Julkaisusarja sisältää 14 eri julkaisuosaa (COBIM-kehittämishanke, 2012a, s. 5). Julkaisusarja on laajan kehittämishankkeen tulos, johon on osallistunut monia tahoja, kuten eri kaupunkeja ja insinööritoimistoja. Hanke on toteutettu vastaamaan vaatimukseen nopeasti kehittyvästä tietomallintamisesta rakennusalalla.

Omina ohjekokonaisuuksina ovat TaloGEO, YIV (Yleiset inframallivaatimukset), YTV (Yleiset tietomallivaatimukset) ja Vesihuolto. Yleiset tietomallivaatimukset pitävät sisällään talonrakentamisen tietomallintamisen ohjeistuksen. Ohjeistus on laadittu palvelemaan isomman rakentamisen projekteja, mutta sitä voidaan hyvin soveltaa myös pienkohteissa. Yleiset tietomallivaatimukset 2012 kattavat uudis- ja korjausrakentamiskohteet, sekä rakennusten käytön

ja ylläpidon (COBIM-kehittämishanke, 2012a, s. 5). Vaatimuksissa esitetään vähimmäisvaatimukset mallinnukselle.

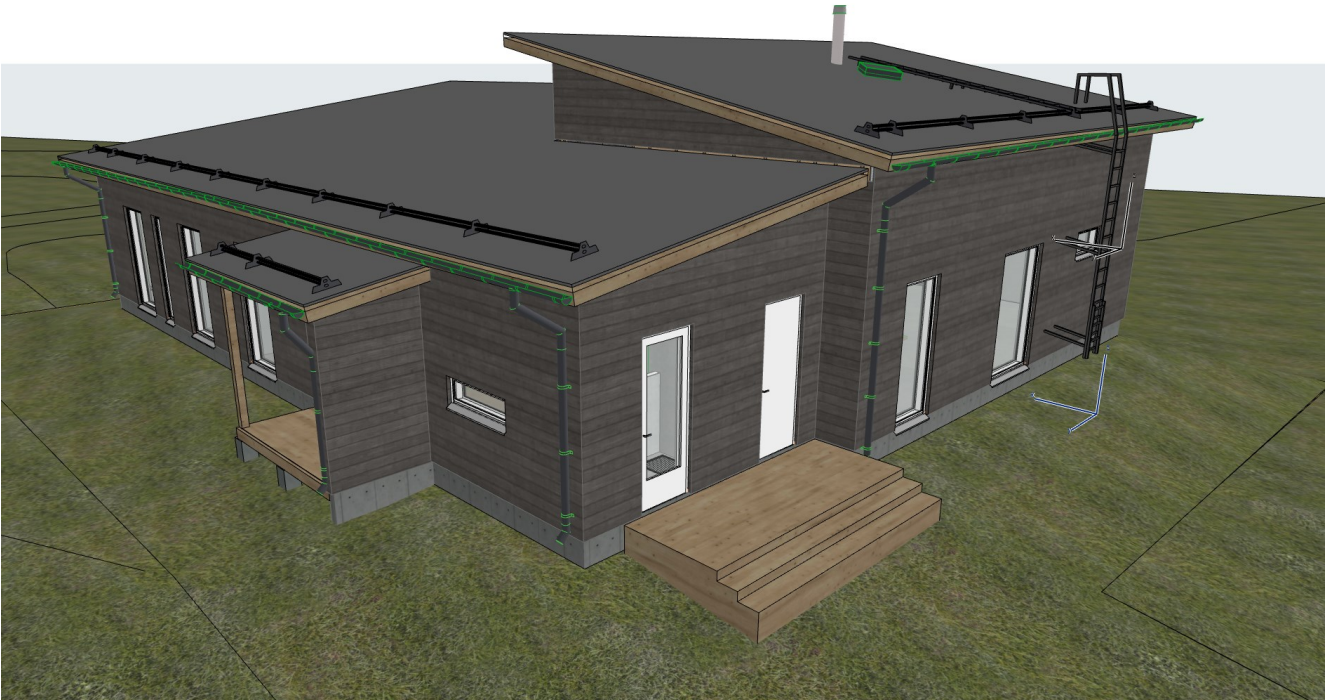
Syksyllä 2020 buildingSMART Finland julkaisi julkilausuman YTV 2012 -julkaisujen päivityksestä (buildingSMART Finland, 2020). Lausumassa todettiin, että YTV 2012 -tietomallivaatimukset ovat kestäneet hyvin aikaa, mutta niiden päivityksen aika on nyt, eikä virheitä voi enää korjata pienellä muutoksella. Julkilausumassa todettiin, että hanke tarvitsee valtiollista tukea ja lausuman oli allekirjoittanut 89 eri yritystä.

4.12.2021 ympäristöministeriö sitoutuikin edistämään YTV 2020 -hanketta (Kallinen, 2021). Kallisen mukaan ministeriön sitoutuminen hankkeeseen on koko rakennusalan kannalta merkityksellistä ja nostaa suuresti hankkeen arvoa. Ensimmäisenä hankkeessa päivitetään YTV 2012 osa 14 Tietomallien hyödyntäminen rakennusvalvonnassa. Uudistuksen avulla tietomallivaatimukset tuodaan kansainvälisesti päivittyneelle tasolle ja samalla vahvistetaan suomalaista osaamista tietomallintamisen parissa.

Tässä opinnäytetyössä käsitellään kuitenkin YTV 2012-ohjeistusta, sillä YTV 2020 ei ollut vielä saatavilla.

## **2.2 Arkkitehtimalli**

Tietomallipohjaisessa suunnitteluprosessissa arkkitehtimalli on pakollinen ja se on hankkeessa keskeisessä osassa (COBIM-kehittämishanke, 2012b, s. 5). Arkkitehtimallin tulee olla laadittu teknisesti oikein, jotta mallia voidaan parhaalla mahdollisella tavalla hyödyntää muussa suunnittelussa. Arkkitehtimallin pohjalta tehdään usein myös muita analyysejä ja simulaatioita. Kuviossa 4 on esimerkki pientalon arkkitehtimallista.



Kuvio 4. Esimerkki arkkitehtimallista pientalokohteessa (Inspe, 2022).

Arkkitehtimalli tulee laatia käyttämällä mallinnusohjelman kyseisen rakenneosan mallintamiseen tarkoitettua työkalua: seinät tulee mallintaa seinätyökalulla, pilarit pilarityökalulla jne. (COBIM-kehittämishanke, 2012b, s. 5). Hankkeen osapuolet voivat yhdessä sopia käytännöistä, mikäli näin ei pystytä toimimaan. Oikeiden työkalujen käyttäminen on tärkeää, sillä usein niiden esiasetukset on laadittu siten, että tarvittava tieto rakenneosasta siirtyy muiden osapuolten ohjelmistoihin oikeassa muodossa (IFC-mallin siirto).

Arkkitehti määrittää projektin sijainnin koordinaatistoon (COBIM-kehittämishanke, 2012b, s. 5). Rakennus tulisi mallintaa lähelle projektin origoa. Rakennuksen mallintamista todelliseen kunnan koordinaatistoon ei suositella, sillä koordinaatit sijaitsevat usein etäällä projektin origosta. Korkeusasemaltaan rakennukset tulee mallintaa kunnan oikeaan korkoon.

Arkkitehtimallin mallintamisen tarkkuustasot voidaan eritellä karkeasti kolmeen eri luokkaan (COBIM-kehittämishanke, 2012b, s. 7):

Taso 1: Tavoitteena on saavuttaa suunnittelijoiden välinen kommunikaatio ja suunnitelmien yhteensovittaminen. Sijainti ja geometria on mallinnettu vaatimusten mukaisesti, rakennusosat on nimetty kuvaavasti.

Taso 2: Tavoitteena on tuottaa mallista energia-analyysyjä ja valmisteluvaiheen määrälaskentaa. Samat vaatimukset kuin tasossa yksi mutta erilliset rakenneosat on mallinnettu tarkemmin siten, että niiden määrätieto saadaan mallista. Esimerkiksi pilarien ja palkkien määrälisäykset.

Taso 3: Tavoitteena on tuottaa mallista työmaan aikataulutusta ja työmaahankinnat. Sisältää esimerkiksi ikkuna- ja oviuettelot ja muut tarkemmat määrätiedot.

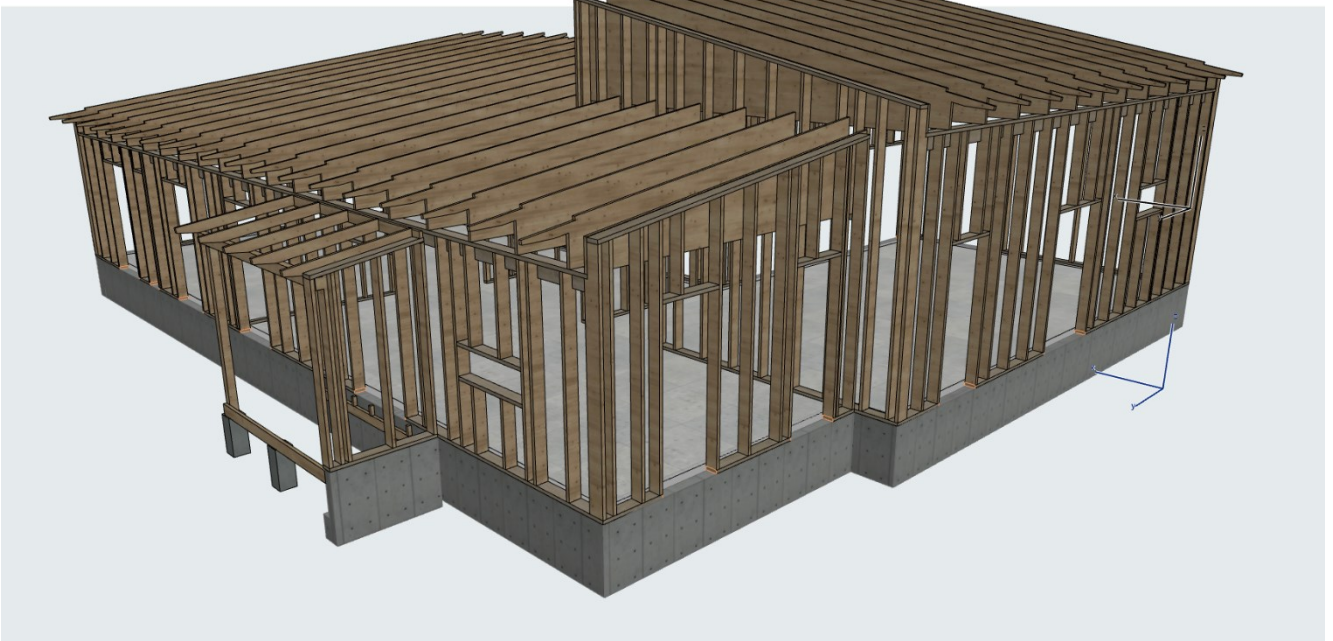
### 2.3 Rakennemalli

Rakennemallissa mallinnetaan kaikki kantavat rakenteet, sekä erikseen sovitut ei-kantavat rakenteet, joiden koolla ja sijainnilla on merkitystä muille suunnittelijoille (esimerkiksi LVI-suunnittelijan tulee tietää, missä tasossa palonsuojalevytyks sijaitsee jne.) (Yleiset tietomallivaatimukset 2012, osa 5, s. 6). Rakenteita mallinnettaessa tulee varmistaa, että niiden sijainti, nimi ja muut geometriatiedot tallentuvat oikein IFC-malliin. Rakennemallissa tulee noudattaa samaa ajatusta kuin arkkitehtimallissa eri elementtien mallinnustyyleistä: seinä seinänä ja pilari pilarina.

Rakenteet mallinnetaan niihin kerroksiin, joissa rakenteet sijaitsevat (COBIM-kehittämishanke, 2012d, s. 7). Rakenteet tulee mallintaa sellaisina kuin ne todellisuudessa ovat. Esimerkiksi kahden kerroksen pilari tulee mallintaa kahden kerroksen korkuisena, ja sen sijoituskerros tulee olla alempi kerros tai se kerros, mistä pilari lähtee. Kussakin kerroksessa tulee näkyä sen kerroksen kantavat rakenneosat ja kerrostason yläpuoliset kantavat rakenneosat (esimerkiksi välipohja tai kattoristikot).

Rakennemallista voi olla projektin eri vaiheessa eri tasoisia malleja, jotka palvelevat hankkeen eri vaiheita (COBIM-kehittämishanke, 2012d, s. 9–11). Aluksi luodaan vaatimusmalli, joka voi sisältää esimerkiksi tilaajan asettamia lähtötietoja ja velvoitteita. Ehdotussuunnitteluvaiheessa rakennesuunnittelija arvioi arkkitehdin suunnitelmien toteutettavuutta. Yleissuunnittelussa valittu ehdotussuunnitelma kehitetään toteutuskelpoiseksi. Tässä vaiheessa tutkitaan myös talotekniikan vaatimukset ja kantavien rakenteiden sovittaminen. Hankintoja palvelevassa suunnittelussa malli on siinä vaiheessa, että siitä voidaan luoda esimerkiksi tarjouspyyntöasiakirjoja. Toteutussuunnittelu sisältää tarkempaa detaljitietoa ja toteutukseen käytettäviä dokumentteja. Lopuksi laaditaan tarvittaessa toteutumamalli, mikäli rakentamisen aikana on muodostunut muutostarpeita. Usein rakennemalli on kuitenkin jo niin ajan tasalla,

että lopullisen toteutumamallin laatiminen ei ole iso työ. Kuviossa 5 on esimerkki rakennemallista.



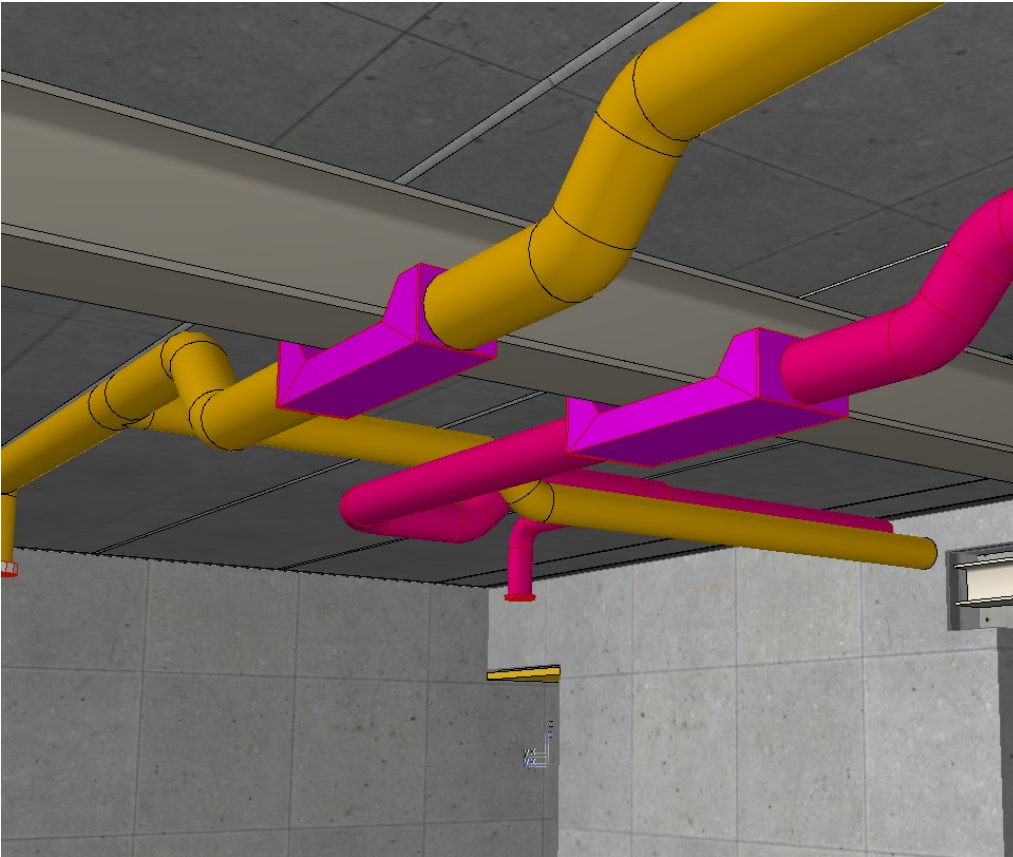
Kuvio 5. Esimerkki rakennemallista puurunkoisessa pientalokohteessa (Inspe, 2022).

## 2.4 Talotekniikkamallit

Talotekniikkasuunnittelu, kuten muut suunnittelualat, muodostuu erilaisista suunnitteluvaiheista (COBIM-kehittämishanke, 2012c, s. 7). Ehdotus- ja yleissuunnitteluvaiheessa talotekninen suunnittelija luo riittävät tiedot muiden suunnittelualojen avuksi. Tässä vaiheessa ei ole tarvetta luoda koko rakennuksen laajuista järjestelmämallia, vaan tarkoituksena on keskittyä järjestelmävalintoihin ja esimerkiksi tilavarauksiin. Toteutussuunnitteluvaiheessa luodaan koko hankkeen kattava järjestelmämalli.

Rakennesuunnittelija ja talotekninen suunnittelija sopivat keskenään kohteen tietomallipohjaisen reikä- ja varaussuunnitelman laadinnasta (COBIM-kehittämishanke, 2012d, s. 15). Rakennesuunnittelija toimittaa talotekniselle suunnittelijalle rakennemallin IFC-muodossa, jonka jälkeen talotekninen suunnittelija määrittää tietomallipohjaiset läpiviennit. Rakennesuunnittelija tarkastaa läpivientien sijainnit ja tarvittaessa pyytää taloteknistä suunnittelijaa muuttamaan niitä, mikäli niitä ei ole rakenteellisesti mahdollisia toteuttaa. Yhdistämällä RAK-, ARK-

ja talotekniikkamallit voidaan törmäystarkastelun avulla helpottaa läpivientien sovittamista (kuvio 6).



Kuvio 6. Esimerkki rakenne- ja talotekniikkamallin yhdistämisestä (Inspe, 2023).

## 2.5 Tietomalli viranomaistoiminnassa

Hallitus on jättänyt eduskunnalle esityksen uudistetusta rakentamislaita syyskuussa 2022 (Hallituksen esitys eduskunnalle rakentamislaitiksi ja siihen liittyviksi laeiksi 139/2022). Uuden lain päätavoitteita ovat rakentamisen hiilineutraalisuus, ilmastonmuutoksen huomioon ottaminen, rakentamisen laadun parantaminen ja digitalisaation edistäminen. Rakennusviranomaisen työtä pyritään sujuvoittamaan ja lupaprosessia yksinkertaistamaan.

Digitalisaatio ja tietomallit ovat tärkeässä roolissa uudessa rakentamislaitissa (Hallituksen esitys eduskunnalle rakentamislaitiksi ja siihen liittyviksi laeiksi 139/2022, s. 1). Esitetyn lain mukaan lupaprosessi perustuisi valtakunnallisesti tietomalleihin. Rakennuslupa haettaisiin suunnitteluvaiheen suunnitelmamallilla, joka mahdollistaisi myös virtuaalisen todellisuuden hyödyntämisen rakennusviranomaiselle. Loppukatselmuksen yhteydessä toimitettava toteutumamalli antaisi perustan toteuttaa valtakunnallinen rakennetun ympäristön ajantasainen

tietojärjestelmä. Toteutumamalli sisältäisi rakennuksen kaikki suunnitelmat (lupa-, rakenne- ja talotekniikkasuunnitelmat) ja olisi hyvä pohja rakennuksen tuleville peruskorjauksille (mts. 29).

Esityksen mukaan tietomalli edesauttaisi myös ilmastonmuutoksen torjunnassa (Hallituksen esitys eduskunnalle rakentamislainsiksi ja siihen liittyviksi laeiksi 139/2022, s. 29). Uudet työkalut auttaisivat rakennusten hiilijalanjäljen laskennassa, ja rakennuksen elinkaarta olisi helppompaa simuloida lisätyn todellisuuden avulla.

Vantaan kaupunki toteutti vuonna 2018 KIRA-digi-hankkeen, jonka tarkoituksena oli määrittää tietomallilla haettavalle rakennusluvalla yhtenäistä standardia (KIRA-digi, 2018). Hankkeessa käsiteltiin rakennusluvahan hakua ja erityissuunnitteluvaihetta. Tavoiteltavina hyötyinä oli vähentää suunnittelijan ja viranomaisen työmäärää rakennusprosessin aikana ja nopeuttaa rakennuslupaprosessia. Hankkeen tuloksina todettiin, että tietomallipohjainen viranomais-toiminta vaatii eri osapuolten koulutusta. Myös uusien säädösten tulee ottaa huomioon tietomallipohjainen tarkastelu. Asemakaavamääräysten sisällöllinen moninaisuus hankaloittaa kone-luettavuutta. Uudet asemakaavat tulisi laatia tietomallipohjaisina.

Käytännön kokeiluissa tietomallia on jo käytetty rakennusluvahan hakemiseen, kun keväällä 2021 Järvenpään rakennusvalvonta hyväksyi tietomallilla jätetyn rakennusluvahan ensimmäisenä rakennusvalvontana Suomessa ja koko maailmassa (Järvenpään kaupunki, 2021). Tietomalli sisälsi kaikki tiedot rakennuksen rakennetyypeistä, materiaaleista ja tiloista. Malli toimitettiin valvontaan IFC-muodossa ja se tarkastettiin automaattisesti Solibri Model Checker -ohjelmistolla.

Hankkeen pääsuunnittelijan Roope Syvälahden (2021) mukaan hanke onnistui hyvin ja tietomallinnus ei juuri lisännyt työn määrää. Hänen mukaansa rakennuslupa haettiin PDF-piirustusten ja IFC-mallin avulla. PDF-piirustukset olivat rakennusluvahan liitteenä lakisyistä ja täydentämässä tietomallia. Mallintarkastusohjelmalla tarkastettiin määräysten täyttyminen. Esimerkiksi vaatimus ikkunapinta-alasta huoneissa voitiin tarkastaa automaattisesti. Rakennus oli tietomallissa sijoitettu virtuaalisesti todelliseen ympäristöönsä ja kaupunkikuvan tarkastaminen rakennusvalvonnan kanssa oli huomattavasti nopeampaa ja helpompaa kuin vain 2D-piirustusten avulla.

Hyvinkään ja Järvenpään johtavan rakennustarkastajan Jouni Vastamäen (2021) mukaan heidän rakennusvalvonnassaan on käytetty tietomalleja jo monenlaisissa eri projekteissa. Tietomalleja on hyödynnetty muun muassa erilaisten lautakuntien lausuntokierroksilla. Osa lautakunnista on antanut lausuntonsa pitkälti vain tietomallien pohjalta. Hänen mukaansa rakennuslupaa haettaessa tietomallin on sisällettävä kaikki se tieto, mitä pääpiirustuksissakin on.

## 2.6 Perinteisen ja tietomallipohjaisen hankkeen eroja

Tietomallinnettava rakennushanke -RT-kortti (Rakennustieto, 2010) kuvaa perinteisen hankkeen ja tietomallinnettavan hankkeen eroja projektin aikana häviävän tiedon avulla. Tietoa häviää perinteisessä hankkeessa merkittävästi enemmän kuin tietomallinnettavassa hankkeessa. Tiedon häviäminen perustuu siihen, että perinteisessä hankkeessa tiedon siirtyessä hankevaiheesta toiseen, joudutaan tieto muokkaamaan aina uuteen muotoon. Tietomallinnettavassa hankkeessa taas kerran digitaaliseen muotoon siirretty tieto säilyy koko hankkeen elinkaaren ajan ja se on helposti ja täydellisesti uudelleen käytettävissä.

Tietomallinnettavassa hankkeessa eri osapuolten välinen kanssakäyminen on joustavaa ja läpinäkyvää (Al Hattab & Hamzeh, 2013, s. 762). Perinteisesti suunnittelutyössä on totuttu työskentelemään omissa poteroissa, ja tiedon jakaminen on epäselvää ja sotkeutunutta. Suunnittelija on tottunut tekemään oman työnsä ja toimittamaan 2D-piirustukset eteenpäin, kun samaan aikaan toisen alan suunnittelija saattaa joutua odottamaan näitä piirustuksia. Tietomallinnettavassa hankkeessa taas luonnostasoiset tietomallit yhdistetään jo projektin varhaisessa vaiheessa ja jokaisella suunnittelijalla on ajantasainen käsitys hankkeesta (mts. 767).

Tietomallinnettavan projektin onnistuminen perustuukin siis hankkeen osapuolten avoimuuteen ja yhteistyöhön (Rakennustieto, 2010, s.1). Hankkeen osapuolilta vaaditaan kehitysmyönteistä asennetta. Hankevaiheet limittyvät, ja sovituisissa pisteissä hankkeen mallit yhdistetään. Tällä voidaan parantaa hankkeen onnistumista. Taulukossa 1 on listattu perinteisen rakennushankkeen ja mallintavan suunnittelun eroja.

Taulukko 1. Perinteisen ja tietomallinnettavan hankkeen eroja (Rakennustieto, 2010)

	<i>Perinteinen suunnittelu</i>	<i>Mallintava suunnittelu</i>
Tiimit	Hajautuneita, tottuneet toimimaan yksin, painottavat osapuolten välistä työnjakoa.	Painottavat yhteistyökykyä, perustuvat eri osapuolten osaamisen yhdistämiseen.
Prosessit	Vaiheittaisia, eriytyneitä. Tietoa jaetaan vain sen pyytäjille.	Samanaikaista, päällekkäistä. Tietoa jaetaan avoimesti sen tarvisijoille.
Riskit	Kohdistuvat yksittäisiin osapuoliin.	Kohdistuvat kaikkiin osapuoliin ja jaetaan tarkoituksenomaisesti.
Hyödyt ja voitot	Mahdollisimman paljon hyötyä itselle mahdollisimman pienellä vaivalla.	Mallintaminen hyödyntää kaikkia, toiminta on arvope- rusteista.
Kommunikaatio	Piirustus pohjainen.	Tietomallipohjainen.
Sopimukset	Kannustavat yksipuoliseen toimintaan, pyrkivät kohdentamaan riskejä.	Kannustavat yhteistyöhön, edistävät avointa tiedonjakoa.

### 3 Tietomallin hyödyntäminen pientalohankkeessa

Inspe Oy:n tietomalliosaaminen on keskittynyt Archicad-ohjelmistoon. Archicad mielletään usein arkkitehdin työkaluksi, mutta ei niinkään rakennesuunnittelijan. Varsinkin ison rakentamisen puolella tämä on varmasti totta, ja suurissa suunnittelutoimistoissa tuskin tunnustetaan Archicadia rakennesuunnitteluohjelmistoksi. Tämä johtuu varmasti sen puutteellisista ominaisuuksista esimerkiksi elementtisuunnittelussa. Esimerkiksi Vertexin tai Cadmaticin suunnitteluohjelmissa elementtiluetteloiden laatiminen on tehty helpoksi ja nopeaksi. Teräs- ja betoni-rakentamisen puolella taas Tekla on hallitsevassa osassa. Inspe Oy:n liikevaihto ei tois-  
taiseksi ole muodostunut elementtikohteista tai isommista teräsrunkoisista kohteista.

Inspe Oy:n yrittäjien suurin työkokemus on kertynyt Archicadin käytöstä harkkorunkoisissa pientaloissa. Sellaisiin kohteisiin ohjelmisto on soveltunut hyvin. Rungon mallintaminen käy nopeasti, sillä harkkorungon määrätietoa voidaan käsitellä pinta-aloittain. Tästä johtuen jokaista harkkoa ei tarvitse mallintaa erikseen. Monimuotoisten kivitalojen rungon hahmottaminen on helppoa 3D-mallintamalla ja virheiden määrä suunnitelmissa vähenee. Leikkausten ja detaljien luominen on helppoa ja nopeaa mistä kohdasta tahansa.

Nykyään liiketoiminnassa ovat lisääntyneet myös puurankarunkoiset pienkohteet. Rankarungon mallintaminen on työläämpää, sillä jokainen kantavan rungon pilari ja palkki mallinnetaan. Rankarungon mallintamiseen on olemassa Archicadiin saatava lisäosa Archiframe. Archiframea ei ole tällä hetkellä käytössä Inspe Oy:llä, mutta lisäosan mahdollisuuksia on tarkoitus tutkia.

Inspe Oy tarjoaa asiakkailleen rakennesuunnittelun valmistuttua rakennemallin, jossa esite-  
tään rakennuksen kantava runko. Malli tarjotaan ajatuksella, että rungon rakentaja voi hyö-  
dyntää mallia työmaalla. Arkkitehtisuunnittelun valmistuttua toimitetaan arkkitehtimalli. Siitä,  
kuinka usein urakoitsija tai tilaaja käyttää mallia hyväkseen, ei ole ollut tutkittua dataa ennen  
tämän opinnäytetyön tekemistä. Inspe Oy:llä ei myöskään ole olemassa ohjeistusta mallin  
käytöstä.

Puurungon kantavista rakenteista tarjotaan määräluettelot. Luettelot on luotu Archicadiin, ja  
ne muodostuvat automaattisesti edellyttäen, että suunnittelija mallintaa yhteisesti sovitulla ta-  
valla. Yrityksellä on tarkoitus jatkojalostaa määräluetteloita siten, että tilaajalle voidaan tarjota  
entistä laajempaa dataa.

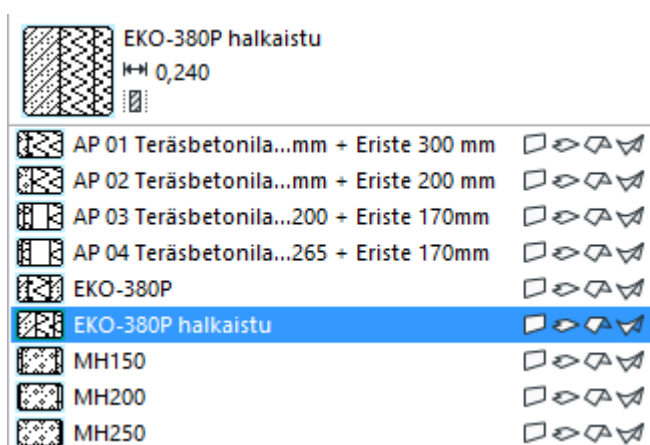
Nämä asiat kuvaavat yrityksen nykytilaa ja tietomallintamisen hyödyntämistä. Tulevaisuus voi tuoda mukanaan tarpeen muuttua ja kehittyä. Tulevaisuuden vaatimukset esimerkiksi rakennuksen hiilijalanjäljessä ja rakennusluvan hakemisessa tietomallilla vaativat yritykseltä uuden oppimista ja kehittymistä.

Seuraavassa tarkastellaan, miten eri tietomalleja hyödynnetään Inspe Oy:n päivittäisessä työskentelyssä.

### 3.1 Arkkitehtimalli

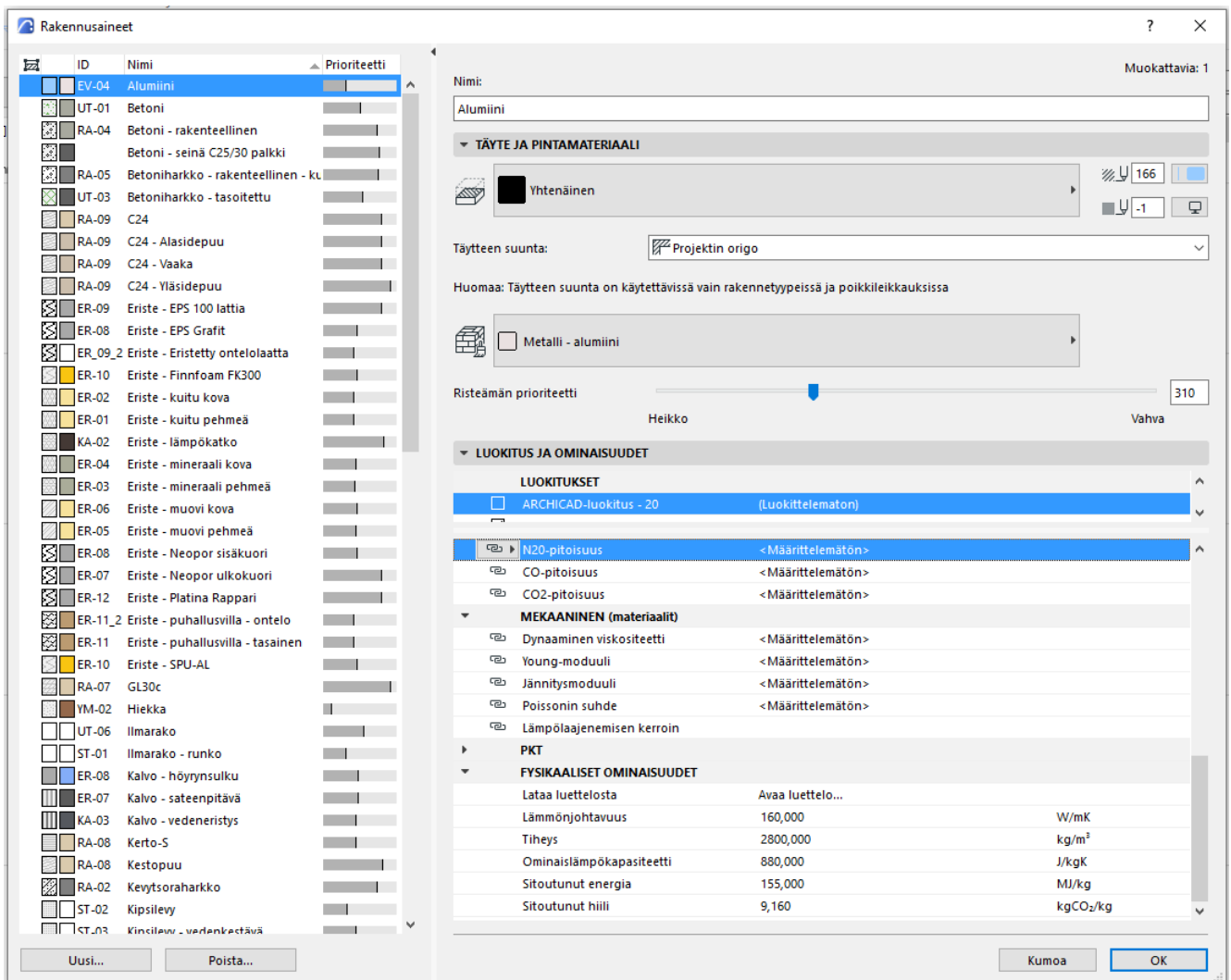
Inspe Oy:ssä jokainen kohde mallinnetaan. Suunnittelu aloitetaan tyhjälle Archicad-aloituspohjalle. Aloituspohjat on luotu yritykselle sopivaksi, ja samaa aloituspohjaa voidaan käyttää rakennus- ja rakennesuunnittelukohteeseen. Aloituspohjat sisältävät hyväksi havaitut asetukset ja esimerkiksi valmiita rakennetyyppejä (kuvio 7). Mitä laajempi ja valmiimpi aloituspohja on, sitä nopeampaa on itse suunnittelutyön aloittaminen. Aloituspohja on jatkuvan päivityksen alla ja siihen lisätään tarvittavia asioita sitä mukaa, kun niitä huomataan.

Suunnittelija mallintaa kohteen käyttäen Archicadin omia työkaluja. Seinä-, laatta-, katto- ja kuorityökalu voivat sisältää monikerroksisia, rakennusaineista koottuja rakennetyyppejä. Pilarityökalulla voidaan luoda kaksirakenteinen elementti, esimerkiksi pilariharkko (muodostuu harkon kuoresta ja valettavasta betoniosasta). Suunnittelija luo tarvittaessa uusia rakennetyyppejä.



Kuvio 7. Esimerkki Archicadin valmiista rakennetyypeistä (Inspe, 2022).

Archicadin toiminnassa on viime aikoina panostettu rakennusaineisiin ja siihen, että jokainen rakennetyyppi koostuu erilaisista rakennusaineista. Kuten kuviosta 8 nähdään, on rakennusaineille annettavissa monia erilaisia tietoja ja ominaisuuksia, joita voidaan myös taulukoida ja laskea. Rakennusaineen 2D-täytettä ja viivakyniä voidaan helposti muokata näkymän kautta, jolloin asetukset astuvat voimaan kaikkialla, missä kyseistä rakennusainetta on käytetty (pohjat, leikkaukset ja julkisivut). Tämä nopeuttaa suunnittelijan toimintaa.



Kuvio 8. Rakennusaineet Archicadissa (Inspe, 2022).

Jokaisesta mallinnetusta elementistä voidaan ottaa automaattisesti päivittyviä leikkauksia ja julkisivuja. Näitä näkymiä täytetään 2D-työkaluilla, kuten mitat, tekstit ja selitteet. Elementistä koostuva malli luo kuitenkin pohjan kaikelle ja nopeuttaa työskentelyä. Jokaista viivaa ja täytettä ei tarvitse piirtää erikseen. Näistä automaattisesti päivittyvistä näkymistä muodostuu pientalon pääpiirustussarja eli pohjakuvat, julkisivut ja leikkaukset.

Arkkitehtimallista voidaan luoda monenlaisia hyödyllisiä luetteloita ja taulukoita. Esimerkiksi vyöhykeluettelon avulla voidaan määrittellä lupapiirustuksissa tarvittavat rakennuksen pinta-alat ja tilavuudet helposti. Kuviossa 9 näytetään Archicadista saatava ikkunaluettelo. Ikkunaluettelo voidaan toimittaa asiakkaalle, mikä helpottaa esimerkiksi tarjousten pyytämistä.

Elementin ID	AR Kaakkoon	AR Kaakkoon	AR Koilliseen
Dynaaminen ID luokituksen mukaan	Ikkuna -AR Kaakkoon	Ikkuna -AR Kaakkoon	Ikkuna -AR Koilliseen
Aukon nimi	Ikkuna PK21	Ikkuna PK21	Ikkuna PK21
Määrä	1	2	1
Koko l x k	500×2 300	1 200×2 300	1 000×2 300
Kätisyys	V	O	V
Alareunan korko	0	0	0
Yläreunan korko	2 300	2 300	2 300
2D-sym boli			
3D-takakuva			
Paloluokitus	<Määrittelemätön>	<Määrittelemätön>	<Määrittelemätön>
Lämmönsiirtokyky [W/m²K]	<Määrittelemätön>	<Määrittelemätön>	<Määrittelemätön>
Ääneneristävyy s	<Määrittelemätön>	<Määrittelemätön>	<Määrittelemätön>

Kuvio 9. Ikkunaluettelo Archicadissa (Inspe, 2022).

Arkkitehtimallissa suurin tietomallin tarjoama hyöty liittyy mallin visuaalisuuteen. Asiakkaalle toimitettava arkkitehtimalli avaa kohteen aivan eri tavalla kuin paperilta katsottavat 2D-piirustukset. Esimerkiksi keittiön tai makuuhuoneen todellinen tilantarve avautuu paremmin, kun malliin voidaan sijoittaa keittiön saareke tai todellinen sänky. Rakennuksen värimaailma voidaan määrittää vastaamaan todellista toivottua väriä, ja pinnoille voidaan antaa omia tekstureja, jotka vastaavat asiakkaan toiveita (esimerkiksi rapattu pinta tai puuverhous). Archicadin omalla renderöintimoottorilla voidaan myös luoda näyttäviä valokuvan kaltaisia kuvia (kuvio 10).



Kuvio 10. Renderöity kuva Archicad-mallista (Inspe, 2022).

### 3.2 Rakennemalli

Rakennemalli laaditaan käyttäen samoja työkaluja kuin arkkitehtimalli. Rakennemallissa pääpaino on kantavissa rakenteissa. Mallin ulkonäköön ja visuaalisuuteen ei ole niinkään tarvetta panostaa. Eri rakennusaineet näyttävät siltä, miltä ne todellisuudessa näyttäisivät työmaalla rungon rakennusvaiheessa, mikä helpottaa mallin hahmottamista.

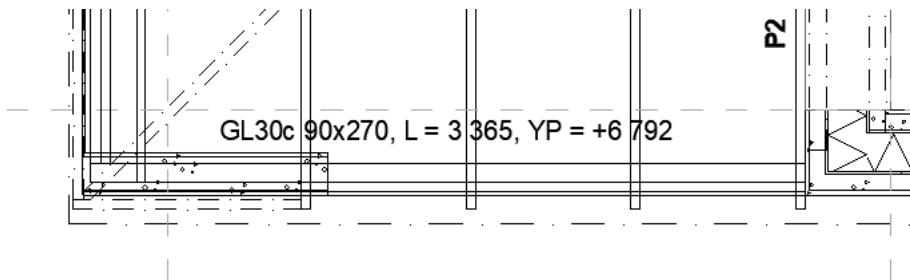
Mikäli kohteesta on tehty Inspe Oy:n toimesta jo arkkitehtimalli, voidaan tätä natiivimallia käyttää hyväksi myös rakennesuunnittelussa. Archicadin näkymäasetusten kautta voidaan nopeasti siirtyä rakennesuunnittelussa käytettäviin asetuksiin (mittakaavat, viivapaksuudet, kynäyhdistelmät jne.) Näkymien kautta esisäädetyt tasoyhdistelmät takaavat sen, että rakennemallitasoilla ei ole näkyvissä arkkitehtimallissa tarvittavia tasoja (esim. kiintokalusteet).

Mikäli natiivimallia ei ole käytettävissä, aloitetaan pientalon rakennemallin laadinta useimmiten määrittämällä oikeat rakennetyypit, jotka vastaavat arkkitehdin toimittamia rakennetyyppejä. Mikäli IFC-muotoinen arkkitehtimalli on saatavilla, voidaan se tuoda referenssimalliksi. Kokemuksen mukaan pientalojen suunnittelussa ei vielä kovin paljon käytetä IFC-tiedonsiirtoa. Useimmiten rakennesuunnittelukohteet mallinnetaan DWG-muotoisten lupakuvien

pohjalta. Rakennemalli on kuitenkin syytä mallintaa riittävällä tarkkuudella kantavien rakenteiden, sekä rakennuksen ulkonäköön vaikuttavien rakenteiden osalta.

Yksittäisiä elementtejä mallinnettaessa elementin rakennusaine tulee olla määritettynä oikein. Esimerkiksi runkotolpat sahatavaraa, isommat palkit liimapuuta jne. Tämän määrittämisen avulla rakennemallista voidaan tuottaa erilaisia määräluetteloita, esimerkiksi rungon puutavaraluettelo. Betonirakenteissa eri betonilaadut voidaan eritellä, esimerkiksi C25/30 ja C30/37.

Rakennusaineiden määrittäminen nopeuttaa myös itse suunnittelutyötä ja 2D-piirustusten tekemistä automatisointien kautta. Archicadissa voidaan selitetyökaluun määrittää automatisointeja. Tämä tarkoittaa, että esimerkiksi tasokuvassa mallinnetusta elementistä saadaan näkyviin tieto, esimerkiksi elementin rakennusaine, pituus ja korkoasema. Nämä tiedot päivittyvät automaattisesti, mikäli elementtiä siirretään, venytetään tai rakennusainetta muutetaan. Kuviossa 11 on esimerkki rakennemallissa olevasta kantavasta liimapuupalkista, jonka selitteen kaikki tieto on automaattisesti luotua. Automaattitekstit vähentävät huomattavasti virheitä ja ristiriitoja piirustusten välillä.

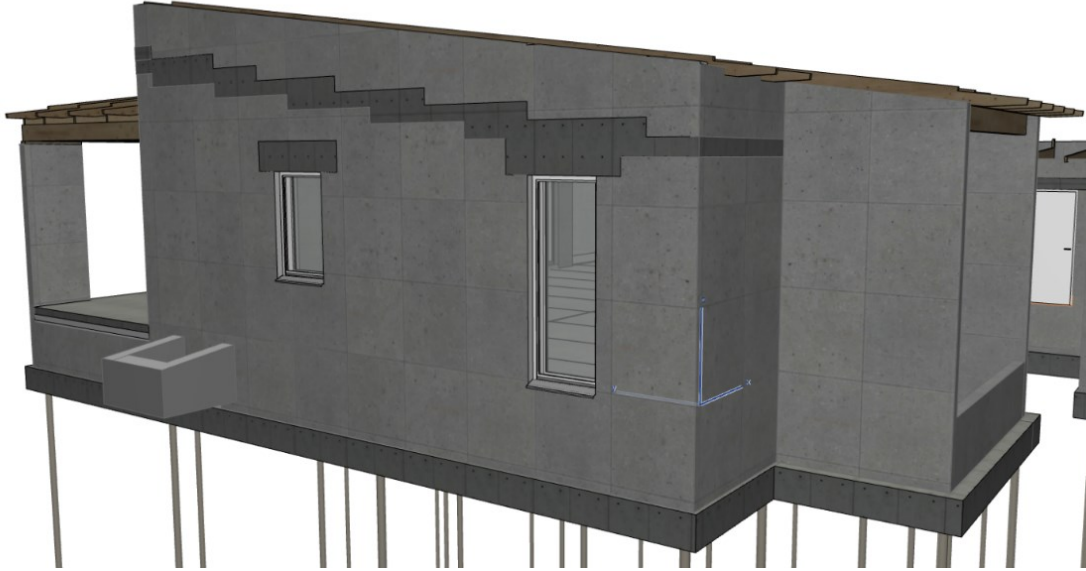


Kuvio 11. Esimerkki automaattitekstistä (Inspe, 2023).

Archicadissa voidaan erikseen määrittää, mikä elementti on kantava rakenneosa ja mikä ei-kantava. Monikerroksiseen rakennetyyppiin voidaan määrittää, mikä on rakenteen runkoa ja mikä pintamateriaalia. Nämä määrittäykset on järkevää tehdä jo mallinnusvaiheessa. Määrittämisen avulla voidaan rakennemalli tulostaa siten, että vain kantavat rakenneosat näkyvät.

Harkkorunkoisen pientalon mallintamisessa ei ole mielekäästä mallintaa jokaista harkkoa erikseen, vaan seinien tietoa käsitellään pinta-aloittain. Eri rakennetyypit tulee kuitenkin nimetä, jotta ne voidaan erottaa toisistaan. Esimerkiksi kevytsoraharkkotalossa voi olla monia erilaisia harkkorakenteita. Kuten kuviossa 12 nähdään, on eri harkkotyypit erotettu toisistaan eri rakennetyypeillä ja myös mallin havainnointi on helpompaa. Työmaalla voidaan suoraan

mallista havainnoida, miten rakennesuunnittelija on ajatellut aukkopalkkien sijainnit ja miten tavallisen seinän porrastukset.



Kuvio 12. Esimerkki harkkotalon rakennemallista (Inspe, 2022).

Pientalon rakennesuunnittelija toimii nykyään usein myös kohteen pohjarakennesuunnittelijana (geosuunnittelija). Maaston mallintaminen on yksi pientalon rakennesuunnittelijan tehtävistä. Paalutettavissa kohteissa rakennesuunnittelija voi mallintaa kairauspöytäkirjojen mukaisen kairausten päättymistason ja paalut (kuvio 13).



Kuvio 13. Kairausten päättymistaso ja paalut rakennemallissa. (Inspe, 2022).

Kairausten päättymistason mallintamisen avulla paalupituudet saadaan arvioitua tarkemmin jo suunnitteluvaiheessa. Mallinnettujen paalujen pituudet päivittyvät automaattisesti luotuun paalutaulukkoon (kuvio 14). Samalla voidaan helposti havainnoida esimerkiksi paalujen suunnitteluohjeen vastaiset liian lyhyet paalut tai muut ongelmakohdat.

Paalun nro.	Paalutyyppi	Yläprojektiio merenpintaan (N2000), mm	Yläprojektiio projektin nollaan, mm	Arvioitu pituus (maaperätutkimuksen mukaan, mm)
P01	RR 115/8	80 250	450	4 726
P02	RR 115/8	80 250	450	4 917
P03	RR 115/8	80 250	450	5 229
P03A	RR 115/8	80 250	450	5 229
P04	RR 115/8	80 250	450	6 056

Kuvio 14. Esimerkki automaattisesti päivittyvästä paalutustaulukosta (Inspe, 2022).

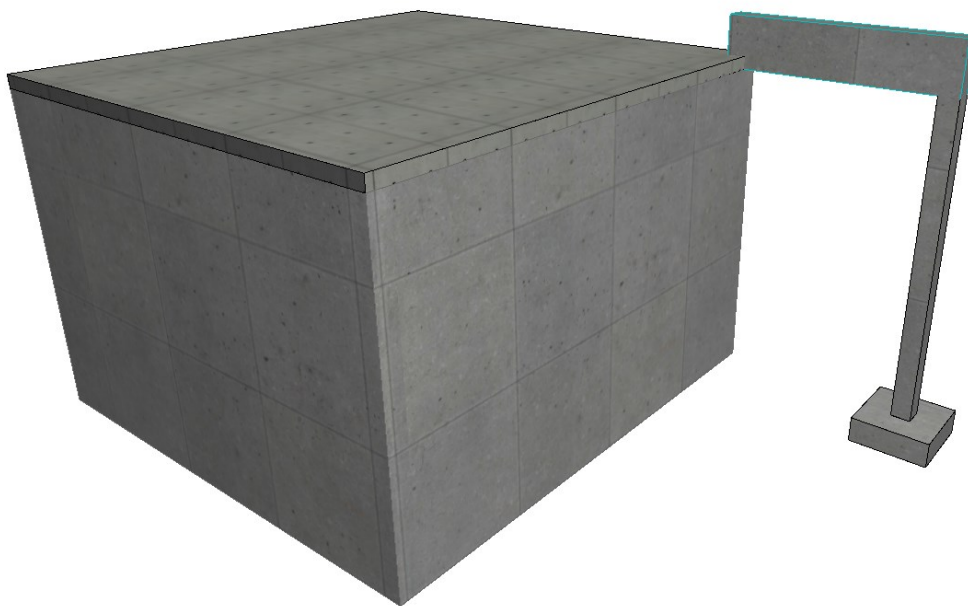
Maanvaraisissa kohteissa voidaan rakennemallin maaston avulla laskea louhinta- tai massanvaihtomääriä. Kun perustamistaso on mallinnettu, voidaan mallinnetusta olemassa

olevasta maastosta vähentää perustamistason yläpuolinen alue, jolloin saadaan selville poistettavan maan tilavuus.

### 3.3 Rakenneanalyysimalli ja FEM-ohjelmat

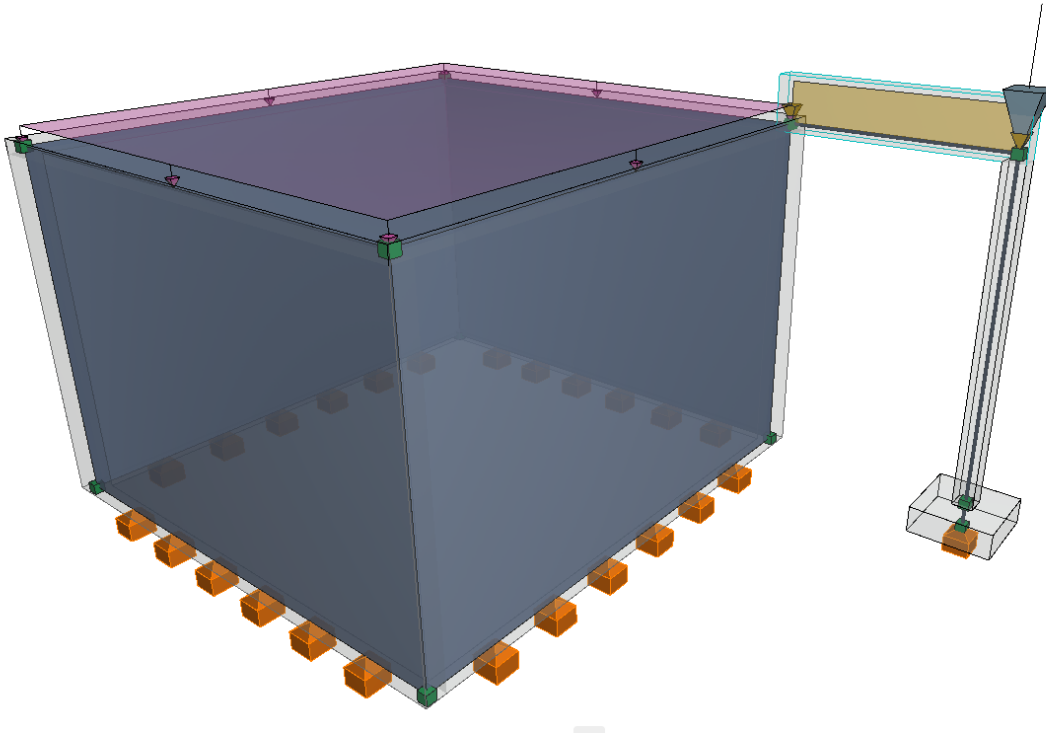
FEM eli rakenneanalyysiohjelmat ovat rakennesuunnittelussa käytettyjä mitoitushjelmia. Niiden toiminta perustuu elementtimenetelmällä ratkaistaviin laskutoimituksiin (IEEE, i.a.). Ohjelmat simuloivat todellisen kappaleen toimintaa käyttäjän määrittämien rasitusten mukaan. FEM-ohjelmat ovat suosittuja rakennesuunnittelijoiden keskuudessa niiden monipuolisuuden ja 3D-ominaisuuksien takia. Ohjelmiin on mahdollista tuoda suoraan IFC-malleja tai muita 3D-pohjaisia tiedostomuotoja.

Uutena ominaisuutena Archicad 24 -versioon on lisätty rakenneanalyysimallin luominen (Graphisoft, i.a.). Ominaisuuden avulla rakennesuunnittelija voi määrittää kantavien elementtien tarkempia ominaisuuksia, liitosten vapausasteita ja jopa kuormia suoraan Archicadissa. Rakenneanalyysimalli muodostuu samalla, kun fyysistä mallia luodaan, eikä suunnittelijan tarvitse luoda erillistä mallia. Kuviossa 15 nähdään yksi esimerkki yksinkertaisesta rakenteesta mallinnettuna Archicadissa.



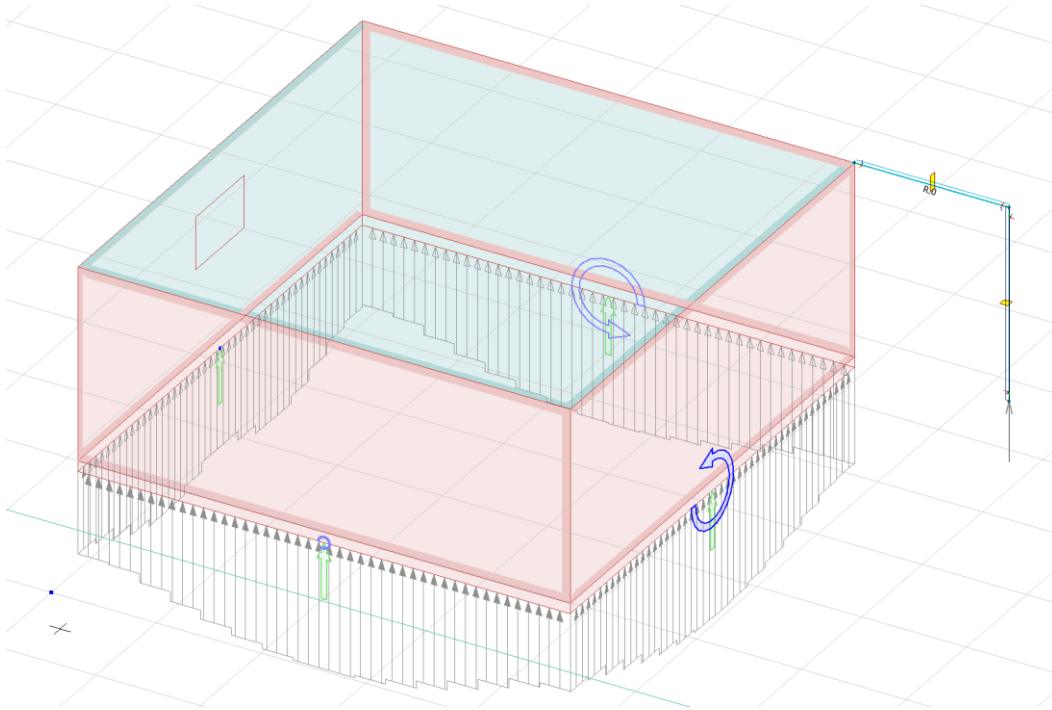
Kuvio 15. Yksinkertainen mallinnus rakenneanalyysiä varten (Inspe, 2023).

Kuviossa 16 taas on tästä mallinnuksesta rakenneanalyysinäkymä. Rakenneanalyysimalli on muodostunut automaattisesti fyysisen mallinnuksen kanssa ja suunnittelija on lisännyt rakenneanalyysinäkymässä malliin myös tuet ja kuormat.



Kuvio 16. Esimerkki rakenneanalyysimallista Archicadissa (Inspe, 2023).

Rakenneanalyysimalli voidaan tallentaa SAF-muodossa ja avata rakenneanalyysiohjelmalla. SAF-muodossa tallennettu rakenneanalyysimalli vaatii vähemmän muokkausta analyysiohjelmassa kuin esimerkiksi IFC-malli. Usein IFC-malli vaatii paljon aikaa vievää korjaustyötä, jotta mitoitusohjelma tunnistaa eri elementtien liitokset. SAF-muodossa tallennettu malli taas avautuu usein lähes täydellisesti oikein. Tämän jälkeen rakenteet voidaan mitoittaa mitoitusohjelmaa käyttäen (kuvio 17).



Kuvio 17. SAF-mallista luotu mitoitus FEM-ohjelmassa (Inspe, 2023).

### 3.4 Cetopo

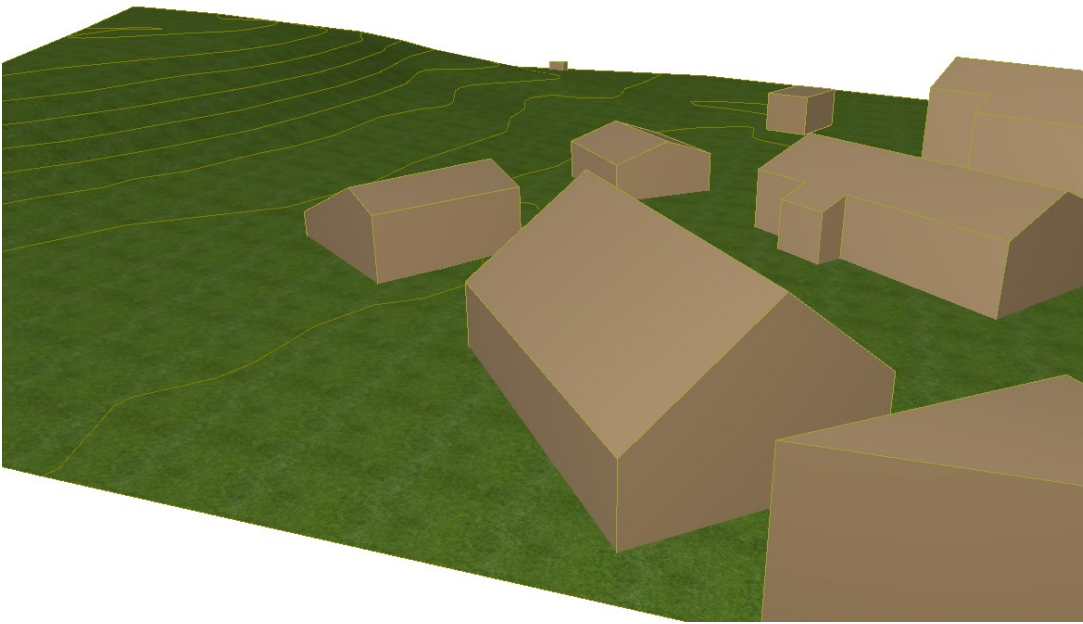
Kiinteistön tontti ja rakennusta ympäröivä maasto mallinnetaan. Varsinkin rinnetonteissa ja samalle tontille useamman rakennuksen sijoittamisessa maaston mallinnuksesta on suuri apu. Tarvittavat tukimuurien paikat voidaan havaita mallista helposti. Maasto mallinnetaan suunnittelijalle toimitetun pintavaaituksen mukaisesti tai lataamalla maastomalli Cetoposta. Cetopo luo maastomallin käyttäen apunaan esimerkiksi maanmittauslaitoksen ja väyläviraston dataa (Cetopo, i.a.). Suunnittelija voi Cetopon avulla ladata mistä tahansa kohtaa Suomea alueen, joka voidaan tuoda suunnitteluohjelmaan maastomallina (kuvio 18).



Kuvio 18. Suunnittelija voi ladata haluamansa alueen Cetoposta (Cetopo, 2022).

Kuviossa 19 on esitetty Archicadiin tuotu maastomalli. Malli sisältää maaston ja alueella sijaitsevat rakennukset ja tiet.

Cetoposta ladattava tiedosto sisältää myös Maanmittauslaitoksen mukaiset kiinteistörajat ja kiinteistötunnukset, joten suunnittelijan on helppo sijoittaa lataamansa malli asemapiirroksen mukaan oikein. Malli voidaan korkeuskäyrien avulla määrittää oikeaan korkoasemaan N2000-korossa. Tämän avulla voidaan määrittää rakennuksen korkeusasema oikein suhteessa maastoon. Cetopo helpottaa ja nopeuttaa suunnittelua varsinkin alueilla, joista ei ole saatavilla tarkempaa maanpintojen korkeustietoa tai pintavaaitusta tontilla ei ole tehty.



Kuvio 19. Maastomalli tuotuna Archicadiin (Inspe, 2022).

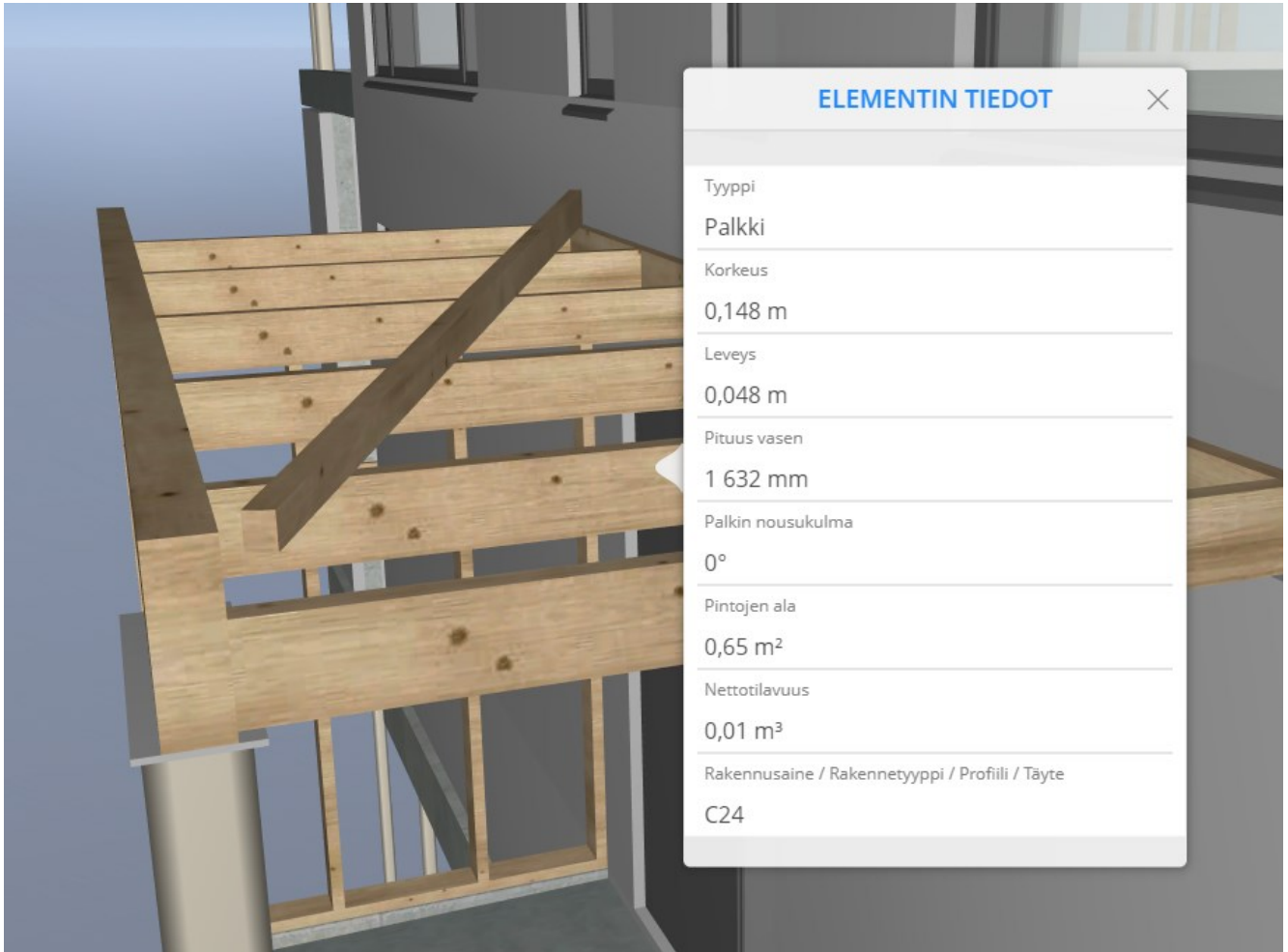
### 3.5 BIMx Viewer

Archicadin valmistajan Graphisoftin tuottama ilmainen mallinlukuohjelma on BIMx Viewer. Inpse Oy:ssä on pääasiallisesti käytetty BIMx Vieweriä tietomallin lukemiseen ja esittelemiseen. BIMx Viewerin avulla mallia voidaan lukea puhelimella, tabletilla tai tietokoneella. Kuviossa 20 on näkymä BIMx-rakennemallista. BIMx Viewer tukee pelkästään Archicadista tallennettuja BIMx hypermalli-tiedostomuotoja ja esimerkiksi tavallista IFC-mallia ohjelmalla ei saa auki.



Kuvio 20. Näkymä BIMx-rakennemallista (Inspe, 2022).

Mallissa voidaan pelin kaltaisesti lentää ja liikkua. Eri elementtejä voidaan valita vapaasti ja katsoa niiden tietoja. Esimerkiksi kattopalkin pituus voidaan työmaalla tarkastaa valitsemalla elementti. Samalla nähdään muut tiedot, kuten elementin rakennusaine ja dimensiot (kuvio 21).



Kuvio 21. Elementin tiedot BIMx-rakennemallissa (Inspe, 2022).

Archicadista BIMx-mallia tallennettaessa voidaan määrittää, halutaanko malliin sisällyttää myös 2D-piirustuksia. Sisällyttämällä suunnittelussa tuotetut 2D-piirustukset saadaan mallista kokonaisvaltainen hypermalli (kuvio 22). Hypermalli käytännössä poistaa tarpeen 2D-piirustuksille työmaalla ja projektissa. BIMx-mallia pyöritettäessä mallissa näkyvät kohdat, joista on tarjolla 2D-piirustuksia. Esim. leikkauksista näkyy nuoli kohdassa, josta leikkaus on otettu. Kun nuolta painaa, saa näkyviin kyseisestä kohdasta 2D-piirustuksen. Teoriassa tulevaisuudessa työmaalla tarvittaisiin enää vain tabletti, jossa olisi BIMx-hypermalli.



## 4 Tutkimus ja tulokset

### 4.1 Tutkimuksen toteuttaminen

Tutkimuksen avulla pyrittiin selvittämään, kuinka Inspe Oy:n asiakkaat hyödyntävät tietomalleja tällä hetkellä. Mielenkiintoista oli, ketkä mallia käyttävät, missä ja miten. Samalla pyrittiin selvittämään, onko mallin käytössä ongelmia tai mitä asiakkaat haluaisivat mallien sisältävän. Kyselyyn toivottiin saatavan vastauksia sekä urakoitsijoilta että hankkeeseen ryhtyviltäkin. Vastaaaja saattoi olla myös ns. omatoimirakentaja eli samalla hankkeeseen ryhtyvä ja hankkeen urakoitsija.

Tutkimus toteutettiin sähköpostilla lähetettynä Webropol-kyselynä Inspe Oy:n asiakkaille ja urakoitsijakontakteille. Kysely toteutettiin kesällä 2022. Kysely lähetettiin yhteensä 173 kontaktille. Vastauksia kyselyyn saatiin 28 kappaletta vastausprosentin ollessa 16 %. Kyselyn lähettämisen jälkeen ei tehty muistutuskyselyä, mikä voi selittää pienen vastausprosentin.

Kyselyssä oli yhteensä 15 kysymystä. Kyselyn alussa kerrottiin, mikä kyselyn tarkoitus oli ja kuka sen on laatinut. Alussa kerrottiin myös muutamalla virkkeellä tietomalleista ja esitettiin esimerkkikuvat arkkitehti- ja rakennemalleista. Ensimmäisessä kysymyksessä kysyttiin vastaajan rooli hankkeessa (hankkeeseen ryhtyvä, urakoitsija vai omatoimirakentaja). Kyselyn alkuvaiheessa myös selvitettiin, oliko vastaaja käyttänyt tietomallia ollenkaan. Mikäli vastaaja vastasi kysymykseen, että ei ollut käyttänyt tietomallia, sai vastaaja näkyviinsä jatkokysymyksiä. Niille, jotka vastasivat käyttäneensä tietomallia tuli näkyviin erilaiset jatkokysymykset. Alussa kysyttiin myös, minkälaisesta hankkeesta oli kyse (asuinrakennus, talousrakennus) ja mikä oli kohteen pääasiallinen runkomateriaali. Runkomateriaali haluttiin kysyä siksi, että eri runkomateriaaleilla mallinnettaessa keskitytään jossain määrin eri asioihin.

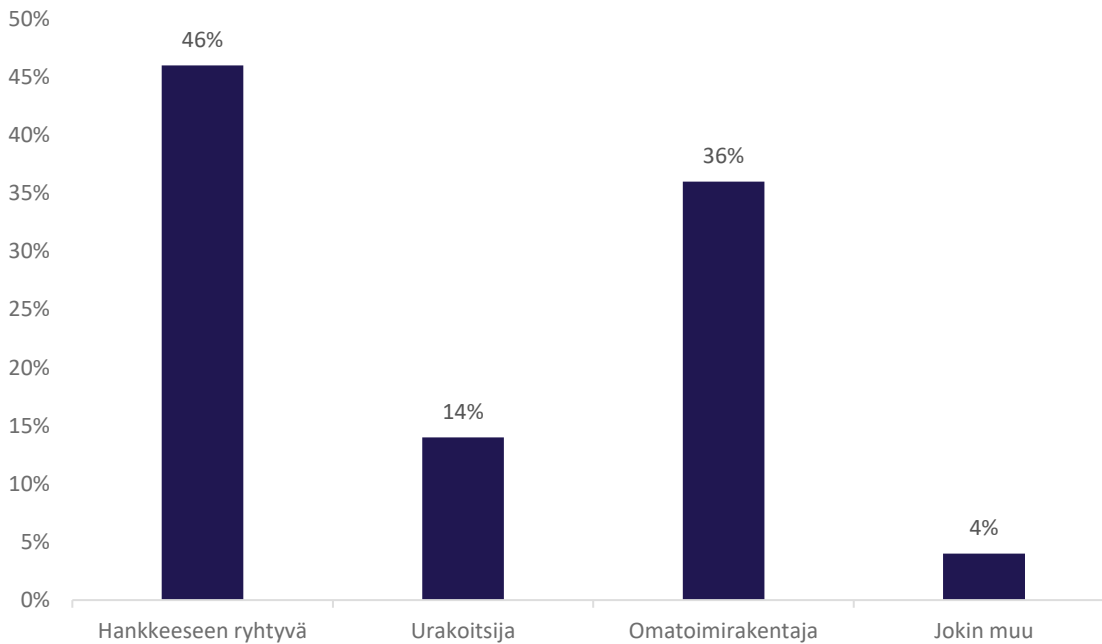
Lähtötietojen jälkeen kysyttiin tietomallien käyttökokemuksista. Kysymykset koskivat seuraavia asioita:

- yleisesti tietomallin käytöstä ja sen hyödyistä
- käyttötottumuksista, missä tietomallia käytetään ja millä laitteella
- mitä hyötyjä tai ongelmia tietomallin käytössä oli.

Kysymysten jälkeen annettiin mahdollisuus vapaaseen sanaan. Kysely on kokonaisuudessaan liitteessä 1.

## 4.2 Kyselyn tulokset ja analysointi

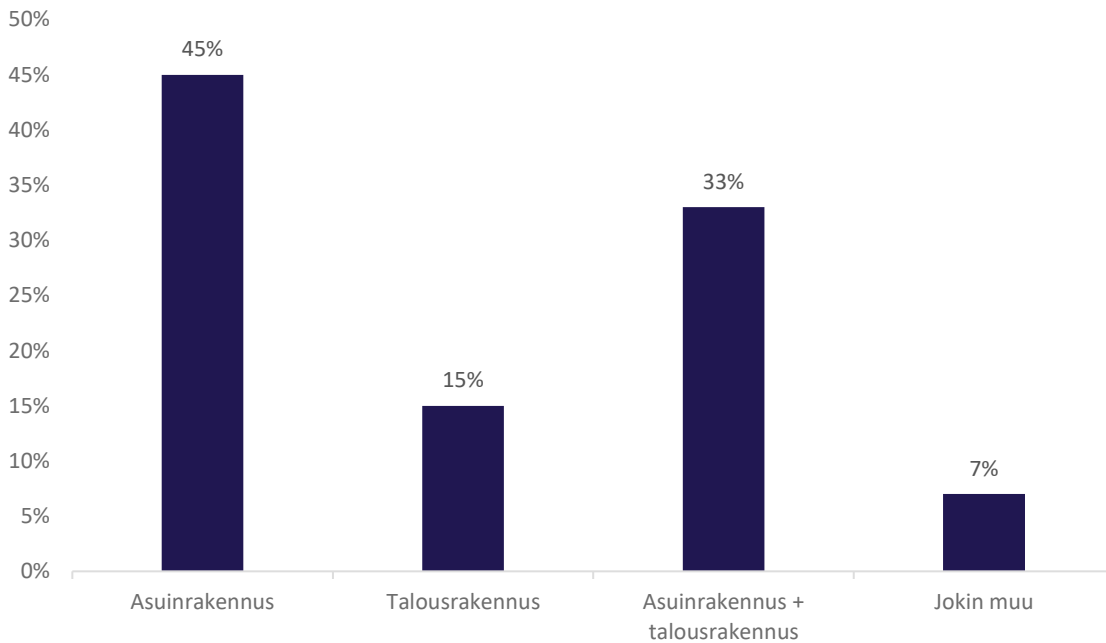
### Kysymys 1: Missä roolissa olit hankkeessa?



Kysymyksessä 1 selvitettiin vastaajan rooli. Vastaajan rooli kyselyn kannalta oli mielenkiintoinen, koska hankkeen eri rooleissa olevat henkilöt vaativat tietomallilta erilaisia asioita. Urakoitsijan ajatellaan käyttävän enemmän rakennemallia työmaalla ja hankkeeseen ryhtyvän käyttävän arkkitehtimallia esimerkiksi lupapiirustusten katselemiseen. Omatoimirakentajan voidaan olettaa käyttävän molempia tietomalleja.

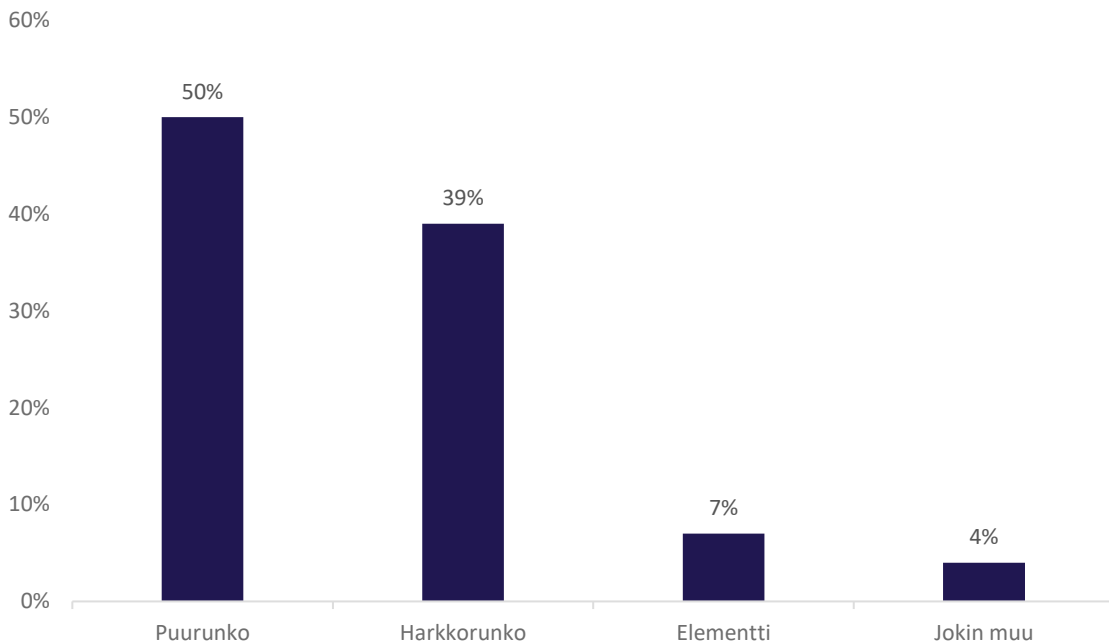
Tutkimuksessa olisi toivottu, että vastaajista suurempi osa olisi ollut urakoitsijoita. Toisaalta merkittävä osuus oli myös omatoimirakentajia, joten voidaan olettaa, että he ovat myös olleet työmaalla ja osallistuneet projektin toteutukseen. Tämä toive oli vain sen takia, että merkittävä osa yrityksen liikevaihdosta syntyy rakennesuunnittelusta, ja rakennemalli on tärkeässä asemassa.

## Kysymys 2: Minkälainen hanke oli kyseessä?

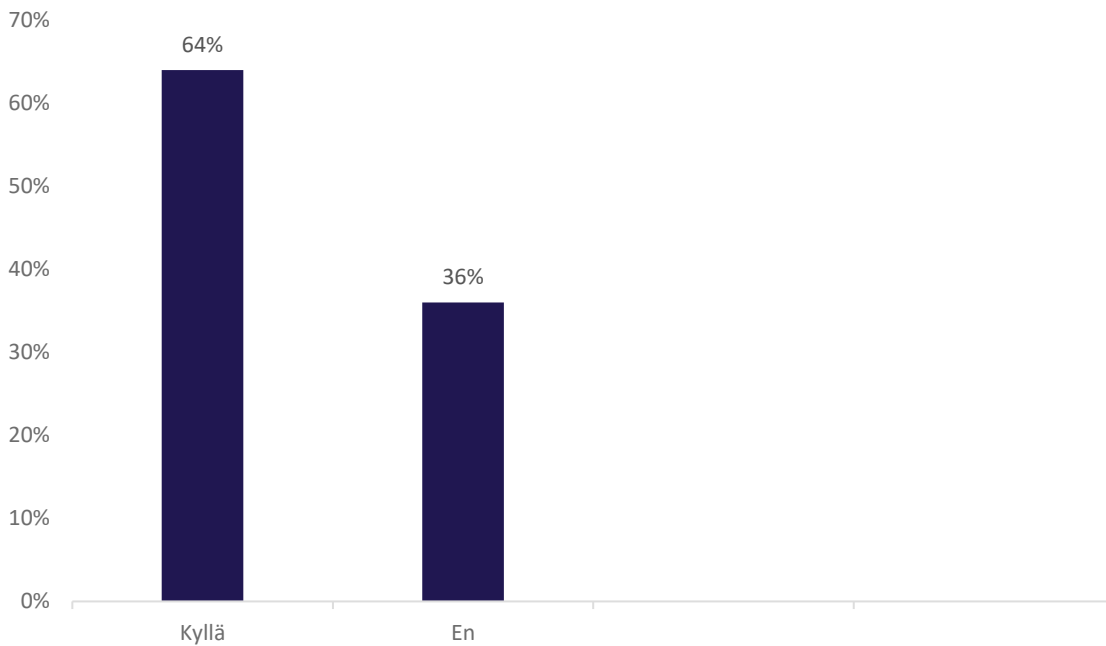


Kysymyksessä 2 selvitettiin, onko kyseessä asuinrakennus, talousrakennus, usean rakennuksen hanke tai jokin muu. Kysymyksen tavoitteena oli selvittää vastaajien hankkeiden laajuutta. Vastausten jakautuminen ei yllättänyt. Suurin osa yrityksen projekteista on pienrakennuksia ja useassa hankkeessa voi olla useampia erillisiä rakennuksia. Jokin muu -kohtaan oli kirjattu teollisuuden rakenteet ja asuinrakennuksen laajennus. Nämä ovat myös kohteita, joista voi olla toimitettuna tietomalli.

### Kysymys 3: Mikä oli rakennuksen rungon päämateriaali?

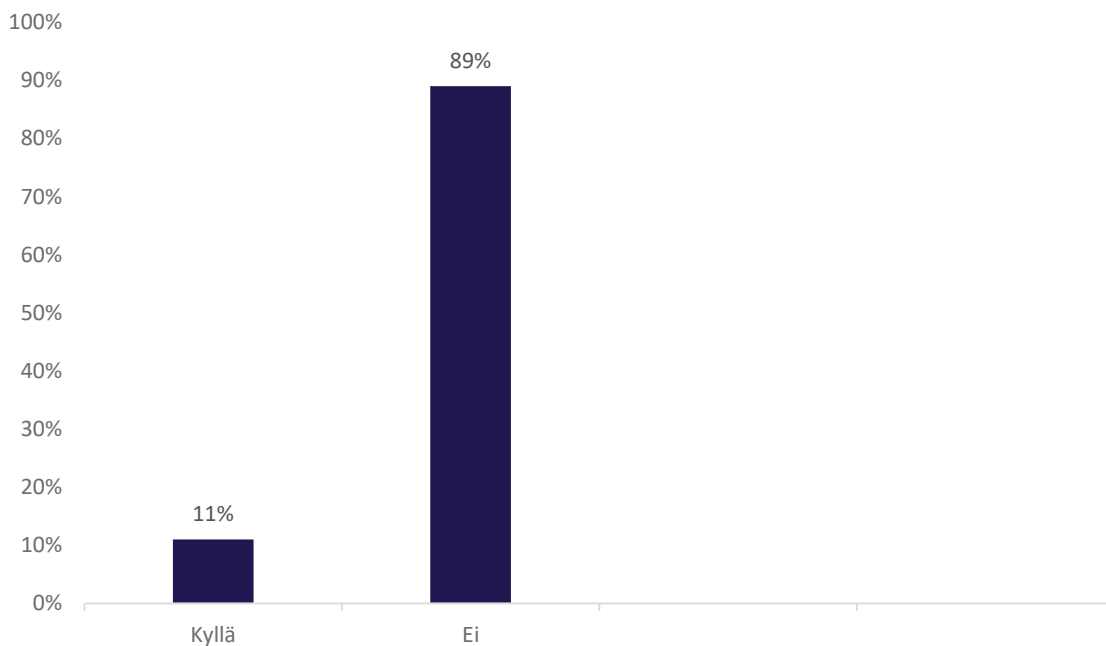


Kysymyksessä 3 selvitettiin rakennuksen rungon päärakennusmateriaalia. Eri materiaalisten rakennusten tietomallien laatiminen eroaa toisistaan, ja tällä kysymyksellä pyrittiin haarukoi-  
maan, minkälaisia projekteja yrityksellä pääasiassa on. Vastausten jakautuminen ei yllätä. Tällä hetkellä suurin osa yrityksen liikevaihdosta koostuu juuri puu- ja harkkorunkoisista pien-  
taloista. Kysymyksen vastausjakaantuminen kuitenkin kertoo, että yrityksen kohteet ovat juuri  
sellaisia, joissa tietomallista olisi hyötyä.

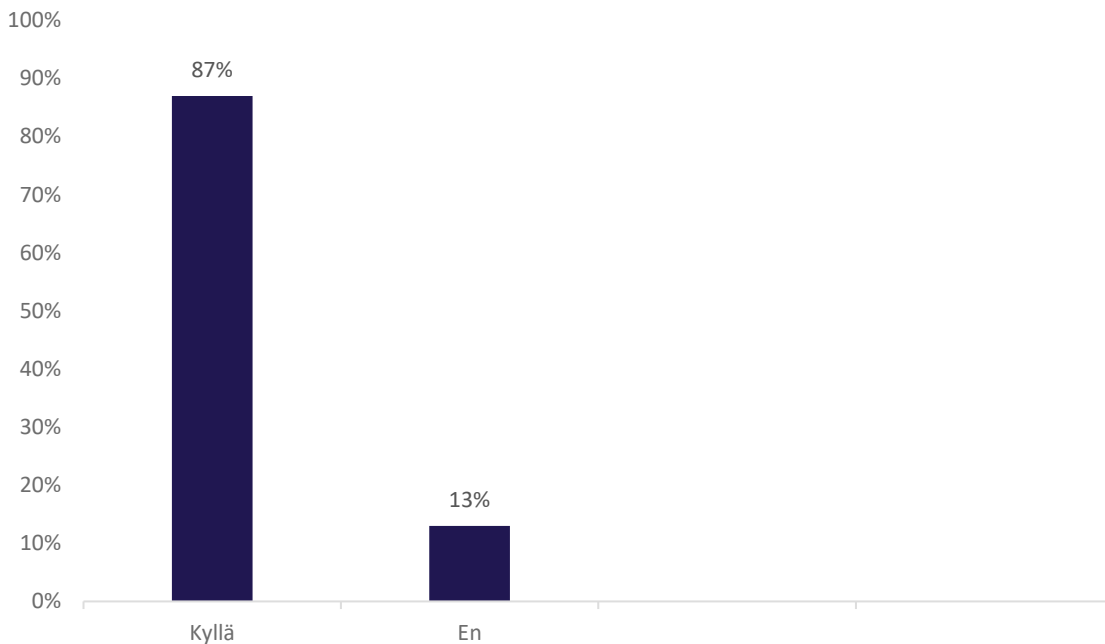
**Kysymys 4: Oletko käyttänyt tietomallia rakennushankkeen aikana?**

Kysymyksessä 4 kysyttiin yksinkertaisesti, onko vastaaja käyttänyt tietomallia hankkeensa aikana. Tämä oli ensimmäinen kysymys, joka varsinaisesti liittyi tietomalliin. Vastausvaihtoehdot olivat kyllä tai en. Positiivisesti yli puolet oli käyttänyt hankkeensa aikana jotakin tietomallia. Tämän kysymyksen jälkeen jatkokysymykset riippuivat siitä, miten vastaaja vastasi.

### Kysymys 5: Onko suunnittelija tarjonut käyttöösi tietomallia?



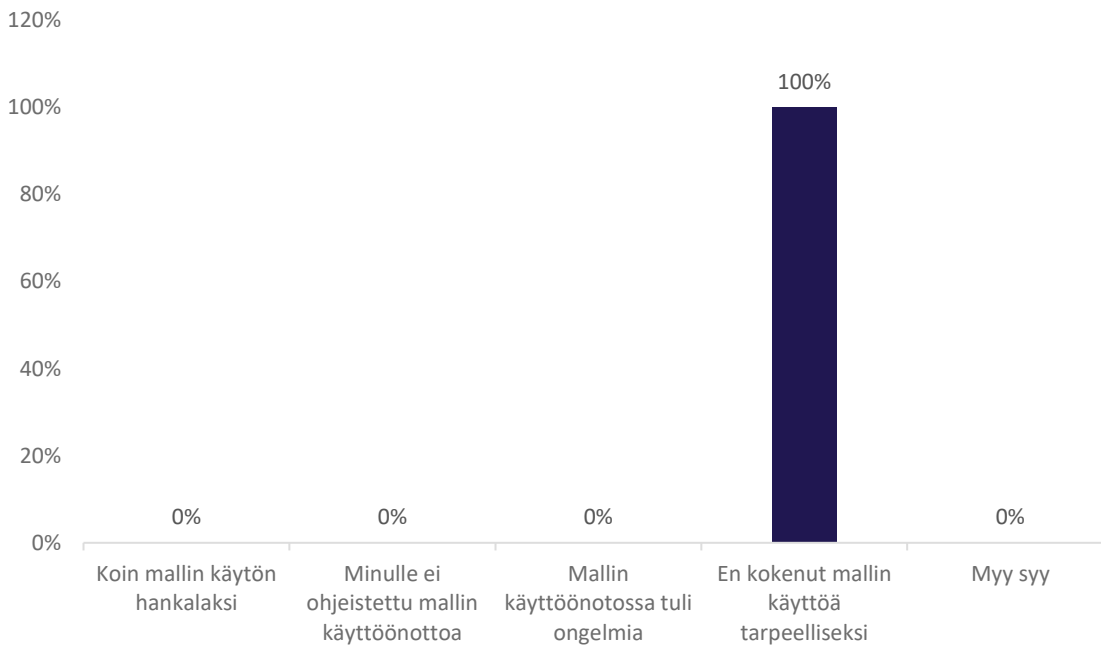
Mikäli vastaaja vastasi kysymykseen 4, ettei ollut käyttänyt hankkeensa aikana tietomallia, kysyttiin kysymys 5. Kysymyksen 5 tarkoituksena oli selvittää, oliko tietomallia yleensäkin tarjottu käyttöön. Tämän kysymyksen tulokset ovat yllättäviä, ja ne kertovat yrityksen tyylistä hyödyntää tietomallia. Suurimmalle osalle, jotka eivät olleet käyttäneet tietomallia, ei ollut tarjottu sitä ollenkaan.

**Kysymys 6: Olisitko kokenut, että tietomallista olisi ollut hyötyä?**

Mikäli vastaaja vastasi kysymykseen 5, että hänelle ei ollut tarjottu tietomallia, kysyttiin seuraavaksi kysymys 6. Melkein 90 % vastaajista siis oli sitä mieltä, että tietomalli olisi ollut hyödyllinen, mutta suunnittelija ei vain ollut tarjonnut tietomallia käyttöön.

Vastaukset ovat vahva signaali siitä, että tietomallille olisi todella ollut käyttöä, mutta jostakin syystä suunnittelija ei ollut mallia missään vaiheessa tarjonnut. Ei voida myöskään olettaa, että tilaaja tai hankkeeseen ryhtyvä osaisi erikseen pyytää tai kysyä tietomallia käyttöönsä.

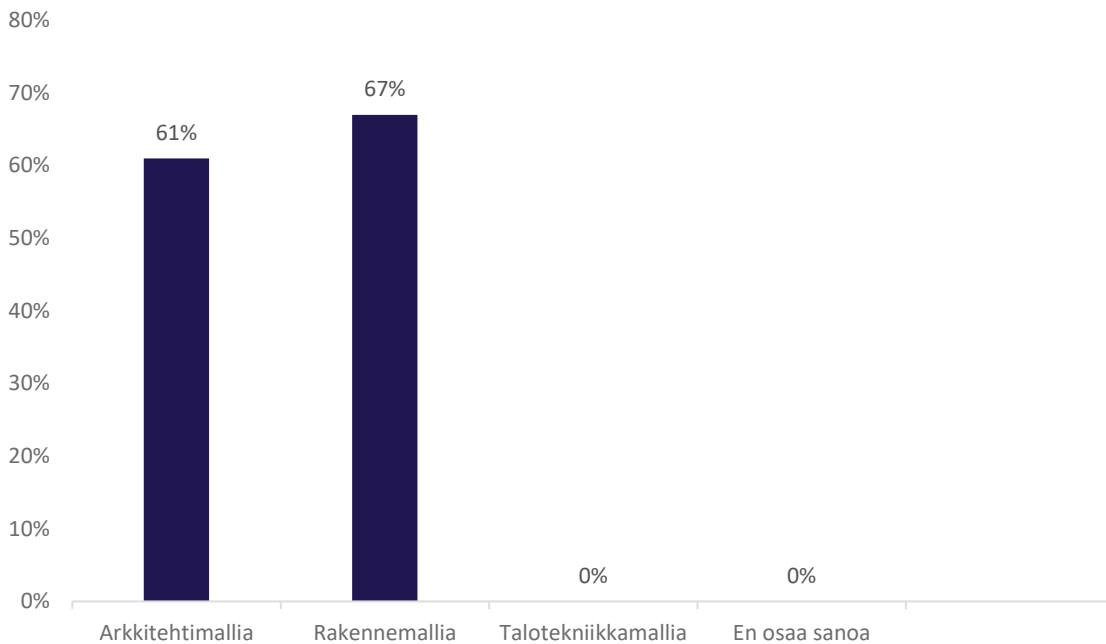
### Kysymys 7: Miksi et ottanut tietomallia käyttöön?



Siltä joukolta, jolle tietomallia oli tarjottu, mutta joka ei ollut mallia käyttänyt kysyttiin, miksi mallia ei ollut käytetty. Kaikki vastanneet (2 kpl) vastasivat, että eivät kokeneet mallin käyttöä tarpeelliseksi. Myöhemmistä vapaista vastauksista kävi ilmi, että muutaman vastanneen projekti oli ollut niin pienimuotoinen, ettei tietomallin käytöstä olisi ollut käytännön hyötyä. Tällainen projekti saattoi olla esimerkiksi valmistauna, johon yritys oli laatinut vain asemapiirroksen rakennuslupaa varten ja hoitanut pääsuunnittelijan tehtävät. Tällaisessa projektissa ei yritykseltä käytännössä tilattu mitään sellaisia piirustuksia, joihin tietomallinnusta tarvittaisiin, ja luultavasti kyseisessä projektissa ei tietomallia ole luotu ollenkaan.

Sinänsä kysymyksen vastausvaihtoehdot olivat sellaisia, että niihin olisi ollut mielenkiintoista saada isommalta joukolta erilaisia vastauksia. Vastaukset olisivat voineet ohjata yritystä erilaisiin toimintatapojen muutoksiin.

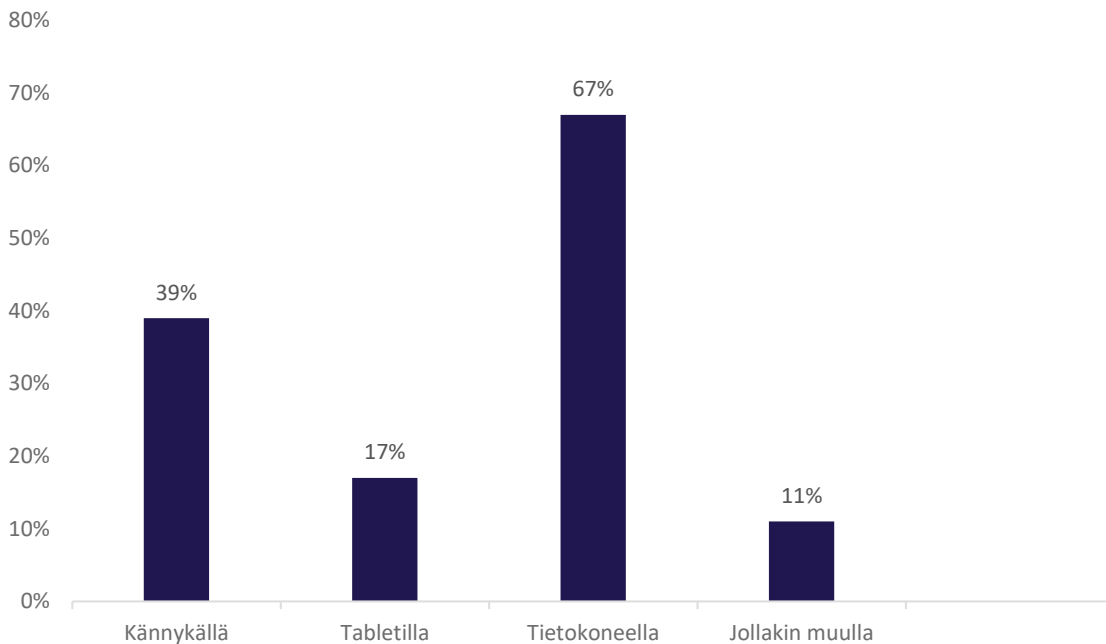
### Kysymys 8: Mitä tietomallia olet käyttänyt?



Kysymys 8 esitettiin niille, jotka kysymyksessä 4 vastasivat käyttäneensä tietomallia. Kysymyksessä yksinkertaisesti kysyttiin, mitä tietomallia hankkeessa oli käytetty. Kysymyksen seliteosiossa oli vielä muutamalla lauseella kerrottu, millaisista malleista oli kyse. Yksikään vastaajista ei valinnut talotekniikkamallia tai ei osannut sanoa mitä mallia oli käyttänyt.

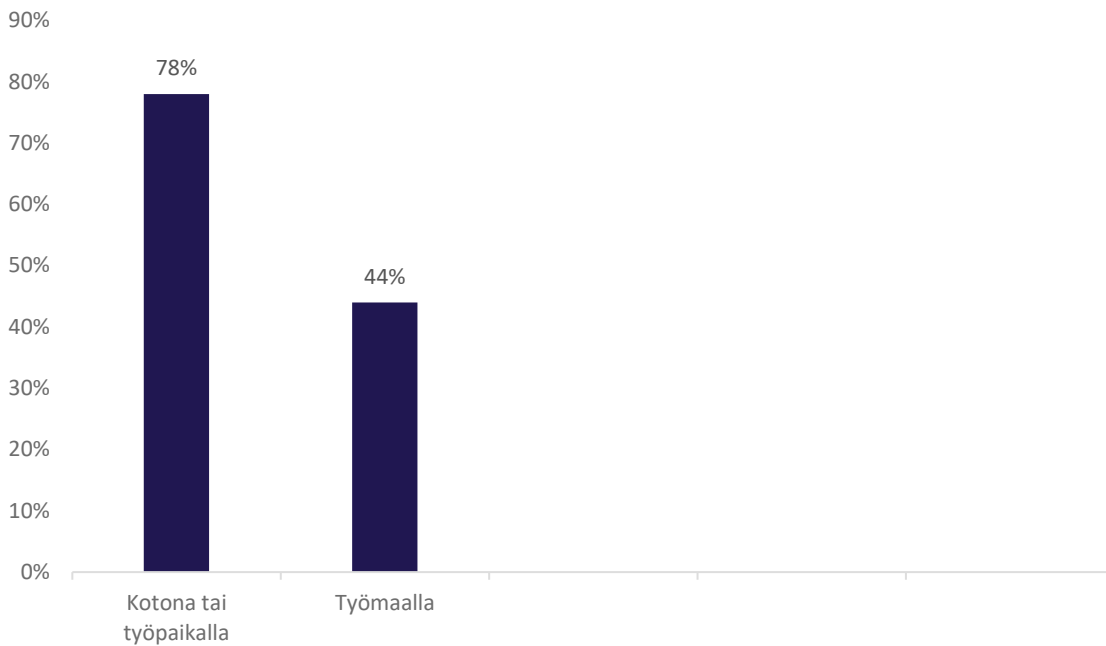
Vastaukset jakoutuivat oletetulla tavalla. Talotekniikkamallin käyttö pientaloissa on äärimmäisen harvinaista. Yrityksen historiassa talotekniikkamalleja on käytetty vain yksittäisissä projekteissa ja niiden käyttö ei ole yleistynyt.

### Kysymys 9: Millä alustalla olet tietomallia käyttänyt?



Kysymyksessä 9 kysyttiin, millä alustalla tietomallia on käytetty. Jollakin muulla-kohtaan oli vastattu paperiset tulosteet. Nämä vastaukset voivat tarkoittaa suunnittelijan toimittamia 3D-piirustuksia tai havainnekuvia.

Suurin osa tietomalleista avattiin tietokoneella, mikä oli oletettavasti suosituin käyttöalusta. Tietomallien tiedostokoot ovat usein isoja, ja niiden selaaminen tietokoneella on helppoa. Myös kännykkä ja tabletti olivat suosiossa. Lähettäessään asiakkaalle tietomallin yritys ohjeistaa tätä yleensä käyttämään BIMx Viewer-ohjelmaa, jonka saa ladattua kännykän sovel-luskaupasta. Tulevaisuudessa tavoitteena voisi olla, että urakoitsija käyttäisi työmaalla vain tablettia, josta voisi avata hypermallin työmaalla tarkasteluun.

**Kysymys 10: Missä ympäristössä olet käyttänyt pääasiallisesti tietomallia?**

Kysymys 10 liittyi tietomallin käyttöpaikkaan ja edelliseen kysymykseen 9 tietomallin käyttöalustasta. Tämä kysymys vahvisti kysymystä yhdeksän, että suurin osa käyttää tietomallia kotonaan tietokoneen kautta. Hienoa oli kuitenkin havaita, että tietomallia käytetään myös työmaalla.

**Kysymys 11: Mitä etua tietomallista mielestäsi oli?**

Kysymykseen 11 sai vapaasti kirjoittaa, mitä etuja tietomallissa näki. Vastaajia oli 15. Vastausten perusteella mukana oli niin arkkitehtimallin kuin rakennemallinkin käyttäjiä.

Kysymykseen vastanneista moni arvosti tietomallin visuaalisuuden tuomaa etua ja kohteen hahmottamista. Koettiin, että tilan koko ymmärrettiin paremmin tietomallin kuin 2D-piirustusten avulla. Osa vastaajista oli käyttänyt tietomallia urakoitsijan kanssa yhdessä ja esitellyt urakoitsijalle lopputulosta. Tietomallin koettiin myös parantavan hankkeen osapuolten yhteisymmärrystä siitä, mitä oltiin tekemässä. Vastaus on hyvä havainto siitä, että tietomalli poistaa maallikon ja suunnittelijan välisen kielimuurin ja se on yksiselitteinen. Joskus 2D-piirustukset voivat olla maallikolle hankalasti ymmärrettäviä ja esimerkiksi julkisivukuvista voi olla vaikea saada selvää. Samaa voidaan sanoa myös urakoitsijoiden kanssa. Kantavan rakenteen esitleminen tietomallista on paljon havainnollisempaa kuin pelkkien 2D-piirustusten selaaminen.

**Kysymys 12: Mitä vaikeuksia tietomallin käytössä oli?**

Kysymyksessä 12 kysyttiin, mitä asioita mallin käsittelyssä koettiin haasteellisiksi. Kysymykseen sai vastata vapaasti kirjoittamalla. Kysymykseen vastasi 11 henkilöä.

Suurin osa vastaajista ei ollut kokenut tietomallin käytössä hankaluuksia. Suurimmat hankaluudet tietomallin käytössä olivat mallin lukemiseen liittyvät asiat. Tietomallin suuri tiedostokoko oli tuottanut hankaluutta, ja osalla oli ollut vaikeuksia lukuohjelman kanssa. Tämä on ymmärrettävää, koska yritys ei ole antanut tietomallin mukana ohjeita sen käytöstä.

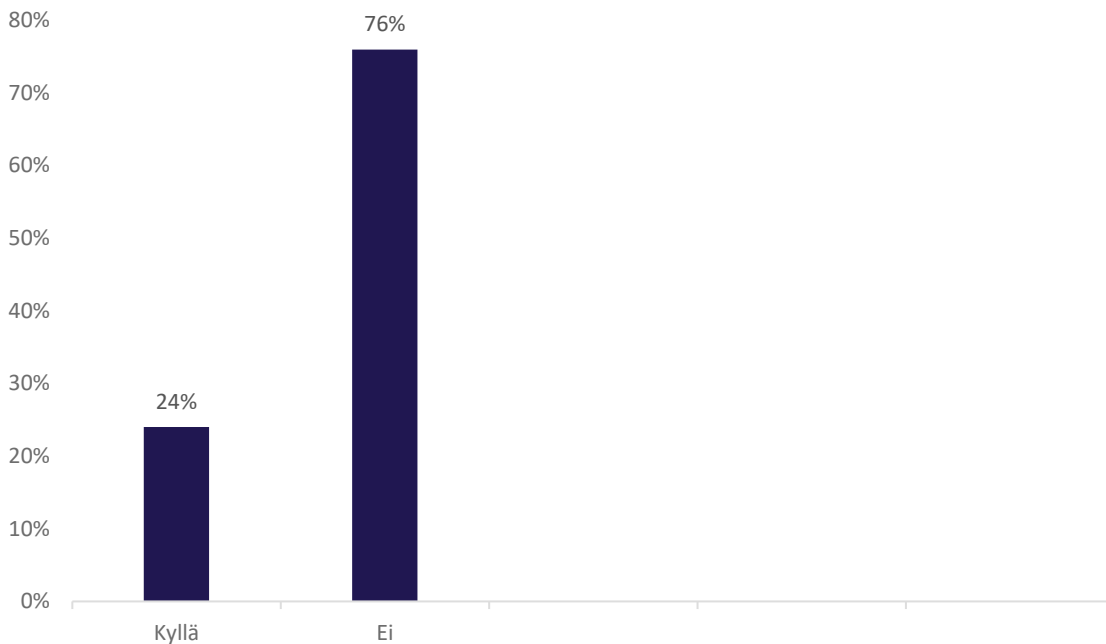
**Kysymys 13: Mitä haluaisit, että mallissa olisi lisää?**

Kysymykseen 13 annettiin vapaasti vastata, mitä lisätietoja tietomalliin toivottiin. Kysymykseen vastasi 10 henkilöä.

Muutama vastaajista olisi toivonut kokonaisvaltaista yhdistelmämallia, sisältäen arkkitehti-, rakenne- ja LVI-mallit. Arkkitehtimalleihin oli toivottu lisää tietoja, kuten ikkunoiden avautumissuunnat ja enemmän sisustusta. Myös arkkitehtimallissa rakenteiden väreihin olisi toivottu

parannusta. Rakennemalliin toivottiin kiinnikkeiden lisäämistä ja kokonaisvaltaisempaa rakenteiden esittämistä. Osa oli toivonut mallin jakamista pilvipalvelussa.

Vastaukset olivat äärimmäisen hyviä ja tärkeitä. Esimerkiksi tietomallin jakamiseen pilvessä on olemassa jo ratkaisuja ja palveluita. Yritys ei niihin vain ole vielä tutustunut. Tietomallin suuri tiedostokoko ja myös mallin käyttöön liittyviä ongelmia saataisiin ratkaisua tällä tavalla. Vastausten perusteella käyttäjät myös arvostavat tietomallin laajuutta ja siinä pitää olla esitettynä mahdollisimman paljon asioita.

**Kysymys 14: Onko sinulle ohjeistettu tai opastettu mallin käyttöä?**

Kysymys 14 oli valintakysymys, jossa kysyttiin, oliko tietomallin käyttöä millään tavalla esitelty tai ohjeistettu. Tämän kysymyksen vastaukset kertovat, että tietomallia ja sen käyttöä ei ole useimmiten ohjeistettu tilaajalle mitenkään.

**Kysymys 15: Vapaa sana.**

Kysymyksessä 15 annettiin vapaasti vielä kertoa palautetta. Tähän kohtaan vastasi 8 henkilöä. Tässä osiossa muutama vastaajista kertoi, että hankkeen koko oli ollut pieni ja tietomallille ei siksi hankkeessa ollut tarvetta. Osa näistä vastaajista kuitenkin sanoi, että mikäli hanke olisi ollut isompi niin tietomallista olisi varmasti ollut hyötyä.

Vastaukset olivat osaltaan samanlaisia kuin aiemmissa kysymyksissä. Vastaajat toivoivat, että tietomalli toimitettaisiin hankkeen lopussa, jotta siitä olisi hyötyä myös toteutuksen jälkeen. Tässä osiossa myös toivottiin, että tietomallissa olisi enemmän asiaa ja myös, että piirustukset voisivat olla mallin sisällä. Yleisesti ottaen suurin osa vastaajista oli sitä mieltä, että tietomallit olivat hyvä asia ja niiden käyttöä kannustettiin lisäämään.

### 4.3 Jatkotoimenpiteet

Jatkotoimenpiteenä tietomallin käytöstä on laadittava ohjeistus. Tilaajalle ja urakoitsijalle on toimitettava ohje, millä ohjelmalla tietomallia käytetään ja miten mallin saa auki. Ohjeessa on kerrottava, mitä hyötyä tietomallista voi parhaimmillaan olla.

Tätä varten erilaisia tietomallin lukuohjelmia ja pilvipalveluita tulee tutkia. Tietomallin jakaminen tulee olla mahdollisimman helppoa ja vaivatonta. Urakoitsijoiden tulee myös pystyä itse hyödyntämään tietomallin sisältöä esimerkiksi määrälaskennassa. Osalla mallinlukuohjelmista pystyy tekemään määrälaskentaa esimerkiksi massaperusteisesti. Tästä olisi urakoitsijalle suoraa hyötyä esimerkiksi tarjouksen tekemisessä urakoinnista asiakkaalle. Tilaaja voisi myös esimerkiksi laskea tietomallista helposti itse rapattavan pinta-alan julkisivusta.

Yrityksen tulee myös tutustua uusiin laajennuksiin ja lisäosiin Archicadissa. Archicadiin on saatavilla monenlaisia lisäosia, joista voisi olla apua tietomallintamisessa. Opinnäytetyötä tehtäessä yritys on jo hankkinut lisäosan, jolla teräsbetonielementteihin voi sijoittaa raudoituksia. Lisäosa helpottaa raudoitusten hahmottamista ja sen avulla voi luoda automaattisia tilauslomakkeita esimerkiksi taivutetuista raudoitteista. Listan voi toimittaa urakoitsijalle, joka voi tilata raudoitukset suoraan taivutettuina työmaalle.

Myös Archiframe ja Archilogs ovat yrityksessä lisäselvityksen alla. Niiden avulla puurakennesuunnittelua voidaan jalostaa vielä pidemmälle. Esimerkiksi elementeistä rakennettujen puutalojen tekeminen helpottuu.

Yrityksen täytyy olla valmis tutkimaan ja tutustumaan myös muihin suunnitteluohjelmiin. Kuten jo aiemmin mainittiin, Archicadia ei yleisesti mielletä rakennesuunnittelun työkaluksi ja se ei parhaalla mahdollisella tavalla taivu kaikkeen rakennesuunnitteluun. Archicadin käytön sujuvuus perustuu pitkälle siihen, että yrityksellä on suuri kirjasto vanhoja projekteja ja pitkä kokemus ohjelman käytöstä. Mikäli yritys tulevaisuudessa kasvaa ja esimerkiksi teräshallien osuus kasvaa, pitää suunnitteluohjelmaa vaihtaa. Tekla, Cadmatic, Vertex tai Revit voivat tulla tällöin kyseeseen, ja niiden mahdollisuuksia pitää tutkia. Archicadin suurin heikkous tunnetaan olevan juuri valmiiden luetteloiden laatimisessa esimerkiksi seinäelementeistä (elementtikuva betonitehtaalle) tai teräsosista (teräsosakuva pajavarusteluineen).

Yrityksen pitää myös tuoda esille tietomallien hyödyntämistä paremmin markkinoinnissaan. Asiakkaat eivät suunnittelutoimistoa etsiessään tiedä, että yritys hyödyntää tietomallia suunnittelussaan. Markkinoinnissa voitaisiin enemmän tuoda ilmi, että työ tehdään tietomallipohjaisesti ja usein esimerkiksi suunnitteluvirheiden määrä on näin ollen pienempi.

## 5 Yhteenveto ja pohdinta

Sähköpostikysely oli ensimmäinen kerta yrityksen historiassa, kun tietomallin hyödyntämistä laajemmalla tavalla selvitettiin. Tietomallit ovat olleet yrityksen käytössä alusta alkaen, ja selvästikään niiden antamaa parasta potentiaalia ei ole hyödynnetty. Kyselyn tulokset kertovat, että suurin osa asiakkaista, joille tietomallia oli tarjottu, oli kokenut sen hyödylliseksi ja arvokkaaksi. Kyselystä kuitenkin selvisi, että suurelle osalle tietomallia ei ollut tarjottu ollenkaan.

Kyselyyn vastanneiden määrän olisi toivonut olevan suurempi. Varsinkin urakoitsijoiden suurempi osuus olisi ollut tärkeää. Urakoitsijat pääsääntöisesti käyttävät rakennemallia, ja rakennemallin kehityskohdat olivat mielenkiintoisia. Yrityksen suunnittelijat ovat melkein päivittäin urakoitsijoiden kanssa tekemisissä, ja tietomallin kehitystä jatketaan varsinkin sellaisten urakoitsijoiden kanssa, jotka ovat siitä kiinnostuneita. Osa urakoitsijoista saattaa edelleen kokea, että tietomallista ei ole suurta hyötyä rakentamisessa. Uskoisin myös, että osalle urakoitsijoista sähköpostikysely ei ole oikea tapa lähestyä, vaan heitä olisi pitänyt haastatella puhelimitse tai kasvotusten tietomallin käytöstä.

Kysely toteutettiin kesäaikaan, minkä takia ihmisillä ei välttämättä ollut aikaa vastata kyselyyn. Vastausten määrää olisi myös saanut varmasti kasvatettua lähettämällä muistutusviestien. Harmillisesti kyseistä viestiä ei kuitenkaan lähetetty.

Yleisesti ottaen tietomallit luovat avoimuutta hankkeeseen. Vanhanaikaisesta ajatusmallista ("Minä teen vain oman hommani.") pääsee tietomallien avulla paremmin eroon. Hanke on yksiselitteinen ja avoin kaikille osapuolille. Kuten kyselyn tuloksistakin huomasit, loi tietomalli selvän yhteyden hankkeen osapuolten välille. Arvailujen ja epäselvyyksien määrä vähenee. Tietomallien avulla saadaan eri alojen suunnittelijat pelaamaan paremmin yhteen ja koko hankkeen onnistumiselle on huomattavasti paremmat edellytykset kuin ns. perinteisessä suunnittelussa. Tietomallin avulla väärinymmärrykset ja ns. rikkinäisen puhelimen ongelmat jäävät vähemmälle, kun jokainen osapuoli voi itse kolmiulotteisesti havaita, mitä ollaan tekemässä. Esimerkiksi arkkitehtisuunnitelmassa julkisivujen hahmottaminen maallikolle voi olla hankalaa ja pahimmassa tapauksessa tilaaja on toivonut toista kuin mitä arkkitehti on ymmärtänyt. Tietomallin avulla tällaisetkin ongelmat poistuvat.

Koska tietomallit on huomioitu jopa lakiteksteissä, pitää niiden käyttöön olla valmis, ja niitä ei voi mitenkään ohittaa enää nykyisessä suunnittelutyössä. Tulevaisuuden rakennusluvan

hakeminen tietomallilla ja kaikki muu kehitys, mitä tietomalleissa tapahtuu, on äärimmäisen mielenkiintoista ja väijäämätöntä.

Pientalojen suunnittelussa tietomallit ovat aivan yhtä tärkeitä kuin suurempien kohteiden tekemisessä. Pienkohteissa tietomallin käyttöönotto on usein myös helpompaa ja ketterämpää kuin isoissa projekteissa. Pienkohteissa ei vaadita esimerkiksi tietomallikoordinaattoria. Pientalojen tietomallien käyttöön riittää usein vain asiasta kiinnostunut suunnittelija ja toinen osapuoli, kuten urakoitsija tai hankkeeseen ryhtyvä. Kuitenkin niiden tuomat hyödyt ovat samat kuin suuressa rakentamisessa.

## LÄHTEET

- Al Hattab, M., & Hamzeh, F. (2013). *Information flow comparison between traditional and BIM-based projects in design Phase*, 762-767. [https://www.researchgate.net/profile/Farook-Hamzeh/publication/258885932\\_Information\\_Flow\\_Comparison\\_Between\\_Traditional\\_and\\_BIM-Based\\_Projects\\_in\\_the\\_Design\\_Phase/links/0c9605295adae056b4000000/Information-Flow-Comparison-Between-Traditional-and-BIM-Based-Projects-in-the-Design-Phase.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Farook-Hamzeh/publication/258885932_Information_Flow_Comparison_Between_Traditional_and_BIM-Based_Projects_in_the_Design_Phase/links/0c9605295adae056b4000000/Information-Flow-Comparison-Between-Traditional-and-BIM-Based-Projects-in-the-Design-Phase.pdf)
- buildingSMART Finland. (2020). *YTV2020 Yleiset tietomallivaatimukset, COBIM2020 Common BIM Requirements: Päivityksen aika on nyt!* <https://kirahub.org/wp-content/uploads/2020/06/YTV2020-julkilausuma-pa%CC%88ivitetty-29.1.2021.pdf>
- Cetopo. (i.a.). *Info*. <https://cetopo.com/Info>
- COBIM-kehittämishanke. (2012a). *Yleiset tietomallivaatimukset 2012: Yleinen osuus (Osa 1)*. <https://drive.buildingsmart.fi/s/7FPE7tGocYZw8BY>
- COBIM-kehittämishanke. (2012b). *Yleiset tietomallivaatimukset 2012: Arkkitehtisuunnittelu (Osa 3)*. <https://drive.buildingsmart.fi/s/mfrRxKoZYCXiK4X>
- COBIM-kehittämishanke. (2012c). *Yleiset tietomallivaatimukset 2012: Talotekninen suunnittelu (Osa 4)*. <https://drive.buildingsmart.fi/s/S2p59nX27yZ2LzM>
- COBIM-kehittämishanke. (2012d). *Yleiset tietomallivaatimukset 2012: Rakennesuunnittelu (Osa 5)*. <https://drive.buildingsmart.fi/s/HS3iyQg8WBZmMbM>
- COBIM-kehittämishanke. (2012e). *Yleiset tietomallivaatimukset 2012: Tietomallien hyödyntäminen rakennuksen käytön ja ylläpidon aikana (Osa 12)*. <https://drive.buildingsmart.fi/s/f2f9rZzSWJZG8RT>
- Graphisoft. (i.a.). *Integrated structural analytic model*. [https://helpcenter.graphisoft.com/user-guide-chapter/85456/#XREF\\_82565\\_Integrated](https://helpcenter.graphisoft.com/user-guide-chapter/85456/#XREF_82565_Integrated)

Hallituksen esitys eduskunnalle rakentamislainsäädännön muuttamisesta ja siihen liittyviksi laeiksi 139/2022.

<https://finlex.fi/fi/esitykset/he/2022/20220139>

Hietanen, J. (2005). *Tietomallit ja rakennusten suunnittelu: Filosofinen selvitys tieto- ja viestintätekniikan mahdollisuuksista*. Rakennustieto.

Holopainen, M., & Pulkkinen, P. (2013). *Tilastolliset menetelmät*. Sanoma Pro.

IEEE. (i.a.). *How the Finite Element Method (FEM) and Finite Element Analysis (FEA) Work Together*. <https://innovationatwork.ieee.org/how-the-finite-element-method-fem-and-finite-element-analysis-fea-work-together/>

Inspe. (2023). *Inspe Oy – suunnittelua jo vuodesta 2011*. <https://www.inspe.fi/etusivu>

Jäväjä, P., & Lehtoviita, T. (2016). *Tietomallintaminen rakennustyömaalla*. Rakennustieto.

Järvenpään kaupunki. (28.5.2021). *Maailman ensimmäinen 3D-mallilla hyväksytty rakennuslupa Järvenpäässä*. <https://www.jarvenpaa.fi/a/maailman-ensimmainen-3d-mallilla-hyvak-sytty-rakennuslupa-jarvenpaassa>

Kallinen, A. (12.2.2021). *YTV2020 -päivityshanke osaksi kansallista yhteentoimivuuden määrittelyä!* KIRAHUB. <https://kirahub.org/ytv2020-paivityshanke-osaksi-kansallista-yhteentoimivuuden-maarittelya/>

KIRA-digi. (2018). *Tietomallipohjaisen rakennuslupaprosessin kehittäminen Vantaan rakennusvalvonnassa: Erytysuunnitelmat ja arkistointi tietomallipohjaisessa rakennuslupaprosessissa*. <http://www.kiradigi.fi/kokeiluhankkeet/kokeiluhankkeet/tietomallipohjainen-rakennuslupaprosessi.html>

Rakennustieto. (2010). *Tietomallinnettava rakennushanke* (RT 10-10992, LVI 03-10456).

Rakennustieto. (2017). *Hanketietokortti HT18* (RT 10-11283).

Syvälahti, R. (2.11.2021). *Rakennuslupa tietomalleilla minuuteissa* [webinaari]. Active Revenue Operations. [https://www.youtube.com/watch?v=O1N19jF1RZc&list=PLDO6nmNsaT-NldB22UxerqZHskoBzMRMIN&index=2&t=1007s&ab\\_channel=ActiveRevenueOperations](https://www.youtube.com/watch?v=O1N19jF1RZc&list=PLDO6nmNsaT-NldB22UxerqZHskoBzMRMIN&index=2&t=1007s&ab_channel=ActiveRevenueOperations)

Vastamäki, J. (2.11.2021). *Rakennuslupa tietomalleilla minuuteissa* [webinaari]. Aktive Revenue Operations. [https://www.youtube.com/watch?v=O1N19jF1RZc&list=PLDO6nmNsaT-NldB22UxerqZHskoBzMRMIN&index=2&t=1007s&ab\\_channel=AktiveRevenueOperations](https://www.youtube.com/watch?v=O1N19jF1RZc&list=PLDO6nmNsaT-NldB22UxerqZHskoBzMRMIN&index=2&t=1007s&ab_channel=AktiveRevenueOperations)

Ympäristöministeriö (YM). (i.a.). *Maankäyttö ja rakennuslaki*. <https://ym.fi/maankaytto-ja-rakennuslaki>

## LIITTEET

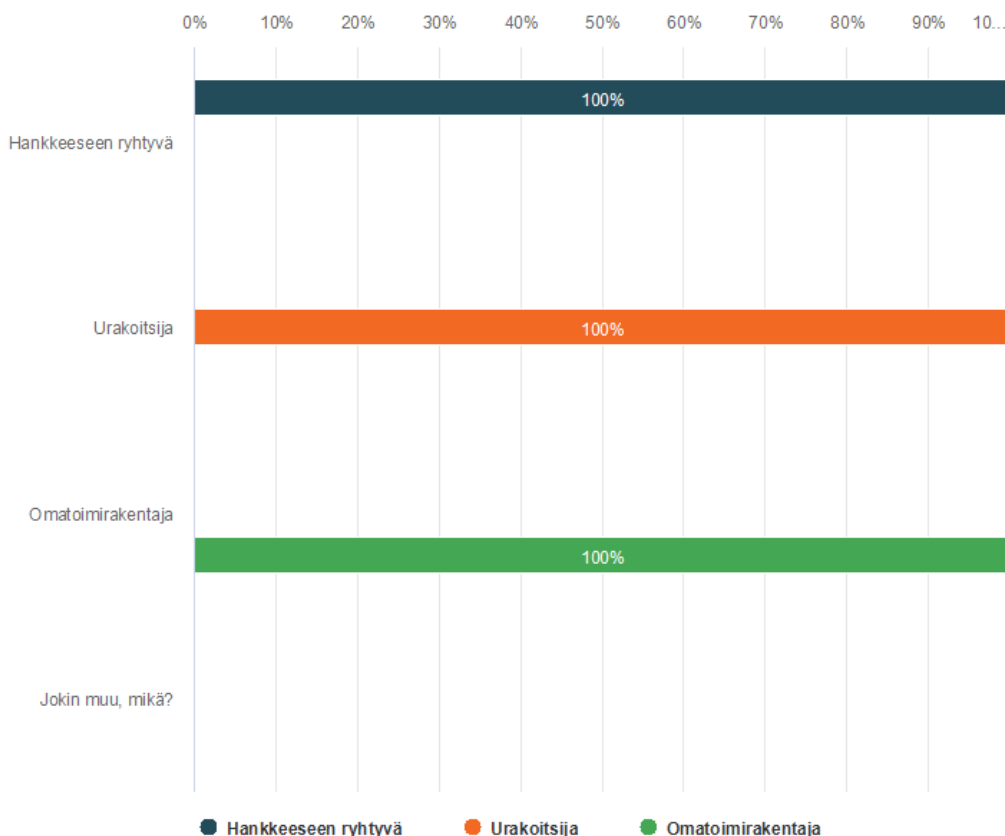
Liite 1. Kysely tietomallin hyödyntämisestä pientalokohteessa

## Liite 1. Kysely tietomallin hyödyntämisestä pientalokohteessa

Vastaajien kokonaismäärä: 28

### 1. Missä roolissa olit hankkeessa?

Vastaajien määrä: 28



	Hankkeeseen ryhtyvä		Urakoitsija		Omatoimirakentaja		Yhteensä
	n	Prosentti	n	Prosentti	n	Prosentti	
Hankkeeseen ryhtyvä	13	100,0%	0	0,0%	0	0,0%	13
Urakoitsija	0	0,0%	4	100,0%	0	0,0%	4
Omatoimirakentaja	0	0,0%	0	0,0%	10	100,0%	10
Jokin muu, mikä?	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0
<b>Yhteensä</b>	<b>13</b>		<b>4</b>		<b>10</b>		<b>27</b>

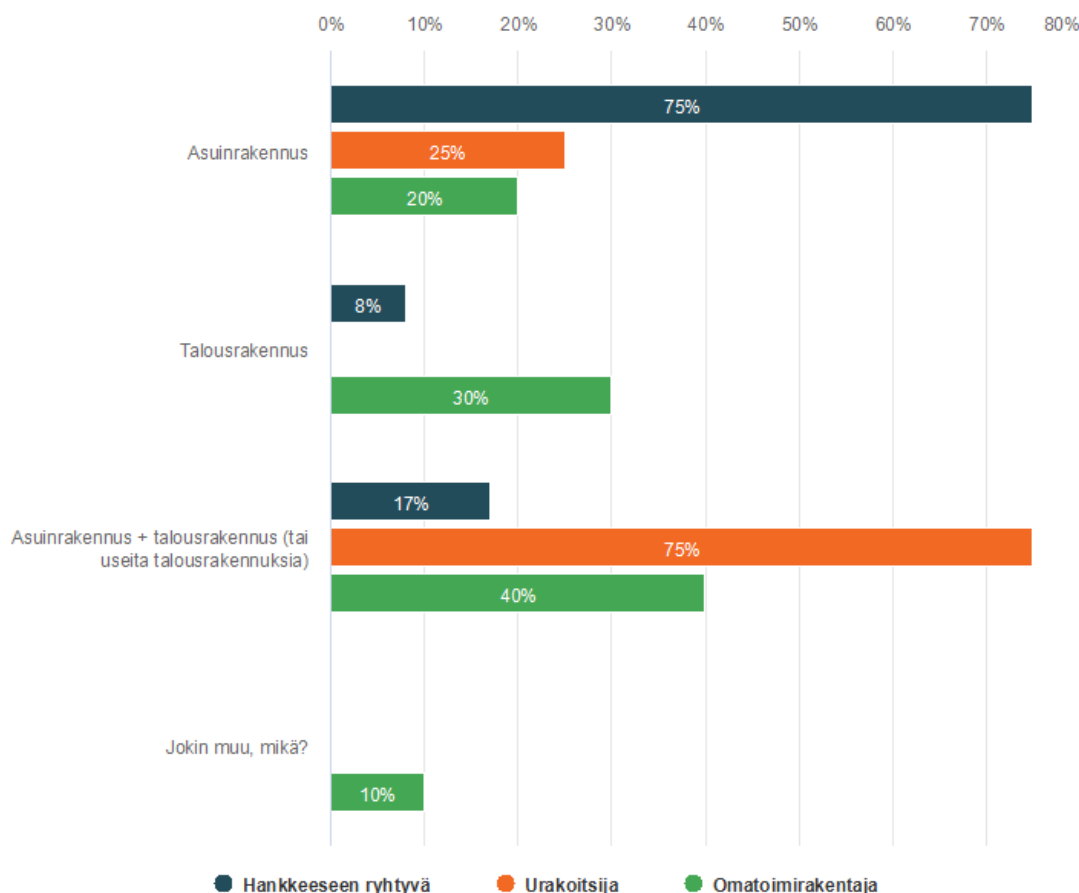
Lisätekstikenttään annetut vastaukset

Vastausvaihtoehdot	Teksti
--------------------	--------

## 2. Minkälainen hanke oli kyseessä?

Taloustrakennuksella tarkoitetaan esimerkiksi autotallia, autokatosta, saunarakennusta tms.

Vastaajien määrä: 27



	Hankeeseen ryhtyvä		Urakoitsija		Omatoimirakentaja		Yhteensä
	n	Prosentti	n	Prosentti	n	Prosentti	
Asuinrakennus	9	75,0%	1	25,0%	2	20,0%	12
Taloustrakennus	1	8,3%	0	0,0%	3	30,0%	4
Asuinrakennus + taloustrakennus (tai useita taloustrakennuksia)	2	16,7%	3	75,0%	4	40,0%	9
Jokin muu, mikä?	0	0,0%	0	0,0%	1	10,0%	1
<b>Yhteensä</b>	<b>12</b>		<b>4</b>		<b>10</b>		<b>26</b>

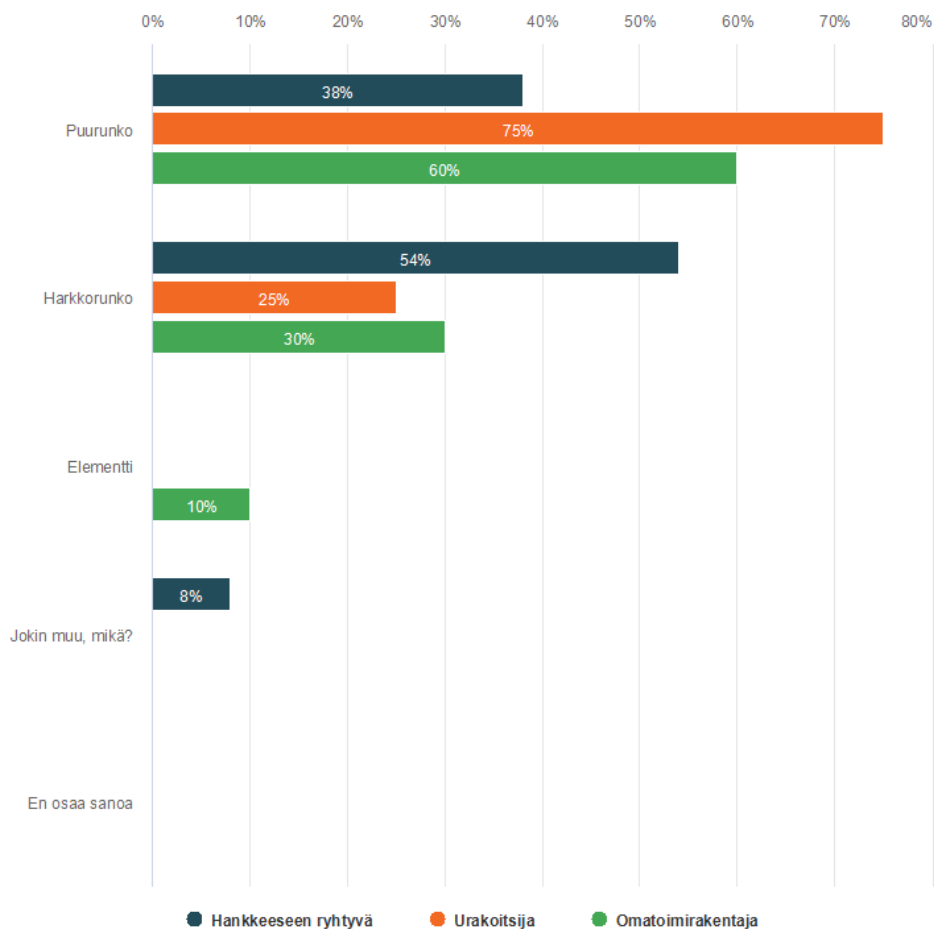
Lisätekstikenttään annetut vastaukset

Vastausvaihtoehdot	Teksti
Jokin muu, mikä?	Asuinrakennuksen laajennus

### 3. Mikä oli rakennuksen rungon päämateriaali?

Mikäli kohteessasi oli useampi rakennus, merkitse tähän päärakennuksen runkomateriaali.

Vastaajien määrä: 28



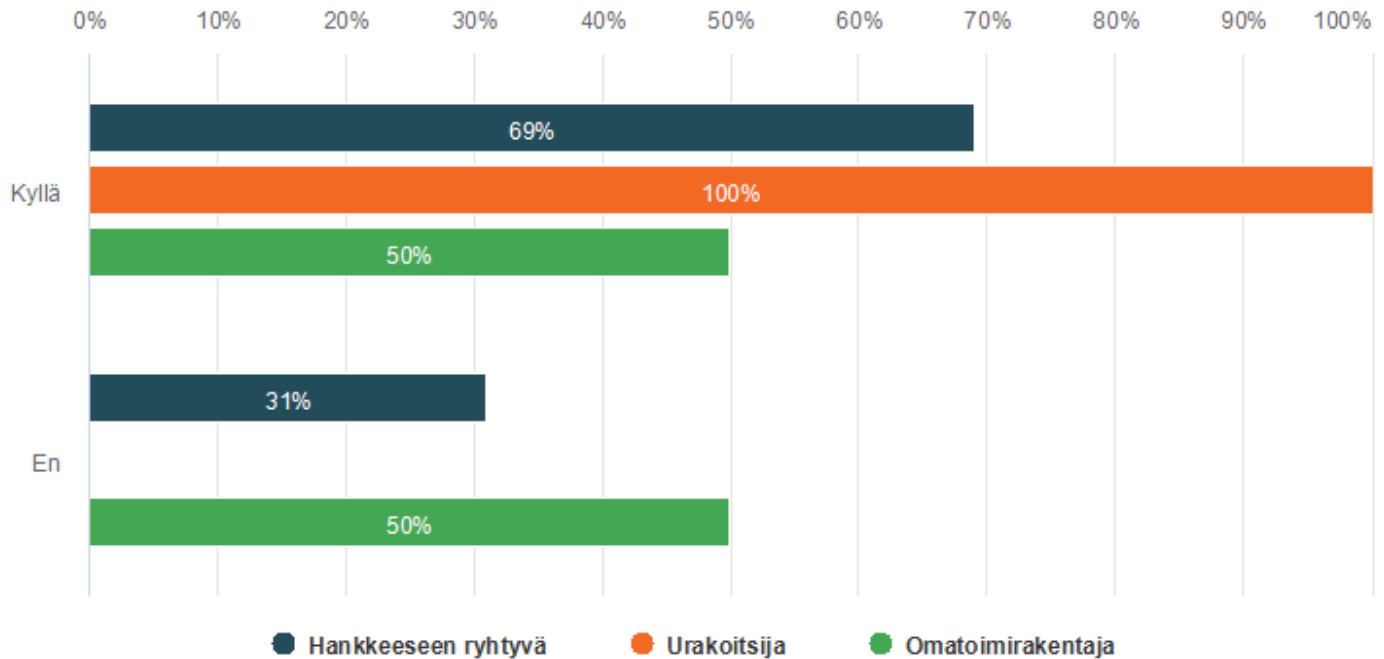
	Hankkeeseen ryhtyvä		Urakoitsija		Omatoimirakentaja		Yhteensä
	n	Prosentti	n	Prosentti	n	Prosentti	
Puurunko	5	38,5%	3	75,0%	6	60,0%	14
Harkkorunko	7	53,8%	1	25,0%	3	30,0%	11
Elementti	0	0,0%	0	0,0%	1	10,0%	1
Jokin muu, mikä?	1	7,7%	0	0,0%	0	0,0%	1
En osaa sanoa	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0
<b>Yhteensä</b>	<b>13</b>		<b>4</b>		<b>10</b>		<b>27</b>

Lisätekstikenttään annetut vastaukset

Vastausvaihtoehdot	Teksti
Jokin muu, mikä?	tiilirunko

#### 4. Oletko käyttänyt tietomallia rakennushankkeen aikana?

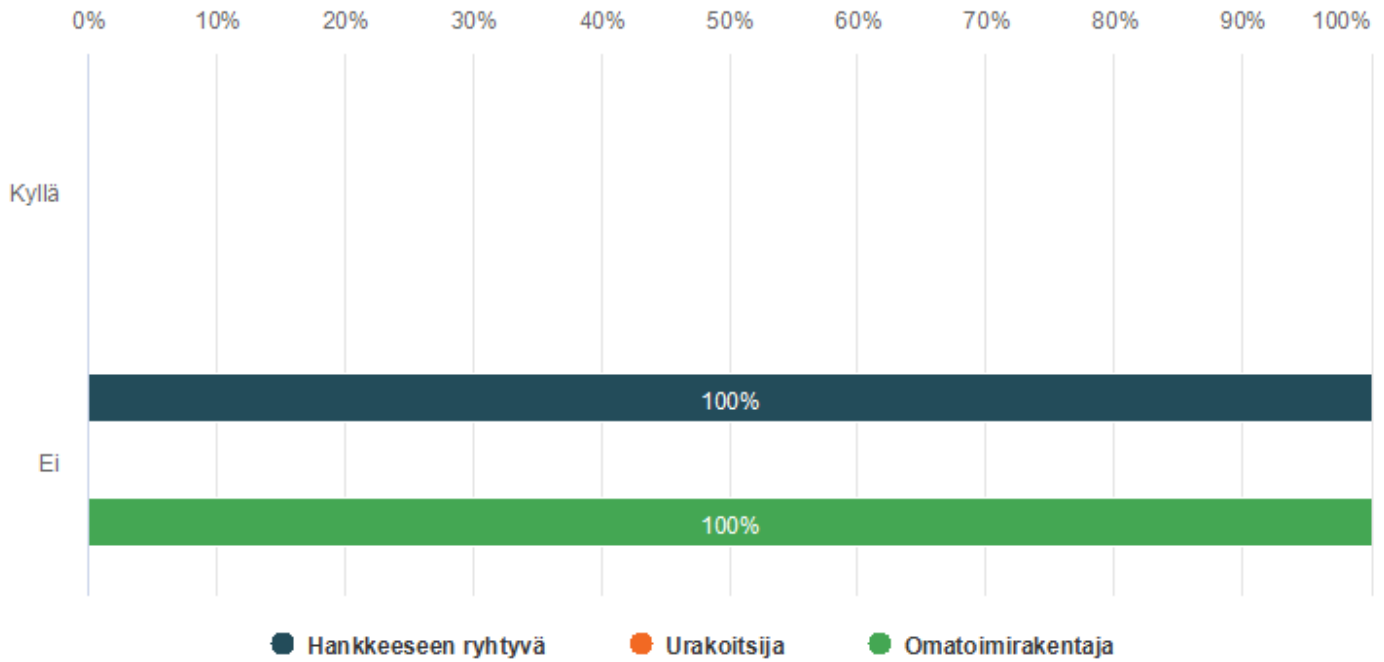
Vastaajien määrä: 28



	Hankeeseen ryhtyvä		Urakoitsija		Omatoimirakentaja		Yhteensä
	n	Prosentti	n	Prosentti	n	Prosentti	
Kyllä	9	69,2%	4	100,0%	5	50,0%	18
En	4	30,8%	0	0,0%	5	50,0%	9
<b>Yhteensä</b>	<b>13</b>		<b>4</b>		<b>10</b>		<b>27</b>

## 5. Onko suunnittelija tarjonnut käyttösi tietomallia?

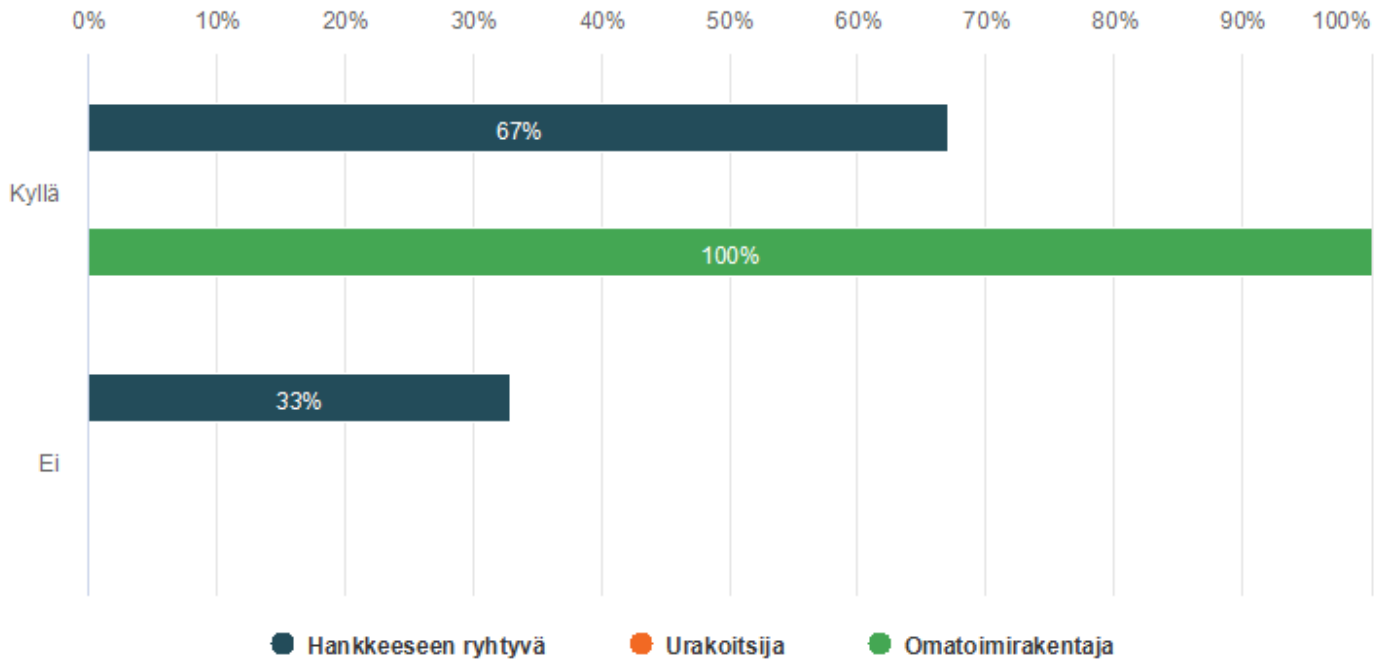
Vastaajien määrä: 9



	Hankkeeseen ryhtyvä		Urakoitsija		Omatoimirakentaja		Yhteensä
	n	Prosentti	n	Prosentti	n	Prosentti	
Kyllä	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0
Ei	3	100,0%	0	0,0%	5	100,0%	8
<b>Yhteensä</b>	<b>3</b>		<b>0</b>		<b>5</b>		<b>8</b>

## 6. Olisitko kokenut, että tietomallista olisi ollut hyötyä?

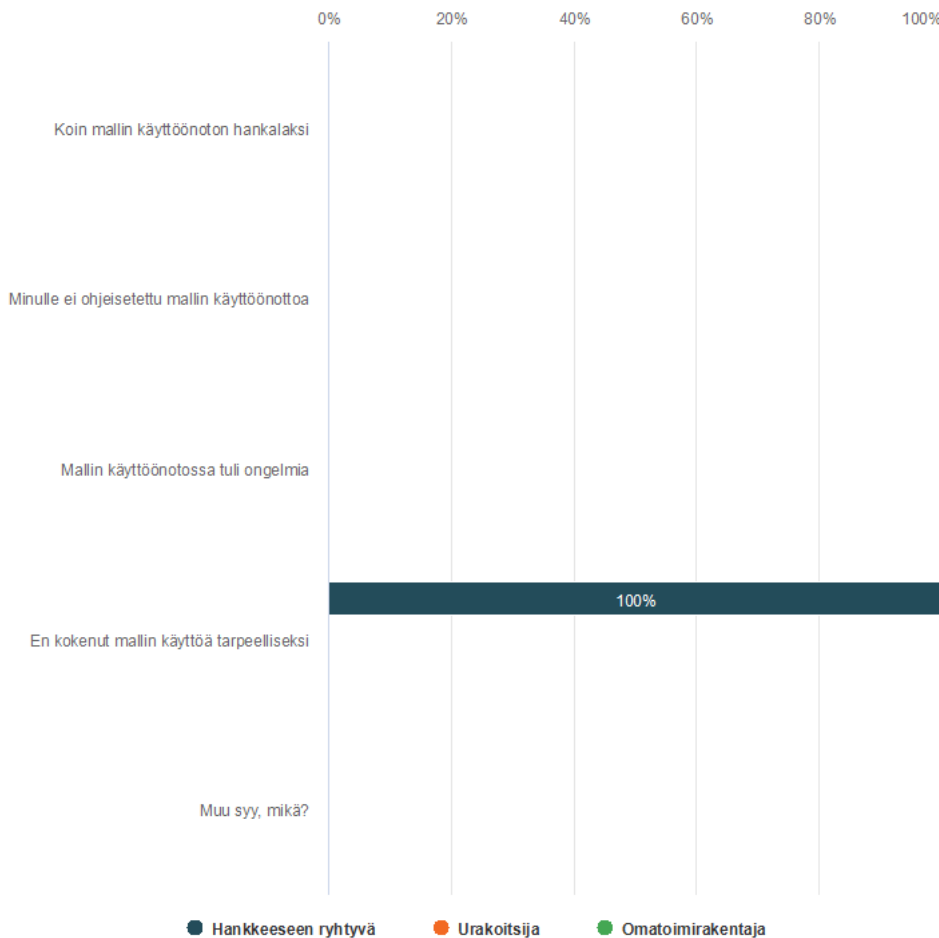
Vastaajien määrä: 8



	Hankkeeseen ryhtyvä		Urakoitsija		Omatöimurakentaja		Yhteensä
	n	Prosentti	n	Prosentti	n	Prosentti	
Kyllä	2	66,7%	0	0,0%	5	100,0%	7
Ei	1	33,3%	0	0,0%	0	0,0%	1
<b>Yhteensä</b>	<b>3</b>		<b>0</b>		<b>5</b>		<b>8</b>

## 7. Miksi et ottanut tietomallia käyttöön?

Vastaajien määrä: 2, valittujen vastausten lukumäärä: 2



	Hankkeeseen ryhtyvä		Urakoitsija		Omatoimirakentaja		Yhteensä
	n	Prosentti	n	Prosentti	n	Prosentti	
Koin mallin käyttöönoton hankalaksi	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0
Minulle ei ohjeisetettu mallin käyttöönottoa	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0
Mallin käyttöönotossa tuli ongelmia	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0
En kokenut mallin käyttöä tarpeelliseksi	1	100,0%	0	0,0%	0	0,0%	1
Muu syy, mikä?	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0
<b>Yhteensä</b>	<b>1</b>		<b>0</b>		<b>0</b>		<b>1</b>

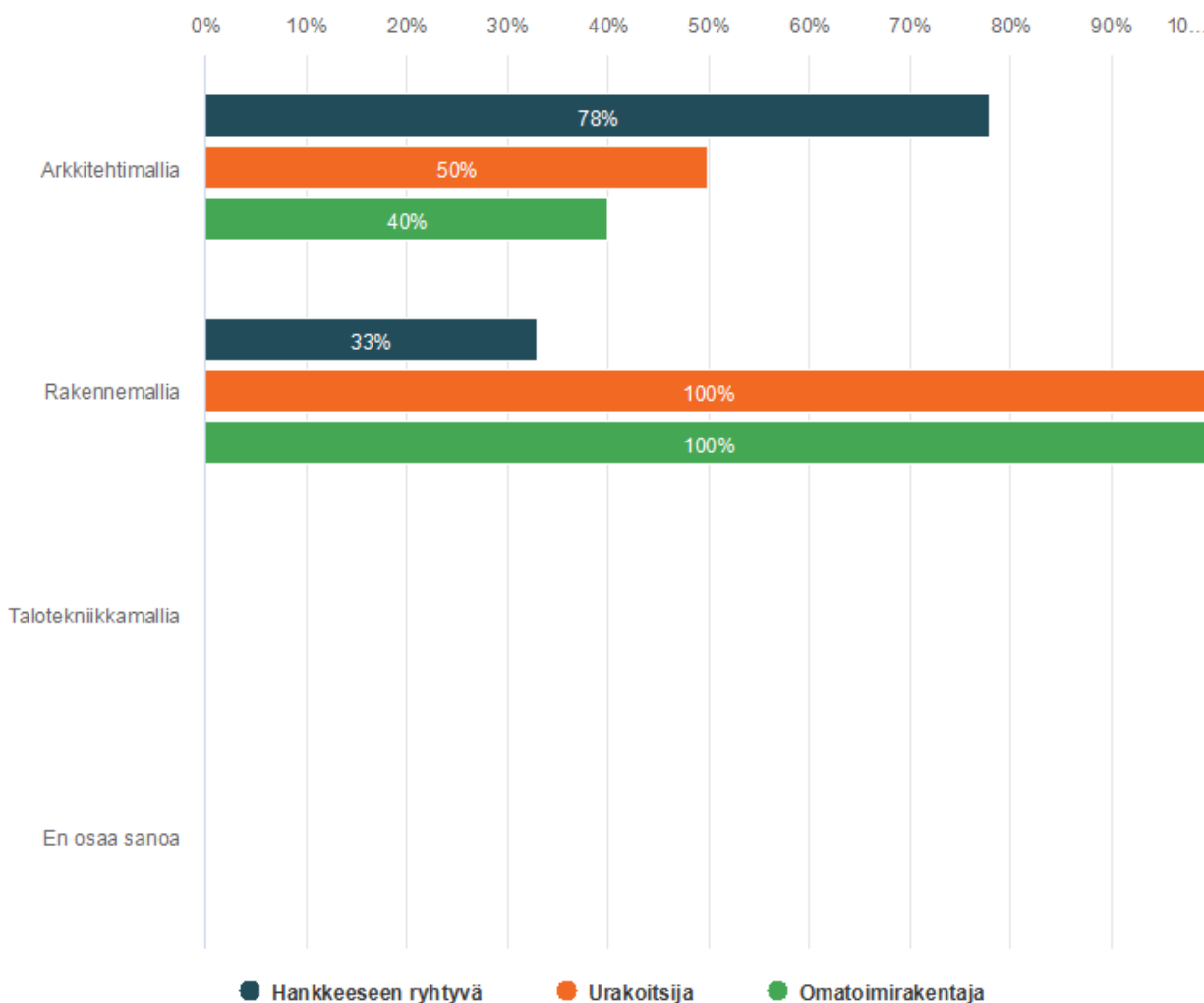
Lisätekstikenttään annetut vastaukset

Vastausvaihtoehdot	Teksti

## 8. Mitä tietomallia olet käyttänyt?

Arkkitehtimalli on luotu lupasuunnittelun yhteydessä. Siinä näkyy yleensä rakennus julkisivupintoihin. Rakennemalli on luotu rakennesuunnittelun yhteydessä. Siinä näkyy yleensä rakennuksen kantavat rakenteet. Tietotekniikkamallissa näkyy rakennuksen ilmastointiputket ja muu LVIS-tekniikka.

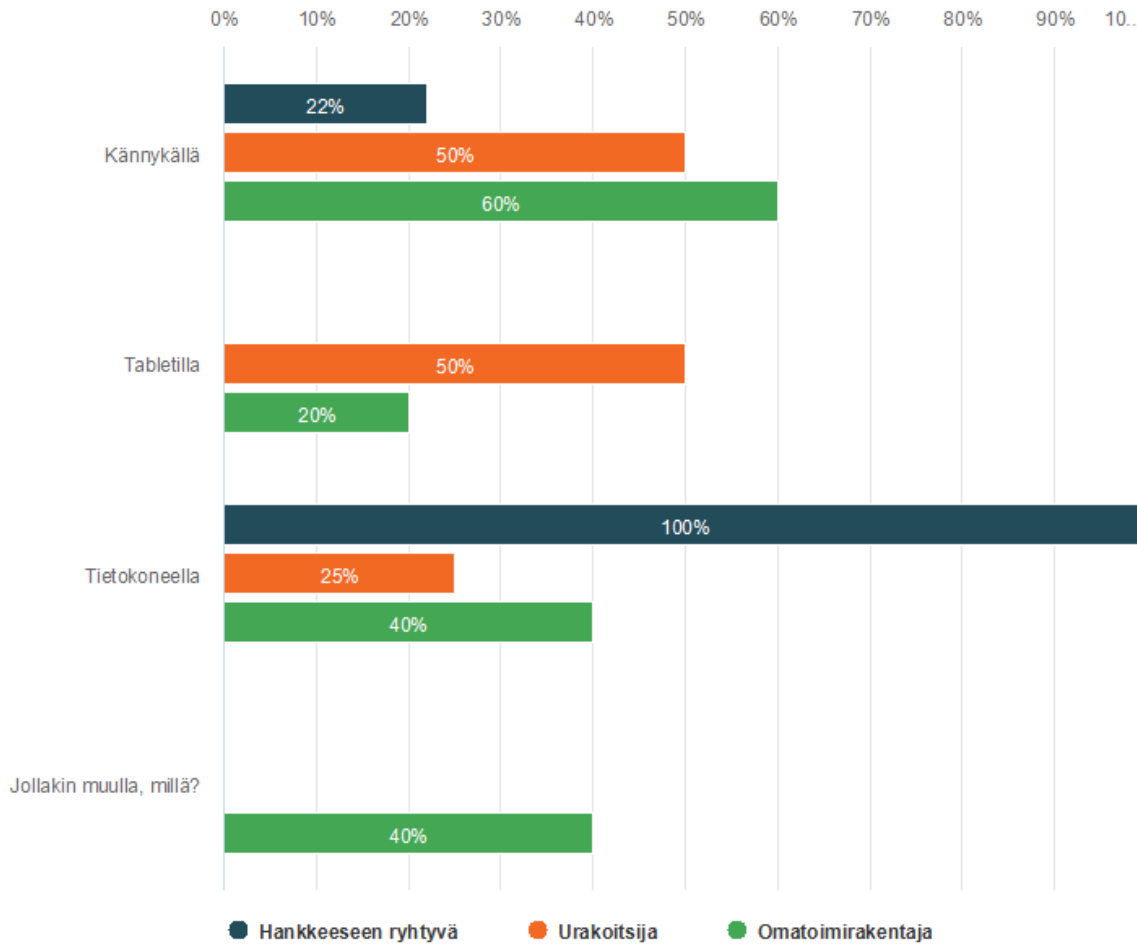
Vastaajien määrä: 18, valittujen vastausten lukumäärä: 23



	Hankkeeseen ryhtyvä		Urakoitsija		Omatoimirakentaja		Yhteensä
	n	Prosentti	n	Prosentti	n	Prosentti	
Arkkitehtimallia	7	77,8%	2	50,0%	2	40,0%	11
Rakennemallia	3	33,3%	4	100,0%	5	100,0%	12
Talotekniikkamallia	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0
En osaa sanoa	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0
<b>Yhteensä</b>	<b>10</b>		<b>6</b>		<b>7</b>		<b>23</b>

## 9. Millä alustalla olet tietomallia käyttänyt?

Vastaajien määrä: 18, valittujen vastausten lukumäärä: 24



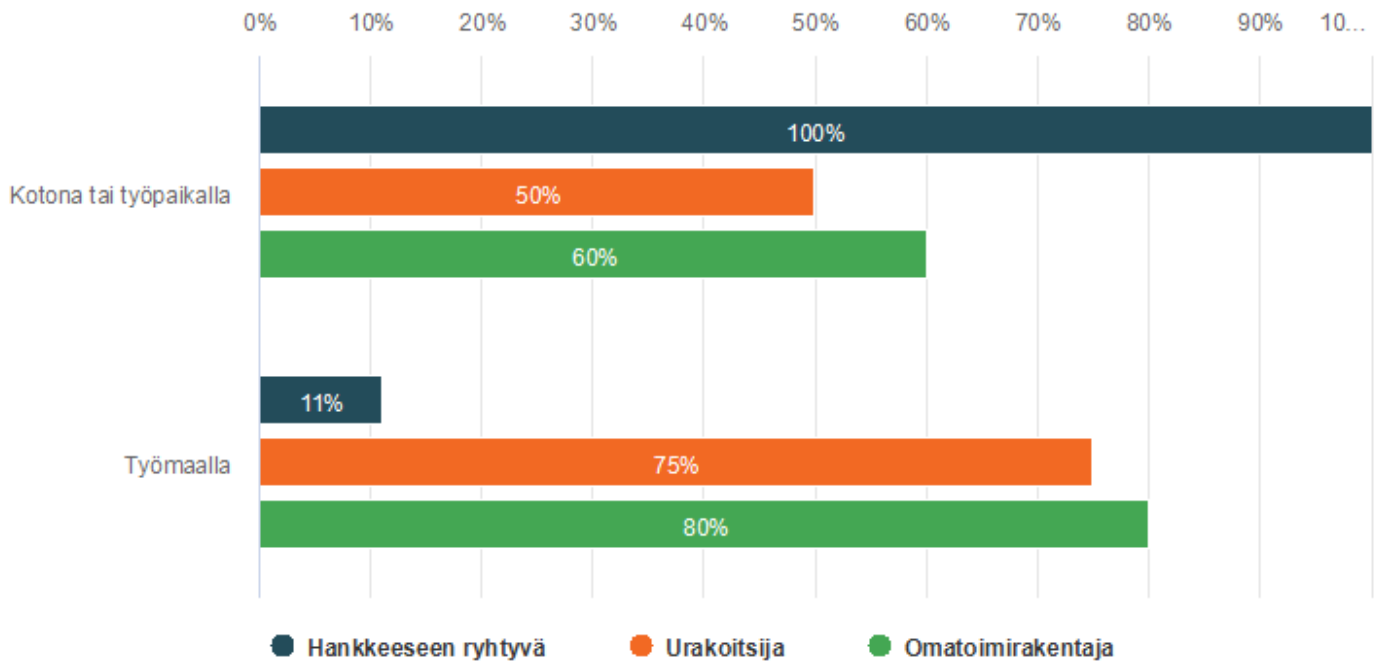
	Hankkeeseen ryhtyvä		Urakoitsija		Omatoimirakentaja		Yhteensä
	n	Prosentti	n	Prosentti	n	Prosentti	
Kännäkällä	2	22,2%	2	50,0%	3	60,0%	7
Tabletilla	0	0,0%	2	50,0%	1	20,0%	3
Tietokoneella	9	100,0%	1	25,0%	2	40,0%	12
Jollakin muulla, millä?	0	0,0%	0	0,0%	2	40,0%	2
<b>Yhteensä</b>	<b>11</b>		<b>5</b>		<b>8</b>		<b>24</b>

Lisätekstikenttään annetut vastaukset

Vastausvaihtoehdot	Teksti
Jollakin muulla, millä?	Tulostettuna
Jollakin muulla, millä?	paperikuva

## 10. Missä ympäristössä olet käyttänyt pääasiallisesti tietomallia?

Vastaajien määrä: 18, valittujen vastausten lukumäärä: 22



	Hankkeeseen ryhtyvä		Urakoitsija		Omatöimira-kentaja		Yhteensä
	n	Prosentti	n	Prosentti	n	Prosentti	
Kotona tai työpaikalla	9	100,0%	2	50,0%	3	60,0%	14
Työmaalla	1	11,1%	3	75,0%	4	80,0%	8
<b>Yhteensä</b>	<b>10</b>		<b>5</b>		<b>7</b>		<b>22</b>

## 11. Mitä etua tietomallista mielestäsi oli?

*Voit vapaasti luetella mallin etuja.*

Vastaajien määrä: 15

Hankkeeseen ryhtyvä	Urakoitsija	Omatoimirakentaja
Visuaalinen hahmottaminen, tilantunne	Havainnollistaa ratkaisuja	Helpottaa rakenteiden havainnointia.
Helpottaa rakennuksen muotojen ja tilojen havainnointia sekä ulkoverien hahmoittamista(jos eri värejä).  Havinnoillista katsoa ikkunoiden sijaintia, kosteutta sekä asemointia julkisivuun / sisäosaan.	Auttaa hahmottamaan kokonaisuutta	Varmistuminen ja yhteisymmärryksen prantaminen. Se oli kuva jota käytin kun näytin ulkopuoliselle mitä on tulossa.
Parantaa hieman rakennuksen hahmottamista	Rakenteiden hahmottaminen ja massalaskenta	erittäin tärkeä
se havainnollistaa maalikolle hyvin mistä on kysymys	Helpompi hahmottaa mitä ollaan tekemässä. Saa työntekijöille tarjottua isomman kuvan siitä mitä pitäisi tulla	
Havainnollistaa hyvin lopputulosta		
Asioiden havainnollistaminen, kommentointi, dialogin mahdollistaminen suunnittelijan ja tilaajan välillä. Ei juurikaan käytetty urakoitsijan kanssa. Sillä suunnalla oli käytössä 2d versiot eli perinteiset paperiversiot.		
Arkkitehtimallilla on hyvä havainnollistaa kohteen ulkonäköä ja sisustuksellisia seikkoja. Rakennemalli taas havainnollistaa kantavien rakenteiden paikat ja antaa tietoa mikä on mahdollista toteuttaa rakennuksens isällä ja ulkona		
Huomattavasti parempi kokonaisuuden hahmottaminen 3d-mallin avulla.		

## 12. Mitä vaikeuksia tietomallin käytössä oli?

*Voit vapaasti luetella asioita, mitkä koit mallin käsittelyssä haasteellisiksi.*

Vastaajien määrä: 11

Hankeeseen ryhtyvä	Urakoitsija	Omatoimirakentaja
Ei mahdollisuutta kääntää/pyörittää kuvia 360 asteella koska käytössä olevat kuvat olivat screenshot tyyliä.	En osaa sanoa	Puhelimen näytöllä tiukoissa paikoissa en aina saanut ensimmäisellä yrityksellä selvää väreistä. Nyt se oli siis hitusen liian tumma.
Toimi kuten piti, ei vaikeuksia.	Ei ollut vaikeuksia	
Katsomiseen pitää olla käytössä sopivanlainen tietokone, esim. Windowsilla varustettu. Tietomallista on vaikea hahmottaa tilan kokoa	Ne mallit mitä on käyttänyt BIM on aika alkeellisia ja jäykkiä	
iso tiedosto, piti ladata omalle koneelle		
Ei vaikeuksia		
Ei ollut järkevästi toimivaa katselointiohjelmistoa. Oli siis hankala käyttää, ainakin Applen laitteella.		
Arkkitehtimallin (alkuperäinen suunnitelma) ja rakennemalli eivät ole yhtä pitäviä.		

### 13. Mitä haluaisit, että mallissa olisi lisää?

*Voit vapaasti luetella asioita, joita toivoisit että tietomallissa olisi.*

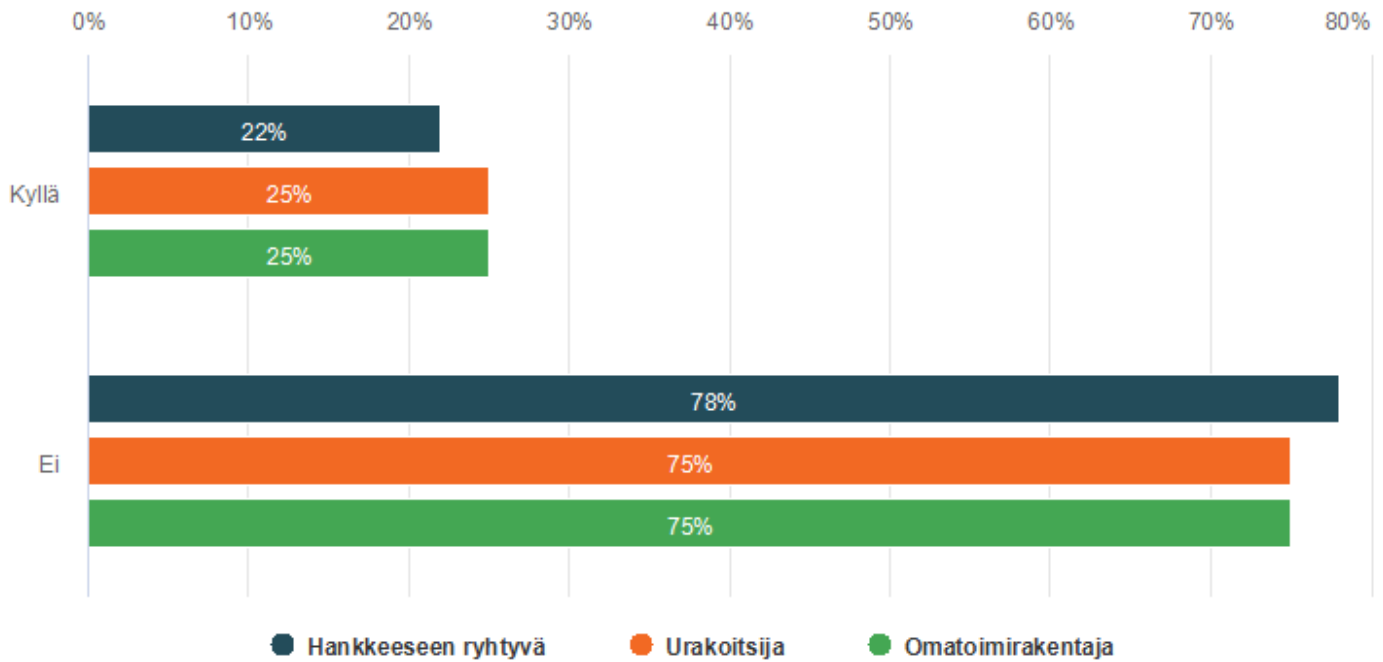
Vastaajien määrä: 10

Hankeeseen ryhtyvä	Urakoitsija	Omatoimira- kentaja
-	Kiinnikkeiden sijoitukset ja määrät	Pyöriteltävyys ja liikutettavuus toisi lisähyötyjä.
Rakennemalli olisi ollut suurena apuna ARK- mallin kaverina. Tällöin mm. LVI-suunnittelun oli helpompi varmistua laitteiden sopivuudesta.  LVI mallille en koe pientaloissa olevan asennusta tukevaa hyötyä. Toki loppuasukasta		
Jos koko talo olisi mallinnettu kantavine osineen ja seinineen, niin luultavasti siitä pystyisi löytämään virheitä, mitä ei muuten löydy niin helposti. Asiakkaan näkökulmasta siis tämä, jonkinlainen malli suunnittelijalla on kuitenkin ollut		
se vois toimia pilvessä		
Mahdollisimman realistinen kuva tulevasta rakenteesta		
Monenlaista tietoa. Nyt käytössä oli vain arkkitehtikuvat ja pihan valaistussuunnittelukuvat 3d muodossa. Jatkossa olisi kiva jos myös rakenne-, sähkö- ja lvis ym. olisi samassa muodossa. Ark kuvissa olisi kiva olla mahd paljon hyödyllistä tietoa kuten ovien ja ikkunoiden aukeamissuunnat ja -mitat (mistä karminreuna kulkee huoneessa).		
Lisätä sisusteita ja kalusteita rakennemallin mukaiseen arkkitehtimalliin.		
3d-mallin kohdalla väreillä on merkitystä hahmottamisen kannalta.		

## 14. Onko sinulle ohjeistettu tai opastettu mallin käyttöä?

*Onko suunnittelija kertonut sinulle, miten mallia käytetään?*

Vastaajien määrä: 17



	Hankkeeseen ryhtyvä		Urakoitsija		Omatoimirakentaja		Yhteensä
	n	Prosentti	n	Prosentti	n	Prosentti	
Kyllä	2	22,2%	1	25,0%	1	25,0%	4
Ei	7	77,8%	3	75,0%	3	75,0%	13
<b>Yhteensä</b>	<b>9</b>		<b>4</b>		<b>4</b>		<b>17</b>

## 15. Vapaa sana

Vastaajien määrä: 8

Hankkeeseen ryhtyvä	Urakoitsija	Omatoimirakentaja
Toivoisin että asiakkaalle jolla ei ole paljon rakennusalan ymmärrystä asiat rakennesuunnittelusta puhuttaisiin auki niin että asiakas sen ymmärtää. Oma kokemus projektiin liittyen on että rakennesuunnittelua tehtiin ns varmuuden vuoksi yli, jonka sitten rakennustarkastaja kumosi. Ylisuunnittelu rakenteiden osalta tuo asiakkaille merkittäviä lisäkustannuksia materiaalien ja rakentamisen osalta	Toimi työmaa olosuhteissa erittäin hyvin	Pientalorakentajalle on varmasti paljon hyötyä tietomallista jo ihan informatiivisessä mielessä.  Peukutan vahvasti sitä, että tällainen otetaan käyttöön!
Tietomallit ja muut sähköisessä muodossa olevat suunnitteluun liittyvät tiedostot olisi hyvä antaa asiakkaalle hankkeen lopussa. Niistä voi olla joskus myöhemmin hyötyä tai sitten ei.		Kyseessä pieni talous/liisärakennus mökille, Malli + rak.piiirustukset tuli Kontiolta, kyseessä lamellihirsi rakennus.
Olisi varmaan hyvä, jos jatkossa piirustukset olisivat 3d mallisia - siis myös rakennekuvat ja lvis kuvat. Saisi paremman kokonaiskuvan asioista. Toisaalta niiden tekeminen voi olla hankalaa tai mahdotonta korjausrakentamiskohteessa, jossa alkuperäiset kuvat ovat suuntaa-antavia 2d lappuja.		Pienessä kohteessa, kuten itselläni, hyöty ei ehkä ole kovin suuri, mutta esim. kokonaan uuden talon rakentamisessa varmaankin yödyllisempi.
Minulla oli niin pieni ja valmis kohde, johon tulee vain pieniä muutoksia, että tässä tietomalli ei ollut olennainen, mutta varmasti ainakin uudisrakennuksissa olisi tosi hyvä apu hahmottamaan mittasuhteita.		